Универзитет у Новом Саду | Природно-математички факултет
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ И ХОТЕЛИЈЕРСТВО

Др Слободан Ћурчић ▪ *Др Бранко Ристановић*

КАРТОГРАФИЈА

Нови Сад, 2023.

Универзитет у Новом Саду | Природно-математички факултет
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ И ХОТЕЛИЈЕРСТВО

Др Слободан Ћурчић ▪ Др Бранко Ристановић

КАРТОГРАФИЈА

ISBN 978-86-7031-651-5

Главни и одговорни уредник (ПМФ)
Проф. др Милица Павков-Хрвојевић, декан

Главни и одговорни уредник (ДГТХ)
Проф. др Лазар Лазић

Уредништво
Проф. др Александра Драгин
Проф. др Милена Недељковић
Проф. др Млађен Јовановић

Рецензенти
Проф. др Драгица Живковић, Географски факултет, Београд
Проф. др Саша Кицошев†, ПМФ, Нови Сад
Проф. др Лазар Лазић, ПМФ, Нови Сад

Издавач
ПМФ, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Нови Сад
Трг Доситеја Обрадовића 3, тел: 021/450-104
www.dgt.uns.ac.rs

Одлуком број 0602-278/2 Наставно-научног већа Природно-математичког факултета у Новом Саду рукопис је прихваћен за штампу као универзитетски уџбеник

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

528.9(075.8)

ЋУРЧИЋ, Слободан, 1941-
Картографија [Електронски извор] / Слободан Ћурчић, Бранко Ристановић. - Нови Сад : Природно-математички факултет, Департман за географију, туризам и хотелијерство, 2023

Начин приступа (URL): http://www.dgt.uns.ac.rs/udzbenici/. - Опис заснован на стању на дан 23.10.2023. - Насл. с насловног екрана. - Библиографија.

ISBN 978-86-7031-651-5

1. Ристановић, Бранко, 1969- [аутор]

а) Картографија

COBISS.SR-ID 128022537

САДРЖАЈ

УВОД У КАРТОГРАФИЈУ 1

Картографија 1
Географска карта 2
Особине карте 2
Подела карата 3
Елементи карте 4
Значај географске карте 4

КРАТАК ПРЕГЛЕД РАЗВОЈА КАРТОГРАФИЈЕ 5

Развој картографије у Свету 5

Савремене карте југословенских земаља 8

МАТЕМАТИЧКИ ЕЛЕМЕНТИ КАРТЕ 11

Димензије Земље 11

Размер карте 12
Размерник 12

Картографске пројекције 16
Деформације на картама 17
Подела пројекција 18
Купасте или конусне пројекције 18
Проста купаста пројекција 19
Купасте конформне пројекције 19
Еквивалентне купасте пројекције 20
Поликонусне пројекције 21
Псеудоконусне пројекције 22
Ваљкасте пројекције 23
Квадратна ваљкаста пројекција 23
Изоцилиндрична или ламбертова ваљкаста пројекција 24
Меркаторова пројекција 24
Косе ваљкасте пројекције 25
Попречне ваљкасте пројекције 26
Псеудоцилиндричне пројекције 27
Сансонова пројекција 27
Молвајдова пројекција 28
Екертова пројекција 29
Гудова пројекција 30
Азимутне или зенитне пројекције 30
Перспективне азимутне пројекције 30
Ортографске пројекције 31
Стереографске пројекције 31

Централне пројекције . . . 32
Спољне пројекције . . . 32
Неперспективне азимутне пројекције . . . 33
Ламбертова пројекција . . . 33
Постелова пројекција . . . 34
Упоредни преглед карактеристика азимутних пројекција . . . 34
Условне или конвенционалне пројекције . . . **34**
Ајтовљева пројекција . . . 35
Гинтенова пројекција . . . 35
Лоптаста пројекција . . . 35
Полиедарска пројекција . . . 35
Избор картографске пројекције . . . 35
Геодетска основа . . . 36

ГЕОГРАФСКИ ЕЛЕМЕНТИ КАРТЕ . . . 39

Картографски знаци . . . 39
Особине картографских знакова . . . 39
Положај картографских знакова . . . 42
Контурни знаци . . . ***42***
Линијски знаци . . . ***43***
Ванразмерни знаци . . . ***43***
Садржај општегеографских карата . . . 44
Хидрографија . . . ***44***
Рељеф . . . ***46***
Перспективне методе . . . 47
Пластичне методе . . . 48
Метода шрафа . . . *48*
Метода сенки . . . *49*
Метода боја . . . *50*
Геометријске методе . . . 52
Метода кота . . . *52*
Метода изохипси . . . *52*
Комбиноване методе . . . 55
Насеља . . . ***56***
Комуникације . . . ***57***
Тло и вегетација . . . ***58***
Границе . . . ***59***
Географски називи . . . ***59***
Начин исписивања назива . . . 60
Генерализација садржаја . . . 63

ТЕМАТСКЕ КАРТЕ . . . 66

Подела тематских карата . . . 66

Садржај тематских карата . . . 68
Географска основа . . . 68
Тематски садржај карте . . . 69
Географске методе . . . 70
Методе знакова . . . ***71***
Геометријски знаци . . . 71
Словни знаци . . . 75

Симболи . . . 75
Очигледни знаци . . . 76
Метода тачака . . . *76*
Метода изолинија . . . *77*
Метода ареала . . . *79*
Метода квалитативних боја . . . *79*
Метода линија кретања . . . *80*
Метода вектора . . . *80*
Статистичке методе . . . 81
Метода картограма . . . *81*
Метода картодијаграма . . . *82*

Карактеристичне групе тематских карата . . . 83
Карте рељефа . . . 83
Карте климе . . . 85
Хидролошке карте . . . 86
Карте привреде . . . 87
Карте становништва . . . 88
Карте насеља . . . 89
Туристичке карте . . . 90
Атласи . . . 93

КОРИШЋЕЊЕ КАРТЕ . . . 94
Мерења дужина . . . 94
Мерења хоризонталних углова . . . 96
Мерења вертикалних углова . . . 97
Мерење нагиба земљишта . . . 99
Одређивање апсолутне и релативне висине земљишта . . . 99
Мерење површина . . . 102
Утврђивање размера карте . . . 103
Одређивање положаја тачке на карти . . . 104
Читање карте . . . 105

ОСТАЛИ КАРТОГРАФСКИ ПОКАЗАТЕЉИ . . . 107
Аерофотоснимци . . . 107
Скица и кроки . . . 111
Рељефне карте . . . 111
Рељефни модели . . . 112
Анаглифне карте . . . 112
Глобус . . . 113

ДИГИТАЛНА КАРТОГРАФИЈА И ГИС . . . 114
Дигитализација . . . 114
Дигиталне карте . . . 117

Класификација дигиталних карата . . . 117
Важност дигиталне картографије . . . 118
Програми за израду дигиталних карата . . . 119
Предности и недостаци
дигиталних карата . . . 120

Географски информациони систем - ГИС . . . 121
Историјат развоја ГИС-а . . . 122
Компоненте ГИС-а . . . 123
Компјутерски хардвер . . . 123
ГИС софтвер . . . 123
Могућности примене ГИС-а . . . 125

Радио-навигација и системи за позиционирање . . . 125
Глобални позициони систем (GPS) . . . 127
Контролни сегмент . . . 127
Свемирски сегмент . . . 127
Кориснички сегмент . . . 128
Ограничења GPS система . . . 129
Побољшање тачности GPS-а . . . 129

Космичка картографија . . . 130

ЛИТЕРАТУРА . . . 131

УВОД У КАРТОГРАФИЈУ

Картографија

Предмет проучавања картографије су географска карта и други картографски показатељи као посебни начини приказивања Земљине површине и других облика објективне стварности. Под другим облицима објективне стварности подразумевају се углавном појаве које се приказују на тематским картама, а које не представљају садржаје општегеографских карата. То су климатолошке, демографске, историјске, етнолошке и друге карте, као и карте појава ван Земљиних сфера, односно карте неба, планета и др. Под другим картографским показатељима подразумевају се оне врсте приказивања Земљине површине које на неки начин допуњавају картографске приказе или компензују њихове недостатке. То су глобус, који приказује Земљину површину без деформација, рељефне карте, анаглифне карте, рељефни модели, блок дијаграми и сл. на којима је рељеф приказан очигледније него на картама, авио-снимци који пружају актуелнији приказ Земљине површине и приказ без генерализације и др.

Задатак картографије је да изучи суштину карте и другог картографског материјала и да разради методе њихове израде и коришћења.

Дефиниција. Картографија је наука која се бави изучавањем карата, њиховог садржаја, начина картографског изражавања, израде, састављања и коришћења карата. Разрађује теоријске основе карата, утврђује принципе на којима се карта базира, методологију и технику њихове израде и основне могућности њиховог коришћења. Све то односи се и на други картографски материјал, међутим, како су могућности његовог коришћења далеко скромније, у овако генералним приказима он се готово и не помиње.

У оквиру својих основних делатности картографија се бави истраживањима и експерименталним радом који служе за проверу теоријских поставки и за утврђивање принципа, разраду методологије, технике израде и коришћења карата.

Назив картографија је новијег порекла и користи се тек од краја 19. века, када се ова дисциплина коначно оформила у посебну науку. Томе су претходили векови картографске праксе и искустава. Назив ове науке потиче од две грчке речи χαρτεσ што значи лист хартије и γραφω што значи писати, цртати. Та нова наука тесно је повезана са низом других наука. Њена продукција немогућа је без геодезије која се бави израдом картографске, односно математичке основе за израду карата. **Географија** је неопходна приликом уношења на карте основног - топографског садржаја. Припрема карата за штампу и њихово умножавање зависе од низа **техничких дисциплина**, а естетски квалитети карата или чак припрема неких тематских карата немогући су без сарадње **ликовних уметника**.

Подела картографије врши се по неколико критеријума. Овом приликом биће поменута само три: **карактер делатности, тематика и садржај карте**.

Према **карактеру** делатности картографија се дели на:

1. **научну картографију**:
   - теоријску и
   - експерименталну;
2. **производну картографију.**

Ове две гране карографије тесно су повезане, узајамно се допуњавају и обогаћују. Израда карата немогућа је без учешћа обе ове делатности.

Према **тематици** картографију можемо поделити на:

1. **општу картографију**,
2. **математичку картографију**,
3. **практичну картографију** и
4. **картометрију**.

Општа картографија проучава карте, њихове особине, класификацију, елементе, садржај, средства и методе графичког изражавања, методе, оцене и начине коришћења карата, као и развој картографије током историје.

Математичка картографија бави се изучавањем и оценом елемената математичке основе, картографских пројекција и проблемима мерења на картама који су у вези са особинама пројекција.

Практична картографија изучава технику израде карата (руковођење израдом, састављање карата и умножавање).

Картометрија се бави мерењима на картама (начинима, средствима и тачношћу мерења).

Према **садржају** карата, картографија се дели на:

1. **општегеографску** и
2. **тематску**.

Општегеографска картографија бави се проучавањем свих до сада поменутих елемената на картама општегеографских садржаја.

Тематска картографија проучава све елементе тематских карата.

Космичка картографија је део картографије који се у новије време све више афирмише. Она се бави проблемима израде карата које приказују појаве ван Земљиних сфера.

Географска карта

Појам. Географска карта је у оређеном односу смањена, математички конструисана и уопштена слика целе Земљине површине или једног њеног дела на равној површини, која на посебан графички начин приказује распоред, стање и међусобне односе објеката и појава одабраних сходно намени.

Први прикази Земљине површине типа савремених карата за које се зна, датирају од пре око 4.500 година, из Месопотамије. Не зна се како су их људи тада називали. Први познати назив карте потиче из Старе Грчке. Увео га је Ератостен Киренски (276-194. старе ере) и он је гласио γεογραφιαζ (географија). То име било је у употреби све до византијског времена када га замењује назив πιναζ (пинас) код Грка или табула код Римљана. Од 14. века користи се и латински назив **карта** (charta). Првобитно значење те речи било је писмо, извештај, повеља, исправа. У исто време појављује се и назив мапа који су неки народи до данас задржали (Енглези, Чеси и др.).

Особине карте

Особине карте строго је одвајају од свих других приказа Земљине површине. То су:

1. **математичко конструисање**,
2. **специфично графичко представљање појава** и
3. **генерализације садржаја**.

Математичко конструисање. Конструисање карата по строгим математичким законима омогућује нам да тачно знамо све начине преношења ситуације са сферне Земљине површине на раван. Преношење се врши по етапама. Прво се неравна Земљина површина трансформише у много мање разуђену форму која се назива геоид, а затим се геоид претвара у правилне геометријске форме као што су обртни елипсоид или лопта одређених димензија. У наредној етапи, применом одређених математичких закона, ситуација са површине елипсоида или лопте преноси се на равну површину. Математички закони који се том приликом користе зову се картографске пројекције. Када се они познају лако је одредити положај сваке тачке, размер и све друге односе на карти.

Специфично графичко представљање појава на картама значи коришћење специјално одабраних условних знакова. То омогућује уношење на карту веома битних садржаја, далеко богатијих него што су они са фотографија или неких других начина приказивања Земљине површине. Применом оваквог графичког представљања појава постиже се следеће:

1. Приказивање појава које у природи имају мале димензије и које се приликом снимања карте под нормалним условима не би могле видети;
2. Приказивање рељефа као појаве која на картама мора да задржи утисак треће димензије;
3. Приказивање појава које се на Земљиној површини не могу видети (дно мора, дубине, тунели и сл.);
4. Приказивање појава или њихових особина које нису доступне чулу вида (квантитативне и квалитативне карактеристике појава, динамика, температура, магнетизам и сл.);
5. Исписивање назива и других објашњења.

Генерализације садржаја карте значи одабирање појава које ће чинити садржај карте. На селекцију утичу:
1. степен умањења карте, односно размер,
2. намена карте,
3. карактеристике картиране територије и
4. избор графичких метода приликом израде карте.

Размер карте често је одлучујући фактор генерализације. Он је одређен димензијом листа на коме се израђује карта и који не трпи оптерећеност детаљима јер се тиме смањују читљивост и прегледност.

Намена карте је, такође, значајан фактор генерализације, јер смањује врсте и број приказаних појава сагласно са циљевима израде, знањем и могућностима корисника карте.

Карактеристике подручја утичу на генерализацију у смислу наглашавања типичних појава за једну територију. У исто време не елиминишу се ни појаве које су права реткост, које су ту својствени феномени. Ово је можда најсуптилнији фактор генерализације који ни у ком случају не трпи шаблонски приступ.

Избор графичких метода за приказивање садржаја карте највише долази до изражаја приликом израда тематских карата. Везан је углавном за размер карте и димензије условних знакова.

Подела карата

Велика продукција карата различитих врста, садржаја и намена намеће потребу да се међу њима праве различите систематизације и груписања. То је неопходно из више разлога. Такви поступци умногоме олакшавају:
1. изучавања законитости,
2. коришћење карата,
3. рационалнију производњу и
4. класификацију и ускладиштење.

Тако различити разлози искључују јединствену класификацију. Основни критеријуми према којима се те класификације врше су:
1. територијални принцип,
2. специфичност садржаја,
3. размер и
4. намена карте.

Према **територијалном принципу** карте се деле на:
1. **карте света**,
2. **карте копнених површина**:
   - континената,
   - држава,
   - покрајина и
   - природних целина;
3. **карте водених површина**:
   - океана,
   - мора и
   - залива.

Према **садржају** карте се деле на:
1. **општегеографске** и
2. **тематске**.

Општегеографске карте су оне на којима су са подједнаким приоритетом уношени прикази распореда копна и мора, рељефа, копнених хидролошких појава, насеља, комуникација, привредних објеката, административних подела и сл.

Тематске карте, за разлику од општегеографских, изразит приоритет дају само једној појави или појавама које везују истородност или неке узрочно-последичне везе. Сви остали елементи карте њима су подређени.

Према **размери** карте се деле на:

1. **карте крупног размера** или топографске карте (до размера 1:200.000),
2. **карте средњег размера** или прегледне топографске карте (од 1:200.000 до 1:1.000.000) и
3. **карте ситног размера** или прегледне карте (преко 1:1.000.000).

Према **намени** карте се деле на:

1. **школске карте**:
   - за основне школе,
   - за средње школе и
   - за високе школе;
2. **информативне карте**:
   - за шири круг корисника и
   - за ужи круг корисника;
3. **војне карте**:
   - топографске карте,
   - хидролошке карте и
   - специјалне карте.

Елементи карте

Да би се карта могла што лакше, боље, сигурније и комплексније користити састављач и корисник треба да познају што већи број њених елемената. Томе доприносе информације које садржи унутароквирни и ваноквирни садржај карте.

То су:

1. **математичка основа** коју чине:
   - картографска пројекција и ординирана мрежа,
   - размер,
   - оквир и
   - геодетска основа (ослоне тачке);
2. **географски елементи** које чине:
   - физичкогеографски елементи садржаја,
   - друштвеногеографски елементи садржаја и
   - географски називи;
3. **редакциони подаци** које чине:
   - назив карте,
   - размер,
   - пројекција,
   - легенда,
   - графикони за мерење на карти,
   - картографски извори,
   - време израде,
   - аутор и
   - издавач;
4. **допунски елементи** које чине:
   - графички прилози (схеме, профили, дијаграми и сл.),
   - табеларни прилози,
   - текстуални прилози.

Карте најчешће не садрже све ове елементе. На њима најчешће недостају неки редакцијски и допунски подаци. Математички и географски елементи се најдоследније уносе (сем на неке тематске карте).

Значај географске карте

Географска карта је један од најкомплекснијих резултата научног и стручног истраживања Земљине површине. На њој се просторни односи приказују неупоредиво боље него помоћу било ког другог начина представљања Земљине површине. Њен основни квалитет је у томе што корисник једним погледом добија комплетну информацију (о распореду копна и мора, висија и низија, размештају речне мреже, комуникација, насеља, њихове сличности и разлике итд.). Сем размештаја и просторних односа, она исто тако јасно даје информације о квантитативним и квалитативним карактеристикама појава, њиховим структурама и развоју. Са таквим особинама она је незаменљива. Те квалитете не могу да засене фотографије из авиона које дају детаљније приказе, али су ти прикази често нејасни и неразумљиви; текстуални и табеларни прикази могу да буду много детаљнији и егзактнији, али захтевају дуго времена за читање и анализу, а просторне односе никада не дају тако јасно и комплексно.

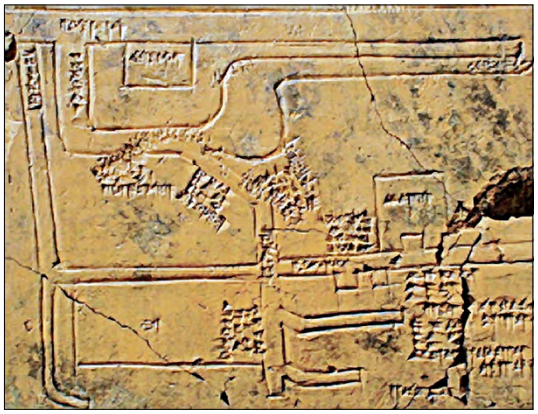
Карта је резулатат дугог периода научних истраживања, као и резултата рада геодетских и статистичких служби. Са друге стране она је извор нових сазнања и помоћно средство за даља научна истраживања. Она има посебан значај за географске науке, међутим, незаменљиво је помоћно и илустративно средство код свих наука које се непосредно или посредно баве просторним односима појава на Земљиној површини (геологија, биологија, медицина, историја, економија и многе друге). Значајно је њено коришћење код средстава информисања, у свим видовима планирања, туризму, војсци, образовању и другом.

КРАТАК ПРЕГЛЕД РАЗВОЈА КАРТОГРАФИЈЕ

Развој картографије у Свету

СТАРИ ВЕК. Људи су рано осетили потребу да се картографски изражавају. На то су их терале практичне потребе за означавањем сопствених територија на којима једна заједница има право лова, означавање путева, положаја острва која се не виде итд. Цртане су како на постојаним (камен, дрво), тако и на непостојаним подлогама (песак, земља, лишће). Таквих карата до данас је мало сачувано и о њима више знамо на основу цртежа савременика новог века. Европски истраживачи ретко насељених делова света сачували су многе од тих цртежа, а често су их успешно користили за проналажење непознатих места или за састављање карата непознатих земаља. Иако ти народи још нису знали за писменост цртали су карте које имају низ карактеристика својствених савременим картама. То су, на пример, неке пропорције и ознаке у даљинама које имају карактер размере, затим коришћење ознака сличних савременим картографским знацима, поштовање приоритета итд.

Сачуване су и неке карте старих цивилизованих народа. Верује се да је најстарија међу њима цртеж из Месопотамије који датира са краја (према неким проценама са почетка) трећег миленијума старе ере. На њој је приказана река, која протиче између две планине, делтом се улива у море и неколико насеља. Клинастим писмом означене су стране света. На једној таблици из 9. или 8. века старе ере је план града Нигпура. Из 5. века старе ере потиче вавилонска карта света.



Слика 1. Карта Вавилона из II миленијума пре нове ере
Извор: www.worldmaps.com

Пракса израде карата постојала је и у Старом Египту, међутим, како су оне најчешће цртане на папирусу, мало их је сачувано. Ипак се зна да су Египћани били први „геометри". Наиме, још у време Рамзеса II (8. век старе ере) премерена је земља. То је било потребно ради обележавања имања након сваке поплаве Нила.

Географске карте су од раних дана користили и Грци. Још Херодот у својој Историји (5. век старе ере) помиње коришћење карата приликом дипломатских преговора. Постоје чак и сведочанства о коришћењу карата у настави. Грци су поставили неке основе модерне картографије. На пример, још у 6. веку старе ере, ученици Питагоре износе поставку о сферичној површини Земље. Аристотел, у 4. веку старе ере износи прве доказе о лопатастом облику Земље и одређује дужину меридијана на 63.200 km. Много тачнија мерења извршио је Ератостен у 3. веку старе ере. Том приликом он је измерио растојање између Сијене и Александрије на основу карте која је резултат премера земљишта старих Египћана. Његова процена дужине меридијана је 39.196 km, што је приближно стварној дужини (40.003 km). Аутор првог глобуса такође је био Грк, Кратес из Милоса (2. век старе ере). У исто време Хипарх предлаже да се положај тачака на Земљи утврђује географским координатама. То није потпуно оригинална идеја. Још

Слика 2. Птоломејева карта света
Извор: https://en.m.wikipedia.org

је Талес из Милета (624-547. старе ере) израдио карту небеског свода перспективном централном пројекцијом. Претеча географских координата на картама биле су унакрсне линије правца меридијана и паралела на Ератостеновој карти Света из 3. века старе ере. У Хипархово време предлажу се и друге пројекције као што су проста конусна, ортографска и стереографска перспективна пројекција.

Готово сва географска и картографска знања старог века сабрао је у својим делима Клаудије Птоломеј (90-168). Он је дао основе за конструкцију низа картографских пројекција, а једна од њих (купаста еквидистантна) названа је по њему. Начинио је каталог географских координата за 8.000 места. Његове радове садрже и збирке од 27 (у другој верзији 64) карата, што је прва позната збирка географских карата.

Римљани су користили многа грчка картографска искуства. Њих су на израду карата приморавале практичне потребе једне државе са огромном територијом. Позната је карта света од Агрипе (63-12. пре нове ере). Њу је највероватније користио и Птоломеј. Ипак, римска картографска пракса напушта многе математичке елементе карте које су користили Грци и њихове карте најчешће имају стилизоване кружне форме.

Интересантна је једина крупноразмерна карта из 4. века, из византијског периода. То је карта Палестине у приближном размеру 1:40.000, односно димензије око 100 m^2. Израђена је техником мозаика на поду једног храма источно од Мртвог мора.

СРЕДЊИ ВЕК. Арапски извори из 10. века нове ере говоре о феничанској карти Марина из Тира (70-130) на којој су били уцртани меридијани и паралеле. Почетни је био родоски меридијан. Ова карта је сматрана бољом од Птоломејеве карте и била је намењена поморцима.

Средњи век није дао ништа ново у картографији. Карте су биле сличне онима из времена Старог Рима. Политичка расцепканост није ни наметала потребу усавршавања карографске праксе. Ипак, из тог периода су честе карте света и карте Палестине. Једна од њих, карта Света севиљског бискупа Исидора (570-636), сматра се првом штампаном картом (Аугсбург 1472). Арапи тог времена су више пажње посвећивали картографији, али, ипак, нису битније унапредили картографску праксу.

Слика 3. Портулан
Извор: www.mapsofworld.com

Ту потребу наметнула су велика путовања која су крајем средњег века предузимали европски морепловци. Они напуштају старе шематске, геометријске и потпуно нереалне приказе земаља. Подаци који се уносе на нове карте прикупљају се на терену. Израду је омогућило коришћење компаса, који су Европљани примили од Арапа. Као основа нових карата послужила је Меркаторова пројекција. Главни садржај биле су обалске линије са означеним лукама (карте се зову портулани, порто - лука). Наспрамне луке спајане су азимутним линијама, којима се одвијала пловидба. На местима пресека већег броја тих линија уцртаване су компасне руже. Док су обалске линије приказане веома прецизно, копна су обично била без садржаја или је он био веома оскудан. Ове карте биле су много тачније од дотадашњих. Прво су приказивале Средоземље, а касније и читав познати свет. Делови света који су тек откривени, и о којима је постојало мало података о координатама обала, приказивани су непрецизно. На овим картама је још једна новина. То је линеарни размерник. Мишљење је да је први портулан карта источног Средоземља израђена 1311. године.

НОВИ ВЕК. Од друге половине 15. века уводи се пракса штампања карата. Ове карте су поузданије од дотадашњих прецртаваних, а сем тога, цена им је знатно нижа. То је допринело да уђу у ширу употребу. Други подстицај развоју картографије дала су све чешћа трговачка и истраживачка путовања. Појављују се професионални картографи и читаве картографске радионице. Продукције карата и збирки карата постају масовне, а Герхард Меркатор (1512-1594) уводи појам „атлас" који се и данас користи. Карте типа портулана нестају, а појављује се све више оних које су конструисане помоћу картографских пројекција.

Следећи корак у развоју картографије захтевао је сигурније премере земљишта, формирање геодетске основе и израду крупноразмерних карата. За то су били потребни одговарајући инструменти и методе. То је омогућила појава методе триангулације (Снелиус, 1616) и кипрегла. Метод триангулације омогућио је мерење неограничено великих дужина, а прецизност мерења дозволио је кипрегл, геодетски инструмент којим се визирају објекти, конструишу хоризонтални углови, мере хоризонтални и ветрикални углови, даљине и висинске разлике.

За израду првих топографских карата, у почетку су коришћене попречна ваљкаста еквидистантна пројекција и псеудокупаста Бонова пројекција. Систематски су вршени премери националних територија. Током 18. века израђена је детаљна геодетска основа Француске. На основу ње, између 1750. и 1815. године, израђена је за војне потребе топографска карта размера 1: 86.400. То су били почеци модерне картографије. Француски пример следиле су Белгија, Аустрија, Шпанија, Енглеска и друге модерне земље. У Аустрији је геодетски премер извршен између 1763. и 1785. године. Карте аустријске територије израђене су у размери 1:86.400, а земље Угарске круне у размери 1:192.000.

За развој картографије од посебног значаја били су теоријски радови математичара, који су били посвећени теоријама појединих типова пројекција и деформација на картама. Сем тога, извршени су нови, прецизнији премери димензија Земље. То је омогућило израду математички све савршенијих карата.

Израда математички све тачнијих карата наметнула је потребу решавања проблема начина уношења топографског садржаја. Првенствено је неподесан био перспективни начин приказивања рељефа. Године 1768. први пут се на картама примењују шрафе. Године 1799. израђена је карта Француске на којој је рељеф приказан изохипсама. Посебан подстицај развоју карата дале

су војне потребе. То је дошло до изражаја после Наполеонових ратова и већ крајем 19. и почетком 20. века премери и састављање топографских карата у свим земљама прелазе у надлежност генералштаба.

Поред прецизних топографских карата модерна картографија продукује и прве тематске карте. За потребе безбедније пловидбе, још у време великих поморских путовања, у Енглеској су израђене карте магнетских деклинација (1683. године) и карте ветрова (1686. године). Прве геолошке карте објављене су у другој половини 18. века (Енглеска, Француска, Немачка, Русија), почетком 19. века Хумболт ради карте изотерми (1817. године), половином 19. века у Русији су рађене карте индустрије. Већ у другој половини 19. века у Русији су објављени први тематски атласи (Привредно статистички атлас европске Русије, 1851. године, Атлас индустрије, пољопривреде и насељеност европске Русије, 1874. године). На самом концу тог века у Финској је објављен први национални атлас (1899. године). Такве збирке карата су резултат одређеног степена развоја не само картографије већ и других наука које дају садржај тематских карата. Та пракса је усвојена и сада је мало држава без националног атласа. После Другог светског рата појавила се пракса објављивања детаљнијих, регионалних и специјализованих тематских атласа.

Поред теоријских и експерименталних радова, развоју картографије допринело је усавршавање технике припремања и умножавања карата. То су још увек веома актуелни проблеми чији је циљ убрзавање процеса израде карата и снижавање њихове цене.

Савремене карте југословенских земаља

Релативно рано се појавио интерес за картирање подручја на којима ће касније настати Југославија.Реализација је каснила, између осталог, због чињенице да је та територија била политички издељена, а неке земље нису имале научних и кадровских способности за то. Карте тих територија радили су други народи. Прве елементарне картографске податке о туђим територијама прикупљали су официри - шпијуни. Аустрија је вршила премере у Србији у време краткотрајног запоседања њене територије. Први премери и израде топографских карата нису у свим деловима Југославије вршени у исто време.

Предњачила је Аустрија. Први премер државне територије у размери 1:28.000, извршен је између 1763. и 1785. године. На основу њега израђене су топографске карте аустријских земаља у размери 1:86.400, а за угарске земље у размери 1:192.000. Рељеф на њима приказан је перспективно. Снимање терена вршено је пресецањем и проценама. То су биле карте рађене на брзину и на бази несолидне геодетске основе. Због тога је већ почетком 19. века извршен нови премер. Вршио га је бечки Војногеографски институт. На основу њега већ 1810. године појављују се прве карте размера 1:144.000 и 1:288.000. Карте су рађене у Касини-Солднеровој попречној ваљкастој еквидистантној пројекцији, а рељеф је приказан шрафама. Израда ове серије карата толико се одужила да је између 1873. и 1889. године, још кад нису биле завршене карте Хрватске, у Аустрији обављено треће снимање и израда треће генерације карата у размери 1:75.000 и 1:200.000. Тада је коришћена полиедарска пројекција, а рељеф је приказан шрафама. У првој половини 19. века објављена је и серија карата Јадранског мора. Израду су вршиле Аустрија, Италија и Велика Британија.

У деловим Југославије који су још у 19. веку били под суверенитетом Турске, није било кадровских услова за премер земљишта и израду топографских карата. Током читавог 19. века објављују се карте ових територија у ситној и средњој размери, које су рађене без потпуне геодетске основе и без правог геодетског премера. Са много више математичке тачности израђена је аустријска карта Босне, Херцеговине, Србије и Црне Горе, размера 1:300.000, објављена 1876. године и турска карта Европске Турске у размеру 1:210.000 објављена 1899.

године. Након окупације Босне и Херцеговине 1878. године, успоставља се геодетска основа, снимање у размери 1:25.000 и израда карата у размери 1:75.000 и 1:200.000. Рад је завршен 1889. године.

У Србији је, након добијања аутономије 1830. године, група руских официра извршила брз премер територије ради израде карте размера 1:168.000, али та карта никада није штампана. У то време појављује се низ карата средње размере. Половином века раде се крупноразмерне карте појединих округа. Ново поглавље српске картографије настаје после 1878. године, односно отварања Географског одељења при Генералштабу. У периоду 1881-1891. извршена је израда топографске карте размера 1:75.000. Карте су рађене у Касини-Солднеровој пројекцији, а рељеф је приказан изохипсама, штампане су у 5 боја. Између 1890. и 1893. израђена је Генерална карта Краљевине Србије размера 1:200.000. Године 1895. објављена је Ђенерална карта Србије у размери 1:250.000 на којој је рељеф приказан шрафама. Непосредно пред Балканске ратове објављена је топографска карта Македоније и Старе Србије у размери 1:150.000. Те територије биле су још под Турском. У току Првог светског рата израђена је карта Југословенских земаља у размери 1:200.000.

Карте Црне Горе рађене током 19. века углавном су биле без сигурне математичке основе. Тек средином друге половине века, између 1879. и 1881. године, Топографско одељење руског Генералштаба врши премер и ради карте размера 1:21.000 и 1:42.000, али их не публикује. Прва објављена карта, рађена на основу геодетског премера објављена је 1889. године у размери 1:294.000. Аустријанци су 1893. године објавили карту Црне Горе у размери 1:75.000, а 1901. године у размери 1:200.000.

Након формирања Југославије, 1920. године обновљен је Војногеографски институт. Одмах се приступило успостављању геодетске основе, јединствене за читаву државну територију. До 1933. године израђена је карта размера 1:100.000. Рађена је у полиедарској пројекцији, рељеф је рађен изохипсама са еквидистанцијом од 20 m. Почетни меридијан био је париски, а димензије листова биле су 30'x30'. Касније је ова карта штампана и у размери 1:50.000. Започето је и снимање државне територије у размери 1:25.000, али није довршено до Другог светског рата. Пред рат је завршена прегледна карта земље размере 1:500.000 рађена Тисовом конусном пројекцијом, са рељефом изведеним методом слојева.

Године 1922. основан је и Хидрографски институт који је израдио генералне карте Јадранског мора у размерама 1:1.000.000 и 1:750.000, курсне карте у размерама од 1:60.000 до размера 1:180.000 и планове у размерама од 1:3.000 до 1:15.000.

Од цивилних установа израдом карата бави се Географски институт Универзитета у Љубљани. Поред тога низ појединаца издаје општегеографске карте и атласе, а ређе и тематске карте.

После Другог светског рата обновљен је рад Војногеографског института, а поред њега оснивају се још неке картографске куће, као што су Геокарта у Београду, Учила у Загребу и др. Најзначајнија је ипак била продукција те војне установе. Прво су објављене предратне карте размера 1:50.000 и 1:100.000. На основу њих и реамбулације на терену, између 1945. и 1951. године, израђена је и карта размере 1:200.000, а између 1947. и 1954. године генерална карта размера 1:500.000. У исто време објављена је и карта размере 1:300.000. Између 1952. и 1956. године завршена је карта размера 1:1.000.000, по одредбама Међународне карте света.

Најрадикалнији је био подухват израде основне географске карте за читаву државну територију у размери 1:25.000 који је започет 1948, а окончан 1968. године. Рађена је Гаус-Кригеровом пројекцијом, са Баселовим константама, рељеф је приказан изохипсама са еквидистанцијом од 10 m рађеним на основу Тршћанског репера из 1875. године. Та карта је послужила као основа за израду система карата стандардних размера (1:50.000, 1:100.000, 1:200.000, 1:500.000, 1:1.000.000).

Продукције цивилних установа су далеко мање. Поменути картографски заводи оријентисали су се углавном на израду општегеографских атласа, дидактичких

карата и карата намењених за различита просторна планирања. Израда тематских карата је далеко мања него у многим другим земљама. До 70-тих година 20. века је објављено или се сукцесивно комплетира неколико тематских атласа читаве државне територије или појединих административних јединица (Климатолошки атлас Југославије, Планерски атлас Србије, Планерски атлас Војводине, и др.). Национални атлас Југославије и регионални атласи појединих њених делова нису урађени.

МАТЕМАТИЧКИ ЕЛЕМЕНТИ КАРТЕ

Математички елементи карте обезбеђују тачан приказ геометријског положаја свих објеката географског саджаја. То на картама остварује коректно приказивање просторних односа појава (тачака, линија и површина), омогућује низ картографских мерења (дужина, површина, висина, вертикалних и хоризонталних углова) и одређивање координата.

Математички елементи карте су:

1. **размер карте**,
2. **картографске пројекције** и
3. **геодетска основа**.

Димензије Земље

Пре математичког дефинисања Земље потребно је одредити њен облик и величину. То није једноставан посао, јер је стваран облик Земље изразито разуђен. На површинама континената од правилног геометријског облика одступа у позитивном, а на дну мора у негативном смислу. Нису то једине неправилности. Мерењима из вештачких сателита констатовано је, поред осталог, и то да је јужна Земљина полулопта више спљоштена од северне. Јужна полуоса је од северне краћа за 30 m. Сем тога, пресек Земље по екватору није круг, него елипса чије се полуосе разликују за 400 m. Сви ти резултати довели су до сазнања да је облик Земље сличан крушки и назван је апиоид. На њему чак и површина океана одступа од површине замишљеног елипсоида. Такво геометријско тело тешко је математички дефинисати.

Немачки научник Лесинг (1873) први је за математичко дефинисање Земљине површине користио термин геоид . Геоид се конструише на тај начин што се свака тачка на копну вертикално пројектује на замишљену раван која је у висини средњег нивоа мора. Геоид је само једна фаза за тачно математичко дефинисање облика Земље. У наредној фази он се трансформише у обртни елипсоид или лопту, зависно од потреба картографских пројекција. Обртни елипсоид користи се за израду карата крупне размере, док се мање прецизне, ситноразмерне карте задовољавају мање прецизним лоптама.

Елипсоид и лопта су правилна геометријска тела која је лако математички дефинисати и одредити им димензије. Резултати свих мерења димензија Земље не дају исте резултате. Те разлике су са становишта картографије мале, тако да се често користе резултати старијих и већ превазиђених мерења. То је случај и у нашој картографској пракси која још увек користи резултате мерења немачког астронома Басела из 1841. године. Према њима, Земљин обртни елипсоид има следеће димензије:

- полупречник екватора = 6.377.397 m,
- полупречник осе = 6.356.079 m,
- обим екватора = 40.070.368 m,
- обим меридијана = 40.003.423 m,
- спљоштеност Земље = 1:229.

На пример, сто година касније Рус Красовски одредио је нове димензије по којима је полупречник екватора 6.378.245 m, што је за 848 m више, а полупречник осе 6.356.863 m, што је за 784 m више од Баселових прорачуна. По њему, степен спљоштености је 1:298,3, површина Земље 510.100.000 km^2, а запремина 1.083×10^9 km^3.

Године 1980. Међународна геодетско- геофизичка унија, на основу резултата најно-

вијих мерења, усвојила је следеће податке о димензијама Земље:

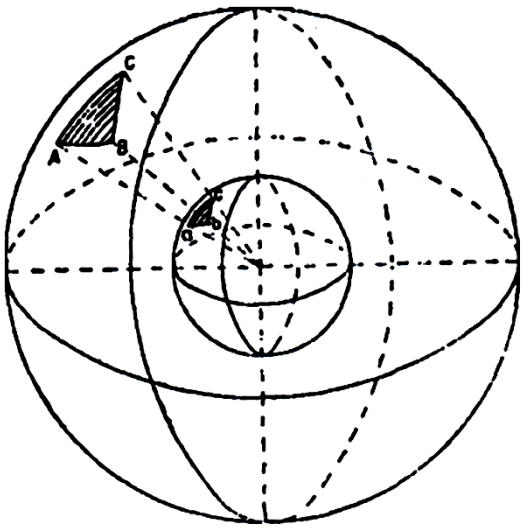
- полупречник екватора = 6.378.137 m,
- полупречник осе = 6.356.752 m,
- спљоштеност Земље = 1:298,3.

Трансформисањем Земље у правилну географску форму и утврђивањем њених димензија створени су услови за одређивање размера карте и картографско пројектовање.

Размер карте

Подаци о размери постају редован садржај карте тек од 18. века, од када карте имају одређен размер. Раније, како он није био сигуран, није било сврхе за такву информацију. Интересантно је да је раније био у употреби размерник, као оријентациона информација о размери карте. Користио се на поморским картама (портуланима) још од 14. века. Неке копнене карте још од 16. века имају размернике.

Размер карте је однос дужина на карти и одговарајуће дужине у природи. То се најбоље може објаснити поређењем одговарајућих дужина лукова на Земљиној површини и на глобусу. Поређење тих односа на Земљиној површини и на карти могуће је само на врло малим растојањима, на којима не долазе до изражаја деформације карте. Постоји **главни размер** по коме се конструише размерник и који се означава у редакцијским елементима карте. На картама он је очуван само у тачки, линији или линијама нултих деформација. На свим другим местима или правцима он је смањен или повећан, зависно од типа и степена деформација и назива се **делимични размер**. На једној карти постоји безброј различитих делимичних размера.



Прилог 1. Главни размер карте
Извор: Павишић, 1976

Размер се обавезно означава у редакцијским елементима карте. Назива се **размер карте** или **бројни размер**. Он се може означити на неколико начина. То се најчешће изражава као однос два броја: 1:50.000, где први број означава величину на карти у било којој јединици за мерење дужина, а други број величину у природи у истим тим мерним јединицама.

Друга могућност се ретко користи, а има форму разломка: 1/50.000

Трећи начин користи се у текстовима или објашњењима карата и наративног је карактера. Он би за наведени размер гласио: један милиметар на карти има вредност педесет метара у природи.

Поред информативне улоге на карти размер служи и за прерачунавање дужина са карте у природу и из природе на карту, као и за конструисање размерника. Приликом преношења дужина са карте у природу и из природе на карту користи се једна величина која се назива **величина размере**. То је заправо растојање из природе изражено у метрима или километрима које одговара вредности од једног милиметра на карти. За карту размера 1:25.000 то је 25 m за карту размера 1:50.000 је 50 m итд.

Размерник

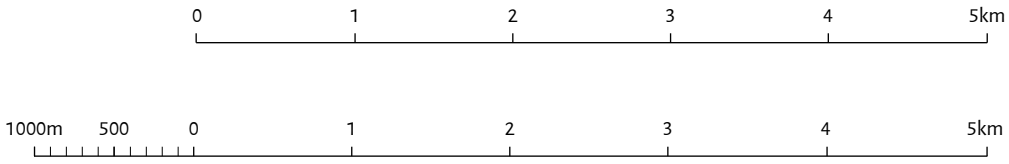
Размер карте може се изразити на графички начин. Сврха је та да се избегне прерачунавање дужина помоћу размере карте и да се преношење дужина из природе на карту и са карте у природу врши непосредно. За то постоји неколико гарафичких форми. Графички изражен размер карте зове се **графичка размера** или **размерник**. Размер-

ник је обавезан садржај свих редакционих података на општегеографским картама. На неким информативним картама, најчешће оним штампаним у новинама или књигама, ово је једина информација о размери карте. У тим случајевима се избегава бројчани размер јер се ове карте приликом припреме за штампу често фото-путем смањују или увећавају. Том приликом ремети се њихов размер, док се размерник мења сагласно променама димензије карте.

Постоји неколико графичких конструкција размере карте. Сви размерници конструишу се помоћу података о размери карте. Најпростији је **линеарни размерник**. Он има две верзије. Прва и једноставнија има форму линије са подељцима истих дужина које одговарају вредностима од 1, 10, 100 или сл. километара на карти. Означени су у километрима. Он служи само као информација о размери карата штампаних у ситном размеру у новинама и књигама без икаквих амбиција за мерења дужина.

одређује његову прецизност. Пракса је показала да најмање одстојање које се на карти може измерити или проценити износи 0,1–0,2 mm. Његова вредност зависи од размере карте и назива се **графичка тачност размере**. Мање подељке нема сврхе уцртавати на размернику. Чак је приликом умножавања карте тешко јасно одштампати подељке на краћем растојању од 0,5 mm. Најмањи подељак на размернику назива се **тачност размерника**. Најмањи подељак на десној страни размерника назива се **основа размерника**. По правилу она није мања од 0,5 cm.

Постоји још једна врста размерника који се назива **двојни размерник**. То је заправо обичан линеарни размерник који има различите подеоке са горње и са доње стране. На старим топографским картама на горњој страни били су подељци означени километрима, а на доњој страни означени корацима (просечан корак има дужину од 0,75 m). Били су намењени за проналажење положаја на терену мерењем растојања у кораци-



Прилог 2. Линеарни размерници

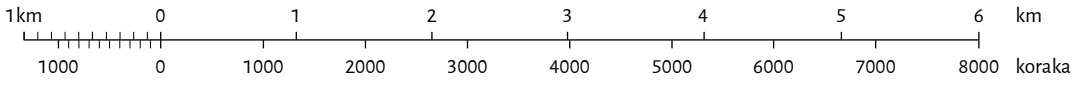
Друга форма линеарног размерника користи се на картама крупног размера. Она има две стране, леву и десну, које раздваја нулти подељак. Лева страна је краћа и одговара дужини најкраћег подељка на десној страни размерника. Лева страна издељена је на мање подељке оријентационе величине од једног милиметра. Они обавезно одговарају округлом броју вредности на Земљиној површини (10, 100, 500 m или 1, 5, 10, 100 km итд).

Краћи подељци се не уцртавају јер умањују читљивост и отежавају мерење, док би већи подељци смањивали тачност мерења. Најмањи подељак на размернику

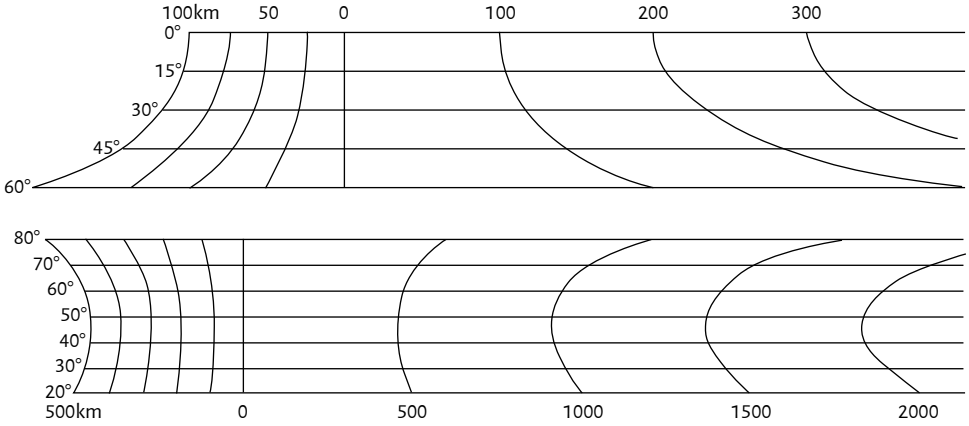
ма. Постоји чак инструмент, коракомер, који се причврсти за ципелу и региструје број пређених корака. Новије топографске карте одбациле су ову конструкцију размерника.

Двојни размерник се данас примењује на туристичким картама и плановима градова, а на њима су упоредни подељци у километрима и миљама (1 миља = 1640 m). Намењени су корисницима који користе или су им јасније различите мерне јединице. Такве размернике имају и топографске карте неких земаља које за мерење дужина користе миље.

На картама средње или ситне размере, код којих се размер равномерно мења од



Прилог 3. Двојни размерник

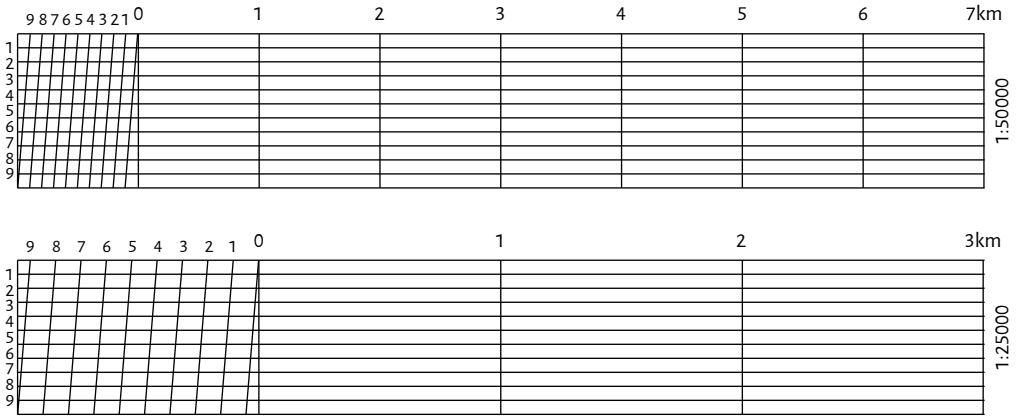


Прилог 4. Комбиновани размерници (за купасту и ваљкасту пројекцију)

севера према југу (цилиндричне и конусне пројекције) често су конструисани **комбиновани размерници**. То су заправо обични линеарни размерници различитих дужина постављени паралелно. Код њих су нулти подељци на вертикалној линији док су остали повезани извијеним линијама. То олакшава мерења дужина на свим паралелама. На крају сваког размерника означена је географска ширина паралеле за коју се он примењује. Једино се на овај начин, поред главног, на картама уцртавају и неки делимични размерници. Ипак, он омогућује мерења дужина само на линијама правца исток–запад.

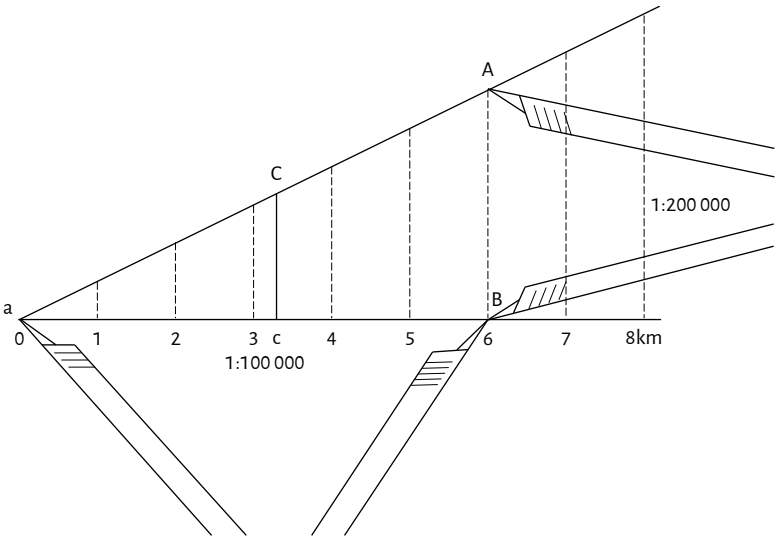
Постоји још једна конструкција размерника која се такође базира на линеарном размернику. Зове се **трансверзални** или **сложени размерник**. Конструише се тако што се на једнаком растојању нацрта 6 или 11 истих паралелних линеарних размерника. Подељци на десној страни повежу се вертикалним линијама, а подељци на левој страни косим линијама. Те косе линије повезују нулти подељак на горњем размернику са првим подељком на доњем размернику, а остале линије паралелне су са првом. Исти ефекти су и када се нулти подељак на доњем размернику повеже са првим подељком на горњем размернику. Подељци се означавају само на горњем размернику (или у другом случају на доњем размернику).

Сврха оваквих размерника је повећање тачности мерења. То се постиже тако што је најмањи подељак са леве стране линеарног размерника издељен на 5 или 10 делова (зависно од броја паралелних размерника) с тим да није нарушена њихова прегледност и читљивост. Од тог најмањег подељка, на другом размернику одвојена је једна петина (или десетина), на следећем две петине (или десетине) и тако даље, док коса линија на последњем размернику не досегне до целог подеока. Ти мањи делови означавају се на левој периферији размерника на два начина. Први начин је мање разумљив



Прилог 5. Трансверзални размерници

и састоји се само у означавању редног броја паралелних размерника. Први је означен нулом, други јединицом, трећи двојком итд. Њихова значења су да на првом размернику нема мањих подељака од оних на линеарном размернику, на другом постоји један такав подељак који је од оног на линеарном размернику мањи за пет (односно десет пута), на трећем размернику подељак за два пута већи од претходног итд. Много су разумљивије ознаке изражене у метрима. Уколико најмањи подељак на основном линеарном размернику има вредност 100 m, први размерник биће означен нулом, други са 20 m (верзија 6 размерника) или 10 m (верзија 11 размерника), други ознаком 40, односно 20 m итд.

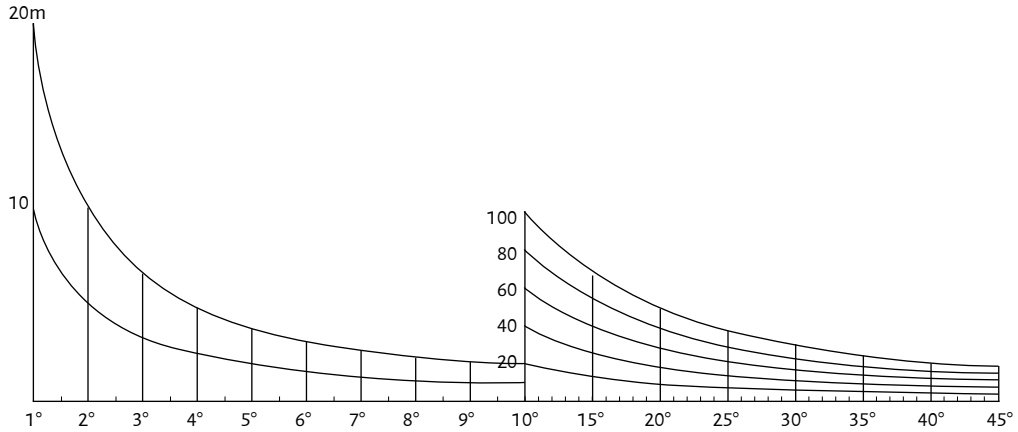


Прилог 6. Пропорционални размерник

Постоји још једна конструкција размерника која се не штампа као допунски елемент карте већ се слободно конструише од потребе до потребе. Назива се **пропорционални** или, по изгледу, **клинасти размерник**.

Примењује се за преношење дужина са карата једне размере на карте друге размере, када су њихове величине у неком неправилном односу. То се најчешће врши приликом поређења аероснимака (који по правилу имају неконвенционалне размере) са топографским картама. Приликом преношења дужина са једне на другу топографску карту, чији размерници стоје у односу 1:2, 1:4, 1:8 итд., коришћење пропорционалних размерника нема сврху. Пропорционални размерник конструише се тако, што се из било које тачке линеарног размерника (обично крупније размере) повуче вертикала и на њој се обележи дуж исте вредности у размери друге карте или аероснимка. Нулта тачка размерника повеже се са горњим крајем те дужи и та линија се продужи до изнад крајње тачке размерника. Након тога, ради лакшег коришћења, сви подеоци на размернику, вертикалама се повежу са том косом линијом. Нумеричке ознаке постоје само на линеарном размернику. Испод њега упише се његова размера, а уз последњу вертикалу упише се размера друге карте или аероснимка.

Последња конструкција размерника служи за мерења нагиба на картама на којима је рељеф приказан методом изохипси. Назива се **нагибни размерник**. Подељци који се на њему уцртавају немају значење дужина, већ значење интервала (растојања између изохипси) за одређене нагибе. Постоје две форме ових размерника. Прва је



Прилог 7. Нагибни размерник

Табела 1. Однос дужинске и површинске размере

Размер	Дужине		Површине	
	1 cm на карти	1 km у природи	1 cm^2 на карти	1 km^2 у природи
1:25000	250 m	4 cm	6,25 ha	16 cm^2
1:50000	500 m	2 cm	25 ha	4 cm^2
1:100000	1 km	1 cm	1 km^2	1 cm^2
1:200000	2 km	5 mm	4 km^2	25 mm^2
1:300000	3 km	3,3 mm	9 km^2	10,89 mm^2
1:500000	5 km	2 mm	25 km^2	4 mm^2
1:1000000	10 km	1 mm	100 km^2	1 mm^2
1:2500000	25 km	0,4 mm	625 km^2	0,16 mm^2

једноставнија и конструишу је корисници карте за конкретне потребе. Графичким или рачунским путем конструишу се или израчунају интервали за поједине (потребне) нагибе и наносе се на једну полуправу један за другим. Изнад тих подељака уписују се вредности одговарајућих нагиба.

Друга форма нагибног размерника погоднија је за употребу, јер омогућује мерење или процену и нагиба који нису назначени на размернику. Због тога се штампа у редакционим елементима на неким топографским картама. На оваквим нагибним размерницима интервали за карактеристичне нагибе уцртани су као вертикалне дужи. Поређани су по величини на истим растојањима на једној хоризонталној линији. На тај начин могуће је њихове крајеве повезати извијеном линијом која олакшава процењивање нагиба који нису означени. Испод вертикала бројем је означена вредност нагиба, а на крају извијене линије вредност еквидистанције на коју се односе. Основа размерника конструише се произвољно.

Нагибни размерници (дужине интервала) конструишу се графичким или рачунским путем. Графички начин конструисања приказан је у наредном прилогу. Рачунски начин добијања дужине интервала врши се помоћу следеће формуле:

$$\mathbf{i = E/tg\alpha}, \textit{ односно } \mathbf{i = E \cdot cotg\alpha},$$

где су i = интервал, E = еквидистанција (вертикално растојање између суседних основних изохипси) изражени у метрима, a = нагиб земљишта. Резултат се прерачунава у милиметре по размеру карте.

За израчунавање површина на картама користи се **површински размер**. Он се у редакционим елементима не означава ни бројно ни графички, јер се мерења врше помоћу посебних инструмената – **планиметара**. Однос дужинске и површинске размере је 1:4.

Картографске пројекције

Приликом трансформације сферичне површине елипсоида или лопте на равну површину користе се посебни математички поступци који се називају **картографске пројекције**. То су сви начини конструисања мреже упоредника и подневака, на равној површини. Те координатне мреже служе за одређивање положаја свих тачака на карти и уцртавање географског садржаја.

Овакав начин конструисања Земљиних координата на карти једини је поступак који обезбеђује одржавање свих функционалних веза. То је неопходно ради израде коректних карата јер приказ Земљине површине на равни није могућ без **деформација**. Њихове величине занемарљиве су само на приказима врло малих делова Земље. За највећу такву површину сматра

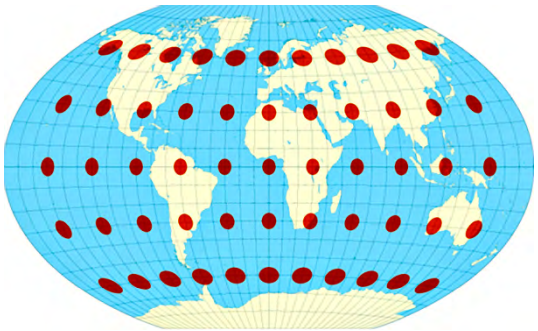
се она на којој деформације не прелазе величину оних грешака које настају из графичких разлога. Математичка конструкција координатних линија обезбеђује тачне информације о врстама и величини свих деформација. Те информације рмогућују правилан избор размера карте и картографских пројекција чиме је могуће избегавање нежељених деформација или њихово свођење на најмању, односно на толерантну меру.

Деформације на картама

Деформације на картама настају због тога што математичке линије на картама губе односе дужина и углова пресека и међусобних положаја које имају на Земљиној површини. Задржавају их само на глобусима који се израђују само у веома ситним раз-мерама и који су неподесни за ширу употребу (примера ради, глобус размера 1:100.000 имао би пречник од 127,4 m). Због тих промена на картама долази до деформација дужина, површина и углова. На неким пројекцијама очувана је верност једне од те три величине и то је један од критеријума за поделу картографских пројекција. Према њему, све пројекције деле се на:

1. **конформне** пројекције код којих је очувана верност углова,
2. **еквивалентне** пројекције код којих је очувана верност површина и
3. **произвољне** код којих су деформисана сва три карактеристична елемента.

Код неких произвољних пројекција очувана је верност дужина у једном правцу. Оне се називају **еквидистантним** пројекцијама.



Прилог 8. Елипсе деформација
Извор: www.colorado.edu

Деформације немају исту величину на свим деловима карте. Она се може означити на неколико начина. Графички показатељи величине картографских деформација су изоколе и елипсе деформација. То су врло очигледни прикази. **Изоколе** су линије које се повлаче на картама и које повезују све тачке са истим степеном деформација једне врсте. То значи да се повлаче изоколе дужина, површина и углова. Изоколе се не уцртавају на картама за општу употребу. Оне се срећу само у уџбеницима картографије. Сличну, само дидактичку примену, имају и **елипсе деформација**. То су бескрајно мали кругови (величине тачке), који се пре пројектовања на раван, уцртавају на глобусу на свим пресецима упоредника и подневака. Приликом преношења на равну површину, упоредо са појавом деформација, и они се деформишу у веће или мање кругове или у елипсе. Димензије и правци деформација ових кружића одражавају природу деформација. Код конформних пројекција почетни кружићи задржавају форму круга али су они мањи или већи од оних на глобусу. Код еквивалентних пројекција кружићи се деформишу у елипсе, али оне увек имају површину почетног круга. Код еквидистантних пројекција, кружићи се такође деформишу у елипсе чији је један од пречника једнак пречнику почетног круга. Исти облик и величину ти кружићи задржавају само у тачки, на линији или на линијама нултих деформација.

Тип деформација се може изразити и математичким путем, означавањем вредности карактеристичних дужина и површина:

	конформне	еквивалентне	еквидистантне
размер дужина	$m = n$	$m = 1/n$	$m = 1$
размер површина	$P = n^2$	$P = 1$	$P = n$

Овде су коришћене стандардне ознаке: n је правац исток–запад, m је правац север–југ, P означава површине, а број 1 означава непромењиве вредности.

Најегзактнији начин означавања деформација на картама су **таблице деформа-**

ција. На њима се може означити положај на карти (географска ширина или дужина), растојања између координата, степен деформација дужина у оба карактеристична правца, деформације површина и максималне деформације углова. Све вредности изражене су нумерички. На местима нултих деформација дужине и површине означавају се јединицама, на местима где су повећане или смањене означавају се сразмерно већим или мањим бројем. Деформације углова означавају се степенима и минутима. Нулте деформације углова означавају се нулом. По правилу, у таблице се уносе само потребни елементи.

У таблицама су означене максималне вредности деформација углова јер у свакој тачки на карти оне зависе од правца пружања кракова угла. Зависно од положаја кракова, на истом месту на карти углови могу или очувати верност, смањити се или повећати.

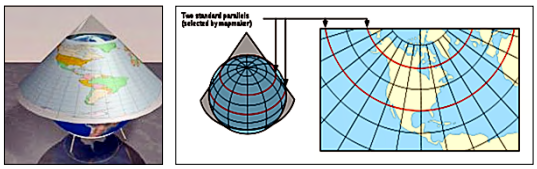
Подела пројекција

према начину конструисања географских координата картографске пројекције деле се на:

1. **купасте** или **конусне пројекције**
   - псеудоконусне пројекције
   - поликонусне пројекције
2. **ваљкасте** или **цилиндричне пројекције**
   - псеудоцилиндричне пројекције
3. **азимутне** или **зенитне пројекције**
   - перспективне азимутне пројекције
   - неперспективне азимутне пројекције
4. **условне** или **конвенционалне пројекције**.

Купасте или конусне пројекције

Купасте пројекције добијају се условним пројектовањем географских координата на пројекциону раван савијену у облику купе, која Земљину лопту или елипсоид додирује по једној, или је пресеца по две кружнице.



Прилог 9. Купаста пројекција
Извор: www.colorado.edu

Избор кружнице додира или пресека врши се на два начина. Први начин је преко односа положаја осе Земље и осе купе. Постоје три карактеристична односа положаја те две дужи, по којима се врши једна од подела купастих пројекција. То су:

1. **Праве** купасте пројекције код којих се оса Земље и оса купе поклапају. Једино код њих купа додирује (или сече) Земљину површину по једном (или два) упоредника. Код друге две групе додир или пресеци нису на географским координатама.
2. **Косе** купасте пројекције су оне код којих се Земљина оса и оса купе секу под оштрим углом.
3. **Попречне** купасте пројекције су оне код којих се те две линије секу под правим углом, односно оса купе лежи у равни екватора.

Други начин избора додира, односно пресека, врши се избором оштрине купе.

Најчешће се примењују праве купасте пројекције, чија конструкција је једноставнија, а мрежа координата је најсличнија оној на Земљиној површини. Код њих су подневци праве линије које се зракасто шире из тачке Земљиног пола, а упоредници су лукови концентричних кругова, чији је заједнички центар у тачки пола. Угаона растојања између подневака су иста и зависе од оштрине купе. Тај угао је увек мањи од угаоног растојања између паралела. Од растојања паралела зависи тип деформација. На линији додира купе и Земљине површине нема деформација и она се назива **линија нултих деформација**. Ради веће тачности карте, увек се бира таква оштрина купе, да та линија прелази средином карте. Уколико се снима територија широка 6°–7°, примењује се додирна купа. При снимању ширих подручја, примењује се секућа купа. На тај начин добијају се две линије нултих деформација. Секуће паралеле најчешће су на 1/6 и 5/6 картиране територије. Тако се најбоље избегава присуство великих деформација на периферијама и у центру карте.

Код косих и попречних конусних пројекција географске координате су по правилу криве линије, сем централног подневка

који је права линија. Те варијанте купастих пројекција теже се конструишу и ређе примењују.

Проста купаста пројекција

Једна од најстаријих варијанти ових пројекција је проста или еквидистантна купаста пројекција. Њу је предлагао грчки астроном Хипарх, још у 2. веку старе ере, а примењује је Клаудије Птоломеј у 2. веку ове ере.

Конструкција координатене мреже је једноставна. Као код свих правих купастих пројекција, подневци су праве линије које се зракасто шире из тачке пола, а упоредници су луци концентричних кругова. Њена специфичност је та, што су растојања

Прилог 10. Проста купаста пројекција
Извор: www.research.ibn.com

између паралела једнака, као и на Земљиној површини, па је правцем север–југ очувана верност дужина. Постоји низ варијанти ове пројекције које користе додирну или секућу пројекциону раван.

Ове пројекције дају добре резултате приликом снимања регија у средњим географским ширинама, које се протежу правцем исток–запад. Од ширине тих регија зависи да ли се примењује додирна или секућа купа. Положај стандардне или стандардних паралела одређује се тако да дели територију на подједнаке делове. Због тога се, приликом приказивања делова Земље мањих географских ширина, примењују оштрије купе, односно мрежа подневака са мањим угловима зближавања, а за веће географске ширине користи се тупља купа, односно, ти углови су већи.

На претходним таблицама деформација види се да су деформације дужина, површина и углова на периферији карте мањи на примеру пројекције са секућом купом.

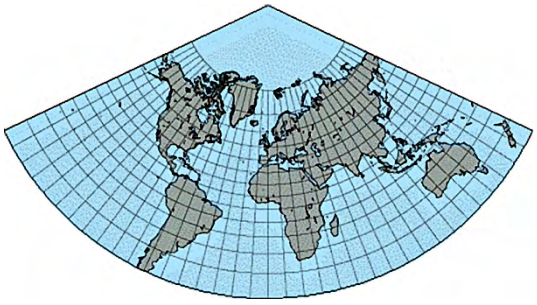
Табела 2. Две варијанте деформација на еквидистантним купастим пројекцијама

Додирна купа				Секућа купа			
φ	m	n = p	ω	φ	m	n = p	ω
70°	1	1,0976	5°20’	70°	1	1,0730	4°02’
65°	1	1,0464	2°36’	65°	1	1,0257	1°27’
60°	1	1,0182	1°02’	60°	1	1,0000	0°00’
55°	1	1,0041	0°14’	55°	1	0,9977	0°43’
50°	1	1,0000	0°0’	50°	1	0,9848	0°53’
45°	1	1,0036	0°12’	45°	1	0,9893	0°37’
40°	1	1,0136	0°46’	40°	1	1,0000	0°00’
35°	1	1,0295	1°40’	35°	1	1,0164	0°56’
30°	1	1,0510	2°51’	30°	1	1,0382	2°09’

φ – географска ширина; m – деформације правца север – југ; n – деформације правца исток – запад; ω – максималне деформације углова

Купасте конформне пројекције

Ову пројекцију предложио је немачки математичар Ламберт у 18. веку, а општу теоријску разраду извршио је Гаус у 19. веку. Њена основна идеја је да се размера дуж меридијана увећава истим темпом како се увећава дуж паралела у простој купастој пројекцији. На тај начин усагласиле би се деформације у два карактеристична правца и постигла конформност пројекције. Ове пројекције препознају се по томе што су на картама растојања између паралела ка периферији све већа.



Прилог 11. Купаста конформна пројекција
Извор: www.research.ibn.com

Приликом конструкција координатне мреже, Гаус је направио неколико варијанти:

1. Да размер на додирној паралели буде једнак јединици и најмањи.
2. Да размер на додирној паралели буде једнак јединици, а размери на крајњим паралелама међусобно једнаки и већи од јединице.

Табела 3. Деформације дужина на 5 Гаусових конформних купастих пројекција

Варијанта:	1.	2.	3.	4.	5.
Паралеле:	60°	60°30'	50°	70°30'	-
Φ	m = n	m = n	m = n	m = n	m = n
80°	1,092	1,068	1,045	1,070	1,033
70°	1,018	1,009	0,988	1,000	0,976
60°30'	-	1,000	0,779	-	0,967
60°	1,000	1,001	0,980	0,985	0,968
50°	1,014	1,022	1,000	1,000	0,988
40°	1,055	1,068	1,045	1,041	1,033

3. На секућем конусу са само једном задатом секућом паралелом, да на њој размер буде једнак јединици, а на крајњим паралелама међусобно једнак.
4. На секућем конусу са две задате секуће паралеле, да размер на њима буде једнак јединици.
5. На секућем конусу на коме унапред није одређена ниједна секућа паралела, да су размери на крајњим паралелама једнаки и да су одступања од главне размере једнаке на обе стране.

Табела 4. Таблице деформација еквивалентних пројекција са додирним и секућим конусом који има сандардне паралеле 36°30' и 63°30'

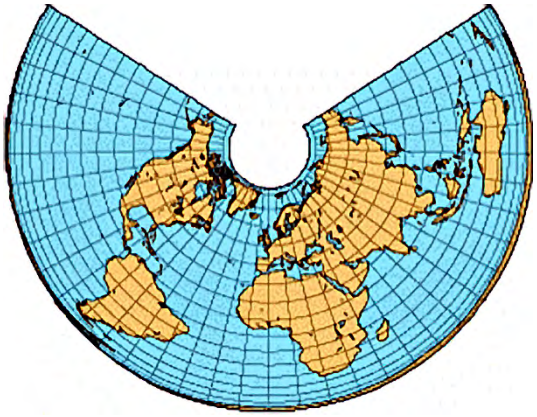
Φ	m	n	p	ω
70°	0,8919	1,1213	1	13°05'
65°	0,9492	1,0535	1	5°58'
60°	0,9806	1,0197	1	2°14'
55°	0,9957	1,0043	1	0°29'
50°	1,0000	1,0000	1	0°00'
45°	0,9965	1,0035	1	0°24'
40°	0,9873	1,0128	1	1°28'
35°	0,9736	1,0271	1	3°04'
30°	0,9561	1,0460	1	5°09'
70°	0,9399	0,0639	1	7°06'
65°	0,9902	1,0099	1	1°07'
60°	1,0160	0,9842	1	1°49'
55°	1,0269	0,9738	1	3°02'
50°	1,0278	0,9729	1	3°09'
45°	1,0218	0,9786	1	2°28'
40°	1,0106	0,9895	1	1°12'
35°	0,9951	1,0049	1	0°34'
30°	0,9962	1,0244	1	0°46'

На таблици деформација види се да се, идући од прве ка петој верзији Гаусове пројекције, смањује степен деформација између крајњих паралела. Суштина ових разлика једино је у оштрини коришћених купа, односно у угловима сближавања и положају линија нултих деформација.

Еквивалентне купасте пројекције

Еквивалентност купастих пројекција постиже се тако, што се усагласе негативне и позитивне деформације у два карактеристична правца. На тај начин долази до деформација дужина у оба правца и већих деформација углова, а на рачун тога задржава се верност површина. То се постиже сразмерним смањивањем растојања између паралела идући ка горњој и доњој периферији карте. Постоје две варијанте ових пројекција. Код првих, постигнута је само укупна еквивалентност, односно верност укупне површине коју огараничавају крајњи упоредници и паралеле. Код других еквивалентних пројекција постигнута је верност свих трапеза које ограничавају упоредници и подневци. Ове друге варијанте се чешће користе, а пре свега оне које су конструисали Алберс и Витковски.

Албертсова пројекција коришћена је често у Аустрији (Општегеографска карта Европе у размери 1:750.000) у Немачкој за низ атласних карата, у Сједињеним Америчким Државама и др. Она има једну по-



Прилог 12. Еквивалентна купаста пројекција
Извор: www.research.ibn.com

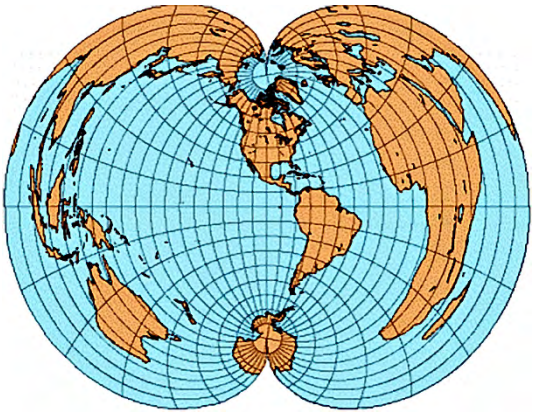
себну особину – поред еквивалентности очувана је и верност дужина по дијагоналним правцима.

Поликонусне пројекције

Једна од карактеристика купастих пројекција је да се деформације нагло повећавају према северној и јужној периферији карте. Поликонусне пројекције карактерише више стандардних паралела, више линија нултих деформација и зона малих деформација око њих. То је корак даље од ефекта који је постигнут секућим конусним пројекцијама, које имају две такве линије и дозвољава израду много ширих карата, па чак и карта читаве земљине кугле.

Поликонусне пројекције најлакше је објаснити тако, што се на глобус прислони низ купа различитих оштрина, које имају заједничку осу. Свака купа додирује глобус по линији једног упоредника (код правих поликонусних пројекција), односно по концентричним круговима. На сваку купу пројектује се зона коју окружује додирни упоредник док се подневци конструишу. На овим пројекцијама централни подневак и екватор су праве линије. Остали подневци су извијене линије симетричне са средњим. Конструишу се на тај начин, што се извијеним линијама повежу пресеци упоредника са подневцима. Упоредници су лукови ексцентричних кругова. Њихови центри су на продужетку централног подневка.

Према типу деформација поликонусне пројекције су произвољне, односно еквидистантне. Верност дужина очувана је дуж централног подневка и дуж свих стандардних паралела. Према источној и западној периферији карте подневци су све издуженији и сразмерно томе расту деформације правцем север–југ и деформације углова. У близини средњег меридијана деформације свих елемената су мале и пројекција је погодна за приказ делова Земље који се протежу у том правцу. Честа је примена ове пројекције за приказ америчких континената, па се једна њена верзија назива **проста** или **америчка полуконусна пројекција**. Њу је предложио још 1820. године Фердинанд Хаслер. Примењује се како за састављање ситноразмерних карата већих



Прилог 13. Америчка поликонусна пројекција
Извор: www.colorado.edu

територија, тако и за израду крупноразмерних карата. Тада се листови карата деле по уским меридијанским појасима. Ширина зона је 3° или 6°, зависно од размере карте, као и код Гаус-Кригерове попречне ваљкасте пројекције.

Ова пројекција послужила је за израду међународне карте света у размери 1:1.000.000. Предлог за израду такве карте дао је Албрехт Пенк на Конгресу географа у Берну 1891. године. Она је требало да послужи као картографска основа за израду тематских карата већих територија, до територија читавог света. Касније су одређени и посебни захтеви за њену израду:

1. Карта треба да има размер 1:1.000.000.
2. Димензије листова биле би 6° по географској дужини и 4° по географској ширини. У зонама већих географских ширина, изнад 70. паралеле, ширине листа расту на 12° , 18° итд.
3. Почетни меридијан Гринички.
4. Ивице листова ограничене су крајњим упоредницима и подневцима, а унутар листова означена је катрографска мрежа густине једног степена.
5. Крајње паралеле су луци ексцентричних кругова и размера на њима једнака је јединици.
6. Подневци су праве линије, а на поднев-цима удаљеним 2° од средњег меридијана размера је једнака јединици.

На овај начин постигнуто је то да су све деформације у оквирима графичке тачности карте. Редови ових карата означени су словима, од екватора до пола, а колоне

Табела 5. Таблице деформација дужина првцем север-југ и максималне деформације углова просте поликонусне пројекције

	λ						
Φ	0°	±15°	±30°	±45°	±60°	±75°	±90°
±90°	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
±75°	1,000	1,002	1,009	1,020	1,034	1,050	1,068
±60°	1,000	1,009	1,034	1,074	1,129	1,195	1,270
±45°	1,000	1,017	1,068	1,151	1,264	1,404	1,571
±30°	1,000	1,026	1,102	1,229	1,264	1,626	1,894
±15°	1,000	1,032	1,128	1,287	1,404	1,794	2,141
0°	1,000	1,034	1,137	1,308	1,548	1,857	2,234

±90°	0°00’	0°00’	0°00’	0°00’	0°00’	0°00’	0°00’
±75°	0°00’	0°08’	0°31’	1°09’	2°01’	3°04’	4°18’
±60°	0°00’	0°29’	1°55’	4°12’	7°13’	10°50’	14°51’
±45°	0°00’	0°58’	2°46’	8°09’	13°43’	20°03’	26°52’
±30°	0°00’	1°27’	3°36’	11°52’	19°33’	28°01’	36°43’
±15°	0°00’	1°48’	6°53’	14°26’	23°29’	33°09’	42°49’
0°	0°00’	1°56’	7°21’	15°20’	24°51’	34°54’	44°51’

Табела 6. Деформације дужина и углова на Боновој пројекцији

	λ						
Φ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
0°	1,000	1,0048	1,0119	1,0421	1,0737	1,1131	1,1593
10°	1,000	1,0029	1,0116	1,0259	1,0456	1,0705	1,1000
20°	1,000	1,0015	1,0059	1,0133	1,0235	1,0364	1,0521
30°	1,000	1,0005	1,0021	1,0048	1,0084	1,0131	1,0189
40°	1,000	1,0001	1,0002	1,0005	1,0009	1,0014	1,0021
50°	1,000	1,0001	1,0002	1,0005	1,0009	1,0014	1,0021
60°	1,000	1,0005	1,0022	1,0049	1,0086	1,0135	1,0193
70°	1,000	1,0017	1,0067	1,0151	1,0266	1,0414	1,0590
80°	1,000	1,0044	1,0175	1,0390	1,0684	1,1049	1,1481

0°	0°00	5°36’	11°10’	16°41’	22°07’	27°28’	32°41’
10°	0°00	4°22’	8°44’	13°04’	17°22’	21°37’	25°49’
20°	0°00	3°07’	6°14’	9°21’	12°26’	15°31’	18°34’
30°	0°00	1°52’	3°44’	5°35’	7°27’	9°18’	11°09’
40°	0°00	0°37’	1°14’	1°51’	2°28’	3°05’	3°42’
50°	0°00	0°37’	1°14’	1°51’	2°28’	3°05’	3°42’
60°	0°00	1°53’	3°46’	6°39’	7°32’	9°25’	11°17’
70°	0°00	3°20’	6°39’	9°58’	13°15’	16°32’	19°47’
80°	0°00	5°23’	10°44’	16°03’	21°18’	26°27’	31°30’

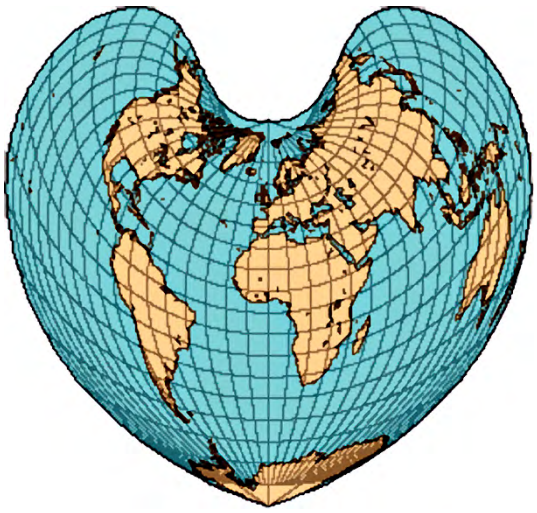
су означене бројевима почевши од 180. подневка у правцу истока. Територију бивше Југославије покривају четири листа са ознакама K-33, K-34, L-33 и L-34.

Псеудоконусне пројекције

Другу варијанту конусних пројекција чине псеудоконусне пројекције. Њихов циљ је смањиване деформација на доњој и горњој периферији карте. То се постиже приближавањем подневака. На тај начин, добија се мрежа код које су упоредници лукови концентричних кругова, као код класичних купастих пројекција. Средњи подневак је права линија, а остали су извијене линије симетричне у односу на средњи. Конструкцију картографске мреже први је разрадио француз Гијом Тету 1566. године. Коришћена је за израду неких карата у Меркаторовом атласу из 1595. године.

Једну варијанту оваквих пројекција предложио је 1752. године француски инжењер Ригобер Бон, за израду топографских карата. У почетку је имала широку примену за израду топографских карата. Данас се користи за израду карата појединих континената.

Бон је одредио средњу паралелу и централни подневак као додирне линије. Сем тога, правцима свих паралела очуван је главни размер. Подневци и упоредници деле карту на мрежу трапеза, чије димензије одговарају онима на глобусу и на тај начин постиже се еквивалентност.

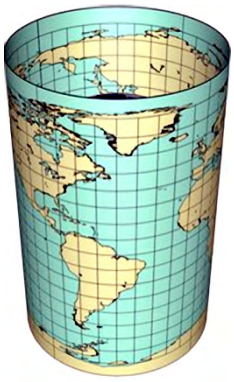


Прилог 14. Бонова пројекција
Извор: www.colorado.edu

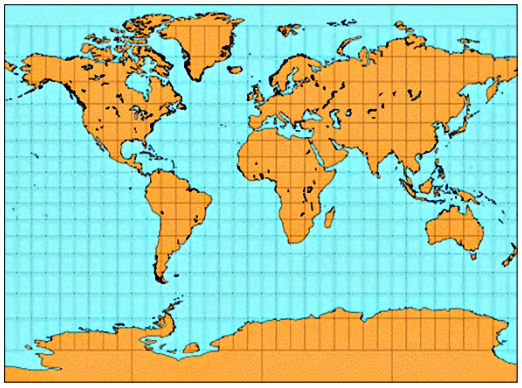
Ваљкасте пројекције

Картографска мрежа ваљкастих пројекција добија се тако, што се пројектује на површину замишљеног ваљка који се навуче на Земљину лопту. Постоје два начина постављања ваљка, а то су ваљак чији је пречник идентичан пречнику Земље и који додирује Земљу по једном великом кругу и ужи ваљак који Земљу сече по линијама два мања круга. Према положају ваљка у односу на Земљу, као и код купастих пројекција, постоје три основне варијанте:

1. **Управне** или **праве ваљкасте** пројекције су оне код којих се осе ваљка и Земље поклапају, а ваљак додирује Земљу по линији екватора или је сече по линијама два наспрамна упоредника.



▲ **Прилог 15.** Ваљкаста пројекција
Извор: www.colorado.edu



2. **Попречне ваљкасте пројекције** су оне код којих те две линије заклапају прав угао, тако да оса ваљка лежи у равни екватора. Ваљак додирује Земљу по линијама два наспрамна подневка.
3. **Косе ваљкасте пројекције** чине све оне код коих оса Земље и оса ваљка заклапају било који оштар угао. Додирна линија је велики круг који са екватором такође заклапа оштар угао.

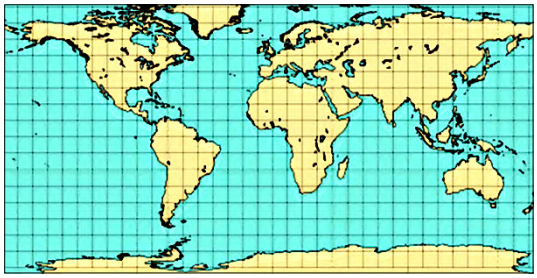
Табела 7. Таблица деформација на квадратној и правоугаоној пројекцији

Φ	Квадратна пројекција		Правоугаона пројекција	
	n = P	ω	n = P	ω
0°	1,0000	0°00’	0,8660	8°14’
±15°	1,0352	1°59’	0,8965	6°15’
±30°	1,1547	8°14’	1,0000	0°00’
±45°	1,4142	19°45’	1,2247	11°36’
±60°	2,0000	38°57’	1,7321	31°05’
±75°	3,8637	72°09’	3,3460	65°20’
±90°	∞	180°00’	∞	180°00’

Код најчешће коришћених, управних пројекција, географске координате имају решеткаст распоред. Подневци су праве вертикалне линије, које су увек на истим дистанцама. Упоредници су управно постављени на подневке и сви су дуги колико и екватор, односно секућа линија. Међусобна растојања упоредника могу да буду различита и од тога зависи тип деформација. Ваљкасте пројекције, по типу деформација, могу са буду конформне, еквивалентне, произвољне, односно еквидистантне.

Квадратна ваљкаста пројекција

Ову пројекцију предложио је 1438. године Хенрих Морепловац. Као и код других управних ваљкастих пројекција, и код ове су упоредници и подневци праве и међусобно управне линије. Специфичност је да су упоредници на једнаким растојањима, као и на Земљиној лопти. Растојања између њих једнака су исправљеним луковима подневака између паралела. На тај начин координатна мрежа гради квадратна поља по којима је пројекција добила име. Значајнија последица је еквидистантан карактер деформација и главни размер очуван је у правцу свих подневака и дуж екватора.



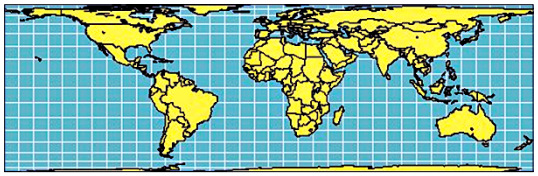
▲ **Прилог 16.** Квадратна ваљкаста пројекција
Извор: www.research.ibn.com

Деформације дужина правцем исток–запад, површина и углова, на квадратним пројекцијама нагло се повећавају ка северној и јужној периферији карте, да би на периферији достигле бесконачне и максималне вредности. Због тога је ова пројекција применљива само за приказивање територија које се протежу уз релативно уску еква-

торијалну зону. Да би та зона била проширена, примењује се варијанта са секућим ваљком, код кога су између задате паралеле и екватора деформације негативне. Тиме се толерантне деформације померају ближе половима и могуће је картирати знатно шире зоне. И ова друга варијанта задржава еквидистантне деформације али на координатној мрежи основице четвороугаоника су скраћене. Оне сада имају дужину лука секућих упоредника и мрежа упоредника и подневака исцртава на карти **правоугаонике** по чему ова варијанта и добија име.

Изоцилиндрична или ламбертова ваљкаста пројекција

Ова пројекција конструисана је тако да ширина карте одговара дужини земљине осе, односно, користе се пројекциони зраци управни на осу и површину ваљка. На тај начин добија се мрежа упоредника чије дистанце су све мање према половима. Површина карте једнака је површини лопте са које се врши пројектовање, односно, деформације на њој су еквивалентне.



Прилог 17. Ламбертова ваљкаста пројекција
Извор: www.research.ibn.com

Линија нултих деформација код Ламбертове пројекције је екватор. Код варијанте са секућом паралелом нулте деформације су на 30°. У оба случаја сагласно са смањењем једне кордината повећава се друга, а на половима деформације су максималне. Велике деформације на већим географским ширинама ограничавају коришћење пројекције.

Табела 8. Деформације на изоцилиндричним пројекцијама

	Ламбертова пројекција			Секућа пројекција		
φ	m	n	ω	m	n	ω
0°	1,000	1,0000	0°00’	1,1547	0,8660	16°26’
±15°	0,9657	1,0353	3°58’	1,1153	0,8966	12°29’
±30°	0,8660	1,1547	16°26’	1,0000	1,0000	0°00’
±45°	0,7071	1,4142	38°56’	0,8165	1,2247	23°04’
±60°	0,5000	2,0000	73°44’	0,5773	1,7322	60°01’
±75°	0,2588	3,8639	121°58’	0,2988	3,3467	113°27’
±90°	0,0000	∞	180°00’	0,0000	∞	180°00’

Приликом коришћења секућег ваљка мања је издуженост правцем исток–запад јер је сведена на дужину тридесете паралеле. То донекле смањује темпо пораста деформација на већим ширинама. Ове пројекције се чешће примењују за израду тематских карата на којима се приказују површине (методе картограма, квалитативних боја, ареала).

Меркаторова пројекција

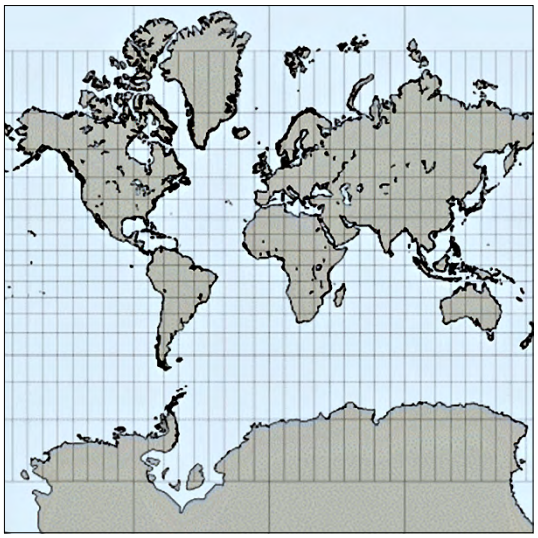
Холандски картограф Герхард Крамер Меркатор, предложио је 1569. године ваљкасту конформну пројекцију. Била је намењена изради навигационе карте света и до тада је то било највеће картографско остварење. Оригинал је имао димензије 210x130 cm. Ова пројекција још увек се користи за израду навигационих карата, док се за израду атласних карата Света све мање примењује. У новије време све чешће је замењује Ламбертова конформна ваљкаста пројекција.

Конформност пројекције постигнута је на тај начин што су растојања између паралела изједначена са њиховим издужењем на тој географској ширини. Како су та издужења у тачки пола бесконачна, полове није могуће приказати. Растојања између паралела све су већа према северној и јужној периферији карте. Карта се ради у две верзије, помоћу додирног и помоћу секућег ваљка. Растојања између подневака код додирног ваљка једнака су исправљеним луковима екватора, а код секућег ваљка исправљеним луковима секуће паралеле.

Конформност деформација постигнута је на рачун великих деформација дужина и површина. То је посебно изражено на већим географским ширинама. Добра илустрација деформација површина је однос величина Африке и Гренланда. На Меркаторовим картама оне су подједнаке, иако је Африка петнаест пута већа. То знатно ограничава примену ове пројекције. Велике деформације на северној и јужној периферији карте донекле се смањују применом секућег ваљка.

Основни квалитети Меркаторове пројекције су једноставан облик конструкција математичке мреже и конформност. За навигацију важно је и то да је на њој **локсод-**

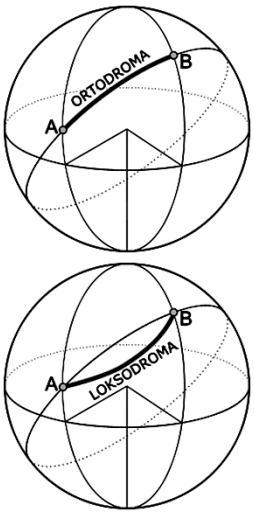
Прилог 18. Герхард Крамер Меркатор и Меркаторова пројекција
Извор: www.research.ibn.com



Табела 9. Деформације на додирној Меркаторовој пројекцији

φ	x	Δx	m = n	P
0°	0,0000	-	1,0000	1,0000
10°	0,1754	0,1754	1,0154	1,0311
20°	0,3564	0,1810	1,0642	1,1325
30°	0,5493	0,1929	1,1547	1,3333
40°	0,7629	0,2136	1,3054	1,7040
50°	1,0107	0,2478	1,5557	2,4202
60°	1,3170	0,3063	2,0000	4,0000
70°	1,7354	0,4184	2,9238	8,5487
80°	2,4363	0,7009	5,7588	33,1635
89°	4,7414	2,3051	57,30..	3293,22..
90°	∞	∞	∞	∞

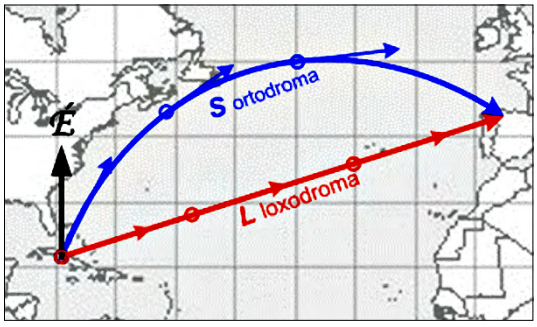
x – удаљеност паралеле од екватора; Δx – растојање између суседних паралела



Прилог 19. Ортодрома и локсодрома

рома права линија. Локсодрома је на површини лопте или елипсоида заправо крива спирална линија која све подневке сече под истим углом. Пошто је она на Меркаторовој пројекцији права, то дозвољава једноставно мерење курса пловидбе. Ипак, локсодрома није увек најкраће растојање на Земљи. На сферичним површинама најкраће растојање је лук највећег круга који је могуће повући између две тачке. То је круг који се добија пресецањем Земље једном равни у којој лежи њен центар. Она се назива **ортодрома**. Ортодрома и локсодрома поклапају се само по линији екватора и линијама свих подневака. Ортодрома је једино тада права линија на Меркаторовим картама. У свим другим случајевима она је извијена линија испупчена према ближем полу. Уколико су крајње тачке на различитим полулоптама, ортодрома има облик слова „S", са преломном тачком на пресеку са екватором.

Разлике дужина локсодроме и ортодроме незнатне су на кратким растојањима. На дугим растојањима су велике и тада се пловидбе и летови планирају правцем ортодроме. Како је она крива линија која нема на целој дужини исти азимут, она се дели на мање делове чије се крајње тачке повезују краћим локсодромама. Те кратке локсодроме користе се за одређивање курса пловидбе. Често се као илустрација разлика у дужинама локсодроме и ортодроме користи растојање између Рта Добре Наде и Мелбурна. Правцем локсодроме оно је 6.020, а правцем ортодроме 5.450 морских миља. Разлика је 570 миља или 1.050 km.

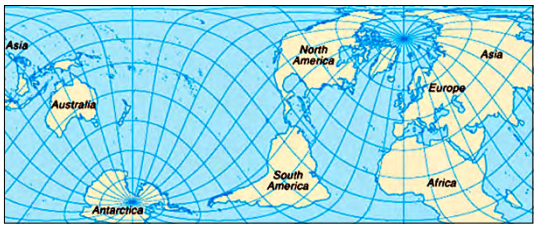


Прилог 20. Ортодрома и локсодрома на Меркаторовој пројекцији

Косе ваљкасте пројекције

Код косих ваљкастих пројекција оса ваљка и земљина оса заклапају оштар угао. Оне су сличне правим ваљкастим пројекцијама, па и код њих, зависно од растојања између упоредника, постоје верзије са еквидистантним, конформним и еквивалентним деформацијама. Ове пројекције погодне су за приказивање малих делова Земље и регија које се протежу попречним правцем дуж великих кругова, сем правца екватора и подневака. За екваторијалне регије погоднији су праве, а за регије које се пружају правцем подневака попречне ваљкасте пројекције.

Изглед мреже кордината доста је неуобичајен. То су једине пројекције код којих се јављају два јужна пола. Средњи подневак је једина права линија. Он дели остале

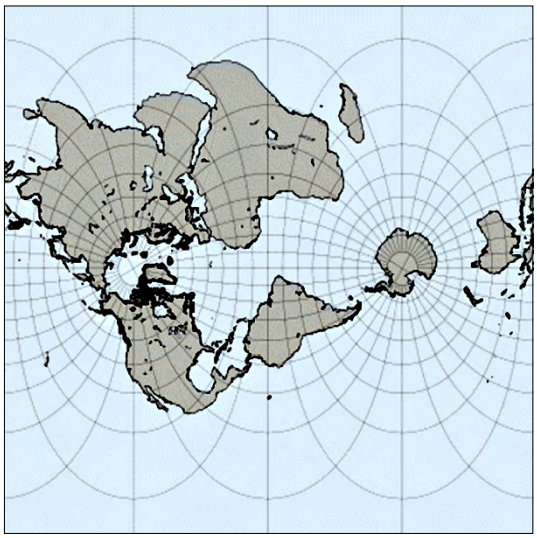


Прилог 21. Еквивалентна коса ваљкаста пројекција
Извор: www.colorado.edu

подневке у две групе од којих је једна половина усмерена ка једном, а друга ка другом јужном полу. Средњи подневак не досеже ни до једног од њих. Упоредници на већим географским ширинама окружују полове, а на нижим ширинама су извијене линије.

Попречне ваљкасте пројекције

Код ових пројекција праве линије су само екватор и централни подневак. Остале математичке линије су извијене, упоредници су конкавни ка екватору, а подневци ка периферији карте. Могу бити конформне, еквивалентне и еквидистантне. Најпознатија је **Гаус-Кригерова** попречна ваљкаста пројекција. То је једна варијанта конформне пројекције намењене изради крупноразмерних карата малих делова Земљине површине.



Прилог 22. Попречна ваљкаста пројекција
Извор: www.research.ibn.com

Табела 10. Деформације на конформним попречним ваљкастим пројекцијама

Y (km)	m = n	P	Деформације	
			Дужина на 1 km	Површина на 1 km
0°	1,00000	1,00000	0 cm	0 m²
50°	1,00003	1,00006	3	60
100°	1,00012	1,00024	12	240
200°	1,00049	1,00098	49	980
300°	1,00111	1,00222	111	2200

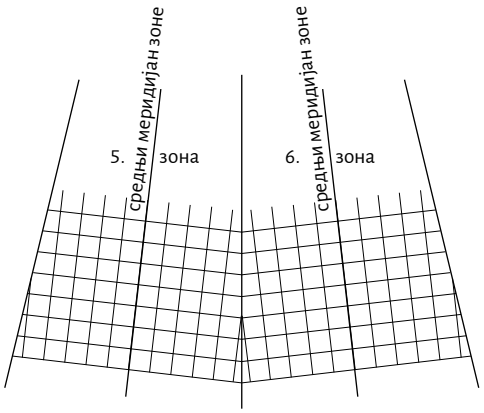
Ову пројекцију је још двадесетих година 19. века предложио Карл Фридрих Гаус, а математичке прорачуне завршио је почетком 20. века Луис Кригер. Пројекција је први пут примењена у Аустрији 1917. године. Од 1924. године користе се као основа за државни премер у Југославији, а временом је почела примена и у већини других земаља.

Гаус-Кригерова пројекција назива се још и попречна Меркаторова пројекција, јер обе пројекције имају исти карактер деформација. Код ове пројекције, нагло повећање деформација настаје ка источној и западној периферији карте. Пројектовање се врши са елипсоида. Одлике Гаус-Кригерове пројекције су:

1. Деформације размера дуж средњег – додирног подневка једнаке су нули.
2. Према карактеру то је конформна пројекција.
3. Пројектују се зоне широке 3° унутар којих су деформације свих елемената минималне.
4. Свака оваква зона пројектује се на посебан ваљак, чија оса са осом претходног ваљка заклапа угао од 3°.
5. Свака зона, поред географских координата има, и правоугаону – Солднерову кординатну мрежу чија је X оса додирни подневак, а Y оса екватор. Растојања између линија правоугаоних координата одговарају одређеном броју километара.
6. Листови карте секу се по линијама географских координата које имају све одлике координата попречне ваљкасте пројекције.
7. Правац линија X осе поклапа се са правцем севера само на средњем подневку.

Највећи део велике Југославије обухваћен је у три зоне Гаус-Кригерове пројекције, чији су средњи меридијани они са 15°, 18° и 21° источне географске дужине. Њих раздвајају подневци од 16° 30’ и 19° 30’. Унутар тих зона деформације свих елемената карте су минималне.

На картама рађеним Гаус-Кригеровом пројекцијом, поред географских коорди-



Прилог 23. Зоне Гаус – Кригерове пројекције

ната унесена је и правоугаона координатна мрежа. Свака зона пројекције има посебну координатну мрежу. Њена X оса поклапа се са централним подневком, а Y оса са екватором. Све остале линије паралелне су са њима, а међусобно су удаљене одређен број километара (зависно од размере карте).

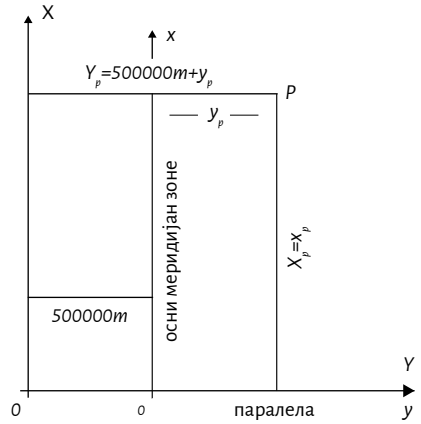
Обележавање хоризонталних координата врши се од екватора и означава удаљеност од те линије изражену у километрима. Обележавање вертикалних координата је сложеније и врши се посебно за сваку зону. Свака почетна линија (која се поклапа са централним подневком) добија вредност 500 km, а испред тог броја означава се број зоне. То значи да она у првој зони (Гринички) има вредност 1.500, а у зонама које захватају Југославију 5.500, 6.500 и 7.500. Остале вертикалне линије означене су тако што према истоку, свака суседна линија добија вредност већу за онолико колико је у километрима удаљена од почетне. Линије западно од X осе добијају ознаке које се на исти начин умањују. На тај начин избегавају се негативне вредности.

На пример, ако су координате цркве у Сакулама:

X = 5.000,2 km
Y = 7.459,6 km

Њена стварна удаљеност од екватора означена је ординатом X (5.000 km и 200 m), а вредност апсцисе означава да је то место у седмој зони Гаус-Кригерове пројекције чији је средњи подневак 21° источне географске дужине, и да је од њега удаљен 40,4 km према западу.

На картама размера 1:25.000 линије правоугле координатне мреже повучене су на дистанцама од 1 km, на картама размера 1:50.000 на дистанцама од 2 km итд.



Прилог 24. Принцип установљавања километарске мреже у Гаус – Кригеровој пројекцији

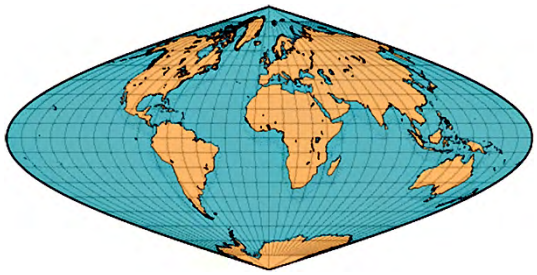
Псеудоцилиндричне пројекције

Код свих правих ваљкастих пројекција постоје велике деформације у поларним пределима. Основни разлози таквог стања су изједначене дужине свих упоредника. Сврха псеудоцилиндричних пројекција је смањивање тих деформација. То се постиже на тај начин, што се дужине упоредника своде на дужине сличније оним на Земљиној површини. У исто време они остају праве паралелне линије као и на стандардним ваљкастим пројекцијама. Због скраћења упоредника подневци губе ранији распоред и повијени су. Према карактеру деформација псеудоцилиндричне пројекције могу да буду еквивалентне и произвољне.

Сансонова пројекција

Ову пројекцију предложио је француски географ Николас Сансон у 17. веку. На пројекцији је конструисан централни подневак у размери карте и издељен је на једнаке подеоке. Кроз те подеоке повучене су паралелне линије упоредника, такође у размери карте. Остали подневци су извијене линије, синусоиде, симетричне у односу на централни. На тај начин постигнута је еквидистантност.

Верност дужина очувана је дуж централног подневка и дуж свих паралела. Деформације дужина правцем север–југ, повр-



Прилог 25. Сансонова пројекција
Извор: www.colorado.edu

шина и углова прогресивно расте према североисточној, северозападној, југоисточној и југозападној периферији карте. Централни подневак и екватор понашају се као додирне линије и пројекција је најпогодна за приказ територија које се протежу дуж њих. Она се често користи за картирање Африке, Јужне Америке и Аустралије.

Табеле 11. Деформације дужина и углова на Сансоновој пројекцији

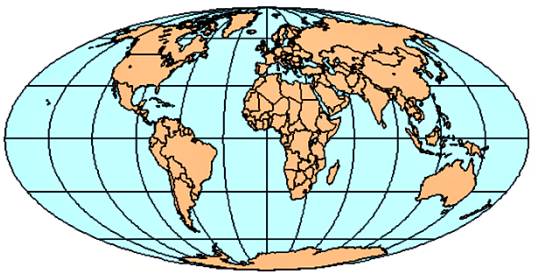
	λ						
φ	0°	±30°	±60°	±90°	±120°	±150°	±180°
±90°	1,000	1,129	1,448	1,862	2,321	2,803	3,297
±75°	1,000	1,121	1,422	1,817	2,257	2,719	3,195
±60°	1,000	1,098	1,350	1,688	2,071	2,478	2,899
±45°	1,000	1,066	1,244	1,495	1,787	2,104	2,436
±30°	1,000	1,034	1,129	1,272	1,448	1,647	1,862
±15°	1,000	1,009	1,036	1,079	1,137	1,208	1,289
0°	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
±90°	0°00’	29°21’	55°16’	76°18’	92°38’	105°15’	115°02’
±75°	0°00’	28°23’	53°39’	74°22’	90°39’	103°19’	113°13’
±60°	0°00’	25°33’	48°47’	68°27’	84°25’	97°10’	107°22’
±45°	0°00’	20°59’	40°38’	58°05’	73°02’	85°35’	96°00’
±30°	0°00’	14°55’	29°21’	42°53’	55°16’	66°25’	76°18’
±15°	0°00’	7°45’	15°26’	22°59’	30°20’	37°26’	44°15’
0°	0°00’	0°00’	0°00’	0°00’	0°00’	0°00’	0°00’

Молвајдова пројекција

Ову пројекцију предложио је почетком 19. века немачки математичар Карл Бранден Молвајд. Основа пројекције је круг чија површина одговара површини Земљине полулопте. То се постиже тако, што се за полупречник узме права линија која повезује пол са екватором. Вертикални пречник круга је централни подневак, а хоризонтални пречник је половина екватора. Паралеле су праве паралелне линије. Сви подневци сем средњег и ±90-ог су делови елипса. Продужавањем паралела са обе стране још за једну дужину и повлачењем спољних лукова елипси омогућен је приказ читаве Земље.

Према типу деформација ово је еквивалентна пројекција. Деформације расту ка периферији карте, али екватор и централни подневак нису линије нултих деформација. Деформације равне нули су у две тачке на централном подневку, на ±40°, чиме је постигнут мањи степен деформација на периферним деловима карте. Деформације правцем исток–запад зависе само од географске ширине, а деформације дужина правцем север–југ и деформације углова зависе и од географске дужине.

Мање деформације на периферним деловима дозвољавају примену Молвајдеове пројекције за израду карата Света у ситној



Прилог 26. Молвајдова пројекција
Извор: www.research.ibn.com

Табела 12. Деформације дужина и углова на Молвајдовој пројекцији

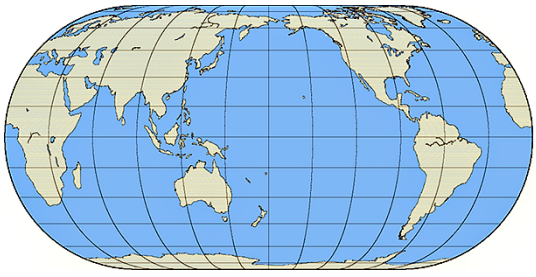
λ		0°	±30°	±60°	±90°	±120°	±150°	±180°
φ	n	m						
±89°	3,665	0,273	1,305	2,568	3,840	5,133	6,389	7,698
±75°	1,472	0,679	0,835	1,184	1,605	2,056	2,518	2,986
±60°	1,165	0,858	0,922	1,091	1,326	1,598	1,891	2,196
±45°	1,026	0,975	1,003	1,085	1,209	1,364	1,577	1,732
±30°	0,951	1,052	1,063	1,096	1,150	1,220	1,306	1,403
±15°	0,912	1,096	1,099	1,107	1,120	1,138	1,161	1,188
0°	0,900	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111	1,111

λ	0°	±30°	±60°	±90°	±120°	±150°	±180°
φ	ω						
±89°	180°00’	180°00’	180°00’	180°00’	180°00’	180°00’	180°00’
±75°	43°14’	49°50’	64°07’	79°16’	92°42’	103°48’	112°51’
±60°	17°27’	25°41’	40°39’	55°42’	70°48’	81°10’	92°02’
±45°	2°56’	13°55’	27°00’	39°29’	51°04’	63°38’	71°14’
±30°	5°46’	10°33’	18°30’	26°44’	34°49’	42°38’	50°04’
±15°	10°30’	11°22’	13°38’	16°43’	20°12’	23°56’	27°42’
0°	12°01’	12°01’	12°01’	12°01’	12°01’	12°01’	12°01’

размери, као и за израду карата појединих континената.

Екертова пројекција

Почетком овог века немачки картограф Макс Екерт предложио је псеудоцилиндричну пројекцију која је можда најбољи пример компромиса са правим ваљкастим пројекцијама. Наиме, код Сансонове и Молвајдеове пројекције састајање подневака у једној тачки и њихов пресек са хоризонталним упоредницима доводе до великих деформација углова у зонама полова. Екерт је то ублажио тиме, што је полове означио као праве линије упола краће од екватора.



Прилог 27. Екертова пројекција
Извор: www.colorado.edu

Мрежа географских координата је таква да су средњи подневак и линије полова једанаки половини дужине екватора и да су праве линије. Све паралеле су праве паралелне линије, чије дужине се смањују сразмерно са удаљавањем од екватора. Сви подневци сем средњег имају облик синусоида.

Према типу деформација ово је еквивалентна пројекција. Површина карте у целини одговара површини Земљине кугле, а површине свих сектора (између суседних паралела и крајњих упоредника) једнаке су истим површинама на Земљи. По степену деформација она се налази негде на прелазу између Сансонове псеудоцилиндричне и Ламбертове цилиндричне (изоцилиндричне) пројекције. У односу на Молвајдеову пројекцију, предност има само код приказа територија ван ±90° географске дужине. Унутар тог круга погоднија је Молвајдова пројекција. Екертова пројекција раније је често коришћена за израду ситноразмерних атласних и зидних карата Света.

Табела 13. Деформације дужина и углова на Екертовој пројекцији

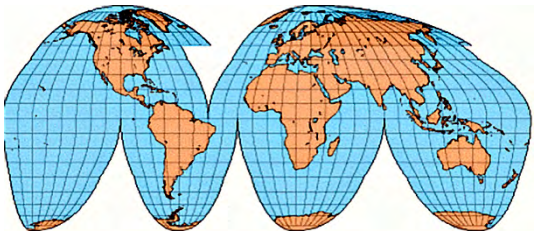
λ		0°	±30°	±60°	±90°	±120°	±150°	±180°
φ	n	m						
±90°	∞	10,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
±75°	1,847	0,541	0,560	0,611	0,688	0,783	0,890	1,006
±60°	1,142	0,875	0,902	0,979	1,094	1,238	1,402	1,579
±45°	0,969	1,032	1,057	1,126	1,234	1,370	1,527	1,700
±30°	0,909	1,100	1,114	1,156	1,223	1,310	1,415	1,533
±15°	0,888	1,127	1,131	1,143	1,164	1,192	1,227	1,269
0°	0,882	1,134	1,134	1,134	1,134	1,134	1,134	1,134

λ	0°	±30°	±60°	±90°	±120°	±150°	±180°
φ	ω						
±90°	180°00'	180°00'	180°00'	180°00'	180°00'	180°00'	180°00'
±60°	14°	19°	28°	38°	49°	58°	63°
±30°	10°	14°	22°	31°	40°	48°	56°
0°	14°21'	14°21'	14°21'	14°21'	14°21'	14°21'	14°21'

Гудова пројекција

Чикашки професор Ј. П. Гуд користио је у свом школском атласу у извесној мери трансформисану Молвајдову пројекцију. Ту се не ради о новој пројекцији, већ о Молвајдовој пројекцији која има на местима океана (површина од мањег интереса за садржај карте) расцепе, а сваки сектор карте између расцепа има један или два централна подневка на којима су деформације мале.

Укупно је конструисано 6 централних подневака. На тај начин постигнуто је верније приказивање копнених површина.

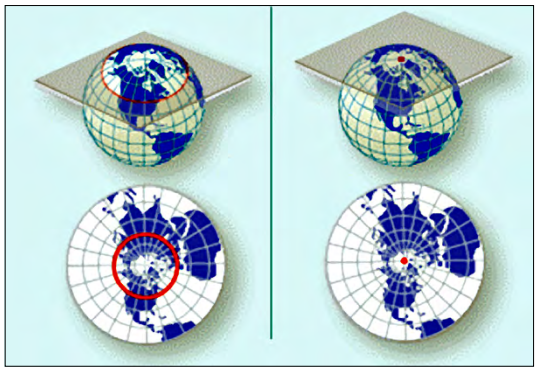


Прилог 28. Гудова пројекција
Извор: www.colorado.edu

Совјетски географи користили су на исти начин Екертову пројекцију и постигли мањи степен деформација дужина и углова. У овој верзији постоји само 5 централних подневака.

Азимутне или зенитне пројекције

Ове пројекције замишљене су тако да је пројекциона раван равна површина која у једној тачки додирује Земљину површину, а ређе је сече по једном великом кругу. Углови – азимути у центру пројекције једнаки су истим угловима на Земљи и по томе су пројекције добиле име. Друго име, „зенитне пројекције" долази од тога што је у центру пројекције – пројекција зенита.



Прилог 29. Азимутне пројекције
Извор: www.research.ibn.com

Ове пројекције деле се у две групе, на **перспективне** и **неперспективне** пројекције. Разлика између њих је у томе, што прве користе перспективно пројектовање (из једне тачке пројектовања), док се код других пројектовање врши условно, односно из више тачака.

Перспективне азимутне пројекције

Перспективне пројекције је лакше објаснити графички него многе друге пројекције. Том приликом јасно су дефинисани **тачка пројектовања** и њен положај, затим **пројекциони зраци** међу којима је и **централни пројекциони зрак**. Он пролази кроз центар земље и пада на пројекциону раван под правим углом. То је уједно и додирна тачка која се зове **централна тачка пројекције**.

Као и код других пројекција, и овде положаји пројекционих равни могу бити такви да Земљину површину додирују у тачки пола (поларне), у некој тачки на екватору (екваторијалне) и по било којој другој тачки (косе). Пројекциона раван може Земљину лопту да додирује у једној тачки или да је сече по линији великог круга. Према положају тачке пројектовања ове пројекције деле се на **ортографске, спољне**, **стереографске**, **унутрашње** и **централне**.

За све азимутне пројекције карактеристично је:

1. Сви велики кругови који пролазе кроз централну тачку, на карти су зракас-

те праве линије чији углови одговарају азимутима на Земљиној површини.
2. Све тачке које су на Земљи једнако удаљене од централне тачке, на карти имају форму круга.
3. Сви елементи на карти очувани су у једној тачки, код верзије са додирном пројекционом равни, или по једној линији код верзија са секућом пројекционом равни. Деформације расту по концентричним круговима, сагласно са удаљавањем од централне тачке.

Ове карактеристике условиле су и распоред и изглед географских координата. Оне су најлакше препознатљиве на поларним пројекцијама. Без обзира на положај пројекционе тачке, подневци су праве линије које се зракасто шире из централне тачке, а углови између њих су једнаки. Упоредници су концентрични кругови са заједничким центром у централној тачки. Деформације зависе од растојања између упоредника.

Ортографске пројекције

Код њих је тачка пројектовања бесконачно далеко, тако да су пројекциони зраци паралелне линије и сви на пројекциону раван падају под правим углом. Географске координате имају исти изглед без обзира на удаљеност пројекционе равни од центра лопте. За њих је карактеристично константно смањивање растојања свих линија према периферији пројекције. То се најбоље уочава код упоредника на поларној верзији пројекције.

Тачка пола, централна тачка је и једино место нултих деформација. Такође, дужине правца исток–запад (дуж упоредника) нису деформисане, што пројекцију сврстава у групу еквидистантних. Дужине правцем подневака и површине се константно смањују према периферији пројекције, да би се на екватору потпуно изгубили. У истом паравцу расту и деформације углова и на екватору достижу максималне вредности.

Табела 14. Таблица деформација за ортографске пројекције

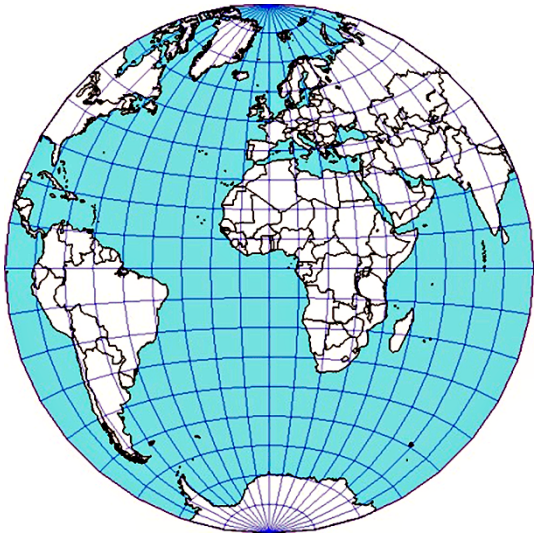
z	m	n	P	ω
0°	1,000	1	1,000	0°00’
15°	0,966	1	0,966	1°59’
30°	0,866	1	0,866	8°14’
45°	0,707	1	0,707	19°45’
60°	0,500	1	0,500	38°57’
75°	0,259	1	0,259	72°09’
90°	0,000	1	0,000	180°00’

z – растојање од центра пројекције

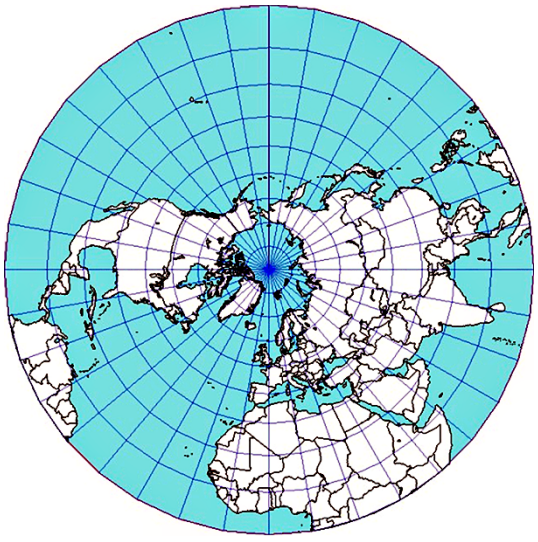
Ортографским пројекцијама могуће је приказати само једну половину Земље. По правилу, због прогресивног раста деформација, приказују се знатно мање зоне. Поларна верзија пројекције користи се често за израду ситноразмерних карата Арктика и Антарктика, а хоризонтална верзија користи се за израду карата појединих континената. Екваторијална ортографска пројекција примењује се приликом израде карата Месечевих полулопти.

Стереографске пројекције

Код стереографских пројекција пројекциона тачка је на Земљиној површини, а пројекциона раван је додирује на супротној страни или је сече по великом кругу. У оба случаја географске кординате имају исти распоред, а разлика је једино у размери карте. Код верзије пројекције са секућом равни размер се мења од 0,5 до 1, а код верзије са додирном равни мења се од 1 до 2. За географске координате карактеристично је да се растојања између линија повећа-



Прилог 30. Азимутна ортографска пројекција
Извор: www.colorado.edu



Прилог 31. Азимутна стереографска пројекција
Извор: www.research.ibn.com

вају ка периферији пројекције. Упоредници и подневци увек се секу под правим углом чиме је постигнута конформност деформација. Ове пројекције имају још једну посебну карактеристику коју нема ниједна друга пројекција. Сви кругови уцртани на лопти, без обзира на величину, на овој пројекцији задржавају исти облик.

Табела 15. Таблице деформација за стереографске пројекције

φ	Секућа пројекциона раван			Додирна пројекциона раван		
	n = m	P	ω	n = m	P	ω
0°	1,000	1,000	0°00'	1,000	1,000	0°00'
15°	0,795	0,631	0°00'	1,017	1,035	0°00'
30°	0,667	0,444	0°00'	1,072	1,149	0°00'
45°	0,586	0,343	0°00'	1,172	1,375	0°00'
60°	0,536	0,287	0°00'	1,333	1,778	0°00'
75°	0,509	0,257	0°00'	1,589	2,524	0°00'
90°	0,500	0,250	0°00'	2,000	4,000	0°00'

Стереографске поларне и екваторијалне пројекције примењује се за израду карата Земљиних полулопти. Хоризонталне пројекције користе се за израду крупноразмерних карата мањих делова Земље па чак и катастарских планова (Мађарска, Холандија, Француска).

Централне пројекције

Код ових пројекција пројекциона тачка је у центру Земље, а пројекциона раван додирује је у било којој тачки. Због близине тачке и равни пројектовања дисперзија пројекционих зракова ка периферији пројекције је велика. То доводи до прогресивног раста деформација, које на периферији достижу бесконачне вредности. Пројекциони зраци постају паралелни са равни пре снимања читаве Земљине полулопте. Због великих деформација, ретко кад се сними више од једне шестине површине Земље.

Изглед мреже координата веома је карактеристичан. Без обзира на положај пројекционе равни, на овој пројекцији сви велики кругови су увек праве линије. То се односи и на екватор, као и на све подневке. Специфичност ове пројекције је да све праве линије повучене на карти представљају ортодроме. Према карактеру деформација ово је произвољна пројекција.

Табела 16. Таблица деформација за поларну централну пројекцију

φ	n	m	P	ω
90°	1,000	1,000	1,000	0°00'
75°	1,072	1,035	1,110	1°59'
60°	1,333	1,155	1,540	8°14'
45°	2,000	1,414	2,828	19°45'
30°	4,000	2,000	8,000	38°57'
15°	14,928	3,862	57,676	72°09'
0°	∞	∞	∞	180°00'

Спољне пројекције

Спољне пројекције чине неку врсту прелаза између ортографских и стереографских пројекција. Оне су у суштини мање униформне од претходно приказаних перспективних азимутних пројекција, јер овде постоји слободан избор положаја тачке пројектовања. Због тога и постоји неколико верзија ове пројекције, које по правилу добијају називе по ауторима. Најпознатије

Прилог 32. Хамерова пројекција
Извор: www.colorado.edu

су Лаирова, Цемсова, Хамерова и Кларкова спољна пројекција. Према карактеру деформација све оне спадају у групу произвољних пројекција.

Француски астроном Филип де ла Лаир је у другој половини 17. века предложио пројекцију код које је удаљеност тачке пројектовања D = 1,7071 R (око 11.000 km од Земљине површине). Код ње су растојања између упоредника (код поларне верзије), према периферији до средњих географских ширина све већа, а касније се смањују. Овде постоје деформације свих елемената, али су деформације дужина и површина мање него код стереографске, а деформација углова мање него код ортографске пројекције.

Табела 17. Таблица деформација за Лаирову пројекцију

φ	r	n	m	P	ω
90°	0,00	1,000	1,000	1,000	0°00'
75°	4,17	1,013	1,004	1,016	0°31'
60°	8,38	1,052	1,013	1,066	2°09'
45°	12,63	1,121	1,025	1,149	5°08'
30°	16,92	1,227	1,030	1,263	9°59'
15°	21,18	1,337	1,010	1,391	17°42'
0°	25,26	1,586	0,929	1,473	33°17'

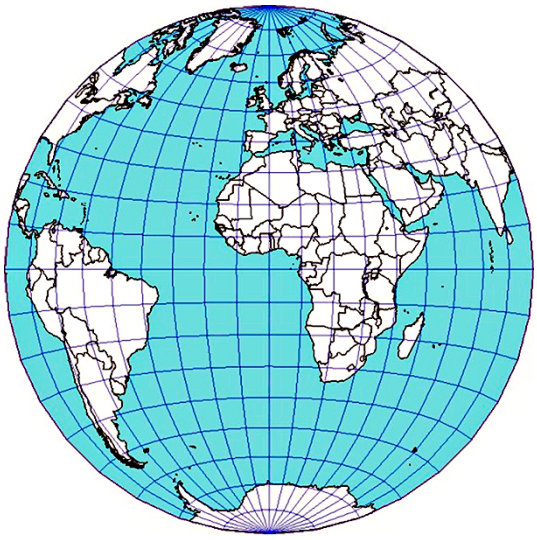
Због мањег степена деформација Лаирова пројекција има честу примену. Често се користи за картирање северне и јужне полулопте, поларних области и за картирање мањих регија.

Неперспективне азимутне пројекције

Сличност ове групе азимутних пројекција са перспективним пројекцијама је, да је и овде пројекциона раван равна површина која Земљу додирује у једној тачки или је сече. Разлика је у томе што се овде пројектовање географских координата не врши из једне тачке, већ се она конструише условно. Постоји низ верзија ове пројекције, а овде ће бити поменуте само Ламбертова и Постелова.

Ламбертова пројекција

Пројекција је добила назив по немачком астроному Јохану Хенриху Ламберту, који ју је још у 18. веку први предложио. Мрежа паралела конструише се тако, што се (код поларне) повлаче као концентрични кругови, чији су полупречници једнаки правим линијама које на глобусу повезују пол са упоредником. Растојања између њих, смањују се од пола ка периферији карте. Ламберт је постигао еквивалентност. Она се огледа у томе што је површина круга који описује свака паралела, једнака калоти коју та паралела ограничава на глобусу. Исте карактеристике имају и деформације на екваторијалној и косој верзији ове пројекције.



Прилог 33. Ламбертова пројекција
Извор: www.research.ibn.com

Табела 18. Таблице деформација за косу Ламбертову пројекцију

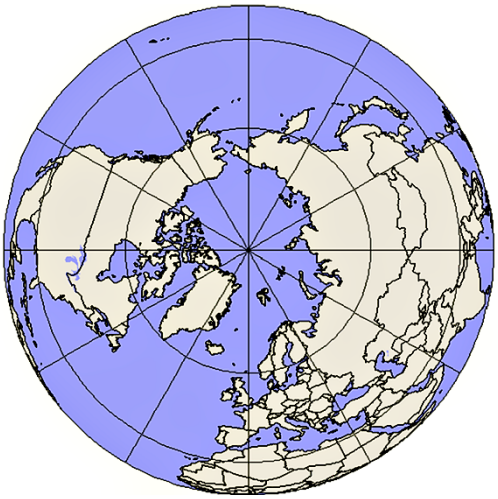
z	r	μn	μm	P	ω
0°	0,000	1,000	1,000	1	0°00'
15°	16,632	0,991	1,009	1	0°59'
30°	32,979	0,966	1,035	1	3°58'
45°	48,762	0,924	1,082	1	9°04'
60°	63,711	0,866	1,155	1	16°26'
75°	77,570	0,793	1,260	1	26°17'
90°	90,101	0,707	1,414	1	38°57'

z – удаљеност од центра пројекције у степенима
r – растојање од центра пројекције у центиметрима

Због еквивалентних деформација и релативно малих деформација других елемената, Ламбертова пројекција има честу примену. Екваторијална пројекција користи се за картирање Земљиних полулопти, а косе пројекције користе се за израду карата Азије, Аустралије, Северне и Јужне Америке.

Постелова пројекција

Француски математичар Гиом Постел је још у 16. веку предложио еквидистантну азимутну пројекцију код које су растојања између упоредника једнака исправљеним луцима подневака. На поларној Постеловој пројекцији једнака су растојања између паралела на свим подневцима, на косој пројекцији само на централном подневку, а на екваторијалној пројекцији и дуж екватора.



Прилог 34. Постелова пројекција
Извор: www.research.ibn.com

Ова пројекција користи се за карте специфичне намене, као што су ваздухопловне и сеизмичке карте, код којих је важно да се из центра пројекције (аеродроама или сеизмичке станице) могу мерити азимути и растојања у свим правцима. Користи се такође и за састављање карата Неба, као и Земљиних полулопти. Карта Света израђена у овој пројекцији послужила је за амблем Уједињених нација.

Прилог 35. Амблем ОУН

Табела 19. Таблице деформација за Постелову пројекцију

φ	n	m	P	ω
0°	1,000	1	1,000	0°00’
15°	1,001	1	1,001	0°04’
30°	1,005	1	1,005	0°17’
45°	1,012	1	1,012	0°38’
60°	1,047	1	1,047	2°38’
75°	1,209	1	1,209	10°52’
90°	1,571	1	1,571	25°39’

Упоредни преглед карактеристика азимутних пројекција

Упоредни преглед карактеристика азимутних пројекција најлакше је дати поређењем њихових поларних варијанти. Основне разлике јављају се код растојања између упоредника, а од њих зависи, на једној страни, величина територије коју је могуће картирати, а на другој страни тип деформација.

Величина картиране територије зависи од тога колики део Земље је уопште могуће пројектовати једном пројекцијом, а затим и од степена пораста деформација ка периферији карте.

Код неких варијанти азимутних пројекција најпростији услови пројектовања ограничавају територију коју је могуће картирати. То је случај са ортографским пројекцијама на којима је могућ приказ највише једне Земљине полулопте и централном пројекцијом која не досеже ни до екватора. Помоћу Лаирове спољне и стереографске пројекције могуће је картирати територију већу од једне полулопте, а помоћу Ламбертове и Постелове (азимутне неперспективне) пројекције чак читаву Земљину куглу.

Степен раста деформација ка периферији је код неких пројекција такав да не дозвољава картирање читаве територије. Код централне пројекције пројекциони зраци који пролазе кроз екватор, не досежу до пројекционе равни. Код ортографске пројекције деформације на екватору се максималне. Код стереографске пројекције, на екватору дужине су два пута, а површине четири пута увећане. Код Ламбертове, Постелове и Лаирове пројекције деформације спорије расту.

Условне или конвенционалне пројекције

Условне пројекције конструишу се без замишљеног пројектовања географских координата на пројекциону раван. То се најчешће врши по неким унапред постављеним математичким условима. Овде ће бити приказани примери неколико оваквих пројекција.

Ајтовљева пројекција

Руски картограф Ајтов је у 19. веку начинио неке измене на Ламбертовој азимутној екваторијалној пројекцији. Ламбертов круг, који је ограничавао карту, Ајтов је заменио елипсом код које је екватор два пута дужи од централног подневка. Овде су задржане еквивалентне пројекције, али је омогућен приказ читаве Земљине површине. По изгледу географских координата, ова пројекција личи на Молвајдеову псеудоваљкасту пројекцију, од које се највише разликује по извијеним паралелама. Ајтовљева пројекција има честу примену за израду тематских карата Света.

Прилог 36. Ајтовљева пројекција
Извор: www.research.ibn.com

Гинтенова пројекција

Амерички картограф Ван дер Гинтен, почетком овог века, као оквир карте Света користио је круг. Хоризонтални пречник круга је екватор, а вертикални круг је централни подневак. На тај начин постигао је већу тачност у зони екватора, на рачун већих деформација у зони Земљиних полова. Све остале паралеле и подневци су лукови ексцентричних кругова. Велике деформације у вишим географским ширинама

Прилог 37. Гинтенова пројекција
Извор: www.research.ibn.com

дозвољавају картирање само дела Земље до 60-их степена северне и јужне географске ширине. Ипак, ова пројекција се доста често примењује. Према карактеру деформација то је произвољна пројекција.

Лоптаста пројекција

Ову пројекцију предложио је италијански картограф Николоци. И код ових карата оквир је круг чији полупречник одговара дужини четвртине меридијанског лука. Унутар круга уцртава се вертикални пречник који представља централни подневак и хоризонтални пречник који је екватор. Остале паралеле и подневци су лукови ексцентричних кругова. Мрежа географских координата подсећа на Постелову азимутну пројекцију и њоме се картира једна Земљина полулопта. По карактеру деформација то је произвољна пројекција.

Полиедарска пројекција

Пројектовање географских координата на овој пројекцији могуће је објаснити визуелно. Прво се читава Земљина површина (Глобус), упоредницима и подневцима изделили на велик број сферичних трапеза. Изнад сваког трапеза постави се равна пројекциона раван која додирује Земљу по средини сферичних трапеза или им се поклапају углови. Пројектовање унутар трапеза врши се ортографски. На оба начина добијају се листови карте облика трапеза чије странице одговарају страницама сферичних трапеза. Ово је, по карактеру деформација, произвољна пројекција, међутим, како се њоме картирају мали делови Земље, све деформације уклапају се у графичку тачност карте. Пројекција се примењује за израду карата до размере 1:200.000. Приликом спајања листова за приказ већих подручја појављују се као сметња приметни расцепи. Спајањем свих карата добило би се геометријско тело полиедар, који је сличан глобусу.

Избор картографске пројекције

У претходном приказу знатног броја различитих картографских пројекција наглашене су како њихове добре, тако и лоше

карактеристике. Приликом израда карата, у картографском задатку, потребно је истаћи све услове и задатке картирања. У исто време потребно је знати и све карактеристике расположивих пројекција како би се извршио што рационалнији избор. Од тог избора зависе и могућности коришћења карте.

Избор картографске пројекције зависи од:

1. намене карте
2. размера карте
3. територије коју треба картирати.

Карте могу имати различите **намене** и свака од њих или захтева одређене особине картографске пројекције или није посебно пробирљива. Овде ће бити приказани само неки карактеристични примери. Обичне информативне карте чија је намена прост приказ неке територије, које служе само као илустрација уз неки текст, или су зидне карте, немају посебне прохтеве. Код њих, приликом избора пројекције већу важност имају размер и карактер територије. Карте намењене за специфичне намене као што су мерења, навигација, неке потребе војске и сл. имају врло одређене захтеве. На пример, за навигационе карте потребан је конформан тип деформација, једноставно уцртавање локсодрома и ортодрома. Оне често користе Меркаторову и зенитну централну пројекцију. Војне крупноразмерне карте захтевају мерења углова – азимута и дужина. Због тога користе конформне пројекције, али најчешће оне пројекције код којих су све деформације у границама графичке тачности карте. Тематске карте са економским садржајима најрадије користе пројекције са еквивалентним деформацијама. Исто је и са другим тематским картама које приказују неке површине (геолошке, вегетационе, неке климатолошке карте и др.).

Размер карте тесно је везан са њеном наменом. Крупноразмерне карте данас најчешће користе конформне пројекције као што је Гаус-Кригерова, али и полиедарску пројекцију која је произвољна. Обе ове пројекције конструишу се тако да су им све деформације у оквирима графичке тачности карте. Карте средњег размера најчешће су рађене еквидистантним (ваљкастим и купастим) пројекцијама. За ситноразмерне карте најрадије се бирају произвољне или еквивалентне пројекције.

Карактер територије која се приказује на карти веома је значајан приликом избора картографске пројекције. Приликом приказивања читаве Земљине површине, најчешће се примењују Меркаторова (конформна), Молвајдова псеудоваљкаста и Ајтовљева (еквивалентна) пројекција. Источна и западна Земљина хемисфера најбоље се приказују екваторијалном стереографском пројекцијом (конформна) и екваторијалном Ламбертовом неперспективном пројекцијом (еквивалентна). За приказ Земљиних полулопти најчешће се користе поларна стереографска пројекција (конформна) и поларна Постелова неперспективна пројекција (еквидистантна). За приказ појединих континената и држава користе се оне пројекције, чије се линије нултих деформација поклапају са дужим осама тих регија, а зоне толерантних деформација поклапају већи део територије. На пример, за приказ Европе најчешће се користе купасте и Бонова псеудокупаста пројекција. За приказ Америка користе се поликонусне пројекције, од којих је једна и добила име „Америчка". Африка се често приказује Сансоновом псеудоваљкастом пројекцијом (еквидистантна) итд. Приликом картирања територије велике Југославије коришћене су управне купасте пројекције. И најновија Југославије у издању Војногеографског института (1995) израђена је у Ламбертовој секућој купастој пројекцији.

Геодетска основа

Геодетска основа је геометријска основа без које не би било могуће премеравање већих делова Земље и њихово картирање. Њу чине тачке које су на земљишту означене трајним белегом, а за које су утврђене географске или правоугаоне координате, као и надморска висина. То су бетонски, камени стубови укопани у земљу или металне ознаке уграђене у зид неке веће грађевине. Називају се **ослоне тачке** и од њих полазе сава мерења на Земљи. Ознаке за које су одређе-

не координате називају се **тачкама планиметријске основе**, и за њих су, по правилу, одређене и апсолутене висине. Ознаке на којима је одређена само апсолутна висина зову се **тачкама алтиметријске основе**.

За састављање садржаја топографских карата користе се ослоне тачке и правоугла координатна мрежа. За састављање средњеразмерних и ситноразмерних карата користе се географске координате. Тачност премера и картирања зависи од броја и међусобне удаљености ослоних тачака. За израду крупноразмерних карата потребно је више ослоних тачака, као и краћа растојања, како грешке при мерењу не би биле веће од графичке тачности размерника.

По критеријуму начина одређивања положаја ослоних тачака и њиховој улози у премеру деле се на неколико категорија:

1. астрономске тачке,
2. тригонометријске тачке,
3. полигонске тачке,
4. нивелманске тачке.

Астрономске тачке су белези чије су координате најтачније одређене. За то се користе астрономске методе. Географска ширина одређује се тачним мерењем зенитног растојања, а географска дужина одређује се на основу разлика између месног времена тачке и месног времена почетног меридијана (Гриничког). Азимут према некој суседној тачки одређује се уз помоћ правца према Северњачи. Астрономски методи који се користе, захтевају скупе инструменте и дуже време погодно за осматрање. Ово дуго и скупо означавање ослоних тачака неопходно је за успостављање мреже ослоних тачака нижег ранга. Због тога је број астрономских тачака мали и оне су на растојању од 60 до 100 km.

Слика 4. Тригонометријска тачка

Тригонометријске тачке су оне код којих се положај (географске координате и апслутна висина) одређује тригонометријским методом. Оне се постављају на местима са којих постоји добар преглед околног земљишта и то тако да се са њих виде све околне тачке. Тригонометријске тачке постављају се тако да када се повежу правим линијама начине мрежу троуглова. На терену морају да буду лако уочљиве, па се, ако нису постављене на маркантне грађевине (најчешће цркве), означавају се високим дрвеним или металним пирамидама. Оне су посебно високе на непрегледном и шумском земљишту. Формирање мреже тригонометријских тачака почиње од оближње астрономске тачке и врши се мерењем хоризонталних и вертикалних углова ка суседним тачкама. За то се користи теодолит. Сем тога, измере се и линијска растојања између суседних тачака. На тај начин одређују се координате планиметријске основе и релативне висине свих тачака. Овај метод назива се **триангулација**, од латинске речи триангулум – троугао. Њега је предложио Холанђанин Снелиус 1617. године као метод за посредно мерење великих дужина. То је чинио конструкцијом мреже троуглова са заједничким страницама. За ту сврху конструишу се мали троуглови чије је странице лако прецизно измерити. После тога, лако се тригонометријским методама мере све линије које повезују било коју тачку те мреже, без обзира на њихову дужину. За конструкцију ове мреже потребно је било мерење углова свих троуглова. То је било могуће проналаском инструмента кипрегел, намењеног за мерење хоризонталних углова.

Ширење тригонометријске мреже ослоних тачака врши се поступно. Прво се читава територија покрије мрежом великих троуглова, а затим се унутар ње поступно образује све гушћа и гушћа мрежа. У нашој геодетској пракси користе се четири кате-

Слика 5.
Оптички теодолит

Слика 6.
Нивелир

горије тригонометријских тачака, од којих су тачке I реда међусобно удаљене и преко 20 km, тачке II реда од 9 до 25 km, тачке III реда од 3 до 13 km, а тачке IV реда од 1 до 3 km. Мрежа првог реда служи као основица од које се поступно разрађују мреже нижег ранга. Упоредо са мерењем дужина страница троуглова и азимута њихових праваца врше се и провере тачности мерења.

Полигонске тачке. Тригонометријске ослоне тачке не дају довољно густу триангулациону мрежу за детаљан премер земљишта и одређивање тачног положаја објеката који се уцртавају у крупноразмерне карте и на планове. Чак и код тачака четвртог реда дужина странице троугла је од 1 до 4 km, што не обезбеђује довољну прецизност. Због тога се одређују ослоне тачке нижег ранга које се зову полигонске тачке. Њихова растојања су знатно мања и варирају од 100 до 300 m.

Нивелманске тачке. На овим ослоним тачкама одређене су апсолутне висине. Као нулта висина рачуна се средњи ниво мора. Због сталних осцилација нивоа мора (таласи, струје, сешеви, мене) средњи ниво одређује се дугим регистрацијама свих осцилација и израчунавањем средње вредности. То се врши инструментима који се зову мареографи. Они региструју на траци све осцилације морског нивоа.

На далматинској обали успостављено је неколико таквих тачака (Ровињ, Бакар, Сплит, Дубровник, Херцег Нови, Улцињ). Уз црногорски део обале сада не функционише ни један мареограф. Наша картографска пракса још увек користи мрежу нивелманских тачака засновану на тршћанском мареографу постављеном на молу Санторио. На основу његових мерења из 1875. године, на згради царинарнице уграђен је репер на висини од 3.352 m изнад средњег нивоа мора. На основу њега, поступним одређивањем висина нивелманских тачака према унутрашњости, одређене су висине прво југословенских земаља које су припадале Аустрији, а после Првог светског рата и других југословенских земаља. Растојања између нивелманских тачака су од 500 до 1.000 m на отвореним теренима, а од 200 до 300 m у насељима. Најчешће имају форму металних репера уграђених у зидове трајнијих грађевина. Њихове висине одређују се нивелирским дурбинима и нивелирским летвама.

ГЕОГРАФСКИ ЕЛЕМЕНТИ КАРТЕ

Картографски знаци

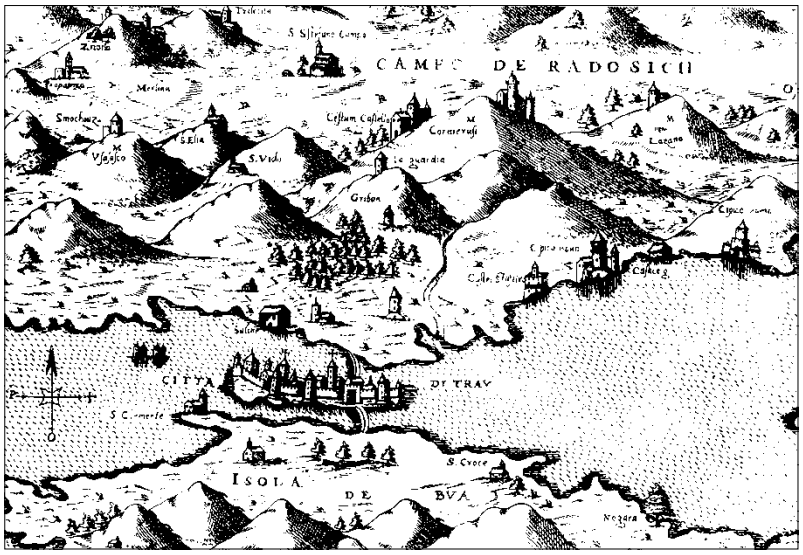
Географски елементи карте представљају главни садржај општегеографских карата. Он се уцртава помоћу **картографских** или **топографских знакова** (на топографским картама) који су у наведеној дефиницији карте означени као **посебан графички начин приказивања појава**. Та посебност остварује неке специфичне карактеристике географске карте по којима се она суштински разликује од свих осталих начина приказивања Земљине површине. Основне такве особине су, на пример, приказивање појава врло малих димензија, које, по правилу, због размере карте није могуће приказати, затим, могуће је на равној новршини карте приказати рељеф као тродимензионалну појаву. Картографским знацима могуће је приказати појаве које пројектовањем (посматрањем) из висине није могуће видети или, као неке квантитативне и квалитативне карактеристике појава, које нису доступне чулу вида. Градирањем уочљивости појединих знакова по критеријуму важности, а без обзира на њихову димензију, на картама је могуће истаћи жељене приоритете.

Картографски знаци појављују се на картама релативно касно, тек у време појаве модерних карата. У ранијим периодима картографије, географски садржај уцртаван је на карте много конкретније и по томе су се географске карте мало разликовале од ликовних приказа Земљине површине. Такав начин приказивања остваривао је на картама изузетну очигледност, а то је постизано на рачун тачности и прецизности приказа локације појаве.

До средине 18. века основни садржај карата (планине, шуме, насеља, тврђаве и др.) приказиван је на картама перспективно. Тај приказ заснивао се или на тачном изгледу појава (код важнијих обејеката) или је дат уз извесно уопштавање, шематизовање. Та уопштавања су била први кораци ка конструкцији картографских знакова. Још нешто је на тим картама подсећало на савремене картографске знаке – то је био приказ мора, река, путева и других појава које нису имале висину и због тога нису могле бити приказиване перспективно. Овакав начин израде карата имао је низ предности, пре свега наглашену очигледност. Због тога оне по правилу нису имале, а нису ни морале имати, легенду која је обавезан редакцијски елеменат садржаја сваке савремене карте. Међутим, такви прикази појава заузимали су велике површине и због тога није било могуће утврдити њихов тачан положај, растојања између појава и међусобни размештај. Сем тога, велике димензије оваквих слика ограничавале су број појава које је било могуће уцртати на карту. Ови недостаци у то време нису били уочљиви јер још увек није постојао тачан премер земљишта ни подаци о тачном положају објеката. То је постала преокупација картографије тек од ноловине 18. века, када је геодезија ушла у катографску параксу и када су картографи постали способни да измере тачан положај свих појава које чине географски садржај карте.

Особине картографских знакова

Прелаз од перспективног приказивања географског садржаја, ка картографским знацима био је постепен и та еволуција примећује се још увек. Један од првих знакова те еволуције био је знак форме кружића који је уцртаван унутар простране перспективне слике града, а која је означавала тачан положај тог насеља. То је вероватно био разлог што се на ситноразмерним картама усталио кружић



Прилог 38. Пример старе карте са ликовним начином приказивања појава
Извор: Laubert, 1988

као основа за конструисање картографског знака за насеље. Наиме, временом је нестала импресивна перспективна слика града, а остао је само мали апстрактан кружни знак, који тачно означава његов положај. И остале перспективне представе нестају са карте, а замењују их мали геометријски знаци од којих само неки задржавају елементе перспективног приказа.

Картографски знаци мањих димензија омогућили су тачан приказ положаја појава, а сем тога и уношење на карту далеко већег броја појава које представљају географски садржај једног предела. У исто време, њихове форме постају далеко једноставније, уопштеније и мање разумљивије. Прецизност карата неминовно је довела до смањења њихове очигледности. Легенде на картама постају неопходне и постају редован садржај који кореспондира између карте и корисника, али који знатно успорава непосредно коришћење карте.

Повећање броја знакова, које је довело до смањивања очигледности, наметнуло је низ захтева приликом њихове конструкције. Они се углавном могу свести у четири тачке:

1. да су знаци једноставног облика,
2. да су знаци очигледни,
3. да не заузимају велику површину, а да су лако уочљиви и
4. да су знаци лепи.

Инсистирање на **једноставном облику** картографских знакова важно је из два основна разлога. Први разлог је чисто практичне природе. Наиме, једноставан облик знакова олакшава цртање, као и репродуковање карата. Посебно је упутно да се знаци могу уобличити у било којој форми шаблона, што у великој мери убрзава цртање и обезбеђује истоветност свих знакова који приказују исту врсту појава. Једноставан облик је добра гаранција да ће знак приликом штампања задржати лаку препознатљивост.

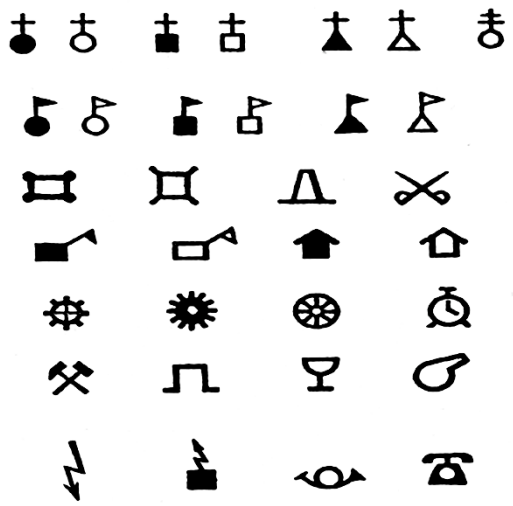
Очигледност знакова олакшава коришћење карата. То на неки начин треба да обезбеди основну карактеристику карте, а то је моментална и комплексна информација о територији. Неразумљиви картографски знаци захтевају често консултовање легенде, што умањује комплексност слике. Исто важи и за топографске карте код којих је број знакова велик. Очигледност и лака препознатљивост картографских знакова постиже се тако што они на било који начин, подсећају на појаву коју представљају. За то постоје неке препоруке.

Величина знака мора да одражава величину или значај појаве. То се примењује не само код појава унутар једне групе појава, већ се на тај начин наглашавају важније и мање важне сродне групе појава.

Код вишебојних карата, избором боје којом се знак црта доприноси се њиховој очигледности. Устаљена је пракса да се вегетација приказује зеленом бојом, воде плавом, рељеф мрком бојом и сл.

Форме знакова, кад год је то могуће, на неки начин подсећају на појаву или неку њену карактеристику. Најбољи резултати постижу се када појава има неку карактеристику која се може означити јасним и једноставним симболом. Ипак, таквих случајева нема много. Најбољи примери можда су воденично коло за приказ млина, крст за приказ хришћанских религиозних појава, преломљена стрелица за приказивање појава везаних за електричну енергију и сл. Слични ефекти постижу се цртањем знака као упрошћеног профила појаве. На топографским картама тако се цртају куле, ветрењаче, ђермови, маркантно дрвеће и сл. Мало мања, али не и занемарљива очигледност постиже се цр-

тањем знакова у форми њихове вертикалне пројекције. Тако се приказују куће, мостови, бунари и сл. Вертикална пројекција се најдоследније примењује код приказивања појава великих димензија. Оне се приказују у размери карте, и ако то размер и тип деформација дозвољавају, могу се мерити њихове ширине, дужине и површине (језера, мора, шумски комплекси и сл.). Код појава које су издужене само у једном правцу (потоци, путеви, пруге) у размери карте уцртана је само њихова дужина. Знаци који представљају појаве релативно малих димензија приказују се ванразмерним знацима.



Прилог 39. Топографски знаци

Очигледност знакова постиже се и на тај начин што се за приказ сродних појава користе слични знаци. Обично све њих прати један битан детаљ, који треба да буде очигледан и разумљив.

За постизање очигледности картографских знакова није занемарљива ни традиција, односно навике корисника карте. Наиме, постоје устаљени знаци који по до сада наведеним карактеристикама нису посебно очигледни, али су корисници карата на њих навикли и самим тим су препознатљиви (пруга, рудник, развалина, споменик). Због тога није препоручљива замена устаљених знакова, новим формама, док се за то не појаве важни разлози. Многи од таквих знакова примењују се на картама различитих размера без икаквих измена.

Придржавање ових принципа својствено је свим картографским продукцијама у свету и то је разлог што су у читавом свету картографски и топографски знаци у великој мери слични, а карте су једно од најуниверзалнијих средстава споразумевања.

Захтев да су картографски знаци **малих димензија**, а у исто време **лако уочљиви**, наизглед је контрадикторан. То је, међутим, неопходно. Карте свих размера стално су у сукобу две могућности, јасног и очигледног приказа једне територије, и што садржајнијег приказа. Очигледан приказ захтева знаке довољно великих димензија, међутим, они се тада издвајају из размере карте и називају се „ванразмерним знацима". Многе појаве које у природи имају мале димензије приказују се ванразмерним знацима. Њихов број је знатан. Такве су, на пример, ослоне тачке које и у природи имају димензију тачке, електрични водови који имају занемарљиву ширину, пешачке стазе које се уносе на топографске карте, а у природи нису шире од пар десетина центиметара (у размери 1:25.000, 50 cm у природи је 0,02 mm на карти). Линије таквих дебљина није могуће уцртати на карту, а и знатно дебље линије биле би на картама непрепознатљиве. Исти проблеми појављују се и код означавања знатно већих објеката. На пример, знак у облику правоугаоника оријентационе величине 1x2 mm, уобичајен за приказ обичне куће, на топографској карти размера 1:25.000 имао би величину 25x50 m.

Ванразмерним знацима картографија решава проблем уочљивости знакова и прегледности карата. У исто време то ствара проблем графичке оптерећености карте. Наиме, повећавањем димензије знак заузме и околни простор који често има неки важан географски садржај и који тада није могуће уцртати. Због тога треба наћи компромис и димензије знакова не повећавати прекомерно.

Димензије знакова зависе и од намене карте. Најмања су њихова увећавања на топографским картама, код којих је веома важна детаљност и богатство садржаја. Код карата средње размере захтева се већи степен прегледности што се постиже на рачун садржаја који је оскуднији. Већа прегледност постиже се знатним повећавањем димензија картографских знакова. Та тен-

денција најуочљивија је на зидним картама ситних размера. Код њих се приказује само двадесетак појава, али су димензије знакова толико увећане, да се читав садржај јасно види са великог одстојања. Прегледност ових карата је највећа.

Последњи захтев који се поставља приликом конструкције топографских знакова није директно везан за тачност, прегледност и очигледност као што је случај са претходна три. Овај четврти захтев везан је за **естетски изглед** знакова, а тиме и читаве карте. Естетски квалитети употпуњују комплекс квалитета које има овај начин приказивања Земље. То се постиже обликом знакова, неким детаљима на њима, дебљином линија, коришћењем више боја, складним низовима нијанси боја, густином растера односно топлином боја, избором типа слова за називе на карти, па чак и избором пројекције.

Моделовање лепих знакова у великој мери је ограничено захтевима да они буду једноставни за цртање и штампање, као и захтевом да имају што мање димензије. На старим картама естетској страни посвећивано је много више пажње, па су чак уношени многи украси невезани за садржај. То су украшене руже ветрова, рибе, бродови, митолошка бића и др. Повећањем прецизности карата ови прикази се губе. Ипак, на доскора рађеним топографским картама знаци су имали низ украсних детаља. На најновијим картама знаци се све више поједностављују да би се смањиле њихове димензије, олакшало цртање, убрзала и појефтинила израда и сл. Сва та упрошћавања знакова иду на рачун њихових естетских кавалитета, па чак и очигледности.

Избор боја је такође значајан естетски елемент карте. Вишебојне карте ту имају апсолутну предност, међутим, и међу њима постоје огромне разлике. Јасне и контрастне боје поред лепог изгледа, доприносе и јасном приказу ареала (шума, море, језеро, вртови). Складан низ боја доприноси очигледности приказа рељефа и дубина мора. На картама, по правилу, лепше изгледају згуснутије од бледих боја.

Од избора слова за означавање назива на карти зависи како естетска страна карте тако и њена очигледност. Препоручује се примена више типова, величина и боја слова јер то, поред осталог, доприноси и очигледности. Лепша су већа и дебља (масна) слова, али као и код картографских знакова, она заузимају веће површине.

За естетски изглед ситноразмерних карата, карата света, важан је и избор картографске пројекције. Велике деформације северне и јужне периферије карте, по правилу нарушавају леп изглед. То је типично за Меркаторову и изоцилиндричну пројекцију.

Положај картографских знакова

Картографија настоји да се картографски знаци уцртавају тачно на оном месту на карти које одговара положају појаве у природи. Ипак, постоје и нека компромисна решења која су наметнута због димензија појава у природи и размере карте. Та два мерила поделила су све знаке у три велике групе:

1. **контурне знаке**,
2. **линијске знаке** и
3. **ванразмерне знаке**.

Контурни знаци

Примењују се за појаве које у природи заузимају толику површину да их је у одређеној размери могуће приказати правим димензијама. То значи да су они заправо вертикалне пројекције појава. На картама се оне означавају контурама (ограђене површине), бојама (шуме, језера, мора) или шрафуром (пашњаци, мочваре, виногради).

Контурни знаци су најбољи јер пружају информацију о тачном положају појаве и о њеним димензијама. Ипак, њихова примена је доста ограничена размером карте и избором знака. Број појава које се приказују контурно опада са смањивањем размере. На пример, код планова тај број је велик и на њима се чак и зграде уцртавају контурно. Код карата ситнијих размера контурне знаке у све већој мери замењују ванразмерни знаци. Дебеле линије које ограничавају контуре, бледе боје којим су површине ограничене или крупни шрафурни знаци не дозвољавају означавање малих површина на

карти. Када је то графички могуће често су такве ознаке неразумљиве. Пракса је показала да минимална површина коју је могуће означити контурним знаком износи од 2 до 4 mm². На зидним картама није могуће контурно приказати ни тако мале површине.

Линијски знаци

Примењују се за конструкцију картографских знакова за појаве које имају изразито нагалашену дужину (потоци, путеви, пруге, границе). Код ове групе знакова тачно су означена само дужина и положај појаве док је њена ширина тачно означена само у неким случајевима.

Код многих ових знакова ширина мора да буде повећана и ванразмерно приказана због тога што је у природи исувише мала да би могла да буде приказана у размери (електрични водови, ограде, мали потоци, стазе) или зато што је појава толико важна за садржај да мора бити визуелно наглашена (путеви, пруге, реке на ситноразмерним картама). Неке од тих линија на картама имају и функцију географских оријентира, тако да је то још један разлог визуелног наглашавања.

Линијски знаци конструишу се у виду тачкастих, испрекиданих, танких, дебљих линија, паралелних линија и широких трака, зависно од ширине и значаја појаве коју означавају. Приликом градирања знакова за путеве, почевши од оних најнижег ранга (пешачка стаза местимично неуочљива на земљишту) до знака за ауто-пут, јасно се манифестује онај општи принцип, да се важније појаве означавају уочљивијим знацима. Код знакова за реке, зависно од размера карте, кад год је то могуће у размери се означава и њихова ширина. На картама размера 1:25.000 то је могуће постићи већ код река ширих од 10 m, на картама размера 1:50.000 код река ширих од 25 m итд. Тада и ови прикази имају све карактеристике контурних знакова. Код свих знакова чија ширина је ванразмерна, тачан географски положај појаве је на средини знака. Знаци за појаве које су поред њих, сразмерно су измештени.

Проблем код примене оваквих знакова ванразмерне ширине јавља се када треба приказати неколико паралелних појава (нпр. река, пут, пруга и дрворед). Тада се практикује да тачан географски положај задржи природна линија (река), јер она служи и као основа за интерполацију изохипси. Остале паралелне линије и објекти уз њих поступно се измештају, тако да се ради очувања верних односа положаја, нарушава њихов тачан математички положај.

Ванразмерни знаци

Тешко је повући тачну границу између свих линијских и ванразмерних знакова јер се неки објекти који имају наглашену једну димензију приказују линијски (дуги мостови код којих је могуће мерити дужину) док се исти објекти мањих дужина приказују приказују ванразмерним знацима. Препознавање ванразмерних и линијских знакова, у таквим случајевима врши се посредно, на основу начина приказивања реке преко које мост прелази и сл.

Ванразмерни знаци карактеристични су за приказивање појава малих димензија, које није могуће контурно представити, а да буду очигледни и препознатљиви. Ови знаци на карти заузимају већу површину од оне коју та појава заузима у природи. То оптерећује карту и намеће потребу већег степена генерализације. Повећане димензије знакова намећу проблем одређивања положаја појава на карти. Тај проблем решава се применом неких правила приликом њиховог уцртавања:

1. Знаци који имају облик геометријских слика (круг, квадрат, правоугаоник, троугао и др.) уцртавају се тако да је тачан положај појаве у тачки тежишта.
2. Код знакова које чине две укрштене линије без додатног знака у подножју, положај објекта је на пресеку линија (рудник, плићак, крст као погранична ознака).
3. Знаци који личе на појаву гледану са стране (маркантно дрво, ђерам, путоказ) уцртани су тако да је положај појаве у тачки подножја или на средини основе знака.
4. Код знакова који имају облик вертикалне пројекције тачан положај објекта је на половини њихове дуже осе (мањи мост, брвно, пропуст и др.).

5. Знаци који су конструисани као комбинација две или више фигура, уцртавају се тако да је положај објекта одређен по доњем знаку (фабрика, црква, парна црпка и др.).

Већина знакова, односно сви они који имају форму појаве посматране са стране, оријентисани су правцем север–југ. Знаци који имају облик вертикалне пројекције оријентисани су као и појава у природи.

Да би се избегао велик број топографских знакова, неке њихове основне форме ближе се објашњавају словима, скраћеницама, потпуним називима и бројевима. Слова и скраћенице означавају њихов положај унутар вишег родног појма (на пример, уз знак за мајдан скраћенице м - означавају мајдан мермера, к - камена, ш - шљунка и др.). Бројевима се означавају неке квантитативне карактеристике појава као што су релативне висине или дубине, ширине путева, носивост мостова и друго.

Број картографских знакова зависи од размере карте, њене намене, као и од разноврсности садржаја на картираној територији. Опште је правило да број знакова опада упоредо са смањивањем размере карте. На нашим картама основног државног премера размера 1:5.000 користи се око 500 топографских знакова, на топографској карти размера 1:25.000 користи се око 400 знакова и њихових варијанти, предратне карте размера 1:50.000 користе око 250 знакова итд. Код ситноразмерних карата број знакова своди се тек на пар десетина.

Од знакова на топографским картама захтева се већи степен тачности и прецизности, као и знатна очигледност како би се карте користиле уз минимално консултовање легенде.

Садржај општегеографских карата

Задатак општегеографских карата је да што верније прикажу једну територију са свим њеним природним карактеристикама и изграђеним објектима. Прецизност и детаљност тог приказа зависи од размере, али основни садржај карата свих размера је исти. Он мора да обухвати размештај копна и мора, рељеф, хидрографске објекте, насеља, комуникације, државне границе, а карте крупног размера садрже и знаке за биљни покривач, привредне и комуналне објекте, културно-историјске објекте. Приоритети њихових приказа нису изразити и углавном зависе од карактера стања на терену.

Хидрографија

Хидрографски објекти су неизбежан садржај свих општегеографских карата. На тај начин прво се изврши најважнија подела земљине површине на акваторију, односно површину мора и територију, односно копнену територију. Ни уцртавање површинских хидролошких појава на копненим површинама није мање важно. Многи хидролошки објекти представљају веома маркантан део садржаја природне средине (реке, језера, канали). Сем тога, многи од њих имају изузетан економски значај, положај речне мреже усаглашен је са рељефним облицима, најчешће и са правцима комуникација, положајем насеља и сл. Велике реке на картама имају и функцију природних оријентира. Све су то разлози због којих је основна хидролошка ситуација неизоставан садржај, не само свих општегеографских, већ и знатног дела тематских карата. Хидролошки објекти су географски елеменат који се први уноси на карту и према коме се прилагођава приказ свих других појава.

На карте је потребно уцртати:

1. све географске елементе обалских линија мора и језера,
2. речне системе са свим важнијим детаљима,
3. све квалитативне и квантитативне карактеристике објеката на обалама мора, језера и река,
4. што верније просторне односе хидролошких појава са свим природним и друштвеним појавама у околини.

Најбољи резултати постижу се на вишебојним картама на којима је хидролошким појавама посвећена плава боја. На тај начин оне се јасно издвајају од свих других приказаних појава. На овим картама лакше

је визуелно градирати знаке за воде према важности. На једнобојним картама све то је много теже постићи. Водене површине се означавају шрафирањем читавих површина или приобалног појаса или шрафама форме изобата. Реке се означавају паралелним линијама, а мањи токови танким линијама или линијама које равномерно меандрирају. И поред тог специфичног приказа, водени токови се теже распознају од других линијских знакова.

На топографским картама су уцртане све значајније водене гшвршине (мора, природна и вештачка језера, локве, замочварени терени, повремено плављени терени), водени токови (извори, потоци реке, канали) и сви објекти везани за хидролошке појаве. На картама ситније размере сукцесивно се смањује број појава које се уцртавају и број детаља на њима. Избор објеката који ће бити унесени на карту зависи од њихове величине и од значаја за ту територију. На свим картама ту се појављује проблем размера који отежава уношење детаља.

Обалска линија. Уцртавање обалске линије није увек једноставан поступак. На неким деловима она може бити приметно променљива (ниске морске обале са високим плимским таласима и код језера са великим осцилацијама нивоа) и тада се на кар-тама примењују прикази и горње и доње обале. Примењују се различита графичка решења (тања и дебља линија, континуирана и испрекидана линија, текстуална објашњења, шрафирана повремено плављена зона и сл.). Када су промене положаја обалске линије толико мале да су у размери карте занемарљиве, уцртава се само једна линија. Код копнених карата уцртава се линија средње високе воде, а код поморских карата уцртава се линија средње ниске воде.

Постоји и проблем приказа повремених језера и сезонски плављених крашких поља. Код њих се површина дна приказује као и друге копнене површине, а граница плављене површине означава се испрекиданом плавом линијом. Тај приказ допуњен је текстуалним објашњењем („повремено плављено", „за време лета суво", „од III до V месеца плављено" и сл.). Текстуална објашњења смањују број различитих топографских знакова.

Број детаља који се приказује на обалским линијама зависи од размере карте. И код крупноразмерних карата, због дебљине обалске линије, често није могуће уцртати све детаље као што су мали заливи и ртови. Код карата ситнијих размера генерализација све више уопштава тај приказ. Ипак, настоји се да се знацима за приказ рељефа, вегетације, објеката и др. означи што већи број детаља на обалама, како би оне на терену биле што препознатљивије.

Величина водених површина коју је могуће приказати на карти зависи од њене размере. Код топографских карата није препоручљиво изостављање приказа неких врло малих језера, поготово ако су она изузетна појава у том крају или ако могу да послуже за сигурну идентификацију локалитета. Јасан приказ водених површина обалском линијом могућ је ако оне у размери карте заузимају најмање 2 mm^2. Све мање површине могуће је приказати једино ванразмерним знаком званим „локва". Када је на малом локалитету група малих језера или бара, приказују се периферна језера, она која означавају ареал читаве групе, а занемарује се приказ сваког језера понаособ (слично означавању малих група острва).

Морске површине на копненим картама представљају зоне од другоразредног значаја. То је један од разлога што се ту детаљима посвећује мање пажње. Изобатама се означавају дубине. На картама средње и ситне размере површине између њих попуњавају се нијансама плаве боје, а на топографским картама изобате се уцртавају само у приобалном појасу. Поред њих уносе се нумерички подаци о дубинама, подаци о плићацима и о геолошком саставу дна у приобалном појасу. На површини језера означава се надморска висина обале, карактеристичне дубине, растиње у приобалној води и друго.

Водени токови, односно потоци, реке и канали, приказују се зависно од размера карте. Када су толико уски, да је немогуће у размери приказати њихову ширину, означавају се једном линијом чија дебљина зависи од важности објекта и намене карте

(кабинетска, зидна). На топографским картама ширине великог броја токова могуће је приказати у размери и тада се уцртавају тачни положаји њихових обала. Површине између њих обојене су бледом нијансом плаве боје или су ишрафиране линијама провизорно повлаченим у правцу тока. Токови чију је ширину могуће приказати у размери морају на карти бити широки најмање 0,5 mm. Због тога се на топографским картама једнолинијски знаци по правилу не цртају дебљим линијама. На картама ситнијег размера, поготово на зидним картама, ради добре уочљивости ширине једнолинијских знакова су знатно веће и код њих се ширине река по правилу приказују ванразмерно. Очигледност приказа речне мреже једнолинијским знацима постиже се повећавањем њихове дебљине према ушћу. Такав приказ чини излишним уцртавање стрелица које означавају правац тока (често обавезних код приказа широких река на топографским картама).

Према томе, значај токова обележава се на картама сразмерном дебљином линија. Најмање значајни, повремени токови, означавају се испрекиданом линијом, а стални токови приказују се континуираним линијама ширине која одражава њихову ширину и значај. Настоји се, да се на водотоковима што верније прикажу сви значајнији детаљи (тачан положај обала, окуке, меандри, аде, песковите обале, стрме обале, пловност, газови, водопади). Поред природних карактеристика водотокова, на карте се уцртавају објекти изграђени на њима и могућности коришћења. Означавају се утврђене обале, хидротехнички објекти (одбојници, уставе, пристаништа, ледобрани), мостови и други прелази.

По правилу, на картама се не уцртавају токови који су у размери краћи од једног центиметра. Изузеци се чине када су краћи токови везани за неки други хидролошки објекат (отока језера, веза врела и реке) или су у контексту са карактеристичним облицима рељефа (облуци, одсеци, превоји). О везама хидролошких појава и осталог садржаја карте треба водити рачуна и приликом генерализације, па се многе мање хидролошке појаве задржавају на картама да се не би нарушио приказ целовитих комплекса. Због тога се сагласно са генерализацијом детаља на речној мрежи врши генерализација околних рељефних облика.

Остале хидролошке појаве. Сем великих хидролошких појава као што су мора, језера и реке, за географски комплекс неког краја важни су и неки мали објекти, какви су извори, замочварени терени, или објекти везани за њих као што су чесме, бунари, цистерне, водоводи, црпке.

Рељеф

Рељеф је физичкогеографска појава која се на карте уцртава одмах после хидролошке ситуације. Приказ рељефа је много сложенији, јер је он тродимензионална појава која се уцртава на равној површини уз захтеве да се представи егзактно и очигледно. Од доброг приказа рељефа у великој мери зависи квалитет карте јер је рељеф физичкогеографска карактеристика која можда у највећој мери условљава положај других физичкогеографских и друштвеногеографских појава, па и читавог географског склопа који чини садржај општегеографских карата.

Са свим тим проблемима сретали су се аутори карата од најстаријих времена. Најстарије карте су, међутим, више имале карактер илустрација. Прикази рељефа на њима били су само информације о постојању планине на неком локалитету и давали су оријентационе податке о њеном простирању. Први знаци за узвишења имали су карактер перспективног приказа. Неке њихове уопштене форме савремена картографија назива „крtичњацима" (ако су знаци за усамљена узвишења) или „гусеницама" (када приказују планинске ланце).

Егзактније приказивање рељефа било је немогуће јер нису постојали адекватни планиметријски и алтиметријски подаци о рељефним облицима. Након првих геодетских премера земљишта појављују се и прве егзактније представе рељефа на картама. То се дешава од друге половине 18. века, када се пред карте постављају све специфичнији задаци. Временом су издиференцирани јасни захтеви који се могу дефинисати у четири тачке:

1. ортографски приказ рељефа, чиме се постиже општа прегледност читаве површине карте,
2. тачан приказ апсолутних висина на свим тачкама,
3. тачан приказ односа нагиба на свим потезима,
4. очигледност приказа рељефа.

Први захтев непоходан је да би се унутар оквира карте могле видети све територије, без заклоњених делова својствених картама са перспективним начином приказа рељефа. Други и трећи захтев, приказ апсолутних висина и нагиба, треба да омогући егзактно сагледавање висинских односа у свим деловима карте. Последњи захтев срачунат је на постизање очигледности карата, што је један од њених основних циљева.

Током протекла два века појавило се више метода за приказивање рељефа на картама, међутим, ниједна од њих није у потпуности задовољила сва четири постављена захтева. Први захтев (општа прегледност карте) испуњавају све савремене методе. Основни сукоб јавља се приликом испуњавања другог захтева (тачног приказивања висина, односно егзактности приказа) на једној и трећег и четвртог захтева (приказа нагиба и очигледног приказа) на другој страни. Сви до сада примењивани начини приказивања могу се сврстати у четири карактеристичне групе:

1. **перспективне методе**,
2. **пластичне методе**:
   - метода шрафа,
   - метода сенки,
   - метода слојева;
3. **геометријске методе**:
   - метода кота,
   - метода изохипси;
4. **комбиноване методе**.

Перспективне методе

Перспективни начин приказивања рељефа на картама директан је наставак метода која су примењиване пре 18. века. Он користи ликовни приказ облика рељефа – како они изгледају посматрани са неке тачке испред картиране територије. Контурним линијама приказују се њихова лева и десна а сенкама и шрафама облици на предњој страни. Уколико је тачка посматрања високо, а приказ рељефа уопштен, могуће је приказати и задњу, заклоњену страну узвишења, али под врло оштрим углом.

Овакве карте раде се, углавном, на два начина: на основу фотографија (терастичких или перспективних) и на основу блокдијаграма који се израђују помоћу других карата. Егзактност овако приказаног рељефа минимална је, међутим, ово је метод који у највећој мери задовољава захтев да приказ рељефа буде очигледан. Очигледност ових карата зависи од размере, начина цртања облика рељефа и висине тачке посматрања.

Размер утиче на очигледност и прецизност приказа рељефа као и код уношења других географских садржаја, наиме, карте ситнијег размера пружају мало простора за приказ очигледнијих знакова и више детаља. Одсуство егзактности пружа аутору карте много слободе приликом цртања. Визуелни прикази зависе од намене карте, технике штампања, а често и од вештине цртача. Овај метод данас се примењује на картама које користе деца најнижег школског узраста и лаици (махом туристичке карте), као и на неким тематским картама. Код школских карата приказ рељефа је веома уопштен. Код тематских карата (геоморфолошких) та уопштавања имају такав степен да се за карактеристичне облике рељефа одабирају очигледни шаблонизовани знаци (дина, вулкан, плато, итд.) који се уцртавају на месту стварних појава. Такав приказ има много елемената обичних топографских знакова. На туристичким картама крупног размера приказ рељефа садржи много појединости, да би поређење карте и терена било што лакше. Када је угао посматрања мањи, ове карте се мало разликују од обичних фотографија или пејзажа. Неке туристичке ситноразмерне карте имају толико шематизоване приказе како рељефа, тако и другог (махом туристички атрактивног садржаја) да више личе на плакате. Уопште, ово су карте код којих се естетским квалитетима посвећује највише пажње.

Очигледност приказа рељефа и велике могућности израде веома лепих кара-

Прилог 40. Пример карте на којој је рељеф приказан перспективно
Извор: Панорамска карта Горењске, Крањ

та једини су квалитети ове методе. Лоших особина је много више. Прво, ове карте немају карактер ортографског посматрања терена што их не сврстава у ред савремених географских карата. Код већине њих је део терена заклоњен узвишењима или већим објектима. Други њихов недостатак је тај што не дају никакве егзактне податке о рељефу (апсолутне висине, нагиби). На некима од њих бројевима су означене апсолутне висине карактеристичних врхова, али то не задовољава савремене захтеве. Недостатак методе је и тај, што многе њене варијанте захтевају изузетан ликовни дар, па се за израду карата ангажују сликари. Том приликом карта у великој мери добија карактер субјективног приказа што у картографији није препоручљиво јер ограничава типизирану продукцију.

Све остале методе које ће овде бити приказане испуњавају онај први захтев који се односи на општу прегледност рељефа на читавој територији карте.

Пластичне методе

За пластичне методе карактеристично је да се базирају на разликама у осветљавању и разликама у осенчености, различитих облика рељефа. Приликом избора сенки осветљеност рељефа може да буде вертикалним, косим или хоризонталним зрацима. Површине земљишта које добијају више светлости означавају се блеђим, а мање осветљене површине означавају се тамнијим нијансама. То у великој мери одговара изгледу рељефа у природи и на овај начин постиже се пластичност, односно очигледност приказа. Постоји низ начина на које се обележавају различите осветљености терена и то је критеријум за издвајање варијанти ове методе. Најчешће су коришћене методе шрафа, сенки и боја.

Метода шрафа

Шрафе су тање или дебље кратке црте којима се означавају неравнине на земљишту. То означавање има карактер сенчења па шрафе имају и назив сенчанице. Уцртавају се у правцу пада терена што им је донело још једно име, паднице. Ипак, назив „шрафе" је најчешћи.

Прва примена шрафа за сенчење земљишта датира још из друге половине 17. века. Тада је на карти околине Париза Д. Вив за приказ рељефа користио цртице исте дебљине, оријентисане у правцу пада терена. Тај први покушај није остварио нарочит утисак пластичности. До друге половине 18. века, већ се диференцира сенчење рељефа шрафама при условима вертикалног и под условима косог осветљавања земљишта. Сваки од тих начина уцртавања има и неких предности и недостатака. Косо осветљавање, или како се још назива француски манир, даје бољи утисак пластичности, али нема могућности за означавање нагиба. Нагибе је могуће означити под условима вертикалног осветљавања (немачки манир) који уједно даје мање очигледну слику рељефа. Тада се појављују и први покушаји научног заснивања примене шрафа. Немац Л. Милер дефинише систем „што стрмије то тамније" и врши градацију шрафа у шест карактеристичних група. Много прецизнију градацију дао је 1799. године Јохан Леман.

Леман је врло прецизно одредио однос између површине на једном локалитетету, коју покривају шрафе и слободне површине између њих. То се израчунава помоћу следеће формуле:

дебљина линије/размак између шрафа = = (45-α)/ α.

Прилог 41. Пример карте на којој је рељеф приказан шрафама
Извор: Атлас географског друштва, 1:75000, Београд, 1932

Све нагибе између 0 и 45° Леман је изделио у девет група распона по 5°. Сви нагиби већи од 45° сврстани су у једну групу. Прва група са нагибима од 0-5° не означава се шрафама. Нагиби друге групе (5-10°) означују се танким шрафама које покривају једну деветину површине, док осам деветина терена представљају размаци између њих. У наредној групи (10-15°) шрафе су дебље и заузимају две деветине, а размаци седам деветина. Та прогресија је поступна и нагибе веће од 45° означава црна територија (шрафе које покривају девет деветина локалитета). Овако прецизна подела малих површина захтевала је и прецзну штампу коју је обезбеђивао бакрорез.

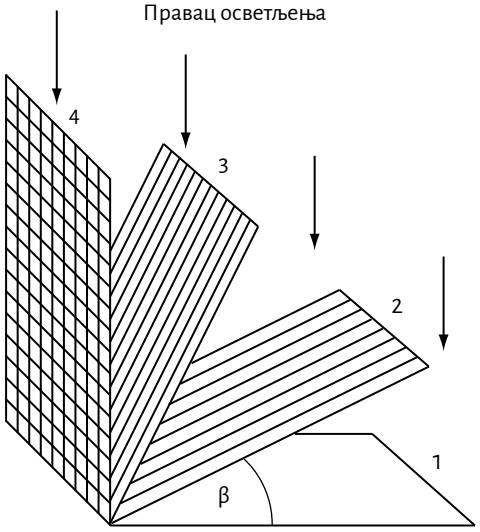
Преласком репродукције карата на технике плитке штампе, прецизност одштампаних линија постаје мања и дебљине шрафа је немогуће прецизно градирати. Сем тога, Леманова скала била је примењива за картирање брежуљкастог рељефа. Код рељефа са већим стрминама, на карти доминира црна боја, што у великој мери нарушава очигледност. Због тога је било неопходно за сваку конкретну прилику конструисати посебну скалу. Леман није одредио ни дужину шрафа и она је одређивана од случаја до случаја. Прилагођавање дужине шрафа сваком облику рељефа понаособ давало је боље резултате од покушаја стандардизације.

Ове карте су се прво базирале на премерима нагиба земљишта, а од 19. века као базу за уцртавање шрафа користе основу са изохипсама.

Применом шрафа за сенчење облика рељефа постиже се велик степен очигледности, али је она већа код малих детаља него код генералног приказа. Код примене вертикалног осветљавања могуће је директно очитавање нагиба терена, међутим, применом плитке штампе могућност прецизне репродукције шрафа умногоме је ограничена. Озбиљни недостаци ове методе су што не даје податке о апсолутним висинама. Сем тога, само приказом нагиба земљишта неки дијаметрално различити облици приказани су једнако (уска долина и гребен, висораван и низија и сл.), а на црно-белим картама, површине са великим нагибима су толико затамњене, да је на њима тешко разазнати неке друге топографске знаке. Применом косог осветљавања многи проблеми решавају се од случаја до случаја што методи даје много субјективности. То смета приликом израде серије карата и ангажовања више цртача.

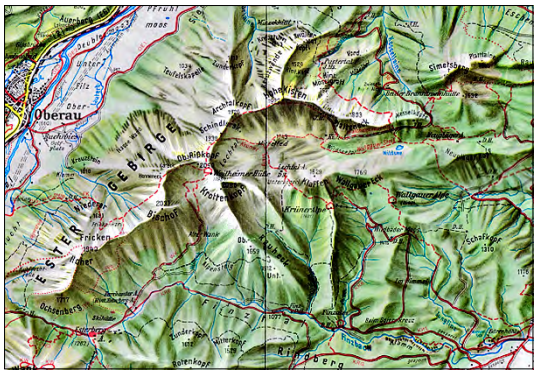
Метода сенки

Овај метод назива се још и метод непрекидних тонова јер за сенчење користи различите тонове једне, најчешће сиве боје. Ова метода примењивана је на рукописним картама још у 18. веку, а њихово штампање омогућено је тек од друге половине 19. века коришћењем литографске технике штампе. И овде се сенке формирају као резултат различитог осветљења површина са различитим нагибима. Осветљавање рељефа врши се вертикално или косо.



Прилог 42. Утицај нагиба терена на интензитет осветљености
Извор: Петерца, 1974

Приликом вертикалног осветљавања, сенке се наносе, као и код шрафа (немачки манир), по принципу што стрмије то тамније. Ни овде се не постиже већа очигледност. И поред тога што је степен затамњености могуће математички одредити, на основу различитих нијанси не могу се тачно очитати нагиби терена. Због тога се, при вертикалном осветљењу, много бољи резултати постижу шрафама.



Прилог 43. Пример карте на којој је рељеф приказан сенком

Много пластичније представе рељефа постижу се при замишљеном косом осветљавању. Том приликом није могућа примена никаквих математичких закона, јер на осветљеност или затамњеност неког терена утичу четири фактора:

1. директна светлост,
2. рефлектована светлост (која се одбија од суседних осветљених површина и слабија је од директне светлости),
3. сопствена сенка (на падинама окренутим насупрот извору светлости)
4. бачена сенка (на теренима који су заклоњени суседним узвишењима; користи се само за потенцирање пластичности неких облика рељефа).

Због тога се сенчење препушта креативности цртача, а вредност карте зависи од њихових способности. Код косог осветљавања, препоручује се светлост из правца северозапада, под углом од 45°. То је најповољнији положај светла приликом читања и рада, и на који су људи навикли и тако се постиже већи утисак пластичности. Ипак, бољи резултати постижу се када светлост пада управно на правац пружања издужених облика рељефа. Због тога се, током сенчења често мења положај осветљења. У случајевима велике и сложене хоризонталне и вертикалне разуђености рељефних облика практикује се комбинација вертикалног и више косих светала. Тако се вертикалним осветљавањем приказују разлике у нагибима, а косо осветљавање обезбеђује утисак пластичности. Вертикално осветљавање, сем тога, чини све равне површине неосенченим.

Интензитет сенки зависи од намене карте, односно дистанце карте и посматрача приликом њеног коришћења. За сенчење се најчешће примењују нијансе једне (смеђе или сиве), а ређе нијансе две или више боја. У другом случају,светлијим или топлијим бојама боје се осветљене, а тамнијим или хладним бојама осенчене стране. Вишебојне сенке дозвољавају коришћење блеђих нијанси које графички не сметају уношењу другог садржаја карте

Сенке се наносе оловкама различите тврдоће, угљем, тушем или литографском кредом на основу са светло отиснутом речном мрежом и изохипсама. Сенке се могу добити и фото-путем, што подразумева претходну израду рељефа те територије.

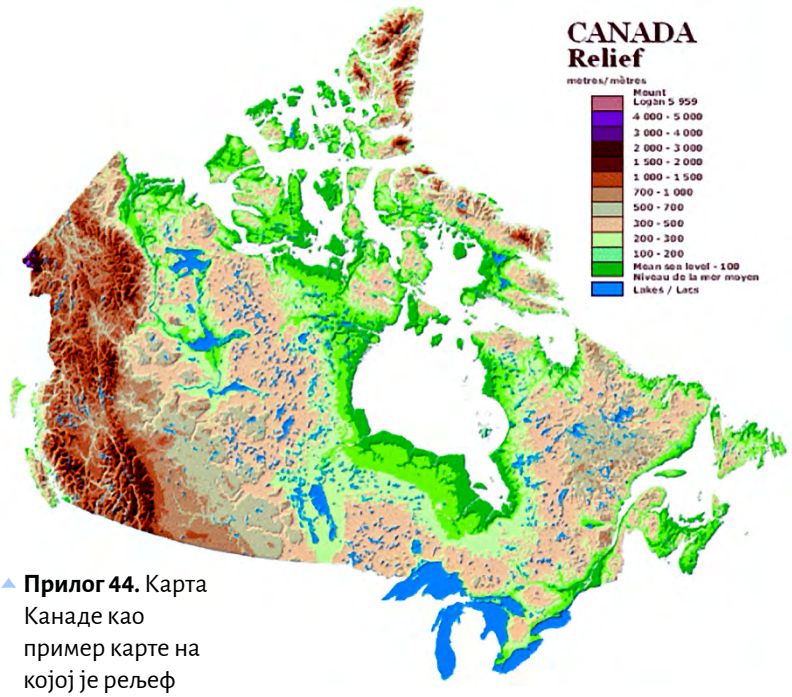
Овај метод има низ добрих својстава, а пре свега, даје изузетно добар утисак пластичности, не оптерећује карту као метод шрафа и сенке се лакше и брже изводе него шрафе. Основне лоше стране методе су те што она не даје никакве егзактне податке о рељефу и што облике даје много уопштеније од шрафа. Примена метода често је отежана јер ручно наношење сенки захтева изузетно умешне цртаче.

Одсуство егзактних података разлог је што се сенке као самосталан метод за приказивање рељефа користе само на картама специфичне намене (саобраћајне, туристичке, неке тематске карте) код којих су информације о рељефу секундарног значаја. Чешћа је њихова примена у комбинацији са другим методама које карактерише већа егзактност, а сенке им повећавају степен очигледности.

Метода боја

И ова метода, попут претходних, има неколико назива (хипсометријска, слојевна и др.). Она се примењује од почетка 19. века. Чини је основа од одабраних изохипси и нијансе боја од коих свака испуњава површину између две изохипсе. Успех зависи од правилног избора изохипси и тонова боје.

Избор изохипси зависи од размере, намене карте и карактера рељефа који се приказује. По правилу, код карата ситније размере приказ рељефа је уопштенији, односно, вертикална растојања између изохипси су већа. Исто тако, и код



Прилог 44. Карта Канаде као пример карте на којој је рељеф приказан са полихроматском скалом боја
Извор: www.research.ibn.com

зидних карата тежиште је на приказу крупнијих облика, док се код кабинетских карата више пажње посвећује детаљима. Најосетљивији избор изохипси намеће карактер рељефа. Ту је важно дати приказ висинских односа и означити све карактеристичне облике рељефа као што су простране терасе, платои, котлине, крашка поља, планински врхови и др.

Свакако би идеални били мали вертикални размаци између изохипси јер би тада приказ рељефа био најдетаљнији. Међутим, то је неизводљиво због ограниченог броја нијанси којима је могуће означити површине између изохипси. У пракси се примењује четири начина одређивања вертикалних растојања између изохипси, односно дебљина слојева које означавају поједине нијансе:

1. слојеви једнаких дебљина,
2. слојеви једнаких површина,
3. слојеви прогресивних дебљина и
4. слојеви произвољних дебљина.

Принцип слојева једнаких дебљина је раније чешће примењиван, међутим, он захтева примену великог броја нијанси. Слојеви једнаких површина постижу се веома прогресивним повећавањем дебљине слојева. На тај начин се у великој мери генералишу највиши рељефни облици и те карте по правилу не дају добре резултате. Прогресивно повећавање дебљине слојева користи аритметичку прогресију, односно константно увећавање за једнак број метара (пример карте Швајцарске из 1929. године a=100, слојеви 0-100-200-300-500-800-1200-1700 итд.) или аритметичку прогресију (пример карте Швајцарске из 1932. године, слојеви 0-50-100-200-500-1000-2000-4000-преко 4000). Овај начин може да да добре резултате уколико степен увећања одговара карактеру рељефа. Најбоље резултате ипак даје произвољно одређивање дебљине слојева јер је ту могућност прилагођавања орографској ситуацији највећа. Њему се замера да је корисник карте више упућен на сталну консултацију хипсометријске скале у легенди.

Нијансе боја служе да се повећа очигледност приказа рељефа што није својствено изохипсама. Приликом тог избора треба испоштовати неколико принципа. То су:

1. Нијансе боја треба да буду довољно различите како би се препознавали различити висински спратови. Ипак, те разлике не смеју бити толико велике да поремете континуитет падина и целовитост рељефних облика.
2. Приликом избора боја и нијанси треба водити рачуна да то буду складни низови чиме се постиже већа очигледност. Избегава се примена сувише великог броја нијанси, јер то отежава постизање претходног захтева и уједно поскупљује штампу карте. Најбољи резултати постижу се са 5 до 6 нијанси једне боје. То је скала која задовољава само приказ мало разуђеног рељефа, па се најчешће формирају скале које чини по неколико нијанси две или ређе три боје.
3. Тонови не смеју бити сувише тамни како не би ометали уношење другог садржаја карте.

Постоји неколико принципа приликом избора скале боја. Два су основна: принцип „што више то тамније" и „што више то светлије". Први принцип даје визуелне ефекте сличне оним из метода шрафа и сенки, при условима вертикалног осветљавања („што стрмије то тамније") и даје добре визуелне

ефекте. Други принцип има озбиљан недостатак – на тим картама су највеће површине (нижи терени) затамњене што отежава приказ других садржаја, а на тим теренима су антропогени објекти најчешћи. Све хипсометријске скале могу се поделити у три групе:

1. Црно-беле или ахроматске које почињу белом бојом, и преко скале сивих нијанси прелазе у црну.
2. Једнобојна или монохроматска, коју чине нијансе једне боје. То су најчешће нијансе мрке или љубичасте боје по принципу од светлијих ка тамнијим нијансама.
3. Вишебојне или полихроматске скале које чине скале две или три различите боје, али које заједно чине складан низ. У пракси се најчешће за приказ нижих терена примењују нијансе хладнијих, зелених боја, а за средње и више катове користе се нијансе жуте и мрке боје. Скала плаве боје користи се за приказ дубина мора.

На једнобојним и вишебојним хипсометријским скалама, најчешће се бела боја користи за приказ највиших катова, односно планинских гребена и ледника.

Ова метода најбоље резултате постиже на картама средњег и ситног размера и њом се најбоље приказују велики рељефни облици, односно генерална ситуација. На крупноразмерним картама се не примењује јер се на њима више пажње посвећује детаљима, а боје се користе за приказ неких других ареала (пре свега шума). Сем тога, на топографским картама интервал (вертикално растојање између суседних изохипси) тако је мали да би број нијанси било немогуће остварити.

Основни квалитети ове методе су велик степен очигледности и веома брза и једноставна израда карата. Њен квалитет је свакако веома успешно приказивање великих облика рељефа. Очигледност карте ипак се најчешће повећава у комбинацији са методом сенчења. Приказ мањих облика рељефа није могућ. Метод боја даје врло уопштене податке о висинама земљишта што искључује све могућности мерења на карти. Због тога се примењује само на картама средње и ситне размере.

Геометријске методе

Метода кота

Ова метода је веома једноставна и даје елементарне податке о рељефу. На картама, чију основу чини речна мрежа, нанесене су само ознаке за карактеристичне коте и подаци о њиховим апсолутним висинама. Овако оскудни подаци о рељефу не задовољавају ни најосновније захтеве савремене картографије, па се он користи искључиво у комбинацији са другим методама, пре свега са методом сенки. Ипак, из њега је произашао један начин приказивања рељефа на тематским картама, назван гребенске карте. Ове карте допуњавају метод кота линијама повученим у правцу пружања гребена (повезивање суседних кота линијама са малим висинским осцилацијама које не пресецају речну мрежу). Ове карте најбоље приказују континуитет и разгранатост планина, и јасно градирају на једној страни примарне планинске ланце, а на другој страни главне и споредне косе. Ипак овај метод не примењује се на општегеографским картама. Неки његови елементи наслућују се у белој боји примењеној у великом броју хипсометријских скала за приказивање највећих висина, односно планинских гребена. Бела боја која се за то користи јасно издваја гребене од претходних висинских слојева обојених тамним бојама.

Метода изохипси

Изохипсе, хоризонтале или слојнице су затворене линије које на терену повезују све тачке истих надморских висина. Универзални назив за ове линије је изохипса, реч која има грчки корен (изос – једнак и хипсос – висина). Њихово уцртавање обично се објашњава визуелно. Изохипсе се описују као линије пресека топографске површине са замишљеним хоризонталним равнима, које су постављене на једнаким дистанцама. Они се ортографски пројектују на карту. Такав приказ рељефа има два елемента, један је хоризонтално растојање између суседних изохипси или интервал, а други је вертикално растојање између њих или еквидистанција. Пре коришћења

изохипси за приказ рељефа, примењиване су изобате за обележавање дубина река и мора. Такве карте радили су Холанђани (Бруинс 1584, Анселин 1697, Крукиус 1728. године) и Француз Биаш 1737. године. У то време мерења дубина била су једноставнија од одређивања довољног броја висинских тачака. Примена изохипси јавља се касније. Године 1771. изохипсе се користе у Француској приликом израде фортификацијских радова, а 1799. године појављује се карта Француске рађена овом методом. У 19. веку, када је било много више висинских тачака одређених кипрегелом или барометром, примена ове методе постаје масовна. Детаљност приказа рељефа зависи од еквидистанције, и што је еквидистанција мања, број изохипси и њихова густина су већи. Тада изохипсе региструју већи број неравнина земљишта, а на брдовитим теренима одају утисак сенки (при вертикалном осветљавању) и повећавају очигледност карте. Ипак ту постоји низ ограничења везаних за карактер рељефа и размер карте. Наиме, на дистанци од једног милиметра могуће је одштампати највише 4 до 5 изохипси, а да се оне не додирују. Када се изохипсе сливају у једну дебелу површину губе основне квалитете ове методе и добијају карактер сенки. Због тога је избор еквидистанције један од најважнијих услова успешности приказа рељефа. За одређивање вредности еквидистанције прво је потребно добро упознати рељеф који се картира, односно одредити просечан нагиб земљишта. На основу тог нагиба, помоћу формуле:

$$e = i \times tg\alpha,$$

(e = еквидистанција, i = интервал, α = просечан нагиб терена) и размере карте, могуће је израчунати најмању могућу еквидистанцију. За просечни нагиб од 60°, вредност еквидистанције била би 0,43 mm, односно у размери 1:25.000 еквидистанција би била 10,75 m. Еквидистанције се увек заокружују на најближу округлу вредност, те би у овом случају била 10 m. Карактер рељефа појединих земаља разлог је што се на њиховим топографским картама разликују еквидистанције.

Код многих земаља проблем је и то, што се на појединим деловима државне територије карактер рељефа битно разликује. У таквим случајевима користе се и различите еквидистанције, али се оне примењују на различитим листовима карте, односно групама листова. На једном листу еквидистанција мора бити константна. Такви примери виде се и у табели 20 (Немачка и Албанија 1:200.000). Најтипичнији пример је вероватно Аргентина код чијих карата размера 1:100.000 еквидистанција у низијском делу почиње са вредношћу од 2,5 m, ка западу се поступно повећава, да би у андском делу земље достигла вредност од 100 m.

Изузетак чине само карте средње и ситне размере, које нису намењене за прецизнија мерења и код којих је приказ рељефа у већој мери генерализан. Код њих су дозвољене разлике у еквидистанцијама на вишим и нижим деловима земљишта. На нижим рељефним катовима, оне су мање, што обезбеђује приказ мањих облика., а на вишим катовима еквидистанције су веће чиме се карта не оптерећује великим бројем изохипси.

Проблеми неједнаког карактера рељефа унутар једног листа секције решавају се применом помоћних изохипси. Помоћне изохипсе уцртавају се на половини вертикалног растојања између две (основне) изохипсе. Оне се уцртавају само на секторима на којима нагиб земљишта између основних изохипси није равномеран и стога оне не морају бити затворене линије. Уколико се повлачењем једне помоћне изохипсе не постигне то да је нагиб земљишта између њих равномеран, повлаче се помоћне изохипсе другог и трећег реда. Уколико се из-

Табела 20. Еквидистанција на топографским картама у појединим државама

	1:25000	1:50000	1:100000	1:200000
Француска	5	10	20	20
Немачка	5	10	20	25/50
Русија	5	10	20	40
Србија	10	20	20	100
Аустрија	10	20	-	100
Грчка	10	20	20	100
Италија	25	-	50	100
Албанија	-	25	-	50/100

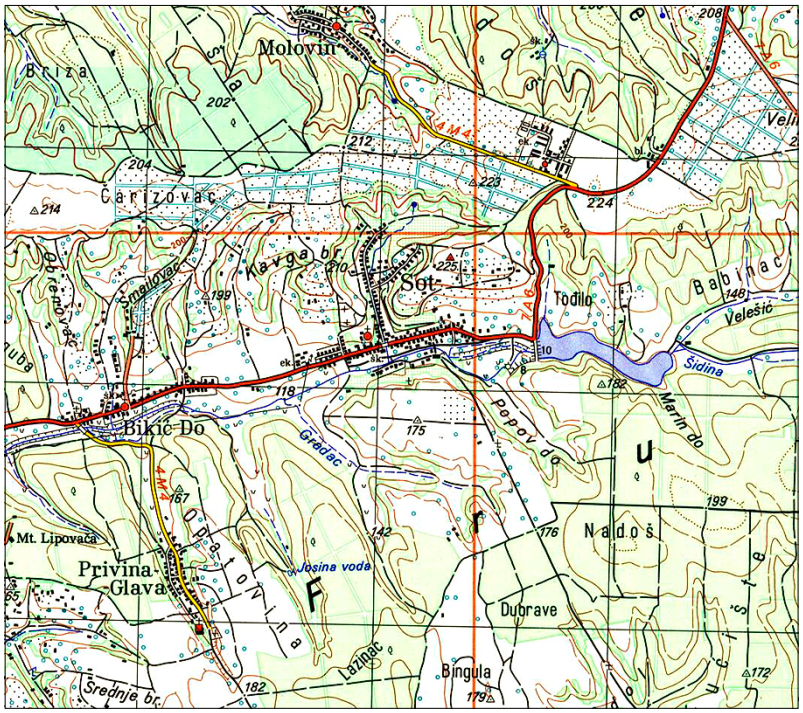
међу две основне изохипсе повлачи помоћна изохипса нижег реда, ту обавезно мора постојати и помоћна изохипса вишег реда. Док се основне изохипсе уцртавају пуним линијама, помоћне се уцртавају различитим типовима испрекиданих линија, зависно од њиховог ранга. То се чини, да не би дошло до забуна приликом одбројавања висина изохипси и процена нагиба. Лакше одбројавање висина постиже се и задебљавањем сваке пете или десете изохипсе, односно оних чија је вредност дељива са 50, 100 или 500 m, бројева погодних за брзо одбројавање. На неким картама се те вредности уписују уз изохипсу. Ове задебљане, или како се још зову „главне" изохипсе, на крупноразмерним картама доприносе лакшем уочавању примарних облика рељефа.

Уцртавањем довољно густе мреже основних изохипси и уцртавањем помоћних изохипси где год је то потребно, постиже се такав приказ рељефа у којем је нагиб земљишта између свих суседних линија равномеран. На тај начин постиже се основни квалитет овог метода, а то је прво, да се по линијама свих изохипси тачно могу очитати апсолутне висине земљишта, и друго, да се у свакој тачки између њих апсолутне висине могу рачунским или графичким путем израчунати или слободно проценити. Захваљујући томе, ово је једина метода која пружа податке о апсолутним висинама земљишта на свакој тачки карте, а на основу њих лако је израчунати релативне висине и нагибе терена. Поред тога могуће је вршити и читав низ других мерења и конструисања (профила, запремина, углова, видљивости и др.). Значајно је и то да овакав приказ рељефа врло мало оптерећује карту. Најозбиљнији недостатак ове методе је мала очигледност приказа. Ипак, људи који често користе ове карте, толико се навикну на овај у суштини апстрактан метод, да врло лако реконструишу све облике рељефа.

Мала очигледност рељефа посебно је изражена на крупноразмерним картама код којих изохипсе у великој мери имају карактер математичких линија код којих су већи облици рељефа често издељени на више листова карте и неуочљиви су. На картама средњег и ситног размера, од којих се не захтева велик степен егзактности приказа рељефа, дозвољено је извесно одступање од тачних положаја изохипси. Код њих се изохипсе у већој мери прилагођавају облицима рељефа, као што су преламања линија код оштрих облика и блага извијања линија код заобљених рељефних облика, генерализације мањих, а потенцирање маркантних форми, наглашавање повезаности са суседним геоморфолошким члановима и слично.

Рељеф приказан изохипсама редовно се употпуњује низом допунских знакова који употпуњују слику, дају додатна објашњења или решавају неке приказе где су изохипсе биле немоћне.

1. Код нагиба који су већи од просечног, по коме се одређује минимална еквидистанција, често долази до спајања изохипси у једну широку линију. Да би се то избегло изохипсе се замењују шрафуром, званом „**стрм стеновит одсек**". На таквим местима немогуће је одређивање апсолутних висина, али шрафура даје врло очигледан приказ рељефа. За такве терене апсолутне висине нису неопходне јер су они по правилу непроходни и без икаквих антропогених садржаја.
2. Знаку за стрм стеновит одсек слични су знаци за **осипе**, **сипаре**, **точила**. На

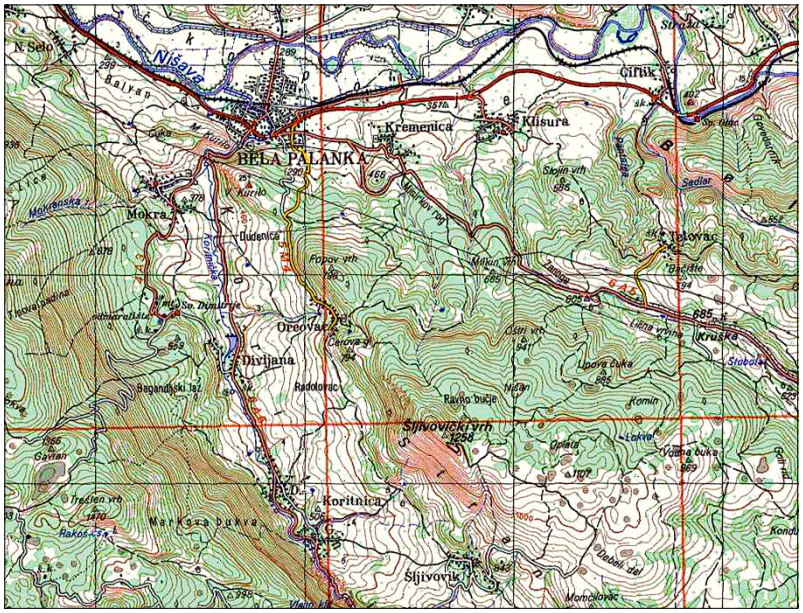


Прилог 45. Рељеф приказан изохипсама на топографској карти 1:50000

крупноразмерним картама приказују се **мрежасте** и **ребрасте шкрапе**. Знацима у виду комбинација изохипси и шрафуре - сенки, али плаве боје, приказују се површине под **вечитим снегом** и **ледом**.

3. Терени око плаховитих река где се мањи облици често мењају означавају сетачкицама мрке боје, као **песковити терени**. Издвојеним групама тачкица на планинским странама приказују се **каменити терени**.
4. Због дебљине линије изохипсе, њима није могуће обележити уске долине. Због тога се оне обележавају линијским знацима званим **јаруге**. Уже јаруге обележавају се једном линијом, а шире јаруге обележавају се линијама у виду клина. Линије се уцртавају тачним правцима пружања јаруга.
5. Све неравнине које леже унутар еквидистанције уцртавају се уз помоћ мрке (за природне облике) или црне (за антропогене облике) назупчене линије или помоћу мрке линије конструисане помоћу кратких попречно постављених шрафа. Тако се могу означавати **мали прегиби**, **греде**, **корита**, **терасе**, **хумке**, **утолеглице** и сл.
6. Негативни облици рељефа као што су **вртаче**, **депресије** и сл. означују се изохипсама или шрафицама, а унутар њих се уцрта знак минус. Правац пада терена на неким картама означен је и кратким цртицама „падницама" управно постављеним на изохипсу у правцу пада.
7. На неким картама **апсолутне висине** главних изохипси означене су бројевима мрке боје уписаним унутар кратких прекида тих линија. У свим другим случајевима те вредности се проналазе на основу података са оближњих висинских тачака.
8. Ванразмерним знацима обележавају се отвори подземних облика као што су **пећине** и **понори**.

Прилог 45. Рељеф приказан изохипсама на средњеразмерној карти 1:100000



Комбиноване методе

Сврха комбиновања две или више метода је допуњавање њихових особина, односно постизање у исто време егзактности и очигледности приказа рељефа што ниједна метода понаособ не постиже. Приликом спајања две или више метода треба јасно утврдити циљ који треба постићи. Визуелно треба да доминира метод који је доминантан за испуњавање тих циљева, који могу да буду на пример: очигледност, наглашавање макрооблика, наглашавање детаља, истицање квантитативне карактеристике рељефа и др. Друга ствар о којој треба водити рачуна је да се методе које се користе графички подносе и допуњују.

Уобичајене су комбинације следећих метода:

1. **изохипсе – шрафе**,
2. **изохипсе – сенке**,
3. **изохипсе – боје**,
4. **изохипсе – сенке – боје**,
5. **боје – сенке** и др.

Комбинација изохипси и шрафа практиковала се у 19. веку, када су још примењиване шрафе. Шрафе су картама обезбеђивале очигледност, а изохипсама са великим еквидистанцама, пружани су начелни подаци о висинама. Савремене технике штампе не омогућују коришћење шрафа због сувише скупе припреме штампе. Сем тога шрафе исувише оптерећују карту, па сметају изохипсама у приказивању детаља.

Исти ефекти постижу се комбинацијом изохипси и сенки. Те комбинације користе се и на савременим картама и дају добре резултате јер не оптерећују карте. Тим ме-

тодама приказан је рељеф на нашим топографским картама размера 1:200.000 и 1:300.000.

Комбинација изохипси и боја даје солидне резултате. Најчешће се примењује на картама средње размере. Боје доприносе очигледности рељефа, али спречавају примену мањих еквидистанци.

Комбинација изохипси, боја и сенки даје добре резултате на картама средње размере. По томе је предњачила Швајцарска и тај приказ рељефа назива се често „швајцарски манир". На тај начин веома успешно је израђена карта Југославије размера 1:750.000 у издању Војногеографског института.

Комбинација боја и сенки примењује се често на картама средње и ситне размере.

Насеља

Насеља су толико маркантне појаве да их нису могли занемарити ни најстарији картографски прикази. Већи градови су приказивани перспективно и верно са свим значајнијим грађевинама. Такви прикази заузимали су велике површине што је са карте елиминисало сав околни садржај и реметило приказ тачног размештаја појава у широј околини. Неке карте су то поправљале тако што су унутар тих слика имале мали кружић који је означавао тачан положај насеља. За мања насеља примењиван је такође перспективан приказ, али како она нису имала велике и препознатљиве објекте, ти прикази су били типски, шаблонизовани. Касније је за мала насеља коришћен потпуно шаблонизован знак кружића, којим је обележаван положај великих градова. Ортогонални приказ насеља примењују се тек од почетка 18. века (карта Војводства Мантове из 1703. године).

Ова решења нису могла да задовоље основне захтеве савремене картографије, али су се задржала на неким тематским картама. Модерне карте настоје да прикажу тачан положај насеља, облик његове основе, основну структуру, важне објекте који га чине препознатљивим на терену или одређују неке важне функције. Оне траже и приказ свих веза насеља са оближњим појавама, као што су комуникације, реке, рељеф и др. Детаљност приказа наравно зависи и од размере карте. По правилу, димензије топографских знакова, којима се све то приказује не могу бити веће од око 0,5 × 0,5 mm. Дужина једне од тих његових страница има различите вредности у различитим размерама:

- 1:25.000 12,5 m
- 1: 50.000 25 m
- 1:100.000 50 m
- 1:200.000 100 m

То значи да све појаве које у природи имају мање димензије морају бити означене ванразмерним знацима, а њихова примена подразумева виши степен селекције појава које ће бити приказане. Та селекција је тако строга, да су већ код топографских карата ситније размере информације о насељима минималне, а најмања села се не приказују. Степен генерализације биће приказан на следећим примерима:

На картама **размера 1:25.000** могућ је приказ највећег броја детаља (контуре, улице, објекти за оријентацију, блокови зграда, појединачне куће, објекти који означавају важне функције, неизграђене површине). Многи објекти и ширине многих улица цртани су у размери. Редукције броја улица и броја кућа су минималне.

На картама **размера 1:50.000** површине су смањене за четири пута, па је и степен генерализације знатнији. На њима су површина и облик основе насеља приказани са минималним уопштавањима. Структура трпи веће измене. Не приказују се мање улице, а број кућа је за половину мањи него код претходне карте. Изостављају се и мање површине као што су паркови, баште и др.

На картама **размера 1:100.000** редукције су још веће. Контуре насеља су веома уопштене. Унутар њих означене су само главне улице, око петина постојећих кућа и најзначајнији јавни објекти.

На картама **размера 1:200.000** контуре насеља задржавају само начелан облик и најчешће су предимензионирање. Контуре се уцртавају у размери само код већих насеља и насеља средње величине. Означавају се само улице којима пролазе транзитни путеви. Редукција броја зграда је толика, да се оне користе само за приказ разбијених

насеља. Збијена насеља, и сеоска и градска приказују се блоковима зграда или шрафираним површинама.

На старијим топографским картама испод назива за насеље су знацима и скраћеницама уписивани подаци о насељу и објектима у њему (пошта, телеграф, телефон, радио-станица, електрично осветљење, плинско осветљење, статус среског места и др.

Код карата ситнијих размера насеља се у све већем броју приказују ванразмерно. Користе се геометријски, најчешће кружни знаци, а мања села се не приказују. Упоредо са смањивањем размере, редукција броја насеља на картама све је ригорознија. Избор насеља која ће бити унешена на карту зависи од њихове величине, административних или других функција, историјског или географског значаја и сл. Градацијом знакова и топонима означавају се насеља према величини, типу и административном значају. Код карата средње размере ареални приказ постоји још само код великих градова, а код ситноразмерних карата ареални приказ у већој мери има значење геометријске форме која означава највећа насеља, него значење просторног простирања агломерације. Већ код средњеразмерних карата ишчезавају сви детаљи у насељима.

Основни знак којим се означавају облик основе насеља, његова структура, неке физиономске карактеристике и сл. је кућа. То је ванразмерни знак конструисан као вер-тикална пројекција једне просечне форме куће изгледа правоугаоника црне боје димензије 0,5 × 0,8 mm. Размештајем ових знакова врло добро се означавају поједине куће, низови кућа, збијена и разбијена насеља, њихове контуре, густина изграђености, размештај зграда унутар насеља, блокови зграда. На картама крупније размере велик број објеката уцртава се у размери карте. Из основног знака за кућу изведен је низ других знакова за зграде (на старим топографским картама „по Паризу": блок зграда, усамљени хотел, шумарева кућа, школа, караула, фабрика, настрешница, развалина, железничка станица, стражара; и на новим картама „по Гриничу" сем тога: напуштена зграда, солитер, болница, планинарски дом). То се постиже трансформацијом знака, текстуалним допунама, комбинацијама са другим знацима и бојама.

Главни оријентири који означавају силуету насеља су цркве, фабрике са високим димњацима, силоси, радио-антене, тврђаве, ветрењаче, велики привредни комплекси, солитери и др. На новим картама високе зграде - солитери обојене су црвеном бојом како би биле уочљивије. За оријентацију унутар насеља поред ових објеката служе и мањи нестамбени објекти и површине, неки детаљи морфологије (блокови зграда, карактеристичне раскрснице), транзитни путеви који су обојени црвено или жуто.

Као неизграђене површине приказују се тргови, паркови, гробља. баште, воћњаци, двориштa.

Комуникације

На свим општегеографским картама се уцртавају саобраћајнице јер су оне важан елеменат географске средине. Сем тога, оне на картама служе као одлични оријентири, у природи могу да послуже за препознавање појединих локалитета и сл. Ипак, оне доста касно доспевају на карту. Само на неким старим картама су доста невешто уцртаване као једноструке линије уз које су некада уписивана растојања. Тек од 18. века, када се и појављују модерне карте, комуникације постају њихов обавезан садржај, а на топографским картама на њима се означава читав низ детаља. На савременим картама уцртавају се железничке пруге, путеви свих категорија, неки подаци о ваздушном и воденом саобраћају.

Железничке пруге уцртавају се на све општегеографске карте. На топографским картама крупније размере оне су детаљно класификоване по броју и ширини колосека, означене су електрифициране пруге, пруге у градњи, напуштене пруге, трамвајске пруге, жичаре. Уз њих, као и уз путеве, приказан је и низ објеката, као што су станице, постаје, мостови и други начини прелаза преко река, тунели, галерије, усеци, насипи, подзиди, са низом детаља. Мостови као маркантни и баш чести објекти уцртавани су на карте знатно пре путева.

Путеви. На топографским картама се уцртавају све категорије путева, од стаза до најширих ауто-путева. Код аутомобилских путева означавају се врсте подлоге, ширина пута, ширина базе пута, веома оштре серпентине, велики нагиби. Старије топографске карте приказивале су мање детаља и класификовале су путеве по административном принципу.

Смањивањем размере карте долази до редукција како комуникација и њихове категоризације, тако и објеката поред њих. Већ код карата размера 1:200.000 и 1:300.000 изостављају се све стазе и велик број пољских путева. Код карата средње размере већ се изостављају и путеви са савременом подлогом који воде до мањих насеља која нису приказана. Не уцртавају се ни сви објекти на путевима и пругама. На ситноразмерним картама задржани су прикази само најважнијих путева и пруга, без икакве категоризације. Приказ комуникација усклађен је са приказом насеља.

Поштујући принцип очигледности, важније комуникације означавају се са две или три паралелне линије, а путеви нижег ранга уцртавају се једноструком линијом, тањим, испрекиданим, тачкастим линијама и сл. Код ових градација најбоље се реализује принцип да се поступно са порастом важности појаве повећавају величина и уочљивост знакова.

Ширине знакова за путеве и пруге редовно су ванразмерне, па се уцртавају тако да је тачна траса на оси знака. Одступања настају када се путеви или пруге протежу уз реку или обалу које имају приоритет за тачно лоцирање. Обалске линије се померају само када би измештањем пута био нарушен његов правац. Када су две комуникације паралелне, тачан положај има она која је значајнија. Приликом генерализација настоји се да се у што већој мери очувају односи положаја комуникација, обала, река, карактеристичних облика рељефа, објеката и другог.

Водени путеви нису посебно приказивани јер се тај саобраћај одвија морима, језерима, рекама и каналима који већ чине обавезан садржај општегеографских карата. На топографским картама ови путеви се означавају знацима за пловност река и објектима као што су речна пристаништа, морске луке, сидришта, светионици, сигнална светла и друго.

Ваздушни путеви такође нису означени, али су на картама свих размера означени аеродроми. На топографским картама означени су сви аеродроми и то у размери карте, а на картама средње и ситне размере само они најважнији приказују се ванразмерним знацима.

Тло и вегетација

Тло и вегетација чине само садржај топографских карата. Шуме, као најмаркантније уношене су, перспективним приказима, још на неким античким картама. Њихово ортографско приказивање почиње од 18. века. На савременим картама приказ вегетације је комплекснији, јер она чини важан садржај географске средине и знаци за вегетацију умногоме олакшавају препознавање предела. И даље шуме имају приоритет. Оне се означавају ареално, бледим тоновима зелене боје како не би много оптеретиле карту. Прикази шума постоје на свим крупноразмерним картама. На картама најкрупнијих размера, поред приказа распрострањења шума постоје и подаци о врсти дрвета, густини шуме, средњој висини и дебљини дрвећа. Већ на крупноразмерним картама, на којима се за приказ рељефа користе сенке, појављује се проблем бојења шумских ареала, јер се зелена боја у сенци и ван сенке разликују. Већ на топографским картама ситнијих размера не постоје никакви други знаци за вегетацију сем шума. На карте средње размере не уносе се ни знаци за шуме.

Остали знаци за вегетацију који се уносе на топографске карте најкрупнијих размера су површине под карактеристичним, сталним вегетационим покривачем (ливаде, пашњаци, површине под жбуњем, барском вегетацијом, паркови, воћњаци, виногради, пиринчана поља, хмељарници, баште), усамљено дрвеће које служи и као оријентир, групе дрвећа, дрвореди. На картама не постоје посебни знаци за тло. Оно се означава посредно преко знакова за вегетацију, воде и рељеф. На основу тих пода-

така може се само наслутити квалитет тла. Терени малих нагиба, на којима не постоје други подаци о вегетацији, претпоставља се да су зиратно земљиште, односно оранице. Знацима за рељеф означавају се песковити и шљунковити терени уз реке, а стеновити терени обележавају се знацима за шкрапе и стеновите облике. За површине великих стрмина које нису означене знацима за шуму или макију, такође се претпоставља да су стеновите. Знацима за воде означавају се мочварна и забарена земљишта.

Границе

Границе различитих категорија су у функцији многих општегеографских карата. На картама појединих држава или административних целина, њихове границе треба јасно да ограниче територију која је предмет карте. На картама већих територија чест елемената садржаја су државне границе. На карте појединих држава уноси се и територијална подела на мање јединице (републике, покрајине), а детаљније административне поделе, по правилу су део садржаја тематских карата. Овај елеменат уноси се на карте тек од 16. века.

Линије којима се границе обележавају могу да буду континуиране или парцијалне. У случајевима, када је циљ карте једна држава, њене копнене границе су приказане континуираном линијом, која је чак потенцирана шрафуром са спољне стране. На картама ширих територија, у случајевима када се границе поклапају са већ уцртаним линијама (реке, географске координате) често се означавају смо парцијално, а њихову улогу има ток реке или правац координате. То се практикује и код морских и језерских граница које се такође парцијално обележавају. У таквим случајевима важно је назначити којој држави припадају поједина острва. Код острва на мору, која су веома удаљена од обале, суверенитет се означава текстом, скраћеницама. У случајевима када се поклапају границе различитих рангова, уцртава се само граница вишег ранга.

Начин обележавања граница на картама зхтева највећу могућу тачност и прецизност. На топографским картама то се постиже уцртавањем низа пограничних објеката као што су карауле, гранични стубови, табле и граничне линије. Упоредо са смањењем размере смањује се и број тих објеката, да би се већ код карата средње размере приказ границе свео само на граничну линију наглашену шрафуром. Код карата ситне размере изоставља се и шрафура.

На детаљним топографским картама означене су и ограде саграђене око појединих дворишта, имања, шумских комплекса и слично.

Географски називи

Географски називи су лична имена појава које су унете на карту. Њихово исписивање је једна од специфичности географских карата по којима се оне разликују од осталих начина приказивања Земљине површине. Они су неопходан елеменат који олакшава споразумевање приликом коришћења карте и сналажење на терену. Они помажу да се разликују сродне појаве које су приказане истим картографским знацима. У категорију географских назива не спадају објашњења и скраћенице које на било који начин допуњују катрографске знаке. Називи на картама деле се на:

1. **топониме** или називе насељених места,
2. **ороними** или називе облика рељефа,
3. **хидроними** или називе хидролошких појава и
4. **хороними** или називе површина.

Географски називи су често у функцији картографских знакова и величином, бојом и типом слова боље остварују категоризацију појава унесених на карту.

Идеално би било на карте унети називе свих појава са терена. То најчешће није могуће јер називи својом површином оптерећују карту. Пракса је показала да је карту могуће оптеретити називима максимално толико да они не заузму више од 15% површине. Уношење више назива, на једној страни смањује њихову читљивост, а на другој страни прети да поклапа места многих картографских знакова, пресеца линије и збуњује приликом препознавања знака на који се односе. Од доброг избора назива у великој мери зависи успешност коришћења карте.

Број изабраних назива зависи од низа фактора. Најважнији су: карактер територије, размера карте, намена карте и степен генерализације.

Карактер територије. Број назива који се дају појединим природним појавама и објектима зависи од насељености територије и склоности становништва ка давању назива. По правилу, код насељенијих територија је више локалитета који имају своје називе. Исто тако, неки народи су склонији давању назива и најмањим засеоцима, узвишењима, потоцима, изворима, пољима и др. Други су у томе много шкртији и неактивнији, па и поред најбоље воље није могуће називом означити и неке маркантне објекте. Без обзира на то, углавном број назива на карти доста верно одражава степен насељености и коришћења, односно присуства људи на једној територији.

Размер карте утиче на број одабраних назива преко расположиве површине карте. Ипак, редукција се врши много спорије од смањења размера. То се види на примеру немачких топографских карата.

Преласком са размере 1:25.000 на размеру 1:100.000 површина је смањена за 16 пута, а број назива само за око 6 пута. Средња величина слова смањена је за мање од три пута, чиме је повећана оптерећеност карте називима. Редукција назива насељених места знатно је мања од редукције осталих назива. Такав начин смањења броја и величина назива својствен је свим картама. Опадање броја назива је спорије од смањења површине карте, јер се са смањењем размера не могу изоставити називи за важне реке, планине, регије и за означена насеља. Мало смањење средње величине слова резултат је чињенице да величина најмањих слова мора бити изнад прага читљивости, а називи важнијих објеката морају бити сразмерно већи.

Табела 21. Оптерећење назива на картама 1:25000 и 1:100000

Размер карте	Однос површина	Број назива	Оптерећење назива		
			Укупно	За насеља	Средња величина слова
1:25000	1	1878	5,3%	1,3%	3,57 mm
1:100000	1/16	304	6,9%	4,9%	1,54 mm

Намена карте је такође важан фактор броја назива. Највеће разлике постоје између кабинетских карата, на којима је највише назива, и зидних карата, код којих су они означени већим словима, али им је број много мањи. На већини тематских карата број назива је такође врло мали.

Генерализање садржаја одражава се и на смањење броја назива. Треба нагласити да су како избор назива за карту, тако и њихова редукција, веома деликатни послови и да се не могу подредити строжим правилима.

Начин исписивања назива

Колико је исписивање назива на картама важан посао, сведочи чињеница да све велике земље имају посебне установе (Одељење за транскрипцију у Централном научноистраживачком институту за геодезију, аерофотограметрију и катографију у Русији, Британски стални комитет за географске називе и др.). За те потребе израђују се речници географских назива, који садрже податке о врсти и положају објеката, квантитативне карактеристике, изворни облик писања његовог назива, етимолошке карактеристике, граматичке облике и др.). Уз топографске карте и атласе често се прилажу индекси географских назива, са упрошћеним ознакама њиховог положаја на карти.

Колико нетачни и нејасни називи могу да унесу забуне и немогућности споразумевања, толико њихова правилна примена може да послужи не само за директна коришћења, већ и за посредне реконструкције граница језичких подручја, подручја дијалеката, досега миграција, инвазија, националних политика и сл. Посебно су опасне грешке које настају прикупљањем назива на терену, јер се оне уносе у документациони материјал и из њега у низове карата, што се дешава када то раде лица која не познају локалне дијалекте. Постоји и проблем за означавање објеката који имају два или више назива.

Велики проблеми настају приликом уношења назива са подручја различитог језика и писма. Ти проблеми решавају се на неколико начина. Најчешће примењивани начини су:

1. изворни,
2. транскрипција,
3. транслитерација,
4. превод и
5. традиционално исписивање.

Изворни (или етимолошки) начин исписивања назива је најкоректнији, али често ограничава број корисника карте на познаваоце тих језика и писама. На пример, за Европљане, потпуно су страна арапска, кинеска, јапанска и многа друга писма и ту су споразумевања са картом немогућа.

Транскрипција (или фонетски начин), која подразумева превођење изворних писама у писмо корисника карте, у великој мери решава те проблеме. Мањи проблем представља то што није могуће у свим писмима извести гласове које користе неки језици, тако да се називи не читају аутентично, него слично изворним формама.

Ова два начина најчешће се користе. Остали принципи уписивања назива на картама служе углавном као њихова допуна.

Транслитерација је дословно превођење појединих словних знакова из једног писма у друго. Тако се донекле решава проблем изговора појединих гласова. Ипак, због непознавања изговора споразумевање уз помоћ оваквих карата је веома отежано. Тај начин се ређе примењује као допуна изворном исписивању или када фонетика језика није позната. На пример, на међународној карти света размера 1:1.000.000, усвојен је изворни начин исписивања назива у земљама са латиничким писмом. У свим осталом земљама примењује се транслитерација.

Традиционални начин примењује се само при исписивању назива који су по традицији или из литературе толико познати, да потпуно засењују оригиналне називе (Беч, Рим, Напуљ). То је посебно важно ради усклађивања назива на картама и у литератури или уџбеницима.

Превод назива на језик корисника карте такође се примењује. На нашим картама то је уобичајено за називе Средоземног мора, Црвеног мора, Рта Добре наде, Тихог океана и сл. Два последња начина исписивања назива користе се у малом броју случајева.

Приликом избора назива који ће бити унесени на карте води се рачуна о њиховој целисходности и колико су у функцији општегеографског садржаја. Приликом избора начина њиховог исписивања води се рачуна о томе да слова буду једноставна, лака за читање и погодна за штампање, да не заузимају много простора на карти и да имају леп изглед. То се постиже коришћењем различитих димензија слова, типова и боја слова, скраћеница и исписивања на карактеристичним положајима.

Димензије слова. Од правилног избора димензија слова зависи њихова читљивост, покривеност карте називима и могућност исписивања слова различитих величина. Коришћењем малих слова смањује се покривеност карте називима. У исто време мора се водити рачуна о читљивости назва. Пракса је показала да је код кабинетских карата дозвољена минимална висина од 0,8 mm. Она је одређена на једној страни могућностима лаког читања, а на другој страни могућностима јасног штампања. На зидним картама те димензије су знатно веће. Одређивање димензија највећих слова ограничено је само оптерећивањем површине карте. На пример, на нашим после-

Табела 22. Упоредни приказ примена различитих начина исписивања назива на картама

Примери градова у:				
Начин писања	Аустрији	Мађарској	Италији	Русији
Изворно	Wienar Neustat	Nagykanizza	Venezia	Orel
Транскрипција	Viner Nojštat	Nađkanjiža	Venecia	Arjol
Транслитерација	Vienar Neustat	Nagukanizza	Venecia	Orel
Превод	Bačko Novo Mesto	Velika Kanjiža	-	-
Традиционално	-		Mleci	Orel

Извор: Петерца, 1974

ратним топографским картама висине слова варирају од 1,1 до 6,3 mm код усправних римских, 1,5 до 6,3 mm код косих римских, од 1,5 до 5 mm код курзив, од 1,5 до 6 mm код усправних блок, од 1,3 до 4,4 mm код косих блок и од 1 до 4 mm код ронд слова. У таквим распонима могуће је извршити градацију и различитим величинама слова означити важност или квантитативне карактеристике појава. Разлике у висинама назива морају бити минимално 0,2 до 0,3 mm јер се на карти неће примећивати.

Типови слова. Неопходно је користити називе исписане различитим типовима слова. Поред тога неки називи исписују се само великим словима. Поред црне боје за исписивање користе се и слова других боја (најчешће плаве). Сваки од њих користи се за посебне групе појава (рељефни облици, насеља, хороними, реке, језера и др.). На тај начин се диференцирају поједине групе појава и лакше препознају њихови називи.

Скраћенице су један од начина да се смањи оптерећеност карата називима. Највише се примењују на топографским картама на којима је и број назива највећи. Примењују се за делове назива који имају имена неких географских појмова Бл. - блато, Бр. - брдо, Дол. - долина, Глав. - главица, неких заједничких именица Бнр. - бунар, Л. -лука, Фбр. - фабрика, неких придева Г. - горњи, Д. - доњи, Цр. - црни, М. - мали и сл.

У случајевима када су називи насеља дуги и чини их неколило речи, исписују се у два или три реда. Тада се ти називи повезују цртицама, званим одреднице. Оне имају форму цртица које се исцртавају на крају прве и на почетку друге речи. Одреднице се примењују и ради смањења броја назива у случајевима када два суседна насеља имају заједнички један део назива. Следе неки такви примери:

Банатско Велико- -Село	Владими- -ровац	Стари Лединци Нови Лединци	Ст.- Лединци Н.- Лединци

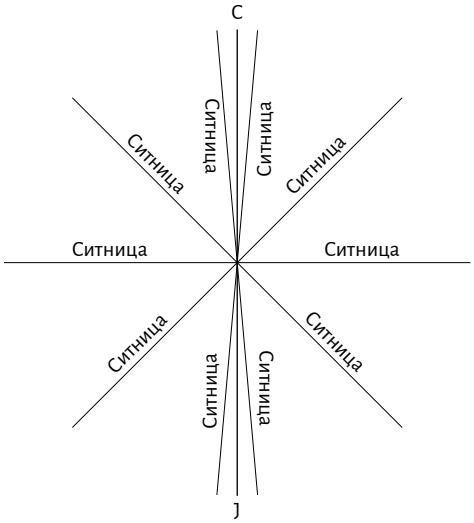
Исписивање назива насеља у два реда врши се у случајевима када би они, написани у једном реду, прекрили неке друге знаке или називе. У другом случају смањује се број слова, а тиме и оптерећеност карте.

Положај назива. Одређивање положаја назива служи да би се повезали топографски знак и његов назив. Постоји неколико препорука за што успешније решење тих проблема и нека решења су се толико усталила да су корисници карте у великој мери навикли на њих.

Постоје три карактеристичне групе знакова чији се називи различито исписују. То су ванразмерни знаци (знаци за врло мале ареале - насеља, објекте, мала језера, мала острва, врхове), линијски знаци (пре свега реке) и ареални знаци.

Положај назива за ванразмерне знаке је добрим делом резултат конвенције. Пишу се увек сабијеним слогом. Усталила се пракса да се они уписују у висини знака, десно до њега. У случајевима када такав назив поклапа неки важинији знак или прекида линију реке, пута и сл., он се измешта, али у непосредну близину знака који обележава. На исти начин исписују се бројеви (ознаке за апсолутне и релативне висине) и скраћенице које служе као допуне значења топографских знакова (Шк. - школа, Цг. - циглана и сл.).

Називи појава које се обележавају линијским знаковима, уписују се сабијеним слогом поред (најчешће изнад) линије, тако да се што лакше могу читати. То се постиже уписивањем као што је приказано у прилогу 47.



Прилог 47. Шема постављања назива поред линија и по површинама ареала
Извор: Петерца, 1974

Поред дужих река у неким случајевима (пре свега када имају велике притоке означене називима) потребно је уписати и неколико назива, како би се дала информација о њеном континуитету. На топографским картама, када је то могуће, називи широких река уписују се унутар знака за реку.

Уписивање назива за појаве означене на карти већим ареалима врши се збијеним или разређеним слогом у правцу дуже осе ареала. Такви називи протежу се приближно са краја на крај ареала. Уколико оса ареала није права линија и назив је благо повијен. То је посебно важно за неке хороними, ороними, мора, код којих то може да буде једина информација о простирању појаве. У таквим случајевима избегава се укрштање назива, а када је оно неопходно, настоји се да се величином, типом или размештајем слова избегне могућност неспоразума.

На топографским картама део назива, за ареале који се простиру и по суседним листовима, исписује се на маргини ван оквира карте.

Генерализација садржаја

Размер карте, односно расположива површина за цртање и један од основних захтева да приказ на картама буде јасан и прегледан, наметнули су неопходност да се врши избор појава које ће бити приказане, односно, да се врши генерализација садржаја. То је веома деликатан задатак јер на основу релативно малог броја приказаних појава треба верно приказати све географске карактеристике једне територије.

Избор појава и њихових карактеристика које треба да одразе те карактеристике зависи од **намене карте**, **размере** и **географских карактеристика територије** која се приказује на карти.

Основни чинилац генерализације је **намена карте**. Њен утицај најбоље се види код тематских карата, које се опредељују само за једну појаву или чак само за једну карактеристику те појаве (на пр. полна структура становништва, средња старост, број активног ст. и сл.), за две или неколико појава које се условљавају, искључују, сродне су и сл. Код таквих карата искључени су сви остали елементи географске средине (сем дискретно приказане нужне географске основе). Намена карте присутна је и код генерализације општегеографских карата, иако је код њих садржај у великој мери стандардизован. И међу њима постоје разлике у садржају или приоритетима приказа код школских, атласних, зидних карата, карата које служе као илустрација неког текста и сл. Поступци генерализације далеко су слободнији код карата које имају за циљ илустративни приказ неке територије и ту је могуће веће одступање од математичке тачности. Код крупноразмерних карата које имају и картометријске намене, математичка тачност приказа је примарна што у великој мери спутава слободу генерализања.

Размер карте на генерализацију утиче најнепосредније. Од њега зависи површина карте. Упоредо са смањивањем размере смањује се и расположива површина. На тим површинама, при различитим размерама, могу се уцртати појаве које се у природи налазе на површини од једног квадратног километра.

Табела 23. Површина на картама различитог размера

Размер карте	Површина 1 km²
1:25000	16 cm²
1:50000	4 cm²
1:100000	1 cm²
1:200000	25 mm²
1:500000	4 mm²
1:1000000	1 mm²

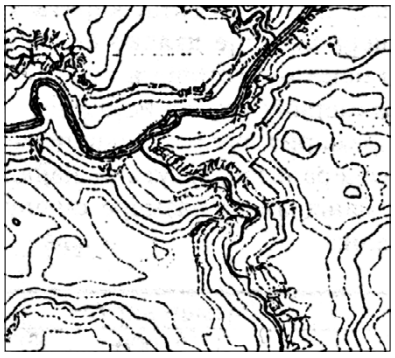
Карактер територије која је предмет картирања, можда је најделикатнији чинилац генерализања. Мале површине, на којима треба приказати читав комплекс појава које чине географску средину, представљају проблем свих карата. Због тога се сав тај садржај, приоритети, међусобне просторне и функционалне везе, морају приказати помоћу врло малог броја знакова. Тај задатак карте не може се остварити неком чисто механичком елиминацијом мање важних или мањих појава. У неким случајевима мо-

рају се приказати и неке мале појаве које су за то подручје важне. На пример, на ситноразмерним картама приказују се оазе у пустињама, а у насељеним подручјима на истој карти изостављају се многи велики градови. Ипак, бројем приказаних појава мора се означити степен густо и ретко насељених територија.

Генерализација садржаја карте врши се:

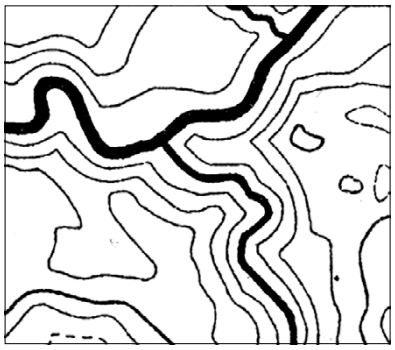
1. избором садржаја карте,
2. упрошћавањем контурног и линијског приказа,
3. смањивањем броја квалитативних и квантитативних карактеристика појава које се приказују и
4. заменом контурног приказа ванразмерним знацима.

1. Изворна карта 1:50000 E=20m, Основа за 2-6.

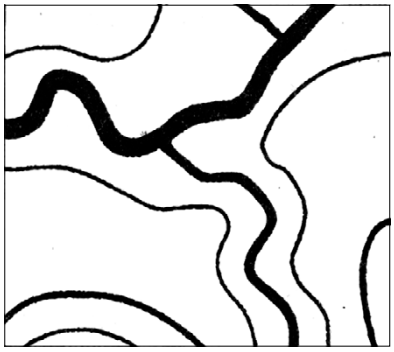


2. Карта 1:100000, E=20m, Увећано на размер 1:50000

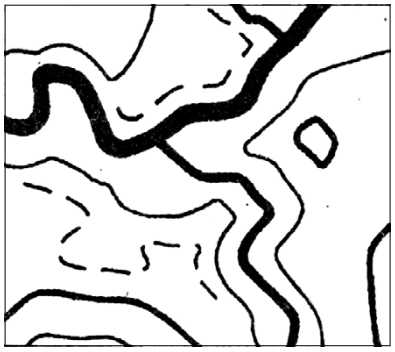
3. Карта 1:200000, E=100m, Слабо генерисано, Увећано на размер 1:50000



4. Карта 1:200000, E=100m, Добро генерисано, Увећано на размер 1:50000



5. Карта 1:500000, E=200m, Слабо генерисано, Увећано на размер 1:50000



6. Карта 1:500000, E=100m, Добро генерисано, Увећано на размер 1:50000

▲ **Прилог 48.** Примери механичког упрошћавања линија и генерализација које настоји да што боље прикаже карактеристичне детаље
Извор: Петерца, 1974

Избор садржаја карте је први поступак генерализације и он је одређен циљем карте. Избор општег садржаја је устаљенији код општегеографских карата. Код њих се обавезно приказују рељеф, воде, насеља, комуникације, код карата крупног размера још и вегетација, из насеља издвојени привредни, културно-историјски и други објекти, као и низ детаља који су видљив део географске средине. Елиминација појединих објеката и детаља врши се од најмање важних ка важнијим и маркантнијим, међутим, ни том приликом не примењује се пуки аутоматизам. Редовно се води рачуна и о томе да се не изоставе неки мали објекти који су због своје изузетности на тој територији атрактивни. Редукција података може бити тотална и селективна. Код тоталне редукције са карте се избацују све појаве једне врсте и то је једноставнији поступак (на пример усамљено дрвеће од размере 1:300.000). Код делимичне редукције бирају се примерци једне појаве који ће бити приказани и они који ће бити елиминисани са карте.

На тематским картама постављени циљ много више утиче на избор садржаја и ту је мање присутан известан аутоматизам кога има код општегеографских карата. Могућности креативности овде су далеко веће.

Упрошћавање контурног и линијског приказа настаје због графичких могућности катографског приказа. Наиме, размер карте даје и дебљинама линија, које ограничују ареале или означују линеарне појаве, одређене квантитатне вредности. На пример, линија дебљине 0,2 mm, која је једна од најтањих које је могуће одштампати на картама, на карти размера 1:100.000 има значење 20 m, на карти размера 1:500.000 има значење 100 m итд. Због тога није могуће приказати вијугања линије (обалске линије, реке која меандрира и сл.) чији је радијус унутар тих

димензија. У поступку генерализације води се рачуна о томе да се не наруши математичка тачност карте, међутим, она се често намерно нарушава да би се сачувала верност приказа ситуације са терена. Ипак, приказ свих детаља није могућ. Апстраховања детаља повећавају се упоредо са смањивањем размере карте.

Смањивање броја квалитативних и квантитативних карактеристика појава. Упоредо са смањивањем размере карте, смањује се број картографских знакова, а самим тим и могућност приказа свих детаља на приказаним појавама. Пре елиминације неких појава са карте, врши се приказ историдних појава истим знаком. На пример, док се на крупноразмерним картама диференцирају знаци за читав низ различитих религиозних објеката (капела, црква, црква са два или више торњева, манастир, манастир са конаком), на картама средњих размера они се своде на један знак за све њих, а на картама ситних размера њихов приказ се потпуно елиминише.

Замена контурног приказа ванразмерним знаком резултат је смањивања размере, односно смањења расположиве површине на карти за уцртавање географског садржаја. То се најдоследније примењује приликом приказивања насеља.

Приликом генералисања садржаја прати се редослед који се примењује приликом уношења географског садржаја карте. Прво се врши генерализација **хидролошких појава**, односно обалских линија и речне мреже, који чине основу свих општегеографских карата. Упоредо са генерализацијом речне мреже врши се и генерализација приказа **рељефа**. Тек после тога следи избор других, друштвених садржаја.

ТЕМАТСКЕ КАРТЕ

Све карте деле се у две велике групе, **општегеографске карте** и **тематске карте**. Оне се разликују по садржају. Садржај општегеографских карата има за циљ да прикаже географску слику једног терена са свим видљивим објектима. Због тога се на њима приказују рељеф, воде, вегетација, насеља, комуникације, привредни, културно-историјски објекти и др. Ниједан од тих објеката није посебно наглашен, сем ако величином или значајем за ту географску средину то не заслужује. По избору садржаја и начинима његовог приказивања општегеографске карте су у великој мери сличне једна другој.

Садржај тематских карата је много разноврснији, специфичнији и по томе се оне суштински разликују, не само од општегеографских карата, него се разликују и међусобно. Основни садржај тематске карте може да чини само једна појава, која је део садржаја општегеографских карата (реке, насеља, путеви, туристички објекти), појава која не чини део географске средине (број становника, полна структура становништва, пољопривредна производња), појава која није доступна чулу вида (температуре, ваздушни притисак, геомагнетске појаве) или подаци који су резултат неких рачунских операција (национални доходак, природни прираштај, густине насељености и др.). Уколико циљ карте захтева, садржај ових карата чини две или више појава које су повезане просторно или преко неких узрочно-последичних веза. Мали број појава на једној карти олакшава њихово јасно истицање и постизање већег степена очигледности. Тако специфичан садржај јасно одваја ове карте од општегеографских и зато се често називају специјалне карте.

Подела тематских карата

Тематске карте најчешће се деле по два критеријума, према карактеру садржаја и према тематици садржаја.

Према карактеру садржаја тематске карте деле се у три групе:

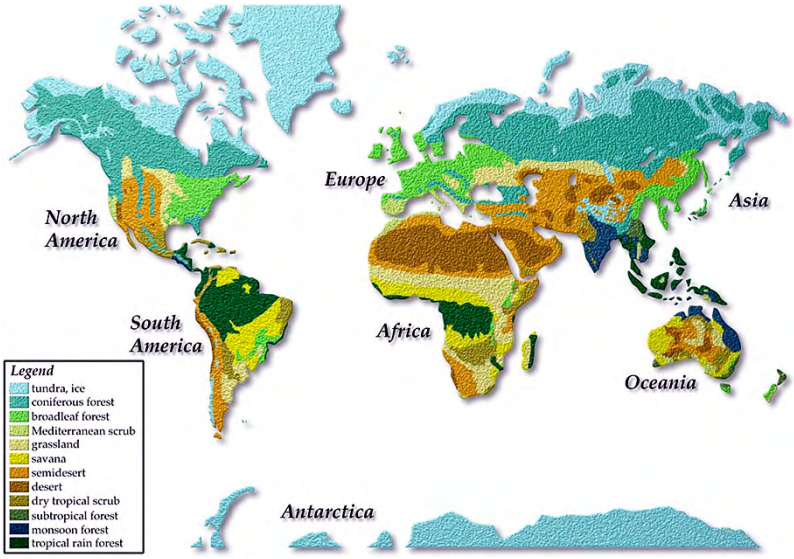
1. аналитичке,
2. синтетичке и
3. комплексне карте.

Аналитичке карте чешће се користе као основа за припрему других тематских карата или када се картографски метод примењује у научним истраживањима.

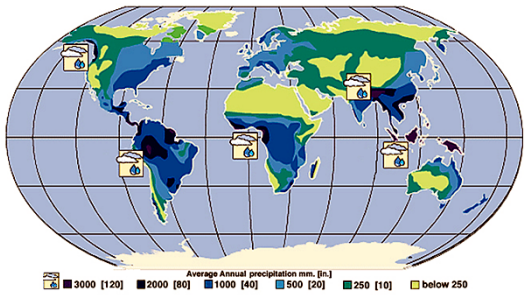
Њихов садржај чине појаве регистроване или измерене на терену које нису резултат неких накнадних прорачуна (карте измерених температура, ваздушног притиска, очитаних падавина и сл.). Због тога се називају још и картама опажања или регистрације.

Синтетичке карте су оне на којима су приказане појаве уопштеније од оних које се могу тренутно снимити на терену. То су, на пример, карте средњих дневних температура ваздуха, годишњих количина падавина, средњег годишњег протицаја воде у рекама, просечних годишњих приноса у пољопривреди и др.). Вредности тих појава региструју се током краћег или дужег периода, статистички се обраде и као такви уносе се на карту. Ове карте су најбројније и чешће се публикују од аналитичких карата.

Комплексне карте су најсложеније и оне приказују највиши степен генерализације

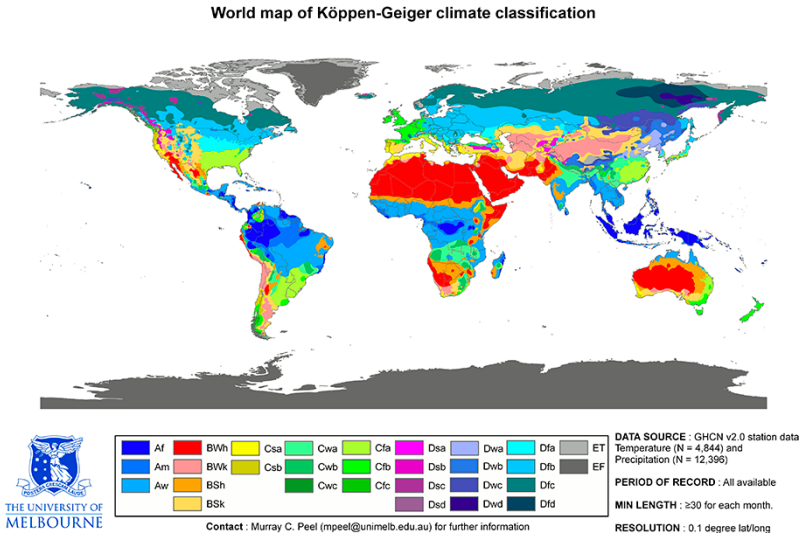


Прилог 49.
Аналитичка карта
Извор: www.worldatlas.com



Прилог 50.
Синтетичка карта
Извор: www.worldatlas.com

Прилог 51.
Комплексна карта
Извор: www.mapsofworld.com



садржаја. Оне синтетишу садржаје низа аналитичких и синтетичких карата сродних садржаја, који је често додатно анализиран и допуњаван. То су карте рејонизација (карте климатских зона, економских подручја, геоморфолошких или геолошких типова и сл.).

Према тематици садржаја, подела тематских карата је сложенија, а због разноврсности њихових садржаја тешко је извршити потпуну систематизацију. Овде ће бити приказана једна систематизација, која се готово поклапа са списком наука чији предмети проучавања имају карактеристичне просторне размештаје и који су предмет садржаја тематских карата. Та подела разврстава тематске карте у три велике групе:

1. **карте природних појава (физичкогеографске)**:
   - карте атмосферских појава (метеоролошке, климатске),
   - карте хидросфере (хидролошке, океанографске),
   - карте геофизичких појава (сеизмичке, геомагнетске),
   - геолошке (тектонске, рударске),
   - рељефне,
   - педолошке и
   - биогеографске (вегетационе, зоографске).
2. **карте друштвених појава (социјално-економске)**:
   - карте насеља (распоред и густина насеља),
   - демографске (Н, М, Ј),
   - привредне (карте индустрије, пољопривреде),
   - политичко-административне,
   - историјске,
   - туристичке и
   - саобраћајне.
3. **техничке карте**:
   - карте пројеката,
   - поморске (навигационе)
   - ваздухопловне и
   - војне техничке (артиљеријске, тенковске).

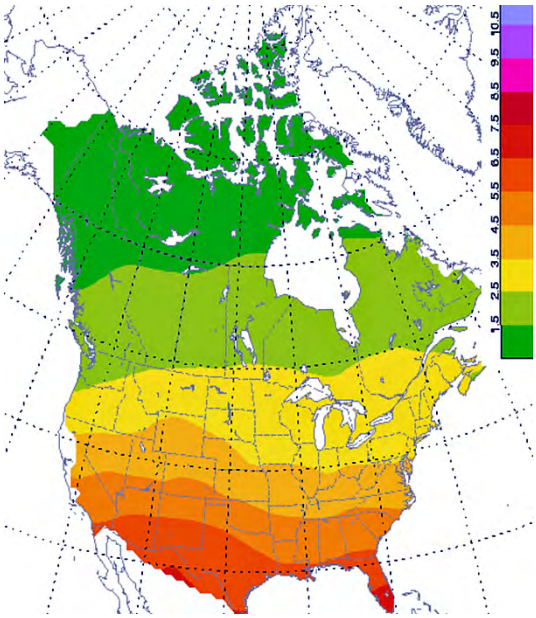
Садржај тематских карата

Тематске карте имају две групе садржаја. То су географска основа и тематска појава.

Географска основа

Географска основа је обавезан елемент сваке тематске карте. Без географске основе тематске карте би тешко остварила задатак који има свака карта, а то је јасан приказ размештаја једне или више појава на Земљиној површини. На свим тематским картама географска основа има задатак да омогући оријентацију у простору и да да јасну информацију у ком делу континента, у којој држави, у ком делу државе или регије се налази тематска појава која је предмет карте. То се постиже уношењем у географску основу минималног броја оријентационих тачака или линија. Број тих оријентира зависи од потребе за већим или мањим степеном прецизности одређивања положаја појаве. Неки елементи географске основе су у функцији метода за приказивање тематске појаве. Најчешћи елементи географске основе су обале светског мора, речна мрежа, рељеф, насеља и границе.

Обалска линија један је од обавезних елемената географске основе карте, и све карте већих површина, које обухватају и акваторију, морају бити обалском линијом подељене на акваторију и територију. На неким ситноразмерним картама малих димензија, обалске линије могу да буду једини елемент географске основе тематске карте.



Прилог 52. Пример тематске карте без географских назива
Извор: www.colorado.edu

Чест елемената географске основе је речна мрежа. Велике реке су и на општегеографским картама добри природни оријентири који често чине границе регија или држава, уз које су велики градови и сл. Унутар контура континената или граница држава уцртава се речна мрежа оне густине која одговара подели те територије на мање регије. Избор река које ће бити означене зависи више од њиховог правца пружања, него од величине и хидролошког значаја. Такође, то морају бити познате реке, јер само оне могу бити природни оријентири. Степен генерализације је овде строжи и уцртавају се реке нижег ранга само до оних које чине неке природне границе и оријентире. Реке вишег ранга неопходно је уцртати како би се приказала целовитост речног слива.

Приказ рељефа није тако чест елемената географске основе. Ипак, код неких тематских карата он је неопходан као један од чинилаца тематске појаве. Најбољи примери су крупноразмерне геолошке и педолошке карте, код којих је приказ рељефа веома детаљан (метод изохипси). Он се уцртава и на неке саобраћајне и туристичке карте, али је ту његова улога само илустративна. То одређује и избор методе (сенчење). Када географску основу неке карте чини рељеф, као његова допуна обавезно се уноси детаљно или мање детаљно и речна мрежа.

На неким тематским картама оријентација на карти могућа је уцртавањем извесног броја великих градова. У неким случајевима они су једини елемент географске основе (уз обалске линије), а некада су положаји градова само допуна речној мрежи. Уз неупадљиве знаке за насеља обавезно се уписују топоними.

Границе држава, или границе нижег ранга до граница хатара могу такође да чине географску основу тематске карте. Њихова допуна су некада само положаји важнијих насеља. Статистичке методе захтевају границе као географску основу и често се по томе и препознају. На неким карта-

ма су границе шематизоване, а та шематизација их некада ставља у функцију карте, тако да оне ограничавају територију адекватну величини тематске појаве.

Поред задатка да омогући оријентацију на карти, географска основа је некада у функцији карте и допуњује њен тематски садржај. Најбољи пример су детаљне геолошке или педолошке карте. Многе геолошке појаве није могуће објаснити без познавања рељефа. Због тога је на њима рељеф приказан детаљно као и на топографским картама исте размере. Тако детаљан рељеф тешко је реконструисати без приказа речне мреже, па је и она део географске основе. За реконструкцију рељефа на тим картама неопходне су висинске тачке, а за споразумевање потребни су ороними и хороними. Овако велики захтеви често се рашавају тако што се као основа отисне читав садржај топографских карата који се приказује мрком бојом (изохипсе), плавом бојом (воде) и црном бојом (називи, коте и др).

Неке методе захтевају веома оскудну географску основу. Типичан пример су карте рађене методом картограма, код којих основу чини само нека територијална подела. Сваки допунски елеменат сметао би уношењу тематског садржаја. На таквим картама оријентација може да буде тешка. Она се олакшава исписивањем назива свих или карактеристичних територијалних јединица издвојених границама (држава, делова држава, насеља).

На тематским картама има много мање назива него на општегеографским картама, а они у исто време имају и функцију географске основе, односно олакшавају оријентацију и препознавање положаја појава на Земљиној површини. На неким тематским картама, на којима је препознатљивост територија лака, нема ниједног назива.

Садржај географске основе уцртава се бледим нијансама како би се што више повукао пред визуелним приоритетом, односно уочљивошћу тематског садржаја карте.

Тематски садржај карте

Тематски садржај карте је основни садржај којем се даје апсолутна предност. Док се садржај географске основе уцртава бледим нијансама, тематски садржај треба да буде уцртан јасним и живим бојама. Могу се приказати следећи елементи тематских појава:

1. појединии објекти и њихов положај,
2. ареали и линије простирања појава,
3. квантитативне каракеристике појава,
4. квалитативне карактеристике појава,
5. промене положаја и
6. промене квантитативних и квалитативних карактеристика.

На једној карти могуће је приказати једну или више наведених карактеристика тематске појаве. Графички показатељи који се за то користе су најразличитији и за њихов избор не постоје никаква ограничења. Једини критеријум којим се тада треба руководити је што успешније остварење циља карте. Та слобода избора графичких решења за приказивање тематских појава отежава њихову систематизацију. Један од начина систематисања дели их на две велике групе и неколико подгрупа:

1. **географске методе**:
- метода знакова,
- метода тачака,
- метода изолинија,
- метода ареала,
- метода квалитативних боја,
- метода линија кретања,
- метода радијана,

2. **статистичке методе**:
- метода картограма,
- метода картодијаграма.

Легенда. Велике слободе аутора приликом избора метода и графичких показатеља чине ове карте неразумљивим без сталног консултовања легенде. Легенда мора да садржи обавештење о свим квантитативним и квалитативним значењима облика, подела и боја на карти и без ње је немогуће користити тематске карте. Непрестано консултовање легенде може да умањи један од основних задатака карте, а то је прегледност садржаја и тренутна информација о стању на карти која се добија једним погледом на њу. Због тога, тематска картографија тежи ка већој очигледности

коришћења графичких показатеља, која се постиже коришћењем већ устаљених метода и графичких решења и избегавањем велике оптерећености карте различитим подацима. И овде, као и код општегеографских карата потребно је наћи оптималну границу између карте што богатије садржајем и прегледне, разумљиве карте. Приликом састављања легенде мора се водити рачуна да буде што једноставнија и прегледнија. Групе знакова који приказују поједина својства појаве или карактеристичне групе појава на легенди се означују подсловима. На многим картама легенда допуњује назив карте, који такође мора бити кратак и јасан.

Извори података. Одлучујући фактор приликом планирања израде тематске карте су расположиви извори података. Потребни подаци могу се прибављати:

1. на терену,
2. из статистичких материјала,
3. из текстуалних материјала,
4. са других тематских или општегеографских карата.

Подаци прикупљени на терену су најдрагоценији јер имају вредност изворних података. На тај начин израђују се изворне, крупноразмерне геолошке, геоморфолошке, хидролошке, вегетационе карте, друштвеногеографске карте рађене на основу анкета и снимања ситуације на терену (сетвена структура, размештај продавница у насељу, фреквенција саобраћаја и сл.). Приликом прикупљања оваквих података, уколико то ради више појединаца или екипа, треба водити рачуна о методолошкој уједначености. Код неких података важно је да се они прикупљају у кратком временском периоду или чак у истом дану, моменту (снимање саобраћаја). Велик степен уједначености треба да постоји и приликом статистичке обраде овог материјала.

Готови статистички подаци су веома чест извор података за тематске карте. То су подаци климатолошке, хидролошке, демографске, привредне и друге статистике. И приликом коришћења ових података мора се водити рачуна да су временски и методолошки усклађени. То је посебно важно када се за једну карту или серију карата користе подаци различитих статистичких служби (различитих држава). Хронолошко усклађивање тих података у неким случајевима може се вршити пројекцијама, а непостојање комплетних података у неким случајевима решава се интерполацијом. Од квалитета и обухватности ових података, зависи и квалитет карте. Често се на комплетима карата или тематским атласима, јасно огледа организованост статистичких служби једне земље, њихове традиције, па чак и ниво развијености читаве државе.

Текстуални материјали такође могу да послуже као извор података за тематске карте. Они по правилу немају целовитост и детаљност какву има статистика и због тога углавном служе за израду ситноразмерних карата. Ипак, они могу да имају један незанемарљив квалитет. Када су текстови, који се користе, писани на основу обимне статистичке грађе, литературе, других тематских карата, теренских истраживања и сл., они садрже много података који су резултат генерализације, сажимања, много закључних разматрања и идеални су као материјал за израду комплексних тематских карата.

Тематске и општегеографске карте, такође могу да послуже као извор података за друге тематске карте. Оне се користе када се на основу аналитичких раде синтетичке и комплексне карте. На основу података крупноразмерних карата израђују се карте средње и ситне размере. У неким случајевима спајају се подаци две тематске карте. Садржаји неких тематских карата могу се прецртати или конструисати са општегеографских карата. Код физичкогеографских карата, то су, на пример, гребенске карте, карте нагиба, експозиција терена, правца пружања долина или корита и др. Код карата насеља са топографских карата узимају се подаци о локалним положајима насеља, неким морфолошким карактеристикама и др.

Географске методе

Заједничка карактеристика свих географских метода је да тачно приказују положај појаве и то их издваја од друге групе, ста-

тистичких метода које то никада не приказују. Ово је несумњив квалитет који даје предност географским методама, тим пре што неке од њих могу да прикажу све оне елементе које приказују и неке статистичке методе (квантитативне и квалитативне карактеристике, кретање, промене величине и квалитативних карактеристика). Графички показатељи које ове методе користе су различити и прилагођени су како карактеристикама појава које приказују, тако и намени карте. Јасно се издвајају методе које служе за приказивање појава које заузимају мале површине у природи, од појава које заузимају велике површине, које се пружају линијски или су у покрету. Друго мерило за избор знакова је захтев за прецизним приказом величине или структуре (квалитета) појаве. Трећи захтев даје већу предност очигледности карте итд.

Методе знакова

Методе знакова примењују се код приказивања појава које заузимају релативно мале површине и, уколико улазе у садржај општегеографских карата, уцртавају се ванразмерним знацима. Број графичких показатеља које ова метода користи је врло велик, а њихове форме су изразито разнородне. То им је дало различите могућности приказивања карактеристика појава и наметнуло је потребу поделе методе на четири групе знакова:

1. Геометријски знаци,
2. Словни знаци,
3. Симболи,
4. Очигледни знаци.

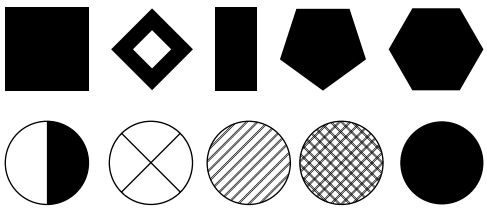
Геометријски знаци

Геометријски знаци су они који имају форме правилних геометријских слика или тела. Некада се по свим својствима геометријских знакова примењују и друге форме, као на пример разне конструкције графикона, дијаграма и других облика. Чешће се користе геометријске слике које је једноставније цртати, ипак, њихов избор ограничен је само на десетак облика које је на карти лако разликовати. Када је то неопходно, та палета се допуњује и цртежима геометријских тела. Постоји један бољи начин приказивања великог броја знакова, а да се они лако разликују. Он се примењује код полихроматских карата и састоји се у бојењу истих знакова различитим бојама. Код монохроматских карата те могућности су ограничене на коришћење необојених знакова (белих), црних и, када су они већих димензија, шрафираних знакова.

Приликом коришћења знакова различитих боја, односно приликом одређивања појава које ће они приказивати, боји, као уочљивијем показатељу, даје се улога означавања појава виших категорија (на пример зелена боја - прехрамбена индустрија), а облицима улога означавања појава нижих категорија (зелени троугао – уљара, зелени квадрат – шећерана, зелени правоугаоник – млин итд.).

Геометријским знацима најједноставније је означити **величину појаве**. То се постиже уцртавањем знакова различитих димензија, а оне, односно једна од димензија слике сагласна је са величином појаве. Те димензије су обично пречник круга, страница равностраног троугла и квадрата, висина дијаграмског стуба и др. Сваком милиметру или чак половини милиметра тих димензија одређује се нека вредност, на пример 100 становника, па се насеље са 300 становника означи кругом пречника 3 mm, насеље од 824 становника кругом пречника 8 mm итд. Постоје чак шаблони са тим сликама различитих димензија, па је такво цртање врло једноставно.

Проблем се јавља тек када постоје велике разлике између величина најмање и највеће појаве које треба приказати. На пример, у Војводини је најмање насеље Велика Ремета са свега 28 становника, док у Новом Саду живи 194.000 становника. Ако би број становника Ремете заокружли навише, на 100 становника и приказали га кругом величине једног милиметра, величина знака за



Прилог 53. Избор геометријских знакова
Извор: Scholz, 1983

Нови Сад била би 1.940 mm или 1,94 m. Тај проблем решава се применом такозване условне пропорционалности. Код ње пораст величине знакова донекле заостаје за темпом пораста величине појава.

Степен заостајања сагласан је разлици величина највеће и најмање појаве. Он се одређује за сваку карту или групу карата у једној збирци на основу следеће формуле:

$$A = \sqrt{N / K}$$

- где су: A - величина знака, N - величина појаве, K- коефицијент умањења.

Коефицијент умањења бира аутор карте тако што се одабере било који број и помоћу њега се израчунају величине знакова за најмању и највећу појаву. Уколико је најмањи знак довољно уочљив, а највећи знак карту не оптерећује сувише, коефицијент је добар. Уколико је најмањи знак неуочљив, иста проба изврши се са неким мањим коефицијентом. Уколико је највећи знак превелик, коефицијент се повећа. Приликом избора коефицијента умањења мора се водити рачуна и о покривености карте знацима. Покривеност знацима не сме да буде ни велика ни мала. Сувише велики знаци смањују прегледност и ометају јасан приказ просторних односа. Када су знаци сувише смањени теже је уочити разлике у величини, а сем тога, код таквих карата је доста нарушен естетски квалитет. Приликом избора величине знакова мора се водити рачуна о једном од основних задатака сваке карте, а то је да јасно прикаже разлике у густини заступљености појаве на картираној територији. Уколико те неравномерности размештаја не постоје и када је појава правилно распоређена, картографски прикази немају сврху.

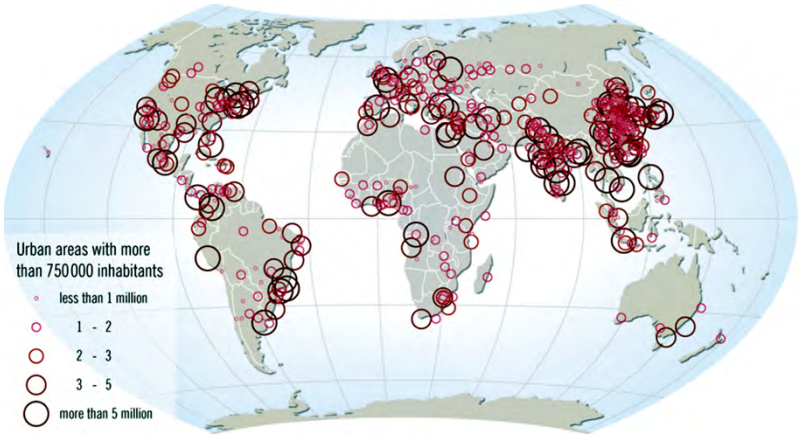
Избор коефицијента умањења зависи и од облика знака, односно од његове површине. Када се он добро одреди за знаке кружног облика (пречник круга), па се ти знаци замене равностраним троугловима (основица), карта ће бити недовољно покривена јер такав троугао има готово два пута мању површину. Уколико се круг замени квадратом (страница) карта ће бити оптерећенија знацима.

Крајња могућност решавања многих проблема приказивања појава чије величине имају велике распоне, јесте примена на једној карти различитих коефицијената умањења.

Положај геометријских знакова одређује се по принципима који се користе на топографским картама за уцртавање ванразмерних знакова. Фигуре се уцртавају тако, да се центар круга, пресек дијагонала квадрата или правоугаоника, средина основице троугла или дијаграмског стубића итд., налазе на месту положаја појаве. Због тога, у неким случајевима изразите неравномерности размештаја појава, долази до неминовних преклапања знакова. Њих не треба елиминисати повећавањем коефицијента умањења. Тада се строго примењује принцип уцртавања мањих знакова преко већих знакова, тако да ниједан од њих није заклоњен ни неуочљив.

Оваквим примерима веома очигледно се означују изузетно велике концентрације неке појаве. Ипак, такав приказ рационалан је само до извесне границе. Када се једна појава издваја од осталих изузетном величином, коефицијент умањења прилагођава се оној већини мањих знакова. Тада та највећа појава добија знак изузетне величине који прекрива знатан део карте. Он може да прекрије и многе елементе географске основе што би угрозило сналажење и оријентацију на простору карте. Тада се њено приказивање врши помоћу прстена (када су остали знаци кругови), оквира (код квадрата, правоугаоника, троугла) и сл. Друга могућност је приказивање те појаве на апликативној карти.

Прилог 54. Пример преклапања знакова
Извор: www.colorado.edu

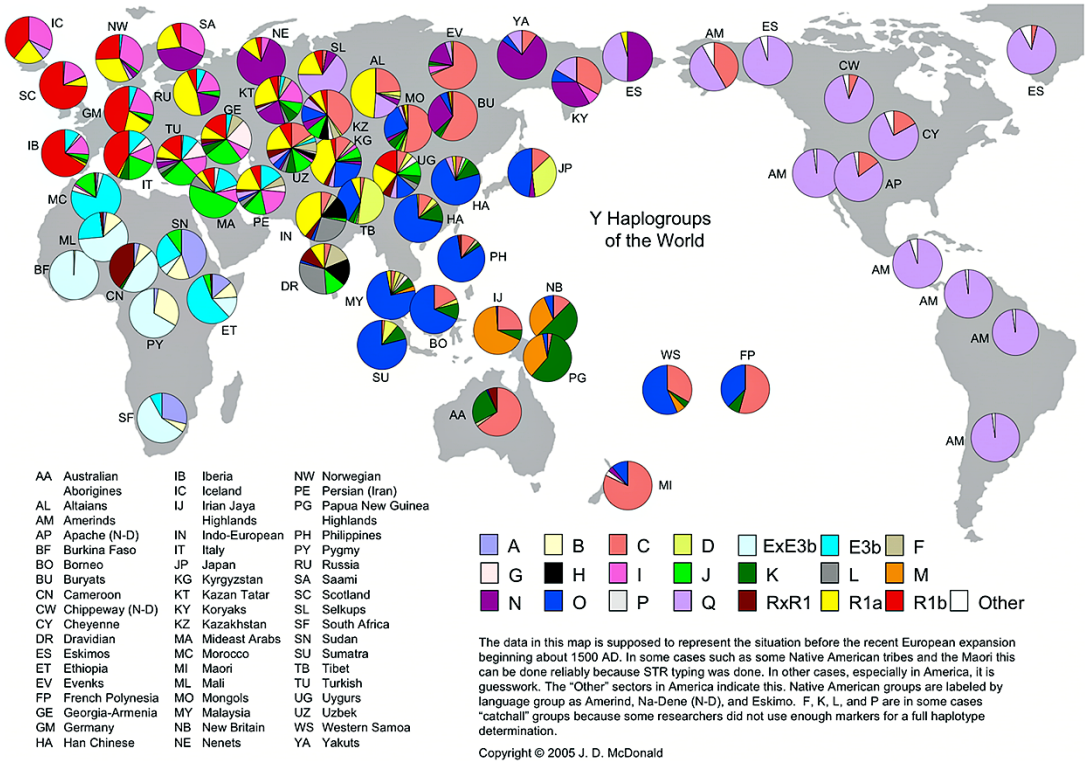


Неке форме знакова не дозвољавају преклапање или их дозвољавају само до извесне границе, док није угрожена њихова читљивост. То зу знаци облика дијаграма и графикона. Тада се у неким случајевима допушта делимично измештање. Тиме се донекле нарушава математичка тачност карте, али математичка тачност за тематске карте није толико важна као за општегеографске. Ипак, недопустива су велика измештања која би пореметила међусобне просторне односе положаја појава, односно основну карактеристику свих географских метода за приказивање тематских појава. Када су таква измештања неопходна, користи се помоћни знак, такозвана одредница, који се уцртава на тачан положај појаве, а танком линијом повезан је са измештеним знаком. Код компликованијих, садржајнијих и већих знакова, та померања некада досежу дотле да се знаци уцртавају на периферији карте или чак на маргини, а повезани су са одредницама или линијама или само адекватним топонимима.

Структура појаве или њене квалитативне карактеристике предмет су неких тематских карата рађених овом методом. Код демографских карата то су структуре становништва, код економских карата, структура привреде, националног дохотка, трговине и др., код карата насеља то могу бити структура зграда по висини, старости и др. Графичка решења којима се то постиже су разнолика и могу да буду врло једноставна. То може да буде подела круга на кружне исечке, подела дијаграмских стубића на секторе, квадрата на одређене делове (секторе или мање квадрате), положај тачке унутар троугластог дијаграма и сл.

Једно од најједноставнијих графичких решења за приказивање структуре – квалитета неке појаве је кружни знак издељен на исечке. Податке о структури потребно је претворити у проценте и сваком проценту одговарао би лук од 3,6°. Проблем је приказати сувише мале исечке јер се тиме смањује очигледност приказа. Код њих је површина између два полупречника сувише уска да би се на њој јасно препознавала боја или шрафура. Пракса је потврдила да је исечке вредне од 4 до 5%, односно мање од 15°, боље сабрати и означити као „остало".

Када се користи знак облика квадрата, такође се уносе подаци прерачунати у проценте. Сразмерно учешћу, поједини еле-



Прилог 55. Карта на којој је кружним графиконима приказана структура појаве

менти структуре заузимају место у површини кавадрата. Код неких карата сви знаци изделе се на мрежу од сто мањих квадрата, а сваки од њих има вредност једног процента. Ако се при томе величином квадрата означава величина појаве, њихова подела на 100 поља остварљива је само у компјутерској изради карте.

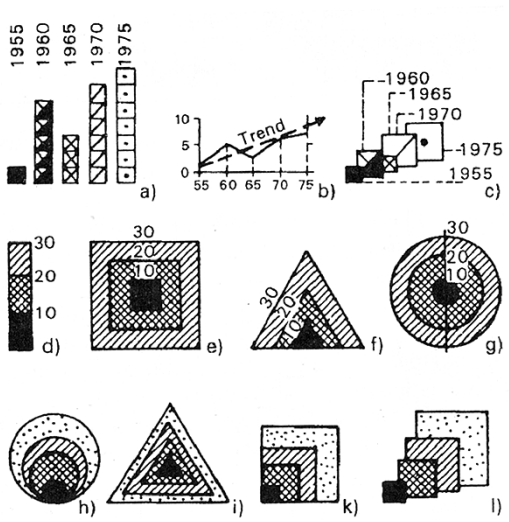
На дијаграмским стубићима, структуру је могуће означити и у апсолутним бројевима.

Мало је сложенији приказ структуре неке појаве на троугластом дијаграму. На њему се означавају трочлане структуре. Јасније представе добијају се у случајевима када тај дијаграм служи само као објашњење у легенди и када су на њему бојама или шрафуром означене зоне са карактеристичним структурама. Тада се на картама одређени локалитети означавају бојама или шрафуром са легенде и такве карте су донекле уопштеније (приказују издвојене типове, а не прецизне податке), али су веома прегледне.

Геометријски знаци осталих облика не дају тако очигледне представе структура појава или је те поделе теже технички извести. На прилогу 56 је неколико таквих примера. На примеру се види подела троугла која се изводи на бази дужина две наспрамне странице, али се при томе добијају сектори неадекватних површина. Пример даје структуру једне појаве током године на четири локалитета, али је то решење исувише сложено да би остварило очигледност карте. На основу таквих графичких анализа могуће је издвајање карактеристичних типова и њихово уношење на карту на неки очигледнији начин.

Развој појаве. Геометријским знацима могуће је на тематским картама приказати и развој неких појава, односно промене њихових квантитативних и квалитативних својстава. То се постиже уцртавањем неколико стандардних знакова, од којих сваки означава стање у једном моменту развоја (години пописа, регистрације и сл.). Графичка решења су разноврсна, а нека од њих виде се на прилогу 57. Најбољи резултати добијају се коришћењем знакова у виду графикона или дијаграмских стубића.

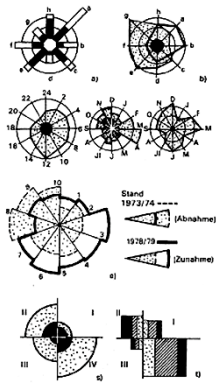
Исти знаци користе се и за **поређење величина** две или више појава које стоје у неким узрочно-последичним везама, или заједно одражавају неке карактеристике територије (број становника и национални доходак, пољопривредне површине и производња и сл.).



Прилог 56. Неки примери приказа развоја појаве геометријским знацима
Извор: Scholz, 1983

Један од карактеристичних знакова за приказивање развоја појава, њихове структуре, или за лако поређење различитих појава које су на истом локалитету, јесте знак у виду вектора, који је иначе основни знак истоимене методе. Овде коришћени вектори чак имају далеко веће могућности различитих конструкција. То су, на пример, различите конструкције кружних дијаграма и графикона, дијаграма конструисаних у четири квадранта и много других.

Према томе, на истој карти могућ је приказ све четири карактеристике једне појаве (величина, структура, развој), међутим, оптерећивањем знакова великим бројем детаља, смањује се прегледност карте. Да би се то избегло, може се извршити типологија знакова и карактеристичне трендове промена величина и структура приказати неком једноставнијом и прегледнијом методом (знаци, квалитативне боје) на додатој апликативној карти. Таква решења на једном листу карте дају детаљан приказ са много података и појединости, који служи



Прилог 57. Вектори који се користе као геометријски знаци
Извор: Scholz, 1983

за анализу свих приказаних карактеристика појаве и једноставну синтетичку карту на којој се јасно и прегледно виде типови свих појава са детаљне карте. То је један од начина помирења зхтева за детаљном и за прегледном картом.

Словни знаци

Методе знакова, као графичке показатеље некада користе слова, скраћенице или речи. Они се називају словни знаци. Ове знаке не треба везивати за називе на картама који су властита имена појединих појава. Словни знаци су увек почетна слова, устаљене скраћенице или имена општих појмова тих појава. Уместо топонима Бор, Трепча, Колубарски рудници, они би на тематској карти били обележени са бакар, олово, угаљ. Читаве речи – називи појаве користе се најчешће када се означавају ареали, као на пример рударски басени, пољопривредни рејони и сл. Када се означавају мањи локалитети упутније је користити само поједина слова. Приликом избора слова, за означавање тематске појаве користи се почетно слово или скраћеница назива појаве. Тиме се постиже очигледност коју немају геометријски знаци. Да би очигледност била већа, избегавају се локализми и бирају се називи које користи широки круг људи. Тиме је коришћење карте, односно њена очигледност универзалнија. Када се ради о рудницима или хемијској индустрији, добро је користити универзалне ознаке из периодног система елемената, користе се затим устаљени латински називи и називи са универзалним значењем. Ипак, ради очувања чистоте нашег језика треба избегавати прихватање назива из других језика.

Прилог 58. Комбинација геометријских и словних знакова

Предност словних над геометријским знацима је у већој очигледности, односно мањој упућености на стално коришћење легенде. Ипак, прегледност ових карата није велика, јер слова не дају толико упечатљив визуелни ефекат као боје или маркантни облици геометријских знакова. Због тога се на неким картама уцртавају слова различитих боја или се словни знаци комбинују са геометријским.

Прилог 59. Тематска карта рађена методом симбола

Словни знаци имају мање могућности приказивања различитих карактеристика једне појаве. Њима је могуће градирање појава по величини, али не онако прецизно како се то чини помоћу геометријских знакова. Најчешће се све појаве изделе по величини у неколико група (нпр. мале, средње, и велике) па се свака група означава словима сразмерне величине. Сем тога, карте рађене само словним знацима су доста монотоне, па се они чешће користе у комбинацији са другим методама. То је најчешћи случај са комплексним економским картама, на којима се приказује велик број различитих појава. Коришћењем словних знакова тада се елиминише потреба цртања великог броја сличних геометријских знакова, а словни знаци новим формама донекле оживе карту.

Симболи

Симболи су једна врста графичких показатеља методе знакова. Примењују се само за приказивање појава које имају неку карактеристичну особину погодну за једноставно и јасно графичко приказивање. Главна одлика им је очигледност и коришћење карата рађених овом методом захтева минимално консултовање легенде.

Због изузетне очигледности симболи се често користе и код топографских знакова. Штета је што својства која се могу изразити симболима има релативно мали број појава које се уцртавају на општегеографским и тематским картама. Ипак, оваи знаци имају неке озбиљне недостатке који ограничавају могућности њихове шире примене. Прво, симболе је доста тешко цртати јер је мало шаблона који се могу користити. Они морају да буду јасни и лако препознатљиви, а у исто време, да немају мале детаље који се тешко штампају и уочавају. Због тога су симболи на картама мало већих димензија, чиме више оптерећују карте. Могућности њихове примене су ограничене на приказивање положаја појаве и на давање елементарних информација о њеној величини. По томе су веома слични словним знацима.

Постоји једна могућност проширивања њиховог значења, односно повећавања детаљности карте. Она се састоји у комбиновању облика – симбола и боја: цртањем симбола различитих боја могуће је уну-

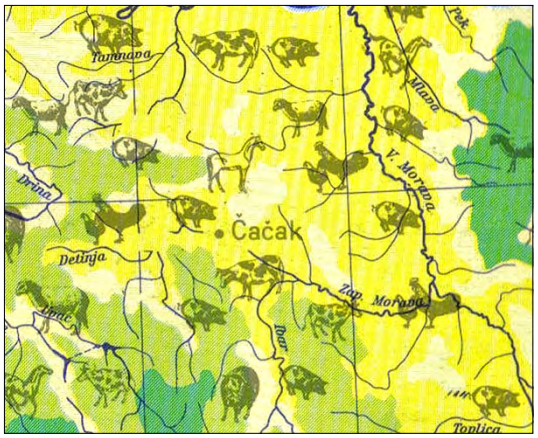
тар једне групе појава приказати и њихове подтипове. Комбинација ова два показатеља разликује се од исте комбинације код геометријских знакова. Овде се облик као маркантнији показатељ користи за приказивање више сродних појмова, а боја се користи за њихове подтипове. Један од примера је силуета ветрењаче или воденични точак као знак за млинове, па се различитим бојама приказују производње (тип брашна, сточна храна, кукурузни производи, или врста својине млинова и сл.).

Очигледни знаци

Очигледни знаци су четврта форма коју користи метода знакова. Они имају форме силуета или шематизованих цртежа појава. Коришћење тематских карата на којима су очигледни знаци најмање зависи од легенде. Неке од њих је чак и немају. Због наглашене очигледности намењене су корисницима од којих се не може очекивати веће картографско знање. То су деца, ђаци нижих разреда основних школа и лаици.

Очигледни знаци могу бити конструисани као шематизовани цртежи појаве, па се све појаве те врсте уцртавају истим знаком. Ти знаци су често слични симболима. Такве карте, и поред изразите очигледности захтевају легенду.

Постоје, међутим, варијанте ове методе код којих је свака појава означена знаком који је њен веран цртеж. Оне су вероватно једине карте без легенде. Овакав начин уцртавања тематских појава захтева карте великих површина. И по изгледу и по математичкој тачности ове карте су сличне старим картама које су рађене пре 18. века. Код



Прилог 60. Карта рађена применом очигледних знакова

Прилог 61. Туристичка карта Будимпеште рађена методом очигледних знакова

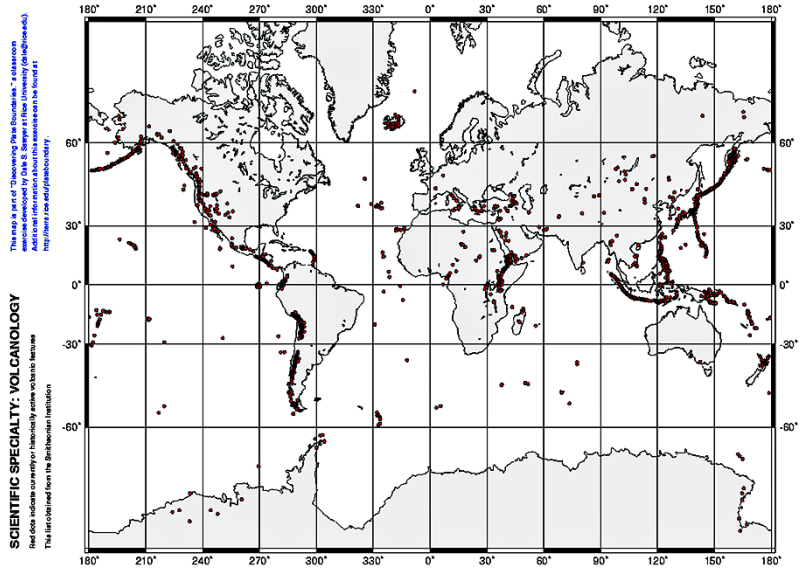
великих знакова тешко је одредити тачан положај појаве, а сем тога, они заклањају део карте и имају наглашеније одлике перспективног, него ортографског приказа терена. То не само што ограничава број знакова који могу бити уцртани, већ је тешко реке, путеве и сл., означити континуираним линијама. Неке такве карте толико пажње посвећују перспективном приказу и лепом изгледу знака и карте да потпуно занемарују математичку тачност.

Због тога је тешко повући јасну границу између карата рађених овом методом, на једној, и обичних илустрација, плаката и сл. на другој страни.

Очигледан приказ је несумњив квалитет ових карата и код неких намена не може да их замени ниједна друга метода. Оне имају и естетски квалитет – карте рађене на овај начин могу бити изузетно лепе. У исто време имају и низ недостатака. Један од недостатака је тај, што ови знаци по правилу заузимају знатне површине, а то нарушава математичку тачност карте. Сем тога, њих је тешко цртати, а за неке карте потребно је ангажовати сликаре. То овој методи даје знатан степен субјективности што у картографији није препоручљиво.

Метода тачака

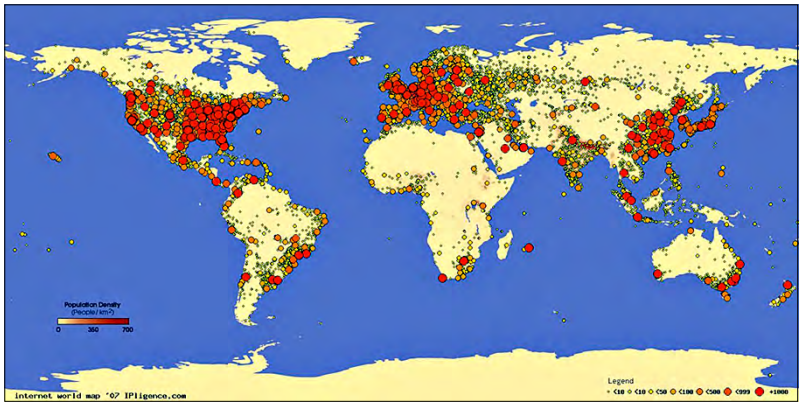
Метода тачака, као графички показатељ користи мали кружић, не много већи од тачке. Тај знак уцртава се на месту појаве и има одређену квантитативну вредност. Овим методом увек се означава квантитативна карактеристика појаве. Квантитативна вред-



Прилог 62. Карта активних вулкана рађена методом тачака

ност тачке је увек одређен (увек округао) број становника, јединица ратарске производње, број грла, број индустријских производа и сл. Та вредност мора бити довољно мала да би се уцртавањем одговарајућег броја тачака означила што приближнија вредност појаве. Ипак, број тачака не сме да прекорачи локалитет или ареал простирања појаве. То се постиже добрим одабирањем вредности тачке. У неким случајевима, концентрација појаве може бити таква да се тачке спајају и дају представу ареала. Тада се на карти остварује представа зоне простирања појаве и разлика у њеном распрострањењу. У таквим случајевима изостаје информација о величини појаве, што је била прва идеја ове методе и метод тачака еволуира у метод ареала. Поред тачака које то приказују, често се уцртавају и границе крајњег распрострањења, односно њеног ареала.

Прилог 63. Карта са тачкама различитих величина



На таквим картама најчешће се приказује једна појава. Због рационалности и да би се избегла израда карата са великим белим површинама, тачкама се може истовремено приказати размештај неколико појава. Оне се означавају тачкама различитих боја, а бирају се појаве чији се ареали не поклапају.

Уколико се инсистира на означавању величине појаве, а распони величина су исувише велики, користе се знаци различитих величина. Разлике у димензијама су такве, да су јасно уочљиве. Разлике у њиховим вредностима су такође знатне. На тај начин, величина појаве означава се мањим бројем тачака различитих величина и све оне могу да се уцртају на локалитету или зони на којој се појава простире. По правилу, користи се мали број различитих величина кружића. Овакве варијанте сличне су методи геометријских знакова.

Метода изолинија

У случајевима приказивања квантитативних разлика једне појаве која се простире по читавој територији карте примењује се метода изолинија. То се постиже повлачењем извијених линија, чији је циљ да на карти повежу све тачке у којима одређена особина појаве има исту вредност (висину, дубину, температуру, количине падавина и др.). Отуда и назив методе ισος (исоз) на старогрчком значи једнак, раван, исти, сличан. Тај назив је префикс назива тих линија, а други део речи означава појаву која се приказује.

За израду оваквих карата потребни су подаци за вредност појаве у појединим тачкама и претпоставка да те вредности равномерно расту или опадају од једне до суседних тачака. За конструкцију изолинија потребни су подаци за најмање три тачке, а поузданост и прецизност карата расте са бројем мерних тачака, а захтева и њихов равномеран размештај. Мерне тачке су за изохипсе – висинске тачке, за изобате – места мерења дубине, за све климатолошке карте – метеоролошке станице итд. Конструкција изолинија врши се поступком интерполације. Тај поступак може бити:

1. рачунски,
2. графички и
3. механички.

Рачунска интерполација врши се по линијама које повезују све суседне мерне тачке. Прво се помоћу следеће формуле израчуна једна константа:

$$k = d / (A–B),$$

где је k – константа, d – хоризонтално растојање између две мерне тачке, A – вредност појаве у првој тачки, B – вредност појаве у другој тачки. На основу податка о вредности изолинија, који је у задатку карте, израчуна се број изолинија који треба уцртати између ове две тачке. Положаји њихових пресека на дужи A – B израчунавају се помоћу следеће формуле:

$$n_1 = k (A – I_1)$$
$$n_2 = k (A – I_2)$$
$$n_3 = k (A – I_3)$$

и тако даље, све док се не достигне тачка B. Ознаке у формули су n1 - растојање између тачке A и пресека линије са првом изолинијом, I1 – вредност појаве на првој изолинији итд. Примена ове формуле приликом одређивања положаја изолинија на дистанци A (135,2 m) - B (128,8 m) дужине 56,4 mm, са задатком повлачења изохипси на сваки метар, изгледала би овако:

$$n_1 = 8,8 (135,2 – 135) = 1,8 \text{ mm}$$
$$n_2 = 8,8 (135,2 – 134) = 10,6 \text{ mm}$$
$$n_3 = 8,8 (135,2 – 133) = 19,4 \text{ mm}$$
$$n_4 = 8,8 (135,2 – 132) = 28,2 \text{ mm}$$
$$n_5 = 8,8 (135,2 – 131) = 37,0 \text{ mm}$$
$$n_6 = 8,8 (135,2 – 130) = 45,8 \text{ mm}$$
$$n_7 = 8,8 (135,2 – 129) = 54,6 \text{ mm}$$

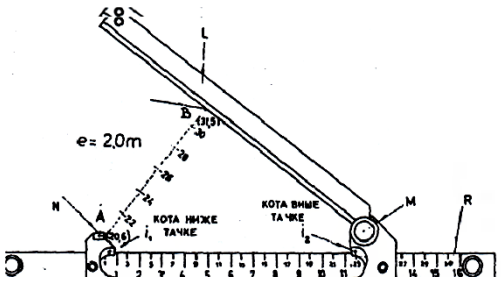
Приликом рачунања константе, за прву вредност крајње тачке увек се узима већи број. Постоји и скраћени поступак рачунања дистанци између изолинија. На претходној формули види се да се растојања између пресека x до пресека x стално повећавају за 8,8 mm. Према томе, након израчунавања растојања n_1, могуће је ту вредност преносити на линију d све до тачке B. То је уједно и провера тачности рачуна.

Графичка интерполација врши се помоћу правоуглог троугла, лењира и папирне траке са уцртаним размерником. Папирна трака поставља се уз једну мерну тачку (на подлогу са уцртаним мерним тачкама које су повезане правим линијама) тако да се вредност појаве поклапа са одговарајућим подеоком на размернику. Правац линије на којој се означују положаји изолинија и правац размерника стоје под извесним углом. Паралелно са том линијом постави се лењир, а на њега прислони правоугли троугао. Померањем троугла од подеока до подеока задатих изолинија на размернику, на линији се визирају пресеци са изолинијама.

Графичка интерполација може да се врши помоћу једне конструкције пропорционалног размерника и помоћу милиметарске хартије, али се и они базирају на приказаном принципу.

Механичка интерполација врши се помоћу инструмента који се зове **интерполатор**. Они могу бити различитих конструкција, али је њихов рад у суштини поједностављена графичка интерполација. На прилогу је скица врсте интерполатора, на коме улогу размерника има основни крак (R), чији се одговарајући подељак постави на једну мерну тачку (A), док се по њему креће други крак (L) и њиме на линију A - B, визирају пресеци са изолинијама.

Приликом означавања пресека изолинија са правим линијама које повезују све мерне тачке, уз њих се уписују и вредности. Након тога врши се конструкција изолинија. Она се врши повезивањем свих суседних пресека исте вредности, благо извијеним линијама. Те линије треба што вернije да одразе равномерне промене величина појаве. Код конструкције изохипси, на пример, треба водити рачуна о речној мрежи,



Прилог 64. Једна конструкција интерполатора
Извор: Живковић И., 1979

карактеристикама рељефа код којих се разликују вододелнице, оштри преломи топографске површине, сливнице и др.

Изолиније по својој природи нису очигледан картографски показатељ. Тај недостатак се може ублажити конструкцијом скале једне боје и бојењем површина између суседних изохипси појединим нијансама. Примена тих нијанси мора што боље да одрази вредности појаве. Блеђим нијансама испуњавају се површине између изолинија мањих вредности, а интензитет боје расте упоредо са порастом вредности изолинија. На тај начин карте рађене методом изолинија из групе геометријских метода прелазе у слојевне методе и групу очигледних метода. Овакво решавање проблема очигледности карте је ограниченог обима јер једна боја има релативно мали број нијанси које дају уочљив и складан низ. Он се обично ограничава до десетак нијанси. Спајање низова нијанси две или више боја најчешће не даје јединствен склад. Спајање нијанси две боје даје добре резултате када у променама вредности изолинија долази до прелаза од позитивних ка негативним вредностима (позитивне и негативне температуре, висине и дубине, вредности испод или изнад просека и сл.). На монохроматским картама, уместо бојама, очигледност изолинија могуће је повећати коришћењем скале шрафа чија се густина постепено повећава тако да чини јединствен склад. Сличне скале шрафа примењују се и код методе картограма.

Постоји могућност да се овом методом уцртавају две појаве на истој карти. Комбинују се појаве које се на неки начин условљавају или које треба поредити. Тада се уцртавају изолиније двема бојама.

Метода ареала

За приказивање појава које заузимају веће површине примењује се метода ареала. То могу бити подручја на којима се узгајају неке културе (ареал маслина, винове лозе, пшенице), простиру налазишта неке руде (угљени басени), индустријске зоне и сл. Ареали се обележавају на различите начине. На наредном прилогу приказано је неколико њих (границом, шрафуром, ограниченом ишрафираном површином, симболима, границом унутар које је назив појаве и само називом појаве уписаним у правцу пружања ареала). Сем приказаних решења, ареале је на карти могуће означити и обојеним површинама.

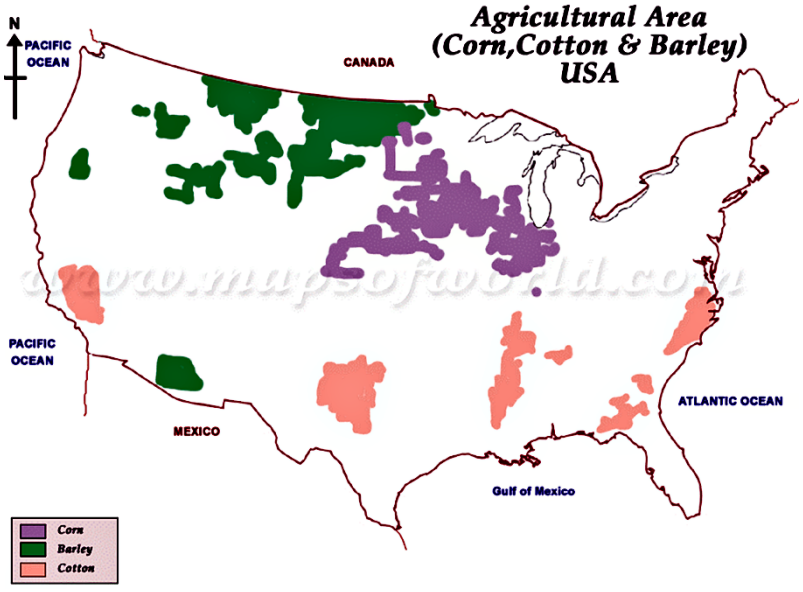
Наведеним показатељима могуће је приказати неколико карактеристика ареала. На пример, на једној карти могуће је приказати више издвојених ареала једне појаве, издвојене ареале различитих појава, ареале различитих појава који се делимично преклапају, секундарне ареале једне појаве који су унутар ареала друге појаве, ареале вишег ранга и унутар њега ареале нижег ранга и сл.

Унутар ареала, могуће је приказати неравномерну заступљеност појава. То се постиже уцртавањем различитих интензитета боја или штафура, различите густине симбола и сл. Назупченом границом ареала такође се може приказати постепено смањивање заступљености појаве или мешање две појаве на контакту са суседним ареалом.

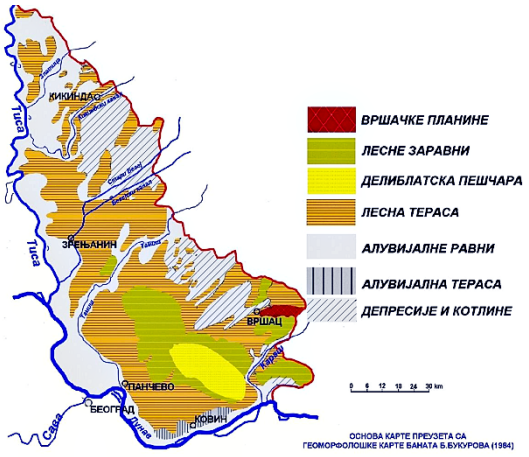
Ареалним знацима приказују се и на општегеографским картама све појаве које заузимају велике површине.

Метода квалитативних боја

На тематским картама у случајевима када се приказују квалитативне разлике једне појаве, која се простире по читавој површини карте (или њеног копненог дела) примењује се метода квалитативних боја. Типични при-



Прилог 65. Карта распрострањености кукуруза, памука и јечма у САД урађена методом ареала



Прилог 66. Карта рађена методом квалитативних боја

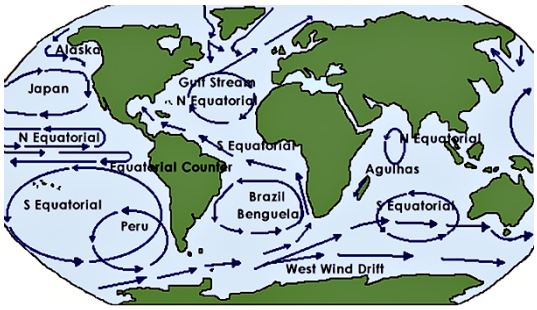
мери су геолошке и педолошке карте, карте климатских зона и сл. Графички показатељи ове методе доста су ограничени. Најбољи резултати постижу се бојама. Свака површина одређеног квалитета појаве (геолошке формације, педолошког типа, климатске зоне и сл.) обоји се једном бојом. Те боје треба да буду контрастне и јасно распознатљиве. У случајевима када постоји велик број различитих квалитета појаве, што је редован случај код геолошких и педолошких карата, тешко је издвојити довољан број боја које се међусобно јасно разликују. Тада се користе и нијансе. Ради повећања очигледности карте, једна боја се користи за обележавање квалитативног типа, а њене нијансе за обележавање подтипова. Када те нијансе нису јасно распознатљиве, поља обојена њима означавају се и додатним ознакама, бројевима или словним ознакама. Редослед бројева и избор слова треба да прате квалитативну структуру појаве, како би допринели очигледности карте. Код бројева, подтипови се обележавају низом узастопних бројева, а код словних ознака, сви квалитативни сегменти означавају се почетним словима њихових назива.

Код монохроматских карата, као графички показатељи користе се шрафуре и сигнатуре (словне или бројчане ознаке). Избор различитих шрафа мањи је од избора боја, а сигнатуре су по правилу мање очигледан приказ.

На једној карти ограничене су могућности приказа размештаја две различите појаве. То се чини истовременим коришћењем боја и шрафа. На тај начин могу бити приказане само појаве са малим бројем квалитативних сегмената, да би се користиле бледе боје и ретка шрафура који се графички подносе. Тамније нијансе на таквим картама графички се не подносе.

Метода линија кретања

За приказивање појава које се протежу линијски или су у покрету користи се метод линија кретања. Њима се, на пример, приказују ветрови, морске струје, миграције, саобраћај, промет роба и сл. Метода користи графичке показатеље као што су стрелице и линије.



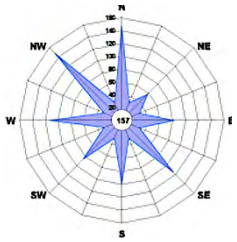
Прилог 67. Карта са линијама кретања

Овом методом могуће је приказати низ карактеристика појава. Повезивањем два одредишта линијом може се означити само **правац** простирања појаве (миграциони токови, правци одвијања саобраћаја и сл.). Уколико се ти процеси одвијају само у једном правцу могуће је означити њихов **смер**. То се постиже уцртавањем стрелице. Могуће је такође приказивање **величине** појаве. То се постиже уцртавањем линија условне дебљине или уцртавањем одговарајућег броја паралелних линија. Постоји могућност приказа и **структуре** појаве (врсте роба које се транспортују, структура дневних миграната и сл.) уцртавањем паралелиних линија различитих боја, поделом дебље линије на секторе условне дебљине и сл.

Овом методом постижу се одлични резултати како на полихроматским, тако и на монохроматским картама.

Метода вектора

Метода вектора је у суштини веома слична методи линија кретања јер се користи за приказ истих појава, а неки картографи их чак сматрају јединственим методом,



Прилог 68. Ружа ветрова приказана методом вектора

са два карактеристична графичка показатеља. Графички показатељи које она користи популарно се називају руже ветрова (по начину означавања страна света на старим картама – портуланима). Они на тематским картама имају форме кружних дијаграма различитих конструкција. Њима се приказују појаве које се региструју у једном локалитету (најчешће метеоролошка станица), а простиру се фронтално (ветрови, морске струје). Овим методом редовно се приказују квантитативне карактеристике појаве стубићима условне дужине. Сем тога, могу се приказати и њихове квалитативне карактеристике (јачине ветрова, месеци или годишња доба када дувају и сл).

Вектори се користе и у методи геометријских знакова. Тамо су они истих или много маштовитијих конструкција и означавају развој појаве (њихове величине, односно величине и структуре снимљене у различитим моментима), затим више различитих појава које су на истом локалитету или структуру неке појаве.

Статистичке методе

Метода картограма

Метода картограма је једна од две статистичке методе. Картограм редовно приказује разлике у неким квантитативним или квалитативним карактеристикама једне појаве на картираној територији. Њиме се у класичним формама не могу приказати тачни положаји појаве, већ се појава приказује у виду просечне вредности унутар неке територије. Када се комбинује са неким формама геометријских знакова и та мањкавост се успешно елиминише. Ова метода лако се препознаје по географској основи коју редовно чини нека територијална подела (административна или геометријски конструисана).

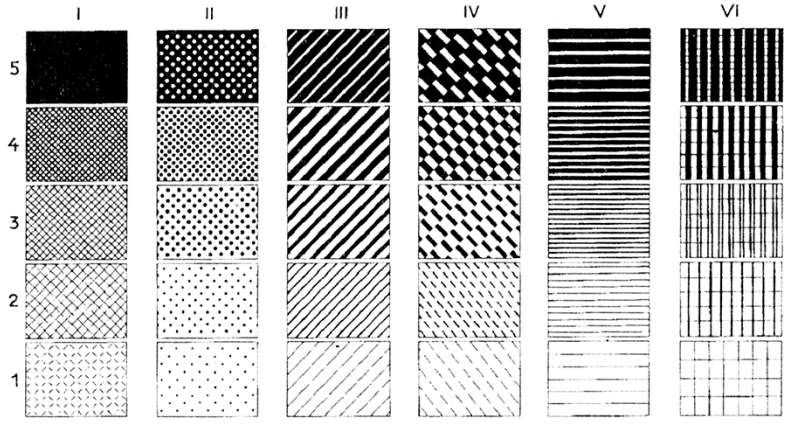
Постоји неколико подела ове методе у којима се помињу прост или обичан картограм, непрекидни, квалификативни, селективни, геометријски, тачкасти, еуморфични итд. По важнијим карактеристикама разликују се само прва два (обичан и непрекидни). Остали картограми међусобно се разликују само по графичким показатељима, конструкцији картограмске скале, броју појава које приказују и сл., што нису мерила вредна толике пажње.

Графички показатељ који ова метода користи је скала једне или више боја или складан низ шрафа. Они интензитетом или густином треба да одразе величину или интензитет појаве.

Детаљност ових карата зависи на једној страни од величине основне територије унутар које се уцртавају боје или шрафе, а на другој страни од обима појаве који је приказан једном нијансом. Прецизност карте је већа сразмерно са смањивањем основне територије, а најчешће зависи од расположивих статистичких података. Већи утицај на повећање прецизности аутори карте имају само ако се организује прикупљање података на терену.

Веће су могућности интервенције код другог чиниоца и карта је прецизнија што је мањи обим величина које означава једна боја. И овде је повећање прецизности често ограничено разлозима очигледности карте. Наиме, карте рађене овом методом дају одличне приказе разлика величина појава и за те компарације су оне незаменљиве. Овај квалитет зависи од избора нијанси боја или шрафа. Оне морају, од најсветлије до најтамније, да чине јединствен склад који треба јасно да одражава разлике у величинама појава. И код боја и код шрафа тешко је направити веће скале код којих нијансе чине складан низ, а да се међусобно јасно разликују. Због тога, приликом конструкције ових скала треба бити рационалан. То се постиже тако што се најмање и највеће

Прилог 69. Примери скала шрафа које се примењују у методи картограма
Извор: Arnberger, 1977



Прилог 70. Метода картограма

величине широког распона величина означавају карајњим нијансама скале. То дозвољава да се оне најзаступљеније величине означе што прецизније. Проширивање картограмске скале нијансама две или више боја, мора да има логичка оправдања. Тако се, на пример, нијансама једне боје могу означити позитивне вредности, а нијансама друге боје негативне вредности појаве. То се може чинити са негативним и позитивним природним прираштајима, натпросечним и вредностима испод просека и сл. Ипак, таква решења немају велике могућности, па су распони величина који се означавају једном нијансом најчешће доста велики. На примеру једне карте природног прираштаја (Географски атлас Југославије, Загреб 1962), распон величина је 5‰. То значи да се првом нијансом означавају прираштаји и од 1 и од 4,9‰, а прираштај од 5,0‰ који је само за 0,1‰ већи, означава се другом нијансом. Ова варијанта назива се **обични картограм**.

Постоје покушаји избегавања овако наглих скокова који су карактеристични за обичан картограм. То се постиже одређивањем растојања између шрафа за сваку вредност посебно. Овај начин назива се **непрекидни картограм**. Легенда на овим картама, на којој се тачно могу очитавати све вредности, сличан је нагибном размернику. Као графички показатељ овде се користи само шрафура, најчешће косе линије, па непрекидни картограм, иако даје прецизније податке од обичног, не може да пружи толико прегледну слику као што се постиже картограмским бојама.

Приликом избора методе чешће се предност даје очигледнијим и прегледнијим, него егзактнијим представама.

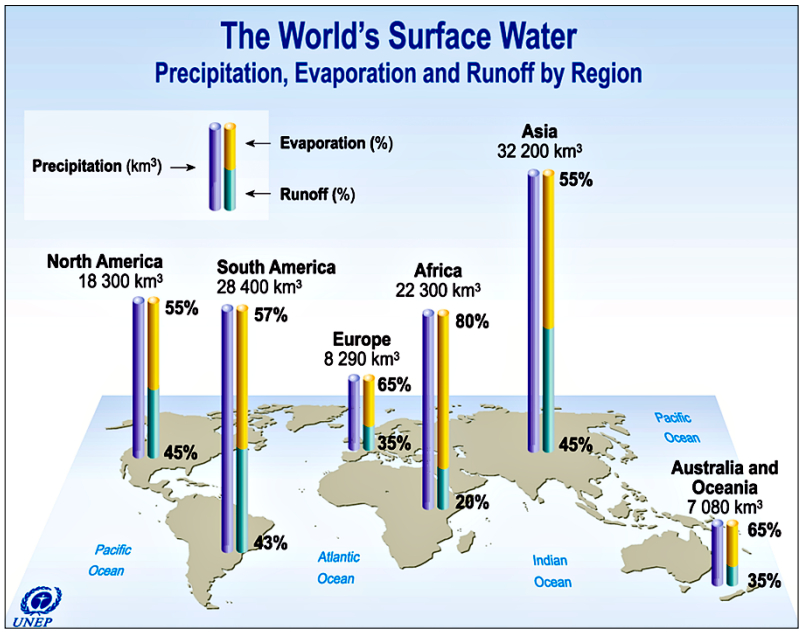
У случајевима када је избор географске основе слободан, често се примењује мрежа троуглова, квадрата, шестоугаоника и сл. То се чини најчешће када се подаци прикупљају на терену, са топографских карата или се на неки начин процењују и могу да се сведу на жељену површину. Ова варијанта зове се **геометријски картограм**. Методом картограма могуће је приказати и неке структурне карактеристике. То се постиже конструисањем неколико скала боја или шрафа (онолико колико има сегмената структуре) и уцртавањем сразмерног дела знакова унутар једне основне територије. Та варијанта назива се **селективни картограм**. Овакве карте су богатије садржајем, али је њихова прегледност често мања него код обичног картограма. Постоје и карте на којима је картограмска скала конструисана од тачака различитих густина, где оне немају само графичку функцију (формирања нијанси картограмске скале). Овде свака тачка има и одређену вредност, као и код методе тачака. Те тачке овде не означавају тачан положај појаве, већ њено просечно стање. Овакви прикази називају се **тачкасти картограм**.

Метода картодијаграма

Метода картодијаграма је други статистички метод који се користи на тематским картама. Њиме се обавезно приказује величина појаве, а може да прикаже и њену структуру или развој (промене). То су карактеристике које се могу приказати и методом геометријских знакова. Ове две методе чак користе идентичне графичке показатеље. Ипак, дели их једна суштинска разлика. То је она разлика која дели географске од статистичких метода, односно, метод знакова приказује и тачан положај појаве, док метод картограма то не може.

По тој карактеристици предност је свакако на страни методе знакова. Метод картодијаграма ипак има своју примену, када подаци постоје само за веће административне територије (општине, срезове, покрајине, државе и сл.). У таквим случајевима могућа је само примена методе картодијаграма. Некада се креатори карте опредељују за тај метод јер се тада на карти смањује број знакова, па они могу бити већи и сложенији. Циљ неких карата је презентација квантитативних података за већа подручја и то се боље постиже овом методом, него методом знакова.

Обавезан елемент географске основе код ових карата је нека територијална подела. То су најчешће административне границе које се поклапају са границама које користе и статистичке службе приликом публиковања података. Оваква географска осно-



Прилог 71. Карта рађена методом картодијаграма

ва представља разлику између ове методе и методе знакова. Сигуран знак да се ради о методи картодијаграма, а не о методи знакова је и то, да је унутар једне основне територије увек само један знак. Уколико их има више то могу бити само знаци различитих типова, који приказују различите појаве.

Метода картодијаграма користи апсолутно исте картографске показатеље са свим појединостима и проблемима, као и метода геометријских знакова, тако да није потребно све то понављати. Разлике постоје само у положајима знакова. Код методе картодијаграма знак означава само величину, структуру или развој појаве, а не њен положај или број издвојених јединки на означеној територији. Због тога се он уцртава слободно на најпогоднијем месту унутар граница појаве.

Постоји још једна специфична варијанта ове методе, која користи контуру територије као показатељ. Карта се црта на тај начин што се контуре територијалних јединица поједноставе до облика квадрата или правоугаоника (или неке друге геометријске слике сличне територијалној јединици), који имају површине сразмерне величини појаве. Унутар тих површина могу бити уцртани и картограмски знаци. Ова варијанта картодијаграма примењује се чешће код карата Света или појединих континената, где је могуће постићи бар минималну представу о просторним односима. У сваком случају, све територије треба означити хоронимима како разумљивост карте не би била доведена у питање.

Карактеристичне групе тематских карата

Методе за приказивање тематских појава су најчешће универзалне и ауторима карата пружа се велика слобода њиховог избора, комбиновања, измена или креирања потпуно нових решења. Пракса израде појединих тематских група карата потврдила је да постоје нека оптимална решења која су се усталила. Овде ће бити приказани неки од тих примера који су чести код карата рељефа, климе, становништва, насеља, економских карата и код туристичких карата.

Карте рељефа

Рељефу се посвећује велика пажња на топографским картама, а приказ помоћу изохипси даје обиље егзактних података. На основу тих података и података прикупљених на терену ради се низ карата које треба да употпуне приказ рељефа, да нагласе неке његове особине и да прикажу неке елементе потребне за свестранију анализу.

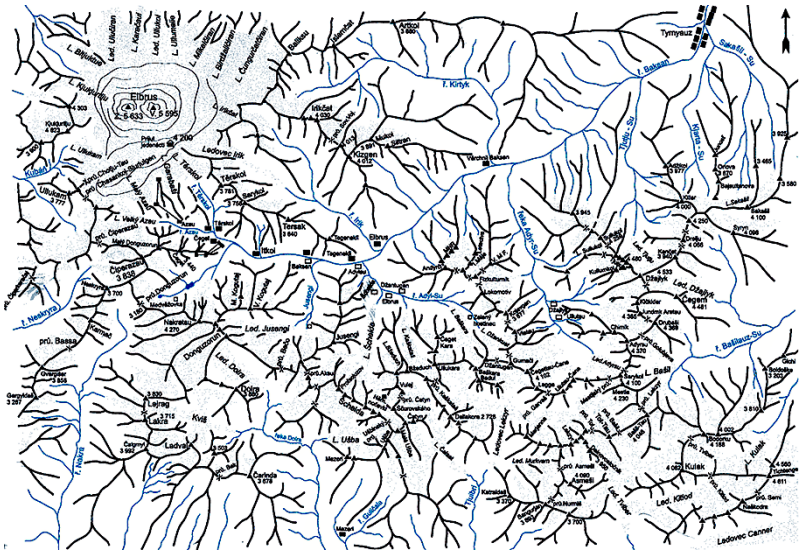
Карте појединих елемената рељефа чешће се користе као радне карте које су у функцији картографског метода при геоморфолошким проучавањима. Њихов садржај зависи од конкретних потреба. Раде се карте нагиба земљишта, експозиција, карактеристичних праваца пружања долина или гребена, гребенске карте, упоредан приказ два или више геоморфолошких елемената и сл. Том приликом најчешће се користе поједине методе. На пример, **карте нагиба** и **експозиција земљишта** израђују се методом квалитативних боја. **Карактеристични правци** пружања неких линија веома добро се означавају геометријским картограмом. Помоћу њих, лако се

констатују паралелне линије у свим деловима карте, идентификују се карактеристични преломи, реконструишу се испрекидане линије и сл. Прво се читава територија карте изделi на квадрате једнаких величина и унутар њих уписују се правци пружања линија рељефа који се анализирају. Они се најчешће генералишу на 16 или 8 карактеристичних праваца. На крају, сви квадратићи са ознакама истих праваца обоје се истом бојом. Карта се анализира праћењем једне боје или контакта две или више боја. Ова метода користи се и за израду, некада веома модерних, карата **енергије рељефа**. У неким случајевима веома добри резултати постижу се методом линија кретања, заправо само издвајањем једног геоморфолошког елемента. Један такав пример је на наредном прилогу, где су означене карактеристичне речне мреже.

Карактеристичне су и **гребенске карте** на којима се најбоље уочавају примарне форме рељефа. Код њих је основни знак линија којом се означавају правци пружања планинских гребена и гребена коса, огранака (метода линија кретања). Неизоставан елеменат географске основе је речна мрежа, а често и карактеристичне висинске тачке. Поред праваца пружања главних геоморфолошких структура, на овим картама јасно се види разгранатост рељефа.

Карте нивоа токова (Stream line) дају податке о вертикалној рашчлањености рељефа. Основу ових карата чини речна мрежа и рељеф приказан изохипсама. На тој основи, правим линијама повежу се суседне тачке пресека изохипси истих висина са речним токовима. На тај начин добија се основа до које је доспела линеарна ерозија. Поређењем тог нивоа са висином земљишта изнад њих добијају се подаци о рашчлањености рељефа.

Прилог 72.
Гребенска карта Кавказа



Многе геоморфолошке карте настоје да повећају очигледност приказа рељефа и при том чак напуштају принцип ортографског приказа територије. Поастоји читав низ варијанти карата које су рађене на принципу **згуснутих профила**. Један од таквих примера је контурни метод Танаке. Код њега се основна карта, рађена методом изохипси, изделi хоризонталним линијама повученим на једнаким дистанцама. По свакој линији изради се профил. Од растојања паралелних линија и вертикалне размере зависи компактност приказа рељефа и графичка оптерећеност карте.

Код неких варијанти ове методе добија се перспективни приказ рељефа. На пример, ако се поклопе основе свих профила начињених по паралелним линијама, може се реконструисати контура линије хоризонта и приказ видљивих делова рељефа.

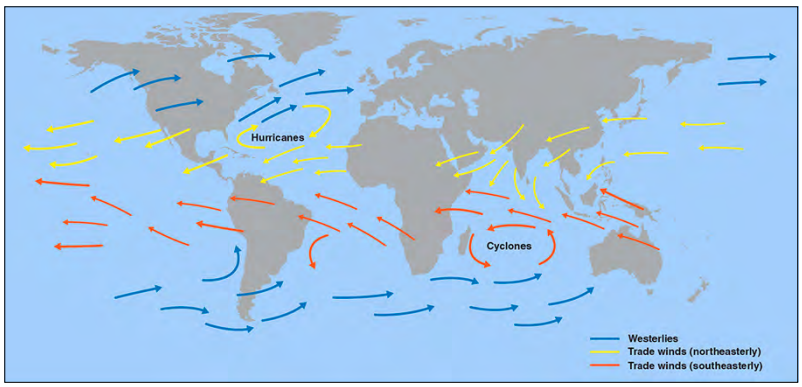
Један од начина приказивања рељефа као графички показатељ користи шематизоване перспективне приказе доминантних геоморфолошких форми. То су такозване **физиономске карте**. Оне користе перспективне приказе малих димензија и великог степена очигледности.

Комплексне геоморфолошке карте приказују све елементе рељефа, па чак и неке геолошке карактеристике: састав стена, поделу облика по постанку, време настанка, нагибе, рељефне облике и неке релативне величине. Тако велик број појава може се приказати само коришћењем више картографских метода. Решења су доста униформна. Овде ће бити дат пример геоморфолошке карте Југославије размера 1:500.000. На тој карти, географску основу чине бледи отисци (сепија) изохипси и речне мреже. Истом бојом, методом квалитативних боја која користи шрафурне знаке, означене су и основне литолошке формације. Примат је на карти дат генези рељефа и он је означен

бојама (метода квалитативних боја). Свакој генетској групи посвећена је једна јасно распознатљива боја. Унутар тих боја нијансама су означене класе рељефа, односно његова рашчлањеност. Карактеристични облици приказани су знацима. Знаци су диференцирани по генетским типовима и сваки од њих означен је другом бојом. Знацима су означене и карактеристичне величине појединих облика (уска речна корита, широка речна корита и сл.). Релативне висине карактеристичних облика означене су бројевима. Време настанка великих формација означен је словним знацима. Према томе, на овој карти примењено је више метода (квалитативне боје, изолиније, знаци, линије кретања и арели) са више варијанти. Квалитативне боје користе се у варијанти боја и варијанти шрафуре. Изолиније се користе у варијанти ограничавања зона различите рашчлањености рељефа и њиховог означавања нијансама боја. Ово није класична варијанта методе изолинија и оне се често називају псеудоизолинијама. Метод знакова коришћен је у варијантама симбола, геометријских и словних знакова. Појаве са наглашеном једном димензијом приказане су методом линија кретања, а оне које заузимају веће површине приказане су методом ареала.

Допунски садржај на картама рељефа је разноврстан. То могу бити апликативне карте ситнијег размера на којима је приказана генерална ситуација или неки елемент рељефа кога на основној карти нема, крупноразмерне и детаљније карте интересантних детаља. На маргини карте приказују се карактеристични орографски или синтетички профили, хистограми (дијаграми процентуалне заступљености појединих нагиба земљишта) и други прикази рељефа.

Прилог 73.
Карта ветрова



Карте климе

Карте климе спадају међу најуниформније тематске карте. Природа појаве коју приказују и начин прикупљања података наметнули су примену малог броја метода. Највећи број климатолошких појава приказује се методом изолинија. По тим појавама су многе изолиније и добиле називе (изотерме - температуре, изохијете – падавине, изобаре – ваздушни притисци, изонефе – облачност, изохеле – осунчаност итд.). Веома очигледни прикази постижу се бојењем површина између изолинија скалом ниајанси једне боје. Једина климатска појава која се редовно приказује другим методама су ветрови. Они, се најчешће приказују линијама кретања или векторима. Израда климатолошких карата готово у потпуности зависи од података климатолошке статистике. Самостално прикупљање података могуће је само на малим површинама и за потребе карата аналитичког садржаја.

Линијама кретања се најбоље приказују правци ветрова. Коришћењем линија различитих боја и дебљина, могу се приказати њихове температуре и јачине, а дужинама и правцима линија означују се зоне формирања ветрова и досег њиховог простирања. Ипак, на једној карти може се, на једном локалитету, приказати само један ветар (најчешће преовлађујући).

Методом вектора могуће је дати приказ свих ветрова на једном локалитету. За то постоји низ графичких решења, којима се означавају честине ветрова (најчешће из 8 карактеристичних праваца), њихове јачине и честине у различитим годишњим добима или месецима током године. Основни недостатак овако комплексног приказа ветрова је тај, што се појава која се простире ареално, означава знацима малих димензија, на основу којих је тешко реконструисати правце простирања појединих ветрова.

Код сложенијих климатолошких карата примењују се и друге методе. Прилком

истовременог приказивања више климатолошких елемената често се користи метода геометријских знакова. На тај начин могуће је приказати промене вредности током године (знаци у виду дијаграмских стубића или графикона), вршити поређење два или више климатолошких елемената, структуру неког елемента и др. То могу да буду знаци на којима је означено неколико различитих климатских елемената. За графиконе различитих типова који приказују климатске елементе користи се назив климограм.

Комплексне климатолошке карте су доста једноставне. Оне користе метод квалитативних боја уз низ допуна. Једна од тих допуна су словни знаци који могу да имају двојну функцију. Прва је намењена распознавање боја. То на овим картама најчешће није неопходно, јер број климатских типова никада није толико велик да се не могу означити контрастним бојама. Због тога је важнија улога словних знакова за допуњавање значења квалитативних боја (карактеристике температура и падавина), или чак издвајања неких подтипова (као на Диркеовом атласу света, стр. 176-177, издање 1987/1988.). На тим картама често се линијама кретања означавају морске струје и планетарни ветрови.

У функцији ових карата важну улогу има допунски садржај. То су, по правилу, климограми изабраних метеоролошких станица међу којима треба да буде заступљена свака климатолошка зона. На њима су обавезно подаци о средњемесечним температурама ваздуха, месечним количинама падавина, а могу бити унесени и други подаци (ваздушни притисак, укупне, годишње количине падавина, средње годишње температуре и сл.).

Прилог 74.
Карта водотокова Индије

Хидролошке карте

Овде ће бити дат приказ садржаја карата које се односе на копнене, подземне и површинске воде. Географска основа им је често слична основама геоморфолошких карата. Њу чине бледи прикази рељефа, речне мреже, а некада и веома уопштен приказ геолошког састава земљишта. То је често код крупноразмерних карата. Израда ових карата у великој мери је ограничена расположивим подацима хидролошке статистике. Могућност прикупљања података на терену или са топографских карата много је мања него код геоморфолошких карата.

Карте подземних вода приказују дубине или апсолутне висине нивоа фреатских вода или нивое горњих или доњих граница субартешких и артешких слојева. За то је најпогоднији метод изолинија са обојеним пољима између суседних линија. На њима се знацима обележавају мерна места (пијезометри, бушотине) и правци отицања фреатских вода, а линијама границе сливова.

Карте површинских вода садрже податке о рекама, језерима, каналима, хидротехничким објектима, режимима вода, квалитету вода и сл. Код приказа река доминантне су различите варијанте метода линија кретања (ширине, боје, структура). Резултати осматрања на водомерним станицама означавају се дијаграмским стубићима и графиконима слично као и кли-

матолошки подаци. Граничним линијама или бојама означавају се сливови карактер и интензитет површинског отицања и сл.

Водене површине (језера, замочварени терени, плављена подручја, површине које се наводњавају или одводњавају и сл.) приказују се ареалним знацима.

Хидротехнички објекти који се уносе на хидролошке карте су насипи, канали, црпне станице, уставе, преводнице, мостови и др.). Зависно од димензија, приказују се методама знакова, првенствено геометријским, и методом линија кретања. Уз неке од њих бројевима су приказане неке величине и капацитети.

Комплексне хидролошке карте посвећене су површинским водама и садрже готово све поменуте појаве и њихове карактеристике.

Карте привреде

Карте привреде често се продукују као атласне карте или као документација планова, елабората и сл. Њихова израда олакшана је и подацима о привреди који су по правилу обимнији од осталих статистичких материјала. Они се често обрађују по великим територијалним јединицама, што приморава ауторе тематских карата да се определе за статистичке, а не за географске методе. Ипак, код ових карата равноправно су заступљене како једне, тако и друге методе.

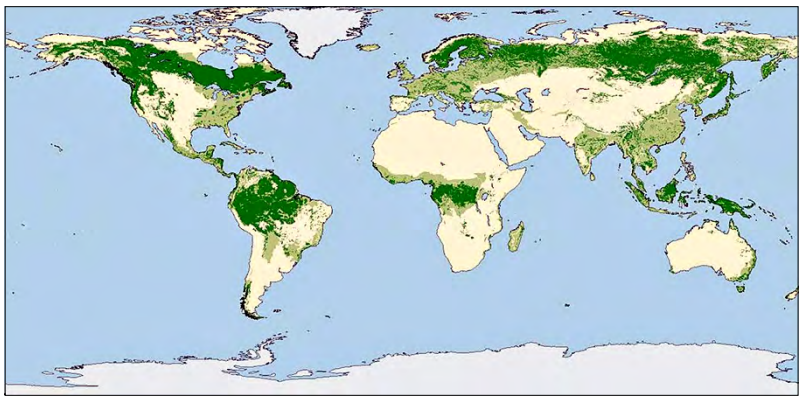
Код економских карата важно је приказати квантитативне карактеристике неке појаве, међутим, постоји и велик број оних које немају тај податак. То су карте које дају само ареале простирања неке појаве (привредни рејони, зоне узгоја неке културе и сл.) које користе класичне форме метода ареала. Размештај привредних објеката приказује се методом знакова (геометријских, словних или симбола) једнаких величина који дају информацију о положају појаве. Структура коришћења пољопривредних површина може бити приказана методом квалитативних боја (када приказује све врсте коришћења) или методом изолинија, односно поменутих псеудоизолинија (када се приказује само процентуална заступљеност једне појаве).

Размештај појава које се простиру линијски, приказује се методом линија кретања (пловне реке и канали, железничке пруге, електрични водови и сл).

Све те појаве могу бити приказане са неким квантитативним карактеристикама и такве карте су по правилу вредније. То се постиже коришћењем метода геометријских знакова условне величине, методе тачака, картограма и картодијаграма, или линија кретања условне величине за адекватне врсте појава. Поред величина често се приказују структуре и развој појава.

Комплексне привредне карте по правилу имају много садржаја и то компликује израду. Оне морају имати податке о свим привредним гранама. Пољопривреда се означава начинима коришћења земљишта (оранице, траве, шуме, напољопривредно земљиште) за шта се користи метод ареала или квалитативних боја. На неким картама постоје и детаљнији подаци, на пример о добрим и лошијим обрадивим површинама, врстама шума и сл. Унутар ареала за обрадиве површине симболима или шрафуром, могуће је означити доминантне културе. Рударство се означава приказивањем пространих рудних басена (ареали) и рудника (метода геометријских, словних знакова и симбола). Истим типовима знакова означавају се фабрике. Линијама кретања означују се саобраћајнице, а знацима се обележавају луке. На неким картама, ареалима се обележавају типични индустријски рејони, уколико тај приказ већ није постигнут густином знакова који приказују фабрике. Очигледност на којој треба инси-

Прилог 75. Карта распрострањености шума у свету



стирати приликом избора знакова, повећава се и тако, што се сродне групе појава приказују сличним знацима. На картама треба да постоје визуелне разлике између привредно активнијих и мање активних рејона, треба јасно да се разликују рејони са различитим типовима привређивања. То се постиже избором знакова и боја и њиховим прилагођавањем конкретном стању на територији која се картира. На овим картама величине појава приказују се само начелно (велике, средње, мале), а не оптерећују се ни подацима о структурама и развоју, јер већ набројане појаве дају легенди педесетак или стотинак различитих знакова. Већа детаљисања опасно би угрозила прегледност карте. Садржај ових карата употпуњују и елементи географске основе коју чине речна мрежа, дискретно приказан рељеф и ознаке за највећа насеља са топонимима.

На картама привреде важан елеменат је допунски садржај. На њему се приказују сумарни подаци о привреди, њен развој, структура производње и сл., а то се постиже графичким путем (графикони и дијаграми различитих типова) или табелама. Веома су интересантне и апликативне карте на којима су издвојени карактеристични делови карте (изабрани привредни рејони) са детаљнијим приказом стања или чак хатари појединих села, планови појединих економија, фабрика и сл. На неким економским картама, као допунски садржај, дају се чак и прегледне фотографије.

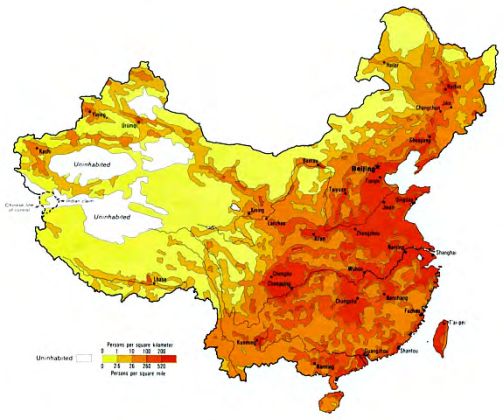
Карте становништва

На картама становништва приказују се све демографске појаве: број становника, размештај, природни прираштај, миграције, структуре и домаћинства. Израда ових карата у највећој мери зависи од расположивих статистичких података. Самостално прикупљање података има веома ограничене могућности. Због тога су картографска креирања у великој мери ограничена расположивим подацима.

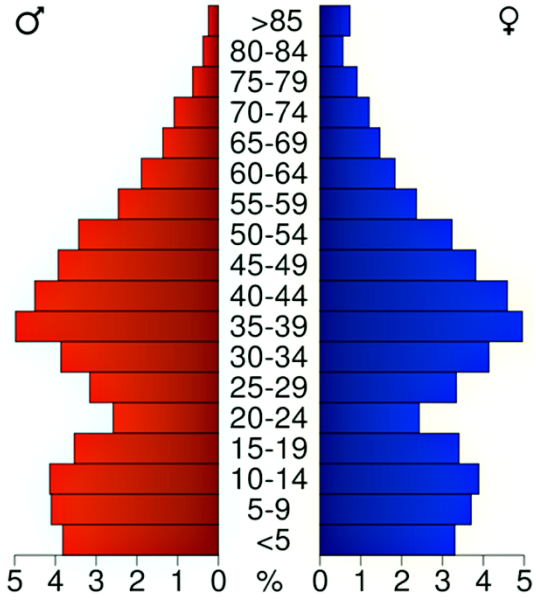
Број становника може бити приказан географским методама (геометријски знаци, тачке) чиме се добијају бољи резултати, или статистичким методама, уколико то циљ карте или расположиви подаци налажу. То се добро види на два примера карата. Прва је рађена методама тачака, а друга методом геометријског картограма (рађеној на основу претходне карте). Приказ броја становника географским методама даје уједно и визуелну информацију о његовом размештају.

Егзактни подаци о размештају постижу се и методом картограма. На картама броја становника могу бити приказани и други подаци као што су тенденције и фактори развоја популације. То се може постићи уношењем картограмских боја унутар геометријских знакова, додавањем том приказу дијаграмских стубића који означавају позитиван или негативан природни прираштај, и позитиван или негативан миграциони салдо. Промене броја током дужег периода, са факторима промена, могу се приказати знацима типа структурног дијаграма или графикона. Све те допуне приказа смањују прегледност карте. Прегледност се постиже на тај начин што овако садржајна карта служи за детаљне анализе, а на основу њих издвоје се карактеристични типови, који се на истој или на апликативној карти означе методом квалитативних боја.

Природно кретање становништва (наталитет, морталитет и природни прираштај) на тематским картама приказује се најчешће методом обичног картограма, на коме се веома добро уочавају регионалне разлике. Други методи (на пример комбинација картограма и дијаграмских стубића) дозвољава праћење све три појаве. Постоје и друга графичка решења која дају сличне резултате. Миграције се најбоље приказују



Прилог 76. Карта густине насељености у Кини



Прилог 77. Пирамида старости приказана структурним дијаграмом

линијама кретања, међутим, како статистика најчешће снима само миграционе структуре становништва оне се приказују као и друге структуре становништва.

Приказ структура становништва зависи, пре свега од расположивих података, а затим и од циља карте. Избор метода је велик. Уколико се приказује само један сегмент структуре, најчешће се користи метод картограма. Приликом приказа свих сегмената користе се геометријски знаци облика круга, квадрата, коцке, дијаграма и сл. Трочлане структуре могу бити приказане квалитативним бојама чија је скала конструисана на троугластом дијаграму итд.

Вредније су карте становништва код којих постоји истовремени приказ две или више демографских појава које стоје у неким узрочно-последичним везама. На пример, често се као основа за картограмски приказ неке појаве, не користи територијална подела него контуре геометријских знакова условне величине, чиме се дају три податка (положај појаве, величина насеља, величина или квалитет појаве). Сем тога конструишу се знаци које чини неколико издвојених делова, и сваки од њих има неко значење. На тај начин често се користе знаци типа радијана.

Као допунски садржај карата становништва користе се већ помињане, различите конструкције простих и структурних графикона и дијаграма.

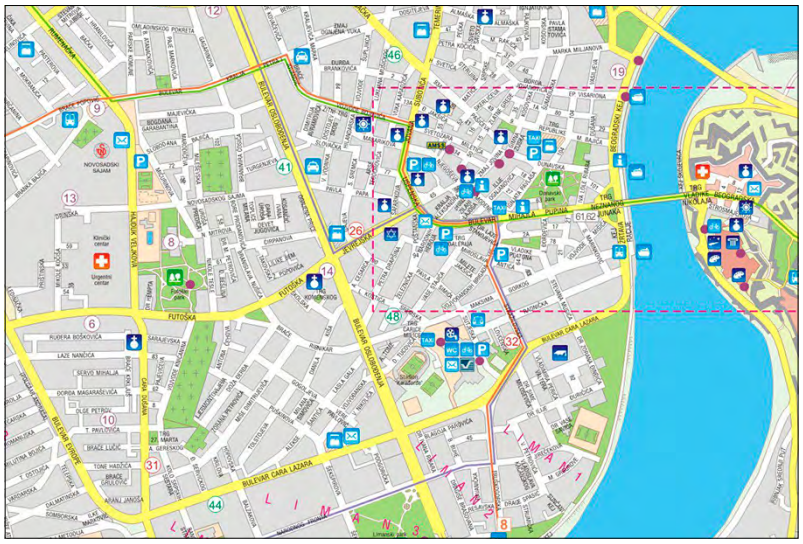
Карте насеља

На тематским картама насеља приказује се читав низ њихових особина, од којих многе не спадају у основне преокупације географије. Приказују се подаци о карактеристкама локалног и регионалног положаја насеља, времену настанка, односно о формирању мреже насеља кроз историју, функције, разне морфолошке карактеристике, комунална опремљеност и др. Подаци који се користе некада потичу из демографске статистике, тако да су карте насеља и карте становништва често сличне (размештај насеља, ширење мреже насеља, величина насеља и сл.). Неке карте морфолошких карактеристика насеља и планови градова имају велике сличности са туристичким картама.

Палета размера ових карата је најразгранатија и креће се од врло детаљних планова до ситноразмерних карата.

Карте мреже насеља могу бити идентичне картама размештаја становништва, када се приказује њихова величина (метода геометријских знакова). Када се приказује тип насеља, користи се иста метода али сваки тип насеља (издвојених по функцијама, статусу, морфолошким карактеристикама и др.) означава се посебним, лако препознатљивим знаком. Развој мреже најбоље се приказује серијом карата које приказују различите фазе. Све карте треба да буду исте размере и рађене истом методом. Код случајева фронталног ширења мреже насеља, може се на једној карти приказати ширење ареала током времена.

Регионални и локални положаји насеља одређују се поређењем положаја места са положајима рељефних облика, хидролошких објеката, путева, правцима сталних миграција, трговачких путева, државних граница итд. Тада те појаве чине географску основу карте. Поједини од тих односа положаја, за нека насеља могу да буду од пресудног значаја, док су за друга насеља потпуно неважна. Када се илуструје утицај једног фактора на положај насеља, на карти се може означити само тај фактор (геоморфолошке целине, речна мрежа и др.) и положаји насеља. У случајевима деловања више фактора, они се јасније констатују на засебним картама или на неки



Прилог 78. Део плана Новог Сада

други начин. Сви ти утицаји се категоризују по карактеристичним типовима, а сваки од њих уцрта се на карту посебним знаком. Уколико постоје веће зоне са доминантним једним типом насеља, могуће их је означити ареалним знацима или методом квалитативних боја.

Поред приказа генералног прегледа неких карактеристика насеља на великим територијама, честе су карте мањих подручја, као што су гравитациона подручја појединих градова, град са својим градским подручјем, само територија једног насеља или његовог карактеристичног дела. Један од карактеристичних начина приказивања досега појединих градских функција је зракасти дијаграм. То је заправо једна варијанта метода линија кретања код које се правим линијама повезује гравитациони центар са свим насељима до којих допире деловање неке његове функције. На овај начин јасно се приказује и преклапање гравитационих сфера два и више градова. Основне морфолошке карактеристике насеља могу се сврстати по карактеристичним групама и означити на карти знацима или квалитативним бојама.

На плановима насеља приказује се читав низ појединости, које досежу до времена градње појединих зграда, основних архитектонских карактеристика зграда и др. Том приликом примењује се метод квалитативних боја. На исти начин приказују се: коришћење појединих објеката, односно функционалне карактеристике делова насеља, социјалне, етничке или друге карактеристике становништва.

Допунски садржај карата насеља је веома интересантан и може добро да употпуни понекад доста апстрактне представе на прегледним картама великих површина. То се постиже детаљним приказом карактеристичних примера са карте, као што су типични положаји, структуре, облици основе, поједини делови са карактеристичним функцијама итд. Поред тога, као допунски садржај користе се и други графички показатељи који илуструју сумарна стања и структуре, а већ су поменути код карата становништва и карата привреде.

Туристичке карте

Туристичке карте су специфичне по томе што могу да имају најразличитије намене. Оне могу бити намењене туризмолозима, планерима и другим стручним корисницима карти. То могу бити веома документоване картографске основе регионалних планова и географске основе за уређење неких туристичких локалитета. Друга група туристичких карата намењена је ширем кругу корисника. Неке од њих имају искључиво информативне задатке и ту спадају туристичке карте у географским атласима опште намене. Трећа и највећа група ових карата има веома специфичне намене. Оне могу бити најразличитије и њихова картографска решења толико су разнолика, да готово неприметно прелазе од карата ка другим графичким показатељима.

Прва група туристичких карата има за циљ анализу природних и друштвених услова за развој ове привредне гране, приказа постојећих туристичких објеката (смештајни објекти, саобраћајнице, пратећа опрема и сл.) и приказа планова уређења простора за потребе ове привредне активности. Због тога је у функцији ових потреба низ већ приказаних карата рељефа, вода, привреде и насеља. Избор садржаја је у строгој функцији намене карте и зависи од претпоставки о могућности активирања туристичких делатности. Ти циљеви дефинишу се на основу постојеће литературе, географских и

Прилог 79.
Туристичка карта Тибета

других проучавања територије и тематског каратирања.

Илустративне туристичке карте имају општи и доста униформан садржај. Раде се у свим размерама, а од размере зависи њихова детаљност. Развијене земље и земље са дужом картографском традицијом израђују детаљне карте којима је покривена читава државна територија. Њихов размер је у оквирима крупне размере.

Географска основа им је веома садржајна и има готово све елементе топографских карата, односно дат је детаљан приказ хидролошке ситуације, простирање шума, ареалан и детаљан приказ свих насеља и правци свих путева. На неким од ових карата нема приказа рељефа или је он приказан бледим нијансама сенки.

Прилог 80.
Илустративна туристичка карта Африке

Од тематског садржаја, на овим картама јасним бојама потенциран је приказ ауто-путева са много детаља (детаљна категоризација, укрштања у два нивоа, тунели, мостови, ознаке путева, растојања у километрима, успони, објекти намењени путницима). По тим информацијама оне мало заостају за класичним саобраћајним картама. Мање уочљивим линијама приказане су и све железничке пруге, па чак и тако специфичне као што су оне са зупчастим погонским точковима и све врсте жичара. Означене су и све категорије трајектних превоза. Сем саобраћајница уцртавају се аеродроми и сви објекти који на било који начин могу бити нека туристичка атрактивност (значајне цркве, манастири, тврђаве, млинови, споменици, пећине, водопади, издвојени хотели и др.). Уочљивим називима обележавају се значајни туристички локалити и зоне (предеоне целине, шуме, резервати, туристички путеви сл.). За разлику од топографских карата, ове карте се делимично преклапају што олакшава праћење путева на већим територијама.

И поред овако детаљног приказа читаве државне територије, за интересантне туристичке локалитете раде се детаљније карте крупнијег размера. На њима је детаљнији приказ како геграфске основе тако и тематског садржаја.

Туристичке карте специјалних намена веома су разнородне. Такве су, на пример, саобраћајне карте које имају сличан садржај као и приказане информативне карте, али је већа пажња посвећена аутомобилским путевима. Некада се на њима као допунски садржај даје шематизован приказ главних саобраћајница. Оне се приказују као праве линије на чијим крајевима су означени велики градови које тај пут спаја, а дуж линије обележене су само раскрснице са споредним путевима, дистанце између неких и побочна већа насеља. Такви правци приказују се у две варијанте, а возачи користе ону код које је место из кога он полази у дну листа карте, а одредиште у горњем делу.

Планови градова такође су намењени туристима. Према тој намени се одређује њихов садржај. Код њега је тешко издвојити географску основу од тематског садржаја. Ако се посматрају само као туристичке карте, географску основу чинио би приказ структуре насеља (улице, тргови, паркови, са називима). Код тог приказа користи се крупнији размер за приказивање ширина улица, а ређе се оне приказују само једном линијом. Тематски садржај чине подаци о јавном саобраћају (линије кретања и станице трамваја, аутобуса, метроа), главним улицама и транзитним саобраћајницама, пешачким зонама. Све то обележава се линијама кретања. Методом знакова (геометријским, словним и симболима) обележавају се цркве, музеји, галерије, позоришта, опере, хотели, ресторани, знамените зграде, трговачке зоне, зграде јавних служби и др. Неки веома атрактивни градови приказују се очигледним знацима за куће и такве карте имају карактер перспективног приказа. Овакве карте раде се некада само за центар града или неки архитектонски атрактиван део и прилажу се као допунски садржај. Допунски садржај код карата насеља могу да буду ситноразмерне карте ширег градског подручја и крупноразмерне карте центра или за туристе атрактивних делова насеља. У **карте туристичких подручја** спадају национални паркови, резервати, приградске туристичке зоне, ловна подручја, подручја зимског туризма и сл. Оне се израђују у веома крупним размерама које дозвољавају детаљан приказ природне средине (рељеф, речна мрежа, природна вегетација са свим маркантним детаљима), туристичких путева и стаза, туристичких објеката и атрактивности, ловачких осматрачница, размештаја дивљачи, скијашких терена, успињача и сл. У легенде ових карата уносе се и ознаке којима су на терену обележене планинарске стазе. **Пропагандне карте** имају за циљ давање најелементарнијих података о градовима и туристичким подручјима. Због тога се код оваквих карата више пажње посвећује очигледности и естетском изгледу него математичкој тачности. Користе се методе које то остварују, а то су пре свега перспективан приказ рељефа и метода очигледних знакова. Овакве карте до те мере занемарују принцип ортографског приказа терена, да у неким случајевима имају више сличности са плакатима, него са географским картама.

Допунски садржај карата насеља је веома интересантан и може добро да употпуни, понекад доста апстрактне претставе на прегледним картама великих површина. То се постиже детаљним приказом карактеристичних примера са карте, као што су типични положаји, структуре, облици основе, поједини делови са карактеристичним функцијама итд. Поред тога, као допунски садржај користе се и други графички показатељи који илуструју сумарна стања и структуре, а већ су поменути код карата становништва и карата привреде.

Допунски садржај туристичких карата је разноврсан. То су апликативне карте са интересантним детаљима приказаним у крупнијој размери, карте на које је уцртан само један, важан елеменат садржаја (шематизовани планови градова код туристичких карата држава, карте јавног саобраћаја или „брзих путева" код планова градова и сл.), карте са додатним информацијама (старост зграда, архитектонски стилови) и многе друге одабране зависно од намене основне карте и ситуације на терену. Код крупноразмерних карата, апликације могу бити ситноразмерне карте шире околине. Код туристичких карата у допунском садржају су,

чешће него код других карата, фотографије атрактивних пејзажа и објеката и текстови. У текстуалним допунским садржајима су регистри назива са карте и називи улица са одредницама које олакшавају њихово проналажење на карти. Сем тога могу бити приложени кратки туристички водичи, спискови и адресе хотела, ресторана, музеја и других објеката интересантних за туристе. На саобраћајне карте уносе се табеле са подацима о дистанцама између већих градова.

Атласи

Географски атласи су збирке карата и допунских садржаја који по регионалном принципу, садржају карата и намени чине јединствену целину. Та целина остварује се и низом редакцијских и картографских решења (формат листова, датираност података, размере карата, картографске методе, легенда). Све карте морају чинити јединствену целину и морају се надовезивати једна на другу или се допуњавати, да би у потпуности остварили циљ који је садржан у називу атласа.

Термин атлас први је користио Герард Меркатор који је прву збирку карата објавио 1585, а после низа допуна комплетна збирка објављена је 1595. године.

Подела атласа врши се по три принципа, по територијалном принципу, по карактеру садржаја и по намени. **По регионалном принципу** атласи се деле на атласе Света који, приказују целу Земљину површину, атласе држава и атласе области (административних или природних целина). **Према садржају** атласи се деле на три групе: општегеографски, тематски и комплексни. Код општегеографских атласа доминирају општегеографске карте. Они имају искључиво информативну намену, због чега се настојало да се на њих унесе што више знакова и назива за планине, реке, насеља и др. На старијим картама то је посебно долазило до изражаја, тако да су многе атласне карте рађене још почетком овог века веома непрегледне. У новије време све је већа продукција тематских атласа. Они могу бити различито конципирани. Неки од њих имају разнородне и веома комплексне садржаје, а карте су повезане у целину само истом територијом. То су такозвани национални и регионални атласи. У њима су карте положаја, геолошке, геоморфолошке, климатолошке, педолошке, биогеографске, демографске, привредне, карте насеља, историјске и етнолошке карте. Оне дају једну целовиту слику територије и својеврсна су легитимација досега развоја наука, организованости државне статистике и развијености државе уопште. Поред ових, постоји читав низ уско специјализованих тематских атласа, који најчешће приказују територију једне државе: климатолошки, геоморфолошки, биогеографски, демографски, привредни, историјски, етнолошки, антрополошки и други. У комплексним атласима равноправно су заступљене како општегеографске, тако и тематске карте. Оне се врло добро допуњују, тако да дају веома комплексну слику једне територије. Поред општегеографских и тематских карата, они садрже много допунског садржаја. У савременој картографској продукцији, све је мање општегеографских атласа које све чешће замењују комплексни атласи. **Према намени** атласи се деле на читав низ група. Најгрубља подела била би на: информативне, школске и уско специјализоване атласе. У групу информативних спадају: општегеографски, туристички, саобраћајни атласи, као и национални и регионални атласи мањег обима чији је садржај доста генералисан. Школски атласи су они општегеографски и комплексни атласи код којих је садржај одређен потребама наставе географије у основним и средњим школама. У групи уско специјализованих атласа су тематски атласи (национални, регионални и уско специјализовани) код којих је садржај богат, детаљан и може да послужи као основа за планирања и за примену картографске методе у научним истраживањима.

У изради атласа равноправно учествују картографи и стручњаци различитих дисциплина. То је посебно изражено код тематских и комплексних атласа. Ти послови су толико комплексни да их најчешће врше уско специјализоване институције.

КОРИШЋЕЊЕ КАРТЕ

На картама је могуће мерити дужине, површине, висине и углове, а на основу тих података могуће је извршити низ практичних задатака везаних за кретања по терену, планирања и др. Мерења се могу вршити на свим картама, међутим, код карата средње и ситне размере, њих у великој мери ограничавају деформације, начин приказивања рељефа, графичка тачност и одступања од математичке тачности приликом уцртавања географског садржаја и приликом генерализација. Најпрецизнија мерења врше се на картама крупне размере, а пре свега оне код којих су деформације мање од графичке тачности карте.

И поред великог степена прецизности и код крупноразмерних карата долази до извесног степена одступања од математичке тачности који настаје углавном приликом картографског генерализација и приликом штампања карте, али и приликом мерења на терену у процесу израде карте. Извесне грешке настају и приликом мерења која настају због непрецизности инструмената и због људског фактора. Због тога се нека мерења врше два или више пута, а користи се њихова средња вредност.

Када се од мерења тражи већи степен тачности, потребно је извршити процену тачности карте. Неке одреднице тачности положаја линија и тачака одштампаних појединим бојама, постоје на маргинама неких топографских карата. Нека померања знакова до којих долази приликом генерализација, могу се наслутити, али све су то процене које у већој мери могу да доведу у сумњу тачност мерења, него да послуже као основа за потпуну елиминацију грешака. Свакако, најбољи резултати постижу се на плановима и крупноразмерним картама. Мерења хоризонталних углова захтевају конформност деформација на картама. Мерења вертикалних углова свих типова (нагиби терена, израчунавања видљивости, заклоњености, израда профила и сл.) подразумевају постојање детаљних података о апсолутним висинама, а пре свега рељеф приказан методом изохипси.

Мерења дужина

Низ практичних потреба налаже мерење линија на картама. То су трасе кретања, дужине река, канала, дистанци између неких тачака и сл. У техници тих мерења разликују се мерења правих, изломљених и вијугавих линија. За њихова мерења користе се углавном конвенционални мерни инструменти као што су шестар и размерник, лењир и размерник, лењир и размер карте или за ту сврху конструисан инструмент - курвиметар.

Мерење правих линија је најједноставније и врши се помоћу шестара или лењира. Измерена дужина пореди се са размерником, а коначан резултат је збир очитаних подељака на левој и десној страни размерника.

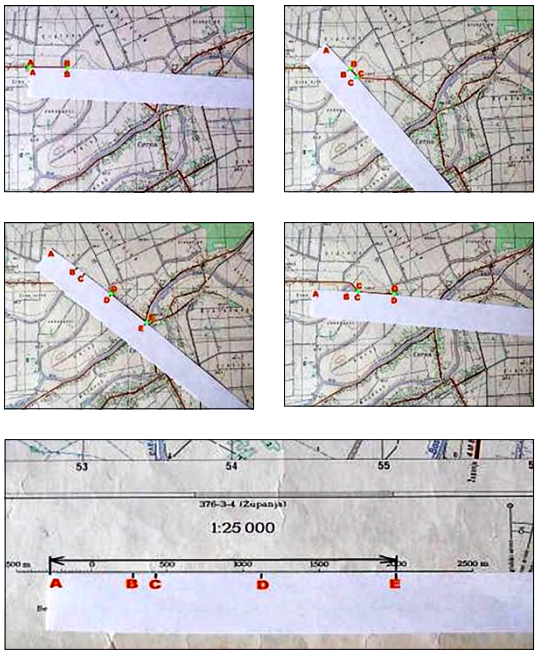
Прилог 81. Мерење праве линије помоћу шестара

Мерење изломљених линија врши се на два начина. Једноставнији је када се та линија издели на одговарајући број правих линија. Свака од њих се мери као права линија, а коначни резултат је збир тих парцијалних резултата.

Бржи поступци су када се сабирања тих дужина врше померањем једног крака шестара или померањем лењира. Коначан резултат мерења очита се поређењем са размерником као и код мерења дужина правих линија. Прецизност ових мерења зависи и од прецизности размерника. Најбољи резултати добијају се на трансферзалним размерницима, чија је прецизност пет или десет пута већа од прецизности линеарних размерника.

Мерења правих и изломљених линија врше се и помоћу лењира или папирнате траке и размере карте. На карти се измери дистанца у милиметрима, а затим се резултат помножи са величином размере (вредност једног милиметра са карте изражена у броју метара у природи, прерачунато у размери карте).

Мерење извијених линија може се вршити као и мерење изломљених, када се извијена линија издели на низ делова који су праве или сличне правим линијама. За те задатке постоји инструмент курвиметар или дањиномер. У дну курвиметра је назупчени точкић, који се повлачи по извијеној линији и преко преносног механизма помера казаљку која на скали означава дужину линије у километрима или центиметрима. Подаци у центиметрима прерачунавају се уз помоћ величине размере. Код верзије курвиметра на коме су означени километри, постоји неколико скала, од којих је свака посвећена једној размери. На пример, на курвиметрима источнонемачке производње постоје скале за размере 1:25.000, 1:40.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:200.000 и 1:300.000.



Прилог 82. Мерење изломљених линија папирнатом траком

Прилог 83. Курвиметар и његова примена на карти

Приликом коришћења курвиметра треба поштовати неколико правила. Претходно се казаљка постави на нулти подељак скале. Треба пазити да се курвиметар по кривој помера у правцу означене стрелице, да се казаљка не би кретала у супротном правцу. Потребно је курвиметар све време мерења држати вертикално, да померање његовог нагиба не утиче на резултат мерења. Мерење треба поновити два или три пута, а затим израчунати средњу вредност. Треба пазити да се резултат очита на скали за одговарајући размер. Уколико на курвиметру не постоји таква скала, очитавање се врши на скали чији је именилац дељив целим бројем са имениоцем размера карте, а затим се врши прерачунавање вредности. Приликом мерења широких путева, река,

канала и сл., обично се мери дужина једне ивице или обале.

Курвиметар се може користити и за мерење дужина правих линија, међутим, тачнији резултати постижу се коришћењем шестара или лењира.

Тачност мерења дужина. И поред настојања за великом тачности мерења, искуства говоре да, због непрецизности коришћења мерних инструмената, редовно долази до грешака. Оне су минималне и због њих су измерене линије краће или дуже за од 0,2 до 0,4 mm. Ипак, оне на картама већих размера имају знатне вредности. Уз те грешке, појављују се и оне које настају због истезања или скупљања хартије на којој је карта штампана, при различитим температурама и влажностима ваздуха.

Приликом мерења дужина на карти, треба водити рачуна о томе да је карта ортографска пројекција и да су дужине на стрмим теренима дуже од оних које се могу измерити на карти (топографских дужина). Те корекције су, са повећањем нагиба земљишта све веће.

Табела 24. Разлике између измерених и стварних дужина

Нагиб терена	Измерена дужина	Стварна дужина	Проценат корекције
5°	1000 m	1004 m	0,4 %
10°	1000 m	1015 m	1,5 %
15°	1000 m	1035 m	3,5 %
20°	1000 m	1064 m	6,4 %
25°	1000 m	1103 m	10,3 %
30°	1000 m	1154 m	15,4 %
35°	1000 m	1221 m	22,1 %
40°	1000 m	1305 m	30,5 %
45°	1000 m	1410 m	41,0 %

Нетачности мерења извијених линија настају и због генерализације, односно смањивања броја кривина. Генералисањем кривина скраћује се у просеку дужина линија за 3 до 5% и, уколико се настоји да се добију што тачнији резултати, за толико је потребно увећати измерену вредност.

Мерења хоризонталних углова

За мерења углова на картама, као мерне јединице користе се степен, град, хиљадити и радијан.

Степен је 360. део пуног круга. Његови делови су минут, који је шездесети део степена и секунд, који је шездесети део минута.

Град је 400. део пуног круга. Његов мањи део је градусни минут, који је стоти део града и градусни секунд, који је стоти део градусног минута.

Хиљадити је угао код кога су краци на растојању од 1.000 m од темена, размакнути за један метар. Пун круг подељен је на 6.283 хиљадита и те мерне јединице користе се код артиљеријских нишанских справа. На њима је подела круга поједностављена на 6.000 подељака код оружја руске производње или на 6.400 подељака код оружја немачке производње.

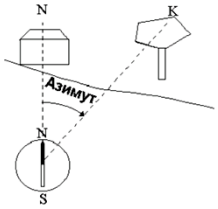
Радијан је угао чија кружница је једнака њеном полупречнику. У поређењу са степенима, радијан одговара луку од 53°18".

Азимут је хоризонтални угао мерен из стојне тачке чији један крак показује правац севера, а други правац посматраног предмета (тачке). Угао који је супротан азимуту назива се обрнути азимут или контраазимут. Он је за пола круга већи, односно мањи од азимута. Ако је, на пример, азимут 450, обрнути азимут је за 1800 већи и износи 2250. Ако је азимут већи од 1800, онда се његова вредност умањи за 1800 да би се добила вредност обрнутог азимута.

Мерење се врши помоћу бусоле (компаса) или помоћу угломера. Постоје два начина:

1. када је дат азимут, а није дата тачка посматрања;
2. када је дата тачка посматрања, а није дат азимут.

Азимут се на карти мери тако што се угломер увек поставља тако да се подељак 00 поклопи са правцем севера, па се угао мери



Прилог 84.
Угао азимута

од правца севера у десно, односно у правцу кретања казаљке на сату.

За одређивање правца пружања река, гребена и сл., поготово ако то не служи за неке егзактније анализе, често се користе поређења са странама света, квадрантима и сл.

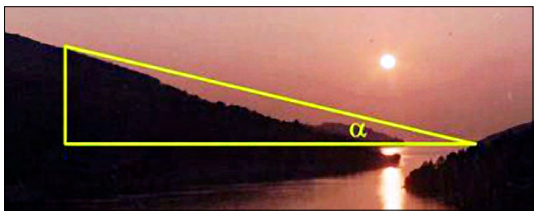
Мерење углова могуће је само на оним картама које имају конформне деформације и на крупноразмерним картама код којих су деформације свих елемената занемарљиве. За географска мерења задовољава степен као мерна јединица. Као хоризонтални углови мере се правци кретања, правци пружања река, гребена, раседних линија и др. Ти углови конструишу се тако што им је један крак правац север–југ, а други крак иде правцем кретања или простирања географског објекта. Прецизније одређивање углова захтева се за правац кретања, често називан **азимутом**. Лук његовог угла рачуна се у правцу кретања казаљке на сату.

Када се угао азимута мери на терену помоћу компаса, треба га кориговати углом магнетне деклинације (угао који заклапају правци географског и магнетног севера). Када се за одређивање правца као један крак угла користи правац паралелан X оси квадратне координатне мреже, тај угао се зове **дирекциони угао**, а не азимут.

Мерења вертикалних углова

На картама се као вертикални углови мере **месни углови** и **нагиби земљишта**.

Месни углови су они који повезују две тачке на карти. Теме је у једној од тих тачака, а коса линија која их повезује је један од кракова угла. Други крак је увек хоризонтална линија која повезује теме угла са пројекцијом друге тачке на хоризонталну раван у којој лежи теме угла.



Прилог 85.
Месни угао

Сви елементи за изналажење месних углова могу се узети са топографске карте. То су хоризонтално растојање између задатих тачака (мерењем дужине праве линије) и висинска разлика између њих. Помоћу њих могуће је конструисати правоугли троугао и на њему измерити месни угао. Уколико су вертикално или хоризонтално растојање између задатих тачака толико мали да је са конструисаног троугла тешко измерити угао, све димензије се увећају истим фактором. Тај начин назива се графички начин мерења месног угла. На основу истих података месни угао се може утврдити и рачунским путем. То се чини помоћу следеће формуле:

$$\alpha = (h_m/D_m) \times 57°,3$$

где су: α – месни угао изражен у степенима, h_m – висинска разлика између тачке A и тачке B у метрима, D_m – хоризонтално растојање између рачке A и тачке B у метрима, 57°,3 – величина радијана.

Вредности месног угла у хиљадитим, добијају се рачунским путем када се релативна висина између тачке A и тачке B изражена у метрима, подели хоризонталним растојањем између њих израженим у километрима. Када се месни угао мери у процентима, обе величине изражене су у метрима, а количник се множи са сто.

Месни углови се најчешће користе у артиљерији, али и за одређивање граница видљивости терена из једне тачке, међусобне видљивости две тачке и друга мерења која се примењују приликом одређивања локација неких туристичких објеката.

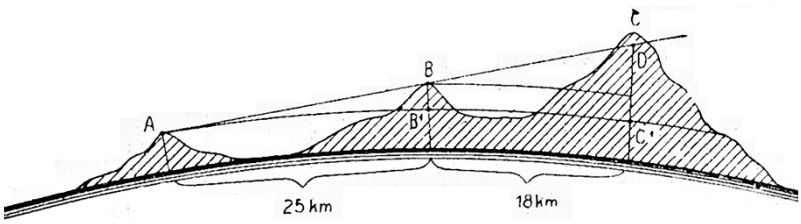
Међусобна видљивост тачака важна је, поред осталог, и приликом туристичких планирања (локација видиковаца, ресторана, хотела). У неким случајевима видљивост је са карте веома лако утврдити. Уколико је између две тачке, за које се утврђује видљивост, неко узвишење које је више од обе тачке, између њих не постоји видљивост. Уколико је оно ниже, видљивост постоји. У случајевима када је само једна од тачака виша од узви-

шења између њих, видљивост се мора утврдити графичким или рачунским путем.

Графички начин утврђивања видљивости састоји се у изради профила или графикона између две тачке. Први начин је класичан детаљан профил који има универзалну примену. У овом случају почетна и крајња тачка повезују се правом линијом и, уколико она не пресеца линију профила, видљивост постоји. Други начин је једноставнији. На основицу дугу колико и дистанца између крајњих тачака, наносе се само вертикале узвишења. Након тога, две крајње тачке повезују се правом линијом. Уколико она пресеца неку од повучених вертикала, видљивост не постоји.

Постоји још један скраћени поступак за графичко одређивање видљивости тачака. Он захтева претходну израду координатне мреже, коју је најбоље нацртати на милиметарској хартији. На ординату се уцрта висинска скала унутар које су и најнижа и највиша тачка на профилу. Један милиметар добија вредност једног метра. Затим се на парирну траку унесу растојања и висине почетне и крајње тачке, као и тачака препрека између њих.

Одређивање видљивости врши се тако, што се почетна тачка означена на траци поклопи са одговарајућом висином на ординати (на приложеној скици 733 m), а тачка преперека такође на одговарајућу висину унутар координатне мреже (760 m). Тада се на координатној мрежи очита висина на којој је крајња тачка (око 800 m). Ако је очитана висина мања од апсолутне висине крајње тачке (925 m), видљивост постоји. На приложеној карти добија се податак да су видљиви терени изнад очитане висине. То су сва земљишта виша од 800 m. Овај поступак је веома брз, погодан је за мерење видљивости по већем броју праваца, као и за утврђивања граница видљивости терена.



Прилог 86. Утицај Земљине кривине на видљивост тачака
Извор: Топографија, 1955

Рачунски начин утврђивања видљивости тачака састоји се у поређењу месних углова. Пореди се месни угао повучен из почетне тачке ка крајњој тачки и ка свим успутним препрекама. Уколико је месни угао до крајње тачке највећи, видљивост постоји. Код негативних месних углова (када је почетна тачка виша од осталих) видљивост постоји када је месни угао до крајње тачке најмањи.

Приликом утврђивања видљивости тачака на дистанцама већим од 10 km, потребно је водити рачуна о кривини Земљине површине и рефракцији (преламање светлосних зракова), високој вегетацији или објектима на узвишењу. Кривина Земље и рефракција приближно се процењују помоћу следеће формуле:

$$K = 7cm \cdot D^2 km,$$

где су: K – вредност за коју треба умањити апсолутну висину крајње тачке, D^2 – растојање тачака у километрима.

На основу ове формуле процењује се да је на 10 km та корекција (K) 1 m, на 15 km 16 m, на 20 km 28 m итд.

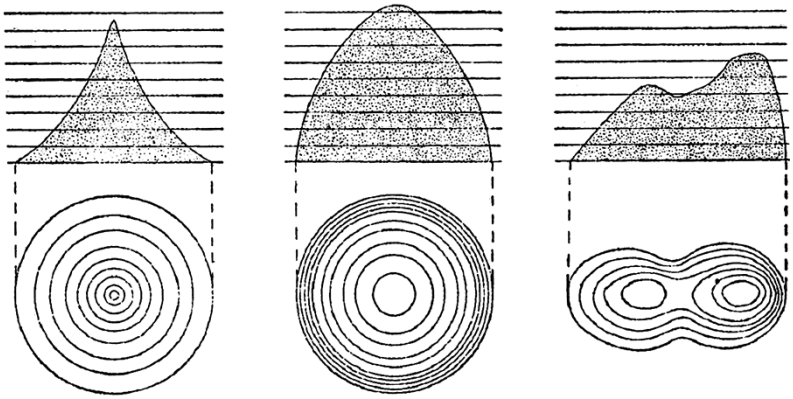
Одређивање границе видљивог и заклоњеног земљишта. Ови подаци важни су за туристичка планирања приликом одређивања положаја туристичких објеката, планинарских траса и сл. Том приликом настоји се да неки атрактивни објекти или зоне буду доступни посматрању, или да се неки неатрактивни објекти сакрију (фабрике, депоније, пруге, прометни путеви и сл.).

Пре одређивања ове границе треба испред стајне (почетне) тачке повући линије гребена који представљају препреку посматрању терена. То је уједно и предња граница заклоњеног земљишта. На тој линији одреде се карактеристичне тачке, односно тачке прелома гребена. Њихове висине треба одредити и приступити мерењу видљивости на један од приказаних начина. То могу бити системи профила или мерења на основу координатног система. Они пружају податак од које висине је видљив наредни гребен. Обележавањем тих тачака на карти конструише се задња граница заклоњеног земљишта.

Мерење нагиба земљишта

За географска истраживања веома су важна мерења нагиба земљишта. Нагиб земљишта је вертикални угао чији је један крак хоризонтална линија, а други крак је начелни правац пада терена на једном потезу. Мерења нагиба имају вишеструку примену, како у научним истраживањима (геологија, геоморфологија, хидрологија, педологија, аграрна географија, географија насеља и др.), тако и у планирању простора. Код туристичких планирања, нагиб земљишта је важан фактор у опредељењу за начине коришћења терена, лоцирање објеката, одабирање скијашких терена и сл.

Нагиб земљишта може се процењивати и мерити помоћу карте. Процена нагиба врши се на основу интервала (хоризонталних растојања између изохипси). Процене се врше најчешће приликом поређења нагиба на различитим падинама или потезима исте падине. Они не дају егзактне податке.



Прилог 87. Различити нагиби земљишта приказани изохипсама
Извор: Павишић, 1976

Мерење нагиба даје егзактне податке и може се вршити графички или рачунски. Оба начина идентична су са мерењем месних углова. Код графичког начина, када се конструише троугао, једна катета је интервал, друга катета је релативна висина, а хипотенуза је правац нагиба терена. Овај начин неподесан је код мерења нагиба на мањим потесима и тада се катете сразмерно увећавају.

Како се мерење нагиба често примењује, на многим крупноразмерним картама постоје поред линеарних и нагибни размерници. Уколико их нема, корисник карте их може лако конструисати. Њиховим коришћењем у великој мери се убрзава поступак мерења.

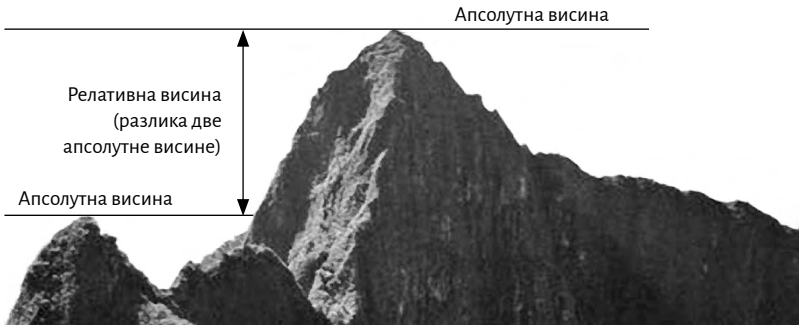
Трасирање путева помоћу карте. Мерење нагиба земљишта користи се и приликом одређивања траса путева стаза, планинарских и туристичких кретања по терену и сл. Приликом одређивања праваца, прво се одреде локалитети до којих се мора доћи (насеља, атрактивни објекти, видиковци, планинарски домови). Задатак је често да пут иде најкраћом трасом и да нагиби не прелазе одређену границу. Тада се одређени локалитети повежу правим линијама. Дуж тих линија мере се нагиби између свих суседних изохипси или се изради профил на основу кога се они могу утврдити. Уколико на тој линији нагиби прелазе лимитирану границу, врши се анализа трасе при чему се настоји да се гребени савладају преко превоја или нижих делова. Велики нагиби избегавају се тако што се интервал највећег дозвољеног нагиба означи отвором шестара. Нова траса одређује се тако што се дужине њених делова између суседних изохипси изједначују са тим отвором шестара, а настоји се да она буде што ближа првобитној правој линији. Због тога, када је то потребно, она се повија сагласно са изохипсама или иде деловима праве линије на којима нагиб није већи од дозвољеног.

Одређивање апсолутне и релативне висине земљишта

Апсолутна висина неке тачке је вертикално растојање између ње и средњег нивоа мора. На топографским картама уцртан је велики број висинских тачака, за које су означене тачне апсолутне висине. Сем тога, рељеф је на њима приказан изохипсама односно линијама које су уцртане по одређеним апсолутним висинама. Апсолутна висина свих висинских тачака и тачака на изохипсама на топографским картама директно се очитава.

Очитавање апсолутне висине изохипси мало је сложеније јер оне обично нису обележене бројем који означава висину. Због тога је потребно знати еквидистанцију, пронаћи најближу висинску тачку и одредити пад терена између те висинске тачке и изохипсе чију висину треба одредити. Еквидистанција се редовно означава у редакцијском садржају карте исписаном на маргини. Пад терена оцењује се на основу вредности суседних висинских тачака, на основу правца пружања изохипси, на основу речне мреже, или је означен падницама. Када се констатује правац пада терена врши се одређивање вредности изохопси. Прва нижа изохипса од висинске тачке једнака је вредности првог мањег броја који је дељив са вредношћу еквидистанције. Остале изохипсе мање су од ње за вредност еквидистанције.

Прилог 88. Апсолутна и релативна висина



На примеру скице са прилога, када треба одредити вредност изохипсе на којој је обележена тачка А, то би изгледало овако. На основу кота 326 и 212, може се закључити да се висине земљишта смањују од североистока ка југозападу. Еквидистанција је 20 m. Ако се пође од више коте (326) прва нижа изохипса има вредност од 320 m, следи изохипса од 300 и она на којој је тачка А вредна 280 m. Провера овога може се извршити помоћу неке оближње висинске тачке. На примеру са прилога 89 нулта кота је 212. Прва изохипса виша од ње има вредност 220 m, следе изохипсе од 240 m, 260 m, и она на којој је тачка А висока 280 m.

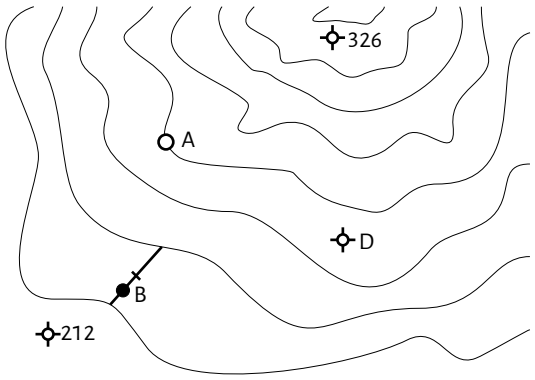
Уколико тачка, за коју се одређује апсолутна висина, лежи између две изохипсе (пример тачке В) њена висина може се одредити графички или рачунски. Графички начин састоји се у конструисању правоуглог троугла, чија је хоризонтална страница једнака интервалу између две суседне изохипсе, вертикална страница једнака еквидистанцији, а тачка В означава се на хипотенузи на пројекцији одређеног интервала. Ако се ова скица ради у размери карте, апсолутна висина тачке В једнака је вредности ниже изохипсе увећаној за дужину линије $B^1 - B$.

Исти прилог може послужити и као основа за објашњене рачунског начина одређивања надморске висине тачака које леже између две изохипсе. То се врши рачуном пропорције, по следећој формули:

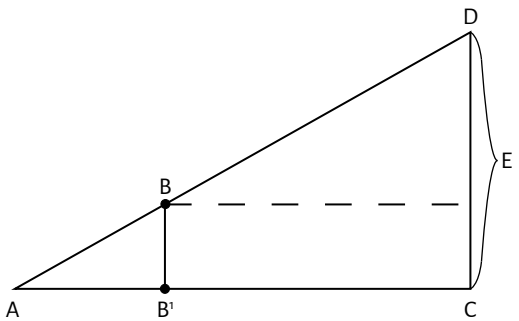
$$AB^1 : AC = B^1B : CD$$
$$B^1 : i = B^1B : E$$
$$B^1B = E \cdot B^1 / i = 20 \cdot 200 / 375 = 7 \text{ m}$$

Због промена димензија скице на прилогу, до које је дошло приликом штампања, можда је потребно објаснити да еквидистанција (E) има вредност 20 m, интервал (i или AC) 575 m и растојање AB^1 200 m. Резултат од 7 m треба додати вредности ниже изохипсе.

Релативне висине одређују се тако што се од апсолутне висине врха објекта одузме апсолутна висина подножја.



Прилог 89. Одређивање апсолутне висине



Одређивање еквидистанције. Уколико користимо део карте, на коме нема редакцијског податка о еквидистанцији, она се може утврдити рачунским путем. То се чини на следећи начин: утврди се висинска разлика између две коте, на пример код кота 212 и 326 то је 114 m, и подели се бројем основних изохипси које су повучене између њих (6), резултат је 114 : 6 = 19. Када се тај број заокружи добија се 20, односно вредност еквидистанције за ту карту.

Приликом избора кота, на основу којих се одређује еквидистанција, води се рачуна о томе да између њих није долина и таласасто земљиште и да се због тога не појављују неколико пута изохипсе исте вредности.

Профили земљишта су слике пресека земљишта са вертикалном равни или са неком вертикалном извијеном површином.

Профил се црта унутар координатног система који је пре цртања потребно конструисати. Дужина X осе одговара дужини профила, а висина Y осе одговара висинској разлици између најниже и највише тачке земљишта на линији профила у размери карте. Доња и горња тачка Y осе најчешће се померају ка најближој нижој, односно вишој висини са округлим бројем. На Y оси обележе се висине свих изохипси које линија профила пресеца, а на X оси означе се положаји свих пресека изохипси и линије профила. Кроз те подеоке повуку се вертикале. Уз подеоке на Y оси означе се њихове надморске висине. На тако припремљен координатни систем уносе се тачке пресека линије профила са свим изохипсама. Повезивањем тих тачака извијеном линијом добија се профил.

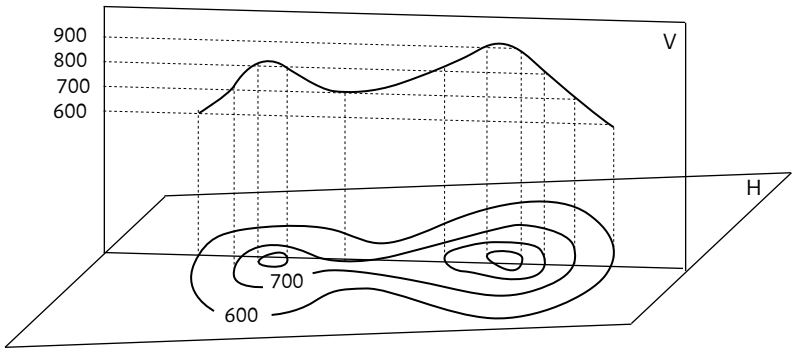
На линију профила уносе се вредности висинских тачака које она пресеца. На прегибима који нису означени висинским тачкама, висине извијене линије профила се процењују на основу околног рељефа. На њој се означавају све неравнине које се на карти означавају допунским знацима (мање стрмине, јаруге, речна корита, хумке и сл.). Израду профила могуће је убрзати уколико је на дужем потезу нагиб терена равномеран. Тачан положај линије тог дела профила може се уцртати означавањем висина само почетне и крајње тачке те падине.

У пракси, уношење подеока на X осу врши се тако што се та координата прислони уз линију профила уцртаног на карти, па се удаљености изохипси од почетка профила директно наносе. Тако се избегава мерење тих удаљености шестаром или лењиром које подразумева и неминовне мале грешке. Уколико се профил црта дуж извијене линије, те дистанце се морају мерити курвиметром и у размери карте уносити на X осу. Такви профили су по правилу мање тачни.

Профили рађени на картама мањег размера или профили мање рашчлањеног земљишта могу да буду недовољно изражени и на њима се не виде све карактеристичне неравнине. Тада се Y оса увећа за 2 до 10 пута. На таквим профилима повећани су нагиби, али су апсолутне висине и геоморфолошке форме јасније приказани. Такве криве често се називају **неприродни профили**.

За цртање профила често се користи хартија са милиметарском мрежом линија, на којој је једноставније визирање положаја тачака у координатном систему.

Прилог 89.
Принцип израде топографског профила



Мерење површина

Крупноразмерне карте могу да послуже и за мерење површина. Она се могу вршити на неколико начина:

1. математичким путем
2. помоћу кончаног планиметра
3. помоћу поларног планиметра.

Математички начин мерења површина погодан је за површине чије контуре чине праве линије. Таква површина издели се на најмањи могућ број делова, који имају облике конвенционалних геометријских слика. После тога, мери се површина сваког од њих мерењем дужина страница и висина, потребних за устаљене математичке формуле. Често је најједноставнија подела на троуглове и рачунање површина универзалном формулом:

$$P = a \cdot h / 2.$$

Математички метод примењив је и код других облика територије. Тада се највећи део мерене територије обележи неким геометријским сликама, а периферни делови, који су ван ове слике, мере се на неки други начин.

Површине неправилног облика могуће је мерити и на начин који се заснива на формули за мерење површине трапеза:

$$P = (a + b) / 2 \cdot h.$$

Површина се прво издели паралелним линијама на уске зоне константне ширине. Те површине имају облике сличне трапезима. Након тога, измере се и саберу средње дужине ових зона и помноже са висином, односно растојањем између линија. Уколико је то растојање 2 cm (код већих површина) или 2 mm (код мањих површина), могуће је применити следећу формулу:

$$P = ((a + b) / 2 \cdot h) + ((b + c) / 2 \cdot h) + ((c + d) / 2 \cdot h) + ((d + e) / 2 \cdot h)$$

$$P = ((a + b) / 2 \cdot 2) + ((b + c) / 2 \cdot 2) + ((c + d) / 2 \cdot 2) + ((d + e) / 2 \cdot 2)$$

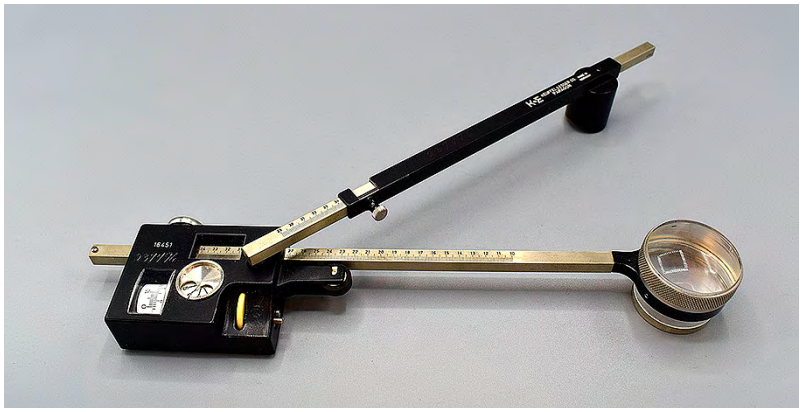
$$P = a + 2b + 2c + 2d + e$$

На тај начин, мерењем дужина добијају се подаци о површинама. Приликом примене ове формуле, треба водити рачуна о томе да се висине трапеза и дужине његових страница мере у истим мерним јединицама (милиметрима или центиметрима).

На бази овог начина мерења површина конструисан је **кончани планиметар**. То је рам правоугаоног облика на коме су у правцу краћих страница затегнуте нити на једнаким растојањима. Растојања између нити су константна, односно 2 или 2,5 mm. Постављањем планиметра преко површине коју меримо, одмах је делимо на уске трапезе. Знајући њихову висину у размери карте (2 mm на карти 1:50.000 је 100 m), површину добијамо само мерењем средњих линија трапеза. Сваки кончани планиметар има шестар – стотинар. На стотинару је лук на коме је могуће ограничити ширење кракова до одређене мерне површине. На пример, ако се шестар шири до распона од 10 cm (100 mm), сваки отвор значи измерену површину од 200 mm или (на карти 1:50.000) површину од 500.000 m, односно 0,5 km. Стотинаром се на планиметру сабирају дужине средњих линија трапеза и током мерења броји се колико пуних отвора је измерено. На раму је уцртана скала форме трансферзалног размерника, помоћу које се одређује максимални распон отвора шестара и на крају мери остатак површине.

Новије форме кончаних планиметара гравирају се на стаклу или штампају на пластичним фолијама. Ови планиметри најпогоднији су за мерење уских и дугих површина као што су реке, канали и сл.

За прецизна мерења површина користе се и **поларни планиметри**. То је справа са два спојена крака, од којих је први - поларни тегом и иглицом утврђен на карти. Други крак је покретан, зове се обилазни крак и на његовом крају је игла којом се, у правцу казаљке на сату опишу контуре површине коју меримо. Код новијих планиметара функцију игле има лупа са кружићем у средини. Краци су спојени телом



Прилог 91. Поларни планиметар

планиметра. Оно је навучено на обилазни крак. На телу је добош, који је ослоњен на карту и окреће се при сваком покрету обилазног крака. Добош је издељен на 100 подељака, а сваки пут када добош опише пун круг, за један подељак се помери плочица која је подељена на 10 подељака. На плочици и добошу очитава се измерена вредност. Постоје две конструкције поларног планиметра. Једна је са непроменљивом, а друга са променљивом дужином обилазног крака. Код ових других планиметара, на том краку је уграварана нонијусна подела. Мерење површина на картама различитих размера захтева померање тела планиметра на одређени подељак нонијусне скале, односно продужавање или скраћивање тог крака.

Мерење поларним планиметром врши се на тај начин, што се он постави тако да је игла у центру површине коју меримо, а краци стоје под правим углом. После тога, на контури површине означи се једна тачка и на њу се премести игла. Тада се очитају вредности на телу планиметра (на добошу и плочици). Контура површине опише се иглом у правцу казаљке на сату до обележене тачке и тада се поново очитају вредности на телу планиметра. Резултат првог очитавања одузме се од резултата другог очитавања а разлика се помножи са вредношћу подељка на нонијусу, на коме је тело планиметра.

Стаклени планиметар је стаклена плоча површине 1-4 dm^2 на којој је изграварана мрежа квадратних дециметара, центиметара и милиметара (као на милиметарској хартији). Мерење површина врши се тако што се планиметром покрије површина коју меримо, а затим се преброје дециметри, центиметри и милиметри који су унутар њених контура. После тога, резултат се прерачуна у размери карте (на пример 1 cm^2 на карти размера 1:50.000 има вредност 0,25 cm^2). Ови планиметри погодни су за карте свих размера, а најчешће се користе за мерење површина профила који имају једну равну страну – она се изједначи са дециметарском гравираном линијом на планиметру. Мање прецизна мерења могу се вршити помоћу милиметарске хартије чије димензије нису стабилне.

Утврђивање размера карте

Када поседујемо само један фрагмент карте на коме нема података о размери, она се може утврдити на три начина:

1. помоћу карте са познатим размером
2. поређењем дужина на земљишту и на карти
3. поређењем дужина меридијанских лукова.

Први начин утврђивања размере базира се на рачуну пропорције. Прво се утврде исте дужине на карти непознатог и на карти познатог размера (траса пута, удаљеност два објекта и сл.). Оне се измере и унесу у следећу формулу:

$$D_1 : D_2 = X : R \rightarrow X = D_1 \cdot R / D_2$$

Други начин одређивања размере карте састоји се у поређењу дужине измерене на карти и исте те дужине измерене у природи. Дужина у природи претвори се у милиметре и подели се дужином измереном на карти (у милиметрима) и добија се приближна размера карте.

Размера се може израчунати и поређењем дужина меридијанских лукова. Познато је да

је на овим географским ширинама лук меридијанског угла од 1° дуг 111.111 m, угла од 30′ дуг је 55.555 m, а угла од 15′ дуг је 27.778 m. Када се та дужина прерачуна у центиметре, подели са одговарајућом дужином измереном на карти, добија се приближан размер.

Одређивање положаја тачке на карти

Одређивање положаја неког објекта врши се описно или помоћу координатне мреже.

Описно одређивање положаја врши се тако, што се назначи неки маркантан објекат који је на карти означен и именом (насеље, већа река, планина и сл.), па се положај траженог објекта одређује према њему. За то се користе стране света и удаљеност. Оваква одређивања положаја су најчешће веома разумљива, али та разумљивост у великој мери зависи од умешности и вештине човека.

Координатна мрежа даје могућност егзактнијег одређивања положаја неке тачке. На свим географским картама уцртана је мрежа **географских координата**, односно задани упоредници и подневци. Њима су означене географска ширина и географска дужина.

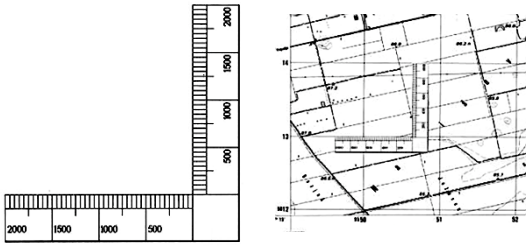
Географска ширина неке тачке је угао између екваторске равни и правца који чини права повучена од те тачке до центра Земље. Географска ширина означава се степенима. Почетну вредност (0°) има екватор и географска ширина расте ка северном (северна географска ширина) и јужном (јужна географска ширина) географском полу. На половима она достиже максималну вредност од 90°. Јужна географска ширина означава се негативним вредностима.

Географска дужина одређује се од неког одабраног подневка. Обично се одабира онај подневак на коме је нека позната опсерваторија. Раније је свака већа држава имала свој почетни меридијан. Русија је користила пулковски, Италија меридијан опсерваторије Монте Марио, Француска париски меридијан итд. Године 1884, на Међународној географској конференцији у Вашингтону, донета је одлука да све земље користе лондонски меридијан, односно меридијан који пролази кроз лондонско предграђе Гринич (Grenwich). У њему је још 1678. године подигнута велика опсерваторија. Ширење града угрозило је рад опсерваторије и она је 1954. године пресељена у Херстмонсо, 70 km источно од Лондона. Стара опсерваторија претворена је у музеј. И поред тога, њен меридијан је задржан као почетни.

И географска дужина се изражава у степенима. Почетни подневак има нулту вредност, а наспрамни подневак максималну вредност од 180°. Од почетног меридијана ка западу је западна, а према истоку источна географска дужина. Географска дужина је угао између меридијанске равни меридијана тачке и равни почетног меридијана.

Одређивање положаја тачака на карти помоћу географских координата је доста сложено када упоредници и подневци на карти нису праве линије као код управних ваљкастих пројекција или код крупноразмерних карата. Оно се састоји у повлачењу упоредника и подневка који се секу у датој тачки и утврђивању њихове угаоне удаљености од најближих задатих географских координата. На топографским картама, то олакшавају црно-бела поља на маргини карте којима су обележени минути географске ширине и дужине.

Квадратна координатна мрежа у великој мери олакшава одређивање положаја тачке на карти и даје прецизније резултате. Мрежа квадратних координата је гушћа, а унакрсне линије секу се под правим углом. Сем тога, подаци се изражавају у дужним јединицама које се очитавају директно са размерника или координатомера. Координатомер је лењир заломљен под правим углом чије су странице дуге колико и странице квадрата координатне мреже на карти. На његовом унутрашњем делу је прецизнија подела од оне којом су обележене координате. Прави се од метала, пластике, картона или се исеца са маргине карте. Он служи за наношење нормала на коор-



Прилог 92. Координатомер и његова употреба на карти

динате и очитавање растојања између њих и дате тачке. Као што је на прилогу 91 приказано, то се чини тако, што се унутрашњи део доње стране координатомера поравна са хоризонталном координатом, а унутрашњи део вертикалне стране координатомера поравна са датом тачком.

На претходном прилогу види се начин постављања координатомера на карту и очитавања координата за тачку А. Уколико је положај тачке између два подеока, та вредност се процењује (пример Y осе). Очитане вредности додају се уз бројеве којима су обележене координате. За приказан пример то би било:

X = 5.081 + 750 = 5.081.750
Y = 7.467 + 283 = 7.467.283

Читање карте

Један од најчешћих начина коришћења карте је читање. Оно се састоји у посматрању карте, препознавању појединих картографских знакова и њихових склопова, као и доношење закључака на основу информација које се на тај начин добијају. Детаљност читања карте има три степена.

1. Најгрубље и најелементарније читање карте представља констатовање опште географске ситуације. Ако је само то сврха читања, тада се најбољи резултати постижу коришћењем ситноразмерних - прегледних карата, на којима су ти подаци веома јасно приказани. На тај начин констатује се размештај копна и мора, планинских и низијских регија, начелне висине планина, облици и густине речних сливова, размештај насеља и комуникација. Те констатације добијају се готово тренутно. Брзина и прецизност те информације је и један од основних критеријума за оцењивање квалитета ситноразмерних карата. Мали број елемената географске средине, који се очитавају, не мора да значи да је овај начин коришћења карте површан. И на основу њих виспрен корисник може да доноси неке закључке које спадају у ранг треће фазе читања карте.
2. Други степен представља детаљно читање свих знакова уцртаних на карти. Те потребе најбоље испуњавају детаљне, топографске карте. Оне су мање прегледне од карата ситне или средње размере, али садрже далеко више детаља. То им омогућује размер и легенда са неколико стотина топографских знакова. Оне садрже обиље информација о врстама појава, њиховом положају, окружењу другим појавама, неким квалитативним и квантитативним карактеристикама, називима који могу да буду веома индикативни и др. Ове информације су много садржајније и дају више елемената за трећи и најкомплекснији степен читања општегеографских карата.
3. Најкомплексније је посредно читање карата које захтева и више географског знања. Оно се најчешће базира на детаљном читању карте и најкомплексније је на топографским картама. Посредним читањем на картама се препознају и подаци који на њима нису уцртани, а којих често ни њихов састављач није био свестан. Ово је важан поступак приликом коришћења општегеографских карата у географским истраживањима. Овде ће бити наведено само неколико примера посредног читања општегеографске карте.

Геолошки састав земљишта. На топографским картама се не дају подаци о геолошком саставу земљишта, али се неки елементи ипак могу наслутити. На пример, непостојање извора и бунара, а присуство

знакова за цистерне веома су јасна индиција о кречњачким теренима. На основу извора, који се на планинској страни јављају на истој надморској висини или по једној линији, може се реконструисати контакт воодржавих и водопропусних стена. На лесним теренима, зоне са вртачама индикатор су копнених лесова, а зоне без њих знак су акватичних лесова.

Геоморфолошки облици и процеси. Посредним читањем карте могу се препознати и многи геоморфолошки агенси. Дуги континуирани или испрекидани знаци за стрме стеновите одсеке могу да буду доста сигурни индикатори раседа. Стрми стеновити одсеци уцртани уз морску обалу доста су сигурни знаци процеса абразије и формирања клифова. На основу података о дугим плитким депресијама у низијама, могу се реконструисати фосилна речна корита. На основу лактастих скретања савремених корита река у вишим географским ширинама реконструисана је граница дилувијалног инландајса. Већи интервали између изохипси на малим локалитетима индицирају на постојање флувијалних тераса. На равничарским теренима дуги континуирани стрми прегиби, могу да буду знак контакта две геоморфолошке целине. Неке морфолошке карактеристике насеља често одражавају геоморфолошке и хидролошке услове за градњу кућа.

Хидролошке карактеристике. Многа хидролошка својства терена могу се посредно реконструисати са карте. Меандрирања река индикатор су велике акумулације суспендованог материјала и њене мале транспортне моћи. Забарени терени говоре и о плитким фреатским водама. Присуство само артешких бунара знак је да су подземне воде дубоко.

Клима. На општегеографским картама могу се открити и неке климатске карактеристике терена. Једна од најјаснијих су разлике у висинама вегетационионих катова (шума, винограда) на планинским странама. Оне доста јасно говоре о разликама у инсолацији и температурама ваздуха.

Насеља. Низови насеља на једној линији често откривају геоморфолошке контакте. Насеља изграђена унутар ареала окружених шумама указују на крчевине. Знаци о нестабилном терену на стрминама (мрке тачке) и на крчевинама индицирају на прогресивну ерозију и расељавање становништва. На основу праваца пружања улица могу се доносити неки закључци о настанку насеља (спонтана или планска градња) факторима који су деловали на његов развој и др.

Становништво. Конфесионална структура становништва на топографским картама може се препознати на основу знакова за цркве и гробља (хришћанске и муслиманске) итд.

ОСТАЛИ КАРТОГРАФСКИ ПОКАЗАТЕЉИ

Прикази Земљине површине на географским и тематским картама још увек дају најбоље резултате. Ипак, они имају низ озбиљних недостатака. Основни недостаци су спорост израде, а тиме често и застарелост садржаја, затим неочигледност приказа рељефа и картографске деформације. Картографија још увек није нашла генерална решења тих проблема, која би била примењива на картама свих размера и намена. Због тога се поред карата користи и низ других картографских покаказатеља.

Проблем споре израде и неактуелности садржаја карата доста успешно решавају аероснимци и скице земљишта. Неочигледност рељефа решава се двојним аероснимцима (стереопаровима), рељефним картама и моделима, анаглифним картама и сл., а деформације не постоје на глобусима.

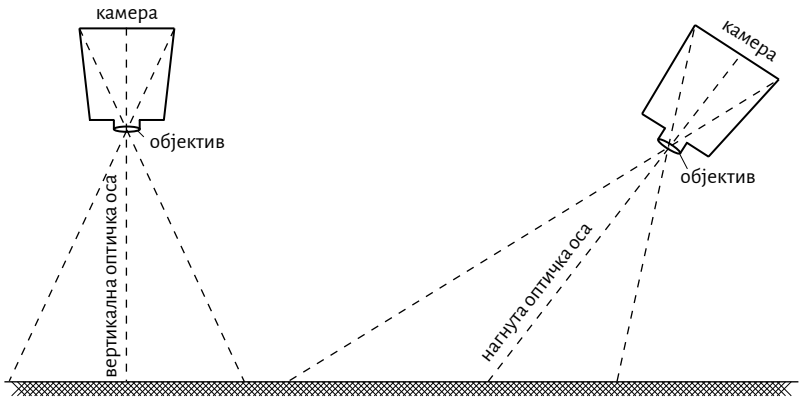
Аерофотоснимци

Проблеми везани за спорост геодетског снимања терена и обимне припреме које му претходе, донекле су ублажене проналажењем фотографског апарата 1839. године. Фотографија је врло брзо постала помоћно средство геодетског снимања, поготово драгоцено у разломљеним и тешко проходним теренима. Посебно добри резултати постизани су перспективним снимањем земљишта са виших, прегледних тачака. Ови терастички снимци били су само скроман увод у примену фотографије у геодезији, а касније и картографији. Констатовано је да се прегледност снимака повећава упоредо са подизањем тачке са које се снима. Невезано за ту констатацију, 1858. године Француз Гаспар Турнашон – Надир, снима из балона, са висине од око 80 m три куће и то се сматра првим аерофотоснимком у историји. Коришћење аерофотоснимака нагло добија све већу и разноврснију примену. Овде ће бити наведени само неки карактеристични примери.

Већ 1860. године, за потребе геодетског премера, из ваздуха је снимљен читав Бостон. Током наредне четири године аерофотоснимци су обилато коришћени у Америчком грађанском рату за војна извиђања. Између 1898. и 1908. године Рус Тил, приликом топографског премера, прави снимке Закавказја и долине Дњепра. Том приликом користи камере уграђене на змају. На самом почетку века Фуркад конструише камеру за стереоскопско снимање. Године 1906. у Италији се врше снимања из авиона и усавршава се техника која обезбеђује покривање читавог пута континуираним снимцима. Године 1908. Италијан Тардиво користи аероснимке при археолошким ископавањима. Већ 1913. године одржан је у Бечу први конгрес фотограметрије

Основне карактеристике аерофотоснимака, по којима се они разликују од географских карата, јесу брзина израде, централно пројектовање и апсолутна објективност.

Брзина израде даје аерофотоснимцима апсолутну предност. Савремена техника дозвољава коришћење аерофотоснимака већ након слетања авиона који их је снимио, што је експедитивност незамислива за класичне географске карте. Свака фотографија рађена је на бази централног, за разлику од ортографских пројектовања код



Прилог 93. Вертикално и косо снимање терена
Извор: Чоловић, 1969

географских карата. Ортографско пројектовање дозвољава апсолутну контролу деформација код географских карата. Централно пројектовање код аерофотоснимака условило је концентрично увећавање деформација које није тачно математички дефинисано као код карата. Апсолутна објективност приказа стања на терену има својих предности над генерализацијом садржаја географских карата, али свакако чини аероснимке теже читљивим.

Основна подела аерофотоснимака врши се по принципу положаја камере. По том критеријуму, они се деле на вертикалне и на косе снимке. **Вертикални аерофотоснимци** су они код којих централни пројекциони зрак пада вертикално на земљину површину. Максимална одступања до којих долази при лету авиона не смеју бити већа од 3 до 7°, и коригују се инструментом званим редресер. Код **косих снимака**, тај зрак са Земљином површином заклапа неки оштрији угао који је идентичан код читаве серије снимака. Косим снимањем постиже се то да се код виших предмета на земљишту поред њиховог плана види и трећа димензија, изглед предмета са стране. Друге две групе снимака, панорамски и космички, ређе се користе у картографији.

Висина лета приликом снимања један је од фактора одређивања размере снимака. Они се најчешће одвијају на висинама од 400 до 10.000 m. Висина лета само је један од елемената планирања. Други елемент планирања су маршруте, односно густина надлетања територије. Добро планирање висине лета и густине надлетања треба да обезбеди снимање читаве територије. Том приликом води се рачуна о дисецираности терена, јер на величину снимљене територије утиче и релативна висина лета. То је посебно изражено код ниских летова.

Приликом планирања маршрута лета, као гаранција добијања континуираног снимка је и планирање преклапања. Снимци у суседним редовима преклапају се за 10-20%, а унутар једног реда за 20-30%. Код косих снимака, због коришћења снимака као стереопарова, преклапање унутар редова достиже и до 70%.

Размер снимака зависи од висине лета и типа камере, односно фокусног одстојања. Изналажење размера (l/L) види се на прилогу 94.

Према скици на прилогу види се да је:

$$l/L = f/H.$$

Размер снимка се, према томе, може израчунати на основу података о висини лета и фокусног растојања:

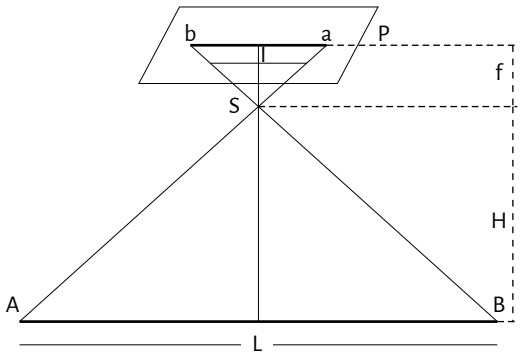
$$R = f/h = 0{,}21/3{,}300 = 1/300.$$

До истих података могуће је доћи и на основу података о дужини једног растојања на снимку и истог тог растојања на терену:

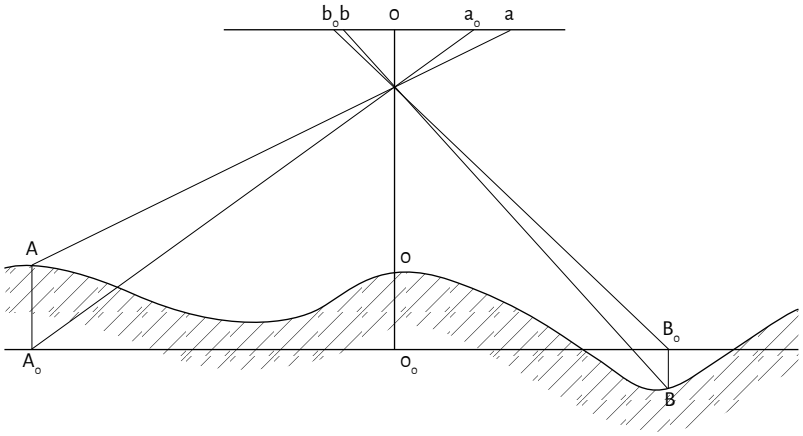
$$R = l/L = 6/145.000 = 1/24.167.$$

Ради контроле израчунатих резултата и веће тачности, размер вертикалног снимка редовно се рачуна по две међусобно управне линије, а као размер узима се аритметичка средина два резултата.

Код вертикалних снимака, који имају облик квадрата, размер је мање или више



Прилог 94. Изналажење размера на аерофотоснимцима



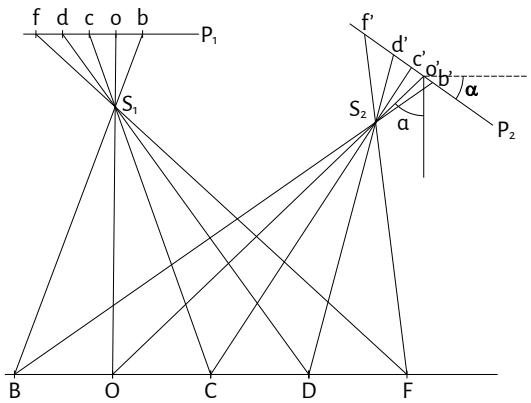
Прилог 95. Утицај рељефа земљишта на неуједначеност деформација на аероснимцима
Извор: Чоловић, 1969

уједначен на читавој површини. Код косих снимака, који имају облик трапеза, размери на појединим деловима снимка изразито су различити. Они су уједначени само на линијама управним на правац снимања. Због тога се ови снимци не користе за мерења дужина.

Подела аерофотоснимака по размери разликује се од поделе географских карата. Крупноразмерним снимцима сматрају се они до 1:10.000, средњеразмерним они од 1:10.000 до 1:25.000, а ситноразмерни снимци имају размер мањи од 1:25.000.

Деформације су још једна карактеристика по којој се аерофотоснимци разликују од географских карата. Оне настају на једној страни због таласасте површине земљишта и централног пројектовања, а на другој страни и због нагнутости оптичке осе код косих снимака. Утицај рељефа на неуједначеност деформација јасно се види на прилогу 95.

На прилогу 96 виде се разлике код деформација на вертикалним и косим снимцима. Док су на вертикалном снимку растојања b – o – c – d – f, међусобно једнака, као и растојања B – O – C – D – F на земљиној површини, на косом снимку она су различитих дужина (b' – o' – c' – d' – f'). Ове деформације се на косим снимцима комбинују са онима које настају због рељефа земљишта.



Прилог 96. Разлике код деформација на вертикалним и косим снимцима

Проблеми деформација које настају због централног пројектовања, косог снимања и рељефа успешно се елиминишу уз помоћ инструмента - **редресера**, који трансформише централне снимке у приказе који имају карактер ортографских снимака, потпуно применљивих за потребе израде карата.

Стереопарови су парови косих аероснимака код којих постоји знатан проценат (до 70%) преклапања. Снимци истих објеката на једном и на другом снимку нису идентични јер су снимљени са два различита положаја. Истодобним посматрањем оба снимка добијају се јасни ефекти треће димензије идентични оним који се постижу нормалним посматрањем у природи коришћењем оба ока. Да би ефекти били исти, снимке је потребно поставити на растојање од око 6 cm, колико је растојање између два ока и сваким оком посматрати само један снимак. Тада се у свести формира тродимензионалана представа, како је то приказано на слици 7. Стереоскопско посматрање олакшано је инструментима **стереоскопима** различитих конструкција, који олакшавају независно посматрање стереопарова. На бази стереоскопа конструисан је низ графичких инструмената намењених за преношење планиметријских и алтиметријских елемената аероснимака на топографске карте.

Дешифровање аерофотоснимка. Приказ Земљине површине на аероснимцима зависи од низа фактора. То су, пре свега, доба дана у којем је вршено снимање, односно висина Сунца, временске прилике (облачно, сунчано), део године, односно стање вегетације. Исти терени могу под различитим условима снимања да дају веома различите снимке. Многе појаве се нејасно разазнају, па се код коришћења не говори о читању, као код географских карата, већ о њиховом дешифровању.

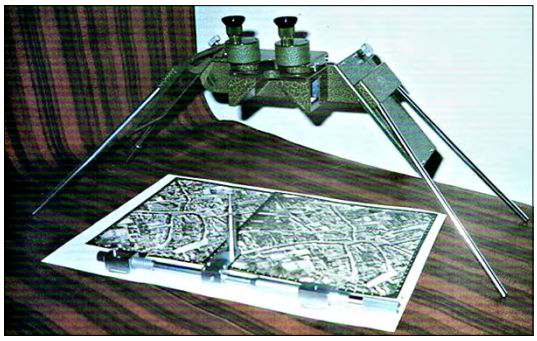
Дешифровање аерофотоснимака подразумева распознавање и утврђивање

квалитативних и квантитативних карактеристика појава снимљених на аерофотоснимцима. Основни знаци распознавања су облик слике, величина слике, тон слике, повезаност објеката, сенке објеката и сл. Сви они, мање или више, користе се упоредо.

Облик слике је један од најчешће коришћених демаскирајућих знакова. Грађени објекти јасно се распознају по правим контурама, путеви и канали по константним ширинама, речна мрежа по карактеристичном склопу, земљишне парцеле такође по правим границама и сл.

Величина слика може да послужи као сигуран знак за издвајање индивидуалних стамбених од јавних грађевина или привредних објеката. Поређењем ширина лако се врши градација друмова, река, канала по величини.

Тон слике као демаскирајући знак је мање сталан од претходна два. Сваки предмет и површина на снимку даје одређен тон и структуру слике. Они међутим, како је то већ наведено, зависе од низа променљивих фактора. Палета рефлексија је тако велика, да је и поред постојања обимних упутстава и каталога тонова са објашњењима, нека решења могуће наћи само на терену. Познато је да тамне површине апсорбују знатан проценат светлосних зрака тако да су они и на снимцима тамнији. На тон снимка утичу и материјали од којих су објекти саздани, тако да неки од њих рефлектују велике количине примљене светлости и на снимцима су приказани светлим тоновима. Највећи степен рефлексије, односно најсветлије тонове имају површине покривене снегом, бетонске, асфалтне површине, сува угажена земља и сл. Колике разлике ту могу да постоје види се на следећем примеру: водене површине, које по правилу дају на снимку тамне тонове, када су заталасане рефлектују толико светлости да постижу чак и беле тонове. Преорано земљиште је тамније од непреораног, утолеглице на којима су подземне воде плиће, на снимцима су тамније и сл. И поред свега, када се констатује идентитет једне појаве, са доста сигурности се могу идентификовати и остали њени фрагменти на том снимку. Различити тонови могу да послуже и за провизорну реконструкцију рељефа на вертикалним снимцима. На основу њих може да се идентификује осветљена страна узвишења, за разлику од оне која је у сенци. На споју та два тона лако је реконструисати гребен. Слапови брзаци, водопади, такође се лако распознају по измењеном тону речног тока на том месту. Површине под карактеристичним типовима вегетације јасно се препознају не само по тону, већ и по карактеристичној структури. На прецизнијим снимцима, јасно се разазнају крошње дрвећа па се на основу њих може судити о врстама и старости засада.



Слика 7. Стереоскоп

Повезаност објеката, такође је сигурни демаскирајући знак. Тако, на пример, линије које долазе до усамљених објекта сигурно су путеви, путеви се надовезују са обе стране на мостове, зграде уз пруге вероватно су железничке станице итд. Код природних објеката постоји строга веза између правца протезања речне мреже и облика рељефа (долина, коса и развођа између њих). Мале токове често је могуће препознати на основу трака дрвећа које расту уз њих. Суседства некада заклоне један од објеката (дворeди уз путеве, канале, путеви кроз шуме) па се приликом њихове идентификације или реконструкције иде посредним путем.

Прикази на снимцима који имају идентичне контуре или тонове, често се могу разликовати помоћу сенки. Оне врло јасно демаскирају објекте знатних висина. На пример, зграде равног крова апстрахујући сенку, изгледају као бетонирани спортски терени, фабрички димњак као бунар и сл. Неке сенке чак могу да прикажу тачну силуету објекта (мост, вијадукт, дрво и сл).

Ради лакшег коришћења и дешифровања снимака, уз њих су редовно подаци о датуму и часу снимања, врсти камере, фокусном одстојању и врсти објектива, висини лета, координатама центра пројектовања, врста снимања, редном броју снимка и снимак либеле.

Скица и кроки

Један од начина осавремењавања садржаја на картама је израда скица или крокија терена. Они се раде у крупној размери, а садржај им одређују директни циљеви израде. На тај начин се садржај карата слободно допуњује и осавремењава. Тачност израде може да буде веома различита.

Прилог 97.
Скица и кроки

Код тачнијих верзија ових картографских приказа основна географска ситуација претходно се прекопира са топографске карте. Њу по правилу чини рељеф приказан изохипсама, путеви, насеља, шуме и др. Приликом уношења осталог садржаја користи се сто за крокирање, компас и гледача. Сто за крокирање је табла димензије 40x40 cm, на троношцу висине око 150 cm, који олакшава визирање терена и наношење праваца на папир. Гледача је лењир помоћу кога се визирају правци и наносе на папир, а служи и за лакшу процену висина објеката на терену. На терену се изабере тачка са које се читав предео добро види, та тачка се означи на папиру или унапред припремљеној карти и са ње се визирају правци ка свим осталим појавама које треба унети на скицу. Растојања од тачке посматрања до тих појава се процењују.

Када је немогуће сагледати читав терен са једне стајне тачке, одаберу се две или више тачака. Растојања и азимути између њих што тачније се измере и означе на папиру у размери, па се визирање појединих појава врши са две или три тачке. Њихов положај је на пресеку две линије визирања и на тај начин се боље одређује него слободном проценом растојања. Овакве допуне могуће је вршити и на топографској карти.

Када су потребе за прецизношћу мање, скицирање се врши без поменутог прибора. Прецизнији приказ назива се кроки, а мање прецизан скица.

Рељефне карте

Рељефне карте су географске карте рађене у три димензије, тако да је рељеф приказан онако како изгледа у природи. Оне се раде на основу карата рађених методом изохипси. Тај поступак је данас аутоматизован. Једна од коришћених метода је она којом се на основу прецизних карата и пантографа - глодалице израђује степенасти рељеф. Он се ручно трансформише у такозвани обликовани рељеф. То се постиже на тај начин, што се степенице попуњавају неком пластичном масом. Овакав рељеф служи као подлога за израду рељефне карте. Рељефне карте се раде од пластичних фолија на које је претходно одштампан комплетан садржај географске карте.

Приликом израде рељефа редовно се увећа вертикални размер, како би се све неравнине увећале и приказ рељефа учинио очигледнијим.

Рељефне карте одликује већи степен очигледности, тако да имају широку примену у настави географије у нижим разредима. Због те особине оне често имају само илустративну или декоративну намену. Сем тога, ове карте служе и као основа за израду анаглифних карата.

Рељефни модели

Слика 8. Пантограф - глодалица

Рељефни модели су рељефи идеализованих форми карактеристичних рељефних облика (вулкани, громадне планине, речни слив и сл.). Израдом модела могуће је на једном облику означити све микрооблике, потенцирати њихове величнине, дати жељени размештај и сл. Рељефни модели имају дидактичку намену.

Израда модела може да има различиту прецизност. Најпровизорније форме раде се у навлаженом песку у току извођења наставе у основним школама. За ту сврху служи плитак сандук тзв. пешчаник, којим су често опремљене учионице. Прецизнији модели израђују се на основу изохипси уцртаних на подлози. У них се на малом растојању укуцавају ексерчићи висина еквидистанце одабране за сваку изохипсу.

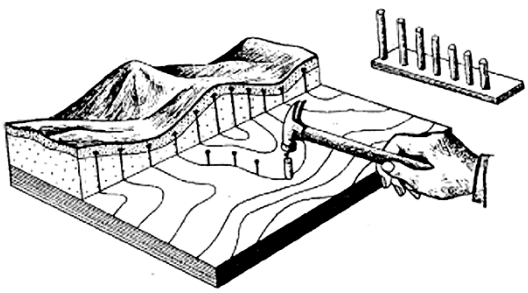
Прецизност се постиже уз помоћу цевчица различитих висина, које служе за ограничавање висине ексера за сваку изохипсу. Овако припремљена основа испуни се навлаженим песком, а преко песка се излије слој гипса, куване хартије или неког другог материјала. Након сушења, облога се боји.

Прецизнији рељефни модели раде се механичким методама, слично као и рељефне карте.

Анаглифне карте

Анаглифне карте су дводимензионални картографски прикази, код којих је рељеф означен помоћу две боје. Њихово наношење на карту је такво, да када се посматрају уз помоћ стереоскопских наочара, добија се утисак тродимензионалности (анаглифи, анаглипти – рељефни или полурељефни уметнички радови).

Карте се раде фото-путем. Као основа служи рељефна карта са свим комплетним садржајем и рељефом означеним изохипсама. Карта се поставља на екран, зенитно се осветли и фотографише тако што јој је камера постављена изнад десног руба основице. Потом се карта помера тако да испред камере дође леви руб основице, поново се зенитно осветљава и фотографише. На основу тих фотографија израде се два клишеа, од којих леви снимак најчешће служи за отискивање црвене, а десни за отискивање зелене боје. Степен преклапања зависи од дужине основице карте. Посматране голим оком ове карте личе на штампарске матулатуре (лоше отиске). Оне се могу користити уз употребу стереоскопских наочара са два филтера који имају боје као и отисци на карти (црвену и зелену). Посматрањем кроз њих добија се утисак изразите пластичности. На наочарима је означено која је десна, а која лева страна, јер се погрешном употребом добија потпуно контра ефекат, планине изгледају као долине, а долине као узвишења.



Прилог 98. Један начин израде рељефа земљишта
Извор: Петерца, 1974

Коришћење анаглифних карата има неке предности над стереопаровима. На њима се лакше добија утисак пластичности, могуће је посматрати веће површине, па и читаву карту, а једну карту у исто време може да посматра више људи.

Глобус

Глобус је лопта малог пречника која представља модел Земље. На њој се повлаче географске координате (упоредници и подневци), осовине која повезује северни и јужни пол нагне се за 23°27' и унесе се географски садржај. Израдом модела који има облик приближан облику Земље избегнуте су све деформације. На њему не постоје деформације дужина у било ком правцу и нема деформација углова без обзира на правац пружања кракова. Због тога све површине задржавају веран изглед и величину. Глобус је једини веран приказ Земљине површине.

Слика 9. Глобус израђен 1871. године у Берлину

Први глобуси настају још у старом веку за представљање небеског свода. Користили су их за астрономска мерења још Анаксимандар (610-546) и Хипарх (160-125). Користили су их и арапски и средњовековни астрономи. Израда копнених глобуса је много млађа и претпостављала је констатовање сферичног облика Земље. Можда су њихове претече симболички прикази Земље у облику кугле, који су чести још од времена Римског царства, а користе се у Европи кроз читав рани средњи век (тзв. „царска јабука"). Украси на царским јабукама добијају временом шематизоване приказе географских елемената, па није јасно када су ове симболичне форме еволуирале у глобусе. Због тога се и не слажу тврдње о томе када се појављују први класични глобуси. Једна од тврдњи је да је први глобус Земље израдио 1492. године немачки картограф Мартин Бехајм.

Размер глобуса је по правилу мали. Они су лопте које заузимају знатан простор и због тога су неподесни за складиштење и употребу у већем броју. Због тога се израђују најчешће са пречником од 50 до 60 cm, што подразумева размере од 1:25.000.000 до 1:21.000.000. У тим размерама, разлика између Земљиних полуоса не прелази дужину од 1 mm. То је неприметна разлика и због тога се глобуси редовно израђују као лопте, а не као елипсоиди. Највећи до сада израђени глобус био је онај припремљен за Светску изложбу одржану у Паризу 1889. године. Имао је пречник од 12,5 m. Један од најмањих израђених глобуса вероватно је Јагеловски глобус из Кракова из 1507. године. Пречник му је само 7,3 cm.

Глобуси се израђују тако што се на модел облика лопте лепе танке траке хартије на којима је одштампана садржина географске карте. Ове траке су идентичне сочивастим зонама Гаус-Кригерове попречне ваљкасте пројекције. Садржај глобуса углавном је идентичан садржају географских карата ситне размере.

Примена глобуса има углавном дидактички карактер. На основу оваквог приказа Земљине површине, најлакше се приказује размештај копна и мора, односи величина површина, односи положаја појединих садржаја и сл. На основу глобуса најлакше је објаснити и низ феномена из сфере математичке географије везаних за кретања Земље.

ДИГИТАЛНА КАРТОГРАФИЈА И ГИС

Примена рачунарске технологије у картографији назива се дигиталном картографијом. Почеци дигиталне картографије датирају из раних педесетих година 20. века. Основна намера тада је била рационализација израде карата, односно замена конвенционалне технике компјутерски подржаном. Међутим, та првобитна намера је у последњих шездесет година масовном употребом персоналних рачунара (PC), посебно после 1990-их превазиђена. Наиме, осим што је унапредила техничко поље картографије, примена рачунарске технологије утицала је и на стварање новог односа између процеса израде карата и друштва у целини. Тај је нови однос подстакнут чињеницом да је израда карата сада доступна сваком кориснику персоналног рачунара.

Последице тога су се драматично одразиле на даљи развој картографије, посебно у погледу питања шта се картира, ко израђује карте, ко користи карте и како се карте израђују и користе. Осим тога, утицај информатичке револуције на картографију можемо да упоредимо са утицајем штампарске машине на израду карата. Када су све карте биле заправо рукописи, било их је мање, а група њихових корисника била је ограничена. Изум штампарске машине омогућио је израду већег броја примерака карата, што је увелико проширило број корисника. Савремена технолошка револуција иде и корак даље, омогућујући свакоме да израђује карте. А то значи да се корисници не морају увек задовољавати идентичном картом, већ могу обликовати карте које ће одговарати њиховим индивидуалним потребама.

Дигитализација

Дигитална ера у картографији започиње са компјутерски заснованим системима који омогућавају бољу и бржу израду карата. Дигитализација карте помоћу ГИС-а представља претварање информација са класичне географске карте у дигитални формат, у виду x,y координата. Дигитализација се може обавити на два основна начина. Први је помоћу специјалних графичких уређаја - дигитајзера. То су графичке табле димензија од 250 x 250, па све до 2000 x 2500 mm, на које се папирната карта причврсти и помоћу курсора дигитализује. Други, напреднији начин дигитализације је помоћу рачунара, када се скенирана карта дигитализује у посебним програмима.

Три основна географска примитива су: тачка, линија и полигон. Сваки географски објекат из реалног света може да се представи помоћу ова три основна симбола.

Тачке су географски ентитети које постоје само на једном месту у простору. Оне немају просторну димензију (дужину нити ширину). Тако оне добијају "нулту димензију", мада у стварности, ма колико је минимална, свака тачка поседује неку димензију. Њима се на картама најчешће представљају појединачна дрвећа, хидранти, насеља, аеродроми...

Линије су географски ентитети који су састављени од низа тачака и третирају се као једнодимензионалне појаве јер, за разлику од тачака, оне поседују дужину. Њима су најчешће представљени разни водови, политичке границе, саобраћајнице... Иако ове појаве у стварном свету поседују и другу

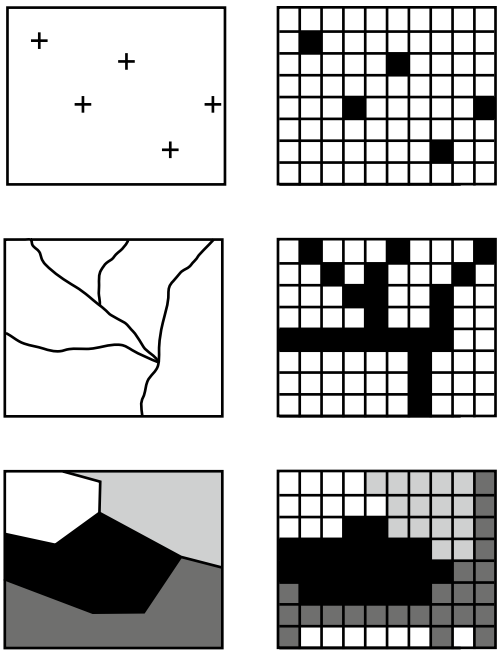
Прилог 99. Основни географски примитиви

димензију (ширину), на карти, уколико их гледамо са знатне удаљености, оне изгледају као линије.

Полигони (површине) су геометријске примитиве које поседују две димензије (дужину и ширину). Они су састављени од серија линија које почињу и завршавају на истом месту. Полигонима су на картама најчешће представљене шуме, језера, континенти...

Који симбол ће се користити у конкретној примени зависи често од размере карте (нпр. аеродром може бити тачка или полигон).

Прилог 100. Приказ основних геометријских примитива у растерском моделу, *Извор: Кукрика, 2000*



Географски ентитети из стварног света који се у ГИС-у приказују путем тачака, линија и полигона могу се у рачунару представити применом два основна модела географских података, а то су растерски и векторски.

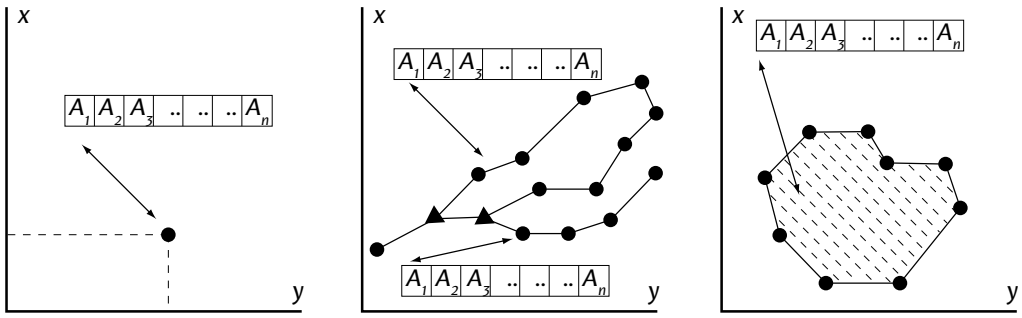
Растерски модел података је једноставнији. Тачке, линије и полигони састављени су од низа сиђушних квадратића (пиксела) организованих у колоне и врсте. Растерски подаци настају скенирањем карата, као и обрадом сателитских и авионских снимака. Један квадрат може да представља тачку, више везаних квадрата представља линију, а неколико линија полигон.

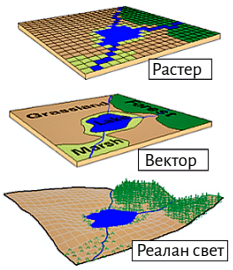
Вектор је дефинисан почетном координатом, припадајућом величином и правцем. За разлику од растерских података, код векторских се облици на карти представљају преко координата тачака које одређују тај облик. Тачке се у меморији памте као скупови координата. Помоћу координата се памте и линије, а полигони се памте према координатама почетних и крајњих тачака њихових линија.

Предности растерских модела су: мала цена система и кратак период изградње система. Недостаци су далеко бројнији: мала количина "интелигенције" у подацима, мала флексибилост у избору размере, непогодност повезивања са базом података... Недостаци векторских модела су скуп и дуготрајан поступак уноса података, док су предности мали хардверски захтеви, велика палета улазно/излазних уређаја, велика флексибилност у измени података, флексибилност у избору размере...

Растерски модел се највише користи у шумарству, фотограметрији, хидрологији, анализама земљишта.... Векторски модел доминира у транспорту, управљању ресур-

Прилог 101. Приказ основних геометријских примитива у векторском моделу, *Извор: Burrough & McDonnell, 2006*





Прилог 102.
Типови графичког представљања

сима, обради пописних података, маркетингу...

Дигитализација је поступак којим се графички оригинал (карта) претвара у електронски запис, односно у дигитални облик. Дигитализација просторних података и последични развој дигиталне картографије довели су до успостављања неколико важних сегмената:

1. дигиталне картографије као самосталне научне дисциплине,
2. географских информационих система,
3. дигиталне даљинске детекције,
4. геопозиционих система и
5. интернета.

То је постало могуће изузетно брзим развојем компјутерске технике (hardware) и одговарајућих компјутерских језика и програма (software).

Међу највећа достигнућа дигиталне картографије спадају похрањивање картографских података у векторском и растерском облику, развој система за управљање базама података и разна побољшања која омогућавају ефикасније похрањивање, комбиновање и трансфер података.

Геометријским подацима увек се придружују графички и атрибутивни подаци. Основни графички елементи допуњени подацима о положају дају векторску графику, а претворени у бинарну структуру пиксела или јединичних површина растерску графику.

Развој географских информационих система (GIS) иде корак даље од дигиталне картографије. Моделовање и просторна систематска анализа далеко превазилазе могућности дигиталне картографије.

Дигитална даљинска детекција (DRD) и геопозициони системи (GPS) омогућавају да заједнички корисници традиционалних карата на папиру, дигиталних карата и атласа на CD-у пронађу нове начине коришћења информација добијених на ове начине.

Интернет као нови комуникациони медијум утиче на нове могућности презентација и коришћења дигиталних карата до недавно, незамисливом броју корисника широм света. Такође, омогућава и заједничку израду карата аутора из различитих и веома удаљених земаља. Интернет омогућава добијање и размену најразличитијих врста просторних података између појединаца и институција без обзира где се они налазе (Икономић, 2001).

Конвергенција даљинске детекције (RD) и геопозиционих технологија (GPS) је кључ за високу тачност карата и картографских продуката у информационом добу. Њихова производња захтева нове алате и процедуре за тачност и процесирање географских информација. Постпроцесни кораци укључују различита побољшања у будућој аутоматизованој изради, узимајући у обзир ефекте размера, моделовање, најразноврсније анализе и методолошко праћење (Goodchild, 1996).

Електронски атласи су интересантна форма презентовања дигиталних карата и картографских продуката. Најбољи принцип је да осим правих карата постоје и сетови података у графичком облику чије су међусобне везе интерактивне. Процесирање се спроводи на такав начин да се уђе у суштину просторне дистрибуције елемената, појава и процеса и њихових веза и односа. Нов елемент карте коришћен у електронском атласу је вид навигације кроз атлас што даје ново значење задатку селектовање карата. Сваки нови ниво презентације дозвољава кориснику да открије нове закономерности.

Екстрем у еволуцији картирања и компоновања садржине карата је виртуална стварност (virtual reality). Технолошки захтеви укључују аутоматско превођење географских информација у Интернетов виртуални свет језицима као што је virtual reality mark-up language (VRML). Такви системи не само да креирају свет виртуалне стварности (ВР) од стварних GIS података, него могу и да визуализују стварно-временски мулти кориснички GPS са подацима и да сместе компјутерску графичку представу у простор виртуалне стварности (Икономић, 2001).

Картографски потенцијал мултимедијалних система је изузетно велики. Карта може бити део базе података ових нових система, али у исто време може бити и инструмент за организацију информација које ови системи садрже.

Дигиталне карте

Да бисмо дефинисали појам дигиталне карте, корисно је поћи од дефиниције „обичне", тј. аналогне карте. Географска карта је у одређеном односу смањена математички конструисана и уопштена слика целе Земљине површине или једног њеног дела на равној површини, која на посебан начин приказује распоред, стање и међусобне односе објеката и појава одабраних сходно намени. Две важне функције карте су:

- карта као медиј похрањивања информација потребних човечанству и
- карта као слика света која нам помаже да разумемо просторне обрасце, односе и сложеност околине у којој живимо.

Дигитална картографија дефинише се као примена рачунарске технологије у картографији. Употреба рачунара утицала је на промену или допуну функција аналогних карата. Те промене су:

- дигитална база података која мења штампану карту као медиј за добијање географских информација и
- картографска визуализација на бројним различитим медијима задовољава потребе за које су раније биле задужене дигиталне карте.

Упркос јасним дефиницијама дигиталне картографије као скупа метода и техника за израду карата савременим рачунарским технологијама, није посве једноставно дефинисати појам дигиталне карте У оквиру ове проблематике можемо поставити пар занимљивих питања. Је ли дигитална карта сваки картографски приказ похрањен у дигиталном облику, нпр. скенирана аналогна топографска карта похрањена у .tiff облику (*Tagged Image File Format*), или дигиталном картом сматрамо само ону која кориснику омогућује одређену интеракцију, попут карте у Microsoftовом атласу Encarta, где корисник може одредити које податке (слојеве) жели приказати? Терминологија на подручју дигиталне картографије није још потпуно развијена и устаљена, па због тога треба разликовати појмове:

а) **дигитална карта** – карта у векторском и/или растерском формату похрањена на носитеље погодне за рачунарску обраду. Садржи софтвер и све атрибуте за приказ на екрану или цртање плотером укључујући потпуну сигнатуризацију, називе и опис карте;
б) **електронска карта** – интерактивни картографски систем за претраживање и показивање информација који се састоји од једне или више карата похрањених у растерском или векторском формату и базе података с описним подацима о појединим објектима. Садржи и софтвер за претраживање и показивање карата и описних података на екрану персоналног рачунара или радне станице. Осим карата и текста електронска карта садржи звук, те покретне и непокретне слике.

Дакле, **дигиталну карту** би најједноставније могли **дефинисати као сваку картографску визуализацију у дигиталном формату коју је могуће приказати на монитору рачунара или одштампати**.

Класификација дигиталних карата

Дигиталне карте деле се у две основне групе: **статичне** (приказ на екрану није у покрету) и **динамичне** (приказ на екрану је у покрету). У обе групе могу се издвојити оне код којих постоји само могућност гледања карте или оне код којих је могућ неки облик интеракције с картом.

Статичне карте само с могућношћу гледања најчешће су од свих дигиталних карата и углавном представљају аналогне карте претворене скенирањем у дигитални облик. То је уједно и њихов највећи недостатак, јер је густина информација врло велика и стога могу бити нечитке. Пожељно их је користити за приказ раритетних карата које би иначе корисницима биле тешко доступне или пак за брзо и једноставно пружање просторних информација садржаних на аналогној карти (нпр. скениране туристичке карте).

Табела 24. Примери интернетских страница с дигиталним картама

	САМО МОГУЋНОСТ ГЛЕДАЊА („VIEW ONLY”)	ИНТЕРАКТИВНОСТ („CLICKABLE”)
СТАТИЧНА КАРТА	Dutch city maps from Blaeu Atlas 1649/1652 – карте у .jpeg и.gif формату	Clickable maps – повезаност с другом web страницом Tiger Map Server Browser – могућност зумирања и одабира одређених слојева National Geographic Online Maps - могућност зумирања и одабира одређених слојева
ДИНАМИЧНА КАРТА	De Weerkamer – анимирани .gif	Schiphol 3D-VRML – интерактивни динамични модел

Извор: www.entes.cz/zaves/maps.html

За разлику од претходних, код **интерактивних статичних карата** корисник има могућност покретања својеврсних радњи притиском на карту (или неки њен део) или пак преласком показивачем (мишем) преко карте. Та активност по правилу доноси неке нове информације.

Интерактивност овде можемо схватити на више начина:

- као приступ неким новим садржајима (нпр. кликом на део карте отвара се нова интернетска страница или документ (слика, звук, видео) на CD-ROM-у,
- као могућност приближавања (зумирања) или померања карте,
- као могућност одабира одређених слојева на карти и приказа жељеног садржаја,
- као могућност одабира боја или симбола на карти.

Динамичне карте само с могућношћу гледања су дигиталне карте које садржај визуализују путем анимација. Корисне су за приказивање одређеног тематског садржаја и процеса који имају временско обележје, па се стога често користе за израду карата у метеорологији, нпр. карте облачности и кретања ваздушних маса. Општу географску подлогу чини сателитска карта, а анимацијом је приказано кретање облака у одређеном временском раздобљу.

Интерактивне дигиталне карте не сусрећу се често на Интернету или у другим медијима. За њихову израду користе се технологије Java, JavaScript или пак „virtual environments” у VRML-у или QuickTime у VR-у. Посебно су погодне за визуализацију тродимензионалних података јер нуде могућност дефинисања путање, као и могућност приказа смера и висине.

Важност дигиталне картографије

Примена рачунара и осталих електронских уређаја, нпр. GPS-а и сателита, донела је низ позитивних решења која су унапредила процес израде карата. Можда је најважније од свега убрзање израде карата. Традиционалан процес израде карата је био врло дуг и сложен а нова карта је већ приликом издавања била застарела. Међутим, константним прикупљањем података (нпр. сателитом) и њиховим уношењем у дигиталном облику знатно се унапређује обнављање географског садржаја карте. Коришћењем најновије рачунарске технологије убрзава се и цртање карата, а смањује се и њихова цена. Дигитална картографија, а посебно GIS као систем за анализу просторних података, омогућио је израду карата усмерених ка потребама корисника те решавању проблема који су некада били тешко решиви.

Међутим, дигитална картографија је утицала на децентрализацију израде карата. То је иновација коју можемо посматрати и као добродошлу промену, али и као промену која може имати многе негативне последице. Картографи губе контролу коју су над процесом израде карата имали у прошлости. Они су традиционално били ти који су одлучивали коју ће информацију укључити у садржај карте, а коју неће. Корисници су могли одабрати само оне информације које су већ биле на карти и на темељу њих стварати просторне представе. Међутим, данас, када штампана карта из-

рађена у некој картографској институцији није више једини картографски производ, досадашњи корисници, картографски нестручњаци могу изабрати које ће информације укључити у визуализацију и на који ће их начин приказати. То захтева размишљање о едукацији корисника (дигиталних) карата те новој улози коју треба да имају картографи у тој едукацији, али и самом стварању система за израду дигиталних карата. Притом је потребно кључно размотрити како дигитална карта утиче на стварање просторне представе.

Карте већ хиљадама година служе човеку да види свет који је превелик и превише сложен да би се могао директно видети. Притом треба имати на уму да оно што приказује карта није умањена идеална слика света, већ апстрактна представа нечега што нам је приступачније и разумљивије него свет. Ту је представу неко створио за нас, бирајући шта ће и како приказати. До појаве дигиталне картографије ти су стваралаци углавном били картографи. Споменута представа може бити:

а) конкретна – тј. карта и
б) когнитивна – представа у глави корисника, потенцирана гледањем карте.

Обликујући наведене представе ми заправо стварамо знање, више него што откривамо постојеће.

Поједностављено, гледањем карте заправо категоризујемо, комбинујемо, супротстављамо визуалне садржаје постојећем знању и тиме стварамо ново или мењамо знање које већ постоји. Научно је то објашњено моделом процесирања визуалних информација који произлази из когнитивне психологије. Примена карте може се, према том моделу, протумачити као процес стварања низа представа на различитим нивоима. Представе настају комбиновањем примљених података и већ постојећих информација. На најнижем нивоу, представе садрже апстрактне симболе који представљају фундаменталне објекте карте, те основне информације о деловима и њиховим односима (величина, дубина видног поља, светлост...). На следећем нивоу догађају се напреднији процеси у којима се новонасталe представе преиспитују на темељу знања из дугорочне меморије. Као посредници у том процесу јављају се својеврсни ментални модели који структурирају оно што до сада знамо о објектима, концептима, односима и процесима у свету, те на темељу тога категоризују нове информације. Као последица преиспитивања и евентуалне модификације представа обликује се и значење – још једна нова представа која може утицати на промену постојећих или стварање нових менталних модела.

Гледање карте схваћено је као низ представа које се јављају на сваком нивоу процесирања информација. Коришћење карте је, дакле, процес учења, процес стварања новог знања, а не само преношења информација, што се сматра једном од најважнијих функција карата у склопу тзв. комуникацијске парадигме картографије. Сложимо ли се с тврдњом да је коришћење карата = учење, дигитална картографија, тј. чињеница да карту може израдити свако ко се напредно служи персоналним рачунаром, може имати далекосежне последице на то како доживљавамо простор. Другим речима, дигитална картографија нам омогућује да свет видимо другим очима.

Међутим, управо могућност израде конкретних карата представља највећу опасност, јер корисник често нема знања о томе како израдити картографски исправну представу простора.

Програми за израду дигиталних карата

Постоје три основне врсте графичких програма који се данас могу употребити за израду дигиталних карата:

1. програми за цртање (нпр. AutoREALM, Zoner Draw, Corel Draw, Adobe Illustrator),
2. CAD програми (нпр. OCAD, CC2 Pro, AutoDesk Map, MicroStation) и
3. GIS програми (нпр. Map Maker, Manifold Systems 5, ArcMap, MapInfo).

Све три врсте програма употребљавају слојеве за организовање и заштиту информација. Програми за цртање се по правилу могу брзо и лако научити и омогућавају

више креативности у коначном изгледу карте од CAD програма. Геопросторни CAD и GIS програми су технички прецизнији, имају могућност смештања цртежа у простор и нека једоставнија мерења. За цртање карата може се изабрати комбинација, почевши у једном програму и пребацивањем података у неке друге програме за коначни приказ, што за сада даје најбоље резултате. При одабиру програма за израду карата, он мора имати следеће могућности:

- креирање правих и кривих линија,
- креирање површина,
- креирање библиотеке знакова – укључујући стварање континуираних, испрекиданих и тачкастих линија, испуњавање бојом и шрафуром,
- креирање и манипулација текстом,
- одвајање боја за целокупни цртеж,
- измене и допуне свега набројаног и
- могућност поретка објеката према важности.

Методе израде карата разликују се код различитих програма, па код израде компликованих приказа доминира комбинација тих програма. Поједина фаза израде картографског приказа спроводи се у другом прикладном програму, а затим се конвертира у матични програм у којем се карта финализира. CAD програми имају репутацију да су сложени за употребу, уз изузеће OCAD-a. OCAD је израђен посебно за картографију, а рад се у њему одвија уз једноставан графички алат, уместо компликованих наредби.

OCAD се у новој, 8. верзији приближио GIS програмима, међутим и даље без могућности анализе геопросторних података. У њему је могуће мерење линија и површина те конверзија карата и података у друге GIS програме. Такође, има разне објектне нишане, који се иначе не налазе у једноставним програмима за цртање.

На тржишту је за сада OCAD један од најчешће коришћених програма за картографију. Довољно је специјализован, а опет унутар картографије је универзалан. Њиме се могу извести разне врсте карата, на једноставнији начин него с другим програмима.

Предности и недостаци дигиталних карата

До сада смо говорили о изради дигиталних карата и могућностима и опасностима које из ње произилазе. Наведимо укратко предности и недостатке примене дигиталних карата.

Предности дигиталних карата су:

- олакшано проналажење (нпр. аутоматско позиционирање) података с просторном димензијом на карти (ако је визуализација повезана са базом података; нпр. приказ одређеног насеља, адресе или објекта – болнице, бензинске пумпе...),
- олакшана израда и коришћење тематских карата са могућношћу одабира слојева на дигиталној карти, с одређеним садржајима (нпр. подаци о температури, падавинама, саставу становништва, густини становништва...),
- могућност повећавања и смањивања делова карте (тзв. зумирање),
- могућност померања карте и приказа према жељи корисника (тзв. пан),
- употреба функција хипервеза и интегрисаних мултимедијалних садржаја повезаних с подацима на карти (слика, звук, видео, анимација),
- дигитална карта на Интернету доступна је великом (и растућем) броју корисника,
- дигитална карта на Интернету, под условом редовног обнављања, тренутно је најактуелнији могући облик картографске визуализације.

Недостаци и ограничења дигиталних карата су:

- недостатак лакоће у манипулисању картом, посебно на терену (савијање, преклапање, цртање, мерење на карти),
- лимитирана величина приказа,
- резолуција екрана и боје ограничавају приказивање детаља, јер аналогна карта (на папиру) има већу резолуцију и вероватно већу густину детаља и информација од дигиталне карте у истом размеру.

Географски информациони систем - ГИС

Шта је то ГИС, шта се крије иза ове трословне скраћенице? Иако се можда, на први поглед одговор чини једноставним, то уопште није тако. О овом термину постојале су и даље постоје полемике – шта значи, како га превести и како објаснити.

ГИС – Географски информациони систем, представља дословни превод енглеског оригинала "Geographic Information System".

Од стране више аутора дате су различите дефиниције и објашњења овог термина, али у основи, оне су све сличне, и кажемо да је:

"Географски информациони систем рационално организован скуп рачунарског хардвера, софтвера, географских података и корисника, који је пројектован тако да омогућава ефикасно прикупљање, чување, сређивање, манипулисање, анализу и просторно приказивање географских и свих других информација које су од интереса за корисника" (Ђурђев, 2000).

Географски информациони системи први пут су се појавили пре четрдесет година, а последњих двадесет година доживљавају значајну експанзију. Они су успели да обједине оно што је најбоље из два некада одвојена подручја: географије–картографије (свет слика) и информатике (свет података).

Пошто је настао као последица "брака из рачуна" између географије и информатике, добро конципиран ГИС може без проблема одговорити на два битна питања: "Шта" и "Где". Још значајније за подршку одлучивању је то што ГИС одговара и на веома важна питања типа "Шта је где?" и "Где је шта?". "Где" се односи на локацију и на везе са картом у свим ГИС активностима. "Шта" се односи на пејзаж, његову величину, географска својства и, поред свега осталог, на особине посматраних географских података (Кукрика, 2000).

Потенцијалне предности ГИС-а су бројне, а могле би се поделити у три основне категорије:

- визуализација података,
- повезивање географских и атрибутивних обележја,
- могућности интердисциплинарног одлучивања.

ГИС је дефинисан као база података, али се значајна разлика у односу на остале базе података састоји у томе што су све информације које ГИС користи повезане са њиховим просторним референцама. Остале базе могу садржати информације о локацијама, као што су на пример имена улица, кућни бројеви, итд..., али једино ГИС користи гео-референце, као примарни начин за спремање и приступ просторним подацима. Укратко, у ГИС-у су слика, цртеж или табела, само (презентациони) производи одговарајуће просторне анализе.

Могућности да се велика количина података о простору похрањена у меморији рачунара прикаже у визуелном, једноставном и кориснику блиском облику, нешто је што друге технологије немају. Карте у ГИС-у су динамичне, тако да се све промене информација у бази одмах рефлектују на изглед карте. ГИС омогућава визуализацију и анализу информација на нов начин, откривајући раније скривене везе међу информацијама.

Интердисциплинарно повезивање различитих подручја посматрања је потенцијал ограничен само маштом. У решавању неког проблема ГИС може повезати погледе практично свих струка релевантних за тај проблем (на пример знања о педолошкој структури тла, категоризацији квалитета земљишта, типовима вегетације, планирању простора, његовом уређењу и заштити, итд...).

Сваки ГИС пројекат има следеће фазе:

1. дефинисање проблема,
2. комплетирање софтвера (хардвера),
3. прикупљање података,
4. процес анализе,
5. интерпретација и представљање резултата.

ГИС технологија је за географску анализу оно што је микроскоп, телескоп и компјутер за друге науке...

Све су чешћи предлози да се акроним ГИС чита не као Геогафски информациони систем (Geographic Information System) него као Географска информациона наука (Geographic Information Science). Заиста, ако се Географски информациони систем схвати као технологија (коју чине хардвер и софтвер), онда је Геогафска информациона наука таква наука која је у основи (ГИС) технологије. У том случају, географија је само једна од многобројних дисциплина ове комплексне науке, а поред ње то су још и: геологија, геофизика, океанографија, пољопривреда, биологија, биогеографија, социологија, политичке науке, антропологија, психологија (Ђурђев, 2000)...

Историјат развоја ГИС-а

До данашњих дана су остале снажне везе ГИС-а и картографије, пошто је ГИС потомак (наследник) картографије. Карта представља ефикасан начин за приказивање света око нас. Прве карте су настале на зидовима пећина још пре 35000 година. На њима су приказани цртежи животиња и трагови линија, за које се претпоставља да описују миграцијске руте стада. Ови рани записи садржали су дакле две елементарне структуре модерних географских информационих система: графичку датотеку, повезану са описном базом података. Настанком првих картографских пројекција и првих античких карата, картографија поприма особине научно засноване дисциплине. Касније је, географским открићима "нових" делова наше планете и појавом штампарске машине, картографија додатно добила на афирмацији.

Па ипак, без обзира на славне претке и традицију, географски информациони системи су релативно скоријег датума. Предуслов за појаву ГИС-а у модерном смислу је била појава рачунара. Како је текао напредак хардверско-софтверске индустрије, упоредо са њом је текао и напредак ГИС-а.

Зачеци рачунарске обраде просторних података датирају са почетка 60-их година прошлог века, када се појавило "чедо" под именом IGS (Interactive Graphic Systems или рачунарски подржана картографија), који је омогућавао искључиво чисто картографско представљање просторних података.

Први ГИС развијен је 1964. године и звао се Canada Geographic Information System или Канадски географски информациони систем. Овај пројекат је био покушај налажења ефикаснијих начина за евиденцију и анализу података о начину коришћења земљишта на огромним пространствима Канаде, за потребе планирања регионалног развоја и очувања природне средине. Канада је била иницијални лидер за промоцију ГИС-а. Овај пример су следиле и владе неких других држава, увидевши могућности и предности ГИС-а за потребе државе, па су тако ускоро настали New York Land Use & Natural Resources Information System, Minnesota Land Management Information System итд.

Први комерцијални софтвер за ГИС појавио се крајем 1970-их, када калифорнијски ESRI на тржиште издаје софтверски пакет ArcInfo.

Период од 1980-их до 1990-их су обележили произвођачи. Комерцијализација ГИС-а добија све више маха, појављују се фирме као што су Intergraph, Mapinfo, Raytheon. Већи експерименти са ГИС-ом су остварени појавом PC (Personal Computer или лични рачунар) рачунара средином 80-их година прошлог века, што је омогућило да се неке добре идеје и апликације први пут тестирају у пракси. То је било златно доба експанзије ГИС-а, пошто је развој све снажнијег софтвера био подржан појавама све јефтинијег, а све моћнијег хардвера.

Период од почетка 90-тих па све до данас је доба корисника. Због напретка у компјутерској технологији, омогућено је стварање све бољих, кориснички орјентисаних програмских алата који омогућавају лакшу комуникацију корисника са рачунаром. У овом периоду се појавио и још један моћан медиј, а то је Интернет. Неке карактеристике овог периода су:

- велика конкуренција између произвођача и продаваца софтвера,
- појава уско специјализованих софтвера,
- могућност модификације софтвера од стране корисника,
- изобиље документације и наредби унутар софтвера.

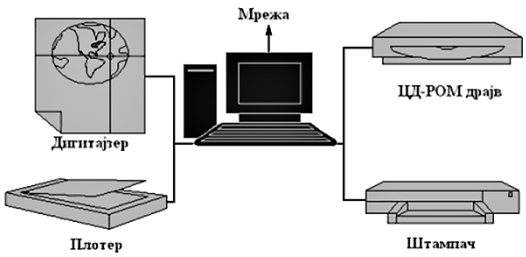
Сви трендови показују да ће ГИС и у будућности представљати једну од најперспективнијих информационих технологија (Кукрика, 2000).

Компоненте ГИС-а

Географски информациони системи садрже три основне компоненте: компјутерски хардвер (hardware), компјутерски софтвер (software) и одговарајући организациони садржај који обухвата обучене људе (liveware), а све компоненте треба да буду усклађене да би систем функционисао на задовољавајући начин. Неки аутори истичу и четврту компоненту – податке, док други аутори ту компоненту сматрају саставним делом компјутерског софтвера.

Компјутерски хардвер

Хардвер може бити било који тип рачунара, од супер до персоналних (PC) рачунара.



Прилог 103. Главне хардверске компоненте ГИС-а

Компјутер има хард диск драјв за меморисање података и програма. Периферије које улазе у додатну хардверску опрему ГИС-а су: улазни уређаји (скенери, уређаји за дигитализацију), излазни уређаји (плотери, штампачи итд.) и додатни уређаји за складиштење података. Дигитајзер или скенер користи се за конвертовање карата и докумената у дигитални облик, како би се они користили у компјутерским програмима. Плотер или штампач, или било која друга врста мониторских уређаја, користе се за приказивање резултата обраде података. Додатна меморија може се обезбедити кроз мрежу или касете са дигиталним тракама, оптичким CD ROM-овима и другим уређајима

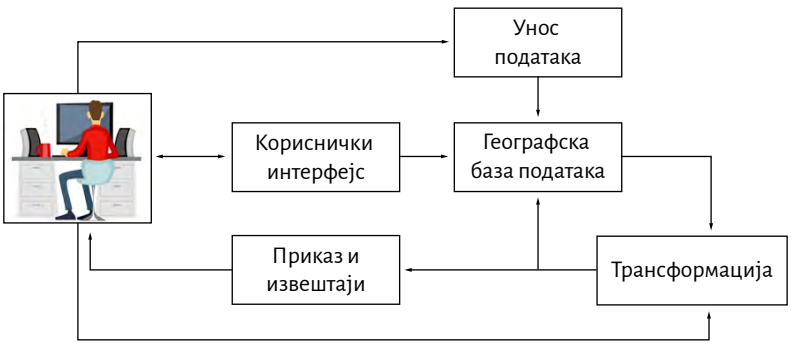
Комуникација између рачунара је обезбеђена локалним или глобалним електронским мрежама, коришћењем оптичких водова или преко обичних телефонских линија коришћењем уређаја познатих као "модем". Корисник управља рачунаром и периферним уређајима преко екрана рачунара и тастатуре, потпомогнут "мишем" или уређајем за поентирање.

ГИС софтвер

Софтверских пакета на ГИС тржишту има много и већина њих има врло развијене корисничке функције. Софтвер за ГИС се може поделити на укупно пет функционалних група:

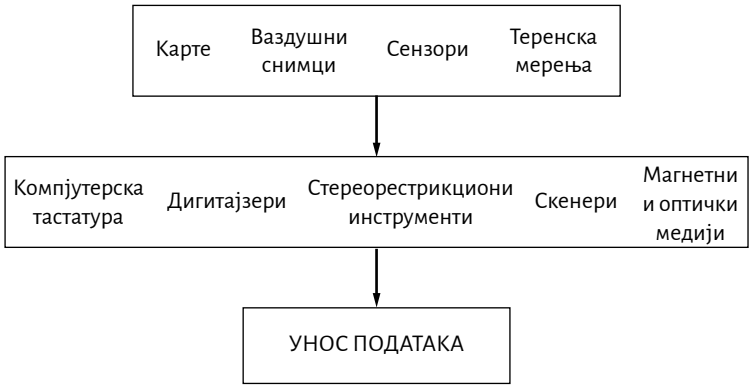
а) унос и провера података,
б) меморисање и управљање базама података,
в) излаз и презентација,
г) трансформација података,
д) интеракција са корисником.

Прилог 104. Главне софтверске компоненте ГИС-а



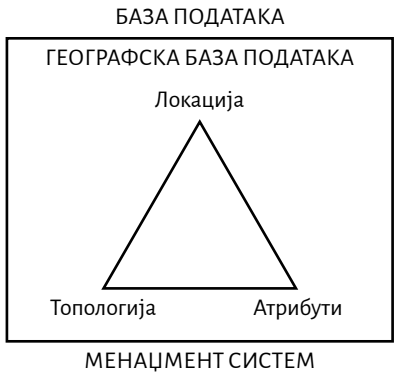
Унос података покрива све видове прикупљања просторних података са постојећих карата, теренска опажања и сензоре (укључујући снимање из ваздуха, сателите и инструменте за регистрацију) и њихову конверзију у дигитални облик. Многа средства су доступна укључујући ту и интерактивни компјутерски екран и миша, дигитајзер, програме за обраду текста и табеларне приказе, скенере (на сателитима или авионима за директну регистрацију података или за конверзију карата и фотографских снимака) и уређаје неопходне за очитавање података који су већ записани на магнетним медијима као што су траке или CD ROM-ови.

Меморисање и управљање базама података односи се на начин на који су подаци о положају, везама (топологији) и атрибутима географских елемената (тачке, линије,



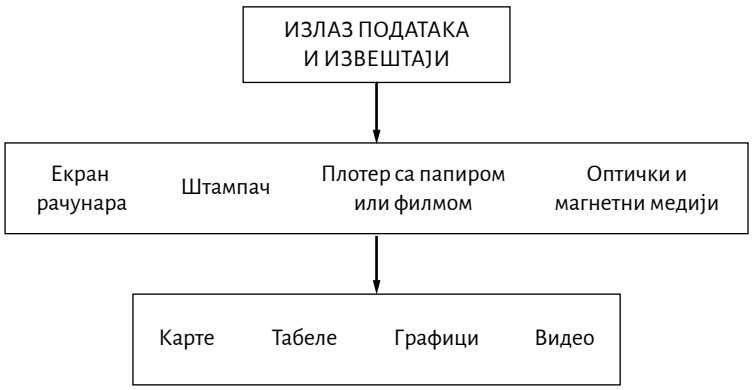
Прилог 105. Прикупљање и унос података

површи и много комплекснији ентитети који приказују објекте на Земљиној површини) структуирани и организовани, како у односу на начин којим се њима рукује тако и у односу на начин како ће они бити опажани од стране корисника система. Компјутерски програм коришћен за организацију базе података познат је као Систем за управљање базама података (Database Management System – DBMS).



Прилог 106. Компоненте географских база података

Излаз и презентација података тиче се начина на који се подаци приказују и како се резултати анализа саопштавају корисницима. Подаци могу бити приказани као карте, табеле и слике (графици и дијаграми) на разнолике начине, почев од текућих слика на екрану рачунара, преко штампаних излаза исцртаних штампачем или плотером, па све до информација које се меморишу на магнетним медијима у дигиталном облику.



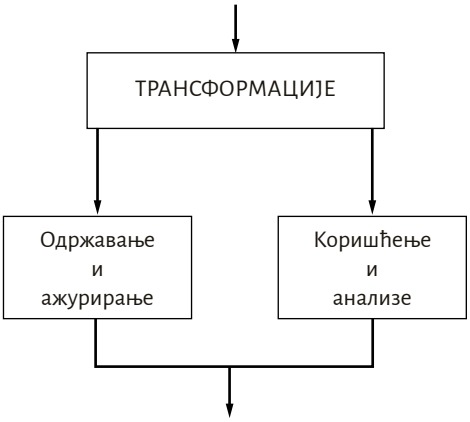
Прилог 107. Излаз података

Трансформација података обухвата две врсте операција:

(а) трансформације неопходне за уклањање грешака на подацима или њихово ажурирање или уклапање са другим скуповима података и

(б) широки скуп метода анализе који се могу применити над подацима да би се добили одговори на питања постављена ГИС-у.

Трансформације се могу обављати одвојено или комбиновано над просторним, тополошким и непросторним видовима података. ГИС дизајнери су схватили да су захтеви корисника за претраживањем и трансформацијом података неограничени. Због тога већина система пружа читав низ интерфејса помоћу којих корисник може комуницирати са системом. Најпростије су команде вођене из менија које се могу селектовати једноставним поентирањем помоћу миша. Захтевније команде извршавају се програмирањем. Корисници могу да напишу сопствене компјутерске програме да би задовољили своје потребе. Поједини ГИС системи обезбеђују такозване макро језике – поједностављене, формалне програмерске језике, који се могу користити да заједно повежу више основних апликација.



Прилог 108. Трансформација података

Интеракција између корисника и ГИС-а приликом уноса и упита над подацима и израде модела за анализу података, представља аспект који је до скора занемариван. Увођење персоналних компјутера, мишева и других уређаја за навођење и рад у више прозора, олакшало је коришћење компјутера многим људима, иако је познавање куцања на тастатури још неопходно за већину задатака. Реакција на глас, виртуална реалност, и мултимедији са звучним уносом и излазом су све доступнији, али још треба времена да се потпуно развију за потребе ГИС-а. Било да се команде задају куцањем на тастатури, кликтањем на иконе помоћу миша, или препознавањем гласа, корисник још мора да обезбеди одговарајуће истраживање у формулама у складу са прихваћеним низом правила, јер ће у супротном резултат бити нетачан (Burrough & McDonnel, 2006).

Могућности примене ГИС-а

Задаци које савремене друштвене потребе стављају пред географију, били би тешко спроводљиви без употребе техничких средстава и ГИС-а. Међутим, ГИС технологија није наишла на примену само у географији, она има далеко шири дијапазон применљивости. Оно што ГИС издваја је могућност да се велика количина података о простору похрањена у меморији рачунара прикаже у визуелном, једноставном и кориснику блиском облику. Та особина је нешто што друге технологије засад немају. Тиме он успешно открива, раније, скривене везе међу информацијама.

Неке од садашњих активности ГИС-а:

- **Агрономија** – надгледање и управљање од нивоа фарми до националног нивоа,
- **Археологија** – опис налазишта и процена археолошких сценарија,
- **Водови** – локације, управљање, и планирање водоводом, канализацијом, гасоводом, електричним и кабловским сервисима,
- **Друштвене науке** – анализе демографских кретања и развоја,
- **Епидемиологија и здравство** – локација заразних болести у односу на факторе средине,
- **Животна средина** – надгледање, моделирање и менаџмент деградације земљишта; процена земљишта и планирање пољопривреде; клизишта; дезертификација; квалитет и количина вода; несреће; квалитет ваздуха; временско и климатолошко моделирање и прогнозе,
- **Маркетинг** – положаји и циљне групе; оптимизација достављања робе,
- **Навигација** – ваздушна, поморска и копнена,
- **Непокретности** – законски аспекти катастра, вредности имовине у односу на локацију, осигурање,
- **Предмер радова и трошкова** – усеци и насипи, рачунање количине материјала,
- **Регионално/локално планирање** – израда планова, трошкови, одржавање, менаџмент,
- **Туризам** – локације и управљање капацитетима и туристичким атракцијама,
- **Хитне услуге** – оптимизација ватрогасних, полицијских и амбулантних коридора; боље сагледавање злочина и њихових локација,
- **Шумарство** – менаџмент, планирање и оптимизација сече и поновног сађења.

Интердисциплинарно повезивање различитих подручја посматрања је потенцијал ограничен само маштом. У решавању неког проблема ГИС може повезати погледе практично свих струка релевантних за тај проблем (Burrough & McDonnel, 2006).

Радио-навигација и системи за позиционирање

Постоје две основне примене RF (Radio Frequency) и микроталасних технологија – у комуникацијама и радарско-сензорским системима. Осим ове две постоји још велики број апликација, као што су навигација, глобални позициони системи (GPS-Global

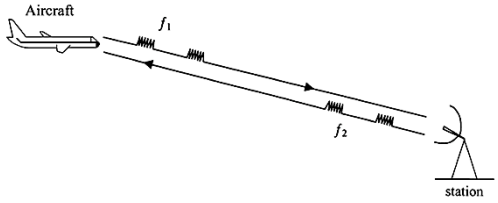
Positioning System), RF идентификација, медицинске апликације итд.

Радио-навигација је метод одређивања позиције мерењем времена потребног за путовање електромагнетног таласа од предајника до пријемника. Радио-навигациони системи се могу поделити у две основне групе: активне навигационе системе и пасивне навигационе системе.

На прилогу 106 је пример активног навигационог система. Авион емитује серију импулса фрекфенције f_1 у прецизно одређеним тренуцима. Фиксна станица на познатој локацији прима сигнал од авиона и реемитује га са другом фреквенцијом f_2. Поредећењем емитоваог и примљеног импулса може се одредити време путовања електромагнетног таласа. Растојање између авиона и станице је:

$$d = c\,(½\,t_R)$$

где је t_r време путовања до станице и назад, а c је брзина светлости.

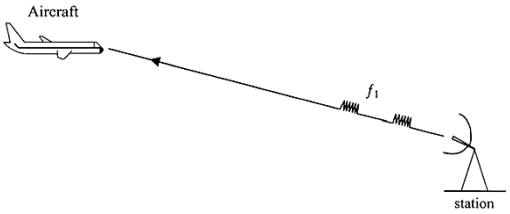


Прилог 109. Активни радио-навигациони систем

Код пасивних радио-навигационих система, станица емитује серију временски прецизно лоцираних импулса. Пријемник у авиону прима импулсе и мери време њиховог путовања. Растојање се израчунава према формули:

$$d = ct_R$$

где је t_r време путовања таласа у једном смеру.



Прилог 110. Пасивни радио-навигациони систем

Непрецизност у одређивању растојања је директно зависна од грешке мерења времена и може се изразити формулом:

$$\Delta d = c\Delta t_R$$

Ако грешка у мерењу времена износи 10^{-6} sec, онда је непрецизност дистанце око 300 m.

Да би се одредила тачна позиција корисника, морају се познавати три непознате: алтитуда (надморска висина), латитуда (географска ширина) и лонгитуда (географска дужина). Мерењима са три станице које су на познатим локацијама могу се поставити три једначине из којих се могу решити три непознате.

Неколико значајнијих радио-навигационих система је компаративно наведено у табели 25.

Табела 25. Поређење радио навигационих система

Систем	Грешка у позицији, m	Грешка у брзини, m/s
GPS (Global Positioning System)	16 (CEP)	≥0,1 (по координати)
Loran C (Long-Range Navigation)	180 (CEP)	нема података о брзини
Omega	2200 (CEP)	нема података о брзини
std INS (Standard inertial navigation systems)	≤1500 након првог сата (CEP)	0,8 након 2 сата
Tacan (Tactical Air Navigation)	400 (CEP)	нема података о брзини
Transit	200 (CEP)	нема података о брзини

Извор: www.entes.cz/zaves/maps.html

Omega систем користи веома ниске фреквенције. Осам Omega предајника су распоређени широм света и налазе се у Норвешкој, Либерији, Хавајима, Северној Дакоти, Диего Гарсији, Аргентини, Аустра-

лији и Јапану. Предајници су фазно повезани и синхронизовани, а користе се и прецизни атомски сатови на свакој од страна у циљу постизања исправности. Употребом ниских фреквенција талас може пролазити око Земље одбијајући се између јоносфере и Земље. Због тога се помоћу само осам предајника може покрити читав глобус (Земља). Међутим, дуги таласи на малим фреквенцијама узрокују прилично нетачну навигацију због тога што носилац не може бити модулисан корисном информацијом. Са друге стране, употреба таласа са великим фреквенцијама омогућава бољу резолуцију и тачност. Али, у том случају један предајник покрива само мало подручје због line-of-sight пропагације (line-of-sight талас се простире само до тачака до којих не постоји физичка препрека, не може се простирати до области које су у сенци) пошто се таласи пробијају кроз јоносферу. Као решење овог проблема су се појавили просторно распоређени сателитски системи. Ови системи имају предности бољег покривања, неометаног погледа на Земљу и коришћење високих фреквенција за бољу прецизност и резолуцију.

Глобални позициони систем (GPS)

Глобални позициони систем (GPS) је систем сателита у Земљиној орбити који емитује временски одмерене сигнале. Сигнали се примају посебним електронским уређајима и омогућују одређивање положаја на Земљиној површини. Положај се одређује географском ширином и дужином или неким другим стандардизованим системом.

GPS је успостављен од стране Сједињених Америчких Држава, а иницијативу за формирање овог система дало је Министарство одбране, па је првобитна намена система била искључиво за војне сврхе, да би неколико година касније био одобрен и за цивилну употребу.

Изградња GPS-а почела је 1973. године, да би прво лансирање сателита уследило у фебруару 1978. године. Проширење система је започело 1989. године лансирањем друге генерације сателита, а систем је проглашен потпуно оперативним 17.07.1995.

GPS се састоји од три главна сегмента: контролног, свемирског и корисничког.

Контролни сегмент

Контролни сегмент сачињавају земаљске станице које осматрају GPS сателите проверавајући стање у којем се налазе као и њихову тачну позицију. Сателити затим уносе те исправке у сигнал који шаљу ка GPS пријемницима. Постоји пет Земаљских GPS станица које служе за осматрање, а налазе се на:

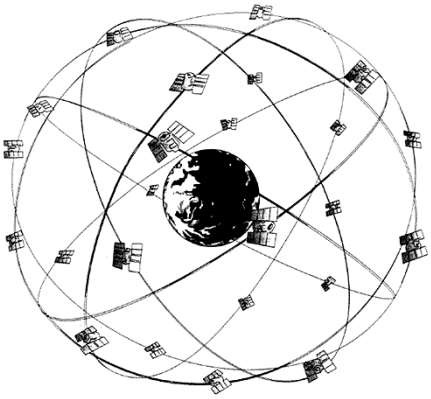
1. Хавајским острвима у Пацифику,
2. острву Светој Јелени у јужном делу Атлантика,
3. на коралном острву Диего Гарсиа које се налази у Чагос архипелагу у Индијском океану,
4. Квајалеин атолу који се налази у оквиру Маршалских острва у Пацифику и
5. у близини Колорадо Спрингса у САД, где се налази и главни контролни центар.

Свемирски сегмент

Свемирски сегмент чини 27 сателита (24 навигациона и 3 резервна), а често их буде и више или мање с обзиром да се стари сателити замењују новим. Сваки обиђе Земљу за 12 сати, на висини од око 20 km. GPS сателити се још називају и NAVSTAR (Navigation Satellite Timing And Ranging), што је службени назив Америчког министарства одбране.

Висина орбите је таква да сателити понављају истоветну путању и конфигурацију изнад неке тачке отприлике једном у 24 часа. Постоји 6 орбиталних равни (са 4 сателита у свакој), које су једнако удаљене (свака за по 60⁰) и нагнуте око 55⁰ у односу на екваторијалну раван. Сателити путују брзином од 3,9 km/s. Оваквим распоредом сателита је обезбеђено да се са било које позиције на Земљи може видети 4 до 10 сателита. Сваки сателит у континуитету емитује псеудослучајан код на две фреквенције (1227,6 MHz и 1575,42 MHz) са тачно синхронизованим временским сигналима и подацима о својој позицији. Сваки сателит покрива око 42% Земље.

Сателити користе Сунчеву енергију коју примају соларни панели уграђени на њима.

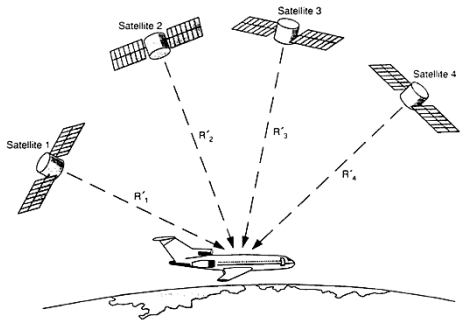


Прилог 111. Navstar глобални позициони систем сателита

Када су сателити заклоњени од Сунца, односно када се налазе у Земљиној сенци, енергију осигуравају мале ракете које одржавају брзину сателита.

Рубидијумски атомски сат има временску стабилност од 0,2 дела милијарде. Као што се види на прилогу 109, сигнали са три сателита требали би бити довољни за одређивање координата пријемника (алтитуда, латитуда и лонгитуда), ако је Navstar пријемник синхронизован са атомским сатом на сателитима. Међутим, синхронизација сата пријемника је углавном непрактична. Због тога се користи додатни сигнал са четвртог сателита да би се кориговала грешка у сату пријемника. Кориснички сат одређује псеудо дистанца R' за сваки сателит на основу времена пристизања сигнала. Свака од четири дистанце R' садржи непознату грешку због непрецизности корисниковог сата. У том случају имамо четири непознате: алтитуду, латитуду, лонгитуду и грешку сата. То захтева четири мерења и четири једначине да би се одредиле све непознате.

У прилогу се могу видети познате координате четири сателита и непознате координате авиона. Непознате x, y, z представљају лонгитуду, латитуду и алтитуду респективно мерене од центра Земље.



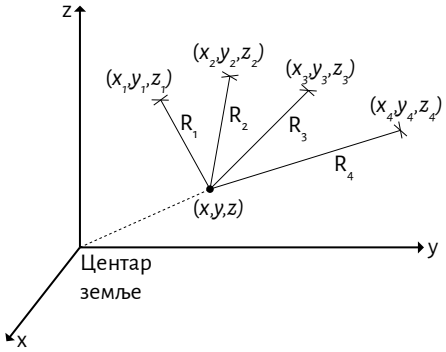
Прилог 112. Одређивање положаја авиона

Грешка сата у пријему је означена са ε. Тражене четири једначине су следеће:

$$[(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2]^{1/2} = c\,(\Delta t_1 - \varepsilon) = R_1$$
$$[(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2]^{1/2} = c\,(\Delta t_2 - \varepsilon) = R_2$$
$$[(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 + (z_3 - z)^2]^{1/2} = c\,(\Delta t_3 - \varepsilon) = R_3$$
$$[(x_4 - x)^2 + (y_4 - y)^2 + (z_4 - z)^2]^{1/2} = c\,(\Delta t_4 - \varepsilon) = R_4$$

где су R_1, R_2, R_3 и R_4 тачне дистанце. Псеудо дистанце су $R_1 = c\Delta t_1$, $R_2 = c\Delta t_2$, $R_3 = c\Delta t_3$ и $R_4 = c\Delta t_4$. Време потребно за пут сигнала од сателита до пријемника је Δt.

Имамо четири непознате (x, y, z и ε) и четири једначине. Решавањем ових једначина се добија позиција корисника (x,y,z) и грешка ε. Може се постићи прецизност од 30 m за комерцијалне потребе и око 3 m за војне потребе.



Прилог 113. Координате четири сателита и корисника - авиона

Постоји пет генерација GPS сателита, а данас су најзаступљенији Block III сателити. Ове сателите израђује фирма Boing, тежина им је 1704 kg, а век трајања 15 година. Лансирани су крајем 2009. године.

Кориснички сегмент

Кориснички сегмент чине GPS пријемник и корисник. GPS рисивери су поједностављени на свега неколико интегрисних кола тако да су сада постали веома економични и сваком доступни. Помоћу њих можемо добити локацију неке тачке на Земљиној површини у четири димензије, три просторне (X, Y, Z) и временској са атомског часовника. GPS сигнали су потпуно бесплатни, а сваким даном GPS пријемници су све мањи, тачнији и јефтинији.

Слика 10.
GPS пријемници

Скоро сви цивилни пријемници су 12-канални и већина њих се може повезивати са лаптоп компјутерима и користити у аутомобилу са софтвером градских улица за навигацију у реалном времену.

Најједноставнији модели пружају само информације о координатама, док за мало више новца можемо добити оне с великим дисплејом и уграђеним мапама који пружају и графички приказ тренутне локације. Сваки GPS уређај у покрету може да прорачуна и брзину кретања, пружајући кориснику низ додатних информација као што су дужина пређене дистанце, тренутна и просечна брзина кретања, процењено време доласка на задату локацију итд. Многи пријемници располажу са сопственом меморијом у коју корисник смешта навигационе податке, што додатно повећава употребну вредност ових справа. Уређај може да запамти координате одређеног броја тачака, да би у сваком тренутку кориснику пружао информацију о томе у ком правцу треба да се креће да би стигао на жељену локацију. Меморисане тачке се каблом могу пребацити у рачунар за каснију обраду.

Ручни GPS пријемници имају уграђену мапу одређеног подручја. Ови прикази могу варирати од једноставне скице околине, која служи као помоћ у оријентацији, до врло детаљног приказа улица у градовима или обале са симболом светионика, каблова, марина, сидришта. Све чешће се у таквим пријемницима налазе и базе података градова, места, улица, музеја, болница, ресторана итд.

Употреба GPS-а не завршава се само одређивањем тачке. Зависно од уређаја, тражена тачка може се одредити и пронаћи сутра или за 10 година с поузданошћу од 10 m. Потребно је само уписати тражене координате и покренути функцију навођења. Тог тренутка GPS пријемник нас стрелицом усмерава према траженој тачки истовремено рачунајући преосталу удаљеност, брзину кретања итд.

Ограничења GPS система

Неколико фактора ограничавају тачност GPS система. Главни разлог за грешку је чињеница да је брзина светлости константна само у вакуму. Водена пара и друге честице присутне у атмосфери могу значајно успорити сигнал, што за последицу има кашњење у преносу.

Грешка услед простирања сигнала дуж више путања (*multipath fading*) такође може изазвати мању тачност система. Multipath fading је последица постојања, осим путање сигнала која је права линија између предајника и пријемника, и већег броја путања које настају због одбијања главног сигнала од грађевина или природних препрека.

Највећа потенцијална грешка је *селективна употребљивост* (SA-Selective availability) која представља намерну деградацију GPS сигнала који се користи у цивилне сврхе. Смисао селективне употребљивости је да се онемогуће коришћење система непријатељским или терористичким снагама. Због великог интереса светске заједнице америчка влада је у 2000. години искључила SA, али га може поново активирати у случају кризе или рата.

Побољшање тачности GPS-а

Софистицирани модели који пореде релативне брзине два временска сигнала могу да обезбеде прецизност локације до пар центиметара, али су превише скупи за просечног корисника. DGPS (Differential GPS) и AGPS (Assisted Global Positioning System) су два економски исплатива система који могу отклонити већину грешака везаних за GPS.

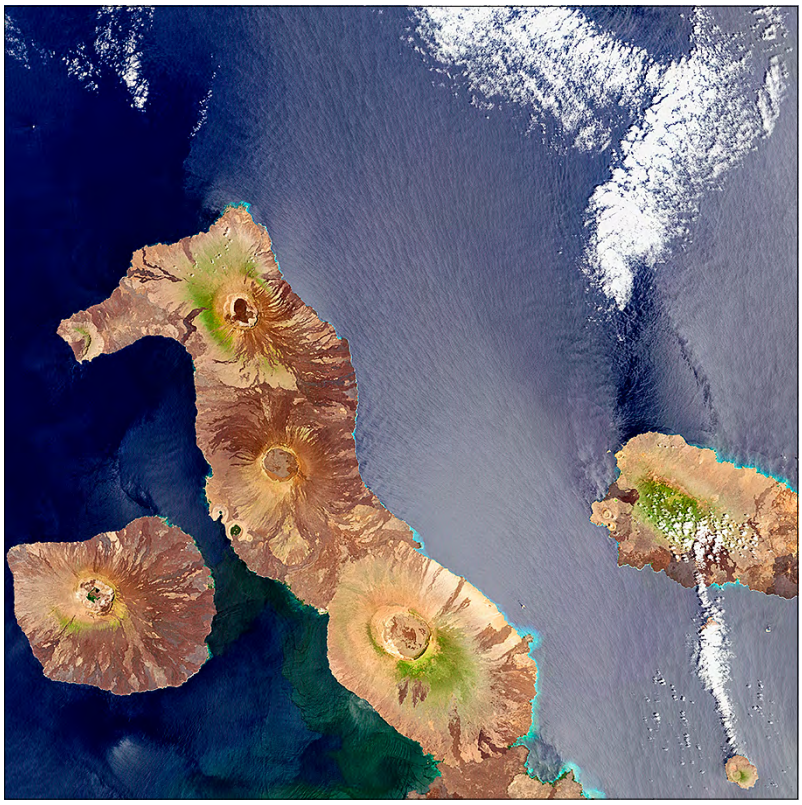
DGPS може поправити тачност до грешке од око 1 m или чак мање. Овај систем користи истовремено и покретни пријемник чија се позиција одређује помоћу сателита и стационарне пријемнике који се користе да би се израчунао тајминг сигнала. Пријемници су међусобно релативно близу у односу на растојање које прелазе сигнали. Пошто сигнали који стижу до оба пријемника имају, заправо, идентичне грешке, референтни пријемник може израчунати разлику између пројектованог и стварног времена преноса сигнала. Референтни пријемник не зна који сателит користи покретни пријемник тако да он рачуна грешку за све „видљиве“ сателите. Пријемник дифузно шаље ову информацију сателитима који је даље користе за корекцију појединих сигнала које користе. Велики број јавних агенција, међу којима и Америчка обалска стража, шаљу корекције за GPS са постојећих радио-светионика постављених око лука, канала и других локација са циљем олакшавања навигације.

GPS није предвиђен за употребу у затвореним или урбаним просторима. Међутим, мобилни уређаји, уређаји са bluetooth-ом или бежични LAN уређаји који су повезани на референтни пријемник на крову грађевина могу значајно побољшати GPS карактеристике у таквим окружењима.

Космичка картографија

Космички снимак представља негенерализану карту ситног размера. Задатак картографа је да са таквог снимка пренесе на карту све оно што је карактеристично за неку област, водећи рачуна да карту не претрпа детаљима и тиме је учини непрегледном. До сада су карте ситног размера

Прилог 114. Космички снимак Галапагоса



прављене генерализацијом карата крупнијих размера, добијених класичним геодетским премерима или на основу аерофотоснимака. Поступак се своди на непрекидно фото-снимање територије са поступним генерализацијом, па су на крају неке контуре изгубиле свој реални облик. Ово се управо запажа ако се пореде карте ситног размера у Тибету и космички снимци исте територије у којој нека језера имају другачије контуре на снимку од оних на карти.

Нарочито велике користи од космичке картографије имају океанографи који праве карте пролаза кроз коралне гребене и плићаке. Са великих висина из космоса, при повољним временским условима, у суптропским морима види се дно до дубине 50 метара. Помоћу таквих снимака успешно се коригују постојеће навигационе карте и праве нове.

Космички снимци су добри и за израду вегетационих карата, јер се и на регионалним снимцима могу запазити фарме и без увеличавања снимака, а ако се повећају десет пута, онда се оне могу и картирати. Најбоље границе на космичким снимцима су између вегетације у оазама и околне пустиње. Оне су толико јасне да је израда вегетационих карата ситног размера у таквим областима прилично једноставна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aalders, H., (1977): *Introduction to Computer Assisted Cartography*, ITC, Enschede;
2. Allen, S.M.K., Green, W.S., Zubrow, W.B.E., (1990): *Interpreting Space: GIS and Archeology*, Taylor & Francis;
3. Arnberger, E., (1966): *Handbuch der Tematischen Kartografie*, Franz Deuticke, Wien;
4. Arnberger, E., (1977): *Thematische Kartographie*, Georg Westermann Verlag, Braunschweig;
5. Aronoff, S., (1989): *Geographic Information System: A Management Perspective*, WDL Publication, Otava;
6. Bajaj, R., Agrawal, D.P., (2002): GPS: Location-Tracking Technology, IEEE Computer, Washington;
7. Бановец, Т., (1973): *Топографски Приручник*, Партизанска књига, Љубљана;
8. Berljant, A.M., (1995): *The Developed Concept of Geoimages*, 17th International Cartographic Conference, Barcelona;
9. Борчић, Б., (1945) : *Геодезија*, Географски институт Југословенске армије, Београд;
10. Борчић, Б., (1955): *Математичка Картографија*, Школска књига, Загреб;
11. Босанац, Д., (1946): *Картографске пројекције*, Београд;
12. Божић, Д., Казија, Л., (1959): *Израда специјалних карата*, Београд;
13. Bramer, H., (1980): *Geographische Zonen der Erde*, VEB Hermann Haack, Gotha;
14. Burrough, A. P., (1986): *Principles of Geographical Information Systems for land Resources Assessment*, Oxford University Press., Clarendon;
15. Butenfield, B., McMaster, R., (1992): *Map Generalisation: Making Rules for Knowlege Representation*, John Wiley&Sons;
16. Chang, K., (2000): *RF and Microwave Wireless Systems*, John Wiley & Sons;
17. Clarke, K., (1990): *Analytical and Computer Cartography*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey;
18. Deetz, A., (1945): *Elements of Map Projection*, Washington;
19. Димитријевић, М., (1958): *Фотогеологија*, Завод за геолошка, геофизичка и рударска истраживања, Београд;
20. Дражић, М., (1961): *Фотограметрија*, Грађевинска књига, Београд;
21. Ђурђев, Б., (2003): *Географски информациони системи*, Белешке за предавања, Нови Сад;
22. Eastman, J.R., (1987): *IDRISI: A grid-based Geographic analisis system*, Graduate School of Geography, Clarke University, USA;
23. Живковић, Д., (1989): *Иновације о садржини тематских карата у настави географије*, Гласник СГД, бр. 69-1, Београд;
24. Живковић, Д., (1986): *Оглед коришћења унифицираног семио-размерисања*, Зборник 5. југословенског саветовања о картографији, књига 2, Нови Сад;
25. Живковић, И., (1979): *Топографски планови*, Научна књига, Београд;
26. *Forschitte in der Geographischen Kartographie*, Geographische Gesellschaft der DDR, Leipzig, 1985;
27. Франгеш, С., (2007): *Захтјеви постављени суврeменој картографској визуализацији*, Картографија и геоинформације, посебан број, стр. 55-73, Загреб;
28. Франчула, Н., (1999): *Дигитална картографија*, Геодетски факултет, Загреб;
29. Франчула, Н., (2005): *Картографија у 21. стољећу*, Картографија и геоинформације, бр. 4, стр. 5-15, Загреб;

30. Франчула, Н., Тутић Д., Жупан Р., (2006): *Прикази карата и атласа – Google Earth*, Картографија и геоинформације, бр. 5, стр. 113-115, Загреб;
31. Гедимин, А. Б., (1959): *Картография*, Москва;
32. Граур, А. Б., (1956): *Математическия картография*, Ленинград;
33. Група аутора, (1955): *Топографија*, Географски институт ЈНА, Београд;
34. Група аутора, (1947): *Читање карата*, Војно-издавачки завод МНО, Београд;
35. Goodchild, M., (1989): *Accuracy of Spatial Databases*, Taylor & Francis;
36. Hal, S., (1992): *Mapping the Next Millenium: The Discovery of New Geographies*, Random House;
37. Imhof, E., (1969): *Thematische Kartographie Beitrage zu ihrer Methode*, Die Erde, Berlin;
38. Јовановић, В.,(1983): *Математичка картографија*, Војногеографски институт, Београд;
39. Крајзингер, И., (1958): *Израда и репродукција карата*, Београд;
40. Крајзингер, И., (1959): *Слово на карти*, Београд;
41. *Краткая географическая енциклопедия*, Советская енциклопедия, Москва, 1961;
42. Кукрика, М., (2000): *Географски информациони системи*, Географски факултет, Београд;
43. Laubert, H., (1988): *Lehrbuch ftr Kartographie - Facharbeiter*, VEB Hermann Haack, Gotha;
44. Lechthaler, M., Stadler, A., (2007): *Значење картографске геовизуализације просторних података у мултимедијском интерактивном атласном информацијском суставу*, Картографија и геоинформације, бр. 7, стр. 5-17, Загреб;
45. Libout, L., (1962): *La Cartographic*, Que Sais-je? No 937, Paris;
46. Ловрић, П., (1988): *Општа картографија*, СНЛ, Загреб;
47. Љешевић, М., (1980): *Основи картографије*, Одсек за туризмолошке науке ПМФ, Београд (треће издање);
48. Љешевић, М., Живковић Д., (2001): *Картографија*, Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд;
49. Migneron, J.G., (1971): *Cartographie automatique ettraitement des Donnwes de Planification*, La Revue de Geographie de Montreal, vol. XXV – No 4, Montreal;
50. Миловановић, В., (1981): *Општа картографија*, Грађевински факултет, Београд;
51. Миловановић, В., Димитријевић М., (1953): *Геолошко картирање*, Научна књига, Београд;
52. Митић, С., (1971): *Аутоматизација у картографији*, Београд;
53. Monkhouse, F.J., (1976): *Maps and Diagrams*, Richard Clay (The Chaucer Press), Ltd, Bungay;
54. *Nouvel atlas Encyclopediqe du Monde*, Caimann - Levy, Cordoba, 1984;
55. Павишић, Н., (1963): *Практична картографија*, Београд;
56. Павишић, Н., (1976): *Основи картографије*, Обод, Цетиње;
57. Петерца, М., и др., (1974): *Картографија*, Војно географски институт, Београд;
58. Преображенски, Л. И., (1953): *Економическия картография*, Moskva;
59. Ratajski, L., (1973): *Metodika kartografiispoleczno-gospodarczej*, PPWK, Warszawa;
60. Robinson, A., Sale, R., Motison, L.J., (1978): *Elements of Cartography*, John Wiley & sons, New York;
61. Rouffignat, J., (1984): *Introductions la Photo-interpretation*, Department de geographie Universite Laval, Quebec;
62. Роглић, Ј., (1967): *Основи картографије*, Школска књига, Загреб;
63. Салишчев, К. А., (1959): *Основи картоведения*, Москва;
64. Салишчев, К. А., (1971): *Картография*, Москва;
65. Saliszczew, K.A., (1984): *Kartografia ogplna*, Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa;
66. Scholz, E., (1983): *Kartographie und Luftbild interpretation*, VEB Hermann Haack, Gotha;
67. Сретеновић, Љ., (1977): *Структура садржине карата*, Зборник X конгреса географа СФРЈ, Београд;
68. Стефановић, М., (1963): *Фотограметрија једног снимка*, Војногеографски институт, Београд;
69. Swiatktkiewicz, A., (1983): *Fotogrametria*, Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa;
70. Тјабин, Р., (1949): *Општа и практична картографија*, Београд;

71. *The Canadian Oxford School Atlas*, Oxford university press, Toronto, Toronto, 1963;
72. *The Shorter Oxford Economic Atlas of the World*, Oxford university pres, Oxford, 1959;
73. Томић, В., (1991): *Хидролошко картирање*, Научна књига, Београд;
74. Tomlin, D., (1990): *Geographic Information System and Cartographic Modelling*, Prentice Hall, Englewood Cliffs;
75. Topfer, F., (1979): *Kartographische Generalisierung*, VEB Hermann Haack, Gotha;
76. Урошевић, А., (1964): *Картографија*, Скопје;
77. Вемић, М., (1990): *Анализа приступа проучавања предмета и метода картографије*, (Магистарски рад), Географски факултет, Београд;
78. Вемић, М., (1998): *Теорија значења у картографији*, Географски институт „Јован Цвијић" САНУ, Посебна издања, књ. 55. Београд;
79. Вреск, М., (1979): *Основе урбане географије*, Школска књига, Загреб;
80. Зиков, М., (1991): *Картографија*, Универзитет „Кирил и Методиј". Скопје;
81. Witt, W.,(1979): *Lexikon der Kartographie*, Franz Deuticke, Wien;
82. *Westermann Lexikon der Geographie*, Branuschweig, 1968;
83. Чоловић, Г., (1979): *Војна топографија*, Војноиздавачки завод, Београд;
84. Шобић, Д., (1955): *Математичка картографија*, Географски институт ЈНА, Београд;
85. www.worldmaps.com;
86. www.mapsofworld.com;
87. www.worldatlas.com;
88. www.justmaps.com;
89. www.geography.about.com;
90. www.en.wikipedia.org;
91. www.csiss.org;
92. www.research.ibn.com;
93. www.gma.org;
94. www.colorado.edu;
95. www.ocad.com.