

Стереоскопско приказивање рељефа у картографији

Рељеф је »вертикална разграна површине Земље која обухваћа све равнине и неравнине које су настале кроз дуго низ геолошких раздобља а под утицајем различитих ендогених и егзогених сила«.

Из дефиниције се види да рељеф, као и свако друго физичко тело, поседује три димензије: ширину, дужину и висину. Како су основни услови који се постављају картографији уопште, пре свега пластичност а уз то јасноћа и што је могућа већа тачност приказаних објеката, приказивање рељефа је много компликованије од приказивања осталих елемената карте. Као основно, сви остали елементи се задовољавају са лако остварљивим дводимензионалним приказивањем — дакле непосредним пројектовањем тачака, док се за претстављање рељефа јавља тешкоћа у приказивању треће димензије. Решење овога питања довело је до условног приказивања, што значи да приказујући рељеф у две димензије, треба створити услов који ће омогућити да се може сматрати да је приказана и његова трећа димензија. Тежећи што бољем решењу приказивања треће димензије примењивани су многи начини. Међутим констатирано је ипак да су сви ти начини непотпуни и да је трећа димензија приказана са више или мање успеха а у зависности од примењеног начина. Све те тешкоће и недостатци довели су научно истраживачку мисао до усавршавања начина за приказивање рељефа па се дошло и на идеју коришћења стереоскопског ефекта.

Посматрајући терен са оба ока код посматрача је изражен осећај дубине односно просторности терена а који у извесним случајевима нестаје чим затворимо једно око. Углавном на томе принципу су зачноване карте код којих је стереоскопски ефекат искоришћен за остварење пластичности. Код таквих карата покушано је да се на вештачки начин успостави директан осећај просторности терена.

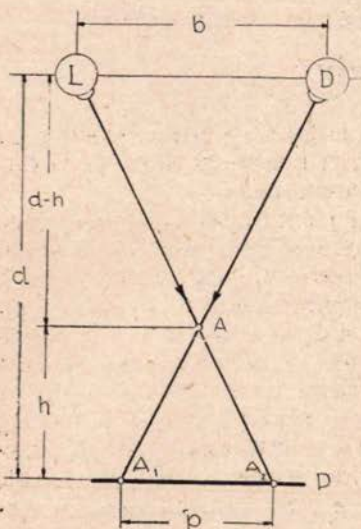
Нека су тачке A_1 и A_2 нанешене на раван хартије P . Ако се посматра тачка A_1 само десним оком а тачка A_2 само левим оком, при једновременом посматрању са оба ока оне ће се спојити у једну тачку A чија ће се слика налазити изнад равни хартије P . Ова појава се назива стереоскопски ефекат. Означујући средње одстојање зеница са b , које уствари претставља базу посматрања, а која просечно износи 0,065 м, са d даљину јасног вида која за нормалне очи износи 0,25 м, није тешко доћи до односа између равни h — удаљености тачке A од равни P и растојања

р тј, међусобне удаљености тачака A_1 и A_2 односно како се оно назива до величине хоризонталне паралаксе. Из сличности троуглова A_1, A_2 и L, A, D , има се да је

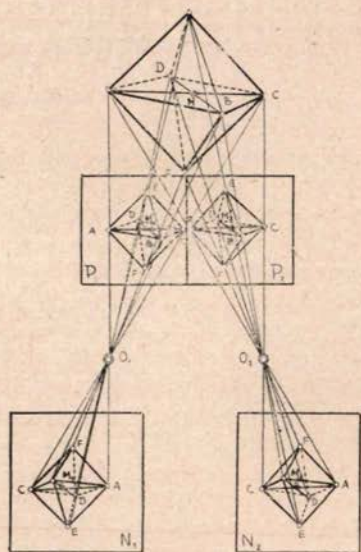
$$\frac{h}{d-h} = \frac{p}{b} \quad \text{или} \quad \frac{h}{d} = \frac{p}{b+p}$$

а одавде

$$p = \frac{b}{d-h} h \quad \text{или} \quad h = \frac{p}{b+p} d$$



SI. 1



SI. 2

За практична рачунања при изради стереоскопских карата ове формуле се упрошћавају јер се сва мерења, уколико их је потребно вршити изводе на обичним картама, док стереоскопске карте служе само за остварење пластичности терена.

Тако се за израчунавање хоризонталне паралаксе примењују формуле

$$p = \frac{b}{d} h$$

а како је величина $\frac{b}{d}$ за нормалне очи константна величина која износи

$$\frac{65}{250} \approx 0,25 \quad \text{односно} \quad \frac{1}{4}$$

то се може написати да је

$$p = \frac{1}{4} h \quad \text{одакле је} \quad h = 4p$$

Ово упрошћавање формула дозвољава се и с обзиром на то да стереоскопски модел већ поседује извесне мале деформације а које настају

услед неједнакости вертикалне и хоризонталне размере као и услед не ортогоналног посматрања рељефа.

Ако се место очију постави фотографска камера са два објектива O_1 и O_2 (слика 2), који се налазе на растојању једнаком растојању зеница, и тако се сними објект A, B, C, D, E, F добиће се два негатива N_1, N_2 а преко њих и два позитива P_1, P_2 . Добијене фотографије снимљеног објекта треба поставити тако да свака фотографија стоји према одговарајућем оку и то на растојању O_1, M_1 и O_2, M_2 које је једнако растојању O_1, M_1 и O_2, M_2 . У томе случају лик сваке тачке на фотографији налази се на истом зраку тлости који полази од одговарајуће тачке снимљеног објекта. Посматрајући тако постављене фотографије добија се исти утисак пластичности, мисли се на обим облик и положај предмета, као што се има и при директном посматрању односног објекта у природи. Ако место објекта A, B, C, D, E, F имамо испртана два система изохипса која посматрамо под одређеним условима добиће се утисак пластичности терена и тако дво-димензионални цртеж ствара оптички ефект тродимензионалности.

Остварење ове идеје и њена примена у картографији неоспорно да најлази на извесне компликације. Практично ова идеја која захтева једновремено а при томе ипак одвојено посматрање одговарајућих система изохипса а који су различито конструисани за лево а различито за десно око, може се остварити на два начина. На један начин се до пластике рељефа долази применом комплементарних боја и то је тзв. анаглифни начин а на други начин коришћењем одвојених система изохипса у стереопару.

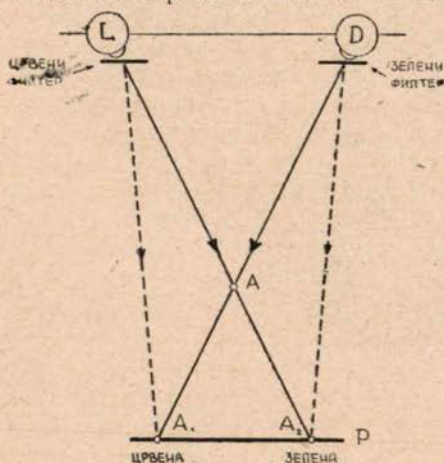
Анаглифни начин (долази од грчких речи »ана« — слични и »глифе« — резбарије) састоји се из два система изохипса који су нанешени на исту подлогу. Сваки систем изохипса израђен је у различитој боји а оне морају бити комплементарне. Посматрањем тако добијене слике кроз одговарајуће светлосне филтре добија се утисак пластичности терена. Примену овог начина први је предложио В. Ролман 1853 год. који је на тај начин израђивао разне геометриске цртеже у жутој и плавој боји. Међутим он је тако израђене цртеже стављао један поред другог услед чега су димензије цртежа биле ограничене растојањем зеница. Испртавање једног цртежа преко другог предложио је Дико де Орон 1891 год. што је омогућило израду цртежа у жељеним димензијама.

Расмотрићемо суштину ове методе.

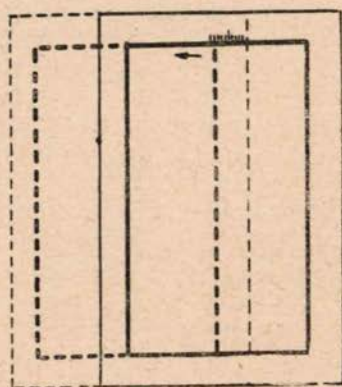
На белом табаку хартије P нанешене су две тачке и то тачка A_1 у црвеној боји а тачка A_2 у зеленој боји. Претпоставимо да се овакве тачке посматрају кроз наочаре које имају испред левог ока црвени а испред десног ока зелени светлосни филтер. Под таквим условима лево око, затворено црвеним светлосним филтром види црну слику зелене тачке на црвеној основи у којој не може да разликује црвену тачку — дакле види тачку која се односи на десно око. Са друге стране десно око затворено зеленим светлосним филтром види црну слику црвене тачке на зеленој подлози у којој се опет губи зелена тачка — дакле види тачку која се односи на лево око. Као резултат једновременог посматрања са оба ока видеће се тачке A_1 и A_2 спојене у црну тачку A која се налази у простору и то на белој основи пошто се посматрани зелени и црвени тонови као комплементарни допуњују. Одмах треба рећи да практично

основа ретко када изгледа бела него обично има јасно изражен тон што долази и од несавршености филтера а и од неравномерне заморености очију од боја. Ако место тачака имамо два система изохипса који су исцртани један преко другог у комплементарним бојама а који су између себе померени за величину хоризонталне паралаксе, добиће се утисак пластичности — изохипсе ће се налазити једна изнад или испод друге.

Ако су системи изохипса раздвојени односно исцртани одвојено и то у једној боји, добијају се цртежи који заједно сачињавају стереопар. Посматрање стереопара кроз оптички инструмент, назван стереоскоп, који раздваја и даје свакоме оку одговарајућу слику, добија се такође пластична претстава терена. Разумљиво да се као услов за добијање пластичности терена поставља неопходна међусобна оријентација цртежа.



Sl. 3



Sl. 4

Као што се могло запазити за оба начина потребно је израдити два цртежа од којих је један померен у односу на други за величину хоризонталне паралаксе. Као један цртеж у оба случаја се може користити обична карта односног терена а која остаје непромењена. Други цртеж се најпростије добија користећи паус хартију на којој треба прекопирати рам карте и једну изохипсу која је усвојена као почетна. Да би се дошло до следеће изохипсе паус хартију треба померити уз доњи и горњи рам карте и то за срачунату величину хоризонталне паралаксе. Разлика релативног надвишавања изохипсе која се конструише и изохипсе која је усвојена као почетна дају величину хоризонталне паралаксе. Разумљиво да све ово мора бити претворено у размеру за вертикално претстављање а која је изабрана за дати случај.¹⁾ Када се ово померање изврши, односна изохипса се копира оштро зарезаном писаљком. Затим се срачуна разлика хоризонталне паралаксе за трећу изохипсу, помера се паус хартије и копира трећа изохипса. На исти начин се поступа и са свим осталим изохипсама.

¹⁾ За карте ситних размера јавља се потреба за повећавањем вертикалне размере у односу на хоризонталу.

Практично се све ове величине хоризонталне паралаксе срачунају унапред за све изохинсе. Препоручљиво је да се поред рама карте конструира скала паралакса (види сл. 4) тако да се померање паус хартије и копирање може вршити без великог задржавања.

Једновремено са изохинсама копирају се и све остале контуре других елемената карте. На тај начин се добија утисак постепене промене положаја по висини осталих елемената карте. Померање контура се врши у границама померања изохинса између којих се налазе контуре и због тога се свака контура мора два пута копирати.

Тако добијена стереокопија и примерак обичне карте могу послужити као оригинали за израду штампарских матрица а затим за добијање стереоскопских карата било по једном или другом начину.

Постоје још неколико начина за добијање оригинала стереоскопских карата али се овде нећемо на њима задржавати. Напоменућемо да се у картографској пракси за израду стереоскопских карата највише користи фотографисање претходно израђене макете односног терена.

Какве су стварне предности и недостаци стереоскопских карата?

Анаглифне карте пружају одличну пластику терена, не захтевају неке нарочите инструменте или справе за читање карата сем зелено дрвених наочара, омогућују читање рељефа без претходног школовања и вежбања и пружају могућност неограничености димензија саме карте у поређењу са другим начином. Са друге стране коришћење анаглифних карата као обичних за разна мерења, срачунавања и пројектовања скопчано је са извесним тешкоћама која су нарочито изражена ако се не располаже одговарајућим наочарима. Две карте отиснуте једна преко друге у комплементарним бојама једнаке јачине, кад се посматрају без наочара, остављају утисак јаког шаренила у којем се тешко може снаћи и искусан картограф. Овај недостатак немају карте које се раде на принципу стереопара а нарочито кад се узме у обзир да једна од стереопара претставља обичну карту. Поред тога код стереоскопских карата заснованих на принципу стереопара на добијеном стереоскопском моделу терена остају не поремећене боје разних елемената карте као реке, шуме, и тд. а исто тако и чистоћа линија. Али наведене предности овог начина условљене су употребом сасвим просте али ипак извесне увежбаности у оријентисању стереопарова, затим поседовањем стереоскопа као и потребом за повољним условима при читању карата односно примерци карте треба да леже на равној површини.

У извесним случајевима оштећења или мана ока и његових органа као што су страбизам — зривавост, диплопија — дуплирање предмета, далтонизам — не разликовање боја, итд. коришћење стереоскопских карата у циљу остварења пластичности је немогуће.

На крају треба рећи да су код разраде стереоскопских карата до сада учињени само први кораци али и то да ће тај начин приказивања рељефа безусловно имати велику будућност. Анаглифни начин, и ако није тако популаран, послужио је до сада за израду многих радова од којих су за врло много и код штампања разних каталога, илустрованих часописа, нас од интереса читав низ географских и геолошких карата као и разне астрономске карте. У последње време анаглифни начин се примењује проспекта итд.