



500 LET MERCATORJA

► Gregor Pavlič

Ne, ne gre za 'najboljšega sosedu', ki je v resnici desetkrat mlajši, pač pa za Gerharda Kremerja, ki se je podpisoval kot *Mercator*. Ta sodobnik Primoža Trubarja in somišljenik reformacije se je rodil na Flamskem pred natančno 500 leti in je zaslovel kot izvrsten kartograf.

🔗 To skulpturo globusa so v Duisburgu postavili v spomin Gerhardu Kremerju Mercatorju, ki je v tem mestu deloval do svoje smrti leta 1594.

PO ŠTUDIJO MATEMATIKE IN ASTRONOMIJE V LEUVNU se je izučil za bakroreza in izdelovalca globusov. Veliko je potoval in se začel zanimati za geografijo. Leta 1569 je na 18 listih velikosti 202 × 124 cm izdelal zemljevid sveta, imenovan *Atlas*, pri katerem je uporabil znamenito valjno projekcijo. Ker ima Zemlja obliko skoraj pravilne krogle, je njeno površje nemogoče izravnati v ravnino, zato pri risanju zemljevidov prihaja do popačenj. Mercator je površje krogle preslikal na valj, pri čemer poldnevnik in vzporedniki postanejo dva šopa vzporednic, ki

se sekajo pravokotno. Ti zemljevidi so bili na začetku namenjeni zgolj pomorščakom oz. navigatorjem, ker so nanje lahko z ravnilom zarisovali smer plovbe. Šele pozneje se je izkazalo, da je Mercator z valjno kartografsko projekcijo, ki jo po njem imenujejo tudi *Mercatorjeva projekcija*, postavil temelje znanstvene kartografije.

Dodatne težave pri kartiranju povzroča dejstvo, da Zemlja nima oblike krogle, ampak geoida, ki je s stališča matematičnega opisovanja zelo zapleten. Zato so kartografi začeli uporabljati rotacijski elipsoid, ki je najbolj podoben geoidu. V preteklo-

🔗 Gerhard Kremer Mercator in njegov zemljevid



sti je bilo definiranih več takih elipsoidov. Do leta 1994 smo v Sloveniji uporabljali Besselovega, od takrat naprej pa vse države uporabljajo

enotni svetovni elipsoid WGS-84.

Osnovni geometrijski in fizikalni parametri rotacijskega elipsoida WGS-84 so:

– velika polos rotacijskega elipsoida:	$a = 6.378.137,00000 \text{ m}$
– mala polos rotacijskega elipsoida:	$b = 6.356.752,31414 \text{ m}$
– geocentrična gravitacijska konstanta:	$GM = 3.986.005 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2 =$
– srednja kotna hitrost:	$\omega = 7.292.115 \cdot 10^{-11} \text{ rad/s}$

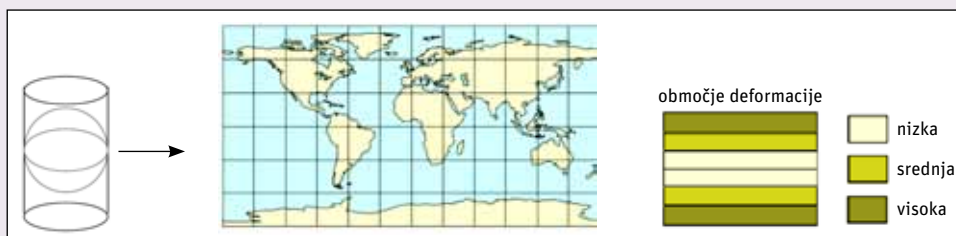
Vrste kartografskih projekcij

Najbolj znane kartografske projekcije v zgodovini so valjna, konusna in azimutna. Pri vseh se krivulje koordinatne mreže sekajo pravokotno. Projekcijska slika krogle na ravnino ni nikoli brez deformacij, vendar se lahko sami odločimo, kakšnim deformacijam bi se radi izognili:

- *konformne projekcije* ohranjajo kote,
- *ekvivalentne projekcije* ohranjajo razmerja površin,
- *ekvidistančne projekcije* ohranjajo razmerja dolžin v eni smeri (npr. v

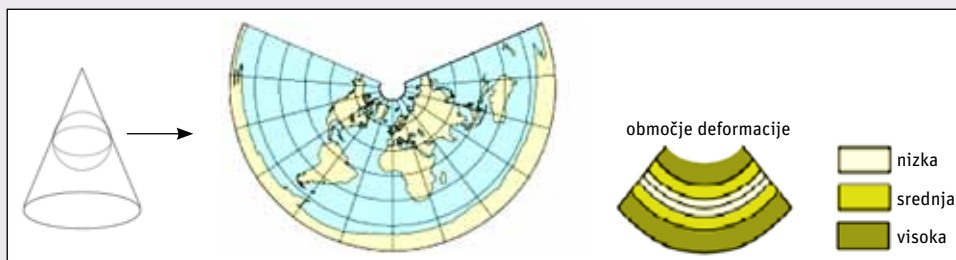
smeri vzporednikov oz. v poljubni smeri; če bi veljalo za vse smeri, bi bila to projekcija brez deformacij).

Pri valjni (cilindrični) projekciji kroglo preslikamo na plašč valja. Kolikor bolj je območje oddaljeno od ekvatorja, toliko bolj je raztegnjeno na zemljevidu. Na Mercatorjevem zemljevidu je Antarktika videti kot velika celina in Grenlandija je po velikosti primerljiva z Južno Ameriko, čeprav je v resnici osemkrat manjša od nje.



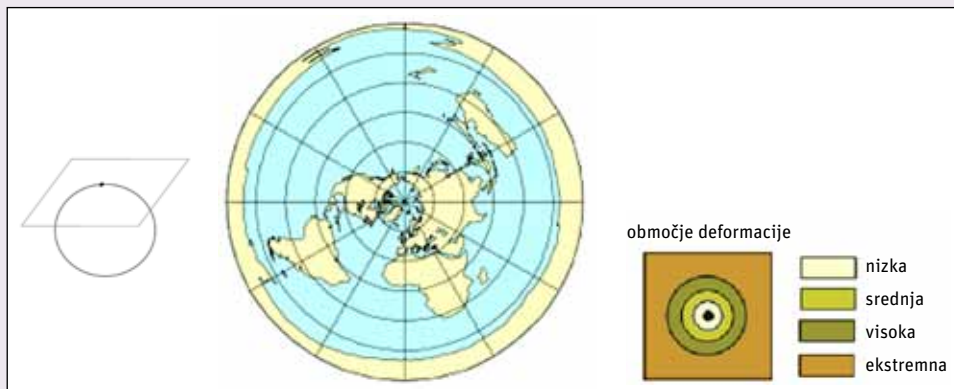
Konusna projekcija ohranja realno stanje za kraje na srednjih zemljepi-

snih širinah, popačenja pa so velika proti ekvatorju in severnem polu.



Azimutna projekcija zelo dobro opisuje območja blizu pola, z oddaljeva-

njem od njega pa se deformacije hitro povečujejo.



V resnici je kartografskih projekcij še veliko več, saj ima vsaka od predstavljenih treh svoje modifikacije, obstajajo pa tudi njihove kombinacije.

Kartografske projekcije se razlikujejo še po tem, kje je središče projekcijskih žarkov. Tako je kartografska projekcija

- ortografska, če je središče projekcijskih žarkov v neskončnosti;
- zunanja, če je središče žarkov neka končna točka zunaj krogle;
- stereografska, če je središče žarkov na krogli;
- centralna, če središči krogle in žarkov sovpadata.

Koordinatni sistem, v katerem opišemo položaj točke na Zemlji, je sistem geografskih koordinat, kjer je referenčna ploskev rotacijski elipsoid. Tem koordinatam je potem treba s kartografsko projekcijo prirediti ustrezne koordinate na ravnini. Geografske koordinate v starem in novem koordinatnem sistemu dobimo s pomočjo normale na elipsoid v dani točki. Položaj točke določata geografski širina in dolžina na elipsoidu: geografsko širino predstavlja kot med normalo v dani točki in ravnino ekvatorja, geografsko dolžino pa kot med ravnino izhodiščnega meridiana in ravnino meridiana skozi dano točko. Vse vrednosti so izražene v ločnih stopinjah. Navidezne črte, ki povezujejo točke z enako

geografsko širino, so vzporedniki ali paralele, navidezne črte, ki povezujejo točke z enako geografsko dolžino, pa so poldnevnik ali meridiani. Izhodiščna paralela je ekvator ali ravnina, izhodiščni meridian pa je greenwiški meridian, ki poteka skozi Greenwich blizu Londona in so ga določili na mednarodni konferenci v Washingtonu leta 1884.

► ZEMLJEVIDI SLOVENIJE

Najstarejši še ohranjen zemljevid, ki vsebuje tudi sedanje slovensko ozemlje, je t. i. Peta karta Evrope, delo starogrškega geografa, astronoma, matematika in fizika Klavdija Ptolemaja. Ta je v 2. stol. izdelal zemljevid celotnih rimskih provinc, med kate-

re so takrat spadale tudi venetske pokrajine Recija, Vindelicija, Norik, Panonija, Istra in Dalmacija.

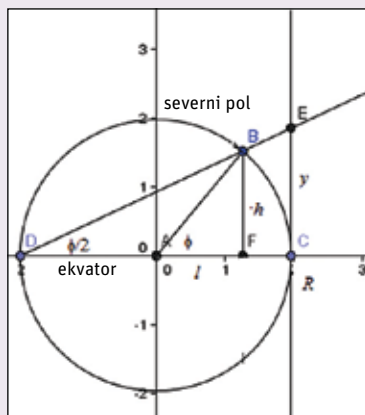
Ptolemaj (85–170) je bil po rodu po vsej verjetnosti Egipčan, o njegovem življenju ne vemo praktično nič.

Matematična razlaga projekcij

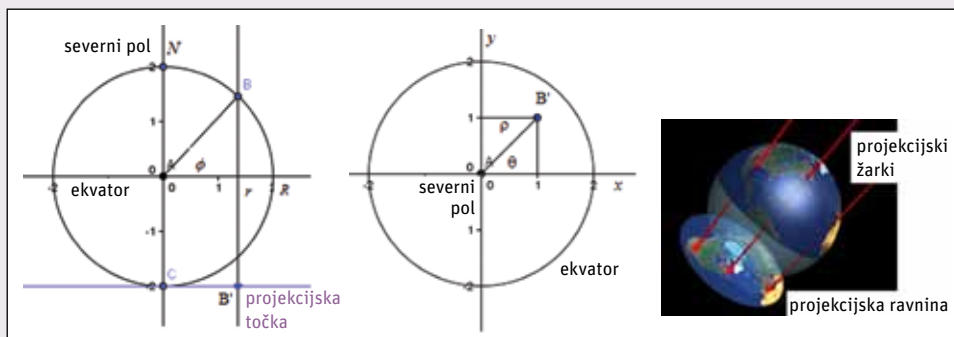
Oglejmo si valjno in azimutno ortografsko projekcijo, ki ju lahko razložimo s precej enostavno matematiko. Zaradi lažjega računanja privzemimo, da je Zemlja popolna krogla, saj bi bile za obliko elipsoida formule bistveno bolj zapletene.

Pri valjni projekciji bomo točko B na krogli preslikali na plašč valja, ki ima obliko pravokotnika z osnovnico 4R v točko E. Njenih koordinat (x, y) ni težko izračunati.

Koordinati točke B sta: $h = R \sin \phi$, $l = r \cos \phi$. Kota (C, D, B) in $(C, A, B) = \phi$ sta obodni in središčni kot nad istim lokom, zato velja $(C, D, B) = \phi/2$. Iz pravokotnega trikotnika DCE lahko izračunamo $\tan \phi/2 = y/2R$ in dobimo ordinato točke E na plašču valja $y = 2R \tan \phi/2$. Absciso točke E dobimo z enakomerno delitvijo intervala $[-R, R]$, tj. $x = \lambda R$.



Azimutna ortografska projekcija preslika točke s krogle na tangentno ravnino, ki gre skozi južni pol. Pri tem polarne koordinate spremenimo v kartezične samo z dvema koordinatama (tretjo zanemarimo oz. sploščimo 3D-koordinatni sistem).



Pravokotna projekcija točke na krogli na tangentno ravnino je $R = r \cos \phi$; $0 \leq \phi \leq \pi/2$, če se omejimo le na severno poloblo. V novih koordinatah r postane ρ , azimut (kot od začetnega poldnevni-

ka) pa je označen s Θ in tako dobimo koordinati točke na zemljevidu: $x = \rho \cos \Theta = R \cos \phi \cos \Theta$, $y = \rho \sin \Theta = R \cos \phi \sin \Theta$.



☞ Klavdij Ptolemaj
in njegov zemljevid

so pa za njim ostala njegova dela. Najpomembnejše med njimi je *Almagest* – povzetek znanja astronomije tiste dobe, v katerem je zagovarjal geocentrični sistem. Izjemen je bil tudi kot geograf (zemljepisne karte je opremil z geografsko dolžino in širino), matematik (našel je odličen približek za število π in formulo $ef = ac + bd$ za tetivni štirikotnik), fizik (pisal je o lomu in odboju svetlobi in o barvah) ter glasbeni teoretik (znana je njegova razprava o harmoniji in glasbenih lestvicah).

Na naslednji zemljevid slovenskega ozemlja je bilo treba čakati 1500 let. Janez Vajkard Valvasor (1641–1693) je s svojim delom *Slava vojvodine Kranjske* v 15 zvezkih postavil temelje slovenske zgodovine, geografije, etnografije in kartografije. Enciklopedija je izšla leta 1689 v Nürnbergu v nemškem jeziku in poleg topografij vsebuje še številne druge podatke o Kranjski, ki je bila do takrat v svetu precej slabo poznana. S kartografskega stališča je najpomembnejši 11. zvezek, ki je s

730 stranmi najobširnejši. Ta knjiga je prava literarna topografija, saj so v njej po abecednem redu predstavljena ter ilustrirana mesta, trgi, gradovi in druge takratne geografske znamenitosti Kranjske.

Valvasor je bil v svojem času gotovo najbolj izobražen človek na Kranjskem. Po poklicu sicer vojak je bil v glavnem raziskovalec dežele, zbiralec in zapisovalec. Med drugim je znanstveno opisal presihajoče Cerkniško jezero in študijo predložil Angleški kraljevi družbi,

☞ Cerkniško jezero, kot ga je v *Slavi vojvodine Kranjske* narisal Janez Vajkard Valvasor.





✎ Pošta Slovenije je leta 1999 izdala znamko, na kateri je upodobljen slovenski pravnik, gospodarstvenik, geograf in politik Peter Kozler (1824–1879). Čeprav je bil nemškega rodu, se je zavzemal za Zedinjeno Slovenijo. Znan pa ni le po omenjenem zemljevidu, ampak tudi kot ustanovitelj in prvi lastnik pivovarne Union.



ki ga je leta 1687 sprejela za svojega člana. Imel je bogato knjižnico in za potrebe kartografije na gradu Bogenšperk prvo grafično delavnico v naši deželi. A *Slava* mu s svojimi 3532 stranmi – od tega je 528 bakrotiskov – ni prinesla le slave in zadovoljstva, ampak zaradi visokih stroškov tiska tudi bankrot.

Valvasorju so sledili avstro-ogrski zemljemerci, ki so za potrebe vojske dodobra izmerili celotno Avstro-Ogrsko ter izdelali natančne vojaške zemljevide s podrobnim prikazom strateških točk (križišča, mostovi, gradovi, naselja, utrdbe ...), vojaško manj pomembni podatki pa so bili predstavljeni z manjšo natančnostjo. Pozneje je skupina 22 zemlje-

mercev s pomočniki v treh letih na novo premerila in kartirala ozemlje današnje Slovenije ter tako posodobila stare in nenatančne zemljevide.

Prvi zemljevid slovenskih dežel, ki ne predstavlja samo vojaško pomembnih točk, je leta 1853 izdelal Peter Kozler. Njegov *Zemljevid Slovenske dežele in pokrajin* je narisano v merilu 1 : 576.000, v njem so zajete vse takratne slovenske dežele in vrisano ima slovensko etično mejo. Avtor je svoje delo dodatno utemeljil v spremni knjižici z dolgim naslovom *Kratek slovenski zemljopis in pregled politične in pravosodne razdelitve Ilirskega kraljestva in Štajerskega vojvodstva s pridanim slovenskim in nemškim imenikom mest, trgov, krajev i.t.d.* Na tem zemljevidu je prvič zapisano tudi ime najvišje slovenske gore.

Od 1. januarja 2008 je v Sloveniji poleg dotedanjega v uporabi tudi nov državni horizontalni koordinatni sistem, ki temelji na skupnem evropskem prostorskem koordinatnem sistemu ETRS.

SPLETNI NASLOVI

- ▶ http://nationalatlas.gov/articles/mapping/a_projections.html
- ▶ http://geology.isu.edu/geostac/FieldExercise/topomaps/map_proj.htm
- ▶ <http://www.math.rutgers.edu/~cherlin/History/Papers2000/sullivan.html>
- ▶ <http://geography.about.com/library/weekly/aa031599.htm>
- ▶ http://en.wikipedia.org/wiki/Map_projection
- ▶ <http://www.math.ubc.ca/~israel/m103/mercator/mercator.html>
- ▶ <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ptolemaj>
- ▶ <http://www.rtvsl.si/kultura/razstave/kako-so-danes-slovensko-ozemlje-zarisovali-kartografi-od-renesanse-naprej/276512>