

# SATELITSKA NAVIGACIJA V GORAH ZA VODNIKE PZS - 2. del

Avtorja: **Stanko Dolensek**, vodnik PZS

**Klemen Volontar**, vodnik PZS, inštruktor alpinizma in inštruktor GRZS.

V prvem delu izobraževanja iz uporabe satelitske navigacije v gorah smo se spoznali z osnovnimi pojmi in lastnostmi. Naj za začetek povzamem nekaj dejstev v zvezi s satelitsko navigacijo v gorah:

- **Satelitska navigacija nam omogoča najbolj točno in trenutno določitev našega položaja na terenu**, ne glede na dan/noč, vidljivost, lepo ali slabo vreme, težavnost terena, letni čas.
- **Priprava GPS sprejemnika pred odhodom na turo je ključna in obvezna.**
- **Satelitska navigacija je le pripomoček za lažjo orientacijo na terenu, še vedno moramo upoštevati vsa ostala pravila za varno pripravo in izvedbo ture ter se prilagajati dejanskim razmeram na terenu. Slepo sledenje vodenju GPS sprejemnika je lahko nevarno (npr.: zavede nas v izpostavljen ali plazovit teren).**

Razvoj satelitske navigacije in predvsem satelitskih sprejemnikov je v zadnjih letih naredil velik napredek in marsikatero omejitve, ki smo jih izpostavili v prvem delu izobraževanja, so postale zgodovina. Bistveno se je izboljšal sprejem satelitskih signalov v zahtevnih razmerah (npr. gozd, ozke doline). Povečala se je točnost in zanesljivost določanja lokacije. Uporabniku so odvzeli nekaj zoprnih nastavitvev in jih avtomatizirali. Delovanje sprejemnikov se je pohitriilo. Elektronske topografske, cestne in pomorske karte so postale standardni del skoraj vsakega sprejemnika. Upamo, da bomo v prihodnosti dobili izboljšano elektronsko topografsko karto Slovenije, ki naj ji bo npr. vzor sosednja karta Topo Avstrija 2. Pomnilniški prostor je z dodatnimi pomnilniškimi karticami postal praktično neomejen. In ne nazadnje - dobili smo slovenske menije, kar uporabo satelitske navigacije približa širokim množicam. Trg sprejemnikov se je razširil na več proizvajalcev, a trenutno lahko zapišem, da je še vedno ostal en proizvajalec, ki v tej ponudbi izstopa, vodi v razvoju in postavlja standarde. Ne nazadnje je vse bolj prisoten tudi pojav specializacije in s satelitskimi sprejemniki je tako kot s čevlji: eni so namenjeni hoji po terenu, drugi uporabi v avtu, tretji v pomorstvu, letalstvu, ... Skratka, dobro moramo razmisliti, kateri model ustreza našim potrebam.

Za uporabo v gorah se še vedno najbolj obnesejo ročni sprejemniki, ki pokrivajo vsa področja uporabe. Najnovejši podpirajo celo glasovno vodenje, le zunanji zvočnik moramo dokupiti. Izpostavimo in priporočimo lahko Garminove modele GPSMap 62s (tudi starejši 60CSx), Oregon, Montana, ... V gorah se bolje obnesejo modeli z gumbi (delujejo v mokrem, z rokavicami, v mrazu), imajo boljši sprejem zaradi zunanje antene in dobro vidnost ekrana na svetlobi. Modeli z zasloni na dotik imajo enostavnejši uporabniški vmesnik, večje resolucije ekrana in večjo porabo energije. V starejših modelih so ekrani na dotik slabo vidni na svetlobi, z novejšimi modeli se stanje izboljšuje.

V nadaljevanju se bomo posvetili praktičnemu delu. Osnovni nalogi satelitskega sprejemnika sta, da nam pokaže, kje se trenutno nahajamo in, da nas pripelje do želenega cilja. Zato se bomo naučili koordinate sprejemnika poiskati na papirnati planinski karti. Obratno bomo koordinate zelene točke odčitali s planinske karte in jih v sprejemnik vpisali kot novo točko poti oz. želeni cilj.

## KARTE (ZEMLJEVIDI)

Karte predstavljajo projekcijo zemeljske površine na valj. Zaradi tega proti polom pride do popačenj, ker so poldnevnik prikazani kot vzporednice. Za prikaz zemeljske površine na 2D površini se uporabljajo različne projekcije in koordinatni sistemi. Pred uporabo satelitske navigacije nas koordinatni sistemi niti niso kaj dosti zanimali. Sedaj pa je pomembno, da na satelitskem sprejemniku znamo nastaviti pravi koordinatni sistem, ki bo usklajen s koordinatami na karti. Oglejmo si tri najbolj pogoste in uporabne projekcije:

## GAUSS-KRÜGERJEV (GK) KOORDINATNI SISTEM

je (stari) uradni državni koordinatni sistem v Sloveniji. GK sistem je transverzalni Mercatorjev koordinatni sistem položen preko Bessel-ovega elipsoida. Parametri le-tega so bili določeni tako, da se kar najbolje prilega področju Avstro Ogrske, kasneje, po letu 1948 pa Jugoslavije (Map datum D48). GK sistem je vpeljala Marija Terezija, da so lastniki zemljišč lažje določali točke svojih posestev. Slovenija od 1.1.2008 uvaja nov državni koordinatni sistem ETRS89/TM (European Terrestrial Reference System 1989). Gre za sodoben koordinatni sistem, ki bo zamenjal obstoječega GK. Pri novem sistemu je spremenjena definicija elipsoida iz Besselovega v GRS 80, Map datum je D96

in projekcija je TM. Tako bodo v prihodnosti podatki, ki nam jih posreduje GPS naprava, uporabni na bodočih koordinatnih kartah. Dokler pa bodo karte narisane v GK koordinatah, bomo uporabljali te.

V GK koordinatnem sistemu so narisane karte starejših datumov, karte DTK25, nekatere karte PZS in Založbe Sidarta (Julijske Alpe, Bohinj). Te karte so običajno opremljene s kilometrsko (merilo 1:25.000) ali dvokilometrsko mrežo (merilo 1:50.000). Dodatno imajo lahko vrisan še geografski koordinatni sistem v stopinjah in minutah (starejši še v GK, novejši pa že v WGS84). Za praktično uporabo je kilometrska mreža enostavnejša od geografske, še posebej za kombinirano uporabo karta-GPS.

Na kartah GK običajno piše: Besselov elipsoid (Gauss - Krügerjeva projekcija).

Primer: Triglavski narodni park, PZS, merilo 1:50.000, koordinatna mreža je v stopinjah

Primer: DTK25 Kočevska reka 187, Geodetska uprava RS, merilo 1:25.000, koordinatna mreža je kilometrska.

Primer vzorne planinske karte: Bohinj (Triglav - Krn - Črna prst), Sidarta, merilo 1:25.00 - za uporabnike satelitske navigacije (GPS) ima karta dve koordinatni mreži, pravokotno z Gauss-Krügerjevo projekcijo in geografsko (WGS84). Vsebuje planinske markirane poti, kategorizirane po težavnosti v lahke, zahtevne in zelo zahtevne. Označeni so poteki turnih smukov in dodatne vsebine: plezališča, naravne in kulturne zanimivosti, vzletišča za padalce, seznam planinskih koč s kontaktnimi podatki in drugimi podatki, ...

### Nastavitve parametrov

GK projekcija je za uporabo z GPS sprejemnikom nekoliko bolj zapletena, ker za naše področje v satelitskih sprejemnikih ni definiran ustrezen Map datum. Zato moramo v sprejemnik ročno vpisati geometrijske parametre pravokotne mreže. **Ti parametri veljajo le za omejeno področje, npr. Slovenijo.** Pa še tu se na robovih, ki so bolj oddaljeni od 15. poldnevnik, pojavijo odstopanja. Številke parametrov se lahko od vira do vira tudi malenkostno razlikujejo. Koordinatni sistem sprejemnika ima v tem primeru kilometrsko mrežo.

Projekcija GK (Slovenija) oz. koordinate izhodišča	
Geografska širina koord. izhodišča	<b>N 00° 00,000'</b>
Geografska dolžina koord. izhodišča	<b>E 15° 00,000'</b>
Premik koordinatnega izh. proti vzhodu	<b>5.500.000m</b>
Premik koordinatnega izh. proti severu	<b>0m</b>
Faktor merila (Scale factor)	<b>0,9999</b>

Map datum GK (Slovenija)	
DELTA A (DA)	<b>739,8m</b>
DELTA F (DF)	<b>1,0037483E-5</b>
DELTA X (DX)	<b>667m</b>
DELTA Y (DY)	<b>- 205m</b>
DELTA Z (DZ)	<b>472m</b>

Opomba k nastavitvam projekcije (koordinatnega izhodišča): Za naše območje so geografske koordinate izhodišča:  $\lambda = 15^\circ$  in  $\varphi = 0^\circ$ , to je sečišče 15. poldnevnik z ekvatorjem. Geografske koordinate izhodišča so glede na geodetske Gauß-Krügerjeve koordinate premaknjene proti vzhodu za 5.500km tako, da so koordinate pri nas reda velikosti  $X \sim 5.100.000m$  in  $Y \sim 5.500.000m$ . Take koordinate odčitamo tudi v Atlasu Slovenije na CD-romu. Ker se prvo mesto (petica) znotraj Slovenije ne spreminja, ga na kartah izpuščajo in je odčitek reda velikosti  $X \sim 100.000m$  in  $Y \sim 500.000m$  (nastavitev projekcije: ... proti vzhodu 500.000m, ... proti severu -5.000.000m).

<p>Zapis položaja <b>Uporab. mreža</b></p> <p>Geodetski referenčni sistem <b>User</b></p> <p>Sferoid zemljevida <b>User Spheroid</b></p>	<p>Napačna koord. proti vzhodu <b>+5500000.0m</b></p> <p>Napačna koord. proti severu <b>0.0m</b></p> <p>Merilo <b>+0.9999000</b></p> <p>Zemlj. dolžina izhodišča: <b>E015°00.000'</b></p> <p>Zemljepisna širina izhodišča <b>N 00°00.000'</b></p>	<p>DX <b>+00667m</b></p> <p>DY <b>-00205m</b></p> <p>DZ <b>+00472m</b></p>	<p>DA <b>+00740m</b></p> <p>DF <b>+0.00001004m</b></p>	<p><b>GRINTOVEC</b></p> <p>Opomba</p> <p>Lokacija <b>E05464622</b> <b>USA N05134883</b></p> <p>Višina _____ m      Globina _____ m</p> <p><b>046°      15.78<sup>k</sup>m</b></p> <p>Zemlj.      <b>Pojdi</b></p>
Uporabniške nastavitve parametrov	Parametri izhodišča (projekcija)	Parametri DX, DY, DZ	Parametra DA, DF	Kilometrske koordinate GK

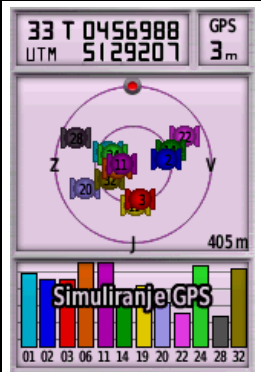
## UTM - univerzalna transverzalna Mercatorjeva projekcija

oz. univerzalni koordinatni sistem. Je prav tako transverzalni Mercatorjev koordinatni sistem (z rahlo drugačnimi geometrijskimi parametri kot GK) položen preko globalnega elipsoida WGS84. Ta koordinatni sistem postaja standard v EU, zmore ga prikazati vsak GPS sprejemnik. UTM projekcijo uporablja tudi zveza NATO.

**Na UTM kartah piše: referenčni elipsoid WGS84; projekcija: UTM - univerzalna transverzalna Mercatorjeva projekcija (konformna prečna cilindrična), cona 33T (v to cono spada Slovenija), srednji meridijan 15° 00' 00" vzhodno od Greenwicha.**

UTM projekcija je za uporabo zelo ugodna, ker je univerzalna za ves svet in GPS sprejemnik sam nastavi ustrezne parametre glede na cono v kateri se nahajamo. Slovenija spada v cono 33T. Koordinatni sistem ima kilometrsko mrežo.

Primer: najnovejše karte PZS v merilu 1:25.000, npr. Grintovci s kilometrsko koordinatno mrežo.

 <p>UTM in WGS84 koordinate v coni 33T</p>	<p>Zapis položaja <b>UTM UPS</b></p> <p>Geodetski referenčni sistem WGS 84</p> <p>Sferoid zemljevida WGS 84</p> <p>Nastavitve UTM in WGS84</p>	<p><b>SV JAKOB</b></p> <p>Opomba Planinska koca Iskra</p> <p>Lokacija 33 T 0456988 UTM 5129207</p> <p>Višina _____ m    Globina _____ m</p> <p>033°    7.52<sup>k</sup>m</p> <p>Zemlj.    Pojdi</p> <p>Primer točke v UTM in WGS84, cona 33T</p>
---	--	--

## WGS84 (World Geodetic System)

je referenčni elipsoid, določen leta 1984. Definiran je tako, da se najbolj prilega Zemlji v celoti, torej da je vsota odmikov površja Zemlje od tega elipsoida minimalna. Uporablja se ga v povezavi z GPS sistemom satelitske navigacije.

Ta projekcija je torej najbolj naravna za uporabo na GPS sprejemniku. Koordinatna mreža je geografska v kotnih stopinjah in minutah.

Primer: vse karte z oznako WGS84 in s stopinjsko mrežo.

Primer karte z dvojno mrežo: Bohinj, Sidarta, merilo 1:25.000 - za uporabnike satelitske navigacije (GPS) ima karta dve koord. mreži, pravokotno z Gauss-Krügerjevo projekcijo in geografsko (WGS84) - vrisane so le referenčne točke, črte pa ne.

<p>Zapis položaja <b>hddd°mm.mmm'</b></p> <p>Geodetski referenčni sistem WGS 84</p> <p>Sferoid zemljevida WGS 84</p> <p>Sistem WGS84 z geografskimi koordinatami</p>	<p><b>GRINTOVEC</b></p> <p>Opomba</p> <p>Lokacija N 46°21.431' E 014°32.128'</p> <p>Višina _____ m    Globina _____ m</p> <p>144°    153<sup>m</sup></p> <p>Zemlj.    Pojdi</p> <p>Geografske koordinate Grintovca v WGS84</p>
--	--

## PRENOS TOČKE POTI S KARTE V SPREJEMNIK IN OBRATNO

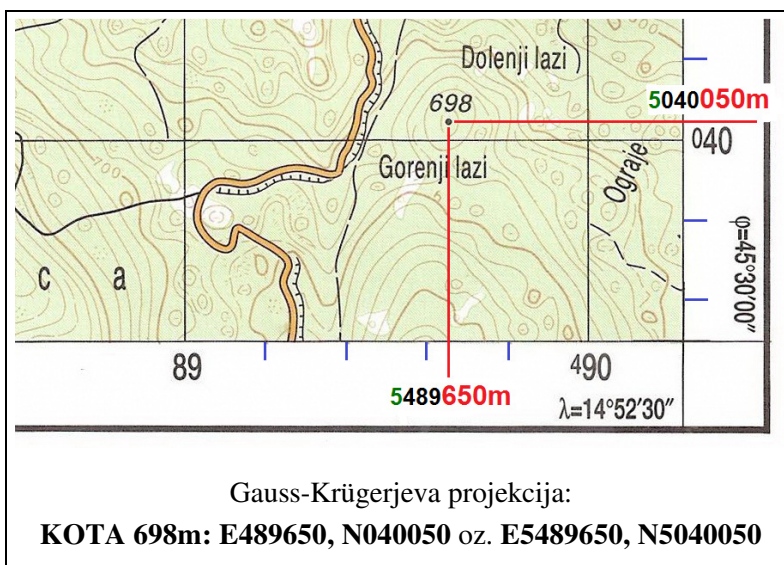
### Geografski koordinatni sistem

- Uporabljamo ga s planinskimi kartami, ki vsebujejo geografske koordinate. V legendi preverimo, če so že v sistemu WGS 84. Stopinje in minute so zapisane na robu karte, decimalne dele minut proporcionalno ocenimo oz. izmerimo. **Odčitamo geografsko širino in dolžino**, ki ju v postopku ročnega kreiranja točke vtipkamo v GPS sprejemnik. V primeru drugih koordinatnih sistemov poskrbimo za ustrezen preračun v sistem WGS 84 (podatek na nekaterih kartah). Postopek vadimo doma, saj zahteva rutino in pazljivost. Marsikdaj geografske koordinate lahko najdemo na internetu: npr. za pot GR20 na Korziki.
- Priporočam, da v sprejemniku nastavite **prikaz minut z decimalkami** in ne minute + sekunde. Odčitavanje s karte je tako lažje, praktično enako odčitavanju pravokotne koordinatne mreže. Oblika je definirana kot **hddd°mm.mmm'** - glej gornjo sliko.
- Primer: koordinati **Grintovca** v sistemu **WGS84** sta **N46° 21,431'** (severna zemljepisna širina) in **E14° 32,128'** (vzhodna zemljepisna dolžina).

## Pravokotni (kilometrski) koordinatni sistem

- Kilometrski koordinatni sistem je enostavnejši za odčitavanje koordinat na karti.

- Številke v kilometrih so izpisane na robu karte. V satelitski sprejemnik vpišemo **5** (zeleno), **celotno število za kilometre** (črni del) in **dodamo še tri številke, ki predstavljajo metre znotraj km** (rdeči del števila). Te zadnje tri številke proporcionalno ocenimo oz. izmerimo od zadnjega znanega vzporednika ali poldnevnika. Ker je kilometrski mreža zelo nazorna, lahko metre zadovoljivo dobro ocenimo kar z očesom, celo brez merilnih pripomočkov.



- Primer:** določitev koordinat Kote 698m; za pomoč so na sliki vrisane modre črtice, ki predstavljajo 200m razdalje.

- Primer:** koordinati **Sv. Jakoba** v **UTM + WGS84** koordinatnem sistemu in coni **33T** sta **456988m** vzhodne zemljepisne dolžine in **5129207m** severne zemljepisne širine (glej sliko v poglavju o UTM projekciji).

## PROJEKTIRANJE TOČKE (Project Waypoint)

- Projektiranje točke** (ang. **Project Waypoint**) temelji na poznavanju dvojice **azimut-razdalja iz znane točke** in ni odvisna od poznavanja geografskih koordinat. Dobra stara šola orientacije!
  - Izberemo izhodiščno točko** (planinska koča, sedlo, vrh, trenutna lokacija...).
  - S pomočjo planinske karte **določimo azimute in razdalje iz izhodiščne točke do ostalih točk poti**. Že doma jih lahko vpišemo v tabelo (ime točke, azimut in razdalja). Vse azimute in razdalje do ostalih točk na poti merimo iz istega izhodišča (žarkovni princip), da bodo napake vseh kreiranih točk enake - najmanjše in se ne bodo akumulirale.
  - Ko smo v izhodiščni točki, s satelitskim sprejemnikom izmerimo njeno geografsko pozicijo in shranimo točko: **gumb Mark**.
  - Ostale točke zelo hitro vpišemo s podajanjem azimuta in razdalje od prve točke: odpremo podatke o izhodiščni točki in v meniju izberemo **Projektiraj točko** (ang. **Project Waypoint**).
  - Sprejemnik nas po korakih vodi do vpisa azimuta in razdalje.
  - Na koncu novo točko shranimo s predlaganim imenom in ji nato v oknu za urejanje spremenimo ime.
  - Postopek ponovimo za vse točke.

<p>Izbor točke</p>	<p>Izhodiščna točka</p>	<p>V meniju točke izberemo projektiranje nove točke</p>	<p>Primer vpisa azimuta do nove točke</p>	<p>Shranimo in v urejanju točke spremenimo ime</p>
--------------------	-------------------------	---	---	--

## POGLEJ IN POJDI (Sight'n Go)

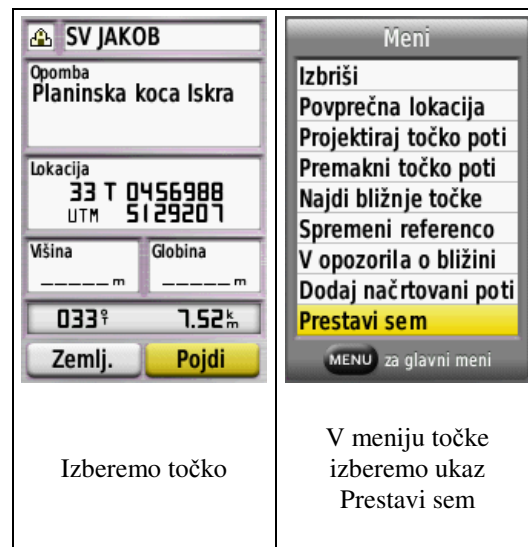
- **Poglej in pojdi** (ang. **Sight 'N Go**) je še ena od možnosti za hitro vzpostavitev vodenja v želeni smeri. Uporabimo jo neposredno na terenu, ko cilj vidimo v daljavi pred sabo in pričakujemo, da ga bomo v nadaljevanju hoje izgubili iz vida (megla, prihod noči, zakritje z ovirami na poti, hoja po kraškem svetu, hoja po ledenikih, prečenje širokih grap, hoja v zasneženem svetu, ...):
  1. Funkcijo aktiviramo v meniju kompasne strani - ukaz **Poglej in pojdi**.
  2. S sprejemnikom se premaknemo v želeni smeri, da izmeri azimut v smeri katerega želimo hoditi. To smer zaklenemo s **Smer zaklepa** (ang. **Lock Direction**).
  3. Imamo dve možnosti:
    - Z **Nastavi pot** (ang. **Set Course**) aktiviramo vodenje v izbrani smeri. Razdalja nam ni pomembna.
    - Z izbiro **projektiranja točke** (ang. **Project Waypoint**) vpišemo še ocenjeno razdaljo do izbranega cilja, popravimo smer in poimenujemo novonastalo točko. Vodenje aktiviramo s **Pojdi** (ang. **Go To**).



## PRESTAVI SEM (Reposition Here)

Ker ročno kreirane ali projektirane točke lahko nekoliko odstopajo od pravih vrednosti (odvisne so od točnosti kart in merila, točnosti odčitavanja koordinat, točnosti odčitavanja smerne kota oz. azimuta in razdalje), moramo **pri njihovi uporabi na terenu upoštevati nekaj osnovnih pravil:**

- Ko dosežemo točko poti (ali izhodišče), preverimo njeno odstopanje in o enakem odstopanju lahko sklepamo še za vse preostale točke začrtane poti. V tem primeru je npr. mogoče vse točke popraviti za enak smerni kot (azimut) in enako razdaljo: uporabimo kar **Projektiranje točke**.
- Posamezni točki poti pa lahko sproti popravimo položaj na dejanske izmerjene vrednosti, ko jo dosežemo v naravi. V meniju točke izberemo ukaz za repozicioniranje **Prestavi sem** (ang. **Reposition Here**).



## PRAKTIČNA VAJA Z GPS SPREJEMNIKOM:

1. Pripravi GPS sprejemnik za delo s pravokotno Gauss-Krügerjevo projekcijo: vpiši ustrezne parametre za projekcijo in Map datum.
2. V GPS sprejemniku nastavi koordinatni sistem in projekcijo, da se bosta ujemala s koordinatami karte, ki jo imaš za področje gibanja
3. **Definiraj točke** v GPS sprejemniku:
  - z meritvijo (gumb **Mark**),
  - s koordinatami odčitanimi na planinski karti: gumb **Mark** in **vpis odčitanih koordinat** preko izmerjenih,
4. **Projektiranje točk**, če nimamo elektronskega zemljevida:
  - Na načrtovani poti določi izhodiščno točko **T0**. Na terenu z GPS sprejemnikom izmeri položaj točke T0.
  - S pomočjo karte, ravnila in kompasa (kotomera) izmeri azimute in razdalje iz **T0** do vsaj 5 točk na načrtovani poti.
  - Izberi izhodiščno točko in z njeno pomočjo projektiraj ostale točke poti.
5. Prehodi načrtovano pot. Med hojo uporablaj strani s kompasom in karto. Pazi, da imaš dober sprejem. Preveri točnost definiranih točk in poskrbi za **repozicioniranje (Prestavi sem - Reposition Here)** na točne vrednosti.
6. Na cilju analiziraj prehojeno sled, podatke potovalnega računalnika in profil prehojene poti.
7. Preizkusi funkcijo **Poglej in pojdi** (ang. **Sight 'N Go**) - oceni smer in razdaljo do ciljne točke.

## NAVODILA IZVAJALCEM IN SLUŠATELJEM:

- Pripomočki: GPS sprejemnik, planinska karta z Gauss-Krügerjevo ali UTM kilometrsko koordinatno mrežo (karta naj pokriva področje izvajanja izobraževanja), ravnilo, kotomer (kompas), papir, pisalo.
- Predavanje in delo v učilnici - 2h (3 šolske ure):
  - predstavitev teme (predavatelj) s prikazom postopkov,
  - slušatelji vpišejo parametre Gauss-Krügerjeve projekcije v GPS sprejemnike, izmerijo nekaj azimutov in razdalj za projektiranje točk ter odčitajo nekaj kilometrskih koordinat s planinske karte ter jih vpišejo v GPS sprejemnik kot nove točke poti.
- Praktično delo - 2h (3 šolske ure): nastavitev koordinatnega sistema v GPS sprejemniku, da se bo ujemal s koordinatami karte, definiranje točk poti z merjenjem, preverjanje ročno vpisanih točk na terenu in repozicioniranje, praktična uporaba Poglej in pojdi, hoja po načrtovani poti, ...