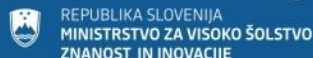


Prostorski podatki in standardi

Matija KRIVIC, Geološki zavod Slovenije

Ljubljana in online, Centralna tehniška knjižnica Univerze v Ljubljani,
Usposabljanje podatkovnih strokovnjakov, 14. – 17. 10. 2024





Vsebina

- Kaj so prostorski podatki
 - Vrste
 - Formati
- Metapodatki
- Standardi
- Podatkovni modeli



Kaj so prostorski podatki

- Podatki, ki se nanašajo na lokacijo objektov ali pojavov na Zemljinem površju.
- Vključujejo informacije o geografskih koordinatah (npr. zemljepisna širina in dolžina) ter opisne značilnosti objektov ali pojavov in njihovo medsebojno povezanost.



Kaj so prostorski podatki

- Ključni elementi prostorskih podatkov:
 - Lokacija
 - Kje na Zemlji se objekti ali pojavi nahajajo
 - Koordinate v različnih oblikah (z. širina in dolžina, specifični koordinatni sistemi...)
 - Atributi
 - Opisne informacije o objektu ali pojavi oz. njihove lastnosti
 - Ime, število prebivalcev, starost...
 - Topologija
 - Pojasnjuje odnose med prostorskimi značilnostmi (npr. sosedstvo, povezanost), kako so objekti med seboj povezani v prostoru
 - kako se ceste povezujejo z križišči, smer ceste, reke...



Vrste prostorskih podatkov

- Vektorski
- Rastrski

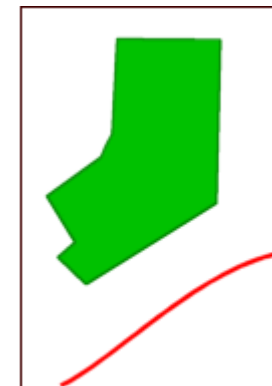


Vrste prostorskih podatkov

- Vektorski podatki
 - Lokacije so definirane kot koordinate posameznih točk ali povezane v linije in poligone
- Vrste:
 - Točke
 - Posamezna lokacija (mesta, vrtine, hidranti...)
 - Linije
 - Linearni objekti, pojavi (reke, prelomi, meje...)
 - Poligoni
 - Območja (gozdovi, geološke enote, mesta...)



Real World



Vector

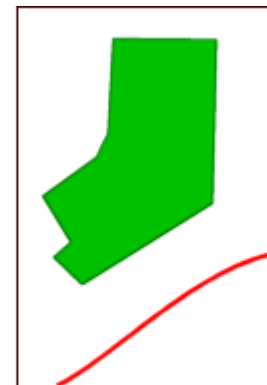


Vrste prostorskih podatkov

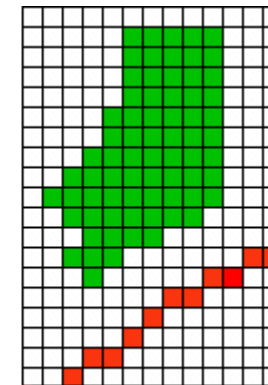
- Rastrski podatki
 - Območja prikazujejo kot mrežo celic ali pikslov, pri čemer vsaka celica nosi vrednost, ki predstavlja določeno lastnost ali meritev.
 - Primeri:
 - Digitalni model višin
 - Padavinske karte
 - Verjetnost pojavljanja plazov...



Real World



Vector



Raster



Namen prostorskih podatkov

- Kartiranje in prikaz:
 - Omogočajo zbiranje lokacijsko odvisnih podatkov o pojavih, objektih, procesih v prostoru
 - Prikaz in vizualizacija pojavov, objektov, procesov v prostoru
- Analize, raziskave:
 - Omogočajo geografske analize, zaznavanje procesov v naravi
- Podpora odločanju:
 - Na podlagi analiz prostorskih podatkov omogočajo podporo odločanju na raznih področjih (prostorsko načrtovanje, upravljanje z naravnimi viri, geohazard...)



Razvoj prostorskih podatkov

- Kartografija
- Geodetske meritve
- Letalski posnetki, daljinsko zaznavanje
- Geografski informacijski sistemi
- GPS
- Geoprostorske omrežne storitve
- Big Data in podatki v realnem času
- 3D
- AI in ML v prostorskih podatkih



Razvoj prostorskih podatkov

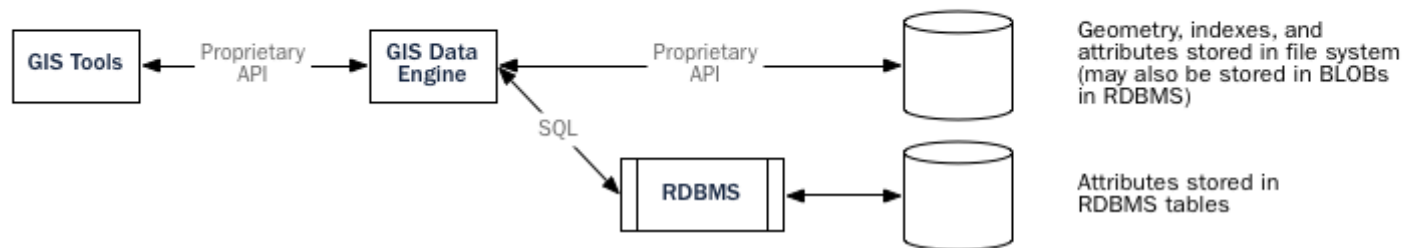
- Razvoj geografskih informacijskih sistemov
 - Nepovezani lokacijski podatki (geometrija) in atributni podatki
 - Združitev lokacijskih podatkov z atributi v datotečnem sistemu
 - Povezava lokacijskih podatkov s podatki v relacijskih podatkovnih bazah
 - Nastanek prostorskih relacijskih podatkovnih baz – uvedba podatkovnega tipa geometrija

Evolution of GIS Architectures

First-Generation GIS:



Second-Generation GIS:



Third-Generation GIS:





Formati

- Z razvojem GIS orodij so se razvijali tudi formati prostorskih podatkov
- Najbolj znan in najširše uporabljen ESRI-jev Shapefile
 - Postal je standard,
 - “Standardiziral” je način zapisa točk, linij in poligonov skupaj z atributnimi podatki



Formati

<https://gdal.org/en/latest/>

Lastniški (proprietary)

- Shapefile (.shp)
- MapInfo TAB (.tab)
- AutoCAD DXF (.dxf)
- FileGeodatabase (.gdb)
- ...

- Erdas Imagine (.img)
- ESRI grid
- ...

Odprti

- GeoJSON (.geojson)
- KML (Keyhole Markup Language) (.kml)
- GML (Geography Markup Language) (.gml)
- Geopackage
- GPX
- ...
- GeoTIFF (.tif, .tiff)
- NetCDF (Network Common Data Form) (.nc)
- ...



Formati

Primerjava: Lastniški in odprti formati

Značilnost	Lastniški formati	Odprti formati
Lastništvo	V lasti določenih podjetij	Odprt razvoj s strani skupnosti
Dostopnost	Lahko je potrebna licence ali posebna programska oprema	Prosto dostopno vsem
Interoperabilnost	Pogosto omejeno na določene platforme oz. programsko opremo	Široka podpora na različnih sistemih
Podpora za napredne funkcije	Ponuja prilagojene, programsko specifične funkcionalnosti	Pogosto bolj prilagodljivo, vendar se funkcije lahko razlikujejo, razvoj odvisen od potreb, interesa skupnosti
Primeri	Shapefile, File Geodatabase, Erdas Imagine	GeoJSON, GeoTIFF, GML, LAS
Uporaba	Najboljše za uporabnike specifičnih GIS programov	Idealno za deljenje podatkov in odprte platforme



Prostorske podatkovne baze

Do razvoja prostorskih podatkovnih baz je prišlo zaradi:

- postopnega povečevanja obsega prostorskih podatkov,
- potreb po shranjevanju,
- kompleksnejših analiz,
- potreb po definiranju relacij med podatki,
- potreb po izmenjavi podatkov,
- potreb po učinkovitejšem upravljanju z geografskimi informacijami.



Prostorske podatkovne baze

- RDBMS:
 - ORACLE (Oracle Spatial)
 - PostgreSQL (PostGIS)
 - MSSQL
 - SQLite (Spatialite)
 - ...
- Značilnosti:
 - Podpora za osnovne prostorske tipe (točke, linije, poligone), nekatere baze tudi za rastre. Uvedba podatkovnega tipa geometrija.
 - Zmožnost uporabe prostorskih poizvedb, ki omogočajo npr. iskanje podatkov na podlagi geografskih kriterijev (npr. »najdi vse točke znotraj poligona«).
 - Integracija prostorskih podatkov z ne-prostorskimi podatki v eni sami bazi.



Prostorske podatkovne baze

- **GeoPackage:**

- Odprti standard:
 - razvit in vzdrževan s strani OGC, kar zagotavlja široko podporo in združljivost na različnih GIS platformah.
- Ena datoteka:
 - za razliko od Shapefile, ki je sestavljen iz več datotek, GeoPackage shranjuje vse podatke, vključno z vektorskimi geometrijami, rastrskimi slikami in metapodatki, v eni sami datoteki (.gpkg).
- Prenosljiv in večplatformski:
 - temelji na SQLite, je neodvisen od platforme in podprt na širokem spektru GIS aplikacij, tako odprtokodnih (npr. QGIS) kot lastniških (npr. ArcGIS).
- Podpora za napredne funkcije:
 - metapodatki, koordinatni sistemi, indeksi in razširitve za napredne funkcionalnosti.



Metapodatki



Potreba po standardizaciji

Standardizacija prostorskih podatkov je ključnega pomena za učinkovito upravljanje, izmenjavo in uporabo geografskih informacij.

Ker so prostorski podatki zelo raznoliki in prihajajo iz različnih virov, standardi omogočajo boljše sodelovanje med različnimi sistemi, aplikacijami in organizacijami.



Potreba po standardizaciji

Standardizacija prostorskih podatkov je pomembna za:

- Interoperabilnost, združljivost podatkov iz različnih virov
 - Zagotavljanje kakovosti in zanesljivosti
 - Poenostavitev deljenja podatkov
 - Dolgotrajnost in vzdržljivost podatkov
 - Povečanje učinkovitosti
 - Podpora projektom in politikam
-
- Načela FAIR



INSPIRE

INSPIRE direktiva (Infrastructure for Spatial Information in Europe) je evropska zakonodaja, ki je bila sprejeta leta 2007 in je namenjena **vzpostavitvi infrastrukture za prostorske informacije** v Evropski uniji.

Glavni cilj direktive INSPIRE je zagotoviti, da so prostorski podatki znotraj EU **dostopni, interoperabilni, kakovostni in združljivi**, da bi olajšali pripravo politik in odločanje, predvsem na področju okolja.



Ključni cilji INSPIRE direktive

- Vzpostavitev infrastrukture za prostorske podatke
 - Direktiva ustvarja pravni okvir za vzpostavitev skupne infrastrukture, ki omogoča dostop do prostorskih podatkov iz različnih virov in držav članic.
 - Vključuje skupne **standarde, formate in storitve**, ki olajšujejo dostop, deljenje in uporabo prostorskih podatkov.
- Izboljšanje dostopa do prostorskih podatkov
 - Države članice so dolžne zagotoviti **javno dostopnost prostorskih podatkov** in **vzpostavitev omrežnih storitev**, ki omogočajo **iskanje, pregledovanje in prenos podatkov**.



Ključni cilji INSPIRE direktive

- Interoperabilnost in združljivost podatkov
 - Eden izmed glavnih ciljev INSPIRE je zagotoviti, da so prostorski podatki iz različnih virov **medsebojno združljivi** in **interoperabilni**,
 - da so podatki organizirani in objavljeni v **standardiziranih formatih**, kar omogoča njihovo lažjo uporabo v različnih aplikacijah, ne glede na izvor.
- Podpora trajnostnemu razvoju in varstvu okolja
 - INSPIRE je zasnovan predvsem za podporo okoljskim politikam, kot so spremljanje podnebnih sprememb, zaščita in upravljanje naravnih virov, upravljanje z vodo, prostorsko načrtovanje in preprečevanje naravnih nesreč.



Načela INSPIRE

- Podatke je potrebno zbrati le enkrat in hraniti tam, kjer jih je mogoče najučinkoviteje vzdrževati.
- Omogočiti “brezšivno” kombiniranje prostorskih informacij iz različnih virov po vsej Evropi in jih deliti z uporabniki in aplikacijami.
- Omogočiti, da se informacije, zbrane na eni ravni/merilu, delijo na vseh ravneh/merilih; podrobno za podrobne raziskave, splošno za strateške namene.
- Geografske informacije, potrebne za dobro upravljanje na vseh ravneh, bi morale biti takoj in pregledno dostopne.
- Omogočiti enostaven dostop do informacij, kateri podatki so na voljo, kako jih je mogoče uporabiti in pod kakšnimi pogoji jih je mogoče pridobiti in uporabiti.



INSPIRE

Key pillars of interoperability

Harmonised data

- common data models
- harmonised vocabularies
- standard encodings

Harmonised services

conformant to well-known
international standards

Harmonised metadata

for data and services
documentation

Unique and persistent identifiers

for unambiguous reference to
harmonised resources

Harmonisation is the key !



INSPIRE Themes

<https://knowledge-base.inspire.ec.europa.eu/>

Annex 1

- Addresses
- Administrative units
- Cadastral parcels
- Coordinate reference systems
- Geographical grid systems
- Geographical names
- Hydrography
- Protected sites
- Transport networks

Annex 2

- Elevation
- Geology
- Land cover
- Orthoimagery

Annex 3

- Agricultural and aquaculture facilities
- Area management / restriction / regulation zones & reporting units
- Atmospheric conditions
- Bio-geographical regions
- Buildings
- Energy Resources
- Environmental monitoring Facilities
- Habitats and biotopes
- Human health and safety
- Land use
- Meteorological geographical features
- Mineral Resources
- Natural risk zones
- Oceanographic geographical features
- Population distribution and demography
- Production and industrial facilities
- Sea regions
- Soil
- Species distribution
- Statistical units
- Utility and governmental services



INSPIRE omrežne storitve

Key pillars of interoperability

Harmonised data

- common data models
- harmonised vocabularies
- standard encodings

Harmonised services

conformant to well-known
international standards

Harmonised metadata

for data and services
documentation

Unique and persistent identifiers

for unambiguous reference to
harmonised resources

Harmonisation is the key !



INSPIRE omrežne storitve

Vzpostavlja omrežne storitve, ki omogočajo:

- Iskanje (search),
- Pregledovanje (view) in
- Prenos podatkov (download).

Temeljijo na mednarodnih standardih CSW, WMS, WFS, WCS, GML, ISO19115, ISO19136...



INSPIRE omrežne storitve

Metapodatki - storitev iskanja

Metapodatki so objavljeni posameznih metapodatkovnih katalogih upravljavcev podatkov.

Pretakajo se s t.i. harvestingom v nacionalne, evropske in druge kataloge.

Za omrežne storitve se uporablja OGC standard CSW 2.0.2 (Catalogue service for web).

egeologija.si -> [nacionalni portal](#) -> [INSPIRE Geoportal](#)



INSPIRE omrežne storitve

Storitev pregledovanja

Cilj je omogočiti prikaz prostorskih podatkov v pregledni in interoperabilni obliki prek spleta. Storitve omogočajo vizualizacijo geografskih podatkov na kartah, ne da bi uporabnik moral podatke najprej prenesti.

Za storitve pregledovanja se uporablja OGC WMS standard.

OGC Web Map Service (WMS):

- Ključni standard za prikaz prostorskih podatkov v obliki spletnih zemljevidov.
- Omogoča dostop do geografskih podatkov v slikovnem formatu, ki se generirajo v realnem času iz podatkovnih slojev. Prostorski podatki se prikažejo kot slike (npr. JPEG, PNG, GIF).
- Omogoča določene interaktivne funkcije, kot so povečava in premikanje zemljevida, izbira slojev, možnost iskanja oz. poizvedovanja po določenih območjih ter filtriranje podatkov.
- Prikaz legende



INSPIRE omrežne storitve

Storitev prenosa

Cilj je vzpostaviti interoperabilno infrastrukturo za prostorske informacije, ki omogoča nemoteno izmenjavo in uporabo prostorskih podatkov v njihovi osnovni obliki (vektor, raster).

Za storitve prenosa se uporablja standarde OGC WFS, OGC WCS, OGC API – Features.

Funkcionalnosti storitev:

- Prenos celotnih podatkovnih nizov ali njihovih delov v različnih formatih (GML, GeoJSON, shapefile, GeoTIFF, itd.)
- Dostop do podatkov glede na uporabnikovo poizvedbo, kar omogoča, da uporabniki pridobijo samo tiste dele podatkov, ki jih potrebujejo, na podlagi prostorskih ali atributnih filtrov
- Možnost dostopa do podatkov v realnem času ali kot predhodno pripravljeni niz podatkov, ki so shranjeni za prenos.



INSPIRE metapodatki

Key pillars of interoperability

Harmonised data

- common data models
- harmonised vocabularies
- standard encodings

Harmonised services

conformant to well-known international standards

Harmonised metadata

for data and services documentation

Unique and persistent identifiers

for unambiguous reference to harmonised resources

Harmonisation is the key !



INSPIRE metapodatki

Glavni cilji INSPIRE metapodatkovnega profila:

- Olajšanje odkrivanja podatkov:
 - Uporabniki lahko z metapodatki hitro najdejo prostorske podatke, ki jih potrebujejo za svoje projekte.
- Omogočanje interoperabilnosti:
 - INSPIRE metapodatkovni profil sledi mednarodno priznanemu standardu ISO 19115 in ISO 19119 in zagotavlja, da so podatki razumljivi in uporabni na različnih GIS platformah.
- Zagotavljanje informacij o kakovosti in uporabi:
 - Metapodatki zagotavljajo informacije o natančnosti, izvoru, zanesljivosti, skladnosti in pravnih pogojih uporabe podatkov.



INSPIRE metapodatki

INSPIRE metapodatkovni profil je natančno določen niz pravil in specifikacij, ki opisujejo, kako morajo biti metapodatki za prostorske podatke in storitve strukturirani in organizirani.

Temelji na mednarodnih standardih ISO 19115 za metapodatke, ISO 19136 za geografske informacije (GML), ISO 19119 za storitve in drugih povezanih ISO standardih.



INSPIRE metapodatki

INSPIRE metapodatkovni profil določa naslednje elemente:

1 Identification.

- 1.1 Resource title
- 1.2 Resource abstract
- 1.3 Resource Type
- 1.4 Resource locator
 - 1.4.1 Resource Locator for data sets and dataset series
 - 1.4.2 Resource Locator for Services
- 1.5 Unique resource identifier
- 1.6 Coupled resource
- 1.7 Resource language

2 Classification of spatial data and services

- 2.1 Topic category.
- 2.2 Spatial data service type

3 Keyword

- 3.1 Keyword value
- 3.2 Originating controlled vocabulary

4 Geographic location

- 4.1 Geographic bounding box

5 Temporal reference

- 5.1 Temporal extent
- 5.2 Date of publication
- 5.3 Date of last revision
- 5.4 Date of creation

6 Quality and validity

- 6.1 Lineage
- 6.2 Spatial resolution

7 Conformity

- 7.1 Degree
- 7.2 Specification

8 Constraints related to access and use

- 8.1 Limitations on public access
- 8.2 Conditions applying to access and use

9 Responsible organisation

- 9.1 Responsible party
- 9.2 Responsible party role

10 Metadata on metadata

- 10.1 Metadata point of contact
- 10.2 Metadata date
- 10.3 Metadata language



INSPIRE v Sloveniji

- Direktiva INSPIRE je bila sprejeta l.2007
- Prenesena v slovenski pravni red z **Zakonom o infrastrukturi za prostorske informacije (ZIPI)**
- Nacionalna točka za stike je Geodetska uprava RS
- Vzpostavljen je [državni metapodatkovni sistem za prostorske podatke](#)
- Uveden je [Slovenski metapodatkovni profil](#)



OGC – Open Geospatial Consortium

- Mednarodna organizacija, ki razvija odprte standarde za prostorske podatke in storitve,
 - Združuje javne in zasebne organizacije, vključno z vladnimi agencijami, podjetji, raziskovalnimi inštituti in nevladnimi organizacijami,
 - Glavni namen je izboljšati interoperabilnost, dostopnost, uporabnost prostorskih informacij.
-
- <https://www.ogc.org/>



OGC – Open Geospatial Consortium

- Cilj OGC je vzpostaviti standarde, ki omogočajo:
 - **Izmenjavo prostorskih podatkov** med različnimi sistemi, aplikacijami in organizacijami.
 - **Interoperabilnost** med programsko opremo in storitvami, ki uporabljajo prostorske podatke.
 - **Dostop do prostorskih podatkov** na način, ki je enostaven za uporabo in razumevanje.
 - **Integracijo prostorskih podatkov** v različne aplikacije, od GIS (geografski informacijski sistemi) do spletnih storitev, mobilnih aplikacij in poslovnih rešitev.



OGC in ISO

Serija ISO 19100 obravnava različne vidike geografskih informacij, od strukture podatkov, storitev, metapodatkov in standardov za kodiranje prostorskih podatkov.

Nekateri standardi v tej seriji so neposredno razviti v sodelovanju z OGC, kar zagotavlja tehnično doslednost in uporabo teh standardov na globalni ravni.



OGC – definicija odprtih standardov

OGC opredeljuje odprte standarde kot standarde, ki so:

- **Prosto in javno dostopni** – Na voljo so brezplačno in neobremenjeni s patenti in drugo intelektualno lastnino.
- **Nediskriminatorni** – Na voljo so vsem, kateri koli organizaciji, kadarkoli in kjer koli brez omejitev.
- **Brez licenčnin** - za njihovo uporabo ni nobenih stroškov.
- **Neodvisni od ponudnika** - Neodvisni od ponudnika glede svoje vsebine in izvedbenega koncepta in ne dajejo prednosti nobenemu ponudniku pred drugim.
- **Podatkovno nevtralni** – standardi so neodvisni od katerega koli modela ali formata shranjevanja podatkov.
- **Na podlagi soglasja** – Opredeljeni, dokumentirani in odobreni so s formalnim postopkom soglasja, ki ga vodijo člani. Skupina za soglasje ostaja zadolžena za spremembe in noben posamezen subjekt ne nadzoruje standarda.



OGC standardi za storitve

- WMS (Web Map Service)
- WMTS (Web Map Tile Service)
- WFS (Web Feature Service)
- WCS (Web Coverage Service)
- CSW (Catalog Service for the Web):
- OGC API – Features, Maps, Tiles...
- ...



OGC standardi za prostorske podatke

- GML (Geography Markup Language)
- GeoPackage
- KML

- GeoTIFF
- ...



Standardizirani podatkovni modeli

- **Standardizirani podatkovni modeli** so strukturirane sheme, ki določajo enoten način organiziranja, shranjevanja in izmenjave podatkov znotraj določene domene.
- Namen teh modelov je zagotoviti interoperabilnost, zanesljivost in doslednost podatkov med različnimi sistemi, organizacijami in aplikacijami.
- Na številnih področjih so podatkovni modeli predpisani z zakonom, da zagotovijo skladnost s predpisi, kot je npr. **INSPIRE**.



Standardizirani podatkovni modeli

- **INSPIRE:**
 - INSPIRE določa natančne specifikacije podatkovnih modelov podatkov izbranih tematik iz Prilog I, II, III.
- **GeoSciML**
 - je standardiziran model za geološke podatke. Uporablja se za izmenjavo podatkov o zemeljski površini in podpovršju med različnimi geološkimi organizacijami po svetu.
 - GeoSciML je ključni del standardizacije geoznanstvenih podatkov v okviru pobude **OneGeology** in direktive **INSPIRE**.
- **EarthResourceML**
 - standard za izmenjavo digitalnih podatkov o nahajališčih mineralnih surovin, rudnikih in rudarski dejavnosti.
 - Je del ključni del standardizacije podatkov v okviru teme Mineralne surovine direktive INSPIRE



GeoSciML (Geoscience Markup Language)

- GeoSciML je bil razvit kot odgovor na potrebo po standardizaciji geoloških podatkov, da bi olajšali njihovo izmenjavo in združevanje med različnimi znanstvenimi institucijami, vladnimi organizacijami in industrijo.
- Format je bil razvit v okviru pobude **IUGS CGI (Commission for the Management and Application of Geoscience Information)**, ki je del **Mednarodne zveze za geološke vede** (International Union of Geological Sciences - IUGS).
- Prvi razvoj GeoSciML se je začel leta 2003 kot del projekta za geoznanstvene podatkovne infrastrukture, in sicer v sodelovanju z projekti/pobudami, kot so **OneGeology**, **INSPIRE**, in različnimi geološkimi službami po svetu.



Priporočeni formati za različne vrste podatkov

Vrsta podatkov	Priporočeni formati	Sprejemljivi formati
Tabelarni podatki	csv, .tab, .por, .xml	.txt, xls, .dbf, .ods, .sav, .dta, .mdb
Geoprostorski podatki	.shp, .shx, .dbf, .prj, .sbx, .sbn, .tif, .tfw, .dwg, .gml	.mdb, .mif, .kml, .ai, dxf, .svg
Besedilni podatki	.rtf, .txt, .xml	.html, .doc
Slikovni podatki	.tif	.jpg, .gif, .tif, .tiff, .raw, .psd, .bmp, .png, .pdf
Zvočni podatki	.flac	.mp3, .aif, .wav
Video podatki	.mp4, .ogv, .ogg, .mj2	.avchd
Dokumentacija in skripte	.rtf, .pdf, .xhtml, .htm, .odt	.txt, .doc, .xls, .xml

Centralna tehniška knjižnica Univerze v Ljubljani
Central Technical Library at the University of Ljubljana
Trg republike 3, SI-1000 Ljubljana
Slovenija / *Slovenia*



Univerza v Ljubljani

