

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Lavrič, E., 2014. Izdelava kartografske dokumentacije načrtovane cestne povezave med Slovenijo in Avstrijo. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Petrovič, D., somentor Rijavec, R.): 64 str.

Datum arhiviranja: 29-10-2014

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Lavrič, E., 2014. Izdelava kartografske dokumentacije načrtovane cestne povezave med Slovenijo in Avstrijo. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Petrovič, D., co-supervisor Rijavec, R.): 64 pp.

Archiving Date: 29-10-2014

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GEODEZIJA
SMER ZA PROSTORSKO
INFORMATIKO

Kandidat:

EDVARD LAVRIČ

**IZDELAVA KARTOGRAFSKE DOKUMENTACIJE
NAČRTOVANE CESTNE POVEZAVE MED SLOVENIJO
IN AVSTRIJO**

Diplomska naloga št.: 404/PI

**CREATING CARTOGRAPHIC DOCUMENTATION OF
PLANNED ROAD CONNECTION BETWEEN SLOVENIA
AND AUSTRIA**

Graduation thesis No.: 404/PI

Mentor:
doc. dr. Dušan Petrovič

Predsednica komisije:
doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

Somentor:
viš. pred. mag. Robert Rijavec

Ljubljana, 27. 10. 2014

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisani **EDVARD LAVRIČ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:

»IZDELAVA KARTOGRAFSKE DOKUMENTACIJE NAČRTOVANE CESTNE POVEZAVE MED SLOVENIJO IN AVSTRIJO«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 22.09. 2014

Edvard Lavrič

BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN POVZETEK

UDK:	528.9(497.4)(436)
Avtor:	Edvard Lavrič
Mentor:	doc. dr. Dušan Petrovič
Somentor:	viš. pred. mag. Robert Rijavec
Naslov:	Izdelava kartografske dokumentacije načrtovane cestne povezave med Slovenijo in Avstrijo
Tip dokumenta:	Diplomska naloga - visokošolski strokovni študij
Obseg in oprema:	64 str., 22 sl., 9 pregl., 4 pril.
Ključne besede:	kartirana nova cesta, Slovenija, Avstrija, direktna povezava, prometne obremenitve, vidiki umeščanja, kartografska dokumentacija, spiralni most, predor, TBM

Povzetek

V diplomski nalogi je podrobno opisana ter kartirana načrtovana nova cestna povezava med Slovenijo in Avstrijo. Nova cestna povezava bi izboljšala dostop Osrednjeslovenske regije do Logarske doline in naprej do Železne Kaple v Avstriji. V začetnih poglavjih sta na kratko predstavljena prometni sistem v Sloveniji in različni vidiki umeščanja ceste v prostor. Za tem pridemo do najobsežnejšega poglavja Načrtovanje kartografske dokumentacije, kjer je podrobno predstavljen način kartiranja, matematični elementi karte, opis uporabljenih kartografskih podatkov in podobno. V zadnjem delu diplome se nahajajo predvsem tehnični podatki spiralnega dviga ceste, predorov in izračun nivelete ceste. Ob koncu dela je predstavljena še ocena investicije. V prilogi sem izdelal Pregledno situacijsko karto v merilu 1 : 50 000, Situacijsko karto v merilu 1 : 10 000, Vzdolžni profil v merilu 1 : 10 000 in Prečni profil spiralnega dviga ceste, ki vsebuje tudi rešitev problematike kartiranja več nivojskih linijskih objektov.

BIBLIOGRAPHIC - DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 528.9(497.4)(436)
Author: Edvard Lavrič
Supervisor: Assist. Prof. Dušan Petrovič, Ph. D.
Co-advisor: Sen. Lect. Robert Rijavec, M. Sc.
Title: Creating cartographic documentation of planned road connection between Slovenia and Austria
Document type: Graduation Thesis - Higher professional studies
Notes: 64 p., 22 fig., 9 tab., 4 ann.
Key words: mapped new road, Slovenia, Austria, direct connection, traffic loads, aspects of positioning, cartographic documents, loop bridge, tunnel, TBM

Abstract

The diploma thesis describes planning and mapping of a new road connection between Slovenia and Austria. The new road connection would improve entry from the Central Slovenian region to Logarska valley and on to the Bad Eisenkappel in Austria. In the initial chapters is a brief presentation of transport system in Slovenia and various viewpoints of road positioning in space. The main chapter focuses on planning of cartographic documents, that present mapping method in detail, then the mathematical elements of maps, and description of the map sources. The last part of the thesis primarily explains the technical data of loop road, tunnels and calculation of the finished road level. In the final chapter is presented estimation of the investment. The maps that support planning of the road connection are General situational map at scale 1: 50,000, Detailed situational map at scale 1: 10,000, Longitudinal profile at scale 1: 10,000 and Transverse profile of the loop road, which also contains the solution to the problem of mapping multi-level linear facilities.

ZAHVALA

Za vso strokovno pomoč, nasvete in usmerjanja pri izdelavi diplomske naloge, se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Dušanu Petroviču in somentorju viš. pred. mag. Robertu Rijavcu.

Zahvaljujem se tudi g. Tomažu Petku z Geodetske uprave Republike Slovenije, da mi je preko Bundesamt für Eich und Vermessungsweser iz Avstrije omogočil pridobitev podatkov za izdelavo Situacijske karte 1 : 10 000.

Prav tako se iskreno zahvaljujem svojim staršem in dekletu, ki so mi ob vseh teh letih šolanja stali ob strani in me podpirali.

Hvala vsem!

KAZALO VSEBINE

IZJAVE.....	III
BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN POVZETEK.....	IV
BIBLIOGRAPHIC - DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT.....	V
ZAHVALA.....	VI
1 UVOD	1
2 CESTNI PROMETNI SISTEM V SLOVENIJI.....	3
2.1 Prometna politika Slovenije.....	3
2.2 Prometna politika Evropske unije.....	3
2.3 Prometne obremenitve na cestnem omrežju v Sloveniji.....	4
2.3.1 Karta prometne obremenitve v Sloveniji.....	5
3 VIDIKI UMEŠČANJA CESTNE POVEZAVE V PROSTOR IN NAČIN GRADNJE	7
3.1 Prometno - tehnične zahteve, pogoji in normativi načrtovanja cestne povezave	7
3.2 Okoljevarstveni vidik	8
3.2.1 Omejitve Natura 2000	9
3.3 Hidrografija območja in drugi vplivi.....	12
3.3.1 Erozija tal.....	14
3.4 Geološka sestava tal	14
3.4.1 Apnenec.....	16
3.4.1.1 Raba apnenca.....	16
3.4.2 Kamniško - Savinjske Alpe	17
3.4.2.1 Lega in nastanek Kamniško - Savinjskih Alp.....	17
3.5 Predori	18
3.5.1 Sodoben način gradnje predorov	18
3.5.2 Vrtalnik predorov TBM.....	19
3.5.2.1 Največji TBM vrtalni stroji na svetu	20
3.5.3 Najdaljši predor na svetu	22
3.5.3.1 V Švici prebili najdaljši železniški predor na svetu.....	23
3.5.3.2 Slovenski predori.....	25
4 NAČRTOVANJE KARTOGRAFSKE DOKUMENTACIJE.....	26
4.1 Kartografija - pomen	26

4.1.1 Uporablja se pri sledečih dejavnostih.....	26
4.1.2 S kartografijo so tesno povezana naslednja področja.....	26
4.1.3 Uporaba kart.....	27
4.2 Kartografska dokumentacija pri načrtovanju cestne povezave.....	27
4.2.1 Pregledna situacijska karta v merilu 1 : 50 000.....	28
4.2.2 Situacijska karta v merilu 1 : 10 000.....	28
4.2.3 Vzdolžni profil v merilu 1 : 10 000.....	29
4.2.4 Prečni profil spiralnega dviga ceste.....	29
4.3 Določitev matematičnih elementov.....	30
4.3.1 Geodetska osnova (geodetski datum).....	30
4.3.2 Kartografske projekcije.....	30
4.3.3 Merilo, orientacija ter natančnost karte in načrta.....	30
4.3.4 Območje s koordinatami.....	31
4.3.4.1 Območje s koordinatami na Pregledni situacijski karti v merilu 1 : 50 000.....	31
4.3.4.2 Območje s koordinatami na Situacijski karti v merilu 1 : 10 000.....	31
4.4 Uporabljeni kartografski podatki.....	32
4.4.1 Državna topografska karta merila 1 : 50 000 (DTK 50 in DTK 50V).....	32
4.4.2 Temeljni topografski načrti merila 1 : 5000 in 1 : 10 000 (TTN 5/10).....	33
4.4.3 Vektorski podatki in drugi pomožni viri.....	34
4.4.4 Digitalni model višin (DMV 12,5 m).....	34
4.4.5 Državni ortofoto (DOF050).....	35
4.5 Kategorizacija geografskih elementov.....	37
4.5.1 Vsebina in razdelitev na barvne sloje (Pregledna situacijska karta - DTK 50).....	37
4.5.2 Vsebina in razdelitev na barvne sloje (Situacijska karta - TTN 10).....	38
4.6 Določitev in kategorizacija zemljepisnih imen in ostalih napisov.....	39
4.7 Določitev načina prikaza posameznih objektov in pojavov.....	39
4.7.1 Prikaz spiralnega dviga ceste v Kamniški Bistrici na DTK 50.....	39
4.7.1 Prikaz spiralnega dviga ceste v Kamniški Bistrici na TTN 10.....	40
4.8 Programski paket OCAD 11.....	41
5 TRASA CESTE IN INFRASTRUKTURNI OBJEKTI.....	42
5.1 Tehnični podatki trase ceste.....	42
5.2 Pisni vzdolžni profil ceste.....	42

5.3 Infrastrukturni objekti.....	44
5.3.1 Spiralni dvig ceste	44
5.3.1.1 Matematični izračun spirale.....	45
5.3.1.2 Podobni spiralni dvig ceste.....	45
5.3.2 Predor Planjava (P7).....	47
5.3.3 Predor Matkov kot (P8)	48
5.4 Kubature zemeljskih del pri izkopu predorov	49
6 ANALIZA STROŠKOV IZGRADNJE CESTNE POVEZAVE	50
6.1 Premostitveni objekti.....	50
6.2 Predori	51
6.3 Predračunski stroški izgradnje nove cestne povezave	52
6.3.1 Opredelitev vrednosti infrastrukture.....	52
7 ZAKLJUČEK	54
8 GRAFIČNE PRILOGE	56
VIRI	57

KAZALO SLIK

Slika 1: Obstoječa cestna mreža v Sloveniji in obravnavano območje	2
Slika 2: Karta prometnih obremenitev Slovenije iz leta 2012	5
Slika 3: Prikaz prisotnosti nature 2000 in območje načrtovanja trase ceste	10
Slika 4: Prikaz zaščitenih območij na nacionalni ravni in območje načrtovanja trase ceste	11
Slika 5: Prikaz hidrografije na obravnavanem območju.....	13
Slika 6: Prikaz geološke sestave tal in območje trase ceste.....	15
Slika 7: Kamniško Sedlo v Kamniško - Savinjskih Alpah	17
Slika 8: Vrtalni stroj TBM Herrenknecht model S-210 je skupno dolg 410 m in tehta preko 3000 ton	19
Slika 9: Vrtalni stroj TBM Bertha, širina 17,5 m, teža 7000 ton, izdelana na Japonskem	21
Slika 10: Predor Seikan na Japonskem.....	22
Slika 11: Predor Gotthard v Švici.....	24
Slika 12: Predor Karavanke v Sloveniji	25
Slika 13: Razdelitev na liste, izdelava in obnova DTK 50 po letih in obravnavano območje.....	32
Slika 14: Mreža listov TTN 5 in TTN 10 ter obravnavano območje.....	33
Slika 15: Ortofoto DOF050 - pokritost Slovenije po letih izdelave ter obravnavano območje.....	36
Slika 16: Prikaz spiralnega dviga ceste v Kamniški Bistrici na DTK 50	39
Slika 17: Prikaz spiralnega dviga ceste v Kamniški Bistrici na TTN 10.....	40
Slika 18: Sistem obdelave podatkov v OCAD 11	41
Slika 19: Enojna spirala (prikaz matematičnih elementov).....	45
Slika 20: Kawazu-Nanadaru spiralni most pogled od zgoraj	46
Slika 21: Kawazu-Nanadaru spiralni most pogled od spodaj	46
Slika 22: Primerjava povprečnih stroškov gradnje predorov med državami Evropske unije.....	51

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razdelitev na barvne sloje za reprodukcijo (Pregledna situacijska karta - DTK 50)	37
Preglednica 2: Razdelitev na barvne sloje za reprodukcijo (Situacijska karta - TTN 10).....	38
Preglednica 3: Glavni tehnični podatki nove trase ceste	42
Preglednica 4: Pisni vzdolžni profil trase ceste	43,44
Preglednica 5: Tehnični podatki za predor Planjava (P7)	47
Preglednica 6: Tehnični podatki za predor Matkov kot (P8).....	48
Preglednica 7: Kubature materiala pri izkopu predorov	49
Preglednica 8: Ocena gradbenih del načrtovane nove cestne povezave	52
Preglednica 9: Ocena investicije načrtovane nove cestne povezave	53

1 UVOD

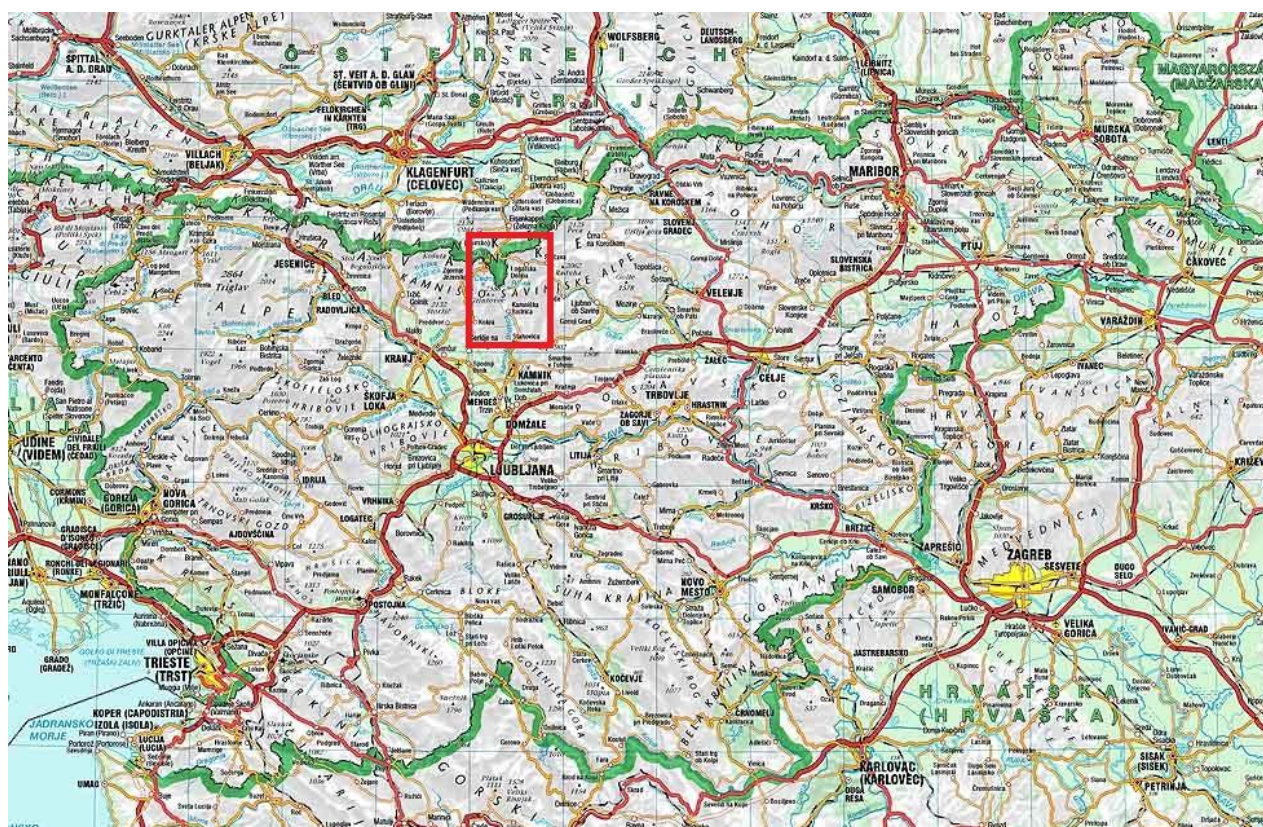
Glavna cestna infrastruktura v Sloveniji je oblikovana v avtocestni križ, ki poteka v smeri severovzhod - jugozahod in severozahod - jugovzhod. Ti dve povezavi sta se do danes kar dobro uredili. Težave se kažejo predvsem pri vzdolžni povezavi v smeri sever - jug (povezava Osrednjeslovenske regije s sosednjo državo Avstrijo). Zaradi naravnih geografskih ovir ni neposredne cestne povezave med mestom Kamnik in Železno Kaplo (*Bad Eisenkappel*). Kot primer lahko navedem Kamniško - Savinjske Alpe, katere so verjetno vzrok, da se podobna povezava še ni zgradila (slika 1).

Sedaj je najkrajša možna pot med omenjenima mestoma dolga 65,2 km, za kar prebivalec Kamnika porabi približno 1h 20 min vožnje z avtom (Google Map, 2014). Po novi ureditvi, katero predstavljam v diplomskem delu, bi bila dolžina cestne povezave 42,6 km, kar bi pomenilo 45 min vožnje z avtom ali kar 35 min manj.

Poleg hitrejšega ter kakovostnejšega dostopa do sosednje države Avstrije, bi nova povezava pomenila odprtje do sedaj zelo zaprte Logarske doline z osrednjo Slovenijo in Avstrijo. Nova povezava bi povečala prihod tujih turistov v Slovenijo in s tem omogočila, da pokažemo Evropi našo lepo deželo. Posledično bi prispevala tudi k večji zaposljivosti brezposelnih v turizmu. Predvidena je tudi kulinarična in druga ponudba slovenskih kmetov na urejenih stojnicah v Logarski dolini in Kamniški Bistrici. Povezava bi poleg omenjenega omogočila hitrejši dostop Avstrijcev do Letališča Jožeta Pučnika Ljubljana.

V tem smislu bi bilo potrebno na obstoječem kartografskem materialu raziskati prostorske zmožnosti in najti tako za promet kot za okolje najugodnejšo rešitev. Pri izdelavi kart sem uporabil obstoječe podatke DTK 50, TTN 10 in DMV. Za Situacijsko karto 1 : 10 000 sem preko ustreznih služb Geodetske uprave Republike Slovenije od Avstrijskega BEV (*Bundesamt für Eich und Vermessungsweser*) pridobil vektorske podatke za avstrijsko stran. Glede okoljevarstvenih zahtev sem imel na vpogled Naturo 2000 (Natura 2000, 2014), Atlas okolja, Geološko karto Slovenije, idr. Geološka sestava na območju trase ceste je po večini apnenčasta.

Predvidena nova cestna povezava se prične v Kamniški Bistrici, kjer bi se s štirikratnim spiralnim dvigom ceste (premer 420 m), povzpeli za 200 m višine, kar bi bila brez dvoma sodobna znamenitost in *unikum* v Evropi. Na vrhu spiralnega dviga pri vstopu v predor, bi postavili razgledno ploščad s kavarno. Sledil bi vstop v enocestni in dvosmerni predor Planjava dolžine 5998 m. Za prevoženim predorom bi prispeli v Logarsko dolino, kjer bi imeli možnost pot nadaljevati v smeri Avstrije ali pa po Logarski dolini v smeri vasi Podbreznik. V smeri Avstrije bi preko krožišča pot nadaljevali v drugem predoru Matkov kot dolžine 5263 m, kjer bi načrtovano traso zaključili v dolini Belske Kočne v Avstriji. Celotna dolžina nove projektirane trase znaša približno 18,3 km.



Slika 1: Obstoječa cestna mreža v Sloveniji in obravnavano območje

(Vir: <http://www.gu.gov.si/>)

Namen naloge je zasnovati novo cestno povezavo med Slovenijo in Avstrijo ter z numeričnimi izračuni, raznimi vidiki umeščanja in drugimi podatki dokazati, da jo je možno narediti in jo ustrezno kartografsko predstaviti.

V ta namen sem izdelal: Pregledno situacijsko karto v merilu 1 : 50 000 (Priloga A.1), Situacijsko karto v merilu 1 : 10 000 (Priloga B.1), Vzdolžni profil ceste v merilu 1 : 10 000 (Priloga B.2) in Prečni profil spiralnega dviga ceste (Priloga B.3).

2 CESTNI PROMETNI SISTEM V SLOVENIJI

Slovenija je 1. maja 2004 postala članica Evropske unije. V Evropski uniji ima vsaka država članica svoje plane razvoja prometa in prometne infrastrukture, ki pa v osnovi sledijo evropskim strategijam oziroma vizijam, kjer je glavno vodilo »brezmejnost« ali prosti prometni tok med mejami. Cilji prometne politike v Sloveniji so trenutno podani z Resolucijo o prometni politiki Republike Slovenije (RePPRS). In nekaj teh ciljev je upoštevanih pri načrtovanju nove cestne povezave med Slovenijo in Avstrijo.

2.1 Prometna politika Slovenije

Cilji prometne politike na nacionalni ravni sledijo zahtevam Evropske Unije (EU) in so med drugim: povečanje prometne varnosti in varovanje, učinkovita raba energije in čisto okolje, povečanje obsega in kakovosti javnega potniškega prometa, usklajeno delovanje celotnega transportnega sistema, zagotavljanje ustrezne prometne infrastrukture in drugi. Pomemben ukrep prometne politike bo uvedba sistema plačevanja uporabe prometne infrastrukture po načelu stroškov, ki jih uporabnik infrastrukture povzroči sebi, drugim in družbi. Način vrednotenja takega modela je še v povojih. V Resoluciji o prometni politiki so predvideni tudi ukrepi kot so: izdelava celovitega prometnega modela in državnega razvojnega načrta prometnega sistema, razvoj prometne infrastrukture, razvoj tehnik in tehnologij v prometu, spodbujanje uporabe varčnejših in ekološko sprejemljivejših vozil, odprava črnih točk na cestah, umirjanje prometa v naseljih in ostali. Prometna politika predvideva tudi ukrepe za izboljšanje mobilnosti prebivalstva ter ukrepe na področju javnega potniškega prometa. Navedeni so tudi ukrepi s področja tovarnega prometa (Promet, 2014).

Za prometno politiko sta pomembni še Alpska konvencija, ki jo je Slovenija ratificirala v letu 1995 in deklaracija iz Züricha, ki jo je novembra 2001 podpisala skupina ministrov držav Avstrije, Italije, Francije, Nemčije in Švice, v prisotnosti Evropske komisije. Bistven prispevek te skupine je sprejem Evropske direktive o varnosti v cestnih predorih. Ministri, pristojni za področje prometa so se dogovorili, da bodo sledili trem ciljem: izboljšanju varnosti pri prehodu Alp, obvladovanju cestnega prevoza blaga na prometnih poteh v Alpah in spodbujanju takšnih načinov prevoza, ki pomenijo alternativo cestnemu prometu. Iz tega sledi, da bi lahko bila alternativa načrtovani cesti tudi možna železniška povezava.

2.2 Prometna politika Evropske unije

Zaradi naraščajočega cestnega prometa se države predvsem pa njihova večja mesta, srečujejo z velikimi težavami pri urejanju prometnih razmer. Ker je Slovenija članica EU, je podlaga za uresničevanje prometne

politike v tako-imenovani beli knjigi o dokončnem oblikovanju notranjega trga, ki je med drugim predvidela izgradnjo prometne infrastrukture v interesu skupnosti, poenostavitev pregledov ter formalnosti ob prehodu čez mejo, izboljšanje varnosti in razvoj skupne prometne politike.

Bela knjiga Evropske komisije navadno poveže pridobljena stališča stroke in politike v uradne zakonske predloge. Bele knjige naj bi objektivno, verodostojno poročale o stanju in razvojnih napovedih. Na splošno jih uporabljajo kot sredstva za izčrpno predstavljanje vladne politike, preden ta predlaga novo zakonodajo. Z javno objavo vlada preizkusi odziv javnosti na predlagane rešitve in predvidi možne posledice. Odločevalci pogosto naročijo izdelavo bele knjige univerzam ali skupinam uglednih znanstvenikov, ker želijo svoje politike opreti na ekspertna mnenja in jih utemeljiti z rezultati raziskav. V nekaterih državah je bela knjiga tipičen dokument vlade, s katerim ta parlamentu predlaga določeno razvojno politiko. Bela knjiga ima nekakšno dvojno vlogo: po eni strani predstavlja že odločeno vladno politiko, po drugi strani pa izziva odgovore javnosti nanjo in išče še druga mnenja (Eurydice, 2014).

V beli knjigi Komisije iz 1998 (poštene uporabnine za infrastrukturo) je predviden postopni pristop za skupni okvir uporabnin za prometno infrastrukturo v EU (COM(98) 466). Komisija je opozorila na velike razlike med državami članicami pri zaračunavanju uporabnin za prometne poti. Cilj te knjige je glede na skupni obseg prometa ustaliti delež okolju prijaznejših vrst prometa na ravni iz leta 1998. Pomembno področje obravnava pravice in dolžnosti uporabnikov prometnih sistemov, akcijski program za izboljšanje varnosti v cestnem prometu in izboljšanje pravic potnikov. Leta 2003 je Evropski parlament sprejel resolucijo o beli knjigi Komisije na temo Evropska prometna politika do leta 2010. V njej je poudarjeno merilo trajnosti. Z resolucijo iz leta 2008 je oblikoval številna priporočila za ukrepanje na področju okoljske, podnebne in energetske politike v povezavi z evropsko prometno politiko. Leta 2008 je Evropski parlament sprejel resolucijo k zeleni knjigi Komisije z naslovom Za novo kulturo mobilnosti v mestih. Parlament je zahteval oblikovanje celovitega pristopa za mobilnost v mestih, ki bi služil kot skupni referenčni okvir za evropske, nacionalne, regionalne in lokalne uporabnike (Promet, 2014).

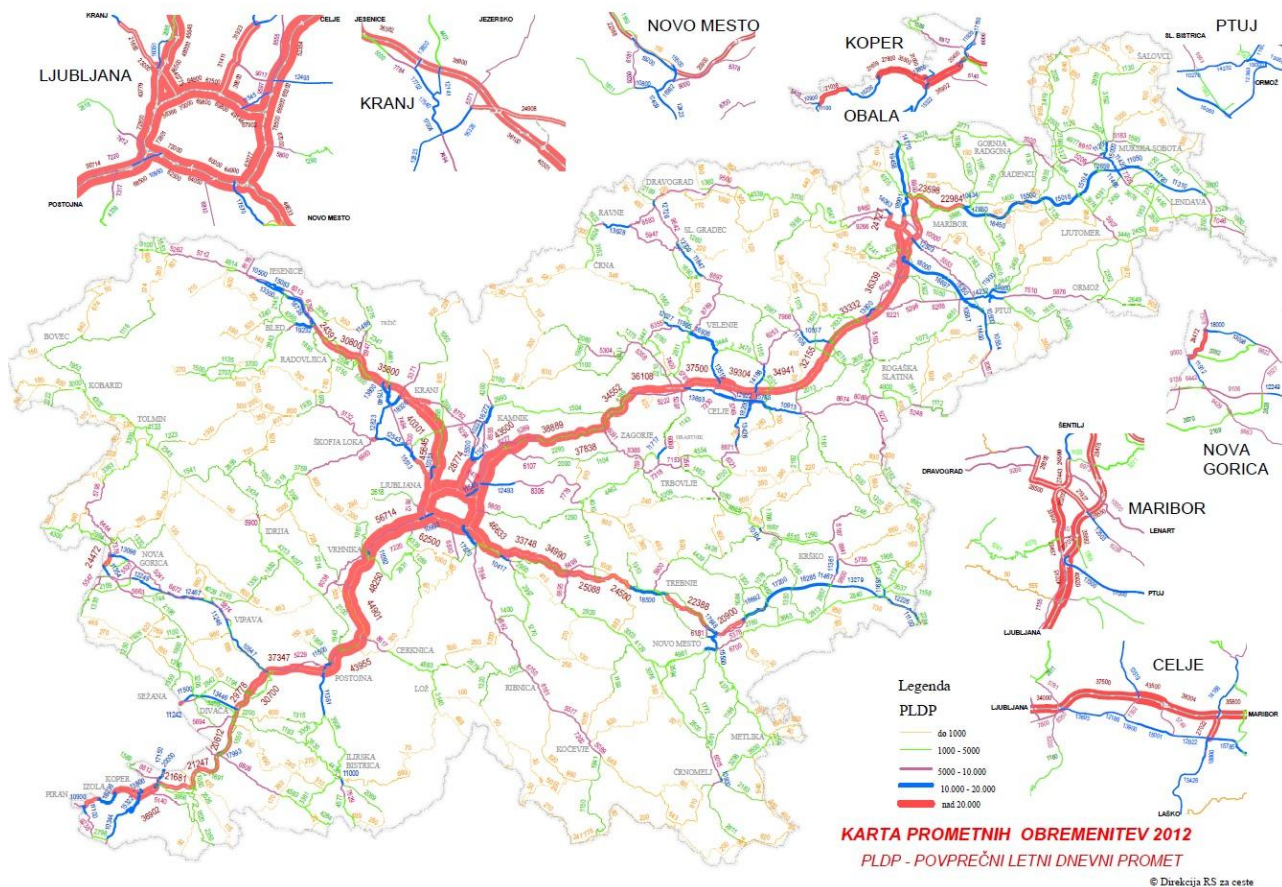
2.3 Prometne obremenitve na cestnem omrežju v Sloveniji

Podatki o prometnih obremenitvah so pripravljani na osnovi podatkov, pridobljenih s posameznimi ročnimi štetji prometa, ter iz avtomatskih števecv prometa na območju celotne Slovenije. Ti tako-imenovani števniki podatki so ena temeljnih informacij o prometu na cestah, saj omogočajo izračun povprečnega letnega dnevnega prometa (PLDP) »število motornih vozil, ki v 24 urah peljejo mimo števnege mesta na povprečni dan v letu« (Promet, 2013).

2.3.1 Karta prometne obremenitve v Sloveniji

Na spodnji karti (slika 2) vidimo prometno obremenitev v Sloveniji v letu 2012. Na karti je lepo vidna obremenitev predvsem v tako-imenovanem cestnem križu. V smeri severovzhod - jugozahod je močno obremenjena avtocesta A1, predvsem zaradi povezave dveh največjih mest v Sloveniji in tranzitnih tokov iz Vzhodne Evrope v Italijo, Francijo ter Španijo. Podobna obremenitev je tudi na avtocesti A2, kjer je poleti zelo velik turistični tranzit proti Hrvaški. Promet tu pretežno poteka preko predora Karavanke v smeri Ljubljane in naprej proti Istri.

Prav tu bi nova razvojna os, katero predstavljam, pripomogla k razbremenitvi avtocestnega križa A1 in A2. Opazimo lahko tudi to, da povprečnega letnega dnevnega prometa v vertikalni smeri severno od Ljubljane, razen hitre ceste Črnuče - krožišče Tomačevo, praktično ni.



Slika 2: Karta prometnih obremenitev Slovenije iz leta 2012

(Vir: http://www.dc.gov.si/fileadmin/dc.gov.si/pageuploads/Promet/Promet2013/Prometne_obremenitve_2012_karta.pdf)

Menim, da bi bila nova povezava dobrodošla predvsem za Koroško regijo v Avstriji. Odprla bi možnost nove cestne povezave z osrednjo Slovenijo. Upoštevati pa moramo, da propustnost ceste ne bi imela podobnega učinka kot avtocesta, vendar bi pomembno prispevala k boljši povezavi med državama in potencialnemu razvoju območja.

3 VIDIKI UMEŠČANJA CESTNE POVEZAVE V PROSTOR IN NAČIN GRADNJE

V tem poglavju so predstavljeni različni vidiki umeščanja trase ceste, kateri so tudi imeli vpliv pri načrtovanju. Poleg tega je predstavljen sodoben način gradnje predorov s TBM vrtalnim strojem in druge zanimivosti.

3.1 Prometno - tehnične zahteve, pogoji in normativi načrtovanja cestne povezave

Pri projektiranju ceste in cestnih objektov se upoštevajo sodobni postopki tehnologije projektiranja, gradnje in vzdrževanja, da je projektna rešitev racionalna ter prilagojena ureditvi okolja in prostora. Geometrijski in konstrukcijski elementi cest morajo omogočati varno uporabo cest in so določeni s prometno funkcijo in vrsto ceste, ter se določajo na osnovi prometne funkcije, vrste ceste, kategorije terena in prometnih obremenitev. Pri projektiranju je potrebno upoštevati tudi zahtevnost terena, strukturno urejenost prostora, geotehnične in hidrotehnične pogoje ceste ter ostale posebne pogoje območja: veter, sneg, zaščita naravnega ali bivalnega okolja (Pravilnik, 2005).

Predori se zaradi pomembnih razlik pri učinku dolžine predorov na psihofizično stanje in odzive voznikov, zaradi razlik pri uporabi geometrijskih in tehničnih elementov pri ureditvi ceste skozi predor in zaradi pomembnih razlik pri gradnji predora, delijo na kratke - do 200 m, srednje dolge - od 200 m do 1000 m in dolge - nad 1000 m.

V dolgem predoru so horizontalni geometrijski elementi osi ceste omejeni s preglednostjo, maksimalnim prečnim nagibom 4 % ter s pogoji iz 10. in 11. člena omenjene uredbe. Vzpon nivelete je minimalen na ravni zagotavljanja odvodnjavanja, niveleta pa izvedena v skladu z določbami 12. člena te uredbe. Hitrost je omejena na največ 80 km/h v dvosmernih predorih oziroma 100 km/h v enosmernih.

Zaradi posebnih razmer v predoru (izpušni plini, večja verjetnost nastanka prometne nesreče zaradi močno različnih vozni hitrosti težkih vozil in pri zaustavitvah prometa, ukrepanje ob požaru, nevarnost koncentracije naravnih plinov in vode med gradnjo) je potrebno vedno izbirati čim manjše vzdolžne nagibe nivelete.

Maksimalni vzdolžni nagib nivelete v predoru je iz zgoraj navedenih razlogov omejen. Priporočene vrednosti so: V kratkih predorih ni posebej omejen, vendar naj ne preseže 4 %, v srednje dolgih predorih naj ne preseže 3,0 %, zaželeno 2,5 %, v dolgih predorih naj ne preseže 1,5 %, zaželeno 1 %. Navedene priporočene vrednosti maksimalnega vzdolžnega nagiba veljajo za celoten potek nivelete.

Povečanje nagiba preko priporočenih vrednosti iz prejšnjega odstavka, vendar ne več kakor do nagiba 5 %, je mogoče le v posebnih primerih: glede na vrsto prometa (delež težkih vozil > 3,5 t je do 5 %), glede na geografski položaj predora, glede na geološko - geotehnične pogoje gradnje, glede na prevladujoče vremenske razmere in smerni položaj predora in v izjemnih terenskih razmerah - gorski teren (Uredba, 2006).

Pri načrtovanem spiralnem dvigu ceste v Kamniški Bistrici je po uredbi upoštevan naklon pod 4 %, v primeru dveh daljših predorov Planjava - P7 in Matkov kot - P8 pa pod 1,50 % (Priloga B.2).

3.2 Okoljevarstveni vidik

Evropska Unija in v njenem sklopu tudi Slovenija ima enega izmed najstrožjih okoljskih standardov na svetu. Prednostne naloge so danes boj proti podnebnim spremembam, ohranjanje biotske raznovrstnosti, odgovorna raba naravnih virov ter ohranjanje narave in naravnih znamenitosti.

Varstvo okolja ureja Zakon o varstvu okolja (ZVO), ki je bil sprejet leta 2004. Podzakonski predpisi pa so se spremenili 26.11.2013. Za izvajanje pravnih postopkov je pristojna Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). Kot država evropske unije je Slovenija dolžna spoštovati tudi evropska načela (Varstvo okolja, 2014).

V tem delu sem pri načrtovanju trase nove cestne povezave »naletel« na dokaj občutljivo območje. Kamniška Bistrica, Logarska dolina in Belska Kočna v sosednji Avstriji, so del zaščitene območij po Naturi 2000 ter drugih naravnih in kulturnih znamenitostih.

Pri načrtovanju sem imel v mislih tudi okoljevarstveni vidik, kot ga je bilo mogoče upoštevati. Načrtovana trasa je speljana tako, da v najmanjši meri degradira okolje. Pri koncu dolin Kamniške Bistrice, Logarske doline in Belske Kočne v sosednji Avstriji, je predvidena »slepa ulica«, kjer bi v veliki meri zaščitili naravo. Infrastrukturni objekti so v večini pod zemljo. Preko ventilacijskega odsesavanja s predorov, lahko nadzorujemo onesnaženost zraka (prisotnost težkih kovin). Zrak pa nato prečistimo s za to primernimi čistilnimi napravami.

Pomembno pri tem je zaščititi naravo in živa bitja, ki živijo z naravo v tem delu Evrope.

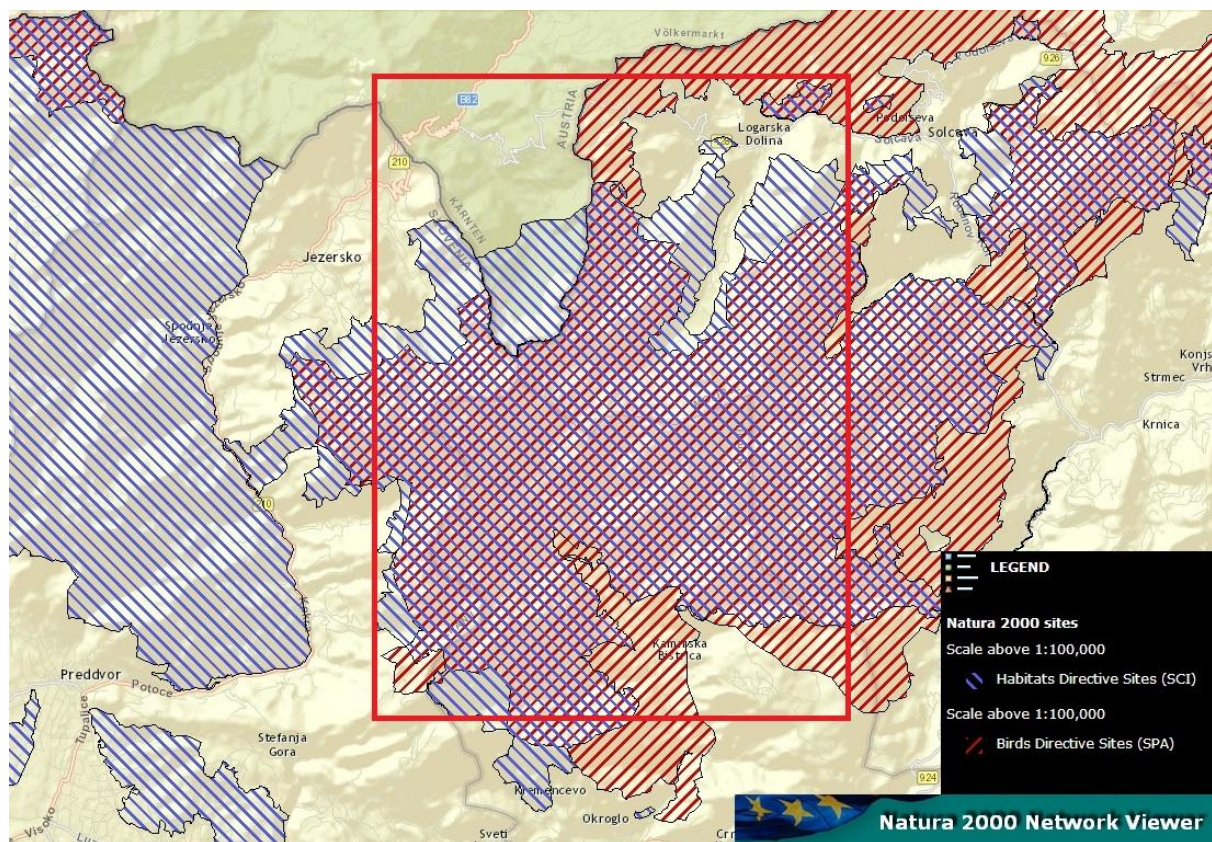
3.2.1 Omejitve Natura 2000

Na območju predvidene nove cestne infrastrukture so podane omejitve Nature 2000. Natura 2000 je evropsko omrežje posebnih varstvenih območij, ki so jih določile države članice Evropske unije. Njen glavni cilj je ohraniti biotsko raznovrstnost za prihodnje rodove. Na varstvenih območjih želimo ohraniti živalske in rastlinske vrste ter habitate, ki so redki ali pa so v Evropi že ogroženi.

Evropska unija je omrežje Natura 2000 uvedla kot enega od pomembnih delov izvajanja direktive o habitatih in direktive o pticah. Slovenija je ob pridružitvi Evropski uniji določila seznam naravnih območij, ki ustrezajo merilom obeh direktiv.

Direktivi podpirata trajnostni razvoj, ki lahko zadovoljuje potrebe sedanjih rodov, hkrati pa ne škoduje potrebam prihodnjih. Na varstvenih območjih Natura 2000 direktivi ne izključujeta človeške dejavnosti. Vendar pa moramo zagotoviti, da te dejavnosti ne bodo ogrozile narave, temveč bodo (kadar bo to mogoče) njeno ohranjanje podpirale (Natura, 2014).

Na načrtovanem območju sta po Naturi 2000 prisotni dve zaščiteni območji. To sta območja Nature 2000, kateri sta določeni na podlagi direktive o pticah (SPA), ki je na sliki 3 označena z rdečo šrafuro in direktive o habitatih (pSCI, SAC), ki je označena z modro šrafuro.

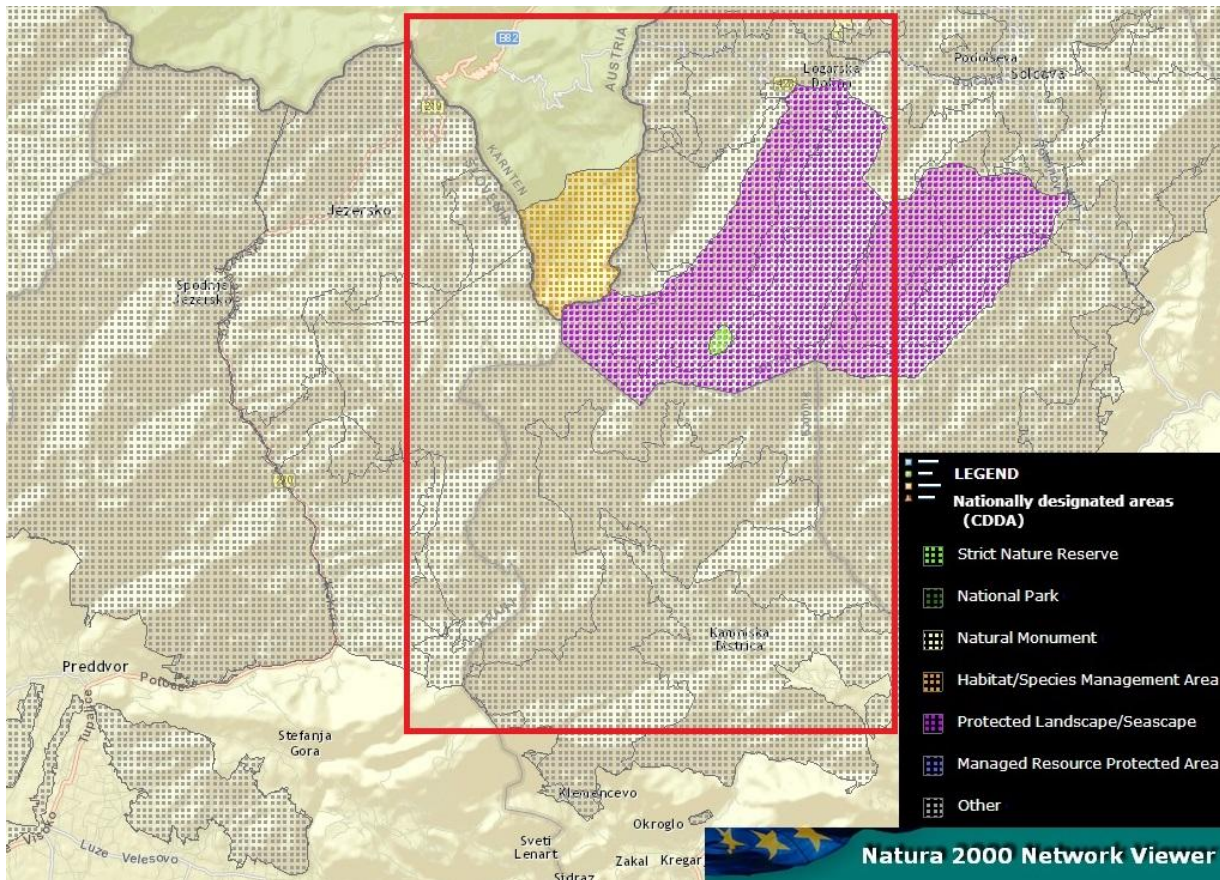


Slika 3: Prikaz prisotnosti Nature 2000 in območje načrtovanja trase ceste

(Vir: <http://natura2000.eea.europa.eu/#>)

Za prikaz prisotnosti Nature 2000 sem uporabil originalni internetni program Nature 2000. Prikaz na slovenski različici internetnega programa Atlas okolja (Agencija Republike Slovenije za okolje), žal nima podatkov za dolino Belske Kočne, katera pa je pri načrtovanju trase tudi prisotna.

Poleg teh dveh direktiv je pri varovanju narave potrebno upoštevati tudi druge vidike, zaščitene na nacionalni ravni (slika 4). To so: strogi naravni rezervati, nacionalni parki, naravni spomeniki, habitati, zaščitene pokrajine in druge omejitve.



Slika 4: Prikaz zaščiteneh območij na nacionalni ravni in območje načrtovanja trase ceste

(Vir: <http://natura2000.eea.europa.eu/#>)

3.3 Hidrografija območja in drugi vplivi

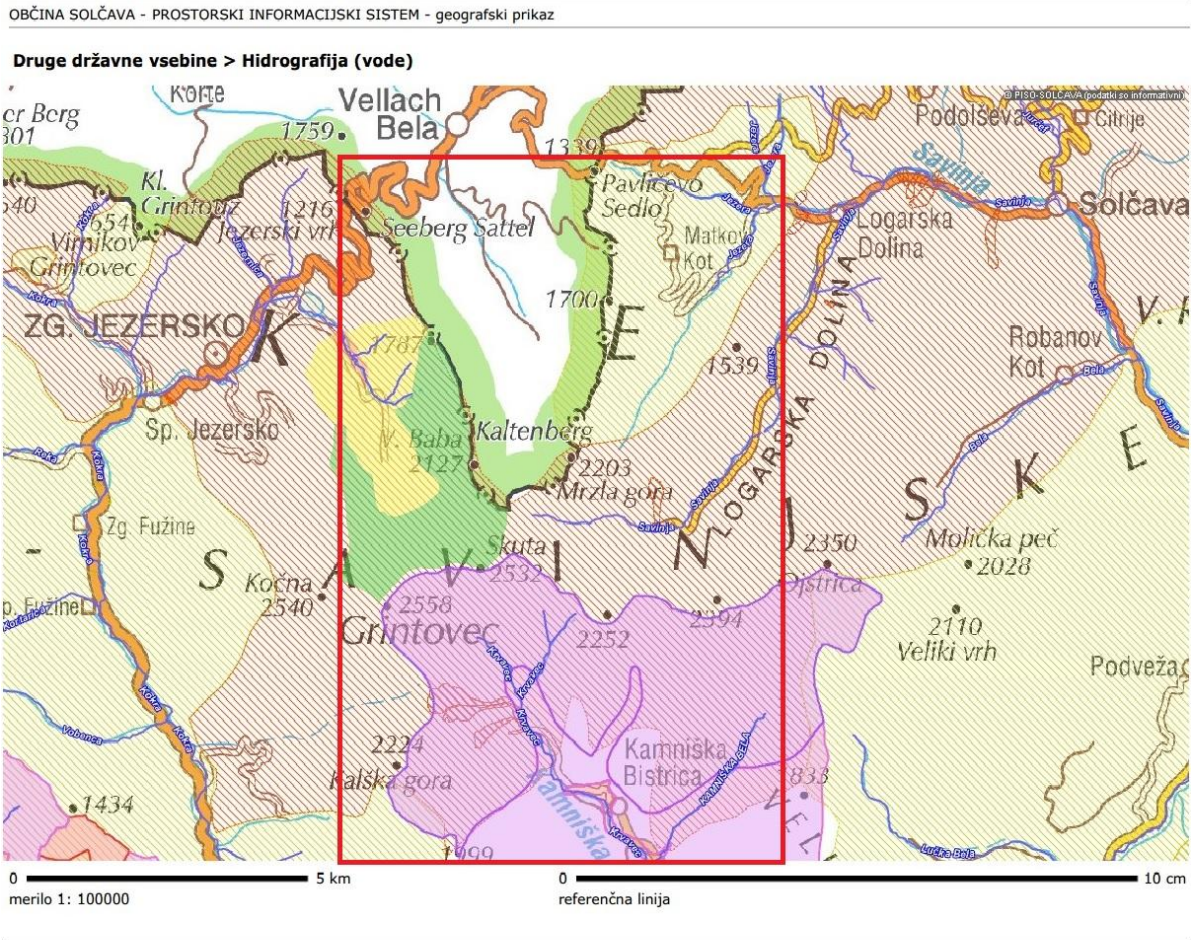
V okviru hidrografije so za slovensko stran združene naslednje vsebine iz sklopa hidroloških značilnosti območja: vodotoki, območja podtalnice, poplavna območja, zavarovani vodni viri, vodovarstvena območja, erozijska območja, ipd.

Podobno kot varstvo narave tudi hidrografija ponuja vsebine, ki so varovalnega ali omejitvenega značaja. Na način gradnje trase ceste, definitivno vplivajo erozijska območja. Točnost erozijskega sloja na prikazu spodaj je pogojena z merilom 1 : 250 000. Zaščitena vodovarstvena območja so prikazana na občinski in državni ravni, pri obeh pa so ločene stopnje varovanja. Prikazana so zajetja in zavarovani vodni viri ter območja podzemnih voda, kakor tudi vodotoki (Hidrografija, 2014).

Na analiziranem območju lahko opazimo kar nekaj omejitev (slika 5). Tako na občinskem, kot tudi na državnem nivoju so vidna zaščitena vodovarstvena območja. Erozijska območja se nahajajo v Kamniški Bistrici, Logarski dolini in verjetno tudi v dolini Belske Kočne. Podane omejitve sem pri načrtovanju v veliki meri upošteval. Traso ceste sem speljal tako, da bi v najmanjši možni meri prizadela zaščitena območja. Materiale za gradnjo bi morali verjetno prilagoditi erozijskemu območju.

S karte za potresno nevarnost Slovenije (povratne dobe 475 let) je razvidno, da je območje načrtovane nove cestne povezave v zmernem delu potresne aktivnosti. Projektni pospešek tal se na tem območju giblje med 0,15 g in 0,175 g. Ob izgradnji cestne povezave bi bilo potrebno upoštevati omenjena dejstva.

Poleg tega še ugotavljam, da je na obravnavanem območju kar nekaj kulturnih spomenikov in zaščitene kmetij. Vseeno pa so od načrtovane povezave dovolj odmaknjeni, da ne bi bili posebej ogroženi.



LEGENDA:

Erozijska območja (! OPOZORILO ! - karta na

merilu 1:250 000)

- Strogo varovanje
- Zahtevni zaščitni ukrepi
- Običajni zaščitni ukrepi

Vodovarstvena območja - državni nivo

- 0, 1
- 2, 2A, 2B
- VVO 3

Vodotoki



Vodovarstvena območja - občinski nivo

- 1, 1A, 1B
- 2
- 3
- 4

Slika 5: Prikaz hidrografije na obravnavanem območju

(Vir: <http://www.geoprostor.net/piso/ewmap.asp?obcina=SOLCAVA>)

3.3.1 Erozijska tal

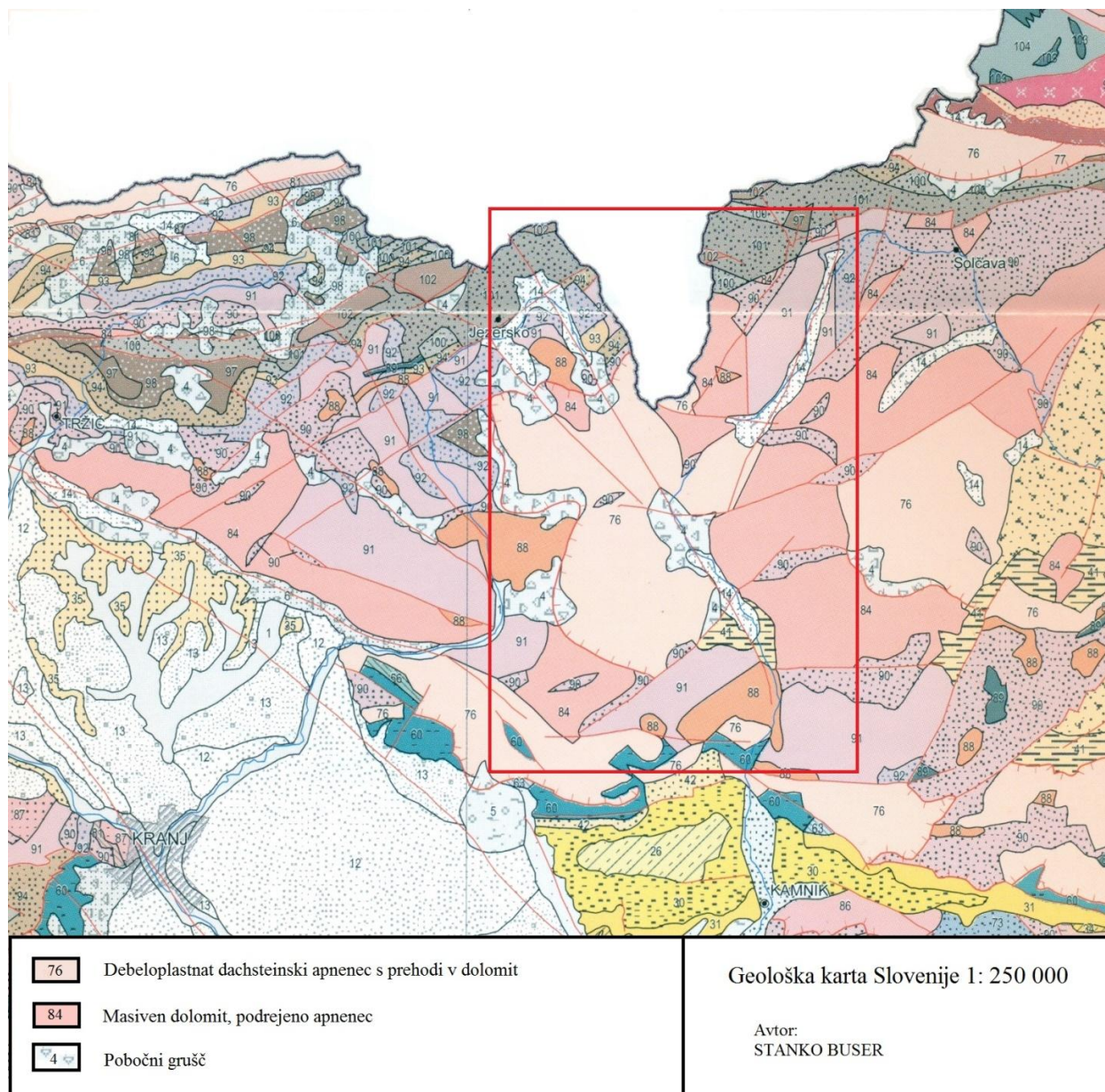
Erozijska območja so predvsem povezana z izviri, še zlasti v Kamniški Bistrici. Tovrstne težave ureja Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja iz leta 2008.

Cilji te uredbe so: zmanjševanje poplavne in erozijske ogroženosti prebivalcev, gospodarskih dejavnosti in kulturne dediščine, v skladu s predpisi o vodah in s predpisi o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami, ohranitvi vodnega in obvodnega prostora, potrebnega za poplavne in erozijske procese ter zagotavljanju okoljskih ciljev na območjih poplav in erozije v skladu s predpisi o varstvu okolja in s predpisi o vodah (Erozijska, 2014).

3.4 Geološka sestava tal

Z geološke karte je razvidno, da v veliki meri na predvidenem območju trase infrastrukturnih objektov prevladuje apnenec. Geološka sestava tal (slika 6) je zgolj informativno prikazana iz Geološke karte Slovenije 1 : 250 000 (Buser, 2010).

Obstoječa geološka karta (slika 6) je sicer premalo natančna. O načinu gradnje in podrobnem načrtovanju trase bi se odločili, ko bi dobili rezultate detajlnih raziskav geološke sestave tal v različnih globinah.



Slika 6: Prikaz geološke sestave tal in obravnavano območje

(Vir: <http://www.geo-zs.si/podrocje.aspx?id=441>)

3.4.1 Apnenec

Apnenec je sedimentna kamnina, ki jo sestavlja pretežno kalcijev karbonat (CaCO_3) v obliki minerala kalcita in aragonita, poleg tega pa tudi dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Čisti apnenci so bele ali skoraj bele barve. Zaradi nečistoč kot so: ilovica, pesek, organski ostanki, železov oksid in druge snovi, so lahko apnenci tudi obarvani, še posebej na preperelih površinah. Apnenec je lahko kristalen, klastičen, zrnast, ali kompakten, odvisno od načina nastanka. Kristali kalcita, kremen, dolomit ali barit, lahko oblikujejo manjše votline v skalah. V plasteh apnenca so pogoste grude kremenca (Apnenec, 2014).

3.4.1.1 Raba apnenca

Apnenec uporabljajo za cestne temelje, gradnjo zgradb in pokrajinske gradnje, ter izdelavo apna. Posebej priljubljen je v arhitekturi; številne razpoznavne zgradbe po svetu, posebej v Evropi in Severni Ameriki, so zgrajene pretežno iz tega materiala. Apnenec je lahko dostopen in ga je razmeroma preprosto rezati na kocke ali bolj dovršeno klesati. Je trpežno gradivo, odporno na vplive okolja, vendar zaradi svoje teže in cene ni praktičen za visoke stavbe. Uporablja se za pročelja (ali fasade) nekaterih nebotičnikov, vendar le v tankih slojih.

Raba apnenca je bila najbolj priljubljena v poznem 19. in zgodnjem 20. stoletju. Železniške postaje, banke in druge stavbe iz tega obdobja so navadno zgrajene iz apnenca. Kadar je apnenec čist, je snežno bele barve. Takšne vrste apnenca lahko najdemo na jadranskih otokih Braču in Hvaru, kjer jih lomijo kot »marmor«. Organske snovi lahko obarvajo apnenec tudi sivo in črno. Takšen apnenec najdemo v Sloveniji v Podpeči pri Ljubljani, kjer ga lomijo kot podpeški »marmor«. Gostota apnenca je približno $2,6 \text{ kg/dm}^3$.

Čeprav je apnenec v gradbeništvu primeren za vlažne podnebne razmere, je občutljiv na kisline, zato je v krajih, kjer izdatno uporabljajo apnenec, velik problem. Kisline v vodi kot je kisli dež, lahko obrabijo podrobnosti kipov ali drugih struktur (Apnenec, 2014).

V našem primeru bi lahko pri izkopu predorov apnenec ponudili v bližnje podjetje Calcit d.o.o. v Kamniški Bistrici. Poleg prodaje materiala, bi ga uporabili pri gradnji cestne infrastrukture. Za dolino Belske Kočne na Avstrijski strani žal nisem našel podatka o geološki sestavi tal. Predvidevam, da je sestava podobna Kamniško - Savinjskim Alpam, kjer prevladuje apnenec.

3.4.2 Kamniško - Savinjske Alpe

Kamniško - Savinjske Alpe (slika 7) ležijo v severnem osrednjem delu Slovenije. Na jugu leži mesto Kamnik, proti severu pa mejijo na Karavanke. Čudovita gorska veriga, imenovana tudi »kamniški kot« se vzdiguje nad Ljubljansko kotlino v obliki vrhov Grintovčevega masiva, Rink, Turske gore, Planjave, Ojstrice, čudovite Dleskovške planote in široko znane Velike planine. Med visoke apnenčaste gore se zajedajo ledeniške alpske doline Kamniške Bistrice, Robanovega kota, Logarske doline in Matkovega kota. V svojih nedrjih Kamniško - Savinjske Alpe skrivajo mnogo skrivnih koticov, zanimivih alpskih potokov in rek, tolmunov, strmih sten, gostih gozdov, predvsem pa lepih razgledov, ki privabljajo turiste od vsepovsod. V gorah pa se je ohranil tudi dih davnine v obliki fosilnih ostankov pradavnih živali in rastlin, ki so živele v nekdanjem velikem oceanu Tetis (Žalohar in Celarc, 2010).

3.4.2.1 Lega in nastanek Kamniško - Savinjskih Alp

Kamniško - Savinjske Alpe skupaj s Karavankami in Julijskimi Alpami pripadajo Južnim Alpam. Alpsko gorstvo je nastalo v kredno-terciarni orogenezi po koliziji Apulijske litosferske plošče (del Afriške plošče) in Evrazijske litosferske plošče, na katero se je Apulijska narinila. Pri tem so se sedimentne kamnine med obema ploščama nagubale in lomno deformirale (Žalohar in Celarc, 2010).



Slika 7: Kamniško Sedlo v Kamniško - Savinjskih Alpah

(Vir: <http://www.grs-kamnik.si/novice.php?pid=488>)

3.5 Predori

Predori so tiste gradbene konstrukcije, katerih gradnja je očem opazovalcev najbolj skrita. Večina gradbenih dejavnosti se odvija globoko v notranjosti zemlje, v temi, ki jo premaguje le nekaj luči. Danes, ko je človeku na razpolago že vsa mogoča sodobna tehnika, si je težko predstavljati, kako so pred sto in več leti gradili predore. Zato se ni čuditi, če je bilo pri gradnji velikih predorov v preteklosti veliko in celo preveč človeških žrtev. Vendar je človek ne glede na težave in žrtve v vseh stoletjih poskušal graditi predore in zblíževati kraje, ki so jih ločevale naravne pregrade. Predori so podzemni mostovi, ki povezujejo ljudi. So kot tanek žarek podzemne svetlobe, ki nas varno prepelje na drugo stran naravne ovire.

V današnjem času, v začetku 21. stoletja, se gradi toliko predorov, kot še nikoli v zgodovini človeštva. Pravzaprav lahko rečem, da se bo število predorskih gradenj še skokovito povečevalo. Danes v gosto naseljenih območjih ni možno več reševati neznosnih prometnih razmer brez gradnje predorov za prometnice. Zmanjkuje tudi prostora na površini Zemlje. Navade in potrebe našega življenja potiskajo promet pod zemljo - v predore. Posebej v hribovitem svetu ni mogoče zgraditi nobene sodobne avtoceste ali železnice, da ne bi vsaj en del njene trase potekal skozi predore (Humar, 2004).

3.5.1 Sodoben način gradnje predorov

Gradnja predorov zahteva interdisciplinaren pristop. Dela se izvajajo v geološkem okolju, za katerega nikoli povsem natančno ne vemo, kakšno bo. Tudi sicer se gradbena dela pod površino izvajajo drugače kot na površini. Za gradnjo predorov so se zato razvile številne tehnologije. Ne glede na tehnologijo pa mora izbrana zagotoviti cenovno ugodno izgradnjo, uporabo in tudi vzdrževanje predora. Zelo pomembno je, da se že v fazi planiranja izvedejo primerne geološko-geotehnične raziskave in pripravi podroben opis geoloških pogojev izgradnje, saj ti vplivajo tako na obliko prečnega prereza predora kot na tehnologijo izgradnje in ne nazadnje na izbor trase v prostoru nasploh. Pred očmi je potrebno imeti, da mora biti predor varen v smislu mehanske in geotehnične odpornosti in stabilnosti, pa tudi varen v času obratovanja (protipožarna varnost, protihrupna zaščita,...), trajen in uporaben v celotni dobi trajanja.

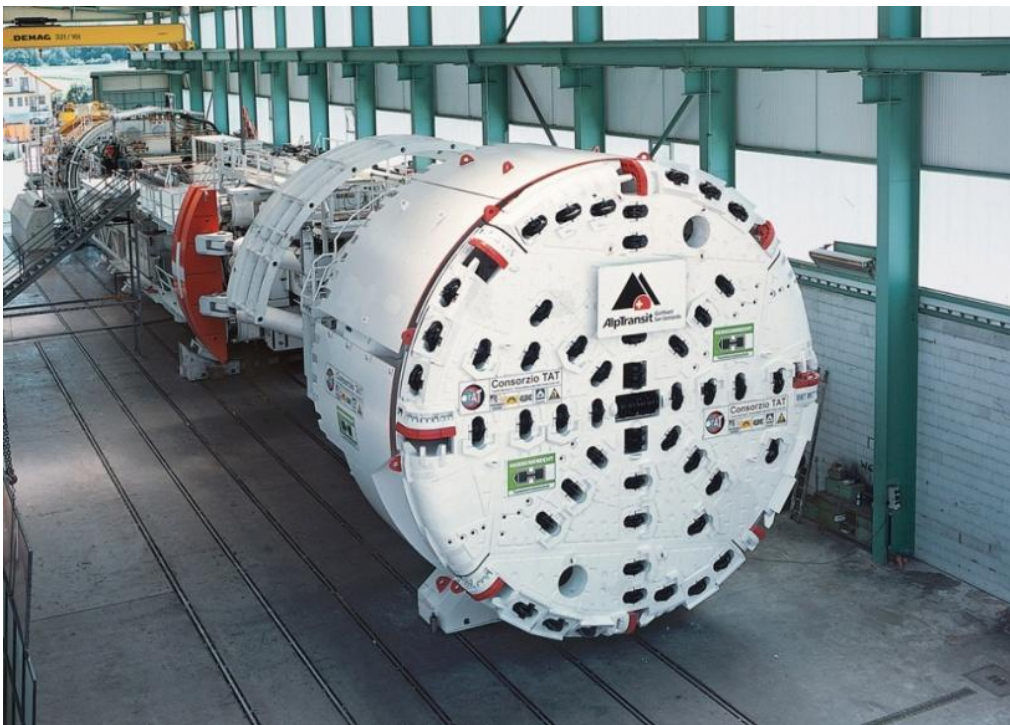
Današnje tehnike omogočajo vrtanje predorov v vse vrste kamnin. Izboljšali so se rezalni in vrtalni stroji, naprave za odvažanje odkopanega materiala in razstrelivo. Za dolge predore se uporablja orjaški vrtalni stroj imenovan TBM - *Tunnel Boring Machine*, ki potuje po tirih in s stene pred sabo lušči kamnino, ki jo po tekočem traku odvažajo iz predora. Kakor se stroj premika naprej, tako za seboj izdeluje betonsko oblogo, ki utrdi stene ter prepreči krčenje kamnine in vdor vode.

Predore z majhnim prerezom navadno zgradijo v celotnem prečnem prerezu naenkrat, predore z večjim prerezom pa izdelajo največkrat v dveh fazah. Ali najprej izkopljejo pilotsko vrtino, ki jo nato postopno širijo in povečujejo do končne velikosti predora ali izkopljejo vnaprej zgornji del prereza in za njim še spodnji del (Predor, 2014).

3.5.2 Vrtalnik predorov TBM

Vrtalnik predorov TBM - *Tunnel Boring Machine*, angleški vzdevek »mole« (slika 8) je naprava za vrтанje predorov. Lahko vrta skozi različne, predvsem pa homogene hribine, naj bo to kamnina ali pa zemljina. Nekateri TBM-ji lahko tudi polagajo betonske bloke, ki gradijo obok predora. Premer TBM-jev je lahko samo 1 meter - mikro TBM in vse do 20 metrov - makro TBM.

Za razliko od drugih načinov kopanja, kot na primer vrтанje in miniranje, je z TBM izkopanimi predori presek skoraj popoln in gladek krog. Različna spreminjajoča geološka sestava lahko kdaj povzroča probleme, če je TBM prirejen za eno vrsto materiala (TBM, 2014).



Slika 8: Vrtalni stroj TBM Herrenknecht model S-210 je skupno dolg 410 m in tehta preko 3000 ton
(Vir: <http://www.tunneltalk.com/Gotthard-TBM-safely-across-the-Piora-Mulda.php>)

3.5.2.1 Največji TBM vrtalni stroji na svetu

Izkušnje pridobljene pri vrtanju številnih predorov s TBM tehniko in potrebe po gradnji predorov velikih premerov so pripeljali do razvoja in nastanka zares izjemno velikega vrtalnega stroja TBM s premerom 14,20 m. Vrtalni stroj, ki je bil prvič predstavljen na največjem gradbenem sejmu na svetu BAUMA' 98 v Münchnu, je bil skonstruiran za izkop 2561 m dolgega odseka četrtega predora pod izlivom reke Elbe v Hamburgu v Nemčiji. Pričakuje se, da bo skozi dograjen predor dnevno potovalo okoli 100 000 vozil. Gigantska glava vrtalnega stroja, ki ga je izdelala nemška firma Herrenknecht, je res impresivna. Visoka kot petnadstropna hiša ima vrtalna glava potisno silo 30 000 kN. Motorji moči 3200 kW obrnejo vrtalno glavo do 2,5 krat v minuti.

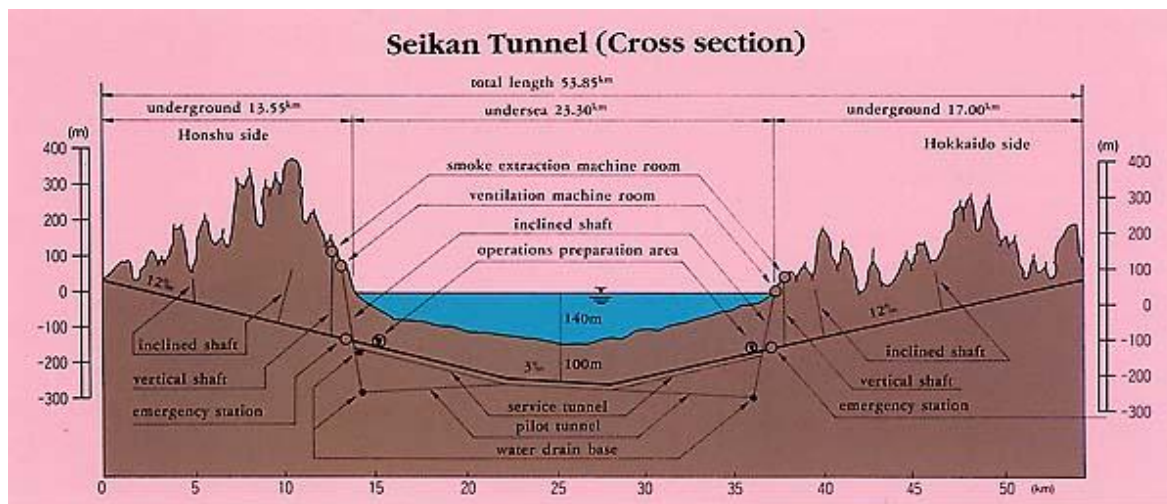
Pravzaprav pa so še bolj presunljivi podatki o izredno majhni višini nadkritja nad predorom. Najmanjša kritina nad zgornjim robom predora in koritom reke Elbe znaša na najbolj kritičnem delu vsega 7 m, kar predstavlja le polovico višine vrtalne glave. Največja višina nadkritja znaša le 13 m. Na enem od odsekov pa predor poteka samo 9,5 m pod kletmi hiš. Dosežena hitrost kopanja je znašala v povprečju 6 m predorske cevi dnevno. Predorska cev je kot običajno pri izkopih predorov v mehkih zemljinah z vrtalnim strojem TBM oblečena z montažnimi betonskimi segmenti. Skozi predor je speljana dvopasovna avtocesta. Zdi se, da tehnika res ne pozna meja. Razvoj takega podzemnega giganta je prinesel številne tehnične inovacije, ki so bile koristno uporabljene pri konstruiranju kasnejših generacij vrtalnih strojev TBM. Na nastanek še večjega vrtalnega stroja TBM ni bilo treba dolgo čakati. Za gradnjo enocevnega predora z dvema železniškima tirova za hitre vlake z imenom Groene Hart na nizozemskem je francoska firma NFM razvila vrtalni stroj TBM z izkopno glavo premera 14,87 m. Stroj je prirejen za izkop v mehkem terenu. Vendar v nemški firmi Herrenknecht, eni vodilnih proizvajalcev vrtalnih strojev TBM na svetu, že razmišljajo o novih mejnikih. Za izvedbo predora v Italiji že pripravljajo načrte za vrtalni stroj TBM premera 17 m. Le kje so meje možnega? Na sliki 9 vidimo največji TBM v letu 2013 (Humar, 2004).



Slika 9: Vrtalni stroj TBM Bertha, širina 17,5 m, teža 7000 ton, izdelana na Japonskem
(Vir: <http://www.firstpeoplesolutions.co.uk/>)

3.5.3 Najdaljši predor na svetu

Do sedaj velja za najdaljši predor na svetu železniški predor Seikan na Japonskem (slika 10), ki meri v dolžino 53,9 km. Dograjen je bil leta 1985. Po dolžini mu sledi predor pod Rokavskim prelivom. Vendar najdaljši predor na svetu nastaja pod Alpami v Švici, predor Gotthard (slika 11), ki bo zgrajen predvidoma leta 2017.



Slika 10: Predor Seikan na Japonskem

(Vir: <http://www.jarts.or.jp/jpt/sec10.html>)

Alpe so vedno predstavljale veliko geografsko oviro na prehodu iz Srednje Evrope na Apeninski polotok. Ta ovira je bila skozi tisočletja velik naravni zid, ki je onemogočal prosto trgovanje med deželami na obeh straneh Alp. Šele razvoj železnice in predorske tehnike je omogočil, da so bili skozi Alpe prevrtani prvi predori. Leta 1871 je bil zgrajen prvi železniški predor Frejus (Mont Cenis) dolžine 12,8 km. Sledil mu je leta 1881 zgrajen 14,9 km dolgi železniški predor St. Gotthard in leta 1906 predor Simplon I dolžine 19,9 km.

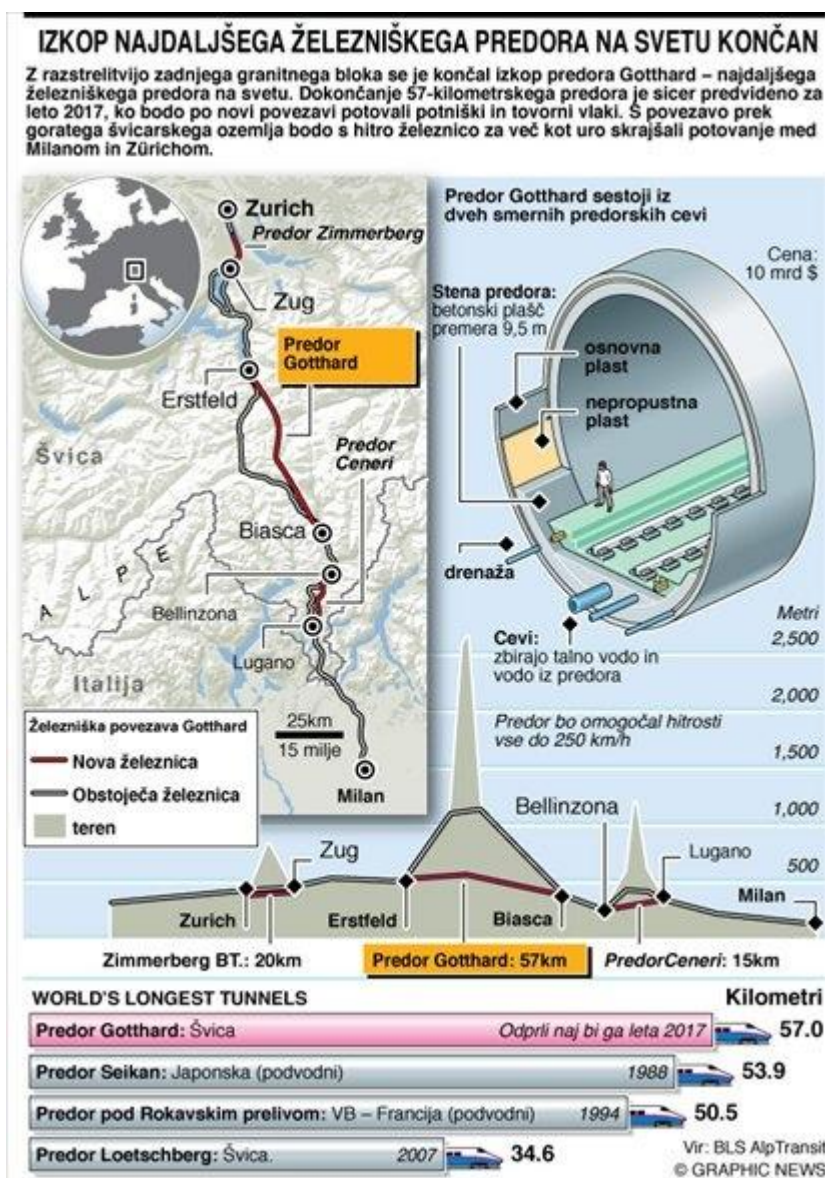
Razvoj tehnike kopanja predorov z vrtnimi stroji TBM je prinesel nove dimenzije. Nekoč še tako nemogoči projekti so postali uresničljivi. Novi dvocevni železniški predor dolžine 57 km pod prelazom St. Gotthard bo imel dva tira. Predorski cevi izkopenega premera 7,1 m (vsaka preseka 65 m²) sta ločeni na več mestih in iz varnostnih razlogov prečno povezani. Predor je načrtovan tako, da bo omogočal vožnjo hitrih vlakov do hitrosti 240 km/h. Cena projekta presega milijardo evrov. Celoten predor bo izkopavalo 6 vrtnih strojev TBM izdelovalca Herrenknecht iz Nemčije. Na prvem odseku pri Amstagu je pričel kopati do sedaj najdaljši vrtni stroj TBM na svetu. Celih 441 m dolgi stroj, kateri je cela tovarna na tirih, ima vrtno glavo premera 9,58 m (model TBM S-229). Dnevni dosežki kopanja so seveda odvisni od geoloških okoliščin. Predvideno je, da bo

stroj napredoval povprečno 10,4 m dnevno, v ugodnih geoloških pogojih pa bo lahko »dirkal« celo s hitrostjo 35-40 m na dan. Predvidoma bo gradnja trajala celih 10 let. Na projektu sodeluje skupina velikih evropskih gradbenih firm združenih v skupnem nastopu - Joint Venture (Humar, 2004).

3.5.3.1 V Švici prebili najdaljši železniški predor na svetu

Inženirji so se leta 2010 prebili skozi zadnje gmote kamenja in tako končali izkopavanje predora Gotthard. Vsa dela bodo zaključena do leta 2017 in Gotthard bo tako postal najdaljši železniški predor na svetu. S tem je opravljen težji del 7,5 milijarde evrov vrednega in tehnično zahtevnega projekta, starega že 60 let. Ob končanju izkopavanja so se na "gradbišču stoletja", kot ga imenujejo Švicarji, oglasile trobente in zdravice, delavci pa so zajokali, ko je vodja projekta Eduard Bear skozi na novo izkopano luknjo iz globine 2000 metrov dvignil kip svete Barbare, zavetnice rudarjev. Predor pod švicarskimi Alpami so rudarji izkopavali 15 let. V tem času se je na delu smrtno ponesrečilo osem ljudi, skupaj pa jih je dela opravljalo 2500 (Mulda, 2014).

Predor bo leta 2017 omogočil železniško povezavo med Zürichom in Milanom. To razdaljo bodo potniški vlaki, ki bodo vozili 250 kilometrov na uro, opravili v rekordnih dveh urah in 40 minutah. S tem se bo potovanje na tej relaciji skrajšalo za eno uro. Dvakrat hitreje bodo potovali tudi tovorni vlaki, ki naj bi po novi poti vozili 160 kilometrov na uro (Gotthard, 2014).



Slika 11: Predor Gotthard v Švici

(Vir: http://www.siol.net/novice/svet/2010/10/v_svici_prebili_najdaljsi_zelezniski_predor_na_svetu.aspx)

3.5.3.2 Slovenski predori

Najdaljši slovenski cestni predor je predor Karavanke (slika 12) z 7864 metri oziroma 8019 metrov s portali (dolžina slovenskega dela predora je 3450 metrov), najdaljši dvocevni avtocestni predor pa trojanski z 2931 metri.

Najdaljši slovenski železniški predor je prav tako Karavanški z 7976 metri na progi Beljak - Celovec - Jesenice, najdaljši povsem slovenski železniški predor pa je Bohinjski predor z 6327 metri dolžine (po poružitvi vstopnega portala leta 1945, ob izgradnji, leta 1906, pa je bila njegova dolžina 6339 metrov), ki je eden od 28-tih predorov na železniški progi Jesenice - Sežana (Predor, 2014).



Slika 12: Predor Karavanke v Sloveniji

(Vir: <http://www.delo.si/novice/slovenija/predor-karavanke-zaradi-del-zaprt-prek-noci.html>)

4 NAČRTOVANJE KARTOGRAFSKE DOKUMENTACIJE

4.1 Kartografija - pomen

Kartografija (grško *chartis* - zemljevid + *graphein* - pisati) je znanstvena veda, ki se ukvarja s proučevanjem, metodami in procesom izdelave in uporabe zemljevidov. Proučuje zgodovino, sistematiko, klasifikacijo, tehnike izdelave, oblikovanja in uporabe zemljevidov. Namen kartografije ni le tehnična izdelava in reprodukcija kart. Raziskuje in preučuje tudi prikazovanje površja, pojavov in drugih podatkov o zemeljskem površju ali površju drugih nebesnih teles (planetov, satelitov) na kartah. Pri kartografiji je poleg osnovnih matematičnih zakonov o prenosu zemeljskega površja na ravno ploskev in metod prikazovanja pomemben tudi zunanji videz izdelka.

Karta je namenjena vizualni uporabi, zato se morajo upoštevati tudi umetnostni principi. Po nemškem kartografu Maxu Eckertu je kartografija zmes znanosti in umetnosti. H kartografskemu prikazovanju sodijo poleg kart tudi atlasi in globusi. S kartografijo se ukvarjajo kartografi (Kartografija, 2014).

4.1.1 Uporablja se pri sledečih dejavnostih

Na področju proučevanja zgodovine kartografije se osredotočimo na različne vrste obstoječih zemljevidov, analize zemljevidov in njihovih elementov. Pri teoriji kartografskih projekcij usmerjamo pozornost v proučevanje različnih načinov prenašanja mreže poldnevnikov in vzporednikov z zemeljskega elipsoida na ravnino. Sestavljanje in redakcija zemljevidov se fokusira na proučevanje metod sestavljanja originalov zemljevidov. Pri oblikovanju, obdelavi ter pripravi zemljevidov za izdajo, moramo biti pozorni na probleme grafične obdelave originalov zemljevidov. Ob izdajanju zemljevidov je potrebno pozornost posvetiti opisovanju metod in procesov dela pri njihovi reprodukciji. Kartometrija pa proučuje metode različnih merjenj na zemljevidih, npr. dolžina linij, površine in podobno (Kartografija, 2014).

4.1.2 S kartografijo so tesno povezana naslednja področja

Geografija, ki določa geografske zakone prikazovanja zemeljske površine, daje konkretne podatke o bistvu, razporeditvi in vzajemni povezanosti različnih naravnih in družbenih pojavov. Geomorfologija, ki ugotavlja oblike reliefa zemeljske površine in načine njihovega nastanka. Geodezija, ki proučuje oblike in velikost Zemlje, določa osnovne točke njihovih geografskih koordinat, ukvarja se z izdelovanjem načrtov in zemljevidov velikih razmerij z neposrednimi izmerami na terenu.

Astronomija in gravimetrija, ki sta v pomoč pri določanju osnovnih točk s pomočjo astronomskih opazovanj in opazovanja intenzivnosti sile teže. Fotogrametrija, ki proučuje metode kartiranja terenskih posnetkov. In poleg navedenih še Grafika, ki daje osnove za tiskanje zemljevidov (Kartografija, 2014).

4.1.3 Uporaba kart

Za vsak namen uporabe moramo izbrati ustrezno karto. Pri tem moramo upoštevati merilo (premajhno merilo prikazuje zemljišče posplošeno, karta prevelikega merila vsebuje preveč podatkov, ki nas lahko ovirajo, pa tudi format je lahko nekoristen pri uporabi), kartografsko projekcijo (pri kateri nas zanima, če potrebujemo točne kote, površine ali razdalje), starost karte (leto zadnje reambulacije vsebine), način prikaza, stopnjo generalizacije, estetski videz, ceno, vrsto papirja in drugo.

V Sloveniji po letu 1993 ni več omejitev uporabe kart. To pomeni, da so prav vse karte, ne glede na merilo in način prikaza, javne in jih lahko uporablja vsakdo. Pri uporabi karte ločimo dva osnovna namena: pridobivanje metričnih podatkov (kartometrija) in pridobivanje pomenskih podatkov - branje karte (Petrovič, 2009).

4.2 Kartografska dokumentacija pri načrtovanju cestne povezave

Pod tem naslovom so zajeti geodetski in kartografski načrti, splošne geografske in tematske karte, t.j. vse tisto, kar se kot geodetska podlaga uporablja za načrtovanje, projektiranje in druge naloge predhodnih del, pri neposredni gradnji objektov, po potrebi pa tudi pri njegovem spreminjanju. Naj dodamo, da sem spadajo tudi fotogrametrični posnetki in drugi proizvodi (Aleksić, 1990).

Geodetski načrt je ena od pomembnih geodetskih storitev in predstavlja osnovo za izdelavo planskih dokumentov ter projektne in tehnične dokumentacije, ki sta osnova za posege v prostor. Kvalitetno izdelan geodetski načrt je predpogoj za dobro izdelano dokumentacijo.

Rezultati geodetskih izmer, kot tudi druge informacije, ki se nanašajo na Zemljino površje in prostor, morajo biti razumljivi in dostopni za različne namene naših naročnikov. Zato izdelujemo topografske načrte in tematske karte. Pri izdelavi kart uporabljamo aktualne geodetske podatke, satelitske posnetke, aeroposnetke, fotografije, podatke terenskih meritev in opazovanj, karte, registre zemljepisnih imen, statistične podatke in druga splošna in tematska gradiva. Razvojna pot je sčasoma pripeljala do konstruiranja vrste splošnih geodetskih (topografskih) načrtov v merilu 1 : 500, 1 : 1000 in 1 : 2500 (včasih tudi 1 : 2000). Ti načrti zagotavljajo pričakovane potrebe, poleg tega pa se uporabljajo tudi kot osnovni katastrski viri pri izdelavi ustreznih topografskih načrtov v velikem

merilu 1 : 5000 in 1 : 10 000. Klasične karte danes vse bolj nadomeščamo z digitalnimi podatkovnimi bazami, ki se uporabljajo kot "karte" v prostorskih informacijskih sistemih (LGB, 2014).

Pomen načrtov in kart v merilu 1 : 5000 in 1 : 10 000 je s stališča praktične kartografije v tem, da se uporabljajo kot informativni kartografski viri pri načrtovanju linijskih objektov v naravi. Poleg omenjenih poznamo še sledeče topografske podatke in karte: Državna topografska karta merila 1 : 25 000 (DTK 25), topografski podatki merila 1 : 25 000 (GKB 25), Državna topografska karta merila 1 : 50 000 (DTK 50 in DTK 50V), državne pregledne karte in podatki za Slovenijo v sklopu podatkov EGM - Euro Global Map (E-Prostor, 2014).

V prvi fazi načrtovanja oz. izdelavi preglednega načrta sem uporabil Državno topografsko karto v merilu 1 : 50 000. Za drugo fazo oziroma za izdelavo Situacijske karte sem uporabil Temeljni topografski načrt v merilu 1 : 10 000 za slovensko stran in vektorske topografske podatke primerljive podobnosti za avstrijsko stran. Podrobnosti uporabljenih podatkov so predstavljeni v nadaljevanju, kjer so predstavljeni tudi drugi podatki, kateri so pomembni v kartografskem smislu.

4.2.1 Pregledna situacijska karta v merilu 1 : 50 000

Izbrano je območje prikaza osrednji severni del Slovenije, natančneje območje Godič, Velika planina, Kamniška Bistrica, Logarska dolina in Belska Kočna (Avstrija). Namen uporabe karte (Priloga A.1) je večji pregled nad predvideno traso infrastrukturnih objektov. Poleg izbranega območja z vrisom nove trase ceste je na karto dodana legenda dodatnih simbolov, ki so bili uporabljeni pri izdelavi situacije. Dodan je tudi pregled mej občin na območju karte, merilo, ekvidistanca plastnic, grafično merilo, viri ter podatki o avtorjih. Državna topografska karta v merilu 1 : 50 000 je namenjena za prostorsko planiranje, za orientacijo na terenu, za osnovo drugim tematikam, kot vir za izdelavo drugih kart, itd.

4.2.2 Situacijska karta v merilu 1 : 10 000

Izdelava Situacijske karte (Priloga B.1), nam omogoča bolj natančen vpogled v situacijo. Načrt zajema območje nove cestne infrastrukture z opisom posameznih infrastrukturnih objektov: spiralni dvig ceste, predor Planjava (5998 m) in predor Matkov kot (5263 m). Na načrtu so poleg dodatnih simbolov, ki so bili uporabljeni tekom izdelave karte, dodani še matematični in tehnični podatki, potrebni pri projektu. Ti podatki so: stacionaža ceste na 0,5 km (ponekod tudi manj), višine plastnic, katere so na novo dodane ob območju načrtovane trase ceste, zaokrožitveni radiji obeh predorov, podatki o nagibu osi oz. niveleti ceste, dodana servisna predora ter splošni podatki za spiralni dvig ceste.

4.2.3 Vzdolžni profil v merilu 1 : 10 000

K Situacijski karti spada tudi Vzdolžni profil ceste v merilu 1 : 10 000 (Priloga B.2), kateri je prikazan po osi trase ceste skupaj z matematičnimi in tehničnimi podatki. Za izris terena je bil uporabljen digitalni model višin (DMV) izbranega območja.

4.2.4 Prečni profil spiralnega dviga ceste

Sredinski prečni profil spiralnega dviga ceste (Priloga B.3), prikazuje tehnične podatke spiralnega dviga, prikaz prereza spirale ter simbolični situacijski prikaz spirale. Za izris prečnega profila je bil uporabljen Digitalni model višin - DMV 12,5m.

Karte so izdelane v zgoraj navedenih merilih in v glede na merilo prilagojenem formatu.

4.3 Določitev matematičnih elementov

4.3.1 Geodetska osnova (geodetski datum)

- Geodetski datum: D48,
- Referenčni elipsoid: Besselov elipsoid (1841).

4.3.2 Kartografske projekcije

- Kartografska projekcija je Gauss-Krüger-jeva projekcija (GK) s parametri:
 - srednji meridijan cone 15° ,
 - modul projekcije (merila na srednjem meridijanu) 0,9999,
 - modifikacija s pomikom proti severu - 5 000 000 m,
 - modifikacija s pomikom proti vzhodu 500 000 m (E-prostor, 2014).

4.3.3 Merilo, orientacija ter natančnost karte in načrta

- Merilo pri DTK50 (glede na uporabo, format, območje) je 1 : 50 000. Merilo pri TTN10 in vzdolžnem profilu (glede na uporabo, format, območje) je 1 : 10 000. Merilo spiralnega dviga ceste je prilagojeno glede na mrežo koordinatnega sistema in ni splošno določeno.
- Orientacija karte in načrta: V smeri projekcijskega severa.
- Deformacije ter posledično natančnost je pogojena predvsem s kartografsko projekcijo. Pri DTK50 je ocena pozicijske natančnosti 20 m. Pri TTN10 pozicijska natančnost odgovarja grafični natančnosti vira, kar je $0,2 \text{ mm} \times 10\,000 = 2,0 \text{ m}$ [meritve: $\pm 3,1 \text{ m}$] (E-prostor, 2014).

4.3.4 Območje s koordinatami

Območje je bilo izbrano na podlagi zajema vsega potrebnega območja, za izvedbo konstruiranja nove cestne infrastrukture, vključno z zajemom večjih mest in dolin.

Na kartah je uporabljen Gauss-Krüger-jev koordinatni sistem. Velikost zajetega prostora na kartah je pogojena predvsem z načrtovanjem nove cestne povezave.

4.3.4.1 Območje s koordinatami na Pregledni situacijski karti v merilu 1 : 50 000

Spodnji levi kot območja:

$Y_{sl} = 463\ 500$; $X_{sl} = 123\ 126$

Zgornji desni kot območja:

$Y_{zd} = 474\ 690$; $X_{zd} = 144\ 000$

4.3.4.2 Območje s koordinatami na Situacijski karti v merilu 1 : 10 000

Spodnji levi kot območja:

$Y_{sl} = 465\ 500$; $X_{sl} = 130\ 000$

Zgornji desni kot območja:

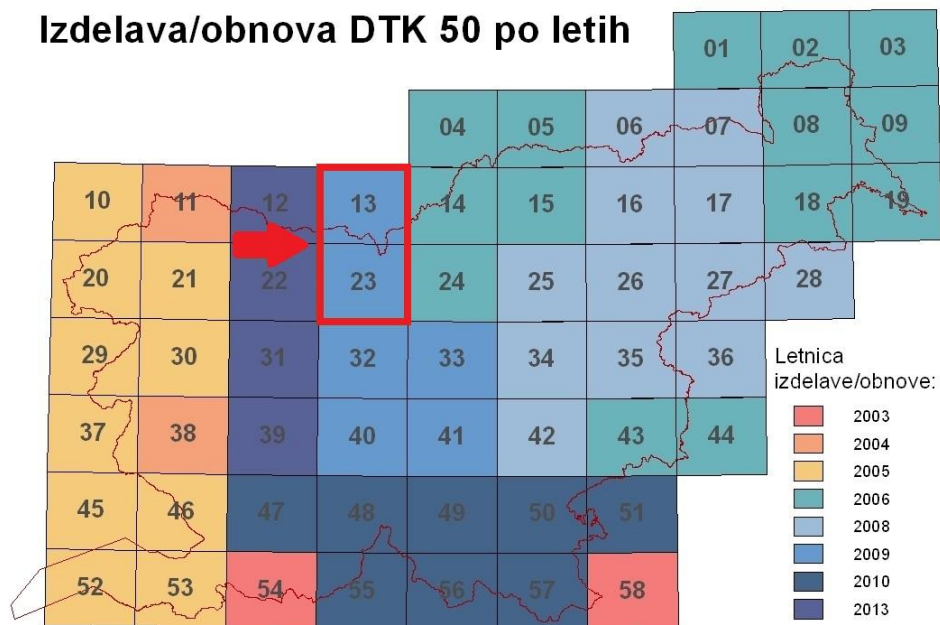
$Y_{zd} = 473\ 000$; $X_{zd} = 143\ 000$

4.4 Uporabljeni kartografski podatki

4.4.1 Državna topografska karta merila 1 : 50 000 (DTK 50 in DTK 50V)

Opis DTK 50:

- 58 listov pokriva celotno ozemlje Slovenije.
- Prva izdelava je potekala v letih od 2000 do 2005.
- Listi karte so na voljo v tiskani in digitalni rastrski obliki, obnovljeni pa v digitalni rastrski in vektorski obliki (tiskajo se več ne).
- Poleg barvne rastrske slike celotne karte so na voljo tudi posamezni vsebinski sloji.
- V letih 2006, 2008, 2010 in 2013 je bilo reambuliranih 44 listov rastrske karte DTK 50, za katere je izdelan tudi nov podatkovni sloj. Z obnovo so na voljo tudi vektorski podatki po listih (E-prostor, 2014).



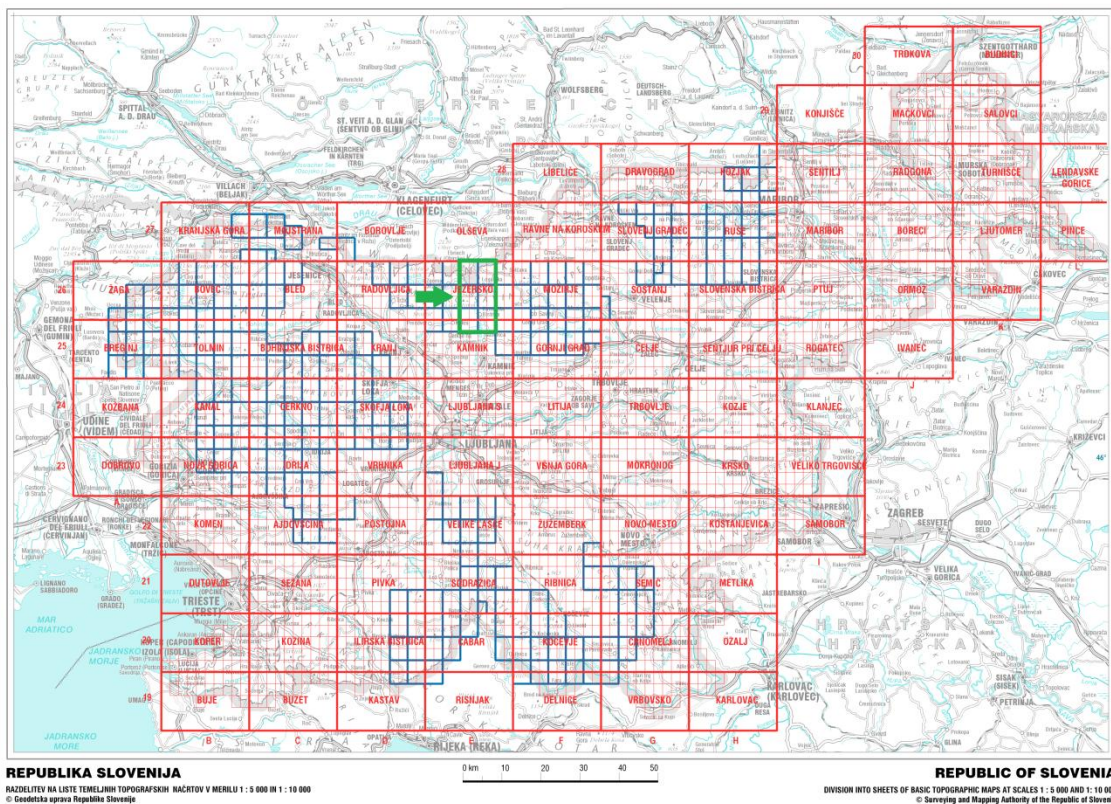
Slika 13: Razdelitev na liste, izdelava in obnova DTK 50 po letih in obravnavano območje

(Vir: http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/dtk50/DTK50_obnova.jpg)

Kot vir za izdelavo Pregledne situacijske karte v merilu 1 : 50 000 sem uporabil po slojih razdeljena lista 13 in 23.

4.4.2 Temeljni topografski načrti merila 1 : 5000 in 1 : 10 000 (TTN 5/10)

- V merilu 1 : 5000 (TTN 5) so izdelani načrti, ki pokrivajo intenzivna kmetijska in poseljena območja - 2543 listov.
- V merilu 1 : 10 000 (TTN 10) izdelani načrti pokrivajo ostala območja - 258 listov.
- Rastrske podatke je možno pridobiti v obliki črno-belih skenogramov, ločeno po slojih ali kot združen prikaz.
- Posamezni sloji so: naselja s prometno mrežo, zemljepisna imena, relief - plastnice in hidrografija.
- TTN-ji so bili izdelani med letoma 1960 in 1970, po letu 1976 so dobili sedanje ime.
- Med letoma 1993 in 1995 so bili vsi temeljni topografski načrti poskenirani, pozneje pa se je izvajalo skeniranje ob vsakem vzdrževanju posameznega lista. Listi TTN se zaradi prevelikih stroškov ne vzdržujejo več (E-prostor, 2014).



Slika 14: Mreža listov TTN 5 in TTN 10 in obravnavano območje

(Vir: <http://www.e-prostor.gov.si/>)

Za Situacijsko karto v merilu 1 : 10 000 sem uporabil naslednje TTN 10 liste razdeljene po slojih: E0703, E0704, E0708, E0709, E0713 in E0714.

4.4.3 Vektorski podatki in drugi pomožni viri

Za avstrijsko stran slovenski TTN 10 niso narejeni. Ker moje območje načrtovanja povezave obsega tudi del avstrijske strani, sem preko ustreznih služb GURS-a pridobil vektorske podatke za obravnavano območje od avstrijskega BEV (*Bundesamt für Eich und Vermessungsweser*).

Pridobil sem sledeče podatke:

- Rastrski digitalni kartografski model 1 : 50 000 za obravnavano avstrijsko območje.
- Digitalni višinski model - plastnice za obravnavano območje (ekvidistance 10 m) v vektorski *.dxf datoteki.
- Digitalni topografski model, kateri je zajemal: vode, zemljepisna imena, naselja in ceste. Podatki so bili podani v obliki *.shp datotek.

Pri obdelavi podatkov sem imel kar nekaj težav. Predvsem mi je preglavico povzročalo kombiniranje vektorskih in rastrskih podatkov na obravnavanem območju. Poleg avstrijske strani vektorski podatki predstavljajo izris nove trase ceste in popravke obstoječe TTN 10.

Pri plastnicah, katere sem za Belsko Kočno in okolico prejel v *.dxf datoteki, je težava nastala predvsem pri zgostitvi in prekrivanju le-teh na terenu z velikim nagibom. Na temeljnem topografskem načrtu 1: 10 000 so območja velikega nagiba terena označena z znakom za skalovje.

Pri objektih kot so npr. hiše in drugi točkovni objekti za avstrijsko stran, sem si pomagal z Državno topografsko karto merila 1 : 25 000.

4.4.4 Digitalni model višin (DMV 12,5 m)

Digitalni model višin Slovenije obsega podatke digitalnih modelov višin Slovenije in njene okolice z ločljivostjo 12,5 m, 25 m in 100 m. V model je vključenih več kot 25 vrst višinskih podatkov, zajetih od leta 1947 do leta 2005, kot so digitalni modeli reliefa z ločljivostjo od 10 do 600 m, digitalizirane plastnice DTK 25, sloji cest in železnic različnih meril, geodetske točke, kataster stavb, ipd.

Značilnosti digitalnega modela višin Slovenije so: model višin je homogen in ne vsebuje grobih napak, model višin obsega širše območje okoli Slovenije in model višin obsega več kot 353 milijonov točk pri točnosti 12,5 m.

- Povprečna ocenjena natančnost modela je 3,2 m:
 - ravnine 1,1 m,
 - gričevja 2,3 m,
 - hribovja 3,8 m,
 - gorovja 7,0 m.

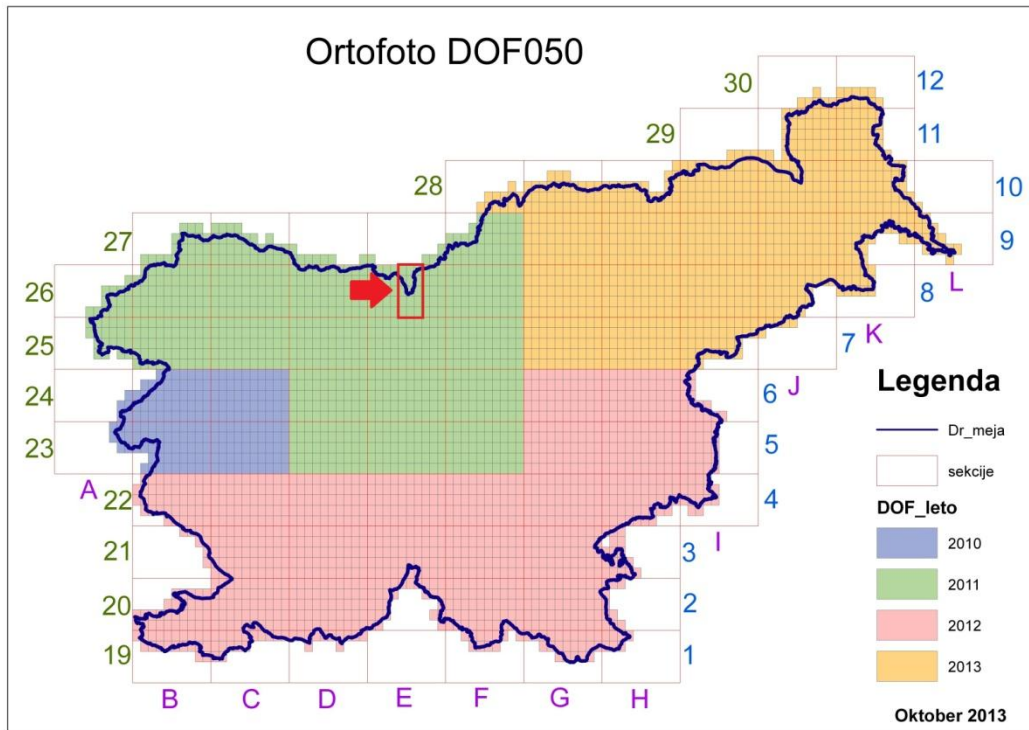
Podatki Digitalnega modela višin Slovenije so na voljo v ločljivosti: 12,5 m (DMV 12,5), 25 m (DMV 25), 100 m (DMV 25). Izvajajo se v *.xyz formatu. Osnovna enota izdajanja je list TTN 5. Velikost lista TTN 5 je 3000 m x 2250 m. Slovenijo prekriva 3258 listov TTN 5 (E-prostor, 2014).

Na izbranem območju je bil uporabljen digitalni model višin DMV natančnosti 12,5 m. Z digitalnega modela višin (DMV) sem v omenjenemu programu izdelal vzdolžni profil terena nove infrastrukturne cestne povezave in prečni profil terena spiralnega dviga ceste.

4.4.5 Državni ortofoto (DOF050)

Ortofoto je aerofotografija, ki je z upoštevanjem podatkov o reliefu in absolutne orientacije aerofotografij pretvorjena v ortogonalno projekcijo. Pri tem so odstranjeni vplivi optike aerofotoaparata, njegovega nagiba in vpliv razgibanosti terena. Slovenija je bila s črno belimi ortofoti (DOF5) v celoti prvič pokrita avgusta 2001. Leta 2006 je bila Slovenija prvič v celoti pokrita z barvnimi in barvnimi infrardečimi ortofoti. Predvidoma se na nivoju države ortofoto vzdržuje v ciklu 2 - 4 let (slika 15). Ortofoti iz leta 2006 so izdelani v Gauss Kruegerjevi projekciji - državni koordinatni sistem D48. Od leta 2009 pa so izvorno izdelani v državnem koordinatnem sistemu D96/TM, v novem razrezu na liste TTN5 in nato transformirani v koordinatni sistem D48. Za vse ortofote so na voljo lokacijske datoteke v obeh koordinatnih sistemih. V enem izdelku so združene prednosti aerofotografij (podrobnost detajla, aktualnost podatka v času zajema ...) in karte: enotno merilo ter pravilna geometrija (Ortofoto, 2014).

Uporabni so tako pri izdelavi kart in načrtov kot tudi pri 3D animacijah infrastrukturnih objektov in podobno. V projektu nove cestne povezave med Slovenijo in Avstrijo sem ortofoto uporabljal predvsem za popravek oz. reambulacijo karte (dodajanje hiš, gospodarskih objektov, ipd.) na določenih območjih.



Slika 15: Ortofoto DOF050 - pokritost Slovenije po letih izdelave in obravnavano območje
 (Vir: http://www.e-prostor.gov.si/fileadmin/struktura/Ortofoto/Stanje_DOFO50_okt2013.jpg)

Pri izdelavi Situacijske karte 1 : 10 000 sem posredno uporabil sledeče ortofoto DOF050: E070762, E070862, E081562, E081662, E081762, E081862, E082662, E082762, E082862, E083762, E083862, E084762 in E084862.

4.5 Kategorizacija geografskih elementov

4.5.1 Vsebina in razdelitev na barvne sloje (Pregledna situacijska karta - DTK 50)

Rastrski podatki kart zajemajo ločene vsebinske sloje - naselja s prometno mrežo, imena, relief, vode, gozd (Kartografija SVN, 2005).

Preglednica 1: Razdelitev na barvne sloje za reprodukcijo (Pregledna situacijska karta - DTK 50)

(Vir: http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/publikacije/arhiv_public/Kartografija2005_slo.pdf)

Situacija (grajeni objekti, zemljepisna imena, matematični elementi, izven okvirna vsebina, ipd.)	Črna barva
Vegetacija	Zelena barva
Višinski prikaz (plastnice)	Rjava barva
Vodovje	Modra barva
Nova cestna povezava z navezavo na obstoječo brezprašno cesto širine nad 5 m, maske cest, ipd.	Rdeča barva
Obrobe cest, nadvoz, most, skalnate pečine, ipd.	Siva barva
Višinski prikaz (senčenje)	Prosojna siva barva

Vsebina karte (Pregledna situacijska karta - DTK 50):

- Naravni elementi:
 - Vodovje (hidrografija)
 - Oblikovitost zemljišča (relief)
 - Pokritost (vegetacija in vrsta rabe)
- Zgrajeni in načrtovani (antropogeni) elementi:
 - Naselja in posamezni pomembni objekti
 - Predori
 - Spiralni dvig ceste
 - Ostala infrastruktura (ceste, energetika, ipd.)
- Dopolnilni elementi:
 - Zemljepisna imena
 - Matematični elementi
 - Med okvirna in izven okvirna vsebina

4.5.2 Vsebina in razdelitev na barvne sloje (Situacijska karta - TTN 10)

Rastrski podatki so zajeti iz ločenih vsebinskih slojev (naselja s prometno mrežo, imena, relief, vode, gozd).

Vsebina sloja je v veliki meri enaka vsebini založniškega originala načrta (Kartografija SVN, 2005).

Preglednica 2: Razdelitev na barvne sloje za reprodukcijo (Situacijska karta - TTN 10)

(Vir: http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/publikacije/arhiv_publik/Kartografija2005_slo.pdf)

Naselja s prometno mrežo in imeni, med okvirna in izven okvirna vsebina, matematični podatki, ipd.	Črna barva
Vodovje	Modra barva
Višinski prikaz (plastnice)	Rjava barva
Nova cestna povezava	Rdeča barva
Stacionaža nove cestne povezave	Vijolična barva

Vsebina karte (Situacijska karta - TTN 10):

- Naravni elementi:
 - Vodovje (hidrografija)
 - Oblikovitost zemljišča (relief)
- Zgrajeni in načrtovani (antropogeni) elementi:
 - Naselja in posamezni pomembni objekti
 - Predori
 - Spiralni dvig ceste
 - Ostala infrastruktura (ceste, energetika, ipd.)
- Dopolnilni elementi:
 - Zemljepisna imena
 - Matematični elementi
 - Stacionaža ceste
 - Med okvirna in izven okvirna vsebina

4.6 Določitev in kategorizacija zemljepisnih imen in ostalih napisov

Kategorizacija in oblika imen je na Pregledni situacijski karti 1 : 50 000 (imena naselij in ledinska imena) enaka kot pri osnovnem viru DTK 50.

Kategorizacija in oblika zemljepisnih imen na Situacijski karti 1: 10 000 pa se po državni meji v območjih Slovenije in Avstrije nekoliko razlikuje zaradi dveh različnih virov, katera sta bila skupaj uporabljena pri izdelavi - rastrski in vektorski vir podatkov.

4.7 Določitev načina prikaza posameznih objektov in pojavov

Na vseh kartah in načrtih v prilogi je prikazana legenda dodanih simbolov. Uporabljeni so enaki kartografski znaki kot na obstoječih DTK 50 in TTN 10, razen v primeru spiralnega dviga ceste, kjer sva s pomočjo mentorja skonstruirala povsem nova znaka.

4.7.1 Prikaz spiralnega dviga ceste v Kamniški Bistrici na DTK 50

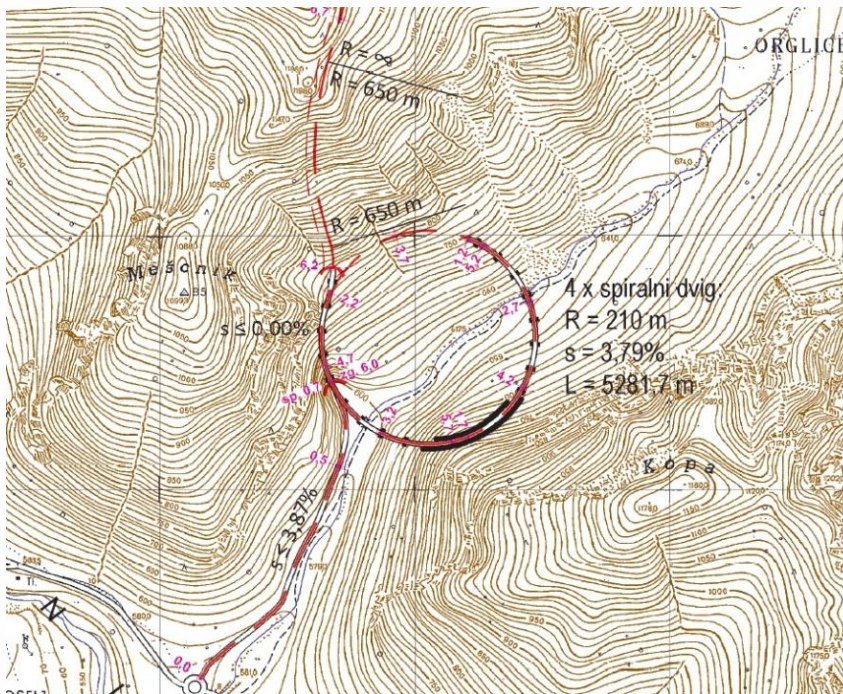
Na Pregledni situacijski karti v merilu 1: 50 000 je spiralni dvig prikazan posredno, preko simbolnega prikaza. Z dvojno črtkano črto so označeni predori spirale. Zunanji krog prikazane spirale je zrisan v pravi velikosti kot znaša v naravi (420 m v premeru objekta). Spirale so prikazane na način, da so zamaknjene v notranjost zunanjega kroga. Predori po katerih bi potekala cesta so označeni z rdečo, dvojno in črtkano črto. Nadvozi po katerih bi potekal spiralni dvig ceste, označujem kot most, s sivo obrobo in belim polnilom. Pri prikazu kartografskega znaka sem se srečal s težavo višinskega prikaza na 2D karti. V predvidenem projektu so namreč spirale predvidene ena nad drugo.



Slika 16: Prikaz spiralnega dviga ceste v Kamniški Bistrici na DTK 50
(Vir: Priloga A.1)

4.7.1 Prikaz spiralnega dviga ceste v Kamniški Bistrici na TTN 10

Na Situacijski karti 1 : 10 000, katera je že bolj detajlno naravnana, sem prikaz spiralnega dviga izdelal v pravih gabaritih objekta. Na karti štirikratni spiralni dvig ni neposredno prikazan, vendar pa so poleg objekta dodani tehnični podatki, kjer je to napisano. S teh podatkov je razvidna velikost objekta, polmer dviga, naklon in dolžina spirale. Na spiralnem dvigu je dodana tudi stacionaža ceste (na 0,5 km), za vse štiri spirale. Iz tega je moč ugotoviti, koliko predstavlja 0,5 km na omenjenem objektu.



Slika 17: Prikaz spiralnega dviga ceste v Kamniški Bistrici na TTN 10

(Vir: Priloga B.1)

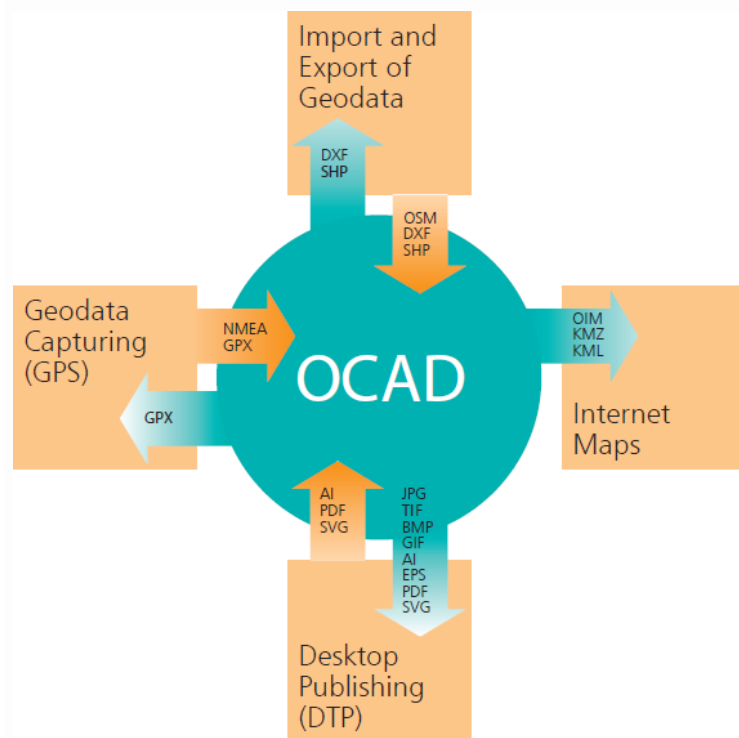
4.8 Programski paket OCAD 11

Karte, Vzdolžni profil in Prečni profil spiralnega dviga, sem v celoti izdelal v programskem paketu OCAD 11. Licence za uporabo so zagotovljene s strani FGG.

OCAD je program za risanje zemljevidov vseh vrst (na primer topografske zemljevide, mestne karte, pohodniške in kolesarske zemljevide, spletne zemljevide ipd.). Možnosti kartografskega risanja in orodja za urejanje so v program vstavljeni z namenom hitrega kartiranja. Sistem obdelave podatkov, ki je prikazana na sliki 18, je pregleden in enostaven za uporabo.

Vendar OCAD je več kot programska oprema za risanje zemljevidov. Ponuja nam zmogljiv programski paket za izdelavo vseh vrst zemljevidov ter analiziranje le teh.

Uporaben je tudi na naslednjih področjih: zajemanje zemljepisnih podatkov (mobilne aplikacije), uvoz in izvoz geografskih podatkov, namizno založništvo in ustvarjanje spletnih zemljevidov (OCAD11, 2014).



Slika 18: Sistem obdelave podatkov v OCAD 11

(Vir: http://www.ocad.com/images/stories/ocad/product/ocad_grafik_positionierung_en.PNG)

5 TRASA CESTE IN INFRASTRUKTURNI OBJEKTI

Trasa ceste je določena na podlagi tehtnega premisleka in ob upoštevanju vseh zakonskih, okoljevarstvenih, matematičnih in drugih podatkov.

5.1 Tehnični podatki trase ceste

Preglednica 3: Glavni tehnični podatki nove trase ceste

(Vir: Priloga B.2)

Karakteristike:	Tehnični podatki:
Dolžina trase ceste	18,3 km
Razlika med najvišjo in najnižjo točko nivelete c.	365 m
Razlika med najvišjo in najnižjo točko terena	1786 m
Največji naklon ceste	C1: $s \leq 3,87 \%$
Najmanjši naklon ceste	V7: $s \leq 0,00 \%$
Dolžina 4x spiralnega dviga ceste	5281,7 m
Naklon spiralnega dviga ceste	$s \leq 3,79 \%$

5.2 Pisni vzdolžni profil ceste

Pisni vzdolžni profil zajema: stacionažo nivelete ceste na 0,5 km, grafično odčitane Gauss Krüger - jeve koordinate točk stacionaže (Y,X), višino terena in višino nivelete v stacionažnih točkah. Podatki so grafično odčitani v programskem paketu OCAD 11. Natančnost in točnost podatkov temeljita na Temeljnem topografskem načrtu merila 1: 10 000 (TTN 10) in digitalnemu modelu višin (DMV 12,5m). Označba številke profila je prisotna samo v preglednici 4.

Preglednica 4: Pisni vzdolžni profil trase ceste

(Vir: Priloga B.1)

ŠT. PROFILA	Stacionaža (km)	Y - GK (D48)	X - GK (D48)	H - terena (m)	H - nivelete (m)
1	0	469 580	130 634	574	574
2	0,5	469 850	131 047	601,2	593,4
3	0,7	469 835	131 215	675	600
4	1,2	470 104	131 495	744,7	619
5	1,7	470 103	131 107	702	637,9
6	2,2	469 835	131 388	774,3	656,9
7	2,7	470 225	131 371	646,7	675,8
8	3,2	469 932	131 111	611,1	694,8
9	3,7	469 963	131 500	792,4	713,7
10	4,2	470 214	131 202	696,4	732,7
11	4,7	469 825	131 245	690,3	751,6
12	5,2	470 134	131 481	727,9	770,6
13	5,7	470 073	131 096	695,3	789,5
14	6	469 835	131 215	675	800
15	6,2	469 839	131 437	803,1	800
16	6,7	469 853	131 929	1210,9	805,7
17	7,2	469 993	132 410	1310	811,4
18	7,7	470 132	132 889	1549,1	817,1
19	8,2	470 273	133 367	1495,2	822,8
20	8,7	470 412	133 849	1604,8	828,5
21	9,2	470 551	134 329	2024,2	834,2
22	9,7	470 692	134 809	2348,7	837,7
23	10,2	470 830	135 288	1987,2	841,1
24	10,7	470 970	135 769	1484,4	844,6
25	11,2	471 108	136 248	1435,1	848
26	11,7	471 249	136 729	1076,4	851,5
27	12,2	471 305	137 210	855,6	855
28	12,7	470 988	137 562	860,2	865
29	13,2	470 528	137 753	1146,8	872,5
30	13,7	470 105	138 010	1522,8	880
31	14,2	469 731	138 345	1203,4	887,5
32	14,7	469 357	138 677	1125,5	895
33	15,2	468 983	139 010	1435,1	902,5
34	15,7	468 608	139 342	1686,4	910
35	16,2	468 234	139 676	1406,6	916,4

se nadaljuje ...

... nadaljevanje Preglednice 4

36	16,7	467 860	140 008	1271,2	922,8
37	17,2	467 481	140 336	1089,1	929,2
38	17,7	467 021	140 529	993,6	935,6
39	17,9	466 780	140 619	942,3	939
40	18,3	466 471	140 788	936,7	936

5.3 Infrastrukturni objekti

Celotna trasa je sestavljena iz treh večjih infrastrukturnih objektov. Ti objekti so: 4 x spiralni dvig ceste, predor Planjava in predor Matkov kot.

5.3.1 Spiralni dvig ceste

Tehnični in drugi podatki so prikazani v Prilogi B.3. Spiralni dvig ceste je sestavljen iz štirih spiral. Dolžina spiralnega dviga skupaj znaša 5281,7 m, dolžina celotnega objekta od vstopa v spiralni dvig do vhoda v predor Planjava pa 5511,7 m. Vhod v spiralni dvig ceste je na nadmorski višini 600 m, izstop pa na 800 m nadmorske višine.

Izdelava spiralnega dviga ceste je smiselna, ker reši problem prevelikega nagiba prvega daljšega predora Planjava - P7 (Priloga B.2). Poleg manjše degradacije okolja bi bil spiralni dvig ceste sodoben infrastrukturni dosežek. Alternativa spiralnemu dvigu ceste bi lahko bil dvig ceste od Kamnika po pobočju doline Kamniške Bistrice do vstopa v predor ali pa spiralni dvig v predoru.

5.3.1.1 Matematični izračun spirale

Podano: $R = 210 \text{ m}$, $\Delta h = 50 \text{ m}$.

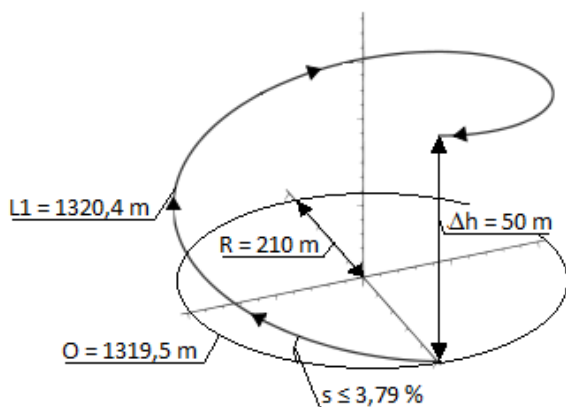
Računamo:

$$O = 2 \pi R = 1319,5 \text{ m} ,$$

$$L1 = \sqrt{(\Delta h^2 + O^2)} = 1320,4 \text{ m} ,$$

$$4(L1) = 5281,7 \text{ m} ,$$

$$s = \arctan \left(\frac{\Delta h}{O} \right) = 2^\circ 10' 12,3'' = 3,79 \% \text{ (slika 19).}$$



Slika 19: Enojna spirala (prikaz matematičnih elementov)

(Vir: <http://en.wikipedia.org/wiki/Helix>)

5.3.1.2 Podobni spiralni dvig ceste

Spiralni most Kawazu-Nanadaru na Japonskem (slika 20 in 21) je primer, kako zgraditi most tako, da je možen prehod z enega višinskega nivoja na drugi nivo, ob predpostavki, da je to potrebno narediti na majhnem prostoru. Omenjeni spiralni most je visok 45 metrov, dolg 1,1 km in ima omejitev hitrosti na 30 km / h.

Prehod preko te spirale na sredini gorskega vzpona je kar lepa izkušnja. Most je bil zgrajen 1982 leta in je postal popularen infrastrukturni objekt, južno od glavnega mesta Tokyo. V tem primeru je bil spiralni dvig edini način, kako izgraditi cestni prehod preko strmega pobočja gore (Kawazu-Nandaru loop bridge, 2014).



Slika 20: Kawazu-Nanadaru spiralni most pogled od zgoraj

(Vir: <http://bridgesintheworld.blogspot.com/2012/09/kawazu-nanadaru-loop-bridge.html>)



Slika 21: Kawazu-Nanadaru spiralni most pogled od spodaj

(Vir: <http://www.dangerousroads.org/asia/japan/895-kawazu-nanadaru-loop-bridge-japan.html>)

5.3.2 Predor Planjava (P7)

Namen ceste je predvsem povezava osrednjeslovenske regije z Logarsko dolino in Koroško regijo. S tem predorom bi omogočili veliko hitrejši in lažji prehod v osrednjo Slovenijo.

Preglednica 5: Tehnični podatki za predor Planjava (P7)

(Vir: Priloga B.2 in drugi)

Karakteristike:	Tehnični podatki:
Ime	Predor Planjava (P7)
Status	Enocevni, dvosmerni, dolgi predor
Dimenzije	Po uredbi je višina svetlega profila predora 4,7 m nad voziščem (pri tem je zaščitna višina 0,5m).
Dolžina predora	$L = 5998 \text{ m}$
Dolžina in naklon nivelete predora	$L1 = 3000 \text{ m}, s1 \leq 1,14 \%$, $L2 = 2998 \text{ m}, s2 \leq 0,69 \%$.
Vstopna točka	Dolina Kamniške Bele v Kamniški Bistrici (800 m nadmorske višine)
Izstopna točka	Dom planincev v Logarski dolini (855 m nadmorske višine)
Upoštevana ukrivljenost zemlje	$v_R = \frac{d_h^2}{2R}$, $v_R = \frac{5998 \text{ m}^2}{(2 * 6\,371\,000 \text{ m})} = 2,8 \text{ m}$.
Dodatno	Predvidena servisna predora, sistem dovajanja in prečiščevanja zraka, ipd.

5.3.3 Predor Matkov kot (P8)

Predor Matkov kot (P8) bi odprl pot turizmu in izboljšal povezavo držav Slovenije in Avstrije. Pomagal bi tudi razbremeniti avtocestni križ A1 in A2.

Preglednica 6: Tehnični podatki za predor Matkov kot (P8)

(Vir: Priloga B.2 in drugi)

Karakteristike:	Tehnični podatki:
Ime	Predor Matkov kot (P8)
Status	Enocevni, dvosmerni, dolgi predor
Dimenzije	Po naši uredbi je višina predora 4,7 m nad voziščem (pri tem je zaščitna višina 0,5m). Pri omejenih razmerah je svetla višina izjemoma lahko 4,5m.
Dolžina predora	$L = 5263 \text{ m}$
Dolžina in naklon nivelete predora	$L1 = 3000 \text{ m}, s1 \leq 1,50 \%$, $L2 = 2263 \text{ m}, s2 \leq 1,28 \%$.
Vstopna točka	Dom planincev v Logarski dolini (865 m nadmorske višine)
Izstopna točka	Dolina Belske Kočne v Avstriji (939 m nadmorske višine)
Upoštevana ukrivljenost zemlje	$v_R = \frac{d_h^2}{2R}$, $v_R = \frac{5263 \text{ m}^2}{(2 * 6\,371\,000 \text{ m})} = 2,2 \text{ m}$.
Dodatno	Predvidena servisna predora, sistem dovajanja in prečiščevanja zraka, ipd.

Pri dolžini predora 5 - 6 km moramo upoštevati tudi vpliv ukrivljenosti zemlje. V ta namen sem pri načrtovanju naklona upošteval to dejstvo in predora v sredini konkavno »lomil«. Namen tako imenovanega »loma predora« je zmanjšati vpliv ukrivljenosti Zemljinega površja, če ukrivljenosti zemlje ne bi upoštevali, bi lahko prišlo do raznih nevšečnosti (zamakanje vode, ipd.).

5.4 Kubature zemeljskih del pri izkopu predorov

Predpostavimo, da bi predor izkopali v radiu 5 m. Torej premer cevi predora bi bil 10 m. Upoštevati moramo, da se pri izkopu volumen kamnine poveča. Izračun kubature materiala pri izkopu predorov je grobo ocenjen in zato zgolj informativen.

Preglednica 7: Kubature materiala pri izkopu predorov

(Vir: Priloga B.2 in drugi)

Predor, dolžina (m):	Kubature materiala pri izkopu predorov (m³):
Spiralni dvig (P1-P6), 2805 m	220 304 m ³
Predor Planjava (P7), 5998 m	471 083 m ³
Predor Matkov kot (P8), 5263 m	413 356 m ³
PRIBLIŽNO SKUPAJ:	1,1 mio. m³

Izračunano prostornino lahko predstavimo na bolj nazoren način. Na primer, če za boljšo predstavbo kot merilo vzamemo nogometni stadion Stožice (dimenzije 189 x 158 x 13 m), bi omenjeni stadion z izkopanim materialom v celoti napolnili kar 2,8 krat.

Kot smo ugotovili v prejšnjih poglavjih, bi pri izkopu pretežno prevladoval apnenčast material. Če na grobo ocenimo težo izkopenega materiala, moramo skupek volumna materiala pri izkopu predorov pomnožiti z gostoto apnenca, ki je približno 2,6 kg/dm³. Rezultat je nepredstavljenih 2,8 milijona ton. Če za boljšo predstavbo primerjamo težo znane ladje Costa Concordia, katera tehta 114 tisoč ton, je teža materiala grobo primerljiva z kar 25 ladij Costa Concordia.

6 ANALIZA STROŠKOV IZGRADNJE CESTNE POVEZAVE

6.1 Premostitveni objekti

Premostitveni objekti (mostovi, viadukti, nadvozi, idr.) so strukture oz. objekti, ki služijo za prehode čez razne soteske, doline, reke, ceste, železnice, morske ožine ali katere koli druge fizične ovire. Oblika in izvedba mostu sta odvisni od njegove razpetine, višine, vrste podlage in obremenitve, ki jo mora prenašati. Poznamo obočne, gredne, ločne, palične in viseče mostove (Premostitveni objekt, 2014).

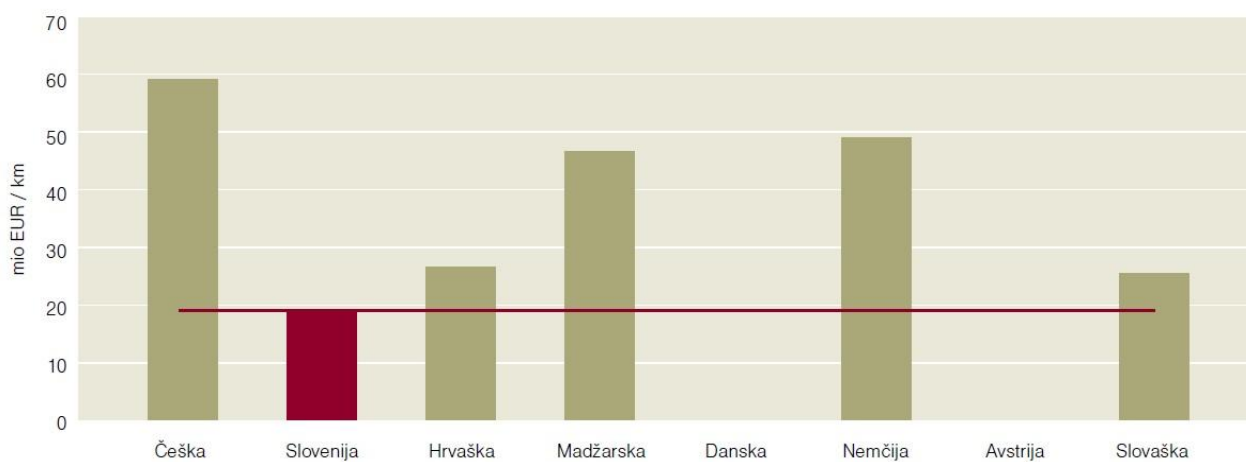
Primerjave stroškov različnih premostitvenih objektov so lahko zelo hitro zavajajoče, ker je vpliv značilnosti terena in poselitve zelo velik, tako da ni osamljen primer razpona stroškov pri gradnji avtocestnih odsekov od 4 mio EUR/km do 150 mio EUR/km. Boljša primerjava stroškov pa je možna med objekti podobnih geometrijskih razsežnosti in enakih tehnologij gradnje. To tudi poudarjajo analitiki stroškov gradenj avtocest in hitrih cest v Evropi v literaturi in na strokovnih srečanjih (Stroški gradnje avtocest, 2008).

Najbolje, da se navežemo na podoben, a mnogo manjši spiralni dvig Kawazu-Nanadaru na Japonskem, ki je stal 11,2 milijona USD ali 8,4 milijona EUR za 1,1 km dolžine ceste. V primerjavi z obravnavanim spiralnim dvigom v Kamniški Bistrici je ta kar za petkrat manjši.

6.2 Predori

Strošek gradnje predorov je predvsem odvisen od geomehanskih pogojev hribine, prečnega prereza predora in tehnološkega nivoja opreme predora. Iz literature in izkušenj vemo, da se v odvisnosti od pogojev in zahtev stroški gradnje predorov gibljejo od 10 mio. EUR/km do 100 mio. EUR/km ene predorske cevi. V nekaterih primerih zahtevnega preboja ceste v urbanem okolju pa tudi več (Stroški gradnje avtocest, 2008).

Primerjava povprečnih stroškov gradnje avtocest v Sloveniji z drugimi državami EU - predori (mio EUR/km)



Slika 22: Primerjava povprečnih stroškov gradnje predorov med državami Evropske unije

(Vir: <https://www.dars.si/>)

6.3 Predračunski stroški izgradnje nove cestne povezave

6.3.1 Opredelitev vrednosti infrastrukture

Pri spiralnem dvigu ceste sem se navezal na ceno spiralnega dviga Kawazu-Nanadaru na Japonskem, katerega cena je znašala 8,4 mio. EUR/km. Za predore sem prevzel ceno povprečnih stroškov gradnje v Sloveniji, ki znaša 20 mio. EUR/km. Povprečna cena izgradnje enega kilometra avtocestnega odseka v Sloveniji je približno 10 mio. EUR. Glede na to bi izgradnja nove brezprašne ceste širine nad 5 m, z dodatki (krožišča, izkop, utrditev, ipd.), domnevno stala okoli 5 mio. EUR/km.

Preglednica 8: Ocena gradbenih del načrtovane nove cestne povezave

(Vir: Priloga B.2 in drugi)

Infrastrukturni objekt	Razdelitev objekta po strukturi - dolžina objekta (m), (Vir)	Cena objekta (EUR)
4 x spiralni dvig ceste	Predori (P1-P6) - 2805 m, (Priloga B.2)	56,1 mio. EUR
	Viadukti (V1-V6) - 2476 m, (Priloga B.2)	20,8 mio. EUR
Dodatni viadukt	Viadukt (V7) - 230 m, (Priloga B.2)	1,9 mio. EUR
Enocevni, dvosmerni in dolgi predor Planjava	Predor (P7) - 5998 m, (Priloga B.2)	120 mio. EUR
Enocevni, dvosmerni in dolgi predor Matkov kot	Predor (P8) - 5263 m, (Priloga B.2)	105,3 mio. EUR
Brezprašna cesta širine nad 5 m	Cesta (C1, C2, C3) - 1541 m, (Priloga B.2)	7,7 mio. EUR
PRIBLIŽNA OCENA GRADBENIH DEL SKUPAJ:		311,8 mio. EUR

Največji strošek investicije predstavlja izgradnja infrastrukturnih objektov. V zgornji preglednici je podana približna ocena gradbenih del brez drugih stroškov, kot so: odkup zemljišč (približna ocena 25 mio. EUR), geodetska dela, projektantska dela, geološke raziskave, stroški deponije odpadnega materiala (po dogovoru), po zaključenemu projektu rekonstrukcija cest (Kamniška Bistrica - Stahovica, ipd.) in drugo.

Poleg omenjenega manjka še priporočljiva ureditev parkirišča v Logarski dolini, postavitev kulinarčne tržnice v Kamniški Bistrici in Logarski dolini, izdelava razgledne ploščadi na vrhu spiralnega dviga s kavarno, postavitev logističnega centra in drugo.

Preglednica 9: Ocena investicije načrtovane nove cestne povezave

(Vir: Preglednica 7 in drugi)

Celotni investicijski stroški	Cena (EUR)
Gradbena dela	311,8 mio. EUR
Odkup zemljišč	25 mio. EUR
Rekonstrukcija cest (po izgradnji)	15 mio. EUR
Druga predhodno navedena dela	20 mio. EUR
Rezervni sklad	28,2 mio. EUR
PRIBLIŽNA OCENA INVESTICIJE SKUPAJ:	400 mio. EUR

Brez zapletov in zelo nasplošno bi strošek investicije predstavljal cca. 400 mio. EUR. Približni izračun investicije temelji zgolj na predvidevanjih, zato so odstopanja lahko velika. Zanemarljivi niso niti stroški vzdrževanja in upravljanja predorov in spiralnega dviga po izgradnji trase. Na primer, cena vzdrževanja in obratovanja podobnega predora Sv. Ilija (Imotska krajina - Makarska) na Hrvaškem, letno znaša od 1,3 do 1,5 mio. EUR (Tunel Sveti Ilija, 2013).

7 ZAKLJUČEK

Zaključimo lahko, da je projekt nove cestne povezave med Slovenijo in Avstrijo družbeno aktualen, zanimiv in izvedljiv.

Tekom diplomske naloge sem se dobro spoznal s programskim paketom OCAD 11. Program je zelo zanimiv in uporaben pri izdelavi kart in načrtov. Poleg reševanja problematike cestnih povezav in načrtovanja infrastrukturnih objektov sem se srečal z mnogimi drugimi izzivi. Reševanje problematike kartiranja več-nivojskih linijskih objektov je že eno izmed njih. Tovrstne objekte na običajni 2D karti lahko prikazemo samo posredno, s pomočjo ustreznega kartografskega znaka oz. dodatnega opisa poleg objekta. Nekaj težav je nastalo tudi pri pridobivanju in obdelavi podatkov za avstrijsko stran, ker vsebina na obstoječem TTN 10 za Avstrijo ni prikazana.

Trenutne povezave s sosednjo Avstrijo so zelo obremenjene, še posebej v času poletnih počitnic. Država Slovenija v veliki meri služi le kot tranzitna država do drugih destinacij, na primer Italija, Hrvaška ter ostale Balkanske države. Predvidevam, da bi se z načrtovano cestno povezavo to spremenilo. Omogočen bi bil hitrejši, lažji in bolj atraktiven dostop našim in tujim turistom, do lepote naše dežele. Že pri vstopu v Logarsko dolino bi jim ponudili poizkušanje naše kulinarike ter organiziran dostop do drugih turističnih znamenitosti. Cestno povezavo bi bilo potrebno tržiti, vendar s poudarkom na zmerni ceni.

Alternativa temu projektu bi lahko bila železniška povezava Mekinje (Slovenija) - Železna Kapla (Avstrija). Vendar bi vrednost takega predora, ocenjevana po analizah DARS-a, bila mnogo višja. Za 23 km predora bi po dokaj nizkih ocenah (30 mio. EUR/km), dosegla vrtoglavih 700 mio. EUR.

Ob cenovni primerjavi z drugimi tovrstnimi projekti v Sloveniji in ob upoštevanju gradnje na težavnem terenu hitro ugotovimo, da gre za dokaj ugodno rešitev. Kot je ugotovljeno v predzadnjem poglavju, bi investicija obravnavanega projekta v celoti znašala približno 400 mio. EUR.

Do dela denarja bi se lahko dokopali z evropskimi sredstvi za razvoj podeželja. Evropska komisija namenja neposredne finančne prispevke v obliki nepovratnih sredstev projektom ali organizacijam, ki podpirajo evropske interese ali sodelujejo pri izvajanju programov in politik EU. Preostali del sredstev bi lahko poiskali v privatnem kapitalu, iz državne blagajne ali pa bi ga predvideli z naslova privatizacije državnih podjetij.

Slovenci smo primorani poskrbeti sami zase, tako na področju razvoja cestne infrastrukture, kot tudi na drugih področjih. Trenutno se nahajamo v času krize, a vseeno to stanje vidim kot spodbudo in priložnost, da z dobrimi idejami prispevamo k bodoči blaginji v državi.

8 GRAFIČNE PRILOGE

Grafične priloge so v dodatku.

Vsebina prilog:

Priloga A.1: Pregledna situacijska karta v merilu 1 : 50 000

Priloga B.1: Situacijska karta v merilu 1 : 10 000

Priloga B.2: Vzdolžni profil v merilu 1 : 10 000

Priloga B.3: Spiralni dvig ceste

VIRI

Aleksić, V. 1990. Geodetsko kartografska dokumentacija kot osnovni vir informacij v postopku urejanja kmetijskega zemljišč. Doktorska disertacija. Ljubljana. Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo. [samozaložba V. Aleksić]: 33 str.

Buser, S. 2010. Geološka karta Slovenije = Geological map of Slovenia. Ljubljana: Geološki zavod.

Gogala, A. 1999. Password : English dictionary for speakers of Slovenian, Ljubljana, DZS.

Humar, G. 2004. Predori : iskanje svetlobe, Šempeter pri Gorici, Pontis.22 - 65 str.

Petrovič, D. 2009. Topografija in kartografija : [gradivo za strokovni izpit iz geodetske stroke]: 18 str.

Pravilnik o projektiranju cest. 2005. Ljubljana: Vlada RS

<http://www.uradni-list.si/1/content?id=58173> (Pridobljeno 6.8.2014.)

Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J. & Guptill, S. C. 1995. Elements Of Cartography, New York [Etc.], John Wiley & Sons.

Tavzes, M. 2002. Veliki Slovar Tujk, V Ljubljani, Cankarjeva založba.

Toporišič, J. 2001. Slovenski Pravopis, Ljubljana, Založba ZRC.

Uredba o tehničnih normativih in pogojih za projektiranje cestnih predorov v Republiki Sloveniji. 2006.

Ljubljana: Vlada RS

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV6453> (Pridobljeno 8.8.2014.)

Zakon o pravilih cestnega prometa (ZPRCP), UR. L. RS ŠT. 58/2006. Cestni promet

<http://www.uradni-list.si/1/content?id=101702> (Pridobljeno 8.8.2014.)

Žalohar, J. & Celarc, B. 2010. Geološka zgradba Kamniško - Savinjskih Alp. Scopolia.

http://www.landesmuseum.at/pdf_frei_remote/Scopolia_Suppl_5_0043-0051.pdf (Pridobljeno 12.8.2014.)

Internetni viri

Apnenec. 2014.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Apnenec> (Pridobljeno 6.8.2014.)

Atlas okolja. 2014.

http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL%40Arso&initialExtent=468246.59%2134361.76%2C19.84375 (Pridobljeno 19.8.2014.)

E-prostor. 2014.

<http://www.e-prostor.gov.si/> (Pridobljeno 18.8.2014.)

Erozija. 2014.

<http://www.uradni-list.si/1/content?id=88381> (Pridobljeno 18.8.2014.)

Eurydice. 2014.

http://www.eurydice.si/index.php?option=com_content&view=article&id=4193:bele-knjige-in-druge-z-barvami-poimenovane-knjige-april-2011&Itemid=355 (Pridobljeno 4.9.2014.)

Gotthard. 2014.

http://www.siol.net/novice/svet/2010/10/v_svici_prebili_najdaljsi_zelezniski_predor_na_svetu.aspx
(Pridobljeno 19.8.2014.)

Hidrografija. 2014.

http://www.geoprostor.net/PisoPortal/vsebine_vode.aspx (Pridobljeno 18.8.2014.)

Kartografija. 2014.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Kartografija> (Pridobljeno 18.8.2014.)

Kartografija SVN. 2005.

http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/publikacije/arhiv_public/Kartografija2005_slo.pdf
(Pridobljeno 18.8.2014.)

Kawazu-Nanadaru loop bridge. 2014.

<http://www.dangerousroads.org/asia/japan/895-kawazu-nanadaru-loop-bridge-japan.html>

(Pridobljeno 18.8.2014.)

LGB. 2014.

<http://lgb.si/nacrti-in-karte> (Pridobljeno 3.9.2014.)

Google Map. 2014.

<https://www.google.si/maps/@46.1491664,14.9860106,8z> (Pridobljeno 6.8.2014.)

Mulda. 2014.

<http://www.tunneltalk.com/Gotthard-TBM-safely-across-the-Piora-Mulda.php> (Pridobljeno 19.8.2014.)

Natura. 2014.

<http://www.natura2000.gov.si/index.php?id=18> (Pridobljeno 12.8.2014.)

Natura 2000. 2014.

<http://natura2000.eea.europa.eu/#> (Pridobljeno 6.8.2014.)

OCAD11. 2014.

<http://www.ocad.com/en/> (Pridobljeno 12.8.2014.)

Ortofoto. 2014.

http://www.e-prostor.gov.si/si/zbirke_prostorskih_podatkov/topografski_in_kartografski_podatki/ortofoto/

(Pridobljeno 12.8.2014.)

Promet. 2013.

http://www.dc.gov.si/si/delovna_podrocja/promet/ (Pridobljeno 8.8.2014.)

Promet. 2014.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Promet> (Pridobljeno 8.8.2014.)

Predor. 2014.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Predor> (Pridobljeno 18.8.2014.)

Premostitveni objekt. 2014.

<http://www.academia.si/?mod=aktualno&action=keyart&id=1568> (Pridobljeno 19.8.2014.)

Stroški gradnje avtocest. 2008.

<http://www.dars.si/> (Pridobljeno 25.8.2014.)

TBM. 2014.

http://en.wikipedia.org/wiki/Tunnel_boring_machine (Pridobljeno 18.8.2014.)

Tunel Sveti Ilija. 2013.

<http://www.vecernji.hr/hrvatska/tunel-sveti-ilija-otvara-se-u-lipnju-a-cijena-za-aute-bit-ce-20-kuna-525534>
(Pridobljeno 26.8.2014.)

Varstvo okolja. 2014.

http://sl.wikipedia.org/wiki/Varstvo_okolja (Pridobljeno 12.8.2014.)