

Vrsta načrta: **9/16 Hidrološko – hidravlični elaborat**

Investitor:



**RS, Ministrstvo za infrastrukturo, DRSI
Tržaška c. 19,
1000 Ljubljana**

Naročnik:

**SŽ – projektivno podjetje Ljubljana d.d.
Ukmarjeva ulica 6,
1000 Ljubljana**

Objekt:

**Hidrološko – hidravlični elaborat
za območje železniške proge
Ljubljana – Brezovica**

Vrsta proj. dokumentacije:

izvedbeni načrt

Za gradnjo:

Vzdrževalna dela v javno korist

Projektant:

**IZVO-R , projektiranje in inženiring d.o.o.
Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana**

Odgovorni predstavnik
podjetja:

Helena Garzarolli, univ. dipl. inž. grad.

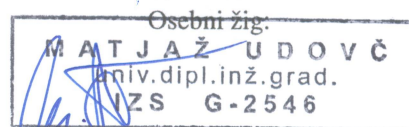
Podpis:



Odgovorni projektant:

Matjaž Udovč, univ. dipl. inž. grad.
Id. Št.: G-2546

Podpis:



Odg. vodja projekta:

Boris Brilly, univ. dipl. inž. grad.
Id. Št.: G-2753

Podpis:



Št. projekta (SŽ PP):

3685

Št. elaborata (IZVO-R):

L54/19

Datum:

V Ljubljani, junij 2019, PO REVIZIJI november 2019

ZG50	0098	007.0302	S.5.3.	
------	------	----------	--------	--

2 KAZALO VSEBINE ELABORATA št.: L54/19

Objekt: Hidrološko – hidravlični elaborat za območje železniške proge Ljubljana – Brezovica

Kazalo vsebine:

- | | | |
|----|---|-----------|
| 1. | Naslovna stran elaborata | |
| 2. | Kazalo vsebine elaborata | |
| 3. | Tehnično poročilo | |
| 4. | Hidravlične presoje | |
| 5. | Risbe | |
| 1 | Pregledna situacija | M 1:5000 |
| 2 | Karta poplavne nevarnosti | M 1:2.500 |
| 3 | Karta razredov poplavne nevarnosti | M 1:2.500 |
| 6. | Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben (L03/19) | |

3 Tehnično poročilo

TEHNIČNO POROČILO

1 Uvod

Investitor načrtuje nadgradnjo odseka proge Ljubljana-Divača na medpostajenem odseku Ljubljana-Brezovica.

Glavna železniška proga št. 50 Ljubljana-Sežana-d.m. na odseku Ljubljana-Divača je dvotirna elektrificirana proga, ki je bila zgrajena v obdobju 1846 - 1857 kot del "Južne železnice" Dunaj-Trst. Gradbeni elementi se od takrat niso bistveno spremenili. Medpostajni odsek Ljubljana-Brezovica poteka od uvozne kretnice na B strani postaje Ljubljana v km 566.625 (L50) oz. 566.578 (D50) do uvozne kretnice na A strani postaje Brezovica v km 573.526 na odseku proge Ljubljana-Divača.

Za potrebe te naloge smo vsa križanja (preboje nasipa železnice, brez nivojskih križanj) z železnico oštevilčili od A1-A22. V tem elaboratu je izdelan hidravlično hidrološki elaborat za območje odseka od njegovega začetka (566.625) do križanja (prepusta) z oznako A22 v km 573.348.

V elaboratu prikazujemo karte razredov poplavne nevarnosti skladno s *Pravilnikom o metodologiji za določevanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Ur.l. RS 60/2007)* – v nadaljevanju Pravilnik in *Uredbo 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 (Ur. L RS 89/2008)*- v nadaljevanju Uredba.

Karte so povzete po predhodnih dokumentacijah, ki so obravnavale območje po katerem poteka železniška proga.

Obravnavano območje je deloma znotraj vplivnega območja sprejetega državnega prostorskega načrta *Državni prostorski načrt za zagotavljanje poplavne varnosti JZ dela Ljubljane* - v nadaljevanju DPN. Trenutno ja za del ureditev po DPN (t.i. etapa 1A) v izdelavi PGD dokumentacija. **V tej študiji ne upoštevamo načrtovanih ureditev načrtovanih v 1a etapi**

DPN. Kot izhodiščno stanje prostora se tako upošteva obstoječe stanje (karte razredov poplavne nevarnosti so izrisane za obstoječe stanje).

Na območju, kjer načrtovane ureditve segajo na območje načrtovanih ureditev 1A etape (križanje železnice in Malega grabna), podajamo tudi usmeritve za uskladitev obeh načrtovanih ureditev. Hidrotehnično poročilo za most preko Malega grabna (L03/19, april 2019) je bilo izdelano že v preteklosti. Hidrotehnično poročilo L03/19 je v celoti priloženo temu elaboratu (L54/19) in predstavlja njegov sestavni del.

Obravnavano območje je deloma znotraj vplivnega območja ureditev na vodotoku Glinščica (Zadrževalnik Brdnikova s spremljajočimi ureditvami). Zadrževalnik Brdnikova je bil izveden pred kratkim, niso pa bile izvedene vse po projektu predvidene spremljajoče ureditve. Karte poplavne nevarnosti za trenutno obstoječe stanje poplave Glinščice so še v izdelavi, tako da v tem elaboratu za poplavo Glinščice povzemamo karte poplavne nevarnosti, ki upoštevajo stanje pred izgradnjo zadrževalnika Brdnikova (ki so tudi trenutno uradno veljavne in objavljene na ATLASU VODA).

Samo območje obravnave poteka preko več zaključenih hidroloških območij. Za obravnavani odsek železniške proge so tako merodajne poplave Glinščice, Malega grabna (z Mestno Gradaščico), Voslico na območju Dolgega mosta in manjših potokov na območju med razcepom Kozarje in občinsko mejo med Mestno Občino Ljubljana in občino Brezovica.

2 Predhodna dokumentacija

Karte razredov poplavne nevarnosti za obstoječe stanje v tem elaboratu so povzete po naslednjih predhodnih dokumentacijah (našteto od vzhoda proti zahodu):

1. ***Hidrološko-hidravlična analiza ter poplavne karte za Glinščico (Od zahodne obvoznice do Mestne Gradaščice), VODAR Franci Rojnik s.p., V-64/10, 2010; naročnik Mestna občina Ljubljana,***

Dokumentacija je obravnavala poplavo Glinščice za obstoječe stanje in tudi za načrtovano stanje z izvedbo vseh načrtovanih ureditev obravnavanih v dokumentaciji V-64/10 (Zadrževalnik Brdnikova in spremljajoče ureditve). V tem elaboratu (L54/19) povzemamo karte za obstoječe stanje (pred izvedbo zadrževalnika Brdnikova), ki so tudi trenutno uradno veljavne in objavljene na ATLASU VODA. Poplava obravnavana v dokumentaciji V-64/10 je merodajna za križanji A5 in A6.

2. ***Izdelava kart poplavne nevarnosti za okolico pokopališča Vič, IZVO-R d.o.o., J07/17, 2017; naročnik Mestna občina Ljubljana***

Dokumentacija je obravnavala poplavo Malega grabna (in Mestne Gradaščice) na odseku med križanjem z Zahodno obvoznico in Tržaško cesto. Dokumentacija je obravnavala novelacijo kart izdelanih v sklopu strokovnih podlag za DPN (A71-FR/09, model 2) z upoštevanju novejših geodetskih podatkov in izvedenih ureditev na tem območju (podvoz Vič). Poplava obravnavana v dokumentaciji J07/17 je merodajna za križanja A7-A13. Dokumentacija J07/17 je potrjena s strani DRSV, njeni rezultati so že vneseni v ATLAS VODA.

3. ***Izdelava kart poplavne nevarnosti za območje DPN za zagotavljanje poplavne varnosti JZ dela Ljubljane - Model KP, IZVO-R d.o.o., A71-FR/09, junij 2012; naročnik Ministrstvo za kmetijstvo in okolje***

Dokumentacija je bila izdelana v sklopu strokovnih podlag za DPN in je obravnavala poplavo Horjulke in Gradaščice, ki z območja Poti čez Gmajno na meji med občinama MOL in Dobrova-Polhov Gradec površinsko odteka preko Ceste na ključ proti strugi vodotoka Voslica. Poplava, obravnavana v dokumentaciji A71-FR/09(model KP), je merodajna za križanje železnice z Voslico A15. Dokumentacija A71-FR/09(model KP) je potrjena s strani DRSV, njeni rezultati so že vneseni v ATLAS VODA

4. ***Izdelava kart poplavne in erozijske nevarnosti ter kart razredov poplavne in erozijske nevarnosti za štiri poselitvena območja v Mestni občini Ljubljana, IZVO-R d.o.o., J82/17, april 2018; naročnik Mestna občina Ljubljana***

Dokumentacija je (med drugim) obravnavala poplavo manjših potokov na območju med razcepom Kozarje ter občinsko mejo med MOL in občino Brezovica (v dokumentaciji J82/17 imenovano območje Podsmreka, Majlond, Kozarje, Žeje). Poplava obravnavana v dokumentaciji J82/17 je merodajna za križanja z železnico z oznakami A16-A22. Dokumentacija J82/17 (po našem vedenju) še ni bila potrjena s strani DRSV, njeni rezultati še niso vneseni v ATLAS VODA.

3 Seznam prebojev železniškega nasipa

Zaradi večje preglednosti in sledljivosti smo vse preboje železniškega nasipa (prečkanja strug vodotokov ali jarkov in tudi podhode/podvoze) označili z oznakami A1-A22. Oznake so bile določene v začetnih fazah izdelave dokumentacije na podlagi temeljnega topografskega načrta TTN5, kasneje pa so bili vsi preboji preverjeni še s posredovanimi podlogami (geodetski posnetek) in med terenskim ogledom. Število prebojev ni več enako kot določeno na podlagi TTN5, vendar oštevilčenja kasneje nismo spreminjali (tako npr. križanja A17 ni).

oznaka	stacionaža	vodotok	oblika
A1	568+014	/	obokan kamnito betonski podhod
A2	568+250	/	obokan kamnito betonski podhod
A3	568+400	/	AB podvoz
A4	568+514	/	obokan kamnito opečnat prepust
A5	568+631	/	obokan kamnito betonski podhod
A6	569+085	Glinščica	obokan kamnit most
A7	569+256	/	obokan kamnito betonski podhod
A8	569+351	/	obokan kamnito betonski podhod
A9	569+478	/	obokan kamnito betonski prepust
A10	569+697	Mestna Gradaščica	obokan, kamnit most
A11	569+719	/	AB podhod
A12	570+287	/	AB podvoz
A13	570+809	Mali graben	jekleni most
A14	570+953	/	pokrit betonski prepust
A15	571+666	Voslica	pokrit betonski prepust
A16	572+256	"P1"	obokan kamnito betonski most
A18	572+589	"R1"	obokan kamnito betonski prepust
A19	572+709	/	obokan kamnito betonski prepust
A20	572+992	"G1"	obokan kamnito betonski prepust
A21	573+164	/	AB ploščat podvoz
A22	573+348	"B1"	obokan betonski prepust

Preglednica 1: seznam obravnavnih prebojev železniškega nasipa.

V nadaljevanju podajamo kratek opis posameznih prebojev.

Podhod A1 – km 568.014

foto 1: podhod A1 (Oražmova ulica).

Podhod A1 se nahaja v podaljšku Kocenove ulice severno od železnice in Oražmove ulice južno od nje. Podhod je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=1.9\text{m}$ $H=2.1\text{m}$. Služi prehodu pešcev in kolesarjev pod železnico iz Rožne doline na Vič in je največji in najpomembnejši tak prehod na območju Rožne doline.

Glede na izvedene hidravlične analize v preteklosti je podhod izven dosega poplavnih vod vodotokov. Ker pa je podhod "sifonski" (niveleta podhoda je pod koto terena na obeh straneh železnice), vseeno obstaja nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod (meteorne vode ki se iz Rožne Doline stekajo proti nasipu železnice v primeru izčrpane sposobnosti cestnih požiralnikov oziroma celotnega kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje).

Podhod A2 – km 568.250

foto 2: podhod A2 (Idrijska ulica).

Podhod A2 se nahaja v podaljšku ulice Rožna dolina I severno od železnice in Idrijske ulice južno od nje. Podhod je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=1.45\text{m}$ $H=1.65\text{m}$. Služi prehodu pešcev in kolesarjev pod železnico iz Rožne doline na Vič.

Glede na izvedene hidravlične analize v preteklosti je podhod izven dosega poplavnih vod vodotokov. Ker pa je podhod "sifonski" (niveleta podhoda je pod koto terena na obeh straneh železnice), vseeno obstaja nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod (meteorne vode ki se iz Rožne Doline stekajo proti nasipu železnice v primeru izčrpane sposobnosti cestnih požiralnikov oziroma celotnega kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje).

Podvoz A3 – km 568.400

foto 3: podvoz A3 (ZD Vič).

Podvoz A3 se nahaja v podaljšku ulice Rožna dolina III severno od železnice in Šestove ulice južno od nje (pri zdravstvenem domu Vič). Podvoz je armirano betonski most dimenzij $B=10.3\text{m}$ $H=2.5\text{m}$. Služi prehodu vozil (omejitev višine na 2.3m), pešcev in kolesarjev pod železnico iz Rožne doline na Vič.

Glede na izvedene hidravlične analize v preteklosti je podvoz izven dosega poplavnih vod vodotokov. Ker pa je podvoz "sifonski" (niveleta podvoza je pod koto terena na obeh straneh železnice), vseeno obstaja nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod (meteorne vode ki se iz Rožne Doline in Viča stekajo proti nasipu železnice v primeru izčrpane sposobnosti cestnih požiralnikov oziroma celotnega kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje).

Podhod A4 – km 568.514

foto 4: podvoz A4.

Podhod A4 se ne nahaja (več) v podaljšku ulic. Pozidava z obeh strani železnice v preteklosti je prekinila dostop do podhoda. Podhod je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=1.9\text{m}$ $H=2.0\text{m}$. Zaradi oteženega dostopa (dostop samo tik ob samem nasipu) predvsem s severne strani ocenjujemo, da je zelo malo v uporabi.

Glede na izvedene hidravlične analize v preteklosti je podvoz izven dosega poplavnih vod vodotokov. Ker pa je podhod "sifonski" (niveleta podvoza je pod koto terena na obeh straneh železnice), vseeno obstaja nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod (meteorne vode ki se iz Rožne Doline in Viča stekajo proti nasipu železnice v primeru izčrpane sposobnosti cestnih požiralnikov oziroma celotnega kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje).

Podhod A5 – km 568.631

foto 5: podhod A5 (Bobenčkova ulica).

Podhod A5 se nahaja v podaljšku ulice Rožna dolina IX severno od železnice in Bobenčkove ulice južno od nje. Podhod je obokan, kamnito betonski, dimenzij B=1.35m H=1.9m. Služi prehodu pešcev in kolesarjev pod železnico iz Rožne doline na Vič.

Glede na izvedene hidravlične analize v preteklosti je podvoz znotraj dosega poplavnih vod Glinščice za stanje pred izvedbo zadrževalnika Glinščica, z upoštevanjem zadrževalnika pa je podhod glede na delovne rezultate analiz v teku (Vodar Franci Rojnik s.p.) izven dosega poplave Glinščice. Ker je podvoz "sifonski" (niveleta podvoza je pod koto terena na obeh straneh železnice), obstaja tudi nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod (meteorne vode ki se iz Rožne Doline in Viča stekajo proti nasipu železnice v primeru izčrpane sposobnosti cestnih požiralnikov oziroma celotnega kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje).

Most A6 (Glinščica) – km 569.085



foto 6: most čez Glinščico A6.

Most preko struge Glinščice je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=9.5\text{m}$ $H=4.4\text{m}$. Struga Glinščice pod mostom je regulirana s trapeznim koritom, ki je v spodnjem delu obloženo z betonskimi ploščami in ima v osi pravokotno korito za nizke vode. Struga je na območju križanja z železnico v dobrem stanju

Podhod A7 – km 569.256

foto 7: podhod A7 (ulica Iga Grudna).

Podhod A7 se nahaja med ulico Iga Grudna severno od železnice in območjem stanovanjskih blokov južno od železnice (hišne številke Viška cesta 2-6 in Tržaška cesta 82a, 82b, 82c). Podhod je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=1.35\text{m}$ $H=1.9\text{m}$. Služi prehodu pešcev in kolesarjev pod železnico iz Rožne doline na Vič in je močno v uporabi.

Glede na izvedene hidravlične analize v preteklosti je podvoz znotraj dosega poplavnih vod Glinščice za stanje pred izvedbo zadrževalnika Glinščica, z upoštevanjem zadrževalnika pa je podhod glede na delovne rezultate analiz v teku (Vodar Franci Rojnik s.p.) izven dosega poplave Glinščice.

Podhod je tudi znotraj dosega poplave Malega grabna, ki poplavi območje severno od Železnice na območju med dolgim mostom in Glinščico.

Ker je podhod "sifonski" (niveleta podvoza je pod koto terena na obeh straneh železnice), obstaja tudi nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod (meteorne vode ki se iz Rožne Doline in Viča stekajo proti nasipu železnice v primeru izčrpane sposobnosti cestnih požiralnikov oziroma celotnega kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje).

Podhod A8 – km 569.351

foto 8: podhod A8 (ulica Iga Grudna).

Podhod A8 se tako kot A7 nahaja med ulico Iga Grudna severno od železnice in območjem parkirišča med Viško cesto in železnico južno od železnice. Podhod je obokan, kamnito betonski, dimenzij B=1.4m H=1.8m. Podhod je precej zaraščen in glede na terenski ogled nima več funkcije za prehod ljudi.

Glede na izvedene hidravlične analize v preteklosti je podvoz znotraj dosega poplavnih vod Glinščice za stanje pred izvedbo zadrževalnika Glinščica, z upoštevanjem zadrževalnika pa je podhod glede na delovne rezultate analiz v teku (Vodar Franci Rojnik s.p.) izven dosega poplave Glinščice.

Podhod je znotraj dosega poplave Malega grabna, ki poplavi območje severno od Železnice na območju med dolgim mostom in Glinščico.

Ker je podhod "sifonski" (niveleta podvoza je pod koto terena na obeh straneh železnice), obstaja tudi nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod (meteorne vode ki se iz Rožne Doline in Viča stekajo proti nasipu železnice v primeru izčrpane sposobnosti cestnih požiralnikov oziroma celotnega kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje).

Podhod A9 – km 569.478



foto 9: podhod A9 (Fajfarjeva ulica).

Podhod A9 se nahaja med Viško cesto severno od železnice in Fajfarjevo cesto južno od železnice. Severno od železnice podhod meji na vrt ob stanovanjskem objektu in nima več dostopa. Podhod je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=1.4\text{m}$ $H=2.0\text{m}$. Podhod je na severnem portalu močno zaraščen in glede na terenski ogled nima več funkcije za prehod ljudi.

Glede na izvedene hidravlične analize v preteklosti je podvoz izven dosega poplavnih vod Glinščice.

Podhod je znotraj dosega poplave Malega grabna, ki poplavi območje severno od Železnice na območju med dolgim mostom in Glinščico.

Ker je podhod "sifonski" (niveleta podvoza je pod koto terena na obeh straneh železnice) obstaja tudi nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod (meteorne vode ki se iz Rožne Doline in Viča steka proti nasipu železnice v primeru izčrpane sposobnosti cestnih požiralnikov oziroma celotnega kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje).

Most A10 (Mestna Gradaščica) – km 569.697



foto 10: most čez Mestno Gradaščico A10.

Most preko struge Mestne Gradaščice je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=7.7\text{m}$ $H=2.8\text{m}$. Struga Mestne Gradaščice pod mostom je regulirana s trapeznim koritom, ki je v spodnjem delu obloženo z betonskimi ploščami. Struga je na območju križanja z železnico v dobrem stanju.

Podhod A11 – km 569.719

foto 11: podhod A11 (Fajfarjeva ulica).

Podhod A11 se nahaja med Viško cesto severno od železnice in Fajfarjevo cesto južno od železnice, neposredno ob mostu čez Mestno Gradaščico (A10). Podhod je armirano betonski dimenzij $B=4.0\text{m}$ $H=2.65\text{m}$. Služi prehodu pešcev in kolesarjev pod železnico iz Rožne doline na Vič in je močno v uporabi.

Podhod je znotraj dosega poplave Malega grabna, ki poplavi območje severno od železnice na območju med dolgim mostom in Glinščico.

Ker je podhod "sifonski" (niveleta podvoza je pod koto terena na obeh straneh železnice), obstaja tudi nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod (meteorne vode ki se iz Rožne Doline in Viča stekajo proti nasipu železnice v primeru izčrpane sposobnosti cestnih požiralnikov oziroma celotnega kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje).

Podvoz A12 – km 570.287 (Podvoz Vič)

foto 12: podvoz A12 (podvoz Vič).

Podvoz A12 povezuje novo cesto Rdečega križa s Tržaško cesto in avtocestnim priključkom Ljubljana zahod. Služi prehodu vseh vozil (brez omejitve višine), pešcev in kolesarjev pod železnico iz Viškega polja na območje Dolgega mostu. Izveden je bil leta 2017.

Podhod je znotraj dosega poplave Malega grabna, ki poplavi območje severno od železnice na območju med dolgim mostom in Glinščico.

Ker je podhod "sifonski" (niveleta podvoza je pod koto terena na obeh straneh železnice) obstaja tudi nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod v primeru izčrpane sposobnosti kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje ceste.

Most A13 (Mali graben) – km 570.809



foto 13: most čez Mali graben A13.

Most preko struge Malega grabna je jeklen s sredinskim opornikom. Struga Mestne Gradaščice pod mostom je regulirana s trapeznim koritom brežine so zaščitene s kamnito zložbo. Most je podrobneje obdelan v hidrotehničnem poročilu L03/19, ki je priloga k temu poročilu.

Prepust A14 – km 570.953



foto 14: prepust A14.

Prepust A14 se nahaja med nadvozom Tržaške ceste na Dolgem mostu severno od železnice in ulico Za progo južno od železnice v bližini mostu čez Mali Graben (A13). Podhod je armirano betonski, dimenzij B=0.95m, H=- (prepust je popolnoma zasut). Prepust je popolnoma zasut na obeh straneh železnice. V obstoječem stanju prepust nima nobene funkcije.

Podhod je izven dosega poplave Malega grabna in Voslice. Kote terena tik ob prepustu na območju severno od železnice so sicer nižje od poplavne kote Malega grabna na območju tik ob mostu čez Mali graben, vendar je teren v obstoječem stanju oblikovan tako, da voda ne more zatekati ob nasipu železnice do območja prepusta (na območju neposredno pod nadvozom Tržaške ceste je teren ob nasipu dvignjen do kote nasipa železnice).

Prepust A15 (Voslica) – km 571.666

foto 15: prepust A15 (Voslica).

Prepust A15 se nahaja med območjem med Tržaško cesto in železnice ter ulico Za progo južno od železnice na vodotoku, ki v uradnih evidencah sicer nima imena, v preteklih dokumentacijah pa je bil ponekod imenovan Voslica, zato to ime uporabljamo tudi v tem elaboratu. Prepust je armirano betonski, dimenzij $B=1.80\text{m}$, $H=1.55\text{m}$. Regulacija Voslice je na natočnem delu v relativno dobrem stanju. Skozi sam prepust, predvsem pa na dolvodnem delu, je regulacija močno poškodovana.

Na samem območju prepusta Voslica ne poplavlja pri Q_{100} (izven območja strug in jarkov). Tik dolvodno od prepusta poteka cesta Za progo, na kateri je bil v bližnji preteklosti zamenjan prepust pod cesto.

Prepust A16 (Potok P1) – km 572.256

foto 16: prepust A16 (Potok P1).

Prepust A16 se nahaja med primorsko avtocesto tik za razcepom Kozarje ter ulico Za progo južno od železnice. Skozi prepust poteka vodotok, ki v uradnih evidencah nima imena, v preteklih dokumentacijah (IZVO-R, J82/17) je bil imenovan potok P1, zato to ime uporabljamo tudi v tem elaboratu. Prepust je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=5.7\text{m}$, $H=2.60\text{m}$. Struga potoka je v relativno dobrem stanju.

Na samem območju prepusta potok P1 ne poplavlja pri Q_{100} (izven območja strug in jarkov).

Prepust A18 (Potok R1) – km 572.580

foto 17: prepust A18 (Potok R1).

Prepust A18 se nahaja med primorsko avtocesto za razcepom Kozarje ter ulico Za progo južno od železnice na vodotoku, ki v uradnih evidencah nima imena, v preteklih dokumentacijah (IZVO-R J82/17) je bil imenovan potok R1, zato to ime uporabljamo tudi v tem elaboratu. Prepust je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=3.4\text{m}$, $H=1.50\text{m}$. Struga potoka je v obstoječem stanju močno zaraščena, zato na terenskem ogledu nismo mogli natančno ugotoviti njenega stanja. Vidnih znakov erozije ni. Takoj naprej pod cesto Za progo ima struga R1 cevni prepust, vendar struga pod cesto ni primarna. Večji prepust s primarno strugo, ki poteka proti strugi Cornovca prečka cesto Za progo poteka ca. 115m vzhodneje.

Na samem območju prepusta potok R1 ne poplavlja pri Q_{100} (izven območja strug in jarkov).

Prepust A19 – km 572.709

foto 18: prepust A19.

Prepust A19 se nahaja med primorsko avtocesto za razcepom Kozarje ter ulico Za progo južno od železnice v neposredni bližini prepusta A18 na križišču proti cesti do zavetišča Gmajnice. Prepust je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=1.9\text{m}$, $H=2.7\text{m}$. Struga potoka je v obstoječem stanju močno zaraščena, zato na terenskem ogledu nismo mogli natančno ugotoviti njenega stanja. Vidnih znakov erozije ni. Naprej proti Barju ima struga od prepusta A19 manjši cevni prepust pod cesto Za progo, z jarkom na južni strani železnice pa je povezana s prepustom A18.

Na samem območju prepusta ni poplav pri Q_{100} (izven območja strug in jarkov).

Prepust A20 (potok G1)– km 572.992

foto 19: prepust A20.

Prepust A20 se nahaja med primorsko avtocesto na območju priključka Brezovica (smer Koper) ter ulico Za progo južno od železnice. Prepust je obokan, kamnito betonski, dimenzij $B=1.5\text{m}$, $H=1.9\text{m}$. Struga potoka je v obstoječem stanju močno zaraščena, zato na terenskem ogledu nismo mogli natančno ugotoviti njenega stanja. Vidnih znakov erozije ni. Naprej proti Barju ima struga od prepusta A20 prepust pod cesto Za progo.

Na samem območju prepusta ni poplav pri Q_{100} (izven območja strug in jarkov).

Podvoz A21 – km 573.164



foto 20: podvoz A21.

Podvoz A21 se nahaja med primorsko avtocesto na območju priključka Brezovica (smer Ljubljana) ter ulico Za progo. Skozi podvoz ulica Za progo preide iz južne na severno stran Železnice. Podvoz je armirano betonski dimenzij B=5.0m, H=3.1m. Služi prehodu vozil, pešcev in kolesarjev pod železnico.

Glede na izvedene hidravlične analize v preteklosti je podvoz izven dosega poplavnih vod vodotokov. Vseeno obstaja nevarnost poplave podhoda s strani meteornih vod (vode, ki padejo na območje samo ceste), saj ima cesta padec proti podvozu iz smeri Brezovice proti Barju.

Prepust A22 (potok B1)– km 573.348

foto 21: prepust A22.

Prepust A22 se nahaja med primorsko avtocesto na območju priključka Brezovica (smer Koper) med cestama, ki potekata ob železnici na obeh straneh. Potok v uradnih evidencah nima imena, v preteklih dokumentacijah (IZVO-R J82/17) je bil imenovan potok B1, zato to ime uporabljamo tudi v tem elaboratu. Prepust je obokan, kamnito betonski, dimenzij B=1.8m, H=2.0m. Struga potoka je v obstoječem stanju močno zaraščena, zato na terenskem ogledu nismo mogli natančno ugotoviti njenega stanja. Vidnih znakov erozije ni.

Na samem območju prepusta ni poplav pri Q_{100} (izven območja strug in jarkov).

4 Karta poplavne nevarnosti in razredov poplavne nevarnosti za obravnavno območje

4.1 Metodologija izdelave kart

Na podlagi rezultatov hidravličnih modelov so bile izdelane karte poplavne nevarnosti za obravnavano območje skladno z metodologijo določeno v Pravilniku. Na vseh območjih so karte povzete po predhodnih dokumentacijah (gl. točko 2 poročila).

Pravilnik določa, da se na kartah poplavne nevarnosti izrišejo naslednje vsebine:

- doseg poplave pri povratni dobi Q_{10}
- za primer povratne dobe Q_{100} območja kjer
 - o je globina poplavne vode manjša od 0,5m (produkt globine in hitrosti manjši od $0,5\text{m}^2/\text{s}$)
 - o je globina poplavne vode med 0,5 in 1,5m (produkt globine in hitrosti med $0,5\text{m}^2/\text{s}$ in $1,5\text{m}^2/\text{s}$)
 - o je globina vode večja od (produkt globine in hitrosti večji od $1,5\text{m}^2/\text{s}$)
- doseg poplave pri povratni dobi Q_{500}

Pri določitvi območjih pri povratni dobi Q_{100} je potrebno poleg globin upoštevati tudi hitrosti poplavne vode in sicer tako, da se povsod tam, kjer hitrost vode presega 1 m/s, namesto globine pri določevanju območij upošteva produkt globine in hitrosti. V obravnavanem primeru gre pri vseh vodotokih za poplave na ravninskem območju, kjer hitrosti ne presegajo 1m/s, razen na posameznih manjših območjih, kjer pride do preliivanja cest ali nasipov, zato hitrosti niso merodajne za izris karte poplavne nevarnosti. Pri izrisu kart poplavne nevarnosti in razredov poplavne nevarnosti so bile kot kriterij tako upoštevane globino poplave.

Za merodajno globino poplavne vode za določitev območij poplavne nevarnosti so bile upoštevane ovojnice izračunanih globin v vseh celicah 2D modela, to je maksimalno vrednost za vsako posamezno celico računskega modela (ni namreč nujno, da najvišje globine nastopijo v vseh celicah računskega modela v istem časovnem koraku).

Na podlagi tako dobljenih rezultatov smo izdelali karto poplavne nevarnosti (priloga 2), ki služi kot osnova za določitev razredov poplavne nevarnosti. V naslednjem koraku smo določili razrede poplavne nevarnosti kakor jih definira Pravilnik, ki so določeni na sledeč način:

- razred velike poplavne nevarnosti: območja kjer globina poplavne vode pri pojavu Q_{100} presega 1,5m (ali produkt globine in hitrosti $1,5\text{m}^2/\text{s}$)
- razred srednje poplavne nevarnosti: območja kjer je globina poplavne vode pri Q_{100} med 0,5 m in 1,5 m (produkt globine in hitrosti $0,5\text{--}1,5\text{m}^2/\text{s}$) **ali** se nahajajo znotraj dosega poplavnih voda pri Q_{10}
- razred majhne poplavne nevarnosti: območja kjer je globina poplavne vode pri Q_{100} ne presega 0,5m
- razred preostale poplavne nevarnosti: kjer poplava nastane zaradi izrednih naravnih ali od človeka povzročenih dogodkov

Razred preostale nevarnosti je v Pravilniku precej ohlapno definiran, za določitev meje območja razreda preostale nevarnosti smo upoštevali doseg poplave Q_{500} t.j. poplave s 500-letno povratno dobo.

Na podlagi tako dobljenih rezultatov smo izdelali karto razredov poplavne nevarnosti (priloga 3).

4.2 Karte za območje načrtovanih ureditev (obstoječe stanje)

Karte poplavne nevarnosti in razredov poplavne nevarnosti za območje nadgradnje železniške proge so povzete po predhodnih dokumentacijah (gl. točko 2 poročila).

Karte so izrisane za območje v pasu 100m vzdolž osi železniške proge.

V območju veljavnosti kart izrisanih v tem elaboratu so zastopani vsi razredi poplavne nevarnosti. **Sama proga (tiri) je na celotnem odseku izven dosega poplavnih vod.** Poplavne vode nikjer ne prelivajo nasipa železnice tudi pri poplavi Q_{500} .

Skladno z določili priloge 1 Uredbe je gradnja glavne in regionalne železnice (CC-SI klasifikacija 21210) v razredu majhne poplavne nevarnosti dopustna z upoštevanjem pogojev iz vodnega soglasja (oznaka "+"), v razredu srednje in velike poplavne nevarnosti pa le, če ugotovitve celovite presoje vplivov na okolje ali presoje vplivov na okolje niso ocenjene kot uničujoče ali bistvene in je mogoče s predhodno izvedbo omilitvenih ukrepov v skladu z okoljevarstvenim dovoljenjem ali vodnim soglasjem zagotoviti, da njihov vpliv ni bistven (oznaka "-2").

5 Poplavna nevarnost na območju načrtovane nadgradnje železnice

Preboji A1 – A4 (podhodi A1, A2 in A4 ter podvoz A3 pri ZD Vič) se nahajajo izven dosega poplavnih vod vodotokov (Glinščice), območje ob železnice se na tem delu nahaja izven razredov poplavne nevarnosti. Ker pa so vsi ti štirje preboji nasipa "sifonski" (niveleta dna preboja je pod koto terena na obeh straneh železnice) vseeno obstaja nevarnost poplave oziroma zastajanja vode v preboju s strani meteornih vod (meteorne vode, ki se iz Rožne Doline in Viča steka proti nasipu železnice v primeru izčrpane sposobnosti cestnih požiralnikov oziroma celotnega kanalizacijskega sistema meteorne odvodnje).

Poplava Glinščice

Preboja A5 (podhod Bobenčkova) in A6 (most čez Glinščico) sta znotraj dosega poplavnih vod Glinščice Q_{100} in več, poplava Q_{10} jih ne poplavlja, območja ob teh dveh prebojih se uvrstijo v razrede majhne in srednje poplavne nevarnosti.

Dva preboja ob ulici Iga Grudna (A7 in A8) med strugo Glinščice in Viško cesto se nahajata znotraj dosega poplave Q_{100} in več tako Glinščice kot Malega grabna, poplava Q_{10} obeh vodotokov pa jih ne poplavlja.

Območje ob severnem robu nasipa železnice je v precejšnji depresiji, območja tik ob nasipu (ob vznožju) se uvrstijo tudi v razred velike poplavne nevarnosti.

Poplava Malega grabna (Gradaščice, Horjulke)

Od Viške ceste proti zahodu je obravnavano območje znotraj vpliva poplav Malega grabna, Glinščica ne poplavlja območij zahodno od Viške ceste.

Za celotno območje med Malim grabnom in Viško cesto je merodajna poplava Malega grabna, ki v primeru poplav večjih od Q_{10} zateka na območje severno od železnice po dveh poplavnih koridorjih oziroma tokovih.

Pri pretokih Q_{100} na tem delu pride do obsežnega poplavljanja na levem bregu Malega grabna. Obseg poplave je relativno velik, poplavljen so obsežna urbana področja. Že izračuni iz predhodne dokumentacije (A71-FR/09) so se v veliki meri potrdili tudi med zadnjima dvema poplavnima dogodkoma na tem območju (septembra 2010 in oktobra 2014).

Prevodna sposobnost osnovne struge Malega grabna je premajhna za tako velike vodne količine, zaradi konfiguracije terena pa se poplavne vode stekajo stran od struge Malega grabna

na obsežne poplavne površine predvsem na levem bregu. Formirata se dva poplavna toka. Prvi se oblikuje na zgornjem robu območja, kjer vode iz struge Malega grabna vdrejo v strugo Mestne Gradaščice (deloma preko zapornice na vtoku pri jezu, deloma preko levega brega Malega grabna dolvodno od jezu), prelijejo Cesto pod jezo in nato tečejo vzdolž struge Mestne Gradaščice po območju Vrhovcev proti Viču. Na pretežnem delu je znotraj dosega poplav celotno območje ob Mestni Gradaščici med Cesto Dolomitskega odreda in Cesto na Vrhovce.

Drugi poplavni tok se oblikuje na levem bregu Malega grabna na spodnjem delu odseka med mostom na Cesti Dolomitskega odreda in območjem Dolgega mosta. Vode se na tem mestu stekajo proti vzhodu vzdolž nasipa železniške proge proti novi povezovalni cesti (podvoz Vič preboj A12).

Pri poplavi Q_{100} voda ne prelije nasipov podvoza Vič (A12) na območju med Cesto Dolomitskega odreda in železnico, vteka pa v sam podvoz na območju križišča s Cesto Dolomitskega odreda in tik ob njem (protipoplavni nasip ne sega čisto do Ceste Dolomitskega odreda). Povezovalna cesta je na območju križanja z železnico (na območju podvoza) poplavljen v primeru poplave Q_{100} , na najnižjih kotah ceste globina presega 4m.

Poplavljen so tudi območja vzhodno od povezovalne ceste. Proti vzhodu poplavna voda odteka skozi nov most preko Mestne Gradaščice na povezovalni cesti, po Cesti Dolomitskega odreda in skozi inundacijski prepust pod povezovalno cesto. Poplavljen je širše območje med Cesto na Vrhovce in železnico. Podvoz Vič zalije poplavna voda tudi iz smeri juga t.j. iz smeri Tržaške ceste (poplavna voda, ki skozi prepuste pod železnico poplavi območje med železnico in Tržaško cesto).

Naprej proti vzhodu poplavna voda Malega grabna prelije Viško cesto in odteka naprej proti vzhodu proti strugi Glinščice. Skozi prepuste pod železnico se poplava širi naprej proti jugu proti območjem Viča ob Tržaški cesti.

Mejo med obema opisanimi poplavnima tokovoma predstavlja Cesta Dolomitskega odreda. Vode prelijejo to cesto na širšem območju viškega pokopališča vzhodno od povezovalne ceste, kjer se oba poplavna tokova združita. Globine poplavnih vod na najnižjih depresijskih območjih presegajo 1.5m.

Depresija ob podhodu A9 na severni strani (žep med Viško cesto in nasipom železnice) se uvrsti tudi v razred velike poplavne nevarnosti, območja na južni strani železnice (Fajfarjeva cesta) pa v razrede srednje in majhne poplavne nevarnosti.

Območja ob preboju A10 (most na Mestni Gradaščici) in A11 (podhod tik ob mostu A10) se na zgornji, severni strani uvrstita v razrede srednje in majhne poplavne nevarnosti, enako tudi na območju južno od nasipa (Fajfarjeva cesta). V samem podhodu A11 globine presegajo 2m.

Na desnem bregu Malega grabna so poplave bistveno manjše. Na samem območju križanja z železnico (A13 most čez Mali graben) se poplavne vode pri Q_{100} izlivajo le na levi breg, na desni breg pa ne. Na tem delu (A13) se poplavne vode iz gorvodnih območij (Kosovo polje) vračajo v strugo Malega grabna.

Za desni breg Malega grabna je na tem delu zato merodajna poplava Voslice, ki nastane na območju Kozarij na območju meje med občinama Ljubljana in Dobrova – Polhov Gradec. Poplavne vode iz Horjulke (in deloma tudi Gradaščice) na območju med Razori in sotočjem z Gradaščico skozi prepuste pod cesto Ljubljana-Dobrova zatekajo na območja zahodno od te ceste in severno od ulice Pot čez gmajno, ki jo poplavne tudi vode prelijejo in odtekajo naprej proti Cesti na ključ. Tudi Cesto na ključ poplavne vode prelijejo in poplavlja območja naprej proti jugu proti razcepu Kozarje na Ljubljanski obvoznici. Skozi prepuste v razcepu se poplava širi na južno strani razcepa in poplavi območje Kosovega polja med razcepom in Tržaško cesto v širši okolici struge potoka Voslica.

Za poplavne razmere na tem delu niso merodajne lastne vode potoka Voslica, do katastrofalnih poplav pride le v primeru vdora poplavnih vod Horjulke (in Gradaščice) proti strugi Voslice.

Del poplavnih vod se po prečkanju razcepa Kozarje (na njegovem južnem delu) preko najnižjih kot terena vrača proti Malem grabnu in preko njegovega desnega brega na območju železniškega mostu (A13) vteka nazaj v strugo.

Območja ob preboju A13 se uvrstijo v razrede majhne poplavne nevarnosti.

Do podhoda A14 poplava Malega grabna (in Voslice) ne sega. Na območju prepusta na Voslici (A15) pa pride do poplave samo tik ob sami strugi le v primeru hujših poplav od Q_{100} (računski primer Q_{500}).

Območja ob prepustu A15 se uvrstijo v razred preostale nevarnosti.

Poplava manjših potokov na območju med razcepom Kozarje in občinsko mejo med MOL in občino Brezovica.

Območja od A15 naprej proti zahodu (proti Brezovici) niso močno poplavno ogrožena. Prepusti pod železnico so praviloma mnogo večji od prepustov gorvodno (npr. na Tržaški cesti). Znotraj dosega poplav so pretežno le jarki tik ob samih prepustih (preboji A16-A22).

6 Omilitveni ukrepi za zmanjšanje poplavne ogroženosti – usmeritve za načrtovanje

6.1 Splošno

Omilitveni ukrepi se v Uredbi delijo na varovalne, varstvene in izravnalne. Varovalni ukrepi so ukrepi za zmanjšanje poplavne ogroženosti (ščitijo objekte in ljudi pred škodo zaradi poplavne vode), varstveni ukrepi so namenjeni zmanjšanju ogroženost obratov in naprav, zaradi katerih lahko nastane onesnaženje večjega obsega (ščitijo vode pred onesnaženjem), izravnalni ukrepi pa so ukrepi za izničenje morebitnih negativnih vplivov načrtovanih posegov v prostor na obstoječo poplavno ogroženost (zagotavljajo, da se poplavne razmere obstoječim objektom ne poslabšajo zaradi načrtovanega posega v prostor).

Nasipa železnice na obravnavanem odseku poplave ne prelijejo tudi za računski primer Q_{500} . Sami tiri niso poplavno ogroženi. Nasip železnice je v svojih spodnjih delih na daljših odsekih znotraj dosega poplav, vendar so hitrosti povsod relativno nizke in nevarnost erozije ni velika. Za zagotovitev cilja zmanjšanja potencialne škode na načrtovanih objektih v primeru nastopa poplav niso potrebni varovalni omilitveni ukrepi za zmanjšanje poplavne ogroženosti (dvig nivelete tirov ali podobno).

Pojem poplavne ogroženosti je v pravilniku definiran kot presek poplavne nevarnosti (možnost nastanka poplav) in ranljivosti elementov ogroženosti (izpostavljenost in dovzetnost za poškodbe zaradi poplav). Na podlagi te definicije lahko varovalne omilitvene ukrepe razdelimo na ukrepe za zmanjšanje poplavne nevarnosti (ukrepi za preprečitev nastanka poplav) in omilitvene ukrepe za zmanjšanje ranljivosti elementov (ukrepi s katerimi zmanjšamo potencialno škodo na elementih ranljivosti ob nastopu poplav).

6.2 Ukrepi za zmanjšanje poplavne nevarnosti

Znotraj območja načrtovane nadgradnje železnice (samega nasipa) niso možni omilitveni ukrepi, ki bi bistveno zmanjšali poplavno nevarnost na širšem območju (t.j. gladino poplavne vode na obravnavanem območju in v okolici v primeru poplav), saj se poplavne vode, ki

poplavijo območje, izlijejo iz osnovnih strug že na gorvodnih območjih. Zmanjšanje poplavne nevarnosti obravnavnega območja in širše je mogoče zagotoviti le z izvedbo celovitih ukrepov na porečju Malega grabna in Glinščice, ki so že bili načrtovani v preteklosti (in na porečju Glinščice že delno izvedeni).

Območja, kjer ureditve železnice lahko imajo vpliv na poplavno nevarnost, so križanja z vodotoki. V sklopu nadgradnje železnice se načrtujeta dve novi premostitvi: nov most čez Mali graben (A13) in nov prepust na Voslici (A15). Vse ostale premostitve ostanejo enake in se ne spreminjajo glede na obstoječe stanje.

Ureditve v sklopu novega mostu čez Mali graben so bile obravnavane v hidrotehničnem poročilu *Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben (IZVO-R, L03/19, april 2019)*, to hidrotehnično poročilo je v celoti priloženo temu elaboratu in je njegov sestavni del.

Za zamenjavo prepusta na Voslici so bile hidravlične analize opravljene v tem elaboratu in so opisane v ločenem poglavju (poglavje 7.3 tega poročila).

6.3 Ukrepi za zmanjšanje ranljivosti načrtovanih objektov

Kot že rečeno sami železniški tiri niso ogroženi s poplavo. Z vidika poplavne ogroženosti se niveleta železnice lahko ohrani na obstoječih kotah. To velja za območja, na katerih poplava sega do nasipa železnice, kjer se sam nasip nahaja izven dosega poplavnih vod ni nobenih pogojev za niveleto iz vidika poplavne ogroženosti.

Znotraj dosega poplavnih vod se nahajajo posamezne spremljajoče ureditve (ureditev drenaže, površinska odvodnja z jarki, ureditve strug na križanjih z vodotoki, kjer se načrtuje zamenjava mostov,...). V nadaljevanju podajamo usmeritve za te ureditve.

Drenaže

Izvedba drenažnih sistemov nima nobenega vpliva na režim odtoka poplavnih vod niti ti sistemi niso občutljivi na preplavitev – gre za ureditve, ki se v celoti nahajajo pod zemljo in v primeru poplav svoje funkcije ne morejo opravljati, saj je celotno območje poplavljeno, vendar pa preplavitev in zasičenost zemlje z vodo nima negativnih vplivov na drenažne sisteme.

Odvodni jarki ob nasipu

Jarki ob vznožju nasipa služijo za odvajanje pogostih visokih vod in preprečujejo zastajanje vode ob nožici nasipa in zamočvirjenje terena. Predvideni so bodisi kot travnate mulde (nad trasami drenaž), bodisi je spodnji del izveden z betonskimi kanaletami. Jarki potekajo na

pretežnem delu trase na obeh straneh nasipa in tako povezujejo posamezne prepuste pod nasipom med seboj.

Na območju načrtovane nadgradnje proge odvodni jarki sledijo obstoječemu sistemu odvodnje in tako v ničemer ne spreminjajo režima dotoka vod.

Obstoječi jarki ob nasipu železnice os na veči delih močno zaraščeni ali celo zasuti, zato je tudi z vidika odtoka vod (za pogoste "normalne" padavinske situacije) rekonstrukcija teh jarkov pozitivna. Obloga dna jarkov s kanaletami je z vidika potrebe po vzdrževanju po izvedbi ustrezna in primerna (dno samih jarkov se ne zaraste na območju kanalet), še vedno pa je potrebno redno vzdrževanje (košnja) brežin jarkov.

Območje Dolgega mostu (prepusti A15, A14, A13):

Prepust A14 je v obstoječem stanu popolnoma zasut, izgubil je tudi svojo osnovno funkcijo (odvod zalednih vod iz območja severno od nasipa proti jugu skozi nasip) ob izgradnji nadvoza Tržaške ceste, ki je v celoti prekinila dovod zalednih vod proti prepustu A14. Na dolvodni strani prepust nima več struge, ki bi potekala naprej proti jugu. Ob nadgradnji proge je predvidena ukinitvev tega prepusta. Odvodna jarka na obeh straneh nasipa (tudi ta dva sta v obstoječem stanju močno zasuta in potrebna temeljite rekonstrukcije) se tako po načrtu nadgradnje železnice na obeh straneh nasipa vodita do struge Malega grabna. Na desnem bregu Malega grabna se na gorvodni (severni) strani nasipa železnice poplavne vode vračajo v strugo Malega grabna. Območje med železnico in nadvozom Tržaške ceste je v blagi depresiji. Ob rekonstrukciji jarka in njegovem podaljšanju do struge Malega grabna je treba preprečiti nevarnost zatekanja poplavnih vod iz območja Kosovega polja nazaj po jarku (v smeri proti zahodu oziroma proti Brezovici). V obstoječem stanju to zatekanje preprečuje dvignjen teren na območju pod nadvozom Tržaške ceste pri zahodnem krajnem oporniku nadvoza (med prerezoma železnice P_152a in P_VM154). Izračunana kota poplave Q_{100} na tem delu (poplavne vode iz Voslice oziroma Kosovega polja, ki se vračajo v strugo Malega grabna) znaša 296.70. Predlagamo, da se severni jarek na obstoječem mestu nadvišanega terena ob nasipu vodi skozi cevni prepust, nadvišan teren pa ohrani oziroma vzpostavi nazaj po vgradnji prepusta. Nadvišan teren naj preprečuje površinsko odtekanje vode proti zahodu do kote 297.20 ($Q_{100} + 50\text{cm}$), ceveni prepust naj se na iztoku (vzhodni konec cevi t.j. tisti bliže Malemu grabnu) opremi s protipovratno zaklopko.

6.4 Izravnalni (nadomestni) omilitveni ukrepi, vpliv na režim odtoka poplavnih vod

Ob upoštevanju usmeritev iz tega elaborata (točka 6 tega poročila) načrtovane ureditve nimajo vpliva na režim odtoka poplavnih vod oziroma je njihov vpliv mestoma celo pozitiven (nov most preko Malega grabna, nov prepust na Voslici). Nasip železnice je obstoječe dejstvo v prostoru in se z načrtovano nadgradnjo ne spreminja na način, ki bi vplival na režim odtoka poplavnih vod.

Ob upoštevanju usmeritev iz tega elaborata dodatni izravnalni ukrepi zaradi načrtovane gradnje niso potrebni.

7 Vpliv načrtovane gradnje na režim odtoka poplavnih vod

7.1 Seznam vseh prebojev nasipa s karakterističnimi gladinami

V preglednici spodaj podajamo merodajne kote pri poplavi Q_{100} za vse preboje v železniškem nasipu. Kote so določene na podlagi izračunov v predhodnih dokumentacijah in v tem elaboratu. Kote so podane ločeno za gorovodni in dolvodni prerez.

oznaka	stacionaža	vodotok	Q100 gv	Q100 dv
A1	568+014	/		
A2	568+250	/		
A3	568+400	/		
A4	568+514	/		
A5	568+631	/	294.66	294.64
A6	569+085	Glinščica	294.26	294.11
A7	569+256	/	295.11	294.66
A8	569+351	/	295.13	294.68
A9	569+478	/	295.63	294.91
A10	569+697	Mestna Gradaščica	295.67	295.46
A11	569+719	/	295.67	295.46
A12	570+287	/	295.44	295.44
A13 ¹	570+809	Mali graben	296.10	295.97
A13 ²	570+809	Mali graben	296.09	296.06
A14	570+953	/		
A15 ³	571+666	Voslica	296.18	295.94
A16	572+256	"P1"	294.33	294.30
A18	572+589	"R1"	294.77	294.73
A19	572+709	/	294.77	294.73
A20	572+992	"G1"	293.49	293.45
A21	573+164	/		
A22	573+348	"B1"	293.92	293.90

Preglednica 2: kote Q_{100} za preboje železniškega nasipa.

gv – prerez gorvodno, dv – prerez dolvodno

¹ – upošteva obstoječe stanje struge Malega grabna

² – upošteva izvedene ureditve struge Malega grabna 1a etape DPN

³ – upošteva zamenjan prepust predviden z nadgradnjo železniške proge

7.2 Nov most preko Malega grabna

Ureditve v sklopu novega mostu čez Mali graben so bile obravnavane v hidrotehničnem poročilu *Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben (IZVO-R, L03/19, april 2019)*, to hidrotehnično poročilo je v celoti priloženo temu elaboratu in je njegov sestavni del.

7.3 Nov prepust na Voslici (A15 – km 571.666)

Prepust A15 je v sklopu nadgradnje železniške proge predviden za rekonstrukcijo. Na samem območju prepusta Voslica ne poplavlja pri Q_{100} (izven območja strug in jarkov). Tik dolvodno od prepusta poteka cesta Za progo, na kateri je bil v bližnji preteklosti zamenjan prepust pod cesto (iz cevne prepusta $\Phi 100\text{cm}$ na škatlast prepust $B=3.0\text{m}$, $H=1.8\text{m}$).

Odsek potoka dolvodno od železniškega prepusta je delno poškodovan (erozija), kar je posledica relativno velikih hitrosti vode v sami strugi (gladke betonske obloge). Predlagamo, da se ob nadgradnji železnice izvede nov prepust s širino 2,0 m in z dnom ~ 0,5 m pod današnjim dnom. Niveleta struge naj se naveže na obstoječo regulacijo Voslice na gorvodni strani in koto dna novega prepusta pod cesto Za progo na dolvodni strani.



foto 22: prepust A15 – vtočna stran .



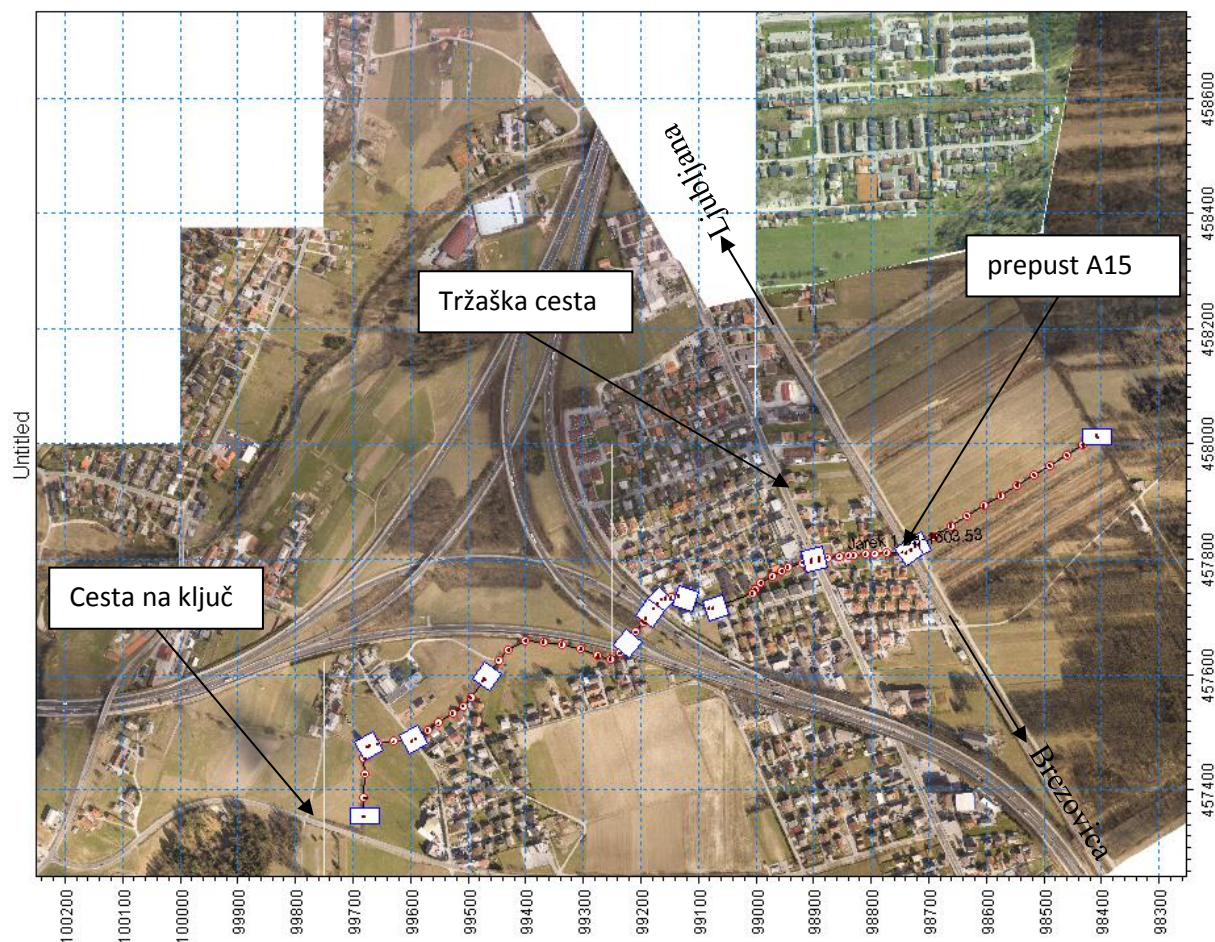
foto 23: prepust A15 – Istočna stran prepusta. Vidna je erozija dna in leve brežine



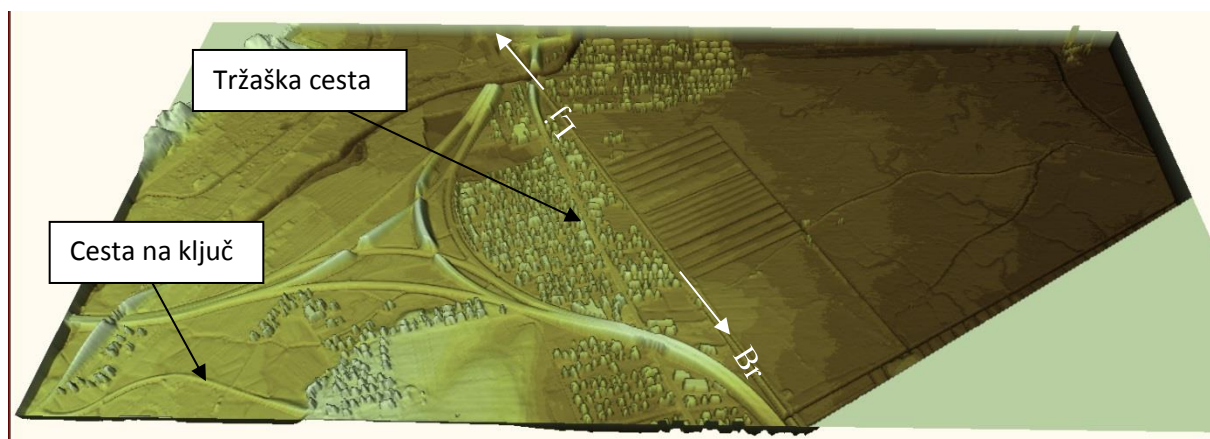
Foto 24: novi prepust na lokalni poti dolvodno od prepusta A15.

Dno struge naj se obloži s poravnanim lomljencem v betonu, širina dna struge v samem prepustu naj bo enaka širina dna struge regulacije Voslice na gorvodnem odseku ($B=0.6\text{m}$), da se prepreči zastajanje plavin v samem prepustu. V samem prepustu naj se tako izvede trapezni prerez, ki se priključi na vertikalne stene prepusta v naklonu 1:2.

V sklopu izračunov v tej dokumentaciji smo za tak nov prepust izvedli nov izračun za model KP iz predhodne dokumentacije A71-FR/09, v katerem smo upoštevali tako predlagan nov prepust na železnici, kot že izveden nov prepust pod cesto Za progo.



Slika 2: Mreža 1D modela KP.



Slika 3: Batimetrija 2D modela KP.

Rezultati računov so podani v prilogah na tem mestu povzemamo le nekatere ključne ugotovitve.

Z zamenjavo prepusta (tako načrtovano zamenjavo prepusta pod Železnico kot z že izvedeno zamenjavo prepusta na cesti Za progo) se gladine pri Q_{100} znižajo za 50cm (iz 296.68 na 296.18).

Z zamenjavo obeh prepustov se zaježba zaradi toka skozi oba objekta zmanjša na minimum. Oba prepusta (tako pod železnico kot pod cesto Za progo) sta ustrezna.

Ker že v obstoječem stanju Voslica ne poplavlja pri Q_{100} na območju prepusta, se karte poplavne nevarnosti ne spremenijo.

8 Opredelitev do skladnosti načrtovanih ureditev železnice z načrtovanimi ureditvami za poplavno varnost

Območje načrtovane nadgradnje železnice poteka tudi znotraj vplivnih območij več načrtovanih ureditev za zmanjšanje poplavne nevarnosti (območje Glinščice in območje Malega grabna).

8.1 Glinščica

Na vodotoku Glinščica so bil v preteklosti načrtovani celoviti ukrepi v dokumentaciji IZVO-VODAR V-64/10.

Območje načrtovane nadgradnje železnice ne poteka po območju načrtovanih ureditev Glinščice.

Načrtovana nadgradnja železnica nima nobenega vpliva na izvedbo ureditev Glinščice. Zadrževalnik Brdnikova je že izveden, niso pa še izdelane karte razredov poplavne nevarnosti za stanje po izvedbi zadrževalnika. V tem elaboratu prikazujemo poplavno stanje pred izvedbo zadrževalnika Brdnikova. Poplavne razmere se z izvedbo zadrževalnika izboljšajo tudi na območju načrtovane nadgradnje železnice.

8.2 Mali graben (Gradaščica, Horjulka)

Most čez Mali graben

Leta 2013 je bil za ureditve za zagotavljanje poplavne varnosti sprejet *Državni prostorski načrt za zagotavljanje poplavne varnosti jugozahodnega dela Ljubljane in naselij v občini Dobrova - Polhov Gradec* (Ur. list RS, št.72/13).

Obravnavano območje je znotraj vplivnega območja sprejetega državnega prostorskega načrta. Trenutno ja za del ureditev po DPN (t.i. etapa 1a) v izdelavi PGD dokumentacija.

Območje nadgradnje železniške proge je na odseku, kjer ta prečka Mali graben, znotraj samega območja predvidenih ureditev 1a etape DPN.

Sama ureditev struge Malega grabna in železniškega mostu je obravnavana v hidrotehničnem poročilu *Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben (IZVO-R, L03/19, april 2019)*, to hidrotehnično poročilo je v celoti priloženo temu elaboratu in je njegov sestavni del. Ob upoštevanju usmeritev iz hidrotehničnega poročila je možna izvedba nadgradnje proge tako za primer, ko bi nadgradnja potekala pred izvedbo ureditev za poplavno varnost (1a etapa) kot tudi za primer, ko bile prej izvedene ureditve za poplavno varnost. Načrtovane ureditve nadgradnje proge ne onemogočajo kasnejše izvedbe ureditev za poplavo varnost in obratno.

Odvodni jarki ob nasipu železnice na območju mostu čez Mali graben

V hidrotehničnem poročilu L03/19 so bile obravnavne le ureditve samega mostu in struge Malega grabna. V sklopu nadgradnje železniške proge je predvidena tudi rekonstrukcija in ureditev odvodnih jarkov ob nasipu železnice, ki se vodijo v strugo Malega grabna.

Po projektu 1a etape za poplavno varnost so neposredno ob strugi Malega grabna predvideni protipoplavni zidovi na obeh bregovih, ki se priključujejo na nasip železnice, oziroma krajne opornike mostu čez Mali graben.

Načrtovani odvodni jarki železnice tako prečkajo protipoplavne zidove.

V končni ureditveni situaciji (torej ko so izvedene vse ureditve – tako v sklopu nadgradnje železnice, kot ureditev za poplavno varnost) mora biti na stiku jarka in protipoplavnih zidov izveden preboj zidu s cevnim prepustom, ki je na vodni strani zidov opremljen s protipovratno zaklopko.

V primeru, da bo nadgradnja železnice potekala pred izvedbo ureditev za poplavno varnost, je iztok jarkov v strugo Malega grabna prost, cevni prepust s protipovratno zaklopko se izvede ob gradnji protipoplavnega zidu.

V primeru, da bodo ureditve za poplavno varnost izvedene pred nadgradnjo železnice (torej bodo protipoplavni zidovi že izvedeni), je potrebno izvesti preboj zidu s cevnim prepustom in protipovratno zaklopko v sklopu nadgradnje železnice.

9 Zaključek

- Obravnavano območje nadgradnje železniške proge se nahaja znotraj dosega poplav več vodotokov JZ dela Ljubljane (Glinščica, Mali graben, Voslica,...). Pri čemer pa je sama krona nasipa (železniški tiri) izven dosega poplav vseh obravnavnih povratnih dob.
- Vse usmeritve in omilitveni ukrepi v tem elaboratu so določeni ob upoštevanju obstoječega stanja prostora z vidika poplavne nevarnosti (pred izvedbo ureditev Malega grabna 1a etape DPN, pred izvedbo zadrževalnika Brdnikova na Glinščici).
- Ob izvedbi celovitih ukrepov za poplavno varnost (ukrepi ob Glinščici, ukrepi na Malem grabnu po DPN) se poplavne razmere na območju načrtovane nadgradnje močno izboljšajo.
- Ob upoštevanju vseh omilitvenih ukrepov in usmeritev opisanih v tem elaboratu načrtovane ureditve nimajo negativnega vpliva na poplavno nevarnost obstoječih objektov. Zaradi nadgradnje proge se poplavne razmere ne spremenijo. V grafikah prikazujemo zato le karte za obstoječe stanje.
- Načrtovana nadgradnja nima nobenega vpliva na ureditve za poplavno varnost ob Glinščici, poteka pa znotraj območja načrtovanih ureditev Malega grabna
- Ob upoštevanju usmeritev iz tega elaborata načrtovana gradnja ne onemogoča izvedbe ureditev Malega grabna v sklopu DPN

Ljubljana, junij 2019

Pripravila:

Matjaž Udovč, univ.dipl.inž.grad.

mag. Rok Fazarinc, univ.dipl.inž.grad.

4 Hidravlične presoje

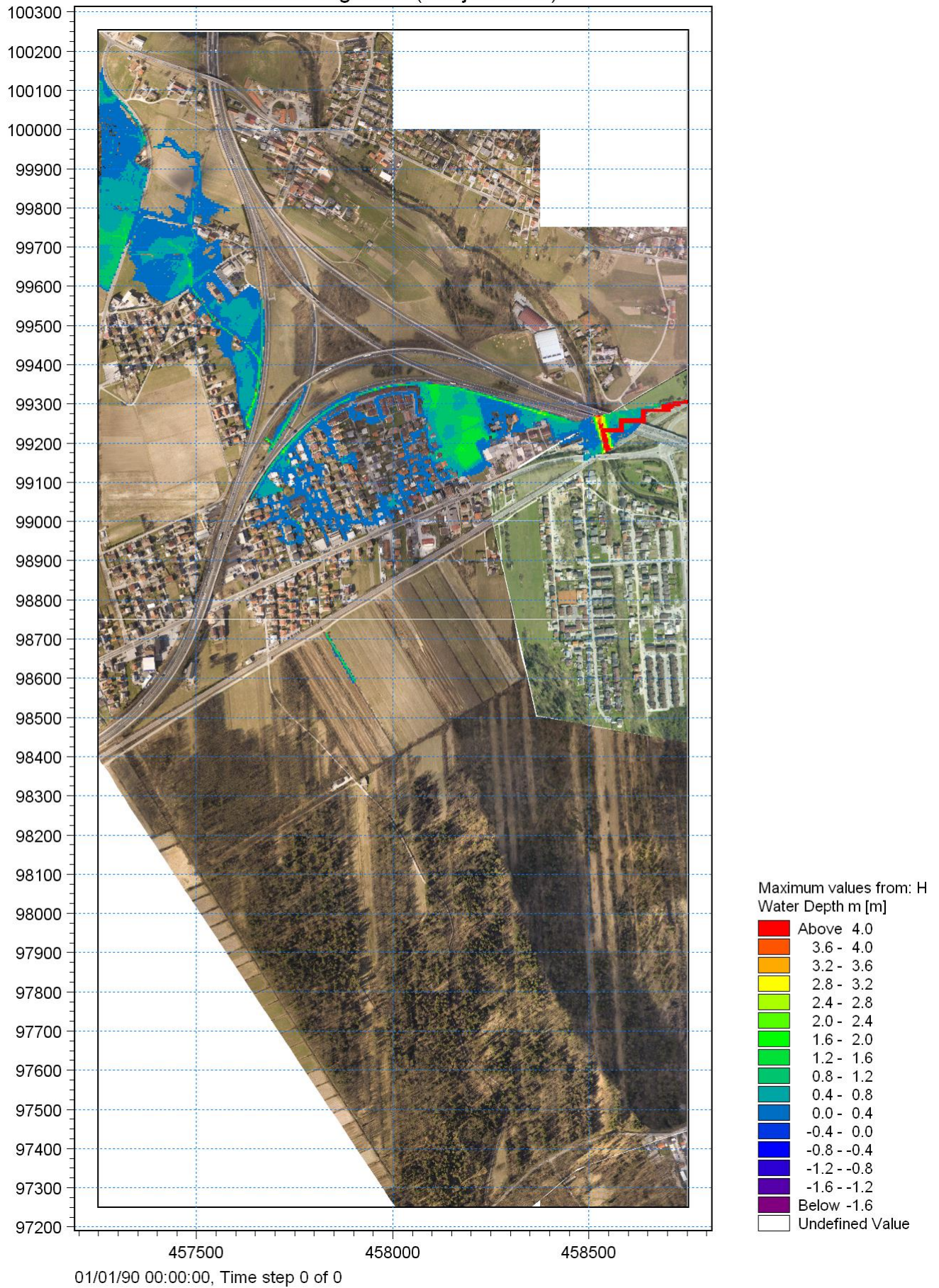
4 HIDRAVLIČNE PRESOJE – Voslica načrtovano stanje

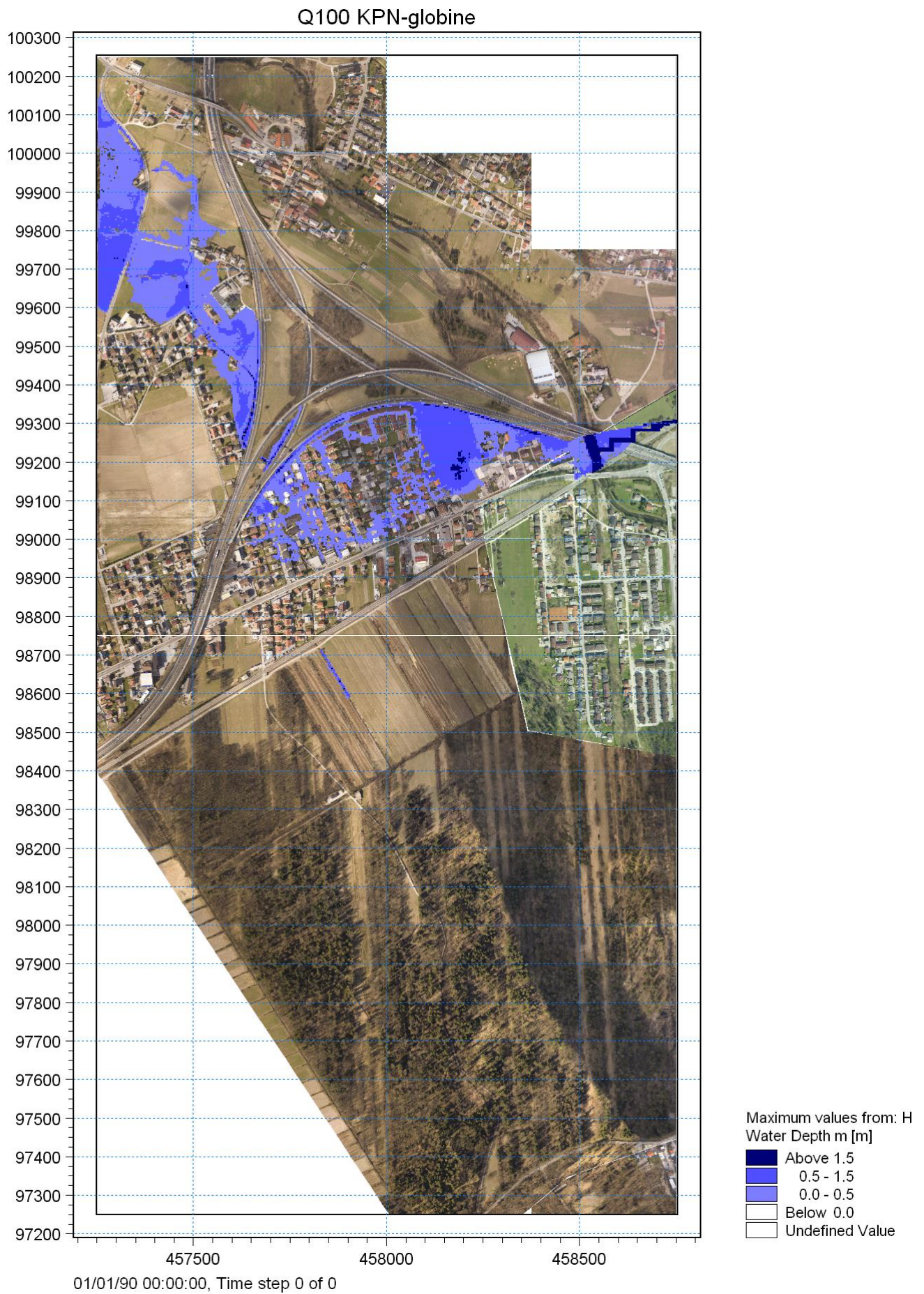
Kazalo

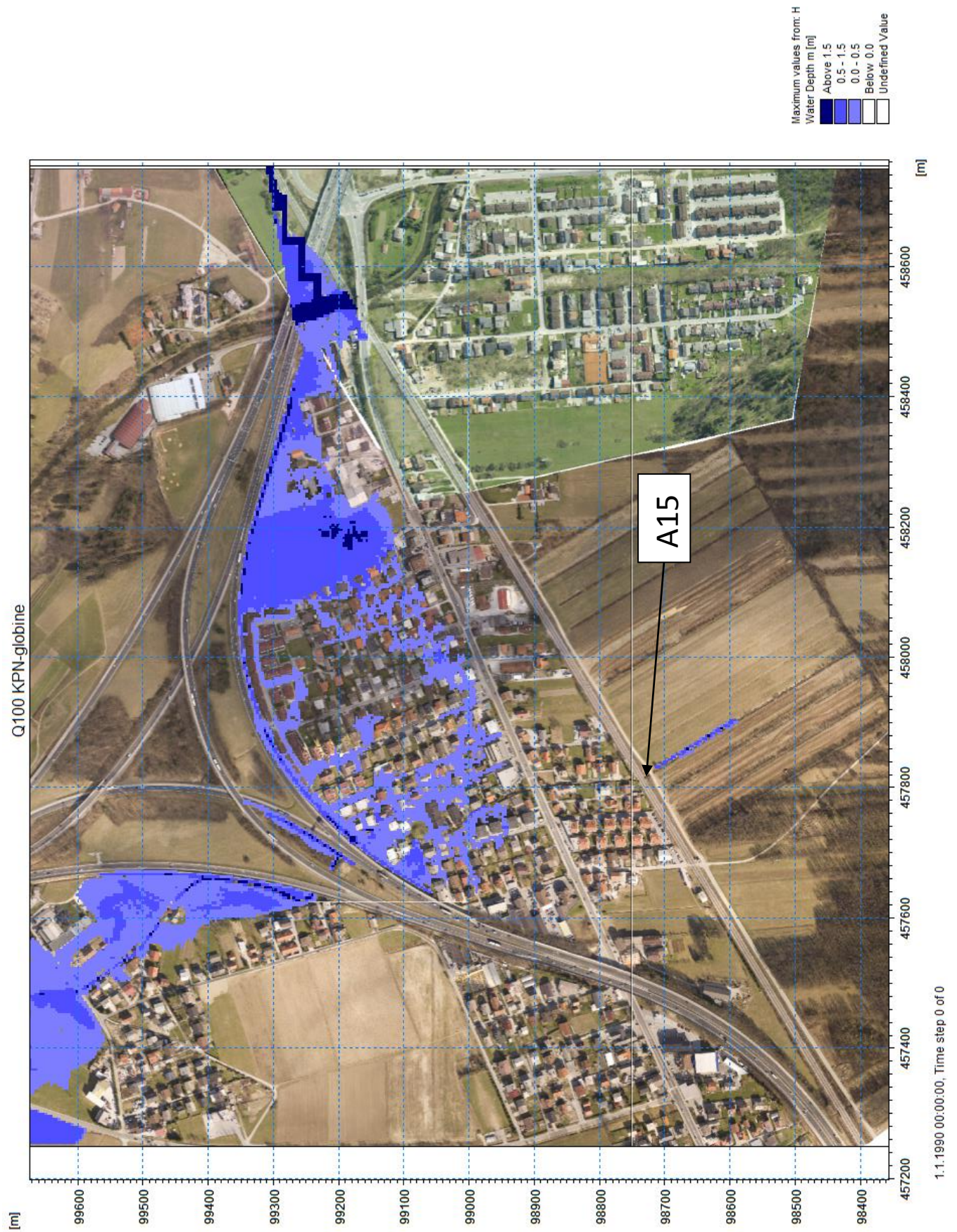
Račun za načrtovano stanje

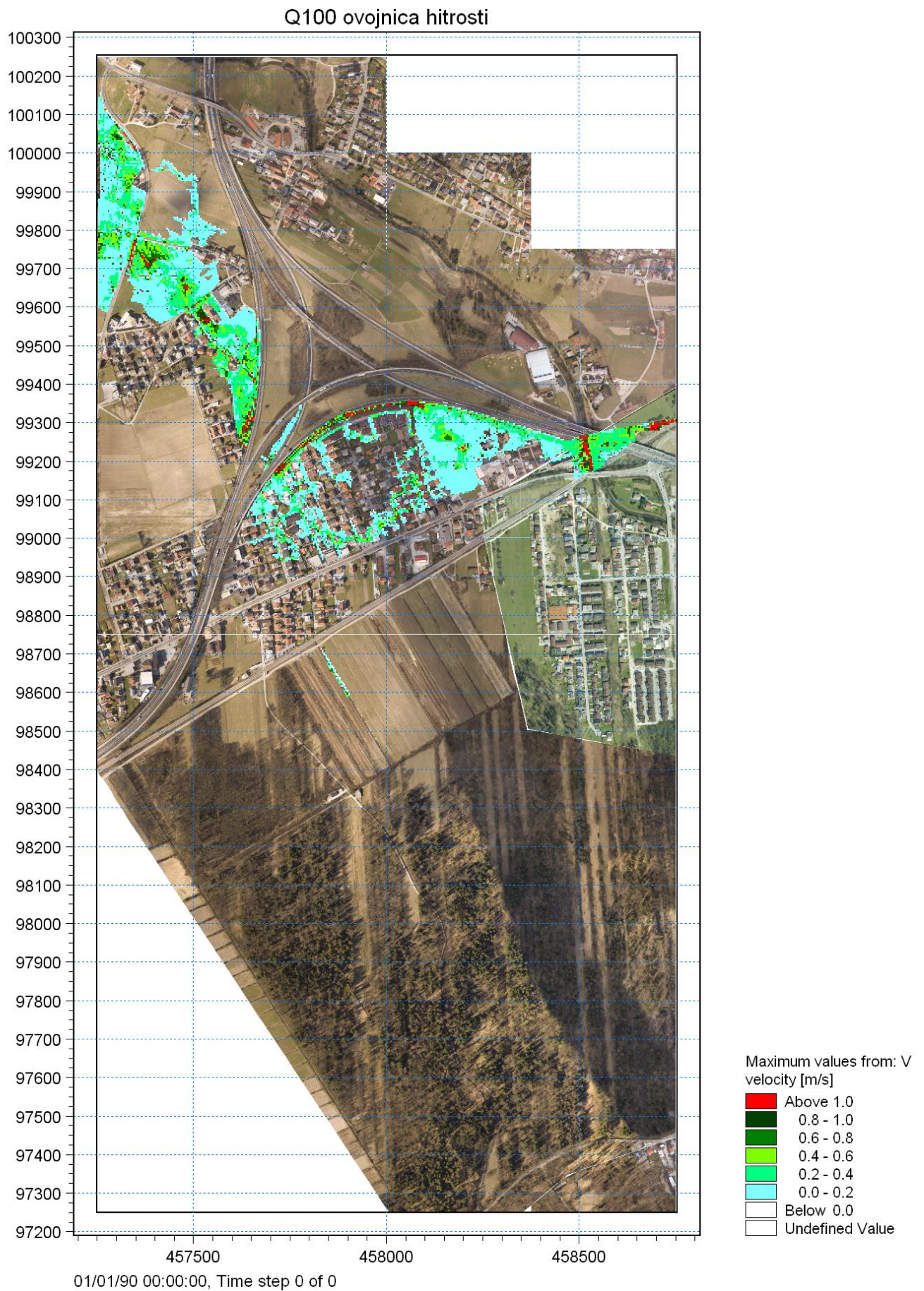
Q100 ovojnica globin detajlna skala.....	2
Q100 ovojnica globin.....	3
Q100 ovojnica globin, zoom.....	4
Q100 ovojnica hitrosti.....	5
Q100 ovojnica hitrosti, zoom.....	6
Q500 ovojnica globin.....	7
Q500 ovojnica globin, zoom.....	8

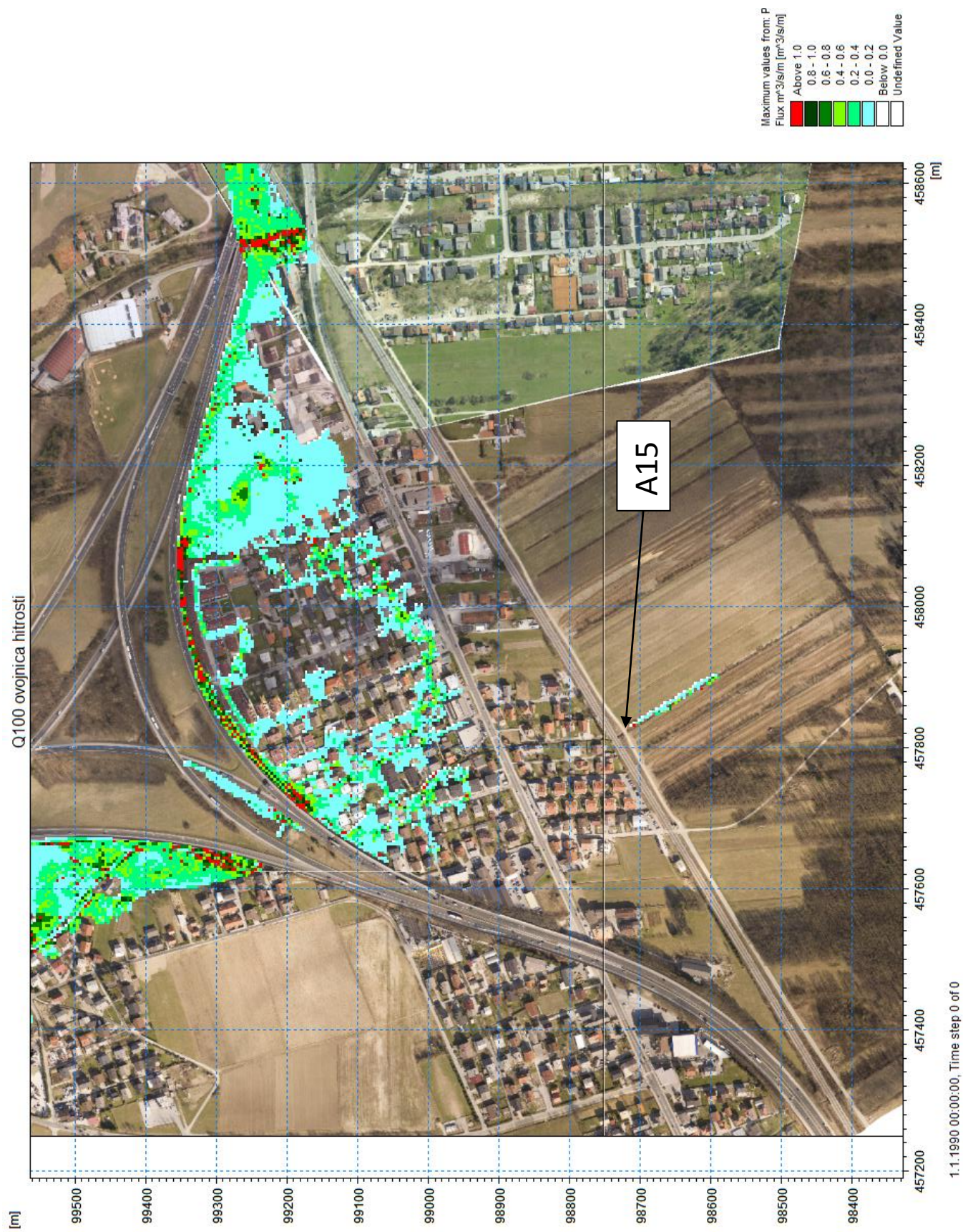
Q100 KPN-globine (detajlna skala)



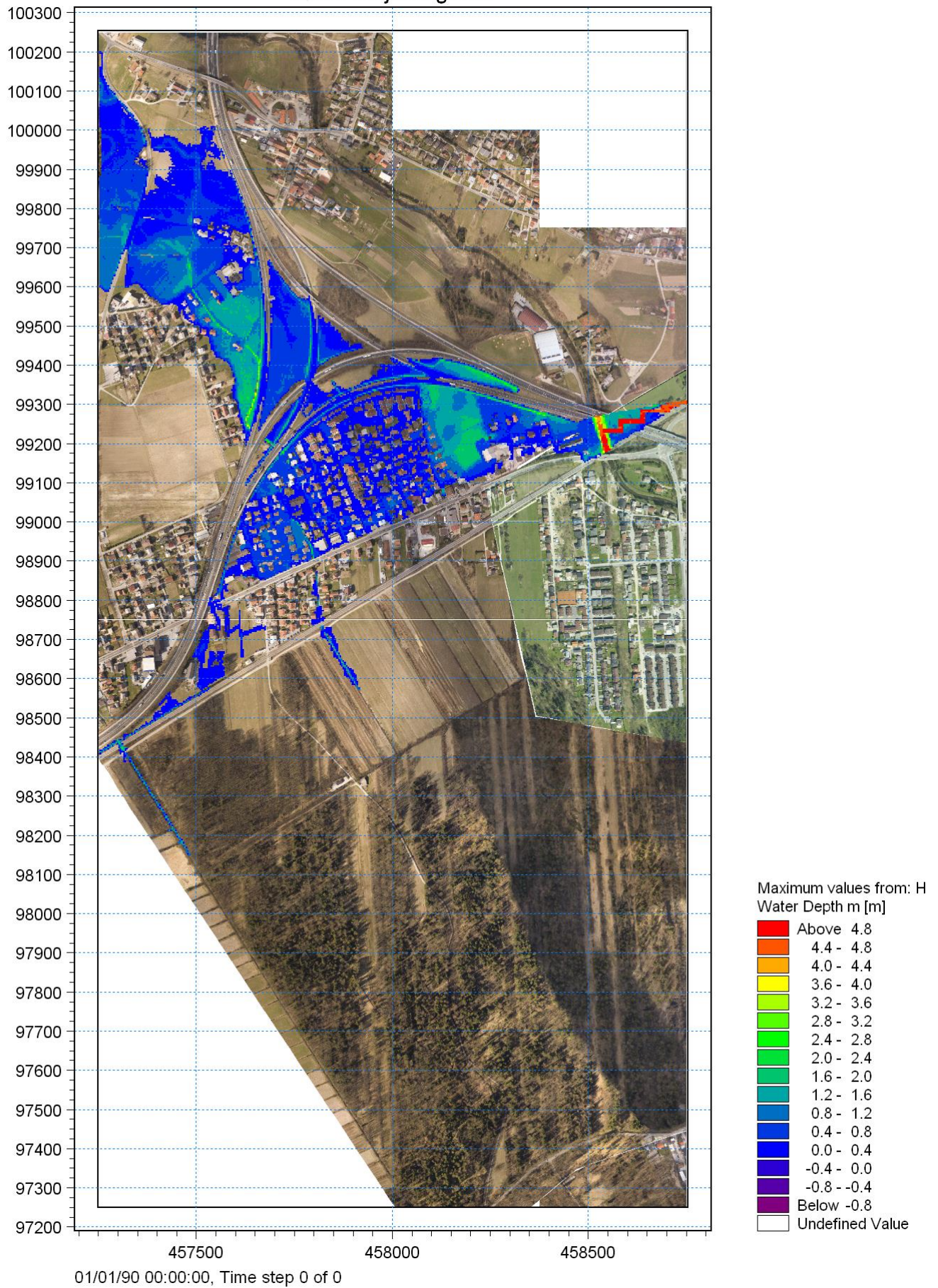


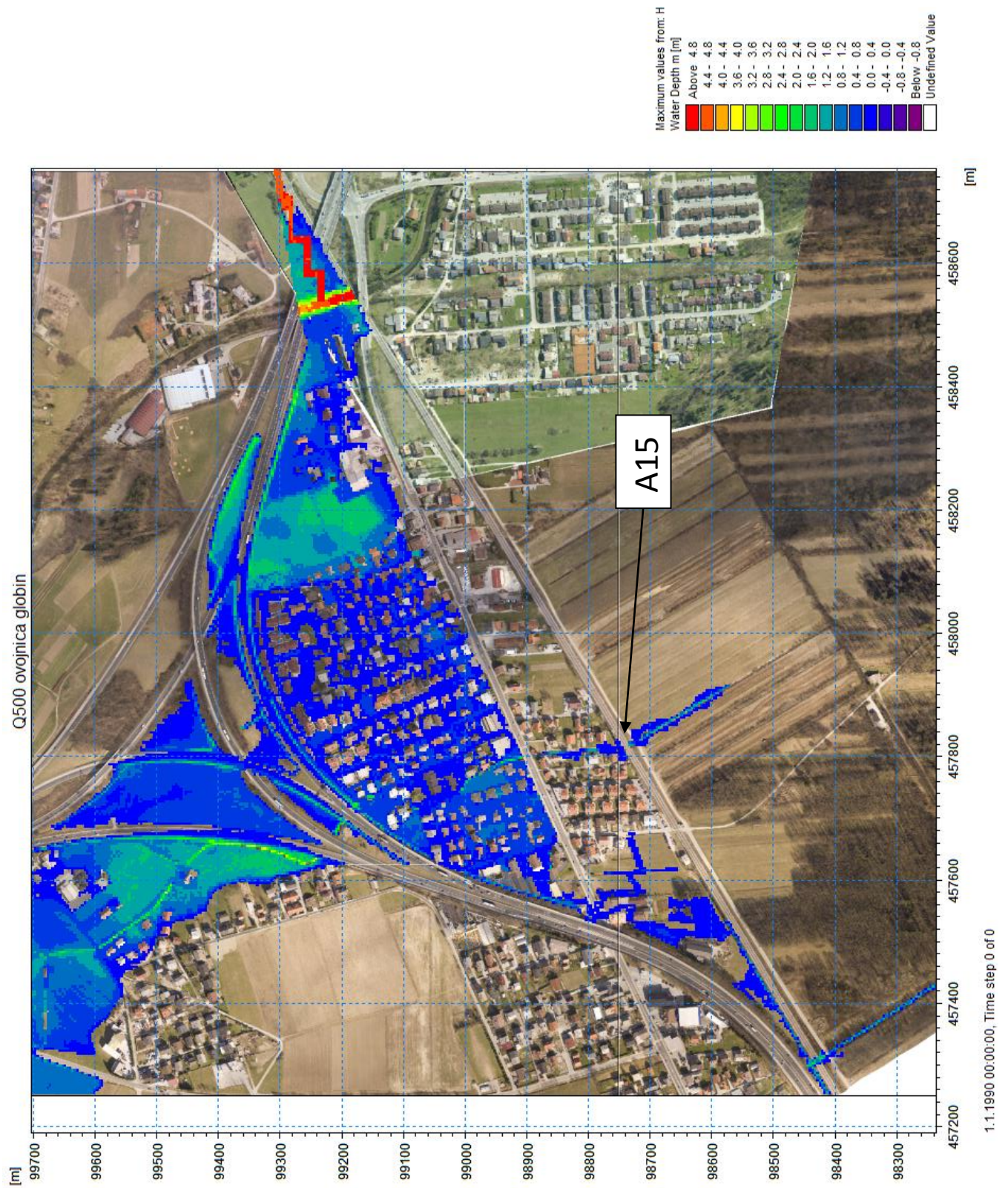




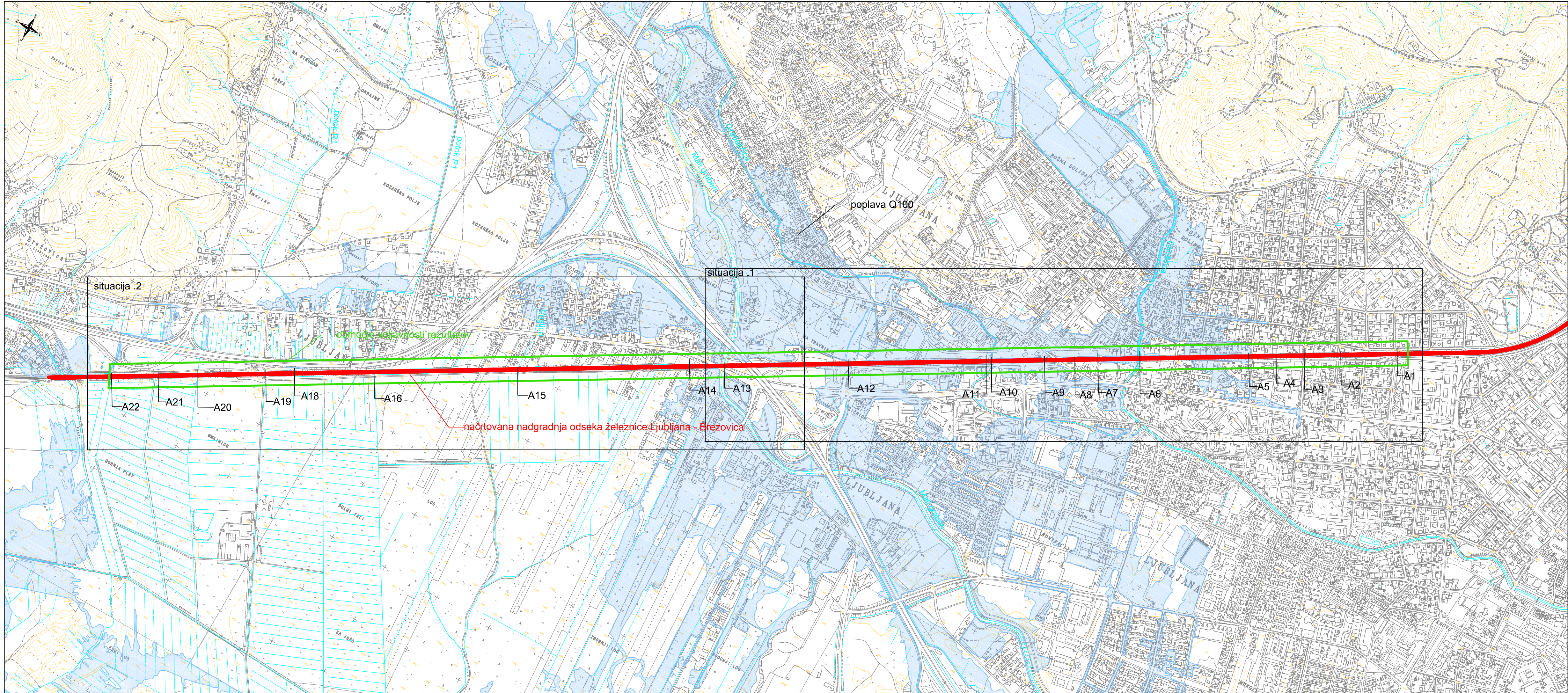


Q500 ovojnica globin





5 Risbe



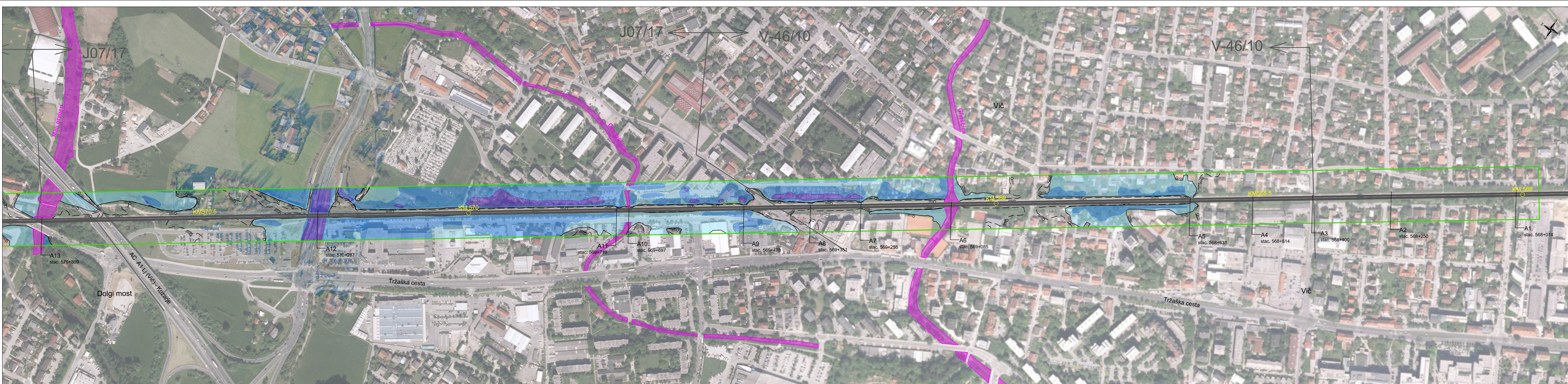
Legenda

A1 ... odprtina v železniškem nasipu

Hidrološko hidravlični elaborat za
območje železniške proge
Ljubljana - Brezovica

Pregledna situacija
M 1:10.000

Izdelovalec: IZVO-R d.o.o. projektiranje in inženiring Plat za Brdom 102, 1000 Ljubljana					
Investitor: RS, Ministrstvo za infrastrukturo, DRSI Tržaška c. 19, 1000 Ljubljana			Objekt: Hidrološko – hidravlični elaborat za območje železniške proge Ljubljana – Brezovica		
Ime: Odg. vodja projekta: Boris Brilly, univ.dipl.inž.grad.		Id. št.: G-2753		Podpis:	
Odg. projektant: Matjaž UDOVČ, univ.dipl.inž.grad.		G-2546			
Sodelavec: Nina VOLKAR, univ.dipl.inž.grad.				Vsečina: Pregledna situacija	
Datum risbe: junij 2019	Merilo: M 1:10.000	Faza: študija	Št.elaborata: L54/19	Spremembe:	Št.: 1.
št. odseka: ZG50	arhivska št.: 0098	vrsta dokumentacije: 007.0302	šifra risbe: G.001		



globine vode do 0,5 m

globine vode med 0,5 in 1,5 m

globine vode nad 1,5 m

hitrosti toka večje od 1 m/s

10

poplavna linija

10

100

poplavna linija

100

500

poplavna linija

500

osnovna struga

Povzeto po projektu:

- J07/17 (IZVO-R d.o.o.)

- A71-FR/09 (IZVO-R d.o.o.)

- J82/17 (IZVO-R d.o.o.)

- V-46/10 (VODAR s.p.)

Hidrološko hidravlični elaborat za območje železniške proge Ljubljana - Brezovica

Karta poplavne nevarnosti - globine (obstoječe stanje)
M 1:2500

Izdavatelj: IZVO-R d.o.o. izpolnjen v Ljubljani	
Investitor: RS, Ministrstvo za infrastrukturo, DRSI Tržaška c. 19, 1000 Ljubljana	
Objekt: Hidrološko – hidravlični elaborat za območje železniške proge Ljubljana – Brezovica	
Datum risbe: leti 2019	
Merkis: M 1:2500	
Pisec: Studija	
Št. sklopov: 154/19	
Spremembe:	
Št.: 2,1	

Št. odnosa:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	Št. pr. risbe:
ZG50	0098	007.0302	G.002,1

globine vode do 0,5 m

globine vode med 0,5 in 1,5 m

globine vode nad 1,5 m

hitrosti toka večje od 1 m/s

10

poplavna linija

10

100

poplavna linija

100

500

poplavna linija

500

osnovna struga

Povzeto po projektu:

- J07/17 (IZVO-R d.o.o.)

- A71-FR/09 (IZVO-R d.o.o.)

- J82/17 (IZVO-R d.o.o.)

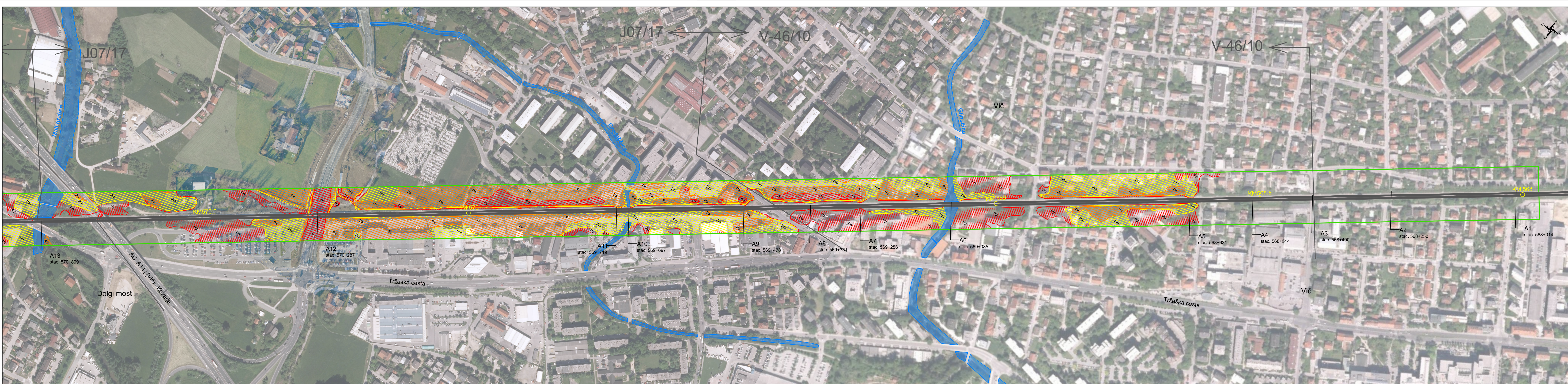
- V-46/10 (VODAR s.p.)

Hidrološko hidravlični elaborat za območje železniške proge Ljubljana - Brezovica

Karta poplavne nevarnosti - globine (obstoječe stanje)
M 1:2500

Izdavatelj: IZVO-R d.o.o. izpolnjen v Ljubljani	
Investitor: RS, Ministrstvo za infrastrukturo, DRSI Tržaška c. 19, 1000 Ljubljana	
Objekt: Hidrološko – hidravlični elaborat za območje železniške proge Ljubljana – Brezovica	
Datum risbe: leti 2019	
Merkis: M 1:2500	
Pisec: Studija	
Št. sklopov: 154/19	
Spremembe:	
Št.: 2,2	

Št. odnosa:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	Št. pr. risbe:
ZG50	0098	007.0302	G.002,2



Pp

razred preostale poplavne nevarnosti

Pm

razred majhne poplavne nevarnosti

Ps

razred srednje poplavne nevarnosti

Pv

razred velike poplavne nevarnosti

osnovna struga

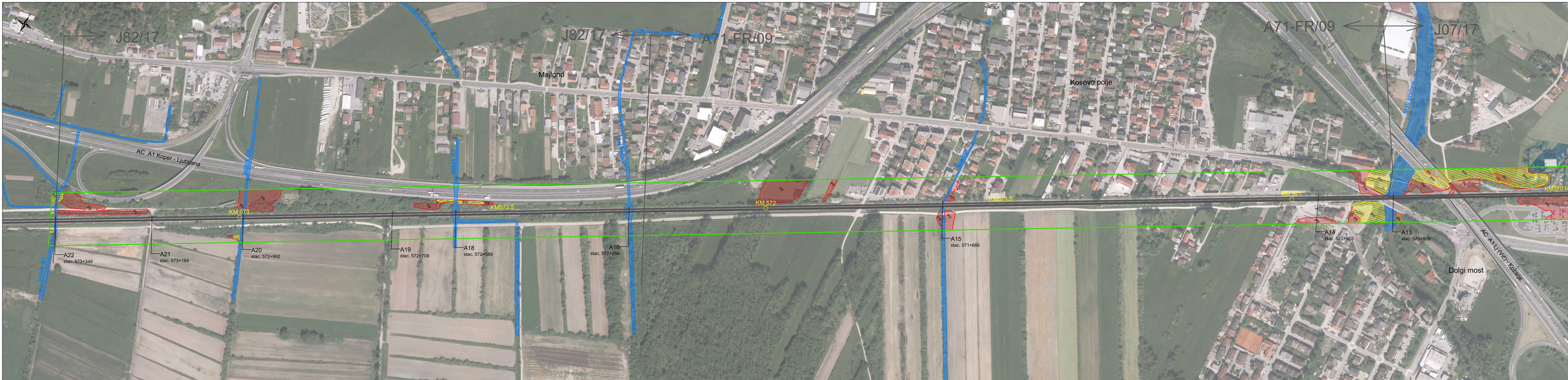
Povzeto po projektu:
- J07/17 (IZVO-R d.o.o.)
- A71-FR/09 (IZVO-R d.o.o.)
- J82/17 (IZVO-R d.o.o.)
- V-46/10 (VODAR s.p.)

Hidrološko hidravlični elaborat za območje železniške proge Ljubljana - Brezovica

Karta razredov poplavne nevarnosti (obstoječe stanje)
M 1:2500

Izdelovalac: IZVO-R d.o.o. izpolnila in izdala Tržaška c. 19, 1000 Ljubljana	
Investitor: RS, Ministrstvo za infrastrukturo, DRSI Tržaška c. 19, 1000 Ljubljana	
Objekt: Hidrološko – hidravlični elaborat za območje železniške proge Ljubljana – Brezovica	
Datum risbe: junij 2019	
Merkilo: M 1:2500	
Pisec: Študija	
Št. sklopov: 154/19	
Spremembe:	
Št.: 3.1	

Št. odnosa:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	Št./Pr. risbe:
ZG50	0098	007.0302	G.003.1



Pp

razred preostale poplavne nevarnosti

Pm

razred majhne poplavne nevarnosti

Ps

razred srednje poplavne nevarnosti

Pv

razred velike poplavne nevarnosti

osnovna struga

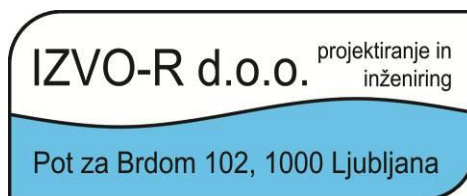
Povzeto po projektu:
- J07/17 (IZVO-R d.o.o.)
- A71-FR/09 (IZVO-R d.o.o.)
- J82/17 (IZVO-R d.o.o.)
- V-46/10 (VODAR s.p.)

Hidrološko hidravlični elaborat za območje železniške proge Ljubljana - Brezovica

Karta razredov poplavne nevarnosti (obstoječe stanje)
M 1:2500

Izdelovalac: IZVO-R d.o.o. izpolnila in izdala Tržaška c. 19, 1000 Ljubljana	
Investitor: RS, Ministrstvo za infrastrukturo, DRSI Tržaška c. 19, 1000 Ljubljana	
Objekt: Hidrološko – hidravlični elaborat za območje železniške proge Ljubljana – Brezovica	
Datum risbe: junij 2019	
Merkilo: M 1:2500	
Pisec: Študija	
Št. sklopov: 154/19	
Spremembe:	
Št.: 3.2	

Št. odnosa:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	Št./Pr. risbe:
ZG50	0098	007.0302	G.003.2



Investitor:

SŽ – projektivno podjetje Ljubljana d.d.
Ukmarjeva ulica 6,
1000 Ljubljana

Objekt:

Hidrotehnično poročilo za nov
železniški objekt na lokaciji Mali
Graben

Vrsta projektne
dokumentacije:

študija

Projektant:

IZVO-R , projektiranje in inženiring d.o.o.
Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana

Odgovorni predstavnik
podjetja:

Helena Garzarolli, univ. dipl. inž. grad.

Podpis:

Odgovorni projektant:

Matjaž Udovč, univ. dipl. inž. grad.
Id. Št.: G-2546

Osebni žig:

Podpis:

Številka projekta:

L03/19

Datum:

V Ljubljani, april 2019

2 KAZALO VSEBINE PROJEKTA št.: L03/19

Objekt: **Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben**

Kazalo vsebine:

1. Naslovna stran projekta
2. Kazalo vsebine projekta
3. Tehnično poročilo
4. Hidravlične presoje
5. Risbe
 - 1 Pregledna situacija M 1:5000
 - 2 Situacije
 - 2.1 Situacija obstoječega stanja M 1:500
 - 2.2 Situacija načrtovanega mostu M 1:100
 - 3 Prečni prerez Malega Grabna M 1:100

3 Tehnično poročilo

4 Hidravlične presoje

5 Risbe

TEHNIČNO POROČILO

1 Uvod

V tem elaboratu obravnavamo načrtovano gradnjo (rekonstrukcijo) železniškega mostu na prečkanju železnice Ljubljana-Postojna in vodotoka Mali graben na območju Dolgega mostu v Ljubljani. Faza dokumentacije novega mostu je idejni projekt (IDP).

Območje načrtovane gradnje se nahaja znotraj območja državnega prostorskega načrta za zagotavljanje poplavne varnosti jugozahodnega dela Ljubljane in naselij v občini Dobrova - Polhov Gradec (Ur. list RS št. 72/2013 z dne 2.9.2013; v nadaljevanju DPN) in sicer na območju, ki je znotraj DPN uvrščen v etapo 1A.

Etapo 1A DPN sestavljajo naslednji objekti:

- Ureditev Malega grabna od Bokalškega jezua do izliva v Ljubljanico. Dolžina ureditve je 6000 m,
- Izvedba Razbremenilnika 6a na Barje z vtokom za odvod dela visokovodnega vala,
- Ureditve struge Šujice (Horjulke) in Gradaščice ter preprečitev poplavnega toka na območju Kozarij zahodno od Zahodne obvoznice.

Predmetni most se nahaja na območju ureditve Malega grabna.

Predmet tega elaborata (L03/19) je:

- hidravlična preveritev novo načrtovanega železniškega mostu preko Malega grabna ob upoštevanju obstoječega stanja ureditve struge Malega grabna,
- hidravlična preveritev novo načrtovanega železniškega mostu preko Malega grabna ob upoštevanju stanja ureditve struge Malega grabna po izvedenih ureditvah, ki jih predvideva PGD dokumentacija za Etapo 1A (IZVO-R d.o.o., H34-FR/15, po recenziji) in
- usmeritve projektantu mostu za načrtovanje (prilagoditev novi rešitvi mostu) vodnogospodarskih ureditev na območju novega železniškega objekta, upošteva PGD za etapo 1A

2 Hidrološki podatki

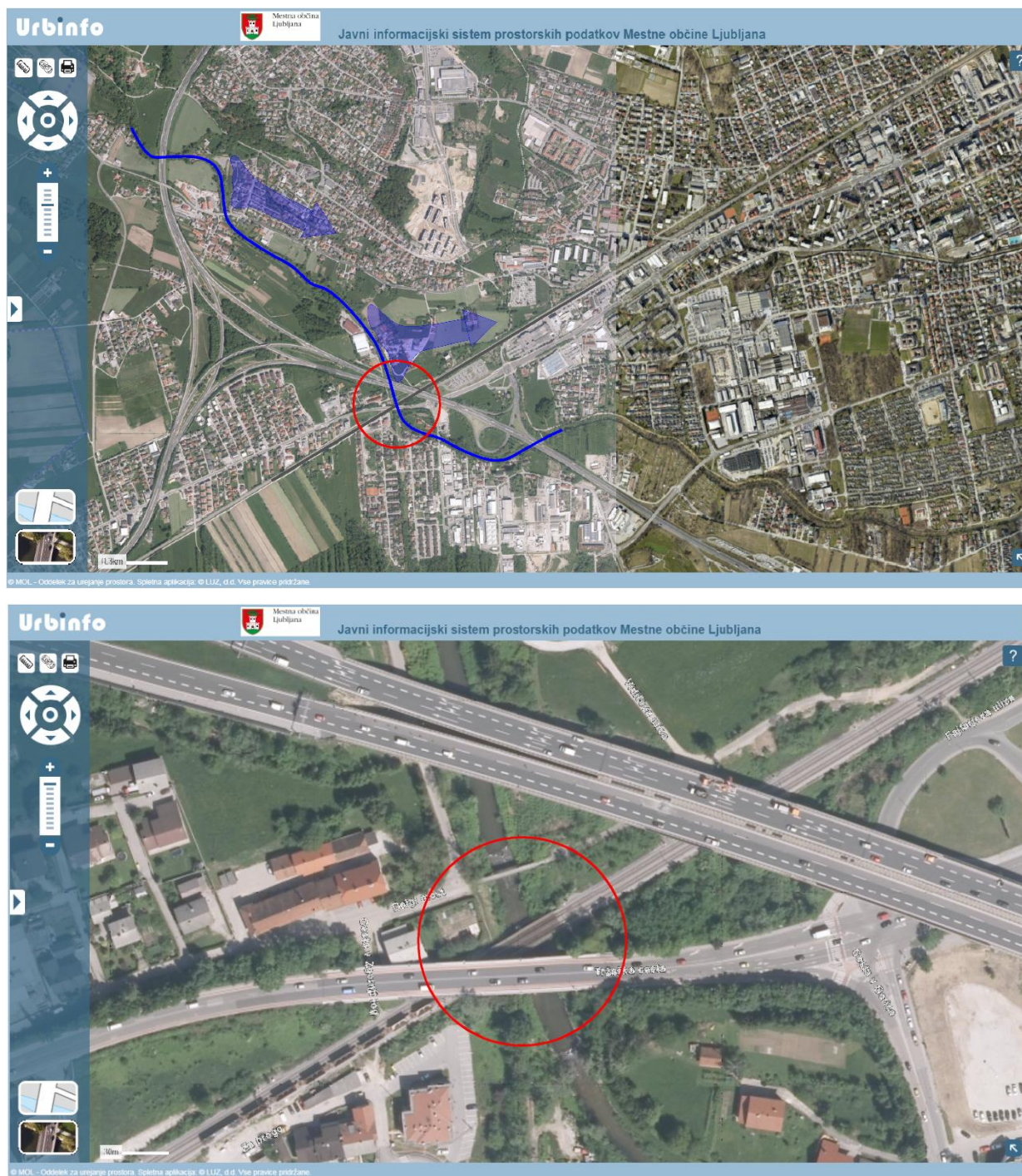
Hidrološki podatki o karakterističnih vodnih količinah Malega grabna na vstopu v mestno območje (prerez Bokalskega jezua oziroma križanja zahodne obvoznice in Gradaščice) v tem elaboratu so bili določeni v preteklosti v sklopu priprave DPN v elaboratu: *Hidrološka študija: Predlog delovanja sistema za zaščito pred poplavami in sploščitev visokovodnih valov (IZVO d.o.o., št. elaborata: 366/HID1-FR/05; študija je bila del projekta Zagotavljanje poplavne varnosti JZ dela Ljubljane – strokovne podlage za pripravo DLN, IDP, št.: 366-FR/05, junij 2007).*

V obstoječem stanju pride pri pretokih višjih povratnih dob do izlivanja iz struge Malega grabna in tvorbe vzporednih poplavnih tokov. Na območju med vstopom v ožje območje Ljubljane in prerezom Železniškega mostu na Dolgem mostu se tvorita dva vzporedna poplavna tokova, po katerih del poplavnih vod Malega grabna odteka stran od struge Malega grabna proti območju Viča. Prvi poplavni tok poplavi območje Vrhovcev in poteka v splošnem vzdolž struge Mestne Gradaščice, drugi pa na območju severno od Dolgega mostu po območju med nasipom železnice in Cesto Dolomitskega odreda. Do vzpostavitve obeh omenjenih poplavnih tokov je prišlo med zadnjimi dvema velikimi poplavnimi dogodki na tem območju leta 2010 in leta 2014. Z matematičnimi modeli v preteklosti (model M2 v dokumentaciji A71-FR/09 IZVO d.o.o.) smo napovedali tvorbo teh tokov in ovrednotili vodne količine, ki se razbremenjujejo iz osnovne struge Malega grabna. Poplavni dogodki leta 2010 in 2014 so potrdili rezultate matematičnih modelov.

V obstoječem stanju znaša pretok Q_{100} , za območje obravnavnega železniškega mostu $Q_{100(\text{obst.st.})} = 200\text{m}^3/\text{s}$.

Z izvedbo celovitih ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti JZ dela Ljubljane (t.i. etapa 1A) se prepreči izlivanje iz osnovne struge Malega grabna na tem delu in tako prepreči tvorba obeh prej omenjenih vzporednih poplavnih tokov. Hidravlična obremenitev mostnega prereza se tako poveča.

V načrtovanem stanju (ureditve 1A etape) znaša pretok Q_{100} , za območje obravnavnega železniškega mostu $Q_{100(1A)} = 243\text{m}^3/\text{s}$.



Sliki 1 in 2: obravnavano območje. Na sliki 1 (zgoraj) so shematski prikazane smeri vzporednih poplavnih tokov.

V preglednici 1 povzemamo uporabljene karakteristične vodne količine:

	Q ₁₀₀
	m ³ /s
Gradaščica pod Horjulko (Mali graben v prerezu Bokalskega jezu)	243
Mali graben prerez Dolgi most – obstoječe stanje	200
Mali graben prerez Dolgi most – izvedene ureditve 1A etape	243

Preglednica 1: Uporabljeni konice vhodnih hidrogramov.

3 Načrtovana rekonstrukcija mostu

V obstoječem stanju poteka železniški most preko dveh polj z zelo masivnim betonskim sredinskim opornikom (širina opornika je $b=2,45\text{m}$). Velikost in lega opornika sta s hidravličnega vidika zelo neugodna. Tako pozicija v sredini struge, kjer so hitrosti vodnega toka najvišje, kot dejstvo, da je os opornika zasukana glede na vzdolžno os struge neugodno vplivata hidravlično prevodnost mostne odprtine. Zaradi obeh razlogov na gorvodni strani opornika pogosto zastaja in se nabira plavje (veje, izruvano grmičevje), kar še dodatno poslabša razmere.

Načrtovani most ima drugačno zasnovo. Načrtovana so tri polja, kar sicer pomeni dva sredinska opornika znotraj mostnega prereza, vendar sta opornika bistveno manjših dimenzij (širina $b=0,7\text{m}$) in tudi pomaknjena strna od sredinske osi prereza. Z uporabo drugačne nosilne konstrukcije projektant načrtuje tudi za 62cm višjo najnižjo koto mostne konstrukcije (kljub temu, da se kota nivelete samih tirov ne spremeni), kar pomeni 62 cm višjo mostno odprtino. Najnižja koto mostne konstrukcije za načrtovani most znaša 296.66 m n.m,



foto 1 in 2: obstoječi most v času nizkih pretokov (zgoraj) in visokih pretokov (spodaj).

4 Hidravlične presoje

Za analizo vpliva načrtovanega mostu na hidravlične razmere smo izdelali 1D matematični model s hidravličnim modelom HEC-RAS. Kot osnovo smo uporabili model izdelan v sklopu PGD za etapo 1A. Vse račune smo vršili za tri različne serije koeficientov hrapavosti (ugodnega, srednjega in neugodnega). Uporabili smo tudi različne koeficiente hrapavosti glede na vrsto (tip) prečnega prereza. Uporabili smo tri različne tipe prerezov: **BZ** – prerez brez obrežnih in visokovodnih zidov, **1Z** – prerez z enostranskim obrežnim in/ali visokovodnim zidom ter **2Z** – prerez z obojestranskim obrežnim in/ali visokovodnim zidom. Uporabljeni koeficienti so prikazani v preglednici 2:

Oznaka tipa prereza	ugodni koeficient hrapavosti – n_{g+} [m/s ^{-1/3}]	srednji koeficient hrapavosti – n_{g0} [m/s ^{-1/3}]	neugodni koeficient hrapavosti – n_{g-} [m/s ^{-1/3}]
BZ	0.040	0.050	0.060
1Z	0.035	0.045	0.055
2Z	0.027	0.037	0.047

Preglednica 2: Uporabljeni koeficienti hrapavosti osnovne struge v modelu HEC-RAS (po Manningu).

Kot že opisano v uvodu smo vse hidravlične izračune vršili tudi za dve stanji ureditve struge – obstoječe stanje in stanje po razširitvi struge ob izvedbi etape 1A.

Skupaj smo izvedli 12 računskih primerov, njihove oznake in uporabljeni pogoji za posamezni računski primer so prikazani v preglednici 3.

ureditev struge	most	OZNAKA	koeficient hrapavosti	OZNAKA
obstoječe stanje	obstoječ most	A	n_{g-}	A1
			n_{g0}	A2
			n_{g+}	A3
obstoječe stanje	načrtovan most	B	n_{g-}	B1
			n_{g0}	B2
			n_{g+}	B3
etapa 1A	obstoječ most	C	n_{g-}	C1
			n_{g0}	C2
			n_{g+}	C3
etapa 1A	načrtovan most	D	n_{g-}	D1
			n_{g0}	D2
			n_{g+}	D3

Preglednica 3: izvedeni računski primeri.

Primerjava izračunanih gladin v gorvodnem prerezu mostu je za vse izvedene računske primere prikazana v preglednici 4.

Q100=200m³/s, obstoječa struga

		1(n _g -)	2(n _{g0})	3(n _g +)
obstoječ most	A	297.77	297.35	296.88
načrtovan most	B	297.63	297.21	296.76

vpliv načrt. mostu	0.14	0.14	0.12
---------------------------	-------------	-------------	-------------

Q100=243m³/s, struga po etapi 1A

		1(n _g -)	2(n _{g0})	3(n _g +)
obstoječ most	C	297.34	296.78	296.16
načrtovan most	D	297.27	296.67	296.09

vpliv novega mostu	0.07	0.11	0.07
---------------------------	-------------	-------------	-------------

Preglednica 4: izračunana gladina (m n.m.) v gorvodnem prerezu mostu.

Glede na vse izvedene analize lahko zaključimo:

- vpliv načrtovanega novega mostu na potek gladin je pozitiven v vseh obravnavnih računskih primerih
- z načrtovano rekonstrukcijo mostu se gladina pri Q₁₀₀ zniža za 7-14cm (odvisno od obravnavnega primera)
- dva manjša opornika, ki se ne nahajata točno v osi struge, imata izrazito pozitiven vpliv na nevarnost zastajanja plavja na opornikih
- ravno tako povečuje poplavno varnost širši okolici za 62cm višji spodnji rob mostne konstrukcije

Glede na izvedene hidravlične analize mostnega prereza je za primer izvedbe ureditve struge po etapi 1A karakteristična kota VV Q₁₀₀ za primer obstoječega mostu 296.16 m n.m., za primer načrtovanega mostu pa 296.09 m n.m.(računska primera C3 in D3, ugoden koeficient hrapavosti ng+). Načrtovani most ima 57cm varnostnega nadvišanja nad izračunano koto Q₁₀₀.

Ob dokončanju vseh ureditev predvidenih v DPN, torej tudi etape 2, ki predvideva izgradnjo Zadrževalnika Razori, se bo hidravlična obremenitev (pretok pri Q_{100}) struge Malega grabna na območje mostu še zmanjšala, kar pomeni nižje gladine in večje varnostno nadvišanje mostu.

Glede na izvedene hidravlične analize mostnega prereza je za primer obstoječega stanja struge karakteristična kota VV Q_{100} za primer obstoječega mostu 297.35 m n.m., za primer načrtovanega mostu pa 297.21 m n.m. (računska primera A2 in B2, srednji koeficient hrapavosti $ng+$).

Načrtovani most ima pozitiven vpliv z vidika vpliva na režim odtoka poplavnih vod Malega grabna.

5 Usmeritve za ureditev struge na območju mostu

V projektni dokumentaciji za ureditev struge Malega grabna (H34-FR/15, etapa 1a) se ureditve navezujejo na obstoječ most. Načrtovana ureditev struge Malega grabna po projektu H34-FR/15 je prikazan v grafičnih prilogah (situacija 2.1). Pri nadaljnjem načrtovanju mostu je potrebno ureditev struge prilagoditi projektni rešitvi novega mostu. Niveleta in širina poglobitve struge se morata ohranjati, sama lokacije poglobitve struge na njenem najnižjem delu pa se lahko premakne v samem prerezu tako, da se prilagodi novim lokacijam opornikov. Premik poglobitve naj se izvede tako, da se ohranja svetli prerez struge pod mostno konstrukcijo glede na tistega načrtovanega po projektu H34-FR/15.

V trenutni fazi načrtovanja mostu (IDP) je ureditev struge prikazana enaka kot je v projektu H34-FR/15 (gl. grafične priloge), kar pomeni da levi opornik (v smeri proge proti Brezovici) dispozijsko sovpada s predvideno dodatno poglobitvijo struge. Predlagamo, da se v nadaljnjih fazah poglobitev struge pomakne proti sredini struge (na mesto obstoječega opornika), na sredino med oba predvidena opornika. Obloge podestov, priključki na krajne opornike železniškega mostu in oporni zidovi v sami strugi (OZD.4, OZL.4) naj se ne spreminjajo glede na načrtovane v dokumentaciji H34-FR/15 (gl. grafične priloge).

V kolikor bo gradnja mostu šla v izvedbo pred izvedbo ureditev po projektu H34-FR/15, naj ureditev struge pod mostom na območju levobrežnega polja (med sredinskim opornikom in krajnim opornikom v smeri Ljubljane) v čim večji meri sledi tisti iz H34-FR/15, v sredini med

obema opornikoma so usmeritve v tem primeru enake kot že opisane zgoraj (pomik poglobitve na sredino med obema opornikoma), na območju desnobrežnega polja pa naj ureditev sledi obstoječemu stanju struge. Na območju ob desnobrežnem krajnem oporniku (opornik v smeri proti Brezovici) namreč poteka obstoječa kanalizacijska cev, ki je po projektu H34-FR/15 predvidena za prestavitev.

6 Zaključek

- vpliv načrtovanega novega mostu na potek gladin je pozitiven v vseh obravnavnih računskih primerih
- z načrtovano rekonstrukcijo mostu se gladina pri Q_{100} zniža za 7-14cm (odvisno od obravnavnega primera)
- dva manjša opornika, ki se ne nahajata točno v osi struge, imata izrazito pozitiven vpliv na nevarnost zastajanja plavja na opornikih
- načrtovani most ima pozitiven vpliv z vidika vpliva na režim odtoka poplavnih vod Malega grabna.
- V nadaljnjih fazah načrtovanja mostu je potrebno načrtovati tudi ureditev struge pod samim mostom skladno z usmeritvami iz tega elaborata. Ureditev struge naj se v čim večji meri prilagaja načrtovanim rešitvam projekta za zagotavljanje poplavne varnosti (H34-FR/15)

Ljubljana, marec 2019

Pripravil:

Matjaž Udovč, univ.dipl.inž.grad.

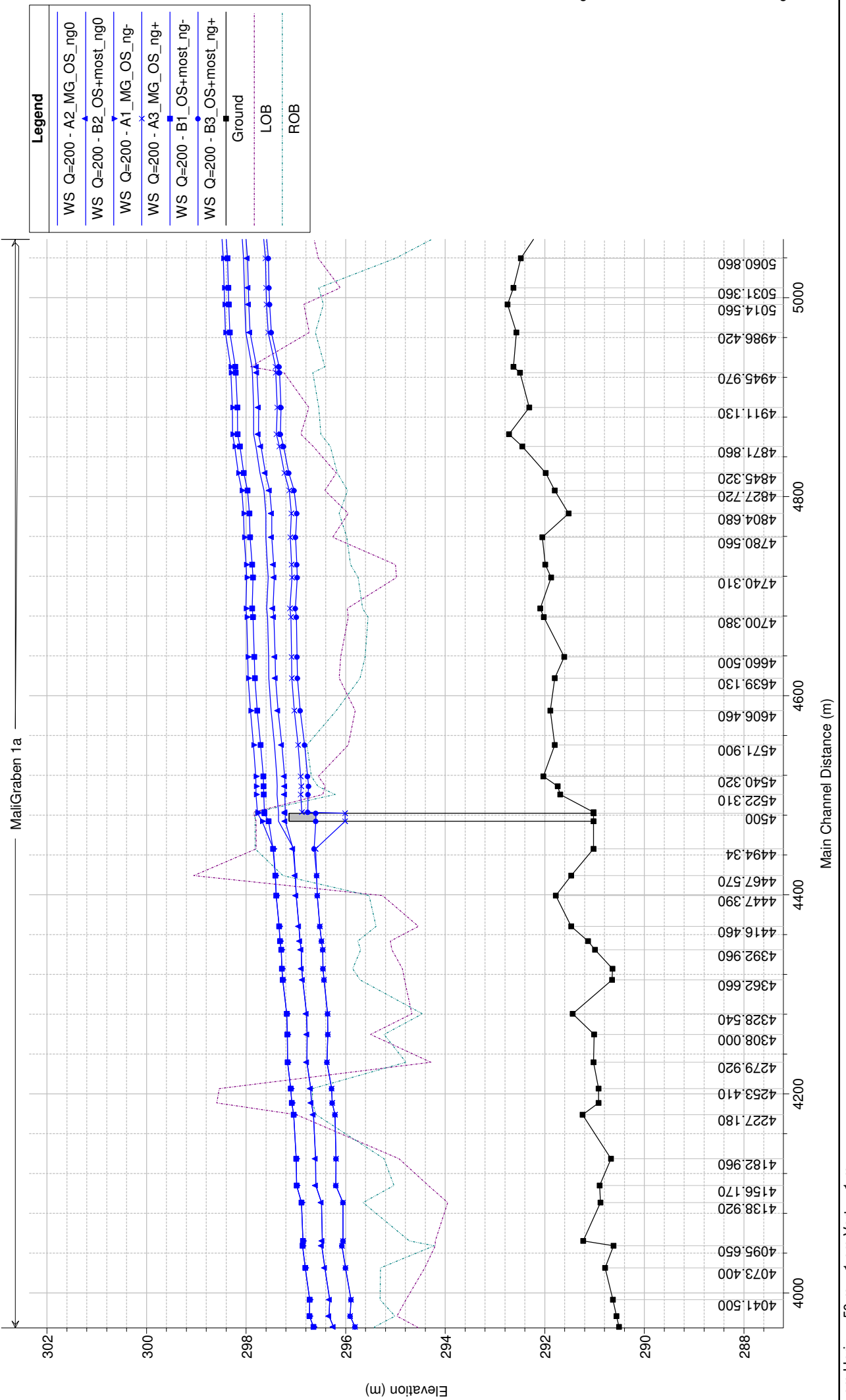
4.0 HIDRAVLIČNE PRESOJE

Kazalo

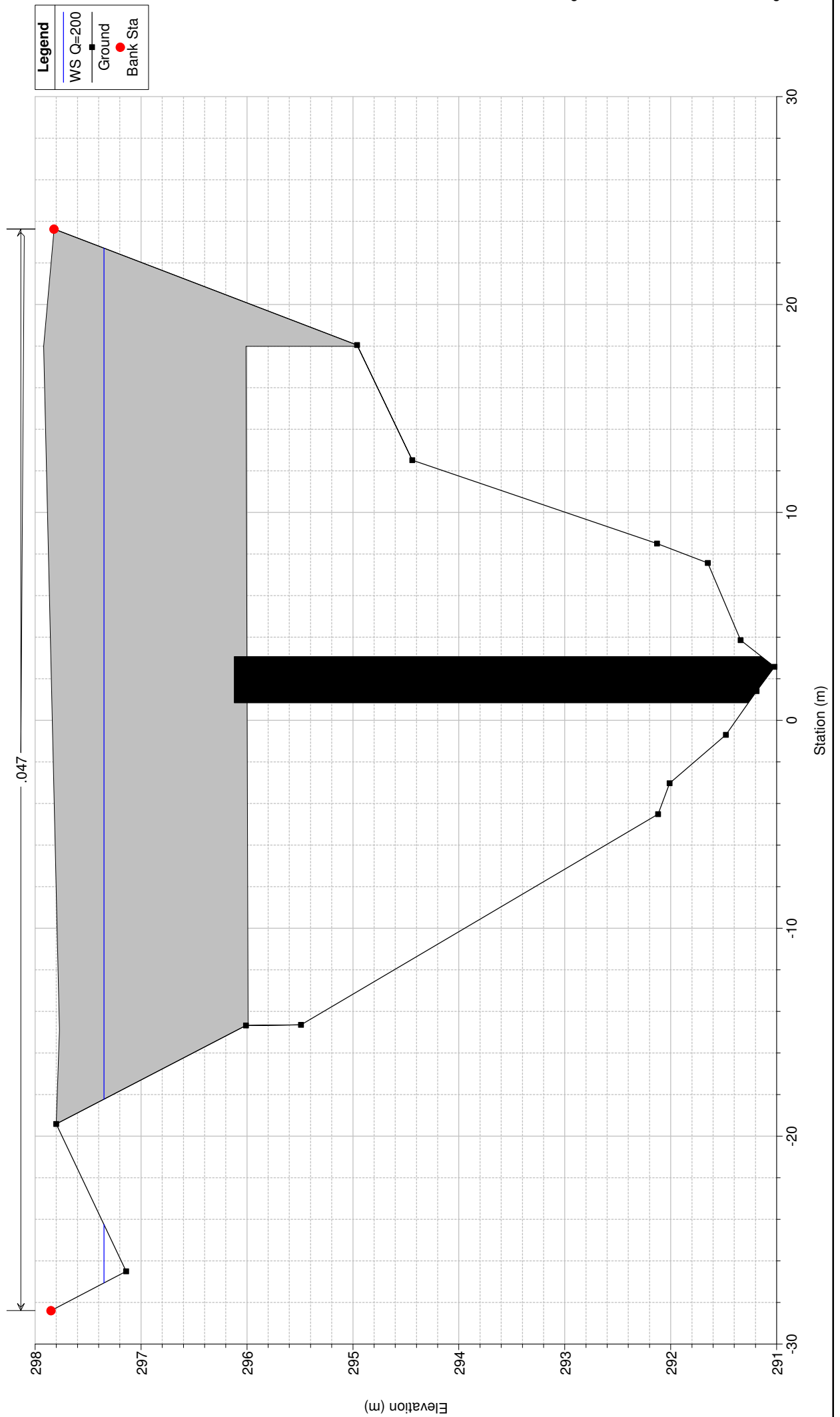
Obstoječe stanje ureditve struge	
Hidravlični vzdolžni prerez $Q_{100}=200\text{m}^3/\text{s}$	2
Hidravlični prečni prerez obstoječ most	3
Hidravlični prečni prerez načrtovan most	4
Preglednica z rezultati	5
 Ureditev struge po etapi 1A	
Hidravlični vzdolžni prerez $Q_{100}=243\text{m}^3/\text{s}$	6
Hidravlični prečni prerez obstoječ most	7
Hidravlični prečni prerez načrtovan most	8
Preglednica z rezultati	9

MG_H4_most_zeleznica Plan: 1) A2_MG_OS_ng0 29.1.2019 2) B2_OS+most_ng0 29.1.2019 3) A1_MG_OS_ng- 29.1.2019 4) A3_MG_OS_ng+ 29.1.2019 5) B1_OS+most_ng- 29.1.2019 6) B3_OS+most_ng+ 29.1.2019

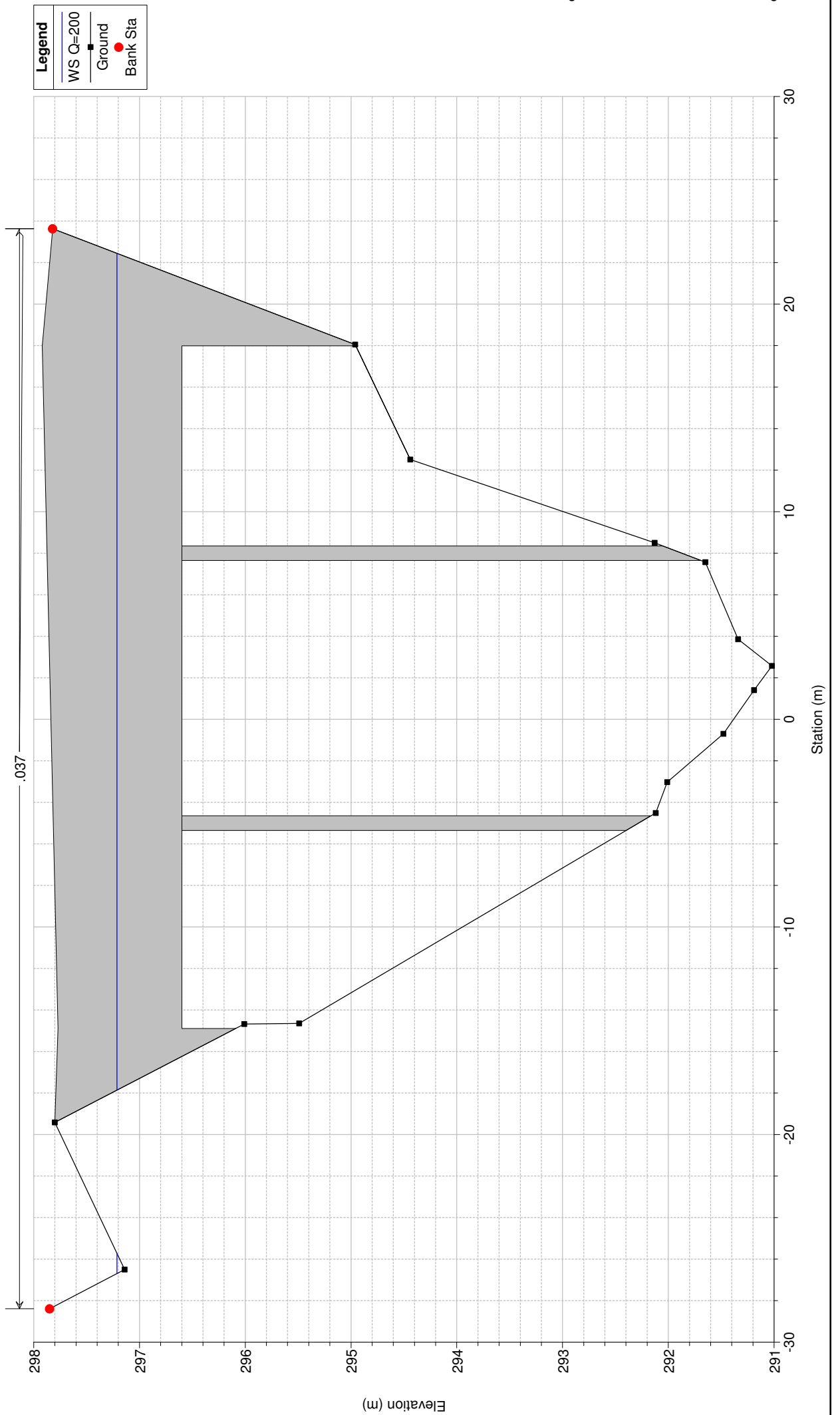
Geom: geom_OS(2015)+MOST_ng0



MG_H4_most_zeleznica Plan: 1) A2_MG_OS_ng0 29.1.2019
Geom: geom_OS(2015)_ng-

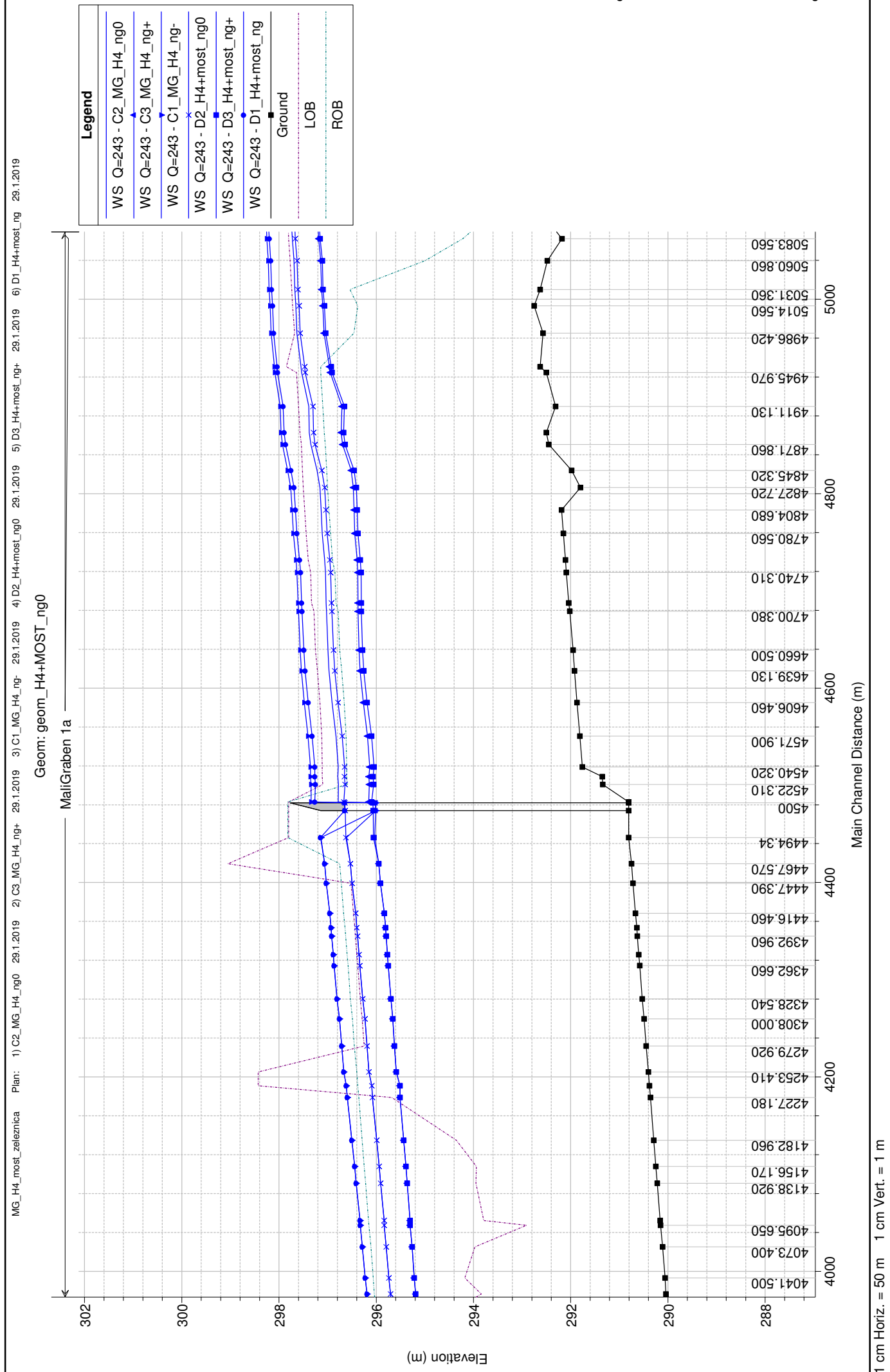


MG_H4_most_zeleznica Plan: B2_OS+most_ng0 29.1.2019
Geom: geom_OS(2015)+MOST_ng0

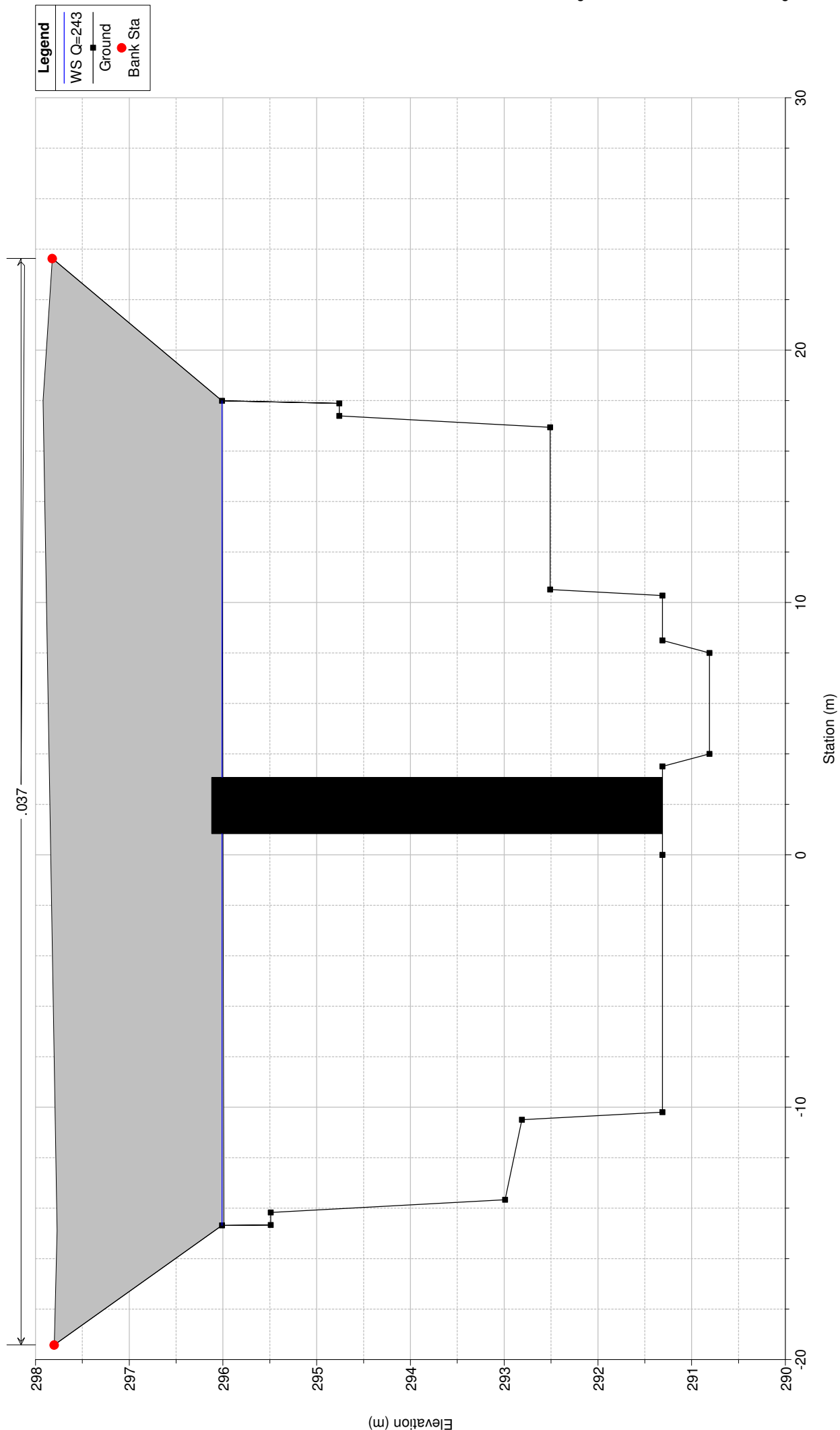


HEC-RAS Locations: User Defined Profile: Q=200

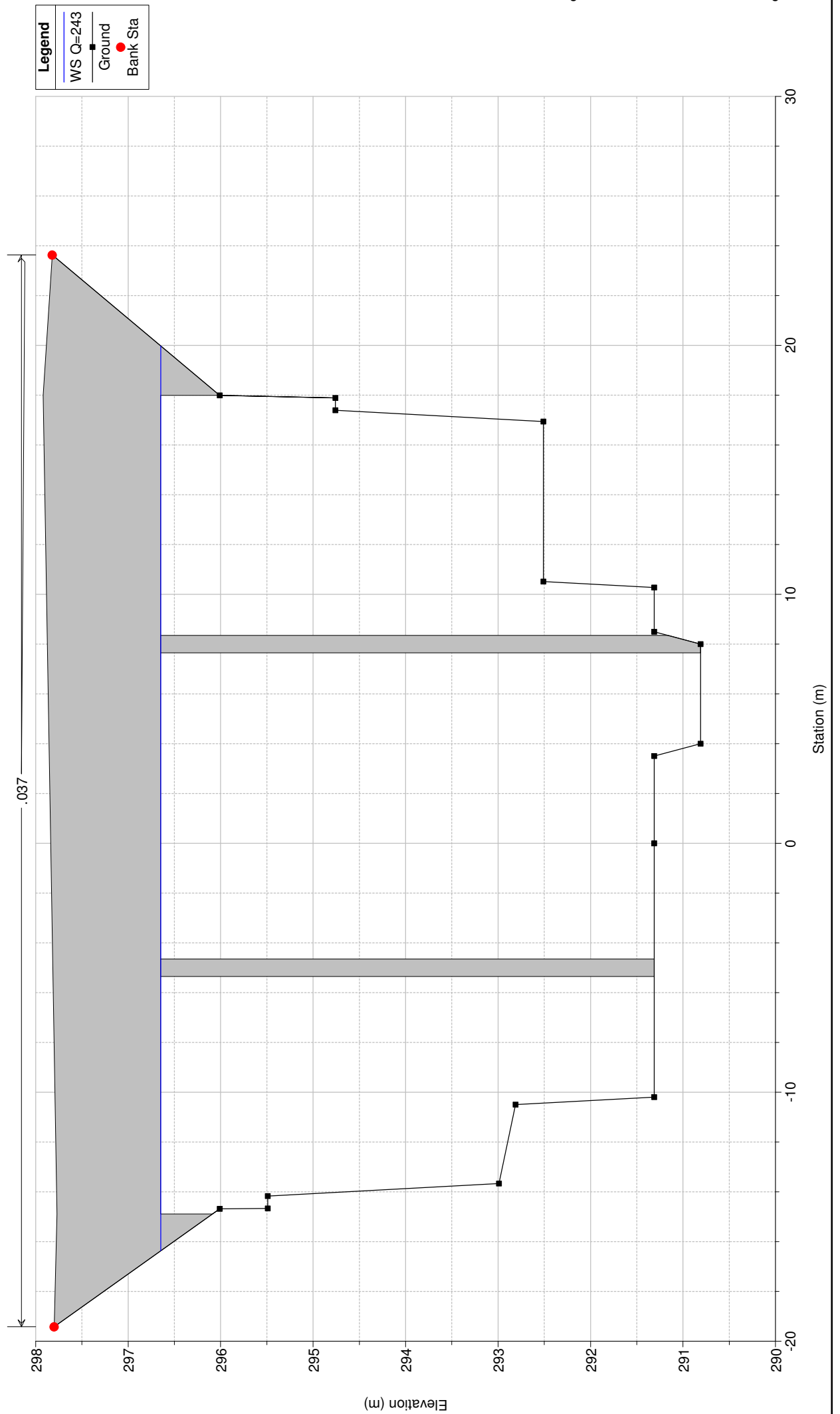
River	Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Chnl	Vel Chnl (m/s)	Shear Chan (N/m2)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
MaliGraben	1a	4504.340	Q=200	A2 MG_OS_ng0	200.00	291.14	297.35	294.56	297.46	0.000837	0.037	1.43	20.34	139.67	43.75	0.26
MaliGraben	1a	4504.340	Q=200	B2_OS+most_ng0	200.00	291.02	297.21	294.22	297.31	0.000532	0.037	1.38	17.18	144.94	41.27	0.24
MaliGraben	1a	4504.340	Q=200	A1_MG_OS_ng-	200.00	291.14	297.77	294.56	297.85	0.001028	0.047	1.25	25.06	159.74	51.34	0.23
MaliGraben	1a	4504.340	Q=200	A3_MG_OS_ng+	200.00	291.14	296.88	294.56	297.02	0.000637	0.027	1.66	14.74	120.71	38.79	0.30
MaliGraben	1a	4504.340	Q=200	B1_OS+most_ng-	200.00	291.02	297.63	294.22	297.71	0.000709	0.047	1.22	21.98	163.88	48.84	0.21
MaliGraben	1a	4504.340	Q=200	B3_OS+most_ng+	200.00	291.02	296.76	294.22	296.89	0.000395	0.027	1.57	12.08	127.26	38.24	0.27
MaliGraben	1a	4500			Bridge											
MaliGraben	1a	4494.34	Q=200	A2 MG_OS_ng0	200.00	291.14	297.04		297.17	0.001031	0.037	1.57	24.72	126.99	39.52	0.28
MaliGraben	1a	4494.34	Q=200	B2_OS+most_ng0	200.00	291.02	297.06		297.16	0.000583	0.037	1.44	18.78	138.70	39.59	0.25
MaliGraben	1a	4494.34	Q=200	A1_MG_OS_ng-	200.00	291.14	297.45		297.55	0.001163	0.047	1.39	30.32	144.19	45.57	0.24
MaliGraben	1a	4494.34	Q=200	A3_MG_OS_ng+	200.00	291.14	296.61		296.77	0.000833	0.027	1.82	18.08	110.16	37.52	0.34
MaliGraben	1a	4494.34	Q=200	B1_OS+most_ng-	200.00	291.02	297.46		297.54	0.000691	0.047	1.29	23.73	155.65	45.70	0.21
MaliGraben	1a	4494.34	Q=200	B3_OS+most_ng+	200.00	291.02	296.63		296.77	0.000440	0.027	1.63	13.17	122.35	37.65	0.29



MG_H4_most_zeleznica Plan: C2_MG_H4_ng0 29.1.2019
Geom: geom_H4_ng0



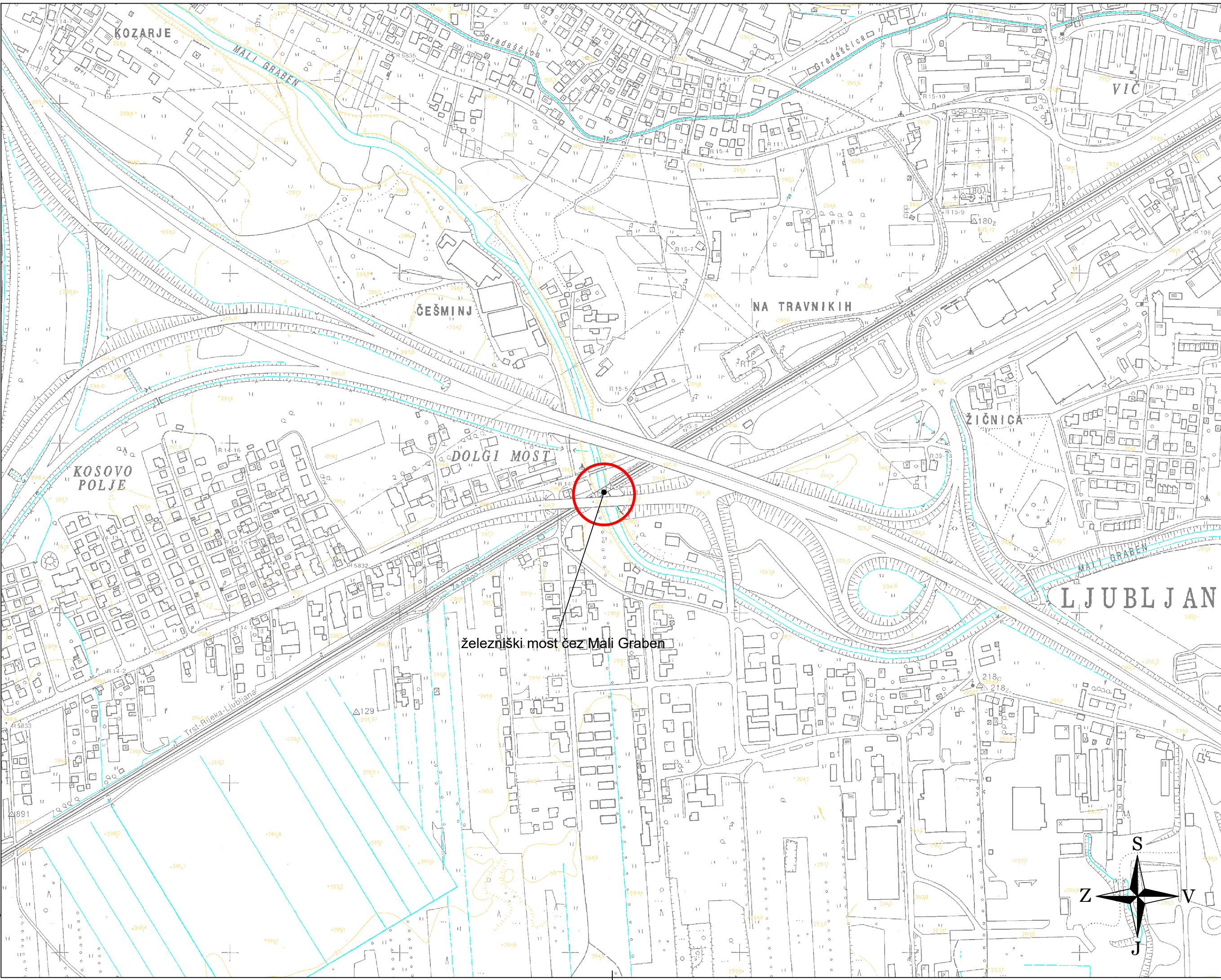
MG_H4_most_zeleznica Plan: D2_H4+most_ng0 29.1.2019
Geom: geom_H4+MOST_ng0



HEC-RAS Locations: User Defined Profile: Q=243

River	Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Mann Wtd Chnl	Vel Chnl (m/s)	Shear Chan (N/m2)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
MaliGraben	1a	4504.340	Q=243	C2_MG_H4_ng0	243.00	290.81	296.78	293.65	296.91	0.000904	0.037	1.60	24.43	152.12	37.12	0.25
MaliGraben	1a	4504.340	Q=243	C3_MG_H4_ng+	243.00	290.81	296.16	293.65	296.33	0.000739	0.027	1.87	18.33	130.00	33.51	0.30
MaliGraben	1a	4504.340	Q=243	C1_MG_H4_ng-	243.00	290.81	297.34	293.65	297.44	0.001014	0.047	1.40	29.47	173.81	40.35	0.22
MaliGraben	1a	4504.340	Q=243	D2_H4+most_ng0	243.00	290.81	296.67	293.52	296.78	0.000597	0.037	1.53	20.71	158.54	36.45	0.23
MaliGraben	1a	4504.340	Q=243	D3_H4+most_ng+	243.00	290.81	296.09	293.52	296.25	0.000446	0.027	1.75	14.67	138.65	33.15	0.27
MaliGraben	1a	4504.340	Q=243	D1_H4+most_ng	243.00	290.81	297.27	293.52	297.36	0.000683	0.047	1.34	25.03	181.46	39.91	0.20
MaliGraben	1a	4500		Bridge												
MaliGraben	1a	4494.34	Q=243	C2_MG_H4_ng0	243.00	290.81	296.61		296.75	0.001019	0.037	1.67	27.03	145.08	36.13	0.27
MaliGraben	1a	4494.34	Q=243	C3_MG_H4_ng+	243.00	290.81	296.03		296.22	0.000756	0.027	1.94	19.49	125.28	30.56	0.31
MaliGraben	1a	4494.34	Q=243	C1_MG_H4_ng-	243.00	290.81	297.14		297.25	0.001157	0.047	1.47	32.94	164.99	39.18	0.23
MaliGraben	1a	4494.34	Q=243	D2_H4+most_ng0	243.00	290.81	296.62		296.75	0.000612	0.037	1.55	21.29	156.27	36.21	0.24
MaliGraben	1a	4494.34	Q=243	D3_H4+most_ng+	243.00	290.81	296.06		296.22	0.000457	0.027	1.78	15.08	136.70	32.94	0.28
MaliGraben	1a	4494.34	Q=243	D1_H4+most_ng	243.00	290.81	297.14		297.24	0.000731	0.047	1.38	26.67	175.92	39.27	0.21

file: \\matjaz-pc3\00_projekti_v_teku(PC3)\LO3_19_HP_mosi_Zeleznica_Dolgi.Mosi\za oddajo\1_Pregledna.dwg
layout: 1_Pregledna (2x) ctb:
datum: Apr 01, 2019 - 10:08am

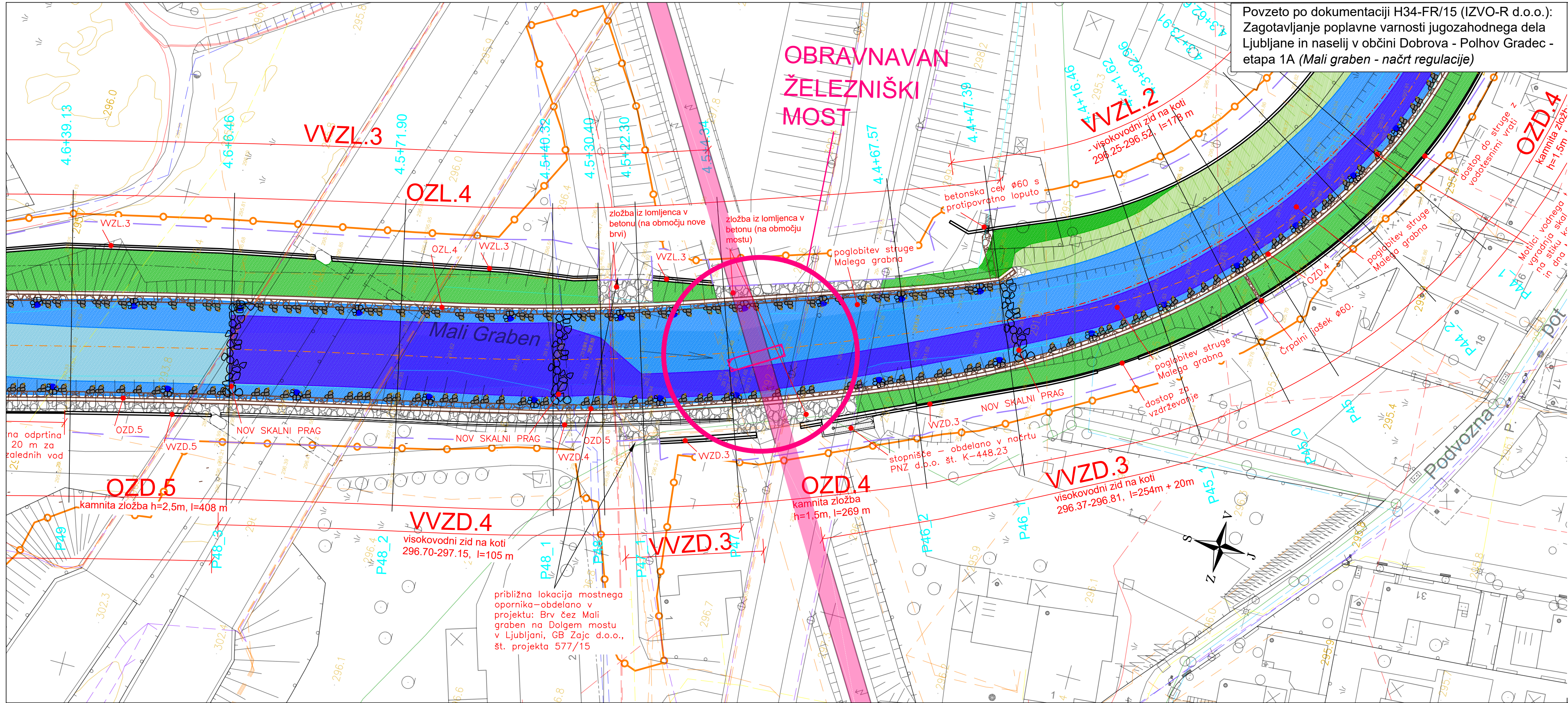


Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben

Pregledna situacija
M 1:5000

Izdelovalec: IZVO-R d.o.o. projektiranje in inženiring Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana					
Investitor: SŽ – projektivno podjetje Ljubljana d.d. Ukmarjeva ulica 6, 1000 Ljubljana			Objekt: Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben		
Ime: Odg. vodja projekta:	Id. št.:	Podpis:			
Odg. projektant: Matjaž Udovč, univ.dipl.inž.grad.	G-2546				
Obdelal: Matjaž Udovč, univ.dipl.inž.grad. Rok Amon, geod.teh.	G-2546		Vsebina: Pregledna situacija		
Datum risbe: april 2019	Merilo: M 1:5000	Faza: Študija	Št.elaborata: L03/19	Spremembe:	Št.: 1

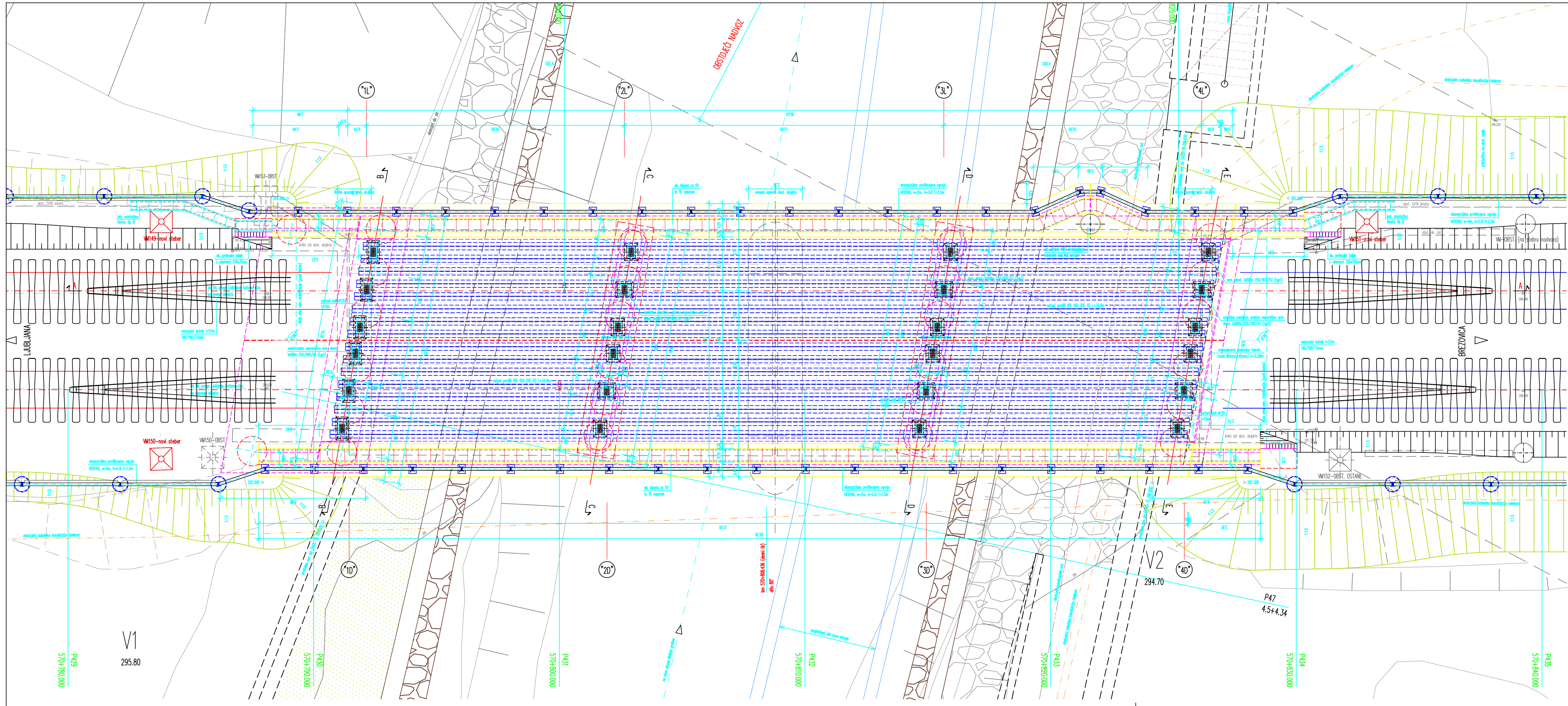
file: \\matjaz-pc3\00_projekti_v_teku\p03\I03_19_HP_most_železnica_DolgiMost_za_oddeja\2.1_Situacija_obst.dwg
layout: 2.1_Situacija_obst (2x) ctb: ----
datum: apr 01, 2019 - 10:10am



Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben

Situacija obstoječega stanja
M 1:500

Izdovalec:		IZVO-R d.o.o. projektiranje in inženiring	
Investitor:		SŽ – projektivno podjetje Ljubljana d.d. Ukmarjeva ulica 6, 1000 Ljubljana	
Ime:		Objekt:	
Odg. vodja projekta:		Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben	
Odg. projektant:		Vsečina:	
Matjaž Udovč, univ.dipl.inž.grad.		Situacija obstoječega stanja	
Obdelal:		Št.elaborata:	
Matjaž Udovč, univ.dipl.inž.grad.		L03/19	
Rok Amon, geod.teh.		Spremembe:	
Datum risbe:		Št.:	
april 2019		2.1	
Merilo:			
M 1:500			
Faza:			
Študija			



Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben

Situacija načrtovanega mostu
M 1:100

Izdelovalec:

IZVO-R d.o.o.

projektiranje in inženiring

Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana

Investitor:

SŽ – projektivno podjetje Ljubljana d.d.
Ukmarjeva ulica 6, 1000 Ljubljana

Ime:

Odg. vodja projekta:

Odg. projektant:

Matjaž Udovč, univ.dipl.inž.grad.

G-2546

Obdelal:

Matjaž Udovč, univ.dipl.inž.grad.
Rok Amon, geod.teh.

G-2546

Objekt:

Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben

Vsebina:

Situacija načrtovanega mostu

Datum risbe:

april 2019

Merilo:

M 1:100

Faza:

Študija

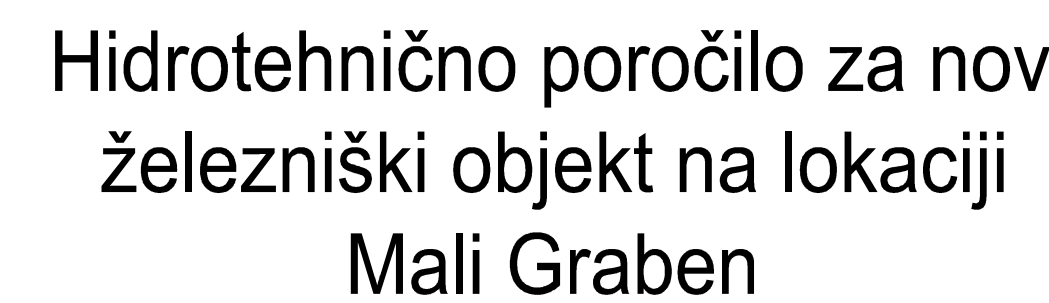
Št.elaborata:

L03/19

Spremembe:

Št.:

2.2



Prečni prerez Malega Grabna
M 1:100

Izdelovalac: 	Objekt: Hidrotehnično poročilo za nov železniški objekt na lokaciji Mali Graben		
	Investitor: SŽ – projektno podjetje Ljubljana d.d. Ukorjarjeva ulica 6, 1000 Ljubljana		
Ime: Odg. vodja projekta:	Id. M.: G-2546	Podpis: G-2546	Vsečina: Prečni prerez Malega Grabna
Odg. projektant: Matjaž Udovč, univ.dipl.inž.grad. Obdelal: Matjaž Udovč, univ.dipl.inž.grad. Rok Amon, geod.teh.	G-2546	G-2546	
Datum risbe: april 2019	Merilo: M: 1:100	Pisa: Studia	Št. sklopa/ra: L03/19
			Spremembe:
			Št.: 3

soubor: \\mat\az-pc3\00_projekty_v_teku(PC3)\LO3_19_HP_most_Zeleznica_DolgiMost\za_odda\3_PP_Mali_Graben.dwg
 autor: 4_PP
 ctb: ----
 datum: Apr 01, 2019 - 10:55am