

СОДРЖИНА

1.	ВОВЕД	1
1.1	КОРИСТЕНИ ПОДЛОГИ	1
1.2	МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТАП	2
2.	ОПИС НА ПОСТОЈНА СОСТОЈБА НА КОРИТОТО НА РЕКА ЛИПКОВСКА.....	2
3.	ХИДРОЛОШКИ ПОДЛОГИ	5
4.	ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА НА ПОСТОЈНА СОСТОЈБА НА РЕЧНОТО КОРИТО НА РЕКА ЛИПКОВСКА.....	10
4.1	КОРИСТЕН СОФТВЕР	10
4.2	ИЗЛЕЗНИ РЕЗУЛТАТИ	11
4.3	ПРЕЛИМИНАРНА АНАЛИЗА НА ДВО-ДИМЕНЗИОНАЛНО ТЕЧЕЊЕ	15
4.4	ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА ЗА ТРАНСПОРТОТ НА НАНОС	17
5.	ТЕХНИЧКО РЕШЕНИЕ НА РЕГУЛИРАНО КОРИТО РЕКА ЛИПКОВСКА	18
5.1	ТРАСА НА РЕГУЛИРАНОТО КОРИТО	18
5.2	ПОПРЕЧЕН ПРОФИЛ НА РЕГУЛИРАНО КОРИТО	18
5.3	ПОДОЛЖЕН НАКЛОН НА РЕГУЛИРАНОТО КОРИТО.....	21
5.4	ОБЛОЖУВАЊЕ НА ДНОТО И КОСИНТЕ НА РЕГУЛИРАНОТО КОРИТО ..	21
6.	ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА НА НОВОПРОЕКТИРАНА СОСТОЈБА НА РЕЧНОТО КОРИТО НА РЕКА ЛИПКОВСКА.....	22
7.	ИЗВЕШТАЈ ОД АНАЛИЗИТЕ ЗА СТАБИЛНОСТ	27
7.1	МАСИВЕН БЕТОНСКИ СИД НА КМ 0+178.00 - КМ 0+320.00.....	27
7.2	Масивен сид од реден камен на km 1+080.00 - km 1+540.00	27
8.	ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ	27
9.	АНАЛИЗИ.....	28
9.1	ИЗВЕШТАЈ ОД АНАЛИЗИТЕ ЗА ПОТПОРНИТЕ КОНСТРУКЦИИ	28
9.1.1	МЕТОДИ ЗА ОДРЕДУВАЊЕ НА ЗЕМЈЕНИ ПРИТИСОЦИ И СЕИЗМИЧКА АНАЛИЗА	28
9.1.2	КОМЕНТАР ЗА АНАЛИЗИТЕ НА ПОТПОРНИТЕ КОНСТРУКЦИИ	31
9.2	ИЗВЕШТАЈ ОД АНАЛИЗИТЕ ЗА СТАБИЛНОСТ	32
9.2.1	ТЕОРЕТСКИ ОСВРТ НА МЕТОДИТЕ ЗА АНАЛИЗА.....	32
9.2.2	КОМЕНТАР НА АНАЛИЗИТЕ ЗА СТАБИЛНОСТ.....	34

СПИСОК НА ТЕКСТУАЛНИ ПРИЛОЗИ

Прилог бр. 1 Статичка анализа

Прилог бр. 2 Стабилност на косини

Прилог бр. 3 Координати на темиња

Прилог бр. 4 Вертикални кривини и наклони на нивелета

Прилог бр. 5 Земјени маси

Прилог бр. 6 Предмер пресметка

СПИСОК НА ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ

1.1 – 1.2	Ситуација	1:1000
2.1 – 2.3	Надолжни профили	1:100/1000
3.1 – 3.4	Карактеристични профили	1:100
3.5	Пресеци на стабилизациони прагови	1:100
3.6	Котражен план за АБ заштитна конструкција на гасоводна цевка	1:25
4.1 – 4.33	Попречни профили	1:100

СПИСОК НА СЛИКИ

Слика 1	Приказ на проектната област	1
Слика 2	Приказ на проектната област	2
Слика 3	Постојни мостовски конструкции	3
Слика 4	Регионален патен правец	3
Слика 5	Каскаден праг во само корито	4
Слика 6	Постојна состојба на река Липковска	4
Слика 7	Сливно подрачје на река Липковска	5
Слика 8	Теренски модел на анализираното природно корито	10
Слика 9	Попречен пресек на природно корито km 0+000	11
Слика 10	Излезни резултати - анализа на сегашна состојба	13
Слика 11	Излезни резултати - анализа на сегашна состојба (попречни пресеци на природно корито)	14
Слика 12	Излезни резултати - анализа на сегашна состојба (надолжен профил на природно корито)	15
Слика 13	2Д пресметувачка мрежа на анализирана делница на река Липковска	16
Слика 14	Излезни резултати - анализа на сегашна состојба (симулација на 2Д течење)	16
Слика 15	Дел од теренскиот модел на регулираното корито	22
Слика 16	Излезни резултати - анализа на новопроектирана состојба	24
Слика 17	Инкремент на земјан притисок во мирување под дејство на линиски товар	29
Слика 18	Кружно - цилиндрична површина на лизгање	33
Слика 19	Одпакување и склопување на габионите	Error! Bookmark not defined.

Слика 20 Спојување на габионите	Error! Bookmark not defined.
Слика 21 Затегање и прицврстување на габионите	Error! Bookmark not defined.
Слика 22 Полнење на габионите.....	Error! Bookmark not defined.

СПИСОК НА ТАБЕЛИ

Табела 3.1 Геометриски карактеристики на сливно подрачје на река Липковска	5
Табела 4.1 Анализа на гранични напрегања	17
Табела 5.1 Карактеристични попречни пресеци	18
Табела 5.2 Карактеристики на преодни делници	19
Табела 5.3 Подолжни наклони на регулирано корито.....	21
Табела 6.1 Хидраулички параметри на регулирано корито при максимално протекување	26
Табела 8.1 Усвоени гемеханички параметри со кои што е извршена анализата на стабилност	27
Табела 9.1 Добиени резултати од анализа на потпорната конструкција	31
Табела 9.2 Резултати од анализата на стабилност на косината од речното корито	36

СПИСОК НА ГРАФИЦИ

График 3.1 Висинска распределба на сливаот на Матејачка река.....	7
График 3.2 Висинска распределба на сливаот на Отљанска река	7
График 3.3 Висинска распределба на сливаот на Слупчанска река	7
График 3.4 Карактеристични средномесечни протекувања река Матејачка период 1961 - 2000 год	8
График 3.5 Карактеристични средномесечни протекувања река Отљанска период 1961 - 2000 год	8
График 3.6 Карактеристични средномесечни протекувања река Слупчанска период 1961 - 2000 год	9
График 3.7 Карактеристични средномесечни протекувања река Липковска период 1961 - 2000 год	9

1. ВОВЕД

Реката Липковска е една од позначајните притоки на реката Кумановска. Нејзините водни потенцијали се користат за развој во сите сектори поврзани со водите: водоснабдување, наводнување, туризам и рекреација, рибарство, шумарство, сточарство. Покрај користењето на водите, поради карактерот на речното корито кое често меандрира, познати се чести случаи на речна ерозија, што повремено предизвикува и рушење на некои градби. Ваквиот режим условува речниот тек да меандрира во основното корито и причинува неповолни морфолошки, хидраулички и еколошки последици, деформации на речното дно како резултат на нарушена хидродинамичка рамнотежа и променлив хидролошки режим. Исто така, антропогените влијанија предизвикани од брзата урбанизација на просторот, се дополнителна причина за честото менување на коритото на реката, која во моментот се карактеризира со остри кривини со неправилна геометрија.



Слика 1 Приказ на проектната област

1.1 КОРИСТЕНИ ПОДЛОГИ

При изготвувањето на Проектната документација користени се следните подлоги:

- Проектна програма
- Геодетски подлоги
- Макро ситуација - генералштабна карта 1:25 000,
- Детални снимања од реалниот простор на речното корито,
- Инженерско геолошки и геотехнички подлоги,
- Елаборат за извршени геотехнички истражни работи и лабораториски истражувања на (ГЕИНГ КуК и др. д.о.о. - Скопје, Март 2017 год.),
- Физибилити студијата и Идејното решение - Проект на УНДП
- Анализа на теренските услови и утврдување на просторните ограничувања.
- Важечка законска и техничка регулатива (Закони, Прописи, Правилници, Упатства и Стандарди).
- Консултации со Инвеститорот, економскиот оператор и надлежните институции.

1.2 МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТАП

Врз основа на барањата Инвеститорот и согласно Проектната програма, анализа на теренските состојби, како и сознанијата за состојбите од анализите на подлогите, потврдени се просторните ограничувања на проектантскиот опфат за регулирање на коритото на Липковска река, на потегот со пресекот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска река. Согласно снимената ситуација на речното корито на предметниот потег, попречните пресеци и надолжниот пресек на постојното корито, извршена е хидрауличка анализа на сегашната состојба за неколку протекувања со различна веројатност на појава.

Притоа се анализирани големините на хидрауличните параметри каде врз основа на истите согледани се неколку можни хидротехнички решенија за регулирање на предметниот потег на речното корито. За избраното новопроектирано решение за регулирање на коритото, извршена е дополнителна хидрауличка анализа со цел дефинирање на хидрауличките карактеристики на текот.

Со Проектот се очекува да се придонесе кон подобрување на стандардот на живеење на граѓаните кои живеат покрај речното корито, каде поради состојбата на коритото истото излева при помали протекувања.

2. ОПИС НА ПОСТОЈНА СОСТОЈБА НА КОРИТОТО НА РЕКА ЛИПКОВСКА

Липковска река е долга приближно 17.5 km , од кои предмет на оваа техничка документација се 1.8 km . Реката Липковска во повеќе наврати врши поплавување на околниот терен на потегот од браната со пресекот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска река. Поплавните зони се претежно урбани, меѓутоа значителен дел се комерцијални и спортско-рекреативни зони. Поплавните зони се протегаат во месноста Башкими, градскиот парк и во населбата Средорек. По должината на природното корито поради зголемените брзини на водата се забележува манифестација на ерозија и честа промена на геометријата на речното корито. Промената на геометриските карактеристики на коритото се резултат и на антропогени влијанија предизвикани од интензивната урбанизација на просторот.



Слика 2 Приказ на проектната област

На разгледуваната делница изградени се неколку патни премини кои се длабоко навлезени во светлиот (протечен) отвор на природното корито и имаат значително

негативно влијание на хидрауличките карактеристики на текот. Дел од столбовите на овие мостовски конструкции се фундирани во коритото на реката.

Генералниот заклучок е дека станува збор за нестандартни мостовски конструкции кои во голема мера ја намалуваат пропустната способност на природното корито.



Слика 3 Постојни мостовски конструкции

Исто така слична е состојбата и со мостовската конструкција на регионалниот патен правец каде може да се забележи дека протечниот пресек на регулираното корито во овој дел е намалено како резултат на големата количина на шут и нанос што значително ја намалува пропустната способност на мостот и ја доведува во опасност мостовската конструкција од прелевање при појава на големи води.



Слика 4 Регионален патен правец

Во долниот тек на коритото - низводно од регионалниот патен правец, има појава на интензивна урбанизација, каде се забележуваат неколку изградени станбени објекти кои се длабоко навлезени во зоната на реката и на двата брега од коритото, со што значително се намалува широчината на протечниот отвор - приближно 9.0 м, што исто така негативно влијае на хидрауличките карактеристики на текот.

На разгледуваната делница, подолжниот наклон не е униформен и во просек изнесува 0,55%, кој пак за природни необложени корита, е релативно голем и по должината на реката поради зголемените брзини на водата се забележува манифестација на ерозија и честа промена на геометријата на речното корито.

Промената на геометриските карактеристики на коритото, делумно се резултат и на антропогени влијанија предизвикани од брзата урбанизација на просторот.

Низводно од регионалниот патен правец, на стационожа km 0+200, непосредно пред вливот во Кумановска река, во самото корито е поставен заштитен бетонски каскаден праг во кој поминува канализационен фекален колектор со дијаметар Φ 600 мм поставен во заштитна бетонска цевка со дијаметар од Φ 1000 мм, која води кон Пречистителната станица за отпадни фекални води за градот Куманово.

Овој бетонски праг значително го намалува подолжниот наклон во овој дел со што дополнително се намалува пропустната способност на природното корито.



Слика 5 Каскаден праг во само корито

Од теренската перспекција може да се констатира речното корито е реципиент на секаков вид цврст и органски отпад (стебла, пластични шишиња, градежен шут и друго), кои го попречуваат транспортот на речните води и предизвикуваат излевање од речното корито и при помали протекувања.

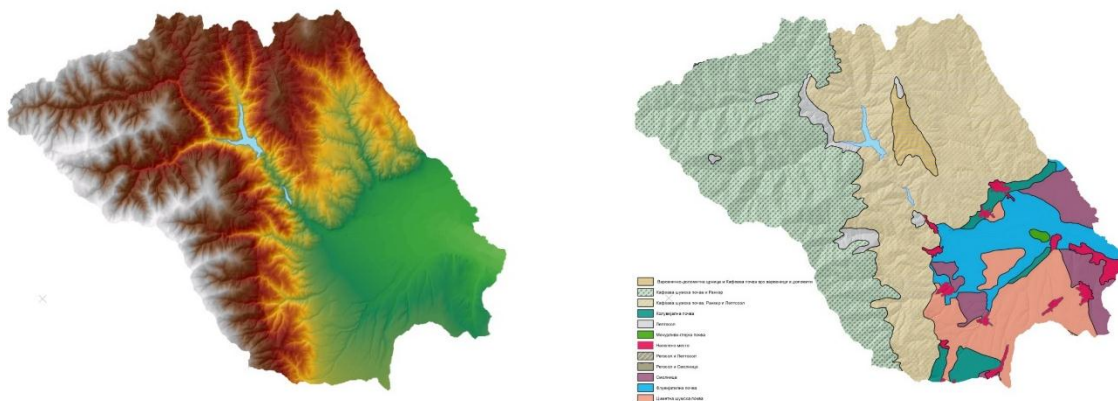


Слика 6 Постојна состојба на река Липковска

3. ХИДРОЛОШКИ ПОДЛОГИ

Липковска река настанува кај селото Гошинце, со спојувањето на Гошинска и Брештанска река. Низводно како поголема притока се влива Слупчанска река. Во горниот тек реката има планински карактер, додека во долниот рамничарски. По течението на Липковска река се изградени две брани со акумулации: Липковска и Глажња, меѓутоа сливното подрачје е доста “оголено” со голема застапеност на хетерогени земјоделски површини и Вештачки површини со неземјоделски вегетации кои се карактеризираат со високи коефициенти на оттекување што значително допринесува до зголемување на директните површински истекувања поради што доаѓа до чести поплави во долниот тек на реката Липковска.

Како основна подлога при изработка на оваа Техничка документација, во голема мера искористена е **Физибилити студијата и Идејното решение - нарачани од страна на УНДП** за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на коритото на Липковска река каде извршена е детална хидролошка анализа за определување на големите води со различна веројатност на појава, но и симулирана е работата на акумулациите Липково и Глажња и нивната трансформациона способност во намалување на големината на поплавните бранови како резултат на предлог на управувачки политики за запремината управување со корисниот простор на акумулацијата со цел намалување на ризикот од поплави.



Слика 7 Сливно подрачје на река Липковска

Табела 3.1 Геометриски карактеристики на сливно подрачје на река Липковска

Површина на слив	A=	296	km ²
Обем на сливот	O=	70.0	km
Кота на терен на излезен профил	Hmin=	317.0	mNv
Средна надморска висина на слив	Hsr =	391.5	mNv
Највисока кота на слив	Hmax=	1100.0	mNv
Висинска разлика на водотек (Hmax-Hmin)	H=	783.0	m
Должина на главен водотек	Lt =	57.0	km
Просечен наклон	St =	13.7	‰

Во **Физибилити студијата и Идејното решение** за дефинирање на максималните големи води со различен повратен период за целиот слив на река Липковска, извршена е детална обработка на интензивните врнежи каде како меродавна станица за која постојат обработени податоци за интензивните врнежи, земена е најблиската метеоролошката станица во Скопје. Целокупните податоци се преземени од книгата “Интензивни врнежи во Република Македонија”, која користи низа од 35 години и ја користи Гумбеловата двопараметарска функција за дефинирање на интензивните врнежи со различно времетраење и различен повратен период.

ТРАЕЊЕ НА ДОЖДОТ ВО МИНУТИ									
T god	P %	5	10	20	40	60	90	150	300
2	50	6.62	10.20	14.31	17.49	19.01	20.24	22.77	25.47
5	20	9.47	15.22	21.05	25.73	27.76	29.14	31.86	35.62
10	10	11.35	18.54	25.51	31.19	33.56	35.03	37.87	42.34
25	4	13.73	22.74	31.15	38.08	40.88	42.48	45.47	50.84
50	2	15.50	25.85	35.33	43.19	46.31	48.01	51.10	57.14
100	1	17.25	28.94	39.49	48.27	51.71	53.49	56.70	63.40
1000	0.1	23.04	39.16	63.21	65.04	69.53	71.61	75.19	84.07

Согласно спроведените хидролошки и финансиски анализи изработени во **Физибилити студијата и Идејното решение**, како најадекватно ниво на заштита за анализираната делница, се покажува заштита од големи води со повратен период еднаш во 100 години (веројатност на појава од 1%). Меѓутоа, заради ретензионата способност на возводните акумулации Глажња и Липково и ретензијата и ублажувањето на бранот поради неуреденото корито на реката Липковска на потегот од спротиводните акумулации до влезот во градот Куманово, како најадекватно ниво на заштите **се предлага заштита од големи води со повратен период од 50 години** (веројатност на појава 2%).

Големината на овој поплавен бран, за кој се препорачува да се димензионираат објектите за заштита од поплави, согласно хидролошките модели (развиени со современите софтверски пакети за хидролошко моделирање HECGeo-HMS), е проценет на **71 m³/s**.

T god	Q10	Q25	Q50	Q100	Q1000
	10%	4%	2%	1%	0.1%
Липковска, Куманово	34,4	54,0	71,0	89,7	166,4

Во оваа Проектна документација дополнително се анализирани се хидролошките големини за четирите реки во сливното подрачје односно Липковска, Матејачка, Отљанска и Слупчанска каде анализирани се податоците за средномесечните протекувања за низи од 40 години односно 1961-2000 год, добиени од страна на Републичката Управа за Хидрометеоролошки работи на РМ со цел да се обезбеди увид во големината на малите води во сливното подрачје.

За сливовите на реките Матејачка, Отљанска и Слупчанска изработени беа тридимензионални модели на сливовите од каде се добиени основните геометриски карактеристики на сливовите.

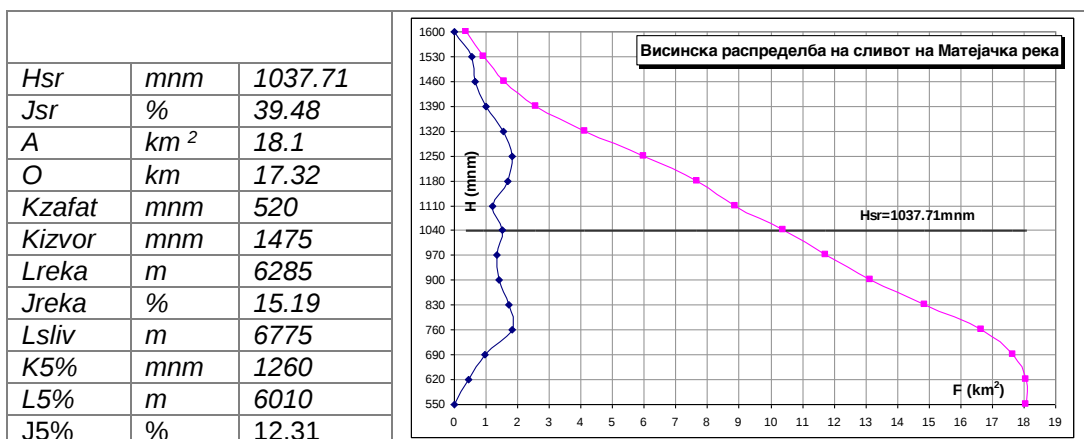


График 3.1 Висинска распределба на сливот на Матејачка река

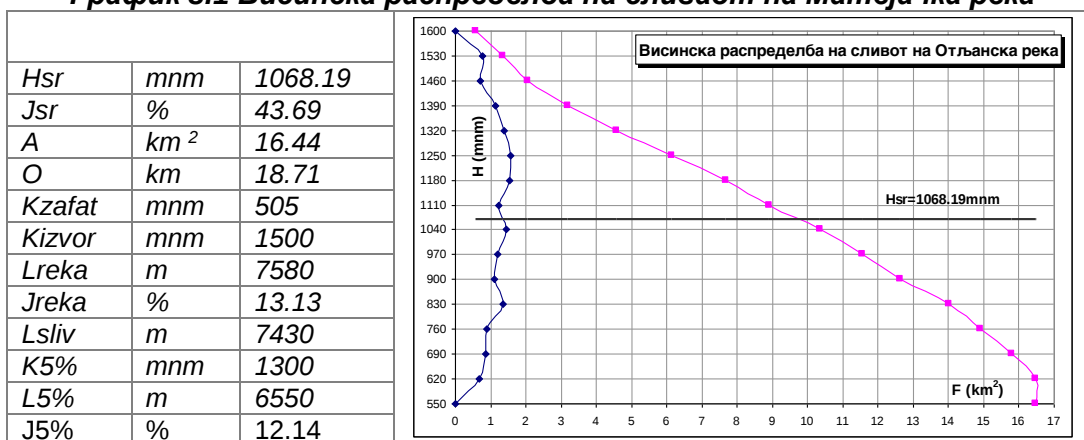


График 3.2 Висинска распределба на сливот на Отљанска река

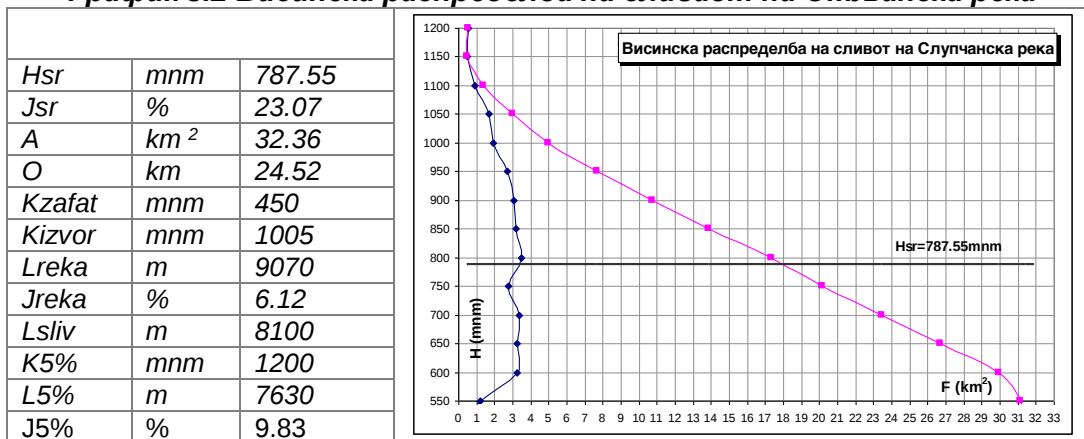


График 3.3 Висинска распределба на сливот на Слупчанска река

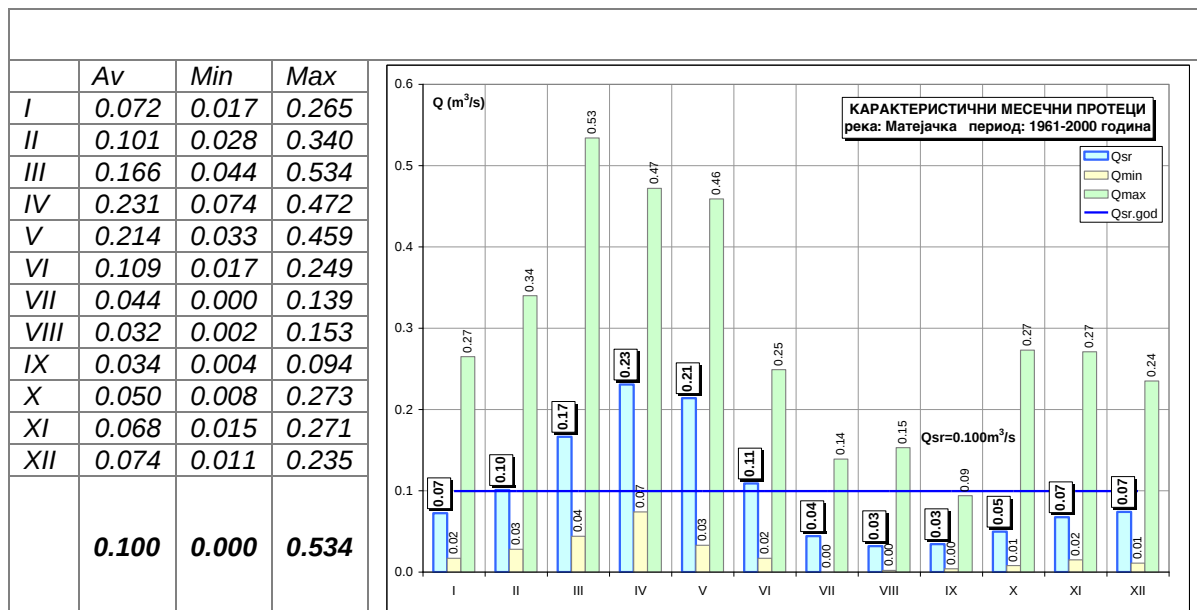


График 3.4 Карактеристични средномесечни протекувања река Матејачка период 1961 - 2000 год

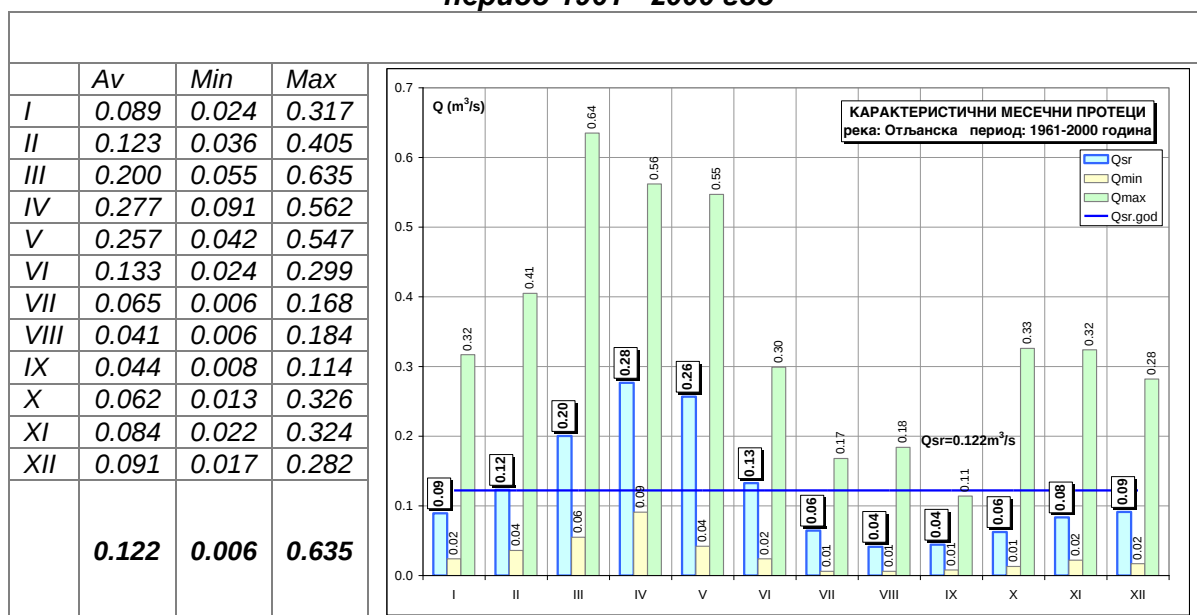


График 3.5 Карактеристични средномесечни протекувања река Отљанска период 1961 - 2000 год

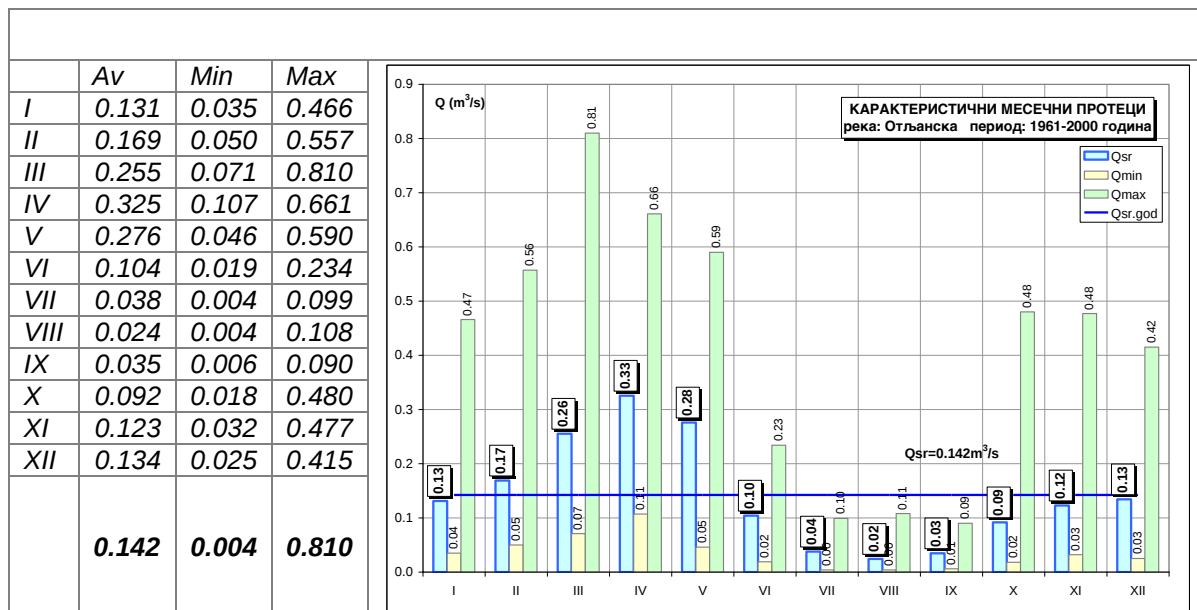


График 3.6 Карактеристични средномесечни протекувања река Слупчанска период 1961 - 2000 год

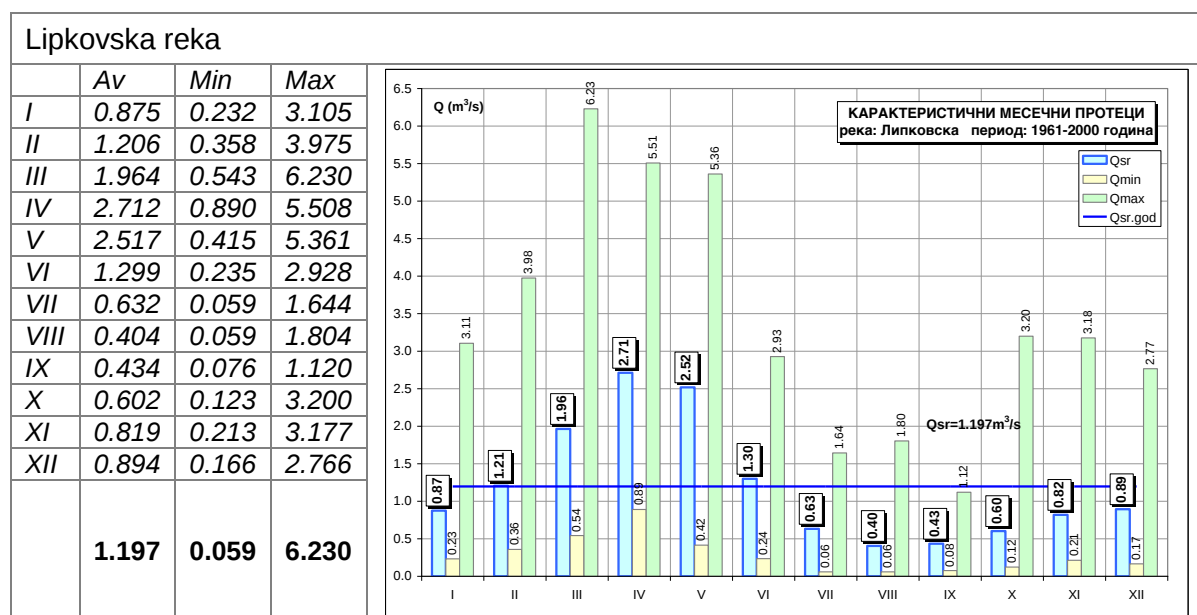


График 3.7 Карактеристични средномесечни протекувања река Липковска период 1961 - 2000 год

Средногодишното протекување за Липковска река изнесува 1.197 м³/с, средногодишниот минимален протек изнесува приближно 0.28 м³/с додека минималното месечно протекување изнесува приближно 0.06 м³/с. Малите води претежно се јавуваат во летниот период односно во месеците јули, август и септември.

Врз количината и зачестеноста на малите води освен природните фактори големо влијание има и изградбата и сезонското управување на двете акумулации во сливното подрачје (Липково и Глажња) кои во голема мера вршат поместување на природниот хидролошки протек.

4. ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА НА ПОСТОЈНА СОСТОЈБА НА РЕЧНОТО КОРИТО НА РЕКА ЛИПКОВСКА

За потребите на хидраулично истражување на природното речно корито извршено е геодетско снимање на вкупно 45 карактеристични попречни профили на растојание од приближно 50 м. Со теренската перспекција и со фото документацијата од терен, за природното корито усвоен е коефициентот на рапавина од $n=0,035$ како за речното корито така и за крајбрежните зони.

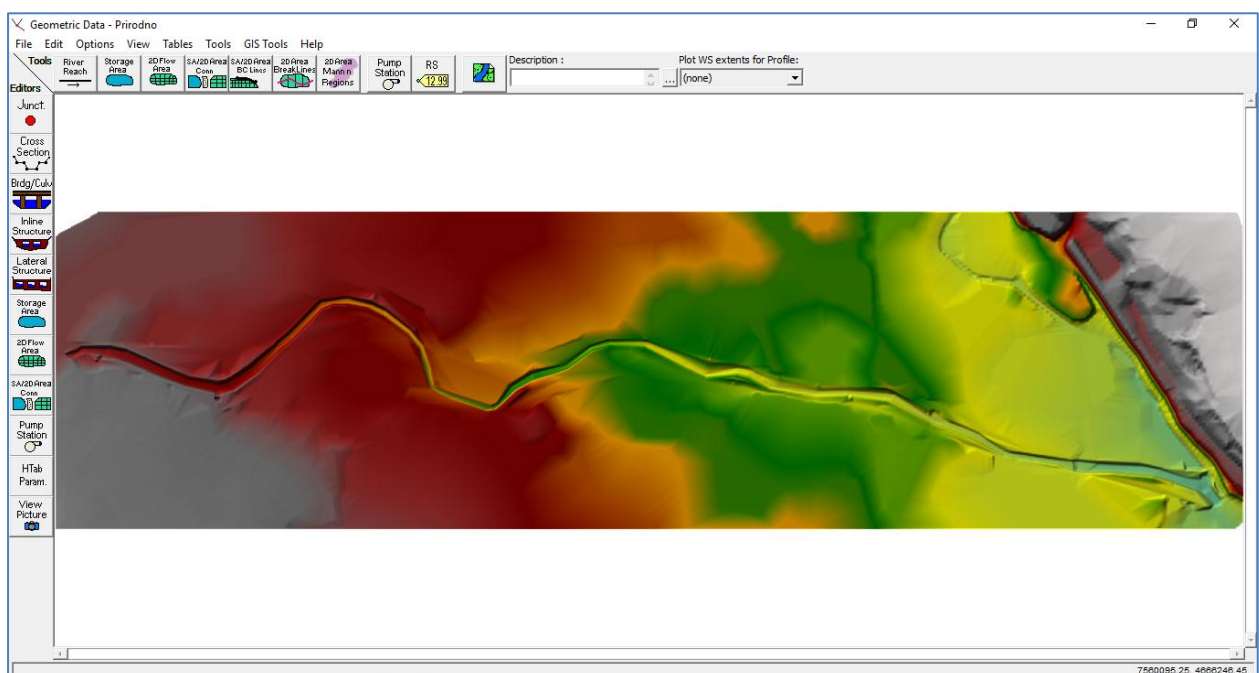
4.1 КОРИСТЕН СОФТВЕР

За опишување на течењето во природното и регулирано корито на Липковска река опфатен со оваа техничка документација, применет е софтверскиот пакет **HEC-RAS, River Analysis Sistem**. Овој софтвер е наменет едно-димензионална и дво-димензионална хидрауличка анализа на комплетна мрежа на природни и изградени канали, односно “отворени текови”.

Софтверот содржи неколку компоненти на анализа и тоа: (1) симулирање на стационарно течење; (2) едно и дво-димензионална симулација на нестационарно течење; (3) анализа за транспорт на нанос; и (4) анализа на квалитетот на водата. Клучен елемент во хидрауличките анализи е тоа дека за сите четири компоненти се користи една заедничка геометриска и хидрауличка база на податоци.

Заради честите промени на геометриските карактеристики на водотекот, промената на надолжниот пад и промена на рапавината, течењето во природното речно корито е симулирано како нестационарно променливо. Нестационарните текови по однос на векторот на брзината во просторот може да се третираат како еднодимензионални, дводимензионални (рамнински) или пак тродимензионални (просторни).

Хидрауличката анализа на природното корито е спроведена за неколку меродавни протекувања со различен повратен период на повторување определени со претходно изработената хидролошка анализа, со цел да се определи пропусната способност на природното речно корито во сегашни услови и да се определат зоните на излевање на водата (плавење). Најпрвин е креиран и развиен дигитален елевационен теренски модел на природното речно корито користејќи ги податоците од геодетските снимања.

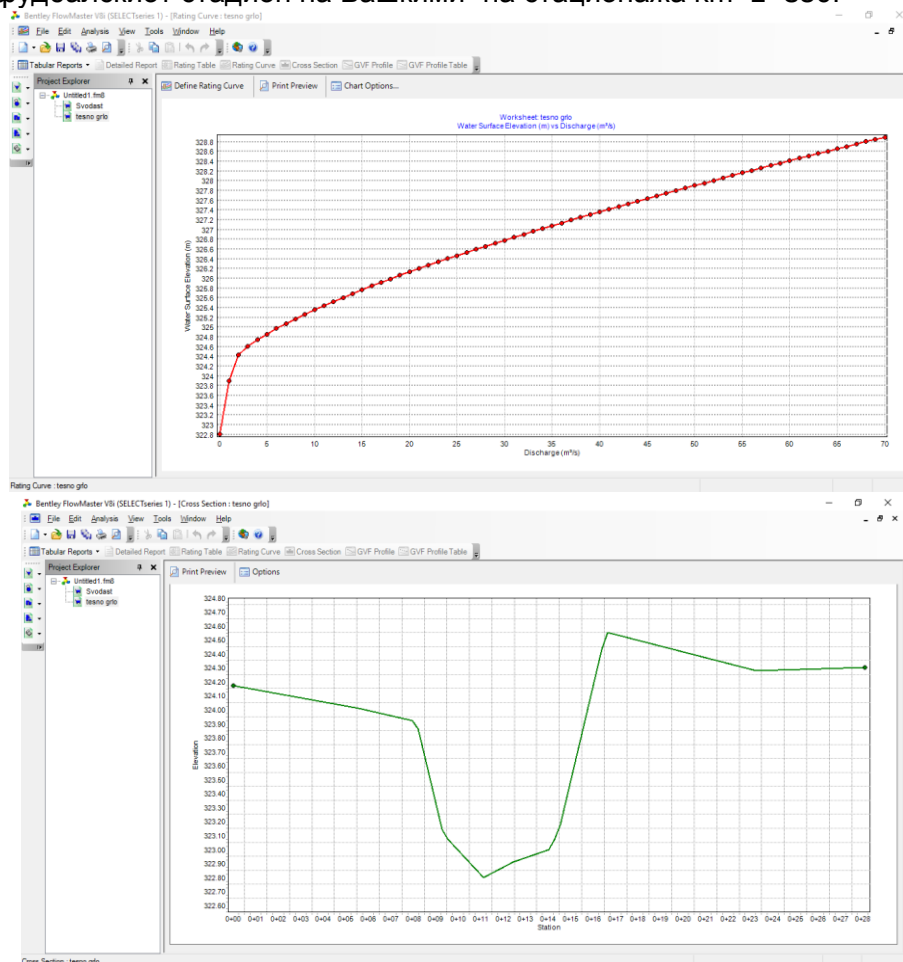


Слика 8 Теренски модел на анализираното природно корито

За определување на влијанието на мостовите врз пропусната способност на речното корито и на формата на слободната водна површина, теренски се утврдени основните карактеристики на мостовските конструкции - тип на конструкција, број на отвори, коти на горна и долна мостовска конструкција. Условите на течењето во коритото се дефинирани преку мешеовит режим на течење, претставен преку два гранични услови. Како почетен граничен услов е поставен протечниот хидрограм на дотекување додека за воспоставување на низводниот граничен услов е искористен наклонот на природното корито во долниот тек.

4.2 ИЗЛЕЗНИ РЕЗУЛТАТИ

Спроведените хидраулички анализи, покажуваат многу мала пропустност на природното корито, односно дека е можно излевање на одредени делови од коритото и при многу помали протекувања од меродавното $\sim 20 \text{ m}^3/\text{s}$ - протекување со повратен период од 5 години. Малата пропустна способност на коритото делумно се должи и на геометријата на протечниот профил на стационата km 0+950 (градскиот парк), кој е доста намален и се прелева при многу мали протекувања. Исто така при малку поголеми протекувања од наведените $\sim 20 \text{ m}^3/\text{s}$, значителни прелевања се забележуваат и во реонот на “фудбалскиот стадион на Башкими” на стационата km 1+350.

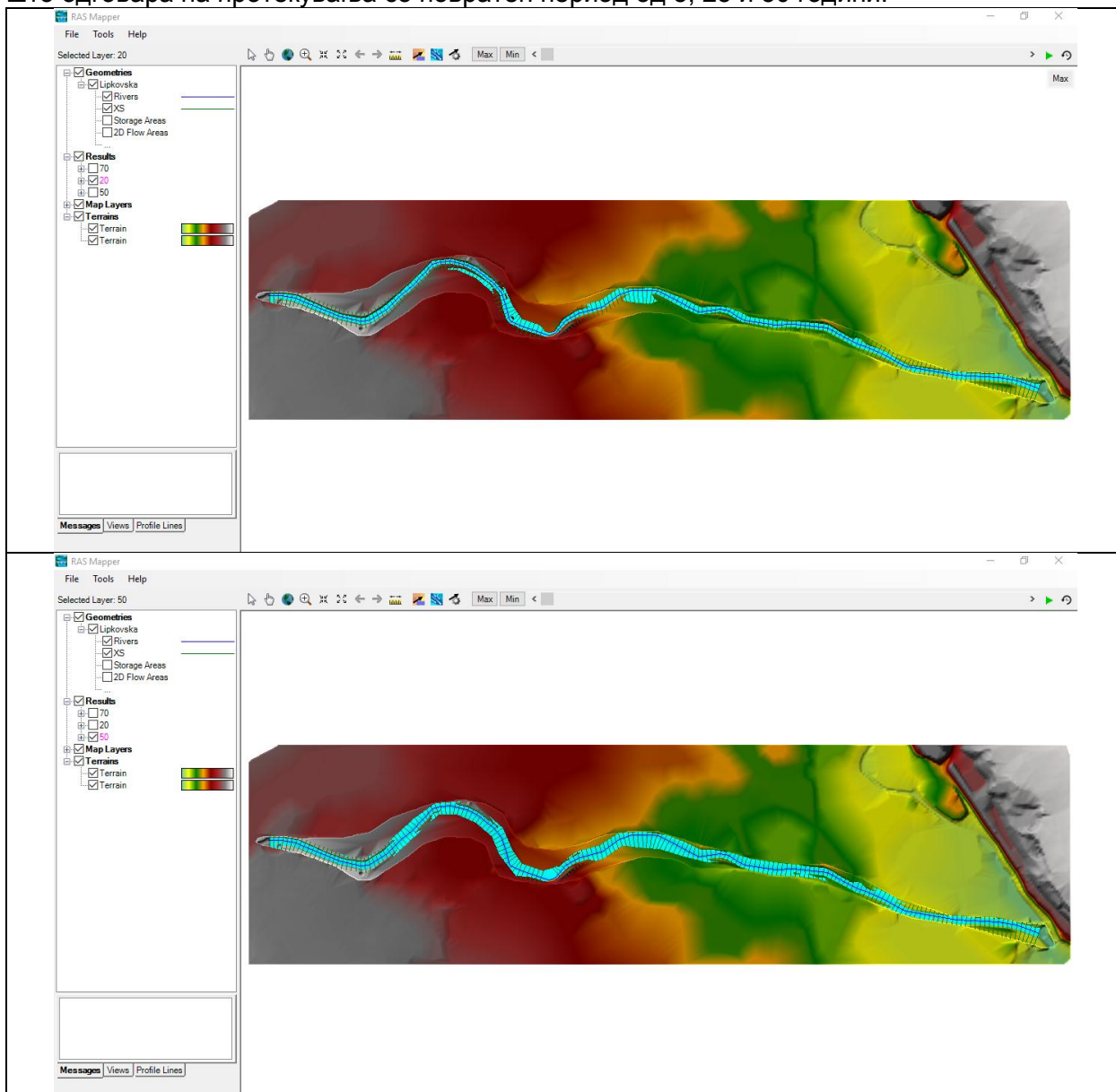


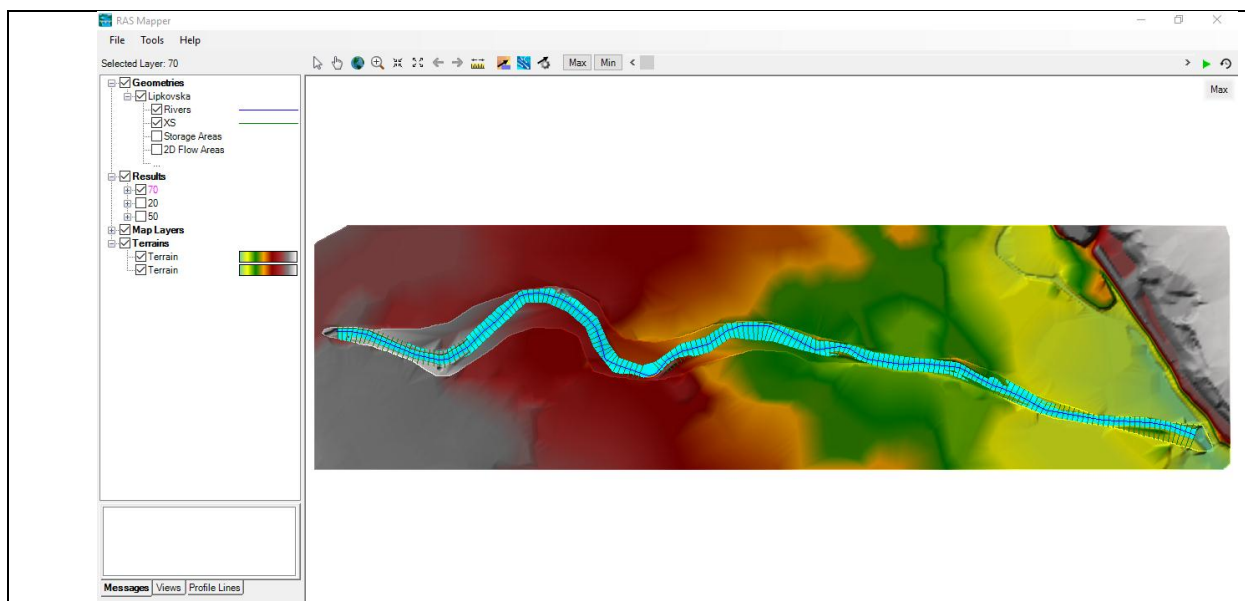
Слика 9 Попречен пресек на природно корито km 0+000

Во однос пак на протекот меродавен за димензионирање на регулираното корито $\sim 71 \text{ m}^3/\text{s}$, излевање се јавува скоро низ целата анализирана делница од 1.8 km - најинтензивно во горниот и средниот тек на коритото, при што сите мостовски конструкции се во опасност од прелевање. Максималната длабочина достигнува над 3.5 м додека максималната брзина достигнува и до $V=5.0 \text{ m/s}$ што е над дозволените гранични брзини за ваков тип на материјал. Во продолжение се дадени резултатите од

Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на потегот од пресекот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река

анализата на природното корито за следните протекувања $\sim 20 \text{ m}^3/\text{s}$, $\sim 50 \text{ m}^3/\text{s}$ и $\sim 71 \text{ m}^3/\text{s}$ што одговара на протекувања со повратен период од 5, 25 и 50 години.

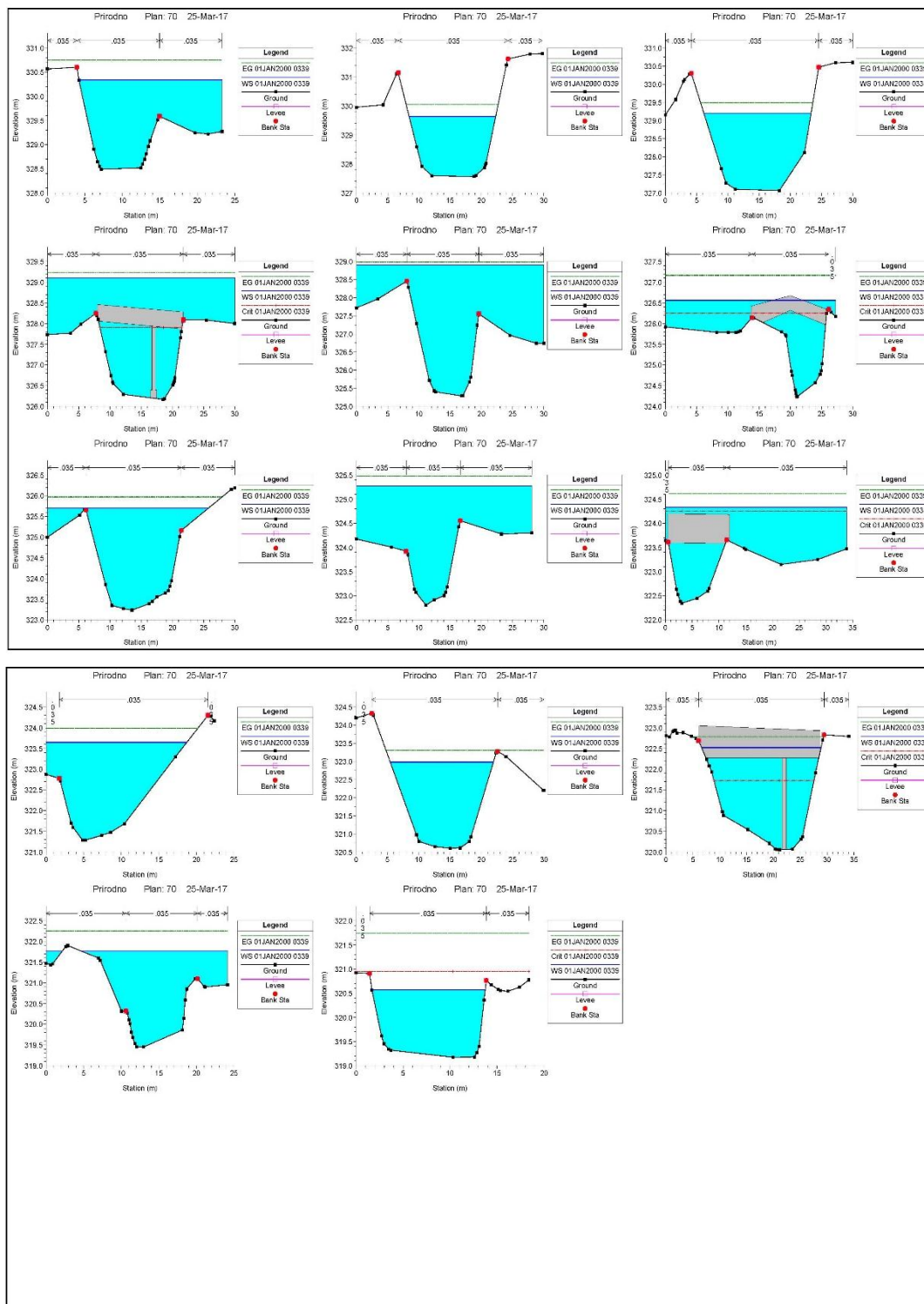




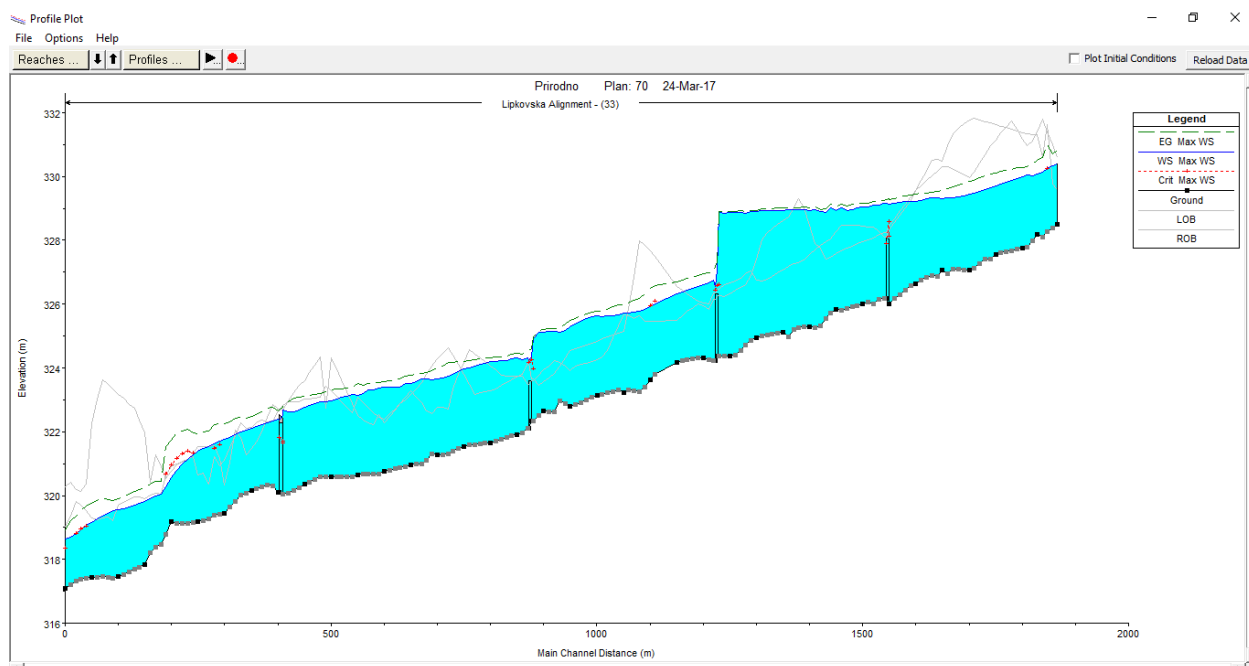
Слика 10 Излезни резултати - анализа на сегашна состојба

Во продолжение се прикажани излезните резултати за неколку карактеристични пресеци на природното корито (меѓу кои и сите мостовски конструкции) за меродавното протекување од $\sim 71 \text{ m}^3/\text{s}$ од каде може да се забележи дека настанува излевање на количините од природното корито и целосно плавење на мостовските конструкции. Спроведените анализи на сегашната состојба јасно укажуваат на потребата од регулирање на природното коритото со цел овозможување на евакуација на меродавниот поплавен бран и минимизирање на плавените површини.

Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на потегот од пресекоот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река



Слика 11 Излезни резултати - анализа на сегашна состојба (попечни пресеци на природно корито)



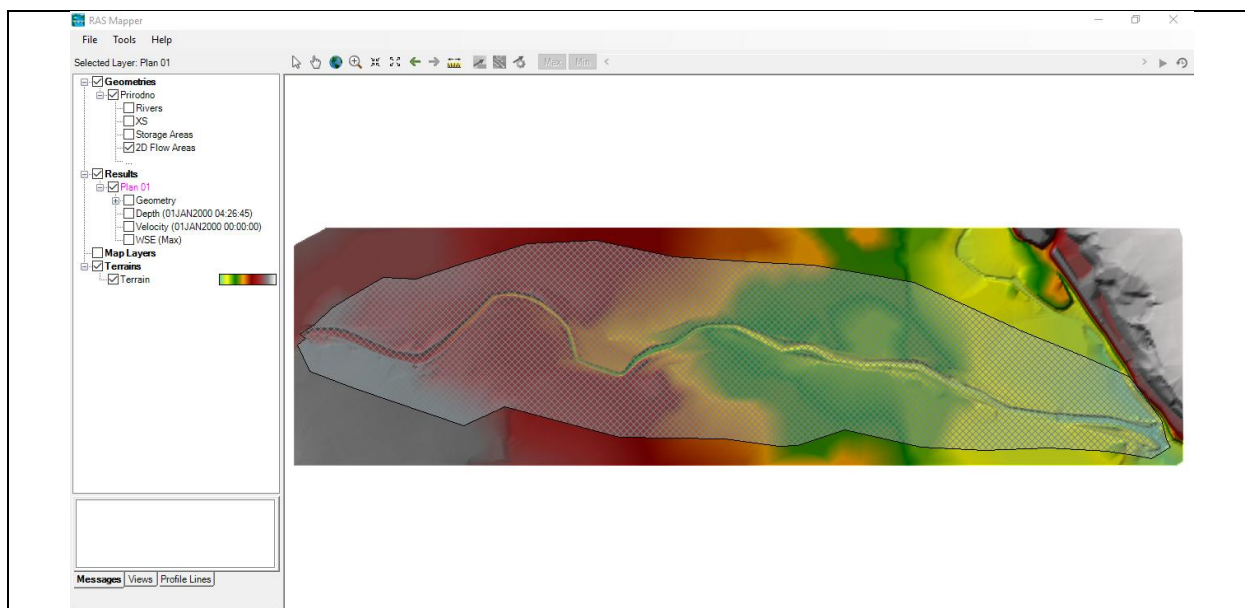
Слика 12 Излезни резултати - анализа на сегашна состојба (надолжен профил на природно корито)

4.3 ПРЕЛИМИНАРНА АНАЛИЗА НА ДВО-ДИМЕНЗИОНАЛНО ТЕЧЕЊЕ

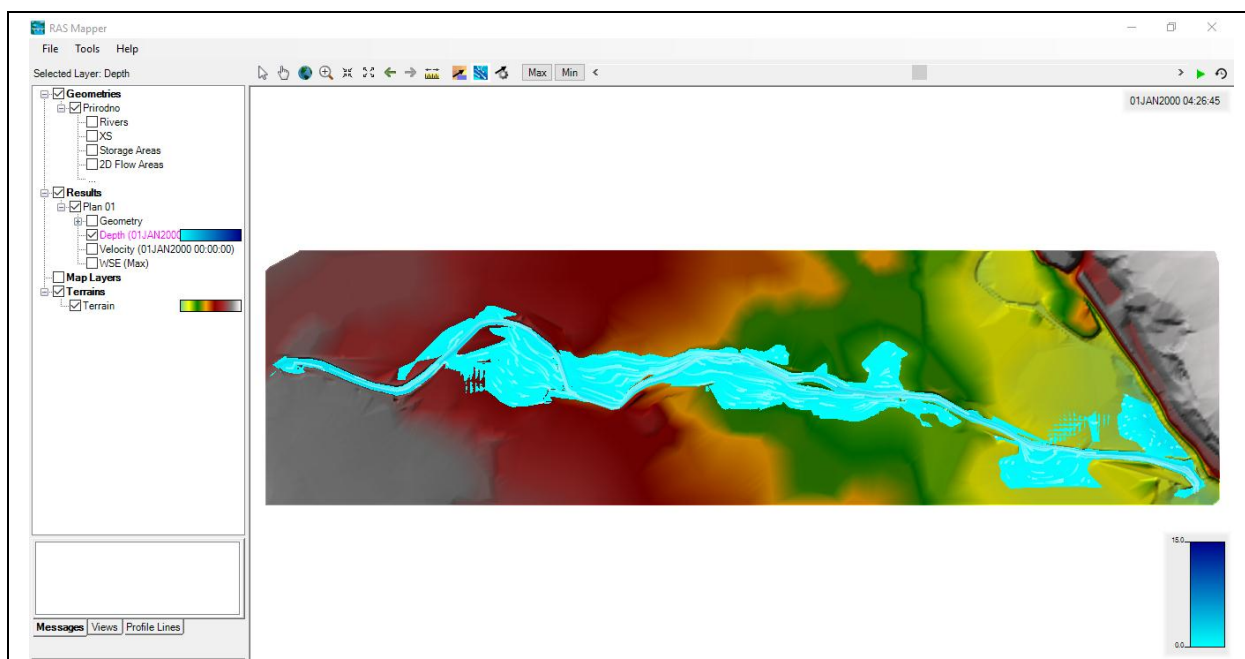
Промените на геометријата и наклонот на природното корито предизвикуваат промени на карактеристиките на текот во “правец x”, како и промени во “вертикална насока z” (промените по ширина се усвојуваат како константни. Ваквата форма на текот во природното речно корито може да се окарактеризира како дводимензионално течење - кое најдобро го отсликува течењето во природните корита.

НЕС (Hydrologic Engineering Center) од неодамна овозможи воведување на алатка за пресметка на дво-димензионално рамнинско течење. Корисникот сега може да анализира и изработува едно димензионални, дво-димензионални или пак комбинирани течења со што значително се зголемува спектарот на можни анализи. 2Д моделирањето е овозможено преку воведување на 2Д пресметувачки полигони, креирајќи 2Д пресметувачка мрежа и потоа поврзувајќи ги со веќе постојните 1Д елементи и гранични услови. Софтверот овозможува два начини на пресметување на 2Д течењето и тоа преку равенките на Saint Venant или пак преку т.н. “Diffusion Wave”, по избор на корисникот меѓутоа со користење на р-ките на Saint Venant моделот има тенденција за побрзо пресметување и овозможува поголема пресметувачка стабилност.

2Д пресметувачката мрежа е изработена од 123 000 ќелии, со просечна големина од 4 m^2 , односно користени се ќелии со големина од $2 \times 2 \text{ m}^2$ (доста детална пресметувачка мрежа) со што е комплетно е опфатена анализираната делница. Коефициентите на рапавина за природното корито беа превзмени согласно 1Д анализа, додека за останатите површини е искористен коеф. од $n=0.06$. Граничните почетни услови на течењето исто така беа превземени од 1Д анализа.



Слика 13 2Д пресметувачка мрежа на анализирана делница на река Липковска



Слика 14 Излезни резултати - анализа на сегашна состојба (симулација на 2Д течење)

Спроведената хидрауличка анализа ги потврди резултатите од еднодимензионалното нестационарно течење, и ги означи можните плавени површини при меродавното протекување од $\sim 71 \text{ m}^3/\text{s}$, каде поради структурата на пресметувањето и големите преливни количини делумно се намали пикот на излезниот хидрограм.

4.4 ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА ЗА ТРАНСПОРТОТ НА НАНОС

За проверка на граничните тангенцијални напрегања во коритото земени се пет проби од материјалот кој се наоѓа во коритото за кои се направени гранулометриски состави и пресметани се големините на средното зрно во коритото.

Делница	ММ 1	ММ 2	ММ 3	ММ 4	ММ 5
Стационажа	km 1+800	km 0+840	km 0+400	km 0+200	km 0+000

Хидрауличката анализа за транспортот на нанос на Липковска река на анализираната делница од 1.8 km е направена преку анализа на гранични брзини и гранични влечни сили во речното корито.

Граничните тангенцијални напрегања се пресметани по изразот на Шилдс:

$$\tau_{gr} = 0.05 g (\rho_s - \rho) d$$

каде:

ρ_s - густина на нанос ($\rho_s = 2600 \text{ kg/m}^3$),

ρ - густина на вода (1000 kg/m^3),

d_{50} -дијаметар на наносно зрно со процентулна застапеност од 50 %,

h - длабочина на текот.

Тангенцијалното напрегање во речното корито е во зависност од хидрауличкиот радиус на текот R и од хидрауличкиот наклон S_f . Со одредени упростувања може да се узвои приближната зависност $R=h$, со што релацијата за влечната сила би го добила следниот облик:

$$\tau = \rho g R S_f = \rho g h S_o$$

Резултатите се прикажани табеларно за меродавното протекување од $71,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Табела 4.1 Анализа на гранични напрегања

	T	Q	h	τ	τ_{gr}
ММ 1	50	71	2.23	238	13
ММ 2	50	71	5.41	449	5.5
ММ 3	50	71	227	109	21
ММ 4	50	71	1.39	38	6
ММ 5	50	71	1.55	76	20

Анализата јасно укажува на потребата од укрепување и обложување по целата должина на регулираното корито како би се намалила односно ограничила количината на транспортиран нанос.

5. ТЕХНИЧКО РЕШЕНИЕ НА РЕГУЛИРАНО КОРИТО РЕКА ЛИПКОВСКА

5.1 ТРАСА НА РЕГУЛИРАНОТО КОРИТО

При повлекувањето на трасата на регулираното корито настојувано е истата максимално да се прилагоди на постојното корито на реката со што значително би се намалиле земјаните работи како и чинењето за експропријација на површините. За задоволување на морфолошките карактеристики на природното корито, трасата на новороектираното корито е постигната со употреба на правци и клотоидални кривини кои најдобро се прилагодуваат на отворените текови со што е постигнато максимално вклопување на новопроектираното решение на природното корито. Иако е настојувано радиусите на кривините да ги задоволат морфолошките карактеристики на природното корито како и хидротехничките критериуми, треба да се наведе дека на одредени места топографските услови како и просторната ограниченост наложија употреба на кривини со релативно мали радиуси на закривеност $R=40\text{ m}$, (km 1+110 и km 1+205).

5.2 ПОПРЕЧЕН ПРОФИЛ НА РЕГУЛИРАНО КОРИТО

Поради интензивната урбанизација како и променливата ширина на природното корито, усвоени се два карактеристични типа на попречни пресеци односно трапезно и правоаголно корито кои дополнително се разликуваат во геометриските карактеристики и материјалите за изведба. Ширината на попречните профили во дното се движи од 8 до 13 m со наклон на косините од 1:1 за трапезните профили и 5:1 за бетонското корито.

За обезбедување на доволна резервна висина и снижување на нивото на делниците на новопредвидените мостовски конструкции, регулираното корито од стац. km 1+080 до km 1+685 е изведено со подлога од бетон и косини од реден камен со што водната линија при меродавното протекување на стац. km 1+535 изнесува 327.35 m - односно резервна височина од приближно 60 cm додека водната линија стац. km 1+208 изнесува 325.47 m односно резервна височина од приближно 60 cm.

Табела 5.1 Карактеристични попречни пресеци

Делница	Стационажа	Тип на корито	Материјал	Должина
Попречен пресек 1	km 0+000 - km 0+168	Трапезно корито	Реден камен	168 m
Попречен пресек 2	km 0+178 - km 0+320	Правоаголно корито	Бетон	142 m
Попречен пресек 3	km 0+360 - km 0+800	Трапезно корито	Реден камен	440 m
Попречен пресек 4	km 0+830 - km 1+060	Трапезно корито	Реден камен	230 m
Попречен пресек 5	km 1+080 - km 1+540	Правоаголно корито	Реден камен / Бетон	460 m
Попречен пресек 6	km 1+570 - km 1+685	Трапезно корито	Реден камен / Бетон	115 m
Попречен пресек 7	km 1+685 - km 1+824	Трапезно корито	Реден камен	254 m

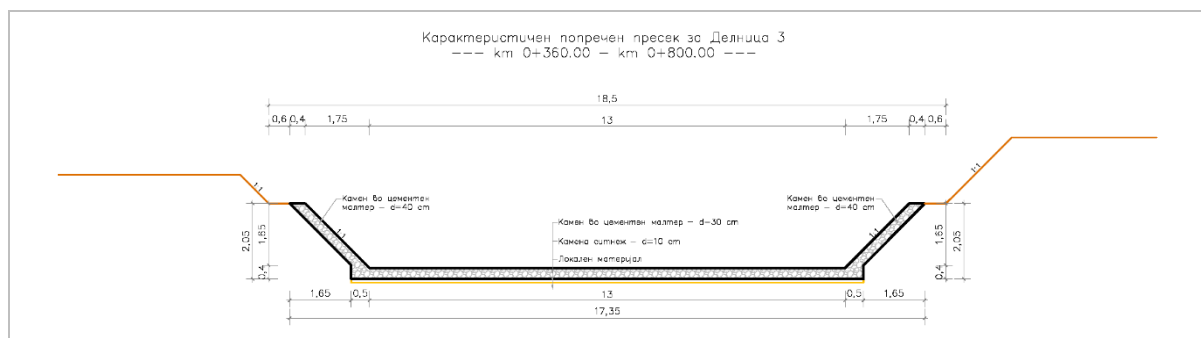
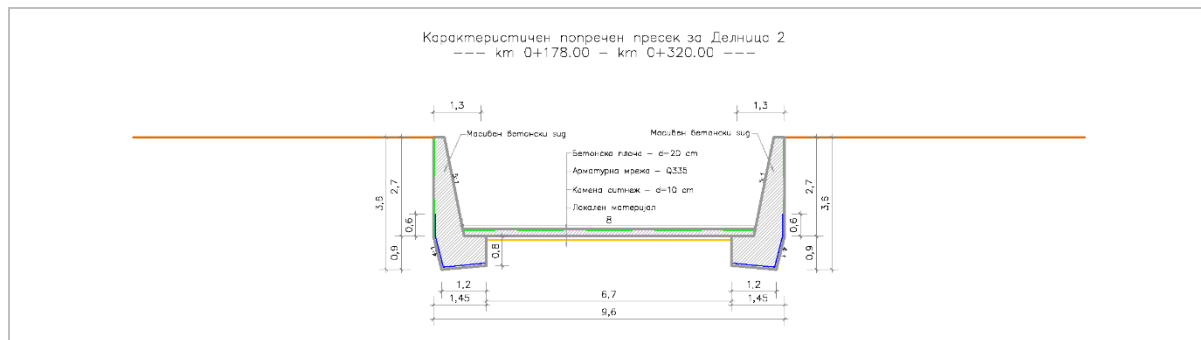
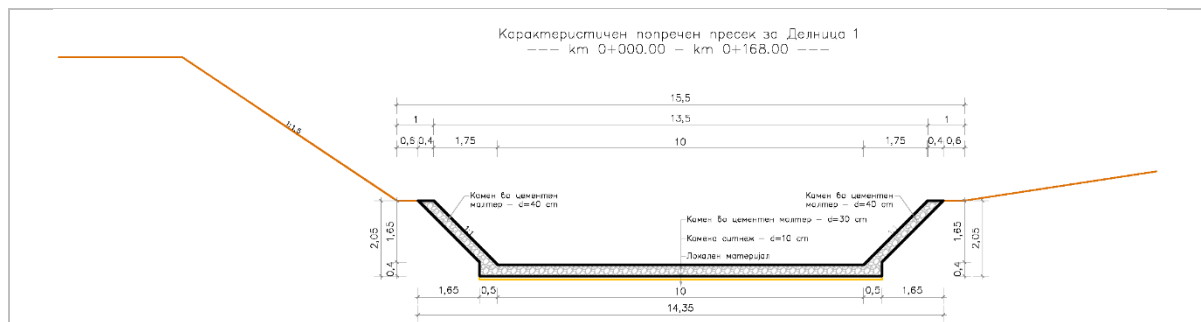
Поврзувањето на делниците со различен попречен пресек предвидено е да се изврши со помош на т.н. преодни делници со мин. должина од $L=10$ m и максимална од $L=40$ m.

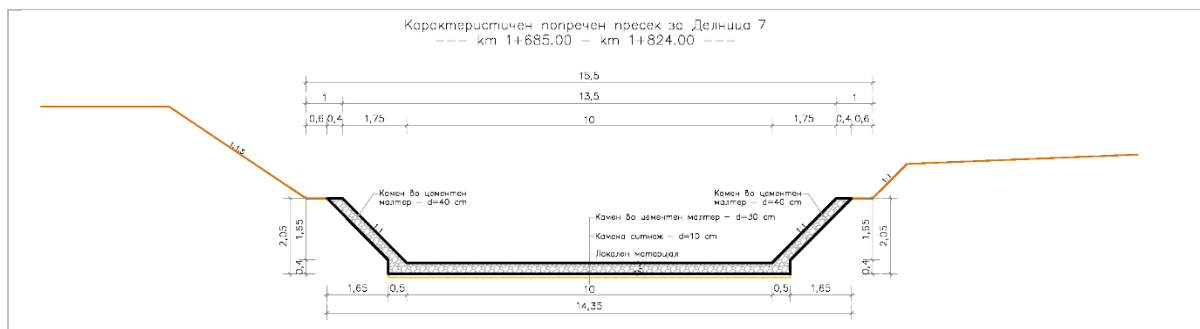
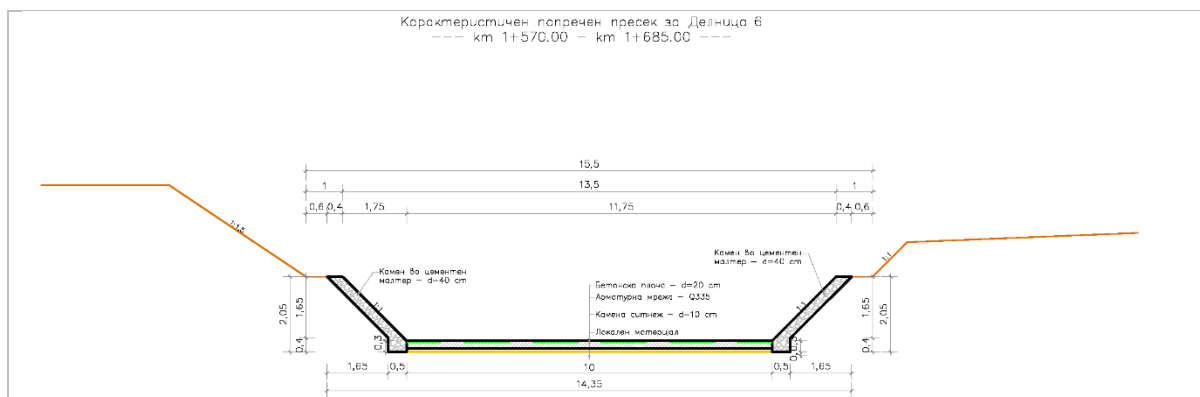
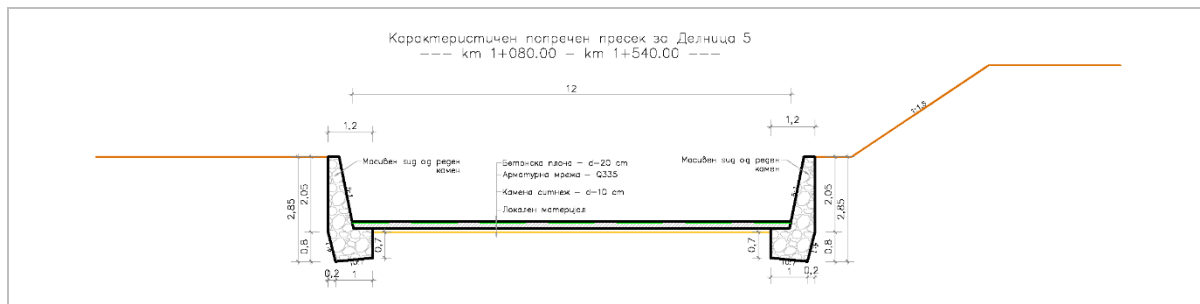
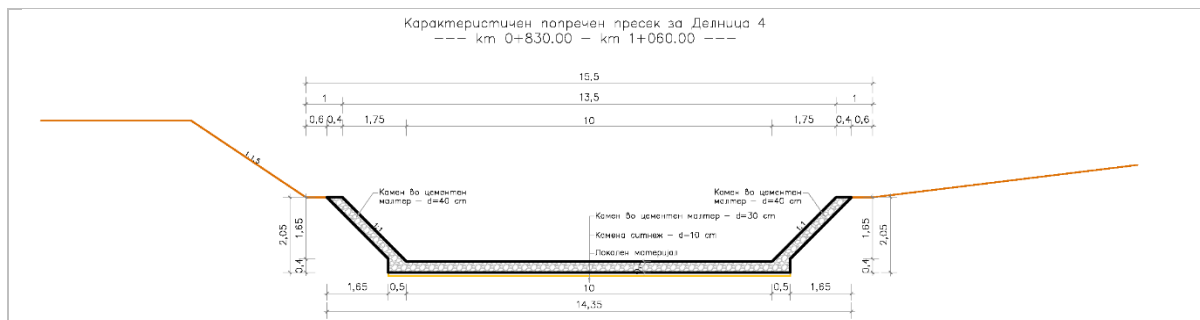
Табела 5.2 Карактеристики на преодни делници

Делница	Стационажа	Должина
Преодна делница 1*	km 0+168 - km 0+178	10 m
Преодна делница 2	km 0+320 - km 0+360	40 m
Преодна делница 3	km 0+800 - km 0+830	30 m
Преодна делница 4	km 1+060 - km 1+080	20 m
Преодна делница 5	km 1+540 - km 1+570	30 m

* Преодна делница 1 да се изведе од армиран бетон

Во продолжение се прикажани карактеристичните попречни профили по делници





Треба да се наведе дека со новопроектираното решение се предвидува промена на димензиите на мостовските конструкции на стац. km 1+208 и km 1+535 согласно новите димензии на регулираното корито и целосно отстранување на пешачката мостовска конструкција на стац. km 0+852 како би се овозможило континуирано и непречено евакуирање на меродавното протекување од $\sim 71 \text{ m}^3/\text{s}$. Исто така со новопроектираното решение се овозможува безбедно протекување на големите води под мостовската конструкција на стац. km 0+400, односно под регионалниот патен правец каде формата и димензиите на истиот остануваат непроменети.

Анализираната делница од природното корито на Липковска река минува низ урбанизиран дел каде постои голем број на изведена подземна инфраструктура. Иако

нивелетата на регулираното корито во голем дел го следи природниот наклон, односно нема поголеми продлабочувања на коритото, се препорачува изведувачот на работите да обрне внимание на оние делови каде регулираното корито се пресекува со постојната подземна инфраструктура. На стац. km 1+110 регулираното корито се пресекува со подзмен гасовод - ГАС Куманово со дијаметар од 150 mm, при што се предвидува дислокација на истиот во должина од приближно 80 m согласно критериумите на надлежните институции. Исто така на самиот крај на регулацијата - km 1+800 регулацијата се прескува со постојниот гасовод Ф 100 mm - сопственост на ГА - МА АД за што е предвидена посебна заштита на цевководот, и дополнително се препорачува изведбата на оваа делница да биде во присуство на технички надзор од компанијата.

5.3 ПОДОЛЖЕН НАКЛОН НА РЕГУЛИРАНОТО КОРИТО

При дефинирање на подолжниот наклон на регулираното корито, истиот беше условен од неколку постојни инфраструктурни објекти кои се фундирани во самото корито на реката. Како основен критериум беше постигнување на нивелетата на постојните мостовски конструкции, вливот во река Кумановска но и нивелетата на постојниот каскаден праг на стац. km 0+200. Сето ова резултираше со нивелета со променливи вредности во зависност од постојната инфраструктура. Треба да се наведе дека постојниот каскаден праг поставен во самото корито го намалува постојниот наклон а со тоа и пропустната способност на тој дел од коритото. Потребно е да се нагласи дека преодната делница од стац km 0+168 - km до 0+178 треба е да се изведе од армиран бетон. За таа цел на потегот од стац. km 0+178 до km 0+320 за зголемување на пропустната способност на коритото и заштита на мостовската конструкција на стац. km 0+400 од прелевање при појава на големи води, предвидено е комплетно арм. бетонско корито со МБ 30.

Во продолжение се прикажани усвоените наклони на рег. корито.

Табела 5.3 Подолжни наклони на регулирано корито

Делница	Стационажа	Подолжен наклон на природно корито
Делница 1	km 0+000 : km 0+170	0.70%
Делница 2	km 0+177 : km 0+340	0.45%
Делница 3	km 0+340 : km 0+815	0.40%
Делница 4	km 0+815 : km 1+555	0.60%
Делница 5	km 1+555 : km 1+824	0.70%

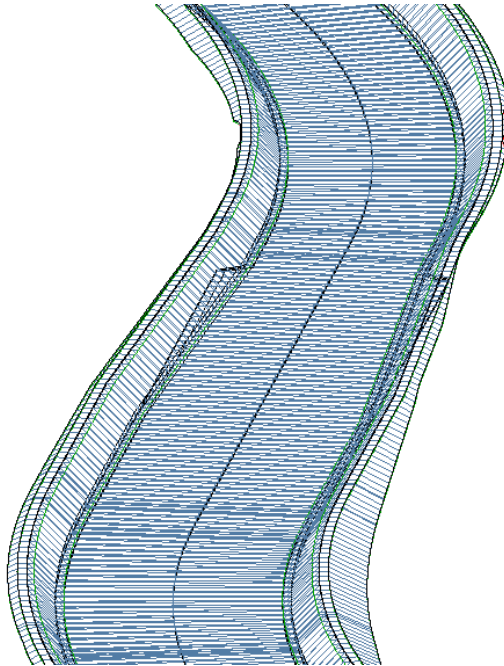
5.4 ОБЛОЖУВАЊЕ НА ДНОТО И КОСИНТЕ НА РЕГУЛИРАНОТО КОРИТО

Спроведените хидраулички анализи за обезбедување на максималната пропустна способност од $\sim 71 \text{ m}^3/\text{s}$ на уреденото корито согласно усвоените профили и наклони укажаа и на потребата од усвојување на коефициент на рапавина со ред на големина од $n=0,025$ што е карактеристичен за материјал камен во цементен малтер. Употребата на ваквиот тип на облога на дното на коритото и на косините на уреденото речно корито е поткрепена и со анализите за транспорт на нанос.

Избраниот дијаметар на зрното во камената заштита изнесува 30 cm поставен на постелка од камена ситнеж со дебелина од 10 cm, додека обложувањето со арм. бетонската конструкција е предвидено да се изврши со МБ 30.

6. ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА НА НОВОПРОЕКТИРАНА СОСТОЈБА НА РЕЧНОТО КОРИТО НА РЕКА ЛИПКОВСКА

Хидрауличката анализа на регулираното корито на Липковска река е насочено кон определување на хидрауличките параметри на новопроектираното решение. За формирање на моделот на регулираното корито, симулирани се сите елементи и објекти на регулираното корито со што е конструиран детален теренски модел на регулираното корито кој е искористен за понатамошната анализа.

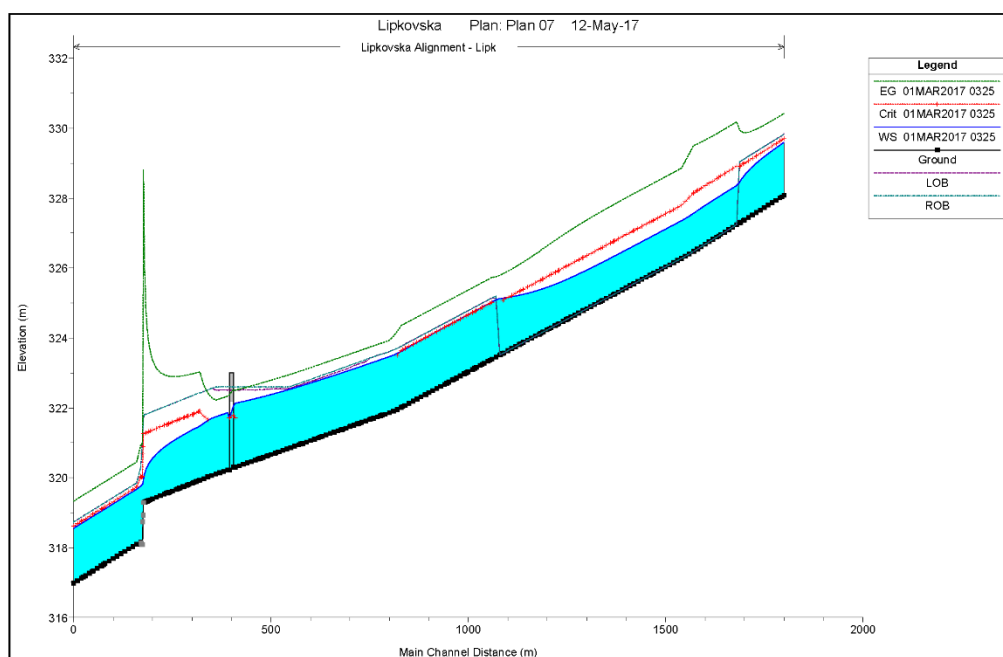
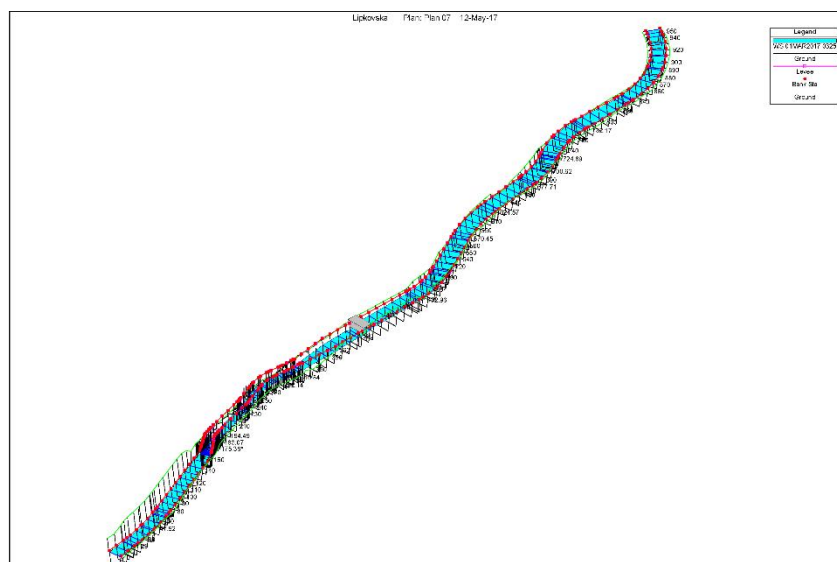
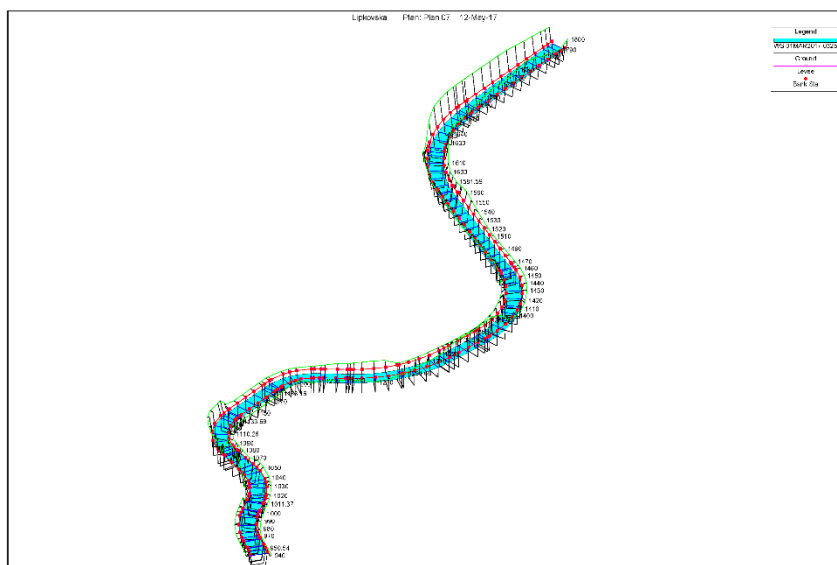


Слика 15 Дел од теренскиот модел на регулираното корито

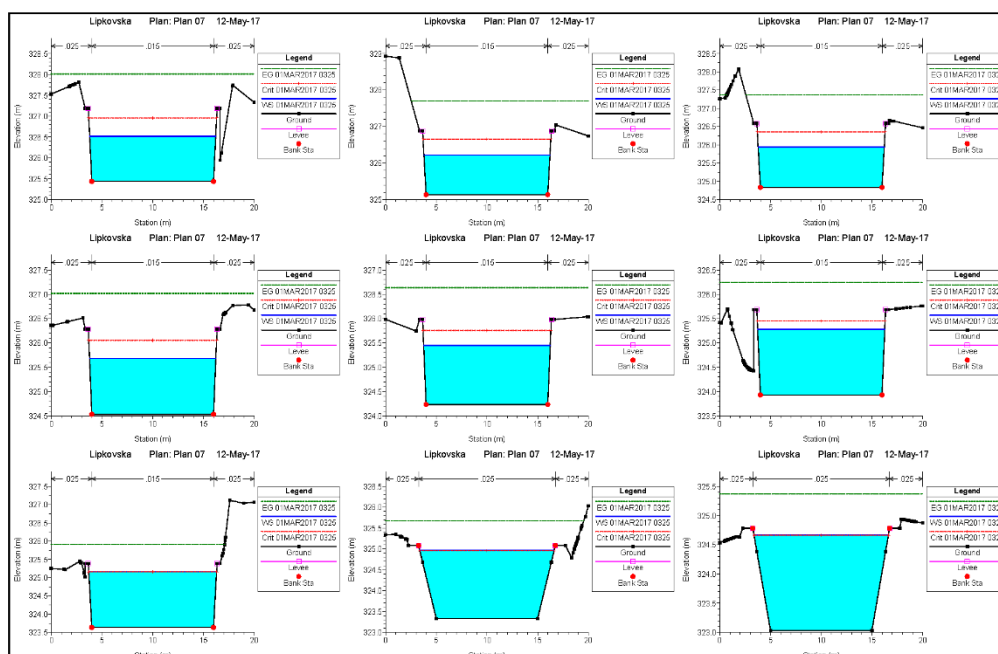
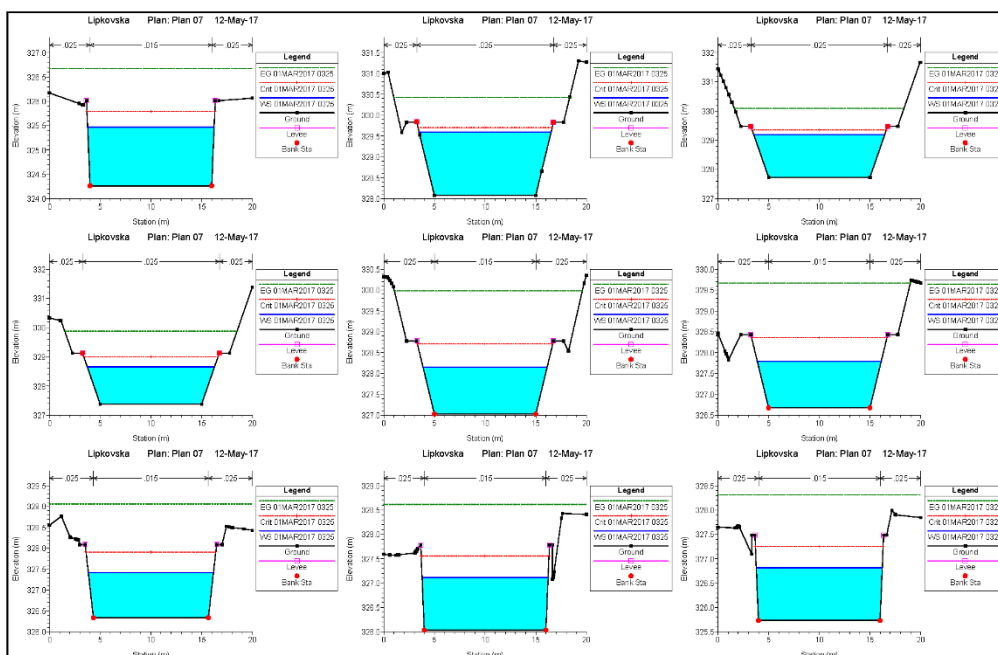
Коефициентот на рапавина е усвоен согласно користениот материјал за обложување и укрепување на коритото, односно $n=0.025$ за делниците предвидени да се изведат од камен во цементен малтер, додека за бетонски обложените делници истиот е усвоен $n=0.015$. Со спроведените хидраулички анализи потврдено е дека меродавниот протек за димензионирање на регулираното корито $\sim 71 \text{ m}^3/\text{s}$, безбедно и без прелевање се евакуира со предложеното хидро-техничко решение. Средната длабочина во регулираното корито изнесува 1.6 m додека средната брзина на текот при максималното протекување изнесува 3.8 m/s, со максимална вредност од 7.4 m/s на km 0+200. Во поголемиот дел од регулираното корито течењето е субкритично додека во долниот дел од коритото низводно од регионалниот патен правец km 0+400, поради намалениот коефициент на рапавина течењето е претежно суперкритично со брзини на текот над 3.0 m/s.

Исто така хидрауличките анализи на регулираното корито покажаа голема осетливост на нивоите во текот во зависност од промената односно од зголемување на коеф. на рапавина, што јасно укажува на потребата од одржување на коритото во добра состојба и редовно чистење на каналите, посебно пред почетокот на пролетниот и есенскиот период.

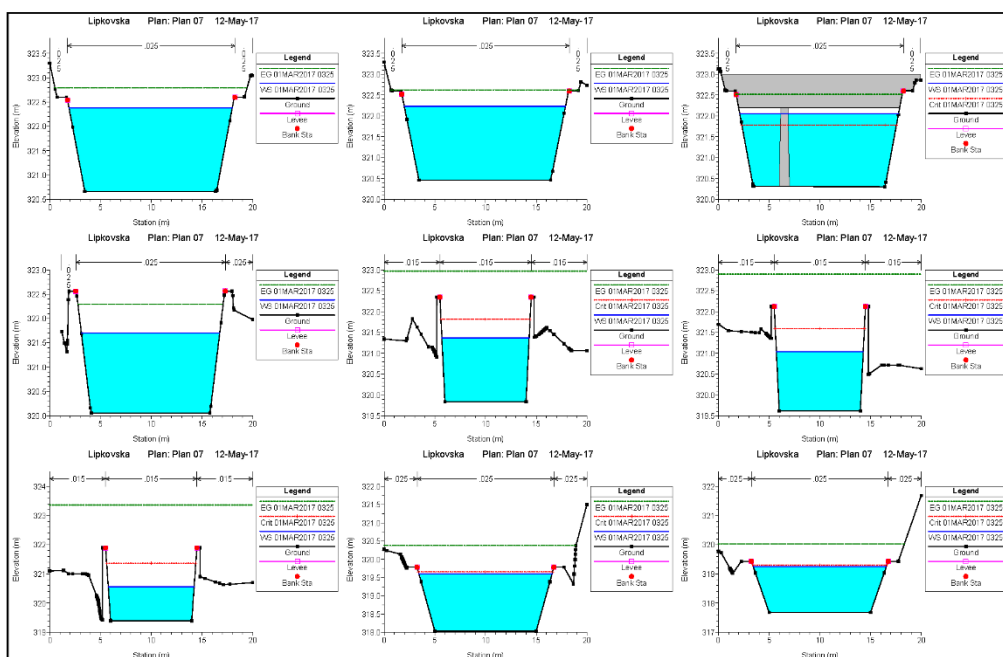
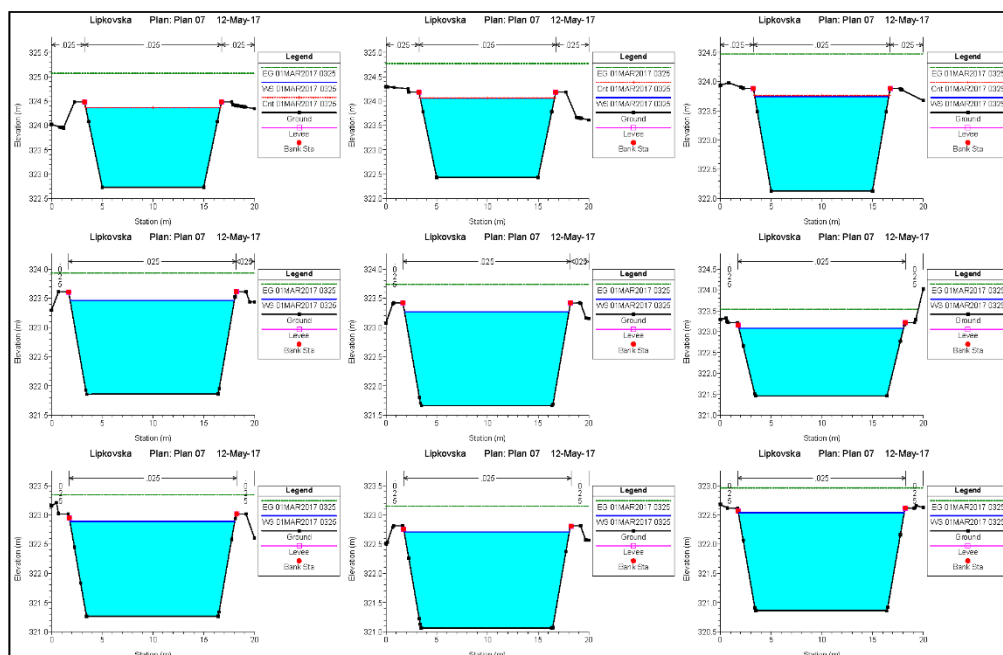
Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на потегот од пресеком со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река



Слика 16 Излезни резултати - анализа на новопроектирана состојба



Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на потегот од пресеком со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река



Табела 6.1 Хидраулички параметри на регулирано корито при максимално протекување

Стационажа	Q	Дно на канал	Ниво на вода	Длабочина	Брзина	Fr. број
(м)	(м ³ /с)	(м.н.в.)	(м.н.в.)	(м)	(м/с)	
1800	71.0	328.08	329.6	1.52	4.03	1.11
1750	71.0	327.73	329.19	1.46	4.21	1.18
1700	71.0	327.38	328.66	1.28	4.89	1.46
1650	71.0	327.03	328.15	1.12	6.08	1.83
1600	71.0	326.68	327.79	1.11	6.16	1.87
1550	71.0	326.34	327.42	1.08	5.71	1.75
1500	71.0	326.04	327.11	1.07	5.44	1.67
1450	71.0	325.73	326.81	1.08	5.43	1.67
1400	71.0	325.43	326.52	1.09	5.42	1.66
1350	71.0	325.13	326.22	1.09	5.39	1.65
1300	71.0	324.83	325.94	1.11	5.31	1.61
1250	71.0	324.53	325.68	1.15	5.14	1.53
1200	71.0	324.23	325.45	1.22	4.83	1.40
1150	71.0	323.93	325.28	1.35	4.37	1.20
1110	71.0	323.69	325.18	1.49	3.95	1.04
1050	71.0	323.33	324.97	1.64	3.71	0.99
1000	71.0	323.03	324.67	1.64	3.71	0.99
950	71.0	322.73	324.37	1.64	3.72	0.99
900	71.0	322.43	324.06	1.63	3.74	1.00
850	71.0	322.13	323.75	1.62	3.78	1.01
800	71.0	321.86	323.46	1.6	3.03	0.80
750	71.0	321.66	323.27	1.61	3.02	0.80
700	71.0	321.46	323.08	1.62	3	0.79
650	71.0	321.27	322.89	1.62	2.98	0.79
600	71.0	321.06	322.71	1.65	2.94	0.77
550	71.0	320.86	322.54	1.68	2.88	0.75
500	71.0	320.66	322.38	1.72	2.84	0.73
450	71.0	320.46	322.23	1.77	2.77	0.70
400	71.0	320.31	322.06	1.75	3.00	0.75
350	71.0	320.06	321.7	1.64	3.41	0.88
300	71.0	319.84	321.36	1.52	5.61	1.48
250	71.0	319.62	321.03	1.41	6.04	1.65
200	71.0	319.39	320.55	1.16	7.42	2.23
150	71.0	318.03	319.6	1.57	3.91	1.06
100	71.0	317.68	319.25	1.57	3.91	1.06
50	71.0	317.33	318.9	1.57	3.9	1.06

7. ИЗВЕШТАЈ ОД АНАЛИЗИТЕ ЗА СТАБИЛНОСТ

Предметната локација се наоѓа во проектираното речно корито на Липковска Река. Со цел да се изведе заштита на објектите кои се во непосредна близина, како и да се обезбеди потребниот слободен профил за проток на вода неопходно е да се изведе потпорна конструкција. Од тие причини во оваа техничка документација предложено е решение за заштита и стабилизација на теренот на дел од трасата на регулираното речно корито.

При разработка на решението посебно внимание е посветено на техно-економската оправданост на предложените конструкции и обезбедување на оптимална заштита на објектите и брегот.

Со предвидените масивните потпорни сидови би се штител брегот на река Липковска т.е. објектите кои се изградени во негова непосредна близина.

7.1 МАСИВЕН БЕТОНСКИ СИД НА КМ 0+178.00 - КМ 0+320.00

На делница 2 е предвидени се масивни бетонски сидови од стационата км 0+178.00 до км 0+320,00 од двете страни (лево и десно) на реката. Потпорните сидови се со еднаква геометрија од двете страни, со вкупна висина од 3,62 m. Ширината во круната е 0,30 m, додека во вклетувањето на платното и стопата е 0,84 m. Стопата е со висина 0,80 m и ширина 1.45 m.

7.2 Масивен сид од реден камен на км 1+080.00 - км 1+540.00

На делница 5 предвидени се масивни сидови од реден камен од стационата км 1+080.00 до км 1+540.00 од двете страни (лево и десно) на реката. Потпорните сидови се со еднаква геометрија од двете страни, со вкупна висина од 2,85 m. Ширината во круната е 0,30 m, додека во вклетувањето на платното и стопата е 0,71 m. Стопата е со висина 0,70 m и ширина 1.20 m. Од десната страна на реката, на 1 m позади потпорната конструкција се предвидува косина со наклон од 1:1,5.

8. ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

За дефинирање на геотехничкиот профил на теренот и карактеристиките на застапените материјали користен е елаборатот од геомеханичките истражувања и лабораториски испитувања.

Усоените параметри за застапениот локален материјал се дадени во табелата подолу.

Табела 8.1 Усоени геомеханички параметри со кои што е извршена анализата на стабилност

	Волуменска тежина γ [kN/m ³]	Заситена волуменска тежина γ_{sat} [kN/m ³]	Кохезија C [kN/m ²]	Агол на внатрешно триење ϕ [°]
Локален материјал GW	21,00	22,50	*0,00 / 3,00	22,50
Реден камен	24,00	24,50	25,00	45,00
Масивен бетонски сид	24,00	/	/	/

*Кохезијата на локалниот почвен материјал при анализа на потпорните конструкции е усвоена 0,00 kPa, поради непосредното присуство на површинскиот ток кој ги испира ситните фракции. Од друга страна, при анализа на глобална стабилност за локалниот почвен материјал усвоена е кохезија од 3,00 kPa поради присуството на ситнозрна фракција.

9. АНАЛИЗИ

9.1 ИЗВЕШТАЈ ОД АНАЛИЗИТЕ ЗА ПОТПОРНИТЕ КОНСТРУКЦИИ

9.1.1 МЕТОДИ ЗА ОДРЕДУВАЊЕ НА ЗЕМЈЕНИ ПРИТИСОЦИ И СЕИЗМИЧКА АНАЛИЗА

Анализата на масивните потпорни конструкции е извршена според неколку методи во софтверскиот пакет GEO 5, модул Gravity wall. Активниот земјен притисок кој делува на конструкцијата се определува по теоријата на Coulomb и тоа преку следнава равенка:

$$\sigma_a = \sigma_z K_a - 2cK_{ac}$$

каде што

σ_z - земјан притисок од геолошки товар

K_a - коефициент на активен земјан притисок

c - кохезија

K_{ac} - коефициент на активен земјан притисок при присуство на кохезија

Коефициентот на активен земјан притисок - K_a изнесува:

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta)}} \right]}$$

$$\alpha \leq \frac{\pi}{4}$$

$$K_{ac} = \frac{K_{abc}}{\cos(\delta - \alpha)}$$

$$K_{ac} = \frac{\cos \varphi \cos \beta \cos(\delta - \alpha)(1 + \operatorname{tg}(-\alpha) \operatorname{tg} \beta)}{1 + \sin(\varphi + \delta - \alpha - \beta)}$$

$$\alpha \geq \frac{\pi}{4}$$

$$K_{ac} = \sqrt{K_a}$$

Хоризонталната и вертикалната компонента на активниот земјан притисок се пресметуваат преку равенките:

$$\sigma_{ax} = \sigma_a \cdot \cos(\alpha + \delta)$$

$$\sigma_{az} = \sigma_a \cdot \sin(\alpha + \delta)$$

каде што:

φ - агол на внатрешно триење

δ - агол на триење помеѓу конструкцијата и почвата

β - наклон на теренот

α - наклон на задната страна на конструкцијата

Пасивниот притисок се пресметува според теоријата Caquot-Kerisel преку равенката:

$$\sigma_p = \sigma_z \cdot K_p \cdot \psi + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p \cdot \psi}$$

каде што:

K_p - коефициент на пасивен земјан притисок

ψ - коефициент на редукција

c - кохезија

σ_z - земјан притисок од геолошки товар

Хоризонталниот и вертикалниот пасивен земјан притисок изнесуваат:

$$\sigma_{ax} = \sigma_p \cdot \cos(\alpha + \delta)$$

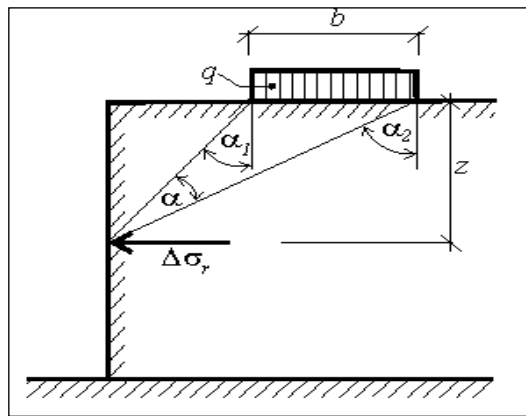
$$\sigma_{az} = \sigma_p \cdot \sin(\alpha + \delta)$$

Кога лентовиден товар f_a делува на површината позади конструкцијата паралелно со вертикалната конструкција прави инкремент на земјениот притисок во мирување $\Delta\sigma_r$, а овој инкремент се пресметува по формулата:

$$\Delta\sigma_r = \frac{f_a}{\pi} (2\alpha - \sin 2\alpha_2 + \sin 2\alpha_1)$$

f_a - вертикален линиски товар

$\alpha, \alpha_1, \alpha_2$ - агли



Слика 17 Инкремент на земјан притисок во мирување под дејство на линиски товар

• Псеудо-статичка анализа

Анализата од сеизмичко влијание е спроведена според теоријата на Мопонбе - Окабе според која ефектот од сеизмичка се пресметува преку зголемување на активниот притисок за инкремент:

$$\sigma_{aei} = \sigma_{oi} \cdot (K_{aei} - K_{ai})$$

$$\sigma_{ai} = \sum_0^H \gamma_i \cdot h_i \cdot (1 - K_v)$$

каде што:

γ_i - волуменска тежина на i-тиот слој

K_{aei} - коефициент на активен земјен притисок (статички и сеизмички) на i - тиот слој

K_a - магнитуда на земјениот притисок на на i-тиот слој според Coulomb

h_i - дебелина на i-тиот слој

K_v - сеизмички коефициент на вертикално забрзување

Додека пак пасивниот притисок се редуцира за вредност

$$\sigma_{pei} = \sigma_{oi} \cdot (K_{pei} - K_{pi})$$

$$\sigma_{pi} = \sum_0^H \gamma_i \cdot h_i \cdot (1 - K_v)$$

коефициентите за активен и пасивен притисок при спроведување на анализите се определува преку равенките:

$$K_{ae} = \frac{\cos^2(\varphi + \psi - \alpha)}{\cos \psi \cdot \cos^2 \cdot \cos(\psi + \alpha + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \psi - \beta)}{\cos(\delta + \psi + \alpha) \cdot \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2}$$

$$K_{pe} = \frac{\cos^2(\varphi - \psi + \alpha)}{\cos \psi \cdot \cos^2 \cdot \cos(\psi - \alpha + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \psi + \beta)}{\cos(\delta + \psi - \alpha) \cdot \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2}$$

во равенките ознаките се со следно значење:

φ - агол на внатрешно триење

δ - агол на триење помеѓу конструкцијата и почвата

β - наклон на теренот

α - наклон на задната страна на конструкцијата

ψ - сеизмички инерцијален агол

Во софтверскиот пакет интензитетот на земјотресот се дефинира преку коефициентите k_x и k_v . Преку нив се дефинира т.н. сеизмички агол на инерција претставен со релацијата:

$$\psi = \tan^{-1} \left[\frac{k_h}{1 - k_v} \right]$$

Оваа вредност при пресметка на активен земјан притисок треба да е еднаква или помала од разликата меѓу аголот на внатрешно триење и наклонот на теренот т.е.

$$\psi \leq \varphi - \beta$$

во случај вредноста да е поголема тогаш се зема:

$$\psi = \varphi - \beta$$

во ваков случај софтверот дава информација дека ја модифицирал вредноста на ψ преку намалување на вредноста за β .

9.1.2 КОМЕНТАР ЗА АНАЛИЗИТЕ НА ПОТПОРНИТЕ КОНСТРУКЦИИ

Со цел да се изврши димензионирање на потпорните конструкции извршени се анализи со кои се утврени димензиите на потпорниот сид како и стабилноста на теренот по изведба. Со извршените анализи утврдени е:

- Стабилност на превртување на потпорната конструкција;
- Стабилност на лизгање на потпорната конструкција;
- Контактни напрегања.

Анализите за димензионирање на потпорните конструкции се работени во софтверскиот пакет Geo 5 (модул Gravity Wall). При изработка на анализите користени се следните товарни случаи:

- **Товарен случај 1 (ТС1)** – сопствена тежина на конструкцијата, активен и пасивен земјен притисок и нормално ниво на вода во Липковска Река;
- **Товарен случај 2 (ТС2)** – сопствена тежина на конструкцијата, активен и пасивен земјен притисок и максимално ниво на вода во Липковска Река;
- **Товарен случај 3 (ТС3)** – сопствена тежина на конструкцијата, активен и пасивен земјен притисок и потопена состојба по нагло спуштање нивото на вода во Липковска Река;
- **Товарен случај 4 (ТС4)** – сопствена тежина на конструкцијата, активен и пасивен земјен притисок и нормално ниво на вода во Липковска Река и сеизмичко оптоварување.

Резултатите од извршените анализи се приложени во Табела 9.1.

Табела 9.1 Добиени резултати од анализа на потпорната конструкција

Товарен случај	Потпорна конструкција km 0+178.00 - km 0+320.00		Потпорна конструкција km 1+080,00 - km 1+540,00			
	Стабилност на превртување	Стабилност на лизгање	Брег лево		Брег десно	
			Стабилност на превртување		Стабилност на лизгање	
ТС 1 ($F_{smin}=1,5$)	2.57	>>1.50	8.09	>>1.50	4.54	>>1.50

ТС 2 ($F_{smin}=1,3$)	2.71	>>1.30	>>1.30	>>1.30	>>1.30	>>1.30
ТС 3 ($F_{smin}=1,1$)	1.64	>>1.10	1.16	>>1.10	1.16	>>1.10
ТС 4 ($F_{smin}=1,1$)	1.25	>>1.10	1.82	>>1.10	1.22	>>1.10

Од извршените анализи може да се заклучи дека стабилноста на потпорните конструкции и на околниот терен е обезбедена.

Излез од извршените анализи приложен е во техничката документација.

9.2 ИЗВЕШТАЈ ОД АНАЛИЗИТЕ ЗА СТАБИЛНОСТ

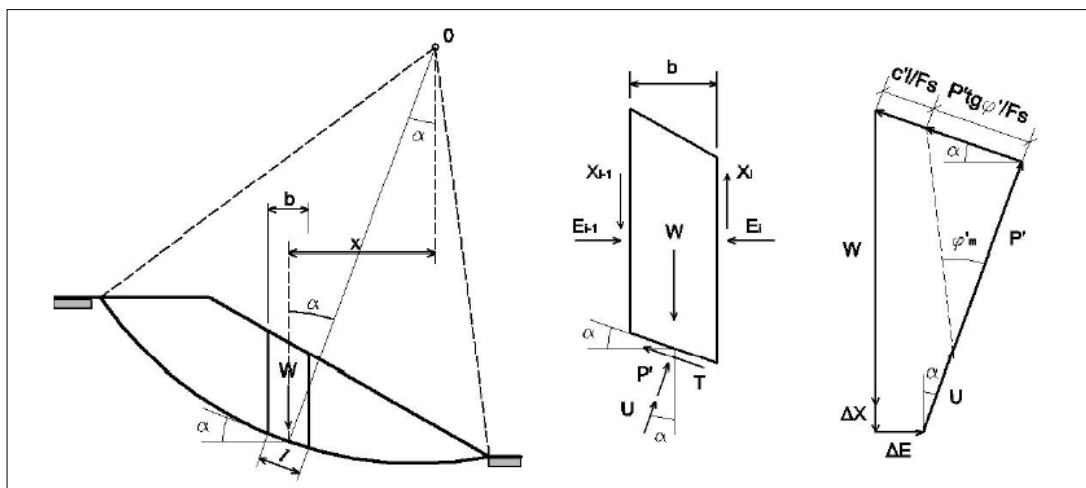
9.2.1 ТЕОРЕТСКИ ОСВРТ НА МЕТОДИТЕ ЗА АНАЛИЗА

За извршување на анализите на стабилност на мерките за регулација на коритото од Липковска Река, користена е методата на Бишоп како најупотребувана метода за пресметка на кружно цилиндрични рамнини на лизгање. Во продолжение даден е теоретски осврт на методата на Бишоп за пресметка на стабилност на косината.

- **Метод на Бишоп (Bishop)**

Анализата на стабилност е комплексна задача при процесот на проектирање, која всушност претставува определување на коефициент на сигурност (бездимензионален) кој претставува релација помеѓу јакоста на смолкнување на материјалот и мобилизираната јакост на смолкнување. Доколку јакоста на смолкнување зависи од триењето, тогаш точниот распоред на големините и распоред на меѓуламеларните сили е од примарна важност за одредување на големината на нормалното напрегање по површината на лизгање од која пак зависи јакоста на смолкнување на почвата во основата на секоја ламела. Разгледувајќи ја задачата вака практично, како што веќе беше нагласено, е многу тешко да се реши. Бишоп (Bishop, 1954) дал значајно подобрување на методите за пресметка на кружно - цилиндричните клизни површини со тоа што ги вовел влијанијата од меѓуламеларните сили на распределбата на ефективното нормално напрегање по должина на клизната површина.

Бишоп, разгледувајќи можност за вклучување на компонентите на смолкнување на меѓуламеларните сили, заклучува дека тогаш мора да се задоволени условите $\sum \Delta X = 0$ и $\sum \Delta E = 0$. Со воведување на компонентите на смолкнување во меѓуламеларните сили се зголемува сложеноста при пресметката за еден ред на големина. Затоа Бишоп предлага во праксата да се применува т.н. рутински метод кој подразбира занемарување на разликата на вертикалните компоненти на меѓуламеларните сили.



Слика 18 Кружно - цилиндрична површина на лизгање

Може лесно да се покаже дека на овој начин вертикалните компоненти на меѓуламеларните сили се занемарени во целина, но хоризонталните компоненти се имплицитно опфатени во изведување на основниот израз. Употребата на оваа метода со општи постапки, кои ги задоволуваат сите услови за рамнотежа во рамнината, покажала дека грешката која се јавува е практично занемарлива, така што рутинскиот метод може да се смета за точна постапка за примена во пракса за анализа на стабилноста по кружно-цилиндрична површина на лизгање.

Во општ случај кога косината е делумно потопена и кога на клизното тело делува надворешно линиско оптеретување, еднакво распределено оптеретување и инерцијална сила, основниот израз за F_s може да се напише во ваков облик:

$$F_s = \frac{\Sigma[c' \cdot b + (R_v - u_s \cdot b) \cdot \tan \phi'] \cdot m_a}{\Sigma(R_v \cdot \sin \alpha + M_x)}$$

каде за секоја ламела:

$$R_v = W + W' + R_y + p \cdot b + k_y \cdot (W + W_z)$$

$$M_x = R_x \cdot y_r / R + k_x \cdot y_z \cdot (W + W_z) / R$$

R_x – резултантна хоризонтална сила

R_y - резултантна вертикална линиска сила

u_s – порен надпритисок над хидростатичното ниво на делумно потпрена косина

p – вертикално оптоварување

k_x – хоризонтален сеизмички коефициент

k_y - вертикален сеизмички коефициент

W – тежина на делот од ламелата над хидростатичкото ниво

W' - тежина на делот од ламелата под хидростатичкото ниво во потопена состојба

W_z - тежина на делот од ламелата над хидростатичкото ниво во заситена состојба

y_r – крак на хоризонталните компонентални надворешни сили во однос на центарот на кругот

y_z - крак на хоризонталните компонентални инерцијални сили во однос на центарот на кругот

9.2.2 КОМЕНТАР НА АНАЛИЗИТЕ ЗА СТАБИЛНОСТ

Анализите на стабилност на мерките за регулација на речното корито се работени, како што е горенаведено, по теоријата на гранична рамнотежа односно по методот на Бишот во софтверскиот пакет GEO 5, со модулот Slope Stability.

Анализите на стабилност на косините се спроведени за три карактеристични товарни случаи и тоа:

- **Товарен случај 1** - Анализа на стабилност при геостатички оптоварувања од земјаните притисоци и нормално ниво на вода во Липковска Река;
- **Товарен случај 2** - Анализа на стабилност при геостатички оптоварувања од земјаните притисоци и максимално ниво на вода во Липковска Река;
- **Товарен случај 3** - Анализа на стабилност при геостатички оптоварувања од земјени притисоци и потопена состојба по нагло спуштање нивото на вода во Липковска Река;
- **Товарен случај 4** - Анализа на стабилност при геостатички оптоварувања од земјаните притисоци, нормално ниво на Липковска Река и сеизмичко оптоварување.

За секој карактеристичен товарен случај е проверена стабилноста на косините од речното корито.

За анализата на стабилност за товарен случај 1, проверена е стабилноста на новопроектираната косина од речното корито, при што во предвид се земени геостатичките товари, односно активниот земјен притисок, новопроектираните мерки за реконструкција (масивен бетонски ѕид и нафрланиот камен во ножицата од косината). Со анализата се симулирани и мерките за регулација на коритото, а исто така, во предвид е земено и нормалното ниво на вода во Липковска Река. Мималните фактори на сигурност кои што треба да бидат задоволени при анализата на стабилност за овој товарен случај изнесуваат $F_{smin} = 1,50$.

Со товарен случај 2, освен геостатичките товари кои влијаат на конструкцијата, симулирана е состојба на максимално ниво на вода во Липковска Река. Оваа состојба е симулација на зголемување на нивото на вода во речното корито по долготрајни интензивни врнежи. Мималните фактори на сигурност кои што треба да бидат задоволени при анализата на стабилност за овој товарен случај изнесуваат $F_{smin} = 1,30$.

Со товарен случај 3, освен геостатичките товари кои влијаат на конструкцијата, симулирана е состојба на целосно водозаситување и нагло спуштање на нивото на вода во Липковска Река. Оваа состојба е симулација на зголемување на нивото на вода во речното корито по долготрајни интензивни врнежи и потоа брзо спуштање на нивото на вода во Липковска Река. Со оглед на тоа, ваквата состојба во некои случаи е најкритична од аспект на стабилноста на косината, неопходно е спроведување на анализи на

стабилност за овој товарен случај. Мималните фактори на сигурност кои што треба да бидат задоволени при анализата на стабилност за овој товарен случај изнесуваат $F_{smin} = 1,10$.

Со товарен случај 3, освен геостатичките товари кои влијаат на конструкцијата, како и нормалното ниво на Липковска Река, во предвид е земено и сеизмичкото дејство, односно неповолното дејство од земјотрес. Бидејќи согласно реонизацијата на Република Македонија, локацијата се наоѓа во 8 зона според MCS скалата, усвоен е коефициент на сеизмичко забрзување со вредност од $k_h = 0,10g$. Освен хоризонталниот, усвоен е и вертикален коефициент на сеизмичко забрзување како $k_v = 0,5 \times k_h$, односно $k_v = 0,05g$. Мималните фактори на сигурност кои што треба да бидат задоволени при анализата на стабилност за овој товарен случај изнесуваат $F_{smin} = 1,10$.

Со резултатите кои се добиваат од анализата за стабилност на мерките за реконструкција и регулација на речното корито, може да се заклучи дека и за четирите товарни случаи се добиваат задоволителни коефициенти на сигурност кои се поголеми од минималните коефициенти на сигурност напоменати погоре во текстот. Со тоа може да се заклучи дека речното корито, со новопроектираните мерки за реконструкција и регулација ја задоволува бараната стабилност. Во табелата подолу се дадени резултатите (коефициенти на сигурност) кои се добиваат со анализата на стабилност на речното корито.

Табела 9.2 Резултати од анализата на стабилност на косината од речното корито

Стабилност на речното корито		Товарен случај 1 [$F_{Smin} = 1,50$]		Товарен случај 2 [$F_{Smin} = 1,30$]		Товарен случај 3 [$F_{Smin} = 1,10$]		Товарен случај 4 [$F_{Smin} = 1,10$]	
		Брег лево	Брег десно	Брег лево	Брег десно	Брег лево	Брег десно	Брег лево	Брег десно
Анализирани профили	km 0+050.00	1,58	2,05	1,54	2,46	1,45	1,79	1,30	1,77
	km 0+220.00	1,67	1,69	1,78	1,77	1,51	1,51	1,48	1,49
	km 0+493.00	1,99	1,69	2,10	1,69	1,71	1,49	1,65	1,41
	km 1+060.00	1,80	2,05	1,78	2,46	1,59	1,79	1,47	1,77
	km 1+370.00	2,07	1,71	2,49	1,80	1,76	1,53	1,81	1,42
	km 1+660.00	1,74	1,93	1,70	2,01	1,55	1,67	1,42	1,60
	km 1+690.00	1,74	1,93	1,70	2,01	1,55	1,67	1,42	1,60

ПРИЛОГ 3. КООРДИНАТИ НА ТЕМИЊА

Делница 1. 0+000,00-0+400,00

Стационажа	X	Y	Теме	Хоризонтална геометрија
0+000,00	7560357,28	4666487,82	L1	Правец L=19.45m
0+019,45	7560338,96	4666494,35		
0+024,45	7560334,24	4666496,01	S1	Преодна Кривина Клотоида L=5m, R=200m, A =31.62m, $\alpha=0^{\circ}42'58''$
0+047,92	7560311,64	4666502,3	T1	Кружна Кривина L=46.94m, R=200m, A =23.58m, $\alpha=13^{\circ}26'55''$
0+071,39	7560288,46	4666505,9		
0+076,39	7560283,48	4666506,34	S2	Преодна Кривина Клотоида L=5m, R=200m, A =31.62m, $\alpha=0^{\circ}42'58''$
0+178,07	7560182,15	4666514,76	L2	Правец L=101.68m
0+183,07	7560177,17	4666515,22		
0+186,28	7560173,99	4666515,61	S3	Преодна Кривина Клотоида L=5m, R=100m, A =22.36m, $\alpha=1^{\circ}25'56''$
0+189,49	7560170,82	4666516,11		
0+194,49	7560165,91	4666517,05	T2	Кружна Кривина L=6.42m, R=100m, A =3.21m, $\alpha=3^{\circ}40'34''$
0+235,79	7560125,41	4666525,14	S4	Преодна Кривина Клотоида L=5m, R=100m, A =22.36m, $\alpha=1^{\circ}25'56''$
0+238,29	7560122,95	4666525,61		
0+239,90	7560121,36	4666525,86	L3	Правец L=41.3m
0+241,52	7560119,75	4666526,06		
0+244,02	7560117,26	4666526,28	S5	Преодна Кривина Клотоида L=2.5m, R=50m, A =11.18m, $\alpha=1^{\circ}25'56''$
0+263,07	7560098,27	4666527,85	T3	Кружна Кривина L=3.23m, R=50m, A =1.62m, $\alpha=3^{\circ}42'18''$
0+268,07	7560093,3	4666528,35		
0+277,61	7560084,03	4666530,5	S6	Преодна Кривина Клотоида L=2.5m, R=50m, A =11.18m, $\alpha=1^{\circ}25'56''$
0+287,14	7560075,33	4666534,36		
0+292,14	7560071,06	4666536,96	L4	Правец L=19.05m
			S7	Преодна Кривина Клотоида L=5m, R=50m, A =15.81m, $\alpha=2^{\circ}51'53''$
			T4	Кружна Кривина L=19.07m, R=50m, A =9.65m, $\alpha=21^{\circ}50'53''$
			S8	Преодна Кривина Клотоида L=5m, R=50m, A =15.81m, $\alpha=2^{\circ}51'53''$

Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на патегот од пресекот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река

			L5	Правец L=10.82m
0+302,96	7560061,91	4666542,75	S9	Преодна Кривина Клотоида L=2.5m, R=100m, A =15.81m, $\alpha=0^{\circ}42'58''$
0+305,46	7560059,79	4666544,07	T5	Кружна Кривина L=10.76m, R=100m, A =5.39m, $\alpha=6^{\circ}9'55''$
0+310,84	7560055,14	4666546,77	S10	Преодна Кривина Клотоида L=2.5m, R=100m, A =15.81m, $\alpha=0^{\circ}42'58''$
0+316,22	7560050,34	4666549,21	L6	Правец L=149.24m
0+318,72	7560048,08	4666550,26		
0+467,96	7559912,49	4666612,63		

ПРИЛОГ 4. ВЕРТИКАЛНИ КРИВИНИ И НАКЛОНИ НА НИВЕЛЕТА

Теме	Стационажа	Наклон	Должина на кривина
0	0+000.00	0,70%	
1	0+169.49	-2,48%	Постоечка каскада
2	0+172.96	0,21%	
3	0+174.95	232,78%	
4	0+175.23	3,89%	
5	0+176.07	63,99%	
6	0+176.89	0,45%	
7	0+340.00	0,40%	40.000m
Vertical Curve Information:(crest curve)			

PVC Station:		0+320.00	Elevation: 319.933m
PVI Station:		0+340.00	Elevation: 320.023m
PVT Station:		0+360.00	Elevation: 320.103m
High Point:		0+360.00	Elevation: 320.103m
Grade in:		0,45%	Grade out: 0,40%
Change:		0,05%	K: 800
Curve Length:		40.000m	
Passing Distance:		10,553,590.215 m	Stopping Distance: 6,822,669.545 m
8	0+815.00	0,60%	30.000m
Vertical Curve Information:(sag curve)			

PVC Station:		0+800.00	Elevation: 321.863m
PVI Station:		0+815.00	Elevation: 321.923m
PVT Station:		0+830.00	Elevation: 322.013m
Low Point:		0+800.00	Elevation: 321.863m
Grade in:		0,40%	Grade out: 0,60%
Change:		0,20%	K: 150
Curve Length:		30.000m	
Headlight Distance:			
9	1+070.00	0,60%	
10	1+555.00	0,70%	30.000m
Vertical Curve Information:(sag curve)			

PVC Station:		1+540.00	Elevation: 326.275m
PVI Station:		1+555.00	Elevation: 326.365m
PVT Station:		1+570.00	Elevation: 326.470m
Low Point:		1+540.00	Elevation: 326.275m
Grade in:		0,60%	Grade out: 0,70%
Change:		0,10%	K: 304,04
Curve Length:		30.000m	
Headlight Distance:			
11	1824		

ПРИЛОГ 5. ЗЕМЈАНИ МАСИ – ДЕЛНИЦА 1 – 0+000,00 – 0+400,00

	Земјени маси	Површина	Волумен	Вкупен волумен
		m ²	m ³	m ³
0+000,00				
	Ископ	5,75	0	0
	Насип	2,1	0	0
	Постелка	1,77	0	0
	Реден камен	4,13	0	0
	Бетон	0	0	0
0+019,45				
	Ископ	7,88	132,5	132,5
	Насип	0,59	26,07	26,07
	Постелка	1,1	27,88	27,88
	Реден камен	4,79	86,7	86,7
	Бетон	0	0	0
0+020,00				
	Ископ	7,92	4,38	136,89
	Насип	0,57	0,32	26,39
	Постелка	1,1	0,61	28,49
	Реден камен	4,79	2,66	89,36
	Бетон	0	0	0
0+024,45				
	Ископ	8,48	36,46	173,35
	Насип	0,42	2,19	28,59
	Постелка	1,1	4,89	33,38
	Реден камен	4,79	21,3	110,66
	Бетон	0	0	0
0+040,00				
	Ископ	8,87	133,06	306,41
	Насип	0,06	3,75	32,33
	Постелка	1,1	17,11	50,49
	Реден камен	4,79	74,54	185,2
	Бетон	0	0	0
0+047,92				
	Ископ	9,88	72,46	378,87
	Насип	0,62	2,76	35,09
	Постелка	1,1	8,71	59,2
	Реден камен	4,79	37,94	223,15
	Бетон	0	0	0
0+060,00				
	Ископ	11,4	124,84	503,71
	Насип	1,47	13	48,1
	Постелка	1,1	13,29	72,49
	Реден камен	4,79	57,9	281,05

Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на потегот од пресекот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река

	Бетон	0	0	0
0+071,39				
	Ископ	9,37	114,85	618,55
	Насип	2,74	24,8	72,89
	Постелка	1,1	12,53	85,02
	Реден камен	4,79	54,58	335,63
	Бетон	0	0	0
0+076,39				
	Ископ	9,49	47,16	665,71
	Насип	3,37	15,27	88,16
	Постелка	1,1	5,5	90,52
	Реден камен	4,79	23,96	359,59
	Бетон	0	0	0
0+080,00				
	Ископ	9,71	34,66	700,37
	Насип	3,44	12,28	100,44
	Постелка	1,1	3,97	94,49
	Реден камен	4,79	17,3	376,89
	Бетон	0	0	0
0+100,00				
	Ископ	10,84	205,48	905,85
	Насип	2,36	57,97	158,41
	Постелка	1,1	22	116,49
	Реден камен	4,79	95,84	472,73
	Бетон	0	0	0
0+120,00				
	Ископ	10,91	217,52	1123,37
	Насип	1,29	36,46	194,87
	Постелка	1,1	22	138,49
	Реден камен	4,79	95,84	568,58
	Бетон	0	0	0
0+140,00				
	Ископ	4,3	152,11	1275,48
	Насип	1,66	29,43	224,3
	Постелка	1,1	22	160,49
	Реден камен	4,79	95,84	664,42
	Бетон	0	0	0
0+160,00				
	Ископ	4,29	85,83	1361,3
	Насип	5,24	69,01	293,31
	Постелка	1,1	22	182,49
	Реден камен	4,79	95,84	760,27
	Бетон	0	0	0

Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на потегот од пресекот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река

0+178,07				
	Ископ	3,94	74,31	1435,61
	Насип	8,5	124,15	417,46
	Постелка	0,67	15,99	198,48
	Реден камен	0	43,29	803,56
	Бетон	6,99	63,15	63,15
0+180,00				
	Ископ	4,62	8,26	1443,88
	Насип	7,07	15,03	432,5
	Постелка	0,67	1,29	199,78
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	13,5	76,65
0+183,07				
	Ископ	4,3	13,66	1457,53
	Насип	6,06	20,32	452,82
	Постелка	0,67	2,06	201,83
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	21,45	98,1
0+186,28				
	Ископ	3,91	13,12	1470,66
	Насип	4,96	17,68	470,5
	Постелка	0,67	2,15	203,98
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	22,42	120,52
0+189,49				
	Ископ	3,84	12,42	1483,08
	Насип	4,12	14,39	484,89
	Постелка	0,67	2,15	206,13
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	22,42	142,95
0+194,49				
	Ископ	4,67	21,36	1504,43
	Насип	3,63	19,23	504,12
	Постелка	0,67	3,35	209,48
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	34,95	177,9
0+200,00				
	Ископ	5,67	28,5	1532,94
	Насип	3,05	18,43	522,55
	Постелка	0,67	3,7	213,18
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	38,55	216,45
0+220,00				
	Ископ	5,88	115,45	1648,39

Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на потегот од пресекот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река

	Насип	1,52	45,69	568,24
	Постелка	0,67	13,4	226,58
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	139,8	356,25
0+235,79				
	Ископ	5,71	91,44	1739,82
	Насип	2,32	30,33	598,58
	Постелка	0,67	10,58	237,16
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	110,35	466,6
0+238,29				
	Ископ	5,69	14,47	1754,29
	Насип	2,34	5,58	604,16
	Постелка	0,67	1,68	238,83
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	17,47	484,07
0+239,90				
	Ископ	5,63	9,46	1763,75
	Насип	2,36	3,47	607,62
	Постелка	0,67	1,08	239,91
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	11,3	495,37
0+240,00				
	Ископ	5,62	0,54	1764,3
	Насип	2,36	0,23	607,85
	Постелка	0,67	0,06	239,98
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	0,68	496,05
0+241,52				
	Ископ	5,49	8,74	1773,03
	Насип	2,36	3,27	611,12
	Постелка	0,67	1,02	241
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	10,63	506,67
0+244,02				
	Ископ	5,19	13,57	1786,6
	Насип	2,34	5,63	616,75
	Постелка	0,67	1,68	242,67
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	17,47	524,15
0+260,00				
	Ископ	4,77	79,57	1866,17
	Насип	3,66	47,92	664,67
	Постелка	0,67	10,71	253,38

Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на потегот од пресекот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река

	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	111,7	635,85
0+263,07				
	Ископ	4,93	14,9	1881,07
	Насип	3,79	11,44	676,11
	Постелка	0,67	2,06	255,44
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	21,48	657,33
0+268,07				
	Ископ	6,1	28,05	1909,12
	Насип	2,88	16,76	692,87
	Постелка	0,67	3,35	258,79
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	34,95	692,28
0+277,61				
	Ископ	5,77	58,72	1967,84
	Насип	1,68	20,6	713,47
	Постелка	0,67	6,39	265,18
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	66,64	758,92
0+280,00				
	Ископ	5,35	13,74	1981,58
	Насип	1,51	3,43	716,91
	Постелка	0,67	1,6	266,78
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	16,73	775,65
0+287,14				
	Ископ	5,58	40,1	2021,68
	Насип	1,51	10,35	727,26
	Постелка	0,67	4,78	271,56
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	49,91	825,55
0+292,14				
	Ископ	5,3	27,55	2049,23
	Насип	2,19	9,36	736,62
	Постелка	0,67	3,35	274,91
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	34,95	860,5
0+300,00				
	Ископ	4,49	38,5	2087,73
	Насип	1,73	15,44	752,06
	Постелка	0,67	5,27	280,18
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	54,94	915,45

Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на потегот од пресекот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река

0+302,96				
	Ископ	4,13	12,76	2100,49
	Насип	1,58	4,91	756,97
	Постелка	0,67	1,98	282,16
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	20,68	936,12
0+305,46				
	Ископ	3,88	10,01	2110,5
	Насип	1,53	3,89	760,86
	Постелка	0,67	1,68	283,84
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	17,47	953,6
0+310,84				
	Ископ	3,53	19,8	2130,3
	Насип	1,65	8,61	769,47
	Постелка	0,67	3,6	287,44
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	37,61	991,21
0+316,22				
	Ископ	3,65	19,12	2149,43
	Насип	2,5	11,43	780,9
	Постелка	0,67	3,6	291,05
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	37,61	1028,82
0+318,72				
	Ископ	3,87	9,39	2158,82
	Насип	3,28	7,22	788,12
	Постелка	0,67	1,68	292,72
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	17,47	1046,29
0+320,00				
	Ископ	3,96	5,01	2163,83
	Насип	3,65	4,44	792,56
	Постелка	0,67	0,86	293,58
	Реден камен	0	0	803,56
	Бетон	6,99	8,95	1055,24
0+340,00				
	Ископ	8,3	122,57	2286,4
	Насип	4,3	79,52	872,08
	Постелка	1,15	18,2	311,78
	Реден камен	5,53	55,28	858,84
	Бетон	0	69,9	1125,14
0+360,00				
	Ископ	9,37	176,69	2463,1

Основен Проект за реконструкција и подобрување на хидрауличките услови на течење на постоечкото корито на Липковска Река на патеот од пресекот со автопатот А-1 до вливот во Кумановска Река

	Насип	0,77	50,66	922,74
	Постелка	1,4	25,5	337,28
	Реден камен	6,39	119,14	977,99
	Бетон	0	0	1125,14
0+380,00				
	Ископ	13,97	233,36	2696,46
	Насип	0,27	10,43	933,17
	Постелка	1,4	28	365,28
	Реден камен	6,31	126,98	1104,97
	Бетон	0	0	1125,14
0+400,00				
	Ископ	10,18	241,47	2937,93
	Насип	2,62	28,98	962,15
	Постелка	1,4	28	393,28
	Реден камен	5,94	122,49	1227,45
	Бетон	0	0	1125,14