



ДГКМ
ДРУШТВО НА
ГРАДЕЖНИТЕ
КОНСТРУКТОРИ НА
МАКЕДОНИЈА

Партизански одреди 24,
П.Фах 560, 1001 Скопје
Македонија

MASE
MACEDONIAN
ASSOCIATION OF
STRUCTURAL
ENGINEERS

Partizanski odredi 24,
P. Box 560, 1001 Skopje
Macedonia

ЧК-7

mase@gf.ukim.edu.mk
<http://www.mase.org.mk>

Миле ПАРТИКОВ¹, Денис ПОПОВСКИ², Петар ЦВЕТАНОВСКИ³

ПЕШАЧКИ МОСТ НА ЕЗЕРО МАТКА

РЕЗИМЕ

Мостот е лоциран во кањонот Матка и треба да претставува единствена комуникација од пристапната патека, на левата страна од кањонот, до пештерата Врело. Фундирањето е проектирано во исклучително тешки услови со анкерување во карпестниот масив. Конструкцијата, составена од 15 различни сегменти, е поцинкувана со можност да се транспортира по вода и да се монтира со помош на тирфори. Врските се монтажни со примена на обични завртки. Проектирана е конзолна монтажа од двете страни, каде после составувањето се менува статичкиот систем со пресметан капацитет на носивост за експлоатационите товари. Во пресметката на конструкцијата земени се ефектите од фазата градба.

Клучни зборови: мост, монтажа, врски

Mile PARTIKOV¹, Denis POPOVSKI², Petar CVETANOVSKI³

PEDESTRIAN BRIDGE ON LAKE MATKA

SUMMARY

The bridge is located at canyon Matka and it should be the only communication between the pathway and cave Vrelo. The foundation is on extremely difficult conditions with anchoring on the nearby cliffs. The construction is hot galvanized, transportable through water with boats, and maneuverable for assembly with hoist. The construction is composed from 15 different segments. The analyze type is nonlinear staged construction, in the phase of assembly the structure is cantilever, completing the assembly the static system is changed with capacity for the exploitation loads. According to that all joint connections are made with bolts.

Key words: bridge, erection, connections,

¹ Assist. MSc, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, partikov@gf.ukim.edu.mk

² Assist. MSc, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, popovski@gf.ukim.edu.mk

³ Prof. PhD, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, cvetanovski@gf.ukim.edu.mk

1. ОПШТО

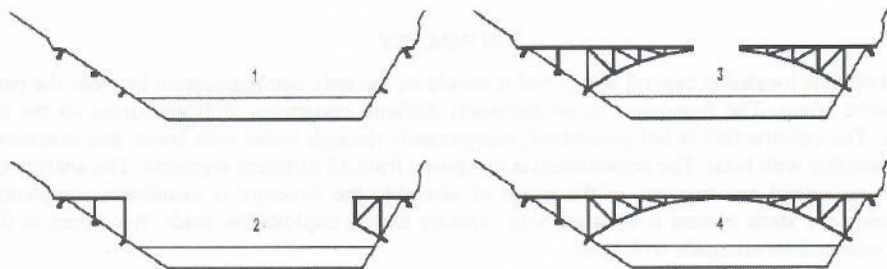
Проектираната местоположба на мостот се наоѓа во кањонот Матка на истоимената вештачка акумулација на реката Треска, десна притока на најголемата река во Македонија, Вардар. Кањонот е туристички атрактивно место, особено поради карстните паштери. Мостот е проектиран во непосредна близина на најпознатата пештера Врело. Пештерата е надводна и подводна, со длабочина од 212m и е најдлабоката пештера на Балканот, втора по длабочина во Европа. Мостот треба да претставува единствена комуникација кон пештерата од пристапната патеката од левата страна на кањонот. Во моментот единствен начин за пристап кон атрактивната пештера Врело е по вода, со помош на чамци.

Поради непристапноста на локацијата, избрано е решение за конструкција која овозможува конзолна грдаба. Исто така, поради ограничениот транспорт (по вода), елементите од мостот се проектирани за лесен транспорт и со можност на непречено маневрирање во малиот простор. Целата конструкција е предвидена како поцинкувана, а сите врски се монтажни со обични завртки. Мостот е проектиран да се вклопи во природната околина.

2. КОНСТРУКЦИЈА НА МОСТОТ

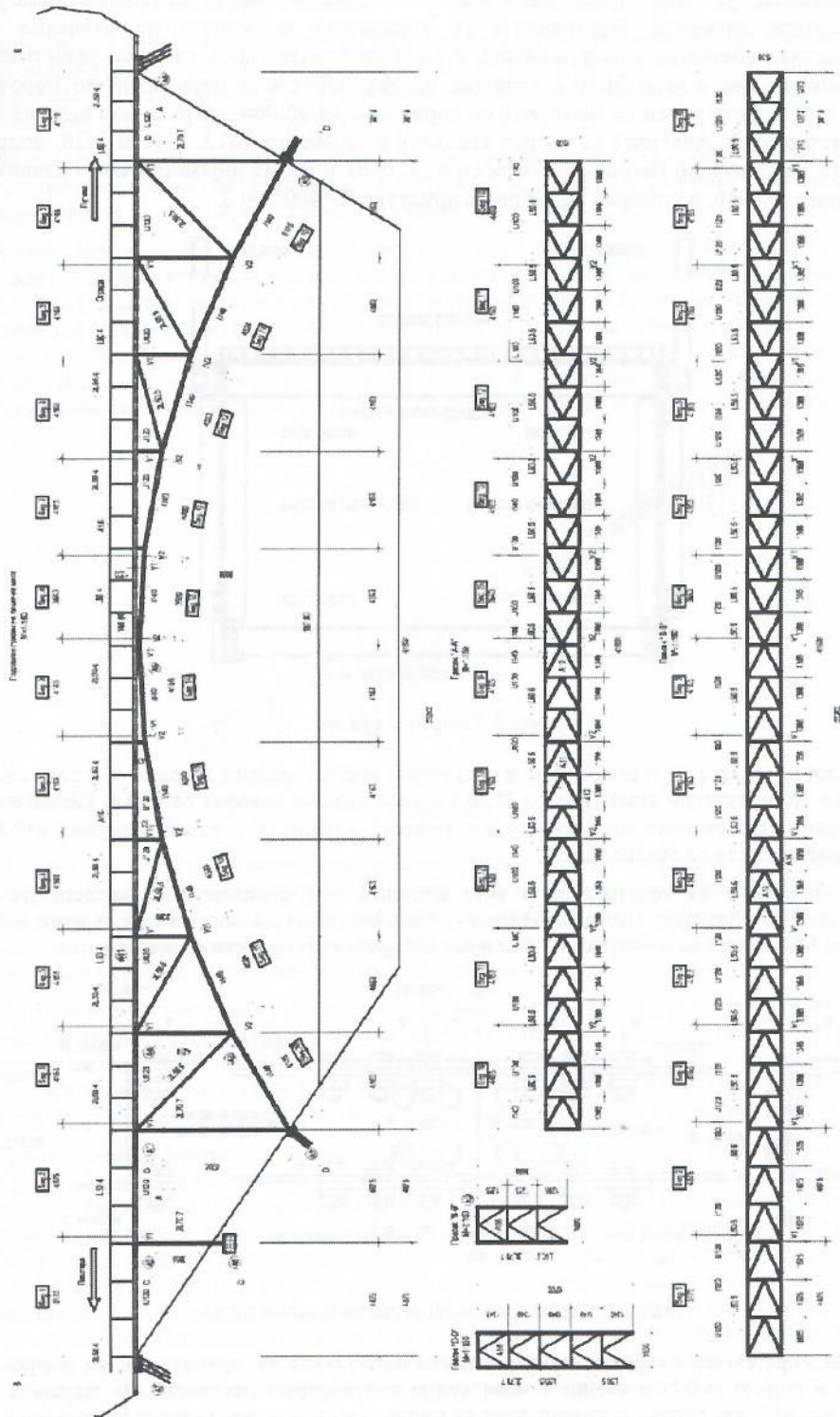
Мостот претставува монтажна челична конструкција, со монтажни сегменти кои овозможуваат транспорт со чамец. Големината и тежината на сегментите се проектирани да овозможат транспорт и монтажа од работници со помош на тирфори. Од тие причини сите врски се проектирани со примена на обични завртки со квалитет 5.6. Врските овозможуваат фази на изведба која одговараат на тешко достапниот терен. Начинот на изведба е конзолен во фази, составен од 15 сегменти. Конструкцијата е четирипојасна решетка исплетена со хоризонтална и вертикална исполна.

Во прва фаза е изведбата на темалната конструкција. Најголемиот предизвик, при проектирањето на мостот, представува фундарањето во карпестата маса. Фундирањето е извршено преку армирано-бетонски блок анкеруван во карпестиот масив. Локалните прснатини се исполнуваат со цементно млеко и/или малтер. Во ушлицениот карпст масив се отвараат отвори за анкери во кои истите се поставуваат и се исполнуваат со ексмал, на крај шлицот се армира и бетонира. Столбовите се анкеруваат на армиранобетонскиот блок.



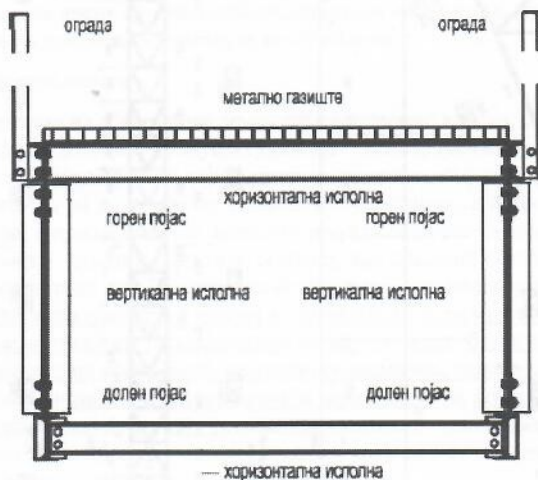
Слика 1. Фази на монтажа на мостот

Конструктивниот челик е С.0361 (S235), а како пресеци користени се топовалани профили. Горниот појас на решетката конструкција е составен од U120, додека долниот од П140. Вертикалната исполна е составена од вертикали и дијагонали составени од L профили (2L70.7 и 2L50.5). За хоризонтална стабилност на конструкцијата предвидена е хоризонтална плетка составена од хоризонтални и дијагонали. Во плетката на меѓу горните појаси хоризонталите се воедно и попречни носачи и се проектирани од П120. Дијагоналите се проектирани од L50.5. Во плетката меѓу долните појаси се користат U100 како хоризонтала и L50.5 како дијагонала.



Слика.2. Диспозиција на мостовска конструкција

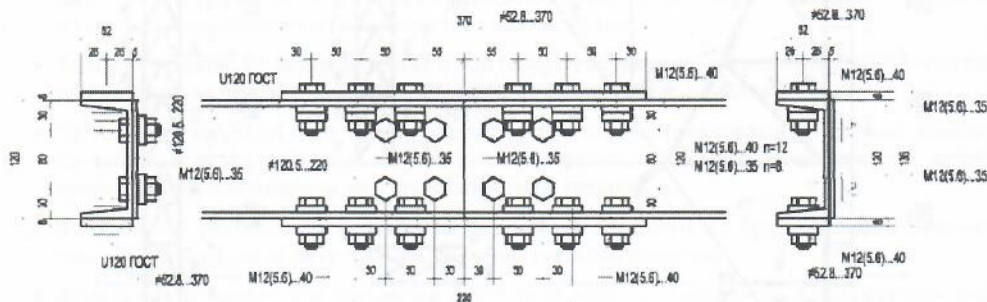
Хоризонталите ја дефинираат должината на извивање околу послабата оска на притиснатите елементи. Вертикалите ја дефинираат должината на извивање на притиснатите елементи околу појаката оска. Столбовите, исто така, се решеткасти составени од два појаси 2L70.7, исполна од хоризонтали и дијагонали со поречен пресек L50.5. Сите врски се монтажни со користење на обични завртки со квалитет 5.6 и дијаметар M12. Анкерите се од ист квалитет и дијаметри M12, M16 и M20, додека анкерите на армирано-бетонскиот блок се од С.0361 и имаат дијаметар Ø40. Квалитет на бетонот е МБ30, и армиран со ребраста арматура RA400/500-2.



Слика 3. Попречен пресек

Во деталот за врска меѓу горниот појас и попречниот носач, вграден е и држач за ограда која е составена од вертикални столбчиња од 2L50.4 и хоризонтален ракофат од L50.4. Газиштето е преоктирано како челично составено од т.н. гитерост - скаресто поврзани лимчиња ≈ 40.3 и образуваат квадрати од 50x50mm.

При фабрикување на конструкцијата сите елементи кои произлегуваат од деталите се заваруваат и обработуваат. Потоа елементите се транспортираат до цинкара каде се врши топло цинкање. Монтажата на конструкцијата се врши исклучиво преку врски со завртки.



Слика 4. Карактеристичен детал на горниот појас

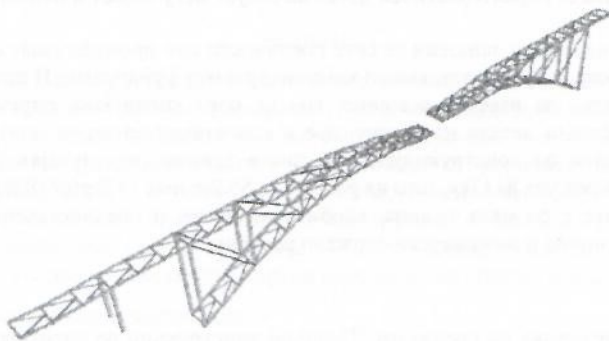
На слика 5 претставен е карактеристичен детал за наставување на горниот појас со завртки на реброто и појасот (M12) и спојни лимови кои ја континуираат носивоста. На завртките од појасот има належна плочка за израмнување на косината и овозможува целосно налегнување.

3. АНАЛИЗА НА КОНСТРУКЦИЈАТА И ВРСКИТЕ

Мостовската конструкција е анализирана на тродимензионален математички модел изработен со линиски „frame“ елементи во програмскиот пакет SAP2000. Моделот е изработен со модулот "nonlinear staged construction" кој се користи при анализа со фазите на изведба. Товарите на конструкцијата се поделени во две фази.

Во првата фаза (фаза на монтажа) како товари кои дејствуваат на конструкцијата, земени се сопствената тежина на челичната конструкција и товар од работник кој се наоѓа на најнеповолна положба при монтажата (на крајот од конзолите).

Во втората фаза (фаза при експлоатација) како дополнителни товари се останатите постојани товари кои дејствуваат на мостот, а тука спаѓаат газишната плоча која е предвидена како челична (во вид на скара) и оградата, снег, ветер кој дејствува попречно на мостот, корисниот товар (печаци) и сеизмика. Направена е споредба на силите од ветер и сеизмика и докажано е дека силата од ветер е за 37% поголема од силата од сеизмика. Пресметката на носивоста и стабилноста на носечките елементи од мостот е извршена према важечката техничка регулатива на Р.Македонија за ваков вид на објекти (стандади, препораки и прописи).



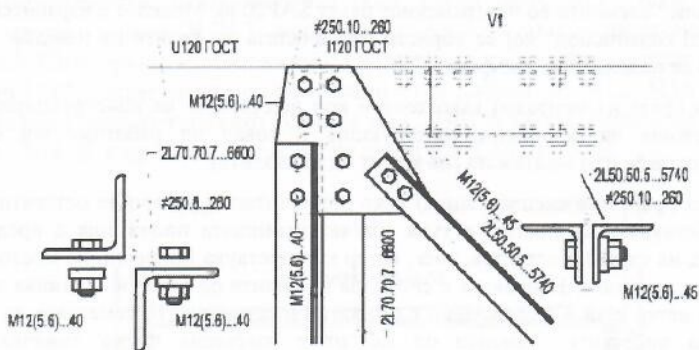
Слика 5. Математички модел

На слика 5 е претставен математичкиот модел (деформирана состојба) во фаза пред спојување на двете страни од конзоланта градба. Во оваа фаза најнеповолните влијанија произлегуваат од сопствената тежина и тежината од работник со опрема. Конструкцијата во оваа фаза работи како статички систем конзола. При спојувањето на двете страни од конструкцијата статичкиот систем се менува, а со тоа и начинот на дистрибуција на влијанијата низ елементите.

Во челичните конструкции врските го дефинираат системот и начинот на распределба на влијанијата во елементите. Поради таа причина, при проектирањето на мостот, обрнато е посебно внимание при изборот и конструирањето на врските и спојните средства. Секоја од врските е посебно конструирана и анализирана од сите влијанија. За сите споеви пресметани се соодветни дијаметри на завртките како и големината и дебелината на спојните лимови.

Врските се конструирани и анализирани со аксијален и ротационен капацитет. На слика 6 е претставен карактеристичен детал на јазел каде вертикалата и дијагоналата се спојуваат со појасот. Врската е конструирана со помош на јазлов лим кој преку четири завртки е фатен за реброто на горниот појас. Вертикалата составена од 2L профили е конструирана така да има максимална крутост (а со тоа минимална витост). Дијагоналата, како затегната, е составена од 2L профила свртени еден према друг. И двата елементи се поврзуваат за крилниот лим, вертикалата со четири (по два за секој профил) завтки, а дијагоналата со две завтки. Осовините на вертикалата, дијагоналата и појасот се сечаат во една точка, што значи дека во врската не постои ексцентричност. Завртките се пресметуваат према носивоста на смолкнување, додека дебелината на лимот се усвојува према капацитетот на носивост на притисок по ободот на

завртката ("bearing capacity"). Концептот на останатите јазли на спојот меѓу исполната и појасите е сличен како и прикажениот на слика 6.



Слика 6. Карактеристичен детал на спојот меѓу појсот и исполната

При проектирање на мостот запазени се сите поединости кои произлегуваат од непристапноста на теренот, можноста за транспорт, како и комплицираното фундаирање. И покрај тоа, добиено е рационално и реално за изведба решение, кое не бара специјална опрема за изработка и монтажа, со едноставни детали на анкерување и едноставни врски за монтажа на поедините елементи и сегменти од конструкцијата. Вкупната тежина (вклучувајќи ги сите елементи, плочки и анкери) изнесува 8113kg, што на распон од 55.2m има 147kg/m³ (92kg/m²). Евидентно е дека конструкцијата е со мала тежина, вообичаени врски и поедноставена изведба, со што претставува економично и инженерско одржано решение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Печатени предавања по предметот "Челични конструкции во високоградба" кој се држи на додипломските студии при Градежниот факултет - Скопје, од авторот Проф. д-р Петар Цветановски, дипл.град.инж.
- [2] Атанас Филиповски, Основи на челични конструкции, Скопје 2004.
- [3] В. Zaric, D. Budzovac, B. Stipanec, Celicne konstrukcija u gradzevinarstvu, Gradzevinska knjiga, 2000.
- [4] Eurocode 3: Design of steel structures, Part1.1, Part1.2, Central Committee for Standardization.