

ОПЫТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МОСТОВ ПОСЛЕ НАВОДНЕНИЯ В ЧР

Верослав Каплан

veroslav.kaplan@gmail.com

**Университет обороны, г. Брно
ЧР**

Ключевые слова: наводнения, мосты, несчастных случаев

Резюме: В ЧР при восстановлении мостов после наводнения используется несколько типов временных мостов. Наиболее распространены мосты системы „MS”. В 2011 году на таком мосту случилась авария, в статье анализируются причины этой аварии.

Система мостов „MS”.

Мосты системы „MS”(в переводе сокращение MC означает первую буквы слов мостовой комплект) являются решетчатой (сквозной) фермой с ездой по низу. Ширина проезжей части из волнистой жести (волнистого металлического листа) 4 метра. На мосте разрешена только одна полоса движения. Грузоподъемность пролетного строения 18 м – 40 тон, пролетного строения 27 м – 33 тон. Конструкция моста позволять использование пролетного строения с 3 до 33 метров. На практике используются мосты с максимальным пролетом 27 м. Для удобства перевозки и скорости монтажа, конструкция фермы состоит из двух типов блоков длиной 3 м. (блок крайний(побережный) и блок средний). Монтажа моста проводится в течении нескольких часов. Пролетное строение всегда собирается на берегу. Мост устанавливается в проектное положение мощным краном или установлен с методом продольной надвигки.



Фото 1. Мост системы „MS”.

Преподаватели и студенты кафедры Инженерных сооружений Военной Академии ЧР, после реорганизации Университета Обороны принимали участие в восстановлении мостов после наводнения с 1998 года. С 1998 по 2010 г. произошло в ЧР сем наводнений, при которых разрушались мосты. За эти годы, по проектам кафедры было построено более 700 метров временных мостов.



Фото 2. Строительство моста системы „MS”

На основе опыта наводнения 2002 г. разработана методика восстановления снесенного или поврежденного моста. Армия восстанавливает мосты только в случае объявления стихийного бедствия правительством ЧР. Местные власти просят о помощи через губернатора, который посылает просьбу в министерство транспорта. Координационный совет одобряет или не одобряет необходимость восстановления моста в данном месте.

В случае одобрения, поступает заявления командующему инженерной бригадой, и он дает приказ на проектировку моста. (Сотрудники кафедры в случае стихийного бедствия переходят в подчинение командующего инженерной бригады). На место бедствия выезжает группа военных геодезистов, которая составляет цифровой модель местности. В эту модель сотрудники кафедры помещают цифровой модель моста. Далее составляют проект для строительства моста. За разработку этой методики кафедра в 2002 г. получила международную оценку за использование современных технологий в проектировке „Computerworld Honors – Medal of Achievement“.

Наводнение 2010 года

В днях 7-ого и 8-ого августа 2010 в северной Чехии прошли ливневые дожди, которые вызвали молниеносное наводнение. Наводнение нарушило транспортную инфраструктуру в двух районах. Инженерные войска ЧР получили приказ восстановить мосты на пострадавшей территории в сроке с 8.8.2010 по 30.9.2010. Требовалось восстановить 19 мостов. Большинство мостов было пролетом до 21 м. Только мост в деревне Вистка и мост в городе Храстава имели пролет 42 м. В д. Виска было решено построить мост из системы тяжелого мостового комплекта. Местные власти г. Храстава требовали поставить любой мост, но сроком не позднее 31-ого августа из за необходимости пропуска школьных автобусов.

Восстановление моста в г. Храстава

При восстановлении территории района в г. Храстава был для движения армейских подразделений построен военный мост типа АМ-50, по которому не

разрешено движение гражданского транспорта. Местных власти требовали разрешить пропуск грузовиков. По наставлению к эксплуатации моста, это запрещено. Но было принято снять охрану моста и движение на мосту не контролировать. Этот уступок, вызвал колоссальные последствия, но мы этого тогда не понимали.

Был спроектирован мост из системы тяжелого мостового комплекта, проектировка этого моста длилась примерно 5 дней. Время возведения этого бы длилось не меньше 10 дней. Но мосты из системы тяжелого мостового комплекта, строятся после окончания строительства мостов из мостовой комплекта. Построить мост до конца августа было не возможно. Староста требовал, через губернатора и министра обороны, что армия построила мост до начала учебного года, т.е. до 1.9.2010. На временном мосте не предусмотрено возведение тротуаров. По требованию мы уменьшили ширину проезжей части из 4,0 метров на 3,0 метра, и на проезжую часть положили дорожные панели шириной 1,0 м.

Староста был предупрежден, что мы умеем мост построить, но с грузоподъемностью только 40 тон, при максимальной нагрузке на ось 10 тон. Было ему указано, что грузовики, проезжающие по мосту имеют нагрузку на ось около 12 тон. Было сказано, что городская полиция будет контролировать проезд транспорта по мосту, а это условие будет соблюдено.

Был сделан новый проект, где в место моста с пролета 42 м, были спроектирован двух пролетный мост с временной опорой с длиной каждого пролета 21 м. По наставлению [1], [2] разрешено максимальная нагрузка на ось 10,3 т.

Мост был построен 24.8.2010. Следующий день 25.8.2010 после испытания моста (только контроль отношения вызванных прогибов, с теоретически определенной деформации пролетного строения).



Фото 3. Испытание моста - нагрузка кран типа AD 28

Прямо в проекте моста было требовалось проведение технических осмотров моста с периодом один месяц. Что бы работники группы техосмотра не забыли, что-то проверить в проекте был указан порядок проведения техосмотра, особенно было указано контролировать

- Состояние все соединений
- Контроль отдельных блоков пролетного строения – появление деформации отдельных частей

- Визуальный контроль сварных соединений, особенно швов угловых соединений
- Положение пролетных соединений на опорных плитах (центральное положение, горизонтальность опоры, состояние деревянных прокладок, равномерность оседания рамповых наездов на мост)
- На средней опоре (оседание, горизонтальность ее положения, затяжку гаек)
- Определить, если при движении транспорта по мосту не происходят вибрации пролетного строения или его частей
- Состояние антикоррозионной защиты пролетного строения
- Состояние проезжей части, ее чистоту
- Нивелирный контроль положения моста
- Состояние и наличие дорожных знаков

У всех обнаруженных неисправностей, требовалось их не медленное устранение и приведение моста в проектное состояние.



24.8.2010



18.7.2011

Фото 4. Грузоподъемность моста 40 тон и запрещено въезду машин с нагрузкой больше 10 тон/ось

Авария моста

В вечером субботу 16.7.2011 к обрушению проезжей части моста по задней части грузовика. После его подъема, водителю было разрешено продолжать в пути. Контрольное определение веса грузовика и нагрузки на отдельные оси не определилось. В понедельник 18.7.2011 я сделал осмотр моста, констатировал его аварийное состояние и запретил его дальнейшую эксплуатацию.

Основным типом повреждения был усталостный перелом сварных соединений * швов угловых соединений проезжей части и продольных балок моста (Рис. 5 - 7)



Фото 5. Начало повреждения



Фото 6. Развитие трещины до продольной

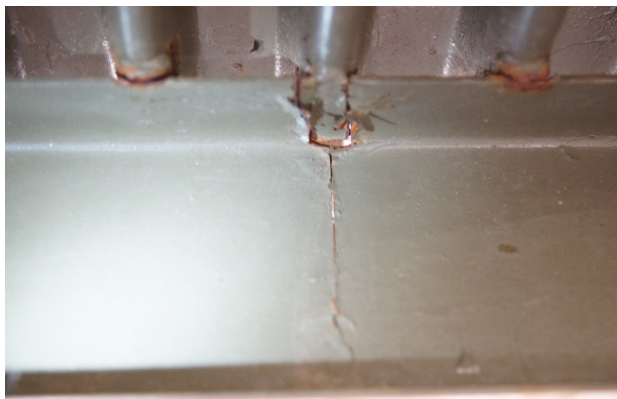


Фото. 7а, в. дальнейшее развитие трещины до перелома продольной балки

После аварии я пытался определить число нагрузочных циклов. Было определено, что городская полиция не контролировала движение на мосту, и по мосту в течении недели проехало не меньше 450 грузовиков. За 46 недель (с 25.8.2010 по 16.7.2011) по мосту проехало 20 700 грузовиков. Если только половина грузовиков (более вероятно, что все) была перегружена с нагрузкой на ось более 10 тон- то пролетное строение было перегружено не меньше 10 000 разов, поскольку у грузовиков три задние оси то отдельные блоки пролетного строения были перегружены 30 000 раз.

О постоянной перегрузке моста свидетельствует продольный крен (потеря устойчивости) продольных балок (фото 8)



Фото 8а Потеря устойчивости двойной продольной балки



Фото 8в. Потеря устойчивости продольной балки

Анализ пролетного строения мостового комплекта типа „MS“

Математическое моделирование стадного блока пролетного строения типа „MS“ сделано на точном геометрическом 3D миделю в программной системе ANSYS.5,

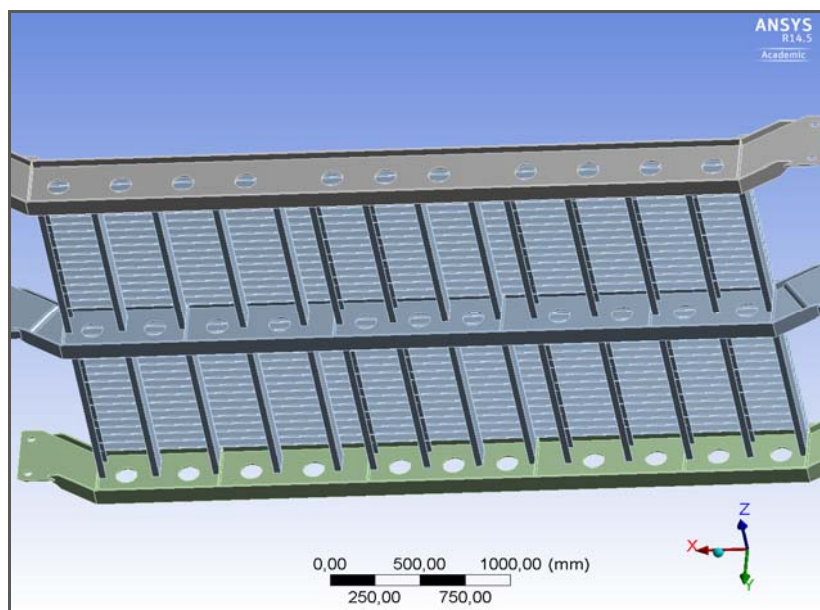
Модель сделан в Autodesk Inventor.

Моделирование сделано для нагрузки 10 тон/ос, геометрия нагрузки введена в соответствии с нормативом EN 1991-2 Zatížení mostů dopravou.. расчет сделан только линейный.

Конструкция намоделирована из четырехгранников. Количество элементов 3,084 миллионов и количество степеней свободы 17,9 мил. Контакт между попересной и продольной балкой типу „bonded“ – т.е. что контакт вел себя как сварное соадинение.

Расчет сделан на рабочей станции HP Z800 и длился примерно 40 минут

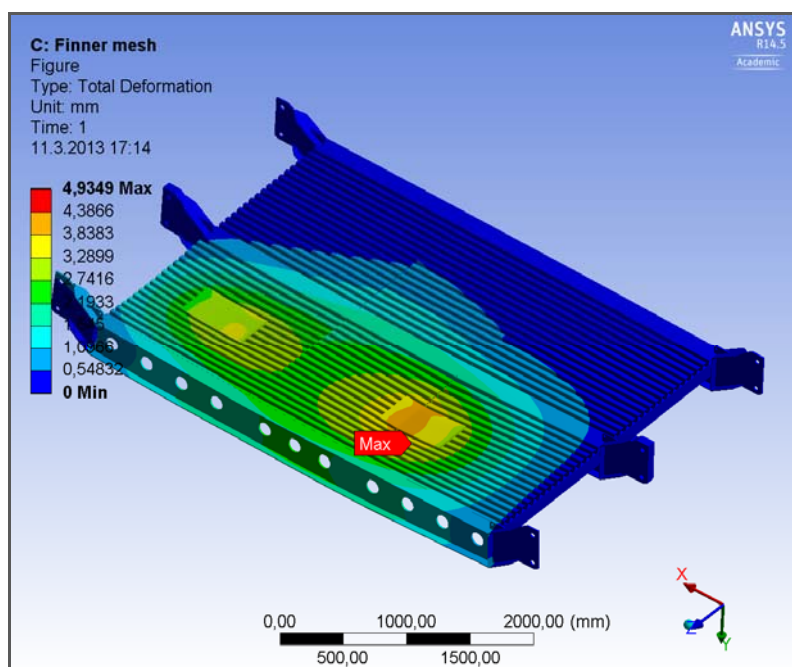
На следующих рисунках 10-13 приведены основные результаты.



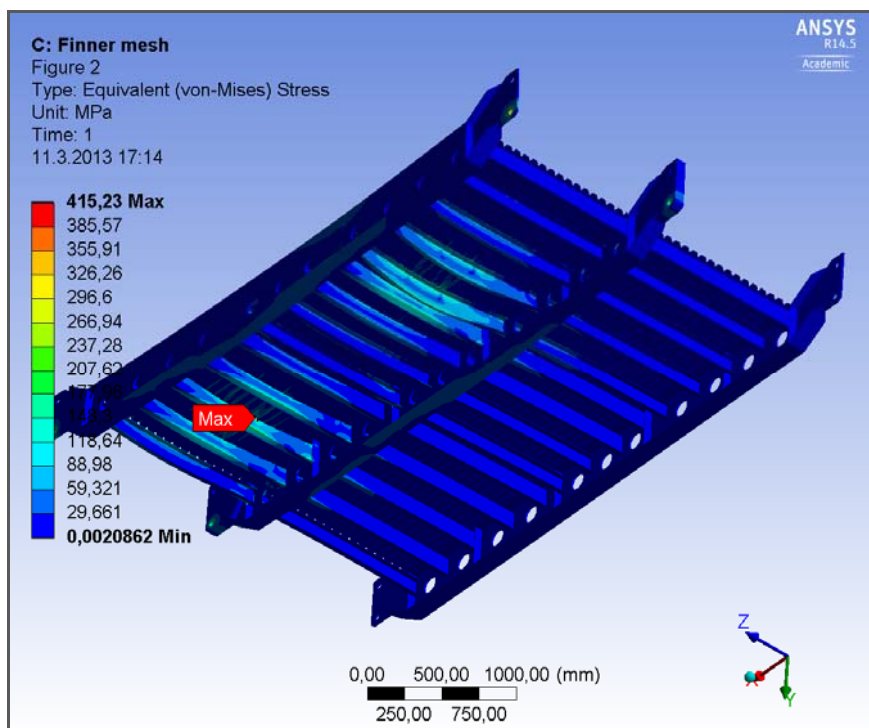
Обр. 9. Модель среднего блока (продольней и поперечные балки и проезжая часть)

На основе результатов можно сделать следующие заключения

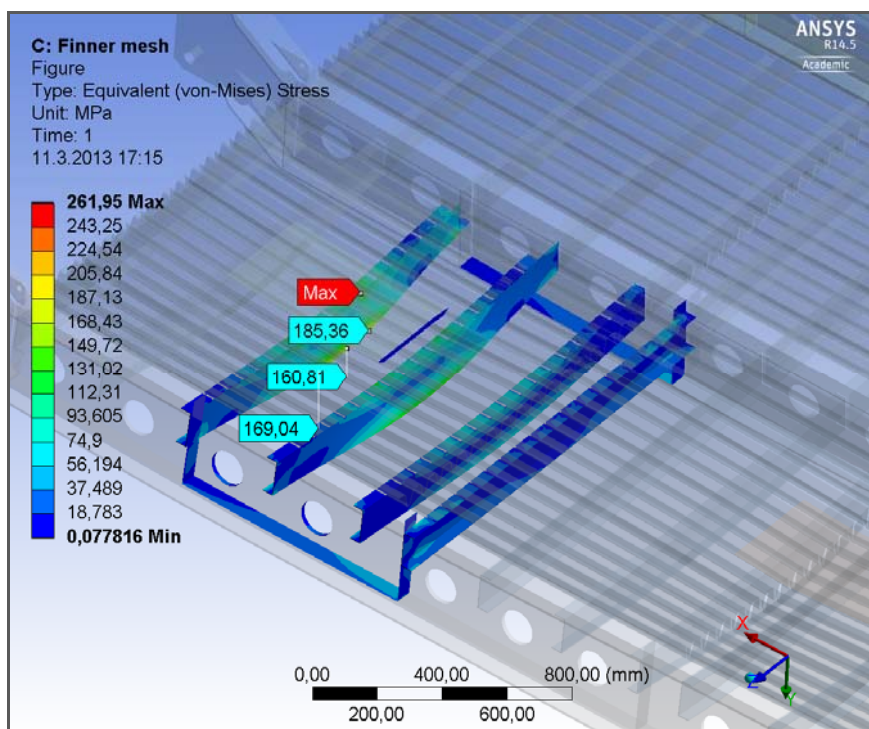
Осевую нагрузку 10 тон/ос проезжая часть переносить. Конструктивное решение соединения проезжей части и продольной балки с помощью гусеницы сварного углового соединения является как минимум не удачным. Но с другой стороны обеспечивает перераспределение нагрузки на несколько продольных балок. Применение тротуара на мосту, только не значительно повлияло на напряжение в продольных балках пролетного строения. На с другой стороны тротуар сузил проезжую часть моста и вся нагрузка проходили в той же полосе.



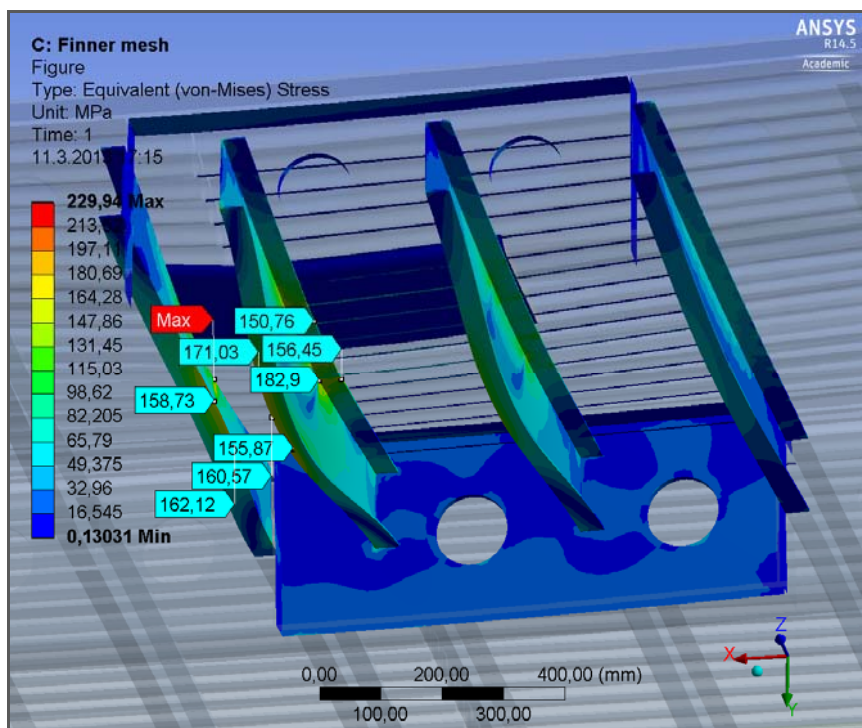
Обр. 10. Пригив блока пролетного строения типа „MS“ - max = 4,9 mm



Обр. 11. Напряжени в блоке пролетного строения типа „MS“ - max=415 МПа
в месте соединения проезжей части и продольной балки



Обр. 12. Детал напряжения на нижнем поясе продольной балки max= 185 МПа



Обр. 13 . Детал напряжения на продольной балке рядом с тротуаром $\max = 170 \text{ MPa}$

Закключение

Авария моста в г. Храстава однозначно произошла по причине постоянной и долгосрочной перегрузки моста. Нагрузка на мост была минимально на 20 % выше расчетной (при осевой нагрузке 12 тон). Вполне возможно, что по мосте проезжали и грузовики с нагрузкой 14 тон/ось. Постоянная нагрузка выше расчетной и привела к возникновению усталостных трещин и их быстрому развитию.

Не проведение периодического техосмотра моста, привело к не обнаружению усталостных повреждений в их начальной фазе.

Литература

- [1] Technické podmínky používání provizorních mostů z mostové soupravy MS v civilním sektoru. MDS – OPK čj. 24911/96-120
- [2] TP 90 Používání provizorních mostů z mostové soupravy z MS v civilním sektoru. Pontex, Praha 1996
- [3] HOBST: Provizoria dopravních staveb. ČKAIT, Praha 1999.
- [4] Žen-24-9. Mostová souprava MS. Služební předpis MO, Praha 1965.
- [5] Soušek, R., Maňas, P., Novák, L., Mimořádné události a jejich vliv na prvky silniční infrastruktury. Logistika 11-05

EXPERIENCE IN BRIDGE RESTORATION AFTER THE FLOODS IN THE CZECH REPUBLIC

Veroslav Kaplan

veroslav.kaplan@gmail.com

*University of Defence, Brno,
CZECH REPUBLIC*

Key words: *floods, bridges, accidents*

Abstract: *Several types of temporary bridges are used in bridge restoration after the floods in the Czech Republic. The most common are the bridges from the system "MS". In 2011 an accident happen on such bridge and this article discusses the causes for the accidents.*

ОПИТЪТ ПРИ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА МОСТОВЕТЕ СЛЕД НАВОДНЕНИЯТА В ЧЕШКАТА РЕПУБЛИКА

Верослав Каплан

veroslav.kaplan@gmail.com

*Университет по отбрана, г. Бърно
РЕПУБЛИКА ЧЕХИЯ*

Ключови думи: *наводнения, мостове, аварии*

Резюме: *В Чешката република при възстановяването на мостовете след наводненията се използват няколко типа временни мостове. Най-разпространени са мостовете от системата „MS“. През 2011г. на такъв мост се случи авария и в настоящата статия се разглеждат именно причините за тези аварии.*