

Инновационные технологии

Ташкентский государственный
транспортный университет
Миралимов М. Х.,

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗОК В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Ташкент - 2025

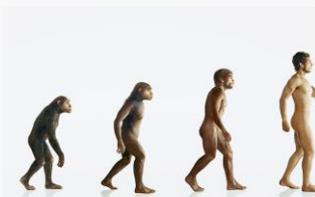


Актуальность исследований



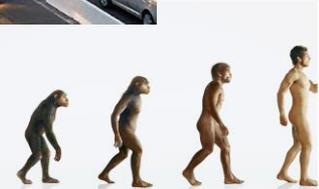
Неспособность улично-дорожной сети удовлетворять необходимым параметрам для обеспечения комфортного движения транспорта является одной из причин возникновения проблем на дорогах.

Запроектированные десятилетиями назад улицы были рассчитаны на другое число автомобилей. Необходимость строительства развязок движения в разных уровнях определяется требованиями обеспечения непрерывного, безопасного и комфортабельного движения транспортных потоков с высокими скоростями, что может быть достигнуто исключением пересечений транспортных потоков в одном уровне.

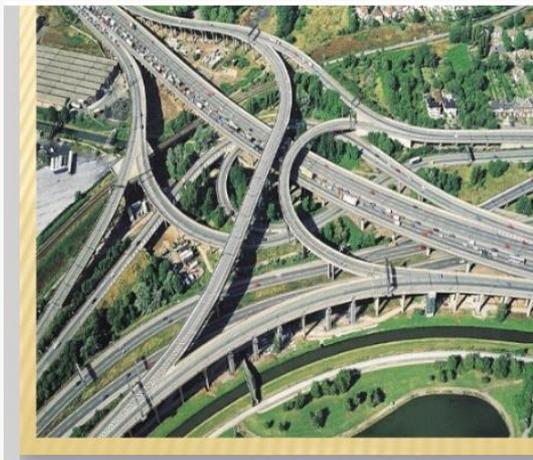


Актуальность исследований

- Доля городского населения растет с каждым годом. Автомобиль уже давно стал только средством передвижения с наибольшим комфортом, однако сложившаяся ситуация на дорогах снижает удобство поездок из-за часто появляющихся заторов.
- Сейчас уже нет возможности расширить дороги в пределах застроенной части города, поэтому необходимо выбирать другой путь решения данной проблемы. Он заключается в частном проектировании развязок для конкретных условий и транспортных пересечений в разных уровнях.



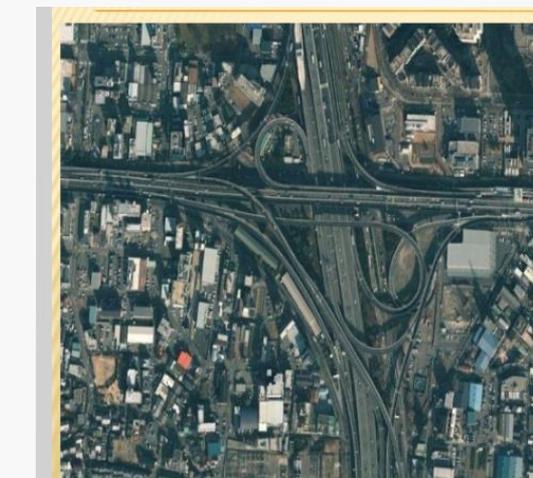
Многоуровневые транспортные развязки в мире в городских условиях



ПЕРЕКРЕСТОК
«СПАГЕТТИ»
(ВЕЛИКОБРИТАНИ
Я) ЗДЕСЬ 18
НАПРАВЛЕНИЙ
ДВИЖЕНИЯ И 6
УРОВНЕЙ ДОРОГИ



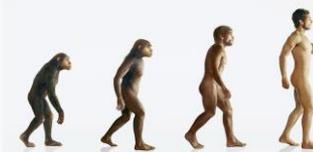
РАЗВЯЗКА ИМЕНИ СУДЬИ ГАРРИ ПРЕДЖЕРСОНА (ЛОС-АНДЖЕЛЕС, США)



МНОГОУРОВНЕВАЯ
РАЗВЯЗКА ПОД
НАЗВАНИЕМ «ПЕТ-
ХИГАСИ ОСАКА»,
ЯПОНИЯ



ОДИН ИЗ САМЫХ
БОЛЬШИХ
ВИНТОВЫХ МОСТОВ
В ШАНХАЕ. ЕГО
ДЛИНА — 8,000.
КАЖДЫЙ ДЕНЬ
ЗДЕСЬ ПРОЕЗЖАЮТ
БОЛЕЕ 120,000
АВТОМОБИЛЕЙ



Пример трехуровневой развязки в городе Ташкенте

- В Узбекистане проблемами транспортных развязок и исследованиями способов их решения занимаются такие организации как АО «Боштрпнслойиха», ООО «Йуллойиха бюроси», Ташкентский государственный транспортный институт по проектированию и строительству автомобильных дорог» и многие другие.
- На данный момент нет единых правил по проектированию транспортных развязок, имеются различные рекомендации, т.к. методика для быстрой оценки ситуации и предложения определенных вариантов разрешения не разработана. Как показывает практика, опыт построение одной развязки не может быть просто перенесен на другую местность в случае аналогичного возведения.





Строительство столь сложного комплекса невозможно было бы осуществить без развития материально-технической базы. Повышенные требования к качеству и экономичности производства продукции, включая внедрение стандартов ISO 9000, стимулировало развитие более тщательных и высоких технологий производства и методов исследований. Наличие современной строительной техники и оснастки дали строителям возможность сооружать опоры различной конструкции и уровня сложности. При этом были освоены как зарубежные, так и отечественные технологии монолитного строительства. Сейчас на автодорожных мостах, эстакадах и развязках активно применяют РОЧ (Резиновые Опорные Части). Они состоят из металлических пластин и вулканизированной резины. Забиваются в кассету и укладываются на опору. Количество рядов пластин и толщина подбирается исходя из нагрузки на опорную часть.

Опоры мостов возводятся из монолитного железобетона, с ненапрягаемой арматурой высокого класса, а покрытие проезжей части из плотного асфальтобетона, двухслойное, из мелко - и крупно-зернистой горячей смеси (4-6 см).

· Возведение ростверков, бетонирование тела опор и пролетных строений ведется с применением опалубки современной опалубки. Это очень технологичная оснастка многократного использования. Такие элементы значительно снижают стоимость конструкции. Стоит отметить, что опалубка легко комбинируется и допускает совместное использование местных и нестандартных деталей

Для сооружения фундаментов из БНС (Буро-Набивные Сваи) с диаметром более 0,6 м применяется технология "СФА" - бетонирование полым шнеком с последующим погружением арматурного каркаса в бетон столба. Проблема забивки свай в условиях городской застройки отпадает при применении современных станков, которые обеспечивают снижение динамического воздействия на основание, а следовательно и на близлежащие объекты. Все изделия снабжаются паспортами в установленной форме.

В процессе работы выполнен анализ действующих строительных норм, проектов новых отечественных нормативных документов, зарубежной информации по сейсмостойкости сооружений, теоретических исследований по математическому моделированию работы линейно-протяженных сооружений при сейсмических воздействиях. Внедрен антисейсмический узел в местах соединения опорных частей с пролетными строениями допускающий некоторые допустимые перемещения, как в продольном, так и в поперечном направлении оси моста для предотвращения концентрации напряжений в указанных конструкциях при землетрясениях.

В разра и составляет на данный момент несколько тыс. автомобилей в сутки, что является прорывом в плане решения транспортной проблемы городе. Строительство подобных транспортных развязок в городе Баку - это одно из лучших решений проблем, связанных с огромным потоком машин. Это позволит не только сократить число пробок, но и в значительной степени улучшить экологическую обстановку в городе.

**Эстакада на
транспортной
развязке Tbilisi
Avenue –
Salamzade
Street**







Эстакада на транспортной развязке Ziya Bunyadov – Ataturk District





Эстакада на транспортной развязке Tbilisi Avenue – Hesenbey Zerdabi





Подрядчик: Azerkorpu
ASC

Bridge characteristics:

Length = 276 m, 7
spans: 33 + 5x42 + 33 m,

Bridge type:
continuous beam

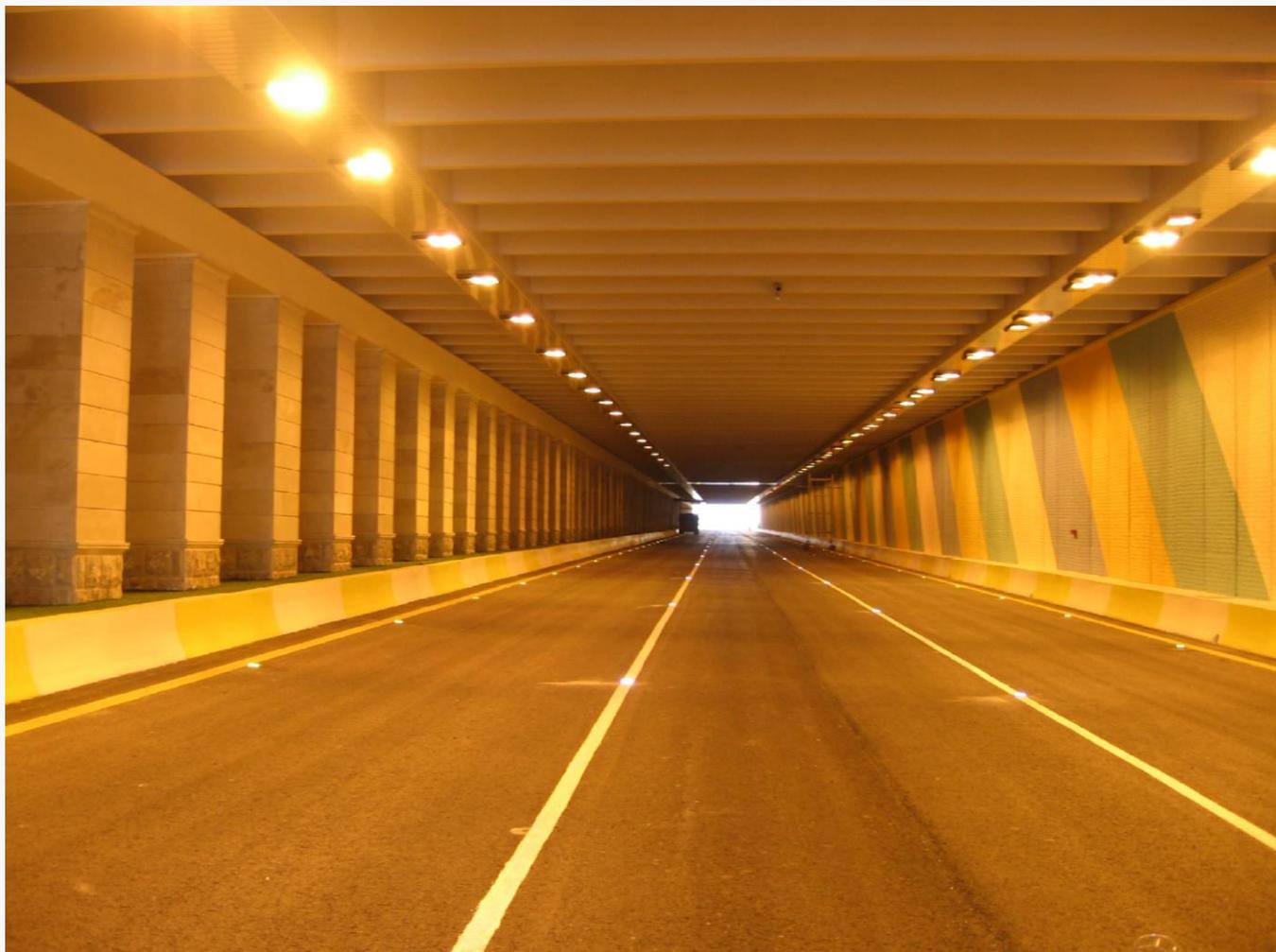
Post-tensioning system:
Russian technology,
SERVOTEST-SYSTEM (R)

First phase of casting
length is located 102 m
approximately at the middle
of bridge length. At this
phase the tensioning will be
from both sides, at the other
stages the tensioning will
be from one side only



- Total thickness of approaches, is 59 cm
They consist of the following layers:
- Asphalt wearing course (5 cm);
 - Asphalt binder course (7 cm);
 - Concrete B25 (22 cm);
 - Concrete B7.5 (5 cm);
 - and
 - Selected materials (20 cm).

Туннель на транспортной развязке Tbilisi Avenue – January 20



Временный проезд под строящейся эстакадой





Габарит эстакады $9 \text{ м} = 1 + 2 \times 3.5 + 1$ и технический тротуар 0.75 м .

Длина эстакады 309 м

Пролетное строение (ПС) эстакады из монолитного преднапряженного железобетона. Преднапряженное армирование пучками из 19-ти 7-ми проволочных прядей.

Основной плюс технологии, уход от доставки и установки крупногабаритных и тяжелых блоков ПС изготовленных на заводе. Пролетное строение изготавливают непосредственно на месте эксплуатации. Это упрощает и ускоряет возведение сооружения.



На пролетном строении установлены понтоны с водой для увлажнения уложенного бетона

Установлены каналообразователи, захватка готова к заводке высокопрочных прядей

Так выглядит захватка после заводки пучков высокопрочных прядей



Захваток на этой эстакаде всего 5 => $48 + 66 + 66 + 81 + 48 = 309$ м, на фото показана захватка длиной 66 метров. Захватка это участок пролетного строения который бетонируется за один прием



Проталкивание пряди



Через проём в опалубке видны опорные части, на которых будет стоять будущее пролетное строение













Проблемы в проектировании транспортных развязок

- Пересечения и примыкания автомобильных дорог в разных уровнях являются наиболее сложными узлами магистралей как с точки зрения проектирования, так и с точки зрения их строительства и последующей эксплуатации. Стоимость развязок движения в разных уровнях весьма высока.
- Многообразие местных условий на пересечениях и примыканиях (особенности плана и профиля пересекающихся автомобильных дорог, углы пересечений или примыканий, ситуационные особенности места пересечения, категории пересекающихся дорог и распределение перспективной интенсивности движения по направлениям, топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические условия и т.д.) предопределяет большое разнообразие возможных типов узлов примыканий и пересечений дорог в разных уровнях.
- В связи с этим вопрос создания современной технологии и методов проектирования пересечений и примыканий автомобильных дорог в разных уровнях является весьма актуальным.
- Так как в результате сравнения вариантов трудно определить наиболее предпочтительный вариант, следует принять решение проектировать развязку индивидуального проектирования. Это связано с тем, что на данном перекрестке уже имеется сложившаяся жилая застройка и проектировать приходится в сложных стесненных условиях, а у выбранного варианта съезды предполагается размесить на путепроводах, эстакадах и тоннельных переходах.
- Реализация современной технологии и методов проектирования развязок движения в разных уровнях на базе использования мощной компьютерной техники, оборудованной необходимыми периферийными устройствами, позволяет получать наилучшие проектные решения при минимальных затратах средств и времени на проектирование.



Проектные решения транспортной развязки на пересечении ул. Амира Темура с Ташкентской кольцевой автомобильной дорогой (Учкахрамон) Design of transport junction at the intersection of Amir Temur st. and Tashkent ring road (Uchkakhramon)

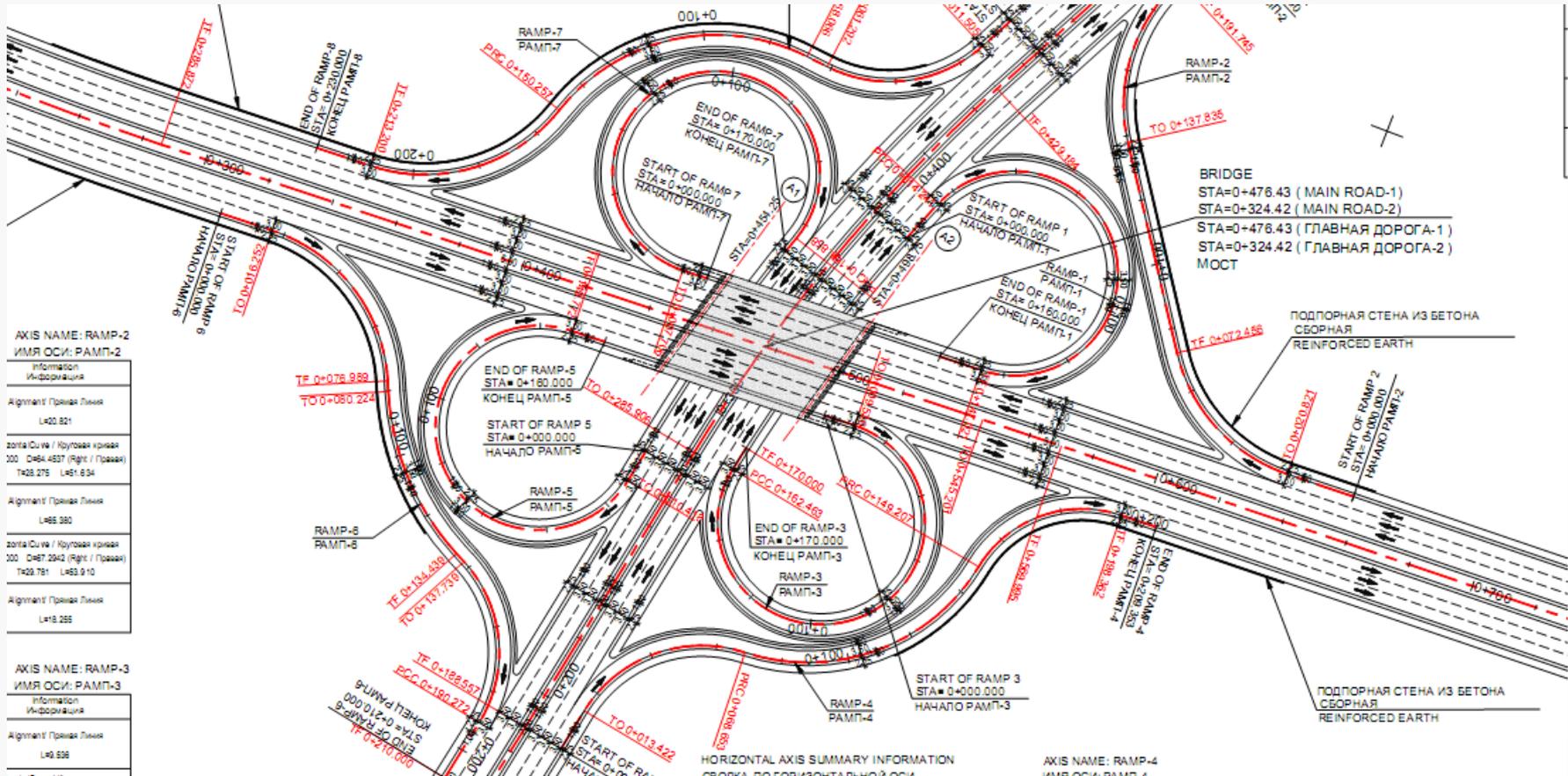


Часто при плотной застройке используется компактный вариант клеверного листа: «diamond interchange». Она отличается более сжатыми лепестками, предназначенными для перехода с одного направления на другое.



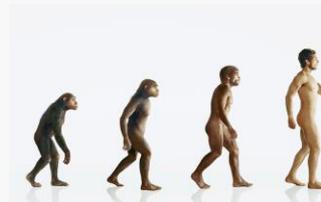
Проектные решения транспортной развязки на пересечении ул. Амира Темура с Ташкентской кольцевой автомобильной дорогой (Учкахрамон)

Design of transport junction at the intersection of Amir Temur st. and Tashkent ring road (Uchkakhramon)

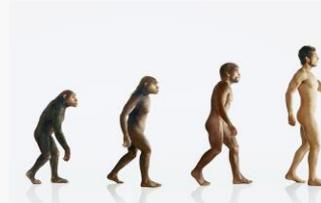
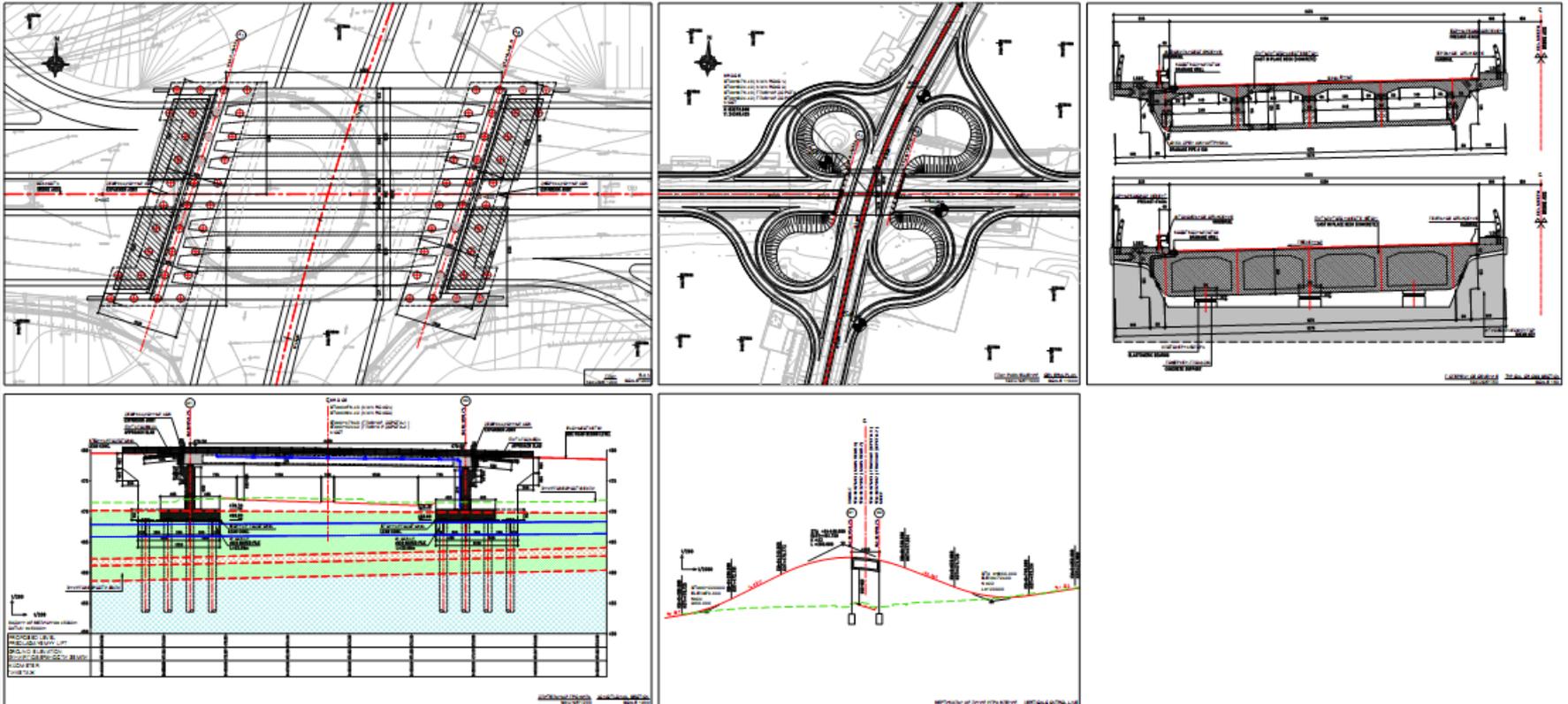


СОСТАВ ПРОЕКТА

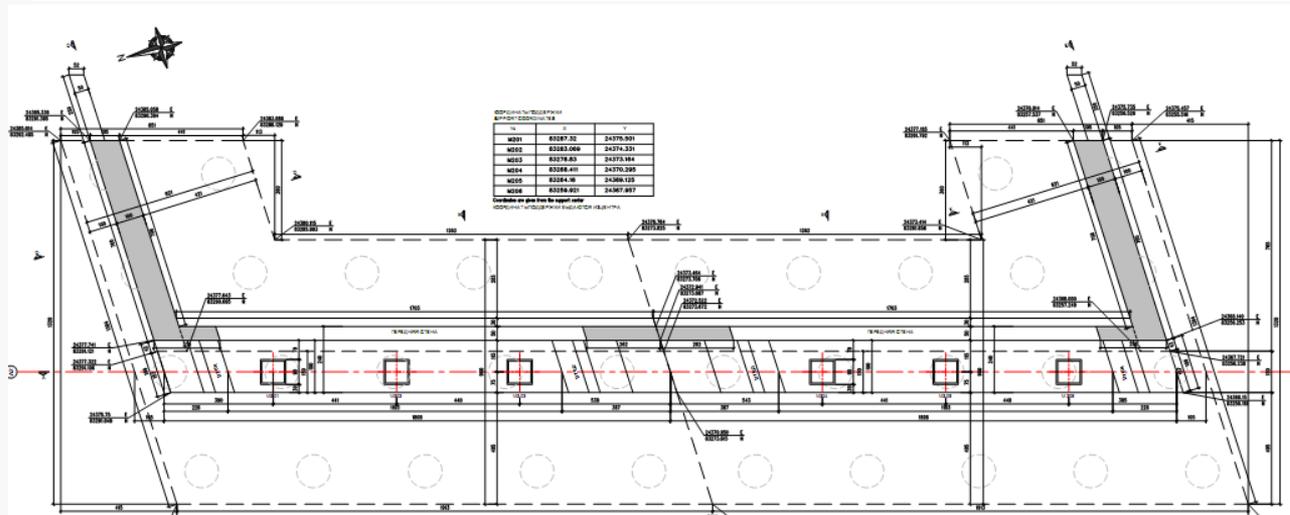
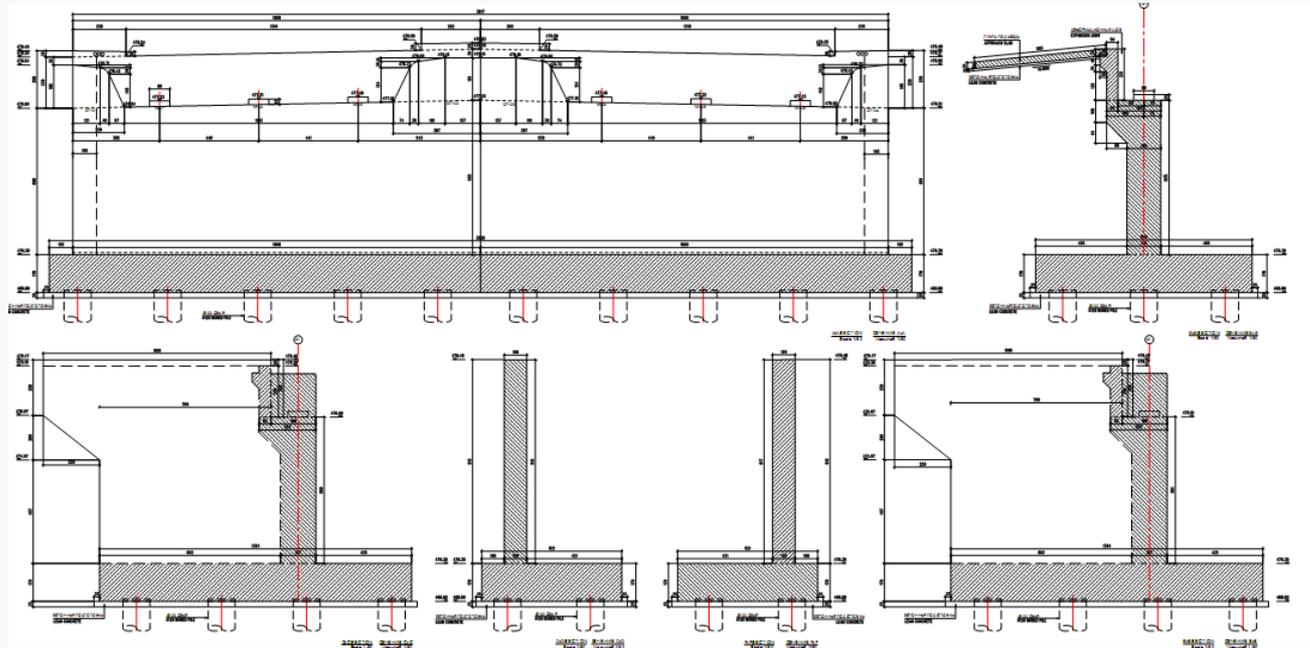
- План – Plan
- Продольный) профиль 1/2 - Longitudinal profile
- Продольный профиль 2/2- Longitudinal profile
- Поперечные профили- Cross profiles
- План применения (приложения) 2/2 – Application plan 2/2
- План применения (приложения) 2/2- Application plan 2/2
- План возвышений (высотных отметок) 1/5 – Elevation plan 1/5
- План возвышений (высотных отметок) 2/5– Elevation plan 2/5
- План возвышений (высотных отметок) 3/5– Elevation plan 3/5
- План возвышений(высотных отметок) 4/5– Elevation plan 4/5
- План возвышений (высотных отметок) 5/5– Elevation plan 5/5
- Основная дорога 1 – сечения – Main road -1 sections
- Основная дорога 2 – сечения- Main road -2 sections
- РАМП сечение (сечение РАМПЫ)– Ramp section
- Общие (Общий) план - General plan
- Детали арматуры ж/б свай – 30м –Reinforcement details of RC piles – 30m
- Опалубка боковой опоры по осям - Lateral support formwork A1 axis
- Детали опалубки настила (плиты пролетного строения) моста заливаемого на месте –
- Deck formwork details of cast-in-situ bridge
- Детали тендона (арматурного пучка)- Tendon details
- Детали арматуры ж. бетона залитого на месте - Reinforcement details of cast-in-situ reinforced concrete
- Поручень - Handrail
- Ограждение - Barrier
- Подробности - Details
- План дренажа – Drainage plan
- Профиль дренажа – Drainage profile
- План улучшения почвы – Ground improvement
- План подпорная стена (подпорной стены) из бетона модульная / сборная –
- Modular/ ready-built concrete retaining wall plan



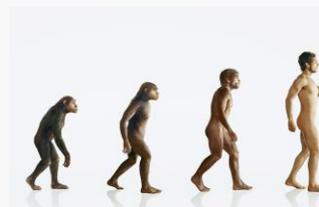
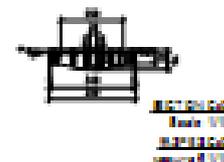
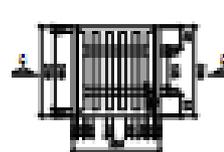
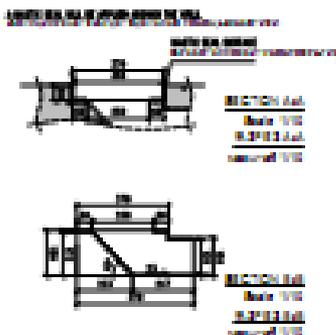
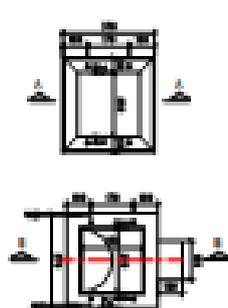
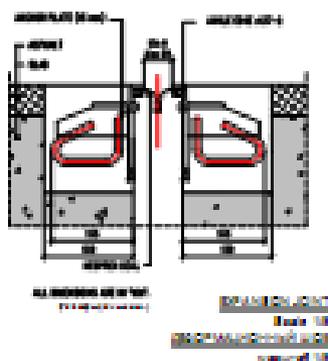
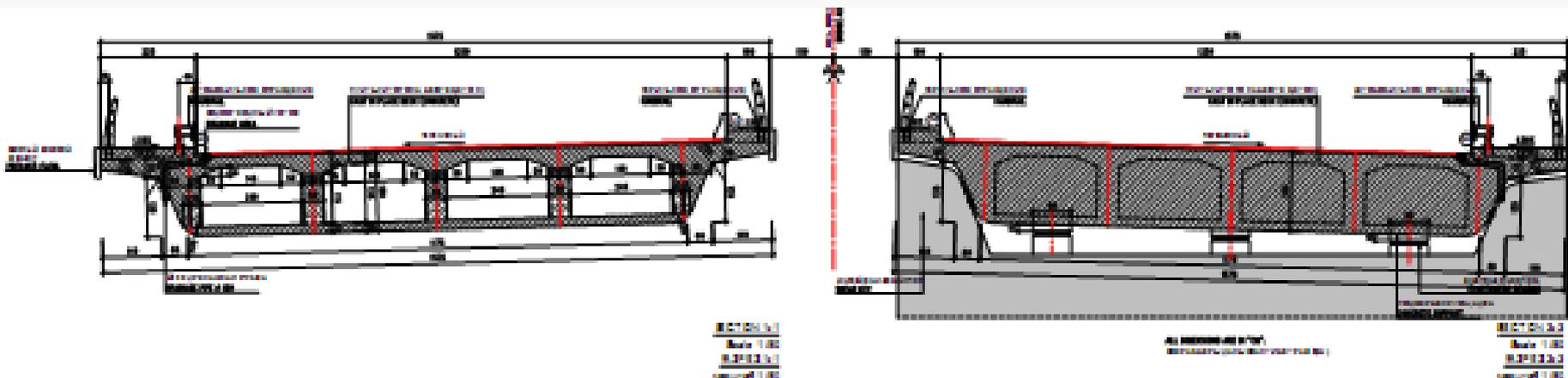
Расположение основных элементов



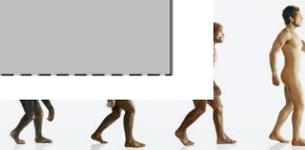
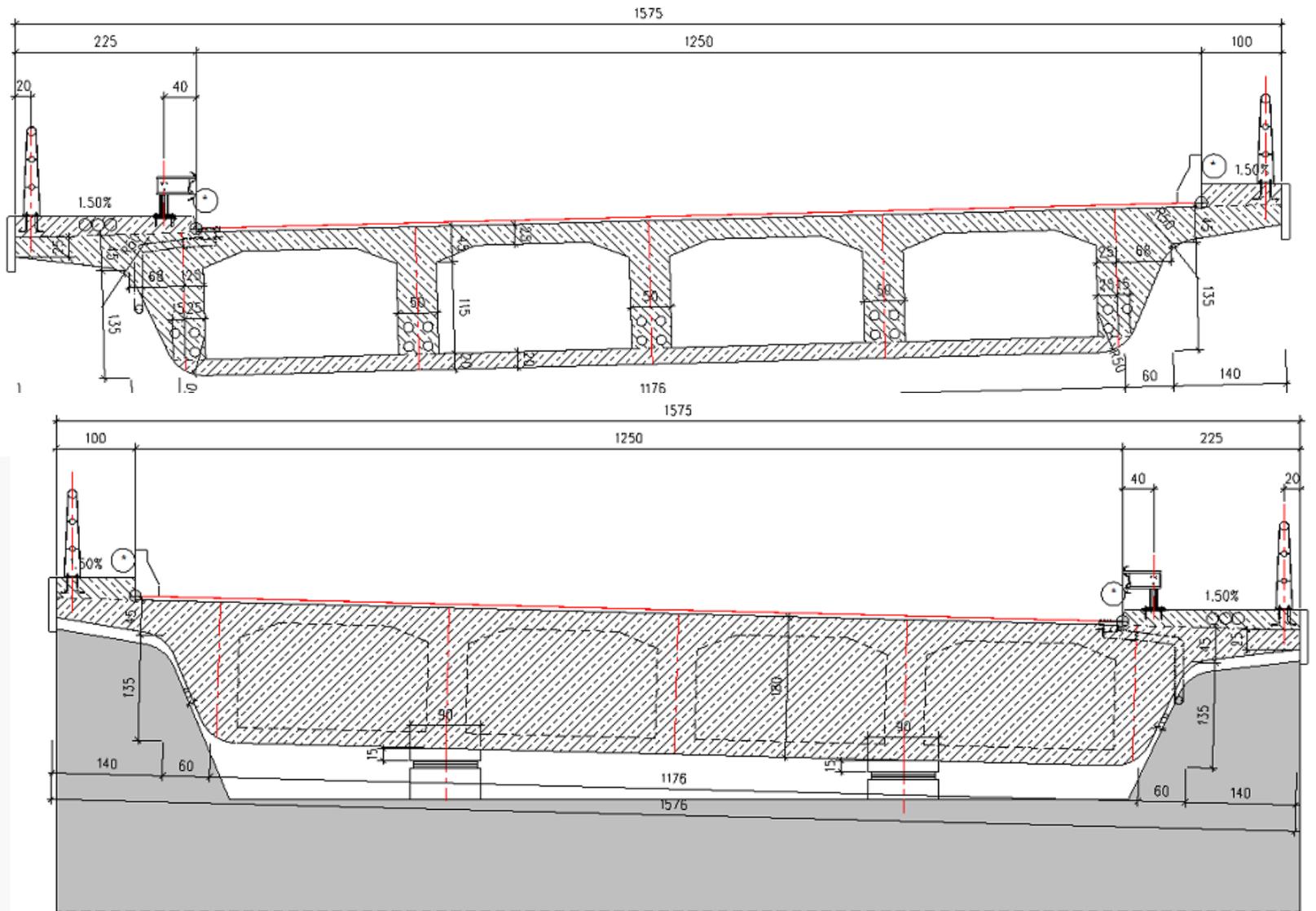
Расположение опор и подпорной стены



Опорные части и деформационные швы



Технология расчета основных элементов



Расчет по программе MIDAS CIVIL

Name : Code :

CEB-FIP(1990)

Characteristic compressive strength of concrete at the age of 28 days (f_{ck}) : kN/m²

Relative Humidity of ambient environment (40 - 99) : %

Notional size of member : m

$h = 2 * A_c / u$ (A_c : Section Area, u : Perimeter in contact with atmosphere)

Type of cement

Rapid hardening high strength cement

Normal or rapid hardening cement

Slowly hardening cement (S)

Age of concrete at the beginning of

Add/Modify Time Dependent Material (Comp. Strength)

Name Scale Factor Graph Options X-axis log scale Y-axis log scale

Type Code User

Development of Strength

Code :

$$f(t) = (f_{ck} + \Delta f) \exp\left\{s \times \left[1 - \left(\frac{28}{t_{eq}}\right)^{0.5}\right]\right\}$$

Mean compressive strength of concrete at the age of 28 days (f_{ck}+delta_f) : N/mm²

Cement Type(s) :

Show Time Dependent Material Function

Creep Function Data Type Creep Coefficient Shrinkage Strain

Graph Options X-axis log scale Y-axis log scale

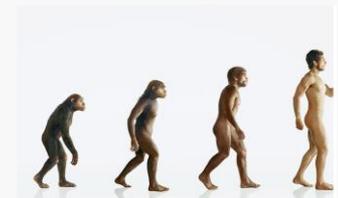
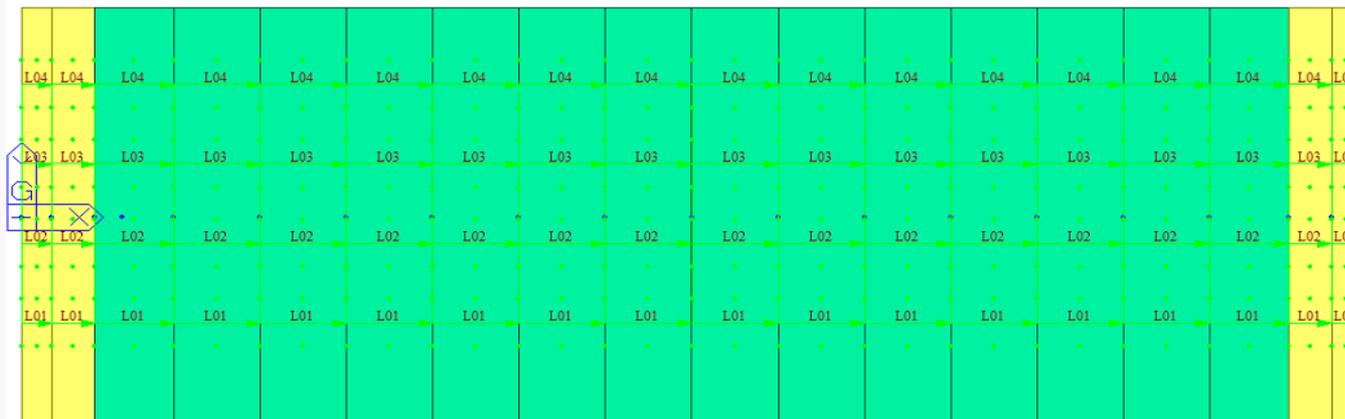
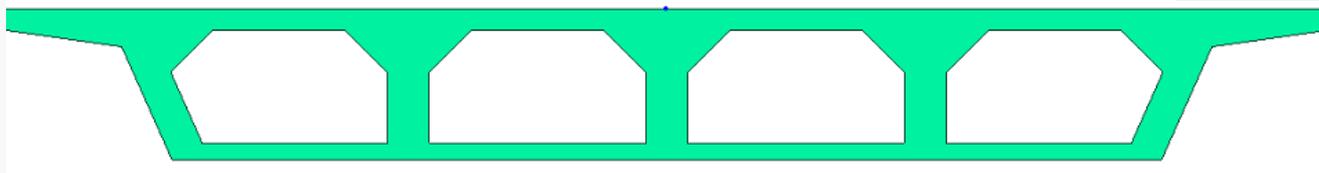
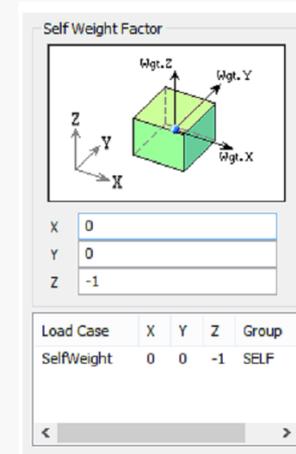
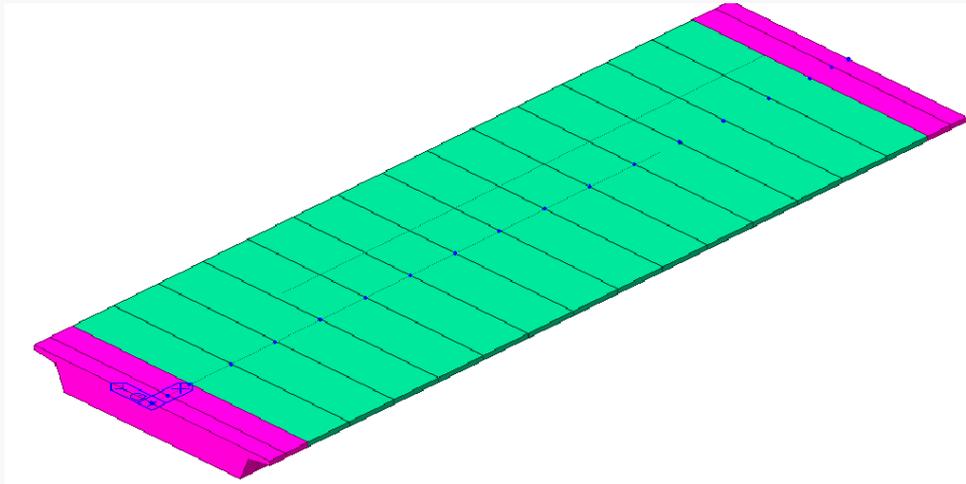
Start Loading : Day

End Loading : Day

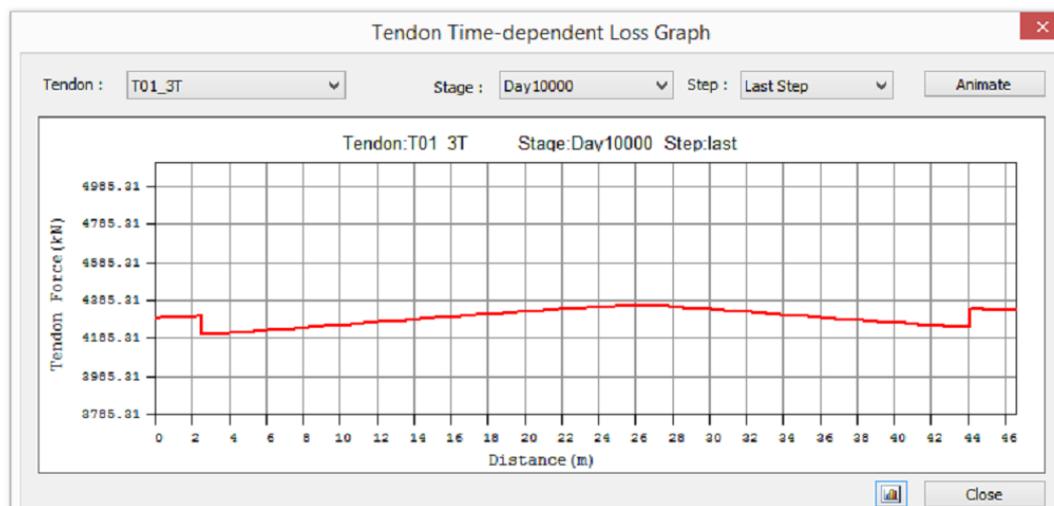
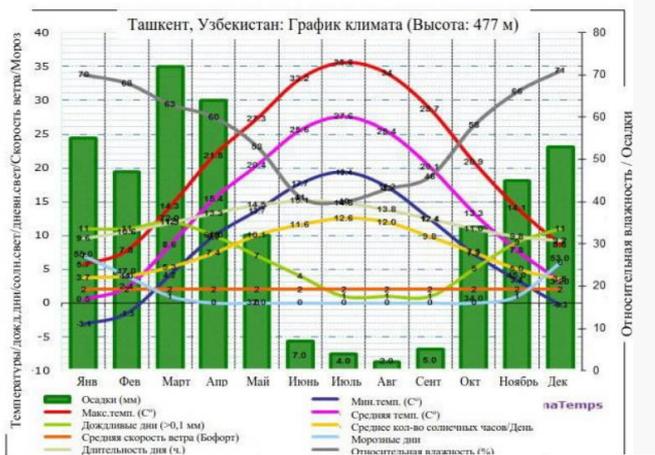
Num. of Steps :

	Time (day)	Value
1	13.34	2.8133e-001
2	17.78	3.6244e-001
3	23.71	4.2907e-001
4	31.62	4.9111e-001
5	42.17	5.5212e-001
6	56.23	6.1390e-001
7	74.99	6.7748e-001
8	100.00	7.4344e-001
9	133.35	8.1211e-001

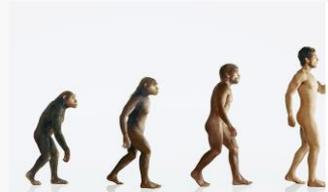
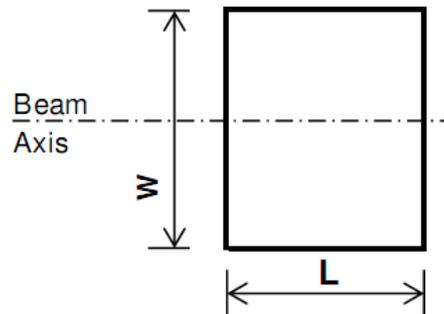
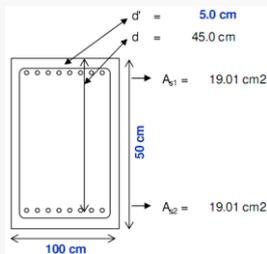
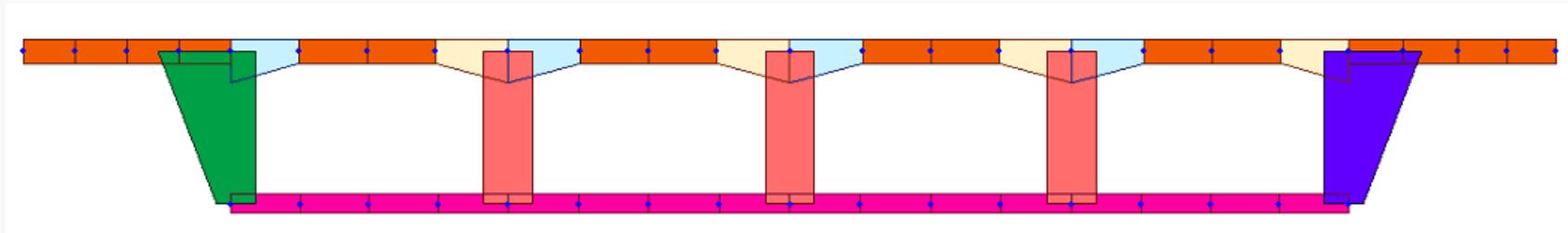
Расчет по программе MIDAS CIVIL



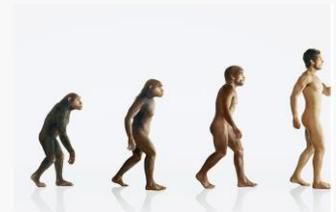
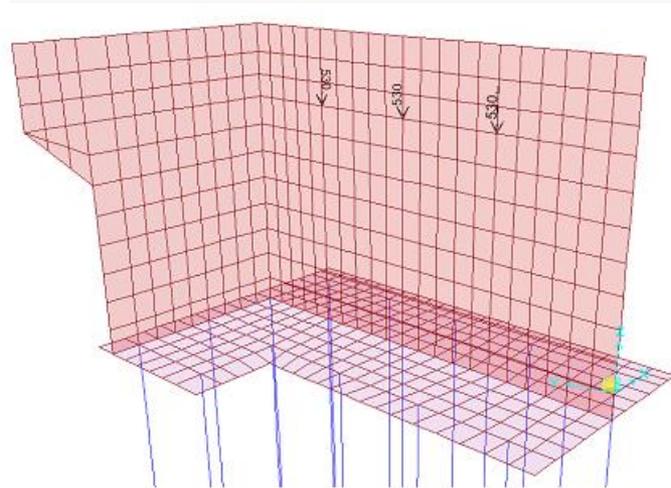
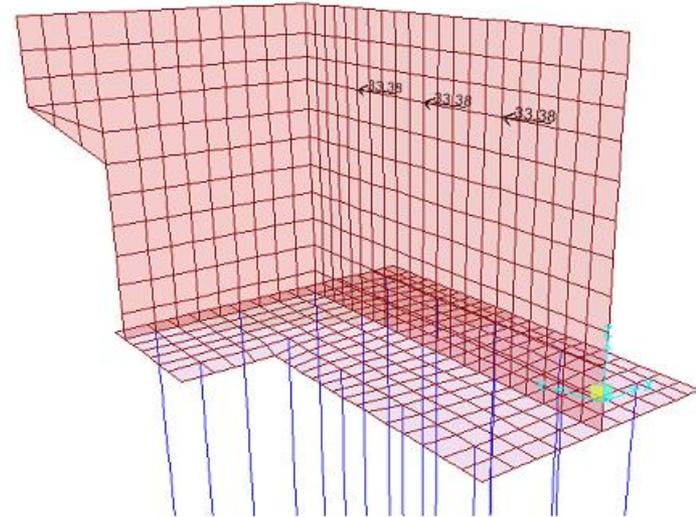
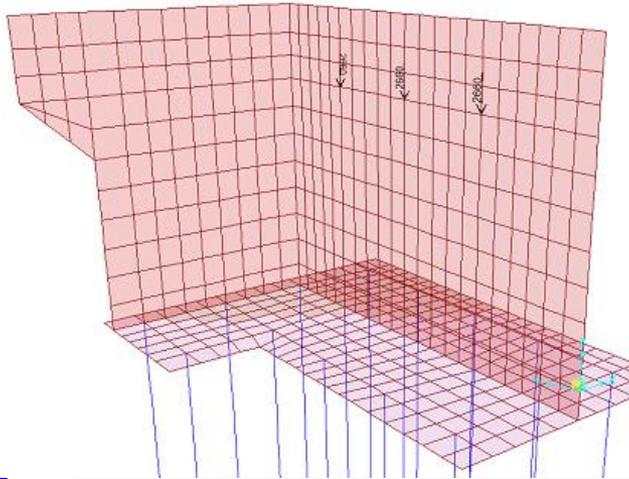
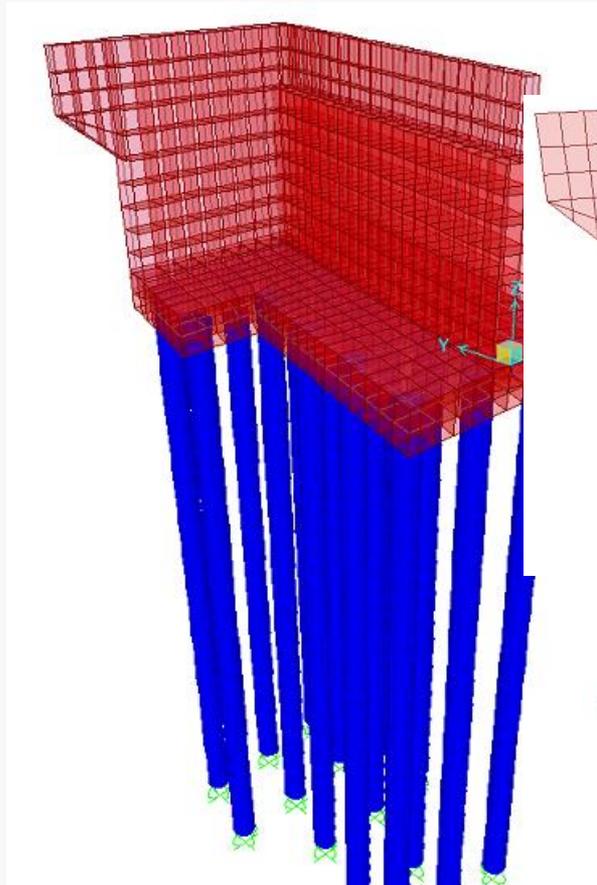
Расчет по программе MIDAS CIVIL

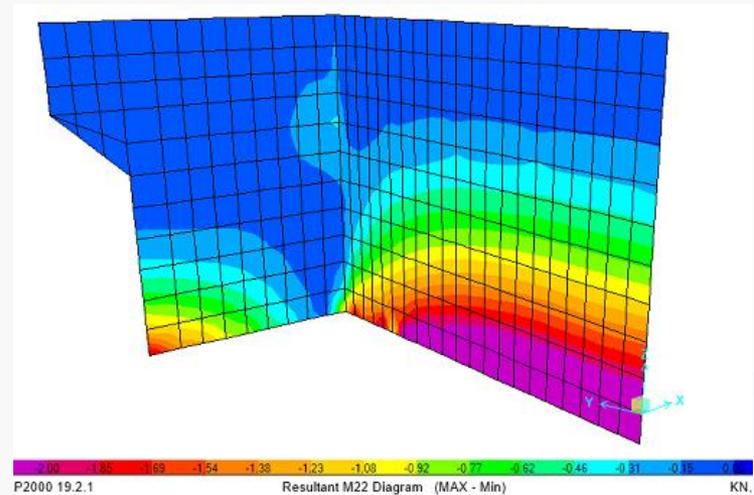
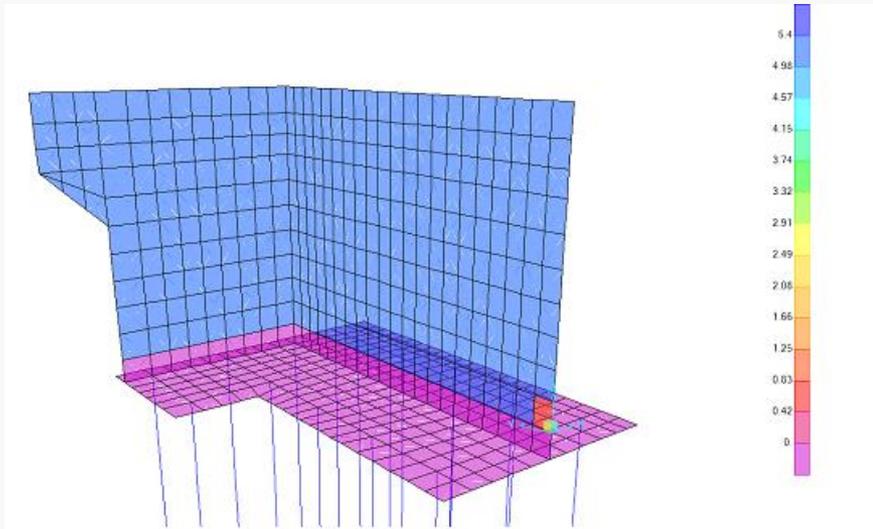
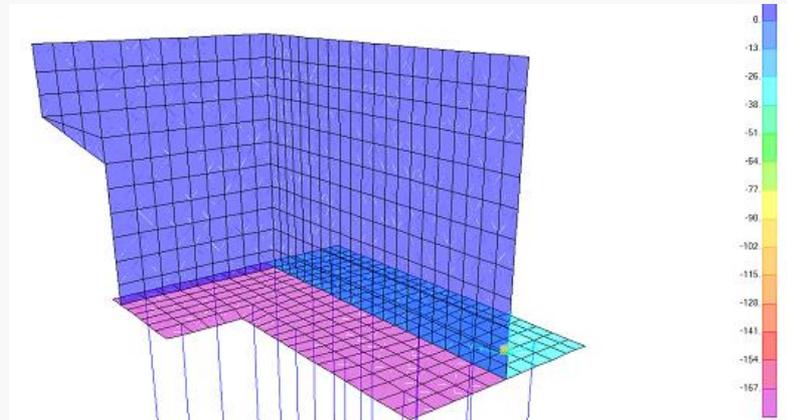
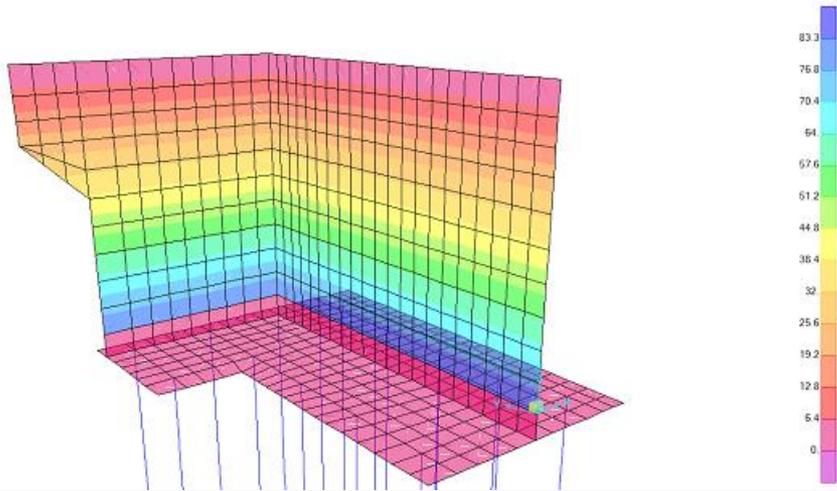


Расчет по программе MIDAS CIVIL



Расчет по программе MIDAS CIVIL

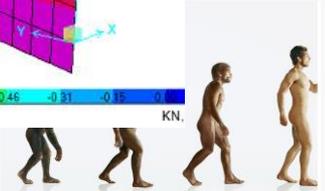




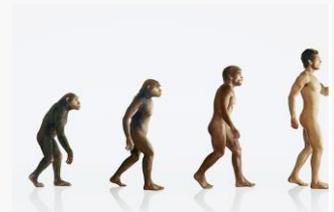
P2000 19.2.1

Resultant M22 Diagram (MAX - Min)

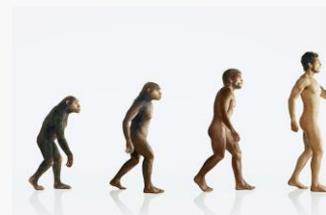
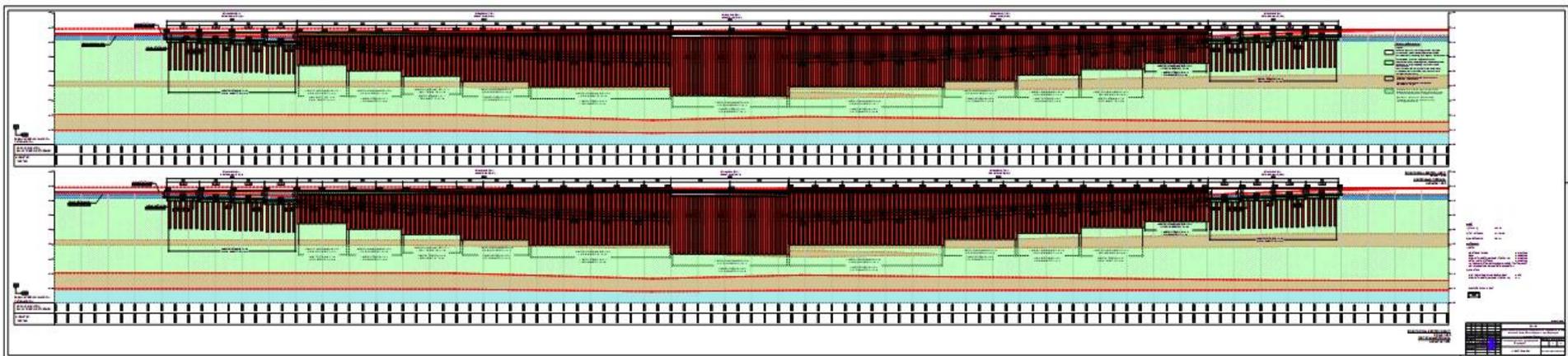
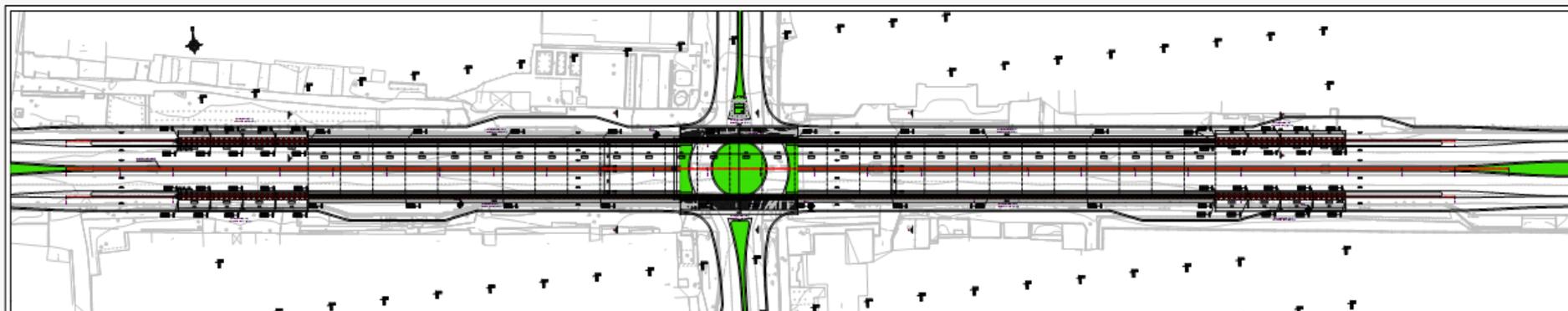
KN



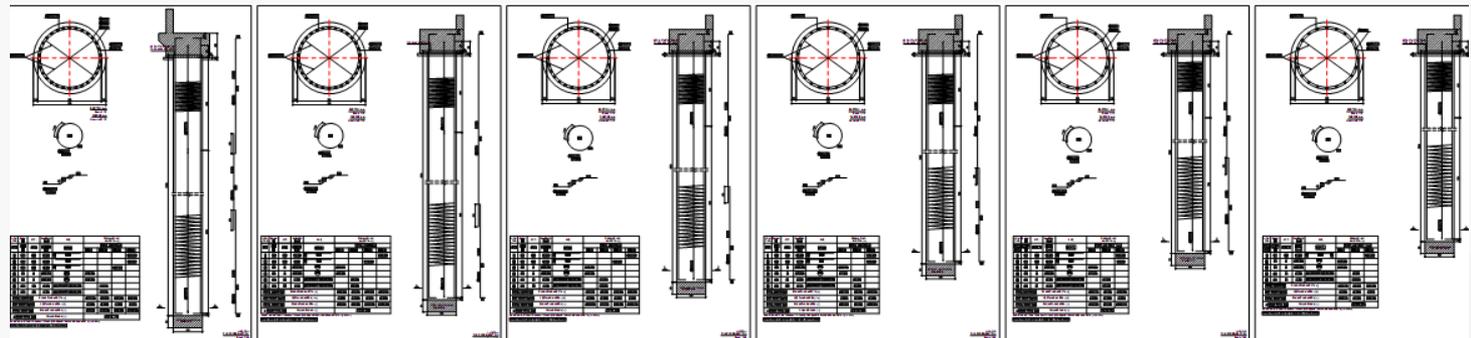
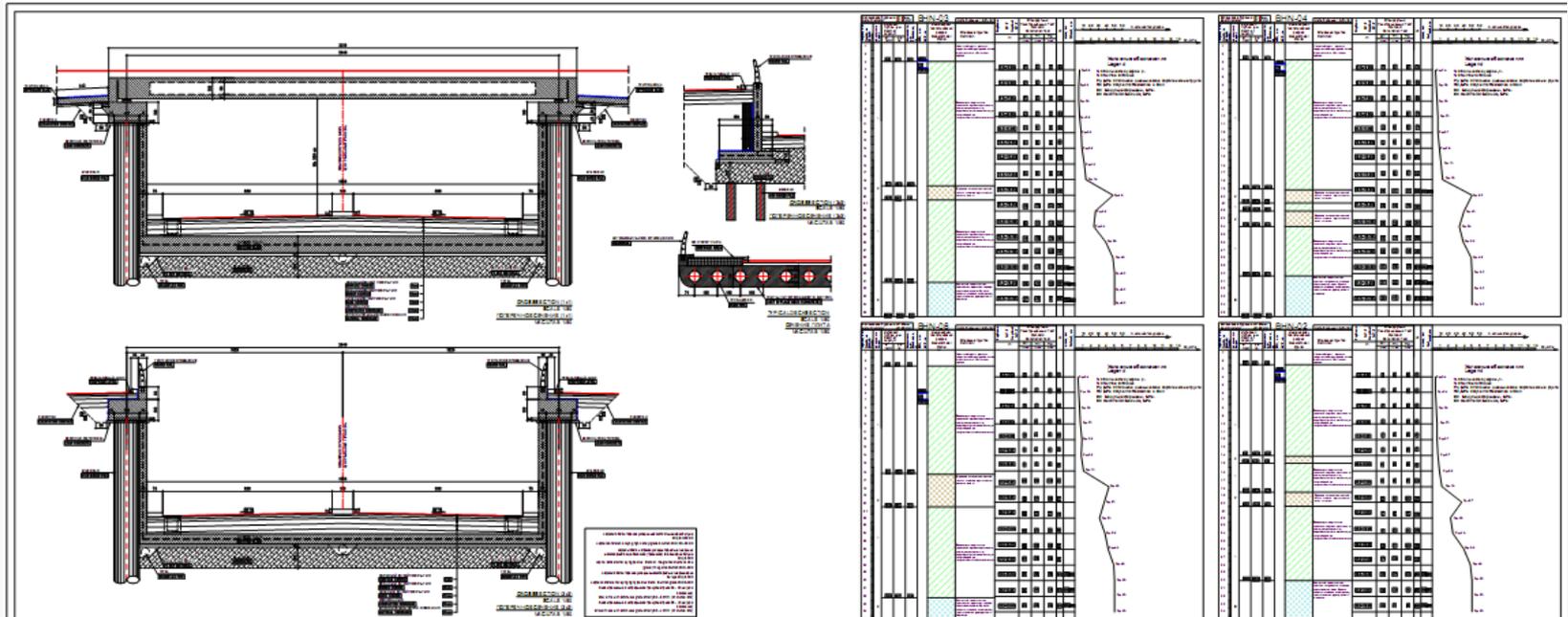
**Проектные решения транспортной развязки на пересечении малой кольцевой автомобильной дороги с ул. Карасарай в городе Ташкенте.
Design of transport junction at the intersection of small ring road and Karasaray st. in Tashkent city**



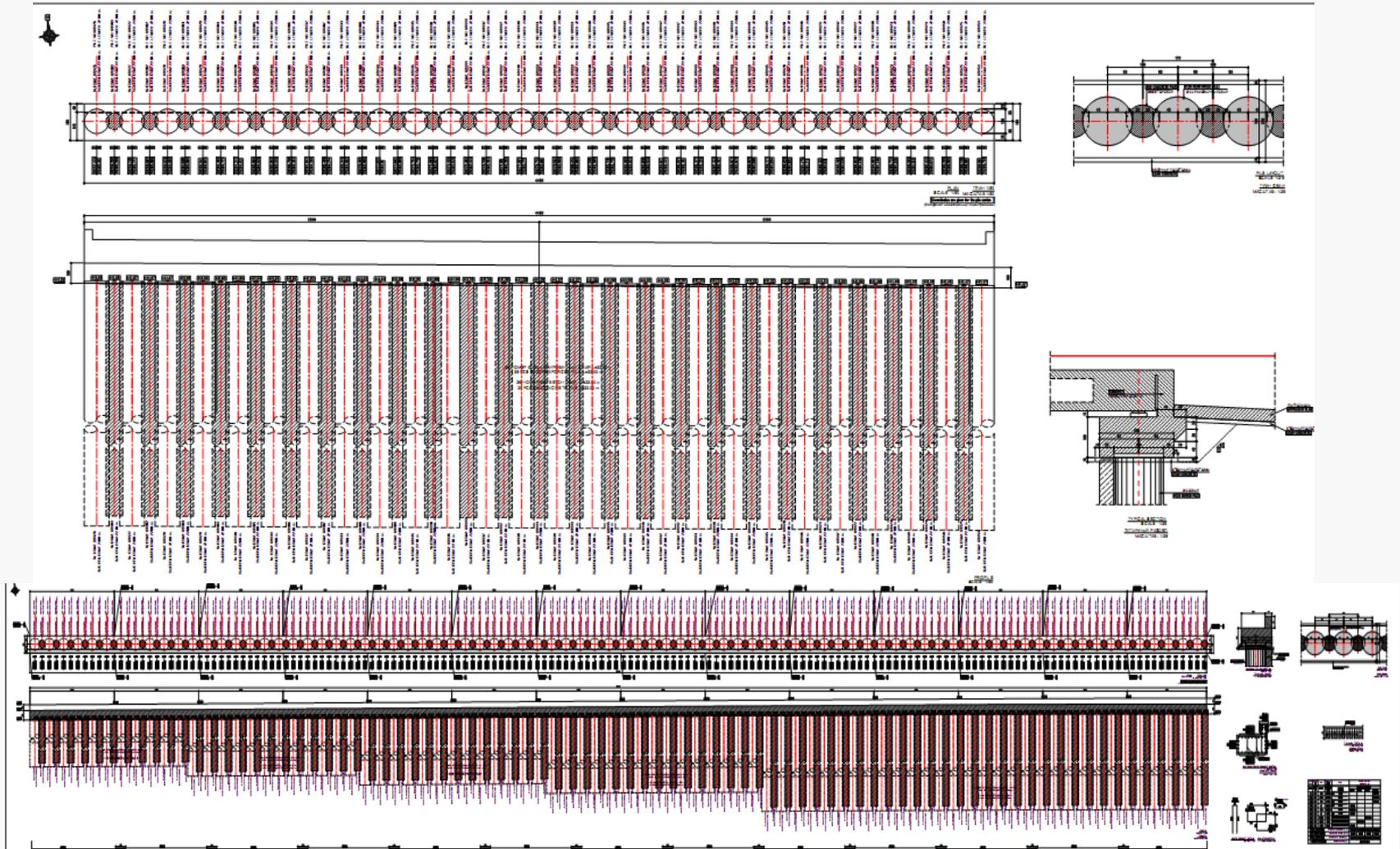
Основные элементы сооружения



Основные элементы сооружения



Основные элементы сооружения



Расчет по программе MIDAS CIVIL

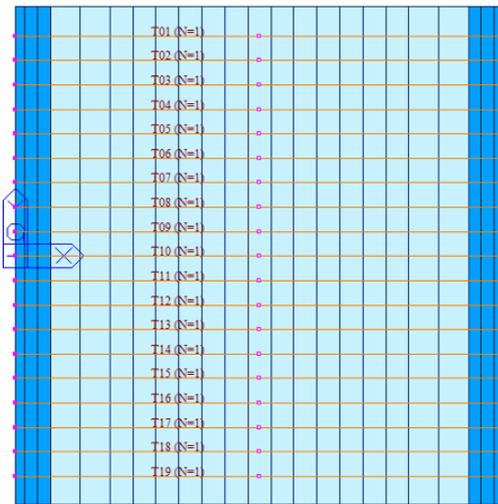
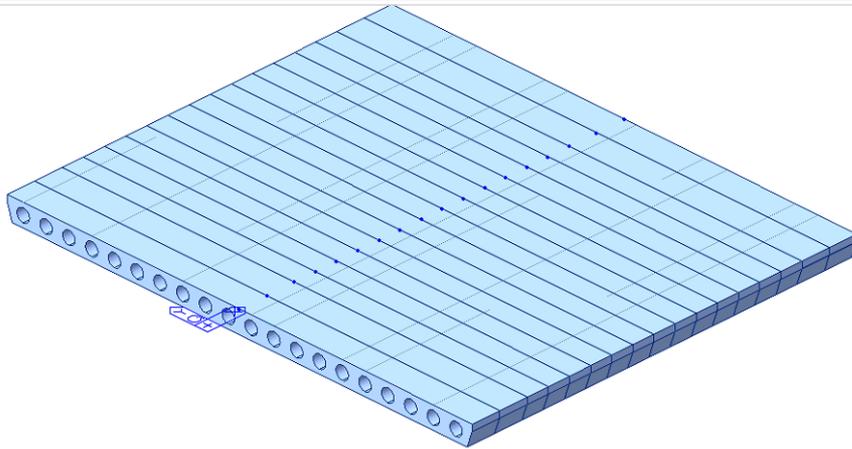


Figure 4-6 Structural Model of Post Tensioning Strands (Plan View)

Input Type
 2-D 3-D

Curve Type
 Spline Round

Straight Length of Tendon
 Begin : 0 mm
 End : 0 mm

Typical Tendon No. of Tendons : 1

Transfer Length
 Auto Calc($0.5 * (t + Bf/r)$) Begin : 0 End : 0 mm

Profile
 Reference Axis : Straight Curve Element

Y
 7709.23
 -2290.77
 0 4000 8000 12000 16000 2000 x

Z
 7709.23
 -2290.77
 0 4000 8000 12000 16000 2000 x

	x(mm)	y(mm)	z(mm)	fix	Ry(deg)	Rz(deg)
1	0.0000	9710.0	-500.00	<input type="checkbox"/>	0.00	0.00
2	10600.	9710.0	-820.00	<input type="checkbox"/>	0.00	0.00
3	21200.	9710.0	-500.00	<input type="checkbox"/>	0.00	0.00
4				<input type="checkbox"/>		

Point of Sym. : First Last

Profile Insertion Point : End-I End-J of Elem. 19

x Axis Direction : I -> J J -> I of Elem. 19

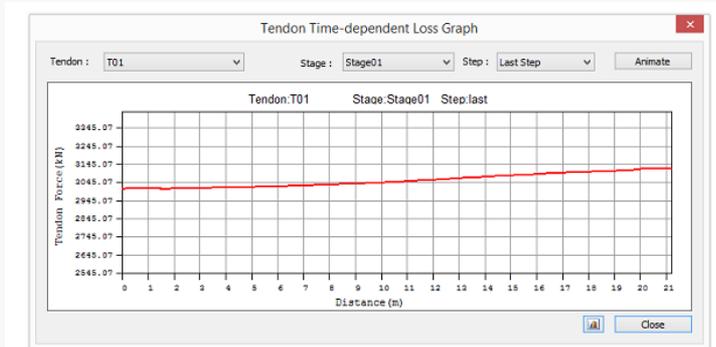
x Axis Rot. Angle : 0 [deg] Projection

Offset y : 0 mm z : 0 mm

Tendon profiles
 geometric input is
 defined for each tendon.



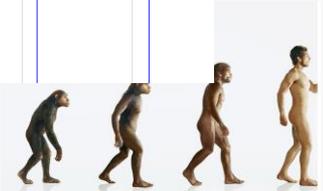
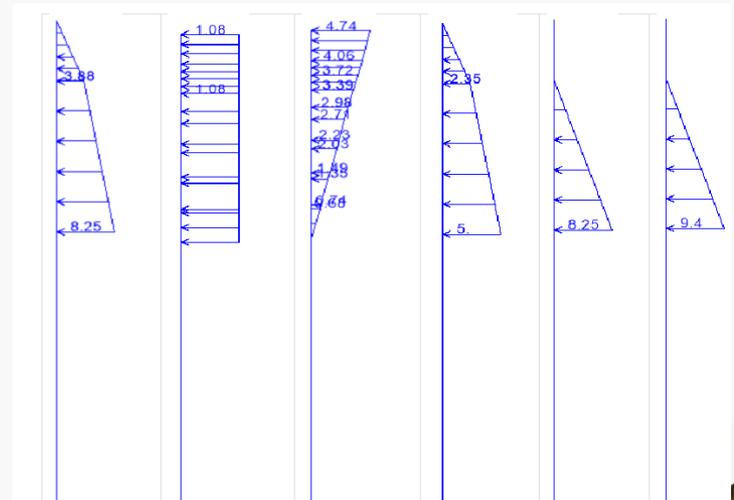
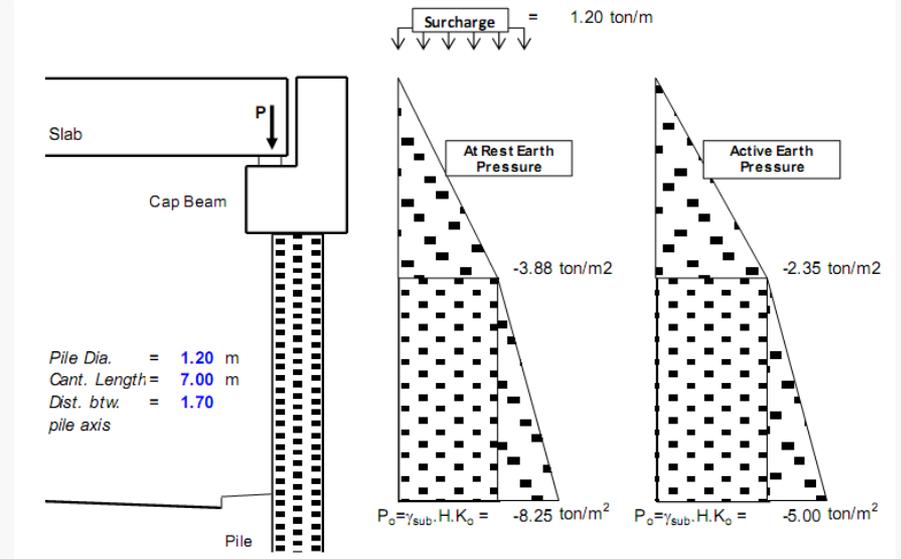
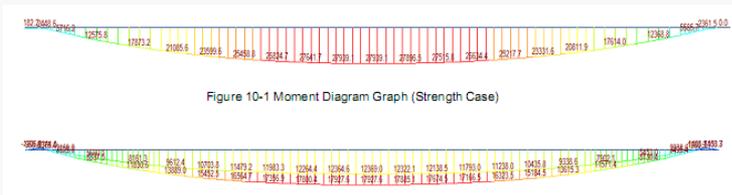
Расчет по программе MIDAS CIVIL



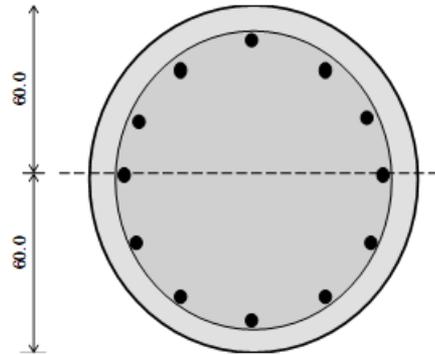
Stresses on top of the deck (MPa)



Stresses at bottom of the deck (MPa)

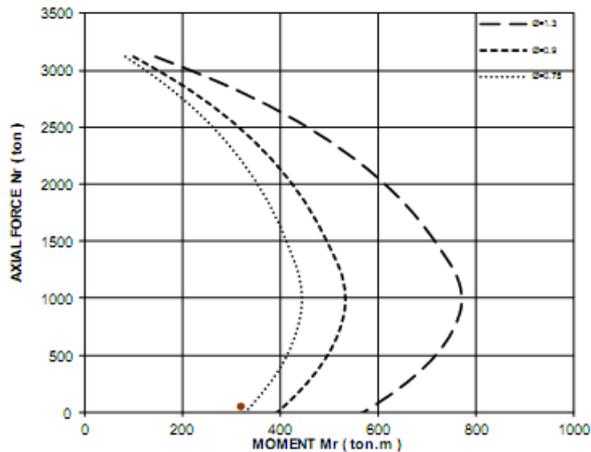


Расчет по программе MIDAS CIVIL

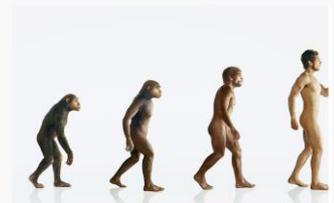
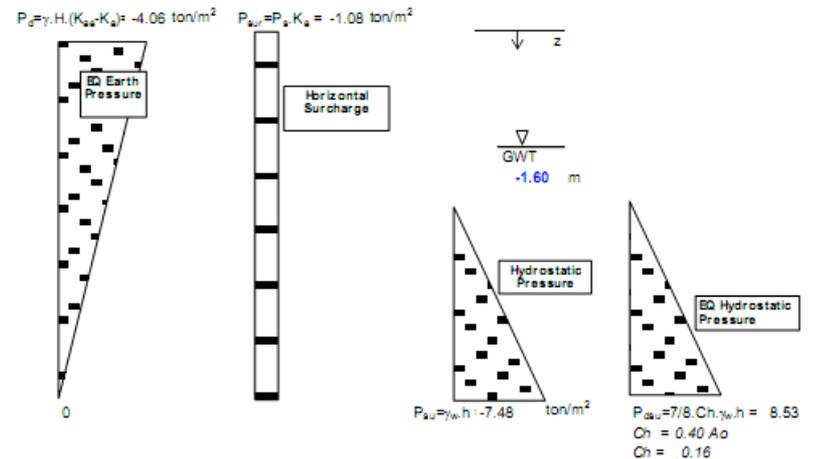
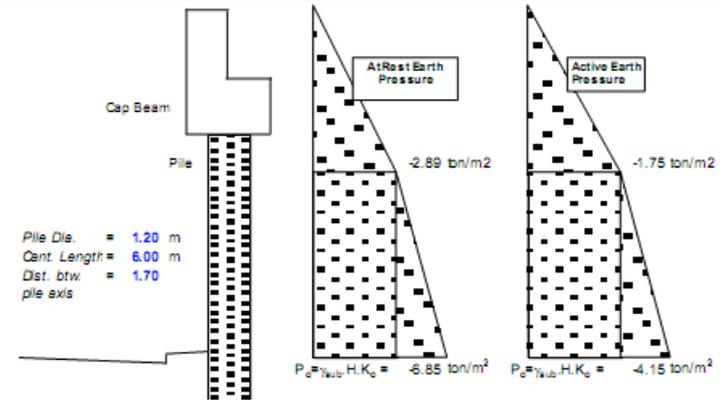


Pile Diameter, D : 120.0 cm
 Section Area, A_c : 11310 cm²
 Reinforcement : 30 Φ 32
 Reinf. Area, A_s : 241.27 cm²
 Clear Cover : 7.5 cm
 Reinf. Spacing, S : 11.0 cm
 %Reinf. : % 2.13

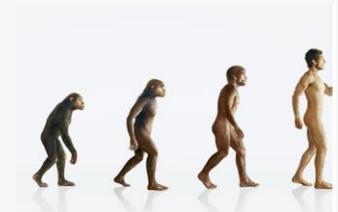
 Center Angle, α : 0.2094 rad
 Total Reinf. Line : 16 Sira
 EQ, P = 0.2 f_c Ag : 565.49 ton



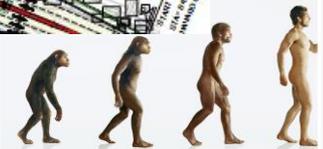
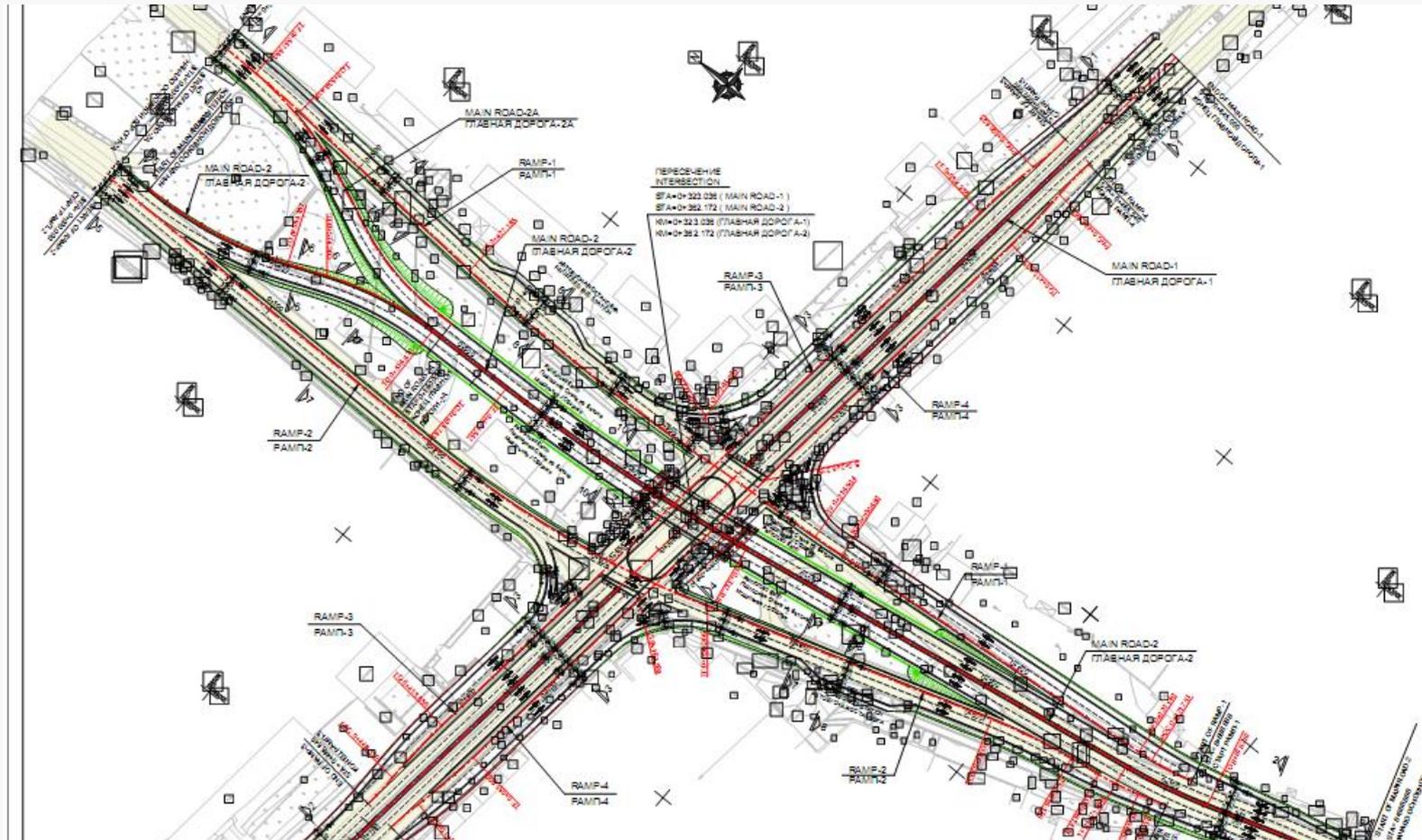
Nd	Md
40.00	322.00



**Проектные решения транспортной развязки на пересечении малой кольцевой автомобильной дороги с ул. Набиева в городе Ташкенте.
Design of transport junction at the intersection of small ring road and Nabiev st. in Tashkent city**

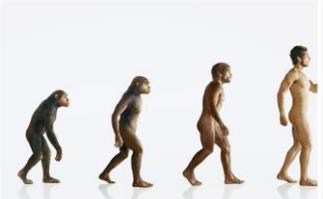
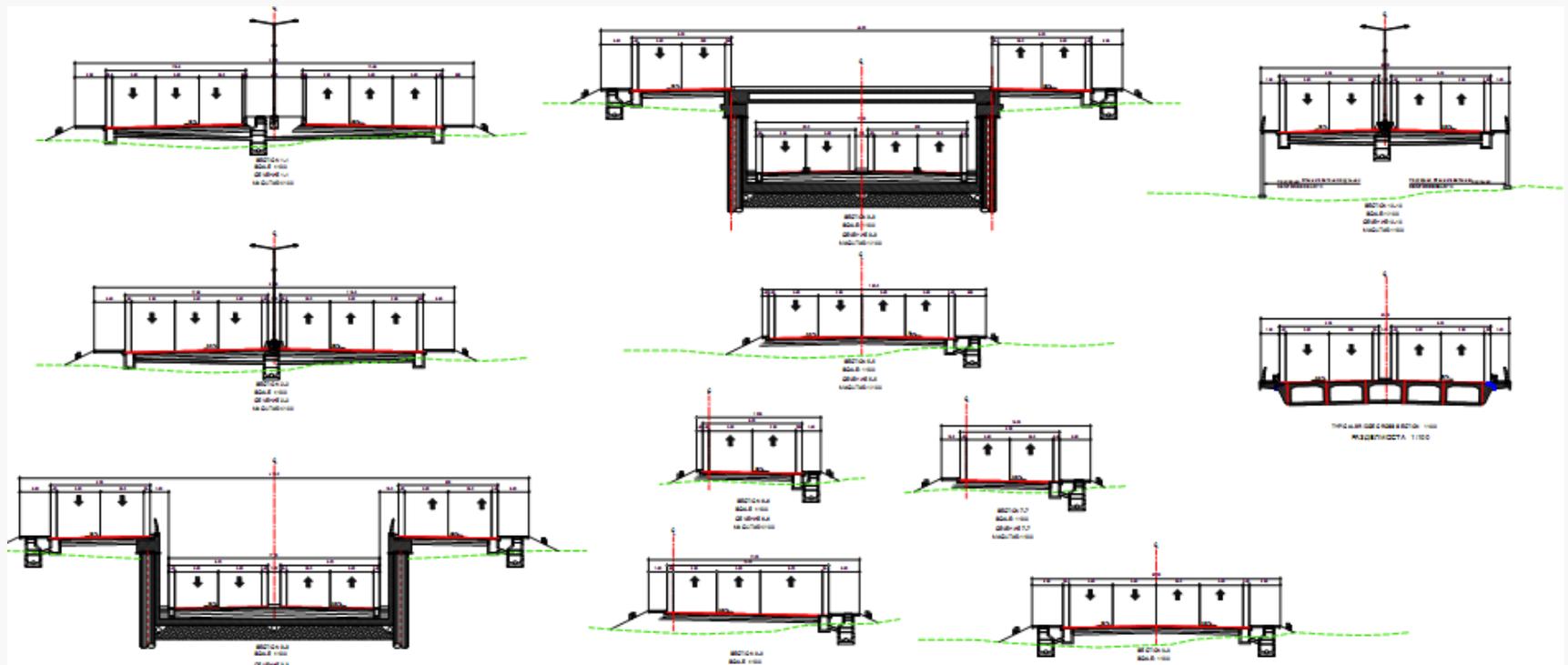


Проектирование транспортной развязки на пересечении малой кольцевой автомобильной дороги с ул. Набиева в городе Ташкенте. Design of transport junction at the intersection of small ring road and Nabiev st. in Tashkent city



Проектирование транспортной развязки на пересечении малой кольцевой автомобильной дороги с ул. Набиева в городе Ташкенте.

Design of transport junction at the intersection of small ring road and Nabiev st. in Tashkent city



СПАСИБО!

