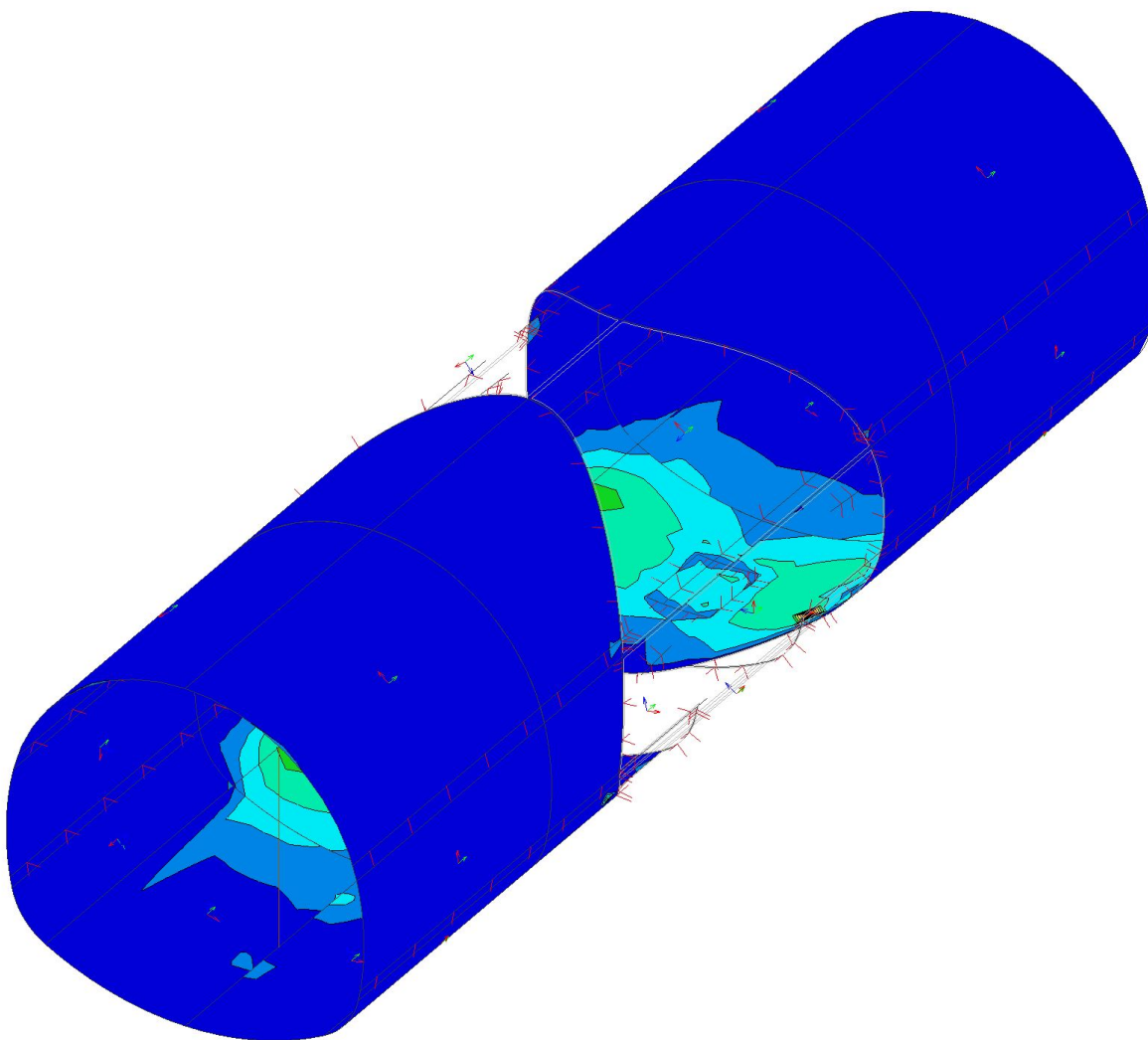
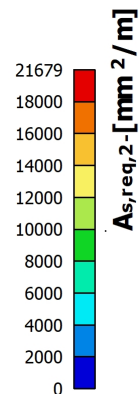


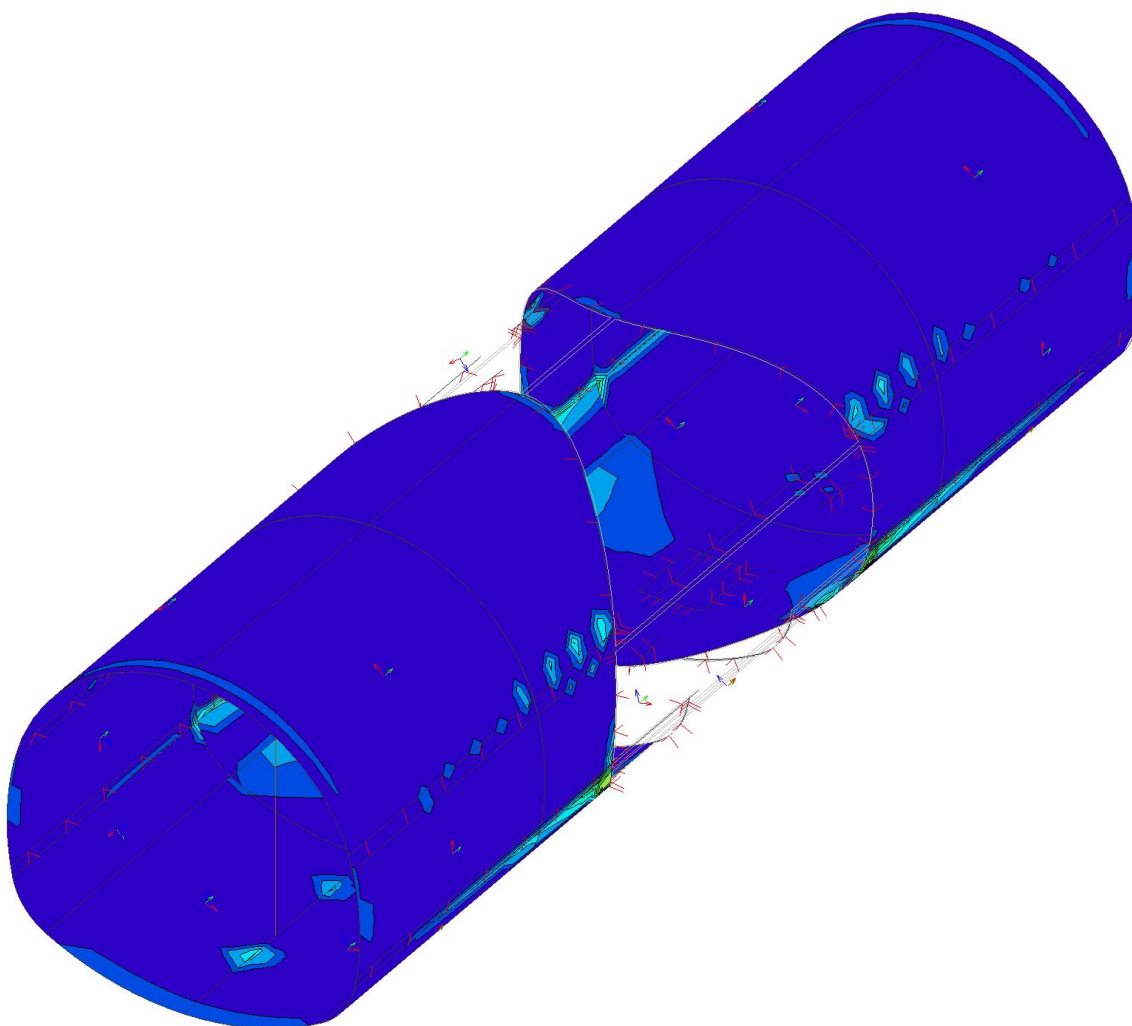
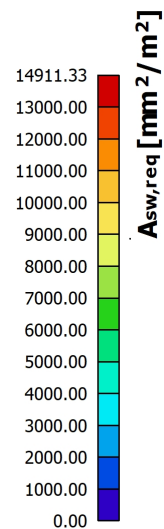
9.2.4. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,1+}$ - $A_{s,req,2-}$

Values: $A_{s,req,2-}$
 Nonlinear calculation
 Class: ULS-SLS
 Extreme: Global
 Selection: Named selection - T2
 Location: In nodes avg.. System: LCS
 mesh element



9.2.5. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,1+}$ - $A_{s,req}$

Values: $A_{s,req}$
 Nonlinear calculation
 Class: ULS-SLS
 Extreme: Global
 Selection: Named selection - T2
 Location: In nodes avg.. System: LCS
 mesh element



9.3. Result picture generator

9.3.1. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,1+}$ - $A_{s,req,1+}$

Values: $A_{s,req,1+}$

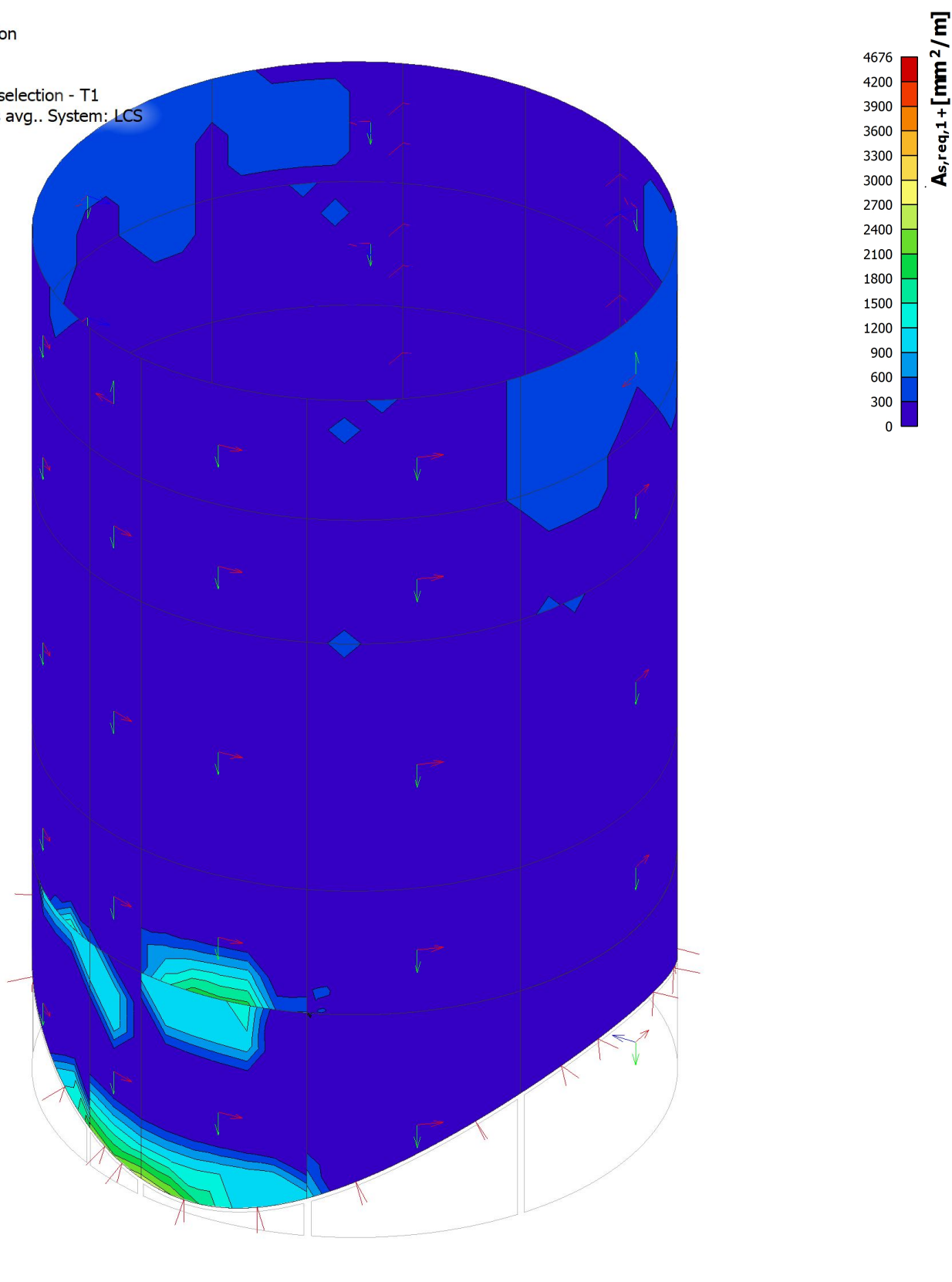
Nonlinear calculation

Class: ULS-SLS

Extreme: Global

Selection: Named selection - T1

Location: In nodes avg.. System: LCS
mesh element



Project Estação de Campo de Ourique

9.3.2. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,1+}$ - $A_{s,req,2+}$

Values: $A_{s,req,2+}$

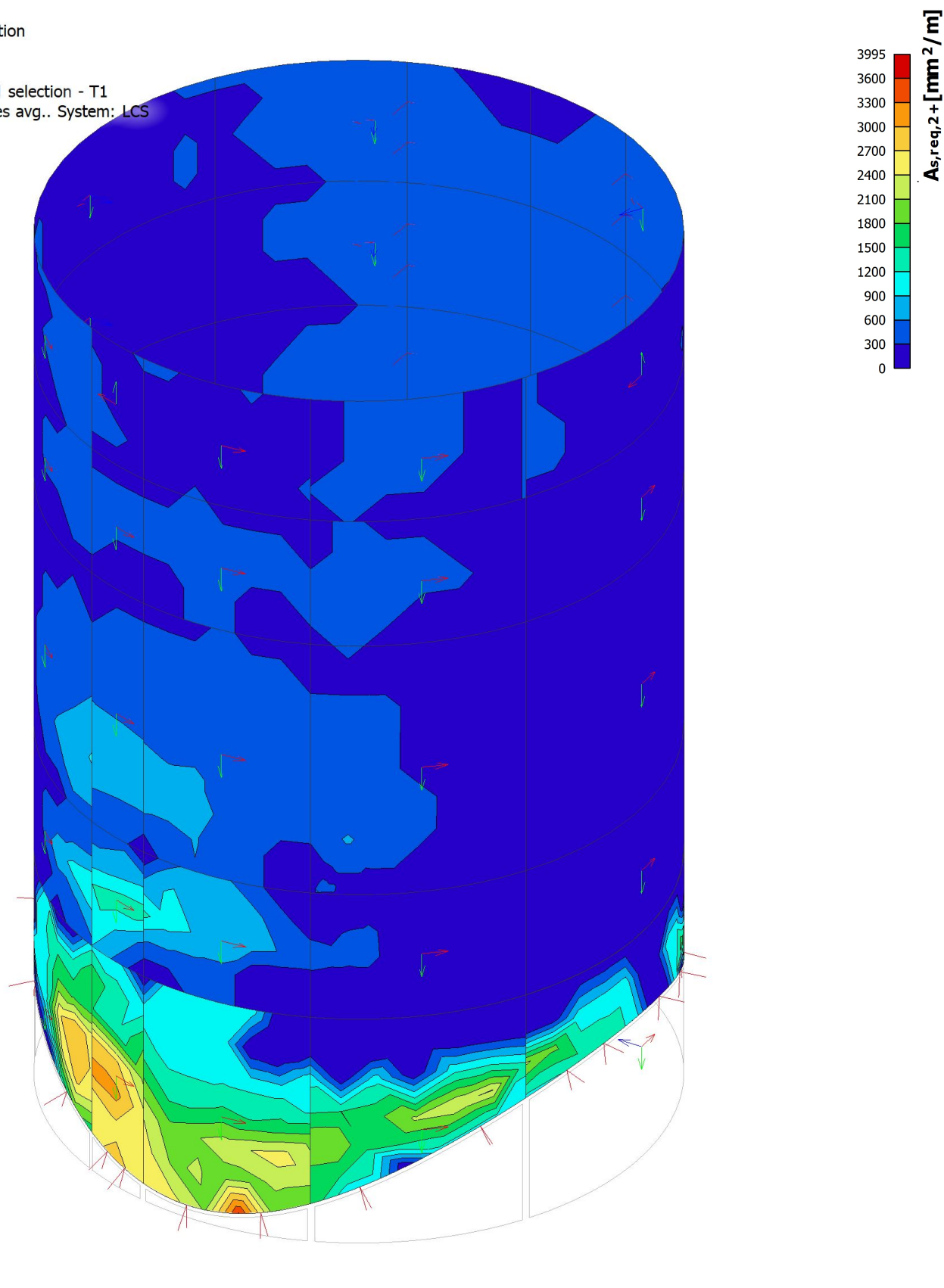
Nonlinear calculation

Class: ULS-SLS

Extreme: Global

Selection: Named selection - T1

Location: In nodes avg.. System: LCS
mesh element



Project **Estação de Campo de Ourique**

9.3.3. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,1+}$ - $A_{s,req,1-}$

Values: $A_{s,req,1-}$

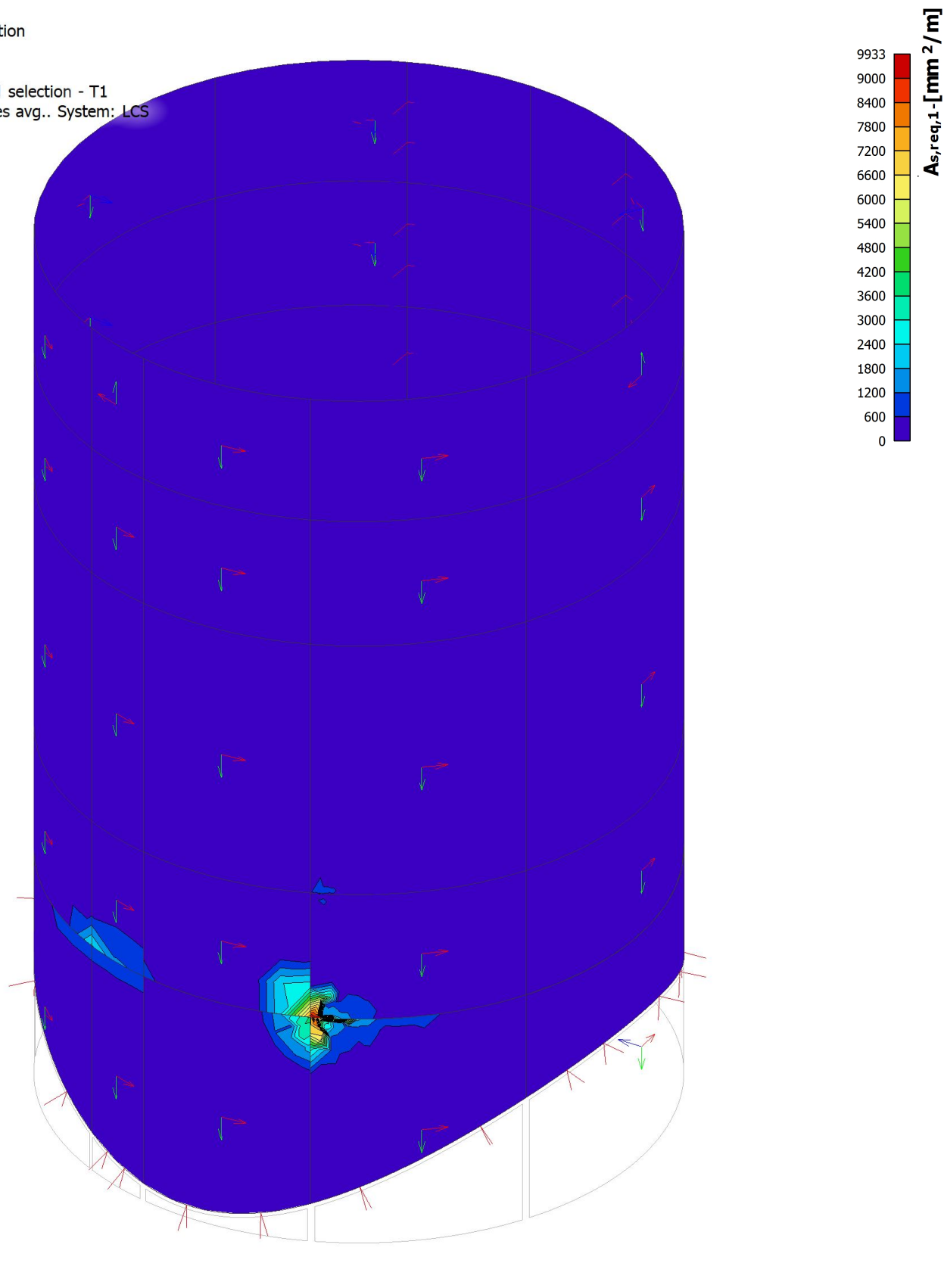
Nonlinear calculation

Class: ULS-SLS

Extreme: Global

Selection: Named selection - T1

Location: In nodes avg.. System: LCS
mesh element



9.3.4. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,1+}$ - $A_{s,req,2-}$

Values: $A_{s,req,2-}$

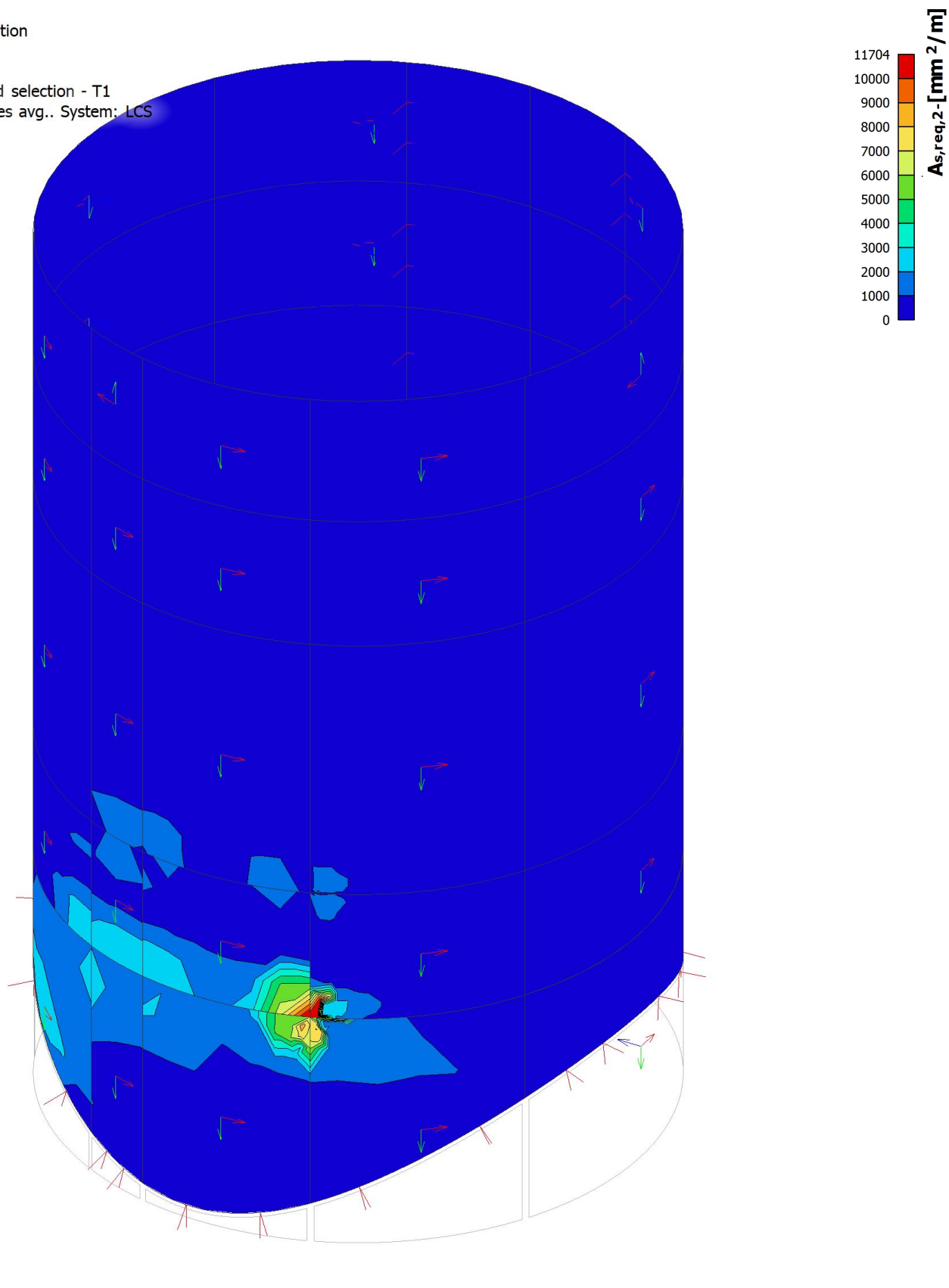
Nonlinear calculation

Class: ULS-SLS

Extreme: Global

Selection: Named selection - T1

Location: In nodes avg.. System: LCS
mesh element



Project **Estação de Campo de Ourique**

9.3.5. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,1+}$ - $A_{s,req}$

Values: $A_{s,req}$

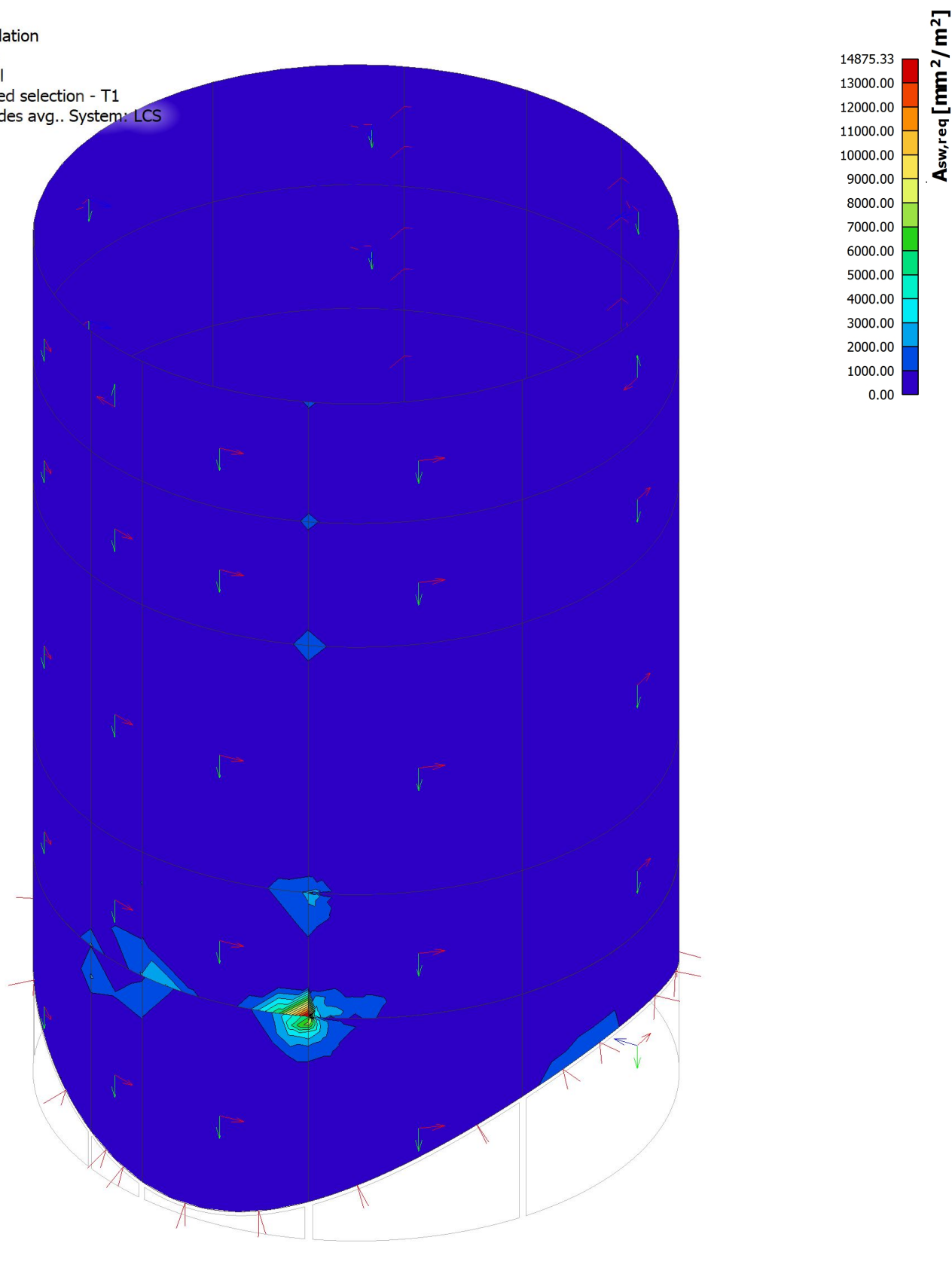
Nonlinear calculation

Class: ULS-SLS

Extreme: Global

Selection: Named selection - T1

Location: In nodes avg.. System: LCS
mesh element



9.4. Result picture generator

9.4.1. Reinforcement design (ULS+SLS); - $A_{s,req,1+}$

Values: $A_{s,req,1+}$

Nonlinear calculation

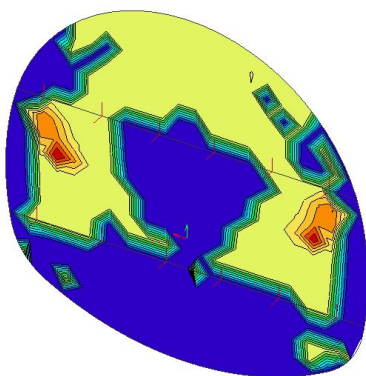
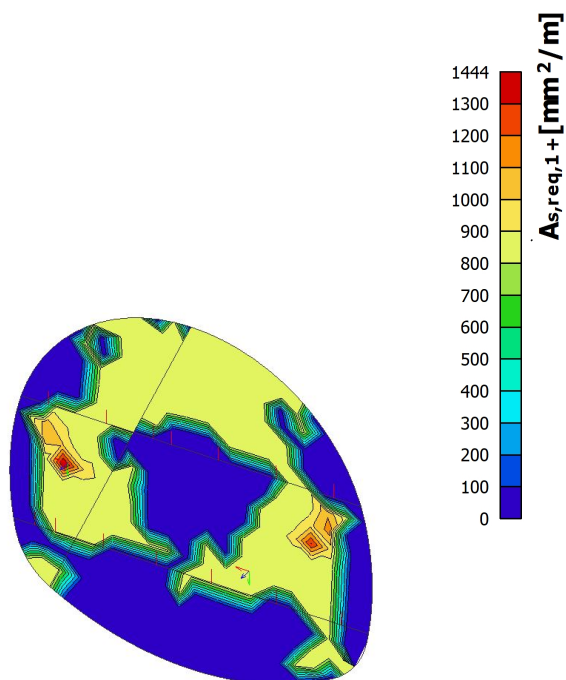
Class: ULS-SLS

Extreme: Global

Selection: Named selection - T4

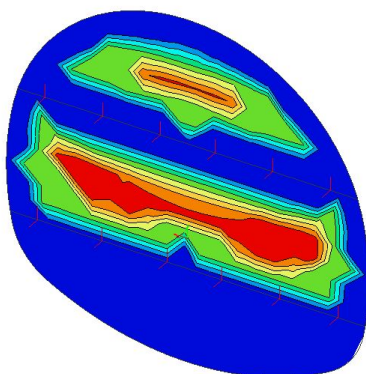
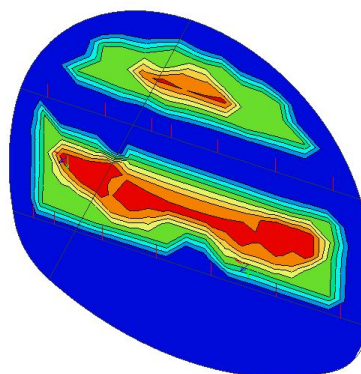
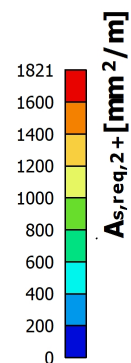
Location: In nodes avg.. System: LCS

mesh element



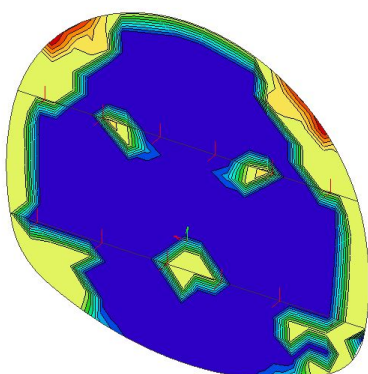
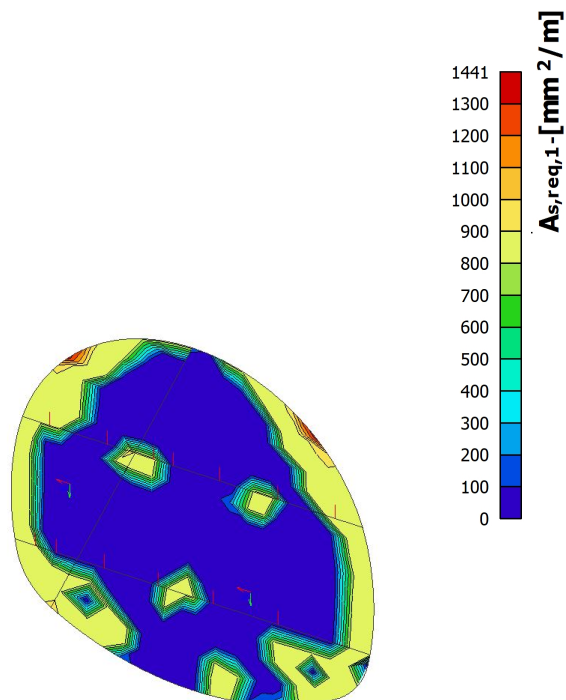
9.4.2. Reinforcement design (ULS+SLS); - $A_{s,req,2+}$

Values: $A_{s,req,2+}$
 Nonlinear calculation
 Class: ULS-SLS
 Extreme: Global
 Selection: Named selection - T4
 Location: In nodes avg.. System: LCS
 mesh element



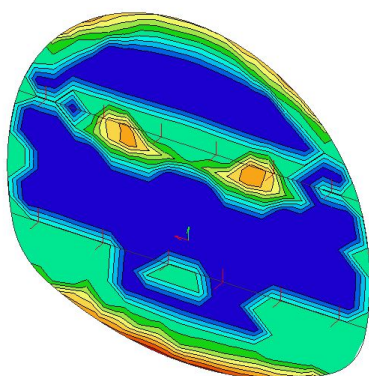
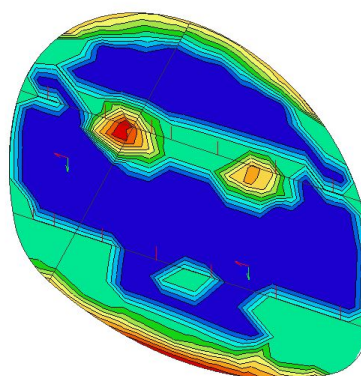
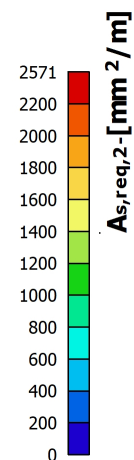
9.4.3. Reinforcement design (ULS+SLS); - $A_{s,req,1}$ -

Values: $A_{s,req,1}$ -
 Nonlinear calculation
 Class: ULS-SLS
 Extreme: Global
 Selection: Named selection - T4
 Location: In nodes avg.. System: LCS
 mesh element



9.4.4. Reinforcement design (ULS+SLS); - $A_{s,req,2}$ -

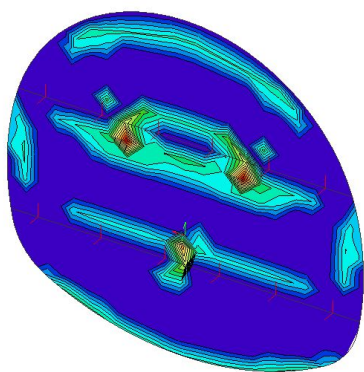
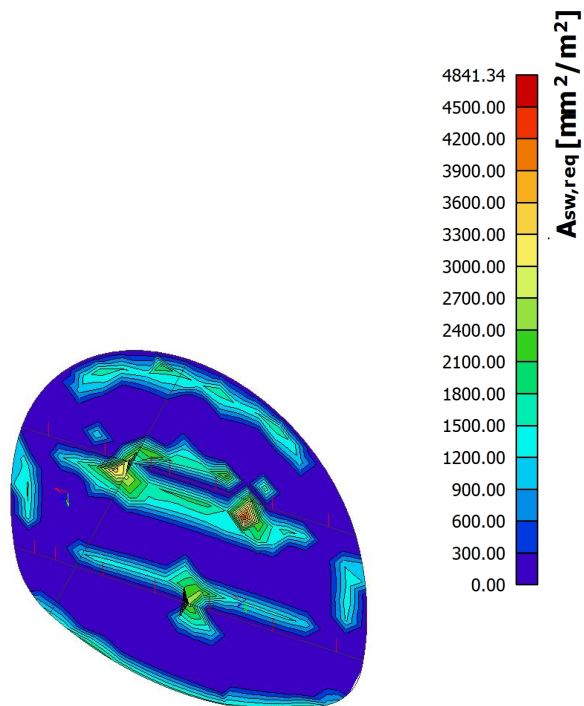
Values: $A_{s,req,2}$
 Nonlinear calculation
 Class: ULS-SLS
 Extreme: Global
 Selection: Named selection - T4
 Location: In nodes avg.. System: LCS
 mesh element



Project Estação de Campo de Ourique

9.4.5. Reinforcement design (ULS+SLS); - $A_{sw,req}$

Values: $A_{sw,req}$
 Nonlinear calculation
 Class: ULS-SLS
 Extreme: Global
 Selection: Named selection - T4
 Location: In nodes avg.. System: LCS
 mesh element

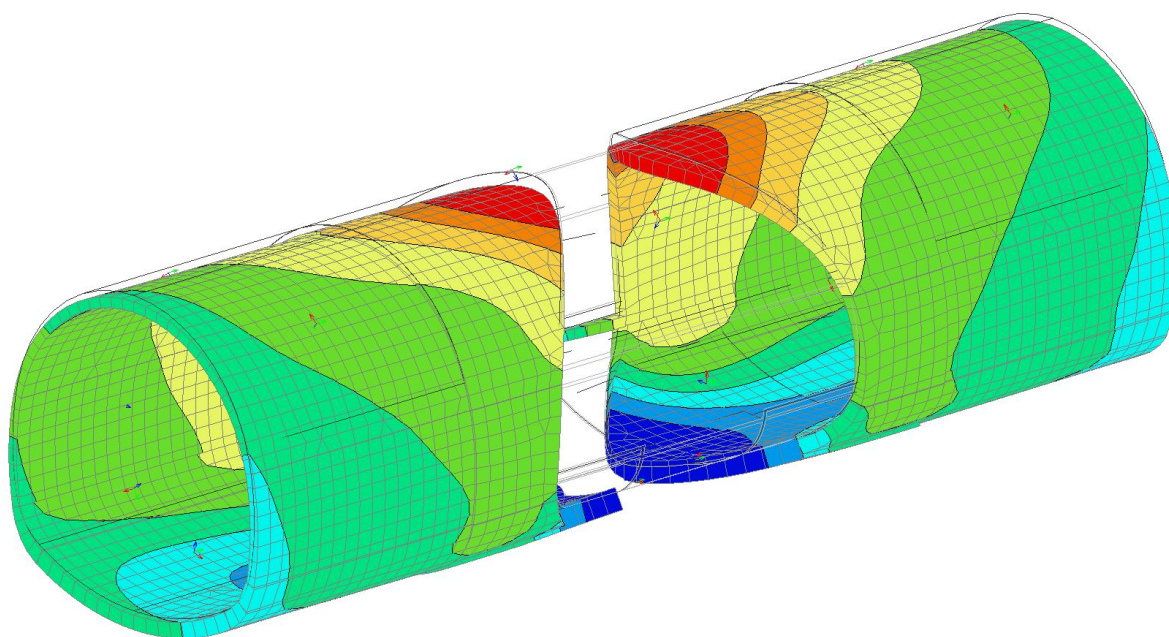
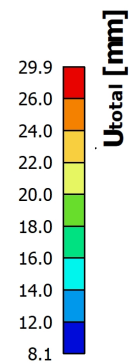


10. Deflections

10.1. Result picture generator

10.1.1. Deflection - U_{total}

Values: U_{total}
 Nonlinear calculation
 Class: SLS
 Selection: Named selection - T2
 Location: In nodes no avg.. System:
 LCS mesh element



10.2. Result picture generator

10.2.1. Deflection - U_total

Values: **U_{total}**

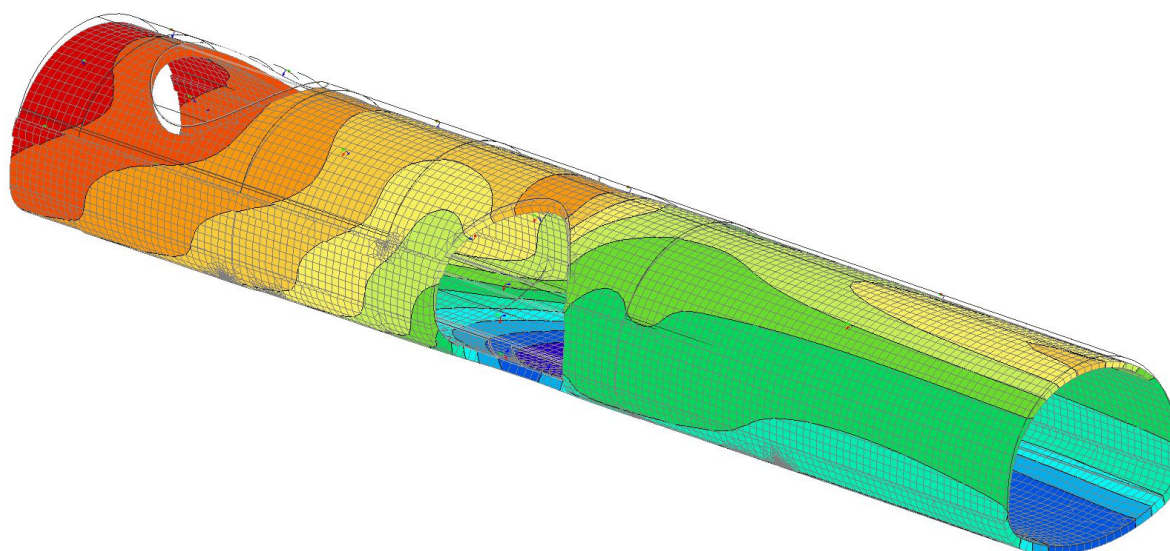
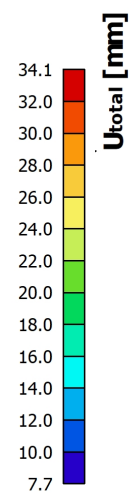
Nonlinear calculation

Class: SLS

Selection: Named selection - T3

Location: In nodes no avg.. System:

LCS mesh element



10.3. Result picture generator

10.3.1. Deflection - U_{total}

Values: U_{total}

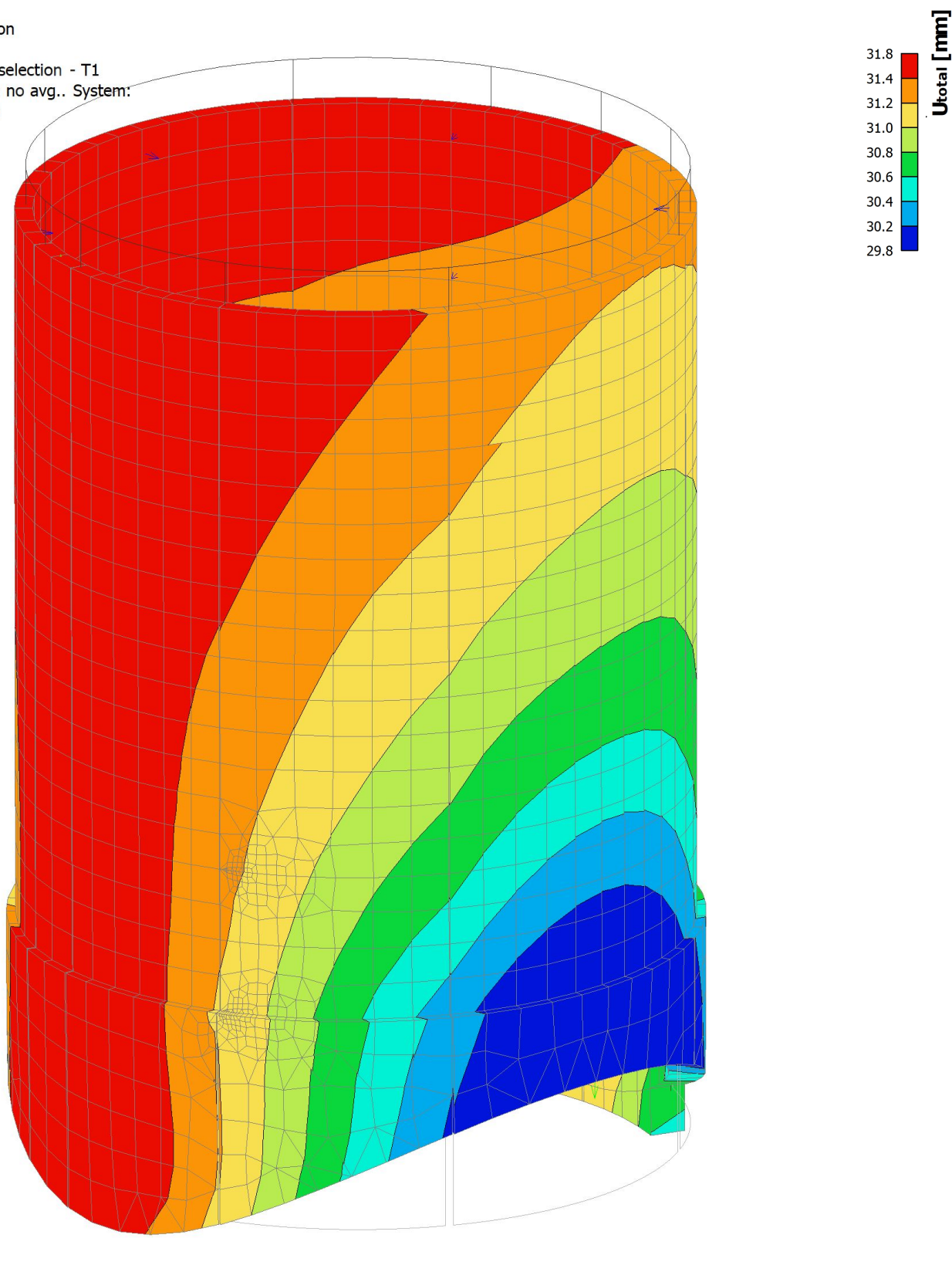
Nonlinear calculation

Class: SLS

Selection: Named selection - T1

Location: In nodes no avg.. System:

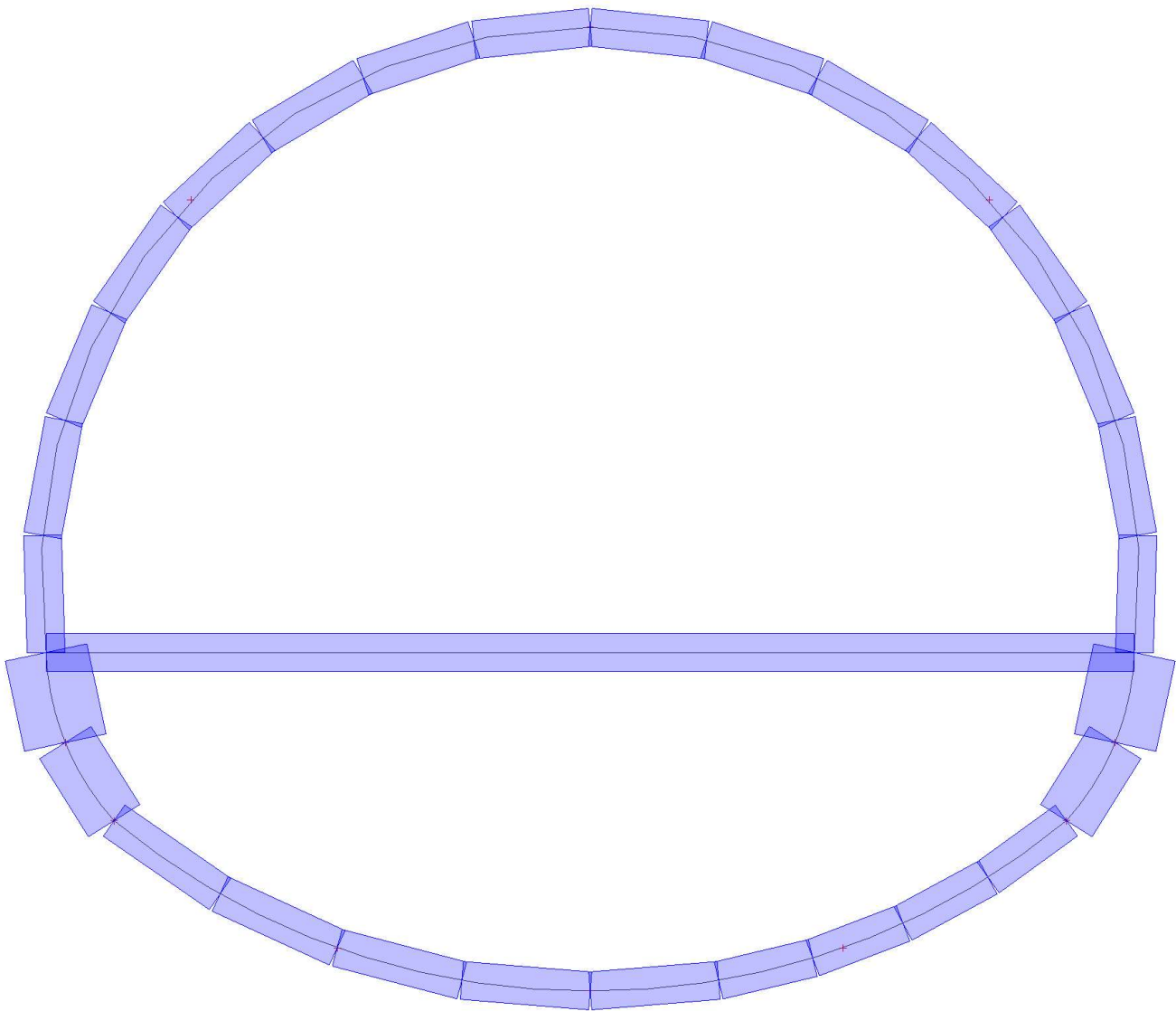
LCS mesh element



1. Load cases
1.1. Load cases - LC1

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group	Direction
LC1	Self weight	Permanent Self weight	LG1	-Z

1.1.1. LC1 / Tot. value

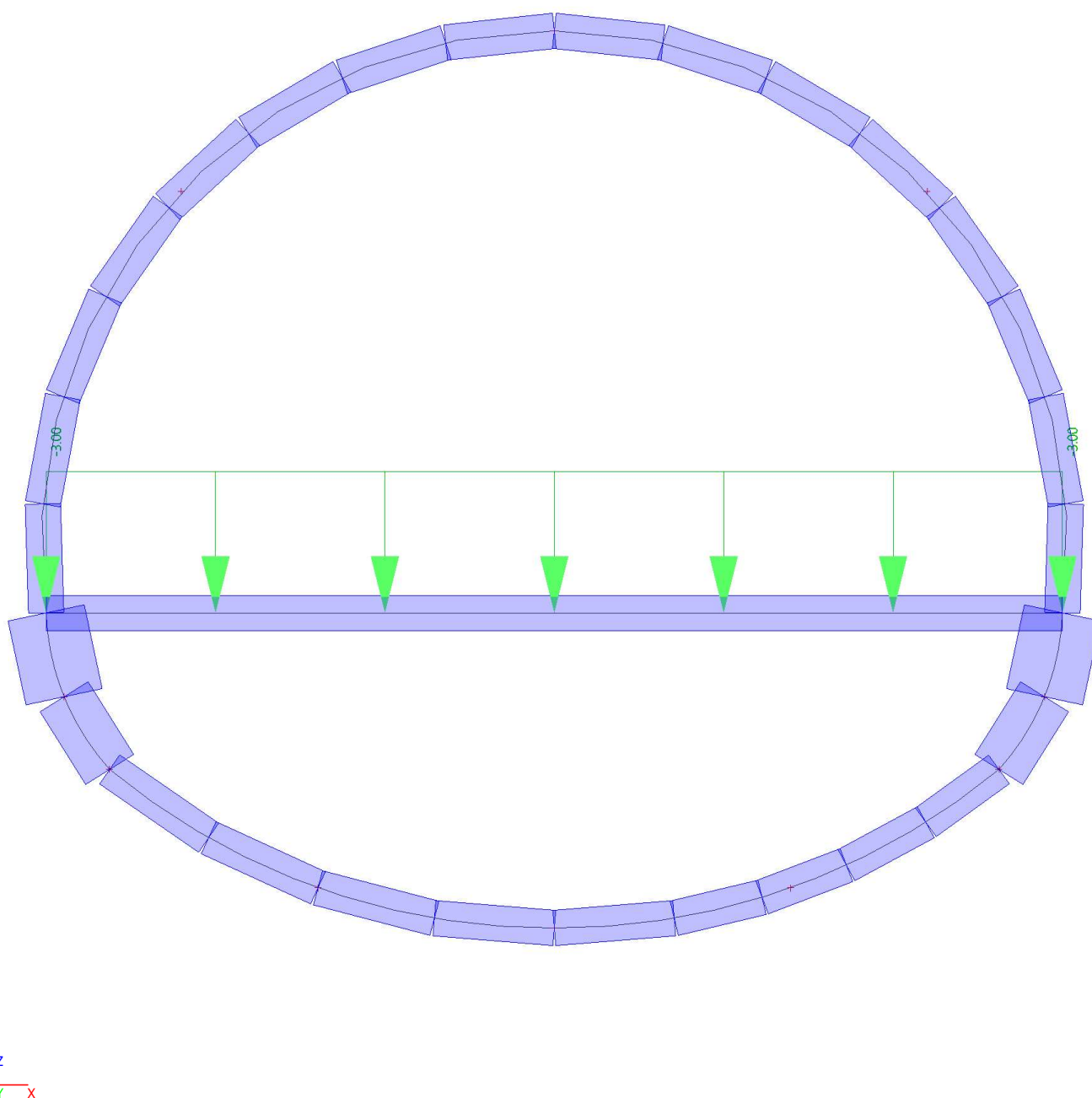


Project Entrance Tunnel Structural Design

1.2. Load cases - LC2

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group
LC2	Permanent	Permanent Standard	LG1

1.2.1. LC1 / Tot. value

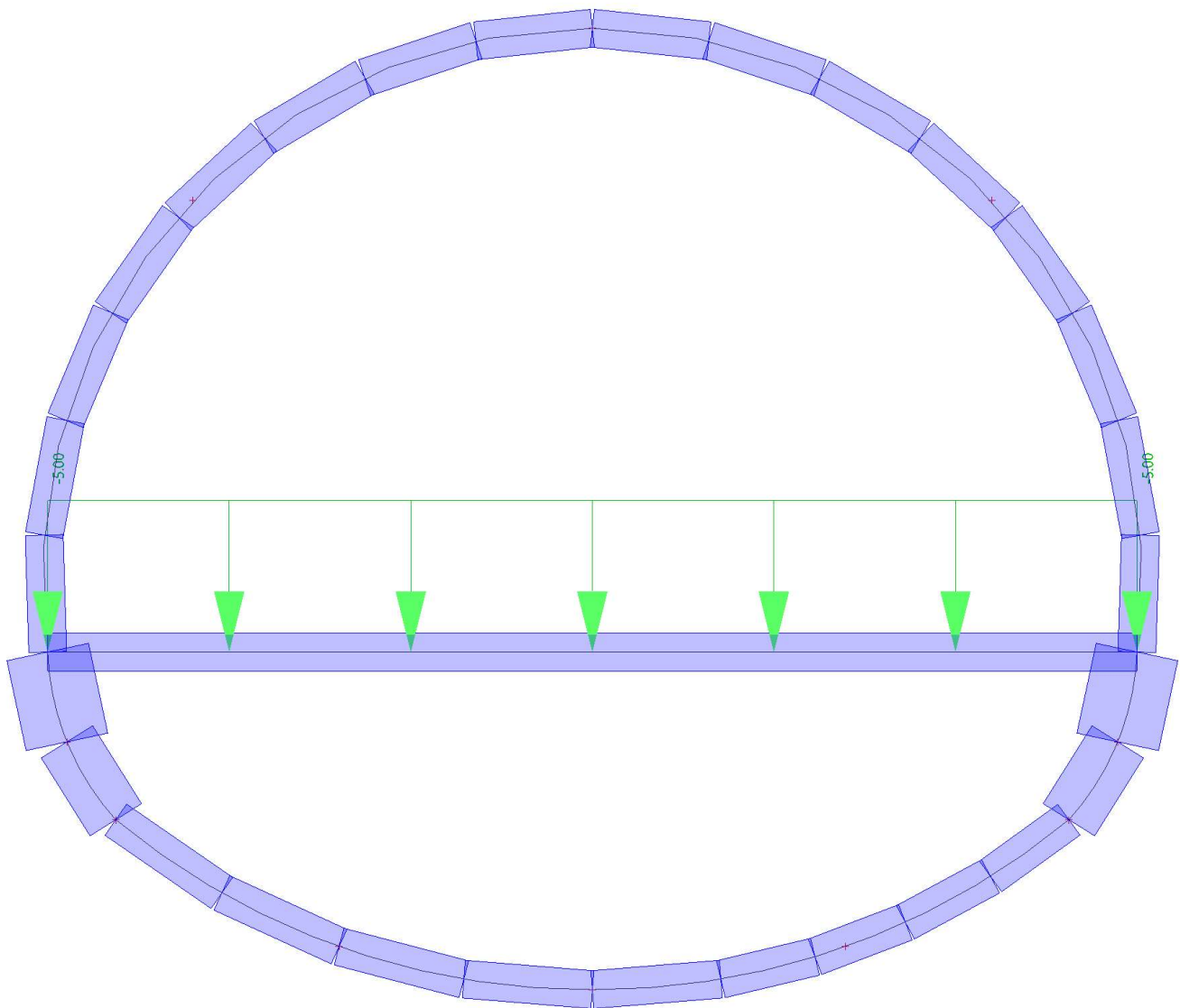


Project Entrance Tunnel Structural Design

1.3. Load cases - LC3

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
LC3	Moving Loads	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

1.3.1. LC1 / Tot. value

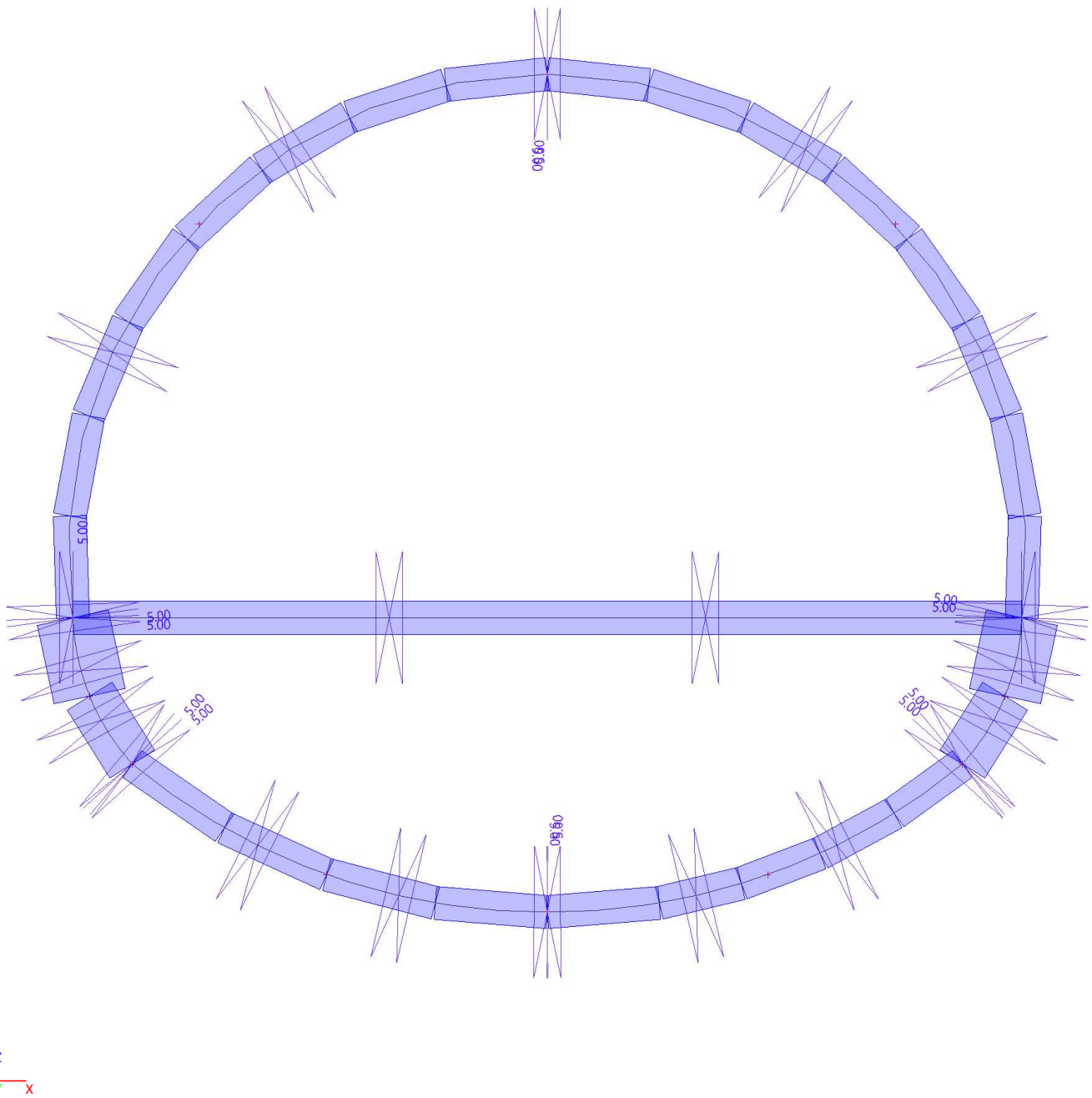


Project Entrance Tunnel Structural Design

1.4. Load cases - LC4

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
LC4	Temperature+ Standard	Variable Static	LG3	Short	None

1.4.1. LC1 / Tot. value

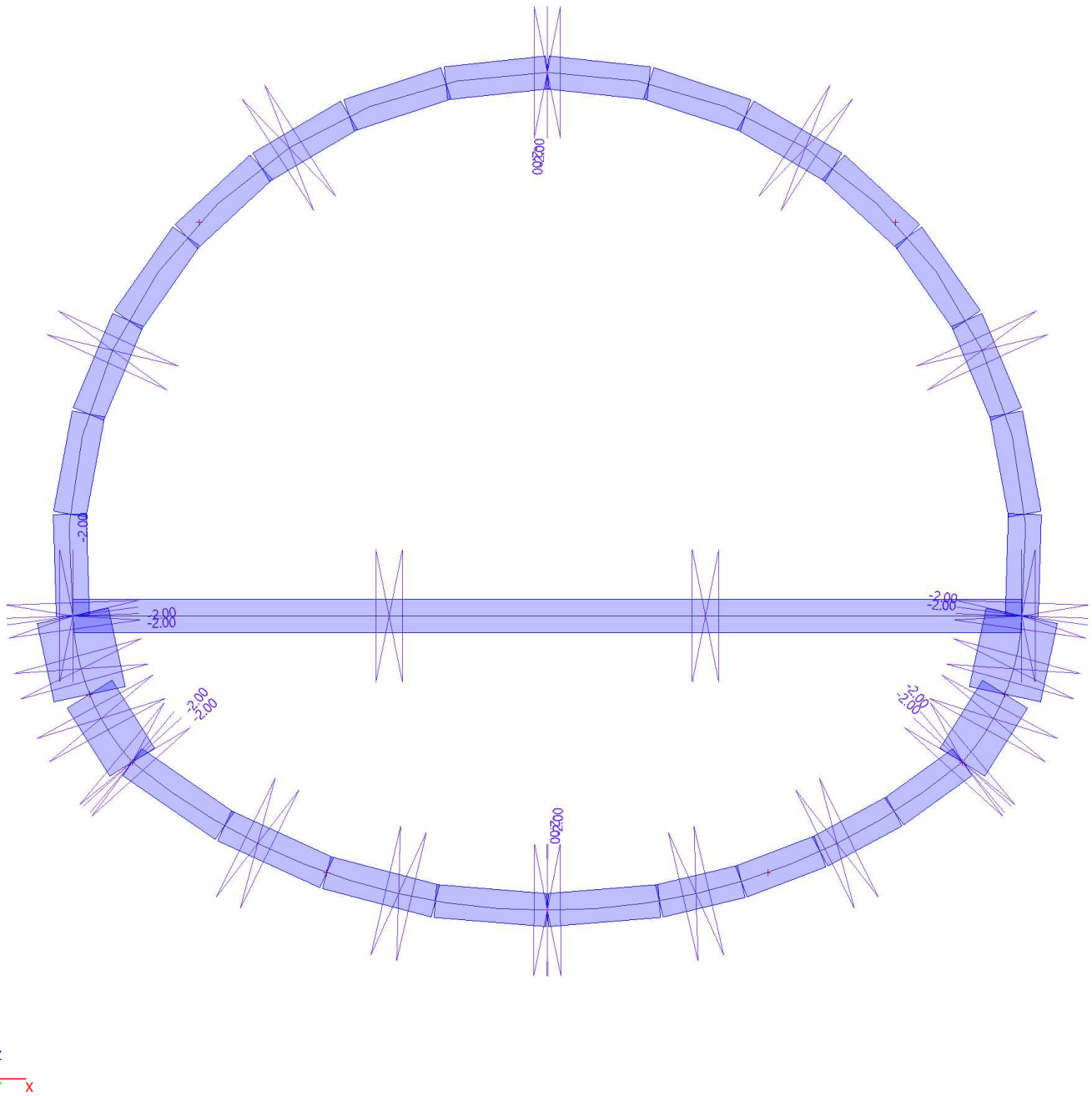


Project
Entrance Tunnel Structural Design

1.5. Load cases - LC5

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
LC5	Temperature-Standard	Variable Static	LG3	Short	None

1.5.1. LC1 / Tot. value

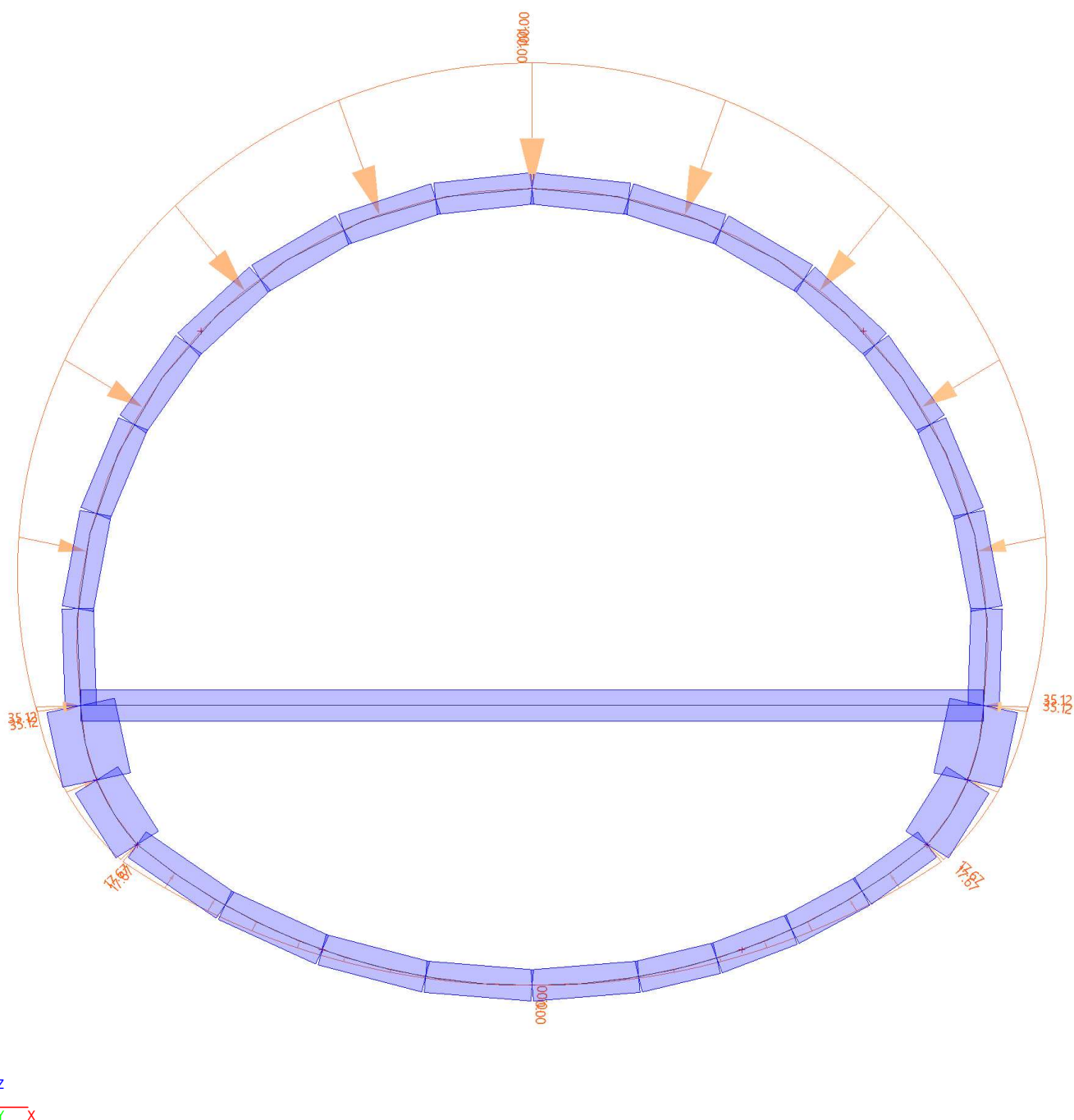


Project Entrance Tunnel Structural Design

1.6. Load cases - LC6

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group
LC6	Ground Loads	Permanent Standard	LG1

1.6.1. LC1 / Tot. value



Project Entrance Tunnel Structural Design

2. 1D internal forces; N

Values: **N**

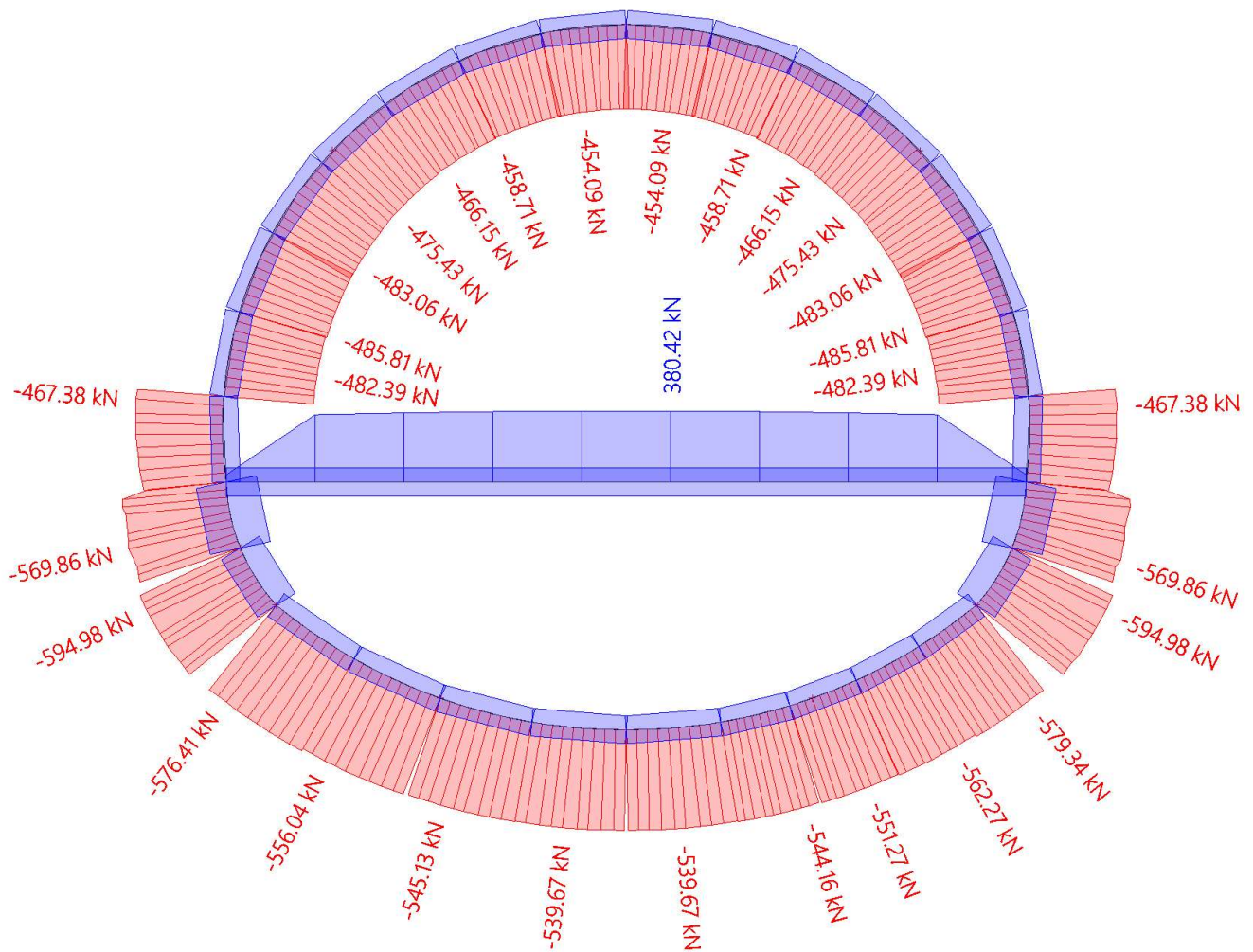
Nonlinear calculation

Class: RC_NC_ULS-Set B (auto)

Coordinate system: Principal

Extreme 1D: Member

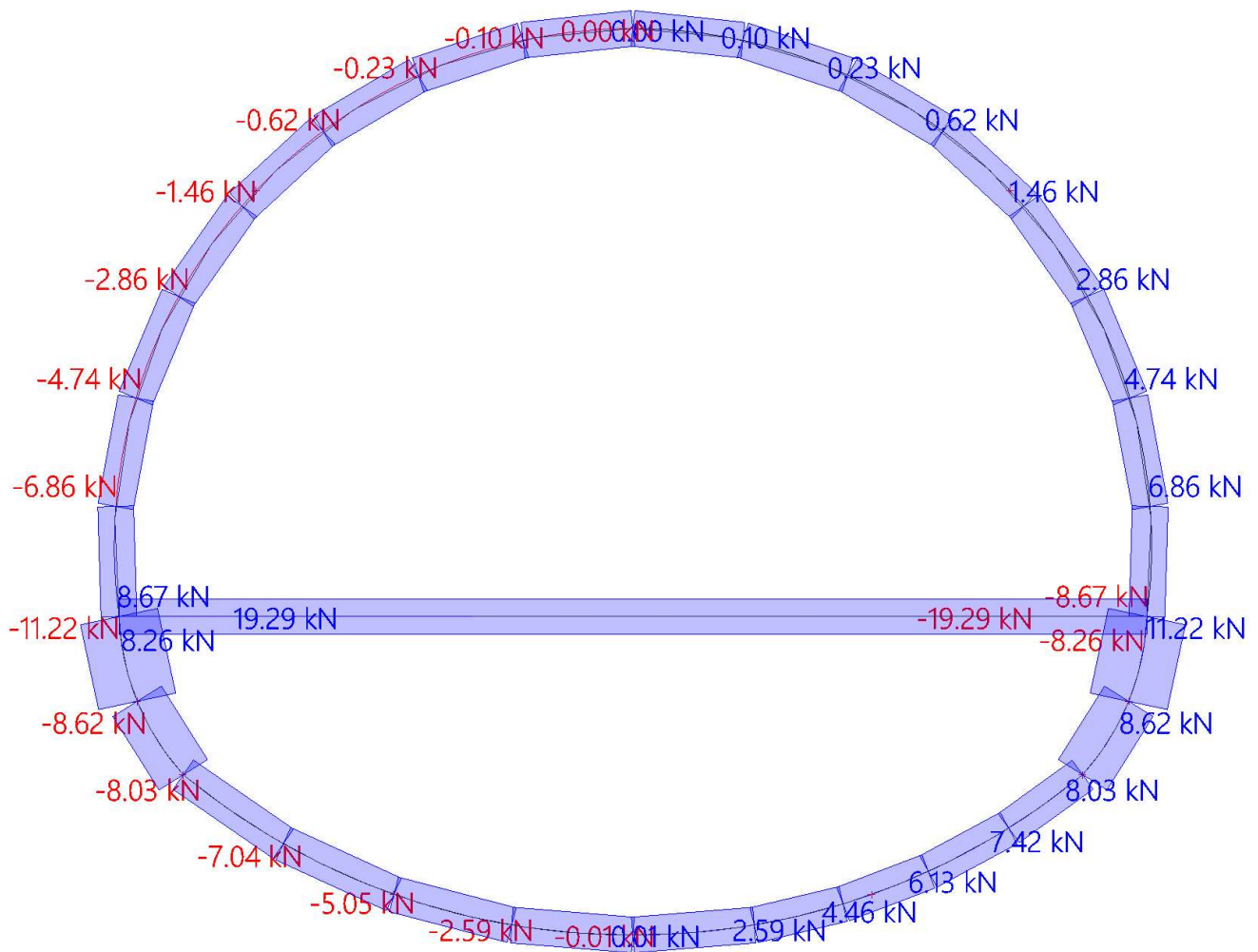
Selection: All



Project Entrance Tunnel Structural Design

3. 1D internal forces; V_y

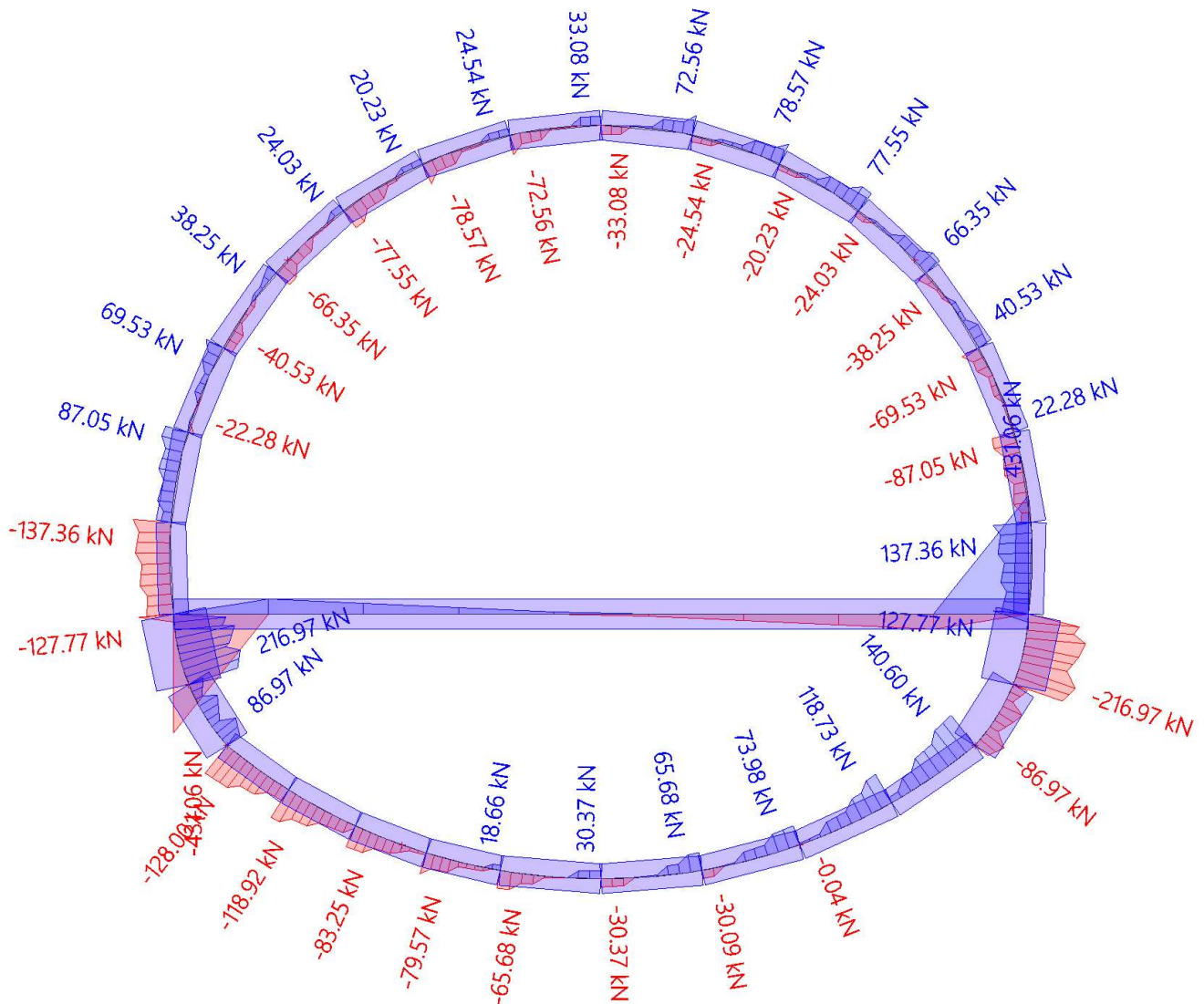
Values: V_y
 Nonlinear calculation
 Class: RC_NC_ULS-Set B (auto)
 Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Member
 Selection: All



Project Entrance Tunnel Structural Design

4. 1D internal forces; V_z

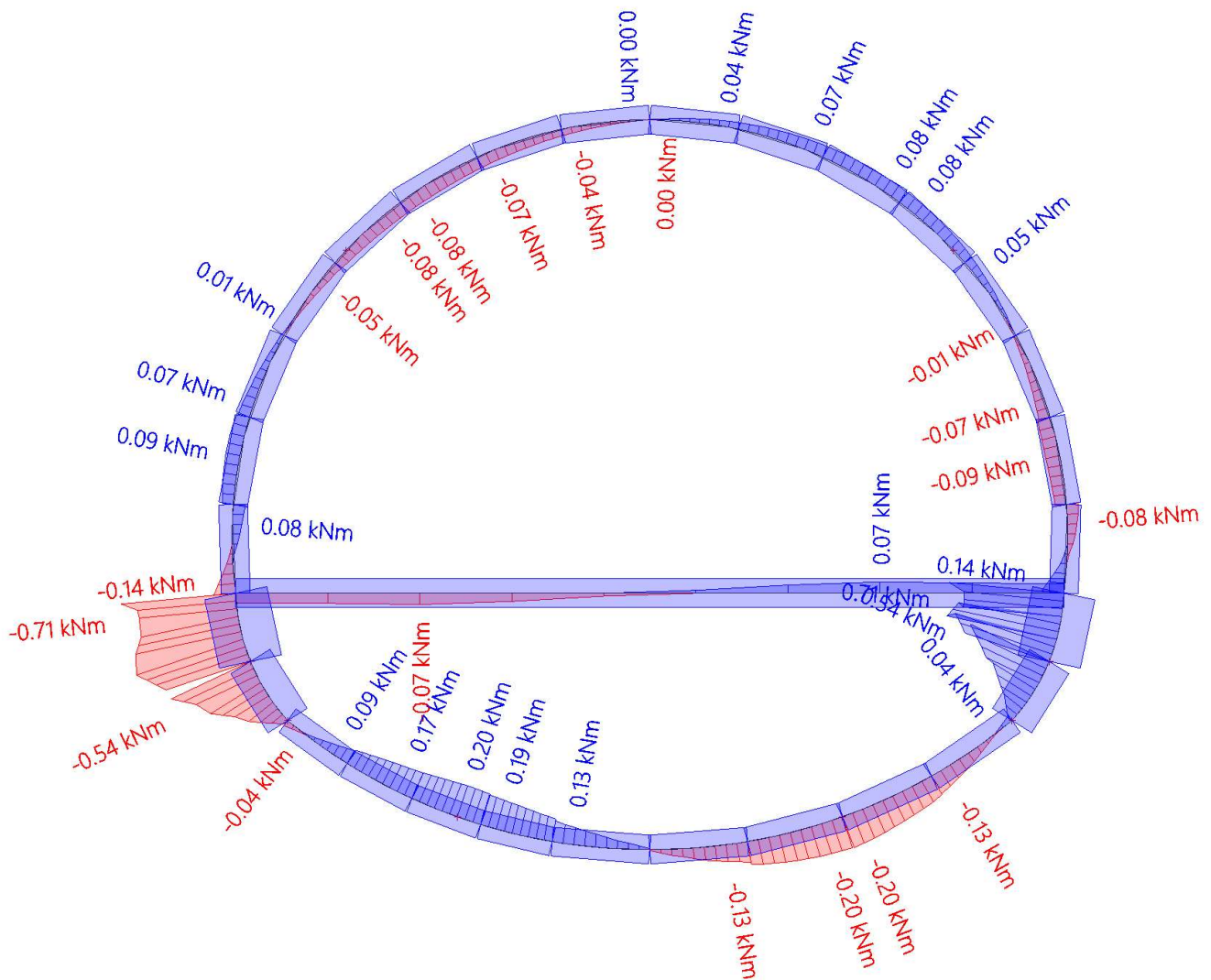
Values: V_z
 Nonlinear calculation
 Class: RC_NC_ULS-Set B (auto)
 Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Member
 Selection: All



Project Entrance Tunnel Structural Design

5. 1D internal forces; M_x

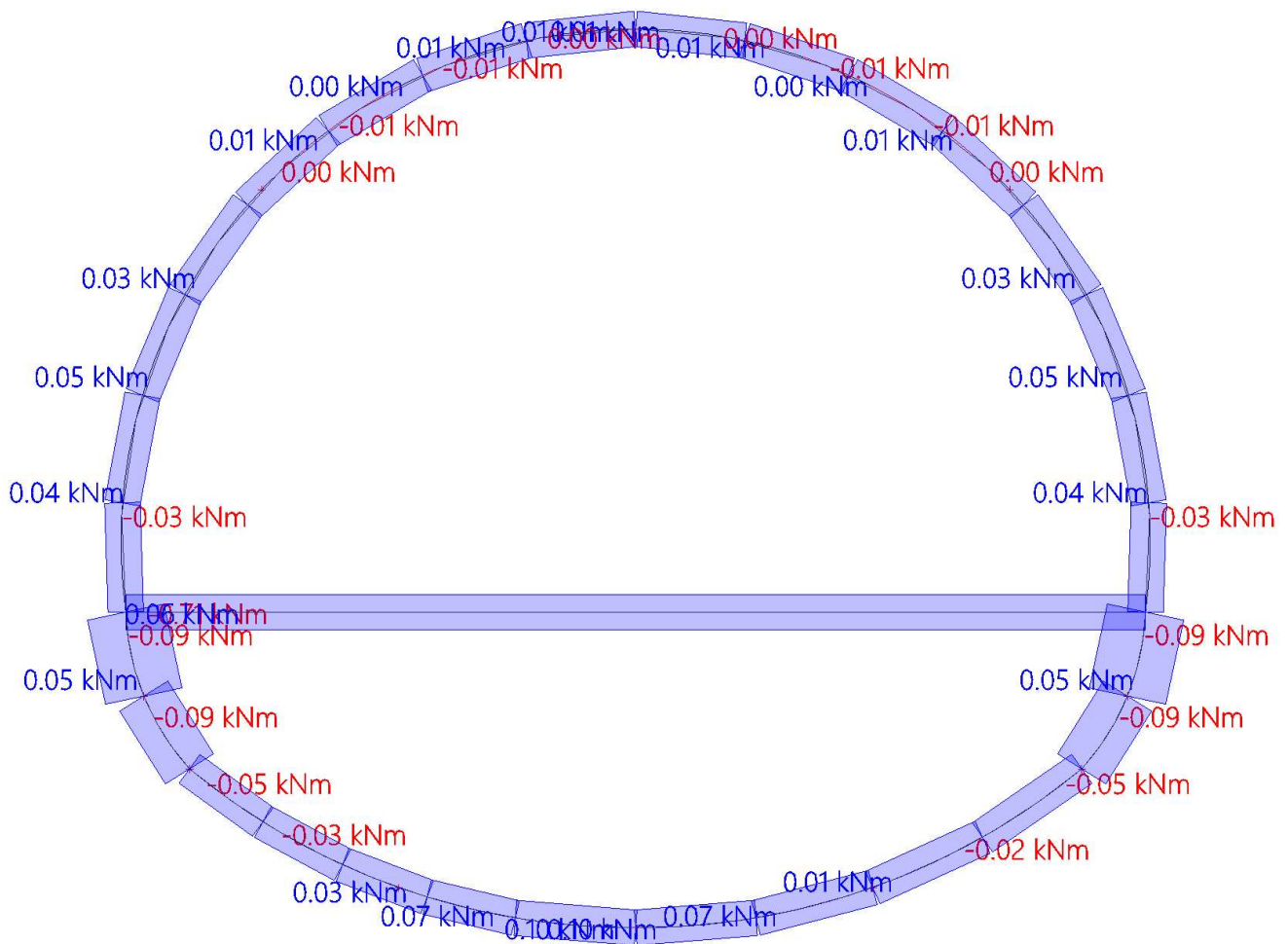
Values: M_x
 Nonlinear calculation
 Class: RC_NC_ULS-Set B (auto)
 Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Member
 Selection: All



Project Entrance Tunnel Structural Design

7. 1D internal forces; M_z

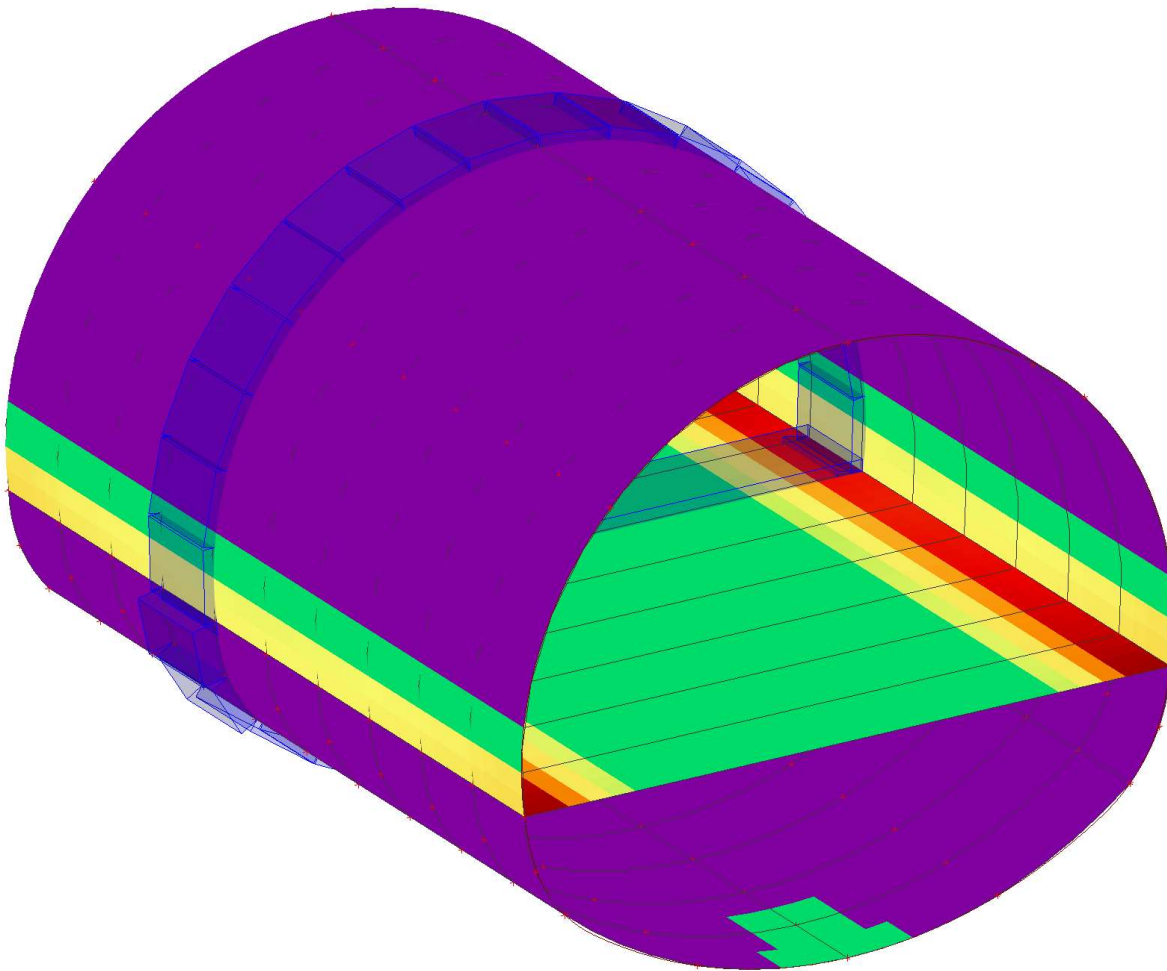
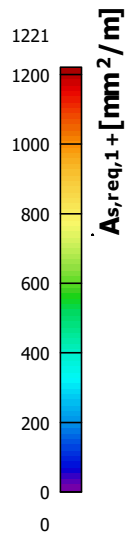
Values: M_z
 Nonlinear calculation
 Class: RC_NC_ULS-Set B (auto)
 Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Member
 Selection: All



Project Entrance Tunnel Structural Design

8. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,1+}$

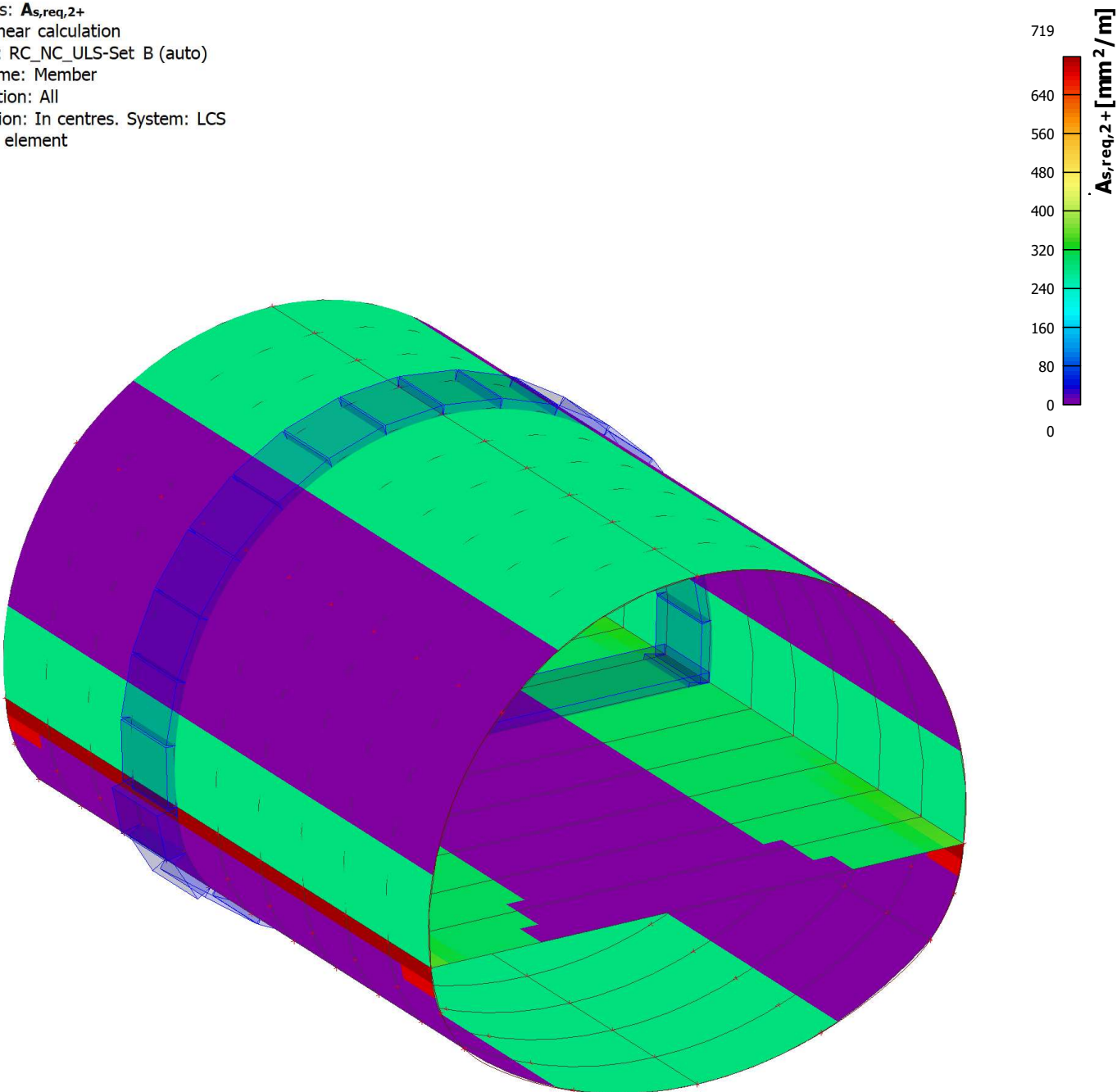
Values: $A_{s,req,1+}$
 Nonlinear calculation
 Class: RC_NC_ULS-Set B (auto)
 Extreme: Member
 Selection: All
 Location: In centres. System: LCS
 mesh element



Project Entrance Tunnel Structural Design

9. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,2+}$

Values: $A_{s,req,2+}$
 Nonlinear calculation
 Class: RC_NC_ULS-Set B (auto)
 Extreme: Member
 Selection: All
 Location: In centres. System: LCS
 mesh element

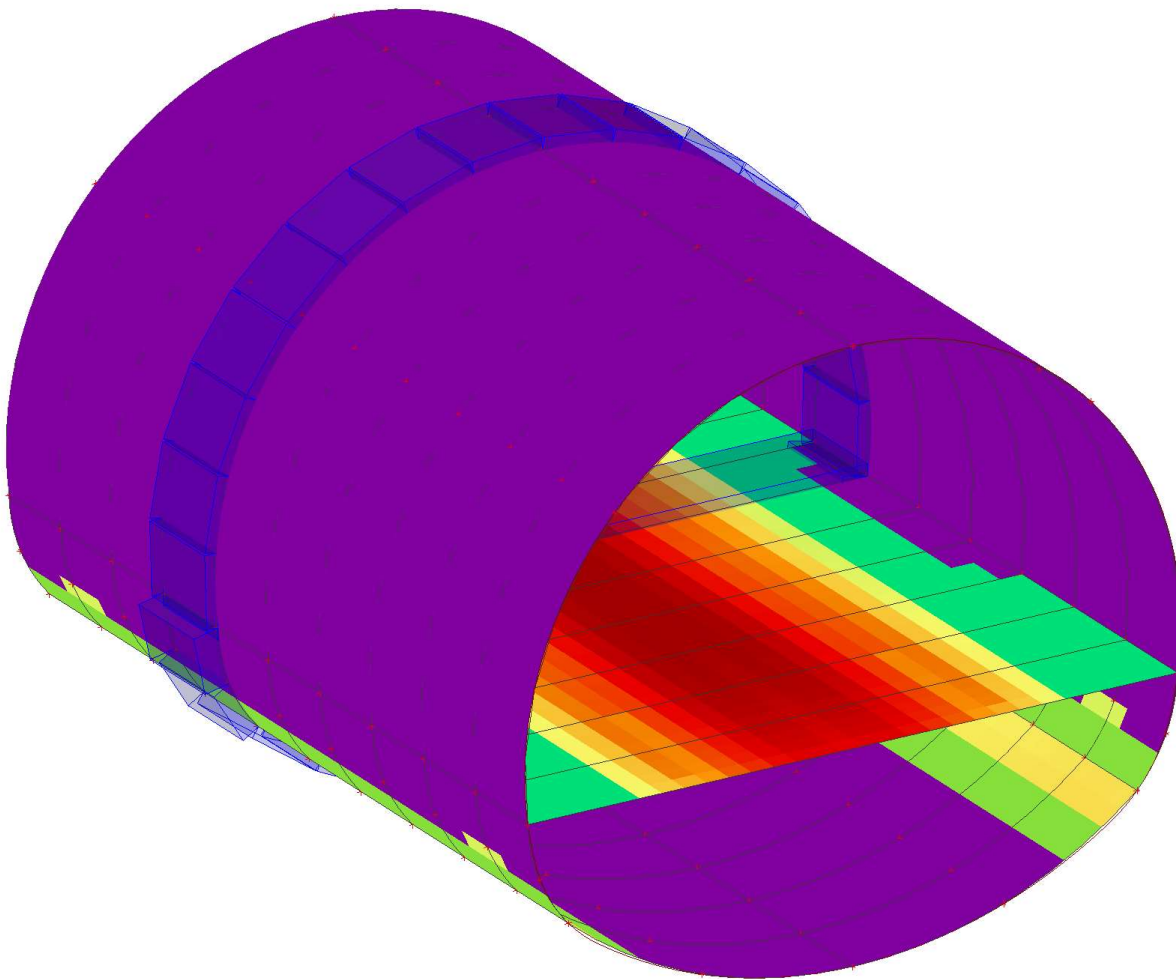


Project Entrance Tunnel Structural Design

10. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,1}$ -

Values: $A_{s,req,1}$ -
 Nonlinear calculation
 Class: RC_NC_ULS-Set B (auto)
 Extreme: Member
 Selection: All
 Location: In centres. System: LCS
 mesh element

968
 900
 800
 700
 600
 500
 400
 300
 200
 100
 -0
 0
 $A_{s,req,1} \text{ [mm}^2 \text{ / m]}$



Project Entrance Tunnel Structural Design

11. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{s,req,2}$ -

Values: $A_{s,req,2}$ -

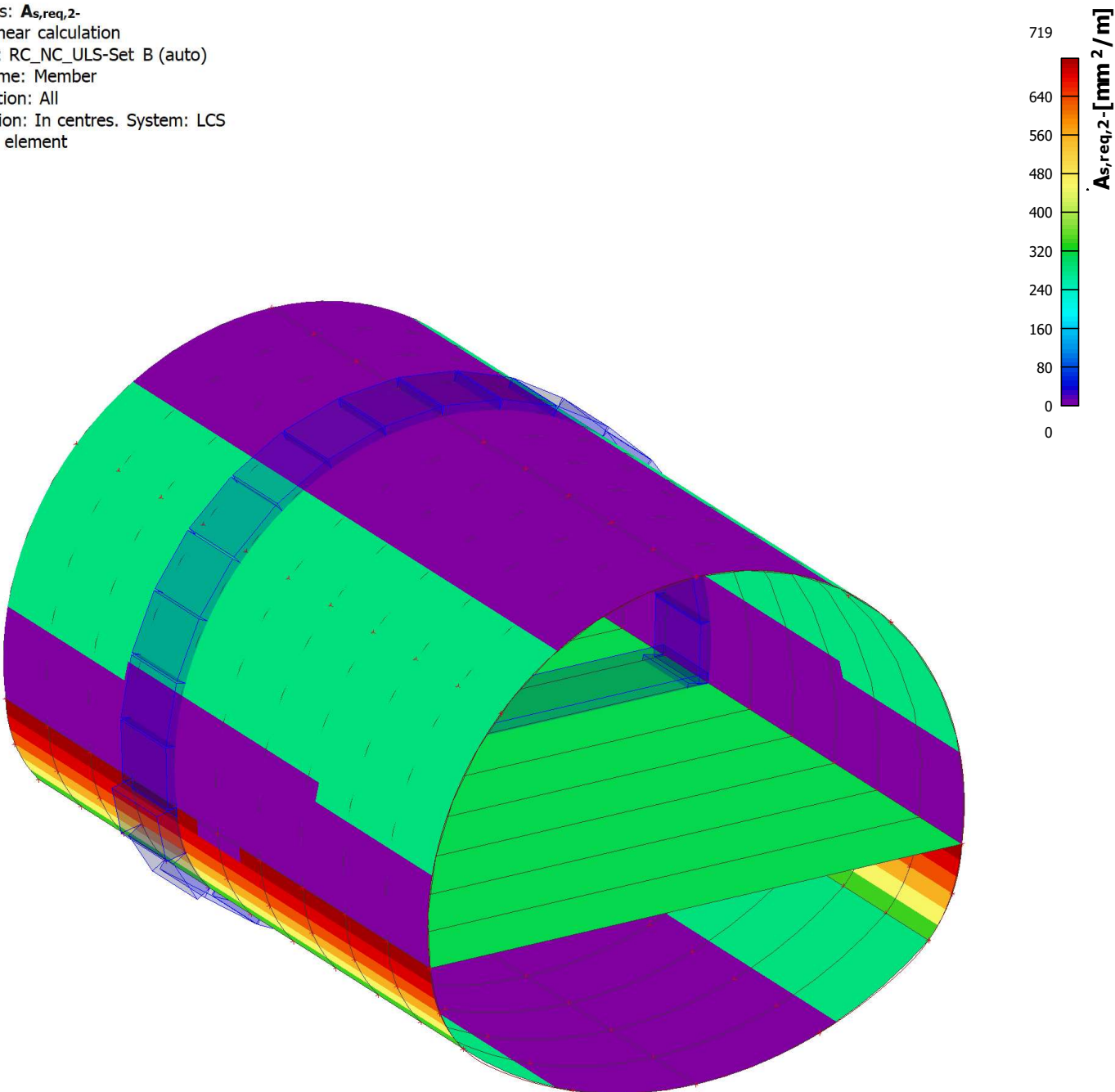
Nonlinear calculation

Class: RC_NC_ULS-Set B (auto)

Extreme: Member

Selection: All

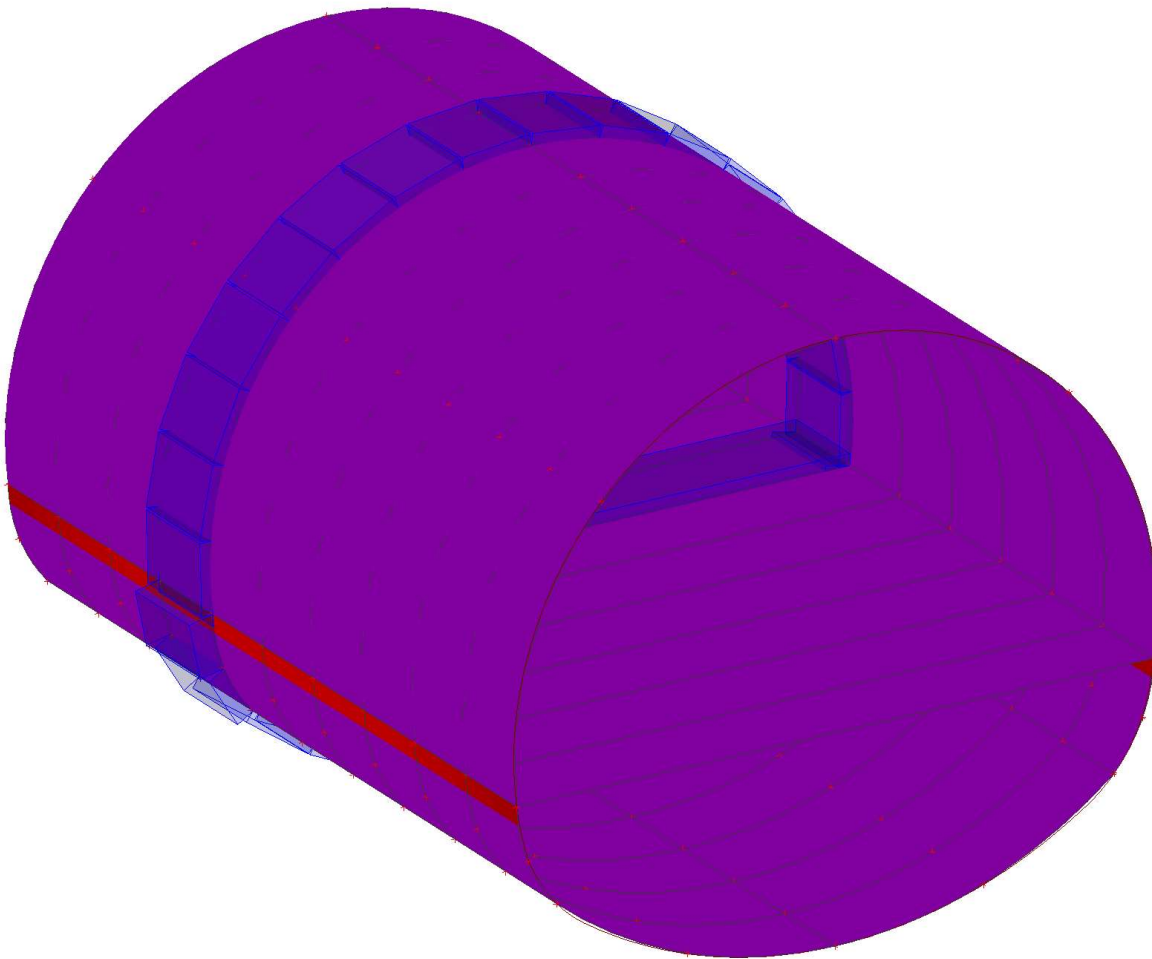
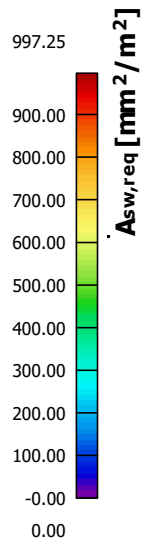
Location: In centres. System: LCS
mesh element



Project Entrance Tunnel Structural Design

12. Reinforcement design (ULS+SLS); $A_{sw,req}$

Values: $A_{sw,req}$
 Nonlinear calculation
 Class: RC_NC_ULS-Set B (auto)
 Extreme: Member
 Selection: All
 Location: In centres. System: LCS
 mesh element



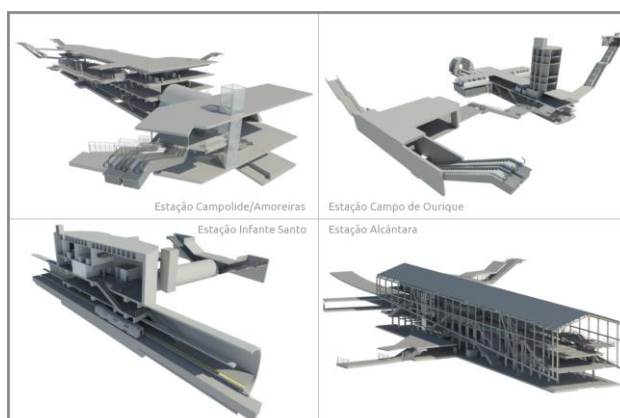
[illegible]

METRO DE LISBOA

PROLONGAMENTO DA LINHA VERMELHA ENTRE SÃO SEBASTIÃO E ALCÂNTARA

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO



TOMO V

VOLUME 2 – ESTAÇÃO CAMPO DE OURIQUE – 02 ESTRUTURAS

NOTA DE CÁLCULO

ESTRUTURAS INTERNAS DA ESTAÇÃO DE CAMPO DE OURIQUE

Documento SAP:	LVSSA MSA AP STR EST CO NC 083002 0
----------------	-------------------------------------

	Nome	Assinatura	Dados
Elaborado	Christos Biliris P. Kontothanasis		2024-09-27
Revisto	Afonso Marques		2024-09-27
Verificado	Sergio Notarianni		2024-09-27
Coordenador Projeto	Rui Rodrigues		
Aprovado	Raúl Pistone		

ÍNDICE

1	OBJECTIVO E ÂMBITO.....	5
2	CÓDIGOS E NORMAS DE CONCEÇÃO.....	5
3	DADOS DE ENTRADA.....	6
3.1	Desenhos e Documentos.....	6
4	DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO	7
5	CONDIÇÕES GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS.....	9
6	MATERIAIS	13
6.1	Estruturas Finais.....	13
7	CONCEÇÃO ESTRUTURAL	15
7.1	Vida Útil do Projecto.....	15
7.2	Classificação dos Projetos de Acordo com a sua Importância.....	15
7.3	Classificação do Tipo de Solo.....	15
7.4	Classe de Inspeção.....	17
7.5	Classe de Fiabilidade	17
7.6	Categoria Geotécnica	18
7.7	Estanquidade das Estruturas Subterrâneas.....	18
7.7.1	Estações Subterrâneas	18
7.7.2	Requisitos Legais de Proteção das Águas Subterrâneas.....	19
8	CONCEÇÃO ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DEFINITIVAS.....	20
8.1	Estruturas Definitivas Exteriores	20
8.2	Estrutura Definitiva Interior.....	23
8.3	Metodologia de Cálculo	26
8.4	Ações.....	28
8.4.1	Ações permanentes	28
8.4.1.1	Peso Próprio (PP).....	28
8.4.1.2	Tensão no Solo.....	28
8.4.1.3	Forças Hidrostáticas.....	29
8.4.1.4	Restante Carga Permanente (RCP).....	29
8.4.1.4.1	Paredes e Divisórias não Estruturais.....	30
8.4.1.5	Escadas Rolantes	30
8.4.2	Ações Variáveis.....	30

8.4.2.1	Sobrecarga de Utilização (SC)	30
8.4.2.2	Sobrecarga Ferroviária (SF)	32
8.4.2.3	Variação Uniforme da Temperatura (DTu)	32
8.5	Retração e Fluência	33
8.6	Mapas Genéricos de Cargas	34
8.6.1	Piso do Cais	34
8.6.2	Piso do Átrio	35
8.6.3	Pisos Superiores +75,82 +79,06 +85,54 +88,78	36
8.7	Acções Acidentais	37
8.7.1	Sísmica	37
8.7.2	Incêndio	41
8.7.3	Descarrilamento	42
8.8	Combinações de Cargas	42
8.8.1	Estados Limites Últimos (ELU)	42
8.8.2	Estado Limite de Serviço (ELS)	43
8.8.3	Fatores de Carga	44
8.8.4	Fatores de Segurança dos Materiais	45
8.9	Verificação de Segurança	45
8.9.1	Verificação da Segurança aos Estados Limites Últimos (ELU)	45
8.9.2	Verificação de Segurança aos Estados Limites de Serviço	46
8.9.3	Saída de Resultados	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Unidades Geotécnicas Reconhecidas no Local do Projeto	9
Tabela 2	Profundidades das Unidades Geotécnicas	10
Tabela 3	Valores Característicos dos Parâmetros Geotécnicos	11
Tabela 4	Estruturas Definitivas. Características do Material	13
Tabela 5	Estruturas de Aço. Características dos Materiais	13
Tabela 6	Estruturas Definitivas. Recobrimentos Nominais das Armaduras	13
Tabela 7	Aceleração Máxima de Referência de Projeto agR (m/s ²) nas Várias Zonas Sísmicas	16
Tabela 8	Tipos de Solo por EC8	17
Tabela 9	Tipos de Solo por Parâmetros de Solo	17
Tabela 10	Cargas	31
Tabela 11	Quantificação da Ação Sísmica	38
Tabela 12	Ação de Descarrilamento. Tabela 4.4 da EN1991-1-7:2006	42
Tabela 13	Coeficientes Parciais das Ações para os Estados Limites Últimos	44
Tabela 14	Coeficientes de Combinação Ψ	45
Tabela 15	Coeficientes Parciais dos Materiais para o Estado Limite Último	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Estação de Campo de Ourique.....	8
Figura 2 Zonamento Sísmico do Território Nacional de acordo com o Anexo Nacional NA da NP EN 1998-1:2010.....	16
Figura 3. Vista 3D da estação	20
Figura 4. Secção Longitudinal da Estação	21
Figura 5. Secção Transversal do Túnel	21
Figura 6. Secção Transversal do Túnel 2	22
Figura 7 Secção Transversal do Poço Principal	22
Figura 8. Secção Transversal da Entrada	23
Figura 9. Planta do Piso do Cais	24
Figura 10. Planta do Piso do Átrio	24
Figura 11 . Secção do Poço	25
Figura 12. Modelo 3D Exportado do Scia Engineer	27
Figura 13. Modelo 3D Exportado do Scia Engineer	27
Figura 14 Distribuição da Carga no Solo para Túneis Minados (Beton – Kalender 2014)	29
Figura 15 Cargas Transmitidas por uma Formação MRM (extrato ANX_C4, ML 90).....	32
Figura 16 Cargas no Piso do Cais.....	34
Figura 17 Sobrecargas.....	35
Figura 18 RCP no Piso do Átrio.....	35
Figura 19 Sobrecargas no Piso do Átrio.....	36
Figura 20 RCP nos Pisos Superiores	36
Figura 21 Sobrecargas nos Pisos Superiores	36
Figura 22 Verificação da Capacidade de Secção do Revestimento Definitivo do Túnel da Estação	39
Figura 23 Verificação da Capacidade de Secção do Revestimento Definitivo do Túnel 2.....	40
Figura 24 Verificação da Capacidade de Secção do Revestimento Definitivo do Túnel de Acesso	41

1 OBJECTIVO E ÂMBITO

A Estação de Campo de Ourique faz parte do Prolongamento da Linha Vermelha entre S. Sebastião e Alcântara do Metropolitano de Lisboa. A estação é constituída por uma estrutura subterrânea com 117,4m de comprimento interior, 18,8m de largura interior máxima e 15,7m de altura interior máxima, com cerca de 15 metros de cobertura.

Este documento descreve os principais pressupostos de projeto e a metodologia a considerar durante o desenvolvimento do Anteprojeto e, numa fase posterior, do Projeto de Execução das Estruturas Finais da Estação de Campo de Ourique.

2 CÓDIGOS E NORMAS DE CONCEÇÃO

O projeto será desenvolvido com base nos seguintes códigos de projeto:

- NP EN 1990 – Bases para Projetos de Estruturas (EC0);
- NP EN 1991 – Ações em Estruturas (EC1);
- NP EN 1992 – Projeto de Estruturas de Betão (EC2);
- NP EN 1993 – Projeto de Estruturas de Aço (EC3);
- NP EN 1994 – Projeto de Estruturas Mistas de Aço e Betão (EC4);
- NP EN 1997 – Projeto Geotécnico (EC7);
- NP EN 1998 – Projeto de Estruturas para Resistência aos Sismos (EC8);
- Código Modelo FIB para Estruturas de Betão 2010
- Normas de Projeto de Estruturas do Metropolitano de Lisboa.

Serão igualmente consideradas as seguintes normas de execução:

- NP EN 206:2013+A1:2017 – Betão: Especificação, desempenho, produção e conformidade.
- NP EN 13670-1 – Execução de estruturas de betão. Parte 1 – Regras Gerais.
- NP EN 14199 – Execução de obras geotécnicas especiais. Microestacas.
- NP EN 1537 – Execução de obras geotécnicas especiais. Ancoragens de solo.
- EN ISO 22447-5 – Investigação e ensaios geotécnicos – Ensaio de estruturas geotécnicas – Parte 5: Ensaio de ancoragens betumadas.
- EN 1536 – Execução de Obras Geotécnicas Especiais. Estacas escavadas.
- EN 14490 – Execução de Obras Geotécnicas Especiais. Pregagem do solo.
- NP EN 197-1 – Cimento. Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos comuns.
- NP EN 197-2 – Cimento. Parte 2: Avaliação e verificação da regularidade do desempenho.
- NP EN 13251 – Geotêxteis e produtos relacionados com geotêxteis – Características requeridas para uso em terraplenagens, fundações e estruturas de suporte.
- NP EN 13256 – Geotêxteis e produtos relacionados com geotêxteis – Características requeridas para uso na construção de túneis e estruturas subterrâneas.
- NP EN 14487-1 – Betão projetado – Parte 1: Definições, especificações e conformidade.

- NP EN 14487-2 – Betão projetado – Parte 2: Execução.
- NP EN 14889-1 – Fibras para betão – Parte 1: Fibras de aço – Definições, especificações e conformidade.
- NP EN 14488-5 – Ensaio em betão projetado – Parte 5: Determinação da capacidade de absorção de energia de provetes de lajes reforçadas com fibras.
- NP EN 445 – Caldas de injeção para tendões de pré-esforço – Métodos de ensaio.
- NP EN 446 – Caldas de injeção para tendões de pré-esforço – Procedimentos de injeção.
- NP EN 447 – Caldas de injeção para tendões de pré-esforço – Requisitos básicos.

3 DADOS DE ENTRADA

Os desenhos e documentos considerados como dados de entrada associados ao trabalho foram os seguintes

3.1 Desenhos e Documentos

O presente relatório baseia-se nos seguintes documentos e respetivos desenhos, fornecidos pelo Metropolitano de Lisboa:

1. Estação Campo De Ourique, Arquitetura, Memória Descritiva E Justificativa, LVSSA ML PP ARQ EST ECO MD 063001 0, 2022-08-10,
2. Estação Campo De Ourique, Memória Descritiva E Justificativa, LVSSA ML PP STR EST ECO MD 083000 A, 2022-11-16,

bem como aos documentos seguintes e aos desenhos que os acompanham, apresentados no âmbito do projeto de concurso:

3. VOLUME 3 – Estações – Campo De Ourique Memória Descritiva E Justificativa, Suporte. Primário E Faseamento Construtivo, LVSSA CBJ EP STR EST ECO MD 083000 0, 2023-06-23,
4. VOLUME 3 – Estações – Estação Campo De Ourique Memória Descritiva E Justificativa, LVSSA CBJ EP STR EST ECO MD 083001 0, 2023-06-23,
5. VOLUME 3 – Estações – Estação Campo De Ourique Nota De Cálculo – Estruturas Externas, LVSSA CBJ EP STR EST ECO NC 083001 0, 2023-06-23,
6. VOLUME 3 – Estações Nota De Cálculo – Estruturas Internas Da Estação De Campo De Ourique, LVSSA CBJ EP STR EST ECO NC 083002 0, 2023-06-23,
7. Memória Descritiva e Justificativa do Método Construtivo e Faseamento da Obra, PROC. N.º 125/2022 DLO/ML.

4 DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO

A estação de Campo de Ourique situa-se no Jardim da Parada, entre a Rua 4 de Infantaria e a Rua Tomás da Anunciação.

Devido às restrições de espaço à superfície, esta estação será construída numa galeria totalmente subterrânea, devido à necessidade de interferência mínima com a superfície e os edifícios circundantes.

A estação é constituída por um poço de acesso com 14,0m de diâmetro interior definitivo, o túnel principal (Túnel da Plataforma) com 117,4m de comprimento interior, 18,8m de largura interior máxima e 15,7m de altura interior máxima, e um túnel transversal com cerca de 57,0m de comprimento interior, 15,8m de largura interior máxima e 14,9m de altura interior máxima. Estão ainda previstos dois túneis de acesso com 7,0m de largura interior máxima e 6,1m de altura interior máxima.

O poço de acesso situa-se na esquina entre a Rua Almeida e Sousa e a Rua Tomás da Anunciação.

A Estação de Campo de Ourique encontra-se sob o Jardim Teófilo de Braga, sendo que a cobertura sobre o Túnel varia aproximadamente entre 15m e 18m.

A construção da estação subterrânea será efetuada pelo método NATM. O túnel da plataforma será escavado a partir do poço.

Os túneis de acesso serão executados a partir do Túnel Principal, no sentido ascendente, até ao nível do último lanço de escadas. A partir desta cota, os trabalhos serão executados à superfície pelo método "cut and cover" através de um poço aberto, provisoriamente retido por um muro de estacas.

Uma vez que o diâmetro do poço é inferior à largura do túnel, são inicialmente considerados alargamentos laterais do túnel, preenchidos com betão, para funcionarem como pilares e colunas de reforço do poço, que serão reavaliados durante a fase de projeto pormenorizado.

A figura seguinte mostra a localização da Estação de Campo de Ourique.