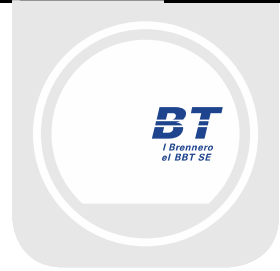




Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona

BRENNER BASISTUNNEL

Ausführungsplanung

Potenziamiento asse ferroviario Monaco-Verona

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Progettazione esecutiva

D0700: Baulos Mauls 2-3

D0700: Lotto Mules 2-3

Projekteinheit

Nothaltestelle

WBS

Fermata di Emergenza

Dokumentenart

Statische Berechnung

Tipo Documento

Calcolo statico

Titel

Statische Berechnung FdE-CS (km 44.5+35.0)

Titolo

Relazione di calcolo FdE-CS (km 44.5+35.0)



Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P
c/o Pro.Rer S.r.l., Via G.B. Sommariva 5, 20125 Milano, Tel: +39 026779711, Fax: +39 0267112612

Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche
Ing. Enrico Maria Pizzarotti
Ord. Ingg. Milano N° A 29470

Mandataria



Mandante



Mandante



Mandante



Fachplaner / il progettista specialista
Ing. Enrico Maria Pizzarotti
Ord. Ingg. Milano N° A 29470

Fachplaner / il progettista specialista
Ing. Rodrigo Correa
Ing. Nicola Norghauer

Fachplaner / il progettista specialista
Ing. Davide Merlini
Ord. Ingg. Como N° 2354 A

Fachplaner / il progettista specialista
Ing. Federico Pasquali
Ord. Ingg. Bolzano N° 680
Ing. Luigi Rausa
Ord. Ingg. Bolzano N° 709

Datum / Data

30.01.2015

Name / Nome

A. Battaglia / M. Falanesca

Gesellschaft / Società

Pini Swiss

Bearbeitet / Elaborato

Geprüft / Verificato

30.01.2015

D. Merlini

Pini Swiss



Name / Nome

R. Zurlo

Name / Nome

K. Bergmeister

Projekt-kilometer /
Chilometro
progetto

von / da 32.0+88

bis / a 54.0+15

bei / al

Projekt-kilometer /
Chilometro
opera

von / da 44.5+55

bis / a 45.0+25

bei / al

Status
Dokument /
Stato
documento

Massstab /
Scala

-

Staat

Stato

02

Los

Lotto

H61

Einheit

Unità

OP

Nummer

Numero

060

Dokumentenart

Tipo Documento

KST

Vertrag

Contratto

D0700

Nummer

Codice

22914

Revision

Revisione

21

Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
00	Vorläufige Abgabe / Consegna preliminare	A.Battaglia / M. Falanesca	22.05.2014
10	Endgültige Abgabe / Consegna definitiva	A.Battaglia / M. Falanesca	31.07.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	A.Battaglia / M. Falanesca	09.10.2014
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	A.Battaglia / M. Falanesca	04.12.2014
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	A.Battaglia	30.01.2015

1	EINLEITUNG	
1	INTRODUZIONE	8
2	MATERIALKENNWERTE	
2	MATERIALI	9
2.1	SPRITZBETON	
2.1	BETONCINO PROIETTATO	9
2.2	ANKER	
2.2	ANCORAGGI	9
2.3	STAHLBÖGEN	
2.3	CENTINE.....	9
2.4	BETON	
2.4	CALCESTRUZZO.....	9
2.5	BEWEHRUNGSSTAHL	
2.5	ACCIAIO DA ARMATURA.....	10
3	GEOTECHNISCHES MODELL	
3	MODELLO GEOTECNICO	11
3.1	GEOLOGIE UND GEOMECHANIK	
3.1	GEOLOGIA E GEOMECCANICA.....	11
3.2	TRENNFLÄCHENORIENTIERUNG	
3.2	ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ	13
4	GEBIRGSVERHALTEN	
4	COMPORTEMENTO DELLA ROCCIA	14
4.1	ABSCHÄTZUNG DES GEBIRGSVERHALTENS	
4.1	VALUTAZIONE DEL COMPORTEMENTO DELLA ROCCIA.....	14
5	AUßENSCHALE	
5	RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE	16
5.1	QUERSCHNITT FDE-CS-T4	
5.1	SEZIONE FDE-CS T4	17
5.1.1	Modellgeometrie	
5.1.1	Geometria del modello	17
5.1.2	Gebirgsmodell und Ausgangsspannungslage	
5.1.2	Modello costitutivo dell'ammasso e stato tensionale iniziale	18
5.1.3	Eigenschaften der Außenschale	
5.1.3	Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase	19
5.1.4	Laststufe	
5.1.4	Step di carico.....	20
5.1.5	Nachweisverfahren	
5.1.5	Procedura di verifica.....	21
5.1.6	Ergebnisse	
5.1.6	Risultati.....	21
5.2	SCHNITT FDE-CS-T5	
5.2	SEZIONE FDE-CS T5	23
5.2.1	Modellgeometrie	
5.2.1	Geometria del modello	23
5.2.2	Gebirgsmodell und Ausgangsspannungslage	
5.2.2	Modello costitutivo dell'ammasso e stato tensionale iniziale	24
5.2.3	Eigenschaften der Außenschale	
5.2.3	Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase	24

5.2.4	Laststufe	
5.2.4	Step di carico	25
5.2.5	Nachweisverfahren	
5.2.5	Procedura di verifica	26
5.2.6	Ergebnisse	
5.2.6	Risultati	27
5.3	ANALYSE DER STANDSICHERHEIT DER ORTBRUST	
5.3	ANALISI DELLA STABILITÀ DEL FRONTE	27
5.3.1	Nachweisverfahren	
5.3.1	Procedura di verifica	27
5.3.2	Ergebnisse	
5.3.2	Risultati	27
5.3.2.1	Sezione FdE-CS T4	
5.3.2.1	Sezione FdE-CS T4	27
5.3.2.2	Sezione FdE-CS T5	
5.3.2.2	Sezione FdE-CS T5	28
6	INNENSCHALE	
6	RIVESTIMENTO DEFINITIVO	29
6.1	STABWERKSMODELLE	
6.1	METODO DELLE REAZIONI IPERSTATICHE	29
6.2	INTERAKTION TRAGWERK-BAUGRUND	
6.2	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA	29
6.2.1	Modellierung der Bettung	
6.2.1	Rigidezza radiale	30
6.2.2	Federkonstanten Auflagerbereich/Sohle	
6.2.2	Costante della molla nelle zone di appoggio / fondo	30
6.3	EINWIRKUNGEN	
6.3	ANALISI DEI CARICHI	31
6.3.1	Eigengewicht G1	
6.3.1	Peso proprio G1	31
6.3.2	Kettenwerk G2	
6.3.2	Catenaria G2	31
6.3.3	Auffüllung mit Beton oberhalb des Sohlgewölbes G3	
6.3.3	Riempimento in cls al di sopra dell'arco rovescio G3	32
6.3.4	Wasserdruck G4	
6.3.4	Pressione idraulica G4	32
6.3.5	Gebirgslast G5	
6.3.5	Carico dell'ammasso G5	32
6.3.6	Squeezinq e swelling G7	
6.3.6	Squeezinq e swelling G7	33
6.3.7	Kriechen und Schwinden des Betons G6	
6.3.7	Viscosità e ritiro del calcestruzzo G6	33
6.3.8	Temperatur Q1	
6.3.8	Temperatura Q1	34
6.3.9	Erdbebeneinwirkung E1	
6.3.9	Azione sismica E1	34
6.3.10	Druck / Sog infolge Zugfahrt A1	
6.3.10	Pressione aerodinamica A1	35
6.3.11	Anpralllast A2	
6.3.11	Urto A2	35

6.3.12 Brand A3	
6.3.12 Incendio A3	35
6.4 EINWIRKUNGSKOMBINATIONEN	
6.4 COMBINAZIONE DI CARICO	35
6.5 NACHWEISVERFAHREN	
6.5 VERIFICHE	36
6.5.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)	
6.5.1 Stati Limite Ultimi (SLU)	36
6.5.1.1 Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen	
6.5.1.1 Coefficienti parziali di sicurezza per le azioni	36
6.5.1.2 Kombinationsbeiwerte Einwirkungen	
6.5.1.2 Coefficienti di combinazione delle azioni	36
6.5.1.3 Einwirkungskombinationen	
6.5.1.3 Combinazione delle azioni	37
6.5.1.4 Teilsicherheitsfaktoren Widerstand	
6.5.1.4 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	37
6.5.1.5 Bemessung auf Biegung und Längskraft	
6.5.1.5 Verifica a pressoflessione	37
6.5.1.6 Bemessung Querkraft	
6.5.1.6 Verifica a taglio	38
6.5.2 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	
6.5.2 Stati Limite Esercizio (SLE)	39
6.5.2.1 Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen	
6.5.2.1 Coefficienti parziali di sicurezza delle azioni	39
6.5.2.2 Kombinationsbeiwerte Einwirkungen	
6.5.2.2 Coefficienti di combinazione delle azioni	39
6.5.2.3 Einwirkungskombinationen	
6.5.2.3 Combinazioni delle azioni	39
6.5.2.4 Teilsicherheitsfaktoren Widerstand	
6.5.2.4 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	39
6.5.2.5 Ermittlung der Schnittgrößen und Verformungen	
6.5.2.5 Calcolo delle deformazioni	39
6.5.2.6 Begrenzung der Rissbreiten	
6.5.2.6 Limitazione dello spessore delle fessure	39
6.6 BAULICHE DURCHBILDUNG	
6.6 STRUTTURA COSTRUTTIVA	39
6.6.1 Bauliche Durchbildung	
6.6.1 Classe di esposizione e copriferro minimo	39
6.6.2 Mindestbewehrung	
6.6.2 Armatura minima	40
6.7 ERGEBNISSE	
6.7 RISULTATI	41
7 VERZEICHNISSE	
7 ELENCHI	42
7.1 TABELLENVERZEICHNIS	
7.1 ELENCO DELLE TABELLE	42
7.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
7.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI	43
7.3 ANLAGENVERZEICHNIS	
7.3 ELENCO APPENDICI	43

7.4	REFERENZDOKUMENTE	
7.4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	43
7.4.1	Eingangsdokumente	
7.4.1	Documenti in ingresso.....	43
7.4.1.1	Ausführungsprojekt Baulos Muls 2-3	
7.4.1.1	Progetto Esecutivo Lotto Muls 2-3.....	43
7.4.1.2	Technische Projektaufbereitung	
7.4.1.2	Elaborazione tecnica del progetto	44
7.4.1.3	Ausführungsprojekt Erweiterung Baulos Muls 1	
7.4.1.3	Progetto Esecutivo Estensione Lotto Muls 1	44
7.4.2	Normen und Richtlinien	
7.4.2	Normativa.....	44
7.4.3	Literatur	
7.4.3	Letteratura.....	45
ANHANG 1 – GEOMECHANISCHE KARTEN		
APPENDICE 1 - SCHEDE GEOMECCANICHE.....		47
ANHANG 2 - KENNLINIENVERFAHREN		
APPENDICE 2 - CURVE CARATTERISTICHE.....		50
ANHANG 3 - BRUCHKÖRPERANALYSE		
APPENDICE 3 - ANALISI DEI BLOCCHI.....		51
ANHANG 4 - FEM- ANALYSEN DER AUßENSCHALE SCHNITT FDE-CS T4		
APPENDICE 4 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FDE-CS T4.....		64
ANHANG 5 - FEM- ANALYSE DER AUßENSCHALE SCHNITT FDE-CS T5		
APPENDICE 5 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FDE-CS T5.....		75
ANHANG 6 - FEM- ANALYSE DER INNENSCHALE		
APPENDICE 6 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO		86
ANHANG 7 – BEMESSUNG DER ZWISCHENPLATTE		
APPENDICE 7 – DIMENSIONAMENTO SOLETTA INTERMEDIA.....		210
1 EINFÜHRUNG		
1	INTRODUZIONE	211
2 NORMEN UND RICHTLINIEN		
2	NORMATIVA.....	211
3 MATERIALIEN		
3	MATERIALI.....	212
3.1	BETON	
3.1	CALCESTRUZZO.....	212
3.2	BEWEHRUNGSSTAHL	
3.2	ACCIAIO DA ARMATURA.....	212
4 BERECHNUNGSMODELL		
4	MODELLO DI CALCOLO	212
4.1	BELASTUNGSANALYSE	
4.1	ANALISI DEI CARICHI	212
4.1.1	Eigengewicht G1	
4.1.1	Peso proprio G1	212
4.1.2	Lüftung Q1	
4.1.2	Ventilazione Q1	212

4.1.3	Nutzung Q2	
4.1.3	Utilizzazione Q2	213
4.1.4	Brand A1	
4.1.4	Incendio A1	213
4.1.4.1	Temperatur-Zeitkurve im Tunnelbau [UNI 11076]	
4.1.4.1	Curva della temperatura/tempo per tunnel [UNI 11076]	213
4.1.4.2	Koeffizienten zur Bewertung der temperaturbedingten Festigkeitsminderung der Materialien	
4.1.4.2	Coefficienti per la valutazione della diminuzione delle caratteristiche di resistenza dei materiali in funzione della temperatura.....	215
4.2	NACHWEISVERFAHREN	
4.2	VERIFICHE	216
4.2.1	Traggrenzzustände (SLU) und Gebrauchsgrenzzustände (SLE)	
4.2.1	Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite di Esercizio (SLE)	216
4.2.1.1	Kombinations- und Teilkoeffizienten der Sicherheit der Wirkungen	
4.2.1.1	Coefficienti di combinazione e parziali di sicurezza per le azioni	216
4.2.1.2	Teilkoeffizienten der Festigkeitssicherheit	
4.2.1.2	Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze	216
4.3	ERGEBNISSE	
4.3	RISULTATI	217
4.3.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)	
4.3.1	Sollecitazioni Stati Limite Ultimi (SLU).....	217
4.3.2	Gebrauchsgrenzzustände (GZG)	
4.3.2	Sollecitazioni Stati Limite d'Esercizio (SLE).....	217
4.3.3	Brandlastfall (GZT)	
4.3.3	Sollecitazioni incendio (SLU).....	218
4.4	NACHWEISVERFAHREN	
4.4	VERIFICHE	218
4.4.1	Prüfungen der Traggrenzzustände	
4.4.1	Verifiche Stati Limite Ultimi.....	218
4.4.1.1	Prüfung auf Biegung	
4.4.1.1	Verifica a flessione	218
4.4.1.2	Prüfung auf Querkraft	
4.4.1.2	Verifica a taglio.....	218
4.4.2	Prüfungen der Gebrauchsgrenzzustände	
4.4.2	Verifiche Stati Limite d'Esercizio.....	218
4.4.3	Prüfungen auf Rissbildung	
4.4.3	Verifiche a fessurazione	219
4.4.4	Prüfungen auf Verformung	
4.4.4	Verifica di deformabilità	219
4.4.5	Prüfung auf Ermüdung durch Biegung	
4.4.5	Verifica a fatica a flessione.....	220
4.4.6	Prüfung auf Ermüdung auf Querkraft	
4.4.6	Verifica a fatica a taglio	220
4.4.7	Nachweis Brandlastfall (GZT)	
4.4.7	Verifica incendio (SLU).....	220
5	VERANKERUNGEN	
5	ANCORAGGI	221

ANLAGE 1	
ALLEGATO 1	222
ANLAGE 2	
ALLEGATO 2	223
ANLAGE 3	
ALLEGATO 3	224
ANLAGE 4	
ALLEGATO 4	225
ANLAGE 5	
ALLEGATO 5	226
ANLAGE 6	
ALLEGATO 6	227

1 EINLEITUNG

Das vorliegende Dokument beinhaltet die Bemessung der Außen- und Innenschalen des Abluftstollens im Bereich der Nothaltestelle (FdE-CS), welche an der Kilometrierung km 45.5+35.0 (Oströhre) über eine Länge von 60 Metern konventionell vorgetrieben wird.

Laut geomechanischem Profil [2] entwickelt sich der FdE-CS Stollen gänzlich innerhalb des Bündnerschieferkomplexes (geomechanische Homogenbereiche 11) mit variablen Überdeckungen von 905 m bis 1060 m ([2]) (Abbildung 1)

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Bemessung der Regelprofile FdE-CS T3, FdE-CS T4 und FdE-CS T5. Auf Grundlage der Angaben laut den Berichten [1], [2], [6], [7] und auf Grundlage der im vorliegenden Bericht enthaltenen Ergebnisse sind die am wahrscheinlichsten eingesetzten Regelprofile FdE-CS T4 und FdE-CS T5. Die Bemessung der Außen- und Innenschale wird aus diesem Grund für diese beiden Querschnitte durchgeführt. Betreffend das Profil FdE-CS T3 kann aufgrund der geometrischen Nähe zum Querschnitt FdE-CcT auf den Bericht 02_H61_OP_060_KST_D0700_22909 Statischer Bericht FdE-CcT-T2/T3 (da km 44.5+15.0 a 45.3+ 75.0) verwiesen werden. Für die untersuchten Querschnitte ist die Innenschale bewehrt und besteht aus Beton der Festigkeitsklasse C 30/37 mit Stärken von 60 cm in der Kalotte und 70 cm im Sohlgewölbe, unter Berücksichtigung der Bautoleranzen.

1 INTRODUZIONE

La seguente relazione riporta il dimensionamento dei rivestimenti di prima fase e definitivi del cunicolo di scarico all'interno della Fermata di Emergenza (FdE-CS) alla progressiva km 44.5+35.0 (Canna Est), realizzato mediante avanzamento in scavo tradizionale per una lunghezza di ca. 60 metri.

Il FdE-CS in questa tratta si sviluppa interamente all'interno del complesso dei calcescisti (zona geomeccanica omogenea 11) con coperture variabili da 905 m a 1060 m ([2]) (Figura 1). Le sezioni previste per affrontare lo scavo sono denominati FdE-CS T3, FdE-CS T4, e FdE-CS T5.

Sulla base delle indicazioni contenute nei Rapporti [1], [2], [6], [7] e sulla base dei risultati contenuti nel presente rapporto, i profili tipo di sostegno che saranno plausibilmente impiegati sono il FdE-CS T4 e il FdE-CS T5. Il dimensionamento dell'anello esterno e interno è stato pertanto eseguito per queste due tipologie di profili di sostegno. Per il profilo FdE-CS T3, vista la corrispondenza geometrica della sezione con il FdE-CcT si può fare riferimento al Rapporto 02_H61_OP_060_KST_D0700_22909 Relazione di calcolo FdE-CcT-T2/T3 (da km 44.5+15.0 a 45.3+ 75.0).

Per le sezioni in analisi, il rivestimento definitivo è armato ed è costituito da calcestruzzo C30/37 con spessore minimi, che tengono conto delle tolleranze in fase di costruzione, pari a 60 e 70 cm rispettivamente in calotta e nell'arco rovescio

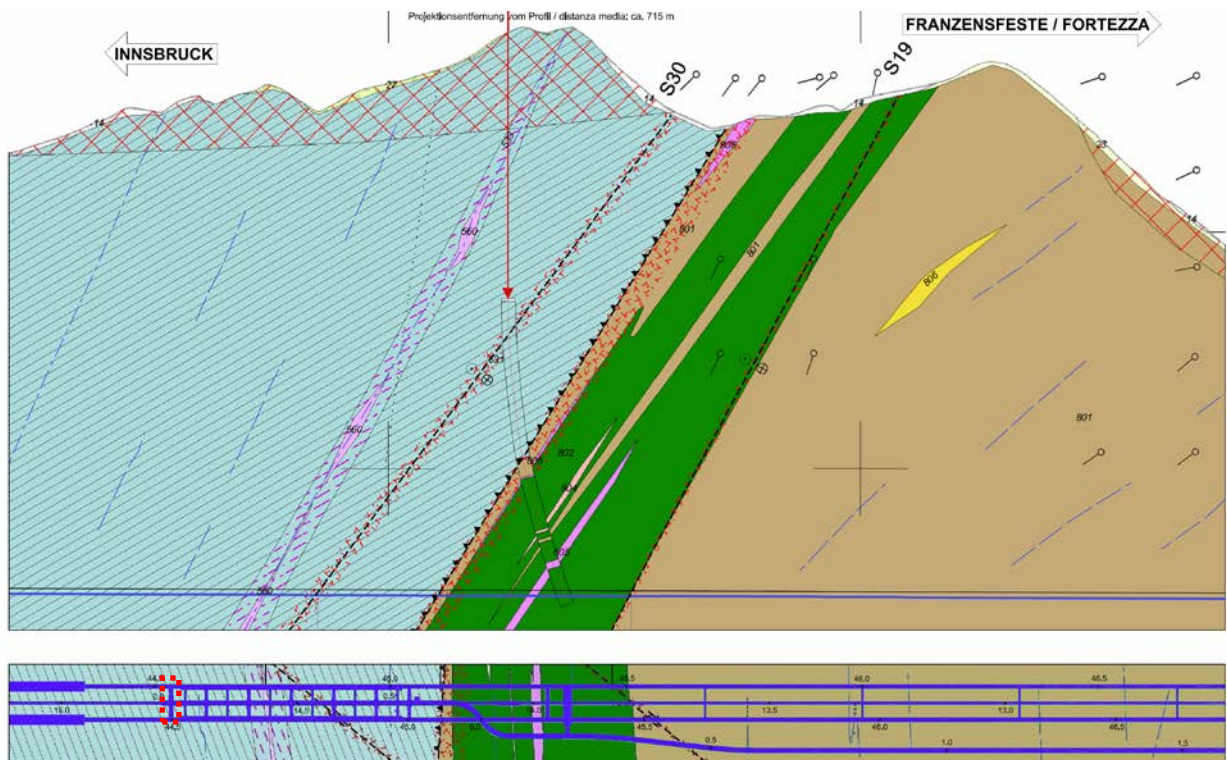


Abbildung 1: Auszug aus dem geomechanischen Längsprofil und dem geologischen Lageplan [3] - [4] mit Angabe des Untersuchungsgebietes.

Figura 1: Estratto del profilo geomeccanico longitudinale e della planimetria geologica [3]-[4] con indicazione dell'area di studio.

2 MATERIALKENNWERTE

2.1 SPRITZBETON

Für die Bemessung der Spritzbetonaußenschale ist in der Regel ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen:

$$E_{cm} = 32000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Hierbei sind:

- E_{cm} = Mittelwert Sekantenmodul
- f_{ck} = charakteristische Druckfestigkeit Spritzbeton nach 28 Tagen

2.2 ANKER

Es wird der Einsatz von Anker des Typs R38N und Dywidag SN 28 vorgesehen, mit folgenden Eigenschaften:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$N_{yk} = 400 \text{ kN (R38N)}$$

$$N_{yk} = 413 \text{ kN (Dywidag SN28)}$$

Wobei:

- E_s = elastisches Modul
- N_y = Streckgrenze des Ankers

2.3 STAHLBÖGEN

Die Stahlbögen bestehen aus Stahl S355 mit folgenden Eigenschaften:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$$

Wobei:

- E_s = elastisches Modul
- f_{yk} = charakteristischer Wert der Streckgrenze

2.4 BETON

Für die Bemessung der Innenschale ist in der Regel ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen:

$$E_{cm} = 32000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

2 MATERIALI

2.1 BETONCINO PROIETTATO

Per il dimensionamento del rivestimento di prima fase in betoncino proiettato si considera un calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 con le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_{cm} è il valore medio del modulo elastico secante
- f_{ck} è la resistenza caratteristica a compressione dello spritzbeton a 28 giorni

2.2 ANCORAGGI

Si prevede l'utilizzo di ancoraggi autoperforanti tipo R38N e ancoraggi Dywidag SN28 aventi le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_s è il modulo elastico
- N_y è il carico di snervamento del chiodo

2.3 CENTINE

Le centine metalliche sono realizzate con acciaio S355 aventi le seguenti caratteristiche:

Dove:

- E_s è il modulo elastico
- f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento

2.4 CALCESTRUZZO

Per il dimensionamento del rivestimento definitivo si considera un calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 con le seguenti caratteristiche:

Hierbei sind:

- E_{cm} = Mittelwert Sekantenmodul
- f_{ck} = charakteristische Druckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen

Dove:

- E_{cm} è il valore medio del modulo elastico
- f_{ck} è la resistenza a compressione caratteristica del calcestruzzo dopo 28 giorni

2.5 BEWEHRUNGSSTAHL

Folgende Betonstähle sind für die Bemessung der Außenschale heranzuziehen:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ MN/m}^2$$

Hierbei ist:

- E_s = Sekantenmodul
- f_{yk} = charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls

2.5 ACCIAIO DA ARMATURA

Per il dimensionamento dell'anello si utilizza l'acciaio tipo B450C:

dove:

- E_s = modulo elastico
- f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento acciaio per cemento armato

3 GEOTECHNISCHES MODELL

3.1 GEOLOGIE UND GEOMECHANIK

Die Haupttunnel innerhalb der Nothaltestelle Trens werden konventionell vorgetrieben und entwickeln sich entwickelt sich laut [2], [3], [4] ausschließlich innerhalb des Bündnerschieferkomplexes.

Laut den geomechanischen Schnitten und den Projektschnitten [3], [4] durchquert der FdE-CS den gemechanischen Homogenbereich 11 mit einer Überdeckung, die von 905 m bis 1060 m reicht

Zone number	Zone initial pk (approx.)	Zone final pk (approx.)	Zone length	Zone max overburden	Zone min overburden	Rock mass name	Rock mass Length	
	[km]	[km]	[m]	[m]	[m]		[% of zone length]	[m]
11	43.8	44.6	335	1060	905	GA-BST-KS-8f	100%	335

Tabelle 1 Homogenbereich

Folgende Tabellen zeigen die geomechanischen Grundparameter für die Definition der geomechanisch homogenen Zonen und die Wahrscheinlichkeitsverteilung nach Bieniawskis [2] der unterschiedlichen Klassen.

Zone number	11		12		13
Rock mass name	GA-BST-KS-8f	GA-BST-KPH-8f	GA-T-R-8f	GA-T-A-8f	GA-BST-KS-8f
γ (m) [kN/m ³]	26.6	27.3	25	28.2	26.6
γ (σ) [kN/m ³]	0.36	0.04	0.5	0.45	0.36
σ_{ci} (m) [MPa]	41	54	15	48	41
σ_{ci} (σ) [MPa]	18	13	10	16	18
m_i (m)	12	8	7	13	12
m_i (σ)	2	1	2	2	2
E_i (m) [GPa]	43	39	5	46	43
E_i (σ) [GPa]	11.1	5.5	3	1.3	11.1
RMR(m)	60	45	30	60	60
RMR(σ)	5	5	5	5	5
GSI(m)	50	40	25	60	50
GSI(σ)	5	5	5	10	5

Zone number	11
Rock mass name	GA-BST-KS-8f (**)
p(class I)	-
p(class II)	-
p(class III)	100%
p(class IV)	-
p(class V)	-

Tabelle 2: Charakterisierung des Gebirges jeder homogenen Zone und Wahrscheinlichkeitsverteilung der unterschiedlichen Klassen (die mit [*] angegebenen Gebirge haben vorgesehene Längen von unter ca. 100m, während für die mit [**) angegebenen Gebirge stellte sich heraus, dass die Literaturwechselbeziehungen zwischen RMR und nicht gültig sind; in beiden Fällen wurden die RMR und GSI Mittelwerte angewandt)

Wobei:

- γ = Gewicht des natürlichen Volumen der Gebirges
- σ_{ci} = monoaxialen Druckfestigkeit der Matrix
- m_i = Krümmungsparameter der dreiaxialen Bruchhülle des Gebirgsmaterial

3 MODELLO GEOTECNICO

3.1 GEOLOGIA E GEOMECCANICA

Le gallerie di linea all'interno della fermata di emergenza di Trens sono scavate in tradizionale e si sviluppano per la loro totalità secondo i documenti [2], [3], [4] all'interno del complesso dei calcescisti.

In accordo con i profili geomeccanici e progettuali di dettaglio [3], [4] il FdE-CS, è all'interno della zone geomeccanica omogenea 11 con coperture variabili da 905 m a 1060 m.

Tabella 1: Zone geomeccaniche omogenee

Le seguenti tabelle riportano i parametri geomeccanici di base che caratterizzano ciascuna zona geomeccanica omogenea e la distribuzione probabilistica delle diverse classi secondo la classificazione di Bieniawski [2].

Tabella 2: Caratterizzazione degli ammassi di ciascuna zona omogenea e distribuzione probabilistica delle diverse classi (gli ammassi indicati con [*] hanno lunghezze previste inferiori a circa 100m, mentre per quelli indicati con [**) non risultano valide le correlazioni da letteratura tra RMR e GSI; in entrambi i casi sono stati adottati i valori medi di RMR e GSI).

Dove:

- γ è il peso di volume naturale dell'ammasso roccioso.
- σ_{ci} è la resistenza a compressione monoassiale di matrice.
- m_i è un parametro di curvatura dell'involuppo di rottura

- E_i = Verformungsmodul der Matrix
- RMR = *Rock Mass Rating 1989*
- GSI = *Geological Strength Index*

Die typischen Verformungs- und Festigkeitsparameter jeder Strecke wurden gemäß dem Bruchkriterium nach Hoek & Brown [23] berechnet, welches im allgemeinen geomechanischen Bericht [1] näher beschrieben wird.

triassiale del materiale roccia.

- E_i è il modulo di deformazione di matrice.
- RMR è il *Rock Mass Rating 1989*.
- GSI è il *Geological Strength Index*.

I parametri di deformabilità e di resistenza caratteristici di ciascuna tratta sono stati calcolati in accordo al principio di linearizzazione dell'involuppo di rottura proposto da Hoek & Brown [23] e esplicitato nella relazione geomeccanica generale [1].

Zone number	Rock mass name	Class [-]	Zone max overburden [m]	γ [kN/m ³]	Φ_{peak} [°]	Φ_{res} [°]	C_{peak} [MPa]	C_{res} [MPa]	E_{rm} [MPa]	Ψ [°]
11	GA-BST-KS-8f	III	1060	26.6	28.07	21.47	2.127	1.349	11135	3.5

Tabelle 3 Typische Parameter der Gebirges in den unterschiedlichen Zonen und Klassen

Tabella 3: Parametri caratteristici dell'ammasso nelle diverse zone e classi

Wobei:

- Φ_{peak} Reibungswinkel am Peak
- Φ_{res} Restreibungswinkel
- C_{peak} Kohäsion am Peak
- C_{res} Restkohäsion
- E_{rm} Gebirgsmodul
- Ψ Dilatanz

Dove:

- Φ_{peak} è l'angolo d'attrito di picco.
- Φ_{res} è l'angolo d'attrito residuo.
- C_{peak} è la coesione di picco.
- C_{res} è la coesione residua.
- E_{rm} è il modulo d'ammasso.
- ψ è la dilatanza

3.2 TRENNFLÄCHENORIENTIERUNG

Auf Grund der verfügbaren Daten der Regelplanung [6] und [7] wurden die Diskontinuitäten von Tabelle 4 berücksichtigt.

Um einen breiteren Bereich des Trennflächengefüges des Kalkschiefergebirges zu erreichen, wurden auch die Parameter der Gebirge GA-BST-KS-8e, GA-BS-GM-8e, GA-T-A-8e, GA-BST-M-8e, GA-BST-KPH-8e berücksichtigt.

Die Bruchkörperanalyse ist für das Regelprofil FdE-CS T3 durchgeführt worden.

3.2 ORIENTAMENTO DELLE DISCONTINUITÀ

Sulla base dei dati disponibili dalla progettazione di sistema [6] e [7] sono presenti le discontinuità riportate in Tabella 4.

In via cautelativa è stato considerato un più ampio data-set di discontinuità riscontrate all'interno del complesso dei calcescisti considerando anche i parametri degli ammassi GA-BST-KS-8e, GA-BS-GM-8e, GA-T-A-8e, GA-BST-M-8e, GA-BST-KPH-8e.

L'analisi dei blocchi è stata eseguita con il profilo FdE-CS T3.

Rock mass name	ID Joint	Dip direction [°]	Dip [°]	Max Persistence [m]
GA-T-A-8f	SC	355	60	10
	RTF2w	285	85	1
GA-BST-KS-8f <i>Doc. [13]</i>	RTF5	110	75	1
	RTF6	050	65	10
GA-BST-KS-8e	SC	350	70	10
GA-BS-GM-8e	RTF1	180	85	1
GA-T-A-8e	RTF2e	085	80	3
GA-BST-M-8e	RTF3	320	80	3
GA-BST-KPH-8e <i>Doc. [14]</i>	RTF6	220	80	3

Tabelle 4: Lage der Trennflächen im Bündnerschieferkomplex

Tabella 4: Giacitura delle discontinuità nel complesso dei calcescisti

4 GEBIRGSVERHALTEN

Die Ermittlung der Gebirgslast sowie die Ermittlung der Lastableitung von der Außen- auf die Innenschale erfolgt in Abhängigkeit des Gebirgsverhaltens:

- Bei spannungsdominiertem Gebirgsverhalten werden die Gebirgslasten durch die numerische Modellierung der Interaktion zwischen Gebirge und Ausbau ermittelt.
- Bei trennflächendominiertem Gebirgsverhalten ermitteln sich die Gebirgslasten in erster Linie aus Bruchkörperanalysen.

Zur Einschätzung des Gebirgsverhaltens und zur Unterscheidung der beiden Gebirgsverhalten ist das Kennlinienverfahren anzuwenden.

4.1 ABSCHÄTZUNG DES GEBIRGSVERHALTENS

Zur Abschätzung des Gebirgsverhaltens wurden die Dokumente [2], [6] und [7] berücksichtigt.

Für weitere Details wird auf den Bericht [2] verwiesen. In der folgenden Tabelle werden die aus dem Gebirgskennlinienverfahren resultierenden Ergebnisse aufgezeigt.

4 COMPORTAMENTO DELLA ROCCIA

Il calcolo del carico dell'ammasso e il calcolo del trasferimento del carico dal rivestimento esterno al rivestimento definitivo dipendono dal comportamento dell'ammasso:

- in caso di comportamenti dell'ammasso di tipo spingente, i carichi si calcolano tramite modellazione numerica dell'interazione fra ammasso e rivestimento;
- in caso di ammasso altamente fratturato, i carichi si calcolano mediante l'analisi dei blocchi.

Per la valutazione del comportamento dell'ammasso e per la differenziazione tra i due comportamenti si utilizza il metodo delle curve caratteristiche.

4.1 VALUTAZIONE DEL COMPORTAMENTO DELLA ROCCIA

Per la valutazione del comportamento dell'ammasso roccioso in esame sono stati presi in considerazione i documenti [2] e [6]-[7].

Rimandando al Rapporto [2] per maggiori dettagli, si riporta nella tabella seguente i risultati ottenuti dalle linee caratteristiche.

Zone number	Rock mass name	Class	Zone max overburden	c_r	c_a	c_r	F_{plf}	F_{pla}	c_r/R	F_{plf}/R	c_r/R	F_{pla}/R
				[cm]	[cm]	[cm]	[m]	[m]	[%]	[-]	[%]	[-]
11	GA-BST-KS-8f	III	1060	6.06	20.20	14.14	6.12	13.95	1.25%	1.26	2.91%	2.87

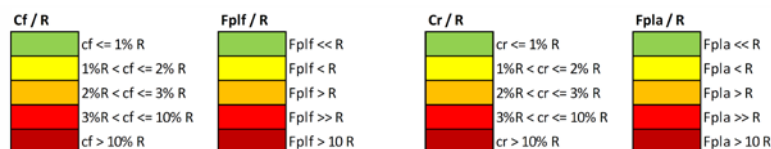


Tabelle 5: Ergebnisse Kennlinienverfahren. c_f = Ortsbrustkonvergenz, c_a = absolute Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, c_r = relative Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, F_{plf} = plastische Zone an der Ortsbrust, F_{pla} = plastische Zone Gleichgewicht, R = Ausbruchradius (mit 4.86m angenommen).

Tabella 5: Risultati del metodo delle Linee Caratteristiche. c_f = convergenza al fronte, c_a = convergenza assoluta all'equilibrio naturale, c_r = convergenza relativa all'equilibrio naturale, F_{plf} = fascia plastica al fronte, F_{pla} = fascia plastica all'equilibrio naturale, R = raggio di scavo (assunto pari a 4.86m).

Die Tabelle 6 fasst die Hinweise zusammen, die durch die Methoden von Jehtwa, Bhasin, Hoek und Panet zur Überprüfung des Risikos von hohen Verformungen des Gebirges (*squeezing*) und von Instabilität an der Ortsbrust erhalten wurden, sowie die Hinweise zu möglichem Sprödbbruch (*rock burst*) durch die Methoden von Tao Zhen-Yu und Hoek.

All'interno della Tabella 6 sono riassunte le indicazioni ottenute dai metodi di Jehtwa, Bhasin, Hoek e Panet per quanto riguarda la valutazione del rischio di elevate deformazioni dell'ammasso (*squeezing*) e di instabilità del fronte, insieme a quelle ottenute dai metodi di Tao Zhen-Yu e Hoek per il rischio di rottura fragile (*rock burst*).

Zone number	Rock mass name	Class	Zone max overburden	Empirical methods						
				Squeezing and face stability				Rock burst		
				Jehtwa	Bhasin	Hoek	Panet		Tao Zhen-Yu	Hoek
							Face behaviour	Face condition		
11	GA-BST-KS-8f	III	1060	HS	HS	SS	P	US		

Jehtwa

NS	No squeezing
MiS	Mildly squeezing
MoS	Moderately squeezing
HS	Highly squeezing

Bhasin

NS	No squeezing
MS	Mild to moderate squeezing
HS	Highly squeezing

Hoek (Squeezing)

FP	Few stability problems
MS	Minor squeezing problems
SS	Severe squeezing problems
VSS	Very severe squeezing and face stability problems
ES	Extreme squeezing problems

Panet

E	Elastic
PP	Partially plastic
P	Plastic
S	Stable
STS	Stable (only short-term)
US	Unstable

Tao Zhen-Yu

NRB	No rockbursting
LRB	Low rockbursting activity
MRB	Moderate rockbursting activity
HRB	High rockbursting activity

Hoek (Rock burst)

S	Stability
Sp	Spalling
SSp	Severe spalling - slabbing
ISM	Need of important stabilization measures
RB	Cavity collapse (rock burst)

Tabelle 6 Ergebnisse der empirischen Methoden

Tabella 6: Risultati dei metodi empirici.

Die Tabelle 7 gibt ein Annahmekriterium [21] [22] wieder, durch das das Verhalten der Ortsbrust in Funktion der Berechnungsergebnisse aus dem Gebirgskennlinienverfahren eingeschätzt wird (Konvergenz an der Ortsbrust und Ausdehnung der plastischen Zone an der Ortsbrust).

In Tabella 7 si riporta un criterio [21] [22] per stimare il comportamento del fronte di scavo in funzione dei risultati delle analisi con le linee caratteristiche (convergenza al fronte e estensione della fascia plastica al fronte).

Fronte stabile Stabile Ortsbrust	Fronte stabile a breve termine Kurzzeitige Stabile Ortsbrust	Tendenza all'instabilità del fronte Neigung der Ortsbrust zur Instabilität	Fronte instabile Ortsbrust
$C_f < 1\% R_{scavo}$	$1\% R_{scavo} < C_f < 2\% R_{scavo}$	$2\% R_{scavo} < C_f < 3\% R_{scavo}$	$C_f > 3\% R_{scavo}$
$F_{plf} \ll R_{scavo}$	$F_{plf} < R_{scavo}$	$F_{plf} \geq R_{scavo}$	$F_{plf} \gg R_{scavo}$

Tabelle 7 Vorgeslagene Stabilitätskriterien in [21] [22]; c_f = Ortsbrustkonvergenz; F_{plf} = Umfang des plastischen Streifens an der Ortsbrust; $R_{scavo} = r_{eq}$ = entsprechender Aushebungsradius.

Tabella 7: Criteri di stabilità proposti in [21] [22]; c_f = convergenza al fronte; F_{plf} = estensione della fascia plastica al fronte; $R_{scavo} = r_{eq}$ = raggio equivalente di scavo.

Beim Gebirge GA-BST-KS-8f weist man darauf hin, dass es sich um ein mittelmäßig druckhaftes Gebirge handelt, das Verformungen von 15 cm bzgl. des natürlichen Gleichgewichts zeigt. Man erwartet sich daher hauptsächlich ein elastisch-plastisches Verhalten des Hohlraums mit einem plastifizierten Streifen an der Ortsbrust, der dem Aushubradius entspricht, und eine kurzzeitige fast standhafte Ortsbrust.

Dall'analisi delle curve caratteristiche si evidenzia per l'ammasso GA-BST-KS-8f, un comportamento mediamente spingente con convergenze relative all'equilibrio naturale dell'ordine di 15 cm. Il comportamento del cavo atteso è di tipo sostanzialmente elasto-plastico con fascia plastica al fronte circa pari al raggio di scavo, e il fronte si presenta stabile a breve termine.

Aufgrund des Vorkommens von Anhydrit im Gebirge GA-BST-KS-8f laut Angaben aus den Dokumenten [2], [6] e [7] kann es zu Langzeit-Quellbildungen kommen. Aufgrund des Ausbruchs wird das Phänomen bewertet werden und mögliche Einwirkungen auf die Innenschale überprüft werden; die Bemessung der Innenschale, die der Quelllast ausgesetzt ist, ist im Anhang wiedergegeben. Im Anhang 1 sind die

Per la possibile presenza di anidrite all'interno degli ammassi in esame secondo le indicazioni dei documenti [2], [6] e [7], è possibile che ci siano problemi di rigonfiamento a lungo termine. Sulla base del riscontro dello scavo verrà valutato il fenomeno e saranno considerati eventuali influssi sul rivestimento definitivo; il dimensionamento dell'anello interno soggetto al carico di rigonfiamento è riportato in Appendice.

geomechanischen Karten der untersuchten Gebirge beigelegt.

5 AUßENSCHALE

Aus der Analyse mittels Kennlinienverfahren geht hervor, dass das Gebirgsverhalten druckhaft ist und daher ist eine Bemessung durch numerische Modellierung notwendig.

Die numerischen Analysen wurden sowohl bei ebenen Verformungsbedingungen als auch bei axialsymmetrischen Bedingungen durchgeführt.

Die Analysen wurden mit dem Finite-Elemente-Programm MIDAS GTS [31] durchgeführt. Dieses ermöglicht es, die Lastgeschichte und das spannungs-verformende Verhalten des Gebirges im Verlauf sämtlicher Stufen der Bauwerkerrichtung zu verfolgen.

Bei ebenen Verformungen werden folgende Analysen durchgeführt:

- die Bestimmung des geotechnischen Bezugmodells das einen Querschnitt zur Tunnelachse darstellt;
- die Bestimmung der Kraft-Verformungs- und Festigkeitsgesetze des vom Aushub betroffenen Gebirges;
- die Bestimmung des Spannungszustands im Gebirge vor dem Tunnelaushub;
- die Simulation der Aushubphasen und der Stützenaufstellung.

Bei den axialsymmetrischen Analysen wurde folgendes berücksichtigt:

- Kreisquerschnitt und isotropischer Kraftzustand;
- Simulation des Etappenvortriebs;
- Vorkommen von Befestigungen an der Ortsbrust und an den Umrissen/Radial;
- Fehlen der Spritzbetonschale.

Nachfolgend werden die Annahmen für die Abschnitte FdE-CS-T4 (Kap. 5.1) und FdE-CS-T5 (Kap. 5.2) beschrieben, während in den Anhängen 3-5 die entsprechenden Plots und strukturellen Überprüfungen wiedergegeben sind.

Nell'Appendice 1 è riportata la scheda geomeccanica per l'ammasso in esame.

5 RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE

Dall'analisi delle linee caratteristiche, si evidenzia che il comportamento dell'ammasso è di tipo spingente ed è pertanto richiesto un dimensionamento mediante modellazione numerica.

Le analisi numeriche sono state eseguite sia in condizioni di deformazione piana che in condizioni assialsimmetriche.

Le analisi sono state sviluppate mediante il programma agli elementi finiti MIDAS GTS [31]. Quest'ultimo consente di seguire la storia di carico e il comportamento tensio-deformativo dell'ammasso roccioso durante tutte gli step per la realizzazione dell'opera.

Le analisi, condotte nell'ipotesi di deformazioni piane, comportano:

- la definizione del modello geotecnico di riferimento che rappresenta una sezione trasversale all'asse della galleria;
- la definizione delle leggi sforzo-deformazione e di resistenza dell'ammasso roccioso interessato dagli scavi;
- la definizione dello stato tensionale presente nell'ammasso prima dello scavo della galleria;
- la simulazione delle fasi di scavo e di messa in opera dei sostegni.

Per quanto riguarda le analisi assialsimmetriche sono state considerate le seguenti:

- sezione circolare e stato di sforzo isotropo;
- simulazione dell'avanzamento a tappe;
- presenza di consolidamenti al fronte e al contorno/radiali;
- assenza del rivestimento in spritzbeton.

Nei seguenti paragrafi vengono riportate le assunzioni eseguite per le sezioni FdE-Cs T4 (Cap. 5.1), FdE-CS T5 (Cap. 5.2) mentre nelle Appendici 3-5 sono riportati i rispettivi plot e verifiche strutturali.

5.1 QUERSCHNITT FdE-CS-T4

Zur Bemessung des Regelquerschnitts FdE-CS T4 wurde der Querschnitt mit der grössten Überdeckung im Homogenbereich 11 (H=1060 m) berücksichtigt.

5.1.1 Modellgeometrie

Das Berechnungsmodell, der Problemsymmetrie zufolge, erstreckt sich 100 m in der Breite an den Enden FdE-GL Ost und West, 200 m in der Höhe, von denen sich 100 m unter und 100 m über der Schienenoberkante befinden. Durch die gewählten Modellabmessungen kann davon ausgegangen werden, dass eventuelle Randeinflüsse vernachlässigbar sind. Das Gebirge wurde mittels zweidimensionaler, quadratischer Elemente mit Abmessungen von ca. 200x200 cm diskretisiert. In der Nähe des Tunnels wird die Mesh verdichtet und die Elemente erreichen Abmessungen von 50x50 cm.

Die gewählten Auflagebedingungen verhindern eine Verschiebung in beide Richtungen am unteren Modellrand und blockieren Verschiebungen in horizontaler Richtung an den vertikalen Modellrändern. Am oberen Modellrand wurde ein Druck aufgebracht, welcher der vorhandenen Bodenauflast (von Tunnel bis Geländeoberkante) entspricht.

Analog zum Bericht [8] wurde der Effekt der Hohlraumsicherung mittels Festigkeitsparameter modelliert, welche leicht höher angenommen, als dem umliegenden Material entspricht, wie in Anhang 3 beschrieben.

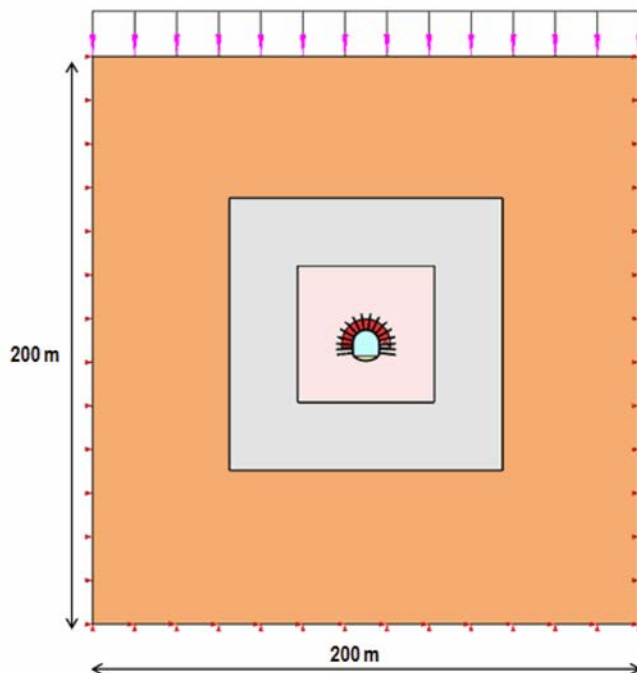


Abbildung 2: Analyseabschnitt FdE-CS-T4

5.1 SEZIONE FdE-CS T4

Per il dimensionamento della sezione FdE-CS T4 si è considerata la sezione con la massima copertura all'interno della zona omogenea 11 (H=1060 m).

5.1.1 Geometria del modello

Il modello di calcolo, in virtù della simmetria del problema, si estende per 100 m in larghezza agli estremi della cavità, 200 m in altezza, di cui 100 m al di sotto del piano del ferro e 100 m al di sopra di quest'ultimo. Tali limiti sono sufficienti per ritenere trascurabili gli effetti di bordo. L'ammasso è stato discretizzato mediante elementi bidimensionali quadrati di dimensioni pari a circa 200x200 cm, infittiti in prossimità della galleria, dove assumono dimensioni pari a circa 50x50 cm.

Le condizioni di vincolo al contorno del modello prevedono spostamenti impediti in entrambe le direzioni lungo il boundary inferiore e spostamenti impediti in direzione orizzontale lungo i boundary verticali. Sul boundary superiore è applicata una pressione pari al peso del terreno presente in sito fino alla quota del piano campagna.

Analogamente al Rapporto [8], l'effetto del consolidamento del contorno del cavo è stato modellato tramite uno strato di materiale con parametri di resistenza lievemente superiori del materiale circostante come illustrato in Appendice 3.

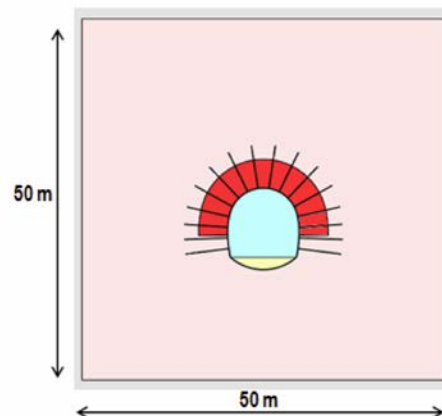


Figura 2: sezione di analisi FdE-CS T4

5.1.2 Gebirgsmodell und Ausgangsspannungslage

Das Gebirge ist als ein kontinuierlich elastisch-plastisches Medium modelliert worden mit Widerstandskriterium des Typs Hoek-Brown [23] und Rest Parameter, welche gemäß der Theorie nach Cai et. al [30] bewertet werden, die im Bericht [1] angeführt ist. Insbesondere sind die elastischen (Verformungsmodul und Poissonsahl), elastisch-plastischen (m_b , s mit Peak- und Restwerten) und physischen (Dichte und einaxiale Druckfestigkeit) Eigenschaften der vom Ausbruch betroffenen Felsen festgelegt worden.

Aufgrund der im Abs. 3.1 aufgezeigten Bemerkungen, werden die geomechanischen Parameter des Gebirges GA-BST-KS-8f berücksichtigt, wobei die optimistischeren Werte innerhalb der angegebenen Spannweiten aus dem Bericht [2] verwendet wurden.

5.1.2 Modello costitutivo dell'ammasso e stato tensionale iniziale

L'ammasso è stato modellato come un mezzo continuo elasto-plastico avente criterio di resistenza di tipo Hoek-Brown [23] con parametri residui valutati sulla base della teoria di Cai et. al [30] e riportata nel Rapporto [1]. In particolare sono state assegnate le caratteristiche elastiche (modulo di deformazione e coefficiente di Poisson), elasto-plastiche (m_b , s) e fisiche (densità e resistenza a compressione monoassiale) proprie delle rocce interessate dallo scavo.

Sulla base delle considerazioni riportate nel Par 3.1, sono stati considerati i parametri geomeccanici relativi all'ammasso GA-BST-KS-8f, considerando valori ottimistici all'interno dei campi di variabilità indicati nel Rapporto [2]:

Zone max overburden [m]	GSI	GSI _{res}	γ [kN/m ³]	E_{rm} [MPa]	σ_{ci} [MPa]	σ_{cm} [MPa]	m_i [-]	$m_{b, peak}$ [-]	$m_{b, res}$ [-]	$s_{, peak}$ [-]	$s_{, res}$ [-]
1115	55	26.32	26.6	20414	50	11	13	2.606	0.936	0.0067	0.0003
<i>Mohr-Coulomb: $c_{peak} = 2.909 MPa$; $c_{res} = 1.790 MPa$; $\varphi_{peak} = 34.25^\circ$; $\varphi_{res} = 25.60^\circ$</i>											

Tabelle 8: Angenommene geomechanische Parameter (FdE-CS T4)

Tabella 8: Parametri geomeccanici considerati (FdE-CS T4)

Die Belastung vor Ort wurde gemäß folgenden Verhältnissen ausgewertet:

Lo stato di sforzo in sito è stato valutato secondo le seguenti relazioni:

$$\sigma_y = \gamma \cdot z$$

$$\sigma_x = K_0 \cdot \sigma_z$$

Wobei:

Dove

- Z = Abstand des allgemeinen Elements von der Geländeoberkante
- K_0 = Beiwert des horizontal wirkenden Erddrucks, gleich 0.75 angenommen.

- Z rappresenta la distanza del generico elemento dal piano campagna
- K_0 è il coefficiente di spinta orizzontale, assunto pari a 0.75.

5.1.3 Eigenschaften der Außenschale

Folgende Tabelle zeigt die Eigenschaften der Sicherheitsmaßnahmen für das Profil FdE-CS T4 auf:

5.1.3 Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase

La seguente tabella riporta le caratteristiche dei provvedimenti di messa in sicurezza per il profilo FdE-CS T4:

FdE-CS T4	Anker						Spritzbeton			Stahlbogen	
	Ancoraggi						Betoncino			Centine	
	Position Posizione	Typ Tipo	N_y [kN]	L [m]	$i_{\text{lang}} /$ long [m]	$i_{\text{quer}} /$ trasv [m]	Klasse Classe [-]	S_{nom} [cm]	S_{min} [cm]	Typ Tipo	i [m]
Radial	R38N	400	6	1.5	1.5	C30/37	30	24	2 IPN 180	0.75-1.5	
Radiali	SN28	413	5.5	1.5	1.5						
Umriß Contorno	R51N	630	8	3.0	0.75						

Tabelle 9: Eigenschaften der Außenschale CS T4

Zur Modellierung des Spritzbetons wurden eindimensionale Elemente - beam mit elastischem Verhalten angenommen. Vorsichtshalber wurden zwei Analysen durchgeführt: eine mit $E = 5$ GPa, um die Verformungen zu maximieren und eine mit $E = 15$ GPa, um die Belastungen zu maximieren. Der Wert $E = 15$ GPa entspricht ca. 50% der Steifigkeit eines verhärteten Betons mittlerer Klasse; auf diese Weise ist es möglich das typische Verhalten der viskosen Verformung und des Schwindens zu berücksichtigen.

Die numerische Modellierung modelliert nicht die Stahlbögen aufgrund des konservativen Ansatzes, die Stahlbögen wurden nur bei den Abschnittsüberprüfungen aus Anlage 3 berücksichtigt.

Die Anker werden ins Modell eingefügt und zwar mit einem Grenzwiderstand, der ihrer Streckgrenze entspricht, die um den Widerstandsbeiwert ($\gamma_R = 1.15$) und der Reibung ($\gamma_R = 1.3$) faktorisiert wird, so wie mit BBT SE abgesprochen. Die Anker werden mit spezifischen eindimensionalen Elementen (Truss) nachgebildet, mit perfekt plastisch-elastischem Verhalten (Abbildung 3) und Von Mises Bruchkriterium ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 348$ kN). Sie sind mit den Gitterknoten über eine Schnittstelle verbunden, wobei Vorsichtswerte des Querwiderstands (190 kN/m) und der tangentialen Steifigkeit (15 MN/m/m) [29] berücksichtigt werden. Die Anker werden mit spezifischen eindimensionalen Elementen (Truss) nachgebildet, mit perfekt plastisch-elastischem Verhalten (Abbildung 3) und Von Mises Bruchkriterium ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 548$ kN). Sie sind mit den Gitterknoten über eine Schnittstelle verbunden, wobei Vorsichtswerte des Querwiderstands (220 kN/m) und der tangentialen Steifigkeit (16 MN/m/m) [29] berücksichtigt werden.

Tabella 9: Caratteristiche rivestimenti di prima fase FdE-CS T4

Per la modellazione dello spritzbeton si sono assunti elementi monodimensionali beam con comportamento elastico. In via cautelativa si sono eseguite due analisi: una con $E = 5$ GPa per massimizzare le deformazioni e una con $E = 15$ GPa per massimizzare le sollecitazioni. Il valore di $E = 15$ GPa, corrisponde a circa il 50% della rigidità di un calcestruzzo indurito di classe media; in questo modo è possibile considerare il caratteristico comportamento di deformazione viscosa e il ritiro.

Nella modellazione numerica, secondo un approccio conservativo, le centine non sono state modellate ma solamente considerate nelle verifiche sezionali riportate in Appendice 3.

Gli ancoraggi vengono inseriti nel modello con una resistenza limite pari alla loro resistenza a snervamento fattorizzata per il coefficiente sulle resistenze ($\gamma_R = 1.15$) e sull'aderenza di ($\gamma_R = 1.3$) come concordato con BBT SE. Gli ancoraggi sono stati riprodotti con specifici elementi monodimensionali (Truss) aventi comportamento elastico perfettamente plastico (Figura 3) con criterio di rottura alla Von Mises ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 348$ kN) collegati ai nodi della griglia mediante un'interfaccia considerando valori cautelativi di resistenza a taglio (190 kN/m) e rigidità tangenziale (15 MN/m/m) [29]. Gli ancoraggi al contorno sono stati modellati mediante elementi monodimensionali (Truss) aventi comportamento elastico perfettamente plastico (Figura 3) con criterio di rottura alla Von Mises ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 548$ kN) collegati ai nodi della griglia mediante un'interfaccia considerando valori cautelativi di resistenza a taglio (220 kN/m) e rigidità tangenziale (16 MN/m/m) [29].

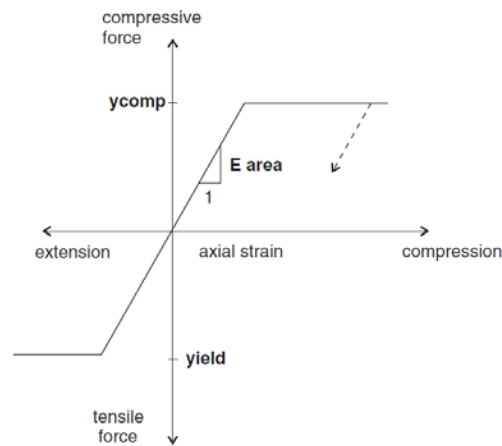


Abbildung 3: Kraft-Verformungsverhalten der Anker-Elemente

Figura 3: Comportamento sforzo-deformazione per gli ancoraggi

5.1.4 Laststufe

Nach einer ersten Phase der Modellinitialisierung, zur Berechnung des Ausgangsgleichgewichts, wird die Tunnelaushebung des FdE-CS mittels Trägheits-Kräften der Aushebung simuliert (späterhin FFS).

Nachfolgend sind die Berechnungsstufen für das Modell mit ebenen Verformungen mit den aus der Interpolation der Kennlinien erhaltenen FFS (sh. Anhang 2) zusammengefasst:

- 0) Geostatische Ausgangslage mit Bestimmung der Geometrie, der Umgebungslagen, der Stratigraphie und der geostatischen Ausgangsspannungen;
- 1) Annullierung der Zonen innerhalb der Aushebung und Reduktion der FFS bis zum Wert den sie an der Ortsbrust einnehmen (FFS =12%);
- 2) Reduktion der FFS bis zum Wert den sie bei der Einsetzung der Außenschale einnehmen (auf 1.5 m von der Ortsbrust) (FFS =7%);
- 3) Einführung des numerischen Modells der radialen Ankerung in der Kalotte und Senkung der FFS auf ca. 2% (1 Durchmesser, ca. 10 Meter)
- 4) Aktivierung des Spritzbetons (Kalotte $s_{tot} = 24$ cm, $E = 15$ GPa; Sohle $s_{tot} = 28$ cm, $E = 15$ GPa) und Annullierung der FFS (FFS = 0%)
- 5) Entfernung der Außenschale und Simulation der Langzeitkonfiguration mit der Einsetzung der Innenschale. Diese ist mit der Bewehrungsmatte verbunden mittels eines Schnittstellenelementes, mit normaler dem Gebirge entsprechende Steifigkeit, und tangentielle Steifigkeit gleich Null. Dieses Schnittstellenelement ermöglicht die Wirkung der Abdichtungsschicht zwischen den zwei Schalen zu berücksichtigen, indem es die tangentialen

5.1.4 Step di carico

Dopo una prima fase di inizializzazione del modello, necessaria per calcolare l'equilibrio iniziale, lo scavo del FdE-CS viene simulato mediante l'utilizzo delle Forze Fittizie di Scavo, di seguito denominate FFS.

Di seguito sono riassunti gli step di calcolo per il modello in deformazioni piane con le FFS tarate sulla base delle curve caratteristiche (vedasi Appendice 2):

- 0) Condizione geostatica iniziale con definizione della geometria, delle condizioni al contorno, della stratigrafia e delle tensioni geostatiche iniziali;
- 1) Inserimento zona consolidata al contorno e riduzione delle forze FFS, fino al valore che assumono al fronte (FFS=12%);
- 2) Riduzione delle FFS fino al valore che assumono nel momento di installazione del rivestimento di prima fase (1.5 m dal fronte) (FFS=7%);
- 3) Introduzione nel modello numerico degli ancoraggi radiali in calotta e riduzione delle FFS a ca. 2.0% (10 m dal fronte, ca. 1 diametro);
- 4) Introduzione del modello numerico del betoncino proiettato (calotta $s_{tot} = 24$ cm, $E = 15$ GPa; arco rovescio $s_{tot} = 28$ cm, $E = 15$ GPa) e annullamento delle FFS (FFS=0%).
- 5) Rimozione del rivestimento di prima fase e simulazione della configurazione a lungo termine con l'installazione del rivestimento definitivo. Quest'ultimo è collegato alla mesh mediante un elemento interfaccia avente rigidità normale pari a quella dell'ammasso e rigidità tangenziale nulla. Quest'ultimo elemento, oltre a consentire di valutare le pressioni che agiscono sul rivestimento definitivo, consente di considerare l'effetto del pacchetto di impermeabilizzazione

Spannungen annulliert, darüber hinaus die Drucke zu schätzen die auf der Innenschale wirken.

presente tra i due rivestimenti, annullando le tensioni tangenziali.

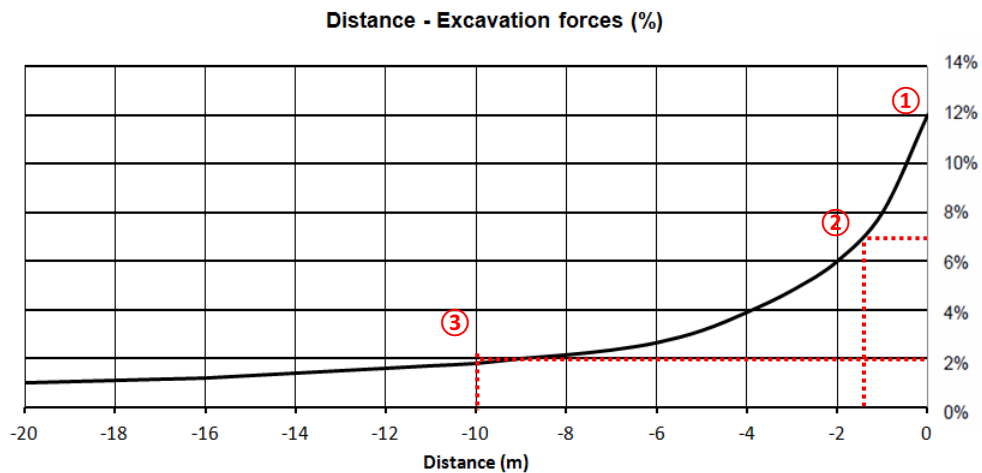


Abbildung 4: Berücksichtigte FFS für das Modell FdE-CS T4

Figura 4: FFS considerate per il modello FdE-CS T4

Bei der Anbringung des Spritzbetons geht man davon aus, dass dieser sich nur dann auflädt, wenn der Hohlraum eine Gesamtkonvergenz erreicht, die dem Übermaß entspricht (10 cm), damit berücksichtigt wird, dass der Einbau der Stahlbögen erst nach Verformung des Abbruchquerschnitts erfolgt. Aus Sicherheitsgründen nimmt man an, dass die Anbringung des Spritzbetons an ca. 1 Durchmesser (Gesamtkonvergenzen geringer als das Übermaß) mit Wert der FFS gleich ca. 2% erfolgt.

Per la messa in opera del betoncino proiettato si ipotizza che esso si carica solo dopo che il cavo ha raggiunto una convergenza totale pari all'extrascavo (10cm) per tenere conto che lo sviluppo delle centine è stato previsto per la sezione di scavo con deformazione avvenuta. In via cautelativa si ipotizza che l'installazione del betoncino avviene a circa 1 diametro (convergenze totali minori dell'extrascavo) con valore delle FFS pari a ca. 2%.

5.1.5 Nachweisverfahren

Gemäß den NTC 2008 werden die Einwirkungen auf die Außenschale, die dem FEM Modell entnommen sind, um $Y_G = 1,30$ erhöht und die Widerstände des strukturellen Abschnitts um $Y_c = 1,50$ reduziert, das heißt $Y_s = 1,15$.

5.1.5 Procedura di verifica

In conformità alle NTC 2008 le azioni ricavate dal modello FEM sul rivestimento di prima fase sono aumentate di $Y_G = 1,30$ e le resistenze della sezione strutturale sono ridotte di $Y_c = 1,50$ ovvero $Y_s = 1,15$.

Die Nachweise gelten erfüllt, wenn folgende Ungleichung verifiziert ist:

Le verifiche risultano soddisfatte se è verificata la seguente disuguaglianza:

$$E_d \leq R_d$$

Hierbei ist:

Dove:

- R_d = Bemessungswert Widerstand
- E_d = Bemessungswert Einwirkung

- R_d = Valore della resistenza di progetto
- E_d = Valore di progetto dell'effetto delle azioni

Die Anker, die ihre Streckgrenze erreichen ($N_{yd} = 348$ kN), überschreiten nicht die axiale Verformungsgrenze, die auf 5% gesetzt wurde.

Inoltre si verifica che gli ancoraggi che raggiungono il limite di snervamento ($N_{yd} = 348$ kN) non superino il limite di deformazione assiale posto pari a 5%.

5.1.6 Ergebnisse

Die in Anhang 3 aufgezeigten Analysen bestätigen, dass das Verhalten des Gebirges durch ein mäßig druckhaftes

5.1.6 Risultati

Le analisi riportate nell'Appendice 3 confermano che il comportamento dell'ammasso è caratterizzato da un

Verhalten gekennzeichnet ist. Die Gesamtkonvergenz bei Vorhandensein von Sicherungen und Innenschale beträgt ca. 60 mm (relative Konvergenz ca. 40 mm) mit Ausbildung eines plastischen Streifens von maximaler Ausdehnung von ca. 4 m.

Die strukturellen Nachweise an der provisorischen Verkleidung erweisen sich als erfüllt und die Anker erreichen die Ermüdungsgrenze ($N_{yd} = 348 \text{ kN}$), aber nicht die Stahlverformungsgrenze ($\epsilon < 5\%$).

Der vom Gebirge ausgeübte Druck auf die Innenschale, bei Verfall der Außenschale, beträgt 240 kPa.

Für die Bemessung der Innenschale wird vorsichtshalber die selbe Last wie im *Bericht 02_H61_OP_060_KST_D0700_22910 Statischer Bericht FdE-CcT-T4/T6 (km 44.5+15.0 / 45.3+ 75.0)* auch für den Querschnitt FdE-CcT T4 von 280 kPa herangezogen.

comportamento mediamente spingente. La convergenza totale in presenza dei rivestimenti è di ca. 60 mm (convergenza relativa ca. 40 mm) con la formazione di una fascia plastica di estensione di ca. 4 m.

Le verifiche strutturali sul rivestimento provvisorio risultano soddisfatte e gli ancoraggi raggiungono il limite di snervamento ($N_{yd} = 348 \text{ kN}$) ma non il limite di deformazione dell'acciaio ($\epsilon < 5\%$).

La pressione esercitata dall'ammasso sul rivestimento definitivo, al decadimento del rivestimento di prima fase, è dell'ordine dei 240 kPa.

Per il dimensionamento dell'anello interno (Appendice 6) viene cautelativamente impiegato lo stesso carico risultante nella relazione *02_H61_OP_060_KST_D0700_22910 Relazione di calcolo FdE-CcT-T4/T6 (da km 44.5+15.0 a 45.3+ 75.0)* per la sezione FdE-CcT T4 pari a 280 kPa.

5.2 SCHNITT FdE-CS-T5

Zur Bemessung des Regelquerschnitts FdE-CS-T5 wurde der Querschnitt mit der höchsten Überdeckung im Homogenbereich 11 (H=1060 m) berücksichtigt.

5.2.1 Modellgeometrie

Das Berechnungsmodell, der Problemsymmetrie zufolge, erstreckt sich 100 m in der Breite an den Enden des Hohlraums, 200 m in der Höhe, von denen sich 100 m unter und 100 m über der Schienenoberkante befinden. Durch die gewählten Modellabmessungen kann davon ausgegangen werden, dass eventuelle Randeinflüsse vernachlässigbar sind. Das Gebirge wurde mittels zweidimensionaler, quadratischer Elemente mit Abmessungen von ca. 200x200 cm diskretisiert. In der Nähe des Tunnels wird die Mesh verdichtet und die Elemente erreichen Abmessungen von 50x50 cm.

Die gewählten Auflagebedingungen verhindern eine Verschiebung in beide Richtungen am unteren Modellrand und blockieren Verschiebungen in horizontaler Richtung an den vertikalen Modellrändern. Am oberen Modellrand wurde ein Druck aufgebracht, welcher der vorhandenen Bodenauflast (von Tunnel bis Geländeoberkante) entspricht.

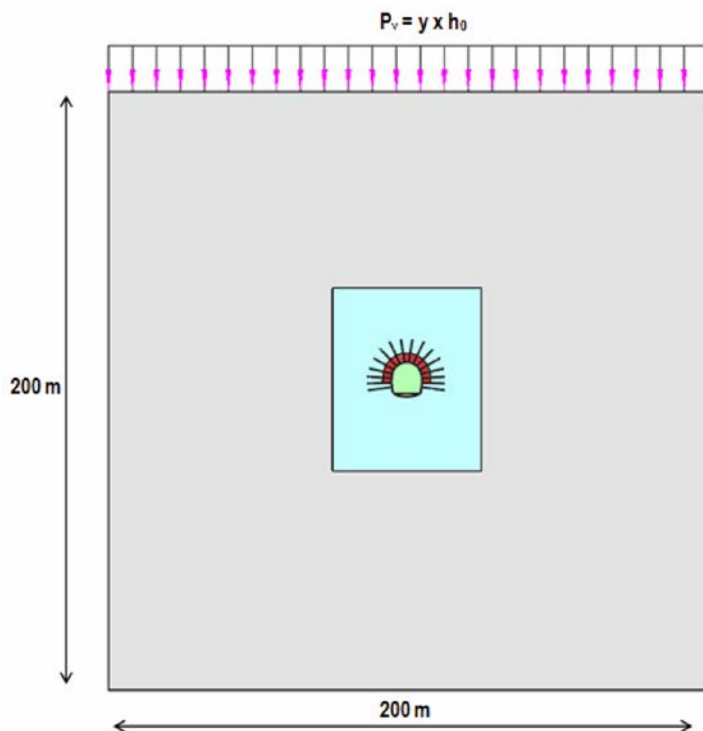


Abbildung 5: Berechnungsquerschnitt FdE-CS T5

5.2 SEZIONE FdE-CS T5

Per il dimensionamento della sezione FdE-CS T5 si è considerata la sezione con la massima copertura all'interno della zona omogenea 11 (H=1060 m).

5.2.1 Geometria del modello

Il modello di calcolo, in virtù della simmetria del problema, si estende per 100 m in larghezza agli estremi della cavità, 200 m in altezza, di cui 100 m al di sotto del piano del ferro e 100 m al di sopra di quest'ultimo. Tali limiti sono sufficienti per ritenere trascurabili gli effetti di bordo. L'ammasso è stato discretizzato mediante elementi bidimensionali quadrati di dimensioni pari a circa 200x200 cm, infittiti in prossimità della galleria, dove assumono dimensioni pari a circa 50x50 cm.

Le condizioni di vincolo al contorno del modello prevedono spostamenti impediti in entrambe le direzioni lungo il boundary inferiore e spostamenti impediti in direzione orizzontale lungo i boundary verticali. Sul boundary superiore è applicata una pressione pari al peso del terreno presente in sito fino alla quota del piano campagna.

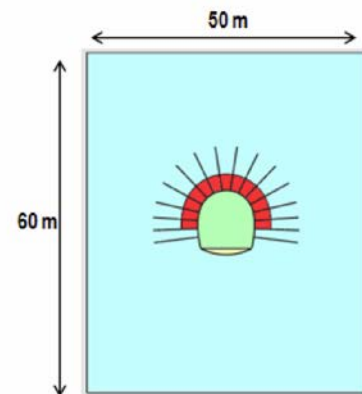


Figura 5: sezione di analisi FdE-CS T5

5.2.2 Gebirgsmodell und Ausgangsspannungslage

Das Gebirge wurde als ein kontinuierlich elastisch-plastisches Medium modelliert mit Widerstandskriterium des Typs Hoek-Brown [23] und Restparameter, die gemäß der Cai et. al [30] Theorie bewertet werden [1]. Im Besonderen wurden die elastischen (Verformungsmodul und Poisson-Beiwert), elastisch-plastischen (m_b , s mit Peak- und Restwerte) und physischen (Dichte und einachsiger Komprimierungswiderstand) Eigenschaften der vom Aushub betroffenen Felsen bestimmt. Für die Bemessung des Profils FdE-CS T5 wurden die geomechanischen Parameter des Gebirges GA-BST-KS-8f berücksichtigt, wie in der folgenden Tabelle angegeben:

Zone max überburden [m]	GSI	GSI _{res}	γ [kN/m ³]	E_{rm} [MPa]	σ_{ci} [MPa]	σ_{cm} [MPa]	m_i [-]	$m_{b, peak}$ [-]	$m_{b, res}$ [-]	$s_{, peak}$ [-]	$s_{, res}$ [-]
1060	50	25.59	26.6	11135	32	5.84	11	1.844	0.841	0.0039	0.0003

Tabelle 10: Angenommene geomechanische Parameter (FdE-CS T5) Die Spannungsverhältnisse vor Ort wurde gemäß folgenden Gleichungen ausgewertet:

$$\sigma_y = \gamma \cdot z$$

$$\sigma_x = K_0 \cdot \sigma_z$$

Wobei:

- Z = Abstand des allgemeinen Elements von der Geländeoberkante
- K_0 = Beiwert der horizontal wirkenden Kraft, gleich 0.75 angenommen ist.

5.2.2 Modello costitutivo dell'ammasso e stato tensionale iniziale

L'ammasso è stato modellato come un mezzo continuo elasto-plastico avente criterio di resistenza di tipo Hoek-Brown [23] con parametri residui valutati sulla base della teoria di Cai et. al [30] e riportata nel Rapporto [1]. In particolare sono state assegnate le caratteristiche elastiche (modulo di deformazione e coefficiente di Poisson), elasto-plastiche (m_b , s con valori di picco e residuo) e fisiche (densità e resistenza a compressione monoassiale) proprie delle rocce interessate dallo scavo. Per il dimensionamento del profilo FdE-CS T5 si sono considerati i parametri geomeccanici relativi all'ammasso GA-BST-KS-8f secondo la tabella seguente:

Tabella 10: Parametri geomeccanici considerati (FdE-CS T5) Lo stato di sforzo in sito è stato valutato secondo le seguenti relazioni:

Dove

- Z rappresenta la distanza del generico elemento dal piano campagna
- K_0 è il coefficiente di spinta orizzontale, assunto pari a 0.75.

5.2.3 Eigenschaften der Außenschale

Folgende Tabelle zeigt die Eigenschaften der Sicherheitsmaßnahmen für das Profil FdE-CS-T5 auf:

FdE-CS T5	Anker Ancoraggi						Spritzbeton Betoncino proiettato			Stahlbeton Centine	
	Position Posizione	Typ Tipo	N_y [kN]	L [m]	$i_{längs/long}$ [m]	$i_{quer/transv}$ [m]	Klasse Classe [-]	s_{nom} [cm]	s_{min} [cm]	Typ Tipo	i [m]
	Radial Radiali	R38N	400	8	1.5	1.5	C30/37	30	24	2 IPN 180	0.75 - 1.5
Umriß Contorno	R51N	630	12	3.0	0.75						

Tabelle 11: Eigenschaften der Außenschale FdE-CS T5

5.2.3 Caratteristiche dei rivestimenti di prima fase

La seguente tabella riporta le caratteristiche dei provvedimenti di messa in sicurezza per il profilo FdE-CS T5:

Tabella 11: Caratteristiche rivestimenti di prima fase FdE-CS T5

Zur Modellierung des Spritzbetons wurden eindimensionale Elemente - beam mit elastischem Verhalten angenommen. Vorsichtshalber wurden zwei Analysen durchgeführt: eine mit $E = 5$ GPa, um die Verformungen zu maximieren und eine mit

Per la modellazione dello spritzbeton si sono assunti elementi monodimensionali beam con comportamento elastico. In via cautelativa si sono eseguite due analisi: una con $E = 5$ GPa per massimizzare le deformazioni e una con $E = 15$ GPa per

$E = 15 \text{ GPa}$, um die Belastungen zu maximieren. Der Wert $E = 15 \text{ GPa}$ entspricht ca. 50% der Steifigkeit eines verhärteten Betons mittlerer Klasse; auf diese Weise ist es möglich das typische Verhalten der viskosen Verformung und des Schwindens zu berücksichtigen.

Die numerische Modellierung modelliert nicht die Stahlbögen aufgrund des konservativen Ansatzes, die Stahlbögen wurden nur bei den Abschnittsüberprüfungen (Anlage 4) berücksichtigt.

Die Anker besitzen im Modell einen Grenzwiderstand, der ihrem Ermüdungswiderstand entspricht, der wiederum um den Widerstandsbeiwert ($Y_R = 1.15$) und Reibungsbeiwert ($Y_R = 1.3$) faktorisiert ist, wie mit BBT SE vereinbart. Die Anker werden mit spezifischen eindimensionalen Elementen (Truss) nachgebildet, mit perfekt plastisch-elastischem Verhalten (Abbildung 3) und Von Mises Bruchkriterium ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 348 \text{ kN}$). Sie sind mit den Gitterknoten über eine Schnittstelle verbunden, wobei Vorsichtswerte des Querschnitts (190 kN/m) und der tangentialen Steifigkeit (15 MN/m/m) [29] berücksichtigt werden.

Analog zum Bericht [8] wurde die Wirkung der Befestigung des Umrisses des Hohlraums durch eine Materialschicht mit leicht erhöhten Widerstandsparametern modelliert, wie in der Anlage 4 ersichtlich.

5.2.4 Laststufe

Nachfolgend sind die Berechnungsstufen für das Modell mit ebenen Verformungen mit den aus der Interpolation der Kennlinien erhaltenen FFS (sh. Anhang 2) zusammengefasst:

- 0) Geostatische Ausgangslage mit Bestimmung der Geometrie, der Randbedingungen, der Stratigraphie und der geostatischen Ausgangsspannungen;
- 1) Einführen der befestigten Zone am Umriss und Verringerung der FFS bis zum Wert, den sie an der Ortsbrust einnehmen (FFS =10%);
- 2) Reduktion der FFS bis zum Wert, den sie bei der Einsetzung der Außenschale einnehmen (1.5 m von der Ortsbrust) (FFS =7.0%);
- 3) Einführung der radialen Anker ins numerische Modell und Reduktion der FFS auf ca. 2% (1 Durchmesser);
- 4) Anbringung des Spritzbetons (Kalotte $s_{tot} = 24 \text{ cm}$, $E = 15 \text{ GPa}$; Gegengewölbe $s_{tot} = 28 \text{ cm}$, $E = 15 \text{ GPa}$) und Annullierung der FFS (FFS =0%);
- 5) Entfernung der Außenschale und Simulation der Langzeitkonfiguration mit der Einsetzung der Innenschale. Diese ist mit der Mesh mittels eines Schnittstellenelements verbunden, mit normaler Steifigkeit, die dem Gebirge entspricht, und

massimizzare le sollecitazioni. Il valore di $E = 15 \text{ GPa}$, corrisponde a circa il 50% della rigidità di un calcestruzzo indurito di classe media; in questo modo è possibile considerare il caratteristico comportamento di deformazione viscosa e il ritiro.

Nella modellazione numerica, secondo un approccio conservativo, le centine non sono state modellate ma vengono considerate nelle verifiche sezionali (Appendice 4).

Gli ancoraggi vengono inseriti nel modello con una resistenza limite pari alla loro resistenza a snervamento fattorizzata per il coefficiente sulle resistenze ($Y_R = 1.15$) e sull'aderenza di ($Y_R = 1.3$) come concordato con BBT SE. Gli ancoraggi sono stati riprodotti con specifici elementi monodimensionali (Truss) aventi comportamento elastico perfettamente plastico (Figura 3) con criterio di rottura alla Von Mises ($N_{yd} = N_{yk}/1.15 = 348 \text{ kN}$) collegati ai nodi della griglia mediante un'interfaccia considerando valori cautelativi di resistenza a taglio (190 kN/m) e rigidità tangenziale (15 MN/m/m) [29].

Analogamente al Rapporto [8], l'effetto del consolidamento del contorno del cavo è stato modellato tramite uno strato di materiale con parametri di resistenza lievemente superiori del materiale circostante come illustrato in Appendice 4

5.2.4 Step di carico

Di seguito sono riassunti gli step di calcolo per il modello in deformazioni piane con le FFS tarate sulla base delle curve caratteristiche (Appendice 2):

- 0) Condizione geostatica iniziale con definizione della geometria, delle condizioni al contorno, della stratigrafia e delle tensioni geostatiche iniziali;
- 1) Inserimento zona consolidata al contorno e riduzione delle forze FFS, fino al valore che assumono al fronte (FFS=10%);
- 2) Riduzione delle FFS fino al valore che assumono nel momento di installazione del rivestimento di prima fase (1.5 m dal fronte) (FFS=7.0%);
- 3) Introduzione nel modello numerico degli ancoraggi radiali in calotta e riduzione delle FFS a ca. 2.0% (10 m dal fronte, ca. un diametro);
- 4) Introduzione del betoncino proiettato (calotta $s_{tot} = 24 \text{ cm}$, $E = 15 \text{ GPa}$; arco rovescio $s_{tot} = 28 \text{ cm}$, $E = 15 \text{ GPa}$) e annullamento delle FFS (FFS=0%);
- 5) Rimozione del rivestimento di prima fase e simulazione della configurazione a lungo termine con l'installazione del rivestimento definitivo. Quest'ultimo è collegato alla mesh mediante un elemento interfaccia avente rigidità normale pari a quella dell'ammasso e

tangentialer Steifigkeit gleich Null. Dieses Schnittstellenelement ermöglicht es, die Wirkung der Abdichtungsschicht zwischen den zwei Schalen zu berücksichtigen, indem es die tangentialen Spannungen annulliert, sowie die Drucke zu schätzen, die auf der Innenschale wirken.

rigidezza tangenziale nulla. Quest'ultimo elemento, oltre a consentire di valutare le pressioni che agiscono sul rivestimento definitivo, consente di considerare l'effetto del pacchetto di impermeabilizzazione presente tra i due rivestimenti, annullando le tensioni tangenziali..

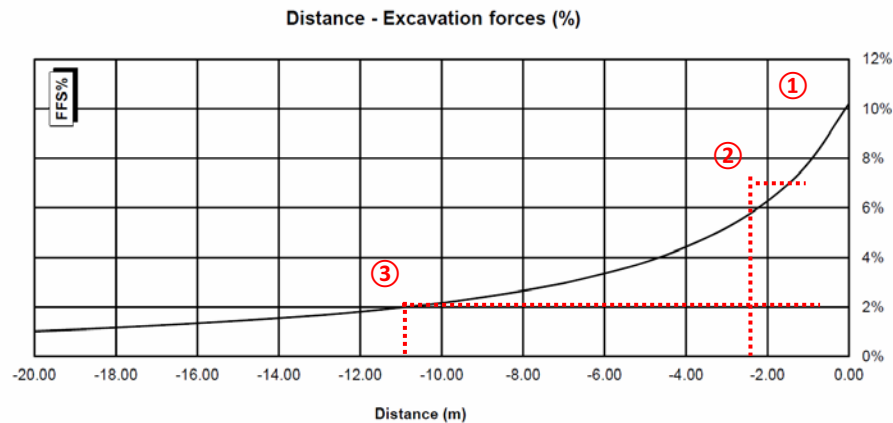


Abbildung 6: Berücksichtigte FFS für das Modell FdE-CS T5

Figura 6: FFS considerate per il modello FdE-CS T5

Bei der Anbringung des Spritzbetons geht man davon aus, dass dieser sich nur dann auflädt, wenn der Hohlraum eine Gesamtkonvergenz erreicht, die dem Übermaß entspricht (15 cm), damit berücksichtigt wird, dass der Einbau der Stahlbögen erst nach Verformung des Abbruchquerschnittes erfolgt. Aus Sicherheitsgründen nimmt man an, dass die Anbringung des Spritzbetons an ca. 1 Durchmesser (Gesamtkonvergenzen geringer als das Übermaß) mit Wert der FFS gleich ca. 2% erfolgt.

Per la messa in opera del betoncino proiettato si ipotizza che esso si carica solo dopo che il cavo ha raggiunto una convergenza totale pari all'extrascavo (15cm) per tenere conto che lo sviluppo delle centine è stato previsto per la sezione di scavo con deformazione avvenuta. In via cautelativa si ipotizza che l'installazione del betoncino avviene a circa 1 diametro (convergenze totali minori dell'extrascavo) con valore delle FFS pari a ca. 2%.

5.2.5 Nachweisverfahren

Gemäß den NTC 2008 werden die Einwirkungen auf die Außenschale, die dem FEM Modell entnommen sind, um $Y_G = 1,30$ erhöht und die Widerstände des strukturellen Abschnitts um $Y_c = 1,50$ reduziert, das heißt $Y_s = 1,15$.

Die Nachweise gelten erfüllt, wenn folgende Ungleichung verifiziert ist:

$$E_d \leq R_d$$

Hierbei ist:

- R_d = Bemessungswert Widerstand
- E_d = Bemessungswert Einwirkung

Die Anker, die ihre Streckgrenze erreichen ($N_{yd} = 348$ kN), überschreiten nicht die axiale Verformungsgrenze, die auf 5% gesetzt wurde.

5.2.5 Procedura di verifica

In conformità alle NTC 2008 le azioni ricavate dal modello FEM sul rivestimento di prima fase sono aumentate di $Y_G = 1,30$ e le resistenze della sezione strutturale sono ridotte di $Y_c = 1,50$ ovvero $Y_s = 1,15$.

Le verifiche risultano soddisfatte se è verificata la seguente disuguaglianza:

Dove:

- R_d = Valore della resistenza di progetto
- E_d = Valore di progetto dell'effetto delle azioni

Inoltre si verifica che gli ancoraggi che raggiungono il limite di snervamento ($N_{yd} = 348$ kN) non superino il limite di deformazione assiale posto pari a 5%.

5.2.6 Ergebnisse

Die in Anhang 4 aufgezeigten Analysen bestätigen, dass das Verhalten des Gebirges durch ein mäßig druckhaftes Verhalten gekennzeichnet ist.

Die Gesamtkonvergenz bei Vorhandensein von Befestigungen und Verkleidungen beträgt ca. 120 mm (relative Konvergenz ca. 60 mm) mit Ausbildung eines plastischen Streifens von maximaler Ausdehnung von ca. 6/7 m.

Die strukturellen Nachweise an der provisorischen Verkleidung erweisen sich als erfüllt und die Anker erreichen die Ermüdungsgrenze ($N_{yd} = 348$ kN), aber nicht die Stahlverformungsgrenze ($\epsilon < 5\%$).

Der vom Gebirge ausgeübte Druck auf die Innenschale, bei Verfall der Außenschale, beträgt 430 kPa. Für die Bemessung der Innenschale wird vorsichtshalber die selbe Last wie im Bericht *02_H61_OP_060_KST_D0700_22910 Statischer Bericht FdE-CcT-T4/T6 (km 44.5+15.0 / 45.3+ 75.0)* auch für den Querschnitt FdE-CcT T5 von 460 kPa herangezogen.

5.3 ANALYSE DER STANDSICHERHEIT DER ORTBRUST

5.3.1 Nachweisverfahren

Als erstes wurden die kritischen Abschnitte mittels Kennlinienverfahren erkannt. Bezugnehmend zu Tabelle 5 und Tabelle 7 weist man daraufhin, dass beim Gebirge GA-BST-KS-8f die Ortsbrust auf kurze Dauer stabil ist.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der im Bericht *02_H61_OP_060_KST_D0700_22910 Statischer Bericht FdE-CcT-T4/T6 (da km 44.5+15.0 a 45.3+ 75.0)* ausgeführten Berechnungen betreffend die Bemessung der Ausbruchsquerschnitte FdE-CcT T4 und FdE-CcT T5 (analoge Querschnitten mit jenen des vorliegenden Berichts) dargestellt.

5.3.2 Ergebnisse

5.3.2.1 Sezione FdE-CS T4

Für den Abschnitt FdE-CS T4 bestätigt die axialsymmetrische Analyse, die ohne Ausbau und mit Abschlügen von 1.5 m durchgeführt wurde, die Angaben des Kennlinienverfahrens. Es wird hervorgehoben, dass die Ortsbrustextrusion ca. 50 mm beträgt, mit absoluter radialer Konvergenz von 70 mm, während der plastifizierte Bereich sich auf ca. 4 m vor der Ortsbrust und 5/6 m am Umriss ausdehnt.

Die Eingriffe an der Ortsbrust bestehen aus Selbstbohranker Typ R51N ($N_y \geq 630$ kN), mit 15.00 m Länge, 6.00 m

5.2.6 Risultati

Le analisi riportate nell'Appendice 4 confermano che il comportamento dell'ammasso è caratterizzato da un comportamento spingente.

La convergenza totale assoluta del cavo in assenza di rivestimenti è di ca. 120 mm (convergenza relativa ca. 60 mm) con la formazione di una fascia plastica di estensione di ca. 6/7 m.

Le verifiche strutturali sul rivestimento provvisorio risultano soddisfatte e gli ancoraggi raggiungono il limite di snervamento ($N_{yd} = 348$ kN) ma non il limite di deformazione dell'acciaio ($\epsilon < 5\%$).

La pressione esercitata dall'ammasso sul rivestimento definitivo, al decadimento del rivestimento di prima fase, è dell'ordine dei 430 kPa. Per il dimensionamento dell'anello interno (Appendice 6) viene cautelativamente impiegato lo stesso carico risultante nella relazione *02_H61_OP_060_KST_D0700_22910 Relazione di calcolo FdE-CcT-T4/T6 (da km 44.5+15.0 a 45.3+ 75.0)* per la sezione FdE-CcT T5 pari a 460 kPa.

5.3 ANALISI DELLA STABILITÀ DEL FRONTE

5.3.1 Procedura di verifica

Facendo riferimento alla Tabella 5 e Tabella 7, viene evidenziato che per l'ammasso GA-BST-KS-8f si prevede una stabilità del fronte a breve termine.

Nel seguito vengono riportati i risultati delle analisi assialsimmetriche eseguite nel rapporto *02_H61_OP_060_KST_D0700_22910 Relazione di calcolo FdE-CcT-T4/T6 (da km 44.5+15.0 a 45.3+ 75.0)* relativo al dimensionamento delle sezioni FdE-CcT T4 e FdE-CcT T5 (sezioni analoghe a quelle in esame).

5.3.2 Risultati

5.3.2.1 Sezione FdE-CS T4

L'analisi assialsimmetrica eseguita in assenza dei rivestimenti e secondo sfondi di 1.5m, evidenzia che l'estrusione del fronte è pari a circa 50 mm, con convergenza radiale assoluta di 70 mm, mentre la zona plasticizzata si estende per circa 4 m davanti al fronte e di 5/6 m al contorno.

Gli interventi al fronte costituiti da barre autoperforanti tipo R51N ($N_y \geq 630$ kN), con lunghezza 15.00m, sovrapposizione 6.00m, interasse 1.5m e cementati con miscela cementizia avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, consentono di limitare l'estrusione al

Überlagerung, 1.5 m Achsenabstand und mit einer Zementmischung mit $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ zementiert, die die Begrenzung der Ortsbrustextrusion auf ca. 30 mm ermöglichen, sowie die Begrenzung der Ausdehnung des plastifizierten Bereichs vor der Ortsbrust (3 m) und an der Laibung (4/5 m) erlauben.

Aufgrund des beobachtenden Ansatzes wird man das tatsächliche Verhalten des Gebirges überprüfen und demnach die Stärke der Anker an der Ortsbrust reduzieren oder erhöhen müssen, auch hinsichtlich des Auftretens eventueller einzelner Abbruchblöcke.

5.3.2.2 Sezione FdE-CS T5

Für den Abschnitt FdE-CS-T5 bestätigt die axialsymmetrische Analyse, welche ohne Ausbau und mit Abschlügen von 1.5 m durchgeführt wurde, die Angaben des Kennlinienverfahrens. Es wird hervorgehoben, dass die Ortsbrustextrusion ca. 80 mm beträgt mit absoluter radialer Konvergenz von 160 mm, während der plastifizierte Bereich sich auf ca. 6 m vor der Ortsbrust und 7/8 m an der Laibung ausdehnt.

Die Eingriffe an der Ortsbrust bestehen aus Selbstbohranker Typ R51N ($N_y \geq 630 \text{ kN}$), mit 15.00 m Länge, 6.00 m Überlagerung, 1.5m Achsenabstand und mit einer Zementmischung mit $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ zementiert, welche die Begrenzung der Ortsbrustextrusion auf ca. 50 mm ermöglichen, sowie die Begrenzung der Ausdehnung des plastifizierten Bereichs vor der Ortsbrust (5 m) und am Umriss (6/7 m) erlauben.

Aufgrund des beobachtenden Ansatzes wird man das tatsächliche Verhalten des Gebirges überprüfen und demnach die Stärke der Anker an der Ortsbrust reduzieren oder erhöhen müssen, auch hinsichtlich des Auftretens eventueller einzelner Abbruchblöcke.

fronte a circa 30 mm, l'estensione della zona plasticizzata davanti al fronte (3 m) e al contorno (4/5m).

Nell'ottica di un approccio osservazionale, si dovrà valutare l'effettivo comportamento dell'ammasso e conseguentemente ridurre o aumentare l'intensità degli ancoraggi al fronte anche in considerazione della presenza di eventuali singoli blocchi di distacco

5.3.2.2 Sezione FdE-CS T5

L'analisi assialsimmetrica eseguita in assenza dei rivestimenti e secondo sfondi di 1.5m, conferma le indicazioni delle linee caratteristiche. Si evidenzia che l'estrusione del fronte è pari a circa 80 mm, con convergenza radiale assoluta di 160 mm, mentre la zona plasticizzata si estende per circa 6 m davanti al fronte e di 7/8 m al contorno.

Gli interventi al fronte costituiti da barre autoperforanti tipo R51N ($N_y \geq 630 \text{ kN}$), con lunghezza 15.00m, sovrapposizione 6.00m, interasse 1.5m e cementati con miscela cementizia avente $R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$, consentono di limitare l'estrusione al fronte a circa 50 mm, l'estensione della zona plasticizzata davanti al fronte (5 m) e al contorno (6/7 m). Nell'ottica di un approccio osservazionale, si dovrà valutare l'effettivo comportamento dell'ammasso e conseguentemente ridurre o aumentare l'intensità degli ancoraggi al fronte.

6 INNENSCHALE

6.1 STABWERKSMODELLE

Die Beanspruchungen der Innenschale sind durch das informatische Rechenprogramm MIDAS Gen2013, das auf die Finite-Elementen-Methode (FEM) basiert, berechnet worden.

Für die Berechnung wird ein Abschnitt des Tunnels mit einheitlicher Tiefe (1 m) berücksichtigt und ein Strukturmodell festgelegt und zwar mittels ebenen Finite-Elemente des Typs Träger (beam). Die Tunnelschale ist durch Elemente schematisiert, die kürzer als 0.5 m sind und die reellen Stärken des berücksichtigten strukturellen Elements besitzen (Kalotte, Widerlager, Gegenbogen/Grundplatte).

Die strukturelle Steifigkeit der Träger Elemente wird als $E'_c \times I_y$ des nicht gerissenen Schnitts berechnet. Das Trägheitsmoment I_g wird im Verhältnis zur Schnittachse aus Beton berechnet, wobei der Stahl, wo vorhanden, ausgelassen wird. Das elastische Modul E'_c , im Falle von ebener Verformung, beträgt

$$E'_c = \frac{E_c}{1 - \nu^2}$$

mit:

- E_c = Modul der Betonestizität;
- ν = Poissonsahl (0.2);

Zur Modellierung des unbewehrten Betons wird ein elastisch-lineares Materialmodell verwendet. Die Neuverteilung der Belastungen werden laut Absatz 12.5 des EC2 berechnet, falls die abschnittsweise Steifigkeit durch die Öffnung von Spalten, dort wo die Betonzugfestigkeit überwunden wurde (Bildung von plastischen Scharnieren) verloren gegangen ist. Die Modellierung der plastischen Scharniere erfolgt durch den Einsatz von Torsionsfedern, dessen Steifigkeit iterativ mit der Pöttler-Methode [27], [28] berechnet wird.

6.2 INTERAKTION TRAGWERK-BAUGRUND

Die Zusammenwirkung Boden-Struktur wird mit dem Einsatz von Point Support Elementen simuliert, die an die Modellknoten gesetzt werden. Nur bei Komprimierung übertragen diese Elemente den Knoten eine Reaktion, die dem Kontaktdruck Boden-Struktur entspricht. Die Steifigkeit der genannten Elemente wird unter Berücksichtigung des Reaktionsmoduls des Bodens k und der Schnittstelle, welche sich aus dem Paket der Abdichtung - Dränageschicht ergibt, bestimmt. Die erste wird laut den nachfolgend angeführten Relationen bestimmt und zwar jeweils für gekrümmte und gradlinige Oberflächen (Abs. 6.2.1 und 6.2.2). Die zweite wurde mit $60'000 \text{ kN/m}^3$ aufgrund der Eigenschaften des

6 RIVESTIMENTO DEFINITIVO

6.1 METODO DELLE REAZIONI IPERSTATICHE

Le sollecitazioni nel rivestimento definitivo sono state calcolate mediante il programma di calcolo informatico MIDAS Gen2013, basato sul Metodo degli Elementi Finiti (FEM).

Per il calcolo si considera un concio di galleria con profondità unitaria (1m) e si definisce un modello della struttura mediante elementi finiti piani di tipo trave (beam). Il rivestimento della galleria è schematizzato con elementi di lunghezza inferiore a 0.5 m aventi gli spessori reali dell'elemento strutturale considerato (calotta, piedritto, arco rovescio/platea).

La rigidezza strutturale degli elementi trave è calcolata come $E'_c \times I_y$ della sezione non fessurata. Il momento d'inerzia I_y è calcolato rispetto all'asse della sezione in calcestruzzo, trascurando la presenza dell'acciaio ove presente. Il modulo elastico E'_c , in condizioni di deformazioni piane, vale:

- dove:
- E_c = modulo di elasticità del calcestruzzo;
 - ν = rapporto di Poisson (0.2);

Per la modellazione del calcestruzzo non armato si utilizza un modello costitutivo del materiale elastico-lineare. Viene presa in considerazione la redistribuzione delle sollecitazioni in seguito alla perdita di rigidezza sezionale causata dall'apertura di fessure laddove venga superata la resistenza a trazione del calcestruzzo (formazione di cerniere plastiche), in accordo con il paragrafo 12.5 dell'EC2. La modellazione delle cerniere plastiche avviene mediante l'inserimento di molle torsionali la cui rigidezza è calcolata iterativamente mediante il metodo di Pöttler [27][28].

6.2 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

L'interazione terreno-struttura viene simulata mediante l'utilizzo di elementi point support posti in corrispondenza dei nodi del modello. Tali elementi trasmettono ai nodi, solo se compressi, una reazione pari alla pressione di contatto terreno-struttura. La rigidezza degli elementi citati è determinata tenendo conto del modulo di reazione del terreno k e dell'interfaccia data dal pacchetto impermeabilizzazione-strato drenante. La prima è definita secondo le relazioni di seguito descritte (paragrafo 6.2.1 e 6.2.2), rispettivamente per superfici curve e rettilinee. La seconda è stata assunta pari a $60'000 \text{ kN/m}^3$ in virtù delle caratteristiche del pacchetto d'impermeabilizzazione. Quest'ultima ha valenza per

Abdichtungsstreifens angenommen. Letztere zählt für Verschiebungen von weniger als 0.5 cm. Werden diese Verschiebungen überstiegen, entspricht die Schnittstellensteifigkeit der des Gebirges.

Die tangenziale Steifigkeit wurde aufgrund des Vorhandenseins des Abdichtungsmantels bei der Schnittstelle Boden-Struktur vernachlässigt.

spostamenti inferiori a 0.5 cm. Superati tali spostamenti, la rigidezza dell'interfaccia diventa quella dell'ammasso.

La rigidezza tangenziale è stata trascurata in virtù della presenza del manto di impermeabilizzazione nell'interfaccia terreno-struttura.

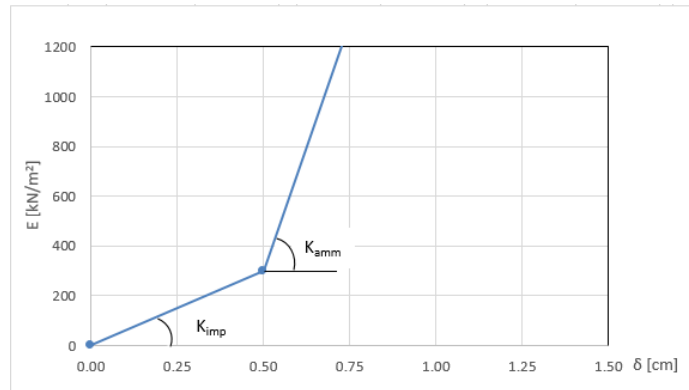


Abbildung 7: Schematisierung der Schnittstelle

Figura 7: Schematizzazione dell'interfaccia

6.2.1 Modellierung der Bettung

Die radiale Bettung der Innenschale im Gebirge/Boden ermittelt sich in der Regel unter Berücksichtigung des Elastizitätsmoduls E und der Querdehnzahl ν des Gebirges/Bodens sowie der Systemlinie des entsprechenden Innenschalenradius R wie folgt:

$$K_R = E \times \frac{(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)} \times R = \frac{E_S}{R}$$

Hierbei ist:

- K_R = radiale Bettung Innenschale – Gebirge [MN/m³]
- E = Elastizitätsmodul des umliegenden Bodens/Gebirges
- E_S = Steifemodul des umliegenden Bodens/Gebirges
- ν = Querdehnzahl des Bodens/Gebirges
- R = Tunnelradius Systemlinie

6.2.1 Rigidezza radiale

Per la definizione della rigidezza del letto di molle radiali in materiale sciolto, si tiene conto del modulo elastico E , del coefficiente di Poisson ν dell'ammasso roccioso e del raggio interno R della galleria.

Dove:

- K_R = rigidezza del letto di molle radiali a contatto con l'anello interno [MN/m³]
- E = modulo elastico dell'ammasso roccioso
- E_S = modulo edometrico dell'ammasso roccioso
- ν = coeff. di Poisson dell'ammasso roccioso
- R = raggio della galleria – linea di riferimento

6.2.2 Federkonstanten Auflagerbereich/Sohle

Das Widerlager der Konstruktion mit Sohlplatte bzw. offener Sohle wird durch Federn mit zugehöriger Steifigkeit in Abhängigkeit der dazugehörigen Einflussbreite „b“ modelliert. Die Federkonstanten sind wie folgt zu ermitteln:

Federkonstante c_v – vertikal

6.2.2 Costante della molla nelle zone di appoggio / fondo

L'appoggio della costruzione con platea oppure con fondo aperto viene modellato con molla con rigidezza relativa all'area di influenza della singola molla „b“. La costante della molla si calcola come segue:

Costante della molla c_v – verticale

- $c_v = E_{Geb.} \cdot 0,5 \cdot b$

Federkonsatnte c_h – horizontal

- $c_h = 0,5 \cdot c_v$

6.3 EINWIRKUNGEN

Im Folgenden werden folgende Kürzel für die Einwirkungen herangezogen:

- G = ständige Einwirkungen
- Q = vorübergehende Einwirkungen
- A = außergewöhnliche Einwirkungen (z.B. Brand, Anprall, Explosion)
- E = Erdbeben

6.3.1 Eigengewicht G1

Die für die Berechnung des Eigengewichts verwendete Querschnittsfläche pro Tunnelmeter basiert auf den Planmaßen der Konstruktion.

Das spezifische Eigengewicht des Stahlbetons ist mit $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ zu berücksichtigen.

6.3.2 Kettenwerk G2

Das Kettenwerk wird zur Sicherheit auf einem maximalen Abstand von 50 m angebracht, wie in der Abbildung ersichtlich. Aus diesen Lasten ergeben sich die am Aufhängepunkt anzusetzenden Lasten:

- Moment von 3,80 kNm
- Horizontallast von 0,70 kN
- Vertikallast von 2,50kN

- $c_v = E_{Geb.} \cdot 0,5 \cdot b$

Costante della molla c_h – orizzontale

- $c_h = 0,5 \cdot c_v$

6.3 ANALISI DEI CARICHI

Per le azioni si utilizzano le seguenti abbreviazioni:

- G = Azioni permanenti
- Q = Azioni variabili
- A = Azioni eccezionali (per es. incendio, urto, esplosione)
- E = Azioni sismiche

6.3.1 Peso proprio G1

Il volume utilizzato per il calcolo del peso proprio si basa sulle dimensioni effettive della struttura.

Il peso specifico del calcestruzzo viene assunto pari $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

6.3.2 Catenaria G2

Le catenarie vengono applicate per sicurezza su una distanza massima di 50 m, come nella Illustrazione. Da questi carichi derivano quelli da applicare al punto di sospensione:

- Momento di 3,80 kNm
- Carico orizzontale di 0,70 kN
- Carico verticale di 2,50kN

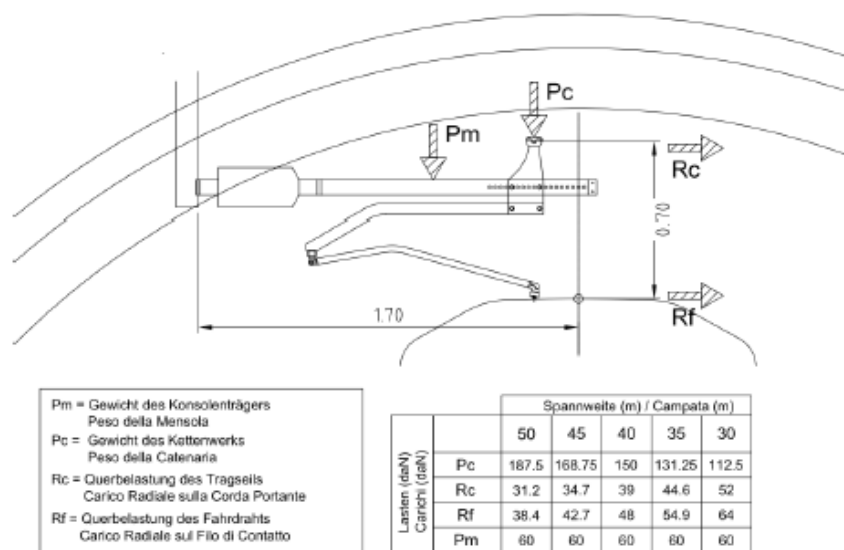


Abbildung 8: Lasten der Oberleitung

Figura 8: Carichi della catenaria

6.3.3 Auffüllung mit Beton oberhalb des Sohlgewölbes G3

Das für die Berechnung des Eigengewichts verwendete Volumen basiert auf dem Planmaß der Konstruktion.

Das spezifische Gewicht des unbewehrten Betons wird mit $Y_{c,na} = 24 \text{ kN/m}^3$ angenommen.

Das spezifische Gewicht des Stahlbetons wird mit $Y_{c,ar} = 25 \text{ kN/m}^3$ angenommen.

6.3.4 Wasserdruck G4

Für druckentlastete (drainierte) Tunnel wird der Wasserdruck bei Regelquerschnitten mit Sohlgewölbe nur vom unteren Scheitelpunkt unter dem Sohlgewölbe bis in die Höhe der Ulmenlängsdrainage berücksichtigt. Die Wasserlasten sind dann wie folgt anzusetzen:

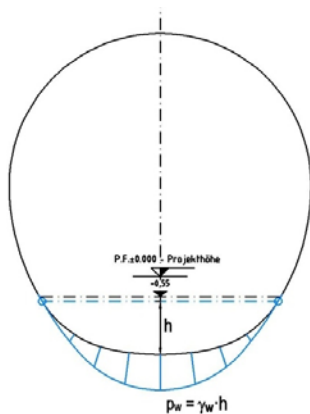


Abbildung 9: Lastbild Wasserdruck – drainierter Regelquerschnitt

6.3.5 Gebirgslast G5

Die Gebirgslast, die auf den Innenausbau für die Aushubklassen T4 und T5 wirkt, leitet sich durch die Berechnung mit der FE-Methode ab.

Die Gebirgslast zeigt einen konstanten Verlauf mit linearer Verminderung des Drucks, der unter dem Sohlgewölbe gegen Null neigt.

Beide Gebirgslasten wurden nach vollständigem Verfall der fiktiven Aushubkräfte (letzte Stufe der FEM-Analyse) berechnet.

6.3.3 Riempimento in cls al di sopra dell'arco rovescio G3

Il volume utilizzato per il calcolo del peso proprio si basa sulle dimensioni effettive della struttura.

Il peso specifico del calcestruzzo non armato viene assunto pari a $Y_{c,na} = 24 \text{ kN/m}^3$.

Il peso specifico del calcestruzzo armato viene assunto pari a $Y_{c,ar} = 25 \text{ kN/m}^3$.

6.3.4 Pressione idraulica G4

Per il caso di galleria drenata (senza pressione) nelle sezioni tipi con arco rovescio, il carico idraulico viene considerato solo dal vertice inferiore al di sotto dell'arco rovescio fino all'altezza del drenaggio sul piedritto. Il carico idraulico viene applicato secondo il seguente schema:

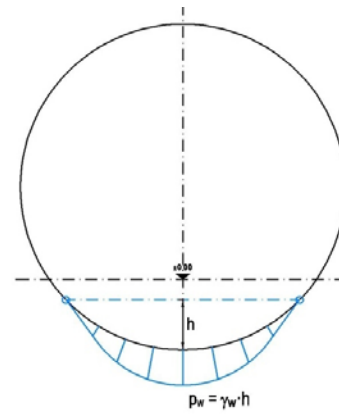


Figura 9: Pressione idrostatica - Sezione tipo drenata

6.3.5 Carico dell'ammasso G5

Il carico d'ammasso che agisce sul rivestimento definitivo per le sezioni di scavo T4 e T5 deriva da calcoli svolti mediante analisi agli elementi finiti.

Il carico dell'ammasso presenta un andamento costante con riduzione lineare della pressione che al disotto dell'arco rovescio tende a zero.

Entrambi i carichi sono calcolati a partire dal completo decadimento delle forze fittizie di scavo (ultimo step delle analisi FEM).

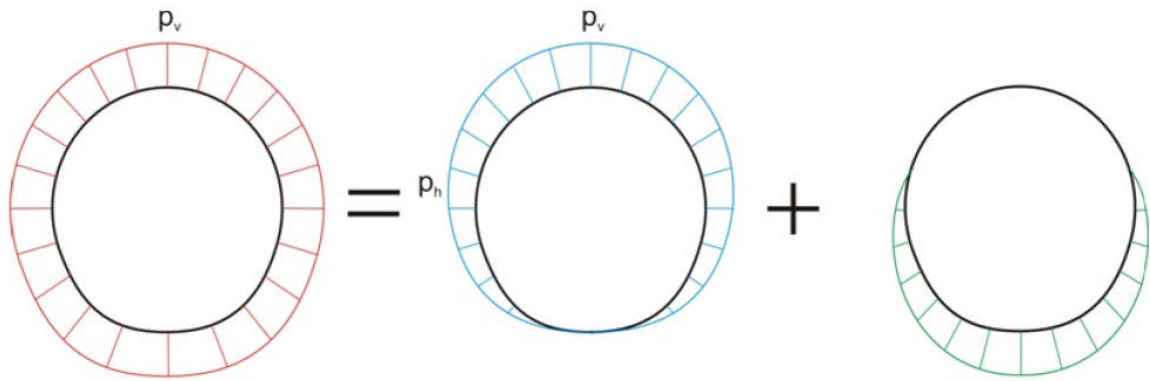


Abbildung 10: Qualitative Darstellung der numerisch ermittelten Normalspannungen (rot), der aktiven Gebirgslast (blau) und der passiven Bettungsreaktion (grün)

Figura 10: Rappresentazione qualitativa delle tensioni normali (rosso), ottenute dal calcolo numerico, del carico attivo dell'ammasso (blu) e della reazione assestamento del terreno (verde).

6.3.6 Squeezing e swelling G7

Quellversuch auf den Gesteinsproben der Bohrung Vi-B-0/01 haben einen Quelldruck zwischen 0.1 und 0.3 MPa ergeben. Aus Sicherheitsgründen wird ein Druck, der von unten wirkt, von 0.3 MPa angenommen.

Da man vom Vorhandensein von quellenden Tonmineralen in mäßigem Prozentsatz ausgeht, wurden für die Bemessung der Innenschale die Belastungen auf die Innenschale mit Quellwirkung des Gesteins und ohne separat berechnet.

6.3.7 Kriechen und Schwinden des Betons G6

Das Schwindmaß des Betons wird gemäß NTC 2008 Kap. 11.2.10.6 ermittelt.

Die Kriechzahl ϕ wird gemäß dem NTC 2008 Kap. 11.2.10.7 unter Berücksichtigung des Spannungszustandes aus einer Einwirkungskombination ständiger Lasten (G1 (Eigengewicht) + G2 (Kettenwerk)) ermittelt.

Kriechen und Schwinden des Betons bewirken eine Längenänderung Δl (Endschwindmaß), auf die die Berechnung basieren muss, und zwar in Form einer gleichmäßigen Temperaturabkühlung.

Für alle Abschnitte die höher als 25 cm sind und aus Beton C30/37 bestehen, ergibt sich eine Durchschnittsverformung durch autogenes zeitlich unendliches Schwinden von 0.27%. Bei der Bemessung wurde gemäß Bestimmungen 50% des Schwindens angenommen, was durch eine gleichmäßige Temperaturabkühlung von -13.4°C simulierbar ist. Diese Abkühlung muss, z. B., mittels Einsatz eines funktionstüchtigen Superverflüssigungsmittels (Typ MasterGlenium von BASF), nicht-kalkhaltigen Zuschlagstoffen und Zugabe eines Expansionsmittels (Typ MasterLife SRA100 von BASF) bewirkt werden. Das angewendete System muss auf der Baustelle durch präventiven Proben geprüft werden.

Bei der Modellierung der Innenschale, insbesondere bezüglich

6.3.6 Squeezing e swelling G7

Prove di rigonfiamento su campioni di roccia del sondaggio Vi-B-0/01 hanno rilevato pressioni di rigonfiamento nell'ordine di grandezza tra 0.1 e 0.3 MPa. In via cautelativa si considera una pressione agente dal basso pari a 0.3 MPa.

Poichè la presenza di minerali argillosi rigonfiabili è prevista in percentuali moderate, nel dimensionamento dei rivestimenti definitivi si è proceduto analizzando separatamente sia le sollecitazioni agenti sull'anello nel caso in cui il rigonfiamento è presente sia quando tale fenomeno è assente.

6.3.7 Viscosità e ritiro del calcestruzzo G6

La deformazione dovuta al ritiro del calcestruzzo si calcola in base al paragrafo 11.2.10.6 delle NTC 2008.

Il coefficiente di viscosità ϕ si calcola ai sensi delle NTC 2008 par. 11.2.10.7, considerando la condizione tensionale derivante dalla combinazione di azioni permanenti (G1 (peso proprio) + G2 (catenaria)).

Viscosità e ritiro del calcestruzzo comportano un cambiamento in lunghezza Δl (valore finale del ritiro), su cui deve essere basato il calcolo, in forma di diminuzione uniforme della temperatura.

Per tutte le sezioni con altezza maggiore di 25 cm e calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 risulta una deformazione media per ritiro autogeno a tempo infinito pari a 0.27%. Nel dimensionamento si è assunto il 50% del ritiro imposto dalla Normativa, simulabile mediante l'applicazione di un abbassamento uniforme della temperatura di -13.4°C . Tale riduzione dovrà essere ottenuta, ad esempio, mediante l'utilizzo di un superfluidificante performante (tipo MasterGlenium della BASF), di inerti non calcarei e tramite l'aggiunta di un espansivo (tipo MasterLife SRA100 della BASF). Il sistema adottato dovrà essere verificato con prove preventive in cantiere.

Nella modellazione del rivestimento definitivo, con particolare

Absatz 4.1.1.1 des NTC08, verfährt man mit einer gleichmäßigen Temperaturabkühlung von -6.7° C an den GZT und von -8.9°C a den GZG.

riferimento al paragrafo 4.1.1.1 dell'NTC08, si procede applicando un abbassamento uniforme della temperatura di -6.7° C agli SLU e di -8.9°C agli SLE.

6.3.8 Temperatur Q1

Die Dimensionierung der Innenschale hat unter Berücksichtigung der Temperatureinwirkung gemäß der nachfolgenden Tabelle entsprechend dem Abstand zum Portal zu erfolgen.

6.3.8 Temperatura Q1

Per il dimensionamento dei rivestimenti definitivi si considerano azioni termiche, in conformità alla seguente tabella, secondo la distanza dall'imbocco.

Abstand Portal / Distanza dall'imbocco [km]	3,0 - 10,0	
Temperaturgradient / gradiente della temperatura ΔT / [°C]	2	
ΔT_{eff} [°C]	Winter / Inverno	Sommer / Estate
	-10	10

Tabelle 12: Temperatureinwirkung Innenschale

Tabella 12: Variazione termica

Der Temperaturgradient ΔT gibt die Temperaturdifferenz zwischen der Innenkante Innenschale und Außenkante Innenschale wieder.

Il gradiente della temperatura ΔT indica la differenza di temperatura tra le superfici interna ed esterna del rivestimento in conci.

Temperaturbeanspruchungen während des Baus der Innenschale können vernachlässigt werden.

Le sollecitazioni derivanti dalla temperatura durante la costruzione dell'anello vengono trascurate.

Die von der Temperatur ausgehenden Einwirkungen in Folge eines Brands sind Gegenstand des Absatzes 6.3.12.

Le azioni derivanti dalle alte temperatura a seguito di incendio sono oggetto del paragrafo 6.3.12.

6.3.9 Erdbebeneinwirkung E1

Im Gegensatz zu den anderen Lastkombinationen hat die Erdbebenlast einen geringen Einfluss und wird deshalb nicht berücksichtigt.

6.3.9 Azione sismica E1

Il carico sismico rappresenta una condizione poco influente rispetto alle altre combinazioni di carico e pertanto non viene considerata.

6.3.10 Druck / Sog infolge Zugfahrt A1

Die Verdichtungs- und Druckentlastungsvorgänge aus der Zugdurchfahrt sind im Dokument D0118-064 „Aerodynamik – Klima – Lüftung“ festgelegt. Dem Dokument kann entnommen werden, dass im Extremfall (außergewöhnliche Einwirkungen) im Tunnel aerodynamische Einwirkungen von $\Delta_p \text{ Druck} = + 11 \text{ kN/m}^2$ und $\Delta_p \text{ Sog} = - 9 \text{ kN/m}^2$ aufkommen. Da dies erhebliche Einwirkungen sind, auch unter Berücksichtigung der entsprechend angenommenen Teilsicherheitsfaktoren, werden die aerodynamischen Einwirkungen nur in Kombination mit den Einwirkungen, die aus einer außerordentlichen Bemessungslage stammen, berücksichtigt.

6.3.11 Anpralllast A2

Die Einwirkung Aufprall Schienenfahrzeuge ist nur in den Verzweigungsbauwerken und Portalen zu berücksichtigen. Im untersuchten Abschnitt wurde sie demnach nicht berücksichtigt.

6.3.12 Brand A3

Die Dimensionierung im Brandfall wird gemäß den Vorschriften der EN 1992-1-2 ausgeführt.

Gemäß den Vorschriften des MD 28/10/2005 Sicherheit in den Eisenbahntunnels, wird die Stabilität aller Bauwerke in Hinblick auf die Temperatur-Zeit Kurve laut UNI 11076 gemäß D0118-04326 "Sicherheit gegen die Brandexplosionen" gewährleistet.

Die bewehrten und unbewehrten Abschnitte sind hinsichtlich eines Brandes gemäß den Kriterien des spezifischen Berichts [5] geprüft worden. Hier beschränkt man sich darauf hinzuweisen, dass, einvernehmlich mit der Tabelle D.6.3 del D.M. 16.02.2007 "Klassifizierung der Feuerbeständigkeit der Bauprodukte und -elemente für Bauwerke", folgende Bedingungen ausreichend zur Gewährleistung der REI 120 Klasse sind:

- Stärke 's' der Strukturelemente größer als 160 mm;
- Betondeckung 'a' (Achsenabstand der Bewehrung von der ausgesetzten Oberfläche) größer als 35 mm.

Beide Voraussetzungen sind erfüllt.

6.4 EINWIRKUNGSKOMBINATIONEN

Die zu untersuchenden Einwirkungskombinationen sind gemäß NTC 2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ zu berücksichtigen.

Die Einwirkungskombinationen für die Dimensionierung der Innenschale sind in der Tabelle 13 angegeben:

6.3.10 Pressione aerodinamica A1

I processi di carico e scarico tensionale a seguito del passaggio dei treni sono definiti nel documento D0118-064 „Aerodinamica – clima – ventilazione“. Dal documento si deduce che in casi estremi (azioni eccezionali) si presentano in galleria azioni aerodinamiche di $\Delta_p \text{ pressione} = + 11 \text{ kN/m}^2$ e $\Delta_p \text{ aspirazione} = - 9 \text{ kN/m}^2$. Poiché si tratta di azioni rilevanti, anche in considerazione dei relativi coefficienti parziali di sicurezza adottati, le azioni aerodinamiche si considerano solo associate in combinazione con le azioni derivanti dalla situazione di dimensionamento eccezionale.

6.3.11 Urto A2

Il carico da urto è da considerare solo nelle caverne di diramazione e ai portali. Nella zona in oggetto non è pertanto considerato.

6.3.12 Incendio A3

Il dimensionamento in caso di incendio si esegue in conformità alle prescrizioni della EN 1992-1-2.

In accordo con le prescrizioni del DM 28/10/2005 Sicurezza gallerie ferroviarie viene garantita la stabilità di tutte le opere in considerazione della curva temperatura-tempo secondo la UNI 11076 in conformità a D0118-04326 "Sicurezza contro le esplosioni di incendio".

Le sezioni, armate e non, sono state verificate nei confronti dell'incendio secondo i criteri esposti nella relazione specifica [5]. In questa sede ci si limita ad osservare che in accordo alla tabella D.6.3 del D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" condizioni sufficienti affinché la classe di resistenza REI 120 sia garantita sono:

- spessore 's' degli elementi strutturali maggiore di 160mm;
- copriferro 'a' (distanza dell'asse delle armature dalla superficie esposta) maggiore di 35mm.

Entrambi i requisiti sono soddisfatti.

6.4 COMBINAZIONE DI CARICO

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ .

Le combinazioni delle azioni rilevanti per il dimensionamento dell'anello interno sono di seguito riportate nella Tabella 13:

Lastfall / Caso di carico Einwirkung siko mbinazi /Combinazi oni	ständig / permanenti							vorübergehend / variabili			außergewöhnlich / eccezionali		
	Eigengewicht Peso proprio	Oberleitung Catenaria	Sohibeton Carichi permanent sull'arco rovescio	Wasserdruck Carico idraulico	Gebirgslast ohne Auftrieb Carichi della roccia in condizioni asciutte	Kriechen und Schwinden Ritiro e riassamento	Quell-druck Swelling- Squeezing	Temperatur (Sommer) Temperatura (Estate)	Temperatur (Winter) Temperatura (inverno)	Verkehrslast (Zugfahrt) Carico ferroviario	Brand Fuoco	Druck infolge Zugfahrt Carico aerodinamico (pressione)	Sog infolge Zugfahrt Carico aerodinamico (aspirazione)
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	Q1	Q1	Q2	A3	A1	A1
druckentlastet / sistema drenato	1	1.35						1.50					
		1.00						1.00					
	2	1.35					1.00		1.50				
		1.00					1.00		1.00				
	3	1.35	1.35	1.00					1.50				
		1.00	1.00	1.00					1.00				
	4	1.35	1.35	1.00			1.00		1.50				
		1.00	1.00	1.00			1.00		1.00				
	5	1.35	1.35	1.00	1.35	1.35			1.50				
		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00				
	6	1.35	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00		1.50				
		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00				
	7	1.35	1.35	1.00	1.35	1.35		1.35	1.50				
		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00				
	8	1.35	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.50				
		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				
	9	1.35	1.35	1.00				1.35	1.50				
		1.00	1.00	1.00				1.00	1.00				
	10	1.35	1.35	1.00			1.00	1.35	1.50				
		1.00	1.00	1.00			1.00	1.00	1.00				
	11	1.00	1.00	1.00					0.60			1.00	
	12	1.00	1.00	1.00			1.00		0.60				1.00
	21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			0.60			1.00	
	22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					1.00	
23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	0.60			1.00		
24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00		

Tabelle 13: Einwirkungskombinationen Innenschale

Tabella 13: Combinazioni di carico

6.5 NACHWEISVERFAHREN

Für den Nachweis des Grenzzustandes der Trag- und Gebrauchstauglichkeit der Innenschale wurden die Einwirkungskombinationen laut Vorgaben in NTC2008, Abs. 2.5.3 angewandt.

6.5.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

6.5.1.1 Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen

Die zu berücksichtigenden Teilsicherheitsfaktoren variieren in Abhängigkeit der Kombinationsregeln und den Bedingungen und sind dem Anhang zu entnehmen. Folgende Teilsicherheitsfaktoren sind gemäß EC 7 bzw. NTC2008 für ständige, vorübergehende, außergewöhnliche Bemessungssituationen zu berücksichtigen:

$$\gamma_{Gj,inf} \text{ günstig/favorevole} = 1,00 / 1,00 / 1,00$$

$$\gamma_{Gj,sup} \text{ ungünstig/sfavorevole} = 1,35 / 1,20 / 1,00$$

$$\gamma_{Q,1,sup} / \gamma_{Q,i,sup} \text{ günstig/favorevole} = 0,00 / 0,00 / 0,00$$

$$\gamma_{Q,1,sup} / \gamma_{Q,i,sup} \text{ ungünstig/sfavorevole} = 1,50 / 1,30 / 1,00$$

Werden die Einwirkungen aus dem Schwinden für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit berücksichtigt, ist gemäß EC2, Teil 1, Abs. 2.4.2.1 der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{SH} = 1,0$ zu berücksichtigen.

6.5.1.2 Kombinationsbeiwerte Einwirkungen

Folgende Kombinationsbeiwerte sind gemäß EN 1990 bzw. NTC2008 zu berücksichtigen:

6.5 VERIFICHE

Per la verifica allo stato limite ultimo ed allo stato limite di esercizio dell'anello interno sono state considerate le combinazioni delle azioni in conformità delle prescrizioni del paragrafo 2.5.3 delle NTC2008.

6.5.1 Stati Limite Ultimi (SLU)

6.5.1.1 Coefficienti parziali di sicurezza per le azioni

I coefficienti parziali di sicurezza da considerare variano in funzione delle combinazioni e del tipo di azioni. In conformità alle NTC2008, per le situazioni di dimensionamento standard, temporanee ed eccezionali sono da considerarsi i seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

Considerando le azioni derivanti dal ritiro, per la verifica allo stato limite ultimo, si è considerato, in conformità all'EC2, parte 1, paragrafo 2.4.2.1 il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_{SH} = 1,0$.

6.5.1.2 Coefficienti di combinazione delle azioni

In conformità alla EN 1990 ovvero alla NTC2008 devono essere utilizzati i seguenti coefficienti di combinazione:

Einwirkung /	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Druck / Sog infolge Zugfahrt A1 / Pressione aerodinamica A1	0,8	0,5	0,0
Temperatur Q1 / Forze termiche Q1	0,6	0,6	0,5

Tabelle 14: Kombinationsbeiwerte

6.5.1.3 Einwirkungskombinationen

Die zu untersuchenden Einwirkungskombinationen sind gemäß NTC 2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ zu berücksichtigen.

Die für die Dimensionierung der Innenschale entsprechenden maßgebenden Einwirkungskombinationen sind in Abhängigkeit von den in-situ vorherrschenden Randbedingungen auszuwählen.

6.5.1.4 Teilsicherheitsfaktoren Widerstand

Die Teilsicherheitsfaktoren der Widerstände bei einer ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation (BS1 und BS2) sind unter Berücksichtigung einer Lebensdauer des Bauwerkes von 200 Jahren gemäß wie folgt zu berücksichtigen:

Stahlbeton

- Teilsicherheitskoeffizient für den Betonwiderstand $\gamma_c = 1,60$
- Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung der Betondruckfestigkeit: $\alpha_{cc} = 0,85$
- Teilsicherheitskoeffizient für Stahlwiderstand $\gamma_s = 1,20$

Unbewehrter Beton

- Teilsicherheitskoeffizient für den Betonwiderstand $\gamma_c = 1,60$
- Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung der Betondruck- bzw. -zugfestigkeit: $\alpha_{cc,pl} / \alpha_{ct,pl} = 0,80$

Für den Nachweis der außergewöhnlichen Bemessungssituation (BS3) sind die Teilsicherheitsfaktoren mit $\gamma_c = 1,2$ und $\gamma_s = 1,0$ zu berücksichtigen. Der Abminderungsbeiwert der Betondruckfestigkeit α_{cc} bleibt unverändert.

6.5.1.5 Bemessung auf Biegung und Längskraft

Die Bemessung des Stahlbetons erfolgt gemäß den Vorgaben des NTC2008, Abs. 4.1.2.1.2.

Der Nachweis des unbewehrten Betons erfolgt gemäß dem NTC2008, Kapitel 4.1.11.1.

Bei den unbewehrten Abschnitten mit hoher Exzentrizität,

Tabella 14: Coefficienti di combinazione

6.5.1.3 Combinazione delle azioni

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ .

Le combinazioni delle azioni rilevanti per il dimensionamento dell'anello devono essere scelte in funzione delle effettive condizioni al contorno in situ.

6.5.1.4 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

I coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze in fase permanente e temporanea vanno considerati, come concordato con BBT SE, come segue tenendo conto della vita utile dell'opera di 200 anni:

Calcestruzzo armato

- Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza del calcestruzzo $\gamma_c = 1,60$
- Coefficiente riduttivo della resistenza a compressione del calcestruzzo di lunga durata: $\alpha_{cc} = 0,85$
- Coefficiente parziale di sicurezza γ_s per la resistenza dell'acciaio $\gamma_s = 1,20$

Calcestruzzo non armato

- Coefficiente parziale di sicurezza per la resistenza del calcestruzzo $\gamma_c = 1,60$
- Coefficiente riduttivo della resistenza a compressione e a trazione del calcestruzzo di lunga durata: $\alpha_{cc,pl} / \alpha_{ct,pl} = 0,80$

Per le verifiche nella situazione di dimensionamento eccezionale i fattori parziali di sicurezza devono essere considerati con $\gamma_c = 1,20$ e $\gamma_s = 1,00$. Il coefficiente di riduzione della resistenza a compressione del calcestruzzo α resta invariato.

6.5.1.5 Verifica a pressoflessione

Per il calcestruzzo armato il calcolo segue le indicazioni delle NTC2008, par. 4.1.2.1.2.

Per il calcestruzzo non armato si seguono le NTC 2008, par. 4.1.11.1.

Nelle sezioni non armate con un'elevata eccentricità, in

berücksichtigt man gemäß EC2 (§12.3.1) die Betonzugfestigkeit bis zum Planungswert f_{ctd} . Der Nachweis gilt als erwiesen, wenn:

accordo con l'EC2 (§12.3.1) si considera la resistenza a trazione del calcestruzzo fino al valore di progetto f_{ctd} . La verifica risulta soddisfatta se:

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{J} \cdot (h/2) \leq \begin{cases} f_{ctd} \\ f_{ctd} \end{cases} \alpha$$

6.5.1.6 Bemessung Querkraft

Die Bemessung des Stahlbetons erfolgt gemäß den Vorgaben des NTC2008, Abs. 4.1.2.1.2.4.

Der Nachweis bei der unbewehrten Innenschale erfolgt gemäß Kapitel 4.1.11.1 des NTC2008.

6.5.1.6 Verifica a taglio

Per il calcestruzzo armato il calcolo segue le indicazioni delle NTC2008, par. 4.1.2.1.3.

Per il rivestimento interno non armato si seguono le NTC 2008, verificando la seguente disuguaglianza:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} = f_{cvd} \cdot \frac{b \cdot x}{1.5}$$

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma_c \cdot f_{ctd}} \quad \text{per } \sigma_c \leq \sigma_{clim}$$

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma_c \cdot f_{ctd} - \delta^2/4} \quad \text{per } \sigma_c > \sigma_{clim}$$

$$\delta = \sigma_c - \sigma_{clim}$$

$$\sigma_{clim} = f_{cd} - 2 \cdot \sqrt{f_{ctd}^2 + f_{cd} \cdot f_{ctd}}$$

Bei den überwiegend komprimierten Abschnitten wird die Durchschnittsbelastung der Komprimierung σ_c als Durchschnitt der Komprimierungen im reagierenden Abschnittteil 'x' berechnet:

Nelle sezioni prevalentemente compresse, lo sforzo medio di compressione σ_c è calcolato come media delle compressioni nella porzione di sezione reagente 'x':

$$\sigma_c = \frac{N_{Ed}}{x} = \frac{N_{Ed}}{h - 2 \cdot e}$$

In den Abschnitten mit hoher Exzentrizität, bei Annahme der Betonzugfestigkeit bis f_{ctd} , wird der Querkraftwiderstand des Abschnitts ausgewertet, indem der ganze Abschnitt als reagierend ($x=h$) betrachtet wird und die Spannung σ_c als Durchschnittsspannung des ganzen Abschnitts, sowohl komprimiert als auch gespannt gewertet wird.

Nelle sezioni con un'elevata eccentricità, coerentemente con l'assunzione di considerare la resistenza a trazione del calcestruzzo fino al valore di f_{ctd} , la resistenza a taglio della sezione viene valutata considerando reagente l'intera sezione ($x=h$) e valutando la tensione σ_c come tensione media nell'intera sezione, sia compressa che tesa.

$$\sigma_c = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$$

6.5.2 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

6.5.2.1 Teilsicherheitsfaktoren Einwirkungen

Im Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind gemäß den Kombinationsregeln die charakteristischen Einwirkungen zu berücksichtigen.

6.5.2.2 Kombinationsbeiwerte Einwirkungen

Die in den Einwirkungskombinationen zu berücksichtigenden Kombinationsbeiwerte sind der Tabelle 13 zu entnehmen. Die Kombinationsbeiwerte sind in der Tabelle 14 wiedergegeben

6.5.2.3 Einwirkungskombinationen

Die zu untersuchenden Einwirkungskombinationen sind gemäß NTC2008 mit den entsprechenden Kombinationsbeiwerten ψ zu berücksichtigen.

6.5.2.4 Teilsicherheitsfaktoren Widerstand

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit sind die charakteristischen Werte der Widerstände zu berücksichtigen.

6.5.2.5 Ermittlung der Schnittgrößen und Verformungen

Die Ermittlung der Schnittgrößen bzw. der Systemverformung erfolgt im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) unter Berücksichtigung der Kombinationsregeln mit den charakteristischen Einwirkungen sowie den entsprechenden Kombinationsbeiwerten.

6.5.2.6 Begrenzung der Rissbreiten

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist für die maßgebenden Einwirkungskombinationen unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsfaktoren und Abminderungsfaktoren ψ laut Tabelle 13 die maximale Rissweite w_{kai} unter Berücksichtigung NTC2008 nachzuweisen. Die zulässige Rissbreite für Normalbeton ohne besondere Anforderung der Dichtigkeit oder bei Existenz einer Abdichtung ist auf $w_{\text{kai}} \leq 0,3$ mm zu begrenzen.

Bei besonderer Anforderung an die Dichtigkeit der Betoninnenschale oder bei aggressiven oder sehr aggressiven Umgebungsbedingungen ist die maximale Rissweite auf $w_{\text{kai}} \leq 0,2$ mm zu begrenzen.

6.6 BAULICHE DURCHBILDUNG

6.6.1 Bauliche Durchbildung

Gemäß UNI 11104 ist bei der Expositionsklasse XC3 die Verwendung von Beton C28/35, bei der Expositionsklasse XC4 Beton C32/40 vorgesehen.

Die Berechnung der Mindestbetondeckung zur Gewährleistung der Bauwerklebensdauer >100 Jahren erfolgt laut NTC2008:

6.5.2 Stati Limite Esercizio (SLE)

6.5.2.1 Coefficienti parziali di sicurezza delle azioni

Nella verifica agli stati limite di esercizio devono essere considerate le azioni caratteristiche con le loro combinazioni.

6.5.2.2 Coefficienti di combinazione delle azioni

In Tabella 13 si trovano i coefficienti da considerare nelle combinazioni delle azioni. I coefficienti di combinazione sono da considerare come in Tabella 14.

6.5.2.3 Combinazioni delle azioni

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ .

6.5.2.4 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

Per la verifica agli stati limite di esercizio si devono considerare i valori caratteristici delle resistenze.

6.5.2.5 Calcolo delle deformazioni

Il calcolo delle deformazioni del sistema si esegue allo SLE in considerazione delle regole di combinazione con i carichi caratteristici e dei relativi coefficienti di combinazione.

6.5.2.6 Limitazione dello spessore delle fessure

In considerazione delle NTC2008, si controlla allo SLE lo spessore massimo delle fessure w_{kai} per le combinazioni di carico rilevanti, in considerazione dei fattori parziali di sicurezza e dei coefficienti di riduzione ψ secondo Tabella 13. La larghezza delle fessure ammessa per il cls normale senza particolari requisiti di spessore o in presenza di impermeabilizzazione è limitata a $w_{\text{kai}} \leq 0,3$ mm.

In caso di particolari requisiti di spessore del rivestimento interno o di condizioni ambientali aggressive o molto aggressive la larghezza massima è limitata a $w_{\text{kai}} \leq 0,2$ mm.

6.6 STRUTTURA COSTRUTTIVA

6.6.1 Classe di esposizione e copriferro minimo

In accordo alle UNI 11104, in classe di esposizione XC3 è previsto l'utilizzo di calcestruzzo C28/35 mentre in classe di esposizione XC4 è previsto l'utilizzo di calcestruzzo C32/40.

Il calcolo del copriferro minimo al fine di garantire una vita utile dell'opera >100anni è condotto in accordo alle N.T.C.

	XC3	XC4
Festigkeitsklasse	30/37	32/40
Umweltbedingungen	Normal	Aggressiv
C _{min} [mm]	20	30
Nutzbare Lebenszeit > 100 Jahre [mm]	+10	+10
Bauliche Tolleranz [mm]	+10	+10
C _{nom} [mm]	40	50

Tabelle 15: Mindestbetondeckung

Um die Stärke zu vereinheitlichen, ist eine Betonbedeckung entlang des ganzen Tunnels von 5 cm vorgesehen.

6.6.2 Mindestbewehrung

Ist eine bewehrte Innenschale vorgesehen, wird die Mindestbewehrung gemäß NTC 2008, Punkt 4.1.6.1.1 definiert.

Die Querschnittsfläche der Längszugbewehrung darf nicht geringer sein als:

$$A_{S,\min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \times b \times d$$

und jedenfalls nicht geringer als $0,0013 \times b \times d$,

wobei:

- b die mittlerer Breite der Zugzone;
- d die Nutzhöhe des Querschnitts;
- f_{ctm} der Mittelwert der Zugfestigkeit des Betons;
- f_{yk} der charakteristische Wert der Streckengrenze des Betonstahls ist.

2008:

	XC3	XC4
Classe di resistenza (UNI 11104)	28/35	32/40
Cond. ambientali	Normali	Aggressive
C _{min} [mm]	20	30
Vita utile > 100anni [mm]	+10	+10
Tolleranza costruttiva [mm]	+10	+10
C _{nom} [mm]	40	50

Tabella 15: Copriferro minimo.

Per omogeneità si prevede un copriferro netto di 5 cm lungo tutto lo sviluppo delle gallerie.

6.6.2 Armatura minima

In caso il rivestimento necessiti di armatura il quantitativo minimo di armatura da inserire viene definito al punto 4.1.6.1.1 delle NTC 2008.

L'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a:

e comunque non minore di $0,0013 \times b \times d$,

dove:

- b rappresenta la larghezza media della zona tesa;
- d è l'altezza utile della sezione;
- f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione del calcestruzzo;
- f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

6.7 ERGEBNISSE

Die in Anhang 6 aufgezeigten Analysen zeigen, dass für die FEM-Modelle zur Simulation der Lockerungslast für die Klassen T4 und T5 eine Biegebewehrung $\Phi 14$ mit Abstand 150 an der Kalotte und $\Phi 16/\Phi 18$ mit Abstand 150 an den Ulmen und $\Phi 20$ mit Abstand 150 am Sohlgewölbe gebraucht wird. Die Verteilungsbewehrung besteht aus $\Phi 10$ mit Abstand 200.

Im Falle von Quellbildungen muss man die Schubbewehrung im Bereich der Verbindung zwischen Widerlager und Sohlgewölbe anbringen. Diese Bewehrung besteht aus zwei Bügel $\Phi 10$ mit Abstand 150 pro Tunnelmeter.

6.7 RISULTATI

Le analisi riportate in Appendice 6 mostrano che i modelli FEM per la simulazione del carico d'allentamento per le classi T4 e T5 necessitano l'impiego di armatura flessionale $\Phi 14$ passo 150 in calotta, $\Phi 16/\Phi 18$ passo 150 lungo i paramenti e $\Phi 20$ passo 150 nell'arco rovescio. L'armatura di ripartizione è costituita da $\Phi 10$ passo 200.

Nel caso si presentino fenomeni di rigonfiamento risulta necessario predisporre dell'armatura a taglio nella zone di connessione tra murette e arco rovescio. Tale armatura consiste in 2 staffe $\Phi 10$ passo 150 per metro di galleria.

7 VERZEICHNISSE

7.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Homogenbereich	11
Tabelle 2: Charakterisierung des Gebirges jeder homogenen Zone und Wahrscheinlichkeitsverteilung der unterschiedlichen Klassen (die mit [*] angegebenen Gebirge haben vorgesehene Längen von unter ca. 100m, während für die mit [**] angegeben Gebirge stellte sich heraus, dass die Literaturwechselbeziehungen zwischen RMR und nicht gültig sind; in beiden Fällen wurden die RMR und GSI Mittelwerte angewandt)	11
Tabelle 3 Typische Parameter der Gebirge in den unterschiedlichen Zonen und Klassen	12
Tabelle 4: Lage der Trennflächen im Bündnerschieferkomplex	13
Tabelle 5: Ergebnisse Kennlinienverfahren. cf = Ortsbrustkonvergenz, ca = absolute Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, cr = relative Konvergenz am natürlichen Gleichgewicht, Fplf = plastische Zone an der Ortsbrust, Fpla = plastische Zone Gleichgewicht, R = Ausbruchradius (mit 4.86m angenommen).	14
Tabelle 6 Ergebnisse der empirischen Methoden	15
Tabelle 7 Vorgeschnlagene Stabilitätskriterien in [21] [22]; cf = Ortsbrustkonvergenz; Fpf = Umfang des plastischen Streifens an der Ortsbrust; R _{scavo} = r _{eq} = entsprechender Aushebungsradius.	15
Tabelle 8: Angenommene geomechanische Parameter (FdE-CS T4)	18
Tabelle 9: Eigenschaften der Außenschale CS T4.....	19
Tabelle 10: Angenommene geomechanische Parameter (FdE-CS T5)	24
Tabelle 11: Eigenschaften der Außenschale FdE-CS T5...24	
Tabelle 12: Temperatureinwirkung Innenschale.....	34
Tabelle 13: Einwirkungskombinationen Innenschale.....	36
Tabelle 14: Kombinationsbeiwerte	37
Tabelle 15: Mindestbetondeckung	40

7 ELENCHI

7.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Zone geomeccaniche omogenee.....	11
Tabella 2: Caratterizzazione degli ammassi di ciascuna zona omogenea e distribuzione probabilistica delle diverse classi (gli ammassi indicati con [*] hanno lunghezze previste inferiori a circa 100m, mentre per quelli indicati con [**] non risultano valide le correlazioni da letteratura tra RMR e GSI; in entrambi i casi sono stati adottati i valori medi di RMR e GSI).	11
Tabella 3: Parametri caratteristici dell'ammasso nelle diverse zone e classi	12
Tabella 4: Giacitura delle discontinuità nel complesso dei calcescisti	13
Tabella 5: Risultati del metodo delle Linee Caratteristiche. cf = convergenza al fronte, ca = convergenza assoluta all'equilibrio naturale, cr = convergenza relativa all'equilibrio naturale, Fplf = fascia plastica al fronte, Fpla = fascia plastica all'equilibrio naturale, R = raggio di scavo (assunto pari a 4.86m).	14
Tabella 6: Risultati dei metodi empirici.	15
Tabella 7: Criteri di stabilità proposti in [21] [22]; cf = convergenza al fronte; F _{pf} = estensione della fascia plastica al fronte; R _{scavo} = r _{eq} = raggio equivalente di scavo.	15
Tabella 8: Parametri geomeccanici considerati (FdE-CS T4)	18
Tabella 9: Caratteristiche rivestimenti di prima fase FdE-CS T4	19
Tabella 10: Parametri geomeccanici considerati (FdE-CS T5)	24
Tabella 11: Caratteristiche rivestimenti di prima fase FdE-CS T5	24
Tabella 12: Variazione termica	34
Tabella 13: Combinazioni di carico	36
Tabella 14: Coefficienti di combinazione	37
Tabella 15: Copriferro minimo.	40

7.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Auszug aus dem geomechanischen Längsprofil und dem geologischen Lageplan [3] – [4] mit Angabe des Untersuchungsgebietes.....	8
Abbildung 2: Analyseabschnitt FdE-CS-T4	17
Abbildung 3: Kraft-Verformungsverhalten der Anker-Elemente 20	
Abbildung 4: Berücksichtigte FFS für das Modell FdE-CS T421	
Abbildung 5: Berechnungsquerschnitt FdE-CS T5.....	23
Abbildung 6: Berücksichtigte FFS für das Modell FdE-CS T526	
Abbildung 7: Schematisierung der Schnittstelle	30
Abbildung 8: Lasten der Oberleitung.....	31
Abbildung 9: Lastbild Wasserdruck – drainierter Regelquerschnitt	32
Abbildung 10: Qualitative Darstellung der numerisch ermittelten Normalspannungen (rot), der aktiven Gebirgslast (blau) und der passiven Bettungsreaktion (grün)	33

7.3 ANLAGENVERZEICHNIS

- ANHANG 1 – GEOMECHANISCHE KARTEN
- ANHANG 2 - KENNLINIENVERFAHREN
- ANHANG 3 - BRUCHKÖRPERANALYSE
- ANHANG 4 - FEM- ANALYSE DER AUßENSCHALE
SCHNITT FdE-CS-T4
- ANHANG 5 - FEM- ANALYSE DER AUßENSCHALE
SCHNITT FdE-CS-T5
- ANHANG 6 - FEM-ANALYSE DER INNENSCHALE
- ANHANG 7 – BEMESSUNG DER
ZWISCHENPLATTE

7.4 REFERENZDOKUMENTE

7.4.1 Eingangsdokumente

7.4.1.1 Ausführungsprojekt Baulos Mauis 2-3

- [1] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauis 2-3 - Gesamtbauwerke - Technischer Bericht - Allgemeiner geomechanischer Bericht
- [2] 02_H61_GD_040_GTB_D0700_22001 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mauis 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 -

7.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Figura 1: Estratto del profilo geomeccanico longitudinale e della planimetria geologica [3]-[4] con indicazione dell'area di studio.	8
Figura 2: sezione di analisi FdE-CS T4	17
Figura 3: Comportamento sforzo-deformazione per gli ancoraggi	20
Figura 4: FFS considerate per il modello FdE-CS T4	21
Figura 5: sezione di analisi FdE-CS T5	23
Figura 6: FFS considerate per il modello FdE-CS T5	26
Figura 7: Schematizzazione dell'interfaccia.....	30
Figura 8: Carichi della catenaria	31
Figura 9: Pressione idrostatica - Sezione tipo drenata	32
Figura 10: Rappresentazione qualitativa delle tensioni normali (rosso), ottenute dal calcolo numerico, del carico attivo dell'ammasso (blu) e della reazione assestamento del terreno (verde).	33

7.3 ELENCO APPENDICI

- APPENDICE 1 - SCHEDE GEOMECCANICHE
- APPENDICE 2 - CURVE CARATTERISTICHE
- APPENDICE 3 - ANALISI DEI BLOCCHI
- APPENDICE 4 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FdE-CS-T4
- APPENDICE 5 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FdE-CS-T5
- APPENDICE 6 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO
- APPENDICE 7 – DIMENSIONAMENTO DELLA SOLETTA INTERMEDIA

7.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

7.4.1 Documenti in ingresso

7.4.1.1 Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3

- [1] 02_H61_GD_992_GTB_D0700_13018 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali - Relazione tecnica - Relazione geomeccanica generale
- [2] 02_H61_GD_040_GTB_D0700_22001 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali Parte 2 -

Geomechanischer Detailbericht

- [3] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22002 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 - Geomechanischer und Planungsvorprofil - GL-T, FdE-GL-T, FdE-GL-TT, GL-CM Ost - von km 44+192 bis km 46+769
- [4] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22003 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 - Gesamtbauwerke Teil 2 - Geomechanischer und Planungsvorprofil - GL-T, FdE-GL-T, FdE-GL-TT, GL-CM West - von km 44+155 bis km 46+732
- [5] H61_EG_995_KTB_D0700_15003 - Brenner Basistunnel - Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Sicherheit bzgl. Feuerexposition

Relazione geomeccanica di dettaglio

- [3] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22002 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 2 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione - GL-T, FdE-GL-T, FdE-GL-TT, GL-CM Est - da km 44+192 a km 46+769
- [4] 02_H61_GD_040_GLS_D0700_22003 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Opere generali Parte 2 - Profilo geomeccanico e progettuale di previsione - GL-T, FdE-GL-T, FdE-GL-TT, GL-CM Ovest - da km 44+155 a km 46+732
- [5] 02_H61_EG_995_KTB_D0700_15003- Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Sicurezza nei riguardi di esposizione al fuoco

7.4.1.2 Technische Projektaufbereitung

- [6] Geomechanischer Bericht Haupttröhren Mault PMF Trens
- [7] Geomechanischer Bericht Erkundungsstollen Mault-Brennero

7.4.1.2 Elaborazione tecnica del progetto

- [6] Relazione geomeccanica Canne principali Mault PMF Trens
- [7] Relazione geomeccanica Cunicolo esplorativo Mault-Brennero

7.4.1.3 Ausführungsprojekt Erweiterung Baulos Mault 1

- [8] D0755/02-V04-OP.EN 01.01 - Statischer Bericht Außenschale - Haupttunnel km 46+800/47+800

7.4.1.3 Progetto Esecutivo Estensione Lotto Mault 1

- [8] D0755/02-V04-OP.EN 01.01 - Relazione statica rivestimento di prima fase - Galleria di linea km 46+800/47+800

7.4.2 Normen und Richtlinien

- [9] Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 – NTC 2008;
- [10] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008
- [11] DM 28/10/2005 Sicherheit für Bahntunnel
- [12] UNI EN1990:2006 - Eurocodice 0 – Grundlage für Konstruktion und Dokumentation zur nationalen Umsetzung ;
- [13] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011
- [14] UNI EN 1992:2005 - Eurocodice 2 – Planung von für Stahlbetonbauwerke und Dokumente zur nationalen Umsetzung;
- [15] UNI EN 1997:2005 - Eurocodice 7 – Geotechnik und Dokumente zur nationalen Umsetzung

7.4.2 Normativa

- [9] Norme Tecniche delle Costruzioni 2008 – NTC 2008;
- [10] Circolare n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008
- [11] DM 28/10/2005 , Sicurezza nelle gallerie ferroviarie.
- [12] UNI EN1990:2006 - Eurocodice 0 – Basi per la progettazione strutturale e documento di applicazione nazionale3
- [13] UNI EN 1991-1; Eurocode 1 – Actions on structures – 2010/2011
- [14] UNI EN 1992:2005 - Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo e documento di applicazione nazionale
- [15] UNI EN 1997:2005 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica e documento di applicazione nazionale

- [16] UNI EN 1992-1-2:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"
- [17] UNI 11076 del 1 luglio 2003, "Modalità di prova per la valutazione del comportamento di protettivi applicati a soffitti di opere sotterranee, in condizioni di incendi".
- [18] D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"

- [16] UNI EN 1992-1-2:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"
- [17] UNI 11076 del 1 luglio 2003, "Modalità di prova per la valutazione del comportamento di protettivi applicati a soffitti di opere sotterranee, in condizioni di incendi".
- [18] D.M. 16.02.2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"

7.4.3 **Literatur**

- [19] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.
- [20] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method", Eurock '96, pagg. 855-860.
- [21] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.
- [22] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and Underground Space Technology, 1997.
- [23] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002
- [24] UNWEDGE-rocsience, Underground Wedge Stability Analysis Manual
- [25] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design
- [26] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and underground space technology 16, (247-293)
- [27] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Reißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993
- [28] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990
- [29] Rocscience Phase2 online manual (Swelllex / Split Sets Section - indicazioni Atlas Copco 2006)
- [30] Cai M., Kaiser P.K., Tasaka Y., Minami M. - Determination of residual strength parameters of jointed rock masses using the GSI system. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 44 pag. 247-256, 2007

7.4.3 **Letteratura**

- [19] Ribacchi R., Riccioni R. – Stato di sforzo e di deformazione intorno ad una galleria circolare. Gallerie e grandi opere sotterranee, 1977.
- [20] Nguyen-Minh D., Guo C. – Recent progress in convergence confinement method", Eurock '96, pagg. 855-860.
- [21] Gamble J.C. – Durability-plasticity classification of shales. Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1971.
- [22] Sakurai – Lessons Learned from Field Measurements in Tunneling. Tunneling and Underground Space Technology, 1997.
- [23] HOEK E., CARRANZA TORRES C., CORKUM B. – Hoek-Brown failure criterion. 2002
- [24] UNWEDGE-rocsience, Underground Wedge Stability Analysis Manual
- [25] Wang, J., 1993 - Seismic Design of Tunnels - A Simple State-of-the-Art Design
- [26] Hashash, Y., et al., 2001, - Seismic design and analysis of underground structures, Tunnelling and underground space technology 16, (247-293)
- [27] Pöttler, R. Die unbewehrte Innenschale im Felstunnelbau - Standsicherheit und Verformung im Reißbereich, Beton und Stahlbetonbau Heft 6, 1993
- [28] Pöttler, R. Standsicherheitsnachweis unbewehrter Innenschalen, Bautechnik 67, 1990
- [29] Rocscience Phase2 online manual (Swelllex / Split Sets Section - indicazioni Atlas Copco 2006)
- [30] Cai M., Kaiser P.K., Tasaka Y., Minami M. - Determination of residual strength parameters of jointed rock masses using the GSI system. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 44 pag. 247-256, 2007

[31] MIDAS GTS Manual

[32] Crowder J., Bawden W.F., Review of Post-Peak Parameters and Behaviour of Rock Masses: Current Trends and Research. Rocscience.

[33] Hoek, E. (2007). *Practical Rock Engineering*. Toronto: Rocscience, e-book.

[31] MIDAS GTS Manual

[32] Crowder J., Bawden W.F., Review of Post-Peak Parameters and Behaviour of Rock Masses: Current Trends and Research. Rocscience.

[33] Hoek, E. (2007). *Practical Rock Engineering*. Toronto: Rocscience, e-book.

ANHANG 1 – GEOMECHANISCHE KARTEN

In Folge werden die geomechanischen Karten für die Gebirge GA-BST-KS-8f, laut Dokumente [6] wiedergegeben.

APPENDICE 1 - SCHEDE GEOMECCANICHE

Di seguito è riportata le scheda geomeccanica per l'ammasso GA-BST-KS-8f secondo il [6].

Geotechnische Kennwerte		Gebirgsart GA-BST-KS-8f		
Parametri geotecnici		Tipo di ammasso roccioso GA-BST-KS-8f		
Lithologie		Bündnerschieferkomplex: Dünnschichtige Wechselfolge von Glimmermarmor, Kalzitquarzit und Phyllit, Bereiche mit höherem Phyllitanteil - 531		
Litologia		Complesso dei calcescisti: alternanze poco spesse di calcescisti, quarziti calcitici e filladi, a tratti con presenza elevata di fillade - 531		
Gesteinskennwerte / Mineralogie (Labor)		Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri della roccia / Mineralogia (Laboratorio)		Valore medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
γ [MN/m ²]		0,02656	± 0,00036	63
α_i [MPa] med (F sf)		41	± 18	3
α_i [MPa] min (F 45° sf)		24	± 9	12
m_i [-] (Hoek&Brown) aus Triax.-Druckversuch / da prova triassiale		12	± 2	4
E [MPa] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniassiale		43000	± 11100	15
ν [-] aus Einax.-Druckversuch / da prova uniassiale		0,21	± 0,05	8
CAI [-]		2,7	± 0,4	8
äquiv. Qz-Gehalt / Contenuto equ.di Qz [%]		42	± 9	8
Quellpotential / Potenziale di swelling		keines / assente		
Trennflächeneigenschaften (Kartierung / Bohrungen)		Statistische Auswertung der Orientierungen und Eigenschaften der Trennflächen		
Proprietà delle discontinuità (Rilevamento / Sondaggi)		Elaborazione statistica delle giaciture e delle proprietà delle discontinuità		
Schieferung: Orientierung / Abstand		S: 355/60		
Scistosità: Giacitura / Spaziatura				
Trennflächenorientierung [°] (Vertrauenskegel)		RTF2w: 285/85	RTF6: 050/65	
Giacitura delle discontinuità (Cono di confidenza)		RTF5: 110/75		
Trennflächenabstände [mm]		RTF2w: 200-600	RTF6: 200-600	
Spaziatura delle discontinuità		RTF5: 200-600	S: 60-200	
Trennflächendurchgängigkeit [m]		RTF2w: <1	RTF6: 3-10	
Persistenz der discontinuität		RTF5: <1	S: 3-10	
Trennflächenöffnung [mm]		RTF2w: 0	RTF6: 0	
Apertura della discontinuität		RTF5: 0	S: 0	
Trennflächenrauigkeit JRC₀ [-]		RTF2w: 4-8	RTF6: 10-12	
Rugosità delle discontinuität		RTF5: 4-8	S: 4-8	
Trennflächenverwitterung (EN ISO 14689-1)				
Alterazione delle discontinuität				
Trennflächenfüllung (Typ u. %-Anteil)				
Riempimento delle discontinuität (tipo e %)				
Trennflächenkennwerte (Labor)		Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri delle discontinuität (Laboratorio)		Range		Numero di prove (n)
$\Psi_{peak/res}$ / Φ_{base} [°] (unverwilt. TF / Disc. inalterate)		44 - 46 / 19 - 36 / 30 - 31		3 / 2 / 2
$c_{peak/res}$ [MPa] (unverwilt. TF / Disc. inalterate)		1,7 - 4,1 / 0,27 - 0,47		3 / 2
Gebirgskennwerte in-Situ		Bandbreite		Versuchszahl (n)
Parametri dell'ammasso roccioso in situ		Range		Numero di prove (n)
E [MPa] (BLA / Prova dilatometrica): Last/carico 87,8-10,6 MPa		32500-63600		2
Gebirgskennwerte		Statistik der Indexwerte u. berechnete Festigkeits- und Verformungsparameter		
Parametri dell'ammasso roccioso		Statistica dei parametri indice e parametri di resistenza e deformabilità calcolati		
Indexwerte (Kartierung / Bohrungen)		Mittelwert (M)	Standardabweichung (s)	Versuchszahl (n)
Parametri indice (Rilevamento / Sondaggi)		Valori medio (M)	Deviazione standard (s)	Numero di prove (n)
RQD [%] (ISRM)		85	±	
RMR [-] (Bieniawski, 1999)		60	±	
GSI [-] (Hoek)		50	-	-
Festigkeits- u. Verformungskennwerte (berechnet)		Kombination 1: M	Kombination 2: M - s	Kombination 3: M + s
Parametri di resistenza e deformabilità (calcolati)		Combinazione 1: M	Combinazione 2: M - s	Combinazione 3: M + s
α [MPa] (Hoek&Brown)		1,5	0,9	2,0
α_{cm} [MPa] (Hoek&Brown)		4,6	2,9	6,3
c [MPa] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=960m / H_{max}=1110m$		1,9 / 2,0	1,6 / 1,7	2,1 / 2,3
ϕ [°] (Mohr-Coulomb): $H_{min}=960m / H_{max}=1110m$		27 / 26	24 / 23	30 / 28
E [MPa] (Boyd/Serafim 1983 / Hoek 2002 / Hoek&Diederichs 2006)		- / (4900) / 13200	- / (3900) / 9800	- / 5700 / 16600
Charakteristische Werte / Valori caratteristici		Inputparameter / Valori di input		
γ_k (Gebirge / ammasso) [kN/m ²]		27,0	GSI [-] - Hoek&Brown	50
α_i, k (Gestein / roccia) [MPa]		33*	RMR [-] - Bienawski	60
$\alpha_{m,k}$ (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]		6,3	σ_v ($\gamma \cdot H_{min/max}$) [MPa]	25,9 / 30,0
c_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa] - $H_{min/max}$		2,1 / 2,3	k_o [-]	0,8-1,0
ϕ_k (Gebirge / ammasso roccioso) [°] - $H_{min/max}$		30 / 28		
E_k (Gebirge / ammasso roccioso) [MPa]		5500		
Bemerkungen		*Wert: M+s (F 45° sf)		
Note		*Valore: M+s (F 45° sf)		

GA-BST-KS-8f: Gebirgsverhaltenstyp GVT 3	
GA-BST-KS-8f: Comportamento dell'ammasso roccioso TCR 3	
Gebirgsart : GA-BST-KS-8f	
SW 263°	NE 83° NW 353° SE 173°
Gebirgsarten	GA-BST-KS-8f: Dünnschichtige Wechselfolge von Glimmerarmor, Kalzitquarzit u. Phyllit
Tipo di ammasso roccioso	GA-BST-KS-8f: Altemanze poco spessi di calcescisti, quarziti calcitici e filladi (531)
Orientierung der Haupttrennflächen	Steil einfallende, schleifend bzw. quer zur Tunnelachse verlaufende Trennflächen; Schieferung: mittelsteil einfallend, senkrecht zur Tunnelachse
Direzione delle discontinuità principali	Discontinuità ad alta inclinazione con direzione subparallela, trasversale e perpendicolare all'AT; Scistosità ad inclinazione media con direzione perpendicolare all'AT
Druckhaftigkeit $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$ (Hoek 2000)	$\geq 0,21$: mittel druckhaft
Rapporto di sollecitazione $\sigma_{cm,k}/\sigma_{max}$	$\geq 0,21$: mediamente spingente
Einfluss des Bergwassers	vernachlässigbar
Influenza della falda	trascurabile
Quelldruck	keiner
Pressione di rigonfiamento	assente
Gebirgsverhalten	GVT 3: Spannungsbedingte Entfestigung in Hohlraumnähe durch Abscheren über Trennflächen Ortsbrust (kurzfristig stabil): lokale Ausbrüche
Comportamento dell'ammasso roccioso	TCR 3: Allentamenti in corrisp. della cavità attraverso rottura a taglio lungo discontinuità dovuto all'alto stato tensionale Fronte di scavo (stabile a breve termine): locali distacchi di blocchi
Radialdeformation	< 15 cm (Kennlinienverfahren)
Deformazione radiale	< 15 cm (Metodo delle curve caratteristiche)
Bemerkungen	Überlagerung: 960 - 1110 m
Note	Coperatura: 960 - 1110 m

ANHANG 2 - KENNLINIENVERFAHREN

Nachfolgend werden die Kennlinien wiedergegeben, durch die folgendes bestimmt werden kann:

- Radialer Druck - Konvergenz
- Konvergenz - Entfernung von Ortsbrust
- Radialer Druck - Ausdehnung des plastischen Streifens jenseits des Abbauprofils
- Entfernung von Ortsbrust - Ausdehnung des plastischen Streifens jenseits des Abbauprofils
- Entfernung von Ortsbrust - fiktive Aushubkräfte

Das Verfahren wurde auf den Gebirgen GA-BST-KS-8f, angewandt unter Annahme eines elastisch-plastischen Materialverhaltens mit softening und nicht damit verbundenem Fließen des Materials Gestein laut Mohr-Coulomb und unter Berücksichtigung der Formel von Ribacchi [19].

Die Kurve "Konvergenz - Entfernung von Ortsbrust" wurde durch ein vereinfachtes, analytisches Verfahren ermittelt, das die Relationen von Nguyen, Minh et al. [20] verwendet.

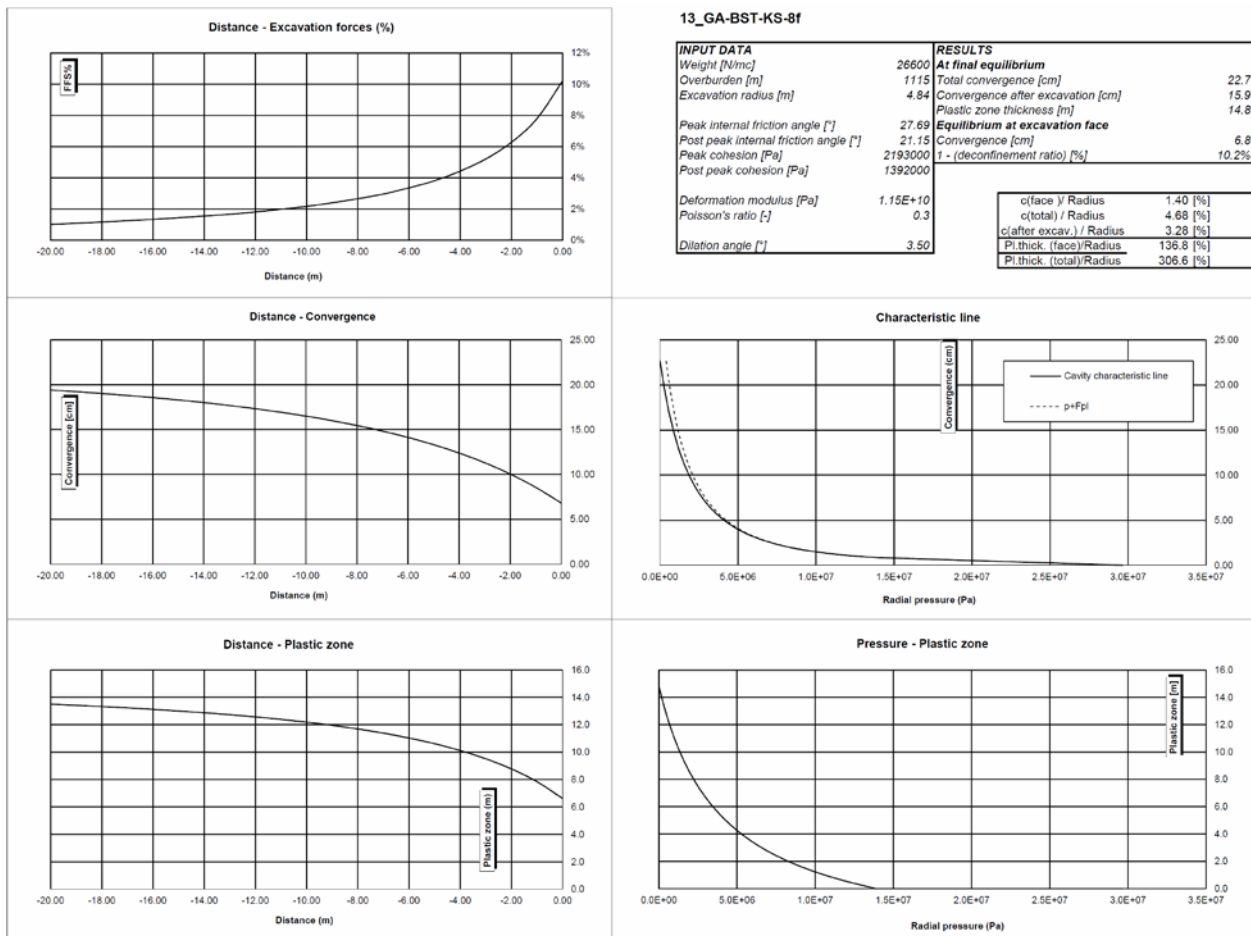
APPENDICE 2 - CURVE CARATTERISTICHE

Di seguito sono riportate le curve caratteristiche, mediante le quali è stato possibile valutare:

- Pressione Radiale – Convergenza.
- Convergenza – Distanza dal Fronte.
- Pressione Radiale – Estensione della Fascia Plastica oltre il profilo di scavo.
- Distanza dal fronte – Estensione della Fascia Plastica oltre il profilo di scavo.
- Distanza dal Fronte – Forze Fittizie di Scavo

L'analisi è stata eseguita per l'ammasso GA-BST-KS-8f, assumendo un modello costitutivo elasto-plastico con softening e flusso non associato del materiale roccia secondo Mohr-Coulomb, nella formulazione proposta da Ribacchi [19].

La curva "Convergenza – Distanza dal fronte" è stata ricavata attraverso un procedimento analitico semplificato che sfrutta le relazioni proposte da Nguyen, Minh et al. [20].



ANHANG 3 - BRUCHKÖRPERANALYSE

Der Anhang 3 führt die Ergebnisse der Bruchkörperanalyse an, die mit dem Rechenprogramm UNWEDGE 3.0 erstellt wurden.

Die Tabellen enthalten den minimalen Sicherheitsfaktor für jeweils drei Trennflächen an, die die einzelnen Homogenbereiche kennzeichnen. Die Grafiken führen hingegen nur die jeweils drei ungünstigsten Trennflächen an.

APPENDICE 3 - ANALISI DEI BLOCCHI

L'appendice 3 riporta i risultati delle analisi a blocchi condotte con il programma di calcolo UNWEDGE 3.0.

Nelle tabelle è riportato il fattore di sicurezza minimo per ciascuna terna di discontinuità caratterizzanti le singole tratte omogenee mentre in forma grafica sono riportati solo i risultati della terna di discontinuità più gravosa.

Rock mass

GA-BS-GM-8e; GA-T-A-8e; GA-BST-M-8e; GA-BST-KPH-8e; GA-BST-KS-8e

Area L1 - advance per round: 4.5 m (counted with 5 m)

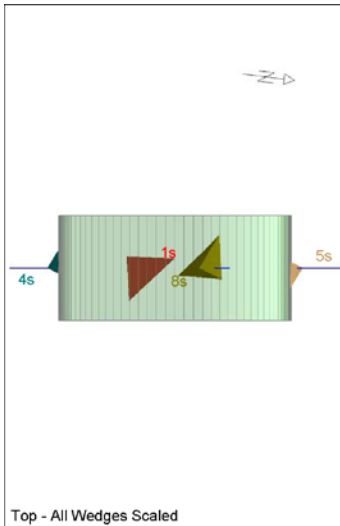
		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	φ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	70	350	10	20	0
J2	RTF1	70	180	1	20	0
J3	RTF2e	80	85	3	20	0
J4	RTF3	80	320	3	20	0
J5	RTF6	80	220	3	20	0

Necessary anchorage pattern:

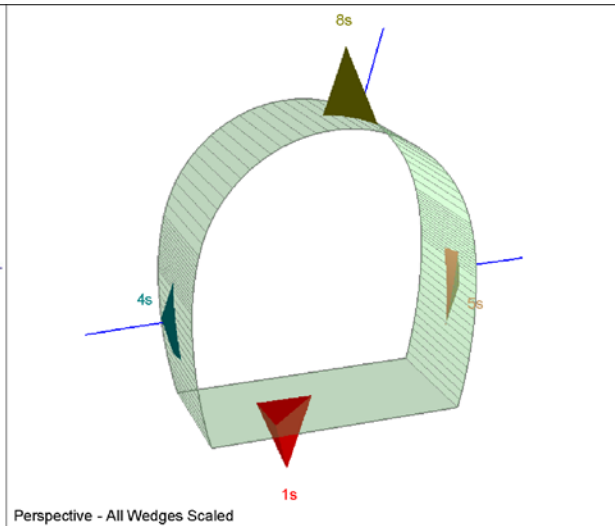
1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
Swelllex Pm16	N_{yd}	122	kN

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

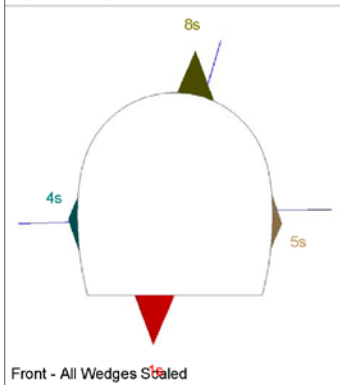
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	2	3	5	0	0	0	N
2	1	2	3	0	0	0.009	X1
3	2	4	5	0.064	0.001	0.053	X1
4	2	3	4	0.064	0	0	N
5	1	4	5	0.064	0.018	0.68	X2
6	1	2	5	0.064	0	0.008	X1
7	1	2	4	0.064	0	0.012	X1
8	3	4	5	0.286	0	0.016	X1
9	1	3	4	0.286	0	0.01	X1
10	1	3	5	3.273	0.034	1.269	S



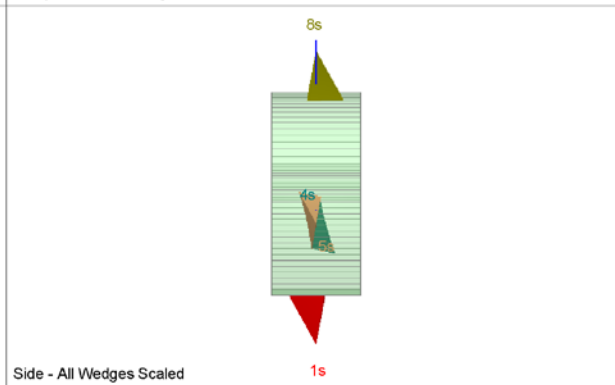
Top - All Wedges Scaled



Perspective - All Wedges Scaled



Front - All Wedges Scaled



Side - All Wedges Scaled

Wedge Information

Floor wedge [1]

Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 1.592 m3
 Wedge Weight: 0.043 MN
 Wedge z-Length: 1.87 m
 Excavation Face Area: 1.90 m2
 Apex Height: 2.52 m

Lower Left wedge [4]

Factor of Safety: 7.777
 Wedge Volume: 0.232 m3
 Wedge Weight: 0.006 MN
 Wedge z-Length: 1.25 m
 Excavation Face Area: 1.59 m2
 Apex Height: 0.47 m

Lower Right wedge [5]

Factor of Safety: 10.592
 Wedge Volume: 0.225 m3
 Wedge Weight: 0.006 MN
 Wedge z-Length: 1.13 m
 Excavation Face Area: 1.46 m2
 Apex Height: 0.49 m

Roof wedge [8]

Factor of Safety: 3.273
 Wedge Volume: 1.269 m3
 Wedge Weight: 0.034 MN
 Wedge z-Length: 1.88 m
 Excavation Face Area: 1.80 m2
 Apex Height: 2.21 m

Rock mass

GA-BS-GM-8e; GA-T-A-8e; GA-BST-M-8e; GA-BST-KPH-8e; GA-BST-KS-8e

Area L2

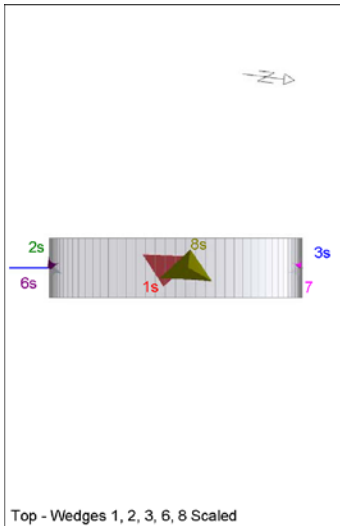
		Joint Orientations		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	70	350	10	20	0
J2	RTF1	70	180	1	20	0
J3	RTF2e	80	85	3	20	0
J4	RTF3	80	320	3	20	0
J5	RTF6	80	220	3	20	0

Necessary anchorage pattern:

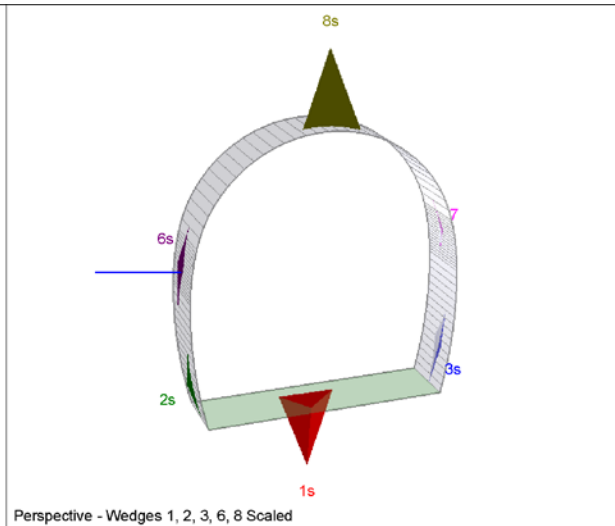
1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
Swellex Pm16	N_{yd}	122	kN
Shotcrete lining	10	cm	(Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

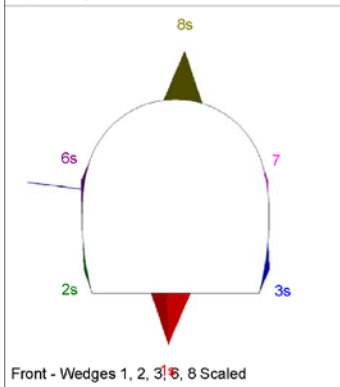
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment	Apex Height [m]
1	3	4	5	15.205	0.028	1.036	S	2.60
2	1	3	5	17.034	0.034	1.269	S	2.21
3	1	4	5	20.708	0.018	0.68	S	2.52
4	2	3	4	70.522	0.003	0.108	S	0.71
5	2	4	5	95.061	0.001	0.053	S	0.46
6	1	3	4	167.524	0	0.01	S	2.87
7	1	2	3	176.126	0	0.005	S	0.07
8	1	2	5	192.19	0	0.008	S	0.16
9	1	2	4	196.9	0	0.012	S	0.15
10	2	3	5	1556.6	0	0	N	0.25



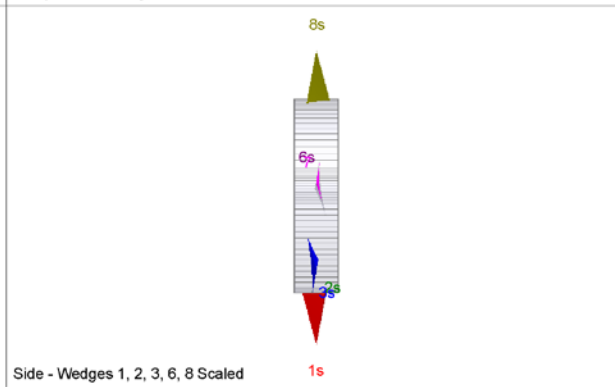
Top - Wedges 1, 2, 3, 6, 8 Scaled



Perspective - Wedges 1, 2, 3, 6, 8 Scaled



Front - Wedges 1, 2, 3, 6, 8 Scaled



Side - Wedges 1, 2, 3, 6, 8 Scaled

Wedge Information

Floor wedge [1]

Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 1.159 m3
 Wedge Weight: 0.031 MN
 Wedge z-Length: 1.25 m
 Excavation Face Area: 1.28 m2
 Apex Height: 2.72 m

Lower Left wedge [2]

Factor of Safety: 362.317
 Wedge Volume: 0.016 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.50 m
 Excavation Face Area: 0.36 m2
 Apex Height: 0.15 m

Lower Right wedge [3]

Factor of Safety: 248.552
 Wedge Volume: 0.046 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.57 m
 Excavation Face Area: 0.55 m2
 Apex Height: 0.26 m

Upper Left wedge [6]

Factor of Safety: 244.266
 Wedge Volume: 0.022 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.58 m
 Excavation Face Area: 0.37 m2
 Apex Height: 0.20 m

Upper Right wedge [7]

Factor of Safety: 493.234
 Wedge Volume: 0.004 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.36 m
 Excavation Face Area: 0.14 m2
 Apex Height: 0.09 m

Roof wedge [8]

Factor of Safety: 15.205
 Wedge Volume: 1.036 m3
 Wedge Weight: 0.028 MN
 Wedge z-Length: 1.24 m
 Excavation Face Area: 1.21 m2
 Apex Height: 2.60 m

Rock mass

GA-BS-GM-8e; GA-T-A-8e; GA-BST-M-8e; GA-BST-KPH-8e; GA-BST-KS-8e

Area tunnel face

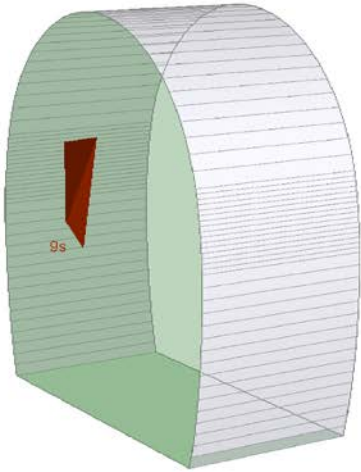
		Joint Orientattions		Joint Properties			
		Dip	Dip Direction	persistence	φ	c	φ_d
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]	[°]
J1	SC	70	350	10	20	0	16.23
J2	RTF1	70	180	1	20	0	16.23
J3	RTF2e	80	85	3	20	0	16.23
J4	RTF3	80	320	3	20	0	16.23
J5	RTF6	80	220	3	20	0	16.23

Shotcrete lining 5 cm (Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

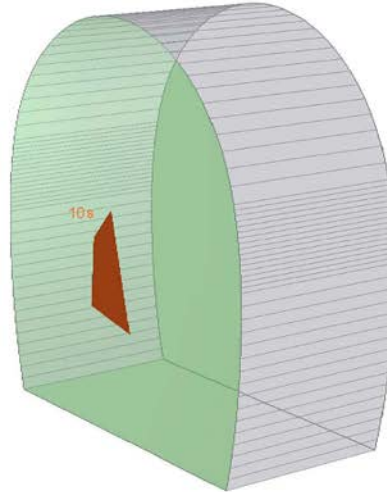
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	3	5	15.141	0.008	0.281	S
2	3	4	5	21.388	0.177	0.005	S
3	1	2	3	75.226	0	0.014	S
4	1	4	5	83.303	0.002	0.065	S
5	2	3	4	95.054	0	0.009	S
6	1	2	4	115.947	0.003	0.099	S
7	1	3	4	144.666	0.008	0	S
8	2	4	5	648.534	0	0.002	S
9	1	2	5	811.859	0	0.002	S
10	2	3	5	2890.261	0	0	N

Near End wedge [9] Scaled
FS: 36.831



Volume: 0.281 m3, Weight: 0.008 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation

Far End wedge [10] Scaled
FS: 15.141



Volume: 0.281 m3, Weight: 0.008 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation

Wedge Information

Near End wedge [9]

Factor of Safety: 36.831
Wedge Volume: 0.281 m3
Wedge Weight: 0.008 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 2.33 m2
Apex Height: 0.36 m

Far End wedge [10]

Factor of Safety: 15.141
Wedge Volume: 0.281 m3
Wedge Weight: 0.008 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 2.33 m2
Apex Height: 0.36 m

Rock mass
GA-BST-KS-8f

Area L1 - advance per round: 4.5 m (counted with 5 m)

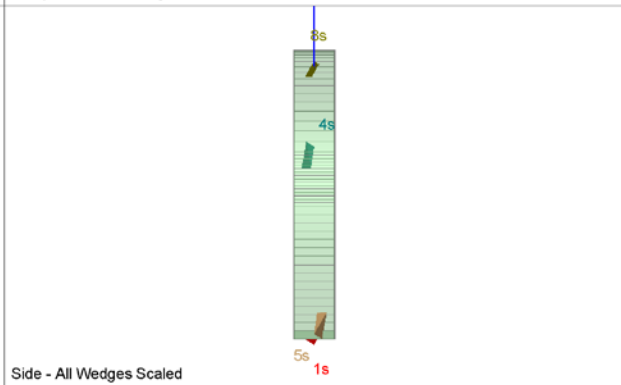
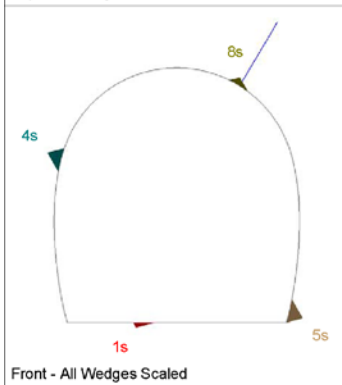
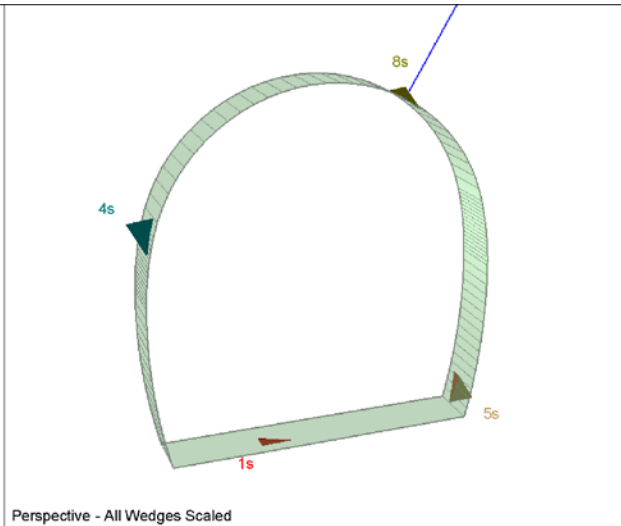
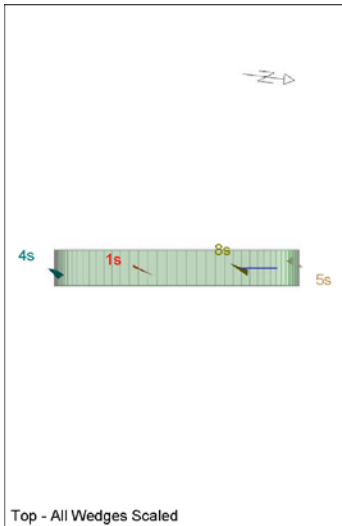
		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	φ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	60	355	10	20	0
J2	RTF2w	85	285	1	20	0
J3	RTF5	75	110	1	20	0
J4	RTF6	65	50	10	20	0

Necessary anchorage pattern:

1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
Swellex Pm16	N _{yd}	122	kN

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	2	3	4	0	0	0.008	X1
2	1	2	4	0	0	0	N
3	1	3	4	0.098	0	0.001	X1
4	1	2	3	0.264	0.001	0.033	X1



Wedge Information

Floor wedge [1]

Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.003 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.45 m
 Excavation Face Area: 0.04 m2
 Apex Height: 0.21 m

Upper Left wedge [4]

Factor of Safety: 0.264
 Wedge Volume: 0.033 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.35 m
 Excavation Face Area: 0.17 m2
 Apex Height: 0.59 m

Lower Right wedge [5]

Factor of Safety: 8.260
 Wedge Volume: 0.033 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.35 m
 Excavation Face Area: 0.17 m2
 Apex Height: 0.59 m

Roof wedge [8]

Factor of Safety: 323.707
 Wedge Volume: 0.010 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.51 m
 Excavation Face Area: 0.11 m2
 Apex Height: 0.30 m

Rock mass
GA-BST-KS-8f

Area L2

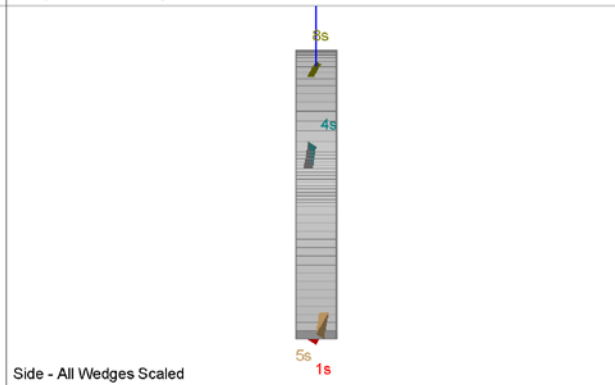
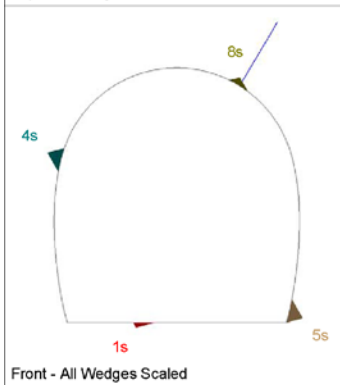
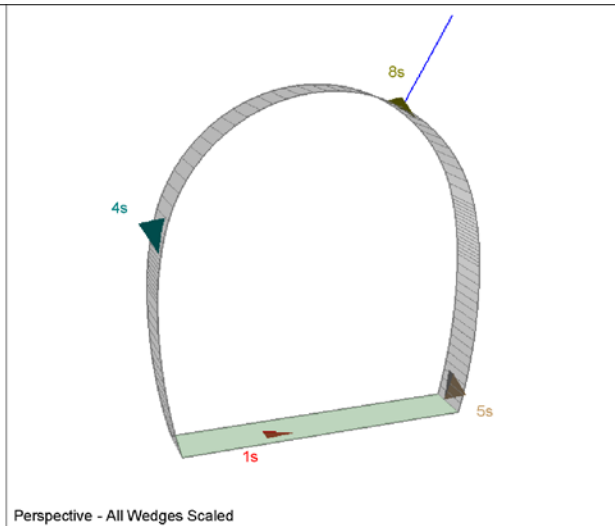
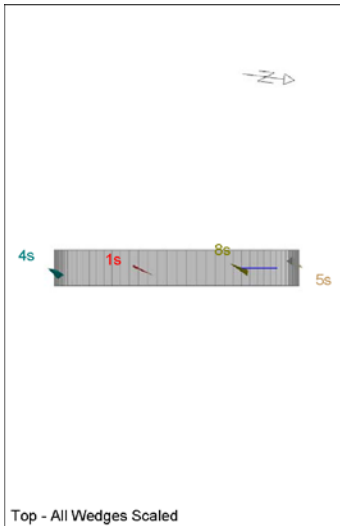
		Joint Orientattions		Joint Properties		
		Dip	Dip Direction	persistence	ϕ	c
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]
J1	SC	60	355	10	20	0
J2	RTF2w	85	285	1	20	0
J3	RTF5	75	110	1	20	0
J4	RTF6	65	50	10	20	0

Necessary anchorage pattern:

1.8	x	1.5	m
L	=	3.0	m
Swellex Pm16	N_{yd}	122	kN
Shotcrete lining	10	cm	(Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment	Apex Height [m]
1	1	2	3	176.301	0.001	0.033	S	0.59
2	1	3	4	198.224	0	0.012	S	0.89
3	2	3	4	229.335	0	0.015	S	0.45
4	1	2	4	1616.688	0	0	N	0.98



Wedge Information

Floor wedge [1]

Factor of Safety: stable
 Wedge Volume: 0.003 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.45 m
 Excavation Face Area: 0.04 m2
 Apex Height: 0.21 m

Upper Left wedge [4]

Factor of Safety: 176.301
 Wedge Volume: 0.033 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.35 m
 Excavation Face Area: 0.17 m2
 Apex Height: 0.59 m

Lower Right wedge [5]

Factor of Safety: 1099.929
 Wedge Volume: 0.033 m3
 Wedge Weight: 0.001 MN
 Wedge z-Length: 0.35 m
 Excavation Face Area: 0.17 m2
 Apex Height: 0.59 m

Roof wedge [8]

Factor of Safety: 473.898
 Wedge Volume: 0.010 m3
 Wedge Weight: 0.000 MN
 Wedge z-Length: 0.51 m
 Excavation Face Area: 0.11 m2
 Apex Height: 0.30 m

Rock mass
GA-BST-KS-8f

Area tunnel face

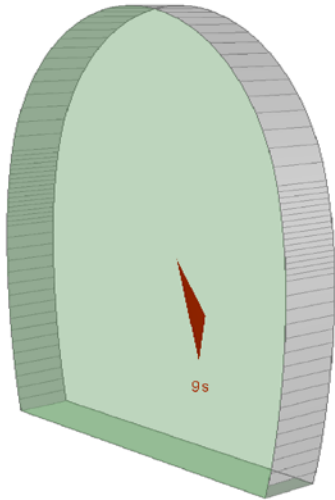
		Joint Orientattions		Joint Properties			
		Dip	Dip Direction	persistence	φ	c	φ_d
		[°]	[°]	[m]	[°]	[kPa]	[°]
J1	SC	60	355	10	20	0	16.23
J2	RTF2w	85	285	1	20	0	16.23
J3	RTF5	75	110	1	20	0	16.23
J4	RTF6	65	50	10	20	0	16.23

Shotcrete lining 5 cm (Shear strength 0.91 MPa)

X1	Wedges with a maximum high of 0.3 m or a maximum weight of 10 kN
X2	Wedges with a maximum high of 0.5 m or a maximum weight of 100 kN
S	Safety reached
N	Negligible small

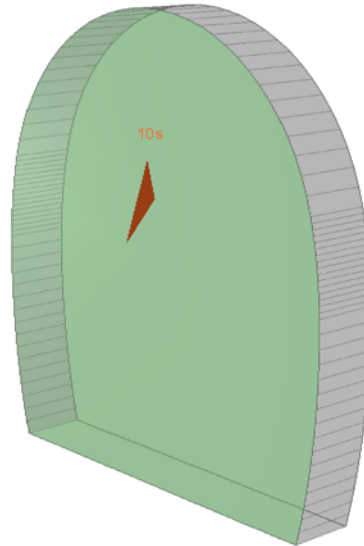
Combination	Joint A	Joint B	Joint C	Factor of Safety [-]	Wedge Weight [MN]	Wedge Volume [m ³]	Comment
1	1	3	4	98.527	0.001	0.027	S
2	2	3	4	167.036	0	0.007	S
3	1	2	3	239.076	0	0.004	S
4	1	2	4	1692.948	0	0	N

Near End wedge [9] Scaled
FS: stable



Volume: 0.027 m3, Weight: 0.001 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation

Far End wedge [10] Scaled
FS: 98.527



Volume: 0.027 m3, Weight: 0.001 MN, z-Length: 0.00 m, Excavation

Wedge Information

Near End wedge [9]

Factor of Safety: stable
Wedge Volume: 0.027 m3
Wedge Weight: 0.001 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 0.21 m2
Apex Height: 0.37 m

Far End wedge [10]

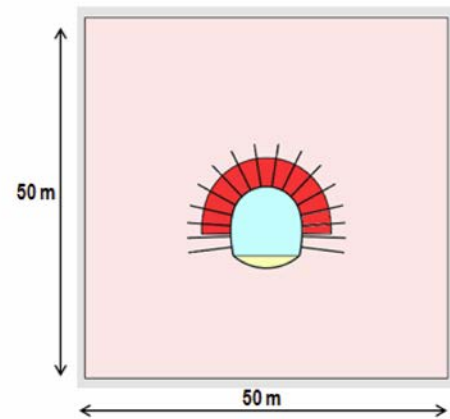
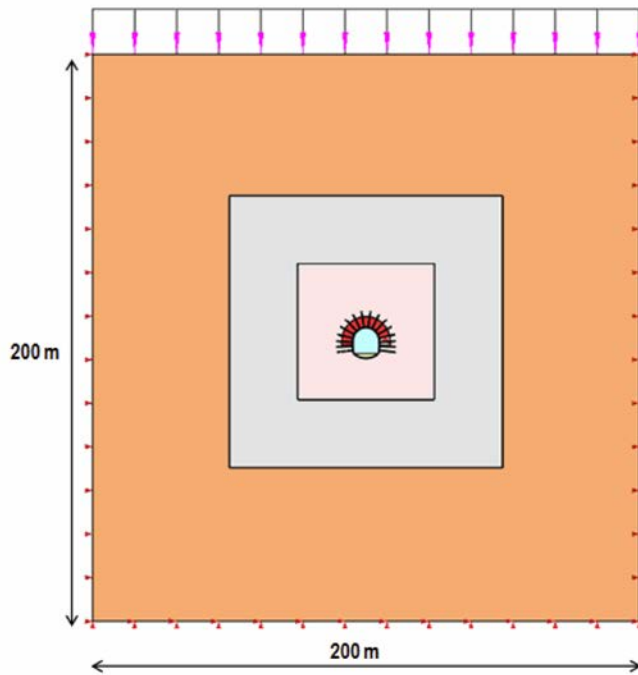
Factor of Safety: 98.527
Wedge Volume: 0.027 m3
Wedge Weight: 0.001 MN
Wedge z-Length: 0.00 m
Excavation Face Area: 0.21 m2
Apex Height: 0.37 m

ANHANG 4 - FEM- ANALYSEN DER AUßENSCHALE SCHNITT FDE-CS T4

Diese Anlage führt die wichtigsten Outputs der FEM-Analysen des Schnitts FdE-CS T4 an, die mit dem Rechenprogramm Midas GTS durchgeführt wurden.

APPENDICE 4 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FDE-CS T4

Nella presente appendice sono riportati i principali output delle analisi agli elementi finiti della sezione FdE-CS T4 effettuate con il programma di calcolo Midas GTS.



A4.1 OUTPUTS FEM MODELL

A4.1 OUTPUT MODELLO FEM

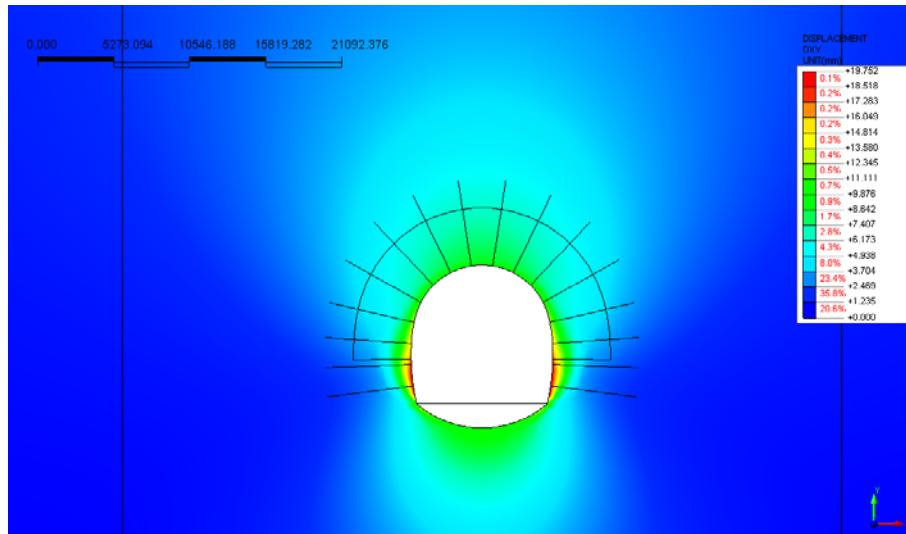


Abbildung 1: Verschiebungen xy [mm] an der Ortsbrust FdE-CS

Illustrazione 1:: Spostamenti xy [mm] - fronte FdE-CS

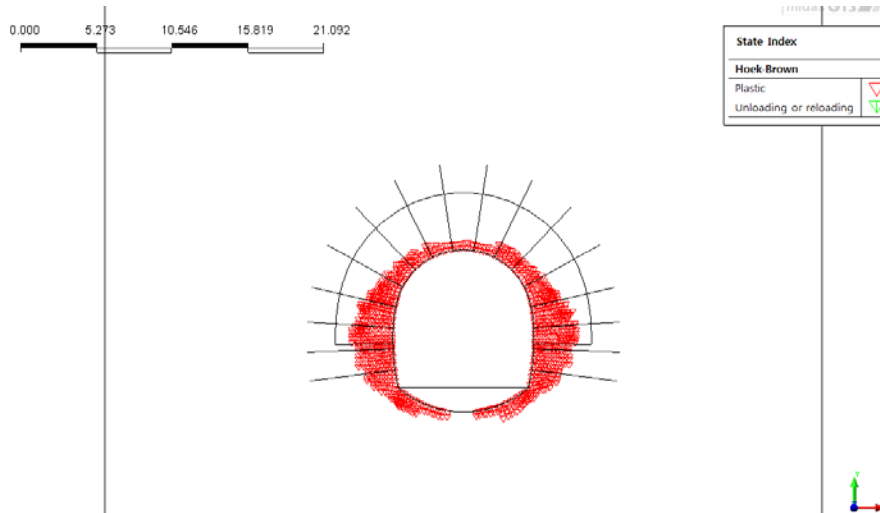


Abbildung 2: Plastifizierung an der Ortsbrust FdE-CS

Illustrazione 2: Plasticizzazioni - fronte FdE-CS

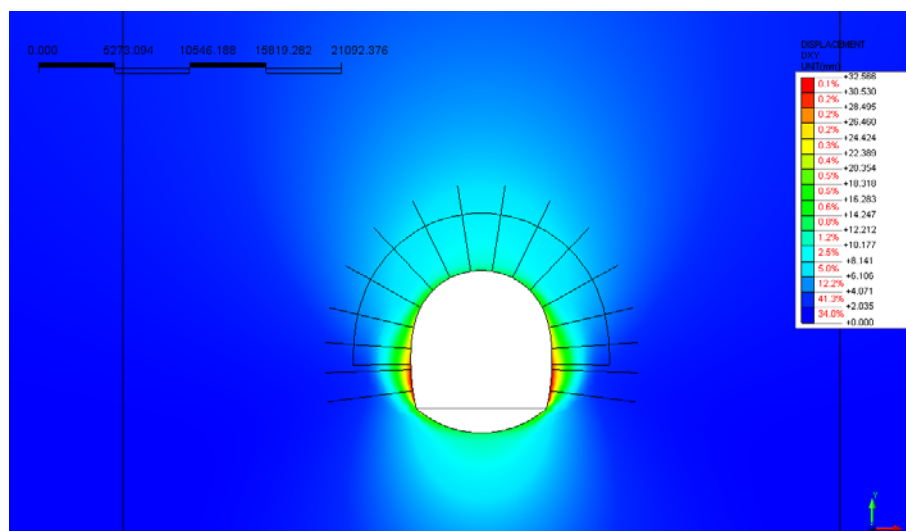


Abbildung 3: Verschiebungen xy [mm] in 1.5 m Entfernung von Ortsbrust FdE-CS

Illustrazione 3: Spostamenti xy [mm] a 1.5m dal fronte FdE-CS

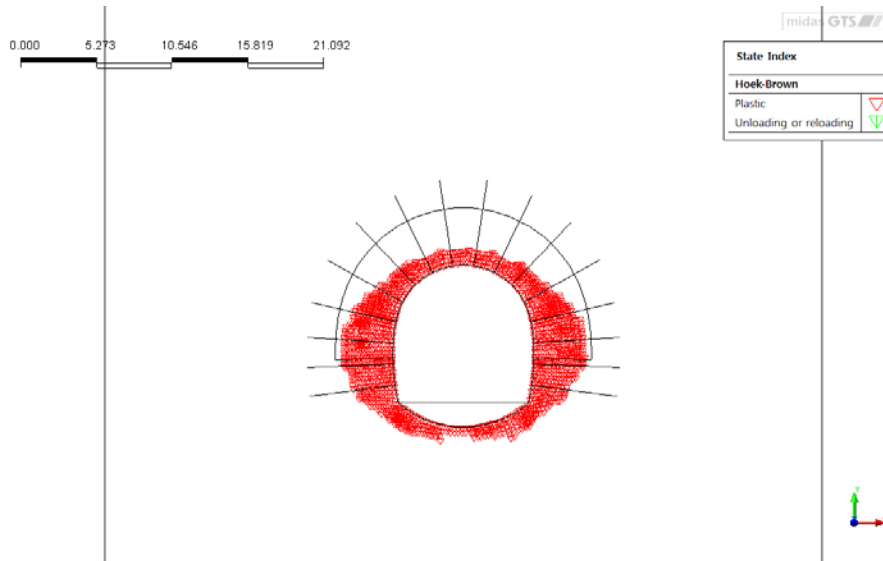


Abbildung 4: Plastifizierung in 1.5 m Entfernung von Ortsbrust FdE-CS

Illustrazione 4: Plasticizzazioni a 1.5m dal fronte FdE-CS

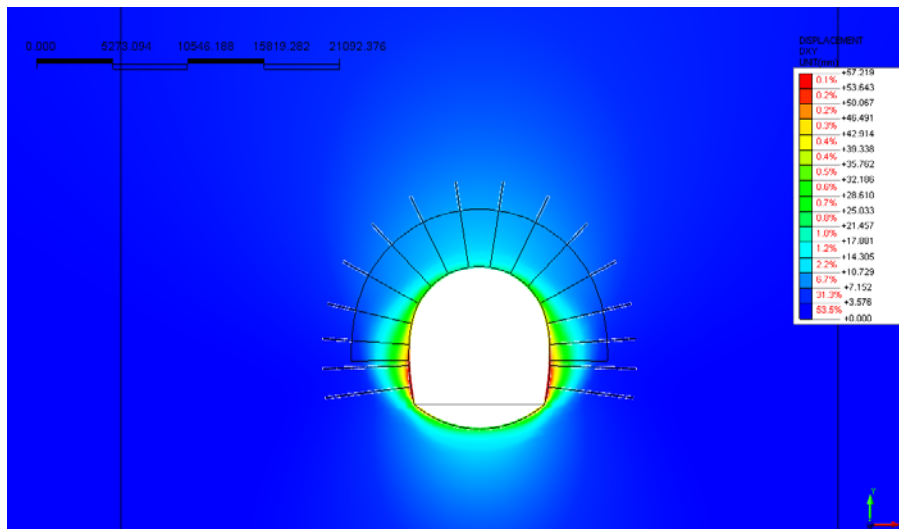


Abbildung 5: Verschiebungen xy [mm] am Ende des Aushubs FdE-CS

Illustrazione 5: Spostamenti xy [mm] fine scavo FdE-CS

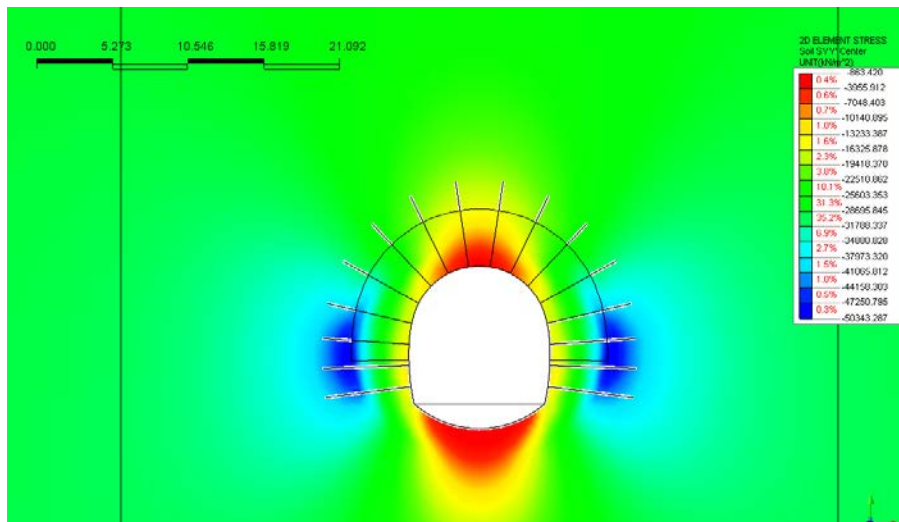


Abbildung 6: Vertikalspannungen σ_{yy} [kN/m²] – Ende Ausbruch FdE-CS

Illustrazione 6: Tensioni verticali σ_{yy} [mm] - fine scavo FdE-CS

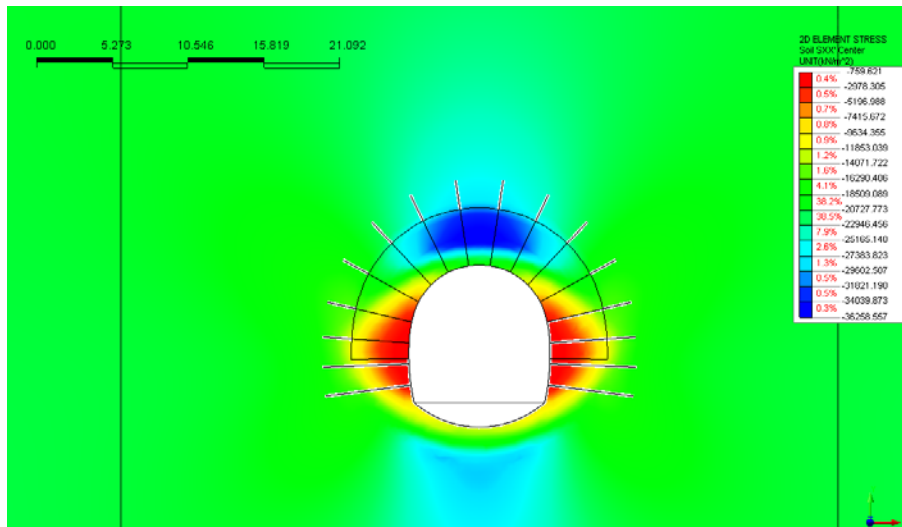


Abbildung 7: Horizontalspannungen σ_{xx} [mm] – Ende Ausbruch FdE-CS

Illustrazione 7: Tensioni orizzontali σ_{xx} [mm] - fine scavo FdE-CS

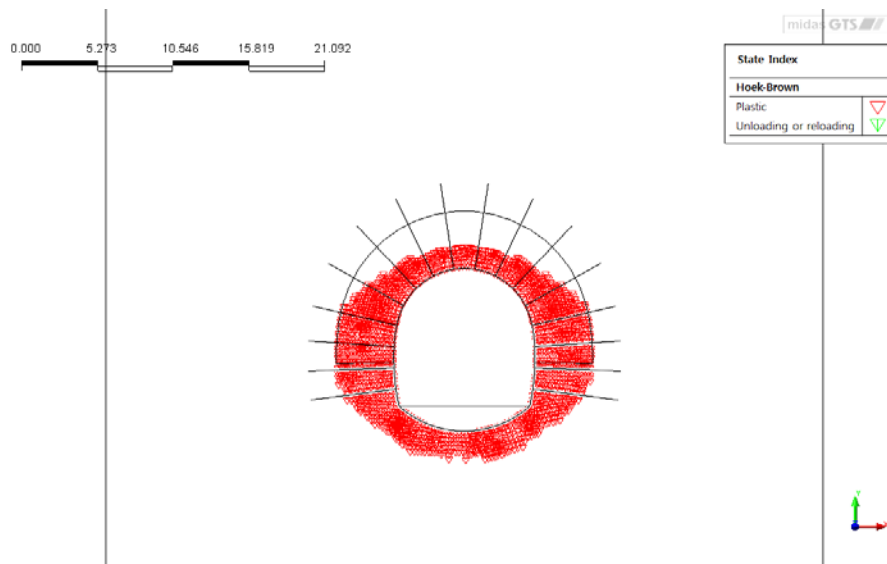


Abbildung 8: Plastifizierungen – Ende Ausbruch FdE-CS

Illustrazione 8: Plasticizzazioni - fine scavo FdE-CS

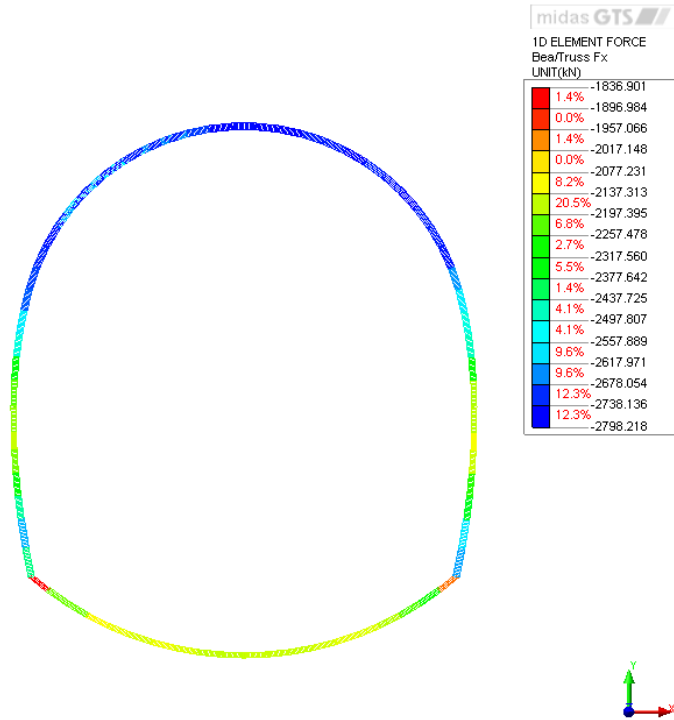


Abbildung 9: Normalbelastungen auf die Außenschale [kN] – Ende Ausbruch FdE-CS

Illustrazione 9: Sollecitazioni normali sul rivestimento di prima fase [kN] - fine scavo FdE-CS

11

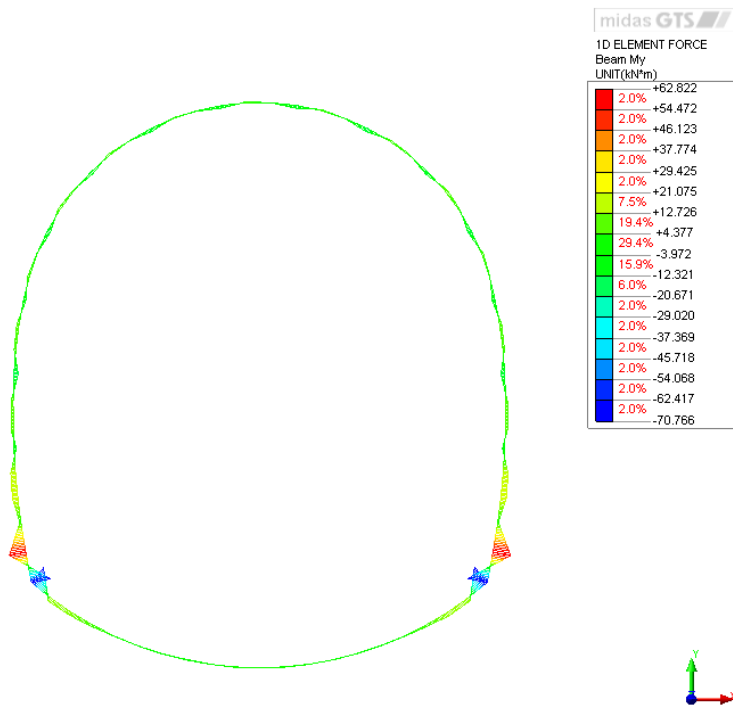


Abbildung 10: Momente Außenschale [kNm] – Ende Ausbruch FdE-CS

Illustrazione 10: Momenti sul rivestimento di prima fase [kNm] - fine scavo FdE-CS

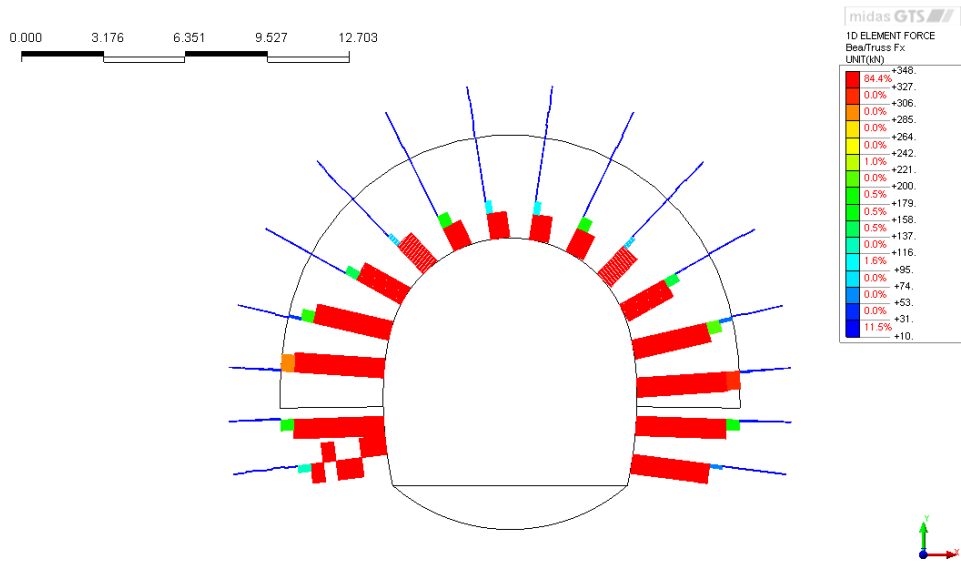


Abbildung 11: Axialbeanspruchung der Anker [-] – Ende Ausbruch FdE-CS

Illustrazione 11: Sollecitazione assiale nei chiodi [-] - fine scavo FdE-CS

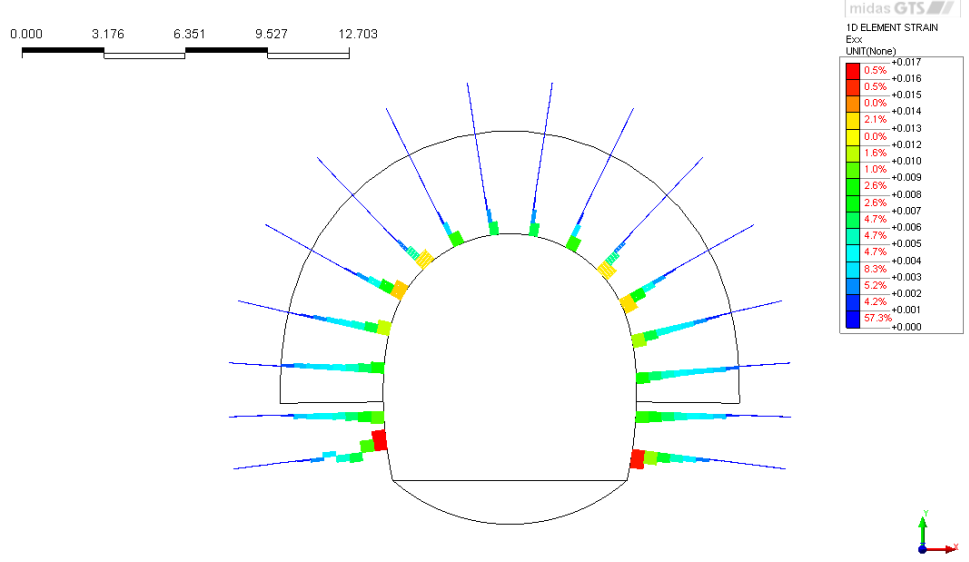


Abbildung 12: Axialverformung in den Ankern [-] – Ende Ausbruch FdE-CS

Illustrazione 12: Deformazione assiale nei chiodi [-] - fine scavo FdE-CS

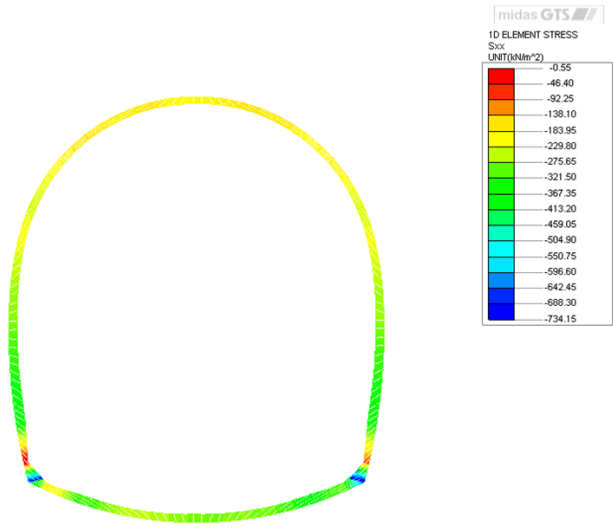


Abbildung 13: Belastung durch Auflöckerung auf Innenschale – Ende Ausbruch FdE-CS

Illustrazione 13: Carico di allentamento sul rivestimento interno - fine scavo FdE-CS

A4.2 NACHWEIS AUßENSCHALE

Nachfolgend wird der Schnitt FdE-CS-T4 nachgewiesen.

Nachweise Diagramm der Wechselwirkung M-N

Im Bereich des Fußes des Widerlagers wurden die Höchstwerte der Beanspruchungen vernachlässigt, da sie auf die theoretische Geometrie der mesh zurückzuführen sind, da durch die numerische Modellierung die Spannung konzentriert wird.

A4.2 VERIFICHE RIVESTIMENTO PRIMA FASE

Nel seguito viene verificata la sezione FdE-CS T4.

Verifiche diagramma di interazione M-N

In corrispondenza del piede della muretta sono stati trascurati i picchi di sollecitazione in quanto dovuti alla geometria teorica della mesh che con la modellazione numerica genera delle concentrazioni di sforzi.

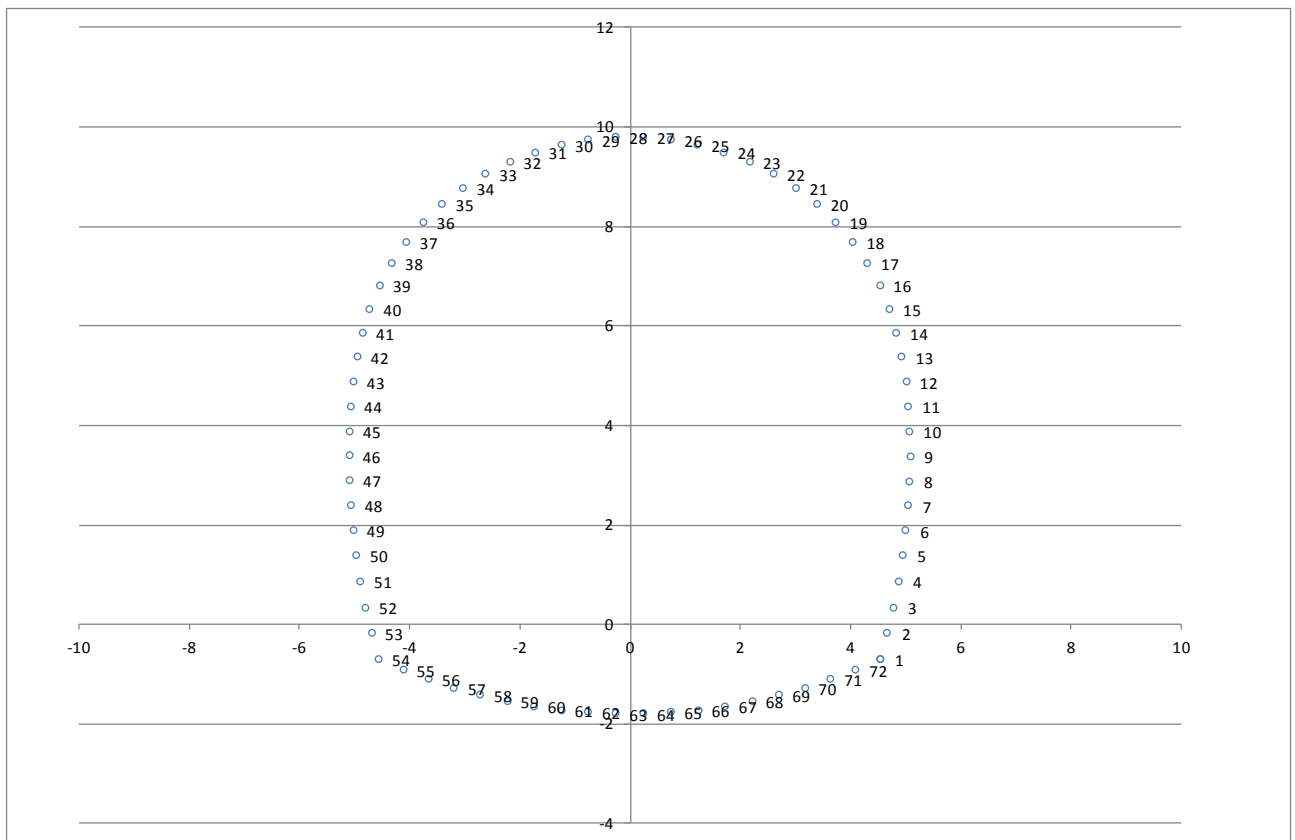
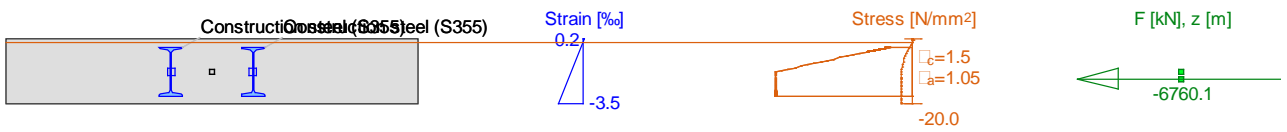
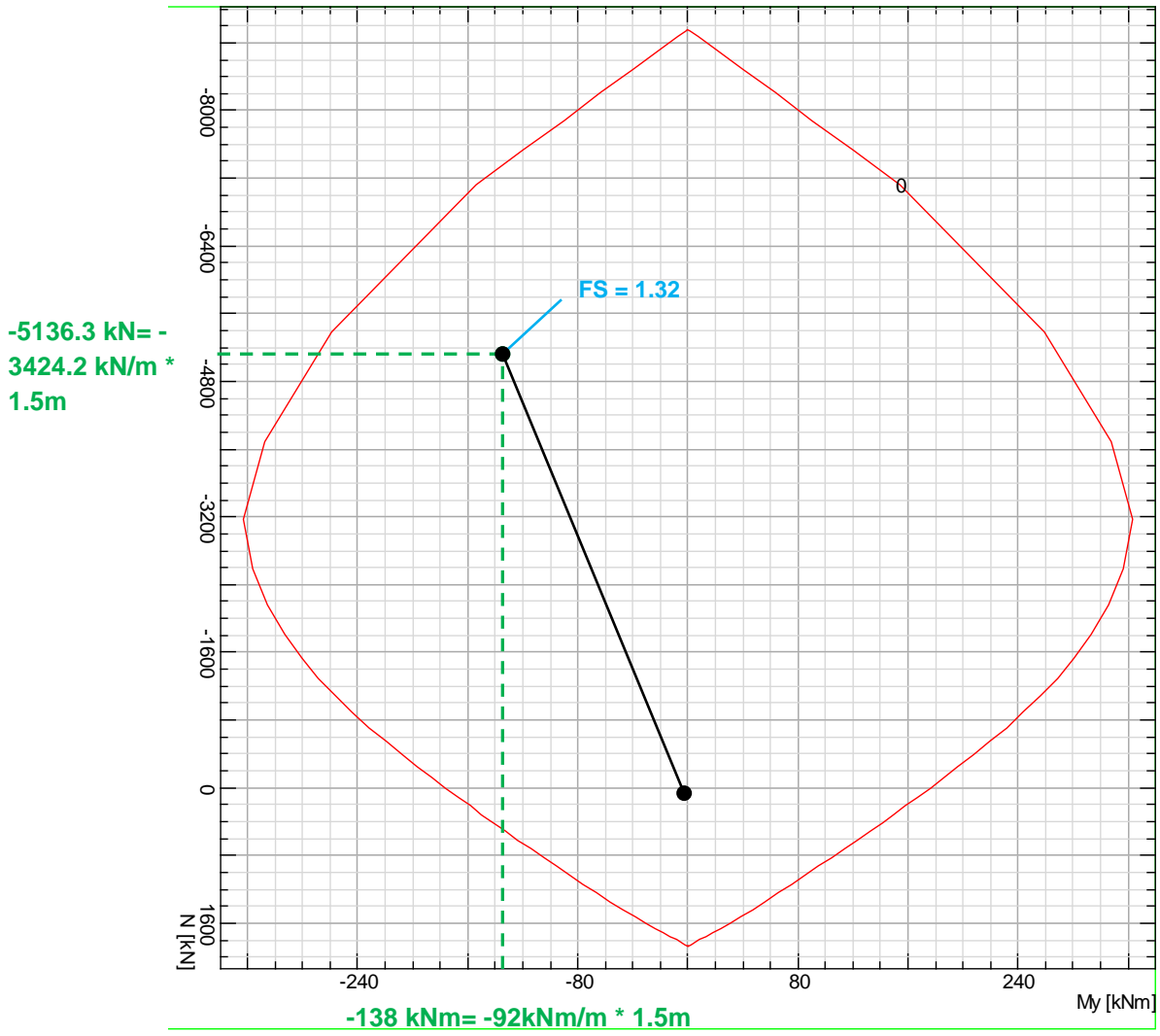


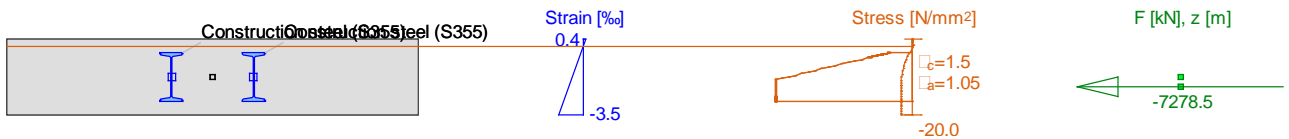
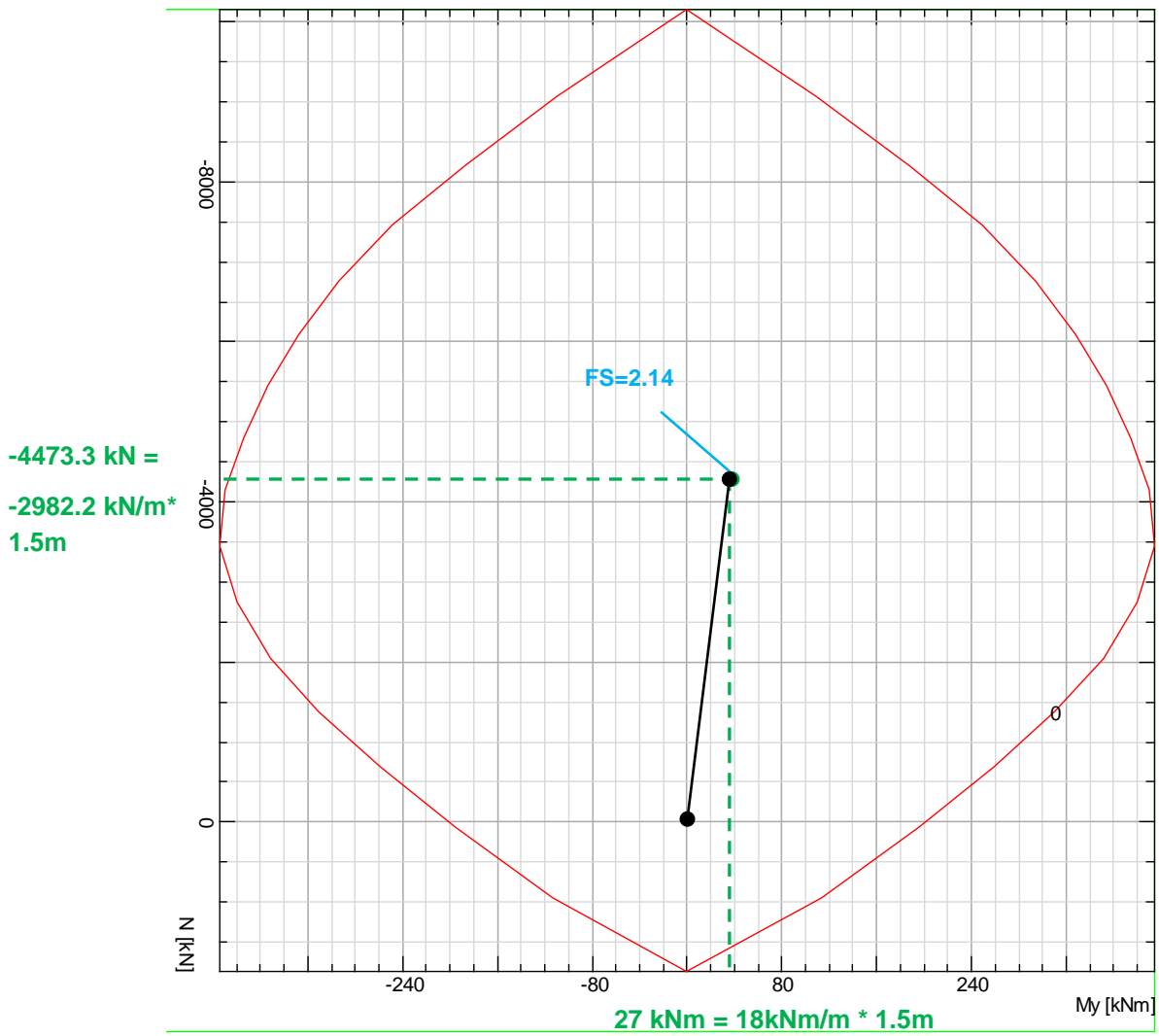
Abbildung 14: Numerierung der Knoten des numerischen Modells FdE-CS-T4

Illustrazione 14: Numerazione dei nodi del modello numerico FdE-CS-T4

	X	Y	N _k	M _k	N _d	M _d	FS
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[-]
1	4.17	-0.31	-1971.00	12.82	-2562.30	16.67	2.17
2	4.55	0.00	-2634.00	-70.77	-3424.20	-92.00	1.32
3	4.67	0.60	-2631.00	62.82	-3420.30	81.67	1.36
4	4.77	1.21	-2581.00	1.76	-3355.30	2.29	1.77
5	4.83	1.70	-2365.00	19.90	-3074.50	25.87	1.77
6	4.87	2.19	-2268.00	17.22	-2948.40	22.39	1.86
7	4.90	2.68	-2153.00	-8.14	-2798.90	-10.58	2.05
8	4.92	3.05	-2172.00	7.60	-2823.60	9.88	2.03
9	4.92	3.61	-2180.00	7.17	-2834.00	9.32	2.03
10	4.90	4.17	-2333.00	-13.24	-3032.90	-17.21	1.85
11	4.87	4.66	-2469.00	5.55	-3209.70	7.21	1.82
12	4.80	5.14	-2503.00	7.25	-3253.90	9.42	1.78
13	4.71	5.63	-2571.00	-10.16	-3342.30	-13.21	1.71
14	4.60	6.10	-2642.00	1.74	-3434.60	2.26	1.73
15	4.44	6.57	-2744.00	5.38	-3567.20	6.99	1.64
16	4.24	7.01	-2741.00	-12.75	-3563.30	-16.58	1.59
17	3.99	7.44	-2728.00	3.85	-3546.40	5.00	1.66
18	3.70	7.84	-2794.00	8.25	-3632.20	10.72	1.59
19	3.37	8.20	-2792.00	-11.30	-3629.60	-14.69	1.57
20	3.00	8.53	-2745.00	3.10	-3568.50	4.03	1.65
21	2.60	8.83	-2777.00	5.38	-3610.10	6.99	1.62
22	2.17	9.07	-2776.00	-13.09	-3608.80	-17.02	1.57
23	1.71	9.28	-2733.00	-0.52	-3552.90	-0.68	1.68
24	1.24	9.43	-2798.00	4.27	-3637.40	5.55	1.61
25	0.75	9.53	-2798.00	-10.60	-3637.40	-13.78	1.57
26	0.25	9.59	-2772.00	-0.55	-3603.60	-0.72	1.65
27	-0.25	9.59	-2775.00	4.25	-3607.50	5.53	1.63
28	-0.75	9.53	-2775.00	-9.64	-3607.50	-12.53	1.59
29	-1.23	9.43	-2698.00	-1.61	-3507.40	-2.09	1.69
30	-1.71	9.28	-2649.00	3.01	-3443.70	3.91	1.71
31	-2.17	9.07	-2650.00	-11.23	-3445.00	-14.60	1.65
32	-2.60	8.83	-2563.00	0.03	-3331.90	0.04	1.79
33	-3.00	8.53	-2609.00	5.87	-3391.70	7.63	1.72
34	-3.37	8.20	-2611.00	-9.93	-3394.30	-12.91	1.69
35	-3.70	7.84	-2616.00	3.62	-3400.80	4.70	1.73
36	-3.99	7.44	-2743.00	6.73	-3565.90	8.74	1.63
37	-4.24	7.01	-2745.00	-11.72	-3568.50	-15.24	1.60
38	-4.44	6.57	-2716.00	0.91	-3530.80	1.18	1.69
39	-4.60	6.10	-2696.00	5.39	-3504.80	7.01	1.67
40	-4.71	5.63	-2679.00	-8.01	-3482.70	-10.41	1.66
41	-4.80	5.14	-2571.00	7.61	-3342.30	9.89	1.73
42	-4.87	4.66	-2499.00	5.78	-3248.70	7.51	1.79
43	-4.90	4.17	-2349.00	-15.53	-3053.70	-20.19	1.82
44	-4.92	3.61	-2229.00	7.77	-2897.70	10.10	1.98
45	-4.92	3.05	-2197.00	8.49	-2856.10	11.04	2.00
46	-4.90	2.68	-2209.00	-8.89	-2871.70	-11.56	1.99
47	-4.87	2.19	-2335.00	16.90	-3035.50	21.97	1.82
48	-4.83	1.70	-2447.00	19.07	-3181.10	24.79	1.72
49	-4.77	1.21	-2620.00	3.49	-3406.00	4.54	1.73
50	-4.67	0.60	-2623.00	57.98	-3409.90	75.37	1.39
51	-4.55	0.00	-2435.00	-67.02	-3165.50	-87.13	1.41



	X	Y	N _k	M _k	N _d	M _d	FS
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[-]
52	-4.16	-0.31	-2212.00	13.59	-2875.60	17.67	2.22
53	-3.76	-0.60	-2214.00	12.12	-2878.20	15.76	2.23
54	-3.33	-0.85	-2213.00	6.04	-2876.90	7.85	2.29
55	-2.89	-1.08	-2123.00	1.37	-2759.90	1.78	2.44
56	-2.43	-1.27	-2143.00	0.12	-2785.90	0.16	2.43
57	-1.96	-1.42	-2144.00	-0.33	-2787.20	-0.42	2.43
58	-1.48	-1.55	-2138.00	-1.96	-2779.40	-2.54	2.42
59	-0.99	-1.64	-2165.00	-0.42	-2814.50	-0.55	2.4
60	-0.50	-1.69	-2165.00	1.12	-2814.50	1.45	2.39
61	0.00	-1.71	-2166.00	1.25	-2815.80	1.63	2.39
62	0.50	-1.69	-2158.00	1.06	-2805.40	1.38	2.4
63	0.99	-1.64	-2157.00	0.54	-2804.10	0.71	2.41
64	1.48	-1.55	-2159.00	-0.24	-2806.70	-0.31	2.41
65	1.96	-1.42	-2146.00	-0.88	-2789.80	-1.14	2.42
66	2.43	-1.27	-2138.00	-0.69	-2779.40	-0.89	2.43
67	2.89	-1.08	-2174.00	1.56	-2826.20	2.02	2.38
68	3.33	-0.85	-2234.00	5.71	-2904.20	7.42	2.28
69	3.76	-0.60	-2294.00	13.85	-2982.20	18.01	2.14

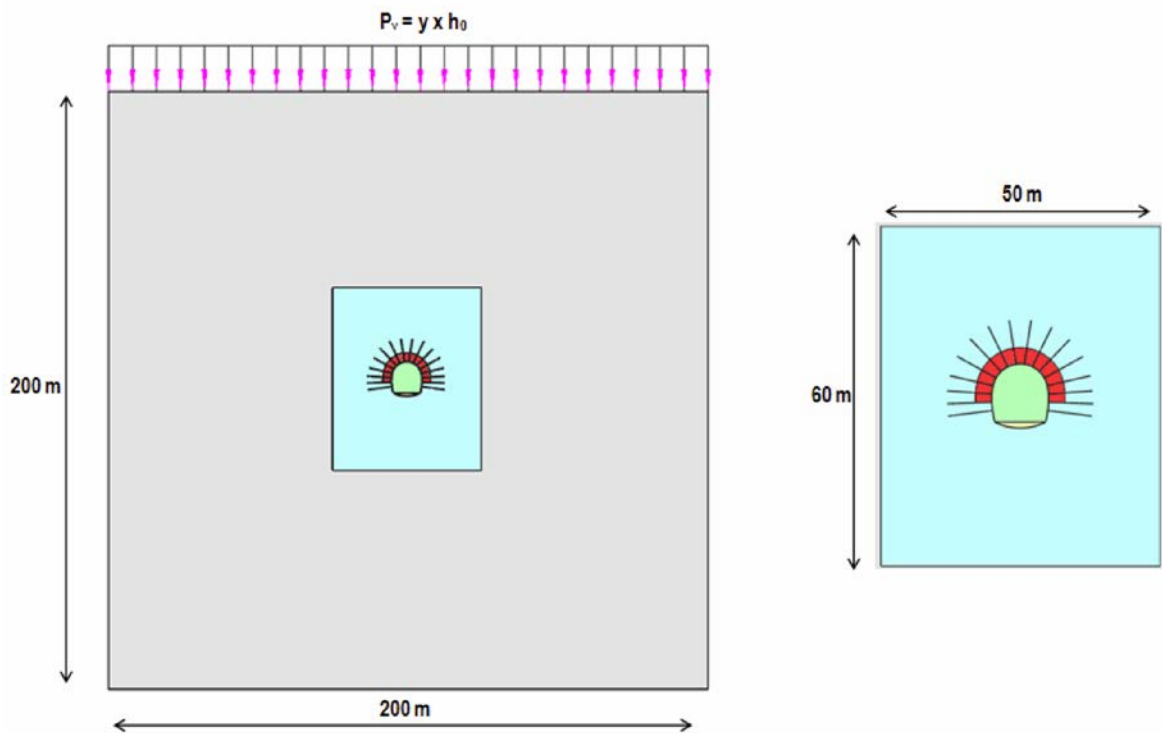


ANHANG 5 - FEM- ANALYSE DER AUßENSCHALE SCHNITT FDE-CS T5

Diese Anlage führt die wichtigsten Outputs der FEM-Analysen des Schnitts FdE-CS-T5 an, die mit dem Rechenprogramm Midas GTS durchgeführt wurden.

APPENDICE 5 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DI PRIMA FASE SEZIONE FDE-CS T5

Nella presente appendice sono riportati i principali output delle analisi agli elementi finiti della sezione FdE-CS-T5 effettuate con il programma di calcolo Midas GTS.



A5.1 OUTPUTS FEM MODELL

A5.1 OUTPUT MODELLO FEM

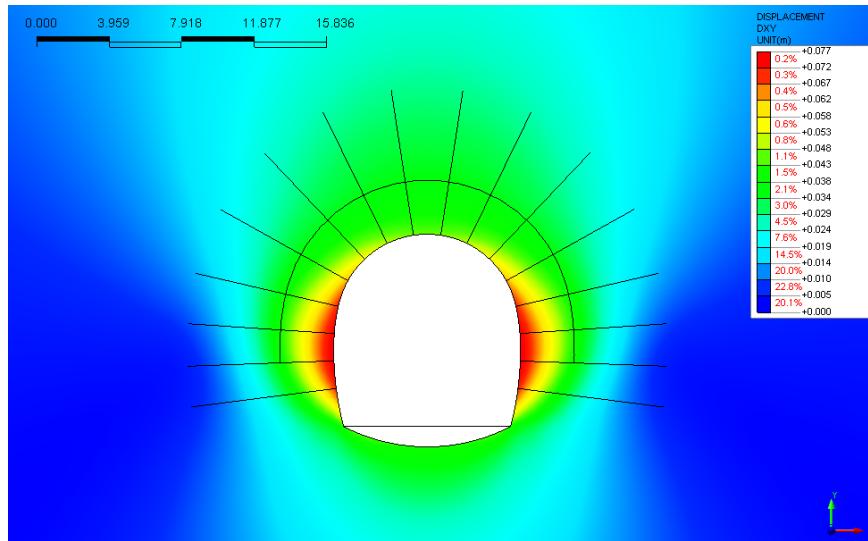


Abbildung 15: Verschiebungen xy [mm] am Ende des Aushubs FdE-CS

Illustrazione 15: Spostamenti xy [mm] - fronte FdE-CS

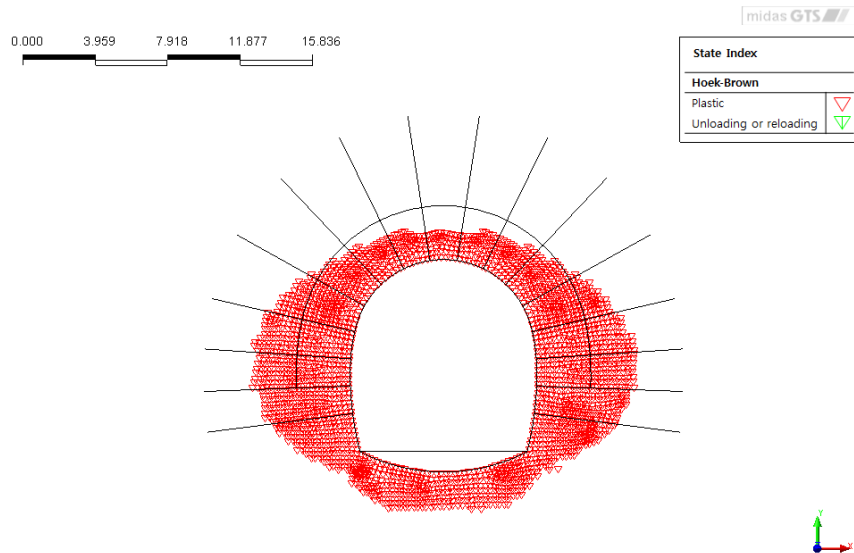


Abbildung 16: Plastifizierungen an der Ortsbrust FdE-CS

Illustrazione 16: Plasticizzazioni - fronte FdE-CS

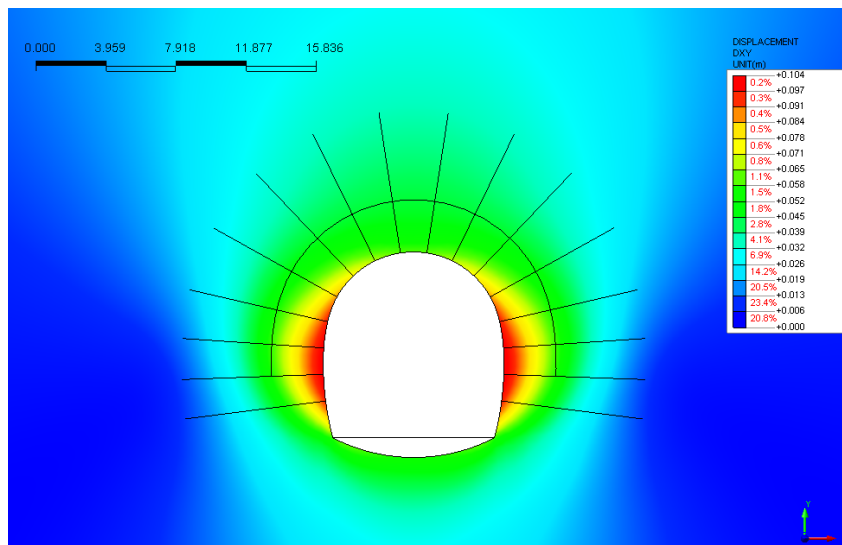


Abbildung 17: Ortsbrustverschiebungen xy [mm] an 1.5m von der Ortsbrust entfernt FdE-CS

Illustrazione 17: Spostamenti xy [mm] a 1.5m dal fronte FdE-CS

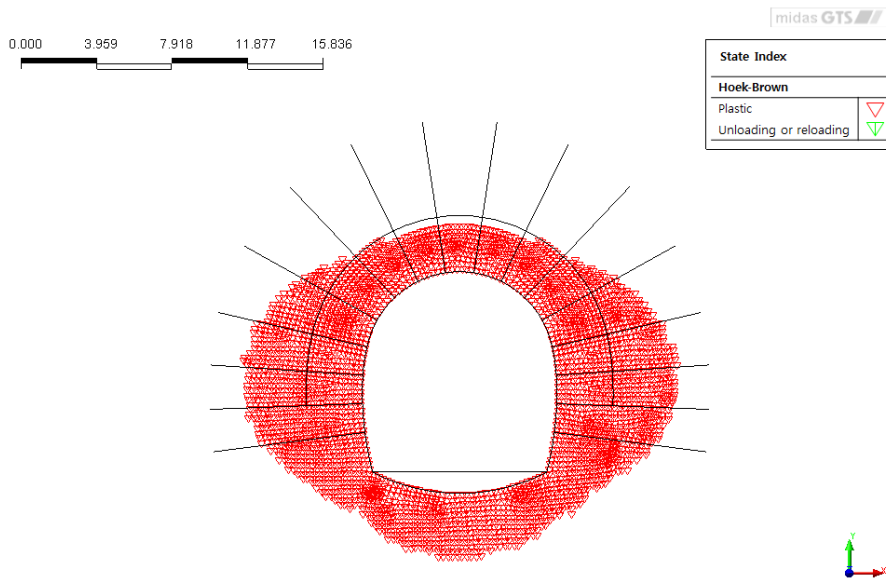


Abbildung 18: Das Plastischwerden an 1.5m von der Ortsbrust entfernt FdE-CS

Illustrazione 18: Plasticizzazioni a 1.5m dal fronte FdE-CS

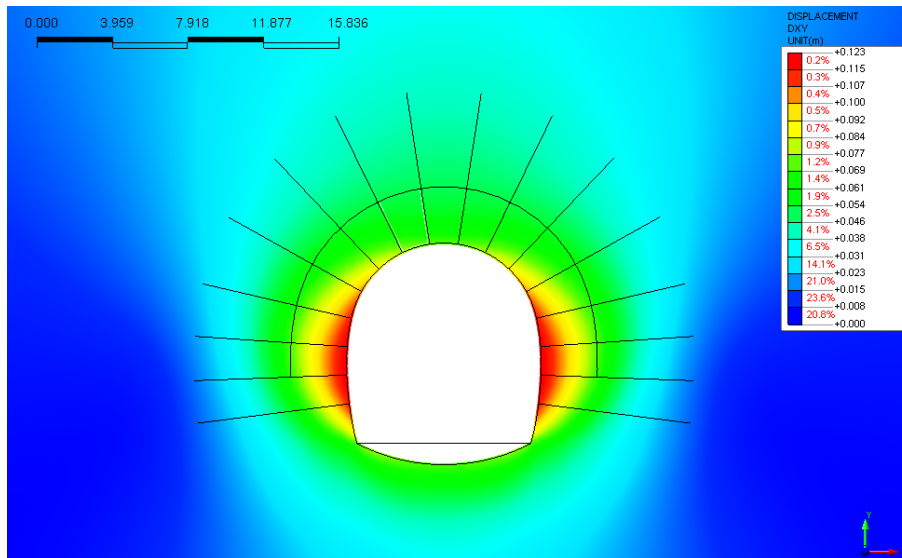


Abbildung 19: Verschiebungen xy [mm] am Aushubsende FdE-CS

Illustrazione 19: Spostamenti xy [mm] fine scavo FdE-CS

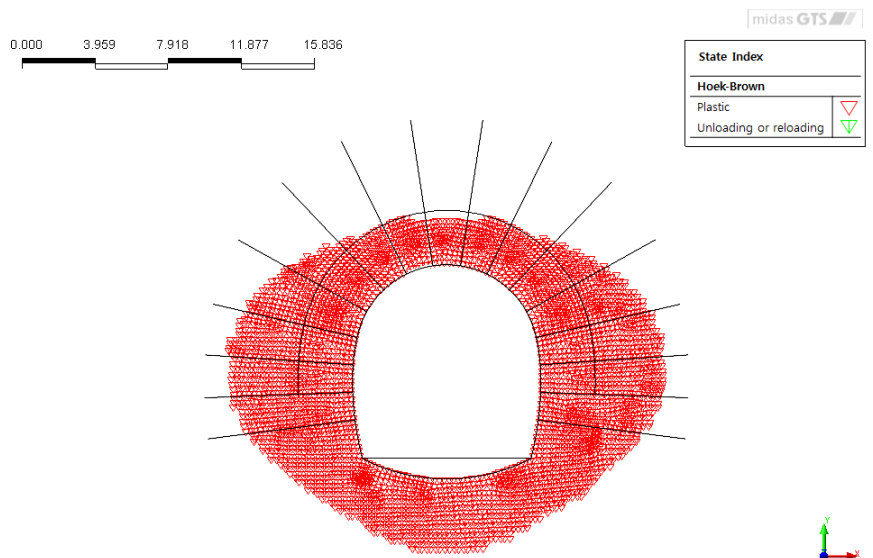


Abbildung 20: Das Plastischwerden bei Ausbruchsende FdE-CS

Illustrazione 20: Plasticizzazioni - fine scavo FdE-CS

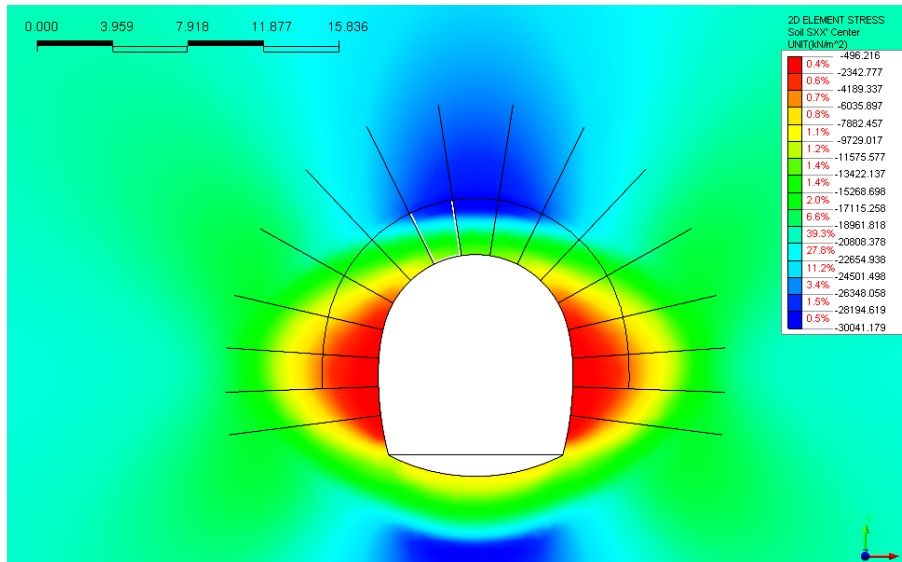


Abbildung 21: Horizontalspannungen σ_{xx} [N/mm²] - Ausbruchsende FdE-CS

Illustrazione 21: Tensioni orizzontali σ_{xx} [kN/m²] - fine scavo FdE-CS

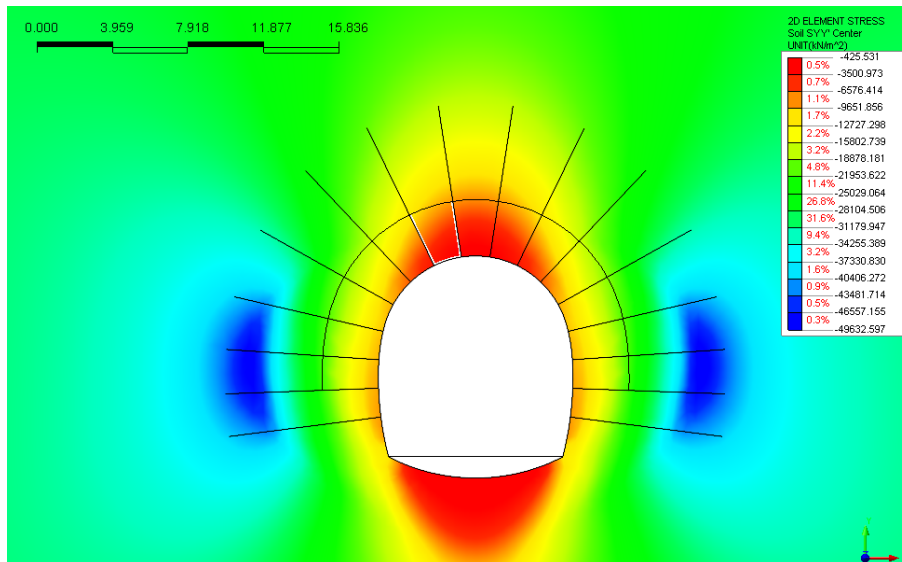
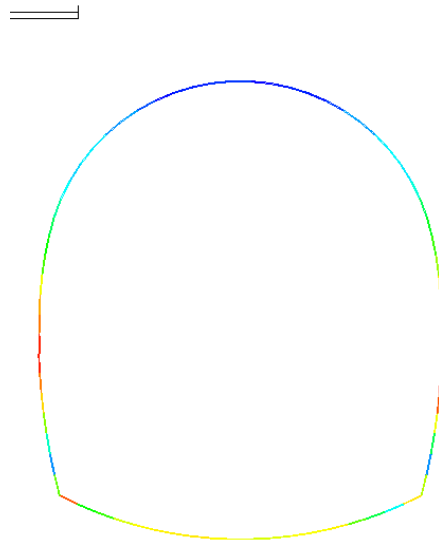


Abbildung 22: Vertikalspannungen σ_{yy} [N/mm²] - Ausbruchsende FdE-CS

Illustrazione 22: Tensioni verticali σ_{yy} [kN/m²] - fine scavo FdE-CS

1 8.681

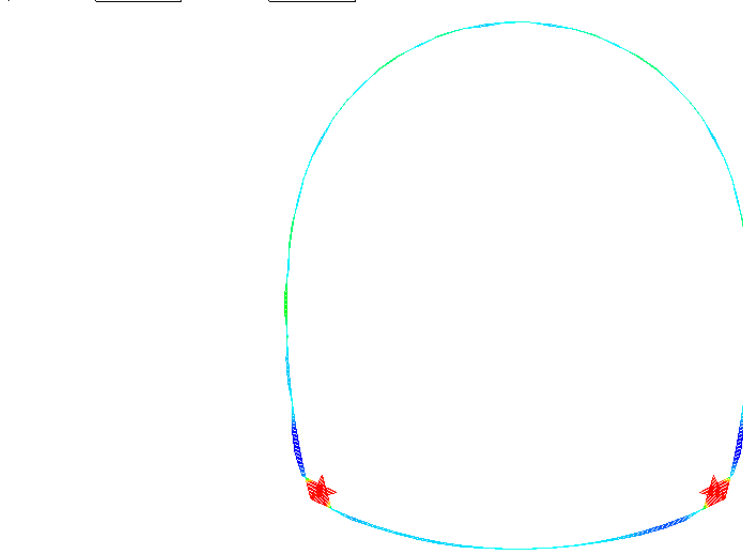


midas GTS	
1D ELEMENT FORCE	
Beam/Truss Fx	
UNIT(kN)	
2.7%	-2066.179
9.6%	-2126.938
4.1%	-2187.697
8.2%	-2248.457
12.3%	-2309.216
6.8%	-2369.975
6.8%	-2430.734
4.1%	-2491.493
1.4%	-2552.252
5.5%	-2613.011
4.1%	-2673.770
4.1%	-2734.529
6.8%	-2795.288
8.2%	-2856.048
11.0%	-2916.807
4.1%	-2977.566
	-3038.325

Abbildung 23: Normalbelastungen Aussenschale [kN] - Ausbruchsende FdE-CS

Illustrazione 23: Sollecitazioni normali sul rivestimento di prima fase [kN] - fine scavo FdE-CS

0.000 1.912 3.823 5.735 7.647



midas GTS	
1D ELEMENT FORCE	
Beam My	
UNIT(kNm)	
	+112.127
	+86.308
	+60.489
	+34.670
	+8.851
	-16.968
	-42.787
	-68.606

Abbildung 24: Biegemomente Außenschale [kNm] - Ausbruchsende FdE-CS

Illustrazione 24: Momenti sul rivestimento di prima fase [kNm] - fine scavo FdE-CS

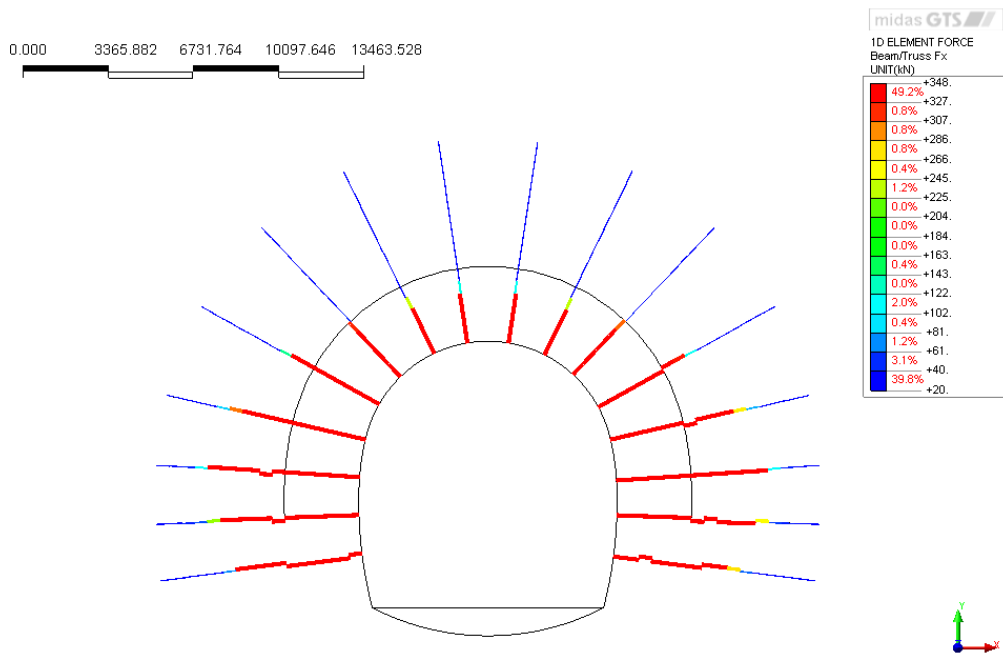


Abbildung 25: Axialbeanspruchungen der Anker [-] - Ausbruchsende FdE-CS

Illustrazione 25: Sollecitazione assiale nei chiodi [-] - fine scavo FdE-CS

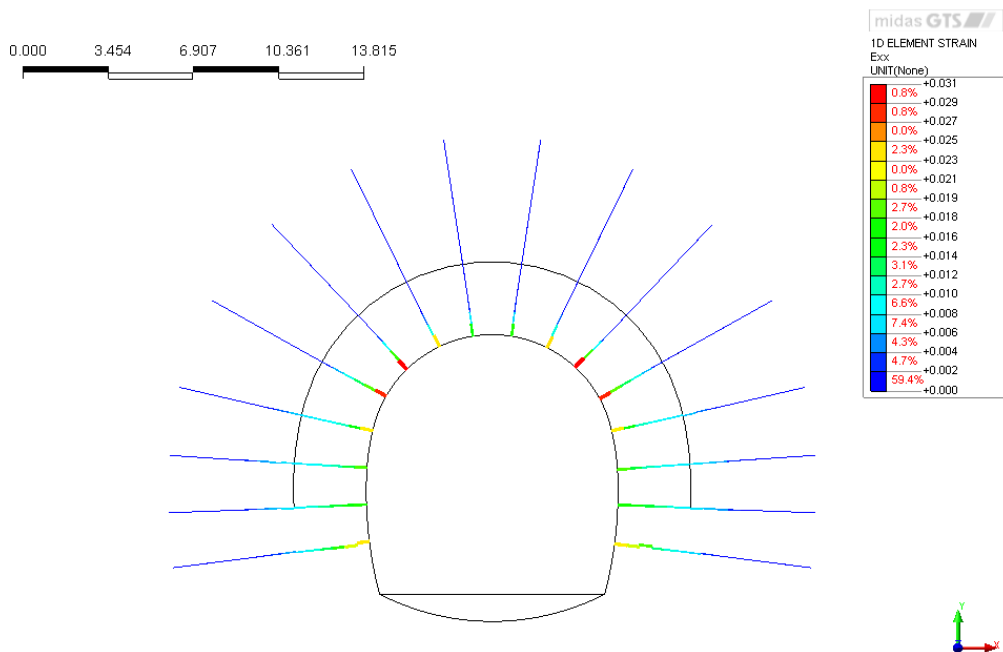


Abbildung 26: Axialverformungen Anker [-] - Ausbruchsende FdE-CS

Illustrazione 26: Deformazione assiale nei chiodi [-] - fine scavo FdE-CS

A5.2 NACHWEISE AUßENSCHALE

Im Folgenden wird der Querschnitt FdE-CS T5 nachgewiesen.

Nachweis Diagramm Wechselwirkung M-N

Im Bereich des Fußes des Widerlagers wurden die Höchstwerte der Beanspruchungen vernachlässigt, da sie auf die theoretische Geometrie der mesh zurückzuführen sind, da durch die numerische Modellierung die Spannung konzentriert wird.

A5.2 VERIFICHE RIVESTIMENTO PRIMA FASE

Nel seguito viene verificata la sezione FdE-CS T5.

Verifiche diagramma di interazione M-N

In corrispondenza del piede della muretta sono stati trascurati i picchi di sollecitazione in quanto dovuti alla geometria teorica della mesh che con la modellazione numerica genera delle concentrazioni di sforzi.

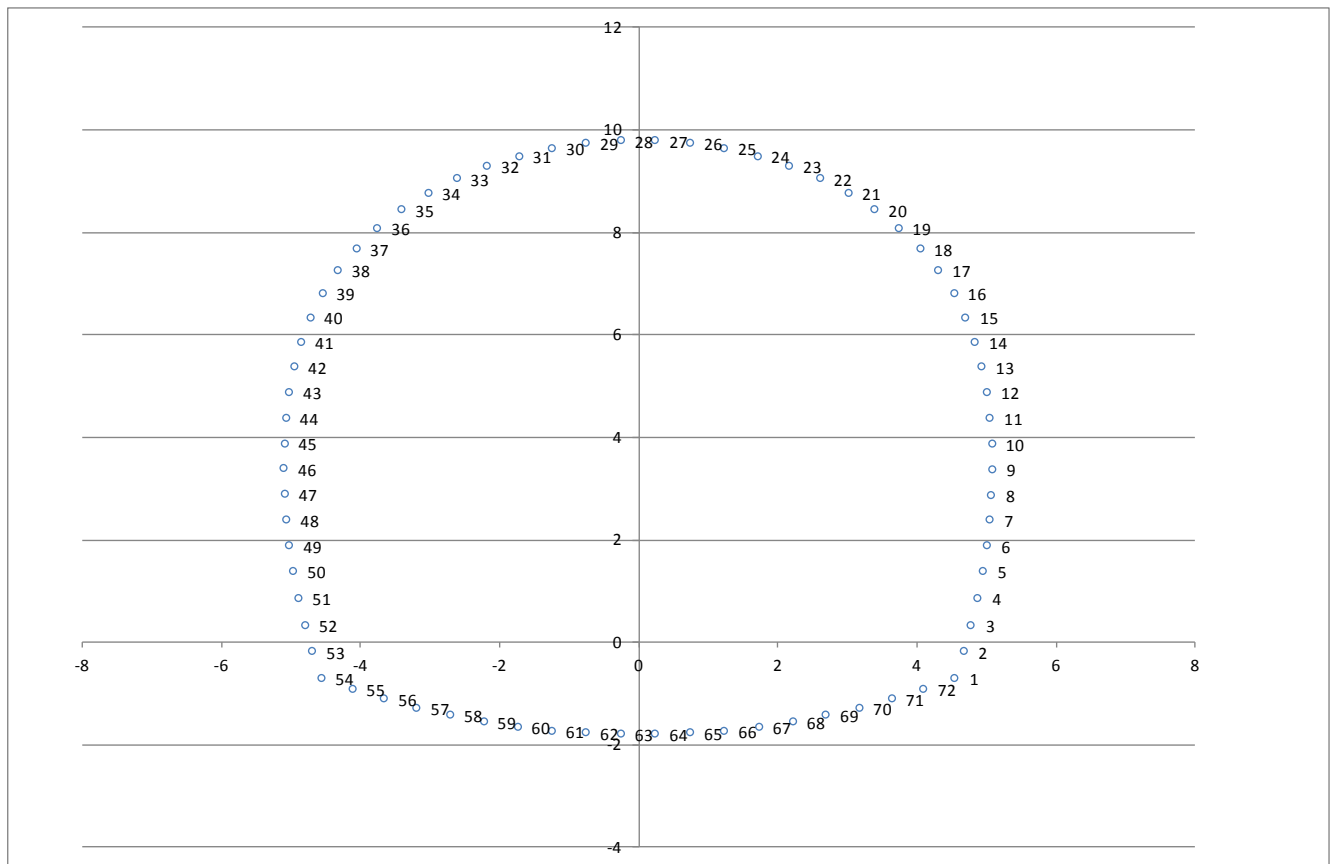
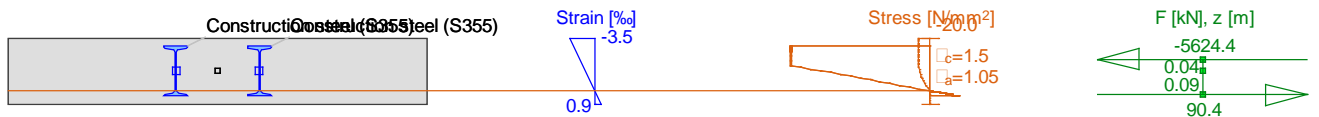
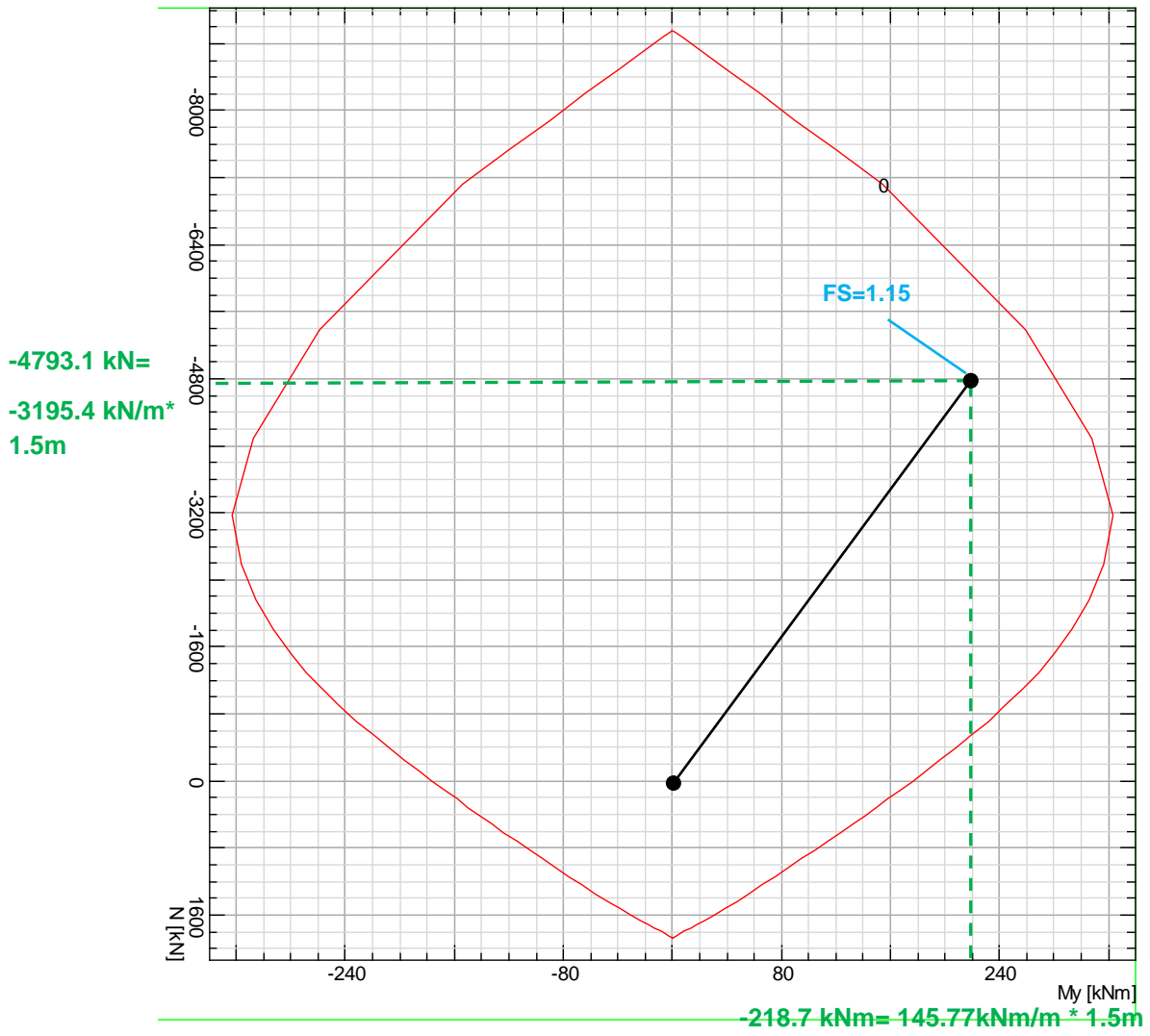


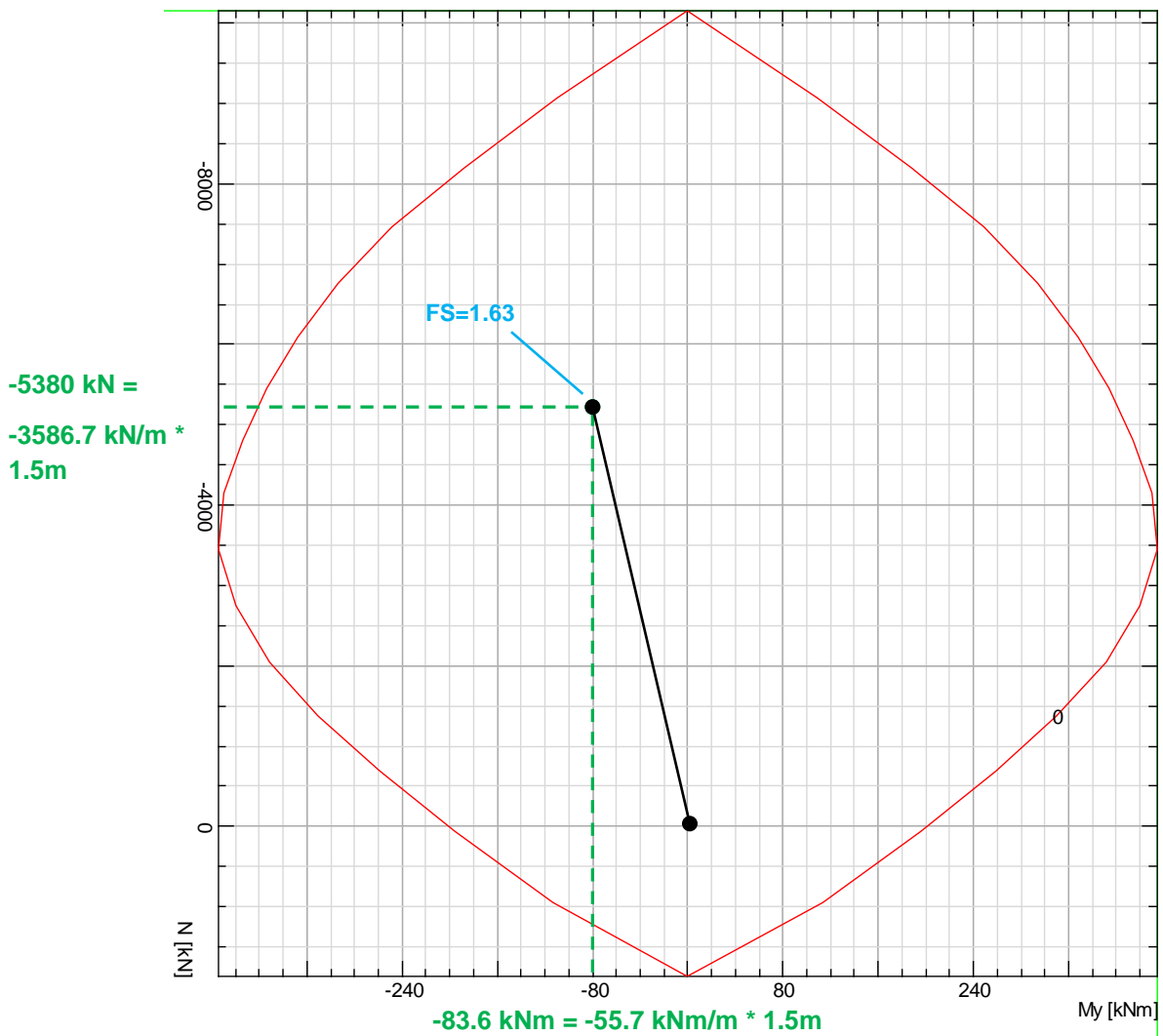
Abbildung 27: Numerierung der Knoten des numerischen Modells FdE- CS T5

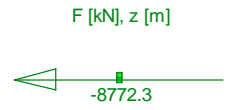
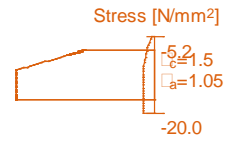
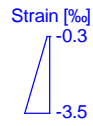
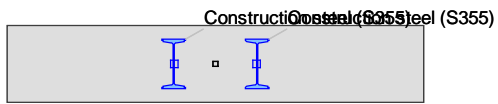
Illustrazione 27: Numerazione dei nodi del modello numerico FdE-CS T5

	X	Y	N _k	M _k	N _d	M _d	FS
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[-]
1	4.55	-0.70	-2408.00	98.00	-3130.40	127.40	1.24
2	4.68	-0.19	-2885.00	-21.97	-3750.50	-28.56	1.47
3	4.79	0.33	-2882.00	-65.60	-3746.60	-85.28	1.25
4	4.88	0.85	-2632.00	-49.28	-3421.60	-64.06	1.43
5	4.96	1.38	-2348.00	-0.44	-3052.40	-0.57	1.95
6	5.01	1.87	-2183.00	-28.63	-2837.90	-37.22	1.83
7	5.05	2.37	-2132.00	-26.00	-2771.60	-33.80	1.89
8	5.08	2.87	-2084.00	-8.34	-2709.20	-10.84	2.11
9	5.09	3.37	-2151.00	20.82	-2796.30	27.07	1.92
10	5.08	3.87	-2187.00	18.63	-2843.10	24.22	1.92
11	5.06	4.37	-2300.00	-15.50	-2990.00	-20.15	1.86
12	5.02	4.87	-2426.00	10.83	-3153.80	14.08	1.80
13	4.94	5.36	-2490.00	11.58	-3237.00	15.05	1.75
14	4.84	5.85	-2596.00	-12.43	-3374.80	-16.16	1.68
15	4.71	6.34	-2646.00	-2.35	-3439.80	-3.06	1.72
16	4.54	6.80	-2731.00	-4.86	-3550.30	-6.32	1.65
17	4.32	7.25	-2812.00	-19.86	-3655.60	-25.82	1.51
18	4.05	7.68	-2810.00	1.65	-3653.00	2.15	1.62
19	3.75	8.07	-2803.00	2.89	-3643.90	3.76	1.62
20	3.40	8.43	-2875.00	-11.10	-3737.50	-14.43	1.53
21	3.02	8.76	-2872.00	10.51	-3733.60	13.66	1.54
22	2.61	9.04	-2934.00	9.69	-3814.20	12.60	1.51
23	2.17	9.28	-2976.00	-9.37	-3868.80	-12.19	1.49
24	1.71	9.48	-2975.00	7.30	-3867.50	9.48	1.50
25	1.24	9.63	-2983.00	0.56	-3877.90	0.73	1.54
26	0.75	9.73	-3038.00	-20.88	-3949.40	-27.14	1.40
27	0.25	9.78	-3038.00	0.23	-3949.40	0.29	1.51
28	-0.25	9.78	-2940.00	-3.17	-3822.00	-4.12	1.54
29	-0.75	9.73	-2968.00	-23.93	-3858.40	-31.11	1.42
30	-1.24	9.63	-2969.00	2.57	-3859.70	3.34	1.53
31	-1.71	9.48	-2998.00	8.33	-3897.40	10.83	1.49
32	-2.17	9.28	-3000.00	-10.40	-3900.00	-13.52	1.47
33	-2.61	9.04	-2925.00	9.68	-3802.50	12.58	1.51
34	-3.02	8.76	-2882.00	10.39	-3746.60	13.51	1.53
35	-3.40	8.43	-2884.00	-11.08	-3749.20	-14.40	1.53
36	-3.75	8.07	-2817.00	2.90	-3662.10	3.77	1.61
37	-4.05	7.68	-2836.00	1.63	-3686.80	2.11	1.61
38	-4.32	7.25	-2839.00	-19.99	-3690.70	-25.99	1.50
39	-4.54	6.80	-2765.00	-5.02	-3594.50	-6.53	1.63
40	-4.71	6.34	-2686.00	-2.52	-3491.80	-3.28	1.69
41	-4.84	5.85	-2641.00	-12.50	-3433.30	-16.25	1.65
42	-4.94	5.36	-2538.00	11.71	-3299.40	15.22	1.72
43	-5.02	4.87	-2475.00	11.01	-3217.50	14.31	1.77
44	-5.06	4.37	-2349.00	-15.54	-3053.70	-20.20	1.82
45	-5.08	3.87	-2238.00	18.31	-2909.40	23.80	1.88
46	-5.09	3.38	-2206.00	20.12	-2867.80	26.16	1.89
47	-5.08	2.88	-2144.00	-8.77	-2787.20	-11.40	2.05
48	-5.05	2.38	-2206.00	-24.94	-2867.80	-32.42	1.84
49	-5.01	1.88	-2266.00	-26.94	-2945.80	-35.02	1.78
50	-4.96	1.38	-2430.00	-1.07	-3159.00	-1.38	1.88
51	-4.88	0.85	-2433.00	-51.70	-3162.90	-67.21	1.51
52	-4.79	0.33	-2883.00	-68.61	-3747.90	-89.19	1.24
53	-4.68	-0.19	-2886.00	-37.66	-3751.80	-48.96	1.38
54	-4.55	-0.70	-2458.00	112.13	-3195.40	145.77	1.15



	X	Y	N _k	M _k	N _d	M _d	FS
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[-]
55	-4.11	-0.92	-2548.00	-3.26	-3312.40	-4.23	2.02
56	-3.65	-1.11	-2549.00	-33.22	-3313.70	-43.19	1.81
57	-3.18	-1.28	-2494.00	-22.33	-3242.20	-29.03	1.92
58	-2.70	-1.43	-2377.00	-20.39	-3090.10	-26.51	2.02
59	-2.22	-1.56	-2332.00	-20.85	-3031.60	-27.11	2.05
60	-1.73	-1.65	-2307.00	-20.43	-2999.10	-26.56	2.08
61	-1.24	-1.73	-2300.00	-17.52	-2990.00	-22.78	2.11
62	-0.75	-1.78	-2329.00	-7.84	-3027.70	-10.19	2.17
63	-0.25	-1.80	-2354.00	-2.28	-3060.20	-2.97	2.19
64	0.25	-1.80	-2374.00	-2.07	-3086.20	-2.69	2.18
65	0.75	-1.78	-2374.00	-3.78	-3086.20	-4.91	2.16
66	1.24	-1.73	-2366.00	-7.97	-3075.80	-10.36	2.13
67	1.73	-1.65	-2342.00	-11.16	-3044.60	-14.51	2.12
68	2.22	-1.56	-2342.00	-20.78	-3044.60	-27.01	2.04
69	2.70	-1.43	-2461.00	-37.93	-3199.30	-49.31	1.83
70	3.18	-1.28	-2629.00	-44.82	-3417.70	-58.27	1.69
71	3.65	-1.11	-2759.00	-42.84	-3586.70	-55.69	1.63
72	4.11	-0.92	-2758.00	11.70	-3585.40	15.21	1.81





ANHANG 6 - FEM- ANALYSE DER INNENSCHALE

Anhang 6 führt die graphischen Darstellungen und die wichtigsten Outputs der FEM-Analysen der Innenschalen an, die mit dem Rechenprogramm MIDAS Gen neben den Querschnittsnachweisen im GZT und GZG durchgeführt wurden.

APPENDICE 6 - ANALISI FEM DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO

L'appendice 6 contiene le rappresentazioni grafiche dei principali input e output dell'analisi del rivestimento definitivo condotte con il programma MIDAS Gen, oltre alle opportune verifiche sezionali allo SLU e SLE.

A.6.1. General parameters of structure

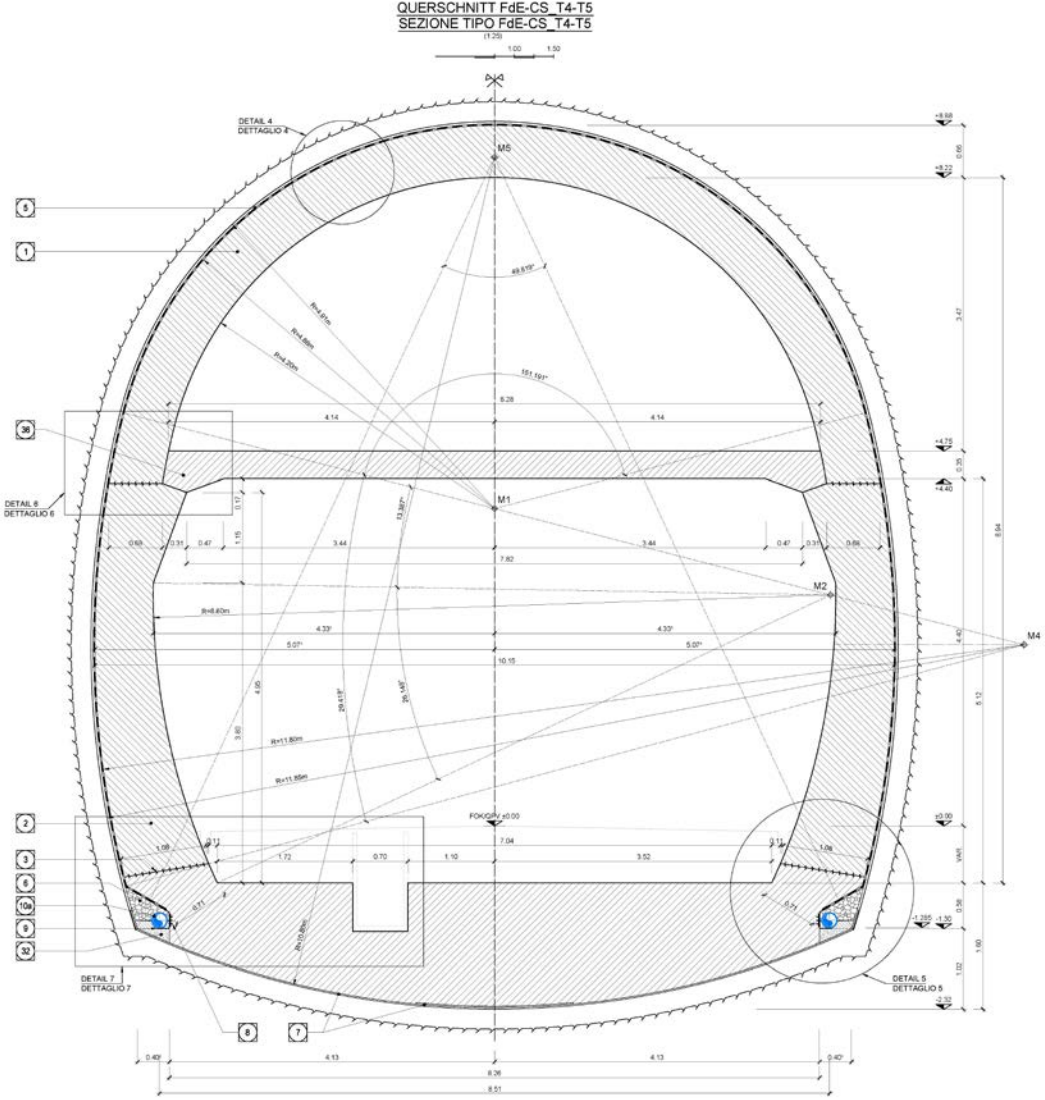


Figure 1 FdE-CS T4-T5 cross section



Figure 2 Elements numbering

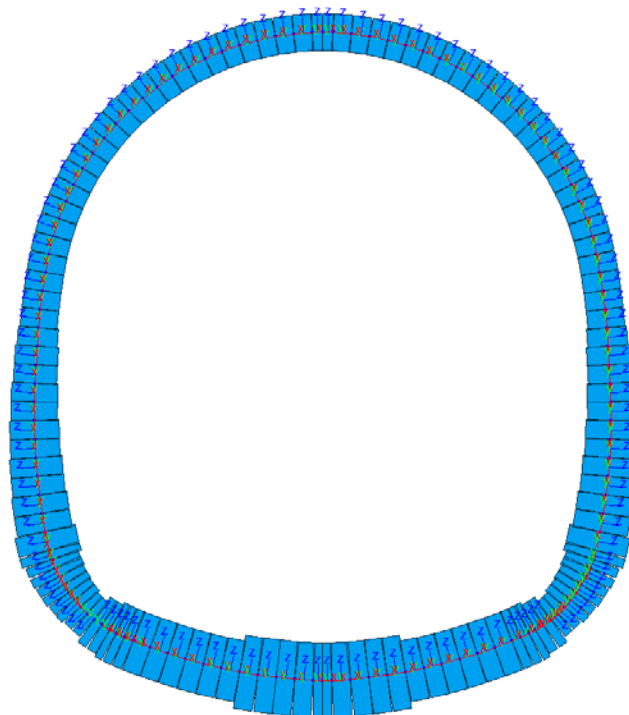


Figure 3 element local axis

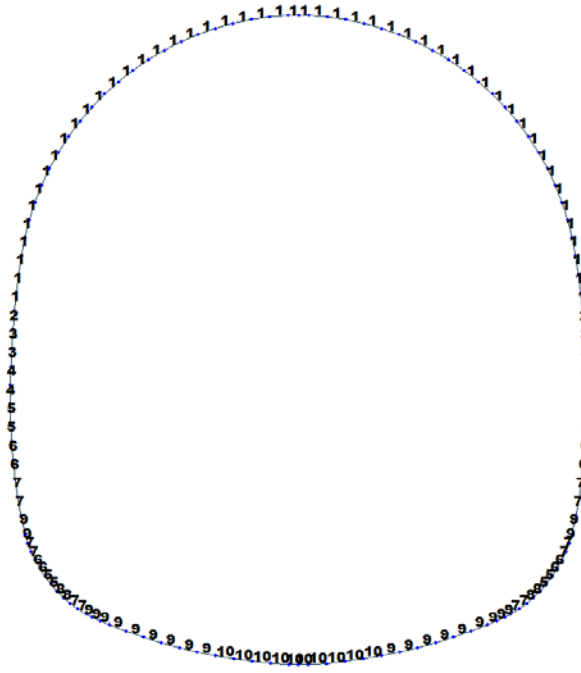


Figure 4 Element section property

Table 1 Section characteristic

ID	Name	Area (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	Cyp (m)	Cym (m)	Czp (m)	Czm (m)
1	100 x 60	0.6000	0.5000	0.5000	0.0451	0.0180	0.0500	0.5000	0.5000	0.3000	0.3000
2	100 x 65	0.6500	0.5417	0.5417	0.0546	0.0229	0.0542	0.5000	0.5000	0.3250	0.3250
3	100 x 70	0.7000	0.5833	0.5833	0.0649	0.0286	0.0583	0.5000	0.5000	0.3500	0.3500
4	100 x 75	0.7500	0.6250	0.6250	0.0759	0.0352	0.0625	0.5000	0.5000	0.3750	0.3750
5	100 x 80	0.8000	0.6667	0.6667	0.0876	0.0427	0.0667	0.5000	0.5000	0.4000	0.4000
6	100 x 85	0.8500	0.7083	0.7083	0.0999	0.0512	0.0708	0.5000	0.5000	0.4250	0.4250
7	100 x 90	0.9000	0.7500	0.7500	0.1128	0.0607	0.0750	0.5000	0.5000	0.4500	0.4500
8	100 x 72	0.7200	0.6000	0.6000	0.0692	0.0311	0.0600	0.5000	0.5000	0.3600	0.3600
9	100 x 100	1.0000	0.8333	0.8333	0.1406	0.0833	0.0833	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
10	100 x 120	1.2000	1.0000	1.0000	0.1984	0.1440	0.1000	0.5000	0.5000	0.6000	0.6000

Table 2 Material parameters

ID	Name	Type	Code	Elasticity (kN/m ²)	Poisson	Thermal (1/[F])	Density (kN/m ³)	Mass Density (kN/m ³ /g)
1	C30/37	Concrete	NTC2008	3.30e+007	0.2	1e-005	2.50e+001	2.5493e+0
2	B450C	Rebar steel	NTC2008	21.0e+007	0.2	0	7.85e+001	7.850 e+0



Figure 5 Node numbering

Table 3 Bounderies parameters

Node	Type	SDx (kN/m)	SDz (kN/m)	Stiffness (kN/m)	Direction	Multi-Linear Type	cy (kN)	dx (m)	dy (kN)	ex (m)	ey (kN)
1	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
2	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
2	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
3	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
3	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
4	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
4	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
5	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
5	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
6	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
6	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
7	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
7	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
8	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
8	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
9	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
9	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
10	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
10	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
11	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
11	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
12	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
12	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
13	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
13	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
14	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0

Node	Type	SDx (kN/m)	SDz (kN/m)	Stiffness (kN/m)	Direction	Multi-Linear Type	cy (kN)	dx (m)	dy (kN)	ex (m)	ey (kN)
14	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
15	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
15	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
16	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
16	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
17	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
17	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
18	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
18	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
19	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
19	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
20	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
20	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
21	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
21	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
22	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
22	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
23	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
23	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
24	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
24	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
25	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
25	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
26	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
26	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
27	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
27	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
28	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
28	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
29	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
29	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
30	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
30	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
31	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
31	Comp.-only	0.00	0.00	38000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
32	Linear	8000.00	0.00	0.00	Dx(+)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
32	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
33	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
34	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
35	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
36	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
37	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
38	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
39	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
40	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
41	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
42	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
43	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
44	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
45	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
46	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
47	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
48	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0

Node	Type	SDx (kN/m)	SDz (kN/m)	Stiffness (kN/m)	Direction	Multi-Linear Type	cy (kN)	dx (m)	dy (kN)	ex (m)	ey (kN)
102	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
103	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
104	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
105	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
106	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
107	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
108	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
109	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
110	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
111	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
112	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
113	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
114	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
115	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
116	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
117	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
118	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
119	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
120	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
121	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
122	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
123	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0
124	Comp.-only	0.00	0.00	35000.00	Dz(-)	Unsymmetric	0	0	0	0	0

A.6.2. Load for T4/T5 cross section (FdE-CS T4-T5)

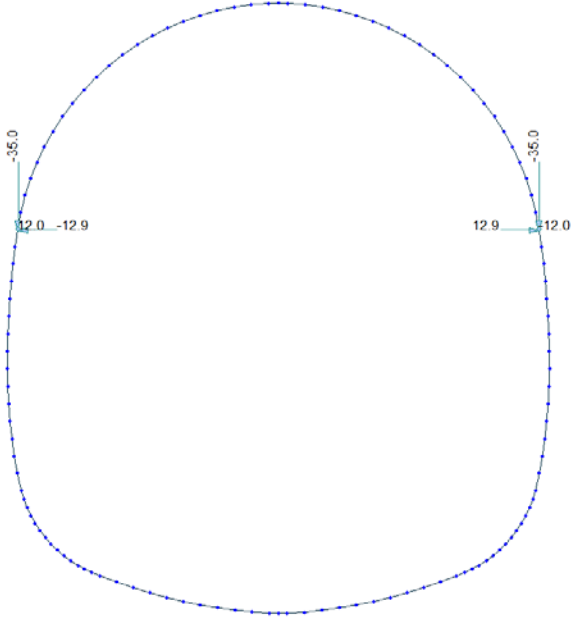


Figure 6 Load G2

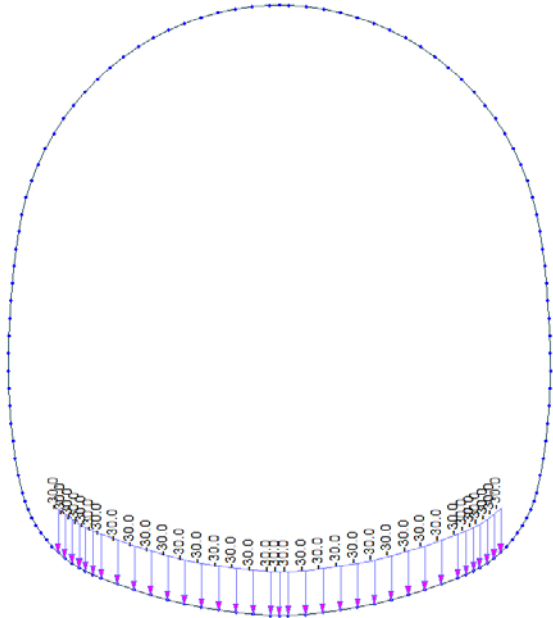


Figure 7 Load G3

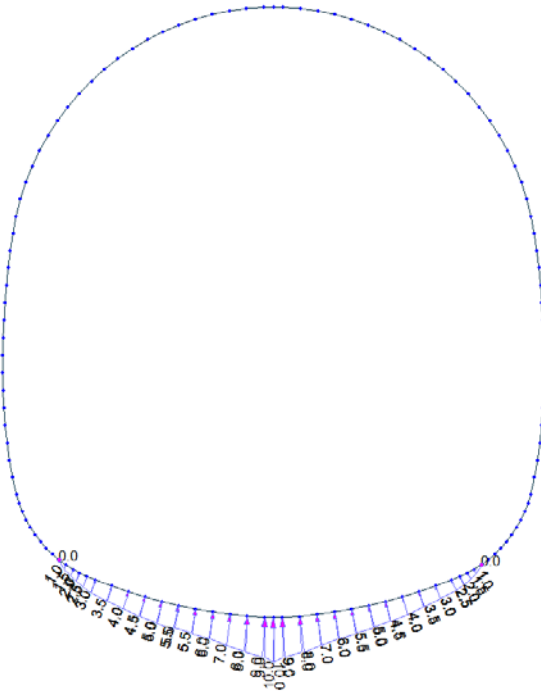


Figure 8 Load G4

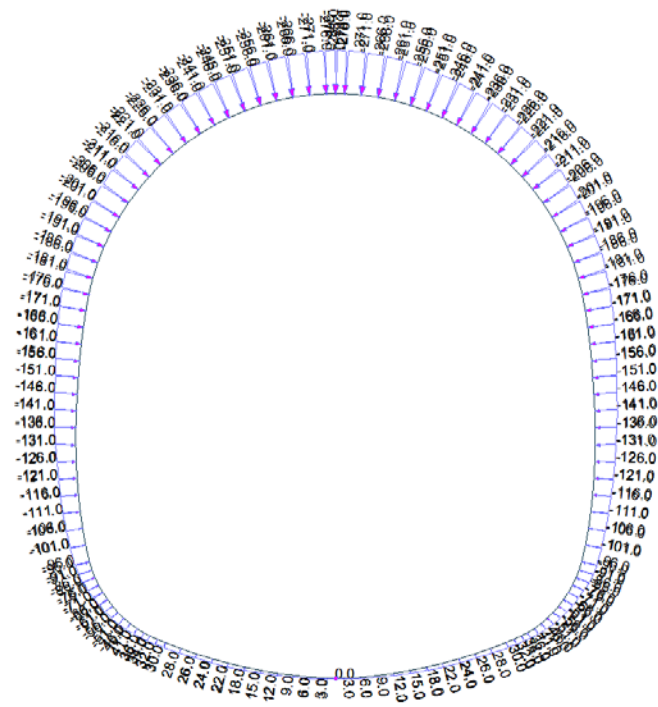


Figure 9 Load G5 for T4 cross section (FdE-CS T4)

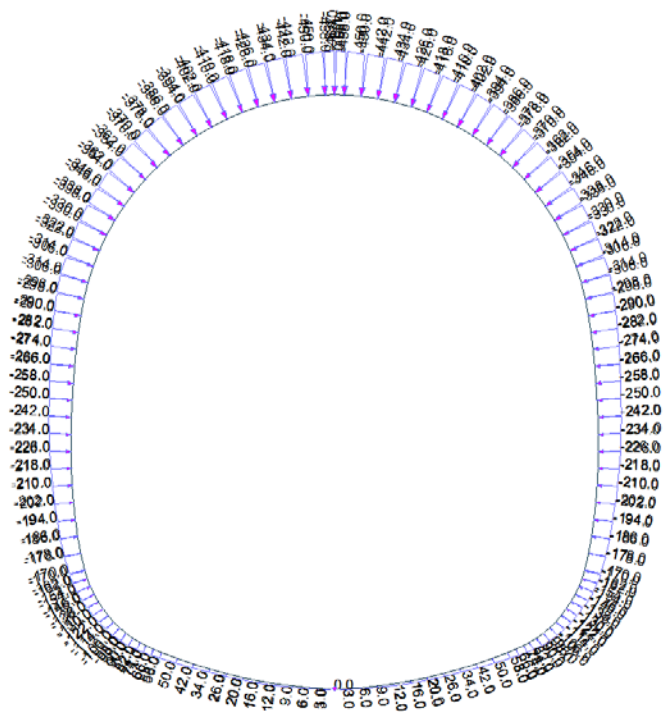


Figure 10 Load G5 for geometrical class V cross section (Fd-CS T5)

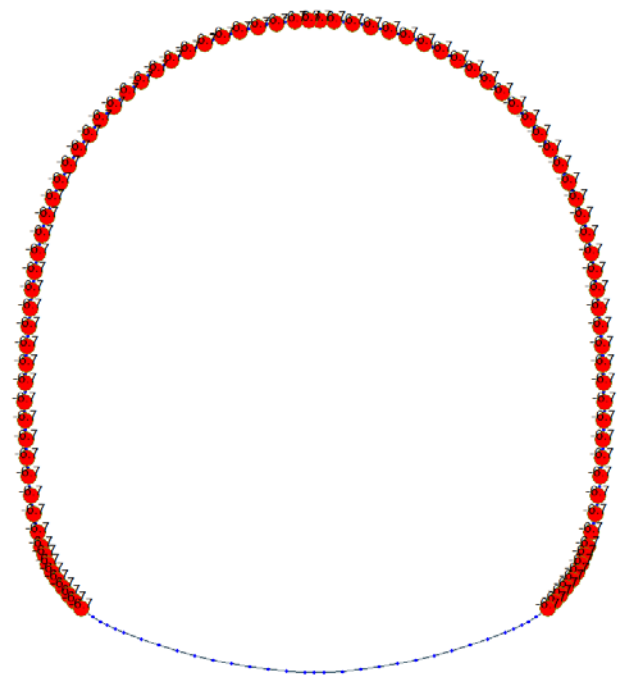


Figure 11 Load G6 SLU

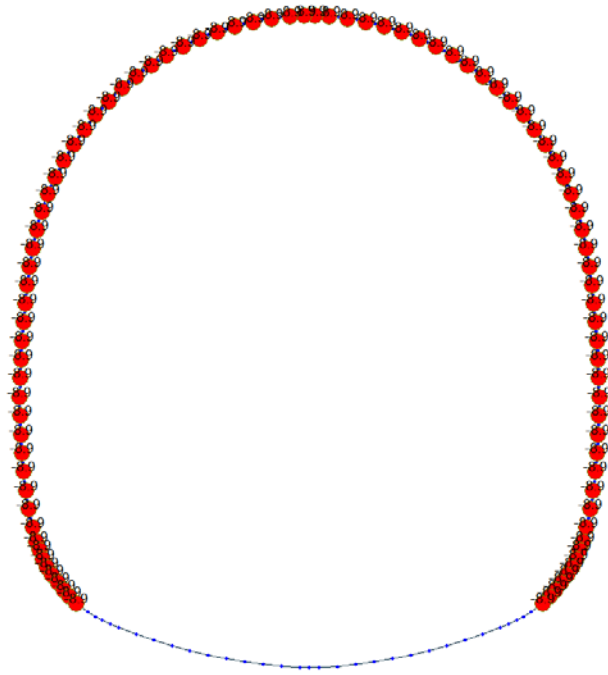


Figure 12 Load G6 SLE

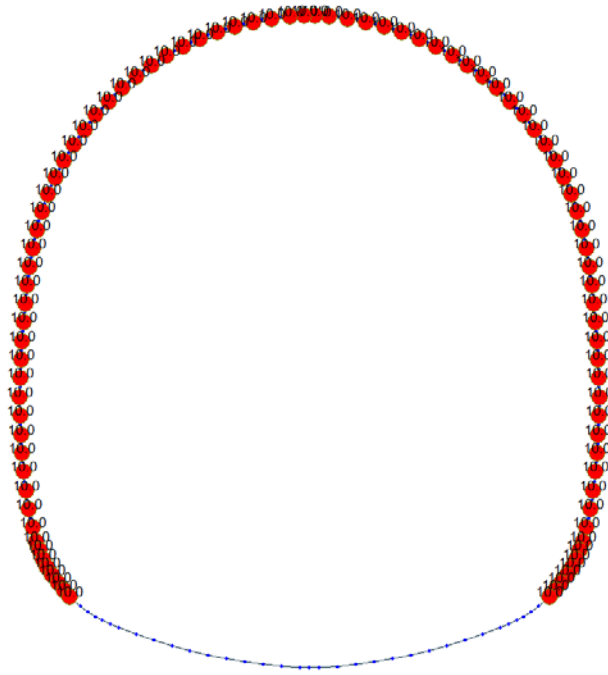


Figure 13 Q1 E (Costant temperature)

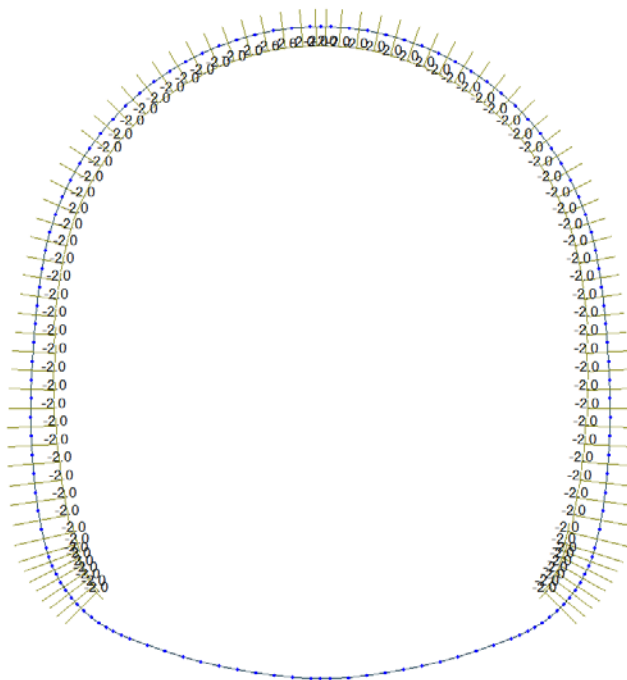


Figure 14 Load Q1 E (Temperature gradient)

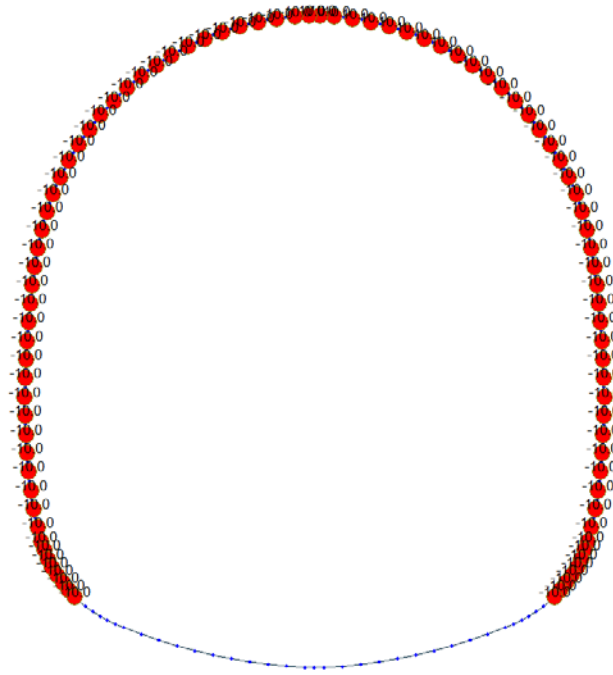


Figure 15 Load Q1 I (Constant temperature)

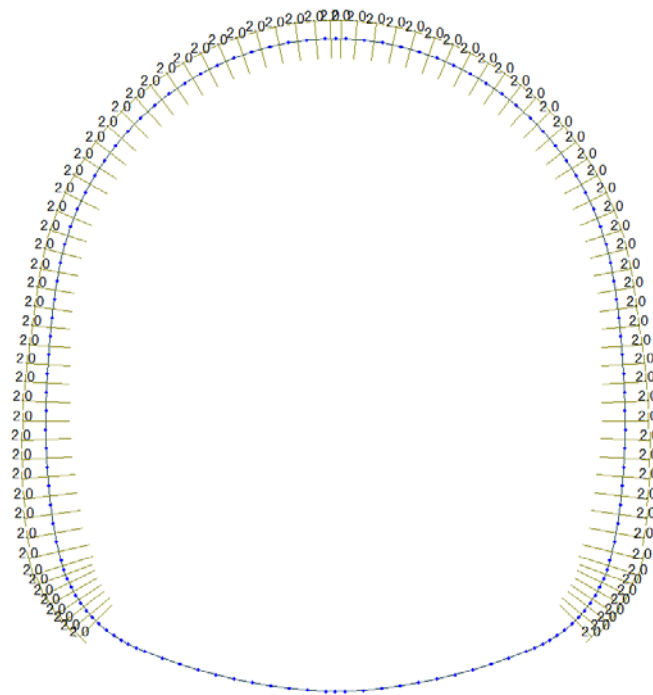


Figure 16 Load Q1 I (Temperature gradient)

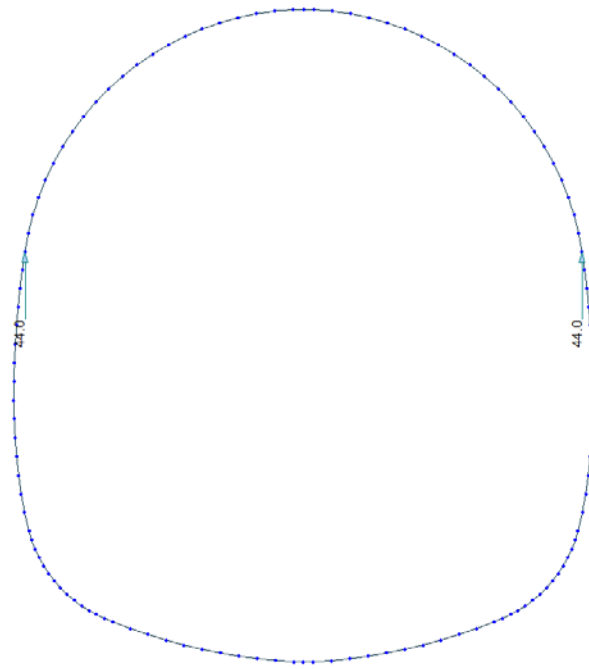


Figure 17 Load A1 P Paramenti (pression on paraments – Deck reaction)

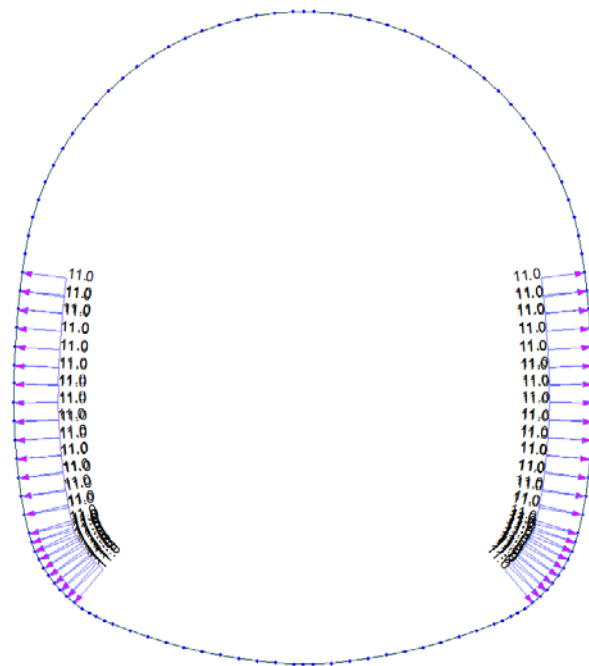


Figure 18 Load A1 P Paramenti (pression on paraments)

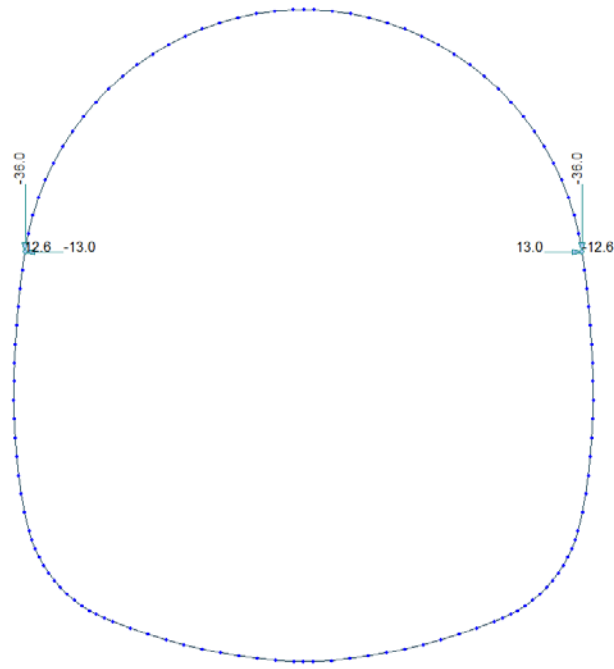


Figure 19 Load A1 A Paramenti (aspiration on paraments – Deck reaction)

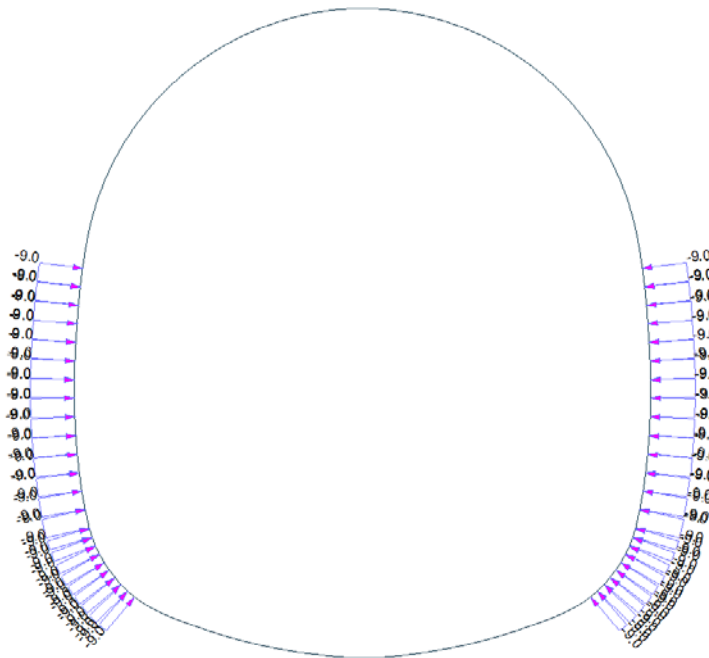


Figure 20 Load A1 A Paramenti (aspiration on paraments)

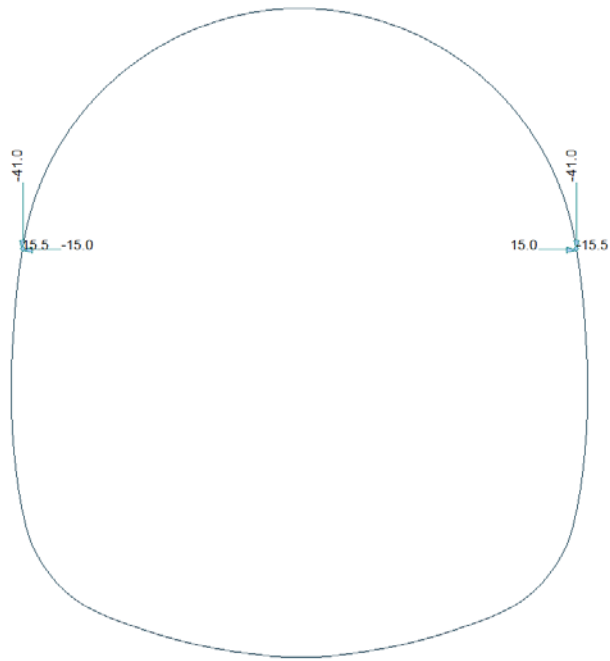


Figure 21 Load A1 P Volta (pression on crown – Deck reaction)

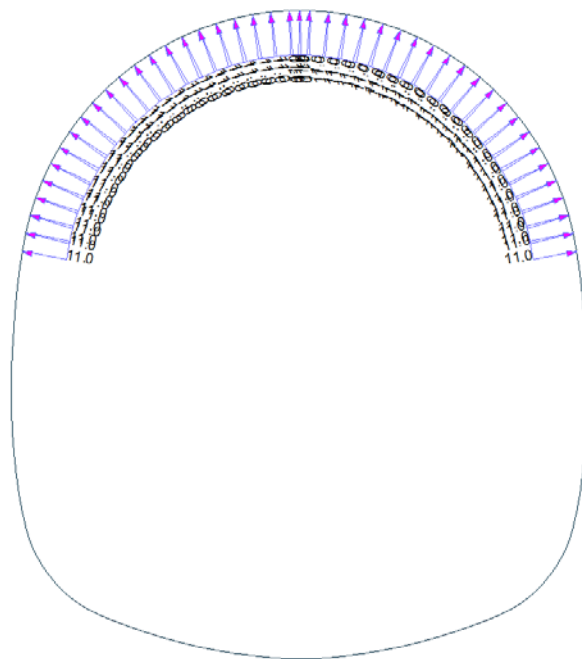


Figure 22 Load A1 P Volta (pression on crown)

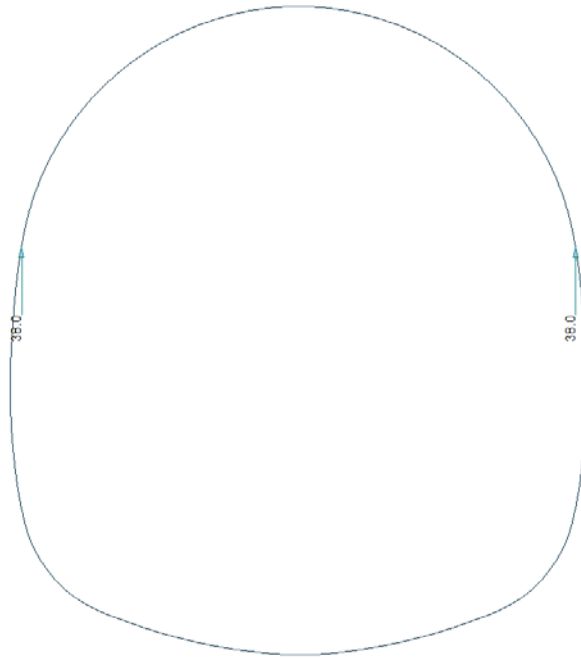


Figure 23 Load A1 A Volta (aspiration on crown – Deck reaction)

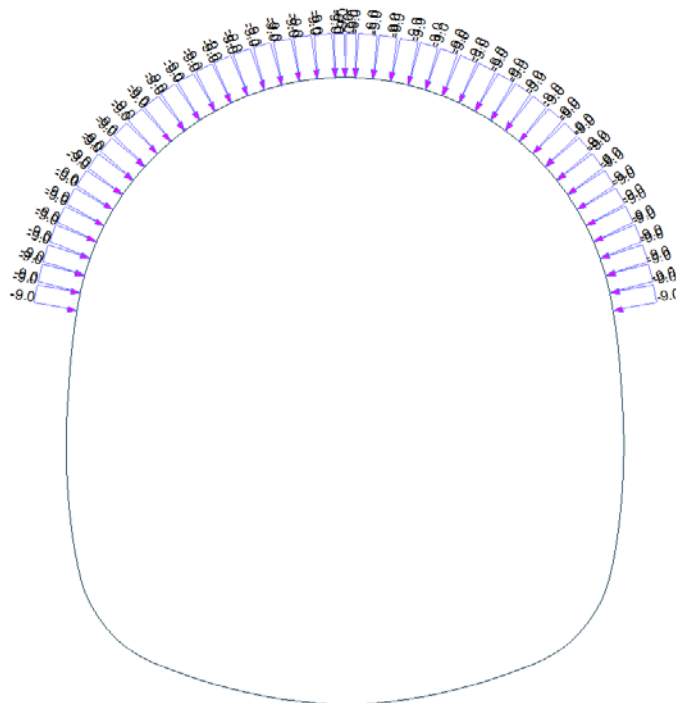


Figure 24 Load A1 A Volta (aspiration on crown)

A.6.3. Load combinations

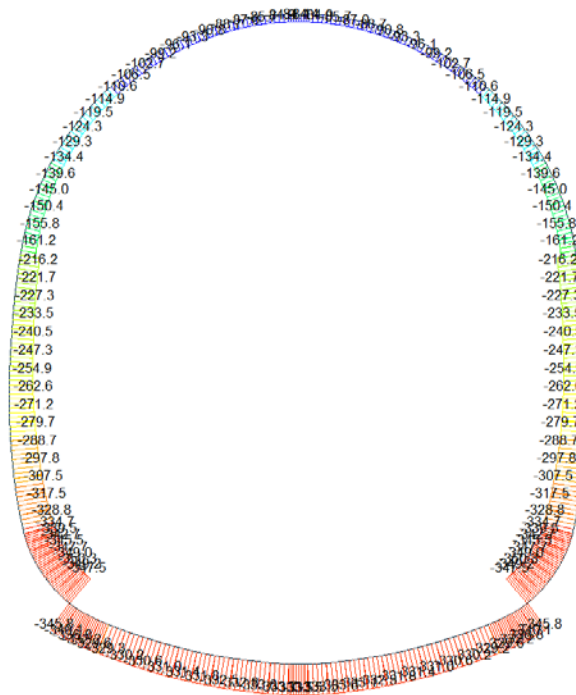
NUM	NAME	ACTIVE	TYPE	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	1	Inactive	Add	G1(1.350) +	Q1 - E(1.500)	
2	2	Inactive	Add	G1(1.350) +	G6 - SLU(1.000) +	Q1 - I(1.500)
3	3	Inactive	Add	G1(1.350) +	G3(1.000) +	Q1 - E(1.500)
4	4	Inactive	Add	G1(1.350) + + Q1 - I(1.500)	G3(1.000) +	G6 - SLU(1.000)
5	5	Inactive	Add	G1(1.350) + + G5(1.350) +	G3(1.000) + Q1 - E(1.500)	G4(1.350)
6	6	Inactive	Add	G1(1.350) + + G5(1.350) +	G3(1.000) + G6 - SLU(1.000) +	G4(1.350) Q1 - I(1.500)
7	7	Inactive	Add	G1(1.350) + + G5(1.350) +	G3(1.000) + G7(1.350) +	G4(1.350) Q1 - E(1.500)
8	8	Inactive	Add	G1(1.350) + + G5(1.350) + + Q1 - I(1.500)	G3(1.000) + G6 - SLU(1.000) +	G4(1.350) G7(1.350)
9	9	Inactive	Add	G1(1.350) + + Q1 - E(1.500)	G3(1.000) +	G7(1.350)
10	10	Inactive	Add	G1(1.350) + + G7(1.350) +	G3(1.000) + Q1 - I(1.500)	G6 - SLU(1.000)
11	11	Inactive	Add	G1(1.000) + + A1 - P (paramenti)(1.000) +	G3(1.000) + A1 - A (volta)(1.000)	Q1 - E(0.600)
12	12	Inactive	Add	G1(1.000) + + Q1 - I(0.600) +	G3(1.000) + A1 - A (paramenti)(1.000) +	G6 - SLU(1.000) A1 - P (volta)(1.000)
13	21	Inactive	Add	G1(1.000) + + G5(1.000) +	G3(1.000) + Q1 - E(0.600)	G4(1.000)
14	22	Inactive	Add	G1(1.000) + + G5(1.000) +	G3(1.000) + G6 - SLU(1.000)	G4(1.000)
15	23	Inactive	Add	G1(1.000) + + G5(1.000) +	G3(1.000) + G7(1.000) +	G4(1.000) Q1 - E(0.600)
16	24	Inactive	Add	G1(1.000) + + G5(1.000) +	G3(1.000) + G6 - SLU(1.000) +	G4(1.000) G7(1.000)

17	SLE - 1	Inactive G1(1.000) +	Add Q1 - E(1.000)	
18	SLE - 2	Inactive G1(1.000) +	Add G6 - SLS(1.000) +	Q1 - I(1.000)
19	SLE - 3	Inactive G1(1.000) +	Add G3(1.000) +	Q1 - E(1.000)
20	SLE - 4	Inactive G1(1.000) + + Q1 - I(1.000)	Add G3(1.000) +	G6 - SLS(1.000)
21	SLE - 5	Inactive G1(1.000) + + G5(1.000) +	Add G3(1.000) + Q1 - E(1.000)	G4(1.000)
22	SLE - 6	Inactive G1(1.000) + + G5(1.000) +	Add G3(1.000) + G6 - SLS(1.000) +	G4(1.000) Q1 - I(1.000)
23	SLE - 7	Inactive G1(1.350) + + G5(1.350) +	Add G3(1.000) + G7(1.350) +	G4(1.350) Q1 - E(1.500)
24	SLE - 8	Inactive G1(1.350) + + G5(1.350) + + Q1 - I(1.500)	Add G3(1.000) + G6 - SLU(1.000) +	G4(1.350) G7(1.350)
25	SLE - 9	Inactive G1(1.350) + + Q1 - E(1.500)	Add G3(1.000) +	G7(1.350)
26	SLE - 10	Inactive G1(1.350) + + G7(1.350) +	Add G3(1.000) + Q1 - I(1.500)	G6 - SLU(1.000)

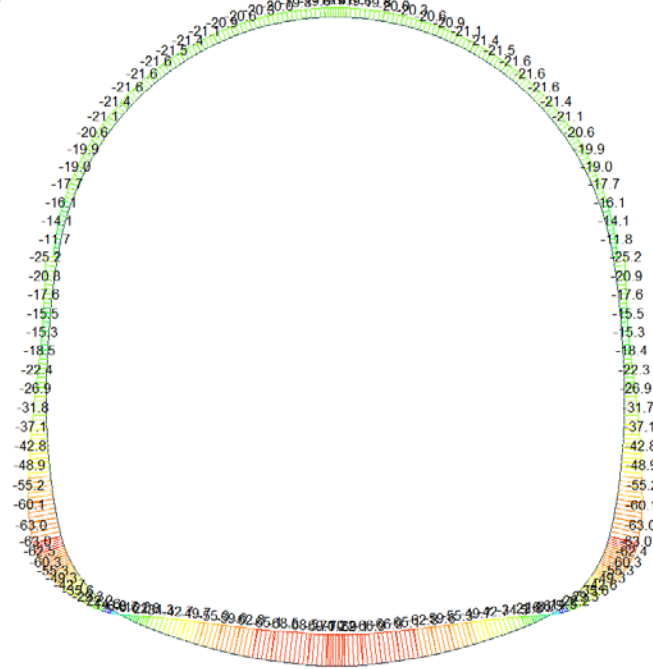
A.6.4. Output and check result for T4 cross section (FdE-CS T4)

A.6.4.1. Load combination SLU 1

Beam Diagram_Fx / ST_N1



Beam Diagram_My / ST_N1



Beam Diagram_Fz / ST_N1



A.6.4.2. Load combination SLU 2

Beam Diagram_Fx / ST_N2



Beam Diagram_My / ST_N2

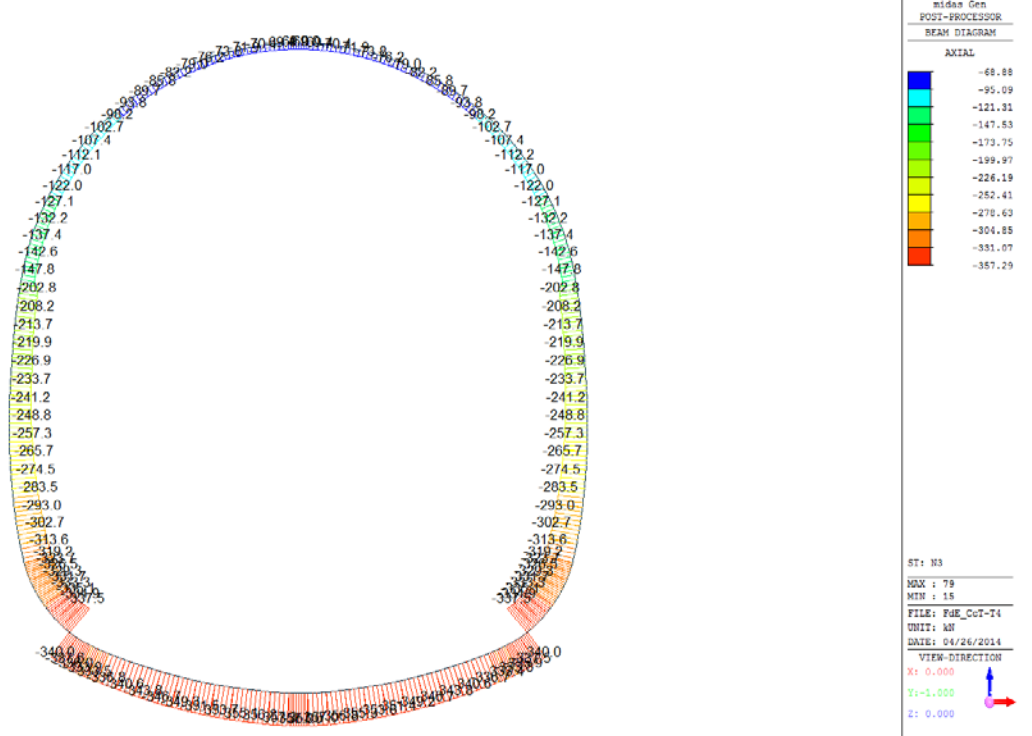


Beam Diagram_Fx / ST_N3

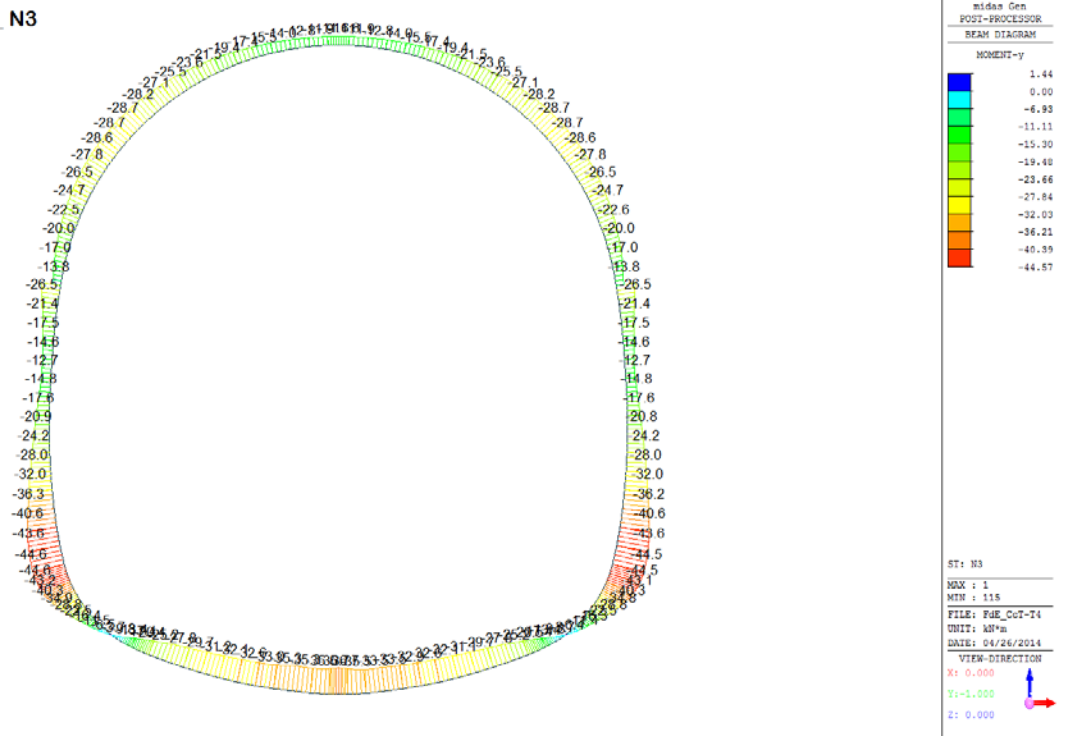


A.6.4.3. Load combination SLU 3

Beam Diagram Fx / ST_N3



Beam Diagram My / ST_N3

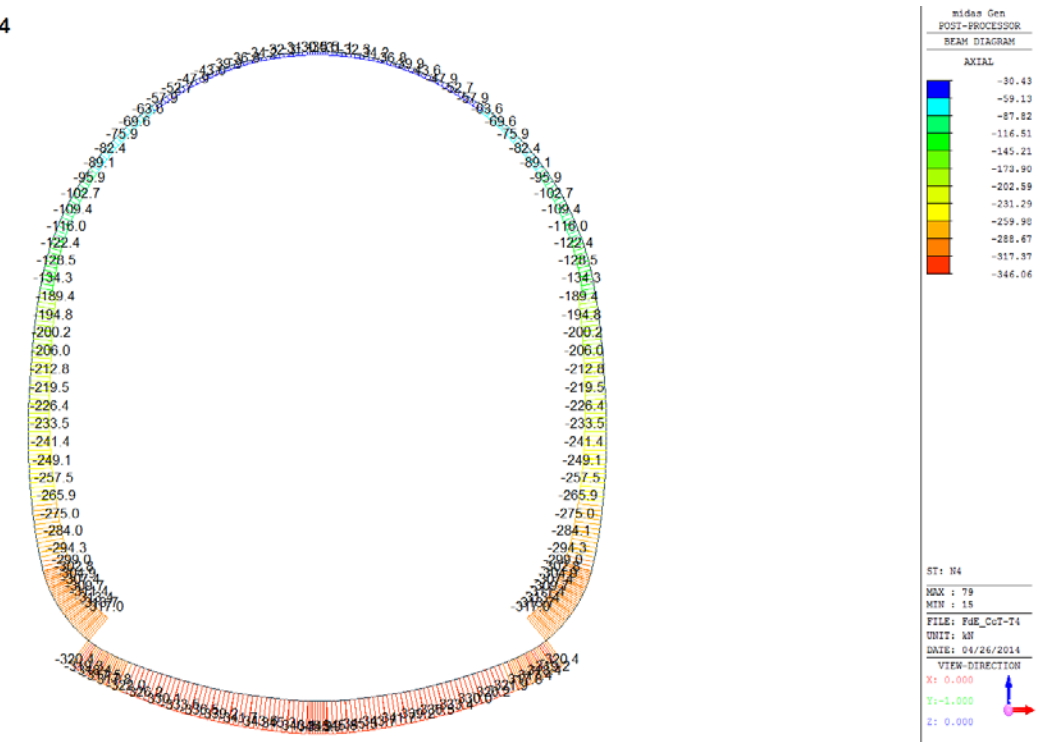


Beam Diagram_Fz / ST_N3

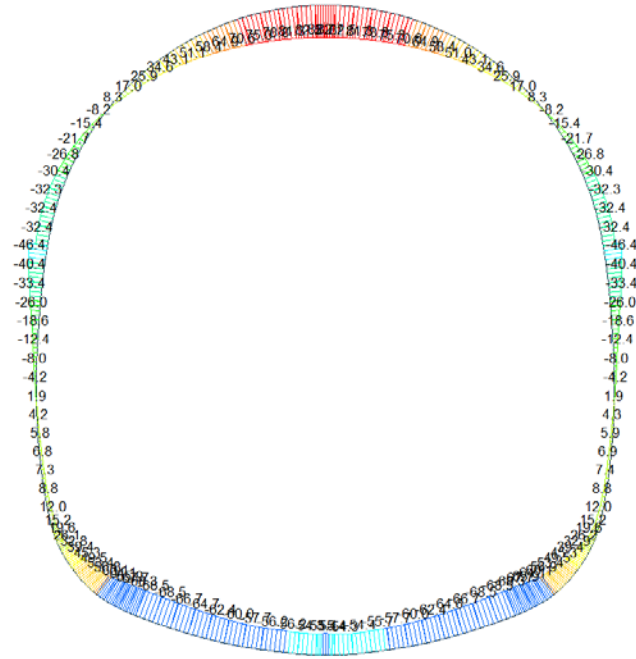


A.6.4.4. Load combination SLU 4

Beam Diagram_Fx / ST_N4



Beam Diagram_My / ST_N4



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

82.68
60.94
55.19
41.44
27.70
13.95
0.00
-13.54
-27.29
-41.03
-54.78
-68.53

ST: N4
MAX : 78
MIN : 27
FILE: PBE_CoT-74
UNIT: MN*m
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N4



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

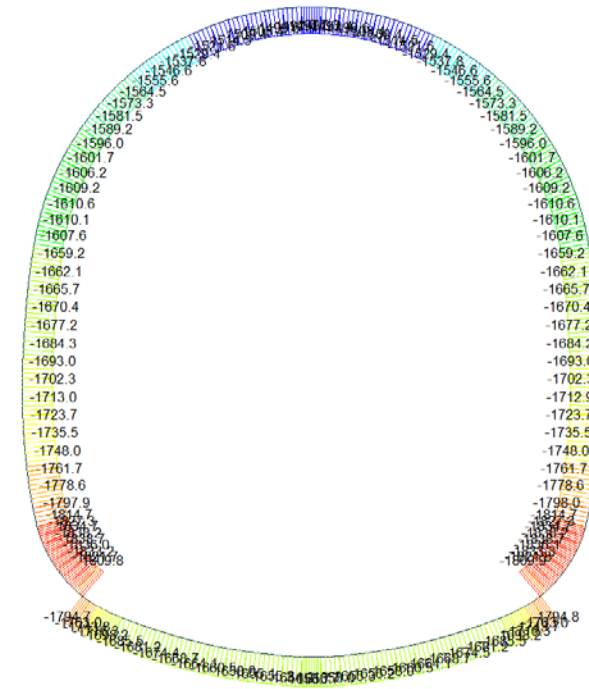
45.67
37.37
29.07
20.76
12.46
4.16
0.00
-12.45
-20.75
-29.05
-37.36
-45.66

ST: N4
MAX : 119
MIN : 38
FILE: PBE_CoT-74
UNIT: MN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.5. Load combination SLU 5

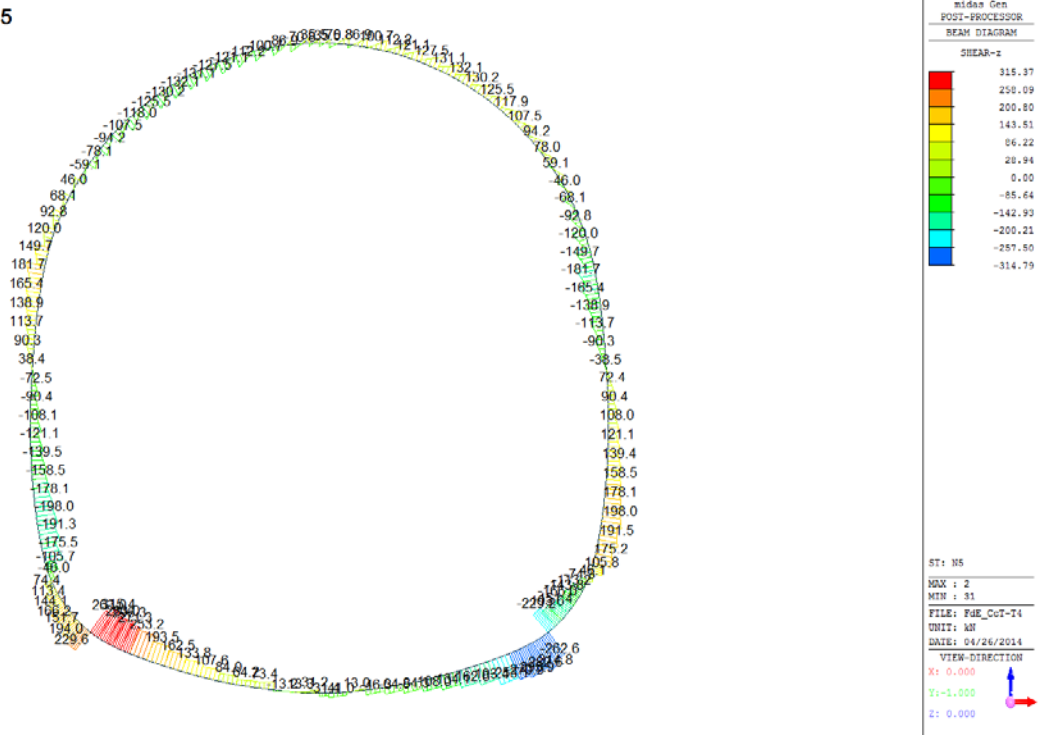
Beam Diagram Fx / ST_N5



Beam Diagram My / ST_N5

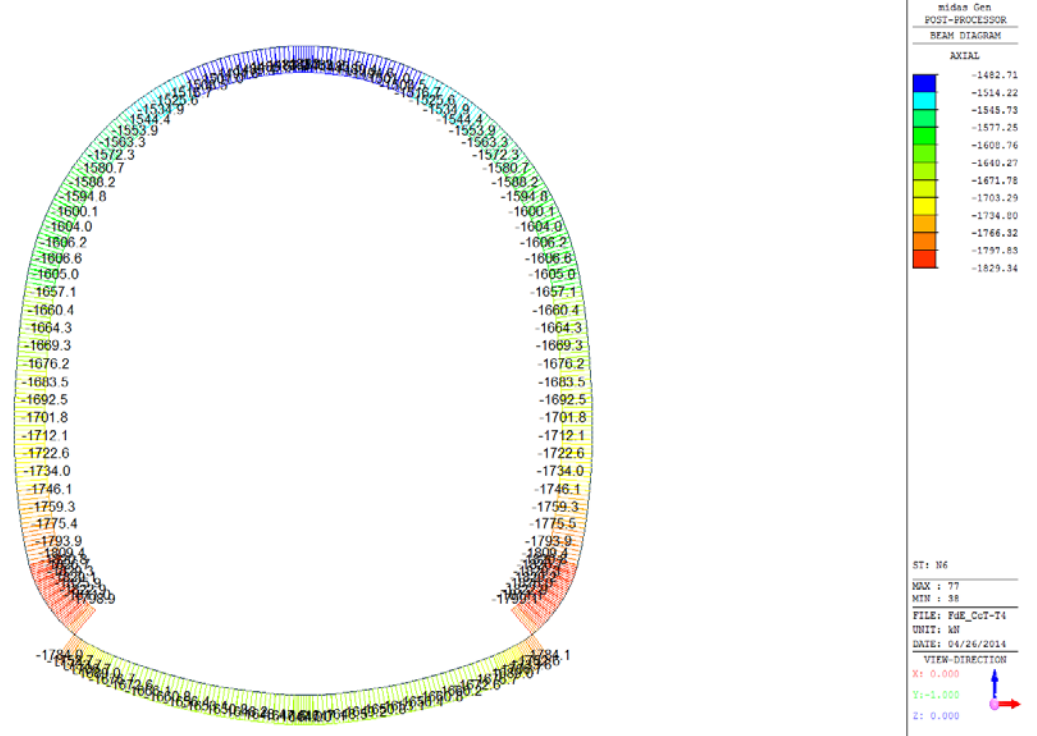


Beam Diagram_Fz / ST_N5

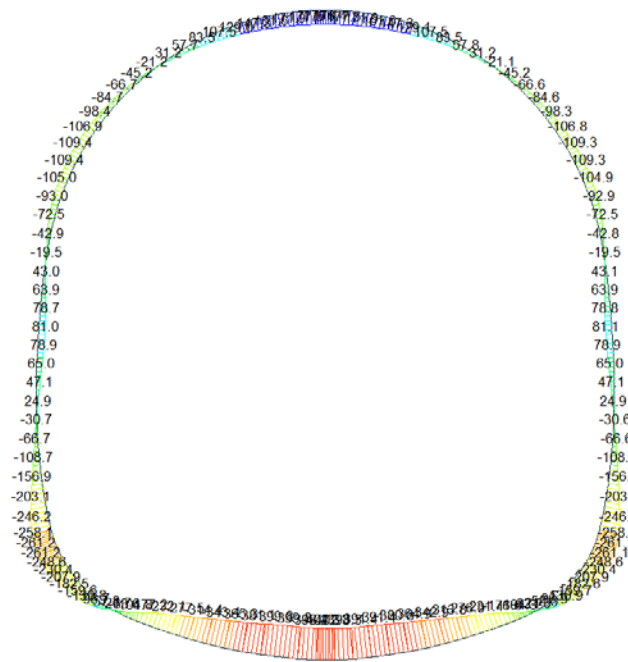


A.6.4.6. Load combination SLU 6

Beam Diagram_Fx / ST_N6



Beam Diagram_My / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

177.51
124.00
72.08
0.00
-33.34
-66.05
-138.76
-191.48
-244.19
-296.90
-349.61
-402.32

ST: N6

MAX : 77
MIN : 16

FILE: PSE_CoT-74
UNIT: kN*m
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

Shear-z

310.86
254.40
197.93
141.46
84.99
28.50
0.00
-84.41
-140.00
-197.35
-253.81
-310.28

ST: N6

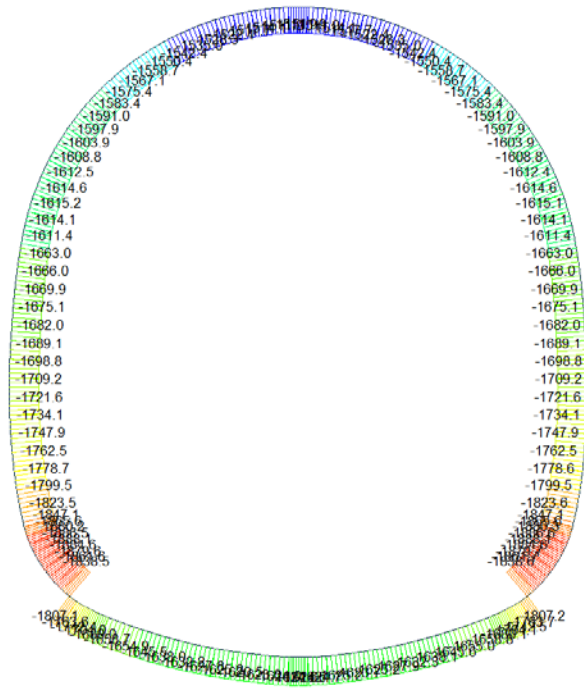
MAX : 2
MIN : 31

FILE: PSE_CoT-74
UNIT: kN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.7. Load combination SLU 7

Beam Diagram Fx / ST_N7



Beam Diagram My / ST_N7



Beam Diagram_Fz / ST_N7



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-Fz

659.52
539.65
419.78
299.90
180.03
60.16
0.00
-179.69
-299.46
-419.33
-539.20
-659.08

ST: N7

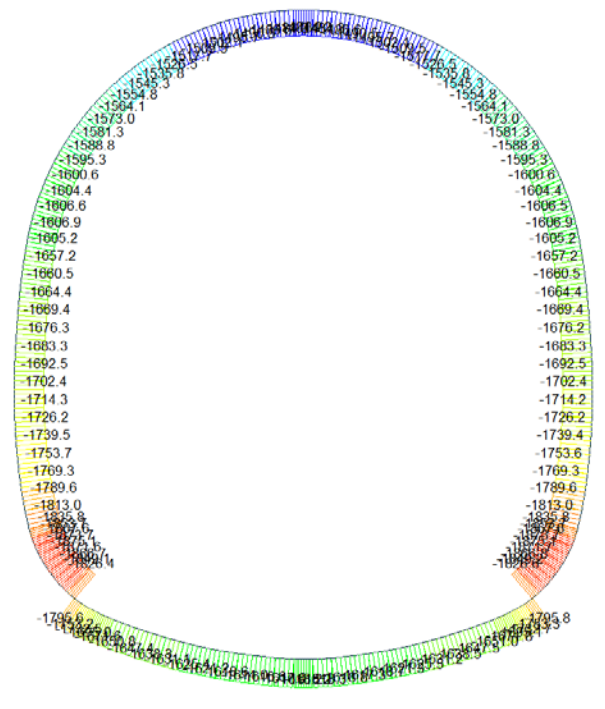
MAX : 4
MIN : 28

FILE: Pde_Cut-74
UNIT: MN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.8. Load combination SLU 8

Beam Diagram_Fx / ST_N8



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-1483.83
-1519.40
-1554.97
-1590.55
-1626.12
-1661.69
-1697.27
-1732.84
-1803.99
-1839.56
-1875.13

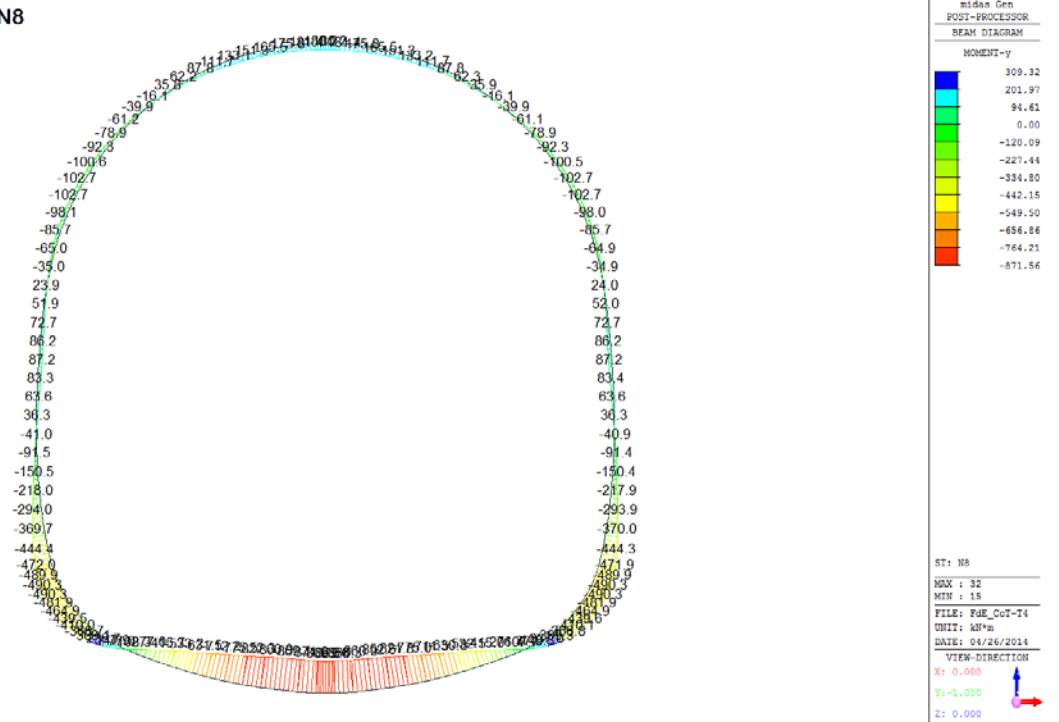
ST: N8

MAX : 77
MIN : 37

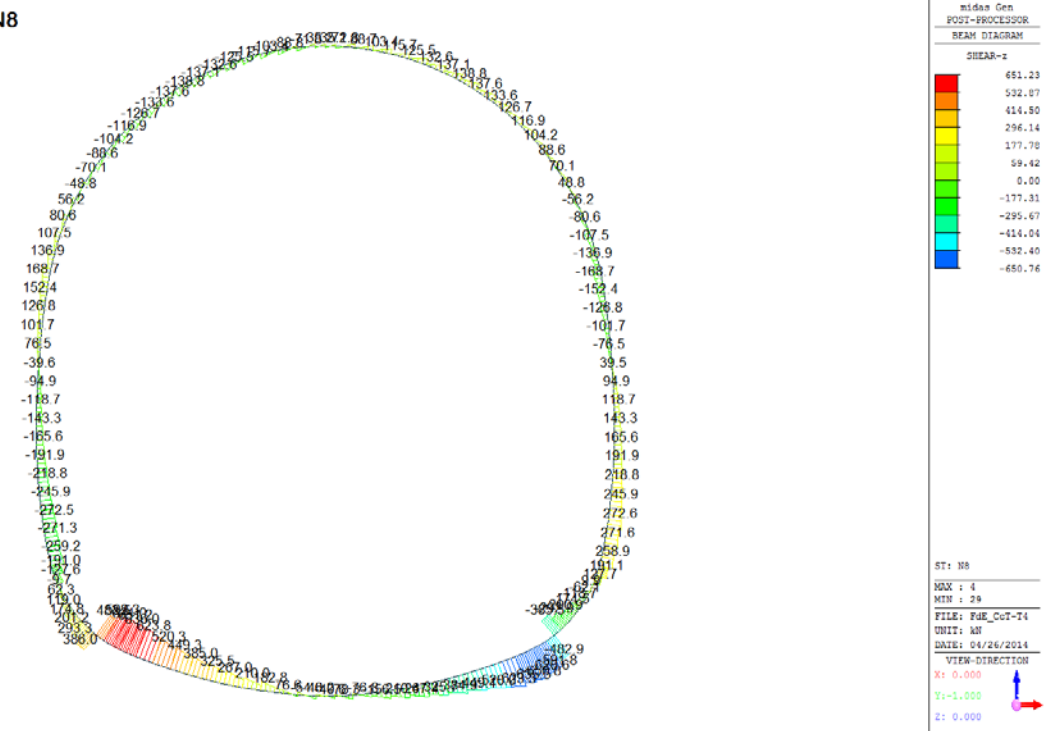
FILE: Pde_Cut-74
UNIT: MN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N8

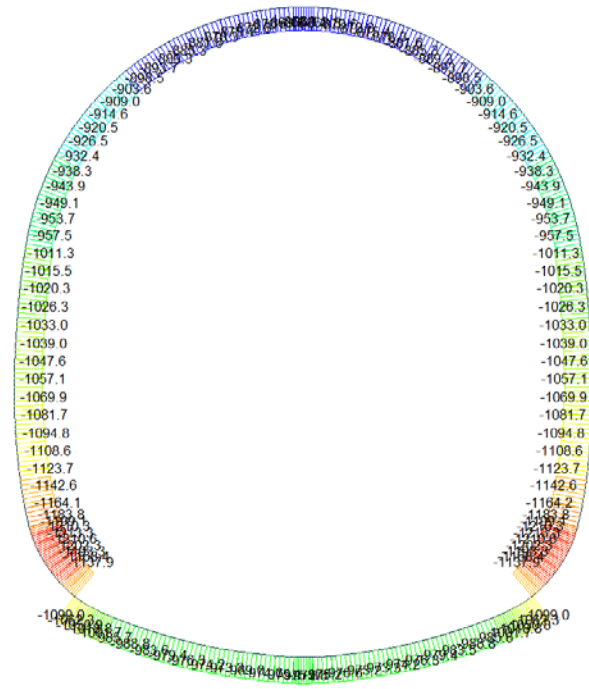


Beam Diagram_Fz / ST_N8



A.6.4.9. Load combination SLU 9

Beam Diagram Fx / ST_N9



Beam Diagram My / ST_N9



Beam Diagram_Fz / ST_N9



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-Fz

743.97
600.71
473.45
338.18
202.92
67.65
0.00
-202.88
-338.14
-473.01
-608.67
-743.93

ST: N9

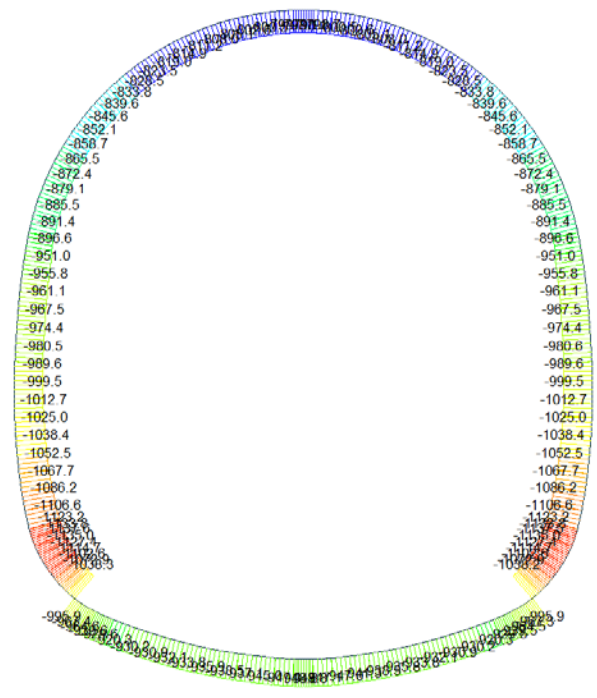
MAX : 4
MIN : 28

FILE: FdE_CoT-74
UNIT: MN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.10. Load combination SLU 10

Beam Diagram_Fx / ST_N10



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-797.99
-828.66
-859.73
-890.60
-921.47
-952.34
-983.22
-1014.09
-1044.96
-1075.83
-1106.70
-1137.57

ST: N10

MAX : 79
MIN : 118

FILE: FdE_CoT-74
UNIT: MN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N10



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

310.95
160.35
0.00
-116.87
-259.47
-402.08
-544.69
-687.29
-829.90
-972.51
-1115.11
-1257.72

ST: N10

MAX : 1
MIN : 17

FILE: PBE_CoT-74
UNIT: kNm
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N10



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

763.98
625.00
486.18
347.28
208.30
69.40
0.00
-208.32
-347.22
-486.12
-625.02
-763.92

ST: N10

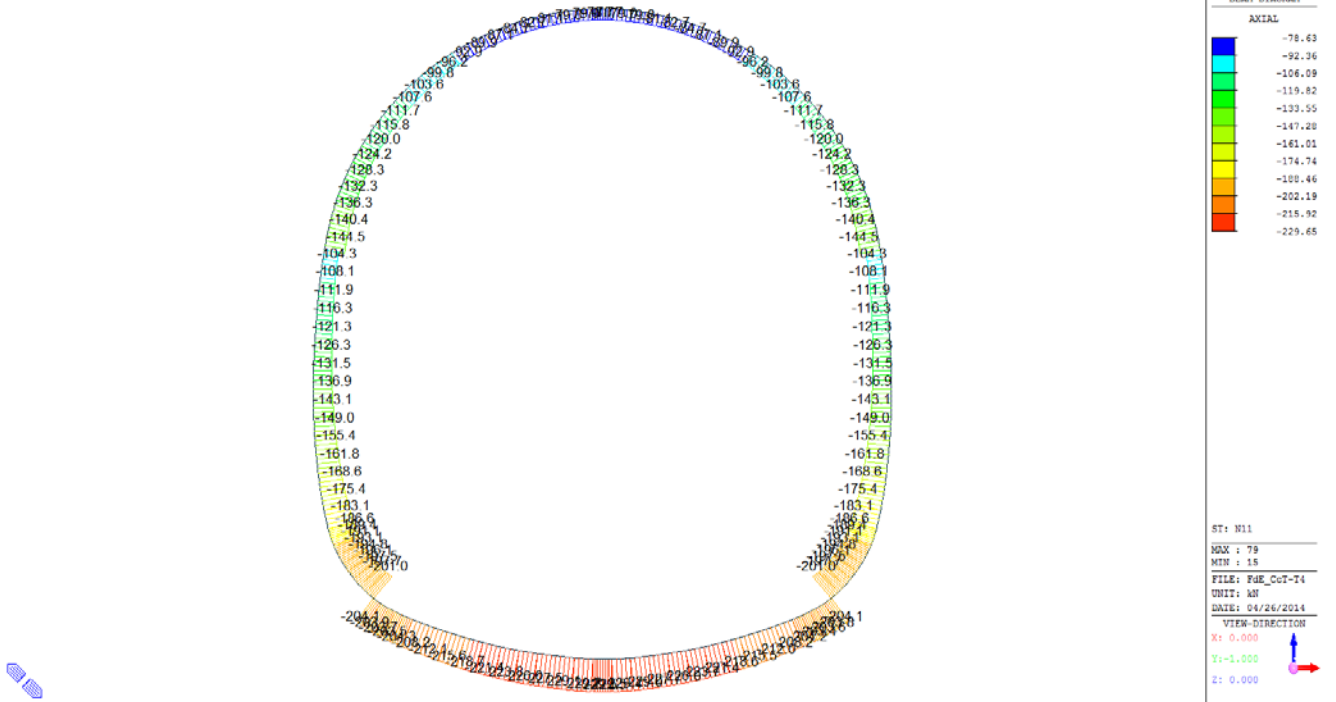
MAX : 4
MIN : 28

FILE: PBE_CoT-74
UNIT: kN
DATE: 04/26/2014

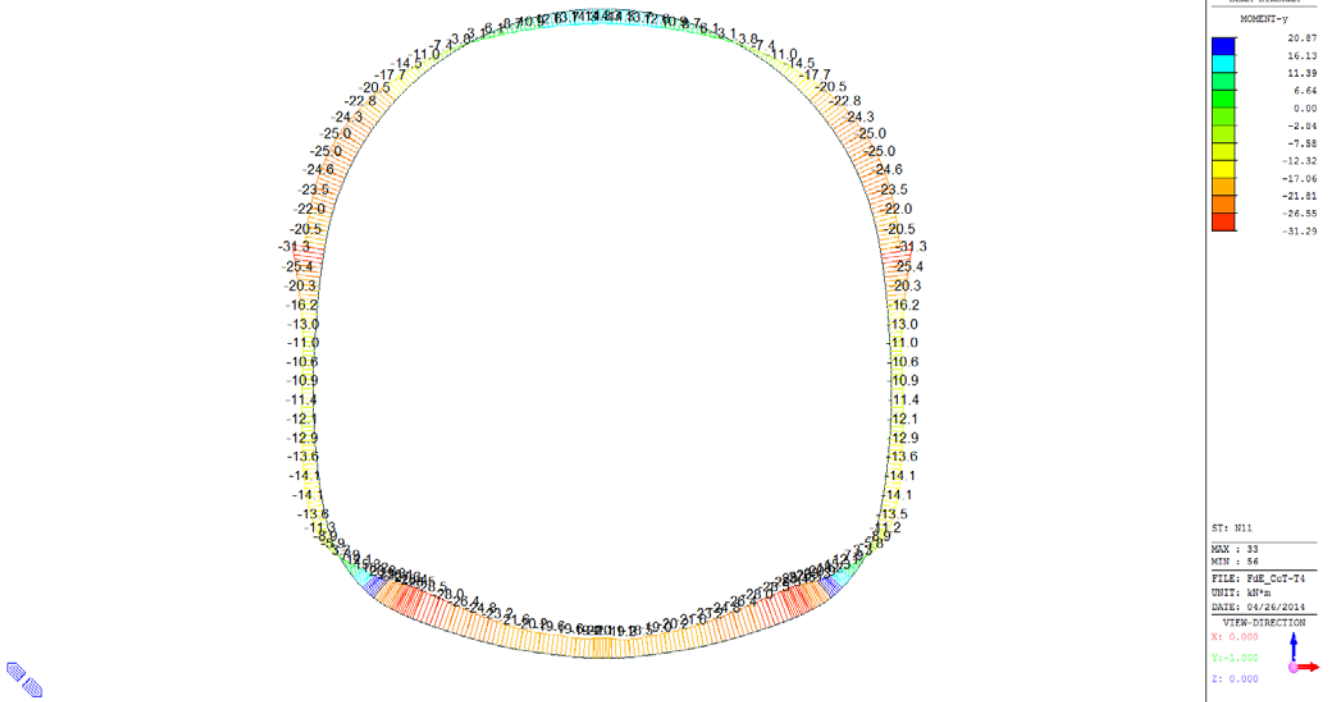
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.11. Load combination SLU 11

Beam Diagram Fx / ST_N11



Beam Diagram My / ST_N11



Beam Diagram_Fz / ST_N11



A.6.4.12. Load combination SLU 12

Beam Diagram_Fx / ST_N12



Beam Diagram_My / ST_N12



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

49.86
40.11
30.36
20.60
10.85
0.00
-8.66
-18.42
-28.17
-37.93
-47.68
-57.44

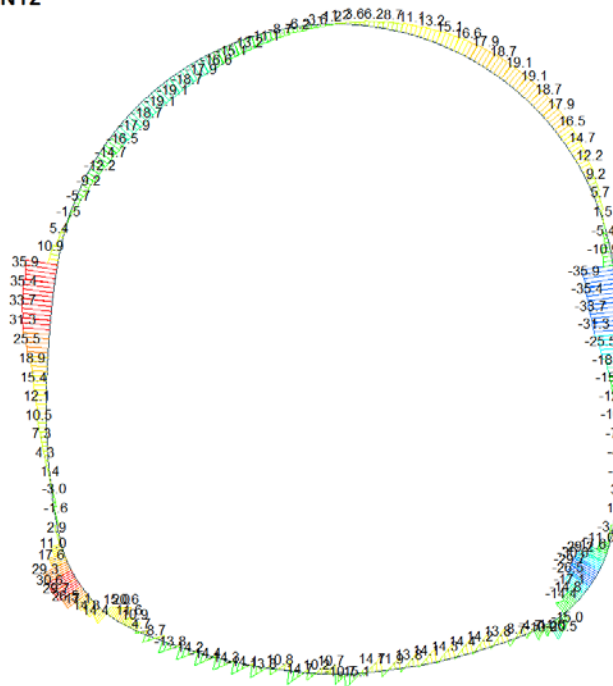
ST: N12

MAX : 78
MIN : 56

FILE: PBE_CoT-74
UNIT: kN*m
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N12



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

35.85
29.33
22.81
16.30
9.78
3.26
0.00
-9.78
-16.30
-22.81
-29.33
-35.85

ST: N12

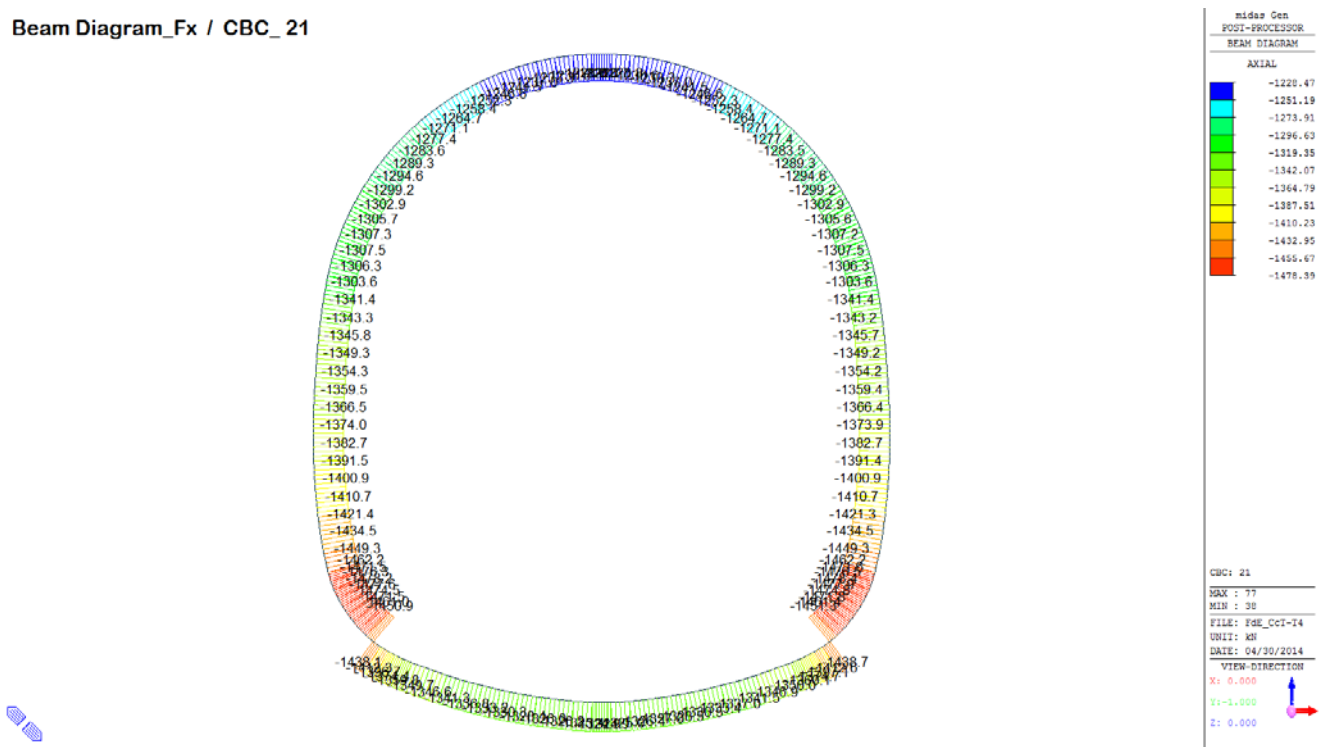
MAX : 101
MIN : 56

FILE: PBE_CoT-74
UNIT: kN
DATE: 04/26/2014

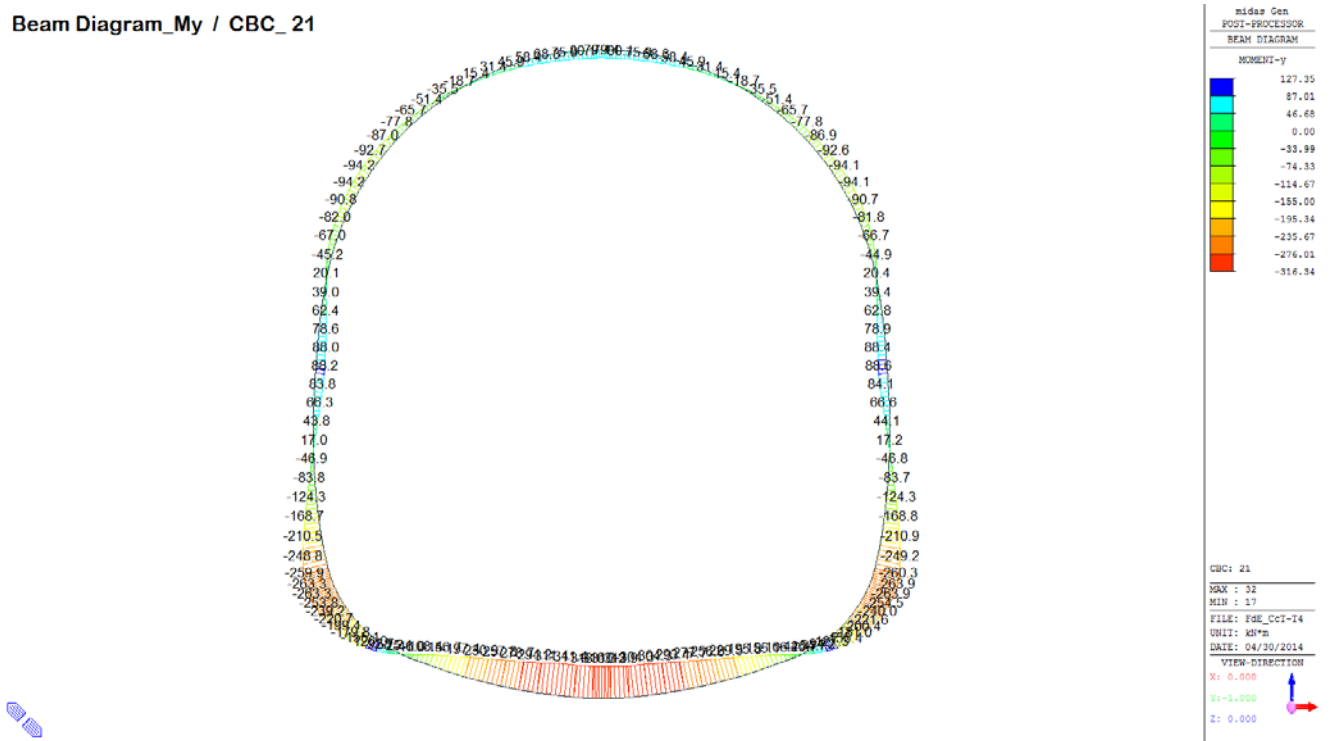
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.13. Load combination SLU 21

Beam Diagram_Fx / CBC_21



Beam Diagram_My / CBC_21



Beam Diagram_Fz / CBC_21



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-Fz

264.11
216.13
168.16
120.10
72.20
24.22
0.00
-71.73
-119.71
-167.60
-215.66
-263.64

CBC: 21

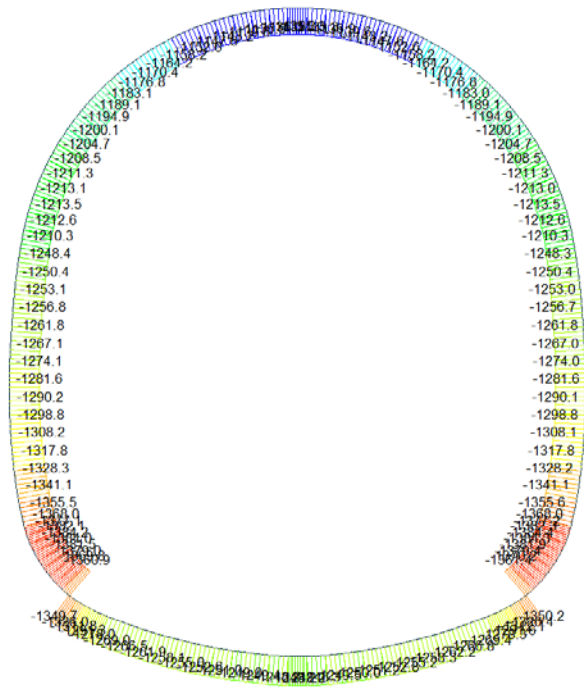
MAX : 2
MIN : 31

FILE: F08_C01-14
UNIT: KN
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 1.000
Z: 0.000

A.6.4.14. Load combination SLU 22

Beam Diagram_Fx / CBC_22



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-1134.96
-1157.64
-1180.32
-1203.00
-1225.68
-1248.36
-1271.04
-1293.72
-1316.40
-1339.00
-1361.76
-1384.44

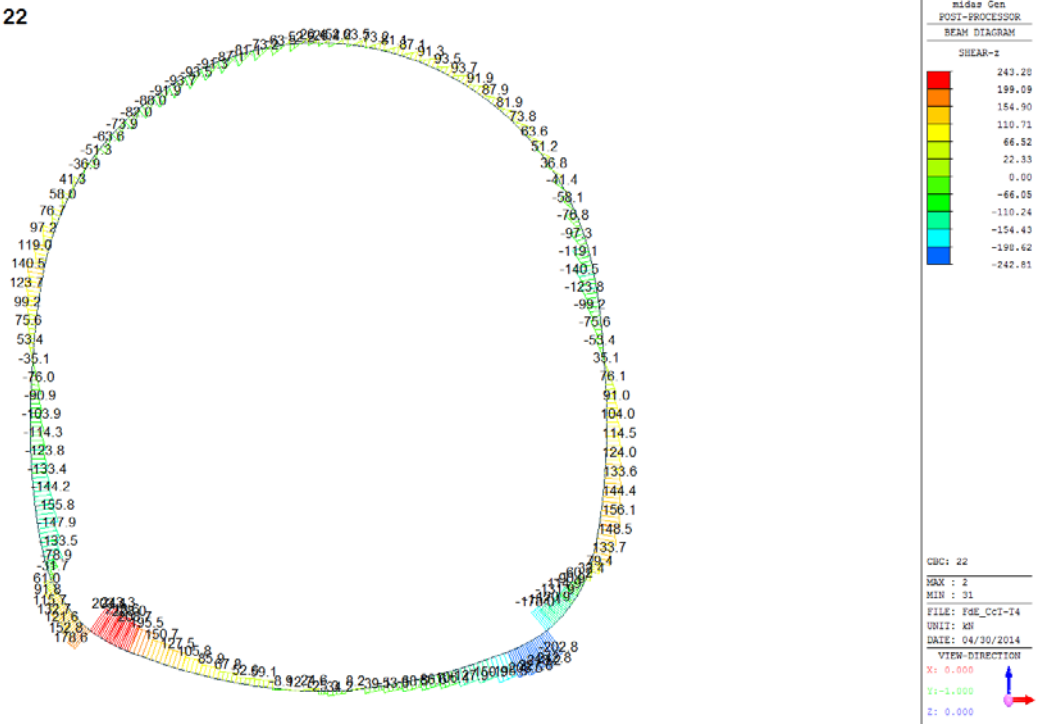
CBC: 22

MAX : 77
MIN : 36

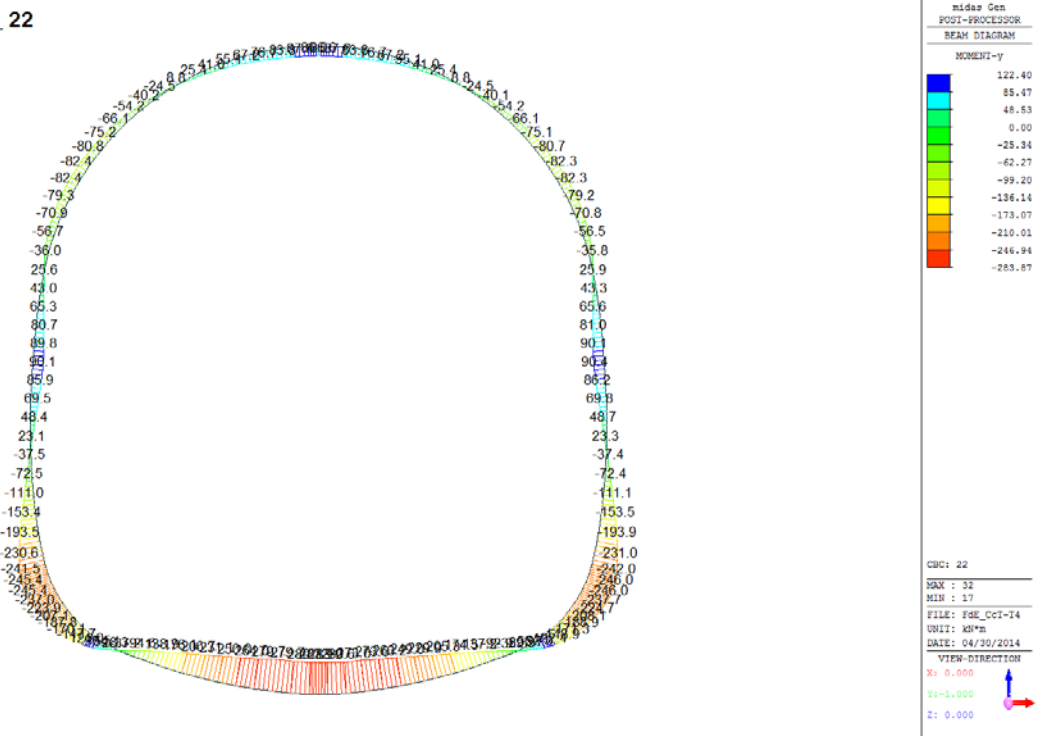
FILE: F08_C01-14
UNIT: KN
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / CBC_22

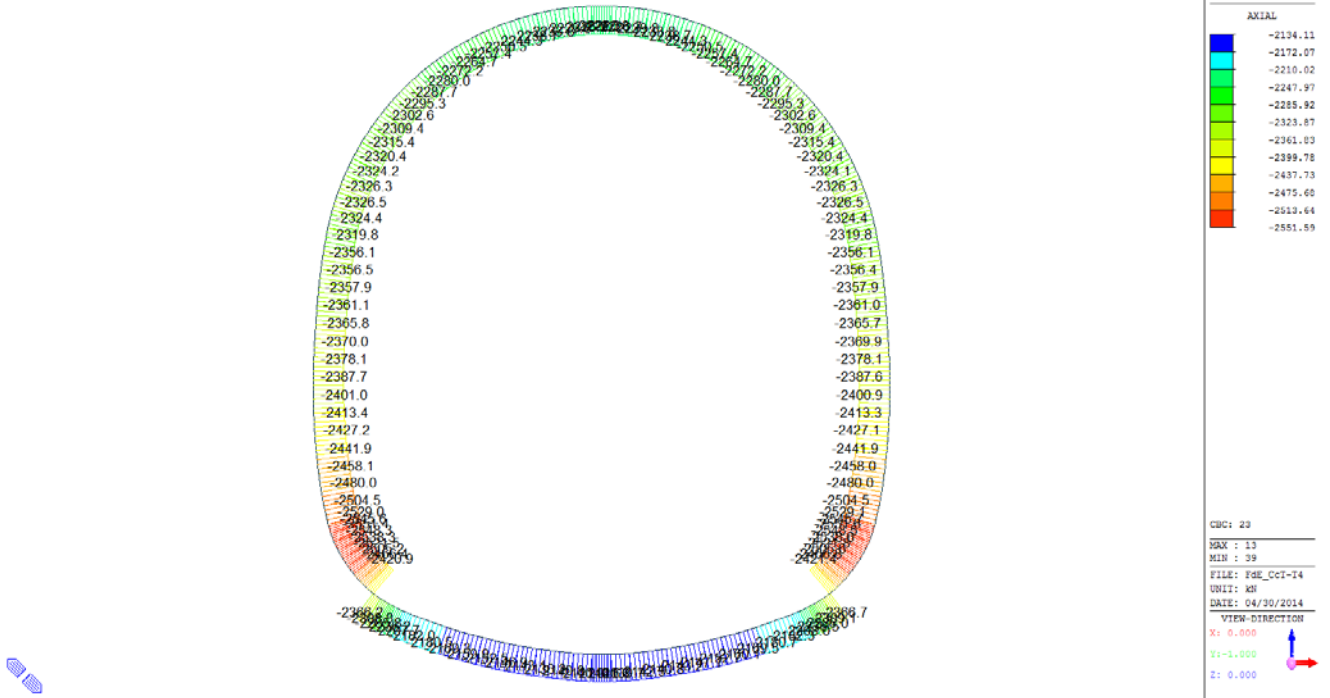


Beam Diagram_My / CBC_22



A.6.4.15. Load combination SLU 23

Beam Diagram_Fx / CBC_23



Beam Diagram_My / CBC_23



Beam Diagram_Fz / CBC_23



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

917.61
750.80
584.00
417.20
250.40
83.59
0.00
-250.01
-416.81
-583.61
-750.42
-917.22

CBC: 23

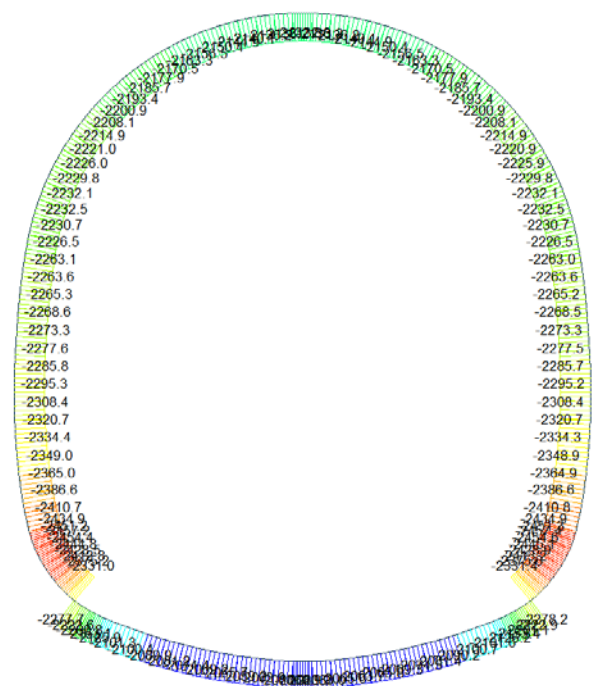
MAX : 4
MIN : 29

FILE: FGE_CCT-14
UNIT: KN
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.16. Load combination SLU 24

Beam Diagram_Fx / CBC_24



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-2057.12
-2083.51
-2129.90
-2166.29
-2202.67
-2239.06
-2275.45
-2311.84
-2348.23
-2384.61
-2421.00
-2457.39

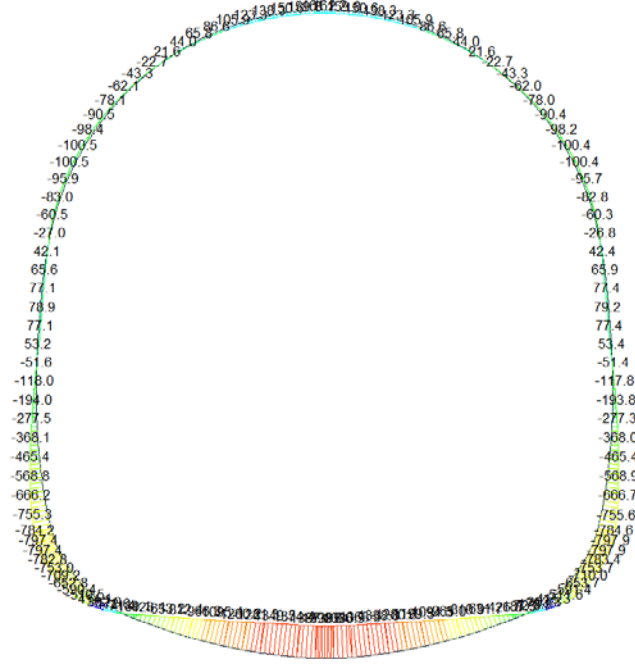
CBC: 24

MAX : 13
MIN : 39

FILE: FGE_CCT-14
UNIT: KN
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / CBC_24



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

415.31
250.96
86.60
0.00
-242.11
-406.47
-570.83
-735.19
-899.54
-1063.90
-1228.26
-1392.62

CBC: 24
MAX : 32
MIN : 16
FILE: FGE_CCT-14
UNIT: KN*M
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / CBC_24



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

890.17
734.90
571.63
408.36
245.09
81.83
0.00
-244.71
-407.98
-571.25
-734.52
-897.79

CBC: 24
MAX : 4
MIN : 29
FILE: FGE_CCT-14
UNIT: KN
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
31	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	15'354	1758.320	102.438	0.000	543.991	-	314.788
7	1.00	0.90								0.131	0.130	0.000	0.579	-	0.579
32	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	15'354	1789.540	141.692	0.000	548.414	-	262.580
7	1.00	0.90								0.141	0.138	0.000	0.479	-	0.479
33	100 x 72		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	12'485	1804.610	175.780	0.000	497.367	-	228.975
8	1.00	0.72								0.193	0.196	0.000	0.460	-	0.460
34	100 x 72		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	12'485	1819.250	204.186	0.000	499.424	-	196.185
8	1.00	0.72								0.206	0.206	0.000	0.393	-	0.393
35	100 x 80		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	13'760	1830.220	226.190	0.000	524.394	-	157.025
5	1.00	0.80								0.187	0.188	0.000	0.299	-	0.299
36	100 x 80		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	13'760	1832.850	250.297	0.000	524.806	-	174.366
5	1.00	0.80								0.194	0.197	0.000	0.332	-	0.332
37	100 x 85		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	14'557	1835.100	271.043	0.000	539.470	-	155.111
6	1.00	0.85								0.186	0.187	0.000	0.288	-	0.288
38	100 x 85		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	14'557	1834.450	287.132	0.000	539.474	-	127.049
6	1.00	0.85								0.190	0.193	0.000	0.236	-	0.236
39	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	15'354	1830.610	297.253	0.000	553.096	-	90.255
7	1.00	0.90								0.179	0.180	0.000	0.163	-	0.163
40	100 x 90	100 x 90	30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	15'354	1827.300	297.253	0.000	337.787	-	30.062
7	1.00	0.90								0.179	0.180	0.000	0.089	-	0.089
41	100 x 100		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P20	17'516	1814.710	291.540	0.000	579.488	-	105.809
9	1.00	1.00								0.146	0.149	0.000	0.183	-	0.183
42	100 x 100		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P20	17'516	1797.960	276.842	0.000	577.102	-	175.185
9	1.00	1.00								0.145	0.141	0.000	0.304	-	0.304
43	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	15'354	1778.630	228.459	0.000	546.869	-	191.545
7	1.00	0.90								0.159	0.158	0.000	0.350	-	0.350
44	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	15'354	1761.740	176.614	0.000	544.475	-	198.006
7	1.00	0.90								0.146	0.146	0.000	0.364	-	0.364
45	100 x 85		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	14'557	1748.010	123.195	0.000	528.523	-	178.120
6	1.00	0.85								0.143	0.143	0.000	0.337	-	0.337
46	100 x 85		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P16	14'557	1734.010	66.642	0.000	526.760	-	158.468
6	1.00	0.85								0.130	0.133	0.000	0.301	-	0.301
47	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P16	13'760	1722.560	30.633	0.000	510.872	-	139.447
5	1.00	0.80								0.131	0.132	0.000	0.273	-	0.273
48	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P16	13'760	1703.980	24.915	0.000	509.362	-	121.056
5	1.00	0.80								0.128	0.130	0.000	0.238	-	0.238
49	100 x 75		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	12'964	1694.650	52.433	0.000	493.406	-	108.024
4	1.00	0.75								0.142	0.145	0.000	0.219	-	0.219
50	100 x 75		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	12'964	1685.380	71.201	0.000	492.107	-	90.391
4	1.00	0.75								0.146	0.145	0.000	0.184	-	0.184
51	100 x 70		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	12'167	1677.150	84.221	0.000	476.038	-	75.274
3	1.00	0.70								0.160	0.161	0.000	0.158	-	0.158
52	100 x 70		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	12'167	1677.190	84.221	0.000	266.933	-	25.541
3	1.00	0.70								0.160	0.161	0.000	0.096	-	0.096
53	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	11'134	1669.330	78.758	0.000	458.239	-	90.283
2	1.00	0.65								0.174	0.177	0.000	0.197	-	0.197
54	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	1665.700	64.154	0.000	442.195	-	113.733
1	1.00	0.60								0.184	0.184	0.000	0.257	-	0.257
55	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	10'337	1660.350	43.070	0.000	441.706	-	138.914
1	1.00	0.60								0.175	0.178	0.000	0.314	-	0.314
56	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	1653.200	30.991	0.000	441.309	-	165.358
1	1.00	0.60								0.170	0.169	0.000	0.375	-	0.375
57	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	1601.600	58.529	0.000	434.214	-	181.657
1	1.00	0.60								0.175	0.178	0.000	0.418	-	0.418
58	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	1604.190	92.316	0.000	434.570	-	149.690
1	1.00	0.60								0.190	0.192	0.000	0.344	-	0.344
59	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	1604.780	116.845	0.000	434.651	-	120.031
1	1.00	0.60								0.202	0.202	0.000	0.276	-	0.276
60	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	1603.550	132.847	0.000	434.482	-	92.798
1	1.00	0.60								0.211	0.209	0.000	0.214	-	0.214

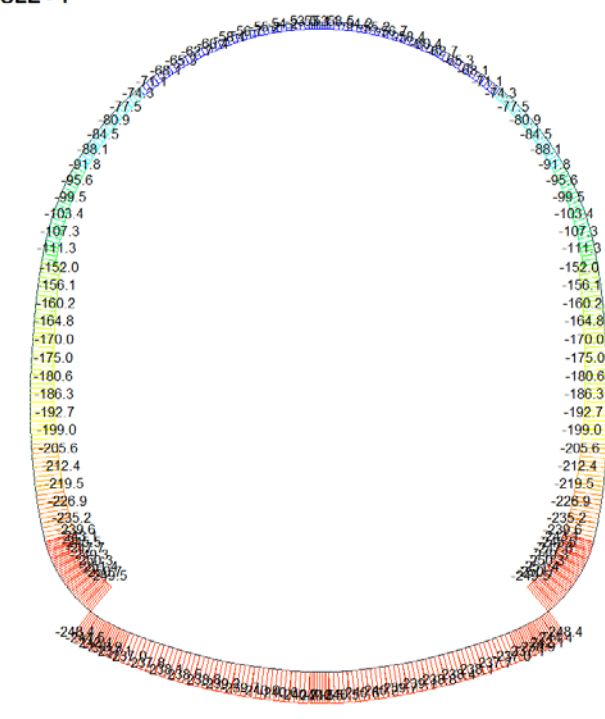
SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
61	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	1600.700	141.080	0.000	434.090	-	68.096
1	1.00	0.60								0.215	0.215	0.000	0.157	-	0.157
62	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1596.410	142.333	0.000	433.274	-	49.771
1	1.00	0.60								0.214	0.216	0.000	0.115	-	0.115
63	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1595.980	142.333	0.000	432.375	-	71.038
1	1.00	0.60								0.214	0.216	0.000	0.164	-	0.164
64	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1589.180	137.417	0.000	431.335	-	89.481
1	1.00	0.60								0.213	0.209	0.000	0.207	-	0.207
65	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1581.540	127.162	0.000	430.184	-	105.053
1	1.00	0.60								0.205	0.207	0.000	0.244	-	0.244
66	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1573.260	112.411	0.000	428.949	-	117.726
1	1.00	0.60								0.196	0.199	0.000	0.274	-	0.274
67	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1564.530	94.018	0.000	427.660	-	127.483
1	1.00	0.60								0.187	0.190	0.000	0.298	-	0.298
68	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1555.580	72.840	0.000	426.346	-	134.325
1	1.00	0.60								0.178	0.174	0.000	0.315	-	0.315
69	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1546.610	49.737	0.000	425.036	-	138.266
1	1.00	0.60								0.167	0.165	0.000	0.325	-	0.325
70	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	49.609	51.047	0.000	423.758	-	139.337
1	1.00	0.60								0.178	0.175	0.000	0.329	-	0.329
71	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	45.177	58.377	0.000	422.539	-	137.581
1	1.00	0.60								0.219	0.214	0.000	0.326	-	0.326
72	100 x 60		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P14	10'337	41.843	64.625	0.000	421.406	-	133.057
1	1.00	0.60								0.248	0.246	0.000	0.316	-	0.316
73	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	37.903	70.598	0.000	420.387	-	125.835
1	1.00	0.60								0.271	0.276	0.000	0.299	-	0.299
74	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	35.134	75.263	0.000	419.506	-	116.002
1	1.00	0.60								0.305	0.302	0.000	0.277	-	0.277
75	100 x 60		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P14	10'337	33.600	78.377	0.000	418.787	-	103.653
1	1.00	0.60								0.320	0.318	0.000	0.248	-	0.248
76	100 x 60		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P14	10'337	32.094	80.781	0.000	418.254	-	88.898
1	1.00	0.60								0.338	0.331	0.000	0.213	-	0.213
77	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	30.610	82.509	0.000	417.929	-	71.856
1	1.00	0.60								0.341	0.340	0.000	0.172	-	0.172
78	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	10'337	30.433	82.671	0.000	419.864	-	35.538
1	1.00	0.60								0.339	0.340	0.000	0.085	-	0.085
79	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	10'337	30.433	82.671	0.000	419.864	-	35.530
1	1.00	0.60								0.339	0.340	0.000	0.085	-	0.085
80	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	30.610	82.509	0.000	417.929	-	71.867
1	1.00	0.60								0.341	0.340	0.000	0.172	-	0.172
81	100 x 60		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P14	10'337	32.093	80.782	0.000	418.254	-	88.908
1	1.00	0.60								0.338	0.331	0.000	0.213	-	0.213
82	100 x 60		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P14	10'337	33.599	78.379	0.000	418.788	-	103.663
1	1.00	0.60								0.320	0.318	0.000	0.248	-	0.248
83	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	35.133	75.263	0.000	419.506	-	116.012
1	1.00	0.60								0.305	0.302	0.000	0.277	-	0.277
84	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	37.903	70.600	0.000	420.388	-	125.845
1	1.00	0.60								0.271	0.276	0.000	0.299	-	0.299
85	100 x 60		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P14	10'337	41.842	64.627	0.000	421.407	-	133.066
1	1.00	0.60								0.248	0.246	0.000	0.316	-	0.316
86	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	45.176	58.381	0.000	422.539	-	137.590
1	1.00	0.60								0.219	0.214	0.000	0.326	-	0.326
87	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	49.608	51.050	0.000	423.758	-	139.346
1	1.00	0.60								0.178	0.175	0.000	0.329	-	0.329
88	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1546.610	49.758	0.000	425.037	-	138.275
1	1.00	0.60								0.167	0.165	0.000	0.325	-	0.325
89	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1555.590	72.862	0.000	426.347	-	134.333
1	1.00	0.60								0.178	0.174	0.000	0.315	-	0.315
90	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	1564.540	94.042	0.000	427.661	-	127.490
1	1.00	0.60								0.187	0.190	0.000	0.298	-	0.298

A.6.4.19. Section checking for fire combinations load

SECTION CHECKING - FIRE COMBINATIONS LOAD															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck [N/mm ²]	fyk [N/mm ²]	CHECK	LOAD CB M-N iteration	LOAD CB V	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
	SECTION	Bc (m)								Hc (m)	Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs
95(M+N) / 57(V)	100 x 60		30.00	360.00	OK	N21	N23	14-2-P14	12'418	1179.010	95.970	0.000	388.980	-	135.020
1	1.00	0.55								0.133	0.132	0.000	0.347	-	0.347
104(M+N) / 53(V)	100 x 65		30.00	360.00	OK	N23	N21	14-2-P14	13'480	1229.230	75.997	0.000	406.856	-	66.915
2	1.00	0.60								0.114	0.115	0.000	0.164	-	0.164
105(M+N) / 106(V)	100 x 70		30.00	360.00	OK	N23	N23	14-2-P16	14'766	1229.100	75.997	0.000	443.546	-	75.439
3	1.00	0.65								0.102	0.101	0.000	0.170	-	0.170
107(M+N) / 108(V)	100 x 75		30.00	360.00	OK	N21	N23	14-2-P16	15'828	1237.820	57.910	0.000	457.267	-	110.028
4	1.00	0.70								0.090	0.089	0.000	0.241	-	0.241
121(M+N) / 110(V)	100 x 80		30.00	360.00	OK	N23	N23	14-2-P16	16'891	1376.640	350.225	0.000	471.017	-	145.068
5	1.00	0.75								0.194	0.194	0.000	0.308	-	0.308
38(M+N) / 112(V)	100 x 85		30.00	360.00	OK	N23	N23	14-2-P16	17'953	1379.150	361.049	0.000	484.765	-	184.123
6	1.00	0.80								0.181	0.177	0.000	0.380	-	0.380
39(M+N) / 2(V)	100 x 90		30.00	360.00	OK	N23	N23	14-2-P16	19'016	1374.150	365.727	0.000	496.728	-	420.044
7	1.00	0.85								0.160	0.159	0.000	0.846	-	0.846
34(M+N) / 124(V)	100 x 72		30.00	360.00	OK	N23	N23	14-2-P16	15'191	1362.150	313.707	0.000	463.009	-	268.038
8	1.00	0.67								0.217	0.214	0.000	0.579	-	0.579
22(M+N) / 4(V)	100 x 100		30.00	360.00	OK	N24	N23	14-2-P20	21'677	1207.830	526.565	0.000	564.118	-	462.170
9	1.00	0.95								0.199	0.196	0.000	0.819	-	0.819
17(M+N) / 21(V)	100 x 120		30.00	360.00	OK	N24	N24	14-2-P20	25'927	1207.550	589.353	0.000	600.243	-	145.676
10	1.00	1.15								0.146	0.148	0.000	0.243	-	0.243

A.6.4.20. Load combination SLE 1

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 1



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-53.08
Cyan	-71.11
Green	-89.14
Light Green	-107.16
Yellow-Green	-125.19
Yellow	-143.22
Orange	-161.25
Light Red	-179.28
Red	-197.30
Dark Red	-215.33
Very Dark Red	-233.36
Black	-251.39

ST: NSLE - 1
MAX : 79
MIN : 35
FILE: FdE_Cut-T4
UNIT: kN
DATE: 04/26/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram My / ST_NSLE - 1



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

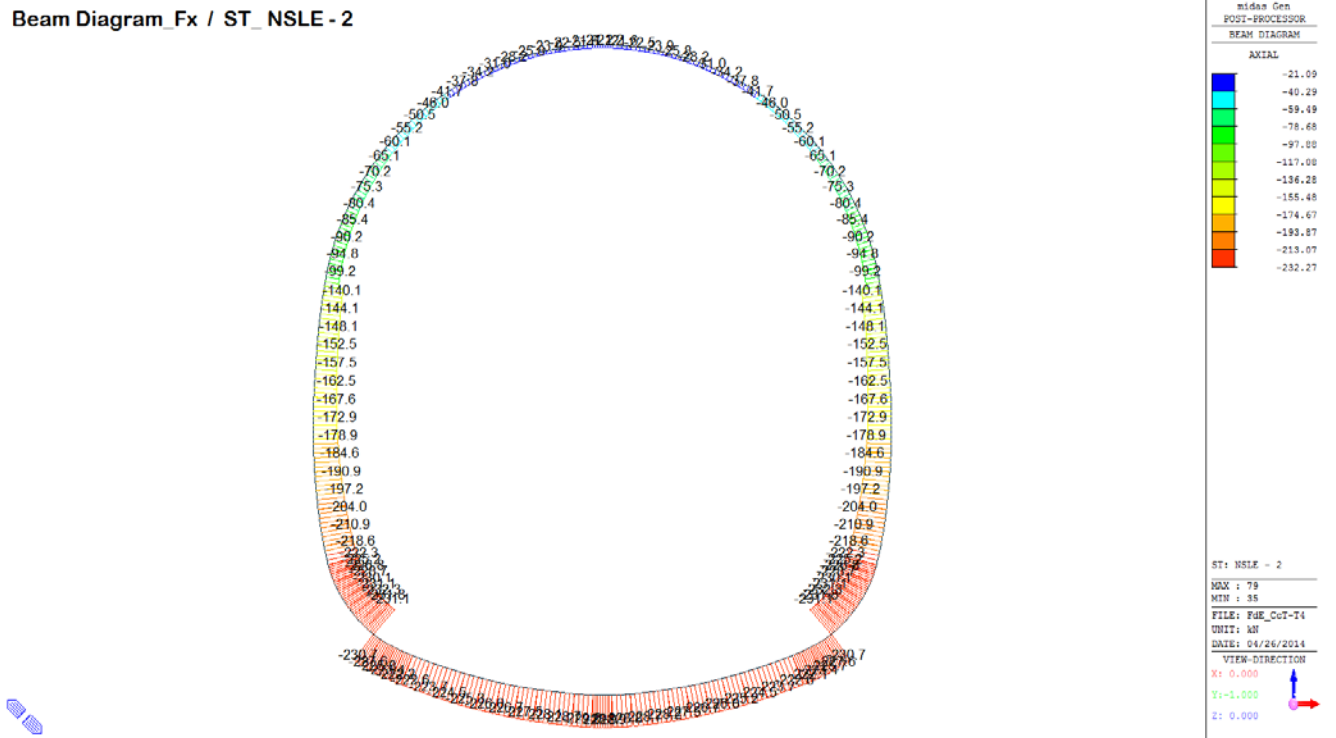
MOMENT-y

Blue	8.77
Cyan	3.44
Green	0.00
Light Green	-7.22
Yellow-Green	-12.56
Yellow	-17.89
Orange	-23.22
Light Red	-28.55
Red	-33.88
Dark Red	-39.21
Very Dark Red	-44.55
Black	-49.88

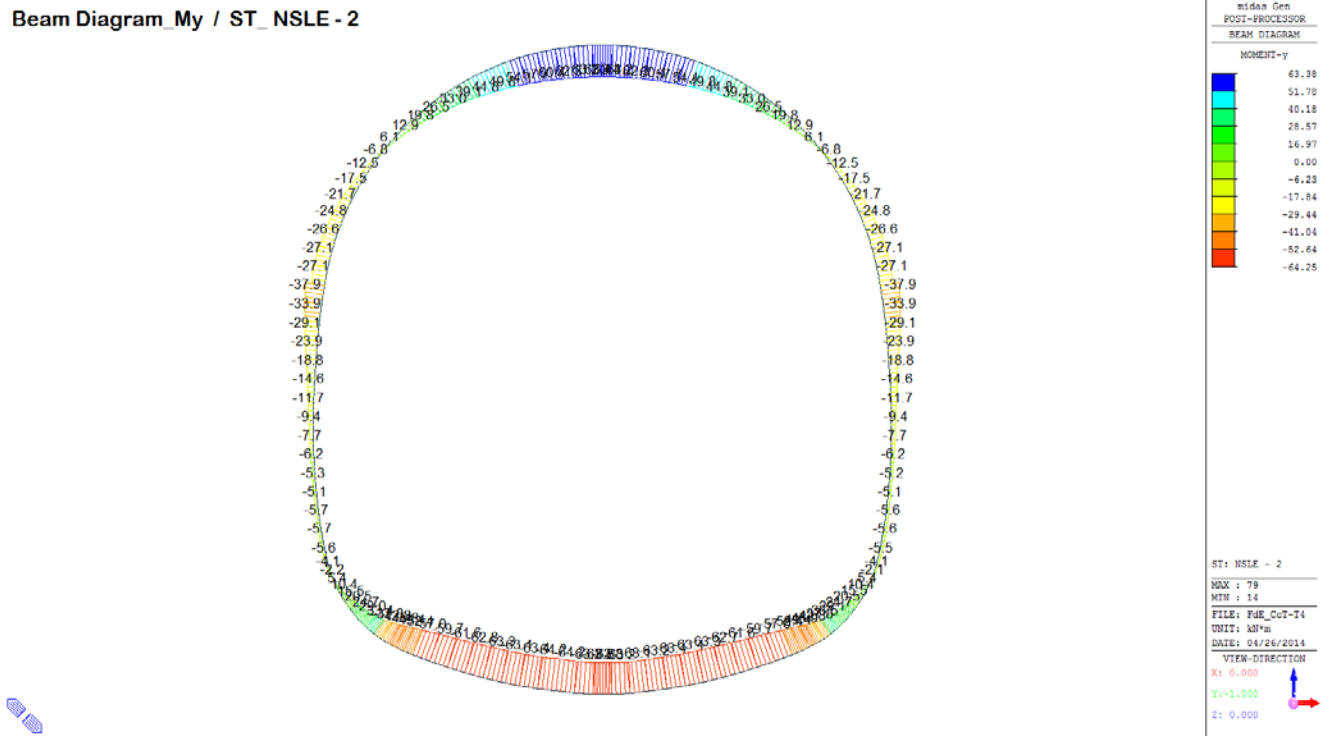
ST: NSLE - 1
MAX : 1
MIN : 17
FILE: FdE_Cut-T4
UNIT: kNm
DATE: 04/26/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.21. Load combination SLE 2

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 2

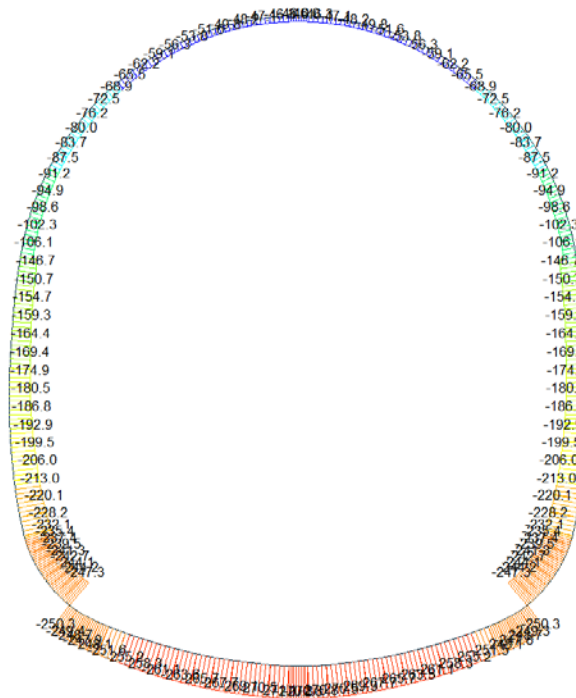


Beam Diagram My / ST_NSLE - 2

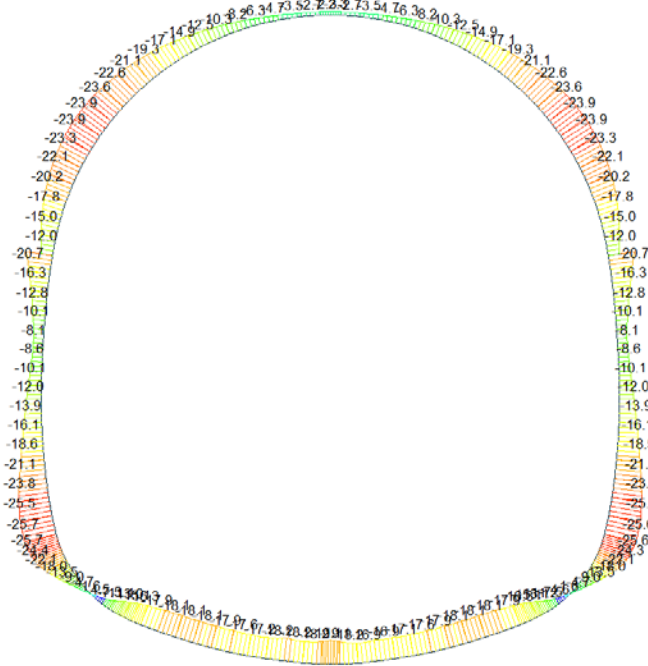


A.6.4.22. Load combination SLE 3

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 3



Beam Diagram My / ST_NSLE - 3



A.6.4.23. Load combination SLE 4

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 4



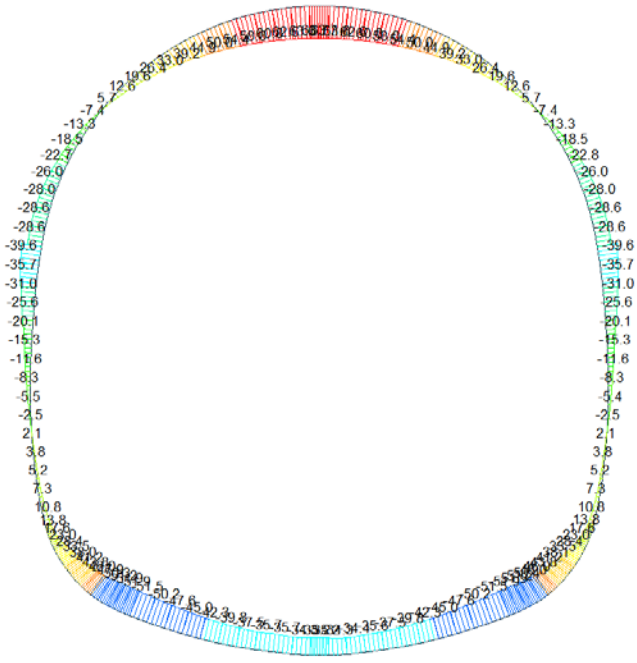
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Color	Value
Blue	-20.57
Cyan	-42.62
Green	-64.68
Light Green	-86.73
Yellow-Green	-108.78
Yellow	-130.83
Orange	-152.89
Red-Orange	-174.94
Red	-196.99
Dark Red	-219.05
Dark Red	-241.10
Dark Red	-263.15

ST: NSLE - 4
MAX: 79
MIN: 15
FILE: FdE_Cut-T4
UNIT: AN
DATE: 04/26/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram My / ST_NSLE - 4



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

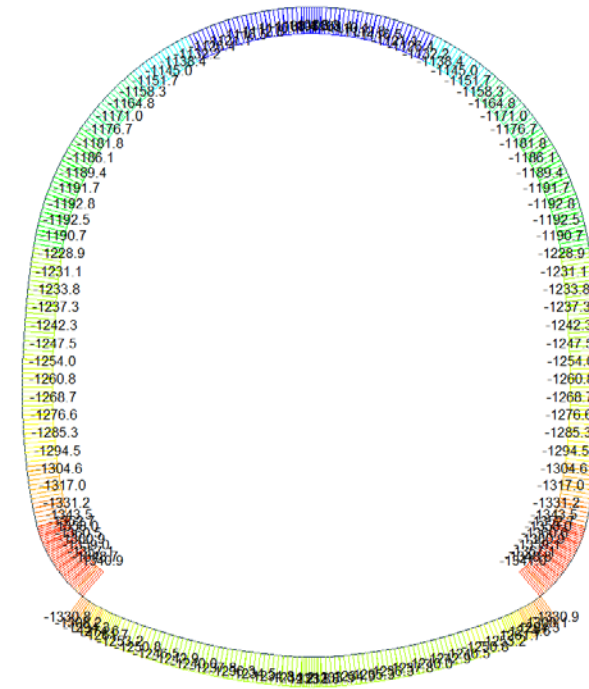
MOMENT-y

Color	Value
Red	63.74
Orange	53.23
Yellow-Orange	42.72
Yellow	32.21
Light Green	21.69
Green	11.18
Cyan	0.67
Blue-Cyan	-9.84
Blue	-20.36
Dark Blue	-30.87
Dark Blue	-41.38
Dark Blue	-51.89

ST: NSLE - 4
MAX: 79
MIN: 26
FILE: FdE_Cut-T4
UNIT: AN*
DATE: 04/26/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.4.24. Load combination SLE 5

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 5

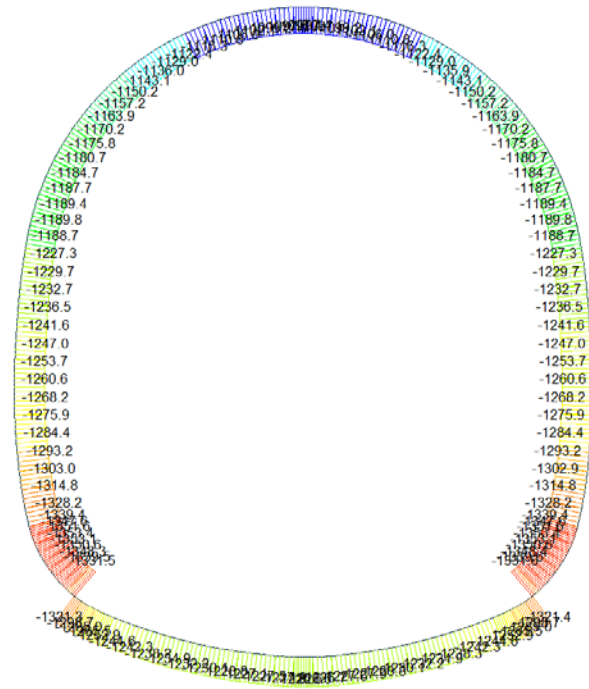


Beam Diagram My / ST_NSLE - 5

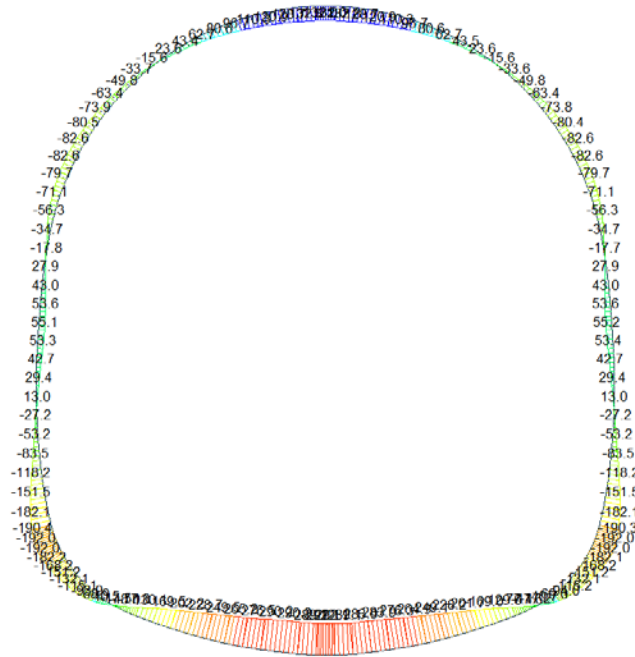


A.6.4.25. Load combination SLE 6

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 6

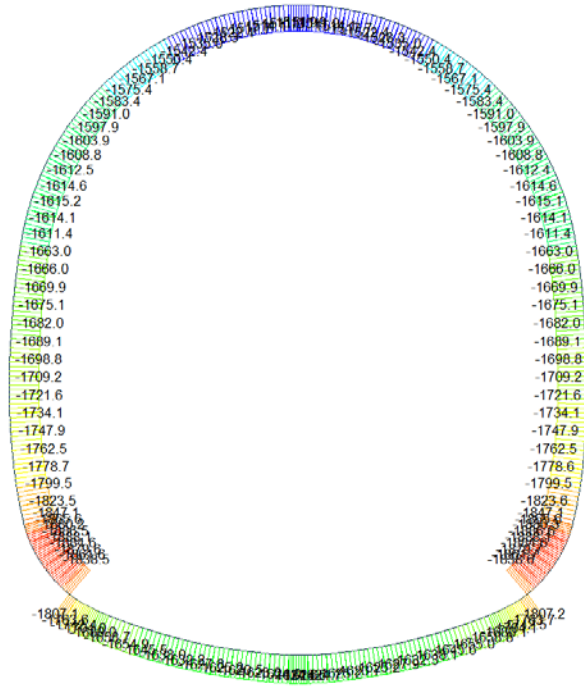


Beam Diagram My / ST_NSLE - 6



A.6.4.26. Load combination SLE 7

Beam Diagram F_x / ST_NSLE - 7

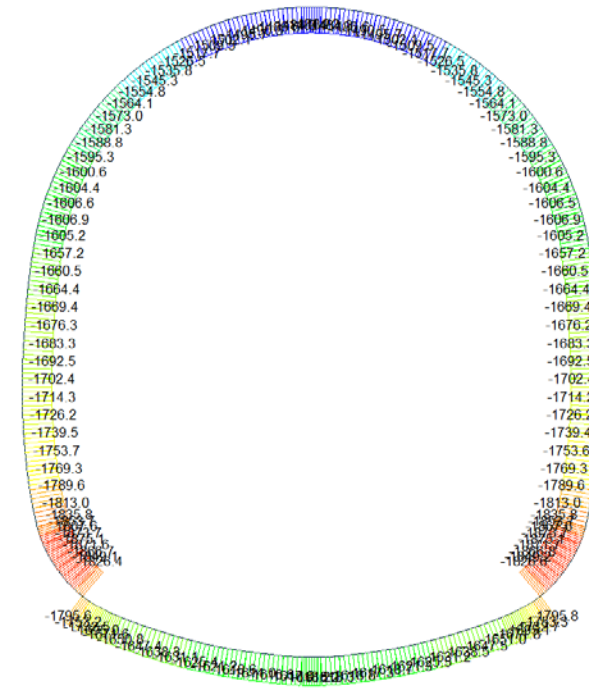


Beam Diagram M_y / ST_NSLE - 7

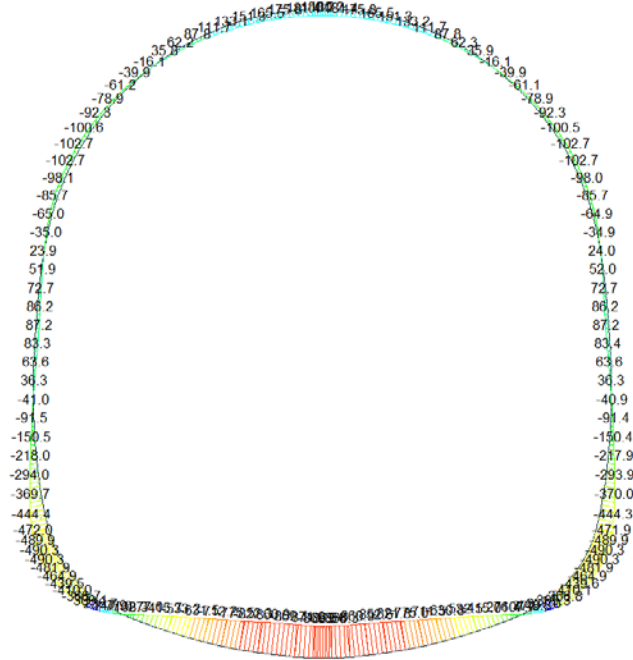


A.6.4.27. Load combination SLE 8

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 8

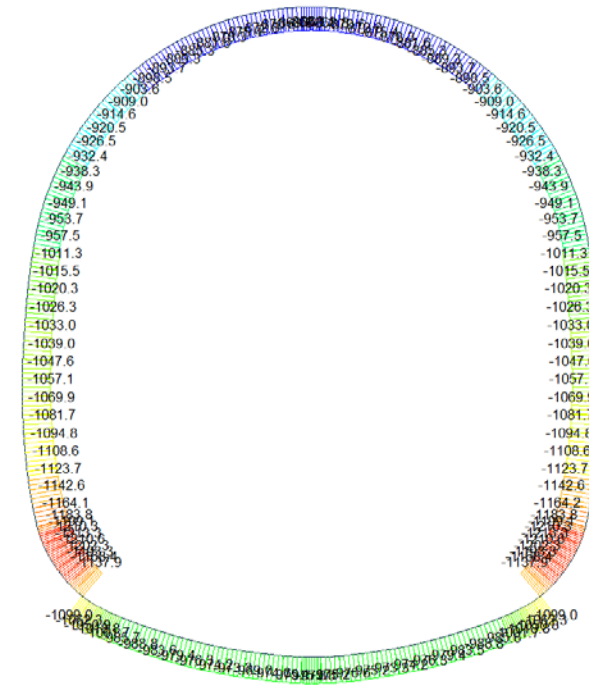


Beam Diagram My / ST_NSLE - 8



A.6.4.28. Load combination SLE 9

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 9

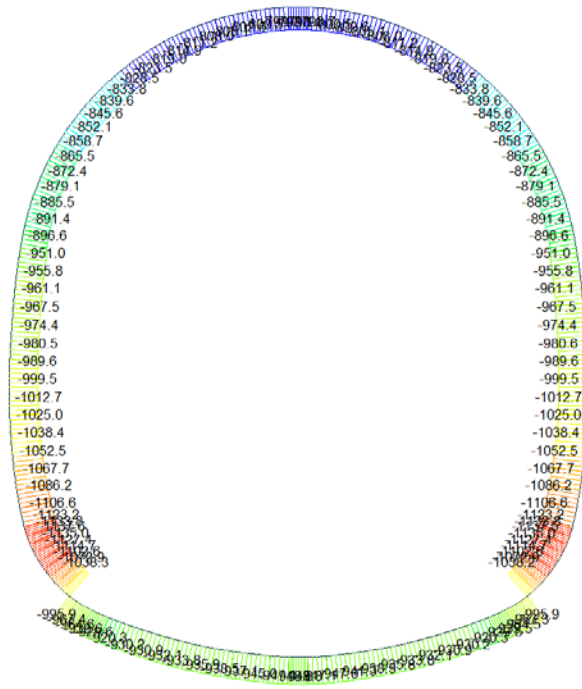


Beam Diagram My / ST_NSLE - 9



A.6.4.29. Load combination SLE 10

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 10



Beam Diagram My / ST_NSLE - 10



A.6.4.30. Stress checking for load combination without swelling and squeezing

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
1	100 x 90		SLE - N5	0.09	2.90	OK	-2.21	-18.00	OK	0.28	360.00	OK
7	1.00	0.90										
2	100 x 90		SLE - N5	0.11	2.90	OK	-1.98	-18.00	OK	0.38	360.00	OK
7	1.00	0.90										
3	100 x 100		SLE - N5	0.07	2.90	OK	-1.51	-18.00	OK	0.22	360.00	OK
9	1.00	1.00										
4	100 x 100		SLE - N6	0.07	2.90	OK	-1.55	-18.00	OK	0.24	360.00	OK
9	1.00	1.00										
5	100 x 100		SLE - N6	0.09	2.90	OK	-1.72	-18.00	OK	0.34	360.00	OK
9	1.00	1.00										
6	100 x 100		SLE - N6	0.12	2.90	OK	-2.03	-18.00	OK	0.49	360.00	OK
9	1.00	1.00										
7	100 x 100		SLE - N6	0.13	2.90	OK	-2.26	-18.00	OK	0.57	360.00	OK
9	1.00	1.00										
8	100 x 100		SLE - N6	0.15	2.90	OK	-2.45	-18.00	OK	0.63	360.00	OK
9	1.00	1.00										
9	100 x 100		SLE - N6	0.15	2.90	OK	-2.61	-18.00	OK	0.66	360.00	OK
9	1.00	1.00										
10	100 x 100		SLE - N6	0.26	2.90	OK	-2.73	-18.00	OK	0.67	360.00	OK
9	1.00	1.00										
11	100 x 100		SLE - N6	0.36	2.90	OK	-2.82	-18.00	OK	1.10	360.00	OK
9	1.00	1.00										
12	100 x 120		SLE - N6	0.13	2.90	OK	-2.18	-18.00	OK	0.31	360.00	OK
10	1.00	1.20										
13	100 x 120		SLE - N6	0.19	2.90	OK	-2.23	-18.00	OK	0.44	360.00	OK
10	1.00	1.20										
14	100 x 120		SLE - N6	0.19	2.90	OK	-2.23	-18.00	OK	0.45	360.00	OK
10	1.00	1.20										
15	100 x 120		SLE - N6	0.18	2.90	OK	-2.23	-18.00	OK	0.41	360.00	OK
10	1.00	1.20										
16	100 x 120		SLE - N6	0.19	2.90	OK	-2.24	-18.00	OK	0.48	360.00	OK
10	1.00	1.20										
17	100 x 120		SLE - N6	0.19	2.90	OK	-2.24	-18.00	OK	0.48	360.00	OK
10	1.00	1.20										
18	100 x 120		SLE - N6	0.18	2.90	OK	-2.23	-18.00	OK	0.41	360.00	OK
10	1.00	1.20										
19	100 x 120		SLE - N6	0.16	2.90	OK	-2.20	-18.00	OK	0.30	360.00	OK
10	1.00	1.20										
20	100 x 120	100 x 120	SLE - N6	0.16	2.90	OK	-2.21	-18.00	OK	0.30	360.00	OK
10	1.00	1.20										
21	100 x 120		SLE - N6	0.13	2.90	OK	-2.18	-18.00	OK	0.31	360.00	OK
10	1.00	1.20										
22	100 x 100		SLE - N6	0.36	2.90	OK	-2.82	-18.00	OK	1.09	360.00	OK
9	1.00	1.00										
23	100 x 100		SLE - N6	0.26	2.90	OK	-2.73	-18.00	OK	0.67	360.00	OK
9	1.00	1.00										
24	100 x 100		SLE - N6	0.15	2.90	OK	-2.60	-18.00	OK	0.66	360.00	OK
9	1.00	1.00										
25	100 x 100		SLE - N6	0.15	2.90	OK	-2.45	-18.00	OK	0.63	360.00	OK
9	1.00	1.00										
26	100 x 100		SLE - N6	0.13	2.90	OK	-2.26	-18.00	OK	0.57	360.00	OK
9	1.00	1.00										
27	100 x 100		SLE - N6	0.12	2.90	OK	-2.02	-18.00	OK	0.49	360.00	OK
9	1.00	1.00										
28	100 x 100		SLE - N6	0.09	2.90	OK	-1.72	-18.00	OK	0.34	360.00	OK
9	1.00	1.00										
29	100 x 100		SLE - N6	0.07	2.90	OK	-1.55	-18.00	OK	0.24	360.00	OK
9	1.00	1.00										
30	100 x 100		SLE - N5	0.07	2.90	OK	-1.51	-18.00	OK	0.22	360.00	OK
9	1.00	1.00										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$	$\sigma_{ct, Adm}$	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$	$\sigma_{c, Adm}$	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$	$\sigma_{s, Adm}$	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	
31	100 x 90		SLE - N5	0.11	2.90	OK	-1.98	-18.00	OK	0.38	360.00	OK
7	1.00	0.90										
32	100 x 90		SLE - N5	0.09	2.90	OK	-2.21	-18.00	OK	0.28	360.00	OK
7	1.00	0.90										
33	100 x 72		SLE - N5	0.21	2.90	OK	-3.30	-18.00	OK	0.76	360.00	OK
8	1.00	0.72										
34	100 x 72		SLE - N5	0.19	2.90	OK	-3.55	-18.00	OK	0.65	360.00	OK
8	1.00	0.72										
35	100 x 80		SLE - N5	0.10	2.90	OK	-3.20	-18.00	OK	0.27	360.00	OK
5	1.00	0.80										
36	100 x 80		SLE - N5	0.07	2.90	OK	-3.37	-18.00	OK	0.12	360.00	OK
5	1.00	0.80										
37	100 x 85		SLE - N5	0.01	2.90	OK	-3.21	-18.00	OK	-0.16	360.00	OK
6	1.00	0.85										
38	100 x 85		SLE - N5	0.12	2.90	OK	-3.31	-18.00	OK	-0.11	360.00	OK
6	1.00	0.85										
39	100 x 90		SLE - N5	0.08	2.90	OK	-3.09	-18.00	OK	-0.02	360.00	OK
7	1.00	0.90										
40	100 x 90	100 x 90	SLE - N5	0.08	2.90	OK	-3.09	-18.00	OK	0.06	360.00	OK
7	1.00	0.90										
41	100 x 100		SLE - N5	0.02	2.90	OK	-2.60	-18.00	OK	-0.04	360.00	OK
9	1.00	1.00										
42	100 x 100		SLE - N5	0.02	2.90	OK	-2.53	-18.00	OK	-0.03	360.00	OK
9	1.00	1.00										
43	100 x 90		SLE - N5	0.05	2.90	OK	-2.68	-18.00	OK	0.09	360.00	OK
7	1.00	0.90										
44	100 x 90		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-2.39	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
7	1.00	0.90										
45	100 x 85		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-2.25	-18.00	OK	-0.07	360.00	OK
6	1.00	0.85										
46	100 x 85		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-1.96	-18.00	OK	-0.21	360.00	OK
6	1.00	0.85										
47	100 x 80		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-1.85	-18.00	OK	-0.30	360.00	OK
5	1.00	0.80										
48	100 x 80		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-1.78	-18.00	OK	-0.44	360.00	OK
5	1.00	0.80										
49	100 x 75		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-2.09	-18.00	OK	-0.54	360.00	OK
4	1.00	0.75										
50	100 x 75		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-2.23	-18.00	OK	-0.67	360.00	OK
4	1.00	0.75										
51	100 x 70		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-2.54	-18.00	OK	-0.41	360.00	OK
3	1.00	0.70										
52	100 x 70		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-2.54	-18.00	OK	-0.07	360.00	OK
3	1.00	0.70										
53	100 x 65		SLE - N6	0.14	2.90	OK	-2.76	-18.00	OK	0.45	360.00	OK
2	1.00	0.65										
54	100 x 60		SLE - N5	0.28	2.90	OK	-2.84	-18.00	OK	1.09	360.00	OK
1	1.00	0.60										
55	100 x 60		SLE - N6	0.36	2.90	OK	-2.53	-18.00	OK	1.52	360.00	OK
1	1.00	0.60										
56	100 x 60		SLE - N5	0.43	2.90	OK	-2.43	-18.00	OK	1.88	360.00	OK
1	1.00	0.60										
57	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-2.70	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
58	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-3.12	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
59	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-3.42	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
60	100 x 60		SLE - N5	0.29	2.90	OK	-3.61	-18.00	OK	1.27	360.00	OK
1	1.00	0.60										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
61	100 x 60		SLE - N5	0.25	2.90	OK	-3.71	-18.00	OK	1.06	360.00	OK
1	1.00	0.60										
62	100 x 60		SLE - N5	0.25	2.90	OK	-3.71	-18.00	OK	1.07	360.00	OK
1	1.00	0.60										
63	100 x 60		SLE - N5	0.26	2.90	OK	-3.71	-18.00	OK	1.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										
64	100 x 60		SLE - N5	0.27	2.90	OK	-3.64	-18.00	OK	1.17	360.00	OK
1	1.00	0.60										
65	100 x 60		SLE - N5	0.27	2.90	OK	-3.50	-18.00	OK	1.17	360.00	OK
1	1.00	0.60										
66	100 x 60		SLE - N5	0.26	2.90	OK	-3.30	-18.00	OK	1.13	360.00	OK
1	1.00	0.60										
67	100 x 60		SLE - N5	0.25	2.90	OK	-3.06	-18.00	OK	1.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										
68	100 x 60		SLE - N5	0.37	2.90	OK	-2.79	-18.00	OK	1.74	360.00	OK
1	1.00	0.60										
69	100 x 60		SLE - N5	0.49	2.90	OK	-2.49	-18.00	OK	2.32	360.00	OK
1	1.00	0.60										
70	100 x 60		SLE - N6	0.59	2.90	OK	-2.60	-18.00	OK	2.87	360.00	OK
1	1.00	0.60										
71	100 x 60		SLE - N6	0.70	2.90	OK	-2.91	-18.00	OK	3.37	360.00	OK
1	1.00	0.60										
72	100 x 60		SLE - N6	0.79	2.90	OK	-3.20	-18.00	OK	3.82	360.00	OK
1	1.00	0.60										
73	100 x 60		SLE - N6	0.86	2.90	OK	-3.46	-18.00	OK	4.21	360.00	OK
1	1.00	0.60										
74	100 x 60		SLE - N6	0.93	2.90	OK	-3.68	-18.00	OK	4.53	360.00	OK
1	1.00	0.60										
75	100 x 60		SLE - N5	0.98	2.90	OK	-3.85	-18.00	OK	4.77	360.00	OK
1	1.00	0.60										
76	100 x 60		SLE - N5	1.01	2.90	OK	-3.96	-18.00	OK	4.94	360.00	OK
1	1.00	0.60										
77	100 x 60		SLE - N6	1.03	2.90	OK	-4.01	-18.00	OK	5.03	360.00	OK
1	1.00	0.60										
78	100 x 60		SLE - N6	1.03	2.90	OK	-4.01	-18.00	OK	5.04	360.00	OK
1	1.00	0.60										
79	100 x 60		SLE - N6	1.03	2.90	OK	-4.01	-18.00	OK	5.04	360.00	OK
1	1.00	0.60										
80	100 x 60		SLE - N6	1.03	2.90	OK	-4.01	-18.00	OK	5.03	360.00	OK
1	1.00	0.60										
81	100 x 60		SLE - N5	1.01	2.90	OK	-3.96	-18.00	OK	4.94	360.00	OK
1	1.00	0.60										
82	100 x 60		SLE - N5	0.98	2.90	OK	-3.85	-18.00	OK	4.77	360.00	OK
1	1.00	0.60										
83	100 x 60		SLE - N6	0.93	2.90	OK	-3.68	-18.00	OK	4.53	360.00	OK
1	1.00	0.60										
84	100 x 60		SLE - N6	0.86	2.90	OK	-3.46	-18.00	OK	4.21	360.00	OK
1	1.00	0.60										
85	100 x 60		SLE - N5	0.79	2.90	OK	-3.20	-18.00	OK	3.82	360.00	OK
1	1.00	0.60										
86	100 x 60		SLE - N6	0.70	2.90	OK	-2.91	-18.00	OK	3.38	360.00	OK
1	1.00	0.60										
87	100 x 60		SLE - N6	0.59	2.90	OK	-2.60	-18.00	OK	2.87	360.00	OK
1	1.00	0.60										
88	100 x 60		SLE - N5	0.49	2.90	OK	-2.49	-18.00	OK	2.32	360.00	OK
1	1.00	0.60										
89	100 x 60		SLE - N5	0.37	2.90	OK	-2.79	-18.00	OK	1.74	360.00	OK
1	1.00	0.60										
90	100 x 60	100 x 60	SLE - N5	0.25	2.90	OK	-3.06	-18.00	OK	1.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$	$\sigma_{ct, Adm}$	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$	$\sigma_{c, Adm}$	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$	$\sigma_{s, Adm}$	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]		
91	100 x 60		SLE - N5	0.26	2.90	OK	-3.30	-18.00	OK	1.13	360.00	OK
1	1.00	0.60										
92	100 x 60		SLE - N5	0.27	2.90	OK	-3.50	-18.00	OK	1.17	360.00	OK
1	1.00	0.60										
93	100 x 60		SLE - N5	0.27	2.90	OK	-3.64	-18.00	OK	1.16	360.00	OK
1	1.00	0.60										
94	100 x 60		SLE - N5	0.26	2.90	OK	-3.71	-18.00	OK	1.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										
95	100 x 60		SLE - N5	0.25	2.90	OK	-3.71	-18.00	OK	1.07	360.00	OK
1	1.00	0.60										
96	100 x 60		SLE - N5	0.25	2.90	OK	-3.71	-18.00	OK	1.06	360.00	OK
1	1.00	0.60										
97	100 x 60		SLE - N5	0.29	2.90	OK	-3.61	-18.00	OK	1.27	360.00	OK
1	1.00	0.60										
98	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-3.42	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
99	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-3.12	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
100	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-2.70	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
101	100 x 60		SLE - N5	0.43	2.90	OK	-2.43	-18.00	OK	1.88	360.00	OK
1	1.00	0.60										
102	100 x 60		SLE - N6	0.36	2.90	OK	-2.53	-18.00	OK	1.52	360.00	OK
1	1.00	0.60										
103	100 x 60		SLE - N5	0.28	2.90	OK	-2.84	-18.00	OK	1.09	360.00	OK
1	1.00	0.60										
104	100 x 65		SLE - N6	0.14	2.90	OK	-2.76	-18.00	OK	0.45	360.00	OK
2	1.00	0.65										
105	100 x 70		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-2.54	-18.00	OK	-0.07	360.00	OK
3	1.00	0.70										
106	100 x 70		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-2.54	-18.00	OK	-0.41	360.00	OK
3	1.00	0.70										
107	100 x 75		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-2.23	-18.00	OK	-0.67	360.00	OK
4	1.00	0.75										
108	100 x 75		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-2.09	-18.00	OK	-0.54	360.00	OK
4	1.00	0.75										
109	100 x 80		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-1.78	-18.00	OK	-0.44	360.00	OK
5	1.00	0.80										
110	100 x 80		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-1.85	-18.00	OK	-0.30	360.00	OK
5	1.00	0.80										
111	100 x 85		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-1.96	-18.00	OK	-0.21	360.00	OK
6	1.00	0.85										
112	100 x 85		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-2.25	-18.00	OK	-0.07	360.00	OK
6	1.00	0.85										
113	100 x 90		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-2.39	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
7	1.00	0.90										
114	100 x 90		SLE - N5	0.05	2.90	OK	-2.68	-18.00	OK	0.09	360.00	OK
7	1.00	0.90										
115	100 x 100		SLE - N5	0.02	2.90	OK	-2.53	-18.00	OK	-0.03	360.00	OK
9	1.00	1.00										
116	100 x 100		SLE - N5	0.02	2.90	OK	-2.60	-18.00	OK	-0.04	360.00	OK
9	1.00	1.00										
117	100 x 90		SLE - N5	0.08	2.90	OK	-3.09	-18.00	OK	0.06	360.00	OK
7	1.00	0.90										
118	100 x 90	100 x 90	SLE - N5	0.08	2.90	OK	-3.09	-18.00	OK	-0.01	360.00	OK
7	1.00	0.90										
119	100 x 85	100 x 85	SLE - N5	0.12	2.90	OK	-3.31	-18.00	OK	-0.10	360.00	OK
6	1.00	0.85										
120	100 x 85		SLE - N5	0.02	2.90	OK	-3.21	-18.00	OK	-0.16	360.00	OK
6	1.00	0.85										
121	100 x 80		SLE - N5	0.07	2.90	OK	-3.37	-18.00	OK	0.12	360.00	OK
5	1.00	0.80										
122	100 x 80		SLE - N5	0.10	2.90	OK	-3.20	-18.00	OK	0.27	360.00	OK
5	1.00	0.80										
123	100 x 72		SLE - N5	0.19	2.90	OK	-3.55	-18.00	OK	0.65	360.00	OK
8	1.00	0.72										
124	100 x 72		SLE - N5	0.21	2.90	OK	-3.30	-18.00	OK	0.75	360.00	OK
8	1.00	0.72										

A.6.4.31. Stress checking for load combination with swelling and squeezing

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
1	100 x 90		SLE - N7	1.46	2.90	OK	-4.66	-18.00	OK	6.84	360.00	OK
7	1.00	0.90										
2	100 x 90		SLE - N7	0.86	2.90	OK	-4.07	-18.00	OK	3.65	360.00	OK
7	1.00	0.90										
3	100 x 100		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-2.91	-18.00	OK	-0.80	360.00	OK
9	1.00	1.00										
4	100 x 100		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-2.44	-18.00	OK	-3.11	360.00	OK
9	1.00	1.00										
5	100 x 100		SLE - N7	0.24	2.90	OK	-2.32	-18.00	OK	0.64	360.00	OK
9	1.00	1.00										
6	100 x 100		SLE - N7	1.48	2.90	OK	-3.32	-18.00	OK	7.35	360.00	OK
9	1.00	1.00										
7	100 x 100		SLE - N7	2.55	2.90	OK	-4.41	-18.00	OK	13.14	360.00	OK
9	1.00	1.00										
8	100 x 100		SLE - N10	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	***	360.00	***
9	1.00	1.00										
9	100 x 100		SLE - N10	4.32	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	22.72	360.00	***
9	1.00	1.00										
10	100 x 100		SLE - N10	5.02	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	26.46	360.00	***
9	1.00	1.00										
11	100 x 100		SLE - N10	5.58	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	29.51	360.00	***
9	1.00	1.00										
12	100 x 120		SLE - N10	4.05	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	21.89	360.00	***
10	1.00	1.20										
13	100 x 120		SLE - N10	4.29	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	23.21	360.00	***
10	1.00	1.20										
14	100 x 120		SLE - N10	4.39	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	23.80	360.00	***
10	1.00	1.20										
15	100 x 120		SLE - N10	4.44	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	24.05	360.00	***
10	1.00	1.20										
16	100 x 120		SLE - N10	4.45	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	24.11	360.00	***
10	1.00	1.20										
17	100 x 120		SLE - N10	4.45	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	24.11	360.00	***
10	1.00	1.20										
18	100 x 120		SLE - N10	4.44	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	24.05	360.00	***
10	1.00	1.20										
19	100 x 120		SLE - N10	4.37	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	23.68	360.00	***
10	1.00	1.20										
20	100 x 120	100 x 120	SLE - N10	4.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	23.09	360.00	***
10	1.00	1.20										
21	100 x 120		SLE - N10	4.05	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	21.89	360.00	***
10	1.00	1.20										
22	100 x 100		SLE - N10	5.58	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	29.51	360.00	***
9	1.00	1.00										
23	100 x 100		SLE - N10	5.02	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	26.46	360.00	***
9	1.00	1.00										
24	100 x 100		SLE - N10	4.32	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	22.72	360.00	***
9	1.00	1.00										
25	100 x 100		SLE - N10	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.28	360.00	***
9	1.00	1.00										
26	100 x 100		SLE - N7	2.55	2.90	OK	-4.41	-18.00	OK	13.14	360.00	OK
9	1.00	1.00										
27	100 x 100		SLE - N7	1.48	2.90	OK	-3.32	-18.00	OK	7.35	360.00	OK
9	1.00	1.00										
28	100 x 100		SLE - N7	0.24	2.90	OK	-2.32	-18.00	OK	0.65	360.00	OK
9	1.00	1.00										
29	100 x 100		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-2.44	-18.00	OK	-3.10	360.00	OK
9	1.00	1.00										
30	100 x 100		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-2.91	-18.00	OK	-0.80	360.00	OK
9	1.00	1.00										

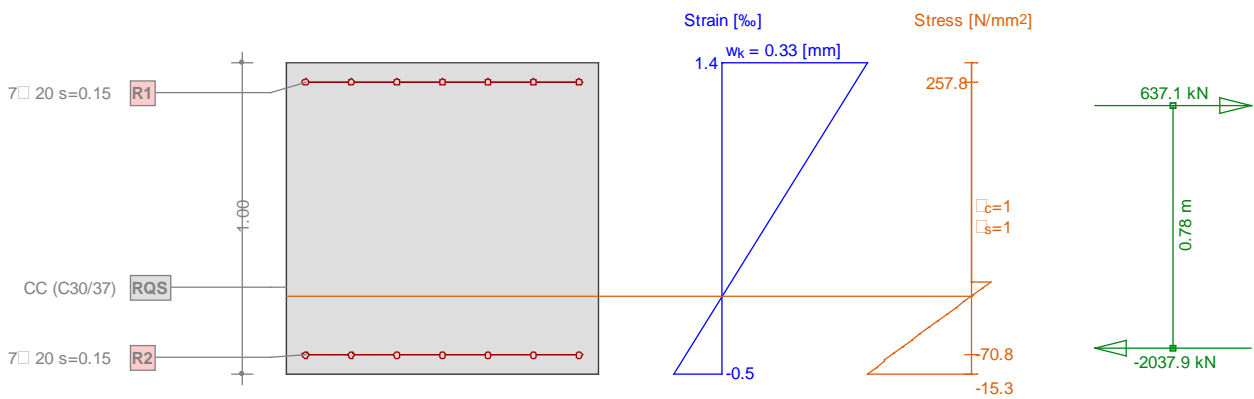
STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
31	100 x 90		SLE - N7	0.85	2.90	OK	-4.07	-18.00	OK	3.64	360.00	OK
7	1.00	0.90										
32	100 x 90		SLE - N7	1.46	2.90	OK	-4.66	-18.00	OK	6.83	360.00	OK
7	1.00	0.90										
33	100 x 72		SLE - N9	3.44	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.14	360.00	***
8	1.00	0.72										
34	100 x 72		SLE - N9	4.05	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	19.25	360.00	***
8	1.00	0.72										
35	100 x 80		SLE - N9	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	17.02	360.00	***
5	1.00	0.80										
36	100 x 80		SLE - N10	3.80	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.56	360.00	***
5	1.00	0.80										
37	100 x 85		SLE - N10	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	17.39	360.00	***
6	1.00	0.85										
38	100 x 85		SLE - N10	3.66	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.23	360.00	***
6	1.00	0.85										
39	100 x 90		SLE - N10	3.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.38	360.00	***
7	1.00	0.90										
40	100 x 90	100 x 90	SLE - N10	3.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.38	360.00	***
7	1.00	0.90										
41	100 x 100		SLE - N10	2.49	2.90	OK	-4.97	-18.00	OK	12.67	360.00	OK
9	1.00	1.00										
42	100 x 100		SLE - N10	2.40	2.90	OK	-4.77	-18.00	OK	12.19	360.00	OK
9	1.00	1.00										
43	100 x 90		SLE - N10	2.72	2.90	OK	-5.13	-18.00	OK	13.54	360.00	OK
7	1.00	0.90										
44	100 x 90		SLE - N10	2.28	2.90	OK	-4.65	-18.00	OK	11.23	360.00	OK
7	1.00	0.90										
45	100 x 85		SLE - N10	2.10	2.90	OK	-4.57	-18.00	OK	10.06	360.00	OK
6	1.00	0.85										
46	100 x 85		SLE - N10	1.58	2.90	OK	-4.02	-18.00	OK	7.33	360.00	OK
6	1.00	0.85										
47	100 x 80		SLE - N10	1.30	2.90	OK	-3.87	-18.00	OK	5.71	360.00	OK
5	1.00	0.80										
48	100 x 80		SLE - N10	0.78	2.90	OK	-3.31	-18.00	OK	2.99	360.00	OK
5	1.00	0.80										
49	100 x 75		SLE - N8	0.44	2.90	OK	-3.11	-18.00	OK	1.04	360.00	OK
4	1.00	0.75										
50	100 x 75		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-2.93	-18.00	OK	-1.38	360.00	OK
4	1.00	0.75										
51	100 x 70		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.49	-18.00	OK	-3.48	360.00	OK
3	1.00	0.70										
52	100 x 70		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.57	-18.00	OK	-5.56	360.00	OK
3	1.00	0.70										
53	100 x 65		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.94	-18.00	OK	-7.36	360.00	OK
2	1.00	0.65										
54	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.23	-18.00	OK	-8.72	360.00	OK
1	1.00	0.60										
55	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.92	-18.00	OK	-9.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										
56	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.46	-18.00	OK	-8.32	360.00	OK
1	1.00	0.60										
57	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-3.25	-18.00	OK	-8.10	360.00	OK
1	1.00	0.60										
58	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-3.75	-18.00	OK	-7.43	360.00	OK
1	1.00	0.60										
59	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-4.12	-18.00	OK	-7.04	360.00	OK
1	1.00	0.60										
60	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.46	-18.00	OK	-6.89	360.00	OK
1	1.00	0.60										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
61	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.66	-18.00	OK	-6.56	360.00	OK
1	1.00	0.60										
62	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.74	-18.00	OK	-6.11	360.00	OK
1	1.00	0.60										
63	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.74	-18.00	OK	-6.11	360.00	OK
1	1.00	0.60										
64	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.71	-18.00	OK	-6.03	360.00	OK
1	1.00	0.60										
65	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.58	-18.00	OK	-5.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
66	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.38	-18.00	OK	-4.80	360.00	OK
1	1.00	0.60										
67	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.11	-18.00	OK	-4.24	360.00	OK
1	1.00	0.60										
68	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.79	-18.00	OK	-3.73	360.00	OK
1	1.00	0.60										
69	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.44	-18.00	OK	-3.26	360.00	OK
1	1.00	0.60										
70	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-3.58	-18.00	OK	-2.84	360.00	OK
1	1.00	0.60										
71	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-3.99	-18.00	OK	-2.45	360.00	OK
1	1.00	0.60										
72	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-4.37	-18.00	OK	-2.08	360.00	OK
1	1.00	0.60										
73	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-4.72	-18.00	OK	-1.73	360.00	OK
1	1.00	0.60										
74	100 x 60		SLE - N8	0.03	2.90	OK	-5.01	-18.00	OK	-1.38	360.00	OK
1	1.00	0.60										
75	100 x 60		SLE - N8	0.28	2.90	OK	-5.24	-18.00	OK	-1.03	360.00	OK
1	1.00	0.60										
76	100 x 60		SLE - N8	0.44	2.90	OK	-5.39	-18.00	OK	-0.67	360.00	OK
1	1.00	0.60										
77	100 x 60		SLE - N8	0.51	2.90	OK	-5.46	-18.00	OK	-0.29	360.00	OK
1	1.00	0.60										
78	100 x 60		SLE - N8	0.51	2.90	OK	-5.46	-18.00	OK	-0.21	360.00	OK
1	1.00	0.60										
79	100 x 60		SLE - N8	0.51	2.90	OK	-5.46	-18.00	OK	-0.21	360.00	OK
1	1.00	0.60										
80	100 x 60		SLE - N8	0.51	2.90	OK	-5.46	-18.00	OK	-0.29	360.00	OK
1	1.00	0.60										
81	100 x 60		SLE - N8	0.44	2.90	OK	-5.39	-18.00	OK	-0.67	360.00	OK
1	1.00	0.60										
82	100 x 60		SLE - N8	0.28	2.90	OK	-5.24	-18.00	OK	-1.03	360.00	OK
1	1.00	0.60										
83	100 x 60		SLE - N8	0.03	2.90	OK	-5.01	-18.00	OK	-1.38	360.00	OK
1	1.00	0.60										
84	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-4.72	-18.00	OK	-1.73	360.00	OK
1	1.00	0.60										
85	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-4.37	-18.00	OK	-2.08	360.00	OK
1	1.00	0.60										
86	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-3.99	-18.00	OK	-2.45	360.00	OK
1	1.00	0.60										
87	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-3.58	-18.00	OK	-2.84	360.00	OK
1	1.00	0.60										
88	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.44	-18.00	OK	-3.26	360.00	OK
1	1.00	0.60										
89	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.79	-18.00	OK	-3.73	360.00	OK
1	1.00	0.60										
90	100 x 60	100 x 60	SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.11	-18.00	OK	-4.24	360.00	OK
1	1.00	0.60										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$	$\sigma_{ct, Adm}$	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$	$\sigma_{c, Adm}$	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$	$\sigma_{s, Adm}$	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]		
91	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.38	-18.00	OK	-4.79	360.00	OK
1	1.00	0.60										
92	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.58	-18.00	OK	-5.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
93	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.71	-18.00	OK	-6.02	360.00	OK
1	1.00	0.60										
94	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.74	-18.00	OK	-6.11	360.00	OK
1	1.00	0.60										
95	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.74	-18.00	OK	-6.10	360.00	OK
1	1.00	0.60										
96	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.66	-18.00	OK	-6.56	360.00	OK
1	1.00	0.60										
97	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.46	-18.00	OK	-6.89	360.00	OK
1	1.00	0.60										
98	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.13	-18.00	OK	-7.04	360.00	OK
1	1.00	0.60										
99	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-3.75	-18.00	OK	-7.43	360.00	OK
1	1.00	0.60										
100	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-3.25	-18.00	OK	-8.10	360.00	OK
1	1.00	0.60										
101	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.46	-18.00	OK	-8.32	360.00	OK
1	1.00	0.60										
102	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.92	-18.00	OK	-9.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										
103	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.23	-18.00	OK	-8.72	360.00	OK
1	1.00	0.60										
104	100 x 65		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.94	-18.00	OK	-7.36	360.00	OK
2	1.00	0.65										
105	100 x 70		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.57	-18.00	OK	-5.56	360.00	OK
3	1.00	0.70										
106	100 x 70		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.48	-18.00	OK	-3.48	360.00	OK
3	1.00	0.70										
107	100 x 75		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-2.93	-18.00	OK	-1.38	360.00	OK
4	1.00	0.75										
108	100 x 75		SLE - N8	0.44	2.90	OK	-3.11	-18.00	OK	1.04	360.00	OK
4	1.00	0.75										
109	100 x 80		SLE - N10	0.78	2.90	OK	-3.31	-18.00	OK	2.99	360.00	OK
5	1.00	0.80										
110	100 x 80		SLE - N10	1.30	2.90	OK	-3.87	-18.00	OK	5.71	360.00	OK
5	1.00	0.80										
111	100 x 85		SLE - N10	1.58	2.90	OK	-4.02	-18.00	OK	7.34	360.00	OK
6	1.00	0.85										
112	100 x 85		SLE - N10	2.10	2.90	OK	-4.57	-18.00	OK	10.06	360.00	OK
6	1.00	0.85										
113	100 x 90		SLE - N10	2.28	2.90	OK	-4.65	-18.00	OK	11.23	360.00	OK
7	1.00	0.90										
114	100 x 90		SLE - N10	2.72	2.90	OK	-5.13	-18.00	OK	13.53	360.00	OK
7	1.00	0.90										
115	100 x 100		SLE - N10	2.40	2.90	OK	-4.77	-18.00	OK	12.20	360.00	OK
9	1.00	1.00										
116	100 x 100		SLE - N10	2.49	2.90	OK	-4.97	-18.00	OK	12.68	360.00	OK
9	1.00	1.00										
117	100 x 90		SLE - N10	3.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.38	360.00	***
7	1.00	0.90										
118	100 x 90 100 x 90		SLE - N10	3.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.39	360.00	***
7	1.00	0.90										
119	100 x 85 100 x 85		SLE - N10	3.66	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.24	360.00	***
6	1.00	0.85										
120	100 x 85		SLE - N10	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	17.40	360.00	***
6	1.00	0.85										
121	100 x 80		SLE - N10	3.80	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.57	360.00	***
5	1.00	0.80										
122	100 x 80		SLE - N9	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	17.02	360.00	***
5	1.00	0.80										
123	100 x 72		SLE - N9	4.05	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	19.26	360.00	***
8	1.00	0.72										
124	100 x 72		SLE - N9	3.44	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.15	360.00	***
8	1.00	0.72										

Crack checking for determinants cracked members

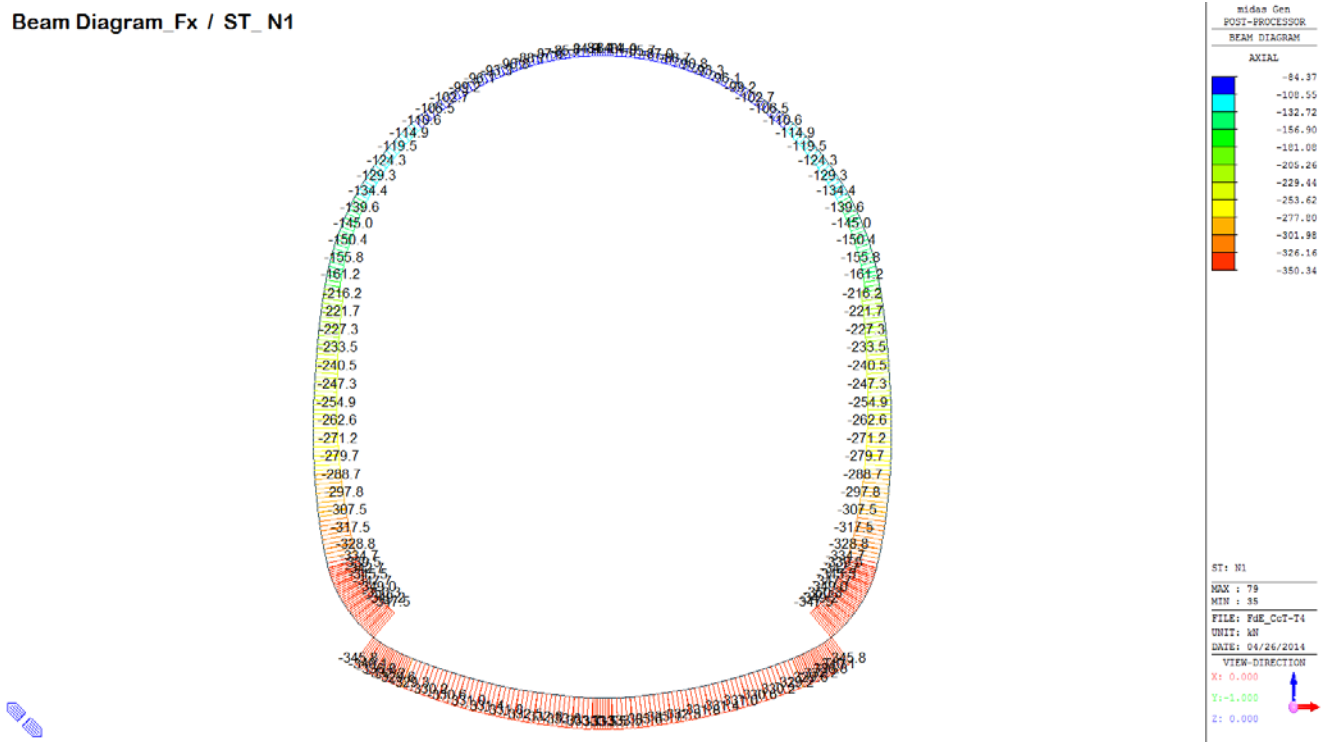
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]
	SECTION	Bc (m)			
11	100 x 100		SLE – N10	5.58	2.90
9	1.00	1.00			
22	100 x 100		SLE – N10	5.58	2.90
9	1.00	1.00			



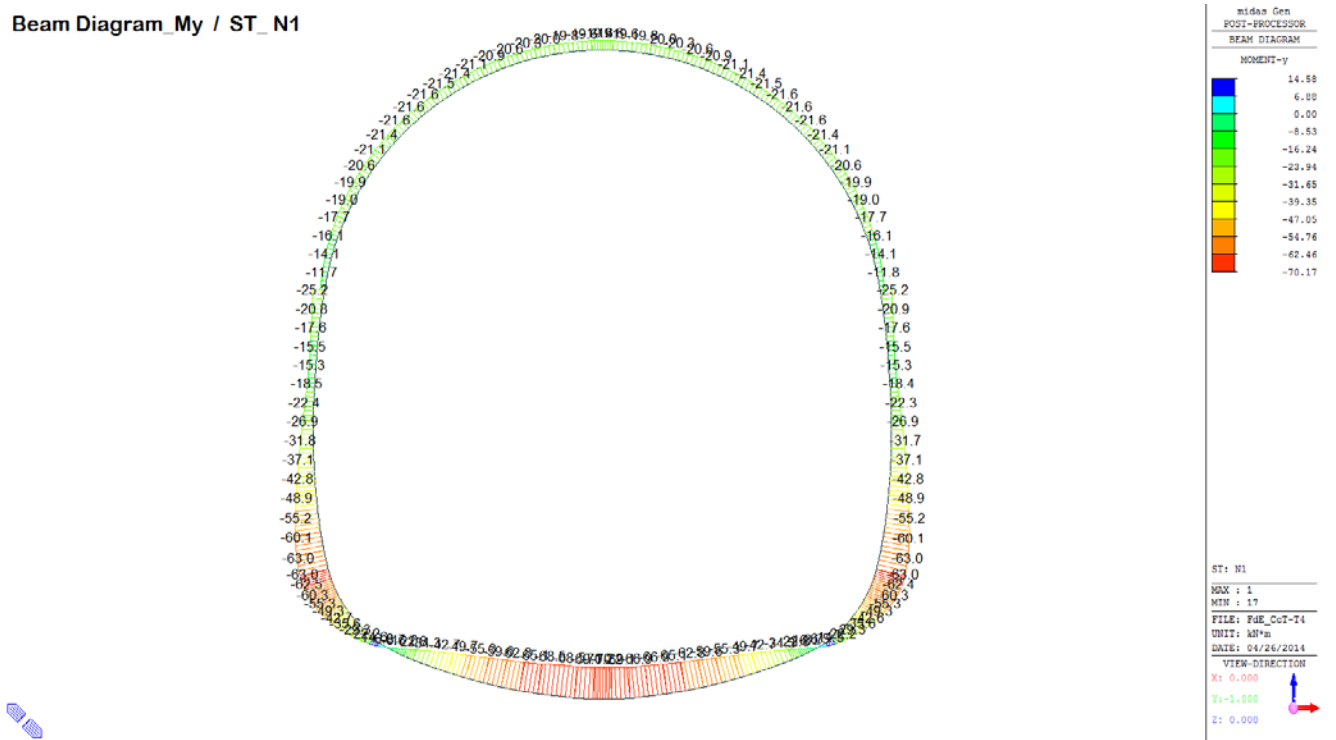
A.6.5. Output and check result for T5 cross section (FdE-CS T5)

A.6.5.1. Load combination SLU 1

Beam Diagram_Fx / ST_N1



Beam Diagram_My / ST_N1

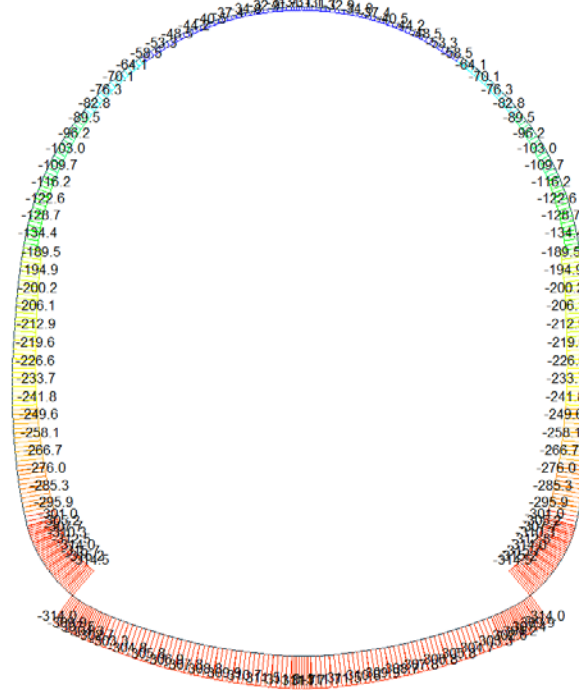


Beam Diagram_Fz / ST_N1



A.6.5.2. Load combination SLU 2

Beam Diagram_Fx / ST_N2



Beam Diagram_My / ST_N2



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

82.18
67.01
51.84
36.67
21.50
0.00
-8.84
-24.01
-39.18
-54.35
-69.52
-84.69

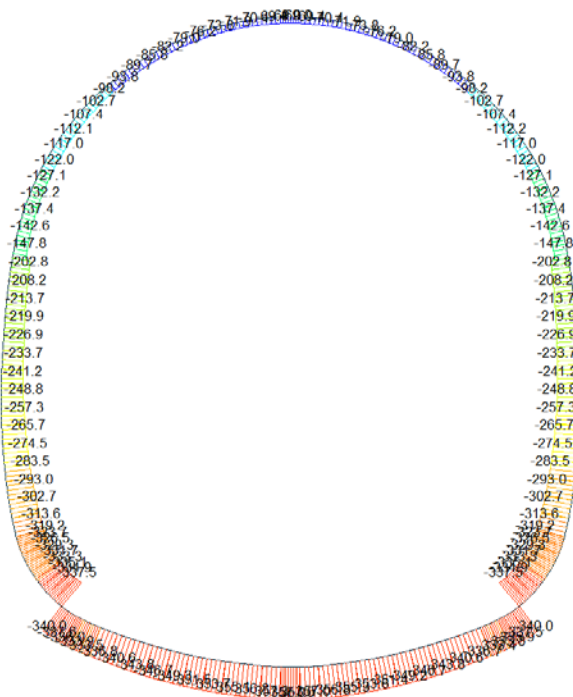
ST: N2

MAX : 79
MIN : 13

FILE: PBE_CoT-74
UNIT: kNm
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fx / ST_N3



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

-68.88
-95.09
-121.31
-147.53
-173.75
-199.97
-226.19
-252.41
-278.63
-304.85
-331.07
-357.29

ST: N3

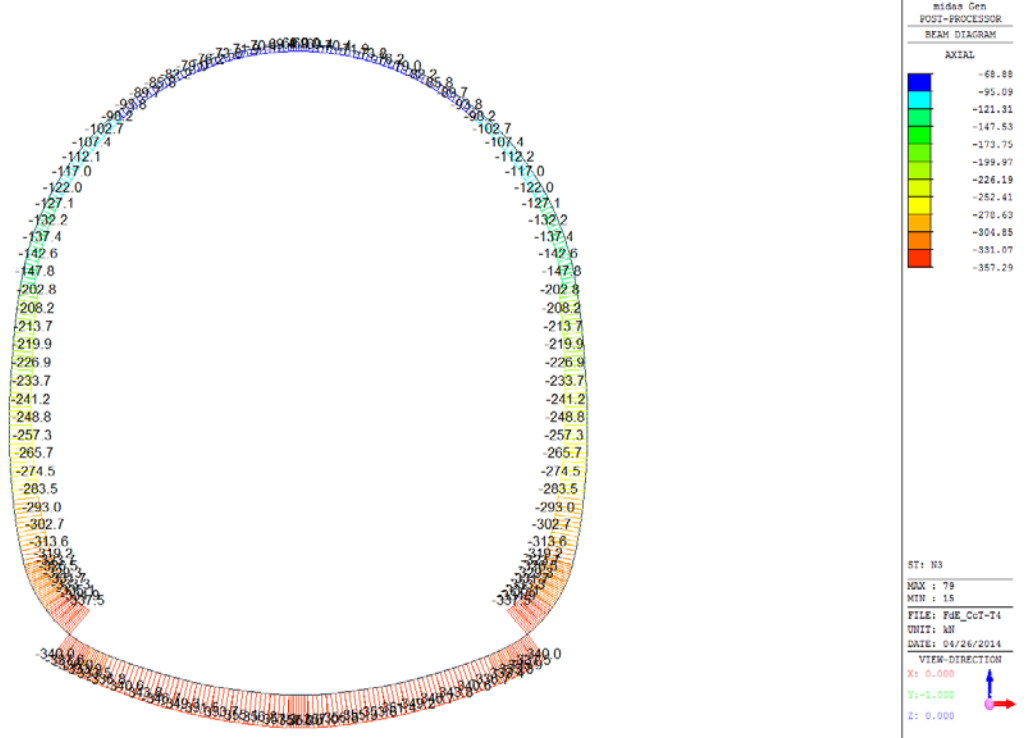
MAX : 79
MIN : 15

FILE: PBE_CoT-74
UNIT: kN
DATE: 04/26/2014

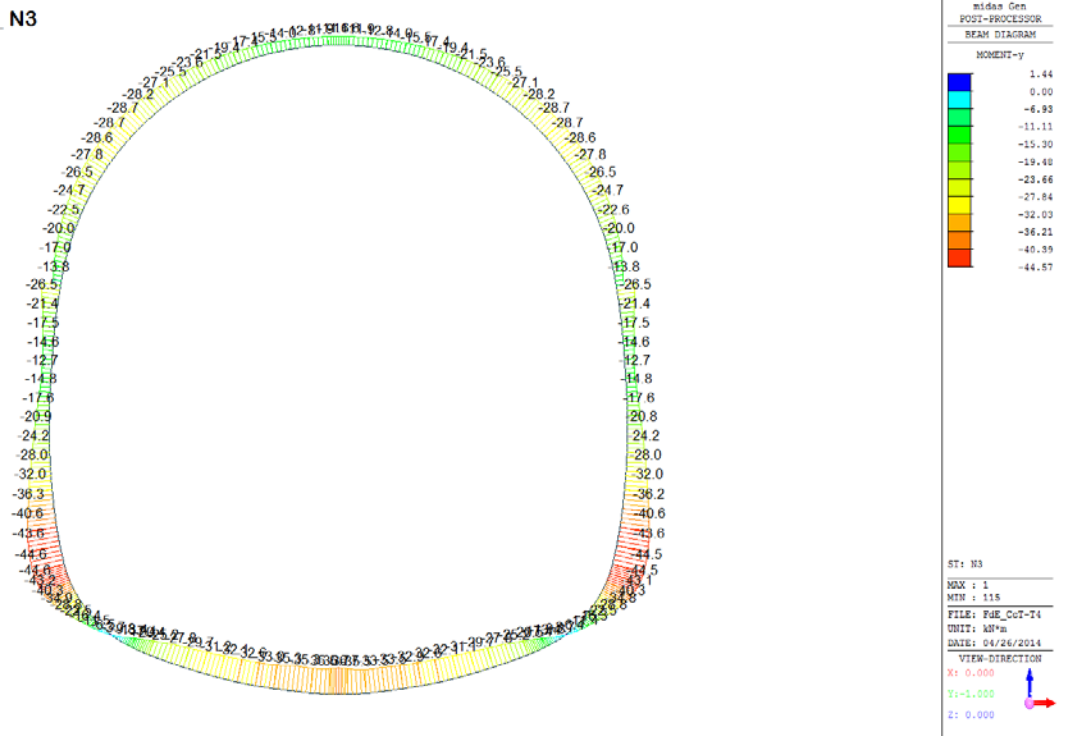
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.3. Load combination SLU 3

Beam Diagram Fx / ST_N3



Beam Diagram My / ST_N3

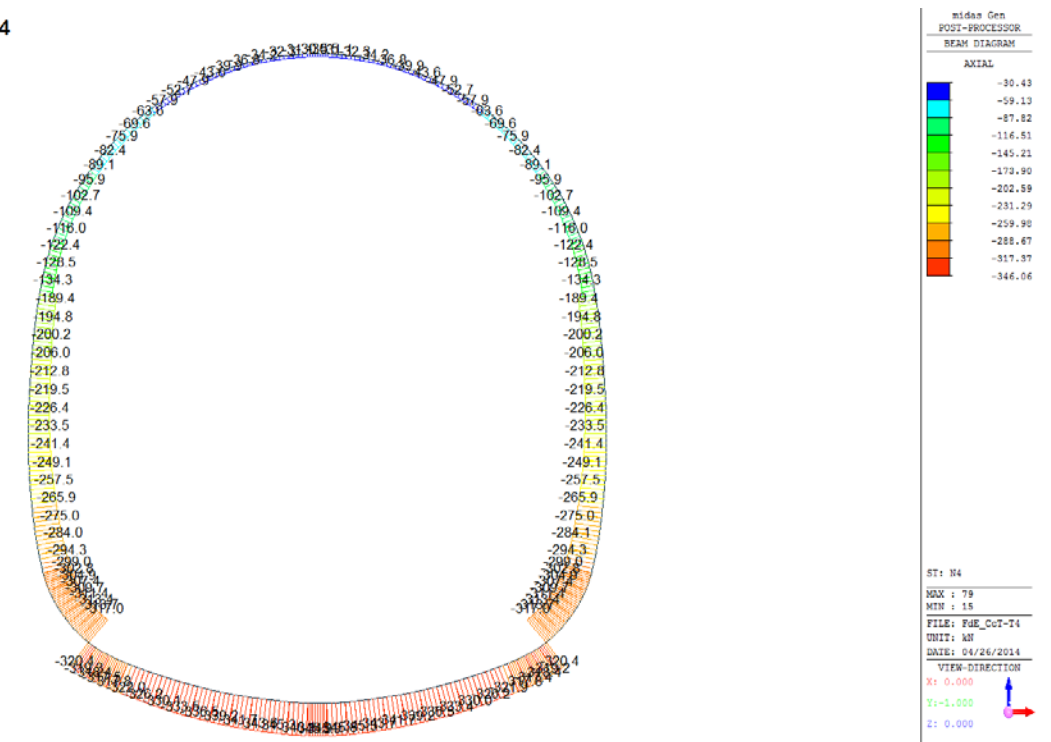


Beam Diagram_Fz / ST_N3

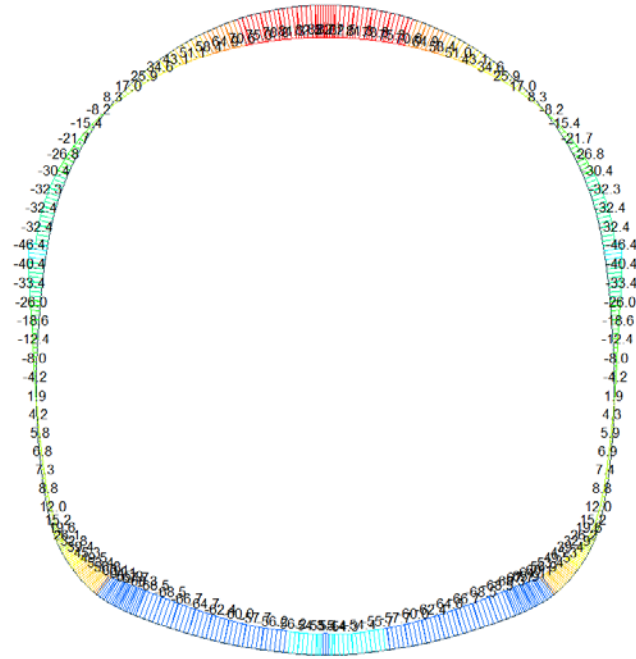


A.6.5.4. Load combination SLU 4

Beam Diagram_Fx / ST_N4



Beam Diagram_My / ST_N4



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

82.68
60.94
55.19
41.44
27.70
13.95
0.00
-13.54
-27.29
-41.03
-54.78
-68.53

ST: N4
MAX : 78
MIN : 27
FILE: PBE_CoT-74
UNIT: MN*m
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N4



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

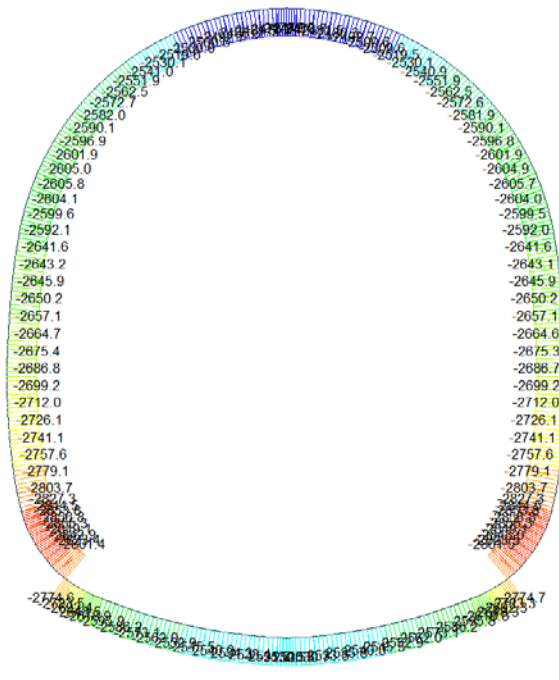
45.67
37.37
29.07
20.76
12.46
4.16
0.00
-12.45
-20.75
-29.05
-37.36
-45.66

ST: N4
MAX : 119
MIN : 38
FILE: PBE_CoT-74
UNIT: MN
DATE: 04/26/2014

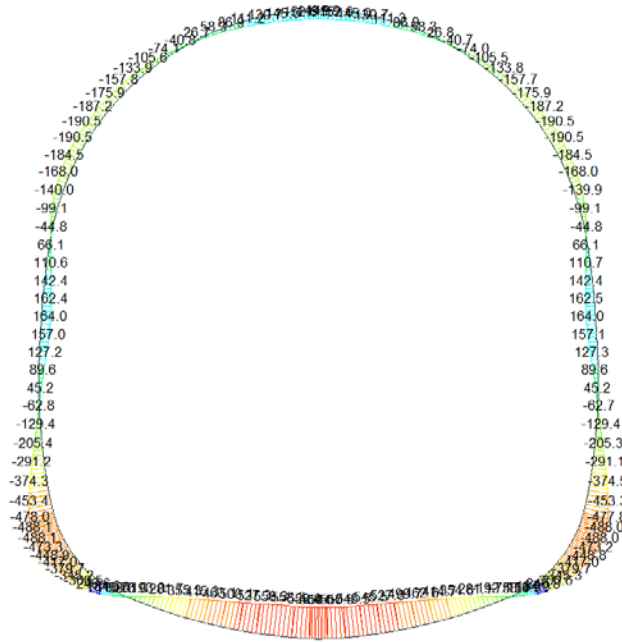
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.5. Load combination SLU 5

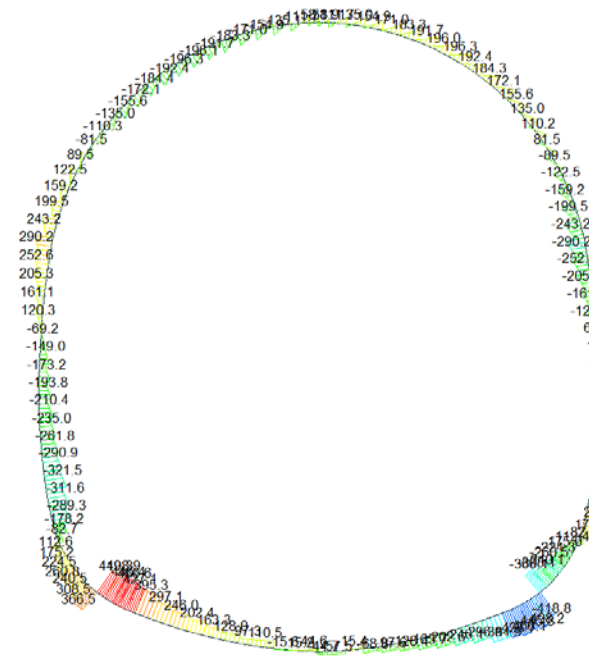
Beam Diagram Fx / ST_N5



Beam Diagram My / ST_N5



Beam Diagram_Fz / ST_N5



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

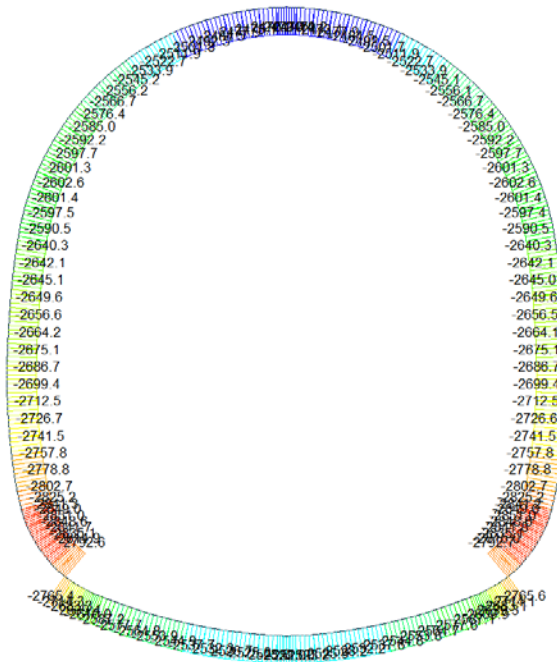
498.87
400.23
317.58
226.93
136.29
45.64
0.00
-135.65
-226.29
-316.94
-407.59
-498.23

ST: N5
MAX : 2
MIN : 51
FILE: FdE_CoT-75
UNIT: MN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.6. Load combination SLU 6

Beam Diagram_Fx / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

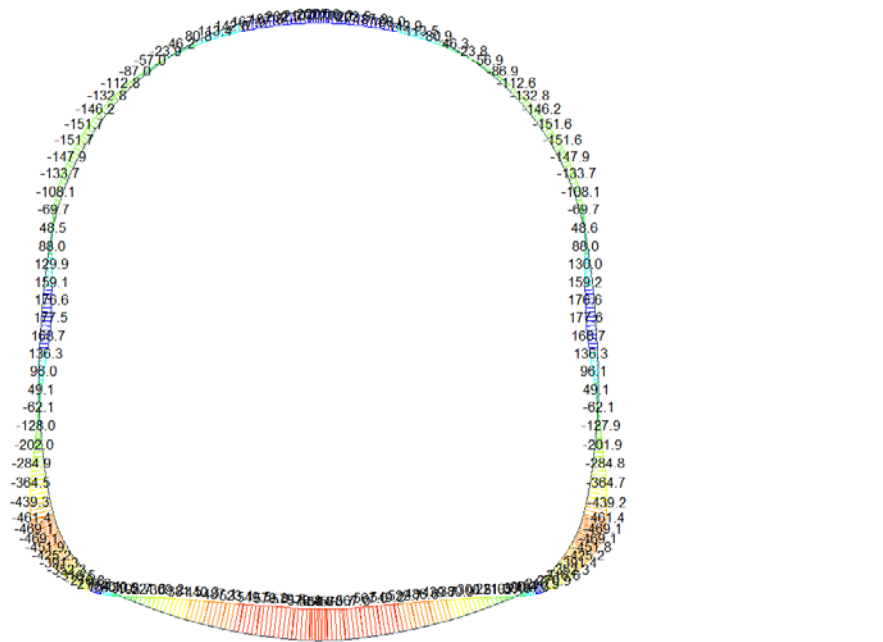
AXIAL

-2449.70
-2504.37
-2539.03
-2573.70
-2608.36
-2643.02
-2677.69
-2712.35
-2747.02
-2781.68
-2816.34
-2851.01

ST: N6
MAX : 77
MIN : 119
FILE: FdE_CoT-75
UNIT: MN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

216.52
143.67
70.83
0.00
-74.06
-147.71
-220.55
-293.40
-366.24
-439.09
-511.93
-584.78

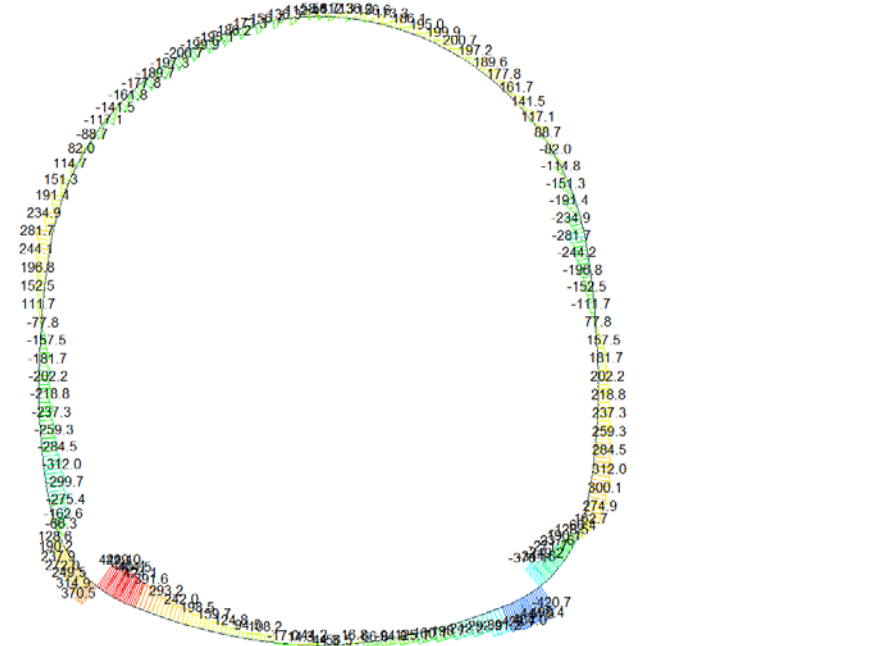
ST: N6

MAX : 52
MIN : 17

FILE: PSE_CoT-T5
UNIT: kNm
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N6



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

499.01
400.34
317.67
227.00
136.33
45.65
0.00
-135.69
-226.36
-317.03
-407.70
-498.38

ST: N6

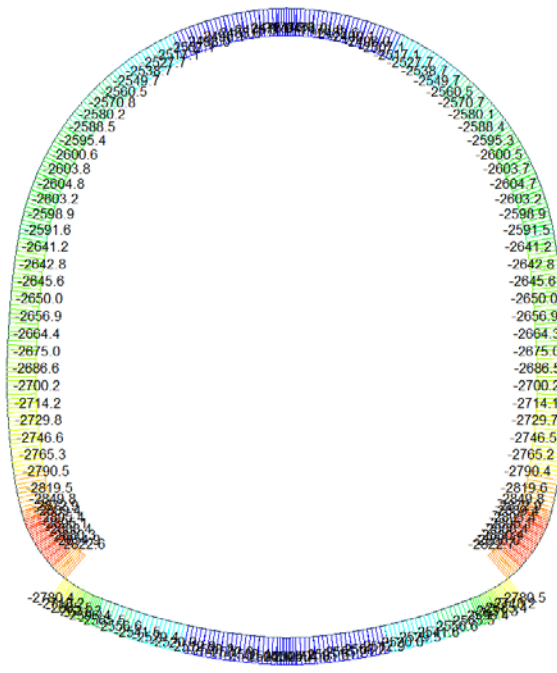
MAX : 2
MIN : 31

FILE: PSE_CoT-T5
UNIT: kN
DATE: 04/26/2014

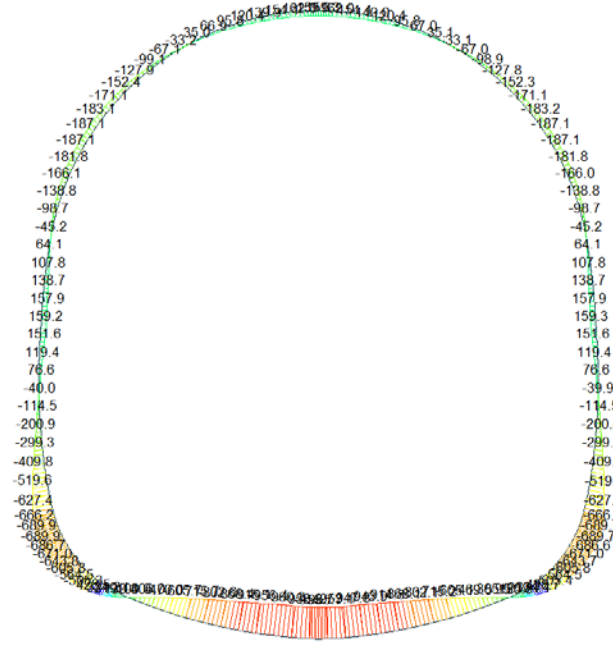
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.7. Load combination SLU 7

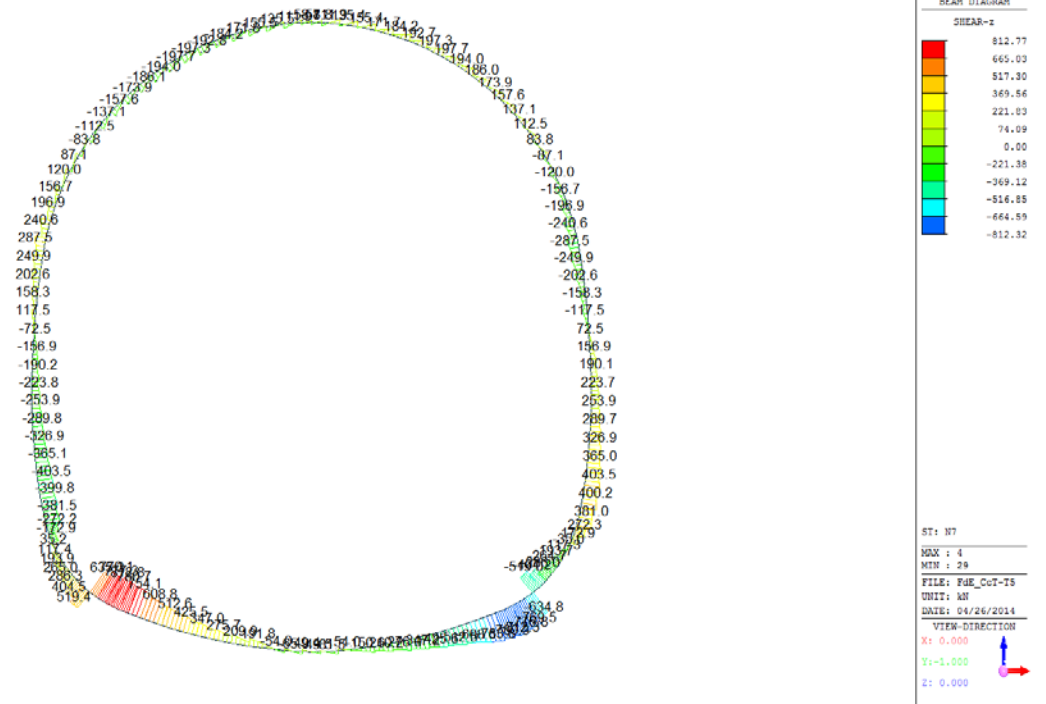
Beam Diagram Fx / ST_N7



Beam Diagram My / ST_N7

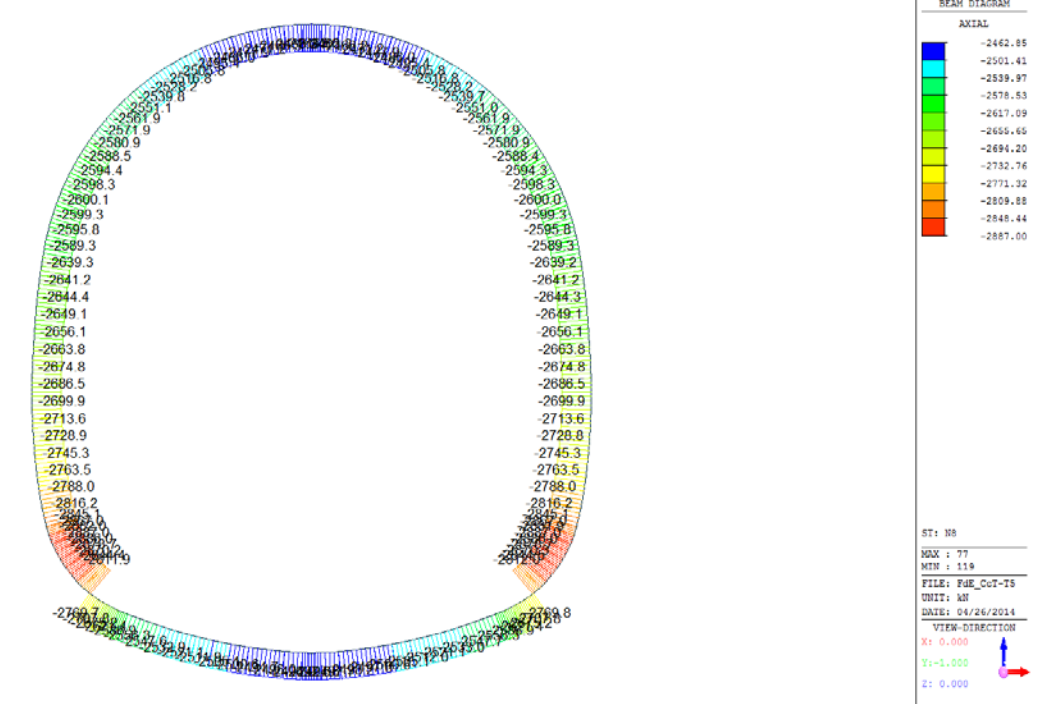


Beam Diagram_Fz / ST_N7



A.6.5.8. Load combination SLU 8

Beam Diagram_Fx / ST_N8



Beam Diagram_My / ST_N8



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-My

386.17
261.51
136.85
0.00
-112.47
-237.13
-361.79
-486.45
-611.11
-735.77
-860.43
-985.09

ST: N8

MAX : 82
MIN : 14

FILE: PSE_CoT-T5
UNIT: kNm
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N8



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-Fz

806.98
660.30
513.62
366.93
220.25
73.56
0.00
-219.80
-366.49
-513.17
-659.86
-806.54

ST: N8

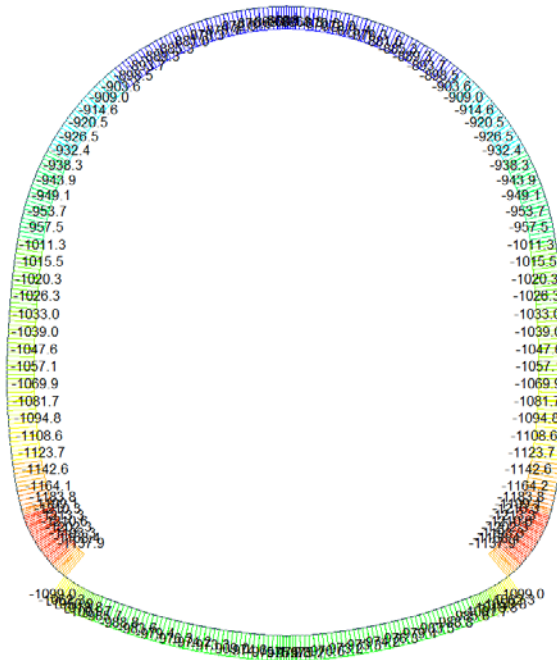
MAX : 4
MIN : 28

FILE: PSE_CoT-T5
UNIT: kN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.9. Load combination SLU 9

Beam Diagram Fx / ST_N9



Beam Diagram My / ST_N9

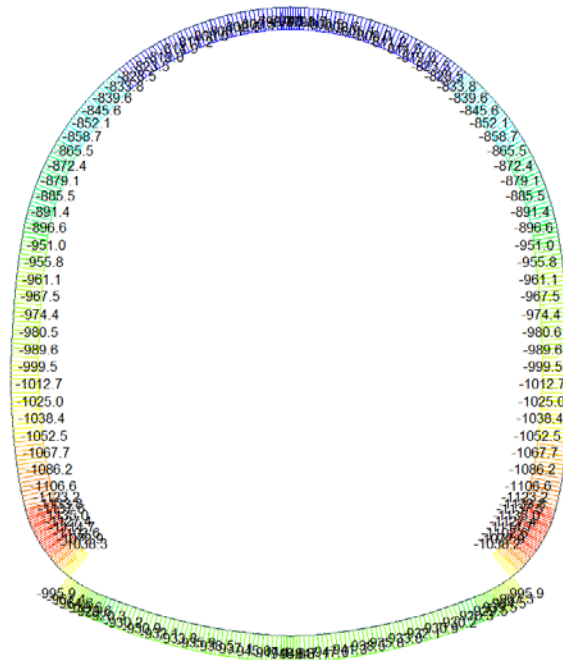


Beam Diagram_Fz / ST_N9



A.6.5.10. Load combination SLU 10

Beam Diagram_Fx / ST_N10



Beam Diagram_My / ST_N10



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

310.95
160.35
0.00
-116.87
-259.47
-402.08
-544.69
-687.29
-829.90
-972.51
-1115.11
-1257.72

ST: N10

MAX : 1
MIN : 17

FILE: PSE_CoT-T5
UNIT: kNm
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N10



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

763.98
625.00
486.18
347.28
208.30
69.40
0.00
-208.32
-347.22
-486.12
-625.02
-763.92

ST: N10

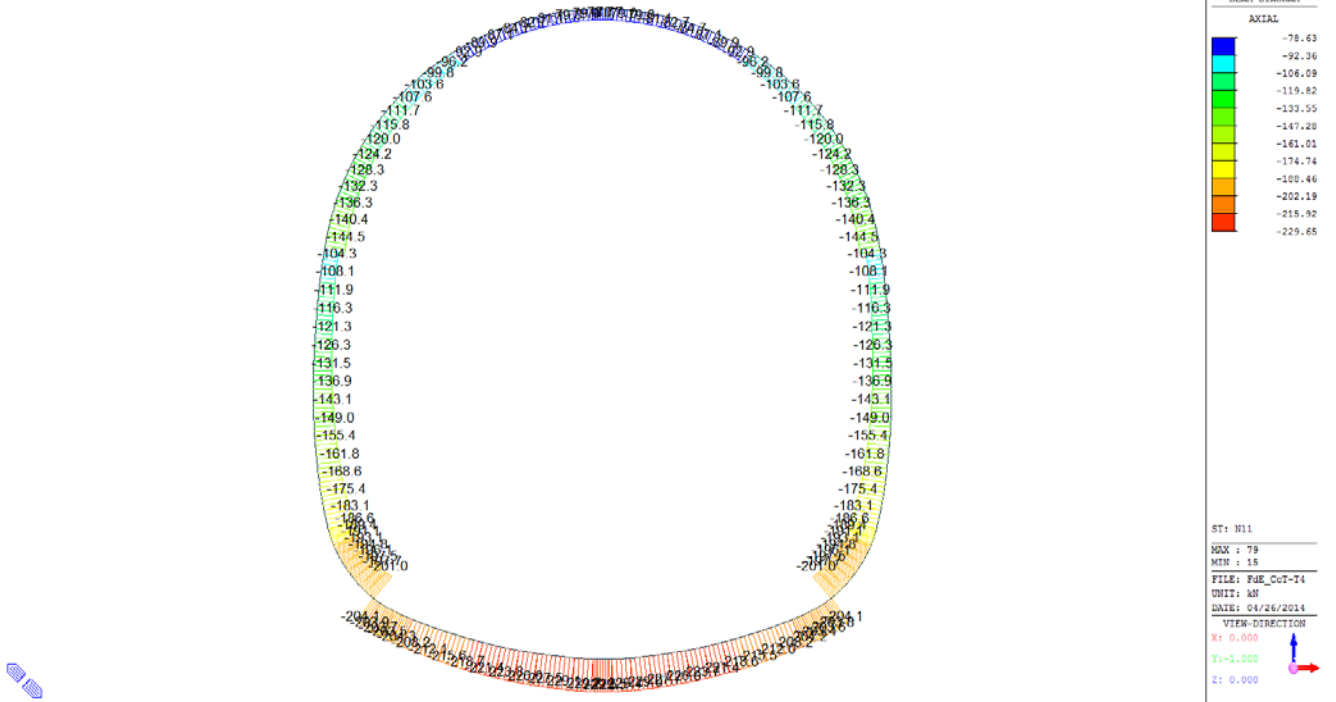
MAX : 4
MIN : 28

FILE: PSE_CoT-T5
UNIT: kN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.11. Load combination SLU 11

Beam Diagram Fx / ST_N11



Beam Diagram My / ST_N11

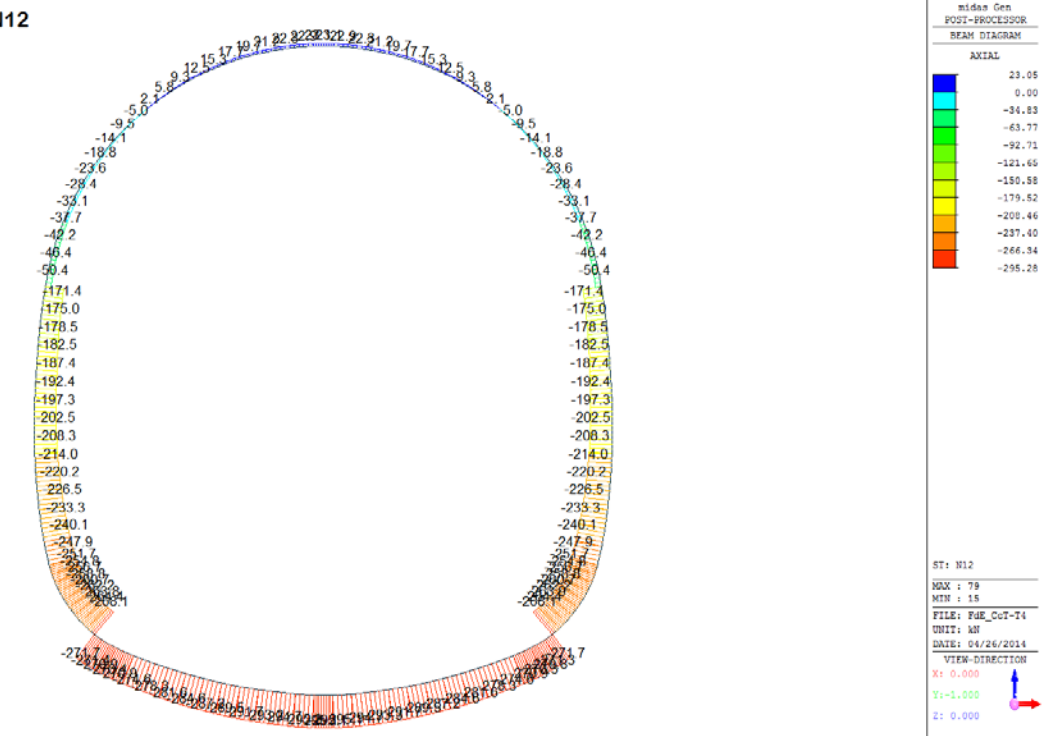


Beam Diagram_Fz / ST_N11



A.6.5.12. Load combination SLU 12

Beam Diagram_Fx / ST_N12



Beam Diagram_My / ST_N12



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

49.86
40.11
30.36
20.60
10.85
0.00
-8.66
-18.42
-28.17
-37.93
-47.68
-57.44

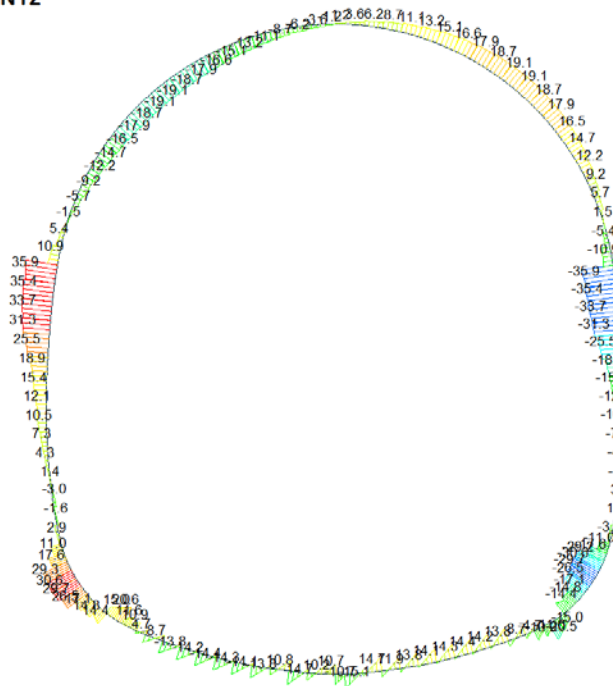
ST: N12

MAX : 78
MIN : 56

FILE: PBE_CoT-74
UNIT: kN*m
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N12



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

35.85
29.33
22.81
16.30
9.78
3.26
0.00
-9.78
-16.30
-22.81
-29.33
-35.85

ST: N12

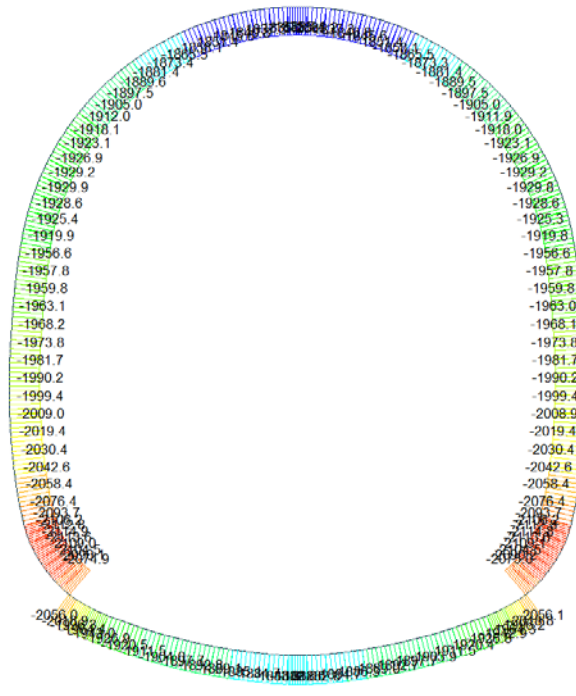
MAX : 101
MIN : 56

FILE: PBE_CoT-74
UNIT: kN
DATE: 04/26/2014

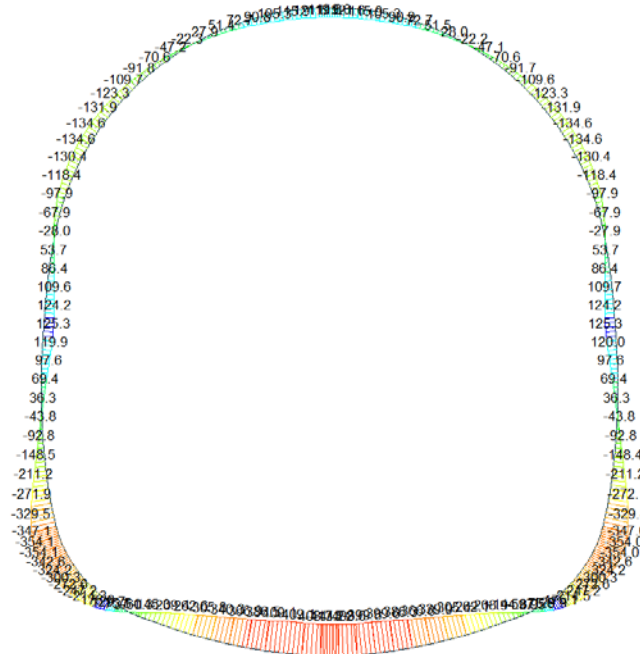
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.13. Load combination SLU 21

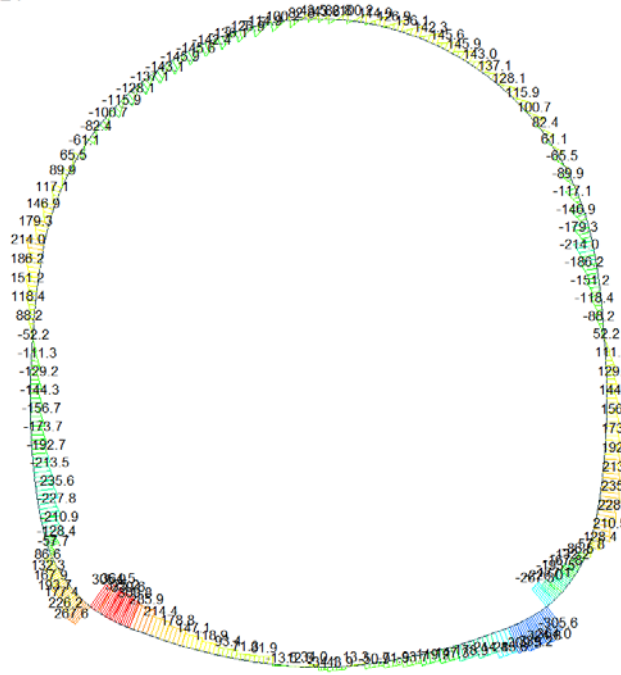
Beam Diagram_Fx / ST_N21



Beam Diagram_My / ST_N21



Beam Diagram_Fz / ST_N21



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

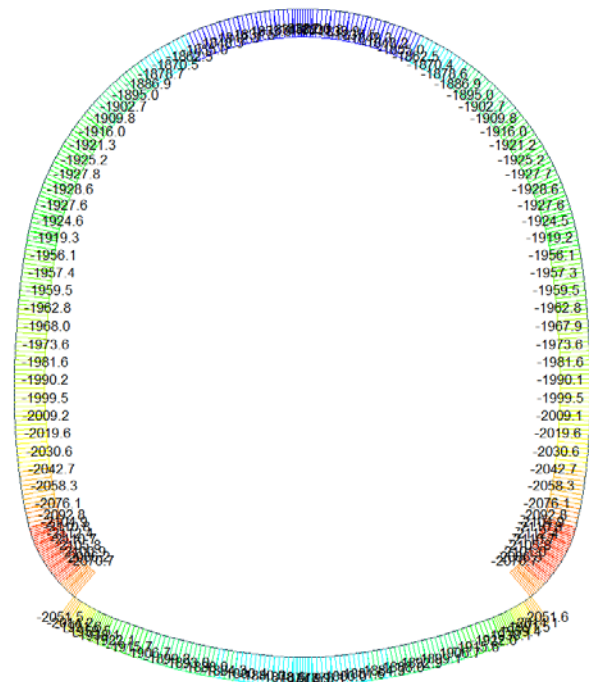
364.49
298.26
232.04
165.81
99.58
33.35
0.00
-33.35
-99.58
-165.81
-232.04
-298.26
-364.02

ST: N21
MAX : 2
MIN : 31
FILE: FGE_CCT-15
UNIT: KN
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.14. Load combination SLU 22

Beam Diagram_Fx / ST_N22



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

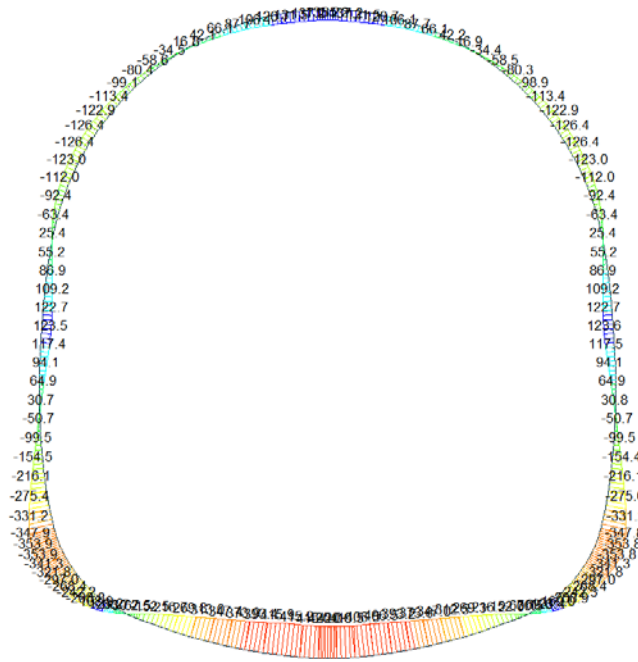
AXIAL

-1831.46
-1857.00
-1882.54
-1908.07
-1933.61
-1959.15
-1984.69
-2010.22
-2035.76
-2061.30
-2086.83
-2112.37

ST: N22
MAX : 77
MIN : 119
FILE: FGE_CCT-15
UNIT: KN
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N22



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

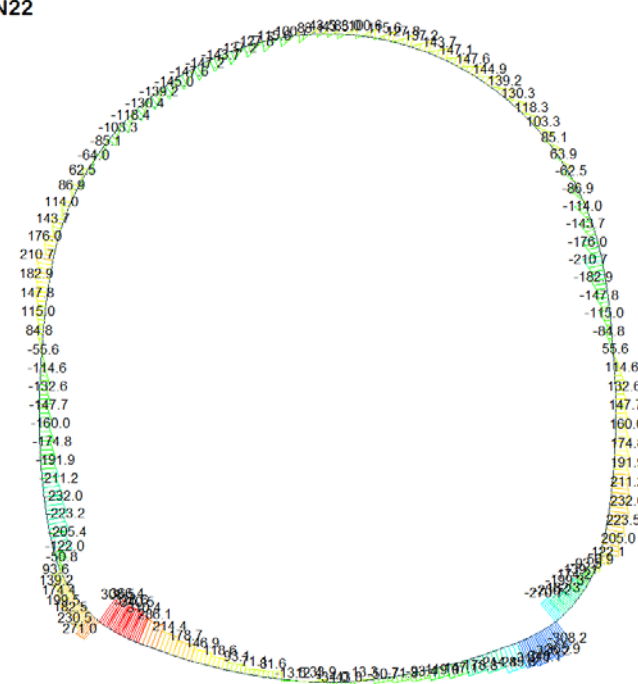
MOMENT-y

Blue	169.02
Light Blue	115.48
Light Green	61.93
Green	0.00
Yellow-Green	-45.17
Yellow	-98.71
Orange	-152.26
Red-Orange	-205.81
Red	-259.36
Dark Red	-312.91
Black	-366.46
Dark Blue	-420.00

ST: N22
MAX : 32
MIN : 17
FILE: FGE_CCT-15
UNIT: kNm
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N22



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

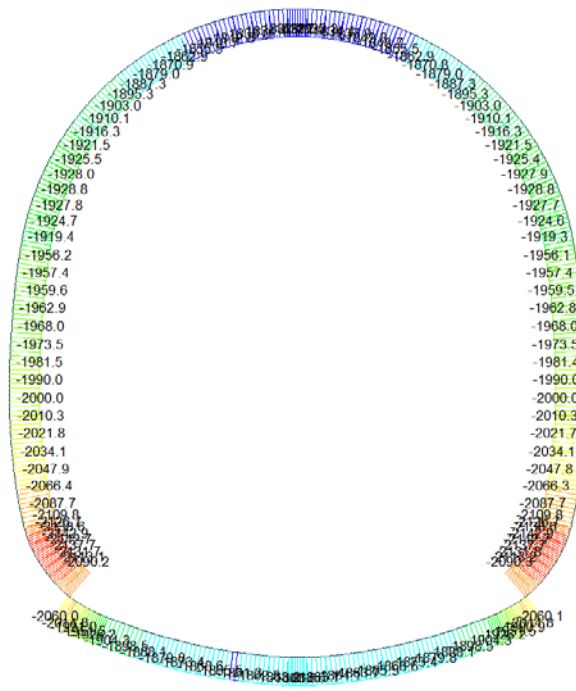
Red	366.39
Dark Red	289.81
Red-Orange	233.24
Orange	166.67
Yellow-Orange	100.10
Yellow	33.52
Light Green	0.00
Green	-99.62
Light Blue	-166.20
Blue	-232.77
Dark Blue	-299.34
Black	-365.91

ST: N22
MAX : 2
MIN : 31
FILE: FGE_CCT-15
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.15. Load combination SLU 23

Beam Diagram_Fx / ST_N23



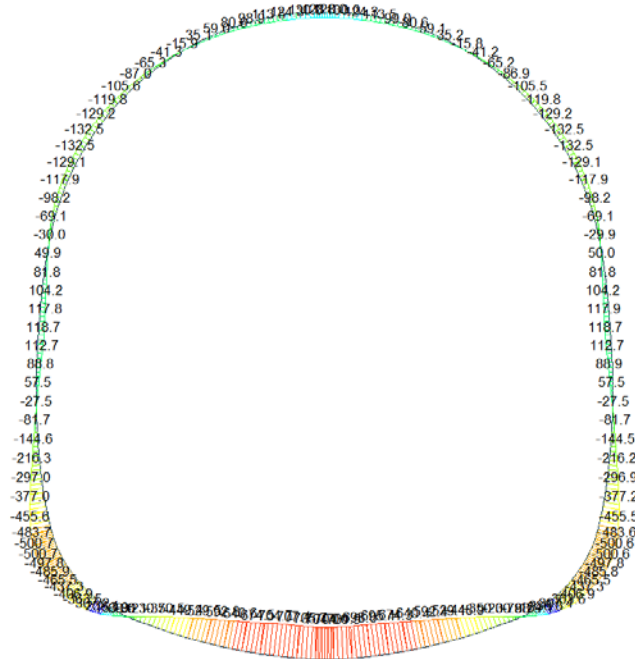
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-1871.92
Cyan	-1888.47
Green	-1916.74
Light Green	-1945.01
Yellow-Green	-1973.28
Yellow	-2001.56
Orange-Yellow	-2029.83
Orange	-2058.10
Red-Orange	-2086.37
Red	-2114.65
Dark Red	-2142.92

ST: N23
MAX : 77
MIN : 119
FILE: FGE_CCT-15
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_My / ST_N23



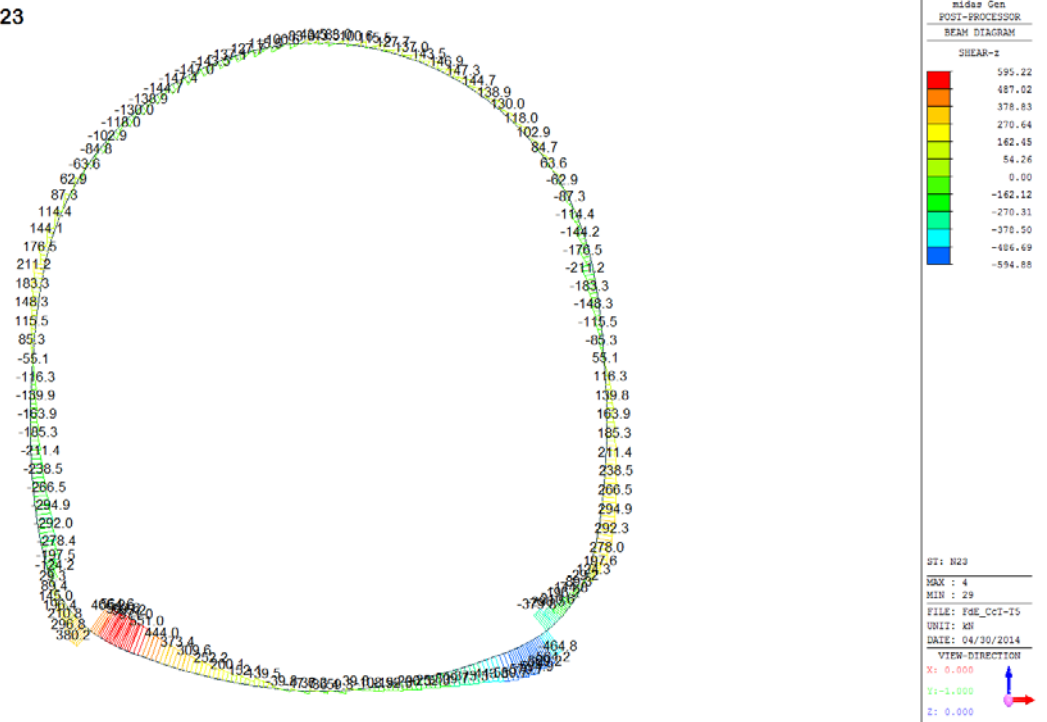
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

Blue	307.37
Cyan	215.12
Green	122.87
Light Green	0.00
Yellow-Green	-61.43
Yellow	-153.88
Orange-Yellow	-246.13
Orange	-338.38
Red-Orange	-430.63
Red	-522.88
Dark Red	-615.13
Very Dark Red	-707.38

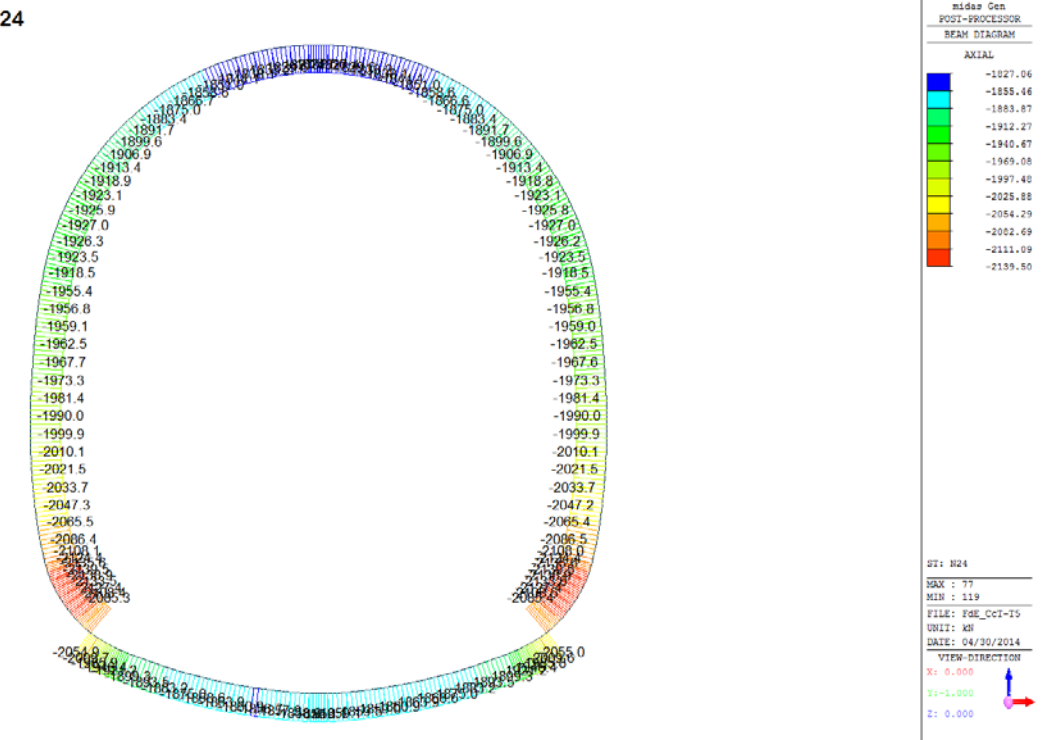
ST: N23
MAX : 32
MIN : 14
FILE: FGE_CCT-15
UNIT: kN*m
DATE: 04/30/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N23



A.6.5.16. Load combination SLU 24

Beam Diagram_Fx / ST_N24



Beam Diagram_My / ST_N24



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

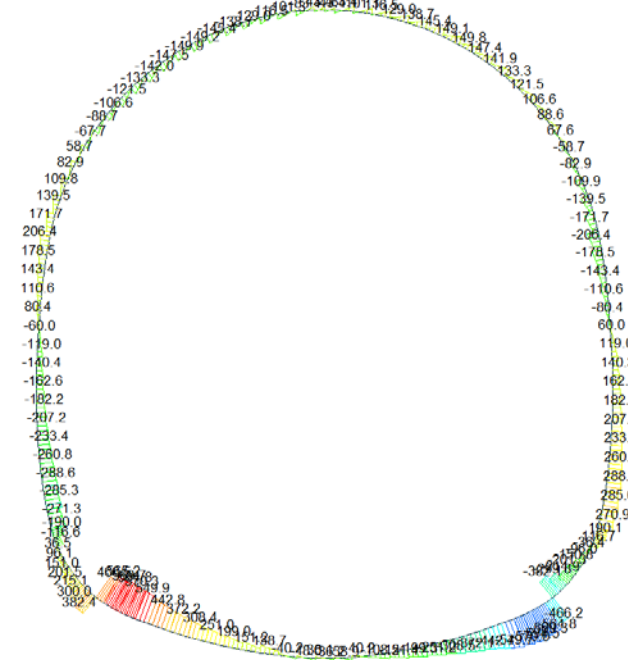
MOMENT-y

296.03
204.80
112.78
0.00
-71.28
-163.31
-255.33
-347.36
-439.39
-531.42
-623.44
-715.47

ST: N24
MAX: 32
MIN: 14
FILE: FGE_CCT-15
UNIT: kNm
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram_Fz / ST_N24



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z

594.02
484.70
378.58
270.46
162.34
54.22
0.00
-162.01
-270.13
-378.25
-486.37
-594.49

ST: N24
MAX: 4
MIN: 29
FILE: FGE_CCT-15
UNIT: kN
DATE: 04/30/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.17. Section checking for load combination without swelling and squeezing

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	f _{yk}	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N _{Ed}	M _{Edy}	M _{Edz}	V _{Rdc}	V _{Rds}	V _{Ed}
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
1	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	15'354	2769.290	246.600	0.000	685.918	-	421.148
7	1.00	0.90								0.221	0.226	0.000	0.614	-	0.614
2	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	15'354	2718.830	184.625	0.000	678.761	-	499.012
7	1.00	0.90								0.207	0.209	0.000	0.735	-	0.735
3	100 x 100		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P20	17'516	2688.780	110.577	0.000	704.043	-	446.381
9	1.00	1.00								0.167	0.165	0.000	0.634	-	0.634
4	100 x 100		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P20	17'516	2644.510	57.968	0.000	697.736	-	466.631
9	1.00	1.00								0.157	0.158	0.000	0.669	-	0.669
5	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2609.990	105.668	0.000	693.528	-	427.124
9	1.00	1.00								0.161	0.164	0.000	0.616	-	0.616
6	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2587.200	221.605	0.000	689.867	-	395.318
9	1.00	1.00								0.176	0.176	0.000	0.573	-	0.573
7	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2577.660	309.168	0.000	688.531	-	297.077
9	1.00	1.00								0.190	0.190	0.000	0.431	-	0.431
8	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2564.770	381.531	0.000	687.566	-	246.031
9	1.00	1.00								0.203	0.201	0.000	0.358	-	0.358
9	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2553.850	440.339	0.000	685.984	-	202.358
9	1.00	1.00								0.213	0.213	0.000	0.295	-	0.295
10	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2544.880	487.123	0.000	684.681	-	163.341
9	1.00	1.00								0.220	0.225	0.000	0.239	-	0.239
11	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2537.680	523.122	0.000	683.634	-	128.008
9	1.00	1.00								0.231	0.228	0.000	0.187	-	0.187
12	100 x 120		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	20'703	2532.280	549.519	0.000	736.999	-	97.274
10	1.00	1.20								0.183	0.182	0.000	0.132	-	0.132
13	100 x 120		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	20'703	2526.680	579.775	0.000	736.174	-	110.478
10	1.00	1.20								0.186	0.188	0.000	0.150	-	0.150
14	100 x 120		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P20	20'703	2523.360	579.775	0.000	421.158	-	17.785
10	1.00	1.20								0.186	0.188	0.000	0.042	-	0.042
15	100 x 120		30.00	450.00	OK	N6	N3	14-2-P20	20'703	2523.840	578.769	0.000	423.233	-	14.235
10	1.00	1.20								0.186	0.188	0.000	0.034	-	0.034
16	100 x 120		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	20'703	2523.020	584.777	0.000	735.627	-	44.602
10	1.00	1.20								0.186	0.190	0.000	0.061	-	0.061
17	100 x 120		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	20'703	2523.010	584.777	0.000	735.626	-	44.742
10	1.00	1.20								0.186	0.190	0.000	0.061	-	0.061
18	100 x 120		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	20'703	2523.240	578.747	0.000	735.662	-	57.473
10	1.00	1.20								0.186	0.188	0.000	0.078	-	0.078
19	100 x 120		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	20'703	2525.900	564.221	0.000	421.157	-	17.769
10	1.00	1.20								0.183	0.187	0.000	0.042	-	0.042
20	100 x 120	100 x 120	30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	20'703	2528.210	567.048	0.000	736.399	-	68.792
10	1.00	1.20								0.185	0.186	0.000	0.093	-	0.093
21	100 x 120		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	20'703	2532.240	549.192	0.000	736.994	-	97.575
10	1.00	1.20								0.183	0.182	0.000	0.132	-	0.132
22	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2537.640	522.702	0.000	683.628	-	128.360
9	1.00	1.00								0.231	0.228	0.000	0.188	-	0.188
23	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2544.840	486.596	0.000	684.676	-	163.745
9	1.00	1.00								0.220	0.225	0.000	0.239	-	0.239
24	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2553.810	439.718	0.000	685.978	-	202.612
9	1.00	1.00								0.213	0.213	0.000	0.295	-	0.295
25	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2564.720	380.861	0.000	687.559	-	246.136
9	1.00	1.00								0.203	0.201	0.000	0.358	-	0.358
26	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2577.600	308.496	0.000	688.522	-	296.830
9	1.00	1.00								0.190	0.189	0.000	0.431	-	0.431
27	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2587.120	220.975	0.000	689.856	-	394.918
9	1.00	1.00								0.176	0.175	0.000	0.572	-	0.572
28	100 x 100		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P20	17'516	2609.880	105.124	0.000	693.513	-	426.666
9	1.00	1.00								0.161	0.164	0.000	0.615	-	0.615
29	100 x 100		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P20	17'516	2644.380	58.357	0.000	697.717	-	466.123
9	1.00	1.00								0.157	0.159	0.000	0.668	-	0.668
30	100 x 100		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P20	17'516	2688.610	110.907	0.000	704.019	-	445.844
9	1.00	1.00								0.167	0.165	0.000	0.633	-	0.633

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
31	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	15'354	2718.630	184.872	0.000	678.733	-	498.376
7	1.00	0.90								0.207	0.210	0.000	0.734	-	0.734
32	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	15'354	2769.430	246.784	0.000	685.938	-	420.702
7	1.00	0.90								0.221	0.226	0.000	0.613	-	0.613
33	100 x 72		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	12'485	2796.260	300.579	0.000	567.328	-	370.141
8	1.00	0.72								0.310	0.313	0.000	0.652	-	0.652
34	100 x 72		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	12'485	2820.870	345.283	0.000	567.328	-	314.561
8	1.00	0.72								0.331	0.330	0.000	0.554	-	0.554
35	100 x 80		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	13'760	2839.850	379.679	0.000	627.072	-	249.150
5	1.00	0.80								0.301	0.299	0.000	0.397	-	0.397
36	100 x 80		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	13'760	2845.900	417.010	0.000	627.072	-	271.738
5	1.00	0.80								0.312	0.314	0.000	0.433	-	0.433
37	100 x 85		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	14'557	2851.670	448.839	0.000	664.245	-	237.630
6	1.00	0.85								0.298	0.299	0.000	0.358	-	0.358
38	100 x 85		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	14'557	2853.040	473.190	0.000	664.245	-	190.065
6	1.00	0.85								0.306	0.307	0.000	0.286	-	0.286
39	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	15'354	2849.690	488.017	0.000	697.917	-	128.497
7	1.00	0.90								0.284	0.290	0.000	0.184	-	0.184
40	100 x 90	100 x 90	30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	15'354	2844.510	488.017	0.000	697.868	-	82.824
7	1.00	0.90								0.283	0.290	0.000	0.119	-	0.119
41	100 x 100		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P20	17'516	2827.280	477.840	0.000	723.780	-	178.235
9	1.00	1.00								0.236	0.231	0.000	0.246	-	0.246
42	100 x 100		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P20	17'516	2803.670	453.291	0.000	720.415	-	288.745
9	1.00	1.00								0.227	0.228	0.000	0.401	-	0.401
43	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	15'354	2779.080	374.541	0.000	688.599	-	312.050
7	1.00	0.90								0.253	0.251	0.000	0.453	-	0.453
44	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	15'354	2757.570	291.060	0.000	685.551	-	321.473
7	1.00	0.90								0.230	0.234	0.000	0.469	-	0.469
45	100 x 85		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	14'557	2741.050	205.304	0.000	664.245	-	290.832
6	1.00	0.85								0.226	0.230	0.000	0.438	-	0.438
46	100 x 85		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P16	14'557	2726.620	127.917	0.000	664.245	-	261.772
6	1.00	0.85								0.210	0.207	0.000	0.394	-	0.394
47	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	13'760	2712.470	62.054	0.000	627.072	-	237.283
5	1.00	0.80								0.209	0.206	0.000	0.378	-	0.378
48	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	13'760	2691.220	49.146	0.000	627.072	-	218.824
5	1.00	0.80								0.205	0.203	0.000	0.349	-	0.349
49	100 x 75		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	12'964	2679.050	96.096	0.000	589.773	-	202.173
4	1.00	0.75								0.227	0.230	0.000	0.343	-	0.343
50	100 x 75		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	12'964	2667.450	136.321	0.000	589.773	-	181.723
4	1.00	0.75								0.237	0.235	0.000	0.308	-	0.308
51	100 x 70		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	12'167	2657.050	168.709	0.000	552.334	-	157.515
3	1.00	0.70								0.265	0.261	0.000	0.285	-	0.285
52	100 x 70		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	12'167	2649.460	176.643	0.000	552.334	-	77.795
3	1.00	0.70								0.267	0.264	0.000	0.141	-	0.141
53	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	11'134	2649.580	176.643	0.000	514.737	-	120.278
2	1.00	0.65								0.296	0.298	0.000	0.234	-	0.234
54	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	10'337	2645.020	159.190	0.000	476.962	-	161.067
1	1.00	0.60								0.316	0.321	0.000	0.338	-	0.338
55	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	10'337	2642.050	129.981	0.000	476.962	-	205.302
1	1.00	0.60								0.305	0.300	0.000	0.430	-	0.430
56	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	10'337	2640.280	88.005	0.000	476.962	-	252.624
1	1.00	0.60								0.287	0.283	0.000	0.530	-	0.530
57	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2586.040	44.799	0.000	476.962	-	290.181
1	1.00	0.60								0.265	0.269	0.000	0.608	-	0.608
58	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2593.630	99.118	0.000	476.962	-	243.247
1	1.00	0.60								0.287	0.285	0.000	0.510	-	0.510
59	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2598.230	139.945	0.000	476.962	-	199.538
1	1.00	0.60								0.305	0.301	0.000	0.418	-	0.418
60	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2600.080	167.980	0.000	476.962	-	159.238
1	1.00	0.60								0.319	0.312	0.000	0.334	-	0.334

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
61	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2599.440	184.457	0.000	476.962	-	122.508
1	1.00	0.60								0.325	0.327	0.000	0.257	-	0.257
62	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2596.560	190.493	0.000	476.962	-	89.496
1	1.00	0.60								0.330	0.323	0.000	0.188	-	0.188
63	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2596.830	190.493	0.000	476.962	-	88.654
1	1.00	0.60								0.330	0.323	0.000	0.186	-	0.186
64	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2590.080	187.243	0.000	476.962	-	117.121
1	1.00	0.60								0.326	0.324	0.000	0.246	-	0.246
65	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2581.930	175.892	0.000	476.962	-	141.508
1	1.00	0.60								0.320	0.319	0.000	0.297	-	0.297
66	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2572.640	157.654	0.000	476.962	-	161.749
1	1.00	0.60								0.309	0.313	0.000	0.339	-	0.339
67	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2562.520	133.761	0.000	476.962	-	177.798
1	1.00	0.60								0.298	0.297	0.000	0.373	-	0.373
68	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2551.860	105.460	0.000	476.962	-	189.631
1	1.00	0.60								0.284	0.288	0.000	0.398	-	0.398
69	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2540.950	74.005	0.000	476.962	-	197.244
1	1.00	0.60								0.271	0.272	0.000	0.414	-	0.414
70	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2530.080	40.650	0.000	476.962	-	200.654
1	1.00	0.60								0.258	0.262	0.000	0.421	-	0.421
71	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	2509.150	80.864	0.000	476.962	-	199.896
1	1.00	0.60								0.271	0.269	0.000	0.419	-	0.419
72	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	2499.350	113.464	0.000	476.962	-	195.028
1	1.00	0.60								0.283	0.283	0.000	0.409	-	0.409
73	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	2490.490	142.886	0.000	476.962	-	186.125
1	1.00	0.60								0.295	0.297	0.000	0.390	-	0.390
74	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	2482.840	167.952	0.000	476.962	-	173.282
1	1.00	0.60								0.307	0.305	0.000	0.363	-	0.363
75	100 x 60		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P14	10'337	33.600	78.377	0.000	476.962	-	156.610
1	1.00	0.60								0.320	0.318	0.000	0.328	-	0.328
76	100 x 60		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P14	10'337	32.094	80.781	0.000	476.962	-	136.242
1	1.00	0.60								0.338	0.331	0.000	0.286	-	0.286
77	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	30.610	82.509	0.000	476.962	-	112.323
1	1.00	0.60								0.341	0.340	0.000	0.235	-	0.235
78	100 x 60		30.00	450.00	OK	N4	N5	14-2-P14	10'337	30.433	82.671	0.000	476.962	-	58.853
1	1.00	0.60								0.339	0.340	0.000	0.123	-	0.123
79	100 x 60		30.00	450.00	OK	N4	N5	14-2-P14	10'337	30.433	82.671	0.000	476.962	-	58.811
1	1.00	0.60								0.339	0.340	0.000	0.123	-	0.123
80	100 x 60		30.00	450.00	OK	N4	N6	14-2-P14	10'337	30.610	82.509	0.000	476.962	-	112.367
1	1.00	0.60								0.341	0.340	0.000	0.236	-	0.236
81	100 x 60		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P14	10'337	32.093	80.782	0.000	476.962	-	136.286
1	1.00	0.60								0.338	0.331	0.000	0.286	-	0.286
82	100 x 60		30.00	450.00	OK	N2	N6	14-2-P14	10'337	33.599	78.379	0.000	476.962	-	156.654
1	1.00	0.60								0.320	0.318	0.000	0.328	-	0.328
83	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	2482.850	167.905	0.000	476.962	-	173.325
1	1.00	0.60								0.307	0.304	0.000	0.363	-	0.363
84	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	2490.500	142.826	0.000	476.962	-	186.167
1	1.00	0.60								0.295	0.297	0.000	0.390	-	0.390
85	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	2499.370	113.392	0.000	476.962	-	195.069
1	1.00	0.60								0.283	0.283	0.000	0.409	-	0.409
86	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P14	10'337	2509.170	80.779	0.000	476.962	-	199.936
1	1.00	0.60								0.271	0.268	0.000	0.419	-	0.419
87	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2530.100	40.755	0.000	476.962	-	200.692
1	1.00	0.60								0.258	0.262	0.000	0.421	-	0.421
88	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2540.970	74.120	0.000	476.962	-	197.281
1	1.00	0.60								0.271	0.273	0.000	0.414	-	0.414
89	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2551.880	105.585	0.000	476.962	-	189.666
1	1.00	0.60								0.284	0.288	0.000	0.398	-	0.398
90	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2562.550	133.896	0.000	476.962	-	177.831
1	1.00	0.60								0.298	0.298	0.000	0.373	-	0.373

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		f _{ck}	f _{yk}	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
91	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2572.670	157.798	0.000	476.962	-	161.780
1	1.00	0.60								0.309	0.313	0.000	0.339	-	0.339
92	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2581.960	175.883	0.000	476.962	-	141.537
1	1.00	0.60								0.320	0.319	0.000	0.297	-	0.297
93	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2590.120	187.241	0.000	476.962	-	117.148
1	1.00	0.60								0.326	0.324	0.000	0.246	-	0.246
94	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P14	10'337	2596.860	190.498	0.000	476.962	-	88.678
1	1.00	0.60								0.330	0.323	0.000	0.186	-	0.186
95	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2596.600	190.498	0.000	476.962	-	89.475
1	1.00	0.60								0.330	0.323	0.000	0.188	-	0.188
96	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2599.480	184.469	0.000	476.962	-	122.490
1	1.00	0.60								0.325	0.327	0.000	0.257	-	0.257
97	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2600.120	167.997	0.000	476.962	-	159.222
1	1.00	0.60								0.319	0.312	0.000	0.334	-	0.334
98	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2598.270	139.967	0.000	476.962	-	199.525
1	1.00	0.60								0.305	0.301	0.000	0.418	-	0.418
99	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2593.670	99.144	0.000	476.962	-	243.236
1	1.00	0.60								0.287	0.285	0.000	0.510	-	0.510
100	100 x 60		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P14	10'337	2586.080	44.828	0.000	476.962	-	290.174
1	1.00	0.60								0.265	0.269	0.000	0.608	-	0.608
101	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	10'337	2640.330	87.965	0.000	476.962	-	252.617
1	1.00	0.60								0.287	0.283	0.000	0.530	-	0.530
102	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	10'337	2642.100	129.940	0.000	476.962	-	205.297
1	1.00	0.60								0.305	0.299	0.000	0.430	-	0.430
103	100 x 60		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	10'337	2645.060	159.147	0.000	476.962	-	161.063
1	1.00	0.60								0.316	0.321	0.000	0.338	-	0.338
104	100 x 65		30.00	450.00	OK	N6	N5	14-2-P14	11'134	2649.620	176.599	0.000	514.737	-	120.275
2	1.00	0.65								0.296	0.298	0.000	0.234	-	0.234
105	100 x 70		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	12'167	2649.510	176.599	0.000	552.334	-	77.798
3	1.00	0.70								0.267	0.264	0.000	0.141	-	0.141
106	100 x 70		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	12'167	2657.090	168.665	0.000	552.334	-	157.518
3	1.00	0.70								0.265	0.261	0.000	0.285	-	0.285
107	100 x 75		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	12'964	2667.500	136.276	0.000	589.773	-	181.724
4	1.00	0.75								0.237	0.235	0.000	0.308	-	0.308
108	100 x 75		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	12'964	2679.100	96.050	0.000	589.773	-	202.173
4	1.00	0.75								0.227	0.230	0.000	0.343	-	0.343
109	100 x 80		30.00	450.00	OK	N6	N6	14-2-P16	13'760	2691.260	49.101	0.000	627.072	-	218.823
5	1.00	0.80								0.205	0.203	0.000	0.349	-	0.349
110	100 x 80		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	13'760	2712.040	62.791	0.000	627.072	-	237.299
5	1.00	0.80								0.209	0.209	0.000	0.378	-	0.378
111	100 x 85		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	14'557	2726.130	129.428	0.000	664.245	-	261.812
6	1.00	0.85								0.210	0.210	0.000	0.394	-	0.394
112	100 x 85		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	14'557	2741.100	205.392	0.000	664.245	-	290.870
6	1.00	0.85								0.226	0.230	0.000	0.438	-	0.438
113	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	15'354	2757.610	291.157	0.000	685.558	-	321.502
7	1.00	0.90								0.230	0.234	0.000	0.469	-	0.469
114	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	15'354	2779.120	374.299	0.000	688.604	-	311.647
7	1.00	0.90								0.253	0.251	0.000	0.453	-	0.453
115	100 x 100		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P20	17'516	2803.650	453.420	0.000	720.414	-	289.303
9	1.00	1.00								0.227	0.228	0.000	0.402	-	0.402
116	100 x 100		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P20	17'516	2827.320	477.960	0.000	723.786	-	178.172
9	1.00	1.00								0.236	0.231	0.000	0.246	-	0.246
117	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	15'354	2844.550	488.121	0.000	697.873	-	82.723
7	1.00	0.90								0.283	0.290	0.000	0.119	-	0.119
118	100 x 90		30.00	450.00	OK	N5	N5	14-2-P16	15'354	2849.710	488.121	0.000	697.919	-	128.640
7	1.00	0.90								0.284	0.290	0.000	0.184	-	0.184
119	100 x 85		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	14'557	2853.040	473.272	0.000	664.245	-	190.250
6	1.00	0.85								0.306	0.307	0.000	0.286	-	0.286
120	100 x 85		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	14'557	2851.660	448.893	0.000	664.245	-	237.858
6	1.00	0.85								0.298	0.299	0.000	0.358	-	0.358
121	100 x 80		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	13'760	2845.870	417.030	0.000	627.072	-	272.010
5	1.00	0.80								0.312	0.314	0.000	0.434	-	0.434
122	100 x 80		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	13'760	2839.800	379.658	0.000	627.072	-	249.468
5	1.00	0.80								0.301	0.299	0.000	0.398	-	0.398
123	100 x 72		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	12'485	2820.800	345.214	0.000	567.328	-	314.923
8	1.00	0.72								0.331	0.330	0.000	0.555	-	0.555
124	100 x 72		30.00	450.00	OK	N5	N6	14-2-P16	12'485	2796.150	300.455	0.000	567.328	-	370.546
8	1.00	0.72								0.310	0.313	0.000	0.653	-	0.653

A.6.5.18. Section checking for load combination with swelling and squeezing

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
1	100 x 90		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	15'354	2775.070	428.518	0.000	435.981	1046.760	621.371
7	1.00	0.90								0.267	0.266	0.000	1.425	0.594	0.594
2	100 x 90		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	15'354	2713.570	334.158	0.000	679.319	1046.760	770.059
7	1.00	0.90								0.239	0.238	0.000	1.134	0.736	0.736
3	100 x 100		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	2681.810	219.444	0.000	703.051	1169.910	777.307
9	1.00	1.00								0.181	0.180	0.000	1.106	0.664	0.664
4	100 x 100		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	2627.330	130.406	0.000	695.287	1169.910	812.770
9	1.00	1.00								0.165	0.166	0.000	1.169	0.695	0.695
5	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	2586.850	139.362	0.000	690.321	1169.910	780.703
9	1.00	1.00								0.164	0.166	0.000	1.131	0.667	0.667
6	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	2556.320	343.263	0.000	685.531	1169.910	754.121
9	1.00	1.00								0.193	0.197	0.000	1.100	0.645	0.645
7	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	930.234	580.088	0.000	452.553	1169.910	652.878
9	1.00	1.00								0.293	0.288	0.000	1.443	0.558	0.558
8	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	930.947	738.811	0.000	452.742	1169.910	580.721
9	1.00	1.00								0.442	0.446	0.000	1.283	0.496	0.496
9	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	932.142	875.984	0.000	453.001	1169.910	508.792
9	1.00	1.00								0.605	0.609	0.000	1.123	0.435	0.435
10	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	17'516	933.805	991.678	0.000	453.327	-	437.111
9	1.00	1.00								0.731	0.747	0.000	0.964	-	0.964
11	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	17'516	935.864	1085.960	0.000	453.710	-	365.669
9	1.00	1.00								0.859	0.871	0.000	0.806	-	0.806
12	100 x 120		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	20'703	938.515	1159.190	0.000	506.279	-	294.439
10	1.00	1.20								0.681	0.693	0.000	0.582	-	0.582
13	100 x 120		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	20'703	937.090	1216.310	0.000	506.226	-	240.938
10	1.00	1.20								0.737	0.752	0.000	0.476	-	0.476
14	100 x 120		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	20'703	944.998	1243.620	0.000	507.363	-	141.218
10	1.00	1.20								0.815	0.798	0.000	0.278	-	0.278
15	100 x 120		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	20'703	947.067	1254.980	0.000	507.813	-	88.037
10	1.00	1.20								0.816	0.805	0.000	0.173	-	0.173
16	100 x 120		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	20'703	948.766	1257.690	0.000	508.247	-	43.198
10	1.00	1.20								0.818	0.807	0.000	0.085	-	0.085
17	100 x 120		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	20'703	948.765	1257.690	0.000	508.246	-	43.141
10	1.00	1.20								0.818	0.807	0.000	0.085	-	0.085
18	100 x 120		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	20'703	947.137	1254.980	0.000	507.874	-	103.630
10	1.00	1.20								0.816	0.805	0.000	0.204	-	0.204
19	100 x 120		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	20'703	947.006	1238.950	0.000	507.652	-	140.946
10	1.00	1.20								0.778	0.780	0.000	0.278	-	0.278
20	100 x 120		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	20'703	941.296	1211.720	0.000	506.780	-	225.353
10	1.00	1.20								0.740	0.749	0.000	0.445	-	0.445
21	100 x 120		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	20'703	938.498	1159.200	0.000	506.276	-	294.360
10	1.00	1.20								0.681	0.693	0.000	0.581	-	0.581
22	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	17'516	935.838	1085.990	0.000	453.706	-	365.590
9	1.00	1.00								0.859	0.871	0.000	0.806	-	0.806
23	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20	17'516	933.769	991.730	0.000	453.322	-	437.033
9	1.00	1.00								0.731	0.747	0.000	0.964	-	0.964
24	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	932.097	876.060	0.000	453.001	1169.910	508.792
9	1.00	1.00								0.605	0.609	0.000	1.123	0.435	0.347
25	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	930.892	738.910	0.000	452.742	1169.910	580.721
9	1.00	1.00								0.442	0.446	0.000	1.283	0.496	0.496
26	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	930.169	580.209	0.000	452.553	1169.910	652.878
9	1.00	1.00								0.293	0.288	0.000	1.443	0.558	0.558
27	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	2556.340	342.700	0.000	685.531	1169.910	754.121
9	1.00	1.00								0.193	0.197	0.000	1.100	0.645	0.645
28	100 x 100		30.00	450.00	OK	N8	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	2586.850	138.876	0.000	690.322	1169.910	780.294
9	1.00	1.00								0.164	0.166	0.000	1.130	0.667	0.667
29	100 x 100		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	2627.320	130.763	0.000	695.285	1169.910	812.322
9	1.00	1.00								0.165	0.167	0.000	1.168	0.694	0.694
30	100 x 100		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P20 Stirrup 4-P10/150	17'516	2681.780	219.750	0.000	703.046	1169.910	776.839
9	1.00	1.00								0.181	0.181	0.000	1.105	0.664	0.664

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
31	100 x 90		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	15'354	2713.520	334.392	0.000	679.312	1046.760	769.498
7	1.00	0.90								0.239	0.239	0.000	1.133	0.735	0.735
32	100 x 90		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	15'354	2775.210	428.684	0.000	391.902	1046.760	621.401
7	1.00	0.90								0.267	0.266	0.000	1.351	0.594	0.594
33	100 x 72		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	12'485	2817.400	505.402	0.000	391.902	825.096	529.531
8	1.00	0.72								0.401	0.406	0.000	1.098	0.642	0.642
34	100 x 72		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P16 Stirrup 4-P10/150	12'485	1165.810	490.153	0.000	396.744	825.096	435.611
8	1.00	0.72								0.488	0.486	0.000	1.098	0.528	0.528
35	100 x 80		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P16	13'760	1190.200	532.076	0.000	423.532	-	342.523
5	1.00	0.80								0.445	0.438	0.000	0.809	-	0.809
36	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	13'760	1111.460	548.762	0.000	425.231	-	286.228
5	1.00	0.80								0.474	0.483	0.000	0.673	-	0.673
37	100 x 85		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	14'557	1123.810	580.407	0.000	440.908	-	211.685
6	1.00	0.85								0.465	0.468	0.000	0.480	-	0.480
38	100 x 85		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	14'557	1131.240	600.789	0.000	441.978	-	136.257
6	1.00	0.85								0.528	0.517	0.000	0.308	-	0.308
39	100 x 90		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	15'354	1133.420	609.791	0.000	456.049	-	60.490
7	1.00	0.90								0.442	0.445	0.000	0.133	-	0.133
40	100 x 90	100 x 90	30.00	450.00	OK	N10	N7	14-2-P16	15'354	1133.810	609.791	0.000	701.302	-	172.949
7	1.00	0.90								0.442	0.445	0.000	0.247	-	0.247
41	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N7	14-2-P20	17'516	2849.770	666.016	0.000	726.985	-	272.255
9	1.00	1.00								0.280	0.274	0.000	0.374	-	0.374
42	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N7	14-2-P20	17'516	2819.560	627.232	0.000	722.680	-	380.954
9	1.00	1.00								0.264	0.267	0.000	0.527	-	0.527
43	100 x 90		30.00	450.00	OK	N10	N7	14-2-P16	15'354	1086.200	529.640	0.000	690.208	-	400.184
7	1.00	0.90								0.358	0.354	0.000	0.580	-	0.580
44	100 x 90		30.00	450.00	OK	N10	N7	14-2-P16	15'354	1067.660	467.902	0.000	686.635	-	403.511
7	1.00	0.90								0.286	0.281	0.000	0.588	-	0.588
45	100 x 85		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	14'557	2746.540	299.157	0.000	664.245	-	365.021
6	1.00	0.85								0.249	0.251	0.000	0.550	-	0.550
46	100 x 85		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	14'557	2728.840	194.439	0.000	664.245	-	326.873
6	1.00	0.85								0.223	0.226	0.000	0.492	-	0.492
47	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	13'760	2714.120	114.460	0.000	627.072	-	289.749
5	1.00	0.80								0.219	0.220	0.000	0.462	-	0.462
48	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	13'760	2699.860	41.778	0.000	409.741	-	173.363
5	1.00	0.80								0.204	0.207	0.000	0.423	-	0.423
49	100 x 75		30.00	450.00	OK	N8	N10	14-2-P16	12'964	2678.910	76.643	0.000	393.952	-	150.296
4	1.00	0.75								0.223	0.227	0.000	0.382	-	0.382
50	100 x 75		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P16	12'964	2667.350	119.401	0.000	392.559	-	131.759
4	1.00	0.75								0.233	0.229	0.000	0.336	-	0.336
51	100 x 70		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P16	12'167	2657.230	151.599	0.000	378.130	-	113.766
3	1.00	0.70								0.258	0.261	0.000	0.301	-	0.301
52	100 x 70		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P16	12'167	2649.010	158.060	0.000	377.268	-	76.185
3	1.00	0.70								0.260	0.262	0.000	0.202	-	0.202
53	100 x 65		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	11'134	2649.080	158.060	0.000	514.737	-	117.537
2	1.00	0.65								0.288	0.293	0.000	0.228	-	0.228
54	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2644.340	142.669	0.000	476.962	-	158.333
1	1.00	0.60								0.310	0.306	0.000	0.332	-	0.332
55	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2641.200	115.515	0.000	476.962	-	202.576
1	1.00	0.60								0.297	0.301	0.000	0.425	-	0.425
56	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N7	14-2-P14	10'337	2641.170	64.086	0.000	476.962	-	249.908
1	1.00	0.60								0.277	0.283	0.000	0.524	-	0.524
57	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P14	10'337	2585.550	45.214	0.000	476.962	-	287.478
1	1.00	0.60								0.265	0.263	0.000	0.603	-	0.603
58	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P14	10'337	2592.960	98.733	0.000	476.962	-	240.581
1	1.00	0.60								0.287	0.284	0.000	0.504	-	0.504
59	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P14	10'337	2597.390	138.775	0.000	476.962	-	196.923
1	1.00	0.60								0.302	0.309	0.000	0.413	-	0.413
60	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N7	14-2-P14	10'337	2599.070	166.044	0.000	476.962	-	156.683
1	1.00	0.60								0.316	0.316	0.000	0.329	-	0.329

SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
61	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N7	14-2-P14	10'337	2598.260	181.777	0.000	476.962	-	120.026
1	1.00	0.60								0.325	0.322	0.000	0.252	-	0.252
62	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N7	14-2-P14	10'337	2595.220	187.093	0.000	476.962	-	87.096
1	1.00	0.60								0.324	0.331	0.000	0.183	-	0.183
63	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2595.330	187.093	0.000	476.962	-	94.425
1	1.00	0.60								0.324	0.331	0.000	0.198	-	0.198
64	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2588.440	183.150	0.000	476.962	-	122.634
1	1.00	0.60								0.323	0.324	0.000	0.257	-	0.257
65	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2580.140	171.139	0.000	476.962	-	146.739
1	1.00	0.60								0.317	0.318	0.000	0.308	-	0.308
66	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2570.720	152.273	0.000	476.962	-	166.675
1	1.00	0.60								0.307	0.307	0.000	0.349	-	0.349
67	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2560.480	127.790	0.000	476.962	-	182.398
1	1.00	0.60								0.295	0.295	0.000	0.382	-	0.382
68	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2549.700	98.937	0.000	476.962	-	193.886
1	1.00	0.60								0.282	0.284	0.000	0.407	-	0.407
69	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2538.680	66.971	0.000	476.962	-	201.135
1	1.00	0.60								0.269	0.266	0.000	0.422	-	0.422
70	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2513.700	58.792	0.000	476.962	-	204.163
1	1.00	0.60								0.263	0.266	0.000	0.428	-	0.428
71	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2503.020	94.297	0.000	476.962	-	203.010
1	1.00	0.60								0.277	0.271	0.000	0.426	-	0.426
72	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2493.030	127.708	0.000	476.962	-	197.732
1	1.00	0.60								0.290	0.284	0.000	0.415	-	0.415
73	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2484.010	157.815	0.000	476.962	-	188.407
1	1.00	0.60								0.302	0.301	0.000	0.395	-	0.395
74	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2476.220	183.435	0.000	476.962	-	175.132
1	1.00	0.60								0.315	0.311	0.000	0.367	-	0.367
75	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2469.930	203.424	0.000	476.962	-	158.022
1	1.00	0.60								0.326	0.320	0.000	0.331	-	0.331
76	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2465.390	216.673	0.000	476.962	-	137.207
1	1.00	0.60								0.331	0.329	0.000	0.288	-	0.288
77	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2462.850	222.120	0.000	476.962	-	112.839
1	1.00	0.60								0.331	0.338	0.000	0.237	-	0.237
78	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P14	10'337	2463.560	222.120	0.000	476.962	-	58.787
1	1.00	0.60								0.331	0.338	0.000	0.123	-	0.123
79	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P14	10'337	2463.560	222.113	0.000	476.962	-	58.746
1	1.00	0.60								0.331	0.338	0.000	0.123	-	0.123
80	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2462.850	222.113	0.000	476.962	-	112.881
1	1.00	0.60								0.331	0.338	0.000	0.237	-	0.237
81	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2465.400	216.653	0.000	476.962	-	137.249
1	1.00	0.60								0.331	0.329	0.000	0.288	-	0.288
82	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2469.940	203.391	0.000	476.962	-	158.063
1	1.00	0.60								0.326	0.320	0.000	0.331	-	0.331
83	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2476.230	183.390	0.000	476.962	-	175.173
1	1.00	0.60								0.315	0.311	0.000	0.367	-	0.367
84	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2484.020	157.757	0.000	476.962	-	188.447
1	1.00	0.60								0.302	0.301	0.000	0.395	-	0.395
85	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2493.050	127.639	0.000	476.962	-	197.771
1	1.00	0.60								0.290	0.284	0.000	0.415	-	0.415
86	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2503.040	94.217	0.000	476.962	-	203.047
1	1.00	0.60								0.277	0.271	0.000	0.426	-	0.426
87	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N8	14-2-P14	10'337	2513.720	58.700	0.000	476.962	-	204.200
1	1.00	0.60								0.263	0.265	0.000	0.428	-	0.428
88	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2538.700	67.080	0.000	476.962	-	201.170
1	1.00	0.60								0.269	0.266	0.000	0.422	-	0.422
89	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2549.720	99.056	0.000	476.962	-	193.919
1	1.00	0.60								0.282	0.285	0.000	0.407	-	0.407
90	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2560.500	127.918	0.000	476.962	-	182.430
1	1.00	0.60								0.295	0.295	0.000	0.382	-	0.382

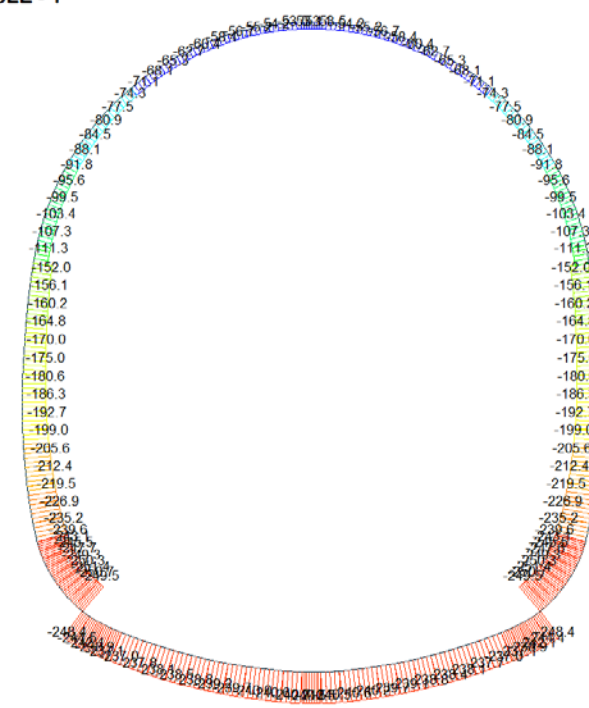
SECTION CHECKING															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		fck	fyk	CHECK	LOAD CB	LOAD CB	Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc	V_Rds	V_Ed
SECTION	Bc (m)	Hc (m)	[N/mm ²]	[N/mm ²]		M-N iteration	V			Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs	Ratio-V
91	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2570.750	152.410	0.000	476.962	-	166.705
1	1.00	0.60								0.307	0.307	0.000	0.350	-	0.350
92	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2580.170	171.121	0.000	476.962	-	146.767
1	1.00	0.60								0.317	0.318	0.000	0.308	-	0.308
93	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2588.480	183.140	0.000	476.962	-	122.660
1	1.00	0.60								0.323	0.324	0.000	0.257	-	0.257
94	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2595.370	187.089	0.000	476.962	-	94.448
1	1.00	0.60								0.324	0.331	0.000	0.198	-	0.198
95	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N7	14-2-P14	10'337	2595.260	187.089	0.000	476.962	-	87.076
1	1.00	0.60								0.324	0.331	0.000	0.183	-	0.183
96	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N7	14-2-P14	10'337	2598.300	181.779	0.000	476.962	-	120.008
1	1.00	0.60								0.325	0.322	0.000	0.252	-	0.252
97	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N7	14-2-P14	10'337	2599.110	166.052	0.000	476.962	-	156.668
1	1.00	0.60								0.316	0.316	0.000	0.328	-	0.328
98	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N7	14-2-P14	10'337	2597.430	138.788	0.000	476.962	-	196.910
1	1.00	0.60								0.302	0.309	0.000	0.413	-	0.413
99	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P14	10'337	2593.000	98.749	0.000	476.962	-	240.571
1	1.00	0.60								0.287	0.284	0.000	0.504	-	0.504
100	100 x 60		30.00	450.00	OK	N8	N7	14-2-P14	10'337	2585.590	45.233	0.000	476.962	-	287.470
1	1.00	0.60								0.265	0.263	0.000	0.603	-	0.603
101	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N7	14-2-P14	10'337	2641.210	64.063	0.000	476.962	-	249.902
1	1.00	0.60								0.277	0.283	0.000	0.524	-	0.524
102	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N8	14-2-P14	10'337	2641.240	115.483	0.000	476.962	-	202.571
1	1.00	0.60								0.297	0.300	0.000	0.425	-	0.425
103	100 x 60		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P14	10'337	2644.380	142.635	0.000	476.962	-	158.333
1	1.00	0.60								0.310	0.306	0.000	0.332	-	0.332
104	100 x 65		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P14	11'134	2649.120	158.026	0.000	514.737	-	117.537
2	1.00	0.65								0.288	0.293	0.000	0.228	-	0.228
105	100 x 70		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P16	12'167	2649.060	158.026	0.000	377.267	-	76.212
3	1.00	0.70								0.260	0.262	0.000	0.202	-	0.202
106	100 x 70		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P16	12'167	2657.270	151.567	0.000	378.129	-	113.798
3	1.00	0.70								0.258	0.261	0.000	0.301	-	0.301
107	100 x 75		30.00	450.00	OK	N7	N10	14-2-P16	12'964	2667.390	119.361	0.000	392.558	-	131.794
4	1.00	0.75								0.233	0.229	0.000	0.336	-	0.336
108	100 x 75		30.00	450.00	OK	N8	N10	14-2-P16	12'964	2678.950	76.593	0.000	393.952	-	150.335
4	1.00	0.75								0.223	0.227	0.000	0.382	-	0.382
109	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	13'760	2699.910	41.837	0.000	409.740	-	173.402
5	1.00	0.80								0.204	0.208	0.000	0.423	-	0.423
110	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	13'760	2714.160	114.548	0.000	627.072	-	289.791
5	1.00	0.80								0.219	0.221	0.000	0.462	-	0.462
111	100 x 85		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	14'557	2728.890	194.518	0.000	664.245	-	326.910
6	1.00	0.85								0.223	0.226	0.000	0.492	-	0.492
112	100 x 85		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	14'557	2746.580	299.266	0.000	664.245	-	365.051
6	1.00	0.85								0.249	0.251	0.000	0.550	-	0.550
113	100 x 90		30.00	450.00	OK	N10	N7	14-2-P16	15'354	1067.660	467.990	0.000	686.641	-	403.528
7	1.00	0.90								0.286	0.281	0.000	0.588	-	0.588
114	100 x 90		30.00	450.00	OK	N10	N7	14-2-P16	15'354	1086.190	529.534	0.000	690.215	-	399.769
7	1.00	0.90								0.358	0.354	0.000	0.579	-	0.579
115	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N7	14-2-P20	17'516	2819.530	627.376	0.000	722.675	-	381.509
9	1.00	1.00								0.264	0.267	0.000	0.528	-	0.528
116	100 x 100		30.00	450.00	OK	N10	N7	14-2-P20	17'516	2849.810	666.151	0.000	726.991	-	272.194
9	1.00	1.00								0.280	0.274	0.000	0.374	-	0.374
117	100 x 90		30.00	450.00	OK	N10	N7	14-2-P16	15'354	1133.820	609.945	0.000	701.302	-	172.856
7	1.00	0.90								0.442	0.445	0.000	0.246	-	0.246
118	100 x 90 100 x 90		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	15'354	1133.440	609.945	0.000	456.051	-	60.447
7	1.00	0.90								0.442	0.445	0.000	0.133	-	0.133
119	100 x 85 100 x 85		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	14'557	1131.260	600.949	0.000	441.981	-	136.215
6	1.00	0.85								0.528	0.517	0.000	0.308	-	0.308
120	100 x 85		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	14'557	1123.840	580.574	0.000	440.912	-	211.644
6	1.00	0.85								0.465	0.469	0.000	0.480	-	0.480
121	100 x 80		30.00	450.00	OK	N10	N10	14-2-P16	13'760	1111.480	548.935	0.000	425.235	-	286.189
5	1.00	0.80								0.474	0.484	0.000	0.673	-	0.673
122	100 x 80		30.00	450.00	OK	N9	N10	14-2-P16	13'760	1190.210	532.173	0.000	423.536	-	342.485
5	1.00	0.80								0.445	0.438	0.000	0.809	-	0.809
123	100 x 72		30.00	450.00	OK	N9	N9	14-2-P16	12'485	1165.820	490.251	0.000	391.902	825.096	529.531
8	1.00	0.72								0.488	0.486	0.000	1.098	0.642	0.528
124	100 x 72		30.00	450.00	OK	N9	N7	Stirrup 4-P10/150	12'485	2817.300	505.300	0.000	396.744	825.096	435.611
8	1.00	0.72								0.401	0.406	0.000	1.098	0.528	0.481

A.6.5.19. Section checking for fire combinations load

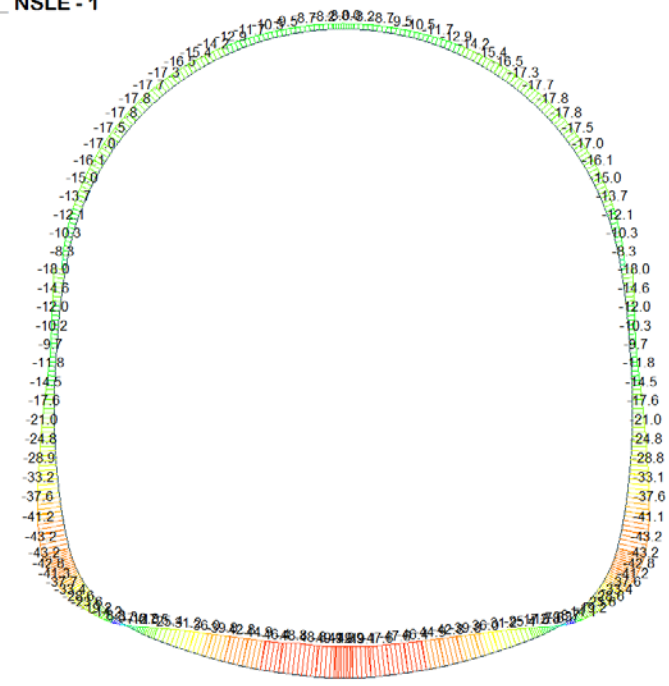
SECTION CHECKING - FIRE COMBINATIONS LOAD															
MEMBER	SECTION PROPERTIES		f _{ck} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	CHECK	LOAD CB M-N iteration	LOAD CB V	Rebar	N _{Rdmax}	N _{Ed}	M _{Edy}	M _{Edz}	V _{Rdc}	V _{Rds}	V _{Ed}
	SECTION	B _c (m)								H _c (m)	Ratio-N	Ratio-My	Ratio-Mz	Ratio-Vc	Ratio-Vs
63(M+N) / 57(V)	100 x 60		30.00	360.00	OK	N23	N21	14-2-P14	12'418	1916.150	129.687	0.000	488.257	-	214.619
1	1.00	0.55								0.201	0.205	0.000	0.440	-	0.440
104(M+N) / 53(V)	100 x 65		30.00	360.00	OK	N21	N21	14-2-P14	13'480	1953.460	130.670	0.000	506.678	-	88.035
2	1.00	0.60								0.185	0.183	0.000	0.174	-	0.174
52(M+N) / 106(V)	100 x 70		30.00	360.00	OK	N22	N24	14-2-P16	14'766	1953.120	129.479	0.000	543.820	-	118.085
3	1.00	0.65								0.164	0.167	0.000	0.217	-	0.217
50(M+N) / 108(V)	100 x 75		30.00	360.00	OK	N22	N23	14-2-P16	15'828	1965.620	101.087	0.000	558.442	-	157.950
4	1.00	0.70								0.144	0.146	0.000	0.283	-	0.283
121(M+N) / 110(V)	100 x 80		30.00	360.00	OK	N23	N23	14-2-P16	16'891	2120.640	441.195	0.000	573.001	-	202.958
5	1.00	0.75								0.245	0.248	0.000	0.354	-	0.354
119(M+N) / 112(V)	100 x 85		30.00	360.00	OK	N23	N23	14-2-P16	17'953	2124.580	471.548	0.000	587.605	-	257.603
6	1.00	0.80								0.233	0.234	0.000	0.438	-	0.438
118(M+N) / 2(V)	100 x 90		30.00	360.00	OK	N23	N24	14-2-P16	19'016	2122.690	471.548	0.000	595.425	-	542.749
7	1.00	0.85								0.212	0.211	0.000	0.912	-	0.912
34(M+N) / 124(V)	100 x 72		30.00	360.00	OK	N23	N24	14-2-P16	15'191	2098.150	386.289	0.000	563.639	-	363.329
8	1.00	0.67								0.269	0.269	0.000	0.645	-	0.645
22(M+N) / 4(V)	100 x 100		30.00	360.00	OK	N24	N23	14-2-P20	21'677	1863.780	610.764	0.000	661.775	-	571.938
9	1.00	0.95								0.204	0.200	0.000	0.864	-	0.864
14(M+N) / 21(V)	100 x 120		30.00	360.00	OK	N24	N23	14-2-P20	25'927	1856.860	667.615	0.000	694.722	-	139.573
10	1.00	1.15								0.152	0.154	0.000	0.201	-	0.201

A.6.5.20. Load combination SLE 1

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 1

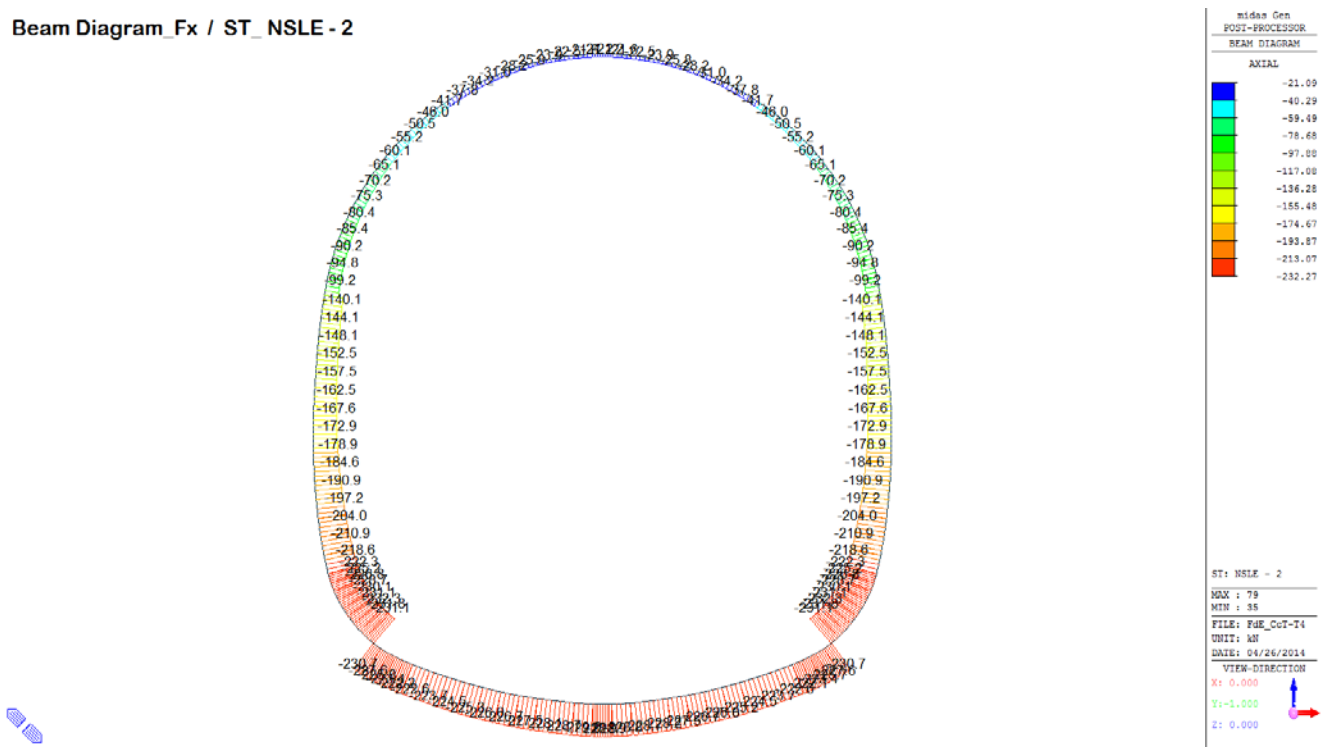


Beam Diagram My / ST_NSLE - 1

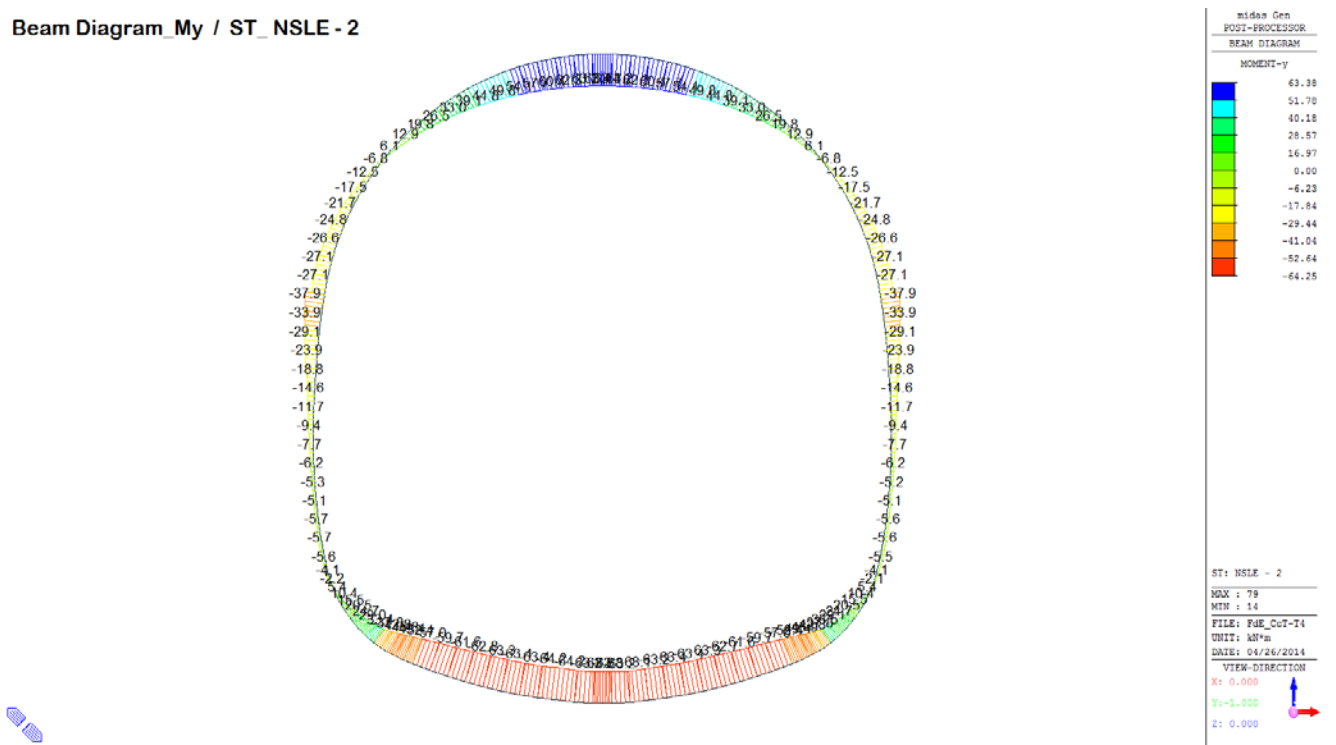


A.6.5.21. Load combination SLE 2

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 2

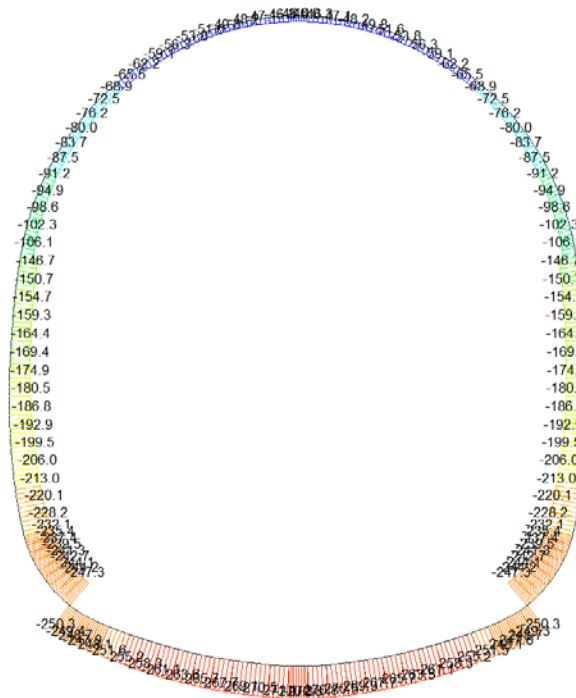


Beam Diagram My / ST_NSLE - 2

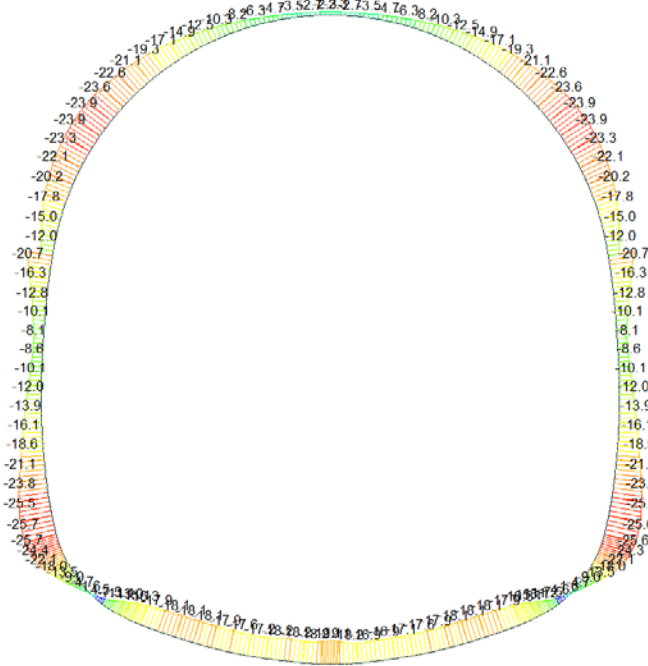


A.6.5.22. Load combination SLE 3

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 3

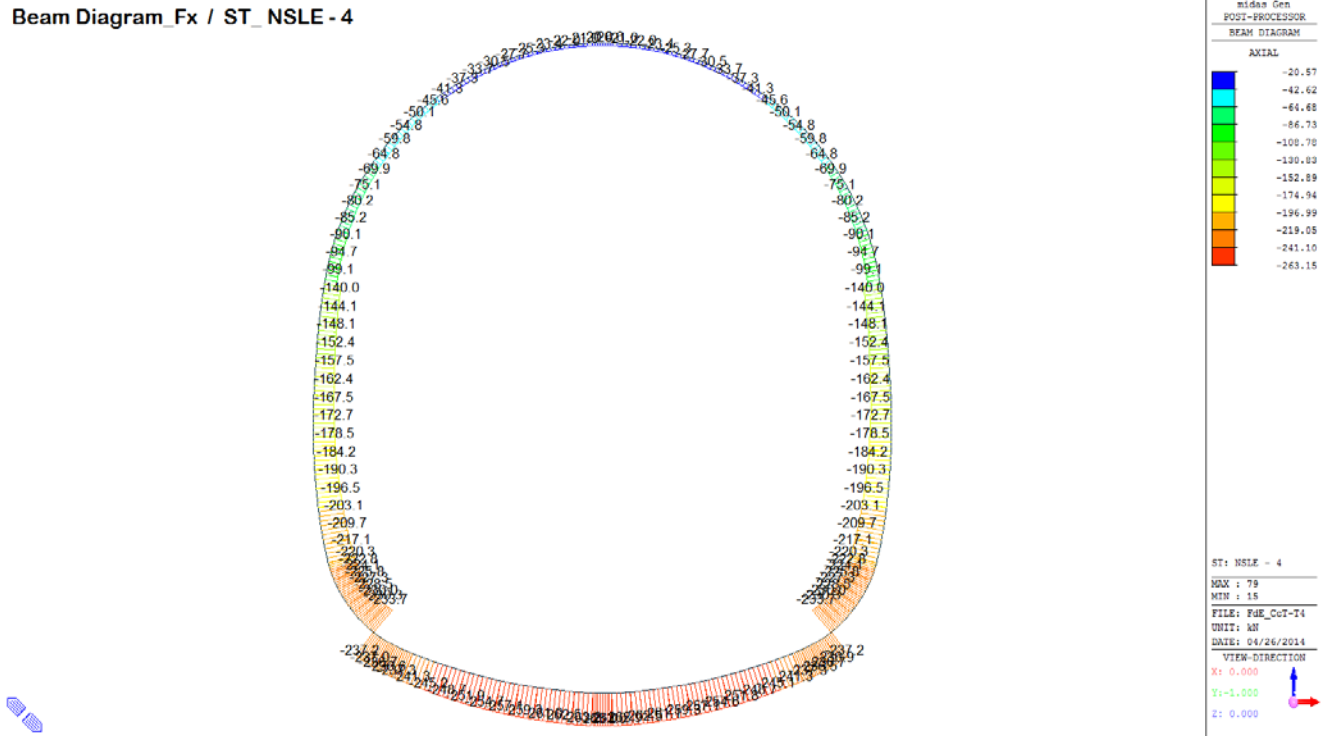


Beam Diagram My / ST_NSLE - 3

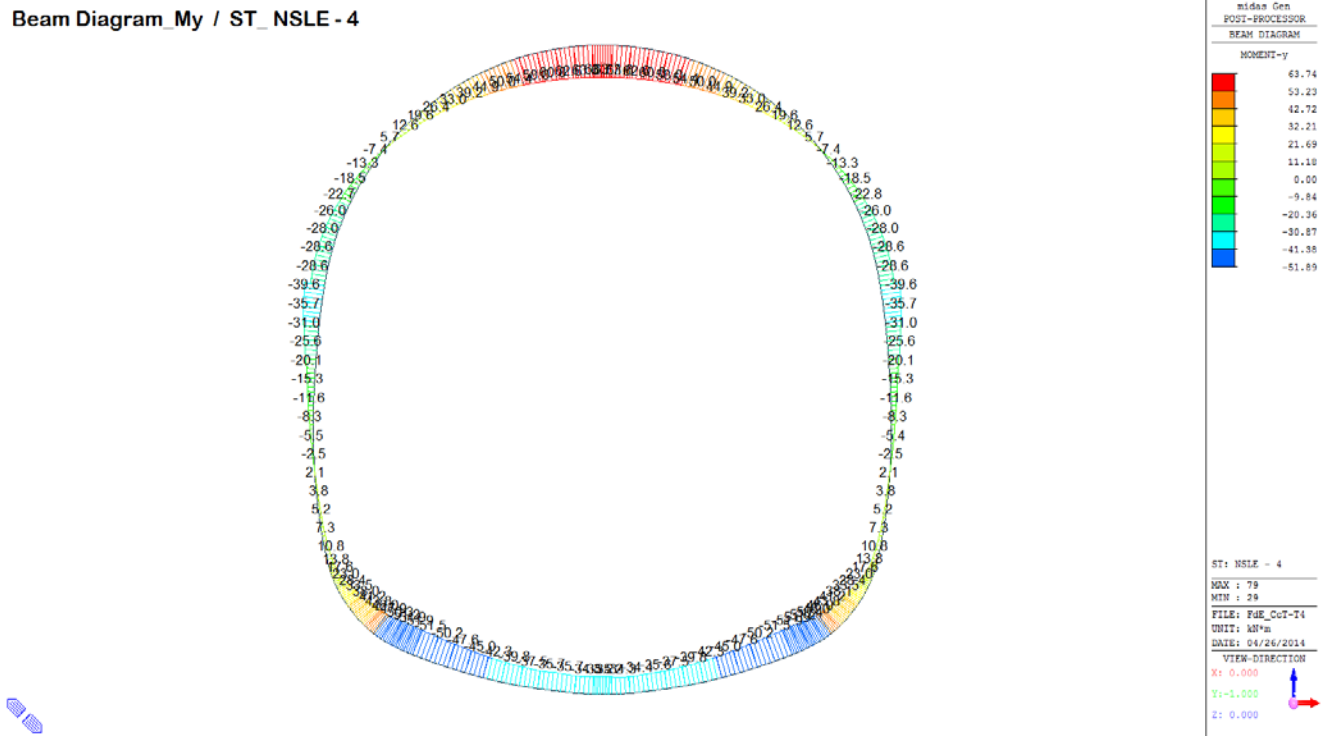


A.6.5.23. Load combination SLE 4

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 4

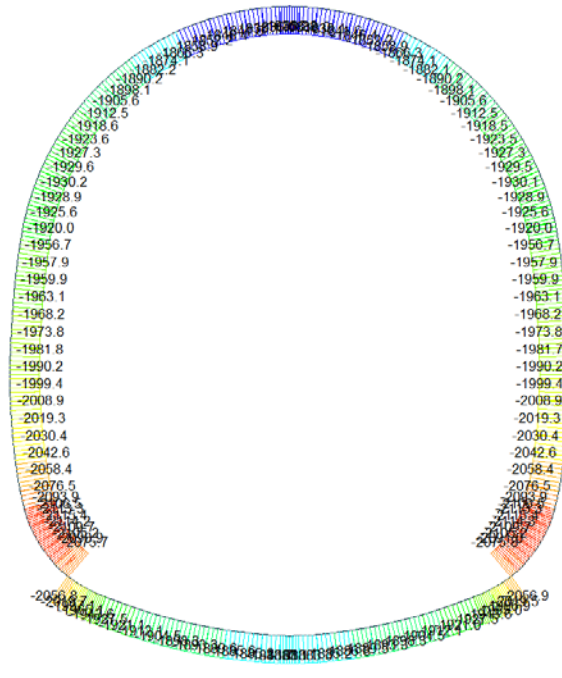


Beam Diagram My / ST_NSLE - 4



A.6.5.24. Load combination SLE 5

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 5

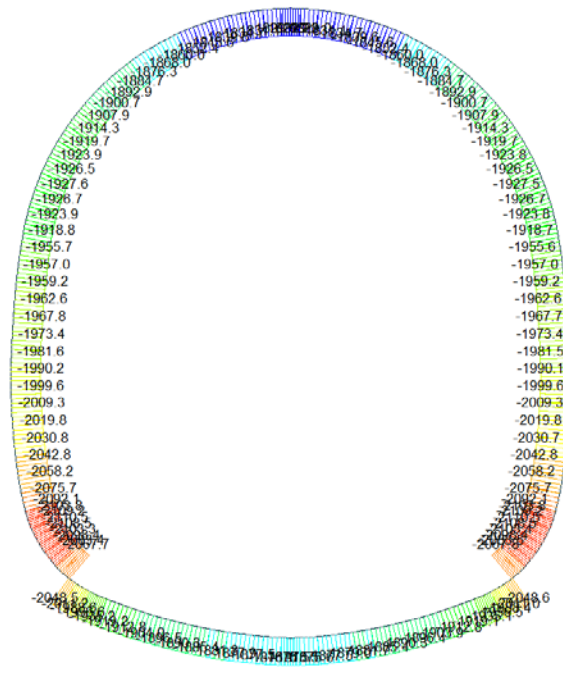


Beam Diagram My / ST_NSLE - 5

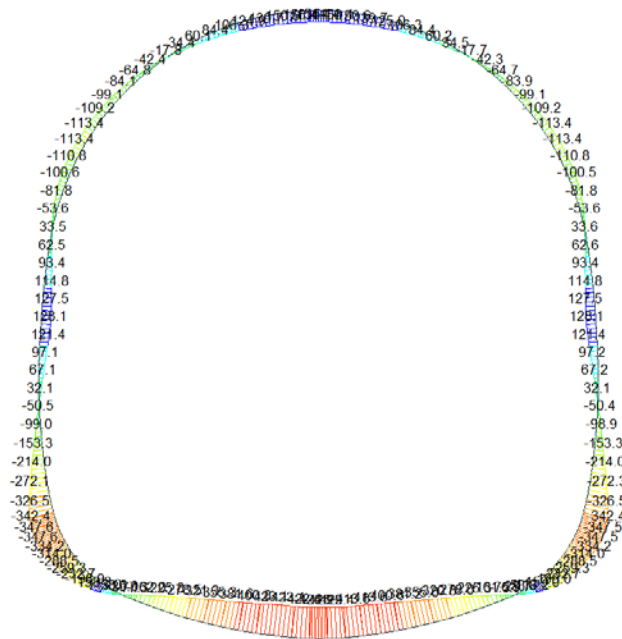


A.6.5.25. Load combination SLE 6

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 6



Beam Diagram My / ST_NSLE - 6



A.6.5.26. Load combination SLE 7

Beam Diagram My / ST_NSLE - 7



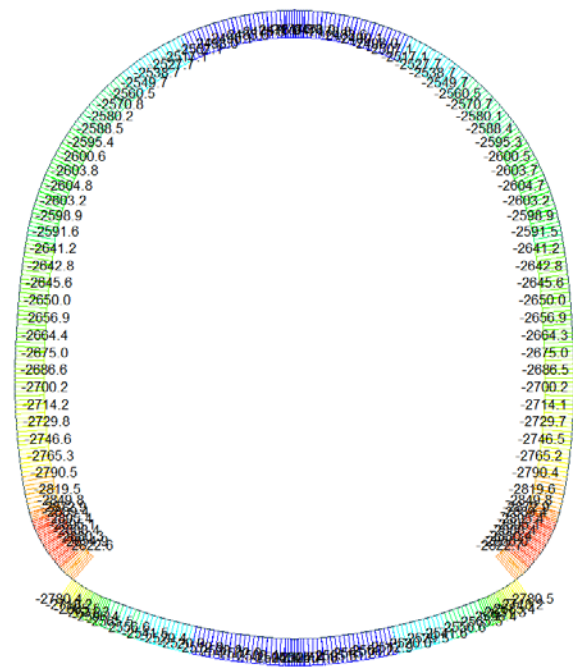
midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

428.68
302.41
176.14
0.00
-76.40
-202.60
-328.95
-455.22
-581.49
-707.76
-834.04
-960.31

ST: NSLE - 7
MAX : 32
MIN : 14
FILE: FdE_Cut-T5
UNIT: AN*m
DATE: 04/26/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 7



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

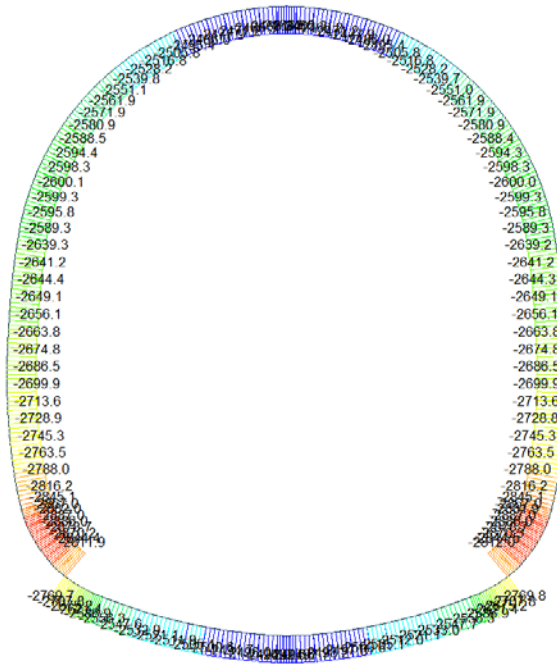
AXIAL

-2475.51
-2513.60
-2551.85
-2590.02
-2628.20
-2666.37
-2704.54
-2742.71
-2780.88
-2819.05
-2857.22
-2895.39

ST: NSLE - 7
MAX : 77
MIN : 119
FILE: FdE_Cut-T5
UNIT: AN
DATE: 04/26/2014
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.27. Load combination SLE 8

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 8



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL

Blue	-2462.85
Cyan	-2501.41
Green	-2539.97
Light Green	-2578.53
Yellow-Green	-2617.09
Yellow	-2655.65
Orange-Yellow	-2694.20
Orange	-2732.76
Red-Orange	-2771.32
Red	-2809.88
Dark Red	-2848.44
Black	-2887.00

ST: NSLE - 8
MAX : 77
MIN : 119
FILE: FdE_Cut-T5
UNIT: MN
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

Beam Diagram My / ST_NSLE - 8



midas Gen
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

MOMENT-y

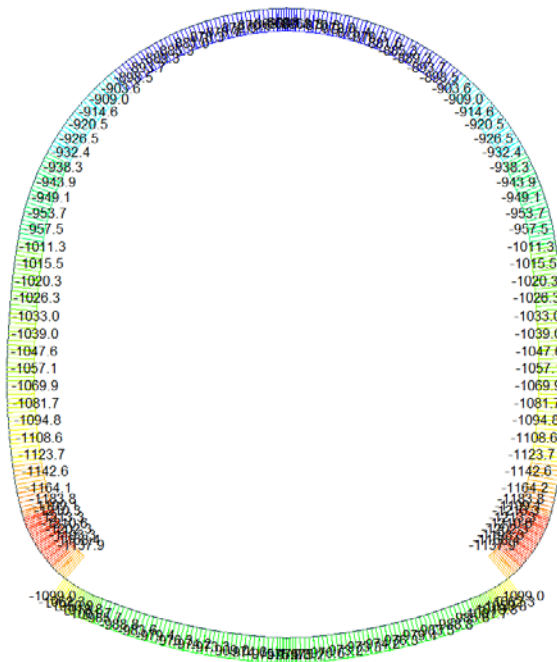
Blue	386.17
Cyan	261.51
Green	136.85
Light Green	0.00
Yellow-Green	-112.47
Yellow	-237.13
Orange-Yellow	-361.79
Orange	-486.45
Red-Orange	-611.11
Red	-735.77
Dark Red	-860.43
Black	-985.09

ST: NSLE - 8
MAX : 32
MIN : 14
FILE: FdE_Cut-T5
UNIT: MNm
DATE: 04/26/2014

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000

A.6.5.28. Load combination SLE 9

Beam Diagram Fx / ST_NSLE - 9

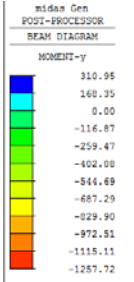


Beam Diagram My / ST_NSLE - 9



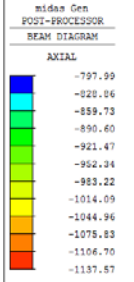
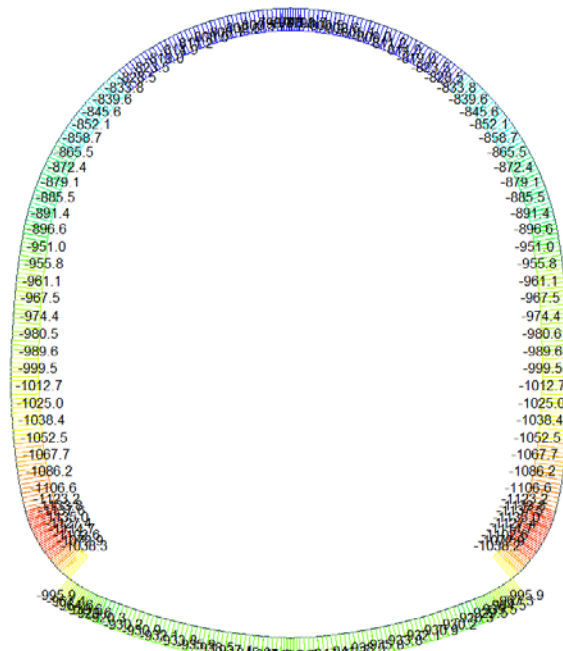
A.6.5.29. Load combination SLE 10

Beam Diagram_My / ST_NSLE - 10



ST: NSLE - 10
 MAX : 1
 MIN : 17
 FILE: P&E_CoT-T5
 UNIT: MN*m
 DATE: 04/26/2014
 VIEW-DIRECTION
 X: 0.000
 Y: -1.000
 Z: 0.000

Beam Diagram_Fx / ST_NSLE - 10



ST: NSLE - 10
 MAX : 79
 MIN : 118
 FILE: P&E_CoT-T5
 UNIT: MN
 DATE: 04/26/2014
 VIEW-DIRECTION
 X: 0.000
 Y: -1.000
 Z: 0.000

A.6.5.30. Stress checking for load combination without swelling and squeezing

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$	$\sigma_{ct, Adm}$	CHECK	σ_c, MAX	σ_c, Adm	CHECK	σ_s, MAX	σ_s, Adm	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]		
1	100 x 90		SLE - N5	0.09	2.90	OK	-3.61	-18.00	OK	0.28	360.00	OK
7	1.00	0.90										
2	100 x 90		SLE - N5	0.11	2.90	OK	-3.23	-18.00	OK	0.38	360.00	OK
7	1.00	0.90										
3	100 x 100		SLE - N5	0.07	2.90	OK	-2.47	-18.00	OK	0.22	360.00	OK
9	1.00	1.00										
4	100 x 100		SLE - N6	0.07	2.90	OK	-2.21	-18.00	OK	0.24	360.00	OK
9	1.00	1.00										
5	100 x 100		SLE - N6	0.09	2.90	OK	-2.40	-18.00	OK	0.34	360.00	OK
9	1.00	1.00										
6	100 x 100		SLE - N6	0.12	2.90	OK	-2.89	-18.00	OK	0.49	360.00	OK
9	1.00	1.00										
7	100 x 100		SLE - N6	0.13	2.90	OK	-3.27	-18.00	OK	0.57	360.00	OK
9	1.00	1.00										
8	100 x 100		SLE - N6	0.15	2.90	OK	-3.57	-18.00	OK	0.63	360.00	OK
9	1.00	1.00										
9	100 x 100		SLE - N6	0.15	2.90	OK	-3.82	-18.00	OK	0.66	360.00	OK
9	1.00	1.00										
10	100 x 100		SLE - N6	0.24	2.90	OK	-4.02	-18.00	OK	0.67	360.00	OK
9	1.00	1.00										
11	100 x 100		SLE - N6	0.40	2.90	OK	-4.17	-18.00	OK	0.87	360.00	OK
9	1.00	1.00										
12	100 x 120		SLE - N6	0.10	2.90	OK	-3.24	-18.00	OK	0.31	360.00	OK
10	1.00	1.20										
13	100 x 120		SLE - N6	0.20	2.90	OK	-3.33	-18.00	OK	0.32	360.00	OK
10	1.00	1.20										
14	100 x 120		SLE - N6	0.20	2.90	OK	-3.33	-18.00	OK	0.32	360.00	OK
10	1.00	1.20										
15	100 x 120		SLE - N6	0.20	2.90	OK	-3.32	-18.00	OK	0.29	360.00	OK
10	1.00	1.20										
16	100 x 120		SLE - N6	0.22	2.90	OK	-3.34	-18.00	OK	0.30	360.00	OK
10	1.00	1.20										
17	100 x 120		SLE - N6	0.22	2.90	OK	-3.34	-18.00	OK	0.30	360.00	OK
10	1.00	1.20										
18	100 x 120		SLE - N6	0.20	2.90	OK	-3.32	-18.00	OK	0.29	360.00	OK
10	1.00	1.20										
19	100 x 120		SLE - N6	0.16	2.90	OK	-3.29	-18.00	OK	0.29	360.00	OK
10	1.00	1.20										
20	100 x 120	100 x 120	SLE - N6	0.16	2.90	OK	-3.29	-18.00	OK	0.30	360.00	OK
10	1.00	1.20										
21	100 x 120		SLE - N6	0.10	2.90	OK	-3.24	-18.00	OK	0.31	360.00	OK
10	1.00	1.20										
22	100 x 100		SLE - N6	0.40	2.90	OK	-4.17	-18.00	OK	0.86	360.00	OK
9	1.00	1.00										
23	100 x 100		SLE - N6	0.24	2.90	OK	-4.02	-18.00	OK	0.67	360.00	OK
9	1.00	1.00										
24	100 x 100		SLE - N6	0.15	2.90	OK	-3.82	-18.00	OK	0.66	360.00	OK
9	1.00	1.00										
25	100 x 100		SLE - N6	0.15	2.90	OK	-3.57	-18.00	OK	0.63	360.00	OK
9	1.00	1.00										
26	100 x 100		SLE - N6	0.13	2.90	OK	-3.26	-18.00	OK	0.57	360.00	OK
9	1.00	1.00										
27	100 x 100		SLE - N6	0.12	2.90	OK	-2.89	-18.00	OK	0.49	360.00	OK
9	1.00	1.00										
28	100 x 100		SLE - N6	0.09	2.90	OK	-2.40	-18.00	OK	0.34	360.00	OK
9	1.00	1.00										
29	100 x 100		SLE - N6	0.07	2.90	OK	-2.21	-18.00	OK	0.24	360.00	OK
9	1.00	1.00										
30	100 x 100		SLE - N5	0.07	2.90	OK	-2.47	-18.00	OK	0.22	360.00	OK
9	1.00	1.00										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
31	100 x 90		SLE - N5	0.11	2.90	OK	-3.23	-18.00	OK	0.38	360.00	OK
7	1.00	0.90										
32	100 x 90		SLE - N5	0.09	2.90	OK	-3.61	-18.00	OK	0.28	360.00	OK
7	1.00	0.90										
33	100 x 72		SLE - N5	0.21	2.90	OK	-5.40	-18.00	OK	0.76	360.00	OK
8	1.00	0.72										
34	100 x 72		SLE - N5	0.19	2.90	OK	-5.81	-18.00	OK	0.65	360.00	OK
8	1.00	0.72										
35	100 x 80		SLE - N5	0.10	2.90	OK	-5.22	-18.00	OK	0.27	360.00	OK
5	1.00	0.80										
36	100 x 80		SLE - N5	0.22	2.90	OK	-5.48	-18.00	OK	0.12	360.00	OK
5	1.00	0.80										
37	100 x 85		SLE - N5	0.24	2.90	OK	-5.21	-18.00	OK	-0.16	360.00	OK
6	1.00	0.85										
38	100 x 85		SLE - N5	0.39	2.90	OK	-5.36	-18.00	OK	0.01	360.00	OK
6	1.00	0.85										
39	100 x 90		SLE - N5	0.30	2.90	OK	-4.99	-18.00	OK	-0.02	360.00	OK
7	1.00	0.90										
40	100 x 90	100 x 90	SLE - N5	0.30	2.90	OK	-4.99	-18.00	OK	0.06	360.00	OK
7	1.00	0.90										
41	100 x 100		SLE - N5	0.02	2.90	OK	-4.19	-18.00	OK	-0.04	360.00	OK
9	1.00	1.00										
42	100 x 100		SLE - N5	0.02	2.90	OK	-4.07	-18.00	OK	-0.03	360.00	OK
9	1.00	1.00										
43	100 x 90		SLE - N5	0.05	2.90	OK	-4.32	-18.00	OK	0.09	360.00	OK
7	1.00	0.90										
44	100 x 90		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-3.85	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
7	1.00	0.90										
45	100 x 85		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-3.66	-18.00	OK	-0.07	360.00	OK
6	1.00	0.85										
46	100 x 85		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-3.20	-18.00	OK	-0.21	360.00	OK
6	1.00	0.85										
47	100 x 80		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-2.98	-18.00	OK	-0.30	360.00	OK
5	1.00	0.80										
48	100 x 80		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-2.82	-18.00	OK	-0.44	360.00	OK
5	1.00	0.80										
49	100 x 75		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-3.37	-18.00	OK	-0.54	360.00	OK
4	1.00	0.75										
50	100 x 75		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-3.67	-18.00	OK	-0.67	360.00	OK
4	1.00	0.75										
51	100 x 70		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-4.30	-18.00	OK	-0.41	360.00	OK
3	1.00	0.70										
52	100 x 70		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-4.37	-18.00	OK	-0.07	360.00	OK
3	1.00	0.70										
53	100 x 65		SLE - N6	0.14	2.90	OK	-4.83	-18.00	OK	0.45	360.00	OK
2	1.00	0.65										
54	100 x 60		SLE - N5	0.28	2.90	OK	-5.18	-18.00	OK	1.09	360.00	OK
1	1.00	0.60										
55	100 x 60		SLE - N6	0.36	2.90	OK	-4.82	-18.00	OK	1.52	360.00	OK
1	1.00	0.60										
56	100 x 60		SLE - N5	0.43	2.90	OK	-4.30	-18.00	OK	1.88	360.00	OK
1	1.00	0.60										
57	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-3.76	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
58	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-4.40	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
59	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-4.91	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
60	100 x 60		SLE - N5	0.29	2.90	OK	-5.26	-18.00	OK	1.27	360.00	OK
1	1.00	0.60										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$	$\sigma_{ct, Adm}$	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$	$\sigma_{c, Adm}$	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$	$\sigma_{s, Adm}$	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	
61	100 x 60		SLE - N5	0.25	2.90	OK	-5.46	-18.00	OK	1.06	360.00	OK
1	1.00	0.60										
62	100 x 60		SLE - N5	0.25	2.90	OK	-5.53	-18.00	OK	1.07	360.00	OK
1	1.00	0.60										
63	100 x 60		SLE - N5	0.26	2.90	OK	-5.53	-18.00	OK	1.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										
64	100 x 60		SLE - N5	0.27	2.90	OK	-5.49	-18.00	OK	1.17	360.00	OK
1	1.00	0.60										
65	100 x 60		SLE - N5	0.27	2.90	OK	-5.34	-18.00	OK	1.17	360.00	OK
1	1.00	0.60										
66	100 x 60		SLE - N5	0.26	2.90	OK	-5.10	-18.00	OK	1.13	360.00	OK
1	1.00	0.60										
67	100 x 60		SLE - N5	0.25	2.90	OK	-4.79	-18.00	OK	1.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										
68	100 x 60		SLE - N5	0.37	2.90	OK	-4.43	-18.00	OK	1.74	360.00	OK
1	1.00	0.60										
69	100 x 60		SLE - N5	0.49	2.90	OK	-4.03	-18.00	OK	2.32	360.00	OK
1	1.00	0.60										
70	100 x 60		SLE - N6	0.59	2.90	OK	-3.68	-18.00	OK	2.87	360.00	OK
1	1.00	0.60										
71	100 x 60		SLE - N6	0.70	2.90	OK	-4.10	-18.00	OK	3.37	360.00	OK
1	1.00	0.60										
72	100 x 60		SLE - N6	0.79	2.90	OK	-4.49	-18.00	OK	3.82	360.00	OK
1	1.00	0.60										
73	100 x 60		SLE - N6	0.86	2.90	OK	-4.85	-18.00	OK	4.21	360.00	OK
1	1.00	0.60										
74	100 x 60		SLE - N6	0.93	2.90	OK	-5.15	-18.00	OK	4.53	360.00	OK
1	1.00	0.60										
75	100 x 60		SLE - N5	0.98	2.90	OK	-5.38	-18.00	OK	4.77	360.00	OK
1	1.00	0.60										
76	100 x 60		SLE - N5	1.01	2.90	OK	-5.54	-18.00	OK	4.94	360.00	OK
1	1.00	0.60										
77	100 x 60		SLE - N6	1.03	2.90	OK	-5.60	-18.00	OK	5.03	360.00	OK
1	1.00	0.60										
78	100 x 60		SLE - N6	1.03	2.90	OK	-5.60	-18.00	OK	5.04	360.00	OK
1	1.00	0.60										
79	100 x 60		SLE - N6	1.03	2.90	OK	-5.60	-18.00	OK	5.04	360.00	OK
1	1.00	0.60										
80	100 x 60		SLE - N6	1.03	2.90	OK	-5.60	-18.00	OK	5.03	360.00	OK
1	1.00	0.60										
81	100 x 60		SLE - N5	1.01	2.90	OK	-5.54	-18.00	OK	4.94	360.00	OK
1	1.00	0.60										
82	100 x 60		SLE - N5	0.98	2.90	OK	-5.38	-18.00	OK	4.77	360.00	OK
1	1.00	0.60										
83	100 x 60		SLE - N6	0.93	2.90	OK	-5.15	-18.00	OK	4.53	360.00	OK
1	1.00	0.60										
84	100 x 60		SLE - N6	0.86	2.90	OK	-4.84	-18.00	OK	4.21	360.00	OK
1	1.00	0.60										
85	100 x 60		SLE - N5	0.79	2.90	OK	-4.49	-18.00	OK	3.82	360.00	OK
1	1.00	0.60										
86	100 x 60		SLE - N6	0.70	2.90	OK	-4.10	-18.00	OK	3.38	360.00	OK
1	1.00	0.60										
87	100 x 60		SLE - N6	0.59	2.90	OK	-3.68	-18.00	OK	2.87	360.00	OK
1	1.00	0.60										
88	100 x 60		SLE - N5	0.49	2.90	OK	-4.03	-18.00	OK	2.32	360.00	OK
1	1.00	0.60										
89	100 x 60		SLE - N5	0.37	2.90	OK	-4.43	-18.00	OK	1.74	360.00	OK
1	1.00	0.60										
90	100 x 60	100 x 60	SLE - N5	0.25	2.90	OK	-4.79	-18.00	OK	1.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$	$\sigma_{ct, Adm}$	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$	$\sigma_{c, Adm}$	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$	$\sigma_{s, Adm}$	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	
91	100 x 60		SLE - N5	0.26	2.90	OK	-5.10	-18.00	OK	1.13	360.00	OK
1	1.00	0.60										
92	100 x 60		SLE - N5	0.27	2.90	OK	-5.33	-18.00	OK	1.17	360.00	OK
1	1.00	0.60										
93	100 x 60		SLE - N5	0.27	2.90	OK	-5.49	-18.00	OK	1.16	360.00	OK
1	1.00	0.60										
94	100 x 60		SLE - N5	0.26	2.90	OK	-5.53	-18.00	OK	1.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										
95	100 x 60		SLE - N5	0.25	2.90	OK	-5.53	-18.00	OK	1.07	360.00	OK
1	1.00	0.60										
96	100 x 60		SLE - N5	0.25	2.90	OK	-5.46	-18.00	OK	1.06	360.00	OK
1	1.00	0.60										
97	100 x 60		SLE - N5	0.29	2.90	OK	-5.26	-18.00	OK	1.27	360.00	OK
1	1.00	0.60										
98	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-4.91	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
99	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-4.40	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
100	100 x 60		SLE - N5	0.32	2.90	OK	-3.76	-18.00	OK	1.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
101	100 x 60		SLE - N5	0.43	2.90	OK	-4.30	-18.00	OK	1.88	360.00	OK
1	1.00	0.60										
102	100 x 60		SLE - N6	0.36	2.90	OK	-4.82	-18.00	OK	1.52	360.00	OK
1	1.00	0.60										
103	100 x 60		SLE - N5	0.28	2.90	OK	-5.18	-18.00	OK	1.09	360.00	OK
1	1.00	0.60										
104	100 x 65		SLE - N6	0.14	2.90	OK	-4.83	-18.00	OK	0.45	360.00	OK
2	1.00	0.65										
105	100 x 70		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-4.36	-18.00	OK	-0.07	360.00	OK
3	1.00	0.70										
106	100 x 70		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-4.30	-18.00	OK	-0.41	360.00	OK
3	1.00	0.70										
107	100 x 75		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-3.67	-18.00	OK	-0.67	360.00	OK
4	1.00	0.75										
108	100 x 75		SLE - N5	0.00	2.90	OK	-3.37	-18.00	OK	-0.54	360.00	OK
4	1.00	0.75										
109	100 x 80		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-2.82	-18.00	OK	-0.44	360.00	OK
5	1.00	0.80										
110	100 x 80		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-2.98	-18.00	OK	-0.30	360.00	OK
5	1.00	0.80										
111	100 x 85		SLE - N6	0.00	2.90	OK	-3.20	-18.00	OK	-0.21	360.00	OK
6	1.00	0.85										
112	100 x 85		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-3.66	-18.00	OK	-0.07	360.00	OK
6	1.00	0.85										
113	100 x 90		SLE - N5	0.03	2.90	OK	-3.86	-18.00	OK	0.00	360.00	OK
7	1.00	0.90										
114	100 x 90		SLE - N5	0.05	2.90	OK	-4.32	-18.00	OK	0.09	360.00	OK
7	1.00	0.90										
115	100 x 100		SLE - N5	0.02	2.90	OK	-4.07	-18.00	OK	-0.03	360.00	OK
9	1.00	1.00										
116	100 x 100		SLE - N5	0.02	2.90	OK	-4.19	-18.00	OK	-0.04	360.00	OK
9	1.00	1.00										
117	100 x 90		SLE - N5	0.31	2.90	OK	-4.99	-18.00	OK	0.06	360.00	OK
7	1.00	0.90										
118	100 x 90	100 x 90	SLE - N5	0.30	2.90	OK	-4.99	-18.00	OK	-0.01	360.00	OK
7	1.00	0.90										
119	100 x 85	100 x 85	SLE - N5	0.39	2.90	OK	-5.36	-18.00	OK	0.01	360.00	OK
6	1.00	0.85										
120	100 x 85		SLE - N5	0.24	2.90	OK	-5.21	-18.00	OK	-0.16	360.00	OK
6	1.00	0.85										
121	100 x 80		SLE - N5	0.22	2.90	OK	-5.48	-18.00	OK	0.12	360.00	OK
5	1.00	0.80										
122	100 x 80		SLE - N5	0.10	2.90	OK	-5.22	-18.00	OK	0.27	360.00	OK
5	1.00	0.80										
123	100 x 72		SLE - N5	0.19	2.90	OK	-5.81	-18.00	OK	0.65	360.00	OK
8	1.00	0.72										
124	100 x 72		SLE - N5	0.21	2.90	OK	-5.40	-18.00	OK	0.75	360.00	OK
8	1.00	0.72										

A.6.5.31. Stress checking for load combination with swelling and squeezing

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
1	100 x 90		SLE - N7	1.46	2.90	OK	-6.26	-18.00	OK	6.84	360.00	OK
7	1.00	0.90										
2	100 x 90		SLE - N7	0.86	2.90	OK	-5.49	-18.00	OK	3.65	360.00	OK
7	1.00	0.90										
3	100 x 100		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.00	-18.00	OK	-0.80	360.00	OK
9	1.00	1.00										
4	100 x 100		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.41	-18.00	OK	-3.11	360.00	OK
9	1.00	1.00										
5	100 x 100		SLE - N7	0.24	2.90	OK	-3.42	-18.00	OK	0.64	360.00	OK
9	1.00	1.00										
6	100 x 100		SLE - N7	1.48	2.90	OK	-4.62	-18.00	OK	7.35	360.00	OK
9	1.00	1.00										
7	100 x 100		SLE - N7	2.55	2.90	OK	-5.58	-18.00	OK	13.14	360.00	OK
9	1.00	1.00										
8	100 x 100		SLE - N10	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.28	360.00	***
9	1.00	1.00										
9	100 x 100		SLE - N10	4.32	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	22.72	360.00	***
9	1.00	1.00										
10	100 x 100		SLE - N10	5.02	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	26.46	360.00	***
9	1.00	1.00										
11	100 x 100		SLE - N10	5.58	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	29.51	360.00	***
9	1.00	1.00										
12	100 x 120		SLE - N10	4.05	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	21.89	360.00	***
10	1.00	1.20										
13	100 x 120		SLE - N10	4.29	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	23.21	360.00	***
10	1.00	1.20										
14	100 x 120		SLE - N10	4.39	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	23.80	360.00	***
10	1.00	1.20										
15	100 x 120		SLE - N10	4.44	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	24.05	360.00	***
10	1.00	1.20										
16	100 x 120		SLE - N10	4.45	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	24.11	360.00	***
10	1.00	1.20										
17	100 x 120		SLE - N10	4.45	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	24.11	360.00	***
10	1.00	1.20										
18	100 x 120		SLE - N10	4.44	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	24.05	360.00	***
10	1.00	1.20										
19	100 x 120		SLE - N10	4.37	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	23.68	360.00	***
10	1.00	1.20										
20	100 x 120	100 x 120	SLE - N10	4.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	23.09	360.00	***
10	1.00	1.20										
21	100 x 120		SLE - N10	4.05	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	21.89	360.00	***
10	1.00	1.20										
22	100 x 100		SLE - N10	5.58	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	29.51	360.00	***
9	1.00	1.00										
23	100 x 100		SLE - N10	5.02	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	26.46	360.00	***
9	1.00	1.00										
24	100 x 100		SLE - N10	4.32	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	22.72	360.00	***
9	1.00	1.00										
25	100 x 100		SLE - N10	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.28	360.00	***
9	1.00	1.00										
26	100 x 100		SLE - N7	2.55	2.90	OK	-5.57	-18.00	OK	13.14	360.00	OK
9	1.00	1.00										
27	100 x 100		SLE - N7	1.48	2.90	OK	-4.61	-18.00	OK	7.35	360.00	OK
9	1.00	1.00										
28	100 x 100		SLE - N7	0.24	2.90	OK	-3.42	-18.00	OK	0.65	360.00	OK
9	1.00	1.00										
29	100 x 100		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-3.41	-18.00	OK	-3.10	360.00	OK
9	1.00	1.00										
30	100 x 100		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.00	-18.00	OK	-0.80	360.00	OK
9	1.00	1.00										

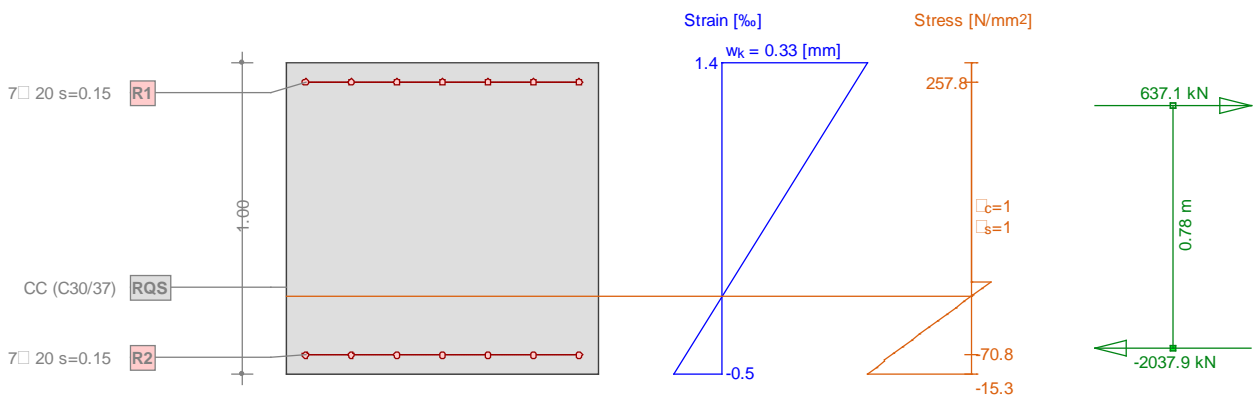
STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
31	100 x 90		SLE - N7	0.85	2.90	OK	-5.49	-18.00	OK	3.64	360.00	OK
7	1.00	0.90										
32	100 x 90		SLE - N7	1.46	2.90	OK	-6.26	-18.00	OK	6.83	360.00	OK
7	1.00	0.90										
33	100 x 72		SLE - N9	3.44	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.14	360.00	***
8	1.00	0.72										
34	100 x 72		SLE - N9	4.05	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	19.25	360.00	***
8	1.00	0.72										
35	100 x 80		SLE - N9	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	17.02	360.00	***
5	1.00	0.80										
36	100 x 80		SLE - N10	3.80	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.56	360.00	***
5	1.00	0.80										
37	100 x 85		SLE - N10	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	17.39	360.00	***
6	1.00	0.85										
38	100 x 85		SLE - N10	3.66	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.23	360.00	***
6	1.00	0.85										
39	100 x 90		SLE - N10	3.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.38	360.00	***
7	1.00	0.90										
40	100 x 90		SLE - N10	3.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.38	360.00	***
7	1.00	0.90										
41	100 x 100		SLE - N10	2.49	2.90	OK	-6.85	-18.00	OK	12.67	360.00	OK
9	1.00	1.00										
42	100 x 100		SLE - N10	2.40	2.90	OK	-6.58	-18.00	OK	12.19	360.00	OK
9	1.00	1.00										
43	100 x 90		SLE - N10	2.72	2.90	OK	-6.95	-18.00	OK	13.54	360.00	OK
7	1.00	0.90										
44	100 x 90		SLE - N10	2.28	2.90	OK	-6.11	-18.00	OK	11.23	360.00	OK
7	1.00	0.90										
45	100 x 85		SLE - N10	2.10	2.90	OK	-5.72	-18.00	OK	10.06	360.00	OK
6	1.00	0.85										
46	100 x 85		SLE - N10	1.58	2.90	OK	-4.88	-18.00	OK	7.33	360.00	OK
6	1.00	0.85										
47	100 x 80		SLE - N10	1.30	2.90	OK	-4.47	-18.00	OK	5.71	360.00	OK
5	1.00	0.80										
48	100 x 80		SLE - N10	0.78	2.90	OK	-3.77	-18.00	OK	2.99	360.00	OK
5	1.00	0.80										
49	100 x 75		SLE - N8	0.44	2.90	OK	-4.39	-18.00	OK	1.04	360.00	OK
4	1.00	0.75										
50	100 x 75		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.83	-18.00	OK	-1.38	360.00	OK
4	1.00	0.75										
51	100 x 70		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-5.65	-18.00	OK	-3.48	360.00	OK
3	1.00	0.70										
52	100 x 70		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-5.72	-18.00	OK	-5.56	360.00	OK
3	1.00	0.70										
53	100 x 65		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.32	-18.00	OK	-7.36	360.00	OK
2	1.00	0.65										
54	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.79	-18.00	OK	-8.72	360.00	OK
1	1.00	0.60										
55	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.33	-18.00	OK	-9.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										
56	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-5.66	-18.00	OK	-8.32	360.00	OK
1	1.00	0.60										
57	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-5.06	-18.00	OK	-8.10	360.00	OK
1	1.00	0.60										
58	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-5.97	-18.00	OK	-7.43	360.00	OK
1	1.00	0.60										
59	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-6.64	-18.00	OK	-7.04	360.00	OK
1	1.00	0.60										
60	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.10	-18.00	OK	-6.89	360.00	OK
1	1.00	0.60										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$	$\sigma_{ct, Adm}$	CHECK	$\sigma_{c, MAX}$	$\sigma_{c, Adm}$	CHECK	$\sigma_{s, MAX}$	$\sigma_{s, Adm}$	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]		
61	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.36	-18.00	OK	-6.89	360.00	OK
1	1.00	0.60										
62	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.44	-18.00	OK	-6.90	360.00	OK
1	1.00	0.60										
63	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.44	-18.00	OK	-6.68	360.00	OK
1	1.00	0.60										
64	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.37	-18.00	OK	-6.03	360.00	OK
1	1.00	0.60										
65	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.15	-18.00	OK	-5.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
66	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.82	-18.00	OK	-4.80	360.00	OK
1	1.00	0.60										
67	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.40	-18.00	OK	-4.24	360.00	OK
1	1.00	0.60										
68	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-5.90	-18.00	OK	-3.73	360.00	OK
1	1.00	0.60										
69	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-5.35	-18.00	OK	-3.26	360.00	OK
1	1.00	0.60										
70	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-5.17	-18.00	OK	-2.84	360.00	OK
1	1.00	0.60										
71	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-5.74	-18.00	OK	-2.45	360.00	OK
1	1.00	0.60										
72	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-6.28	-18.00	OK	-2.08	360.00	OK
1	1.00	0.60										
73	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-6.77	-18.00	OK	-1.73	360.00	OK
1	1.00	0.60										
74	100 x 60		SLE - N8	0.03	2.90	OK	-7.18	-18.00	OK	-1.38	360.00	OK
1	1.00	0.60										
75	100 x 60		SLE - N8	0.10	2.90	OK	-7.51	-18.00	OK	-1.03	360.00	OK
1	1.00	0.60										
76	100 x 60		SLE - N8	0.18	2.90	OK	-7.72	-18.00	OK	-0.67	360.00	OK
1	1.00	0.60										
77	100 x 60		SLE - N8	0.25	2.90	OK	-7.81	-18.00	OK	-0.29	360.00	OK
1	1.00	0.60										
78	100 x 60		SLE - N8	0.27	2.90	OK	-7.81	-18.00	OK	-0.21	360.00	OK
1	1.00	0.60										
79	100 x 60		SLE - N8	0.27	2.90	OK	-7.81	-18.00	OK	-0.21	360.00	OK
1	1.00	0.60										
80	100 x 60		SLE - N8	0.25	2.90	OK	-7.81	-18.00	OK	-0.29	360.00	OK
1	1.00	0.60										
81	100 x 60		SLE - N8	0.18	2.90	OK	-7.72	-18.00	OK	-0.67	360.00	OK
1	1.00	0.60										
82	100 x 60		SLE - N8	0.10	2.90	OK	-7.51	-18.00	OK	-1.03	360.00	OK
1	1.00	0.60										
83	100 x 60		SLE - N8	0.03	2.90	OK	-7.18	-18.00	OK	-1.38	360.00	OK
1	1.00	0.60										
84	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-6.77	-18.00	OK	-1.73	360.00	OK
1	1.00	0.60										
85	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-6.28	-18.00	OK	-2.08	360.00	OK
1	1.00	0.60										
86	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-5.74	-18.00	OK	-2.45	360.00	OK
1	1.00	0.60										
87	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-5.17	-18.00	OK	-2.84	360.00	OK
1	1.00	0.60										
88	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-5.35	-18.00	OK	-3.26	360.00	OK
1	1.00	0.60										
89	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-5.90	-18.00	OK	-3.73	360.00	OK
1	1.00	0.60										
90	100 x 60	100 x 60	SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.40	-18.00	OK	-4.24	360.00	OK
1	1.00	0.60										

STRESS CONTROL												
MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]	CHECK	σ_c, MAX [N/mm ²]	σ_c, Adm [N/mm ²]	CHECK	σ_s, MAX [N/mm ²]	σ_s, Adm [N/mm ²]	CHECK
SECTION	Bc (m)	Hc (m)										
91	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.82	-18.00	OK	-4.79	360.00	OK
1	1.00	0.60										
92	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.15	-18.00	OK	-5.39	360.00	OK
1	1.00	0.60										
93	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.37	-18.00	OK	-6.02	360.00	OK
1	1.00	0.60										
94	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.44	-18.00	OK	-6.67	360.00	OK
1	1.00	0.60										
95	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.44	-18.00	OK	-6.90	360.00	OK
1	1.00	0.60										
96	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.36	-18.00	OK	-6.89	360.00	OK
1	1.00	0.60										
97	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-7.10	-18.00	OK	-6.89	360.00	OK
1	1.00	0.60										
98	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.64	-18.00	OK	-7.04	360.00	OK
1	1.00	0.60										
99	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-5.97	-18.00	OK	-7.43	360.00	OK
1	1.00	0.60										
100	100 x 60		SLE - N8	0.00	2.90	OK	-5.06	-18.00	OK	-8.10	360.00	OK
1	1.00	0.60										
101	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-5.66	-18.00	OK	-8.32	360.00	OK
1	1.00	0.60										
102	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.33	-18.00	OK	-9.15	360.00	OK
1	1.00	0.60										
103	100 x 60		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.78	-18.00	OK	-8.72	360.00	OK
1	1.00	0.60										
104	100 x 65		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-6.32	-18.00	OK	-7.36	360.00	OK
2	1.00	0.65										
105	100 x 70		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-5.72	-18.00	OK	-5.56	360.00	OK
3	1.00	0.70										
106	100 x 70		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-5.65	-18.00	OK	-3.48	360.00	OK
3	1.00	0.70										
107	100 x 75		SLE - N7	0.00	2.90	OK	-4.83	-18.00	OK	-1.38	360.00	OK
4	1.00	0.75										
108	100 x 75		SLE - N8	0.44	2.90	OK	-4.39	-18.00	OK	1.04	360.00	OK
4	1.00	0.75										
109	100 x 80		SLE - N10	0.78	2.90	OK	-3.77	-18.00	OK	2.99	360.00	OK
5	1.00	0.80										
110	100 x 80		SLE - N10	1.30	2.90	OK	-4.47	-18.00	OK	5.71	360.00	OK
5	1.00	0.80										
111	100 x 85		SLE - N10	1.58	2.90	OK	-4.88	-18.00	OK	7.34	360.00	OK
6	1.00	0.85										
112	100 x 85		SLE - N10	2.10	2.90	OK	-5.72	-18.00	OK	10.06	360.00	OK
6	1.00	0.85										
113	100 x 90		SLE - N10	2.28	2.90	OK	-6.11	-18.00	OK	11.23	360.00	OK
7	1.00	0.90										
114	100 x 90		SLE - N10	2.72	2.90	OK	-6.95	-18.00	OK	13.53	360.00	OK
7	1.00	0.90										
115	100 x 100		SLE - N10	2.40	2.90	OK	-6.58	-18.00	OK	12.20	360.00	OK
9	1.00	1.00										
116	100 x 100		SLE - N10	2.49	2.90	OK	-6.85	-18.00	OK	12.68	360.00	OK
9	1.00	1.00										
117	100 x 90		SLE - N10	3.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.38	360.00	***
7	1.00	0.90										
118	100 x 90 100 x 90		SLE - N10	3.26	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.39	360.00	***
7	1.00	0.90										
119	100 x 85 100 x 85		SLE - N10	3.66	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.24	360.00	***
6	1.00	0.85										
120	100 x 85		SLE - N10	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	17.40	360.00	***
6	1.00	0.85										
121	100 x 80		SLE - N10	3.80	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	18.57	360.00	***
5	1.00	0.80										
122	100 x 80		SLE - N9	3.50	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	17.02	360.00	***
5	1.00	0.80										
123	100 x 72		SLE - N9	4.05	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	19.26	360.00	***
8	1.00	0.72										
124	100 x 72		SLE - N9	3.44	2.90	FESSURATO	***	-18.00	***	16.15	360.00	***
8	1.00	0.72										

Crack checking for determinants cracked members

MEMBER	SECTION PROPERTIES		LOAD CB	$\sigma_{ct, MAX}$ [N/mm ²]	$\sigma_{ct, Adm}$ [N/mm ²]
	SECTION	Bc (m)			
11	100 x 100		SLE – N10	5.58	2.90
9	1.00	1.00			
22	100 x 100		SLE – N10	5.58	2.90
9	1.00	1.00			



ANHANG 7 – BEMESSUNG DER ZWISCHENPLATTE

Der Anhang 7 behandelt die Nachweise im GZT und GZG der Zwischenplatte.

APPENDICE 7 – DIMENSIONAMENTO SOLETTA INTERMEDIA

L'appendice 7 contiene le verifiche sezionali allo SLU e SLE svolte sulle solette intermedie.

1 EINFÜHRUNG

Dieser Bericht behandelt die Dimensionierung der Zwischendecke des Entlastungsstollens.

Die tragende Struktur hat eine Lichtweite von ca. 8.3 m und liegt auf der Innenschale des Tunnels auf, wie aus der folgenden Abbildung hervorgeht.

1 INTRODUZIONE

Il presente allegato tratta il dimensionamento della soletta intermedia prevista nel Cunicolo di Scarico.

La struttura ha una luce di circa 8.3 m ed è appoggiata agli estremi sul rivestimento definitivo della galleria, come illustrato nella seguente figura.

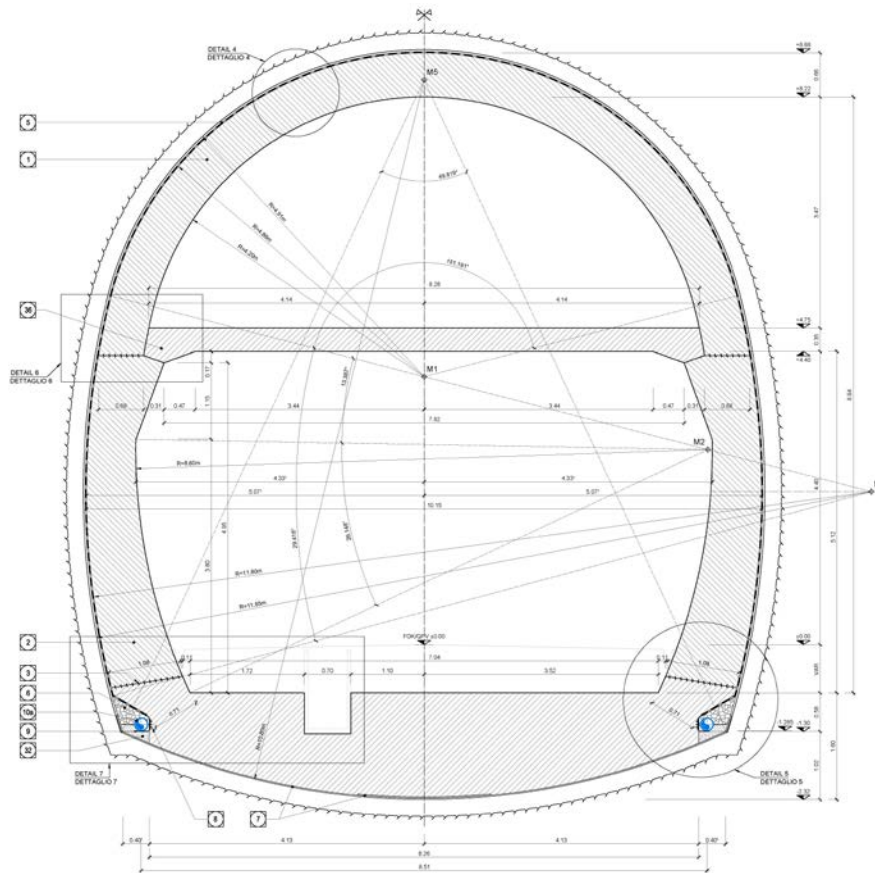


Abbildung 28: Darstellung der Innenschale

Illustrazione 28: Rappresentazione della soletta intermedia

2 NORMEN UND RICHTLINIEN

- [1] D.M. Infr. e Trasp. 28 ottobre 2005, "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie. Analisi dei rischi - Misure di prevenzione e protezione - Approvazione dei progetti".
- [2] NTC 2008 del 14 gennaio 2008, "Norme tecniche delle Costruzioni D. Min. Infrastrutture".
- [3] UNI EN 1992-1-1:2005 „Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau“
- [4] UNI EN 1992-1-2:2005 „Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall“
- [5] UNI 11076 vom 1. Juli 2003, „Prüfmethoden zur Bewertung der baulichen Brandschutz-Maßnahmen“

2 NORMATIVA

- [1] D.M. Infr. e Trasp. 28 ottobre 2005, "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie. Analisi dei rischi - Misure di prevenzione e protezione - Approvazione dei progetti".
- [2] NTC 2008 del 14 gennaio 2008, "Norme tecniche delle Costruzioni D. Min. Infrastrutture".
- [3] UNI EN 1992-1-1:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"
- [4] UNI EN 1992-1-2:2005 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio"
- [5] UNI 11076 del 1 luglio 2003, "Modalità di prova per la valutazione del comportamento di protettivi applicati"

für Decken von Untertagebauwerken im Brandfall.“

a soffitti di opere sotterranee, in condizioni di incendi“.

3 MATERIALIEN

3.1 BETON

Für die Dimensionierung der Decke ist ein Beton der Festigkeitsklasse C30/37 mit folgenden Eigenschaften zu berücksichtigen:

$$E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Hierbei sind:

- E_{cm} ist der Mittelwert des Sekantenmoduls
- f_{ck} ist die charakteristische Druckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen

3.2 BEWEHRUNGSSTAHL

Für die Dimensionierung der Decke wird Baustahl des Typs B450C verwendet:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

Hierbei ist:

- E_s ist das Elastizitätsmodul
- f_{yk} – charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls

4 BERECHNUNGSMODELL

Das Berechnungsmodell der Innenschale ist der eines Trägers auf zwei Stützen mit 8.3 m Stützweite.

4.1 BELASTUNGSANALYSE

Anschließend werden die zur Dimensionierung der Innenschale anzuwendenden Belastungen festgelegt.

4.1.1 Eigengewicht G1

Die für die Berechnung des Eigengewichts verwendete Querschnittsfläche pro Tunnelmeter basiert auf den Realmaßen der Konstruktion.

Das spezifische Eigengewicht des Stahlbetons ist mit $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ zu berücksichtigen.

4.1.2 Lüftung Q1

Für die Dimensionierung der Innenschale ist eine Sonderlast von $\pm 20 \text{ kN/m}^2$ (Szenario N), eine häufige Last von $+9.27$

3 MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

Per il dimensionamento della soletta si considera un calcestruzzo con classe di resistenza C30/37 con le seguenti caratteristiche:

$$E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

Dove:

- E_{cm} è il valore medio del modulo elastico secante
- f_{ck} è la resistenza caratteristica a compressione dello calcestruzzo a 28 giorni

3.2 ACCIAIO DA ARMATURA

Per il dimensionamento della soletta si utilizza l'acciaio tipo B450C:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

dove:

- E_s è il modulo elastico
- f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento acciaio per cemento armato

4 MODELLO DI CALCOLO

Lo schema di calcolo della soletta intermedia è di trave su due appoggi con luce pari a 8.3m.

4.1 ANALISI DEI CARICHI

In seguito si definiscono le azioni da utilizzare nel dimensionamento della soletta intermedia

4.1.1 Peso proprio G1

Il volume utilizzato per il calcolo del peso proprio si basa sulle dimensioni effettive della struttura.

Il peso specifico del calcestruzzo viene assunto pari $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$.

4.1.2 Ventilazione Q1

Per il dimensionamento delle solette intermedie si è adottato un carico eccezionale pari a $\pm 20 \text{ kN/m}^2$ (scenario N), un carico

kN/m² (Szenario SZ 21), eine seltene Last von -5.90 kN/m² (Szenario N) und eine Ermüdungslast von +6.56 kN/m² (Szenario SZ 14) angewendet worden. Per Konvention werden die nach oben wirkenden Lasten mit dem Zeichen +, und die nach unten wirkenden mit dem Zeichen - gekennzeichnet.

4.1.3 Nutzung Q2

Für die Dimensionierung der Innenschale ist eine wechselnde Last von -4.0 kN/m² angewendet worden. Per Konvention werden die nach oben wirkenden Lasten mit dem Zeichen +, und die nach unten wirkenden mit dem Zeichen - gekennzeichnet.

4.1.4 Brand A1

Gemäß den Vorschriften des MD 28/10/2005 Sicherheit von Eisenbahntunneln wird eine Standfestigkeit aller Bauwerke angesichts der Temperatur-Zeitkurve laut UNI 11076 gewährleistet.

4.1.4.1 Temperatur-Zeitkurve im Tunnelbau [UNI 11076]

Die Feuerexposition wird mittels der Temperatur-Zeitkurve der Norm UNI 11076 beschrieben, die anschließend dargestellt, und im Rechnungsprogramm CPI win REI Calcolo verwendet wird.

frequente pari a +9.27 kN/m² (scenario SZ 21), un carico raro pari a -5.90 kN/m² (scenario N) e un carico a fatica pari a +6.56 kN/m² (scenario SZ 14). Per convenzione si intendono agenti verso l'alto i carichi indicati con segno + e agenti verso il basso quelli con segno -.

4.1.3 Utilizzazione Q2

Per il dimensionamento delle solette intermedie si è adottato un carico variabile pari a -4.0 kN/m². Per convenzione si intendono agenti verso l'alto i carichi indicati con segno + e agenti verso il basso quelli con segno -.

4.1.4 Incendio A1

In accordo con le prescrizioni del DM 28/10/2005 Sicurezza gallerie ferroviarie viene garantita la stabilità di tutte le opere in considerazione della curva temperatura-tempo secondo la UNI 11076.

4.1.4.1 Curva della temperatura/tempo per tunnel [UNI 11076]

L'esposizione al fuoco viene descritta dalla curva della temperatura/tempo della normativa UNI 11076, di seguito riportata ed inserita nel programma di calcolo CPI win REI Calcolo.

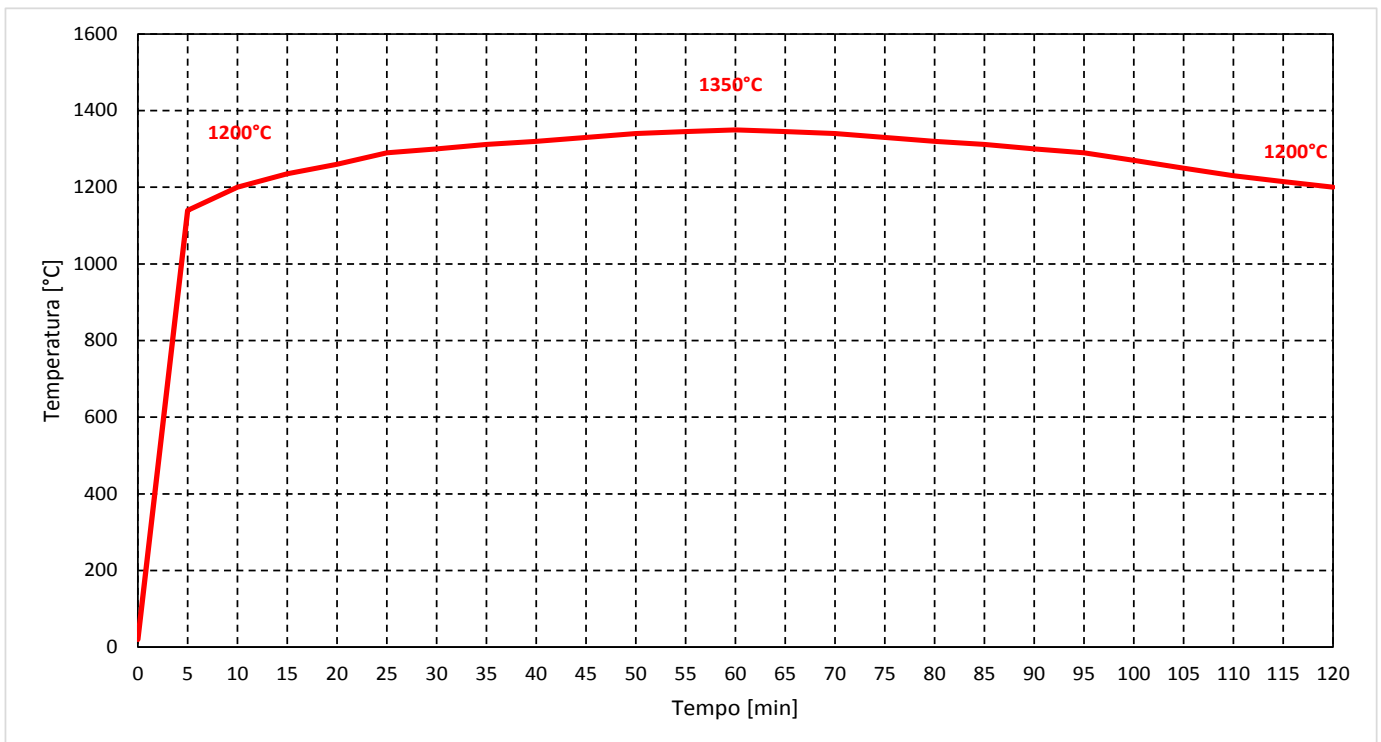


Abbildung 29: Temperatur-Zeitkurve

Illustrazione 29: Curva della temperatura/tempo

Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	20
5	1140
10	1200
15	1235
20	1260
25	1290
30	1300
35	1312
40	1320
45	1330
50	1340
55	1345
60	1350
65	1345
70	1340
75	1330
80	1320
85	1312
90	1300
95	1290
100	1270
105	1250
110	1230
115	1215
120	1200

Abbildung 30: Temperaturwerte zu den verschiedenen Zeitpunkten

Illustrazione 30: Valori della temperatura nei diversi istanti temporali

4.1.4.2 Koeffizienten zur Bewertung der temperaturbedingten Festigkeitsminderung der Materialien

4.1.4.2 Coefficienti per la valutazione della diminuzione delle caratteristiche di resistenza dei materiali in funzione della temperatura

Laut der Norm UNI EN 1992-1-2 wird die Materialfestigkeit bei steigender Temperatur gemindert, wie in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt:

In conformità alla UNI EN 1992-1-2 la resistenza dei materiali si riduce con l'aumento della temperatura, come rappresentato nelle figure seguenti:

- 1 Curva 1: calcestruzzo ordinario con aggregati silicei
- 2 Curva 2: calcestruzzo ordinario con aggregati calcarei

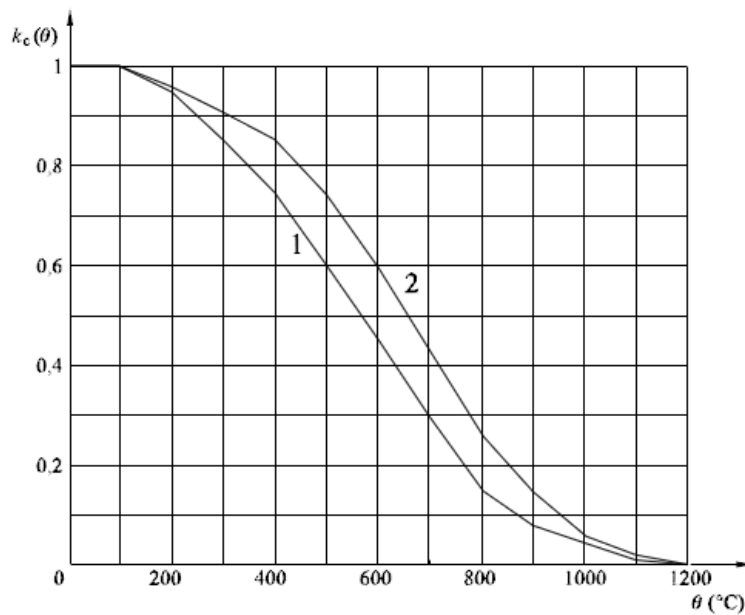


Abbildung 31: Koeffizient $k_c(\theta)$ zur Bewertung der Abminderung der charakteristischen Betonfestigkeit (f_{ck})

Illustrazione 31: Coefficiente $k_c(\theta)$ per tener conto della diminuzione della resistenza caratteristica (f_{ck}) del calcestruzzo

- Curva 1 Armatura tesa (laminata a caldo) per deformazioni $\epsilon_{s,fi} \geq 2\%$
- Curva 2 Armatura tesa (trafilata a freddo) per deformazioni $\epsilon_{s,fi} \geq 2\%$
- Curva 3 Armatura compressa e tesa per deformazioni $\epsilon_{s,fi} < 2\%$

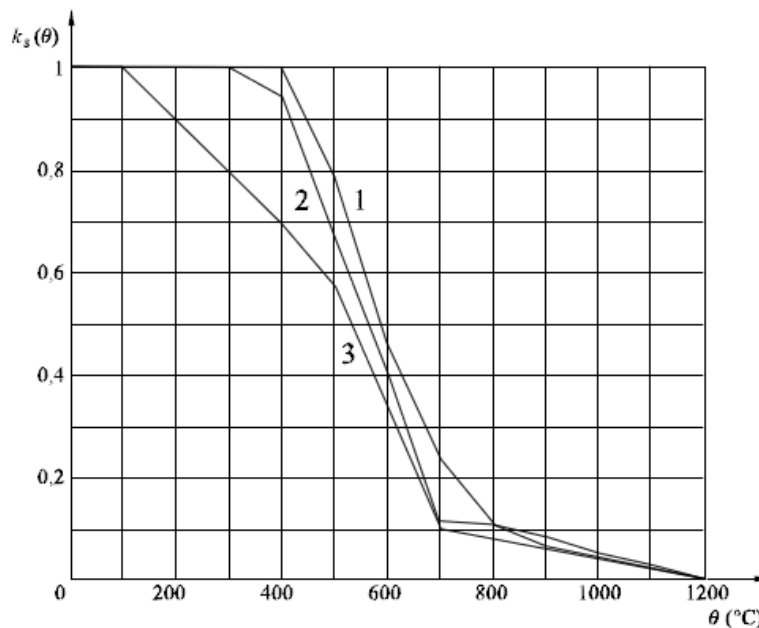


Abbildung 32: Koeffizient $k_s(\theta)$ zur Bewertung der Minderung der charakteristischen Zug- und Druckfestigkeit (f_{yk}) von Stahlbetons Klasse N

Illustrazione 32: Coefficiente $k_s(\theta)$ per tener conto della diminuzione della resistenza caratteristica (f_{yk}) a trazione e a compressione dell'armatura classe N.

4.2 NACHWEISVERFAHREN

Für den Nachweis des Grenzzustandes der Trag- und Gebrauchstauglichkeit der Innenschale sind die Wirkungskombinationen gemäß den Vorgaben im NTC2008, Abs. 2.5.3 berücksichtigt worden.

4.2.1 Traggrenzzustände (SLU) und Gebrauchsgrenzzustände (SLE)

4.2.1.1 Kombinations- und Teilkoeffizienten der Sicherheit der Wirkungen

Die Kombinationen der zu analysierenden Wirkungen müssen, laut allen NTC 2008, mit den entsprechenden Kombinationskoeffizienten ψ rechnen. Im überprüften Fall werden folgende Werte angewendet:

4.2 VERIFICHE

Per la verifica allo stato limite ultimo ed allo stato limite di esercizio della soletta intermedia sono state considerate le combinazioni delle azioni in conformità delle prescrizioni del paragrafo 2.5.3 delle NTC2008.

4.2.1 Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite di Esercizio (SLE)

4.2.1.1 Coefficienti di combinazione e parziali di sicurezza per le azioni

Le combinazioni delle azioni da analizzare devono essere considerate, in conformità alle NTC 2008, con i relativi coefficienti di combinazione ψ , nel caso in esame si adottano i seguenti valori:

Gefahren-Szenario / Scenario Di Pericolo	Nachweis-Verfahren / Verifica	Eigengewicht / Peso Proprio	Dauerlasten (Auslastung) / Carichi Permanenti (Utilizzazione)	Wechselast (Auslastung) / Carichi Variabili (Utilizzazione)	Lüftungs-Druck (Ausnahme) / Pressione Ventilazione (Eccezionale)	Lüftungs-Druck (Wechselnd) / Pressione Ventilazione (Variabile)
Lüftung / Ventilazione	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.00$	-	-	$\gamma_a = 1.00$	-
	GZG (HÄUFIGER) /SLE (FREQUENTE)	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	$\gamma_0 = 0.00$
	GZG (SELTENER) /SLE (RARO)	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	$\gamma_1 = 1.00$
Brand/ Incendio	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	-
Ermüdung/ Fatica	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.00$	-	-	-	$\gamma_q = 1.00$
Auslastung / Utilizzazione	GZT/SLU	$\gamma_g = 1.35$	-	$\gamma_q = 1.50$	-	-
	GZG (HÄUFIGER) /SLE (FREQUENTE)	$\gamma_g = 1.00$	-	$\gamma_q = 1.00$	-	-

Abbildung 33: Kombinations- und Teilkoeffizienten der Sicherheit der Wirkungen

Illustrazione 33: Coefficienti di combinazione e parziali di sicurezza per le azioni

4.2.1.2 Teilkoeffizienten der Festigkeitssicherheit

Die Sicherheitskoeffizienten, um eine Lebensdauer der Werke von 200 Jahren zu gewährleisten, die mit BBT SE vereinbart worden sind und der Materialfestigkeit angewendet werden sind folgende:

$\gamma_c=1.6$ e $\gamma_s=1.2$ für Auslastungskombinationen

$\gamma_c=1.2$ e $\gamma_s=1.0$ für Sonderkombinationen (Lüftung) und für den Brandlastfall.

4.2.1.2 Coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze

I coefficienti di sicurezza, concordati con BBT SE al fine di garantire una vita utile dell'opera di 200anni, applicati alle resistenze dei materiali sono i seguenti:

$\gamma_c=1.6$ e $\gamma_s=1.2$ per le combinazioni di utilizzazione

$\gamma_c=1.2$ e $\gamma_s=1.0$ per le combinazioni eccezionali (ventilazione) e per il carico da incendio.

4.3 ERGEBNISSE

4.3 RISULTATI

4.3.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

4.3.1 Sollecitazioni Stati Limite Ultimi (SLU)



Abbildung 34: $M_{GZT-Lüftung}$

Illustrazione 34: $M_{SLU-VENTILAZIONE}$



Abbildung 35: $M_{GZT-Auslastung}$

Illustrazione 35: $M_{SLU-UTILIZZAZIONE}$

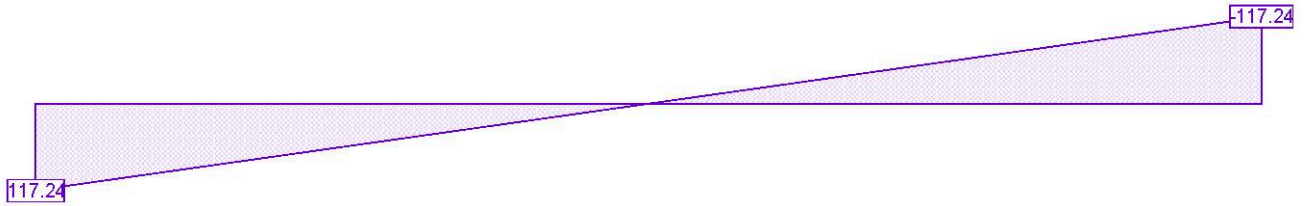


Abbildung 36: $V_{GZT-Maximum}$

Illustrazione 36: $V_{SLU-MASSIMO}$

4.3.2 Gebrauchsgrenzzustände (GZG)

4.3.2 Sollecitazioni Stati Limite d'Esercizio (SLE)

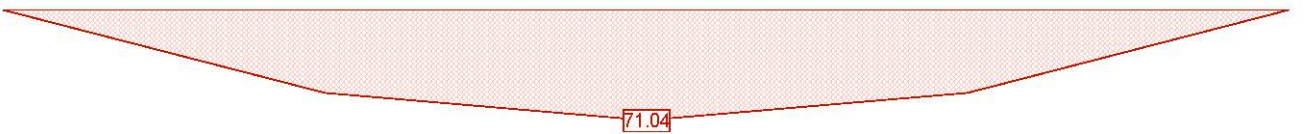


Abbildung 37: $M_{GZG-häufige Lüftung}$

Illustrazione 37: $M_{SLE-VENTILAZIONE-FREQUENTE}$

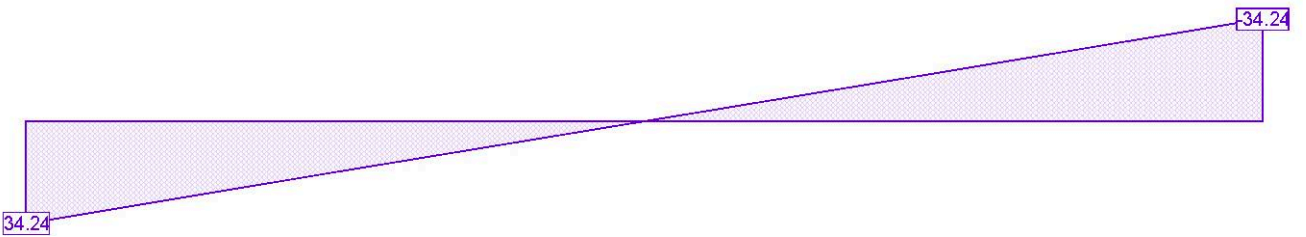


Abbildung 38: $V_{GZG-Eigengewicht}$

Illustrazione 38: $V_{SLE-PESO PROPRIO}$

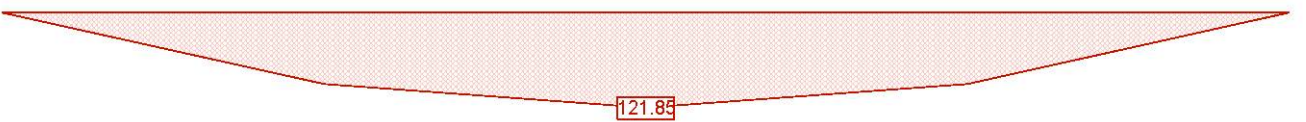


Abbildung 39: $M_{GZG-seltene Lüftung}$

Illustrazione 39: $M_{SLE-VENTILAZIONE-RARO}$

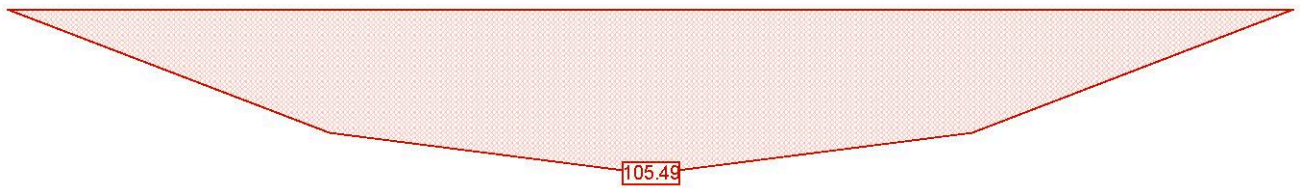


Abbildung 40: M_{GZG} - häufige Auslastung

Illustrazione 40: $M_{SLE-UTILIZZAZIONE-FREQUENTE}$

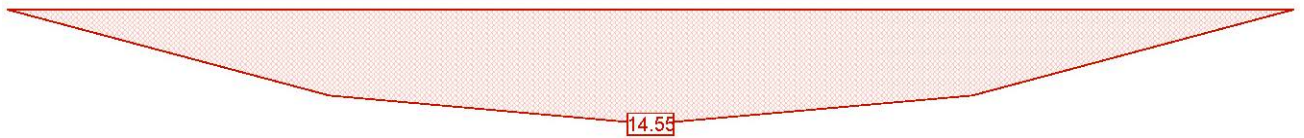


Abbildung 41: M_{GZG} -Ermüdung

Illustrazione 41: $M_{SLE-FATICA}$

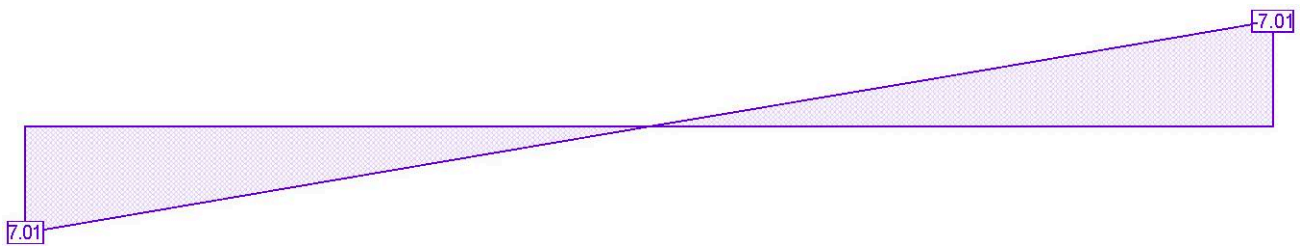


Abbildung 42: V_{GZG} -Ermüdung

Illustrazione 42: $V_{SLE-FATICA}$

4.3.3 **Brandlastfall (GZT)**

4.3.3 **Sollecitazioni incendio (SLU)**

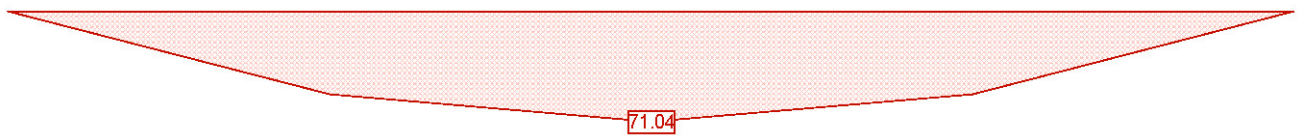


Abbildung 43: M_{GZT} -Brand

Illustrazione 43: $M_{SLU-INCENDIO}$

4.4 **NACHWEISVERFAHREN**

4.4 **VERIFICHE**

4.4.1 **Prüfungen der Traggrenzzustände**

4.4.1 **Verifiche Stati Limite Ultimi**

4.4.1.1 Prüfung auf Biegung

4.4.1.1 Verifica a flessione

Die 2cm Abmaß miteinbeziehend hat man einen symmetrischen Bewehrungsquerschnitt von 100x33cm statt 100x35cm mit Bewehrungsseisen $\phi 26/15$ und Abstandhalter $\phi 12/15$, netto Betondeckung 5cm.

Tenuti conto dei 2cm di tolleranza si verifica una sezione 100x33cm invece della sezione 100x35cm armata simmetricamente con ferri principali $\phi 26/15$ e ripartitori $\phi 12/15$, copriferro netto 5cm.

In Anlage 1 wird die Querschnittsprüfung auf Biegung der Traggrenzzustände aufgezeigt.

Nell'Allegato 1 si riporta la verifica della sezione a flessione agli Stati Limite Ultimi.

4.4.1.2 Prüfung auf Querkraft

4.4.1.2 Verifica a taglio

Im Anlage 2 wird die Querschnittsprüfung auf Querkraft der Traggrenzzustände des Querschnitts von 100x33 cm aufgezeigt.

Nell'Allegato 2 si riporta la verifica della sezione a taglio agli Stati Limite Ultimi della sezione pari a 100x33 cm.

4.4.2 **Prüfungen der Gebrauchsgrenzzustände**

4.4.2 **Verifiche Stati Limite d'Esercizio**

In Anlage 3 wird die Querschnittsprüfung auf Biegung der

Nell'Allegato 3 si riporta la verifica della sezione a flessione

Gebrauchsgrenzzustände aufgezeigt.

agli Stati Limite di Esercizio

4.4.3 Prüfungen auf Rissbildung

Im Anlage 4 wird die Prüfung auf Rissbildung aufgezeigt.

4.4.3 Verifiche a fessurazione

Nell'Allegato 4 si riporta la verifica a fessurazione.

4.4.4 Prüfungen auf Verformung

Anschließend wird die Prüfung auf elastische sowie auf viskose Verformung gezeigt.

Wie im Absatz C.4.1.2.2.2 des Rundschreibens der NTC2008 ist der Grenzwert $1/250 r$ Lichtweite.

$$8300\text{mm}/250 = 33.2 \text{ mm}$$

Elastische Verformung:

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
L =	8300	mm
E =	33000	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	8.08	mm

Viskose Verformung:

Im Falle von viskose Verformung wird das elastische Modul reduziert laut UNI EN 1992-1-1 Absatz 7.4.3 mit der Formel 7.20:

$$E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi^\infty, t_0)$$

Wenn man ein t_0 gleich 7 Tage und eine relative Feuchtigkeit von 75% berücksichtigt erhält man von der Tabelle 11.2.VI der NTC2008 ein ϕ im Wert von 2.5.

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
ϕ =	2.5	
L =	8300	mm
E =	9429.57	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	30.97	mm

In beiden Fällen ist der Pfeil tiefer als der Grenz Pfeil.

4.4.4 Verifica di deformabilità

Nel seguito si esegue la verifica di deformabilità sia in fase elastica che viscosa.

Come indicato nel paragrafo C.4.1.2.2.2 della circolare delle NTC2008 il limite è pari a $1/250$ della luce.

$$8300\text{mm}/250 = 33.2 \text{ mm}$$

Deformazione elastica:

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
L =	8300	mm
E =	33000	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	8.08	mm

Deformazione viscosa:

Nel caso di deformazione viscosa il modulo elastico viene ridotto secondo UNI EN 1992-1-1 paragrafo 7.4.3 con la formula 7.20:

$$E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi^\infty, t_0)$$

Considerando un t_0 pari a 7 giorni ed un'umidità relativa pari a 75% si ottiene dalla tabella 11.2.VI delle NTC2008 un ϕ del valore di 2.5.

b =	1000	mm
h =	330	mm
q =	9.25	kN/m
ϕ =	2.5	
L =	8300	mm
E =	9429.57	N/mm ²
J =	2994750000	mm ⁴
f =	30.97	mm

In entrambi i casi la freccia è inferiore alla freccia limite.

4.4.5 Prüfung auf Ermüdung durch Biegung

Die Prüfungen auf Ermüdung durch Biegung werden laut UNI EN 1992-1-1, Absatz 6.8 durch getrennte Prüfungen des Beton und des Stahls ausgeführt. Insbesondere:

Stahlprüfungen: die Überprüfungen werden unter SLE-Zuständen ausgeführt, in dem man die zyklischen Wirkungen der widrigsten Grundkombination addiert (häufige Kombination bei Gebrauchsgrenzzustand). Danach wird die Ungleichung (6.71) der Norm überprüft, wobei eine Zyklusanzahl von 10^6 (gerade Barren) und die Sicherheitskoeffizienten $\gamma_{F,fat}$ und $\gamma_{S,fat}$ entsprechend 1.00 (Vermerk 1 von Absatz 6.8.4) und von 1.20 (Sicherheitskoeffizient des Bewehrungsstahls) herangezogen werden.

Betonprüfungen: die Überprüfungen werden unter SLE-Zuständen ausgeführt, indem man die zyklischen Wirkungen zur ungünstigsten Grundkombination addiert (häufige Kombination bei Gebrauchsgrenzzustand). Danach wird die Ungleichung (6.77) der Norm überprüft. Bei der Berechnung der Planungsfestigkeit auf Ermüdung des Betons ($f_{cd,fat}$) müssen der Typ des Betons und die Dauer in Tagen, bei der die Anwendung der zyklischen Last beginnt, festgelegt werden: wenn man sich auf Sicherheitsabstand stellt kann man annehme, dass $t_0=28$ Tage und $s=0.20$ (in dem man den Koeffizienten β_{cc} , in Absatz 3.1.2 festlegt, minimalisiert).

In Anlage 5 wird die Prüfung Querschnittsprüfung auf Biegung der Ermüdungsgrenzzustände aufgezeigt.

4.4.6 Prüfung auf Ermüdung auf Querkraft

Die Prüfungen auf Ermüdung auf Querkraft werden laut UNI EN 1992-1-1, Absatz 6.8.7 Punkt (4) ausgeführt. Insbesondere für Bauglieder bei denen die Berechnung der Bewehrungen auf Querkraft auf Traggrenzzustand nicht nötig ist, kann man glauben, dass Beton der Ermüdung auf Querkraft stand hält wenn folgende Bedingungen eintreten:

- per $V_{Ed,min}/V_{Ed,max} \geq 0$:

$$V_{Ed,max}/V_{Rd,c} \leq 0.5 + 0.45 \cdot (V_{Ed,min}/V_{Rd,c}) \leq 0.9$$

$$V_{Ed,min}/V_{Ed,max} = 7.01/34.24 = 0.20 \geq 0$$

$$34.24/187.5 \leq 0.5 + 0.45 \cdot (7.01/187.5) \leq 0.9$$

$$0.18 \leq 0.52 \leq 0.9$$

4.4.7 Nachweis Brandlastfall (GZT)

In Anlage 6 werden die Nachweise für den Lastfall des Brandes dargestellt.

4.4.5 Verifica a fatica a flessione

Le verifiche a fatica a flessione si effettuano secondo UNI EN 1992-1-1, paragrafo 6.8 eseguendo verifiche separate per il calcestruzzo e per l'acciaio. In particolare:

Verifiche lato acciaio: le verifiche sono eseguite in condizione SLE sommando le azioni cicliche alla combinazione di base più sfavorevole (Combinazione Frequente a Stato Limite di Esercizio). Si procede quindi verificando la disequaglianza (6.71) della Normativa, considerando un numero di cicli N^* pari a 10^6 (barre dritte) ed i coefficienti di sicurezza $\gamma_{F,fat}$ e $\gamma_{S,fat}$ pari rispettivamente a 1.00 (Nota 1 del paragrafo 6.8.4) e 1.20 (coefficiente di sicurezza sull'acciaio da armatura).

Verifiche lato cls: le verifiche sono eseguite in condizione SLE sommando le azioni cicliche alla combinazione di base più sfavorevole (Combinazione Frequente a Stato Limite di Esercizio). Si procede quindi verificando la disequaglianza (6.77) della Normativa. Nel calcolo della resistenza di progetto a fatica del cls ($f_{cd,fat}$) occorre definire il tipo di cemento e il tempo in giorni in cui comincia l'applicazione del carico ciclico: ponendosi a favore di sicurezza si può assumere $t_0=28$ gg e $s=0.20$ (minimizzando il coefficiente β_{cc} definito nel paragrafo 3.1.2).

Nell'Allegato 5 si riporta la verifica della sezione a flessione allo Stato Limite di Fatica

4.4.6 Verifica a fatica a taglio

Le verifiche a fatica a taglio si effettuano secondo UNI EN 1992-1-1, paragrafo 6.8.7 punto (4). In particolare per membrature per le quali non è richiesto il calcolo di armature a taglio allo stato limite ultimo, si può ritenere che il calcestruzzo resista a fatica da taglio se si verificano le condizioni seguenti:

- per $V_{Ed,min}/V_{Ed,max} \geq 0$:

5 VERANKERUNGEN

Das Verankerungssystem, das zur Verhinderung der Wölbung der Innenschalungen gedacht worden ist, besteht aus Stahlstiften die auf Querkraft arbeiten und in der Kalotte auf Höhe der Seitenschalungen betoniert sind.

Diese Elemente ermöglichen alle Bewegungen innerhalb der Schalungsoberfläche (X,Y Richtungen), aber nicht die Bewegungen senkrecht zur eigenen Oberfläche (Z Richtung). Die Anwendung dieses Systems ermöglicht das Element isostatisch zu erhalten, und so die Auswirkungen von Temperatur und Schrumpfung zu übergehen.

Die Höchstreaktion zur Abstützung ist 137.47 kN, daher werden Stifte des Typs HSD-CRT134V eingesetzt, seitlich des Elements werden 3 ϕ 12 links und 3 ϕ 12 rechts verteilt, ins gesamt 6 ϕ 12.

Hinsichtlich der Brandfestigkeit werden die Querkraft-Stifte mit eine Hülse ausgestattet, außerdem da sie senkrecht zur Schalung angebracht sind ist die Temperatur die diese Elemente erreichen auf alle Fälle niedriger als die der statischen Bewehrung. Aus diesen Gründen betrachtet man die Stiftbemessung nicht für problematisch hinsichtlich der Brandwirkung.

5 ANCORAGGI

Il sistema di ritegno pensato per evitare il sollevamento delle solette intermedie è costituito da degli spinotti in acciaio inox lavoranti a taglio inseriti in getto nella calotta, in corrispondenza delle facce laterale delle solette.

Tali elementi permettono tutti gli spostamenti interni al piano della soletta (direzione X,Y) ma non quelli perpendicolari al proprio piano (direzione Z). L'adozione di tale sistema permette di mantenere l'isostaticità dell'elemento, consentendo di trascurare gli effetti di temperatura e ritiro.

La reazione massima all'appoggio è pari a 137.47 kN, quindi si adottano spinotti tipo HSD-CRT134V, ai lati dell'elemento si disporranno 3 ϕ 12 a sinistra e 3 ϕ 12 a destra per un totale di 6 ϕ 12.

Per quanto riguarda la resistenza antincendio, gli spinotti a taglio saranno provvisti di guaina intumescente, inoltre, essendo posizionati in asse allo spessore della soletta, le temperature raggiunte da tali elementi sono comunque inferiori a quelle dall'armatura statica. Per questi motivi non si reputa problematica l'azione incendio in ambito di dimensionamento degli spinotti.

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Efficiency $M_y=243.3$; $eff(M,N) = 0.83$ OK

Scale 1 :18.3

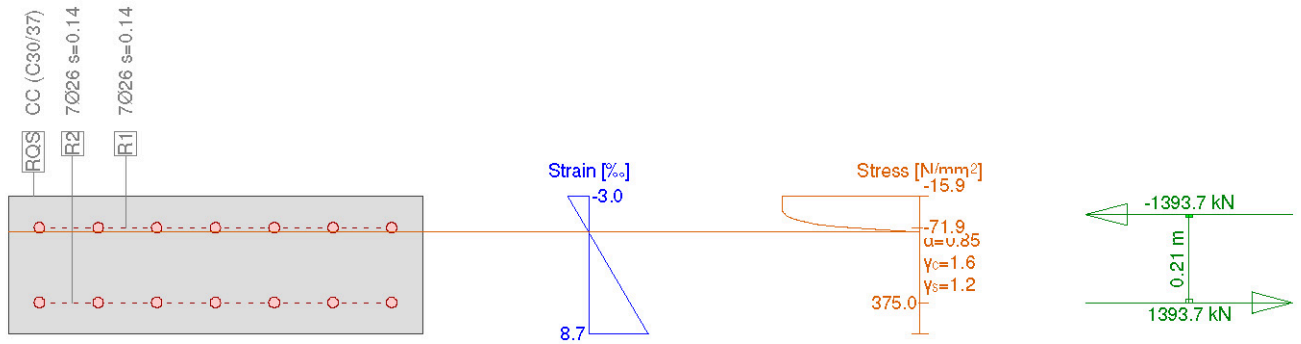


Abbildung 44: Nachweis Biegedruck für den außergewöhnlichen Lastfall Lüftung (GZT)

Illustrazione 44: Verifica a pressoflessione carico di ventilazione eccezionale (SLU)

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Efficiency $M_y=122.7$; $eff(M,N) = 0.42$ OK

Scale 1 :18.3

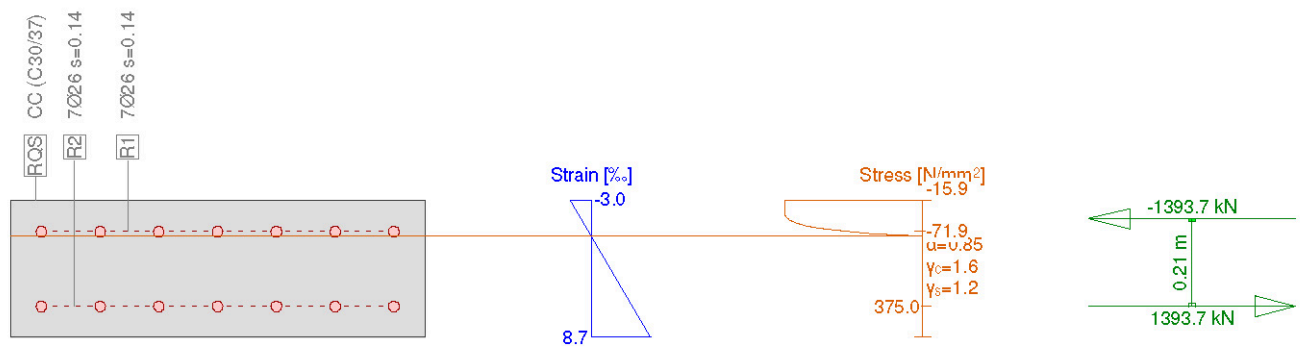


Abbildung 45: Nachweis Biegedruck für den Gebrauchsfall (GZT)

Illustrazione 45: Verifica a pressoflessione carico di utilizzazione (SLU)

VERIFICA A TAGLIO SECONDO NTC2008 Art. 4.1.2.1.3.1Verifica sezione senza armatura a taglio

$f_{ck} =$	30.00	MPa	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica
$k =$	1.886		Coefficiente
$h =$	330	mm	Altezza geometrica della sezione
$d =$	255	mm	Altezza statica della sezione
$A_s =$	3'539	mm ²	Area di armatura longitudinale
$\rho_1 =$	0.01388		Percentuale di armatura
$N_{Ed} =$	0	kN	Azione assiale di progetto
$A_c =$	255'000	mm ²	Area della sezione di calcestruzzo
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coefficiente per carichi di lunga durata
$\sigma_{cp} =$	0.00	MPa	Sforzo di compressione agente
$b_w =$	1'000	mm	Larghezza sezione collaborante
$V_{Rd1} =$	187.49	kN	
$V_{Rd2}(V_{min}) =$	126.58	kN	
$V_{Rd} =$	187.49	kN	$V_{Ed} =$ 137.47 kN $V_{Rd} > V_{Ed}$

Abbildung 46: Prüfung auf Querkraft

Illustrazione 46: Verifica a taglio

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $M_y=71.0$;

Scale 1 :18.3

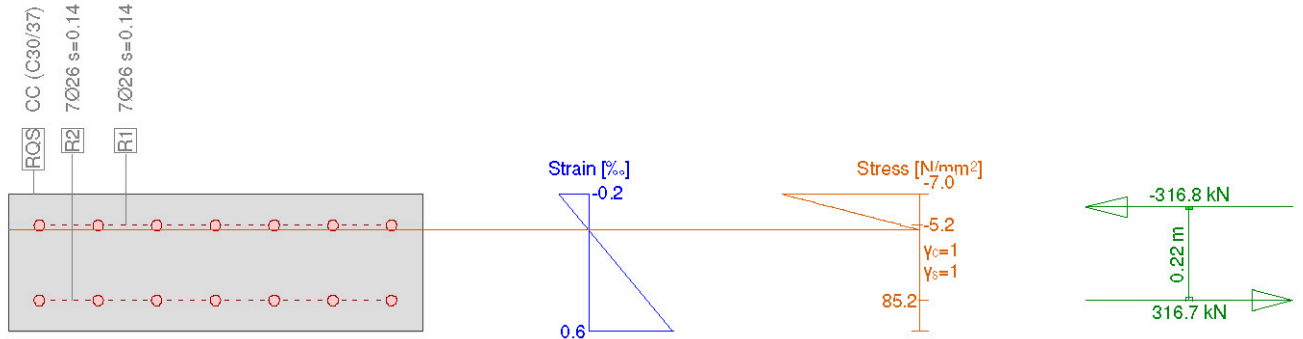


Abbildung 47: Nachweis Biegedruck für den häufigen Lastfall Lüftung (GZG)

Illustrazione 47: Verifica a pressoflessione carico di ventilazione frequente(SLE)

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $M_y=121.8$;

Scale 1 :18.3

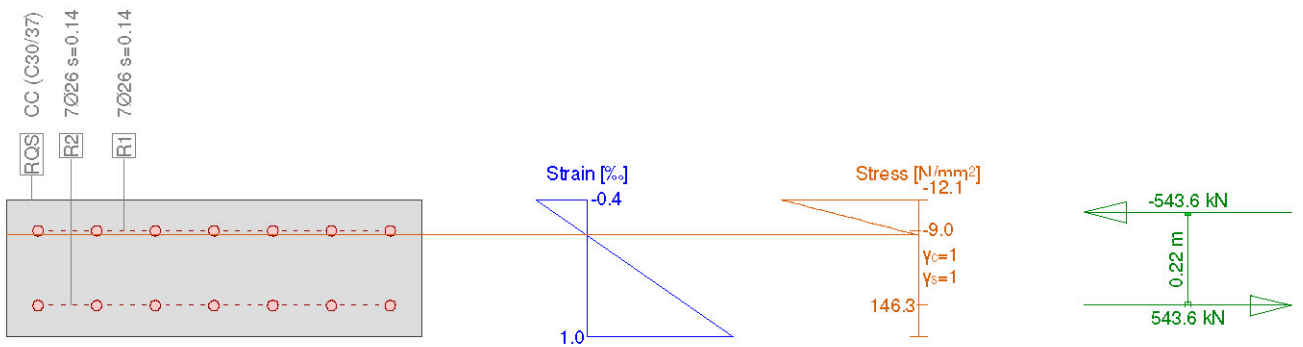


Abbildung 48: Nachweis Biegedruck für den seltenen Lastfall Lüftung (GZG)

Illustrazione 48: Verifica a pressoflessione carico di ventilazione raro (SLE)

Cross-section 330X1000 (C30/37;B450C): Stress analysis with given forces $M_y=105.5$;

Scale 1 :18.3

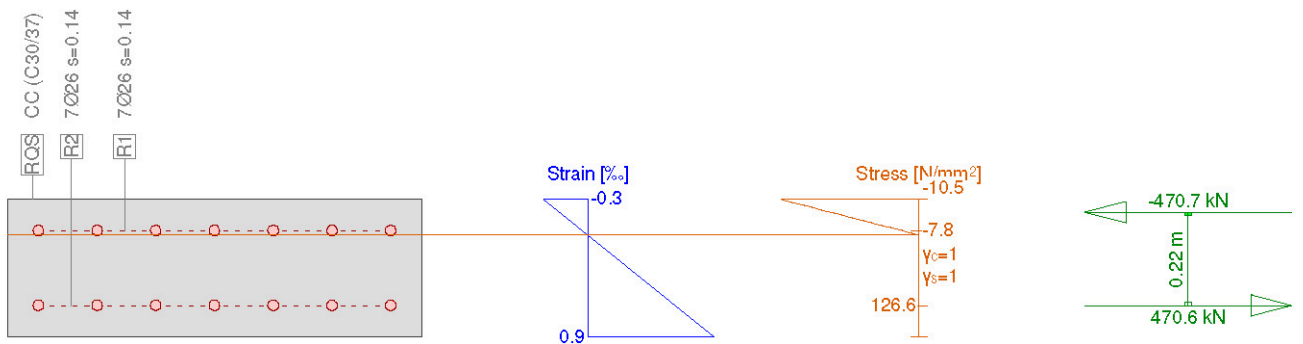


Abbildung 49: Nachweis Biegedruck für den häufigen Lastfall Lüftung (GZT)

Illustrazione 49: Verifica a pressoflessione carico di utilizzazione frequente (SLE)

Crack verification

Text	Value	Text	Value
Basic principles	EN 1992-1-1 7.3		
Cross section			
h	330.0 mm	Compression zone (uncracked)	165.0 mm
d	255.0 mm	h-d	50.0 mm
Cover c	37.0 mm	$h_{c,eff}$	55.0 mm
$A_{c,eff}$ Tension surface	55000 mm ²	= Min[2.5 (h-d); (h-x)/3; h/2]	
Concrete		Additional parameters	
E_c	33000.0 N/mm ²	Duration of load k_t	0.40
α_e (E_s/E_c)	6.10	Bond properties k_1	0.800
Creep coefficient ϕ	0	Distribution of strain k_2	0.500
f_{ctm}	2.9 N/mm ²	k_3	3.400
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm ²	k_4	0.425
Reinforcement		Results	
E_s	205000.0 N/mm ²	Moment	121.8 kNm
A_s (in tension surface)	3717 mm ²	Stress in reinforcement σ_s	146.3 N/mm ²
Diameter \varnothing_{eq}	26.0 mm	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ (7.9)	0.41 o/o
ρ_{eff}	6.757 o/o	Crack spacing $s_{r,max}$ (7.11)	0.19 m
		Crack width w_k (7.8)	0.13 mm

Abbildung 50: Nachweis der Rissbildung (GZG)

Illustrazione 50: Verifica a fessurazione (SLE)

Stress analysis Cross section (Girder): 330X1000**Extreme stresses and strain**

Name	Class	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [%]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
RQS	C30/37	0.50	0.33	-0.0	-1.4	1.00
RQS	C30/37	-0.50	0	0.1	0	1.00
R1	B450C	0.42	0.26	-0.0	-1.1	1.00
R2	B450C	-0.42	0.07	0.1	17.5	1.00

Abbildung 51: Nachweis Biegedruck durch Eigengewicht (GZG)

Illustrazione 51: Verifica a pressoflessione carico peso proprio (SLE)

Stress analysis Cross section (Girder): 330X1000**Extreme stresses and strain**

Name	Class	y_q [m]	z_q [m]	ϵ [%]	σ_d [N/mm ²]	γ [-]
RQS	C30/37	0.50	0.33	-0.2	-7.0	1.00
RQS	C30/37	-0.50	0	0.6	0	1.00
R1	B450C	-0.42	0.26	-0.0	-5.2	1.00
R2	B450C	-0.42	0.07	0.4	85.2	1.00

Abbildung 52: Nachweis Biegedruck Lastfall Ermüdung (GZG)

Illustrazione 52: Verifica a pressoflessione carico a fatica (SLE)

$$\Delta \sigma_s = 85.2 \text{ N/mm}^2 - 17.51 \text{ N/mm}^2 = 67.69 \text{ N/mm}^2$$

$$67.69 \text{ N/mm}^2 < 162.5/1.2 = 135.42 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta \sigma_c = 7.0 \text{ N/mm}^2 - 1.4 \text{ N/mm}^2 = 5.6 \text{ N/mm}^2$$

$$5.6 \text{ N/mm}^2 < 0.85 \cdot 1 \cdot 15.43 \cdot (1 - (30/250)) = 11.54 \text{ N/mm}^2$$

Cross-section 330X1001 (C30/37;B450C): Efficiency $M_y=71.0$; $eff(M,N) = 0.24$ OK

Scale 1 :18.3

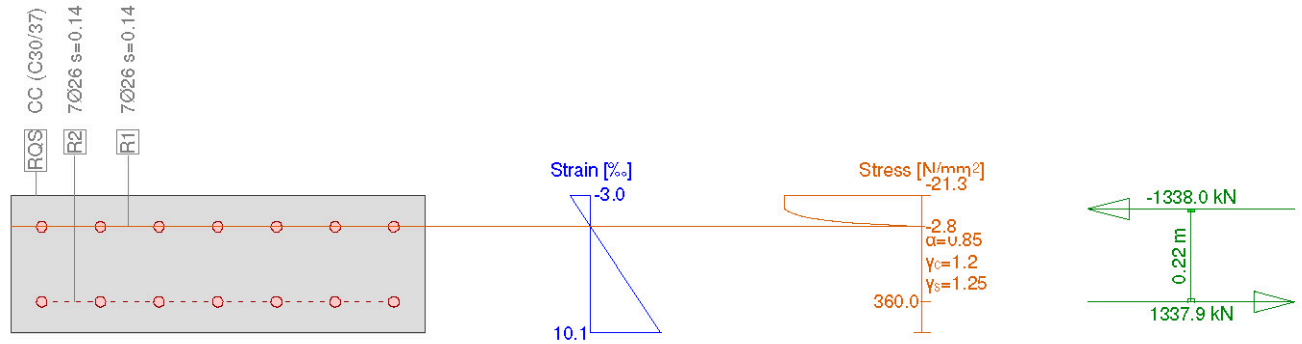


Abbildung 53: Nachweis Biegedruck Lastfall Brand (GZT)

Illustrazione 53: Verifica a pressoflessione carico da incendio (SLU)