



University of  
Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPLIGE FAKULTETET

## MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Master i konstruksjoner og materialer, fordypning i byggkonstruksjoner	Vårsemesteret, 2022  Åpen
Forfatter: Momen Abazid	..... (Signatur forfatter)
Fagansvarlig: Ashish Aeran  Veileder(e): Ashish Aeran (UiS) og Håkon Emil Helland Sæstad (Rogaland fylkeskommune)	
Tittel på masteroppgaven: Bærekraftig prosjektering av platebruer i betong ved optimalisering av CO2-utslipp  Engelsk tittel Sustainable design of reinforced concrete slab bridges using CO2 emission optimization	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Slakkarmert, betongkonstruksjoner, bærekraftig bruprosjektering, CO2-utslipp, platebruer.	Sidetall: 87  + vedlegg: 129  Stavanger, 15.06.2022 Dato/år

# Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en avsluttende del av en toårig masterstudie innen konstruksjoner og materialer ved universitetet i Stavanger. Oppgaven tilsvarer 30 studiepoeng og er utarbeidet våren 2022.

Hensikten med valgt tema var et eget ønske om å tilegne meg dypere kunnskap innen bærekraftig bruprosjektering. Min erfaring innen dette fagfeltet var begrenset til teknisk oppfølging av bruprosjekter gjennom min jobb ved samferdselsavdeling i Rogaland fylkeskommune, så arbeidet med oppgaven har vært direkte relatert til aktuelle problemstillinger.

Jeg ønsker å rette spesiell takk til min veileder Håkon Emil Helland Sæstad ved konstruksjonsavdeling i Rogaland fylkeskommune for den gode veiledningen, de konstruktive kommentarene og de dype og lærerike diskusjonene. Videre vil jeg takke min veileder Ashish Aeran ved universitet i Stavanger for god veiledning og friheten til å styre oppgaven selv. Jeg vil også takke seksjonsleder Linda Karlsen Longfjeld for korrekturlesing. I tillegg vil jeg takke min gode venn Alaa Abo Jouhain for hjelp med formatering.

Takk til Scanscot Technology AB og Eurocode Software AB for tildeling av lisensene til programvarer Brigade/standard og Concrete Designer Bridge.

Til slutt vil jeg takke min familie og min kone for deres ubegrensede støtte og oppmuntring gjennom hele utdannelsen. Jeg ville ikke klart meg uten deres hjelp og motivering.

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	I
<b>Innholdsfortegnelse</b> .....	II
<b>Figurliste</b> .....	V
<b>Tabelliste</b> .....	VIII
<b>Sammendrag</b> .....	X
<b>Abstract</b> .....	XI
<b>1. Innledning</b> .....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Mål.....	2
1.3 Metode .....	3
1.4 Omfang .....	3
<b>2. Teori</b> .....	5
2.1 Bruprosjektering .....	5
2.2 Platebruer.....	6
2.3 Klimagassutslipp .....	6
<b>3. Prosjekteringsforutsetninger</b> .....	7
3.1 Føringsbredde .....	7
3.2 Plategeometri .....	7
3.3 Opplagring .....	8
3.4 Materialer.....	8
3.4.1 Betong .....	8
3.4.2 Slakkarmering .....	9
3.5 Dimensjoneringskriterier .....	10
3.5.1 Eksponeringsklasse .....	10
3.5.2 Overdekning.....	10
3.5.3 Rissvidde.....	10
3.5.4 Nedbøyning.....	11
3.6 Lastberegninger .....	11
3.6.1 Egenvekt .....	12

3.6.2 Trafikkklaster .....	13
3.7 Lastkombinasjoner.....	15
3.7.1 Grensetilstander .....	16
<b>4. Analyse i Brigade .....</b>	<b>19</b>
4.1 Generelt om Brigade/Standard .....	19
4.2 Elementmetode .....	19
4.3 Modellering i Brigade.....	20
4.3.1 Geometri .....	20
4.3.2 Aksestystem/Koordinatsystem.....	22
4.3.3 Opplagring .....	23
4.3.4 Elementnett .....	24
4.3.5 Trafikklinjer .....	25
<b>5. Resultater .....</b>	<b>26</b>
5.1 Oversikt over kreftenes fordeling over brulengde i brudd- og bruksgrensetilstand .....	26
5.2 Maksimums- og minimumskrefter i bruddgrensetilstand.....	34
5.3 Maksimums- og minimumskrefter i bruksgrensetilstand .....	35
5.3 Verifikasjon av modeller .....	37
5.3.1 Verifikasjon av egenlast.....	37
5.3.2 Verifikasjon av lastmodell 1 .....	37
5.3.3 Verifikasjon av lastkombinasjon.....	38
5.3.4 Oppsummering av resultater fra manuelle beregninger.....	38
5.4 Dimensjonering av armering i Concrete Designer Bridge .....	42
5.5 Minimumsarmering .....	45
<b>6. Armeringsmengde for ulike tykkelser .....</b>	<b>46</b>
6.1 Platetykkelse 600 mm.....	47
6.2 Platetykkelse 800 mm.....	50
6.3 Platetykkelse 1000 mm.....	53
6.4 Platetykkelse 1200 mm.....	56
6.5 Platetykkelse 1400 mm.....	59
6.6 Platetykkelse 1600 mm.....	62
6.7 Platetykkelse 1800 mm.....	65
6.8 Momentkapasitet .....	68
6.9 Klimagassutslipp og kostnader .....	69

6.9.1 Klimagassutslipp.....	69
6.9.2 Kostnader .....	70
<b>7. Oppsummering av resultater .....</b>	<b>71</b>
<b>8. Diskusjon .....</b>	<b>75</b>
8.1 Begrensninger og nøyaktighet.....	75
8.2 CO2-utslipp og kostnader for betong og armering hver for seg.....	77
8.2 Totalt CO2-utslipp og bruk av andre materialkvaliteter i forhold til karbonavtrykk .....	78
<b>9. Konklusjon.....</b>	<b>83</b>
<b>10. Videre arbeid.....</b>	<b>84</b>
<b>Referanser .....</b>	<b>85</b>
<b>Vedlegg .....</b>	<b>87</b>
Vedlegg A.....	88
Vedlegg B.....	130
Vedlegg C.....	137
Vedlegg D.....	158
Vedlegg E .....	174
Vedlegg F .....	195
Vedlegg G.....	202

# Figurliste

Figur 1-1 Utdrag fra Brutus som viser andel betongbruer .....	2
Figur 1-2 Utdrag fra Brutus som viser andel slakkarmerte betongbruer.....	3
Figur 2-1 Platetverrsnitt i en platebru [7].....	6
Figur 3-1 Illustrasjon opplagring.....	8
Figur 3-2 Prinsipp for plassering av trafikkklaster - Lastmodell 1 [19].....	13
Figur 3-3 Kontaktflate for lastmodell 2.....	15
Figur 3-4, Prinsipp for plassering av trafikkklaster - Lastmodell 2 [19].....	15
Figur 4-1 Fire noder-skallelement i Brigade [11] .....	19
Figur 4-2 Profillinje i Brigade .....	20
Figur 4-3 Bredde og tverrfall i Brigade [14] .....	21
Figur 4-4 Akselinjer i Brigade .....	21
Figur 4-5 Brudekke i Brigade.....	22
Figur 4-6 Lokale positive snittkrefter for skallelement i Brigade [11] .....	23
Figur 4-7 Definerings av Opplagring i Brigade .....	23
Figur 4-8 FEM elementinndeling i Brigade .....	24
Figur 4-9 Ferdig modell .....	24
Figur 4-10 Oversikt over trafikklinjener i Brigade .....	25
Figur 5-1 Maksimum moment på tvers over aksene, 600 mm.....	26
Figur 5-2 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 600 mm.....	26
Figur 5-3 Maksimum moment langs brulengde, 600 mm.....	27
Figur 5-4 Maksimum moment på tvers over aksene, 800 mm.....	28
Figur 5-5Maksimum skjærkraft langs brulengde, 800 mm.....	28
Figur 5-6 Maksimum moment langs brulengde, 800 mm.....	28
Figur 5-7 Maksimum moment på tvers over aksene, 1000 mm.....	29
Figur 5-8 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 1000 mm.....	29
Figur 5-9 Maksimum moment langs brulengde, 1000 mm.....	29
Figur 5-10 Maksimum moment på tvers over aksene, 1200 mm.....	30
Figur 5-11 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 1200 mm.....	30
Figur 5-12 Maksimum moment langs brulengde, 1200 mm.....	30

Figur 5-13 Maksimum moment på tvers over aksene, 1400 mm.....	31
Figur 5-14 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 1400 mm.....	31
Figur 5-15 Maksimum moment langs brulengde, 1400 mm.....	31
Figur 5-16 Maksimum moment på tvers over aksene, 1600 mm.....	32
Figur 5-17 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 1600 mm.....	32
Figur 5-18 Maksimum moment langs brulengde, 1600 mm.....	32
Figur 5-19 Maksimum moment på tvers over aksene, 1800 mm.....	33
Figur 5-20 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 1800 mm.....	33
Figur 5-21 Maksimum moment langs brulengde, 1800 mm.....	33
Figur 5-22 Grensetilstander og dimensjonerende snittlinjer i CDB.....	43
Figur 5-23 Inputdata i CDB .....	43
Figur 6-1 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 600 mm. ....	47
Figur 6-2 Innlagt lengdearmring – tykkelse 600 mm.....	47
Figur 6-3 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 600 mm.....	48
Figur 6-4 Innlagt tverrarmring – tykkelse 600 mm. ....	48
Figur 6-5 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmring – tykkelse 600 mm. ....	49
Figur 6-6 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 800 mm.....	50
Figur 6-7 Innlagt lengdearmring – tykkelse 800 mm.....	50
Figur 6-8 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 800 mm.....	51
Figur 6-9 Innlagt tverrarmring – tykkelse 800 mm.....	51
Figur 6-10 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmring – tykkelse 800 mm.....	52
Figur 6-11 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 1000 mm.....	53
Figur 6-12 Innlagt lengdearmring – tykkelse 1000 mm.....	53
Figur 6-13 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 1000 mm.....	54
Figur 6-14 Innlagt tverrarmring – tykkelse 1000 mm.....	54
Figur 6-15 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmring – tykkelse 1000 mm.....	55
Figur 6-16 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 1200 mm.....	56
Figur 6-17 Innlagt lengdearmring – tykkelse 1200 mm.....	56
Figur 6-18 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 1000 mm.....	57
Figur 6-19 Innlagt tverrarmring – tykkelse 1200 mm.....	57
Figur 6-20 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmring – tykkelse 1200 mm.....	58
Figur 6-21 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 1400 mm.....	59
Figur 6-22 Innlagt lengdearmring – tykkelse 1400 mm.....	59

Figur 6-23 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 1400 mm.....	60
Figur 6-24 Innlagt tverrarmring – tykkelse 1400 mm.....	60
Figur 6-25 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmring – tykkelse 1400 mm.....	61
Figur 6-26 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 1600 mm.....	62
Figur 6-27 Innlagt lengdearmring – tykkelse 1600 mm.....	62
Figur 6-28 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 1600 mm.....	63
Figur 6-29 Innlagt tverrarmring – tykkelse 1600 mm.....	63
Figur 6-30 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmring – tykkelse 1600 mm.....	64
Figur 6-31 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 1800 mm.....	65
Figur 6-32 Innlagt lengdearmring – tykkelse 1800 mm.....	65
Figur 6-33 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 1800 mm.....	66
Figur 6-34 Innlagt tverrarmring – tykkelse 1800 mm.....	66
Figur 6-35 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmring – tykkelse 1800 mm.....	67
Figur 8-1 Annen type plateutforming [7].....	76
Figur 8-2 Tverrsnitts tyngdepunkter .....	76
Figur 8-3 Kostnader for betong og armering ved forskjellige tykkelser.....	77
Figur 8-4 CO2-utslipp for betong og armering ved forskjellige tykkelser. ....	78
Figur 8-5 Totale kostnader ved forskjellige tykkelser .....	79
Figur 8-6 Totalt CO2-utslipp ved forskjellige tykkelser.....	80
Figur 8-7 Totalt CO2-utslipp for utslippsfaktorer 130/2000.....	81
Figur 8-8 Totalt CO2-utslipp for utslippsfaktorer 170/2000.....	81
Figur 8-9 Totalt CO2-utslipp for utslippsfaktorer 130/1500.....	82



# Tabelliste

Tabell 3-1 betongegenskaper .....	9
Tabell 3-2 Armeringsegenskaper .....	9
Tabell 3-3 Egenvekt av bruplate med flere tykkelser .....	12
Tabell 3-4 Laster for lastmodell 1 .....	14
Tabell 3-5, Laster for lastmodell 2 .....	14
Tabell 3-6, Dimensjonerende verdier for laster ULS STR/GEO sett B [18] .....	16
Tabell 3-7, ULS STR/GEO sett B – Ligning 6.10a og 6.10b .....	17
Tabell 3-8, Dimensjonerende verdier for laster i SLS [18].....	17
Tabell 3-9 Verdier av $\psi$ -faktorer for vegbruer [18] .....	18
Tabell 3-10, dimensjonerende verdier for laster i bruksgrensetilstand .....	18
Tabell 4-1, trafikklinjer som er definert i Brigade .....	25
Tabell 5-1 Maksimums- og minimumskrefter i midtfelt i ULS .....	34
Tabell 5-2 Maksimums- og minimumskrefter i akse 1 i ULS.....	34
Tabell 5-3 Maksimums- og minimumskrefter i akse 2 i ULS.....	35
Tabell 5-4 Maksimums- og minimumskrefter i midtfelt i SLS.....	35
Tabell 5-5 Maksimums- og minimumskrefter i akse 1 i SLS .....	36
Tabell 5-6 Maksimums- og minimumskrefter i akse 2 i SLS .....	36
Tabell 5-7, parametrene for manuelle beregninger .....	38
Tabell 5-8 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 600 mm.....	39
Tabell 5-9 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 800 mm.....	39
Tabell 5-10 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 1000 mm.....	40
Tabell 5-11 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 1200 mm.....	40
Tabell 5-12 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 1400 mm.....	41
Tabell 5-13 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 1600 mm.....	41
Tabell 5-14 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 1800 mm.....	42
Tabell 5-15 Inputparametre for CDB .....	44
Tabell 6-1, oppsummering innlagt armering for platetykkelse 600 mm.....	49
Tabell 6-2, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 800 mm. ....	52
Tabell 6-3, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 1000 mm. ....	55
Tabell 6-4, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 1200 mm. ....	58
Tabell 6-5, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 1400 mm. ....	61

Tabell 6-6, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 1600 mm. ....	64
Tabell 6-7, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 1800 mm. ....	67
Tabell 6-8, Oppsummering momentkapasiteter .....	68
Tabell 7-1, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 600 mm. ....	71
Tabell 7-2, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 800 mm. ....	71
Tabell 7-3, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 1000 mm. ....	72
Tabell 7-4, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 1200 mm. ....	72
Tabell 7-5, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 1400 mm. ....	73
Tabell 7-6, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 1600 mm. ....	73
Tabell 7-7, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 1800 mm. ....	74

# Sammendrag

Det har i det siste blitt mer fokus på miljø og bærekraft ved prosjektering av bygge- og anleggsprosjekter. I den siste utgaven av håndbok N400 for bru-prosjektering, som ble utgitt januar 2022, er det stilt et nytt krav at prosjekterte løsninger skal optimaliseres med hensyn til klimagassutslipp, miljø og bærekraft. En stor del av samferdselskonstruksjoner blir bygd av armert betong, og dette byggematerialet er miljøforurensende. Mengden betong og armering er innbyrdes avhengige, og miljøvennlig optimalisering av betongkonstruksjoner omhandler derfor å finne det mest hensiktsmessige mengdebehovet for betong og armering som system.

Målet med oppgaven er å undersøke miljøpåvirkning av forskjellige prosjekterte løsninger av bruoverbygning for ett-spenn betongbru. Undersøkelsen går ut på å finne hensiktsmessig proporsjonering av armering- og betongmengder som er mest gunstig for miljø, og om det er sammenheng mellom økonomisk- og miljømessig prosjektering.

Flere bruoverbygninger med varierende tykkelser er modellert for en brulengde på 15 meter. Videre blir nødvendig armerings-mengde for de forskjellige tykkelsene dimensjonert i henhold til krav gitt i relevante håndbøker og standarder, og resultater blir deretter studert og analysert med tanke på klimagassutslipp og kostnader.

Resultatene viser at det er best med små betongtykkelser for optimalisering av kostnader uansett type materialer og utslippsfaktorer. Miljømessig optimalisering kan også oppnås med små betongdimensjoner, men det kan være gunstigere med litt tykkere platetykkelser ved bruk av lavkarbonebetong.

# Abstract

Environmentally friendly and sustainable designs for building and construction projects are gaining increasing attention. Handbook N400 for bridge designs published in January 2022 sets up a new requirement for minimizing the greenhouse gas emissions and reducing the impact on the environment.

Many of the current transport structures are built with reinforced concrete, which utilizes a structural material that produces environmental pollution. The amount of concrete and reinforcement in reinforced concrete structural members is interdependent. In order to optimize the environmental sustainability of these structures, one must first determine the most appropriate proportions of those components as a system.

The aim of this study is to investigate the environmental impact of various designed solutions of bridge superstructures for a single-span concrete bridge. The study is based on an evaluation of which concrete reinforcement proportions are most favorable for the environment, and whether there is a connection between economic and environmental design.

Several bridge superstructures with varying thicknesses are modeled for a bridge length of 15 meters. Then, the required amount of reinforcement for the different thicknesses is determined in accord with the specified requirements in relevant manuals and standards, in order to satisfy the structural design conditions. Then, the results are studied and analyzed with regard to greenhouse gas emissions and costs.

The results confirm that decreasing the concrete thickness is efficient for economical structural design regardless of the type of materials and emission factors. Sustainable design can also be achieved with smaller concrete dimensions, but it may be more favorable with slightly thicker slab thicknesses when using low-carbon concretes.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Reduksjon av klimagassutslipp utgjør en stor utfordring på verdensbasis. Byggeindustrien er ansvarlig for store deler av klimagassutslipp, og klimapåvirkning fra bransjen varierer fra land til land. For å oppnå bærekraftig utvikling må denne miljøpåvirkningen reduseres. En måte som bidrar til denne reduksjonen, er å satse mer på bærekraftig og miljøvennlig prosjektering av bygg og anlegg.

I Norge kommer en betydelig andel av klimagassutslipp fra samferdselssektoren. For at Norge skal nå nasjonale mål og innfri internasjonale forpliktelser, er det satt som mål i den nasjonale transportplanen (NTP) å redusere utslippene fra bygging og drift/vedlikehold av samferdselsinfrastrukturen med henholdsvis 40% og 50 % innen 2030.

Klimapåvirkning er derfor blitt et viktig aspekt å inkludere i beslutningsgrunnlaget for valg av vegtraseer og de forskjellige elementene i et vegprosjekt. Et veiprojekt kan inkludere veg i dagen, tunnel, bru og/eller ferge. Ved bygging av disse elementene og deretter bruk av ferdigbygd vegprosjekt forbrukes materialer og energi, noe som bidrar til klimagassutslipp med varierende størrelsesgrad basert på type materialer og anleggsutførelse.

For å dokumentere klimagassutslippet fra alternative materialer og anleggsutførelser blir klimagassene fra material- og energibruk beregnet og dokumentert i et livsløpbasert miljøregnskap som inngår i et såkalt miljøbudsjett.

Arbeidet med klimabudsjetter i byggefasen for samferdselskonstruksjoner viser at det er de store mengdene betong og armering som utgjør den største delen av klimagassutslippene. For å oppnå målsetningene til klimagassreduksjon, er det viktig å bruke materialer som er produsert så klimavennlig som det er mulig. Spesielt viktig i denne sammenheng er bruk av lavkarbonbetong og resirkulert stål. Det er likevel ikke nok å velge riktige materialer, hvis materialforbruket ikke reduseres. Et viktig tiltak for å oppnå mengdereduksjon er å finne optimaliserte og bærekraftige løsninger. Optimalisering av en konstruksjon kan innebære forenklinger og andre besparelser som gjør at man oppnår både lavest mulig pris og utslipp av klimagasser.

Statens vegvesen har satt opp et nytt krav i forbindelse med prosjektering av samferdselskonstruksjoner, herunder bruer [1] pkt. 1.1.2-2. Kravet er at prosjekterte løsninger

skal optimaliseres med hensyn til klimagassutslipp, miljø og bærekraft innenfor gjeldende tekniske og økonomiske rammer.

En stor del av de små og mellomstore bruer blir bygd av armert betong som er et konstruksjonsmateriale med lave kostnader og høy holdbarhet og bæreevne. Et utdrag fra BRUTUS [2] viser at for bruer med spennlengde 5 – 200 meter bygd mellom 2000 og 2022, tilsvarer andelen betongbruer ca. 1693 av totalt 2705, altså ca. 63 %. Søket er utført på veg-, jernbane- og g/s-bruer, bruer i fylling og tunnel/vegoverbygg.

The image shows two side-by-side screenshots of the Brutus search interface. Both screenshots show the same search criteria: 'Velg søkefelt:' (selected), 'Kolonnemål: Standard byggverksmål', 'Byggeår' (2000-2022), 'Byggverkskategorier' (Bru i fylling, G/S-bru, Jernbanebru, Tunnel/Vegoverbygg, Vegbru), 'Materialer' (Betong), and 'Lengde' (5.0-200.0). The left screenshot shows 'Resultater (1693 treff)' and the right screenshot shows 'Resultater (2705 treff)'. The interface includes a navigation bar with 'Min side', 'Byggverk', 'Tiltak/Inspeksjon', and 'Hjelp'.

Figur 1-1 Utdrag fra Brutus som viser andel betongbruer

Hensikten med oppgaven er derfor å undersøke miljømessige optimaliseringsmuligheter ved prosjektering av betongbruer.

## 1.2 Mål

Økonomisk aspekt har alltid vært sentralt ved prosjektering av samferdselskonstruksjoner. Nylig er også bærekraft og miljø blitt av stor interesse. Det er mange faktorer i prosjekteringsfase som påvirker både kostnader og klimagassutslipp, som f.eks. betongkvalitet, armeringskvalitet, betongens tverrsnittsdimensjoner og armeringsareal. Målet med oppgaven er å undersøke påvirkningen av mengder betong og armering på det økonomiske og miljømessige aspektet ved prosjektering av betongbruer. Oppgaven vil altså ta for seg optimalisering av betongbruer med hensyn til både klima og økonomi.

Optimalisering i klimasammenheng handler om å finne riktige og mest hensiktsmessige mengdebehov for betong og armering som system. Mengden betong og armering er innbyrdes avhengige. Økt betongtykkelse vil resultere i reduksjon av armeringsbehov og omvendt med noen restriksjoner relatert til økt egenvekt som følge av økt betongmengden. Det skal undersøkes hva som er mest gunstig for miljøet; å ha små betongdimensjoner og dermed små

betongmengder eller små mengder armering. Klimapåvirkning blir beregnet på grunnlag av tilgjengelige data om klimagassberegninger for de forskjellige aktuelle materialene.

Hensynet til økonomi vil bli vurdert ut ifra et kostnadsoverslag som blir beregnet iht. gjeldende markedspriser av aktuelle materialer, nemlig betong armering og forskaling. Videre skal det undersøkes om det er en sammenheng mellom å prosjektere økonomisk og miljøvennlig.

### 1.3 Metode

For å løse problemer og søke seg frem til ny kunnskap må forskeren ha en plan og strategi. Planen i mitt forskningsarbeid var å prosjektere flere bruoverbygninger og sammenligne resultater for å løse oppgavens problemstilling.

Det skal modelleres flere betongbruer med samme lengde, men varierende tykkelser. Brumodellene blir analysert for en del relevante laster, og indre krefter bli fastslått for så å finne nødvendige armerings-mengder for de forskjellige tykkelser av betongversnittet.

Det blir utarbeidet både et kostnadsoverslag og et klimabudsjett for hvert resultat fra hver brumodell. Resultatene blir sammenlignet for å undersøke hvilket betong- og armerings-forhold som er mest miljøvennlig, og for å se om det er en sammenheng mellom økonomisk og miljømessig prosjektering i denne sammenheng.

### 1.4 Omfang

Et utdrag fra Brutus viser at ca. 97 % av betongbruer med lengder opptil 20 meter er slakkarmerte.



Figur 1-2 Utdrag fra Brutus som viser andel slakkarmerte betongbruer

Oppgaven skal derfor kun ta for seg slakkarmerte platebruer i betong. Det skal modelleres flere et-spenn bruer med en spennlengde på 15 meter og varierende tykkelser, og tilhørende nødvendig armering skal dimensjoneres basert på resulterende krefter. Analysen skal kun gjelde overbygningen, gitt at søyler og landkar har tilstrekkelig kapasitet. Brumodellene skal ha en totalbredde på 8,5 m, med føringsbredde på 7,5 meter.

Siden hensikten med oppgaven ikke er ren prosjektering så vil det ikke tas hensyn til naturlige- og deformasjonslaster ved beregning av indre krefter. Det har så langt ikke vært krav fra vegdirektoratet å regne på utmatting i betongbruer. Spenningsvariasjonene pga. trafikklast utgjør lite i betongkonstruksjoner. For eksempel vil trafikklasten på større betongkonstruksjoner utgjøre en liten del av totallasten, og spenningsvariasjonene vil bli tilsvarende små. Utmattings grensetilstand skal dermed ikke bli vurdert. Ulykkegrensetilstand (ALS) blir heller ikke tatt med i beregninger.



## 2. Teori

### 2.1 Bruprosjektering

Bru er en bærende konstruksjon i vegnettet for veg-, gang- og sykkeltrafikk med spennvidde større enn eller lik 2,5 meter og som skal bære trafikkklaster. Med bru menes også nedfylte konstruksjoner som kulverter og rør med spennvidde eller diameter på 2,5 meter eller mer [1].

Det bygges flere typer bruer i Norge, alt fra bjelkebru, platebru, hengebru mm, og de utgjør en stor del av samferdselskonstruksjoner. Prosjektering av bruer omfatter alle arbeider forbundet med valg av brutype og utstyr, konstruktiv utforming, bestemmelse av laster og lastkombinasjoner, beregning og dimensjonering og tegning, og den skal baseres på eurokodene og relevante norske håndbøker. Prosjekteringen skal sikre at konstruksjonen og dens enkelte elementer kan oppta alle forutsatte laster og deformasjoner med tilfredsstillende sikkerhet mot brudd, velting, oppløft, knekking eller annen virkning som vesentlig endrer konstruksjonens statiske system. Prosjekteringen skal også sikre bestandighet og funksjonsdyktighet med et normalt vedlikehold uten unødig bruk av ressurser [17].

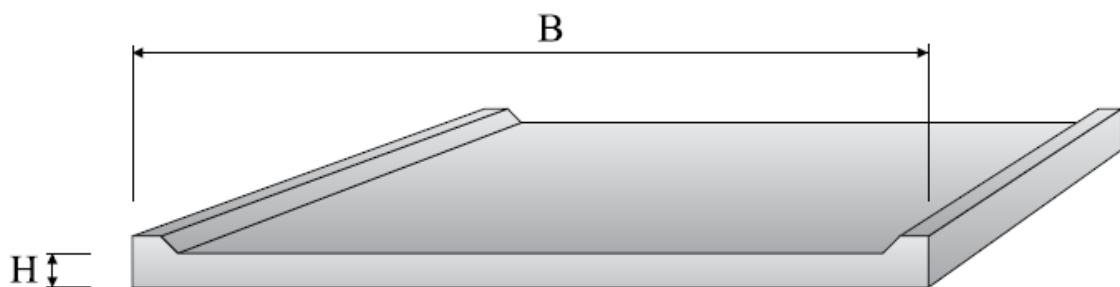
For enhver konstruksjon må det gjøres kapasitetskontroller for å kontrollere at konstruksjonens motstand er større enn påkjenningen den blir utsatt for. Det betyr her at lastvirkningene, herunder spenninger, tøyninger og deformasjoner skal kontrolleres mot materialestyrken. Lastvirkningene skal bestemmes ved bruk av anerkjente metoder som tar hensyn til lastenes variasjon i tid og rom, og konstruksjonens respons. Ved beregning av laster som for eksempel snø, vind og trafikkklaster brukes karakteristiske verdier. Disse karakteristiske verdiene er basert på erfaringer og målinger og må derfor legges til en lastfaktor pga. usikkerheten i disse målingene.

Primært er det håndbok N400 som skal benyttes ved prosjektering av bruer. Håndboken inneholder krav til pålitelighet og bæreevne, bestandighet, trafiksikkerhet, fremkommelighet og effektivt vedlikehold. Prosjekteringsreglene er basert på partialfaktormetoden i henhold til norsk standard NS-EN 199x.

Prosjekterende streber alltid etter å velge den mest optimale løsningen ut fra tekniske, estetiske og økonomiske vurderinger, i tillegg til funksjonalitetskrav, anleggsgjennomføring og miljøhensyn. Det er nå for tiden blitt mer fokus på miljøhensyn ved prosjektering og bygging av konstruksjoner, og målet er å bygge klimavennlige og bærekraftige konstruksjoner.

## 2.2 Platebruer

En platebru kan defineres som en bru bestående av en plate som hviler på søyler og/eller landkar. Platen overfører lastene direkte til underbygningen uten understøttelse av bjelker. Bruer regnes som platebru dersom  $B/H > 5$ , hvor B er total brubredde og H er platetykkelsen [7]. Platebruer kan bygges med massivt tverr-snitt eller med sparerør for å spare vekt. Tverrsnittet kan være rektangulært, ha skrå platekanter eller vinger. Forskjellen fra en bjelkebru er at bjelkene hovedsakelig tar opp langsgående krefter, mens plater fordeler kreftene i flere retninger.



Figur 2-1 Platetverrsnitt i en platebru [7]

Spennlengden på platebruer har stor variasjon. For kortere spenn (typisk  $< 20$  m) kan slakkarmering brukes. Ved lengre spenn (typisk  $> 20$  m) blir det normalt brukt spennarmering for å sikre tilstrekkelig kapasitet.

## 2.3 Klimagassutslipp

Klimagassutslipp er utslipp av klimagasser til luft. Eksempler på slike gasser er karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) og lystgass ( $\text{N}_2\text{O}$ ) [4]. Det er vanlig å måle klimagassutslipp i  $\text{CO}_2$ -ekvivalenter. De ulike klimagassene virker med ulik styrke.  $\text{CO}_2$ -ekvivalent er en enhet som brukes i klimagassregnskap. Enheten tilsvarer den effekten en gitt mengde (som regel et tonn)  $\text{CO}_2$  har på den globale oppvarmingen over en gitt tidsperiode [5].

Det er store klimagassutslipp ( $\text{CO}_2$ ) knyttet til bygging av nye veianlegg. Store veiprojekter er langstrakte anlegg som krever sprenging, masseflytting, bygging av bruer og tunneler, og store mengder stål og betong. På et typisk anlegg vil rundt en tredjedel av klimagassutslippene komme fra bruk av diesel i anleggsmaskiner og transport av materialer og masser, mens to tredeler av utslippene kommer fra produksjon av materialene som benyttes, som for eksempel betong, stål og asfalt. [6]

Utslipp av  $\text{CO}_2$  er blitt en viktig faktor å ta hensyn til i tillegg til pris ved tildeling av kontrakter. Det er derfor blitt vanlig å utarbeide et miljøbudsjett ved planlegging og bygging av

veiprosjekter. Et miljøbudsjett inneholder klimagassberegninger som kan brukes til å identifisere de viktigste bidragsyterne til klimagassutslipp og til å dokumentere miljøeffekten av tiltak som endring av materialer, mengder eller byggemetoder. Miljøbudsjettet skal gi grunnlag for rangering og prioritering av miljøtiltak i alle planfaser.

Det finnes flere verktøy for å beregne miljøpåvirkninger og klimagassutslipp fra samferdselskonstruksjoner. Disse verktøyene baserer regnskapet i prinsipp på å summere klimagassutslipp fra alle innsatsfaktorer multiplisert med sine tilhørende utslippsfaktorer. Innsatsfaktorer kan defineres som faktorer, herunder materialer, som inngår i byggeprosessen og som bidrar til det totale klimagassutslippet. Utslippsfaktorene blir definert og utledet basert på en livsløpsanalyse som beregner miljøpåvirkning og miljøprestasjon for et produkt eller en prosess gjennom hele livsløpet. Livsløpet spenner fra uttak av råvarer, produksjon, bruk og til avhending ved slutten av levetiden til produktet.

### **3. Prosjekteringsforutsetninger**

For å kunne undersøke hva som er mest hensiktsmessig tverrsnitt-armering forhold, skal det dimensjoneres nødvendig armering for flere bruplater med varierende tykkelser for så å kunne sammenligne resultatene og se om det er en sammenheng mellom økonomisk og miljøvennlig prosjektering.

Før dimensjonering ble det utarbeidet enkelte forutsetninger og dimensjoneringskriterier knyttet til brumodellene.

#### **3.1 Føringsbredde**

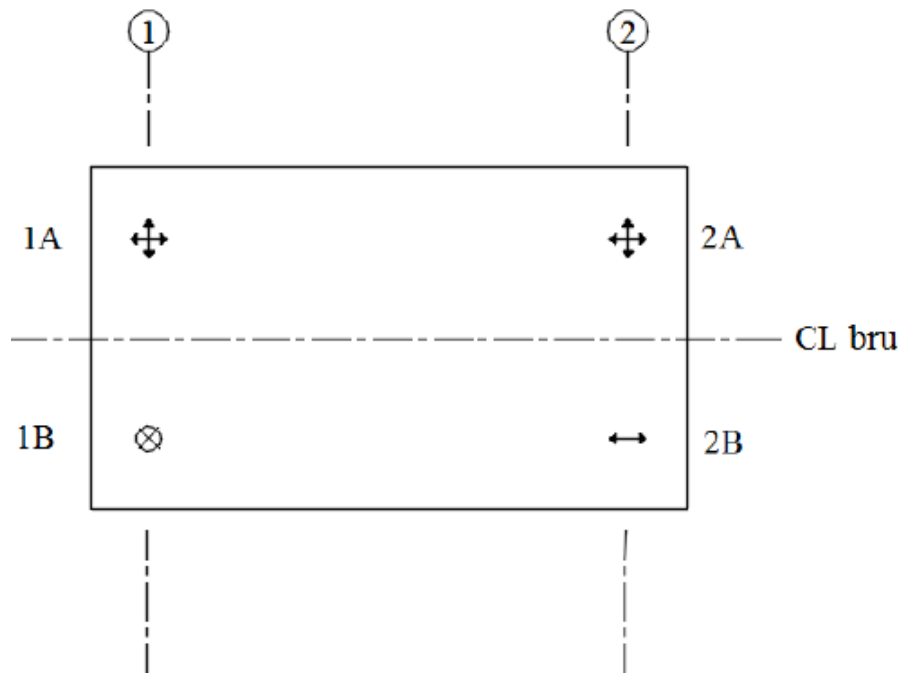
Hovedsakelig blir brubredde bestemt etter hvilken type vei brua skal være en del av. I Norge er hovedveiene delt inn i flere dimensjoneringsklasser. Det er fartsgrense og ÅDT (Årsdøgntrafikk) som bestemmer hvilken dimensjoneringsklasse vegen skal ha. Føringsbredde i denne oppgaven skal baseres på vegtypene som er klassifisert som øvrige hovedveier, med dimensjoneringsklasse Hø1 og Hø2 i [3]. Disse vegtypene gir en føringsbredde på 7,5 m.

#### **3.2 Plategeometri**

Ved valg av platetverrsnitt ble det tatt utgangspunkt i plategeometri som er skissert i [7], rektangulært tverrsnitt med noen modifikasjoner og forenklinger. Den eneste variabelen er tykkelsen på platen, da det skal undersøkes flere tykkelser med tilhørende nødvendig armering.

### 3.3 Opplagring

Opplagerløsning er valgt forskyvelig i begge ender iht. gamle utgave av [1] og er illustrert i figur 3-1. Løsningen innebærer to lagre i hver akse. Den ene aksen har et fast- og et allsidig lager, mens den andre aksen har et allsidig- og et ensidig lager. Lagrene er plassert med avstand 2 m fra senterlinje i begge aksene.



Figur 3-1 Illustrasjon opplagring

### 3.4 Materialer

#### 3.4.1 Betong

Det er valgt Betongkvalitet: B45, siden denne betongkvaliteten er den mest brukte ved bygging av samferdselsprosjekter

Karakteristiske verdier til betong B45 er oppsummert i tabell 3-1 iht. tabell 3.1 i [8]

Beskrivelse	Symbol	Verdi (MPa)
Midlere E-modul	$E_{cm}$	36000
Karakteristisk sylinder trykkfasthet	$f_{ck}$	45
Karakteristisk strekkfasthet	$f_{ctm}$	3.8
Gjennomsnittlig prøvfasthet	$f_{cm}$	53
Strekkfasthet ved 28 døgn	$f_{ctk,0,05}$	2,7

Tabell 3-1 betongegenskaper

Dimensjonerende verdier av betong er beregnet i henhold til punkt 3.1.6 i [8].

Dimensjonerendetrykkfasthet:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 25,5 \text{ MPa}$$

Dimensjonerende strekkfasthet:

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \frac{f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 1,53 \text{ MPa}$$

Hvor  $\alpha_{cc} = 0,85$  og  $\alpha_{ct} = 0,85$

Tyngdetetthet  $\gamma_b$  for normalvektsbetong settes lik  $25 \text{ kN/m}^3$ .

### 3.4.2 Slakkarmering

Armeringsstål B500NC er valgt i henhold til punkt 8.2.6-1i [1], og materialegenskapene er som oppsummert i tabell 3-2:

Beskrivelse	Symbol	Verdi (MPa)
Dimensjonerende E-modul	$E_s$	200000
Karakteristisk flytegrense	$f_{yk}$	500
Tøyning ved flyt	$\epsilon_y$	2,17 ‰

Tabell 3-2 Armeringsegenskaper

Dimensjonerende armeringsfasthet:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa}$$

## 3.5 Dimensjoneringskriterier

### 3.5.1 Eksponeringsklasse

Ifølge NA.4.2 i [9] kan betongoverflater som er beskyttet med asfaltmembran beregnes i eksponeringsklasse XD1. Eksponeringsklassen XD1 er dermed valgt for oversiden og undersiden av brudekke.

### 3.5.2 Overdekning

Betongoverdekning er avstanden mellom betongoverflaten og første armeringslag som ligger nærmest overflaten. Krav til nominell overdekning er gitt av en minste avstand pluss et tillatt avvik, gitt av følgende formel

$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$$

i henhold til punkt 3.8.1 og 3.8.2 i [1]

Minsteoverdekning  $C_{min}$  skal ifølge tabell 8.3.1-1 [1] være:  $C_{min} = 60\text{mm}$

Ifølge pkt. 8.3.2-1 i [1] skal det tillatte avviket være:

$$\Delta C_{dev} = \pm 15\text{mm ved } C_{min} \leq 70\text{mm}$$

Prosjektert overdekning for bruoverbygningen blir da:

$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev} = 60\text{mm} + 15\text{mm} = 75\text{mm}$$

### 3.5.3 Rissvidde

Den beregningsmessige rissvidden er avhengig av konstruksjonens miljømessige eksponeringsbetingelser, og den blir beregnet etter punkt NA.7.3.1 i [8]. Grenseverdien  $W_{max} = 0,3 K_c$  for eksponeringsklasse XD1 og lastkombinasjon tilnærmet permanent iht. tabell NA.7.1N

Ved beregning av faktoren  $K_c$  er det valgt verdi for  $C_{min,dur}$  iht. tabell NA.4.4N. Dette resulterer i følgende verdier for  $K_c$  og grenseverdi  $W_{max}$ :

$$K_c = \frac{C_{nom}}{C_{min,dur}} = \frac{75\text{mm}}{50\text{mm}} = 1,5 \leq 1,3$$

$$W_{max} = 0,3 K_c = 0,3 \cdot 1,3 = 0,39\text{mm}$$

### 3.5.4 Nedbøyning

Det stilles konstruksjonskrav til nedbøyning for bruer, men det er ikke tatt hensyn til i denne oppgaven.

### 3.6 Lastberegninger

Bruer dimensjoneres for flere typer laster, alt fra:

- Permanente laster som avhenger av konstruksjonsutforming og som omfatter egenvekten av bruplate, belegning, rekkverk og kantdrager, landkarvinger, tverrbjelker, overgangsplater og jordtrykk.
- Variable laster som ved bruprosjektering omfatter trafikklaster, både vertikale og horisontale.
- Naturlaster som vindlast, temperaturlaster snølaster og seismiske påvirkninger.
- Deformasjonslaster som svinn og kryp.
- Ulykkelaster som påkjørsellast.

Beregning av alle relevante laster for en brukonstruksjon er tidkrevende, og de er ikke like interessante og relevante i forhold til oppgavens problemsstilling. Siden hensikten med oppgaven er ikke en ren prosjektering av en bru, ble det besluttet å ikke ta med alle relevante laster for bruoverbygning. Laster som ikke har direkte effekt eller som har neglisjerbar effekt på armerings-mengde ved varierende betongtykkelser er utelukket. Det er som regel egenvekten av selve bruplate inkludert belegning og de vertikale trafikklastene som gir dimensjonerende momentkrefter, og de skal dermed være representative og er tilstrekkelig til å kunne vurdere nødvendige armerings mengder for de forskjellige tykkelser.

Egenvekten av rekkverk og kantdrager ble derfor ikke tatt med i beregningen siden de skal ha konstant verdi uansett tverrsnitts tykkelse. Ellers er det vurdert at overgangsplate, landkarvinger og jordtrykk vil kun belaste landkar og ikke vil ha en direkte virkning på overbygningen av brua. De blir heller ikke tatt med i beregninger. Horisontale trafikklaster vil belaste lagrene og dermed vil ikke ha noe påvirkning på selve bruplatten. De blir derfor ikke tatt med i beregningen. Øvrige naturlaster og deformasjonslaster er heller ikke tatt med i beregninger for å begrense oppgavens arbeidsomfang.

### 3.6.1 Egenvekt

Tyngden av de permanente delene på bruer. Her gjelder bruplatten og alt av tilleggslementer og utstyr som ligger oppå den, herunder belegning, kantdragere, rekkverk og overgangsplater mm. Følgende beregninger av egenvekten gjelder kun vekten av bruplatten og belegningen som forklart i innledningen til kapittel 3.6. Kantdragere, rekkverk og overgangsplater skal ikke modelleres inn.

#### 3.6.1.1 Bruplate

Egenlasten er regnet ut pr. meter lengde basert på tverrsnitts geometrien, og dette gjøres ved å multiplisere tyngdetettheten til betong med det respektive tverrsnitts arealet  $A_c * \gamma_{betong}$

Resultatene er gitt i tabell 3-3:

Tykkelse av tverrsnitt	Tverrsnittsareal	Egenlast
600 mm.	5,1 m <sup>2</sup>	127.5 kN/m
800 mm.	6,8 m <sup>2</sup>	170 kN/m
1000 mm.	8,5 m <sup>2</sup>	212.5 kN/m
1200 mm.	10,2 m <sup>2</sup>	255 kN/m
1400 mm.	11,9 m <sup>2</sup>	297.5 kN/m
1600 mm.	13,6 m <sup>2</sup>	340 kN/m
1800 mm.	15,3 m <sup>2</sup>	382.5 kN/m

Tabell 3-3 Egenvekt av bruplate med flere tykkelser

#### 3.6.1.2 Belegning

Hovedfunksjonen til belegningen på bruer, er å hindre skade og nedbrytning på det bærende brudekket. Asfalt er en vanlig belegningsstype, og blir derfor antatt i oppgaven. Bruer dimensjoneres for en større belegningsvekt enn hva som faktisk legges på brua ved bygging. Bakgrunnen for dette er delvis toleranser på bygging av brua og legging av asfalt [1].

Ifølge punkt 5.2.2-1 i [1] skal dimensjonerende belegningsvekt inkluderes i egenlasten. Minimumskravet til dimensjonerende belegningsvekt i kjørebane er hentet fra tabell 5.2.2-1 i [1] og er på 3.5 kN/m<sup>2</sup> for spennvidder mindre enn 50 m.



### 3.6.2 Trafikkklaster

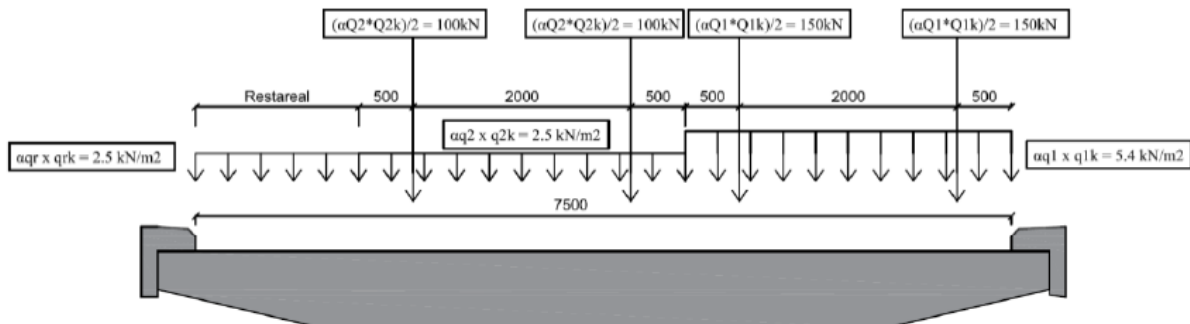
Trafikkklaster vil skape både vertikale og horisontale krefter. De horisontale kreftene er ikke vurdert i oppgaven. All informasjon som er nødvendig om trafikkklaster er hentet i fra NS-EN 1991-2:2003+NA:2010/ [10]. Med en føringsbredde på 7,5 meter, får man 2 kjørebane a 3 meter og et restareal på 1,5 meter i henhold til punkt 4.2.3 (3) i [10].

Kjørefeltene nummereres og plasseres i ulike posisjoner i brubanen for å få den mest ugunstige effekten. For å finne den mest kritiske trafikklast må man derfor prøve alle mulige lastplasseringer både i lengde- og tverretning.

#### 3.6.2.1 Vertikale trafikkklaster

I standarden er det angitt fire lastmodeller for vertikale trafikkklaster. Det ble i denne oppgaven valgt å ta hensyn til kun to, nemlig lastmodell 1 og lastmodell 2. Grunnen til det er at disse to lastmodellene representerer det vanlige trafikkbilde med personbiler, lastebiler og andre tunge kjøretøy. Lastmodell 3 og 4 representerer derimot påkjenninger fra spesialkjøretøy og store folkemengder, som ikke vil være aktuelle i denne oppgaven.

Lastmodell 1 (LM1) innebærer to delsystemer: en boggilast og en jevnt fordelt last. Denne modellen dekker effektene av trafikkklaster for biler og lastebiler. Figur 3-2 viser prinsippet for plassering av trafikkklaster i henhold til LM1.



Figur 3-2 Prinsipp for plassering av trafikkklaster - Lastmodell 1 [19]

Karakteriske lastverdier for LM1 er hentet fra tabell 4.2 i [10] med korreksjonsfaktorer hentet fra NA.4.3.2. Korreksjonsfaktorene gjelder for alle bruer i det offentlige veinettet. Lastene er oppsummert i tabell 3-4.

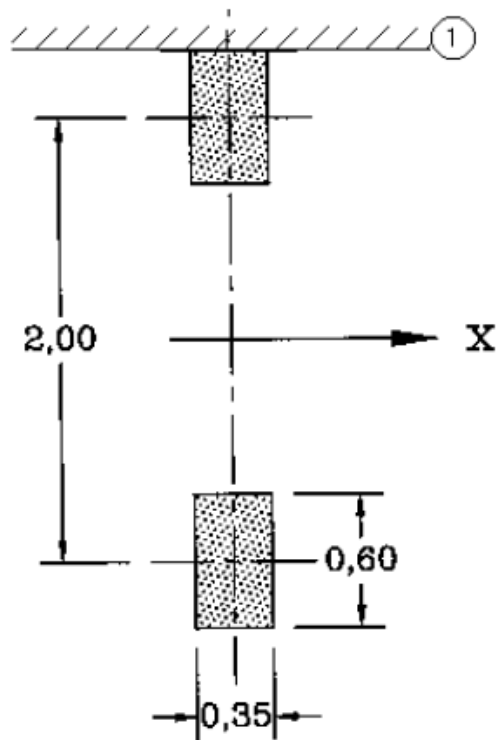
Lokasjon	Korreksjonsfaktor	Aksellast	Jevnt fordelt last	Design last
Kjørebane 1	$\alpha_{Q1} = 1$	$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$		300 kN
	$\alpha_{q1} = 1$		$q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$	$5,4 \text{ kN/m}^2$
Kjørebane 2	$\alpha_{Q2} = 1$	$Q_{2k} = 200 \text{ kN}$		200 kN
	$\alpha_{q1} = 1$		$q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$	$2,5 \text{ kN/m}^2$
Restareal	$\alpha_{qr} = 1$		$q_{rk} = 2,5 \text{ kN/m}^2$	$2,5 \text{ kN/m}^2$

Tabell 3-4 Laster for lastmodell 1

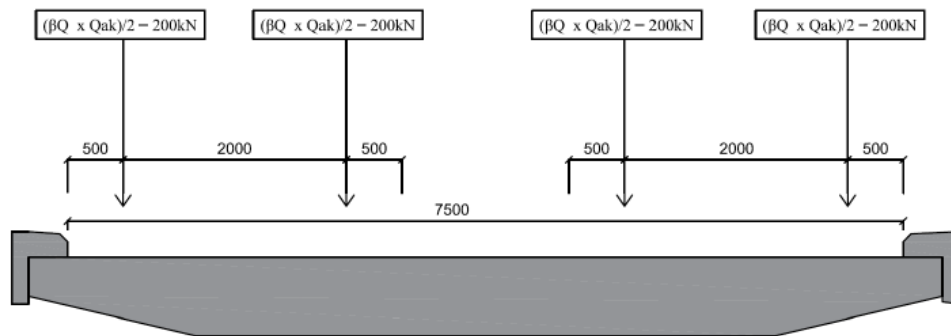
Lastmodell 2 (LM2) innebærer en enkel aksellast, som blir vilkårlig plassert på kjørebane. Figur 3-9 viser prinsippet for plassering av trafikklaster i henhold til LM2. Kontaktflaten for aksellast er hentet fra figur 4.3 i [10],

Lokasjon	Korreksjonsfaktor	Aksellast	Design last
Kjørebane 1	$\beta_Q = 1$	$Q_{ak} = 400 \text{ kN}$	400 kN
Kjørebane 2			
Restareal	-	-	-

Tabell 3-5, Laster for lastmodell 2



Figur 3-3 Kontaktflate for lastmodell 2



Figur 3-4, Prinsipp for plassering av trafikklaster - Lastmodell 2 [19]

### 3.7 Lastkombinasjoner

Lastkombinasjoner er definert iht. håndbok N400 kapittel 6 og Eurokode, hovedsakelig reglene i NS-EN 1990 [18]

### 3.7.1 Grensetilstander

Grensetilstander definerer grensene der konstruksjonen ikke lenger oppfyller dens dimensjoneringskriterier. Brukonstruksjonen i denne oppgaven er blitt kontrollert i følgende grensetilstander:

ULS – Bruddgrensetilstand

SLS – Bruksgrensetilstand

#### 3.7.1.1 Bruddgrensetilstand – Vedvarende og forbigående

Kontroll i bruddgrensetilstand ULS består av:

EQU – sett A: Kontroll av statisk likevekt

STR/GEO – sett B: Kontroll for brudd

STR/GEO – sett C: Kontroll for brudd

Sett A gjelder statisk likevekt og konstruksjonens stabilitet. Sett A er derfor normalt bare relevant for landkar og støttemurer.

For sett B skilles det mellom to ligninger, ligning 6.10a og 6.10b. ULS B vil derfor bli delt inn i ULS Ba og ULS Bb. For overbygning av bru er dette den eneste relevante bruddgrensekombinasjonen.

Sett C er relevant bare for konstruksjoner i grunnen (landkar, fundament, støttemurer, peler), og skal brukes på de geotekniske lastene.

Siden det er kun overbygningen som undersøkes i oppgaven, er det kun sett B som ble betraktet i beregninger iht. til tabell NA.A2.4(B) i [18]:

Vedvarende og forbigående dimensjonerende situasjon	Permanente laster		For-spennning	Dominerende variabel last (*)	Øvrige variable laster (*)	
	Ugunstig	Gunstig			Hovedlast (om aktuelt)	Andre laster
(Ligning 6.10a)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P^P$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(Ligning 6.10b)	$\xi \gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	$\gamma_P^P$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Tabell 3-6, Dimensjonerende verdier for laster ULS STR/GEO sett B [18]

NA. A2.4 (STR/GEO, B) 6.10 a (Other main load)			
Permanente laster		Variable laster	
Egenvekt betong/asfalt		Trafikk (gr. 1-4)	
Ugunstig	Gunstig	Dominerende	Øvrig
1,35	1,00	0,95	0,95
NA. A2.4 (STR/GEO, B) 6.10 b (Other main load)			
Permanente laster		Variable laster	
Egenvekt betong/asfalt		Trafikk (gr. 1-4)	
Ugunstig	Gunstig	Dominerende	Øvrig
1,2	1,00	1,35	0,95

Tabell 3-7, ULS STR/GEO sett B – Ligning 6.10a og 6.10b

### 3.7.1.2 Bruksgrensetilstand

NS-EN 1990 definerer fire ulike nivåer av lastkombinasjoner i bruksgrensetilstand.

- Karakteristikk
- Sjeldent forekommende
- Ofte forekommende
- Tilnærmet permanent

Dimensjonerende verdier for laster i bruksgrensetilstanden er gitt i tabell 3-8 iht. tabell NA.A2.6 i [18]:

Kombinasjon	Permanente laster $G_d$		For- spenning	Variable laster $Q_d$	
	Ugunstig	Gunstig		Dominerende last	Øvrige laster
Karakteristisk	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$P$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Sjeldent forekommende	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$P$	$\psi_{1,inf} Q_{k,1}$	$\psi_{1,i} Q_{k,i}$
Ofte forekommende	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$P$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Tilnærmet permanent	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	$P$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

Tabell 3-8, Dimensjonerende verdier for laster i SLS [18]

I denne oppgaven har man brukt lastkombinasjon tilnærmet permanent for å kontrollere rissvidder i bruksgrensetilstand. Dette var på grunnlag av tabell NA.7.1N i [8] og valg av eksponeringsklasse XD1.

Verdier for  $\psi$ -faktorer for vegbruer er hentet fra tabell NA.A2.1 i [18], her gjengitt i tabell 3-9.

Påvirkning	Symbol	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{red}^{(1)}$	
Trafikklaster (se NS-EN 1991-2, tabell 4.4)	gr1a (LM1 + horisontale laster + laster på gangbaner/fortau)	Boggiast (BL)	0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
		Jevnt fordelt last (JFL)	0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
		Horisontale laster	0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
		Laster på gangbaner/fortau <sup>2)</sup>	0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr1b (enkel aksling)		0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr2 (horisontale krefter)		0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr3 (laster på gangbaner/fortau)		0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr4 (LM4 – Laster fra ansamling av mennesker)		0,7 <sup>3)</sup>	0,7	0,2/0,5	0,8
	gr5 (LM3 – Spesieltkjøretøyer)		-	-	-	-
Vindkrefter	$F_{wk}$ - Vedvarende dimensjonerende situasjoner	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
	$F_{wk}$ - Under utførelse	0,8	-	-	-	
	$F_{w*}$	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Temperatur <sup>4)</sup>	$T_t$	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Snølaster	$Q_{Snk}$ - På tak o.l.	0,7	0,6	0,2/0,5	0,8	
	$Q_{Snk}$ - Under utførelse	0,8	-	-	-	
Laster i byggetilstand	$Q_k$	1,0	-	1,0	-	
Istrykk	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Bølger og strøm	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Varintrykk, variabel del	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Jordtrykk, variabel del	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Last fra lagerfriksjon	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	
Øvrige variable laster	-	0,7	0,6	0/0,5	0,8	

<sup>1)</sup>  $\psi_{red}^{(1)}$  er en faktor beregnet på å definere sjeldent forekommende laster.  
<sup>2)</sup> Kombinasjonsverdien for laster på gangbaner/fortau angitt i tabell 4.4a i NS-EN 1991-2, er en redusert verdi, og  $\psi$ -faktorene gjelder for denne verdien.  
<sup>3)</sup> Der vindlasten behandles som den dominerende lasten, representert ved  $F_{wk}$ , bør  $\psi_0$  for trafikklast settes lik 0, jf. også A2.2.2(5).  
<sup>4)</sup> Påvirkning fra temperatur medtas i alle lastkombinasjoner, også i bruddgrensetilstand, dersom virkningen er ugunstig.  
<sup>5)</sup> Ved beregning av rissvidder i henhold til NS-EN 1992 for lastkombinasjonen "tilnærmet permanent" benyttes verdien 0,5. Verdien 0,2 respektive 0 kan benyttes ved beregning av langtidseffekter for tidsavhengige egenskaper.

Tabell 3-9 Verdier av  $\psi$ -faktorer for vegbruer [18]

NA. A2.6 (SLS, Karakteristisk) (Lager/Fuger) (Spenningskontroll SLS)			
Permanente laster		Variable laster	
Egenvekt betong/asfalt		Trafikk (gr. 1-4)	
Ugunstig	Gunstig	Dominerende	Øvrig
1,00	1,00	1,00	0,7
NA. A2.6 (2) (SLS, Tilnærmet permanent) (Rissviddekontroll) (Trykkavlastning)			
Permanente laster		Variable laster	
Egenvekt betong/asfalt		Trafikk (gr. 1-4)	
Ugunstig	Gunstig	Dominerende	Øvrig
1,00	1,00	0,5	0,2

Tabell 3-10, dimensjonerende verdier for laster i bruksgrensetilstand

## 4. Analyse i Brigade

### 4.1 Generelt om Brigade/Standard

Det finnes mange forskjellige analyseprogrammer for brudimensjonering. Disse kan enten være rammeprogrammer eller elementprogrammer. Elementprogrammer vil dele strukturen i små elementer som er sammenkoblet, og fordele lastene over dem. Resultatene vil da være avhengig av størrelsen på elementnettet.

BRIGADE/Standard, heretter kalt Brigade, er valgt som analyseprogram i denne oppgaven. Det er et 3D-elementmetodeprogram som ifølge [11] er spesielt utviklet med tanke på brudimensjonering. Det tar hensyn til plateeffekter, og har i tillegg ingen geometriske begrensninger.

### 4.2 Elementmetode

Brigade bruker elementmetoden som er en numerisk beregningsmetode for analyse. Metoden baserer seg på å dele opp en struktur i mange små elementer som er sammenkoblet gjennom noder.

Nedbøyningen uttrykkes med elementets frihetsgrader og vil være kontinuerlig over elementgrensene. Antall frihetsgrader definerer elementenes oppførsel. Ifølge [11] bruker brigade bestemte strukturelle elementer for å modellere ulike konstruksjonsdeler:

- Bjelkeelementer for søyler, lengdebjelker, tverrbjelker og endebjelker.
- Fagverkselementer for spennkabler
- Skallelementer for brudekke, vingevegger, landkar og fundamenter.

Siden det er brudekket som skal analyseres er det kun brukt skallelementer.

Skallelementene har ett integrasjonspunkt og fire noder. Seks frihetsgrader for hver node, tre rotasjoner og tre translasjoner. Figur 4-1 viser skallelement som er brukt i Brigade.



Figur 4-1 Fire noder-skallelement i Brigade [11]

Ifølge punkt 5.1.2 i [11] blir disse elementene brukt for både tynne og tykke skallkonstruksjoner, ettersom de klarer å håndtere tverrgående skjærdeformasjoner.

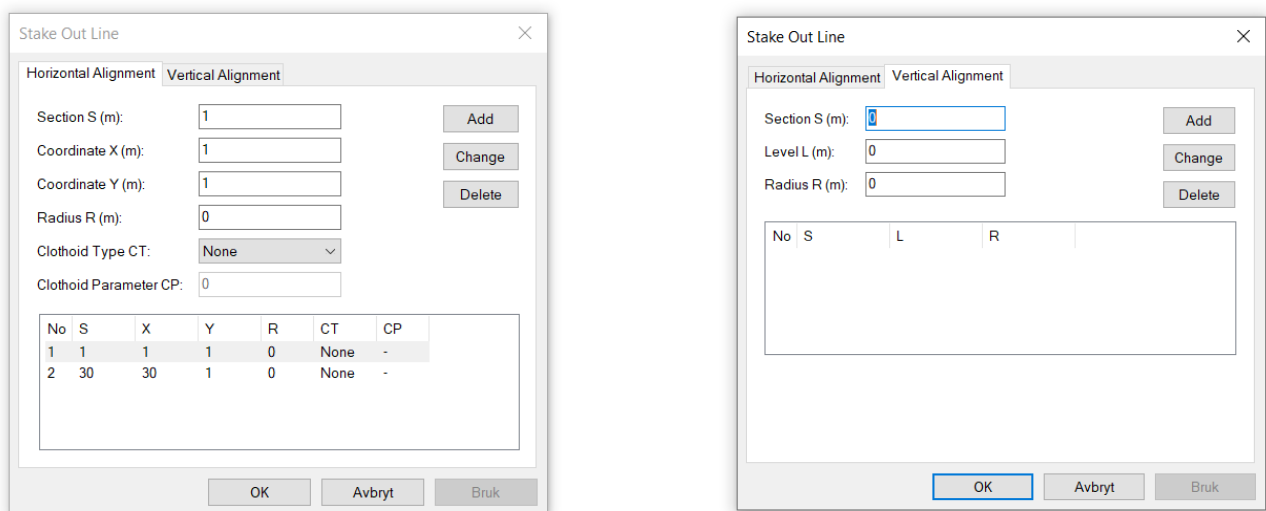
## 4.3 Modellering i Brigade

### 4.3.1 Geometri

Ulike referanselinjer må defineres før brugeometrien kan modelleres i Brigade.

#### 4.3.1.1 Stake out line / Profillinje

Senterlinjen som blir brukt for å definere retningen til veibanen. Hvert punkt på linjen får et profilnummer S. Her defineres også horisontal- og vertikal kurvatur, som utgjør grensene for veigeometrien. Kurvatur R og nivå L er satt til null for alle tilfeller.

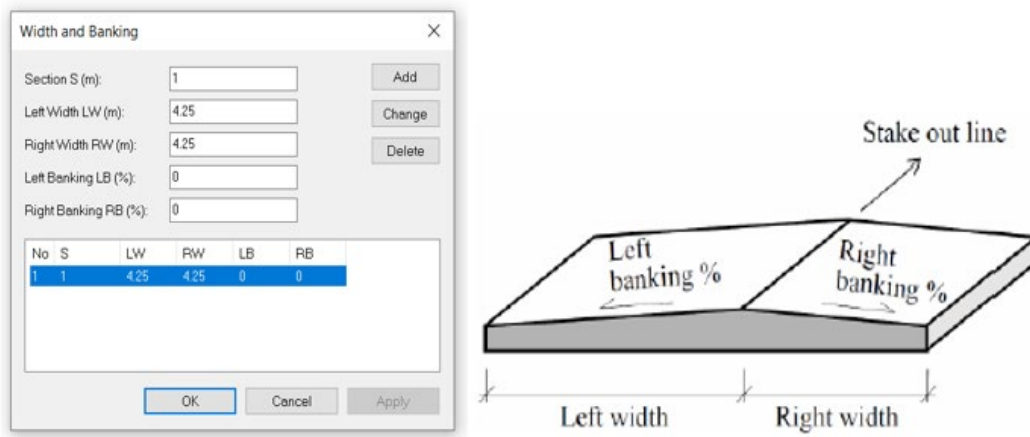


Figur 4-2 Profillinje i Brigade

#### 4.3.1.2 Bredde og tverrfall

I dette vinduet defineres både bredde og tverrfall. Bredden defineres med linjer på høyre og venstre side av profillinjen. Brumodellene i oppgaven har konstant bredde på 8,5 m, føringsbredde på 7,5 m pluss 500 mm til kantdrager på hver side. Tverrfallet settes på 0 % på hver side. Figur 4-3 viser bredde og tverrfall i Brigade.

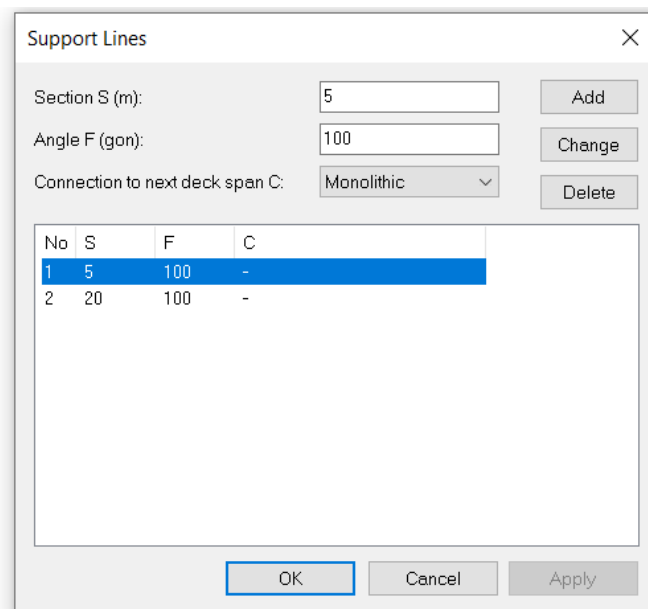




Figur 4-3 Bredde og tverrfall i Brigade [14]

### 4.3.1.3 Support lines

Akselinjer blir lagt inn for å definere avstanden mellom aksene. Profilnummer S i dette vinduet definerer start- og slutt punkt til brudekke. Akse 1 defineres som startpunkt, akse 2 som slutt punkt.



Figur 4-4 Akselinjer i Brigade

### 4.3.1.4 Brudekke

Brudekke modelleres inn først. Se figur 4-5 for inndata i Brigade. Den eneste variabelen i de forskjellige modellene er tykkelsen på dekke.

Deck

Deck Edge Offset

Left Offset (m): 0 Right Offset (m): 0 Paving Thickness (m): 0

Section S (m): 1 Add

Angle FI (gon): 100 Change

Ballast/Overburden Thickness at

Left Deck Border OVI (m): 0

Stake Out Line OV s (m): 0

Right Deck Border OV r (m): 0 Delete

No	S	Fi	OVI	OV s	OV r
1	1	100	0	0	0

Cross Sectional Dimensions

Cross Coordinate CC (m): 4.25 Add

Thickness TH (m): 0.8 Change

No	CC	TH
1	-4.25	0.8
2	4.25	0.8

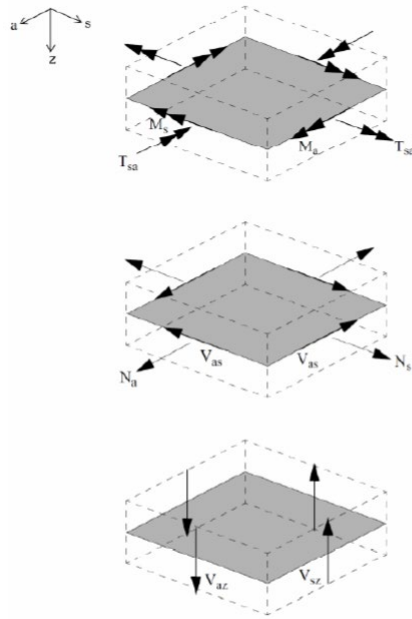
OK Cancel Apply

Figur 4-5 Brudekke i Brigade

### 4.3.2 Aksessystem/Koordinatsystem

Brigade opererer med to globale og lokale koordinater. Det globale aksesystemet i Brigade består av en X-, Y- og Z – akse som er brukt for justering av de ulike referanselinjene hvor x-retning vil sammenfalle med retningen til profillinjen. Det lokale aksesystemet for hvert skallelement består av en s-, a- og z – akse, der s er i lengderetning og a er i tverretning.

Snittkreftene i Brigade oppgis i lokale koordinater s, a og z, hvor a-retning vil danne en rett vinkel med profillinjen. De forskjellige snittkreftene er bøyemomenter  $M_a$  og  $M_s$ , torsjonsmoment  $T_{sa}$ , skivenormaler  $N_s$  og  $N_a$ , skjærkraft  $V_{as}$  og tverrskjærkreftene  $V_{az}$  og  $V_{sz}$ . Figur 4-6 viser de lokale positive snittkreftene i bruplatten.

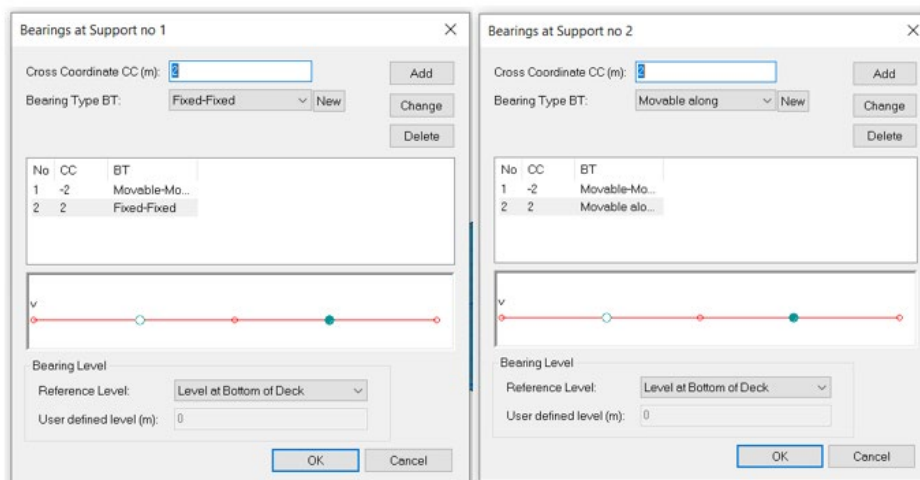


Figur 4-6 Lokale positive snittkrefter for skallelement i Brigade [11]

Det blir også brukt såkalte krysskoordinater «CC», som definerer avstanden fra profillinjen. Disse koordinatene blir brukt til å definere brutverrsnittet og plassere laster på bruene. Positiv avstand angis i positiv y-retning, mens negativ avstand blir angitt i negativ y-retning.

### 4.3.3 Opplagring

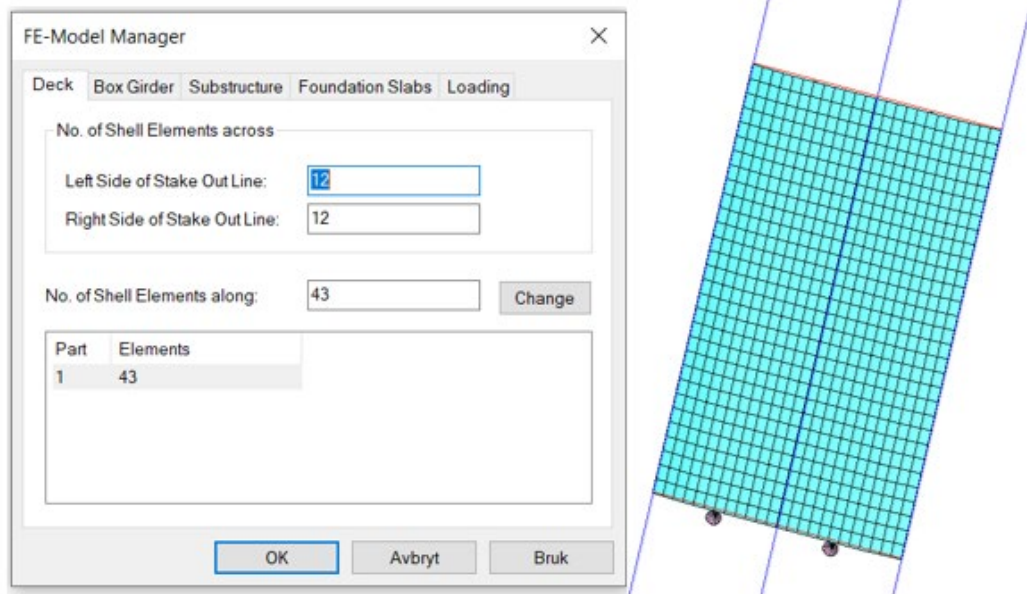
Det er valgt å ikke modellere landkar. Det blir i stedet definert opplagringene på begge sider av brua. Opplagersystemet er utformet i henhold til det som er beskrevet i kapittel 3.



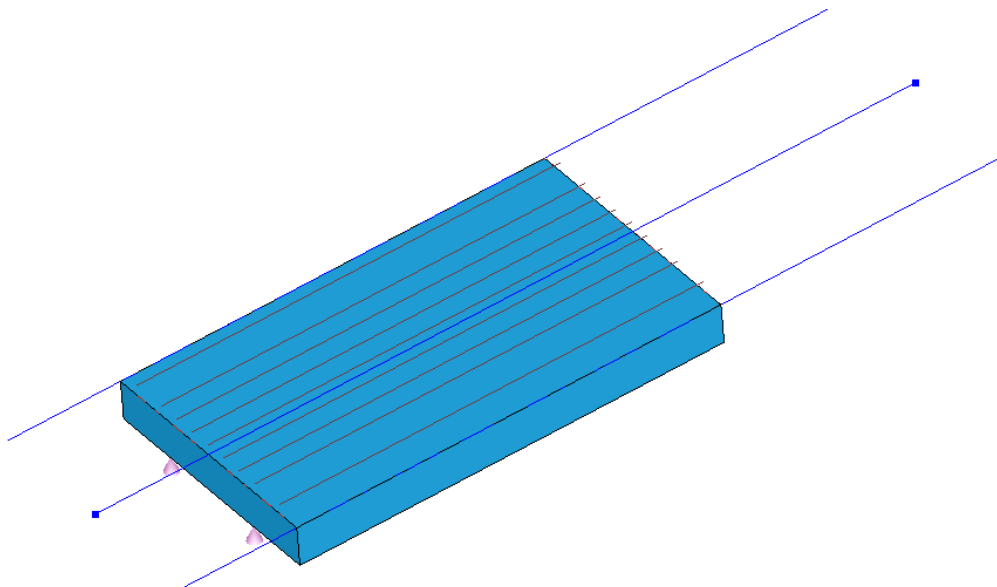
Figur 4-7 Definerings av Opplagring i Brigade

### 4.3.4 Elementnett

Til slutt blir elementnettet på brukonstruksjonen definert. Det var ønskelig med mest mulig kvadratiske elementer. Elementstørrelsen forblir den samme for alle tilfellene som blir analysert.



Figur 4-8 FEM elementinndeling i Brigade



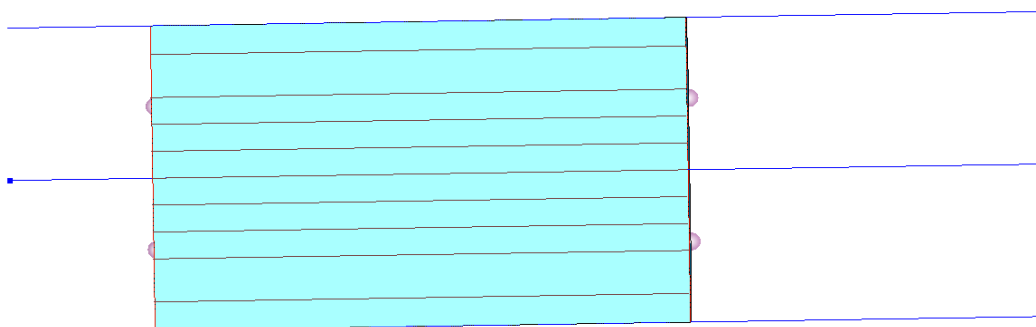
Figur 4-9 Ferdig modell

### 4.3.5 Trafikklinjer

For at alle mulige lastplasseringer av kjøretøyene skal bli dekket, og dermed beregne den mest kritiske plasseringen av trafikklasten, blir det modellert inn såkalte trafikklinjer. Disse trafikklinjene representerer senterlinjen av aktuelle kjørefelt. Følgende trafikklinjer er definert i Brigade:

Trafikklinjenummer	Avstand fra senterlinje
1	0
2	2,25
3	-2,25
4	0,75
5	-0,75
6	1,5
7	-1,5
8	3,45
9	-3,45

Tabell 4-1, trafikklinjer som er definert i Brigade



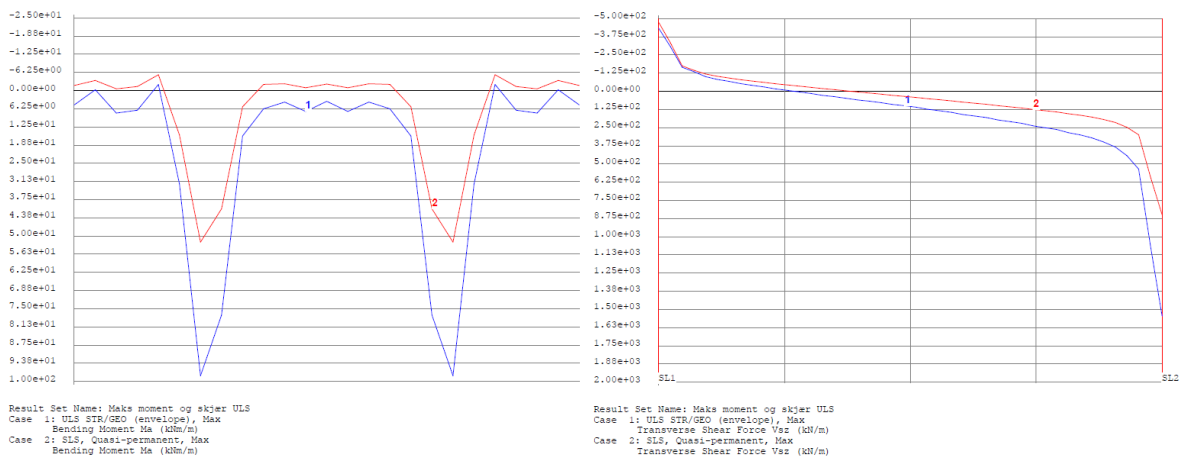
Figur 4-10 Oversikt over trafikklinjer i Brigade

## 5. Resultater

Brigade genererer uendelig mange ulike resultater for hver modell. Resultatene fra modellene blir brukt for å dimensjonere armerings-mengden. For å illustrere kreftene og gi en rask oversikt over kreftenes fordeling på en effektiv måte, er det valgt å vise maksimums og minimums krefter i både bruddgrensetilstand og bruksgrensetilstand i de mest utsatte stedene, nemlig i midtfelt og over aksene. Det er derfor tatt snitt ved akse 1, akse 2 og midtfelt i tverretning. På denne måten viser man kreftene over hele tverrsnittet til brua. I tillegg ble det tatt langsgående snitt for å vise kreftenes fordeling over brulengden.

### 5.1 Oversikt over kreftenes fordeling over brulengde i brudd- og bruksgrensetilstand

#### 5.1.1 Tykkelse 600 mm.



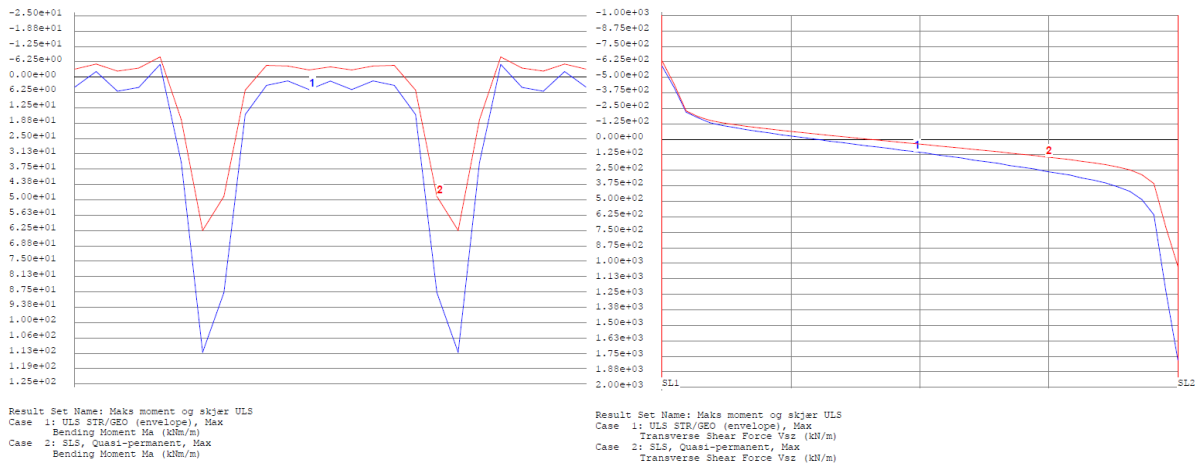
Figur 5-1 Maksimum moment på tvers over aksene, 600 mm. Figur 5-2 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 600 mm.



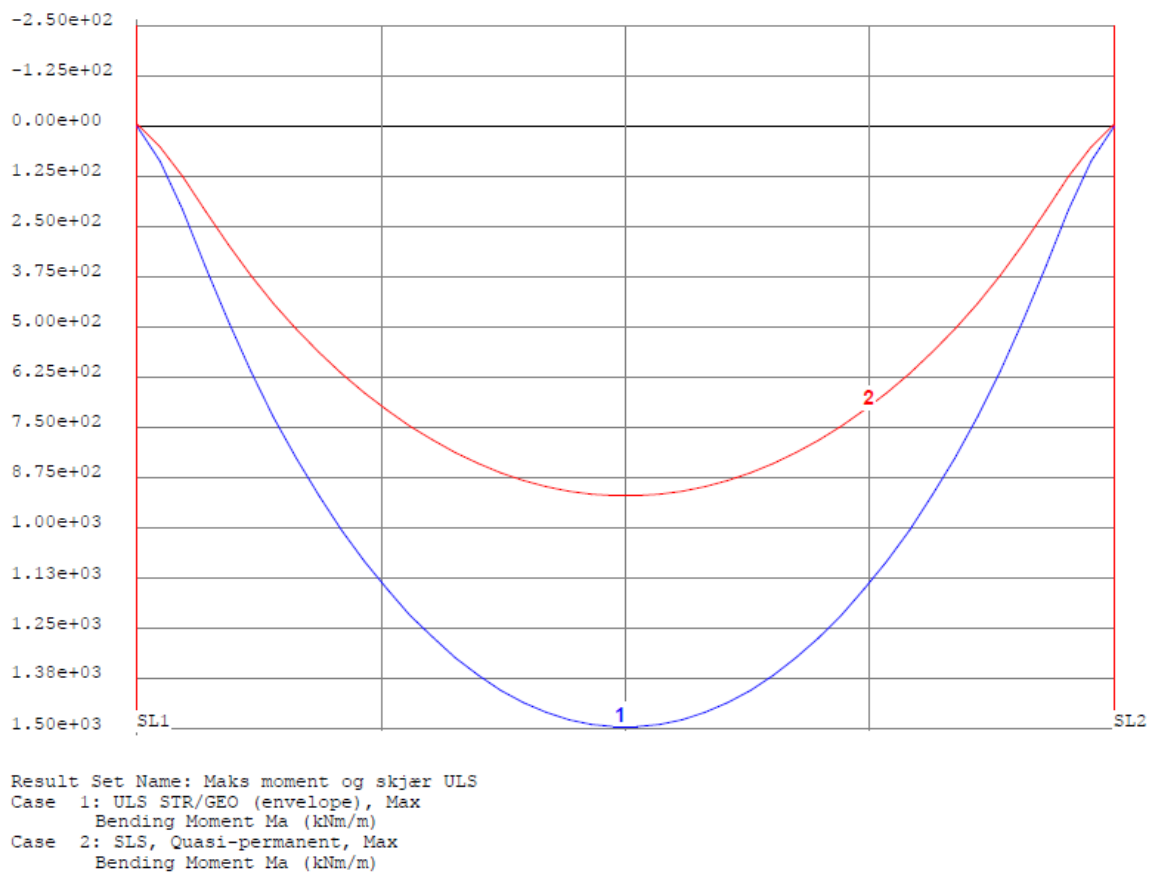
Result Set Name: Maks moment og skjær ULS  
 Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max  
 Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 2: SLS, Quasi-permanent, Max  
 Bending Moment Ma (kNm/m)

Figur 5-3 Maksimum moment langs brulengde, 600 mm.

## 5.1.2 Tykkelse 800 mm.



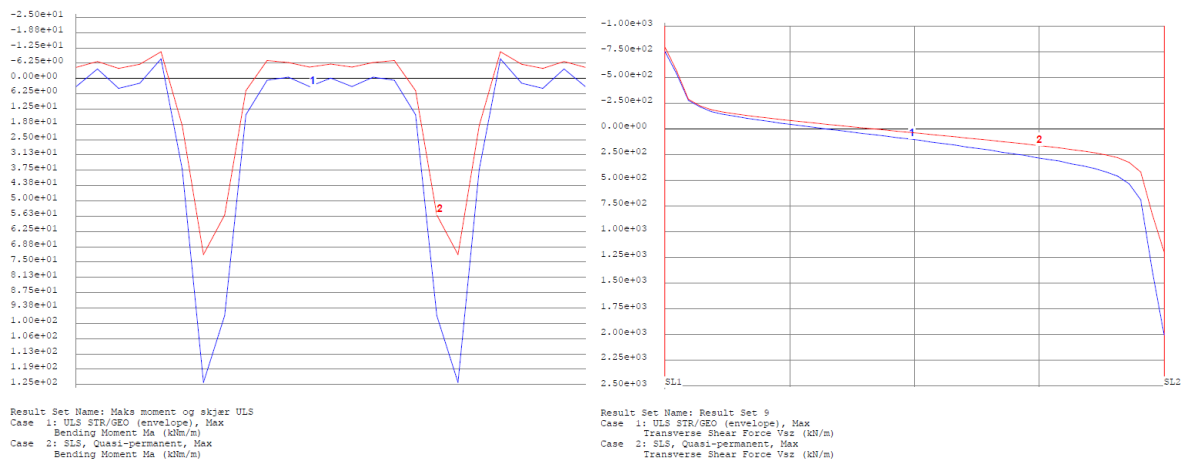
Figur 5-4 Maksimum moment på tvers over aksene, 800 mm    Figur 5-5 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 800 mm.



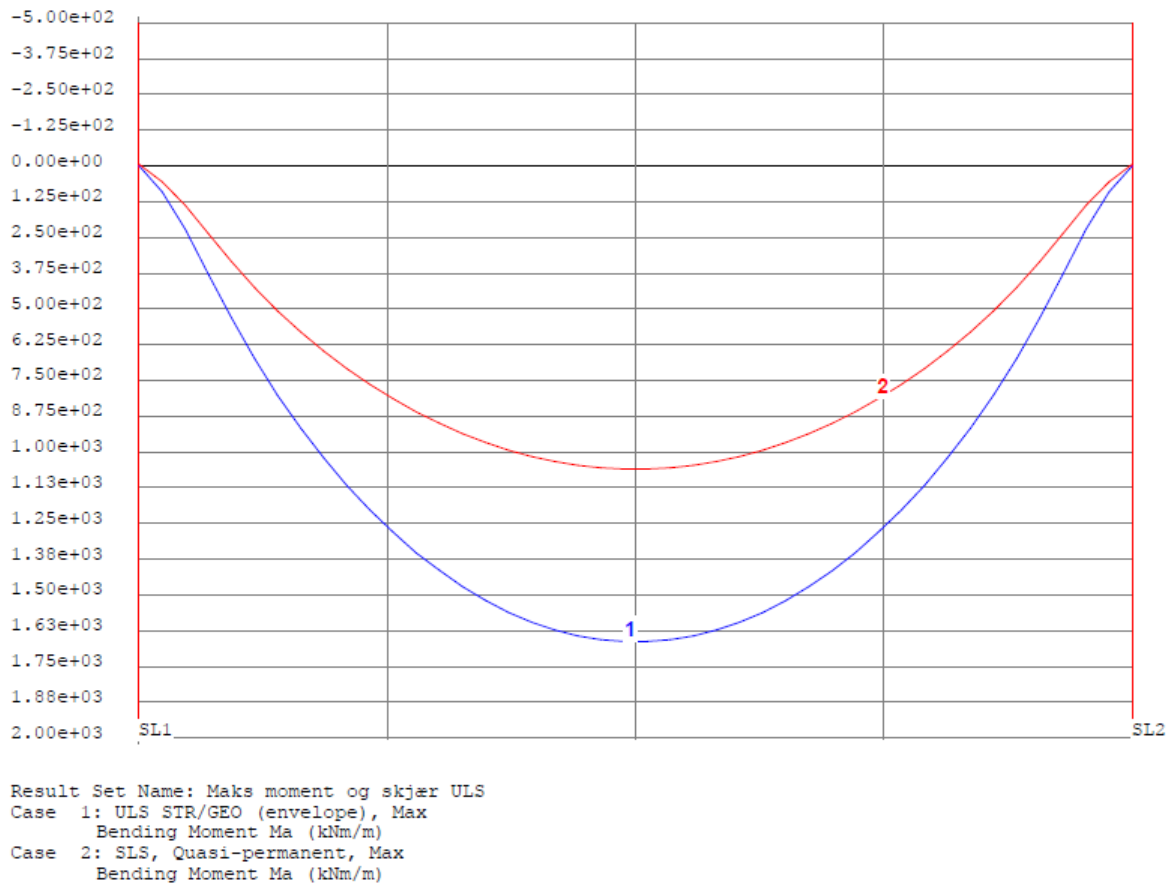
Figur 5-6 Maksimum moment langs brulengde, 800 mm.



### 5.1.3 Tykkelse 1000 mm.

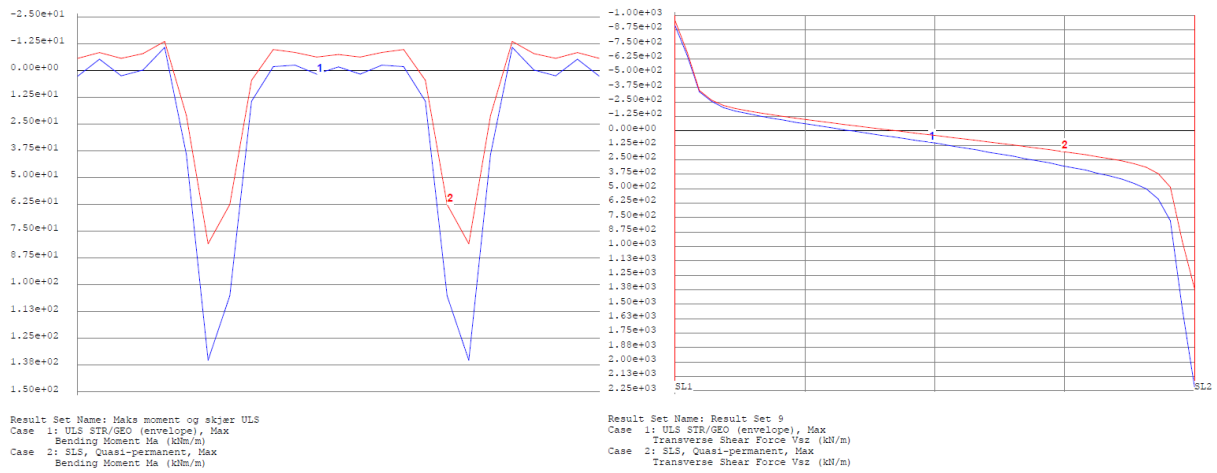


Figur 5-7 Maksimum moment på tvers over aksene, 1000 mm. Figur 5-8 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 1000 mm

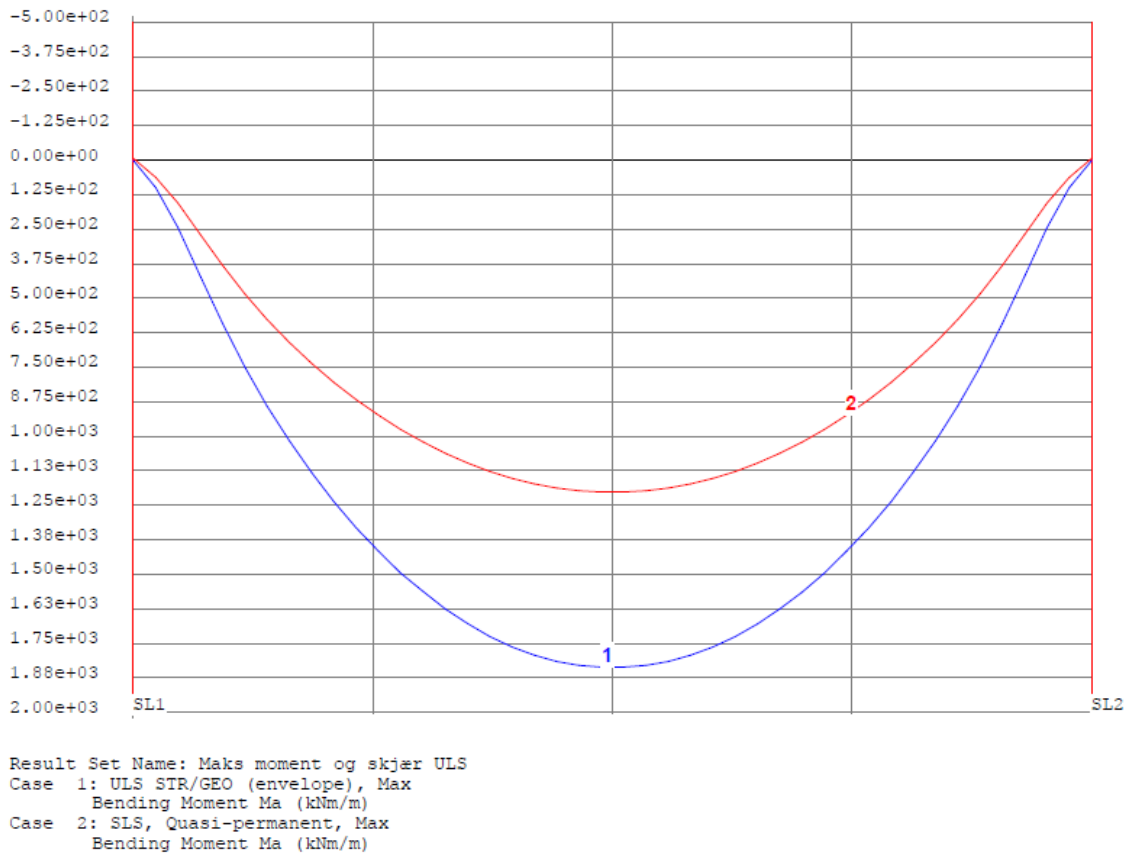


Figur 5-9 Maksimum moment langs brulengde, 1000 mm.

## 5.1.4 Tykkelse 1200 mm.

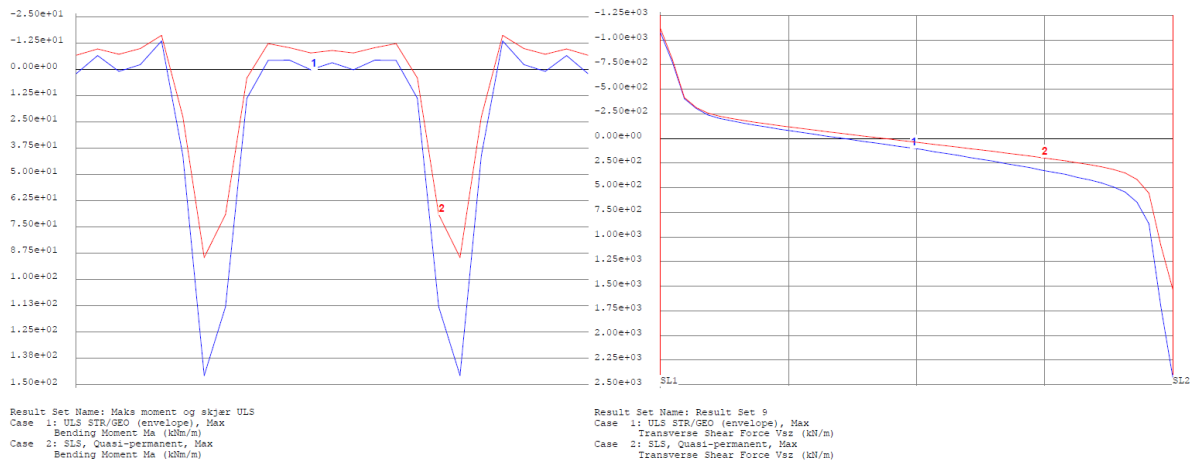


Figur 5-10 Maksimum moment på tvers over aksene, 1200 mm. Figur 5-11 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 1200 mm.

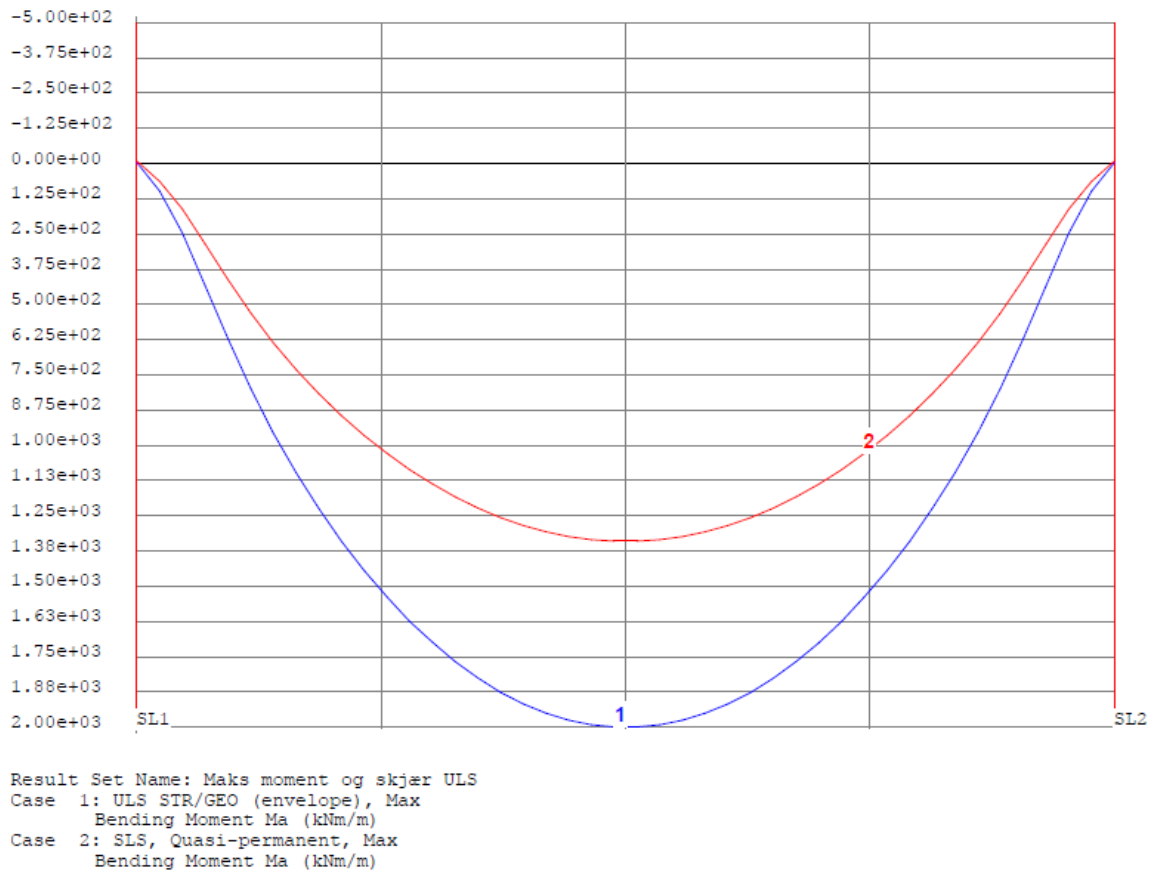


Figur 5-12 Maksimum moment langs brulengde, 1200 mm.

## 5.1.5 Tykkelse 1400 mm.

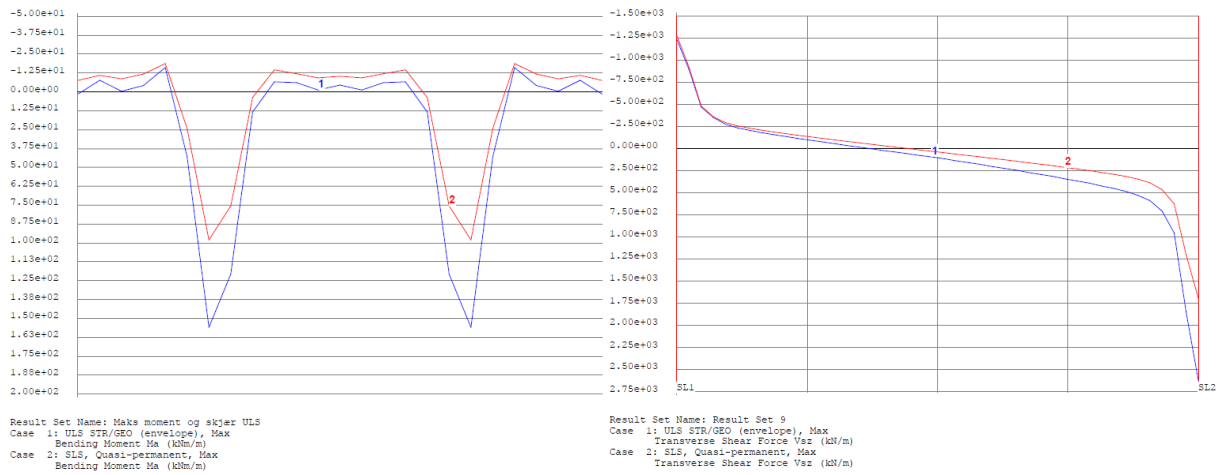


Figur 5-13 Maksimum moment på tvers over aksene, 1400 mm. Figur 5-14 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 1400 mm.

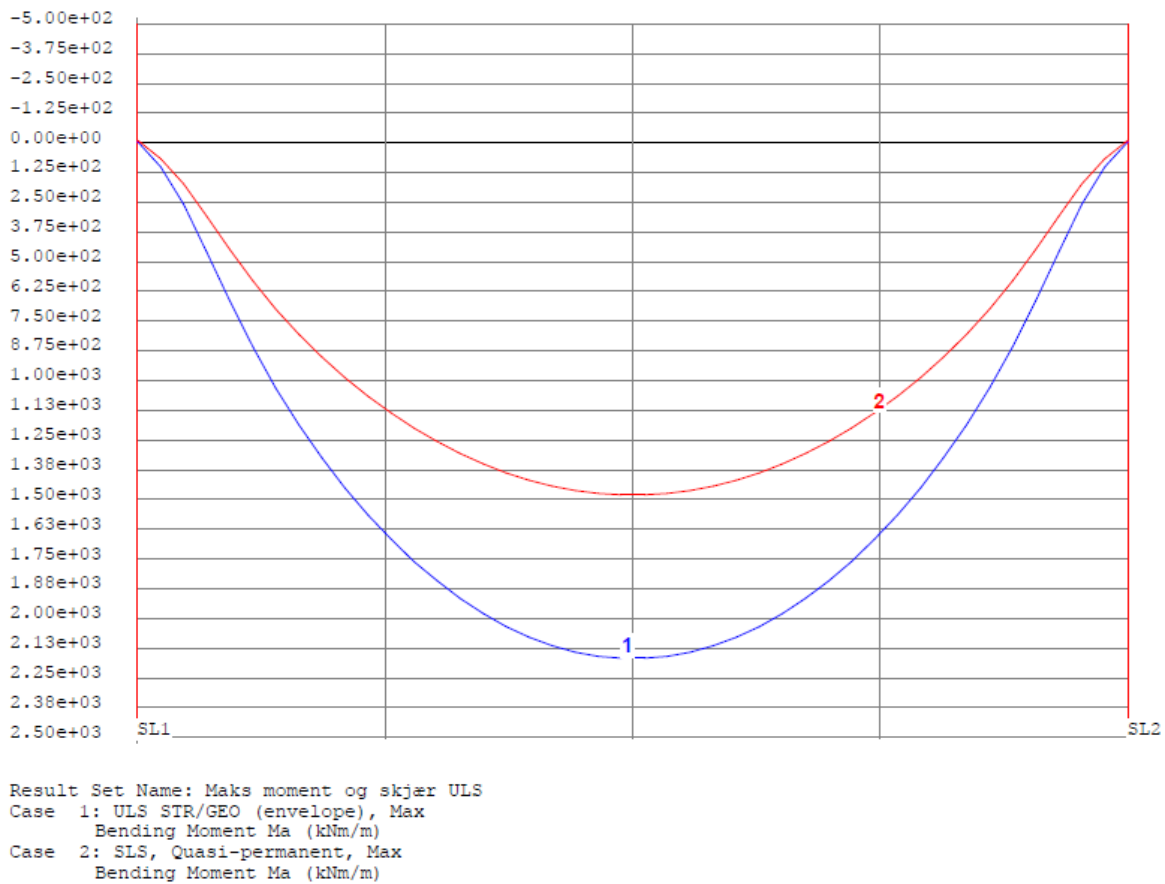


Figur 5-15 Maksimum moment langs brulengde, 1400 mm.

## 5.1.6 Tykkelse 1600 mm.

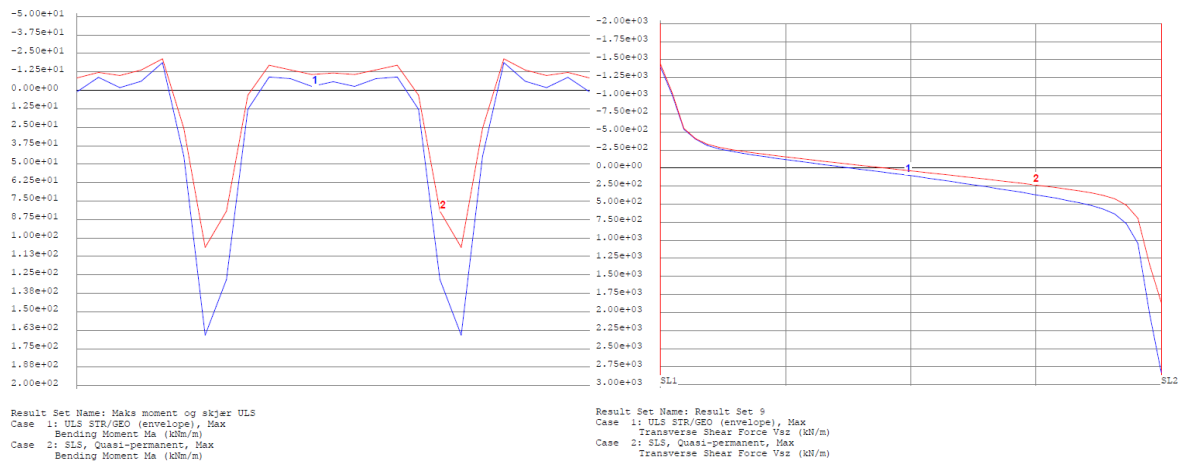


Figur 5-16 Maksimum moment på tvers over aksene, 1600 mm. Figur 5-17 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 1600 mm.

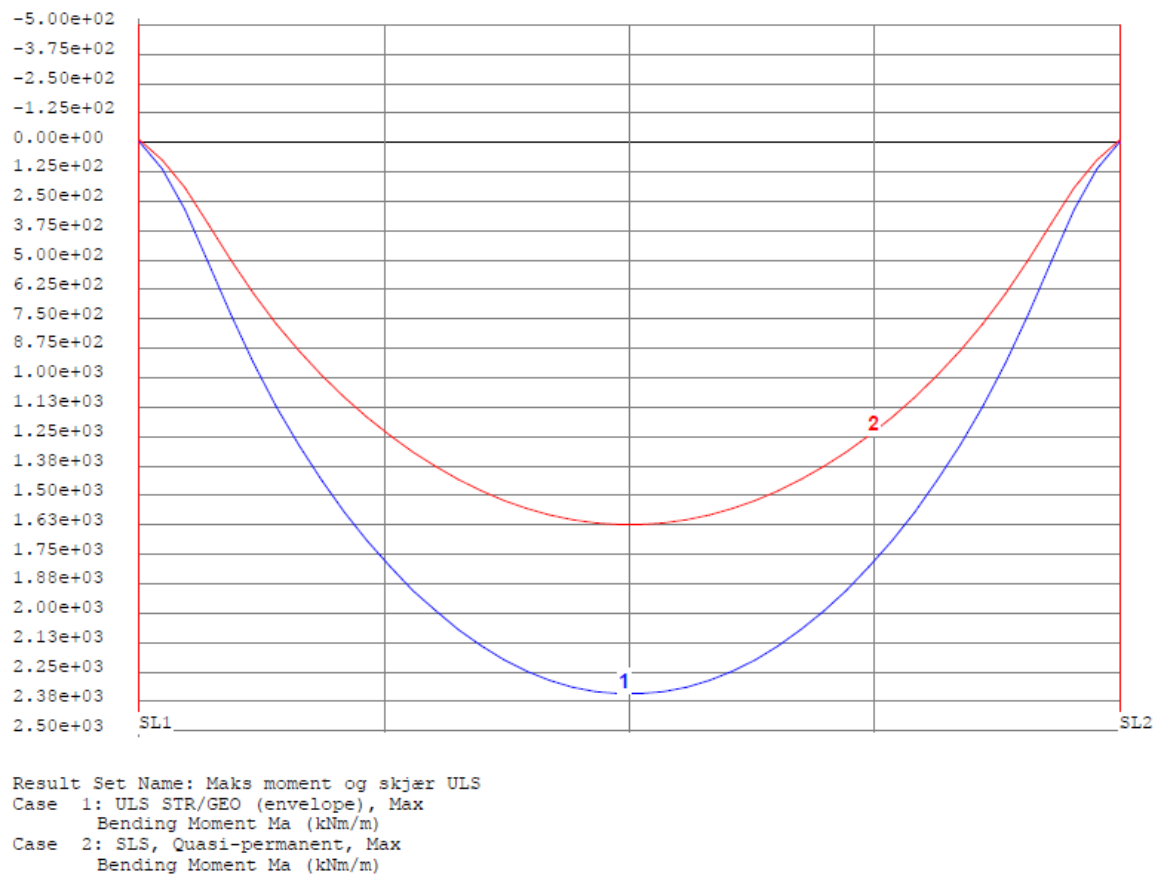


Figur 5-18 Maksimum moment langs brulengde, 1600 mm.

### 5.1.7 Tykkelse 1800 mm.



Figur 5-19 Maksimum moment på tvers over aksene, 1800 mm. Figur 5-20 Maksimum skjærkraft langs brulengde, 1800 mm.



Figur 5-21 Maksimum moment langs brulengde, 1800 mm.

## 5.2 Maksimums- og minimumskrefter i bruddgrensetilstand

Resultatene som hentes ut fra Brigade blir presentert med benevning KNm/m for momentkrefter og kN/m for skjærkrefter i hver node. Kraftene må derfor summeres opp i hvert tilfelle og ganges med lengden/bredden på et element som tilsvarer 350 mm. På denne måten vises total kraft med benevningen KNm og kN for henholdsvis moment- og skjærkrefter. Detaljerte resultater og omregning av kreftene er i vedlegg A, og oppsummert i følgende tabeller.

### 5.2.1 krefter Midtfelt

Tykkelse	Maks moment, kNm	Min. moment, kNm	Maks skjærkraft, kN	Min. skjærkraft, kN
600 mm.	11994	4568	1310	-982
800 mm.	13480	5806	1331	-952
1000 mm.	14966	7044	1354	-924
1200 mm.	16452	8281	1378	-897
1400 mm.	17938	9518	1403	-872
1600 mm.	19423	10756	1428	-847
1800 mm.	20909	11993	1454	-822

Tabell 5-1 Maksimums- og minimumskrefter i midtfelt i ULS

### 5.2.2. Ved akse 1

Tykkelse	Maks moment, kNm	Min. moment, kNm	Maks skjærkraft, kN	Min. skjærkraft, kN
600 mm.	183	-124	38	-3712
800 mm.	189	-132	-210	-4101
1000 mm.	194	-136	-476	-4485
1200 mm.	198	-138	-756	-4866
1400 mm.	201	-140	-1045	-5246
1600 mm.	205	-140	-1340	-5624
1800 mm.	208	-143	-1640	-6001

Tabell 5-2 Maksimums- og minimumskrefter i akse 1 i ULS

### 5.2.3 Ved akse 2

Tykkelse	Maks moment, kNm	Min. moment, kNm	Maks skjærkraft, kN	Min. skjærkraft, kN
600 mm.	183	-124	3712	38
800 mm.	189	-132	4101	210
1000 mm.	194	-136	4485	476
1200 mm.	198	-138	4867	756
1400 mm.	201	-140	5246	1045
1600 mm.	205	-141	5624	1340
1800 mm.	208	-143	6001	1640

Tabell 5-3 Maksimums- og minimumskrefter i akse 2 i ULS

## 5.3 Maksimums- og minimumskrefter i bruksgrensetilstand

### 5.3.1 Midtfelt

Tykkelse	Maks moment, kNm	Min. moment, kNm	Maks skjærkraft, kN	Min. skjærkraft, kN
600 mm.	6987	4576	534	-308
800 mm.	8225	5814	555	-282
1000 mm.	9463	7051	576	-257
1200 mm.	10701	8288	598	-233
1400 mm.	11938	9526	620	-209
1600 mm.	13176	10763	642	-185
1800 mm.	14413	12000	665	-161

Tabell 5-4 Maksimums- og minimumskrefter i midtfelt i SLS

### 5.3.2 Ved akse 1

Tykkelse	Maks moment, kNm	Min. moment, kNm	Maks skjærkraft, kN	Min. skjærkraft, kN
600 mm.	67	-41	-719	-2022
800 mm.	68	-43	-1008	-2340
1000 mm.	69	-43	-1304	-2656
1200 mm.	71	-43	-1605	-2972
1400 mm.	72	-42	-1910	-3286
1600 mm.	73	-41	-2216	-3600
1800 mm.	74	-40	-2524	-3914

Tabell 5-5 Maksimums- og minimumskrefter i akse 1 i SLS

### 5.3.3 Ved akse 2

Tykkelse	Maks moment, kNm	Min. moment, kNm	Maks skjærkraft, kN	Min. skjærkraft, kN
600 mm.	67	-41	-2022	719
800 mm.	68	-43	2340	1008
1000 mm.	69	-43	2656	1304
1200 mm.	71	-43	2972	1605
1400 mm.	72	-42	3286	1910
1600 mm.	73	-41	3600	2216
1800 mm.	74	-40	3914	2524

Tabell 5-6 Maksimums- og minimumskrefter i akse 2 i SLS



### 5.3 Verifikasjon av modeller

For å kvalitetssikre resultatene fra Brigade ble det foretatt en manuell beregningskontroll for momentene i felt. Kontrollen skal gjelde momentene forårsaket av både egenvekt og lastmodell 1, da disse er de mest interessante lastene med tanke på momentfordeling. Brigade presenterer resultatene per node. Krefte må derfor summeres opp i hvert tilfelle og ganges med lengden/bredden på et element som tilsvarer 350 mm. Resultatene fra Brigade og omregning av krefte er presentert i vedlegg B.

#### 5.3.1 Verifikasjon av egenlast

For å kontrollere egenvekten ble det gjennomført en kontrollberegning av feltmoment som er skapt av egenvekt. Momentet midt på spennlengden skapt av egenvekt sammenlignes med maksimalt moment for en fritt opplagt bjelke. Dette kan beregnes ved bruk av formelen

$$M_{g, felt} = \frac{g * L^2}{8},$$

der L er brulengden og q er egenvekten. Kontrollene er gjort for de karakteristiske lastene, dvs. uten lastfaktorer.

#### 5.3.2 Verifikasjon av lastmodell 1

Lastmodell 1 er delt opp i flere laster og blir kontrollert ved å kontrollberegne feltmomenter forårsaket av følgende laster:

Jevnt fordelt trafikklaster i kjørebane 1 som er på 2,5 kN/m<sup>2</sup>

Momentet fra den lasten kontrolleres med:

$$M_{q2, felt} = \frac{(q2 * B_{felt}) * L^2}{8}$$

Jevnt fordelt trafikklaster over hele brubanen på totalt 5,4 kN/m<sup>2</sup>. Dette inkluderer den ekstra lasten 2,9 kN/m<sup>2</sup> som er fordelt over kjørebanen. Dimensjonerende last i dette tilfelle er derfor differansen 2,5 kN/m<sup>2</sup>.

Momentet fra den lasten kontrolleres med:

$$M_{q1, felt} = \frac{(q1 * B) * L^2}{8}$$

Last fra kjøretøy som vil gi to punktlaster på 300 kN og 200 kN.

Momentet fra den lasten kontrolleres med:

$$M_{p, felt} = \frac{(P1 + P2) * (L - a)}{2}$$

Det er på denne måten lastene er delt inn i Brigade og det er derfor lettest å kontrollere hver last for seg.

### 5.3.3 Verifikasjon av lastkombinasjon

Det ble også tatt en manuell kontroll for å sikre at programmet kombinerer lastene som det skal. Det er valgt å kontrollere bruddgrensekombinasjon ULS(B)STR/GEO a. Moment fra egenvekten inkludert belegningen blir multiplisert med lastfaktor 1,35, og moment fra trafikklastene blir multiplisert med lastfaktor 0,95 i henhold til tabell 3-7. Momentene multiplisert med lastfaktorer summeres opp og sammenlignes med momentet fra kontrollert lastkombinasjon fra Brigade som er å finne i vedlegg B.

### 5.3.4 Oppsummering av resultater fra manuelle beregninger

Alle modellene har samme parametre og faktorer. Den eneste forskjellen var platetykkelse, så det var tilstrekkelig å kontrollere kun en modell og forusette at resterende modeller har den samme nøyaktighet. Resultatene fra manuelle kontroller for karakteriske lastene viser noe avvik fra resultatene hentet fra Brigade, men avvikene ikke er uforventet store og er begrunnet nedenfor. For å være mer sikker på å få en riktig sammenligningsgrunnlag ble det bestemt å gjennomføre manuell kontroll på samtlige modeller. Resultatene viser at alle modellene har nesten det samme avvik noe som verifiserer videre resultater. Detaljerte kontrollberegninger er å finne i Vedlegg C og er oppsummert i følgende tabeller.

Parametrene for manuelle beregninger	
Brulengde L= 15 m.	Egenvekt bruplate g= varierende
Brubredde B= 8.5 m.	Punktlast p1=300 kN, p2=200 kN
Feltbredde $B_{felt} = 3 m$ .	Senteravstanden mellom hjulene a=1,2 m.
Tverrsnitttykkelse T= varierende	Jevnt fordelt last q1=2,5 kN/m <sup>2</sup> og q2=2,9 kN/m <sup>2</sup>
Areal tverrsnitt A= varierende	

Tabell 5-7, parameterne for manuelle beregninger

Tykkelse 600 mm.			
Momenter i felt i kNm.	Håndberegnet	Brigade	Avvik
$M_{g, felt}$	3585,94	3729,97	3,9%
$M_{q1, felt}$	597,66	621,73	3,9%
$M_{q2, felt}$	244,69	283,22	13,6%
$M_{p, felt}$	3450	3919,76	12%
Moment fra lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a	10599,43	10772,72	1,6%

Tabell 5-8 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 600 mm.

Tykkelse 800 mm.			
Momenter i felt kNm.	Håndberegnet	Brigade	Avvik
$M_{g, felt}$	4781,25	4973,04	3,9%
$M_{q1, felt}$	597,66	621,73	3,9%
$M_{q2, felt}$	244,69	286,57	14,6%
$M_{p, felt}$	3450	3920,42	12%
Moment fra lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a	12216,85	12451,6	1,9%

Tabell 5-9 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 800 mm.

Tykkelse 1000 mm.			
Momenter i felt kNm.	Håndberegnet	Brigade	Avvik
$M_{g,felt}$	5976,56	6215,99	3,9%
$M_{q1,felt}$	597,66	621,73	3,9%
$M_{q2,felt}$	244,69	286,76	14,7%
$M_{p,felt}$	3450	3921,36	12%
Moment fra lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a	13831,51	14130,26	2,1%

Tabell 5-10 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 1000 mm.

Tykkelse 1200 mm.			
Momenter i felt kNm.	Håndberegnet	Brigade	Avvik
$M_{g,felt}$	7171,87	7458,84	3,8%
$M_{q1,felt}$	597,66	621,64	3,9%
$M_{q2,felt}$	244,69	286,95	14,7%
$M_{p,felt}$	3450	3921, 6	12%
Moment fra lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a	15445,54	15808,72	2,3%

Tabell 5-11 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 1200 mm.

Tykkelse 1400 mm.			
Momenter i felt kNm.	Håndberegnet	Brigade	Avvik
$M_{g, felt}$	8367,19	8701,57	3,8%
$M_{q1, felt}$	597,66	621,61	3,9%
$M_{q2, felt}$	244,69	287,1	14,8%
$M_{p, felt}$	3450	3922, 1	12%
Moment fra lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a	17059,79	17486,97	2,4%

Tabell 5-12 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 1400 mm.

Tykkelse 1600 mm.			
Momenter i felt kNm.	Håndberegnet	Brigade	Avvik
$M_{g, felt}$	10757,81	11186,73	3,8%
$M_{q1, felt}$	597,66	621,58	3,9%
$M_{q2, felt}$	244,69	287,32	14,8%
$M_{p, felt}$	3450	3922, 5	12%
Moment fra lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a	18674,03	19165,01	2,6%

Tabell 5-13 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 1600 mm.

Tykkelse 1800 mm.			
Momenter i felt kNm.	Håndberegnet	Brigade	Avvik
$M_{g, felt}$	9562,5	9944,2	3,8%
$M_{q1, felt}$	597,66	621,55	3,9%
$M_{q2, felt}$	244,69	287,51	14,9%
$M_{p, felt}$	3450	3922,86	12,1%
Moment fra lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a	20288,01	20842,85	2,7%

Tabell 5-14 Manuell kontroll av momentkrefter for tykkelse 1800 mm.

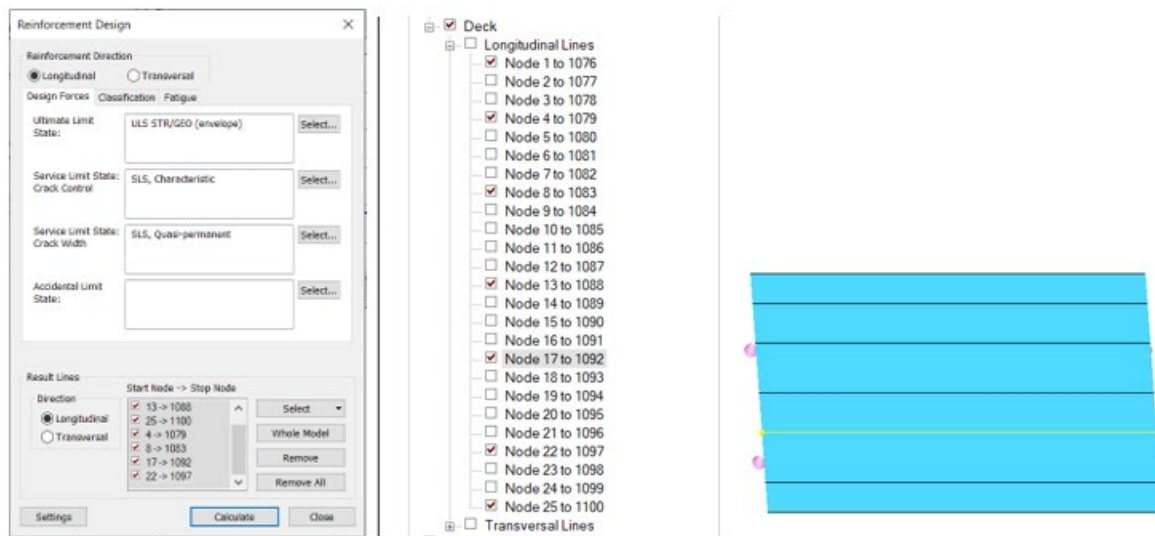
Kontrollen gir en grei overensstemmelse mellom resultatene for egenvekten og trafikklasten som fordeles over hele brudekket. Derimot er det en viss differanse mellom de manuelle beregningene og verdiene fra Brigade for punktlasten  $M_{p, felt}$  og den ekstra lasten i kjørefelt 1  $M_{q2, felt}$ . Noe av grunnen til denne forskjellene er at man sammenligner resultatene med beregninger basert på bjelketeori og formler for en fritt opplagt bjelke. Ettersom Brigade bruker en teknikk som er basert på plateteori, vil lastene kunne fordele seg på andre måter enn i bjelketeori. En annen grunn er at Brigade regner med kjørebaner med ulike plasseringer i bruas tverretning, og verdiene som ble tatt ut gir derfor et konservativt bilde da de viser de maksimale kreftene i hver enkelt node. Kontrollen av moment fra lastkombinasjonen gir også en grei overensstemmelse mellom manuellberegnet resultater og resultatene fra Brigade, noe som viser at programmet kombinerer lastene som det skal.

#### 5.4 Dimensjonering av armering i Concrete Designer Bridge

Armeringsberegninger er utført i «Concrete Designer Bridge», heretter kalt CDB, som er armeringsmodulen til Brigade. Her skal det velges Eurokode 2 med nasjonalt tillegg for Norge.

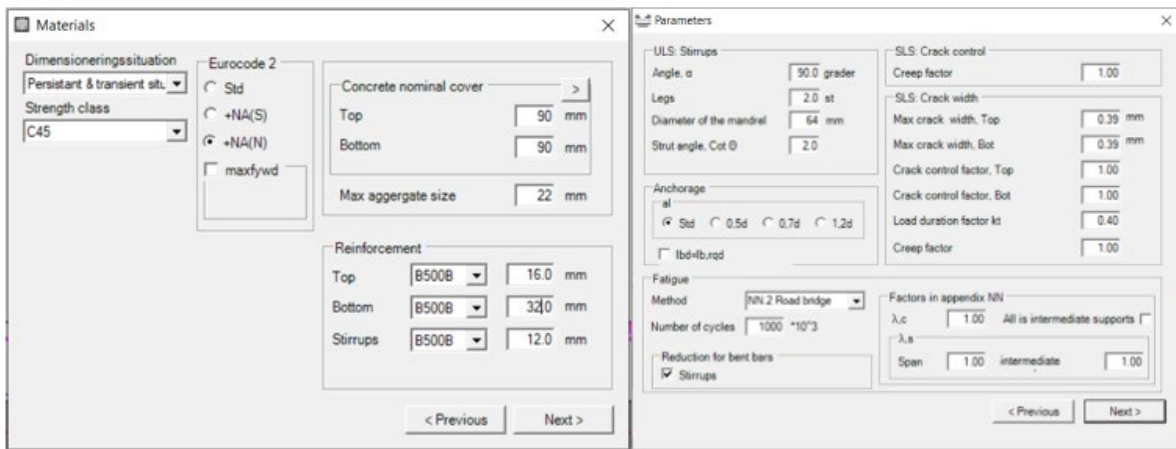
Man må først definere resultatlinjer i områder hvor armeringen skal bestemmes. De største kreftene i resultatlinjene danner grunnlaget for det dimensjonerende armeringsbehovet. Maks antall resultatlinjer som kan velges er 10. Lengdearmeringen og tverrarmeringen er beregnet hver for seg.

Ved oppstart legger man inn de dimensjonerende lastkombinasjonene, og resultatlinjer defineres som det fremgår av figur 5-22.



Figur 5-22 Grensetilstander og dimensjonerende snittlinjer i CDB

Deretter legges det inn inputdata iht. dimensjoneringskriterier beskrevet i kapittel 3.5 og listet opp i figur 5-23.



Figur 5-23 Inputdata i CDB

I tabell 5-15 er det listet opp inputdataene som ble brukt i CDB

Design forces	Ultimate limite state	Service limite state: Crack controll	Service limite state: Crack width	Accidental limite state
	ULS STR/GEO (envelope)	SLS, Quasi permanent- Risskontroll	SLS, Quasi permanent- Risskontroll	ALS
Krypfaktorer	Service limite state: Crack controll 1,66	Service limite state: Crack width 1,66	Risskontrollfaktorer	Topp: 0.0 Bunn:0.0
Betong	B45	Faktor for lastvarighet	$K_t = 0,4$	Maksimal tilslagsstørrelse 22 mm
Overdekning			Topp:	Bunn:
	Lengdearmering		90 mm	90 mm
	Tverrarmering		75 mm	75 mm
Tillat rissvidde			Topp:	Bunn:
	Lengderetning		0,39 mm	0,39 mm
	Tverrretning		0,39 mm	0,39 mm
Betongtrykkvinkel	$\text{Cot}\theta = 2$	Skjærarmeringsvinkel		$\alpha = 90$
Reduksjon over opplegg	Moment $R$ $b/8$			

Tabell 5-15 Inputparametre for CDB



## 5.5 Minimumsarmering

CDB Beregner ut armeringsbehovet og kommer med et forslag til diameter og senteravstand, men dette må kontrolleres mot minimumsarmering og begrensninger som gjelder senteravstand gitt i både standard og håndboken.

I henhold til håndbok N400 [1] punkt 8.7.1.4 skal det ikke benyttes armering med diameter mindre enn 12 mm. Vegvesenet vil også unngå å bruke armeringsstenger større enn 32 mm på grunn av at det må spesialbestilles. Det skal ikke buntet med mer enn to stenger iht. krav 8.7.1-8.

Minste avstand mellom armeringsstengene bestemmes i henhold til punkt 8.2 i [8]. For buntet armering må en også ta hensyn til punkt 8.9.1 og kamstålets faktiske byggemål i [1] tabell 8.7.1-1.

Minimumsarmeringen vil variere for hver tykkelse. Når nødvendig armeringsmengde er funnet sjekkes det mot minimumsarmering og krav til største og minste senter avstand. Forslag til innlagt armering tilpasses slik den oppfyller kravene.

Verdien for minste armeringsareal i strekksonene i lengderetning er beregnet etter følgende formel iht. punkt 9.2.1.1 (1) og (3) i [8] :

$$A_{s.min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

Hvor  $f_{ctm}$  er midlere strekkfasthet av betong,  $f_{yk}$  er armerings karakteriske flytegrense,  $b_t$  er midlere bredde av strekksone og  $d$  er den effektive høyden av tverrsnittet.

Minimumsarmering i tverretning beregnes iht. 9.3.1.1 (2) i [8] til å være 20% av den innlagte hovedarmeringen i overkant og underkant. Detaljerte beregninger av maksimums- og minimumsarmering og største og minste senteravstand er vist i vedlegg D.

## 6. Armeringsmengde for ulike tykkelser

Beregnet armeringsbehov i CDB er utført i bruddgrensetilstand (kapasitetsberegning) og kontrollert mot bruksgrensetilstand (rissviddekontroll). Det å begrense rissviddene (SLS) var dimensjonerende i de fleste tilfeller.

Generelt ble det unngått å bruke buntet armering i områder med størst armeringsbehov. Det ble i stedet foreslått å gå opp i stangdiameter. Dette gjelder for betongtykkelsene 600 mm og 800 mm. Armeringsbehovet i underkant lengderetning var så stort at man ikke vil kunne oppfylle krav til minste senteravstand ved bruk av stangdiameter på 32 mm. Da ble det bestemt å bruke stenger med diameter på 40 mm selv om dette ikke er anbefalt som nevnt i kapittel 5.5.

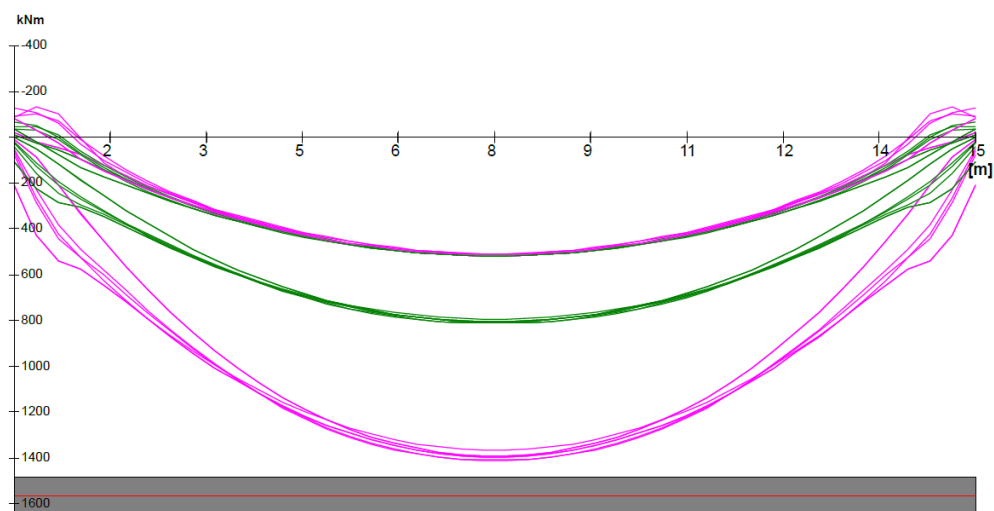
Armeringsbehovet i overkant tverretning var størst over aksene, så det er valgt å legge inn ekstra jern i disse områdene i stedet for å bruke ett armeringsforslg over hele brulengden. Dette gjelder samtlige tykkelser. Ved dimensjonering av aremering får man forskjellig behov for skjærarmering i lengderetning enn i tverretning. Skjærarmering ble bestemt i henhold til det største behovet fra begge retninger. Skjærarmeringen er oppgitt med diameter og antall stenger i lengderetning, pluss antall stenger per meterlengde i tverretning. 8Ø16c240/4s90 vil si 8 stenger med diameter i lengderetning, og 4 stenger per meterlengde i tverretning. Dette tilsvarer  $8 \cdot (4 \cdot 8,5) = 272$  stenger fordelt med senteravstand på 240 mm og 250 mm i henholdsvis lengderetning og tverretning.

For beregning av armeringsvekten ble det brukt tyngdetettheten per meter lengde i henhold til tabell 1 i [16]. Antall stenger for både lengdearmering, tverrarmering og skjærarmering ble beregnet, og totallengden ble deretter funnet ved å gange antall stenger med sine respektive lengder. Detaljerte beregninger av vekten av innlagt armering er vist i vedlegg E. I følgende underkapitler er det vist både dimensjonerende krefter og tilhørende nødvendig- og innlagt armering for alle undersøkte tilfeller, og resultatene er oppsummert i tabeller 6-1 til 6-7.

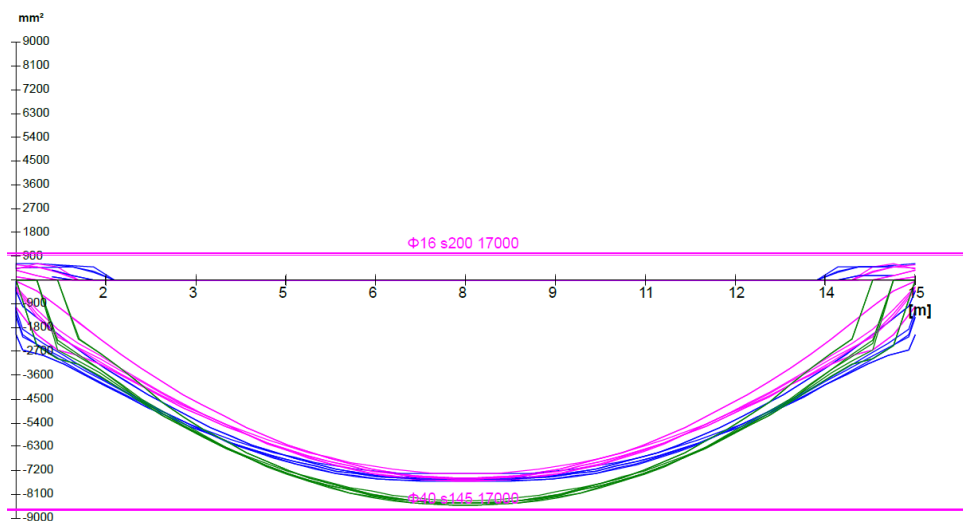
## 6.1 Platetykkelse 600 mm

### 6.1.1 Lengdearmering

ULS MEd  
ULS NEd  
SLS MEd  
SLS NEd

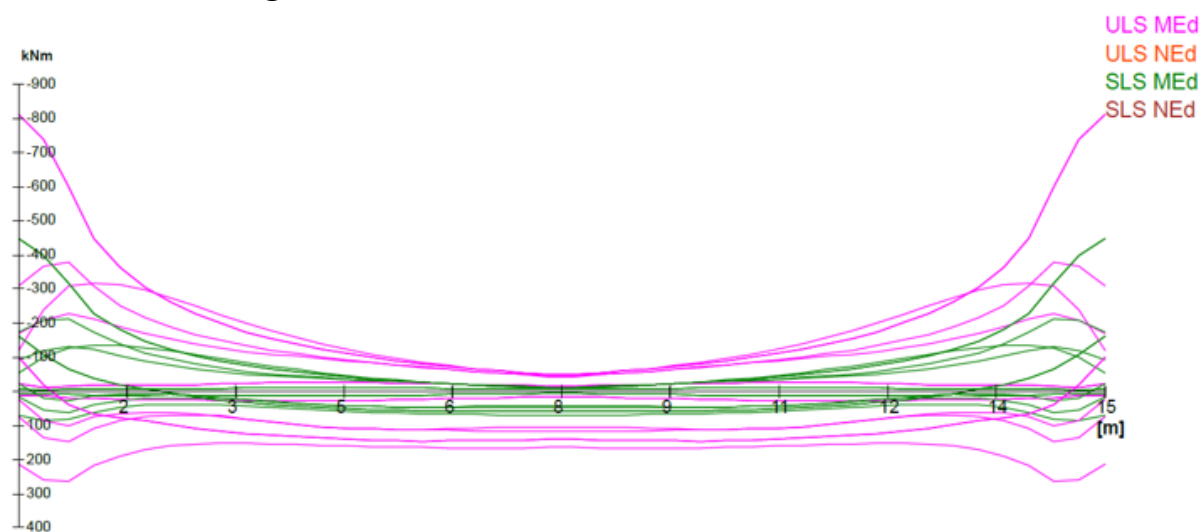


Figur 6-1 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 600 mm.

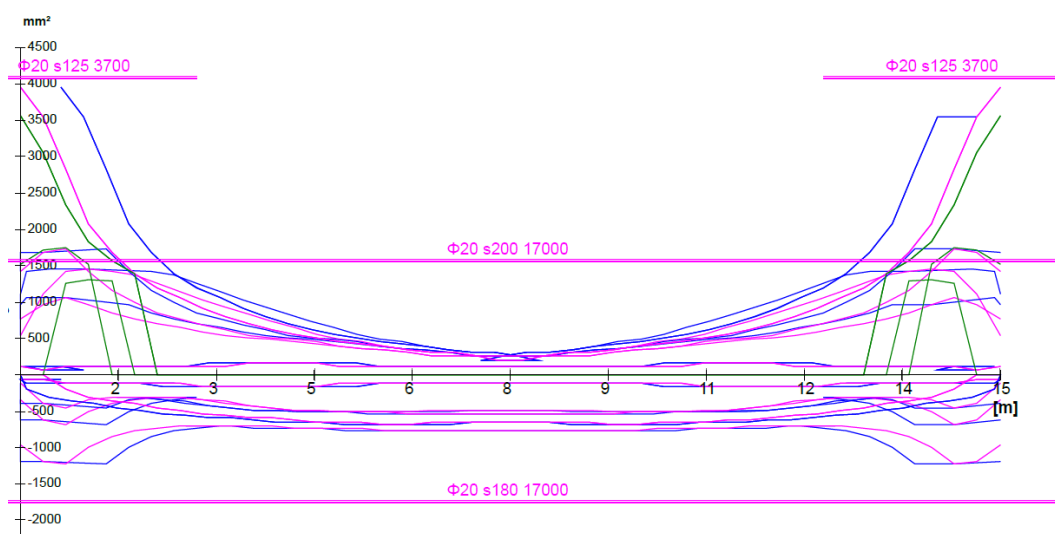


Figur 6-2 Innlagt lengdearmering – tykkelse 600 mm.

## 6.1.2 Tverrarmering

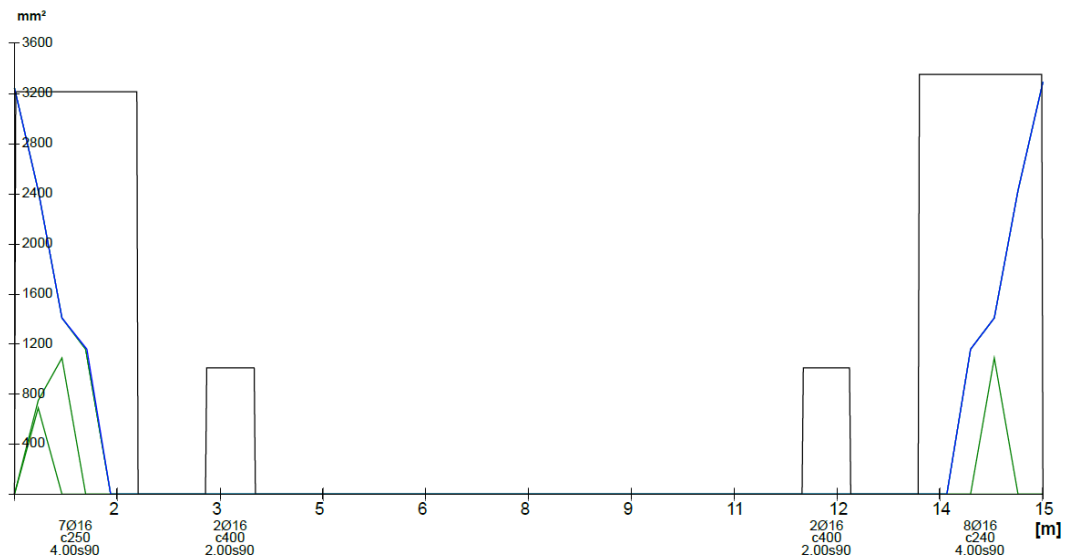


Figur 6-3 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 600 mm.



Figur 6-4 Innlagt tverrarmering – tykkelse 600 mm.

### 6.1.3 Skjærarmering



Figur 6-5 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmering – tykkelse 600 mm.

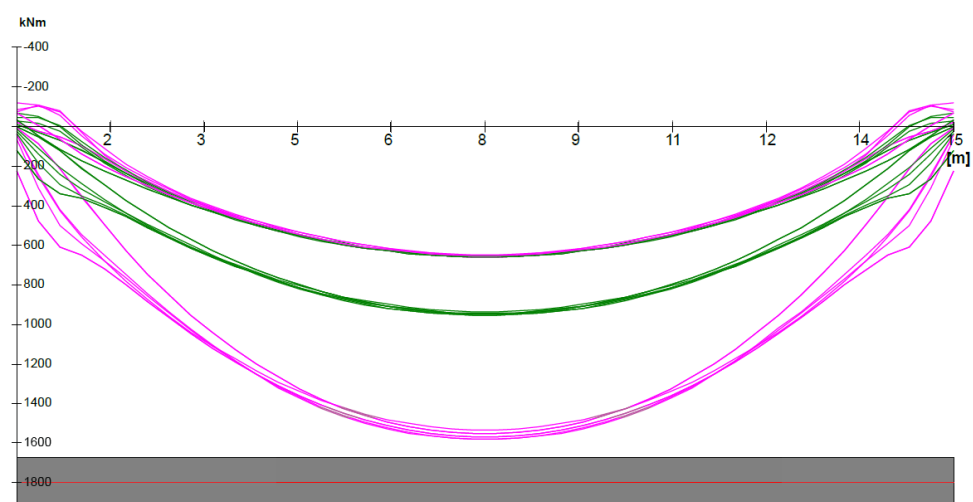
Lengdearmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø16c200	Ø40c145	10,742 tonn
Tverrarmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø20c200	Ø20c180	5,068 tonn
Ø20c125 (over aksene)	-	
Skjærarmering		
Over aksene	I Felt	Vekt
Ø16c240(L)c250(T)	Ø16c400(L)c500(T)	0,48 tonn
Totalvekt		
16,29 tonn		

Tabell 6-1, oppsummering innlagt armering for platetykkelse 600 mm.

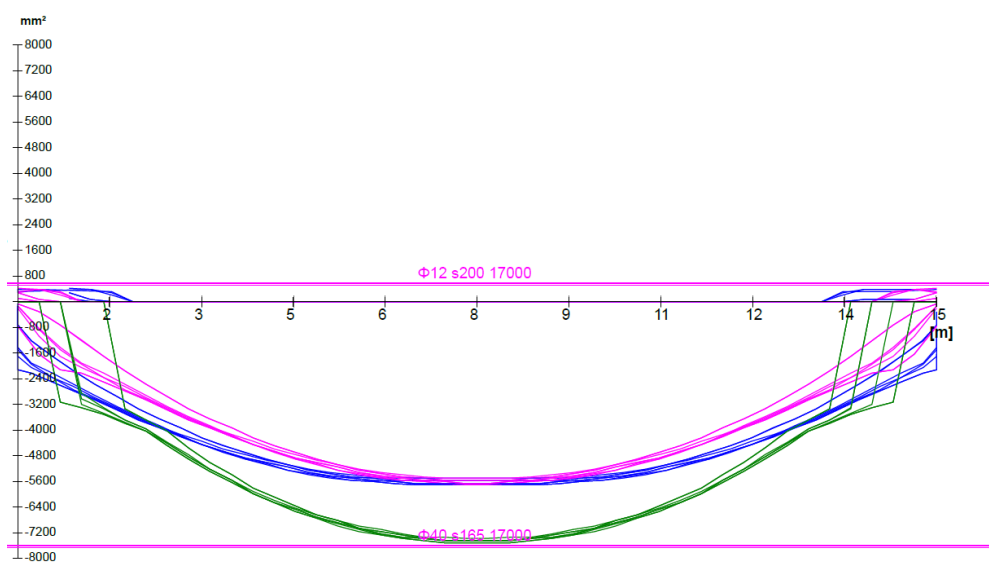
## 6.2 Platetykkelse 800 mm

### 6.2.1 Lengdearmering

ULS MEd  
ULS NEd  
SLS MEd  
SLS NEd

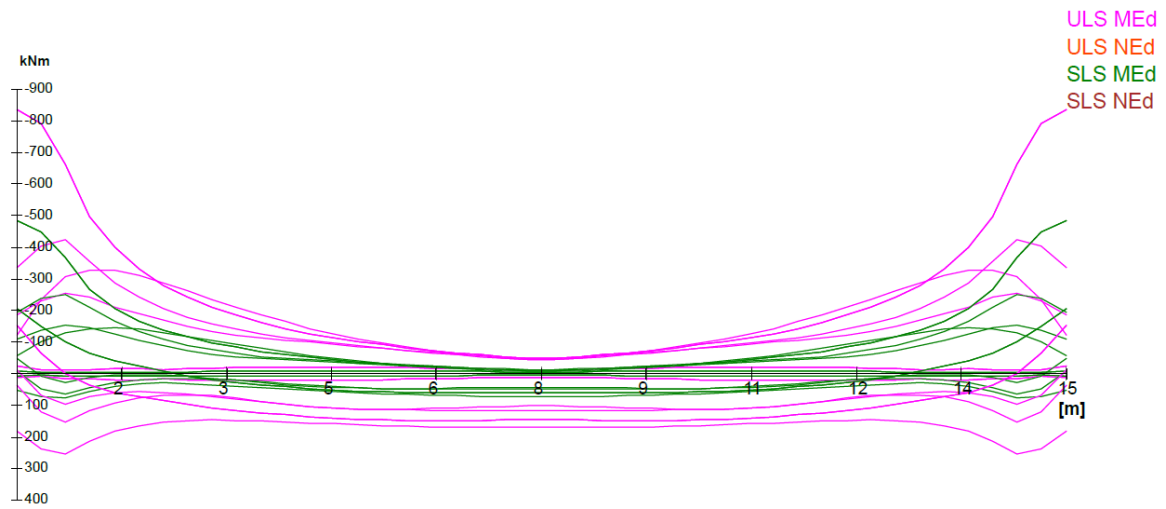


Figur 6-6 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 800 mm.

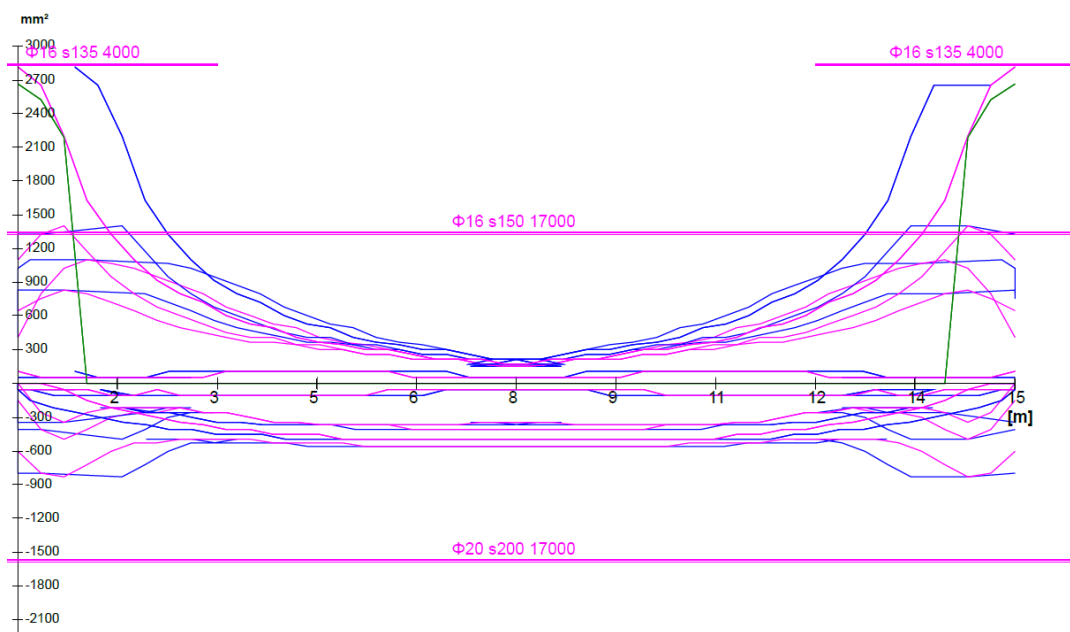


Figur 6-7 Innlagt lengdearmering – tykkelse 800 mm.

## 6.2.2 Tverrarmering

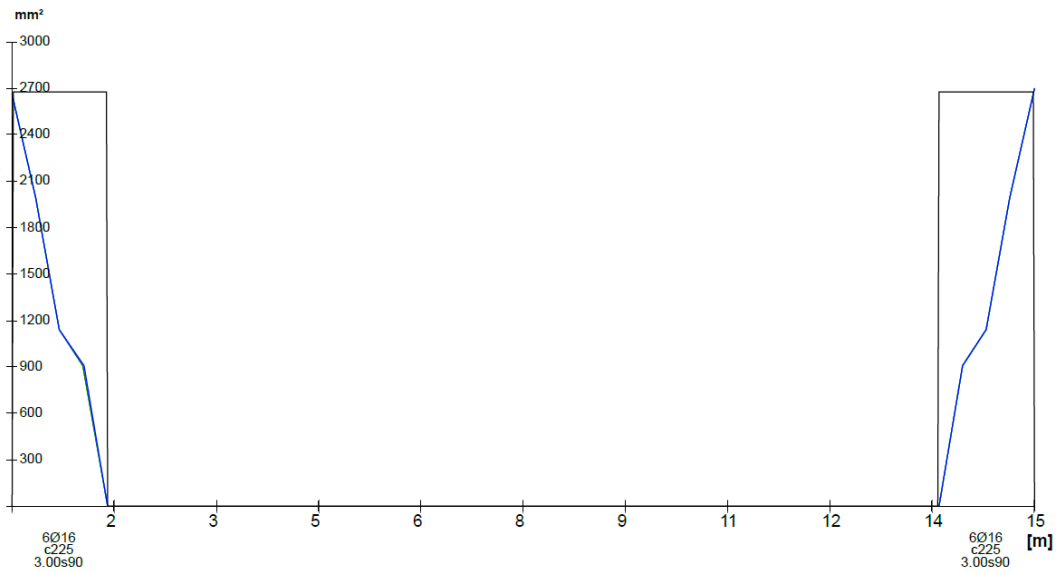


Figur 6-8 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 800 mm.



Figur 6-9 Innlagt tverrarmering – tykkelse 800 mm.

## 6.2.3 Skjærarmering



Figur 6-10 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmering – tykkelse 800 mm.

Lengdearmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø12c200	Ø40c165	9,109 tonn
Tverrarmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø16c150	Ø20c200	4,104 tonn
Ø16c135 (over aksene)	-	
Skjærarmering		
Over aksene		Vekt
Ø16c225(L)c334(T)		0,353 tonn
Totalvekt		
13,567 tonn		

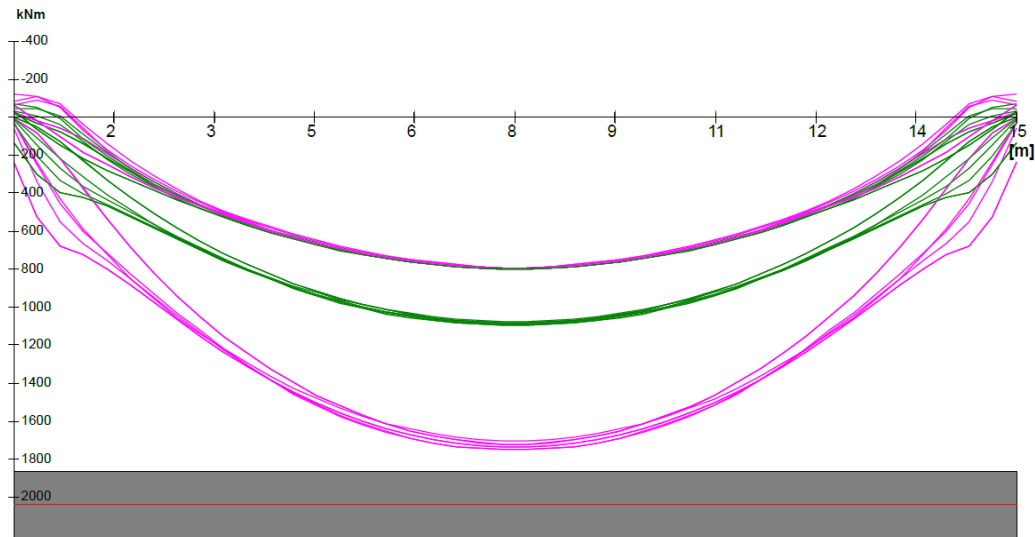
Tabell 6-2, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 800 mm.



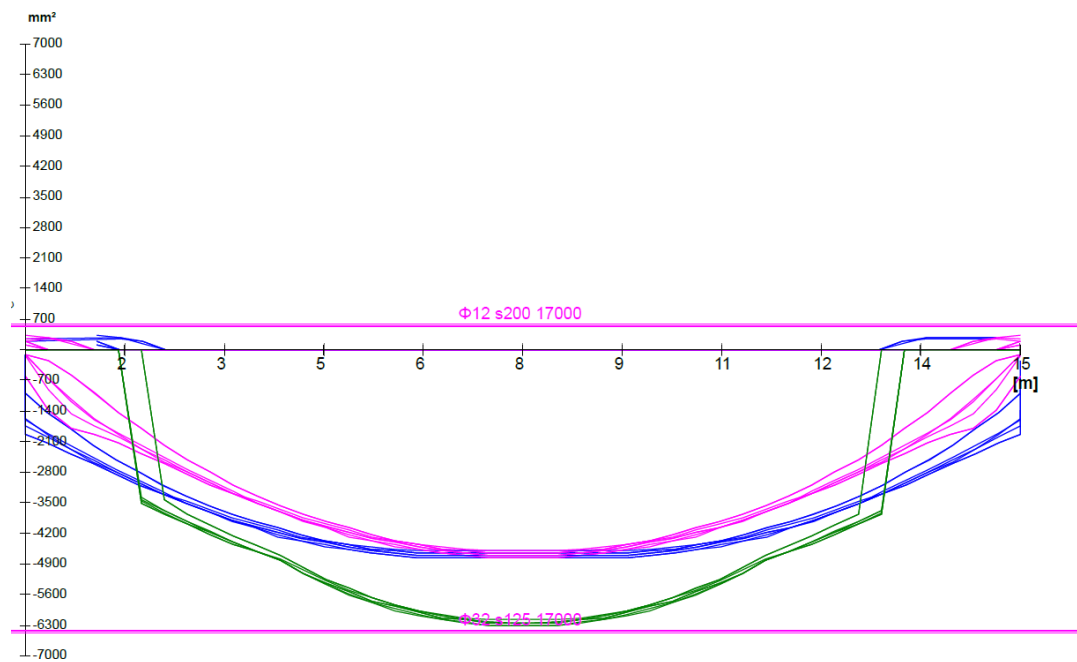
## 6.3 Platetykkelse 1000 mm

### 6.3.1 Lengdearmering

ULS MEd  
ULS NEd  
SLS MEd  
SLS NEd

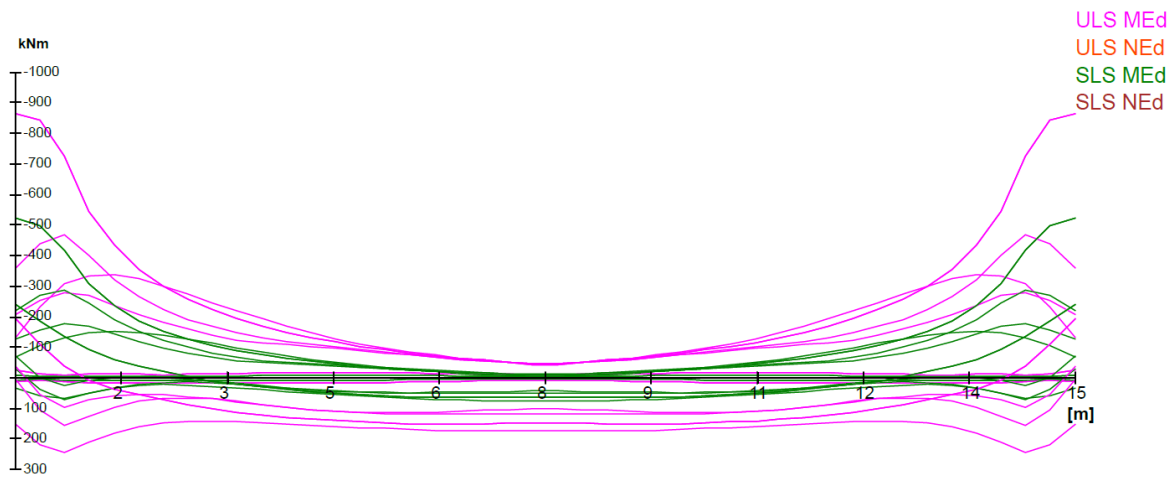


Figur 6-11 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 1000 mm.

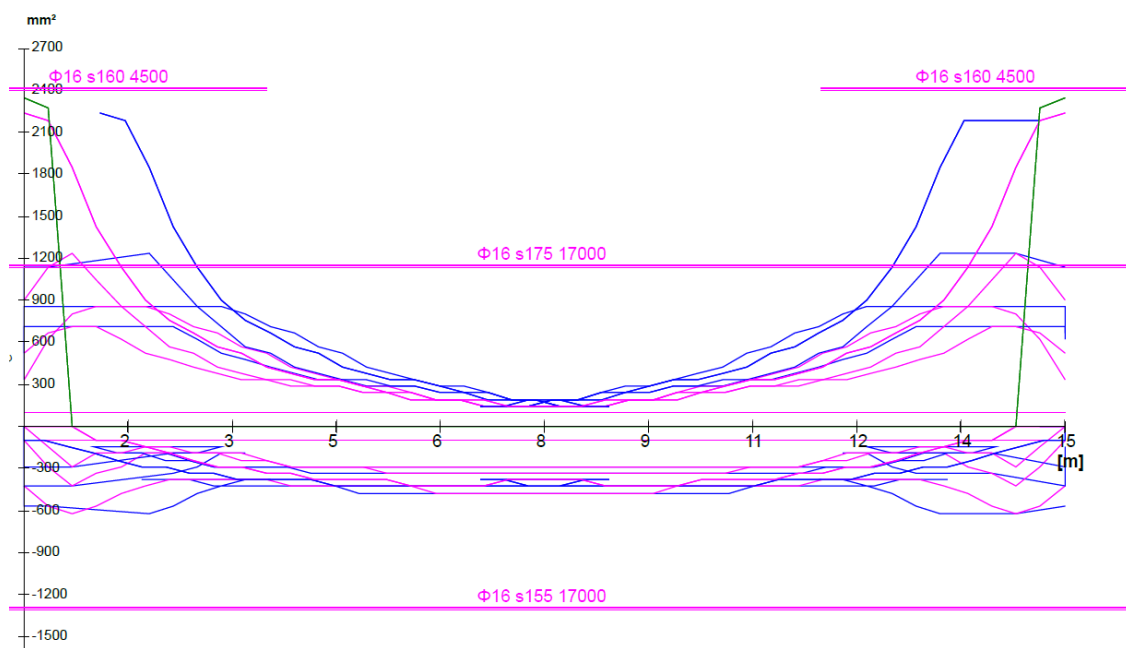


Figur 6-12 Innlagt lengdearmering – tykkelse 1000 mm.

## 6.3.2 Tverrarmering

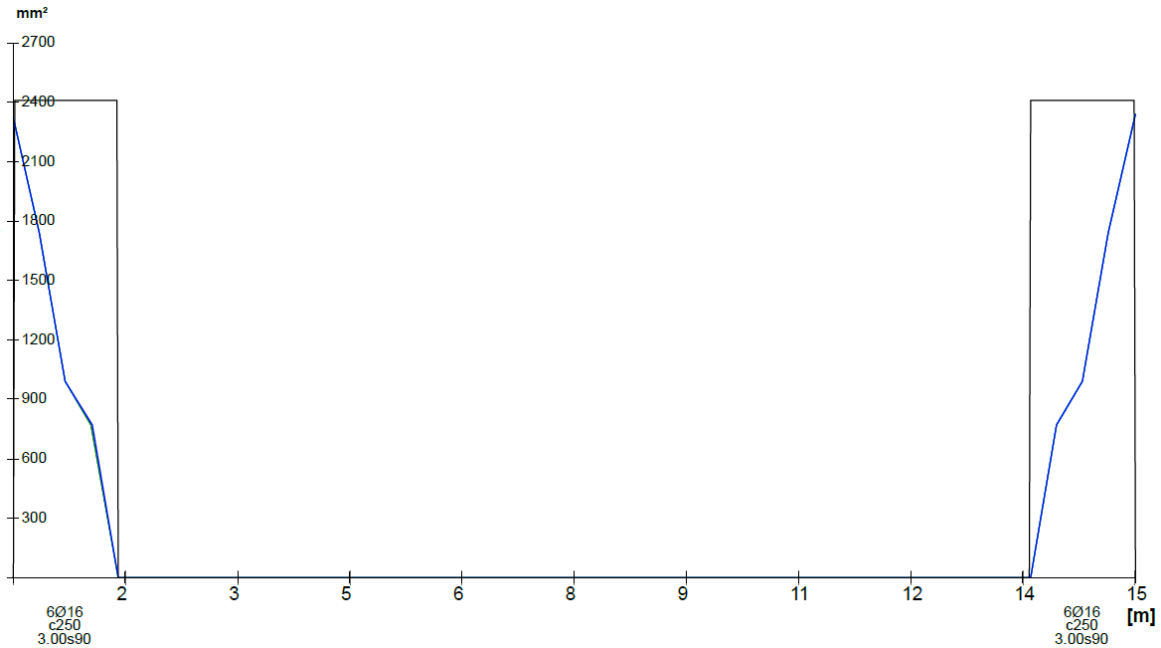


Figur 6-13 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 1000 mm.



Figur 6-14 Innlagt tverrarmering – tykkelse 1000 mm.

### 6.3.3 Skjærarmering



Figur 6-15 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmering – tykkelse 1000 mm.

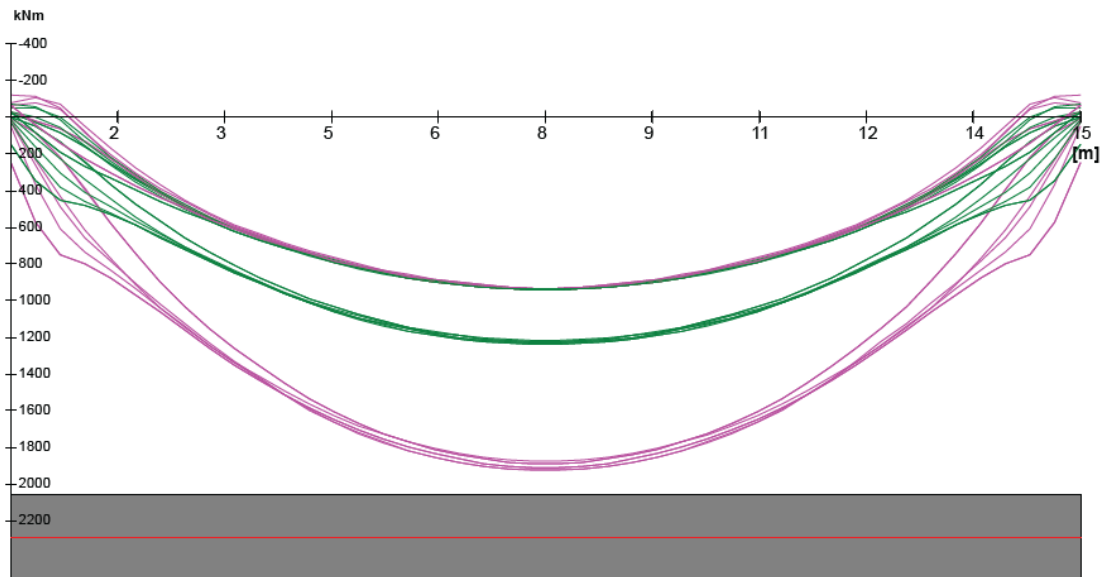
Lengdearmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø12c200	Ø32c125	7,726 tonn
Tverrarmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø16c175	Ø16c155	3,553 tonn
Ø16c160 (over aksene)	-	
Skjærarmering		
Over aksene		Vekt
Ø16c250(L)c334(T)		0,462 tonn
Totalvekt		
11,741 tonn		

Tabell 6-3, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 1000 mm.

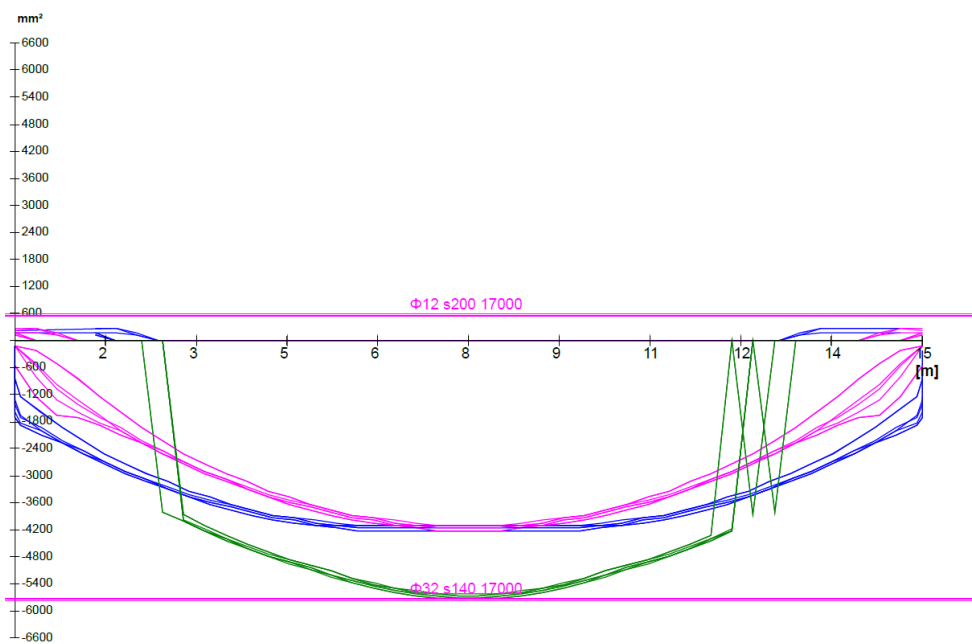
## 6.4 Platetykkelse 1200 mm

### 6.4.1 Lengdearmering

ULS MEd  
ULS NEd  
SLS MEd  
SLS NEd

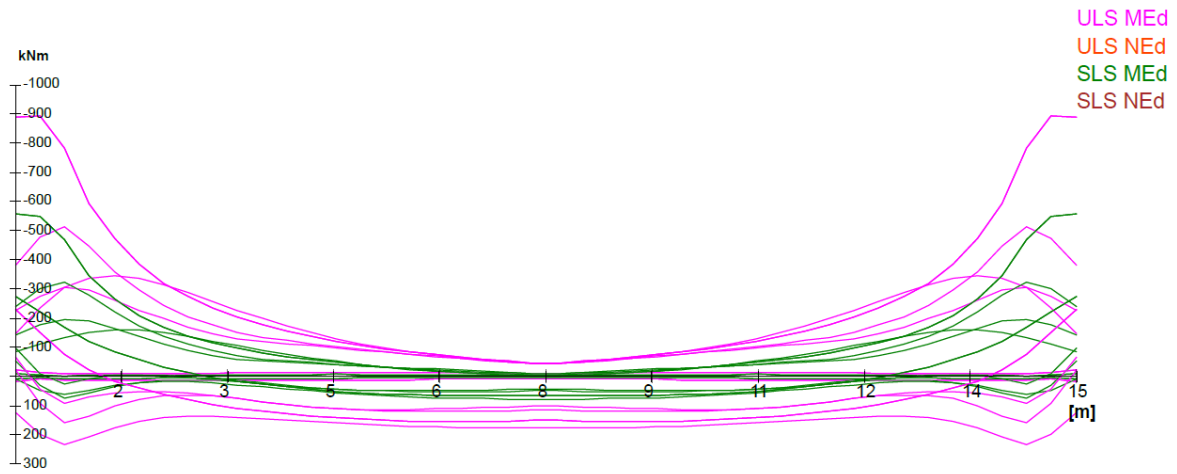


Figur 6-16 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 1200 mm

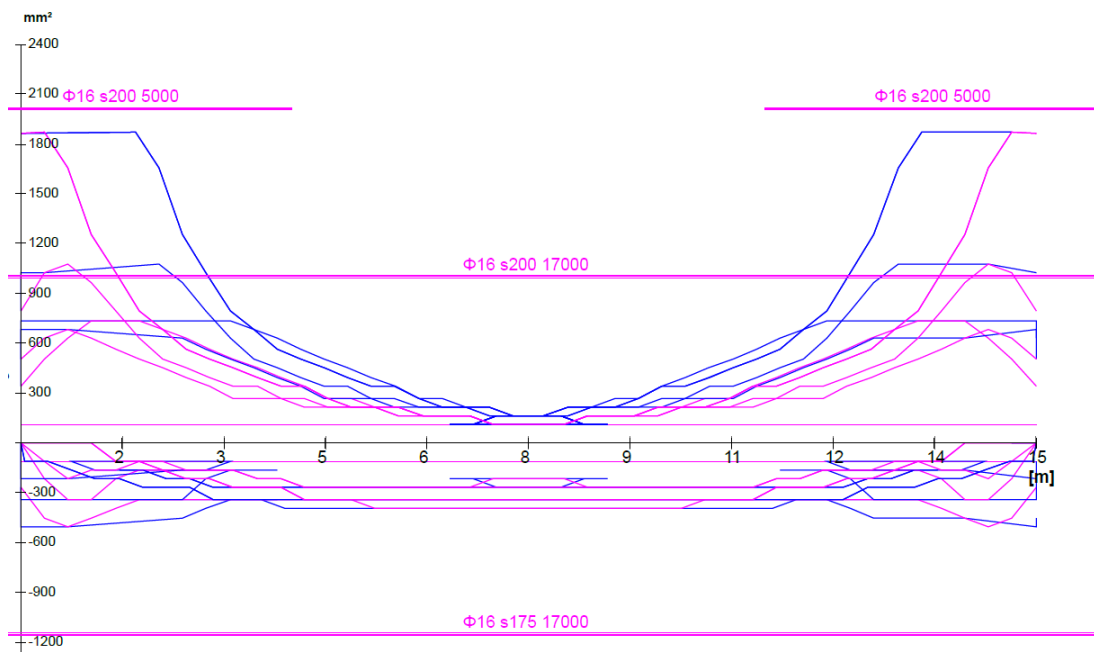


Figur 6-17 Innlagt lengdearmering – tykkelse 1200 mm.

## 6.4.2 Tverrarmering

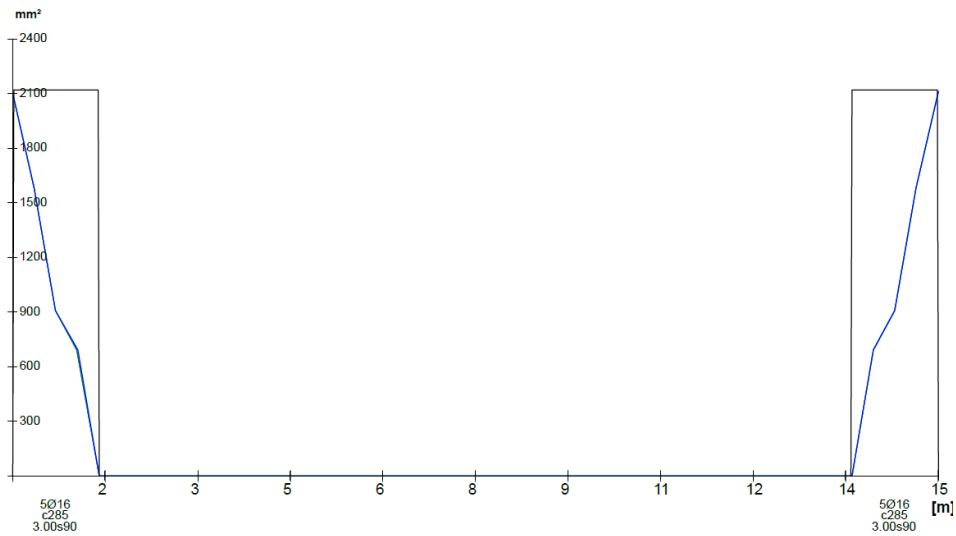


Figur 6-18 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 1000 mm.



Figur 6-19 Innlagt tverrarmering – tykkelse 1200 mm.

### 6.4.3 Skjærarmering



Figur 6-20 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmering – tykkelse 1200 mm.

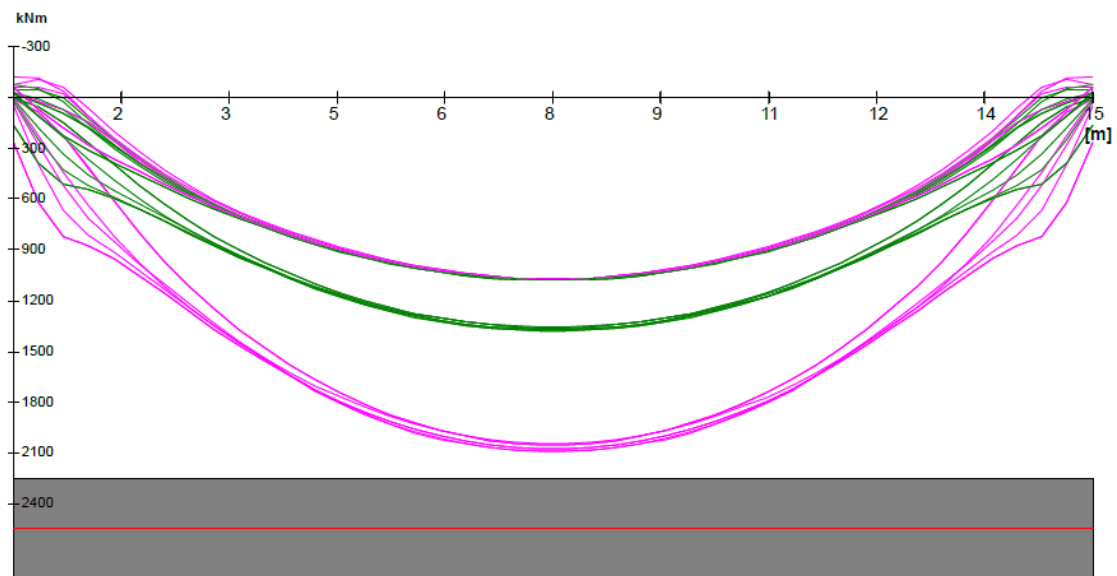
Lengdearmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø12c200	Ø32c140	6,996 tonn
Tverrarmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø16c200	Ø16c175	3,124 tonn
Ø16c200 (over aksene)	-	
Skjærarmering		
Over aksene		Vekt
Ø16c285(L)c334(T)		0,475 tonn
Totalvekt		
10,595 tonn		

Tabell 6-4, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 1200 mm.

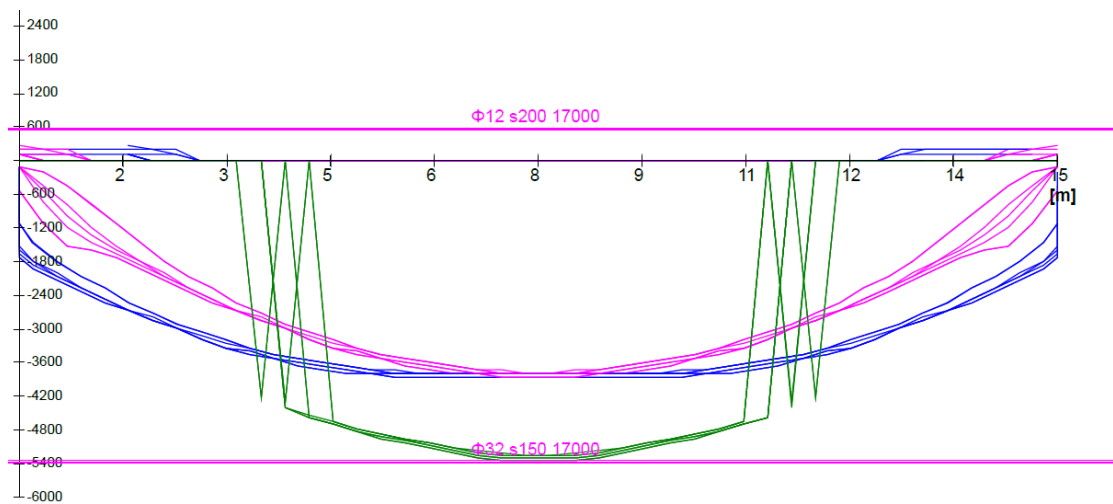
## 6.5 Platetykkelse 1400 mm

### 6.5.1 Lengdearmering

ULS MEd  
ULS NEd  
SLS MEd  
SLS NEd

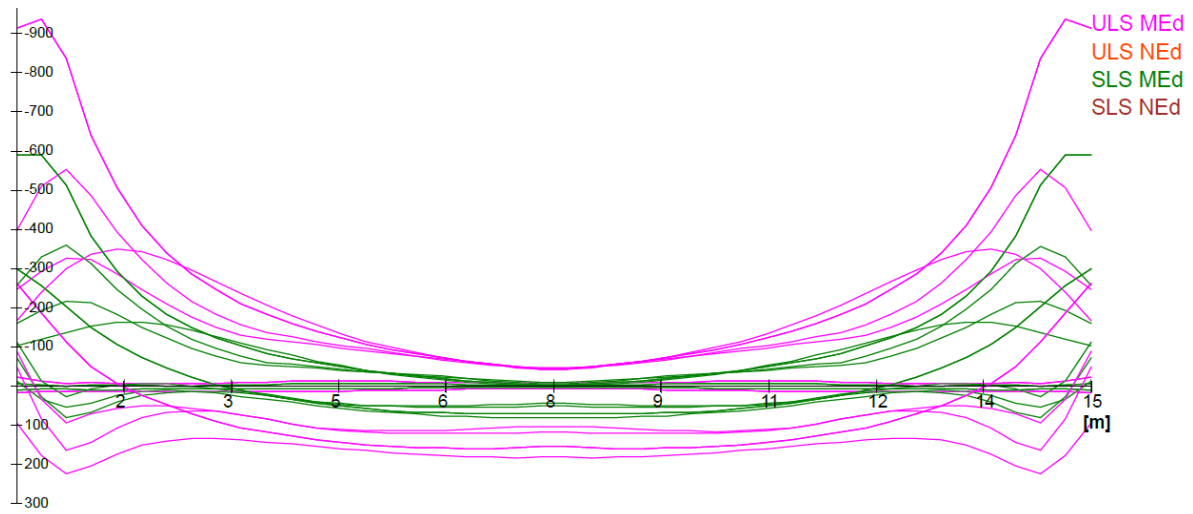


Figur 6-21 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 1400 mm.

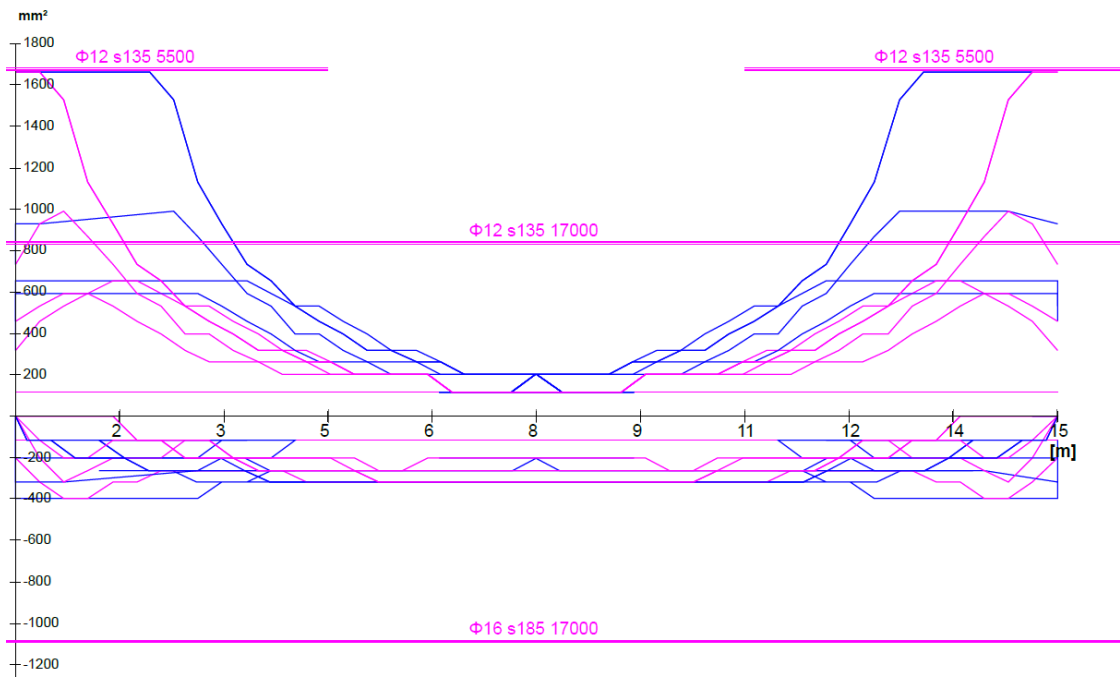


Figur 6-22 Innlagt lengdearmering – tykkelse 1400 mm

## 6.5.2 Tverraremring



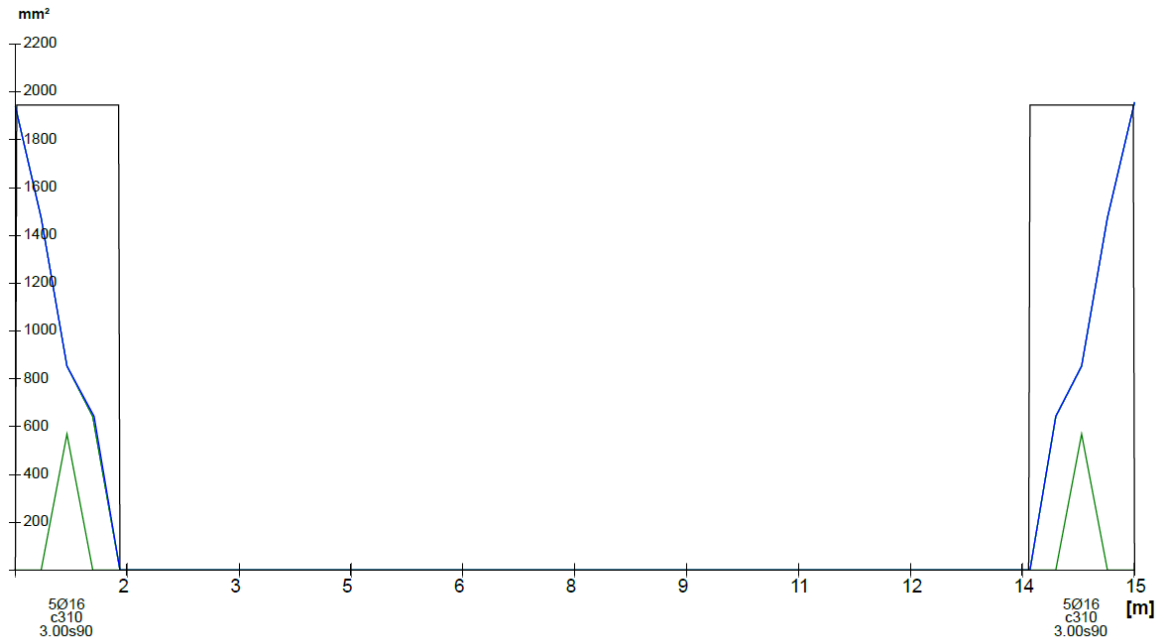
Figur 6-23 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 1400 mm.



Figur 6-24 Innlagt tverrarming – tykkelse 1400 mm



### 6.5.3 Skjærarmering



Figur 6-25 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmering – tykkelse 1400 mm.

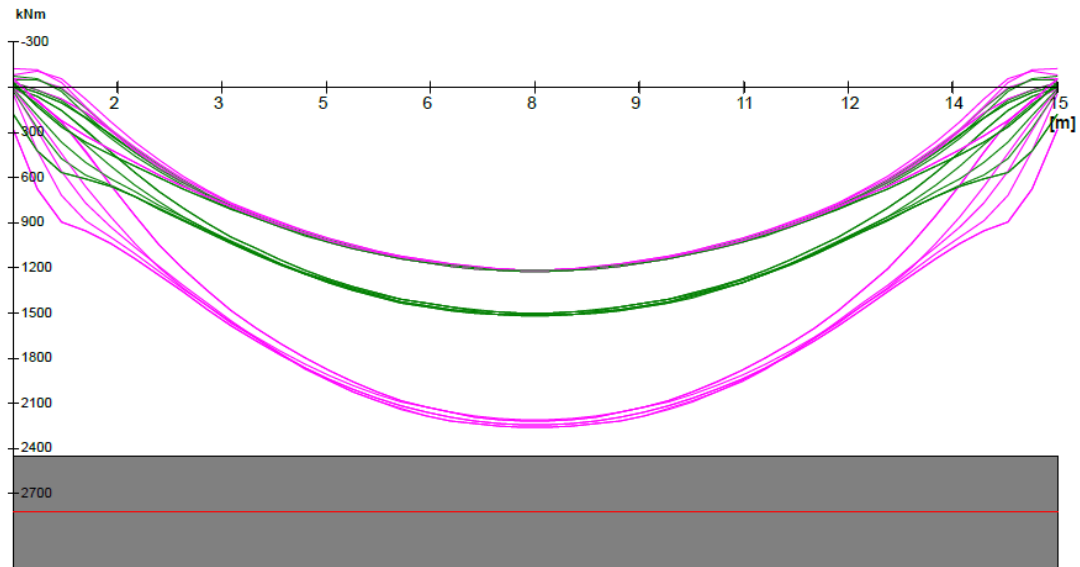
Lengdearmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø12c200	Ø32c150	6,578 tonn
Tverrarmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø12c135	Ø16c185	2,813 tonn
Ø12c135 (over aksene)	-	
Skjærarmering		
Over aksene		Vekt
Ø16c310(L)c334(T)		0,566 tonn
Totalvekt		
9,958 tonn		

Tabell 6-5, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 1400 mm.

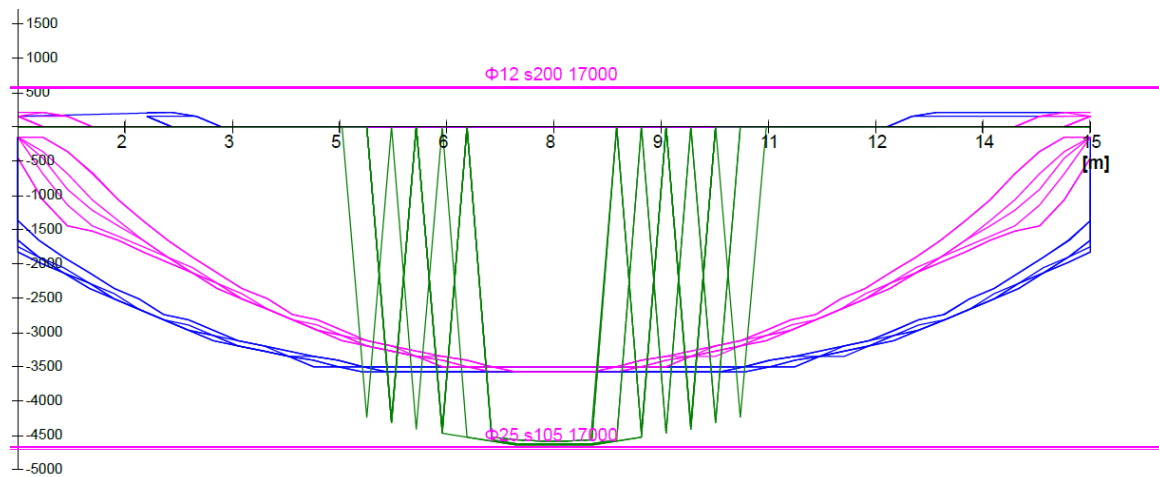
## 6.6 Platetykkelse 1600 mm

### 6.6.1 Lengdearmring

ULS MEd  
ULS NEd  
SLS MEd  
SLS NEd

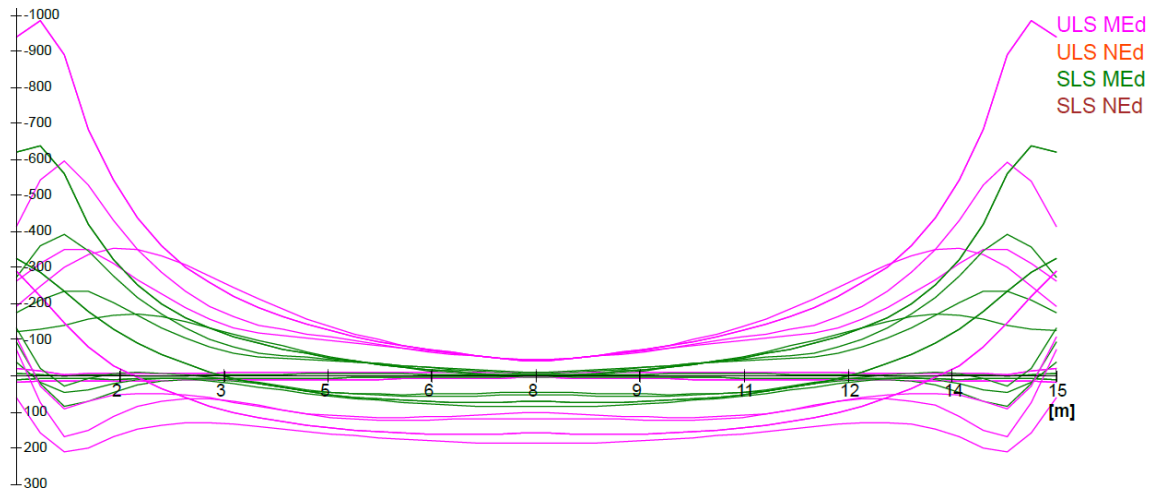


Figur 6-26 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 1600 mm.

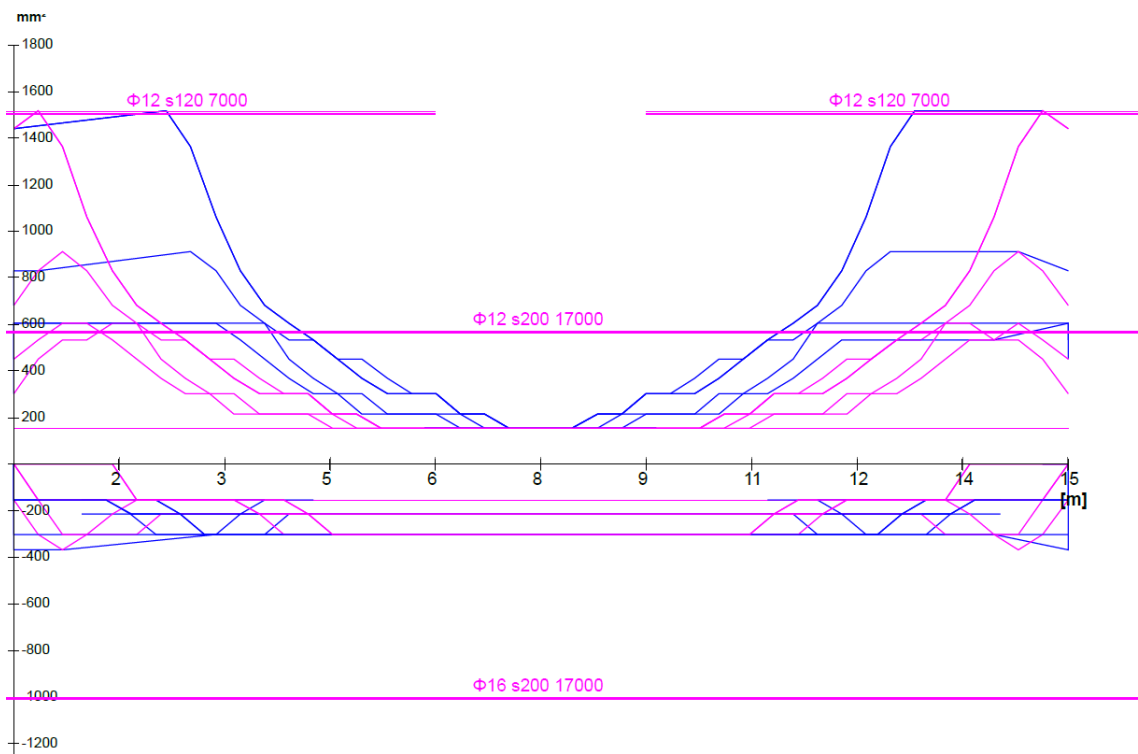


Figur 6-27 Innlagt lengdearmring – tykkelse 1600 mm.

## 6.6.2 Tverrarmering

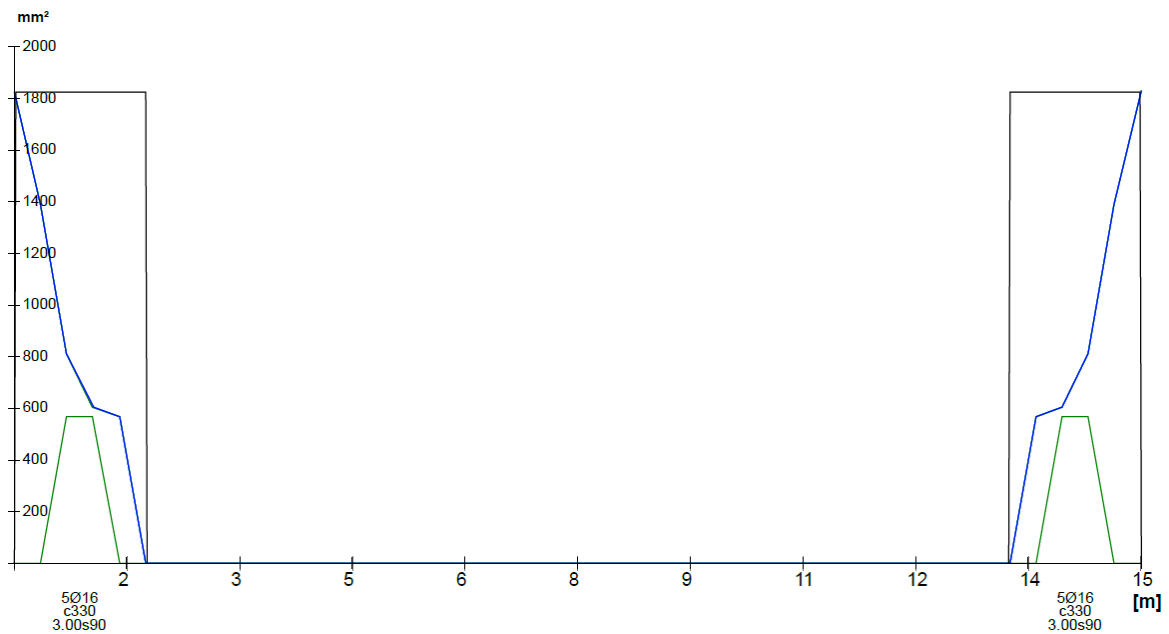


Figur 6-28 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 1600 mm.



Figur 6-29 Innlagt tverrarmering – tykkelse 1600 mm.

### 6.6.3 Skjærarmering



Figur 6-30 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmering – tykkelse 1600 mm.

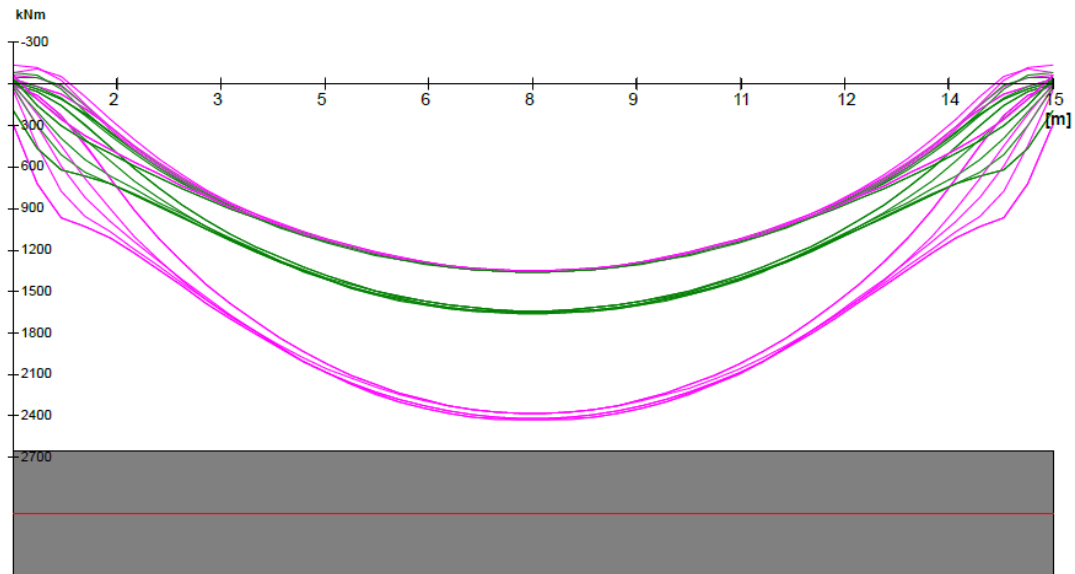
Lengdearmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø12c200	Ø25c105	5,788 tonn
Tverrarmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø12c200	Ø16c200	2,708 tonn
Ø12c120 (over aksene)	-	
Skjærarmering		
Over aksene		Vekt
Ø16c330(L)c334(T)		0,657 tonn
Totalvekt		
9,152 tonn		

Tabell 6-6, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 1600 mm.

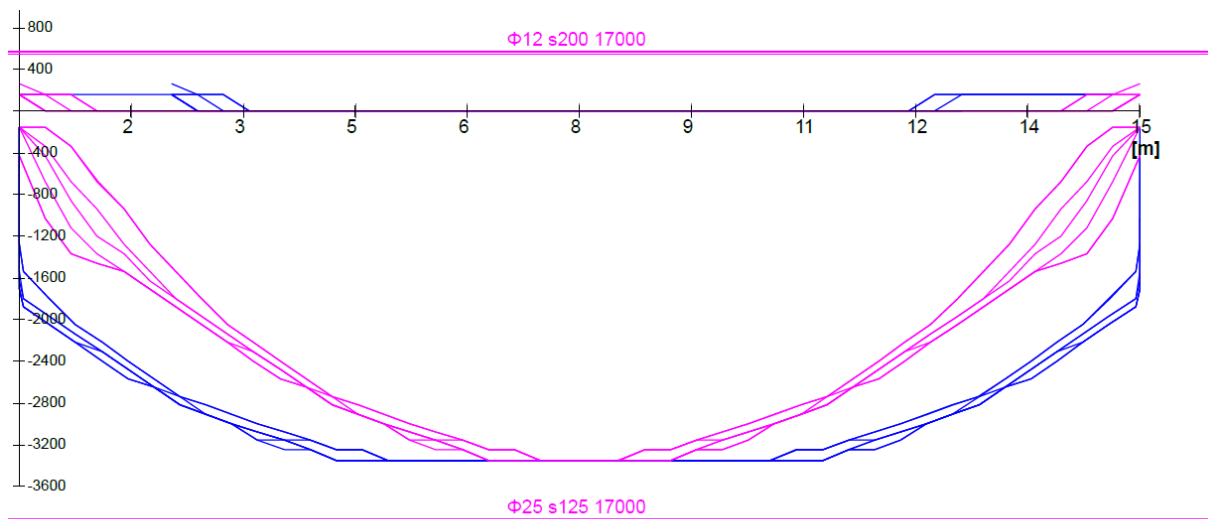
## 6.7 Platetykkelse 1800 mm

### 6.7.1 Lengdearmering

ULS MEd  
ULS NEd  
SLS MEd  
SLS NEd

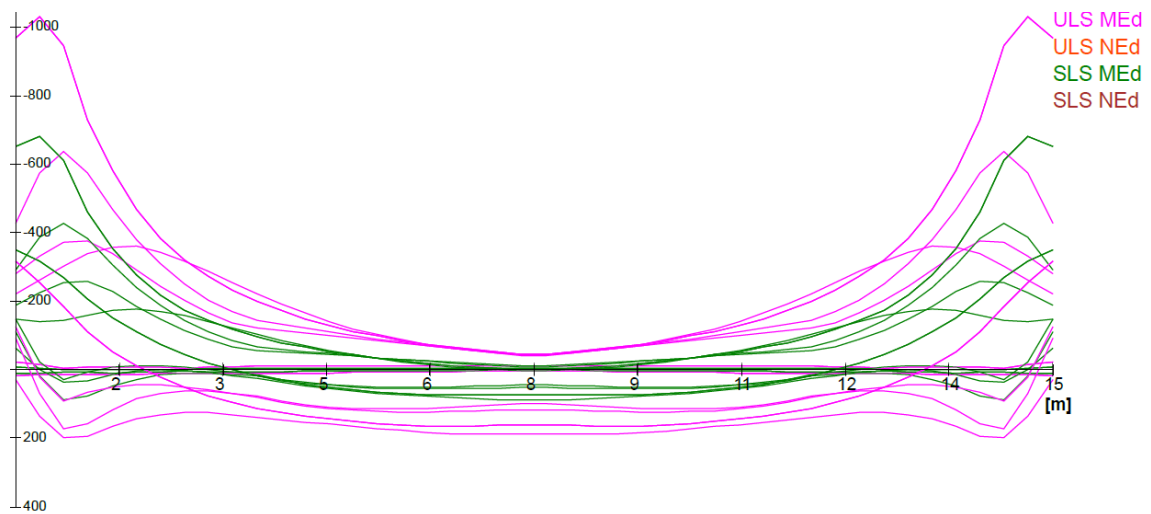


Figur 6-31 Dimensjonerende krefter i lengderetning - tykkelse 1800 mm

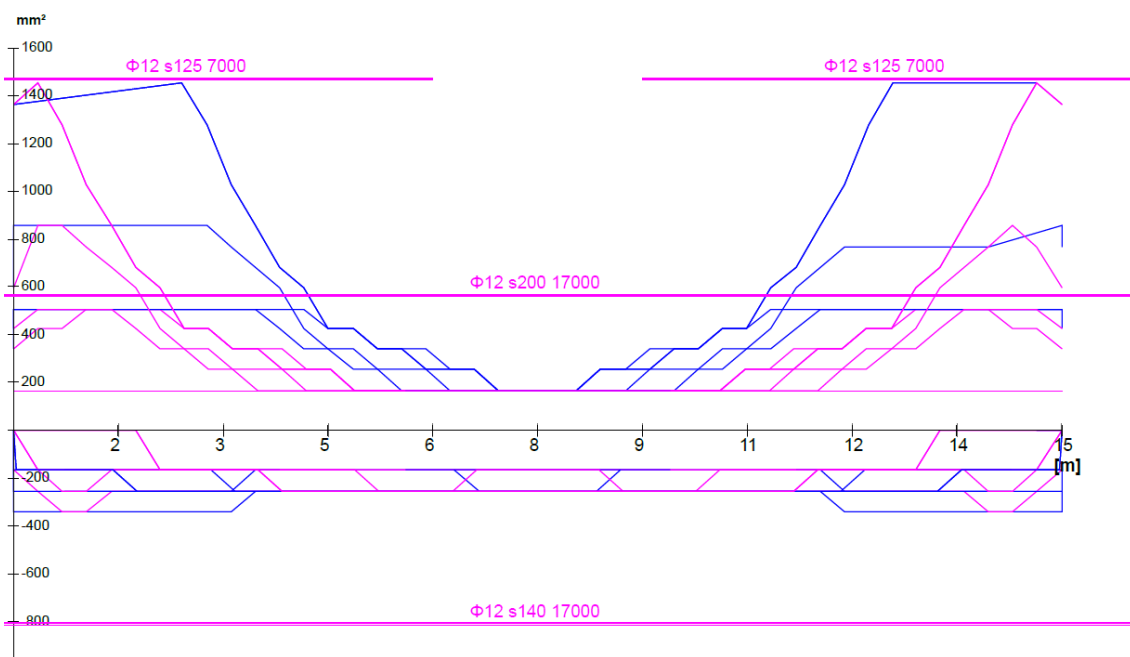


Figur 6-32 Innlagt lengdearmering – tykkelse 1800 mm.

## 6.7.2 Tverrarmering

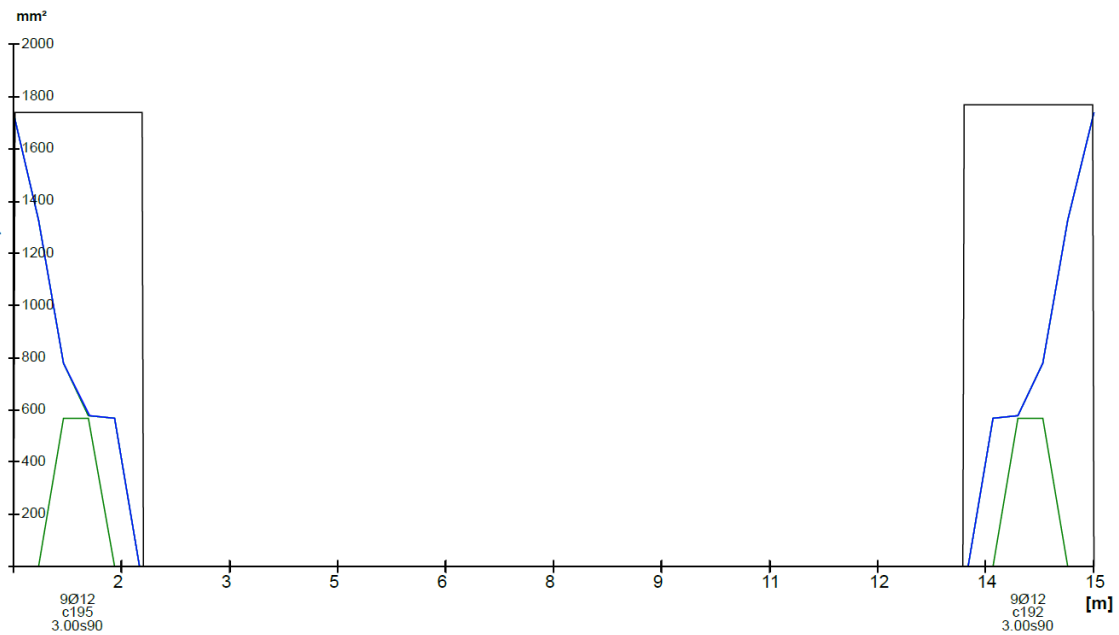


Figur 6-33 Dimensjonerende krefter i tverretning – tykkelse 1800 mm.



Figur 6-34 Innlagt tverrarmering – tykkelse 1800 mm.

### 6.7.3 Skjærarmering



Figur 6-35 Skjærarmeringsbehov og innlagt skjærarmering – tykkelse 1800 mm

Lengdearmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø12c200	Ø25c130	4,96 tonn
Tverrarmering		
Overkant	Underkant	Vekt
Ø12c200	Ø12c145	2,454 tonn
Ø12c125 (over aksene)	-	
Skjærarmering		
Over aksene		Vekt
Ø12c195(L)c334(T)		0,756 tonn
Totalvekt		
8,17 tonn		

Tabell 6-7, Oppsummering innlagt armering for platetykkelse 1800 mm.

## 6.8 Momentkapasitet

Momentkapasitet for bruddgrense ble sjekket for hver modell basert på innlagt armering. Dette er gjort for å dobbeltsjekke at innlagt armering er tilstrekkelig. For plater vil trykksone sjelden være utnyttet. Grunnen til det er at bruksgrensekrav for nedbøyninger og rissvidder vanligvis blir dimensjonerende for platetykkelsen [13]. Momentkapasiteten blir derfor beregnet med en delvis utnyttet trykksone etter følgende formel

$$M_{Rd} = f_{yd} * A_s * Z$$

Hvor:  $M_{Rd}$  er momentkapasitet,  $f_{yd} = 434,8$  er dimensjonerende armeringsfasthet,

$A_s$  er arealet av innlagt armering per meter i strekksonen i lengderetning, og  $Z = 0,835 d$  er indre momentarm.

Beregnet momentkapasitet kontrolleres mot største feltmoment  $M_a$  i bruddgrense fra Brigade. Se vedlegg F for detaljerte beregninger av momentkapasitet, og vedlegg A for feltmomentet  $M_a$  hentet fra Brigade.

Tykkelse	Dimensjonerende moment	Momentkapasitet	Utnyttelse
600 mm.	1378 kN.m/m	1541,75 kN.m/m	89,38 %
800 mm.	1550 kN.m/m	1907,88 kN.m/m	81,24 %
1000 mm.	1712 kN.m/m	2088,30 kN.m/m	81,98 %
1200 mm.	1880 kN.m/m	2281,68 kN.m/m	82,39 %
1400 mm.	2048 kN.m/m	2518,88 kN.m/m	81,31 %
1600 mm.	2215 kN.m/m	2541,69 kN.m/m	87,15 %
1800 mm.	2383 kN.m/m	2420,17 kN.m/m	98,46 %

Tabell 6-8, Oppsummering momentkapasiteter

Ut ifra tabellen ser man at forslag til innlagt armering gir nokså lik utnyttelse for alle tykkelser, noe som også danner et godt sammenligningsgrunnlag. Unntaket er tykkelsen 1800 mm. som hadde en utnyttelse på 98,46 %. Dette er noe av grunnen for at man ikke undersøkt større tykkelser, mer detaljert forklaring på dette er å finne i kapittel 8. Ved økning i mengde armering for tykkelsen 1800 mm. for å komme til samme utnyttelsen som resten av



tykkelsene, får man like armerings-mengde som det er lagt inn i bruflaten med tykkelse på 1600.

## **6.9 Klimagassutslipp og kostnader**

### **6.9.1 Klimagassutslipp**

Klimagassutslipp fra etablering av samferdselsinfrastruktur samt større vedlikehold og utskiftninger kan i prinsippet beregnes slik [5]:

Klimagassutslipp for en innsatsfaktor = mengde innsatsfaktor x utslippsfaktor for innsatsfaktoren

Sum klimagassutslipp = klimagassutslipp for alle innsatsfaktorer over alle livsløpsfaser.

Klimagassberegningene i denne oppgaven er overordnede og egnet til å belyse relative forskjeller mellom platetykkelsene som diskuteres. Beregningene er ikke basert på detaljerte masseoppsett og er begrenset til hovedinnsatsfaktorene som undersøkes, nemlig betong og armering. Forskaling og andre innsatsfaktorer som kan ha innvirkning på klimagassutslippene er ikke tatt med i beregninger, noe som kan påvirke nøyaktigheten i en liten grad. Det er nemlig kun forskaling som vil ha direkte påvirkning på resultatene, mens andre aktuelle innsatsfaktorer som belegning, rekkverk og fyllmasser vil være det samme for alle løsningene. Utslipp fra forskaling og reis/stillas er kompliserte å beregne, og en stor grad av gjenbruk gjør at forbruket må fordeles på flere prosjekter. Beregnede utslippstall vil dermed gi en indikasjon på det totale utslippstallet og vil utgjøre et tilstrekkelig sammenlignesgrunnlag.

#### **6.9.1.1 Betong**

Klimagassutslippet fra Betong beregnes basert på utslippsfaktorer hentet fra Norsk betong forening publikasjon nr. 37 (2020) [14]. Publikasjonen omhandler lavkarbonbetong og definerer klassegrenser for klimagassutslippet for fire ulike nivåer av denne type betongen. Disse karbonklassene sammenlignes med en bransjereferanse som brukes til å anslå besparelse i klimagassutslipp ved bruk av lavkarbonbetong. Bransjereferansen er norske generiske verdier som er basert på på innhentede EPDer fra en rekke betongprodusenter i alle regioner. Referansen representerer en realistisk verdi for klimagassutslipp ved ordinær produksjon i de regionene som har de minst gunstige forutsetningene.

Beregningsoverslaget av klimaavtrykket i denne oppgaven tar utgangspunkt i denne referansen og punkt 84.41 i [15]. For valgt betongkvalitet B45 er utslippsfaktoren i publikasjonen på 360

kg CO<sub>2</sub>-ekv. per kubikk betong, men i Håndboken er kravet 330 kg CO<sub>2</sub>, og det er denne verdien som er brukt videre i klimaregnskapet.

### **6.9.1.2 Stål**

Utslippsfaktor av stål som er brukt i klimaoverslagsberegninger er hentet fra rapport nr. 428 [5] som omhandler blant annet sammenligninger av dagens klimagassutslipp med referanseåret 1990. Utslippsfaktorene de senere år ble i rapporten estimert basert på en del antakelser og tilpasninger.

Klimagassutslippet fra produksjon av stål varierer sterkt med en rekke faktorer, blant annet graden av resirkulert stål. I de senere årene er det kommet produkter på markedet som baseres på høyt innslag av resirkulert stål. Det er rimelig å anta at stålmarkedet i 1990 hadde mindre fokus på graden av resirkulert stål og klimavennlige energiformer for stålproduksjon. Utslipper pr kg stål var derfor sannsynligvis betydelig høyere. Til klimagassberegninger i oppgaven velges utslippsfaktor 2 kg CO<sub>2</sub> per kg stål i henhold til tabell 4-7 i rapporten [5].

### **6.9.2 Kostnader**

Kostnader som benyttes i overslagsberegningen er i utgangspunktet basert på erfaringstall fra dagens marked. Kostnadsberegninger skal ta utgangspunkt i dagens enhetspriser av betong, armering og forskaling. Prisene som er brukt i oppgaven er gjennomsnittlige tall fra flere pristilbud utarbeidet fra forskjellige aktører i bransjen i forbindelse med utbygging av samferdselskonstruksjoner for Rogaland fylkeskommune. Pristilbudene er unntatt offentlighet og kan derfor ikke legges ved. Forskalingskostnader skal tas med i kostnadsoverslag.

Detaljerte beregninger av kostnader og CO<sub>2</sub>-utslipp for samtlige tykkelser er vist i vedlegg G, og resultatene er oppsummert i kapittel 7 og presentert i tabeller 7-1 til 7-7.

## 7. Oppsummering av resultater

Tykkelse 600 mm					
Betong		Armering		Forskaling	
Mengde	76,5 m <sup>3</sup>	Mengde	16,29 tonn	Mengde	155,7 m <sup>2</sup>
Klimagasser	Kostnader	Klimagasser	Kostnader	Kostnader	
25245 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	208998 kr	32580 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	455142,6 kr	155700 kr	
Totalt					
Klimagasser			Kostnader		
57825 kg CO <sub>2</sub> -ekv.			819840,6 kr		

Tabell 7-1, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 600 mm.

Tykkelse 800 mm					
Betong		Armering		Forskaling	
Mengde	102 m <sup>3</sup>	Mengde	13,567 tonn	Mengde	165,1 m <sup>2</sup>
Klimagasser	Kostnader	Klimagasser	Kostnader	Kostnader	
33660 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	278664 kr	27134 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	379061,98 kr	165100 kr	
Totalt					
Klimagasser			Kostnader		
60794 kg CO <sub>2</sub> -ekv.			822825,98 kr		

Tabell 7-2, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 800 mm.

Tykkelse 1000 mm					
Betong		Armering		Forskaling	
Mengde	127,5 m <sup>3</sup>	Mengde	11,741 tonn	Mengde	174,5 m <sup>2</sup>
Klimagasser	Kostnader	Klimagasser	Kostnader	Kostnader	
42075 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	348330 kr	23482 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	328043,54 kr	174500 kr	
Totalt					
Klimagasser			Kostnader		
65557 kg CO <sub>2</sub> -ekv.			850873,54 kr		

Tabell 7-3, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 1000 mm.

Tykkelse 1200 mm					
Betong		Armering		Forskaling	
Mengde	153 m <sup>3</sup>	Mengde	10,959 tonn	Mengde	183,9 m <sup>2</sup>
Klimagasser	Kostnader	Klimagasser	Kostnader	Kostnader	
50490 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	417996 kr	21190 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	296024,3 kr	183900 kr	
Totalt					
Klimagasser			Kostnader		
71680 kg CO <sub>2</sub> -ekv.			897920,3 kr		

Tabell 7-4, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 1200 mm.

Tykkelse 1400 mm					
Betong		Armering		Forskaling	
Mengde	178,5 m <sup>3</sup>	Mengde	9,958 tonn	Mengde	193,3 m <sup>2</sup>
Klimagasser	Kostnader	Klimagasser	Kostnader	Kostnader	
58905 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	487662 kr	19916 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	278226,52 kr	193300 kr	
Totalt					
Klimagasser			Kostnader		
78821 kg CO <sub>2</sub> -ekv.			959188,52 kr		

Tabell 7-5, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 1400 mm.

Tykkelse 1600 mm					
Betong		Armering		Forskaling	
Mengde	204 m <sup>3</sup>	Mengde	9,152 tonn	Mengde	202,7 m <sup>2</sup>
Klimagasser	Kostnader	Klimagasser	Kostnader	Kostnader	
67320 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	557328 kr	18304 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	255706,88 kr	202700 kr	
Totalt					
Klimagasser			Kostnader		
85624 kg CO <sub>2</sub> -ekv.			1015734,88 kr		

Tabell 7-6, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 1600 mm.

Tykkelse 1800 mm					
Betong		Armering		Forskaling	
Mengde	229,5 m <sup>3</sup>	Mengde	8,17 tonn	Mengde	212,1 m <sup>2</sup>
Klimagasser	Kostnader	Klimagasser	Kostnader	Kostnader	
75735 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	626994 kr	16340 kg CO <sub>2</sub> -ekv.	228269,8 kr	212100 kr	
Totalt					
Klimagasser			Kostnader		
92075 kg CO <sub>2</sub> -ekv.			1067363,8 kr		

Tabell 7-7, Oppsummering av totale kostnader og utslipp av klimagasser – 1800 mm.

## 8. Diskusjon

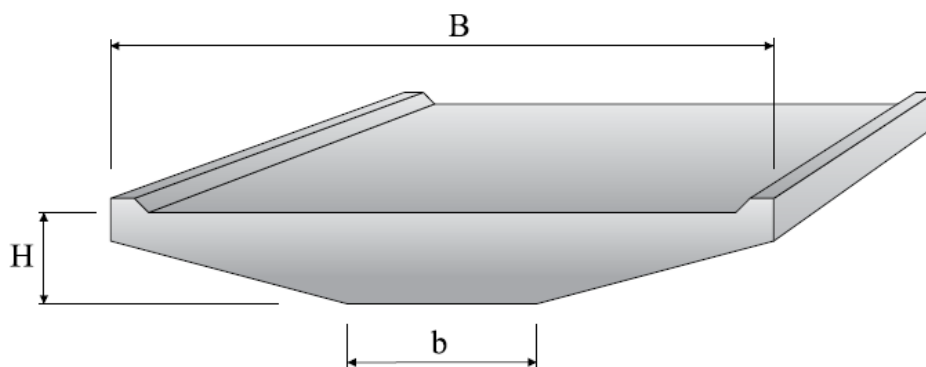
### 8.1 Begrensninger og nøyaktighet

Undersøkte platetykkelser hadde en begrensning fra 600 mm til 1800 mm. Grunnen til det er at ved mindre tykkelser enn 600 mm. blir armeringsbehovet for en spennlengde på 15 meter så stort at det ikke er plass til armeringen, og kravet til minste senteravstand og størst antall stenger i bunt blir ikke oppfylt. Derfor var det ikke aktuelt med mindre tykkelser.

Største tykkelsen som ble undersøkt var 1800 mm. Dette skyldes at man nesten trengte like mye armering som ved tykkelse på 1600 mm. Økning i betongtykkelsen gir større momentkapasitet og dermed mindre behov for armering, men egenvekten øker samtidig med økt tykkelsen noe som gjør at dimensjonerende momentkrefter også øker. Man kommer da til et punkt hvor det blir like mye behov for armering selv med økning i tykkelsen. Man må også ta hensyn til underbygningen, nemlig lagre og landkar. Disse er antatt å ha tilstrekkelig kapasitet og er ikke vurdert nærmere i oppgaven. Det er dermed ikke hensiktsmessig å gå opp i tykkelsen hvis man ikke oppnår noen besparelser i armerings-mengde. Dette var tilfelle når man gikk opp i tykkelsen fra 1600 mm. til 1800 mm. Intervallet på 200 mm er valgt etter en diskusjon med konstruksjonsavdelingen i fylke som mente, basert på egne prosjekteringserfaringer, at dette intervallet var hensiktsmessig.

En del laster som varierer med tykkelsen er ikke tatt med i beregningen, noe som kan ha betydning for resultatenes nøyaktighet. Temperaturlaster er et eksempel på slike laster. Den eneste virkningen av temperaturlasten som er gjeldene i oppgaven, er den vertikale lineært varierende temperaturandelen som vil skape temperaturgradienter i brutverrsnittet. Dette fører til en vertikal krumning i brubanen, og som i sin tur vil medføre ekstra momentkrefter grunnet fastholding av brudekket. Disse tilleggskreftene øker med økt tykkelsen. Svinn- og kryptøyninger er heller ikke vurdert i oppgaven, noe som også kan påvirke nøyaktigheten av resultatene.

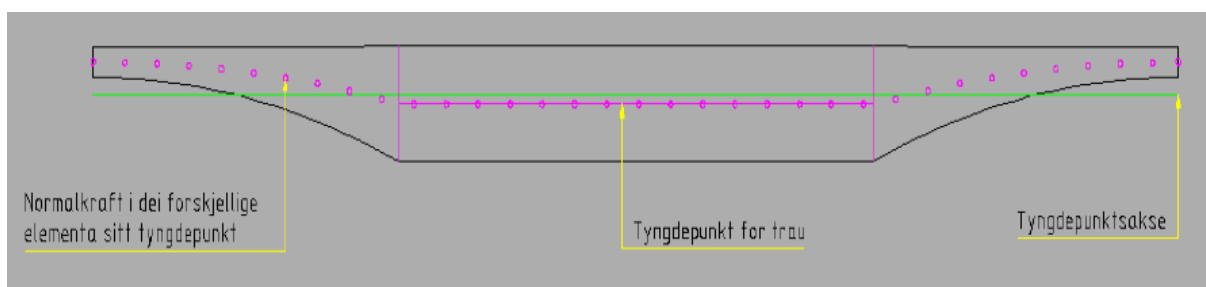
En annen faktor som kan ha en betraktelig betydning for resultatene er plategeometri. Det er ikke vanlig praksis å prosjektere rektangulære bruplater av hensyn til resulterende stor egenvekt. Platene utformes vanligvis med full tykkelse i midten og mindre på sidene som figuren 6-1 viser.



Figur 8-1 Annen type plateutforming [7]

Denne utformingen gjør at man sparer noe i egenvekten uten å ha noe særlig påvirkning på kapasiteten. Denne besparelsen i egenvekten vil igjen føre til besparelser i både kostnader og klimaavtrykket, noe som kan ha spesiell påvirkning på miljøregnskapet til fordel for store betongtykkelser. Denne løsningen vil også ha en gunstig effekt på økonomien i små betongdimensjoner da dette vil føre til mindre behov for armering.

Denne utformingen vil derimot gi litt tilleggsmomenter som kommer av de aksiale kreftene som virker på det enkelte elementets tyngdepunkt som avviker fra tverrsnittets tyngdepunkt. Eksentrisiteten mellom disse kreftene og tverrsnittets tyngdepunkt fører til et lite bidrag i momentet, men ikke så stort at det nødvendigvis vil påvirke nødvendig armeringsmengde. Se figur 8-2 for illustrasjon av elementenes tyngdepunkter i forhold til tverrsnittets tyngdepunkt.

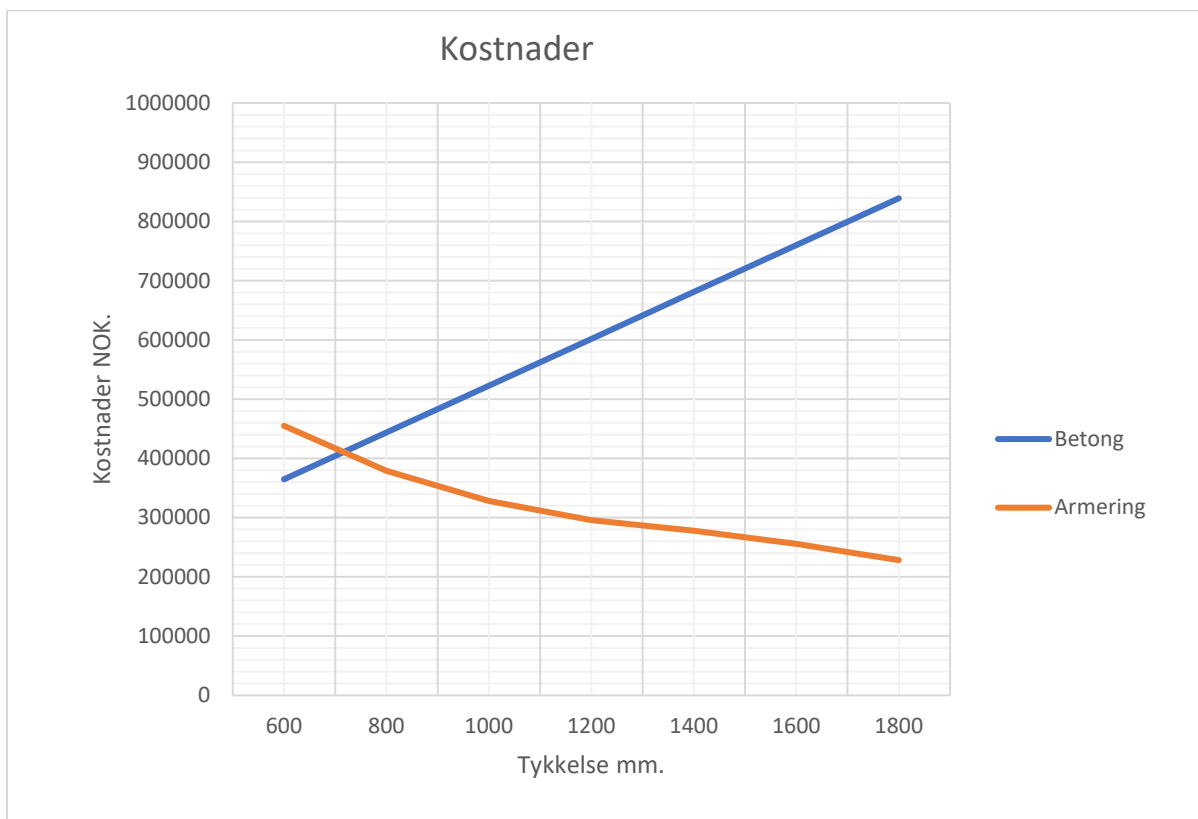


Figur 8-2 Tverrsnitts tyngdepunkter

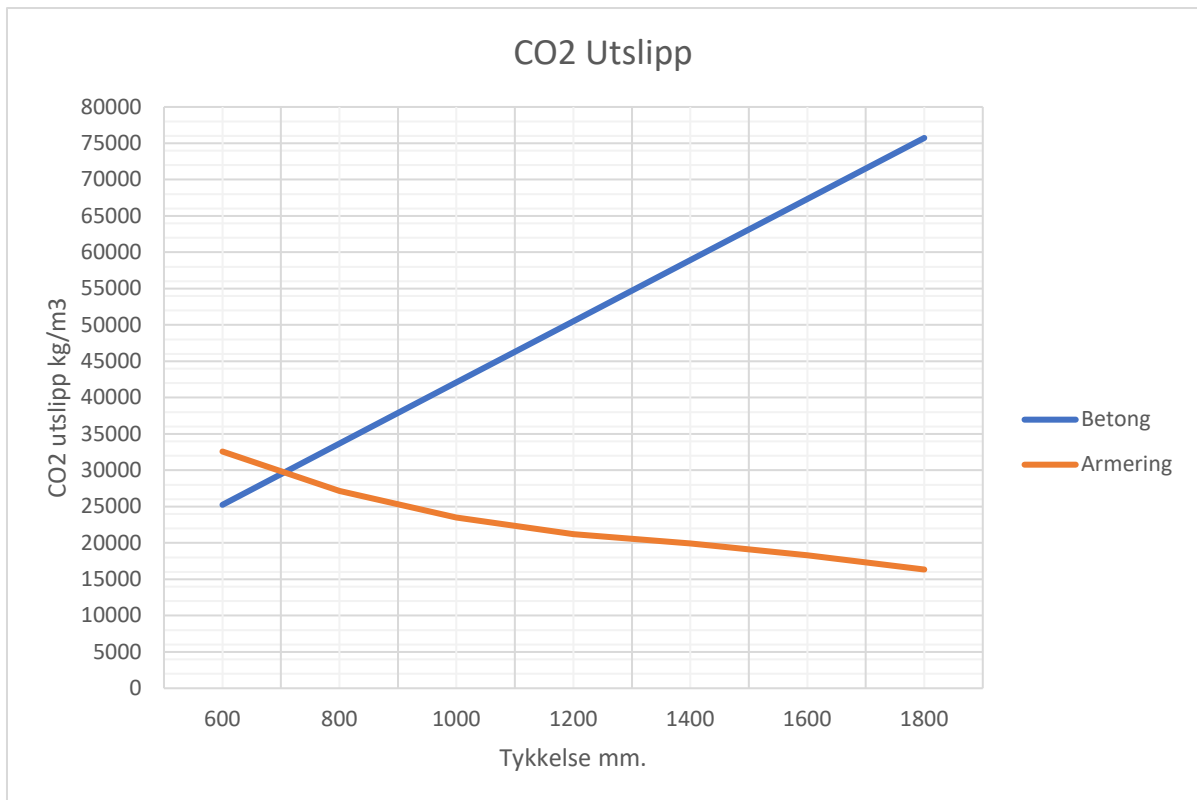


## 8.2 CO<sub>2</sub>-utslipp og kostnader for betong og armering hver for seg.

Man ser tydelig i figurene 8-3 og 8-4 og tabellene i kapittel 7 at betong- og forskalingsmengder og følgelig deres kostnader og klimagassutslipp øker lineært med økte betongtykkelser, mens dette ikke er tilfelle når det gjelder armeringsmengder. Behovet for armering avtar ved økte tykkelser, men ikke lineært. Man får relative store besparelser ved økning fra 600 mm. til 1200, og så begynner grafen å flate ut ved videre økninger. Grunnen til dette er at egenvekten begynner å bli betraktelig stor. I tillegg øker vekten på skjærarmering noe, selv om behovet for skjærarmering minker ved økte tykkelser. Grunnen til det er at lengden på skjærbøylene blir lengre.



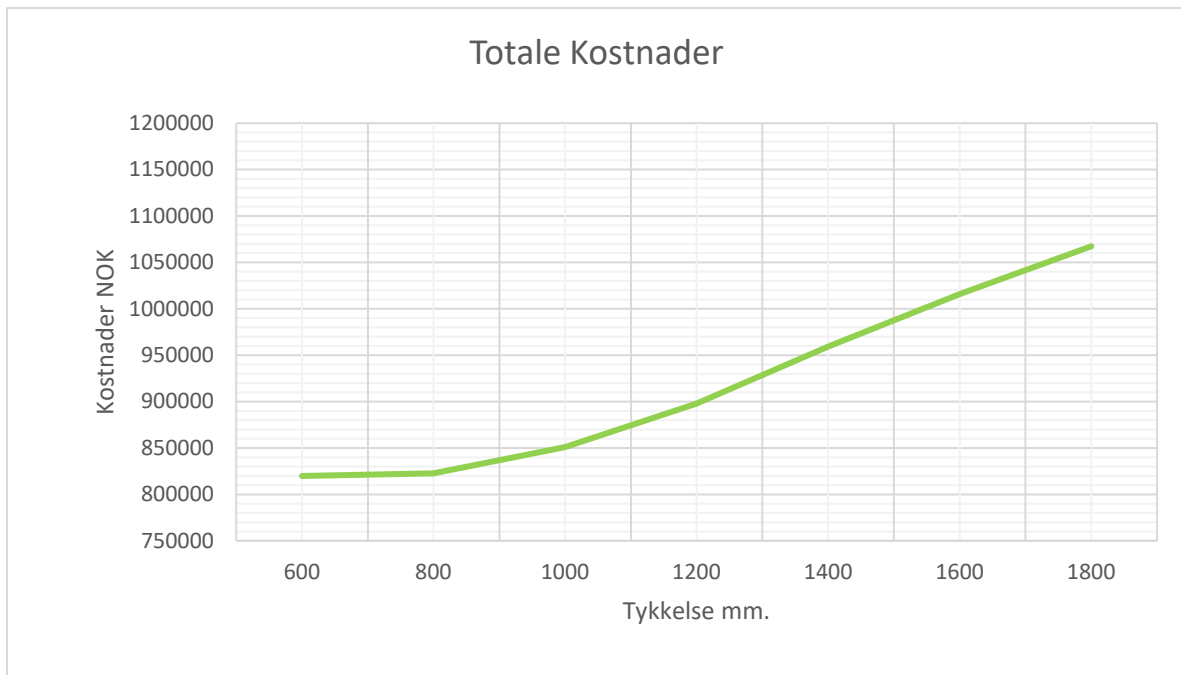
Figur 8-3 Kostnader for betong og armering ved forskjellige tykkelser.



Figur 8-4 CO2-utslipp for betong og armering ved forskjellige tykkelser.

## 8.2 Totale kostnader og totalt CO2-utslipp og bruk av andre materialkvaliteter i forhold til karbonavtrykk

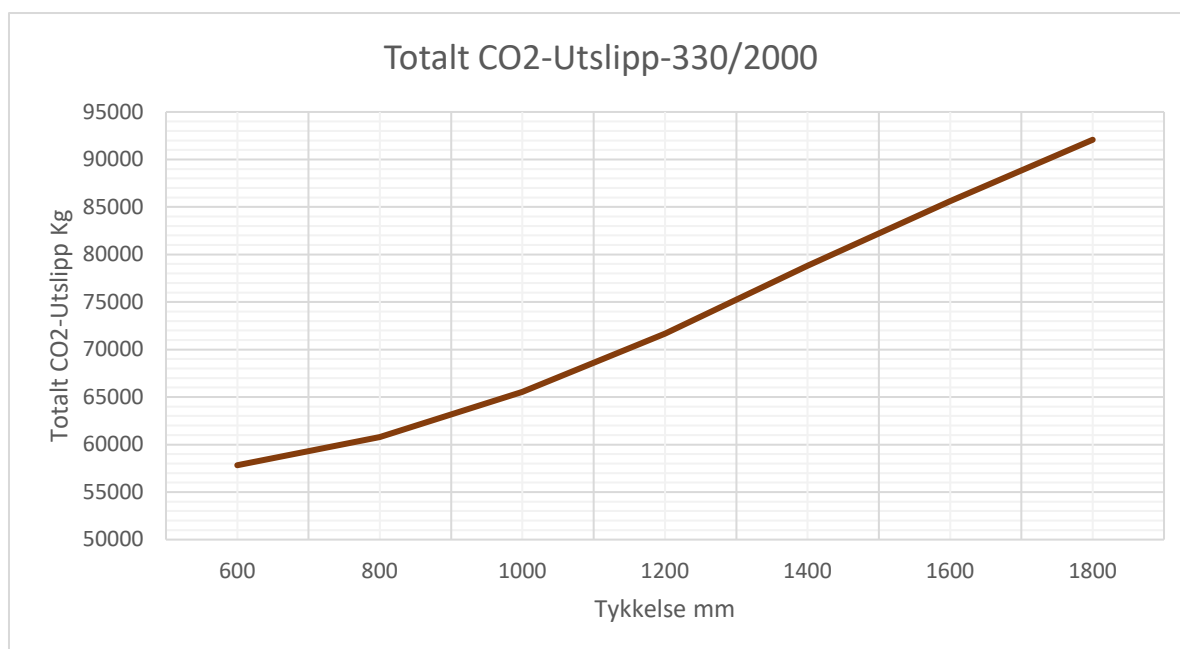
Den totale kostnaden stiger med økende tykkelse, men som figur 8-5 viser er kostnaden nesten lik for de to tykkelsene 600 mm. og 800 mm. Grunnen til det er at armeringspriser er relative høye i forhold til betongpriser, og en del besparelse i armerings-mengde med liten økning i betong er dermed gunstig for pris. Her var besparelsen i armeringen ikke stor nok til å gjøre 800-løsningen billigere. En plateutforming med smalere vinger vil resultere i mindre egenvekt og dermed mindre armeringsbehov. Da vil løsningen med platetykkelse på 800 mm. trolig være mer økonomisk.



Figur 8-5 Totale kostnader ved forskjellige tykkelser

Totalt CO<sub>2</sub>-utslipp viser at betong har betydelig innvirkning på det totale utslippet at mengde armering må reduseres betydelig for å balansere økte utslippene forårsaket av økte betongmengder. En økning i tykkelse på 200 mm. tilsvarer en økning i betongmengde på 25,5 som igjen utgjør en utslippsøkning på 8415 kg CO<sub>2</sub>-ekv. For å balansere dette og få mindre utslipp må armerings-mengden reduseres med over 4,2 tønner. Den største besparelsen i armering var i overgangen mellom 600 mm. og 800 mm, men denne er mindre enn 4,2 tønner. Denne besparelsen kunne trolig oppnås ved bruk av en annen vektreduserende plateutforming.

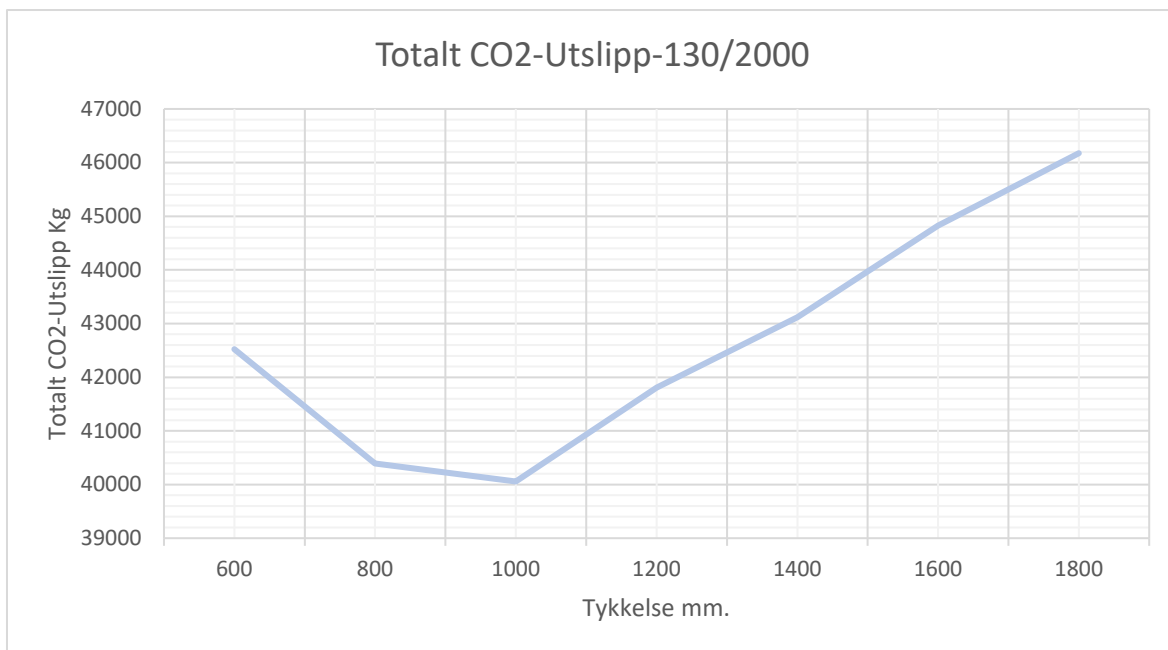
Slik som resultatene i figur 8-6 viser er det altså mer miljøvennlig å dimensjonere tynnere plater, men denne konklusjonen er ikke gjeldende ved bruk av betong med lavere karbonklasser enn lavkarbon klasse A, nemlig klassene Pluss og Ekstrem som har utslippsfaktorer på henholdsvis 170 og 130 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup>.



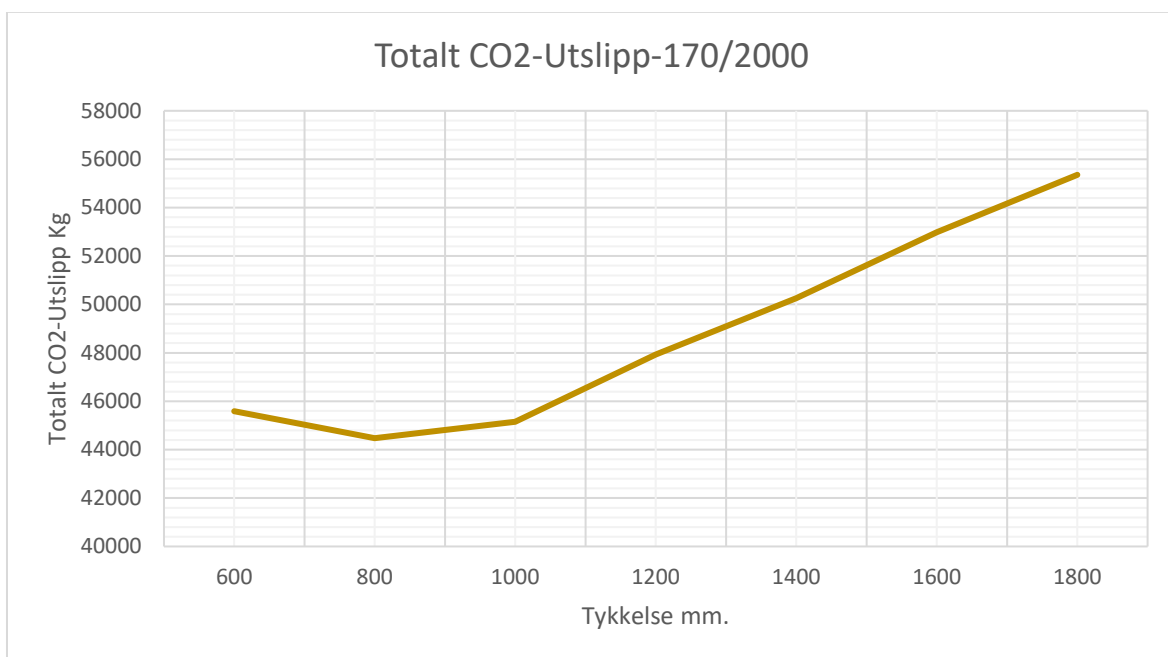
Figur 8-6 Totalt CO2-utslipp ved forskjellige tykkelser

Som figurene 8-7, 8-8 og 8-9 viser er det dermed mer gunstig for miljø å bygge med litt tykkere bruplater under forutsetning av at armeringen har samme utslippsfaktor. Optimaliserte tykkelser med tanke på klimagassutslipp er dermed 1000 mm. og 800 mm. for henholdsvis Lavkarbon Ekstrem (130) og Lavkarbon Pluss (170).

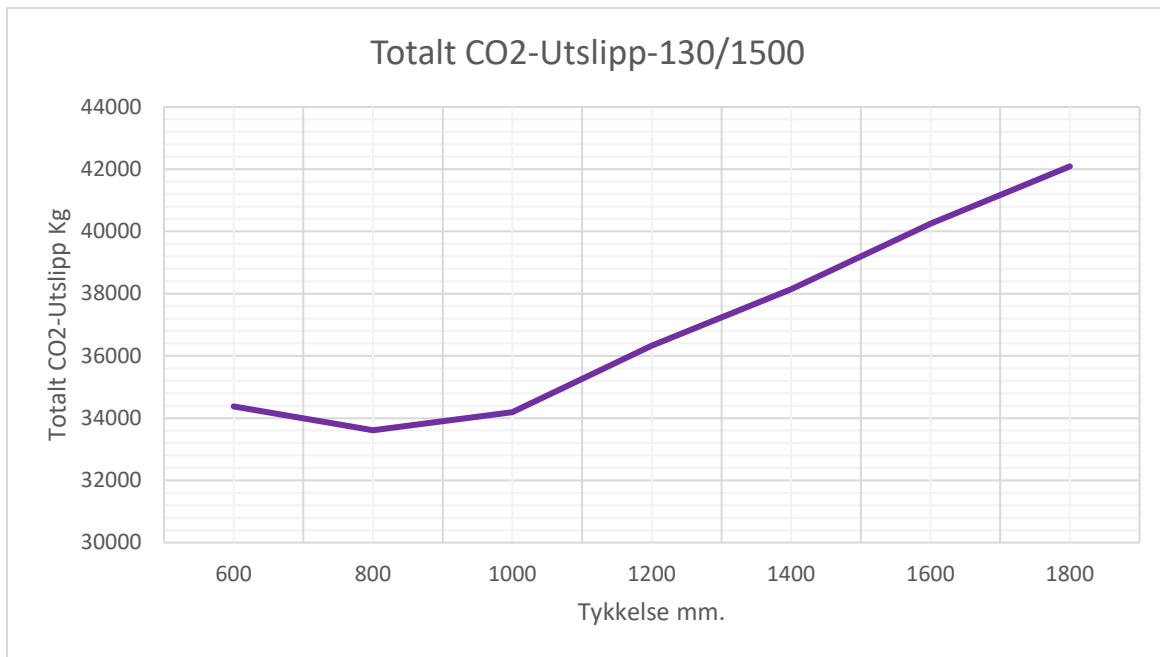
Ved bruk av armering som inneholder 70% resirkulert stål som gir en utslippsfaktor på 1500 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per tonn, er det kun lavkarbonbetong med klasse Ekstrem som gjør det mer miljøvennlig å bygge med litt tykkere plater. I den undersøkte bruoverbygning vil dermed tykkelsen 800 mm. være mest gunstig for miljøet. Hvis armeringen inneholder over 90% resirkulert stål, noe som gir utslippsfaktor på 1000 kg CO<sub>2</sub>-ekv, vil det være mer miljøvennlig å bygge med tynne plater uansett lavkarbonklasse på betongen.



*Figur 8-7 Totalt CO2-utslipp for utslippsfaktorer 130/2000*



*Figur 8-8 Totalt CO2-utslipp for utslippsfaktorer 170/2000*



Figur 8-9 Totalt CO2-utslipp for utslippsfaktorer 130/1500

Forskalingskostnader er inngått i betongkostnader, men de er ikke tatt med i beregning av klimagassutslippet som forklart i kapittel 6.9. Transport av materialer er heller ikke tatt med i beregninger. Disse to avgrensninger i klimagassberegninger kan også ha en liten innvirkning på resultatenes nøyaktighet, men resultatene kan likevel være egnet til å belyse relative forskjeller mellom løsningene som sammenlignes.

Lavkarbonklassene Ekstrem og Pluss er et mulig nivå å oppnå for enkelte prosjekt, men med flere begrensninger i standardverket, og begrenset tilgjengelighet [14]. Dette gjør det vanskeligere å oppnå miljømessig optimalisering med større betongdimensjoner til fordel for optimalisering med små betongdimensjoner. Betongkostnader blir i tillegg enda høyere at det ikke er hensiktsmessig å gå for denne løsningen. Kostnadmessig er det derfor billigere med små betongtykkelser uansett type betong og armering.

## 9. Konklusjon

Klimagassutslipp fra samferdselskonstruksjoner kan påvirkes gjennom hele prosjektets levetid fra plan til drift. Oppgaven tok for seg påvirkningsmuligheter i detaljprosjekteringsfasen for slakkarmerte betongkonstruksjoner. Det ble undersøkt hvilken effekt kvaliteten og mengdeproporsjonering av materialene betong og armering har på klimaavtrykket og kostnadene. Undersøkelsen gikk konkret ut på prosjektering av bruoverbygningen til en platebru av slakkarmert betong. Videre konklusjoner er kun gjeldende under oppgavens forutsetninger og begrensninger.

Betong er et miljøforurensende materiale og har en stor innvirkning på klimagassutslippet. En liten endring i platetykkelse ville hatt et betydelig utslag i klimaregnskapet, spesielt hvis det medfører en merkbar endring i armerings-mengden. Resultatene viser at plater med små betongtykkelser er mer økonomiske og klimavennlige enn tykkere plater. Denne konklusjonen er gjeldende så lenge det brukes ordinær betong og armering med utslippsfaktorer på henholdsvis 330 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup> betong og 2000 kg CO<sub>2</sub> per tonn armering. Det viste derimot seg at det kan være mer gunstig for miljø å prosjektere litt tykkere plater hvis man bruker betong med veldig lave karbonklasser forutsatt at det brukes samme type ordinær armering eller armering med maks 90 % resirkulert stål. Når resirkuleringsgraden stiger over 90 % blir det igjen mer gunstig for både økonomi og klima å bygge med små tykkelser uansett hvilke karbonklasser av betong som brukes.

Det er dermed ikke en direkte sammenheng mellom å prosjektere økonomisk og miljøvennlig. Den økonomiske optimaliseringen er tilknyttet små betongtykkelser i alle undersøkte løsningsalternativer, mens klimavennlig optimalisering hadde ikke det samme resultatet og var i tillegg avhengig av materialets kvalitet. Optimalisering av betongkonstruksjoner med tanke på klima handler derfor ikke bare om å oppnå reduksjon i materialforbruket, men den kan også være avhengig av hensiktsmessig proporsjonering av armerings- og betongmengder basert på materialenes kvalitet i forhold til karbonavtrykket.

Det er imidlertid mulig å utvikle en flerobjektiv algoritme for optimalisering av både kostnader og klimagasser ved prosjektering av slakkarmert betongkonstruksjoner. En slik bærekraftig optimalisering vil basere seg på tverrsnittsdimensjoner, armerings-mengder, lastforhold og materialkvaliteter.

## 10. Videre arbeid

Oppgaven tok kun for seg overbygninger av en platebru med en spennlengde på 15 meter, og er gjeldende under oppgavens forutsetninger og forenklinger. For videre arbeid foreslås det å:

- Utføre mer nøyaktige klimagassberegninger.
- Undersøke flere spennvidder og ta hensyn til nedbøyningskrav og alle andre aktuelle laster, som bla. natur- og deformasjonslaster.
- Undersøke andre typer bruoverbygninger som bla. bjelkebru, bjelkeplatebru, rippeplatebru eller kassebru
- Undersøke andre konstruksjonsdeler som søyler, landkar og fundamenter.
- Se på spennarmerte konstruksjonselementer.
- Utvikle en flerobjektiv eller singelobjektiv algoritme for optimalisering av henholdsvis klimagasser og kostnader eller kun klimagasser ved prosjektering av konkrete konstruksjonselementer av betong.



## Referanser

- [1] Statens vegvesen, Bruprosjektering, Håndbok N400, 2022
- [2] Statens vegvesen, bruforvaltningssystemet Brutus.
- [3] Statens vegvesen, håndbok N100 Veg- og gateutforming, 2021
- [4] Store norske leksikon, hentet den 15.03.2022 fra  
<https://snl.no/klimagassutslipp>
- [5] Statens vegvesen, rapport nr. 428 Bærekraftige konstruksjoner
- [6] Statens vegvesen, hentet 15.03.2022 fra  
<https://www.vegvesen.no/om-oss/presse/aktuelt/nasjonalt/den-dagen-bade-byggherre-entreprenor-og-klima-er-vinnere-da-har-vi-lyktes/>
- [7] Statens vegvesen, Bruregistrering, håndbok V440
- [8] Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner - Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger, NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008, Standard Norge
- [9] Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner - Del 2: Bruer, NS-EN 1992-2:2005+NA:2010, Standard Norge
- [10] Eurokode 1: Laster på konstruksjoner - Del 2: Trafikklast på bruer, NS-EN 1991-2:2003+NA:2010, Standard Norge
- [11] Scanscot Technology AB, "Brigade Standard Theory Manual", 2022
- [12] Scanscot Technology AB, "Brigade Standard User's Manual", 2022

- [13] S. I. Sørensen, Betongkonstruksjoner: beregning og dimensjonering etter Eurocode 2, 2. utg.
- [14] Norsk betongforening, lavkarbonbetong, publikasjon nr. 37
- [15] Statens vegvesen, "Prosesskode 2: Standard arbeidsbeskrivelse for bruer og kaier: Hovedprosess 8," Håndbok R762, 2018.
- [16] Armeringsstål — Mål og egenskaper — Del 3: Kamstål B500NC, NS 3576-3:2012
- [17] Statens vegvesen, Bruprosjektering, håndbok 185.
- [18] Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, standard Norge.
- [19] Analyse av varierende spennlengde for ettspenns platebruer, Hjorteland E.S. Masteroppgave 2017.

## Vedlegg

<b>Vedlegg A</b> .....	88
Krefter i ULS og SLS for alle tykkelser.	
<b>Vedlegg B</b> .....	130
Krefter for manuelle kontroller.	
<b>Vedlegg C</b> .....	137
Beregning av momentkrefter for manuelle kontroller	
<b>Vedlegg D</b> .....	158
Kontroll av minimumsarmering og største- og minste senteravstand	
<b>Vedlegg E</b> .....	174
Beregning av vekten av innlagt armering	
<b>Vedlegg F</b> .....	195
Beregning av momentkapasitet	
<b>Vedlegg G</b> .....	202
Beregning av kostnader og klimagassutslipp	

# Vedlegg A

## Krefter i ULS og SLS

### Tykkelse 600 mm. - ULS

-----

BRIGADE/Standard version 2022.1  
 Project File Name: 0.6 tykk  
 Model ID: 58882876  
 Last save at: 2022-05-27 21:43:35  
 Calculated with version: 2022.1  
 Last calc. started at: 2022-05-27 21:43:37  
 Time: 2022-05-28 15:05:11

-----

Result Set Name: Felt-krefter

-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line  
 Pos-tn: Position along transversal node line  
 Thickness: Shell element thickness at FE-model node  
 Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)  
 Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	0,60	1377,78	516,92	195,49	-134,63
577,00	8,02	0,35	0,60	1377,04	516,84	142,59	-91,63
578,00	8,02	0,71	0,60	1375,14	516,54	134,71	-102,06
579,00	8,02	1,06	0,60	1370,74	516,15	153,55	-121,17
580,00	8,02	1,42	0,60	1363,94	515,97	123,33	-90,72
581,00	8,02	1,77	0,60	1357,65	515,96	151,86	-118,71
582,00	8,02	2,13	0,60	1352,73	516,09	123,65	-90,39
583,00	8,02	2,48	0,60	1349,24	516,07	148,84	-115,24
584,00	8,02	2,83	0,60	1346,58	515,70	150,34	-116,13
585,00	8,02	3,19	0,60	1341,40	515,42	152,15	-117,84
586,00	8,02	3,54	0,60	1332,37	515,22	145,62	-111,41
587,00	8,02	3,90	0,60	1327,26	515,11	156,97	-122,65
588,00	8,02	4,25	0,60	1321,49	515,07	141,63	-107,37
589,00	8,02	4,60	0,60	1327,26	515,11	156,97	-122,65
590,00	8,02	4,96	0,60	1332,37	515,22	145,62	-111,41
591,00	8,02	5,31	0,60	1341,40	515,42	152,15	-117,84
592,00	8,02	5,67	0,60	1346,58	515,70	150,34	-116,13
593,00	8,02	6,02	0,60	1349,24	516,07	148,84	-115,24
594,00	8,02	6,38	0,60	1352,73	516,09	123,65	-90,39
595,00	8,02	6,73	0,60	1357,65	515,96	151,86	-118,71
596,00	8,02	7,08	0,60	1363,94	515,97	123,33	-90,72
597,00	8,02	7,44	0,60	1370,74	516,15	153,55	-121,17
598,00	8,02	7,79	0,60	1375,14	516,54	134,71	-102,06
599,00	8,02	8,15	0,60	1377,04	516,84	142,59	-91,63
600,00	8,02	8,50	0,60	1377,78	516,92	195,49	-134,63

Sum krefter i (kNm, kN)	<b>11993,93</b>	<b>4568,42</b>	<b>1310,35</b>	<b>-981,94</b>
-------------------------	-----------------	----------------	----------------	----------------

-----  
 BRIGADE/Standard version 2022.1  
 Project File Name: 0.6 tykk  
 Model ID: 58882876  
 Last save at: 2022-05-27 21:43:35  
 Calculated with version: 2022.1  
 Last calc. started at: 2022-05-27 21:43:37  
 Time: 2022-05-28 15:08:37  
 -----

Result Set Name: Akse1-krefter  
 -----

Pos-ln: Position along longitudinal node line  
 Pos-tn: Position along transversal node line  
 Thickness: Shell element thickness at FE-model node  
 Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)  
 Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	0,60	4,91	-16,90	-10,55	-97,50
2,00	0,00	0,35	0,60	-0,30	-16,34	58,32	-116,02
3,00	0,00	0,71	0,60	7,72	-22,95	169,60	-153,48
4,00	0,00	1,06	0,60	6,74	-28,56	158,84	-212,64
5,00	0,00	1,42	0,60	-2,11	-25,75	73,88	-153,61
6,00	0,00	1,77	0,60	32,12	-3,49	-99,72	-645,87
7,00	0,00	2,13	0,60	98,07	23,23	-432,55	-1545,37
8,00	0,00	2,48	0,60	77,19	16,38	-357,05	-1275,62
9,00	0,00	2,83	0,60	15,61	-10,07	-31,99	-445,24
10,00	0,00	3,19	0,60	6,25	-29,03	169,58	-194,50
11,00	0,00	3,54	0,60	3,93	-24,53	121,19	-169,30
12,00	0,00	3,90	0,60	7,16	-25,88	171,92	-161,41
13,00	0,00	4,25	0,60	3,68	-22,79	123,32	-141,26
14,00	0,00	4,60	0,60	7,16	-25,88	171,92	-161,41
15,00	0,00	4,96	0,60	3,93	-24,53	121,19	-169,30
16,00	0,00	5,31	0,60	6,25	-29,03	169,58	-194,50
17,00	0,00	5,67	0,60	15,61	-10,07	-31,99	-445,24
18,00	0,00	6,02	0,60	77,19	16,38	-357,05	-1275,62
19,00	0,00	6,38	0,60	98,07	23,23	-432,55	-1545,37
20,00	0,00	6,73	0,60	32,12	-3,49	-99,72	-645,87
21,00	0,00	7,08	0,60	-2,11	-25,75	73,88	-153,61
22,00	0,00	7,44	0,60	6,74	-28,56	158,84	-212,64
23,00	0,00	7,79	0,60	7,72	-22,95	169,60	-153,48
24,00	0,00	8,15	0,60	-0,30	-16,34	58,32	-116,02
25,00	0,00	8,50	0,60	4,91	-16,90	-10,55	-97,50
<b>Sum krefter i (kNm, kN)</b>				<b>183,54</b>	<b>-124,16</b>	<b>37,65</b>	<b>-3712,52</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-27 21:43:35

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-27 21:43:37

Time: 2022-05-28 15:09:42  
-----

Result Set Name: Akse2-krefter  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	0,60	4,91	-16,90	97,49	10,55
1077,00	15,00	0,35	0,60	-0,30	-16,34	116,03	-58,32
1078,00	15,00	0,71	0,60	7,72	-22,95	153,49	-169,60
1079,00	15,00	1,06	0,60	6,74	-28,56	212,64	-158,84
1080,00	15,00	1,42	0,60	-2,11	-25,75	153,61	-73,88
1081,00	15,00	1,77	0,60	32,12	-3,49	645,87	99,72
1082,00	15,00	2,13	0,60	98,07	23,23	1545,37	432,55
1083,00	15,00	2,48	0,60	77,19	16,38	1275,62	357,05
1084,00	15,00	2,83	0,60	15,61	-10,07	445,24	31,99
1085,00	15,00	3,19	0,60	6,25	-29,03	194,50	-169,58
1086,00	15,00	3,54	0,60	3,93	-24,53	169,30	-121,19
1087,00	15,00	3,90	0,60	7,16	-25,88	161,41	-171,92
1088,00	15,00	4,25	0,60	3,68	-22,79	141,26	-123,32
1089,00	15,00	4,60	0,60	7,16	-25,88	161,41	-171,92
1090,00	15,00	4,96	0,60	3,93	-24,53	169,30	-121,19
1091,00	15,00	5,31	0,60	6,25	-29,03	194,50	-169,58
1092,00	15,00	5,67	0,60	15,61	-10,07	445,24	31,99
1093,00	15,00	6,02	0,60	77,19	16,38	1275,62	357,05
1094,00	15,00	6,38	0,60	98,07	23,23	1545,37	432,55
1095,00	15,00	6,73	0,60	32,12	-3,49	645,87	99,72
1096,00	15,00	7,08	0,60	-2,11	-25,75	153,61	-73,88
1097,00	15,00	7,44	0,60	6,74	-28,56	212,64	-158,84
1098,00	15,00	7,79	0,60	7,72	-22,95	153,49	-169,60
1099,00	15,00	8,15	0,60	-0,30	-16,34	116,03	-58,32
1100,00	15,00	8,50	0,60	4,91	-16,90	97,49	10,55
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>183,54</b>	<b>-124,16</b>	<b>3712,51</b>	<b>-37,65</b>

**Tykkelse 600 mm. - SLS**

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1  
Project File Name: 0.6 tykk  
Model ID: 58882876  
Last save at: 2022-06-04 15:26:58  
Calculated with version: 2022.1  
Last calc. started at: 2022-06-04 15:27:00  
Time: 2022-06-04 15:34:57  
-----

Result Set Name: SIS  
-----

Pos-In: Position along longitudinal node line  
Pos-tn: Position along transversal node line  
Thickness: Shell element thickness at FE-model node  
Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)  
Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)  
Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vs (kN/m)  
Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vs (kN/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	0,60	798,82	518,45	81,24	-39,85
577,00	8,02	0,35	0,60	798,43	518,29	59,72	-26,11
578,00	8,02	0,71	0,60	797,43	517,85	54,81	-32,23
579,00	8,02	1,06	0,60	795,39	517,24	61,76	-39,34
580,00	8,02	1,42	0,60	792,57	516,83	50,62	-27,99
581,00	8,02	1,77	0,60	790,03	516,59	61,25	-38,29
582,00	8,02	2,13	0,60	788,07	516,48	50,85	-27,75
583,00	8,02	2,48	0,60	786,69	516,37	60,23	-36,90
584,00	8,02	2,83	0,60	785,65	516,18	60,82	-37,19
585,00	8,02	3,19	0,60	783,70	516,04	61,52	-37,79
586,00	8,02	3,54	0,60	780,35	515,95	59,12	-35,39
587,00	8,02	3,90	0,60	778,45	515,90	63,33	-39,53
588,00	8,02	4,25	0,60	776,31	515,88	57,66	-33,87
589,00	8,02	4,60	0,60	778,45	515,90	63,33	-39,53
590,00	8,02	4,96	0,60	780,35	515,95	59,12	-35,39
591,00	8,02	5,31	0,60	783,70	516,04	61,52	-37,79
592,00	8,02	5,67	0,60	785,65	516,18	60,82	-37,19
593,00	8,02	6,02	0,60	786,69	516,37	60,23	-36,90
594,00	8,02	6,38	0,60	788,07	516,48	50,85	-27,75
595,00	8,02	6,73	0,60	790,03	516,59	61,25	-38,29
596,00	8,02	7,08	0,60	792,57	516,83	50,62	-27,99
597,00	8,02	7,44	0,60	795,39	517,24	61,76	-39,34
598,00	8,02	7,79	0,60	797,43	517,85	54,81	-32,23
599,00	8,02	8,15	0,60	798,43	518,29	59,72	-26,11
600,00	8,02	8,50	0,60	798,82	518,45	81,24	-39,85
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>6986,82</b>	<b>4575,91</b>	<b>534,16</b>	<b>-308,33</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-06-04 15:26:58

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-06-04 15:27:00

Time: 2022-06-04 15:38:18  
-----

Result Set Name: SIS  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	0,60	-1,77	-9,42	-25,35	-55,03
2,00	0,00	0,35	0,60	-3,50	-9,04	-2,92	-64,61
3,00	0,00	0,71	0,60	-0,62	-11,57	34,92	-81,46
4,00	0,00	1,06	0,60	-1,41	-14,02	23,70	-109,75
5,00	0,00	1,42	0,60	-5,46	-13,67	-3,38	-84,02
6,00	0,00	1,77	0,60	15,27	2,54	-169,82	-356,47
7,00	0,00	2,13	0,60	52,10	26,48	-472,99	-848,35
8,00	0,00	2,48	0,60	40,66	19,75	-389,75	-699,67
9,00	0,00	2,83	0,60	5,55	-3,93	-96,49	-239,59
10,00	0,00	3,19	0,60	-2,14	-14,68	28,11	-102,65
11,00	0,00	3,54	0,60	-2,35	-12,45	13,08	-90,77
12,00	0,00	3,90	0,60	-0,98	-12,79	36,44	-83,81
13,00	0,00	4,25	0,60	-2,26	-11,64	18,93	-75,92
14,00	0,00	4,60	0,60	-0,98	-12,79	36,44	-83,81
15,00	0,00	4,96	0,60	-2,35	-12,45	13,08	-90,77
16,00	0,00	5,31	0,60	-2,14	-14,68	28,11	-102,65
17,00	0,00	5,67	0,60	5,55	-3,93	-96,49	-239,59
18,00	0,00	6,02	0,60	40,66	19,75	-389,75	-699,67
19,00	0,00	6,38	0,60	52,10	26,48	-472,99	-848,35
20,00	0,00	6,73	0,60	15,27	2,54	-169,82	-356,47
21,00	0,00	7,08	0,60	-5,46	-13,67	-3,38	-84,02
22,00	0,00	7,44	0,60	-1,41	-14,02	23,70	-109,75
23,00	0,00	7,79	0,60	-0,62	-11,57	34,92	-81,46
24,00	0,00	8,15	0,60	-3,50	-9,04	-2,92	-64,61
25,00	0,00	8,50	0,60	-1,77	-9,42	-25,35	-55,03
Sum krefter i (kNm, kN)				66,74	-41,53	-718,95	-2021,68



BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-06-04 15:26:58

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-06-04 15:27:00

Time: 2022-06-04 15:44:32

Result Set Name: SIS

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076	15	0	0,6	-1,765676	-9,422792	55,02833	25,348888
1077	15	0,354167	0,6	-3,503311	-9,043859	64,60912	2,9216309
1078	15	0,708333	0,6	-0,615286	-11,56571	81,46002	-34,919659
1079	15	1,0625	0,6	-1,410406	-14,02302	109,7502	-23,702736
1080	15	1,416667	0,6	-5,46274	-13,66921	84,01951	3,3801575
1081	15	1,770833	0,6	15,27424	2,535018	356,4678	169,82097
1082	15	2,125	0,6	52,09579	26,47956	848,3474	472,99237
1083	15	2,479167	0,6	40,65834	19,74584	699,6674	389,75165
1084	15	2,833333	0,6	5,553096	-3,929225	239,5896	96,492844
1085	15	3,1875	0,6	-2,139265	-14,68036	102,6506	-28,11409
1086	15	3,541667	0,6	-2,354639	-12,44786	90,77022	-13,077625
1087	15	3,895833	0,6	-0,97807	-12,78607	83,81337	-36,441452
1088	15	4,25	0,6	-2,262035	-11,63804	75,91691	-18,927586
1089	15	4,604167	0,6	-0,97807	-12,78607	83,81337	-36,441452
1090	15	4,958333	0,6	-2,354638	-12,44786	90,77022	-13,077625
1091	15	5,3125	0,6	-2,139265	-14,68036	102,6506	-28,11409
1092	15	5,666667	0,6	5,553096	-3,929225	239,5896	96,492844
1093	15	6,020833	0,6	40,65834	19,74584	699,6673	389,75165
1094	15	6,375	0,6	52,09579	26,47956	848,3474	472,99237
1095	15	6,729167	0,6	15,27424	2,535017	356,4678	169,82097
1096	15	7,083333	0,6	-5,46274	-13,66921	84,01951	3,3801613
1097	15	7,4375	0,6	-1,410406	-14,02302	109,7502	-23,702736
1098	15	7,791667	0,6	-0,615286	-11,56571	81,46002	-34,919659
1099	15	8,145833	0,6	-3,503311	-9,043859	64,60912	2,9216309
1100	15	8,5	0,6	-1,765676	-9,422793	55,02833	25,348888
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>66,73991</b>	<b>-41,52724</b>	<b>2021,677</b>	<b>718,95063</b>

## Tykkelse 800 mm. - ULS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-28 15:21:21

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-28 15:21:23

Time: 2022-05-28 16:55:08

Result Set Name: Felt-krefter

Pos-In: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	0,80	1543,80	656,77	186,04	-119,78
577,00	8,02	0,35	0,80	1544,67	656,93	146,32	-88,20
578,00	8,02	0,71	0,80	1543,83	656,73	141,55	-100,87
579,00	8,02	1,06	0,80	1539,58	656,22	157,27	-119,16
580,00	8,02	1,42	0,80	1532,54	655,88	126,16	-88,31
581,00	8,02	1,77	0,80	1525,95	655,74	154,84	-116,43
582,00	8,02	2,13	0,80	1520,79	655,78	126,46	-87,91
583,00	8,02	2,48	0,80	1517,16	655,73	151,87	-112,88
584,00	8,02	2,83	0,80	1514,35	655,31	153,24	-113,65
585,00	8,02	3,19	0,80	1509,06	655,00	155,03	-115,30
586,00	8,02	3,54	0,80	1499,97	654,78	148,59	-108,90
587,00	8,02	3,90	0,80	1494,74	654,66	159,96	-120,15
588,00	8,02	4,25	0,80	1488,96	654,61	144,58	-104,82
589,00	8,02	4,60	0,80	1494,74	654,66	159,96	-120,15
590,00	8,02	4,96	0,80	1499,97	654,78	148,59	-108,90
591,00	8,02	5,31	0,80	1509,07	655,00	155,03	-115,30
592,00	8,02	5,67	0,80	1514,35	655,31	153,24	-113,65
593,00	8,02	6,02	0,80	1517,16	655,73	151,87	-112,88
594,00	8,02	6,38	0,80	1520,79	655,78	126,46	-87,91
595,00	8,02	6,73	0,80	1525,95	655,74	154,84	-116,43
596,00	8,02	7,08	0,80	1532,54	655,88	126,16	-88,31
597,00	8,02	7,44	0,80	1539,58	656,22	157,27	-119,16
598,00	8,02	7,79	0,80	1543,83	656,73	141,55	-100,87
599,00	8,02	8,15	0,80	1544,67	656,93	146,32	-88,20
600,00	8,02	8,50	0,80	1543,80	656,77	186,04	-119,78
<b>Sum krefter i (kNm, kN)</b>				<b>13480,24</b>	<b>5806,09</b>	<b>1331,40</b>	<b>-951,96</b>

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-28 15:21:21

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-28 15:21:23

Time: 2022-05-28 16:55:17

Result Set Name: Akse1-krefter

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	0,80	4,05	-19,64	-17,97	-101,09
2,00	0,00	0,35	0,80	-2,28	-18,85	58,08	-114,65
3,00	0,00	0,71	0,80	5,75	-25,82	177,24	-150,66
4,00	0,00	1,06	0,80	4,19	-32,22	162,16	-216,10
5,00	0,00	1,42	0,80	-5,17	-29,82	76,23	-150,37
6,00	0,00	1,77	0,80	34,89	-1,87	-154,39	-727,83
7,00	0,00	2,13	0,80	112,14	32,47	-589,33	-1779,74
8,00	0,00	2,48	0,80	87,78	23,47	-484,52	-1460,49
9,00	0,00	2,83	0,80	15,26	-10,74	-59,91	-486,92
10,00	0,00	3,19	0,80	3,38	-33,27	174,57	-194,86
11,00	0,00	3,54	0,80	1,56	-27,81	122,54	-172,44
12,00	0,00	3,90	0,80	5,07	-28,86	176,61	-163,32
13,00	0,00	4,25	0,80	1,61	-25,61	125,70	-142,28
14,00	0,00	4,60	0,80	5,07	-28,86	176,61	-163,32
15,00	0,00	4,96	0,80	1,56	-27,81	122,54	-172,44
16,00	0,00	5,31	0,80	3,38	-33,27	174,57	-194,86
17,00	0,00	5,67	0,80	15,26	-10,74	-59,91	-486,92
18,00	0,00	6,02	0,80	87,78	23,47	-484,52	-1460,49
19,00	0,00	6,38	0,80	112,14	32,47	-589,33	-1779,74
20,00	0,00	6,73	0,80	34,89	-1,87	-154,39	-727,83
21,00	0,00	7,08	0,80	-5,17	-29,82	76,23	-150,37
22,00	0,00	7,44	0,80	4,19	-32,22	162,16	-216,10
23,00	0,00	7,79	0,80	5,75	-25,82	177,24	-150,66
24,00	0,00	8,15	0,80	-2,28	-18,85	58,08	-114,65
25,00	0,00	8,50	0,80	4,05	-19,64	-17,97	-101,09
sum krefter i (kNm, kN)				<b>189,43</b>	<b>-131,58</b>	<b>-209,55</b>	<b>-4100,98</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-28 15:21:21

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-28 15:21:23

Time: 2022-05-28 16:55:28  
-----

Result Set Name: Akse2-krefter  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	0,80	4,05	-19,64	101,09	17,97
1077,00	15,00	0,35	0,80	-2,28	-18,85	114,65	-58,08
1078,00	15,00	0,71	0,80	5,75	-25,82	150,67	-177,24
1079,00	15,00	1,06	0,80	4,19	-32,22	216,10	-162,16
1080,00	15,00	1,42	0,80	-5,17	-29,82	150,37	-76,23
1081,00	15,00	1,77	0,80	34,89	-1,87	727,83	154,39
1082,00	15,00	2,13	0,80	112,14	32,47	1779,74	589,33
1083,00	15,00	2,48	0,80	87,78	23,47	1460,49	484,52
1084,00	15,00	2,83	0,80	15,26	-10,74	486,92	59,91
1085,00	15,00	3,19	0,80	3,38	-33,27	194,86	-174,57
1086,00	15,00	3,54	0,80	1,56	-27,81	172,44	-122,54
1087,00	15,00	3,90	0,80	5,07	-28,86	163,32	-176,61
1088,00	15,00	4,25	0,80	1,61	-25,61	142,28	-125,70
1089,00	15,00	4,60	0,80	5,07	-28,86	163,32	-176,61
1090,00	15,00	4,96	0,80	1,56	-27,81	172,44	-122,54
1091,00	15,00	5,31	0,80	3,38	-33,27	194,86	-174,57
1092,00	15,00	5,67	0,80	15,26	-10,74	486,92	59,91
1093,00	15,00	6,02	0,80	87,78	23,47	1460,49	484,52
1094,00	15,00	6,38	0,80	112,14	32,47	1779,74	589,33
1095,00	15,00	6,73	0,80	34,89	-1,87	727,83	154,39
1096,00	15,00	7,08	0,80	-5,17	-29,82	150,37	-76,23
1097,00	15,00	7,44	0,80	4,19	-32,22	216,10	-162,16
1098,00	15,00	7,79	0,80	5,75	-25,82	150,67	-177,24
1099,00	15,00	8,15	0,80	-2,28	-18,85	114,65	-58,08
1100,00	15,00	8,50	0,80	4,05	-19,64	101,09	17,97
sum krefter i (kNm, kN)				<b>189,43</b>	<b>-131,58</b>	<b>4100,98</b>	<b>209,55</b>

## Tykkelse 800 mm. - SLS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-28 15:21:21

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-28 15:21:23

Time: 2022-05-29 01:10:58

Result Set Name: SIS

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	0,80	937,95	658,24	79,51	-32,34
577,00	8,02	0,35	0,80	938,32	658,36	62,95	-22,75
578,00	8,02	0,71	0,80	937,80	658,04	59,02	-29,88
579,00	8,02	1,06	0,80	935,76	657,32	64,52	-37,02
580,00	8,02	1,42	0,80	932,76	656,75	53,01	-25,59
581,00	8,02	1,77	0,80	930,03	656,38	63,69	-35,93
582,00	8,02	2,13	0,80	927,93	656,18	53,25	-25,29
583,00	8,02	2,48	0,80	926,46	656,02	62,72	-34,47
584,00	8,02	2,83	0,80	925,35	655,78	63,27	-34,71
585,00	8,02	3,19	0,80	923,35	655,62	63,97	-35,28
586,00	8,02	3,54	0,80	919,96	655,51	61,61	-32,88
587,00	8,02	3,90	0,80	918,01	655,45	65,84	-37,03
588,00	8,02	4,25	0,80	915,86	655,43	60,15	-31,35
589,00	8,02	4,60	0,80	918,01	655,45	65,84	-37,03
590,00	8,02	4,96	0,80	919,96	655,51	61,61	-32,88
591,00	8,02	5,31	0,80	923,35	655,62	63,97	-35,28
592,00	8,02	5,67	0,80	925,35	655,78	63,27	-34,71
593,00	8,02	6,02	0,80	926,46	656,02	62,72	-34,47
594,00	8,02	6,38	0,80	927,93	656,18	53,25	-25,29
595,00	8,02	6,73	0,80	930,03	656,38	63,69	-35,93
596,00	8,02	7,08	0,80	932,76	656,75	53,01	-25,59
597,00	8,02	7,44	0,80	935,76	657,32	64,52	-37,02
598,00	8,02	7,79	0,80	937,80	658,04	59,02	-29,88
599,00	8,02	8,15	0,80	938,32	658,36	62,95	-22,75
600,00	8,02	8,50	0,80	937,95	658,24	79,51	-32,34
sum krefter i (kNm, kN)				<b>8224,88</b>	<b>5813,56</b>	<b>554,94</b>	<b>-282,51</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-28 15:21:21

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-28 15:21:23

Time: 2022-05-29 01:11:27  
-----

Result Set Name: SIS  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	0,80	-3,26	-11,48	-31,96	-59,77
2,00	0,00	0,35	0,80	-5,34	-10,95	-6,28	-66,99
3,00	0,00	0,71	0,80	-2,44	-13,60	34,28	-83,48
4,00	0,00	1,06	0,80	-3,69	-16,56	19,17	-116,12
5,00	0,00	1,42	0,80	-8,24	-16,62	-6,12	-86,00
6,00	0,00	1,77	0,80	17,41	4,39	-228,90	-421,08
7,00	0,00	2,13	0,80	62,49	35,78	-631,31	-1023,61
8,00	0,00	2,48	0,80	48,56	26,88	-518,44	-840,03
9,00	0,00	2,83	0,80	5,30	-4,29	-128,89	-274,49
10,00	0,00	3,19	0,80	-4,79	-17,65	25,06	-107,11
11,00	0,00	3,54	0,80	-4,52	-14,80	8,47	-96,44
12,00	0,00	3,90	0,80	-2,92	-14,92	34,06	-88,16
13,00	0,00	4,25	0,80	-4,19	-13,71	15,90	-79,74
14,00	0,00	4,60	0,80	-2,92	-14,92	34,06	-88,16
15,00	0,00	4,96	0,80	-4,52	-14,80	8,47	-96,44
16,00	0,00	5,31	0,80	-4,79	-17,65	25,06	-107,11
17,00	0,00	5,67	0,80	5,30	-4,29	-128,89	-274,49
18,00	0,00	6,02	0,80	48,56	26,88	-518,44	-840,03
19,00	0,00	6,38	0,80	62,49	35,78	-631,31	-1023,61
20,00	0,00	6,73	0,80	17,41	4,39	-228,90	-421,08
21,00	0,00	7,08	0,80	-8,24	-16,62	-6,12	-86,00
22,00	0,00	7,44	0,80	-3,69	-16,56	19,17	-116,12
23,00	0,00	7,79	0,80	-2,44	-13,60	34,28	-83,48
24,00	0,00	8,15	0,80	-5,34	-10,95	-6,28	-66,99
25,00	0,00	8,50	0,80	-3,26	-11,48	-31,96	-59,77
sum krefter i (kNm, kN)				<b>68,33</b>	<b>-42,97</b>	<b>-1007,90</b>	<b>-2339,72</b>

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-28 15:21:21

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-28 15:21:23

Time: 2022-05-29 01:11:46

Result Set Name: SIS

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force VsZ (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force VsZ (kN/m)

Case 5: SLS, Quasi-permanent, Max, Membrane Force Ns (kN/m)

Case 6: SLS, Quasi-permanent, Min, Membrane Force Ns (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	0,80	-3,26	-11,48	59,76	31,96
1077,00	15,00	0,35	0,80	-5,34	-10,95	66,99	6,28
1078,00	15,00	0,71	0,80	-2,44	-13,60	83,48	-34,28
1079,00	15,00	1,06	0,80	-3,69	-16,56	116,12	-19,17
1080,00	15,00	1,42	0,80	-8,24	-16,62	86,00	6,12
1081,00	15,00	1,77	0,80	17,41	4,39	421,08	228,90
1082,00	15,00	2,13	0,80	62,49	35,78	1023,61	631,31
1083,00	15,00	2,48	0,80	48,56	26,88	840,03	518,44
1084,00	15,00	2,83	0,80	5,30	-4,29	274,49	128,89
1085,00	15,00	3,19	0,80	-4,79	-17,65	107,11	-25,06
1086,00	15,00	3,54	0,80	-4,52	-14,80	96,44	-8,47
1087,00	15,00	3,90	0,80	-2,92	-14,92	88,16	-34,06
1088,00	15,00	4,25	0,80	-4,19	-13,71	79,74	-15,90
1089,00	15,00	4,60	0,80	-2,92	-14,92	88,16	-34,06
1090,00	15,00	4,96	0,80	-4,52	-14,80	96,44	-8,47
1091,00	15,00	5,31	0,80	-4,79	-17,65	107,11	-25,06
1092,00	15,00	5,67	0,80	5,30	-4,29	274,49	128,89
1093,00	15,00	6,02	0,80	48,56	26,88	840,03	518,44
1094,00	15,00	6,38	0,80	62,49	35,78	1023,61	631,31
1095,00	15,00	6,73	0,80	17,41	4,39	421,08	228,90
1096,00	15,00	7,08	0,80	-8,24	-16,62	86,00	6,12
1097,00	15,00	7,44	0,80	-3,69	-16,56	116,12	-19,17
1098,00	15,00	7,79	0,80	-2,44	-13,60	83,48	-34,28
1099,00	15,00	8,15	0,80	-5,34	-10,95	66,99	6,28
1100,00	15,00	8,50	0,80	-3,26	-11,48	59,76	31,96
sum krefter i (kNm, kN)				<b>68,33</b>	<b>-42,97</b>	<b>2339,72</b>	<b>1007,90</b>

## Tykkelse 1000 mm. - ULS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-24 19:45:44

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-24 19:45:47

Time: 2022-05-24 20:08:05

Result Set Name: Felt-krefter

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	1,00	1709,45	796,34	179,74	-108,12
577,00	8,02	0,35	1,00	1711,88	796,85	149,19	-84,61
578,00	8,02	0,71	1,00	1712,19	796,84	147,49	-99,12
579,00	8,02	1,06	1,00	1708,35	796,30	161,51	-117,20
580,00	8,02	1,42	1,00	1701,24	795,83	129,37	-86,03
581,00	8,02	1,77	1,00	1694,41	795,58	157,83	-114,10
582,00	8,02	2,13	1,00	1689,02	795,52	129,33	-85,46
583,00	8,02	2,48	1,00	1685,21	795,43	154,87	-110,49
584,00	8,02	2,83	1,00	1682,24	794,95	156,14	-111,19
585,00	8,02	3,19	1,00	1676,83	794,61	157,93	-112,79
586,00	8,02	3,54	1,00	1667,64	794,37	151,56	-106,41
587,00	8,02	3,90	1,00	1662,27	794,23	162,94	-117,65
588,00	8,02	4,25	1,00	1656,47	794,19	147,55	-102,30
589,00	8,02	4,60	1,00	1662,27	794,23	162,94	-117,65
590,00	8,02	4,96	1,00	1667,64	794,37	151,56	-106,41
591,00	8,02	5,31	1,00	1676,83	794,61	157,93	-112,79
592,00	8,02	5,67	1,00	1682,24	794,95	156,14	-111,19
593,00	8,02	6,02	1,00	1685,21	795,43	154,87	-110,49
594,00	8,02	6,38	1,00	1689,02	795,52	129,33	-85,46
595,00	8,02	6,73	1,00	1694,41	795,58	157,83	-114,10
596,00	8,02	7,08	1,00	1701,24	795,83	129,37	-86,03
597,00	8,02	7,44	1,00	1708,35	796,30	161,51	-117,20
598,00	8,02	7,79	1,00	1712,19	796,84	147,49	-99,12
599,00	8,02	8,15	1,00	1711,88	796,85	149,19	-84,61
600,00	8,02	8,50	1,00	1709,45	796,34	179,74	-108,12
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>14966,35</b>	<b>7043,63</b>	<b>1354,10</b>	<b>-923,89</b>



-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-24 19:45:44

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-24 19:45:47

Time: 2022-05-24 20:08:28  
-----

Result Set Name: Akse1-krefter  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	1,00	3,30	-21,60	-23,19	-106,46
2,00	0,00	0,35	1,00	-3,88	-20,85	56,17	-115,91
3,00	0,00	0,71	1,00	4,04	-28,14	181,98	-149,14
4,00	0,00	1,06	1,00	1,93	-35,25	163,74	-218,51
5,00	0,00	1,42	1,00	-8,02	-33,46	76,44	-150,31
6,00	0,00	1,77	1,00	37,18	-0,18	-213,11	-810,00
7,00	0,00	2,13	1,00	124,19	41,53	-748,61	-2001,79
8,00	0,00	2,48	1,00	96,85	30,40	-614,41	-1638,18
9,00	0,00	2,83	1,00	14,83	-11,29	-91,46	-530,97
10,00	0,00	3,19	1,00	0,74	-36,96	176,22	-196,90
11,00	0,00	3,54	1,00	-0,54	-30,53	122,38	-175,71
12,00	0,00	3,90	1,00	3,30	-31,19	178,47	-165,97
13,00	0,00	4,25	1,00	-0,13	-27,82	126,04	-144,61
14,00	0,00	4,60	1,00	3,30	-31,19	178,47	-165,97
15,00	0,00	4,96	1,00	-0,54	-30,53	122,38	-175,71
16,00	0,00	5,31	1,00	0,74	-36,96	176,22	-196,90
17,00	0,00	5,67	1,00	14,83	-11,29	-91,46	-530,97
18,00	0,00	6,02	1,00	96,85	30,40	-614,41	-1638,18
19,00	0,00	6,38	1,00	124,19	41,53	-748,61	-2001,79
20,00	0,00	6,73	1,00	37,18	-0,18	-213,11	-810,00
21,00	0,00	7,08	1,00	-8,02	-33,46	76,44	-150,31
22,00	0,00	7,44	1,00	1,93	-35,25	163,74	-218,51
23,00	0,00	7,79	1,00	4,04	-28,14	181,98	-149,14
24,00	0,00	8,15	1,00	-3,88	-20,85	56,17	-115,91
25,00	0,00	8,50	1,00	3,30	-21,60	-23,19	-106,46
<b>Sum krefter i (kNm, kN)</b>				<b>193,97</b>	<b>-135,62</b>	<b>-476,25</b>	<b>-4485,27</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-24 19:45:44

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-24 19:45:47

Time: 2022-05-24 20:08:49  
-----

Result Set Name: Akse2-krefter  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	1,00	3,30	-21,60	106,45	23,19
1077,00	15,00	0,35	1,00	-3,88	-20,85	115,91	-56,17
1078,00	15,00	0,71	1,00	4,04	-28,14	149,15	-181,98
1079,00	15,00	1,06	1,00	1,93	-35,25	218,51	-163,74
1080,00	15,00	1,42	1,00	-8,02	-33,46	150,31	-76,44
1081,00	15,00	1,77	1,00	37,18	-0,18	810,00	213,11
1082,00	15,00	2,13	1,00	124,19	41,53	2001,79	748,61
1083,00	15,00	2,48	1,00	96,85	30,40	1638,18	614,41
1084,00	15,00	2,83	1,00	14,83	-11,29	530,97	91,46
1085,00	15,00	3,19	1,00	0,74	-36,96	196,90	-176,22
1086,00	15,00	3,54	1,00	-0,54	-30,53	175,71	-122,38
1087,00	15,00	3,90	1,00	3,30	-31,19	165,97	-178,47
1088,00	15,00	4,25	1,00	-0,13	-27,82	144,61	-126,04
1089,00	15,00	4,60	1,00	3,30	-31,19	165,97	-178,47
1090,00	15,00	4,96	1,00	-0,54	-30,53	175,71	-122,38
1091,00	15,00	5,31	1,00	0,74	-36,96	196,90	-176,22
1092,00	15,00	5,67	1,00	14,83	-11,29	530,97	91,46
1093,00	15,00	6,02	1,00	96,85	30,40	1638,18	614,41
1094,00	15,00	6,38	1,00	124,19	41,53	2001,79	748,61
1095,00	15,00	6,73	1,00	37,18	-0,18	810,00	213,11
1096,00	15,00	7,08	1,00	-8,02	-33,46	150,31	-76,44
1097,00	15,00	7,44	1,00	1,93	-35,25	218,51	-163,74
1098,00	15,00	7,79	1,00	4,04	-28,14	149,15	-181,98
1099,00	15,00	8,15	1,00	-3,88	-20,85	115,91	-56,17
1100,00	15,00	8,50	1,00	3,30	-21,60	106,45	23,19
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>193,97</b>	<b>-135,62</b>	<b>4485,27</b>	<b>476,25</b>

## Tykkelse 1000 mm. - SLS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-06-04 15:53:35

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-06-04 15:53:37

Time: 2022-06-04 15:58:33

Result Set Name: SIS

Pos-In: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	1,00	1076,79	797,75	78,87	-26,11
577,00	8,02	0,35	1,00	1077,97	798,26	65,78	-19,41
578,00	8,02	0,71	1,00	1078,00	798,16	62,92	-27,31
579,00	8,02	1,06	1,00	1076,10	797,42	67,56	-34,64
580,00	8,02	1,42	1,00	1073,01	796,73	55,57	-23,19
581,00	8,02	1,77	1,00	1070,13	796,24	66,15	-33,54
582,00	8,02	2,13	1,00	1067,88	795,93	55,67	-22,85
583,00	8,02	2,48	1,00	1066,31	795,71	65,19	-32,04
584,00	8,02	2,83	1,00	1065,10	795,42	65,72	-32,24
585,00	8,02	3,19	1,00	1063,04	795,23	66,42	-32,78
586,00	8,02	3,54	1,00	1059,61	795,10	64,10	-30,38
587,00	8,02	3,90	1,00	1057,60	795,03	68,33	-34,52
588,00	8,02	4,25	1,00	1055,45	795,01	62,64	-28,83
589,00	8,02	4,60	1,00	1057,60	795,03	68,33	-34,52
590,00	8,02	4,96	1,00	1059,61	795,10	64,10	-30,38
591,00	8,02	5,31	1,00	1063,04	795,23	66,42	-32,78
592,00	8,02	5,67	1,00	1065,10	795,42	65,72	-32,24
593,00	8,02	6,02	1,00	1066,31	795,71	65,19	-32,04
594,00	8,02	6,38	1,00	1067,88	795,93	55,67	-22,85
595,00	8,02	6,73	1,00	1070,13	796,24	66,15	-33,54
596,00	8,02	7,08	1,00	1073,01	796,73	55,57	-23,19
597,00	8,02	7,44	1,00	1076,10	797,42	67,56	-34,64
598,00	8,02	7,79	1,00	1078,00	798,16	62,92	-27,31
599,00	8,02	8,15	1,00	1077,97	798,26	65,78	-19,41
600,00	8,02	8,50	1,00	1076,79	797,75	78,87	-26,11
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>9462,81</b>	<b>7051,10</b>	<b>576,29</b>	<b>-257,44</b>

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-06-04 15:53:35

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-06-04 15:53:37

Time: 2022-06-04 15:59:23

Result Set Name: SIS

Pos-In: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	1,00	-4,55	-13,10	-37,82	-65,22
2,00	0,00	0,35	1,00	-6,93	-12,57	-10,25	-70,34
3,00	0,00	0,71	1,00	-4,11	-15,37	33,07	-85,53
4,00	0,00	1,06	1,00	-5,82	-18,82	14,92	-121,27
5,00	0,00	1,42	1,00	-10,92	-19,40	-9,51	-89,04
6,00	0,00	1,77	1,00	19,28	6,18	-290,29	-486,49
7,00	0,00	2,13	1,00	71,94	44,79	-791,34	-1195,00
8,00	0,00	2,48	1,00	55,74	33,78	-648,94	-978,54
9,00	0,00	2,83	1,00	4,97	-4,64	-163,22	-310,78
10,00	0,00	3,19	1,00	-7,32	-20,39	21,16	-111,84
11,00	0,00	3,54	1,00	-6,52	-16,89	3,92	-101,61
12,00	0,00	3,90	1,00	-4,65	-16,74	31,00	-92,44
13,00	0,00	4,25	1,00	-5,89	-15,46	12,40	-83,81
14,00	0,00	4,60	1,00	-4,65	-16,74	31,00	-92,44
15,00	0,00	4,96	1,00	-6,52	-16,89	3,92	-101,61
16,00	0,00	5,31	1,00	-7,32	-20,39	21,16	-111,84
17,00	0,00	5,67	1,00	4,97	-4,64	-163,22	-310,78
18,00	0,00	6,02	1,00	55,74	33,78	-648,94	-978,54
19,00	0,00	6,38	1,00	71,94	44,79	-791,34	-1195,00
20,00	0,00	6,73	1,00	19,28	6,18	-290,29	-486,49
21,00	0,00	7,08	1,00	-10,92	-19,40	-9,51	-89,04
22,00	0,00	7,44	1,00	-5,82	-18,82	14,92	-121,27
23,00	0,00	7,79	1,00	-4,11	-15,37	33,07	-85,53
24,00	0,00	8,15	1,00	-6,93	-12,57	-10,25	-70,34
25,00	0,00	8,50	1,00	-4,55	-13,10	-37,82	-65,22
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>69,54</b>	<b>-43,14</b>	<b>-1304,10</b>	<b>-2656,25</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-06-04 15:53:35

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-06-04 15:53:37

Time: 2022-06-04 15:59:49  
-----

Result Set Name: SIS  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	1,00	-4,55	-13,10	65,22	37,82
1077,00	15,00	0,35	1,00	-6,93	-12,57	70,34	10,25
1078,00	15,00	0,71	1,00	-4,11	-15,37	85,53	-33,07
1079,00	15,00	1,06	1,00	-5,82	-18,82	121,27	-14,92
1080,00	15,00	1,42	1,00	-10,92	-19,40	89,04	9,51
1081,00	15,00	1,77	1,00	19,28	6,18	486,49	290,29
1082,00	15,00	2,13	1,00	71,94	44,79	1195,00	791,34
1083,00	15,00	2,48	1,00	55,74	33,78	978,54	648,94
1084,00	15,00	2,83	1,00	4,97	-4,64	310,78	163,22
1085,00	15,00	3,19	1,00	-7,32	-20,39	111,84	-21,16
1086,00	15,00	3,54	1,00	-6,52	-16,89	101,61	-3,92
1087,00	15,00	3,90	1,00	-4,65	-16,74	92,44	-31,00
1088,00	15,00	4,25	1,00	-5,89	-15,46	83,81	-12,40
1089,00	15,00	4,60	1,00	-4,65	-16,74	92,44	-31,00
1090,00	15,00	4,96	1,00	-6,52	-16,89	101,61	-3,92
1091,00	15,00	5,31	1,00	-7,32	-20,39	111,84	-21,16
1092,00	15,00	5,67	1,00	4,97	-4,64	310,78	163,22
1093,00	15,00	6,02	1,00	55,74	33,78	978,54	648,94
1094,00	15,00	6,38	1,00	71,94	44,79	1195,00	791,34
1095,00	15,00	6,73	1,00	19,28	6,18	486,49	290,29
1096,00	15,00	7,08	1,00	-10,92	-19,40	89,04	9,51
1097,00	15,00	7,44	1,00	-5,82	-18,82	121,27	-14,92
1098,00	15,00	7,79	1,00	-4,11	-15,37	85,53	-33,07
1099,00	15,00	8,15	1,00	-6,93	-12,57	70,34	10,25
1100,00	15,00	8,50	1,00	-4,55	-13,10	65,22	37,82
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>69,54</b>	<b>-43,14</b>	<b>2656,25</b>	<b>1304,10</b>

## Tykkelse 1200 mm. - ULS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-24 21:38:32

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-24 21:38:34

Time: 2022-05-24 21:50:34

Result Set Name: Felt-krefter

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	1,20	1874,77	935,63	175,78	-98,90
577,00	8,02	0,35	1,20	1878,72	936,58	151,68	-80,96
578,00	8,02	0,71	1,20	1880,24	936,86	152,72	-97,04
579,00	8,02	1,06	1,20	1876,98	936,36	165,86	-115,16
580,00	8,02	1,42	1,20	1869,96	935,83	132,86	-83,79
581,00	8,02	1,77	1,20	1862,99	935,47	160,87	-111,71
582,00	8,02	2,13	1,20	1857,40	935,32	132,25	-83,03
583,00	8,02	2,48	1,20	1853,40	935,20	157,84	-108,07
584,00	8,02	2,83	1,20	1850,25	934,66	159,05	-108,73
585,00	8,02	3,19	1,20	1844,71	934,27	160,84	-110,30
586,00	8,02	3,54	1,20	1835,41	934,00	154,52	-103,93
587,00	8,02	3,90	1,20	1829,88	933,85	165,92	-115,16
588,00	8,02	4,25	1,20	1824,03	933,80	150,51	-99,78
589,00	8,02	4,60	1,20	1829,88	933,85	165,92	-115,16
590,00	8,02	4,96	1,20	1835,41	934,00	154,52	-103,93
591,00	8,02	5,31	1,20	1844,71	934,27	160,84	-110,30
592,00	8,02	5,67	1,20	1850,25	934,66	159,05	-108,73
593,00	8,02	6,02	1,20	1853,40	935,20	157,84	-108,07
594,00	8,02	6,38	1,20	1857,40	935,32	132,25	-83,03
595,00	8,02	6,73	1,20	1862,99	935,47	160,87	-111,71
596,00	8,02	7,08	1,20	1869,96	935,83	132,86	-83,79
597,00	8,02	7,44	1,20	1876,98	936,36	165,86	-115,16
598,00	8,02	7,79	1,20	1880,24	936,86	152,72	-97,04
599,00	8,02	8,15	1,20	1878,72	936,58	151,68	-80,96
600,00	8,02	8,50	1,20	1874,77	935,63	175,78	-98,90
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>16452,26</b>	<b>8281,08</b>	<b>1378,03</b>	<b>-897,21</b>

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-24 21:38:32

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-24 21:38:34

Time: 2022-05-24 21:50:42

Result Set Name: Akse1-krefter

Pos-In: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	1,20	2,64	-23,11	-28,23	-112,34
2,00	0,00	0,35	1,20	-5,28	-22,57	53,40	-118,56
3,00	0,00	0,71	1,20	2,47	-30,19	184,82	-148,51
4,00	0,00	1,06	1,20	-0,18	-37,97	163,88	-220,98
5,00	0,00	1,42	1,20	-10,77	-36,90	74,92	-152,48
6,00	0,00	1,77	1,20	39,21	1,49	-274,21	-891,95
7,00	0,00	2,13	1,20	135,22	50,38	-909,24	-2215,68
8,00	0,00	2,48	1,20	105,13	37,18	-745,69	-1810,98
9,00	0,00	2,83	1,20	14,35	-11,90	-125,43	-576,55
10,00	0,00	3,19	1,20	-1,78	-40,36	175,47	-200,68
11,00	0,00	3,54	1,20	-2,49	-32,96	121,16	-179,22
12,00	0,00	3,90	1,20	1,70	-33,21	178,80	-168,76
13,00	0,00	4,25	1,20	-1,68	-29,72	125,31	-147,35
14,00	0,00	4,60	1,20	1,70	-33,21	178,80	-168,76
15,00	0,00	4,96	1,20	-2,49	-32,96	121,16	-179,22
16,00	0,00	5,31	1,20	-1,78	-40,36	175,47	-200,68
17,00	0,00	5,67	1,20	14,35	-11,90	-125,43	-576,55
18,00	0,00	6,02	1,20	105,13	37,18	-745,69	-1810,98
19,00	0,00	6,38	1,20	135,22	50,38	-909,24	-2215,68
20,00	0,00	6,73	1,20	39,21	1,49	-274,21	-891,95
21,00	0,00	7,08	1,20	-10,77	-36,90	74,92	-152,48
22,00	0,00	7,44	1,20	-0,18	-37,97	163,88	-220,98
23,00	0,00	7,79	1,20	2,47	-30,19	184,82	-148,51
24,00	0,00	8,15	1,20	-5,28	-22,57	53,40	-118,56
25,00	0,00	8,50	1,20	2,64	-23,11	-28,23	-112,34
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>197,89</b>	<b>-138,12</b>	<b>-756,28</b>	<b>-4866,51</b>

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-24 21:38:32

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-24 21:38:34

Time: 2022-05-24 21:50:51

Result Set Name: Akse2-krefter

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	1,20	2,64	-23,11	112,33	28,23
1077,00	15,00	0,35	1,20	-5,28	-22,57	118,56	-53,40
1078,00	15,00	0,71	1,20	2,47	-30,19	148,51	-184,82
1079,00	15,00	1,06	1,20	-0,18	-37,97	220,98	-163,88
1080,00	15,00	1,42	1,20	-10,77	-36,90	152,48	-74,92
1081,00	15,00	1,77	1,20	39,21	1,49	891,97	274,21
1082,00	15,00	2,13	1,20	135,22	50,38	2215,73	909,24
1083,00	15,00	2,48	1,20	105,13	37,18	1810,98	745,69
1084,00	15,00	2,83	1,20	14,35	-11,90	576,55	125,43
1085,00	15,00	3,19	1,20	-1,78	-40,36	200,68	-175,47
1086,00	15,00	3,54	1,20	-2,49	-32,96	179,22	-121,16
1087,00	15,00	3,90	1,20	1,70	-33,21	168,76	-178,80
1088,00	15,00	4,25	1,20	-1,68	-29,72	147,35	-125,31
1089,00	15,00	4,60	1,20	1,70	-33,21	168,76	-178,80
1090,00	15,00	4,96	1,20	-2,49	-32,96	179,22	-121,16
1091,00	15,00	5,31	1,20	-1,78	-40,36	200,68	-175,47
1092,00	15,00	5,67	1,20	14,35	-11,90	576,55	125,43
1093,00	15,00	6,02	1,20	105,13	37,18	1810,98	745,69
1094,00	15,00	6,38	1,20	135,22	50,38	2215,73	909,24
1095,00	15,00	6,73	1,20	39,21	1,49	891,97	274,21
1096,00	15,00	7,08	1,20	-10,77	-36,90	152,48	-74,92
1097,00	15,00	7,44	1,20	-0,18	-37,97	220,98	-163,88
1098,00	15,00	7,79	1,20	2,47	-30,19	148,51	-184,82
1099,00	15,00	8,15	1,20	-5,28	-22,57	118,56	-53,40
1100,00	15,00	8,50	1,20	2,64	-23,11	112,33	28,23
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>197,89</b>	<b>-138,11</b>	<b>4866,55</b>	<b>756,28</b>



## Tykkelse 1200 mm. - SLS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-06-04 16:16:50

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-06-04 16:16:53

Time: 2022-06-04 16:23:00

Result Set Name: SIS

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	1,20	1215,35	936,98	79,02	-20,86
577,00	8,02	0,35	1,20	1217,36	937,96	68,41	-16,12
578,00	8,02	0,71	1,20	1218,03	938,18	66,55	-24,62
579,00	8,02	1,06	1,20	1216,39	937,51	70,68	-32,16
580,00	8,02	1,42	1,20	1213,30	936,75	58,27	-20,76
581,00	8,02	1,77	1,20	1210,30	936,15	68,65	-31,10
582,00	8,02	2,13	1,20	1207,93	935,75	58,11	-20,41
583,00	8,02	2,48	1,20	1206,24	935,47	67,65	-29,60
584,00	8,02	2,83	1,20	1204,94	935,12	68,17	-29,78
585,00	8,02	3,19	1,20	1202,80	934,88	68,88	-30,30
586,00	8,02	3,54	1,20	1199,31	934,73	66,58	-27,90
587,00	8,02	3,90	1,20	1197,24	934,65	70,82	-32,03
588,00	8,02	4,25	1,20	1195,07	934,62	65,12	-26,33
589,00	8,02	4,60	1,20	1197,24	934,65	70,82	-32,03
590,00	8,02	4,96	1,20	1199,31	934,73	66,58	-27,90
591,00	8,02	5,31	1,20	1202,80	934,88	68,88	-30,30
592,00	8,02	5,67	1,20	1204,94	935,12	68,17	-29,78
593,00	8,02	6,02	1,20	1206,24	935,47	67,65	-29,60
594,00	8,02	6,38	1,20	1207,93	935,75	58,11	-20,41
595,00	8,02	6,73	1,20	1210,30	936,15	68,65	-31,10
596,00	8,02	7,08	1,20	1213,30	936,75	58,27	-20,76
597,00	8,02	7,44	1,20	1216,39	937,51	70,68	-32,16
598,00	8,02	7,79	1,20	1218,03	938,18	66,55	-24,62
599,00	8,02	8,15	1,20	1217,36	937,96	68,41	-16,12
600,00	8,02	8,50	1,20	1215,35	936,98	79,02	-20,86
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>10700,60</b>	<b>8288,52</b>	<b>598,09</b>	<b>-232,90</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-06-04 16:16:50

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-06-04 16:16:53

Time: 2022-06-04 16:23:19  
-----

Result Set Name: SIS  
-----

Pos-In: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	1,20	-5,68	-14,43	-43,59	-70,84
2,00	0,00	0,35	1,20	-8,36	-14,01	-14,48	-74,14
3,00	0,00	0,71	1,20	-5,67	-16,99	31,51	-87,60
4,00	0,00	1,06	1,20	-7,86	-20,94	10,68	-125,98
5,00	0,00	1,42	1,20	-13,55	-22,10	-13,61	-92,97
6,00	0,00	1,77	1,20	21,01	7,90	-353,10	-552,30
7,00	0,00	2,13	1,20	80,89	53,57	-952,20	-1363,66
8,00	0,00	2,48	1,20	62,51	40,49	-780,44	-1115,67
9,00	0,00	2,83	1,20	4,59	-5,05	-198,96	-348,10
10,00	0,00	3,19	1,20	-9,79	-23,01	16,45	-117,16
11,00	0,00	3,54	1,20	-8,43	-18,83	-0,60	-106,51
12,00	0,00	3,90	1,20	-6,26	-18,38	27,74	-96,46
13,00	0,00	4,25	1,20	-7,46	-17,04	8,80	-87,76
14,00	0,00	4,60	1,20	-6,26	-18,38	27,74	-96,46
15,00	0,00	4,96	1,20	-8,43	-18,83	-0,60	-106,51
16,00	0,00	5,31	1,20	-9,79	-23,01	16,45	-117,16
17,00	0,00	5,67	1,20	4,59	-5,05	-198,96	-348,10
18,00	0,00	6,02	1,20	62,51	40,49	-780,44	-1115,67
19,00	0,00	6,38	1,20	80,89	53,57	-952,20	-1363,66
20,00	0,00	6,73	1,20	21,01	7,90	-353,10	-552,30
21,00	0,00	7,08	1,20	-13,55	-22,10	-13,61	-92,97
22,00	0,00	7,44	1,20	-7,86	-20,94	10,68	-125,98
23,00	0,00	7,79	1,20	-5,67	-16,99	31,51	-87,60
24,00	0,00	8,15	1,20	-8,36	-14,01	-14,48	-74,14
25,00	0,00	8,50	1,20	-5,68	-14,43	-43,59	-70,84
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>70,60</b>	<b>-42,71</b>	<b>-1605,22</b>	<b>-2971,63</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-06-04 16:16:50

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-06-04 16:16:53

Time: 2022-06-04 16:23:33  
-----

Result Set Name: SIS  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	1,20	-5,68	-14,43	70,84	43,59
1077,00	15,00	0,35	1,20	-8,36	-14,01	74,14	14,48
1078,00	15,00	0,71	1,20	-5,67	-16,99	87,60	-31,51
1079,00	15,00	1,06	1,20	-7,86	-20,94	125,98	-10,68
1080,00	15,00	1,42	1,20	-13,55	-22,10	92,97	13,61
1081,00	15,00	1,77	1,20	21,01	7,90	552,30	353,10
1082,00	15,00	2,13	1,20	80,89	53,57	1363,68	952,20
1083,00	15,00	2,48	1,20	62,51	40,49	1115,67	780,44
1084,00	15,00	2,83	1,20	4,59	-5,05	348,10	198,96
1085,00	15,00	3,19	1,20	-9,79	-23,01	117,16	-16,45
1086,00	15,00	3,54	1,20	-8,43	-18,83	106,51	0,60
1087,00	15,00	3,90	1,20	-6,26	-18,38	96,46	-27,74
1088,00	15,00	4,25	1,20	-7,46	-17,04	87,76	-8,80
1089,00	15,00	4,60	1,20	-6,26	-18,38	96,46	-27,74
1090,00	15,00	4,96	1,20	-8,43	-18,83	106,51	0,60
1091,00	15,00	5,31	1,20	-9,79	-23,01	117,16	-16,45
1092,00	15,00	5,67	1,20	4,59	-5,05	348,10	198,96
1093,00	15,00	6,02	1,20	62,51	40,49	1115,67	780,44
1094,00	15,00	6,38	1,20	80,89	53,57	1363,68	952,20
1095,00	15,00	6,73	1,20	21,01	7,90	552,30	353,10
1096,00	15,00	7,08	1,20	-13,55	-22,10	92,97	13,61
1097,00	15,00	7,44	1,20	-7,86	-20,94	125,98	-10,68
1098,00	15,00	7,79	1,20	-5,67	-16,99	87,60	-31,51
1099,00	15,00	8,15	1,20	-8,36	-14,01	74,14	14,48
1100,00	15,00	8,50	1,20	-5,68	-14,43	70,84	43,59
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>70,60</b>	<b>-42,71</b>	<b>2971,65</b>	<b>1605,22</b>

## Tykkelse 1400 mm. - ULS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:02:13

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:02:15

Time: 2022-05-29 12:05:00

Result Set Name: Felt-krefter

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	1,40	2039,79	1074,65	173,59	-91,45
577,00	8,02	0,35	1,40	2045,22	1076,11	154,02	-77,36
578,00	8,02	0,71	1,40	2047,98	1076,76	157,43	-94,74
579,00	8,02	1,06	1,40	2045,44	1076,39	170,15	-113,00
580,00	8,02	1,42	1,40	2038,65	1075,84	136,49	-81,55
581,00	8,02	1,77	1,40	2031,65	1075,41	163,98	-109,26
582,00	8,02	2,13	1,40	2025,91	1075,18	135,23	-80,57
583,00	8,02	2,48	1,40	2021,74	1075,03	160,81	-105,62
584,00	8,02	2,83	1,40	2018,41	1074,44	161,99	-106,29
585,00	8,02	3,19	1,40	2012,71	1073,99	163,77	-107,83
586,00	8,02	3,54	1,40	2003,29	1073,69	157,49	-101,45
587,00	8,02	3,90	1,40	1997,57	1073,52	168,89	-112,67
588,00	8,02	4,25	1,40	1991,68	1073,46	153,48	-97,28
589,00	8,02	4,60	1,40	1997,57	1073,52	168,89	-112,67
590,00	8,02	4,96	1,40	2003,29	1073,69	157,49	-101,45
591,00	8,02	5,31	1,40	2012,71	1073,99	163,77	-107,83
592,00	8,02	5,67	1,40	2018,41	1074,44	161,99	-106,29
593,00	8,02	6,02	1,40	2021,74	1075,03	160,81	-105,62
594,00	8,02	6,38	1,40	2025,91	1075,18	135,23	-80,57
595,00	8,02	6,73	1,40	2031,65	1075,41	163,98	-109,26
596,00	8,02	7,08	1,40	2038,65	1075,84	136,49	-81,55
597,00	8,02	7,44	1,40	2045,44	1076,39	170,15	-113,00
598,00	8,02	7,79	1,40	2047,98	1076,76	157,43	-94,74
599,00	8,02	8,15	1,40	2045,22	1076,11	154,02	-77,36
600,00	8,02	8,50	1,40	2039,79	1074,65	173,59	-91,45
<b>Sum krefter i (kNm, kN)</b>				<b>17937,97</b>	<b>9518,40</b>	<b>1402,90</b>	<b>-871,55</b>

-----  
 BRIGADE/Standard version 2022.1  
 Project File Name: 0.6 tykk  
 Model ID: 58882876  
 Last save at: 2022-05-29 12:02:13  
 Calculated with version: 2022.1  
 Last calc. started at: 2022-05-29 12:02:15  
 Time: 2022-05-29 12:05:53  
 -----

Result Set Name: Akse1-krefter  
 -----

Pos-ln: Position along longitudinal node line  
 Pos-tn: Position along transversal node line  
 Thickness: Shell element thickness at FE-model node  
 Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)  
 Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	1,40	2,03	-24,34	-33,27	-118,17
2,00	0,00	0,35	1,40	-6,54	-24,11	50,25	-121,85
3,00	0,00	0,71	1,40	0,99	-32,08	186,28	-148,63
4,00	0,00	1,06	1,40	-2,22	-40,53	162,78	-224,05
5,00	0,00	1,42	1,40	-13,47	-40,23	72,03	-156,34
6,00	0,00	1,77	1,40	41,09	3,01	-336,76	-973,59
7,00	0,00	2,13	1,40	145,69	59,04	-1070,59	-2423,95
8,00	0,00	2,48	1,40	112,99	43,84	-877,80	-1980,24
9,00	0,00	2,83	1,40	13,85	-12,54	-161,00	-623,05
10,00	0,00	3,19	1,40	-4,24	-43,59	172,93	-205,95
11,00	0,00	3,54	1,40	-4,35	-35,24	119,12	-183,06
12,00	0,00	3,90	1,40	0,19	-35,05	178,25	-171,56
13,00	0,00	4,25	1,40	-3,13	-31,44	124,01	-150,13
14,00	0,00	4,60	1,40	0,19	-35,05	178,25	-171,56
15,00	0,00	4,96	1,40	-4,35	-35,24	119,12	-183,06
16,00	0,00	5,31	1,40	-4,24	-43,59	172,93	-205,95
17,00	0,00	5,67	1,40	13,85	-12,54	-161,00	-623,05
18,00	0,00	6,02	1,40	112,99	43,84	-877,80	-1980,24
19,00	0,00	6,38	1,40	145,69	59,04	-1070,59	-2423,95
20,00	0,00	6,73	1,40	41,09	3,01	-336,76	-973,59
21,00	0,00	7,08	1,40	-13,47	-40,23	72,03	-156,34
22,00	0,00	7,44	1,40	-2,22	-40,53	162,78	-224,05
23,00	0,00	7,79	1,40	0,99	-32,08	186,28	-148,63
24,00	0,00	8,15	1,40	-6,54	-24,11	50,25	-121,85
25,00	0,00	8,50	1,40	2,03	-24,34	-33,27	-118,17
<b>Sum krefter i (kNm, kN)</b>				<b>201,49</b>	<b>-139,92</b>	<b>-1045,34</b>	<b>-5245,57</b>

-----  
 BRIGADE/Standard version 2022.1  
 Project File Name: 0.6 tykk  
 Model ID: 58882876  
 Last save at: 2022-05-29 12:02:13  
 Calculated with version: 2022.1  
 Last calc. started at: 2022-05-29 12:02:15  
 Time: 2022-05-29 12:06:01  
 -----

Result Set Name: Akse2-krefter  
 -----

Pos-ln: Position along longitudinal node line  
 Pos-tn: Position along transversal node line  
 Thickness: Shell element thickness at FE-model node  
 Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)  
 Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	1,40	2,03	-24,34	118,16	33,27
1077,00	15,00	0,35	1,40	-6,54	-24,11	121,85	-50,25
1078,00	15,00	0,71	1,40	0,99	-32,08	148,63	-186,28
1079,00	15,00	1,06	1,40	-2,22	-40,52	224,05	-162,78
1080,00	15,00	1,42	1,40	-13,47	-40,23	156,34	-72,03
1081,00	15,00	1,77	1,40	41,09	3,01	973,59	336,76
1082,00	15,00	2,13	1,40	145,69	59,04	2423,98	1070,59
1083,00	15,00	2,48	1,40	112,99	43,84	1980,24	877,80
1084,00	15,00	2,83	1,40	13,85	-12,54	623,05	161,00
1085,00	15,00	3,19	1,40	-4,24	-43,59	205,95	-172,93
1086,00	15,00	3,54	1,40	-4,35	-35,24	183,06	-119,12
1087,00	15,00	3,90	1,40	0,19	-35,05	171,56	-178,25
1088,00	15,00	4,25	1,40	-3,13	-31,44	150,15	-124,01
1089,00	15,00	4,60	1,40	0,19	-35,05	171,56	-178,25
1090,00	15,00	4,96	1,40	-4,35	-35,24	183,06	-119,12
1091,00	15,00	5,31	1,40	-4,24	-43,59	205,95	-172,93
1092,00	15,00	5,67	1,40	13,85	-12,54	623,05	161,00
1093,00	15,00	6,02	1,40	112,99	43,84	1980,24	877,80
1094,00	15,00	6,38	1,40	145,69	59,04	2423,98	1070,59
1095,00	15,00	6,73	1,40	41,09	3,01	973,59	336,76
1096,00	15,00	7,08	1,40	-13,47	-40,23	156,34	-72,03
1097,00	15,00	7,44	1,40	-2,22	-40,52	224,05	-162,78
1098,00	15,00	7,79	1,40	0,99	-32,08	148,63	-186,28
1099,00	15,00	8,15	1,40	-6,54	-24,11	121,85	-50,25
1100,00	15,00	8,50	1,40	2,03	-24,34	118,16	33,27
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>201,49</b>	<b>-139,92</b>	<b>5245,59</b>	<b>1045,34</b>

## Tykkelse 1400 mm. - SLS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-06-04 16:24:55

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-06-04 16:24:57

Time: 2022-06-04 16:38:35

Result Set Name: SIS

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	1,40	1353,64	1075,94	79,79	-16,31
577,00	8,02	0,35	1,40	1356,52	1077,46	70,94	-12,91
578,00	8,02	0,71	1,40	1357,87	1078,07	69,96	-21,88
579,00	8,02	1,06	1,40	1356,59	1077,55	73,81	-29,62
580,00	8,02	1,42	1,40	1353,58	1076,79	61,06	-18,29
581,00	8,02	1,77	1,40	1350,54	1076,12	71,19	-28,62
582,00	8,02	2,13	1,40	1348,06	1075,64	60,58	-17,95
583,00	8,02	2,48	1,40	1346,27	1075,30	70,12	-27,15
584,00	8,02	2,83	1,40	1344,87	1074,89	70,63	-27,32
585,00	8,02	3,19	1,40	1342,65	1074,60	71,34	-27,82
586,00	8,02	3,54	1,40	1339,10	1074,42	69,06	-25,41
587,00	8,02	3,90	1,40	1336,94	1074,32	73,31	-29,54
588,00	8,02	4,25	1,40	1334,75	1074,29	67,61	-23,83
589,00	8,02	4,60	1,40	1336,95	1074,32	73,31	-29,54
590,00	8,02	4,96	1,40	1339,10	1074,42	69,06	-25,41
591,00	8,02	5,31	1,40	1342,65	1074,60	71,34	-27,82
592,00	8,02	5,67	1,40	1344,87	1074,89	70,63	-27,32
593,00	8,02	6,02	1,40	1346,27	1075,30	70,12	-27,15
594,00	8,02	6,38	1,40	1348,06	1075,64	60,58	-17,95
595,00	8,02	6,73	1,40	1350,54	1076,12	71,19	-28,62
596,00	8,02	7,08	1,40	1353,58	1076,79	61,06	-18,29
597,00	8,02	7,44	1,40	1356,59	1077,55	73,81	-29,62
598,00	8,02	7,79	1,40	1357,87	1078,07	69,96	-21,88
599,00	8,02	8,15	1,40	1356,52	1077,46	70,94	-12,91
600,00	8,02	8,50	1,40	1353,64	1075,94	79,79	-16,31
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>11938,25</b>	<b>9525,84</b>	<b>620,21</b>	<b>-208,76</b>

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:02:13

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:02:15

Time: 2022-05-29 12:08:23

Result Set Name: SIS

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	1,40	-6,68	-15,57	-49,21	-76,31
2,00	0,00	0,35	1,40	-9,69	-15,34	-18,74	-78,09
3,00	0,00	0,71	1,40	-7,17	-18,53	29,64	-89,77
4,00	0,00	1,06	1,40	-9,85	-22,98	6,22	-130,69
5,00	0,00	1,42	1,40	-16,16	-24,76	-18,37	-97,66
6,00	0,00	1,77	1,40	22,63	9,52	-416,80	-618,30
7,00	0,00	2,13	1,40	89,54	62,19	-1113,42	-1530,32
8,00	0,00	2,48	1,40	69,06	47,07	-912,47	-1251,68
9,00	0,00	2,83	1,40	4,17	-5,49	-235,71	-386,13
10,00	0,00	3,19	1,40	-12,22	-25,54	10,99	-123,09
11,00	0,00	3,54	1,40	-10,27	-20,69	-5,19	-111,31
12,00	0,00	3,90	1,40	-7,79	-19,92	24,47	-100,20
13,00	0,00	4,25	1,40	-8,94	-18,51	5,29	-91,47
14,00	0,00	4,60	1,40	-7,79	-19,92	24,47	-100,20
15,00	0,00	4,96	1,40	-10,27	-20,69	-5,19	-111,31
16,00	0,00	5,31	1,40	-12,22	-25,54	10,99	-123,09
17,00	0,00	5,67	1,40	4,17	-5,49	-235,71	-386,13
18,00	0,00	6,02	1,40	69,06	47,07	-912,47	-1251,68
19,00	0,00	6,38	1,40	89,54	62,19	-1113,42	-1530,32
20,00	0,00	6,73	1,40	22,63	9,52	-416,80	-618,30
21,00	0,00	7,08	1,40	-16,16	-24,76	-18,37	-97,66
22,00	0,00	7,44	1,40	-9,85	-22,98	6,22	-130,69
23,00	0,00	7,79	1,40	-7,17	-18,53	29,64	-89,77
24,00	0,00	8,15	1,40	-9,69	-15,34	-18,74	-78,09
25,00	0,00	8,50	1,40	-6,68	-15,57	-49,21	-76,31
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>71,60</b>	<b>-42,01</b>	<b>-1909,63</b>	<b>-3286,16</b>



-----  
 BRIGADE/Standard version 2022.1  
 Project File Name: 0.6 tykk  
 Model ID: 58882876  
 Last save at: 2022-05-29 12:02:13  
 Calculated with version: 2022.1  
 Last calc. started at: 2022-05-29 12:02:15  
 Time: 2022-05-29 12:08:39  
 -----

Result Set Name: SIS  
 -----

Pos-ln: Position along longitudinal node line  
 Pos-tn: Position along transversal node line  
 Thickness: Shell element thickness at FE-model node  
 Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)  
 Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)  
 Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	1,40	-6,68	-15,57	76,31	49,21
1077,00	15,00	0,35	1,40	-9,69	-15,34	78,08	18,74
1078,00	15,00	0,71	1,40	-7,17	-18,53	89,77	-29,64
1079,00	15,00	1,06	1,40	-9,85	-22,98	130,69	-6,22
1080,00	15,00	1,42	1,40	-16,16	-24,76	97,66	18,37
1081,00	15,00	1,77	1,40	22,63	9,52	618,30	416,80
1082,00	15,00	2,13	1,40	89,54	62,19	1530,33	1113,42
1083,00	15,00	2,48	1,40	69,06	47,07	1251,68	912,47
1084,00	15,00	2,83	1,40	4,17	-5,49	386,13	235,71
1085,00	15,00	3,19	1,40	-12,22	-25,54	123,09	-10,99
1086,00	15,00	3,54	1,40	-10,27	-20,69	111,31	5,19
1087,00	15,00	3,90	1,40	-7,79	-19,92	100,20	-24,47
1088,00	15,00	4,25	1,40	-8,94	-18,51	91,47	-5,29
1089,00	15,00	4,60	1,40	-7,79	-19,92	100,20	-24,47
1090,00	15,00	4,96	1,40	-10,27	-20,69	111,31	5,19
1091,00	15,00	5,31	1,40	-12,22	-25,54	123,09	-10,99
1092,00	15,00	5,67	1,40	4,17	-5,49	386,13	235,71
1093,00	15,00	6,02	1,40	69,06	47,07	1251,68	912,47
1094,00	15,00	6,38	1,40	89,54	62,19	1530,33	1113,42
1095,00	15,00	6,73	1,40	22,63	9,52	618,30	416,80
1096,00	15,00	7,08	1,40	-16,16	-24,76	97,66	18,37
1097,00	15,00	7,44	1,40	-9,85	-22,98	130,69	-6,22
1098,00	15,00	7,79	1,40	-7,17	-18,53	89,77	-29,64
1099,00	15,00	8,15	1,40	-9,69	-15,34	78,08	18,74
1100,00	15,00	8,50	1,40	-6,68	-15,57	76,31	49,21
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>71,60</b>	<b>-42,01</b>	<b>3286,17</b>	<b>1909,63</b>

## Tykkelse 1600 mm. - ULS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:12:19

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:12:21

Time: 2022-05-29 12:14:10

Result Set Name: Felt-krefter

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	1,60	2204,51	1213,40	172,46	-85,08
577,00	8,02	0,35	1,60	2211,40	1215,43	156,31	-73,95
578,00	8,02	0,71	1,60	2215,43	1216,52	161,75	-92,31
579,00	8,02	1,06	1,60	2213,70	1216,36	174,32	-110,75
580,00	8,02	1,42	1,60	2207,28	1215,86	140,19	-79,28
581,00	8,02	1,77	1,60	2200,34	1215,40	167,15	-106,77
582,00	8,02	2,13	1,60	2194,52	1215,10	138,26	-78,10
583,00	8,02	2,48	1,60	2190,21	1214,93	163,78	-103,13
584,00	8,02	2,83	1,60	2186,71	1214,29	164,96	-103,86
585,00	8,02	3,19	1,60	2180,86	1213,80	166,72	-105,36
586,00	8,02	3,54	1,60	2171,30	1213,46	160,46	-98,97
587,00	8,02	3,90	1,60	2165,37	1213,27	171,86	-110,19
588,00	8,02	4,25	1,60	2159,43	1213,20	156,44	-94,79
589,00	8,02	4,60	1,60	2165,37	1213,27	171,86	-110,19
590,00	8,02	4,96	1,60	2171,30	1213,46	160,46	-98,97
591,00	8,02	5,31	1,60	2180,86	1213,80	166,72	-105,36
592,00	8,02	5,67	1,60	2186,71	1214,29	164,96	-103,86
593,00	8,02	6,02	1,60	2190,21	1214,93	163,78	-103,13
594,00	8,02	6,38	1,60	2194,52	1215,10	138,26	-78,10
595,00	8,02	6,73	1,60	2200,34	1215,40	167,15	-106,77
596,00	8,02	7,08	1,60	2207,28	1215,86	140,19	-79,28
597,00	8,02	7,44	1,60	2213,70	1216,36	174,32	-110,75
598,00	8,02	7,79	1,60	2215,43	1216,52	161,75	-92,31
599,00	8,02	8,15	1,60	2211,40	1215,43	156,31	-73,95
600,00	8,02	8,50	1,60	2204,51	1213,40	172,46	-85,08
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>19423,45</b>	<b>10755,62</b>	<b>1428,30</b>	<b>-846,55</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:12:19

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:12:21

Time: 2022-05-29 12:14:43  
-----

Result Set Name: Akse1-krefter  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	1,60	1,45	-25,40	-38,08	-123,66
2,00	0,00	0,35	1,60	-7,72	-25,54	46,95	-125,34
3,00	0,00	0,71	1,60	-0,45	-33,87	186,70	-151,28
4,00	0,00	1,06	1,60	-4,20	-42,98	160,60	-227,90
5,00	0,00	1,42	1,60	-16,13	-43,49	68,07	-161,51
6,00	0,00	1,77	1,60	42,90	4,50	-400,21	-1054,79
7,00	0,00	2,13	1,60	155,84	67,55	-1232,32	-2628,08
8,00	0,00	2,48	1,60	120,62	50,38	-1010,39	-2146,87
9,00	0,00	2,83	1,60	13,33	-13,18	-197,62	-670,09
10,00	0,00	3,19	1,60	-6,66	-46,72	169,06	-212,39
11,00	0,00	3,54	1,60	-6,16	-37,43	116,42	-187,28
12,00	0,00	3,90	1,60	-1,26	-36,81	177,15	-174,34
13,00	0,00	4,25	1,60	-4,52	-33,08	122,40	-152,87
14,00	0,00	4,60	1,60	-1,26	-36,81	177,15	-174,34
15,00	0,00	4,96	1,60	-6,16	-37,43	116,42	-187,28
16,00	0,00	5,31	1,60	-6,66	-46,72	169,06	-212,39
17,00	0,00	5,67	1,60	13,33	-13,18	-197,62	-670,09
18,00	0,00	6,02	1,60	120,62	50,38	-1010,39	-2146,87
19,00	0,00	6,38	1,60	155,84	67,55	-1232,32	-2628,08
20,00	0,00	6,73	1,60	42,90	4,50	-400,21	-1054,79
21,00	0,00	7,08	1,60	-16,13	-43,49	68,07	-161,51
22,00	0,00	7,44	1,60	-4,20	-42,98	160,60	-227,90
23,00	0,00	7,79	1,60	-0,45	-33,87	186,70	-151,28
24,00	0,00	8,15	1,60	-7,72	-25,54	46,95	-125,34
25,00	0,00	8,50	1,60	1,45	-25,40	-38,08	-123,66
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>204,91</b>	<b>-141,33</b>	<b>-1340,51</b>	<b>-5624,14</b>

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:12:19

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:12:21

Time: 2022-05-29 12:14:50

Result Set Name: Akse2-krefter

Pos-In: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	1,60	1,45	-25,40	123,65	38,08
1077,00	15,00	0,35	1,60	-7,72	-25,54	125,34	-46,95
1078,00	15,00	0,71	1,60	-0,45	-33,87	151,28	-186,70
1079,00	15,00	1,06	1,60	-4,20	-42,98	227,90	-160,60
1080,00	15,00	1,42	1,60	-16,13	-43,49	161,51	-68,07
1081,00	15,00	1,77	1,60	42,90	4,50	1054,79	400,21
1082,00	15,00	2,13	1,60	155,84	67,55	2628,09	1232,32
1083,00	15,00	2,48	1,60	120,62	50,38	2146,87	1010,39
1084,00	15,00	2,83	1,60	13,33	-13,18	670,09	197,62
1085,00	15,00	3,19	1,60	-6,66	-46,72	212,39	-169,06
1086,00	15,00	3,54	1,60	-6,16	-37,43	187,28	-116,42
1087,00	15,00	3,90	1,60	-1,26	-36,81	174,34	-177,15
1088,00	15,00	4,25	1,60	-4,52	-33,08	152,89	-122,40
1089,00	15,00	4,60	1,60	-1,26	-36,81	174,34	-177,15
1090,00	15,00	4,96	1,60	-6,16	-37,43	187,28	-116,42
1091,00	15,00	5,31	1,60	-6,66	-46,72	212,39	-169,06
1092,00	15,00	5,67	1,60	13,33	-13,18	670,09	197,62
1093,00	15,00	6,02	1,60	120,62	50,38	2146,87	1010,39
1094,00	15,00	6,38	1,60	155,84	67,55	2628,09	1232,32
1095,00	15,00	6,73	1,60	42,90	4,50	1054,79	400,21
1096,00	15,00	7,08	1,60	-16,13	-43,49	161,51	-68,07
1097,00	15,00	7,44	1,60	-4,20	-42,98	227,90	-160,60
1098,00	15,00	7,79	1,60	-0,45	-33,87	151,28	-186,70
1099,00	15,00	8,15	1,60	-7,72	-25,54	125,34	-46,95
1100,00	15,00	8,50	1,60	1,45	-25,40	123,65	38,08
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>204,91</b>	<b>-141,33</b>	<b>5624,15</b>	<b>1340,51</b>

## Tykkelse 1600 mm. - SLS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:12:19

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:12:21

Time: 2022-05-29 12:16:06

Result Set Name: SIS

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	1,60	1491,69	1214,64	80,92	-12,20
577,00	8,02	0,35	1,60	1495,44	1216,75	73,40	-9,81
578,00	8,02	0,71	1,60	1497,53	1217,83	73,22	-19,11
579,00	8,02	1,06	1,60	1496,68	1217,53	76,91	-27,03
580,00	8,02	1,42	1,60	1493,85	1216,83	63,90	-15,79
581,00	8,02	1,77	1,60	1490,81	1216,13	73,78	-26,09
582,00	8,02	2,13	1,60	1488,27	1215,59	63,09	-15,46
583,00	8,02	2,48	1,60	1486,39	1215,20	72,60	-24,66
584,00	8,02	2,83	1,60	1484,89	1214,73	73,10	-24,86
585,00	8,02	3,19	1,60	1482,59	1214,40	73,81	-25,35
586,00	8,02	3,54	1,60	1478,96	1214,18	71,54	-22,93
587,00	8,02	3,90	1,60	1476,73	1214,06	75,79	-27,05
588,00	8,02	4,25	1,60	1474,51	1214,02	70,09	-21,34
589,00	8,02	4,60	1,60	1476,73	1214,06	75,79	-27,05
590,00	8,02	4,96	1,60	1478,96	1214,18	71,54	-22,93
591,00	8,02	5,31	1,60	1482,59	1214,40	73,81	-25,35
592,00	8,02	5,67	1,60	1484,89	1214,73	73,10	-24,86
593,00	8,02	6,02	1,60	1486,39	1215,20	72,60	-24,66
594,00	8,02	6,38	1,60	1488,27	1215,59	63,09	-15,46
595,00	8,02	6,73	1,60	1490,81	1216,13	73,78	-26,09
596,00	8,02	7,08	1,60	1493,85	1216,83	63,90	-15,79
597,00	8,02	7,44	1,60	1496,68	1217,53	76,91	-27,03
598,00	8,02	7,79	1,60	1497,53	1217,83	73,22	-19,11
599,00	8,02	8,15	1,60	1495,44	1216,75	73,40	-9,81
600,00	8,02	8,50	1,60	1491,69	1214,64	80,92	-12,20
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>13175,77</b>	<b>10763,05</b>	<b>642,52</b>	<b>-184,88</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:12:19

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:12:21

Time: 2022-05-29 12:16:22  
-----

Result Set Name: SIS  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	1,60	-7,59	-16,58	-54,54	-81,48
2,00	0,00	0,35	1,60	-10,94	-16,59	-22,92	-81,99
3,00	0,00	0,71	1,60	-8,64	-20,02	27,49	-92,79
4,00	0,00	1,06	1,60	-11,81	-24,97	1,44	-135,62
5,00	0,00	1,42	1,60	-18,77	-27,39	-23,73	-103,00
6,00	0,00	1,77	1,60	24,20	11,09	-481,08	-684,35
7,00	0,00	2,13	1,60	98,00	70,68	-1274,77	-1695,44
8,00	0,00	2,48	1,60	75,46	53,55	-1044,78	-1386,81
9,00	0,00	2,83	1,60	3,73	-5,94	-273,16	-424,63
10,00	0,00	3,19	1,60	-14,63	-28,04	4,92	-129,56
11,00	0,00	3,54	1,60	-12,07	-22,50	-9,87	-116,12
12,00	0,00	3,90	1,60	-9,28	-21,41	21,23	-103,73
13,00	0,00	4,25	1,60	-10,37	-19,93	1,92	-94,92
14,00	0,00	4,60	1,60	-9,28	-21,41	21,23	-103,73
15,00	0,00	4,96	1,60	-12,07	-22,50	-9,87	-116,12
16,00	0,00	5,31	1,60	-14,63	-28,04	4,92	-129,56
17,00	0,00	5,67	1,60	3,73	-5,94	-273,16	-424,63
18,00	0,00	6,02	1,60	75,46	53,55	-1044,78	-1386,81
19,00	0,00	6,38	1,60	98,00	70,68	-1274,77	-1695,44
20,00	0,00	6,73	1,60	24,20	11,09	-481,08	-684,35
21,00	0,00	7,08	1,60	-18,77	-27,39	-23,73	-103,00
22,00	0,00	7,44	1,60	-11,81	-24,97	1,44	-135,62
23,00	0,00	7,79	1,60	-8,64	-20,02	27,49	-92,79
24,00	0,00	8,15	1,60	-10,94	-16,59	-22,92	-81,99
25,00	0,00	8,50	1,60	-7,59	-16,58	-54,54	-81,48
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>72,59</b>	<b>-41,15</b>	<b>-2216,24</b>	<b>-3600,45</b>

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:12:19

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:12:21

Time: 2022-05-29 12:16:35

Result Set Name: SIS

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	1,60	-7,59	-16,58	81,48	54,54
1077,00	15,00	0,35	1,60	-10,94	-16,59	81,99	22,92
1078,00	15,00	0,71	1,60	-8,64	-20,02	92,79	-27,49
1079,00	15,00	1,06	1,60	-11,81	-24,97	135,62	-1,44
1080,00	15,00	1,42	1,60	-18,77	-27,39	103,00	23,73
1081,00	15,00	1,77	1,60	24,20	11,09	684,35	481,08
1082,00	15,00	2,13	1,60	98,00	70,68	1695,45	1274,77
1083,00	15,00	2,48	1,60	75,46	53,55	1386,81	1044,78
1084,00	15,00	2,83	1,60	3,73	-5,94	424,63	273,16
1085,00	15,00	3,19	1,60	-14,63	-28,04	129,56	-4,92
1086,00	15,00	3,54	1,60	-12,07	-22,50	116,12	9,87
1087,00	15,00	3,90	1,60	-9,28	-21,41	103,73	-21,23
1088,00	15,00	4,25	1,60	-10,37	-19,93	94,93	-1,92
1089,00	15,00	4,60	1,60	-9,28	-21,41	103,73	-21,23
1090,00	15,00	4,96	1,60	-12,07	-22,50	116,12	9,87
1091,00	15,00	5,31	1,60	-14,63	-28,04	129,56	-4,92
1092,00	15,00	5,67	1,60	3,73	-5,94	424,63	273,16
1093,00	15,00	6,02	1,60	75,46	53,55	1386,81	1044,78
1094,00	15,00	6,38	1,60	98,00	70,68	1695,45	1274,77
1095,00	15,00	6,73	1,60	24,20	11,09	684,35	481,08
1096,00	15,00	7,08	1,60	-18,77	-27,39	103,00	23,73
1097,00	15,00	7,44	1,60	-11,81	-24,97	135,62	-1,44
1098,00	15,00	7,79	1,60	-8,64	-20,02	92,79	-27,49
1099,00	15,00	8,15	1,60	-10,94	-16,59	81,99	22,92
1100,00	15,00	8,50	1,60	-7,59	-16,58	81,48	54,54
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>72,59</b>	<b>-41,15</b>	<b>3600,45</b>	<b>2216,24</b>

## Tykkelse 1800 mm. - ULS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:19:31

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:19:33

Time: 2022-05-29 12:21:11

Result Set Name: Felt-krefter

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	1,80	2368,96	1351,90	172,12	-79,53
577,00	8,02	0,35	1,80	2377,31	1354,56	158,59	-70,69
578,00	8,02	0,71	1,80	2382,61	1356,14	165,79	-89,80
579,00	8,02	1,06	1,80	2381,78	1356,25	178,37	-108,43
580,00	8,02	1,42	1,80	2375,82	1355,86	143,90	-76,97
581,00	8,02	1,77	1,80	2369,05	1355,41	170,35	-104,23
582,00	8,02	2,13	1,80	2363,21	1355,08	141,33	-75,60
583,00	8,02	2,48	1,80	2358,80	1354,91	166,75	-100,60
584,00	8,02	2,83	1,80	2355,15	1354,23	167,97	-101,43
585,00	8,02	3,19	1,80	2349,14	1353,69	169,69	-102,91
586,00	8,02	3,54	1,80	2339,44	1353,31	163,43	-96,50
587,00	8,02	3,90	1,80	2333,30	1353,09	174,83	-107,71
588,00	8,02	4,25	1,80	2327,28	1353,02	159,41	-92,29
589,00	8,02	4,60	1,80	2333,30	1353,09	174,83	-107,71
590,00	8,02	4,96	1,80	2339,44	1353,31	163,43	-96,50
591,00	8,02	5,31	1,80	2349,14	1353,69	169,69	-102,91
592,00	8,02	5,67	1,80	2355,15	1354,23	167,97	-101,43
593,00	8,02	6,02	1,80	2358,80	1354,91	166,75	-100,60
594,00	8,02	6,38	1,80	2363,21	1355,08	141,33	-75,60
595,00	8,02	6,73	1,80	2369,05	1355,41	170,35	-104,23
596,00	8,02	7,08	1,80	2375,82	1355,86	143,90	-76,97
597,00	8,02	7,44	1,80	2381,78	1356,25	178,37	-108,43
598,00	8,02	7,79	1,80	2382,61	1356,14	165,79	-89,80
599,00	8,02	8,15	1,80	2377,31	1354,56	158,59	-70,69
600,00	8,02	8,50	1,80	2368,96	1351,90	172,12	-79,53
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>20908,73</b>	<b>11992,74</b>	<b>1454,09</b>	<b>-822,05</b>



-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:19:31

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:19:33

Time: 2022-05-29 12:21:37  
-----

Result Set Name: Akse1-krefter  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	1,80	0,89	-26,35	-42,58	-128,71
2,00	0,00	0,35	1,80	-8,84	-26,90	43,64	-128,87
3,00	0,00	0,71	1,80	-1,86	-35,60	186,31	-154,24
4,00	0,00	1,06	1,80	-6,16	-45,39	157,48	-232,54
5,00	0,00	1,42	1,80	-18,77	-46,72	63,25	-167,83
6,00	0,00	1,77	1,80	44,65	5,97	-464,22	-1135,58
7,00	0,00	2,13	1,80	165,79	75,93	-1394,21	-2829,13
8,00	0,00	2,48	1,80	128,10	56,81	-1143,23	-2311,46
9,00	0,00	2,83	1,80	12,81	-13,80	-234,95	-717,41
10,00	0,00	3,19	1,80	-9,05	-49,77	164,18	-219,73
11,00	0,00	3,54	1,80	-7,94	-39,58	113,18	-191,86
12,00	0,00	3,90	1,80	-2,68	-38,51	175,64	-177,15
13,00	0,00	4,25	1,80	-5,87	-34,68	120,60	-155,57
14,00	0,00	4,60	1,80	-2,68	-38,51	175,64	-177,15
15,00	0,00	4,96	1,80	-7,94	-39,58	113,18	-191,86
16,00	0,00	5,31	1,80	-9,05	-49,77	164,18	-219,73
17,00	0,00	5,67	1,80	12,81	-13,80	-234,95	-717,41
18,00	0,00	6,02	1,80	128,10	56,81	-1143,23	-2311,46
19,00	0,00	6,38	1,80	165,79	75,93	-1394,21	-2829,13
20,00	0,00	6,73	1,80	44,65	5,97	-464,22	-1135,58
21,00	0,00	7,08	1,80	-18,77	-46,72	63,25	-167,83
22,00	0,00	7,44	1,80	-6,16	-45,39	157,48	-232,54
23,00	0,00	7,79	1,80	-1,86	-35,60	186,31	-154,24
24,00	0,00	8,15	1,80	-8,84	-26,90	43,64	-128,87
25,00	0,00	8,50	1,80	0,89	-26,35	-42,58	-128,71
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>208,24</b>	<b>-142,55</b>	<b>-1639,95</b>	<b>-6001,21</b>

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:19:31

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:19:33

Time: 2022-05-29 12:21:44

Result Set Name: Akse2-krefter

Pos-In: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: ULS STR/GEO (envelope), Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: ULS STR/GEO (envelope), Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: ULS STR/GEO (envelope), Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: ULS STR/GEO (envelope), Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	1,80	0,89	-26,35	128,71	42,58
1077,00	15,00	0,35	1,80	-8,84	-26,90	128,86	-43,64
1078,00	15,00	0,71	1,80	-1,86	-35,60	154,24	-186,31
1079,00	15,00	1,06	1,80	-6,16	-45,39	232,54	-157,48
1080,00	15,00	1,42	1,80	-18,77	-46,72	167,83	-63,25
1081,00	15,00	1,77	1,80	44,65	5,97	1135,58	464,23
1082,00	15,00	2,13	1,80	165,79	75,93	2829,14	1394,21
1083,00	15,00	2,48	1,80	128,10	56,81	2311,46	1143,23
1084,00	15,00	2,83	1,80	12,81	-13,80	717,41	234,95
1085,00	15,00	3,19	1,80	-9,05	-49,77	219,73	-164,18
1086,00	15,00	3,54	1,80	-7,94	-39,58	191,88	-113,18
1087,00	15,00	3,90	1,80	-2,68	-38,51	177,15	-175,64
1088,00	15,00	4,25	1,80	-5,87	-34,68	155,58	-120,60
1089,00	15,00	4,60	1,80	-2,68	-38,51	177,15	-175,64
1090,00	15,00	4,96	1,80	-7,94	-39,58	191,88	-113,18
1091,00	15,00	5,31	1,80	-9,05	-49,77	219,73	-164,18
1092,00	15,00	5,67	1,80	12,81	-13,80	717,41	234,95
1093,00	15,00	6,02	1,80	128,10	56,81	2311,46	1143,23
1094,00	15,00	6,38	1,80	165,79	75,93	2829,14	1394,21
1095,00	15,00	6,73	1,80	44,65	5,97	1135,58	464,22
1096,00	15,00	7,08	1,80	-18,77	-46,72	167,83	-63,25
1097,00	15,00	7,44	1,80	-6,16	-45,39	232,54	-157,48
1098,00	15,00	7,79	1,80	-1,86	-35,60	154,24	-186,31
1099,00	15,00	8,15	1,80	-8,84	-26,90	128,86	-43,64
1100,00	15,00	8,50	1,80	0,89	-26,35	128,71	42,58
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>208,24</b>	<b>-142,55</b>	<b>6001,22</b>	<b>1639,95</b>

## Tykkelse 1800 mm. - SLS

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:19:31

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:19:33

Time: 2022-05-29 12:23:05

Result Set Name: SIS

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
576,00	8,02	0,00	1,80	1629,50	1353,10	82,30	-8,43
577,00	8,02	0,35	1,80	1634,16	1355,85	75,83	-6,80
578,00	8,02	0,71	1,80	1637,02	1357,45	76,34	-16,34
579,00	8,02	1,06	1,80	1636,66	1357,44	79,97	-24,40
580,00	8,02	1,42	1,80	1634,07	1356,86	66,75	-13,25
581,00	8,02	1,77	1,80	1631,11	1356,18	76,39	-23,53
582,00	8,02	2,13	1,80	1628,54	1355,60	65,63	-12,94
583,00	8,02	2,48	1,80	1626,59	1355,17	75,09	-22,16
584,00	8,02	2,83	1,80	1625,01	1354,66	75,60	-22,40
585,00	8,02	3,19	1,80	1622,62	1354,28	76,29	-22,88
586,00	8,02	3,54	1,80	1618,93	1354,02	74,02	-20,45
587,00	8,02	3,90	1,80	1616,60	1353,88	78,27	-24,57
588,00	8,02	4,25	1,80	1614,35	1353,84	72,57	-18,85
589,00	8,02	4,60	1,80	1616,60	1353,88	78,27	-24,57
590,00	8,02	4,96	1,80	1618,93	1354,02	74,02	-20,45
591,00	8,02	5,31	1,80	1622,62	1354,28	76,29	-22,88
592,00	8,02	5,67	1,80	1625,01	1354,66	75,60	-22,40
593,00	8,02	6,02	1,80	1626,59	1355,17	75,09	-22,16
594,00	8,02	6,38	1,80	1628,54	1355,60	65,63	-12,94
595,00	8,02	6,73	1,80	1631,11	1356,18	76,39	-23,53
596,00	8,02	7,08	1,80	1634,07	1356,86	66,75	-13,25
597,00	8,02	7,44	1,80	1636,66	1357,44	79,97	-24,40
598,00	8,02	7,79	1,80	1637,02	1357,45	76,34	-16,34
599,00	8,02	8,15	1,80	1634,16	1355,85	75,83	-6,80
600,00	8,02	8,50	1,80	1629,50	1353,10	82,30	-8,43
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>14413,16</b>	<b>12000,16</b>	<b>664,96</b>	<b>-161,20</b>

-----  
BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:19:31

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:19:33

Time: 2022-05-29 12:23:22  
-----

Result Set Name: SIS  
-----

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1,00	0,00	0,00	1,80	-8,44	-17,50	-59,53	-86,28
2,00	0,00	0,35	1,80	-12,14	-17,79	-26,98	-85,79
3,00	0,00	0,71	1,80	-10,07	-21,47	25,08	-95,88
4,00	0,00	1,06	1,80	-13,76	-26,93	-3,71	-140,86
5,00	0,00	1,42	1,80	-21,36	-30,01	-29,59	-108,94
6,00	0,00	1,77	1,80	25,73	12,63	-545,72	-750,39
7,00	0,00	2,13	1,80	106,36	79,07	-1436,10	-1859,35
8,00	0,00	2,48	1,80	81,77	59,95	-1177,19	-1521,19
9,00	0,00	2,83	1,80	3,28	-6,40	-311,10	-463,43
10,00	0,00	3,19	1,80	-17,02	-30,50	-1,65	-136,49
11,00	0,00	3,54	1,80	-13,86	-24,29	-14,68	-121,00
12,00	0,00	3,90	1,80	-10,73	-22,86	18,03	-107,10
13,00	0,00	4,25	1,80	-11,77	-21,31	-1,31	-98,18
14,00	0,00	4,60	1,80	-10,73	-22,86	18,03	-107,10
15,00	0,00	4,96	1,80	-13,86	-24,29	-14,68	-121,00
16,00	0,00	5,31	1,80	-17,02	-30,50	-1,65	-136,49
17,00	0,00	5,67	1,80	3,28	-6,40	-311,10	-463,43
18,00	0,00	6,02	1,80	81,77	59,95	-1177,19	-1521,19
19,00	0,00	6,38	1,80	106,36	79,07	-1436,10	-1859,35
20,00	0,00	6,73	1,80	25,73	12,63	-545,72	-750,39
21,00	0,00	7,08	1,80	-21,36	-30,01	-29,59	-108,94
22,00	0,00	7,44	1,80	-13,76	-26,93	-3,71	-140,86
23,00	0,00	7,79	1,80	-10,07	-21,47	25,08	-95,88
24,00	0,00	8,15	1,80	-12,14	-17,79	-26,98	-85,79
25,00	0,00	8,50	1,80	-8,44	-17,50	-59,53	-86,28
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>73,58</b>	<b>-40,20</b>	<b>-2524,35</b>	<b>-3914,11</b>

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-29 12:19:31

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-29 12:19:33

Time: 2022-05-29 12:23:35

Result Set Name: SIS

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 1: SLS, Quasi-permanent, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 2: SLS, Quasi-permanent, Min, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: SLS, Quasi-permanent, Max, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Case 4: SLS, Quasi-permanent, Min, Transverse Shear Force Vsz (kN/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
1076,00	15,00	0,00	1,80	-8,44	-17,50	86,28	59,53
1077,00	15,00	0,35	1,80	-12,14	-17,79	85,79	26,98
1078,00	15,00	0,71	1,80	-10,07	-21,47	95,88	-25,08
1079,00	15,00	1,06	1,80	-13,76	-26,93	140,86	3,71
1080,00	15,00	1,42	1,80	-21,36	-30,01	108,94	29,59
1081,00	15,00	1,77	1,80	25,73	12,63	750,39	545,72
1082,00	15,00	2,13	1,80	106,36	79,07	1859,36	1436,10
1083,00	15,00	2,48	1,80	81,77	59,95	1521,19	1177,19
1084,00	15,00	2,83	1,80	3,28	-6,40	463,43	311,10
1085,00	15,00	3,19	1,80	-17,02	-30,50	136,49	1,65
1086,00	15,00	3,54	1,80	-13,86	-24,29	121,01	14,68
1087,00	15,00	3,90	1,80	-10,73	-22,86	107,10	-18,03
1088,00	15,00	4,25	1,80	-11,77	-21,31	98,19	1,31
1089,00	15,00	4,60	1,80	-10,73	-22,86	107,10	-18,03
1090,00	15,00	4,96	1,80	-13,86	-24,29	121,01	14,68
1091,00	15,00	5,31	1,80	-17,02	-30,50	136,49	1,65
1092,00	15,00	5,67	1,80	3,28	-6,40	463,43	311,10
1093,00	15,00	6,02	1,80	81,77	59,95	1521,19	1177,19
1094,00	15,00	6,38	1,80	106,36	79,07	1859,36	1436,10
1095,00	15,00	6,73	1,80	25,73	12,63	750,39	545,72
1096,00	15,00	7,08	1,80	-21,36	-30,01	108,94	29,59
1097,00	15,00	7,44	1,80	-13,76	-26,93	140,86	3,71
1098,00	15,00	7,79	1,80	-10,07	-21,47	95,88	-25,08
1099,00	15,00	8,15	1,80	-12,14	-17,79	85,79	26,98
1100,00	15,00	8,50	1,80	-8,44	-17,50	86,28	59,53
Sum krefter i (kNm, kN)				<b>73,58</b>	<b>-40,20</b>	<b>3914,11</b>	<b>2524,35</b>

# Vedlegg B

## Krefter for manuell kontroll

### Tykkelse 600 mm.

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-06-04 15:26:58

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-06-04 15:27:00

Time: 2022-06-04 15:47:20

Result Set Name: Manuell kontroll

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 2: Dead Weight, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: Load Model 1, Lane Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 4: Load Model 1, Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 5: Load Model 1, Vehicle, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 9: ULS (B) STR/GEO a, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 10: Surfacing, Bending Moment Ma (kNm/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 9	Case 10
551,00	7,67	0,00	0,60	423,00	34,55	70,52	455,95	1234,45	98,70
552,00	7,67	0,35	0,60	422,82	34,45	70,49	455,72	1233,81	98,66
553,00	7,67	0,71	0,60	422,38	34,23	70,41	454,42	1231,58	98,56
554,00	7,67	1,06	0,60	421,76	33,87	70,30	452,58	1228,38	98,41
555,00	7,67	1,42	0,60	421,30	33,48	70,22	448,40	1223,21	98,30
556,00	7,67	1,77	0,60	420,98	33,03	70,17	445,04	1219,02	98,23
557,00	7,67	2,13	0,60	420,76	32,53	70,13	442,13	1215,40	98,18
558,00	7,67	2,48	0,60	420,63	31,97	70,11	439,92	1212,53	98,15
559,00	7,67	2,83	0,60	420,54	31,36	70,09	438,51	1210,47	98,13
560,00	7,67	3,19	0,60	420,49	30,70	70,09	435,24	1206,66	98,12
561,00	7,67	3,54	0,60	420,47	29,99	70,08	429,20	1200,24	98,11
562,00	7,67	3,90	0,60	420,46	29,47	70,08	425,77	1196,50	98,11
563,00	7,67	4,25	0,60	420,46	29,32	70,08	421,83	1192,62	98,11
564,00	7,67	4,60	0,60	420,46	29,47	70,08	425,77	1196,50	98,11
565,00	7,67	4,96	0,60	420,47	29,99	70,08	429,20	1200,24	98,11
566,00	7,67	5,31	0,60	420,49	30,70	70,09	435,24	1206,66	98,12
567,00	7,67	5,67	0,60	420,54	31,36	70,09	438,51	1210,47	98,13
568,00	7,67	6,02	0,60	420,63	31,97	70,11	439,92	1212,53	98,15
569,00	7,67	6,38	0,60	420,76	32,53	70,13	442,13	1215,40	98,18
570,00	7,67	6,73	0,60	420,98	33,03	70,17	445,04	1219,02	98,23
571,00	7,67	7,08	0,60	421,30	33,48	70,22	448,40	1223,21	98,30
572,00	7,67	7,44	0,60	421,76	33,87	70,30	452,58	1228,38	98,41
573,00	7,67	7,79	0,60	422,38	34,23	70,41	454,42	1231,58	98,56
574,00	7,67	8,15	0,60	422,82	34,45	70,49	455,72	1233,81	98,66
575,00	7,67	8,50	0,60	423,00	34,55	70,52	455,95	1234,45	98,70
Sum krefter i kNm				<b>3729,96</b>	<b>286,37</b>	<b>621,73</b>	<b>3919,76</b>	<b>10772,72</b>	<b>870,32</b>

## Tykkelse 800 mm.

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-23 20:50:26

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-23 20:50:28

Time: 2022-05-23 20:53:22

Result Set Name: Manuell kontroll

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 2: Dead Weight, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: Load Model 1, Lane Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 4: Load Model 1, Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 5: Load Model 1, Vehicle, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 9: ULS (B) STR/GEO a, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 10: Surfacing, Bending Moment Ma (kNm/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 9	Case 10
551,00	7,67	0,00	0,80	563,47	34,47	70,45	454,84	1422,76	98,61
552,00	7,67	0,35	0,80	563,54	34,44	70,46	455,41	1423,41	98,62
553,00	7,67	0,71	0,80	563,20	34,27	70,41	454,71	1422,00	98,56
554,00	7,67	1,06	0,80	562,46	33,94	70,32	453,04	1418,85	98,43
555,00	7,67	1,42	0,80	561,84	33,54	70,24	448,83	1413,42	98,32
556,00	7,67	1,77	0,80	561,38	33,09	70,18	445,37	1408,95	98,24
557,00	7,67	2,13	0,80	561,07	32,57	70,14	442,39	1405,11	98,19
558,00	7,67	2,48	0,80	560,86	32,01	70,11	440,14	1402,10	98,15
559,00	7,67	2,83	0,80	560,74	31,39	70,10	438,67	1399,92	98,13
560,00	7,67	3,19	0,80	560,67	30,72	70,09	435,35	1396,03	98,12
561,00	7,67	3,54	0,80	560,63	30,00	70,08	429,28	1389,54	98,11
562,00	7,67	3,90	0,80	560,61	29,47	70,08	425,78	1385,71	98,11
563,00	7,67	4,25	0,80	560,60	29,32	70,08	421,82	1381,81	98,11
564,00	7,67	4,60	0,80	560,61	29,47	70,08	425,78	1385,71	98,11
565,00	7,67	4,96	0,80	560,63	30,00	70,08	429,28	1389,54	98,11
566,00	7,67	5,31	0,80	560,67	30,72	70,09	435,35	1396,03	98,12
567,00	7,67	5,67	0,80	560,74	31,39	70,10	438,67	1399,92	98,13
568,00	7,67	6,02	0,80	560,86	32,01	70,11	440,14	1402,10	98,15
569,00	7,67	6,38	0,80	561,07	32,57	70,14	442,39	1405,11	98,19
570,00	7,67	6,73	0,80	561,38	33,09	70,18	445,37	1408,95	98,24
571,00	7,67	7,08	0,80	561,84	33,54	70,24	448,83	1413,42	98,32
572,00	7,67	7,44	0,80	562,46	33,94	70,32	453,04	1418,85	98,43
573,00	7,67	7,79	0,80	563,20	34,27	70,41	454,71	1422,00	98,56
574,00	7,67	8,15	0,80	563,54	34,44	70,46	455,41	1423,41	98,62
575,00	7,67	8,50	0,80	563,47	34,47	70,45	454,83	1422,76	98,61
Sum krefter i kNm				<b>4973,04</b>	<b>286,56</b>	<b>621,70</b>	<b>3920,42</b>	<b>12451,59</b>	<b>870,28</b>

## Tykkelse 1000 mm.

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-24 19:45:44

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-24 19:45:47

Time: 2022-05-24 19:50:45

Result Set Name: Manuell kontroll

Pos-In: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 2: Dead Weight, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: Load Model 1, Lane Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 4: Load Model 1, Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 5: Load Model 1, Vehicle, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 9: ULS (B) STR/GEO a, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 10: Surfacing, Bending Moment Ma (kNm/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 9	Case 10
551,00	7,67	0,00	1,00	703,65	34,38	70,38	453,71	1610,67	98,51
552,00	7,67	0,35	1,00	704,09	34,42	70,42	454,97	1612,63	98,57
553,00	7,67	0,71	1,00	703,95	34,31	70,41	454,83	1612,16	98,55
554,00	7,67	1,06	1,00	703,18	34,00	70,33	453,45	1609,29	98,44
555,00	7,67	1,42	1,00	702,43	33,60	70,25	449,27	1603,73	98,34
556,00	7,67	1,77	1,00	701,84	33,14	70,19	445,76	1599,02	98,26
557,00	7,67	2,13	1,00	701,43	32,62	70,15	442,71	1594,97	98,20
558,00	7,67	2,48	1,00	701,15	32,05	70,12	440,40	1591,79	98,16
559,00	7,67	2,83	1,00	700,97	31,42	70,10	438,87	1589,47	98,14
560,00	7,67	3,19	1,00	700,87	30,74	70,09	435,51	1585,47	98,12
561,00	7,67	3,54	1,00	700,81	30,02	70,09	429,38	1578,91	98,11
562,00	7,67	3,90	1,00	700,78	29,48	70,08	425,80	1574,97	98,11
563,00	7,67	4,25	1,00	700,77	29,32	70,08	421,83	1571,05	98,11
564,00	7,67	4,60	1,00	700,78	29,48	70,08	425,80	1574,97	98,11
565,00	7,67	4,96	1,00	700,81	30,02	70,09	429,38	1578,91	98,11
566,00	7,67	5,31	1,00	700,87	30,74	70,09	435,51	1585,47	98,12
567,00	7,67	5,67	1,00	700,97	31,42	70,10	438,87	1589,47	98,14
568,00	7,67	6,02	1,00	701,15	32,05	70,12	440,40	1591,79	98,16
569,00	7,67	6,38	1,00	701,43	32,62	70,15	442,71	1594,97	98,20
570,00	7,67	6,73	1,00	701,84	33,14	70,19	445,76	1599,02	98,26
571,00	7,67	7,08	1,00	702,43	33,60	70,25	449,27	1603,73	98,34
572,00	7,67	7,44	1,00	703,18	34,00	70,33	453,45	1609,29	98,44
573,00	7,67	7,79	1,00	703,95	34,31	70,41	454,83	1612,16	98,55
574,00	7,67	8,15	1,00	704,09	34,42	70,42	454,97	1612,63	98,57
575,00	7,67	8,50	1,00	703,65	34,38	70,38	453,71	1610,67	98,51
Sum krefter i kNm				<b>6216,00</b>	<b>286,76</b>	<b>621,67</b>	<b>3921,04</b>	<b>14130,26</b>	<b>870,24</b>



## Tykkelse 1200 mm.

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-24 21:38:32

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-24 21:38:34

Time: 2022-05-24 21:43:45

Result Set Name: Manuell kontroll

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 2: Dead Weight, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: Load Model 1, Lane Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 4: Load Model 1, Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 5: Load Model 1, Vehicle, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 9: ULS (B) STR/GEO a, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 10: Surfacing, Bending Moment Ma (kNm/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 9	Case 10
551,00	7,67	0,00	1,20	843,55	34,30	70,31	452,58	1798,20	98,41
552,00	7,67	0,35	1,20	844,45	34,39	70,39	454,45	1801,47	98,52
553,00	7,67	0,71	1,20	844,61	34,33	70,40	454,84	1802,04	98,54
554,00	7,67	1,06	1,20	843,89	34,05	70,33	453,77	1799,61	98,45
555,00	7,67	1,42	1,20	843,06	33,66	70,26	449,70	1794,09	98,36
556,00	7,67	1,77	1,20	842,36	33,20	70,20	446,17	1789,22	98,28
557,00	7,67	2,13	1,20	841,85	32,68	70,16	443,07	1784,96	98,22
558,00	7,67	2,48	1,20	841,49	32,09	70,13	440,71	1781,61	98,17
559,00	7,67	2,83	1,20	841,26	31,45	70,11	439,12	1779,14	98,15
560,00	7,67	3,19	1,20	841,11	30,77	70,10	435,69	1775,02	98,13
561,00	7,67	3,54	1,20	841,03	30,04	70,09	429,51	1768,36	98,12
562,00	7,67	3,90	1,20	840,98	29,48	70,09	425,84	1764,30	98,11
563,00	7,67	4,25	1,20	840,97	29,32	70,09	421,85	1760,35	98,11
564,00	7,67	4,60	1,20	840,98	29,48	70,09	425,84	1764,30	98,11
565,00	7,67	4,96	1,20	841,03	30,04	70,09	429,51	1768,36	98,12
566,00	7,67	5,31	1,20	841,11	30,77	70,10	435,69	1775,02	98,13
567,00	7,67	5,67	1,20	841,26	31,45	70,11	439,12	1779,14	98,15
568,00	7,67	6,02	1,20	841,49	32,09	70,13	440,71	1781,61	98,17
569,00	7,67	6,38	1,20	841,85	32,68	70,16	443,07	1784,96	98,22
570,00	7,67	6,73	1,20	842,36	33,20	70,20	446,17	1789,22	98,28
571,00	7,67	7,08	1,20	843,06	33,66	70,26	449,70	1794,09	98,36
572,00	7,67	7,44	1,20	843,89	34,05	70,33	453,77	1799,61	98,45
573,00	7,67	7,79	1,20	844,61	34,33	70,40	454,84	1802,04	98,54
574,00	7,67	8,15	1,20	844,45	34,39	70,39	454,45	1801,47	98,52
575,00	7,67	8,50	1,20	843,55	34,30	70,31	452,58	1798,20	98,41
Sum krefter i kNm				<b>7458,84</b>	<b>286,95</b>	<b>621,64</b>	<b>3921,60</b>	<b>15808,72</b>	<b>870,20</b>

## Tykkelse 1400 mm.

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-25 19:04:59

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-25 19:05:01

Time: 2022-05-25 19:10:32

Result Set Name: Manuell kontroll

Pos-In: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 2: Dead Weight, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: Load Model 1, Lane Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 4: Load Model 1, Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 5: Load Model 1, Vehicle, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 9: ULS (B) STR/GEO a, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 10: Surfacing, Bending Moment Ma (kNm/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 9	Case 10
551,00	7,67	0,00	1,40	983,18	34,21	70,24	451,46	1985,36	98,32
552,00	7,67	0,35	1,40	984,61	34,35	70,34	453,85	1989,97	98,46
553,00	7,67	0,71	1,40	985,15	34,34	70,38	454,73	1991,63	98,51
554,00	7,67	1,06	1,40	984,56	34,10	70,34	454,00	1989,79	98,46
555,00	7,67	1,42	1,40	983,72	33,72	70,27	450,09	1984,43	98,37
556,00	7,67	1,77	1,40	982,94	33,26	70,22	446,59	1979,49	98,29
557,00	7,67	2,13	1,40	982,34	32,73	70,17	443,46	1975,09	98,23
558,00	7,67	2,48	1,40	981,90	32,14	70,14	441,05	1971,57	98,19
559,00	7,67	2,83	1,40	981,60	31,50	70,12	439,40	1968,94	98,16
560,00	7,67	3,19	1,40	981,41	30,80	70,11	435,91	1964,69	98,14
561,00	7,67	3,54	1,40	981,30	30,06	70,10	429,67	1957,92	98,13
562,00	7,67	3,90	1,40	981,24	29,49	70,09	425,90	1953,72	98,12
563,00	7,67	4,25	1,40	981,22	29,32	70,09	421,88	1949,74	98,12
564,00	7,67	4,60	1,40	981,24	29,49	70,09	425,90	1953,72	98,12
565,00	7,67	4,96	1,40	981,30	30,06	70,10	429,67	1957,92	98,13
566,00	7,67	5,31	1,40	981,41	30,80	70,11	435,91	1964,69	98,14
567,00	7,67	5,67	1,40	981,60	31,50	70,12	439,40	1968,94	98,16
568,00	7,67	6,02	1,40	981,90	32,14	70,14	441,05	1971,57	98,19
569,00	7,67	6,38	1,40	982,34	32,73	70,17	443,46	1975,09	98,23
570,00	7,67	6,73	1,40	982,94	33,26	70,22	446,59	1979,49	98,29
571,00	7,67	7,08	1,40	983,72	33,72	70,27	450,09	1984,43	98,37
572,00	7,67	7,44	1,40	984,56	34,10	70,34	454,00	1989,79	98,46
573,00	7,67	7,79	1,40	985,15	34,34	70,38	454,73	1991,63	98,51
574,00	7,67	8,15	1,40	984,61	34,35	70,34	453,85	1989,97	98,46
575,00	7,67	8,50	1,40	983,18	34,21	70,24	451,46	1985,36	98,32
Sum krefter i kNm				<b>8701,57</b>	<b>287,13</b>	<b>621,61</b>	<b>3922,09</b>	<b>17486,97</b>	<b>870,16</b>

## Tykkelse 1600 mm.

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-25 20:20:17

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-25 20:20:19

Time: 2022-05-25 20:24:39

Result Set Name: Manuell kontroll

Pos-ln: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 2: Dead Weight, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: Load Model 1, Lane Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 4: Load Model 1, Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 5: Load Model 1, Vehicle, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 9: ULS (B) STR/GEO a, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 10: Surfacing, Bending Moment Ma (kNm/m)

Node	Pos-ln	Pos-tn	Thickness	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 9	Case 10
551,00	7,67	0,00	1,60	1122,55	34,13	70,17	450,34	2172,18	98,22
552,00	7,67	0,35	1,60	1124,56	34,32	70,30	453,22	2178,14	98,40
553,00	7,67	0,71	1,60	1125,55	34,35	70,36	454,55	2180,94	98,49
554,00	7,67	1,06	1,60	1125,17	34,13	70,33	454,16	2179,80	98,45
555,00	7,67	1,42	1,60	1124,38	33,78	70,28	450,44	2174,73	98,38
556,00	7,67	1,77	1,60	1123,57	33,33	70,23	447,00	2169,82	98,31
557,00	7,67	2,13	1,60	1122,90	32,79	70,19	443,87	2165,32	98,25
558,00	7,67	2,48	1,60	1122,39	32,19	70,15	441,42	2161,67	98,21
559,00	7,67	2,83	1,60	1122,03	31,54	70,13	439,71	2158,89	98,18
560,00	7,67	3,19	1,60	1121,79	30,83	70,12	436,16	2154,50	98,16
561,00	7,67	3,54	1,60	1121,65	30,08	70,11	429,86	2147,61	98,14
562,00	7,67	3,90	1,60	1121,57	29,49	70,10	425,97	2143,26	98,14
563,00	7,67	4,25	1,60	1121,54	29,33	70,10	421,92	2139,24	98,13
564,00	7,67	4,60	1,60	1121,57	29,49	70,10	425,97	2143,26	98,14
565,00	7,67	4,96	1,60	1121,65	30,08	70,11	429,86	2147,61	98,14
566,00	7,67	5,31	1,60	1121,79	30,83	70,12	436,16	2154,50	98,16
567,00	7,67	5,67	1,60	1122,03	31,54	70,13	439,71	2158,89	98,18
568,00	7,67	6,02	1,60	1122,39	32,19	70,15	441,42	2161,67	98,21
569,00	7,67	6,38	1,60	1122,90	32,79	70,19	443,87	2165,32	98,25
570,00	7,67	6,73	1,60	1123,57	33,33	70,23	447,00	2169,82	98,31
571,00	7,67	7,08	1,60	1124,38	33,78	70,28	450,44	2174,73	98,38
572,00	7,67	7,44	1,60	1125,17	34,13	70,33	454,16	2179,80	98,45
573,00	7,67	7,79	1,60	1125,55	34,35	70,36	454,55	2180,94	98,49
574,00	7,67	8,15	1,60	1124,56	34,32	70,30	453,22	2178,14	98,40
575,00	7,67	8,50	1,60	1122,55	34,13	70,17	450,34	2172,18	98,22
<b>Sum krefter i kNm</b>				<b>9944,20</b>	<b>287,32</b>	<b>621,57</b>	<b>3922,52</b>	<b>19165,01</b>	<b>870,12</b>

## Tykkelse 1800 mm.

BRIGADE/Standard version 2022.1

Project File Name: 0.6 tykk

Model ID: 58882876

Last save at: 2022-05-25 21:10:03

Calculated with version: 2022.1

Last calc. started at: 2022-05-25 21:10:05

Time: 2022-05-25 21:35:59

Result Set Name: Manuell kontroll

Pos-In: Position along longitudinal node line

Pos-tn: Position along transversal node line

Thickness: Shell element thickness at FE-model node

Case 2: Dead Weight, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 3: Load Model 1, Lane Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 4: Load Model 1, Surface Load, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 5: Load Model 1, Vehicle, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 9: ULS (B) STR/GEO a, Max, Bending Moment Ma (kNm/m)

Case 10: Surfacing, Bending Moment Ma (kNm/m)

Node	Pos-In	Pos-tn	Thickness	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 9	Case 10
551,00	7,67	0,00	1,80	1261,66	34,05	70,10	449,25	2358,68	98,13
552,00	7,67	0,35	1,80	1264,31	34,28	70,25	452,55	2366,00	98,34
553,00	7,67	0,71	1,80	1265,81	34,35	70,33	454,30	2369,99	98,45
554,00	7,67	1,06	1,80	1265,72	34,17	70,33	454,25	2369,63	98,44
555,00	7,67	1,42	1,80	1265,03	33,83	70,29	450,74	2364,96	98,39
556,00	7,67	1,77	1,80	1264,23	33,39	70,24	447,39	2360,17	98,33
557,00	7,67	2,13	1,80	1263,52	32,85	70,20	444,28	2355,64	98,27
558,00	7,67	2,48	1,80	1262,95	32,25	70,17	441,81	2351,89	98,23
559,00	7,67	2,83	1,80	1262,54	31,59	70,14	440,05	2348,97	98,20
560,00	7,67	3,19	1,80	1262,25	30,87	70,13	436,44	2344,45	98,18
561,00	7,67	3,54	1,80	1262,07	30,11	70,12	430,07	2337,45	98,16
562,00	7,67	3,90	1,80	1261,97	29,50	70,12	426,05	2332,93	98,15
563,00	7,67	4,25	1,80	1261,94	29,33	70,11	421,97	2328,86	98,15
564,00	7,67	4,60	1,80	1261,97	29,50	70,12	426,05	2332,93	98,15
565,00	7,67	4,96	1,80	1262,07	30,11	70,12	430,07	2337,45	98,16
566,00	7,67	5,31	1,80	1262,25	30,87	70,13	436,44	2344,45	98,18
567,00	7,67	5,67	1,80	1262,54	31,59	70,14	440,05	2348,97	98,20
568,00	7,67	6,02	1,80	1262,95	32,25	70,17	441,81	2351,89	98,23
569,00	7,67	6,38	1,80	1263,52	32,85	70,20	444,28	2355,64	98,27
570,00	7,67	6,73	1,80	1264,23	33,39	70,24	447,39	2360,17	98,33
571,00	7,67	7,08	1,80	1265,03	33,83	70,29	450,74	2364,96	98,39
572,00	7,67	7,44	1,80	1265,72	34,17	70,33	454,25	2369,63	98,44
573,00	7,67	7,79	1,80	1265,81	34,35	70,33	454,30	2369,99	98,45
574,00	7,67	8,15	1,80	1264,31	34,28	70,25	452,55	2366,00	98,34
575,00	7,67	8,50	1,80	1261,66	34,05	70,10	449,25	2358,68	98,13
Sum krefter i kNm				<b>11186,73</b>	<b>287,51</b>	<b>621,55</b>	<b>3922,86</b>	<b>20842,85</b>	<b>870,08</b>

# Vedlegg C

## Verifisering av resultater

### Manuelle kontroller - tykkelse 600 mm.

#### Karakteriske verdier

Tykkelse	$t := 0.6 \text{ m}$
Brubredde	$b := 8.5 \text{ m}$
Brulengde	$l := 15 \text{ m}$
Feltbredde	$b_f := 3 \text{ m}$
Tverrsnittsareal	$A := t \cdot b = 5.1 \text{ m}^2$
Tyngdetetthet betong	$\gamma := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

#### Kontroll av egenvekt

Egenvekt	$q := 8.5 \text{ m} \cdot \gamma \cdot 0.6 \text{ m} = 127.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Moment pga. egenvekt	$M_g := q \cdot \frac{l^2}{8} = 3585.938 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{g,b} := 3729.96 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_g}{M_{g,b}} = 3.9\%$$

#### Kontroll av jevnt fordelt trafikklaster over hele brubane

Jevnt fordelt trafikklaster	$q_1 := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Moment pga. trafikklaster over brubane	$M_{q1} := q_1 \cdot b \cdot \frac{l^2}{8} = 597.656 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{q1,b} := 621.7309 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q1}}{M_{q1,b}} = 3.9\%$$

## Kontroll av jevnt fordelt trafikklast i kjørebane 1

$$\begin{aligned}\text{Jevnt fordelt trafikklast} & q_2 := 2.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{Moment pga. trafikklast i kjørebane 1} & M_{q_2} := q_2 \cdot b_f \cdot \frac{l^2}{8} = 244.688 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{q_{2,b}} := 283.22 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q_2}}{M_{q_{2,b}}} = 13.6\%$$

## Kontroll av last fra kjøretøy

$$\begin{aligned}\text{Punktlast} & P_1 := 300 \text{ kN} \quad P_2 := 200 \text{ kN} \\ \text{Avstand mellom hjul} & a := 1.2 \text{ m} \\ \text{Moment pga. kjøretøy} & M_p := \frac{(P_1 + P_2) \cdot (l - a)}{2} = 3450 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{p,b} := 3919.759 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_p}{M_{p,b}} = 12\%$$

## Manuell kontroll av lastkombinasjoner

### Kontroll av lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$\begin{aligned}\text{Moment fra egenvekt*lastfaktor} & M_{g,f} := M_g \cdot 1.35 = 4841.016 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra belegning} & M_s := 870.325 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra belegning*lastfaktor} & M_{s,l} := M_s \cdot 1.35 = 1174.939 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

Moment pga. trafikklast over brubane\*lastfaktor

$$M_{q1.b.f} := M_{q1.b} \cdot 0.95 = 590.644 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. trafikklast i kjørebane 1\*lastfaktor

$$M_{q2.b.f} := M_{q2.b} \cdot 0.95 = 269.059 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. kjøretøy\*lastfaktor

$$M_{p.b.f} := M_{p.b} \cdot 0.95 = 3723.771 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$M_l := M_{g.f} + M_{s.l} + M_{q1.b.f} + M_{q2.b.f} + M_{p.b.f} = 10599.429 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment fra Brigade for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a  $M_{b.l} := 10772.72 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$Avvik := 1 - \frac{M_l}{M_{b.l}} = 1.6\%$$

## Manuelle kontroller - tykkelse 800 mm.

### Karakteriske verdier

<i>Tykkelse</i>	$t := 0.8 \text{ m}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8.5 \text{ m}$
<i>Brulengde</i>	$l := 15 \text{ m}$
<i>Feltbredde</i>	$b_f := 3 \text{ m}$
<i>Tverrsnittsareal</i>	$A := t \cdot b = 6.8 \text{ m}^2$
Tyngdetetthet betong	$\gamma := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

### Kontroll av egenvekt

<i>Egenvekt</i>	$q := 8.5 \text{ m} \cdot \gamma \cdot 0.8 \text{ m} = 170 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Moment pga. egenvekt	$M_g := q \cdot \frac{l^2}{8} = 4781.25 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{g,b} := 4973.04 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_g}{M_{g,b}} = 3.9\%$$

### Kontroll av jevnt fordelt trafikklaster over hele brubane

Jevnt fordelt trafikklaster	$q_1 := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Moment pga. trafikklaster over brubane	$M_{q1} := q_1 \cdot b \cdot \frac{l^2}{8} = 597.656 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{q1,b} := 621.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q1}}{M_{q1,b}} = 3.9\%$$



## Kontroll av jevnt fordelt trafikklast i kjørebane 1

$$\begin{aligned} \text{Jevnt fordelt trafikklast} & q_2 := 2.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{Moment pga. trafikklast i kjørebane 1} & M_{q_2} := q_2 \cdot b_f \cdot \frac{l^2}{8} = 244.688 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{q_{2,b}} := 286.57 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q_2}}{M_{q_{2,b}}} = 14.6\%$$

## Kontroll av last fra kjøretøy

$$\begin{aligned} \text{Punktlast} & P_1 := 300 \text{ kN} \quad P_2 := 200 \text{ kN} \\ \text{Avstand mellom hjul} & a := 1.2 \text{ m} \\ \text{Moment pga. kjøretøy} & M_p := \frac{(P_1 + P_2) \cdot (l - a)}{2} = 3450 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{p,b} := 3920.42 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_p}{M_{p,b}} = 12\%$$

## Manuell kontroll av lastkombinasjoner

### Kontroll av lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$\begin{aligned} \text{Moment fra egenvekt*lastfaktor} & M_{g,f} := M_g \cdot 1.35 = 6454.688 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra belegning} & M_s := 870.3 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra belegning*lastfaktor} & M_{s,l} := M_s \cdot 1.35 = 1174.905 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Moment pga. trafikklast over brubane\*lastfaktor

$$M_{q1.b.f} := M_{q1.b} \cdot 0.95 = 590.615 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. trafikklast i kjørebane 1\*lastfaktor

$$M_{q2.b.f} := M_{q2.b} \cdot 0.95 = 272.242 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. kjøretøy\*lastfaktor

$$M_{p.b.f} := M_{p.b} \cdot 0.95 = 3724.399 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$M_l := M_{g.f} + M_{s.l} + M_{q1.b.f} + M_{q2.b.f} + M_{p.b.f} = 12216.848 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment fra Brigade for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a  $M_{b.l} := 12451.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$Avvik := 1 - \frac{M_l}{M_{b.l}} = 1.9\%$$

## Manuelle kontroller- tykkelse 1000 mm.

### Karakteriske verdier

<i>Tykkelse</i>	$t := 1 \text{ m}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8.5 \text{ m}$
<i>Brulengde</i>	$l := 15 \text{ m}$
<i>Feltbredde</i>	$b_f := 3 \text{ m}$
<i>Tverrsnittsareal</i>	$A := t \cdot b = 8.5 \text{ m}^2$
Tyngdetetthet betong	$\gamma := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

### Kontroll av egenvekt

<i>Egenvekt</i>	$q := 8.5 \text{ m} \cdot \gamma \cdot 1 \text{ m} = 212.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Moment pga. egenvekt	$M_g := q \cdot \frac{l^2}{8} = 5976.563 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{g,b} := 6215.996 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_g}{M_{g,b}} = 3.9\%$$

### Kontroll av jevnt fordelt trafikklast over hele brubane

Jevnt fordelt trafikklast	$q_1 := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Moment pga. trafikklast over brubane	$M_{q1} := q_1 \cdot b \cdot \frac{l^2}{8} = 597.656 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{q1,b} := 621.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q1}}{M_{q1,b}} = 3.9\%$$

## Kontroll av jevnt fordelt trafikklast i kjørebane 1

$$\begin{aligned}\text{Jevnt fordelt trafikklast} & q_2 := 2.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{Moment pga. trafikklast i kjørebane 1} & M_{q_2} := q_2 \cdot b_f \cdot \frac{l^2}{8} = 244.688 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{q_2.b} := 286.76 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q_2}}{M_{q_2.b}} = 14.7\%$$

## Kontroll av last fra kjøretøy

$$\begin{aligned}\text{Punktlast} & P_1 := 300 \text{ kN} \quad P_2 := 200 \text{ kN} \\ \text{Avstand mellom hjul} & a := 1.2 \text{ m} \\ \text{Moment pga. kjøretøy} & M_p := \frac{(P_1 + P_2) \cdot (l - a)}{2} = 3450 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{p.b} := 3921.36 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Avvik} & := 1 - \frac{M_p}{M_{p.b}} = 12\%\end{aligned}$$

## Manuell kontroll av lastkombinasjoner

### Kontroll av lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$\begin{aligned}\text{Moment fra egenvekt*lastfaktor} & M_{g.f} := M_g \cdot 1.35 = 8068.359 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra belegning} & M_s := 870.24 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra belegning*lastfaktor} & M_{s.l} := M_s \cdot 1.35 = 1174.824 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

Moment pga. trafikklast over brubane\*lastfaktor

$$M_{q1.b.f} := M_{q1.b} \cdot 0.95 = 590.615 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. trafikklast i kjørebane 1\*lastfaktor

$$M_{q2.b.f} := M_{q2.b} \cdot 0.95 = 272.422 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. kjøretøy\*lastfaktor

$$M_{p.b.f} := M_{p.b} \cdot 0.95 = 3725.292 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$M_l := M_{g.f} + M_{s.l} + M_{q1.b.f} + M_{q2.b.f} + M_{p.b.f} = 13831.512 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment fra Brigade for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a  $M_{b.l} := 14130.26 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$Avvik := 1 - \frac{M_l}{M_{b.l}} = 2.1\%$$

## Manuelle kontroller- tykkelse 1200 mm.

### Karakteriske verdier

<i>Tykkelse</i>	$t := 1.2 \text{ m}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8.5 \text{ m}$
<i>Brulengde</i>	$l := 15 \text{ m}$
<i>Feltbredde</i>	$b_f := 3 \text{ m}$
<i>Tverrsnittsareal</i>	$A := t \cdot b = 10.2 \text{ m}^2$
Tyngdetetthet betong	$\gamma := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

### Kontroll av egenvekt

<i>Egenvekt</i>	$q := 8.5 \text{ m} \cdot \gamma \cdot 1.2 \text{ m} = 255 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Moment pga. egenvekt	$M_g := q \cdot \frac{l^2}{8} = 7171.875 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{g,b} := 7458.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_g}{M_{g,b}} = 3.8\%$$

### Kontroll av jevnt fordelt trafikklast over hele brubane

Jevnt fordelt trafikklast	$q_1 := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Moment pga. trafikklast over brubane	$M_{q1} := q_1 \cdot b \cdot \frac{l^2}{8} = 597.656 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{q1,b} := 621.64 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q1}}{M_{q1,b}} = 3.9\%$$

## Kontroll av jevnt fordelt trafikklast i kjørebane 1

$$\begin{aligned}\text{Jevnt fordelt trafikklast} & q_2 := 2.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{Moment pga. trafikklast i kjørebane 1} & M_{q_2} := q_2 \cdot b_f \cdot \frac{l^2}{8} = 244.688 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{q_2.b} := 286.95 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q_2}}{M_{q_2.b}} = 14.7\%$$

## Kontroll av last fra kjøretøy

$$\begin{aligned}\text{Punktlast} & P_1 := 300 \text{ kN} \quad P_2 := 200 \text{ kN} \\ \text{Avstand mellom hjul} & a := 1.2 \text{ m} \\ \text{Moment pga. kjøretøy} & M_p := \frac{(P_1 + P_2) \cdot (l - a)}{2} = 3450 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{p.b} := 3921.6 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_p}{M_{p.b}} = 12\%$$

## Manuell kontroll av lastkombinasjoner

### Kontroll av lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$\text{Moment fra egenvekt*lastfaktor} \quad M_{g.f} := M_g \cdot 1.35 = 9682.031 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Moment fra belegning} \quad M_s := 870.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Moment fra belegning*lastfaktor} \quad M_{s.l} := M_s \cdot 1.35 = 1174.824 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. trafikklast over brubane\*lastfaktor

$$M_{q1.b.f} := M_{q1.b} \cdot 0.95 = 590.558 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. trafikklast i kjørebane 1\*lastfaktor

$$M_{q2.b.f} := M_{q2.b} \cdot 0.95 = 272.603 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. kjøretøy\*lastfaktor

$$M_{p.b.f} := M_{p.b} \cdot 0.95 = 3725.52 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$M_l := M_{g.f} + M_{s.l} + M_{q1.b.f} + M_{q2.b.f} + M_{p.b.f} = 15445.536 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment fra Brigade for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a  $M_{b.l} := 15808.72 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$Avvik := 1 - \frac{M_l}{M_{b.l}} = 2.3\%$$



## Manuelle kontroller- tykkelse 1400 mm.

### Karakteriske verdier

<i>Tykkelse</i>	$t := 1.4 \text{ m}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8.5 \text{ m}$
<i>Brulengde</i>	$l := 15 \text{ m}$
<i>Feltbredde</i>	$b_f := 3 \text{ m}$
<i>Tverrsnittsareal</i>	$A := t \cdot b = 11.9 \text{ m}^2$
Tyngdetetthet betong	$\gamma := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

### Kontroll av egenvekt

<i>Egenvekt</i>	$q := 8.5 \text{ m} \cdot \gamma \cdot 1.4 \text{ m} = 297.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Moment pga. egenvekt	$M_g := q \cdot \frac{l^2}{8} = 8367.188 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{g,b} := 8701.57 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_g}{M_{g,b}} = 3.8\%$$

### Kontroll av jevnt fordelt trafikklast over hele brubane

Jevnt fordelt trafikklast	$q_1 := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Moment pga. trafikklast over brubane	$M_{q1} := q_1 \cdot b \cdot \frac{l^2}{8} = 597.656 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{q1,b} := 621.61 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q1}}{M_{q1,b}} = 3.9\%$$

## Kontroll av jevnt fordelt trafikklast i kjørebane 1

$$\begin{aligned}\text{Jevnt fordelt trafikklast} & q_2 := 2.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{Moment pga. trafikklast i kjørebane 1} & M_{q_2} := q_2 \cdot b_f \cdot \frac{l^2}{8} = 244.688 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{q_2.b} := 287.1 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q_2}}{M_{q_2.b}} = 14.8\%$$

## Kontroll av last fra kjøretøy

$$\begin{aligned}\text{Punktlast} & P_1 := 300 \text{ kN} \quad P_2 := 200 \text{ kN} \\ \text{Avstand mellom hjul} & a := 1.2 \text{ m} \\ \text{Moment pga. kjøretøy} & M_p := \frac{(P_1 + P_2) \cdot (l - a)}{2} = 3450 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{p.b} := 3922.1 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_p}{M_{p.b}} = 12\%$$

## Manuell kontroll av lastkombinasjoner

### Kontroll av lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$\text{Moment fra egenvekt*lastfaktor} \quad M_{g.f} := M_g \cdot 1.35 = 11295.703 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Moment fra belegning} \quad M_s := 870.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Moment fra belegning*lastfaktor} \quad M_{s.l} := M_s \cdot 1.35 = 1174.824 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. trafikklast over brubane\*lastfaktor

$$M_{q1.b.f} := M_{q1.b} \cdot 0.95 = 590.53 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. trafikklast i kjørebane 1\*lastfaktor

$$M_{q2.b.f} := M_{q2.b} \cdot 0.95 = 272.745 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. kjøretøy\*lastfaktor

$$M_{p.b.f} := M_{p.b} \cdot 0.95 = 3725.995 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$M_l := M_{g.f} + M_{s.l} + M_{q1.b.f} + M_{q2.b.f} + M_{p.b.f} = 17059.797 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment fra Brigade for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a  $M_{b.l} := 17486.97 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$Avvik := 1 - \frac{M_l}{M_{b.l}} = 2.4\%$$

## Manuelle kontroller- tykkelse 1600 mm.

### Karakteriske verdier

<i>Tykkelse</i>	$t := 1.6 \text{ m}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8.5 \text{ m}$
<i>Brulengde</i>	$l := 15 \text{ m}$
<i>Feltbredde</i>	$b_f := 3 \text{ m}$
<i>Tverrsnittsareal</i>	$A := t \cdot b = 13.6 \text{ m}^2$
Tyngdetetthet betong	$\gamma := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

### Kontroll av egenvekt

<i>Egenvekt</i>	$q := 8.5 \text{ m} \cdot \gamma \cdot 1.6 \text{ m} = 340 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Moment pga. egenvekt	$M_g := q \cdot \frac{l^2}{8} = 9562.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{g,b} := 9944.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_g}{M_{g,b}} = 3.8\%$$

### Kontroll av jevnt fordelt trafikklast over hele brubane

Jevnt fordelt trafikklast	$q_1 := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Moment pga. trafikklast over brubane	$M_{q1} := q_1 \cdot b \cdot \frac{l^2}{8} = 597.656 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment fra Brigade	$M_{q1,b} := 621.58 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q1}}{M_{q1,b}} = 3.8\%$$

## Kontroll av jevnt fordelt trafikklast i kjørebane 1

$$\begin{aligned}\text{Jevnt fordelt trafikklast} & q_2 := 2.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{Moment pga. trafikklast i kjørebane 1} & M_{q_2} := q_2 \cdot b_f \cdot \frac{l^2}{8} = 244.688 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{q_2.b} := 287.32 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q_2}}{M_{q_2.b}} = 14.8\%$$

## Kontroll av last fra kjøretøy

$$\begin{aligned}\text{Punktlast} & P_1 := 300 \text{ kN} \quad P_2 := 200 \text{ kN} \\ \text{Avstand mellom hjul} & a := 1.2 \text{ m} \\ \text{Moment pga. kjøretøy} & M_p := \frac{(P_1 + P_2) \cdot (l - a)}{2} = 3450 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{p.b} := 3922.5 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_p}{M_{p.b}} = 12\%$$

## Manuell kontroll av lastkombinasjoner

### Kontroll av lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$\text{Moment fra egenvekt*lastfaktor} \quad M_{g.f} := M_g \cdot 1.35 = 12909.375 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Moment fra belegning} \quad M_s := 870.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Moment fra belegning*lastfaktor} \quad M_{s.l} := M_s \cdot 1.35 = 1174.824 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. trafikklast over brubane\*lastfaktor

$$M_{q1.b.f} := M_{q1.b} \cdot 0.95 = 590.501 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. trafikklast i kjørebane 1\*lastfaktor

$$M_{q2.b.f} := M_{q2.b} \cdot 0.95 = 272.954 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. kjøretøy\*lastfaktor

$$M_{p.b.f} := M_{p.b} \cdot 0.95 = 3726.375 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$M_l := M_{g.f} + M_{s.l} + M_{q1.b.f} + M_{q2.b.f} + M_{p.b.f} = 18674.029 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment fra Brigade for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a  $M_{b.l} := 19165.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$Avvik := 1 - \frac{M_l}{M_{b.l}} = 2.6\%$$

## Manuelle kontroller- tykkelse 1800 mm.

### Karakteriske verdier

<i>Tykkelse</i>	$t := 1.8 \text{ m}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8.5 \text{ m}$
<i>Brulengde</i>	$l := 15 \text{ m}$
<i>Feltbredde</i>	$b_f := 3 \text{ m}$
<i>Tverrsnittsareal</i>	$A := t \cdot b = 15.3 \text{ m}^2$
<i>Tyngdetetthet betong</i>	$\gamma := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

### Kontroll av egenvekt

<i>Egenvekt</i>	$q := 8.5 \text{ m} \cdot \gamma \cdot 1.8 \text{ m} = 382.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
<i>Moment pga. egenvekt</i>	$M_g := q \cdot \frac{l^2}{8} = 10757.813 \text{ kN} \cdot \text{m}$
<i>Moment fra Brigade</i>	$M_{g,b} := 11186.73 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_g}{M_{g,b}} = 3.8\%$$

### Kontroll av jevnt fordelt trafikklast over hele brubane

<i>Jevnt fordelt trafikklast</i>	$q_1 := 2.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
<i>Moment pga. trafikklast over brubane</i>	$M_{q1} := q_1 \cdot b \cdot \frac{l^2}{8} = 597.656 \text{ kN} \cdot \text{m}$
<i>Moment fra Brigade</i>	$M_{q1,b} := 621.55 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q1}}{M_{q1,b}} = 3.8\%$$

## Kontroll av jevnt fordelt trafikklast i kjørebane 1

$$\begin{aligned} \text{Jevnt fordelt trafikklast} & q_2 := 2.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \text{Moment pga. trafikklast i kjørebane 1} & M_{q_2} := q_2 \cdot b_f \cdot \frac{l^2}{8} = 244.688 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{q_2.b} := 287.51 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_{q_2}}{M_{q_2.b}} = 14.9\%$$

## Kontroll av last fra kjøretøy

$$\begin{aligned} \text{Punktlast} & P_1 := 300 \text{ kN} \quad P_2 := 200 \text{ kN} \\ \text{Avstand mellom hjul} & a := 1.2 \text{ m} \\ \text{Moment pga. kjøretøy} & M_p := \frac{(P_1 + P_2) \cdot (l - a)}{2} = 3450 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ \text{Moment fra Brigade} & M_{p.b} := 3922.86 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\text{Avvik} := 1 - \frac{M_p}{M_{p.b}} = 12.1\%$$

## Manuell kontroll av lastkombinasjoner

### Kontroll av lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$\text{Moment fra egenvekt*lastfaktor} \quad M_{g.f} := M_g \cdot 1.35 = 14523.047 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Moment fra belegning} \quad M_s := 870.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Moment fra belegning*lastfaktor} \quad M_{s.l} := M_s \cdot 1.35 = 1174.635 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



Moment pga. trafikklast over brubane\*lastfaktor

$$M_{q1.b.f} := M_{q1.b} \cdot 0.95 = 590.473 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. trafikklast i kjørebane 1\*lastfaktor

$$M_{q2.b.f} := M_{q2.b} \cdot 0.95 = 273.135 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment pga. kjøretøy\*lastfaktor

$$M_{p.b.f} := M_{p.b} \cdot 0.95 = 3726.717 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a

$$M_l := M_{g.f} + M_{s.l} + M_{q1.b.f} + M_{q2.b.f} + M_{p.b.f} = 20288.006 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Moment fra Brigade for lastkombinasjon ULS(B)STR/GEO a  $M_{b.l} := 20842.85 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$Avvik := 1 - \frac{M_l}{M_{b.l}} = 2.7\%$$

# Vedlegg D

## *Minste og største armerings-mengde*

### Minste og største armeringsmengde for plater etter NS-EN 1992-1-1 NA.9.3.1.1

#### Tykkelse 600 mm.

<i>Platetykkelse</i>	$t := 600 \text{ mm}$
<i>Bredde1meter</i>	$b := 1000 \text{ mm}$
<i>Betongkvalitet</i>	$f_{ck} := 45 \text{ MPa}$
<i>Armering</i>	$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$
<i>strekkfasthet</i>	$f_{ctm} := 3.8 \text{ MPa}$
<i>Overdekning</i>	$C_{nominell} := 75 \text{ mm}$

#### Minste lengdearmering i underkant

<i>Betongareal</i>	$A_c := t \cdot b = 600000 \text{ mm}^2$
<i>Lengdearmering</i>	$\phi_L := 40 \text{ mm}$
<i>Tverrarmering</i>	$\phi_T := 20 \text{ mm}$
<i>Effektiv høyde</i>	$d := t - C_{nominell} - \phi_T - \frac{\phi_L}{2} = 485 \text{ mm}$
<i>Maks senteravstand</i>	$S_{l,maks} := 250 \text{ mm}$ Håndbok 400, 8.7.1-5(mot forskalte flater)

$$A_{smin} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 958.36 \text{ mm}^2$$

Valgt diameter lengdearmering	$\phi_L := 40 \text{ mm}$
Valgt senteravstand lengdearmering	$S_l := 145 \text{ mm}$

$$A_{sl} := \frac{\pi \cdot (\phi_L)^2}{4} \cdot \frac{b}{S_l} = 8666.462 \text{ mm}^2$$

Største armeringsmengde  $A_{s,maks} := 0.04 \cdot A_c = 24000 \text{ mm}^2$

### Minste lengdearmoring i overkant

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{l.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

Minste stangdiameter i henhold til N400, 8.7.1-4 skal det ikke benyttes stangdiameter mindre enn 12 mm

$$\phi_{min} := 12 \text{ mm}$$
$$A_{s.l.ov} := \pi \cdot \frac{(\phi_{min})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{l.maks.ov}} = 565.487 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmoring i underkant

$$A_{stmin} := 0.2 \cdot A_{st} = 1733.292 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand fordelingsarmoring, NA.9.3.1.1 og Håndbok N400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)

$$h := t$$

$$S_{t.maks} := \min(3 \cdot h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$\phi_{t.u} := 20 \text{ mm} \quad S_{t.u} := 180 \text{ mm}$$

$$A_{s.t.u} := \pi \cdot \frac{(\phi_{t.u})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{t.u}} = 1745.329 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmoring i overkant

$$A_{sl.min.ov} := 0.2 \cdot A_{s.l.ov} = 113.097 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{t.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

## Tykkelse 800 mm.

Platetykkelse	$t := 800 \text{ mm}$
Bredde1meter	$b := 1000 \text{ mm}$
Betongkvalitet	$f_{ck} := 45 \text{ MPa}$
Armering	$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$
strekkfasthet	$f_{ctm} := 3.8 \text{ MPa}$
Overdekning	$C_{nominell} := 75 \text{ mm}$

### Minste lengdearmering i underkant

Betongareal	$A_c := t \cdot b = 800000 \text{ mm}^2$
Lengdearmering	$\phi_L := 40 \text{ mm}$
Tverrarmering	$\phi_T := 20 \text{ mm}$
Effektiv høyde	$d := t - C_{nominell} - \phi_T - \frac{\phi_L}{2} = 685 \text{ mm}$
Maks senteravstand	$S_{l.maks} := 250 \text{ mm}$ Håndbok 400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)
	$A_{slmin} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 1353.56 \text{ mm}^2$

Valgt diameter lengdearmering	$\phi_L := 40 \text{ mm}$
Valgt senteravstand lengdearmering	$S_l := 165 \text{ mm}$

$$A_{sl} := \frac{\pi \cdot (\phi_L)^2}{4} \cdot \frac{b}{S_l} = 7615.982 \text{ mm}^2$$

$$\text{Største armeringsmengde} \quad A_{s.maks} := 0.04 \cdot A_c = 32000 \text{ mm}^2$$

### Minste lengdearmring i overkant

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{t.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

Minste stangdiameter i henhold til N400, 8.7.1-4 skal det ikke benyttes stangdiameter mindre enn 12 mm

$$\phi_{min} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{s.l.ov} := \pi \cdot \frac{(\phi_{min})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{t.maks.ov}} = 565.487 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmring i underkant

$$A_{stmin} := 0.2 \cdot A_{sl} = 1523.196 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand fordelingsarmring, NA.9.3.1.1 og Håndbok N400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)

$$h := t$$

$$S_{t.maks} := \min(3 \cdot h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$\emptyset_{t.u} := 20 \text{ mm} \quad S_{t.u} := 200 \text{ mm}$$

$$A_{s.t.u} := \pi \cdot \frac{(\emptyset_{t.u})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{t.u}} = 1570.796 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmring i overkant

$$A_{sl.min.ov} := 0.2 \cdot A_{s.l.ov} = 113.097 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{t.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

## Tykkelse 1000 mm.

Platetykkelse	$t := 1000 \text{ mm}$
Bredde1meter	$b := 1000 \text{ mm}$
Betongkvalitet	$f_{ck} := 45 \text{ MPa}$
Armering	$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$
strekkfasthet	$f_{ctm} := 3.8 \text{ MPa}$
Overdekning	$C_{nominell} := 75 \text{ mm}$

### Minste lengdearmring i underkant

Betongareal	$A_c := t \cdot b = 1000000 \text{ mm}^2$
Lengdearmring	$\phi_L := 32 \text{ mm}$
Tverrarmring	$\phi_T := 16 \text{ mm}$
Effektiv høyde	$d := t - C_{nominell} - \phi_T - \frac{\phi_L}{2} = 893 \text{ mm}$
Maks senteravstand	$S_{l.maks} := 250 \text{ mm}$ Håndbok 400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)
$A_{slmin}$	$A_{slmin} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 1764.568 \text{ mm}^2$

Valgt diameter lengdearmring	$\phi_L := 32 \text{ mm}$
Valgt senteravstand lengdearmring	$S_l := 125 \text{ mm}$

$$A_{sl} := \frac{\pi \cdot (\phi_L)^2}{4} \cdot \frac{b}{S_l} = 6433.982 \text{ mm}^2$$

Største armeringsmengde  $A_{s.maks} := 0.04 \cdot A_c = 40000 \text{ mm}^2$

### Minste lengdearmring i overkant

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{l.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

Minste stangdiameter i henhold til N400, 8.7.1-4 skal det ikke benyttes stangdiameter mindre enn 12 mm

$$\phi_{min} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{s.l.ov} := \pi \cdot \frac{(\phi_{min})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{l.maks.ov}} = 565.487 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmering i underkant

$$A_{stmin} := 0.2 \cdot A_{sl} = 1286.796 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand fordelingsarmering, NA.9.3.1.1 og Håndbok N400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)

$$h := t$$

$$S_{t.maks} := \min(3 \cdot h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$\emptyset_{t.u} := 16 \text{ mm} \quad S_{t.u} := 155 \text{ mm}$$

$$A_{s.t.u} := \pi \cdot \frac{(\emptyset_{t.u})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{t.u}} = 1297.174 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmering i overkant

$$A_{sl.min.ov} := 0.2 \cdot A_{s.l.ov} = 113.097 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{t.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

## Tykkelse 1200 mm.

Platetykkelse	$t := 1200 \text{ mm}$
Bredde1meter	$b := 1000 \text{ mm}$
Betongkvalitet	$f_{ck} := 45 \text{ MPa}$
Armering	$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$
strekkfasthet	$f_{ctm} := 3.8 \text{ MPa}$
Overdekning	$C_{nominell} := 75 \text{ mm}$

### Minste lengdearmering i underkant

Betongareal	$A_c := t \cdot b = 1200000 \text{ mm}^2$
Lengdearmering	$\phi_L := 32 \text{ mm}$
Tverrarmering	$\phi_T := 16 \text{ mm}$
Effektiv høyde	$d := t - C_{nominell} - \phi_T - \frac{\phi_L}{2} = 1093 \text{ mm}$
Maks senteravstand	$S_{l.maks} := 250 \text{ mm}$ Håndbok 400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)
	$A_{slmin} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 2159.768 \text{ mm}^2$

Valgt diameter lengdearmering	$\phi_L := 32 \text{ mm}$
Valgt senteravstand lengdearmering	$S_l := 140 \text{ mm}$

$$A_{sl} := \frac{\pi \cdot (\phi_L)^2}{4} \cdot \frac{b}{S_l} = 5744.627 \text{ mm}^2$$

Største armeringsmengde	$A_{s.maks} := 0.04 \cdot A_c = 48000 \text{ mm}^2$
-------------------------	---

### Minste lengdearmering i overkant

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{l.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

Minste stangdiameter i henhold til N400, 8.7.1-4 skal det ikke benyttes stangdiameter mindre enn 12 mm



$$\phi_{min} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{s.l.ov} := \pi \cdot \frac{(\phi_{min})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{l.maks.ov}} = 565.487 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmering i underkant

$$A_{stmin} := 0.2 \cdot A_{sl} = 1148.925 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand fordelingsarmering, NA.9.3.1.1 og Håndbok N400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)

$$h := t$$

$$S_{t.maks} := \min(3 \cdot h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$\emptyset_{t.u} := 16 \text{ mm} \quad S_{t.u} := 175 \text{ mm}$$

$$A_{s.t.u} := \pi \cdot \frac{(\emptyset_{t.u})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{t.u}} = 1148.925 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmering i overkant

$$A_{sl.min.ov} := 0.2 \cdot A_{s.l.ov} = 113.097 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{t.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

## Tykkelse 1400 mm.

Platetykkelse	$t := 1400 \text{ mm}$
Bredde1meter	$b := 1000 \text{ mm}$
Betongkvalitet	$f_{ck} := 45 \text{ MPa}$
Armering	$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$
strekkfasthet	$f_{ctm} := 3.8 \text{ MPa}$
Overdekning	$C_{nominell} := 75 \text{ mm}$

### Minste lengdearmering i underkant

Betongareal	$A_c := t \cdot b = 1400000 \text{ mm}^2$
Lengdearmering	$\phi_L := 32 \text{ mm}$
Tverrarmering	$\phi_T := 16 \text{ mm}$
Effektiv høyde	$d := t - C_{nominell} - \phi_T - \frac{\phi_L}{2} = 1293 \text{ mm}$
Maks senteravstand	$S_{l.maks} := 250 \text{ mm}$ Håndbok 400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)
	$A_{slmin} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 2554.968 \text{ mm}^2$

Valgt diameter lengdearmering	$\phi_L := 32 \text{ mm}$
Valgt senteravstand lengdearmering	$S_l := 150 \text{ mm}$

$$A_{sl} := \frac{\pi \cdot (\phi_L)^2}{4} \cdot \frac{b}{S_l} = 5361.651 \text{ mm}^2$$

Største armeringsmengde	$A_{s.maks} := 0.04 \cdot A_c = 56000 \text{ mm}^2$
-------------------------	---

### Minste lengdearmering i overkant

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{l.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

Minste stangdiameter i henhold til N400, 8.7.1-4 skal det ikke benyttes stangdiameter mindre enn 12 mm

$$\phi_{min} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{s.l.ov} := \pi \cdot \frac{(\phi_{min})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{l.maks.ov}} = 565.487 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmering i underkant

$$A_{stmin} := 0.2 \cdot A_{sl} = 1072.33 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand fordelingsarmering, NA.9.3.1.1 og Håndbok N400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)

$$h := t$$

$$S_{t.maks} := \min(3 \cdot h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$\emptyset_{t.u} := 16 \text{ mm} \quad S_{t.u} := 185 \text{ mm}$$

$$A_{s.t.u} := \pi \cdot \frac{(\emptyset_{t.u})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{t.u}} = 1086.821 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmering i overkant

$$A_{sl.min.ov} := 0.2 \cdot A_{s.l.ov} = 113.097 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{t.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

## Tykkelse 1600 mm.

Platetykkelse	$t := 1600 \text{ mm}$
Bredde1meter	$b := 1000 \text{ mm}$
Betongkvalitet	$f_{ck} := 45 \text{ MPa}$
Armering	$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$
strekkfasthet	$f_{ctm} := 3.8 \text{ MPa}$
Overdekning	$C_{nominell} := 75 \text{ mm}$

### Minste lengdearmering i underkant

Betongareal	$A_c := t \cdot b = 1600000 \text{ mm}^2$
Lengdearmering	$\phi_L := 25 \text{ mm}$
Tverrarmering	$\phi_T := 16 \text{ mm}$
Effektiv høyde	$d := t - C_{nominell} - \phi_T - \frac{\phi_L}{2} = 1496.5 \text{ mm}$
Maks senteravstand	$S_{l.maks} := 250 \text{ mm}$ Håndbok 400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)
	$A_{slmin} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 2957.084 \text{ mm}^2$

Valgt diameter lengdearmering	$\phi_L := 25 \text{ mm}$
Valgt senteravstand lengdearmering	$S_l := 105 \text{ mm}$

$$A_{sl} := \frac{\pi \cdot (\phi_L)^2}{4} \cdot \frac{b}{S_l} = 4674.989 \text{ mm}^2$$

Største armeringsmengde  $A_{s.maks} := 0.04 \cdot A_c = 64000 \text{ mm}^2$

### Minste lengdearmering i overkant

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{l.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

Minste stangdiameter i henhold til N400, 8.7.1-4 skal det ikke benyttes stangdiameter mindre enn 12 mm

$$\phi_{min} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{s.l.ov} := \pi \cdot \frac{(\phi_{min})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{l.maks.ov}} = 565.487 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmering i underkant

$$A_{stmin} := 0.2 \cdot A_{sl} = 934.998 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand fordelingsarmering, NA.9.3.1.1 og Håndbok N400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)

$$h := t$$

$$S_{t.maks} := \min(3 \cdot h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$\emptyset_{t.u} := 16 \text{ mm} \quad S_{t.u} := 200 \text{ mm}$$

$$A_{s.t.u} := \pi \cdot \frac{(\emptyset_{t.u})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{t.u}} = 1005.31 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmering i overkant

$$A_{sl.min.ov} := 0.2 \cdot A_{s.l.ov} = 113.097 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{t.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

## Tykkelse 1800 mm.

Platetykkelse	$t := 1800 \text{ mm}$
Bredde1meter	$b := 1000 \text{ mm}$
Betongkvalitet	$f_{ck} := 45 \text{ MPa}$
Armering	$f_{yk} := 500 \text{ MPa}$
strekkfasthet	$f_{ctm} := 3.8 \text{ MPa}$
Overdekning	$C_{nominell} := 75 \text{ mm}$

### Minste lengdearmring i underkant

Betongareal	$A_c := t \cdot b = 1800000 \text{ mm}^2$
Lengdearmring	$\phi_L := 25 \text{ mm}$
Tverrarmring	$\phi_T := 16 \text{ mm}$
Effektiv høyde	$d := t - C_{nominell} - \phi_T - \frac{\phi_L}{2} = 1696.5 \text{ mm}$
Maks senteravstand	$S_{l.maks} := 250 \text{ mm}$ Håndbok 400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)
	$A_{slmin} := \max\left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d, 0.0013 \cdot b \cdot d\right) = 3352.284 \text{ mm}^2$

Valgt diameter lengdearmring	$\phi_L := 25 \text{ mm}$
Valgt senteravstand lengdearmring	$S_l := 125 \text{ mm}$

$$A_{sl} := \frac{\pi \cdot (\phi_L)^2}{4} \cdot \frac{b}{S_l} = 3926.991 \text{ mm}^2$$

Største armeringsmengde  $A_{s.maks} := 0.04 \cdot A_c = (7.2 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$

### Minste lengdearmring i overkant

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{l.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

Minste stangdiameter i henhold til N400, 8.7.1-4 skal det ikke benyttes stangdiameter mindre enn 12 mm

$$\phi_{min} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{s.l.ov} := \pi \cdot \frac{(\phi_{min})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{l.maks.ov}} = 565.487 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmering i underkant

$$A_{stmin} := 0.2 \cdot A_{sl} = 785.398 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand fordelingsarmering, NA.9.3.1.1 og Håndbok N400, 8.7.1-5 (mot forskalte flater)

$$h := t$$

$$S_{t.maks} := \min(3 \cdot h, 250 \text{ mm}) = 250 \text{ mm}$$

$$\emptyset_{t.u} := 12 \text{ mm} \quad S_{t.u} := 140 \text{ mm}$$

$$A_{s.t.u} := \pi \cdot \frac{(\emptyset_{t.u})^2}{4} \cdot \frac{b}{S_{t.u}} = 807.838 \text{ mm}^2$$

### Minste tverrarmering i overkant

$$A_{sl.min.ov} := 0.2 \cdot A_{s.l.ov} = 113.097 \text{ mm}^2$$

Største senteravstand i henhold til N400, 8.7.1-5 (mot ikke-forskalte flater)

$$S_{t.maks.ov} := 200 \text{ mm}$$

# Minste senteravstand

## Avstand mellom armeringsstenger iht. NS-EN 1992-1-1 pkt. 8.2 og 8.9.1 + NA

Antatt maksimal tilslagsstørrelse  $d_g := 22 \text{ mm}$

Faktor  $k_1 := 2$

Faktor  $k_2 := 5 \text{ mm}$

**Kamstørrelse**  $\phi_{12} := 12 \text{ mm}$

Byggemål  $b_{mål12} := 15 \text{ mm}$  N400, tabell 8.7.1-1

Antall stenger i bunt  $n_b := 1$

Størrelse på fiktiv stang  $\phi_n := \phi_{12} \cdot \sqrt{n_b} = 12 \text{ mm}$

Fri avstand  $a_h := \max(k_1 \cdot \phi_n, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 27 \text{ mm}$

Minimum senteravstand  $s_{min} := a_h + n_b \cdot b_{mål12} = 42 \text{ mm}$

**Kamstørrelse**  $\phi_{16} := 16 \text{ mm}$

Byggemål  $b_{mål16} := 20 \text{ mm}$  N400, tabell 8.7.1-1

Antall stenger i bunt  $n_b := 1$

Størrelse på fiktiv stang  $\phi_n := \phi_{16} \cdot \sqrt{n_b} = 16 \text{ mm}$

Fri avstand  $a_h := \max(k_1 \cdot \phi_n, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 32 \text{ mm}$

Minimum senteravstand  $s_{min} := a_h + n_b \cdot b_{mål16} = 52 \text{ mm}$

**Kamstørrelse**  $\phi_{20} := 20 \text{ mm}$

Byggemål  $b_{mål20} := 25 \text{ mm}$  N400, tabell 8.7.1-1

Antall stenger i bunt  $n_b := 1$



Størrelse på fiktiv stang	$\phi_n := \phi 20 \cdot \sqrt{n_b} = 20 \text{ mm}$
Fri avstand	$a_h := \max(k_1 \cdot \phi_n, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 40 \text{ mm}$
Minimum senteravstand	$s_{min} := a_h + n_b \cdot b_{mål20} = 65 \text{ mm}$

**Kamstørrelse**  $\phi 25 := 25 \text{ mm}$

<i>Byggemål</i>	$b_{mål25} := 30 \text{ mm}$ N400, tabell 8.7.1-1
Antall stenger i bunt	$n_b := 1$
Størrelse på fiktiv stang	$\phi_n := \phi 25 \cdot \sqrt{n_b} = 25 \text{ mm}$
Fri avstand	$a_h := \max(k_1 \cdot \phi_n, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 50 \text{ mm}$
Minimum senteravstand	$s_{min} := a_h + n_b \cdot b_{mål25} = 80 \text{ mm}$

**Kamstørrelse**  $\phi 32 := 32 \text{ mm}$

<i>Byggemål</i>	$b_{mål32} := 40 \text{ mm}$ N400, tabell 8.7.1-1
Antall stenger i bunt	$n_b := 2$
Størrelse på fiktiv stang	$\phi_n := \phi 32 \cdot \sqrt{n_b} = 45.255 \text{ mm}$
Fri avstand	$a_h := \max(k_1 \cdot \phi_n, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 90.51 \text{ mm}$
Minimum senteravstand	$s_{min} := a_h + n_b \cdot b_{mål32} = 170.51 \text{ mm}$

**Kamstørrelse**  $\phi 40 := 40 \text{ mm}$

<i>Byggemål</i>	$b_{mål32} := 50 \text{ mm}$ N400, tabell 8.7.1-1
Antall stenger i bunt	$n_b := 1$
Størrelse på fiktiv stang	$\phi_n := \phi 40 \cdot \sqrt{n_b} = 40 \text{ mm}$
Fri avstand	$a_h := \max(k_1 \cdot \phi_n, d_g + k_2, 20 \text{ mm}) = 80 \text{ mm}$
Minimum senteravstand	$s_{min} := a_h + n_b \cdot b_{mål32} = 130 \text{ mm}$

# Vedlegg E

## Vekt av innlagt armering

### Vekt av innlagt armering - tykkelse 600 mm.

Platetykkelse

$$t := 600 \text{ mm}$$

Brubredde

$$B := 8500 \text{ mm}$$

Brulengde

$$L := 15000 \text{ mm}$$

Tyngdetetthet

I henhold til tabell 1 i NS3576-3

Ø40	$\gamma_{40} := 9.86 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø32	$\gamma_{32} := 6.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø25	$\gamma_{25} := 3.85 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø20	$\gamma_{20} := 2.47 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø16	$\gamma_{16} := 1.58 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø12	$\gamma_{12} := 0.888 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

### Lengdearmering

Innlagt armering i underkant

Ø40c145

$$\text{Antall stenger} \quad N := \frac{B}{145 \text{ mm}} = 58.621$$

Total lengde

$$L_{l.u.total} := 59 \cdot L = 885 \text{ m}$$

Vekt av lengde armering i underkant

$$V_{l.u} := L_{l.u.total} \cdot \gamma_{40} = 9.619 \text{ ton}$$

### **Innlagt armering i overkant**

Ø16c200

$$\text{Antall stenger} \quad N := \frac{B}{200 \text{ mm}} = 42.5$$

$$\text{Totallengde} \quad L_{l.o.total} := 43 \cdot L = 645 \text{ m}$$

$$\text{Vekt av lengde armering i overkant} \quad V_{l.o} := L_{l.o.total} \cdot \gamma_{16} = 1.123 \text{ ton}$$

$$\text{Totalvekt lengdearmering} \quad V_l := V_{l.u} + V_{l.o} = 10.742 \text{ ton}$$

### **Tverrarmering**

#### **Innlagt armering i underkant**

Ø20c180

$$\text{Antall stenger} \quad N := \frac{L}{180 \text{ mm}} = 83.333$$

$$\text{Totallengde} \quad L_{t.u.total} := 84 \cdot B = 714 \text{ m}$$

$$\text{Vekt av tverrarmering i underkant} \quad V_{t.u} := L_{t.u.total} \cdot \gamma_{20} = 1.944 \text{ ton}$$

#### **Innlagt armering i overkant**

Ø20c200 og 2 Ø20c125

$$\text{— Antall stenger Ø20c125} \quad N_1 := \frac{L}{200 \text{ mm}} = 75$$

$$\text{Totallengde} \quad L_{t.o.total1} := 75 \cdot B = 637.5 \text{ m}$$

Vekt av tverrarmering i overkant Ø12c200

$$V_{t.o1} := L_{t.o.total1} \cdot \gamma_{20} = 1.736 \text{ ton}$$

— Antall stenger 2 Ø20c125

$$L_{ekstra} := 3700 \text{ mm}$$

$$N_2 := \frac{L_{ekstra}}{125 \text{ mm}} \cdot 2 = 59.2$$

**Total lengde**  $L_{t.o.total2} := 60 \cdot B = 510 \text{ m}$

Vekt av tverrarmring i overkant 2 Ø12c125

$$V_{t.o2} := L_{t.o.total2} \cdot \gamma_{20} = 1.389 \text{ ton}$$

Totalvekt tverrarmring i overkant  $V_{t.o} := V_{t.o1} + V_{t.o2} = 3.124 \text{ ton}$

Totalvekt tverrarmring  $V_t := V_{t.o} + V_{t.u} = 5.068 \text{ ton}$

**Skjærarmring** Ø16

**Over aksene**

Antall stenger i lengderetning  $N_l := 8$

Antall stenger i tverretning: 4 stenger per meter bredde

$$N_t := 8.5 \cdot 4 = 34$$

Totalt antall stenger over aksene  $N_{T.a} := N_l \cdot N_t \cdot 2 = 544$

**I felt**

Antall stenger i lengderetning  $N_{l.f} := 2$

Antall stenger i tverretning: 2 stenger per meter bredde

$$N_{t.f} := 8.5 \cdot 2 = 17$$

Totalt antall stenger i felt  $N_{T.s} := N_{l.f} \cdot N_{t.f} \cdot 2 = 68$

Totalt antall skjærstenger  $N_T := N_{T.s} + N_{T.a} = 612$

Lengde på skjærstenger = Tykkelsen - overdekning\*2= 450 mm

Total lengde skjærarmring  $L_{skj} := N_T \cdot 450 \text{ mm} = 275.4 \text{ m}$

Totalvekt skjærarmring  $V_{skj} := L_{skj} \cdot \gamma_{16} = 0.48 \text{ ton}$

**Totalvekt**  $V := V_{skj} + V_t + V_l = 16.29 \text{ ton}$

## Vekt av innlagt armering- tykkelse 800 mm.

Platetykkelse  $t := 800 \text{ mm}$

Brubredde  $B := 8500 \text{ mm}$

Brulengde  $L := 15000 \text{ mm}$

Tyngdetetthet I henhold til tabell 1 i NS3576-3

Ø40	$\gamma_{40} := 9.86 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø32	$\gamma_{32} := 6.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø25	$\gamma_{25} := 3.85 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø20	$\gamma_{20} := 2.47 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø16	$\gamma_{16} := 1.58 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø12	$\gamma_{12} := 0.888 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

## Lengdearmering

**Innlagt armering i underkant** Ø40c165

Antall stenger  $N := \frac{B}{165 \text{ mm}} = 51.515$

Total lengde  $L_{l.u.total} := 52 \cdot L = 780 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i underkant  $V_{l.u} := L_{l.u.total} \cdot \gamma_{40} = 8.478 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant** Ø12c200

Antall stenger  $N := \frac{B}{200 \text{ mm}} = 42.5$

*Total lengde*  $L_{l.o.total} := 43 \cdot L = 645 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i overkant  $V_{l.o} := L_{l.o.total} \cdot \gamma_{12} = 0.631 \text{ ton}$

Totalvekt lengdearmring  $V_l := V_{l.u} + V_{l.o} = 9.109 \text{ ton}$

### **Tverrarmering**

**Innlagt armering i underkant**  $\text{Ø}20\text{c}200$

Antall stenger  $N := \frac{L}{200 \text{ mm}} = 75$

*Total lengde*  $L_{t.u.total} := 75 \cdot B = 637.5 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i underkant  $V_{t.u} := L_{t.u.total} \cdot \gamma_{20} = 1.736 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant**  $\text{Ø}16\text{c}150 \text{ og } 2 \text{ Ø}16\text{c}135$

– Antall stenger Ø20c125  $N_1 := \frac{L}{150 \text{ mm}} = 100$

*Total lengde*  $L_{t.o.total1} := 100 \cdot B = 850 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i overkant Ø12c200

$V_{t.o1} := L_{t.o.total1} \cdot \gamma_{16} = 1.48 \text{ ton}$

– Antall stenger 2 Ø20c125  $L_{ekstra} := 4000 \text{ mm}$

$N_2 := \frac{L_{ekstra}}{135 \text{ mm}} \cdot 2 = 59.259$

*Total lengde*  $L_{t.o.total2} := 60 \cdot B = 510 \text{ m}$

Vekt av tverrarmring i overkant 2 Ø16c135

$$V_{t.o2} := L_{t.o.total2} \cdot \gamma_{16} = 0.888 \text{ ton}$$

Totalvekt tverrarmring i overkant  $V_{t.o} := V_{t.o1} + V_{t.o2} = 2.369 \text{ ton}$

Totalvekt tverrarmring  $V_t := V_{t.o} + V_{t.u} = 4.104 \text{ ton}$

**Skjærarmring** Ø16

**Over aksene**

Antall stenger i lengderetning  $N_l := 6$

Antall stenger i tverretning: 3 stenger per meter bredde

$$N_t := 8.5 \cdot 3 = 25.5$$

Totalt antall stenger over aksene  $N_T := N_l \cdot 26 \cdot 2 = 312$

Lengde på skjærstenger = Tykkelsen - overdekning\*2= 650 mm

Totallengde skjærarmring  $L_{skj} := N_T \cdot 650 \text{ mm} = 202.8 \text{ m}$

Totalvekt skjærarmring  $V_{skj} := L_{skj} \cdot \gamma_{16} = 0.353 \text{ ton}$

**Totalvekt**  $V := V_{skj} + V_t + V_l = 13.567 \text{ ton}$

## Vekt av innlagt armering- tykkelse 1000 mm.

Platetykkelse

$$t := 1000 \text{ mm}$$

Brubredde

$$B := 8500 \text{ mm}$$

Brulengde

$$L := 15000 \text{ mm}$$

Tyngdetetthet

I henhold til tabell 1 i NS3576-3

Ø40	$\gamma_{40} := 9.86 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø32	$\gamma_{32} := 6.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø25	$\gamma_{25} := 3.85 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø20	$\gamma_{20} := 2.47 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø16	$\gamma_{16} := 1.58 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø12	$\gamma_{12} := 0.888 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

## Lengdearmering

**Innlagt armering i underkant**

Ø32c125

Antall stenger  $N := \frac{B}{125 \text{ mm}} = 68$

Total lengde  $L_{l.u.total} := 68 \cdot L = 1020 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i underkant

$$V_{l.u.} := L_{l.u.total} \cdot \gamma_{32} = 7.095 \text{ ton}$$

**Innlagt armering i overkant**

Ø12c200

Antall stenger  $N := \frac{B}{200 \text{ mm}} = 42.5$



*Total lengde*  $L_{l.o.total} := 43 \cdot L = 645 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i overkant  $V_{l.o} := L_{l.o.total} \cdot \gamma_{12} = 0.631 \text{ ton}$

Totalvekt lengdearmering  $V_l := V_{l.u} + V_{l.o} = 7.726 \text{ ton}$

### **Tverrarmering**

**Innlagt armering i underkant**  $\text{Ø}16c155$

Antall stenger  $N := \frac{L}{155 \text{ mm}} = 96.774$

*Total lengde*  $L_{t.u.total} := 97 \cdot B = 824.5 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i underkant  $V_{t.u} := L_{t.u.total} \cdot \gamma_{16} = 1.436 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant**  $\text{Ø}16c175$  og 2  $\text{Ø}16c160$

— Antall stenger  $\text{Ø}20c125$   $N_1 := \frac{L}{175 \text{ mm}} = 85.714$

*Total lengde*  $L_{t.o.total1} := 86 \cdot B = 731 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i overkant  $\text{Ø}16c175$

$V_{t.o1} := L_{t.o.total1} \cdot \gamma_{16} = 1.273 \text{ ton}$

— Antall stenger 2  $\text{Ø}20c125$   $L_{ekstra} := 4500 \text{ mm}$

$N_2 := \frac{L_{ekstra}}{160 \text{ mm}} \cdot 2 = 56.25$

*Total lengde*  $L_{t.o.total2} := 57 \cdot B = 484.5 \text{ m}$

Vekt av tverrarmring i overkant 2 Ø16c160

$$V_{t.o2} := L_{t.o.total2} \cdot \gamma_{16} = 0.844 \text{ ton}$$

Totalvekt tverrarmring i overkant  $V_{t.o} := V_{t.o1} + V_{t.o2} = 2.117 \text{ ton}$

Totalvekt tverrarmring  $V_t := V_{t.o} + V_{t.u} = 3.553 \text{ ton}$

**Skjærarmring** Ø16

**Over aksene**

Antall stenger i lengderetning  $N_l := 6$

Antall stenger i tverretning: 4 stenger per meter bredde

$$N_t := 8.5 \cdot 3 = 25.5$$

Totalt antall stenger over aksene  $N_T := N_l \cdot 26 \cdot 2 = 312$

Lengde på skjærstenger = Tykkelsen - overdekning\*2= 850 mm

Totallengde skjærarmring  $L_{skj} := N_T \cdot 850 \text{ mm} = 265.2 \text{ m}$

Totalvekt skjærarmring  $V_{skj} := L_{skj} \cdot \gamma_{16} = 0.462 \text{ ton}$

**Totalvekt**  $V := V_{skj} + V_t + V_l = 11.741 \text{ ton}$

## Vekt av innlagt armering- tykkelse 1200 mm.

Platetykkelse  $t := 1200 \text{ mm}$

Brubredde  $B := 8500 \text{ mm}$

Brulengde  $L := 15000 \text{ mm}$

Tyngdetetthet I henhold til tabell 1 i NS3576-3

Ø40	$\gamma_{40} := 9.86 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø32	$\gamma_{32} := 6.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø25	$\gamma_{25} := 3.85 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø20	$\gamma_{20} := 2.47 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø16	$\gamma_{16} := 1.58 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø12	$\gamma_{12} := 0.888 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

### Lengdearmering

**Innlagt armering i underkant** Ø32c140

Antall stenger  $N := \frac{B}{140 \text{ mm}} = 60.714$

Total lengde  $L_{l.u.total} := 61 \cdot L = 915 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i underkant  $V_{l.u} := L_{l.u.total} \cdot \gamma_{32} = 6.364 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant** Ø12c200

Antall stenger  $N := \frac{B}{200 \text{ mm}} = 42.5$

*Total lengde*  $L_{l.o.total} := 43 \cdot L = 645 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i overkant  $V_{l.o} := L_{l.o.total} \cdot \gamma_{12} = 0.631 \text{ ton}$

Totalvekt lengdearmering  $V_l := V_{l.u} + V_{l.o} = 6.996 \text{ ton}$

### **Tverrarmering**

**Innlagt armering i underkant**  $\text{Ø}16c175$

Antall stenger  $N := \frac{L}{175 \text{ mm}} = 85.714$

*Total lengde*  $L_{t.u.total} := 86 \cdot B = 731 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i underkant  $V_{t.u} := L_{t.u.total} \cdot \gamma_{16} = 1.273 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant**  $\text{Ø}16c200 \text{ og } 2 \text{ Ø}16c200$

— Antall stenger Ø20c125  $N_1 := \frac{L}{200 \text{ mm}} = 75$

*Total lengde*  $L_{t.o.total1} := 75 \cdot B = 637.5 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i overkant Ø16c200

$V_{t.o1} := L_{t.o.total1} \cdot \gamma_{16} = 1.11 \text{ ton}$

— Antall stenger 2 Ø16c200  $L_{ekstra} := 5000 \text{ mm}$

$N_2 := \frac{L_{ekstra}}{200 \text{ mm}} \cdot 2 = 50$

*Total lengde*  $L_{t.o.total2} := 50 \cdot B = 425 \text{ m}$

Vekt av tverrarmring i overkant 2 Ø16c160

$$V_{t.o2} := L_{t.o.total2} \cdot \gamma_{16} = 0.74 \text{ ton}$$

Totalvekt tverrarmring i overkant  $V_{t.o} := V_{t.o1} + V_{t.o2} = 1.851 \text{ ton}$

Totalvekt tverrarmring  $V_t := V_{t.o} + V_{t.u} = 3.124 \text{ ton}$

**Skjærarmring** Ø16

**Over aksene**

Antall stenger i lengderetning  $N_l := 5$

Antall stenger i tverretning: 4 stenger per meter bredde

$$N_t := 8.5 \cdot 3 = 25.5$$

Totalt antall stenger over aksene  $N_T := N_l \cdot 26 \cdot 2 = 260$

Lengde på skjærstenger = Tykkelsen - overdekning\*2= 1050 mm

Totallengde skjærarmring  $L_{skj} := N_T \cdot 1050 \text{ mm} = 273 \text{ m}$

Totalvekt skjærarmring  $V_{skj} := L_{skj} \cdot \gamma_{16} = 0.475 \text{ ton}$

**Totalvekt**  $V := V_{skj} + V_t + V_l = 10.595 \text{ ton}$

## Vekt av innlagt armering- tykkelse 1400 mm.

Platetykkelse  $t := 1400 \text{ mm}$

Brubredde  $B := 8500 \text{ mm}$

Brulengde  $L := 15000 \text{ mm}$

Tyngdetetthet I henhold til tabell 1 i NS3576-3

Ø40	$\gamma_{40} := 9.86 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø32	$\gamma_{32} := 6.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø25	$\gamma_{25} := 3.85 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø20	$\gamma_{20} := 2.47 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø16	$\gamma_{16} := 1.58 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø12	$\gamma_{12} := 0.888 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

## Lengdearmering

**Innlagt armering i underkant** Ø32c150

Antall stenger  $N := \frac{B}{150 \text{ mm}} = 56.667$

Totallengde  $L_{l.u.total} := 57 \cdot L = 855 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i underkant  $V_{l.u.} := L_{l.u.total} \cdot \gamma_{32} = 5.947 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant** Ø12c200

Antall stenger  $N := \frac{B}{200 \text{ mm}} = 42.5$

*Total lengde*  $L_{l.o.total} := 43 \cdot L = 645 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i overkant  $V_{l.o} := L_{l.o.total} \cdot \gamma_{12} = 0.631 \text{ ton}$

Totalvekt lengdearmering  $V_l := V_{l.u} + V_{l.o} = 6.578 \text{ ton}$

### **Tverrarmering**

**Innlagt armering i underkant**  $\text{Ø}16c185$

Antall stenger  $N := \frac{L}{185 \text{ mm}} = 81.081$

*Total lengde*  $L_{t.u.total} := 81 \cdot B = 688.5 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i underkant  $V_{t.u} := L_{t.u.total} \cdot \gamma_{16} = 1.199 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant**  $\text{Ø}12c135$  og 2  $\text{Ø}12c135$

— Antall stenger  $\text{Ø}20c125$   $N_1 := \frac{L}{135 \text{ mm}} = 111.111$

*Total lengde*  $L_{t.o.total1} := 112 \cdot B = 952 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i overkant  $\text{Ø}12c135$

$V_{t.o1} := L_{t.o.total1} \cdot \gamma_{12} = 0.932 \text{ ton}$

— Antall stenger 2  $\text{Ø}12c135$   $L_{ekstra} := 5500 \text{ mm}$

$N_2 := \frac{L_{ekstra}}{135 \text{ mm}} \cdot 2 = 81.481$

*Total lengde*  $L_{t.o.total2} := 82 \cdot B = 697 \text{ m}$

Vekt av tverrarmring i overkant 2 Ø12c135

$$V_{t.o2} := L_{t.o.total2} \cdot \gamma_{12} = 0.682 \text{ ton}$$

Totalvekt tverrarmring i overkant  $V_{t.o} := V_{t.o1} + V_{t.o2} = 1.614 \text{ ton}$

Totalvekt tverrarmring  $V_t := V_{t.o} + V_{t.u} = 2.813 \text{ ton}$

**Skjærarmring** Ø16

**Over aksene**

Antall stenger i lengderetning  $N_l := 5$

Antall stenger i tverretning: 4 stenger per meter bredde

$$N_t := 8.5 \cdot 3 = 25.5$$

Totalt antall stenger over aksene  $N_T := N_l \cdot 26 \cdot 2 = 260$

Lengde på skjærstenger = Tykkelsen - overdekning\*2= 1250 mm

Totallengde skjærarmring  $L_{skj} := N_T \cdot 1250 \text{ mm} = 325 \text{ m}$

Totalvekt skjærarmring  $V_{skj} := L_{skj} \cdot \gamma_{16} = 0.566 \text{ ton}$

**Totalvekt**  $V := V_{skj} + V_t + V_l = 9.958 \text{ ton}$



## Vekt av innlagt armering- tykkelse 1600 mm.

Platetykkelse  $t := 1600 \text{ mm}$

Brubredde  $B := 8500 \text{ mm}$

Brulengde  $L := 15000 \text{ mm}$

Tyngdetetthet I henhold til tabell 1 i NS3576-3

Ø40	$\gamma_{40} := 9.86 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø32	$\gamma_{32} := 6.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø25	$\gamma_{25} := 3.85 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø20	$\gamma_{20} := 2.47 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø16	$\gamma_{16} := 1.58 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø12	$\gamma_{12} := 0.888 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

## Lengdearmering

**Innlagt armering i underkant** Ø25c105

Antall stenger  $N := \frac{B}{105 \text{ mm}} = 80.952$

Totallengde  $L_{l.u.total} := 81 \cdot L = 1215 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i underkant  $V_{l.u} := L_{l.u.total} \cdot \gamma_{25} = 5.156 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant** Ø12c200

Antall stenger  $N := \frac{B}{200 \text{ mm}} = 42.5$

*Total lengde*  $L_{l.o.total} := 43 \cdot L = 645 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i overkant  $V_{l.o} := L_{l.o.total} \cdot \gamma_{12} = 0.631 \text{ ton}$

Totalvekt lengdearmering  $V_l := V_{l.u} + V_{l.o} = 5.788 \text{ ton}$

### **Tverrarmering**

**Innlagt armering i underkant**  $\text{Ø}16c200$

Antall stenger  $N := \frac{L}{200 \text{ mm}} = 75$

*Total lengde*  $L_{t.u.total} := 75 \cdot B = 637.5 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i underkant  $V_{t.u} := L_{t.u.total} \cdot \gamma_{16} = 1.11 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant**  $\text{Ø}12c200$  og  $2 \text{ Ø}12c120$

— Antall stenger  $\text{Ø}20c125$   $N_1 := \frac{L}{200 \text{ mm}} = 75$

*Total lengde*  $L_{t.o.total1} := 75 \cdot B = 637.5 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i overkant  $\text{Ø}12c200$

$V_{t.o1} := L_{t.o.total1} \cdot \gamma_{12} = 0.624 \text{ ton}$

— Antall stenger  $2 \text{ Ø}12c120$   $L_{ekstra} := 7000 \text{ mm}$

$N_2 := \frac{L_{ekstra}}{120 \text{ mm}} \cdot 2 = 116.667$

*Total lengde*  $L_{t.o.total2} := 117 \cdot B = 994.5 \text{ m}$

Vekt av tverrarmring i overkant 2 Ø12c120

$$V_{t.o2} := L_{t.o.total2} \cdot \gamma_{12} = 0.973 \text{ ton}$$

Totalvekt tverrarmring i overkant  $V_{t.o} := V_{t.o1} + V_{t.o2} = 1.597 \text{ ton}$

Totalvekt tverrarmring  $V_t := V_{t.o} + V_{t.u} = 2.708 \text{ ton}$

**Skjærarmring** Ø16

**Over aksene**

Antall stenger i lengderetning  $N_l := 5$

Antall stenger i tverretning: 4 stenger per meter bredde

$$N_t := 8.5 \cdot 3 = 25.5$$

Totalt antall stenger over aksene  $N_T := N_l \cdot 26 \cdot 2 = 260$

Lengde på skjærstenger = Tykkelsen - overdekning\*2= 1450 mm

Totallengde skjærarmring  $L_{skj} := N_T \cdot 1450 \text{ mm} = 377 \text{ m}$

Totalvekt skjærarmring  $V_{skj} := L_{skj} \cdot \gamma_{16} = 0.657 \text{ ton}$

**Totalvekt**  $V := V_{skj} + V_t + V_l = 9.152 \text{ ton}$

## Vekt av innlagt armering- tykkelse 1800 mm.

Platetykkelse  $t := 1800 \text{ mm}$

Brubredde  $B := 8500 \text{ mm}$

Brulengde  $L := 15000 \text{ mm}$

Tyngdetetthet I henhold til tabell 1 i NS3576-3

Ø40	$\gamma_{40} := 9.86 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø32	$\gamma_{32} := 6.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø25	$\gamma_{25} := 3.85 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø20	$\gamma_{20} := 2.47 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø16	$\gamma_{16} := 1.58 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Ø12	$\gamma_{12} := 0.888 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

### Lengdearmering

**Innlagt armering i underkant** Ø25c125

Antall stenger  $N := \frac{B}{125 \text{ mm}} = 68$

Total lengde  $L_{l.u.total} := 68 \cdot L = 1020 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i underkant  $V_{l.u} := L_{l.u.total} \cdot \gamma_{25} = 4.329 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant** Ø12c200

Antall stenger  $N := \frac{B}{200 \text{ mm}} = 42.5$

*Total lengde*  $L_{l.o.total} := 43 \cdot L = 645 \text{ m}$

Vekt av lengde armering i overkant  $V_{l.o} := L_{l.o.total} \cdot \gamma_{12} = 0.631 \text{ ton}$

Totalvekt lengdearmering  $V_l := V_{l.u} + V_{l.o} = 4.96 \text{ ton}$

### **Tverrarmering**

**Innlagt armering i underkant**  $\text{Ø}12c140$

Antall stenger  $N := \frac{L}{140 \text{ mm}} = 107.143$

*Total lengde*  $L_{t.u.total} := 108 \cdot B = 918 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i underkant  $V_{t.u} := L_{t.u.total} \cdot \gamma_{12} = 0.899 \text{ ton}$

**Innlagt armering i overkant**  $\text{Ø}12c200 \text{ og } 2 \text{ Ø}12c125$

– Antall stenger Ø12c1200  $N_1 := \frac{L}{200 \text{ mm}} = 75$

*Total lengde*  $L_{t.o.total1} := 75 \cdot B = 637.5 \text{ m}$

Vekt av tverrarmering i overkant Ø12c200

$V_{t.o1} := L_{t.o.total1} \cdot \gamma_{12} = 0.624 \text{ ton}$

– Antall stenger 2 Ø12c125  $L_{ekstra} := 7000 \text{ mm}$

$N_2 := \frac{L_{ekstra}}{125 \text{ mm}} \cdot 2 = 112$

*Total lengde*  $L_{t.o.total2} := 112 \cdot B = 952 \text{ m}$

Vekt av tverrarmring i overkant 2 Ø12c125

$$V_{t.o2} := L_{t.o.total2} \cdot \gamma_{12} = 0.932 \text{ ton}$$

Totalvekt tverrarmring i overkant  $V_{t.o} := V_{t.o1} + V_{t.o2} = 1.556 \text{ ton}$

Totalvekt tverrarmring  $V_t := V_{t.o} + V_{t.u} = 2.454 \text{ ton}$

**Skjærarmring** Ø12

**Over aksene**

Antall stenger i lengderetning  $N_l := 9$

Antall stenger i tverretning: 3 stenger per meter bredde

$$N_t := 8.5 \cdot 3 = 25.5$$

Totalt antall stenger over aksene  $N_T := N_l \cdot 26 \cdot 2 = 468$

Lengde på skjærstenger = Tykkelsen - overdekning\*2= 1650 mm

Totallengde skjærarmring  $L_{skj} := N_T \cdot 1650 \text{ mm} = 772.2 \text{ m}$

Totalvekt skjærarmring  $V_{skj} := L_{skj} \cdot \gamma_{12} = 0.756 \text{ ton}$

**Totalvekt**  $V := V_{skj} + V_t + V_l = 8.17 \text{ ton}$

# Vedlegg F

## Beregning av Momentkapasitet

### Tykkelse 600 mm.

Tykkelse

$$T := 600 \text{ mm}$$

Dimensjonerende armeringsfasthet

$$f_{yd} := 434.8 \text{ MPa}$$

Dimensjonerende moment

$$M_{Ed} := 1378 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Innlagt armering Ø40c145

$$\varnothing_l := 40 \text{ mm}$$

$$\varnothing_t := 20 \text{ mm}$$

$$S := 145 \text{ mm}$$

Den effektive høyden

$$d := T - 90 \text{ mm} - \frac{\varnothing_l}{2} = 490 \text{ mm}$$

Armeringsarealet

$$A_s := \pi \cdot \left( \frac{\varnothing_l}{2} \right)^2 \cdot \frac{1000 \text{ mm}}{S} = 8666.462 \text{ mm}^2$$

Indre momentarm

$$Z := 0.835 \cdot d = 409.15 \text{ mm}$$

Momentkapasitet

$$M_{Rd} := A_s \cdot f_{yd} \cdot Z = 1541.75 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Utnyttelse

$$U := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 89.38\%$$

## Tykkelse 800 mm.

Tykkelse

$$T := 800 \text{ mm}$$

Dimensjonerende armeringsfasthet

$$f_{yd} := 434.8 \text{ MPa}$$

Dimensjonerende moment

$$M_{Ed} := 1550 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Innlagt armering Ø40c145

$$\varnothing_l := 40 \text{ mm}$$

$$\varnothing_t := 20 \text{ mm}$$

$$S := 165 \text{ mm}$$

Den effektive høyden

$$d := T - 90 \text{ mm} - \frac{\varnothing_l}{2} = 690 \text{ mm}$$

Armeringsarealet

$$A_s := \pi \cdot \left( \frac{\varnothing_l}{2} \right)^2 \cdot \frac{1000 \text{ mm}}{S} = 7615.982 \text{ mm}^2$$

Indre momentarm

$$Z := 0.835 \cdot d = 576.15 \text{ mm}$$

Momentkapasitet

$$M_{Rd} := A_s \cdot f_{yd} \cdot Z = 1907.88 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Utnyttelse

$$U := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 81.24\%$$



## Tykkelse 1000 mm.

Tykkelse

$$T := 1000 \text{ mm}$$

Dimensjonerende armeringsfasthet

$$f_{yd} := 434.8 \text{ MPa}$$

Dimensjonerende moment

$$M_{Ed} := 1712 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Innlagt armering Ø40c145

$$\varnothing_l := 32 \text{ mm}$$

$$\varnothing_t := 16 \text{ mm}$$

$$S := 125 \text{ mm}$$

Den effektive høyden

$$d := T - 90 \text{ mm} - \frac{\varnothing_l}{2} = 894 \text{ mm}$$

Armeringsarealet

$$A_s := \pi \cdot \left( \frac{\varnothing_l}{2} \right)^2 \cdot \frac{1000 \text{ mm}}{S} = 6433.982 \text{ mm}^2$$

Indre momentarm

$$Z := 0.835 \cdot d = 746.49 \text{ mm}$$

Momentkapasitet

$$M_{Rd} := A_s \cdot f_{yd} \cdot Z = 2088.302 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Utnyttelse

$$U := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 81.98\%$$

## Tykkelse 1200 mm.

Tykkelse

$$T := 1200 \text{ mm}$$

Dimensjonerende armeringsfasthet

$$f_{yd} := 434.8 \text{ MPa}$$

Dimensjonerende moment

$$M_{Ed} := 1880 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Innlagt armering Ø40c145

$$\varnothing_l := 32 \text{ mm}$$

$$\varnothing_t := 16 \text{ mm}$$

$$S := 140 \text{ mm}$$

Den effektive høyden

$$d := T - 90 \text{ mm} - \frac{\varnothing_l}{2} = 1094 \text{ mm}$$

Armeringsarealet

$$A_s := \pi \cdot \left( \frac{\varnothing_l}{2} \right)^2 \cdot \frac{1000 \text{ mm}}{S} = 5744.627 \text{ mm}^2$$

Indre momentarm

$$Z := 0.835 \cdot d = 913.49 \text{ mm}$$

Momentkapasitet

$$M_{Rd} := A_s \cdot f_{yd} \cdot Z = 2281.682 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Utnyttelse

$$U := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 82.4\%$$

## Tykkelse 1400 mm.

Tykkelse

$$T := 1400 \text{ mm}$$

Dimensjonerende armeringsfasthet

$$f_{yd} := 434.8 \text{ MPa}$$

Dimensjonerende moment

$$M_{Ed} := 2048 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Innlagt armering Ø40c145

$$\varnothing_l := 32 \text{ mm}$$

$$\varnothing_t := 16 \text{ mm}$$

$$S := 150 \text{ mm}$$

Den effektive høyden

$$d := T - 90 \text{ mm} - \frac{\varnothing_l}{2} = 1294 \text{ mm}$$

Armeringsarealet

$$A_s := \pi \cdot \left( \frac{\varnothing_l}{2} \right)^2 \cdot \frac{1000 \text{ mm}}{S} = 5361.651 \text{ mm}^2$$

Indre momentarm

$$Z := 0.835 \cdot d = 1080.49 \text{ mm}$$

Momentkapasitet

$$M_{Rd} := A_s \cdot f_{yd} \cdot Z = 2518.888 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Utnyttelse

$$U := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 81.31\%$$

## Tykkelse 1600 mm.

Tykkelse

$$T := 1600 \text{ mm}$$

Dimensjonerende armeringsfasthet

$$f_{yd} := 434.8 \text{ MPa}$$

Dimensjonerende moment

$$M_{Ed} := 2215 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Innlagt armering Ø40c145

$$\varnothing_l := 25 \text{ mm}$$

$$\varnothing_t := 16 \text{ mm}$$

$$S := 105 \text{ mm}$$

Den effektive høyden

$$d := T - 90 \text{ mm} - \frac{\varnothing_l}{2} = 1497.5 \text{ mm}$$

Armeringsarealet

$$A_s := \pi \cdot \left( \frac{\varnothing_l}{2} \right)^2 \cdot \frac{1000 \text{ mm}}{S} = 4674.989 \text{ mm}^2$$

Indre momentarm

$$Z := 0.835 \cdot d = 1250.413 \text{ mm}$$

Momentkapasitet

$$M_{Rd} := A_s \cdot f_{yd} \cdot Z = 2541.695 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Utnyttelse

$$U := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 87.15\%$$

## Tykkelse 1800 mm.

Tykkelse

$$T := 1800 \text{ mm}$$

Dimensjonerende armeringsfasthet

$$f_{yd} := 434.8 \text{ MPa}$$

Dimensjonerende moment

$$M_{Ed} := 2383 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Innlagt armering Ø40c145

$$\varnothing_l := 25 \text{ mm}$$

$$\varnothing_t := 16 \text{ mm}$$

$$S := 125 \text{ mm}$$

Den effektive høyden

$$d := T - 90 \text{ mm} - \frac{\varnothing_l}{2} = 1697.5 \text{ mm}$$

Armeringsarealet

$$A_s := \pi \cdot \left( \frac{\varnothing_l}{2} \right)^2 \cdot \frac{1000 \text{ mm}}{S} = 3926.991 \text{ mm}^2$$

Indre momentarm

$$Z := 0.835 \cdot d = 1417.413 \text{ mm}$$

Momentkapasitet

$$M_{Rd} := A_s \cdot f_{yd} \cdot Z = 2420.169 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

Utnyttelse

$$U := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 98.46\%$$

# Vedlegg G

## Beregning av klimagasser og kostnader

### Tykkelse 600 mm.

#### Klimagassberegning

Platetykkelse	$T := 600 \text{ mm}$
Brubredde	$b := 8500 \text{ mm}$
Brulengde	$L := 15000 \text{ mm}$
Armeringsmengde	$A := 16.29 \text{ ton}$
Betongmengde	$B := T \cdot b \cdot L = 76.5 \text{ m}^3$
Forskalingsmengde	$F := T \cdot b \cdot 2 + T \cdot L \cdot 2 + b \cdot L = 155.7 \text{ m}^2$

#### Utslippsfaktorer 330/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
CO <sub>2</sub> Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 25245 \text{ kg}$	Kg CO <sub>2</sub> -ekv. per m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 32580 \text{ kg}$	Kg CO <sub>2</sub> -ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 57825 \text{ kg}$	Kg CO <sub>2</sub> -ekv.

#### Utslippsfaktorer 170/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
CO <sub>2</sub> Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 13005 \text{ kg}$	Kg CO <sub>2</sub> -ekv. per m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 32580 \text{ kg}$	Kg CO <sub>2</sub> -ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 45585 \text{ kg}$	Kg CO <sub>2</sub> -ekv.

#### Utslippsfaktorer 130/2000

-

Utslippsfaktor betong	$U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 9945 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 32580 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 42525 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv.

### Utslippsfaktorer 130/1500

Utslippsfaktor betong	$U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 1500 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 9945 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 24435 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 34380 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv.

### Kostnadsberegning

<i>Betongpris</i>	$B_p := \frac{2732}{\text{m}^3}$	Norske kroner per kubikkmeter
<i>Armeringspris</i>	$A_p := \frac{27940}{\text{ton}}$	Norske kroner per tonn
<i>Forskalingspris</i>	$F_p := \frac{1000}{\text{m}^2}$	Norske kroner per kvadratmeter
<i>Betongkostnader</i>	$B_k := B \cdot B_p = 208998$	
<i>Armeringskostnader</i>	$A_k := A \cdot A_p = 455142.6$	
<i>Forskalingskostnader</i>	$F_k := F \cdot F_p = 155700$	
<i>Totalkostnader</i>	$K := B_k + A_k + F_k = 819840.6$	

## Tykkelse 800 mm.

### Klimagassberegning

<i>Platetykkelse</i>	$T := 800 \text{ mm}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8500 \text{ mm}$
<i>Brulengde</i>	$L := 15000 \text{ mm}$
<i>Armeringsmengde</i>	$A := 13.567 \text{ ton}$
<i>Betongmengde</i>	$B := T \cdot b \cdot L = 102 \text{ m}^3$
<i>Forskalingsmengde</i>	$F := T \cdot b \cdot 2 + T \cdot L \cdot 2 + b \cdot L = 165.1 \text{ m}^2$

### Utslippsfaktorer 330/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 33660 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 27134 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 60794 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv.

### Utslippsfaktorer 170/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 17340 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 27134 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 44474 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv.



### Utslippsfaktorer 130/2000

Utslippsfaktor betong

$$U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Utslippsfaktor armering

$$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$$

CO<sub>2</sub> Utslipp fra betong

$$CO_{2b} := B \cdot U_b = 13260 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

CO<sub>2</sub> Utslipp fra armering

$$CO_{2a} := A \cdot U_a = 27134 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

Totalt utslipp

$$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 40394 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Utslippsfaktorer 130/1500

Utslippsfaktor betong

$$U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Utslippsfaktor armering

$$U_a := 1500 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$$

CO<sub>2</sub> Utslipp fra betong

$$CO_{2b} := B \cdot U_b = 13260 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

CO<sub>2</sub> Utslipp fra armering

$$CO_{2a} := A \cdot U_a = 20350.5 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

Totalt utslipp

$$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 33610.5 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Kostnadsberegning

Betongpris

$$B_p := \frac{2732}{\text{m}^3} \quad \text{Norske kroner per kubikkmeter}$$

Armeringspris

$$A_p := \frac{27940}{\text{ton}} \quad \text{Norske kroner per tonn}$$

Forskalingspris

$$F_p := \frac{1000}{\text{m}^2} \quad \text{Norske kroner per kvadratmeter}$$

Betongkostnader

$$B_k := B \cdot B_p = 278664$$

Armeringskostnader

$$A_k := A \cdot A_p = 379061.98$$

Forskalingskostnader

$$F_k := F \cdot F_p = 165100$$

Totalkostnader

$$K := B_k + A_k + F_k = 822825.98$$

# Tykkelse 1000 mm.

## Klimagassberegning

<i>Platetykkelse</i>	$T := 1000 \text{ mm}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8500 \text{ mm}$
<i>Brulengde</i>	$L := 15000 \text{ mm}$
<i>Armeringsmengde</i>	$A := 11.741 \text{ ton}$
<i>Betongmengde</i>	$B := T \cdot b \cdot L = 127.5 \text{ m}^3$
<i>Forskalingsmengde</i>	$F := T \cdot b \cdot 2 + T \cdot L \cdot 2 + b \cdot L = 174.5 \text{ m}^2$

## Utslippsfaktorer 330/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 42075 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 23482 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 65557 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv.

## Utslippsfaktorer 170/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 21675 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 23482 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 45157 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv.

## Utslippsfaktorer 130/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	

$$CO_2 \text{ Utslipp fra betong} \quad CO_2b := B \cdot U_b = 16575 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra armering} \quad CO_2a := A \cdot U_a = 23482 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

$$\text{Totalt utslipp} \quad CO_2 := CO_2b + CO_2a = 40057 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Utslippsfaktorer 130/1500

$$\text{Utslippsfaktor betong} \quad U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Utslippsfaktor armering} \quad U_a := 1500 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra betong} \quad CO_2b := B \cdot U_b = 16575 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra armering} \quad CO_2a := A \cdot U_a = 17611.5 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

$$\text{Totalt utslipp} \quad CO_2 := CO_2b + CO_2a = 34186.5 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Kostnadsberegning

$$\text{Betongpris} \quad B_p := \frac{2732}{\text{m}^3} \quad \text{Norske kroner per kubikkmeter}$$

$$\text{Armeringspris} \quad A_p := \frac{27940}{\text{ton}} \quad \text{Norske kroner per tonn}$$

$$\text{Forskalingspris} \quad F_p := \frac{1000}{\text{m}^2} \quad \text{Norske kroner per kvadratmeter}$$

$$\text{Betongkostnader} \quad B_k := B \cdot B_p = 348330$$

$$\text{Armeringskostnader} \quad A_k := A \cdot A_p = 328043.54$$

$$\text{Forskalingskostnader} \quad F_k := F \cdot F_p = 174500$$

$$\text{Totalkostnader} \quad K := B_k + A_k + F_k = 850873.54$$

## Tykkelse 1200 mm.

### Klimagassberegning

<i>Platetykkelse</i>	$T := 1200 \text{ mm}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8500 \text{ mm}$
<i>Brulengde</i>	$L := 15000 \text{ mm}$
<i>Armeringsmengde</i>	$A := 10.595 \text{ ton}$
<i>Betongmengde</i>	$B := T \cdot b \cdot L = 153 \text{ m}^3$
<i>Forskalingsmengde</i>	$F := T \cdot b \cdot 2 + T \cdot L \cdot 2 + b \cdot L = 183.9 \text{ m}^2$

### Utslippsfaktorer 330/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 50490 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 21190 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 71680 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv.

### Utslippsfaktorer 170/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 26010 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 21190 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 47200 \text{ kg}$ Kg CO2-ekv.

### Utslippsfaktorer 130/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra betong} \quad CO_2b := B \cdot U_b = 19890 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra armering} \quad CO_2a := A \cdot U_a = 21190 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

$$\text{Totalt utslipp} \quad CO_2 := CO_2b + CO_2a = 41080 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Utslippsfaktorer 130/1500

$$\text{Utslippsfaktor betong} \quad U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Utslippsfaktor armering} \quad U_a := 1500 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra betong} \quad CO_2b := B \cdot U_b = 19890 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra armering} \quad CO_2a := A \cdot U_a = 15892.5 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

$$\text{Totalt utslipp} \quad CO_2 := CO_2b + CO_2a = 35782.5 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Kostnadsberegning

$$\text{Betongpris} \quad B_p := \frac{2732}{\text{m}^3} \quad \text{Norske kroner per kubikkmeter}$$

$$\text{Armeringspris} \quad A_p := \frac{27940}{\text{ton}} \quad \text{Norske kroner per tonn}$$

$$\text{Forskalingspris} \quad F_p := \frac{1000}{\text{m}^2} \quad \text{Norske kroner per kvadratmeter}$$

$$\text{Betongkostnader} \quad B_k := B \cdot B_p = 417996$$

$$\text{Armeringskostnader} \quad A_k := A \cdot A_p = 296024.3$$

$$\text{Forskalingskostnader} \quad F_k := F \cdot F_p = 183900$$

$$\text{Totalkostnader} \quad K := B_k + A_k + F_k = 897920.3$$

## Tykkelse 1400 mm.

### Klimagassberegning

<i>Platetykkelse</i>	$T := 1400 \text{ mm}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8500 \text{ mm}$
<i>Brulengde</i>	$L := 15000 \text{ mm}$
<i>Armeringsmengde</i>	$A := 9.958 \text{ ton}$
<i>Betongmengde</i>	$B := T \cdot b \cdot L = 178.5 \text{ m}^3$
<i>Forskalingsmengde</i>	$F := T \cdot b \cdot 2 + T \cdot L \cdot 2 + b \cdot L = 193.3 \text{ m}^2$

### Utslippsfaktorer 330/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 58905 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 19916 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 78821 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv.

### Utslippsfaktorer 170/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 30345 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 19916 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 50261 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv.

### Utslippsfaktorer 130/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	

$$CO_2 \text{ Utslipp fra betong} \quad CO_2b := B \cdot U_b = 23205 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra armering} \quad CO_2a := A \cdot U_a = 19916 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

$$\text{Totalt utslipp} \quad CO_2 := CO_2b + CO_2a = 43121 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Utslippsfaktorer 130/1500

$$\text{Utslippsfaktor betong} \quad U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Utslippsfaktor armering} \quad U_a := 1500 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra betong} \quad CO_2b := B \cdot U_b = 23205 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra armering} \quad CO_2a := A \cdot U_a = 14937 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

$$\text{Totalt utslipp} \quad CO_2 := CO_2b + CO_2a = 38142 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Kostnadsberegning

$$\text{Betongpris} \quad B_p := \frac{2732}{\text{m}^3} \quad \text{Norske kroner per kubikkmeter}$$

$$\text{Armeringspris} \quad A_p := \frac{27940}{\text{ton}} \quad \text{Norske kroner per tonn}$$

$$\text{Forskalingspris} \quad F_p := \frac{1000}{\text{m}^2} \quad \text{Norske kroner per kvadratmeter}$$

$$\text{Betongkostnader} \quad B_k := B \cdot B_p = 487662$$

$$\text{Armeringskostnader} \quad A_k := A \cdot A_p = 278226.52$$

$$\text{Forskalingskostnader} \quad F_k := F \cdot F_p = 193300$$

$$\text{Totalkostnader} \quad K := B_k + A_k + F_k = 959188.52$$

## Tykkelse 1600 mm.

### Klimagassberegning

<i>Platetykkelse</i>	$T := 1600 \text{ mm}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8500 \text{ mm}$
<i>Brulengde</i>	$L := 15000 \text{ mm}$
<i>Armeringsmengde</i>	$A := 9.152 \text{ ton}$
<i>Betongmengde</i>	$B := T \cdot b \cdot L = 204 \text{ m}^3$
<i>Forskalingsmengde</i>	$F := T \cdot b \cdot 2 + T \cdot L \cdot 2 + b \cdot L = 202.7 \text{ m}^2$

### Utslippsfaktorer 330/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 67320 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 18304 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 85624 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv.

### Utslippsfaktorer 170/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 34680 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 18304 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 52984 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv.

### Utslippsfaktorer 130/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	



$$CO_2 \text{ Utslipp fra betong} \quad CO_2b := B \cdot U_b = 26520 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra armering} \quad CO_2a := A \cdot U_a = 18304 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

$$\text{Totalt utslipp} \quad CO_2 := CO_2b + CO_2a = 44824 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Utslippsfaktorer 130/1500

$$\text{Utslippsfaktor betong} \quad U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Utslippsfaktor armering} \quad U_a := 1500 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra betong} \quad CO_2b := B \cdot U_b = 26520 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra armering} \quad CO_2a := A \cdot U_a = 13728 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

$$\text{Totalt utslipp} \quad CO_2 := CO_2b + CO_2a = 40248 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Kostnadsberegning

$$\text{Betongpris} \quad B_p := \frac{2732}{\text{m}^3} \quad \text{Norske kroner per kubikkmeter}$$

$$\text{Armeringspris} \quad A_p := \frac{27940}{\text{ton}} \quad \text{Norske kroner per tonn}$$

$$\text{Forskalingspris} \quad F_p := \frac{1000}{\text{m}^2} \quad \text{Norske kroner per kvadratmeter}$$

$$\text{Betongkostnader} \quad B_k := B \cdot B_p = 557328$$

$$\text{Armeringskostnader} \quad A_k := A \cdot A_p = 255706.88$$

$$\text{Forskalingskostnader} \quad F_k := F \cdot F_p = 202700$$

$$\text{Totalkostnader} \quad K := B_k + A_k + F_k = 1015734.88$$

## Tykkelse 1800 mm.

### Klimagassberegning

<i>Platetykkelse</i>	$T := 1800 \text{ mm}$
<i>Brubredde</i>	$b := 8500 \text{ mm}$
<i>Brulengde</i>	$L := 15000 \text{ mm}$
<i>Armeringsmengde</i>	$A := 8.17 \text{ ton}$
<i>Betongmengde</i>	$B := T \cdot b \cdot L = 229.5 \text{ m}^3$
<i>Forskalingsmengde</i>	$F := T \cdot b \cdot 2 + T \cdot L \cdot 2 + b \cdot L = 212.1 \text{ m}^2$

### Utslippsfaktorer 330/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 75735 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 16340 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 92075 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv.

### Utslippsfaktorer 170/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	
$CO_2$ Utslipp fra betong	$CO_{2b} := B \cdot U_b = 39015 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per m <sup>3</sup>
$CO_2$ Utslipp fra armering	$CO_{2a} := A \cdot U_a = 16340 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv. per tonn
Totalt utslipp	$CO_2 := CO_{2b} + CO_{2a} = 55355 \text{ kg}$	Kg CO2-ekv.

### Utslippsfaktorer 130/2000

Utslippsfaktor betong	$U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Utslippsfaktor armering	$U_a := 2000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$	

$$CO_2 \text{ Utslipp fra betong} \quad CO_2b := B \cdot U_b = 29835 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra armering} \quad CO_2a := A \cdot U_a = 16340 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

$$\text{Totalt utslipp} \quad CO_2 := CO_2b + CO_2a = 46175 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Utslippsfaktorer 130/1500

$$\text{Utslippsfaktor betong} \quad U_b := 130 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Utslippsfaktor armering} \quad U_a := 1500 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra betong} \quad CO_2b := B \cdot U_b = 29835 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per m}^3$$

$$CO_2 \text{ Utslipp fra armering} \quad CO_2a := A \cdot U_a = 12255 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv. per tonn}$$

$$\text{Totalt utslipp} \quad CO_2 := CO_2b + CO_2a = 42090 \text{ kg} \quad \text{Kg CO}_2\text{-ekv.}$$

### Kostnadsberegning

$$\text{Betongpris} \quad B_p := \frac{2732}{\text{m}^3} \quad \text{Norske kroner per kubikkmeter}$$

$$\text{Armeringspris} \quad A_p := \frac{27940}{\text{ton}} \quad \text{Norske kroner per tonn}$$

$$\text{Forskalingspris} \quad F_p := \frac{1000}{\text{m}^2} \quad \text{Norske kroner per kvadratmeter}$$

$$\text{Betongkostnader} \quad B_k := B \cdot B_p = 626994$$

$$\text{Armeringskostnader} \quad A_k := A \cdot A_p = 228269.8$$

$$\text{Forskalingskostnader} \quad F_k := F \cdot F_p = 212100$$

$$\text{Totalkostnader} \quad K := B_k + A_k + F_k = 1067363.8$$