

Nazwa opracowania:

EKSPERTYZA TECHNICZNA

Przedmiot opracowania:

**Wykonanie ekspertyzy technicznej stalowych konstrukcji
wsporczych trzynastu silosów na cement zlokalizowanych na terenie
Stacji Przesypowej Cementu w Szczecinie**



Inwestor:

GÓRAŹDŹE CEMENT S.A.

Chorula, ul. Cementowa 1, 47-316 Góraźdze

Branża:

konstrukcyjna

Nr opracowania:

ET_01-A_07_2023

Opracowali:

Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
Opracowali		
inż. Rafał Mienkina	-	
mgr inż. Jerzy Machowski	-	
mgr inż. Mateusz Hypki <i>Kierownik Projektu</i>	<i>upr. bud. wyk. SLK/6562/WBKb/16</i> <i>upr. bud. proj. SLK/0354/PBKb/22</i>	
dr inż. Sławomir Karaś	<i>Upr. proj. nr: 511/Lb/2001</i> <i>Rzeczoznawca Budowlany</i> <i>RZE/X/0014/12</i>	

Radzionków, lipiec 2023 r.

SPIS TREŚCI

1. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA	4
2. PODSTAWA PRACY.....	4
2.1. FORMALNE PODSTAWY OPRACOWANIA	4
2.2. TECHNICZNE PODSTAWY OPRACOWANIA.....	4
2.3. NORMY I PRZEPISY	4
2.4. ZAKRES OPRACOWANIA	4
3. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI.....	5
3.1. OPIS OGÓLNY	5
3.2. KONSTRUKCJA WSPORCZA SILOSÓW 1-10	5
3.3. KONSTRUKCJA WSPORCZA SILOSU NR 11	6
3.4. KONSTRUKCJA WSPORCZA SILOSU NR 12	7
3.5. KONSTRUKCJA WSPORCZA SILOSU NR 13	7
4. INWENTARYZACJA ORAZ BADANIA KONSTRUKCJI.....	9
4.1. INWENTARYZACJA GEOMETRYCZNA.....	9
4.2. BADANIA MATERIAŁOWE	9
4.2.1 Stal konstrukcyjna	9
4.2.2 Próba twardości.....	9
4.2.3 Badania chemiczne.....	10
5. OCENA STANU TECHNICZNEGO	13
5.1. SILOS NR 1	14
5.2. SILOS NR 2	16
5.3. SILOS NR 3	19
5.4. SILOS NR 4	22
5.5. SILOS NR 5	25
5.6. SILOS NR 6	27
5.7. SILOS NR 7	30
5.8. SILOS NR 8	32
5.9. SILOS NR 9	35
5.10. SILOS NR 10	38
5.11. SILOS NR 11	41
5.12. SILOS NR 12	44
5.13. SILOS NR 13	47
5.14. PODSUMOWANIE	50
6. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE	51
6.1. METODOLOGIA OBLICZEŃ	51
6.2. MODEL OBLICZENIOWY KONSTRUKCJI.....	51
6.3. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ	51
6.4. KOMBINACJA SIŁ WEWNĘTRZNYCH	52
6.5. KONSTRUKCJA WSPORCZA MAŁEGO SILOSU NR 1 – 10	53
6.5.1 Obwiednie sił wewnętrznych	53
6.5.2 Sprawdzenie wyężenia elementów konstrukcyjnych	55
6.6. KONSTRUKCJA WSPORCZA DUŻEGO SILOSU NR 11 I 12	61
6.6.1 Obwiednie sił wewnętrznych	61
6.6.2 Sprawdzenie wyężenia elementów konstrukcyjnych	63
6.7. KONSTRUKCJA WSPORCZA DUŻEGO SILOSU NR 13.....	67
6.7.1 Obwiednie sił wewnętrznych	67
6.7.2 Sprawdzenie wyężenia elementów konstrukcyjnych	69
7. WNIOSKI KOŃCOWE	74

7.1.	KONSTRUKCJE WSPORCZE SILOSÓW MAŁYCH 1-10	74
7.2.	KONSTRUKCJE WSPORCZE SILOSÓW DUŻYCH 11-13	75
8.	PODSUMOWANIE I ZALECENIA	76
9.	ZAŁĄCZNIKI	77
9.1.	RAPORT Z BADAŃ PRÓBKII STALI	77
9.2.	UPRAWNIENIA	79
10.	CZĘŚĆ RYSUNKOWA	82

1. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja techniczna w formie ekspertyzy technicznej stalowych konstrukcji wsporczych trzynastu silosów na cement zlokalizowanych na terenie Stacji Przesypowej Cementu przy ul. Księżnej Anny 21 w Szczecinie. Celem opracowania jest identyfikacja uszkodzeń konstrukcji stalowych oraz określenie niezbędnych prac mających na celu poprawę stanu technicznego przedmiotowych konstrukcji.

2. PODSTAWA PRACY

2.1. Formalne podstawy opracowania

Formalną podstawę opracowania stanowi zamówienie nr 50487680 z dnia 10.07.2023r.

Pracę wykonano na zlecenie: **GÓRAŹDŹE CEMENT S.A.**

Chorula, ul. Cementowa 1, 47-316 Góraźdże.

2.2. Techniczne podstawy opracowania

[A] Wizja lokalna wraz z inwentaryzacją geometryczną i materiałową obiektu wraz z oceną stanu technicznego.

2.3. Normy i przepisy

Opracowanie wykonano zgodnie z obowiązującą w tym zakresie literaturą techniczną, normami i przepisami, a w szczególności:

- [1] PN-EN 1990. Eurokod. Postawy projektowania konstrukcji.
- [2] PN-EN 1991-1-1. Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- [3] PN-EN 1991-1-4. Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- [4] PN-EN 1991-4. Eurokod 1. Oddziaływanie na konstrukcje. Silosy i zbiorniki.
- [5] PN-EN 1993-1-1:2009. Eurokod3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [6] Budownictwo ogólne tom 4 Arkady
- [7] Wichtowski B. Woźniak Z.: „Właściwości normalizowanej stali zlewnej mostu kolejowego po 75 latach eksploatacji”; Przegląd spawalnictwa Vol. 87 5/2015

2.4. Zakres opracowania

Praca obejmuje:

- Wykonanie inwentaryzacji geometrycznej stalowych konstrukcji nośnych silosów,
- Wykonanie inwentaryzacji uszkodzeń elementów nośnych konstrukcji stalowych,
- Wykonanie niezbędnych odkrywek i badań in-situ (badania elementów stalowych),
- Wykonanie niezbędnych badań nieniszczących (ultradźwiękowe pomiary grubości profili stalowych),
- Wykonanie oceny stanu technicznego stalowych konstrukcji nośnych silosów,
- Wykonanie obliczeń statyczno-wytrzymałościowych.

3. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

3.1. Opis ogólny

Obiekty poddane oględzinom to kompleks składający się z trzynastu silosów, znajdujących się na terenie Stacji Przesypowej Cementu w Szczecinie. Na terenie stacji istnieją dwa rodzaje obiektów, konstrukcja kratownicy silosów numerowanych od 1 do 10 o możliwości pomieszczenia 120 ton materiału oraz większe silosy 11-13 o pojemności 360 ton. Konstrukcje powstały w latach 60-tych XX w.

3.2. Konstrukcja wsporcza silosów 1-10

Silosy rozmieszczono w parach, posiadają wspólną część wyniesionego fundamentu oraz wspólny pomost. Konstrukcję wsporczą silosów stanowi kratownica o dwóch poziomach, posadowiona na słupach żelbetowych na wysokość około 3,5 m powyżej poziomu terenu. Słupy fundamentowe skrajne o wymiarach 0,9x0,9m. Fundamenty środkowe na których przytwierdzono słupy dwóch kratownic wsporczych ma wymiary 0,9x1,8 m.

Stalową konstrukcję nośną stanowi kratownica przestrzenna na planie kwadratu o wysokości 5,315m. Osiowy rozstaw słupków wynosi 4,1m. Kratownicę tworzą cztery słupki, wykonane z dwóch profili L100x100x10 połączonych ze sobą krzyżowo przekładkami gr. 10mm w rozstawie osiowym 67cm. Na wysokości 3,735m słupki stężone są ze sobą pośrednim rygłem z dwóch profili L80x80x8. Rygle pośrednia połączone są z blachą węzłową przy pomocy śrub 3xM20 Góra słupków połączona jest ze sobą ryglami złożonymi z dwóch profili L100x100x10 oraz blachy przekładkowej #10x100 na całej długości. Górne rygle połączone są ze słupkami przy użyciu śrub 2xM16.

Pole między górnym i pośrednim rygłem stężone są w układzie odwróconego „W”. Krzyżulce w górnej części kratownicy wykonano z dwóch rozmiarów kątowników, krzyżulce zewnętrzne wykonano z dwóch kątowników L100x100x10 połączonych z blachą węzłową za pomocą czterech śrub M20, przewiązka wykonana w połowie rozpiętości krzyżulca. Dodatkowo połączenia krzyżulców wzmocniono fragmentem kątownika 100x100x10 o długości 250 mm przyspawanym do krzyżulca oraz przymocowanym dwoma śrubami M20 do blach węzłowych. Krzyżulce wewnętrzne w górnej części kratownicy wykonano z dwóch kątowników L60x60x6 połączonych przewiązką w połowie rozpiętości, krzyżulce połączono z blachami węzłowymi za pomocą czterech śrub M20.

Dolne pole kratownicy pomiędzy pośrednim rygłem a jej podstawą posiada stężenie w kształcie odwróconego „V”. Stężenia dolne złożone są dwóch profili L90x90x10 lub 100x100x10 połączone trzema przewiązkami, zastosowanie tych profili w poszczególnych kratownicach nie jest ani symetryczne ani regularne. Szczegółowe ich rozmieszczenie przedstawiono w dokumentacji rysunkowej inwentaryzacji. Krzyżulce dolnej części połączono z blachami węzłowymi za pomocą czterech śrub M20.

Na pasie górnego rygla opiera się pierścień podporowy silosu. Średnica silosu oraz sztywność jego pierścienia sprawia, że obciążenie z silosu przekazywane jest w węzły w których zbiegają się krzyżulce z górnym rygłem.

Konstrukcję nośną pomostu oraz schodów stanowią ceowniki U120, na których oparto kratę, do ceowników przymocowano barierkę o wysokości 1,15 m. Słupki oraz poręcz barierki wykonano z kątownika L50x50x4.

Z informacji przekazanych przez Zarządcę obiektu ostatnie prace związane z odtworzeniem zabezpieczenia antykorozyjnego miało miejsce w około 2003 r.

3.3. Konstrukcja Wsporcza silosu nr 11

Konstrukcja wsporcza Silosu nr 11 Składa się z czterech słupów wysokości 9,68m z Profili HEB300 w rozstawie 4,25x4,25m Podstawę słupa stanowi blacha o wymiarach 600x900mm usztywniona żebrami. Słupy posadowione są w poziomie terenu na żelbetowych fundamentach i zakotwione czterema śrubami kotwiącymi M40. Słupy nośne połączone są na dwóch wysokościach poziomymi ryglami z dwuteowników I100, I120 oraz I140 stężonymi między sobą poziomymi polami w kształcie rombu z dwóch kątowników 50x50x5. Pola między poziomymi ryglami i głowicami słupów stężono prętami w układzie „V” złożonymi z dwóch kątowników 70x70x7 połączonych przewiązkami. Układ i rozmieszczenie stężeń przedstawiono na rysunku geometrii w załączniku. Na głowicach słupów ustawiony jest stalowy silos. Konstrukcja silosu stanowi jednocześnie poziome stężenie ze sobą głowic słupów.

Na poziomie ok 3m nad poziomem terenu zamontowano pomost roboczy do obsługi systemu zsykowego silosu. Pomost zbudowany jest z dwóch belek głównych z U140 oraz drugorzędnych belek z profili U100, U80 i T50 opartych na pierwszym poziomie rygli. Powierzchnię pomostu stanowią kraty pomostowe wysokości 30mm. Pomost roboczy zaopatrzone jest w barierkę ochronną wykonaną ze słupków i pochwyty z L50x50x5 poziomego płaskownika 6x35 w połowie wysokości barierki oraz blachy 2x160 w poziomie krat pomostowych. Dostęp do pomostu roboczego zapewniony jest pomostu łączącego konstrukcję silosu nr 11 i 12 do którego prowadzą schody z krat pomostowych na dwóch profilach U100. Pomost łączący wykonany jest z dwóch Belek I120 na których ustawione są kraty pomostowe oraz zamontowane barierki ochronne.

Na wysokości 8m nad poziomem terenu od frontu do konstrukcji wsporczej dołożono daszek osłaniający system opróżniania silosu (około 2019r.). Konstrukcja daszku jest stosunkowo nowa i stanowi modyfikację pierwotnej konstrukcji wsporczej. Konstrukcja daszku składa się z dwóch belek IPN240 stężonych rurami R88,9x3,6 i prętami $\phi 12$. Na dwuteownikach ustawiono łąty z profili prostokątnych 100x50x2,5 do których przymocowana została blacha trapezowa T14. Daszek zamocowany jest do konstrukcji wsporczej przegubowo do dospawanego poziomo Ceownika U260 oraz zastrzału wykonanego z rury R76,1x6,3. W poziomie zamocowania daszku do słupa w drugim kierunku wykonano dodatkowe poziome stężenie z dwóch profili L80x80x6.

Na konstrukcji wsporczej znajduje się wyposażenie w postaci instalacji elektrycznej oraz przewody systemu ciśnieniowego do napełniania i opróżniania silosu.

Z informacji przekazanych przez Zarządcę obiektu ostatnie prace związane z odtworzeniem zabezpieczenia antykorozyjnego miało miejsce w około 2003 r.

3.4. Konstrukcja Wsporcza silosu nr 12

Konstrukcja wsporcza Silosu nr 12 Składa się z czterech słupów wysokości 9,68m z profili HEB300 w rozstawie 4,25x4,25m. Podstawę słupa stanowi blacha o wymiarach 600x900mm usztywniona żebrami. Słupy posadowione są w poziomie terenu na żelbetowych fundamentach i zakotwione czterema śrubami kotwiącymi M40. Słupy nośne połączone są na dwóch wysokościach poziomymi ryglami z dwuteowników I120 i I140 stężonymi między sobą poziomymi polami w kształcie rombu z dwóch kątowników 50x50x5. Dwa pola stężeń pomiędzy pierwszym a drugim poziomem rygli od frontu i od tyłu wykonano w układzie portalowym z kątowników 2xL65x65x7 i 2x 50x50x6. Pozostałe pola stężeń wykonano w układzie V z dwóch kątowników 70x70x7 połączonych przewiązkami. Układ i rozmieszczenie stężeń przedstawiono na rysunku geometrii w załączniku. Na głowicach słupów ustawiony jest stalowy silos. Konstrukcja silosu stanowi jednocześnie poziome stężenie ze sobą głowic słupów.

Na poziomie ok 3m nad poziomem terenu zamontowano pomost roboczy do obsługi systemu zsykowego silosu. Pomost zbudowany jest z dwóch belek głównych z U140 oraz drugorzędnych belek z profili U100, U80 i T50 opartych na pierwszym poziomie rygli. Powierzchnię pomostu stanowią kraty pomostowe wysokości 30mm. Pomost roboczy zaopatrzone jest w barierkę ochronną wykonaną ze słupków i pochwyty z L50x50x5 poziomego płaskownika 6x35 w połowie wysokości barierki oraz blachy 2x160 w poziomie krat pomostowych. Dostęp do pomostu roboczego zapewniony jest pomostu łączącego konstrukcję silosu nr 11 i 12 do którego prowadzą schody z krat pomostowych na dwóch profilach U100. Pomost łączący wykonany jest z dwóch Belek I120 na których ustawione są kraty pomostowe oraz zamontowane barierki ochronne.

Na wysokości 8m nad poziomem terenu od frontu do konstrukcji wsporczej dołożono daszek osłaniający system opróżniania silosu. Konstrukcja daszku jest stosunkowo nowa i stanowi modyfikację pierwotnej konstrukcji wsporczej. Konstrukcja daszku składa się z dwóch belek IPN240 stężonych rurami R88,9x3,6 i prętami $\phi 12$. Na dwuteownikach ustawiono łaty z profili prostokątnych 100x50x2,5 do których przymocowana została blacha trapezowa T14. Daszek zamocowany jest do konstrukcji wsporczej przegubowo do dospawanego poziomo Ceownika U260 oraz zastrzału wykonanego z rury R76,1x6,3. W poziomie zamocowania daszku do słupa w drugim kierunku wykonano dodatkowe poziome stężenie z dwóch profili L80x80x6.

Na konstrukcji wsporczej znajduje się wyposażenie w postaci instalacji elektrycznej oraz przewody systemu ciśnieniowego do napełniania i opróżniania silosu.

Z informacji przekazanych przez Zarządcę obiektu ostatnie prace związane z odtworzeniem zabezpieczenia antykorozyjnego miało miejsce w około 2003 r.

3.5. Konstrukcja Wsporcza silosu nr 13

Konstrukcja wsporcza Silosu nr 13 Składa się z czterech słupów wysokości 9,68m w rozstawie 4,25x4,25m. Słup złożony jest z dwóch profili U240 skierowanych do siebie półkami i rozsuniętych na 120mm, ceowniki połączone są ze sobą przewiązkami w rozstawie 610mm. Podstawę słupa stanowi blacha o wymiarach 500x720mm usztywniona żebrami. Słupy posadowione są w poziomie terenu na żelbetowych fundamentach i zakotwione czterema śrubami kotwiącymi M40. Słupy nośne połączone są na dwóch wysokościach poziomymi ryglami z stężonymi między sobą poziomymi polami w kształcie rombu z dwóch kątowników 50x50x5. Przekrój poprzeczny rygli jest złożony. Rygle

pierwszego poziomu wykonano z Dwuteownika I120 z dospawanymi czterema kątownikami L75x75x8 do pasa górnego i dolnego. Rygle drugiego poziomu składają się z dwuteownika I120 lub I140 z dospawanymi dwoma kątownikami L75x75x8 do pasa górnego dwuteownika. Dolne pola stężeń oraz środkowe od. Stężenia wykonano w dwóch typach „V” z profili 2xL80x80x6 oraz 2xL100x100x10 i „X” z profili 2xL60x60x6. Układ i rozmieszczenie stężeń przedstawiono na rysunku geometrii w załączniku. Na głowicach słupów ustawiony jest stalowy silos. Konstrukcja silosu stanowi jednocześnie poziome stężenie ze sobą głowic słupów.

Na poziomie ok 3,5m nad poziomem terenu zamontowano pomost roboczy do obsługi systemu zsykowego silosu. Pomost zbudowany jest z dwóch belek głównych z U140 oraz drugorzędnych belek z profili U100, U80 i T50 opartych na pierwszym poziomie rygli. Powierzchnię pomostu stanowią kraty pomostowe wysokości 30mm. Pomost roboczy zaopatrzony jest w barierkę ochronną wykonaną ze słupków i pochwyty z L50x50x5 poziomego płaskownika 5x30 w połowie wysokości barierki oraz blachy 2x150 w poziomie krat pomostowych. Do pomostu roboczego prowadzą schody z krat pomostowych na dwóch profilach U100 umieszczone w obrysie wewnętrznym konstrukcji wsporczej.

Na wysokości 8m nad poziomem terenu od frontu do konstrukcji wsporczej dołożono daszek osłaniający system opróżniania silosu. Konstrukcja daszku jest stosunkowo nowa i stanowi modyfikację pierwotnej konstrukcji wsporczej. Konstrukcja daszku składa się z dwóch belek IPN240 stężonych rurami R88,9x3,6 i prętami $\phi 12$. Na dwuteownikach ustawiono łąty z profili prostokątnych 100x50x2,5 do których przymocowana została blacha trapezowa T14. Daszek zamocowany jest do konstrukcji wsporczej przegubowo do dospawanego poziomo Ceownika U260 oraz zastrzału wykonanego z rury R76,1x6,3. W poziomie zamocowania daszku do słupa w drugim kierunku wykonano dodatkowe poziome stężenie z dwóch profili L80x80x6.

Na konstrukcji wsporczej znajduje się wyposażenie w postaci instalacji elektrycznej oraz przewody systemu ciśnieniowego do napełniania i opróżniania silosu.

Z informacji przekazanych przez Zarządcę obiektu ostatnie prace związane z odtworzeniem zabezpieczenia antykorozyjnego miało miejsce w około 2003 r.

4. INWENTARYZACJA ORAZ BADANIA KONSTRUKCJI

4.1. Inwentaryzacja geometryczna

Rysunki inwentaryzacji geometrycznej konstrukcji wsporczych silosów znajdują się w Załączniku w części rysunkowej.

4.2. Badania materiałowe

4.2.1 Stal konstrukcyjna

W celu określenia jakości stali konstrukcyjnej wykonano badania materiałowe na reprezentatywnej próbce pobranej z kątownika stężenia usytuowanego w poziomie podstawy stalowego słupa silosu nr 8.

Badania materiałowe zostały wykonane przez Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny ul. Karola Miarki 12-14, 44-100 Gliwice.

Badania te miały na celu określenie gatunku stali konstrukcyjnej elementów, a gdyby okazało się to niemożliwe - sprawdzenie parametrów, umożliwiających ocenę przydatności materiału do dalszej eksploatacji lub wzmocnienia. próbkę poddano podstawowym badaniom tj. analizą chemiczną oraz pomiarach twardości stali. Na podstawie tych badań oszacowano w sposób przybliżony wytrzymałość stali na rozciąganie oraz określono jej spawalność

4.2.2 Próba twardości

Pomiary twardości przeprowadzono na powierzchni wyciętej próbki po sfrezowaniu około 2 mm warstwy wierzchniej. Uzyskane wyniki pozwalają (z pewnym przybliżeniem) na ocenę doraźnej wytrzymałości stali na rozciąganie. Badania wykonano według procedury M1-MET, pt. „Próby twardości”, wydanej 16.07.2018 r., zgodnie z normą PN-EN ISO 6506-1:2014-12 Metale – Pomiary twardości sposobem Brinella”. Badania w trzech próbach wykonano przy użyciu twardościomierza KABiD PRESS tyb B2. Wyniki prób twardości stali podano w tabeli poniżej.

tab.4.1 Wyniki badania twardości stali pochodzącej z dźwigara nr 1

Oznaczenie próbki	Twardość [HBW10/3000]	Średnia twardość [HBW10/3000]
Konstrukcja wsporcza silosa nr 8	123	122
	122	
	123	
	121	
	123	

Przyjmując zależność:

$$R_{mB} = 3,37 \times HB$$

Uzyskano: $R_{mB} = 411MPa$

Przyjmując najniższą wartość współczynnika redukcyjnego $\alpha = 0,63$ dla stali współcześnie stosowanych, granica plastyczności wynosi

$$R_{eB} = 0,63 \times R_{mB} = 259 \text{ MPa} (f_y \approx 250 \text{ MPa})$$

4.2.3 Badania chemiczne

W celu określenia jakości stali konstrukcyjnej wykonano badania chemiczne na tej samej próbce poddanej badaniom twardości. Badania chemiczne stali zostały wykonane przez Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny w Gliwicach, wg procedury badawczej „3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021”, metodą OES iskra, za pomocą urządzenia Magellan Q8 Bruker.

Poniżej w tabeli podano wyniki badań składu chemicznego stali w zakresie zasadniczych pierwiastków stopowych. Jednocześnie, w celach porównawczych, podano skład chemiczny stali najczęściej stosowanej w budownictwie – St3S wg PN-88/H84020.

tab.4.2 Wyniki badania składu chemicznego stali pochodzącej z dźwigara nr 1

Nr próbki	skład chemiczny [%]										gatunek normowy na podstawie badań chemicznych zawartości pierwiastków
	C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr	Ni	Al.	Mo	
Pas dolny dźwigara nr1 przy podporze C	0,150	0,500	0,028	0,015	0,017	0,012	0,010	0,015	0,004	0,005	St3S
St3S	max 0,22	max 1,10	0,10-0,35	max 0,050	max 0,050	max 0,30	max 0,30	max 0,30	max 0,02	-	

Na podstawie otrzymanego składu chemicznego badanej stali stwierdza się, że konstrukcję ze stali niestopowej. Konstrukcję wykonano ze stali niskowęglowej o zawartości węgla 0,15%.

Na podstawie oceny składu chemicznego zgodnie z normą PN-88/H-84020 badana stal odpowiada w przybliżeniu gatunkowi St3S (S235).

Zestawienie pełnego zakresu składu chemicznego podano w Załączniku 9.1.

Bezpieczna eksploatacja konstrukcji stalowej w określonym czasie i określonych warunkach zależy od czynników związanych ze spawalnością metalurgiczną, technologiczną i konstrukcyjną. Z punktu widzenia przydatności konstrukcji do przebudowy (wzmocnienia), podstawowe znaczenie ma spawalność metalurgiczna, określona na podstawie składu chemicznego. W celu określenia oceny spawalności stali na podstawie przeprowadzonych badań wyznaczono następujące wskaźniki:

- równoważnik węgla:

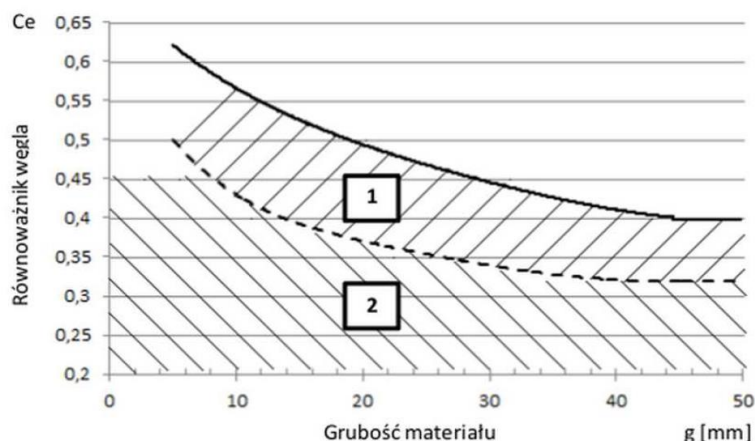
$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

$$C_e = 0,24\%$$

$$C_e < 0,45\% \text{ warunek spełniony}$$

Stale o C_e do 0,45 % w zależności od grubości elementu charakteryzują się różną zdolnością do spawania. Należy uwzględnić grubość elementu oraz energię liniową spawania.

Poniżej przedstawiono zależność pomiędzy C_e , a grubością materiału z podziałem na materiały dobrze spawalne i bardzo dobrze spawalne.

Rysunek: Zależność pomiędzy C_e a grubością materiału. 1- materiał dobrze spawalny, 2- materiał bardzo dobrze spawalnyRys.4.1 zależność pomiędzy C_e a grubością materiału [8]

Na podstawie powyższego wykresu można stwierdzić, że przy grubościach blach do ok. 30 mm dla $C_e < 0,45$ spawanie odbywa się bez problemu.

- wskaźnik odporności materiału na pękanie gorące:

$$HCS = 1000 \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) \frac{C}{3Mn + Cr + Mo + V}$$

$$HCS = 3,29\% \quad HCS < 4\% \text{ warunek spełniony}$$

$$C_{ekw} = C + 2S + \frac{P}{3} + \frac{Si - 0,4}{10} + \frac{Mn - 0,8}{12} + \frac{Ni}{12} + \frac{Cu}{15} + \frac{Cr - 0,8}{15}$$

$$C_{ekw} = 0,08\% \quad C_{ekw} < 0,15\% \text{ warunek spełniony}$$

- wskaźnik oceny skłonności do pęknięcia zimnego:

$$C'_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{P}{2} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{Cr + V}{5} + 0,0024t$$

$$C'_e = 0,27\% \quad C'_e < 0,4\% \text{ warunek spełniony}$$

$$C''_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

$$C''_e = 0,24\% \quad C''_e < 0,41\% \text{ warunek spełniony}$$

- twardość strefy wpływu ciepła:

$$HV_{max} = 90 + 1050C + 47Si + 75Mn + 30Ni + 31Cr$$

$$HV_{max} = 287HV \quad HV_{max} < 350HV \text{ warunek spełniony}$$

Na podstawie powyższych obliczeń stwierdzono, że badana stal jest spawalna, ponieważ C_e wynosi 0,25 % jest dużo mniejszy od wartości granicznej 0,45%.

Wszystkie wskaźniki skłonności do pęknięcia gorącego i zimnego nie przekraczają warunków granicznych.

Na podstawie składu chemicznego oraz próby twardości pobranej próbki stali stwierdza się że konstrukcja nośna silosu nr 8 wykonana jest ze stali St3s (S235) i spełnia warunki stali spawalnej.

5. OCENA STANU TECHNICZNEGO

Oceny stanu technicznego stalowych konstrukcji wsporczych przeprowadzono na podstawie inwentaryzacji istniejących elementów konstrukcji oraz inwentaryzacji ich uszkodzeń.

Przeгляд całościowy ustroju nośnego i podpór oraz zrealizowane pomiary i badania obiektu przeprowadzono zarówno z poziomu terenu, poziomu pomostu konstrukcji, z wysokości pośredniej (drabiny), oraz z wysokości (zwyżki).

Poniżej w Tab. 5.1 przedstawiono kryteria oceny stanu technicznego wg dokonanej globalnej oceny stanu technicznego każdej konstrukcji wsporczej.

Tab. 5.1 Skala oceny stanu technicznego [6]

OCENA	KRYTERIA OCENY
Stan bardzo dobry	Określa stan techniczny konkretnego elementu konstrukcji (lub całej konstrukcji) jako niewykazujący uszkodzeń, awarii jak również jakichkolwiek symptomów (objawów) zużycia.
Stan dobry	Określa stan techniczny konkretnego elementu konstrukcji (lub całej konstrukcji) jako wykazujący niewielkie symptomy zużycia, ale nie wykazuje uszkodzeń mechanicznych wymagających większych napraw, niż te o charakterze konserwacyjnym.
Stan dostateczny (zadowolający)	Określa stan techniczny konkretnego elementu konstrukcji (lub całej konstrukcji) jako wykazujący spore symptomy zużycia. Nie oznacza to jednak zagrożenia bezpieczeństwa użytkowania, lecz jedynie potrzebę przeprowadzenia niezbędnych prac remontowych w ustalonym terminie.
Stan nieprawidłowy (zły)	Określa stan techniczny konkretnego elementu konstrukcji (lub całej konstrukcji) jako wykazujący spore symptomy zużycia, w wyniku, których występuje zagrożenie bezpieczeństwa użytkowania. Istnieje zatem konieczność przeprowadzenia niezbędnych prac remontowych lub wymiany uszkodzonego elementu w ustalonym terminie.
Stan bardzo zły	Określa stan techniczny konkretnego elementu konstrukcji (lub całej konstrukcji) jako niekwalifikujący się do dalszego wykorzystania, zagrażający bezpieczeństwu i wymagający niezwłocznego odpowiedniego zabezpieczenia, naprawy lub wymiany.

Ocenę stanu technicznego określono na podstawie wizji lokalnej z dnia 12-13.07.2023r.

5.1. Silos nr 1

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, że konstrukcja wsporcza silosu nr 1 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- zaawansowana korozja wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego,
- wada konstrukcyjna nie pozwalająca na odpływ wody z podstawy węzła podporowego
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- luzy montażowe krat pomostowych,
- brakujący łącznik w postaci śruby

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 1. Widok na silos



Fot. 2. Złuszczenia powłok antykorozyjnych, korozja powierzchniowa i wżerowa



Fot. 3. Ogniska korozji powierzchniowej i wżerowej, zacieki produktów korozji



Fot. 4. Ubytki powłok malarskich, korozja kątowników



Fot. 5. Złuszczenie powłoki antykorozyjnej, zacieki produktów korozji



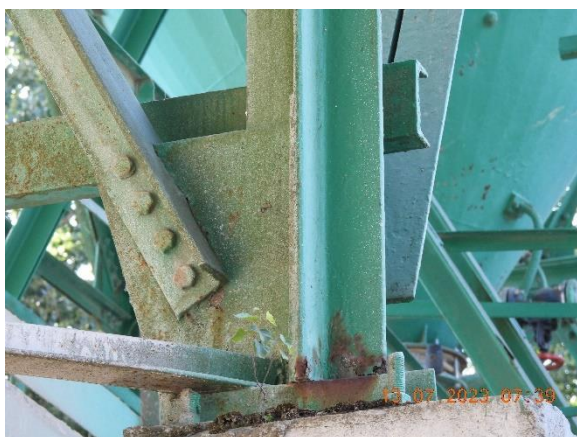
Fot. 6. Ubytki powłok antykorozyjnych, korozja powierzchniowa, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 7. Ubytki powłok antykorozyjnych, korozja



Fot. 8. Korozja węzła podporowego, zanieczyszczenia organiczne, złuszczenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 9. Zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego



Fot. 10. Korozja powierzchniowa, brak śruby, ubytki powłoki antykorozyjnej



Fot. 11. Widok krat pomostowych



Fot. 12. Zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego

5.2. Silos nr 2

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, konstrukcja wsporcza silosu nr 2 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węłowych,
- zaawansowana korozja wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego,
- wada konstrukcyjna nie pozwalająca na odpływ wody z podstawy węzła podporowego
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- luzy montażowe krat pomostowych,
- korozja powłoki silosu

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 13. Widok na silos 1 i 2, korozja silosów



Fot. 14. Złuszczenia powłok antykorozyjnych, korozja powierzchniowa i wżerowa, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 15. Zanieczyszczenia organiczne konstrukcji, zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego



Fot. 16. Uszkodzenia powłok antykorozyjnych, ogniska korozji powierzchniowej, zanieczyszczenia organiczne



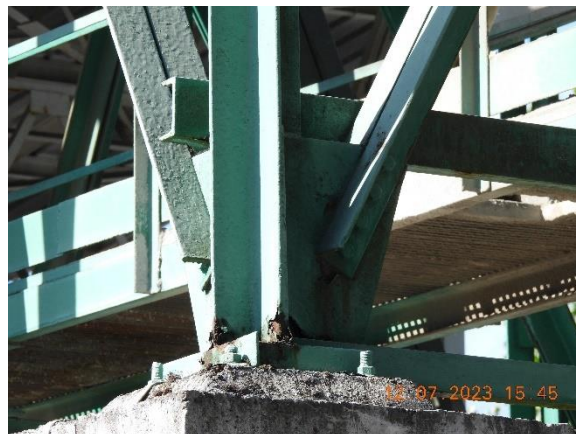
Fot. 17. Uszkodzenia powłok antykorozyjnych, zaawansowana korozja wżerowej, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 18. Korozja wżerowa węzła podporowego, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 19. Korozja na powierzchni, zacieki korozji, złuszczenie powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 20. Korozja wżerowa węzłów podporowych, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 21. Korozja powierzchniowa blachy węzłowej, zacieki produktem korozji, złuszczenie powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 22. Zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego



Fot. 23. Złuszczenia powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenie organiczne, korozja powierzchniowa



Fot. 24. Złuszczenia powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne, korozja powierzchniowa.

5.3. Silos nr 3

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, że konstrukcja wsporcza silosu nr 3 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- zaawansowana korozja wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego,
- wada konstrukcyjna nie pozwalająca na odpływ wody z podstawy węzła podporowego
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- luzy montażowe krat pomostowych,
- korozja powłoki silosu ,
- brakujący łącznik w postaci śruby

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 25. Zaawansowana korozja wżerowa



Fot. 26. Brak śruby, złuszczenie powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 27. Złuszczenie powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne, korozje lokalne



Fot. 28. Zaawansowana korozja wżerowa, zanieczyszczenia organiczne, zacieki produkcji korozji



Fot. 29. Zaawansowana korozja wżerowa, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 30. Korozja wżerowa, brak śruby, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 31. Zaawansowana korozja wżerowa



Fot. 32. Zaawansowana korozja wżerowa, zanieczyszczenia organiczne



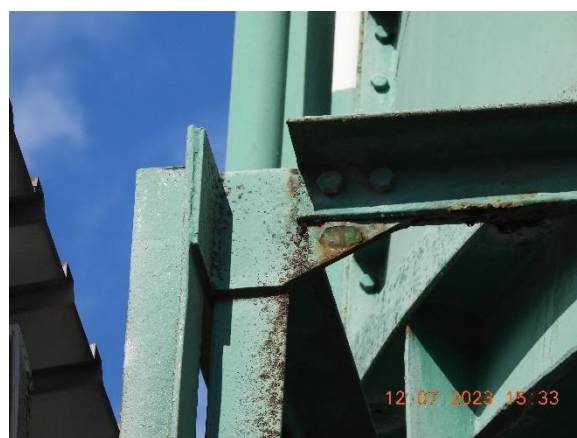
Fot. 33. Złuszczenie powłoki malarskiej, korozja powierzchniowa, korozja wżerowa



Fot. 34. Zanieczyszczenie organiczne, zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego



Fot. 35. Zanieczyszczenia organiczne, zaawansowana korozja wżerowa



Fot. 36. Zanieczyszczenia organiczne, złuszczenie powłoki antykorozyjnej, korozja powierzchniowa

5.4. Silos nr 4

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, konstrukcja wsporcza silosu nr 4 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- zaawansowana korozja wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego,
- wada konstrukcyjna nie pozwalająca na odpływ wody z podstawy węzła podporowego
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- luzy montażowe krat pomostowych,
- korozja powłoki silosu
- deformacja pomostu roboczego
- korozja biegu schodów

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 37. Widok na silos nr 3 i 4, korozja silosów



Fot. 38. Zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 39. Złuszczenie powierzchni antykorozyjnej, zanieczyszczenie organiczne



Fot. 40. Korozja wżerow, zanieczyszczenia organiczne, złuszczenie powierzchni antykorozyjnej



Fot. 41. Złuszczenia powierzchni antykorozyjnej, korozja wżerowa



Fot. 42. Zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego



Fot. 43. Korozja wżerowa biegu schodów



Fot. 44. Korozja wżerowa, zamknięta przestrzeń bez odpływu w podstawie, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 45. Deformacja pomostu roboczego



Fot. 46. Korozja wżerowa, zanieczyszczenia organiczne, złuszczenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 47. Zaawansowana korozja wżerowa, ubytki powłoki antykorozyjnej



Fot. 48. Korozja wżerowa, zacieki korozji

5.5. Silos nr 5

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, konstrukcja wsporcza silosu nr 5 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- zaawansowana korozja wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego,
- wada konstrukcyjna nie pozwalająca na odpływ wody z podstawy węzła podporowego
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- luzy montażowe krat pomostowych,

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 49. Zaawansowana korozja wżerowa



Fot. 50. Korozja wżerowa, uszkodzenie powierzchni antykorozyjnej



Fot. 51. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 52. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 53. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 54. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 55. Korozja, zacieki produktów korozji, ubytki powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczna



Fot. 56. Korozja wżerowa węzła podporowego



Fot. 57. Korozja wżerowa, zanieczyszczenia



Fot. 58. Ubytki warstwy antykorozyjnej, korozja wżerowa



Fot. 59. Korozja wżerowa, zamknięta przestrzeń bez odpływu w podstawie, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 60. Korozja wżerowa, ubytki warstwy antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne

5.6. Silos nr 6

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, konstrukcja wsporcza silosu nr 6 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- zaawansowana korozja wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa wężła podporowego,
- wada konstrukcyjna nie pozwalająca na odpływ wody z podstawy wężła podporowego
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- luzy montażowe krat pomostowych,

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 61. Widok na silos nr 5 i 6



Fot. 62. Korozja wżerowa, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 63. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 64. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 65. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 66. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 67. Korozja, zacieki produktów korozji, złuszczenie powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 68. Korozja wżerowa węzła podporowego, złuszczenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 69. Korozja wżerowa, zacieki produktami korozji



Fot. 70. Ubytki warstwy antykorozyjnej, korozja wżerowa



Fot. 71. Korozja wżerowa, zamknięta przestrzeń bez odpływu w podstawie, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 72. Korozja wżerowa, ubytki warstwy antykorozyjnej

5.7. Silos nr 7

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, że konstrukcja wsporcza silosu nr 7 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- zaawansowana korozja wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa wężła podporowego,
- wada konstrukcyjna nie pozwalająca na odpływ wody z podstawy wężła podporowego
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- luzy montażowe krat pomostowych,
- brak śruby

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 73. Korozja wżerowa, złuszczenie powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenie nieorganiczne



Fot. 74. Korozja wżerowa, ubytki powłoki antykorozyjnej



Fot. 75. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 76. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 77. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej, zacieki produktem korozji, brak śruby



Fot. 78. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej, zacieki produktem korozji



Fot. 79. Korozja wżerowa, zacieki produktów korozji, złuszczenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 80. Korozja wżerowa węzła podporowego, złuszczenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 81. Korozja wżerowa, zacieki produktami korozji



Fot. 82. Korozja wżerowa, zacieki produktem korozji



Fot. 83. Korozja wżerowa, zamknięta przestrzeń bez odpływu w podstawie, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 84. Korozja wżerowa, złuszczenie warstwy antykorozyjnej

5.8. Silos nr 8

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, konstrukcja wsporcza silosu nr 8 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węłowych,
- zaawansowana korozja wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa wężła podporowego,
- wada konstrukcyjna nie pozwalająca na odpływ wody z podstawy wężła podporowego
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- luzy montażowe krat pomostowych,
- nienormatywne mocowanie elementów

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 85. Widok na silosy nr 7 i 8



Fot. 86. Korozja wżerowa, ubytki powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 87. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 88. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 89. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 90. Korozja wżerowa, zacieki produktem korozji



Fot. 91. Korozja wżerowa słupa, zacieki produktów korozji, ubytki powłoki antykorozyjnej



Fot. 92. Korozja wżerowa węzła podporowego, złuszczenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 93. Korozja wżerowa, zacieki produktami korozji, złuszczenie warstwy antykorozyjnej



Fot. 94. Nienormalne mocowanie elementu



Fot. 95. Korozja wżerowa, zamknięta przestrzeń bez odpływu w podstawie, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 96. Korozja wżerowa, złuszczenie warstwy antykorozyjnej

5.9. Silos nr 9

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, że konstrukcja wsporcza silosu nr 9 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne,
- zanieczyszczenia nieorganiczne
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- zaawansowana korozja wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego,
- wada konstrukcyjna nie pozwalająca na odpływ wody z podstawy węzła podporowego
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- nienormatywne mocowanie elementów
- łączniki o nieodpowiedniej długości

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 97. Zaawansowana korozja wżerowa



Fot. 98. Korozja wżerowa, ubytki powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 99. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 100. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 101. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 102. Korozja wżerowa, zacieki produktem korozji



Fot. 103. Korozja wżerowa, zacieki produktów korozji, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 104. Korozja wżerowa, zacieki produktem korozji, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 105. Korozja wżerowa, zacieki produktami korozji,



Fot. 106. Korozja wżerna, złuszczenie warstwy antykorozyjnej



Fot. 107. Korozja wżerowa, zamknięta przestrzeń bez odpływu w podstawie, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 108. Korozja wżerowa, złuszczenie warstwy antykorozyjnej, zanieczyszczenie organiczne

5.10. Silos nr 10

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, że konstrukcja wsporcza silosu nr 10 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- zaawansowana korozja wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa węzła podporowego,
- wada konstrukcyjna nie pozwalająca na odpływ wody z podstawy węzła podporowego
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- deformacja stopnia, brak śrub mocujących konstrukcję biegu

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 109. Widok na silosy nr 9 i 10



Fot. 110. Deformacja stopnia, brak śrub mocujących konstrukcję biegu



Fot. 111. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 112. Korozja wżerowa, uszkodzenie powłoki antykorozyjnej



Fot. 113. Zanieczyszczenia organiczne przewiązki



Fot. 114. Korozja wżerowa, zacieki produktem korozji, ubytki powłoki antykorozyjnej



Fot. 115. Korozja wżerowa, zacieki produktów korozji, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 116. Korozja wżerowa, uszkodzenie warstwy antykorozyjnej



Fot. 117. Korozja wżerowa, zacieki produktami korozji, ubytki powłoki antykorozyjnej



Fot. 118. Korozja wżerowa, złuszczenie warstwy antykorozyjnej



Fot. 119. Korozja wżerowa, zamknięta przestrzeń bez odpływu w podstawie, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 120. Korozja wżerowa, zamknięta przestrzeń bez odpływu w podstawie, zanieczyszczenia organiczne

5.11. Silos nr 11

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, że konstrukcja wsporcza silosu nr 11 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne i nieorganiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- korozja powierzchniowa i wżerowa kątowników na spoinach,
- korozja powierzchniowa rygli,
- korozja powierzchniowa węzła podporowego,
- uszkodzenie kątownika krzyżulca,
- pęknięcia spoin krzyżulca z blachą węzłową,
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej,
- korozja stężeń.

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 121. Widok na silosy nr 11 i 12



Fot. 122. Zanieczyszczenia nieorganiczne słupa podstawy



Fot. 123. Korozja wżerowa, zanieczyszczenia organiczne i nie organiczne



Fot. 124. Ubytki powłoki malarskiej, zanieczyszczenia nieorganiczne



Fot. 125. Korozja powierzchniowa, ubytki powłoki antykorozyjnej



Fot. 126. Korozja powierzchniowa i wżerowa, ubytki powłoki antykorozyjnej



Fot. 127. Korozja wżerowa, zacieki produktów korozji, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 128. Korozja wżerowa, uszkodzenie warstwy antykorozyjnej, zacieki produktem korozji



Fot. 129. Uszkodzenie



Fot. 130. Korozja wżerowa, pęknięcie podłużne spoiny



Fot. 131. Korozja wżerowa, zanieczyszczenia nieorganiczne



Fot. 132. Korozja wżerowa i powierzchniowa

5.12. Silos nr 12

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, że konstrukcja wsporcza silosu nr 12 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok malarskich,
- zanieczyszczenia organiczne i nieorganiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- korozja powierzchniowa i wżerowa kątowników,
- zaawansowana korozja wżerowa słupów i rygli,
- korozja powierzchniowa węzła podporowego,
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej.

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 133. Widok na silosy nr 11 i 12



Fot. 134. Korozja wżerowa ,ubytki powłoki lakierniczej



Fot. 135. Zaawansowana korozja wżerowa, zanieczyszczenia organiczne, ubytki powłoki antykorozyjnej



Fot. 136. Korozja wżerowa ,zacieki produktami korozji



Fot. 137. Zaawansowana korozja wżerowa, złuszczenie powłoki antykorozyjnej, zacieki produktami korozji



Fot. 138. Korozja powierzchniowa, ubytki powłoki lakierniczej.



Fot. 139. Korozja wżerowa, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 140. Korozja wżerowa, ubytki warstwy antykorozyjnej



Fot. 141. Korozja wżerowa, zacieki produktów korozji



Fot. 142. Zanieczyszczenia organiczne, zacieki produktami korozji



Fot. 143. Korozja wżerowa, zanieczyszczenia nieorganiczne



Fot. 144. Korozja wżerowa, złuszczenia powłoki antykorozyjnej

5.13. Silos nr 13

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego stwierdza się, że konstrukcja wsporcza silosu nr 13 znajduje się w stanie **dostatecznym**.

W raporcie wykazano następujące uszkodzenia:

- liczne ubytki powłok lakierniczych,
- zanieczyszczenia organiczne i nieorganiczne,
- korozja powierzchniowa i wżerowa blach węzłowych,
- korozja powierzchniowa i wżerowa kątowników,
- korozja wżerowa przewiązek,
- korozja wżerowa spoin,
- korozja wżerowa słupów i rygli,
- korozja wżerowa węzła podporowego,
- złuszczenia powłoki antykorozyjnej.

Dokumentacja fotograficzna



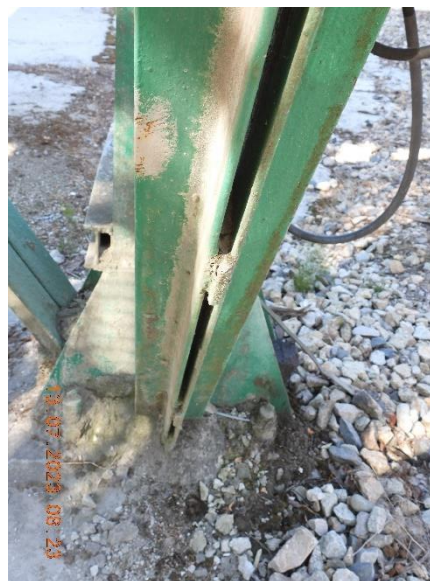
Fot. 145. Widok na silosy nr 13



Fot. 146. Ubytki powłoki lakierniczej, złuszczenia powłoki antykorozyjnej



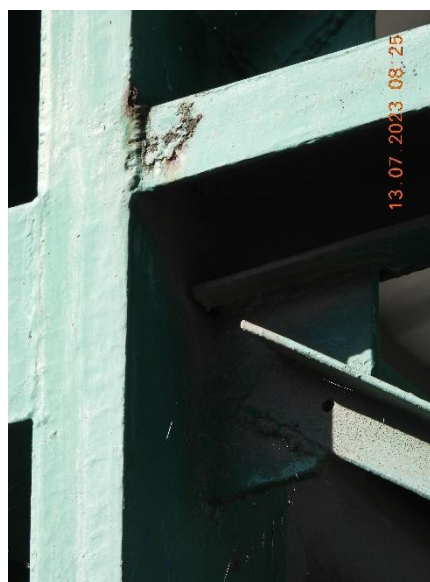
Fot. 147. Korozja wżerowa, zanieczyszczenia organiczne, ubytki powłoki antykorozyjnej



Fot. 148. Korozja wżerowa przewiązki, zanieczyszczenia organiczne



Fot. 149. Korozja wżerowa, złuszczenie powłoki antykorozyjnej, zacieki produktami korozji



Fot. 150. Korozja wżerowa w spoinach, ubytki powłoki lakierniczej.



Fot. 151. Korozja wżerowa, zacieki produktami korozji



Fot. 152. Korozja wżerowa, zanieczyszczenie organiczne



Fot. 153. Korozja wżerowa, pęknięta przewiązka



Fot. 154. Zanieczyszczenia organiczne



Fot. 155. Korozja wżerowa i powierzchniowa, zanieczyszczenia nieorganiczne



Fot. 156. Korozja wżerowa, zacieki produktami korozji

5.14. Podsumowanie

Tab. 5.2 Zestawienie stanu technicznego elementów konstrukcyjnych

L.p.	Element konstrukcyjny	Stan techniczny
1	Konstrukcja wsporcza silosu nr 1	Dostateczny
2	Konstrukcja wsporcza silosu nr 2	Dostateczny
3	Konstrukcja wsporcza silosu nr 3	Dostateczny
4	Konstrukcja wsporcza silosu nr 4	Dostateczny
5	Konstrukcja wsporcza silosu nr 5	Dostateczny
6	Konstrukcja wsporcza silosu nr 6	Dostateczny
7	Konstrukcja wsporcza silosu nr 7	Dostateczny
8	Konstrukcja wsporcza silosu nr 8	Dostateczny
9	Konstrukcja wsporcza silosu nr 9	Dostateczny
10	Konstrukcja wsporcza silosu nr 10	Dostateczny
11	Konstrukcja wsporcza silosu nr 11	Dostateczny
12	Konstrukcja wsporcza silosu nr 12	Dostateczny
13	Konstrukcja wsporcza silosu nr 13	Dostateczny

6. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykonano dla każdego z 3 typów konstrukcji wsporczych.

6.1. Metodologia obliczeń

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe przeprowadzono wg Eurokodu. W normach [1]-[5] podane zostały modele obciążenia, które należy uwzględniać w obliczeniach nośności przedmiotowego obiektu. W niniejszym opracowaniu, do wyznaczenia nośności, przyjęto najniekorzystniejsze modele obciążeń ciężarem własnym, ciężarem wyposażenia, obciążeniem wiatrem, obciążeniem roboczym pomostu oraz obciążeniem cementem magazynowanym w silosach. Dla określonych modeli obciążeń zdefiniowano ekstremalne kombinacje obliczeniowe wielkości sił wewnętrznych w konstrukcji, następnie przeprowadzono sprawdzenie nośności poszczególnych prętów.

6.2. Model obliczeniowy konstrukcji

Modele obliczeniowe konstrukcji wsporczych wykonano jako prętowe modele przestrzenne. Modele uwzględniają wszystkie elementy konstrukcyjne. Wszystkie połączenia prętów w węzłach zamodelowano zgodnie z ich rzeczywistym schematem statycznym. U podstawy zamodelowano podpory przrubowo-nieprzsuwne.

6.3. Zestawienie obciążeń

➤ Ciężar konstrukcji G

Ciężar własny elementu konstrukcyjnego przyłożono w programie obliczeniowym o ciężarze zgodnym z przyjętym polem przekroju dla materiału stalowego S235 o ciężarze objętościowym 78.5kN/m³. Obciążenie konstrukcją pomostu roboczego przyłożono w postaci sił skupionych do rygli w miejscu oparcia belek.

➤ Ciężar stały wyposażenia ΔG

Wszystkie pozostałe obciążenia stałe w postaci drabin inspekcyjnych, ciężaru wyposażenia oraz instalacjami uwzględniono w sposób uproszczony dodając 10% ciężaru własnego konstrukcji.

➤ Ciężar własny Silosu G_s

Ciężar własny silosu określono na podstawie pomiarów geometrii i grubości poszczególnych elementów płaszcza. Uwzględniono ciężar wyposażenia zamontowanego do silosu w sposób uproszczony powiększając wynikową masę silosu o 10%. Ciężar własny silosu przyłożono do góry konstrukcji wsporczej w postaci sił skupionych w miejscach oparcia.

➤ Obciążenie użytkowe pomostów roboczych Q_u

Obciążenie użytkowe pomostów roboczych przyjęto o wartości 5kN/m²

➤ **Obciążenie użytkowe składowanym cementem Q_c**

Obciążenie składowanym w silosach cementem określone zostało na podstawie informacji przekazanych przez zamawiającego. Mniejsze silosy o numerach 1-10 mieszczą w sobie 120t materiału, a silosy większe nr 11-13 mieszczą 360t. ciężar cementu sprowadzono do sił skupionych przyłożonych do węzłów na szczycie konstrukcji wsporczych.

➤ **Obciążenie wiatrem Q_w**

Obciążenie wiatrem zestawiono zgodnie z normą [3]. Przedmiotowe obiekty zlokalizowane są w Szczecinie na granicy strefie 1 i 2 obciążenia wiatrem. Zgodnie z zapisami normy zastosowano średnie wartości bazowej prędkości $v_{b,0}=24\text{m/s}$ i ciśnienia prędkości wiatru $q_{b,0}=36\text{kN/m}^2$. Na podstawie wizji lokalnej przyjęto kategorię terenu II najbardziej odpowiadającą otoczeniu przedmiotowych obiektów

Wyznaczone obciążenia wiatrem na silosy zebrano sprowadzono do poziomu góry konstrukcji wsporczych w postaci skupionych sił poziomych i pionowych przyłożonych do węzłów kratownic.

6.4. Kombinacja sił wewnętrznych

W wyniku przeprowadzonej analizy statycznej otrzymano wartości wielkości statycznych wywołane przyłożonymi obciążeniami w kolejnych przypadkach obciążeń. Dla uzyskania ekstremalnych wartości sił wewnętrznych (w celu zachowania warunków normowych stanów granicznych nośności) niezbędne było określenie ekstremalnych kombinacji wartości wywołanych poszczególnymi przypadkami obciążeń.

Współczynniki częściowe oddziaływań przyjęto na podstawie załącznika A normy [4].

tab.6.1 Zestawienie współczynników obliczeniowych

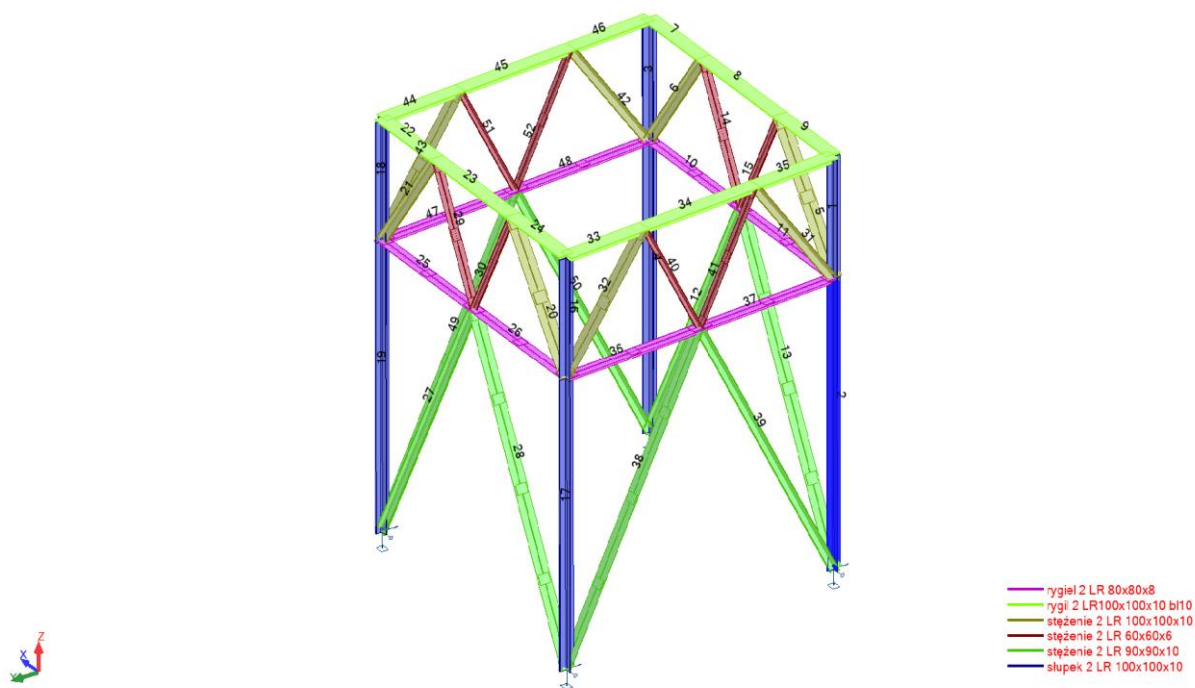
Współczynniki obliczeniowe		
W skład obliczeniowej sytuacji (schematu) obliczeniowej wchodzi:		
G	obciążenie ciężarem własnym elementów konstrukcyjnych,	$\gamma_G = (1,0) 1,35 \quad \xi = 0,9$
ΔG i G_s	obciążenie ciężarem elementów niekonstrukcyjnych,	$\gamma_{\Delta G} = (1,0) 1,35 \quad \xi = 0,9$
Q_U	obciążenia zmienne pomostów technologicznych,	$\gamma_U = (0) 1,50 \quad \psi_{0,U} = 0,7$
Q_C	obciążenie składowanym cementem,	$\gamma_C = (0) 1,35 \quad \psi_{0,C} = 1,0$
Q_W	obciążenie wiatrem,	$\gamma_W = (0) 1,40 \quad \psi_{0,W} = 0,6$

Kombinacje obliczeniowe wyznaczono na podstawie wzorów 6.10a i 6.10b normy [1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right. \quad (6.10a)$$

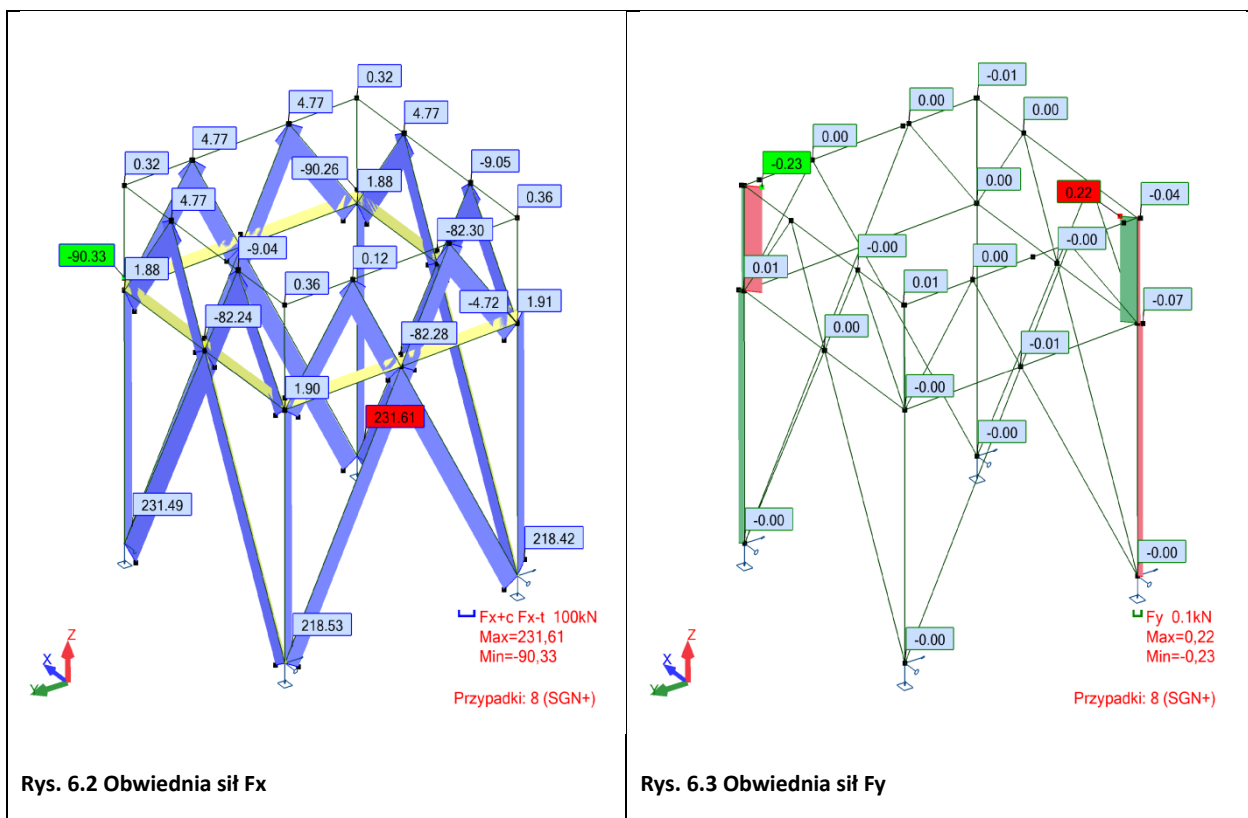
$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right. \quad (6.10b)$$

6.5. Konstrukcja wsporcza małego silosu nr 1 – 10



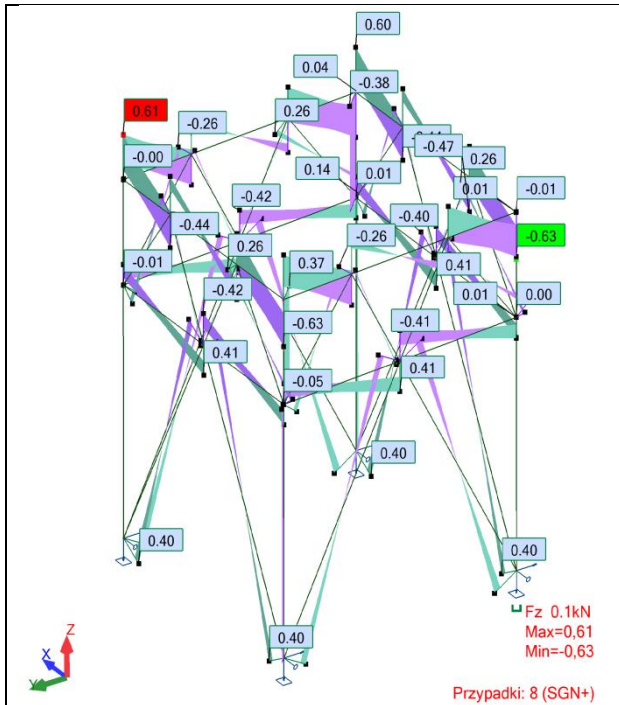
Rys. 6.1 Model prętowy konstrukcji wsporczej małego silosu nr 1 – 10

6.5.1 Obwiednie sił wewnętrznych

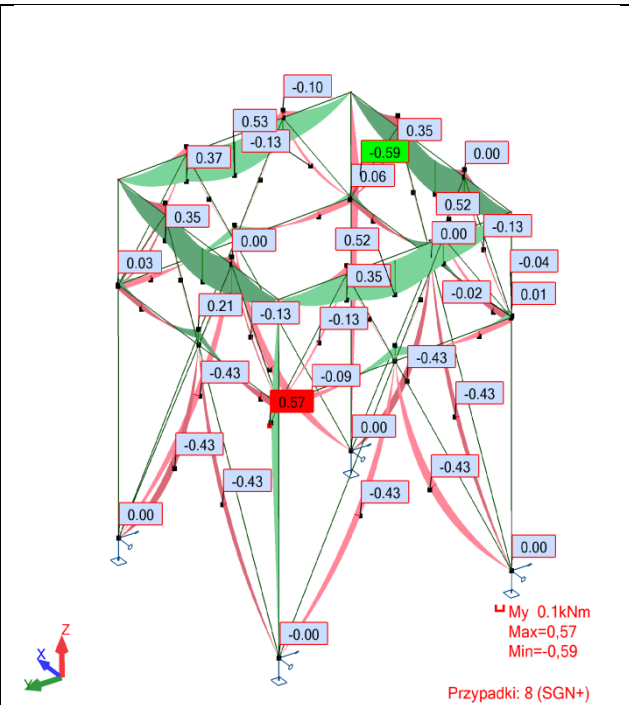


Rys. 6.2 Obwiednia sił Fx

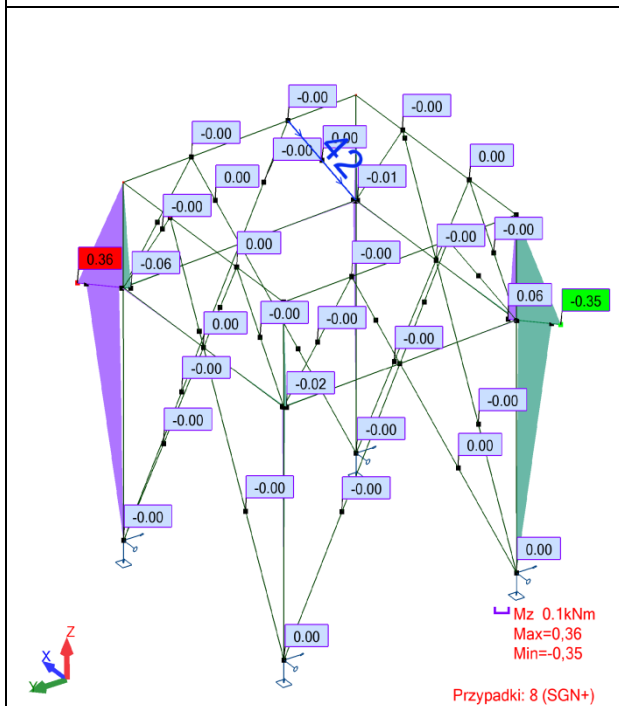
Rys. 6.3 Obwiednia sił Fy



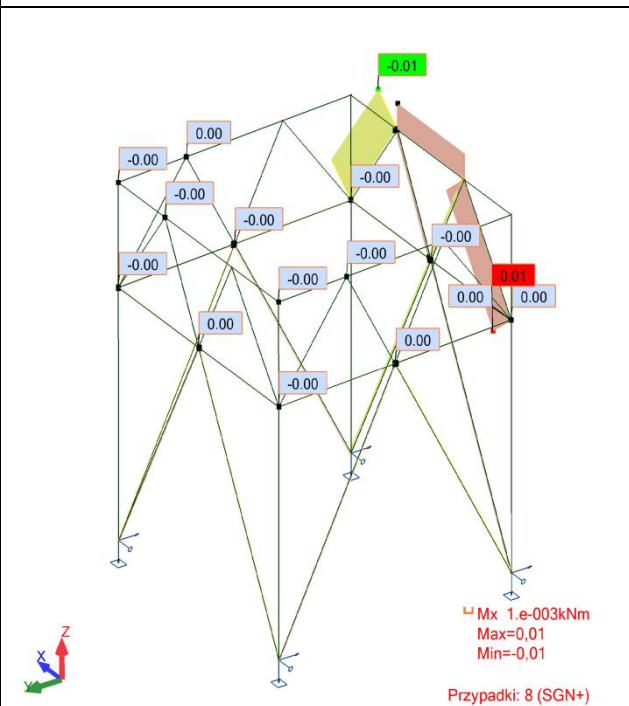
Rys. 6.4 Obwiednia sił F_z



Rys. 6.5 Obwiednia sił M_y



Rys. 6.6 Obwiednia sił M_z



Rys. 6.7 Obwiednia sił M_x

6.5.2 Sprawdzenie wytrzymałości elementów konstrukcyjnych

SŁUPEK

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 słupki

PRĘT: 19
3.74 m

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /15/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 5*1.35 + 6*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) fy = 235.00 MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: słupek 2 LR 100x100x10

h=15.8 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=14.1 cm	Ay=20.00 cm ²	Az=20.00 cm ²	Ax=38.40 cm ²
tw=1.0 cm	Iy=1045.00 cm ⁴	Iz=560.00 cm ⁴	Ix=11.83 cm ⁴
tf=1.0 cm	Wely=131.90 cm ³	Welz=79.16 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 231.49 kN	My,Ed = 0.00 kN*m	Mz,Ed = -0.00 kN*m	Vy,Ed = 0.08 kN
Nc,Rd = 902.40 kN	My,Ed,max = 0.00 kN*m	Mz,Ed,max = 0.29 kN*m	Vy,T,Rd = 271.35 kN
Nb,Rd = 515.17 kN	My,c,Rd = 31.00 kN*m	Mz,c,Rd = 18.60 kN*m	Vz,Ed = -0.00 kN
Nch,Ed = 127.59 kN	My,ch1,Ed = 0.00 kN*m	Mz,ch1,Ed = 0.00 kN*m	Vz,T,Rd = 271.35 kN
	My,ch2,Ed = 0.39 kN*m	Mz,ch2,Ed = 0.00 kN*m	Tt,Ed = -0.00 kN*m
Nch,b,Rd = 396.95 kN	My,ch,Rd = 9.52 kN*m	Mz,ch,Rd = 4.25 kN*m	KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 3.74 m	Lam_y = 0.76
Lcr,y = 3.74 m	Xy = 0.75
Lamy = 71.61	kzy = 0.83
kzy1 = 0.84	kzy2 = 0.50



względem osi z:

Lz = 3.74 m	Lam_z = 1.04
Lcr,z = 3.74 m	Xz = 0.57
Lamz = 97.82	kzz = 1.15
kzz1 = 1.10	kzz2 = 0.66



Parametry pojedynczej gałęzi słupa:

a=0.93 m	il=1.9 cm	Lambda ch=47.89	
		Sv_xz=3469.91 kN	Ncr_xz=3770.69 kN
		MEd_xz=1.98 kN*m	VEd_xz=1.67 kN

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.26 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

$$\sqrt{(\text{Sig}_{x,Ed})^2 + 3 \cdot (\text{Tau}_{x,z,Ed})^2} / (f_y / g_{M0}) = 0.26 < 1.00 \quad (6.2.1(5))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6(1))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\text{Lambda}_{y,Ed} = 71.61 < \text{Lambda}_{y,max} = 210.00 \quad \text{Lambda}_{z,Ed} = 97.82 < \text{Lambda}_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_z \cdot Rk/g_{M1}) = 0.36 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_z \cdot Rk/g_{M1}) = 0.47 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd} = 0.32 < 1.00 \quad (6.3.2.1(1))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + k_{yy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + k_{yz1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.29 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + k_{zy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + k_{zz1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.32 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + k_{yy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + k_{yz2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.31 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + k_{zy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + k_{zz2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.34 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

Profil poprawny !!!

STĘŻENIA DOLNE

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2 stężenia dolne

PRĘT: 27
2.13 m

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.50 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /15/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 5*1.35 + 6*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: stężenie 2 LR 90x90x10

$h=9.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=19.0$ cm	$A_y=18.00$ cm ²	$A_z=16.20$ cm ²	$A_x=34.20$ cm ²
$t_w=1.0$ cm	$I_y=253.60$ cm ⁴	$I_z=578.82$ cm ⁴	$I_x=10.49$ cm ⁴
$t_f=1.0$ cm	$W_{eLy}=39.49$ cm ³	$W_{eLz}=60.93$ cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{,Ed} = 151.95$ kN	$M_{y,Ed} = -0.38$ kN*m		
$N_{c,Rd} = 803.70$ kN	$M_{y,Ed,max} = -0.38$ kN*m		
$N_{b,Rd} = 231.22$ kN	$M_{y,c,Rd} = 9.28$ kN*m		
$N_{ch,Ed} = 89.79$ kN	$M_{y,ch1,Ed} = 0.14$ kN*m	$M_{z,ch1,Ed} = 0.14$ kN*m	
	$M_{y,ch2,Ed} = 0.10$ kN*m	$M_{z,ch2,Ed} = 0.37$ kN*m	$T_{t,Ed} = 0.00$ kN*m
$N_{ch,b,Rd} = 326.67$ kN	$M_{y,ch,Rd} = 7.59$ kN*m	$M_{z,ch,Rd} = 3.36$ kN*m	KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 4.26$ m	$\lambda_{m,y} = 1.67$
$L_{cr,y} = 4.26$ m	$\chi_y = 0.29$
$\lambda_{m,y} = 156.48$	$\kappa_{yy} = 1.49$
$\kappa_{zy1} = 0.84$	$\kappa_{zy2} = 0.50$



względem osi z:

$L_z = 4.26$ m	$\lambda_{m,z} = 1.10$
$L_{cr,z} = 4.26$ m	$\chi_z = 0.53$
$\lambda_{m,z} = 103.57$	$\kappa_{zy} = 1.19$
$\kappa_{zz1} = 1.11$	$\kappa_{zz2} = 0.66$



Parametry pojedynczej gałęzi słupa:

$a=1.07$ m	$i=1.8$ cm	$\lambda_{ch} = 60.74$
$S_{v,xy} = 7342.63$ kN	$N_{cr,xy} = 741.97$ kN	
$M_{Ed,xy} = 1.67$ kN*m	$V_{Ed,xy} = 1.23$ kN	

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$N_{,Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.21 < 1.00 \quad (6.2.1.(7))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{m,y} = 156.48 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 103.57 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{,Ed}/(\chi_y \cdot N_{,Rk}/gM1) + \kappa_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.68 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{,Ed}/(\chi_z \cdot N_{,Rk}/gM1) + \kappa_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.37 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd} = 0.27 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + \kappa_{yy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zy1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.28 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + \kappa_{zy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zz1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.32 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + \kappa_{yy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zy2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.31 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + \kappa_{zy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zz2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.35 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil poprawny !!!

STĘŻENIA GÓRNE 100x100x10

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 3 stężenia górne 2 100x100x10

PRĘT: 6
0.98 m

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.50 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /15/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 5*1.35 + 6*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: stężenie 2 LR 100x100x10

$h=10.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=21.0$ cm	$A_y=20.00$ cm ²	$A_z=18.00$ cm ²	$A_x=38.40$ cm ²
$t_w=1.0$ cm	$I_y=353.00$ cm ⁴	$I_z=776.80$ cm ⁴	$I_x=11.83$ cm ⁴
$t_f=1.0$ cm	$W_{ely}=49.17$ cm ³	$W_{elz}=73.98$ cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{,Ed} = 148.22$ kN	$M_{y,Ed} = -0.12$ kN*m		
$N_{c,Rd} = 902.40$ kN	$M_{y,Ed,max} = -0.12$ kN*m		
$N_{b,Rd} = 712.94$ kN	$M_{y,c,Rd} = 11.55$ kN*m		
$N_{ch,Ed} = 78.05$ kN	$M_{y,ch1,Ed} = 0.04$ kN*m	$M_{z,ch1,Ed} = 0.04$ kN*m	
	$M_{y,ch2,Ed} = 0.13$ kN*m	$M_{z,ch2,Ed} = 0.21$ kN*m	$T_{t,Ed} = -0.01$ kN*m
$N_{ch,b,Rd} = 391.72$ kN	$M_{y,ch,Rd} = 9.52$ kN*m	$M_{z,ch,Rd} = 4.25$ kN*m	KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 1.96$ m	$\lambda_{m,y} = 0.69$
$L_{cr,y} = 1.96$ m	$\chi_y = 0.79$
$\lambda_{m,y} = 64.68$	$\eta_{yy} = 0.98$
$\eta_{zy1} = 0.82$	$\eta_{zy2} = 0.49$



względem osi z:

$L_z = 1.96$ m	$\lambda_{m,z} = 0.46$
$L_{cr,z} = 1.96$ m	$\chi_z = 0.90$
$\lambda_{m,z} = 43.60$	$\eta_{zy} = 0.78$
$\eta_{zz1} = 1.06$	$\eta_{zz2} = 0.64$



Parametry pojedynczej gałęzi słupa:

$a=0.98$ m	$i=1.9$ cm	$\lambda_{ch} = 50.29$
$S_{v,xy} = 12072.58$ kN	$N_{cr,xy} = 5452.99$ kN	
$M_{Ed,xy} = 0.61$ kN*m	$V_{Ed,xy} = 0.97$ kN	

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$N_{,Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.17 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{m,y} = 64.68 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 43.60 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{,Ed}/(\chi_y \cdot N_{,Rk}/gM1) + \eta_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.21 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{,Ed}/(\chi_z \cdot N_{,Rk}/gM1) + \eta_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.19 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd} = 0.20 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + \eta_{yy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \eta_{zy1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.19 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + \eta_{zy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \eta_{zz1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.21 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + \eta_{yy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \eta_{zy2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.21 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + \eta_{zy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \eta_{zz2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.23 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil poprawny !!!

STĘŻENIA GÓRNE 60x60x6

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 4 stężenia górne 2 60x60x6

PRĘT: 15
0.89 m

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.50 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /15/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 5*1.35 + 6*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: stężenie 2 LR 60x60x6

$h=6.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=13.0$ cm	$A_y=7.20$ cm ²	$A_z=6.48$ cm ²	$A_x=13.82$ cm ²
$t_w=0.6$ cm	$I_y=45.54$ cm ⁴	$I_z=111.93$ cm ⁴	$I_x=1.53$ cm ⁴
$t_f=0.6$ cm	$W_{ely}=10.56$ cm ³	$W_{elz}=17.22$ cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{,Ed} = 132.97$ kN	$M_{y,Ed} = -0.03$ kN*m		
$N_{c,Rd} = 324.77$ kN	$M_{y,Ed,max} = -0.03$ kN*m		
$N_{b,Rd} = 186.03$ kN	$M_{y,c,Rd} = 2.48$ kN*m		
$N_{ch,Ed} = 73.01$ kN	$M_{y,ch1,Ed} = 0.01$ kN*m	$M_{z,ch1,Ed} = 0.01$ kN*m	
	$M_{y,ch2,Ed} = 0.16$ kN*m	$M_{z,ch2,Ed} = 0.18$ kN*m	$T_{t,Ed} = -0.00$ kN*m
$N_{ch,b,Rd} = 116.99$ kN	$M_{y,ch,Rd} = 2.06$ kN*m	$M_{z,ch,Rd} = 0.92$ kN*m	KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



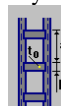
względem osi y:

$L_y = 1.77$ m	$\lambda_{m,y} = 1.04$
$L_{cr,y} = 1.77$ m	$\chi_y = 0.57$
$\lambda_{m,y} = 97.53$	$\kappa_{yy} = 1.30$
$\kappa_{zy1} = 0.89$	$\kappa_{zy2} = 0.54$



względem osi z:

$L_z = 1.77$ m	$\lambda_{m,z} = 0.66$
$L_{cr,z} = 1.77$ m	$\chi_z = 0.80$
$\lambda_{m,z} = 62.21$	$\kappa_{zy} = 1.04$
$\kappa_{zz1} = 1.30$	$\kappa_{zz2} = 0.78$



Parametry pojedynczej gałęzi słupa:

$a=0.89$ m	$i_1=1.2$ cm	$\lambda_{ch}=75.74$
$S_{v,xy}=1909.68$ kN	$N_{cr,xy}=944.18$ kN	
$M_{Ed,xy}=0.60$ kN*m	$V_{Ed,xy}=1.06$ kN	

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$N_{,Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.41 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{m,y} = 97.53 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 62.21 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{,Ed}/(\chi_y \cdot N_{,Rk}/gM1) + \kappa_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.72 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{,Ed}/(\chi_z \cdot N_{,Rk}/gM1) + \kappa_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.51 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd} = 0.62 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + \kappa_{yy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zy1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.50 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + \kappa_{zy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zz1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.63 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + \kappa_{yy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zy2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.63 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + \kappa_{zy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zz2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.77 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil poprawny !!!

RYGIEL DOLNY

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 5 rygiel dolny

PRĘT: 25
2.05 m

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /15/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 5*1.35 + 6*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) fy = 235.00 MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: rygiel 2 LR 80x80x8

h=8.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=17.0 cm	Ay=12.80 cm ²	Az=11.52 cm ²	Ax=24.60 cm ²
tw=0.8 cm	Iy=144.90 cm ⁴	Iz=331.40 cm ⁴	Ix=4.84 cm ⁴
tf=0.8 cm	Wply=46.57 cm ³	Wplz=68.75 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = -90.33 kN	My,Ed = 0.20 kN*m	Mz,Ed = 0.00 kN*m	Vy,Ed = 0.01 kN
Nt,Rd = 578.10 kN	My,pl,Rd = 10.94 kN*m	Mz,pl,Rd = 16.16 kN*m	Vy,T,Rd = 173.67 kN
	My,c,Rd = 10.94 kN*m	Mz,c,Rd = 16.16 kN*m	Vz,Ed = 0.37 kN
	MN,y,Rd = 10.68 kN*m	MN,z,Rd = 15.76 kN*m	Vz,T,Rd = 156.30 kN
			Tt,Ed = -0.00 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.16 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Profil poprawny !!!

RYGIEL GÓRNY

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 6 rygiel górny

PRĘT: 45
0.85 m

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.50 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGN /1/ 1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 5*1.35 + 6*0.90

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: rygiel 2 LR100x100x10 bl10

h=10.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=21.0 cm	Ay=21.00 cm ²	Az=28.50 cm ²	Ax=48.00 cm ²
tw=3.0 cm	Iy=479.31 cm ⁴	Iz=792.00 cm ⁴	Ix=70.78 cm ⁴
tf=1.0 cm	Wply=129.00 cm ³	Wplz=130.50 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 0.19 kN	My,Ed = 0.53 kN*m	Mz,Ed = -0.00 kN*m	Vy,Ed = 0.00 kN
Nc,Rd = 1128.00 kN	My,Ed,max = 0.53 kN*m	Mz,Ed,max = -0.00 kN*m	Vy,T,Rd = 284.92 kN
Nb,Rd = 903.31 kN	My,c,Rd = 30.31 kN*m	Mz,c,Rd = 30.67 kN*m	Vz,Ed = -0.00 kN
	MN,y,Rd = 30.31 kN*m	MN,z,Rd = 30.67 kN*m	Vz,T,Rd = 386.68 kN
			Tt,Ed = 0.00 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

L _y = 1.70 m	Lam _y = 0.57
L _{cr,y} = 1.70 m	X _y = 0.80
L _{amy} = 53.89	k _{yy} = 0.90



względem osi z:

L _z = 1.70 m	Lam _z = 0.45
L _{cr,z} = 1.70 m	X _z = 0.87
Lam _z = 41.92	k _{yz} = 0.54

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

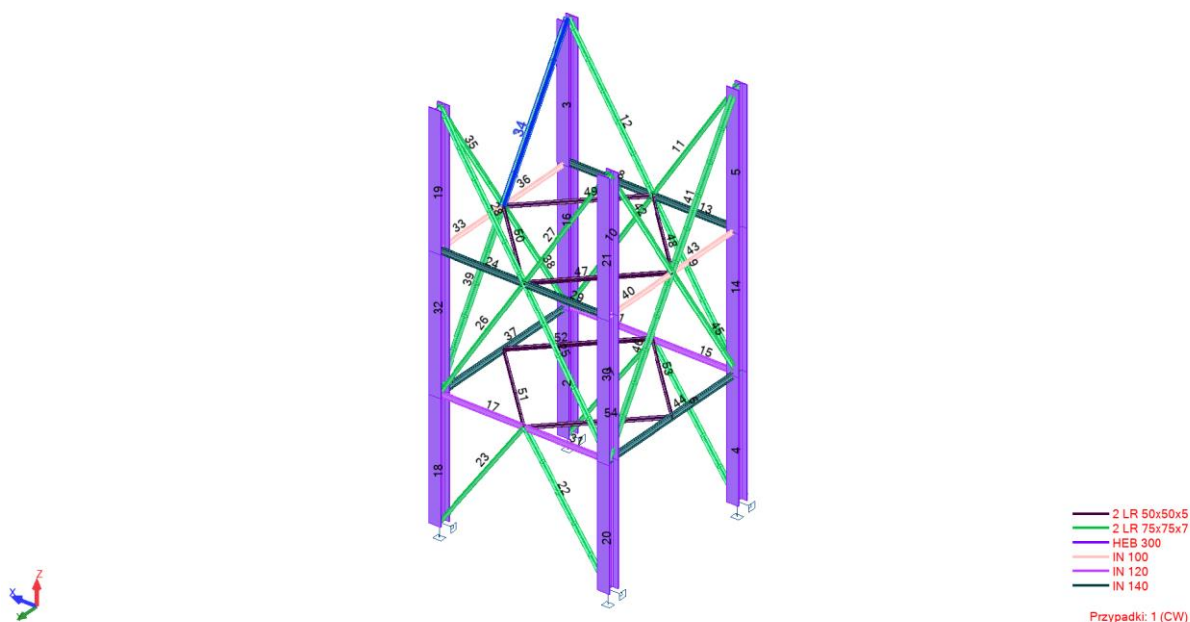
$$\lambda_{y,Ed} = 53.89 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 41.92 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.02 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.01 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

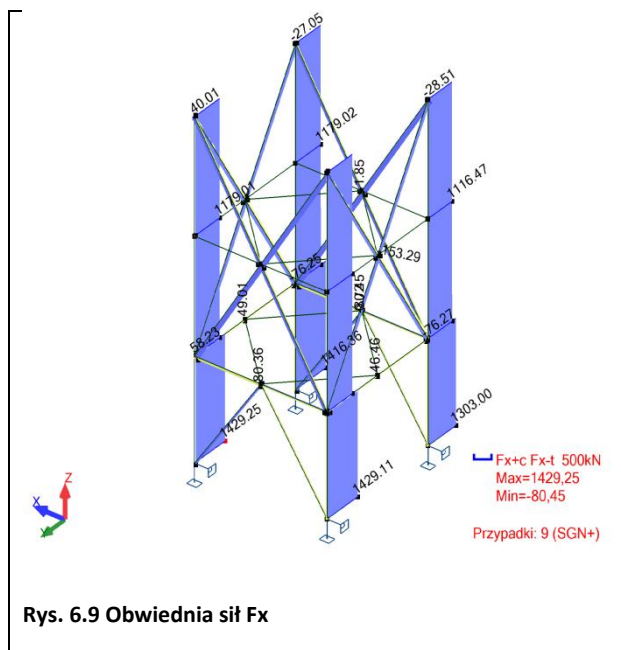
Profil poprawny !!!

6.6. Konstrukcja wsporcza dużego silosu nr 11 i 12

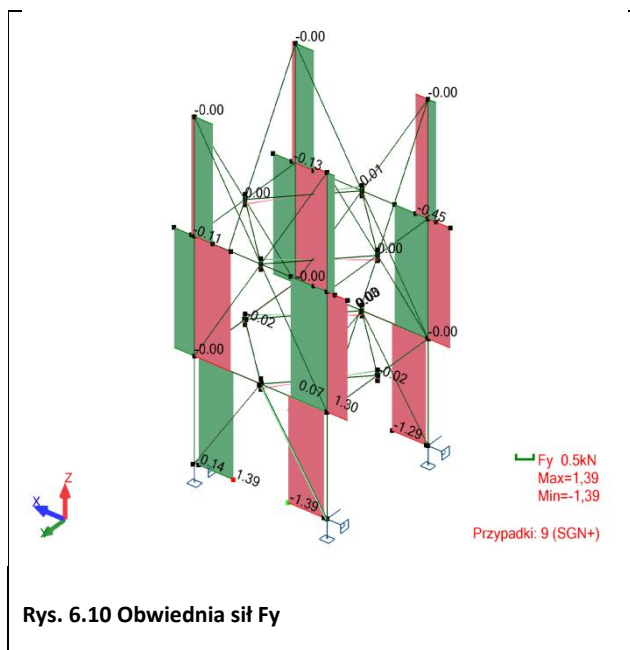


Rys. 6.8 Model prętowy konstrukcji wsporczej dużego silosu nr11 i 12

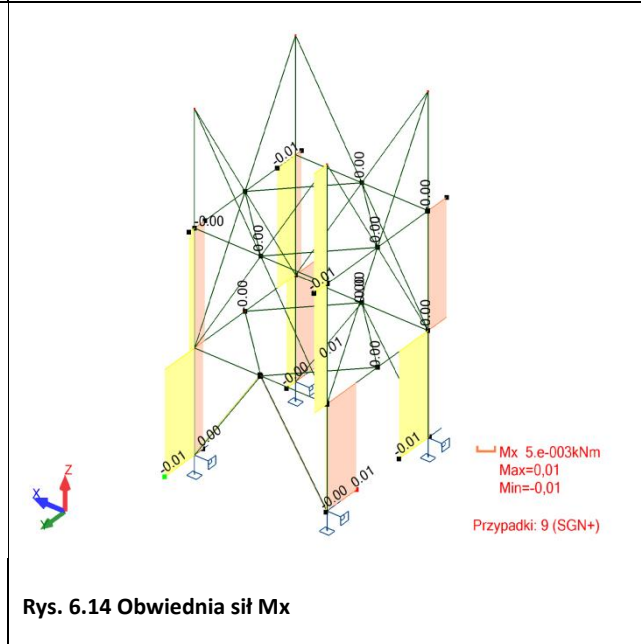
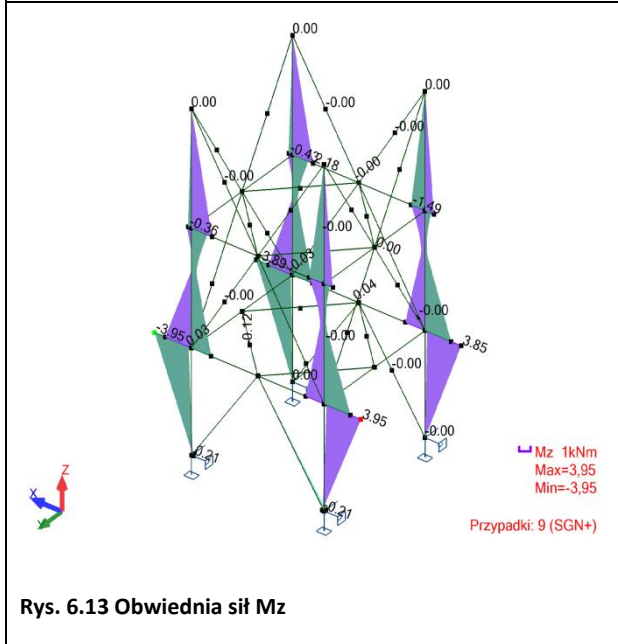
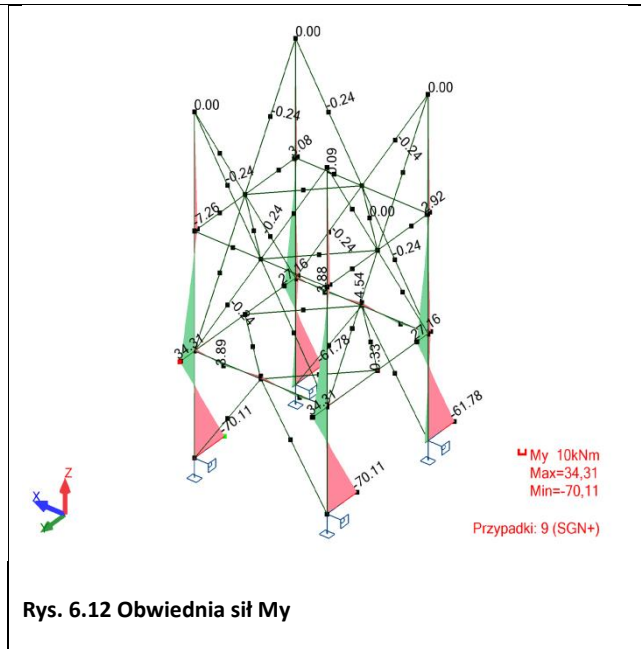
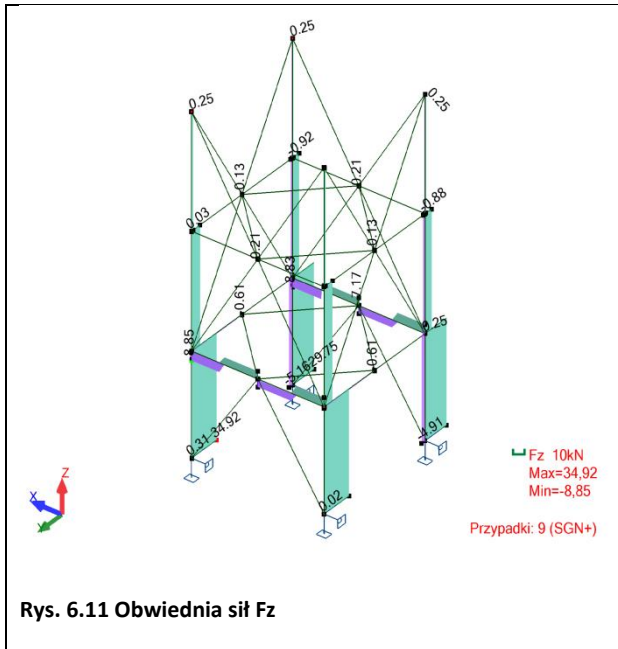
6.6.1 Obwiednie sił wewnętrznych



Rys. 6.9 Obwiednia sił Fx



Rys. 6.10 Obwiednia sił Fy



6.6.2 Sprawdzenie wytrzymałości elementów konstrukcyjnych

SŁUP

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 słupy

PRĘT: 18
0.00 m

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGN /102/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 4*1.05 + 5*1.35 + 7*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) fy = 235.00 MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: HEB 300

h=30.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=30.0 cm	Ay=126.12 cm ²	Az=47.35 cm ²	Ax=149.00 cm ²
tw=1.1 cm	Iy=25170.00 cm ⁴	Iz=8560.00 cm ⁴	Ix=186.00 cm ⁴
tf=1.9 cm	Wply=1868.67 cm ³	Wplz=870.14 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 1429.25 kN	My,Ed = -70.11 kN*m	Mz,Ed = 0.19 kN*m	Vy,Ed = 1.21 kN
Nc,Rd = 3501.50 kN	My,Ed,max = -70.11 kN*m		Mz,Ed,max = -3.42 kN*m
	Vy,T,Rd = 1710.47 kN		
Nb,Rd = 3104.66 kN	My,c,Rd = 439.14 kN*m	Mz,c,Rd = 204.48 kN*m	Vz,Ed = 34.92 kN
	MN,y,Rd = 294.48 kN*m	MN,z,Rd = 193.99 kN*m	Vz,T,Rd = 642.28 kN
			Tt,Ed = -0.01 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 2.99 m	Lam_y = 0.24
Lcr,y = 2.99 m	Xy = 0.98
Lamy = 23.01	kyy = 0.92



względem osi z:

Lz = 2.99 m	Lam_z = 0.42
Lcr,z = 2.99 m	Xz = 0.89
Lamz = 39.45	kyz = 0.60

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.41 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.00} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.05 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{y} = 23.01 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 39.45 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.57 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.56 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil poprawny !!!

RYGIEL

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 5 rygle I120

PRĘT: 31
2.13 m

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 1.00 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGN /51/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 4*1.50 + 5*1.35 + 7*0.90

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: IN 120

$h=12.0$ cm

$b=5.8$ cm

$tw=0.5$ cm

$tf=0.8$ cm

$gM0=1.00$

$Ay=9.39$ cm²

$Iy=328.00$ cm⁴

$Wply=65.25$ cm³

$gM1=1.00$

$Az=6.45$ cm²

$Iz=21.50$ cm⁴

$Wplz=13.71$ cm³

$Ax=14.20$ cm²

$Ix=2.92$ cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N,Ed = -52.15$ kN

$Nt,Rd = 333.70$ kN

$My,Ed = -4.61$ kN*m

$My,pl,Rd = 15.33$ kN*m

$My,c,Rd = 15.33$ kN*m

$MN,y,Rd = 15.33$ kN*m

$Mb,Rd = 10.11$ kN*m

$Mz,Ed = -0.03$ kN*m

$Mz,pl,Rd = 3.22$ kN*m

$Mz,c,Rd = 3.22$ kN*m

$MN,z,Rd = 3.22$ kN*m

$Vy,Ed = 0.03$ kN

$Vy,T,Rd = 127.34$ kN

$Vz,Ed = -7.41$ kN

$Vz,T,Rd = 87.46$ kN

$Tt,Ed = -0.00$ kN*m

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$Lcr,low = 2.13$ m

$Mcr = 15.55$ kN*m

$Lam_LT = 0.99$

Krzywa,LT - c

$fi,LT = 1.01$

$XLT = 0.64$

$XLT,mod = 0.66$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N,Ed/Nt,Rd = 0.16 < 1.00$ (6.2.3.(1))

$(My,Ed/MN,y,Rd)^{2.00} + (Mz,Ed/MN,z,Rd)^{1.00} = 0.10 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))

$Vy,Ed/Vy,T,Rd = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)

$Vz,Ed/Vz,T,Rd = 0.08 < 1.00$ (6.2.6-7)

$Tau,ty,Ed/(fy/(sqrt(3))*gM0) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)

$Tau,tz,Ed/(fy/(sqrt(3))*gM0) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$My,Ed/Mb,Rd = 0.46 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))

Profil poprawny !!!

STĘŻENIA PIONOWE

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2 stężenia pionowe

PRĘT: 46
1.99 m

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.50 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGN /102/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 4*1.05 + 5*1.35 + 7*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: 2 LR 75x75x7

$h=7.5$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=16.0$ cm	$A_y=10.50$ cm ²	$A_z=9.45$ cm ²	$A_x=20.20$ cm ²
$t_w=0.7$ cm	$I_y=105.20$ cm ⁴	$I_z=241.27$ cm ⁴	$I_x=3.17$ cm ⁴
$t_f=0.7$ cm	$W_{e,y}=19.45$ cm ³	$W_{e,z}=30.16$ cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{,Ed} = 79.51$ kN	$M_{y,Ed} = -0.22$ kN*m		
$N_{c,Rd} = 474.70$ kN	$M_{y,Ed,max} = -0.22$ kN*m		
$N_{b,Rd} = 113.76$ kN	$M_{y,c,Rd} = 4.57$ kN*m		
$N_{ch,Ed} = 48.76$ kN	$M_{y,ch1,Ed} = 0.08$ kN*m	$M_{z,ch1,Ed} = 0.08$ kN*m	
	$M_{y,ch2,Ed} = 0.01$ kN*m	$M_{z,ch2,Ed} = 0.16$ kN*m	
$N_{ch,b,Rd} = 208.97$ kN	$M_{y,ch,Rd} = 3.79$ kN*m	$M_{z,ch,Rd} = 1.70$ kN*m	KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



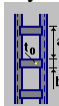
względem osi y:

$L_y = 3.97$ m	$\lambda_{m,y} = 1.85$
$L_{cr,y} = 3.97$ m	$\chi_y = 0.24$
$\lambda_{m,y} = 174.02$	$\kappa_{yy} = 1.60$
$\kappa_{zy1} = 0.83$	$\kappa_{zy2} = 0.50$



względem osi z:

$L_z = 3.97$ m	$\lambda_{m,z} = 1.22$
$L_{cr,z} = 3.97$ m	$\chi_z = 0.47$
$\lambda_{m,z} = 114.91$	$\kappa_{zy} = 1.28$
$\kappa_{zz1} = 1.07$	$\kappa_{zz2} = 0.64$



Parametry pojedynczej gałęzi słupa:

$a=0.70$ m	$i_1=1.5$ cm	$\lambda_{ch} = 47.76$
$S_{v,xy} = 3839.75$ kN	$N_{cr,xy} = 337.82$ kN	
$M_{Ed,xy} = 0.85$ kN*m	$V_{Ed,xy} = 0.67$ kN	

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.05 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$N_{,Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.19 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{m,y} = 174.02 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 114.91 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{,Ed}/(\chi_y \cdot N_{,Rk}/gM1) + \kappa_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.73 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{,Ed}/(\chi_z \cdot N_{,Rk}/gM1) + \kappa_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.38 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd} = 0.23 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + \kappa_{yy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zy1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.26 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + \kappa_{zy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zz1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.28 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + \kappa_{yy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zy2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.27 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + \kappa_{zy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + \kappa_{zz2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.29 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil poprawny !!!

STĘŻENIA POZIOME

NORMA: *PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 3 stężenia poziome

PRĘT: 51
1.50 m

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.50 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGN /2/ 1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 4*1.05 + 5*1.35 + 6*0.90

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: 2 LR 50x50x5

$h=5.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=11.0$ cm	$A_y=5.00$ cm ²	$A_z=4.50$ cm ²	$A_x=9.60$ cm ²
$t_w=0.5$ cm	$I_y=21.95$ cm ⁴	$I_z=56.75$ cm ⁴	$I_x=0.74$ cm ⁴
$t_f=0.5$ cm	$W_{ely}=6.11$ cm ³	$W_{elz}=10.32$ cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{,Ed} = -0.05$ kN

$N_{t,Rd} = 225.60$ kN

$M_{z,Ed} = -0.12$ kN*m

$M_{z,el,Rd} = 2.42$ kN*m

$M_{z,c,Rd} = 2.42$ kN*m

KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

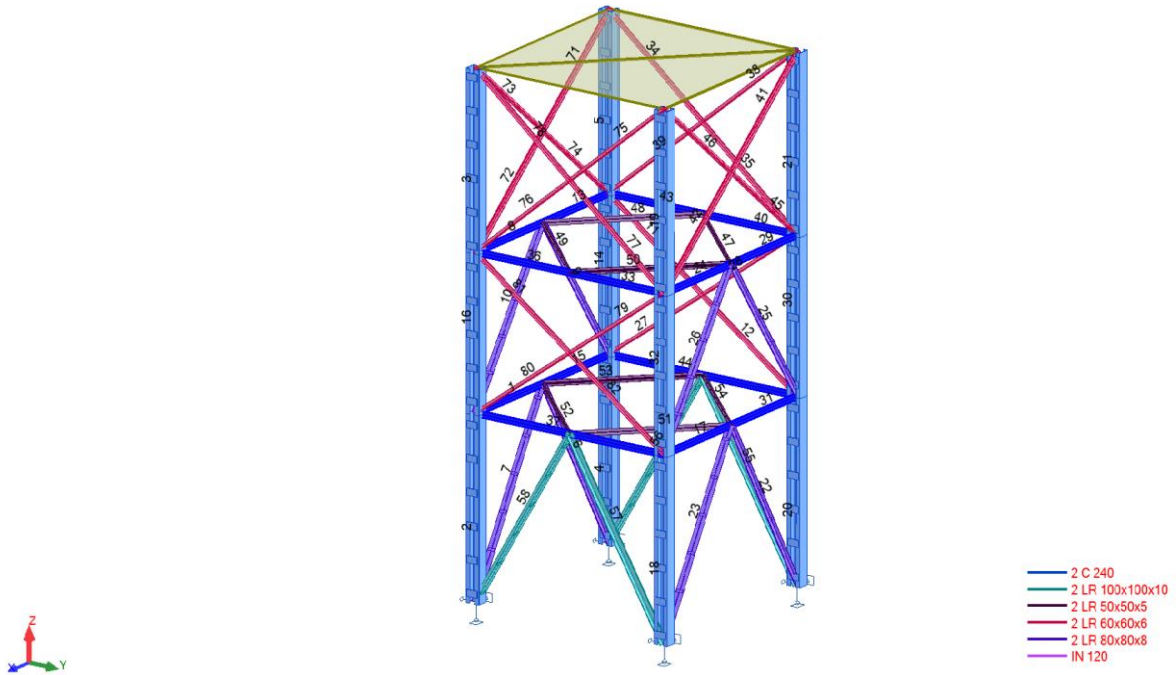
Kontrola wytrzymałości przekroju:

$M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.05 < 1.00$ (6.2.5.(1))

$N_{,Ed}/N_{t,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.05 < 1.00$ (6.2.1(7))

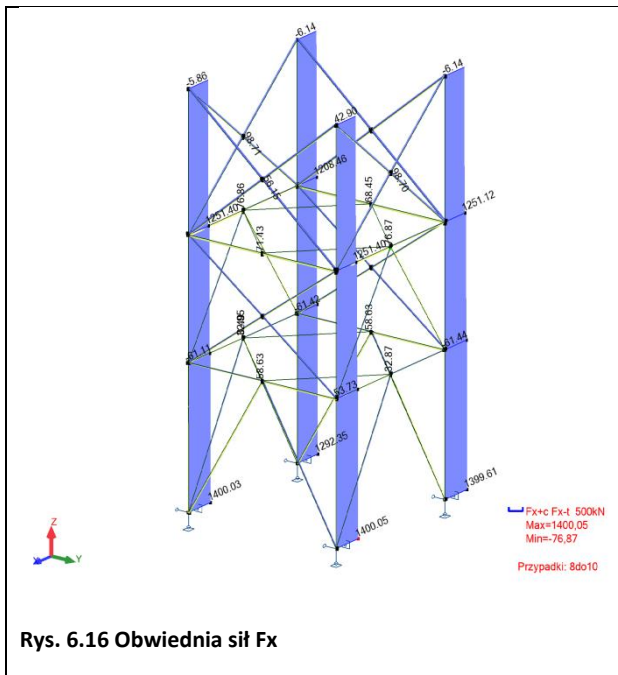
Profil poprawny !!!

6.7. Konstrukcja wsporcza dużego silosu nr 13

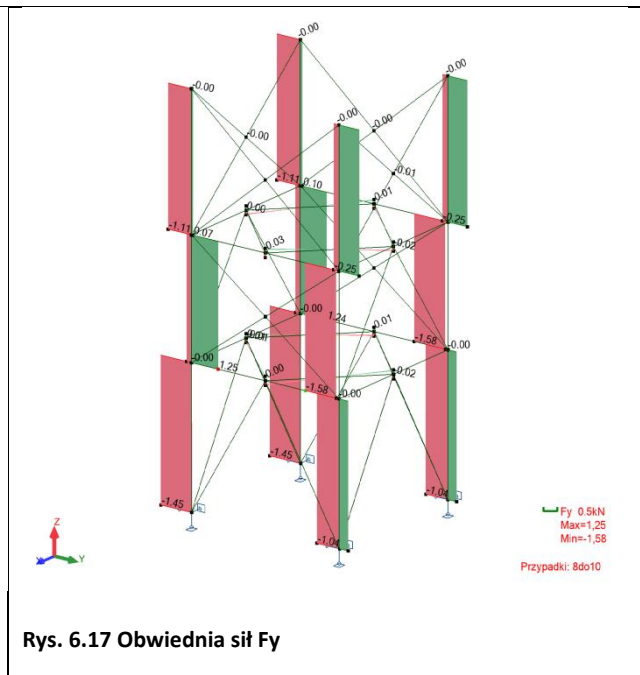


Rys. 6.15 Model prętowy konstrukcji wsporczej dużego silosu nr 13

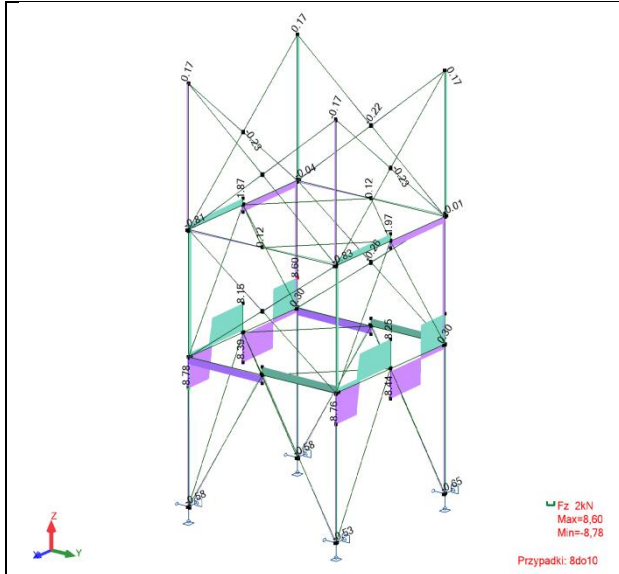
6.7.1 Obwiednie sił wewnętrznych



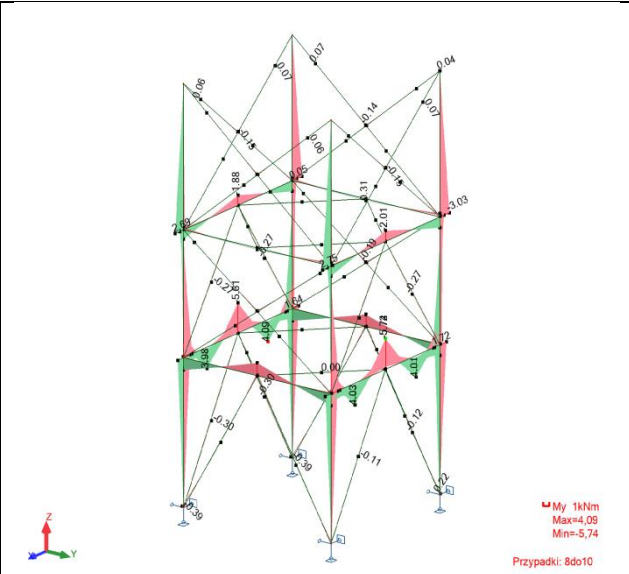
Rys. 6.16 Obwiednia sił Fx



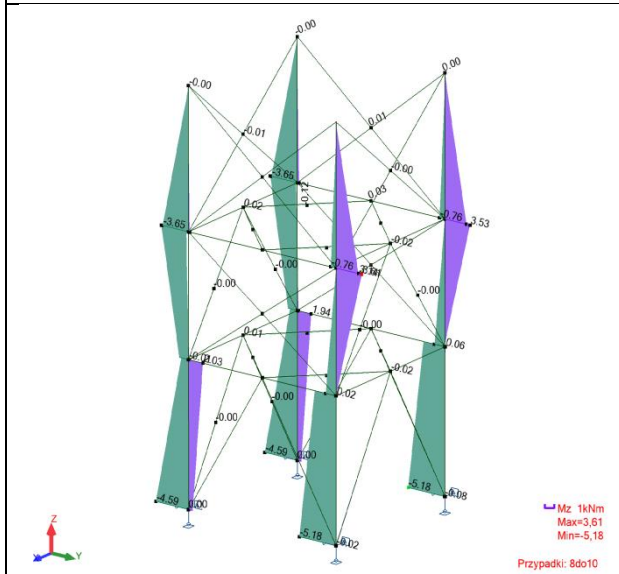
Rys. 6.17 Obwiednia sił Fy



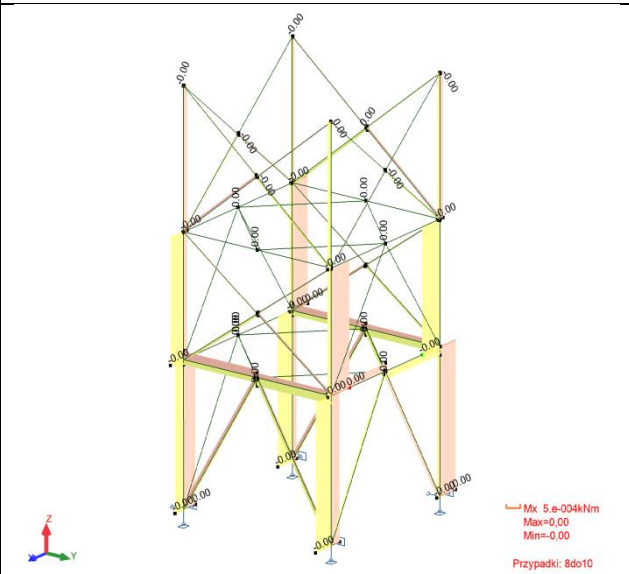
Rys. 6.18 Obwiednia sił Fz



Rys. 6.19 Obwiednia sił My



Rys. 6.20 Obwiednia sił Mz



Rys. 6.21 Obwiednia sił Mx

6.7.2 Sprawdzenie wytrzymałości elementów konstrukcyjnych

SŁUP

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 1 słupy

PRĘT: 18
0.00 m

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGN /102/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 4*1.05 + 5*1.35 + 7*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: 2 C 240

h=24.0 cm
b=29.0 cm
tw=0.9 cm
tf=1.3 cm

gM0=1.00
Ay=44.20 cm²
Iy=7200.00 cm⁴
Wply=734.30 cm³

gM1=1.00
Az=45.60 cm²
Iz=13232.78 cm⁴
Wplz=1038.04 cm³

Ax=84.60 cm²
Ix=39.40 cm⁴

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 1399.74 kN
Nc,Rd = 1988.10 kN
Nb,Rd = 1789.48 kN
Nch,Ed = 765.93 kN

My,Ed = -0.15 kN*m
My,Ed,max = -0.54 kN*m
My,c,Rd = 172.56 kN*m
My,ch1,Ed = 0.08 kN*m
My,ch2,Ed = 0.08 kN*m
My,ch,Rd = 86.28 kN*m

Mz,Ed = -5.18 kN*m
Mz,Ed,max = -5.18 kN*m
Mz,c,Rd = 243.94 kN*m
Mz,ch1,Ed = 0.00 kN*m
Mz,ch2,Ed = 2.36 kN*m
Mz,ch,Rd = 24.02 kN*m

Vy,Ed = -0.63 kN
Vy,T,Rd = 599.69 kN
Vz,Ed = -0.11 kN
Vz,T,Rd = 618.69 kN
Tt,Ed = -0.00 kN*m
KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 3.42 m
Lcr,y = 3.42 m
Lamy = 37.07
kzy1 = 0.00
Lam_y = 0.39
Xy = 0.90
kyy = 1.04
kzy2 = 0.32



względem osi z:

Lz = 3.42 m
Lcr,z = 3.42 m
Lamz = 27.35
kzz1 = 0.95
Lam_z = 0.29
Xz = 0.95
kyz = 0.54
kzz2 = 0.57



Parametry pojedynczej gałęzi słupa:

a=0.61 m
Sv_xy=21742.59 kN
MEd xy=16.84 kN*m
il=2.4 cm
Ncr_xy=23448.65 kN
VEd xy=15.47 kN

Lambda ch=25.19

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.70 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\Lambda_{b,y} = 37.07 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \Lambda_{b,z} = 27.35 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.80 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.76 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd} = 0.80 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + k_{yy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + k_{yz1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.77 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + k_{zy1} \cdot M_{y,ch1,Ed}/M_{y,ch,Rd} + k_{zz1} \cdot M_{z,ch1,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.80 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + k_{yy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + k_{yz2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.80 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + k_{zy2} \cdot M_{y,ch2,Ed}/M_{y,ch,Rd} + k_{zz2} \cdot M_{z,ch2,Ed}/M_{z,ch,Rd} = 0.85 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil poprawny !!!

STĘŻENIA PIONOWE 2L80x80

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2 stężenia pionowe 2L80x80

PRĘT: 23
4.03 m

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGN /101/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 4*1.05 + 5*1.35 + 6*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: 2 LR 80x80x8

h=8.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=17.0 cm	Ay=12.80 cm ²	Az=11.52 cm ²	Ax=24.60 cm ²
tw=0.8 cm	Iy=144.90 cm ⁴	Iz=331.40 cm ⁴	Ix=4.84 cm ⁴
tf=0.8 cm	Wely=25.23 cm ³	Welz=38.99 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = 64.00 kN	My _{Ed} = 0.20 kN*m	Mz _{Ed} = -0.01 kN*m	Vy _{Ed} = 0.00 kN
Nc,Rd = 578.10 kN	My _{Ed,max} = 0.21 kN*m	Mz _{Ed,max} = -0.01 kN*m	Vy,T,Rd = 173.67 kN
Nb,Rd = 150.51 kN	My,c,Rd = 5.93 kN*m	Mz,c,Rd = 9.16 kN*m	Vz _{Ed} = 0.27 kN
Nch,Ed = 37.97 kN	My,ch1,Ed = 0.07 kN*m	Mz,ch1,Ed = 0.07 kN*m	Vz,T,Rd = 156.30 kN
	My,ch2,Ed = 0.13 kN*m	Mz,ch2,Ed = 0.01 kN*m	Tt,Ed = 0.00 kN*m
Nch,b,Rd = 258.35 kN	My,ch,Rd = 4.88 kN*m	Mz,ch,Rd = 2.18 kN*m	KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 4.03 m	Lam_y = 1.77
Lcr,y = 4.03 m	Xy = 0.26
Lamy = 165.90	kyy = 1.31
kzy1 = 0.82	kzy2 = 0.49



względem osi z:

Lz = 4.03 m	Lam_z = 1.17
Lcr,z = 4.03 m	Xz = 0.50
Lamz = 109.70	kyz = 1.04
kzz1 = 1.04	kzz2 = 0.63



Parametry pojedynczej gałęzi słupa:

a=0.70 m	i1=1.6 cm	Lambda ch=44.90
Sv_xy=4237.15 kN	Ncr_xy=463.47 kN	
MEd xy=0.62 kN*m	VEd xy=0.48 kN	

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} + My_{Ed}/My_{c,Rd} + Mz_{Ed}/Mz_{c,Rd} = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

$$\sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3(\tau_{y,Ed})^2} / (f_y/gM0) = 0.15 < 1.00 \quad (6.2.1(5))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6(1))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\Lambda_{b,y} = 165.90 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \Lambda_{b,z} = 109.70 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot My_{Ed,max}/(XLT \cdot My_{Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot Mz_{Ed,max}/(Mz_{Rk}/gM1) = 0.47 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot My_{Ed,max}/(XLT \cdot My_{Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot Mz_{Ed,max}/(Mz_{Rk}/gM1) = 0.26 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd} = 0.15 < 1.00 \quad (6.3.2.1(1))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + k_{y1} \cdot My_{ch1,Ed}/My_{ch,Rd} + k_{yz1} \cdot Mz_{ch1,Ed}/Mz_{ch,Rd} = 0.17 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + k_{zy1} \cdot My_{ch1,Ed}/My_{ch,Rd} + k_{zz1} \cdot Mz_{ch1,Ed}/Mz_{ch,Rd} = 0.18 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,y,b,Rd} + k_{y2} \cdot My_{ch2,Ed}/My_{ch,Rd} + k_{yz2} \cdot Mz_{ch2,Ed}/Mz_{ch,Rd} = 0.15 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed}/N_{ch,z,b,Rd} + k_{zy2} \cdot My_{ch2,Ed}/My_{ch,Rd} + k_{zz2} \cdot Mz_{ch2,Ed}/Mz_{ch,Rd} = 0.16 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

Profil poprawny !!!

STĘŻENIA PIONOWE 2L60x60

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 5 stężenia pionowe 2L60x60

PRĘT: 72
2.70 m

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGN /101/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 4*1.05 + 5*1.35 + 6*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: 2 LR 60x60x6

h=6.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=13.0 cm	Ay=7.20 cm ²	Az=6.48 cm ²	Ax=13.82 cm ²
tw=0.6 cm	Iy=45.54 cm ⁴	Iz=111.93 cm ⁴	Ix=1.53 cm ⁴
tf=0.6 cm	Wely=10.56 cm ³	Welz=17.22 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = 41.92 kN	My _{Ed} = -0.10 kN*m	Mz _{Ed} = -0.01 kN*m	Vy _{Ed} = 0.00 kN
Nc,Rd = 324.77 kN	My _{Ed,max} = -0.10 kN*m	Mz _{Ed,max} = -0.01 kN*m	Vy,T,Rd = 97.69 kN
Nb,Rd = 101.63 kN	My,c,Rd = 2.48 kN*m	Mz,c,Rd = 4.05 kN*m	Vz _{Ed} = -0.16 kN
Nch,Ed = 24.06 kN	My,ch1,Ed = 0.03 kN*m	Mz,ch1,Ed = 0.03 kN*m	Vz,T,Rd = 87.92 kN
	My,ch2,Ed = 0.00 kN*m	Mz,ch2,Ed = 0.07 kN*m	Tt,Ed = 0.00 kN*m
Nch,b,Rd = 132.78 kN	My,ch,Rd = 2.06 kN*m	Mz,ch,Rd = 0.92 kN*m	KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



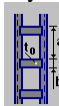
względem osi y:

Ly = 2.70 m	Lam_y = 1.58
Lcr,y = 2.70 m	Xy = 0.31
Lamy = 148.80	kyy = 1.25
kzy1 = 0.82	kzy2 = 0.49



względem osi z:

Lz = 2.70 m	Lam_z = 1.01
Lcr,z = 2.70 m	Xz = 0.59
Lamz = 94.91	kyz = 1.02
kzz1 = 1.07	kzz2 = 0.64



Parametry pojedynczej gałęzi słupa:

a=0.70 m	i1=1.2 cm	Lambda ch=59.89
Sv_xy=2565.11 kN	Ncr_xy=380.91 kN	
MEd xy=0.27 kN*m	VEd xy=0.31 kN	

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.15 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

$$\sqrt{(\text{Sig}_x \cdot E_d^2 + 3 \cdot \text{Tau}_y \cdot E_d^2) / (f_y / gM0)} = 0.15 < 1.00 \quad (6.2.1(5))$$

$$V_{y,Ed} / V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6(1))$$

$$V_{z,Ed} / V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6(1))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\text{Lambda}_y = 148.80 < \text{Lambda}_{max} = 210.00 \quad \text{Lambda}_z = 94.91 < \text{Lambda}_{max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed} / (X_y \cdot N_{Rk} / gM1) + k_{yy1} \cdot M_{y,Ed,max} / (XLT \cdot M_{y,Rk} / gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max} / (M_z \cdot R_k / gM1) = 0.43 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{Ed} / (X_z \cdot N_{Rk} / gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max} / (XLT \cdot M_{y,Rk} / gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max} / (M_z \cdot R_k / gM1) = 0.24 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed} / N_{ch,b,Rd} = 0.18 < 1.00 \quad (6.3.2.1(1))$$

$$N_{ch,Ed} / N_{ch,y,b,Rd} + k_{yy1} \cdot M_{y,ch1,Ed} / M_{y,ch,Rd} + k_{yz1} \cdot M_{z,ch1,Ed} / M_{z,ch,Rd} = 0.19 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed} / N_{ch,z,b,Rd} + k_{zy1} \cdot M_{y,ch1,Ed} / M_{y,ch,Rd} + k_{zz1} \cdot M_{z,ch1,Ed} / M_{z,ch,Rd} = 0.22 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed} / N_{ch,y,b,Rd} + k_{yy2} \cdot M_{y,ch2,Ed} / M_{y,ch,Rd} + k_{yz2} \cdot M_{z,ch2,Ed} / M_{z,ch,Rd} = 0.20 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{ch,Ed} / N_{ch,z,b,Rd} + k_{zy2} \cdot M_{y,ch2,Ed} / M_{y,ch,Rd} + k_{zz2} \cdot M_{z,ch2,Ed} / M_{z,ch,Rd} = 0.23 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

Profil poprawny !!!

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 3 stężenia poziome

PRĘT: 51
1.50 m

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.50 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGN /2/ 1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 4*1.05 + 5*1.35 + 6*0.90

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: 2 LR 50x50x5

$h=5.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=11.0$ cm	$A_y=5.00$ cm ²	$A_z=4.50$ cm ²	$A_x=9.60$ cm ²
$t_w=0.5$ cm	$I_y=21.95$ cm ⁴	$I_z=56.75$ cm ⁴	$I_x=0.74$ cm ⁴
$t_f=0.5$ cm	$W_{ely}=6.11$ cm ³	$W_{elz}=10.32$ cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{,Ed} = -0.03$ kN

$N_{t,Rd} = 225.60$ kN

$M_{z,Ed} = -0.12$ kN*m

$M_{z,el,Rd} = 2.42$ kN*m

$M_{z,c,Rd} = 2.42$ kN*m

KLASA PRZEKROJU = 3



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.05 < 1.00$ (6.2.5.(1))

$N_{,Ed}/N_{t,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.05 < 1.00$ (6.2.1(7))

Profil poprawny !!!

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 6 rygle I120

PRĘT: 17
2.13 m

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 1.00$ $L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGN /53/ 1*1.22 + 2*1.22 + 3*1.22 + 4*1.50 + 6*0.90

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa

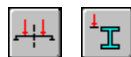


PARAMETRY PRZEKROJU: IN 120

$h=12.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=5.8$ cm	$A_y=9.39$ cm ²	$A_z=6.45$ cm ²	$A_x=14.20$ cm ²
$t_w=0.5$ cm	$I_y=328.00$ cm ⁴	$I_z=21.50$ cm ⁴	$I_x=2.92$ cm ⁴
$t_f=0.8$ cm	$W_{ply}=65.25$ cm ³	$W_{plz}=13.71$ cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{,Ed} = -19.08$ kN	$M_{y,Ed} = -4.27$ kN*m	$M_{z,Ed} = 0.00$ kN*m	$V_{y,Ed} = -0.00$ kN
$N_{t,Rd} = 333.70$ kN	$M_{y,pl,Rd} = 15.33$ kN*m	$M_{z,pl,Rd} = 3.22$ kN*m	$V_{y,T,Rd} = 127.33$ kN
	$M_{y,c,Rd} = 15.33$ kN*m	$M_{z,c,Rd} = 3.22$ kN*m	$V_{z,Ed} = -8.76$ kN
	$MN_{,y,Rd} = 15.33$ kN*m	$MN_{,z,Rd} = 3.22$ kN*m	$V_{z,T,Rd} = 87.46$ kN
	$Mb,Rd = 10.11$ kN*m		$Tt,Ed = 0.00$ kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$	$M_{cr} = 15.55$ kN*m	Krzywa,LT - c	$XLT = 0.64$
$L_{cr,low} = 2.13$ m	$Lam_{LT} = 0.99$	$f_{i,LT} = 1.01$	$XLT,mod = 0.66$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{,Ed}/N_{t,Rd} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/MN_{,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/MN_{,z,Rd})^2 = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.10 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{y,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{z,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.42 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

Profil poprawny !!!

7. WNIOSKI KOŃCOWE

7.1. Konstrukcje wsporcze silosów małych 1-10

Na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej, wykonanej oceny stanu technicznego oraz obliczeń statyczno-wytrzymałościowych stalowych konstrukcji wsporczych silosów nr 1 – 10 stwierdza się że:

1. Stan techniczny wszystkich konstrukcji wsporczych silosów nr 1 – 10 znajdują się w stanie **Dostatecznym**.
2. Stan techniczny wynika głównie ze stanu powłok antykorozyjnych oraz korozji występującej na elementach stalowych konstrukcji wsporczych.
3. Stalowe elementy nie wykazują nadmiernych deformacji i przemieszczeń świadczących o przeciążeniu konstrukcji nośnej. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że wszystkie elementy konstrukcji nośnej spełniają warunki stanu granicznego nośności.
4. Na elementach konstrukcyjnych zalegają zanieczyszczenia pochodzenia organicznego (mchy i porosty) oraz nieorganicznego (grube warstwy pyłów).
5. Powłoki malarskie wykazują znaczne zużycie. Widoczne są liczne ubytki i złuszczenia.
6. Wizualna ocena powłok wykazała zaleganie przynajmniej 3 warstwy farby. Kolejne warstwy antykorozyjne były nanoszone na stare bez ich usuwania.
7. Elementy konstrukcji wykazują liczne ogniska korozji wżerowej i powierzchniowej. We wszystkich konstrukcjach wsporczych silosów nr 1 – 10 występują ogniska korozyjne w tych samych miejscach i wynikają z wad konstrukcji.
8. W podstawach słupów stalowych konstrukcji wsporczych występuje wadliwe rozwiązanie konstrukcyjne w postaci kątowników 80x80x6 osadzonych na blasze podstawy tworzące zamkniętą przestrzeń w której zbierają się zanieczyszczenia i woda opadowa.
9. W wyniku zalegających zanieczyszczeń oraz wody opadowej w zamkniętych przestrzeniach podstaw słupów występują silne ogniska korozji. Największe postępy korozji występują na pionowych pasach kątowników. Uszkodzenia kątowników wywołane korozją w poszczególnych konstrukcjach jest zróżnicowana.
10. Drugim elementem z największymi postępy korozji są górne rygle na których oparto silos. Korozji ulegają płaskownik umieszczony pomiędzy kątownikami oraz pionowe gałęzie tych kątowników. Ognisko korozji wynika z wody opadowej penetrującej przestrzeń między kątownikami i płaskownikiem. W trakcie wizji lokalnej stwierdzono degradację wywołaną korozją pionowych blach oraz pionowych części kątowników na poziomie 10% pierwotnej grubości tych elementów
11. W konstrukcji występują braki pojedynczych śrub w połączeniach prętów z blachami węzłowymi w silosach nr 1, 3 i 7.
12. Kraty pomostowe wykazują znaczące ugięcia pod obciążeniem osoby na niej przebywającej.
13. Poszycie silosów wykazują lokalne ogniska korozji.

7.2. Konstrukcje wsporcze silosów dużych 11-13

Na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej, wykonanej oceny stanu technicznego oraz obliczeń statyczno-wytrzymałościowych stalowych konstrukcji wsporczych silosów nr 11 – 13 stwierdza się że:

1. Stan techniczny wszystkich konstrukcji wsporczych silosów nr 11 – 13 znajdują się w stanie **Dostatecznym**.
2. Stan techniczny wynika głównie ze stanu powłok antykorozyjnych oraz korozji występującej na konstrukcjach wsporczych.
3. Stalowe elementy nie wykazują nadmiernych deformacji i przemieszczeń świadczących o przeciążeniu konstrukcji nośnej. Przeprowadzone obliczenia wykazały że wszystkie elementy konstrukcji nośnej spełniają warunki stanu granicznego nośności.
4. Powłoki malarskie wykazują znaczne zużycie. Widoczne są liczne ubytki i złuszczenia.
5. Wizualna ocena powłok wykazała zaleganie przynajmniej 3 warstwy farby. Kolejne warstwy antykorozyjne były nanoszone na stare bez ich usuwania.
6. Elementy konstrukcji wykazują liczne ogniska korozji wżerowej i powierzchniowej słupów stężeń oraz blach węzłowych.
7. Podstawy słupów konstrukcji wsporczych są zasypane ziemią, kruszywem i zanieczyszczeniami organicznymi.
8. Na elementach konstrukcyjnych zalegają zanieczyszczenia pochodzenia organicznego (mchy i porosty) oraz nieorganicznego (grube warstwy pyłów)
9. W konstrukcji wsporczej silosu nr 11 na wysokości drugiego poziomu rygli od strony wschodniej występuje pęknięta spoina łącząca jedną gałąź stężenia poziomego z blachą węzłową.
10. W konstrukcji wsporczej silosu nr 11 Jedno ze stężeń pionowych posiada mechaniczne uszkodzenie (lokalna deformacja) kątownika. Charakter uszkodzenia świadczy że powstało na etapie montażu konstrukcji stalowej i nie wpływa na nośność tego elementu.
11. W konstrukcji wsporczej silosu nr 13 występuje pęknięta spoina łącząca przewiązkę z kątownikiem. Uszkodzenie to występuje w poziomym stężeniu na wysokości pierwszego rygla. Uszkodzenie nie wpływa na globalną stateczność konstrukcji nośnej.
12. Kraty pomostowe wykazują znaczące ugięcia pod obciążeniem osoby na niej przebywającej.
13. Poszycie silosów wykazują lokalne ogniska korozji.

8. PODSUMOWANIE I ZALECENIA

Wszystkie konstrukcje wsporcze nie wykazują uszkodzeń zagrażających stateczności lokalnej i globalnej konstrukcji nośnych. Żadne ze zidentyfikowanych uszkodzeń nie wpływa na bezpieczeństwo użytkowania konstrukcji. Stan techniczny wszystkich konstrukcji wsporczych oceniono jako Dostateczny. Stan techniczny wynika ze stanu powłok antykorozyjnych oraz postępującej korozji słupów, stężeń i blach węłowych.

Stan techniczny konstrukcji wsporczych kwalifikuje je do dalszej eksploatacji, niemniej jednak w najbliższych 2 latach należy przeprowadzić prace remontowe w celu zabezpieczenia konstrukcji przed korozją. Wykonanie zalecanych prac remontowych spowoduje, że stan techniczny konstrukcji wsporczych silosów ulegnie poprawie. Brak przystąpienia do zalecanych prac w wyniku postępu korozji konstrukcji stalowych spowoduje dalszą degradację ścianek profili i blach węłowych co wywoła pogorszenie się stanu technicznego konstrukcji oraz ograniczenie ich nośności.

Zaleca się oczyścić konstrukcję z zanieczyszczeń, korozji oraz przystąpić do prac konserwujących mających na celu zabezpieczenie konstrukcji stalowych przed korozją.

Przy okazji czyszczenia i malowania konstrukcji należy uzupełnić brakujące śruby w konstrukcjach wsporczych silosów nr 1, 3 i 7. Śruby są pokryte grubą warstwą powłok antykorozyjnych przez co niemożliwe jest odczytanie klasy zastosowanych łączników. Zaleca się jako uzupełnienie zastosować śruby klasy 8.8.

W konstrukcjach wsporczych silosów nr 1 – 10 należy zlikwidować możliwość zalegania zanieczyszczeń i wody we wszystkich podstawach stalowych słupów. Zaleca się oczyszczenie podstaw z zanieczyszczeń oraz korozji. W przypadku gdy po oczyszczeniu zostanie stwierdzone, że ścianki kątowników uległy znacznej degradacji zaleca się odcięcie uszkodzonych fragmentów i odtworzenie pierwotnej geometrii przy użyciu płaskowników spawanych do pozostałych elementów. Oczyszczone i naprawione przestrzenie ograniczone kątownikami należy wypełnić zaprawą niskoskurczową ze spadkiem zapewniającym sprawny odpływ wody z podstawy słupów.

Zaleca się wykonanie wzmocnienia wszystkich górnych rygli konstrukcji wsporczych silosów 1 – 10 w postaci nakładki spawanej do pionowej części zewnętrznego płaskownika. Wzmocnienie zapewni zachowanie pierwotnej sztywności przekroju poprzecznego uszkodzonych korozją górnych rygli.

Zaleca się oczyszczenie i odsłonięcie podstaw stalowych słupów konstrukcji wsporczych silosów nr 11 – 13 oraz zapewnienie odpływu wód opadowych poza podstawy.

Uszkodzone spoiny poziomych stężeń zlokalizowane na konstrukcji wsporczej silosu nr 11 i 13 w trakcie prac konserwacyjnych należy zeszlifować i odtworzyć.

Wszystkie prace związane ze wzmocnieniem i naprawą uszkodzonych elementów konstrukcji nośnych należy prowadzić przy opróżnionym silosie.

9. ZAŁĄCZNIKI

9.1. Raport z badań próbki stali



Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny

44-100 Gliwice, Karola Miarki 12-14, Tel: +48 32 23 45 205, Fax: +48 32 23 45 300
E-mail: git@git.lukasiewicz.gov.pl
NIP: 631 269 18 91, REGON: 000026867
Sąd Rejonowy w Gliwicach, X Wydział Gospodarczy KRS nr 0000846236
BDO 000511709

Grupa Badawcza: Chemia Analityczna

N0 1076/MC

Data: 28.07.2023



AB 554



T-3895
General Electric Aircraft Engines

Raport z badań Nr 00456/23

Zleceniodawca: FieldLab Mateusz Hypki, ul. Jana Kurzaja 6/16, 41-922 Radzionków Nr zlecenia: e-mail z dn. 25.07.2023				
Oznakowanie próbki**	Konstrukcja wsparcie silosa nr 8, stacja przesypowa Góraźdże Cement S.A		Rodzaj badanego materiału**: stal	
Oznaczenie	Jednostka miary	Wynik ± niepewność***	Procedura badawcza, metoda badań, urządzenie	A/NA*
Al	%	0,004 ± 0,002	3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021, OES iskra, Magellan Q8 Bruker	A
C	%	0,15 ± 0,01	3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021, OES iskra, Magellan Q8 Bruker	A
Cr	%	0,010 ± 0,002	3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021, OES iskra, Magellan Q8 Bruker	A
Cu	%	0,012 ± 0,001	3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021, OES iskra, Magellan Q8 Bruker	A
Mn	%	0,50 ± 0,02	3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021, OES iskra, Magellan Q8 Bruker	A
Mo	%	<0,005	3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021, OES iskra, Magellan Q8 Bruker	A
Ni	%	<0,015	3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021, OES iskra, Magellan Q8 Bruker	A
P	%	0,015 ± 0,003	3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021, OES iskra, Magellan Q8 Bruker	A
S	%	0,017 ± 0,003	3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021, OES iskra, Magellan Q8 Bruker	A
Si	%	0,028 ± 0,006	3/CHEM, wyd.5, wrzesień 2021, OES iskra, Magellan Q8 Bruker	A

Przedstawione wyniki odnoszą się wyłącznie do wymienionych przedmiotów badań.
Bez pisemnej zgody Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląskiego Instytutu Technologicznego
raport nie może być powielany inaczej jak tylko w całości.

Dok. 8j Ł-GIT

Wydanie 1: grudzień 2022 r.

Obowiązuje od: 2 stycznia 2023 r.

Strona 1 z 2



Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny

44-100 Gliwice, Karola Miarki 12-14, Tel: +48 32 23 45 205, Fax: +48 32 23 45 300

RAPORT Z BADAŃ NR 00456/23

Pomiary twardości przeprowadzono na powierzchni podcinka próbnego po sfrezowaniu około 2mm. Badania wykonano według procedury M1-MET Pt „Próby twardości” wydanej 16.07.2018r. zgodnie z normą PN-EN ISO 6506-1:2014-12 Metale - Pomiary twardości sposobem Brinella. Badania wykonano przy użyciu twardościomierza KAB i D PRESS B2. Metodyka akredytowana. Wyniki przedstawiono poniżej:

Oznaczenie próbki	Miejsce pomiaru	Wyniki pomiarów twardości na powierzchni [HBW5/750]	Średnia arytmetyczna wyników [HBW5/750]
8	powierzchnia	123; 122; 123; 121; 123	122

* – A – badanie akredytowane, NA – badanie nieakredytowane; ** – dane dostarczone przez klienta

*** – niepewność pomiaru określona jako niepewność rozszerzona, współczynnik rozszerzenia k=2, poziom ufności 95%

Data przyjęcia próbek do badań: 27.07.2023

Data zakończenia badań: 28.07.2023

Badania wykonał: Waldemar Spiewok, Witosław Kubosz

Raport sporządził: Marta Kubiczek

Autoryzujący:

Przeglądu dokonał i zatwierdził:

Centrum Badań Materiałów
Lider Grupy Badawczej
Chemia Analityczna

24p
dr inż. Michał Kubecki

Przedstawione wyniki odnoszą się wyłącznie do wymienionych przedmiotów badań.
Bez pisemnej zgody Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląskiego Instytutu Technologicznego
raport nie może być powielany inaczej jak tylko w całości.

Dok. 8j Ł-GIT

Wydanie 1: grudzień 2022 r.

Obowiązuje od: 2 stycznia 2023 r.

Strona 2 z 2

9.2. Uprawnienia



Sygn. akt SLK/OKK/7131/0354/22

DECYZJA

Katowice, dnia 1 lipca 2022 r.

Na podstawie art. 12 ust. 2, art. 12 ust. 3, art. 12 ust. 4c pkt 1, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt 2, art. 15a ust. 1, art. 15a ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz.U. 2021r., poz. 2351, ze zm.: Dz.U. 2021r., poz. 1986 oraz Dz.U. 2022r., poz. 88) oraz na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz.U. z 2019r., poz. 1117), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Mateusz Hypki

mgr inż. budownictwa

ur. dnia 17 listopada 1989 r. w Tarnowskich Górach

otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny SLK/0354/PBKb/22
do projektowania**

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

- projektowanie konstrukcji obiektu,
- sprawdzanie projektów architektoniczno-budowlanych i technicznych w zakresie uzyskanej specjalności oraz sprawowanie nadzoru autorskiego,
- sporządzanie projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie uzyskanej specjalności,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, z zastrzeżeniem art. 62 ustawy Prawo budowlane.

UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej ŚIOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Zgodnie z art. 127a k.p.a., w trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję (tj. Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa). W takim wypadku, z dniem doręczenia organowi oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna. Informuje się ponadto, że jeżeli w wyniku złożenia oświadczenia o zrzeczeniu się odwołania decyzja uzyska przymioty ostateczności i prawomocności – zamyka to również drogę do zaskarżenia jej do sądu administracyjnego.

Otrzymują:

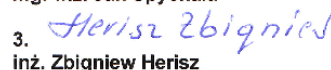
1. Wnioskodawca
2. Okręgowa Rada Izby
Główny Inspektor
3. Nadzoru Budowlanego
4. a/a.

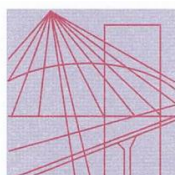


Skład orzekający OKK

1. 
mgr inż. Franciszek Buszka

2. 
mgr inż. Jan Spychała

3. 
inż. Zbigniew Herisz



Ś L Ą S K A
O K R Ę G O W A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

SLK/OKK/7132/6562/16

Katowice, dnia 15 grudnia 2016 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2016 r., poz. 290 z późn. zm.) i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2014 r., poz. 1278) oraz na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz.U. z 2016 r., poz. 1725 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Mateusz Hypki

mgr inż. budownictwa

ur. dnia 17 listopada 1989 w Tarnowskich Górach

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny SLK/6562/WBKb/16
do kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

- kierowanie robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji obiektu oraz architektury obiektu,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych

UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.




Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej SIOIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Otrzymują:

1. Pan Mateusz Hypki
Księdza Stefana Szymały 222/4
41-933 Bytom
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



Skład orzekający OKK

1. 
mgr inż. Piotr Szatkowski
2. 
inż. Hieronim Spizewski
3. 
mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz

Lubelski Urząd Wojewódzki
w Lublinie

Lublin, dnia 20 grudnia 2001 r.

Znak: ABU.OU.7342/105/2001

DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 3 i 4, art. 13 ust. 1 pkt. 1, ust. 2 i 4, art. 14 ust. 1 pkt. 2, ust. 3 pkt. 1 i ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane /tekst jednolity w Dz.U.00.106.1126 / oraz § 3 ust. 1 i § 4 ust. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz.U.95.8.38 /, w związku z art. 104 § 1 i 2 KPA /tekst jednolity w Dz.U.00.98.1071 z późn. zmianami/ - po rozpatrzeniu wniosku **Pana Sławomira Wojciecha Karaś** z dnia 26.04.1999 r., wobec złożenia egzaminu z wynikiem pozytywnym-

Pan Sławomir Wojciech KARAŚ
magister inżynier budownictwa
ur. dnia 18 listopada 1954 r. w Warszawie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewid. 511/Lb/2001

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej**

Uzasadnienie

Przeprowadzone postępowanie administracyjne wykazało, że **Pan Sławomir Wojciech Karaś**:

1. Spełnił warunki w zakresie przygotowania zawodowego niezbędnego do uzyskania uprawnień budowlanych i wykazał wymaganą ustawą praktykę zawodową;
2. Złożył egzamin z wynikiem pozytywnym.

Wobec powyższego, decyzją niniejszą postanowiono jak na wstępie.

Od decyzji niniejszej służy wniesienie odwołania do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Warszawie, za pośrednictwem Wojewody Lubelskiego w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji.

Otrzymują:

1. Pan Sławomir Wojciech Karaś
ul. E. Plater 28/1
20-814 Lublin
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. aa



Z up. Wojewody Lubelskiego
mgr inż. arch. *Olgiarda Olszewski*
Dyrektor
Wydziału Architektury Budownictwa i Urbanistyki

10. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

1. Rysunek ogólny silosu nr 1 i 2
2. Rysunek ogólny silosu nr 3 i 4
3. Rysunek ogólny silosu nr 5 i 6
4. Rysunek ogólny silosu nr 7 i 8
5. Rysunek ogólny silosu nr 9 i 10
6. Rysunek ogólny silosu nr 11 i 12
7. Rysunek ogólny silosu nr 13

RZUT GÓRY

1:50

C-C

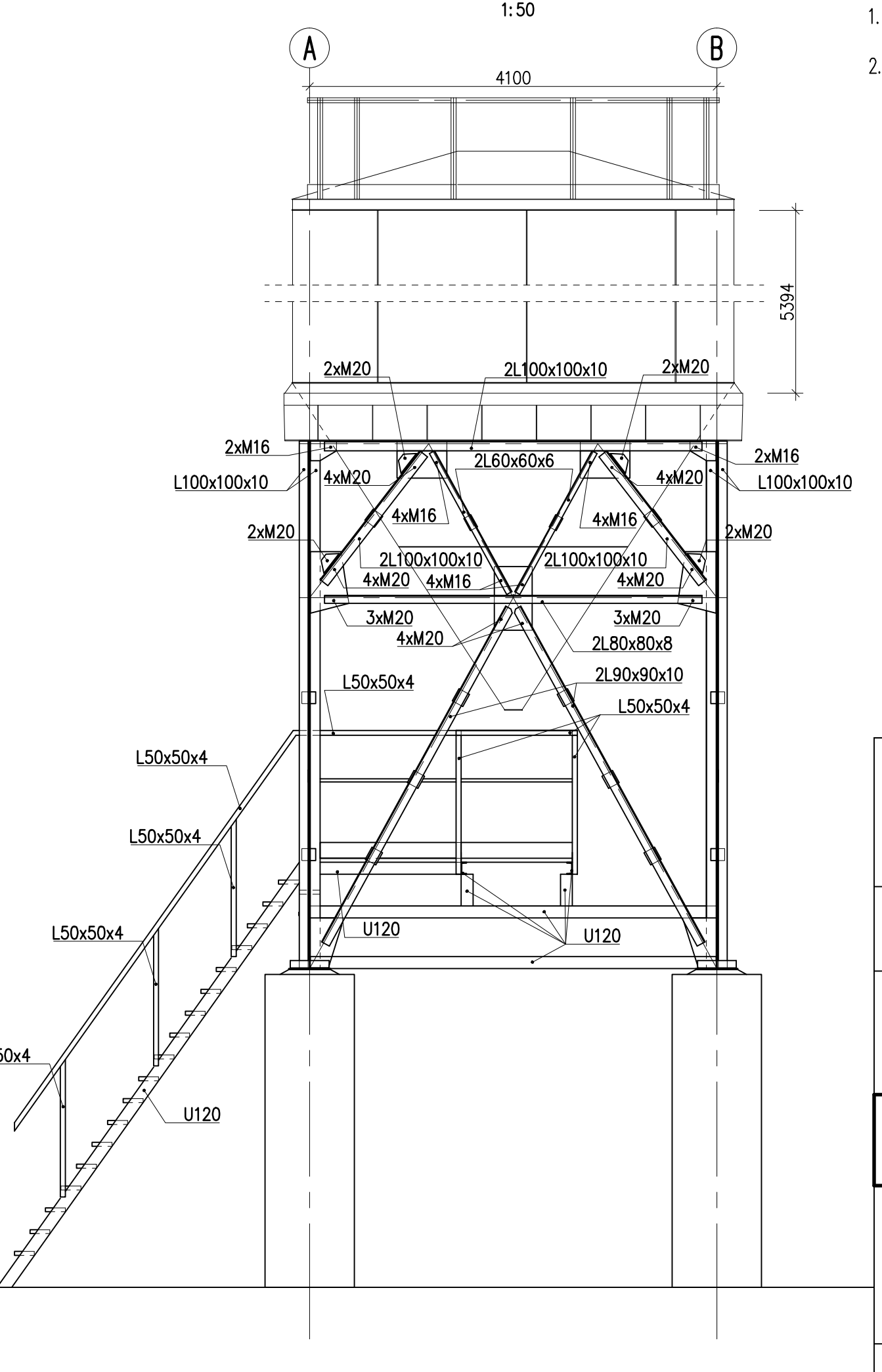
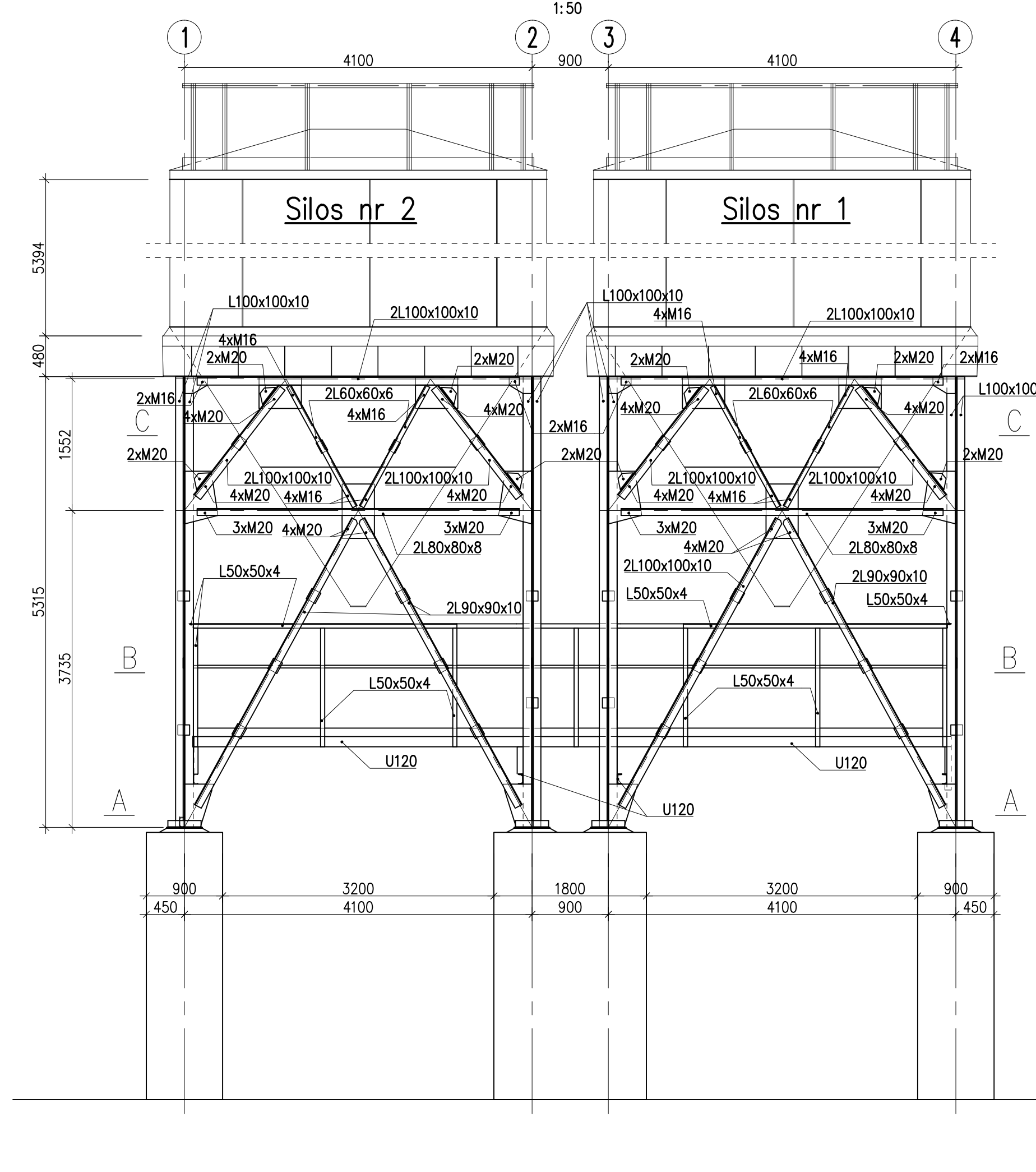
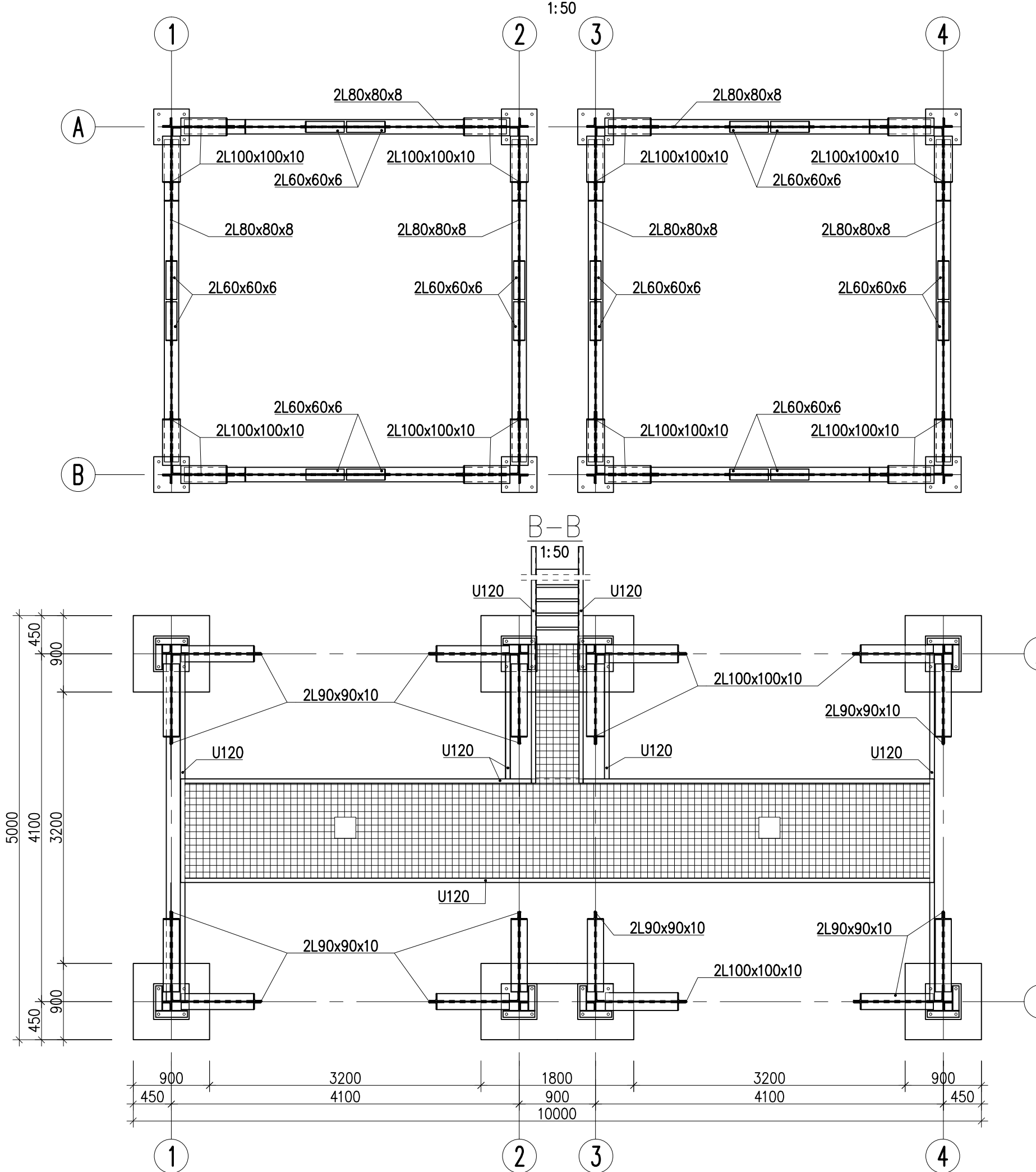
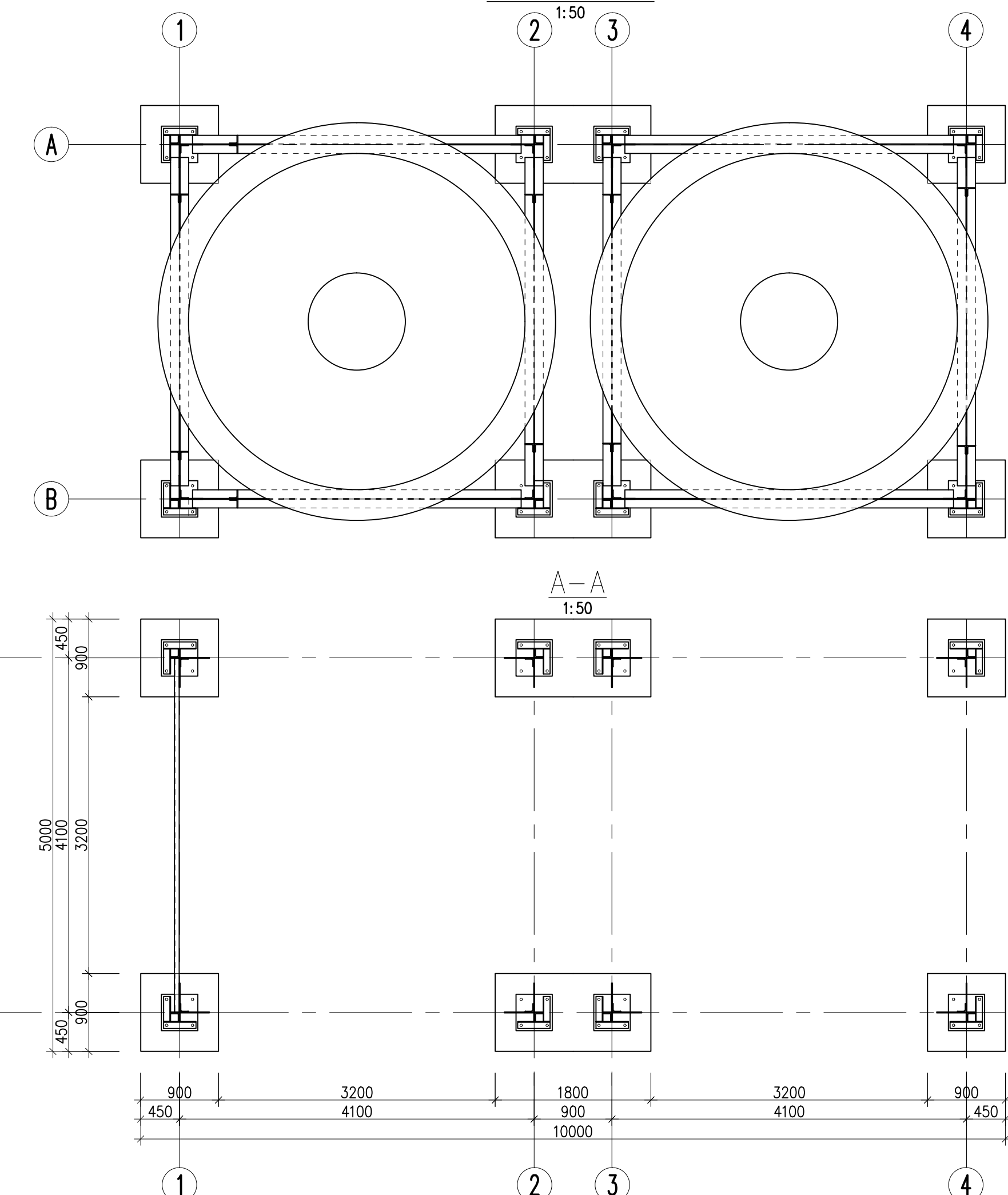
1:50

WIDOK Z PRZODU

1:50

WIDOK Z BOKU

1:50



- UWAGI:
- Niniejszy rysunek należy rozpatrywać łącznie z dokumentacją rysunkową i Opisem Technicznym.
 - Wszystkie wymiary podano w milimetrach.

Biuro autorskie:
 FieldLab Mateusz Hypki
 ul. Jana Kuźaja 6/16,
 41-922 Radzionków, tel.: +48 510315318
 http://www.fieldlab.pl/
 e-mail: biuro@fieldlab.pl

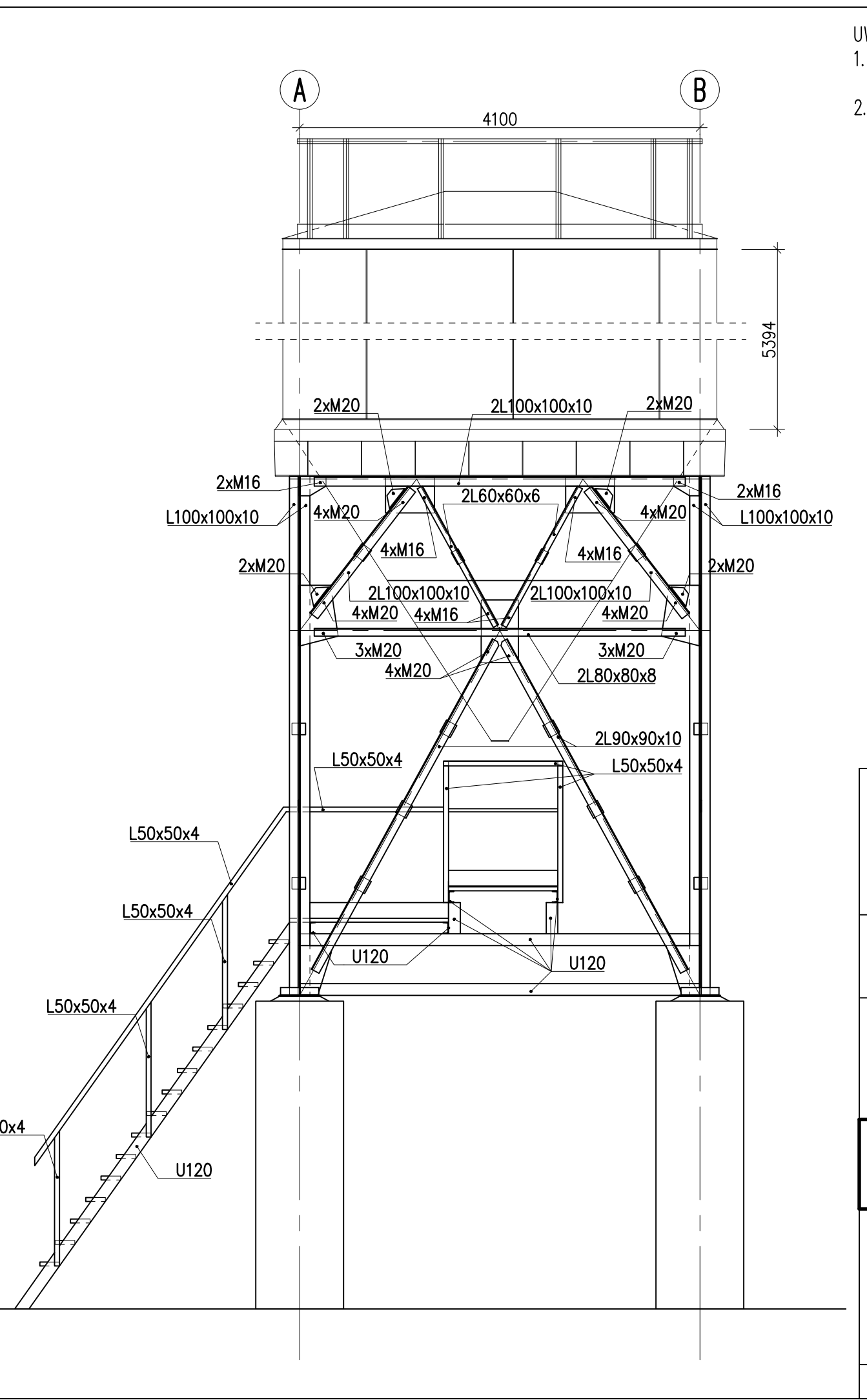
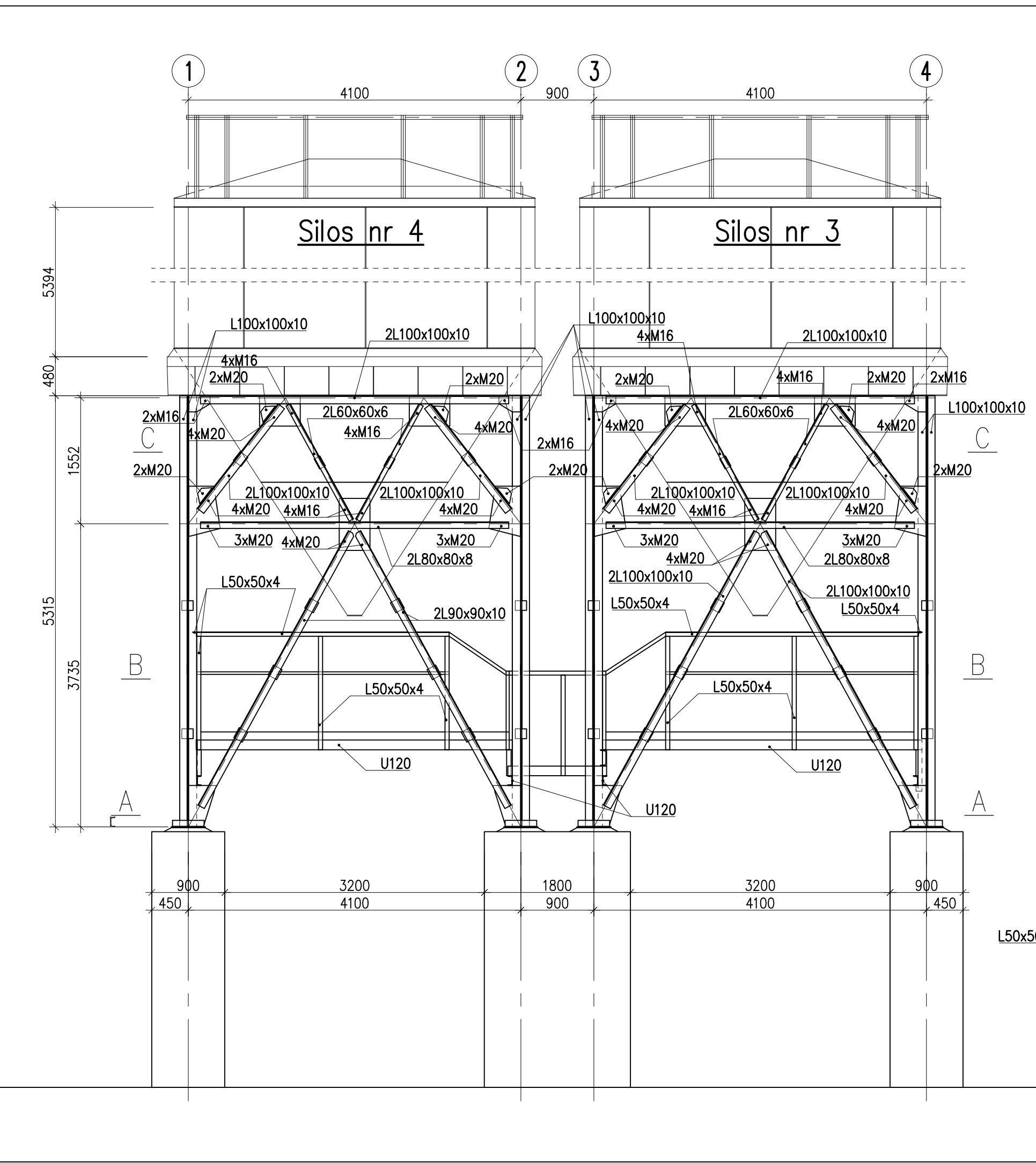
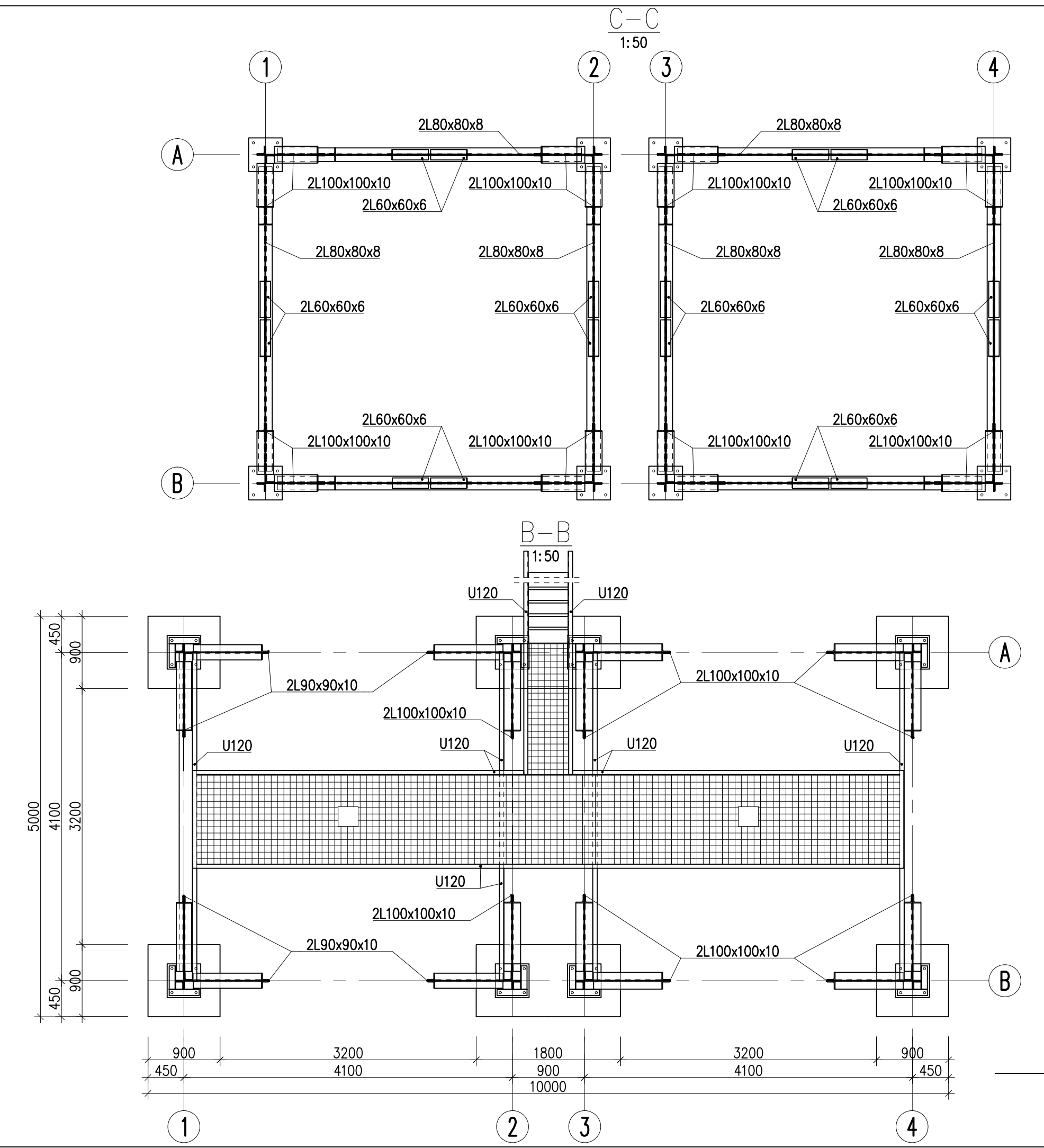
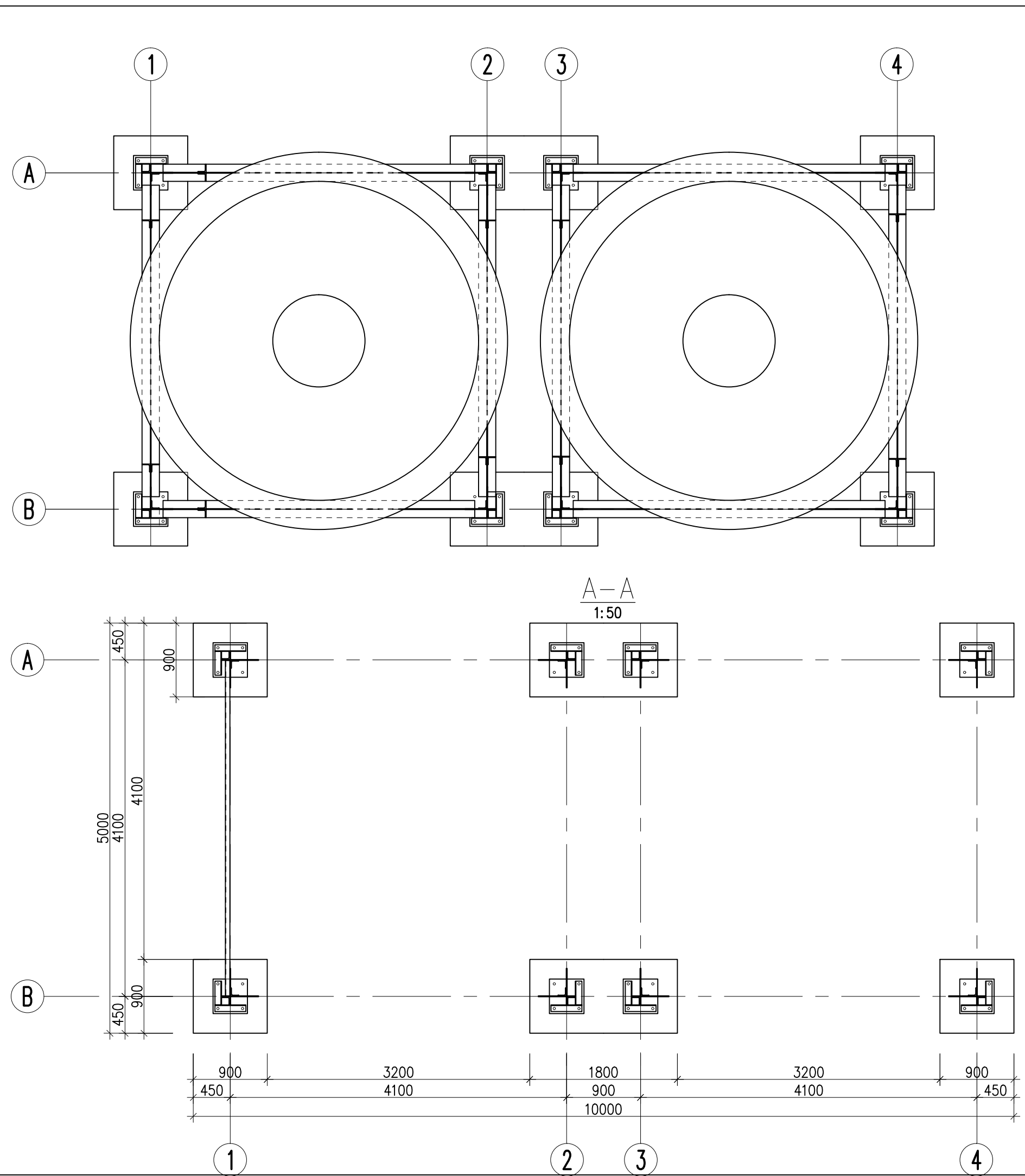
Inwestor:
GÓRAŻDŻE CEMENT S.A.
 Chorula, ul. Cementowa 1, 47-316 Górażdże

PRZEDMIOT OPRACOWANIA
 Wykonanie ekspertyzy technicznej stalowych konstrukcji wsporczych trzynastu silosów na cement zlokalizowanych na terenie Stacji Przesypowej Cementu w Szczecinie

Nazwa rysunku: RYSUNEK OGÓLNY SIŁOSU NR 1 i 2	Nr rysunku: E01	Skala: 1:50
Uprawnienia:		Podpis:

inż. Rafał Mienkina
 mgr inż. Jerzy Machowski
 mgr inż. Mateusz Hypki
 dr inż. Sławomir Karas

SLK/6562/WBKb/16
 SLK/0354/PBKb/22
 511/Lb/2001
 Lipiec 2023



- UWAGI:
- Niniejszy rysunek należy rozpatrywać łącznie z dokumentacją rysunkową i Opisem Technicznym.
 - Wszystkie wymiary podano w milimetrach.

Biuro autorskie:
 FieldLab Mateusz Hypki
 ul. Jana Kuźaja 6/16,
 41-922 Radzionków, tel.: +48 510315318
 http://www.fieldlab.pl/
 e-mail: biuro@fieldlab.pl

Inwestor:
GÓRAŹDŹE CEMENT S.A.
 Chorula, ul. Cementowa 1, 47-316 Góraźdże

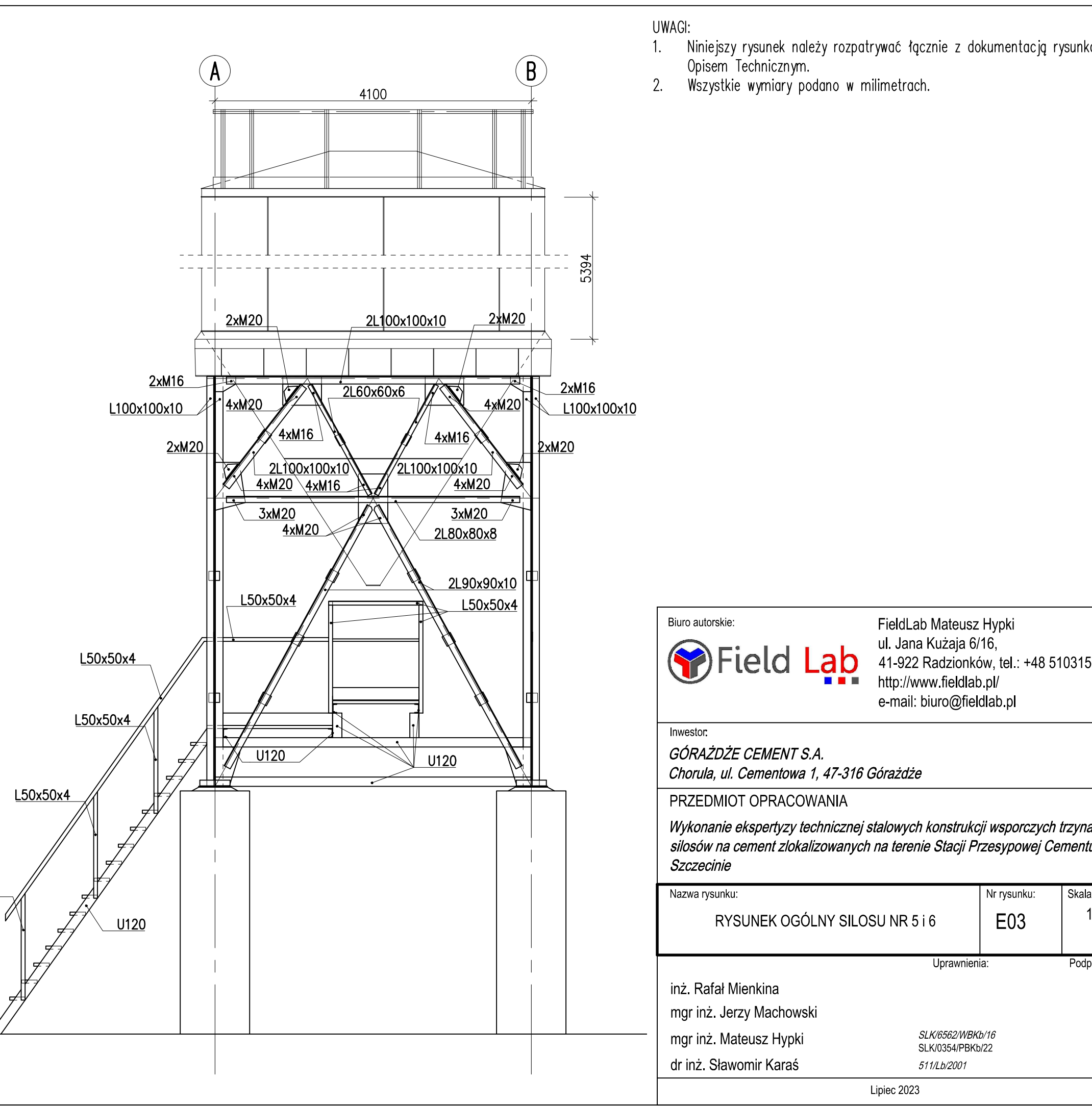
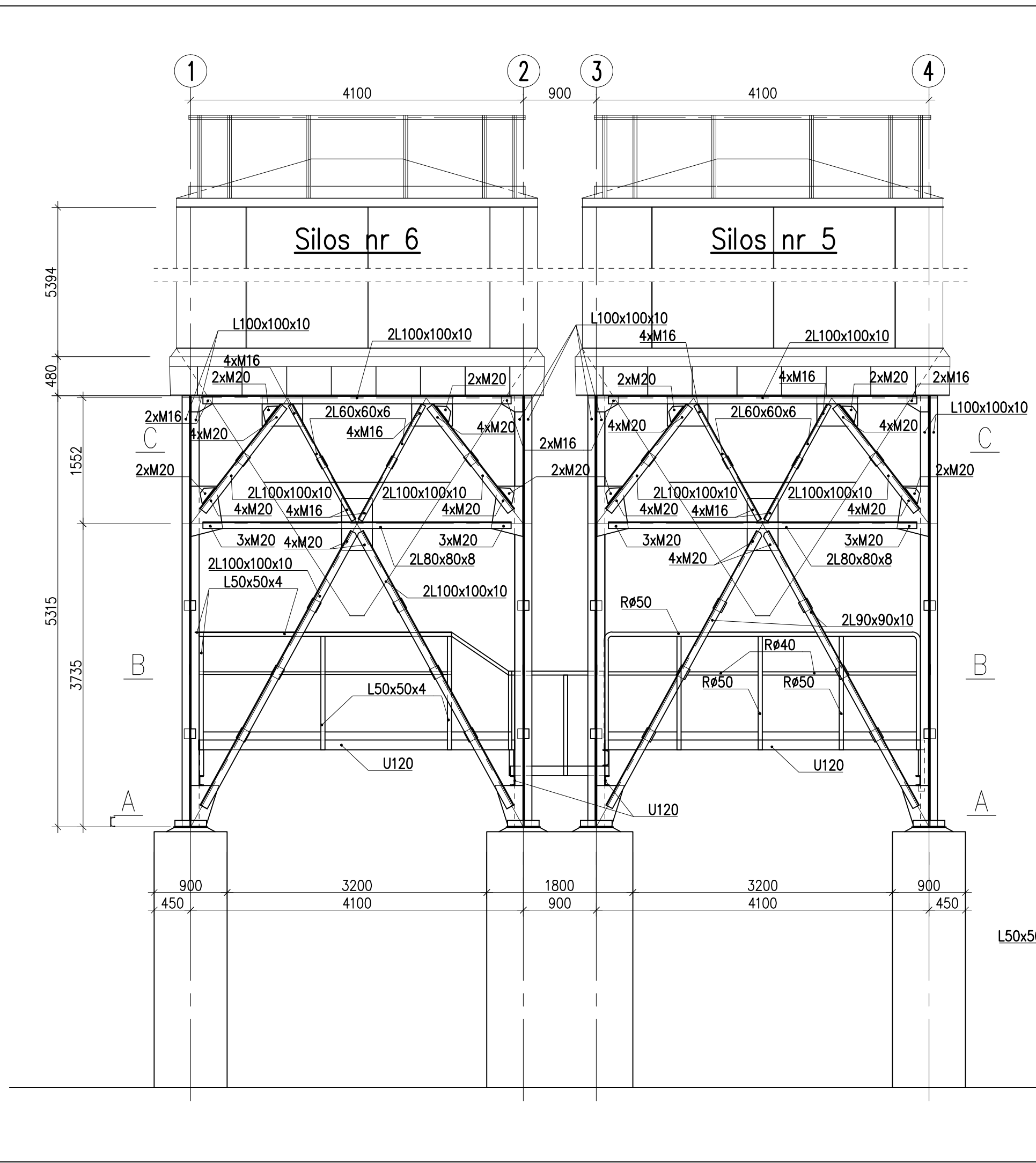
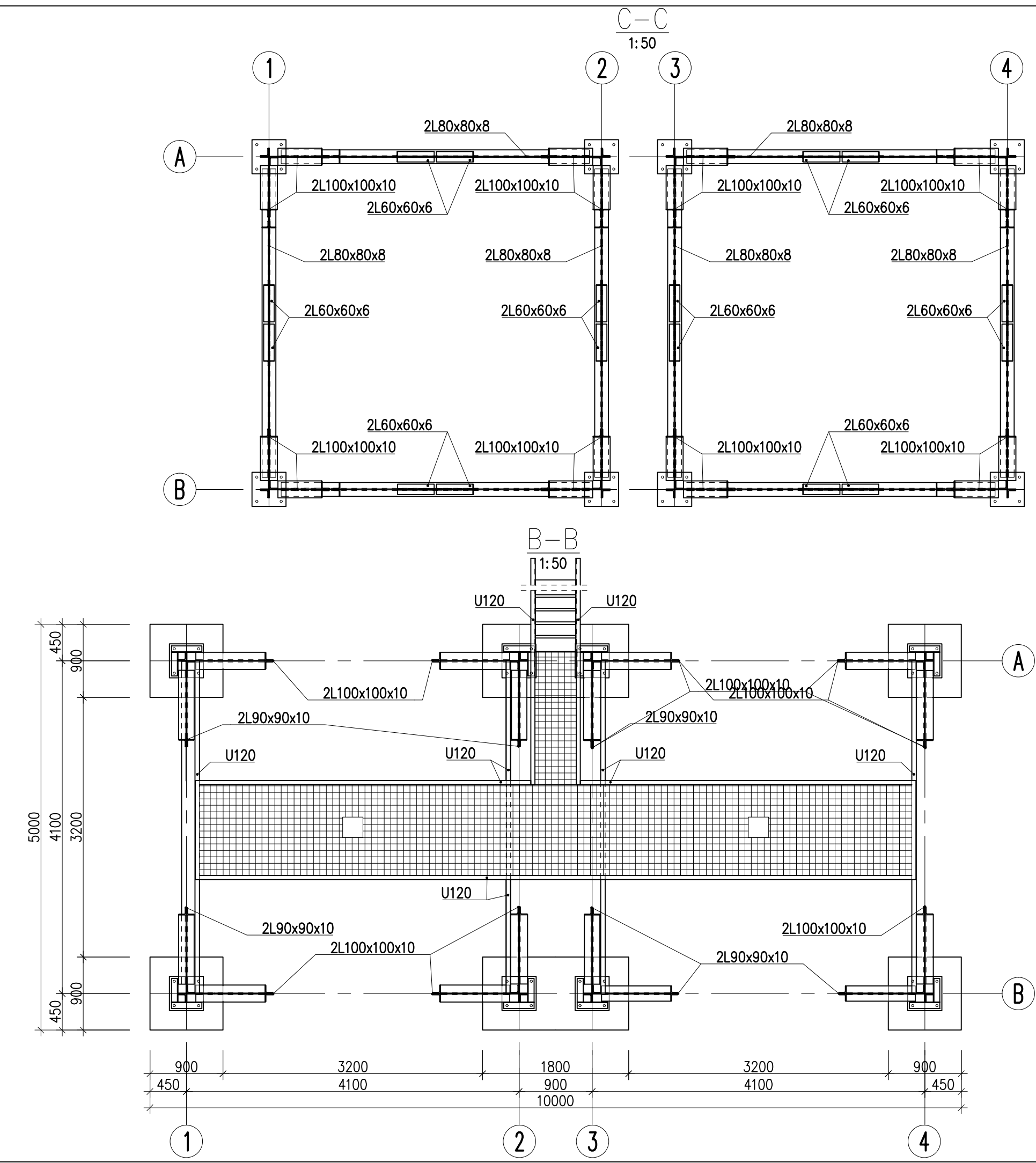
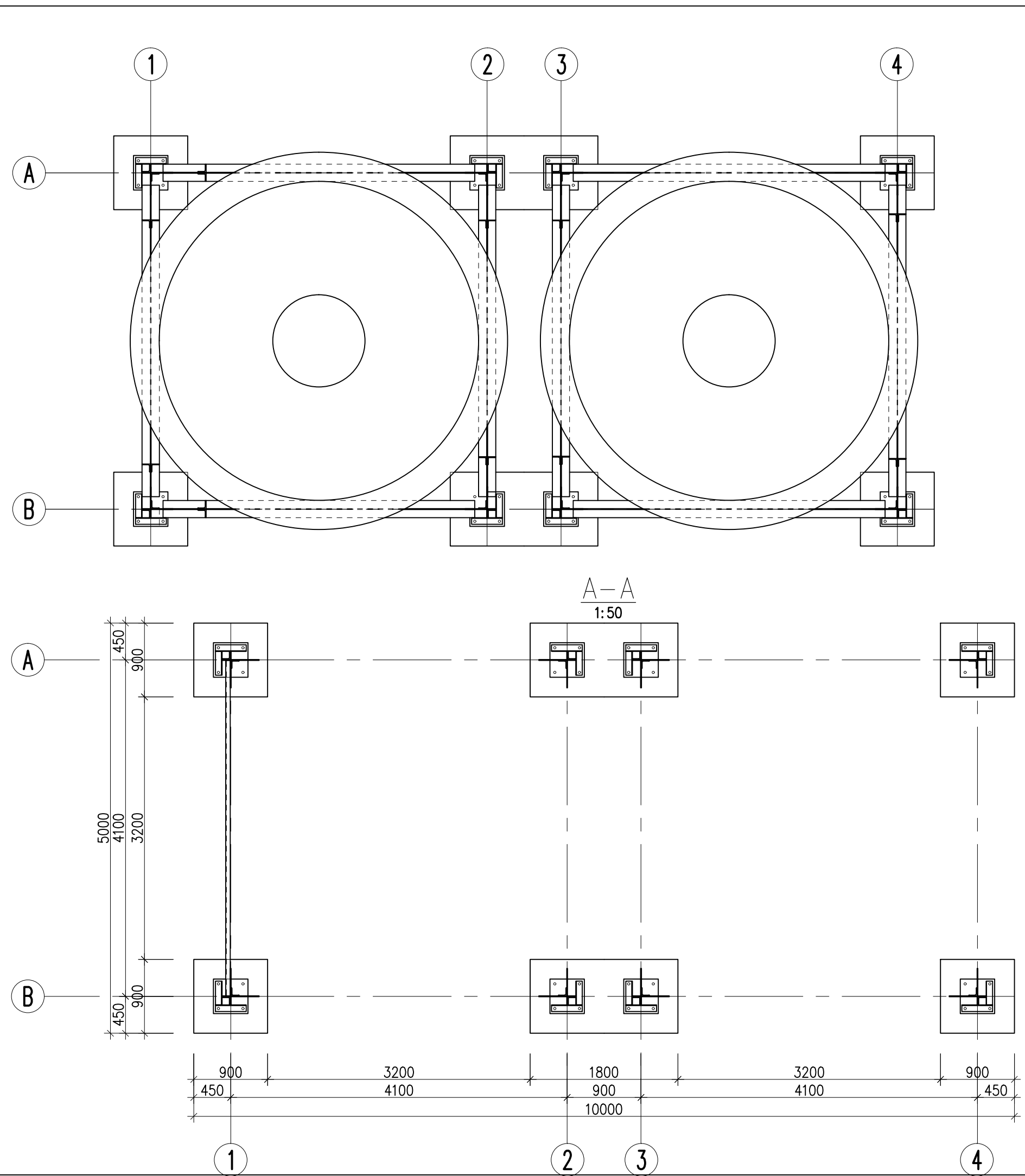
PRZEDMIOT OPRACOWANIA
 Wykonanie ekspertyzy technicznej stalowych konstrukcji wsporczych trzynastu silosów na cement zlokalizowanych na terenie Stacji Przesypowej Cementu w Szczecinie

Nazwa rysunku: RYSUNEK OGÓLNY SIŁOSU NR 3 i 4	Nr rysunku: E02	Skala: 1:50
Uprawnienia:		Podpis:

inż. Rafał Mienkina
 mgr inż. Jerzy Machowski
 mgr inż. Mateusz Hypki
 dr inż. Sławomir Karas

SLK/6562/WBKb/16
 SLK/0354/PBKb/22
 511/Lb/2001

Lipiec 2023



- UWAGI:
1. Niniejszy rysunek należy rozpatrywać łącznie z dokumentacją rysunkową i Opism Technicznym.
 2. Wszystkie wymiary podano w milimetrach.

Biuro autorskie: **Field Lab** Mateusz Hypki
 ul. Jana Kuźaja 6/16,
 41-922 Radzionków, tel.: +48 510315318
 http://www.fieldlab.pl/
 e-mail: biuro@fieldlab.pl

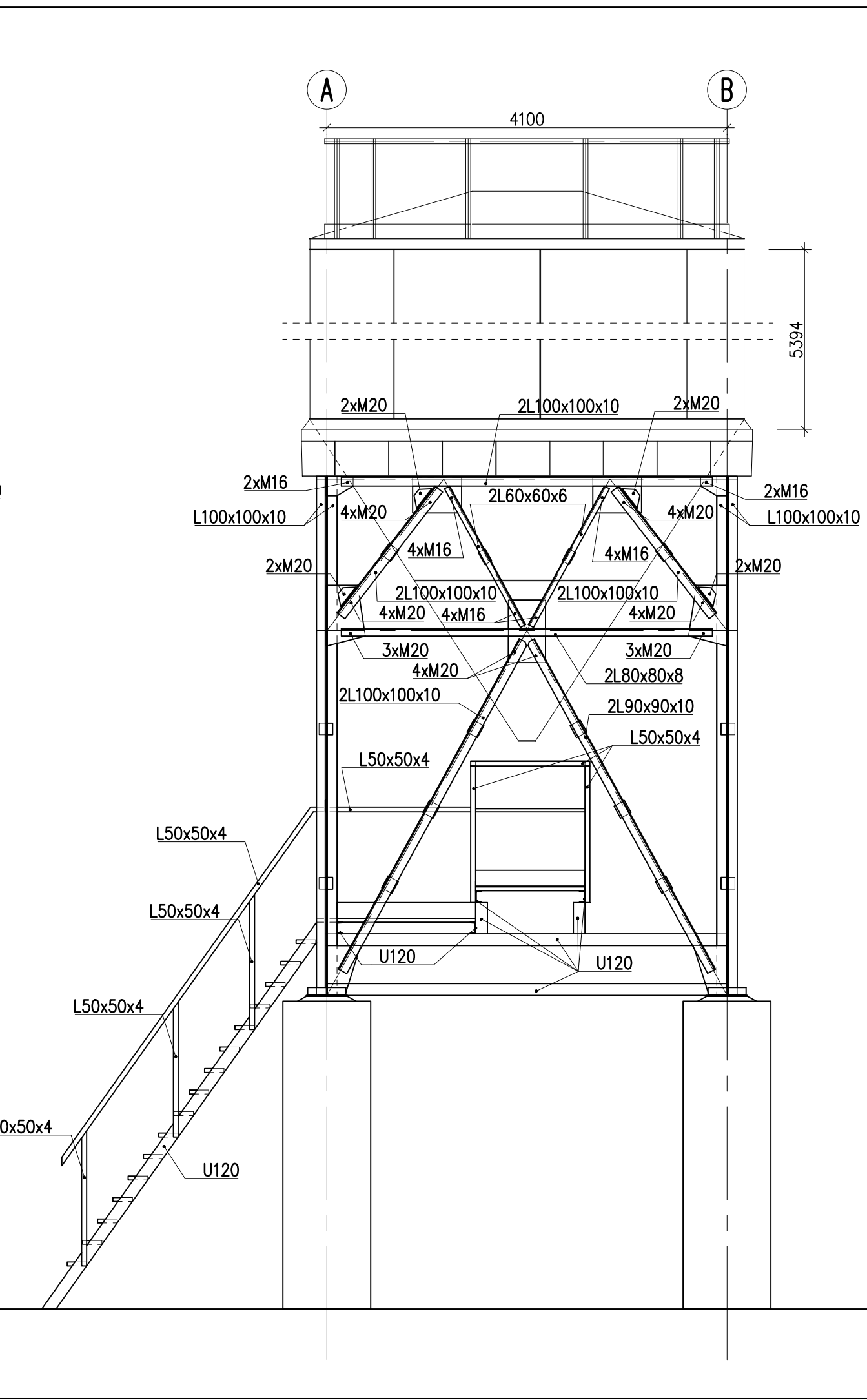
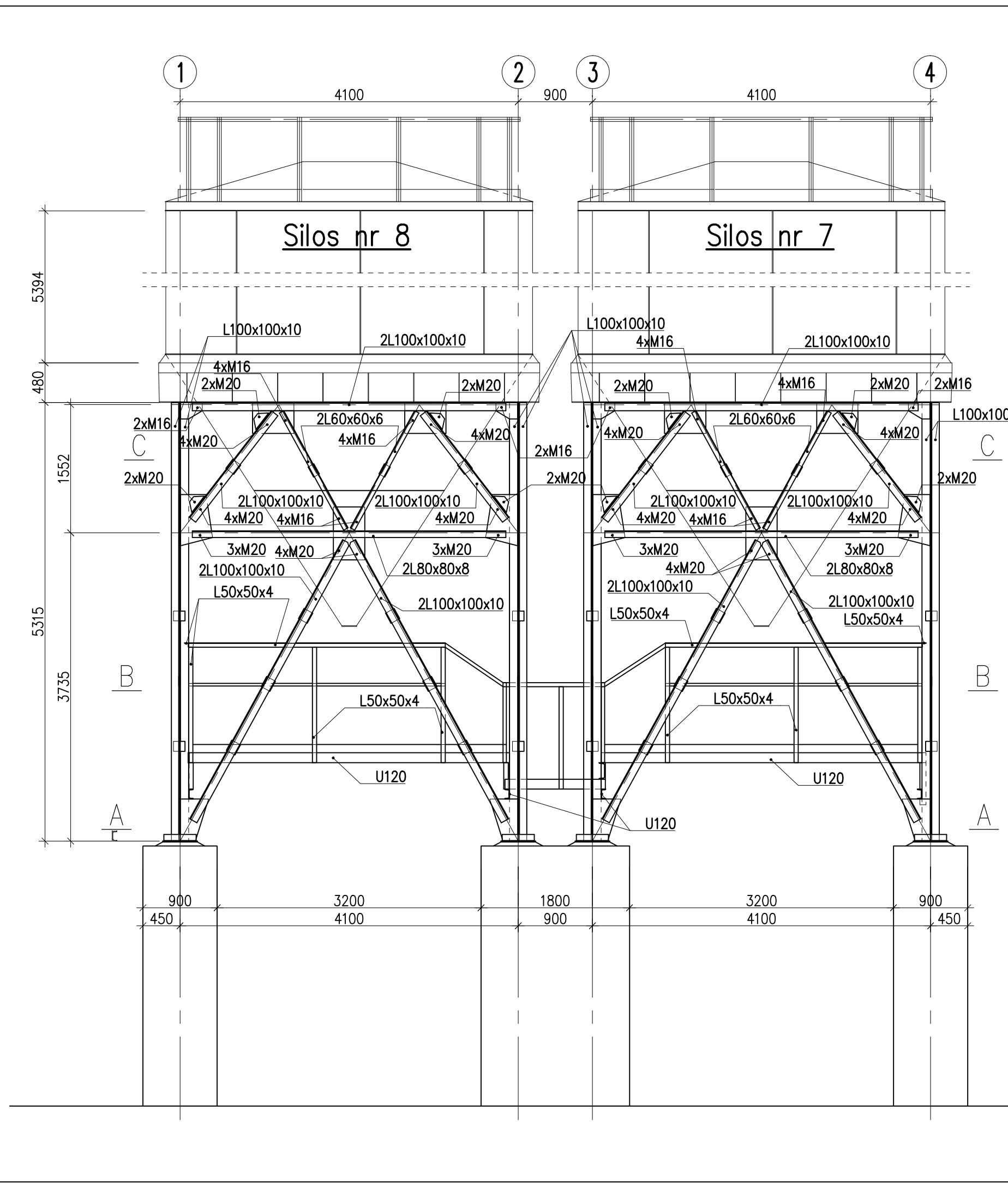
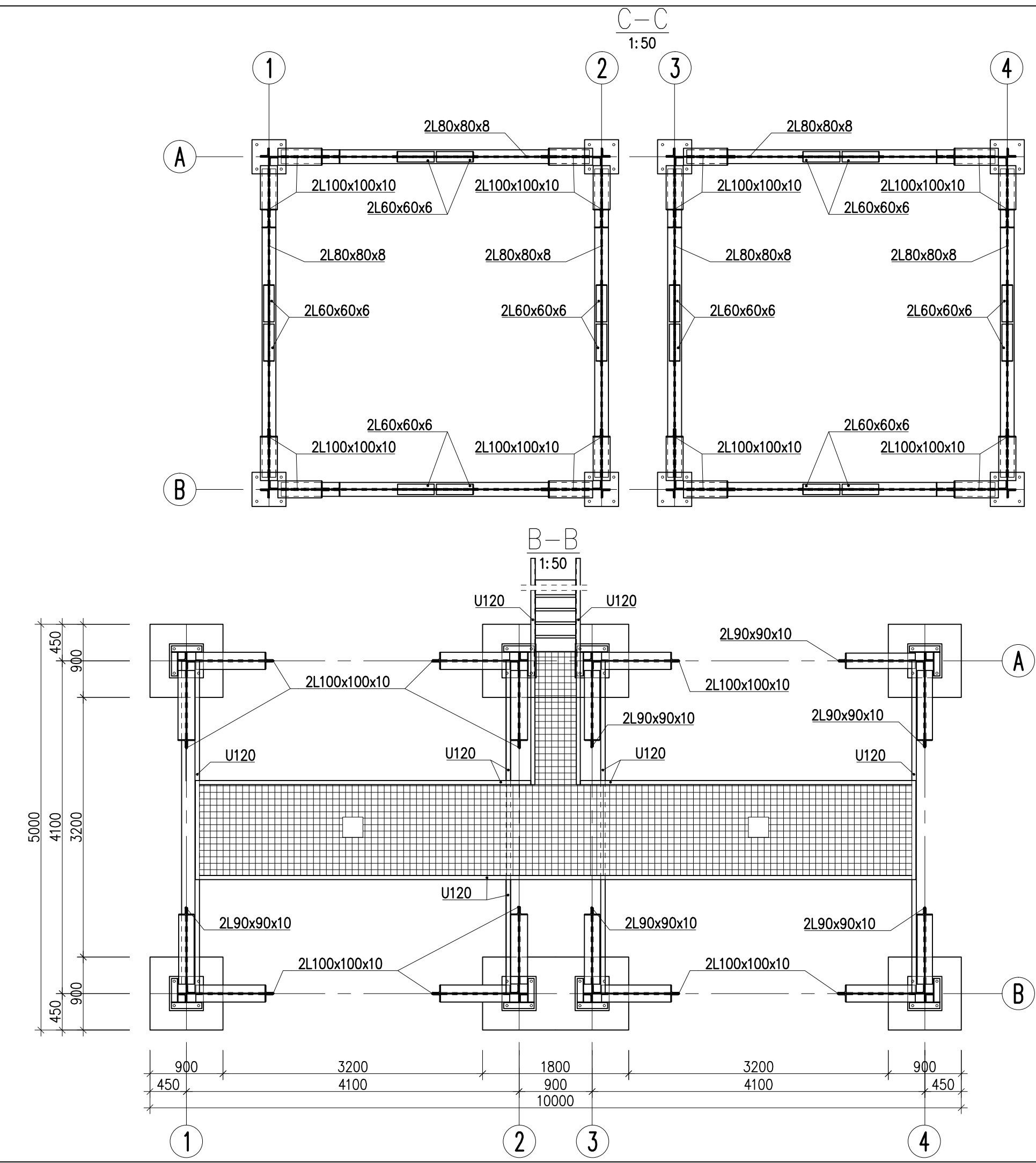
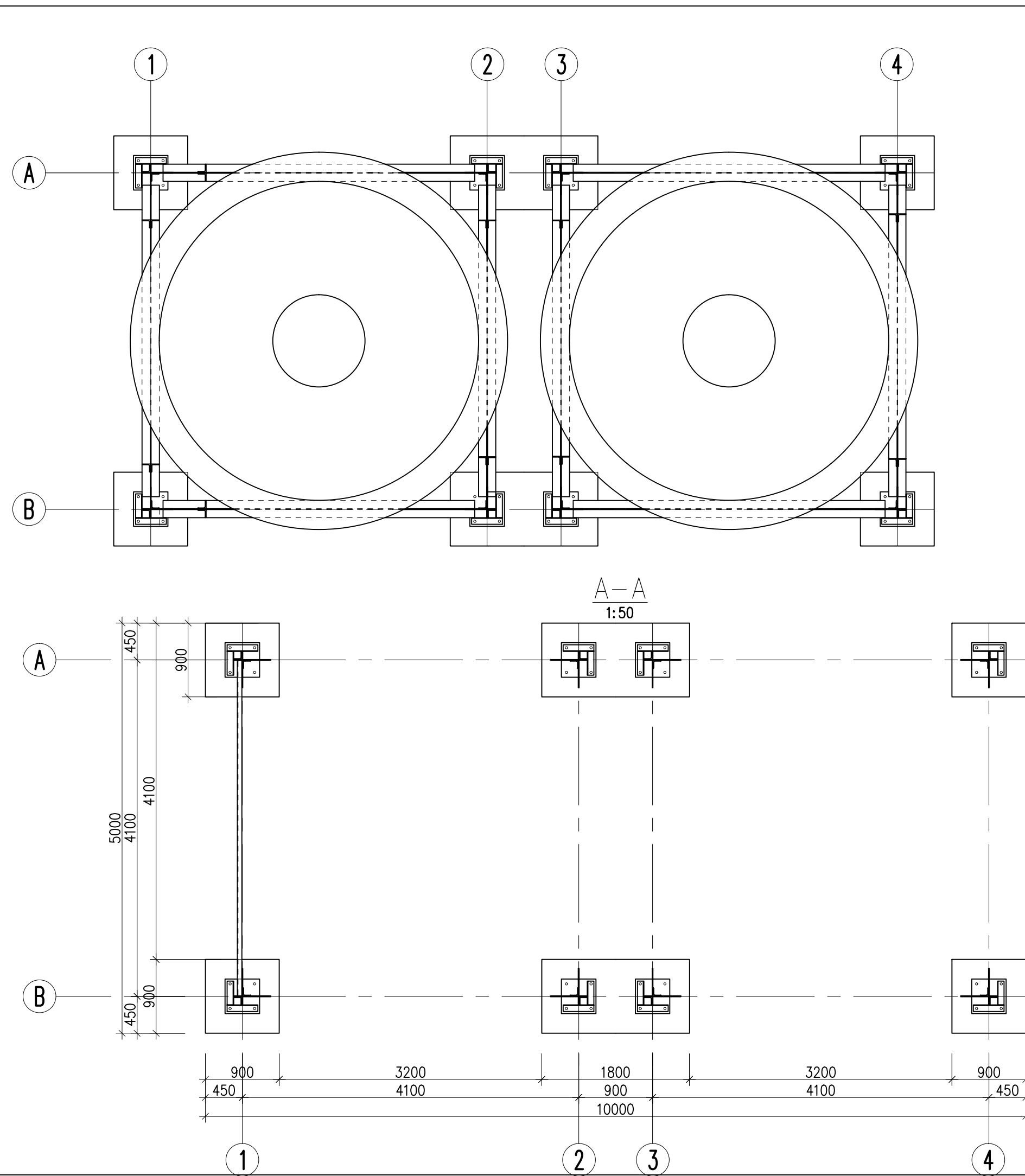
Investor: **GÓRAŻDŻE CEMENT S.A.**
 Chorula, ul. Cementowa 1, 47-316 Górażdże

PRZEDMIOT OPRACOWANIA
 Wykonanie ekspertyzy technicznej stalowych konstrukcji wsporczych trzynastu silosów na cement zlokalizowanych na terenie Stacji Przesypowej Cementu w Szczecinie

Nazwa rysunku: RYSUNEK OGÓLNY SIŁOSU NR 5 i 6	Nr rysunku: E03	Skala: 1:50
Uprawnienia:		Podpis:

inż. Rafał Mienkina
 mgr inż. Jerzy Machowski
 mgr inż. Mateusz Hypki
 dr inż. Sławomir Karas

SLK/6562/WBKb/16
 SLK/0354/PBKb/22
 511/Lb/2001
 Lipiec 2023



- UWAGI:
1. Niniejszy rysunek należy rozpatrywać łącznie z dokumentacją rysunkową i Opisem Technicznym.
 2. Wszystkie wymiary podano w milimetrach.

Biuro autorskie: **Field Lab** Mateusz Hypki
 ul. Jana Kuźaja 6/16,
 41-922 Radzionków, tel.: +48 510315318
 http://www.fieldlab.pl/
 e-mail: biuro@fieldlab.pl

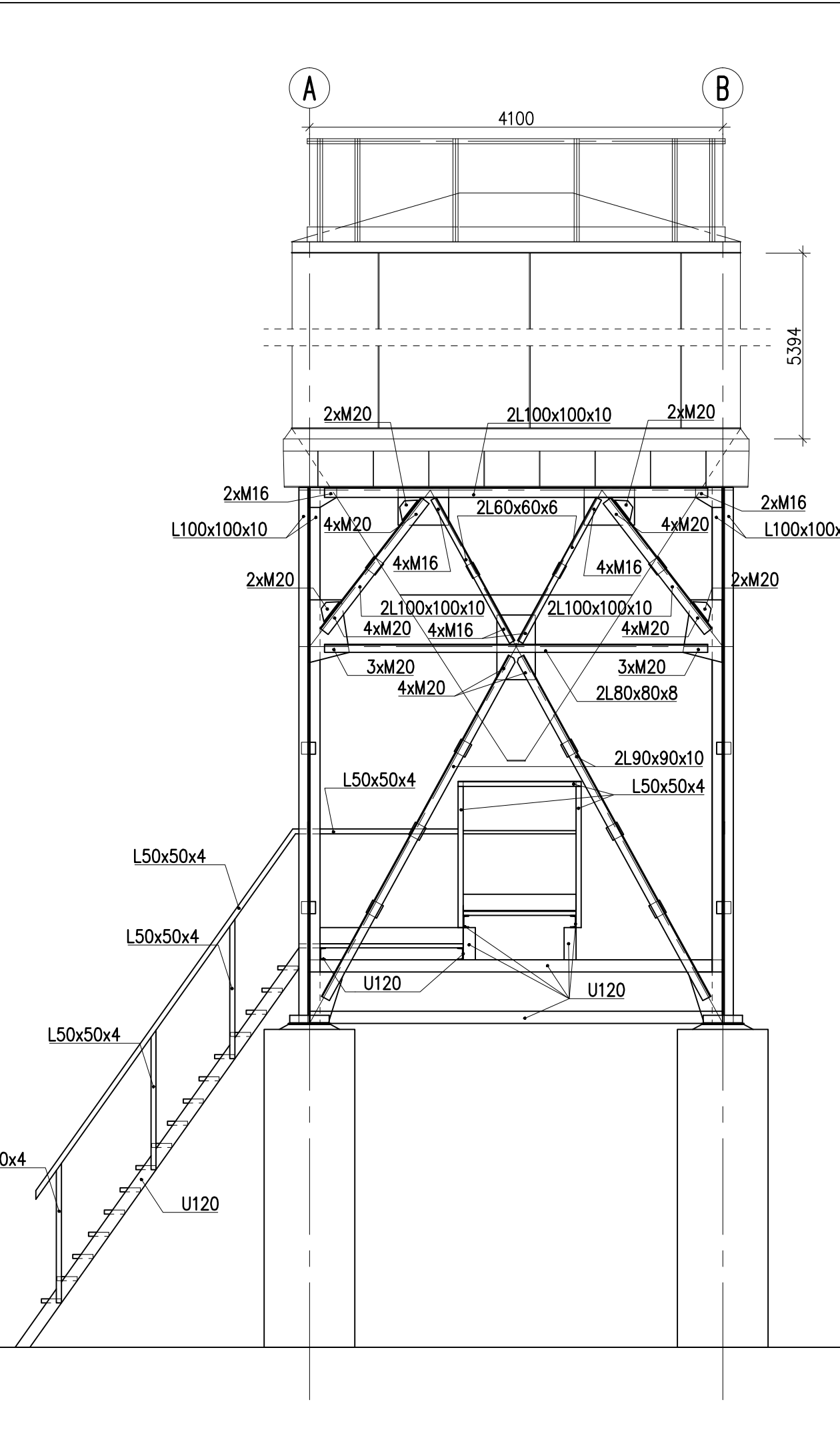
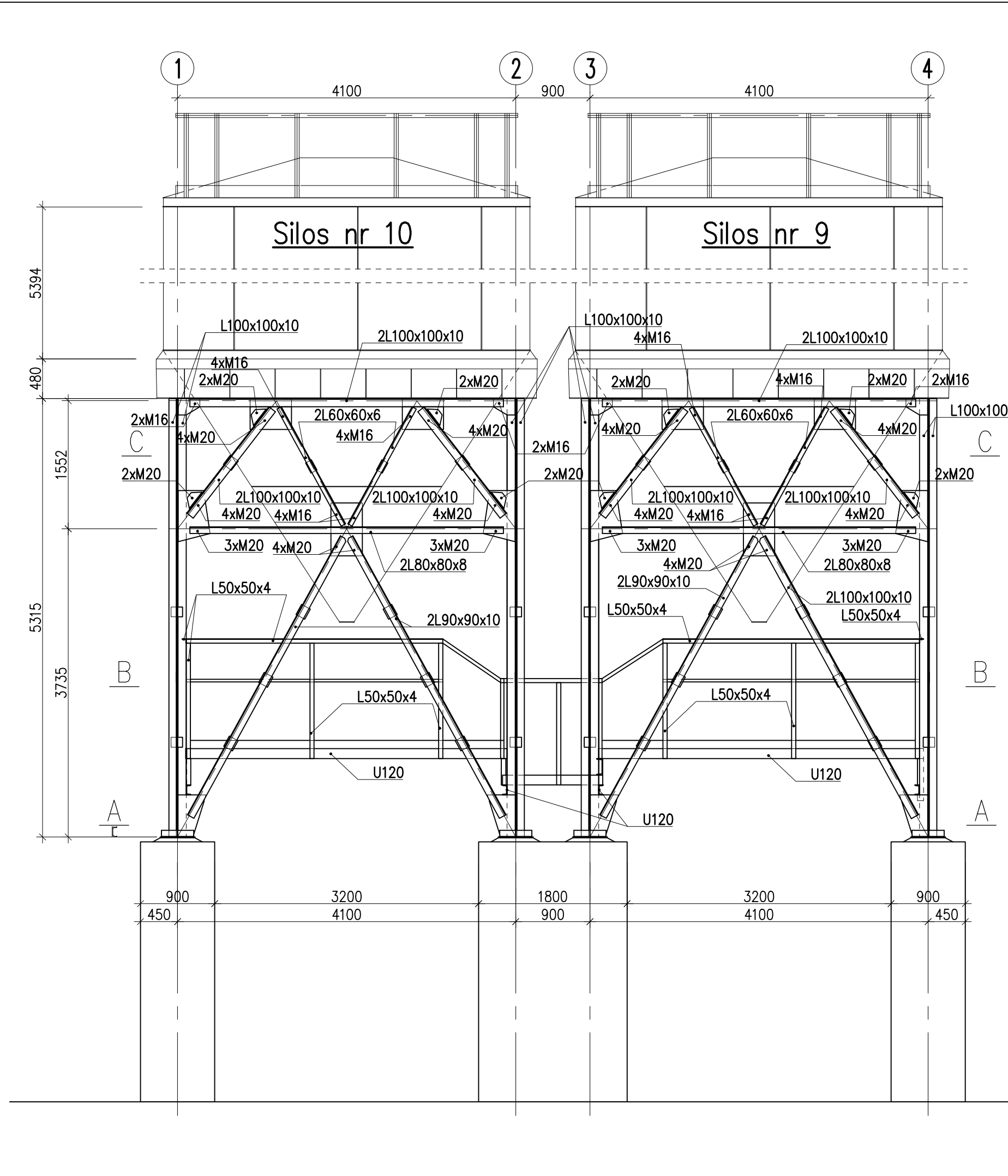
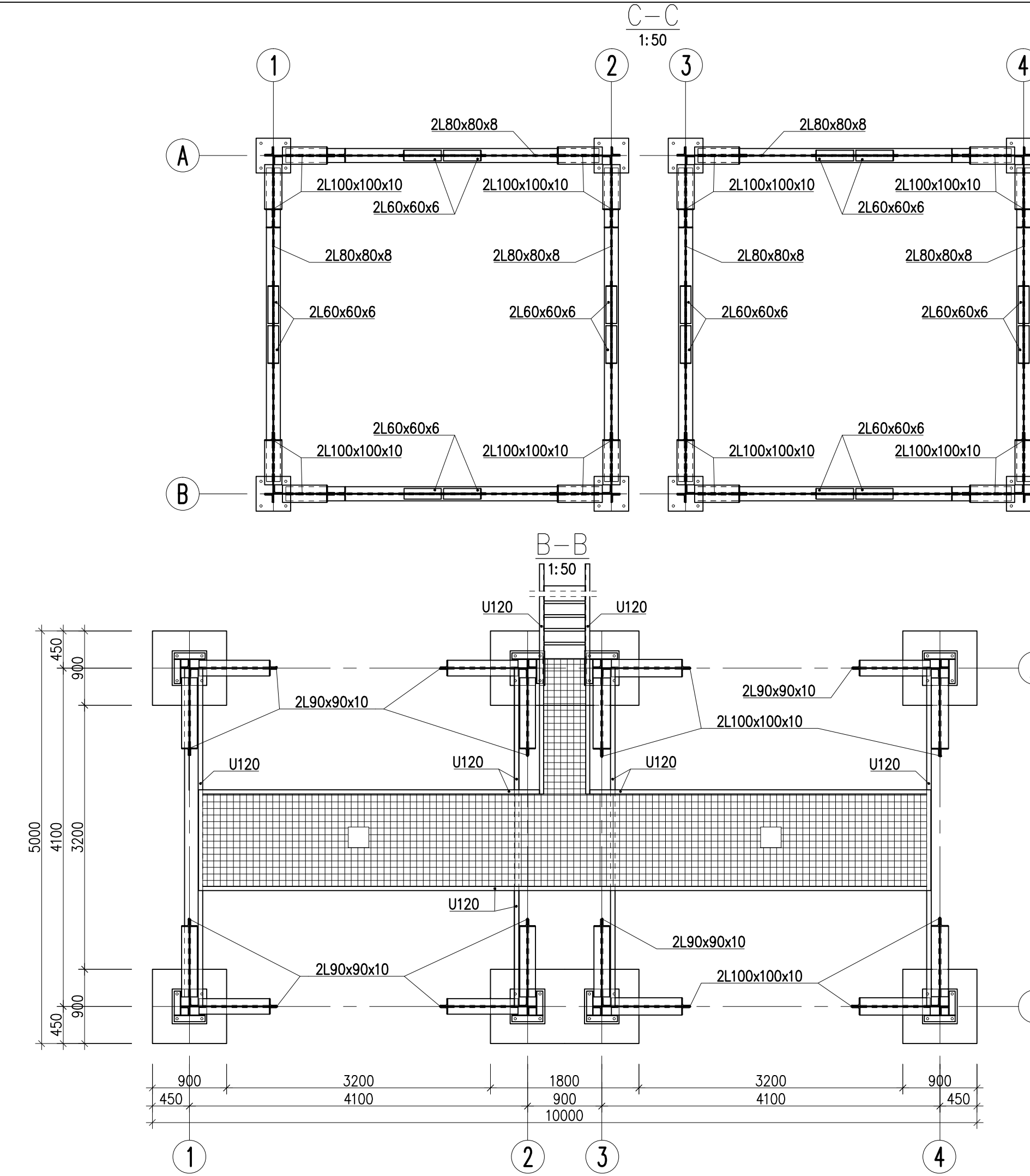
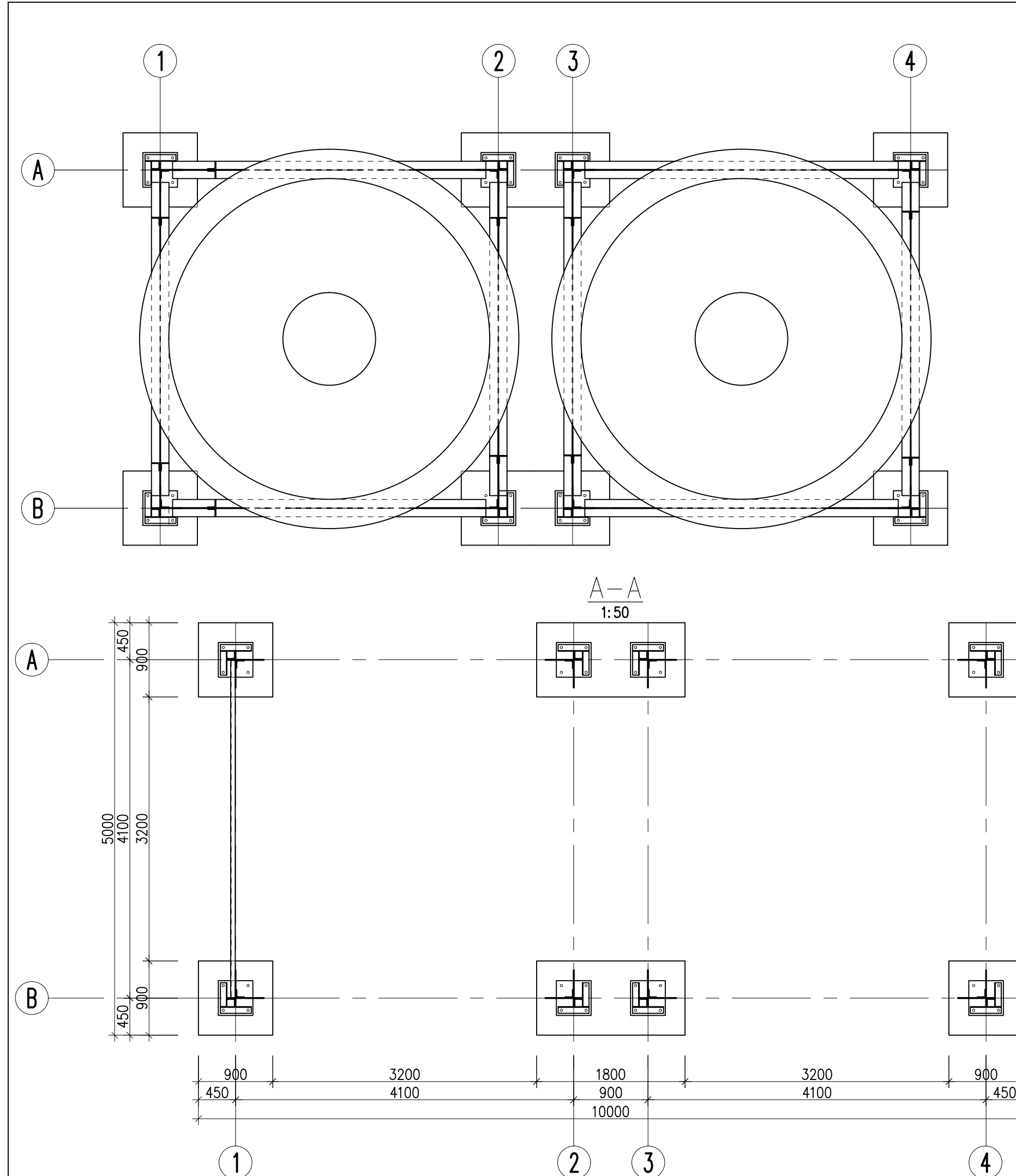
Investor: **GÓRAŻDŹE CEMENT S.A.**
 Chorula, ul. Cementowa 1, 47-316 Górażdzie

PRZEDMIOT OPRACOWANIA
 Wykonanie ekspertyzy technicznej stalowych konstrukcji wsporczych trzynastu silosów na cement zlokalizowanych na terenie Stacji Przesypowej Cementu w Szczecinie

Nazwa rysunku: RYSUNEK OGÓLNY SIŁOSU NR 7 i 8	Nr rysunku: E04	Skala: 1:50
Uprawnienia:		Podpis:

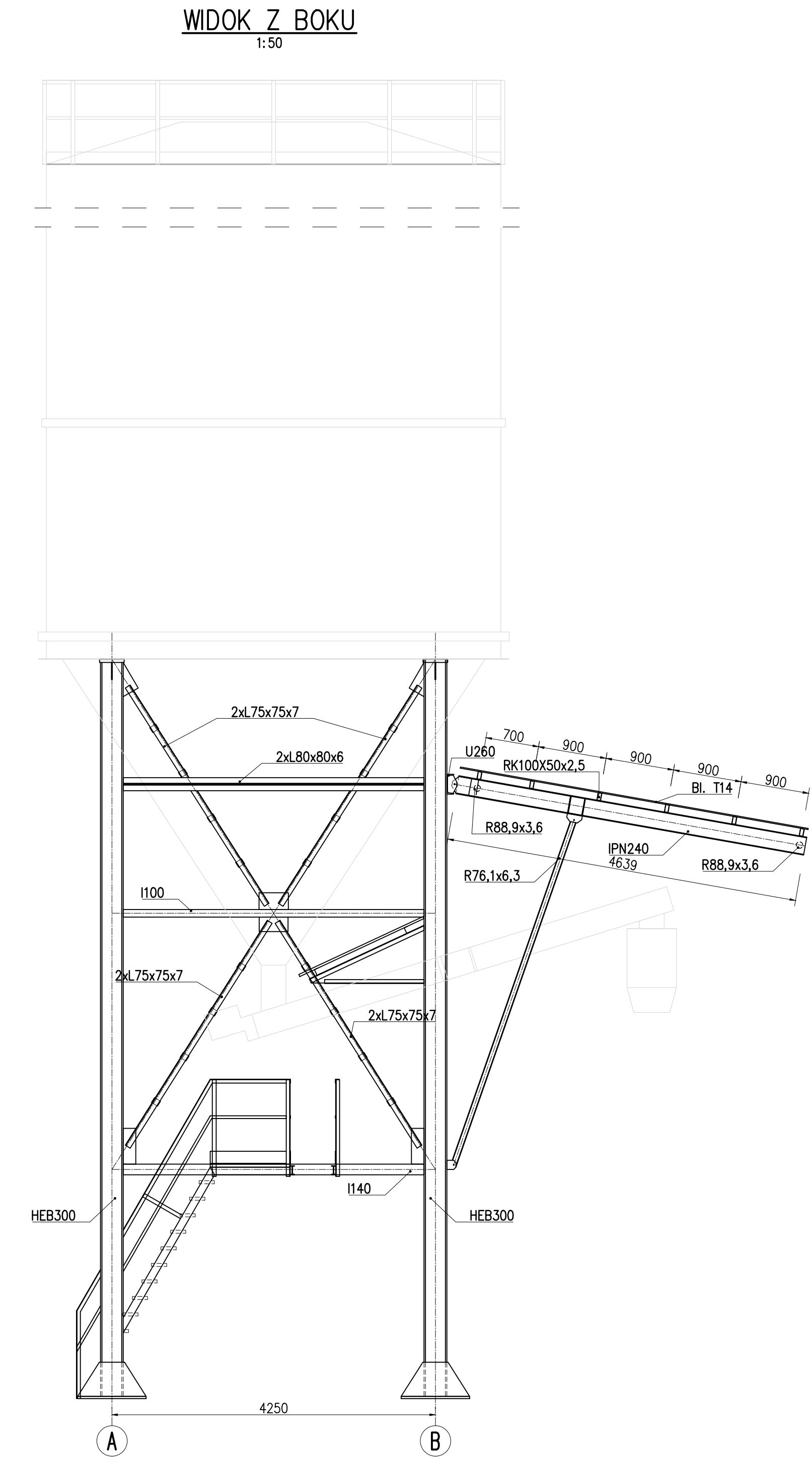
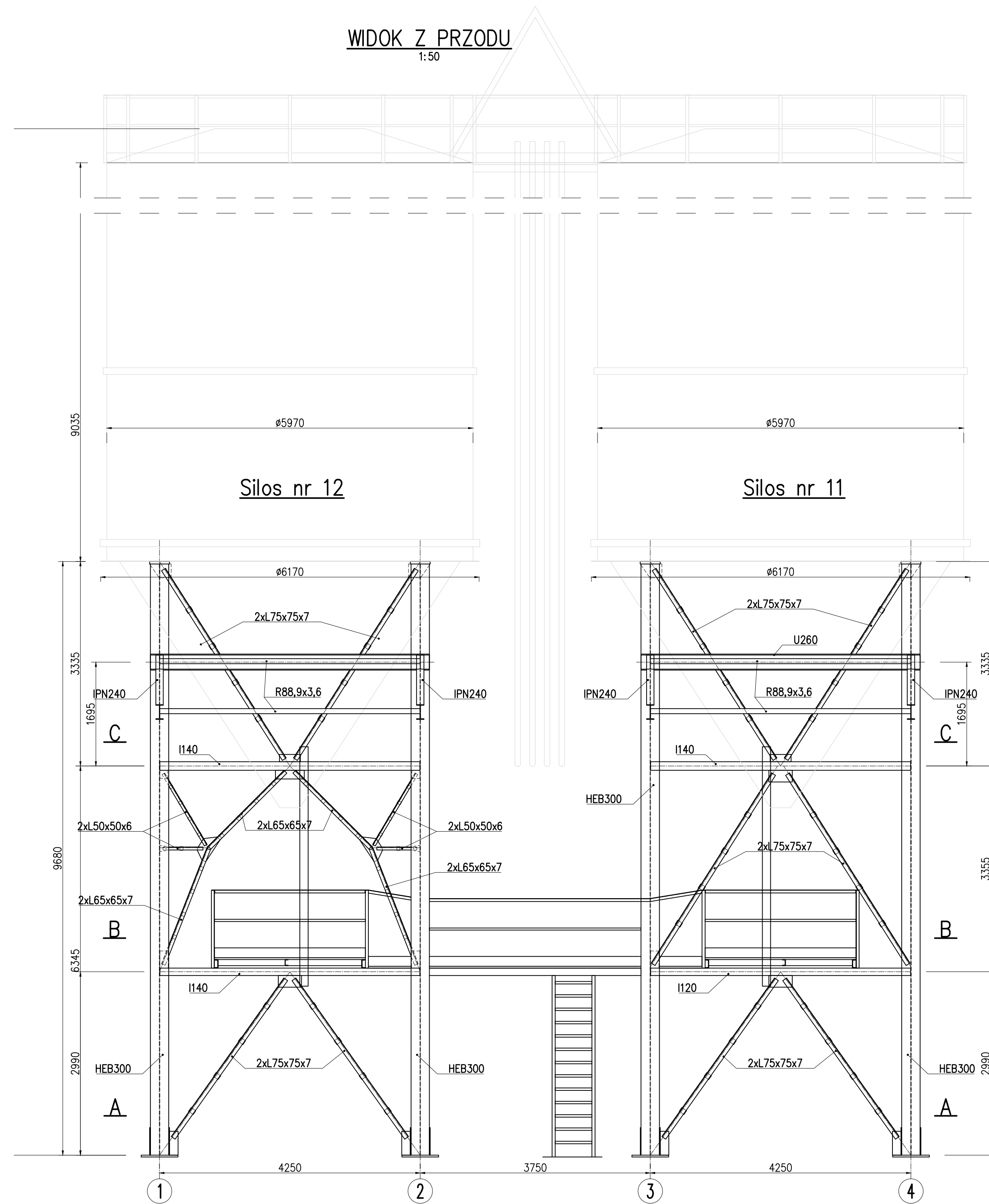
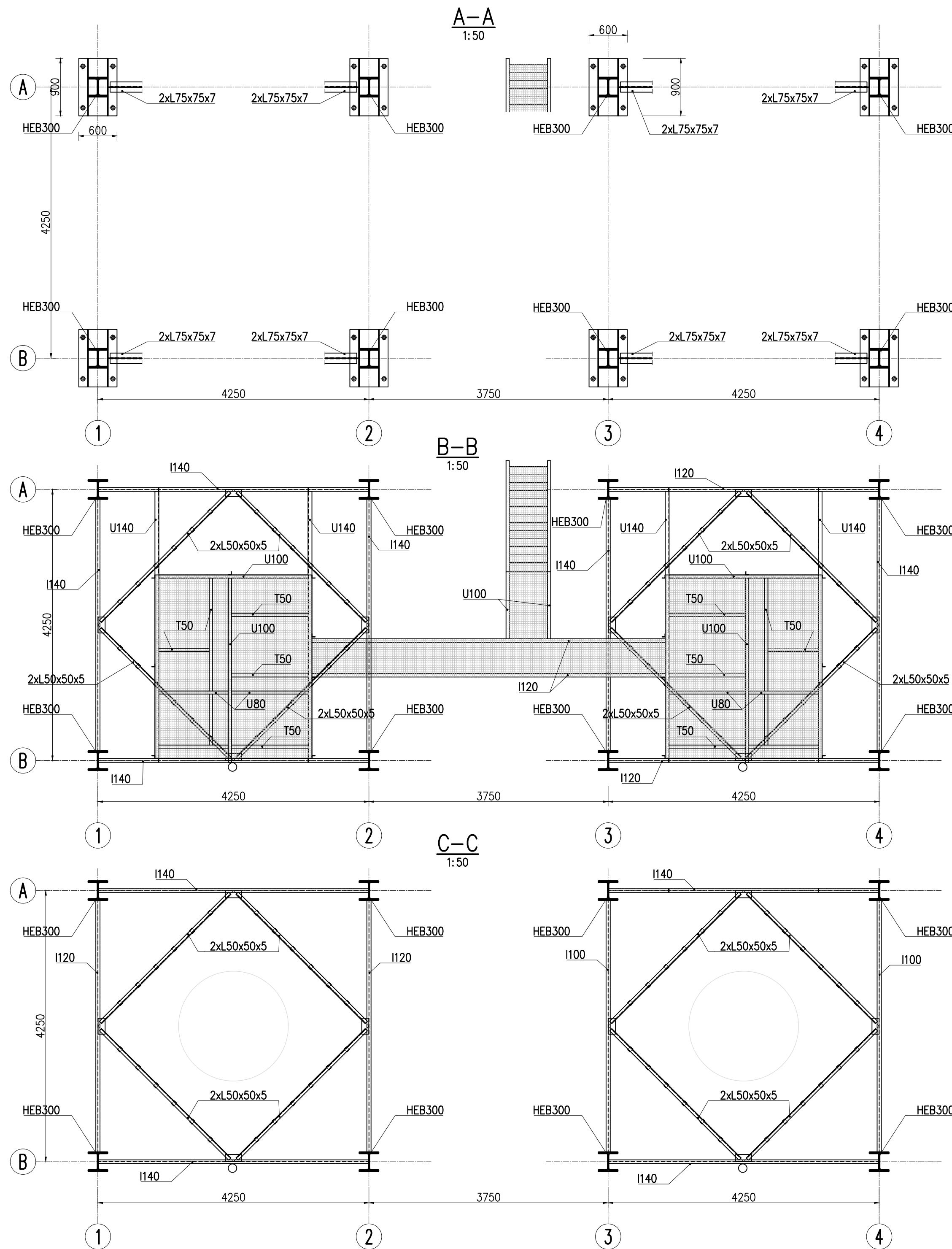
inż. Rafał Mienkina
 mgr inż. Jerzy Machowski
 mgr inż. Mateusz Hypki
 dr inż. Sławomir Karas

SLK/6562/WBKb/16
 SLK/0354/PBKb/22
 511.Lb.2001
 Lipiec 2023



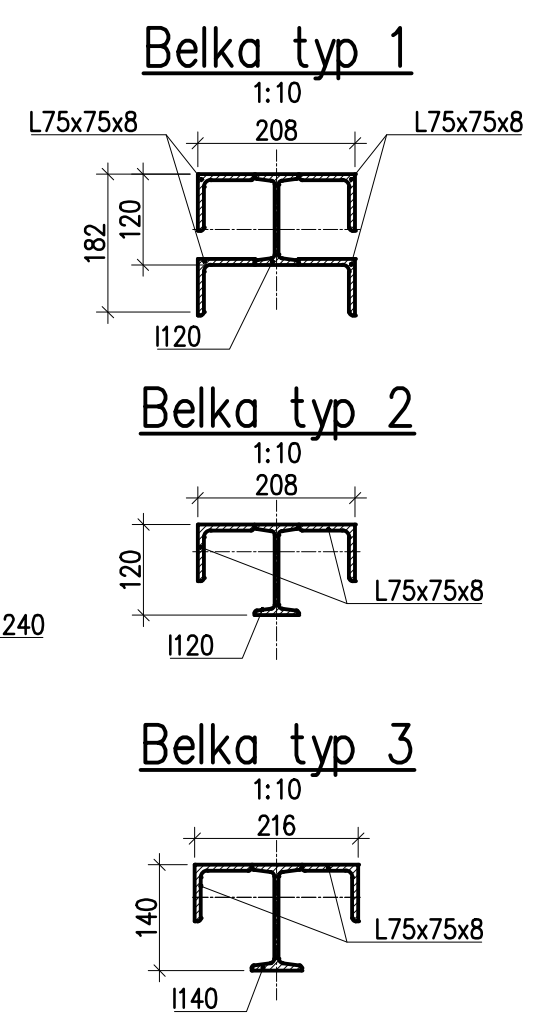
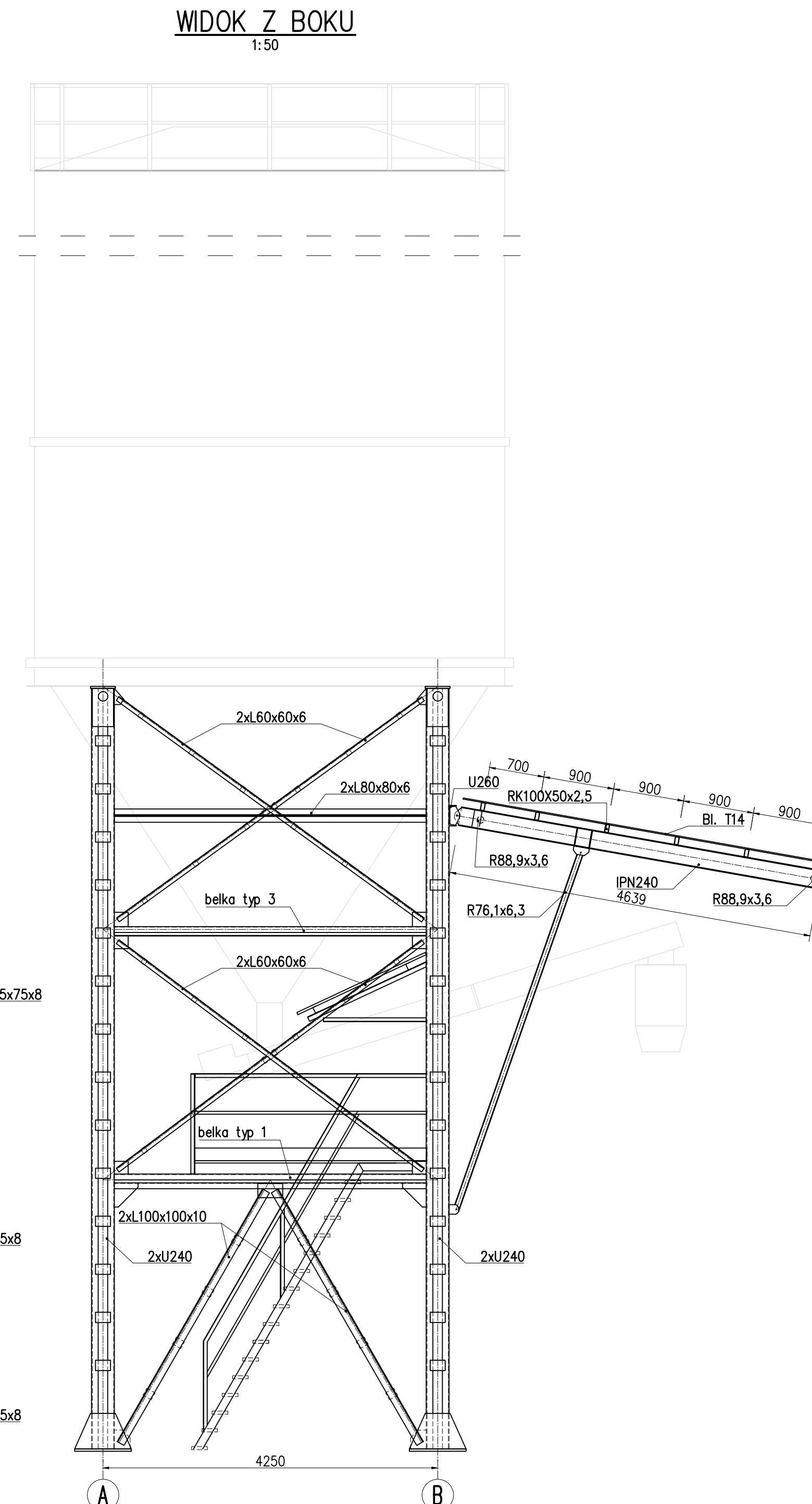
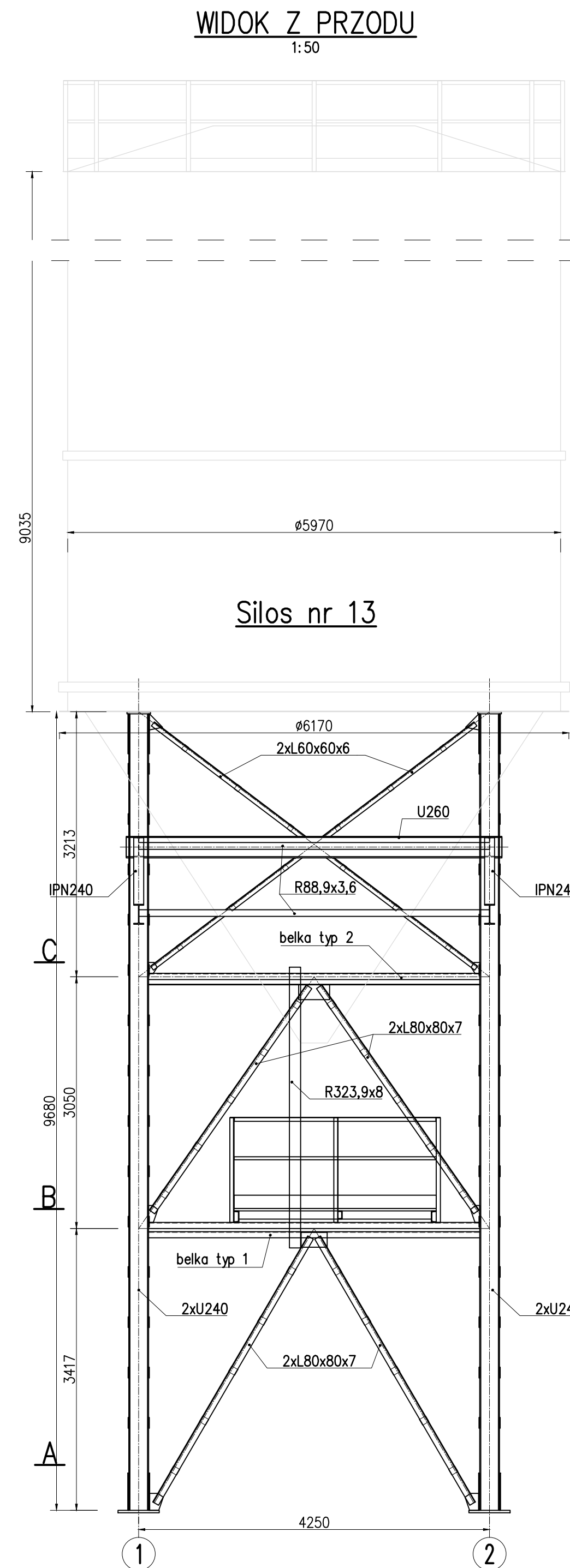
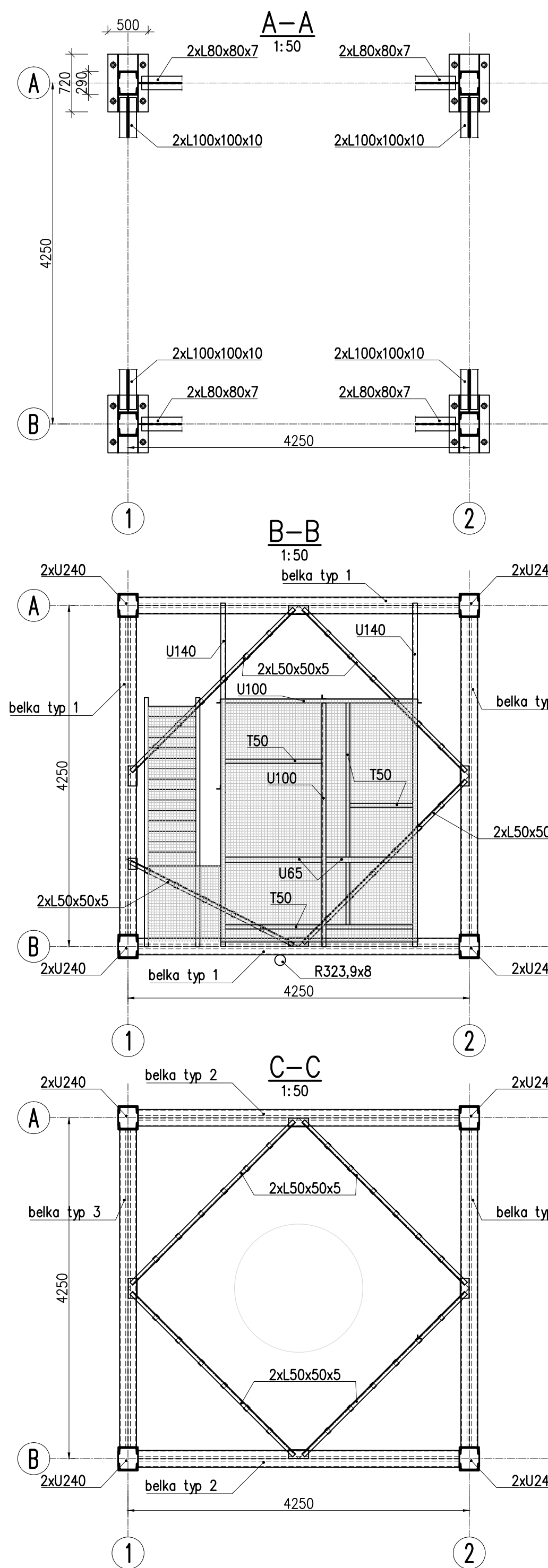
- UWAGI:
- Niniejszy rysunek należy rozpatrywać łącznie z dokumentacją rysunkową i Opisem Technicznym.
 - Wszystkie wymiary podano w milimetrach.

Biuro autorskie:  FieldLab Mateusz Hypki ul. Jana Kuźaja 6/16, 41-922 Radzionków, tel.: +48 510315318 http://www.fieldlab.pl/ e-mail: biuro@fieldlab.pl		
Inwestor: GÓRAŹDŹE CEMENT S.A. Chorula, ul. Cementowa 1, 47-316 Góraźdże		
PRZEDMIOT OPRAWOWANIA <i>Wykonanie ekspertyzy technicznej stalowych konstrukcji wsporczych trzynastu silosów na cement zlokalizowanych na terenie Stacji Przesypowej Cementu w Szczecinie</i>		
Nazwa rysunku: RYSunEK OGÓLNY SILOSU NR 9 i 10	Nr rysunku: E05	Skala: 1:50
inż. Rafał Mienkina mgr inż. Jerzy Machowski mgr inż. Mateusz Hypki dr inż. Sławomir Karas		Uprawnienia: Podpis: <small>SLK/6562/WBKb/16 SLK/0354/PBKb/22 511/Lb/2001</small> Lipiec 2023



UWAGI:
 1. Niniejszy rysunek należy rozpatrywać łącznie z dokumentacją rysunkową i Opisem Technicznym.
 2. Wszystkie wymiary podano w milimetrach.

Biuro autorskie:  FieldLab Mateusz Hypki ul. Jana Kuźaja 6/16, 41-922 Radzionków, tel.: +48 510315318 http://www.fieldlab.pl/ e-mail: biuro@fieldlab.pl		
Inwestor: GÓRAŻDŹE CEMENT S.A. Chorula, ul. Cementowa 1, 47-316 Góraździe		
PRZEDMIOT OPRACOWANIA Wykonanie ekspertyzy technicznej stalowych konstrukcji wsporczych trzynastu silosów na cement zlokalizowanych na terenie Stacji Przesypowej Cementu w Szczecinie		
Nazwa rysunku: RYSunEK OGóLNY SILOSU NR 11 i 12	Nr rysunku: E06	Skala: 1:50
inż. Rafał Mienkina mgr inż. Jerzy Machowski mgr inż. Mateusz Hypki dr inż. Sławomir Karaś		SLK/6502/WBK/16 SLK/0354/PBK/22 511.Lb/2001 Lipiec 2023



- UWAGI:**
- Niniejszy rysunek należy rozpatrywać łącznie z dokumentacją rysunkową i Opisem Technicznym.
 - Wszystkie wymiary podano w milimetrach.

<p>Biuro autorskie:</p> <p>Field Lab</p> <p>FieldLab Mateusz Hypek ul. Jana Kuźajka 6/16, 41-922 Radzionków, tel.: +48 510315318 http://www.fieldlab.pl/ e-mail: biuro@fieldlab.pl</p>		<p>Investor:</p> <p>GÓRAŹDŹE CEMENT S.A. Chorula, ul. Cementowa 1, 47-316 Góraźdże</p>	
<p>PRZEDMIOT OPRACOWANIA</p> <p>Wykonanie ekspertyzy technicznej stalowych konstrukcji wsporczych trzynastu silosów na cement zlokalizowanych na terenie Stacji Przesypowej Cementu w Szczecinie</p>			
<p>Nazwa rysunku:</p> <p style="text-align: center;">RYSUNEK OGÓLNY SILOSU NR 13</p>		<p>Nr rysunku:</p> <p style="text-align: center;">E07</p>	
<p>Skala:</p> <p style="text-align: center;">1:50 1:10</p>		<p>Uprawnienia:</p> <p style="text-align: center;">Podpis:</p>	
<p>inż. Rafał Mienkina mgr inż. Jerzy Machowski mgr inż. Mateusz Hypek dr inż. Sławomir Karaś</p>		<p>SLK/6562/WBK/16 SLK/0354/PBK/22 511/Lb/2001</p>	
<p>Lipiec 2023</p>			