

Spis treści

Pozycja	Opis	Strona
	Strona tytułowa	1
	Spis treści	2
	Oswiadczenia	3
1.0	Opis techniczny	8
2.0	Zestawienie obciazen	17
2.1	Obciazenie wiatrem	19
3.0	Platwie stalowe	20
4.0	Rama główna	41
5.0	Sciana oporowa podluzna	55
5.1	Sciana oporowa szczytowa	65
6.0	Spis rysunkow	74
7.0	Opinia geotechniczna	75

Siemianowice Śląskie, dnia 28.02.2023 r.

OŚWIADCZENIE

Na podstawie art. 20 ust.4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – *Prawo budowlane* (Dz. U. z 2019 roku, poz. 1186) oświadczam, że projekt:

NAZWA OBIEKTU: **Modernizacja istniejącej oczyszczalni ścieków w Brzeźnie - ETAP 1**

ZAKRES: **Magazyn osadu odwodnionego**

BRANŻA: **Konstrukcyjna**

ADRES INWESTYCJI:

jedn.ewid.:

300202_2.0002.174/12

300202_2.0002.174/58

300202_2.0002.175/7

m. Brzeźno, gm. Czarnków

KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO: **XXVI, XXX**

INWESTOR:

Gmina Czarnków

ul. Rybaki 3

64-700 Czarnków

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

AUTORZY OPRACOWANIA:

Autor:		Nr uprawnień:	Data	Pieczęć i Podpis:
Projektował:	mgr inż. Krzysztof Tomecki	<i>upr. bud. nr ewid.: SLK/5327/PWOK/14 specjalność konstrukcyjno- budowlana</i>	28.02.2023	
Sprawdził:	mgr inż. Krzysztof Konieczny	<i>upr. bud. nr ewid.: SLK/9829/PWBKb/21 specjalność konstrukcyjno- budowlana</i>	28.02.2023	



Sygn. akt SLK/OKK/7131.7132/9829/21

DECYZJA

Katowice, dnia 17 grudnia 2021 r.

Na podstawie art. 12 ust. 2, art. 12 ust. 3, art. 12 ust. 4c pkt 3, 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.2020r., poz. 1333, z późn. zm.) 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 Krzysztof Konieczny

mgr inż. budownictwa

ur. dnia 17 września 1991 r. w Bytomiu

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny SLK/9829/PWBKb/21

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń**

Zakres uprawnień:

- projektowanie konstrukcji obiektu,
- kierowanie robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji oraz architektury 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,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, z zastrzeżeniem art. 62 ustawy Prawo budowlane.

UZASADNIENIE

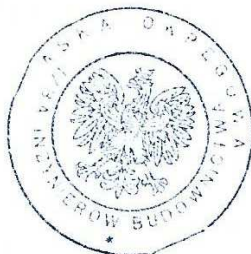
W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

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
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.

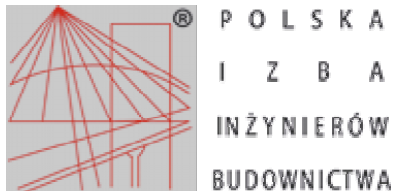


Skład orzekający OKK

1. 
mgr inż. Franciszek Buszka

2. 
mgr inż. Jan Spychała

3. 
inż. Zbigniew Herisz



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-B2D-HPZ-M8S *

Pan Krzysztof Konieczny o numerze ewidencyjnym SLK/BO/2349/22
adres zamieszkania ul. Orłąt Lwowskich 9/5, 41-902 Bytom
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2023-03-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-04-20 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.





SLK/OKK/7131.7132/5327/14

Katowice, dnia 22 grudnia 2014 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 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.), § 10 i § 12 ust. 1 pkt. 1 i 2 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 2000r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2013 r., poz. 932 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Krzysztof Tomecki

mgr inż. budownictwa
ur. dnia 18 maja 1986 w Katowicach

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny SLK/5327/PWOK/14
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń

Zakres uprawnień:

- sporządzanie projektu architektoniczno – budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
- sporządzanie projektu zagospodarowania działki lub terenu wyłącznie w zakresie uzyskanej specjalności,
- sprawdzanie projektów budowlanych w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej i sprawowanie nadzoru autorskiego,
- 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.

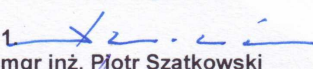
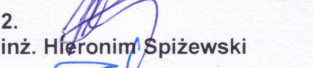
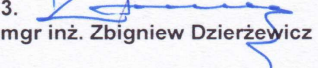
Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej SIOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

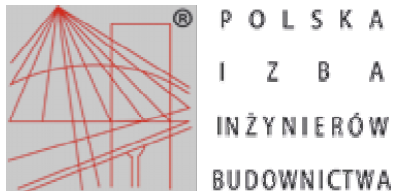
Otrzymują:

1. Pan Krzysztof Tomecki
Marcina Radockiego 268/6
40-645 Katowice
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



Skład orzekający OKK

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



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-6UI-JU3-AMC *

Pan Krzysztof Tomecki o numerze ewidencyjnym SLK/BO/8980/15
adres zamieszkania ul. Matejki 22 D, 43-190 Mikołów
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2024-02-29.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-02-28 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



Pos. 1.0 Opis techniczny

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:

- 1.1 Przedmiot, podstawa i zakres opracowania**
- 1.2 Ogólna charakterystyka projektowanego budynku**
- 1.3 Geotechniczne warunki i sposób posadowienia oraz sposób zabezpieczenia przed wpływami eksploatacji górniczej**
- 1.4 Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe oraz rozwiązania budowlane**
- 1.5 Postanowienia ogólne i wytyczne do BIOZ**

1.1. Przedmiot, podstawa i zakres opracowania

Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny budynku wiaty osadu odwodnionego będących częścią przedsięwzięcia jak w tytule opracowania.

Podstawa opracowania

- Opinia geotechniczna pod rozbudowę oczyszczalni Ścieków w m. Brzeźno, gm. Czarnków wykonana przez pracownię projektową GEOEKO dr Andrzej Kraiński w lutym 2023 r.
- Prawo budowlane, Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- Europejskie normy do projektowania konstrukcji (Eurokody)

Zakres opracowania

Opracowaniem objęto projekt techniczny w zakresie części konstrukcyjnej uszczegóławiający rozwiązania budowlane w zakresie konstrukcji fundamentów oraz konstrukcji stalowej nadbudowy przedmiotowych hal. W opracowaniu ujęto opis elementów konstrukcji projektowanych obiektów, rysunki konstrukcyjne, detale wykonawcze oraz obliczenia statyczne.

1.2. Ogólna charakterystyka projektowanych budynków

	Wiąta osadu odwodnionego
Długość budynku (na wysokości cokołu żelbetowego)	23,20 m
Szerokość budynku (na wysokości cokołu żelbetowego)	12,70 m
Wysokość słupa przy okapie (od poziomu ±0,00)	5,70 m
Wysokość kalenicy (od poziomu ±0,00)	9,10 m
Rozstaw ram	4,75; 5,50; 5,95; 7,00 m
Kąt nachylenia połaci dachowych	26°
Przewieszenie dachu na ścianach podłużnych	50 cm
Przewieszenie dachu na ścianach szczytowych	30 cm
Powierzchnia zabudowy budynku	294,64 m ²

1.3. Geotechniczne warunki i sposób posadowienia oraz sposób zabezpieczenia przed wpływami eksploatacji górniczej

Na przedmiotowym terenie wykonano 4 otwory badawcze do ok. 3,60 m głębokości (w tym 1 pod projektowanym budynkiem magazynu).

Na ich podstawie stwierdzono występowanie w podłożu gruntów rodzimych nośnych tj. glin piaszczystych w stanie plastycznym, które nie nadają się do bezpośredniego posadawiania. Bezpośrednio pod powierzchnią terenu znajduje się warstwa nasypów niebudowlanych o miąższości ok. 0,60 m.

Nie zbadano obecności wód, które wpływałyby w sposób negatywny na posadowienie budynku i prowadzenie prac ziemnych.

Na podstawie wyników badań oraz uwzględniając konstrukcję projektowanego obiektu przyjęto następujące warunki:

- Kategoria geotechniczna obiektów: pierwsza
- Warunki gruntowe: proste
- Sposób posadowienia obiektu: po wykonaniu wymiany gruntu na podbudowę z kruszywa do głębokości przemarzania (zgodnie z wytycznymi podanymi w dalszej części opracowania) posadowienie bezpośrednie - ławy fundamentowe.

W czasie robót ziemnych i fundamentowych należy chronić występujące w podłożu gliny przed przemarzaniem i zamakaniem. Roboty ziemne wykonywać w porze suchej, w temperaturach dodatnich. Ostatnią warstwę wykopu pod fundamenty wykonać ręcznie lub lekkim sprzętem bezpośrednio przed wykonaniem warstwy podbudowy.

Projektant nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne niezgodności przyjętych założeń z parametrami gruntu rzeczywiście zalegającego w podłożu. W przypadku natrafienia na grunty w stanie nieodpowiadającym tym z opinii geotechnicznej należy zwrócić się do projektanta konstrukcji w celu ponownej analizy posadowienia obiektu. Na czas wykonania robót ziemnych należy ustanowić nadzór geotechniczny.

Na przedmiotowym terenie nie przewiduje się jakichkolwiek wpływów eksploatacji górniczej na projektowany budynek.

1.4. Konstrukcja obiektu i rozwiązania materiałowe

Układ konstrukcyjny

Magazyn osadu zaprojektowano jako jednonawowa wiata z dachem dwuspadowym. Konstrukcję nośną hali stanowią sztywne ramy stalowe w rozstawie jak w tabeli w punkcie 1.3. oparte przegubowo na ścianach zasypowych. Sztywność podłużną hali zapewnia system stężeń pionowych (ściennych) i dachowych stanowiący układ z diagonalnych prętów stalowych z systemem napinającym oraz stalowych profili okrągłych.

Roboty ziemne, podbudowa

Roboty ziemne należy prowadzić możliwie w okresach suchych. Technologia wykonania wykopu musi umożliwiać jego prawidłowe odwodnienie w całym okresie trwania robót ziemnych. Należy przewidzieć odpowiednie rzępa i rowy umożliwiające szybki odpływ wód z wykopu.

Po wykonaniu wykopów pod fundamenty należy zweryfikować stan i rodzaj gruntów z wynikami wykonanych badań geotechnicznych. Jeśli stan lub rodzaj gruntów nie będzie zgodny z informacjami zawartymi w opinii geotechnicznej, należy bezzwłocznie powiadomić o tym fakcie projektanta konstrukcji.

Na terenie pod planowanym obiektem należy usunąć warstwę gleby oraz gruntów do głębokości ok -0,50 m poniżej istniejącego poziomu terenu (lub głębiej w miejscach grubszej warstwy humusu). Następnie teren należy przegłębić tak by w miejscach ław poziom wykopów był o ok. 35 cm poniżej projektowanego poziomu posadowienia tych elementów. Prace należy prowadzić tak by nie naruszyć warstw gruntów rodzimych na spodzie wykopów. Prace ziemne należy prowadzić pod nadzorem geologa lub geotechnika.

Zastane grunty niebudowlane – nasypy niekontrolowane należy całościowo usunąć i wymienić na podbudowę gruntową.

Z uwagi na wysadzinowość glin (gruntów rodzimych) pod płytę dolną ścian oporowych należy wykonać podbudowę o miąższości min. 30 cm (do głębokości przemarzania -0,8 m) z kruszywa łamanego. Zagęszczać należy warstwami o maksymalnej miąższości 15-20cm. Dolne warstwy nasypów należy wykonywać z kruszywa o frakcji 31,5-63mm, a górne z drobniejszego o frakcji 0-31,5mm. Górną powierzchnię doklinować dodatkowo drobniejszą frakcją (0/4 mm). Równość podłużna i poprzeczna podbudowy mierzona 4-metrową łata zgodnie z BN-68/8931-04 nie powinna przekraczać 15 mm. Minimalny wtórny moduł odkształcenia na poziomie podbudowy górnej powinien wynosić $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$ a stosunek $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$. Warstwy podbudowy zagęszczać przy zachowaniu wilgotności optymalnej materiału.

W przypadku wykonywania podbudowy zaleca się oddzielenie warstw gruntów spoistych o ile takie wystąpią od kruszywa warstwą geowłókniny.

Po wykonaniu wykopów, ewentualnej wymianie gruntu niezwłocznie wykonać warstwę podkładową pod fundamenty z betonu C8/10 min 5 cm do dolnego poziomu fundamentów. Po wykonaniu stóp i ścian fundamentowych należy wykonać zasypki od zewnątrz gruntem o niskiej wodoprzepuszczalności. Cokoły i ławy należy bezwzględnie obsypać gruntem od zewnątrz do poziomu $\pm 0,00$ m (obsypanie fundamentów należy wykonać warstwami maksymalnie po 20-25 cm z zagęszczeniem każdej warstwy). Zaleca się również wykonanie drenażu opaskowego lub należy wykonać utwardzenie terenu wokół obiektu z warstw o niskiej przepuszczalności wody.

Podbudowę gruntową pod posadzkę o miąższości min. 60 cm należy wykonać analogicznie do wytycznych podanych powyżej lub zgodnie z wytycznymi ujętymi w projekcie wykonawczym posadzki.

Zaleca się by sprawdzenie zagęszczenia podbudowy gruntowej pod posadzkę wykonać przy pomocy płyty statycznej VSS.

Fundamenty i roboty żelbetowe

Poniżej fundamentów należy wykonać warstwę betonu podkładowego klasy C8/10. Grubość warstw betonu podkładowego powinna wynosić min 5 cm w zależności od jakości wykonania podbudowy z kruszywa lub wykopu. Na betonie podkładowym należy ułożyć folię budowlaną gr. 0,2 mm.

Fundamenty po obrysie zewnętrznym magazynu zaprojektowano jako żelbetowe ściany oporowe stanowiące element posadowienia obiektu jak również części konstrukcji naziemnej. Ściany oporowe o geometrii jak na rysunkach należy wykonać z betonu klasy C30/37 o klasie ekspozycji XC4, XF1, XD2, XA2 zbrojone stalą klasy BSt 500 S oraz BSt 500 M. Dokładne wymiary geometryczne oraz detale zbrojeniowe wg rysunków.

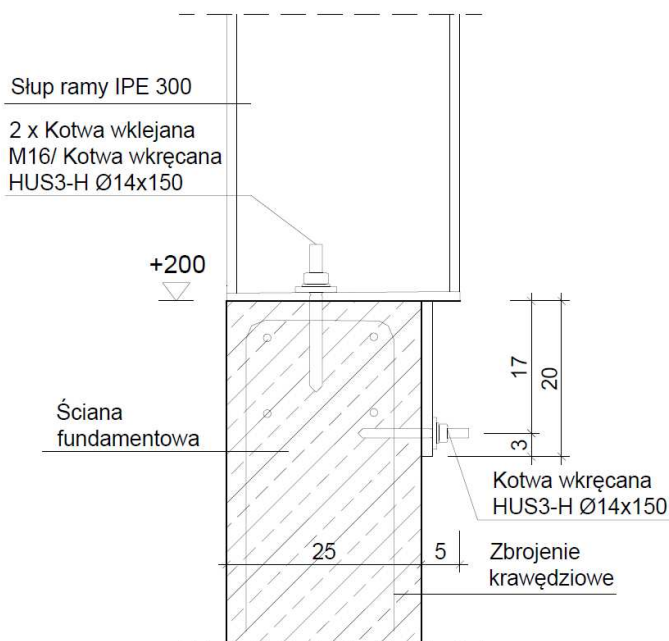
Posadzkę hali o grubości min. 20 cm należy wykonać z betonu C30/37 o klasie ekspozycji XC4, XF1, XD2, XA2 zbrojonego włóknami rozproszonymi. Posadzkę należy wykonać w technologii DST lub innej pokrewnej. Posadzkę należy wykonać w technologii DST lub innej pokrewnej. Pod posadzką należy ułożyć 2 x folię budowlaną gr. 0,2 mm na zakład min 30 cm. Górną powierzchnię posadzki należy zatrzeć na gładko z zastosowaniem utwardzacza powierzchniowego suchą posypką impregnowanego żywicą np. akrylową. Dokładne wytyczne dotyczące technologii wykonania, umiejscowienia cięć dylatacyjnych, oraz

pielęgnacji świeżej płyty posadzki należy podać w osobnym opracowaniu technicznym uzgodnionym z specjalistyczną firmą wykonawczą i dostawcą technologii.

Rama główna – oś 1-5

Zewnętrzne słupy ram zaprojektowano z gorącowałcowanych profili dwuteowych IPE 300 (stal konstrukcyjna klasy S275 JR). Rygiel zaprojektowano z gorącowałcowanych profili dwuteowych IPE 240 (stal konstrukcyjna klasy S275 JR). Poszczególne elementy ram zaprojektowano jako sztywno połączone w okapie (słup/rygiel) oraz w kalenicy (rygiel/rygiel) za pomocą systemowych okuć stalowych oraz śrub sprężających klasy 10.9 HV.

Schemat połączenia ze ścianą fundamentową zaprojektowano jako przegubowy realizowany za pomocą kotew zgodnie z poniższym detalem.



Płatwie dachowe

Na dachu zaprojektowano płatwie jako jednoprzęsłowe z profili zimnogiętych typu „Z”. Rozstaw płatwi wynosi do 200 cm. Przekrój płatwi został dobrany na podstawie programu obliczeniowego udostępnionego przez producenta płatwi. Wysokość profilu płatwiowego będzie wynosić 200 mm, a grubość będzie zróżnicowana w zależności od wyników obliczeń statycznych. Profile będą wykonane z blachy ocynkowanej w klasie Z275. Jako płatew okapową zastosowano przekrój zimnogięty typu „C”.

Pokrycie dachu

Nachylenie połaci dachu wynosi 26°. Pokrycie dachu zaprojektowano jako blachę trapezową o profilu T45 lub zbliżonym i grubości 0,7 mm z obustronną warstwą lakieru poliestrowego o gr. ok. 25 µm.

1.5. Postanowienia ogólne i wytyczne do BIOZ

Wymagania dotyczące konstrukcji stalowej

Wszystkie elementy stalowe należy zabezpieczyć przed korozją przez cynkowanie metodą zanurzeniową.

Zabezpieczenia dla kategorii korozyjności:	C3
Klasa wykonania konstrukcji stalowej (wg tab. A.3 EN1090-2):	EXC2
Kategoria produkcji elementów stalowych (wg tab. B.2 EN1090-2):	PC1
Klasa wykonania konstrukcji stalowej (wg tab. B.3 EN1090-2):	EXC2

Niezawodność obiektu

Klasa konsekwencji zniszczenia (wg tab. B1 EN1990):	CC2*
Klasa niezawodności (wg B3.2 EN1990)	RC2
Minimalny wskaźnik niezawodności (wg B3.2 EN1990):	β=3,8
Kategoria projektowanego okresu odniesienia (wg tab. 2.1 EN1990):	4 (50 lat)

Odporność pożarowa budynku obory

Rodzaj budynku (wg §209 Dz. U. 2015 poz. 1422):	PM
Maksymalna gęstość obciążenia pożarowego:	Q ≤ 500 MJ/m²
Klasa odporności pożarowej (wg §212 Dz. U. 2015 poz. 1422):	E

Nadzór i wytyczne do BIOZ

Całość robót prowadzić pod stałym nadzorem osób posiadających odpowiednie uprawnienia budowlane. Wszystkie prace budowlane należy prowadzić zgodnie ze sztuką budowlaną. Przed rozpoczęciem prac kierownik budowy powinien sporządzić plan BIOZ, odpowiednio wygrodzić teren oraz wyznaczyć strefy bezpieczeństwa. Montaż konstrukcji nośnej proponuje się wykonać za pomocą żurawia samochodowego. W czasie montażu należy wyposażyć operatora żurawia oraz montażystów w środki łączności radiowej. Robotnicy budowlani pracujący na wysokości muszą być wyposażeni w pasy zabezpieczające przed upadkiem lub całość konstrukcji zabezpieczyć siatkami chroniącymi przed upadkiem z wysokości zamontowanymi do konstrukcji nośnej. Zatrudnieni na budowie pracownicy powinni posiadać odpowiednie doświadczenie w wykonywaniu planowanych prac oraz przeszkolenie w zakresie BHP. Nadzór nad montażem należy powierzyć osobie z doświadczeniem przy wykonywaniu prac montażowych.

OBLICZENIA STATYCZNE

W rozdziale „Obliczenia statyczne” przedstawiono układy konstrukcyjne obiektu budowlanego, zastosowane schematy statyczne, założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji (w tym dotyczące obciążeń), oraz podstawowe wyniki tych obliczeń. W projekcie nie zastosowano rozwiązań nowatorskich, niesprawdzonych w krajowej praktyce.

Autor obliczeń:

mgr inż. Krzysztof Tomecki

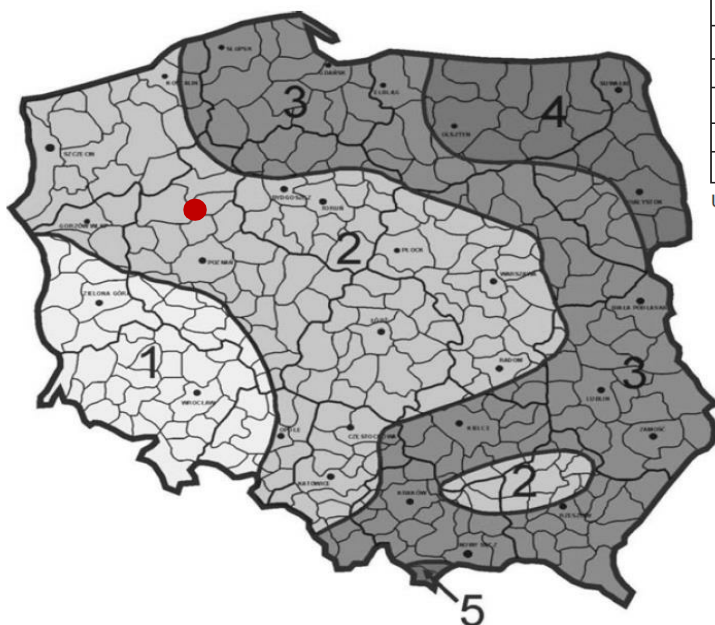
Pos. 2.0 Zestawienie obciazen

Obciażenie śniegiem wg PN-EN 1991 (Eurokod 1):

Miejscowość: Brzeźno gm. Czarnków
Wysokość nad poziomem morza: 86 m n.p.m.
Strefa obciażenia śniegiem: 2

Wartość charakterystycznego obciażenia śniegiem gruntu wynosi:

$$S_k = 900 \text{ N/m}^2$$



Strefa	$s_k, \text{kN/m}^2$
1	$0,007A - 1,4; s_k \geq 0,70$
2	0,9
3	$0,006A - 0,6; s_k \geq 1,2$
4	1,6
5	$0,93 \exp(0,00134A); s_k \geq 2,0$

UWAGA: A = Wysokość nad poziomem morza (m)

Podział Polski na strefy obciażenia śniegiem gruntu wg PN-EN 1991-1-3:2005

UWAGA:

Przyjęte zgodnie z ww. normą obciażenie śniegiem na grunt wynoszące 90 kg/m² odpowiada w przybliżeniu warstwie ok. 20cm śniegu zalegającego przez kilka tygodni na połaci dachu lub ok. 36cm śniegu osiadłego (kilka godzin po opadach). Dla takiego obciażenia została zaprojektowana konstrukcja obiektu. W przypadku zgromadzenia się na dachu większej ilości śniegu należy niezwłocznie zredukować jego wastwę do grubości ok. 50% przyjętej w obliczeniach statycznych. Nie należy usuwać mechanicznie całej warstwy śniegu by nie dopuścić do uszkodzenia pokrycia dachu. Do odśnieżania dachu należy zatrudnić wyspecjalizowane firmy, a sposób przemieszania mas śnieżnych na dachu należy skonsultować z projektantem konstrukcji.

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991 (Eurokod 1):

Miejscowość:	Brzeźno gm. Czarneków
Wysokość nad poziomem morza:	86 m n.p.m.
Strefa obciążenia wiatrem:	1
Kategoria terenu:	2 / 3
Całkowita wysokość budynku:	9,1 m

Wartość podstawowej bazowej prędkości wiatru $v_{b,0}$:	22,00 m/s
Wartość podstawowego bazowego ciśnienia prędkości wiatru $q_{b,0}$:	0,30 kN/m ²
Wymiar chropowatości z_0 :	0,126 m
Współczynnik rzeźby terenu c_0 :	1,00
Współczynnik tyrbulencji k_1 :	1,00

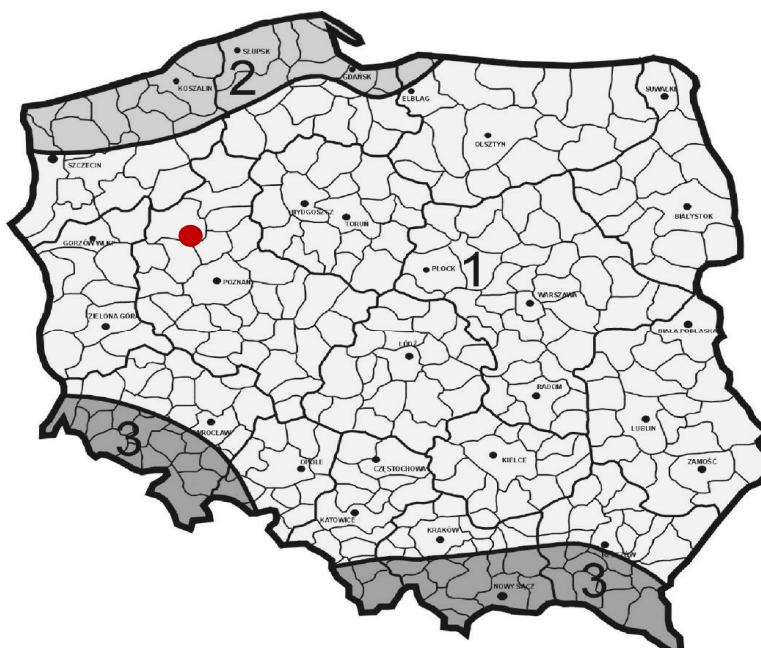
$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad 0,234$$

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} \quad 0,203$$

$$c_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ dla } z_{\min} < z < 200\text{m} \quad 0,868$$

Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wynosi:

$$q_h(h) = 600 \text{ N/m}^2$$

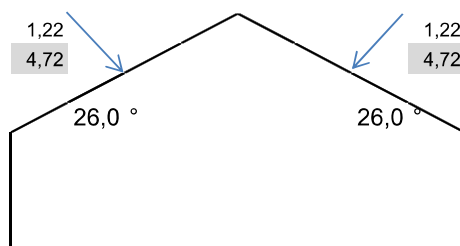


Pos. 2.1 Obciazenie wiatrem

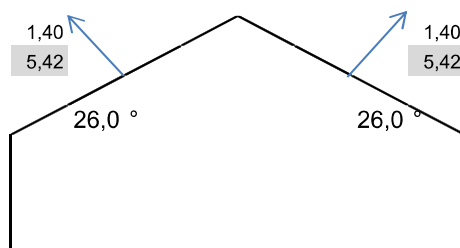
Obciazenie wiatrem - dach dwuspadowy - budynek otwarty

Wartość szczytowa ciśnienia	$q =$	0,60 kN/m ²	$DN_L =$	26,0 °
Rozstaw ram	$a =$	6,45 m	$DN_R =$	26,0 °
$c_{p,a}$ -Dach:		lewo	prawo	
$c_{p,a}^+$	$=$	1,22	1,22	
$c_{p,a}^-$	$=$	1,40	1,40	

Wiatr parcie



Wiatr ssanie



Pos. 3.0 Platwie stalowe

System-Bau-Elemente Vertriebs GmbH

Offenbachstr. 1

81241 München

Telefon: 0 89 / 89 60 84-0

Telefax: 0 89 / 89 60 84-99

Peter Zitzlsperger: (DW-18)



ZETA - Profile

E-mail: info@sbe-zeta.de

STATISCHE BERECHNUNG

gemäß Typenprüfung T21-024, gültig bis 31.03.2026

NR. 2300609

Bauvorhaben

Esko Polen

Bauausführung

Tragwerksplaner für
Pfetten und Wandriegel

System-Bau-Elemente GmbH
Offenbachstr. 1
81241 München

Ausfertigung

Nr. 1/ Prüfexemplar
Nr. 2/ Bauherrn
Nr. 3/ Baufirma
Nr. 4/ SBE München

München, den

27.Feb.2023

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

ZETA I Profile im Overlap-System

Nachweis ausreichender Standsicherheit nach E-Theorie und DIN EN 1993-1-3 [3]

1. Angaben zum Bauwerk und Standort:

Dachkonstruktion	First-Trauf-Länge L_s [m] =	7,07	Pfettenabstand $a(Pf)$ [m] =	1,80
	Dachneigung α [°] =	26		1,00
a)	Dacheigenlast $g(k)$ [kN/m²] =	0,10	Firsthöhe z [m] =	8,80
	Zusatzlast $q(k)$ [kN/m²] =	0,00		
b)	WZ =	2	Höhe $H(S)$ (bzw. A) über NN [m] =	440
	Windstaudruck $q(p)$ [kN/m²] =	0,632	{entspricht charakteristischem Wert $q(k)$ }	
	Sogbeiwert $c(pe,10)$ =	-1,47	DIN EN 1991-1-4, Tab. 7.2...7.4 {mit Vorzeichen eing.}	
d)	SZ =	1a	$s(k)$ [kN/m²] =	0,900
			μ =	0,8
	Schneelast auf dem Dach $s(i)$ [kN/m²] =	0,720	DIN EN 1991-1-3/NA 4.1 DIN EN 1991-1-3, Tab. 5.2 { $C_e = C_i = 1$ } char. W. n. DIN EN 1991-1-3, Abschn. 5.2(3)	

2. Belastung eines Pfettenstrangs:

andrückende Belastung

$$\gamma(F,G,1) = 1,35 \quad \gamma(F,Q) = 1,50$$

Für die Kragarme können gegebenenfalls andere Teilsicherheitsbeiwerte erforderlich werden:

$$\gamma(F,G,K) = 1,35 \quad \gamma(F,Q,K) = 1,50 \quad \gamma(F,m) \cong 1,47$$

Endfeld	20020
Innenfeld	20016
Binderabstand [m]	5,95

abhebender Belastung

$$\gamma(F,G,2) = 1,00 \quad \gamma(F,Q) = 1,50$$

$$\gamma(F,G,K) = 1,00 \quad \gamma(F,Q,K) = 1,50$$

Andr.	Abh.	L / x
0,765	0,806	227

Zusammenfassung der max. Auslastung

andrückende Belastung

$$q(d) \text{ [kN/m]} = f(D) \cdot \{ \gamma(F,G,1) \cdot [g(\text{Dach},k) + g(Pf,k)/a(Pf)] + \gamma(F,Q) \cdot [s(k) \cdot \cos \alpha] \} \cdot a(Pf) = 2,07$$

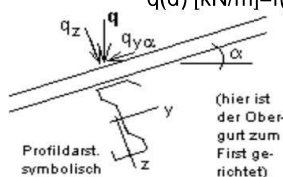
$$q(E,d) \text{ [kN/m]} = q(z,d) = q(d) \cdot \cos \alpha = 1,86$$

$$q(y,\alpha,d) \text{ [kN/m]} = q(d) \cdot \sin \alpha = 0,91$$

aus zusätzl. vert. Last: $\text{zus. } q(d) \text{ [kN/m]} = 0,82$

$$\text{zus. } q(z,d) \text{ [kN/m]} = \text{zus. } q(d) \cdot \cos \alpha = 0,74$$

$$\text{zus } q(y,\alpha,d) \text{ [kN/m]} = \text{zus } q(d) \cdot \sin \alpha = 0,36$$



Für d. Ermittl. der Scheibenlasten
 $q(d) \text{ [kN/m²]} = 1,20$

Für den Kragarm $q(z,K,d) = 1,86$
 $q(y,\alpha,K,d) \text{ [kN/m]} = 0,94$

{Hinweis: Werte für "zus. $q(d)$ " müssen in die nachfolgende Tabelle eingetragen werden}

abhebende Belastung (nach oben positiv)

$$q(d) \text{ [kN/m]} = f(D) \cdot \{ \gamma(F,G,2) \cdot [g(\text{Dach},k) + g(Pf,k)/a(Pf)] + \gamma(F,Q) \cdot [w(k)/\cos \alpha] \} \cdot a(Pf) = 2,54$$

$$q(E,d) \text{ [kN/m]} = q(z,d) = 2,29$$

$$q(y,\alpha,d) \text{ [kN/m]} = f(D) \cdot \{ \gamma(F,G,2) \cdot [g(\text{Dach},k) + g(Pf,k)/a(Pf)] \} \cdot a(Pf) \cdot \sin \alpha = 0,13$$

$$\text{aus zusätzl. vert. Last: } \text{zus. } q(d) \text{ [kN/m]} = 0,00$$

$$\text{zus. } q(z,d) \text{ [kN/m]} = \text{zus. } q(d) \cdot \cos \alpha = 0,00$$

$$\text{zus } q(y,\alpha,d) \text{ [kN/m]} = \text{zus } q(d) \cdot \sin \alpha = 0,00$$

{Hinweis: Werte für "zus. $q(d)$ " müssen in die nachfolgende Tabelle eingetragen werden}

Für d. Ermittl. der Scheibenlasten
 $q(d) \text{ [kN/m²]} = 1,38$

Für den Kragarm $q(z,K,d) = 2,24$
 $q(y,\alpha,K,d) \text{ [kN/m]} = 0,13$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

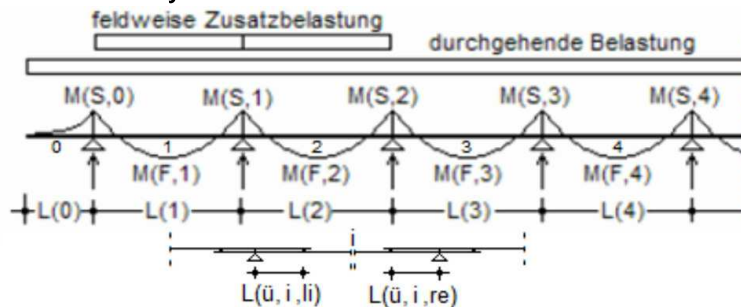
SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

3. Berechnung der Schnittkräfte für die Belastung in z-Richtung {q(z,d)}

3.1 Allgemeine Hinweise

An den Innenstützen überlappen immer zwei Querschnitte. Dies und die Blechdickenunterschiede zwischen Rand- und Innenfeldern bleiben bei der Schnittkraftberechnung unberücksichtigt.

3.2 Statisches System und Stützweiten



Anzahl der Felder:
 $n (\geq 2, \leq 11) = 4$

Kragträger:
Feld 0 und Feld 5

Feld i	L(i) m	andr. zus. q(d) kN/m	abheb. zus. q(d) kN/m ¹⁾	Feld i	L(i) m	andr. zus. q(d) kN/m	abheb. zus. q(d) kN/m ¹⁾
0	0,00	0,00	0,00		0,00	0,82	0,00
1	6,95	0,82	0,00		0,00	0,82	0,00
2	5,95	0,82	0,00		0,00	0,82	0,00
3	5,50	0,82	0,00		0,00	0,82	0,00
4	4,70	0,82	0,00		0,00	0,82	0,00
5	0,00	0,00	0,00		0,00	0,82	0,00
					0,00	0,82	0,00

1) nach oben positiv

1) nach oben positiv

Massgebendes / untersuchtes Innendfeld ($i \geq 2$): 2

3.3 Schnitt- und Stützkräfte

N(i,d) als Druckkraft positiv eingeben!

[illegible]

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

3.4. Überlappungslängen und Momente an den Überlappungsenden

L(Ü) in mm eingeben

$$M(0) = q \cdot L^2 / 8$$

$$M(\ddot{u}) = 4 \cdot M(0) \cdot x / L \cdot (1 - x/L) + (1 - x/L) \cdot M(S,li) + x/L \cdot M(S,re)$$

andrückende Belastung

1. Feld	0	1	2	3	4	5	6	7
2. L [m]	0,00	6,95	5,95	5,50	4,70	0,00	0,00	0,00
3. L(ü,li)	0	0	950	650	650	0	0	0
4. L(ü,re)	0	650	650	950	0	0	0	0
5. x(ü,li)	0,000	0,000	0,950	0,650	0,650	0,000	0,000	0,000
6. x(ü,re)	0,000	6,300	5,300	4,550	4,700	0,000	0,000	0,000
7. M(S,li)	-	0,00	12,42	5,77	7,05	0,00	0,00	0,00
8. M(S,re)	0,00	12,42	5,77	7,05	0,00	0,00	0,00	0,00
9. q(z,d)	0,00	2,60	2,60	2,60	2,60	0,00	0,00	0,00
10. M(0)	0,00	15,69	11,50	9,82	7,17	0,00	0,00	0,00
11. M(ü,li)	-	0,00	5,19	1,83	2,65	0,00	0,00	0,00
12. M(ü,re)	-	5,94	2,02	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00
13. q(y,α,d)	0,000	1,626	1,626	1,626	1,626	0,000	0,000	0,000

abhebende Belastung

1. Feld	0	1	2	3	4	5	6	7
2. M(S,li)	-	0,00	10,94	5,08	6,20	0,00	0,00	0,00
3. M(S,re)	0,00	10,94	5,08	6,20	0,00	0,00	0,00	0,00
4. q(z,d)	0,00	2,29	2,29	2,29	2,29	0,00	0,00	0,00
5. M(0)	0,00	13,81	10,12	8,65	6,32	0,00	0,00	0,00
6. M(ü,li)	-	0,00	4,57	1,61	2,33	0,00	0,00	0,00
7. M(ü,re)	-	5,23	1,78	1,07	0,00	0,00	0,00	0,00
8. q(y,α,d)	0,000	0,491	0,491	0,491	0,491	0,000	0,000	0,000

3.5. Ergebnisse aller Spannungs- und Verformungsnachweise (Stabilis. durch Sandwichelemente)

Profile:	Randfeld 1:	Querschnitt ZETA I-200*2	Innenfeld:	Querschnitt ZETA I-200*1,6	
Auslastung (AL) bei andrückende Belastung					
	Stütze zwischen Feld 1 und 2:	AL = 0,464	St. zw. Feld 2 und 2±1:	0,335	
	Überlappungsende (ÜLE) im Feld 1:	AL = 0,426	ÜLE im Feld 2:	0,304	
	Überlappungsende im Feld 2:	AL = 0,504			
	M(Ki) [kNm] =	57,72	M(Ki) [kNm] =	31,53	
	χ(LT) =	0,930	χ(LT) =	0,886	
	Feld 1: AL =	0,765	Feld 2: AL =	0,419	
	Scheibenverformung v(S) [mm] =	18,0	v(S) [mm] =	10,7	
L/x=227	Trägerdurchbiegung f(m) [mm] =	30,6	f(m) [mm] =	2,0	L/x=2944
	max Ausl. =	0,765	max Ausl. =	0,419	
Auslastung (AL) abhebende Belastung					
	Stütze zwischen Feld 1 und 2:	AL = 0,385	St. zw. Feld 2 und 2±1:	0,235	
	Überlappungsende im Feld 1:	AL = 0,270	ÜLE im Feld 2:	0,215	
	Überlappungsende im Feld 2:	AL = 0,413			
	M(Ki) [kNm] =	21,88	M(Ki) [kNm] =	52,46	
	χ(LT) =	0,759	χ(LT) =	0,961	
	Feld 1: AL =	0,806	Feld 2: AL =	0,313	
	max Ausl. =	0,806	max Ausl. =	0,313	
C(D) and.= 1,00 kNm/m ; C(D) abh.= 0,60kNm/m			Schubsteifigkeit / Pfette S [kN] =		400 kN

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

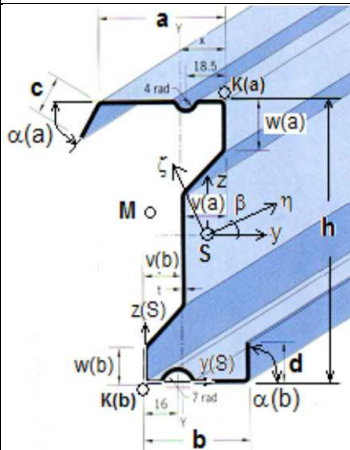
4. Nachweise für den Feldbereich 1 (Randfeld) und den Stützenbereich 1 L [mm] = 6950

4.1 Allgemeine Hinweise

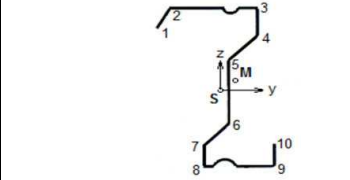
Es wird angenommen, dass im benachbarten Feld der gleiche Trägerquerschnitt wie im höchstbelasteten Innenfeld vorhanden ist. Die Profile werden so eingebaut, dass der Oberflansch zum First ("F" eingeben) oder zur Traufe ("T" eingeben) gerichtet ist:

4.2 Pfettenprofil {Querschnitt Q(1)} $E [N/mm^2] = 210.000$ $f(R) = 1$ $\gamma(M) = 1,1$
 $G [N/mm^2] = 81.000$

{▼ Hinweis: Rahmen für die Querschnittswerte aus der Querschnittsdatei}

Querschnitt ZETA I-200*2 (alle Maße sind Außenmaße)		$h [mm] = 200,0$	$a [mm] = 72,0$	$b [mm] = 65,0$
		$t(N) [mm] = 2,0$	$c [mm] = 18,0$	$d [mm] = 18,0$
		$f(y,k) [N/mm^2] = 450,0$	$\alpha(a) [^\circ] = 60,0$	$\alpha(b) [^\circ] = 90,0$
$v(a) = 19$	$v(b) = 18$	$w(a) = 22$	$w(b) = 17$	[mm]
				
a) voll wirksamer Querschnitt (frei verformbar)				
Schwerpunktlage (S): $t(cor) [mm] = 1,96$				
$z(S) [mm] = 100,11$ $y(S) [mm] = 17,22$				
Schubmittelpunktlage (M), von S aus gemessen:				
$z(M) [mm] = 18,48$ $y(M) [mm] = 0,51$				
Querschnittsfläche $A [cm^2] = 7,64$ $\delta = 0,0135$				
Eigenlast $g(k) [kN/m] = 0,060$				
Trägheitsmoment $J(y) [cm^4] = 463,2$				
Trägheitsmoment $J(z) [cm^4] = 34,9$				
Trägheitsmoment $J(zy) [cm^4] = -47,4$				
Trägheitsmoment $J(x) [cm^4] = 0,0965$ (Torsion)				
Wölbwiderstand $C(M) [cm^6] = 4,907$				
$\min C(K) [cm^6] = 10,130$ (K bei "a" oder "b")				
Hauptachsenneigung: $\beta [^\circ] = 6,24$				
Hauptträgheitsmomente: $J(\eta) [cm^4] = 468,4$ $J(\zeta) [cm^4] = 29,7$				
b) effektive Querschnittswerte (Biegung um y-Achse)				
Querschnitts-	D r u c k s p a n n u n g e n			konst ü. ges. Querschn.
wert	auf Seite "a"	auf Seite "b"		
$f(\text{Kaltverfestigung}) =$	1,000	1,000		1,000
$\text{eff } z(S) [mm] =$	93,4	102,2		96,4
$\text{eff } y(S) [mm] =$	18,81	16,33		17,44
$\text{eff } A [cm^2] =$	7,15	7,48		5,98
$\text{eff } J(y) [cm^4] =$	414,0	447,1		-
$\text{eff } J(z) [cm^4] =$	29,8	32,4		-
$\text{eff } M(y,R,k) [kNm] =$	17,81	19,69		-
$\text{eff } M(z,R,k) [kNm] =$	2,22	2,52		-
$\text{eff } V(z,R,k) [kN] =$	98,17	98,17		-
$\text{eff } V(y,R,k) [kN] =$	81,32	81,32		-
$\text{eff } N(R,k) [kN] =$	321,6	336,7		269,0

{▼ Hinweis: Rahmen für die Querschnittswerte aus der Querschnittsdatei}

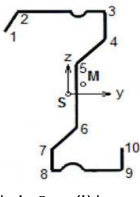
Koordinaten y, h und z, z in mm und Wölbkoordinaten w(M) in mm², ermittelt am voll w. Querschnitt						
	i	$y(S,i)$	$z(S,i)$	$\eta(S,i)$	$\zeta(S,i)$	$\omega(M,i)$
	1	-58,73	83,17	-49,35	89,05	-5.435
	2	-50,22	97,89	-39,30	102,76	-4.011
	3	19,78	97,89	30,29	95,16	2.070
	4	19,78	76,89	28,01	74,28	2.475
	7	-17,22	-84,11	-26,26	-81,75	3.291
	8	-17,22	-100,11	-27,99	-97,65	3.007
	9	45,78	-100,11	34,63	-104,49	-5.270
	10	45,78	-83,11	36,48	-87,59	-6.041
	$\zeta(i) = -y(i) \cdot \sin \beta + z(i) \cdot \cos \beta$ $\eta(i) = y(i) \cdot \cos \beta + z(i) \cdot \sin \beta$					

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

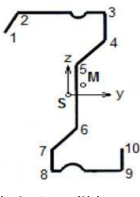
Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

{▼ Hinweis: Rahmen für die Querschnittswerte aus der Querschnittsdatei}

Koordinaten y, η und z, ζ in mm und Wölbkoordinaten $\omega(M)$ in mm ² bei "Seite a - Druck"						
	i	y(S,i)	z(S,i)	η (S,i)	ζ (S,i)	ω (M,i)
	1	-60,32	89,84	-51,73	95,04	-5.435
	2	-51,81	104,56	-41,90	108,91	-4.011
	3	18,19	104,56	27,80	102,42	2.070
	4	18,19	83,56	25,85	81,51	2.475
	7	-18,81	-77,44	-25,90	-75,37	3.291
	8	-18,81	-93,44	-27,39	-91,30	3.007
	9	44,19	-93,44	35,34	-97,14	-5.270
	10	44,19	-76,44	36,92	-80,21	-6.041
	$J(\eta), J(\zeta)$ [mm ⁴] und β [°] =			4,29E+06 2,72E+05 5,32		

{▼ Hinweis: Rahmen für die Querschnittswerte aus der Querschnittsdatei}

Koordinaten y, η und z, ζ in mm und Wölbkoordinaten $\omega(M)$ in mm ² bei "Seite b - Druck"						
	i	y(S,i)	z(S,i)	η (S,i)	ζ (S,i)	ω (M,i)
	1	-57,84	81,08	-49,71	86,30	-5.435
	2	-49,33	95,79	-39,82	100,12	-4.011
	3	20,67	95,79	29,85	93,34	2.070
	4	20,67	74,79	27,82	72,44	2.475
	7	-16,33	-86,21	-24,60	-84,22	3.291
	8	-16,33	-102,21	-26,15	-100,14	3.007
	9	46,67	-102,21	36,55	-106,25	-5.270
	10	46,67	-85,21	38,20	-89,33	-6.041
	$J(\eta) =$, $J(\zeta)$ [mm ⁴] und β [°] =			4,64E+06 2,92E+05 5,56		

gemitt. Koordinaten für Querschnitt Q(1)			
i	η (S,i)	ζ (S,i)	ω (M,i)
1	-50,72	90,67	-5.435
2	-40,86	104,51	-4.011
3	28,82	97,88	2.070
4	26,83	76,98	2.475
7	-25,25	-79,79	3.291
8	-26,77	-95,72	3.007
9	35,95	-101,69	-5.270
10	37,56	-84,77	-6.041

gemitt. Querschnittswerte f. Q(1)	
$J(\eta) =$	4,46E+06 mm ⁴
$J(\zeta) =$	2,82E+05 mm ⁴
A =	731 mm ²

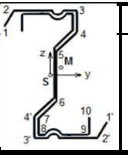
gemitt. Neigung f. Q(1)	
$\beta =$	5,44 °

gemitt. Koordinaten f. Q(1) und Q(i)			
i	η (S,i)	ζ (S,i)	ω (M,i)
1	-51,18	90,93	-5.463
2	-41,28	104,88	-4.025
3	28,62	98,35	2.073
4	26,66	77,34	2.480
7	-25,16	-79,52	3.295
8	-26,66	-95,55	3.010
9	36,27	-101,43	-5.284
10	37,86	-84,40	-6.063

Summe der Werte f. Q(1) + Q(i)	
$J(\eta) =$	7.886.010 mm ⁴
$J(\zeta) =$	501.944 mm ⁴
A =	1.297 mm ²

gemitt. Neigung f. Q(1) und Q(i)	
$\beta =$	5,34 °

Beim Spannungsnachweis im Stützenbereich werden nur die äußeren Koordinaten verwendet

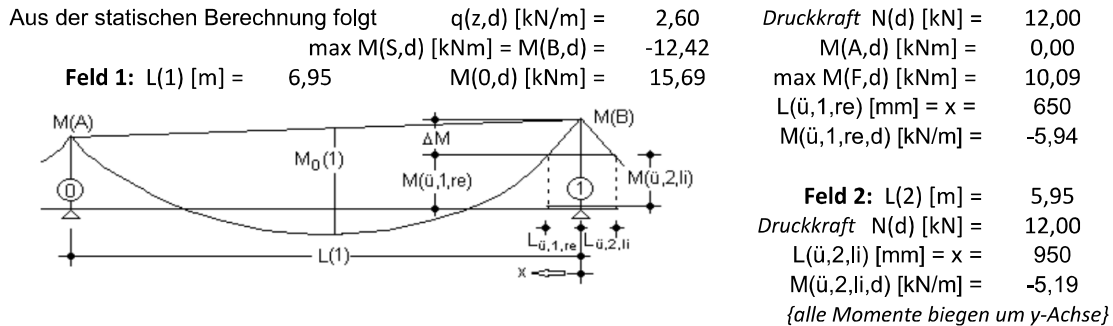
i	η (S,i)	ζ (S,i)	ω (M,i)		i	η (S,i)	ζ (S,i)	ω (M,i)
1	-51,18	90,93	-5.463		7' = 4	-26,66	-77,34	2.480
2	-41,28	104,88	-4.025		8' = 3	-28,62	-98,35	2.073
3	28,62	98,35	2.073		9' = 2	41,28	-104,88	-4.025
4	26,66	77,34	2.480		10' = 1	51,18	-90,93	-5.463

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

4.3 Spannungs- und Stabilitätsnachweise für andrückende Belastung



Die Spannungen im frei verformbaren Querschnitt werden mit den gemittelten effektiven Querschnittswerten ermittelt. Die Wölbspannungen dürfen gemäß DIN EN 1993-1-3, 10.1.4.1(2) am vollen Querschnitt berechnet werden.

$$\sigma(i) = -f(B) \cdot M(\eta) / J(\eta) \cdot \zeta(i) - f(B) \cdot M(\zeta) / J(\zeta) \cdot \eta(i) - f(w) \cdot M(w) / C(M) \cdot \omega(i) - f(N) \cdot N(i) / A$$

Biegedrillknickeinflüsse werden in Anlehnung an [3], 10.1.4.2 nur bei den Spannungen aus Biegung $M(\eta)$

und $M(\zeta)$ mit $f(B) = 1/\chi(LT)$ und Knickeinflüsse bei den Spannungen aus Normalkraft mit $f(N) = 1/\chi(N)$

berücksichtigt, $f(w) = 1$. Im Stützbereich (S) wird näherungsweise die Knicklänge des einseitig eingespannten Stabes verwendet $\{L(cr) = 0,7 L\}$.

$\chi(LT)$ nach DIN EN 1993-1-3, 6.2.2, Tab. 6.3

Feldbereich:

$$N(Ki) = \pi^2 \cdot E \cdot \min \text{eff} J(y) / L^2 = 177,6 \text{ kN}$$

$$\text{KSL b: } \alpha = 0,34$$

$$\min \text{eff} N(R,k) = 321,55 \text{ kN}$$

$$\lambda(N, \text{quer}) = \sqrt{N(R,k) / N(Ki,k)} = 1,35$$

$$\Phi = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 1,600$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,406$$

$$\text{eff } \chi(NF) = 0,406$$

Stützbereich:

$$N(Ki) = \pi^2 \cdot E \cdot \min \text{eff} J(y) / [0,7 \cdot L]^2 = 362,5 \text{ kN}$$

$$\alpha = 0,34$$

$$\min \text{eff} N(R,k) = 321,55 \text{ kN}$$

$$\lambda(N, \text{quer}) = \sqrt{N(R,k) / N(Ki,k)} = 0,94$$

$$\Phi = 1,070$$

$$\chi = 0,634$$

$$\text{eff } \chi(NS) = 0,634$$

A) Nachweise an der Stützstelle, Stütze 1

Für die Biegemomente $M(\eta)$ und $M(\zeta)$ wird der gleiche Momentenausgleich wie für $M(y)$ angenommen.

Gleiches gilt für das Wölbmoment:

$$L = L(1) = 6,95 \text{ m}$$

$$\text{Bei voller Einspannung ist } M(y,E,d) = -q(z,d) \cdot L^2 / 8 = 15,69 \text{ kNm}$$

$$\text{Korrektur für Momentenausgleich mit } f(K) = M(B,d) / M(y,E,d) = 0,79$$

$$M(\eta,d) = -f(K) \cdot q(\zeta,d) \cdot L^2 / 8 = -12,49 \text{ kNm}$$

$$M(\zeta,d) = -f(K) \cdot q(\eta,d) \cdot L^2 / 8 = 0,07 \text{ kNm}$$

Für den einseitig eingespannten Träger für $x = 0$ ist (s. o.)

$$f(K,w) = 0,883 \text{ \{s. Nachweis im Feld\}}$$

$$\text{mit Momentenausgleich und Korrektur: } M(w,d)' = f(K) \cdot f(K,w) \cdot M(w,d) = 4,28E+07 \text{ Nmm}^2$$

Die Nachweise unter Berücksichtigung der Knickgefahr des freien Untergurtes über der Stütze werden mit den Querschnitten von Feld 1 und Feld 2 geführt, wobei für Feld 2 der Querschnitt des am höchsten beanspruchten Innenfeldes (i) gemäß Abschnitt 6 angenommen wird. Die versteifende Wirkung einer elastischen Einspannung der Profile an den Pfettenstühlen bleibt unberücksichtigt.

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

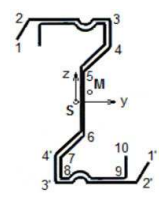
Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

Spannungserhöhung durch Instabilitäterscheinung BDK χ_{LT} nach DIN EN 1993-1-3, 6.2.4(1)
M(Ki) folgt aus der Näherungsberechnung mit einem dreifachen sin-Ansatz mit $n = 1;2;3$ oder $1;3;5$
und der Berücksicht. der Überlappung ü. d. Stützen mit $\delta(i) = [t(i)+t(i+1)]/t(i) = 1,80 \quad 1,00$
 $M(Ki,k) = 57,72 \quad \text{kNm}$
{Im Sinne von DIN EN 1993-1-3, Anhang E, Tab E.4 ist $k = 28,36$ }
für den Schlankheitsgrad gilt der Mittelwert aus "a" und "b" $\text{eff } M(y,R,k) = 18,75 \quad \text{kNm}$
 $\lambda(M,\text{quer}) = \sqrt{M(R,k)/M(Ki,k)} = 0,570$

Nach DIN EN 1991-1-3: KSL = b
 $\alpha_{LT} = 0,34$ $\lambda_{\text{quer}}(LT,0) = 0,4$ $\beta = 0,75$
 $\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,651$ $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = 0,930$
eff $\chi_{LT} = 0,930$

gemittelte Koordinaten der effekt. Querschnitte Q(1) und Q(i)



i	$\eta(S,i)$	$\zeta(S,i)$	$\omega(M,i)$
1	-51,18	90,93	-5.463
2	-41,28	104,88	-4.025
3	28,62	98,35	2.073
4	26,66	77,34	2.480
4'	-26,66	-77,34	2.480
3'	-28,62	-98,35	2.073
2'	41,28	-104,88	-4.025
1'	51,18	-90,93	-5.463

N(d) = 12,00 kN
M(η ,d) = -12,49 kNm
M(ζ ,d) = 0,07 kNm
M(w,d) = 4,28E+07 Nmm²
 $\Sigma A = 1.297 \quad \text{mm}^2$
 $\Sigma J(\eta) = 7,89E+06 \quad \text{mm}^4$
 $\Sigma J(\zeta) = 5,02E+05 \quad \text{mm}^4$
 $\Sigma C(M) = 8,88E+09 \quad \text{mm}^6$

Punkt i:	$1/\chi(LT)^*$ $\sigma(M(\eta),i)$	$1/\chi(LT)^*$ $\sigma(M(\zeta),i)$	$1/\chi(NS)^*$ $\sigma(M(w)',i)$	$1/\chi(NS)^*$ $\sigma(N,i)$	$\Sigma \sigma(i)$	$ \Sigma \sigma(i) $
1	154,7	8,0	26,3	-14,59	174,4	174,4
2	178,4	6,5	19,4	-14,59	189,7	189,7
3	167,3	-4,5	-10,0	-14,59	138,3	138,3
4	131,6	-4,2	-11,9	-14,59	100,9	100,9
4'	-131,6	4,2	-11,9	-14,59	-154,0	154,0
3'	-167,3	4,5	-10,0	-14,59	-187,4	187,4
2'	-178,4	-6,5	19,4	-14,59	-180,1	180,1
1'	-154,7	-8,0	26,3	-14,59	-151,0	151,0

max $\sigma(d) = 189,7$

Auslastung = max $\sigma(d) / [f(y,k)/\gamma(M)] = 0,464 \leq 1$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

B) Nachweise am Überlappungsende im Feld 1 an Stütze 1

$$\begin{aligned}
 M(y, \ddot{u}, 1, re, d) &= -5,94 \text{ kNm} & M(y, B, d) &= -12,42 \text{ kNm} \\
 M(\eta, d) &= M(y, \ddot{u}, d) / M(y, B, d) * M(\eta, B, d) & &= -5,97 \text{ kNm} \\
 M(\zeta, d) &= M(y, \ddot{u}, d) / M(y, B, d) * M(\zeta, B, d) & &= 0,03 \text{ kNm} \\
 f(K, w) &= 0,883 \quad \{s. \text{ Nachweis im Feld}\} & M(w, L \ddot{u}, d) &= 3,31E+07 \text{ Nmm}^2 \\
 & \text{mit Korrektur und Momentenausgleich} & M(w, d)' &= f(K, w) * f(K) * M(w, d) = 2,32E+07 \text{ Nmm}^2 \\
 & & A &= 731 \text{ mm}^2 \\
 J(\eta) &= 4,46E+06 \text{ mm}^4 & J(\zeta) &= 2,82E+05 \text{ mm}^4 & C(M) &= 4906553902 \text{ mm}^6
 \end{aligned}$$

Punkt i:	$\eta(S, i)$	$\zeta(S, i)$	$1/\chi(LT)^* \sigma(M(\eta), i)$	$1/\chi(LT)^* \sigma(M(\zeta), i)$	$1/\chi(NS)^* \sigma(M(w)', i)$	$1/\chi(NS)^* \sigma(N, i)$	$\sigma(i, d) = \Sigma \sigma(i)$	$ \Sigma \sigma(i) $
1	-50,72	90,67	130,4	6,7	25,7	-25,9	136,9	136,9
2	-40,86	104,51	150,3	5,4	18,9	-25,9	148,8	148,8
3	28,82	97,88	140,8	-3,8	-9,8	-25,9	101,3	101,3
4	26,83	76,98	110,7	-3,6	-11,7	-25,9	69,6	69,6
7	-25,25	-79,79	-114,7	3,4	-15,5	-25,9	-152,8	152,8
8	-26,77	-95,72	-137,7	3,6	-14,2	-25,9	-174,1	174,1
9	35,95	-101,69	-146,2	-4,8	24,9	-25,9	-152,0	152,0
10	37,56	-84,77	-121,9	-5,0	28,5	-25,9	-124,3	124,3

max $\sigma(d) = 174,1$

Auslastung = max $\sigma(d) / [f(y, k) / \gamma(M)] = 0,426 \leq 1$

C) Nachweise am Überlappungsende im Feld 2 an Stütze 1 {Q(2) = Q(i)}

L(2) [mm] = 5949,9998

Werte für Querschnitt und Koordinaten werden vom Feld (i) (Abschnitt 6) übernommen)

$$\begin{aligned}
 M(y, \ddot{u}, d) &= -5,19 \text{ kNm} & M(y, B, d) &= -12,42 \text{ kNm} \\
 M(\eta, d) &\cong M(y, \ddot{u}, d) / M(y, B, d) * M(\eta, B, d) & &= -5,22 \text{ kNm} \\
 M(\zeta, d) &\cong M(y, \ddot{u}, d) / M(y, B, d) * M(\zeta, B, d) & &= 0,03 \text{ kNm} \\
 M(w, \ddot{u}, 2) &= M(w, 1) / M(w, i) * M(w, \ddot{u}, i) & &= 1,15E+07 \text{ Nmm}^2 \\
 f(K, w) &= 1,646 \quad \{s. \text{ Nachw. i. Innenfeld}\} \\
 & \text{mit Korrektur und Momentenausgleich} & M(w, d)' &= f(K, w) * f(K) * M(w, d) = 1,50E+07 \text{ Nmm}^2
 \end{aligned}$$

Näherungsweise wird der Wert von Feld 1/Stütze 1 verwendet: $\chi(LT) = 0,930$

$$\begin{aligned}
 \min J(\eta) &= 3,25E+06 \text{ mm}^4 & \min J(\zeta) &= 2,08E+05 \text{ mm}^4 & C(M) &= 3,98E+09 \text{ mm}^6 \\
 & & & & \min A &= 550 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Punkt i:	$1/\chi(LT)^* \sigma(M(\eta), i)$	$1/\chi(LT)^* \sigma(M(\zeta), i)$	$1/\chi(NS)^* \sigma(M(w)', i)$	$1/\chi(NS)^* \sigma(N, i)$	$\sigma(i, d) = \Sigma \sigma(i)$	$ \Sigma \sigma(i) $
1	157,5	8,1	20,7	-34,4	151,9	151,9
2	181,8	6,6	15,2	-34,4	169,1	169,1
3	170,7	-4,5	-7,8	-34,4	124,0	124,0
4	134,2	-4,2	-9,3	-34,4	86,3	86,3
7	-136,9	3,9	-12,4	-34,4	-179,8	179,8
8	-164,7	4,2	-11,3	-34,4	-206,3	206,3
9	-174,7	-5,8	19,9	-34,4	-195,0	195,0
10	-145,1	-6,0	22,9	-34,4	-162,7	162,7

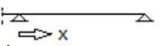
max $\sigma(d) = 206,3$

Auslastung = max $\sigma(d) / [f(y, k) / \gamma(M)] = 0,504 \leq 1$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

D) Nachweise bei x(B) im Feld 1 

Bei voller Einspannung ist $M(y,m,d) = 9 \cdot q(z,d) \cdot L^2/128 = 8,82 \text{ kNm}$

Korrektur durch Momentenausgleich: $f(K) = M(F,d)/M(y,m,d) = 1,14$

$M(\eta,d) = f(K) \cdot 9 \cdot q(\zeta,d) \cdot L^2/128 = 10,14 \text{ kNm}$

$M(\zeta,d) = f(K) \cdot 9 \cdot q(\eta,d) \cdot L^2/128 = -0,06 \text{ kNm}$

$M(w) = -3,20E+07 \text{ Nmm}^2$

mit Momentenausgleich $f(K) \cdot M(w,d) = -3,66E+07 \text{ Nmm}^2$

$f(K,w) = \{-M(\eta)/J(\eta) \cdot [\zeta(i)-\zeta(k)] - M(\zeta)/J(\zeta) \cdot [\eta(i)-\eta(k)] + \Delta\sigma(i)\} / \{f(K) \cdot M(w)/C(M) \cdot [\omega(i)-\omega(k)]\}$

$\Delta\sigma = 69,82 \text{ N/mm}^2$ {Querschn. spannungsfrei} $f(K,w) = 0,883$

mit Korrektur und Momentenausgleich $M(K,w)' = f(K,w) \cdot f(K) \cdot M(w,d) = -3,2E+07 \text{ Nmm}^2$

$A = 731 \text{ mm}^2$

$J(\eta) = 4,46E+06 \text{ mm}^4$ $J(\zeta) = 2,82E+05 \text{ mm}^4$ $C(M) = 4906553902 \text{ mm}^6$

Die Spannungen werden mit den gemittelten Werten für Q(1) berechnet.

Punkt i:	$\eta(S,i)$	$\zeta(S,i)$	$\sigma(M(\eta),i)$	$\sigma(M(\zeta),i)$	$\sigma(M(w)',i)$	$\sigma(N,i)$	$\Sigma\sigma(i)$	$ \Sigma\sigma(i) $
1	-50,72	90,67	-206,0	-10,7	-35,9	-40,4	-293,0	293,0
2	-40,86	104,51	-237,5	-8,6	-26,5	-40,4	-313,0	313,0
3	28,82	97,88	-222,4	6,1	13,7	-40,4	-243,2	243,2
4	26,83	76,98	-174,9	5,6	16,3	-40,4	-193,4	193,4
7	-25,25	-79,79	181,3	-5,3	21,7	-40,4	157,3	157,3
8	-26,77	-95,72	217,5	-5,6	19,8	-40,4	191,3	191,3
9	35,95	-101,69	231,1	7,6	-34,8	-40,4	163,4	163,4
10	37,56	-84,77	192,6	7,9	-39,8	-40,4	120,2	120,2
							max $\sigma(d) = 313,0$	
							Auslastung = max $\sigma(d)/[f(y,k)/\gamma(M)] = 0,765$	<= 1

{Hinweis: Liegt der freie Gurt im Zugbereich könnte nach DIN EN 1993-1-3, Abschn. 10 auf die Berücksichtigung der aus der Verdrehung und seitlichen Biegung resultierenden Spannungen verzichtet werden. Damit ist

$$\sigma(d) = M(y,d)/eff(y) \cdot \max z + |N(d)|/A/\chi = 269,7 \text{ N/mm}^2, \text{ Auslastung} = 0,659 \leq 1$$

E) Verformungsnachweise

Der Nachweis erfolgt nur für andrückende Belastung.

$q(d) [\text{kN/m}] = 2,60$ $\gamma(F,m) \cong 1,47$

$M(S,i-1,d) [\text{kNm}] = -12,42$ $M(S,i,d) [\text{kNm}] = 0,00$

$\min \text{ eff } J(y) [\text{mm}^4] = 4,14E+06$ $E [\text{N/mm}^2] = 210.000$

$J(y) [\text{mm}^4] = 4,63E+06$ $J(y,m) [\text{mm}^4] = 4,39E+06$

Es wird gemäß [3], Abschn. 7.1 (3) die Durchbiegung vereinfacht mit dem Mittelwert $J(y,m)$ aus $\min \text{ eff } J(y)$ und $\max J(y)$ (voller Querschnitt) und außerdem nur in Trägermitte berechnet.

$$f(m) [\text{mm}] \cong \{5/384 \cdot q(d) \cdot L(1)^4 + 1/16 \cdot [M(S,i-1) + M(S,i)] \cdot L(1)^2\} / [E \cdot J(y,m) \cdot \gamma(F,m)] = 30,6$$

$$L(1)/f(m) = 227$$

Bei Dächern richten sich i. a. die Verformungsgrenzen nach dem Dachaufbau und der Dachneigung. Nach DIN EN 1993-1-1, Abschn. 7.2.1 sollen die Grenzwerte der Durchbiegung nach DIN EN 1990, Anhang A1.1 für jedes Projekt bestimmt werden und mit dem Auftraggeber abgestimmt sein.

$$\text{zul } L(i)/f(m) = 200$$

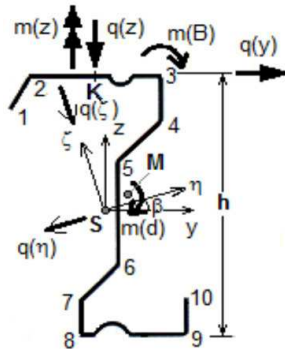
Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

4.4 Spannungs- und Stabilitätsnachweise für abhebbende Belastung

Aus der statischen Berechnung ist für abhebbende Belastung



$$C(D,f) = 0,366 \text{ kNm/m}$$

$$\begin{aligned} q(z) \text{ [kN/m]} &= q(Ed) = -2,29 \\ |\max M(F,d)| \text{ [kNm]} &= 8,88 \\ \max M(B,d) \text{ [kNm]} &= 10,94 \\ \text{benachb. } M(A,d) \text{ [kNm]} &= 0,00 \\ \text{Druckkraft } N(d) \text{ [kN]} &= 12,00 \\ M(0,d) \text{ [kNm]} &= -13,81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y(K) \text{ [mm]} &= -13,51 & \eta(K) \text{ [mm]} &= -3,65 \\ z(K) \text{ [mm]} &= 103,38 & \zeta(K) \text{ [mm]} &= 104,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a(y,M) \text{ [mm]} &= [v(a)+v(b)]/2-(a+b)/4 = -15,75 \\ a(z,M) \text{ [mm]} &= [h-t(N)]/2 = 99,00 \end{aligned}$$

Die Verschraubung mit der Hülle wird bei $(a+b)/2$ von der Ecke entfernt angenommen.

$$\begin{aligned} A &= -22,170 \text{ mm}^2/\text{N} & B &= 232,182 \text{ mm}^2/\text{N} \\ v(S,d) &= \text{abheb. } q(y,\alpha,d)/\text{andr. } q(y,\alpha,d) \cdot \text{andr. } v(S,d) = 1,70 \text{ mm} \\ \max q(y,d) &= [f(R) \cdot \text{eff } v(S,d) - A \cdot q(z,d)]/[f(v) \cdot B] = -0,211 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(d) &= [q(z) \cdot a(y,M) + f(v) \cdot q(y) \cdot a(z,M)]/[1+f(\vartheta) \cdot C(D,f) \cdot H] = 0,00319 \text{ kNm/m} \\ m(B) &= [m(d) - q(z) \cdot a(y,M) - f(v) \cdot q(y) \cdot a(z,M)]/f(\vartheta) = -0,0119 \text{ kNm/m} \\ q(\zeta), q(\eta) &= -2,30 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Nach Anlage 9 gilt für das einseitig voll eingespannte Endfeld

$$\begin{aligned} k &= 3,09E-15 & \lambda L &= 1,91 & e^{\lambda L} &= 6,78E+00 & m(d) &= 3,19 \text{ Nm/m} \\ a(1,1) &= 3,87E+00 & a(1,2) &= 1,06E+00 & a(1,0) &= 9,85E-01 & e^{-\lambda L} &= 1,47E-01 \\ a(2,1) &= 5,15E-07 & a(2,2) &= 1,12E-08 & a(2,0) &= 4,08E-08 \\ D &= -5,03E-07 & D(1) &= -3,23E-08 & D(2) &= -3,49E-07 & \rightarrow C(1) &= 6,41E-02 \\ C(2) &= 6,94E-01 & C(3) &= -2,04E-08 & C(4) &= 1,73E-04 & C(5) &= -7,58E-01 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x(D) &= 0,55 \cdot L = 3.822 \text{ mm} & e^{\lambda x} &= 2,87E+00 & e^{-\lambda x} &= 3,49E-01 \\ \vartheta &= C_1 \cdot e^{\lambda x} + C_2 \cdot e^{-\lambda x} + C_3 \cdot x^2 + C_4 \cdot x + C_5 & \max \vartheta &= 0,0330 \text{ [-]} \\ \{''+' \text{ im Uhrzeigersinn}\} & & \max \vartheta &= 1,89 \text{ °} \\ x &= 0 \text{ mm} & e^{\lambda x} &= 1,00E+00 & e^{-\lambda x} &= 1,00E+00 \\ \vartheta'' &= C_1 \cdot \lambda^2 \cdot e^{\lambda x} + C_2 \cdot \lambda^2 \cdot e^{-\lambda x} + 2 \cdot C_3 & \vartheta'' &= 1,67E-08 \text{ 1/mm}^2 \\ M(w,0) &= E \cdot C(M) \cdot \vartheta''(0) = 1,72E+07 \text{ Nmm}^2 \\ x(B) &= 5/8 \cdot L = 4.344 \text{ mm} & e^{\lambda x} &= 3,31E+00 & e^{-\lambda x} &= 3,02E-01 \\ \vartheta'' &= -8,77E-09 \text{ 1/mm}^2 \\ M(w,x(D)) &= E \cdot C(M) \cdot \vartheta''(x(D)) = -9,0E+06 \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

A) Nachweise an der Stützstelle, Stütze1

$$\begin{aligned} M(y,E,d) &= -q(z,d) \cdot L^2/8 = 13,81 \text{ kNm} \\ f(K) &= M(B,d)/M(y,E,d) = 0,79 \\ M(\eta,d) &= -f(K) \cdot q(\zeta,d) \cdot L^2/8 = 10,98 \text{ kNm} \\ M(\zeta,d) &= -f(K) \cdot q(\eta,d) \cdot L^2/8 = 0,03 \text{ kNm} \\ f(K,w) &= 1,260 \text{ \{s. Nachweis im Feld\}} \\ \text{mit Korrektur und Momentenausgleich} & M(w,d)' = f(K,w) \cdot f(K) \cdot M(w,d) = 1,72E+07 \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

gemittelte Koordinaten der effekt. Querschnitte				
i	$\eta(S,i)$	$\zeta(S,i)$	$\omega(M,i)$	
1	-51,18	90,93	-5.463	
2	-41,28	104,88	-4.025	
3	28,62	98,35	2.073	
4	26,66	77,34	2.480	
4'	-26,66	-77,34	2.480	
3'	-28,62	-98,35	2.073	
2'	41,28	-104,88	-4.025	
1'	51,18	-90,93	-5.463	

$$\Sigma J(\eta) = 7,89E+06 \text{ mm}^4$$

$$\Sigma J(\zeta) = 5,02E+05 \text{ mm}^4$$

$$\Sigma C(M) = 8,88E+09 \text{ mm}^6$$

$$\Sigma A = 1.297 \text{ mm}^2$$

$$1/\chi(NS)^*$$

$$\text{eff } \chi(NS) = 0,634$$

Punkt i:	$\sigma(M(\eta),i)$	$\sigma(M(\zeta),i)$	$\sigma(M(w)',i)$	$\sigma(N,i)$	$\Sigma\sigma(i)$	$ \Sigma\sigma(i) $
1	-126,7	3,2	10,6	-14,59	-127,5	127,5
2	-146,1	2,6	7,8	-14,59	-150,3	150,3
3	-137,0	-1,8	-4,0	-14,59	-157,4	157,4
4	-107,7	-1,7	-4,8	-14,59	-128,8	128,8
4'	107,7	1,7	-4,8	-14,59	90,0	90,0
3'	137,0	1,8	-4,0	-14,59	120,2	120,2
2'	146,1	-2,6	7,8	-14,59	136,7	136,7
1'	126,7	-3,2	10,6	-14,59	119,4	119,4

$$\max \sigma(d) = 157,4$$

$$\text{Auslastung} = \max \sigma / [f(y,k)/\chi(M)] = 0,385 \leq 1$$

{Hinweis: Liegt der freie Gurt im Zugbereich könnte nach DIN EN 1993-1-3, Abschn. 10 auf die Berücksichtigung der aus der Verdrehung und seitlichen Biegung resultierenden Spannungen verzichtet werden. Damit ist

$$\sigma(d) = M(y,d)/\text{eff}J(y) * \max z + |N(d)|/A / \chi = 138,8 \text{ N/mm}^2, \text{ Auslastung} = 0,339 \leq 1$$

B) Nachweise am Überlappungsende im Feld 1 an Stütze 1

$$\begin{aligned} M(Lü,d) &= 5,23 \text{ kNm} \\ f(K) &= M(Lü,d)/M(y,E,d) = 0,38 \\ M(\eta,d) &= -f(K)*q(\zeta,d)*L^2/12 = 3,50 \text{ kNm} \\ M(\zeta,d) &= -f(K)*q(\eta,d)*L^2/12 = 0,01 \text{ kNm} \\ f(K,w) &= 1,260 \quad \{s. \text{ Nachweis im Feld}\} \\ \text{mit Korrektur und Momentenausgleich } M(w,d)' &= f(K,w)*f(K)*M(w,d) = 8,23E+06 \text{ Nmm}^2 \\ \text{Die Spannungen werden mit den minimalen Werten für } Q(1) \text{ berechnet.} \quad \min A &= 715 \text{ mm}^2 \\ \min J(\eta) &= 4,29E+06 \text{ mm}^4 \quad \min J(\zeta) = 2,72E+05 \text{ mm}^4 \quad C(M) = 4,91E+09 \text{ mm}^6 \\ 1/\chi(NS)^* & \end{aligned}$$

Punkt i:	$\eta(S,i)$	$\zeta(S,i)$	$\sigma(M(\eta),i)$	$\sigma(M(\zeta),i)$	$\sigma(M(w)',i)$	$\sigma(N,i)$	$\Sigma\sigma(i)$	$ \Sigma\sigma(i) $
1	-50,72	90,67	-74,0	1,9	9,1	-25,9	-88,9	88,9
2	-40,86	104,51	-85,3	1,5	6,7	-25,9	-103,0	103,0
3	28,82	97,88	-79,9	-1,1	-3,5	-25,9	-110,3	110,3
4	26,83	76,98	-62,8	-1,0	-4,1	-25,9	-93,9	93,9
7	-25,25	-79,79	65,1	0,9	-5,5	-25,9	34,7	34,7
8	-26,77	-95,72	78,2	1,0	-5,0	-25,9	48,2	48,2
9	35,95	-101,69	83,0	-1,3	8,8	-25,9	64,7	64,7
10	37,56	-84,77	69,2	-1,4	10,1	-25,9	52,1	52,1

$$\max \sigma(d) = 110,3$$

$$\text{Auslastung} = \max \sigma(d)/[f(y,k)/\chi(M)] = 0,270 \leq 1$$

Hinweis: Nach DIN EN 1993-1-3, 10.1.4.1(5) könnte bei Zugbeanspruchung $\sigma(w) = 0$ gesetzt werden!

C) Nachweise am Überlappungsende im Feld 2 an Stütze 1

Näherungsweise wird die Auslastung im Verhältnis der Ergebnisse bei andrückender Belastung ermittelt.

$$\text{Auslastung} = q(z,\text{abheb})/q(z,\text{andr}) * \gamma(LT) * \text{Auslastung}(\text{andr}) = 0,413 \leq 1$$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

D) Nachweise bei x(B) im Feld 1

Nachweise bei x(B) im Feld 1		$M(y,E,d) = -9/128 * q(z,d) * L^2 =$	7,77	kNm
		$f(K) = M(F,d)/M(y,E,d) =$	1,14	
$\Delta\sigma(i) \cong$	6,57	N/mm ²		
$f(K,w) =$	1,260			
		$M(\eta,d) = +f(K)*0,0596*q(\zeta,d)*L^2 =$	-8,92	kNm
		$M(\zeta,d) = +f(K)*0,0596*q(\eta,d)*L^2 =$	-0,03	kNm
mit Momentenausgleich		$f(K)*M(w,d) = m(d,abhebb.)/(m(d,ander)*M(w,ander) =$	-1,03E+07	Nmm ²
mit Korrektur und Momentenausgleich		$M(w,d)' = f(K,w)*f(K)*M(w,d) =$	-1,30E+07	Nmm ²

Spannungserhöhung durch Instabilitäterscheinung BDK

 $\chi(\text{LT})$ nach DIN EN 1993-1-3, 6.2.4(1)

M(Ki) folgt aus der Näherungsberechnung mit einem dreifachen sin-Ansatz mit $n = 1;2;3$ oder $1;3;5$

$M(K_i, k) = 21,88 \text{ kNm}$
{Im Sinne von DIN EN 1993-1-3, Anhang E, Tab E.4 ist $k = 10,75$ }
 für den Schlankheitsgrad gilt der Kleinstwert aus "a" und "b" $\text{eff } M(y, R, k) = 17,81 \text{ kNm}$
 $\lambda(M, \text{quer}) = \sqrt{[M(R, k) / M(K_i, k)]} = 0,902$
 Nach DIN EN 1991-1-3: $KSL = b$
 $\alpha(LT) = 0,34$ $\lambda_{\text{quer}}(LT, 0) = 0,4$ $\beta = 0,75$
 $\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} \left(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0} \right) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,891$ $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = 0,759$
 $\text{eff } \chi(LT) = 0,759$

Die Spannungen werden mit den minimalen Werten für $Q(1)$ berechnet.

$\min J(\eta) = 4,29E+06 \text{ mm}^4$						$\min J(\zeta) = 2,72E+05 \text{ mm}^4$			$\min A = 715 \text{ mm}^2$ $C(M) = 4,91E+09 \text{ mm}^6$	
Punkt i:	$\eta(S,i)$	$\zeta(S,i)$	$1/\chi(LT)^*$ $\sigma(M(\eta),i)$	$1/\chi(LT)^*$ $\sigma(M(\zeta),i)$	$\sigma(M(w)',i)$	$1/\chi(NF)^*$ $\sigma(N,i)$	$\text{eff } \chi(NF) =$ $\Sigma \sigma(i)$	0,406 $ \Sigma \sigma(i) $		
1	-50,72	90,67	248,5	-6,3	-14,4	-41,4	186,4	186,4		
2	-40,86	104,51	286,5	-5,1	-10,6	-41,4	229,4	229,4		
3	28,82	97,88	268,3	3,6	5,5	-41,4	236,0	236,0		
4	26,83	76,98	211,0	3,3	6,6	-41,4	179,5	179,5		
7	-25,25	-79,79	-218,7	-3,1	8,7	-41,4	-254,5	254,5		
8	-26,77	-95,72	-262,4	-3,3	8,0	-41,4	-299,1	299,1		
9	35,95	-101,69	-278,8	4,4	-14,0	-41,4	-329,7	329,7		
10	37,56	-84,77	-232,4	4,6	-16,0	-41,4	-285,1	285,1		

$$\max \sigma(d) = 329,7$$

Auslastung = $\max \sigma(d)/[f(y,k)/\gamma(M)] = 0,806 \leq 1$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

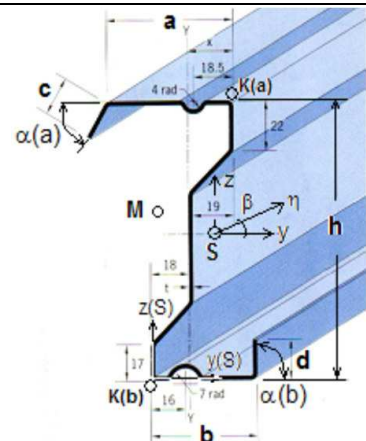
5. Nachweise für das höchstbeanspruchte Innenfeld, hier Feld i = 2 L [mm] = 5.950

5.1 Allgemeine Hinweise

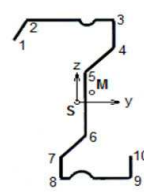
Es wird angenommen, dass in beiden benachbarten Feldern der gleiche Trägerquerschnitt vorhanden ist.
Der Obergurt ist zum First gerichtet

5.2 Pfettenprofil aus Querschnitt Q(i) E [N/mm²] = 210.000 G [N/mm²] = 81.000

{▼ Hinweis: Rahmen für die Querschnittswerte aus der Querschnittsdatei}

Querschnitt ZETA I-200*1,6 (alle Maße sind Außenmaße)		h [mm] = 200,0	a [mm] = 72,0	b [mm] = 65,0																																																				
		t(N) [mm] = 1,6	c [mm] = 18,0	d [mm] = 18,0																																																				
		f(y,k) [N/mm²] = 450,0	α(a) [°] = 60,0	α(β) [°] = 90,0																																																				
v(a) = 19	v(b) = 18	w(a) = 22	w(b) = 17	[mm]																																																				
		a) voll wirksamer Querschnitt (frei verformbar)																																																						
		Schwerpunktslage (S): t(cor) [mm] = 1,56 z(S) [mm] = 100,31 y(S) [mm] = 17,21 Schubmittelpunktslage (M), von S aus gemessen: z(M) [mm] = 18,37 y(M) [mm] = 0,51																																																						
		Querschnittsfläche A [cm²] = 6,10 δ = 0,0135 Eigenlast g(k) [kN/m] = 0,048 Trägheitsmoment J(y) [cm4] = 371,4 Trägheitsmoment J(z) [cm4] = 28,5 Trägheitsmoment J(zy) [cm4] = -38,9 Trägheitsmoment J(x) [cm4] = 0,0488 (Torsion) Wölbwiderstand C(M) [cm6] = 3,977 min C(K) [cm6] = 8,246 (K bei "a" oder "b") Hauptachsenneigung: beta [°] = 6,39 Hauptträgheitsmomente: J(eta) [cm4]= 375,7 J(zeta) [cm4]= 24,2																																																						
		b) effektive Querschnittswerte (Biegung um y-Achse)																																																						
		<table><tr><td>Querschnitts- wert</td><td colspan="3">D r u c k s p a n n u n g e n</td></tr><tr><td></td><td>auf Seite "a"</td><td>auf Seite "b"</td><td>konst ü. ges. Querschn</td></tr><tr><td>f(Kaltverfestigung) =</td><td>1,000</td><td>1,000</td><td>1,000</td></tr><tr><td>eff z(S) [mm] =</td><td>90,2</td><td>104,6</td><td>95,1</td></tr><tr><td>eff y(S) [mm] =</td><td>19,51</td><td>15,89</td><td>17,55</td></tr><tr><td>eff A [cm²] =</td><td>5,50</td><td>5,81</td><td>4,26</td></tr><tr><td>eff J(y) [cm4] =</td><td>313,6</td><td>347,4</td><td>-</td></tr><tr><td>eff J(z) [cm4] =</td><td>22,5</td><td>25,5</td><td>-</td></tr><tr><td>eff M(y,R,k) [kNm] =</td><td>13,04</td><td>14,95</td><td>-</td></tr><tr><td>eff M(z,R,k) [kNm] =</td><td>1,65</td><td>1,98</td><td>-</td></tr><tr><td>eff V(z,R,k) [kN] =</td><td>71,86</td><td>71,86</td><td>-</td></tr><tr><td>eff V(y,R,k) [kN] =</td><td>63,62</td><td>63,62</td><td>-</td></tr><tr><td>eff N(R,k) [kN] =</td><td>247,4</td><td>261,5</td><td>191,7</td></tr></table>			Querschnitts- wert	D r u c k s p a n n u n g e n				auf Seite "a"	auf Seite "b"	konst ü. ges. Querschn	f(Kaltverfestigung) =	1,000	1,000	1,000	eff z(S) [mm] =	90,2	104,6	95,1	eff y(S) [mm] =	19,51	15,89	17,55	eff A [cm²] =	5,50	5,81	4,26	eff J(y) [cm4] =	313,6	347,4	-	eff J(z) [cm4] =	22,5	25,5	-	eff M(y,R,k) [kNm] =	13,04	14,95	-	eff M(z,R,k) [kNm] =	1,65	1,98	-	eff V(z,R,k) [kN] =	71,86	71,86	-	eff V(y,R,k) [kN] =	63,62	63,62	-	eff N(R,k) [kN] =	247,4	261,5	191,7
Querschnitts- wert	D r u c k s p a n n u n g e n																																																							
	auf Seite "a"	auf Seite "b"	konst ü. ges. Querschn																																																					
f(Kaltverfestigung) =	1,000	1,000	1,000																																																					
eff z(S) [mm] =	90,2	104,6	95,1																																																					
eff y(S) [mm] =	19,51	15,89	17,55																																																					
eff A [cm²] =	5,50	5,81	4,26																																																					
eff J(y) [cm4] =	313,6	347,4	-																																																					
eff J(z) [cm4] =	22,5	25,5	-																																																					
eff M(y,R,k) [kNm] =	13,04	14,95	-																																																					
eff M(z,R,k) [kNm] =	1,65	1,98	-																																																					
eff V(z,R,k) [kN] =	71,86	71,86	-																																																					
eff V(y,R,k) [kN] =	63,62	63,62	-																																																					
eff N(R,k) [kN] =	247,4	261,5	191,7																																																					

{▼ Hinweis: Rahmen für die Querschnittswerte aus der Querschnittsdatei}

Koordinaten y, η und z, ζ in mm und Wölbkoordinaten ω(M) in mm ² , ermittelt am voll w. Querschnitt						
	i	y(S,i)	z(S,i)	η(S,i)	ζ(S,i)	ω(M,i)
	1	-59,21	83,20	-49,60	89,26	-5.490
	2	-50,61	98,09	-39,39	103,11	-4.040
	3	19,79	98,09	30,57	95,28	2.076
	4	19,79	76,89	28,22	74,21	2.485
	7	-17,21	-84,11	-26,45	-81,68	3.300
	8	-17,21	-100,31	-28,25	-97,78	3.012
	9	46,19	-100,31	34,76	-104,82	-5.298
	10	46,19	-83,11	36,67	-87,73	-6.086
	ζ(i) = -y(i)*sinβ+z(i)*cosβ η(i) = y(i)*cosβ+z(i)*sinβ					

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

{▼ Hinweis: Rahmen für die Querschnittswerte aus der Querschnittsdatei}

Koordinaten y, η und z, ζ in mm und Wölbkoordinaten ω(M) in mm ² bei "Seite a - Druck"						
i	y(S,i)	z(S,i)	η(S,i)	ζ(S,i)	ω(M,i)	
1	-61,52	93,31	-53,16	98,31	-5.490	
2	-52,91	108,20	-43,29	112,39	-4.040	
3	17,49	108,20	26,84	106,26	2.076	
4	17,49	87,00	25,00	85,14	2.485	
7	-19,51	-74,00	-25,89	-72,02	3.300	
8	-19,51	-90,20	-27,30	-88,16	3.012	
9	43,89	-90,20	35,86	-93,68	-5.298	
10	43,89	-73,00	37,36	-76,55	-6.086	
J(η), J(ζ) [mm ⁴] und β [°] =					3,25E+06	2,08E+05
						5,00

{▼ Hinweis: Rahmen für die Querschnittswerte aus der Querschnittsdatei}

Koordinaten y, η und z, ζ in mm und Wölbkoordinaten ω(M) in mm ² bei "Seite b - Druck"						
i	y(S,i)	z(S,i)	η(S,i)	ζ(S,i)	ω(M,i)	
1	-57,89	78,93	-50,09	84,09	-5.490	
2	-49,29	93,82	-40,10	98,09	-4.040	
3	21,11	93,82	29,98	91,37	2.076	
4	21,11	72,62	27,95	70,27	2.485	
7	-15,89	-88,38	-24,26	-86,46	3.300	
8	-15,89	-104,58	-25,80	-102,59	3.012	
9	47,51	-104,58	37,31	-108,64	-5.298	
10	47,51	-87,38	38,95	-91,52	-6.086	
J(η), J(ζ) [mm ⁴] und β [°] =					3,60E+06	2,31E+05
						5,48

gemitt. Koordinaten für Querschnitt Q(i)			
i	η(S,i)	ζ(S,i)	ω(M,i)
1	-51,63	91,20	-5.490
2	-41,69	105,24	-4.040
3	28,41	98,82	2.076
4	26,48	77,71	2.485
7	-25,07	-79,24	3.300
8	-26,55	-95,37	3.012
9	36,58	-101,16	-5.298
10	38,15	-84,04	-6.086

gemitt. Querschnittswerte f. Q(i)	
J(η) =	3,42E+06 mm ⁴
J(ζ) =	2,20E+05 mm ⁴
A =	565 mm ²

gemitt. Neigung f. Q(i)	
β(m) =	5,24 °

Beim Spannungsnachweis im Stützenbereich werden nur die äußeren Koordinaten verwendet

i	η(S,i)	ζ(S,i)	ω(M,i)		i	η(S,i)	ζ(S,i)	ω(M,i)
1	-51,63	91,20	-5.490		7' = 4	-26,48	-77,71	2.485
2	-41,69	105,24	-4.040		8' = 3	-28,41	-98,82	2.076
3	28,41	98,82	2.076		9' = 2	41,69	-105,24	-4.040
4	26,48	77,71	2.485		10' = 1	51,63	-91,20	-5.490

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

5.3 Spannungs- und Stabilitätsnachweise für andrückende Belastung

Aus der statischen Berechnung ist für andrückende Belastung

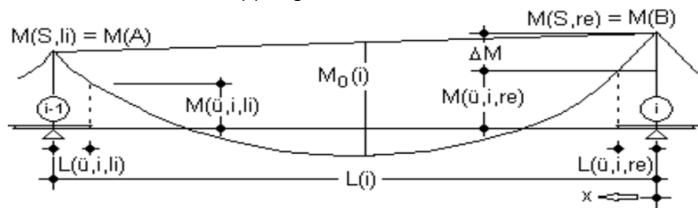
$$\max M(F,d) \text{ [kNm]} = 2,64$$

$$i = 2 \quad |M(S,li/re,d)| = 12,42 \quad 5,77$$

$$\text{Hilfswert} = 5,77 \quad N(d) \text{ [kN]} = 12,00$$

Hinweis: Für $i = 2$ ist maßgeb. $M(s,d) = M(S, re, d)$, sonst $\max |M(S, d)|$ {Druckkraft}

Schnittkräfte am Überlappungsende:



$$\text{maßgeb. } |M(S,d)| \text{ [kNm]} = 5,77$$

$$L(\ddot{u}, i, li) \text{ [mm]} = 950$$

$$M(\ddot{u}, 2, li, d) \text{ [kNm]} = -5,19$$

$$L(\ddot{u}, i, re) \text{ [mm]} = 650$$

$$M(\ddot{u}, 2, re, d) \text{ [kNm]} = -2,02$$

{alle Momente biegen um y-Achse}

$$\text{Hilfswert} = -2,02$$

$$\delta(\ddot{u}, i, li) = 2,25$$

$$\delta(\ddot{u}, i, re) = 2,00$$

$$M(A, d) \text{ [kNm]} = -5,77$$

$$\min M(S) = M(B, d) \text{ [kNm]} = -5,77$$

$$\text{maßgeb. } M(\ddot{u}, 2, d) \text{ [kNm]} = -2,02$$

Die Spannungen im frei verformbaren Querschnitt werden mit den gemittelten effektiven Querschnittswerten ermittelt. Die Wölbspannungen dürfen gemäß DIN EN 1993-1-3, 10.1.4.1(2) am vollen Querschnitt berechnet werden.

$$\sigma(i) = -f(B) \cdot M(\eta) / J(\eta) \cdot \zeta(i) - f(B) \cdot M(\zeta) / J(\zeta) \cdot \eta(i) - M(w) / C(M) \cdot \omega(i) - f(N) \cdot N(i) / A$$

Biegedrillknickeinflüsse werden in Anlehnung an [3], 10.1.4.2 nur bei den Spannungen aus Biegung $M(\eta)$ und $M(\zeta)$ mit $1/\chi(LT)$ und Knickeinflüsse bei den Spannungen aus Normalkraft mit $1/\chi(N)$ berücksichtigt. Im Stützbereich (S) wird näherungsweise die Knicklänge des einseitig eingespannten Stabes verwendet $\{L(cr) = 0,7 L\}$.

Feldbereich

$$N(Ki) = \pi^2 \cdot E \cdot \min \text{eff} J(y) / L^2 = 183,6 \quad \text{kN}$$

$$\alpha = 0,34$$

$$\Phi = 1,337$$

$$\min \text{eff} N(R, k) = 247,37 \quad \text{kN}$$

$$\lambda(N, \text{quer}) = \sqrt{[N(R, k) / N(Ki, k)]} = 1,16$$

$$\chi = 0,500$$

$$\text{eff } \chi(NF) = 0,500$$

Stützbereich (s. Feld 1)

$$N(Ki) = \pi^2 \cdot E \cdot \min \text{eff} J(y) / [0,7 \cdot L]^2 = 374,7 \quad \text{kN}$$

$$\alpha = 0,34$$

$$\Phi = 0,934$$

$$\min \text{eff} N(R, k) = 247,37 \quad \text{kN}$$

$$\lambda(N, \text{quer}) = \sqrt{[N(R, k) / N(Ki, k)]} = 0,81$$

$$\chi = 0,717$$

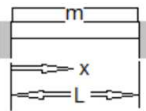
$$\text{eff } \chi(NS) = 0,717$$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

A) Nachweise an der Stützstelle



Bei voller Einspannung ist $M(y,E,d) = -q(z,d) \cdot L^2/12 = -7,66 \text{ kNm}$
 Korrektur durch Momentenausgleich: $f(K) = M(B,d)/M(y,E,d) = 0,75$
 $M(\eta,d) = -f(K) \cdot q(\zeta,d) \cdot L^2/12 = -5,80 \text{ kNm}$
 $M(\zeta,d) = -f(K) \cdot q(\eta,d) \cdot L^2/12 = -0,02 \text{ kNm}$
 $M(w,0,d) = 7,86E+07 \text{ Nmm}^2$
 mit Korrektur und Momentenausgleich $M(w,d)' = f(K,w) \cdot f(K) \cdot M(w,d) = 9,75E+07 \text{ Nmm}^2$
 $f(K,w) = 1,646 \quad \{s. \text{ Nachweis im Feld}\}$

Spannungserhöhung durch Instabilitäterscheinung BDK

$\chi(LT)$ nach DIN EN 1993-1-3, 6.2.4(1)
 $M(Ki)$ folgt aus der Näherungsberechnung mit einem dreifachen sin-Ansatz mit $n = 1;2;3$ oder $1;3;5$

und der Berücksicht. der Überlappung ü. d. Stützen mit $\delta(i) = [t(i)+t(i+1)]/t(i) = 2,00 \quad 2,00$

$M(Ki,k) = 31,53 \text{ kNm}$

{Im Sinne von DIN EN 1993-1-3, Anhang E, Tab E.4 ist k = 19,42}

für den Schlankheitsgrad gilt der Mittelwert aus "a" und "b" eff $M(y,R,k) = 13,99 \text{ kNm}$

$\lambda(M, \text{quer}) = \sqrt{[M(R,k)/M(Ki,k)]} = 0,666$

Nach DIN EN 1991-1-3: KSL = b

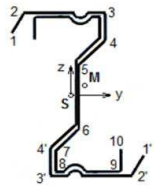
$\alpha(LT) = 0,34$

$\lambda_{\text{quer}}(LT,0) = 0,4 \quad \beta = 0,75$

$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,712$

$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = 0,886$

eff $\chi(LT) = 0,886$

gemittelte Koordinaten der effekt. Querschnittes Q(i)				
	i	$\eta(S,i)$	$\zeta(S,i)$	$\omega(M,i)$
	1	-51,63	91,20	-5.490
	2	-41,69	105,24	-4.040
	3	28,41	98,82	2.076
	4	26,48	77,71	2.485
	4'	-26,48	-77,71	2.485
	3'	-28,41	-98,82	2.076
	2'	41,69	-105,24	-4.040
	1'	51,63	-91,20	-5.490

$N(d) = 12,00 \text{ kN}$
 $M(\eta,d) = -5,80 \text{ kNm}$
 $M(\zeta,d) = -0,02 \text{ kNm}$
 $M(w,d) = 9,75E+07 \text{ Nmm}^2$

$\Sigma A = 1.131 \text{ mm}^2$
 $\Sigma J(\eta) = 6,85E+06 \text{ mm}^4$
 $\Sigma J(\zeta) = 4,39E+05 \text{ mm}^4$
 $\Sigma C(M) = 7,95E+09 \text{ mm}^6$

Punkt i:	$1/\chi(LT)^*$ $\sigma(M(\eta),i)$	$1/\chi(LT)^*$ $\sigma(M(\zeta),i)$	$1/\chi(NS)^*$ $\sigma(M(w)',i)$	$1/\chi(NS)^*$ $\sigma(N,i)$	$\Sigma \sigma(i)$	$ \Sigma \sigma(i) $
1	87,1	-2,5	67,3	-14,81	137,1	137,1
2	100,5	-2,0	49,5	-14,81	133,2	133,2
3	94,4	1,4	-25,4	-14,81	55,5	55,5
4	74,2	1,3	-30,5	-14,81	30,2	30,2
4'	-74,2	-1,3	-30,5	-14,81	-120,7	120,7
3'	-94,4	-1,4	-25,4	-14,81	-136,0	136,0
2'	-100,5	2,0	49,5	-14,81	-63,8	63,8
1'	-87,1	2,5	67,3	-14,81	-32,1	32,1
max $\sigma(d) =$					137,1	

Auslastung = max $\sigma(d)$ / $[f(y,k)/\gamma(M)] = 0,335 \leq 1$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

B) Nachweise am Überlappungsende

$$\begin{aligned}
 M(y, \ddot{u}, d) &= -2,02 \text{ kNm} & M(y, B, d) &= -5,77 \text{ kNm} \\
 M(\eta, d) &= M(y, \ddot{u}, d) / M(y, B, d) * M(\eta, B, d) & &= -2,03 \text{ kNm} \\
 M(\zeta, d) &= M(y, \ddot{u}, d) / M(y, B, d) * M(\zeta, B, d) & &= -0,01 \text{ kNm} \\
 f(K, w) &= 1,646 \quad \{s. \text{ Nachweis im Feld}\} & M(w, l(\ddot{u}), d) &= 3,21E+07 \text{ Nmm}^2 \\
 \text{Korr. u. Ausgleich } M(w, d)' &= f(K, w) * f(K) * M(w, d) & &= 3,98E+07 \text{ Nmm}^2 \\
 J(\eta) &= 3,42E+06 \text{ mm}^4 & J(\zeta) &= 2,20E+05 \text{ mm}^4 & A &= 565 \text{ mm}^2 & C(M) &= 3,98E+09 \text{ mm}^6
 \end{aligned}$$

Die Spannungen werden mit den gemittelten Werten für Q(i) berechnet.

Punkt i:	$\eta(S, i)$	$\zeta(S, i)$	$1/\chi(LT)^*$ $\sigma(M(\eta), i)$	$1/\chi(LT)^*$ $\sigma(M(\zeta), i)$	$1/\chi(NS)^*$ $\sigma(M(w)', i)$	$\sigma(N, i)$	$\Sigma \sigma(i)$	$ \Sigma \sigma(i) $
1	-51,63	91,20	61,1	-1,7	54,9	-29,6	84,6	84,6
2	-41,69	105,24	70,5	-1,4	40,4	-29,6	79,9	79,9
3	28,41	98,82	66,2	1,0	-20,7	-29,6	16,8	16,8
4	26,48	77,71	52,1	0,9	-24,8	-29,6	-1,5	1,5
7	-25,07	-79,24	-53,1	-0,8	-33,0	-29,6	-116,5	116,5
8	-26,55	-95,37	-63,9	-0,9	-30,1	-29,6	-124,5	124,5
9	36,58	-101,16	-67,8	1,2	53,0	-29,6	-43,2	43,2
10	38,15	-84,04	-56,3	1,3	60,8	-29,6	-23,8	23,8

$$\max \sigma(d) = 124,5$$

$$\text{Auslastung} = \max \sigma(d) / [f(y, k) / \gamma(M)] = 0,304 \leq 1$$

C) Nachweise in Feldmitte

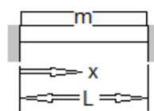
Bei voller Einspannung ist

Korrektur durch Momentenausgleich:

{Querschn. spannungsfrei}

$$\Delta \sigma = 69,38 \text{ N/mm}^2$$

$$f(K, w) = 1,646$$



$$x [\text{mm}] = 2.975 \quad x' [\text{mm}] = 2.975$$

$$M(y, m, d) = q(z, d) * L^2 / 24 = 3,83 \text{ kNm}$$

$$f(K) = M(F, d) / M(y, m, d) = 0,69$$

$$M(\eta, d) = f(K) * q(\zeta, d) * L^2 / 24 = 2,65 \text{ kNm}$$

$$M(\zeta, d) = f(K) * q(\eta, d) * L^2 / 24 = 0,01 \text{ kNm}$$

$$M(w, d) = -3,85E+07 \text{ Nmm}^2$$

$$\text{mit Momentenausgleich } f(K) * M(w, d) = -2,65E+07 \text{ Nmm}^2$$

$$M(w, d)' = f(K, w) * f(K) * M(w, d) = -4,37E+07 \text{ Nmm}^2$$

$$A = 565 \text{ mm}^2$$

$$C(M) = 3,98E+09 \text{ mm}^6$$

$$J(\eta) = 3,42E+06 \text{ mm}^4$$

$$J(\zeta) = 2,20E+05 \text{ mm}^4$$

Die Spannungen werden mit den gemittelten Werten für Q(i) berechnet.

Punkt i:	$\eta(S, i)$	$\zeta(S, i)$	$\sigma(M(\eta), i)$	$\sigma(M(\zeta), i)$	$\sigma(M(w)', i)$	$\sigma(N, i) / \chi(NF)$	$\Sigma \sigma(i)$	$ \Sigma \sigma(i) $
1	-51,63	91,20	-70,6	2,0	-60,3	-42,5	-171,3	171,3
2	-41,69	105,24	-81,5	1,6	-44,3	-42,5	-166,6	166,6
3	28,41	98,82	-76,5	-1,1	22,8	-42,5	-97,3	97,3
4	26,48	77,71	-60,1	-1,0	27,3	-42,5	-76,4	76,4
7	-25,07	-79,24	61,3	1,0	36,2	-42,5	56,1	56,1
8	-26,55	-95,37	73,8	1,0	33,1	-42,5	65,5	65,5
9	36,58	-101,16	78,3	-1,4	-58,2	-42,5	-23,7	23,7
10	38,15	-84,04	65,0	-1,5	-66,8	-42,5	-45,7	45,7

$$\max \sigma(d) = 171,3$$

$$\text{Auslastung} = \max \sigma(d) / [f(y, k) / \gamma(M)] = 0,419 \leq 1$$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

{Hinweis: Liegt der freie Gurt im Zugbereich könnte nach DIN EN 1993-1-3, Abschn. 10 auf die Berücksichtigung der aus der Verdrehung und seitlichen Biegung resultierenden Spannungen verzichtet werden. Damit ist

$$\sigma(d) = M(y,d)/effJ(y) * \max z + |N(d)|/A/\chi = 120,2 \quad N/mm^2, \quad Auslastung = 0,294 \quad \leq 1\}$$

D) Verformungsnachweis für andrückende Belastung

Der Nachweis erfolgt nur für andrückende Belastung.

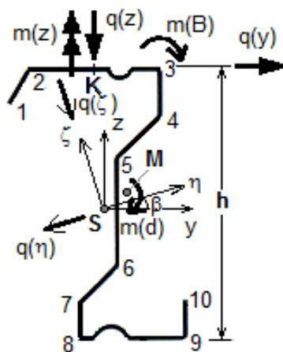
veis erfolgt nur für andrückende Belastung.	L(i) [mm] = 5.950
q(d) [kN/m] = 2,60	$\gamma(F,m) \cong 1,47$
min M(B,i-1,d) [kNm] = -5,77	min M(B,i,d) [kNm] = -12,42
min eff J(y) [mm ⁴] = 3,14E+06	E [N/mm ²] = 210.000
J(y) [mm ⁴] = 3,71E+06	J(y,m) [mm ⁴] = 3,42E+06

Es wird gemäß [3], Abschn. 7.1 (3) vereinfacht mit dem Mittelwert $J(y,m)$ aus $\min \text{eff } J(y)$ und $\max J(y)$ (voller Querschnitt) gerechnet.

f(m) [mm] $\cong \{5/384 * q(d) * L(i)4 + 1/16 * [M(B.i-1)+M(B(i)) * L(i)^2]/[E * J(y,m) * \gamma_F(m)] =$	2,0
L(i)/f(m) =	2.944
zul L(i)/f(m) =	200

5.4 Spannungs- und Stabilitätsnachweise für abhebende Belastung

Aus der statischen Berechnung ist für abhebende Belastung



Druckkraft $N(d)$ [kN] =	12,00	Hilfswert =	5,08
		maßgeb. $M(S,d)$ [kNm] =	5,08
$L(\ddot{u},i,li)$ [mm] =	950	$M(\ddot{u},i,li)$ [kNm] =	4,57
$L(\ddot{u},i,re)$ [mm] =	650	$M(\ddot{u},i,re)$ [kNm] =	1,78
		Hilfswert =	1,78
		maßgeb. $M(\ddot{u},2,d)$ [kNm] =	1,78
		$M(S,i,li/re,d)$ [kNm] =	10,94
			5,08
$y(K)$ [mm] =	-13,14	$\eta(K)$ [mm] =	-3,37
$z(K)$ [mm] =	106,39	$\zeta(K)$ [mm] =	107,19
		$a(y,M)$ [mm] = $[v(a)+v(b)]/2-(a+b)/4$ =	-15,75
		$a(z,M)$ [mm] = $[h-t(N)]/2$ =	99,20

Die Verschraubung mit der Hülle wird bei $(a+b)/2$ von der Ecke entfernt angenommen.

A =	-8,831	mm ² /N	B =	87,890	mm ² /N
v(S,d) =	abheb.q(y,α,d)/andr.q(y,α,d)*andr.v(S,d) =		1,11	mm	
max q(y,d) =	[f(R)*eff v(S,d)-A*q(z,d)]/[f(u)*B] =		-0,217	kN/m	
		C(D,f) =	0,289	kNm/m	
m(d) =	[q(z)*a(y,M) + f(u)*q(y)*a(z,M)]/[1+f(9)*C(D,f)*H] =		0,0070	kNm/m	
	m(B) = [m(d) - q(z)*a(y,M) - f(u)*q(y)*a(z,M)]/f(9) =		-0,0075	kNm/m	
	q(ζ), q(η) =		-2,2976	0,0075	kN/m

$$g(m) = 0,026$$

$$\vartheta(m) [^\circ] = 1,49 \quad \{ " + " \text{ im Uhrzeigersinn} \}$$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

A) Nachweise an der Stützstelle
{zweifacher Querschnitt}

$$\begin{aligned} M(y,E,d) &= -q(z,d) \cdot L^2/12 = 6,75 \text{ kNm} \\ f(K) &= M(S,d)/M(y,E,d) = 0,75 \\ M(\eta,d) &= -f(K) \cdot q(\zeta,d) \cdot L^2/12 = 5,11 \text{ kNm} \\ M(\zeta,d) &= -f(K) \cdot q(\eta,d) \cdot L^2/12 = -0,02 \text{ kNm} \\ \text{Korr. u. Ausgleich } M(w,d)' &= f(K,w) \cdot f(K) \cdot m(d,abheb.)/m(d,andr.) \cdot M(w,andr.) = 3,41E+07 \text{ Nmm}^2 \\ N(d) &= 12,00 \text{ kN} \\ \text{eff } \chi(NS) &= 0,717 \\ \text{eff } \chi(NF) &= 0,500 \end{aligned}$$

gemittelte Koordinaten der effekt. Querschnitte

i	$\eta(S,i)$	$\zeta(S,i)$	$\omega(M,i)$
1	-51,63	91,20	-5,490
2	-41,69	105,24	-4,040
3	28,41	98,82	2,076
4	26,48	77,71	2,485
4'	-26,48	-77,71	2,485
3'	-28,41	-98,82	2,076
2'	41,69	-105,24	-4,040
1'	51,63	-91,20	-5,490

$$\begin{aligned} \Sigma A &= 1,131 \text{ mm}^2 \\ \Sigma J(\eta) &= 6,85E+06 \text{ mm}^4 \\ \Sigma J(\zeta) &= 4,39E+05 \text{ mm}^4 \\ \Sigma C(M) &= 7,95E+09 \text{ mm}^6 \end{aligned}$$

Punkt i:	$\sigma(M(\eta),i)$	$\sigma(M(\zeta),i)$	$\sigma(M(w)',i)$	$\sigma(N,i)/\chi(NS)$	$\Sigma\sigma(i)$	$ \Sigma\sigma(i) $
1	-68,0	-1,9	23,6	-14,81	-61,2	61,2
2	-78,5	-1,6	17,3	-14,81	-77,5	77,5
3	-73,7	1,1	-8,9	-14,81	-96,3	96,3
4	-57,9	1,0	-10,7	-14,81	-82,4	82,4
4'	57,9	-1,0	-10,7	-14,81	31,5	31,5
3'	73,7	-1,1	-8,9	-14,81	48,9	48,9
2'	78,5	1,6	17,3	-14,81	82,6	82,6
1'	68,0	1,9	23,6	-14,81	78,7	78,7

$$\max \sigma(d) = 96,3$$

$$\text{Auslastung} = \max \sigma / [f(y,k)/\gamma(M)] = 0,235 \leq 1$$

{Hinweis: Liegt der freie Gurt im Zugbereich könnte nach DIN EN 1993-1-3, Abschn. 10 auf die Berücksichtigung der aus der Verdrehung und seitlichen Biegung resultierenden Spannungen verzichtet werden. Damit ist

$$\sigma(d) = M(y,d)/\text{eff}J(y) \cdot \max z + |N(d)|/A/\chi = 89,7 \text{ N/mm}^2, \text{ Auslastung} = 0,219 \leq 1$$

B) Nachweise am Überlappungsende

{einfacher Querschnitt}

$$x = L(\ddot{u}) = 0,650 \text{ m} \quad M(L\ddot{u},d) = 1,78 \text{ kNm}$$

$$f(K) = M(L\ddot{u},d)/M(y,E,d) = 0,26$$

$$M(\eta,d) = -f(K) \cdot q(\zeta,d) \cdot L^2/12 = 1,79 \text{ kNm}$$

$$M(\zeta,d) = -f(K) \cdot q(\eta,d) \cdot L^2/12 = -0,01 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} f(K,w) &= 1,379 \quad \{s. \text{ Nachweis im Feld}\} \\ \text{Korr. u. Ausgleich } M(w,d)' &= f(K,w) \cdot f(K) \cdot m(d,abheb.)/m(d,andr.) \cdot M(w,andr.) = 1,39E+07 \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

$$A = 565 \text{ mm}^2$$

$$J(\eta) = 3,42E+06 \text{ mm}^4 \quad J(\zeta) = 2,20E+05 \text{ mm}^4 \quad C(M) = 3,98E+09 \text{ mm}^6$$

Die Spannungen werden mit den gemittelten Werten für Q(i) berechnet.

Punkt i:	$\eta(S,i)$	$\zeta(S,i)$	$\sigma(M(\eta),i)$	$\sigma(M(\zeta),i)$	$\sigma(M(w)',i)$	$\sigma(N,i)/\chi(NS)$	$\Sigma\sigma(i)$	$ \Sigma\sigma(i) $
1	-51,63	91,20	-47,7	-1,4	19,2	-29,6	-59,5	59,5
2	-41,69	105,24	-55,0	-1,1	14,1	-29,6	-71,6	71,6
3	28,41	98,82	-51,7	0,8	-7,3	-29,6	-87,8	87,8
4	26,48	77,71	-40,6	0,7	-8,7	-29,6	-78,3	78,3
7	-25,07	-79,24	41,4	-0,7	-11,5	-29,6	-0,4	0,4
8	-26,55	-95,37	49,9	-0,7	-10,5	-29,6	9,0	9,0
9	36,58	-101,16	52,9	1,0	18,5	-29,6	42,8	42,8
10	38,15	-84,04	44,0	1,0	21,3	-29,6	36,6	36,6

$$\max \sigma(d) = 87,8$$

$$\text{Auslastung} = \max \sigma(d)/[f(y,k)/\gamma(M)] = 0,215 \leq 1$$

Statik gemäß Typenprüfung
T16-024, gültig bis 31.03.2026

Peter Zitzlsperger: (DW-18)

SBE
ZETA - Profile
E-mail: info@sbe-zeta.de

{Hinweis: Liegt der freie Gurt im Zugbereich könnte nach DIN EN 1993-1-3, Abschn. 10 auf die Berücksichtigung der aus der Verdrehung und seitlichen Biegung resultierenden Spannungen verzichtet werden. Damit ist

$$\sigma(d) = M(y,d)/effJ(y) \cdot \max z + |N(d)|/A/\chi = 22,9 \quad N/mm^2, \quad Auslastung = 0,056 \quad \leq 1$$

C) Nachweise in Feldmitte

$$\begin{aligned} M(y,E,d) &= -9 \cdot q(z,d) \cdot L^2/128 = 5,69 \quad kNm \\ f(K) &= M(F,d)/M(y,E,d) = 0,41 \\ \Delta\sigma(i) &\cong 7,20 \quad N/mm^2 \\ M(\eta,d) &= +f(K) \cdot 9 \cdot q(\zeta,d) \cdot L^2/128 = -2,33 \quad kNm \\ f(K,w) &= 1,379 \\ M(\zeta,d) &= +f(K) \cdot 9 \cdot q(\eta,d) \cdot L^2/128 = 0,01 \quad kNm \\ \text{mit Momentenausgleich } f(K) \cdot M(w,d) &= m(d,abheb.)/m(d,andr.) \cdot M(w,andr) = -6,73E+06 \quad Nmm^2 \\ M(w,d)' &= f(K,w) \cdot M(w,d) = -9,28E+06 \quad Nmm^2 \end{aligned}$$

Spannungserhöhung durch Instabilitäterscheinung BDK

$\chi(LT)$ nach DIN EN 1993-1-3, 6.2.4(1)

$M(Ki)$ folgt aus der Näherungsberechnung mit einem dreifachen sin-Ansatz mit $n = 1;2;3$ oder $1;3;5$

$$\begin{aligned} M(Ki,k) &= 52,46 \quad kNm \\ \{ \text{Im Sinne von DIN EN 1993-1-3, Anhang E, Tab E.4 ist } k &= 38,90 \} \\ \text{für den Schlankheitsgrad gilt der Kleinstwert aus "a" und "b" } eff \, M(y,R,k) &= 13,04 \quad kNm \\ \lambda(M,quer) &= \sqrt{M(R,k)/M(Ki,k)} = 0,499 \end{aligned}$$

Nach DIN EN 1991-1-3: $KSL = b$
 $\alpha(LT) = 0,34$

$\lambda_{quer}(LT,0) = 0,4 \quad \beta = 0,75$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} \left(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0} \right) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,610 \quad \chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = 0,961$$

$eff \, \chi(LT) = 0,961$

Die Spannungen werden mit den gemittelten Werten für $Q(i)$ berechnet.

$$\begin{aligned} J(\eta) &= 3,42E+06 \quad mm^4 & J(\zeta) &= 2,20E+05 \quad mm^4 & A &= 565 \quad mm^2 \\ C(M) &= 3,98E+09 \quad mm^6 \end{aligned}$$

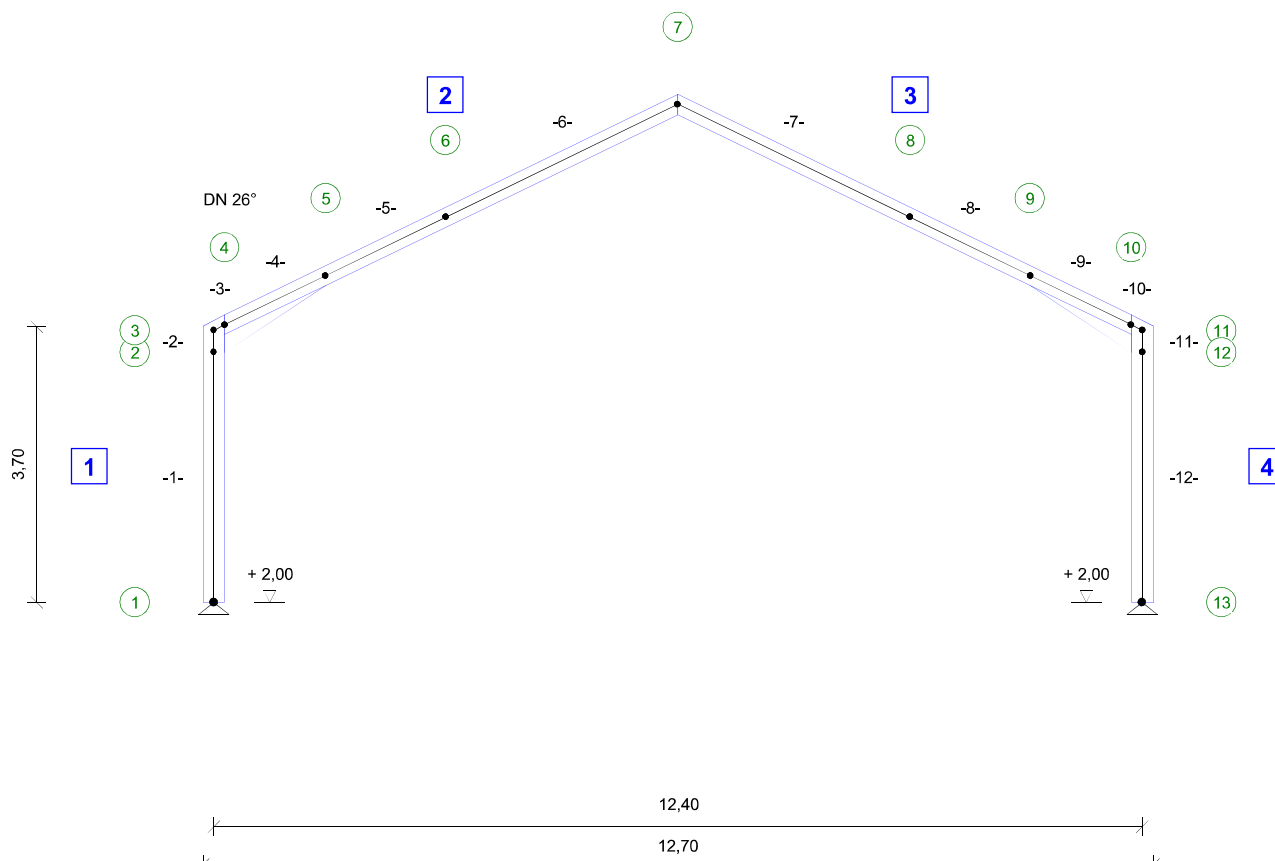
Punkt i:	$\eta(S,i)$	$\zeta(S,i)$	$1/\chi(LT)^* \sigma(M(\eta),i)$	$1/\chi(LT)^* \sigma(M(\zeta),i)$	$\sigma(M(w)',i)$	$1/\chi(NF)^* \sigma(N,i)$	$\sigma(i,d) = \Sigma\sigma(i)$	$ \Sigma\sigma(i) $
1	-51,63	91,20	64,7	1,9	-12,8	-42,5	11,3	11,3
2	-41,69	105,24	74,7	1,5	-9,4	-42,5	24,3	24,3
3	28,41	98,82	70,1	-1,0	4,8	-42,5	31,5	31,5
4	26,48	77,71	55,1	-0,9	5,8	-42,5	17,5	17,5
7	-25,07	-79,24	-56,2	0,9	7,7	-42,5	-90,1	90,1
8	-26,55	-95,37	-67,7	1,0	7,0	-42,5	-102,2	102,2
9	36,58	-101,16	-71,8	-1,3	-12,4	-42,5	-127,9	127,9
10	38,15	-84,04	-59,6	-1,4	-14,2	-42,5	-117,7	117,7

$\max \sigma(d) = 127,9$

$Auslastung = \max \sigma(d)/[f(y,k)/\gamma(M)] = 0,313 \quad \leq 1$

Pos. 4.0 Rama g³owna

Szkic systemu



Geometria ramy

Rozpiętość:	12,70 m	Kl. konsek. zniszczenia: CC2
Wys. słupa:	3,70 m	DIN EN 1990, Załącznik B, Tab. B3
Nachylenie:	26,0 °	
?Neu?Einflussbreite:	6,45 m	

Obciążenia

Pokrycie:	0,10 kN/m²
Płatwie:	0,10 kN/m²
g (DFL):	0,20 kN/m²
g (GFL):	0,22 kN/m²
Śnieg:	0,72 kN/m²
q (GFL)	0,94 kN/m²
+ CW Ramy	

Węzeł

Nr.	Współrzędne		Podpora	Wstępne odchylenie
	x [m]	y [m]	x z r	

1	0,000	2,000	1 1 0	0
2	0,000	5,346	0 0 0	0
3	0,000	5,640	0 0 0	0
4	0,150	5,713	0 0 0	0
5	1,498	6,370	0 0 0	0
6	3,100	7,152	0 0 0	0
7	6,200	8,664	0 0 0	0
8	9,300	7,152	0 0 0	0
9	10,902	6,370	0 0 0	0
10	12,250	5,713	0 0 0	0
11	12,400	5,640	0 0 0	0
12	12,400	5,346	0 0 0	0
13	12,400	2,000	1 1 0	0

Pręty

Pręt- Grupa		Pręt	Węzeł		Przekrój
			lewo	prawo	
1	Słup lewo	1	1	2	1
		2	2	3	1
2	Rygiel lewo	3	3	4	2
		4	4	5	2
		5	5	6	3
		6	6	7	3
3	Rygiel prawo	7	7	8	3
		8	8	9	3
		9	9	10	2
		10	10	11	2
4	Słup prawo	11	11	12	1
		12	12	13	1

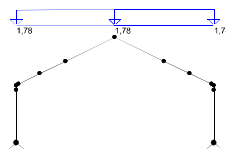
Przekroje

Nr.	Profil / Wymiar	Klasa	Moduł E	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]
1	IPE 300	S275JR	210 000	53,80	8 360
2	IPE 240 + Wzmocnienie IPE 240	S275JR	210 000	56,92	8 876
3	IPE 240	S275JR	210 000	39,10	3 890

Kons. stal.: Dwuteowy przekrój stalowy IPE wg DIN 1025 rozdział 5
wydanie Marzec 1994 i Euronorma 19-57

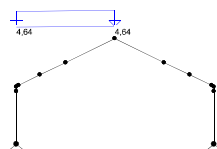
Przyp. obc. 1 Ciężar wł.

Pręt	Obc. ciągłe	Odstęp [m]	Długość [m]	Obc. L [kN/m]	Obc. P [kN/m]
2	Pionowo			1,78	1,78
3	Pionowo			1,78	1,78



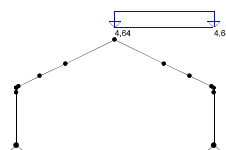
Przyp. obc. 2 Śnieg lewo

Pręt	Obc. ciągłe	Odstęp [m]	Długość [m]	Obc. L [kN/m]	Obc. P [kN/m]
2	Pionowo			4,64	4,64



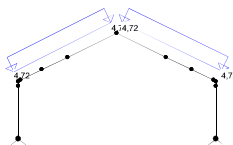
Przyp. obc. 3 Śnieg prawo

Pręt	Obc. ciągłe	Odstęp [m]	Długość [m]	Obc. L [kN/m]	Obc. P [kN/m]
3	Pionowo			4,64	4,64



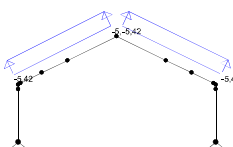
Przyp. obc. 4 Wiatr lewo

Pręt	Obc. ciągłe	Odstęp [m]	Długość [m]	Obc. L [kN/m]	Obc. P [kN/m]
2	prostopadle			4,72	4,72
3	prostopadle			4,72	4,72



Przyp. obc. 5 Wiatr prawo

Pręt	Obc. ciągłe	Odstęp [m]	Długość [m]	Obc. L [kN/m]	Obc. P [kN/m]
2	prostopadle			-5,42	-5,42
3	prostopadle			-5,42	-5,42



Kl. konsekw. zniszczenia CC2, KFi = 1,0

Komb. obc. 1 ($\gamma_{M0} = 1,00$, $\gamma_{M1} = 1,10$; $\gamma_{M2} = 1,25$; γ_M [Drewno] = 1,30)

Ciężar wł.	gamma =	1,0
------------	---------	-----

Komb. obc. 2 ($\gamma_{M0} = 1,00$, $\gamma_{M1} = 1,10$; $\gamma_{M2} = 1,25$; γ_M [Drewno] = 1,30)

Ciężar wł.	gamma =	1,35
Śnieg lewo		1,5
Śnieg prawo		1,5

Komb. obc. 3 ($\gamma_{M0} = 1,00$, $\gamma_{M1} = 1,10$; $\gamma_{M2} = 1,25$; γ_M [Drewno] = 1,30)

Ciężar wł.	gamma =	1,35
Śnieg lewo		1,5
Śnieg prawo		1,5
Wiatr lewo		0,9

Komb. obc. 4 ($\gamma_{M0} = 1,00$, $\gamma_{M1} = 1,10$; $\gamma_{M2} = 1,25$; γ_M [Drewno] = 1,30)

Ciężar wł.	gamma =	1,35
Śnieg lewo		1,5

Śnieg prawo	1,5
Wiatr prawo	0,9

Komb. obc. 5 ($\gamma M0 = 1,00$, $\gamma M1 = 1,10$; $\gamma M2 = 1,25$; γM [Drewno] = 1,30)

Ciężar wł.	gamma =	1,35
Śnieg lewo		0,75
Śnieg prawo		0,75
Wiatr lewo		1,5

Komb. obc. 6 ($\gamma M0 = 1,00$, $\gamma M1 = 1,10$; $\gamma M2 = 1,25$; γM [Drewno] = 1,30)

Ciężar wł.	gamma =	1,35
Śnieg lewo		0,75
Śnieg prawo		0,75
Wiatr prawo		1,5

Komb. obc. 7 ($\gamma M0 = 1,00$, $\gamma M1 = 1,10$; $\gamma M2 = 1,25$; γM [Drewno] = 1,30)

Ciężar wł.	gamma =	1,35
Wiatr lewo		1,5

Komb. obc. 8 ($\gamma M0 = 1,00$, $\gamma M1 = 1,10$; $\gamma M2 = 1,25$; γM [Drewno] = 1,30)

Ciężar wł.	gamma =	1,35
Wiatr prawo		1,5

Komb. obc. 9 ($\gamma M0 = 1,00$, $\gamma M1 = 1,10$; $\gamma M2 = 1,25$; γM [Drewno] = 1,30)
Ugiecia

Ciężar wł.	gamma =	1,00
Śnieg lewo		1,00
Śnieg prawo		1,00

Siły przekrojowe - Teoria I (Początek/Koniec)

Pręt	LK	N Początek [kN]	V Początek [kN]	M Początek [kNm]	N Koniec [kN]	V Koniec [kN]	M Koniec [kNm]
1	1	-11,05	-4,65	0,00	-11,05	-4,65	-15,57
1	2	-58,06	-24,46	0,00	-58,06	-24,46	-81,83
1	3	-84,40	-34,10	0,00	-84,40	-34,10	-114,10
1	4	-27,82	-13,39	0,00	-27,82	-13,39	-44,79
1	5	-80,38	-31,44	0,00	-80,38	-31,44	-105,20
1	6	13,92	3,08	0,00	13,92	3,08	10,31
1	7	-58,81	-22,35	0,00	-58,81	-22,35	-74,78
1	8	35,49	12,17	0,00	35,49	12,17	40,72
1	9	-39,81	-16,77	0,00	-39,81	-16,77	-56,11
2	1	-11,05	-4,65	-15,57	-11,05	-4,65	-16,94
2	2	-58,06	-24,46	-81,83	-58,06	-24,46	-89,02
2	3	-84,40	-34,10	-114,10	-84,40	-34,10	-124,10
2	4	-27,82	-13,39	-44,79	-27,82	-13,39	-48,73

2	5	-80,38	-31,44	-105,20	-80,38	-31,44	-114,40
2	6	13,92	3,08	10,31	13,92	3,08	11,22
2	7	-58,81	-22,35	-74,78	-58,81	-22,35	-81,35
2	8	35,49	12,17	40,72	35,49	12,17	44,30
2	9	-39,81	-16,77	-56,11	-39,81	-16,77	-61,04
3	1	-9,02	7,89	-16,94	-8,91	7,65	-15,64
3	2	-47,44	41,46	-89,02	-46,82	40,20	-82,21
3	3	-67,65	60,91	-124,10	-67,03	58,94	-114,10
3	4	-24,23	19,14	-48,73	-23,61	18,69	-45,57
3	5	-63,50	58,47	-114,40	-63,11	56,49	-104,80
3	6	8,87	-11,16	11,22	9,26	-10,60	9,40
3	7	-45,87	43,06	-81,35	-45,71	41,55	-74,29
3	8	26,50	-26,57	44,30	26,66	-25,53	39,95
3	9	-32,53	28,43	-61,04	-32,11	27,57	-56,37
4	1	-8,91	7,65	-15,64	-7,85	5,49	-5,79
4	2	-46,82	40,20	-82,21	-41,29	28,85	-30,42
4	3	-67,03	58,94	-114,10	-61,50	41,22	-39,00
4	4	-23,61	18,69	-45,57	-18,08	14,66	-20,56
4	5	-63,11	56,49	-104,80	-59,63	38,74	-33,42
4	6	9,26	-10,60	9,40	12,74	-5,53	-2,69
4	7	-45,71	41,55	-74,29	-44,29	28,02	-22,11
4	8	26,66	-25,53	39,95	28,08	-16,25	8,61
4	9	-32,11	27,57	-56,37	-28,31	19,79	-20,86
5	1	-7,85	5,49	-5,79	-6,60	2,92	1,71
5	2	-41,29	28,85	-30,42	-34,71	15,37	8,99
5	3	-61,50	41,22	-39,00	-54,92	20,17	15,70
5	4	-18,08	14,66	-20,56	-11,50	9,87	1,29
5	5	-59,63	38,74	-33,42	-55,50	17,65	16,83
5	6	12,74	-5,53	-2,69	16,87	0,48	-7,19
5	7	-44,29	28,02	-22,11	-42,60	11,94	13,49
5	8	28,08	-16,25	8,61	29,77	-5,23	-10,53
5	9	-28,31	19,79	-20,86	-23,80	10,54	6,17
6	1	-6,60	2,92	1,71	-4,18	-2,04	3,24
6	2	-34,71	15,37	8,99	-21,98	-10,72	17,01
6	3	-54,92	20,17	15,70	-42,20	-20,58	14,98
6	4	-11,50	9,87	1,29	1,23	0,60	19,33
6	5	-55,50	17,65	16,83	-47,50	-23,17	7,31
6	6	16,87	0,48	-7,19	24,87	12,13	14,56
6	7	-42,60	11,94	13,49	-39,33	-19,18	0,99
6	8	29,77	-5,23	-10,53	33,04	16,11	8,24
6	9	-23,80	10,54	6,17	-15,07	-7,35	11,66
7	1	-4,18	2,04	3,24	-6,60	-2,92	1,71
7	2	-21,98	10,72	17,01	-34,71	-15,37	8,99
7	3	-42,20	20,58	14,98	-54,92	-20,17	15,70
7	4	1,23	-0,60	19,33	-11,50	-9,87	1,29
7	5	-47,50	23,17	7,31	-55,50	-17,65	16,83
7	6	24,87	-12,13	14,56	16,87	-0,48	-7,19

7	7	-39,33	19,18	0,99	-42,60	-11,94	13,49
7	8	33,04	-16,11	8,24	29,77	5,23	-10,53
7	9	-15,07	7,35	11,66	-23,80	-10,54	6,17
8	1	-6,60	-2,92	1,71	-7,85	-5,49	-5,79
8	2	-34,71	-15,37	8,99	-41,29	-28,85	-30,42
8	3	-54,92	-20,17	15,70	-61,50	-41,22	-39,00
8	4	-11,50	-9,87	1,29	-18,08	-14,66	-20,56
8	5	-55,50	-17,65	16,83	-59,63	-38,74	-33,42
8	6	16,87	-0,48	-7,19	12,74	5,53	-2,69
8	7	-42,60	-11,94	13,49	-44,29	-28,02	-22,11
8	8	29,77	5,23	-10,53	28,08	16,25	8,61
8	9	-23,80	-10,54	6,17	-28,31	-19,79	-20,86
9	1	-7,85	-5,49	-5,79	-8,91	-7,65	-15,64
9	2	-41,29	-28,85	-30,42	-46,82	-40,20	-82,21
9	3	-61,50	-41,22	-39,00	-67,03	-58,94	-114,10
9	4	-18,08	-14,66	-20,56	-23,61	-18,69	-45,57
9	5	-59,63	-38,74	-33,42	-63,11	-56,49	-104,80
9	6	12,74	5,53	-2,69	9,26	10,60	9,40
9	7	-44,29	-28,02	-22,11	-45,71	-41,55	-74,29
9	8	28,08	16,25	8,61	26,66	25,53	39,95
9	9	-28,31	-19,79	-20,86	-32,11	-27,57	-56,37
10	1	-8,91	-7,65	-15,64	-9,02	-7,89	-16,94
10	2	-46,82	-40,20	-82,21	-47,44	-41,46	-89,02
10	3	-67,03	-58,94	-114,10	-67,65	-60,91	-124,10
10	4	-23,61	-18,69	-45,57	-24,23	-19,14	-48,73
10	5	-63,11	-56,49	-104,80	-63,50	-58,47	-114,40
10	6	9,26	10,60	9,40	8,87	11,16	11,22
10	7	-45,71	-41,55	-74,29	-45,87	-43,06	-81,35
10	8	26,66	25,53	39,95	26,50	26,57	44,30
10	9	-32,11	-27,57	-56,37	-32,53	-28,43	-61,04
11	1	-11,05	4,65	-16,94	-11,05	4,65	-15,57
11	2	-58,06	24,46	-89,02	-58,06	24,46	-81,83
11	3	-84,40	34,10	-124,10	-84,40	34,10	-114,10
11	4	-27,82	13,39	-48,73	-27,82	13,39	-44,79
11	5	-80,38	31,44	-114,40	-80,38	31,44	-105,20
11	6	13,92	-3,08	11,22	13,92	-3,08	10,31
11	7	-58,81	22,35	-81,35	-58,81	22,35	-74,78
11	8	35,49	-12,17	44,30	35,49	-12,17	40,72
11	9	-39,81	16,77	-61,04	-39,81	16,77	-56,11
12	1	-11,05	4,65	-15,57	-11,05	4,65	0,00
12	2	-58,06	24,46	-81,83	-58,06	24,46	0,00
12	3	-84,40	34,10	-114,10	-84,40	34,10	0,00
12	4	-27,82	13,39	-44,79	-27,82	13,39	0,00
12	5	-80,38	31,44	-105,20	-80,38	31,44	0,00
12	6	13,92	-3,08	10,31	13,92	-3,08	0,00
12	7	-58,81	22,35	-74,78	-58,81	22,35	0,00
12	8	35,49	-12,17	40,72	35,49	-12,17	0,00

12	9	-39,81	16,77	-56,11	-39,81	16,77	0,00
----	---	--------	-------	--------	--------	-------	------

Siły przekrojowe - Teoria I (Maximal/Minimal)

Pręt	LK	N Maximal [kN]	V Maximal [kN]	M Maximal [kNm]	N Minimal [kN]	V Minimal [kN]	M Minimal [kNm]
1	1	-11,05	-4,65	0,00	-11,05	-4,65	-15,57
1	2	-58,06	-24,46	0,00	-58,06	-24,46	-81,83
1	3	-84,40	-34,10	0,00	-84,40	-34,10	-114,10
1	4	-27,82	-13,39	0,00	-27,82	-13,39	-44,79
1	5	-80,38	-31,44	0,00	-80,38	-31,44	-105,20
1	6	13,92	3,08	10,31	13,92	3,08	0,00
1	7	-58,81	-22,35	0,00	-58,81	-22,35	-74,78
1	8	35,49	12,17	40,72	35,49	12,17	0,00
1	9	-39,81	-16,77	0,00	-39,81	-16,77	-56,11
2	1	-11,05	-4,65	-15,57	-11,05	-4,65	-16,94
2	2	-58,06	-24,46	-81,83	-58,06	-24,46	-89,02
2	3	-84,40	-34,10	-114,10	-84,40	-34,10	-124,10
2	4	-27,82	-13,39	-44,79	-27,82	-13,39	-48,73
2	5	-80,38	-31,44	-105,20	-80,38	-31,44	-114,40
2	6	13,92	3,08	11,22	13,92	3,08	10,31
2	7	-58,81	-22,35	-74,78	-58,81	-22,35	-81,35
2	8	35,49	12,17	44,30	35,49	12,17	40,72
2	9	-39,81	-16,77	-56,11	-39,81	-16,77	-61,04
3	1	-8,91	7,65	-15,64	-9,02	7,89	-16,94
3	2	-46,82	40,20	-82,21	-47,44	41,46	-89,02
3	3	-67,03	58,94	-114,10	-67,65	60,91	-124,10
3	4	-23,61	18,69	-45,57	-24,23	19,14	-48,73
3	5	-63,11	56,49	-104,80	-63,50	58,47	-114,40
3	6	8,87	-11,16	11,22	9,26	-10,60	9,40
3	7	-45,71	41,55	-74,29	-45,87	43,06	-81,35
3	8	26,50	-26,57	44,30	26,66	-25,53	39,95
3	9	-32,11	27,57	-56,37	-32,53	28,43	-61,04
4	1	-7,85	5,49	-5,79	-8,91	7,65	-15,64
4	2	-41,29	28,85	-30,42	-46,82	40,20	-82,21
4	3	-61,50	41,22	-39,00	-67,03	58,94	-114,10
4	4	-18,08	14,66	-20,56	-23,61	18,69	-45,57
4	5	-59,63	38,74	-33,42	-63,11	56,49	-104,80
4	6	9,26	-10,60	9,40	12,74	-5,53	-2,69
4	7	-44,29	28,02	-22,11	-45,71	41,55	-74,29
4	8	26,66	-25,53	39,95	28,08	-16,25	8,61
4	9	-28,31	19,79	-20,86	-32,11	27,57	-56,37
5	1	-6,60	2,92	1,71	-7,85	5,49	-5,79
5	2	-34,71	15,37	8,99	-41,29	28,85	-30,42
5	3	-54,92	20,17	15,70	-61,50	41,22	-39,00
5	4	-11,50	9,87	1,29	-18,08	14,66	-20,56
5	5	-55,50	17,65	16,83	-59,63	38,74	-33,42
5	6	12,74	-5,53	-2,69	16,54	0,00	-7,22

5	7	-42,60	11,94	13,49	-44,29	28,02	-22,11
5	8	28,08	-16,25	8,61	29,77	-5,23	-10,53
5	9	-23,80	10,54	6,17	-28,31	19,79	-20,86
6	1	-5,17	0,00	4,68	-6,60	2,92	1,71
6	2	-27,20	-0,02	24,61	-34,71	15,37	8,99
6	3	-48,69	0,20	32,91	-42,20	-20,58	14,98
6	4	1,23	0,60	19,33	-11,50	9,87	1,29
6	5	-52,06	0,10	29,99	-47,50	-23,17	7,31
6	6	24,87	12,13	14,56	16,87	0,48	-7,19
6	7	-41,36	0,11	21,39	-39,33	-19,18	0,99
6	8	33,04	16,11	8,24	30,55	-0,11	-12,74
6	9	-18,65	-0,02	16,87	-23,80	10,54	6,17
7	1	-5,17	0,00	4,68	-6,60	-2,92	1,71
7	2	-27,20	0,02	24,61	-34,71	-15,37	8,99
7	3	-48,69	-0,20	32,91	-42,20	20,58	14,98
7	4	1,23	-0,60	19,33	-11,50	-9,87	1,29
7	5	-52,06	-0,10	29,99	-47,50	23,17	7,31
7	6	24,87	-12,13	14,56	16,87	-0,48	-7,19
7	7	-41,36	-0,11	21,39	-39,33	19,18	0,99
7	8	33,04	-16,11	8,24	30,55	0,11	-12,74
7	9	-18,65	0,02	16,87	-23,80	-10,54	6,17
8	1	-6,60	-2,92	1,71	-7,85	-5,49	-5,79
8	2	-34,71	-15,37	8,99	-41,29	-28,85	-30,42
8	3	-54,92	-20,17	15,70	-61,50	-41,22	-39,00
8	4	-11,50	-9,87	1,29	-18,08	-14,66	-20,56
8	5	-55,50	-17,65	16,83	-59,63	-38,74	-33,42
8	6	12,74	5,53	-2,69	16,54	0,00	-7,22
8	7	-42,60	-11,94	13,49	-44,29	-28,02	-22,11
8	8	28,08	16,25	8,61	29,77	5,23	-10,53
8	9	-23,80	-10,54	6,17	-28,31	-19,79	-20,86
9	1	-7,85	-5,49	-5,79	-8,91	-7,65	-15,64
9	2	-41,29	-28,85	-30,42	-46,82	-40,20	-82,21
9	3	-61,50	-41,22	-39,00	-67,03	-58,94	-114,10
9	4	-18,08	-14,66	-20,56	-23,61	-18,69	-45,57
9	5	-59,63	-38,74	-33,42	-63,11	-56,49	-104,80
9	6	9,26	10,60	9,40	12,74	5,53	-2,69
9	7	-44,29	-28,02	-22,11	-45,71	-41,55	-74,29
9	8	26,66	25,53	39,95	28,08	16,25	8,61
9	9	-28,31	-19,79	-20,86	-32,11	-27,57	-56,37
10	1	-8,91	-7,65	-15,64	-9,02	-7,89	-16,94
10	2	-46,82	-40,20	-82,21	-47,44	-41,46	-89,02
10	3	-67,03	-58,94	-114,10	-67,65	-60,91	-124,10
10	4	-23,61	-18,69	-45,57	-24,23	-19,14	-48,73
10	5	-63,11	-56,49	-104,80	-63,50	-58,47	-114,40
10	6	8,87	11,16	11,22	9,26	10,60	9,40
10	7	-45,71	-41,55	-74,29	-45,87	-43,06	-81,35
10	8	26,50	26,57	44,30	26,66	25,53	39,95

10	9	-32,11	-27,57	-56,37	-32,53	-28,43	-61,04
11	1	-11,05	4,65	-15,57	-11,05	4,65	-16,94
11	2	-58,06	24,46	-81,83	-58,06	24,46	-89,02
11	3	-84,40	34,10	-114,10	-84,40	34,10	-124,10
11	4	-27,82	13,39	-44,79	-27,82	13,39	-48,73
11	5	-80,38	31,44	-105,20	-80,38	31,44	-114,40
11	6	13,92	-3,08	11,22	13,92	-3,08	10,31
11	7	-58,81	22,35	-74,78	-58,81	22,35	-81,35
11	8	35,49	-12,17	44,30	35,49	-12,17	40,72
11	9	-39,81	16,77	-56,11	-39,81	16,77	-61,04
12	1	-11,05	4,65	0,00	-11,05	4,65	-15,57
12	2	-58,06	24,46	0,00	-58,06	24,46	-81,83
12	3	-84,40	34,10	0,00	-84,40	34,10	-114,10
12	4	-27,82	13,39	0,00	-27,82	13,39	-44,79
12	5	-80,38	31,44	0,00	-80,38	31,44	-105,20
12	6	13,92	-3,08	10,31	13,92	-3,08	0,00
12	7	-58,81	22,35	0,00	-58,81	22,35	-74,78
12	8	35,49	-12,17	40,72	35,49	-12,17	0,00
12	9	-39,81	16,77	0,00	-39,81	16,77	-56,11

Przemieszczenia - Teoria I

Węzeł	LK	wx [m]	wz [m]	Obrót
1	1	0,00000	0,00000	-0,00146
1	2	0,00000	0,00000	-0,00766
1	3	0,00000	0,00000	-0,01035
1	4	0,00000	0,00000	-0,00456
1	5	0,00000	0,00000	-0,00930
1	6	0,00000	0,00000	0,00035
1	7	0,00000	0,00000	-0,00646
1	8	0,00000	0,00000	0,00319
1	9	0,00000	0,00000	-0,00525
2	1	-0,00322	0,00003	0,00003
2	2	-0,01692	0,00017	0,00014
2	3	-0,02251	0,00025	0,00052
2	4	-0,01051	0,00008	-0,00029
2	5	-0,01995	0,00024	0,00072
2	6	0,00006	-0,00004	-0,00064
2	7	-0,01366	0,00017	0,00067
2	8	0,00635	-0,00011	-0,00069
2	9	-0,01160	0,00012	0,00010
3	1	-0,00317	0,00004	0,00030
3	2	-0,01667	0,00019	0,00157
3	3	-0,02207	0,00027	0,00251
3	4	-0,01048	0,00009	0,00049
3	5	-0,01947	0,00026	0,00256
3	6	-0,00015	-0,00004	-0,00082

3	7	-0,01327	0,00019	0,00198
3	8	0,00604	-0,00011	-0,00140
3	9	-0,01143	0,00013	0,00108
4	1	-0,00315	0,00009	0,00044
4	2	-0,01654	0,00048	0,00234
4	3	-0,02185	0,00073	0,00358
4	4	-0,01043	0,00020	0,00091
4	5	-0,01925	0,00072	0,00354
4	6	-0,00021	-0,00018	-0,00091
4	7	-0,01311	0,00054	0,00267
4	8	0,00593	-0,00035	-0,00178
4	9	-0,01134	0,00033	0,00160
5	1	-0,00254	0,00135	0,00128
5	2	-0,01337	0,00711	0,00675
5	3	-0,01727	0,01031	0,00956
5	4	-0,00888	0,00343	0,00353
5	5	-0,01491	0,00980	0,00892
5	6	-0,00093	-0,00166	-0,00113
5	7	-0,00994	0,00716	0,00641
5	8	0,00404	-0,00430	-0,00364
5	9	-0,00917	0,00487	0,00463
6	1	-0,00131	0,00392	0,00165
6	2	-0,00686	0,02063	0,00865
6	3	-0,00841	0,02876	0,01142
6	4	-0,00508	0,01129	0,00548
6	5	-0,00690	0,02652	0,01005
6	6	-0,00135	-0,00260	0,00014
6	7	-0,00435	0,01885	0,00683
6	8	0,00120	-0,01026	-0,00307
6	9	-0,00471	0,01415	0,00594
7	1	0,00000	0,00665	0,00000
7	2	0,00000	0,03497	0,00000
7	3	0,00000	0,04648	0,00000
7	4	0,00000	0,02176	0,00000
7	5	0,00000	0,04115	0,00000
7	6	0,00000	-0,00004	0,00000
7	7	0,00000	0,02816	0,00000
7	8	0,00000	-0,01304	0,00000
7	9	0,00000	0,02398	0,00000
8	1	0,00131	0,00392	-0,00165
8	2	0,00686	0,02063	-0,00865
8	3	0,00841	0,02876	-0,01142
8	4	0,00508	0,01129	-0,00548
8	5	0,00690	0,02652	-0,01005
8	6	0,00135	-0,00260	-0,00014
8	7	0,00435	0,01885	-0,00683
8	8	-0,00120	-0,01026	0,00307

8	9	0,00471	0,01415	-0,00594
9	1	0,00254	0,00135	-0,00128
9	2	0,01337	0,00711	-0,00675
9	3	0,01727	0,01031	-0,00956
9	4	0,00888	0,00343	-0,00353
9	5	0,01491	0,00980	-0,00892
9	6	0,00093	-0,00166	0,00113
9	7	0,00994	0,00716	-0,00641
9	8	-0,00404	-0,00430	0,00364
9	9	0,00917	0,00487	-0,00463
10	1	0,00315	0,00009	-0,00044
10	2	0,01654	0,00048	-0,00234
10	3	0,02185	0,00073	-0,00358
10	4	0,01043	0,00020	-0,00091
10	5	0,01925	0,00072	-0,00354
10	6	0,00021	-0,00018	0,00091
10	7	0,01311	0,00054	-0,00267
10	8	-0,00593	-0,00035	0,00178
10	9	0,01134	0,00033	-0,00160
11	1	0,00317	0,00004	-0,00030
11	2	0,01667	0,00019	-0,00157
11	3	0,02207	0,00027	-0,00251
11	4	0,01048	0,00009	-0,00049
11	5	0,01947	0,00026	-0,00256
11	6	0,00015	-0,00004	0,00082
11	7	0,01327	0,00019	-0,00198
11	8	-0,00604	-0,00011	0,00140
11	9	0,01143	0,00013	-0,00108
12	1	0,00322	0,00003	-0,00003
12	2	0,01692	0,00017	-0,00014
12	3	0,02251	0,00025	-0,00052
12	4	0,01051	0,00008	0,00029
12	5	0,01995	0,00024	-0,00072
12	6	-0,00006	-0,00004	0,00064
12	7	0,01366	0,00017	-0,00067
12	8	-0,00635	-0,00011	0,00069
12	9	0,01160	0,00012	-0,00010
13	1	0,00000	0,00000	0,00146
13	2	0,00000	0,00000	0,00766
13	3	0,00000	0,00000	0,01035
13	4	0,00000	0,00000	0,00456
13	5	0,00000	0,00000	0,00930
13	6	0,00000	0,00000	-0,00035
13	7	0,00000	0,00000	0,00646
13	8	0,00000	0,00000	-0,00319
13	9	0,00000	0,00000	0,00525

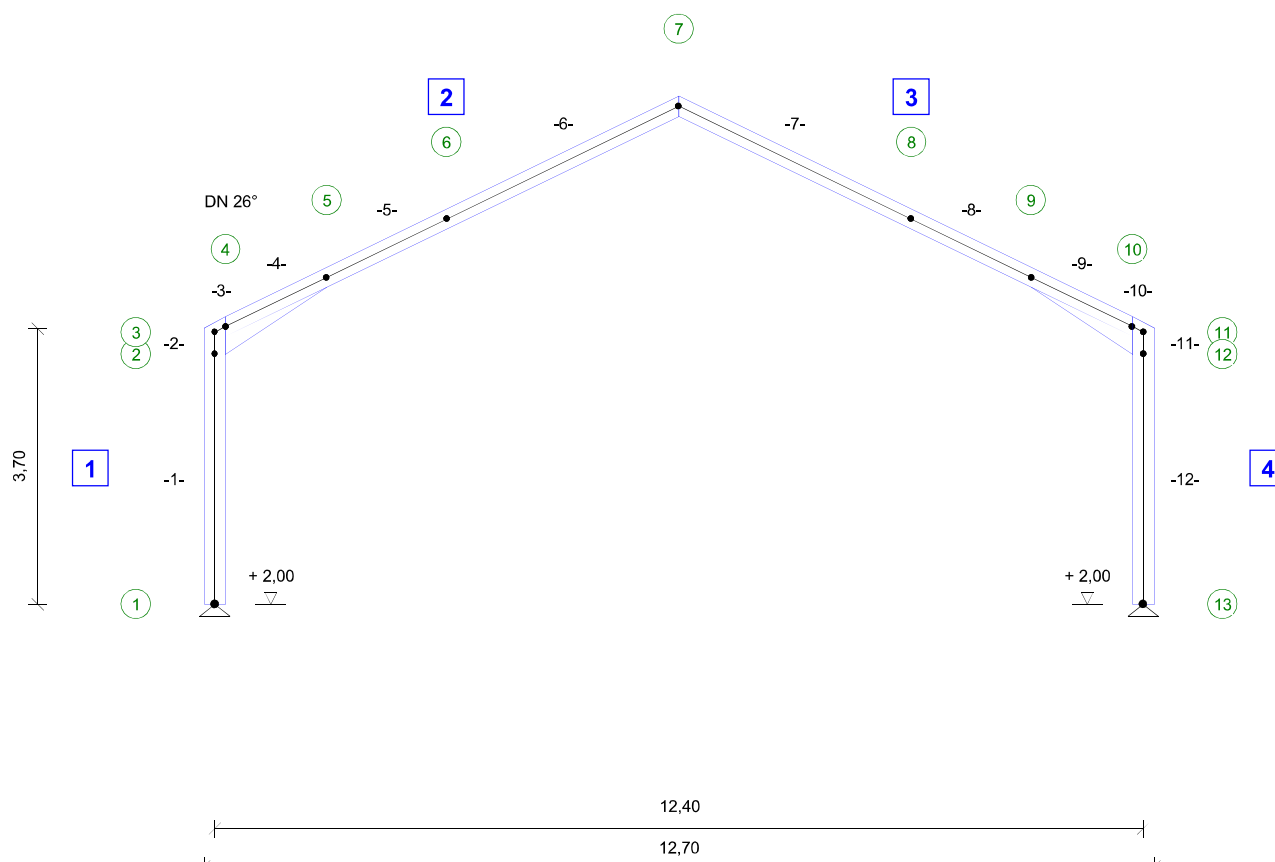
Reakcje podporowe - Komb. obc. - Teoria I

Węzeł	LK	x [kN]	z [kN]	Obrót
1	1	4,65300	-11,05000	0,00000
1	2	24,46000	-58,06000	0,00000
1	3	34,10000	-84,40000	0,00000
1	4	13,39000	-27,82000	0,00000
1	5	31,44000	-80,38000	0,00000
1	6	-3,08200	13,92000	0,00000
1	7	22,35000	-58,81000	0,00000
1	8	-12,17000	35,49000	0,00000
1	9	16,77000	-39,81000	0,00000
13	1	-4,65300	-11,05000	0,00000
13	2	-24,46000	-58,06000	0,00000
13	3	-34,10000	-84,40000	0,00000
13	4	-13,39000	-27,82000	0,00000
13	5	-31,44000	-80,38000	0,00000
13	6	3,08200	13,92000	0,00000
13	7	-22,35000	-58,81000	0,00000
13	8	12,17000	35,49000	0,00000
13	9	-16,77000	-39,81000	0,00000

Reakcje podporowe - Przyp. obc.; Współczynnik = 1,0 - Teoria I

Węzeł	LF		x [kN]	z [kN]	Obrót
1	1	Ciężar wł.	4,65300	-11,05000	0,00000
1	2	Śnieg lewo	6,05900	-21,58000	0,00000
1	3	Śnieg prawo	6,05900	-7,19200	0,00000
1	4	Wiatr lewo	10,71000	-29,26000	0,00000
1	5	Wiatr prawo	-12,30000	33,60000	0,00000
13	1	Ciężar wł.	-4,65300	-11,05000	0,00000
13	2	Śnieg lewo	-6,05900	-7,19200	0,00000
13	3	Śnieg prawo	-6,05900	-21,58000	0,00000
13	4	Wiatr lewo	-10,71000	-29,26000	0,00000
13	5	Wiatr prawo	12,30000	33,60000	0,00000

Podgląd Obliczenia



1 IPE 300 S275JR										Słup lewo
Pręt	LK	Pozycja	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	Wyb. giet.-skrętnie	Napężenie	Zwichrzenie	Zwichrzenie Z	
1	3	1	114,10	84,40	34,10	0,85 < 1	0,66 < 1	0,13 < 1	0,12 < 1	
2 IPE 240 S275JR + Wzmocnienie IPE 240 S275JR l = 1,50 m										Rygiel lewo
Pręt	LK	Pozycja	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	Wyb. giet.-skrętnie	Napężenie	Zwichrzenie	Zwichrzenie Z	
5	3	0	39,00	61,50	41,22	0,62 < 1	0,39 < 1	0,18 < 1	0,18 < 1	
3 IPE 240 S275JR + Wzmocnienie IPE 240 S275JR l = 1,50 m										Rygiel prawo
Pręt	LK	Pozycja	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	Wyb. giet.-skrętnie	Napężenie	Zwichrzenie	Zwichrzenie Z	
8	3	1	39,00	61,50	41,22	0,62 < 1	0,39 < 1	0,18 < 1	0,18 < 1	
4 IPE 300 S275JR										Słup prawo
Pręt	LK	Pozycja	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	Wyb. giet.-skrętnie	Napężenie	Zwichrzenie	Zwichrzenie Z	
12	3	0	114,10	84,40	34,10	0,85 < 1	0,66 < 1	0,13 < 1	0,12 < 1	

Pos. 5.0 Sciana oporowa podluzna

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

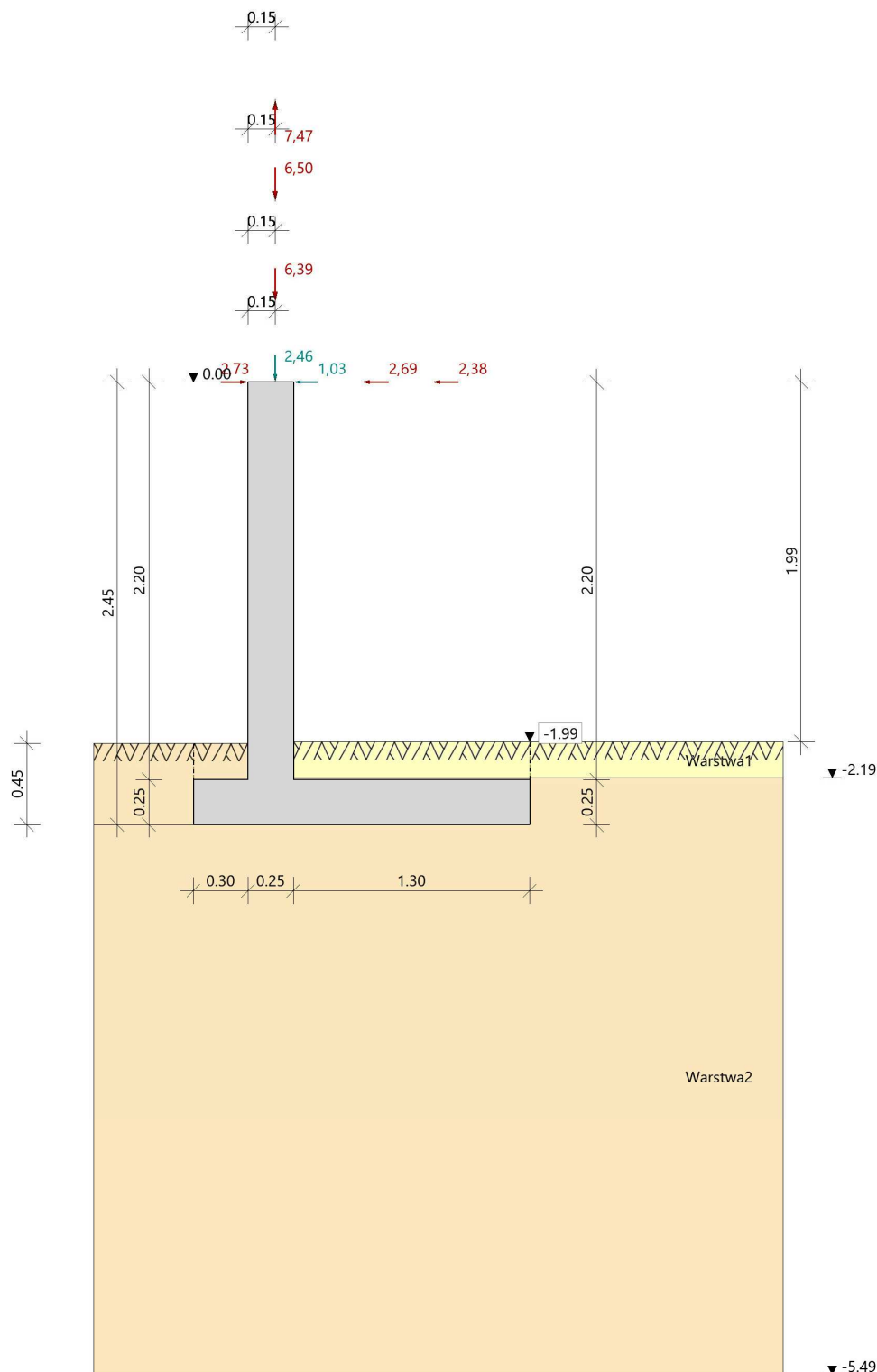
Item: Ściana oporowa podluzna - stateczność

27.02.2023

Page: 2

Schemat

Grafika



WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Ściana oporowa podłużna - stateczność

27.02.2023

Page: 3

Parametry

Normy

Obliczanie wg DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 i DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Ściana oporowa

Wys. całk.	= 2.45 m	Nachyl. podstawy	= 0.0 °	Różnica głęb. podstawy	= 0.00 m
Ściana: Szer. u góry	= 0.25 m	Skos ze str. góry	= 0.00 m	Skos od strony doliny	= 0.00 m
Ostroga dolinowa: Długość	= 0.30 m	Wysokość	= 0.25 m		
Ostroga góraska: Długość	= 1.30 m	Wysokość z tyłu	= 0.25 m	Skos powyżej	= 0.00 m

Właściwości

Ciężar objętościowy betonu	$\gamma_b = 25.00 \text{ kN/m}^3$
Kąt tarcia podstawy	$\delta_{S,k} = 30.0^\circ$
Aktywny kąt tarcia ściany	$\delta = 2/3 \phi'$
Pasywny kąt tarcia ściany	$\delta_p = 0 \phi'$

Grunt

Warstwy gruntu po stronie góry

Nr.	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	d [m]	E^* [kN/m ²]	Nazwa
1	25.00	10.00	50.0	0.00	0.20	20000.00	
2	19.00	8.00	30.0	0.00	3.30	20000.00	

Warstwa gruntu przed ostrogą doliny

γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	d [m]
19.00	10.00	32.0	0.00	0.45

Teren

Początek gruntu $\Delta z = 1.99 \text{ m}$

Obciążenia

Obciążenia ściany

Obciążenia na ścianie oporowej żebrowej

Nr.	Element	Rodzaj obciążenia	p_i	p_j	Kierunek	a [m]	L [m]	Oddziaływanie	Grupa	Alt.
1	Korona muru	Obciążenie liniowe	2.46	-	kN/m	Pionowy	0.15	- stałe	0	-
2	Ściana	Obciążenie liniowe	-1.03	-	kN/m	Poziomy	0.00	- stałe	0	-
3	Korona muru	Obciążenie liniowe	6.39	-	kN/m	Pionowy	0.15	- śnieg $H < 1000 \text{ m}$	1	0
4	Ściana	Obciążenie liniowe	-2.69	-	kN/m	Poziomy	0.00	- śnieg $H < 1000 \text{ m}$	1	0
5	Korona muru	Obciążenie liniowe	6.50	-	kN/m	Pionowy	0.15	- obciążenia wiatrem	2	1
6	Ściana	Obciążenie liniowe	-2.38	-	kN/m	Poziomy	0.00	- obciążenia wiatrem	2	1
7	Korona muru	Obciążenie liniowe	-7.47	-	kN/m	Pionowy	0.15	- obciążenia wiatrem	3	1
8	Ściana	Obciążenie liniowe	2.73	-	kN/m	Poziomy	0.00	- obciążenia wiatrem	3	1

Obliczenia

Odpór gruntu

Nie zastosowano odporu gruntu.

Parcie gruntu

Stabilność wewnętrzna (wymiarowanie żelbetowe)

Rodzaj parcia gruntu = Parcie gruntu w spoczynku
Nie zastosowano żadnych sił rozciągających wynikających ze spójności.

Stabilność zewnętrzna (analizy geotechniczne)

Na pionową powierzchnię poślizgu wywierane jest parcie gruntu.

Rodzaj parcia gruntu = Aktywne parcie gruntu
Nie zastosowano żadnych sił rozciągających wynikających ze spójności.

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Ściana oporowa podłużna - stateczność

27.02.2023

Page: 4

Weryfikacje fundamentowania

Przeprowadzana jest szczegółowa odporność na uszkodzenia ziemne, w tym weryfikacja poślizgu.

Analizy żelbetowe

Ustawienia wymiarowania ściany

Klasa wytrzymałości betonu	=	C25/30		
Stal zbrojeniowa	=	B500A		
Średnica stali wewn.	OS,1	=	12 mm	Średnica stali na zewn.
Średnica strzemienia	OB	=	-	OS,2
Rozstaw zbrojenia wewn.	cv,l1	=	3.5 cm	Rozstaw zbrojenia na zewn.
Odległość warstwy zbrojenia wewn.	d1	=	5.0 cm	cv,l2
Odległość warstwy zbrojenia na zewn.	d2	=	5.0 cm	=

Ustawienia projektowania fundamentów

Klasa wytrzymałości betonu	=	C25/30		
Stal zbrojeniowa	=	B500A		
Średnica stali Góra	OS,1	=	12 mm	Średnica stali Dół
Średnica strzemienia	OB	=	-	OS,2
Rozstaw zbrojenia Góra	cv,l1	=	3.5 cm	Rozstaw zbrojenia Dół
Odległość warstwy zbrojenia Góra	d1	=	4.1 cm	cv,l2
Odległość warstwy zbrojenia Dół	d2	=	4.1 cm	=

Siła poprzeczna zmniejsza się wraz ze zmianą wysokości przekroju

superpozycja

Przegląd superpozycji i przypadków obciążeń

Oddziaływania

Nazwa	ψ_0	ψ_1	ψ_2
stałe	1.00	1.00	1.00
śnieg H < 1000 m	0.50	0.20	0.00
obciążenia wiatrem	0.60	0.20	0.00

Przypadki obciążeń

Nr.	Nazwa	Oddziaływanie
1	Ciężar podłogi i ściany	stałe
2	Parcie gruntu z własnego ciężaru	stałe
3	Wypadkowa z obciążenia elementu nr 1	stałe
4	Wypadkowa z obciążenia elementu nr 2	stałe
5	Wypadkowa z obciążenia elementu nr 3	śnieg H < 1000 m
6	Wypadkowa z obciążenia elementu nr 4	śnieg H < 1000 m
7	Wypadkowa z obciążenia elementu nr 5	obciążenia wiatrem
8	Wypadkowa z obciążenia elementu nr 6	obciążenia wiatrem
9	Wypadkowa z obciążenia elementu nr 7	obciążenia wiatrem
10	Wypadkowa z obciążenia elementu nr 8	obciążenia wiatrem

Decydujące kombinacje (stała sytuacja obliczeniowa)

Nr.	Stan graniczny	Decydująca kombinacja
1	EQU	$0.90 \times (1) + 0.90 \times (2) + 0.90 \times (3) + 1.10 \times (4) + 1.50 \times (5) + 1.50 \times (6) + 0.90 \times (7) + 0.90 \times (8)$
2	STR/GEO-2	$1.35 \times (1) + 1.35 \times (2) + 1.35 \times (3) + 1.35 \times (4) + 1.50 \times (5) + 1.50 \times (6) + 0.90 \times (7) + 0.90 \times (8)$
3	GEO-3	$1.00 \times (1) + 1.00 \times (3) + 1.30 \times (5) + 0.78 \times (7) + 1.00 \times (4) + 1.30 \times (6)$
4	SLS	$1.00 \times (1) + 1.00 \times (2) + 1.00 \times (3) + 1.00 \times (4)$
5	SLS	$1.00 \times (1) + 1.00 \times (2) + 1.00 \times (3) + 1.00 \times (4) + 1.00 \times (5) + 1.00 \times (6) + 0.60 \times (7) + 0.60 \times (8)$
6	STR/GEO-2	$1.00 \times (1) + 1.00 \times (2) + 1.00 \times (3) + 1.00 \times (4) + 1.50 \times (9) + 1.50 \times (10)$
7	STR/GEO-2	$1.00 \times (1) + 1.35 \times (2) + 1.00 \times (3) + 1.35 \times (4) + 1.50 \times (5) + 1.50 \times (6) + 0.90 \times (7) + 0.90 \times (8)$
8	STR/GEO-2	$1.35 \times (1) + 1.35 \times (2) + 1.00 \times (3) + 1.35 \times (4) + 1.50 \times (5) + 1.50 \times (6) + 0.90 \times (7) + 0.90 \times (8)$
9	STR/GEO-2	$1.35 \times (1) + 1.00 \times (2) + 1.35 \times (3) + 1.00 \times (4) + 1.50 \times (9) + 1.50 \times (10)$
10	STR/GEO-2	$1.00 \times (1) + 1.00 \times (2) + 1.00 \times (3) + 1.35 \times (4) + 1.50 \times (5) + 1.50 \times (6) + 0.90 \times (7) + 0.90 \times (8)$
11	STR/GEO-2	$1.00 \times (1) + 1.35 \times (2) + 1.00 \times (3) + 1.00 \times (4) + 1.50 \times (9) + 1.50 \times (10)$
12	STR/GEO-2	$1.00 \times (1) + 1.00 \times (2) + 1.35 \times (3) + 1.35 \times (4) + 1.50 \times (5) + 1.50 \times (6) + 0.90 \times (7) + 0.90 \times (8)$

Numery przypadków obciążeń podano w nawiasach

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Ściana oporowa podłużna - stateczność

27.02.2023

Page: 5

Przegląd wyników

Analizy geotechniczne

Analiza	Superpozycja	Stopień wykorzystania μ
Analiza przechylenia	1	0.59
Odporność na uszkodzenia ziemne	2	0.51
Weryfikacja poślizgu	2	0.35
Załamanie terenu	3	0.27
Połączenie rozwiernie 1. Szerokość rdzenia	4	0.86
Połączenie rozwiernie 2. Szerokość rdzenia	5	0.86

Średnie osiadanie $s_m = 0.1$ cm Decydująca kombinacja : 4
Skręcanie $\alpha = 0.031$ ° Decydująca kombinacja : 4

Wymagane zbrojenie

Pozycja	Zbrojenie na zginanie				Zbrojenie na ścinanie	
	$a_{sl,erf}$ na górze/zewnątrz [cm ² /m]	LCC [-]	$a_{sl,erf}$ na górze/wewnątrz [cm ² /m]	LCC [-]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	LCC [-]
Przytwierdzenie ściany	0.65	6	1.39	7	0.00	7
Cięcie ostrogi górskiej	1.10	8	0.61	9	0.00	10
Przekrój ostrogi doliny	0.03	11	0.34	12	0.00	12

Analizy geotechniczne

Parcie gruntu

Czynne współczynniki parcia gruntu

Od z = [m]	do z = [m]	α [°]	ϕ' [°]	δ [°]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	k_{aph} [-]
-1.99	-2.19	0.0	50.0	0.0	0.132 ¹	0.728 ¹	0.132 ¹
-2.19	-2.20	0.0	30.0	0.0	0.333 ¹	1.155 ¹	0.333 ¹
-2.20	-2.45	0.0	30.0	20.0	0.279 ¹	0.922 ¹	0.279 ¹

1 : $\beta = 0^\circ$

Informacje o powierzchni poślizgu

Na pionową powierzchnię poślizgu wywierane jest parcie gruntu.

Punkt przecięcia GKT i powierzchni poślizgu, oparty na górnej kraw. ściany (powyżej dodatniego) narożnika bliższego pochylenia (dodatni w kierunku pochylenia)

- w kierunku x $s_x = 1.30$ m - w kierunku z $s_z = -1.99$ m

Przebieg parcia gruntu z ciężaru własnego

z [m]	e_{ah} [kN/m ²]
-1.99	0.00
-2.19	0.66
-2.19	1.67
-2.20	1.73
-2.20	1.45
-2.45	2.78

Wypadkowa

Wypadkowa pozioma $E_{ah} = 0.61$ kN/m Punkt przyłożenia od górn. kraw. ściany $z_a = -2.31$ m
Wypadkowa pionowa $E_{av} = 0.19$ kN/m

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Ściana oporowa podłużna - stateczność

27.02.2023

Page: 6

Siły wewnętrzne

Tabela sił wewnętrznych

Przypadek obciążenia	t [kN/m]	n [kN/m]	m [kNm/m] Środek fundamentu	m [kNm/m] Krawędź pochylona
Ciążar podłogi i ściany	0.00	33.20	5.90	-24.81
Parcie gruntu z własnego ciężaru	-0.61	0.19	-0.09	-0.27
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 1	0.00	2.46	1.17	-1.11
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 2	-1.03	0.00	2.53	2.53
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 3	0.00	6.39	3.04	-2.88
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 4	-2.69	0.00	6.60	6.60
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 5	0.00	6.50	3.09	-2.93
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 6	-2.38	0.00	5.83	5.83
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 7	0.00	-7.47	-3.55	3.36
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 8	2.73	0.00	-6.70	-6.70
Odpór gruntu	0.00	0.00	0.00	0.00

Weryfikacje nośności (ULS)

Zabezpieczenie przed przewróceniem się dookoła krawędzi od strony doliny

Sytuacja obliczeniowa Persistent
Stan graniczny EQU

Analiza

$m_{dst} = 17.93$ $< | m_{stb} = -30.51 |$
Stopień wykorzystania $\mu = 0.59$

Weryfikacja pochylenia jest wykonana.

Odporność na uszkodzenia ziemne

Sytuacja obliczeniowa Persistent
Stan graniczny STR

DIN 4017:2006 - Odporność na uszkodzenia ziemne

d'	N _{Ek}	T _{Ek}	δ	ω	N _{Ed}	T _{Edx}	T _{E_{dy}}	R _{nk}	R _{nd}	η
m	kN/m	kN/m	°	°	kN/m	kN/m	kN/m	°	kN/m	
0.45	46.1 kN	0.0 kN	7.1	90.0	63.8 kN	0.0 kN	8.4 kN	174.4 kN	124.6 kN	0.51

Weryfikacja poślizgu

Sytuacja obliczeniowa Persistent
Stan graniczny GEO-2

Analiza

$| t_d = -8.40 \text{ kN/m} | < r_d + r_{pd} = 24.22 \text{ kN/m}$
Stopień wykorzystania $\mu = 0.35$

Weryfikacja poślizgu jest wykonana.

Analiza ogólnej stabilności/załamania terenu

Żałamanie terenu metodą lameli Bishopa / DIN 4084

Sytuacja obliczeniowa Persistent
Stan graniczny GEO-3

Obciążenia są uwzględniane tylko w przypadku lameli, na które mają niekorzystny wpływ.

Dane

Punkty środkowe

X_{Start} = -2.50 m Z_{Start} = 0.00 m

Szerokość = 2.50 m Wysokość = 1.10 m

Liczba punktów środkowych w X = 6 Liczba punktów środkowych w Z = 6

Promienie

Maksymalna głębokość koła poślizgu = -7.45 m Liczba zbadanych promieni na punkt środkowy = 5

Najmniejszy promień wynika z odległości od środka do dolnej krawędzi fundamentu.

Przebadano łącznie 180 geometrie kół poślizgu.

Iteracja

Maksymalna liczba iteracji = 100 Precyzja = 0.03

Przewidywany stopień wykorzystania $\mu = 1.0$

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Ściana oporowa podłużna - stateczność

27.02.2023

Page: 7

Deczujące koło poślizgu

Środek $M_x = -1.88 \text{ m}$ Środek $M_z = 0.09 \text{ m}$
Promień $r = 4.07 \text{ m}$ Liczba lameli $= 18$
Liczba iteracji $= 3$

Moment oddziałujący z obciążeń zewnętrznych

 $M_{s,d} = 0.09 + 0.32 = 0.42 \text{ kNm/m}$

Moment oporowy wynikający z odporu gruntu

Na lewo od $x = -3.78 \text{ m}$ linia poślizgu jest silniej nachylona niż złącze ślizgowe odporu gruntu, co daje $\beta = \delta = \alpha = 0.0^\circ$. Dlatego zamiast efektów i oporów lameli po lewej stronie $x = -3.78 \text{ m}$, odpór gruntu dla $\beta = \delta = \alpha = 0.0^\circ$ i $\phi = \phi < /GP < \delta$ ω πυγκχιε ξ. Μομεντ, ω κτόρψμ οπόρ ζιεμι τωορζψ ωκοτό ήροδκα οκρέγυ, φεστ μνοζονψ πρζεζ μ i dodawany do oporów.

Odpór gruntu $E_{ph,d} = 52.58 \text{ kN/m}$
Moment $\mu \cdot R_{mp,d} = 44.71 \text{ kNm/m}$

Analiza

$E_{md} = 127.91 + 0.42 = 128.32 \text{ kNm/m}$
 $R_{md} = 427.80 + 44.71 = 472.51 \text{ kNm/m}$
Stopień wykorzystania $\mu = 0.27 < 1.0$

Weryfikacja załamania terenu jest zakończona.

Weryfikacja użytkowalności (SLS)

Analiza ograniczenia połączenia rozwiernego

Sytuacja obliczeniowa Persistent
Stan graniczny SLS

Weryfikacja mimośrodów w wyniku charakterystycznych, trwałych oddziaływań (1. szerokość rdzenia).

Analiza

$e_{bg} = 0.27 \text{ m} < b/6 = 0.31 \text{ m}$
Stopień wykorzystania $\mu = 0.86$

Wynikowa naprężenia pod fundamentem z charakterystycznego, stałego obciążenia leży w 1. szerokości rdzenia.

Weryfikacja mimośrodów w wyniku wszystkich reprezentatywnych oddziaływań (2. szerokość rdzenia)

Analiza

$e_{bg+q} = 0.53 \text{ m} < b/3 = 0.62 \text{ m}$
Stopień wykorzystania $\mu = 0.86$

Wynikowa naprężenia pod fundamentem z całkowitego obciążenia znajduje się w 2. szerokości rdzenia.

Obliczenie osiadania

Obliczenie osiadania jest przeprowadzane dla sztywnego fundamentu w punkcie charakterystycznym.

Odciążenie wykopu $\sigma_v = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Osiadanie

 $m_{rep} = 9.51 \text{ kNm/m}$
 $v_{rep} = 35.85 \text{ kN/m}$

Rozłożenie nacisku podstawy

Mimośród
Równomierny udział prasowania podstawy (z uwzględnieniem odciążenia wykopu)
Przeciążona długość podstawy
Głębokość graniczna (od dolnej kraw. fundamentu)
Osiadanie z parzystej części prasowania podstawy (osiadanie średnie)

$e_x = 0.27 \text{ m}$
 $\sigma_m = 19.38 \text{ kN/m}^2$
 $l_p = 1.85 \text{ m}$
 $t_s = 2.12 \text{ m}$
 $s_m = 0.131 \text{ cm}$

Skręcanie

 $m_{rep} = 9.51 \text{ kNm/m}$
 $v_{rep} = 35.85 \text{ kN/m}$

Rozłożenie nacisku podstawy

Mimośród
Nierówny udział prasowania podstawy
Przeciążona długość podstawy
Głębokość graniczna (od dolnej kraw. fundamentu)
Skręcanie z nierównomiernego udziału prasowania podstawy

$e_x = 0.27 \text{ m}$
 $\Delta\sigma = 16.67 \text{ kN/m}^2$
 $l_p = 1.85 \text{ m}$
 $t_s = 2.12 \text{ m}$
 $\alpha = 0.031^\circ$

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Ściana oporowa podłużna - stateczność

27.02.2023

Page: 8

Zabezpieczenie przed nieodpowiednimi skręceniami ściany oporowej żebrowej

Zachowana jest mimośrodowość naprężenia pod fundamentem wynikająca ze stałych i zmiennych oddziaływań. Zakładając, że grunt jest gruntem co najmniej średnio-szczelnym, niespoistym lub co najmniej sztywnym, spoistym, można założyć, że nie wystąpi niepożądane skrócenie ustawionej pod kątem ściany oporowej żebrowej.

Zabezpieczenie przed nieodpowiednimi przesunięciami w powierzchni podstawy

Podczas weryfikacji bezpieczeństwa poślizgu nie uwzględniono oporu gruntu. Zabezpieczenie przed nadmiernymi przemieszczeniami spoiny podstawy skośnej ściany oporowej żebrowej można uznać za zapewnione.

Wymiarowanie żelbetowe

Wymiarowanie ściany

Obliczanie zginania w punkcie z = -0.55 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ wewnątrz [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ zewnątrz [cm ² /m]
3.72	-21.34	25.0	20.0	0.12	-1.47	5.31	25.0	20.0	0.23

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego
Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskowego

Obliczenie ścinania w punkcie z = -0.55 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	a_{sz} , obecny [cm ² /m]	Z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rd,c,min}$ [kN/m]	$V_{rd,cc}$ [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	$V_{rd,Max}$ [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw,min}$ [cm ² /m]
-7.58	-21.34	25.0	20.0	0.12	13.5	23.37	101.04	94.05	3.00	430.31	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

Obliczanie zginania w punkcie z = -1.10 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ wewnątrz [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ zewnątrz [cm ² /m]
7.89	-24.77	25.0	20.0	0.54	-3.15	1.87	25.0	20.0	0.37

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego
Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskowego

Obliczenie ścinania w punkcie z = -1.10 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	a_{sz} , obecny [cm ² /m]	Z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rd,c,min}$ [kN/m]	$V_{rd,cc}$ [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	$V_{rd,Max}$ [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw,min}$ [cm ² /m]
-7.58	-24.77	25.0	20.0	0.54	13.5	37.47	101.37	93.94	3.00	430.31	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

Obliczanie zginania w punkcie z = -1.65 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ wewnątrz [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ zewnątrz [cm ² /m]
12.05	-28.21	25.0	20.0	0.96	-4.84	-1.57	25.0	20.0	0.51

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego
Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskowego

Obliczenie ścinania w punkcie z = -1.65 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	a_{sz} , obecny [cm ² /m]	Z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rd,c,min}$ [kN/m]	$V_{rd,cc}$ [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	$V_{rd,Max}$ [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw,min}$ [cm ² /m]
-7.58	-28.21	25.0	20.0	0.96	13.5	45.25	101.70	93.83	3.00	430.31	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Ściana oporowa podłużna - stateczność

27.02.2023

Page: 9

Obliczanie zginania w punkcie z = -2.20 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ wewnątrz [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ zewnątrz [cm ² /m]
16.23	-31.65	25.0	20.0	1.39	-6.52	-5.01	25.0	20.0	0.65

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego
Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskanego

Obliczenie ścinania w punkcie z = -2.20 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sz, obecny}$ [cm ² /m]	z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rd,c,min}$ [kN/m]	$V_{rd,cc}$ [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	$V_{rd,Max}$ [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw,min}$ [cm ² /m]
-7.77	-31.65	25.0	20.0	1.39	13.5	51.11	102.03	93.72	3.00	430.31	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

Analiza stabilności

Mur jest obciążany wzdłuż jego normalnej. Weryfikacja stabilności może stać się decydująca i musi zostać przeprowadzona, ale niestety nie jest dostępna w tej wersji programu

Wymiarowanie fundamentu

Charakterystyczne siły wewnętrzne do obliczenia nacisku podstawy w środku fundamentu w stosunku do powierzchni poc

Oddziaływanie od:	t [kN/m]	n [kN/m]	m [kNm/m]
Ciążar podłogi i ściany	0.00	33.20	5.90
Parcie gruntu z własnego ciężaru	-0.61	0.19	-0.09
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 1	0.00	2.46	1.17
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 2	-1.03	0.00	2.53
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 3	0.00	6.39	3.04
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 4	-2.69	0.00	6.60
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 5	0.00	6.50	3.09
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 6	-2.38	0.00	5.83
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 7	0.00	-7.47	-3.55
Wypadkowa z obciążenia elementu nr 8	2.73	0.00	-6.70

Ostroga górską

Obliczanie zginanie w punkcie x = 0.00 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ na dole [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ na górze [cm ² /m]
6.07	-2.35	25.0	20.9	0.61	-10.13	1.51	25.0	20.9	1.10

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego
Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskanego

Obliczenie ścinania w punkcie x = 0.00 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sz, obecny}$ [cm ² /m]	z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rd,c,min}$ [kN/m]	$V_{rd,cc}$ [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	$V_{rd,Max}$ [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw,min}$ [cm ² /m]
8.62	0.56	25.0	20.9	1.10	14.4	45.19	101.71	101.07	3.00	459.00	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

Ostroga dolin.

Obliczanie zginanie w punkcie x = -0.25 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ na dole [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ na górze [cm ² /m]
3.78	-4.72	25.0	20.9	0.34	-0.25	0.13	25.0	20.9	0.03

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego
Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskanego

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

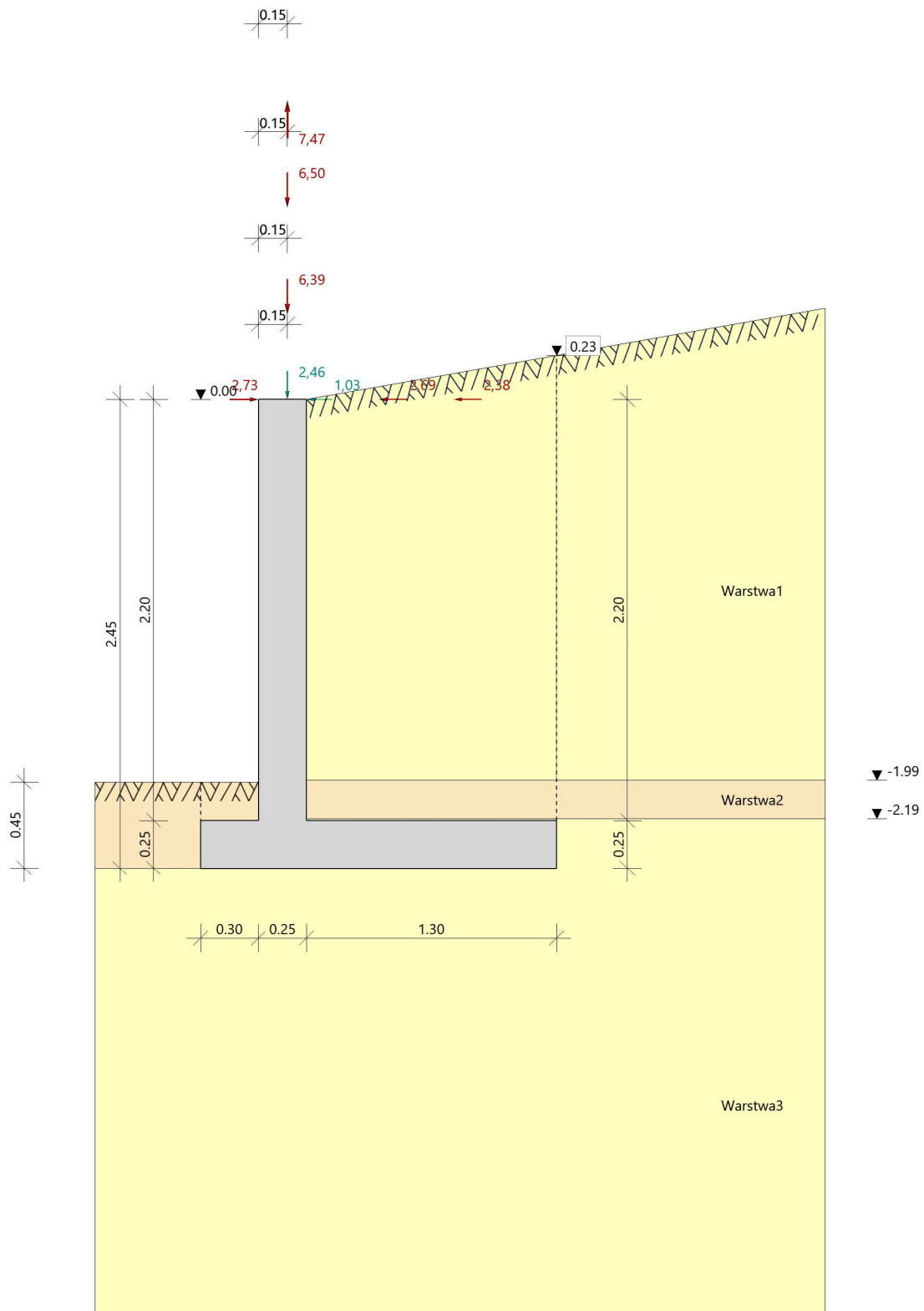
Item: Sciana oporowa podluzna - zbrojenie

27.02.2023

Page: 2

Schemat

Grafika



WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Sciana oporowa podluzna - zbrojenie

27.02.2023

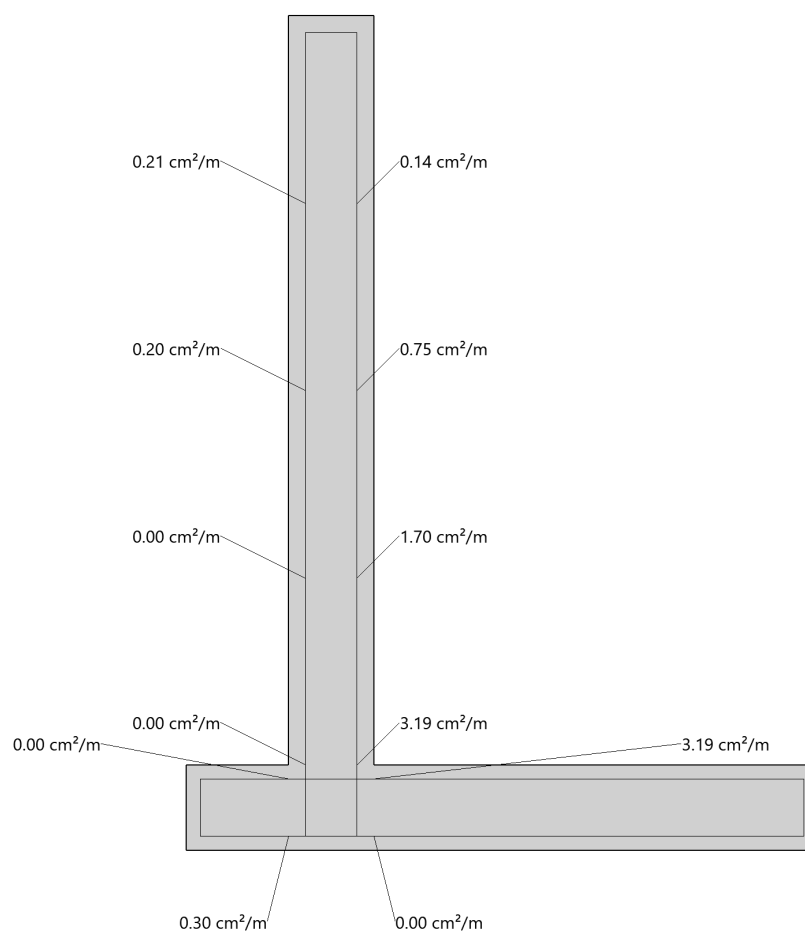
Page: 10

Obliczenie ścinania w punkcie x = -0.25 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sz, obecny}$ [cm ² /m]	z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rd,c,min}$ [kN/m]	$V_{rd,cc}$ [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	V_{rdMax} [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw,min}$ [cm ² /m]
30.12	-8.00	25.0	20.9	0.30	14.4	30.20	102.57	100.78	3.00	459.00	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

Schematyczny rysunek zbrojenia



Pos. 5.1 Sciana oporowa szczytowa

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Sciana oporowa szczytowa - statecznosc +
zbrojenie
27.02.2023

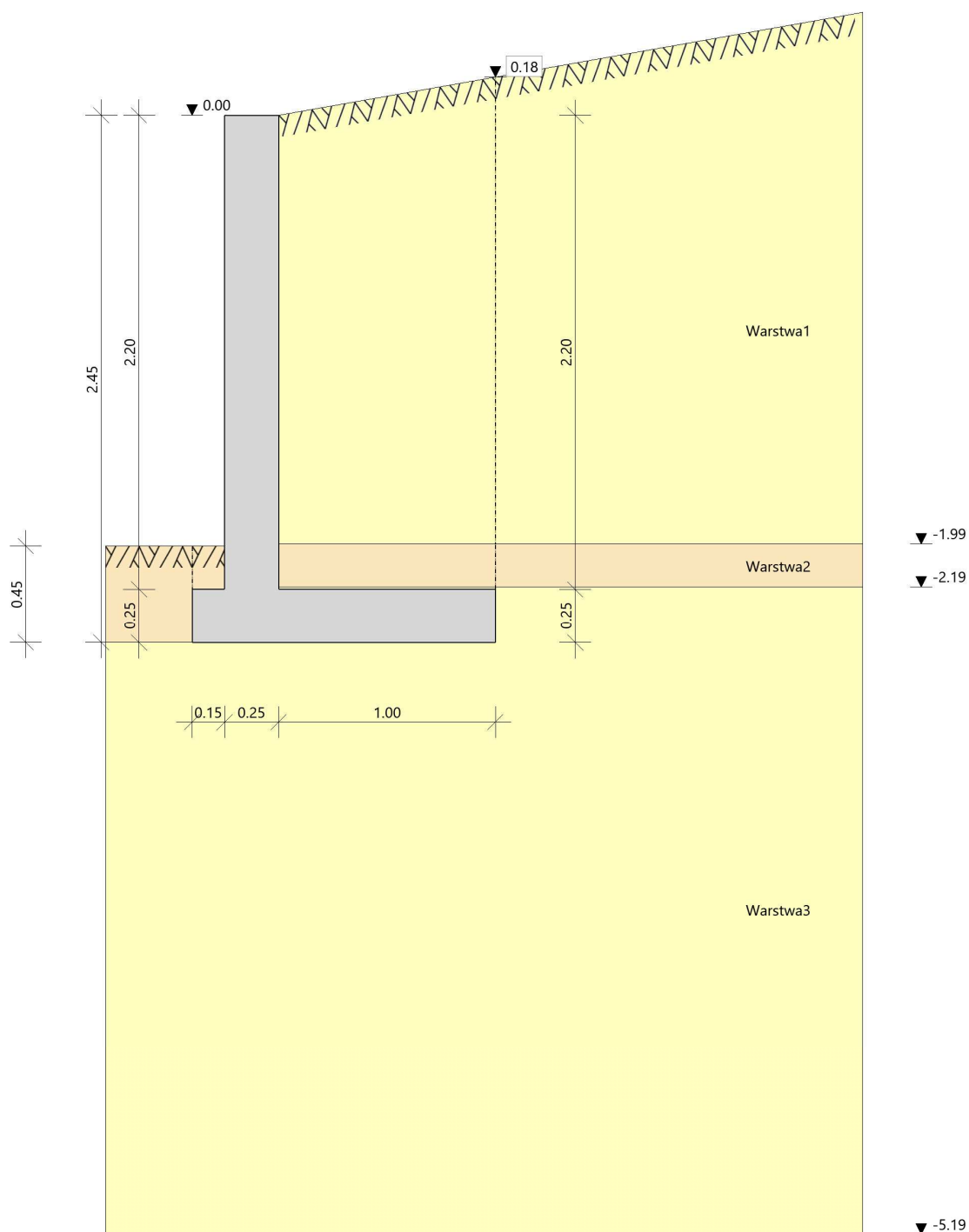
Page: 1

Item: Sciana oporowa szczytowa - statecznosc + zbrojenie zasyp/ zbrojenie

Ściana oporowa (x64) WSM+ 02/22 (FRILO R-2023-1/P03)

Schemat

Grafika



WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Sciana oporowa szczytowa - statecznosc +

zbrojenie

27.02.2023

Page: 2

Parametry

Normy

Obliczanie wg DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 i DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Ściana oporowa

Wys. całk.	=	2.45 m	Nachyl. podstawy	=	0.0 °	Różnica głęb. podstawy	=	0.00 m
Ściana: Szer. u góry	=	0.25 m	Skos ze str. góry	=	0.00 m	Skos od strony doliny	=	0.00 m
Ostroga dolinowa: Długość	=	0.15 m	Wysokość	=	0.25 m			
Ostroga górská: Długość	=	1.00 m	Wysokość z tyłu	=	0.25 m	Skos powyżej	=	0.00 m

Właściwości

Ciężar objętościowy betonu $\gamma_b = 25.00 \text{ kN/m}^3$

Kąt tarcia podstawy $\delta_{S,k} = 30.0 °$

Aktywny kąt tarcia ściany $\delta = 2/3 \phi'$

Pasywny kąt tarcia ściany $\delta_p = 0 \phi'$

Grunt

Warstwy gruntu po stronie góry

Nr.	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	d [m]	E^* [kN/m ²]	Nazwa
1	12.00	8.00	30.0	0.00	1.99	20000.00	
2	25.00	10.00	50.0	0.00	0.20	20000.00	
3	18.00	8.00	30.0	0.00	3.00	20000.00	

Warstwa gruntu przed ostrogą doliny

γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	d [m]
19.00	10.00	32.0	0.00	0.45

Teren

Ciągłe

Nachylenie $\beta = 10.0 °$

Obliczenia

Odpór gruntu

Nie zastosowano odporu gruntu.

Parcie gruntu

Stabilność wewnętrzna (wymiarowanie żelbetowe)

Rodzaj parcia gruntu = Parcie gruntu w spoczynku

Nie zastosowano żadnych sił rozciągających wynikających ze spójności.

Stabilność zewnętrzna (analizy geotechniczne)

Na pionową powierzchnię poślizgu wywierane jest parcie gruntu.

Rodzaj parcia gruntu = Aktywne parcie gruntu

Nie zastosowano żadnych sił rozciągających wynikających ze spójności.

Weryfikacje fundamentowania

Przeprowadzana jest szczegółowa odporność na uszkodzenia ziemne, w tym weryfikacja poślizgu.

Analizy żelbetowe

Ustawienia wymiarowania ściany

Klasa wytrzymałości betonu = C25/30

Stal zbrojeniowa = B500A

Średnica stali wewn. OS,1 = 12 mm

Średnica strzemienia OB = -

Rozstaw zbrojenia wewn. cv,l1 = 3.5 cm

Odległość warstwy zbrojenia wewn. d1 = 5.0 cm

Odległość warstwy zbrojenia na zewn. d2 = 5.0 cm

Średnica stali na zewn. OS,2 = 12 mm

Rozstaw zbrojenia na zewn. cv,l2 = 3.5 cm

Ustawienia projektowania fundamentów

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Sciana oporowa szczytowa - stateczność +

zbrojenie

27.02.2023

Page: 3

Klasa wytrzymałości betonu = C25/30
Stal zbrojeniowa = B500A
Średnica stali Góra OS,1 = 12 mm Średnica stali Dół OS,2 = 12 mm
Średnica strzemienia OB = -
Rozstaw zbrojenia Góra cv,l1 = 3.5 cm Rozstaw zbrojenia Dół cv,l2 = 3.5 cm
Odległość warstwy zbrojenia Góra d1 = 4.1 cm
Odległość warstwy zbrojenia Dół d2 = 4.1 cm

Siła poprzeczna zmniejsza się wraz ze zmianą wysokości przekroju

superpozycja

Przegląd superpozycji i przypadków obciążeń

Oddziaływania

Nazwa	ψ_0	ψ_1	ψ_2
stałe	1.00	1.00	1.00

Przypadki obciążeń

Nr.	Nazwa	Oddziaływanie
1	Ciężar podłogi i ściany	stałe
2	Parcie gruntu z własnego ciężaru	stałe

Decydujące kombinacje (stała sytuacja obliczeniowa)

Nr.	Stan graniczny	Decydująca kombinacja
1	EQU	$0.90 \times (1) + 1.10 \times (2)$
2	STR/GEO-2	$1.35 \times (1) + 1.35 \times (2)$
3	GEO-3	$1.00 \times (1)$
4	SLS	$1.00 \times (1) + 1.00 \times (2)$
5	STR/GEO-2	$1.00 \times (1) + 1.00 \times (2)$
6	STR/GEO-2	$1.00 \times (1) + 1.35 \times (2)$
7	STR/GEO-2	$1.35 \times (1) + 1.00 \times (2)$

Numery przypadków obciążeń podano w nawiasach

Przegląd wyników

Analizy geotechniczne

Analiza	Superpozycja	Stopień wykorzystania μ
Analiza przechylenia	1	0.27
Odporność na uszkodzenia ziemne	2	0.58
Weryfikacja poślizgu	2	0.61
Załamanie terenu	3	0.60
Połączenie rozwiernie 1. Szerokość rdzenia	4	0.77
Połączenie rozwiernie 2. Szerokość rdzenia	4	0.39

Średnie osiadanie $s_m = 0.3 \text{ cm}$ Decydująca kombinacja : 4

Skręcanie $\alpha = 0.065^\circ$ Decydująca kombinacja : 4

Wymagane zbrojenie

Pozycja	Zbrojenie na zginanie				Zbrojenie na ścinanie	
	$a_{sl,erf}$ na górze/zewnątrz [cm ² /m]	LCC [-]	$a_{sl,erf}$ na górze/wewnątrz [cm ² /m]	LCC [-]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	LCC [-]
Przytwierdzenie ściany	0.00	5	1.56	6	0.00	6
Cięcie ostrogi górskiej	1.94	6	0.00	5	0.00	6
Przekrój ostrogi doliny	0.00	5	0.02	7	0.00	2

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Sciana oporowa szczytowa - stateczność +

zbrojenie
27.02.2023

Page: 4

Analizy geotechniczne

Parcie gruntu

Czynne współczynniki parcia gruntu

Od z = [m]	do z = [m]	α [°]	ϕ' [°]	δ [°]	k_{agh} [-]	k_{ach} [-]	k_{aph} [-]
0.18	-1.99	0.0	30.0	10.0	0.344 ¹	1.120 ¹	0.344 ¹
-1.99	-2.19	0.0	50.0	10.0	0.134 ¹	0.706 ¹	0.134 ¹
-2.19	-2.20	0.0	30.0	10.0	0.344 ¹	1.120 ¹	0.344 ¹
-2.20	-2.45	0.0	30.0	20.0	0.320 ¹	0.976 ¹	0.320 ¹

1 : $\beta = 10^\circ$

Informacje o powierzchni poślizgu

Na pionową powierzchnię poślizgu wywierane jest parcie gruntu.

Punkt przecięcia GKT i powierzchni poślizgu, oparty na górnej kraw. ściany (powyżej dodatniego) narożnika bliższego pochylenia (dodatni w kierunku pochylenia)

- w kierunku x $s_x = 1.00$ m - w kierunku z $s_z = 0.18$ m

Przebieg parcia gruntu z ciężaru własnego

z [m]	E_{ah} [kN/m ²]
0.18	0.00
-1.99	8.95
-1.99	3.48
-2.19	4.15
-2.19	10.67
-2.20	10.73
-2.20	9.96
-2.45	11.40

Wypadkowa

Wypadkowa pozioma $E_{ah} = 13.23$ kN/m

Wypadkowa pionowa $E_{av} = 2.83$ kN/m

Punkt przyłożenia od górn. kraw. ściany $z_a = -1.54$ m

Siły wewnętrzne

Tabela sił wewnętrznych

Przypadek obciążenia	t [kN/m]	n [kN/m]	m [kNm/m] Środek fundamentu	m [kNm/m] Krawędź pochylona
Ciężar podłogi i ściany	0.00	53.19	0.00	-37.23
Parcie gruntu z własnego ciężaru	-13.23	2.83	10.10	8.12
Odpór gruntu	0.00	0.00	0.00	0.00

Weryfikacje nośności (ULS)

Zabezpieczenie przed przewróceniem się dookoła krawędzi od strony doliny

Sytuacja obliczeniowa Persistent
Stan graniczny EQU

Analiza

 $m_{dst} = 8.93$ < | $m_{stb} = -33.51$ |

Stopień wykorzystania $\mu = 0.27$

Weryfikacja pochylenia jest wykonana.

Odporność na uszkodzenia ziemne

Sytuacja obliczeniowa Persistent
Stan graniczny STR

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Sciana oporowa szczytowa - stateczność +

zbrojenie

27.02.2023

Page: 5

DIN 4017:2006 - Odporność na uszkodzenia ziemne

d'	N _{Ek}	T _{Ek}	δ	ω	N _{Ed}	T _{Edx}	T _{Edy}	R _{nk}	R _{nd}	η
m	kN/m	kN/m	°	°	kN/m	kN/m	kN/m	kN	kN/m	
0.45	56.0 kN	0.0 kN	13.3	90.0	75.6 kN	0.0 kN	17.9 kN	182.5 kN	130.3 kN	0.58

Weryfikacja poślizgu

Sytuacja obliczeniowa Persistent
Stan graniczny GEO-2

Analiza

Stopień wykorzystania $|t_d| = -17.86 \text{ kN/m} < r_d + r_{pd} = 29.40 \text{ kN/m}$
 $\mu = 0.61$

Weryfikacja poślizgu jest wykonana.

Analiza ogólnej stabilności/załamania terenu

Załamanie terenu metodą lameli Bishopa / DIN 4084

Sytuacja obliczeniowa Persistent
Stan graniczny GEO-3

Obciążenia są uwzględniane tylko w przypadku lameli, na które mają niekorzystny wpływ.

Dane

Punkty środkowe

X_{Start} = -2.50 m Z_{Start} = 0.00 m
Szerokość = 2.50 m Wysokość = 1.10 m
Liczba punktów środkowych w X = 6 Liczba punktów środkowych w Z = 6
Promień
Maksymalna głębokość koła poślizgu = -7.45 m Liczba zbadanych promieni na punkt środkowy = 5
Najmniejszy promień wynika z odległości od środka do dolnej krawędzi fundamentu.
Przebadano łącznie 46 geometrie kół poślizgu.

Iteracja

Maksymalna liczba iteracji = 100 Precyzja = 0.03
Przewidywany stopień wykorzystania $\mu = 1.0$

Decdujące koło poślizgu

Środek M_x = -0.63 m Środek M_z = 0.83 m
Promień r = 3.66 m Liczba lameli = 17
Liczba iteracji = 2

Moment oporowy wynikający z oporu gruntu

Na lewo od x = -2.25 m linia poślizgu jest silniej nachylona niż złącze ślizgowe oporu gruntu, co daje $\beta = \delta = \alpha = 0.0^\circ$. Dlatego zamiast efektów i oporów lameli po lewej stronie x = -2.25 m, odpór gruntu dla $\beta = \delta = \alpha = 0.0^\circ$ i $\phi = \phi < \Gamma P < \delta$ ω πυνκχιε ξ. Μομεντ, ω κτόρψμ οπόρ ζεμτωρζψ ωκοτό σρόδκα οκρέψυ, φεστ μνοζονψ πρζεζ μ i dodawany do oporów.

Odpór gruntu E_{ph,d} = 5.04 kN/m
Moment μ·R_{mp,d} = 9.87 kNm/m

Analiza

E_{md} = 151.44 kNm/m
R_{md} = 240.87 + 9.87 = 250.75 kNm/m
Stopień wykorzystania $\mu = 0.60 < 1.0$
Weryfikacja załamania terenu jest zakończona.

Weryfikacja użyteczności (SLS)

Analiza ograniczenia połączenia rozwiernego

Sytuacja obliczeniowa Persistent
Stan graniczny SLS

Weryfikacja mimośrodów w wyniku charakterystycznych, trwałych oddziaływań (1. szerokość rdzenia).

Analiza

Stopień wykorzystania $e_{bg} = 0.18 \text{ m} < b/6 = 0.23 \text{ m}$
 $\mu = 0.77$

Wynikowa naprężenia pod fundamentem z charakterystycznego, stałego obciążenia leży w 1. szerokości rdzenia.

Weryfikacja mimośrodów w wyniku wszystkich reprezentatywnych oddziaływań (2. szerokość rdzenia)

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Sciana oporowa szczytowa - statecznosc +

zbrojenie
27.02.2023

Page: 6

Analiza

$$e_{bg+q} = 0.18 \text{ m} < b/3 = 0.47 \text{ m}$$

$$\mu = 0.39$$

Wynikowa naprężenia pod fundamentem z całkowitego obciążenia znajduje się w 2. szerokości rdzenia.

Obliczenie osiadania

Obliczenie osiadania jest przeprowadzane dla sztywnego fundamentu w punkcie charakterystycznym.

Odciążenie wykopu

$$\sigma_v = 0.00 \text{ kN/m}^2$$

Osiadanie

$$m_{rep} = 10.10 \text{ kNm/m}$$

$$V_{rep} = 56.02 \text{ kN/m}$$

Rozłożenie nacisku podstawy

Mimośród

$$e_x = 0.18 \text{ m}$$

Równomierny udział prasowania podstawy (z uwzględnieniem odciążenia wykopu)

$$\sigma_m = 40.02 \text{ kN/m}^2$$

Przeciążona długość podstawy

$$l_p = 1.40 \text{ m}$$

Głębokość graniczna (od dolnej kraw. fundamentu)

$$t_s = 2.88 \text{ m}$$

Osiadanie z parzystej części prasowania podstawy (osiadanie średnie)

$$s_m = 0.291 \text{ cm}$$

Skręcanie

$$m_{rep} = 10.10 \text{ kNm/m}$$

$$V_{rep} = 56.02 \text{ kN/m}$$

Rozłożenie nacisku podstawy

Mimośród

$$e_x = 0.18 \text{ m}$$

Nierówny udział prasowania podstawy

$$\Delta\sigma = 30.92 \text{ kN/m}^2$$

Przeciążona długość podstawy

$$l_p = 1.40 \text{ m}$$

Głębokość graniczna (od dolnej kraw. fundamentu)

$$t_s = 2.88 \text{ m}$$

Skręcanie z nierównomiernego udziału prasowania podstawy

$$\alpha = 0.065^\circ$$

Zabezpieczenie przed nieodpowiednimi skręceniami ściany oporowej żebrowej

Zachowana jest mimośrodowość naprężenia pod fundamentem wynikająca ze stałych i zmiennych oddziaływań. Zakładając, że grunt jest gruntem co najmniej średnio-szczelnym, niespoistym lub co najmniej sztywnym, spoistym, można założyć, że nie wystąpi niepożądane skręcenie ustawionej pod kątem ściany oporowej żebrowej.

Zabezpieczenie przed nieodpowiednimi przesunięciami w powierzchni podstawy

Podczas weryfikacji bezpieczeństwa poślizgu nie uwzględniono oporu gruntu. Zabezpieczenie przed nadmiernymi przemieszczeniami spoiny podstawy skośnej ściany oporowej żebrowej można uznać za zapewnione.

Wymiarowanie żelbetowe

Wymiarowanie ściany

Obliczanie zginania w punkcie z = -0.55 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ wewnątrz [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ zewnątrz [cm ² /m]
0.17	-3.62	25.0	20.0	0.00	0.17	-3.62	25.0	20.0	0.00

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskanego

Obliczenie ścinania w punkcie z = -0.55 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	a_{sz} , obecny [cm ² /m]	z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rdc,min}$ [kN/m]	V_{rdcc} [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	V_{rdMax} [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw,min}$ [cm ² /m]
-1.43	-3.69	25.0	20.0	0.00	13.5	0.35	99.35	94.62	3.00	430.31	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Sciana oporowa szczytowa - statecznosc +

zbrojenie
27.02.2023

Page: 7

Obliczanie zginania w punkcie z = -1.10 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ wewnř [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ zewnř [cm ² /m]
1.97	-7.88	25.0	20.0	0.11	1.46	-7.62	25.0	20.0	0.00

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego
Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskanego

Obliczenie ścinania w punkcie z = -1.10 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sz, obecny}$ [cm ² /m]	Z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rd,c,min}$ [kN/m]	$V_{rd,cc}$ [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	$V_{rd,Max}$ [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw,min}$ [cm ² /m]
-5.72	-7.88	25.0	20.0	0.11	13.5	21.39	99.75	94.49	3.00	430.31	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

Obliczanie zginania w punkcie z = -1.65 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ wewnř [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ zewnř [cm ² /m]
6.79	-12.58	25.0	20.0	0.58	5.03	-11.99	25.0	20.0	0.00

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego
Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskanego

Obliczenie ścinania w punkcie z = -1.65 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sz, obecny}$ [cm ² /m]	Z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rd,c,min}$ [kN/m]	$V_{rd,cc}$ [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	$V_{rd,Max}$ [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw,min}$ [cm ² /m]
-12.86	-12.58	25.0	20.0	0.58	13.5	37.19	100.20	94.33	3.00	430.31	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

Obliczanie zginania w punkcie z = -2.20 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ wewnř [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ zewnř [cm ² /m]
16.09	-17.43	25.0	20.0	1.56	11.92	-16.47	25.0	20.0	0.00

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego
Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskanego

Obliczenie ścinania w punkcie z = -2.20 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sz, obecny}$ [cm ² /m]	Z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rd,c,min}$ [kN/m]	$V_{rd,cc}$ [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	$V_{rd,Max}$ [kN/m]	$a_{sw,erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw,min}$ [cm ² /m]
-20.86	-17.43	25.0	20.0	1.56	13.5	51.68	100.67	94.18	3.00	430.31	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

Wymiarowanie fundamentu

Charakterystyczne siły wewnętrzne do obliczenia nacisku podstawy w środku fundamentu w stosunku do powierzchni po

Oddziaływanie od:	t [kN/m]	n [kN/m]	m [kNm/m]
Ciężar podłogi i ściany	0.00	53.19	0.00
Parcie gruntu z własnego ciężaru	-13.23	2.83	10.10

Ostroga górska

Obliczanie zginanie w punkcie x = 0.00 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ na dole [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl,erf}$ na górze [cm ² /m]
-12.12	9.59	25.0	20.9	0.00	-16.70	12.02	25.0	20.9	1.94

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego
Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskanego

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Sciana oporowa szczytowa - stateczność +

zbrojenie
27.02.2023

Page: 8

Obliczenie ścinania w punkcie x = 0.00 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sz, obecny}$ [cm ² /m]	z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rdc,min}$ [kN/m]	V_{rdcc} [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	V_{rdMax} [kN/m]	$a_{sw, erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw, min}$ [cm ² /m]
7.72	12.02	25.0	20.9	1.94	14.4	53.51	100.56	101.47	1.00	765.00	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

Ostroga dolin.

Obliczenie zginanie w punkcie x = -0.25 m

m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl, erf}$ na dole [cm ² /m]	m_{Ed} [kNm/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sl, erf}$ na górze [cm ² /m]
0.50	-2.15	25.0	20.9	0.02	0.36	-2.40	25.0	20.9	0.00

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia plastycznego

Nie uwzględniono minimalnego zbrojenia ściskanego

Obliczenie ścinania w punkcie x = -0.25 m

V_{Ed} [kN/m]	n_{Ed} [kN/m]	h [cm]	d [cm]	$a_{sz, obecny}$ [cm ² /m]	z [cm]	$V_{rd,c}$ [kN/m]	$V_{rdc,min}$ [kN/m]	V_{rdcc} [kN/m]	$\cot \theta$ [-]	V_{rdMax} [kN/m]	$a_{sw, erf}$ [cm ² /m]	$a_{sw, min}$ [cm ² /m]
11.66	-3.23	25.0	20.9	0.02	14.4	13.08	102.09	100.94	3.00	459.00	0.00	0.00

Uwzględniono minimalne zbrojenie siły poprzecznej

WOLF System GmbH

Am Stadtwald 20
(Gewerbegebiet)
94486 Osterhofen / Ndb.

Phone: 09932/37-0

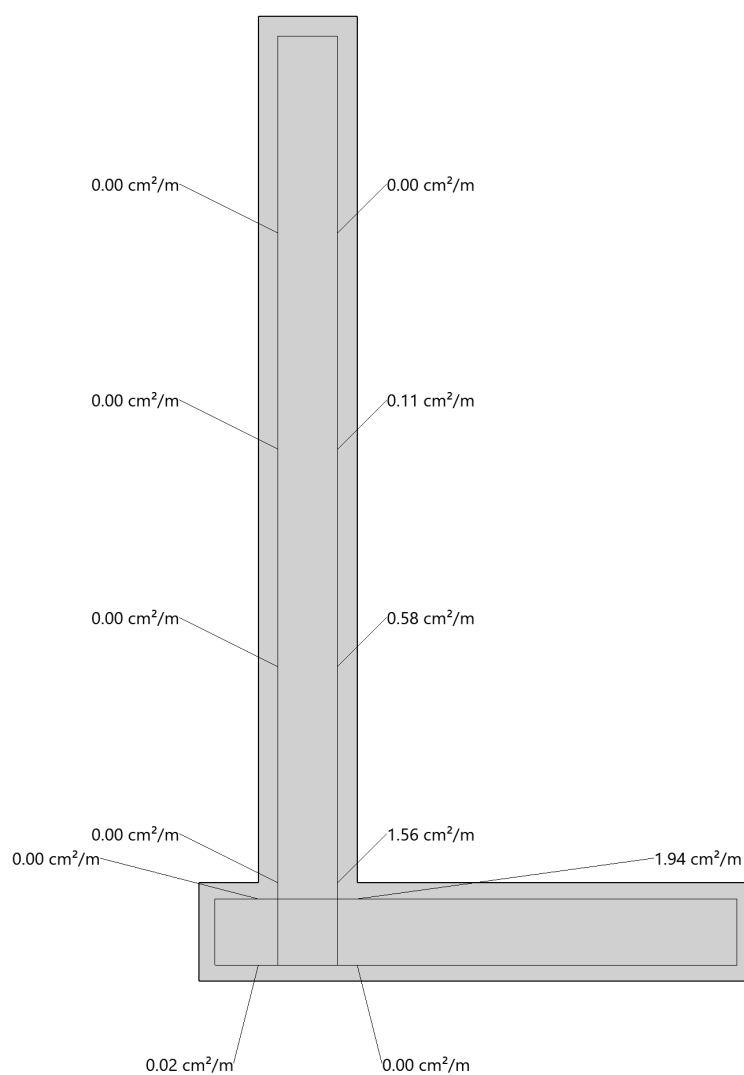
Fax: 09932/37-131

Project: esko

Item: Sciana oporowa szczytowa - statecznosc +
zbrojenie
27.02.2023

Page: 9

Schematyczny rysunek zbrojenia



Pos. 6.0 Spis rysunkow

MAGAZYN OSADU ODWODNIONEGO

Rzut fundamentów	_____ K-01
Detale fundamentów	_____ K-02
Rzut przyziemia	_____ K-03
Rzut konstrukcji dachu	_____ K-04
Przekroje	_____ K-05

Pos. 7.0 Opinia geotechniczna

Pracownia Projektowa
GEOEKO
dr Andrzej Kraiński
Na rynku od 1986 r.

Dane firmy:

adres: ul. Drzonków - Rotowa 18,
66-004 Zielona Góra
NIP: 929-101-99-76

Dane kontaktowe:

adres: ul. Drzonków - Rotowa 18,
66-004 Zielona Góra
tel.: 604 850 217
e-mail: andrzej.kraiński@wp.pl

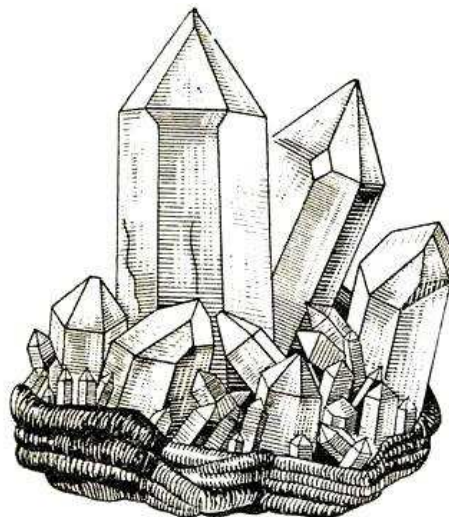


OPINIA GEOTECHNICZNA pod rozbudowę oczyszczalni ścieków w m. BRZEŹNO gm. Czarnków

Opracowanie:

dr Andrzej Kraiński
upr. geol. 070683, 050779

mgr Paulina Kobylecka



Zielona Góra, luty 2023

- | | | |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| ✦ Ujęcia wody | ✦ Odwodnienia wykopów | ✦ Odbiory wykopów |
| ✦ Badania geotechniczne | ✦ Piezometry - monitoring | ✦ Operaty wodnoprane |
| ✦ Badania geologiczne | ✦ Pompy ciepła | ✦ ZłoŜa kruszyw |
| ✦ Badania laboratoryjne | ✦ Zagęszczenie gruntów | ✦ Nadzór inwestorski |
| ✦ Wycena informacji | ✦ Stateczność skarp | ✦ Projekty geotechniczne |

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Ustalenie kategorii geotechnicznej
3. Środowisko geograficzne
4. Opis budowy geologicznej
5. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych
6. Charakterystyka warunków geotechnicznych
7. Wnioski

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

1. Mapa dokumentacyjna
2. Karty otworów geotechnicznych
3. Przekroje geotechniczne
4. Zestawienie parametrów geotechnicznych
5. Objasnienia symboli i znaków

1. Wstęp

W związku z planowaną inwestycją dotyczącą rozbudowy oczyszczalni ścieków zachodzi potrzeba oceny warunków geotechnicznych. W tym celu wykonano przede wszystkim:

- 4 otwory badawcze (sonda z próbnikiem przelotowym DN 36 – 50 mm) do głębokości 3,0 – 6,0 m p.p.t.,
- badania makroskopowe,
- obserwacje obecności wody podziemnej w otworach,
- pobór próbek gruntu do badań laboratoryjnych,
- niezbędne badania laboratoryjne,
- rzędne terenu przyjęto wg mapy w skali 1: 500,
- lokalizację otworów geotechnicznych pokazano na mapie w skali ~1: 500 (zał.1).
- wyniki prac i badań zestawiono w formie prezentowanej, która obejmuje tekst wraz z załącznikami,
- zakres badań (lokalizację otworów oraz ich głębokość) ustalono z Inwestorem i z Projektantem.

Charakter opracowania jest zgodny z założeniami ustawy Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 (z późniejszymi zmianami), Dz. U. Nr 89, poz. 414 oraz z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, Dz. U. 2012 poz. 463.

W prezentowanym opracowaniu wykorzystano, oprócz wykazu na stronie 3-4 tekstu, również:

- dostępne materiały archiwalne geotechniczne,
- dostępne materiały archiwalne geologiczne,
- mapy specjalistyczne, w tym geologiczne, hydrogeologiczne, geologiczno - inżynierskie, morfologiczne i hydrograficzne,
- roczniki hydrologiczne stanów wody podziemnej.

WYKAZ WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW POMOCNICZYCH

- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo geologiczne i górnicze, Dz. U. 2022 poz. 1072 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, Dz. U. 2012, poz. 463.
- PN-B-02479. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne
- PN-B-02481. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- PN-B-06050. Geotechnika. Roboty ziemne.
- PN-B-04452. Geotechnika. Badania polowe.
- PN-EN 1997-1: EUROKOD 7: Projektowanie geotechniczne – część 1: Zasady ogólne.

- PN-EN 1997-2: EUROKOD 7: projektowanie geotechniczne – część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- Dembicki E. (red.) – 1987 – Fundamentowanie, 2 tomy. Arkady, Warszawa.
- Grabowski Z., Pisarczyk S., Obrycki M. – 1999 – Fundamentowanie. Politechnika Warszawska.
- Kostrzewski W. – 1980 – Mechanika gruntów. Parametry geotechniczne gruntów budowlanych oraz metody ich wyznaczania. PWN. Warszawa.
- Kotowski J., Kraiński A. – 2000 – Geologia inżynierska. Sporządzanie dokumentacji geologiczno - inżynierskiej. Zielona Góra.
- Kowalski W. C. – 1988 – Geologia inżynierska. Wydawnictwa geologiczne. Warszawa.
- Myślińska E. – 1998 – Laboratoryjne badania gruntów. PWN. Warszawa.
- Pisarczyk S. – 2001 – Gruntoznawstwo inżynierskie. PWN. Warszawa.
- Puła O., Rybak C., Sarniak W. – 1999 – Fundamentowanie. Projektowanie posadowień. Wrocław.
- Wiłun Z. – 1987 – Zarys geotechniki. WKŁ. Warszawa.
- Wysokiński L., Kotlicki W., Godlewski T. – 2011 – projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7, ITB Warszawa.

GENERALNE UWAGI DOTYCZĄCE BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO:

Niniejsza opinia geotechniczna została opracowana na podstawie badań przeprowadzonych w zakresie zgodnym ze zleceniem Zleceniodawcy z należytą starannością na każdym etapie prac. Korzystając z niniejszej opinii geotechnicznej należy jednak uwzględnić wymienione poniżej generalne uwagi, które przedstawia się po analizie wcześniejszych doświadczeń autorów oraz ogólnej wiedzy geologicznej:

a. rozpoznanie budowy geologicznej ma charakter punktowy. Dokładność określenia rodzaju i stanu gruntu oraz przelotu poszczególnych warstw dotyczy wyłącznie poszczególnych punktów badawczych (miejsc wierceń i sondowań). Mapy oraz przekroje geotechniczne opracowano na podstawie interpolacji oraz ekstrapolacji i przedstawiają one możliwy (domniemany/przypuszczalny) przebieg warstw pomiędzy poszczególnymi punktami badawczymi. Przekroje geotechniczne opracowane zostały wyłącznie w celu ogólnego przedstawienia budowy geologicznej podłoża;

b. dokładność określenia przelotu poszczególnych warstw geotechnicznych od około +/- 10 cm (dla sondowań) do +/- 20 cm (dla wierceń) i wynika z techniki wykonanych badań oraz dokładności urządzenia badawczego;

c. dokładność określenia nawierconego poziomu wody gruntowej oraz dokładność pomiaru poziomu sączeń są takie same jak dokładność określenia przelotu poszczególnych warstw geotechnicznych. Natomiast dokładność określenia ustabilizowanego poziomu wody gruntowej wynosi +/- 5 cm. Wszystkie pomiary poziomu wody gruntowej dotyczą wyłącznie danego okresu pomiaru – dnia wykonania tego pomiaru. Wahania lustra wody gruntowej w ciągu roku i w cyklach wieloletnich, w zależności od budowy geologicznej i lokalnych warunków hydrometeorologicznych mogą wynosić od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów;

d. miąższość nasypów antropogenicznych pomiędzy poszczególnymi punktami badawczymi może być zróżnicowana – większa lub mniejsza niż wykazana w wykonanych otworach badawczych i sondowaniach, podobnie skład nasypów może być zróżnicowany. Nie można również wykluczyć występowania w podłożu terenu badań niezinventaryzowanych

(nie zaznaczonych na mapie) podziemnych instalacji oraz fragmentów starych fundamentów i posadzek – nienawierconych w wykonanych punktach badawczych;

e. niniejsza opinia geotechniczna została opracowana w zakresie adekwatnym dla konkretnej inwestycji – zgodnie ze zleceniem Zleceniodawcy. W przypadku zmiany rodzaju inwestycji lub jej lokalizacji, zakres badań (np. liczba punktów badawczych, głębokość sondowań/wierceń) może być niewystarczający dla zaprojektowania oraz zrealizowania robót ziemnych i fundamentowych;

f. w przypadku stwierdzenia – podczas robót ziemnych lub fundamentowych – jakichkolwiek niezgodności z wynikami badań geotechnicznych przedstawionych w niniejszej Opinii geotechnicznej, należy niezwłocznie skontaktować się z autorami niniejszego opracowania.

2. Ustalenie kategorii geotechnicznej

Kategorię geotechniczną dla obiektu budowlanego ustala się w oparciu o dwa kryteria, tj.:

- charakterystykę obiektu,
- warunki gruntowe.

Projektowana inwestycja dotyczy rozbudowy oczyszczalni ścieków.

Warunki podłoża proponuje się zaliczyć do prostych. Wynika to z:

- występowania gruntów zbliżonych pod względem litologicznym (poza nasypami),
- występowania gruntów zbliżonych pod względem genetycznym (poza nasypami),
- występowania gruntów nasypowych,
- występowania wody podziemnej w postaci sączeń w części terenu (otw. nr 1).

W oparciu o powyższe przesłanki proponuje się zaliczenie projektowanej inwestycji do I KATEGORII GEOTECHNICZNEJ.

Ostateczną kategorię geotechniczną i warunki posadowienia ustala Projektant obiektu.

Uwzględniono przy tym zalecenia wynikające z:

1. Polska Norma PN-B-02479 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
2. ENV 1997-1 „EUROCODE 7” Projektowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
3. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, Dz. U. 2012 poz. 463.

3. Środowisko geograficzne

Badaniami objęto fragment terenu położony w zachodniej części Brzeźna (rejon ul. Kwiatowej), gm. Czarnków.

Pod względem geomorfologicznym teren badań znajduje się w obrębie Pojezierza Wałeckiego (nr 314.64 w podziale J. Kondrackiego).

Teren badań położony jest na rzędnych około 86 – 92 m n.p.m.

W aspekcie hydrograficznym jest to Noteci. Ciek położony bezpośrednio od południowo - zachodniej części terenu badań jest w łączności hydraulicznej z Notecią.

4. Opis budowy geologicznej

Budowa geologiczna została rozpoznana do głębokości 3,0 – 6,0 m p.p.t. Stwierdzono występowanie (pod nasypami) osadów czwartorzędowych – plejstoceńskich, reprezentowanych przez lodowcowe gliny.

Bezpośrednio pod powierzchnią terenu znajduje się warstwa nasypów niebudowlanych o miąższości około 0,5 - 1,5 m. W miejscach nieobjętych wierceniami wartość ta może być wyższa.

Budowę geologiczną zaprezentowano na załączonych kartach otworów geotechnicznych oraz na przekrojach geotechnicznych (zał. 2 i 3).

5. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

Wody gruntowej nie stwierdzono w otworach nr: 2 - 4. W części terenu badań (otw. nr 1) sączenie wody występowało na głębokości około 2,2 m p.p.t. W okresach mokrych (opady, roztopy) w stropie glin i w przewarstwieniach piaszczystych będą występowały sączenia wody. Ewentualne odwodnienie wykopów możliwe wyłącznie, jako pompowanie powierzchniowe.

6. Charakterystyka warunków geotechnicznych

Zgodnie z wynikami prac i badań oraz wymogami norm i literatury, występujące w podłożu grunty zaliczono do trzech warstw geotechnicznych:

- WARSTWA I – zaliczono do niej nasypy niebudowlane [Mg] (gliniaste), grunty te nie nadają się do posadowień bezpośrednich;
- WARSTWA II – stanowią ją lodowcowe gliny piaszczyste [clSa] (podrzędnie piaski gliniaste [siSa]); są to grunty w stanie plastycznym o stopniu plastyczności $I_L = 0,30$ (wartość wyprowadzona); symbol dla gruntów spoistych: B; grunty te bardzo łatwo uplastyczniają się w obecności wody podczas robót ziemnych;
- WARSTWA III – stanowią ją lodowcowe gliny piaszczyste [clSa] (lokalnie przewarstwione piaskiem drobnym [FSa]); są to grunty w stanie twardoplastycznym o stopniu plastyczności $I_L = 0,10$ (wartość wyprowadzona); symbol dla gruntów spoistych: B; grunty te bardzo łatwo uplastyczniają się w obecności wody podczas robót ziemnych.

Pozostałe wartości parametrów geotechnicznych gruntów podano na zał. 4. Wynikają one z korelacji podanych w normach i literaturze.

7. Wnioski

7.1. W analizowanym podłożu występują następujące grunty:

- WARSTWA I – nasypy niebudowlane [Mg] (gliniaste), grunty te nie nadają się do posadowień bezpośrednich;
- WARSTWA II – gliny piaszczyste [clSa] (podrzędnie piaski gliniaste [siSa]); są to grunty w stanie plastycznym o stopniu plastyczności $I_L = 0,30$ (wartość wyprowadzona); symbol dla gruntów spoistych: B; grunty te bardzo łatwo uplastyczniają się w obecności wody podczas robót ziemnych;
- WARSTWA III – gliny piaszczyste [clSa] (lokalnie przewarstwione piaskiem drobnym [FSa]); są to grunty w stanie twardoplastycznym o stopniu plastyczności $I_L = 0,10$ (wartość wyprowadzona); symbol dla gruntów spoistych: B; grunty te bardzo łatwo uplastyczniają się w obecności wody podczas robót ziemnych.

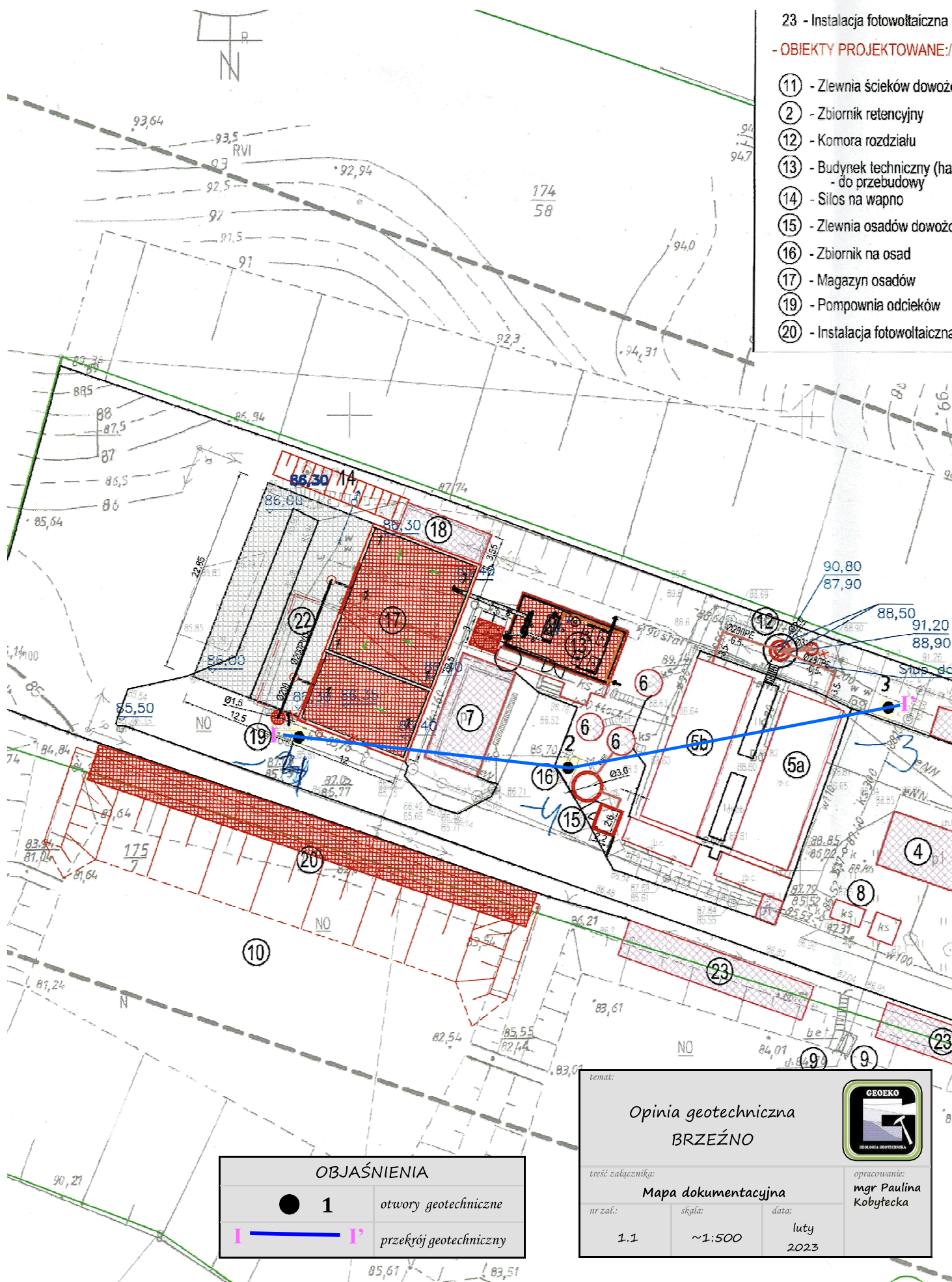
7.2. Woda gruntowa:

- wody gruntowej nie stwierdzono w otworach nr: 2 – 4;
- w części terenu badań (otw. nr 1) sączenie wody występowało na głębokości około 2,2 m p.p.t.;

- w okresach mokrych (opady, roztopy) w stropie glin i w przewarstwieniach piaszczystych będą występowały sączenia wody;
- ewentualne odwodnienie wykopów możliwe wyłącznie, jako pompowanie powierzchniowe.

7.3. Warunki geotechniczne podłoża zostały rozpoznane w stopniu dostatecznym, a prezentowane wyniki mogą służyć do dalszych prac projektowych.

7.4. Podane warunki geotechniczne są generalnie zgodne z danymi archiwalnymi oraz literaturą.



Załącznik nr: 2.1

Pracownia Projektowa Geoeko dr Andrzej Kraiński

ul. Drzonków - Rotowa 18, 66-004 Zielona Góra
604-850-217; andrzej.kraiński@wp.pl

Karta dokumentacyjna otworu nr 1

Data wykonania: 2023-02-20

Temat: rozbudowa oczyszczalni ścieków.

Rzędna: 87,00 m n.p.m.
X:
Y:

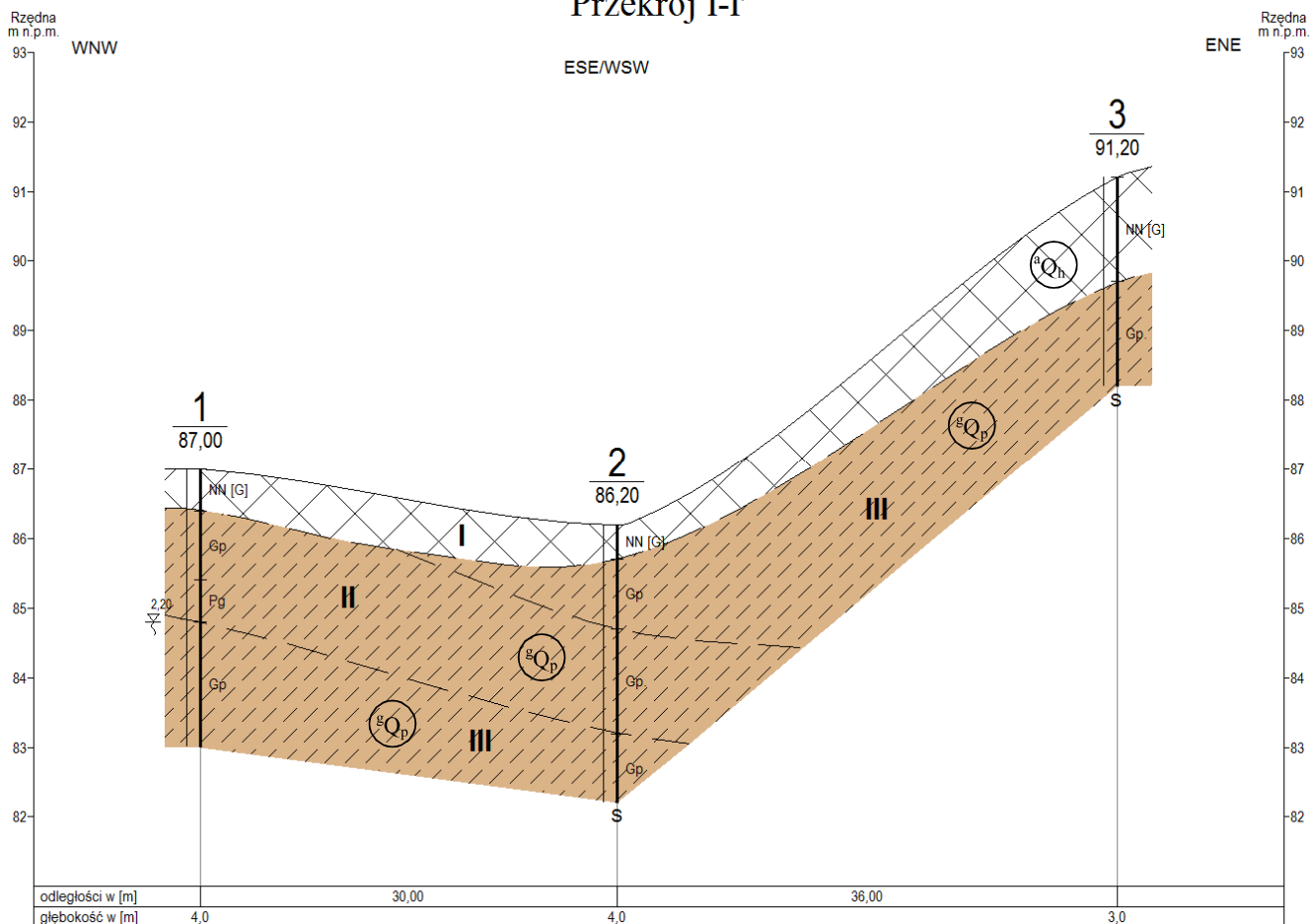
Sporządził(a):
mgr Paulina Kobytecka
Sprawdził(a):

Adres: BRZEŹNO.

Proba	Poziom wody	Głębokość(m)	Miaższość	Profil litolog.	Opis gruntu	Wilgotność	Waleczki	IL(n) gr.spoiste	ID(n) gr.sypkie	Sonda dynamiczna SD10
		0,6			Nasyp niekontrolowany [Glina],	w				
		1,0			Glina piaszczysta,	w				
		2,0			Piasek gliniasty,	w				
		3,0			Glina piaszczysta,	w				
		4,0								

Głębokość: 4,0

Przekrój I-I'



temat:			
Opinia geotechniczna BRZEŹNO			
treść załącznika:			opracowanie:
Przekrój geotechniczny			mgr Paulina Kobytecka
nr zał.:	skala:	data:	
3.1	1: 500 100	luty 2023	

Zał. 4

ZESTAWIENIE PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH																
Temat: BRZEŹNO, gm. Czarnków.																
OBJAŚNIENIA GEOLOGICZNE		PARAMETRY GEOTECHNICZNE														
		wartość charakterystyczna $X^{(n)}$		współczynnik materiałowy γ_M												
Profil stratygraficzny - litologiczny	Opis litologiczno – genetyczno – stratygraficzny	Nr warstwy geotechnicznej	Symbol gruntu	Symbol dla gruntu spójnego	Stan gruntu		Wilgotność naturalna	Gęstość objętościowa	Spójność	Kąt tarcia wewnętrznego		Edometryczny moduł ściśliwości		Moduł odkształcenia		Wytrzymałość na ściskanie
					Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności				I_p	I_L	w_u [%]	ρ [t/m ³]	c_u [kpa]	Φ_u [°]	
CZWARCTORZĘD	holocen	I	NN(G) [Mg]	-	-	-	0,30	17	2,10	28	16,5	29	39	23	31	-
						B	-	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	plejstocen	II	Gp [clSa], Pg [clSa]	B	-	-	0,10	12	2,20	36	20,3	47	63	36	48	-
B						-	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	-

Opracowano: mgr Paulina Kobylecka