

NUMELE ȘI PRENUMELE VERIFICATORULUI ATESTAT

ing. SZASZ CAROL – atestat seria U nr. 08695

Telefon, E-mail: 0745381456, carolszasz@yahoo.com

Nr. 52 Data 31.07.2025

Conform registrului evidentă

REFERAT

privind verificarea de calitate la cerința A4, B2, D a proiectului:

REABILITARE POD DE LEMN PESTE RÂUL CRASNA IN COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ

Faza: Proiect tehnic de execuție

1. DATE DE IDENTIFICARE:

- Proiectant general: S.C. ROAD DESIGN S.R.L. Cluj-Napoca
- Proiectant de specialitate: S.C. ROAD DESIGN S.R.L. Cluj-Napoca
- Beneficiar: COMUNA PERICEI, Jud. Sălaj
- Amplasament: în județul Sălaj, loc. Pericei, pe str. Bosorcaia
- Data prezentării proiectului

pentru verificare: 29.07.2025 (Proiect Nr. R024/2024)



2. CARACTERISTICILE PRINCIPALE ALE PROIECTULUI ȘI ALE CONSTRUCȚIEI:

Proiectul cuprinde documentația faza Proiect tehnic de execuție pentru reabilitarea podului situat peste râul Crasna, pe str. Bosorcaia - care asigură legătura între DN1H și DC102, în loc. Pericei, com. Pericei, în jud. Sălaj.

SITUAȚIA EXISTENTĂ

Podul este cu 3 deschideri, lungimea totală a podului fiind de 27,40m

Lățimea părții carosabile este de 3,50m și două trotuare pietonale cu lățimea de cca.1.00m.

Suprastructura este alcatuită din două grinzi metalice recuperate de la un pod rulant defectat de 5 tone încărcare la cârlig cu deschiderea de 28 m. Acestea au fost asamblate într-o structură cu trei deschideri: 5,55+15,60+5,55, capabil să susțină convoiul A13, S60 (clasa I de încărcare conf. STAS 3221-86). Grinzile au fost consolidate în zona de deasupra pilelor (la capătul zonei cu înălțime variabilă a inimii) pentru a prelua solicitările locale. Grinzile sunt legate între ele prin antretoaze de câmp (două bucăți) amplasate în plan vertical, perpendicular pe axa podului, antretoaze de reazem și contravântuire orizontală, pentru fiecare pilă. Podul nu are culei. Capetele consolelor sunt prevăzute cu câte o antretoază.

Infrastructura podului este din două pile fundate în stratul de marnă, la cca. 5.5 m de la terenul actual. Forma secțiunii pilelor este de paralelogram și au grosimea de 60 cm.

Racordarea terasamentelor se realizează prin plăci de racordare din beton armat, rezemate pe consolele grinzilor metalice și pe grinzi din beton armat pe terasament. Grinzile metalice reazemă pe infrastructuri prin intermediul aparatelor de reazem din neopren.

În secțiunea studiată Râul Crasna este în aliniament. În albia râului sunt arbori care obturează scurgerea apei la debite mari.

SITUAȚIA PROIECTATĂ

Intervenția presupune realizarea lucrărilor de reabilitare a podului.

Podul va păstra cele 3 deschideri și lungimea totală de 27.40 m, lățimea totală va fi de 6.00 m, cu o parte carosabilă de 3.50 m.

Lucrările se vor desfășura prin devierea circulației rutiere pe străzile din localitate.

Lucrări la nivelul infrastructurilor:

Se va realiza o cămășuire cu beton C30/37 de min. 40 cm grosime a părții superioare a fundațiilor. Cămășuirea fundației se va realiza pe minim 2 m adâncime și va intra minim 50 cm în stratul de marnă nealterată.

Se vor cămășui elevațiile pilelor cu min 15 cm beton C30/37.

Se vor înlătura depunerile de pe bancheta cuzinetilor și se vor face reparații cu mortare speciale. Se vor proteja anticoroziv toate suprafețele văzute de beton.

Se vor înlocui aparatele de reazem existente cu aparate de reazem din neopren de același tip cu cele existente 150x300x19 (41).

Lucrări la nivelul suprastructurii și căii pe pod:

Se va desface podina, se curăță grinzile metalice până la luciu metalic și se reface protecția anticorozivă. Se consolidează grinzile metalice la forță tăietoare și se execută o placă de suprabetonare din beton armat peste grinzile metalice, în conlucrare cu acestea.

Noua lățime totală a podului va fi de 6.00 m, compusă din: parte carosabilă 3.50 m, spațiu parapet 2x0,20, trotuare 2 x 0.80 m, grindă parapet pietonal 2x0.25 m.

Peste placa de suprabetonare se va așterne hidroizolația. Calea pe zona carosabilă va fi alcătuită din: strat de protecție hidroizolație din 3 cm BA8, strat de legătură din 4 cm BAP16 și strat de uzură din 4 cm BAP16. Calea pe trotuare va fi alcătuită din umplutură de beton C25/30 și strat de uzură din 3 cm BA8. Trotuarele vor fi executate denivelat față de partea carosabilă, cu o pantă de 1.00% către partea carosabilă. Separarea acestora față de partea carosabilă se va realiza prin parapetul rigid tip bordură înaltă. Se va amplasa parapet pietonal metalic pe toată lungimea podului.

Lucrări la nivelul racordărilor cu terasamentele și a rampelor de acces:

Se păstrează amenajarea existentă. Pentru aducerea drumului la noua cotă a podului, unde este necesar se va freza asfaltul existent și se vor turna unul sau 2 straturi de asfalt.

Lucrări la nivelul albiei:

Albia și malurile în zona podului se vor curăța pe o lungime de 20 m amonte și aval de pod.

Se vor proteja fundațiile pilelor prin așternerea unei saltele din anrocamente, dispuse pe un strat de geotextil.

Conform zonării seismice a teritoriului României, lucrarea este situată în zona caracterizată prin valoare de vârf a accelerației terenului pentru proiectare $ag=0,10g$ și o valoare a perioadei de colț $T_c = 0,7$ s, conform Cod P100-1/2013.

3. DOCUMENTE CE SE PREZINTĂ LA VERIFICARE:

- Memoriu tehnic, Caiete de sarcini, Breviar de calcul, Program control și Faze determinante, Instrucțiuni de urmărire în timp.
- Piese desenate

4. CONCLUZII ASUPRA VERIFICĂRII:

În urma verificării, proiectul a fost găsit corespunzător, semnându-se și ștampilându-se conform Îndrumătorului.

Am primit 2 (două) exemplare

PROIECTANT

S.C. ROAD DESIGN S.R.L.

Am predat 2 (două) exemplare,

VERIFICATOR TEHNIC

Dr.ing. SZASZ CAROL



Beneficiar:

Comuna Pericei, Județul Sălaj

Str. Apei, nr.239, satul Pericei, jud. Sălaj 457265

Tel.:0260.672.940, Fax. 0213.120.984

Proiectant General:

 **Roads Design**

S.C. ROADS DESIGN S.R.L.

FOAIE DE PREZENTARE

Denumirea lucrării:

**„REABILITARE POD DE LEMN PESTE RÂUL CRASNA ÎN COMUNA PERICEI,
JUDEȚUL SĂLAJ”**

Beneficiar: Comuna Pericei, Jud. Sălaj

Str. Apei, nr. 239, satul Pericei, jud. Sălaj 457265

Tel.:0260.672.940, Fax. 0260.672.940

Proiectant : S.C. ROADS DESIGN S.R.L., Cluj-Napoca

Strada Vântului, Nr.30, Mun. Cluj-Napoca, Jud. Cluj

Nr. Proiect: R024/2024

Faza: Proiect Tehnic de Execuție - PTE



IULIE 2025



Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Maria Florea	Pagina: R024/02/PTEAW/01 1

BORDEROU

PIESE SCRISE

Document nr.	Denumire document
R024\02\PTE\W01	Borderou
R024\02\PTE\W02	Lista de semnături
R024\02\PTE\W03	Memoriu tehnic Breviare de calcul
R024\02\PTE\W04	Caiete de sarcini
R024\02\PTE\W05	Program de faze determinante
R024\02\PTE\W06	Programul privind asigurarea calității
R024\02\PTE\W07	Programul de urmărire curentă în exploatare a construcției



PIESE DESENATE

Plansa nr.	Denumire plansa	Scara
<u>DETALII GENERALE</u>		
R024/2024/PTE/02/DET/001-004	Parapet pietonal metalic	1:2;1:10;
R024/2024/PTE/02/DET/005	Bordura de capat	1:50;1:100
R024/2024/PTE/02/DET/006	Bordura curentă	1:10
<u>Reabilitare pod din lemn peste Râul Crasna</u>		
R024/2024/PTE/02/PI/001	Plan de încadrare	1:7000
R024/2024/PTE/02/PD/001	Relevu – Vedere plană	1:100
R024/2024/PTE/02/PD/002	Relevu – Elevația A-A; Secțiune platelaj	1:50;1:100
R024/2024/PTE/02/PD/100	Dispoziție generală – Vedere plană	1:150
R024/2024/PTE/02/PD/101	Dispoziție generală – Elevația A-A	1:100
R024/2024/PTE/02/PD/102	Dispoziție generală – Secțiune tip tablier; Detalii	1:20;1:50
R024/2024/PTE/02/PD/103	Dispoziție generală – Secțiune B-B	1:50
R024/2024/PTE/02/PD/104	Dispoziție generală – Secțiune C-C	1:50
R024/2024/PTE/02/PD/150	Secțiune tip amenajare rampe de acces	1:20

Observatii

Data

Intocmit

Rev

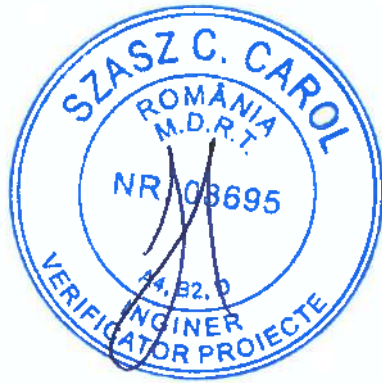
Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Maria Florea	Pagina: R024/02/PTE/W01 2

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Plansa nr.	Denumire plansa	Scara
R024/2024/PTE/02/PD/200	Dispoziție generală – Tacheți	1:5;1:10;1:100
R024/2024/PTE/02/PD/300-302	Armare – Consolidare pila	1:50
R024/2024/PTE/02/PD/400-402	Armare – Placa de suprabetonare	1:20;1:50

Data,
Iulie 2025

Întocmit,
Ing. Florea Maria

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/02 1

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

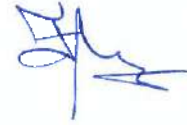
LISTA DE SEMNĂTURI

Șef proiect: Ing. Dan SIMA



Echipa de proiectare:

Ing. Maria – Lenuța FLOREA



Ing. Denis – Constantin NEAGU

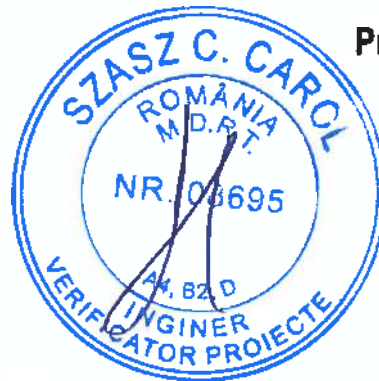


Proiectant General:



S.C. ROADS DESIGN S.R.L.

**"REABILITARE POD DE LEMN PESTE RÂUL CRASNA IN
COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ"**



Proiect Tehnic de Execuție

P.T.E.

MEMORIU TEHNIC

Nr. Proiect : R024/2024
Iunie 2025

Beneficiar:
COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ
Str. Apei, nr. 239, sat Pericei, jud. Sălaj 457265
Tel.: 0260 672 940, Fax. 0260 672 940

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Periceș, județul Sălaj"	Nr. Proiect: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Proiectant: Ing. Maria FLOREA	Pagina: R024/02/PTE/W031



Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

CUPRINS

I. MEMORIU TEHNIC GENERAL	1
1. Informații generale privind obiectivul de investiții	1
1.1 Denumirea Obiectivului de Investiții	1
1.2 Amplasamentul	1
1.3 Actul administrativ prin care a fost aprobat, în condițiile legii, documentația de avizare a lucrărilor de intervenții (D.A.L.I.)	1
1.4 Ordonatorul principal de credite	1
1.5 Investitorul	1
1.6 Beneficiarul investiției	1
1.7 Elaboratorul proiectului tehnic de execuție	2
2. Prezentarea opțiunii aprobate în cadrul documentației de avizare a lucrărilor de intervenții	2
2.1. Particularități ale amplasamentului	2
a) Descrierea amplasamentului	2
b) Topografia	2
c) Clima și fenomenele naturale specifice zonei	2
d) Geologia și seismicitatea	3
e) Devierile și protejările de utilități afectate	4
f) Sursele de apă, energie electrică, gaze, telefon și altele asemenea pentru lucrări definitive și provizorii	4
g) Căile de acces permanente, căile de comunicații și altele asemenea	4
h) Căile de acces provizorii	4
i) Bunuri de patrimoniu cultural imobil	4
j) Categoria și clasa de importanță	4
2.2. Soluția tehnică	4
a) Caracteristici tehnice și parametri specifici obiectivului de investiții	4
b) Varianta constructivă de realizare a investiției	5
c) Trasarea lucrărilor	5
d) Protejarea lucrărilor executate și a materialelor din șantier	5
e) Organizarea de șantier	5
II. MEMORII TEHNICE PE SPECIALITĂȚI	9
a) Memoriu de pod	9
III. BREVIARE DE CALCUL	12
IV. CAIETE DE SARCINI	12
V. LISTE CU CANTITĂȚI DE LUCRĂRI	12
VI. GRAFICUL GENERAL DE REALIZARE A INVESTIȚIEI PUBLICE	12

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Maria FLOREA	Pagina:	R0241024PTE0001

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

I. MEMORIU TEHNIC GENERAL

1. Informații generale privind obiectivul de investiții

1.1 Denumirea Obiectivului de Investiții

„REABILITARE POD DE LEMN PESTE RÂUL CRASNA ÎN COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ”

1.2 Amplasamentul

Podul de lemn care face obiectul prezentei documentații este amplasat în județul Sălaj, în intravilanul comunei Pericei pe strada Bosorcaia și traversează Râul Crasna.

1.3 Actul administrativ prin care a fost aprobat, în condițiile legii, documentația de avizare a lucrărilor de intervenții (D.A.L.I.)

HOTĂRÂREA CONSILIULUI LOCAL Nr. , privind aprobarea D.A.L.I. și a indicatorilor tehnico-economici la obiectul de investiție: „Reabilitare pod de lemn peste Râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj”

1.4 Ordonatorul principal de credite

COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ

Strada Apei, nr. 239, sat Pericei, județul Sălaj 457265

Tel: 0260 672 940; Fax: 0260 672 940

1.5 Investitorul

-

1.6 Beneficiarul investiției

COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ

Strada Apei, nr. 239, sat Pericei, județul Sălaj 457265

Tel: 0260 672 940; Fax: 0260 672 940



Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Înlocmit:	Ing. Maria FLOREA	Pagina:	R024/02PTEW01 2

Observatii		
Data		
Înlocmit		
Rev		

1.7 Elaboratorul proiectului tehnic de execuție

Proiectant:
S.C. ROADS DESIGN S.R.L.
Mun. Cluj-Napoca, Str. Vântului, nr. 30, județul Cluj

2. Prezentarea opțiunii aprobate în cadrul documentației de avizare a lucrărilor de intervenții

2.1. Particularități ale amplasamentului

a) Descrierea amplasamentului

Podul care face obiectul prezentei documentații este amplasat în județul Sălaj, în intravilanul comunei Pericei pe strada Bosorcaia și traversează Râul Crasna.

Localitatea Pericei este așezată între Dealurile Silvaniei, în jud. Sălaj, pe cele două maluri ale râului Crasna, pe traseul Zalău-Oradea, în bazinul Șimleu Silvaniei. Localitatea este situată la 24 km de reședința de județ, cel mai apropiat oraș fiind Șimleu Silvaniei, a 5 km pe DN 1H ce străbate această localitate. Localitatea Pericei se mărginește în partea de vest cu orașul Șimleu Silvaniei, la sud cu satul Bic și Crasna, la est cu comunele Vârșoț și Borla, iar la nord cu Bocșa, Câmpia și Ilișua.

b) Topografia

Pentru întocmirea prezentului proiect s-au efectuat studii și ridicări topografice, cu stație totală în sistem STEREO 70.

Toate stațiile topo au fost materializate și reperate pe teren în vederea folosirii acestora la trasarea lucrărilor proiectate.

În perioada elaborării prezentei documentații s-a verificat situația pe teren și s-a constatat că din punct de vedere topografic nu s-au produs modificări față de data întocmirii studiilor topo.

c) Clima și fenomenele naturale specifice zonei

În linii mari, ținutul se încadrează în sectorul cu climă temperată cu ușoare influențe oceanice. De aici rezultă prezenta unor temperaturi medii anuale de aproximativ 9 grade Celsius și o amplitudine ce variază între 19,3 și 27,6 grade Celsius. Aspectul depresionar al reliefului, favorizează pătrunderea dinspre S-S-E, a maselor de aer și stagnarea lor având drept consecință apariția fenomenelor de inversiune termică. În afară de inversiunile de temperatură, mai sunt caracteristice brumele timpurii și uneori și cele târzii, un număr redus de zile cu ceață și umiditate ridicată de vale în raport cu versanții. Cantitatea medie anuală a precipitațiilor este de

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericea, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
	PTE Proiect Tehnic de Execuție	
	Întocmit: Ing. Mana FLOREA	Pagina: R024/02/PTE/W01/3

Observatii		
Data		
Întocmit		
Rev		

700mm, cu un maxim în lunile iunie-iulie și cu un minim în martie. Vânturile cele mai frecvente bat din sectorul V. și N.V. și aduc cu ele umezeală.

Conform normativului **SR 174-1** privitor la zonarea climatică a teritoriului României, zona studiată se încadrează în tipul climateric II, având un indice Im cuprins între 0...20.

Apa subterană nu a fost identificată decât ca infiltrații de suprafață la 2.50m de la baza inundației.

Nivelul hidrostatic în zonă se află NH = 7,00 m, dar în anotimpurile bogate în precipitații.

Clima de tip continental moderat a zonei impune, conform **STAS 6054/77**, coborârea tălpii fundației sub adâncimea maximă de îngheț. Pentru amplasamentul studiat această este de **0,70 ÷ 0,80m**.

d) Geologia și seismicitatea

Date seismice

Conform SR EN 1998-1:2004 N.A. 2008 podul este amplasat în zona 1 Valoarea de vârf a accelerației terenului, pentru proiectare este $a_g = 0.10g$ și valoarea perioadei de colț, $T_c = 0,70sec$ (cod P100/1-2013), unde a_g reprezintă accelerația terenului pentru proiectare pentru evenimente seismice având intervalul mediu de recurență IMR = 225 de ani și 20% probabilitatea de depășire în 50 de ani în zona studiată, iar T_c reprezintă granița dintre zona (palierul) de valori maxime în spectrul de accelerații absolute și zona (palierul) de valori maxime în spectrul de viteze relative și se exprimă în secunde.

Geomorfologia și geologia regiunii

Teritoriul satului este situat în zona deluroasă care aparține dealurilor Silvaniei cu altitudinea între 200-400 m, teritoriul fiind străbătut de râul Crasna care trece prin satul Pericea.

Regiunea face parte din Dealurile de Vest, mai exact Dealurile Silvaniei, dealuri submontane monoclinare, aparținând straturilor sedimentare pliocene. Amplasamentul cercetat nu prezintă în prezent fenomene geodinamice active.

Din punct de vedere structural în alcătuirea Dealurilor de Vest se pot distinge un fundament cristalin (precambrian-paleozoic) și o suprastructură groasă.

Fundamentul este reprezentat de blocuri, cu dimensiuni diferite, situate la adâncimi care cresc de la contactul cu muntele spre vest. În câteva locuri sunt însă și blocuri ridicate ce dau măguri sau creste cristaline la zi.

Sedimentarul cel acoperă apare sub două forme. Unul vechi (prelaramic) care este ușor cutat și discontinu și altul neogen cu grosime mare și în structură frecvent ușor monoclină. Importante sunt ciclurile de sedimentare din Badenian (acumulări de depozite grosiere, calcare, tufuri), Sarmățian (marne, argile, tufuri), Pliocen (faciesuri piemontane cu pietrișuri, nisipuri, argile) ca și erupțiile vulcanice miocene de care sunt legate unele blocuri de andezite, dacite etc.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crașna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Maria FLOREA	Pagina:	R024\02\PTETW\01 4

Observații	
Data	
Intocmit	
Rev	

Regiunea Dealurilor de Vest a devenit uscat în a doua parte a Pliocenului, fiind apoi antrenată de mișcarea de ridicare caracteristică întregului lanț carpatic. Mișcarea de ridicare a determinat intensificarea proceselor de eroziune care au fragmentat și transformat această unitatea într-o treaptă deluroasă situată între munte și câmpie. Amplasamentul cercetat nu prezintă în prezent fenomene geodinamice active.

e) Devierile și protejările de utilități afectate

În cadrul lucrării de pod, conform inspecției vizuale a fost identificat în amonte de pod, prinsă de grinda metalică o conductă de apă.

f) Sursele de apă, energie electrică, gaze, telefon și altele asemenea pentru lucrări definitive și provizorii

Sursele de apă, energie electrică, gaze, telefon și altele asemenea pentru lucrările definitive și provizorii necesare realizării obiectivului de investiții vor fi asigurate de antreprenorul lucrării în cadrul organizării de șantier aferente realizării lucrării.

Apa necesară va fi procurată de antreprenor și va fi transportată cu autocisteme la locul de punere în operă.

Având în vedere caracterul lucrării, energia electrică necesară utilajelor și echipamentelor va fi asigurată de antreprenor prin generatoare de curent electric adecvate.

g) Căile de acces permanente, căile de comunicații și altele asemenea

Accesul la podul existent se face prin strada Bosorcaia.

h) Căile de acces provizorii

Nu este cazul.

i) Bunuri de patrimoniu cultural imobil

Nu este cazul.

j) Categoria și clasa de importanță

În conformitate cu legislația în vigoare, respectiv Ord. 1295/2017- "Normele tehnice privind stabilirea clasei tehnice a drumurilor publice", investiția de față se încadrează la următoarele date tehnice:

- Podul este amplasat pe o stradă cu o bandă de circulație care se încadrează în străzi de categoria IV-a, conform Ord.49/1998;
- Categoria de importanță a construcției este C, conform H.G. 786/1997.

2.2. Soluția tehnică

a) Caracteristici tehnice și parametri specifici obiectivului de investiții

În cadrul proiectului se propune consolidarea podului existent.

Consolidarea podului existent se va face cu păstrarea clasei "I" de încărcare (conform A13, 360)



Proiect: "Reabilitarea pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Maria FLOREA	Pagina: R024\02\PTIEW\01\

Observatii		
Data		
Întocmit		
Rev		

Podul s-a dimensionat/verificat din punct de vedere hidraulic conform « Normativului privind proiectarea hidraulică a podurilor » – Indicativ PD 95-2002.

b) Varianta constructivă de realizare a investiției

În cadrul proiectului s-a propus consolidarea podului existent prin consolidarea grinzilor metalice, a infrastructurilor și executarea unei plăci de suprabetonare din beton armat în conlucrarea cu acestea.

c) Trasarea lucrărilor

Se realizează de către antreprenorul lucrării pe baza datelor de trasare furnizate de proiectant. Materializarea pe teren a lucrărilor se face prin șablonare. Picheții și șabloanele trebuie să materializeze: axa circulațiilor carosabile și înălțimea umpluturii sau adâncimea săpăturii;

Înainte de începerea lucrărilor de terasamente se execută următoarele lucrări pregătitoare:

- defrișări, dacă este cazul;
- curățirea terenului de frunze, crengi, iarbă și buruieni;
- decaparea și depozitarea pământului vegetal;
- asanarea zonei drumului prin îndepărtarea apelor de suprafață sau subterane.

d) Protejarea lucrărilor executate și a materialelor din șantier

Pe durata execuției lucrărilor până la recepția finală, constructorului îi revine ca obligație protejarea materialelor și a lucrărilor realizate cu respectarea tehnologiei de execuție și a prevederilor din caietele de sarcini, în scopul asigurării parametrilor proiectați și a calității lucrărilor.

În acest sens constructorul va lua măsuri deosebite privind:

- Depozitarea materialelor în spații amenajate;
- Transportul și punerea în operă în timp optim;
- Respectarea măsurilor impuse de furnizorul de materiale.

Pentru protejarea lucrărilor de terasamente din pământ, executantul va lua măsuri de scurgere a apelor pluviale prin executarea de scurgeri în zonele de bălțire.

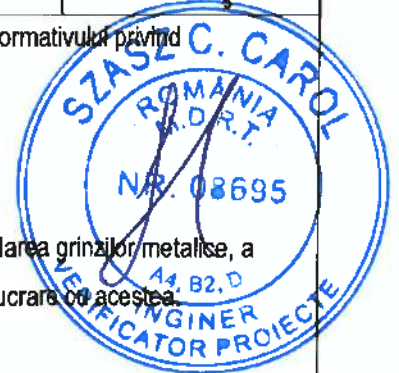
Lucrările de betonare / asfaltare vor fi executate în perioada optimă, fiind necesare măsuri speciale de protecție, după caz.

În caz de întrerupere a execuției lucrărilor din diverse motive se va urmări aducerea taluzurilor la prevederile din proiect și asigurarea scurgerii apelor din zona drumului.

Pentru betoanele și mortarele ce se vor executa manual în zona lucrării, cimentul va fi depozitat în magazia de șantier (pentru cimentul în saci) și în lăzi asigurate la intemperii (ciment vrac).

De asemenea, antreprenorul general trebuie să ia măsuri de protecție a lucrărilor deja executate împotriva degradării pe perioada de iarnă sau pe timp ploios.

e) Organizarea de șantier



Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Maria FLOREA	Pagina:	R024\02PTE\W01: 6

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Organizarea șantierului, pe fiecare nou amplasament, este impusă de acțiunea particularităților procesului de producție în construcții. Cuprinde:

1. Selectarea și achiziționarea amplasamentului viitorului obiectiv

2. Proiectul de organizare a șantierului

Proiectul de organizare de șantier se realizează în două faze:

- faza I - care se concretizează într-o schemă generală de organizare elaborată, de către proiectant;
- faza a II-a - elaborată de către antreprenorul general pe baza schemei generale de organizare și a proiectului de execuție, care detaliază soluțiile prevăzute în faza I.

La elaborarea proiectelor de organizare trebuie să se țină seama de baza materială a constructorului, iar obiectele de organizare de șantier cu caracter definitiv să fie realizate numai în cazuri temeinic justificate din punct de vedere economic și social.

Organizarea de șantier aferentă proiectului va ocupa o suprafață mică de teren și nu se vor realiza căi de acces noi.

Organizarea de șantier este interzisă a se realiza în interiorul ariilor naturale protejate și se va realiza exclusiv pe terenul stabilit prin proiect pentru amplasare organizare de șantier.

Depozitarea materialelor/utilajelor/sculelor se va face numai în locuri special amenajate în incintă, pentru asigurarea protecției factorilor de mediu.

Se vor folosi utilaje performante care nu produc pierderi de substanțe poluante în timpul funcționării și care nu generează zgomot peste limitele admise; se vor opri motoarele utilajelor și/sau autoutilitarelor pe durata pauzelor pentru diminuarea poluării aerului și fonice; efectuare operații de întreținere a utilajelor se va realiza doar în incinte special amenajate.

Pentru organizarea de șantier sunt necesare următoarele informații și date: situația geologică, climatică și hidrologică, respectiv structurile geologice, nivelul apelor freatice și subterane, debitele disponibile ale cursurilor de apă, numărul zilelor cu regim de îngheț; situația resurselor materiale din zonă (balast, nisip, piatră de carieră); situația căilor de comunicații (liniile ferate existente, posibilitățile de racordare provizorie, rampe de descărcare, starea drumurilor de acces); rețelele și utilitățile existente în zonă; posibilitățile de recrutare a forței de muncă din zonă etc.

Cu ocazia elaborării proiectului de organizare a șantierului trebuie analizate, în vederea soluționării ulterioare, următoarele aspecte: posibilitatea industrializării producerii obiectelor de organizare de șantier; posibilitatea reducerii duratei de instalare pe șantier a obiectelor de organizare; posibilitatea mării numărului de refolosiri, a gradului de recuperabilitate și funcționalitate; posibilitatea reducerii consumurilor de materiale și forța de muncă; posibilitatea mării simplității și a ușurinței în instalare și dezafectare; posibilitatea reducerii costurilor etc.

3. Fondul de organizare de șantier

Documentația tehnico-economică pentru lucrările de organizare de șantier se aprobă de către organul de conducere al organizației de construcții-montaj.

4. Deschiderea și amenajarea șantierului

După încheierea contractului de antrepriză și admiterea la finanțare a lucrărilor de construcții-montaj contractate, antreprenorul general trece la deschiderea și amenajarea șantierului, pentru care emite ordinul de începere a lucrărilor.

5. Organizarea și dimensionarea spațiilor de servire a personalului șantierului

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Paricai, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Maria FLOREA	Pagina: R024\02\PTIEW01\7

Observatii		
Data		
Intocmit		
Rev		

În cadrul spațiilor de servire a personalului șantierului se includ următoarele grupe de construcții: construcții de cazare și construcții anexe.

La nevoie, se poate apela la obiecte de cazare cu caracter demontabil sau mobil, necesare până la realizarea construcției definitive pentru acoperirea unor vârfuri, sau se poate apela la rezolvarea cazării pe plan local.

6. Organizarea și dimensionarea căilor de comunicație

Asigurarea unor căi de acces corespunzătoare ca lățime, lungime și sistem rutier are o mare importanță, deoarece la șantiere și în interiorul acestora se transportă cantități mari de materiale și elemente de construcții, unele cu tonaj foarte mare. În funcție de mărimea și amplasarea șantierului, căile de comunicație ale acestuia sunt formate după caz din: drumuri interioare și exterioare, la care se adaugă instalațiile telefonice.

Asigurarea șantierului, de la deschiderea lui și înainte de începerea lucrărilor de bază, cu căile de comunicație necesare, este o condiție esențială pentru buna desfășurare a lucrărilor, atât pentru aprovizionarea cu materiale și utilaje, cât și pentru transmiterea mesajelor.

7. Organizarea și dimensionarea rețelelor de alimentare cu apă, energie electrică, căldură și aer comprimat

Șantierele moderne, cu mecanizare complexă, sunt mari consumatoare de apă și energie, iar lucrările pentru realizarea instalațiilor necesare și a rețelelor de distribuție ocupă un volum important din totalul construcțiilor provizorii de organizare.

Încă din faza de proiectare a rețelelor de alimentare cu utilități, trebuie să se respecte următoarele cerințe:

- folosirea rețelelor provizorii numai în cazuri bine justificate, atunci când condițiile tehnice sau economice împiedică realizarea cu prioritate a celor definitive;
- folosirea rețelelor provizorii de alimentare cu utilități, numai pentru racordarea obiectelor de organizare de șantier;
- traseele rețelelor de alimentare provizorie cu utilități să fie cât mai scurte ;
- traseele rețelelor provizorii să fie astfel alese, încât să nu traverseze amplasamentele lucrărilor de bază, deoarece în acest caz vor fi necesare cheltuieli suplimentare pentru demontări și remontări (totale sau parțiale), care vor mări cheltuielile de organizare de șantier și vor prelungi durata de execuție;
- amplasarea rețelelor provizorii de alimentare cu utilități să se facă cu cheltuieli minime.

8. Determinarea consumului de utilități

Determinarea consumului de apă

Cantitățile de apă pentru procesul de producție se determină pe baza unor consumuri medii stabilite pentru principalele lucrări de pe șantier .

Determinarea consumului de energie electrică

Unitățile de construcții-montaj au devenit mari consumatoare de energie electrică, datorită mecanizării lucrărilor.

În construcții, energia electrică are diverse utilizări (pentru acționarea mașinilor și a utilajelor de construcții, a aparatelor de sudură, nituire, iluminatul secțiilor auxiliare productive, a magaziiilor, a clădirilor administrative și sociale, iar pe timp de iarnă, cu restricții, pentru dezghețarea terenurilor, protecția betonului proaspăt, încălzirea materialelor de construcții etc.)

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Maria FLOREA	Pagina:	R024\02PTE\W01\8

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Pentru reducerea consumurilor de energie electrica se pot lua următoarele masuri: stabilirea unor puncte de iluminare strict necesare, folosirea de mașini și utilaje ale căror motoare electrice să aibă un randament ridicat, folosirea întrerupătoarelor de mers în gol, care să oprească funcționarea motorului electric sau a transformatorului de sudură la întreruperea lucrului; etc.

Determinarea consumului de căldură.

Consumul de căldură pentru scopuri tehnologice se determină de fiecare dată prin calcule speciale, luându-se ca bază volumul de lucrări proiectat și termenele de execuție, regimurile termice adoptate și alte condiții care determină cantitatea de căldură și intensitatea consumării ei.

9. Organizarea teritoriului șantierului

Realizarea producției la calitatea și temenele stabilite, creșterea productivității muncii și reducerea costului obiectelor de construcții sunt condiționate și de modul de amplasare a depozitelor, căilor de comunicație provizorii, surselor de alimentare și rețelelor de distribuire a apei, energiei electrice, precum și a obiectelor de construcții provizorii de servire a personalului de pe șantier etc.

Această amplasare se realizează pe baza planului de organizare a teritoriului șantierului, în care se stabilește situarea pe teren a elementelor și obiectelor de organizare de șantier.

Surse de poluanți și instalații pentru reținerea, evacuarea și dispersia poluanților în mediu în timpul organizării de șantier

- ape uzate

În faza de construcție apele menajere se colectează în sistem local prin intermediul unei instalații tip tanc septic etanș.

Vidanjarea se va realiza la cerere de către operatorul local. Indicatorii de calitate ai apelor uzate evacuate se vor încadra în normativul NTPA 002/2005.

- emisii

Din activitatea desfășurată pentru realizarea proiectului vor fi emisii de:

- gaze eșapate de la mașinile de transport materiale de construcție
- pulberi în suspensie de la operațiile de excavare, manipulare materiale de construcție care nu influențează în mod semnificativ calitatea mediului.

- zgomot și vibrații

Din activitatea desfășurată pentru realizarea proiectului principalele sursele de zgomot și vibrații vor fi:

- mașinile de transport materiale de construcție
- manipulare materiale de construcție

Care vor fi de mică intensitate și nu influențează în mod semnificativ calitatea mediului.

- deșeuri

- deșeuri de materiale de construcție - se vor depozita în locuri autorizate , în conformitate cu emitentul autorizației de construcție

- deșeuri menajere se vor depozita în containere specializate

Se va realiza monitorizarea factorilor de calitate aer (emisii, pulberi în suspensie), apă , zgomot în perioada de realizare a obiectivului.

Dotări și măsuri prevăzute pentru controlul emisiilor de poluanți în mediu

- Se va institui un sistem de colectare selectivă a deșeurilor precum și un sistem de evidență și control al tuturor deșeurilor generate, valorificate și eliminate (codificat conform nomenclaturii europene transpuse în legislația românească prin H.G nr.162 /2002),

- Se va iniția și organiza monitoring-ul în faza de construcție la :

- emisiile provenite de la mașini de transport, pulberi în suspensie de la manipulare materiale

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Maria FLOREA	Pagina: R024I02PTEIW011 9

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

- calitatea apelor de suprafață (unde este cazul)
 - zgomotul în incinte și la limite proprietate
 - Conformarea pe linie de Situații de Urgență și Sănătate și Securitate în Muncă.
 - Urmărirea în permanență a respectării legislației referitoare la protecția mediului.
 Investiția ce face obiectul prezentei documentații, prin caracterul tehnologic de întreținere și exploatare, nu folosește utilități și deci nu impune realizarea de rețele de utilități.

În faza de execuție a lucrărilor, se impune ca în zona organizării de șantier să existe utilități pentru deservirea construcțiilor și salariaților, pe toată durata de execuție.

În aceste condiții, în categoria utilităților sunt cuprinse următoarele:

- rețea de apă potabilă
- rețea de electricitate

Toate aceste surse menționate (utilități) sunt necesare atât în zona punctelor de lucru, cât și în zona de organizare de șantier.

La executarea lucrărilor, executantul și beneficiarul vor respecta toate prevederile specifice naturii lucrărilor cuprinse în normele departamentale.

II. MEMORII TEHNICE PE SPECIALITĂȚI

a) Memoriu de pod

Podul care face obiectul prezentului proiect este amplasat în comuna Pericei pe strada Bosorcaia, jud. Sălaj și traversează Râul Crasna.

- Podul este situat pe o stradă de categoria IV.
- Categoria de importanță a construcției este C – lucrări cu importanță normală conform H.G. 766/1997;
- Podul a fost executat în anul 1998 și a fost proiectat la clasa „I” de încărcare (A13+S60).

Situația actuală

- Podul este amplasat în intravilanul comunei Pericei, pe strada Bosorcaia. Podul asigură continuitatea străzii, peste râul Crasna.

Traversarea râului se realizează pe un pod metalic cu trei deschideri. Lungimea totală a podului este de 27,40m.

Lățimea părții carosabile este de 3,50m, lățimea totală fiind de 6,40m.

Schema statica a podului este grindă continuă cu console.

În secțiunea transversală podul asigură o parte carosabilă cu lățimea de 3,50 m și două trotuare pietonale cu lățimea de ~ 1,00 m. Suprastructura existentă este alcătuită din două grinzi metalice recuperate de la un pod rulant dezafectat de 5 tone încărcare la cârîig cu deschiderea de 28 m. Acestea au fost asamblate într-o structură judicios concepută din punct de vedere static (grindă continuă cu dublă consolă) care au permis construirea unui pod rutier cu trei deschideri: 5.55 + 15.60 + 5.55, capabil să susțină convoiul A13, S60 (clasa I de încărcare conf. STAS 3221-86). Grinzile au fost consolidate în zona de deasupra pilelor (la capătul zonei cu înălțimea variabilă a inimii) pentru a prelua solicitările locale. Grinzile sunt legate între ele



Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Maria FLOREA	Pagina: R024\02\PTEN\01\10

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

prin antretoaze de câmp (două bucăți) amplasate în plan vertical, perpendicular pe axa podului, antretoaze de reazem, și contravântuire orizontală, pentru fiecare pilă. Capătul grinzilor este nerezemat (fără culei) pentru a asigura realizarea schemei statice preconizate. Capetele consolelor sunt prevăzute cu câte o antretoază.

Platelașul podului este realizat din lemn, fiind alcătuit din traverse cu secțiune pătrată, scoase alternativ spre cele două trotuare, realizând o distanță inter ax de 50 cm sub carosabil și de 1,00 m sub trotuare. Podina de rezistență este alcătuită din dulapi de stejar de 8 cm grosime cu interspații iar cea de uzură din dulapi de 5 cm grosime alipiți. Podinile sunt dispuse sub unghiuri, una față de alta și ambele față de axul podului, pentru a repartiza mai bine încărcările locale din roțile vehiculelor.

Infrastructura podului este realizată din două pile fundate direct în stratul de marnă, la cca. 5,5 m de la terenul actual. Forma secțiunii pilelor este de paralelogram și au grosimea de 60 cm.

Racordarea cu terasamentul se realizează prin plăci de racordare din beton armat, rezemate pe consolele grinzilor metalice și pe grinzi din beton armat pe terasament. Grinzile metalice reazemă pe infrastructuri prin intermediul aparatelor de reazem din neopren.

În albia râului sunt arbori care obturează scurgerea apei la debite mari.

Drumul este oblic față de albia râului Crasna. Podul este construit în aliniament și are oblicitate stânga de 70°.

În zona podului s-a identificat o conductă de apă prinsă de grinda principală dinspre amonte.

Situația proiectată – Lucrări de consolidare a podului existent

Se va păstra clasa "I" de încărcare (A13 + S60).

Soluția presupune realizarea lucrărilor de consolidare a podului de pe strada Bogdan-Vasile peste râul Crasna. Podul va păstra cele 3 deschideri și lungimea totală de 27.40 m, lățimea totală va fi de 6.00 m, cu o parte carosabilă de 3.50 m.

Lucrările se vor desfășura prin devierea circulației rutiere pe străzile din localitate.

Se va asigura semnalizarea corespunzătoare pe timpul execuției lucrărilor.

Noul gabarit transversal al podului va fi de 6.00 m și este compus din:

- 1 bandă de 3,50 m - parte carosabilă
- 2 borduri înalte cu lățimea de 0.20m
- 2 trotuare de 0,80 m
- 2 grinzi de 0,25 m pentru amplasarea parapetului pietonal

Lucrări de consolidare la nivelul infrastructurilor:

Se va realiza o cămășuire cu beton C30/37 de min. 20 cm grosime a părții superioare a fundațiilor. Cămășuirea fundației se va realiza pe minim 2 m adâncime și va intra minim 50 cm în stratul de mamă nealterată. Pentru a evita pericolul deranjării și a eroziunii materialului de la talpa fundației lucrările de



Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Maria FLOREA	Pagina: R024/02PTEIW01/11

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

săpătură se vor realiza până la maxim 1.00 m față de talpa fundației. La partea inferioară a cămășurii se va realiza o grindă ancorată în fundație cu rol de sponire a capacității portante a fundației.

Se vor cămășui elevațiile pilelor cu min 15 cm beton C30/37.

Se va înlătura materialul depus pe bancheta cuzinetilor și se va repara suprafața cu mortar special.

Se vor proteja anticoroziv toate suprafețele văzute de beton.

Se vor înlocui aparatele de reazem existente cu aparate de reazem din neopren de același tip cu cele existente 150x300x19 (41).

Lucrări la nivelul suprastructurii și căii pe pod:

Se va desface podina de uzură și de rezistență, se vor desface traversile, se va evalua starea de degradare a grinzilor metalice la partea superioară; în cazul în care nu se observă degradări importante ale grinzilor, se curăță grinzile metalice până la luciu metalic și se reface protecția anticorozivă. Se consolidează grinzile metalice la forță tăietoare și se execută o placă de suprabetonare din beton armat C35/45 peste grinzile metalice, în conlucrare cu acestea.

Peste placa de suprabetonare se va așterne hidroizolația. Călea pe zona carosabilă va fi alcătuită din: strat de protecție hidroizolație din 3 cm BA8, strat de legătură din 4 cm BAP16 și strat de uzură din 4 cm BAP16. Călea pe trotuare va fi alcătuită din umplutură de beton C25/30 și strat de uzură din 3 cm BA8. Trotuarele vor fi executate denivelat față de partea carosabilă, cu o pantă de 1.00% către partea carosabilă. Separarea acestora față de partea carosabilă se va realiza prin parapetul rigid tip bordură înaltă. Se va amplasa parapet pietonal metalic pe toată lungimea podului. În lungul trotuarelor și a părții carosabile pe pod se vor executa cordoane de impermeabilizare a căii pe pod.

Lucrări la nivelul racordărilor cu terasamentele și a rampelor de acces:

Pentru aducerea străzi la noua cotă a podului, unde este necesar se va freza asfaltul existent, se va dispune un geocompozit antifisura peste care se vor tuma 2 straturi de asfalt, astfel:

- 4cm strat de uzură din beton asfaltic BA16
- min.6cm strat de legătură din BAD22.4

Se păstrează amenajarea existentă.

Lucrări la nivelul albiei:

Se vor executa lucrări de îndepărtare a vegetației din albie, pe două lungimi de pod în amonte și o lungime de pod în aval.

Se vor proteja fundațiile pilelor prin așterea unei saltele din anrocamente, dispuse pe un strat de geotextil.

Indicatoarele și marcajele rutiere permanente vor fi în conformitate cu standardele în vigoare și cu, codul rutier român, cu SR EN 1848-1, 2, 3:2011 (Semnalizare rutieră, Indicatoare și mijloace de semnalizare rutieră) și SR 1848-7:2015 (Semnalizare rutieră. Marcaje rutiere).



Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Maria FLOREA	Pagina: R024/02/PTEIW01/12

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Rețele:

Pe perioada execuției conducta de apă prinsă de grinda principală dinspre amonte, se va reloca pe o estacadă provizorie, după care se va monta pe vechea poziție.

A fost verificat deșeușul podului la debitul de calcul de 5% = 108 mc/s (Regim amenajat), la acest debit rămâne o înălțime liberă de trecere de 1.01m care asigură deșeușarea debitului Q1% = 173 mc/s (Regim amenajat).

Cotă intrados pod	+214.10 +mdM
Cotă talveg	+210.33 +mdM
Debit Q 1% (Regim amenajat)	173 m ³ /s
N.A.E. 1%	+213.81 +mdM
Înălțimea liberă sub pod (debit 1%)	0.29 m
Debit Q 5% (Regim amenajat)	108 m ³ /s
N.A.E. 5%	+213.09 +mdM
Înălțimea liberă sub pod (debit 5%)	1.01 m

III. BREVIARE DE CALCUL

A se vedea volumul separat III. Breviare de calcul – poduri.

IV. CAIETE DE SARCINI

A se vedea volumul separat IV. Caiete de Sarcini – poduri.

V. LISTE CU CANTITĂȚI DE LUCRĂRI

A se vedea volumul "V. Liste cu cantități de lucrări" anexat documentației.

VI. GRAFICUL GENERAL DE REALIZARE A INVESTIȚIEI PUBLICE

Programul de execuție a lucrărilor

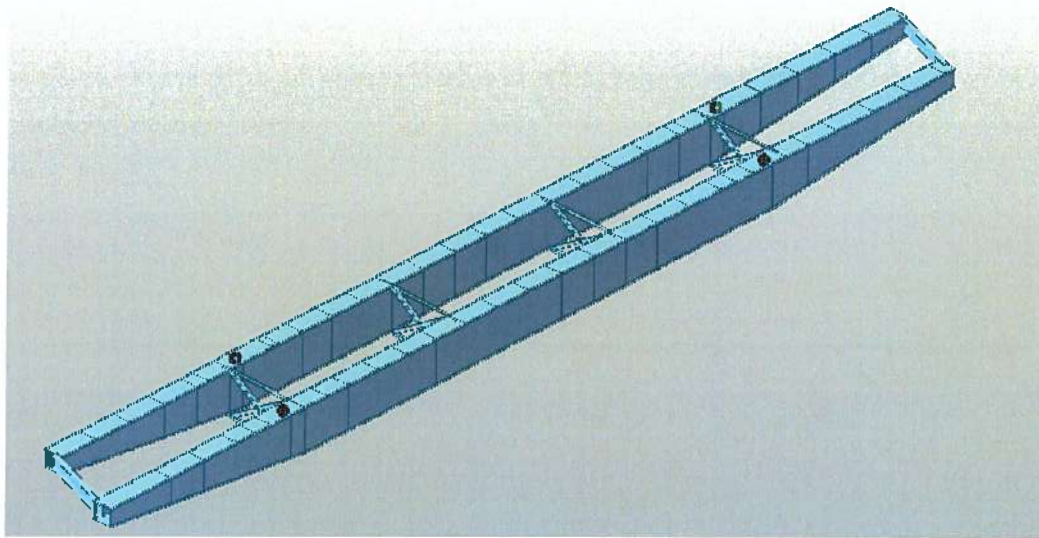
A se vedea anexat Graficul de realizare a investiției.

Data,
Iulie 2025

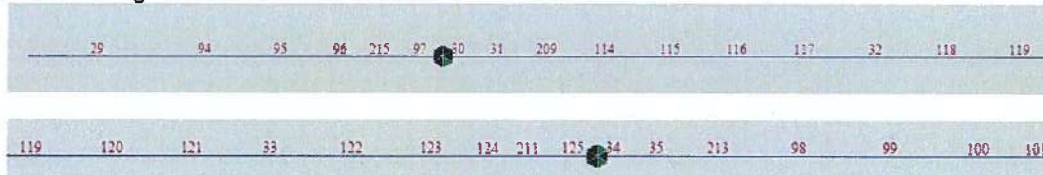


Întocmit,
Ing. Maria FLOREA





Elementele grinzii



■ MEMBER NAME : Steel Composite : 29 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

compozit gp var

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

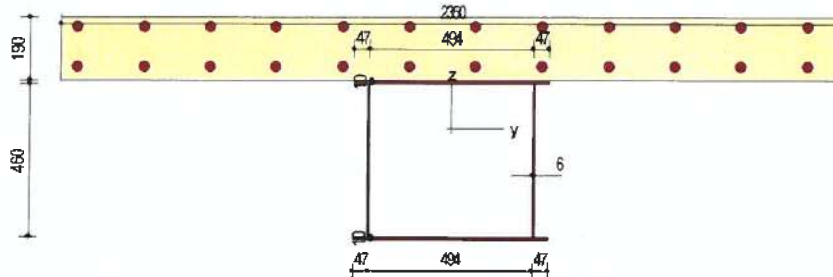
4) Length

L = 1.966m

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{R1} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	17,520.000mm ²	89,974.193mm ²	89,974.193mm ²
I _y	760,136,000.000mm ⁴	2.561424e+9mm ⁴	2.561424e+9mm ⁴
I _z	713,346,240.000mm ⁴	3.405737e+10mm ⁴	3.405737e+10mm ⁴
C _y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C _z	240.000mm	509.768mm	509.768mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	41,674.790mm ²	41,674.790mm ²	
I _y	2.022906e+9mm ⁴	2.022906e+9mm ⁴	
I _z	1.223541e+10mm ⁴	1.223541e+10mm ⁴	
C _y	285.510mm	285.510mm	
C _z	437.065mm	437.065mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULS560	
M _{Ed} / M _{Rd}		11.597kN-m / 1,677.160kN-m = 0.007	OK

1) Design Load

	Value	Unit
N _{a,Ed}	-0.170	(kN)
N _{c,Ed}	26.892	(kN)
M _{z,Ed}	2.838	(kN-m)
M _{c,Ed}	8.759	(kN-m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ ₁ (MPa)	σ ₂ (MPa)	ε	λ _{lim1-2}	λ _{lim2-3}	λ _{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	0.647	0.364	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	0.360	0.333	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	0.677	0.650	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-2.787	-3.070	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-3.074	-3.100	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-2.757	-2.783	1.000	-	-	-	Class 1
left web	76.667	0.289	-3.002	1.000	-	-	-	Class 1
right web	76.667	0.579	-2.712	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment M_{pl,Rd}

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 520.000mm
 N_{slab} = 6,991.250kN
 N_{g,top} = 0.000kN (Upper side of PNA)
 N_{g,bot} = 4,117.200kN (Lower side of PNA)
 M_{pl,Rd} = 1,677.160kN-m
 x_{pl} = 150.000mm
 M_{Rd} = β M_{pl,Rd} = 1,677.160kN-m
 where, β = 1.000

4) Elastic resistance moment M_{el,Rd}

EN 1994-2: 6.2.1.4

x_{pl} / h = 0.224 ≤ 0.4
 σ_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{1,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{1,c} / I_{y,c}) = -0.794MPa
 σ_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{2,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{2,c} / I_{y,c}) = 2.639MPa

$$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 134.291$$

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 1,179.137 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 1,179.137 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Where,

$$f_{y,top} = 235.000 \text{ MPa}$$

$$f_{y,bot} = 235.000 \text{ MPa}$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	$3.919 \text{ kN} / 188.369 \text{ kN} = 0.021$	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 73.521 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed,t} = 73.521 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed,b} = 8.087 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2-1}	λ_{lim2-1}	λ_{lim2-1}	Class
internal top-flange	49.400	0.771	0.493	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	0.489	0.463	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	0.800	0.774	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-1.693	-1.971	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-1.974	-2.001	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-1.663	-1.690	1.000	-	-	-	Class 1
left web	76.667	0.438	-1.923	1.000	-	-	-	Class 1
right web	76.667	0.723	-1.638	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section								Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 898.727 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 898.727 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 6.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 4.274$$

$$k_r = 5.34 + 4.00 (h_w/a)^2 + k_{rst} = 5.559, a/h_w = 4.274 \geq 1.0$$

$$k_{rst} = 9 (h_w/a)^2 ((l_{sl} / (t^3 h_w), 3))^{1/3} > 2.1/t (l_{sl}/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 460.000 \text{ mm}$$

$$l_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4t\epsilon} = 0.887$$

EN 1993-1-5:2006, 6.3 (3)

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 94.185 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 94.185 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -1.959 \text{ kN}$$

$$\eta_s = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.0208 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 6.3

$$M_{Ed} = 73.521 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{F,Rd0} = 1,313.944 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{F,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{r1} + A_{r2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.000$$

$$M_{F,Rd} = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{F,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{F,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 73.521 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 541.844$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 6.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 188.369\text{kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.00818	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 26.722\text{kN} \\ M_{Ed} &= 11.597\text{kN}\cdot\text{m} \\ V_1 &= 3.713\text{kN} \\ V_2 &= 86.046\text{kN} \\ M_1 &= 11.597\text{kN}\cdot\text{m} \\ M_2 &= -76.633\text{kN}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd} &= 1,677.160\text{kN}\cdot\text{m} \\ M_{el,Rd} &= 1,179.137\text{kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1 : 6.3.2.1

$$\begin{aligned} L &= 1,966.176\text{mm} \\ c &= 0.000\text{MPa} \\ \gamma &= c \cdot t^4 / (EI) = 0.000\text{mm} \\ \mu &= V_2 / V_1 = 0.0431 \\ \phi &= 2 \frac{1-M_2/M_1}{1+\mu} = 1.917 \\ m_1 &= 1+0.44(1+\mu)\phi^{1.5} + (3+2\phi)\gamma/(350-50\mu) = 2.218 \\ m_2 &= 1+0.44(1+\mu)\phi^{1.5} + (0.195 + (0.05+\mu/100)\phi\gamma, 0.5) = 2.218 \\ m &= \text{Min}(m_1, m_2) = 2.218 \\ \alpha_{LT} &= 0.760 \end{aligned}$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0812$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.458$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 1,677.160\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 1,677.160\text{kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT,N} \text{Area } f_{yd} = 21,143.935\text{kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.00818$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	21.064kN/m / 570.011kN/m = 0.0370	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$\begin{aligned} N_{c,el} &= 2,165.600\text{kN} \\ N_{c,t} &= 6,991.250\text{kN} \\ M_{Ed} &= 6.422\text{kN}\cdot\text{m} \\ V_{Ed} &= -6.041\text{kN} \\ M_{pl,Rd} &= 1,677.160\text{kN}\cdot\text{m} \\ M_{el,Rd} &= 1,179.137\text{kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8f_{t,rd}^2 V_v = 57.001\text{kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / V_v = 81.999\text{kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001\text{kN}$$

$f_u = 350.000\text{MPa}$
 $\alpha = 1.000$
 $d = 18.000\text{mm}$
 $h_{sc} = 150.000\text{mm}$
 $\text{Space} = 200.000\text{mm}$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{A6}
 $V_{L,Ed} = -6.041\text{kN}$

4) Verification

$v_{L,Ed} = V_{Ed} (A z/l) = 21.064\text{kN/m}$
 $v_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num./Space} = 570.011\text{kN/m}$
 $v_{L,Ed} \leq v_{L,Rd}$

MEMBER NAME : Steel Composite : 30 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit gp var

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

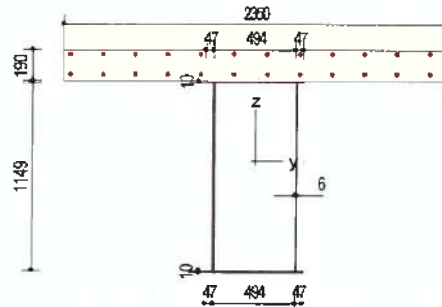
4) Length

$L = 0.437\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MR} for fatigue strength	1.000
γ_{MRs} for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	25,787.942mm ²	98,242.135mm ²	98,242.135mm ²
I_y	5.546801e+9mm ⁴	1.454606e+10mm ⁴	1.454606e+10mm ⁴
I_z	1.242594e+9mm ⁴	3.458662e+10mm ⁴	3.458662e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	584.498mm	1,085.631mm	1,085.631mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	49,942.732mm ²	49,942.732mm ²	
I_y	1.147944e+10mm ⁴	1.147944e+10mm ⁴	
I_z	1.276611e+10mm ⁴	1.276611e+10mm ⁴	
C_y	287.909mm	287.909mm	
C_z	915.555mm	915.555mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	OK
	M_{Ed} / M_{Rd}	-1,785.458kN·m / -2,348.481kN·m = 0.760	

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	9.849	{ kN }
$N_{c,Ed}$	12.343	{ kN }
$M_{a,Ed}$	-381.209	{ kN·m }
$M_{c,Ed}$	-1,404.250	{ kN·m }

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-71.342	-72.228	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-72.239	-72.323	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-71.247	-71.332	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	151.998	151.112	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	151.101	151.017	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	152.093	152.009	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	191.499	149.191	-70.328	1.000	33.000	38.000	81.637	Class 4
right web	191.499	150.098	-69.421	1.000	33.000	38.000	81.185	Class 4
Class of cross-section								Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,208.995mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 6,301.250kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ [Upper side of PNA]
 $N_{g,bot} = 6,060.166kN$
 $M_{pl,Rd} = 4,577.996kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,577.996kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	25,787.942
$C_{z,a,eff}$	584.498
$A_{c,eff}$	49,942.732
$C_{z,c,eff}$	915.555

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	5.640299e+9
$C_{z,a,eff}$	631.131
$I_{y,c,eff}$	9.874047e+9
$C_{z,c,eff}$	965.405

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 65.306MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -179.952MPa$$

$k = 1.401$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,348.481kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	607.999kN / 842.185kN = 0.722	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 2,037.145kN\cdot m$$

$$M_{Ed,t} = 2,037.145kN\cdot m$$

$$M_{Ed,ls} = 787.553 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{pl,2-3}$	$\lambda_{pl,3-4}$	$\lambda_{pl,4-5}$	Class
internal top-flange	49.400	-48.112	-48.711	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-48.718	-48.775	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-48.047	-48.104	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	66.250	65.651	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	65.644	65.587	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	66.315	66.258	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	191.499	64.665	-47.740	1.000	33.000	38.000	98.490	Class 4
right web	191.499	65.279	-47.126	1.000	33.000	38.000	97.289	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,244.853 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 2,244.853 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 1.001$$

$$k_t = 5.34 + 4.00 (h_w/a)^2 + k_{tst} = 9.333, \quad a/h_w = 1.001 \geq 1.0$$

$$k_{tst} = 9 (h_w/a)^2 \left((l_{sl} / (t^3 h_w), 3) \right)^{1/4} > 2.1/t (l_{sl}/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,148.995 \text{ mm}$$

$$l_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4 t \epsilon \sqrt{k_t}} = 1.676$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.495, \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 421.093 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 421.093 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -303.999 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.722 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 2,037.145 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,526.473 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{t1} + A_{t2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.000$$

$$M_{f,Rd} = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 2,037.145 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 292.215$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 842.185 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_3 = 0.722 \geq 0.5$$

$$\eta_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}} \right) (2 \eta_3 - 1)^2 = 0.642 \leq 1.0$$

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.762	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = 22.192 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -1,785.458 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -382.575 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 V_2 &= -363.960\text{kN} \\
 M_1 &= -1,785.458\text{kN}\cdot\text{m} \\
 M_2 &= -1,622.282\text{kN}\cdot\text{m} \\
 M_{pl,Rd} &= 4,577.996\text{kN}\cdot\text{m} \\
 M_{el,Rd} &= 2,348.481\text{kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1 : 6.3.2.1

$$\begin{aligned}
 L &= 436.764\text{mm} \\
 c &= 0.000\text{MPa} \\
 \gamma &= c L^2 / (E I) = 0.000\text{mm} \\
 \mu &= V_2 / V_1 = 0.951 \\
 \phi &= 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.0937 \\
 m_1 &= 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.025 \\
 m_2 &= 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.025 \\
 m &= \text{Min}(m_1, m_2) = 1.025 \\
 \alpha_{LT} &= 0.760 \\
 \lambda_{LT} &= 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_t}} = 0.0303 \\
 \phi_{LT} &= 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.436 \\
 \chi_{LT} &= \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000 \\
 M_{Rd} &= 2,348.481\text{kN}\cdot\text{m} \\
 M_{b,Rd} &= \chi_{LT} M_{Rd} = 2,348.481\text{kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$$\begin{aligned}
 \chi_{LT, N} &= 1.000 \\
 N_{b,Rd} &= \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 11,736.542\text{kN}
 \end{aligned}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.762$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	OK
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	$388.719\text{kN/m} / 570.011\text{kN/m} = 0.682$	

1) Longitudinal Shear Design Load

$$\begin{aligned}
 N_{c,el} &= 0.000\text{kN} \\
 N_{c,f} &= 0.000\text{kN} \\
 M_{Ed} &= -715.300\text{kN}\cdot\text{m} \\
 V_{Ed} &= -438.524\text{kN} \\
 M_{pl,Rd} &= 4,577.996\text{kN}\cdot\text{m} \\
 M_{el,Rd} &= 2,425.950\text{kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$$\begin{aligned}
 P_{Rd,1} &= 0.8f_{utd}^2 \gamma_v = 57.001\text{kN} \\
 P_{Rd,2} &= 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999\text{kN} \\
 P_{Rd} &= \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001\text{kN} \\
 f_u &= 350.000\text{MPa} \\
 \alpha &= 1.000 \\
 d &= 18.000\text{mm} \\
 h_{sc} &= 150.000\text{mm} \\
 \text{Space} &= 200.000\text{mm}
 \end{aligned}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{As}

$$V_{L,Ed} = -438.524\text{kN}$$

4) Verification

$$\begin{aligned}
 V_{L,Ed} &= V_{Ed} (A z / I) = 388.719\text{kN/m} \\
 V_{L,Rd} &= P_{Rd} \text{Num.} / \text{Space} = 570.011\text{kN/m} \\
 V_{L,Ed} &\leq V_{L,Rd}
 \end{aligned}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 31 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit grinzi principale

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210.000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34.000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200.000.000\text{MPa}$

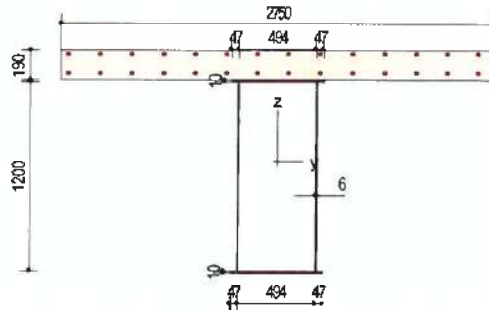
4) Length

$L = 0.713\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{FF} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MF} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{MF,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	54,580.589mm ²	54,580.589mm ²	
I_y	1.309531e+10mm ⁴	1.309531e+10mm ⁴	
I_z	1.960994e+10mm ⁴	1.960994e+10mm ⁴	
C_y	287.092mm	287.092mm	
C_z	976.581mm	976.581mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-1,627.095kN-m / -2,464.343kN-m = 0.660	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-0.0475	(kN)
$N_{c,Ed}$	24.174	(kN)
$M_{a,Ed}$	-309.202	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-1,317.894	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-55.148	-56.334	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-56.349	-56.461	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-55.021	-55.134	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	129.265	128.079	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	128.065	127.952	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	129.393	129.280	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	126.553	-54.837	1.000	33.000	38.000	79.687	Class 4
right web	200.000	127.768	-53.622	1.000	33.000	38.000	79.029	Class 4
Class of cross-section								Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,a} = 7,351.458kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 6,204.000kN$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{z,eff}$	26,400.000
$C_{z,eff}$	810.000
$A_{c,eff}$	54,580.589
$C_{c,eff}$	976.581

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,eff}$	6.180373e+9
$C_{z,eff}$	661.839
$I_{yc,eff}$	1.101610e+10
$C_{c,eff}$	1,031.961

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 50.420MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -156.569MPa$$

$k = 1.635$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,464.343kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	571.961kN / 863.634kN = 0.662	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 1,692.846kN\cdot m$$

$$M_{Ed,t} = 1,692.846kN\cdot m$$

$$M_{Ed,b} = 524.188 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-33.600	-34.587	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-34.599	-34.693	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-33.494	-33.588	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	41.845	40.859	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	40.847	40.753	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	41.951	41.857	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	40.228	-33.981	1.000	33.000	38.000	107.298	Class 4
right web	200.000	41.239	-32.970	1.000	33.000	38.000	103.449	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$e = \sqrt{235 / \varepsilon}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_v / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 2,344.504 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 0.958$$

$$k_1 = 4.00 + 5.34 (h_w/a)^2 + k_{tst} = 9.814, \quad a/h_w = 0.958 < 1.0$$

$$k_{tst} = 9 (h_w/a)^2 \{ (|s| / (t^3 h_w), 3) \}^{1/4} > 2.1/t (|s|/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$I_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4 t \varepsilon \sqrt{k_1}} = 1.707$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.486, \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 431.817 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 431.817 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -285.981 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.662 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 1,692.846 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,708.191 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{t1} + A_{t2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.000$$

$$M_{f,Rd} = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bl,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} (1 - (\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd0}})^2) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,692.846 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 291.823$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 863.634 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_3 = 0.662 \geq 0.5$$

$$\eta_1 + (1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}) (2 \eta_3 - 1)^2 = 0.447 \leq 1.0$$

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.662	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = 24.127 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -1,627.095 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -373.388 \text{ kN}$$

$V_2 = -341.108\text{kN}$
 $M_1 = -1,627.095\text{kN}\cdot\text{m}$
 $M_2 = -1,372.293\text{kN}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408\text{kN}\cdot\text{m}$
 $M_{el,Rd} = 2,464.343\text{kN}\cdot\text{m}$

2) $M_{o,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1 : 6.3.2.1

$L = 713.236\text{mm}$
 $c = 0.000\text{MPa}$
 $\gamma = c L^4 / \{ E I \} = 0.000\text{mm}$
 $\mu = V_2 / V_1 = 0.914$
 $\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.164$
 $m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.056$
 $m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.056$
 $m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.056$
 $\alpha_{LT} = 0.760$
 $\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0491$
 $\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.444$
 $\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$
 $M_{Rd} = 2,464.343\text{kN}\cdot\text{m}$
 $M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 2,464.343\text{kN}\cdot\text{m}$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$\chi_{LT,N} = 1.000$
 $N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 12,826.438\text{kN}$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.662$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB $V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	ULSS60 355.381kN/m / 570.011kN/m = 0.623	OK
-------------	------------------------------	---	----

1) Longitudinal Shear Design Load

$N_{c,el} = 0.000\text{kN}$
 $N_{c,l} = 0.000\text{kN}$
 $M_{Ed} = -457.451\text{kN}\cdot\text{m}$
 $V_{Ed} = -411.111\text{kN}$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408\text{kN}\cdot\text{m}$
 $M_{el,Rd} = 2,601.383\text{kN}\cdot\text{m}$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$P_{Rd,1} = 0.8f_u \pi d^2 \psi_v = 57.001\text{kN}$
 $P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \psi_v = 81.999\text{kN}$
 $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001\text{kN}$
 $f_u = 350.000\text{MPa}$
 $\alpha = 1.000$
 $d = 18.000\text{mm}$
 $h_{sc} = 150.000\text{mm}$
 $\text{Space} = 200.000\text{mm}$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{AB}

$V_{L,Ed} = -411.111\text{kN}$

4) Verification

$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / I) = 355.381\text{kN/m}$
 $V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{Num.} / \text{Space} = 570.011\text{kN/m}$
 $V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$

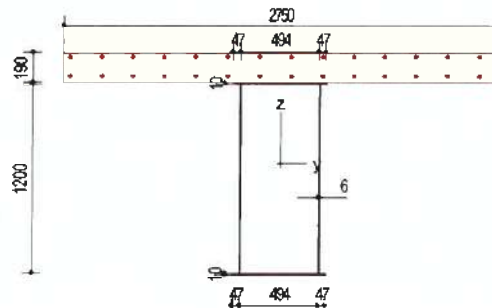
MEMBER NAME : Steel Composite : 32 - i

1. Member Information

- 1) Design Code
EN 1994-2 (NA : Recommended)
- 2) Section Property
composit grinzi principale
- 3) Material
Steel
 $f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$
Concrete
 $f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$
Reinforcement
 $f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$
- 4) Length
L = 1.040m
- 5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{Rf} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	54,580.589mm ²	54,580.589mm ²	
I_y	1.309531e+10mm ⁴	1.309531e+10mm ⁴	
I_z	1.960994e+10mm ⁴	1.960994e+10mm ⁴	
C_y	287.092mm	287.092mm	
C_z	976.581mm	976.581mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-238.161kN·m / -2,411.596kN·m = 0.099	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.000111	{ kN }
$N_{c,Ed}$	12.190	{ kN }
$M_{a,Ed}$	230.078	{ kN·m }
$M_{c,Ed}$	-468.239	{ kN·m }

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	14.250	13.788	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	13.782	13.738	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	14.299	14.255	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	12.010	11.548	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	11.543	11.499	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	12.060	12.016	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	13.764	11.561	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
right web	200.000	14.237	12.034	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
Class of cross-section								Class 4

$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 7,351.458kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 6,204.000kN$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{s,eff}$	26,400.000
$C_{z,s,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	54,580.589
$C_{z,c,eff}$	976.581

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,eff}$	6.472847e+9
$C_{z,s,eff}$	575.972
$I_{y,eff}$	1.086866e+10
$C_{z,c,eff}$	1.051.094

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,s} - C_{z,s,eff}) = 0.000kN·m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.000kN·m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{s,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,eff}} z_{c,s} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,eff}} z_{t,c} = -15.615MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{s,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,eff}} z_{b,s} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,eff}} z_{b,c} = -24.810MPa$$

k = 5.642 : the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,411.596kN·m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	1,571.787kN·m / 4,646.194kN·m = 0.338	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.000111	{ kN }

N_{Ed}	10.290	(kN)
$M_{y,Ed}$	230.078	(kN·m)
$M_{z,Ed}$	1,341.709	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2}	λ_{lim3}	λ_{lim4}	Class
internal top-flange	49.400	28.840	28.696	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	28.694	28.680	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	28.856	28.842	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-116.945	-117.090	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-117.092	-117.105	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-116.930	-116.944	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	27.499	-115.897	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	27.647	-115.749	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{sbb} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{y,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{z,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = -28.860MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{y,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{z,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 116.925MPa$

$$k = \frac{f_{sk} \cdot M_{y,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{z,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 2.256$$

$M_{el,Rd} = M_{y,Ed} + k M_{z,Ed} = 3,257.235kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,257.235kN\cdot m$

Where,

$f_{yd,top} = 235.000MPa$

$f_{yd,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	$257.713kN / 491.399kN = 0.524$	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 6,353.492kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 6,353.492kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 1,491.945kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2}	λ_{lim3}	λ_{lim4}	Class
internal top-flange	49.400	28.083	27.907	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	27.905	27.888	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	28.102	28.085	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-104.513	-104.590	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-104.692	-104.709	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-104.495	-104.511	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	26.818	-103.605	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	26.999	-103.424	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.867$

$$k_T = 4.00 + 5.34 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{Tst} = 11.109, \quad a/h_w = 0.867 < 1.0$$

$$k_{Tst} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \left(\left(\frac{I_{sl}}{t^3 h_w} \right), 3 \right)^{1/4} > 2.1/t \left(I_{sl}/h_w \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$I_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4t\epsilon} = 2.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -128.856 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.524 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 6,353.492 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{t1} + A_{t2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.000$$

$$M_{f,Rd} = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 6,353.492 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 263.910$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 491.399 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULS560	
	Interaction Ratio	0.339	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = 10.290 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,571.787 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -157.904 \text{ kN}$$

$$V_2 = -115.445 \text{ kN}$$

$$M_1 = 1,571.787 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = 1,714.318 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,257.235 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 1,040.000 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^2 / (EI) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.731$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.0961$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.023$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi) \gamma, 0.5 = 1.023$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.023$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wC}}{3A_f}} = 0.0639$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.450$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 26,128.903 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.339$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	177.828kN/m / 570.011kN/m = 0.312	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,el} = 2,616.796 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,394.696 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = -205.715 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,257.235 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_u n d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}\{ P_{Rd,1}, P_{Rd,2} \} = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{AB}

$$V_{L,Ed} = -205.715 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \{ A z / l \} = 177.828 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 33 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit grinzi principale

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

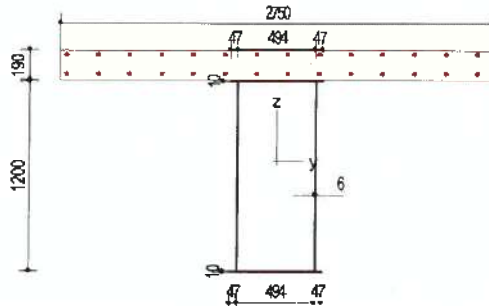
4) Length

$L = 1.040\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{MD} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{Rf} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	54,580.589mm ²	54,580.589mm ²	
I_y	1.309531e+10mm ⁴	1.309531e+10mm ⁴	
I_z	1.960994e+10mm ⁴	1.960994e+10mm ⁴	
C_y	287.092mm	287.092mm	
C_z	976.581mm	976.581mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	OK
	M_{Ed} / M_{Rd}	-560.027kN·m / -2,412.962kN·m = 0.232	

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.0477	(kN)
$N_{c,Ed}$	-15.371	(kN)
$M_{a,Ed}$	203.325	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-763.353	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{lim-1,2}$	λ_{lim-3}	λ_{lim-4}	Class
internal top-flange	49.400	7.041	5.744	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	5.729	5.605	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	7.180	7.057	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	37.628	36.331	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	36.315	36.192	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	37.767	37.644	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	36.065	5.979	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
right web	200.000	37.393	7.308	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
Class of cross-section								Class 4

$$e = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 7,351.458kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 6,204.000kN$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	26,400.000
$C_{z,a,eff}$	610.000

	Value
$A_{c,eff}$	43,855.951
$C_{z,c,eff}$	1,054.113

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	6,472847e+9
$C_{z,a,eff}$	575.972

	Value
$I_{y,c,eff}$	1,085912e+10
$C_{z,c,eff}$	1,050.481

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN·m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 1.437kN·m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{1,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{1,c} = -8.336MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -55.613MPa$$

$k = 3.429$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,412.962kN·m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	1,455.702kN·m / 4,646.194kN·m = 0.313	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.0477	(kN)

$N_{c,Ed}$	-15.434	(kN)
$M_{a,Ed}$	203.325	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	1,252.377	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005. 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	26.130	25.743	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	25.738	25.701	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	26.172	26.135	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-107.670	-108.057	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-108.062	-108.099	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-107.628	-107.665	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	24.641	-106.965	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	25.038	-106.569	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{stab} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = -25.799MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 108.001MPa$

$$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 2.448$$

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,268.543kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,268.543kN\cdot m$

Where,

$f_{y,top} = 235.000MPa$

$f_{y,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	$355.648kN / 491.399kN = 0.724$	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max\{ M_{Ed,t}, M_{Ed,b} \} = 5,791.496kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 5,791.496kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 1,495.225kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005. 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	25.921	25.533	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	25.528	25.491	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	25.963	25.926	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-104.422	-104.810	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-104.815	-104.852	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-104.380	-104.417	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	24.459	-103.747	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	24.857	-103.349	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005. 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006. 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.867$

$$k_r = 4.00 + 5.34 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{tst} = 11.109, \quad a/h_w = 0.867 < 1.0$$

$$k_{tst} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \left\{ \left(\frac{l_{sl}}{t^3 h_w} \right), 3 \right\}^{1/4} > 2.1/t \left(\frac{l_{sl}}{h_w} \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$l_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4t\epsilon} = 2.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Numb. of Web} = 177.824 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.724 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 5,791.496 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.995$$

$$M_{f,Rd} = 2,433.681 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 5,791.496 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 263.910$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 491.399 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.314	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -15.386 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,455.702 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 309.751 \text{ kN}$$

$$V_2 = 303.345 \text{ kN}$$

$$M_1 = 1,455.702 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = 1,135.730 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,268.543 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 1,040.000 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c t^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.979$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.222$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.091$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.091$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.091$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0619$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.449$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 26,128.903 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.314$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	247.899kN/m / 570.011kN/m = 0.435	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,el} = 2,649.696 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,409.283 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 286.774 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,268.543 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_u \pi d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{As}

$$V_{L,Ed} = 286.774 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 247.899 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

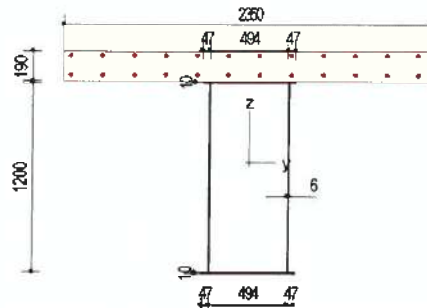
MEMBER NAME : Steel Composite : 34 - i

1. Member Information

- 1) Design Code
EN 1994-2 (NA : Recommended)
- 2) Section Property
composit gp var
- 3) Material
Steel
 $f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$
Concrete
 $f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$
Reinforcement
 $f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$
- 4) Length
 $L = 0.437\text{m}$
- 5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MF} for fatigue strength	1.000
γ_{MFS} for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	98,854.193mm ²	98,854.193mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.595561e+10mm ⁴	1.595561e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	3.462580e+10mm ⁴	3.462580e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,126.723mm	1,126.723mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	50,554.790mm ²	50,554.790mm ²	
I_y	1.256790e+10mm ⁴	1.256790e+10mm ⁴	
I_z	1.280538e+10mm ⁴	1.280538e+10mm ⁴	
C_y	288.055mm	288.055mm	
C_z	949.234mm	949.234mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-2,280.536kN·m / -2,439.590kN·m = 0.935	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-8.008	(kN)
$N_{c,Ed}$	-31.610	(kN)
$M_{a,Ed}$	-374.094	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-1,906.441	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1 2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-75.843	-78.904	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-78.941	-79.233	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-75.514	-75.806	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	183.790	180.729	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	180.692	180.400	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	184.118	183.827	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	178.563	-76.813	1.000	33.000	38.000	79.524	Class 4
right web	200.000	181.699	-73.678	1.000	33.000	38.000	78.345	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 6,301.250kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$

$M_{pl,Rd} = 4,826.037kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,826.037kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{z,eff}$	17,017.295
$C_{z,eff}$	634.772
$A_{y,eff}$	40,021.857
$C_{y,eff}$	1,028.641

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,eff}$	6.180373e+9
$C_{y,eff}$	661.839
$I_{z,eff}$	1.067393e+10
$C_{z,eff}$	1,007.285

- Added moment

$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = -0.198kN\cdot m$

$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 3.100kN\cdot m$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{1,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{1,c} = 71.734MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{2,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{2,c} = -219.698MPa$$

$k = 1.085$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,439.590kN\cdot m$

Where,

$f_{yd,top} = 235.000MPa$

$f_{yd,bot} = 235.000MPa$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	606.966kN / 863.634kN = 0.703	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 2,881.633kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 2,881.633kN\cdot m$

$$M_{Ed,b} = 1,631.016 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	α_1 (MPa)	α_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-60.664	-63.791	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-63.829	-64.126	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-60.329	-60.626	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	130.974	127.847	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	127.809	127.512	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	131.310	131.012	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	126.238	-62.258	1.000	33.000	38.000	82.775	Class 4
right web	200.000	129.441	-59.055	1.000	33.000	38.000	80.878	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 2,344.504 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 0.958$$

$$k_T = 4.00 + 5.34 (h_w/a)^2 + k_{Tst} = 9.814, a/h_w = 0.958 < 1.0$$

$$k_{Tst} = 9 (h_w/a)^2 ((l_{sl} / (t^3 h_w), 3))^{1/4} > 2.1/t (l_{sl}/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$l_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4 t \epsilon \sqrt{k_T}} = 1.707$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.486, \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{Dw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 431.817 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 431.817 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -303.483 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Dw,Rd} = 0.703 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 2,881.633 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,598.390 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.985$$

$$M_{f,Rd} = 2,559.381 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{Df,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} (1 - (\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}})^2) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 2,881.633 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 291.823$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{Df,Rd} = V_{Dw,Rd} + V_{Df,Rd} = 863.634 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_3 = 0.703 \geq 0.5$$

$$\eta_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}} \right) (2 \eta_3 - 1)^2 = 0.674 \leq 1.0$$

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.938	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -39.618 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -2,280.536 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -598.183 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 V_2 &= -579.572 \text{ kN} \\
 M_1 &= -2,280.536 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_2 &= -2,023.171 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{pl,Rd} &= 4,826.037 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{el,Rd} &= 2,439.590 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$\begin{aligned}
 L &= 436.764 \text{ mm} \\
 c &= 0.000 \text{ MPa} \\
 \gamma &= c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm} \\
 \mu &= V_2 / V_1 = 0.969 \\
 \phi &= 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.115 \\
 m_1 &= 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.034 \\
 m_2 &= 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.034 \\
 m &= \text{Min}(m_1, m_2) = 1.034 \\
 \alpha_{LT} &= 0.760 \\
 \lambda_{LT} &= 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0303 \\
 \phi_{LT} &= 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.436 \\
 \chi_{LT} &= \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000 \\
 M_{Rd} &= 2,439.590 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{b,Rd} &= \chi_{LT} M_{Rd} = 2,439.590 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\begin{aligned}
 \chi_{LT, N} &= 1.000 \\
 N_{b,Rd} &= \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 11,880.376 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.938$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB $V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	ULSS60 408.187kN/m / 570.011kN/m = 0.716	OK
-------------	------------------------------	---	----

1) Longitudinal Shear Design Load

$$\begin{aligned}
 N_{c,Ed} &= 0.000 \text{ kN} \\
 N_{c,F} &= 0.000 \text{ kN} \\
 M_{Ed} &= -1,580.085 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 V_{Ed} &= -478.512 \text{ kN} \\
 M_{pl,Rd} &= 4,826.037 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{el,Rd} &= 2,457.357 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$\begin{aligned}
 P_{Rd,1} &= 0.8 f_{v,rd} z_{Vv} = 57.001 \text{ kN} \\
 P_{Rd,2} &= 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / V_v = 81.999 \text{ kN} \\
 P_{Rd} &= \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN} \\
 f_u &= 350.000 \text{ MPa} \\
 \alpha &= 1.000 \\
 d &= 18.000 \text{ mm} \\
 h_{sc} &= 150.000 \text{ mm} \\
 \text{Space} &= 200.000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{ab}

$$V_{L,Ed} = -478.512 \text{ kN}$$

4) Verification

$$\begin{aligned}
 V_{L,Ed} &= V_{Ed} (A z / l) = 408.187 \text{ kN/m} \\
 V_{L,Rd} &= P_{Rd} \text{ Num./Space} = 570.011 \text{ kN/m} \\
 V_{L,Ed} &\leq V_{L,Rd}
 \end{aligned}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 35 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit gp var

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

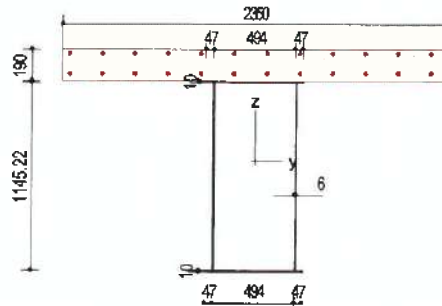
4) Length

$L = 0.713\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{Rf} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	25,742.633mm ²	98,196.826mm ²	98,196.826mm ²
I_y	5.505682e+9mm ⁴	1.444489e+10mm ⁴	1.444489e+10mm ⁴
I_z	1.239693e+9mm ⁴	3.458372e+10mm ⁴	3.458372e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	582.610mm	1,082.582mm	1,082.582mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)
Area	49,897.423mm ²		49,897.423mm ²
I_y	1.140119e+10mm ⁴		1.140119e+10mm ⁴
I_z	1.276320e+10mm ⁴		1.276320e+10mm ⁴
C_y	287.898mm		287.898mm
C_z	913.053mm		913.053mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-2,028.942kN·m / -2,336.342kN·m = 0.868	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{d,Ed}$	-7.296	(kN)
$N_{c,Ed}$	-12.802	(kN)
$M_{a,Ed}$	-320.021	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-1.708.921	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-69.936	-72.204	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-72.231	-72.447	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-69.692	-69.908	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	172.448	170.180	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	170.152	169.936	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	172.691	172.475	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	190.870	168.072	-70.151	1.000	33.000	38.000	78.897	Class 4
right web	190.870	170.395	-67.828	1.000	33.000	38.000	77.985	Class 4

Class of cross-section

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,205.219mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 6,301.250kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,049.519kN$

$M_{pl,Rd} = 4,559.926kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,559.926kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	17,005.072
$C_{z,a,eff}$	606.277
$A_{c,eff}$	40,009.635
$C_{z,c,eff}$	985.153

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	5.601379e+9
$C_{z,a,eff}$	628.865
$I_{y,c,eff}$	9.774167e+9
$C_{z,c,eff}$	964.909

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = -0.173kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 1.247kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{1,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{1,c} = 65.657MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{2,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{2,c} = -204.530MPa$$

$k = 1.181$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,336.342kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	573.838kN / 841.002kN = 0.682	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 3,016.153kN\cdot m$$

$$M_{Ed,t} = 3,016.153kN\cdot m$$

$$M_{Ed,b} = 1,888.415 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-65.812	-68.148	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-68.176	-68.398	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-65.562	-65.784	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	157.769	155.434	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	155.405	155.183	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	158.020	157.797	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	190.870	153.487	-66.257	1.000	33.000	38.000	79.601	Class 4
right web	190.870	155.879	-63.865	1.000	33.000	38.000	78.547	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_v / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,237.476 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 2,237.476 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 1.004$$

$$k_t = 5.34 + 4.00 (h_w/a)^2 + k_{tst} = 9.307, a/h_w = 1.004 \geq 1.0$$

$$k_{tst} = 9 (h_w/a)^2 ((I_{st} / (t^3 h_w), 3))^{1/4} > 2.1/t (I_{st}/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,145.219 \text{ mm}$$

$$I_{st} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4t\epsilon\sqrt{k_t}} = 1.673$$

EN 1993-1-5:2005, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.496, \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 420.501 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 420.501 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -286.919 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.682 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 3,016.153 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,521.149 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.993$$

$$M_{f,Rd} = 2,502.334 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} (1 - (\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}})^2) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 3,016.153 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 292.247$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 841.002 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_3 = 0.682 \geq 0.5$$

$$\eta_1 + (1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}) (2 \eta_3 - 1)^2 = 0.721 \leq 1.0$$

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60
	Interaction Ratio	0.870
		OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -20.098 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -2,028.942 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -572.018 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 V_2 &= -541.690 \text{ kN} \\
 M_1 &= -2,028.942 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_2 &= -1,631.538 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{pl,Rd} &= 4,559.926 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{el,Rd} &= 2,336.342 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$\begin{aligned}
 L &= 713.236 \text{ mm} \\
 c &= 0.000 \text{ MPa} \\
 \gamma &= c L^4 / \{ E I \} = 0.000 \text{ mm} \\
 \mu &= V_2 / V_1 = 0.947 \\
 \phi &= 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.201 \\
 m_1 &= 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.077 \\
 m_2 &= 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \phi) \gamma, 0.5 = 1.077 \\
 m &= \text{Min}(m_1, m_2) = 1.077 \\
 \alpha_{LT} &= 0.760 \\
 \lambda_{LT} &= 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0482 \\
 \phi_{LT} &= 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.443 \\
 \chi_{LT} &= \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000 \\
 M_{Rd} &= 2,336.342 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{b,Rd} &= \chi_{LT} M_{Rd} = 2,336.342 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\begin{aligned}
 \chi_{LT,N} &= 1.000 \\
 N_{b,Rd} &= \chi_{LT,N} \text{Area } f_{yd} = 11,725.894 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.870$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	406.056 kN/m / 570.011 kN/m = 0.712	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$\begin{aligned}
 N_{c,ed} &= 0.000 \text{ kN} \\
 N_{c,t} &= 0.000 \text{ kN} \\
 M_{Ed} &= -1,844.973 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 V_{Ed} &= -456.755 \text{ kN} \\
 M_{pl,Rd} &= 4,559.926 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{el,Rd} &= 2,340.010 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$\begin{aligned}
 P_{Rd,1} &= 0.8 f_u \pi d^2 \gamma_w = 57.001 \text{ kN} \\
 P_{Rd,2} &= 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_w = 81.999 \text{ kN} \\
 P_{Rd} &= \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN} \\
 f_u &= 350.000 \text{ MPa} \\
 \alpha &= 1.000 \\
 d &= 18.000 \text{ mm} \\
 h_{sc} &= 150.000 \text{ mm} \\
 \text{Space} &= 200.000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{As}

$$V_{L,Ed} = -456.755 \text{ kN}$$

4) Verification

$$\begin{aligned}
 V_{L,Ed} &= V_{Ed} \{ A z / l \} = 406.056 \text{ kN/m} \\
 V_{L,Rd} &= P_{Rd} \text{ Num./Space} = 570.011 \text{ kN/m} \\
 V_{L,Ed} &\leq V_{L,Rd}
 \end{aligned}$$

■ MEMBER NAME : Steel Composite : 94 - i

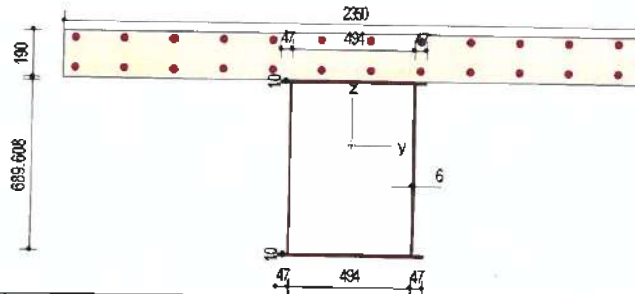
1. Member Information

- 1) Design Code
EN 1994-2 (NA : Recommended)
- 2) Section Property
composit gp var
- 3) Material
Steel
 $f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$
Concrete
 $f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$
Reinforcement
 $f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$
- 4) Length
 $L = 1.093\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MR} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Me,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	20,275.293mm ²	92,729.486mm ²	92,729.486mm ²
I_y	1.796402e+9mm ⁴	5.219598e+9mm ⁴	5.219598e+9mm ⁴
I_z	889,718,035.343mm ⁴	3.423374e+10mm ⁴	3.423374e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	354.804mm	706.258mm	706.258mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)
Area	44,430.083mm ²		44,430.083mm ²
I_y	4.165333e+9mm ⁴		4.165333e+9mm ⁴
I_z	1.241233e+10mm ⁴		1.241233e+10mm ⁴
C_y	286.409mm		286.409mm
C_z	602.062mm		602.062mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	OK
	M_{Ed} / M_{Rd}	-75.322kN-m / -1,588.056kN-m = 0.047	

2) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-2.600	(kN)
$N_{c,Ed}$	4.602	(kN)
$M_{a,Ed}$	-42.230	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-33.092	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{lim1,2}$	$\lambda_{lim2,3}$	$\lambda_{lim3,4}$	Class
internal top-flange	49.400	-7.192	-11.393	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-6.741	-7.141	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-11.444	-11.844	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	15.127	10.926	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	15.578	15.178	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	10.875	10.475	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	114.935	14.864	-6.826	1.000	33.000	38.000	81.272	Class 4
right web	114.935	10.560	-11.130	1.000	33.000	38.000	129.493	Class 3
Class of cross-section								Class 4

$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

Plastic NA = 749.608mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 6,301.250kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 4,764.694kN$

$M_{pl,Rd} = 2,674.556kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 2,674.556kN\cdot m$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

EN 1994-2 : 6.2.1.5

	Value
$A_{a,eff}$	20,275,293
$C_{z,a,eff}$	354,804
$A_{c,eff}$	44,430,083
$C_{z,c,eff}$	602,062

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	1,938424e+9
$C_{z,a,eff}$	366,162
$I_{y,c,eff}$	4,073696e+9
$C_{z,c,eff}$	598,270

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{1a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{1c} = 8.387MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{2a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{2c} = -12.837MPa$$

$k = 46.714$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 1,588.056kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yld,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yld,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	$246.415kN / 717.727kN = 0.343$	OK

2) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 306.859kN\cdot m$$

$$M_{Ed,z} = 306.859kN\cdot m$$

$$M_{Ed,b} = 87.409 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-7.192	-11.393	1.000	-	-	-	Class 2
left top-flange	4.700	-5.741	-7.141	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-11.444	-11.844	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	15.127	10.926	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	15.578	15.178	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	10.875	10.475	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	114.935	14.864	-6.826	1.000	33.000	38.000	81.272	Class 4
right web	114.935	10.560	-11.130	1.000	33.000	38.000	129.493	Class 3
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 1,347.323 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 1,347.323 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 1.668$$

$$k_{t1} = 5.34 + 4.00 (h_w/a)^2 + k_{tst} = 6.778, a/h_w = 1.668 \geq 1.0$$

$$k_{tst} = 9 (h_w/a)^2 (\{ l_{sl} / (t^3 h_w), 3 \})^{1/4} > 2.1/t (l_{sl}/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 689.608 \text{ mm}$$

$$l_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4 t \epsilon \sqrt{k_{t1}}} = 1.180$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.703, \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 358.863 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 358.863 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 123.208 \text{ kN}$$

$$\eta_3' = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.343 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 306.859 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 1,878.737 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.000$$

$$M_{f,Rd} = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{C_{VM1}} (1 - (\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}})^2) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 306.859 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a (0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}}) = 300.591$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 717.727 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_3' = 0.343 < 0.5$$

There is no need to verify the interaction criterion

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.0476	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = 2.002 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -75.322 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 246.415 \text{ kN}$$

$$V_2 = 292.412 \text{ kN}$$

$M_1 = -75.322 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_2 = -369.824 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd} = 2,674.556 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{el,Rd} = 1,588.056 \text{ kN}\cdot\text{m}$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1 : 6.3.2.1

$L = 1,092.647 \text{ mm}$
 $C = 0.000 \text{ MPa}$
 $\gamma = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$
 $\mu = V_2 / V_1 = 0.843$
 $\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.864$
 $m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.651$
 $m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \phi \gamma, 0.5) = 1.651$
 $m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.651$
 $\alpha_{LT} = 0.760$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_t}} = 0.0572$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.447$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$M_{Rd} = 1,588.056 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 1,588.056 \text{ kN}\cdot\text{m}$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$\chi_{LT,N} = 1.000$
 $N_{b,Rd} = \chi_{LT,N} \text{ Area } f_{yd} = 10,441.070 \text{ kN}$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.0476$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	$276.073 \text{ kN/m} / 570.011 \text{ kN/m} = 0.484$	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$N_{c,Ed} = 0.000 \text{ kN}$
 $N_{c,Rd} = 0.000 \text{ kN}$
 $M_{Ed} = -75.322 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $V_{Ed} = 202.678 \text{ kN}$
 $M_{pl,Rd} = 2,674.556 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{el,Rd} = 1,588.056 \text{ kN}\cdot\text{m}$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$P_{Rd,1} = 0.8 f_u \pi d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$
 $P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$
 $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$
 $f_u = 350.000 \text{ MPa}$
 $\alpha = 1.000$
 $d = 18.000 \text{ mm}$
 $h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$
 $\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{Ab}

$V_{L,Ed} = 202.678 \text{ kN}$

4) Verification

$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 276.073 \text{ kN/m}$
 $V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num./Space} = 570.011 \text{ kN/m}$
 $V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$

MEMBER NAME : Steel Composite : 95 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit gp var

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

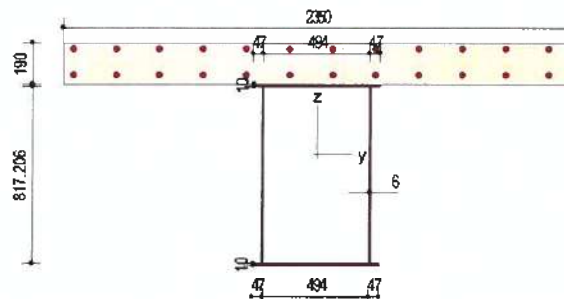
4) Length

$L = 1.093\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{Rf} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	21,806.470mm ²	94,260.662mm ²	94,260.662mm ²
I_y	2.598659e+9mm ⁴	7.238163e+9mm ⁴	7.238163e+9mm ⁴
I_z	987,731,726.507mm ⁴	3.433176e+10mm ⁴	3.433176e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	418.603mm	813.388mm	813.388mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	45,961.260mm ²	45,961.260mm ²	
I_y	5.769795e+9mm ⁴	5.769795e+9mm ⁴	
I_z	1.251062e+10mm ⁴	1.251062e+10mm ⁴	
C_y	286.861mm	286.861mm	
C_z	691.153mm	691.153mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	OK
	M_{Ed} / M_{Rd}	-370.145kN-m / -1,747.154kN-m = 0.212	

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{d,Ed}$	-3.965	(kN)
$N_{c,Ed}$	-5.887	(kN)
$M_{y,Ed}$	-102.874	(kN·m)
$M_{z,Ed}$	-267.271	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	e	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-21.695	-24.521	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-21.392	-21.661	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-24.556	-24.824	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	50.229	47.403	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	50.532	50.264	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	47.369	47.100	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	136.201	49.404	-20.802	1.000	33.000	38.000	79.136	Class 4
right web	136.201	46.510	-23.696	1.000	33.000	38.000	83.626	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 877.206mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 6,301.250kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 5,124.520kN$
 $M_{pl,Rd} = 3,143.556kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 3,143.556kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	16.897.605
$C_{z,a,eff}$	435.658
$A_{c,eff}$	39.902.168
$C_{z,c,eff}$	724.812

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	2.765802e+9
$C_{z,a,eff}$	436.383
$I_{y,c,eff}$	5.305840e+9
$C_{z,c,eff}$	705.918

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = -0.0676kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.521kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 21.513MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -51.726MPa$$

k = 6.154 : the lowest factor such that a stress limit is reached.

{ Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement. }

$$M_{pl,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 1,747.154kN\cdot m$$

Where,

$$f_{y,top} = 235.000MPa$$

$$f_{y,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	374.189kN / 759.867kN = 0.492	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 869.440kN\cdot m$$

$$M_{Ed,t} = 869.440kN\cdot m$$

$$M_{Ed,b} = 388.784 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-21.695	-24.521	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-21.392	-21.661	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-24.556	-24.824	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	50.229	47.403	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	50.532	50.264	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	47.369	47.100	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	136.201	49.404	-20.802	1.000	33.000	38.000	79.136	Class 4
right web	136.201	46.510	-23.696	1.000	33.000	38.000	83.626	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 1,596.619 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 1,596.619 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 1.407$$

$$k_{11} = 5.34 + 4.00 (h_w/a)^2 + k_{111} = 7.360, a/h_w = 1.407 \geq 1.0$$

$$k_{111} = 9 (h_w/a)^2 (\{ l_d / (\{ t^3 h_w \}, 3) \}^{1/4} > 2.1 / t (t_{sl} / h_w)^{2/3} = 0.000$$

$$h_w = 817.206 \text{ mm}$$

$$l_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4 t \epsilon \sqrt{k_{11}}} = 1.342$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.618, \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 373.940 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 373.940 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 187.095 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.500 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 869.440 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,058.650 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.997$$

$$M_{f,Rd} = 2,051.458 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{C \gamma_{M1}} (1 - (\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}})^2) = 11.986 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 869.440 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 296.822$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 759.867 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_1 = 0.277 < \eta_{lim} = 0.653$$

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60
	Interaction Ratio	0.213

OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -9.851 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -370.145 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 374.189 \text{ kN}$$

$$V_2 = 420.359 \text{ kN}$$

$$M_1 = -370.145 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -804.424 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 3,143.556 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 1,747.154 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1 : 6.3.2.1

$$L = 1,092.647 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.890$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.571$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + \{3 + 2\phi\} \gamma / (350 - 50\mu) = 1.359$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + \{0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5\} = 1.359$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.359$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wE}}{3A_f}} = 0.0638$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.450$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 1,747.154 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 1,747.154 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 10,800.896 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.213$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	$364.410 \text{ kN/m} / 570.011 \text{ kN/m} = 0.639$	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,el} = 0.000 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -370.145 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 307.083 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 3,143.556 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 1,747.154 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_u n d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{Ab}

$$V_{L,Ed} = 307.083 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \{A z / I\} = 364.410 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 96 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit gp var

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

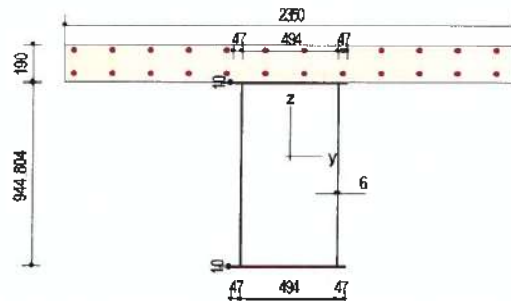
4) Length

$L = 0.599\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{cr} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	23,337.646mm ²	95,791.839mm ²	95,791.839mm ²
I_y	3.578435e+9mm ⁴	9.681429e+9mm ⁴	9.681429e+9mm ⁴
I_z	1.085745e+9mm ⁴	3.442977e+10mm ⁴	3.442977e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	482.402mm	919.132mm	919.132mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	47,492.437mm ²	47,492.437mm ²	
I_y	7.693401e+9mm ⁴	7.693401e+9mm ⁴	
I_z	1.260889e+10mm ⁴	1.260889e+10mm ⁴	
C_y	287.285mm	287.285mm	
C_z	778.613mm	778.613mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULS560	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-806.053kN-m / -1,975.227kN-m = 0.408	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-5.339	(kN)
$N_{c,Ed}$	-9.024	(kN)
$M_{a,Ed}$	-189.191	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-616.863	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-39.179	-40.952	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-38.989	-39.157	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-40.974	-41.143	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	89.189	87.415	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	89.379	89.210	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	87.394	87.225	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	157.467	87.880	-37.827	1.000	33.000	38.000	79.570	Class 4
right web	157.467	86.063	-39.643	1.000	33.000	38.000	81.063	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,004.804mm

$N_{zlab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 6,301.250kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 5,484.347kN$

$M_{pl,Rd} = 3,658.470kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 3,658.470kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{s,eff}$	16.948.278
$C_{z,eff}$	502.029
$A_{c,eff}$	39.952.840
$C_{z,eff}$	826.071

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,eff}$	3.742576e+9
$C_{z,eff}$	510.178
$I_{y,eff}$	6.882327e+9
$C_{z,eff}$	806.117

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = -0.105kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.840kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 37.198MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -97.958MPa$$

$k = 2.897$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 1,975.227kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	501.808kN / 788.667kN = 0.636	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 1,613.304kN\cdot m$$

$$M_{Ed,t} = 1,613.304kN\cdot m$$

$$M_{Ed,b} = 836.330 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	E	$\lambda_{lim1,2}$	$\lambda_{lim2,3}$	$\lambda_{lim3,4}$	Class
internal top-flange	49.400	-39.179	-40.952	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-38.989	-39.157	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-40.974	-41.143	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	89.189	87.415	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	89.379	89.210	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	87.394	87.225	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	157.467	87.880	-37.827	1.000	33.000	38.000	79.570	Class 4
right web	157.467	86.063	-39.643	1.000	33.000	38.000	81.063	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$e = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 1,845.914 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 1,845.914 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 1.217$$

$$k_r = 5.34 + 4.00 (h_w/a)^2 + k_{rsl} = 8.040, \alpha/h_w = 1.217 \geq 1.0$$

$$k_{rsl} = 9 (h_w/a)^2 \{ (l_{sl} / (t^3 h_w), 3) \}^{1/4} > 2.1/t (l_{sl}/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 944.804 \text{ mm}$$

$$l_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4t\epsilon\sqrt{k_r}} = 1.485$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.559, \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{Dw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 390.834 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 390.834 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 250.904 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Dw,Rd} = 0.642 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 1,613.304 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,238.563 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.995$$

$$M_{f,Rd} = 2,227.161 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{Df,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{C \gamma_{M1}} (1 - (\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}})^2) = 7.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,613.304 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 294.474$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{Dw,Rd} + V_{Df,Rd} = 788.667 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_1 = 0.441 < \eta_{lim} = 0.609$$

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60
	Interaction Ratio	0.409
		OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -14.364 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -806.053 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 501.808 \text{ kN}$$

$$V_2 = 527.173 \text{ kN}$$

$$M_1 = -806.053 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -1,114.141 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 3,658.470 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 1,975.227 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 598.530 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (EI) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.952$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.283$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.130$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.130$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.130$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0388$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.440$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 1,975.227 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 1,975.227 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 11,160.723 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.409$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	431.875 kN/m / 570.011 kN/m = 0.758	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{ce,l} = 0.000 \text{ kN}$$

$$N_{ct,l} = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -806.053 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 411.159 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 3,658.470 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 1,975.227 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_{u,rd} z_{\nu} = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_{\nu} = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{Ab}

$$V_{L,Ed} = 411.159 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 431.875 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num. / Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

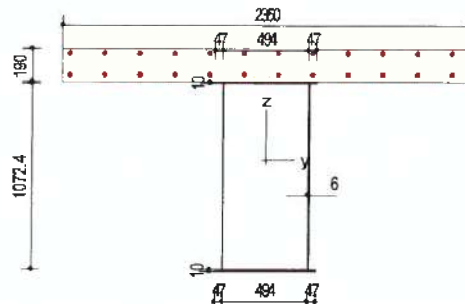
MEMBER NAME : Steel Composite : 97 - i

1. Member Information

- 1) Design Code
EN 1994-2 (NA : Recommended)
- 2) Section Property
composit gp var
- 3) Material
Steel
 $f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$
Concrete
 $f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$
Reinforcement
 $f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$
- 4) Length
 $L = 0.656\text{m}$
- 5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MR} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{MR,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	24,868.823mm ²	97,323.016mm ²	97,323.016mm ²
I_y	4.748193e+9mm ⁴	1.257803e+10mm ⁴	1.257803e+10mm ⁴
I_z	1.183759e+9mm ⁴	3.452778e+10mm ⁴	3.452778e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	546.201mm	1,023.557mm	1,023.557mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	49,023.614mm ²	49,023.614mm ²	
I_y	9.953770e+9mm ⁴	9.953770e+9mm ⁴	
I_z	1.270714e+10mm ⁴	1.270714e+10mm ⁴	
C_y	287.682mm	287.682mm	
C_z	864.595mm	864.595mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	OK
	M_{Ed} / M_{Rd}	-1,383.278kN m / -2,207.811kN-m = 0.627	

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-6.724	(kN)
$N_{c,Ed}$	-3.052	(kN)
$M_{a,Ed}$	-301.370	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-1,081.908	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-58.724	-59.518	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-58.639	-58.714	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-59.528	-59.603	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	129.348	128.554	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	129.433	129.358	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	128.544	128.469	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	178.734	127.636	-58.993	1.000	33.000	38.000	80.366	Class 4
right web	178.734	126.823	-57.806	1.000	33.000	38.000	80.828	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$e = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,132.402mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 12,602.499kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 5,844.173kN$

$M_{pl,Rd} = 4,219.297kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,219.297kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	16,986.892
$C_{z,a,eff}$	568.401
$A_{c,eff}$	39,991.455
$C_{z,c,eff}$	927.349

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	4.879211e+9
$C_{z,a,eff}$	585.377
$I_{y,c,eff}$	8.684782e+9
$C_{z,c,eff}$	905.749

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = -0.149kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.294kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 54.578MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -148.978MPa$$

$k = 1.762$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,207.811kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB V_{Ed} / V_{Rd}	ULSS60 598.920kN / 818.637kN = 0.732	OK
-------	--------------------------	---	----

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 2,539.486kN\cdot m$$

$$M_{Ed,t} = 2,539.486kN\cdot m$$

$$M_{Ed,b} = 1,428.472 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	$\lambda_{lim1,2}$	$\lambda_{lim2,3}$	$\lambda_{lim3,4}$	Class
internal top-flange	49.400	-58.724	-59.518	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-58.639	-58.714	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-59.528	-59.603	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	129.348	128.554	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	129.433	129.358	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	128.544	128.469	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	178.734	127.635	-56.993	1.000	33.000	38.000	80.366	Class 4
right web	178.734	126.823	-57.806	1.000	33.000	38.000	80.828	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_w \left(f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0} = 2,095.209 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 2,095.209 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 1.072$$

$$k_t = 5.34 + 4.00 \left(h_w / a \right)^2 + k_{tst} = 8.818, \quad a/h_w = 1.072 \geq 1.0$$

$$k_{tst} = 9 \left(h_w / a \right)^2 \left(\left(l_{sl} / \left(t^3 h_w \right) \right), 3 \right)^{1/4} > 2.1/t \left(l_{sl} / h_w \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,072.402 \text{ mm}$$

$$l_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4t\varepsilon\sqrt{k_t}} = 1.609$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.516, \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bW,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 409.319 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 409.319 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 299.460 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bW,Rd} = 0.732 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 2,539.486 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,418.477 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.997$$

$$M_{f,Rd} = 2,410.093 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 2,539.486 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 292.913$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bW,Rd} + V_{bf,Rd} = 818.637 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_3 = 0.732 \geq 0.5$$

$$\eta_2 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}} \right) \left(2 \eta_3 - 1 \right)^2 = 0.694 \leq 1.0$$

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.627	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -9.776 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -1,383.278 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 598.920 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 V_2 &= 626.821 \text{ kN} \\
 M_1 &= -1,383.278 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_2 &= -1,785.458 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{pl,Rd} &= 4,219.297 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{ed,Rd} &= 2,207.811 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1 : 6.3.2.1

$$\begin{aligned}
 L &= 655.883 \text{ mm} \\
 c &= 0.000 \text{ MPa} \\
 \gamma &= c L^4 / \{ E I \} = 0.000 \text{ mm} \\
 \mu &= V_2 / V_1 = 0.955 \\
 \phi &= 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.230 \\
 m_1 &= 1 + 0.44 (1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.095 \\
 m_2 &= 1 + 0.44 (1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \phi \gamma, 0.5) = 1.095 \\
 m &= \text{Min}(m_1, m_2) = 1.095 \\
 \alpha_{LT} &= 0.760 \\
 \lambda_{LT} &= 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0437 \\
 \phi_{LT} &= 0.5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.442 \\
 \chi_{LT} &= \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000 \\
 M_{Rd} &= 2,207.811 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{b,Rd} &= \chi_{LT} M_{Rd} = 2,207.811 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$$\begin{aligned}
 \chi_{LT,N} &= 1.000 \\
 N_{b,Rd} &= \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 11,520.549 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.627$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULS560	OK
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$		

1) Longitudinal Shear Design Load

$$\begin{aligned}
 N_{c,ed} &= 0.000 \text{ kN} \\
 N_{c,f} &= 0.000 \text{ kN} \\
 M_{Ed} &= -1,383.278 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 V_{Ed} &= 484.554 \text{ kN} \\
 M_{pl,Rd} &= 4,219.297 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{ed,Rd} &= 2,207.811 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$$\begin{aligned}
 P_{Rd,1} &= 0.8 f_u n t d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN} \\
 P_{Rd,2} &= 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN} \\
 P_{Rd} &= \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN} \\
 f_u &= 350.000 \text{ MPa} \\
 \alpha &= 1.000 \\
 d &= 18.000 \text{ mm} \\
 h_{sc} &= 150.000 \text{ mm} \\
 \text{Space} &= 200.000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{AB}

$$V_{L,Ed} = 484.554 \text{ kN}$$

4) Verification

$$\begin{aligned}
 V_{L,Ed} &= V_{Ed} (A z / I) = 456.294 \text{ kN/m} \\
 V_{L,Rd} &= P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m} \\
 V_{L,Ed} &\leq V_{L,Rd}
 \end{aligned}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 98 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit gp var

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

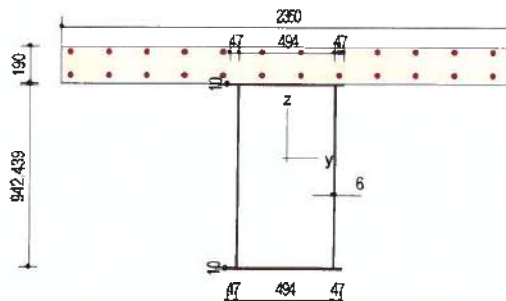
4) Length

$L = 1.180\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MF} for fatigue strength	1.000
γ_{MFS} for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	23,309.265mm ²	95,763.458mm ²	95,763.458mm ²
I_y	3.558584e+9mm ⁴	9.632105e+9mm ⁴	9.632105e+9mm ⁴
I_z	1.083929e+9mm ⁴	3.442795e+10mm ⁴	3.442795e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	481.219mm	917.184mm	917.184mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)
Area	47,464.056mm ²		47,464.056mm ²
I_y	7.654737e+9mm ⁴		7.654737e+9mm ⁴
I_z	1.260706e+10mm ⁴		1.260706e+10mm ⁴
C_y	287.277mm		287.277mm
C_z	777.006mm		777.006mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-1,162.138kN·m / -1,954.295kN·m = 0.595	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{s,Ed}$	-5.091	(kN)
$N_{c,Ed}$	-5.422	(kN)
$M_{s,Ed}$	-158.883	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-1.003.255	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	E	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-45.071	-45.892	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-44.983	-45.061	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-45.902	-45.980	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	124.040	123.219	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	124.128	124.050	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	123.209	123.131	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	157.073	122.293	-43.304	1.000	33.000	38.000	75.934	Class 4
right web	157.073	121.452	-44.145	1.000	33.000	38.000	76.351	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 1,002.439mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 12,602.499kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 5,477.677kN$
 $M_{pl,Rd} = 3,648.508kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 3,648.508kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{s,eff}$	16,947,464
$C_{s,eff}$	500,799
$A_{c,eff}$	39,952,026
$C_{c,eff}$	824,194

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,eff}$	3.723038e+9
$C_{s,eff}$	508,796
$I_{y,c,eff}$	6.800214e+9
$C_{c,eff}$	807,783

- Added moment

$$\Delta M_{s,Ed} = N_{s,Ed} (C_{z,s} - C_{z,s,eff}) = -0.0997kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.504kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{s,Ed}}{A_{s,eff}} + \frac{M_{s,Ed} + \Delta M_{s,Ed}}{I_{y,s,eff}} z_{t,s} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 42.177MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{s,Ed}}{A_{s,eff}} + \frac{M_{s,Ed} + \Delta M_{s,Ed}}{I_{y,s,eff}} z_{b,s} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -140.841MPa$$

$k = 1.790$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

{ Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement. }

$$M_{el,Rd} = M_{s,Ed} + \Delta M_{s,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 1,954.295kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	478.975kN / 785.524kN = 0.610	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 1,854.520kN\cdot m$$

$$M_{Ed,t} = 1,854.520kN\cdot m$$

$$M_{Ed,b} = 1,185.655 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.6.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2}	λ_{lim3}	λ_{lim4}	Class
internal top-flange	49.400	-45.071	-45.892	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-44.983	-45.061	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-45.902	-45.980	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	124.040	123.219	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	124.128	124.050	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	123.209	123.131	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	157.073	122.293	-43.304	1.000	33.000	38.000	75.934	Class 4
right web	157.073	121.452	-44.145	1.000	33.000	38.000	76.351	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 1,841.293 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 1,841.293 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 1.220$$

$$k_t = 5.34 + 4.00 (h_w/a)^2 + k_{tst} = 8.026, \alpha/h_w = 1.220 \geq 1.0$$

$$k_{tst} = 9 (h_w/a)^2 ((I_{st} / (t^3 h_w)), 3)^{1/4} > 2.1/t (I_{st}/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 942.439 \text{ mm}$$

$$I_{st} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4t\epsilon\sqrt{k_t}} = 1.482$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.560, \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 390.505 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 390.505 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -239.488 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.613 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 1,854.520 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,235.229 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{r1} + A_{r2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.996$$

$$M_{f,Rd} = 2,226.895 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_r^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} (1 - (\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}})^2) = 4.513 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,854.520 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_r^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 294.509$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 785.524 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_1 = 0.508 < \eta_{lim} = 0.610$$

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60
	Interaction Ratio	0.596

OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -10.514 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -1,162.138 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -478.975 \text{ kN}$$

$$V_2 = -429.140 \text{ kN}$$

$$M_1 = -1,162.138 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -626.109 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 3,648.508 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 1,954.295 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 1,180.000 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (EI) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.896$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.487$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.283$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.283$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.283$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0718$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} \cdot 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.454$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 1,954.295 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 1,954.295 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 11,154.053 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.596$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	417.944 kN/m / 570.011 kN/m = 0.733	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,Ed} = 0.000 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -1,162.138 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = -397.047 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 3,648.508 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 1,954.295 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_{t,rd} z_{v,v} = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{ec} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{As}

$$V_{L,Ed} = -397.047 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 417.944 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 99 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit gp var

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

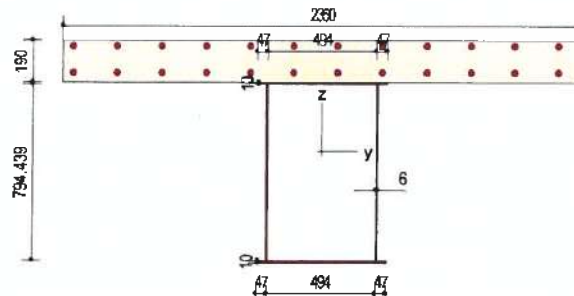
4) Length

$L = 1.180\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{Ft} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	21,533.265mm ²	93,987.458mm ²	93,987.458mm ²
I_y	2.442862e+9mm ⁴	6.847708e+9mm ⁴	6.847708e+9mm ⁴
I_z	970,243,390.289mm ⁴	3.431427e+10mm ⁴	3.431427e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	407.219mm	794.376mm	794.376mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)
Area	45,688.056mm ²		45,688.056mm ²
I_y	5.460641e+9mm ⁴		5.460641e+9mm ⁴
I_z	1.249308e+10mm ⁴		1.249308e+10mm ⁴
C_y	286.783mm		286.783mm
C_z	675.381mm		675.381mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-633.369kN·m / -1,675.813kN·m = 0.378	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-3.498	(kN)
$N_{c,Ed}$	-7.500	(kN)
$M_{a,Ed}$	-77.054	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-556.315	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
Internal top-flange	49.400	-26.076	-27.372	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-25.937	-26.061	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-27.388	-27.511	1.000	-	-	-	Class 1
Internal bottom-flange	49.400	82.586	81.291	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	82.725	82.602	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	81.275	81.152	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	132.406	81.267	-24.726	1.000	33.000	38.000	73.748	Class 4
right web	132.406	79.941	-26.053	1.000	33.000	38.000	74.662	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$e = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 854.439mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 12,602.499kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 5,060.317kN$
 $M_{pl,Rd} = 3,056.509kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 3,056.509kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	16.886.853
$C_{z,a,eff}$	423.816
$A_{c,eff}$	39.891.415
$C_{z,c,eff}$	706.748

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	2.609307e+9
$C_{z,a,eff}$	423.377
$I_{y,c,eff}$	4.979538e+9
$C_{z,c,eff}$	692.967

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = -0.0581kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.657kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{1,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{1,c} = 25.112MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -89.839MPa$$

$k = 2.875$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 1,675.813kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	352.076kN / 753.012kN = 0.468	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t} , M_{Ed,b}) = 1,029.419kN\cdot m$$

$$M_{Ed,c} = 1,029.419kN\cdot m$$

$$M_{Ed,b} = 645.566 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.6.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{lim1,2}$	$\lambda_{lim2,3}$	$\lambda_{lim3,4}$	Class
internal top-flange	49.400	-26.076	-27.372	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-25.937	-26.061	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-27.388	-27.511	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	82.586	81.291	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	82.725	82.602	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	81.275	81.152	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	132.406	81.267	-24.726	1.000	33.000	38.000	73.748	Class 4
right web	132.406	79.941	-26.053	1.000	33.000	38.000	74.662	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 1,552.137 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 1,552.137 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 1.448$$

$$k_t = 5.34 + 4.00 (h_w/a)^2 + k_{cst} = 7.249, a/h_w = 1.448 \geq 1.0$$

$$k_{cst} = 9 (h_w/a)^2 \{ (l_{sl} / (t^3 h_w), 3) \}^{1/4} > 2.1/t \{ l_{sl}/h_w \}^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 794.439 \text{ mm}$$

$$l_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4t\epsilon\sqrt{k_t}} = 1.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.631, \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 371.110 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 371.110 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -176.038 \text{ kN}$$

$$\eta_3' = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.474 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 1,029.419 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,026.549 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{t1} + A_{t2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.996$$

$$M_{f,Rd} = 2,018.645 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 10.792 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,029.419 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 297.364$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 6.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 753.012 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_3' = 0.474 < 0.5$$

There is no need to verify the interaction criterion

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60
	Interaction Ratio	0.379

OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -10.998 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -633.369 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -352.076 \text{ kN}$$

$$V_2 = -302.457 \text{ kN}$$

$$M_1 = -633.369 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -247.050 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 3,056.509 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 1,675.813 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 1,180.000 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$y = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.859$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.656$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) y / (350 - 50\mu) = 1.435$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi y, 0.5) = 1.435$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.435$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0670$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.452$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 1,675.813 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 1,675.813 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT,N} \text{ Area } f_{yd} = 10,736.693 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.379$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	$359.002 \text{ kN/m} / 570.011 \text{ kN/m} = 0.630$	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,el} = 0.000 \text{ kN}$$

$$N_{c,t} = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -633.369 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = -295.548 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 3,056.509 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 1,675.813 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_u \pi d^2 \psi_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ek} E_{cm}} / \psi_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{AB}

$$V_{L,Ed} = -295.548 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / I) = 359.002 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 100 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 { NA : Recommended }

2) Section Property

composit gp var

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

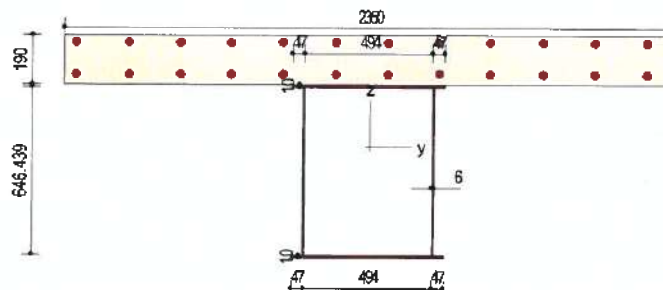
4) Length

$L = 1.180\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MF} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{MF,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	19,757.265mm ²	92,211.458mm ²	92,211.458mm ²
I_y	1.562972e+9mm ⁴	4.627614e+9mm ⁴	4.627614e+9mm ⁴
I_z	856,558,078.289mm ⁴	3.420058e+10mm ⁴	3.420058e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	333.219mm	669.688mm	669.688mm
	Short-Term Composite Section{ Cracked }	Long-Term Composite Section{ Cracked }	
Area	43,912.056mm ²	43,912.056mm ²	
I_y	3.691547e+9mm ⁴	3.691547e+9mm ⁴	
I_z	1.237907e+10mm ⁴	1.237907e+10mm ⁴	
C_y	286.248mm	286.248mm	
C_z	571.521mm	571.521mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-250.419kN·m / -1,396.281kN·m = 0.179	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{d,Ed}$	-1.919	(kN)
$N_{c,Ed}$	-16.386	(kN)
$M_{d,Ed}$	-25.128	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-225.291	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1}	λ_{lim2}	λ_{lim3}	Class
internal top-flange	49.400	-10.032	-11.415	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-9.883	-10.015	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-11.431	-11.563	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	41.355	39.972	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	41.503	41.371	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	39.955	39.823	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	107.740	40.600	-9.244	1.000	33.000	38.000	70.624	Class 4
right web	107.740	39.184	-10.660	1.000	33.000	38.000	72.364	Class 4
Class of cross-section								Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 706.439mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 12,602.499kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 4,642.957kN$
 $M_{pl,Rd} = 2,526.278kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 2,526.278kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.6

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	16,798.488
$C_{z,a,eff}$	346.834
$A_{c,eff}$	39,803.051
$C_{z,c,eff}$	589.349

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	1.687949e+9
$C_{y,a,eff}$	344.141
$I_{y,c,eff}$	3.449164e+9
$C_{y,c,eff}$	578.247

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{d,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = -0.0261kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 1.316kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{d,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 10.530MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{d,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -42.677MPa$$

$k = 6.092$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 1,396.281kN\cdot m$$

Where,

$$f_{y,top} = 235.000MPa$$

$$f_{y,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB V_{Ed} / V_{Rd}	ULSS60 224.670kN / 277.966kN = 0.808	OK
-------	--------------------------	---	----

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 411.816kN\cdot m$$

$$M_{Ed,t} = 411.816kN\cdot m$$

$$M_{Ed,0} = 254.565 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{um1,2}$	$\lambda_{um2,3}$	$\lambda_{um3,4}$	Class
internal top-flange	49.400	-10.032	-11.415	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-9.883	-10.015	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-11.431	-11.563	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	41.355	39.972	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	41.503	41.371	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	39.955	39.823	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	107.740	40.600	-9.244	1.000	33.000	38.000	70.624	Class 4
right web	107.740	39.184	-10.660	1.000	33.000	38.000	72.364	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 1,262.982 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 1,262.982 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 1.825$$

$$k_T = 5.34 + 4.00 (h_w/a)^2 + k_{Tst} = 6.540, \quad a/h_w = 1.825 \geq 1.0$$

$$k_{GC} = 9 (h_w/a)^2 \{ (I_{st} / (t^3 h_w), 3) \}^{1/4} > 2.1/t (I_{st}/h_w)^{1/2} = 0.000$$

$$h_w = 646.439 \text{ mm}$$

$$I_{st} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4t\epsilon} = 1.247$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 132.358 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 132.358 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -112.335 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.849 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 411.816 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 1,817.869 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.994$$

$$M_{f,Rd} = 1,806.069 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left\{ 1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right\} = 13.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 411.816 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 310.286$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{D,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 277.966 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_{11} = 0.163 < \eta_{lim} = 0.715$$

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULS560
	Interaction Ratio	0.181
		OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -18.305 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -250.419 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -224.670 \text{ kN}$$

$$V_2 = -175.267 \text{ kN}$$

$$M_1 = -250.419 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -14.399 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 2,526.278 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 1,396.281 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 1,180.000 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.780$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 1.059$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.853$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.853$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.853$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0581$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.448$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 1,396.281 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 1,396.281 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 10,319.333 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.181$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB $V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	ULSS60 552.748kN/m / 570.011kN/m = 0.970	OK
-------------	------------------------------	---	----

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,ed} = 0.000 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -250.419 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = -193.323 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 2,526.278 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 1,396.281 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_u n d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{AB}

$$V_{L,Ed} = -193.323 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 552.748 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num./Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 101 - i

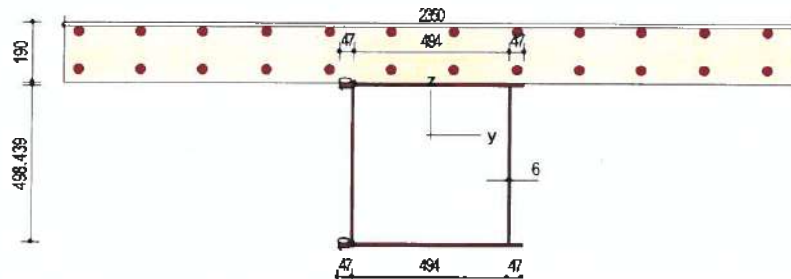
1. Member Information

- 1) Design Code
EN 1994-2 (NA : Recommended)
- 2) Section Property
composit gp var
- 3) Material
Steel
 $f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210.000.000\text{MPa}$
Concrete
 $f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34.000.000\text{MPa}$
Reinforcement
 $f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200.000.000\text{MPa}$
- 4) Length
L = 0.306m

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{Rf} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	17,981.265mm ²	90,435.458mm ²	90,435.458mm ²
I_y	899,462,756.183mm ⁴	2.924977e+9mm ⁴	2.924977e+9mm ⁴
I_z	742,872,766.289mm ⁴	3.408690e+10mm ⁴	3.408690e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	259.219mm	543.009mm	543.009mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	42,136.056mm ²	42,136.056mm ²	
I_y	2.318473e+9mm ⁴	2.318473e+9mm ⁴	
I_z	1.226504e+10mm ⁴	1.226504e+10mm ⁴	
C_y	285.669mm	285.669mm	
C_z	465.144mm	465.144mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-14.611kN·m / -1,136.735kN·m = 0.013	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{b,Ed}$	-0.354	(kN)
$N_{c,Ed}$	-27.392	(kN)
$M_{a,Ed}$	-2.847	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-11.764	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{lim,2}$	$\lambda_{lim,3}$	$\lambda_{lim,4}$	Class
internal top-flange	49.400	-0.0952	-0.800	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-0.0196	-0.0866	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-0.809	-0.876	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	4.176	3.471	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	4.252	4.185	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	3.463	3.396	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	83.073	4.102	-0.00424	1.000	33.000	38.000	62.783	Class 4
right web	83.073	3.380	-0.726	1.000	33.000	38.000	69.988	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 562.973mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 6,301.250kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 4,225.597kN$

$M_{pl,Rd} = 2,057.338kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 2,057.338kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	16,657.648
$C_{z,a,eff}$	269.853
$A_{c,eff}$	39,662.211
$C_{z,c,eff}$	472.037

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	974,303,441.951
$C_{z,a,eff}$	268.462
$I_{y,c,eff}$	2.233114e+9
$C_{z,c,eff}$	461.269

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = -0.00376kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 1.944kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 0.983MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -2.814MPa$$

$k = 96.551$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 1,136.735kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	17.779kN / 256.145kN = 0.069	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 38.387kN\cdot m$$

$$M_{Ed,t} = 38.387kN\cdot m$$

$$M_{Ed,b} = 13.622 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-0.0952	-0.800	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-0.0195	-0.0866	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-0.809	-0.876	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	4.176	3.471	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	4.252	4.185	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	3.463	3.396	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	83.073	4.102	-0.00424	1.000	33.000	38.000	62.783	Class 4
right web	83.073	3.380	-0.726	1.000	33.000	38.000	69.988	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$e = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 973.826 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 973.826 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 6.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 0.615$$

$$k_T = 4.00 + 5.34 (h_w/a)^2 + k_{Tst} = 18.125, \quad a/h_w = 0.615 < 1.0$$

$$k_{Tst} = 9 (h_w/a)^2 \{ (l_{st} / (t^3 h_w), 3) \}^{1/4} > 2.1/t (l_{st}/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 498.439 \text{ mm}$$

$$l_{st} = 0.000 \text{ mm}^6$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4 t \epsilon} = 0.961$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 102.055 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 102.055 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -8.890 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.0871 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 38.387 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 1,609.189 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{t1} + A_{t2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.990$$

$$M_{f,Rd} = 1,593.356 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{\gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 52.035 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 38.387 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 83.296$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 256.145 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_3 = 0.0871 < 0.5$$

There is no need to verify the interaction criterion

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60
	Interaction Ratio	0.0157
		OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -27.745 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -14.611 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -17.779 \text{ kN}$$

$$V_2 = -4.984 \text{ kN}$$

$$M_1 = -14.611 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -11.121 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 2,057.338 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,Rd} = 1,136.735 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1 : 6.3.2.1

$$L = 306.471 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (EI) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.280$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.373$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.128$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.128$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.128$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0190$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.431$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 1,136.735 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 1,136.735 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 9,901.973 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.0157$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	$38.049 \text{ kN/m} / 570.011 \text{ kN/m} = 0.0668$	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,Ed} = 0.000 \text{ kN}$$

$$N_{c,F} = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -14.611 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = -11.398 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 2,057.338 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,Rd} = 1,136.735 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_{ut} d^2 \gamma_{Vv} = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_{Vv} = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{Ab}

$$V_{L,Ed} = -11.398 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 38.049 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 114 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit grinzi principale

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210.000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34.000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200.000.000\text{MPa}$

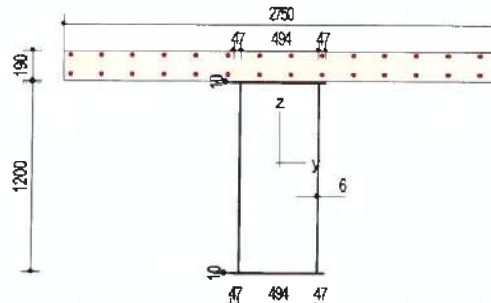
4) Length

$L = 0.953\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MF} for fatigue strength	1.000
γ_{MFS} for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)
Area	54,580.589mm ²		54,580.589mm ²
I_y	1.309531e+10mm ⁴		1.309531e+10mm ⁴
I_z	1.960994e+10mm ⁴		1.960994e+10mm ⁴
C_y	287.092mm		287.092mm
C_z	976.581mm		976.581mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	OK
	M_{Ed} / M_{Rd}	-1,152.234kN·m / -2,465.987kN·m = 0.467	

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{b,Ed}$	-0.0475	(kN)
$N_{c,Ed}$	25.088	(kN)
$M_{a,Rd}$	-106.931	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-1,045.302	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-30.408	-30.723	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-30.374	-30.404	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-30.727	-30.757	1.000	-	-	-	Class 1
Internal bottom-flange	49.400	88.291	87.976	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	88.324	88.294	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	87.972	87.942	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	87.321	-29.431	1.000	33.000	38.000	75.167	Class 4
right web	200.000	86.999	-29.754	1.000	33.000	38.000	75.382	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 7,351.458kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 6,204.000kN$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	26,400.000
$C_{z,a,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	54,580.589
$C_{z,c,eff}$	976.581

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,eff}$	6.180373e+9
$C_{z,a,eff}$	661.839
$I_{y,c,eff}$	1.093908e+10
$C_{z,c,eff}$	1,036.610

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{b,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{La} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{Lc} = 27.181MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -110.506MPa$$

$k = 2.257$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,465.987kN\cdot m$$

Where,

$$f_{y,top} = 235.000MPa$$

$$f_{y,bot} = 235.000MPa$$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	296.991kN·m / 4,645.194kN·m = 0.064	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-0.0475	(kN)

$N_{c,Ed}$	28.709	(kN)
$M_{z,Ed}$	-106.931	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	403.922	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-9.127	-9.131	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-9.127	-9.127	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-9.131	-9.131	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-17.894	-17.898	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-17.894	-17.894	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-17.898	-17.898	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	-9.199	-17.822	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	-9.203	-17.826	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} \{ z_{t,a} / I_{y,a} \} + M_{c,Ed} \{ z_{t,c} / I_{y,c} \} = 8.872MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} \{ z_{b,a} / I_{y,a} \} + M_{c,Ed} \{ z_{b,c} / I_{y,c} \} = 17.639MPa$

$$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} \{ z_a / I_{y,a} \}}{M_{c,Ed} \{ z_c / I_{y,c} \}} = 8.681$$

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,399.683kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,399.683kN\cdot m$

Where,

$f_{y,top} = 235.000MPa$

$f_{y,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	493.670kN / 863.634kN = 0.572	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,l}, M_{Ed,b}) = 2,041.022kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 2,041.022kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 218.442kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-9.255	-9.299	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-9.300	-9.304	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-9.250	-9.255	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-15.538	-15.583	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-15.583	-15.587	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-15.534	-15.538	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	-9.351	-15.532	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	-9.306	-15.486	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_v \{ f_y / \sqrt{3} \} / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.958$

$$k_t = 4.00 + 5.34 (h_w/a)^2 + k_{tst} = 9.814, a/h_w = 0.958 < 1.0$$

$$k_{tst} = 9 (h_w/a)^2 ((I_{st} / (t^3 h_w)) , 3)^{1/4} > 2.1/t (I_{st}/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000\text{mm}$$

$$I_{st} = 0.000\text{mm}^4$$

$$t = 6.000\text{mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4t\epsilon\sqrt{k_t}} = 1.707$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.486, \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{b,w,Rd} = \frac{X_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 431.817\text{kN}$$

$$V_{Rd} = 431.817\text{kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -246.835\text{kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{b,w,Rd} = 0.572 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 2,041.022\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594\text{kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{t1} + A_{t2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.000$$

$$M_{f,Rd} = 0.000\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{b,f,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} (1 - (\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd0}})^2) = 0.000\text{kN}$$

$$M_{Ed} = 2,041.022\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 291.823$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{b,w,Rd} + V_{b,f,Rd} = 863.634\text{kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.469	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = 25.041\text{kN}$$

$$M_{Ed} = -1,152.234\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -316.640\text{kN}$$

$$V_2 = -273.525\text{kN}$$

$$M_1 = -1,152.234\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -871.124\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,958.408\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,Rd} = 2,465.987\text{kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 952.647\text{mm}$$

$$c = 0.000\text{MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (EI) = 0.000\text{mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.864$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.262$$

$$m_1 = 1 + 0.44 (1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.110$$

$$m_2 = 1 + 0.44 (1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \phi \gamma, 0.5) = 1.110$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.110$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0639$$

$$\phi_{LT} = 0.5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.450$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 2,465.987 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 2,465.987 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT,N} \text{ Area } f_{yd} = 12,826.438 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.469$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULS60	
$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$		314.104 kN/m / 570.011 kN/m = 0.551	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,el} = 3,031.258 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 263.640 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} = -363.361 \text{ kN}$$

$$M_{pL,Rd} = 4,646.194 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,399.683 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_{v,rd} d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{Ab}

$$V_{L,Ed} = -363.361 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \{ A z / l \} = 314.104 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 115 - i

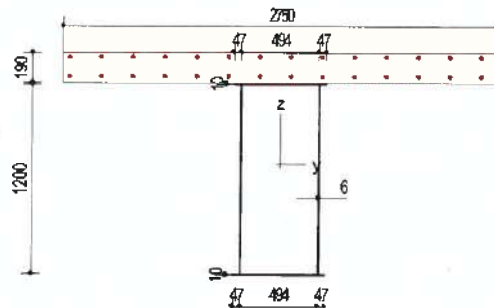
1. Member Information

- 1) Design Code
EN 1994-2 { NA : Recommended }
- 2) Section Property
composit grinzi principale
- 3) Material
Steel
 $f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210.000.000\text{MPa}$
Concrete
 $f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34.000.000\text{MPa}$
Reinforcement
 $f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200.000.000\text{MPa}$
- 4) Length
 $L = 0.953\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{FF} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MF} for fatigue strength	1.000
γ_{MFS} for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)
Area	54,580.589mm ²		54,580.589mm ²
I_y	1.309531e+10mm ⁴		1.309531e+10mm ⁴
I_z	1.960994e+10mm ⁴		1.960994e+10mm ⁴
C_y	287.092mm		287.092mm
C_z	976.581mm		976.581mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-869.845kN·m / -2,455.284kN·m = 0.354	
			OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-0.0475	{ kN }
$N_{c,Ed}$	22.993	{ kN }
$M_{a,Ed}$	7.233	{ kN-m }
$M_{c,Ed}$	-877.078	{ kN-m }

2) Section classification

EN 1993-1-1 2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-15.648	-16.412	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-15.566	-15.639	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-16.421	-16.494	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	64.622	63.858	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	64.703	64.631	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	63.848	63.776	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	63.973	-14.981	1.000	33.000	38.000	70.867	Class 4
right web	200.000	63.190	-15.763	1.000	33.000	38.000	71.460	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 7,351.458kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 6,204.000kN$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{c,eff}$	26,400,000
$C_{z,eff}$	610,000
$A_{c,eff}$	54,580,589
$C_{z,eff}$	976,581

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,eff}$	6.472847e+9
$C_{z,eff}$	575.972
$I_{yz,eff}$	1.088275e+10
$C_{z,eff}$	1,041.394

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{L,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{L,c} = 13.675MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -83.286MPa$$

$k = 2.808$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

{ Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement. }

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,455.284kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
M_{Ed} / M_{Rd}		718.790kN·m / 4,646.194kN·m = 0.155	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-0.0475	{ kN }

$N_{c,Ed}$	25.383	{ kN }
$M_{y,Ed}$	7.233	{ kN·m }
$M_{z,Ed}$	711.557	{ kN·m }

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	3.752	3.526	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	3.776	3.754	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	3.524	3.502	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-50.683	-50.908	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-50.659	-50.680	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-50.911	-50.933	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	3.308	-50.234	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	3.077	-50.465	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{s,lab} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ { Upper side of PNA }

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ { Lower side of PNA }

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = -3.865MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 50.569MPa$

$$k = \frac{f_{sk} \cdot M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 4.700$$

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,351.427kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,351.427kN\cdot m$

Where,

$f_{y,top} = 235.000MPa$

$f_{y,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	434.281kN / 491.399kN = 0.884	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 820.338kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 820.338kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 667.504kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	3.481	3.320	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	3.498	3.483	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	3.318	3.303	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-46.907	-47.068	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-46.889	-46.905	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-47.070	-47.085	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	3.070	-46.492	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	2.905	-46.657	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_w (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.794$

$$k_{cr} = 4.00 + 5.34 (h_w/a)^2 + k_{crst} = 12.473, a/h_w = 0.794 < 1.0$$

$$k_{crst} = 9 (h_w/a)^2 \left(\left(l_{sl} / (t^3 h_w), 3 \right)^{1/4} > 2.1/t (l_{sl}/h_w)^{1/3} = 0.000 \right)$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$I_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4t\epsilon} = 2.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -217.141 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.884 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 820.338 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{s1} + A_{s2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.000$$

$$M_{f,Rd} = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 820.338 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 241.743$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 491.399 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.356	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = 22.945 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -869.845 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -278.804 \text{ kN}$$

$$V_2 = -235.689 \text{ kN}$$

$$M_1 = -869.845 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -624.780 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,958.408 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 2,455.284 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1, 6.3.2.1

$$L = 952.647 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.845$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.305$$

$$m_1 = 1 + 0.44 (1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.137$$

$$m_2 = 1 + 0.44 (1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi) \gamma, 0.5 = 1.137$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.137$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wC}}{3A_f}} = 0.0632$$

$$\phi_{LT} = 0.5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.450$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 2,455.284 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 2,455.284 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3 1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 12,826.438 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.356$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	UL5560	
$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$		280.867kN/m / 570.011kN/m = 0.493	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,el} = 2,890.855 \text{ kN}$$

$$N_{c,t} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 664.447 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = -324.912 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed,Rd} = 3,351.427 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6 3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_{o,rd}^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ek} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{AB}

$$V_{L,Ed} = -324.912 \text{ kN}$$

4) Verification

$$v_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 280.867 \text{ kN/m}$$

$$v_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num. / Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$v_{L,Ed} \leq v_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 116 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit grinzi principale

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

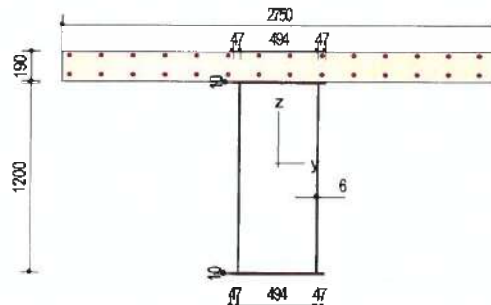
4) Length

$L = 0.953\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{FF} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MF} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{MF,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	54,580.589mm ²	54,580.589mm ²	54,580.589mm ²
I_y	1.309531e+10mm ⁴	1.309531e+10mm ⁴	1.309531e+10mm ⁴
I_z	1.960994e+10mm ⁴	1.960994e+10mm ⁴	1.960994e+10mm ⁴
C_y	287.092mm	287.092mm	287.092mm
C_z	976.581mm	976.581mm	976.581mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-622.485kN·m / -2,434.185kN·m = 0.256	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-0.0475	(kN)
$N_{c,Ed}$	19.591	(kN)
$M_{a,Ed}$	101.449	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-723.934	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-3.341	-4.114	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-3.258	-3.332	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-4.123	-4.197	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	43.881	43.108	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	43.963	43.890	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	43.099	43.025	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	43.503	-2.945	1.000	33.000	38.000	64.856	Class 4
right web	200.000	42.711	-3.736	1.000	33.000	38.000	65.501	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 7,351.458kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$

$M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{s,eff}$	26,400.000
$C_{s,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	54,580.589
$C_{c,eff}$	976.581

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{s,eff}$	6.472847e+9
$C_{s,eff}$	575.972
$I_{c,eff}$	1.088219e+10
$C_{c,eff}$	1,047.292

- Added moment

$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{s,a} - C_{s,a,eff}) = 0.000kN·m$

$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{s,c} - C_{s,c,eff}) = 0.000kN·m$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{s,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 1.395MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{s,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -60.644MPa$$

$k = 3.503$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,434.185kN·m$

Where,

$f_{yd,top} = 235.000MPa$

$f_{yd,bot} = 235.000MPa$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	1,071.078kN·m / 4,646.194kN·m = 0.231	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-0.0475	(kN)

$N_{c,Ed}$	20.752	(kN)
$M_{a,Ed}$	101.449	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	969.629	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	14.362	14.061	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	14.394	14.365	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	14.057	14.029	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-78.073	-78.374	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-78.041	-78.070	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-78.378	-78.406	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	13.608	-77.312	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	13.300	-77.620	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{s,lab} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = -14.396MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 78.039MPa$

$$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 3.311$$

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,311.604kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,311.604kN\cdot m$

Where,

$f_{y,d,top} = 235.000MPa$

$f_{y,d,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	373.728kN / 491.399kN = 0.761	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 3,175.711kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 3,175.711kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 1,032.094kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	13.948	13.763	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	13.968	13.950	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	13.761	13.743	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-72.390	-72.575	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-72.370	-72.388	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-72.578	-72.595	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	13.243	-71.680	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	13.053	-71.870	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_w (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.794$

$$k_c = 4.00 + 5.34 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{1st} = 12.473, \quad \alpha/h_w = 0.794 < 1.0$$

$$k_{1st} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \left\{ \left(\frac{I_{sl}}{t^3 h_w} \right), 3 \right\}^{1/4} > 2.1/t \left(I_{sl}/h_w \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$I_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4t\epsilon} = 2.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} Y_{M1}} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -186.864 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.761 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 3,175.711 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / Y_{M0}} = 0.000$$

$$M_{f,Rd} = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{C_{YM1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 3,175.711 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 241.743$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 491.399 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.257	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = 19.543 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -622.485 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -239.890 \text{ kN}$$

$$V_2 = -196.774 \text{ kN}$$

$$M_1 = -622.485 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -414.492 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,958.408 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 2,434.185 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1, 6.3.2.1

$$L = 952.647 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.820$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.367$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.178$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi) \gamma, 0.5 = 1.178$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.178$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0621$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.450$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 2,434.185 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 2,434.185 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT,N} \text{ Area } f_{yd} = 12,826.438 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.257$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	OK
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	246.624kN/m / 570.011kN/m = 0.433	

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,Ed} = 2,774.987 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 989.213 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = -285.299 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,311.604 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_u \pi d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{Ab}

$$V_{L,Ed} = -285.299 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 246.624 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 117 - i

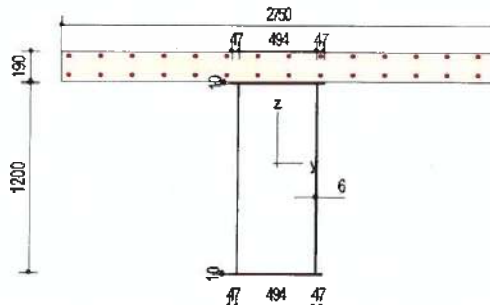
1. Member Information

- 1) Design Code
EN 1994-2 (NA : Recommended)
- 2) Section Property
composit grinzi principale
- 3) Material
Steel
 $f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$
Concrete
 $f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$
Reinforcement
 $f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$
- 4) Length
 $L = 0.953\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MF} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{MF,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)
Area	54,580.589mm ²		54,580.589mm ²
I_y	1.309531e+10mm ⁴		1.309531e+10mm ⁴
I_z	1.960994e+10mm ⁴		1.960994e+10mm ⁴
C_y	287.092mm		287.092mm
C_z	976.581mm		976.581mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-411.525kN·m / -2,407.299kN·m = 0.171	
			OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-0.0475	(kN)
$N_{c,Ed}$	15.786	(kN)
$M_{a,Ed}$	175.716	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-587.241	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	6.479	6.119	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	6.517	6.483	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	6.115	6.081	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	26.162	25.803	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	26.201	26.166	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	25.798	25.764	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	26.005	6.645	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
right web	200.000	25.637	6.276	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 7,351.458kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 6,204.000kN$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{s,eff}$	26.400.000
$C_{z,s,eff}$	610.000
$A_{s,eff}$	54.580.589
$C_{z,c,eff}$	976.581

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	6.472847e+9
$C_{z,a,eff}$	575.972
$I_{y,c,eff}$	1.083465e+10
$C_{z,c,eff}$	1.051.310

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{s,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = -8.340MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{s,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -41.346MPa$$

$k = 4.399$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,407.299kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
M_{Ed} / M_{Rd}		1,360.802kN·m / 4,646.194kN·m = 0.293	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	-0.0475	(kN)

$N_{c,Ed}$	15.409	(kN)
$M_{a,Ed}$	175.716	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	1,185.086	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	λ_{lim4-5}	Class
internal top-flange	49.400	22.688	22.539	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	22.704	22.689	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	22.538	22.523	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-100.597	-100.746	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-100.582	-100.596	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-100.748	-100.762	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	21.679	-99.585	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	21.527	-99.737	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = -22.750MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 100.535MPa$

$$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 2.620$$

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,280.213kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,280.213kN\cdot m$

Where,

$f_{y,d,top} = 235.000MPa$

$f_{y,d,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	311.862kN / 491.399kN = 0.635	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t} , M_{Ed,b}) = 5,023.679kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 5,023.679kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 1,310.794kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	λ_{lim4-5}	Class
internal top-flange	49.400	22.099	22.046	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	22.105	22.100	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	22.045	22.040	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-91.930	-91.984	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-91.924	-91.929	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-91.984	-91.989	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	21.165	-90.995	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	21.111	-91.049	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_w (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.794$

$$k_{cr} = 4.00 + 5.34 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{cr0} = 12.473, \quad a/h_w = 0.794 < 1.0$$

$$k_{cr0} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \left(\left(\frac{I_{y1}}{t^3 h_w}, 3 \right) \right)^{1/4} > 2.1/t \left(\frac{I_{y1}}{h_w} \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$I_{y1} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4t\epsilon} = 2.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -155.931 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.635 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 5,023.679 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.000$$

$$M_{f,Rd} = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 5,023.679 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 241.743$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 491.399 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.293	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = 15.361 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,360.802 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -212.608 \text{ kN}$$

$$V_2 = -169.493 \text{ kN}$$

$$M_1 = 1,360.802 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = 1,542.806 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,280.213 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 952.647 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (EI) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.797$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.131$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.038$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.038$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.038$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0581$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} \cdot 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.448$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{ Area } f_{yd} = 26,128.903 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.293$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	OK
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	211.246kN/m / 570.011kN/m = 0.371	

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,ed} = 2,683.651 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,236.522 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = -244.373 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,280.213 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_{u,t} d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min} \{ P_{Rd,1}, P_{Rd,2} \} = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{Ab}

$$V_{L,Ed} = -244.373 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 211.246 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 118 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit grinzi principale

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210.000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34.000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200.000.000\text{MPa}$

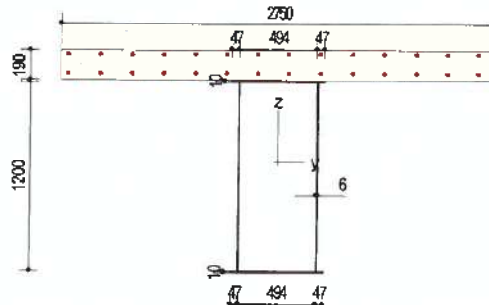
4) Length

L = 1.040m

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MF} for fatigue strength	1.000
γ_{MFS} for fatigue strength of studs in shear	1.600

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	54,580.589mm ²	54,580.589mm ²	
I_y	1.309531e+10mm ⁴	1.309531e+10mm ⁴	
I_z	1.960994e+10mm ⁴	1.960994e+10mm ⁴	
C_y	287.092mm	287.092mm	
C_z	976.581mm	976.581mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-81.796kN·m / -2,939.786kN·m = 0.028	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{b,Ed}$	0.000111	{ kN }
$N_{c,Ed}$	8.767	{ kN }
$M_{a,Ed}$	272.268	{ kN·m }
$M_{c,Ed}$	-354.064	{ kN·m }

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{lim1,2}$	$\lambda_{lim2,3}$	$\lambda_{lim3,4}$	Class
internal top-flange	49.400	20.555	20.222	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	20.590	20.559	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	20.218	20.186	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-0.732	-1.065	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-0.696	-0.728	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-1.069	-1.101	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	20.384	-0.553	1.000	33.000	38.000	63.543	Class 4
right web	200.000	20.043	-0.894	1.000	33.000	38.000	64.088	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 7,351.458kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 6,204.000kN$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$
 $M_{Ed} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{s,eff}$	26,400.000
$C_{s,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	54,580.589
$C_{c,eff}$	976.581

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,eff}$	6.472847e+9
$C_{y,eff}$	575.972
$I_{z,eff}$	1.251168e+10
$C_{z,eff}$	1,009.749

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN·m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.000kN·m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = -21.140MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -4.347MPa$$

$k = 9.072$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,939.786kN·m$$

Where,

$$f_{y,top} = 235.000MPa$$

$$f_{y,bot} = 235.000MPa$$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
M_{Ed} / M_{Rd}		1,722.563kN·m / 4,646.194kN·m = 0.371	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.000111	{ kN }

$N_{c,Ed}$	5.479	{ kN }
$M_{a,Ed}$	272.268	{ kN·m }
$M_{c,Ed}$	1.450.295	{ kN·m }

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2}	λ_{lim3}	λ_{lim4}	Class
internal top-flange	49.400	33.609	33.383	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	33.633	33.612	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	33.380	33.359	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-128.673	-128.899	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-128.649	-128.671	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-128.902	-128.924	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	32.282	-127.341	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	32.050	-127.572	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm
 $N_{stab} = 8,181.250kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)
 $M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$
 $x_{pl} = 150.000mm$
 $M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$
 where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$
 $\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = -33.545MPa$
 $\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 128.737MPa$
 $k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 2.046$
 $M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,239.402kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,239.402kN\cdot m$
 Where,
 $f_{y,d,top} = 235.000MPa$
 $f_{y,d,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	187.763kN / 491.399kN = 0.382	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 7,363.170kN\cdot m$
 $M_{Ed,t} = 7,363.170kN\cdot m$
 $M_{Ed,b} = 1,610.139kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2}	λ_{lim3}	λ_{lim4}	Class
internal top-flange	49.400	32.583	32.428	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	32.600	32.585	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	32.426	32.412	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-112.756	-112.911	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-112.739	-112.754	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-112.913	-112.927	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	31.394	-111.563	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	31.235	-111.721	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_w (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$
 $V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w
 $\alpha = a/h_w = 0.867$

$$k_t = 4.00 + 5.34 (h_w/a)^2 + k_{tst} = 11.109, a/h_w = 0.867 < 1.0$$

$$k_{tst} = 9(h_w/a)^2 \left(\left(t_{sl} / (t^3 h_w) \right), 3 \right)^{1/4} > 2.1/t (I_{sl}/h_w)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000\text{mm}$$

$$I_{sl} = 0.000\text{mm}^4$$

$$t = 6.000\text{mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4t\epsilon} = 2.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 245.699\text{kN}$$

$$V_{Rd} = 245.699\text{kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -93.881\text{kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.382 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 7,363.170\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594\text{kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.000$$

$$M_{f,Rd} = 0.000\text{kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000\text{kN}$$

$$M_{Ed} = 7,363.170\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 263.910$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 491.399\text{kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.371	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = 5.479\text{kN}$$

$$M_{Ed} = 1,722.563\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = -38.938\text{kN}$$

$$V_2 = -45.323\text{kN}$$

$$M_1 = 1,722.563\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = 1,789.154\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,239.402\text{kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 1,040.000\text{mm}$$

$$c = 0.000\text{MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (E I) = 0.000\text{mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.859$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.0400$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.007$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi) \gamma, 0.5) = 1.007$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.007$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0644$$

$$\phi_{LT} = 0.5 \{ 1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} \cdot 0.2) + \lambda_{LT}^2 \} = 0.451$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 26,128.903 \text{ kN}$$

4) interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.371$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	$137.122 \text{ kN/m} / 570.011 \text{ kN/m} = 0.241$	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,el} = 2,564.909 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,495.057 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = -158.625 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,239.402 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_{tRd} d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}\{P_{Rd,1}, P_{Rd,2}\} = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_v = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{Ab}

$$V_{L,Ed} = -158.625 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 137.122 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 119 - i

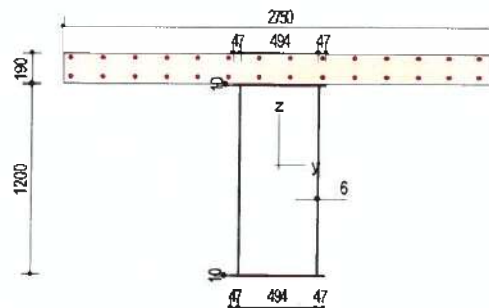
1. Member Information

- 1) Design Code
EN 1994-2 (NA : Recommended)
- 2) Section Property
composit grinzi principale
- 3) Material
Steel
 $f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210.000.000\text{MPa}$
Concrete
 $f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34.000.000\text{MPa}$
Reinforcement
 $f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200.000.000\text{MPa}$
- 4) Length
 $L = 1.040\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MF} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{MF,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)
Area	54,580.589mm ²		54,580.589mm ²
I_y	1.309531e+10mm ⁴		1.309531e+10mm ⁴
I_z	1.960994e+10mm ⁴		1.960994e+10mm ⁴
C_y	287.092mm		287.092mm
C_z	976.581mm		976.581mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-70.082kN·m / -3,049.052kN·m = 0.023	
			OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.000111	{ kN }
$N_{c,Ed}$	-5.711	{ kN }
$M_{a,Ed}$	290.684	{ kN·m }
$M_{c,Ed}$	-360.756	{ kN·m }

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 { MPa }	σ_2 { MPa }	e	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	22.537	22.191	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	22.574	22.541	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	22.186	22.153	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-1.796	-2.142	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-1.759	-1.792	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-2.146	-2.179	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	22.342	-1.592	1.000	33.000	38.000	64.974	Class 4
right web	200.000	21.987	-1.947	1.000	33.000	38.000	65.538	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$e = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 7,351.458kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 6,204.000kN$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{s,eff}$	26,400.000
$C_{s,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	43,855.951
$C_{c,eff}$	1,054.113

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,eff}$	6.472847e+9
$C_{y,eff}$	575.972
$I_{z,eff}$	1.280659e+10
$C_{z,eff}$	1,000.319

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,e,eff}) = 0.000kN·m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.534kN·m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = -22.743MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -2.272MPa$$

$k = 9.259$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 3,049.052kN·m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	1,797.626kN·m / 4,646.194kN·m = 0.387	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.000111	{ kN }

$N_{c,Ed}$	0,244	[kN]
$M_{a,Ed}$	290,684	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	1,506,942	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	35.828	35.430	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	35.870	35.833	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	35.425	35.387	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-134.344	-134.742	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-134.302	-134.339	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-134.747	-134.785	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	34.438	-132.945	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	34.030	-133.352	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = -35.631MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 134.541MPa$

$$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 1.952$$

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,231.618kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,231.618kN\cdot m$

Where,

$f_{yd,top} = 235.000MPa$

$f_{yd,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	126.488kN / 491.399kN = 0.257	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max\{ M_{Ed,t}, M_{Ed,b} \} = 7,898.996kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 7,898.996kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 1,756.842kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	35.070	34.722	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	35.107	35.074	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	34.717	34.684	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-122.914	-123.263	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-122.877	-122.910	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-123.267	-123.300	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	33.779	-121.615	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	33.422	-121.972	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_w (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.867$

$$k_T = 4.00 + 5.34 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{Tst} = 11.109, \quad a/h_w = 0.867 < 1.0$$

$$k_{Tst} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \left(\left(\frac{l_{s1}}{t^3 h_w} \right), 3 \right)^{1/4} > 2.1/t \left(l_{s1}/h_w \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$l_{s1} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4te} = 2.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{b,w,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 63.244 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{b,w,Rd} = 0.257 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 7,898.996 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.000$$

$$M_{f,Rd} = 0.000 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd0}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 7,898.996 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 263.910$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{b,w,Rd} + V_{bf,Rd} = 491.399 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULS560	
	Interaction Ratio	0.387	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = 0.244 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,797.626 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 31.867 \text{ kN}$$

$$V_2 = 25.400 \text{ kN}$$

$$M_1 = 1,797.626 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = 1,765.972 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,231.618 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 1,040.000 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.797$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.0196$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.002$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.002$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.002$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0645$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.451$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT,N} \text{ Area } f_{yd} = 26,128.903 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.387$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULS560	OK
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	$114.767 \text{ kN/m} / 570.011 \text{ kN/m} = 0.201$	

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,ed} = 2,542.261 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,633.975 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 132.765 \text{ kN}$$

$$M_{p,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,231.618 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_u \pi d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{tk} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{As}

$$V_{L,Ed} = 132.765 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 114.767 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 120 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

compozit grinzi principale

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210.000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34.000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200.000.000\text{MPa}$

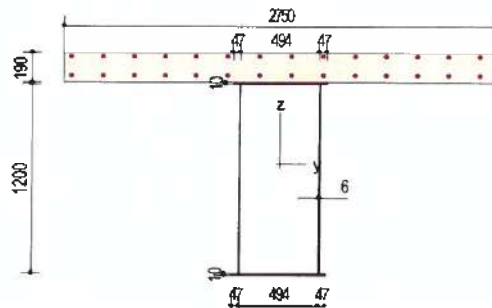
4) Length

$L = 1.040\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{FR} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	54,580.589mm ²	54,580.589mm ²	
I_y	1.309531e+10mm ⁴	1.309531e+10mm ⁴	
I_z	1.960994e+10mm ⁴	1.960994e+10mm ⁴	
C_y	287.092mm	287.092mm	
C_z	976.581mm	976.581mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-183.109kN·m / -2,540.329kN·m = 0.072	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{s,Ed}$	0.000111	{ kN }
$N_{c,Ed}$	-8.660	{ kN }
$M_{a,Ed}$	285.325	{ kN·m }
$M_{c,Ed}$	-458.434	{ kN·m }

2) Section classification

EN 1993-1-1 2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	20.021	19.748	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	20.050	20.024	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	19.745	19.719	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	6.787	6.514	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	6.816	6.790	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	6.511	6.485	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	19.916	6.899	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
right web	200.000	19.636	6.619	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
Class of cross-section								Class 4

$$e = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 7,351.458kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 5,204.000kN$

$M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN·m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{s,eff}$	26,400.000
$C_{s,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	43,855.951
$C_{c,eff}$	1,054.113

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	6,472847e+9
$C_{s,eff}$	575.972
$I_{y,c,eff}$	1,128474e+10
$C_{c,eff}$	1,039.909

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN·m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 0.810kN·m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = -20.926MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -17.703MPa$$

$k = 6.034$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

{ Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement. }

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,540.329kN·m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	1,774.451kN·m / 4,646.194kN·m = 0.382	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.000111	{ kN }

$N_{c,Ed}$	-5.046	(kN)
$M_{a,Ed}$	285.325	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	1.489.126	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	35.240	34.887	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	35.278	35.245	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	34.883	34.849	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-132.537	-132.890	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-132.499	-132.533	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-132.894	-132.928	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	33.869	-131.157	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	33.508	-131.519	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{stab} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{1,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{1,c} / I_{y,c}) = -35.018MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{2,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{2,c} / I_{y,c}) = 132.759MPa$

$$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 1.980$$

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,233.883kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,233.883kN\cdot m$

Where,

$f_{y,top} = 235.000MPa$

$f_{y,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	UL5560	
	V_{Ed} / V_{Rd}	198.091kN / 491.399kN = 0.403	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 7,807.901kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 7,807.901kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 1,778.983kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	34.704	34.377	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	34.739	34.708	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	34.373	34.342	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-124.429	-124.756	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-124.394	-124.425	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-124.760	-124.791	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	33.404	-123.120	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	33.069	-123.455	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.867$

$$k_{\tau} = 4.00 + 5.34 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{\text{tst}} = 11.109, \quad a/h_w = 0.867 < 1.0$$

$$k_{\text{tst}} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \left(\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right), 3 \right)^{1/4} > 2.1/t \left(\frac{I_{st}}{h_w} \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$I_{st} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4t\epsilon} = 2.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{b,w,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 99.046 \text{ kN}$$

$$\eta_{B^*} = V_{Edi} / V_{b,w,Rd} = 0.403 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 7,807.901 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.999$$

$$M_{f,Rd} = 2,443.199 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 7,807.901 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 263.910$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{b,w,Rd} + V_{bf,Rd} = 491.399 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.382	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -5.046 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,774.451 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 103.318 \text{ kN}$$

$$V_2 = 145.771 \text{ kN}$$

$$M_1 = 1,774.451 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = 1,645.341 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,233.883 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1, 6.3.2.1

$$L = 1,040.000 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\psi = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.709$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.0852$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \psi / (350 - 50\mu) = 1.019$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi) \psi, 0.5 = 1.019$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.019$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0640$$

$$\phi_{LT} = 0.5 \{ 1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \} = 0.450$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT,N} \text{Area } f_{yd} = 26,128.903 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.382$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$		156.903kN/m / 570.011kN/m = 0.275	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,el} = 2,548.852 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,658.382 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 181.508 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,233.883 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_{t,Rd} d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{AB}

$$V_{L,Ed} = 181.508 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / I) = 156.903 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num. / Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 121 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit grinzi principale

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

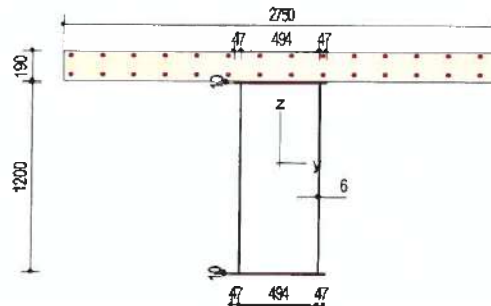
4) Length

L = 1.040m

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{Rf} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	54,580.589mm ²	54,580.589mm ²	
I_y	1.309531e+10mm ⁴	1.309531e+10mm ⁴	
I_z	1.960994e+10mm ⁴	1.960994e+10mm ⁴	
C_y	287.092mm	287.092mm	
C_z	976.581mm	976.581mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-346.320kN·m / -2,375.840kN·m = 0.146	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{b,Ed}$	0.000111	(kN)
$N_{c,Ed}$	-11.885	(kN)
$M_{a,Ed}$	256.191	(kN-m)
$M_{c,Ed}$	-602.511	(kN-m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{lim,2}$	$\lambda_{lim,3}$	$\lambda_{lim,4}$	Class
internal top-flange	49.400	14.693	14.430	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	14.427	14.402	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	14.721	14.696	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	19.758	19.495	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	19.491	19.466	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 2
right bottom-flange	4.700	19.786	19.761	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	19.450	14.468	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
right web	200.000	19.719	14.738	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
Class of cross-section								Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 7,351.458kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$

$M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{z,eff}$	26.400.000
$C_{z,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	43.855.951
$C_{z,c,eff}$	1.054.113

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,z,eff}$	6.472847e+9
$C_{z,eff}$	575.972
$I_{y,c,eff}$	1.075950e+10
$C_{z,c,eff}$	1.053.848

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 1.111kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = -16.203MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -36.108MPa$$

$k = 4.370$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,375.840kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	1,653.709kN·m / 4,646.194kN·m = 0.356	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.000111	(kN)

$N_{c,Ed}$	-9.981	(kN)
$M_{a,Ed}$	256.191	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	1.397.518	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{lim1,2}$	$\lambda_{lim2,3}$	$\lambda_{lim3,4}$	Class
internal top-flange	49.400	31.846	31.753	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	31.855	31.847	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	31.752	31.744	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-123.302	-123.394	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-123.292	-123.301	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-123.395	-123.404	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	30.575	-122.029	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	30.481	-122.123	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = -31.710MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 123.437MPa$

$$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 2.140$$

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,246.197kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,246.197kN\cdot m$

Where,

$f_{yd,top} = 235.000MPa$

$f_{yd,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	270.325kN / 491.399kN = 0.550	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 7,105.207kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 7,105.207kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 1,691.887kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{lim1,2}$	$\lambda_{lim2,3}$	$\lambda_{lim3,4}$	Class
internal top-flange	49.400	31.528	31.441	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	31.538	31.529	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	31.440	31.432	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-118.398	-118.485	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-118.388	-118.397	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-118.486	-118.494	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	30.300	-117.168	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	30.211	-117.257	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.857$

$$k_T = 4.00 + 5.34 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{TST} = 11.109, a/h_w = 0.867 < 1.0$$

$$k_{TST} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \left(\left(\frac{I_{sl}}{t^3 h_w} \right), 3 \right)^{1/4} > 2.1/t \left(\frac{I_{sl}}{h_w} \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$I_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4tE} = 2.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 135.163 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0.550 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 7,105.207 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{t1} + A_{t2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.997$$

$$M_{f,Rd} = 2,438.425 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{\gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 7,105.207 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 263.910$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 491.399 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.356	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -9.981 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,653.709 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 224.316 \text{ kN}$$

$$V_2 = 217.831 \text{ kN}$$

$$M_1 = 1,653.709 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = 1,447.223 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,246.197 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1, 6.3.2.1

$$L = 1,040.000 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\psi = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.971$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.127$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \psi / (350 - 50\mu) = 1.039$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \psi, 0.5) = 1.039$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.039$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0634$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.450$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 26,128.903 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.356$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	199.584kN/m / 570.011kN/m = 0.350	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,ed} = 2,584.681 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,583.600 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 230.882 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,246.197 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_u n d^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min} \{ P_{Rd,1}, P_{Rd,2} \} = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{AB}

$$V_{L,Ed} = 230.882 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \{ A z / l \} = 199.584 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 122 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit grinzi principale

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

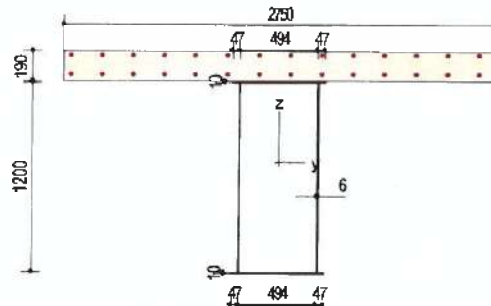
4) Length

$L = 1.040\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_V for headed stud	1.250
γ_{R1} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{M2} for fatigue strength	1.000
γ_{M2} for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	54,580.589mm ²	54,580.589mm ²	
I_y	1.309531e+10mm ⁴	1.309531e+10mm ⁴	
I_z	1.960994e+10mm ⁴	1.960994e+10mm ⁴	
C_y	287.092mm	287.092mm	
C_z	976.581mm	976.581mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-838.637kN·m / -2,432.268kN·m = 0.345	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{b,Ed}$	0.0477	(kN)
$N_{c,Ed}$	-19.063	(kN)
$M_{a,Ed}$	119.809	(kN-m)
$M_{c,Ed}$	-958.447	(kN-m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-5.169	-5.851	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-5.859	-5.924	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-5.095	-5.160	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	60.241	59.559	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	59.551	59.486	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	60.314	60.250	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	59.015	-5.323	1.000	33.000	38.000	65.596	Class 4
right web	200.000	59.713	-4.624	1.000	33.000	38.000	65.177	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 7,351.458kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$

$M_{pl,Rd} = 4,958.408kN-m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN-m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	26,400.000
$C_{z,a,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	43,855.951
$C_{z,c,eff}$	1,054.113

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	6.472847e+9
$C_{z,a,eff}$	575.972
$I_{y,c,eff}$	1.087411e+10
$C_{z,c,eff}$	1,046.733

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN-m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 1.782kN-m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{1,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{1,c} = 3.323MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -81.427MPa$$

$k = 2.665$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,432.268kN-m$$

Where,

$$f_{y,top} = 235.000MPa$$

$$f_{y,bot} = 235.000MPa$$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	1,143.085kN-m / 4,646.194kN-m = 0.246	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.0477	(kN)

$N_{c,Ed}$	-21.203	{ kN }
$M_{a,Ed}$	119.809	{ kN·m }
$M_{c,Ed}$	1,023.276	{ kN·m }

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{Um1-2}	λ_{Um2-1}	λ_{Um3-4}	Class
internal top-flange	49.400	16.749	16.555	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	16.553	16.534	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	16.770	16.752	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-83.341	-83.535	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-83.538	-83.556	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-83.320	-83.339	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	15.732	-82.717	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	15.931	-82.518	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

$$\text{Plastic NA} = 1,260.000\text{mm}$$

$$N_{stab} = 8,181.250\text{kN}$$

$$N_{g,top} = 0.000\text{kN (Upper side of PNA)}$$

$$N_{g,bot} = 6,204.000\text{kN (Lower side of PNA)}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194\text{kN·m}$$

$$x_{pl} = 150.000\text{mm}$$

$$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194\text{kN·m}$$

$$\text{where, } \beta = 1.000$$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.4

$$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$$

$$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = -16.463\text{MPa}$$

$$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 83.627\text{MPa}$$

$$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 3.112$$

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,303.843\text{kN·m}$$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,303.843\text{kN·m}$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000\text{MPa}$$

$$f_{yd,bot} = 235.000\text{MPa}$$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	430.213kN / 491.399kN = 0.875	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max\{M_{Ed,t}, M_{Ed,b}\} = 3,702.657\text{kN·m}$$

$$M_{Ed,t} = 3,702.657\text{kN·m}$$

$$M_{Ed,b} = 1,171.083\text{kN·m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{Um1-2}	λ_{Um2-3}	λ_{Um3-4}	Class
internal top-flange	49.400	16.662	16.436	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	16.433	16.412	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	16.686	16.664	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-81.742	-81.968	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-81.971	-81.992	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-81.718	-81.740	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	15.626	-81.164	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	15.858	-80.933	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504\text{kN}$$

$$V_{Rd} = 2,344.504\text{kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 0.867$$

$$k_{\tau} = 4.00 + 5.34 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{\text{ist}} = 11.109, \quad a/h_w = 0.867 < 1.0$$

$$k_{\text{ist}} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \left(\left\{ \frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right\}, 3 \right)^{1/4} > 2.1/t \left\{ \frac{I_{st}}{h_w} \right\}^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$I_{st} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{86.4t\epsilon} = 2.315$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$V_{b,w,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 245.699 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 215.106 \text{ kN}$$

$$\eta^3 = V_{Ed} / V_{b,w,Rd} = 0.875 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 3,702.657 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{r1} + A_{r2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.993$$

$$M_{f,Rd} = 2,428.557 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left\{ 1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right\} = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 3,702.657 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 263.910$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{b,w,Rd} + V_{bf,Rd} = 491.399 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULS560	
	Interaction Ratio	0.346	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -19.015 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -838.637 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 296.856 \text{ kN}$$

$$V_2 = 343.925 \text{ kN}$$

$$M_1 = -838.637 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -1,171.844 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,958.408 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 2,432.268 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 1,040.000 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.863$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.305$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + \{ 3 + 2\phi \} \gamma / (350 - 50\mu) = 1.138$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + \{ 0.195 + \{ 0.05 + \mu / 100 \} \phi \} \gamma, 0.5 = 1.138$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.138$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wcc}}{3A_f}} = 0.0689$$

$$\phi_{LT} = 0.5 \{ 1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \} = 0.453$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Ed} = 2,432.268 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Ed} = 2,432.268 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1 : 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{ Area } f_{yd} = 12,826.438 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.346$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LC8	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	$292.595 \text{ kN/m} / 570.011 \text{ kN/m} = 0.513$	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,eI} = 2,752.406 \text{ kN}$$

$$N_{c,r} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,120.441 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 338.479 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{eI,Rd} = 3,303.843 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2 : 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_u n d^2 \psi_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \psi_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min} \{ P_{Rd,1}, P_{Rd,2} \} = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{AB}

$$V_{L,Ed} = 338.479 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / I) = 292.595 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 123 - i

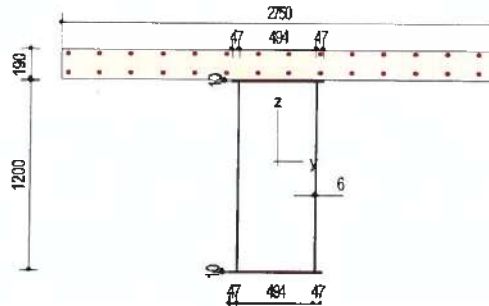
1. Member Information

- 1) Design Code
EN 1994-2 (NA : Recommended)
- 2) Section Property
composit grinzi principale
- 3) Material
Steel
 $f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$
Concrete
 $f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$
Reinforcement
 $f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$
- 4) Length
 $L = 1.040\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{R1} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{MR} for fatigue strength	1.000
γ_{MRs} for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)	Long-Term Composite Section(Cracked)	
Area	54,580.589mm ²	54,580.589mm ²	
I_y	1.309531e+10mm ⁴	1.309531e+10mm ⁴	
I_z	1.960994e+10mm ⁴	1.960994e+10mm ⁴	
C_y	287.092mm	287.092mm	
C_z	976.581mm	976.581mm	

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-1,170.183kN·m / -2,454.448kN·m = 0.477	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.0477	(kN)
$N_{c,Ed}$	-22.153	(kN)
$M_{a,Ed}$	12.519	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-1,182.701	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2}	λ_{lim3}	λ_{lim4}	Class
internal top-flange	49.400	-20.074	-20.573	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-20.579	-20.627	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-20.020	-20.068	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	87.615	87.115	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	87.109	87.062	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	87.669	87.621	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	86.227	-19.697	1.000	33.000	38.000	70.630	Class 4
right web	200.000	86.738	-19.185	1.000	33.000	38.000	70.354	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm
 $N_{slab} = 0.000kN$
 $N_{rebar,t} = 7,351.458kN$
 $N_{rebar,b} = 0.000kN$
 $N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)
 $N_{g,bot} = 6,204.000kN$
 $M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section
 - Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	26,400.000
$C_{2a,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	43,855.951
$C_{2c,eff}$	1,054.113

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	6.472847e+9
$C_{2a,eff}$	575.972
$I_{y,c,eff}$	1.088184e+10
$C_{2c,eff}$	1,041.503

- Added moment

$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{2a} - C_{2a,eff}) = 0.000kN\cdot m$
 $\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{2c} - C_{2c,eff}) = 2.071kN\cdot m$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{La} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{Lc} = 18.121MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{Ba} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{Bc} = -111.884MPa$$

$k = 2.088$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,454.448kN\cdot m$

Where,

$f_{yt,top} = 235.000MPa$

$f_{yd,bot} = 235.000MPa$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	728.450kN·m / 4,646.194kN·m = 0.157	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.0477	(kN)

$N_{c,Ed}$	-26.023	(kN)
$M_{a,Ed}$	12.519	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	715.931	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	4.747	4.541	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	4.538	4.519	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	4.769	4.749	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-51.067	-51.273	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-51.276	-51.296	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-51.045	-51.065	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	4.081	-50.818	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	4.292	-50.607	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = -4.412MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 51.403MPa$

$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 4.661$

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,349.193kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,349.193kN\cdot m$

Where,

$f_{yd,top} = 235.000MPa$

$f_{yd,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULS560	
	V_{Ed} / V_{Rd}	506.180kN / 875.974kN = 0.578	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 998.259kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 998.259kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 733.741kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	4.747	4.541	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 1
left top-flange	4.700	4.538	4.519	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right top-flange	4.700	4.769	4.749	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-51.067	-51.273	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-51.276	-51.296	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-51.045	-51.065	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	4.081	-50.818	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	4.292	-50.607	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.5

$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.958$

$$k_{cr} = 4.00 + 5.34 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{cr1} = 9.814, \quad a/h_w = 0.958 < 1.0$$

$$k_{cr1} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \left\{ \left(\frac{l_{sl}}{t^3 h_w} \right), 3 \right\}^{1/4} > 2.1/t \left(l_{sl}/h_w \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$l_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4 t \varepsilon \sqrt{k_{cr}}} = 1.707$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.486, \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} Y_{M1}} = 431.817 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 431.817 \text{ kN}$$

$$V_{Ed1} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 253.090 \text{ kN}$$

$$\eta_b = V_{Ed1} / V_{bw,Rd} = 0.586 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 998.259 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / Y_{M0}} = 0.991$$

$$M_{f,Rd} = 2,424.058 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{C_{Y_{M1}}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 12.341 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 998.259 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 291.823$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 875.974 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.478	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -22.105 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -1,170.183 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 348.269 \text{ kN}$$

$$V_2 = 395.338 \text{ kN}$$

$$M_1 = -1,170.183 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -1,556.858 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,958.408 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 2,454.448 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1 : 6.3.2.1

$$L = 1,040.000 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (E I) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.881$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.264$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.112$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.112$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.112$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{I_y}{E m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0697$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.453$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 2,454.448 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 2,454.448 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT,N} \text{ Area } f_{yd} = 12,826.438 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.478$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	338.502kN/m / 570.011kN/m = 0.594	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,ed} = 2,884.355 \text{ kN}$$

$$N_{c,r} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 728.450 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 391.585 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,349.193 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_{u,d} \pi d^2 / 4 = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \sqrt{V_v} = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{ab}

$$V_{L,Ed} = 391.585 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 338.502 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num.} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 124 - i

1. Member Information

1) Design Code

EN 1994-2 (NA : Recommended)

2) Section Property

composit grinzi principale

3) Material

Steel

$f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210,000.000\text{MPa}$

Concrete

$f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34,000.000\text{MPa}$

Reinforcement

$f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200,000.000\text{MPa}$

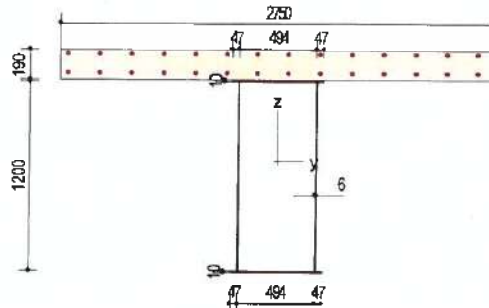
4) Length

$L = 0.493\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{Ft} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)
Area	54,580.589mm ²		54,580.589mm ²
I_y	1.309531e+10mm ⁴		1.309531e+10mm ⁴
I_z	1.960994e+10mm ⁴		1.960994e+10mm ⁴
C_y	287.092mm		287.092mm
C_z	976.581mm		976.581mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-1,556.399kN·m / -2,460.251kN·m = 0.633	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.0477	(kN)
$N_{c,Ed}$	-23.365	(kN)
$M_{a,Ed}$	-118.547	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-1,437.852	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	$\lambda_{lim,2}$	$\lambda_{lim,3}$	$\lambda_{lim,4}$	Class
Internal top-flange	49.400	-37.751	-38.460	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-38.469	-38.536	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-37.675	-37.742	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	119.834	119.125	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	119.117	119.049	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	119.910	119.843	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	117.825	-37.177	1.000	33.000	38.000	74.217	Class 4
right web	200.000	118.551	-36.450	1.000	33.000	38.000	73.878	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 7,351.458kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$

$M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2 : 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	26,400.000
$C_{z,a,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	43,855.951
$C_{z,c,eff}$	1,054.113

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,eff}$	6.180373e+9
$C_{r,a,eff}$	661.839
$I_{y,c,eff}$	1.092780e+10
$C_{r,c,eff}$	1,037.410

- Added moment

$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN\cdot m$

$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 2.184kN\cdot m$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 34.694MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -148.987MPa$$

$k = 1.630$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + kM_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,460.251kN\cdot m$

Where,

$f_{yd,top} = 235.000MPa$

$f_{yd,bot} = 235.000MPa$

3. Moment Capacity (y-Dir., Positive)

Pos. Moment	LCB	ULSS60	
M_{Ed} / M_{Rd}		231.481kN·m / 4,646.194kN·m = 0.050	OK

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.0477	(kN)

$N_{c,Ed}$	-29.015	(kN)
$M_{a,Ed}$	-118.547	(kN-m)
$M_{c,Ed}$	350.028	(kN-m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-9.834	-10.184	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-10.189	-10.222	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-9.796	-9.830	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-12.272	-12.622	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-12.626	-12.660	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-12.234	-12.268	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	-10.208	-12.606	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	-9.850	-12.248	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_t}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2:6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 8,181.250kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$ (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

$x_{pl} = 150.000mm$

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 4,646.194kN\cdot m$

where, $\beta = 1.000$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2:6.2.1.4

$x_{pl} / h = 0.106 \leq 0.4$

$\sigma_{a,top} = M_{a,Ed} (z_{t,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{t,c} / I_{y,c}) = 10.268MPa$

$\sigma_{a,bot} = M_{a,Ed} (z_{b,a} / I_{y,a}) + M_{c,Ed} (z_{b,c} / I_{y,c}) = 12.706MPa$

$$k = \frac{f_{sk} - M_{a,Ed} (z_a / I_{y,a})}{M_{c,Ed} (z_c / I_{y,c})} = 10.065$$

$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} = 3,404.592kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 3,404.592kN\cdot m$

Where,

$f_{yd,top} = 235.000MPa$

$f_{yd,bot} = 235.000MPa$

4. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	583.253kN / 864.811kN = 0.674	OK

1) Design Load

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 2,323.525kN\cdot m$

$M_{Ed,t} = 2,323.525kN\cdot m$

$M_{Ed,b} = 181.374kN\cdot m$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-9.834	-10.184	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-10.189	-10.222	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-9.796	-9.830	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	-12.272	-12.622	1.000	-	-	-	Class 1
left bottom-flange	4.700	-12.626	-12.660	1.000	-	-	-	Class 1
right bottom-flange	4.700	-12.234	-12.268	1.000	-	-	-	Class 1
left web	200.000	-10.208	-12.606	1.000	-	-	-	Class 1
right web	200.000	-9.850	-12.248	1.000	-	-	-	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_t}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$V_{pl,Rd} = A_w (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 2,344.504kN$

$V_{Rd} = 2,344.504kN$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$\alpha = a/h_w = 0.958$

$$k_{cr} = 4.00 + 5.34 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{rot} = 9.814, \quad a/h_w = 0.958 < 1.0$$

$$k_{stf} = 9 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 \left(\left(\frac{I_{st}}{t^3 h_w} \right), 3 \right)^{1/4} > 2.1/t \left(\frac{I_{st}}{h_w} \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$I_{st} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4 t \sqrt{k_{cr}}} = 1.707$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.486, \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 431.817 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 431.817 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 291.627 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.675 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 2,323.525 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,446.594 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{t1} + A_{t2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.990$$

$$M_{f,Rd} = 2,421.462 \text{ kN}\cdot\text{m} \cdot M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 1.178 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 2,323.525 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 291.823$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 864.811 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

5. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60	
	Interaction Ratio	0.634	OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -23.317 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -1,556.399 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 400.699 \text{ kN}$$

$$V_2 = 423.022 \text{ kN}$$

$$M_1 = -1,556.399 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -1,759.544 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,958.408 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 2,460.251 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 493.236 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$y = c L^4 / (EI) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.947$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.119$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) y / (350 - 50\mu) = 1.035$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi y, 0.5) = 1.035$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.035$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0343$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.438$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 2,460.251 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 2,460.251 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT,N} \text{ Area } f_{yd} = 12,826.438 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.634$$

6. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	UL5560	
	$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$	385.366kN/m / 570.011kN/m = 0.676	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,el} = 3,045.543 \text{ kN}$$

$$N_{c,ef} = 8,181.250 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 231.481 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 445.799 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,646.194 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 3,404.592 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_u \pi d^2 \gamma_{Vv} = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_{Vv} = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}\{P_{Rd,1}, P_{Rd,2}\} = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{AB}

$$V_{L,Ed} = 445.799 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 385.366 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num./Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

MEMBER NAME : Steel Composite : 125 - i

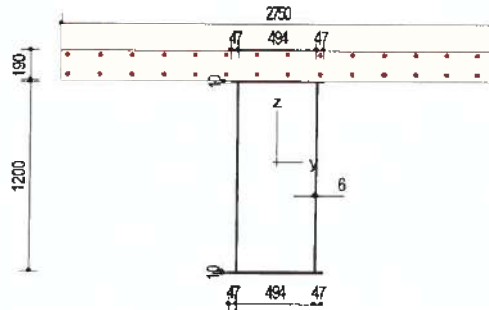
1. Member Information

- 1) Design Code
EN 1994-2 (NA : Recommended)
- 2) Section Property
composit grinzi principale
- 3) Material
Steel
 $f_y = 235.000\text{MPa}$, $E_s = 210.000.000\text{MPa}$
Concrete
 $f_{ck} = 35.000\text{MPa}$, $E_{cm} = 34.000.000\text{MPa}$
Reinforcement
 $f_{sk} = 600.000\text{MPa}$, $E_r = 200.000.000\text{MPa}$
- 4) Length
 $L = 0.603\text{m}$

5) Partial factors

	Factor
γ_c for concrete	1.500
γ_s for reinforcing steel	1.150
γ_{M0} for structural steel	1.000
γ_{M1} for structural steel	1.100
γ_v for headed stud	1.250
γ_{Ft} for equivalent constant Amplitude stress range	1.000
γ_{Mf} for fatigue strength	1.000
$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.000

6) Section Properties



	Steel Section	Short-Term Composite Section	Long-Term Composite Section
Area	26,400.000mm ²	111,186.821mm ²	111,186.821mm ²
I_y	6.120400e+9mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴	1.638139e+10mm ⁴
I_z	1.281773e+9mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴	5.471513e+10mm ⁴
C_y	300.000mm	300.000mm	300.000mm
C_z	610.000mm	1,147.606mm	1,147.606mm
	Short-Term Composite Section(Cracked)		Long-Term Composite Section(Cracked)
Area	54,580.589mm ²		54,580.589mm ²
I_y	1.309531e+10mm ⁴		1.309531e+10mm ⁴
I_z	1.960994e+10mm ⁴		1.960994e+10mm ⁴
C_y	287.092mm		287.092mm
C_z	976.581mm		976.581mm

2. Moment Capacity (y-Dir., Negative)

Neg. Moment	LCB	ULSS60	OK
	M_{Ed} / M_{Rd}	-1,999.011kN·m / -2,455.281kN·m = 0.814	

1) Design Load

	Value	Unit
$N_{a,Ed}$	0.0477	(kN)
$N_{c,Ed}$	-20.283	(kN)
$M_{a,Ed}$	-273.387	(kN·m)
$M_{c,Ed}$	-1,725.624	(kN·m)

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
Internal top-flange	49.400	-58.293	-59.572	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-59.587	-59.709	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-58.156	-58.277	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	156.967	155.688	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	155.673	155.551	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	157.104	156.982	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	153.908	-57.823	1.000	33.000	38.000	76.914	Class 4
right web	200.000	155.218	-56.513	1.000	33.000	38.000	76.391	Class 4
Class of cross-section								Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic resistance moment $M_{pl,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.2

Plastic NA = 1,260.000mm

$N_{slab} = 0.000kN$

$N_{rebar,t} = 7,351.458kN$

$N_{rebar,b} = 0.000kN$

$N_{g,top} = 0.000kN$ (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 6,204.000kN$

$M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 4,958.408kN\cdot m$

4) Elastic resistance moment $M_{el,Rd}$

EN 1994-2: 6.2.1.5

- Effective section

- Effective stiffness for N_{Ed}

	Value
$A_{a,eff}$	26,400.000
$C_{z,a,eff}$	610.000
$A_{c,eff}$	43,855.951
$C_{z,c,eff}$	1,054.113

- Effective stiffness for M_{Ed}

	Value
$I_{y,a,eff}$	6.180373e+9
$C_{z,a,eff}$	661.839
$I_{y,c,eff}$	1.097182e+10
$C_{z,c,eff}$	1,034.498

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000kN\cdot m$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 1.896kN\cdot m$$

$$\sigma_{a,top} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{t,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{t,c} = 53.833MPa$$

$$\sigma_{a,bot} = \frac{N_{a,Ed}}{A_{a,eff}} + \frac{M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}}{I_{y,a,eff}} z_{b,a} + \frac{N_{c,Ed}}{A_{c,eff}} + \frac{M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}}{I_{y,c,eff}} z_{b,c} = -191.801MPa$$

$k = 1.266$: the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + k M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed} = 2,455.281kN\cdot m$$

Where,

$$f_{yd,top} = 235.000MPa$$

$$f_{yd,bot} = 235.000MPa$$

3. Shear Capacity (z-Dir.)

Shear	LCB	ULSS60	
	V_{Ed} / V_{Rd}	$660.854kN / 874.116kN = 0.756$	OK

1) Design Load

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 1,455.999kN\cdot m$$

$$M_{Ed,t} = 1,455.999kN\cdot m$$

$$M_{Ed,b} = 430.885 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Section classification

EN 1993-1-1:2005, 5.5.2

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ϵ	λ_{lim2-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	49.400	-28.029	-29.117	1.000	-	-	-	Class 1
left top-flange	4.700	-29.130	-29.233	1.000	-	-	-	Class 1
right top-flange	4.700	-27.912	-28.016	1.000	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	49.400	35.666	34.578	1.000	33.000	38.000	42.000	Class 4
left bottom-flange	4.700	34.565	34.462	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
right bottom-flange	4.700	35.783	35.679	1.000	9.000	10.000	14.000	Class 1
left web	200.000	34.043	-28.608	1.000	33.000	38.000	106.891	Class 4
right web	200.000	35.157	-27.494	1.000	33.000	38.000	102.013	Class 4
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 4

$$\epsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

3) Plastic shear resistance $V_{pl,Rd}$

EN 1993-1-1:2005, 6.2.6

$$V_{pl,Rd} = A_v \left(f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0} = 2,344.504 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 2,344.504 \text{ kN}$$

4) Contribution from the web

EN 1993-1-5:2006, 5.3

The modified slenderness λ_w

$$\alpha = a/h_w = 0.958$$

$$k_T = 4.00 + 5.34 \left(h_w/a \right)^2 + k_{Tst} = 9.814, \quad a/h_w = 0.958 < 1.0$$

$$k_{Tst} = 9 \left(h_w/a \right)^2 \left((I_{sl} / (t^3 h_w), 3) \right)^{1/4} > 2.1/t \left(I_{sl} / h_w \right)^{1/3} = 0.000$$

$$h_w = 1,200.000 \text{ mm}$$

$$I_{sl} = 0.000 \text{ mm}^4$$

$$t = 6.000 \text{ mm}$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37.4 t \epsilon \sqrt{k_T}} = 1.707$$

EN 1993-1-5:2006, 5.3 (3)

$$\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.486, \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 431.817 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 431.817 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = 330.427 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.765 \leq 1.0$$

5) Contribution from the flange

EN 1993-1-5:2006, 5.3

$$M_{Ed} = 1,455.999 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{f,Rd0} = 2,708.191 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{f,Rd0}$ is calculated as $M_{pl,Rd}$ but neglecting the web contribution

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{[A_{f1} + A_{f2}] f_y / \gamma_{M0}} = 0.990$$

$$M_{f,Rd} = 2,682.271 \text{ kN}\cdot\text{m}; \quad M_{f,Rd0}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f t_f^2 f_{yf}}{c \gamma_{M1}} \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 10.482 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1,455.999 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$c = a \left(0.25 + \frac{1.6 b_f t_f^2 f_{yf}}{t h_w^2 f_{yw}} \right) = 291.823$$

6) Shear buckling resistance

EN 1993-1-5:2006, 5.2

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 874.116 \text{ kN}$$

7) Interaction M-V

EN 1993-1-5:2006, 7.1

$$\eta_1 = 0.294 < \eta_{lim} = 0.541$$

4. Lateral torsional buckling

LTB	LCB	ULSS60
	Interaction Ratio	0.816

OK

1) Lateral torsional buckling Design Load

$$N_{Ed} = -20.235 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -1,999.011 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_1 = 453.739 \text{ kN}$$

$$V_2 = 481.040 \text{ kN}$$

$$M_1 = -1,999.011 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_2 = -2,280.957 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,958.408 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 2,455.281 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) $M_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1993-1-1: 6.3.2.1

$$L = 603.236 \text{ mm}$$

$$c = 0.000 \text{ MPa}$$

$$\gamma = c L^4 / (EI) = 0.000 \text{ mm}$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.943$$

$$\phi = 2 \frac{1 - M_2 / M_1}{1 + \mu} = 0.127$$

$$m_1 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (3 + 2\phi) \gamma / (350 - 50\mu) = 1.039$$

$$m_2 = 1 + 0.44(1 + \mu) \phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu/100) \phi \gamma, 0.5) = 1.039$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.039$$

$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = 1.103 \frac{L}{b} \sqrt{\frac{f_y}{E_m}} \sqrt{1 + \frac{A_{wc}}{3A_f}} = 0.0419$$

$$\phi_{LT} = 0.5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.441$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 1.000$$

$$M_{Rd} = 2,455.281 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} = 2,455.281 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3) $N_{b,Rd}$ Buckling resistance moment

EN 1994-1-1: 6.3.1.1

$$\chi_{LT,N} = 1.000$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{LT} \text{Area } f_{yd} = 12,826.438 \text{ kN}$$

4) Interaction

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.816$$

5. Resistance to Longitudinal Shear

Shear Force	LCB	ULSS60	
$V_{L,Ed} / V_{L,Rd}$		$432.686 \text{ kN/m} / 570.011 \text{ kN/m} = 0.759$	OK

1) Longitudinal Shear Design Load

$$N_{c,el} = 0.000 \text{ kN}$$

$$N_{c,d} = 0.000 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -372.135 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 500.539 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 4,958.408 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 2,625.066 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) Shear resistance of a single connector

EN 1994-2: 6.6.3.1

$$P_{Rd,1} = 0.8 f_{u,r,d}^2 \gamma_v = 57.001 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}} / \gamma_v = 81.999 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 57.001 \text{ kN}$$

$$f_u = 350.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1.000$$

$$d = 18.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 150.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

3) Longitudinal shear force acting on length L_{Ag}

$$V_{L,Ed} = 500.539 \text{ kN}$$

4) Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} (A z / l) = 432.686 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \text{ Num} / \text{Space} = 570.011 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} \leq V_{L,Rd}$$

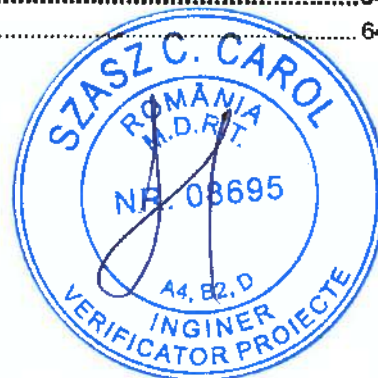


Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Fibrea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W04 1

04. CAIETE DE SARCINI – Poduri

CUPRINS

PREVEDERI GENERALE.....	2
CAIET DE SARCINI NR. 1.	4
<u>SCHELE, ESAFODAJE ȘI CINTRE</u>	4
CAIET DE SARCINI NR. 2.	7
<u>COFRAJE</u>	7
CAIET DE SARCINI NR. 3.	10
<u>ARMĂTURI</u>	10
CAIET DE SARCINI NR. 4.	16
<u>BETOANE</u>	16
CAIET DE SARCINI NR. 5.	38
<u>HIDROIZOLATII LA PODURI</u>	38
CAIET DE SARCINI NR. 6.	43
<u>SUPRASTRUCTURI METALICE</u>	43
CAIET DE SARCINI NR. 7.	50
<u>ÎMBRĂCĂMINȚI RUTIERE LA PODURI</u>	50
CAIET DE SARCINI NR. 8.	58
<u>TROTUARE , PARAPETE, BORDURILE DE TROTUARA</u>	58
CAIET DE SARCINI NR. 9.	60
<u>PROTECȚIA ANTICOROZIVĂ A SUPRAFETELOR DE BETON</u>	60
CAIET DE SARCINI NR. 10.	61
<u>APARATE DE REAZEM</u>	61
CAIET DE SARCINI NR. 11.	64
<u>CONSOLIDĂRI STRUCTURALE</u>	64



Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTEAW/04 2

Observatii	
Data	
Intocmiti	
Rev	

PREVEDERI GENERALE

1.1. GENERALITĂȚI

Prezentul Caiet de Sarcini stabilește condițiile ce trebuie îndeplinite pe parcursul execuției, controlului de calitate și recepției lucrărilor pentru poduri, pasaje, structuri.

Constructorul va efectua, într-un laborator autorizat, toate încercările și determinările cerute de prezentul Caiet de Sarcini și orice alte încercări și determinări cerute de Consultant.

În completarea prezentului Caiet de Sarcini, Constructorul trebuie să respecte prevederile standardelor și normelor în vigoare.

Odată cu prezentarea graficului general de execuție a lucrărilor, Constructorul va prezenta câte un grafic detaliat de execuție pentru fiecare lucrare de artă prevăzută a se executa.

Toate materialele care intră în lucrările permanente vor fi supuse aprobării Consultantului. Înainte de aprovizionare, Constructorul va supune aprobării Consultantului sursele / furnizorii acestor materiale. Nici un material nu va fi utilizat în lucrările permanente înainte de a fi aprobat de Consultant. Materialele care nu corespund cerințelor prezentului Caiet de Sarcini sau alte materiale decât cele prevăzute în proiect pot fi aprobate de Consultant numai cu avizul Proiectantului.

Toate materialele propuse a se utiliza trebuie să fie agrementate tehnic.

Constructorul va supune aprobării Consultantului procedura de execuție a lucrărilor, cu cel puțin 14 zile înainte de începerea lucrărilor. Nici o lucrare nu va începe înainte ca procedura de execuție a acelei lucrări să fie aprobată de Consultant. În execuția lucrărilor, Constructorul va urma întocmai procedura de execuție, așa cum a fost aprobată de Consultant. Procedurile de execuție vor avea avizul Proiectantului, care să ateste că tehnologiile aplicate respectă ipotezele de calcul.

Constructorul trebuie să se asigure că prin toate procedurile aplicate, îndeplinește cerințele prevăzute de prezentul Caiet de Sarcini.

Constructorul va înregistra zilnic date referitoare la execuția lucrărilor și la rezultatele obținute în urma măsurărilor, testelor și sondajelor.

Executantul va transmite spre aprobare către Consultant un **Plan de control al calității** și un **Plan de Inspecție & Verificări**.

Planul de Inspecție & Verificări va acoperi toate etapele principale de execuție

Executantul va reține o înregistrare și va transmite Consultantului copii ale documentației de Asigurare a Calității.

De asemenea va fi realizată o înregistrare fotografică completă (a tuturor fazelor de execuție).

1.2. PREVEDERI GENERALE PENTRU EXECUȚIE

Execuția unei lucrări de artă nu poate începe decât după ce antreprenorul și-a adjudecat execuția proiectului, urmare unei licitații și în urma încheierii contractului cu beneficiarul.

Piese principale pe baza cărora constructorul va realiza lucrarea, sunt următoarele:

- planurile generale de situație, de amplasament și dispozițiile generale;
- studiul geotehnic cu precizarea condițiilor din amplasament și a soluțiilor adecvate pentru fundații;
- detaliile tehnice de execuție, planuri de cofraj și armare, etc. pentru toate elementele componente ale lucrării de artă;
- caiete de sarcini cu prescripții tehnice speciale pentru lucrarea respectivă;

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericea, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 3

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

- graficul de eșalonare a execuției lucrării;

Aceste documentații se vor elabora de către societăți de proiectare și cercetare autorizate.

Având în vedere varietatea problemelor ce le ridică realizarea unei lucrări de artă, antreprenorul va trebui să dovedească că are experiența și dotarea corespunzătoare pentru execuția proiectului.

La execuție, antreprenorul va respecta prevederile din contract, din proiect și caietul de sarcini și va lua toate măsurile pentru realizarea unor lucrări de calitate și evitarea oricărui neconformități

Toate lucrările necesare pentru mutarea și protecția instalațiilor din cale și vecinătatea acestora, precum și lucrările provizorii (drumuri, poduri, etc) necesare pentru execuția lucrării definitive se vor proiecta și executa prin grija Antreprenorului.

De asemenea, antreprenorul va lua toate măsurile necesare pentru protejarea mediului înconjurător în timpul execuției.

Se precizează că la execuție nici o adaptare sau modificare față de documentație, nu se poate face decât cu aprobarea Consultantului sau/și a Proiectantului elaborator al documentației.

De asemenea, la execuție se va ține seama de standardele, normativele și prescripțiile în vigoare (o listă minimă este precizată în anexă).

1.3. PREVEDERI GENERALE PRIVIND RECEPȚIA LUCRĂRILOR

Pentru a asigura o execuție de calitate a lucrărilor de artă, se va face recepția lucrărilor pe faze de execuție și recepția finală. În cadrul recepțiilor pe faze de execuție se vor efectua recepțiile pe faze determinante conform programului acceptat de I.S.C.

Prezentul Caiet de Sarcini va fi consultat în conformitate cu normativele în vigoare.

1.4. PREVEDERI GENERALE PRIVIND EXPLOATAREA ȘI ÎNTREȚINEREA LUCRĂRILOR DE ARTĂ

Încă din faza de concepție, proiectul va conține elemente sau rezolvări constructive care să asigure personalului de exploatare și întreținere, urmărirea lucrării și accese la infrastructuri, reazeme și la interiorul suprastructurilor.

La unele lucrări cu caracter deosebit, la comanda beneficiarului se pot elabora și documentații (instrucțiuni, etc) privind modul de urmărire și întreținere a acestor lucrări.

În afara acestor instrucțiuni, se va ține seama și de prevederile cuprinse în standardele, normativele și prescripțiile în vigoare.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Percei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTEAW/04 4

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

CAIET DE SARCINI NR. 1.

SCHELE, ESAFODAJE ȘI CINTRE

CUPRINS

- DATE GENERALE
- CONDIȚIILE PE CARE TREBUIE SĂ LE ÎNDEPLINEASCĂ CEL CE ÎNTOCMEȘTE PROIECTUL
- REALIZAREA ȘI UTILIZAREA LUCRĂRILOR PROVIZORII
- ÎNDEPĂRTAREA COFRAJELOR ȘI ESAFODAJELOR
- EXECUȚIE, UTILIZARE, CONTROALE
- PRESCRIPȚII COMPLEMENTARE PRIVIND CINTRELE, ESAFODAJELE

DATE GENERALE

În funcție de destinație lucrările provizorii se clasifică în: eșafodaje, cintre ce suportă structuri în curs de realizare; schele de serviciu destinate de a suporta deplasarea personalului, sculelor și materialelor;

dispozitive de protecție la lucru sub circulație, împotriva căderii de materiale, scule, etc.; lucrările provizorii se execută de către antreprenor pe bază de proiect și se avizează de către beneficiar.

Toate eșafodajele trebuie proiectate și executate, pentru a suporta încărcările fără tasări sau deformații apreciabile. Cofrajele infrastructurii trebuie verificate la acțiunea vântului în funcție de amplasamentul podului tabel 1(RO) din SR EN 1991-1-4/ NB:2007, conform 3.1 (1)P NOTA 2 din SR EN 1991-1-6:2005/ NB:2008) și la celelalte acțiuni tehnologice prevăzute în SR EN 1991-1-6:2005/ NB: 2008.

Antreprenorul trebuie să folosească cricuri aprobate, pene sau alte mijloace de îndepărtare a tasărilor din cofraje înainte și în timpul turnării betonului.

Eșafodajele pot fi: elemente simple (de tip pop) sau structuri spațiale produse în acest scop, caz în care se vor lua în considerare condițiile de montare și capacitățile de rezistență și stabilitate prevăzute de producătorii acestora; elemente confecționate și montate pe santeir, caz în care alcatuirea și calculul lor se vor efectua în cadrul proiectului tehnologic privind cofrajele.

CONDIȚIILE PE CARE TREBUIE SĂ LE ÎNDEPLINEASCĂ CEL CE ÎNTOCMEȘTE PROIECTUL

Proiectul poate fi întocmit de către antreprenor sau de către orice unitate de proiectare autorizată și trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

să asigure securitatea lucrătorilor și lucrărilor definitive;
 să țină cont de datele impuse de lucrarea definitivă;
 deformațiile lucrărilor provizorii nu trebuie să producă defecte lucrării definitive în curs de priză sau întărire;

să cuprindă succesiunea detaliată a tuturor fazelor;

să cuprindă piese scrise explicative și planșe de execuție;

Un exemplar complet din proiect trebuie să existe în permanență pe șantier la dispoziția beneficiarului.

Planșele de execuție trebuie să definească geometria lucrărilor provizorii ca și natura și caracteristicile tuturor elementelor componente.

Din planșe trebuie să rezulte următoarele:

- 1 măsurile luate pentru asigurarea stabilității și protecția fundațiilor;
- 2 modul de asamblare a elementelor componente ale cintrelor, eșafodajelor și schelelor;
- 3 reazemele elementelor portante care trebuie să fie compatibile cu propria lor stabilitate și a elementelor pe care sprijină;
- 4 sistemul de contravântuire ce trebuie asigurat în spațiu, după cele trei dimensiuni;

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/04 5

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

- 5 dispozițiile ce trebuie respectate în timpul manipulărilor și pentru toate operațiile de reglare, calare, descintrare, decofrare, demontare;
- 6 contrasăgețile și toleranțele de execuție;
- 7 modul de asigurare a punerii în operă a betonului, libertatea de deformare a betonului sub efectul contracției și precomprimării;
- 8 dispozitivele de control a deformațiilor și tasărilor. Din piesele scrise trebuie să rezulte următoarele:
- 9 specificația materialelor utilizate, materialele speciale, materialele provenite de la terți;
- 10 instrucțiuni de montare a lucrărilor provizorii;
- 11 instrucțiuni cu privire la toate elementele a căror eventuală defecțiune ar putea avea consecințe grave asupra securității lucrărilor.

O atenție deosebită trebuie acordată modului de rezemare a eșafodajelor referitor la următoarele aspecte:

- 1 luarea în considerare a capacității de rezistență și de deformare a terenului, rezemarea făcându-se pe tălpi cu suprafața corespunzătoare;
- 2 interzicerea utilizării ca talpa de rezemare a materialelor fragile (caramida, BCA, beton celular);
- 3 luarea în considerare a evoluției temperaturilor în cazul în care rezemarea trebuie făcută pe teren înghețat, pentru a se evita tasările în cazul dezghețului;
- 4 utilizarea unor sisteme de reglare pe înălțime care să asigure atât capacitatea de reglare necesară, cât și stabilitatea pe durata utilizării cofrajelor respective.
- 5 modalitățile de descintrare

REALIZAREA ȘI UTILIZAREA LUCRĂRILOR PROVIZORII

Calitatea materialelor, materialelor de inventar și materialelor noi, trebuie să corespundă standardelor în vigoare.

Antreprenorul are obligația să prezinte certificate de atestare pentru materialele destinate lucrărilor provizorii atât când se folosesc produse noi cât și când se refolosesc materiale vechi pentru care trebuie să se garanteze că sunt echivalente unor materiale noi. Întrebuințarea de elemente refolosibile este autorizată atât timp cât deformațiile lor sau efectele oboselii nu riscă să compromită securitatea execuției.

Este necesar să se scrie pe planșe numărul admisibil de refolosiri.

Eșafodajul poate fi susținut de palplanșe care trebuie asezate, bătute și îndepărtate într-o manieră corespunzătoare fără să compromită securitatea execuției.

Eșafodajul poate fi de asemenea susținut de grinzi agățate de infrastructura permanentă a podului, conform instrucției date de Consultant.

Execuția eșafodajelor nu trebuie să înceapă, până când nu este dat acceptul scris de începere, de către Consultant. Consultantul va verifica eșafodajul terminat, pentru conformitatea sa cu planșele de execuție și pentru condițiile sale generale. Se va da atenție specială stabilității laterale, sprijinirii, rigidizărilor, împănărilor și cricurilor.

Eșafodajele trebuie fixate pentru a produce o structura finală la elavația și cotele indicate în Planșele de execuție. Antreprenorul trebuie să considere și să compenseze deformațiile pe care metoda de execuție le crează.

Materialele pentru eșafodaje pot fi atât noi cât și folosite. Toate materialele sunt subiect de inspecție de către Consultant, pentru a determina dacă acestea sunt adecvate scopului pentru care sunt folosite.

Toate materialele, pe care Consultantul le constată ca sunt stricate, îndoite sau nepotrivite din alt motiv pentru folosire, vor fi respinse.

Eșafodajul și suportii eșafodajului trebuie protejați împotriva impactului și efectelor de vibrații, prin plasarea de contravânturii sau limitând accesul utilajelor, dispozitivelor de execuție.

Atunci când palplanșele eșafodajelor din firul apei nu mai sunt necesare, trebuie îndepărtate.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericel, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/04 6

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Materialele degradate se rebutează sau se dau la reparat în atelier de specialitate. În acest din urmă caz, antreprenorul va justifica valabilitatea reparației, fără ca această justificare să-i atenueze responsabilitatea sa.

ÎNDEPĂRTAREA COFRAJELOR ȘI ESAFODAJELOR

Se va acorda o atenție deosebită la îndepărtarea cofrajelor și în special a elementelor de construcție care după decofrare suportă aproape întreaga solicitare prevăzută în calcule. Unelele de metal nu trebuie să atingă direct betonul proaspăt.

Cerințele minime pentru decofrarea betonului sunt date în NE 012/2- 2022 "Normativ pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat Partea 2 : Executarea lucrărilor din beton armat".

Elementele pot fi decofrate în cazul în care betonul are o rezistență suficientă pentru a putea prelua, integral sau parțial, după caz, solicitările pentru care au fost proiectate.

Se recomandă următoarele valori ale rezistenței la compresiune la care se poate decofra:

Partile laterale ale cofrajelor se pot îndepărta după ce betonul a atins o rezistență la compresiune de minim 2,5N/mm² , astfel încât să nu fie deteriorate fețele și muchiile elementelor.

cofrajele fețelor inferioare la plăci și grinzi se pot îndepărta, menținând sau remontând popi de siguranță, numai în condițiile în care rezistența la compresiune a betonului a atins fața de clasa, următoarele procente:

70% pentru elemente cu deschidere de max 6,0m;

85% pentru elemente cu deschidere mai mare de 6,0m; Îndepărtarea popilor de siguranță se face la termenele stabilite în proiect.

Stabilirea rezistențelor la care au ajuns partile de construcție, în vederea decofrării, se face prin încercarea epruvetelor de control.

Suportii trebuie îndepărtați treptat pentru a permite betonului să-și susțină masa sa, uniform.

Suportii eşafodajelor trebuie eliberați aproape de centrul deschiderii și să progreseze simetric catre suportii de capăt.

Slăbirea pieselor de descintrare se face treptat fără șocuri, decofrarea se face astfel încât să se evite preluarea bruscă a încărcărilor de către elementele ce se decofrează, precum și ruperea muchiilor betonului sau degradarea materialului cofrajului și susținerilor acestuia.

EXECUȚIE, UTILIZARE, CONTROALE

Toleranțele aplicabile la lucrările provizorii sunt stabilite în funcție de toleranțele de la lucrările definitive.

Deformațiile lucrărilor provizorii se controlează prin nivelmente efectuate de către antreprenori față de reperele acceptate de beneficiar.

Rezultatele măsurătorilor se transmit beneficiarului.

Antreprenorul va lua toate măsurile necesare pentru evitarea unor eventuale deformații.

Antreprenorul are obligația să asigure întreținerea regulată a lucrărilor provizorii.

PRESCRIȚII COMPLEMENTARE PRIVIND CINTRELE, EȘAFODAJELE

Proiectul cintrelor, eşafodajelor cât și montajul acestora în amplasament se avizează de către beneficiar. Pentru dispozitivele secundare se admite schematizarea de principiu a acestora și prezentarea beneficiarului pentru aprobare cu 15 zile, cel puțin, înainte de începerea execuției.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Perical, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Fiorea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 7

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

CAIET DE SARCINI NR. 2.

COFRAJE

CUPRINS

- a. DATE GENERALE
- b. PREGĂTIREA, CONTROLUL ȘI RECEPȚIA LUCRĂRILOR DE COFRARE
- c. MONTAREA ȘI SUSȚINERILE COFRAJELOR
MONTAREA COFRAJELOR
SUSȚINERILE COFRAJELOR
- d. CONTROLUL ȘI RECEPȚIA LUCRĂRILOR DE EXECUȚIE A COFRAJELOR

a. DATE GENERALE

Cofrajele sunt structuri provizorii alcătuite, de obicei, din elemente refofosibile, care montate în lucrare, dau betonului forma proiectată. În termenul de cofraj se includ atât cofrajele propriu-zise cât și dispozitivele pentru sprijinirea lor, buloanele, țevile, tiranții, distanțierii, care contribuie la asigurarea realizării formei dorite.

Cofrajele și susținerile lor se execută numai pe bază de proiecte, întocmite de unități de proiectare autorizate, în conformitate cu prevederile STAS 7721/90, precum și a celor din NE 012/2022.

Cofrajele trebuie să fie alcătuite astfel încât să îndeplinească următoarele condiții:

- să asigure obținerea formei, dimensiunilor și gradului de finisare, prevăzute în proiect, pentru elementele ce urmează a fi executate, respectându-se înscrierea în abaterile admisibile prevăzute în Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat – Partea 2: Executarea lucrărilor din beton – Indicativ NE 012/2-2022.
- să asigure suprafețe netede, fără goluri, fisuri sau alte defecte;
- să fie etanșe, astfel încât să nu permită pierderea laptelui de ciment;
- să fie stabile și rezistente, sub acțiunea încărcărilor care apar în procesul de execuție.
- să asigure ordinea de montare și demontare stabilită fără a degrada elementele de beton cofrate, sau componentele cofrajelor și susținerilor;
- să permită, la decofrare, o preluare treptată a încărcării de către elementele care se decofrează;
- să permită închiderea rosturilor astfel încât să se evite formarea de pene sau praguri;
- să permită închiderea cu ușurință - indiferent de natura materialului din care este alcătuit cofrajul - a golurilor pentru controlul din interiorul cofrajelor și pentru scurgerea apelor uzate, înainte de începerea turnării betonului;
- să aibă fețele, ce vin în contact cu betonul, curate, fără crăpături, sau alte defecte;
- materialele din care se execută să corespundă reglementărilor specifice în vigoare; Proiectul cofrajelor va cuprinde și tehnologia de montare și decofrare.

În afara prevederilor generale de mai sus, cofrajele vor trebui să mai îndeplinească următoarele condiții:

- să permită poziționarea armăturilor din oțel beton și de precomprimare;
- să permită fixarea sigură și în conformitate cu proiectul, a pieselor înglobate din zonele de capăt a grinzilor (plăci de repartiție, teci, etc.);
- să permită compactarea cât mai bună în zonele de ancorare;
- să asigure posibilitatea de deplasare și poziția de lucru corespunzătoare a muncitorilor care execută turnarea și compactarea betonului;

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/04 8

Observatii	
Data	
Întocmit	
Rev	

să permită scurtarea elastică la precomprimarea și intrarea în lucru a greutatei proprii, în conformitate cu prevederile proiectului;

- să fie prevăzute, după caz, cu urechi de manipulare, să fie prevăzute cu dispozitive speciale pentru prinderea vibratoarelor de cofraj, atunci când acestea sunt înscrise în proiect;
- distanțierii cofrajului, lăsați în beton, să nu afecteze durabilitatea sau aspectul betonului, să nu introducă încărcări suplimentare asupra structurii;
- cofrajele metalice să nu prezinte defecte de laminare, pete de rugină pe fețele ce vin în contact cu betonul.

Pentru a evita deteriorarea muchiilor betonului, la execuția cofrajului se va asigura teșirea acestora. Teșirea se va realiza la dimensiunile de 2x2cm, dacă în detalii nu se prevede altfel.

Din punct de vedere al modului de alcătuire se deosebesc:

- cofraje fixe, confecționate și montate la locul de turnare a betonului și folosite, de obicei, la o singură lucrare.
- cofraje demontabile staționare, realizate din elemente sau subansambluri de cofraj refofosibile la un anumit număr de turnări;
- cofraje demontabile mobile, care se deplasează și iau poziții succesive pe măsura turnării betonului: cofraje glisante sau pășitoare;

Din punct de vedere al utilizării componentelor:

- cofraje de inventar, la care componentele sunt mijloace de inventar și se folosesc de mai multe ori;
- cofraje unicat, la care componentele se utilizează o singură dată (de regulă acestea sunt din lemn);
- cofraje pierdute, la care componentele intră în alcătuirea elementelor din beton care se toamnă pe șantier;
- cofraje virtuale, la care betonul se toamnă în spații construite anterior (groapa în care se toamnă fundația).

Pentru aceste din urmă cofraje, abaterile față de dimensiunile de referință din proiect, sunt cele specifice lucrărilor de pământ și nu cele specifice elementelor din beton turnat în "cofraje reale".

Față de calitatea suprafeței de beton obținute după decofrare:

- cofraje pentru beton aparent;
- cofraje pentru betoane brute; suprafețele obținute fiind acoperite cu placaje etc; Din punct de vedere al naturii materialului din care sunt confecționate se deosebesc:
- cofraje din lemn sau căptușite cu lemn;
- cofraje tego;
- cofraje furniruite de tip DOKA, PASCHAL, PERI, MEVA îmbinate sau tratate cu rășini;
- cofraje metalice.

b. PREGĂTIREA, CONTROLUL ȘI RECEPȚIA LUCRĂRILOR DE COFRARE

Înainte de fiecare refofosire, cofrajele vor fi revizuite și reparate. Refofoșirea cât și numărul de refofosiri, se vor stabili numai cu acordul beneficiarului.

În scopul refofosirii, cofrajele vor fi supuse următoarelor operațiuni:

- curățirea cu grijă, repararea și spălarea, înainte și după refofosire; când spălarea se face în amplasament apa va fi drenată în afară (nu este permisă curățirea cofrajelor numai cu jet de aer);
- tratarea suprafețelor, ce vin în contact cu betonul, cu o substanță ce trebuie să ușureze decofrarea, în scopul desprinderii ușoare a cofrajului; în cazul în care se folosesc substanțe lubrifiante, uleioase; nu este permis ca acestea să vină în contact cu armăturile.

În vederea asigurării unei execuții corecte a cofrajelor se vor efectua verificări etapizate astfel:

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 9

Observatii			
Data			
Intocmit			
Rev			

- preliminar, controlându-se lucrările pregătitoare și elementele sau subansamblurile de cofraje și susțineri;
- în cursul execuției, verificându-se poziționarea în raport cu trasarea și modul de fixare a elementelor;
- final, recepția cofrajelor și consemnarea constatrilor în "Registrul de procese verbale, pentru verificarea calității lucrărilor ce devin ascunse";

c. MONTAREA ȘI SUSȚINERILE COFRAJELOR

Montarea cofrajelor

Montarea cofrajelor va cuprinde următoarele operații:

- trasarea poziției cofrajelor;
- executarea eșafodajelor dacă este cazul;
- așezarea cofrajelor pe poziție, conform trasării de detaliu;
- definitivarea poziției în plan și pe verticală, îmbinarea între panouri, fixarea cofrajelor;
- verificarea și recepția cofrajelor; Așezarea cofrajelor la poziție se realizează:
- în plan, față de reperele marcate la trasarea de detaliu;
- Pe înălțime, prin respectarea cotelor și reglarea în poziția verticală sau înclinată după caz. Definitivarea poziției în plan și pe verticală se realizează odată cu fixarea cofrajelor prin:
- Fixarea pe înălțimea reglată a popilor de susținere în cazul cofrajelor pentru plăci, astfel încât să nu permită deplasări relative ale panourilor/zonelor încărcate (cu beton proaspăt sau din activitățile de punere în operă a betonului) față de cele neîncărcate;
- Fixarea la poziție a elementelor de susținere sau sprijinire a cofrajelor verticale sau înclinate de înălțime mare (pentru stâlpi, pereți etc.)
- Fixarea elementelor exterioare de susținere (caloți, nervuri etc.) ale cofrajelor de dimensiuni mai reduse în secțiune transversala (grinzi, stâlpi).
- Fixarea elementelor interioare de legatură, de regulă distanțieri, pentru menținerea distanței între fețele cofrate.

Susținerea cofrajelor

În cazurile în care elementele de susținere a cofrajelor reazemă pe teren se va asigura repartizarea solicitărilor, ținând seama de gradul de compactare și posibilitățile de înmuiere, astfel încât să se evite producerea tasărilor.

În cazurile în care terenul este înghețat sau expus înghețului, rezemarea susținerilor se va face astfel încât să se evite deplasarea acestora în funcție de condițiile de temperatură.

d. CONTROLUL ȘI RECEPȚIA LUCRĂRILOR DE EXECUȚIE A COFRAJELOR

În vederea asigurării unei execuții corecte a cofrajelor, se vor efectua verificări etapizate astfel:

- preliminar, controlându-se lucrările pregătitoare și elementele sau subansamblurile de cofraje și susțineri;
- în cursul execuției, verificându-se poziționarea în raport cu trasarea și modul de fixare a elementelor;

La final, recepția cofrajelor și consemnarea constatrilor în "Procesul verbal de recepție calitativă".

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Fiorea Maria	Pagina: R024/02PTEAW/04 10

Observatii	
Data	
Întocmit	
Rev	

CAIET DE SARCINI NR. 3.

ARMĂTURI

CUPRINS

1. OȚELURI PENTRU ARMĂTURI
2. LIVRAREA ȘI MARCAREA
3. TRANSPORTUL ȘI DEPOZITAREA
4. CONTROLUL CALITĂȚII
5. FASONAREA, MONTAREA ȘI LEGAREA ARMĂTURILOR
6. TOLERANȚE DE EXECUȚIE
7. PARTICULARITĂȚI PRIVIND ARMAREA CU PLASE SUDATE
8. INNĂDIREA ARMĂTURILOR
9. STRATUL DE ACOPERIRE CU BETON
10. ÎNLOCUIREA ARMĂTURILOR PREVĂZUTE ÎN PROIECT
11. PROTECȚIA ANTICOROZIVĂ A ARMĂTURILOR

Prezentul caiet tratează condițiile tehnice necesare pentru proiectarea, procurarea, fasonarea și montarea armăturilor utilizate la structurile de beton armat pentru poduri.

Pentru condițiile specifice privind fundațiile, elevațiile infrastructurilor, suprastructurile de beton armat și de beton precomprimat se vor aplica prevederile din caietul de sarcini nr. 2 -"Infrastructuri - fundații directe de suprafață și fundații directe de adâncime; caietul de sarcini Nr. 3 Infrastructuri – fundații indirecte; Infrastructuri – culei, pile; caietul de sarcini Nr 11 Suprastructuri din beton armat; Suprastructuri din beton precomprimat; caietul de sarcini Nr. 13 Suprastructuri de tip mixt".

OȚELURI PENTRU ARMĂTURI

Oțelul beton trebuie să îndeplinească condițiile tehnice prevăzute în SR EN 438-1:2012. Tipurile utilizate curent în elementele de beton armat și beton precomprimat și domeniile lor de aplicare sunt indicate în tabelul următor și corespund prevederilor din NE 012/2-2022.

Tipul de oțel	Simbol	Domeniul de utilizare
Oțel beton rotund neted SR EN 438-1:2012	OB 37	Armături de rezistență sau armături constructive – utilizare interzisă ca armătură de rezistență sau constructivă din martie 2010, putând fi utilizată ca armătură de montaj.
Sârmă trasă netedă pentru beton armat SR EN 438-1:2012	STNB	Armături de rezistență sau armături constructive; armăturile de rezistență – utilizare interzisă din martie 2010, nerespectând $f_{yk} \geq 400$ MPa și nefiind cu înaltă aderență
Plase sudate pentru beton armat SR EN 438-1:2012	STNB	numai sub formă de plase sau carcasse sudate – utilizare interzisă din martie 2010, nerespectând $f_{yk} \geq 400$ MPa și nefiind cu înaltă aderență
Produse din oțel pentru armarea betonului. Oțel beton cu profil periodic SR EN 438-1:2012	PC 52	Armături de rezistență pentru betoane de clasa cel puțin C 12/15 – utilizare interzisă ca armătură de rezistență din martie 2010, nerespectând $f_{yk} \geq 400$ MPa și nefiind cu înaltă aderență, putând fi

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Perceai, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02PTEAW/04 11

Observatii			utilizată ca armătură constructivă.
		PC 60	Armături de rezistență la elemente cu betoane de clasă cel puțin C 16/20
	Armături pretensionate . sârme netede STAS 6482/2-80 . sârme amprentate STAS 6482/3-80	SBP I	Armături de rezistență la elemente cu betoane de clasă cel puțin C 25/30 – utilizare interzisă din martie 2010, neregăsindu-se ca sortiment și cerințe minime de relaxare și oboseală
	Oțel beton de înaltă aderență BST500S(C)	BST 500 S (C)	În agrementul tehnic, $f_{yk} \geq 500 \text{ MPa}$, clasa C de ductilitate $e_{uk} \geq 7,5\%$, $\Delta s_{RSk} \geq 150 \text{ MPa}$, pentru $N=2 \times 10^6$ cicluri de încărcare descărcare, cu limita superioară $0,6f_{yk}$
	Sârmă de oțel pretensionat $\varnothing 7$ mm	Y1670C 7,0	În agrementul tehnic, $f_{pk} \geq 1670 \text{ MPa}$, $f_{p0,1k} \geq 1437 \text{ MPa}$, $p_{1000} \geq 4\%$ pentru $0,7f_{pk}$, $\Delta s_{RSk} \geq 200 \text{ MPa}$, pentru $N=2 \times 10^6$ cicluri de încărcare descărcare, cu limita superioară $0,7f_{pk}$

Data

Întocmit

Rev

Pentru oțelurile din import sau autohtone, altele decât cele menționate în tabelul de mai sus (de exemplu oțelul BSt 500 S(C)) este obligatorie existența certificatului de calitate emis de unitatea care a produs / importat oțelul și trebuie să fie agrementate tehnic, cu precizarea domeniului de utilizare (pentru lucrări de poduri durata de viață este de minim 100 de ani).

În certificatul de calitate se va menționa tipul corespunzător de oțel SR EN 438-1:2012, echivalarea fiind făcută prin luarea în considerare a tuturor parametrilor de calitate.

În cazul în care există dubiu asupra modului în care s-a efectuat echivalarea, antreprenorul va putea utiliza oțelul respectiv numai pe baza rezultatelor încercărilor de laborator, cu acordul scris al unui institut de specialitate și după aprobarea beneficiarului.

Pentru oțelul BSt 500 S (C) pe lângă cele menționate mai sus referitoare la agrementul tehnic, domeniul de utilizare, echivalența cu oțelurile din SR EN 438-1:2012 este obligatoriu ca acesta să aibe clasa C de ductilitate conform SR EN 1992-1-1:2006, carbonul echivalent sa fie mai mic sau egal cu 0,44% (pentru a avea proprietăți de sudabilitate) și să aibe precizate valorile domeniului de eforturi la oboseala cu limita lor superioară, pentru un număr $N > 2 \times 10^6$ cicluri (tabelul C.2N din SR EN 1992-1-1:2006).

La aprovizionare, produsele din oțel vor fi verificate în conformitate cu standardele în vigoare și planul propriu de calitate, verificări și încercări.

LIVRAREA ȘI MARCAREA

Livrarea oțelului beton se va face în conformitate cu reglementările în vigoare, însoțită de un document de calitate (certificat de calitate/inspecție, declarație de conformitate), după certificarea produsului de un organism acreditat, și de o copie după certificatul de conformitate.

Documentele ce însoțesc livrarea oțelului beton de la producător trebuie să conțină următoarele informații:

- Numele și adresa producătorului;
- Numărul certificatului de conformitate, atașat;
- Referințe la caracteristicile produsului;
- Numărul standardului de produs;
- Tipul și clasa produsului;
- Dimensiunea;
- Limita de curgere;

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 12

Observatii			
Data			
Intocmit			
Rev			

- Rezistența la rupere;
- Alungirea la forța maximă și la rupere;
- Conținutul de carbon echivalent pe oțel lichid;
 - Date de identificare a șarjei/lotului/colacului sau legături;

Fiecare colac sau legătură de bare sau plase sudate va purta o etichetă, bine legată care va conține:

- Denumirea producătorului;
- Tipul și clasa produsului;
- Numărul lotului și al colacului / legăturii;
- Marcajul de conformitate
- Ștampila controlului de calitate

Oțelul livrat de furnizori intermediari va fi însoțit de un certificat privind calitatea produselor care va conține toate datele din documentele de calitate eliberate de producătorul oțelului beton.

TRANSPORTUL ȘI DEPOZITAREA

Barele de armătură, plasele sudate și carcasele prefabricate de armătură vor fi transportate și depozitate astfel încât să nu sufere deteriorări sau să prezinte substanțe care pot afecta armătura și/sau betonul sau aderența beton - armătură.

Oțelurile pentru armături trebuie să fie depozitate separat pe tipuri și diametre în spații amenajate și dotate corespunzător, astfel încât să se asigure:

- evitarea condițiilor care favorizează corodarea armăturii;
- evitarea murdării acestora cu pământ sau alte materiale;
- asigurarea posibilităților de identificare ușoară a fiecărui sortiment și diametru.

CONTROLUL CALITĂȚII

Controlul calității oțelului se va face conform prevederilor prezentate în NE 012/2-2022 și NE 013/02.

FASONAREA, MONTAREA ȘI LEGAREA ARMĂTURILOR

Fasonarea barelor, confecționarea și montarea carcaselor de armătură se va face în strictă conformitate cu prevederile proiectului.

Înainte de a se trece la fasonarea armăturilor, executantul va analiza prevederile proiectului, ținând seama de posibilitățile practice de montare și fixare a barelor, precum și de aspecte tehnologice de betonare și compactare. Dacă se consideră necesar se va solicita reexaminarea de către proiectant a dispozițiilor de armare prevăzute în proiect.

Armătura trebuie tăiată, îndoită, manipulată astfel încât să se evite:

- deteriorarea mecanică (de ex. creștături, lovini);
- ruperi ale sudurilor în carcase și plase sudate;
- contactul cu substanțe care pot afecta proprietățile de aderență sau pot produce procese de coroziune.

Armăturile care se fasonază trebuie să fie curate și drepte, în acest scop se vor îndepărta:

- eventuale impurități de pe suprafața barelor;
- îndepărtarea ruginii, în special în zonele în care barele umează a fi înădărite prin sudură.

După îndepărtarea ruginii reducerea secțiunilor barelor nu trebuie să depășească abaterile prevăzute în standardele de produs.

Oțelul - beton livrat în colaci sau barele îndoite trebuie să fie îndreptate înainte de a se proceda la tăiere

și fasonare fără a se deteriora profilul (la întinderea cu trolul alungirea maximă nu va depăși 1 mm/m).

Barele tăiate și fasonate vor fi depozitate în pachete etichetate, astfel încât să se evite confundarea lor și să se asigure păstrarea formei și curățeniei lor până în momentul montării.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/04 13

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Se interzice fasonarea armăturilor la temperaturi sub -10°C . Barele cu profil periodic cu diametrul mai mare de 25 mm se vor fasona la cald.

Recomandări privind fasonarea, montarea și legarea armăturilor sunt prezentate în NE 012/2-2022 și cap 10 din Codul de practică NE 013/02.

TOLERANȚE DE EXECUȚIE

În NE012/2-2022 sunt indicate abaterile limită la fasonarea și montarea armăturilor. Dacă prin proiect se indică abateri mai mici se respectă acestea.

PARTICULARITĂȚI PRIVIND ARMAREA CU PLASE SUDATE

Plasele sudate din sârmă trasă netedă STNB sau profilată STPB se utilizează ori de câte ori este posibil la armarea elementelor de suprafață în condițiile prevederilor SR EN 1992-1-1:2004 Eurocod 2: proiectarea structurilor de beton.

Executarea și utilizarea plaselor sudate se va face în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare.

Plasele sudate se vor depozita în locuri acoperite fără contact direct cu pământul sau cu substanțe care ar putea afecta armătura sau betonul, pe loturi de aceleași tipuri și notate corespunzător.

Încărcarea, descărcarea și transportul plaselor sudate se vor face cu atenție, evitându-se izbirile și deformarea lor sau desfacerea sudurii.

Încercările sau determinările specifice plaselor sudate, inclusiv verificarea calității sudării nodurilor se vor efectua conform SR EN 438/3-2012.

În cazurile în care plasele sunt acoperite cu rugină se va proceda la înlăturarea acestora prin periere.

După îndepărtarea ruginii, reducerea dimensiunilor secțiunii barei nu trebuie să depășească abaterile prevăzute în standardele de produs.

INNĂDIREA ARMĂTURILOR

Alegerea sistemului de innădire se face conform prevederilor proiectului și prevederilor SR EN 1992-1:2004, SR EN 1992-1:2004/ NB:2008, SR EN 1992:2006, SR EN 1992-2:2006/ NA:2009, SR EN

1. :2004/ NB:2008/ A91:2009 și normativului NE 012-2:2022. De regulă innădirea armăturilor se realizează prin suprapunere fără sudură sau prin sudură funcție de diametrul/tipul barelor, felul solicitării, zonele elementului (de ex. zone plastice potențiale ale elementelor participante la structuri antisismice).

Procedeele de innădire pot fi realizate prin:

- suprapunere;
- sudură conform SR EN ISO 17660-1:2007;
- îmbinări mecanice SR 13513/2007 și SR 13515-1si 2-2007;
- cuplaje metalo - termice;
- cuplaje prin presare;

Innădirea armăturilor prin sudură se face prin procedee de sudare obișnuită (sudare electrică prin puncte, sudare electrică cap la cap prin topire intermediară, sudare manuală cu arc electric prin suprapunere cu eclise, sudare manuală cap la cap cu arc electric - sudare în cochilie, sudare în semimanșon de cupru - sudare în mediu de bioxid de carbon) conform reglementărilor tehnice specifice referitoare la sudarea armăturilor din oțel - beton (SR EN ISO 17660-1.2:2007), în care sunt indicate și lungimile minime necesare ale cordonului de sudură și condițiile de execuție.

Nu se permite folosirea sudurii la innădirile armăturilor din oțeluri ale căror calități au fost îmbunătățite pe cale mecanică (sârmă trasă). Această interdicție nu se referă și la sudurile prin puncte de la nodurile plaselor sudate executate industrial.

La stabilirea distanțelor între barele armăturii longitudinale trebuie să se țină seama de spațiile suplimentare ocupate de eclise, cochilii, etc., funcție de sistemul de innădire utilizat.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEW/04 14

Observatii			
Data			
Întocmit			
Rev			

Utilizarea sistemelor de înădare prin dispozitive mecanice (manșoane metalo - termice prin presare sau alte procedee) este admisă numai pe baza reglementărilor tehnice specifice sau agrementelor tehnice și cu respectarea prevederilor din SR 13513/2007 și SR 13515-1si 2-2007 .

STRATUL DE ACOPERIRE CU BETON

Pentru asigurarea durabilității elementelor/structurilor și protecția armăturii contra coroziunii și o conlucrare corespunzătoare cu betonul este necesar ca la elementele din beton armat să se realizeze un strat de acoperire cu beton minim. Grosimea minimă a stratului se determină funcție de tipul elementului, categoria elementului, condițiile de expunere, diametrul armăturilor, clasa betonului, gradul de rezistență la foc, etc. Grosimea stratului de acoperire cu beton va fi stabilită prin proiect.

Protecția armăturii împotriva coroziunii, a clorului din atmosferă sau din apa de mare, a atacului chimic, a îngheț dezghețului repetat cu sau fără agenți de dezghețare, a abraziunii depinde de compactitatea, de calitatea și de grosimea stratului de acoperire cu beton, pe de o parte și de fisurare, pe de altă parte. Compactitatea și calitatea acoperirii sunt obținute prin controlul valorii maxime a raportului apă/ ciment și de dozajul minim de ciment, ele fiind asociate unei clase minime de rezistență a betonului (anexa E din SR EN 1992-2:2006/ NA:2009). Acoperirea nominală, se asigură în funcție de tipul elementului -categoria elementului, condițiile de expunere, diametrul armăturilor, clasa betonului, gradul de rezistență la foc, etc, ținând seama și de agresivitatea chimică și de abaterea tehnologică din NE 012-1,2:2022, respectiv conform SR EN 1992-1:2004, SR EN 1992-1:2004/ NB:2008, SR EN 1992:2006, SR EN 1992-2:2006/ NA:2009, SR EN 1992-1:2004/ NB:2008/

A91:2009 și normativului NE 012-2:2022. Acoperirea nominală este precizată pe fiecare planșă de execuție, în funcție de combinația de clase de expunere stabilită de proiectant și de durata normală de viață proiectată stabilită de cel puțin 100 de ani.

Pentru asigurarea la execuție a stratului de acoperire proiectat, trebuie realizată o dispunere corespunzătoare a distanțierilor din materiale plastice, sau mortar. Este interzisă utilizarea distanțierilor din cupoane metalice sau din lemn.

Distanțierii față de cofraj asigură grosimea acoperirii cu beton și se amplasează cel puțin 2 buc/m² de placă sau perete sau cel puțin 1buc/m în doua părți ale aceleiași laturi la grinzi și stâlpi.

ÎNLOCUIREA ARMĂTURILOR PREVĂZUTE ÎN PROIECT

În cazul în care nu se dispune de sortimentele și diametrele prevăzute în proiect, se poate proceda la înlocuirea acestora numai cu avizul proiectantului.

Distanțele minime, respectiv maxime rezultate între bare precum și diametrele minime adoptate trebuie să îndeplinească condițiile SR EN 1992-1:2004, SR EN 1992-1:2004/ NB:2008, SR EN 1992:2006, SR EN 1992-2:2006/ NA:2009, SR EN 1992-1:2004/ NB:2008/ A91:2009.

Înlocuirea se va înscrie în planurile de execuție care se depun la Cartea construcției.

PROTECȚIA ANTICOROZIVĂ A ARMĂTURILOR

În cazurile în care, prin graficul de execuție sau datorită unor sistări, de la data montării armăturii și până la data încorporării ei complete într-un element de beton, vor trece mai mult de 3 luni, atunci armăturile sau zonele respective de armătură vor fi conservate (conform 4.4.1.2 (109) NOTĂ din SR EN 1992:2006/ NA:2009), pe baza măsurilor dispuse de proiectant (protecție anticorozivă). Costurile respective vor fi suportate de către antreprenor.

Armăturile aparente existente în elementele din beton armat sau beton precomprimat, care urmează să fie înglobate în beton pentru continuarea lucrărilor și care nu au fost protejate, iar de la montarea lor au trecut mai mult de trei luni, se vor proteja anticoroziv. Protecția anticorozivă va fi prima operație care se va executa la începerea activității.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 15

Observatii	
Data	
Intocmiti	
Rev	

Protecția anticorozivă se va executa numai dacă, după curățire, secțiunea barelor aceluiași element este redusă cu cel mult 5 %. În caz contrar va fi solicitat proiectantul pentru a stabili soluția ce se impune, eventual suplimentarea barelor.

Protecția anticorozivă a armăturilor constă în curățirea barelor (rugină, grăsimi, impurități) și aplicarea materialelor specifice de protecție. Modul de curățire și de aplicare a materialelor de protecție vor fi conforme cu instrucțiunile de utilizare a produsului, emise de producător. Produsele utilizate vor avea agrement european sau vor fi certificate în România la un organism autorizat de certificare.

Materialele de protecție vor fi însoțite de fișa tehnică a produsului, instrucțiuni de utilizare și vor fi certificate și /sau agrementate în conformitate cu legislația în vigoare.

Ele vor fi supuse aprobării Consultantului înainte de a fi folosite în lucrare.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 16

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

CAIET DE SARCINI NR. 4.

BETOANE

CUPRINS

1. PREVEDERI GENERALE
2. MATERIALE UTILIZATE LA PREPARAREA BETOANELOR
 - 2.1. Ciment
 - 2.2. AGREGATE
 - Producerea și livrarea agregatelor
 - Transportul și depozitarea
 - Controlul calității agregatelor
 - 2.3. Apa
 - 2.4. Aditivi
 - 2.5. Adaosuri
3. CERINȚE PRIVIND CARACTERISTICILE BETONULUI
 - 3.1. CERINȚE PENTRU REZISTENȚĂ
 - 3.2. CERINȚE PENTRU DURABILITATE
4. CERINȚE DE BAZĂ PRIVIND COMPOZIȚIA BETONULUI
 - 4.1. CONDIȚII GENERALE
 - Date privind compoziția betonului
 - Stația de betoane și utilizatorul
 - Livrarea betonului
 - Compoziția betonului
 - 4.2. Proiectarea amestecului
 - Cerințe privind consistența betonului
 - Cerințe privind granulozitatea agregatelor
 - Cerințe privind alegerea tipului, dozajului de ciment și raportului A/C
 - Cerințe privind alegerea aditivilor și adaosurilor
5. NIVELE DE PERFORMANȚĂ ALE BETONULUI
 - 5.1. Betonul proaspăt
 - Consistența
 - Densitatea aparentă
 - 5.2. BETONUL ÎNTĂRIT
 - Rezistența la compresiune
 - Evoluția rezistenței betonului
 - Rezistența la tracțiune prin despicare
 - Rezistența la penetrarea apei
 - Densitatea betonului
6. PREPARAREA BETONULUI
 - 6.1. PERSONALUL DE CONDUCERE ȘI CONTROL AL BETONULUI
 - 6.2. STAȚIA DE BETOANE
 - 6.3. Dozarea materialelor
 - 6.4. AMESTECAREA ȘI ÎNCĂRCAREA ÎN MIJLOCUL DE TRANSPORT
7. TRANSPORTUL ȘI PUNEREA ÎN OPERĂ A BETONULUI
 - 7.1. Transportul betonului
 - 7.2. PREGĂTIREA TURNĂRII BETONULUI
 - Condiții pentru turnarea betonului

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericel, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTEAW/04 17

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

• Începerea turnării betonului

7.3. REGULI GENERALE DE BETONARE

7.4. Compactarea betonului

7.5. ROSTURI DE LUCRU ȘI DECOFRARE

8. TRATAREA BETONULUI DUPĂ TURNARE

8.1. GENERALITĂȚI

8.2. DURATA TRATĂRII

9. CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR

9.1. PROCEDEE DE CONTROL A CALITĂȚII ÎN CONSTRUCȚII

10. EXECUTAREA BETOANELOR CU PROPRIETĂȚI SPECIALE ȘI BETOANE PUSE ÎN OPERĂ PRIN PROCEDEE SPECIALE

10.1. Betoane autocompactante

10.2. Turnarea betonului sub apă

10.3. Betonarea pe timp friguros

1. PREVEDERI GENERALE

Acest capitol tratează condițiile tehnice generale necesare la proiectarea și execuția elementelor sau structurilor din beton simplu, beton armat și beton precomprimat, pentru poduri de șosea.

La execuția betoanelor din fundații, elevații, suprastructuri din beton armat și beton precomprimat prevederile din prezentul capitol se vor completa și cu prevederile specifice cuprinse caiețele de sarcini: Infrastructuri, Suprastructuri din beton armat, Suprastructuri din beton precomprimat.

De asemenea se vor avea în vedere și reglementările cuprinse în Codul de practică pentru producerea betonului "indicativ CP 012/1-2007 și "Normativul pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat"- indicativ NE 012/2-2022 și SR EN 206-2021 Beton. Specificație, performanță, producție și conformitate

Clasa betonului este definită pe baza rezistenței caracteristice $f_{ck.cil}$ ($f_{ck.cub}$), care este rezistența la compresiune în N/mm² determinată pe cilindri de Ø150/H300 mm sau pe cuburi cu latura de 150 mm la vârsta de 28 zile, sub a cărei valoare se pot situa statistic cel mult 5% din rezultate. Epruvetele vor fi păstrate conform SR EN 12350-1:2019.

Pentru asigurarea durabilității, proiectul va ține cont de modul și gradul în care lucrarea este expusă la unii factori agresivi ai mediului și va respecta SR EN 206-2021 Beton. Specificație, performanță, producție și conformitate și NE 012/2-2022.

Dacă după analizarea condițiilor speciale de mediu se impun măsuri speciale, clasa betonului va fi stabilită în acord cu următorii parametri:

1.1. gradul de impermeabilitate;

1.2. tipul de ciment;

1.3. conținutul minim de ciment;

1.4. raportul apă/ciment maxim.

La proiectarea și executarea unor poduri din beton armat și beton precomprimat, cu caracter deosebit, se recomandă colaborarea cu laboratoare de specialitate și catedre de specialitate din învățământul superior care poate avea ca obiect:

1.5. aprofundarea unor probleme privind calculul solicitărilor;

1.6. verificarea comportării prin încercări pe modele sau la scară naturală;

1.7. elaborarea de caiete de sarcini speciale;

1.8. stabilirea de măsuri pentru asigurarea durabilității și asistenței tehnice la execuție.

2. MATERIALE UTILIZATE LA PREPARAREA BETOANELOR

• **CIMENT**

Cimenturile vor satisface cerințele din standardele naționale de produs sau din standardele profesionale.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 18

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Cimenturile uzuale, conform SR EN 197-1:2011, sunt grupate în cinci tipuri principale de ciment după cum urmează:

- CEM I Ciment Portland
- CEM II Ciment Portland compozit
- CEM III Ciment de furnal
- CEM IV Ciment puzzolanic
- CEM V Ciment compozit

Sortimentele uzuale de cimenturi, caracterizarea acestora, precum și domeniul și condițiile de utilizare sunt precizate în Anexa F, M din "Codul de practică pentru producerea betonului" indicativ CP 012/1-2007 și NE 013-02.

1. Livrare și transport

Cimentul se livrează ambalat în saci de hârtie sau în vrac transportat în vehicule rutiere, vagoane de cale ferată, însoțit de documentele de certificare a calității.

În cazul cimentului vrac transportul se face numai în vehicule rutiere cu recipiente speciale sau vagoane de cale ferată speciale tip Z, V, C cu descărcare pneumatică.

Cimentul va fi protejat de umezeală și impurități în timpul depozitării și transportului.

În cazul în care utilizatorul procură cimentul de la un depozit (bază de livrare), livrarea cimentului va fi însoțită de o declarație de conformitate, în care se va menționa:

- tipul de ciment și fabrica producătoare;
- data sosirii în depozit.
- numărul certificatului de calitate eliberat de producător și datele înscrise în acesta;
- garanția respectării condițiilor de păstrare.
- numărul buletinului de analiză a calității cimentului efectuată de un laborator autorizat și datele conținute în acesta inclusiv precizarea condițiilor de utilizare în toate cazurile în care termenul de garanție a expirat.

Obligațiile furnizorului referitoare la garantarea cimentului se vor înscrie în contractul între furnizor și utilizator.

Conform standardului SR EN 196/7 –2008 pentru verificarea conformității unei livrări sau a unui lot cu prevederile standardelor, cu cerințele unui contract sau cu specificațiile unei comenzi, prelevarea probelor de ciment trebuie să aibă loc în prezența producătorului (vanzătorului) și a utilizatorului. De asemenea, prelevarea probelor de ciment poate să se facă în prezența utilizatorului și a unui delegat a cărui imparțialitate să fie recunoscută atât de producător cât și de utilizator.

Prelevarea probelor se face în general înaintea sau în timpul livrării. Totuși dacă este necesar, se poate face după livrare, dar cu o întârziere de maximum 24 ore.

2. Depozitarea

Depozitarea cimentului se face numai după recepționarea cantitativă și calitativă a cimentului conform prevederilor din Anexa VI.1 din CP 012/7-2007, inclusiv prin constatarea existenței și examinarea documentelor de certificare a calității și verificarea capacității libere de depozitare în silozurile destinate tipului respectiv de ciment sau în încăperi special amenajate.

Până la terminarea efectuării determinărilor, acesta va fi depozitat în depozitul tampon inscripționat.

Depozitarea cimentului în vrac se face în celule tip siloz, în care nu au fost depozitate anterior alte materiale, marcate prin înscriere vizibilă a tipului de ciment. Depozitarea cimentului ambalat în saci trebuie să se facă în încăperi închise. Pe întreaga perioadă de exploatare a silozurilor se va ține evidența loturilor de ciment depozitate pe fiecare siloz prin înregistrarea zilnică a primirilor și a livrărilor. Sacii vor fi așezați în stive pe scânduri dispuse cu interspații pentru a se asigura circulația aerului la partea inferioară a stivei și la o distanță de 50 cm de la pereții exteriori, păstrând împrejurul lor un spațiu suficient pentru circulație.

Stivele vor avea cel mult 10 rânduri de saci suprapuși.

Nu se va depăși termenul de garanție prescris de producător pentru tipul de ciment utilizat.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 19

Observatii	
Data	
Întocmit	
Rev	

Cimentul a cărui perioadă de garanție a fost depășită, trebuie verificat, privitor la calitate și dacă este găsit sub clasa sa, trebuie îndepărtat din zona, într-un depozit separat și identificat. Acest ciment poate fi folosit pentru lucrări care necesită o clasă de ciment mai mică, doar cu aprobarea Consultantului.

3. Controlul calității cimentului

Controlul calității cimentului se face:

- la aprovizionare, inclusiv prin verificarea certificatului de calitate/garanție emis de producător sau de baza de livrare conform tabel 22 din "Codul de practică pentru producerea betonului" indicativ CP 012/1-2007 și planului propriu de verificare și încercări al Constructorului
- înainte de utilizare, de către un laborator autorizat conform SR EN 197-1:2011 și SR EN 197-1/A1:2004.

Metodele de încercare sunt reglementate prin standardele SR EN 196-1/2016, SR EN 196-3/2017, SR EN 196-6/2019, SR EN 196-7, SR EN 196-8/2010.

•AGREGATE

Pentru prepararea betoanelor având densitatea aparentă normală cuprinsă între 2201 și 2500 kg/m³, se folosesc agregate grele, provenite din sfărâmarea naturală și/sau concasarea rocilor. Pentru a reduce la minimum segregarea, se recomandă ca agregatele să aibă o granulozitate continuă și se prefera agregatele rotunde.

Agregatele vor corespunde SR EN 12620+A1:2008 Agregate pentru beton.

Pentru prepararea betoanelor, curba de granulozitate a agregatului total se stabilește astfel încât să se încadreze funcție de dozajul de ciment și consistența betonului, în zona favorabilă conform "Codul de practică pentru producerea betonului" indicativ CP 012/1-2007 iar pentru realizarea elementelor prefabricate și NE 013-02.

•PRODUCEREA ȘI LIVRAREA AGREGATELOR

Deținătorii de balastiere/cariere sunt obligați să prezinte la livrare certificatul de calitate pentru agregate și certificatul de conformitate eliberat de un organism de certificare acreditat.

Stațiile de producere a agregatelor (balastierele) vor funcționa numai pe bază de atestat eliberat de o comisie internă în prezența unui reprezentant desemnat de ISC (Inspectoratul de Stat în Construcții).

Pentru obținerea atestatului, stațiile de producere a agregatelor trebuie să aibă un sistem propriu de asigurare a calității (sau să funcționeze în cadrul unui agent economic cu sistem de asigurare a calității care să cuprindă și această activitate) care să fie cunoscut, implementat, și să asigure calitatea produsului livrat la nivelul prevederilor din reglementări, comenzi, sau contracte. Șeful stației va fi atestat de ISC prin inspecțiile teritoriale. Reatestarea stației se va face după aceeași procedură la fiecare 2 (doi) ani.

Pentru aceasta, stațiile de producere a agregatelor trebuie să dispună de:

1. autorizațiile necesare exploatării balastierei și documentele care să dovedească natura zăcămintului.
2. documentele cu privire la sistemul de asigurare a calității adoptat (de exemplu: manualul de calitate, proceduri generale de sistem, proceduri operaționale, plan de calitate, regulament de funcționare, fișele posturilor, etc.).
3. depozite de agregate, cu platforme amenajate și având compartimente separate și marcate pentru numărul necesar de sorturi rezultate.
4. utilaje de sortare etc., în bună stare de funcționare, atestate CNAMEC (Comisia Națională de atestare a mașinilor și echipamentelor de construcții);
5. personal care va avea cunoștințele și experiența necesare pentru acest gen de activități ce se va dimensiona în concordanță cu prevederile sistemului de asigurare a calității.
6. laborator autorizat sau dovada colaborării prin convenție sau contract cu alt laborator autorizat.

Comisia de atestare internă va avea următoarea componență:

7. președinte - conducătorul tehnic al agentului economic (cu studii de specialitate) sau în lipsa acestuia

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W04 20

Observatii	
Data	
Intocmitii	
Rev	

	<p>8. un specialist atestat de MLPAT ca "Responsabil tehnic cu execuția", angajat permanent sau în regim de colaborare.</p> <p>9. membri.</p> <p>10. specialist cu atribuții în domeniul controlului de calitate.</p> <p>11. specialist cu atribuții în domeniul de mecanizare.</p> <p>12. șeful laboratorului autorizat al unității tutelare sau al laboratorului cu care s-a încheiat o convenție sau un contract de colaborare.</p> <p>În cazul în care atribuțiile specialistului din domeniul controlului de calitate sunt exercitate prin cumul de funcții (în conformitate cu sistemul de asigurare a calității adoptat) de una din persoanele nominalizate în comisie nu va mai fi necesară participarea unui alt specialist.</p> <p>Specialistul din domeniul mecanizării va putea fi angajat în regim de colaborare pentru participarea la acțiunile privind atestarea balastierii și va avea cunoștințele necesare verificării tehnice a utilajelor și aparatului utilizate.</p> <p>Verificările periodice se vor face trimestrial de către comisie de atestare pentru menținerea condițiilor avute în vedere la atestare și funcționarea sistemului de asigurare a calității.</p> <p>În vederea rezolvării neconformităților constatate cu ocazia auditului intern, a verificărilor trimestriale, sau a inspecțiilor efectuate de organisme abilitate, agentul economic (stația de preparare agregate sau forul tutelar) va lua măsuri preventive sau corective după caz. Aducerea la îndeplinire a acțiunilor corective se comunică în maximum 24 ore organului constator pentru a decide în conformitate cu prevederile următoare.</p> <p>În situația constatării unor deficiențe cu implicații asupra calității agregatelor se vor lua următoarele măsuri:</p> <p>OPRIREA livrării de agregate pentru betoane dacă se constată cel puțin una din următoarele deficiențe;</p> <ol style="list-style-type: none"> deteriorarea pereților padocurilor de depozitare a agregatelor. deteriorarea platformei de depozitare a agregatelor. lipsa personalului calificat ce deservește stația; nerespectarea instrucțiunilor de întreținere a utilajelor. alte deficiențe ce pot afecta nefavorabil calitatea agregatelor. <p>OPRIREA funcționării stației de producere a agregatelor în baza uneia din următoarele constatări:</p> <ol style="list-style-type: none"> dereglarea utilajelor de sortare/spălare a agregatelor. obținerea de rezultate necorespunzătoare privind calitatea agregatelor. nerespectarea efectuării încercărilor conform reglementărilor în vigoare. nefuncționarea sistemului de asigurare a calității. <p>În aceste cazuri reluarea activității în condiții normale se va face pe baza reconfirmării certificatului de atestare de către comisia de atestare.</p> <p>Alegerea dimensiunii maxime a agregatelor se va face conform celor prezentate în paragraful "Proiectarea amestecului".</p> <p>Agregatele ce sunt utilizate la prepararea betoanelor care vor fi expuse în medii umede trebuie verificate în prealabil prin analiza reactivității cu alcaliile din beton.</p> <p>•TRANSPORTUL ȘI DEPOZITAREA</p> <p>Agregatele nu trebuie să fie contaminate cu alte materiale în timpul transportului sau depozitării.</p> <p>Depozitarea agregatelor trebuie făcută pe platforme betonate având pante și rigole de evacuare a apelor. Pentru depozitarea separată a diferitelor sorturi se vor crea compartimente cu înălțime corespunzătoare pentru evitarea amestecării cu alte sorturi. Compartimentele se vor marca cu tipul de sort depozitat.</p> <p>Nu se admite depozitarea direct pe pământ sau pe platforme balastate.</p> <p>•CONTROLUL CALITĂȚII AGREGATELOR</p>
--	---

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W04 21

Pentru elementele prefabricate se va respecta Codul de practica NE 013/02 – Anexa 7.1.

1.1. APA

Apa de amestecare utilizată la prepararea betoanelor poate să provină din rețeaua publică sau din altă sursă, dar în acest ultim caz trebuie să îndeplinească condițiile tehnice prevăzute în SR EN 1008-2003..

1.2. ADITIVI

Utilizarea aditivilor la prepararea betoanelor are drept scop:

1. îmbunătățirea lucrabilității betoanelor destinate executării elementelor cu armături dese, secțiuni subțiri, înălțime mare de turnare.
2. punerea în operă a betoanelor prin pompare.
3. îmbunătățirea gradului de impermeabilitate pentru elementele expuse la intemperii sau situate în medii agresive.
4. îmbunătățirea comportării la îngheț - dezgheț.
5. realizarea betoanelor de clasă superioară.
6. reglarea procesului de întărire, întârziere sau accelerare de priză în funcție de cerințele tehnologice.
7. creșterea rezistenței și a durabilității prin îmbunătățirea structurii betonului.

Aditivii trebuie să îndeplinească cerințele din reglementările specifice sau agrementele tehnice în vigoare.

Utilizarea aditivilor la prepararea betoanelor este obligatorie în cazurile menționate în tabelul următor:

Nr. crt.	Categoria de betoane	Aditiv recomandat	Observații
1.	Betoane supuse la îngheț - dezgheț repetat	antrenor de aer	
2.	Betoane cu permeabilitate redusă	reducător de apă - plastifiant	după caz: - intens reducător - superplastifiant
3.	Betoane expuse în condiții de agresivitate intensă și foarte intensă	reducător de apă - plastifiant	după caz: - intens reducător - superplastifiant - inhibitor de coroziune
4.	Betoane de rezistență având clasa cuprinsă între C 12-15 și C 30/37 inclusiv	plastifiant sau superplastifiant	
5.	Betoane executate monolit având clasă IC 35/45	superplastifiant - intens reducător de apă	
6.	Betoane fluide	superplastifiant	
7.	Betoane masive Betoane turnate prin tehnologii speciale (fără vibrare)	(Plastifiant) Superplastifiant+ Întârzietor de priză	
8.	Betoane turnate pe timp călduros	Întârzietor de priză +Superplastifiant (Plastifiant)	
9.	Betoane turnate pe timp friguros	Anti-îngheț+ accelerator de priză	
10.	Betoane cu rezistențe mari la temene scurte	Acceleratori de întărire	

Observatii

Data

Intocmit

Rev

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericel, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Fibrea Maria	Pagina:	R024/02PTE/W/04 22

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

În cazurile în care deși nu sunt menționate în tabel - Executantul apreciază că din motive tehnologice trebuie să folosească obligatoriu aditivi de un anumit tip, va solicita avizul proiectantului și includerea acestora în documentația de execuție.

Stabilirea tipului de aditivi sau a combinației de aditivi se va face după caz de Proiectant, Executant sau Furnizorul de beton, luând în considerare recomandările din tabel, din Codul de practică CP 012/1-2007 iar pentru elementele prefabricate se va respecta și Codul de practica NE 013-02.

În cazurile în care se folosesc concomitent două tipuri de aditivi a căror compatibilitate și comportare împreună nu este cunoscută este obligatorie efectuarea de încercări preliminare și avizul unui institut de specialitate.

Condițiile tehnice pentru materialele componente (altele decât cele obișnuite) prepararea, transportul, punerea în lucru și tratarea betonului, vor fi stabilite de la caz la caz în funcție de tipul de aditiv utilizat și vor fi menționate în fișa tehnologică de betonare.

1.3. ADAOSURI

Adaosurile sunt materiale anorganice fine ce se pot adăuga în beton în cantități de peste 5% substanță uscată față de masa cimentului, în vederea îmbunătățirii caracteristicilor acestuia sau pentru a realiza proprietăți speciale.

Adaosurile pot îmbunătăți următoarele caracteristici ale betoanelor: lucrabilitatea, gradul de impermeabilitate, rezistența la agenți chimici agresivi.

Există două tipuri de adaosuri:

1. inerte, înlocuitor parțial al părții fine din agregate, caz în care se reduce cu cca. 10% cantitatea de nisip 0 - 3 mm din agregate. Folosirea adaosului inert conduce la îmbunătățirea lucrabilității și compactității betonului.
2. active, caz în care se contează pe proprietățile hidraulice ale adaosului. Adaosuri active sunt: zgura granulată de furnal, cenușa, praful de silice, etc.

În cazul adaosurilor cu proprietăți hidraulice, la calculul raportului A/C se ia în considerare cantitatea de adaos din beton ca parte liantă.

Utilizarea adaosurilor se face în conformitate cu reglementările tehnice specifice în vigoare, agremente tehnice sau pe baza unor studii întocmite de laboratoarele de specialitate. Condițiile de utilizare, condițiile tehnice pentru materiale componente, prepararea, transportul, punerea în lucrare și tratarea betonului se stabilesc de la caz la caz, funcție de tipul și proporția adaosului utilizat.

Adaosurile nu trebuie să conțină substanțe care să influențeze negativ proprietățile betonului sau să provoace corodarea armăturii.

Utilizarea cenușilor de termocentrală se va face numai pe baza unor aprobări speciale cu avizul sanitar eliberat de organismele abilitate ale Ministerului Sănătății.

Transportul și depozitarea adaosurilor trebuie făcută în așa fel încât proprietățile fizico - chimice ale acestora să nu sufere modificări.

3. CERINȚE PRIVIND CARACTERISTICILE BETONULUI

Compoziția unui beton va fi aleasă în așa fel încât cerințele privind rezistența și durabilitatea acestuia să fie asigurate.

3.1. CERINȚE PENTRU REZISTENȚĂ

Relația între raportul A/C și rezistența la compresiune a betonului trebuie determinată pentru fiecare tip de ciment, tip de agregate și pentru o vârstă dată a betonului. Adaosurile din beton pot interveni în determinarea efectivă a raportului A/C.

În tabelul următor se prezintă clasele de beton definite pe baza rezistenței caracteristice f_{ck} cilindru sau f_{ck}. cub în conformitate cu SR EN 206+A2/2021.

Clasă de rezistență a betonului	C 12/15	C 16/20	C20/25	C 25/30	C30/37	C35/45
---------------------------------	---------	---------	--------	---------	--------	--------

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crașna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 23

f.ck.cil.	N/mmp	12	16	20	25	30	35
f.ck.cub.	N/mmp	15	20	25	30	37	45

Clasă de rezistență a betonului	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75
f.ck.cil. N/mmp	40	45	50	55	60
f.ck.cub. N/mmp	50	55	60	67	75

- f.ck.cil. este capacitate de rezistență la compresiune, testată pe epruvete cilindrice 150/300mm și exprimată în MPa.
- f.ck.cub. este capacitate de rezistență la compresiune, testată pe epruvete cubice cu latura de 150mm și exprimată în Mpa.

3.2. CERINȚE PENTRU DURABILITATE

Pentru a produce un beton durabil care să reziste expunerii la condițiile de mediu concrete din amplasamentul podului și care să protejeze armătura împotriva coroziunii trebuie respectate următoarele cerințe:

- selectarea materialelor componente ale betonului astfel încât să nu conțină impurități care pot dăuna armăturii.
- alegerea compoziției astfel încât betonul:
 - sa satisfacă toate criteriile de performanță specificate pentru betonul întărit.
 - să poată fi turnat și compactat pentru a forma o structură compactă pentru protejarea armăturii.
 - să se evite acțiunile interne ce dăunează betonului (exemplu: reacție alcali - agregate).
 - să reziste acțiunilor externe cum ar fi influențele mediului înconjurător.
- amestecarea, transportul, punerea în operă și compactarea betonului proaspăt să se facă astfel încât materialele componente ale betonului să fie uniform distribuite în amestec, să nu segreghe și betonul să realizeze o structură compactă.
- tratarea corespunzătoare a betonului pentru obținerea proprietăților dorite ale betonului și protejarea corespunzătoare a armăturii.

Cerințele de durabilitate necesare protejării armăturii împotriva coroziunii, precum și păstrarea caracteristicilor betonului la acțiunile fizico - chimice în timpul duratei de serviciu proiectate sunt legate în primul rând de permeabilitatea betonului.

Nivelele de performanță la impermeabilitatea betoanelor sunt:

Adâncimea limită de pătrundere a apei (mm)		Presiune a apei (bari)
100	200	
Grad de impermeabilitate		
10 P4	20 P4	4
10 P8	20 P8	8
10 P12	20 P12	12

Condițiile de expunere sunt condițiile fizice și chimice la care este expusă structura , în plus față de acțiunile mecanice. Pentru un element de structură indicat, diferite suprafețe de beton pot fi supuse la acțiuni ale mediului diferite.

Clasificarea claselor de expunere conform normelor europene este făcută după tipul de atac , în clase și după severitatea atacului , în subclase conform SR EN 206+A2:2021.

XO - clasa de expunere pentru absența riscului de coroziune sau atac.

XC - clasa de expunere pentru riscul de coroziune prin carbonatare

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Înlocmit:	Ing. Fibrea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W04 24

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

XD - clasa de expunere pentru riscul de coroziune prin cloruri altele decat cele din apa de mare
 XS - clasa de expunere pentru riscul de coroziune prin cloruri prezente în apa de mare
 XF - clasa de expunere pentru atacul îngheț – dezgheț
 XA - clasa de expunere pentru atacul chimic

În conformitate cu Codul de practică pentru producerea betonului CP 012/1-2007 , în acord cu condițiile de mediu și parametrii de exploatare, pentru elemente structurale din beton, beton armat și beton precomprimat conform PD 165-2013 – Normativ privind alcătuirea și calculul structurilor de poduri și podețe de șosea cu structuri monolit și prefabricate și corelat cu SR EN 206+A2:2021, s-au admis să se adopte următoarele valori pentru clasa de expunere și clasa de rezistență minimă a betonului.

Nr. Crt.	Element structural	Clasa de expunere	Clasa minima a betonului
1	Tablier de pod din beton armat (placa de suprabetonare)	XC1+ XD3	C 35/45
	Grinzi prefabricate din beton precomprimat cu secțiunea în forma de „T” cu lungimea L=10,00m; 12,00m; 15,00m; 18,00m; 21,00m; 24,00m sau cu secțiunea în forma de „1” cu lungimea L=36,00m sau L=41,00m	XC3 + XF1 + XF3	C 35/45 -
	Elevatia infrastructurilor (inclusiv rigle pile)		
	3.1. Pile lamelare la podurile situate pe autostrada	XC4 + XF1	C 30/37
2	3.2. Pilele lamelare masive ale pasajelor peste autostrada în situația când acestea se afla în apropierea (la o distanță D≤3m) marginii (marcajului) autostrazii	XC4 + XD3 + XF4	C 35/45
	3.3. Pilele pasajelor situate pe autostrada dacă se afla în apropierea (la o distanță D ≤ 3m) drumurilor naționale, județene, comunale sau a unei bretele de acces	XC4 + XD3 + XF4	C 35/45
	3.4. Peretii și planseele portalelor (inclusiv arpile), situate pe autostrada, destinate traversării drumurilor naționale, județene, comunale sau bretelelor	XC4 + XD3 + XF2	C 35/45
	3.5. Peretii și planseele portalelor în cazul traversării altor obstacole decât cele de la pct. 3.4.	XC4 + XF1	C 30/37
3	3.6. Culee perete	XC4 + XF1	C 30/37
	3.7. Culee înecate	XC4 + XF1	
4	Ziduri de sprijin		
	4.1. Ziduri de sprijin din beton armat situate la piciorul taluzului (de exemplu la racordarea pasajelor cu terasamentul) aflate în vecinătatea drumurilor (la o distanță D≤2m) naționale, județene, comunale	XC4 + XC3 + XF2	C 35/45
	4.2 1. Ziduri de sprijin din beton armat la podurile pe autostrada, situate în axul autostrazii, când infrastructurile structurilor aferente celor două sensuri de circulație sunt decalate.	XC4 + XF1	C 35/45
	4.2.2. Ziduri de sprijin independente în spatele culeelor	XC4 + XF1	C 30/37
5	Fundatii directe și radiere pe piloti		
	5Fundatii și radiere în contact cu apa subterană și sol neagresiv, dar care pot fi supuse și la cicluri alternante umiditate-uscare	XC2 + XD4	C 30/37 C 35/45
6	Piloti în contact cu un mediu neagresiv, dar care pot fi supusi, parțial, la cicluri alternante umiditate-uscare	XC2 + XC4	C 30/37

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W04 25

Observatii	7	Grinda de fixare parapet la structuri situate pe autostrada sau la pasaje, elemente prefabricate (de.ex. lise, borduri)	XC4 +XD3 + XF4	C 35/45	
	8	Betonul de umplutura la trotuare situate pe tablierul pasajelor sau pe consolele de trotuar ale zidurilor intoarse	XC4 + XF2	C 30/37	
	9	Placi de racordare cu terasamentul, realizate din beton armat, turnate pe loc	XC3	C 30/37	
	10	10.1. Pereu pentru protectia taluzului la sferturile de con, realizat din elemente prefabricate din beton armat sau din beton turnat pe loc	XC4 + XF1	C 30/37	
		10.2. Pereu cu aceeasi alcatuire ca la pct. 10.1, dar care se afla in vecinatatea unui drum national, judetean sau communal si poate fi expus curentilor de aer ce vehiculeaza agenti de dezghetare	XC4 + XF2	C 30/37	
		10.3. Fundatie pereu	XC4	C 30/37	
	11	Beton de egalizare la fundatii directe si radiere pe piloti cu grosimile 20cm	X0	C 12/15	
	12	Beton de umplutura sub fundatiile directe, cu grosimea g > 20cm	X0	C 12/15	
	13	Predale din beton armat montate la partea superioara a grinzilor „I” pentru tumarea placii de suprabetonare	XC1	C25/30	
	Data				
	Intocmit				
	Rev				

Nota: Pentru fundatii si radiere, piloti, beton de umplutura sub fundatiile directe aflate intr-un mediu agresiv sol si /sau apa clasa de beton se va proiecta in functie de natura si nivelul de agresivitate

4. CERINȚE DE BAZĂ PRIVIND COMPOZIȚIA BETONULUI

Prescripțiile din prezentul caiet de sarcini sunt corespunzătoare betonului a cărui compoziție se stabilește la stația producătorului, printr-un laborator autorizat.

În cazul în care compoziția betonului se stabilește de către proiectant și/sau utilizator se va întocmi un caiet de sarcini special.

În SR EN 206+A2/2021 se dau valorile limita recomandate pentru compoziția betonului (raport max apa/ciment , dozaj minim de ciment) în funcție de clasele de expunere.

CONDIȚII GENERALE

Alegerea componentelor și stabilirea compoziției betonului proiectat se face de către producător pe baza unor amestecuri preliminare stabilite și verificate de către un laborator autorizat. În absența unor date anterioare se recomandă efectuarea unor amestecuri preliminare. În acest caz, producătorul stabilește compoziția betonului astfel încât să aibă o consistență necesară, să nu segreghe și să se compacteze ușor. Betonul întărit trebuie să corespundă cerințelor tehnice pentru care a fost proiectat și în mod special să aibă rezistența la compresiune cerută. În aceste cazuri, amestecurile de probă ale betonului în stare întărită trebuie să fie supuse încercărilor pentru determinarea caracteristicilor pentru care au fost proiectate. Betonul trebuie să fie durabil, să realizeze o bună protecție a armăturii.

1.1.1. DATE PRIVIND COMPOZIȚIA BETONULUI

În cazul amestecului proiectat trebuie specificate următoarele date de bază:

Cerința de conformitate cu SR EN 206+A2/2021

Clasa de rezistență la compresiune.

Clasa de expunere

Dimensiunea maximă a granulei agregatelor.

Clasa de conținut de cloruri conform SR EN 206+A2/2021

Consistența betonului proaspăt.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 26

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Date privind compoziția betonului (de exemplu raportul A/C maxim, tipul și dozajul minim de ciment), funcție de modul de utilizare a betonului (beton simplu, beton armat), condițiile de expunere etc. în concordanță cu prevederile Codului de practică CP 012/1-2007 și NE 013/02.

1.1.2. STAȚIA DE BETOANE ȘI UTILIZATORUL

Stația de betoane și utilizatorul au obligația de a livra, respectiv de a comanda beton numai pe baza unor comenzi în care se va înscrie tipul de beton și detalii privind compoziția betonului conform celor de mai sus, programul și ritmul de livrare precum și partea de structură în care se va folosi.

1.1.3. LIVRAREA BETONULUI

Stația de betoane și utilizatorul au obligația de a livra, respectiv de a comanda beton, numai pe baza unor comenzi în care se va înscrie tipul de beton și detalii privind compoziția betonului conform celor de mai sus, programul și ritmul de livrare precum și partea de structură în care se va folosi.

Livrarea betonului trebuie însoțită de un bon de livrare - transport beton care să conțină toate informațiile conform SR EN 206+A2/2021.

1.1.4. COMPOZIȚIA BETONULUI

Compoziția betonului se stabilește și/sau se verifică de un laborator autorizat; stabilirea compoziției betonului trebuie să se facă:

1. la intrarea în funcțiune a unei stații de betoane.
2. la schimbarea tipului de ciment și/sau agregate.
3. la schimbarea tipului de aditiv.
4. la pregătirea executării unor elemente ale podului care necesită un beton cu caracteristici deosebite de cele curent preparate, sau de clasă egală sau mai mare de C 20/25.

1.2. PROIECTAREA AMESTECULUI

1.2.1. CERINȚE PRIVIND CONSISTENȚA BETONULUI

Lucrabilitatea reprezintă capacitatea betonului proaspăt de a putea fi turnat în diferite condiții prestabilite și a fi compactat corespunzător.

Lucrabilitatea se apreciază pe baza consistenței betonului.

Consistența betonului proaspăt poate fi determinată prin următoarele metode:

- a) Încercare de tasare, conform SR EN 12350-2:2019;
- b) Încercare Vebe, conform SR EN 12350-3:2019;
- c) Determinarea gradului de compactare, conform SR EN 12350-4:2019;
- d) Încercarea cu masa de răspândire, conform SR EN 12350-5:2019.

1.2.2. CERINȚE PRIVIND GRANULUZITATEA AGREGATELOR

Se vor respecta prevederile din "Codul de practică pentru producerea betonului " indicativ CP 012/1- 2007.

1.2.3. CERINȚE PRIVIND ALEGEREA TIPULUI, DOZAJULUI DE CIMENT ȘI RAPORTULUI A/C

Recomandări privind alegerea tipului de ciment sunt prezentate în ANEXA F.2.1 din Codul de practică CP 012/1-2007.

Raportul A/C este stabilit funcție de condițiile de rezistență impuse betonului.

Alegerea compoziției se face prin încercări preliminare urmărindu-se realizarea cerințelor.

1.2.4. CERINȚE PRIVIND ALEGEREA ADITIVILOR ȘI ADAOSURILOR

Aditivii și adaosurile vor fi adăugate în amestec numai în asemenea cantități încât să nu reducă durabilitatea betonului sau să producă coroziunea armăturii.

Utilizarea aditivilor se face conform prevederilor din Codul de practică CP 012/1-2007 pe baza instrucțiunilor de folosire ce trebuie să fie în acord cu reglementări specifice sau agremente tehnice bazate pe determinări experimentale.

Pentru elementele prefabricate se vor respecta și recomandările Codului de practică NE 013/02.

5. NIVELE DE PERFORMANȚĂ ALE BETONULUI

- BETONUL PROASPĂT
- CONSISTENȚA

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Înlocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/04 27

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Consistența betonului proaspăt (măsură a lucrabilității) poate fi determinată prin următoarele metode: tasarea conului, timp Vebe, grad de compactare și răspândire.

• **DENSITATEA APARENTĂ**

Determinarea densității aparente pe betonul proaspăt se efectuează în conformitate cu SR EN 12350-6:2019.

• **BETONUL ÎNTĂRIT**

• **REZISTENȚA LA COMPRESIUNE**

Clasa betonului este definită pe baza rezistenței caracteristice care este rezistența la compresiune MPa, determinată pe cilindrii de 150/300 mm sau pe cuburi cu latura de 150 mm, conform SR EN 12390-1, confecționate și conservate conform SR EN 12390-2 din probe prelevate conform SR EN 12350-1. Valorile acestea sunt conform tabelului 7 din "Codul de practică pentru producerea betonului " indicativ CP 012/1-2007.

În cazul determinării rezistenței betonului pe probe prelevate la locul de punere în opera din care se confecționează epruvete care sunt conservate în alte condiții de temperatură și umiditate decât cele descrise în SR EN 12390-2, rezultatele pot servi numai la determinarea controlului întăririi betonului și nu la controlul calității, în sensul atribuirii unei clase de beton.

• **EVOLUȚIA REZISTENȚEI BETONULUI**

În unele situații speciale este necesar să se urmărească evoluția rezistenței betonului la anumite intervale de timp, pe epruvete de dimensiuni similare cu cele pe care s-a determinat clasa betonului. În aceste cazuri epruvetele vor fi păstrate în condiții similare cu cele la care este expusă structura și vor fi încercate la intervale de timp prestabilite. În cazurile în care nu se dispune de epruvete, se vor efectua încercări nedestructive sau încercări pe carote extrase din elementele structurii.

• **REZISTENȚA LA TRACȚIUNE PRIN DESPICARE**

Cand trebuie determinată rezistența la tracțiune prin despicare a betonului, aceasta se face conform EN 12396-6.

• **REZISTENȚA LA PENETRAREA APEI**

În cazul în care trebuie specificată rezistența la penetrarea apei, metoda și criteriile de conformitate trebuie să facă obiectul unui acord între beneficiar și producător. Verificarea impermeabilității betoanelor se realizează conform NE 012/2-2022 " Normativ pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat – Partea 2. Executarea lucrărilor din beton".

• **DENSITATEA BETONULUI**

Funcție de densitate, betoanele se clasifică în:

5. betoane ușoare, betoane cu densitatea aparentă în stare uscată (105°C) de maxim 2000 kg/mc. Sunt produse în întregime sau parțial prin utilizarea agregatelor cu structura poroasă.
6. betoane cu densitatea normală (semigrele sau grele) - betoane cu densitatea aparentă în stare uscată (105°C) mai mare de 2000 kg/mc dar nu mai mult de 2500 kg/mc.
7. betoane foarte grele, betoane cu densitatea aparentă în stare uscată (105°C) mai mare de 2500 kg/mc.

Densitatea betonului se determina conform EN12390-7.

6. **PREPARAREA BETONULUI**

• **PERSONALUL DE CONDUCERE ȘI CONTROL AL BETONULUI.**

Personalul implicat în activitatea de producere și control al betonului va avea cunoștințele și experiența necesare și va fi atestat intern pentru aceste genuri de activități.

Se vor respecta prevederile din Codul de practică CP 012/1-2007 iar pentru elementele prefabricate și prevederile Codului de practică NE 013/02.

• **STAȚIA DE BETOANE**

Stația de betoane este o unitate care produce și livrează beton, fiind dotată cu una sau mai multe instalații (secții) de preparat beton sau betoniere. Certificarea calității betonului trebuie făcută prin grija

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/AV/04 28

Observatii	<p>producătorului în conformitate cu metodologia și procedurile stabilite pe baza Legii 10 a calității în construcții din 1995 și a Regulamentului privind certificarea calității în construcții. Stațiile de betoane vor funcționa numai pe bază de atestat eliberat la punerea în funcțiune .</p> <p>• DOZAREA MATERIALELOR</p> <p>La locul de dozare al betonului, trebuie să fie disponibilă o procedură documentată de dozare, care să dea instrucțiuni detaliate despre tipul și cantitatea materialelor componente. La dozarea materialelor componente ale betonului se admit următoarele abateri:</p> <table border="0"> <tr> <td>Ciment, apa și agregate</td> <td>±3%</td> </tr> <tr> <td>Adaosuri și fibre utilizate în cantitate >5% din masa cimentului</td> <td>±3%</td> </tr> <tr> <td>Adaosuri și fibre utilizate în cantitate ≤5% din masa cimentului</td> <td>±3%</td> </tr> </table> <p>• AMESTECAREA ȘI ÎNCĂRCAREA ÎN MIJLOCUL DE TRANSPORT</p> <p>Pentru amestecarea betonului se pot folosi betoniere cu amestecare forțată sau cu cădere liberă. În cazul utilizării agregatelor cu granule mai mari de 40 mm, se vor folosi numai betoniere cu cădere liberă.</p> <p>Prin amestecare trebuie să se obțină o distribuție omogenă a materialelor componente și o lucrabilitate constantă.</p> <p>Ordinea de introducere a materialelor componente în betonieră se va face începând cu sortul de agregate cu granula cea mai mare.</p> <p>Amestecarea componentelor betonului se va face până la obținerea unui amestec omogen. Durata amestecării depinde de tipul și compoziția betonului, de condițiile de mediu și de tipul instalației.</p> <p>Durata de amestecare va fi de cel puțin 45 sec. de la introducerea ultimului component. Durata de amestecare se va majora după caz pentru:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. utilizarea de aditivi sau adaosuri. 2. perioade de timp frigurose. 3. utilizarea de agregate cu granule mai mari de 31 mm. 4. betoane cu lucrabilitate redusă (tasare mai mică de 50 mm). <p>Se recomandă ca temperatura betonului proaspăt la începerea turnării să fie cuprinsă între 5°C și 30°C.</p> <p>Durata de încărcare a unui mijloc de transport sau de menținere a betonului în buncărul tampon va fi de maximum 20 minute.</p> <p>La terminarea unui schimb sau la întreruperea preparării betonului pe o durată mai mare de o oră este obligatoriu ca toba betonierei să fie spălată cu jet puternic de apă sau apă amestecată cu pietriș și apoi imediat golită complet.</p> <p>În cazul betonului deja amestecat (preparat la stații, fabrici de betoane) utilizatorul (executantul) trebuie să aibă informații de la producător în ceea ce privește compoziția betonului pentru a putea efectua turnarea și tratarea betonului în condiții corespunzătoare, pentru a putea evalua evoluția în timp a rezistenței și durabilității betonului din structură.</p> <p>Aceste informații trebuie furnizate utilizatorului înainte de livrare sau la livrare. Producătorul va furniza utilizatorului la cerere, pentru fiecare livrare a betonului următoarele informații de bază:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Numele stației de producere a betonului; 2. Numărul de serie a bonului; 3. Data și ora de încărcare adică timpul primului contact al cimentului cu apa; 4. numărul de înmatriculare al mijlocului de transport; 5. Numele cumpărătorului; 6. Numele și localizarea șantierului; 7. Detalii sau referințe referitoare la specificații, de exemplu numărul de cod, numărul de comandă; 8. Cantitatea de beton (mc); 9. Declarația de conformitate cu referire la specificații și la SR EN 206+A2:2021; 10. Numele sau marca organismului de certificare; 	Ciment, apa și agregate	±3%	Adaosuri și fibre utilizate în cantitate >5% din masa cimentului	±3%	Adaosuri și fibre utilizate în cantitate ≤5% din masa cimentului	±3%
Ciment, apa și agregate		±3%					
Adaosuri și fibre utilizate în cantitate >5% din masa cimentului		±3%					
Adaosuri și fibre utilizate în cantitate ≤5% din masa cimentului		±3%					
Data							
Intocmit							
Rev							

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 29

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

11. Ora de sosire a betonului în șantier;
12. Ora de începere a descărcării;
13. Ora de terminare a descărcării

Bonul de livrare trebuie să dea următoarele date:

- Pentru betonul cu proprietăți specificate
 1. clasa de rezistență.
 2. clasa de expunere
 3. clasa de conținut de cloruri
 4. clasa de consistență a betonului.
 5. tipul, clasa, precum și dozajul cimentului.
 6. tipul de agregate și granula maximă.
 7. tipurile de aditivi și adaosuri.
 8. tipul și conținutul de fibre sau clasa de performanță a betonului armat dispers cu fibre
 9. proprietățile speciale dacă au fost cerute
- Pentru betonul de compoziție prescrisă
 - 1 detalii referitoare la compoziție, de exemplu dozajul de ciment și dacă este cerut, tipul de aditivi
 - 2 raport apa/ciment țintă sau consistența în termeni de clasă sau de valori țintă după cum este specificat
 - 3 tipul de agregate și granula maximă
 - 4 tipul și dozajul de fibre dacă este cazul

După maximum 30 zile de la livrarea betonului producătorul este obligat să elibereze un certificat de calitate pentru betonul marfă.

Rezultatele necorespunzătoare obținute pentru probele de beton întărit vor fi comunicate utilizatorului în termen de 30 zile de la livrarea betonului.

Această condiție va fi consemnată obligatoriu în contractul încheiat între părți.

7. TRANSPORTUL ȘI PUNEREA ÎN OPERĂ A BETONULUI

• TRANSPORTUL BETONULUI

Transportul betonului trebuie efectuat luând măsurile necesare pentru a preveni segregarea, pierderea componentelor sau contaminarea betonului.

Mijloacele de transport trebuie să fie etanșe, pentru a nu permite pierderea laptelui de ciment.

Transportul betoanelor cu tasare mai mare de 50 mm se va face cu autoagitatoare, iar a betoanelor cu tasare de maxim 50 mm, cu autobasculante cu benă, amenajate corespunzător.

Transportul local al betonului se poate efectua cu bene, pompe, vagoneti, benzi transportoare, igheaburi sau tomberoane.

Pe timp de arșiță sau ploaie, în cazul transportului cu autobasculante pe distanță mai mare de 3 km, suprafața liberă de beton trebuie să fie protejată, astfel încât să se evite modificarea caracteristicilor betonului urmare a modificării conținutului de apă.

Durata maximă posibilă de transport depinde în special de compoziția betonului și condițiile atmosferice. Durata de transport se consideră din momentul încărcării mijlocului de transport și sfârșitul descărcării acestuia și nu poate depăși valorile orientative prezentate în tabelul de mai jos, pentru cimenturi de clasă 32,5/42,5 decât dacă se utilizează aditivi întârziatori.

Durata maximă de transport a betonului cu autoagitatoare.

Temperatura amestecului de beton (°C)	Durata maximă de transport (minute)	
	cimenturi de clasă 32,5	cimenturi de clasă ≥ 42,5
10° < t < 30°	50	35
t < 10 °	70	50

În general se recomandă ca temperatura betonului proaspăt, înainte de turnare, să fie cuprinsă între (5 - 30)°C.

În situația betoanelor cu temperaturi mai mari de 30°C sunt necesare măsuri suplimentare precum:

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 30

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

– stabilirea de către un institut de specialitate sau un laborator autorizat a unei tehnologii adecvate de preparare, transport, punere în operă și tratare a betonului și folosirea unor aditivi întârziatori eficienți etc.

În cazul transportului cu autobasculante, durata maximă se reduce cu 15 minute față de limitele din tabel. Ori de câte ori intervalul de timp dintre descărcarea și reincărcarea cu beton a mijloacelor de transport depășește o oră, precum și la întreruperea lucrului, acestea vor fi curățate cu jet de apă, iar în cazul agitatoarelor, acestea se vor umple cu cca. 1 mc de apă și se vor roti cu viteză maximă timp de 5 minute după care se vor goli complet de apă.

• **PREGĂTIREA TURNĂRII BETONULUI**

• **CONDIȚII PENTRU TURNAREA BETONULUI**

Se recomandă ca temperatura betonului proaspăt la începerea turnării să fie cuprinsă între 50C și 300C. În perioada de timp friguros se vor lua măsuri de protecție, astfel încât betonul recent decofrat să se mențină la o temperatură de +100 C.....+150C, timp de minimum 3 zile de la turnare.

În toate cazurile se va ține seama și de recomandările formulate în cap.11.4 "Tratarea și protecția betoanelor" din NE012/2-2010.

Executarea lucrărilor de betonare poate să înceapă numai dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:

- existența procedurii pentru betonarea obiectului în cauză și acceptarea acesteia de către Consultant.
- sunt realizate măsurile pregătitoare, sunt aprovizionate și verificate materialele componente (agregate, ciment, aditivi, adaosuri, etc.) și sunt în stare de funcționare utilajele și dotările necesare, în conformitate cu prevederile procedurii de execuție în cazul betonului preparat pe șantier.
- sunt stabilite și instruite formațiile de lucru, în ceea ce privește tehnologia de execuție și măsurile privind securitatea muncii și PSI.
- au fost recepționate calitativ lucrările de săpături, cofraje și armături (după caz).
- în cazul în care, de la montarea la recepționarea armăturii a trecut o perioadă îndelungată (peste 6 luni) este necesară o inspecție a stării armăturii de către o comisie alcătuită din beneficiar, executant, proiectant și reprezentantul ISC (Inspectoratul de Stat în Construcții) care va decide oportunitatea expertizării stării armăturii de către un expert sau un institut de specialitate și va dispune efectuarea ei; în orice caz, dacă se constată prezența frecventă a ruginii neaderente, armătura - după curățire - nu trebuie să prezinte o reducere a secțiunii sub abaterea minimă prevăzută în standardele de produs; se va proceda apoi la o nouă recepție calitativă.
- suprafețele de beton turnat anterior și întărit, care vor veni în contact cu betonul proaspăt, vor fi curățate de poșgița de lapte de ciment (sau de impurități); suprafețele nu trebuie să prezinte zone necompactate sau segregate și trebuie să aibă rugozitatea necesară asigurării unei bune legături între cele două betoane.
- sunt asigurate posibilități de spălare a utilajelor de transport și punere în operă a betonului.
- sunt stabilite, după caz, și pregătite măsurile ce vor fi adoptate pentru continuarea betonării în cazul intervenției unor situații accidentale (stație de betoane și mijloace de transport de rezervă, sursă suplimentară de energie electrică, materiale pentru protejarea betonului, condiții de creare a unui rost de lucru etc.).
- nu se întrevide posibilitatea intervenției unor condiții climatice nefavorabile (ger, ploi abundente, furtună, etc.).
- în cazul fundațiilor, sunt prevăzute măsuri de dirijare a apelor provenite din precipitații, astfel încât acestea să nu se acumuleze în zonele ce urmează a se betona.
- sunt asigurate condițiile necesare recoltării probelor la locul de punere în operă și efectuării determinărilor prevăzute pentru betonul proaspăt, la descărcarea din mijlocul de transport.
- este stabilit locul de dirijare a eventualelor transporturi de beton care nu îndeplinesc condițiile tehnice stabilite și sunt refuzate.

• **ÎNCEPEREA TURNĂRII BETONULUI**

În baza verificării îndeplinirii condițiilor de la punctul de mai sus, se va consemna aprobarea începerii betonării de către: responsabilul tehnic cu execuția, reprezentantul beneficiarului și în cazul fazelor

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 31

Observatii	
Data	
Întocmit	
Rev	

determinante proiectantului, reprezentantul ISC, în conformitate cu prevederile programului de control a calității lucrărilor - stabilite prin contract.

Aprobarea începerii betonării trebuie să fie reconfirmată, pe baza unor noi verificări, în cazurile în care:

- au intervenit evenimente de natura să modifice situația constatată la data aprobării (intemperii, accidente, reluarea activității la lucrări sistate și neconservate).
- betonarea nu a început în intervalul de 7 zile de la data aprobării.

Înainte de turnarea betonului, trebuie verificată funcționarea corectă a utilajelor pentru transportul local și compactarea betonului.

Se interzice începerea betonării înainte de efectuarea verificărilor și măsurilor indicate de la punctul de mai sus.

REGULI GENERALE DE BETONARE

Betonarea unei construcții va fi condusă nemijlocit de conducătorul tehnic al punctului de lucru. Acesta va fi permanent la locul de turnare și va supraveghea respectarea strictă a prevederilor proiectului și procedurii de execuție.

Betonul va fi pus în lucrare la un interval cât mai scurt de la aducerea lui la locul de turnare. Nu se admite depășirea duratei maxime de transport și modificarea consistenței betonului.

La turnarea betonului trebuie respectate următoarele reguli generale:

- 1 cofrajele de lemn, betonul vechi sau zidăriile - care vor veni în contact cu betonul proaspăt - vor fi udate cu apă cu 2-3 ore înainte și imediat înainte de turnarea betonului, apa rămasă în denivelări va fi îndalaturată.
- 2 din mijlocul de transport, descărcarea betonului se va face în: bene, pompe, benzi transportoare, jgheaburi sau direct în lucrare.
- 3 dacă betonul adus la locul de punere în lucrare nu se încadrează în limitele de consistență admise sau prezintă segregări, va fi refuzat fiind interzisă punerea lui în lucrare; se admite îmbunătățirea consistenței numai prin folosirea unui superplastifiant.
- 4 înălțimea de cădere liberă a betonului nu trebuie să fie mai mare de 3,00 m - în cazul elementelor cu lățime de maximum 1,00 - și 1,50 m, în celelalte cazuri, inclusiv elemente de suprafață (plăci, fundații, etc.).
- 5 betonarea elementelor cofrate pe înălțimi mai mari de 3,00 m se va face prin ferestre laterale sau prin intermediul unui furtun sau tub (alcătuit din tronsoane de formă tronconică), având capătul inferior situat la maximum 1,50 m de zona care se betonează.
- 6 betonul trebuie să fie răspândit uniform în lungul elementului, urmărindu-se realizarea de straturi orizontale de maximum 50 cm înălțime și turnarea noului strat înainte de începerea prizei betonului turnat anterior.
- 7 se vor lua măsuri pentru a se evita deformarea sau deplasarea armăturilor față de poziția prevăzută, îndeosebi pentru armăturile dispuse la partea superioară a plăcilor în consolă; dacă totuși se vor produce asemenea defecte, ele vor fi corectate în timpul turnării.
- 8 se va urmări cu atenție înglobarea completă în beton a armăturii, respectându-se grosimea stratului de acoperire, în conformitate cu prevederile proiectului.
- 9 nu este permisă ciocănirea sau scuturarea armăturii în timpul betonării și nici așezarea pe armături a vibratorului.
- 10 în zonele cu armături dese se va urmări cu toată atenția umplerea completă a secțiunii, prin îndesarea laterală a betonului cu șipci sau vergele de oțel, concomitent cu vibrarea lui; în cazul în care aceste măsuri nu sunt eficiente, se vor crea posibilități de acces lateral al betonului, prin spații care să permită pătrunderea vibratorului.
- 11 se va urmări comportarea și menținerea poziției inițiale a cofrajelor și susținerilor acestora, luându-se măsuri operative de remediere în cazul unor deplasări sau cedări.
- 12 circulația muncitorilor și utilajului de transport în timpul betonării se va face pe podine astfel rezemate încât să nu modifice poziția armăturii; este interzisă circulația directă pe armături sau pe zonele cu beton proaspăt.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
		PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria
Observații					
Data					
Întocmit					
Rev					

13 betonarea se va face continuu, până la rosturile de lucru prevăzute în proiect sau procedura de execuție.

14 durata maximă admisă a întreruperilor de betonare, pentru care nu este necesară luarea unor măsuri speciale la reluarea turnării, nu trebuie să depășească timpul de începere a prizei betonului; în lipsa unor determinări de laborator, aceasta se va considera de 2 ore de la prepararea betonului - în cazul cimenturilor cu adaosuri - și respectiv 1,5 ore, în cazul cimenturilor fără adaos.

15 în cazul când s-a produs o întrerupere de betonare mai mare, reluarea turnării este permisă numai după pregătirea suprafețelor rosturilor, conform subcap. 11.5 "Rosturi de lucru la turnarea betonului" din NE 012/2-2022.

16 instalarea podinilor pentru circulația lucrătorilor și mijloacelor de transport local al betonului pe zonele betonate, precum și depozitarea pe ele a unor schele, cofraje sau armături este permisă numai după 24 - 48 ore, în funcție de temperatura mediului și tipul de ciment utilizat (de exemplu 24 ore dacă temperatura este de peste 20°C și se folosește ciment de tip I de clasă mai mare de 32,5).

• COMPACTAREA BETONULUI

Betonul va fi astfel compactat încât să conțină o cantitate minimă de aer oclus.

Compactarea betonului este obligatorie și se poate face prin diferite procedee, funcție de consistența betonului, tipul elementului etc. În general compactarea mecanică a betonului se face prin vibrare.

Se admite compactarea manuală (cu maiul, vergele sau șipci, în paralel, după caz cu ciocănirea cofrajelor) în următoarele cazuri:

3 introducerea în beton a vibratorului nu este posibilă din cauza dimensiunilor secțiunii sau desimii armăturii și nu se poate aplica eficient vibrarea externă.

- întreruperea funcționării vibratorului din diferite motive, caz în care betonarea trebuie să continue până la poziția corespunzătoare a unui rost.
- se prevede prin reglementări speciale (beton fluid, betoane monogranulare).

În timpul compactării betonului proaspăt se va avea grijă să se evite deplasarea și degradarea armăturilor și/sau cofrajelor.

Betonul trebuie compactat numai atâta timp cât este lucrabil.

Vibrarea se utilizează ca metodă de compactare și nu ca metodă de deplasare a betonului pe distanțe lungi, sau de prelungire a duratei de așteptare pe șantier înainte de turnare;

Vibrarea cu vibratoare de adâncime sau de suprafață se aplică sistematic după turnare până la eliminarea aerului oclus. Se vor evita vibrațiile excesive care pot conduce la slăbirea rezistenței suprafeței sau la apariția segregării;

Se recomandă ca grosimea stratului de beton turnat să fie mai mică decât înălțimea tijei vibratoare;

În cazul în care structura conține cofraje pierdute, trebuie luată în considerare absorția de energie a acestora, la selectarea metodei de compactare și la stabilirea consistenței betonului;

Detalii privind procedeele de vibrare mecanică sunt prezentate în subcap.11.3.10 din "Codul de practică"- CP 012/2-2010, iar pentru elementele prefabricate și în Codul de practică NE 013-02.

• ROSTURI DE LUCRU ȘI DECOFRARE

În măsura în care este posibil se vor evita rosturile de lucru organizându-se execuția astfel încât betonarea să se facă fără întrerupere la nivelul respectiv sau între două rosturi de dilatație.

Pentru construcții cu caracter special, elemente de deschidere mare, construcții masive, radiere, etc. poziția rosturilor de lucru trebuie indicată în proiect precizându-se și modul de tratare (benzi de etanșare, tabla expandată pentru rosturi de lucru (streckmetal), prelucrare, etc.)

Când rosturile de lucru nu pot fi evitate, poziția lor va fi stabilită prin proiect sau procedură de execuție și se vor respecta prevederile NE 012/2-2022 și NE 013-02.

Rosturile trebuie să fie perpendiculare pe cofraje, prevăzându-se umplerea lor, exceptând rosturile orizontale.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 33

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Rosturile de construcție nu trebuie să permită miscari ale suprafeței de rezemare. Acestea trebuie făcute doar unde sunt prevăzute în planșele de execuție sau indicate în diagrama de turnare, în afară de cazul când este altfel prevăzut în aceste specificații și aprobat de către Consultant.

Rosturile de lucru se vor spăla cu jet de apă și aer sub presiune după sfârșitul prizei betonului (cca. 5 ore de la betonare sau în funcție de rezultatele încercărilor de laborator).

Înainte de betonare suprafața rostului de lucru se curăță bine, îndepărtându-se betonul ce nu a fost bine compactat și/sau se va freca cu peria de sârmă pentru a înlătura pojghița de lapte de ciment și oricare impurități, după care se va uda.

Înainte de betonare, suprafața betonului existent trebuie udată și lăsată să absoarbă apa, astfel încât betonul să fie saturat, dar suprafața zvântată.

La structurile din beton impermeabile, rosturile trebuie, de asemenea realizate impermeabile.

Cerintele enunțate mai sus, trebuie îndeplinite și în cazul rosturilor accidentale care au apărut ca urmare a condițiilor climaterice, din cauza unor defecțiuni, a nelivrării betonului la timp, etc.

Elementele de construcții pot fi decofrate atunci când betonul a atins o anumită rezistență, care este prezentată în documentația de execuție ținând cont de prevederile - NE 012/2-2022.

8. TRATAREA BETONULUI DUPĂ TURNARE

o GENERALITĂȚI

În vederea obținerii proprietăților potențiale ale betonului, zona suprafeței trebuie tratată și protejată o anumită perioadă de timp, funcție de tipul structurii, elementului, condițiile de mediu din momentul turnării și condițiile de expunere în perioada de serviciu a structurii.

Tratarea și protejarea betonului trebuie să înceapă cât mai curând posibil după compactare.

Acoperirea cu materiale de protecție se va realiza de îndată ce betonul a căpătat o suficientă rezistență pentru ca materialul să nu adere la suprafața acoperită.

Tratarea betonului este o măsură de protecție împotriva uscării premature, în particular, datorită radiațiilor solare și vântului.

Protecția betonului este o măsură de prevenire a efectelor:

- antrenării (scurgerilor) pastei de ciment datorită ploii (sau apelor curgătoare).
- diferențelor mari de temperatură în interiorul betonului.
- temperaturii scăzute sau înghețului.
- eventualelor șocuri sau vibrații care ar putea conduce la o diminuare a aderenței beton - armatură (după întărirea betonului).

Principalele metode de tratare/protecție sunt:

- păstrarea cofrajului în poziție;
- acoperirea cu folii impermeabile la vapori, fixate la margini și la îmbinări pentru a preveni uscarea;
- amplasarea de învelitori umede pe suprafața și menținerea lor în stare umedă;
- menținerea unei suprafețe umede de beton, prin udarea cu apă;
- aplicarea unui podus de tratare corespunzător.

o DURATA TRATĂRII

Stabilirea duratei de tratare (din NE 012-2:2022) și de protecție trebuie stabilită având în vedere următorii factori:

- condițiile de mediu din perioada de exploatare a construcției, respectiv clasele de expunere stabilite conform CP 012/1-2007 și PD 165/2013 Normativ privind alcătuirea și calculul structurilor de poduri și podețe de șosea cu structuri monolit și prefabricate corelate cu SR EN 206+A2/2021;
- sensibilitatea betonului la tratare;
- procentul din valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune la 28 zile, la care trebuie să ajungă rezistența betonului în perioada de tratare;
- viteza de dezvoltare a rezistenței betonului;

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Fibrea Maria	Pagina:	R024/02/PTEAW/04 34

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

- temperatura betonului. Temperatura suprafeței betonului nu trebuie să scadă sub 0° C înainte ca suprafața betonului să atingă o rezistență care poate suporta înghețul fără efecte negative;
 - condițiile atmosferice în timpul și după tratare;
- Se va ține cont de prevederile "Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat. Partea 2 – Executarea lucrărilor din beton (NE 012-2:2022)."

9. CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR

Acest capitol prevede măsurile minime obligatorii necesare controlului execuției structurilor din beton și beton armat. Controlul de calitate se poate face astfel:

- control interior (executat de către producător și/sau executant)
- control exterior (executat de către un organism independent)
- control de conformitate (executat de organisme independente autorizate pentru efectuarea activității de certificare a calității produselor folosite)

9.1. PROCEDEE DE CONTROL A CALITĂȚII ÎN CONSTRUCȚII

Procedeele de control a calității în construcții constau în controlul producției și execuției. Acesta include:

- controlul preparării betonului
- controlul punerii în operă a betonului
- verificările rezultatelor încercărilor pe betonul proaspăt și pe betonul întărit

În NE 012/2-2022 este precizat modul în care se diferențiază controlul calității lucrărilor în funcție de:

- categoria de importanță a lucrărilor;
- tipul lucrărilor de construcții care trebuie realizate;
- gradul de independență a personalului care efectuează verificările;
- cerințele explicite ale beneficiarului sau proiectantului;

Antreprenorul trebuie să pregătească și să trimită spre aprobare Consultantului Planul de control calitate verificări și încercări pentru lucrările de betonare împreună cu procedura de execuție înainte de începerea lucrărilor de betonare din șantier. Planul trebuie să se refere la toate determinările și încercările care se vor face pe beton și pe componentele acestuia, specificând punctele cheie, unde construcția nu poate evolua fără aprobarea Consultantului.

Pe lângă sistemul de control menționat mai sus trebuie dată atenție controalelor vizuale care pot atrage atenția, din timp, despre comportări anormale ale betonului pe perioada preparării, transportului sau turnării.

Dacă compoziția betonului este excesiv de umedă, cauzând segregări sau alte condiții neacceptabile, betonul trebuie respins. Determinarea tasării trebuie făcută la locul de turnare, în prezența Consultantului, pentru a determina consistența.

Betonul care a dezvoltat o întărire inițială înainte de compactare și finisare, trebuie respins. Dacă sunt întâlnite greșeli la preparare, operațiunea de dozare trebuie oprită până când problema este rezolvată. Trebuie acordată permisiune pentru folosirea cimentului și agregatelor deja amestecate în betoniere mobile sau stații centrale de preparare, autobetoniere. Fiecare lot trebuie amestecat sau agitat, pentru cel puțin 3 minute, în plus, după ce s-a observat priza falsă, iar betonul trebuie să fie de o consistență satisfăcătoare.

În cazul în care se constată neconformități (la dimensiuni, poziții, armături aparente, etc., defecte , segregări, rosturi vizibile, etc.) sau degradări (fisuri, porțiuni dislocate, etc.) se va proceda la îndesirea verificărilor prin sondaj, până la verificarea întregii suprafețe vizibile, consemnând în procesul verbal toate constatările făcute.

Remedierea neconformităților , defectelor și/ sau degradărilor nu se va efectua decât pe baza acordului proiectantului, care trebuie să stabilească soluții pentru fiecare categorie dintre acestea.

Determinările și metodologia de efectuare a acestora precum și criteriile de conformitate, sunt conform normativ CP 012/2-2010.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Fibrea Maria	Pagina:	R024/02/PTEAW/04 35

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

10. EXECUTAREA BETOANELOR CU PROPRIETĂȚI SPECIALE ȘI BETOANE PUSE ÎN OPERĂ PRIN PROCEDEE SPECIALE

La executarea lucrărilor supuse unor acțiuni deosebite se folosesc:

- betoane rezistente la penetrarea apei.
- betoane cu rezistență mare la îngheț - dezgheț și la agenți chimici de dezghețare.
- betoane rezistente la atacul chimic.
- betoane cu rezistență mare la uzură.

De asemenea o serie întreagă de elemente ale podurilor se execută prin procedee speciale de punere în operă cum ar fi:

- betoane autocompactante;
- betoane ciclopiene;
- turnarea betonului sub apă;
- betoane aplicate prin torcretare;
- betoane turnate prin pompare;
- betoane turnate în cofraje glisante;

Pentru aceste betoane cu proprietăți speciale și procedee speciale, se vor respecta prevederile capitolului 8 din "CP012/1-2007 Codul de practică" "Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat și NE012/2-2010 – Executarea lucrărilor din beton. Anexa G".

a. BETOANE AUTOCOMPACTANTE

Aceste betoane se pot folosi în cazul densității sporite a armăturii când punerea în operă și compactarea betonului sunt dificil de realizat sau pentru accelerarea punerii în operă a betonului în cazul structurilor mari în care de asemenea vibrarea betonului este dificilă. În cazul aplicării acestor betoane, compactarea betonului se datorează gravitației.

Betoanele autocompactante se recomandă și pentru aplicații arhitecturale din beton în cazul în care se dorește o finisare de înaltă calitate și pentru realizarea unor elemente de forme complexe.

Datorită fluidității mari a acestor betoane este necesară o pregătire minuțioasă a cofrajelor. Se va acorda o atenție deosebită fixării și etanșezării cofrajului la baza acestuia pentru a nu apărea scurgerii la articulații. datorită presiunii hidrostatice mari se va acorda o atenție deosebită și sprijinirilor exterioare și sistemului de spațiere, pentru a se asigura că nu se va deforma cofrajul în timpul betonării.

Procedurile pentru punerea în operă a acestui tip de beton trebuie stabilite prin referințe privind experiența constructorului și /sau prin încercări inițiale privind obținerea compactității dorite.

Cerințe complementare privind proprietățile betonului proaspăt și criteriile de conformitate trebuie să facă obiectul unui acord încheiat cu producătorul betonului autocompactant.

În cazul utilizării unui beton autocompactant nu se vor folosi echipamente de vibrare iar o atenție deosebită trebuie acordată surselor externe de vibrații, de exemplu echipamentele din apropiere.

În timpul plasării, betonul trebuie verificat periodic pentru a se asigura că agregatul rămâne aproape de suprafață și că nu există indicii de segregare. Betonul trebuie să formeze un front regulat pe măsura ce avansează și să fie observat cum curge în jurul armăturii și cum o încapsulează fără a forma spații libere. Nu trebuie să se formeze bule mari de aer care ar sugera că există aer indus în beton în timpul procesului de plasare. Se va verifica cofrajul pentru semne de scurgere.

Dupa finalizarea primei secțiuni dintr-o turnare, atât producătorul cât și specificatorul vor verifica și vor evalua calitatea betonului întărit. Se vor căuta semne de lapte de ciment la suprafață, culoare neuniformă a suprafeței, zone specifice unde aerul a rămas captiv sau orice alte efecte nedorite care sunt vizibile.

Este esențial ca personalul folosit la punerea în operă a betonului autocompactant să fi fost instruit înainte de realizarea turnării cu privire la recomandările privind punerea în operă a unui asemenea beton.

Transportul betonului se face cu autobetoniere. Mixerul autobetonierei se va mentine în rotație lentă în timpul transportării și al așteptării în santier. Chiar înainte de descărcarea autobetonierei se va proceda la reamestecarea betonului la viteză maximă, pentru 3 minute.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/04 36

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Nu se vor adăuga apă sau alt produs în beton la șantier fără acordul responsabilului departamentului calitate al Producătorului. În cazul unei adăugări, mixerul autobetonierei se va ține pe viteză rapidă pentru minim 5 minute.

Punerea în operă a betoanelor autocompactante se poate face cu diferite mijloace după cum urmează:

- i. Pomparea betonului cu furtune flexibile;
- ii. Pomparea betonului utilizând țevi fixe;
- iii. Macara sau skip la șantier.

Controlul la șantier

Se recomandă ca la fiecare transport livrat să fie testată răspândirea până la momentul confirmării uniformității livrării. Evaluarea vizuală se va realiza de către o persoană competentă, aceasta fiind suficientă, cu excepția cazului în care un lot este considerat a fi marginal. Deoarece producătorul de beton este obligat să efectueze testele de conformitate, teste adiționale la șantier nu sunt de regulă necesare iar acestea ar trebui limitate la aplicații critice.

Specificatorul se va asigura ca toate testele efectuate în șantier se realizează de către personal instruit în acest sens iar testarea se va face într-un mediu fără vibrații și protejat de intemperii. Echipamentul de testare va fi bine întreținut și calibrat corespunzător iar zona de testare va avea o bază solidă și plană pentru a putea realiza testarea.

4. Înainte de prelevarea probei, betonul va fi remixat pentru minim 1 minut la viteză maximă;
5. Prelevarea probelor se va realiza în conformitate cu EN 12350-1. Prima sașă de beton poate să nu fie reprezentativă pentru testare, caz în care se va proceda la prelevarea unei noi probe.
6. La efectuarea probelor pentru testarea rezistenței la compresiune sau alte testări, epruveta va fi umplută într-un singur strat și fără a se compacta.

Metode de verificare și testare

- 6.1. Testul răspândirii - conform EN 12350-8 Testarea răspândirii pentru beton autocompactant.
- 6.2. Determinarea timpului de curgere cu pâlnia V - conform EN 12350-9.

b. TURNAREA BETONULUI SUB APA

Consultantul trebuie să recepționeze tot betonul turnat sub apă.

Betonul turnat sub apă trebuie să fie de aceeași clasă și compoziție ca și cel folosit în celelalte structuri exceptând conținutul de ciment care trebuie să crească cu 10 procente.

Betonul trebuie turnat, astfel încât să formeze o masă compactă. Nu trebuie deranjat după ce a fost turnat.

Turnarea betonului sub apă se face numai în incinte cu apă statatoare sau apă care a fost adusă în această stare luând măsuri corespunzătoare.

Dacă apa mai este menținută la locul de turnare, cofrajele trebuie să fie închise etanș.

Nu este admisă căderea liberă a betonului prin apă, nici măcar pe distanțe scurte, în afara cazului în care se folosesc aditivi speciali sau adaosuri.

Betonul se poate turna prin tuburi pentru a nu solubiliza sau segrega. Capătul inferior al tubului trebuie să fie imersat în beton pe minimum 40 cm în cazul căderii libere a betonului prin tuburi și pe cca. 100 cm în cazul pompării acestuia.

Pâlnia de turnare a betonului trebuie să constea dintr-un tub etanș având un diametru de nu mai puțin de 250 mm. Aceasta trebuie construită în secțiuni având înădri flexibile și etanșe.

Pâlniile nu trebuie să fie din aluminiu sau aliaj de aluminiu care ar putea reacționa cu betonul.

Pâlniile trebuie susținute pentru a permite miscarea liberă a părții de descărcare deasupra suprafeței de lucru. Acestea trebuie să permită coborârea rapidă, când este necesară întârzierea sau oprirea șuvoiului de beton.

Capătul de descărcare trebuie să fie închis la începutul lucrării pentru a preveni pătrunderea apei în tub și trebuie să fie tot timpul izolat. Tuburile pâlniilor trebuie ținute pline tot timpul.

Când o șarja este descărcată în pâlnie, curgerea betonului trebuie indusă de ridicarea ușoară a capătului de descărcare și în plus, ținându-l în betonul care se toamnă.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Fiorea Maria	Pagina:	R024/02/PTEAW/04 37

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Curgerea trebuie să fie continuă până când lucrarea este terminată.
 Betonul trebuie turnat continuu de la început la sfârșit. Suprafața betonului trebuie ținută aproape orizontal tot timpul pe cât este cu puțință.

Odată ce betonul a fost turnat, apa de staționare trebuie îndepărtată, betonul inspectat și toate resturile sau alte materiale nesatisfăcătoare trebuie îndepărtate de la suprafață.

La stabilirea compoziției betonului turnat sub apă se fac următoarele recomandări:

- i. Betoanele turnate sub apă să aibe o consistență corespunzătoare clasei S3 sau S4 în funcție de modul de turnare prin cadere liberă, prin tuburi sau pompare.
- ii. Se recomandă utilizarea agregatelor rotunde, cu o suprafață netedă și o granulozitate continuă. Dimensiunea maximă a agregatelor să fie de 32 mm pentru a se evita dificultățile la turnare.
- iii. În general se recomandă majorarea cu 10% a dozajului de ciment, pentru a îmbunătăți coeziunea betonului proaspăt și a asigura o cantitate suficientă de ciment după o posibilă solubilizare care apare aproape inevitabil. Utilizarea cimenturilor cu adaosuri este recomandată pentru betonul turnat sub apă în vederea creșterii rezistenței sale la atacul chimic și reducerii căldurii de hidratare.

c. BETONAREA PE TIMP FRIGUROS

Următoarele cerințe trebuie să guverneze turnarea betonului când temperatura mediului este mai mică de 5°C.

Temperatura betonului nu trebuie să fie mai mică de 10°C imediat după ce a fost turnat.

Antreprenorul trebuie să asigure echipamente de încălzire și/sau să închidă sau să protejeze structura într-o așa manieră, încât betonul și aerul înconjurător să fie menținut la o temperatură între 10 °C și 40 °C pentru primele 72 de ore, după ce betonul a fost turnat, și la o temperatură cuprinsă între 5°C și 40 °C pentru următoarele 48 de ore. Temperatura aerului care înconjoară betonul trebuie redusă treptat la temperatura exterioară cu un ritm, nu mai rapid de 3°C/h.

Trebuie menținută umiditatea.

Folosirea de mijloace de încălzire cu foc deschis este interzisă. Trebuie prevăzut un scut de protecție, pe echipamentul de încălzit, așa încât nici un metal expus să nu fie în contact cu sursa de căldură.

Antreprenorul poate folosi izolatoare de cofraje pentru a menține temperatura betonului la cea indicată în specificații.

Temperatura betonului în timpul preparării poate fi ajustată pentru a se asigura că temperatura betonului nu va fi mai mare de 38°C datorită căldurii produse de hidratare.

Cofrajele izolate trebuie să rămână pe loc timp de 5 zile.

Cofrajele pot fi desfăcute ușor, dacă este necesar, pentru a controla temperatura betonului mai coborâtă decât valorile maxime specificate. Dacă desfacerea cofrajelor este necesară, trebuie obținută, înainte, aprobarea Consultantului.

Când cofrajele se îndepărtează după cele 5 zile specificate, scăderea temperaturii betonului nu trebuie să fie mai rapidă de 3°C/ oră.

Antreprenorul trebuie să prevadă 4 tuburi de oțel galvanizat de 25 mm diametru și 300 mm lungime, prin care se măsoară temperatura, pentru fiecare aplicare a cofrajelor izolatoare. Aceste tuburi trebuie prevăzute cu opritori de cauciuc satisfăcători. Tuburile trebuie plasate în beton așa cum este dispus de Consultant și trebuie folosite pentru a lua temperatura betonului. După ce timpul de protecție a expirat, tuburile trebuie îndepărtate și găurile rămase trebuie tencuite.

Antreprenorul trebuie să-și asume toate riscurile, în legătură cu turnarea betonului pe timp friguros și acordul dat de Consultant pentru turnarea betonului în această perioadă nu îl absolvă, în nici-un fel, pe Antreprenor de responsabilitatea pentru rezultate nesatisfăcătoare. Orice beton care prezintă deteriorări din cauza înghețului trebuie respins.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/04 38

Observatii	
Data	
Întocmit	
Rev	

CAIET DE SARCINI NR. 5.

HIDROIZOLAȚII LA PODURI

CUPRINS

- GENERALITĂȚI
- DOCUMENTE DE REFERINȚĂ
- CARACTERISTICI TEHNICE
- PRESCRIPTII
 - o STRATUL SUPORT
 - o STRATUL DE AMORSAJ
 - o STRATUL HIDROIZOLATOR
 - o STRATUL DE PROTECȚIE
- CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR DE EXECUȚIE

1. GENERALITĂȚI

Prezentul capitol tratează condițiile tehnice generale ce trebuie îndeplinite la realizarea hidroizolațiilor pentru lucrările de poduri.

Hidroizolațiile au ca scop:

- împiedicarea pătrunderii apei la structura de rezistență;
- colectarea apelor ce se infiltrază prin îmbrăcăminte și dirijarea lor spre gurile de scurgere; La lucrările de artă, hidroizolațiile sunt alcătuite în general din:
 - stratul suport al hidroizolației care se execută în câmp continuu și se racordează la marginea elementului care este hidroizolat la gurile de scurgere și la dispozitivele etanșe de acoperire a rosturilor de dilatație;
 - stratul de amorsare a hidroizolației;
 - stratul de bază (hidroizolația propriu-zisă);
 - stratul de protecție a hidroizolației;

Funcționalitățile unor straturi pot fi comasate în diferite soluții ale firmelor specializate în hidroizolații.

Hidroizolațiile propriu-zise pot fi alcătuite din:

- amestec lichid cu întărire rapidă sau lentă
- membrană hidroizolatoare;
- soluție de bitum
- mortar

Tehnologia de aplicare poate fi:

- prin pulverizare;
- prin lipire la cald a membranelor cu soluții pe bază de bitum;
- prin lipire / așternere la rece cu soluții pe bază de rășini sintetice;
- prin aplicarea de membrane autoaderente;
- prin lipire cu flacără a membranelor;
- prin spoire;

O soluție modernă de hidroizolare a podurilor de pe drumurile de mare importanță – naționale și autostrăzi prevede aplicarea unui strat de hidroizolație lichidă și a unei punți de aderență care să facă legătura între stratul hidroizolant și stratul de protecție din asfalt. Acest sistem are o durată de viață estimată la minim 30 ani și o rezistență la smulgere de pe stratul suport din beton de minim 1,5 N/mmp, respectiv o rezistență la forfecare de minim 0,5N/mmp la 23 grd C,

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/WA04 39

În toate variantele tehnologice trebuie să se asigure condițiile fizico - mecanice. Termenul de "șapă hidroizolatoare" utilizat în continuare, include toate straturile componente și anume: stratul suport, amorsa, stratul hidroizolator de bază și stratul de protecție.

DOCUMENTE DE REFERINȚĂ

	Manualul de aplicare publicat de către producătorul membranei
AND 577/2002	Normativ privind execuția și controlul calității hidroizolației la poduri
ETAG 033/2013	Ghid pentru agrement tehnic european. Hidroizolații, la poduri
Legea nr.10/1995	Legea referitoare la calitatea în construcții

Toate standardele și normele în vigoare menționate mai departe de acest caiet de sarcini. Lista nu este limitativă.

2. CARACTERISTICI TEHNICE

Șapa hidroizolatoare trebuie să aibă termenul de garanție de minimum 10 ani de exploatare normală a podului, pasajului sau viaductului.

Pe durata acestei perioade, firma care garantează șapa hidroizolatoare, trebuie să asigure din efort propriu repararea sau înlocuirea acesteia și remedierea degradărilor cauzate de infiltrațiile de apă la structura de rezistență, respectiv refacerea căii pe zona de intervenție.

Materialele incluse în elementele șapei hidroizolatoare trebuie să nu putrezească și să fie pasive chimic

Șapa hidroizolatoare trebuie să poată fi aplicată și la poduri în exploatare, la care lucrările să se execute pe o jumătate a căii, iar pe cealaltă jumătate să se desfășoare circulația normală, asigurându-se continuizarea șapei, cu păstrarea caracteristicilor tehnice.

Șapa hidroizolatoare trebuie să reziste la circulația de mică viteză a utilajelor de transport și așternere a straturilor îmbrăcăminților asfaltice pe pod.

Șapa hidroizolatoare trebuie să asigure adhezivitatea / aderența îmbrăcăminții din asfalt la stratul său superior.

Stratul hidroizolator pe bază de bitum trebuie să satisfacă următoarele caracteristici fizico – mecanice conform SR 137-95:

- o forța de rupere (SR EN 12311-1): > 800 N/5 cm
- o alungirea la rupere (SR EN 12311-1): min. 50%
- o rezistența la perforare statică (SR EN 12730): min 30kg
- o adhezivitatea la tracțiune (aderența la suport): min. 0,5 N/mm²
- o flexibilitate la rece (SR EN 1110): -20°C
- o permeabilitate la apă 72h, la 100 mm coloană de apă: 0
- o temperatura minimă la care membrana este stabilă: 120°C
- o temperatura asfaltului turnat în îmbrăcămințe, la care membrana trebuie să reziste, fără diminuarea caracteristicilor fizico-mecanice: 180°C
- o rezistența la sfâșiere: longitudinală > 250N
- o rezistența la sfâșiere: transversală > 250N
- o domeniul de temperatură de exploatare curentă este: -20°C + 70°C
- o intervalul de temperatură a mediului în care se aplică șapa hidroizolatoare: +5 ° +30°C

Stratul hidroizolator pe bază de rășini sintetice trebuie să satisfacă următoarele caracteristici fizico – mecanice cerute de organisme de certificare europene conform ETAG 033 (European Technical Approval Guideline = Ghid de Agrement Tehnic European) și BBA HAPAS (British Board of Agreement – Highway Authorities Product Approval Scheme) respectiv ZTV –BEL – B/3

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTEAW/04 40

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

(Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten = Norme tehnice și metodologice pentru contractarea lucrărilor ingineresti) și ZTV-ING Partea 7/3 (Zusammenstellungen der geprüften/zertifizierten Stoffe, Stoffsysteme und Bauteile für Bauwerke der Bundesfernstraßen = Centralizator al produselor și sistemelor testate și certificate pentru construcțiile rutiere):

- 1 rezistența la smulgere : min 1,5MPa
- 2 alungirea la rupere : min. 350%
- 3 rezistența la forfecare : min 0,5MPa
- 4 adezivitatea la tracțiune (aderența la suport): min. 1,5 N/mm²/23⁰C
- 5 temperatura asfaltului turnat în îmbrăcăminte, fără diminuarea caracteristicilor fizico-mecanice: min 140°C – max 240°C
- 6 rezistența la întindere (DIN 53504): > 10N/mm²
- 7 domeniul de temperatură de exploatare curentă este: -30°C ÷ 100°C
- 8 intervalul de temperatură a mediului în care se aplică șapa hidroizolatoare: -5 ° ÷ +70°C

Stratul superior al șapei hidroizolatoare, va fi compatibil chimic cu componentele din alcătuirea asfaltului îmbrăcămintii rutiere, pentru a evita agresiunea șapei.

Membranele hidroizolatoare vor fi însoțite de documente conform legislației în vigoare.

3. PRESCRIȚII

• STRATUL SUPORT

Hidroizolația se poate aplica pe placa de suprabetonare sau pe betonul de pantă și egalizare. Betonul de pantă și egalizare se va realiza din beton de clasa minim C25/30. Grosimea stratului de beton va fi de min. 2 cm.

Stratul suport al hidroizolației trebuie să îndeplinească următoarele cerințe de calitate:

- aspect compact, fără goluri, denivelări, segregări, fisuri, crăpături, etc;
- rezistența minimă a betonului trebuie să fie corespunzătoare clasei C25/30;
- să respecte pantele conform proiectului;
- să fie executate toate lucrările a căror execuție ulterioară ar conduce la compromiterea hidroizolației executate;
- să fie rigid, întărit, sănătos, fără părți friabile, pete de ulei, grăsimi, segregări, goluri sau alte defecte de turnare și să aibă sunet metalic la ciocănire;
- suprafața betonului nu trebuie să prezinte proeminențe mai mari de $\pm 1,5 \div \pm 2$ mm (măsurate cu dreptarul de 3m lungime pe orice direcție). Se admite o singură denivelare de ± 5 mm la o verificare;
- să nu prezinte pelicule superficiale de lapte de ciment;
- să nu prezinte muchii vii (se racordează la suprafețe verticale cu o rază de 5 cm), să asigure racordarea la gurile de scurgere și în zona rosturilor, conform detaliilor din proiect.

Înainte de aplicarea straturilor următoare, stratul suport se va pregăti astfel:

- se sablează, șlefuește cu disc diamantat, se desprăfuește prin suflare cu aer comprimat sau prin măturare/periere până la obținerea unei suprafețe curate;
- se verifică planeitatea, se înlătură rugozitățile și se corectează asperitățile; dacă nu se realizează cerințele necesare aplicării hidroizolației se vor face remedieri cu mortare speciale aderente;
- Se verifică rezistența la smulgere a stratului suport care trebuie să fie de minim 1,5 N/mm².
se verifică umiditatea în conformitate cu Normativ AND 577-2002, care nu trebuie să fie mai mare de 6% Tramex sau 2,5 % CM (carbid method);
- pe suprafața pregătită ca mai sus, este interzisă circulația personalului din șantier sau cu utilaje de orice fel.

Se întocmește un proces verbal de recepție calitativă între Antreprenor și Consultant document ce va fi atașat la procesul verbal de faza determinată.

• STRATUL DE AMORSAJ

Amorsa are rolul de a facilita aderența membranei hidroizolatoare la beton.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTEAW/04 41

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Soluția cu care se execută amorsa, poate fi pe bază de bitum sau pe bază de rășini sintetice. Componentele soluției nu trebuie să conțină produse care atacă chimic betonul.

Amorsa se aplică prin inundarea suprafeței și repartizarea manuală a soluției sau prin pulverizarea cu mijloace mecanice. Aplicarea amorsei se face în strat continuu, uniform, fără aglomerări sau bălțiri de material, astfel încât să se asigure pătrunderea în porii suportului și colmatarea acestora. Amorsa se aplică numai pe suprafețele capabile a fi acoperite cu folie hidroizolatoare. Se va urmări ca suprafața ce urmează a se izola să fie amorsată în totalitate, fără a exista suprafețe neamorsate.

Amorsa se aplică pe suprafața uscată a stratului suport, la temperatura mediului ambiant de peste +10°C.

După uscarea amorsei, trebuie să rezulte o suprafață uniform colorată, aderentă la suport, continuă, fără bășici, exfolieri sau neregularități. Eventualele zone cu deficiențe, se refac prin decopertare zonală și reamorsare.

Pe suprafața amorsată nu se permite circulația pietonală sau cu utilaje de orice fel.

• STRATUL HIDROIZOLATOR

Stratul hidroizolator se aplică pe stratul suport amorsat, prin procedeul specific tipului de membrană utilizată. Aplicarea hidroizolației se face respectând fișa tehnologică a firmei producătoare.

Aplicarea foliei hidroizolatoare începe de la una din laturile longitudinale ale podului, respectiv de la cota minimă, cu asigurarea racordării vertical-orizontale.

Petrecerile foliilor la înădări vor respecta instrucțiunile furnizorului sau min.10 cm.

Hidroizolația se aplică în câmp continuu, asigurându-se aderența pe toată suprafața pe care se aplică. Nu se admit goluri, umflături, bășici de aer, neetanșeități la petreceri sau margini desprinse. Se vor trata special racordările la gurile de scurgere, asigurându-se etanșeitatea și scurgerea apelor colectate.

La rosturile de dilatație, tratarea hidroizolației se va face conform proiectului, funcție de tipul dispozitivului de acoperire a rostului de dilatație.

Lateral, marginile stratului hidroizolator se vor racorda cu sisteme de etanșare compatibile cu sistemul folosit.

În cazul membranelor lipite prin supraîncălzire, temperatura sursei de căldură nu trebuie să fie mai mare de 250°C sau mai mare decât temperatura la care tipul respectiv de membrană își modifică caracteristicile fizico - mecanice sau chimice.

Membranele hidroizolatoare se aplică la temperatura mediului ambiant, la cel puțin +5°C, după minimum 28 zile de la data turnării betonului de ciment sau mortarului (normativ AND 577-2002). Sistemul hidroizolator nu se aplică pe timp de ploaie. În cazul folosirii amorselor epoxidice membranele se pot aplica și la 7 zile de la turnarea betonului cu condiția respectării procedurii de instalare dată de producător.

• STRATUL DE PROTECȚIE

Stratul de protecție poate fi:

- Beton asfaltic BA8 cu grosimea min 3cm conf AND 605-2013
- Mortar asfaltic cilindrat MA cu grosimea min 3cm conf AND 605-2013
- membrane de protecție, aderente la membranele hidroizolatoare, sau alte sisteme aprobate de Consultant;

Verificarea și recepția lucrărilor de hidroizolație, se face pe etape, după cum urmează:

- pe parcursul executării diferitelor straturi ale șapei hidroizolatoare, încheindu-se procese - verbale de recepție calitativă;
- la terminarea lucrărilor de hidroizolație, prin încheierea unui proces – verbal de recepție a șapei hidroizolatoare;

Verificarea la terminarea lucrărilor de hidroizolație se face asupra aspectului, iar în cazul unor constatări nefavorabile, din procesele verbale de recepție calitativă , se poate face și asupra etanșeității, prin inundarea pe o înălțime de min. 10 cm, pe suprafețele limitate, pe durata de 24 ore.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 42

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Defectele constatate pe parcursul execuției și la terminarea lucrărilor de hidroizolații, se vor remedia pe baza unor soluții propuse de antreprenor / furnizor și pot fi acceptate sau nu de către Consultant.

În cazul când Consultantul nu acceptă remedierile propuse de antreprenor, se poate dispune refacerea întregii lucrări de hidroizolații.

4. CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR DE EXECUȚIE

Se vor face conform ind AND 577-2002, prin măsurători "în situ". În situ se verifică :

4.2.1. rezistența la smulgere a stratului suport înainte de aplicarea sistemului

4.2.2. aderența stratului hidroizolator de stratul suport.

Măsurătorile vor fi efectuate de către laboratoarele autorizate și aprobate de Consultant.

Pentru verificarea calitatii stratului suport inainte de aplicarea sistemului se va preleva o proba la minim 100 m² de cale pod pe sens.

Pentru verificarea calității lipirii membranei de stratul suport se face cel puțin o încercare la 20 de ml cale de pod pe sens.

Rezultatele obținute vor fi consemnate într-un raport de încercări emis de laborator ce va însoți Procesul verbal de recepție calitativă.

Nu se va trece la faza următoare în situația în care rezultatele obținute nu corespund valorilor din caietul de sarcini.

Verificarea caracteristicilor fizico - mecanice și chimice specifice, se efectuează în conformitate cu următoarele standarde:

SR EN ISO 62:2008	Materiale plastice. Determinarea absorbției de apă
SR EN 12092:2002	Adezivi pe bază de elastomeri. Determinarea vâscozității
SR EN ISO 527-1:2020	Materiale plastice. Determinarea proprietăților de tracțiune. Partea 1: Principii generale
STAS 9199 - 73	Masticuri bituminoase pentru izolații. Metode de analize și încercări
SR 137 - 95	Materiale hidroizolatoare bitumate. Reguli și metode de verificare
SR EN ISO 2409:2020	Lacuri și vopsele. Încercarea la carioaj
Ordin MT 497-98	Normativul pentru caracteristicile bitumului neparafinos pentru drumuri
SR EN ISO 527-2:2012	Materiale plastice. Determinarea proprietăților de tracțiune. Partea 2: Condiții de încercare a materialelor plastice pentru injecție și extrudare

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Fibrea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 43

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

CAIET DE SARCINI NR. 6.

SUPRASTRUCTURI METALICE

MATERIALE

Oteluri pentru elemente de construcție

La execuția elementelor pentru suprastructurile metalice ale podurilor rutiere se pot folosi următoarele tipuri de oteluri:

- OL 37 EP si OL 52 EP conform STAS 12187/88;
- OLT 35 conform STAS 8183/80
- S235/S275/S355/S420/S460/S690 conform SR EN 10025-1:2005, SR EN 10025-2:2004,
- SR EN 10025-3:2004, SR EN 10025-4:2004, SR EN 10025-5:2005, SR EN 10025- 6+A1:2009

La alegerea tipurilor de otel se va tine seama de precizările din tabelele nr. 1 si 2 din SR 1911/98 precum si de prevederile STAS R 8542/79.

Folosirea altor tipuri de oteluri decât cele precizate în SR 1911/98 se poate face daca acestea corespund condițiilor prevăzute în standardele de produs menționate, cu privire la:

- compoziția chimică;
- caracteristici mecanice;
- comportarea la sudare, stabilite pe baza de încercări;

În lipsa unei corespondente, folosirea materialelor poate fi admisă numai pe baza unui aviz emis de către un institut de specialitate și cu acordul beneficiarului.

Se admite folosirea în alcătuirea aceleiași structuri cât și în alcătuirea aceleiași element, a otelurilor de mărci și clase de calitate diferite dar cu respectarea condițiilor menționate în caietul de sarcini cu prescripții speciale.

La alegerea mărcilor de oteluri în afara criteriilor de ordin tehnic și economic se va tine seama de clasa de calitate și de gradul de dezoxidare, în vederea garantării elementelor contra unor ruperi fragile, temperaturile minime de exploatare a podurilor considerându-se -20°C.

Tablele din otel OL 52 - EP, cu grosimi de 10 - 50 mm, folosite la elementele principale de rezistență vor fi controlate US conform prevederilor din STAS 12187/88 pct. 2.7.

PROTECTIA ANTICOROZIVA A ELEMENTELOR METALICE

La structurile metalice o problema foarte importanta o reprezintă coroziunea otelului.

Coroziunea este procesul de distrugere a metalului sub acțiunea chimică sau electrostatică a mediului înconjurător.

Măsurile care se iau pentru îndepărtarea efectelor coroziunii sunt de vopsire sau revopsire a metalului.

Cerința privind durabilitatea este prevăzută explicit în SR EN 1993 -"Eurocod 3: Proiectarea structurilor de otel" cu părțile sale.

Clase de agresivitate

Structurile de otel sunt expuse diferitelor clase de corozivitate ale mediului. Aceste clase de corozivitate sunt definite în SR EN ISO 12944 partea 2 de la C1 la C5-M.

- Clasa C1 - nesemnificativa
- Clasa C2 - ușoară ; pentru atmosfere cu nivel de poluare scăzut (de obicei mediu rural)

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Înlocuit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTEAW/04 44

Observatii	
Data	
Inlocuit	
Rev	

- Clasa C3 - moderata; Atmosfere urbane si industriale cu poluare moderata datorita dioxidului de sulf si zone de coasta cu salinitate redusa
- Clasa C4 - agresiva; Zone industriale si de coasta cu salinitate moderata
- Clasa C5-I - foarte agresiva; (mediu industrial) Zone industriale cu umiditate si agresivitate atmosferica ridicata
- Clasa C5-M foarte agresiva (mediu marin); Zone de coasta si platforme marine

Categoria de protectie

Având in vedere durata de viata a podurilor precum si conditiile dificile de refacere a protectiei anticorozive "in situ", se stabileste ca pentru astfel de lucrari, categoria de protectie sa fie H, "durabilitate mare" conform , SR EN ISO 12944-1, ceea ce corespunde unei durate de viata a acoperirii protectoare de min 15 ani.

Durata de viata a acoperirii protectoare reprezinta perioada de timp dupa care acoperirea protectoare se poate deteriora, astfel încât devine necesara refacerea ei completa, pe întreaga suprafata a elementului constructiei.

Principalii factori care determina durabilitatea sistemelor de protectie anticoroziva aplicate pe suprafetele de otel sunt urmatorii :

- a) tipul sistemului de protectie,
- b) conceptia structurii,
- c) starea suportului înainte de pregatire,
- d) gradul de pregatire a suportului,
- e) calitatea metodei de pregatire a suportului,
- f) starea îmbinarilor, marginilor si sudurilor înainte de pregatire,
- g) metoda de aplicare,
- h) conditiile în care se efectueaza aplicarea,
- i) conditiile de expunere dupa aplicare

Elementele de constructii din otel expuse la actiunea coroziva a mediului si care, dupa montaj, nu mai sunt accesibile, se vor proteja împotriva coroziunii în asa fel încât, pe durata de serviciu a constructiei sa nu afecteze durabilitatea acestora.

În cazul în care accesul pentru aplicarea sistemului de protectie anticoroziva pe suprafata suportului de otel nu este posibil, se vor prevedea alte masuri, ca de exemplu: executia elementelor de constructii dintr-un material rezistent la coroziune, supradimensionarea elementelor pentru compensarea pierderilor prin coroziune, asigurarea posibilitatii înlocuirii elementelor degradate datorita coroziunii.

Conditii generale privind calitatea materialelor pentru protectie anticoroziva

Materialele utilizate pentru protectia anticoroziva a structurii metalice, trebuie sa indeplineasca urmatoarele conditii generale:

- sa asigure o buna protectie contra coroziunii a elementelor metalice;
- sa fie aderente si sa aiba flexibilitatea corespunzatoare deformatiilor elementelor protejate;
- Sa fie un sistem de protectie care sa se intareasca chimic si nu prin evaporarea fizica a solventului
- Sa prezinte o durata de viata min. 15ani;
- Sa aibe aspect decorativ;
- Sa poata fi aplicate si in conditii extreme de temperatura si umiditate (temperaturi cuprinse între 0°C si +35°C si umiditate relativa de max.98%
- Sa se usuce rapid pentru revopsire
- Straturile de protectie nu trebuie sa fie afectate de venirea unei ploii iminente la scurt timp de la aplicare
- Sa aiba stabilitate in timp, mentinandu-si culoarea, fara a fi afectata de actiunea razelor ultraviolete;
- Sa se aplice cu usurinta;

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 45

Observati	
Data	
Intocmit	
Rev	

- Sa fie agrementate conform legislatiei in vigoare.
- Sistemele sa aiba teste de certificare

In functie de conditiile fiecarui lucrari se stabileste în proiect alcatuirea sistemului de protectie. Grosimea totala a sistemului de protectie pentru suprafetele exterioare este de min.180µm.

Ea este alcatuita din 3 straturi:

- Grund 60-80 µm
- Strat intermediar 80-100 µm
- Strat final 40-80 µm

Protectia anticoroziva se aplica dupa sablarea suprafetelor la gradul Sa 2,5, conform standardelor SR EN ISO 12944-4 si SR EN ISO 8501-1, 2, 4 *.

Suprafata sablata trebuie sa fie curata, rugoasa de culoare cenusie deschisa uniforma.

Rugozitatea suprafetei metalice trebuie sa corespunda standardului SR EN ISO 8503-1, 2, 3, 4

In vederea obtinerii performantelor maxime ale produselor utilizate, este necesara respectarea cu strictete a tuturor instructiunilor de aplicare, a conditiilor, precautiilor si eventualelor limitari.

La aplicarea straturilor de protectie anticoroziva se vor respecta atat prevederile prezentului caiet de sarcini cat si prescriptiile specifice ale produselor utilizate , care vor trebui procurate odata cu livrarea acestora.

Pentru realizarea protectiei anticorozive se pot utiliza materiale si tehnologiile corespunzatoare acestora, produse de diverse firme cu conditia (conform Legii nr.10/1995 si HG 622/2004) prezentarii unui aviz tehnic de agrementare emis de o unitate de cercetare mandatata in acest scop de Ministerul Dezvoltarii Regionale si Turismului – Consiliul Tehnic Permanent pentru Constructii

Pregatirea suprafetelor

Pregatirea suprafetei in vederea acoperirii protectoare are o influenta primordiala in determinarea capacitatii de protectie a sistemului de acoperire.

Se impune respectarea stricta a normativelor in vigoare. Se vor respecta standardele SR EN ISO 12944-4 si SR EN ISO 8501- 1, 2, 4 "gradul de pregatire a suprafetei"

CURATAREA SI DEGRESAREA SUPRAFETELOR

Curatarea si degresarea suprafetelor se face respectand instructiunile strandardului SR EN ISO 8502-3, 6, 9, 11, 12.

Uleiurile, grasimile, murdaria si alte produse de contaminare trebuie indepartate inaintea vopsirii. Depozitele mari de uleiuri, grasimi, murdarie, etc. trebuie indepartate printr-o metoda verificata de curatare, avand grija ca depozitul sa fie indepartat si nu imprastiat pe suprafata. Grasimile si uleiurile se indeparteaza cel mai bine cu agent de spalare emulsionat, dupa care se face spalarea din abundenta cu apa sau vapori de apa.

Cand este necesara utilizarea solventilor (white spirite, percloretilena, toluen) pentru indepartarea grasimilor sau uleiurilor, atunci utilizarea detergentilor sau agentilor de spalare emulsionata trebuie sa urmeze aceasta operatie, dupa care se va efectua o spalare abundenta cu apa potabila si uscarea perfecta a suprafetelor.

Degresarea prin spalare manuala cu solventi nu este recomandata, deoarece conduce la imprastierea unei pelicule de grasime pe suprafata, pelicula ce poate afecta acoperirea.

Se va acorda o atentie speciala marginilor si colturilor.

Suprafetele degresate nu mai trebuie sa fie atinse cu mainile libere, intrucat transpiratia contine grsimi si saruri.

SABLAREA SUPRAFETELOR

Sablarea suprafetelor se face conform SR EN ISO 12944-4 si SR EN ISO 8501-1, 2, 4, iar nivelul de performanta Sa 2,5.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/R2/PTE/W/04 46

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Se va utiliza un abraziv adecvat pentru asigurarea gradului de curatare si profilului de rugozitate specificat, dupa cum urmeaza:

- Nisip cuarzos cu granulatie 0,5-2mm
- Perle de sticla cu granulatie 0,5-2mm
- Alice de otel sau fonta
- Oxid de aluminiu

Abrazivii vor fi lipsiti de contaminanti si vor fi recuperati numai daca asigura pregatirea specifica a suprafetei. Aerul utilizat va fi lipsit de ulei, apa si alti contaminanti.

Se vor utiliza mijloace eficiente (aspiratoare) pentru indepartarea completa a prafului, alicelor si reziduurilor înainte vopsirii.

Suprafata sablata trebuie sa fie curata, ruoasa, de culoare cenusie deschisa uniforma.

Zona sablata se protejeaza pana la aplicarea grundului contra umezirii sau a contaminarii cu uleiuri, grasimi, praf. In caz de contaminare, suprafata metalica trebuie resablata, stergerea cu solvent nefiind suficienta.

Aplicarea grundului se realizează în cel mult 4ore de la sablare.

APLICAREA STRATURILOR PROTECTOARE

Stratul de grund va fi aplicat imediat dupa sablare, la max. 4ore dupa executarea sablarii, pe suprafete curate, uscate, lipsite de praf, grasimi sau alti contaminanti de suprafata.

Dupa aplicarea grundului, acolo unde se impune, se va face o chituire a suprafetelor pe care ar putea stagna apa. Aplicarea grundului se va face prin pulverizare air-less sau cu aer comprimat si pensulare.

Sudurile, colturile si muchiile ascutite se vor vopsi prin pensulare, iar suprafetele mari prin pulverizare air-less sau aer.

Pentru o buna acoperire a zonelor de colt sau muchiilor se recomanda tamponarea cu pensula sau repetarea operatiei de grunduire, in special la cordoanele de sudura in colt.

Aplicarea stratului primar (grund) se executa pe toata suprafata elementului metalic.

Aplicarea stratului principal de protectie se executa dupa uscarea grundului, prin aceleasi procedee

ca si in cazul aplicarii stratului de grund.

La tronsoanele de tablier, aplicarea stratului principal de protectie se intrerupe pe o latime de 10cm

in zonele cordoanelor de imbinare prin sudura dintre tronsoane.

Aceasta zona va fi protejata anticoroziv in conformitate cu prevederile paragrafelor ulterioare.

Aplicarea stratului de finisare se realizeaza dupa uscarea definitiva a stratului anterior, prin aceleasi sprocedee (pensulare, pulverizare). Aceasta se executa numai la suprafetele vopsite cu strat principal de protectie, iar aplicarea se va intrerupe in zonele sudurilor dintre tronsoane.

CONDITII DE APLICARE A ACOPERIRILOR PROTECTOARE

Aplicarea sistemelor de acoperire prin vopsire, se va face in urmatoarele conditii de mediu ambiant:

- Concentratia cat mai redusa a gazelor agresive;
- Temperatura aerului si a piesei de protejat între 00C si +350C, daca nu se specifica alte valori de catre producatorul de materiale de protectie;
- Temperatura suportului trebuie sa fie cu cel putin 30C peste punctul de roua, pentru a preveni condensarea umiditatii care ar produce defecte ca: adeziune slaba, pori, basici, luciu redus;
- Umiditatea relativa a aerului trebuie sa fie cuprinsa între 30 si 98%, daca nu se specifica altfel de catre producatorul de materiale.

Tehnologiile de preparare a materialelor de protectie si respectiv de aplicare a straturilor componente ale sistemului de acoperire prin vopsire, trebuie sa corespunda cu prescriptiile stabilite de producatorul acestor materiale.

Proiect:	“Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj”	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Înlocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 47

Observatii	
Data	
Intocmitii	
Rev	

Înainte de aplicarea sistemelor de acoperire prin vopsire, toate rosturile, interspațiile, denivelările, etc trebuie astupate prin chituire pentru a se obține o suprafață netedă în aceste zone.

Straturile successive ale sistemului de acoperire prin vopsire, se aplică numai pe suprafețe uscate, curate, lipsite de praf sau orice alte impurități. În acest sens se vor lua măsuri de acoperire cu corturi sau de eliminare a oricăror cauze ce ar conduce la nerespectarea acestei condiții.

Fiecare strat al acoperirii trebuie să fie continuu și uniform ca grosime, lipsit de încrețituri, baciți, exfolieri, fisuri, scurgeri, neregularități, etc. Culoarea fiecărui strat trebuie să fie uniformă pe toată suprafața elementului, iar nuanța culorii să difere de la strat la strat, pentru a permite verificarea numărului de straturi aplicate.

Numărul de straturi ale sistemului de acoperire aplicate pe suprafețele pieselor din oțel, trebuie să realizeze grosimea totală minimă prevăzută de proiect, inclusiv la colțuri și muchii.

REGULI DE VERIFICARE

VERIFICARI ÎNAINTEA APLICĂRII ACOPERIRILOR PROTECTOARE

Verificarea calității produselor de protecție se face pe fiecare produs în parte.

Produsele pot fi introduse în lucrare dacă, în urma verificărilor efectuate, se constată:

- existența documentelor tehnice legale pentru produsele respective;
- existența și conținutul declarației de conformitate cu care au fost livrate
- produsele;
- nedepășirea termenului de valabilitate a produselor.

Produsele pentru care există dubii asupra calității sau care au termene de valabilitate expirate se folosesc numai cu avizul unui operator economic de specialitate.

Verificarea calității pregătirii suprafeței construcțiilor din oțel se face pe fiecare fază de lucru și pe fiecare porțiune de suprafață executată, atât în ceea ce privește aspectul, cât și modul de execuție.

După terminarea lucrărilor de pregătire a suprafeței se vor efectua următoarele verificări:

- verificarea existenței și întocmirii corecte a procesului verbal pentru lucrări ascunse;
- verificarea calității pregătirii suprafeței înainte de aplicarea acoperirilor protectoare, care se va efectua pe cel puțin 5% din suprafața totală a lucrărilor efectuate;

Dacă se constată că aspectul suprafeței verificate nu este corespunzător gradului de pregătire prevăzut, se verifică întreaga suprafață pregătită.

Lucrările constatate ca fiind necorespunzătoare se refac.

Constatarea privind verificările efectuate se consemnează în procese verbale de recepție pentru lucrări ascunse.

VERIFICARI ÎN TIMPUL APLICĂRII ACOPERIRILOR PROTECTOARE

Verificarea condițiilor de mediu în care se execută lucrările de protecție anticorozivă se efectuează

permanent, cu instrumente de măsurare adecvate (termometru, higrometru s.a.).

Verificarea modului de preparare a produselor de protecție anticorozivă și de aplicare succesivă a straturilor de protecție se efectuează permanent, urmărindu-se respectarea strictă a instrucțiunilor de aplicare ale produselor, furnizate de producătorii acestora.

Verificarea aspectului întregii suprafețe, înainte de aplicarea fiecărui strat de protecție, se efectuează

permanent, vizual, urmărindu-se ca :

- aplicarea straturilor successive ale sistemului de protecție anticorozivă să se facă numai pe suprafețe curate, lipsite de umiditate, de praf sau de alte impurități;
- fiecare strat de protecție să fie continuu, uniform, lipsit de baciți, încrețituri, fisuri, exfolieri sau alte defecte (SR EN ISO 4628);
- fiecare strat de protecție să aibă o culoare uniformă pe toată suprafața protejată.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 48

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

• se va verifica grosimea stratului de protectie umed cu lera
Daca un strat de protectie nu este continuu si uniform sau are o culoare neuniforma, va fi acoperit cu înca un strat din acelasi produs, care nu se ia în considerare la numarul total de straturi.
Daca un strat de protectie prezinta zone cu defecte de tipul basici, încrețituri, fisuri, exfolieri sau alte defecte , se îndeparteaza zonele cu defecte si se aplica din nou stratul, cu acelasi produs.

VERIFICARI DUPA APLICAREA ACOPERIRILOR PROTECTOARE

Verificarea aspectului final al sistemului de protectie anticoroziva se face vizual, pe întreaga suprafata. Sistemul de protectie se considera corespunzator daca acoperirea este continua, uniforma, lipsita de basici, încrețituri, fisuri, exfolieri sau alte defecte.

Verificarile privind grosimea, aderența si numarul de straturi ale sistemului de protectie anticoroziva se vor efectua prin sondaj.

Verificarea grosimii totale minime a sistemului de protectie anticoroziva se efectueaza prin metodele prevazute în SR EN ISO 2808, cu ajutorul elcometrului.

În cazul utilizarii metodei distructive de determinare a grosimii, zonele respective se refac, dupa verificare, aplicând integral sistemul de protectie prevazut.

Verificarea aderenței sistemului de protectie anticoroziva se efectueaza prin metoda grilei (SR EN ISO 2409) si prin metoda smulgerii (SR EN ISO 4624). Dupa verificare, zonele acoperirilor distruse se refac.

Verificarea aplicarii numarului de straturi ale sistemului de protectie anticoroziva se efectueaza prin îndepartarea succesiva a straturilor componente ale sistemului de protectie si examinarea cu ochiul liber. Dupa verificare, zonele acoperirilor distruse se refac.

Daca aspectul, grosimea totala sau aderența sistemului de protectie anticoroziva nu sunt corespunzatoare documentatiei, proiectantul va decide asupra masurilor ce se impun (refacerea unor zone, refacerea partiala/totala a sistemului de protectie sau alte masuri).

Rezultatele tuturor verificarilor efectuate se vor consemna în procesele verbale de receptie calitativa pe faze.

RECEPTIA LUCRARILOR DE PROTECTIE ANTICOROZIVA

Receptia lucrărilor de protecție anticoroziva a construcțiilor din otel se va executa în comun, de catre beneficiar, proiectant si executant, în conformitate cu prevederile reglementarilor tehnice în vigoare.

Se vor avea în vedere următoarele:

- aspectul suprafețelor protecțiilor anticorozive aplicate (care trebuie sa fie continui, uniforme, aderente la suport, fara basici, încrețituri, fisuri, exfolieri sau alte defecte), consemnate atât pe etape, prin procese verbale de lucrari ascunse, cât si pentru toata protectia anticoroziva, prin procese verbale de receptie;
- abaterile dimensionale prevazute în documentatia de executie elaborata de proiectant;
- consemnarea acestor date în documentatia de executie elaborata de proiectant;
- consemnarea acestor date în documentele de receptie a lucrarilor

DISPOZITII FINALE

Documentatia tehnica a suprastructurii metalice va fi verificata de uzina. În cazul în care se vor constata neconcordante, omisiuni sau dispozitii constructive a caror realizare este dificila, uzina va semnala aceasta beneficiarului si proiectantului în vederea masurilor ce se impun.

Nu sunt admise nici un fel de modificari de alcatuire constructiva fara avizul proiectantului si al beneficiarului. Uzina poate face propuneri de modificari privind alcatuirea constructiva, când acestea conduc la usurarea executiei si îmbunatatirea calitatii îmbinarilor.

Înainte de începerea montajului pe santier se va face o măsurătoare exacta a distantelor dintre axele de rezemare de pe infrastructuri, în vederea corectării eventualelor abateri de la proiect.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 49

Rev	Intocmit	Data	Observatii

Dupa asamblare si montaj zonele de tablier având protectia cu grund degradata, se vor revopsi de catre antreprenor. Apoi se vor aplica doua straturi de vopsea cărei culoare si indicativ se va preciza în proiect si caietul de sarcini si va fi aprobata de beneficiar.

Supravegherea calitatii lucrarilor, a modului de aplicare si respectarea tehnologiilor de executie, a procedeeelor de sudare omologate, a normelor si standardelor în vigoare cât si a prevederilor din caietul de sarcini se va face de catre reprezentanti ai beneficiarului, sub directa îndrumare a reprezentantului RNR (Registrul Naval Român).

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Înlocuit: ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W04 50

CAIET DE SARCINI NR. 7.

ÎMBRĂCĂMINȚI RUTIERE LA PODURI

CUPRINS

- PREVEDERI GENERALE
- CONDIȚII TEHNICE
 - ELEMENTE GEOMETRICE
 - ABATERI LIMITĂ
- MATERIALE
 - AGREGATE
 - FILER
 - ALTE MATERIALE
- PRESCRIPTII DE EXECUȚIE
- VERIFICAREA ȘI RECEPȚIA LUCRĂRILOR

1. PREVEDERI GENERALE

Prezentul capitol tratează condițiile tehnice generale ce trebuie îndeplinite la realizarea îmbrăcăminților de tip bituminos turnate, aplicate pe partea carosabilă a podurilor și pe trotuare.

Acest tip de îmbrăcăminți se execută la cald din mixturi preparate cu agregate naturale, filer și bitum neparafinos pentru drumuri și vor respecta prevederile din următoarele standarde/ normative:

- 1.1. AND 546-2013 " Normativ privind execuția la cald a îmbrăcăminților bituminoase pentru calea pe pod".
- 1.2. AND 605-2014 "Normativ mixturi asfaltice executate la cald. Condiții tehnice privind proiectarea, prepararea și punerea în operă îmbrăcăminți bituminoase turnate, executate la cald. Condiții tehnice generale de calitate."
- 1.3. STAS 11348/87 "Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminți bituminoase pentru calea pe pod. Condiții tehnice de calitate".
- 1.4. SR EN 13108:1/-2016 "Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 1. Betoane asfaltice"
- 1.5. SR EN 12697 "Mixturi asfaltice Metode de încercare pentru mixturi asfaltice."

Utilizarea altor tipuri de îmbrăcăminți pe poduri, precum îmbrăcăminți din beton de ciment nu se vor aplica decât pe baza unor studii și cercetări efectuate de instituții de specialitate și numai cu acordul proiectantului, consultantului și beneficiarului.

Îmbrăcămințile bituminoase se utilizează în funcție de clasa tehnică a drumului sau categoria străzii, în conformitate cu normativele și standardele în vigoare.

Tipurile de mixtură sunt cele din tabel.

Nr crt	Tipul mixturii	Simbol	Zona de aplicare	Strat
1	Beton asfaltic pentru poduri	BAP16	Cale pe pod	Inferior Ambele Straturi
2	Mixtura asfaltică	MAS16	Cale pe pod	Superior
3	Asfalt turnat dur	ATD16	Cale pe pod	
4	Asfalt turnat	AT	Trotuare	
5	Mortar asfaltic turnat	MAT	Strat protecție hidroizolație	
6	Beton asfaltic	BA8	Strat protecție hidroizolație	

Observații	
Data	
Înlocuit	
Rev	

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 51

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

7	Mortar asfaltic cilindrat	MA	Strat protecție hidroizolație	Trotuare
---	---------------------------	----	-------------------------------	----------

Tipul de mixtură asfaltică pentru îmbrăcămintea asfaltică pe pod se stabilește prin proiect ținând cont și de tendința pe plan mondial de a avea același tip de îmbrăcămintea pe pod ca în calea curentă. Mixtura bituminoasă utilizată trebuie să asigure o rezistență sporită atât la deformații permanente cât și la oboseală. Pentru asigurarea condițiilor de calitate se vor utiliza, acolo unde este cazul diverși aditivi sau și bitum modificat.

Compoziția și caracteristicile mixturilor asfaltice cilindrate BAP16, MAS16 și BA8 vor respecta prevederile normativului AND 546-2013 și AND 605-2014.

Pentru calea pe pod Normativul AND 546-2013 recomandă următoarele combinații de mixturi asfaltice:

Pentru drumuri de clasa tehnică I-III/străzi categorie tehnică I-II

Varianta 1

1. Protecția hidroizolației BA8 ...3cm / MAT...2cm / MA...3cm ;
2. Strat de legătură ATD16 ...3 – 4cm;
3. Strat de uzură ATD16 ...3 – 4cm; Varianta 2
 - Protecția hidroizolației BA8 ...3cm / MAT...2cm / MA...3cm ;
 - Strat de legătură ATD16 ...3 – 4cm;
 - Strat de uzură MAS16 ...3 – 4cm; Varianta 3
 - Protecția hidroizolației BA8 ...3cm / MAT...2cm / MA...3cm;
 - Strat de legătură BAP16...3 – 4cm;
 - Strat de uzură MAS16 ...3 – 4cm;

Pentru drumuri de clasa tehnică IV-V /străzi categorie tehnică III-IV

- Protecția hidroizolației BA8 ...3cm / MAT...2cm / MA...3cm ;
- Strat de legătură BAP16 ...3 – 4cm;
- Strat de uzură BAP16 ...3 – 4cm;

2. CONDIȚII TEHNICE

• Elemente geometrice

Grosimea straturilor realizate se stabilește constructiv la fiecare lucrare în parte, dar vor avea cel puțin grosimile precizate indicate .

Profilul transversal și longitudinal al drumului pe pod se va realiza conform proiectului. Grosimea reală a îmbrăcăminții bituminoase este indicată în documentația tehnică.

• Abateri limită

Abaterile limită la grosimea straturilor față de valorile din proiect vor fi de -10%.

Abaterile limită la panta profilului transversal sunt de +2,5 mm/m.

Denivelările maxime admise în lungul căii pe poduri sub dreptarul de 3,00 m sunt de 3 mm. Denivelările maxime admise în lungul căii sub dreptarul de 3,00 m sunt de 3 mm în cazul execuției mecanizate și de 5 mm în cazul așternerii manuale.

3. MATERIALE

Materialele folosite la prepararea mixturilor asfaltice vor îndeplini condițiile de calitate prevăzute în standardele și normativele în vigoare:

3.1. Agregate

Agregatele care se utilizează la prepararea mixturilor asfaltice sunt conform SR EN 13043:2003.

Pentru mixturile folosite la lucrările de poduri se utilizează următoarele agregate:

- c. Cribluri sort 4-8 și 8-16:

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W04 52

Nr. crt.	Caracteristica	Condiții de calitate pentru cribluri/sort		Metoda de încercare
		4-8	8-16 (12,5)	
1	Conținut de granule în afara sortului: - rest pe ciurul superior (d_{max}), %, max. - trecere pe ciurul inferior (d_{min}), %, max.	1-10 (G: 90/10) 10		SR EN 933-1:2012
2	Coeficient de aplatizare, %, max.	25 (A_{25})		SR EN 933-3:2012
3	Indice de formă, %, max.	25 (SI_{25})		SR EN 933-4:2008
4	Conținut de impurități – corpuri străine	nu se admit		vizual
5	Conținut în particule fine sub 0.063 mm, %, max.	1,0(f_1)	0,5($f_{0.5}$)	SR EN 933-9+A1:2013
6	Rezistența la fragmentare coeficient LA, %, max.	clasa tehnică I-II	20 (A_{20})	SR EN 1097-2:2010
		clasa tehnică IV-V	25 (A_{25})	
7	Rezistența la uzură (coeficient micro-Deval), %, max.	clasa tehnică I-III	15 (M_{CE15})	SR EN 1097-1:2011
		clasa tehnică IV-V	20 (M_{CE20})	
8	Sensibilitatea la îngheț-dezghet la 10 cicluri de îngheț-dezghet - pierderea de masă (F), %, max. - pierderea de rezistență (ΔS_{LA}), %, max.	2 (F2) 20		SR EN 1367-1:2007
9	Rezistența la acțiunea sulfatului de magneziu, %, max.	6		SR EN 1367-2:2010
10	Conținut de particule total sparte, %, min. (pentru cribluri provenind din roci detritice)	95 (C95/1)		SR EN 933-5:2001

Forma agregatului grosier poate fi determinată prin metoda coeficientului de aplatizare sau a indicelui de formă, încercarea de referință fiind indicele de formă.

Nisip de concasaj sort 0-4 mm, utilizat la fabricare mixturilor

Tabelul 2

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 53

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Nr. crt.	Caracteristica	Condiții de calitate	Metoda de încercare
1	Conținut de granule în afara sortului - rest pe ciurul superior (d_{max}), %, max.	5	SR EN 933-1: 2012
2	Granulozitate	continuă	SR EN 933-1: 2012
3	Conținut de impurități: - corpuri străine	nu se admit	vizual
4	Conținut de particule fine sub 0,063mm, %max.	10 (f_{10})	SR EN 933-1: 2012
5	Calitatea particulelor fine (valoarea de albastru), max.	2	SR EN 933-9+ A1 2013

Pentru un conținut de particule fine mai mic de 3% nu este necesară efectuarea unei încercări cu albastru de metien pentru aprecierea calității acestora.

Tabelul 3

Nr. crt.	Caracteristica	Condiții de calitate	Metoda de încercare
1	Conținut de granule în afara sortului - rest pe ciurul superior (d_{max}), %, max.	5	SR EN 933-1: 2012
2	Granulozitate	continuă	SR EN 933-1: 2012
3	Coefficient de neuniformitate, min.	8	*
4	Conținut de impurități: - corpuri străine, - conținut de humus (culoarea soluției de NaHO), max.	nu se admit galben	SR EN 933-7: 2001 și vizual SR EN 1744+ A1: 2013
5	Echivalenți de nisip pe sort 0-4 mm, %, min.	85	SR EN 933-8
6	Conținut de particule fine sub 0,063 mm, % max.	10 (f_{10})	SR EN 933-1: 2012
7	Calitatea particulelor fine, (valoarea de albastru), max.	2	SR EN 933-9+ A1:2013

* Coeficientul de neuniformitate se determină cu relația: $U_1 = d_{60}/d_{10}$ unde:
 d_{60} = diametrul ochiului sitei prin care trec 60% din masa probei analizate pentru verificarea granulozității
 d_{10} = diametrul ochiului sitei prin care trec 10% din masa probei analizate pentru verificarea granulozității

Nota 1: Agregatele vor respecta și condiția suplimentară privind conținutul maxim de granule alterate, moi, friabile, poroase și vacuolare, de 5%. Determinarea se face vizual prin separarea din masa agregatului a fragmentelor de rocă alterată, moi, friabile și vacuolare. Masa granulelor selectată astfel nu trebuie să depășească procentul de 5% din masa agregatului formată din minim 150 granule pentru fiecare sort analizat.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 54

Observatii	
Data	
Întocmit	
Rev	

Nota 2: Agregatele de balastieră folosite la realizarea mixturilor asfaltice trebuie sa fie curate, spălate în totalitate. În cazul contaminării la transport sau depozitare acestea vor fi spălate înainte de utilizare.

Fiecare tip și sort de agregate trebuie depozitat separat în silozuri prevăzute cu platforme betonate, având pante de scurgere a apei și pereți despărțitori, pentru evitarea amestecării și impurificării agregatelor. Fiecare siloz va fi înscrisionat cu tipul și sursa de material pe care îl conține. Se vor lua măsuri pentru evitarea contaminării cu alte materiale și menținerea unei umidități scăzute.

Sitele de control utilizate pentru determinarea granulozității agregatelor naturale sunt conform SR EN 933-2:1998.

Fiecare lot de material va fi însoțit de declarația de conformitate, împreună cu rapoarte de încercare prin care să se certifice calitatea materialului, eliberate de un laborator acreditat/autorizat.

Se vor efectua verificări ale caracteristicilor prevăzute în tabelele 4, 5, 6 și 7, pentru fiecare lot de material aprovizionat, sau pentru maxim:

- 200 t pentru nisip natural și nisip obținut prin concasarea agregatelor de balastieră;
- 1000 t pentru cribluri;
- 500 t pentru nisipul de concasare (obținut prin concasarea agregatelor de carieră).

3.2. Filer

Filerul (filer de calcar, filer de cretă și filer de var stins în pulbere) trebuie să corespundă prevederilor SR EN 13043:2003 și STAS 539:1979.

La aprovizionare, fiecare lot de material va fi însoțit de declarația de performanță și după caz, certificatul de conformitate împreună cu rapoartele de încercare prin care să se certifice calitatea materialului, eliberate de un laborator acreditat/autorizat și se va verifica obligatoriu granulozitatea și umiditatea pe lot, sau pentru maxim 100 t.

Este interzisă utilizarea ca înlocuitor al filerului, a altor pulberi decât cele precizate la 4.2.

Filerul se depozitează în silozuri cu încărcare pneumatică. Nu se admite folosirea filerului aglomerat.

3.3. Alte materiale:

- emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă, conform SR EN 13808 sau Normativului AND 552 pentru amorsarea suprafețelor la podurile cu placă de beton armat.
- cordon de etanșare, pentru colmatarea rosturilor în zonele de contact ale șapei hidrofuge și a îmbrăcăminții bituminoase cu unele elemente de construcție (borduri, rosturi de dilatație, guri de scurgere, etc.).
- Aditivi pentru îmbunătățirea adhezivității bitumului la agregatele naturale.

Compoziția și caracteristicile fizico - mecanice ale betoanelor asfaltice cilindrate de tip BAP16 și mixturii bituminoase tip MAS 16 vor respecta prevederile din Normativul ind. AND 546/ 2013, publicat în BTR Nr 11-12/2013.

Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale mortarului asfaltic turnat, vor respecta prevederile din STAS 11348-87.

Caracteristici fizico-mecanice	Mixturi asfaltice	
	Asfalt turnat dur	Asfalt turnat
A. Încercare pe cuburi:		
- Densitatea aparentă, kg/m ³	2400	2400
- Absorbția de apă % vol.	0 - 1	0 - 1
- Umflarea după 28 zile de păstrare în apă, vol.max.	1	1
- Rezistența la compresiune la 22°C. N/mm ² , min	3.5	3.0

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Înlocuit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 55

Observatii	- Rezistența la compresiune la 50°C. N/mm ² , min	1.7	1.5
	- Reducerea rezistenței la compresiune după 28 zile de păstrare la apă la temperatura de 22°C. % max.	10	10
	- Pătrunderea la 40°C sub o forță de 525 N, aplicată timp de 30 minute cu ajutorul unui poanson având secțiunea de 500 mm ² , mm.	1 - 7	1 - 15
	B. Încercare pe cilindri Marshall:		
	- Stabilitate (S) la 60°C, N, min.	5500	4000
	- Indice de curgere, fluaj (I), min.	1.5 - 4.5	1.5 - 4.5
	- Raport S/I, N, mm, min.	1500	1000

Condițiile pentru compoziția și caracteristicile betoanelor asfaltice cilindrate cu bitum pur, sunt cele din tabelele care urmează:

Nr.crt.	Specificații	Condiții de admisibilitate
1	Compoziția agregatelor naturale și filer	
	trece prin ciurul 16 mm %	90 - 100
	trece prin ciurul 8 mm %	60 - 80
	trece prin ciurul 3,15 mm %	45 - 60
	trece prin ciurul 0,63mm %	25 - 40
	trece prin ciurul 0,20 mm %	14 - 25
	trece prin ciurul 0,09 mm %	10 - 12
2	Conținutul de bitum % din masa mixturii	6 - 7

Nr. crt.	Caracteristici	Beton asfaltic cilindrat tip BAP	
		Tipul bitumului	
		D 60/80	D 80/100
A. Caracteristici pe probe Marshall			
1	Densitatea aparentă kg/m ³ , min.	2350	2350
2	Absorbția de apă, % vol.max.	1.0	1.0
3	Stabilitatea (S) la 60°C, min.	7.5	7.0
4	Indice de curgere (I) la 60°C, min.	1.5 - 4.5	1.5 - 4.5
B. Caracteristici pe probe intacte- carote			
1	Densitatea aparentă kg/mc, min.	2250	2250
2	Absorbția de apă, % vol., max.	2.0	2.0
3	Grad de compactare, % min.	97	97

Abaterile limită, în procente din masă, în valoare absolută, vor respecta prevederile SR 174/1-1997.

Data	
Intocmit	
Rev	

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 56

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

1. PRESCRIȚII DE EXECUȚIE

Pregătirea stratului suport se va executa în funcție de tipul acestuia și anume:

- în cazul când îmbrăcămintea se aplică pe suprafața din beton de ciment se va asigura planeitatea acestuia prin aplicarea unui strat de tencuială din mortar de ciment. Suprafața astfel tratată, după uscare, se amorsează cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă.
- în cazul când îmbrăcămintea se aplică pe stratul din mortar asfaltic tumat, suprafața acestuia se curăță și se amorsează cu emulsie bituminoasă cationică, cu rupere rapidă atunci când turnarea îmbrăcămintii se efectuează la un interval de peste 24 ore de la turnarea mortarului.
- Amorsarea se execută mecanizat, realizându-se o peliculă omogenă pe toată suprafața stratului suport. Dozajul de bitum rezidual va fi de 0,3...0,4 kg/m².
- Amorsarea se face în fața repartizatorului, pe distanța minimă care să asigure timpul necesar rupei complete a emulsiei bituminoase, dar nu mai mult de 100 m.
- Suprafața stratului suport pe care se execută amorsarea trebuie să fie uscată și curată.

2. VERIFICAREA ȘI RECEPȚIA LUCRĂRILOR

Toate materialele vor fi verificate în conformitate cu planul de calitate, verificări și încercări al constructorului.

Materialele vor fi însoțite la aprovizionare de documente de calitate conform legislației în vigoare.

Verificarea compoziției mixturii asfaltice preparate în stație se face conform seriei de standarde SR EN 12697 și Normativul ind. AND 546/99 2013.

Verificarea elementelor geometrice se va face pe parcursul execuției conform normativului AND 605/2013.

În cazul în care nu pot fi aplicate metode nedestructive de verificare a gradului de compactare sau apar neconformități, la cererea scrisă a comisiei de recepție a lucrărilor pot fi prelevate carote ce vor fi investigate conform SR EN 13108, SR EN 12697-23, SR EN 12697-6 în ceea ce privește:

- 5 Grosimea stratului;
- 6 Densitatea aparentă și absorbția de apă;
- 7 Gradul de compactare;
- 8 Compoziția mixturii (conținut de bitum și curba granulometrică;

Carotele vor fi astfel prelevate încât să nu afecteze hidroizolația și stratul de protecție al acesteia, iar locul din care au fost prelevate vor fi acoperite imediat cu mixtură asfaltică de același tip cu cel de la realizarea căii.

Constructorul va recepționa împreună cu Consultantul toate etapele de execuție, întocmind câte un proces verbal de recepție calitativă.

Recepția la terminarea lucrărilor și recepția finală a lucrărilor se va face conform prevederilor legale în vigoare.

3. TROTUARE

Trotuarele sunt elemente destinate circulației pietonilor pe poduri/pasaje/viaducte și sunt denivelate față de nivelul căii. Lățimea acestora va fi stabilită prin proiect, funcție de amplasamentul lucrării, respectând prevederile STAS 2924-91 și Ordinul 1297/2017 al Ministerului Transporturilor.

Umplutura trotuarului este realizată din beton de clasă C8/10.

Pentru a putea asigura traversarea diverselor cabluri (telefonice, electrice, etc), se vor monta țevi din PVC sub suprastructura, în afara secțiunii de beton, poziția lor fiind stabilită prin proiect. Trotuarul va fi prevăzut, la marginea dinspre partea carosabilă, cu borduri și cu parapet direcțional, iar către exterior cu parapet pietonal.

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Fbrea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 57

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Trotuarele podurilor vor fi prevazute cu rampe la capete, pentru accesul persoanelor cu handicap locomotor.

Bordurile pentru trotuar vor fi din elemente prefabricate din beton .

Calitatea betonului și dimensiunile se vor preciza prin proiect. Montarea bordurilor se va face conform proiect, cu respectarea profilului în lung și transversal al căii.

Bordurile se vor realiza cu beton de clasă minim C 35/45, realizat cu ciment SR I 42.5, având un grad de impermeabilitate de minim P₁₂¹⁰ și care să reziste la cel puțin 300 cicluri de îngheț- dezgheț corespunzător clasei de expunere XD3, XF4 conform prevederilor "Codului de practică pentru execuția elementelor prefabricate din beton, beton armat și beton precomprimat NE 013-2002".

Suprafața expusa a bordurilor se va proteja împotriva agenților corozivi.

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 58

CAIET DE SARCINI NR. 8.

TROTUARE , PARAPETE, BORDURILE DE TROTUARA

CUPRINS

1. TROTUARE
2. PARAPETE
3. BORDURILE DE TROTUAR

1 TROTUARE

Trotuarele sunt elemente destinate circulației pietonilor pe poduri/pasaje/viaducte și sunt denivelate față de nivelul căii. Lățimea acestora va fi stabilită prin proiect, funcție de amplasamentul lucrării, respectând prevederile STAS 2924-91 și Ordinul 1296/2017 al Ministerului Transporturilor.

Umplutura trotuarului este realizată din beton de clasă C25/30 conform PD165/2013 corelat cu SR EN 206+A2/2021.

Trotuarul va fi prevăzut, la marginea dinspre partea carosabilă, cu borduri și cu parapet direcțional, iar către exterior cu parapet pietonal.

Trotuarele podurilor vor fi prevăzute cu rampe la capete, pentru accesul persoanelor cu handicap locomotor.

Bordurile pentru trotuar vor fi din elemente prefabricate din beton.

Calitatea betonului și dimensiunile se vor preciza prin proiect. Montarea bordurilor se va face conform proiect, cu respectarea profilului în lung și transversal al căii.

Bordurile se vor realiza cu beton de clasă minim C 35/45, realizat cu ciment SR I 42.5, având un grad de impermeabilitate de minim P12/10 și care să reziste la cel puțin 300 cicluri de îngheț- dezgheț corespunzător clasei de expunere XC4+ XD3+XF4 conform prevederilor "Codului de practică pentru execuția elementelor prefabricate din beton, beton armat și beton precomprimat NE 013-2002".

Suprafață expusă a bordurilor se va proteja împotriva agenților corozivi.

2 PARAPETE

După scop, parapetii pot fi pietonali, direcționali sau cu rol dublu. Realizarea lor se face în conformitate cu proiectul, specificațiile producătorului și cu respectarea prevederilor:

- AND 593/2012 Normativ pentru sisteme de protecție pentru siguranța circulației pe drumuri, poduri și autostrăzi
- SR EN 1317/1-2011 și SR EN 1317/1-2010 Dispozitive de protecție la drumuri. Partea 1: Terminologie și prevederi generale pentru metodele de încercare și Partea 2: Clase de performanță, criteriile de acceptare a încercărilor la impact și metode de încercare pentru parapetele de siguranță

Glisierele parapetilor direcționali și mixti vor fi protejați prin acoperire cu zinc (Zn).

Celelalte componente din oțel se vor proteja prin acoperire cu zinc (Zn). Acoperirea protectoare se aplică de unitatea care uzinează parapetele, cu excepția zonelor de îmbinare pe șantier care se protejează "in situ".

Sistemul de protecție anticorozivă preconizat se compune din 3 straturi după cum urmează:

- un strat de grund epoxidic bicomponent bogat în zinc, cu grosimea de 50 μm;
- un strat intermediar de protecție epoxidic bicomponent, cu grosimea de 50 μm;
- un strat de finisare acril-poliuretanic de înaltă performanță, cu grad ridicat de luciu, cu durabilitate mare și cu păstrarea îndelungată a luciului și culorii, cu grosimea de 50 μm;

Grosimea totală a sistemului de protecție pentru suprafețele exterioare este de min 150 μm.

La pasajele superioare este obligatoriu ca parapetii pietonali să fie realizați din material metalic zincat. La toate pasajele peste cai ferate și la toate pasajele pe și peste autostrăzi se prevăd plase de protecție.

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județului Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Fibrea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 59

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

3 BORDURILE DE TROTUAR

Bordurile pentru trotuar vor fi din elemente prefabricate de beton sau din piatra conform STAS 1139.

Calitatea betonului sau pietrei, modul de tratare a suprafeței și dimensiunile se vor preciza prin proiect. Montarea bordurilor se va face cu respectarea profilului în lung și transversal al caii. Bordurile prefabricate de beton se vor realiza cu beton de clasa minim C32/40 (Bc 40) realizat cu ciment CEM I 42,5 având grad de impermeabilitate minim și vor rezista la cel puțin 150 cicluri de îngheț - dezgheț. Pentru bordurile din beton simplu, clasa minima de beton este de C 20/25.

Proiect: PTE	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj" Proiect Tehnic de Execuție	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
		Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 60

CAIET DE SARCINI NR. 9.

PROTECȚIA ANTICOROZIVĂ A SUPRAFETELOR DE BETON

Protecția anticorozivă a suprafețelor de beton se aplică cu scopul realizării unei mai bune rezistențe a elementelor din beton armat împotriva degradării prin acțiunea apei și a sărurilor din atmosferă, sporindu-le astfel durabilitatea în timp.

Protecția anticorozivă se aplica pe toate elementele de beton atat la infrastructura cat si la suprastructura.

Pentru elementele din beton armat, care au fost remediate prin utilizarea betoanelor speciale de reparații, protecția anticorozivă a suprafețelor este necesară atât pentru realizarea protecției betonului cât și pentru uniformizarea culorii suprafețelor lor. În acest caz protecția elementelor reparate se face pe toate suprafețele de beton aparente (atât în zonele reparate cât și în zonele nereparate). Protecția anticorozivă poate avea și un rol decorativ atunci când se folosesc produse colorate.

Protecția anticorozivă are în vedere 2 operații și anume:

- finisarea suprafeței care are scopul de a închide porii și de a uniformiza suprafața;
- aplicarea protecției anticorozive care are și rol estetic;

Proprietățile minime impuse protecției anticorozive a suprafețelor de beton sunt:

- Stabilitate la variațiile climatice;
- sistemul aplicat să fie elastic și să aibă capacitatea de a închide fisuri cu deschiderea de max.

0.3 mm;

- să împiedice pătrunderea apei și a agenților dăunători (de exemplu CO₂, SO₂) și să frâneze carbonatarea;
- permeabilitate la difuzia vaporilor de apă;
- aderență bună la stratul suport;
- modulul de elasticitate, coeficientul de dilatare termică și de permeabilitate la vaporii de apă, comparabile cu cele ale betonului de calitate superioară (C35/45).

Dintre caracteristicile tehnice minime precizăm:

temperatura de aplicare

min. 5°C;

- rezistența la compresiune
 - după 24 ore: > 20 N/mm²
 - după 28 zile: > 50 N/mm²
- rezistența la tracțiune ≥ 1,8 N/mm²
- aderența ≥ 2 N/mm²
- alungirea la rupere ≥ 100 %
- rezistența la difuzia vaporilor de apă ≥ 0,5 m
- rezistența la difuzia CO₂ > 80 m

Materialele de protecție anticorozivă pot fi aplicate cu pensula, cu ruloul sau sub formă de spray.

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 61

CAIET DE SARCINI NR. 10.

APARATE DE REAZEM

CUPRINS+

1. GENERALITĂȚI
2. APARATE DE REAZEM

Documente de referință

Durata de viață

Materiale

1. GENERALITĂȚI

Echipamentele tablierului sunt toate dispozitivele, lucrările și elementele necesare conservării podurilor și asigurării unui nivel de exploatare satisfăcător pentru toți cei ce folosesc drumul pentru circulație.

Principalele echipamente sunt următoarele:

- aparatele de reazem;
- dispozitivele antiseismice.
- dispozitivele pentru asigurarea etanșeității;
- dispozitivele de acoperire a rosturilor de dilatație;
- dispozitivele de colectare și evacuare a apei (guri de scurgere);
- parapeții de siguranță direcționali și parapeții pietonale
- bordurile pentru trotuare.

În acest caiet de sarcini se prezintă specificații generale pentru aparatele de reazem și dispozitivele antiseismice.

În funcție de specificul fiecărei lucrări și tipul aparatelor de reazem și al dispozitivelor antiseismice se vor întocmi caiete de sarcini speciale.

2. APARATE DE REAZEM

Aparatele de reazem sunt dispozitivele de legătură dintre pile și culei, pe de o parte - și tablier, pe de altă parte, destinate transmiterii sarcinilor de la suprastructură la infrastructură și care permit deformațiile inerente din temperatură, contracție și curgere lentă ale tablierului.

2.1. Documente de referință

Recomandările producătorului	
SREN1337-1,2,3,4, 11	Aparate de reazem pentru structuri Partea 1 Reguli generale de proiectare Partea 2 Elemente de alunecare Partea 3 Aparate de reazem din elastomeri Partea 4 Aparate de reazem cu rulouri Partea 5 Aparate de reazem tip oală Partea 6 Aparate de reazem cu balansiere Partea 7 Aparate de reazem sferice și cilindrice Partea 8 Aparate de reazem ghidate și aparate de reazem blocate Partea 9 Protecție

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Înlocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W04 62

Observatii		Partea 10 Inspecție și protecție Partea 11 Transport, depozitare și montare
	SR EN 15129:2011	Dispozitive antiseismice
	SR EN 1998-2:2006	Eurocod 8: proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 2: Poduri
	SR EN 1998-2/A1:2009	Eurocod 8: proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 2: Poduri
	SR EN 1998-2/AC:2010	Eurocod 8: proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 2: Poduri
	SR EN 1998-2/NA:2010	Eurocod 8: proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 2: Poduri Anexa Nationala
	CD 63-2000	Norme departamentale pentru proiectare și folosirea aparatelor de reazem elastomerice pentru poduri de șosea și cale ferată.
	Legea 10/1995	Legea referitoare la calitatea în construcții
	SR EN 10025-1:2005	Produse laminate la cald din oțeluri pentru construcții. Condiții tehnice generale de livrare.
	SR EN 10025-2:2004	Produse laminate la cald din oțeluri pentru construcții. Condiții tehnice generale de livrare pentru oțeluri de construcții nealiat
	SR ISO 34-1:2001	Cauciuc vulcanizat sau termoplastic. Determinarea rezistenței la sfășiere
	SR ISO 37:1997	Cauciuc vulcanizat sau termoplastic. Determinarea caracteristicilor de efort – deformație la tracțiune
	SR ISO 188:2001	Cauciuc vulcanizat sau termoplastic. Încercările de îmbătrânire accelerată și rezistență la căldură
SR ISO 815+A1:1995	Cauciuc vulcanizat sau termoplastic. Determinarea deformării remanente după compresiune la temperaturi ambiante, ridicate sau scăzute	

Lista nu este limitativă.

2.2. Durata de viață

Durata de viață a aparatelor de reazem depinde, în special, de încărcările exterioare sau mișcările impuse și durabilitatea (inclusiv rezistența la oboseală și rezistența la uzură) a aparatelor și componentelor sale și este legată și de ușurința de înlocuire a componentelor și de calitatea instalării acestora.

	Categoria de drum și trafic	Nobs pe an și pe banda lentă	Durată de viață	Garanti e asigurat a
1	Drumuri naționale, drum expres și autostrăzi cu 2 sau mai multe benzi pe sens cu rată înaltă a fluxului de camioane	2×10^6	≥ 50	15
2	Drumuri naționale, cu rată medie a fluxului de camioane	$0,5 \times 10^6$	≥ 30	15
3	Drumuri principale cu rată scăzută a fluxului de camioane	$0,125 \times 10^6$	≥ 25	10
4	Drumuri locale cu rată scăzută a fluxului de camioane	$0,05 \times 10^6$	≥ 25	10

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Mana	Pagina: R024/02/PTE/W/04 63

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

2.3. Materiale

După materialul din care sunt executate, aparatele de reazem sunt:

- metalice;
- din elastomeri (EB) armate cu plăci metalice SR EN 1337-3;
- combinate (metal, elastomeri și teflon) "tip oală" SR EN 1337-5.
- Sferice sau cilindrice SR EN 1337-7.

Materialele care intră în compunerea aparatelor de reazem metalice, vor satisface condițiile de calitate minime prevăzute în SR EN 10025-1.

Din punct de vedere al gradelor de libertate introduse în structura, aparatele de reazem se clasifică astfel:

- mobile după două direcții
- mobile după o direcție
- fixe
- deformabile (din neopren)

Fiecare tip în parte este diferențiat după reacțiunea maximă pe care o poate prelua și după capacitatea de asigurare a deplasării tablierului de suprastructură.

Aparatele de reazem din elastomeri pot fi folosite ca :

- Reazeme mobile pe două direcții;
- Reazeme mobile pe o direcție;
- Reazeme fixe;

La așezarea aparatelor de reazem din elastomeri se va acorda o atenție deosebită pentru obținerea paralelismului între intradosul grinzii și suprafața de rezemare.

Aparatele de reazem se execută pe baza detaliilor de execuție elaborate de proiectant. Antreprenorul poate propune și alte tipuri de aparate de reazem decât cele prevăzute în documentație. Adoptarea altor tipuri de aparate de reazem se face numai cu aprobarea proiectantului și a Consultantului.

Aparatele de reazem propuse de antreprenor vor fi însoțite de documente de calitate conform legislației în vigoare și transmise Consultantului spre aprobare înainte de introducerea în lucrare.

Montarea aparatelor de reazem se face conform detaliilor din proiect.

În cazul în care, montarea aparatelor de reazeme din elastomeri și / combinate se efectuează la altă temperatură decât cea prevăzută în proiect, este necesară re poziționarea lor. Repoziționarea se va executa la temperatura structurii, prevăzută în Proiect. Operația de re poziționare a aparatului de reazeme se va efectua obligatoriu înainte de montarea dispozitivelor pentru acoperirea rosturilor de dilatație.

În funcție de specificul fiecărei lucrări se vor elabora caiete de sarcini speciale pentru aparate de reazem și opritori antiseismici.

Proiect	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/04 64

CAIET DE SARCINI NR. 11.

CONSOLIDĂRI STRUCTURALE

CUPRINS

1. GENERALITĂȚI
2. CONSOLIDĂRI PRIN CĂMĂȘUIRE CU BETON ARMAT
3. CONSOLIDAREA CU FIBRE A ELEMENTELOR STRUCTURALE DE BETON
 - 3.1. EXECUTAREA ȘI CONTROLUL EXECUȚIEI
 - 3.1.1. CONDIȚII PRELIMINARE
 - 3.1.2. PREGĂTIREA SUPRAFEȚELOR
 - 3.1.3. PUNEREA ÎN OPERĂ A MATERIALELOR
 - 3.1.4. CONTROLUL CALITĂȚII

1. GENERALITĂȚI

În cazul necesității creșterii sau refacerii capacității de rezistență a unui element din structura de beton sau beton armat precomprimat se poate realiza consolidarea astructurală a acestuia.

Consolidările structurale pot include:

- Consolidarea armăturii
- Cămășuirea cu beton armat
- Plăci sau materiale lipite la exterior
- Plăci precomprimat lipite la exterior
- Cămășuirea cu oțel
- Consolidarea cu fibre de carbon

Consolidarea se face numai pe baza unui proiect care să aibă la bază o expertiză tehnică a construcției.

Toate materialele utilizate vor fi aprobate de Consultant, înainte de aprovizionare. Nici un material nu va fi utilizat în lucrările permanente înainte de a fi aprobate de către Consultant. Toate materialele propuse a se utiliza trebuie să corespundă cerințelor legislative în vigoare. Aplicarea materialelor se va face respectând fișele tehnice ale producătorului și seria de standarde SR EN 1504 "Produse și sisteme pentru protecția și repararea structurilor de beton" Partea 4 - Specificații legături structurale și Partea 10 - Informații cu privire la aplicarea locală a produselor și controlul calității pentru lucrări.

Se vor întocmi caiete speciale de sarcini în funcție de tipul consolidării structurale.

2. CONSOLIDĂRI PRIN CĂMĂȘUIRE CU BETON ARMAT

Metoda clasică de consolidare pentru restabilirea capacității portante a elementelor se realizează prin sporirea dimensiunilor elementelor esențiale de beton fie prin extindere fie prin cămășuirea lor. Aceasta soluție duce la mărirea dimensiunilor elementelor structurii ceea ce poate afecta fundația și poate conduce la un aspect neplăcut al lucrării.

Lucrările pregătitoare constau din:

- îndepărtarea betonului necorespunzător, din structura existentă;
- executarea perforării și curățirea prin suflare cu aer, udarea găurilor, umplerea lor cu mortar, introducerea și fixarea ancorelor conform normativ ST 042/01.
- curățirea zonei cu jet de aer;
- umezirea betonului până la saturare. Punerea în lucru se face în următoarele etape:
- amorsarea suprafeței de contact;
- montarea armăturii și cofrajului care permite introducerea vibratorului în interior;
- betonarea;
- decofrarea se va face după minim 24 de ore și imediat se va îndepărta betonul în exces prin

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024R02/PTEAW/04 65

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

șpițuire ușoară.
Compoziția și prepararea betonului se stabilește conform prevederilor Codului de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat indicativ NE 012/ 2007, pentru clasa de beton stabilită de proiectant.
Darea în exploatare a elementelor de beton remediate se face conform prevederilor din NE 012/2- 2010.

3. CONSOLIDAREA CU FIBRE A ELEMENTELOR STRUCTURALE DE BETON

Consolidarea cu fibre se face conform NP 117/2004 "Normativ privind consolidarea cu fibre a elementelor structurale de beton".

Executantul lucrărilor de consolidare cu materiale compozite polimerice armate cu fibre (PAF) trebuie să facă dovada :

- Competenței și dotării în ceea ce privește procedeele de instalare a sistemului de consolidare pe baza pregătirii cu reprezentanții firmei de la care se procură sistemul
 - Competenței și dotării în ceea ce privește tehnicile de pregătire a suprafeței
 - Existența procedurilor de control a lucrărilor executate
- Executarea lucrărilor depinde de tipul de produs utilizat:
- Produse prefabricate ale căror forme, rezistențe și rigidități sunt finale (aceleași în timpul livrării și aplicării), care se aplică pe sau în stratul suport prin fixare cu ajutorul adezivilor epoxidici și se prezintă sub formă de:
 - benzi (lamele) din fibre de carbon, cu grosimi cuprinse între 1,2 mm și 3 mm
 - piese de formă "L" (colțare) din fibre de carbon, cu două brațe de lungimi diferite și unghi de 90° între ele, cu grosimea de 2 mm
 - bare de secțiune circulară din fibre de carbon, cu diametre cuprinse între 6 mm și 12 mm.
 - Produse care se aplică prin procedee uscate sau umede, a căror impregnare se realizează in-situ după pozarea pe stratul suport, folosind atât pentru lipire, cât și pentru laminare același tip de adeziv epoxidic și se prezintă sub formă de:
 - pânze (tesături) din fibre de carbon, cu grosimi nominale cuprinse între 0,129 mm și 0,478 mm, care prin impregnare cu adeziv ajung la o grosime laminată de min. 1 mm.

	Instalarea produselor	
	PRE-TRATATE (PREFABRICATE)	TRATATE IN-SITU (APLICARE USCATĂ SAU UMEDĂ)
Forma produsului	Benzi (lamele), piese "L" sau bare	Pânze (tesături)
grosimea	- benzi: 1,2...3,0 mm - piese "L": 2 mm	- pânze: 0,129...0,478 mm (în rolă) și min. 1 mm (după impregnare)
diametrul	- bare: 6...12 mm	-
aplicarea	Prin lipire cu adeziv epoxidic În cazul în care nu au o formă specială de fabricare, lamelele și barele se aplică numai pe suprafețe plane liniare sau circulare, după caz. Piesele "L" necesită rotunjirea prealabilă a muchilor suportului. Se pot asocia cu ancore sau conectori din fibre de carbon.	Prin lipire și impregnare cu rășină epoxidică Pot fi aplicate pe orice suprafață cu condiția evitării frângerilor (după caz, este necesară rotunjirea muchiilor suportului înainte de aplicare sau ancorarea ori conectarea suplimentară cu fibre de carbon).
	În unul sau mai multe straturi	În unul sau mai multe straturi

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/04 66

Observatii	Dacă neplaneitatea suportului este accentuată este necesară aplicarea unui material de nivelare a suprafeței	De regulă necesită aplicarea unui material de nivelare a suprafeței suportului
	<p>Simplă, prin lipirea uniformă și continuă a fibrelor de carbon pe stratul suport, pe întreaga suprafață de contact.</p> <p>Lamelele înguste (de lățime max. 20 mm) și barele circulare se montează în șlițuri tăiate în beton (în stratul de acoperire), prin fixare cu adezivi epoxidici.</p>	Simplă, prin lipirea continuă a fibrelor de carbon pe stratul suport și impregnarea uniformă a întregii suprafețe a acestora
Data	Controlul de calitate: pentru prevenirea aplicării greșite sau utilizării forței de muncă necalificate, pierderea aderenței dintre PAF și stratul suport, deteriorarea integrității sistemului	

3.1. EXECUTAREA ȘI CONTROLUL EXECUȚIEI

3.1.1. Condiții preliminare

Înainte de aplicarea sistemului de consolidare PAF se va verifica dacă :

- Rezistența minimă la întindere a betonului este de min. 1 N/mm²
- S-a realizat repararea și protecția armăturii (în cazul în care armătura era corodată)
- S-a realizat repararea zonelor degradate de beton (zone cu segregări, beton carbonat)
- S-a realizat injectarea fisurilor. Orice fisură cu deschidere mai mare de 0,2 mm se injectează cu rășină epoxidică.
- S-a realizat verificarea conținutului de cloruri care nu trebuie să depășească concentrația de 0,3% din greutatea cimentului .
- Sunt îndeplinite condițiile de temperatură și umiditate.
- În cazul aplicării la structuri noi, consolidarea cu fibre de carbon se execută pe betoane cu vârsta de minim 28 de zile.

3.1.2. Pregătirea suprafețelor

În vederea realizării unei bune aderențe cu adezivul se parcurg următoarele etape:

- Este necesară verificarea prealabilă a aspectului suprafeței betonului. Suportul de beton trebuie să fie în stare bună, compact, fără imperfecțiuni majore (zone segregate, fisuri), fără acoperiri, tratamente sau pelicule de suprafață aplicate anterior, fără praf, impurități, particule friabile ori pete de rugină, fără urme de grăsimi, uleiuri sau carburanți.
- Stratul suport de beton se va pregăti cu mijloace mecanice, polizare cu disc diamantat tăietor sau disc pentru șlefuire cu freza rotativă diamantată, până se ajunge la agregat ori prin sablare abrazivă. Astfel vor fi îndepărtate bavurile, resturile de mortar, micile proeminențe, ca și orice altă neregularitate a suportului. Pregătirea este obligatorie pe întreaga suprafață de aplicare a fibrelor de carbon, pe o lățime cu cca. 2 - 5 cm mai mare decât cea a fibrelor ce urmează a fi aplicate. Praful și particulele neaderente se vor îndepărta prin suflare cu aer comprimat sau prin aspirare cu un aspirator industrial.
- Nivelarea suportului de beton în scopul asigurării ori refacerii planeității sale va fi efectuată folosind sisteme de mortare cimentoase de reparații cu rezistențe mecanice mari (mortare cu clasa de rezistență R4, conform SR EN 1504-3), aplicate în sistem ud pe ud. Aplicarea fibrelor de carbon se execută după minim 7 zile de la repararea betonului, pe suportul perfect uscat.
- Reparațiile necesare în scopul nivelării suprafețelor suport pot fi executate de asemenea și cu mortare epoxidice, aplicate pe beton uscat. În acest caz aplicarea fibrelor de carbon se poate face la 1-3 zile după nivelare, când mortarul epoxidic nu mai este lipicios la atingere.

Observatii	
Data	
Întocmit	
Rev	

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crașna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/04 67

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

- e) Reprofilarea muchiilor care se îmbracă cu pânze sau profile "L" (colțare) de carbon ale caror fibre sunt dispuse perpendicular pe muchii, se va realiza la o rază minimă de 2 cm.
- f) Referitor la planeitatea suprafeței reparate și nivelate pe care urmează a fi aplicate fibre de carbon, aceasta nu trebuie să prezinte neuniformități mai mari de 0,5 mm. Planeitatea suprafeței va fi verificată cu o riglă metalică. În cazul pânzelor din fibre de carbon, toleranța este de max. 2 mm la 0,3 m lungime (sau max. 4 mm la 2 m lungime), iar în cazul lamelelor, de max. 1 mm la 0,3 m lungime (sau max. 5 mm la 2 m lungime).
- g) În cazul consolidării cu lamele înguste (lățimi de max. 20 mm) sau cu bare circulare din fibre de carbon, montate în șlițuri tăiate în stratul de acoperire de beton, nu este necesară sau obligatorie o pregătire prealabilă a suprafeței betonului.
- h) Este necesară verificarea rezistenței stratului suport, prin efectuarea de teste la smulgere. Rezistența minimă la smulgere pe suportul de beton reparat trebuie să fie de 1 N/mm².
- i) Pe suprafața stratului suport se va face marcarea traseului consolidării, respectând dispunerea fibrelor de carbon dată în proiectul de execuție.
- 3.1.3. Punerea în operă a materialelor**
- a) Fibrele de carbon, indiferent de tipul lor - lamele, pânze, profile "L" ori bare, se taie pe un banc de lucru la dimensiunile indicate în proiect, cu foarfeci speciale, cutter sau flex (îndoierea materialului fiind interzisă) și se curată pe ambele fețe cu o cârpă înmuiată în solvent, pentru îndepărtarea prafului de carbon rezultat în urma tăierii sau a oricăror altor eventuale contaminări.
- b) Pregătirea adezivului ori a rășinii de impregnare (bicomponent pe bază epoxidică) ce se folosește la aplicarea fibrelor de carbon constă din amestecarea mecanică a celor două componente A și B în proporțiile specificate pe ambalaj, până la omogenizarea completă.
- c) Înainte de aplicarea fibrelor de carbon, pe suportul reparat și nivelat se va aplica un strat de adeziv epoxidic, de grosime și lățime corespunzătoare tipului de fibre utilizat.
- d) După uscarea solventului de pe cele două fețe, fibrele de carbon se aplică pe poziție și se fixează pe suport prin roluire pe întreaga suprafață, executând mișcări exclusiv în lungul lor cu ajutorul unor role presoare speciale. În cazul aplicării de pânze din fibre de carbon, se va executa impregnarea (laminarea) uniformă cu rășină a acestora. În cazul lamelelor este necesară aplicarea suplimentară de adeziv și pe suprafața de contact a acestora cu suportul.
- e) În cazul aplicării mai multor straturi suprapuse de fibre de carbon, între fiecare dintre acestea se va aplica câte un strat de adeziv peste stratul aplicat anterior, repetând operațiile.
- f) Suprapunerile la capetele fâșiilor de fibre de carbon se vor face doar pe direcția fibrelor și vor fi de min. 10 cm. Pentru aplicarea de fâșii alaturate, suprapunerea nu este necesară, cu excepția situațiilor în care acest lucru este specificat clar în proiectul de execuție.
- g) Lamelele înguste (cu lățimi de max. 2 cm) li barele circulare se monteaza în șlițuri tăiate în stratul suport (în grosimea stratului de acoperire de beton), după umplerea prealabilă a acestora cu adeziv epoxidic.
- h) Temperatura ambientală și a suportului de beton la aplicarea adezivilor epoxidici va fi cuprinsă între 10 și 35°C (temperatura ambientală în timpul aplicării trebuie să fie cu cel puțin +3°C peste punctul de rouă). Umiditatea stratului suport trebuie să fie ≤ 4%.
- i) Straturile exterioare de fibre de carbon pot fi acoperite cu mortare cimentoase pentru refacerea tencuielilor. Pentru asigurarea unei bune aderențe între fibre și mortarele cimentoase ce se aplică ulterior, pentru obținerea unui suport rugos necesar ancorării mecanice, pe fața exterioară a fibrelor se va aplica un strat suplimentar de adeziv epoxidic peste care se împrăștie din abundență nisip de cuarț, prin aruncare. Nisipul se împrăștie peste stratul de adeziv, imediat după aplicarea acestuia, atâta timp cât adezivul nu este întărit. Mortarele cimentoase de tencuială se vor aplica numai după întărirea adezivului epoxidic, atunci când nisipul cu care acesta a fost peliculizat nu se mai desprinde, iar adezivul nu mai este lipicios la atingere (se recomandă la 2 - 3 zile după întărirea peliculei de adeziv cu nisip, acest termen fiind însă influențat de condițiile ambientale: temperatură, umiditate, vânt, curent, etc.).

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/NV/04 68

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

- j) În afară de mascarea sub un strat de mortar cimentos, sistemele de consolidări structurale cu fibre de carbon pot fi protejate de asemenea, prin peliculizare, vopsire ori montare de panouri, fiecare dintre aceste obțiuni necesitând obligatoriu verificarea compatibilității materialelor de finisare cu materialul compozit tip PAF.
- k) Lucrările de consolidări structurale cu fibre de carbon vor fi executate exclusiv de personal specializat și certificat de către furnizorul de sistem pentru acest domeniu de lucrări.
- l) Execuția lucrărilor se va realiza conform specificațiilor și recomandărilor tehnice ale producătorului.

3.1.4. Controlul calității

Produsele ce se vor aplica vor fi verificate vizual pentru a constata starea acestora. Nu se vor accepta deformații, denivelări, undulații ori nealinieri ale fibrelor.

Produsele trebuie să fie livrate însoțite de documente care să cuprindă următoarele informații:

- Date generale (denumirea, tipul și utilizarea materialului, componentele sistemului, numele și adresa producătorului, numărul lotului și data expirării);
- Certificate de calitate - Acorduri Tehnice, Declarații de Performanță sau Declarații de Conformitate, după caz;
- Informații privind manipularea, transportul, depozitarea, punerea în operă;
- Date privind siguranța operatorilor.
 - a) **Controlul calității materialelor**
 - Numărul de determinări se va stabili în funcție de importanța lucrării. Se vor efectua cel puțin 3 determinări de întindere pentru materialul tip PAF și 6 determinări de compresiune pentru adeziv.
 - b) **Controlul calității condițiilor de aplicare**
 - Este obligatoriu verificarea stratului suport. Rezistența minimă la întindere a betonului trebuie să fie 1 - 1,5N/mm².
 - Se verifică planeitatea suprafeței betonului

Tip de PAF	Suprafața betonului	
	Neuniformitate admisă la o bază de 2,00m (mm)	Neuniformitate admisă la o bază de 0,3m (mm)
Benzi (lamele) sau profile "L"	5	1
Pânze (țesături) tratate in-situ	4	2

- Se verifică umiditatea și temperatura aerului și betonului pentru aplicarea adezivului

b. Controlul calității în timpul execuției

- Se verifică respectarea procedurilor de execuție cu aplicarea PAF pe direcția corespunzătoare și cu folosirea cantităților de materiale indicate în proiect;
- Verificarea uniformității suprafeței materialului compozit și a grosimii adezivului după aplicarea PAF.

c. Controlul calității aderenței după executarea lucrărilor

- Controlul aderenței este obligatoriu. Se efectuează prin metode nedistructive și parțial distructive (învercarea la smulgere). Determinarea calității aderenței se face conform prevederilor din cap 8.4.3.5 din NP 117/2004.

d. Inspecția în timpul duratei de viață și mentenanță

Este obligatorie elaborarea unui program special de urmărire, inspecție și întreținere pentru toate lucrările consolidate cu PAF.

Data:
Iulie 2025



Întocmit,
Ing. Maria Florea



Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/05 1

Observații	
Data	
Întocmit	
Rev	

05. FAZE DETERMINANTE - PODURI

Denumirea lucrării: "REABILITARE POD DE LEMN PESTE RÂUL CRASNA IN COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ"

Amplasament: Podul de lemn care face obiectul prezentei documentații este amplasat în județul Sălaj, în intravilanul comunei Pericei pe strada Bosorcaia și traversează râul Crasna.

Investitor: Beneficiar:
COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ
 Strada Apei, nr. 239, sat Pericei, județul Sălaj 457265
 Tel.: 0260 672 940; Fax: 0260 672 940

Proiectant general: **S.C. ROADS DESIGN S.R.L.**
 Mun. Cluj-Napoca, Str. Vântului, nr. 30, județul Cluj

Nr. Proiect: **R024/2024**

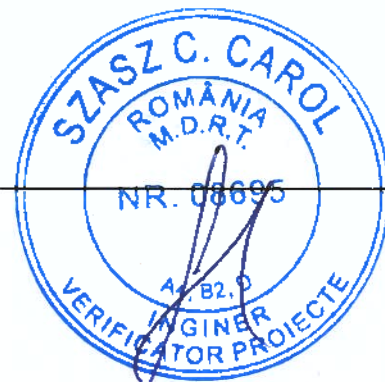
FAZE DETERMINANTE POD

1. Stadiul fizic premergător turnării betonului în placa de suprabetonare.

Întocmit,
 Proiectant general:
SC Roads Design SRL
 Ing. Maria FLOREA

Accept
 Investitor/Beneficiar

Diriginte de șantier,



Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/06 1

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

06. PROGRAMUL PRIVIND ASIGURAREA CALITĂȚII - PODURI

Denumirea lucrării: "REABILITARE POD DE LEMN PESTE RÂUL CRASNA IN COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ"

Amplasament: Podul de lemn care face obiectul prezentei documentații este amplasat în județul Sălaj, în intravilanul comunei Pericei pe strada Bosorcaia și traversează râul Crasna.

Investitor: Beneficiar:
COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ
 Strada Apei, nr. 239, sat Pericei, județul Sălaj 457265
 Tel.: 0260 672 940; Fax: 0260 672 940

Proiectant general: **S.C. ROADS DESIGN S.R.L.**
 Mun. Cluj-Napoca, Str. Vântului, nr. 30, județul Cluj

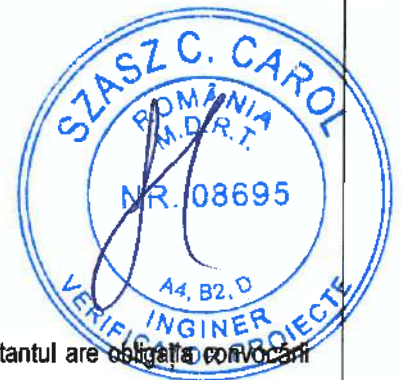
Nr. Proiect: **R024/2024**

Nr. Crt.	Lucrari ce se verifica sau se receptioneaza calitativ si pentru care trebuiesc intocmite documente scrise	Baza legala conform careia se intocmeste documentul	Documentul care se intocmește	Cine executa controlul si cine semnează	Nr. si data actului intocmit la verificarile executate
0	1	2	3	4	5
1	Predare amplasament	Normativ C 56/85 Caiet IV Fundatii	P.V.	B+E+P	
2	Trasarea lucrarilor	Normativ C 56/85 Caiet IV Fundatii	P.V.	B+E	
Lucrari de pod					
3	Verificarea cotei sapaturii in vederea executarii consolidare pile	Normativ C 56/85 Caiet IV Fundatii Cap. 1 Fundatii directe si pe piloti	P.V.L.A.+R.C.	B+E	
4	Verificare cofraj consolidare pile	NE012/2-2010	P.V.R.C.	B+E	
5	Verificare armare consolidare pile	NE012/2-2010	P.V.L.A.+R.C.	B+E	
6	Verificare betoane consolidare pile	NE012/2-2010	P.V.L.A.+R.C.	B+E	
7	Verificare protectie anticoroziva a betonului	CD 139-82	P.V.R.C	B+E	
8	Verificare pozitionare cofraje placa suprabetonare	NE012/2-2010	P.V.R.C.	B+E	
9	Verificare armare placa suprabetonare	NE012/2-2010	P.V.F.D.		
10	Verificare betoane placa suprabetonare	NE012/2-2010	P.V.R.C.	B+E	

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/06 2

Observații	11	Verificarea stratului suport pe care se aplica hidroizolatie	NE012/2-2010	P.V.F.D. P.V.L.A.+R.C.	B+E		
	12	Verificarea hidroizolatiei	AND 577/2002	P.V.L.A.+R.C.	B+E+I		
	13	Verificare parapete pietonal	SR EN 1090-2 SR EN 1317/1,2-2000 STAS 767/0-88 GP121-2013	P.V.R.C.	B+E+I		
	14	Verificare imbracaminte cale	SR EN 1341 SR EN 1342 STAS 1598/1-89	P.V.R.C.	B+E+I		
	15	Verificare prefabricate din beton/BA pentru calea pe pod	NE 013-2002	P.V.R.C.	B+E		
	16	Verificare protectie anticoroziva suprasstructura metalica	SR EN ISO 12944-4 si SR EN ISO 8501-1, 2, 4	P.V.R.C.	B+E		
	17	Verificare racordare cu terasamentele	Normativ C 56/85		20	Verificare racordare cu terasamentele	
	Data	Recepții					
	Intocmit	18	Recepția la terminarea lucrărilor	Conf. HG 273/ 14.06.1994, modificat prin HG nr.343/2017	P.V.R.T.L.	Comisie recepție	
	Rev	19	Receptia Finala	Conf. HG 273/ 14.06.1994, modificat prin HG nr.343/2017	P.V.R.F.	Comisie recepție	

P.V.L.A. - proces verbal de lucrări ascunse
P.V.R.C. - proces verbal de recepție calitativa
P.V.F.D. - proces verbal de faza determinanta
P.V. - proces verbal
I - I.C.L.P.U.A.T.
B - Beneficiar
E - Executant
P - Proiectant



NOTA:

- Conform prevederilor Legii nr. 10/1995 secțiunea 3 articol 23d, executantul are obligația convocării factorilor prevăzuți sa participe la verificări cu minim 5 zile înainte de finalizarea fiecărei faze;
- La recepția lucrărilor se vor avea in vedere atât prevederile documentație cât și prescripțiile tehnice in domeniu, in vigoare la data respectiva;
- Coloana 6 se completează la data încheierii actului prevăzut in coloana 4;

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/06 3

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

- Un exemplar din prezentul program completat si cu procesele verbale anexate, se vor anexa la cartea constructiei, ce se va prezenta la receptia preliminara si definitiva a lucrării.

Intocmit,
 Proiectant de specialitate:
SC Roads Design SRL
 Ing. Maria FLOREA
 Iulie 2025

Accept
 Investitor/Beneficiar

Diriginte de șantier,



Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W/06 1

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

07. PROGRAM DE URMĂRIRE CURENTA ÎN EXPLOATAREA A CONSTRUCȚIEI OBIECT- PODURI

– pentru „REABILITARE POD DE LEMN PESTE RÂUL CRASNA ÎN COMUNA PERICEI, JUDEȚUL SĂLAJ”, conform

Proiect nr. R024/2024 întocmit de către:

Proiectant general:
S.C. ROADS DESIGN S.R.L
 Cluj Napoca

Pentru proiectul ce face obiectul lucrărilor de reabilitare, cadrul general pentru desfășurarea activității de urmărire a comportării în exploatare este stabilită prin:

Hotărârea Guvernului nr. 766/1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții modificata și completata cu Hotărârea Guvernului nr. 675/2002;

Regulament privind urmărirea comportării în exploatare, intervențiile în timp și postutilizarea construcțiilor (art.I, pct. D din HG nr.766/1997);

P130-1999 Normativ privind comportarea în timp a construcțiilor;

STAS 2745-90 Teren de fundare. Urmărirea tasarilor construcțiilor prin metode topografice;

STAS 10493-76 Măsurători terestre. Marcare și semnalizarea punctelor pentru supravegherea tasării și deplasării construcțiilor și terenurilor.

URMĂRIREA CURENTĂ A COMPORTĂRII CONSTRUCȚIILOR

Urmărirea curentă este o activitate de urmărire a comportării construcțiilor care constă din observarea și înregistrarea unor aspecte, fenomene și parametri ce pot semnaliza modificări ale capacității construcției de a îndeplini cerințele de rezistență, stabilitate și durabilitate stabilite prin proiecte.

Urmărirea curentă a comportării construcțiilor se efectuează prin examinare vizuală directă și dacă este cazul cu mijloace de măsurare de uz curent permanent sau temporare.

Urmărirea curentă se va efectua la intervale de timp prevăzute prin instrucțiunile de urmărire curentă, dar nu mai rar de o dată pe an și în mod obligatoriu după producerea de evenimente deosebite (seism, inundații, incendii, explozii, alunecări de teren etc.)

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit:	Ing. Florea Mana	Pagina:	R024/02/PTE/W/06 2

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Personalul însărcinat cu efectuarea activității de urmărire curentă, va întocmi rapoarte ce vor fi menționate în Jurnalul evenimentelor și vor fi incluse în Cartea Tehnică a construcției. În cazul în care se constată deteriorări avansate ale structurii construcției, beneficiarul va solicita întocmirea unei expertize tehnice.

În cadrul urmăririi curente a construcțiilor, la apariția unor deteriorări ce se consideră că pot afecta rezistența, stabilitatea și durabilitatea construcției proprietarul sau utilizatorul va comanda o inspectare extinsă asupra construcției respective urmată dacă este cazul de o expertiză tehnică.

Zonele de observatie se vor concentra la punctele expuse ale elementului urmarit.

- Datele culese din Masuratori se va pastra in fise sau fisiere.
- Prelucrarea primara a datelor va consta in efectuarea de grafice, scheme, etc., privind evolutia in timp a fenomenelor constatate.
- Pentru interpretare se va apela la proiectantul lucrarii si la cel de specialitate.
- Decizia o va lua Beneficiarul lucrarii.

În cazuri speciale, aparute în urma unor evenimente deosebite, când se constata deteriorari avansate ale structurilor constructiilor, Beneficiarul va comanda o inspectie extinsa care poate fi completata cu incercari si expertize ale diferitelor elemente.

Se pot considera evenimente deosebite, evenimentele provenite din urmatoarele cauze:

- accidente de circulatie pe drum;
- explozii pe sau sub lucrare ale retelelor edilitare sau a unitatilor speciale ce pot transporta substante cu risc de explozie;
- efectuarea unui transport greu, agabaritic care a prod us stricaciuni;
- constatarea unor deteriorari grave din cauze interne ale structurii;
- aparitia unor deformatii vizibile;
- inundatii, viituri, alunecari de teren, alte calamitati naturale, cutremure cu grad de seismicitate mai mare de 7 (SR 11100/1-93);
- efectul actiunilor periodice date de trafic;
- explozia, aprinderea si arderea unor rezervoare de combustibil pe drum sau in apropierea acestuia, care prin efectul lor au provocat daune drumului si structurii podului.

Urmarierea curenta se efectueaza, pe toata durata de existenta a constructiei.

Principalele fenomene care se au in vedere in cursul umaririi curente sunt:

- Mentinerea aspectului estetic;
- Schimbări în poziția obiectelor de construcție în raport cu mediul de implantare al acestora manifestate direct, prin deplasări vizibile (orizontale, verticale sau inclinări) sau prin efecte secundare vizibile

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Craana în comuna Pericei, județul Sălaj"		Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție		Înlocmit: Ing. Florea Mana	Pagina: R024/02/PTE/W/06 3
Observatii		<p>desprinderi de material, aparitia de fisuri si crapaturi in betoane, in cale, in dreptul rostului tablierului sau elementelor caii;</p> <p>- Schimbări în forma obiectelor de construcții manifestate direct prin deformații vizibile verticale sau orizontale și rotații sau prin efecte secundare ca, îndoirea barelor sau altor elemente constructive, apariția unor defecte în funcționarea îmbinărilor cu forfecarea sau smulgerea niturilor și suruburilor, fisurarea sudurilor, slăbirea legăturilor;</p> <p>- Schimbări în gradul de protecție și confort oferite de construcție sub aspectul etanșeității, sub aspect estetic, exfolierea sau craparea straturilor de protecție, schimbarea culorii suprafețelor, apariția condensurilor, mușcăiurilor;</p> <p>- Defecte și degradări cu implicații asupra funcționalității obiectelor de construcție; infundarea scurgerilor, porozitate, fisuri și crapături în elemente de construcție etanșe, denivelări, gropi în îmbrăcămintea caii, curățenia și mobilitatea elementelor de rezemare a podurilor, deschiderea rosturilor funcționale</p> <p>- Defecte și degradări în structura de rezistență cu implicații asupra siguranței obiectelor de construcție; fisuri și crapături. Coroziunea elementelor metalice și a armăturilor la cele de beton armat și precomprimat, defecte manifestate prin pete, fisuri, exfolieri, eroziuni, carbonatari etc; flambajul unor elemente componente comprimate sau ruperea altora întinse; slăbirea îmbinărilor sau distrugerea lor; afuieri la pilele podurilor; scapări de pe aparatele de reazem;</p> <p>Toate constatările de pe teren în care remedierea defectiunilor constatate depășește posibilitățile personalului de inspecție curentă, se consemnează în raportul de inspecție și se înmânează inginerului responsabil care ia măsurile care se impun.</p> <p>Inspecția trebuie să se execute astfel încât circulația pe pod să nu fie întreruptă, sau, în cazul când nu este posibil, întreruperile să fie de cât mai scurtă durată.</p> <p>La efectuarea inspecțiilor se vor lua toate măsurile de siguranță, pentru evitarea producerii accidentelor.</p> <p>Elementele de construcție care vor fi cuprinse în activitatea de urmărire sunt în principal pentru următoarele:</p> <p>1. Elementele principale de rezistență ale structurii de rezistență din tablier metal (grinzi)</p> <p>Se va urmări apariția și evoluția:</p> <p>a) apariția și evoluția: unor deformări vizibile, elemente lovite și deformate,</p> <p>b) zone cu oțel corodat, fisuri,</p> <p>c) degradarea suprafeței oțelului sau a protecției anticorozive,</p>	
Data			
Înlocmit			
Rev			

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"		Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție		Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/AW/06 4

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

2. Elementele de rezistenta care sustin calea (placa de beton armat, console trotuar)

Se vor urmari:

- a) deformatiile vizibile,
- b) elementele lovite si deformatate,
- c) zonele cu beton corodat si armatura fara acoperire, corodata sau cu beton distrus, armaturile fara acoperire,
- d) fisuri, crapaturi la elementele puternic solicitate (zonele de la rezemarea tablierului pe pilele culei, zonele de continuizare cu tablierul metalic, campul antretoazelor precum si zonele de incastrare ale acestora in grinzile principale).

3. Elementele infrastructurii (pile, aparate de reazem)

Se va urmari:

- a) aparitia depunerilor de materiale solide si infiltratii pe banchetele de reazem ,
- b) aparitia unor crapaturi, fisuri, - corozionarea armaturii,
- c) pete de rugina,
- e) modul de lucru al aparatelor de reazem din neopren (deformari, deplasari si rotiri care nu concorda cu modul de exploatare sau cu aqiunea mediului),
- f) integritatea placutelor metalice, a tachetilor, sudurilor.

4. Rampe de acces instalatii pozate sau suspendate pe pod

Se vor urmari:

- a) eventualele tasari in spatele podului,
- b) starea imbracamintii pe rampele de acces,
- c) starea acostamentelor

5. Calea pe pod si elementele aferente (imbracamintea pe cale si trotuare, parapeti pietonali)

Se vor urmari:

- a) eventualele fisuri, crapaturi, gropi, valuriri, faiantari,
- b) starea partii carosabile pe pod, indepartandu-se obiectele care ar impiedica desfasurarea normala a traficului rutier;
- c) borduri lipsa sau degradate,
- d) necolmatarea rosturilor dintre imbracamintea bituminoasa de pe cale si trotuare la borduri,

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, Județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/AV/06 5

e) La parapete se vor urmări sudurile degradate, elementele metalice deformată sau lipsă, apariția ruginii, starea vopselei

Apariția oricărei degradări menționate mai sus reprezintă o stare limită de atenție și în baza acestora se stabilește planul de întreținere și reparații.

PROGRAM PENTRU ASIGURAREA URMĂRIII CURENTE ÎN TIMP A LUCRĂRILOR DE PODURI

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

Nr. Crt.	Lucrarea	Mod de observare	Fenomene urmărite	Mijloace și dispozitive	Periodicitate	Documentul încheiat
0	1	2	3	4	5	6
1	Elemente principale de rezistență ale structurii de rezistență din tablă metalică (grinzi, console, placă monolită)	Vizual	Deformații vizibile, elemente lovite și deformată, fisuri, crașături Zone cu oțel corodat, fisuri, degradarea hidroizolației. Degradarea suprafețelor betonului sau a protecției anticorozive	Lupa, teodolit, ruleta, aparat foto	Anual	Raport tehnic Relevu, foto Măsurări de intervenție Rezultatul măsurilor
2	Elemente de beton la infrastructură (pile)	Vizual și topografic	Deformații vizibile, fisuri, crașături, coroziunea armăturii, apariția petelor de rugină Degradarea suprafețelor betonului, Rosturi de întrerupere a betonării, segregări Apariția depunerilor de materiale solide și infiltrații pe banchetele de rezemare	Lupa, teodolit, ruleta, aparat foto	Anual	Raport tehnic Relevu, foto Măsurări de intervenție Rezultatul măsurilor
3	Aparate de rezem	Vizual	Deformări, deplasări, rotații	Lupa, teodolit,	Anual	Raport tehnic Relevu, foto

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"		Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025			
PTE Proiect Tehnic de Execuție		Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTEAW/06 6			
Observații						
Data						
Întocmit						
Rev						
4	Calea pe pod și trotuare	Vizual	care nu concorda cu modul de exploatare Degradări Integritatea placutelor metalice, a tachelilor sudurilor Starea părții carosabile Fisuri, crapături, faianțari, gropi, valuriri, refulări, fagase și infiltrații Borduri lipsă sau degradate Necolmatarea rosturilor dintre îmbracamintea bituminoasă de pe cale și trotuare la borduri	ruleta, aparat foto Dreptar, ruleta, aparat foto	Anual	Măsuri de intervenție Rezultatul măsurilor Raport tehnic Relevu, foto Măsuri de intervenție Rezultatul măsurilor
5	Parapete	Vizual	Suduri degradate, elemente metalice deformate sau lipsă, apariția ruginii, starea vopselei	Ruleta, aparat foto	Anual	Raport tehnic Relevu, foto
6	Racordări cu terasamentele	Vizual	Deformații în zona placilor de racordare cu tersamentele din spatele podului	Aparat foto, aparat topo	Trimestrial	Raport tehnic Relevu, foto

PREVEDERI PRIVIND INSPECTAREA EXTINSĂ A UNEI CONSTRUCȚII

Inspekția extinsă are ca obiect o examinare detaliată, din punct de vedere al rezistenței, stabilității și durabilității, a tuturor elementelor structurale și nestructurale, a îmbinărilor construcției, a zonelor eparate și consolidate anterior, precum și în cazuri speciale a terenului și zonelor adiacente.

Această activitate se efectuează în cazuri deosebite privind siguranța și durabilitatea construcțiilor cum ar fi:

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/06 7

Observații	
Data	
Întocmit	
Rev	

- a. deteriorări semnificative semnalate în cadrul activității de urmărire curentă;
- b. după evenimente excepționale asupra construcțiilor (cutremur, foc, explozii, alunecări de teren etc.) și care afectează utilizarea construcțiilor în condiții de siguranță;
- c. schimbarea destinației sau a condițiilor de exploatare a construcției respective.

Inspectarea extinsă asupra unei construcții se va efectua de către specialiști atestați, cu experiență în domeniul cercetării experimentale a construcțiilor.

În cadrul inspectării extinse se utilizează dispozitive, aparatură, instrumente, echipamente și metode de încercare nedistructive și/sau parțial distructive.

În vederea asigurării posibilității practice de efectuare a acestei inspectări extinse, se vor prevedea condiții de acces la elementele structurale și nestructurale, îmbinări etc.

Inspectarea extinsă se încheie cu un raport scris în care se cuprind, separat observațiile privind degradările constatate (tip, cauze, gradul și efectul acestora), măsurile necesare a fi luate pentru înlăturarea efectelor acestor degradări, precum și, dacă este cazul, extinderea măsurilor curente (anterioare) de urmărire a comportării în timp.

Raportul privind efectuarea inspectării extinse se include în **Cartea Tehnică a construcției** respective și se vor lua toate măsurile pentru execuția eventualelor intervenții, reparații sau consolidări înscrise în acest raport.

OBLIGAȚII ȘI RĂSPUNDERI PRIVIND URMĂRIREA COMPORTĂRII CONSTRUCȚIILOR

OBLIGAȚII ȘI RĂSPUNDERI ALE INVESTITORULUI:

- a) stabilesc împreună cu proiectantul acele construcții a căror comportare urmează a fi supusă urmăririi speciale, menționând aceasta în nota de comandă și în proiectul de execuție; asigură fondurile necesare desfășurării acestei activități;
- b) asigură întocmirea proiectului de urmărire specială și comunică întocmirea lui la Inspekția de Stat în Construcții, Lucrări Publice, Urbanism și Amenajarea Teritoriului;
- c) comunică proprietarilor și/sau utilizatorilor, care preiau construcțiile obligațiile ce le revin în cadrul urmăririi curente și dacă este cazul obligațiile ce le revin în cadrul urmăririi speciale;
- d) asigură întocmirea și predarea către proprietari a Cărții tehnice a construcției.
- e) asigură procurarea aparaturii de măsură și control prevăzută prin proiectele de urmărire, montarea și citirea de zero.

OBLIGAȚII ȘI RĂSPUNDERI ALE PROPRIETARULUI

- a) răspunde de activitatea privind urmărirea comportării construcțiilor sub toate formele;

Proiect:	"Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.:	R024/2024	Data:	07.2025
PTE	Proiect Tehnic de Execuție	Intocmit:	Ing. Florea Maria	Pagina:	R024/02/PTE/W06 8

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

- b) organizează activitatea de urmărire curentă prin mijloace și personal propriu sau prin contract cu o firmă specializată în această activitate, pe baza proiectului de execuție și a instrucțiunilor date de proiectant;
- c) comandă proiectul de urmărire specială, asigură fondurile necesare activității de urmărire specială și comandă efectuarea urmăririi speciale prin firme competente;
- d) comandă inspectarea extinsă sau expertize tehnice la construcții în cazul apariției unor deteriorări ce se consideră că pot afecta durabilitatea, rezistența și stabilitatea construcției respective sau după evenimente excepționale (cutremur, foc, explozii, inundații, alunecări de teren etc);
- e) comandă expertize tehnice la construcțiile la care sa depășit durata de serviciu, cărora li se schimbă destinația sau condițiile de exploatare, precum și la cele la care se constată deficiențe semnificative în cadrul urmăririi curente sau speciale;
- f) comunică instituirea urmăririi speciale la Inspekția de Stat în Construcții, Lucrări Publice, Urbanism și Amenajarea Teritoriului;
- g) asigură păstrarea Cărții tehnice a construcției și ține la zi jurnalul evenimentelor;
- h) iau măsurile necesare menținerii aptitudinii pentru exploatare a construcțiilor aflate în proprietate (exploatare rațională, întreținere și reparații la timp) și prevenirii producerii unor accidente pe baza datelor furnizate de urmărirea curentă și/sau specială.
- i) la înstrăinarea sau închirierea construcțiilor, stipulează în contract îndatoririle ce decurg cu privire la urmărirea comportării în exploatare a acestora;
- j) participă, pe baza datelor ce le dețin, la anchetele organizate de diversele organe pentru cunoașterea unor aspecte privind comportarea construcțiilor;
- k) normalizează persoanele care efectuează urmărirea curentă și specială, denumiți responsabili cu urmărirea comportării construcțiilor, în cazul în care aceștia efectuează urmărirea specială trebuie să fie autorizați de către Inspekția de Stat în Construcții, Lucrări Publice, Urbanism și Amenajarea Teritoriului, conform Instrucțiunilor privind autorizarea responsabililor cu urmărirea specială a comportării în exploatare a construcțiilor;
- l) asigură luarea măsurilor de intervenții provizorii, stabilite de proiectant în cazul unor situații de avertizare sau alarmare și comandă expertiza tehnică a construcției.

OBLIGAȚII ȘI RĂSPUNDERI ALE PROIECTANTULUI

- a) elaborează programul de urmărire în timp a construcției și instrucțiunile privind urmărirea curentă;
- b) stabilesc împreună cu investitorii și/sau cu proprietarii acele construcții care sunt supuse urmăririi speciale;

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/06 9

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

- c) elaborează proiectele de urmărire specială pentru construcțiile noi cât și în cazul construcțiilor aflate în exploatare, pe baza unei comenzi;
- d) urmăresc aplicarea proiectului de urmărire specială și introduc în acest proiect toate modificările ce survin datorită situațiilor de pe teren;
- e) predau la recepția de la terminarea lucrărilor, investitorului și/sau proprietarului proiectul de urmărire specială a construcției cu toate modificările survenite, pentru includerea în Cartea tehnică a construcției;
- f) asigură prin proiectul de execuție accesul la punctele de urmărire curentă și specială (implicit și pentru inspectarea extinsă);
- g) participă la recepția aparaturii de măsurare și control stabilită a fi montată prin proiectul de urmărire specială, în cazurile prevăzute în proiect acordă asistență tehnică la montarea aparaturii;
- h) stabilesc în baza măsurărilor efectuate pe o durată mai lungă de timp, intervalele valorilor caracterizând starea "normală", precum și valorile limită de "atenție", "avertizare", sau de "alarmare" pentru construcție;
- i) asigură luarea unor decizii de intervenții în cazul în care sistemul de urmărire a comportării construcției semnalizează situații anormale, decizie pe care o comunică în scris investitorului sau proprietarului;
- j) participă la cerere și comandă întocmirea unor bănci de date privind comportarea construcțiilor de diferite tipuri (în fazele de construcție și exploatare) în scopul îmbunătățirii activității de proiectare.

OBLIGAȚII ȘI RĂSPUNDERI ALE EXECUTANTULUI:

- a) efectuează urmărirea curentă a construcțiilor pe care le execută pe durata execuției, dacă este stipulată în contract;
- b) monteaza mijloacele de observare și măsurare în conformitate cu prevederile proiectului de urmărire specială, asigurând protecția și observarea lor pe timpul execuției construcției, până la admiterea recepției de la terminarea lucrărilor, când le predă investitorului și/sau proprietarului cu proces verbal;
- c) atenționează pe proiectant asupra neconcordanțelor cu prevederile proiectantului de urmărire specială rezultate pe timpul execuției spre a efectua corecturile necesare în documentația pentru Cartea tehnică a construcției;
- d) întocmesc și predau investitorului și/sau proprietarului documentația necesară pentru Cartea tehnică a construcției;
- e) asigură păstrarea și predarea către utilizator și/sau proprietar a datelor măsurărilor efectuate în perioada de execuție a construcției;

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Întocmit: Ing. Florea Maria	Pagina: R024/02/PTE/W/06 10

Observatii	
Data	
Intocmit	
Rev	

f) în cazul în care execută reparații sau consolidări întocmesc și predau investitorului și/sau proprietarului documentația necesară pentru Cartea tehnică a construcției.

OBLIGAȚII ȘI RĂSPUNDERI ALE UTILIZATORILOR ȘI ADMINISTRATORILOR

- a) răspund de realizarea obligațiilor contractuale stabilite cu proprietarul, privind activitatea de urmărire a comportării construcțiilor, sub toate formele;
- b) asigură întreținerea curentă a construcției;
- c) mențin în stare de exploatare normală mijloacele de observare și măsurare montate pe construcțiile aflate în utilizare sau administrare;
- d) semnalează proprietarului degradările survenite în timpul exploatării construcției, pentru luarea de către acesta a măsurilor de intervenții necesare pentru reparații sau consolidări.

OBLIGAȚII ȘI RĂSPUNDERI ALE RESPONSABILILOR CU URMĂRIREA COMPORTĂRII CONSTRUCȚIILOR

- a) cunosc în detaliu conținutul instrucțiunilor sau a proiectului de urmărire specială a comportării în exploatare a obiectivului pentru care au fost autorizați;
- b) cunosc în detaliu Cartea tehnică a construcției; întocmesc și păstrează și completează la zi Jurnalul evenimentelor;
- c) participă la recepția și montarea aparaturii de măsurare și control conform instrucțiunilor sau proiectului de urmărire specială;
- d) controlează respectarea condițiilor cuprinse în instrucțiunile sau proiectul de urmărire specială a comportării în exploatare și a celor prevăzute în Cartea tehnică a construcției;
- e) controlează (la intervalele prevăzute și imediat după orice eveniment deosebit, cutremur, inundație, ploaie torențială cădere masivă de zăpadă, supraîncărcare accidentală cu materiale, alunecare de teren, incendiu, explozie ș.a.) starea tehnică a construcției, în scopul punerii în evidență a acelor elemente de construcții care prin starea de degradare sau prin condițiile de exploatare reprezintă un pericol pentru siguranța și stabilitatea construcției;
- f) solicită efectuarea unei expertize, a unei inspecții extinse sau a altor măsuri prin firme sau specialiști autorizați, în cazul constatării unor degradări;
- g) întocmesc rapoartele privind urmărirea curentă a construcției și participă la întocmirea rapoartelor privind urmărirea specială a construcției;
- h) cunosc programul măsurărilor corelat cu fazele de execuție sau exploatare;

Proiect: "Reabilitare pod de lemn peste râul Crasna în comuna Pericei, județul Sălaj"	Nr. Pr.: R024/2024	Data: 07.2025
PTE Proiect Tehnic de Execuție	Înlocuit: Ing. Florea Mana	Pagina: R024/02/PTE/W/06 11

Observatii	
Data	
Înlocuit	
Rev	

i) asigură sesizarea celor în drept la apariția unor evenimente sau depășirea valorilor de control, pentru a lua măsurile corespunzătoare.

OBLIGAȚII ȘI RĂSPUNDERI ALE EXECUTANȚILOR URMĂRII CONSTRUCȚIILOR

- a) participă la avizarea proiectului de urmărire specială;
- b) cunosc în detaliu conținutul instrucțiunilor de urmărire curentă sau a proiectului de urmărire specială;
- c) cunosc construcția, caracteristicile generale ale structurii, materialele folosite, dimensiunile, caracteristicile condițiile de fundare și ale mediului etc.;
- d) cunosc obiectivele urmăririi curente sau speciale (caracteristici, fenomene, mărimi, criterii de apreciere, condiții de calitate, limite de atenționare, avertizare și alarmare etc.);
- e) participă la comanda, recepția, verificarea și depozitarea aparaturii de măsurare și control;
- f) cunosc metodele de măsurare stabilite;
- g) cunosc detaliile de montaj pentru fiecare punct de măsură și aparat, precum și verificările necesare înainte și după montare și realizează montarea aparaturii;
- h) cunosc programul măsurătorilor, corelat cu fazele de execuție sau exploatare;
- i) cunosc modul de înregistrare și de arhivare a datelor (tabele, fișe, programe calculator, ș.a.) acordă maximă importanță păstrării și accesibilității datelor;
- j) cunosc modul de prelucrare primară și de comparare cu valorile de control (normale, de atenție, avertizare, alarmare) și efectuează aceste lucrări;
- k) asigură sesizarea celor în drept la apariția unor evenimente sau depășirea valorilor de control, pentru a lua măsurile corespunzătoare;
- i) întocmesc rapoartele privind urmărirea curentă sau specială a construcției.

Proiectant de specialitate,
S.C. ROADS DESIGN S.R.L.

Ing. Maria FLOREA



Data,
 Iulie 2025

