



**REABILITAREA LINIEI C.F. FRONTIERĂ - CURTICI - SIMERIA,
PARTE COMPONENTĂ A CORIDORULUI IV
PAN EUROPEAN PENTRU CIRCULAȚIA TRENURILOR CU VITEZĂ
MAXIMĂ DE 160 KM/H
TRONSONUL 2 C: CAP Y ILTEU - CAP Y GURASADA**

LOT 5: ELECTRIFICARE

LINIA DE CONTACT

PROIECT TEHNIC

VOLUMUL I – MEMORIU TEHNIC

PÖYRY DEUTSCHLAND GmbH MANNHEIM
SUCURSALA BUCUREȘTI



S.C.VIO TOP S.R.L.



MEMORIU TEHNIC

Denumirea lucrării:	REABILITAREA LINIEI C.F. FRONTIERĂ – CURTICI - SIMERIA, PARTE COMPONENTĂ A CORIDORULUI IV PAN-EUROPEAN PENTRU CIRCULAȚIA TRENURILOR CU VITEZĂ MAXIMĂ DE 160 KM/H
Tronsonul 2-C:	CAP Y ILTEU - CAP Y GURASADA
Obiect:	LOT 6: ELECTRIFICARE - LINIA DE CONTACT
Faza de proiectare:	PROIECT TEHNIC
Nr. proiect:	9i 35311.1
Proiectant general:	PÖYRY
Subproiectant:	S.C. VIOTOP S.R.L.
Titularul lucrării:	C.N. C.F. „C.F.R.” S.A.
Persoana juridică achizitoare:	C.N. C.F. „C.F.R.” S.A.

1. GENERALITĂȚI

Prezentul proiect tehnic conține documentația tehnico-economică referitoare la execuția lucrărilor de linie de contact de pe linia de cale ferată cuprins între Cap Y stația Ilteu și Cap Y stația Gurasada, tronsonul 2-C, componentă a coridorului IV Pan – European, pentru circulația trenurilor cu viteze maxime de 160km/h.

Lucrările la linia de contact se referă la tronsonul de cale ferată cuprins între Cap Y stația Ilteu și Cap Y stația Gurasada.

Proiectul a fost elaborat în baza următoarelor date:

- studiul de fezabilitate ISPCF pentru reabilitarea liniei de cale ferată Frontieră - Curtici - Simeria, componentă a Coridorului IV pan-european pentru circulația trenurilor cu viteze maxime de 160km/h;
- informații actualizate furnizate de CFR;
- investigațiile efectuate de-a lungul liniei de cale ferată;
- revizuirea studiului de fezabilitate ITALFER pentru reabilitarea liniei de cale ferată Frontieră - Curtici - Simeria.

2. SITUAȚIA EXISTENTĂ

Linia de cale ferată între Cap Y stația Ilteu și Cap Y stația Gurasada este componentă a Coridorului IV de pe teritoriul României, respectiv linia de cale ferată Frontieră – Curtici – Arad – Deva – Simeria – Sighișoara – Brașov – București – Constanța.

În prezent, acest tronson din Coridorul IV este o linie c.f. dublă, electrificată, dotată cu bloc de linie automat și cu instalații de centralizare.

Linia de contact este dată în exploatare de peste 35 ani, timp în care s-a produs uzura echipamentelor și a materialelor componente.

Linia de contact pe tronsonul Cap Y stația Ilteu - Cap Y stația Gurasada este de tipul catenară complet compensată pe liniile curente, pe liniile directe din stații și pe diagonalele dintre ele. În stația Ilteu și Zam catenara este de tip semicompensat și complet compensat. Catenara este compusă din fir de contact TF 100 (pe liniile curente și directe din stații) și TF 85 (pe liniile diagonale și secundare din stații) și cablu purtător din bimetel BM 70.

Catenara este susținută pe stâlpi de beton independenți, iar în stații (în special la capetele stațiilor), se folosesc suspensii comune, pe traverse rigide, precum și susțineri pe stâlpi individuali din metal.

1. Stația Ilteu

În prezent în această stație sunt electrificate 5 linii (liniile 2 – 6).

Linia de contact existentă are următoarele caracteristici:

- Suspensia catenară este de tip complet compensată și semicompensată.
- Catenarele de pe liniile directe au pendule elastice în noduri.
- Catenara este susținută pe stâlpi independenți echipați cu console izolate.
- Stâlpii de susținere sunt:
 - Stâlpi independenți și de ancorare – de beton tip SBC
- Acele aeriene sunt deschise și încrucișate.
- Din punct de vedere electric liniile sunt grupate astfel:
 - Liniile 2, III
 - Liniile IV-6
 - Stația este separată de liniile curente de joncțiunile cu secționare din capetele stației.



2. Linia curentă Ilteu – Zam

Linia de contact existentă pe linia curentă Ilteu – Zam are următoarele caracteristici:

- Suspensia catenară este de tip complet compensat.
- Catenarele au pendule elastice în noduri.
- Catenara este susținută pe stâlpi independenți.
- Stâlpii de susținere sunt:
 - Stâlpi independenți și de ancorare – de beton tip SBC

3. Stația Zam

În prezent în această stație sunt electrificate linii (liniile II, III, 4, și 5).

Linia de contact existentă are următoarele caracteristici:

- Suspensia catenară este de tip complet compensată și semicompensată.
- Catenarele de pe liniile directe au pendule elastice în noduri.
- Catenara este susținută pe stâlpi independenți echipați cu console izolate
- Stâlpii de susținere sunt:



- Stâlpi independenți și de ancorare – de beton tip SBC
- Acele aeriene sunt deschise și încrucișate.
- Din punct de vedere electric liniile sunt grupate astfel:
 - Linia II
 - Linia III, 4 și 5.
 - Stația este separată de liniile curente de joncțiunile cu secționare din capetele stației.

4. Linia curentă Zam - Câmpuri Surduc

Linia de contact existentă pe linia curentă Zam – Câmpuri Surduc are următoarele caracteristici:

- Suspensia catenară este de tip complet compensat.
- Catenarele au pendule elastice în noduri.
- Catenara este susținută pe stâlpi independenți.
- Stâlpii de susținere sunt:
 - Stâlpi independenți și de ancorare – de beton tip SBC

5. Stația Câmpuri Surduc

În prezent în această stație sunt electrificate 3 linii (liniile 1, II și III).

Linia de contact existentă are următoarele caracteristici:

- Suspensia catenară este de tip complet compensat.
- Catenarele de pe liniile directe au pendule elastice în noduri.
- Catenara este susținută pe stâlpi independenți echipați cu console izolate.
- Stâlpii de susținere sunt:
 - Stâlpi independenți și de ancorare – de beton tip SBC
- Acele aeriene sunt deschise.
- Din punct de vedere electric liniile sunt grupate astfel:
 - Liniile 1 și II,
 - Linia III.
 - Stația este separată de liniile curente de joncțiunile cu secționare din capetele stației.



6. Linia curentă Câmpuri Surduc - Gurasada

Linia de contact existentă pe linia curentă Câmpuri Surduc - Gurasada are următoarele caracteristici:

- Suspensia catenară este de tip complet compensat.
- Catenarele au pendule elastice în noduri.
- Catenara este susținută pe stâlpi independenți.
- Stâlpii de susținere sunt:
 - Stâlpi independenți și de ancorare – de beton tip SBC

3. SOLUȚIA PROIECTATĂ

Linia de contact a tronsonului Cap Y stația Ilteu - Cap Y stația Gurasada se va reabilita prin înlocuirea ei cu o linie de contact complet compensată pe liniile c.f. care se reabilitează, cu parametri adecvați vitezei de circulație de până la 160 km/h, în stații și pe liniile curente, cu excepția liniilor care rămân în afara coridorului (Ilteu – Zam – Câmpuri Surduc).

1. Stația Ilteu.

În urma sistematizării stației se vor electrifica 4 linii de cale ferată.

Acestea sunt următoarele: liniile directe II, III, liniile 1, 4, linia de racordare la vechiul traseu al firului 1 (care se păstrează) și de pe diagonalele din cap X și din cap Y.

Linia de contact proiectată are următoarele caracteristici:

- Suspensia catenară este de tip complet compensat;
- Catenara este susținută pe stâlpi independenți echipați cu console simple izolate și traverse rigide cu pinteni și console simple izolate pe capetele stației (în zona macazelor);
- Stâlpii de susținere sunt:
 - Stâlpi independenți și de ancorare – metalici tip H;
 - Stâlpi care susțin traversele rigide – metalici tip H;
 - Stâlpi independenți pentru susținerea catenarei pe diagonala macazelor cu tangenta 1/14 – metalici tip 2H (realizați din 2 stâlpi metalici tip H sudați);
 - Stâlpi speciali pentru peron de tip „avion”.
- Acele aeriene sunt de tip deschis și încrucișat.
- Din punct de vedere electric liniile sunt grupate astfel:
 - Linia abatută 1 și linia de racordare cu traseul existent al firului 1;
 - Linia directă II;
 - Linia directă III și linia abatută 4;
 - Stația este separată de liniile curente cu ajutorul joncțiunilor cu secționare amplasate la capetele stației. Linia c.f. 1 abatută proiectată este separată în capătul X de linia c.f. I existentă Zam - Ilteu cu ajutorul unei joncțiuni cu secționare.
 - Liniile directe II și III sunt secționate în capătul X și Y al stației cu ajutorul unor joncțiuni cu secționare, amplasate între diagonale;

Principalele lucrări la linia de contact sunt:

- Faza I

Lucrările din faza I sunt aferente firului 2 de circulație, respectiv liniile c.f. proiectate II, III și 4.

Aceste lucrări constau în:

Demontări:

- demontarea în totalitate a catenarelor aferente liniilor c.f. existente III, 4 și 5;
- se demontează toate ancorările și stâlpii care nu mai susțin catenare;

Lucrări noi:

- se plantează stâlpii și ancorele noi pentru catenara aferentă liniilor c.f. proiectate II, III și 4;

- se plantează provizoriu stâlpi de beton, ancore prefabricate și se echipează cu console noi pentru montarea catenarei aferentă variantei de legătură dintre firul 2 existent și firul 2 proiectat;
- se plantează provizoriu stâlpi de beton la 4m de traversele rigide proiectate din capetele stației și se echipează cu console pentru susținerea catenarelor firului 1 (linia c.f. II) și firului 2 (linia c.f. III);
- pentru asigurarea circulației cu locomotive electrice pe linia c.f. directă existentă II, pe perioada lucrărilor la liniile c.f. proiectate II, III și 4, este necesar să se execute lucrări provizorii, pentru susținerea catenarelor liniei II existente,
 - se execută catenara aferentă liniei c.f. directe II proiectate (zonele IIa, IIb, IIc);
 - se montează catenara aferentă variantei de traseu de racordare a firului 2 existent cu firul 2 proiectat;
 - se execută catenara aferentă liniei c.f. directe III proiectate (zonele IIIa, IIIb, IIIc și IIId);
 - Se execută catenara aferentă liniei c.f. abătute proiectate 4 (zona 4);

- Faza II

Lucrările din faza II sunt aferente liniei c.f. 1. În capătul X al stației se va realiza linia c.f. care face legătura cu vechiul traseu al firului 1 Zam - Ilteu. Aceste lucrări constau în:

Demontări:

- demontarea în totalitate a catenarelor aferente liniilor c.f. existente 1 și II;
- se demontează toate ancorările și stâlpii care nu mai susțin catenare;

Lucrări noi:

- se plantează stâlpi și ancorele noi pentru susținerea catenarelor aferente liniei c.f. proiectate 1, linia c.f. care face legătura cu vechiul traseu al firului 1 Zam - Ilteu și diagonalele din capetele stației;
- se montează traversele rigide din capetele stației și se preia catenarele proiectate ale firului 1 și 2;
- Se execută catenarele aferente liniei c.f. abătute proiectate 1 precum și linia care face legătura cu vechiul traseu al firului 1 Zam - Ilteu; Se execută catenarele aferente diagonalelor liniilor c.f. directe II și III din capetele stației: Dx și Dy;

- Faza III

Lucrările din faza III sunt aferente firului 2 de circulație (linia c.f. II). Aceste lucrări constau în:

Demontări:

- demontarea catenarei provizorii aferentă firului 2 de circulație existent;
- se demontează stâlpii și ancorele din faza 1;

Lucrări noi:

- se plantează restul stâlpilor pe firul 1 proiectat (capătul X);
- se montează catenara firului 1 din linia curentă Ilteu – Câmpuri Surduc până în stație;

2. Linia curentă Ilteu – Câmpuri Surduc

Se reabilitează linia de contact de pe ambele fire de circulație. Acestea sunt realizate pe un nou traseu și parțial pe vechiul traseu. Restul traseului existent se desființează.

Linia de contact proiectată are următoarele caracteristici:

- Suspensia catenară este de tip complet compensat;
- Suspensia catenară este susținută pe stâlpi independenți;
- Stâlpii de susținere sunt metalici tip H;

În zonele de poduri de cale ferată dublă linia de contact va trece liber pe sub contravântuirile superioare ale podurilor.

Din punct de vedere al susținerii liniei de contact, se disting următoarele soluții:

- În cazul podurilor cu înălțime mare a tablierelor (lungimi > 50 m) susținerea conductoarelor liniei de contact se face prin intermediul consolelor montate individual (pentru fiecare fir de circulație) pe pinteni (montanți) fixați pe suprastructura podului.
- În cazul podurilor cu înălțime redusă a tablierelor (lungimi ≤ 50 m) susținerea conductoarelor liniei de contact se face prin intermediul consolelor montate individual (pe fiecare fir de circulație) pe stâlpi amplasați pe pilele/culeele (zidurile de sprijin) podului.

Elementele de susținere a liniei de contact sunt cuprinse în proiectul de poduri, atât ca dimensionare și amplasament, cât și în listele de cantități aferente. Încărcările și amplasamentul acestora au fost reglementate prin teme de specialitate.

Lucrările se vor realiza pe câte un fir de circulație cu eventuale racordări provizorii la liniile din stațiile adiacente.

În zonele de tunele/polate de cale dublă se montează pinteni fixați de intradosul tunelului, pe care se assemblează consola de susținere pentru linia de contact. Fiecare pinten va susține prin intermediul unei singure console catenara aferentă unui singur fir de circulație.

De asemenea, au fost prevăzute, acolo unde e cazul, ancorări complet compensate și ancorări mediane în interiorul tunelului. Dispozitivele de ancorare vor fi fixate de pereții laterali ai tunelului (în cazul ancorărilor compensate) și/sau de bolta tunelului (în cazul ancorărilor mediane).

Componenta liniei de contact este aceeași ca și în porțiunile adiacente tunelului (fir de contact, cablu purtător și pendule de susținere).

3. Stația Câmpuri Surduc.

În urma sistematizării stației se vor electrifica 4 linii de cale ferată.

Acestea sunt următoarele: liniile directe II, III, liniile 1, 4, linia de racordare la vechiul traseu al firului 1 (care se păstrează) și diagonalele din cap X și din cap Y.

Linia de contact proiectată are următoarele caracteristici:

- Suspensia catenară este de tip complet compensat;
- Catenara este susținută pe stâlpi independenți echipați cu console simple izolate și traverse rigide cu pinteni și console simple izolate pe capetele stației (în zona macazelor);
- Stâlpii de susținere sunt:
 - Stâlpi independenți și de ancorare – metalici tip H;
 - Stâlpi care susțin traversele rigide – metalici tip H;
 - Stâlpi independenți pentru susținerea catenarei pe diagonala macazelor cu tangenta 1/14 – metalici tip 2H (realizați din 2 stâlpi metalici tip H sudați);
 - Stâlpi speciali pentru peron de tip „avion”.
- Acele aeriene sunt de tip deschis și încrucișat.

- Din punct de vedere electric liniile sunt grupate astfel:
 - Linia abatută 1 și linia de racordare vechiul traseu al firului 1;
 - Linia directă II;
 - Linia directă III și linia abătută 4;
 - Stația este separată de liniile curente cu ajutorul joncțiunilor cu secționare amplasate la capetele stației. Linia c.f. 1 abătută proiectată este separată în capătul Y de linia c.f. I existentă Câmpuri Surduc - Zam cu ajutorul unei joncțiuni cu secționare.
 - Liniile directe II și III sunt secționate în capătul X și Y al stației cu ajutorul unor joncțiuni cu secționare, amplasate între diagonale;

Principalele lucrări la linia de contact sunt:

- Faza 0

Lucrările din faza 0 sunt aferente capătului X al firului 1, respectiv liniei c.f. provizorii de circulație între km 513+600 și km 514+700.

Demontări:

- demontarea catenarei firului 1 între km 513+600 și km 514+700;

Lucrări noi:

- se plantează stâlpi de beton și ancore prefabricate pe varianta de traseu provizorie proiectată a firului 1 între km 513+600 și km 514+700;
- se montează catenara aferentă variantei de traseu provizorie proiectată a firului 1 existent km 513+600 și km 514+700 (capătul X);

- Faza I

Lucrările din faza I sunt aferente firului 2 de circulație, respectiv liniile c.f. proiectate III și 4. Aceste lucrări constau în:

Demontări:

- demontarea în totalitate a catenarelor aferente liniei c.f. existente III;
- se demontează toate ancorările și stâlpii care nu mai susțin catenare

Lucrări noi:

- se plantează stâlpi de beton și ancore prefabricate pe varianta de traseu provizorie proiectată de racordare a firului 1 proiectat cu firul 2 existent (capătul Y)
- se plantează stâlpi de beton și ancore prefabricate, pentru realizarea catenarei aferentă diagonalei provizorii proiectată dintre firul 1 proiectat și firul 2 proiectat (capătul Y) ;
- se plantează provizoriu stâlpi de beton la 4m de traversele rigide proiectate din capetele stației și se echipează cu console pentru susținerea catenarei firului 2 (linia c.f. III);
- se plantează stâlpii, ancorele și traversele rigide noi pentru catenara aferentă liniilor c.f. proiectate 4 și III;
- se montează catenara aferentă variantei de traseu provizorie proiectată de racordare a firului 1 proiectat cu firul 2 existent (capătul Y);
- se montează catenara aferentă diagonalei provizorii din capătul Y;
- se execută catenara aferentă liniei c.f. directe III proiectate (zonele IIIa, IIb, IIIc, IIId, IIle și IIIf), se execută catenara aferentă liniei c.f. abătute proiectate 4;

- Faza II

Lucrările din faza II sunt aferente firului 1 de circulație, respectiv liniile c.f. proiectate 1 și II. În capătul Y al stației se va realiza și linia care face legătura cu vechiul traseu al firului 1 Câmpuri Surduc - Zam. Aceste lucrări constau în:

Demontări:

- demontarea în totalitate a catenarelor aferente liniilor c.f. existente II și 1;
- se demontează toate ancorările și stâlpii care nu mai susțin catenare;

Lucrări noi:

- se plantează stâlpii, ancorele și traversele rigide noi pentru susținerea catenarei aferente liniilor c.f. proiectate I, 4 și diagonalelor din capetele stației;
- se execută catenara aferentă liniei c.f. directe proiectate II (zonele IIa, IIb, IIc și II d);
- Se execută catenarele aferente liniilor c.f. abătute proiectate 1 și liniei care face legătura cu vechiul traseu al firului 1 Câmpuri Surduc - Zam;
- Se demontează stâlpii provizorii din faza 1;
- Se montează catenara aferentă zonei IIe;
- Se execută catenarele aferente diagonalelor liniilor c.f. directe II și III din capetele stației: Dx1, Dx2, Dy1, Dy2 și Dy3;

4. Linia curentă Câmpuri Surduc - Gurasada.

Se reabilitează linia de contact de pe ambele fire de circulație.

Linia de contact proiectată are următoarele caracteristici:

- Suspensia catenară este de tip complet compensat;
- Suspensia catenară este susținută pe stâlpi independenți;
- Stâlpii de susținere sunt metalici tip H;

Lucrările se vor realiza pe câte un fir de circulație cu eventuale racordări provizorii la liniile din stațiile adiacente.

5. Linia curentă Ilteu – Zam – Câmpuri Surduc

Principalele lucrări la linia de contact actuală, care rămâne în afara Coridorului IV pan-european după realizarea lucrărilor de reabilitare și care va rămâne deschisă circulației feroviare ca linie c.f. simplă electrificată, racordată la ambele capete la coridor, sunt:

Demontări:

- demontarea catenarei existentă aferentă firului 2 pe tronsonul Ilteu - Zam;
- demontarea catenarelor existente aferente liniilor abătute 4 și 5 în stația Zam;
- demontarea catenarei existentă aferentă firului 2 pe tronsonul Zam – Câmpuri Surduc;

Lucrări noi:

Lucrările sunt aferente stației Zam.

- se plantează ancoră prefabricată, se secționează catenara existentă a diagonalei din capătul X și se ancorează rigid;
- se plantează ancoră prefabricată, se secționează catenara existentă IIIa a firului 2 și se ancorează complet compensat în capătul X;

- se plantează ancoră prefabricată, se secționează catenara existentă IIIb a firului 2 și se ancorează complet compensat în capătul Y;
- se plantează 2 ancore prefabricate și se montează mediana catenarei firului 2 existent;

Reabilitarea instalațiilor liniei de contact se face prin:

- înlocuirea tuturor elementelor de sprijin (stâlpi și ancore) cu stâlpi noi și ancore la nivel și supraînălțate,
- înlocuirea tuturor elementelor de susținere și fixare (armături, console, fixatori, ancorări, etc.),
- înlocuirea tuturor conductoarelor catenarei,
- construirea de zone neutre pentru circulația fără restricții și a ramelor electrice.

La reabilitarea liniei de contact s-au utilizat soluții îmbunătățite care vor permite obținerea unui captaj optim al curentului electric de către pantograf, astfel :

- limitarea lungimii zonei de ancorare în zonele cu vânt puternic și curbe cu raze mai mici de 700 m,
- creșterea forței de întindere în conductoare la 1200 daN în firul de contact, respectiv 1200 daN în cablul purtător,
- reducerea maselor concentrate pe firul de contact prin utilizarea unor cleme de prindere suple, a fixatorilor de aliaj de aluminiu, etc.
- adoptarea valorilor recomandate de maxim 15 m ca diferență dintre două deschideri adiacente.

Soluțiile propuse contribuie la creșterea siguranței în exploatare și reducerea lucrărilor de întreținere, prin utilizarea:

- troliilor din aliaj de aluminiu, cu autoblocare, la ancorările complet compensate
- clemelor de fixare cu îmbinare fără șuruburi
- pendulelor simple, reglabile, de tipul „prin care circula curentul” conform SR EN 50119, din cablu de bronz care asigură, pe lângă o bună comportare mecanică, o legătură electrică fermă prin intermediul unor bucle din cablu de bronz prins prin sertizare de clemele de pe firul de contact
- izolatoarelor compozite cu clasa/nivelul de izolație 52 kV
- consolelor simple izolate cu tirant orizontal, cu posibilitatea de reglare a poziției cablului purtător fixat sub tirant, pe orizontală
- traverselor rigide de tip Vierendeel, cu eclise sudate, care permit o întreținere ușoară, datorită accesului ușor la toate laturile elementelor
- îmbinărilor filetate executate din oțel inoxidabil până la M12, inclusiv

Caracteristicile liniei de contact complet compensate sunt următoarele:

1. Stâlpii liniei de contact vor fi în totalitate metalici, din oțel, de tip H, atât cei care vor susține console simple izolate cât și cei care vor susține traverse rigide. Stâlpii pentru consolele peste două linii vor fi alcătuiți din două profile H juxtapuse, sudate. Stâlpii din zona peroanelor (cu distanța între linii mai mare de 10 m) vor fi metalici din profile U240 sudate între ele.
2. Ancorele supraînălțate și ancorele la nivel vor fi confecționate din profile de oțel.
3. În linie curentă și pe liniile din stații fundațiile stâlpilor H vor fi de tip beton monolit, iar în zona macazelor se vor prevedea fundații din beton armat, cu buloane pe care se vor monta stâlpii H cu placă de bază. La pichetarea la teren a stâlpilor se vor stabili stâlpii care se vor monta pe fundații cu buloane.
4. Lungimea maximă a zonei de ancorare va fi de 1200 m pentru liniile curente și liniile directe din stație, lungime ce se va reduce funcție de condițiile climatice ale

- zonei și raza curbelor. Pentru liniile secundare lungimea maximă a zonei de ancorare va fi de 1600 m.
5. Joncțiunile cu secționare se vor realiza în 4 deschideri în aliniament și în 5 deschideri în curbă, iar joncțiunile fără secționare se vor desfășura în 3 deschideri în aliniament și în 4 deschideri în curbă.
 6. Zonele neutre se vor realiza astfel încât, indiferent de modul de tracțiune utilizat de operatorii de tracțiune (locomotive sau rame electrice cu tracțiune simplă sau dublă) să nu fie șuntate simultan de pantografele ridicate.
 7. Înălțimea nominală a firului de contact (inclusiv la pasajele la nivel) va fi 5500 mm, înălțimea minimă a firului de contact va fi 5150 mm, iar înălțimea maximă va fi 6500 mm.
 8. Înălțimea constructivă normală a catenarei (distanța dintre firul de contact și cablul purtător) va fi 1400 mm, la suport.
 9. Săgeata firului de contact în deschidere va fi de regulă 1‰.
 10. Panta firului de contact din liniile curente și liniile directe din stațiile CF va fi de 2‰ cu racordări de 1‰. Pentru restul liniilor va fi conform SR EN 50119.
 11. Zig-zagul firului de contact va fi de maximum ± 200 mm în aliniament și de maximum 250 mm în curbă, spre exteriorul curbei. Cu justificare tehnică se admit în curbe valori de până la maximum 300 mm. În joncțiuni și în zonele neutre se admit valori diferite ale zig-zagului pentru firele de contact inactive.
 12. Deplasarea maximă orizontală a firului de contact în deschidere sub acțiunea vântului va fi de 400 mm.
 13. Ancorările complet compensate vor fi comune, cu troliu din aliaj de aluminiu cu raportul de multiplicare $i = 3$, cu sistem de blocare a căderii contragreutăților cât și a limitării căderii catenarei. Contragreutățile vor fi din beton când distanța dintre linii permite și din fontă când gabaritul este redus. Ancorările semicompenstate vor fi realizate, de asemenea, cu troliu.
 14. Consolele simple izolate vor fi confecționate din țevă de oțel zincată termic, cu tirant orizontal având același diametru cu contrafișa, și cu șaua montată sub tirant. Posibilitatea de reglaj în plan orizontal a poziției cablului purtător este ± 250 mm.
 15. Portfixatoarele vor fi executate din țevă de oțel zincată termic. Portfixatorul va fi legat de contrafișă cu o bară de rigidizare.
 16. Fixatoarele de pe liniile curente și directe din stații vor fi executate din țevă de aliaj de aluminiu, iar cele de pe liniile abătute și de pe diagonale se vor confecționa din țevă de oțel zincată termic. Ridicarea firului de contact la suport la viteza maximă va fi considerată 120 mm, iar ridicarea maximă a fixatorului, permisă de sistemul de fixare va fi de 240 mm, conform SR EN 50119.
 17. Traversile rigide vor avea o construcție de tip Vierendeel, cu montanții constituiți din eclise sudate. Pintenii montați pe traversile rigide vor fi executați din țevă de oțel pătrată. Tipodimensiunile traverselor rigide utilizate vor trebui supuse de către constructor, spre aprobare, beneficiarului.
 18. Consolele peste două linii c.f. vor fi confecționate din țevă de oțel pătrată.
 19. Lungimea minimă a pendulei simple va fi 300 mm. Distanța nominală dintre două pendule simple consecutive este 9 m.
 20. Izolatoarele liniei de contact (consolă, ancorare etc) vor fi de tip compozit.
 21. Izolatoarele de secționare pentru liniile curente și directe din stații vor fi cu izolatoare inserate de tip compozit, și vor fi realizate pentru viteze de circulație de minimum 100 km/h.

22. Acele aeriene vor fi, de regulă, de tipul neintersectat între liniile directe și diagonale și între liniile directe și primele linii în abatere. Acele aeriene dintre celelalte linii abătute pot fi și de tipul intersectat.
23. Legăturile electrice longitudinale se vor poziționa la console.
24. Deschiderea maximă va fi de 58.5 m, deschidere impusă de condițiile meteo – climatice specifice tronsonului de linie c.f.. De regulă, deschiderile vor fi calculate cu un modul de -4,5 m, pornind de la deschiderea maximă. Alte deschideri sunt acceptate în cazuri de excepție, pentru care se va propune spre aprobare pendulajul aferent. Diferența maximă de lungime dintre două deschideri adiacente va fi de 15 m pe liniile directe și curențe din stațiile CF.
25. Catenara va trece liber pe sub pasajele superioare noi. Se interzice plantarea stâlpilor sub lucrările de artă.
26. Pe aceeași zonă de ancorare nu se vor inseria mai mult de două izolatoare de secționare.
27. Ancorarea mediană pentru catenara complet compensată, pe lângă fixarea cosolei de stâlpii adiacenți prin ramuri de cablu, va fi suplimentată cu câte o ramură de cablu care va lega firul de contact de cablul purtător în ambele direcții de la stâlpul median.
28. Stâlpii și ancorele noi se vor planta la un gabarit de 3 m, gabarit ce poate fi redus, numai cu aprobarea beneficiarului, până la 2,2 m în stații sau 2,5 m în linii curențe în aliniament. În curbe la aceste valori minime se adaugă sporurile de curbă iar unde este cazul și sporurile de supraînălțare.
29. Trecerea de la linie de contact nouă cu înălțimea nominală a firului de contact de 5500 mm la liniile de contact existente cu înălțimea de 5750 mm se va realiza prin creșterea înălțimii firului de contact cu pante conforme cu SR EN 50119 (exemplu linia Simeria – Petroșani).
30. Liniile directe vor fi secționate față de abătute, cu excepția cazului în care există o singură linie abătută. De asemenea, diagonalele dintre liniile directe din stații vor fi secționate.

4. PLANȘELE CARE GUVERNEAZĂ LUCRAREA

1. Stația Ilteu (PT.02.06.16.LC.001 ÷ 004)
2. Intervalul Ilteu – Câmpuri Surduc (PT.02.06.17.LC.001 ÷ 009)
3. Stația Câmpuri Surduc (PT.02.06.18.LC.001 ÷ 004)
4. Intervalul Câmpuri Surduc - Gurasada (PT.02.06.19.LC.001)

5. OPERAȚII DE EXECUTAT

Se vor derula următoarele lucrări:

- demontarea catenarelor vechi. Conductoarele existente vor fi înfășurate pe tambur la lungimea lor reală și se vor preda beneficiarului;
- demontarea elementelor de fixare și susținere vechi;
- scoaterea stâlpilor și ancorelor vechi și umplerea gropilor acestora cu pamânt rezultat din excavațiile din șantier, pământ care se va compacta. Stâlpii și fundațiile demontate se vor transporta în depozitele precizate de beneficiar (CFR), depozite dotate

cu instalații de spargere a betoanelor, în vederea recuperării materialelor re folosibile sau casabile în conformitate cu prevederile OG nr.32/2007 și predarea acestora la beneficiar. Se interzice spargerea betoanelor în afara depozitelor prevăzute cu concasoare și instalații de protecție a mediului;

- pichetarea stâlpilor și fundațiilor. Se va evita pichetarea pe același amplasament cu elementele vechi;
- săparea gropilor pentru fundații; Se va acorda o deosebită atenție săpăturii mecanizate pe prima porțiune a lucrării pentru a se evita distrugerea/deteriorarea geogrilului/geotextilului. În acest scop, după atingerea adâncimii la care se află stratul geotextil se va ridica foreza, se va decupa cu grijă geotextilul, după care se va continua forarea până la adâncimea de fundare corespunzătoare tipului de fundație.
- poziționarea stâlpilor și ancorelor în gropile de fundații. Stâlpii se vor poziționa cu ajutorul unor dispozitive de tip trepied, cu o contrasăgeată care va compensa acțiunea încărcărilor permanente;
- turnarea betonului în gropile de fundații. Turnarea betonului se va face mecanizat, cu un utilaj specializat, iar betonul va fi produs de o unitate autorizată de Inspectoratul de Stat în Construcții. Turnarea betonului nu se va efectua la o temperatură mai mică de 5 °C;
- după minimum 10 zile se va putea trece la echiparea stâlpilor cu armăturile pentru console, ancorări și traverse rigide, iar apoi, treptat, la montarea consolelor izolate în armături. Consolele se vor bloca în poziția perpendiculară pe linia c.f. și vor fi echipate cu role de derulare a conductoarelor; simultan se vor monta și bridele pentru conductorul colector și (dacă este cazul pe firul de circulație respectiv) consolele pentru cablul de fibră optică;
- după încheierea întăririi betonului se vor monta și traversele rigide.
- la capetele zonei de ancorare se montează dispozitivele de ancorare, în unul din aceste dispozitive se leagă cablul purtător și firul de contact (împreună sau separat) și se derulează spre celălalt capăt al zonei de ancorare. Pe parcurs, aceste conductoare se sprijină pe rolele de derulare de la fiecare support. Derularea conductoarelor se va executa cu un utilaj specializat, menținându-se constantă forța de întindere din acestea (la valoarea apropiată celei din exploatare) în tot timpul derulării, chiar și în staționare;
- după legarea conductoarelor la dispozitivul de ancorare opus, acesta se va încărca cu contragreutăți astfel încât forța de întindere să aibă valoarea 1,25 forța din exploatare, forța care se va menține minimum 48 ore, pentru relaxare și consumarea fluajului;
- introducerea cablului purtător în șei și realizarea pendulajului;
- montarea legăturilor electrice;
- reglarea zig-zagurilor, a poziției consolelor și legăturilor electrice în lungul căii și a dispozitivelor de ancorare;
- verificarea geometriei liniei de contact prin măsurarea următorilor parametri: zig-zagul și înălțimea firului de contact, abaterea cablului purtător la suport, înălțimea constructivă, gabaritul stâlpilor și ancorelor și deschiderile (distanța dintre stâlpi/suport) ;
- indicatoarele pentru linia de contact (ex. sfârșitul liniei de contact, etc) se vor monta pe suporturi separați, în catenară sau pe stâlpii LC;
- verificarea calității contactului pantograf fir de contact cu drezina-pantograf, cu linia de contact scoasă de sub tensiune, prin:
 - o verificarea vizuală a preluărilor la joncțiuni și ace aeriene și măsurarea înălțimii și zig-zagului la circulația drezinei cu viteze de circa 20 km/h și presiune scăzută a pantografului pe firul de contact;

- verificarea vizuală a preluărilor la joncțiuni și ace aeriene și măsurarea înălțimii și zig-zagului la circulația drezinei cu viteze de circa 40 km/h și presiune maximă (90 N) a pantografului pe firul de contact; diferența de înălțime dintre cele două măsurători va fi analizată și interpretată.
 - verificarea izolației electrice și verificarea continuității catenarei. Testele de continuitate și verificare a izolației electrice se fac după execuția lucrărilor de linie de contact, înainte de punerea în funcție, pentru fiecare grupă electrică: uzual câte două pe linii curente, în stații corespunzător numărului de grupe electrice, sau după finalizarea unei faze de lucrări la linia de contact;
 - verificarea calității captajului electric conform standardelor în vigoare, cu linia de contact scoasă / sub tensiune, cu utilaj specializat, la viteza maximă permisă de linia CF. Această verificare se va face pe întreaga catenară, în cadrul recepției la terminarea lucrărilor pentru intregul proiect.
- Conform reglementărilor în vigoare, toate lucrările pe linia CF electrificată în funcțiune, sau care necesită scoaterea de sub tensiune și legarea ei la pământ se face cu asistența reprezentantului beneficiarului. Pentru acest lucru Antreprenorul trebuie să includă în oferta sa costurile pentru asistența tehnică de specialitate, în vederea asigurării electrosecurității pentru personal și utilaje.

6. MĂSURI DE SIGURANȚĂ, SĂNĂTATE ÎN MUNCĂ ȘI PSI

Baza legală românească pentru planul de siguranță și sănătate este reprezentată de **Legea 319/2006** privind securitatea și sănătatea în muncă, HG nr. 300/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru șantierele temporare sau mobile, aliniate la cerințele UE pentru privind securitatea și sănătatea în muncă. Alte reglementări specifice referitoare la siguranță și sănătate, valabile la data întocmirii acestui plan în România sunt cel puțin:

- HGR nr. 1425/2006 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor legii nr. 319/2006;
- HG 971/2006 - privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau sănătate la locul de muncă;
- OUG 195/2002 – Ordonanță de Urgență privind circulația pe drumurile publice;
- Ordonanța Guvernului nr. 41/1997 - privind aprobarea regulamentului de transport pe calea ferată din România;
- CM – Codul Muncii - legea nr. 53/2006.
- OHSAS 18001:2004: Sisteme de management al sănătății și securității ocupaționale. Specificație;
- OHSAS 18002:2004: Sisteme de management al sănătății și securității ocupaționale. Linii directoare pentru implementarea OHSAS 18001.
- Norme generale de protecția muncii NGPM/2002 aprobate prin ordinul Ministerului Muncii și Solidarității Sociale nr. 508 din 20 noiembrie 2002 și al Ministerului Sănătății și Familiei nr. 933 din 25 noiembrie 2002;
- NSPM 107/2000 - norme specifice de protecția muncii pentru transportul pe calea ferată;
- Norme de protecție a muncii specifice activității de construcții-montaj pentru transporturi feroviare, rutiere și navale, capitole nr. 3, 4, 9, 10 și 25, subcapitole A și B;

- Norme de protecție a muncii - electrificare, centralizare, telecomandă, NPM/I - CF, capitole III și VI;
- Normele generale de prevenire și stingere a incendiilor;
Precum și alte norme și reglementări specifice.

Măsurile organizatorice și de protecție a muncii cuprind:

- responsabilități în pregătirea lucrărilor;
- îndeplinirea formelor de lucru;
- admiterea la lucru;
- controlul și supravegherea formațiilor de lucru.

Deoarece lucrarea se execută în zona de influență a căii ferate electrificate se vor respecta cu strictețe:

- Normativ pentru protecția împotriva influențelor căilor ferate electrificate monofazat 25kV, 50Hz din 1977.
- Norme de protecție a muncii specifice activității de construcții-montaj pentru transporturi feroviare, navale
- Norme de protecție a muncii - electrificare, centralizare, telecomandă, NPM/I-CF;
- Norme de protecție a muncii - întreținerea căii, NPM/L - CF.

Întrucât lucrările se execută în zona de influență a căii ferate electrificate, se impun următoarele recomandări:

1. Lucrările prezentate în documentație se vor realiza de unități de construcții abilitate și specializate în acest tip de activitate. Personalul care participă la executarea acestor categorii de lucrări este obligat să cunoască și să respecte prevederile din "Norme de protecție a muncii specifice activității de construcții-montaj pentru transporturi feroviare, rutiere și navale", cap. 25, subcap. A "Dispoziții generale".

2. Personalul șantierului, va fi instruit conform "Normelor de protecție a muncii specifice activității de construcții-montaj pentru transporturi feroviare, rutiere și navale", astfel:

- privind obligațiile și răspunderile personalului muncitor, conform cap. 3;
- privind mijloacele individuale de protecție, conform cap. 4;
- privind lucrul în zona căii ferate electrificate, conform cap. 10.

3. Personalul participant la aceste categorii de lucrări, își va însuși și respecta prevederile stabilite pentru lucru pe calea ferată electrificată, fiind interzis a se lucra cu personal neautorizat.

4. Utilajele acționate electric sau mecanic se protejează prin legare la prizele de pământ construite în acest scop.

Personalul ce execută lucrări la linia c.f. va fi dotat cu mănuși și încălțăminte electroizolante verificate PRAM, care se vor examina obligatoriu, cu atenție, înainte de folosire. Se interzice utilizarea acestora când prezintă tăieturi, găuri, fisuri.

Înainte de repunerea sub tensiune a liniei de contact se vor verifica măsurile de protecție aferente instalațiilor fixe de tracțiune electrică și protecția prin legare la pământ a celorlalte instalații metalice aflate în zona de influență.

Măsurile de protecție a muncii prezentate nu sunt limitative.

7.PROTECȚIA MEDIULUI

În perioada de execuție a lucrărilor, *constructorul* este obligat să ia toate măsurile pentru:

- respectarea deciziei de încadrare emisă de autoritatea competentă pentru protecția mediului, respectiv **Agencia pentru Protecția Mediului Arad**;
- reducerea poluanților emiși la funcționarea mijloacelor de transport și a utilajelor ce urmează a fi folosite prin efectuarea, la începerea lucrărilor și periodic, a reviziei tehnice;
- menținerea calității aerului în zonele protejate, conform Ordinului nr.592/2002 pentru aprobarea "Normativului privind stabilirea valorilor limită, a valorilor de prag și a criteriilor și metodelor de evaluare a dioxidului de sulf, dioxidului de azot și oxizilor de azot, pulberilor în suspensie (PM10 și PM2,5), plumbului, benzenului, monoxidului de carbon și ozonului în aerul înconjurător", completat cu Ordinul nr. 27/2007 pentru modificarea și completarea unor ordine care transpun acquisul comunitar de mediu și STAS 12574-87 – „Aer în zonele protejate. Condiții de calitate”;
- eliminarea pericolului contaminării cu produse petroliere a solului și implicit a apei subterane, prin efectuarea schimburilor de ulei de la utilaje în stații speciale;
- protecția apei de suprafață și subterane prin respectarea prevederilor Legii nr. 107/1996 - Legea apelor” cu modificările și completările ulterioare.
- eliminarea pierderilor de material (lapte de ciment) care pot duce la alcalinitatea apei prin efectuarea cu atenție a operațiilor de turnare a betoanelor pentru fundații;
- eșalonarea cât mai eficientă a lucrărilor de execuție astfel încât nivelul de zgomot exterior să se mențină în limitele prevăzute de STAS 1000988 “Acustica urbană. Limite admisibile ale nivelului de zgomot”, Ord. 536/1997 pentru aprobarea “Normelor de igienă și a recomandărilor privind mediul de viață al populației”, Ord. 152/558/1.119/532 pentru aprobarea Ghidului privind adoptarea valorilor limită și a modului de aplicare a acestora atunci când se elaborează planurile de acțiune, pentru indicatorii Lzsn și Lnoapte, în cazul zgomotului produs de traficul rutier pe drumurile principale și în aglomerări, traficul feroviar pe căile ferate principale și în aglomerări, traficul aerian pe aeroporturile mari și/sau urbane și pentru zgomotul produs în zonele din aglomerări unde se desfășoară activități industriale prevăzute în anexa nr. 1 la Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 152/2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 84/2006; în proiect s-au prevăzut panouri fonoabsorbante în zonele populate și cu nivele de zgomot peste limite;
- gestionarea corespunzătoare a deșeurilor rezultate conform H.G nr. 856/2002 – “Hotărâre privind evidența gestiunii deșeurilor și pentru aprobarea listei cuprinzând deșeurile, inclusiv deșeurile periculoase” completată cu Hotărârea nr. 210/2007 pentru modificarea și completarea unor acte normative care transpun acquisul comunitar în domeniul protecției mediului și Legii 426/2001 pentru aprobarea “Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 78/2000 privind regimul deșeurilor”, prin selectarea și colectarea pe tipuri de deșeuri în locuri amenajate, recuperarea deșeurilor re folosibile și valorificarea acestora (prin integrarea, în măsura posibilităților la alte lucrări), respectiv eliminarea periodică a deșeurilor neutilizabile prin contract cu firme specializate;

- asigurarea unui sistem de gestionare a materialelor necesare execuției lucrărilor în condiții corespunzătoare (gospodărirea materialelor de construcție se va face numai în limitele terenului deținut de proprietar, fără a deranja vecinătățile);
- respectarea zonelor de protecție ale conductelor și rețelelor ce traversează amplasamentul lucrării, precum și condițiile impuse prin avizele obținute;
- evacuarea din vecinătatea amplasamentului lucrării a tuturor materialelor rămase în urma execuției;
- readucerea terenurilor afectate de lucrări la starea inițială.

În perioada de exploatare, impactul asupra factorilor de mediu se estimează a fi favorabil/pozitiv ca urmare a lucrărilor proiectate și realizate în conformitate cu legislația de protecție a mediului în vigoare.

Conform Ord. 135/2101 privind aprobarea „Metodologiei de aplicare a evaluării impactului asupra mediului pentru proiecte publice și private”, la finalizarea proiectului, autoritatea competentă pentru protecția mediului efectuează un control de specialitate pentru verificarea respectării prevederilor deciziei etapei de încadrare și a acordului de mediu. Verificarea se finalizează cu întocmirea unui proces-verbal care se anexează și face parte integrantă din procesul-verbal de recepție la terminarea lucrărilor.

În breviarul anexat memoriului tehnic sunt prezentate câteva exemple de calcul pentru principalele elemente ale liniei de contact.

Întocmit

Ing. Marian POPA



Verificat

Ing. Ovidiu ROMAN



ANEXA LA MEMORIU TEHNIC LINIE DE CONTACT

BREVIARE DE CALCUL LC - EXEMPLU

1.1. Verificarea rezistenței conductoarelor catenarei (cablu purtător + fir de contact)

- Coeficientul de siguranță $C = R_c/R_e > C_a$, unde

R_c = rezistența la curgere a materialului

R_e = rezistența efectivă

C_a = coeficientul de siguranță admisibil

Pentru cablul purtător $C_a = 2,5$

Pentru firul de contact..... $C_a = 2,2$

Pentru stâlpi și structuri de oțel..... $C_a = 1,5$

1.1.1. Verificarea rezistenței cablului purtător tip Bz II 70

- Material – bronz cu magneziu ; pentru cupru $R_c \sim 0,83 R_r$, unde

R_r = rezistența la rupere, $R_r = F_r/A$, iar

F_r = forța minimă de rupere $F_r = 38,63 \text{ kN} = 38640 \text{ N}$ (vezi 4.2.4.a.)

A = secțiunea efectivă a conductorului $A = 65,81 \text{ mm}^2$

$R_r = 38640/65,81 = 587,1 \text{ N/mm}^2$; $R_c \sim 0,83 \times 587,1 = 487,3 \text{ N/mm}^2$

$R_e = N/A$, iar N = forța de întindere $N = 12 \text{ kN}$.

$R_e = 12000/65,81 = 182,3 \text{ N/mm}^2$; $C = 487,3/182,3 = 2,67 > 2,5$

1.1.2. Verificarea rezistenței firului de contact AC100

- Material – cupru cu înaltă rezistență mecanică (vezi 4.2.5.a)

$R_c = 310 \text{ N/mm}^2$; $A = 100 \text{ mm}^2$; $N = 12 \text{ kN}$

$R_e = 12000/100 = 120 \text{ N/mm}^2$; $C = 310/120 = 2,58 > 2,2$

1.2. Verificarea rezistenței stâlpilor de oțel

Stâlpii trebuie să satisfacă trei condiții :

1.2.1. Condiția de rezistență

Coeficientul de siguranță trebuie să fie mai mare de 1,5

1.2.2. Condiția de rigiditate la încovoiere

Săgeata stâlpului la nivelul firului de contact nu trebuie să depășească 100mm.

1.2.3. Condiția de rigiditate la torsiune

Unghiul de torsiune al stâlpului, la nivelul traversei de trecere superioare, nu trebuie să depășească 0,1 radian.

1.2.4. Condiția de rezistență

$C_o = R_c/R_e > 1,5$; $R_c = 235 \text{ N/mm}^2$, pentru calitatea de oțel S235JR, iar

$R_e = M_e/W_x \text{ [N/mm}^2]$, unde

M_e = momentul de încovoiere la baza stâlpului, produs de încărcările maxime ale conductoarelor, în situația cea mai defavorabilă.

W_x = modulul rezistent al secțiunii transversale a stâlpului, pe direcția perpendiculară pe linia c.f.

Aceste încărcări se obțin prin majorarea încărcărilor din exploatare cu coeficienți de siguranță parțiali, astfel :

Tipul încărcării		Coeficientul de siguranță parțial
Permanente	Favorabile	1.00
	Nefavorabile	1.35
Variabile	Favorabile	1.0
	Nefavorabile	1.5

Încărcările de exploatare se calculează în ipoteza “ vânt pe conductoarele acoperite cu gheață “. Datele de mediu corespunzătoare sunt cele precizate la 4.1.(Condiții de mediu) și anume :

Grosimea stratului de gheață..... $b = 16\text{mm}$

Greutatea specifică a gheții $\gamma = 0,75\text{ daN/dm}^3$

Presiunea dinamică a vântului pe conductoarele acoperite cu gheață..... $p = 13,1\text{ daN/m}$

Încărcările maxime ale conductoarelor se calculează astfel :

$F_{\max} = C_p \times F_{ev} \times L$, unde

F_{ev} = încărcarea unitară

L = deschiderea (distanța dintre stâlpi)

a. Încărcări unitare din greutatea conductoarelor acoperite cu gheață

Conductoarele susținute de stâlpii liniei de contact sunt :

- Cablul purtător, cu caracteristicile de la 4.2.4.a.
- Firul de contact, cu caracteristicile de la 4.2.5.a.
- Conductorul colector, cu caracteristicile :
 - diametrul.....13mm
 - greutatea.....0,37 daN/m
- Cablul de fibră optică, cu caracteristicile :
 - diametrul.....11mm
 - greutatea.....0,27 daN/m
- Cablul de pendulă simplă , cu caracteristicile de la 4.2.4.c.

Pentru un număr limitat de stâlpi trebuie luat în considerare și fiderul de alimentare, cu caracteristicile cuprinse în caietul de sarcini EA.

a.1. Încărcarea unitară favorabilă a cablului purtător

$g_{cpf} = 1,0(g_{cp} + 0,17g_{ps}) + 1,0\pi b[(b + d_{cp}) + 0,17(b + d_{ps})] \gamma / 10^3$ [daN/m], unde

g_{cp} = greutatea unitară a cablului purtător $g_{cp} = 0,61\text{ daN/m}$

g_{ps} = greutatea unitară a cablului de pendulă simplă $g_{ps} = 0,087\text{ daN/m}$

0.17 = proporția în care semigreutatea pendulelor simple afectează greutatea cablului purtător sau a firului de contact.

$d_{cp} = 10,5\text{ mm}$; $b = 16\text{mm}$; $\gamma = 0,75\text{ daN/dm}^3$

$g_{cpf} = 1,75\text{ daN/m}$

a.2. Încărcarea unitară nefavorabilă a cablului purtător

$$g_{cpn} = 1,35(g_{cp} + 0,17g_{ps}) + 1,5\pi b[(b + d_{cp}) + 0,17(b + d_{ps})] \gamma / 10^3 \text{ [daN/m]}$$

$$g_{cpn} = 2,54 \text{ daN/m}$$

a.3. Încărcarea unitară favorabilă a firului de contact

$$g_{fcf} = 1,0(g_{fc} + 0,17g_{ps}) + 1,0\pi b[(b + d_{fc}) + 0,17(b + d_{ps})] \gamma / 10^3 \text{ [daN/m]}$$

$$g_{fcf} = 2,09 \text{ daN/m}$$

a.4. Încărcarea unitară nefavorabilă a firului de contact

$$g_{fcf} = 1,35(g_{fc} + 0,17g_{ps}) + 1,5\pi b[(b + d_{fc}) + 0,17(b + d_{ps})] \gamma / 10^3 \text{ [daN/m]}$$

$$g_{fcf} = 2,97 \text{ daN/m}$$

a.5. Încărcarea unitară favorabilă a conductorului colector

$$g_{ccf} = 1,00g_{cc} + 1,0\pi b(b + d_{cc}) \gamma / 10^3 \text{ [daN/m]}, \text{ iar } g_{cc} = 0,37 \text{ daN/m și } d_{cc} = 13,4\text{mm}$$

$$g_{ccf} = 2,03 \text{ daN/m}$$

a.6. Încărcarea unitară nefavorabilă a conductorului colector

$$g_{ccn} = 1,35g_{cc} + 1,5\pi b(b + d_{cc}) \gamma / 10^3 \text{ [daN/m]}$$

$$g_{ccn} = 1,46 \text{ daN/m}$$

a.7. Încărcarea unitară favorabilă a cablului de fibră optică

$$g_{fof} = 1,0g_{fo} + 1,0\pi b(b + d_{fo}) \gamma / 10^3 \text{ [daN/m]}, \text{ iar } g_{fo} = 0,27 \text{ daN/m și } d_{fo} = 11\text{mm}$$

$$g_{fof} = 1,31 \text{ daN/m}$$

a.8. Încărcarea unitară nefavorabilă a cablului de fibră optică

$$g_{fon} = 1,35g_{fo} + 1,5\pi b(b + d_{fo}) \gamma / 10^3 \text{ [daN/m]}$$

$$g_{fon} = 1,89 \text{ daN/m}$$

b. Încărcări unitare din vânt pe conductoarele acoperite cu gheață

b.1 Încărcarea unitară a cablului purtător

$$h_{cp} = 1,5x_{ctc} \times \beta_c \times p[(d_{cp} + 2b) + 0,17(d_{ps} + 2b)] / 10^3 \text{ [daN/m]}, \text{ unde}$$

ctc = coeficient aerodinamic care ține cont de grosimea conductorului (împreună cu gheața)

$$d_{ps} = 4.5\text{mm diametrul pendulei simple}$$

$$ctc = 1,2$$

$$\beta_c = \text{coeficient de rafală ; } \beta_c = 1,6 \text{ pentru înălțimi ale conductorului până la 10m}$$

$$p = \text{presiunea dinamică a vântului, } p = 13,1 \text{ daN/m}^2 \text{ (vezi 4.1)}$$

$$h_{cp} = 1,83 \text{ daN/m}$$

b.2 Încărcarea unitară a firului de contact

$$h_{fc} = 1,5x_{ctc} \times \beta_c \times p[(d_{fc} + 2b) + 0,17(d_{ps} + 2b)] / 10^3 \text{ [daN/m]},$$

$$h_{fc} = 1,89 \text{ daN/m}$$

b.3 Încărcarea unitară a conductorului colector

$$h_{cc} = 1,5x_{ctc} \times \beta_c \times p(d_{cc} + 2b) / 10^3 \text{ [daN/m]},$$

$$h_{cc} = 1,71 \text{ daN/m}$$

b.4 Încărcarea unitară a cablului de fibră optică

$$h_{fo} = 1,5x_{ctc} \times \beta_c \times p(d_{fo} + 2b) / 10^3 \text{ [daN/m]},$$

$$h_{fo} = 1,63 \text{ daN/m}$$

c. Scheme de încărcare

C.1 Stâlp independent, cu o consolă în aliniament, deschiderea $L = 54\text{m}$, zig-zag $Z = 0,2\text{m}$ spre stâlp (fig 1), vântul suflă spre linia c.f.

$H_{cp} = H_{zcp} + H_{vcp}$, iar

$H_{zcp} = 1,35 \times T \times 4 \times Z / L$, unde

$T = 1200 \text{ daN}$ (forța de întindere a cablului purtător)

$H_{zcp} = 24 \text{ daN}$

$H_{vcp} = h_{cp} \times L = 98,82 \text{ daN}$

$H_{cp} = 123 \text{ daN}$

$H_{fc} = H_{zfc} + H_{vfc}$, $H_{zfc} = H_{zcp} = 24 \text{ daN}$

$H_{vfc} = h_{fc} \times L = 1,89 \times 54 \sim 86 \text{ daN}$

$H_{fc} = 126 \text{ daN}$

$H_{cc} = H_{vcc} = 1,71 \times 54 \sim 92 \text{ daN}$

$H_{fo} = H_{vfo} = 1,63 \times 54 \sim 88 \text{ daN}$

Greutatea nefavorabilă a suspensiei

$G_{sn} = (2,54 + 2,97) \times 54 \sim 298 \text{ daN}$

Greutatea nefavorabilă a consolei

$G_{cn} = 1,35 \times 50 = 67,5 \text{ daN}$

Greutatea favorabilă a conductorului colector

$G_{ccf} = 1,46 \times 54 \sim 79 \text{ daN}$

Greutatea favorabilă a cablului de fibră optică

$G_{fof} = 1,31 \times 54 \sim 71 \text{ daN}$

Rezultanta acțiunii vântului pe stâlp

$H_p = 1,5 \times p \times 8,5 \times 0,2 = 40 \text{ daN}$

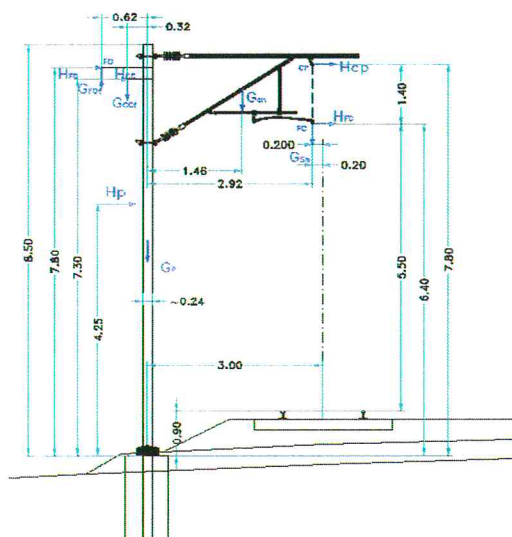


Fig.1

$$M_e = 7,8H_{fo} + 7,3H_{cc} - 0,62G_{fof} - 0,32G_{ccf} + 7,8 H_{cp} + 6,4H_{fc} + 2,92G_{sn} + 1,46G_{cn} + 40 \times 4,25 = 4191,6 \text{ daN.m} \sim 419160 \text{ daN.cm}$$

Alegem o secțiune HEA 200 cu caracteristicile : $I_x = 3692 \text{ cm}^4$, $W_x = 389 \text{ cm}^3$, $g_p = 42,3 \text{ kg}$

$$G_p = 1,35 \times 10,6 \times 42,3 \times 0,981 = 594 \text{ daN}$$

1. - Determinarea coeficientului de siguranță

$$R_e = 419160 / 389 = 1077 \text{ daN/cm}^2 = 107 \text{ N/mm}^2$$

$$C_o = 235 / 107,7 = 2,18 > C_a = 1,5$$

2. Elementele de calcul pentru fundația stâlpului.

2.1. Suma forțelor verticale în axa stâlpului

$$V = 71 + 79 + 594 + 67,5 + 298 \sim 1110,5 \text{ daN} = \underline{11 \text{ kN}}$$

2.2. Suma forțelor tăietoare la nivelul fundației

$$H = 92 + 88 + 40 + 123 + 126 \sim 469 \text{ daN} = \underline{4,7 \text{ kN}}$$

2.3. Momentul de încovoiere la baza stâlpului

$$Me = 419160 \text{ daN.cm} = \underline{41,9 \text{ kN.m}}$$

C.2. Stâlp de ancorare mediană, cu o consolă, în interior curbă cu raza $R = 750 \text{ m}$, deschiderea $L = 49,5 \text{ m}$ (fig 2), vântul suflă spre stâlp

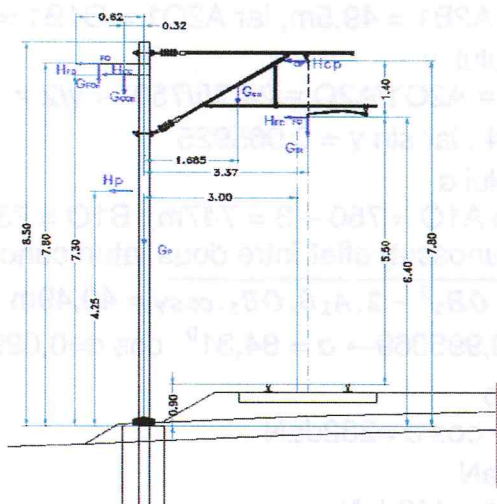


Fig.2

$$H_{cp} = H_{rcp} + H_{amcp} + H_{vcp}$$

$$H_{rcp} = 1,35 \cdot T \cdot L / R = 1,35 \times 1200 \times 54 / 750 \sim 117 \text{ daN}$$

Pentru calculul H_{amcp} să examinăm figura 3.

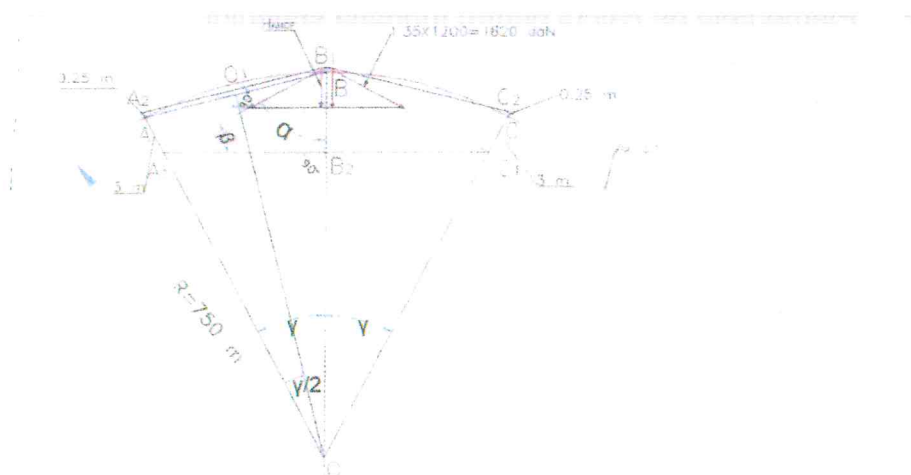


Fig.3

În triunghiul OA2B1 avem A2B1 = 49,5m, iar A2O1 = O1B1 = 24,75m

Determinarea unghiului γ

$$\gamma = 2 \cdot \gamma/2 ; \sin \gamma/2 = A2O1/A2O = 24,75/750 \rightarrow \gamma/2 = 1,89^\circ, \text{ iar } \gamma = 3,78^\circ,$$

$$\cos \gamma = 0,997824, \text{ iar } \sin \gamma = 0,065925$$

Determinarea unghiului α

În triunghiul A1OB1 avem A1O = 750 - 3 = 747m ; B1O = 750 + 0,25 = 750,25m. A1B1 este latura opusă unghiului γ (cunoscut) aflat între două laturi cunoscute, deci :

$$A1B1 = \sqrt{A1O^2 + OB1^2 - 2 \cdot A1O \cdot OB1 \cdot \cos \gamma} = 49,49m$$

$$\sin \alpha = \frac{A1O \cdot \sin \gamma}{A1B1} = 0,995069 \rightarrow \alpha = 84,31^\circ \quad \cos \alpha = 0,099146$$

Determinarea Hamcp

$$Hamcp = 2 \cdot 1620 \cdot \cos \alpha = 232daN$$

$$Hvcp = hcp \cdot L = 91daN$$

$$Hcp = 117 + 232 + 91 = 440daN$$

$$Hfc = Hrfc + Hvfc ; Hrfc = Hrcp = 117daN ; Hvfc = hfc \cdot L = 94daN$$

$$Hfc = 211daN$$

$$Hfo = Hrfo + Hvfo ; Hrfo = 1,35 \cdot Tfo \cdot L/R ; Tfo = 400daN ; Hrfo \sim 36daN ; Hvfo = hfo \cdot L \sim 81daN ; Hfo = 117daN$$

$$Hcc = Hrcc + Hvcc ; Hrcc = 1,35 \cdot Tcc \cdot L/R ; Tcc = 800daN ; Hrcc \sim 72daN ; Hvcc = hcc \cdot L = 81daN$$

$$Hcc = 153daN$$

$$Gcf = 50daN ; Gsf = (gcpf + gfcf)L = (1,75 + 2,09)49,5 \sim 190daN$$

$$Gfon = gfon \cdot L = 1,89 \cdot 49,5 \sim 94daN$$

$$Gccn = gccn \cdot L = 2,16 \cdot 49,5 \sim 107daN$$

$$Hp = 1,5 \cdot 8,5 \cdot 0,24 \cdot 13,1 \sim 40daN$$

$$Me = 117 \times 7,8 + 153 \times 7,3 + 94 \times 0,62 + 107 \times 0,32 + 40 \times 4,25 + 440 \times 7,8 + 211 \times 6,4 - 190 \times 3,37 - 50 \times 1,685 \sim 6349,8daN.m = 634980daN.cm$$

Alegem o secțiune HEA 240 cu caracteristicile :

$$Ix = 7763 \text{ cm}^4 ; Wx = 675 \text{ cm}^3 ; gp = 60,3 \text{ kg/m} ; Gp = 1,35 \times 10,6 \times 60,3 \times 0,981 = 846daN$$

$$Re = Me / Wx \sim 941 \text{ daN/cm}^2 = 94,1 \text{ N/mm}^2$$

1. Determinarea coeficientului de siguranță

$$Co = 235/94,1 = 2,5 > Ca = 1,5$$

2. Elementele de calcul pentru fundația stâlpului.

2.1. Suma forțelor verticale în axa stâlpului

$$V = 94 + 107 + 846 + 50 + 190 \sim 1287 \text{ daN} = \underline{12,87 \text{ kN}}$$

2.2. Suma forțelor tăietoare la nivelul fundației

$$H = 117 + 153 + 40 + 440 + 211 \sim 961 \text{ daN} = \underline{9,61 \text{ kN}}$$

2.3. Momentul de încovoiere la baza stâlpului

$$Me = 6349,8 \text{ daN.cm} = \underline{63,5 \text{ kN.m}}$$

C.3. Stâlp intermediar (trecere la ancorare) în joncțiune cu secționare, aliniament, deschiderea L = 49,5 ; vântul bate spre cale (fig.4)

$$H_{fo} = H_{vfo} = 1,63 \cdot 49,5 \sim \underline{81 \text{ daN}}$$

$$G_{fo} = \underline{94 \text{ daN}}$$

$$H_{cc} = H_{vcc} = 1,71 \cdot 49,5 \sim \underline{85 \text{ daN}}$$

$$H_p = \underline{40 \text{ daN}}$$

$$H_{cp2} = 1,35 \cdot T \cdot 4 \cdot Z_2 / 2L + 1,35 \cdot T \cdot 3,77 / L + H_{vcp} = 1,35 \cdot 1200 \cdot 4 \cdot 0,65 / 2 \cdot 49,5 + 1,35 \cdot 1200 \cdot 3,77 / 49,5 + 1,83 \cdot 49,5 = \underline{256 \text{ daN}}$$

$$H_{cp1} = 1,35 \cdot T \cdot 4 \cdot Z_1 / 2L + H_{vcp} = 1,35 \cdot 1200 \cdot 4 \cdot 0,15 / 2 \cdot 49,5 + 1,83 \cdot 49,5 = \underline{100 \text{ daN}}$$

$$H_{fc2} = 1,35 \cdot T \cdot 4 \cdot Z_2 / 2L + 1,35 \cdot T \cdot 3,77 / L + H_{vfc} \sim \underline{259 \text{ daN}}$$

$$H_{fc1} = 1,35 \cdot T \cdot 4 \cdot Z_1 / L + H_{vfc} = \underline{103 \text{ daN}}$$

$$G_{sf} = (1,75 + 2,09) 49,5 = \underline{190 \text{ daN}}$$

$$G_{cf} = \underline{50 \text{ daN}}$$

$$Me = 81 \times 7,8 + 94 \times 0,62 + 85 \times 7,3 + 107 \times 0,32 + 256 \times 8,2 + 100 \times 7,8 + 259 \times 6,9 + 103 \times 6,4 - 190 \times 3,77 - 190 \times 3,27 - 50 \times 1,85 - 50 \times 1,635 + 40 \times 4,25 = \underline{6108,5 \text{ daN.m}} = \underline{610850 \text{ daN.cm}}$$

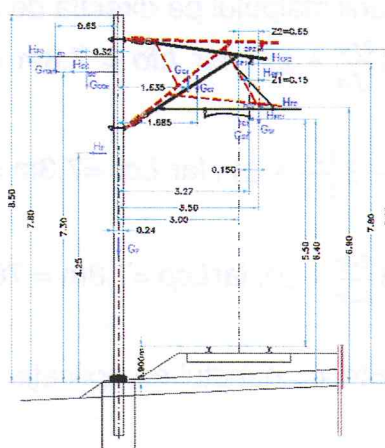


Fig.4

Concluzie : Se observă că momentul de încovoiere este mai mic decât cel de la cazul C.2., deci un stâlp HEA 240 este convenabil, dar în acest caz există și o solicitare de torsiune produsă de catenara care merge la ancorare. Este necesar să se verifice dacă unghiul de torsiune nu depășește valoarea admisibilă.

1.2.2. Condiția de rigiditate la încovoiere

La nivelul firului de contact săgeata stâlpului din încărcările de exploatare afectate de coeficienții parțiali de siguranță nu trebuie să depășească 100mm (vezi 4.3.1.). Săgeata este suma săgeților produse de fiecare forță în parte.

a. Cazul C.1.(fig.1)

Încărcările care produc săgeată stâlpului HEA 200 sunt :

a.1. Încărcări orizontale concentrate

a.1.1. Forțe cu punctul de aplicație pe stâlp situat deasupra nivelului firului de contact :
Hfo, Hcc, Hcp.

a.1.2. Forțe cu punctul de aplicație pe stâlp situat în dreptul nivelului firului de contact :
Hfc

a.2. Încărcări orizontale uniform distribuite : $q = H_p/8,5$

a.3. Încărcări verticale. Efectul lor se înlocuiește cu efectul unei forțe orizontale aplicată la vârful stâlpului, egală cu raportul dintre momentul forțelor verticale față de baza stâlpului și lungimea stâlpului.

a.1.1. Săgeata produsă la nivelul firului de contact de forțe situate deasupra acestuia.

$$Y = \frac{H \cdot L^3}{6 \cdot E \cdot I_x} \left(\frac{Z^3}{L^3} - 3 \frac{Z}{L} + 2 \right), \quad (1)$$

H = forța care produce săgeata

L = distanța dintre punctul de aplicație al forței pe stâlp și baza acestuia

Z = distanța dintre punctul de aplicație al forței pe stâlp și nivelul firului de contact

E = modulul de elasticitate longitudinal al oțelului S235JR, $E = 2,1 \times 10^6$ daN/cm²

I_x = momentul de inerție al secțiunii stâlpului pe direcția de acțiune a forței

$$Y_{fo} = \frac{H_{fo} \cdot L_{fo}^3}{6 \cdot E \cdot I_x} \left(\frac{Z_{fo}^3}{L_{fo}^3} - 3 \frac{Z_{fo}}{L_{fo}} + 2 \right), \text{ iar } L_{fo} = 7,8\text{m} = 780\text{cm}, Z_{fo} = L_{fo} - L_{fc} = 140\text{cm}$$

$$Y_{fo} = 1,20\text{cm}$$

$$Y_{cc} = \frac{H_{cc} \cdot L_{cc}^3}{6 \cdot E \cdot I_x} \left(\frac{Z_{cc}^3}{L_{cc}^3} - 3 \frac{Z_{cc}}{L_{cc}} + 2 \right), \text{ iar } L_{cc} = 7,3\text{m} = 730\text{cm}, Z_{cc} = L_{cc} - L_{fc} = 90\text{cm}$$

$$Y_{cc} = 1,16\text{cm}$$

$$Y_{cp} = \frac{H_{cp} \cdot L_{cp}^3}{6 \cdot E \cdot I_x} \left(\frac{Z_{cp}^3}{L_{cp}^3} - 3 \frac{Z_{cp}}{L_{cp}} + 2 \right), \text{ iar } L_{cp} = 7,8\text{m} = 780\text{cm}, Z_{cp} = L_{cp} - L_{fc} = 140\text{cm}$$

$$Y_{cp} = 1,8\text{cm}$$

a.1.2. Săgeata produsă de Hfc, cu punctul de aplicație la nivelul firului de contact

$$Y = \frac{H \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_x}; \quad (2)$$

$$H = H_{fc} = 126\text{daN}; L = 6,4\text{m} = 640\text{cm} \rightarrow Y_{fc} = 1,4\text{cm}$$

a.2. Încărcări orizontale uniform distribuite

$$Y = \frac{q \cdot L^4}{24 \cdot E \cdot I_x} \left(\frac{Z^4}{L^4} - 4 \frac{Z}{L} + 3 \right), \quad (3)$$

$$q = 40/8,5 = 4,7 \text{ daN/m} = 0,047 \text{ daN/cm}$$

$$L = 8,5 \text{ m} = 855 \text{ cm}; Z = 850 - 665 = 185 \text{ cm} \rightarrow Y_p = 0,27 \text{ cm}$$

a.3. Săgeata produsă de forțele verticale distanțate de axul stâlpului

$$Y_v = \frac{H_v \cdot L^3}{6 \cdot E \cdot I_x} \left(\frac{Z^3}{L^3} - 3 \frac{Z}{L} + 2 \right), \quad (4) \quad \text{unde } H_v = M_v/L$$

$$M_v = 2,92 \cdot G_{sn} + 1,46 \cdot G_{cn} - 0,62 \cdot G_{fof} - 0,32 \cdot G_{ccf} = 87300 \text{ daN.cm}; H_v = 106 \text{ daN}$$

$$Y_v = 1,89 \text{ cm}$$

$$\text{Săgeata totală } Y_t = 1,2 + 1,16 + 1,8 + 1,4 + 0,27 + 1,89 = 7,72 \text{ cm} \sim 77 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

Concluzie : Deoarece pot apărea deschideri mai mari de 54m se recomandă stâlpul cu profilul HEA 220, cu greutatea $G_p = 1,35 \cdot 10,6 \text{ m} \cdot 50,5 \text{ kg/m} = 722,7 \text{ kg} = 709 \text{ daN}$

b. Cazul C.2 (fig.2)

Încărcările care produc săgeată stâlpului HEA 240 sunt :

b.1. Încărcări orizontale concentrate

b.1.1. Forțe cu punctul de aplicație pe stâlp situat deasupra nivelului firului de contact :
 H_{fo}, H_{cc}, H_{cp} .

b.1.2. Forțe cu punctul de aplicație pe stâlp situat în dreptul nivelului firului de contact :
 H_{fc}

b.2. Încărcări orizontale uniform distribuite : $q = H_p/8,5$

b.3. Încărcări verticale. Efectul lor se înlocuiește cu efectul unei forțe orizontale aplicată la vârful stâlpului, egală cu raportul dintre momentul forțelor verticale față de baza stâlpului și lungimea stâlpului.

b.1.1. Săgeata produsă la nivelul firului de contact de forțele H_{fo}, H_{cc}, H_{cp} . (stâlpul HEA 240 are $I_x = 7763 \text{ cm}^4$). Introducând în ecuația (1) valorile determinate la C.2 avem :

$$Y_{fo} = 0,82 \text{ cm}; Y_{cc} = 0,98 \text{ cm}; Y_{cp} = 3,15 \text{ cm};$$

b.1.2. Săgeata produsă la nivelul firului de contact de forța H_{fc} . Introducând în ecuația (2) valorile determinate la c.2 avem : $Y_{fc} = 1,13 \text{ cm}$

b.2. Săgeata produsă la nivelul firului de contact de încărcarea uniform distribuită q . Introducând în ecuația (3) valorile determinate la c.2 avem : $Y_p = 0,27 \text{ cm}$

b.3. Săgeata produsă la nivelul firului de contact de forțele verticale paralele cu stâlpul. Introducem în ecuația (4) $H_v = M_v/L$, iar $M_v = 3,37 \times 190 + 50 \times 1,685 - 107 \times 0,32 - 94 \times 0,62 = 635 \text{ daN.m}$

$$H_v = 75 \text{ daN} \rightarrow Y_v = 0,6 \text{ cm} \text{ și } Y_t = 0,82 + 0,98 + 3,13 + 1,13 + 0,27 - 0,6 = 5,73 \text{ cm} \sim 57 \text{ mm}$$

$$Y_t < 100 \text{ mm}$$

Concluzie : Pentru curbă raza mai mică de 750m se recomandă trecerea la un profil HEA 260 sau HEB 240.

c. Cazul C.3 (fig.4)

Încărcările care produc săgeată stâlpului HEA 240 sunt :

c.1. Încărcări orizontale concentrate

c.1.1. Forțe cu punctul de aplicație pe stâlp situat deasupra nivelului firului de contact :
 H_{fo} , H_{cc} , H_{cp2} , H_{cp1} , H_{fc2}

c.1.2. Forțe cu punctul de aplicație pe stâlp situat în dreptul nivelului firului de contact:
 H_{fc1}

c.2. Încărcări orizontale uniform distribuite : $q = H_p/8,5$

c.3. Încărcări verticale. Efectul lor se înlocuiește cu efectul unei forțe orizontale aplicată la vârful stâlpului, egală cu raportul dintre momentul forțelor verticale față de baza stâlpului și lungimea stâlpului.

c.1.1. Săgeata produsă la nivelul firului de contact de forțele H_{fo} , H_{cc} , H_{cp2} , H_{cp1} și H_{fc2} (stâlpul HEA 240 are $I_x = 7763 \text{ cm}^4$). Introducând în ecuația (1) valorile determinate la C.3 avem :

$$Y_{fo} = 0,82 \text{ cm} ; Y_{cc} = 0,98 \text{ cm} ; Y_{cp2} = 2,00 \text{ cm} ; Y_{cp1} = 0,71 \text{ cm} ; Y_{fc2} = 1,55 \text{ cm}$$

c.1.2. Săgeata produsă la nivelul firului de contact de forța H_{fc1} se obține din ecuația (2)
 $Y_{fc1} = 0,55 \text{ cm}$

c.2. Săgeata produsă la nivelul firului de contact de încărcarea uniform distribuită q .
Introducând în ecuația (3) valorile determinate avem : $Y_p = 0,08 \text{ cm}$

c.3. Săgeata produsă la nivelul firului de contact de forțele verticale paralele cu stâlpul.
Introducem în ecuația (4) $H_v = M_v/L$, iar $M_v = -107 \times 0,32 - 94 \times 0,62 + 190 \times 3,77 + 190 \times 3,27 + 50 \times 1,885 + 50 \times 1,635 = 1424 \text{ dan.M}$, $H_v = 167,5 \text{ daN} \rightarrow Y_v = 1,34 \text{ cm}$

$$Y_t = 0,82 + 0,98 + 2,00 + 0,71 + 1,55 + 0,55 + 1,34 - 0,27 = 5,54 < 100 \text{ mm}$$

Concluzie : Pentru deschideri mai mari se recomandă trecerea la un profil superior.

1.2.3 Condiția de rigiditate la torsiune.

Torsiunea apare la cazul C.3. (trecere la ancorare în joncțiuni) sau la ace aeriene, unde consolele sunt montate de o parte și de alta a stâlpului, la o distanță de 0,5m.

Examinând cazul C.3. (fig.4) se constată că forțele care produc torsiunea stâlpului sunt H_{cp2} și H_{fc2} aplicate la nivelele celor două traverse de trecere (fig.5).

Fiecare din aceste forțe este suma dintre semiforța datorată zig zag-ului și forța din trecerea la ancorare. Acestor forțe li se opun, la celelalte capete ale traverselor de trecere, forțele din zig zag ale celeilalte catenare.

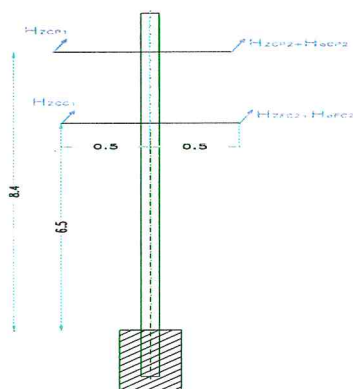


Fig.5

$$H_{cp2} = H_{fc2} = H_{zcp2} + H_{acp2} = 43 + 123 = 166 \text{ daN}$$

$$H_{zcp1} = H_{zfc1} = 10 \text{ daN}$$

- Forțele care produc torsiunea sunt cele două rezultante $H_{tor} = 166 - 10 = 156 \text{ daN}$, aplicate la capetele traverselor de trecere.

- Momentul de torsiune, la nivelul fiecărei traverse de trecere, este $M_{tor} = 156 \times 0,5 = 78 \text{ daN.m}$

- Unghiul de torsiune al stâlpului, la nivelul traversei de trecere superioare este suma dintre unghiul produs de H_{fc2} la nivelul traversei inferioare și unghiul produs de H_{cp2} la nivelul traversei superioare. $\Theta = \Theta_1 + \Theta_2 = \frac{M_{tor} \cdot l_1}{G \cdot J} + \frac{M_{tor} \cdot l_2}{G \cdot J}$, iar $l_1 = 6,6 \text{ m}$ și $l_2 = 8,4 \text{ m}$

- G = modulul de elasticitate transversal ; pentru oțel S235JR, $G = 8,1 \times 10^5 \text{ daN/cm}^2$

- J = momentul de inerție polar al profilului HEB 260 ; $J = 125 \text{ cm}^4$

- $\Theta \sim 0,1 \text{ radian} = \Theta_a$

Concluzie : Deoarece noul profil are caracteristici majorate va satisface și condițiile de rezistență la încovoiere și de coeficient de siguranță. Greutatea stâlpului HEA 260 va fi : $G_p = 1,35 \times 10,6 \times 93 \times 0,981 = 1306 \text{ daN}$

Elementele de calcul pentru fundația stâlpului.

Suma forțelor verticale în axa stâlpului

$$V = 94 + 107 + 1306 + 50 + 50 + 190 = 1987 \text{ daN} = 20 \text{ kN}$$

Suma forțelor tăietoare la nivelul fundației

$$H = 81 + 85 + 40 + 256 + 100 + 259 + 103 = 924 \text{ daN} = 9,24 \text{ kN}$$

Momentul de încovoiere la baza stâlpului

$$M_e = 610850 \text{ daN.cm} = 61,09 \text{ kN.m}$$

1.3. Verificarea ancorei supraînălțate

Ancora supraînălțată este alcătuită din două profile UNP220 – SR EN 10279, rigidizate cu eclise sudate (fig.6). Caracteristicile secțiunii transversale a ancorei sunt :

$$\text{Aria, } A = 2 \times 37,4 = 74,8 \text{ cm}^2$$

$$\text{Modulul rezistent la încovoiere } W_x = 2 \times 245 = 490 \text{ cm}^3$$

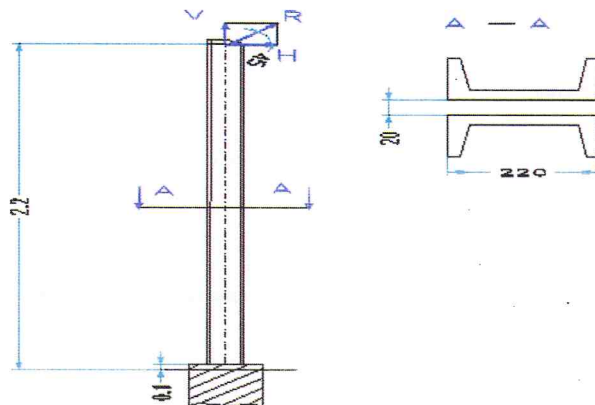


Fig.6

Solicitarea ancorei este de întindere (produsă de forța verticală V) și de încovoiere (produsă de forța orizontală H)

$$V = H = 1,35(1200 + 1200) = \underline{3240 \text{ daN}}$$

Solicitarea la încovoiere

$$Re = Me / Wx, \text{ iar } Me = 3240 \times 2,1 = 68,04 \text{ daN.m} = 6804 \text{ daN.cm} ; Re = \underline{1388 \text{ daN/cm}^2}$$

Solicitarea la întindere

$$Ri = V/A ; Ri \sim \underline{43 \text{ daN/cm}^2}$$

Solicitarea totală

$$R = Re + Ri = 1431 \text{ daN/cm}^2 = \underline{143,1 \text{ N/mm}^2}$$

Coeficientul de siguranță

$$Co = Rc / Ri = 235 / 143,1 = 1,64 > \underline{1,5}.$$

1.4. Încărcările fundațiilor

1.4.1. Stâlp - cazul C.1.(vezi fig.1)

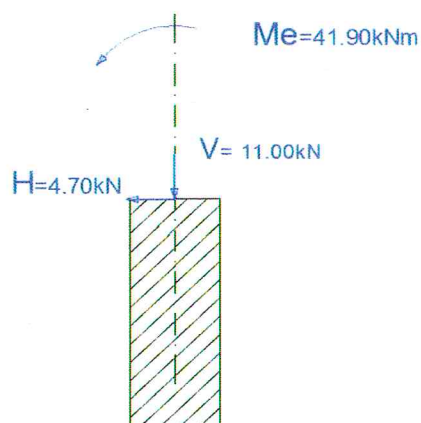


Fig.7

1.4.2. Stâlp - cazul C.2. (vezi fig.2)

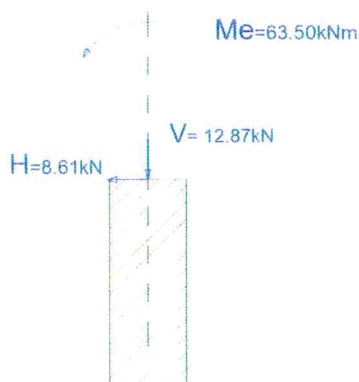


Fig.8

1.4.3. Stâlp – cazul C.3. (vezi fig.4)

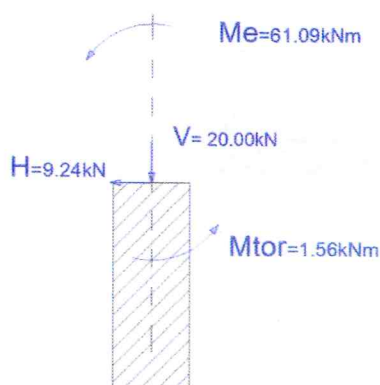


Fig.9

1.4.4. Ancoră supraînălțată (vezi fig.6)

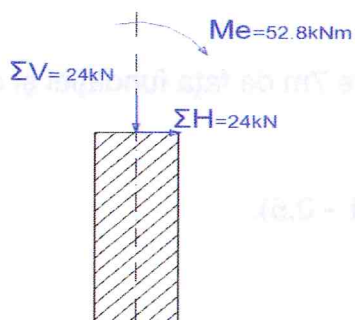


Fig.10

1.5 Verificarea dimensionării fundațiilor

Metoda de calcul a fundației cilindrice

Fundația stâlpului de la cazul C.1. (vezi fig.1)

În acest caz, rezultanta R a forțelor tăietoare (orizontale) și verticale este în afara treimii bazei fundației (vezi fig.11).

Presiunile exercitate de fundație asupra terenului trebuie să fie mai mici decât presiunea convențională de calcul a terenului ($p = 200\text{kPa} = 0,2\text{MPa}$)

Acesta presiune reprezintă valoarea medie a presiunilor conform S.C.GEOSTUD S.R.L. în "Studiu Geotehnic privind reabilitarea liniei C.F.SIMERIA-CURTICI- FRONTIERA componenta a coridorului IV Pan European, pentru circulația trenului cu viteza de 160 Km/h.

Aceste presiuni sunt :

P1 - presiunea transmisă terenului de către fundație pe latura verticală din direcția forței tăietoare.

P2 - presiunea transmisă terenului de către fundație pe latura verticală din direcția opusă forței tăietoare.

P3 – presiunea sub baza fundației

Presupunem că rapoartele dintre cele trei presiuni și distanțele pe care se exercită sunt

proporționale : $\frac{P1}{x} = \frac{P2}{y} = \frac{P3}{z} \quad (1)$

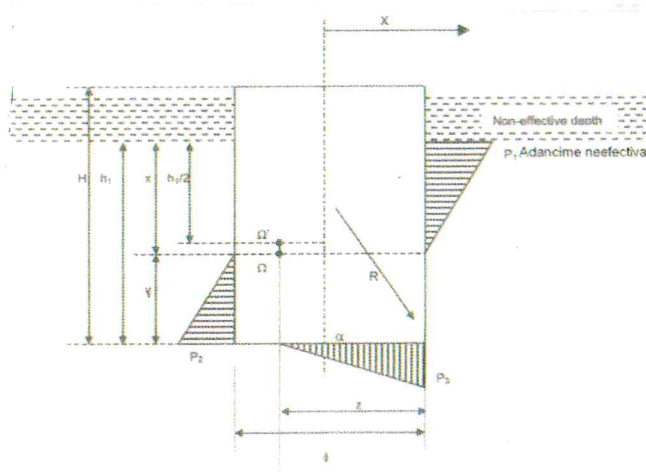


Fig.11

Celelalte elemente ale fundației sunt :

X – forța tăietoare fictivă aplicată la înălțimea de 7m de fața fundației și care crează la acest nivel momentul $M_e = 41.90 \text{ kNm}$.

H – adâncimea fundației în sol.

h1- adâncimea fundației în solul efectiv ($h_1 = H - 0,5$).

Φ – diametrul fundației ($\Phi = 0,8 \text{ m}$).

Ω – centrul de rotație al fundației.

Ω - central de rotație al volumului efectiv al fundației

z - distanța dintre linia de comprimare a presiunii P1 și centrul de rotație al fundației

Ecuatiile de echilibru ale forțelor orizontale, verticale și ale momentelor sunt :

Echilibrul încărcărilor orizontale

$$X = \frac{1}{2} \cdot (0,8 \Phi) \cdot P_1 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot (0,8 \Phi) \cdot P_2 \cdot y \quad (2)$$

Echilibrul încărcărilor verticale

$$N = \frac{1}{2} \cdot (0,8 \Phi) \cdot P_3 \cdot z \quad (3) \text{ unde } N \text{ este greutatea fundației și a stâlpului echipat}$$

Echilibrul momentelor

$$M = M_e + X \cdot \frac{h_1}{2} = \frac{1}{2} \cdot (0,8 \Phi) \cdot P_1 \cdot x \cdot \left(h_1 - \frac{x}{3} \right) - \frac{1}{6} \cdot (0,8 \Phi) \cdot y^2 \cdot P_2 + N \cdot \left[\frac{(0,8 \Phi)}{2} - \frac{z}{3} \right] \quad (4)$$

Ținând cont de (1) și de (3) avem :

$$P_3 = \frac{2 \cdot N}{(0,8 \Phi) \cdot z}$$

Din (1) obținem :

$$P_1 = (0,8 \Phi) \cdot \frac{x}{z} ; \quad P_2 = \frac{y}{z}$$

În conformitate cu (2)

$$X = \frac{(0,8 \Phi)}{2} \cdot \frac{P_3}{z} \cdot (x^2 - y^2)$$

Din ecuația (3)

$$\frac{(0,8 \Phi)}{2} \cdot \frac{P_3}{z} = \frac{N}{z^2}$$

$$\text{Astfel } X = \frac{N}{z^2} \cdot (x^2 - y^2) \text{ și } (x^2 - y^2) = z^2 \cdot \frac{x}{N}$$

Dar $x + y = h1$, astfel $x - y = \frac{X \cdot z^2}{N \cdot h1}$

$$\text{Deci } x = \frac{1}{2} \cdot \left[h1 + \frac{X \cdot z^2}{N \cdot h1} \right] \text{ și } y = \frac{1}{2} \cdot \left[h1 - \frac{X \cdot z^2}{N \cdot h1} \right] \quad (10)$$

Utilizând (10) putem calcula presiunile P1 și P2

$$P1 = \frac{N \cdot h1}{(0,8 \cdot \Phi) \cdot z^2} + \frac{X}{(0,8 \cdot \Phi) \cdot h1} \text{ și } P2 = \frac{N \cdot h1}{(0,8 \cdot \Phi) \cdot z^2} - \frac{X}{(0,8 \cdot \Phi) \cdot h1} \quad (11)$$

Cu ecuațiile (4), (10) și (11) obținem :

$$M = N \cdot \left[\frac{h1^2}{6 \cdot z^2} + \frac{(0,8 \cdot \Phi)}{2} - \frac{z}{3} \right] \rightarrow z^3 + 3 \cdot z^2 \left[\frac{M}{N} - \frac{(0,8 \cdot \Phi)}{2} \right] - \frac{h1^3}{2} = 0$$

Cunoscând valorile M, N, Φ și h1 putem determina pe z și apoi cele trei presiuni care se compară cu presiunea admisibilă a terenului.

1.5.1. Fundația stâlpului de la cazul C.1. (vezi fig 1.)

Valorile încărcărilor sunt:

$$Me = 41,90 \text{ kNm} ; H = 2,6 \text{ m} ; h1 = 2,6 - 0,5 = 2,1 \text{ m} ; X = \frac{Me}{7} = \frac{41,90}{7} = 5,99 \text{ kN}$$

$$M = Me + X \left(H - \frac{h1}{2} \right) = 41,90 + 5,99 \left(2,6 - \frac{2,1}{2} \right) = 51,18 \text{ kNm}$$

$$N = V + \frac{\pi \cdot \Phi^2 \cdot H \cdot \zeta}{4}, \text{ iar } \zeta - \text{greutatea specifică a betonului, } \zeta = \rho \cdot g, \text{ iar } \rho = 2400 \text{ kg/m}^3 \text{ și } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$V = 11 \text{ kN} = 11000 \text{ N}$$

$$N = 11000 + \frac{3,142 \cdot 0,8^2 \cdot 2,6 \cdot 2400 \cdot 9,81}{4} \approx 41774 \text{ N} = 41,8 \text{ kN}, \text{ astfel}$$

$$z^3 + 3z^2 \left(\frac{51,18}{41,8} - \frac{0,8^2}{2} \right) - \frac{2,1^3}{2} = 0 ; z \approx 1,1 \text{ m}$$

$$P1 = \frac{41,8 \cdot 2,1}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1^2} + \frac{5,99}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1} \approx 118 \text{ kN/m}^2 = 0,118 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

$$P2 = \frac{41,8 \cdot 2,1}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1^2} - \frac{5,99}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1} \approx 109 \text{ kN/m}^2 = 0,109 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

$$P3 = \frac{2,0 \cdot 41,8}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,1} \approx 119 \text{ kN/m}^2 \approx 0,119 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

1.5.2. Fundația stâlpului de la cazul C.2. (vezi fig. 2)

Valorile încărcărilor sunt :

$$Me = 63,50 \text{ kNm} ; H = 2,6 \text{ m} ; h1 = 2,6 - 0,5 = 2,1 \text{ m} ; X = \frac{Me}{7} = \frac{63,50}{7} \approx 9,07 \text{ kN}$$

$$M = 63,50 + 9,07 \cdot \left(2,6 - \frac{2,1}{2} \right) = 75,56 \text{ kNm} ; V = 12,87 \text{ kN}$$

$$N = 12870 + 30774 \approx 43644 \text{ N} = 44,64 \text{ kN}$$

$$z^3 + 3z^2 \left(\frac{75,56}{44,64} - \frac{0,8^2}{2} \right) - \frac{2,1^3}{2} = 0 ; z \approx 0,96 \text{ m}$$

$$P1 = \frac{44,64 \cdot 2,1}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,96^2} + \frac{9,07}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,96} \approx 166 \text{ kN/m}^2 = 0,166 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

$$P2 = \frac{44,64 \cdot 2,1}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,96^2} - \frac{9,07}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,96} \approx 152 \text{ kN/m}^2 = 0,152 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

$$P3 = \frac{2 \cdot 44,64}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,96} \approx 145 \text{ kN/m}^2 = 0,145 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

1.5.3. Fundația stâlpului de la cazul C.3. (vezi fig.3)

$$Me = 61,09 \text{ kNm} ; H = 3 \text{ m} ; h1 = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ m} ; X = \frac{Me}{7} = \frac{61,09}{7} \approx 8,72 \text{ kN}$$

$$M = 61,09 + 8,72 \cdot \left(3,0 - \frac{2,5}{2}\right) \approx 76,35 \text{ kNm} ; V = 20,00 \text{ kN}$$

$$N = 20000 + \frac{3,142 \cdot 0,8^2 \cdot 3 \cdot 2400 \cdot 9,81}{4} \approx 55508 \text{ N} = 55,5 \text{ kN}$$

$$z^3 + 3z^2 \left(\frac{76,35}{55,51} - \frac{0,8^2}{2} \right) - \frac{2,5^3}{2} = 0 ; z \approx 1,3 \text{ m}$$

$$P1 = \frac{55,51 \cdot 2,5}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,13^2} + \frac{8,73}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,3} \approx 176 \text{ kN/m}^2 = 0,176 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

$$P2 = \frac{56,56 \cdot 2,5}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,3^2} - \frac{8,72}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,3} \approx 118 \text{ kN/m}^2 = 0,118 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

$$P3 = \frac{2 \cdot 55,51}{0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,3} \approx 133 \text{ kN/m}^2 = 0,133 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

1.5.4. Fundația ancorei supraînălțate de la cazul C.4. (vezi fig.4)

Metoda de calcul a fundației paralelipipedice

Această fundație trebuie să îndeplinească trei condiții :

1. Componenta V a forței de întindere din tensorul de ancorare trebuie să fie mai mică decât greutatea fundației.
2. Stabilitatea la rotire (raportul dintre momentul de stabilitate al fundației și momentul de răsturnare al acesteia) trebuie să fie mai mare de 1.
3. Presiunea maximă pe sol, datorită fundației, trebuie să fie mai mică decât 0,2MPa.

Stabilitatea la rotire (fig.12)

$$S = \frac{M_s}{M} > 1$$

M_s și M sunt luate la baza fundației

M_s este momentul de stabilitate datorită greutateii fundației

M este momentul de răsturnare

$$M = U \cdot (H + H') + V \cdot (b - b_1)$$

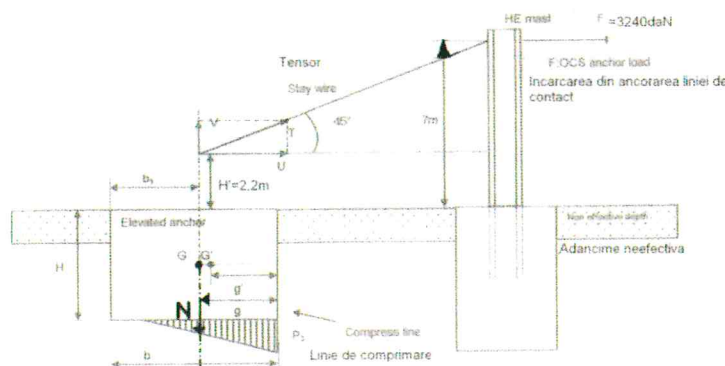


Fig.12

Fundatii paralelipipedice

Presiunea sub linia de comprimare

În acest caz particular, încărcarea verticală pe sol, datorită fundației, ținând cont de componenta V este :

$$N' = N - V$$

Dacă G' este centrul de gravitate al forțelor vertical aplicate fundației și g' este distanța până la linia de compresie, putem scrie :

$$g' = \frac{N \cdot g - V \cdot (b - b')}{N'} \text{ și } e = \frac{U \cdot (H + H')}{N'}$$

Cu rezultanta forțelor orizontale și verticale care acționează asupra ancorei supraînălțate acționând în afara treimii fundației (cazul cel mai comun)

$$z' = 3 \cdot (g' - e) \text{ și } p_3 = \frac{2 \cdot N'}{a \cdot z'}$$

$$N = 2400 \cdot 1,6 \cdot 1,4 \cdot 2,7 \cdot 9,81 = 142394 \text{ N} = 14239,4 \text{ daN} \quad V = 3240 \text{ daN}$$

$$N' = 10999,4 \text{ daN}$$

$$M = 3240 \cdot (1,4 + 2,2) + 3240 \cdot (2,7 - 1,35) = 16038 \text{ daN}$$

$$M_s = 14239,4 \cdot 1,35 = 19223,4 \text{ daNm}$$

$$S = \frac{19223,4}{16038} = 1,2 > 1$$

$$g' = \frac{14239,4 \cdot 1,35 - 3240 \cdot (2,7 - 1,35)}{10999,4} = 1,35 \text{ m}$$

$$e = \frac{3240 \cdot (1,6 + 2,2)}{10999,4} = 1,06 \text{ m}$$

$$p_3 = \frac{2 \cdot 10999,4}{1,6 \cdot 3 \cdot (1,35 - 1,06)} \approx 15804 \text{ daN/m}^2 = 0,156 \text{ Mpa} < 0,2 \text{ Mpa}$$

1.5.5. Fundația ancorei la nivel

Metoda de calcul a fundației cilindrice

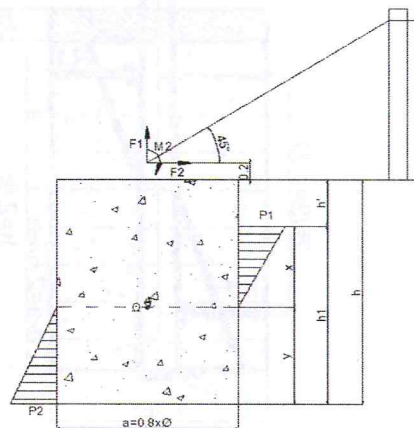


Fig.13

$$F_A = \left[\frac{\pi \times h \times (r^2 + r \times r_1 + r_1^2)}{3} - \frac{\phi^2 \times \pi \times h}{4} \right] \times \Delta + \frac{\phi^2 \times \pi \times h \times \Delta_1}{4}$$

With :

Δ : greutatea volumica a pământului (1600 kg/m³)

Δ_1 : greutatea volumica a betonului nearmat (2400 kg/m³)

r_1 : raza fundatiei (m)

F : efort din ancorare (N)

$r = r_1 + h \times \text{tg } B$ (tg B = 0.21256) (m)

Eforturile din ancorare trebuie sa satisfaca urmatorul criteriu :

$$F_A = \left[\frac{3.14 \times 2 \times \left(0.83^2 + 0.83 \times \frac{0.8}{2} + \left(\frac{0.8}{2} \right)^2 \right)}{3} - \frac{0.8^2 \times \pi \times 2}{4} \right] \times 1600 + \frac{0.8^2 \times \pi \times 2 \times 2400}{4} = 4768 daN$$

F_1 este mai mica decat F_A , fundatia este capabila sa preia incarcarea din ancorare.

$$P1 = \frac{F2}{h1 \cdot a} + \frac{F2}{a \cdot (2 \cdot x - h1)}$$

$$P2 = P1 \cdot \frac{h1 - x}{x} \text{ deoarece } x + y = 1.5$$

$$x \approx 0.6 \cdot h1 = 0.6 \cdot 1.5 = 0.9m$$

$$a = 0.8 \cdot \Phi = 0.8 \cdot 0.8 = 0.64m$$

$$P1 = \frac{3240}{0.8 \cdot 0.8 \cdot 1.5} + \frac{32,43240}{0.64 \cdot (2 \cdot 0.9 - 1.5)} \approx 20250 daN/m^2 = 202.5 kPa < 250 kPa$$

$$P2 = 20250 \cdot \frac{1.5 - 0.9}{0.9} \approx 13500 daN/m^2 = 135 kPa < 250 kPa$$

1.5.6. Fundații stâlpi provizorii

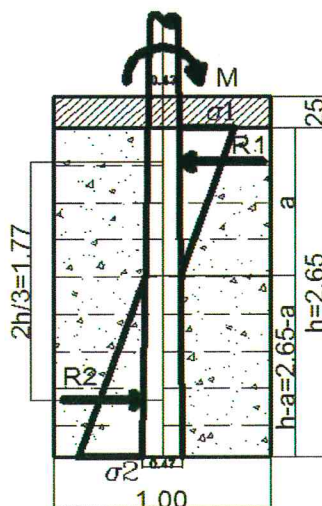


Fig. 14

$$M = 80 kNm$$

$$B = 2.90m$$

$$h = B - 0.25 = 2.65m$$

$$D1 = 0.43m$$

$$D2 = 0.43m$$

$$R1 = \frac{\sigma1}{2} \cdot 0.8 \cdot 0.43 \cdot a \quad R1 = 0.172 \sigma1 \cdot a$$

$$R2 = \frac{\sigma2}{2} \cdot 0.8 \cdot 0.47 \cdot (h - a) \quad R2 = \sigma2 (0.498 \cdot 0.188a)$$

$$R1 \cdot \frac{2h}{3} = M$$

$$R2 \cdot \frac{2h}{3} = M$$

$$0.172 \cdot \sigma_1 \cdot a \cdot 1.77 = 8$$

$$0.177(0.4982\sigma_2 - 0.188 \sigma_2 \cdot a) = 8$$

$$\sigma_1 \cdot a = 26.278$$

$$0.882 \sigma_2 - 0.333 \sigma_2 \cdot a = 8$$

$$2.648 \sigma_2 - \sigma_2 \cdot a = 24.02$$

$$0.4982 \sigma_2 - 0.188 \sigma_2 \cdot a - 0.172 \sigma_1 \cdot a = 0$$

$$\sigma_2 - 2.648 \sigma_2 - \sigma_2 \cdot a = 24.02$$

$$2.896 \sigma_2 - 1.093 \sigma_2 \cdot a - \sigma_1 \cdot a = 0$$

$$\sigma_2 \cdot a = 2.648 \sigma_2 - 24.02$$

$$2.896 \sigma_2 - 1.093(2.648 \sigma_2 - 24.02) = 26.278$$

$$2.896 \sigma_2 - 2.894 \sigma_2 + 26.254 = 26.278$$

$$0.02 \sigma_2 = 0.024 \rightarrow \sigma_2 = 12 \text{ t/m}^2 \rightarrow \sigma_2 = 120 \text{ KPa}$$

$$12a = 2.648 \times 12 - 24.02$$

$$a = 0.65 \text{ m}$$

$$\sigma_1 = \frac{26.278}{0.65} = 40.43 \text{ t/m}^2 \rightarrow \sigma_1 = 404 \text{ KPa}$$

$$R1 = \sigma_1 \cdot 0.6 \cdot 1.4 = 0.84 \sigma_1$$

$$R2 = \sigma_2 \cdot 0.8 \cdot 0.47 \cdot 2.05 = 0.3854 \sigma_2$$

$$R1 \cdot 1.67 = M$$

$$R2 \cdot 1.67 = M$$

$$0.84 \sigma_1 \cdot 1.67 = 8$$

$$\sigma_1 = 5.70 \text{ t/m}^2$$

$$0.3254 \sigma_2 \cdot 1.67 = 8$$

$$\sigma_2 = 13.98 \text{ t/m}^2$$

1.5.7. Fundații pentru stâlpi cu placa de baza și fixare cu buloane de ancoraj

Metoda de calcul a fundației paralipipedice din zona macazurilor

Presiunile exercitate de fundație asupra terenului trebuie să fie mai mici decât presiunea convențională de calcul a terenului ($p = 200 \text{ kPa} = 0,2 \text{ MPa}$)

Această presiune reprezintă valoarea medie a presiunilor conform S.C.GEOSTUD S.R.L. în "Studiu Geotehnic privind reabilitarea liniei C.F.SIMERIA-CURTICI- FRONTIERA componenta a coridorului IV Pan European, pentru circulația trenului cu viteza de 160 Km/h.

Aceste presiuni sunt :

P1 - presiunea transmisă terenului de către fundație pe latura verticală din direcția forței tăietoare.

P2 - presiunea transmisă terenului de către fundație pe latura verticală din direcția opusă forței tăietoare.

P3 – presiunea sub baza fundației

Presupunem că rapoartele dintre cele trei presiuni și distanțele pe care se exercită sunt

$$\text{proporționale : } \frac{P1}{x} = \frac{P2}{y} = \frac{P3}{z} \quad (1)$$

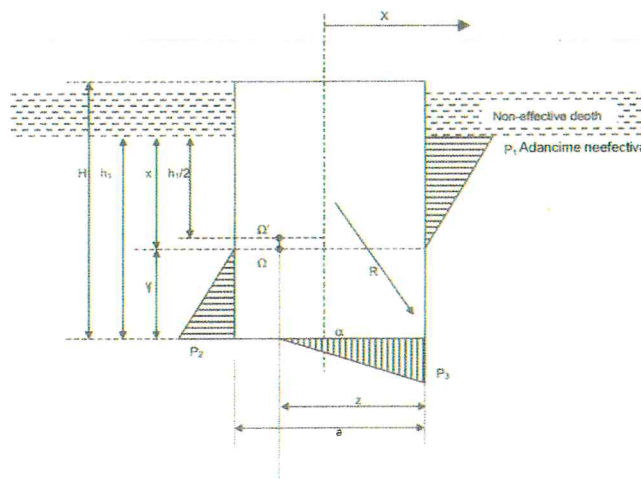


Fig.15

Celelalte elemente ale fundației sunt :

X – forța tăietoare fictivă aplicată la înălțimea de 7m de fața fundației și care crează la acest nivel momentul $M_e = 90 \text{ kNm}$.

H – adâncimea fundației în sol.

h1- adâncimea fundației în solul efectiv ($h1 = H - 0,5$).

a – latura fundației .

Ω – centrul de rotație al fundației.

Ω- central de rotație al volumului efectiv al fundației

z - distanța dintre linia de comprimare a presiunii P1 și centrul de rotație al fundației

Ecuatiile de echilibru ale forțelor orizontale, verticale și ale momentelor sunt :

Echilibrul încărcărilor orizontale

$$X = \frac{1}{2} \cdot a \cdot P1 \cdot x - \frac{1}{2} \cdot a \cdot P2 \cdot y \quad (2)$$

Echilibrul încărcărilor verticale

$$N = \frac{1}{2} \cdot a \cdot P3 \cdot z \quad (3) \text{ unde } N \text{ este greutatea fundației și a stâlpului echipat}$$

Echilibrul momentelor

$$M = M_e + X \cdot \frac{h1}{2} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot P1 \cdot x \cdot \left(h1 - \frac{x}{3} \right) - \frac{1}{6} \cdot a \cdot y^2 \cdot P2 + N \cdot \left[\frac{a}{2} - \frac{z}{3} \right] \quad (4)$$

Ținând cont de (1) și de (3) avem :

$$P3 = \frac{2 \cdot N}{a \cdot z}$$

Din (1) obținem :

$$P1 = P3 \cdot \frac{x}{z} ; \quad P2 = P3 \cdot \frac{y}{z}$$

În conformitate cu (2)

$$X = \frac{a \cdot P3}{2 \cdot z} \cdot (x^2 - y^2)$$

Din ecuația (3)

$$\frac{(0,8 \cdot \frac{a}{2}) \cdot P3}{2 \cdot z} = \frac{N}{z^2}$$

$$\text{Astfel } X = \frac{N}{z^2} \cdot (x^2 - y^2) \text{ și } (x^2 - y^2) = z^2 \cdot \frac{X}{N}$$

Dar $x + y = h1$, astfel $x - y = \frac{X \cdot z^2}{N \cdot h1}$

Deci $x = \frac{1}{2} \left[h1 + \frac{X \cdot z^2}{N \cdot h1} \right]$ și $y = \frac{1}{2} \left[h1 - \frac{X \cdot z^2}{N \cdot h1} \right]$ (10)

Utilizând (10) putem calcula presiunile P1 și P2

$$P1 = \frac{N \cdot h1}{a \cdot z^2} + \frac{X}{a \cdot h1} \quad \text{și} \quad P2 = \frac{N \cdot h1}{a \cdot z^2} - \frac{X}{a \cdot h1} \quad (11)$$

Cu ecuațiile (4), (10) și (11) obținem :

$$M = N \cdot \left[\frac{h1^3}{6 \cdot z^2} + \frac{a}{2} - \frac{z}{3} \right] \rightarrow z^3 + 3 \cdot z^2 \left[\frac{M}{N} - \frac{a}{2} \right] - \frac{h1^3}{2} = 0$$

Cunoscând valorile M, N, Φ și h1 putem determina pe z și apoi cele trei presiuni care se compară cu presiunea admisibilă a terenului.

$$Me = 90 \text{ kNm} ; H = 3,0 \text{ m} ; h1 = 3,0 - 0,5 = 2,5 \text{ m} ; X = \frac{Me}{7} = \frac{90}{7} = 12,85 \text{ kN}$$

$$M = Me + X \left(H - \frac{h1}{2} \right) = 90 + 12,85 \left(3,0 - \frac{2,5}{2} \right) = 112,48 \text{ kNm}$$

$N = V + a^2 \cdot H$, iar ζ – greutatea specifică a betonului, $\zeta = \rho \cdot g$, iar $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$ și $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$$V = 11 \text{ kN} = 11000 \text{ N}$$

$$N = 11000 + 1,0^2 \cdot 3 \cdot 2500 \cdot 9,81 \approx 84585 \text{ N} = 85,575 \text{ kN, astfel}$$

$$z^3 + 3z^2 \left(\frac{112,48}{85,58} - \frac{1,0^2}{2} \right) - \frac{2,5^3}{2} = 0 ; z \approx 1,33 \text{ m} \rightarrow$$

$$P1 = \frac{85,58 \cdot 2,5}{1,0 \cdot 1,0^2} + \frac{12,85}{1,0 \cdot 2,5} \approx 124,67 \text{ kN/m}^2 = 0,124 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

$$P2 = \frac{85,58 \cdot 2,5}{1,0 \cdot 1,0^2} - \frac{12,85}{1,0 \cdot 2,5} \approx 114,39 \text{ kN/m}^2 = 0,114 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

$$P3 = \frac{2,0 \cdot 85,58}{1,0^2} \approx 127,18 \text{ kN/m}^2 \approx 0,127 \text{ MPa} < 0,2 \text{ MPa}$$

Verificarea buloanelor

$$\frac{N1}{4} = \text{NN bulon}$$

$$\frac{M}{4d} = \text{NM bulon}$$

$$\frac{11}{4} = 2,75 \text{ KN}$$

$$\frac{90}{4 \cdot 0,4} = 100 \text{ KN}$$

$$N1 = \text{NN} - \text{NM}$$

$$100 - 2,75 = 97,25 \text{ KN}$$

$$N2 = \text{NN} + \text{NM}$$

$$100 + 2,75 = 102,75 \text{ KN}$$

$$Ab = \frac{N2}{Ra} = \frac{102750}{210} = 489 \text{ mm}^2$$

$$\text{Alegem 4 buloane M36} \rightarrow A = \pi 36^2 \rightarrow A = 10,17 \text{ cm}^2$$

$$Rfr = \frac{T}{4 \cdot Ab} = \frac{11000}{4 \cdot 1017} = 2,7 \leq \frac{130 \text{ N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{lanc} = 40\Phi \rightarrow \text{lanc} = 40 \cdot 36 = 1440 \text{ mm} \rightarrow \text{Alegem lanc} = 1,5 \text{ m}$$

Verificarea necesitatii armaturii

$$m = \frac{M + M_t}{b \cdot h_0^2 \cdot R_c}$$

$$m = \frac{(90 + 1,5 \cdot 11) \cdot 1000}{1000 \cdot 950^2 \cdot 14} = 0,00845$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,00845} = 0,00845$$

$$A_{anec} = \frac{\xi \cdot b \cdot h_0 \cdot R_c}{R_a}$$

$$A_{anec} = \frac{0,00845 \cdot 1000 \cdot 950 \cdot 14}{290}$$

$$A_{anec} = 387,53 \text{ mm}^2 \rightarrow \Phi 12/15$$

$$p_{min} = 0,05\% \rightarrow 5 \text{ cm}^2 \text{ pe o lat (7 buc)} \rightarrow \text{Verifică}$$

Fundațiile stâlpilor LC și suplimentari pentru echipamentul EA (înălțimea H) și tipul lor se vor selecta în funcție de presiunea solului (p_{conv}) și momentul la suprafața superioară a fundației (M) din tabelul de mai jos. Pentru valori mai mari ale momentelor, rezultate din calculul fiecărui stâlp făcut de Antreprenor, acesta va calcula fundațiile, pe baza metodei de calcul prezentată și se va supune pentru aprobarea beneficiarului. Aceeași procedură se va aplica și în cazul unor presiuni convenționale diferite.

Momente la partea superioară a fundației	Dimensiunile Fundatiei in functie de P conv		
	$P_{conv} \geq 250 \text{ kPa}$	$P_{conv} = 249 \text{ kPa} - 200 \text{ kPa}$	$P_{conv} = 199 \text{ kPa} - 150 \text{ kPa}$
M=90 KNm	$\Phi 80 \text{ cm}$	$\Phi 80 \text{ cm}$	$\Phi 80 \text{ cm}$
	H=2,60 m	H=2,90 m	H=3,30 m
M=105KNm	$\Phi 80 \text{ cm}$	$\Phi 80 \text{ cm}$	$\Phi 80 \text{ cm}$
	H=2,80 m	H=3,10 m	H=3.50m
M=125KNm	$\Phi 80 \text{ cm}$	$\Phi 80 \text{ cm}$	$\Phi 80 \text{ cm}$
	H=3,00 m	H=3,30 m	H=3.80m
M=165KNm	$\Phi 80 \text{ cm}$	$\Phi 80 \text{ cm}$	Nu este cazul
	H=3,40 m	H=3,80 m	

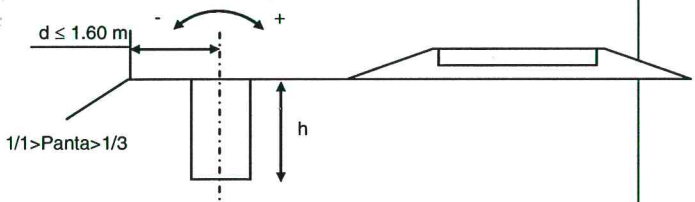
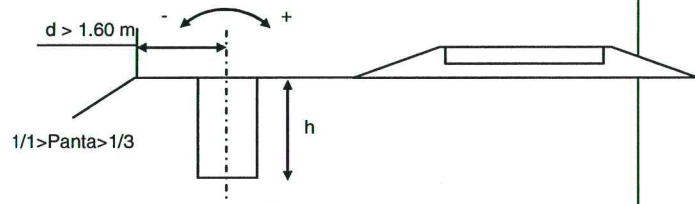
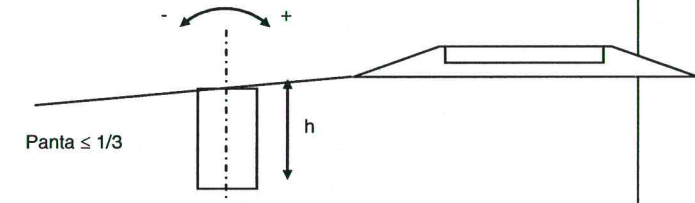
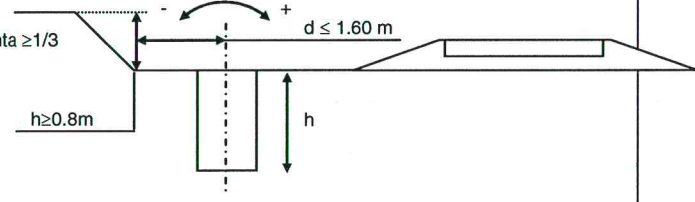
Fundațiile ancorelor LC și a celor pentru ancorarea conductoarelor colectoare din proiectul PICV + protecția instalațiilor din cale și vecinătate - (înălțimea H) și tipul lor se vor selecta în funcție de presiunea solului (p_{conv}) și momentul la suprafața superioară a fundației (M) din tabelul de mai jos. Pentru valori mai mari ale momentelor, rezultate din calculul fiecărei ancore făcut de Antreprenor, acesta va calcula fundațiile, pe baza metodei de calcul

prezentată și va supune pentru aprobarea beneficiarului. Aceeași procedură se va aplica și în cazul unor presiuni convenționale diferite.

Eforturi de ancorare	Momente la fata superioara a fundatiei	Dimensiunile fundatiei de ancorare in functie de					
		Pconv≥250kPa		*Pconv=249kPA ÷ 200kPa		Pconv=199kPA÷150kPa	
F=32,40 kN	M=6,50 kNm	P0.3 A	ø=0,80 m	P0A	ø=0,80 m	P0.1 A	ø=0,80 m
			H=2,0 0 m		H=2,10 m		H=2,50 m
F=32,40 kN	M=42,10 kNm	P1.3 A	ø=0,80 m	P1A	ø=0,80 m	P1.1 A	ø=0,80 m
			H=2,6 0 m		H=2,80 m		H=3,00 m
F=48,80 kN	M=89,00 kNm	P2.3 A	ø=0,80 m	P2A	ø=0,80 m	P2.1 A	ø=0,80 m
			H=2,6 0 m		H=3,25 m		H=3,90 m
F=55,00 kN	M=112,00 kNm	P3.3 A	ø=0,80 m	P3A	ø=0,80 m	P3.1 A	0,80mx1,00mxH=4,00 m
			H=3,0 0 m		H=3,80 m		1,00mx1,50mxH=3,00 m

Tip fundatie	Forma in plan	Clasa beton
Fundatii stalpi curenti	cilindrice	C16/20
	paralipipedice	C20/25
Fundatii ancorare la nivel sau suprainaltate	cilindrice	C16/20
	paralipipedice	C20/25
Fundatii stalpi provizorii	plantare direct în pământ	Nu este cazul
Fundatii stalpi placa baza si buloane	cilindrica / paralelipipedice	C20/25

După calculul momentului la suprafața superioară a fundației, antreprenorul va afecta momentul rezultat din calcul cu coeficientul de profil (k), după cum rezultă din figura de mai jos.

Profilul terenului	Momentul +	Momentul -
<u>Terasament</u> 	1	1
<u>Terasament</u> 	1.3	
<u>Teren plat</u> 	1.3	1
<u>Debleu</u> 	1.5	

- Toate săpăturile manuale pentru fundații cu adâncimea mai mare de 0.8 m se vor executa cu sprijiniri.
- Toate umpluturile de pământ se vor executa în straturi de 200 mm foarte bine compactate

Detalii privind execuția lucrărilor și cerințele materialelor vor fi completate cu cele din Caietul de Sarcini privind construcțiile civile cu destinație feroviară.

Calculele prezentate se referă la câteva cazuri generale și constituie modelul de calcul ce va fi utilizat de Antreprenor. **Restul calculelor specifice vor fi efectuate de catre antreprenor.**

Portal – traversă rigidă

Structura de rezistență a portalului este formată din 2 stalpi metalici tip HEA sau HEB și o traversă metalică cu secțiune compusă din profile tip L consolidate cu plăcuțe.

2.1 Stâlpii portalului

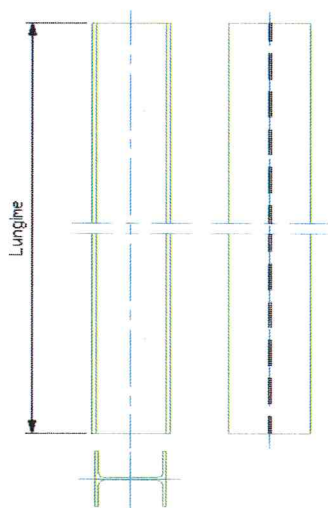
Stâlpii portalului se vor dimensiona de Antreprenor funcție de eforturile la care acestia sunt supuși, rezultate după alegerea materialelor și soluției.

2.2 Traversa rigidă

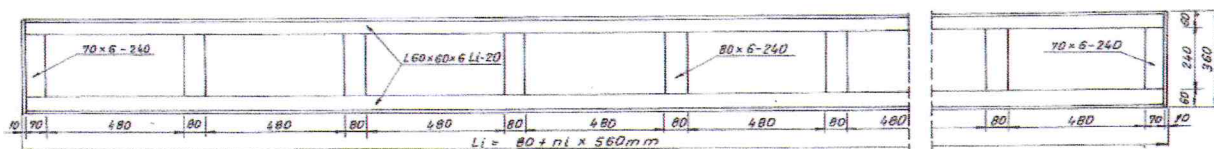
Traversa rigidă se execută din două tronsoane cu lungimi modulate:

$L_{tr1(2)} = n \times 0.56 + 0.08$ [m], unde $n = 7, 8, \dots, 22$

$L_{tr1(2)} = 4.00\text{m}, 4.56\text{m}, \dots, 12.40\text{m}$



O traversă rigidă se execută din 2 tronsoane de lungimi egale, sau cu lungimi cu un modul diferentă. Pe traversa rigidă se montează pîteni simpli sau dubli conform proiectului.



Întocmit

Ing. Novleanu Dan

Ing. Petrea Sonia

VIOTOP

Dr. Ing. A. M. Baicu

