



ROMÂNIA
JUDEȚUL CLUJ
CONSILIUL JUDEȚEAN
Nr. 7084 / 08.04.2014

Către,
Aeroportul Internațional Avram Iancu Cluj
Str. Traian Vuia, nr. 149,
cod 400397, Cluj-Napoca, România
tel. 0264-307,500, 0264-416.702, fax 0264-416.712

Domnule Director General,

Urmare a recepționării documentației EXPERTIZĂ TEHNICĂ – AEROPORTUL INTERNAȚIONAL CLUJ-NAPOCA – PISTA DE DECOLARE-ATERIZARE 3500M – ETAPA I ȘI SUPRAFEȚELE DE MIȘCARE AFERENTE, elaborată de S.C: PROEXROM S.R.L. Iași, expert prof.dr.ing. Nicolae BOȚU la comanda Consiliul Județean Cluj vă înaintăm un exemplar din documentație și vă solicităm dispunerea tuturor măsurilor legale ce se impun.

PREȘEDINTE

Horea Dorin UIOREANU



Vicepreședinte: **Ioan OLELEU**

Secretarul județului: **Simona GACI**

Arhitect șef: **Claudiu-Daniel SALANȚĂ**

Director general: **Simona TATOMIR**

Director executiv: **Mariana RAȚIU**

Director juridic: **Dan POP**

Direcția urbanism și amenajarea teritoriului

Calea Dorobantilor, nr.106, etaj V, camera 508, C.P. 400609, municipiul Cluj-Napoca, jud Cluj,
Tel Verde/cetateanului apelabil gratuit 0800 410 999
Telefon serviciu D.U.A.T. 0372/640019, Fax serviciu 0372/640089
cjc@cjcluj.ro , infopublic@cjcluj.ro, www.cjcluj.ro

Nr. 844 din 08.11.2013

EXPERTIZA TEHNICA

AEROPORTUL INTERNAȚIONAL CLUJ NAPOCA

PISTA DE DECOLARE-ATERIZARE 3500 M – ETARA I ȘI SUPRAFETE DE MIȘCARE AFERENTE



Beneficiar:

CONSILIUL JUDEȚEAN CLUJ

Executant:

S.C. PROEXROM S.R.L. Iași

Expert tehnic MTCT:

Prof.dr.ing. NICOLAE BOȚU**- Iași, noiembrie 2013 -**

FOAIE DE SEMNĂTURI

Expert tehnic atestat Af
Prof. Dr. Ing. Boțu Nicoale



Inginer geotehnician
Ing. Grigore Daniela

Inginer geotehnician
Ing. Chirilă Răzvan

Inginer investigații de teren
Ing. Capanistei Alexandru



CUPRINS

1. Considerații generale
2. Documentație de referință
3. Prezentarea lucrărilor
4. Aspecte semnificative din documentația tehnică
 - 4.1. Studiu geotehnic
 - 4.2. Studiu de fezabilitate
 - 4.3. Proiect tehnic și caiete de sarcini
 - 4.4. Expertize tehnice
 - 4.5. Rapoarte geotehnice
 - 4.6. ~~Detalii de execuție~~
 - 4.7. Cartea tehnică a construcției
5. Comentarii asupra documentațiilor tehnice studiate
6. Investigații suplimentare de teren și laborator
 - 6.1. Lucrări suplimentare
 - 6.2. Dotarea tehnică
 - 6.3. Rezultatele obținute
7. Calculul volumelor de lucrări executate
8. Concluzii și recomandări

Anexa 1 – Documentație fotografică

Anexa 2 – Rezultate investigații geotehnice

Anexa 3 – Calculul volumelor de lucrări

Expertiza Tehnica

AEROPORTUL INTERNAȚIONAL CLUJ-NAPOCA PISTĂ DECOLARE-ATERIZARE 3500 M – ETAPA I ȘI SUPRAFETE DE MIȘCARE AFERENTE

1. CONSIDERAȚII GENERALE

În baza contractului nr. 18629/60 din 10.10.2013 încheiat între S.C. PROEXROM S.R.L. Iași, în calitate de *prestator* și Consiliul Județean Cluj, în calitate de *achizitor*, s-a efectuat expertizarea noii piste de decolare-aterizare a Aeroportului Internațional Cluj-Napoca, Etapa I și suprafețe de mișcare aferente.

Expertiza tehnică se execută pe baza exigențelor impuse de Ordonanță Guvernamentală nr. 20 / 27.01.1994, privind punerea în siguranță a fondului construit și a Legii nr. 10 / 18.01.1995, privind calitatea în construcții.

Potrivit art. 21 din Legea 10/1995, investitorii, persoane fizice sau juridice care finanțează și realizează investiții sau intervenții în construcțiile existente au obligația de a proceda la expertizarea construcțiilor de către experți tehnici atestați, în situațiile în care se execută lucrări de reconstruire, consolidare, transformare, extindere, sau reparații.

Urmărirea comportării în exploatare a lucrărilor de reabilitare și consolidare se face pe toată durata existenței lor și cuprinde ansamblul de activități privind examinarea directă sau investigarea cu mijloace de observare și măsurare specifice, în scopul menținerii cerințelor de calitate impuse prin lege.

Lucrarea a fost solicitată de beneficiar în vederea evaluării documentațiilor tehnice întocmite pentru realizarea investiției și verificării cantitative și calitative a lucrărilor suplimentare puse în operă.

În cadrul expertizei s-a procedat la studierea în detaliu a documentațiilor tehnice puse la dispoziție de beneficiar, s-au executat lucrări suplimentare de teren și de laborator pentru verificarea stratificației terenului și a calității lucrărilor suplimentare puse în operă și s-au calculat cantitățile acestor lucrări suplimentare executate.

În urma vizitei inițiale pe teren au fost stabilite următoarele:

- volumul și conținutul investigațiilor de teren suplimentare;
- amplasamentele investigațiilor de teren;
- volumul documentației tehnice necesare elaborării expertizei și modalitatea de preluare a acesteia de la beneficiar.

2. DOCUMENTAȚIE DE REFERINȚĂ

Documentația care a stat la baza întocmirii prezentei expertize tehnice se referă și se compune din:

(1) Contract nr. 18629/60 din 10.10.2013 încheiat între S.C. PROEXROM S.R.L. Iași, în calitate de *prestator* și CONSILIUL JUDEȚEAN CLUJ, în calitate de *achizitor*;

(2) PUZ – Dezvoltarea și modernizarea Aeroportului Cluj-Napoca și dezvoltare servicii în zonele aferente, Etapa I – Pista 2100M + TWY E1 + TWY G, *Studiu geotehnic*, elaborat de S.C. IPTANA S.A. în anul 2009, în baza contractului 1/157/3954/2007;

(3) *Studiu de fezabilitate* pentru Aeroportul Cluj-Napoca – Pista de decolare-aterizare 3500 m, Etapa I și suprafețe de mișcare aferente, elaborat de S.C. IPTANA S.A. în anul 2011, în baza contractului cadru nr. 157/2007;

(4) *Proiect tehnic + caiete de sarcini* pentru Aeroportul Cluj-Napoca – Pista de decolare-aterizare 3500 m, Etapa I și suprafețe de mișcare aferente, elaborat de S.C. IPTANA S.A. în iunie 2010, în baza contractului nr. 157/2007;

(5) *Expertiză tehnică* privind Condiții de fundare pistă de decolare-aterizare (3500m) – Etapa I, Tronson 1 – km 2+100 ÷ 1+900, Str. Traian Vuia nr. 149, Cluj-Napoca, elaborată de Expert tehnic Af – Prof. Dr. Ing. Augustin Popa, la data de 21.03.2012;

(6) ~~*Expertiză geotehnică* privind condițiile de fundare pentru pista de decolare-aterizare – Etapa I, Tronson km 1+700 ÷ 1+880, elaborată de Expert tehnic Af – Prof. Dr. Ing. Augustin Popa, la data de 05.04.2012;~~

(7) ~~*Expertiză geotehnică* privind condițiile de fundare pentru pista de decolare-aterizare, Tronson 3 km 1+480 ÷ 1+680, elaborată de Expert tehnic Af – Prof. Dr. Ing. Augustin Popa, la data de 11.04.2012;~~

(8) ~~*Expertiză geotehnică* privind condițiile de fundare pentru pista de decolare-aterizare, Tronson 4 km 1+480 ÷ 1+280, elaborată de Expert tehnic Af – Prof. Dr. Ing. Augustin Popa, la data de 18.04.2012;~~

(9) ~~*Expertiză geotehnică* privind condițiile de fundare pentru pista de decolare-aterizare, Tronson km 1+060 ÷ 1+260, elaborată de Expert tehnic Af – Prof. Dr. Ing. Augustin Popa, la data de 27.04.2012;~~

(10) ~~*Detalii de execuție* pentru Pista de decolare-aterizare de 3500 m – Etapa I și suprafețe de mișcare aferente, elaborate de S.C. GEOARC S.R.L. Otopeni, Ilfov, în perioada 05.04.2013 – 17.05.2013, în baza contractului nr. 146/06.09.2011;~~

(11) ~~*Raport geotehnic* privind detalierea condițiilor de fundare a pistei – caseta 6 – km 0+860 ÷ 1+060, elaborat de S.C. IPTANA S.A. în iunie 2012, în baza contractului 157/2007/CS20/2012;~~

(12) ~~*Detalii de execuție* pentru Pista de decolare-aterizare 3500 m, Etapa I și suprafețe de mișcare aferente, Obiect 1: PDA 2100 + Cale de rulare Echo 1, Lucrări de consolidare de teren, Caseta 6, elaborate de S.C. IPTANA S.A. în mai 2012, în baza contractului nr. 157/2007/CS20/2012;~~

(13) *Raport geotehnic* privind detalierea condițiilor de fundare a pistei – caseta 7 – km 0+660 ÷ 0+860, elaborat de S.C. IPTANA S.A. în iunie 2012, în baza contractului 157/2007/CS20/2012;

(14) *Detalii de execuție* pentru Pista de decolare-aterizare 3500 m, Etapa I și suprafețe de mișcare aferente, Obiect 1: PDA 2100 + Cale de rulare Echo 1, Lucrări de consolidare de teren, Caseta 7, elaborate de S.C. IPTANA S.A. în iunie 2012, în baza contractului nr. 157/2007/CS20/2012;

(15) *Raport geotehnic* privind detalierea condițiilor de fundare a pistei – caseta 8 – km 0+460 ÷ 0+640, elaborat de S.C. IPTANA S.A. în iulie 2012, în baza contractului 157/2007/CS20/2012;

(16) *Detalii de execuție* pentru Pista de decolare-aterizare 3500 m, Etapa I și suprafețe de mișcare aferente, Caseta 8, elaborate de S.C. IPTANA S.A. în iulie 2012, în baza contractului nr. 157/2007/CS20/2012;

(17) *Raport geotehnic* privind detalierea condițiilor de fundare a pistei – caseta 9 – km 0+240 ÷ 0+460, elaborat de S.C. IPTANA S.A. în iulie 2012, în baza contractului 157/2007/CS20/2012;

(18) *Detalii de execuție* pentru Pista de decolare-aterizare 3500 m, Etapa I și suprafețe de mișcare aferente, Obiect 1: PDA 2100 + Cale de rulare Echo 1, Lucrări de consolidare de teren, Caseta 9, elaborate de S.C. IPTANA S.A. în iulie 2012, în baza contractului nr. 157/2007/CS20/2012;

(19) *Raport geotehnic* privind detalierea condițiilor de fundare a pistei – caseta 10 – km 0+040 ÷ 0+240, elaborat de S.C. IPTANA S.A. în august 2012, în baza contractului 157/2007/CS20/2012;

(20) *Detalii de execuție* pentru Pista de decolare-aterizare 3500 m, Etapa I și suprafețe de mișcare aferente, Obiect 1: PDA 2100 + Cale de rulare Echo 1, Lucrări de consolidare de teren, Caseta 10, elaborate de S.C. IPTANA S.A. în august 2012, în baza contractului nr. 157/2007/CS20/2012;

(21) *Raport geotehnic* privind detalierea condițiilor de fundare a pistei – caseta 11 – km 0+000 ÷ 0+040, elaborat de S.C. IPTANA S.A. în august 2012, în baza contractului 157/2007/CS20/2012;

(22) *Detalii de execuție* pentru Pista de decolare-aterizare 3500 m, Etapa I și suprafețe de mișcare aferente, Obiect 1: PDA 2100 + Cale de rulare Echo 1, Lucrări de consolidare de teren, Caseta 11, elaborate de S.C. IPTANA S.A. în august 2012, în baza contractului nr. 157/2007/CS20/2012;

(23) *Cartea tehnică a construcției*, Capitolul B, Volumul 2 – Natura teren de fundare;

3. PREZENTAREA LUCRĂRILOR

Din punct de vedere topografic și geomorfologic Aeroportul Cluj-Napoca este amplasat în partea de NE a cartierului Someșeni, fiind situat pe partea dreaptă a râului Șomeșul Mic, în zona de luncă a acestuia, pe un teren cvasiplan.

Conform Planului de dezvoltare a Aeroportului Internațional Cluj – Napoca a fost necesar a se realiza o pistă de decolare-aterizare care să permită operarea cu aeronave de capacitate mare, atât din punct de vedere al portanței, cât și a lungimii de operare.

Din cadrul investiției a fost realizată o primă etapă de modernizare a suprafețelor de mișcare ale Aeroportului Cluj-Napoca, etapă ce a presupus realizarea unei noi piste de decolare-aterizare, de 2100 m, la nord de pista existentă, o cale de rulare (Foxtrot), o cale de rulare (Golf) și transformarea actualei piste de decolare-aterizare în cale de rulare.

Pentru această investiție au fost întocmite documentațiile tehnice necesare: Studiu geotehnic, Studiu de fezabilitate, Proiect tehnic și Caiete de sarcini.

Pe baza datelor furnizate de Studiul geotehnic, în cadrul Proiectului tehnic s-a dimensionat structura sistemului rutier aeroportuar, adoptându-se o soluție de îmbunătățire a terenului natural dificil de fundare prin execuția unui terasament cu grosimea de 1,45 m compus dintr-un strat de balast de 0,70 m armat cu două rânduri de geogrilă și un strat de 0,75 m de piatră spartă compactată.

Din cauza variației grosimii terenului dificil de fundare, cu valori reduse ale caracteristicilor mecanice, s-a constatat că nu este posibilă atingerea gradului de compactare prescris, în mod uniform pe toată suprafața casetei.

S-a comandat expertizarea tehnică a condițiilor de fundare și în urma investigării suplimentare și a unor încercări pe poligoane experimentale, s-a adoptat soluția îmbunătățirii terenului prin înlocuirea în totalitate a terenului dificil, execuția unui blocaj de piatră spartă sort 0-500 mm și sort 0-300 mm, cu grosimi variabile și închiderea pe ultimii 25 cm cu piatră spartă sort 0-63 mm.

Soluția a fost aplicată conform expertizelor tehnice, rapoartelor geotehnice privind detalierea condițiilor de fundare și detaliilor de execuție pe toată lungimea pistei.

4. ASPECTE SEMNIFICATIVE DIN DOCUMENTAȚIA TEHNICĂ

4.1 Studiul geotehnic

Aspectele menționate în continuare sunt preluate din documentația tehnică notată cu (2) în Capitolul 2: PUZ – Dezvoltarea și modernizarea Aeroportului Cluj-Napoca și dezvoltare servicii în zonele aferente, Etapa I – Pista 2100M + TWY E1 + TWY G, *Studiu geotehnic*, elaborat de S.C. IPTANA S.A. în anul 2009, în baza contractului 1/157/3954/2007.

Investigațiile geotehnice care s-au realizat sunt:

- Penetrări dinamice ușoare (PDU) – executate cu penetrometrul dinamic ușor tip IMEC în 280 de puncte ale unei rețele constituită din 7 aliniamente VE și 40 aliniamente NS, dispuse la distanțe de 100 m și respectiv 50 m;

- Puțuri deschise (PD) continuate, în zonele în care litologia a permis aceasta, cu foraje manuale de 2", executate în 46 de puncte ale rețelei;
- Penetrări dinamice cu con (DCP) executate cu un penetrometru tip DYNAMIC CONE PENETROMETER în 15 puncte ale rețelei;
- Încercări cu placa Lucas executate în 4 puncte ale rețelei.

În urma investigațiilor și analizelor de laborator, s-a identificat un complex aluvionar, împărțit pe două nivele:

➤ *nivelul aluvionar fin*, constituit din argile, pe alocuri prăfoase sau nisipoase și **prafuri argiloase nisipoase, având la bază un nivel de nisip argilos sau prăfos fin, cu o consistență variabilă cu tendință de scădere pe verticală, de la plastic vârtos la plastic moale;**

Din analiza indicilor geotehnici s-a ajuns la concluzia că depozitele pelitice interceptate sub solul vegetal sunt aluviuni neconsolidate de tipul mălurilor fosile uscate.

Pe baza penetrărilor dinamice ușoare a fost întocmită o hartă cu izobate la nivelul superior al stratului aluvionar grosier, în urma căreia a rezultat o grosime variabilă a pachetului aluvionar fin cuprinsă între 0,20 m și 5,70 m.

➤ *nivelul aluvionar grosier*, constituit din nisipuri cu pietriș sau pietrișuri cu nisip, pe alocuri cu bolovăniș, umede sau saturate, cu îndesări medii.

Apa subterană a fost întâlnită în forajele manuale sub formă de pânză freatică, la adâncimi cuprinse între 2,10 m și 2,40 m, în nivelul aluvionar cu pietriș și nisip.

Din încercările "in situ" s-a ajuns la valori de referință ale modului de referință $K_0 = 10\text{MN/m}^3$ pentru nivelul aluvionar fin, respectiv $K_0 = 40\text{MN/m}^3$ pentru nivelul aluvionar grosier.

Conform Normativului NP 074/2007 arealul investigat a fost încadrat în categoria geotehnică 3 – risc geotehnic "major".

Pe baza criteriului granulometric, nivelul aluvionar fin a fost încadrat la pământuri tip "P5", "P4" și respectiv "P3", "sensibile – foarte sensibile la îngheț".

La capitolul Recomandări au fost menționate următoarele lucrări:

- decaparea pe o grosime de minimum 1,00 – 1,20 m a păturii de sol vegetal și a materialului pelitic cu porozitate mare din componența nivelului aluvionar fin și înlocuirea acestuia cu un material necoeziv sau slab coeziv (balast – balast argilos) compactat corespunzător;
- în zonele în care prin decapare la cota -1,20 m terenul este reprezentat tot de un material pelitic necorespunzător din punct de vedere al consistenței, acesta să fie compactat dinamic cu aport de material granular până la refuz, până la obținerea unui modul de reacție $K_0 = \text{minim } 55\text{MN/m}^3$;
- interpunerea unei geogrilă între teren și viitorul "pat al pistei", cu scopul unei distribuții uniforme a sarcinilor;
- executarea structurii rutiere a pistei în profil de rambleu cu o înălțime de 0,90 – 1,00 m, astfel încât adâncimea de îngheț să se situeze deasupra cotei 0 a terenului actual.

Pentru stratificația pusă în evidență s-au dat valori de bază ale presiunilor convenționale conf. STAS 3300/2-85, Anexa B, tabelul 15, 16:

- pentru nivelul aluvionar fin – pelitic $p_{conv} = 100-150$ kPa (în funcție de starea de consistență);
- pentru nivelul aluvionar grosier $p_{conv} = 350-400$ kPa (în funcție de procentul de fracție fină $<0,06$ și de gradul de îndesare).

4.2 Studiu de fezabilitate

Aspectele menționate sunt preluate din documentația tehnică notată cu (3) în Capitolul 2.

Pentru dezvoltarea aeroportului a fost prevăzută realizarea unei suprafețe de manevră nouă, destinată deservirii traficului greu – pistă de 2100 m, o cale de rulare (Echo 1) la pragul 07 al noii piste, o cale de rulare Golf și transformarea actualei piste de îmbarcare-debarcare de 2100 m în cale de rulare.

Au fost analizate două scenarii:

- Scenariul 1 – Pistă de 2100 m lungime și lățime de 60 m (45 m suprafață portantă + 2 acostamente de 7,50 m lățime), PCN 105 cu structură rutieră rigidă;
- Scenariul 2 – Pistă de 2100 m lungime și lățime de 60 m (45 m suprafață portantă + 2 acostamente de 7,50 m lățime), PCN 105 cu structură rutieră flexibilă.

În urma analizelor s-a optat pentru scenariul 1 – pista cu structura rutieră rigidă.

La capitolul 2.3. Descrierea constructivă, funcțională și tehnologică este menționată necesitatea consolidării terenului de fundare pentru realizarea stabilității în timp a complexului aeroportuar.

În calculul de dimensionare s-au luat în considerare valori ale modului de reacție $K_0 = 10-20$ MN/m³, conform Studiului geotehnic notat cu (2) în Capitolul 2. Pentru îmbunătățirea capacității portante a terenului de fundare până la min. 50-75 MN/m³, s-a considerat necesară realizarea unui strat de formă.

În urma dimensionării a rezultat următoarea stratificație rutieră:

- Pista de decolare aterizare, căi de rulare:
 - 41 cm dala de ciment BcR5,5
 - Folie de polietilenă
 - 2 cm nisip
 - 25 cm balast stabilizat cu ciment
 - 30 cm fundație din balast
- Acostamente:
 - 23 cm dala de ciment BcR5,5
 - Folie de polietilenă
 - 2 cm nisip
 - 25 cm balast stabilizat cu ciment
 - 48 cm fundație din balast.

Pentru protecția complexului rutier aeroportuar împotriva apelor provenite din precipitații s-a propus realizarea de drenuri perimetrare pe tot conturul pistei și a căilor de rulare, amplasate în imediata vecinătate a acostamentelor.

4.3 Proiect tehnic și caiete de sarcini

Aspectele menționate sunt preluate din documentația tehnică notată cu (4) în Capitolul 2.

Dimensionarea structurii sistemului rutier aeroportuar s-a efectuat în ipoteza asigurării unui modul de reacție de minim 70-75 MN/m³ la nivelul terenului de fundare îmbunătățit. S-au luat în considerare datele din Studiul geotehnic notat cu (2) în Capitolul 2.

Calculul s-a realizat la Starea Limită de Deformații, utilizând programul Elpla, cu dispunerea structurii (dală de beton) pe un material deformabil (teren de fundare și straturi de îmbunătățire).

Datele care au fost folosite în modelarea stării de eforturi și deformații, în ceea ce privește natura terenului, au fost:

- strat aluvionar fin – argilă și argilă prăfoasă slab nisipoasă având modulul edometric $M=4347 \text{ kN/m}^2$, greutate volumică în stare naturală $\gamma=20\text{kN/m}^3$, unghi de frecare internă $\Phi=3^\circ$, coeziune $c=37 \text{ kN/m}^2$, coeficientul lui Poisson $\nu=0,42$;
- strat aluvionar grosier – nisip cu pietriș, cu rar bolovăniș având modulul de deformație liniară (modul de elasticitate) $E=40000 \text{ kN/m}^2$, greutate volumică în stare naturală $\gamma=20\text{kN/m}^3$, unghi de frecare internă $\Phi=34^\circ$, coeficientul lui Poisson $\nu=0,27$;
- nivel de apă subterană la ~2,00-2,20 m față de cota terenului natural.

Calculul este efectuat în următoarele ipoteze:

- I. Încărcare în centrul dalei, considerând fundarea pe terenul natural (grosime maximă a terenului dificil de fundare de ~4,90 m);
- II. Încărcare în centrul dalei, considerând terenul îmbunătățit pe o grosime de 1,45 m, cu 0,75 m strat de piatră spartă și 0,70 m pernă de balast;
- III. Încărcare în centrul dalei, considerând terenul îmbunătățit pe o grosime de 2,90 m, cu 2,20 m strat de piatră spartă și 0,70 m strat de balast;
- IV. Încărcare în centrul dalei, considerând terenul îmbunătățit pe o grosime de 1,45 m, pentru o grosime inițială de strat coeziv cu compresibilitate mare de 3,50 m;
- V. Încărcare în centrul dalei, considerând terenul îmbunătățit pe o grosime de 2,50 m, pentru o grosime inițială de strat coeziv cu compresibilitate mare de 3,50 m;
- VI. Încărcare în centrul dalei, considerând terenul îmbunătățit pe o grosime de 1,45 m, pentru o grosime inițială de strat coeziv cu compresibilitate mare de 2,50 m;
- VII. Încărcare în centrul dalei, considerând toată grosimea stratului slab de fundare înlocuită cu un terasament de 1,45 m.

S-a concluzionat ca soluția generală de îmbunătățire a terenului natural dificil de fundare să fie un terasament cu grosimea de 1,45 m în situația rămânerii în loc a unei

grosimi maxime de 1,00 m de pământ natural coeziv, compus dintr-un strat de balast de 0,70 m armat cu două geogridurile și un strat de 0,75 m de piatră spartă compactată.

În zonele în care grosimea terenului dificil de fundare este mai mare, s-a proiectat decaparea a 2,90m și înlocuirea cu un strat de îmbunătățire de 0,70 m balast și 2,20 m strat de piatră spartă.

S-au prevăzut două straturi de geogridurile în cuprinsul stratului de balast, una la cota inferioară a stratului, la limita dintre stratul de piatră spartă și cel de balast și una la 0,40 m față de cota inferioară a stratului de balast.

Pentru pachetul de îmbunătățire s-a dispus activitate de urmărire în timp prin instrumentarea cu piezometre în zona adiacentă pistei, căilor de degajare și căilor de rulare.

4.4 Expertize tehnice

Aspectele menționate sunt preluate din documentațiile tehnice notate cu (5), (6), (7), (8), (9) în Capitolul 2.

Au fost întocmite 5 expertize geotehnice pe tronsoane de câte 200 m, începând de la km 2+100, până la km 1+060.

Pe tronsonul cuprins între km 2+100 – 1+900 au fost executate 5 poligoane experimentale, pe care s-au aplicat diferite soluții de îmbunătățire a terenului dificil și s-au determinat următoarele caracteristici:

- gradul de compactare al pământului (D), conform STAS 1913/13-83;
- coeficientul de neuniformitate (U) și coeficientul de curbură (C_c);
- modulul de reacție (K_s) conform NP 034-99 sau DIN 18134-2001.

În urma analizării rezultatelor obținute s-a propus îmbunătățirea terenului de fundare prin executarea unui blocaj din piatră spartă, sort 0-300mm, pe o grosime de 0,40m pe toată suprafața casetei, iar în cazul în care se constată grosimi mai mari ale pământului fin (mălos), înlocuirea acestuia cu piatră spartă sort 0-500mm.

Pe celelalte tronsoane, cuprinse între km 1+700 – 1+880, km 1+680 – 1+480, km 1+480 – 1+280, km 1+060 – 1+260, au fost executate câte 30 sondaje geotehnice de la cota săpăturii dată în proiect, pe baza analizelor de laborator stabilindu-se gradele de uniformitate (C_u) și factorii de curbură granulometrică (C_c).

Având în vedere calitatea slabă a terenului de fundare de sub cota săpăturii propuse în proiect existentă în unele locații ale amplasamentului, s-a propus îmbunătățirea terenului de fundare prin soluția de înlocuire a pământului slab printr-o saltea de piatră spartă, sort 0-300mm, cu o grosime variabilă 40-100 cm.

În zonele în care grosimea pachetelor de pământuri măloase era mai mare de 1,00 m, s-a propus ca blocajul să se execute din piatră spartă sort 0-500mm, ultimii 40 cm executându-se din sort 0-300mm.

Pe baza soluțiilor date în expertizele tehnice privind condițiile de fundare, au fost întocmite profiluri trasnversale – strat de blocaj pentru îmbunătățire teren de fundare pe cele 5 tronsoane, începând cu km 2+100, până la km 1+060, de către S.C. GEOARC S.R.L.

În profilurile transversale din fiecare pichet au fost specificate următoarele cote:

- cote proiect;
- cote superioare strat de blocaj de piatră spartă;
- cote inferioare strat de blocaj de piatră spartă sort 0-300 mm;
- cote inferioare strat de blocaj de piatră spartă sort 0-500 mm.

4.5 Rapoarte geotehnice

Aspectele menționate sunt preluate din documentațiile tehnice notate cu (11), (13), (15), (17), (19), (21) în Capitolul 2.

Pe fiecare dintre tronsoanele cuprinse între km 0+860 – km 1+060, km 0+660 – km 0,860, km 0+460 – km 0+640, km 0+240 – km 0+460, km 0+040 – km 0+240, km 0+000 – 0+040 au fost întocmite Rapoarte geotehnice.

În vederea determinării stratificației terenului și a caracteristicilor terenului de fundare s-au executat pentru fiecare tronson următoarele investigații geotehnice:

- 32-43 de puțuri deschise executate mecanizat, cu excavatorul, la adâncimi cuprinse între 0,40 m și 4,00 m;
- 3-4 încercări de penetrare dinamică ușoară;
- 1-3 încercări cu placa Lucas.

Din sondaje au fost recoltate probe de pământ tulburate, analizându-se în laborator următoarele:

- pentru probele recoltate din complexul aluvionar coeziv: granulometrie, limite de plasticitate, conținut de materie organică, umflare liberă;
- pentru probele recoltate din complexul aluvionar necoziv: granulometrie și coeficient de neuniformitate.

Investigațiile au pus în evidență complexul aluvionar caracterizat printr-un nivel aluvionar fin, pelitic, organic, cu grosimi cuprinse între 0,00 m și 3,80 m (față de cota săpăturii), dezvoltat neuniform în plan și profunzime sub formă de turbioane sau pungi și nivelul aluvionar grosier alcătuit din nisip cu pietriș și bolovăniș.

Apa subterană a fost întâlnită în principal sub formă de pânză freatică în nivelul aluvionar de pietriș cu nisip sau la limita acestuia cu nivelul aluvionar fin, fiind influențată de nivelul apei râului Someșul Mic și parțial de debitul anual al precipitațiilor.

Sunt prezentate fișele sondajelor, buletine cu rezultatele analizelor de laborator, diagramele de distribuție granulometrică, diagramele de penetrare dinamică, buletinele de determinare a modului de reacție al pământului, planuri de amplasare a sondajelor și profile litologice transversale.

S-a recomandat excavarea în totalitate a nivelului cu caracteristici geotehnice nesatisfăcătoare (conținut de materie organică > 5%, compresibilitate ridicată, plasticitate mare) și înlocuirea acestuia cu material granular.

După executarea îmbunătățirii terenului, înainte de așternerea stratului de geotextil, s-a recomandat verificarea capacității portante prin teste cu placa statică.

4.6 Detalii de execuție

Aspectele menționate sunt preluate din documentațiile tehnice notate cu (12), (14), (16), (19), (20), (22) în Capitolul 2.

Pentru fiecare dintre casetele 6, 7, 8, 9, 10, 11 s-au întocmit detalii de execuție cuprinzând un memoriu tehnic, listele cu cantități de lucrări, listele consumurilor de resurse materiale, listele consumurilor cu mâna de lucru, listele consumurilor de ore de funcționare a utilajelor, listele consumurilor privind transporturile și profiluri transversale în fiecare pichet cu specificarea următoarelor cote:

- cote proiect;
- cote teren;
- cote superioare strat de blocaj;
- cote inferioare strat de blocaj.

În memoriile tehnice este prezentată soluția de îmbunătățire a terenului de fundare prin înlocuirea pământului slab cu un blocaj de piatră brută de carieră sort 0-300 mm împănate cu piatră spartă sort 0-63 mm peste care se execută pachetul de îmbunătățire conform Proiectului tehnic (notat cu (4) în Capitolul 2).

4.7 Cartea tehnică a construcției

Aspectele menționate sunt preluate din documentația tehnică notată cu (23) în Capitolul 2.

În Cartea tehnică a construcției, Volumul 2 – Natură teren de fundare sunt centralizate pentru toate casetele procese verbale de recepție calitativă, procese verbale de verificare a cotei de fundare și procese verbale de verificare a naturii terenului de fundare.

Procesele verbale de recepție calitativă referitoare la pachetul de îmbunătățire a terenului de fundare sunt pentru:

- strat de balast 30 cm din pachetul de îmbunătățire;
- strat 2 de geogrilă din pachetul de îmbunătățire;
- strat de balast 40 cm din pachetul de îmbunătățire;
- strat 2 de geogrilă din pachetul de îmbunătățire;
- strat de piatră spartă sort 0-63 mm din pachetul de îmbunătățire;
- strat de geotextil din pachetul de îmbunătățire;
- strat de nisip 10 cm premergător așternerii geotextilului;
- strat de blocaj din piatră spartă sort 0-300 mm împănate cu 25 cm piatră spartă sort 0-63 mm;

La caseta 1 este inclusă expertiza tehnică privind condițiile de fundare, fișe tehnologice de executare a tronsoanelor experimentale și rapoarte privind determinarea modulului de reacție al pământului.

Pentru tronsoanele cuprinse între km 0+860 – 1+100 (caseta 6), km 1+300 – 1+500 (caseta 4), km 1+500 – 1+700 (caseta 3) și km 1+700 – 1+900 (caseta 2) se prezintă rapoartele de încercare privind măsurarea deflexiunii cu Pârghia Benkelman.

5. COMENTARIILE ASUPRA DOCUMENTAȚIILOR TEHNICE STUDIATE

❖ Studiul geotehnic a fost elaborat în faza de PUZ, în cadrul Cuprinsului este denumit **Referat geotehnic, fiind ulterior folosit atât la întocmirea Studiului de fezabilitate, cât și a Proiectului tehnic**; este datat cu anul 2011, iar investigațiile de teren și de laborator au fost realizate în anul 2009;

❖ Fiind întocmit pentru faza de Studiu de fezabilitate, Studiul geotehnic nu este verificat de un verficator atestat pentru domeniul Af;

❖ Conform Normativului NP 074/2007 arealul investigat a fost încadrat în categoria geotehnică 3 – risc geotehnic “major”. Pentru această categorie normativul prevede investigații de teren cu prelevare de probe netulburate și încercări de laborator pentru determinarea principalilor parametri geotehnici:

- pentru pământuri foarte grosiere și grosiere: granulozitate, umiditate, greutate specifică, compoziție mineralogică și grad de alterare, parametrii rezistenței la forfecare;

- pentru nisipuri: granulozitate, umiditate, caracteristicile de compactare, greutate specifică, coeficientul de permeabilitate, greutatea volumică, grad de îndesare, parametrii rezistenței la forfecare, etc.;

- pentru pământuri fine: granulozitate, greutate volumică, umiditate, limite de plasticitate, modulul de deformație edometric, parametrii rezistenței la forfecare, caracteristicile de compactare, coeficient de permeabilitate, greutate specifică, presiunea de preconsolidare, coeficientul de condolidare primară, etc.;

❖ În cadrul investigațiilor de teren au fost realizate 46 de foraje manuale de 2", cu adâncimi cuprinse între 1,00 m și 4,25 m și prelevare de probe de la adâncimi mici;

Tabel 1. Foraje manuale de 2" executate în 2009

Nr. crt.	Poziție	Adâncime foraj	Adâncime probă prelevată	Nr. crt.	Poziție	Adâncime foraj	Adâncime probă prelevată
1.	1-1	1,20 m		24.	1-13	2,70 m	
2.	5-1	1,00 m		25.	5-37	1,70 m	0,60 m
3.	1-17	2,00 m	0,70 m	26.	3-39	1,60 m	0,70 m
4.	5-17	1,00 m		27.	3-23	1,50 m	0,70 m
5.	3-19	1,25 m		28.	7-23	1,20 m	
6.	7-19	2,30 m	0,70 m	29.	4-2	1,20 m	0,60 m
7.	3-15	1,50 m	1,00 m	30.	3-3	1,25 m	
8.	7-15	2,40 m		31.	5-5	1,20 m	

9.	1-21	1,30 m		32.	3-7	1,25 m	
10.	5-21	1,20 m		33.	5-25	1,70 m	
11.	7-27	1,50 m	0,70 m	34.	3-27	2,30 m	
12.	1-29	2,70 m	0,70 m	35.	5-29	2,20 m	
13.	3-13	2,70 m	0,60 m	36.	3-31	1,10 m	
14.	5-13	2,80 m	0,80 m	37.	6-7	1,40 m	0,70 m
15.	3-40	1,50 m	0,60 m	38.	1-9	3,20 m	0,95 m
16.	5-40	1,70 m		39.	7-3	1,80 m	
17.	5-9	1,60 m	0,65 m	40.	1-5	1,50 m	0,95 m
18.	3-11	4,25 m		41.	7-31	1,60 m	0,70 m
19.	5-24	4,00 m	0,60 m	42.	1-33	1,20 m	0,90 m
20.	1-25	1,60 m		43.	7-35	1,60 m	
21.	5-33	1,30 m		44.	1-37	1,30 m	
22.	3-35	2,20 m	0,60 m	45.	7-39	1,60 m	
23.	7-11	2,00 m	0,60 m	46.	1-40	1,60 m	

❖ Din tabelul de mai sus se constată că la doar 21 din foraje au fost prelevate probe de pământ, iar adâncimile acestora au fost cuprinse între 0,60 m și 1,00 m (din cadrul nivelului aluvionar fin);

❖ ~~Deși s-a recomandat o decapare a terenului până la adâncimea de 1,20 m,~~ toate încercările de laborator au fost efectuate pe probe prelevate de la cote superioare (-0,60 ÷ -1,00 m);

❖ Pentru nivelul aluvionar fin se menționează un indice de consistență $I_c = 0,71 - 1,07$, ce încadrează pământul într-un domeniu consistent-tare, fiind în contradicție cu celelalte caracteristici geotehnice;

❖ Din stratul aluvionar grosier, considerat teren bun de fundare, nu s-au prelevat probe și nu s-au determinat în laborator parametri fizici și mecanici;

❖ În condițiile în care pentru categoria geotehnică 3 este obligatorie determinarea parametrilor rezistenței la forfecare, pentru nivelul aluvionar grosier se estimează un unghi de frecare internă și un modul de deformație liniară conform STAS 3300-85 – Teren de fundare. Principii de calcul;

❖ Încercările de penetrare dinamică nu s-au continuat în stratul bun de fundare decât 10 – 20 cm , adâncime insuficientă pentru confirmarea continuității stratului;

❖ Pentru categoria geotehnică 3, capacitatea portantă a terenului se calculează pe baza parametrilor rezistenței la forfecare determinați în laborator; la capitolul Recomandări sunt specificate doar valori de bază, orientative, pentru presiunile convenționale corespunzătoare celor două straturi;

❖ Conform NP 074-2007, având în vedere categoria geotehnică 3 în care este încadrată lucrarea, proiectul tehnic trebuia realizat în baza unui Studiu geotehnic pentru proiectare;

❖ În cadrul proiectului se face referire la NP 074-2002, normativ abrogat la data de 06.06.2007 prin Ordinul nr. 128/2007;

❖ Valorile parametrilor geotehnici necesari în calculul de dimensionare efectuat, aferente nivelului aluvionar fin și celui grosier, au fost preluate din Studiul geotehnic preliminar în care s-au specificat doar valori orientative;

❖ Având în vedere categoria de importanță a construcției, aceste valori trebuiau obținute în urma încercărilor pe probe de pământ prelevate din foraje executate pe amplasament;

❖ La stabilirea soluției de îmbunătățire a terenului dificil de fundare s-a urmărit obținerea unui modul de reacție la nivelul inferior al sistemului rutier de minim 70 – 75 MN/m³; nu s-a ținut cont și de condițiile tehnologice de execuție.

❖ Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 2; se observă că în cazul în care grosimea terenului dificil de fundare este de 4,90 m și se îmbunătățește pe o grosime de 2,90 m, se obține un modul de reacție > 75 MN/m³ și rămân 2,00 m de teren dificil;

Tabel 2. Rezultate calcul de dimensionare

Grosime teren dificil de fundare (m)	Grosime teren îmbunătățit (m)	Grosime teren dificil rămas după îmbunătățire (m)	Modul de reacție sub sistemul rutier obținut (MN/m ³)
4,90	-	4,90	19,70
4,90	1,45	3,45	26,56
4,90	2,90	2,00	94,90
3,50	1,45	2,05	35,50
3,50	2,50	1,00	47,80
3,50	2,90	0,60	97,01
2,50	1,45	1,05	53,00
1,45	1,45	-	97,20

❖ Rapoartele geotehnice pentru detalierea condițiilor de fundare și Detaliile de execuție au fost întocmite în conformitate cu normativele aflate în vigoare și au fost verificate de un verficator tehnic atestat pentru domeniul Af;

❖ În procesele verbale de recepție calitativă a lucrărilor puse în operă sunt neconcordanțe între numărul casetelor și poziția kilometrică aferentă acestora.

❖ Toate documentele din Cartea tehnică a construcției sunt semnate și stampilate de reprezentanți ai Beneficiarului, Constructorului și Proiectantului.

