



"STUDIU DE FEZABILITATE PENTRU MODERNIZAREA LINIEI FERROVIARE CARANSEBEȘ – TIMIȘOARA – ARAD"

---

## **Studiu de Fezabilitate pentru Modernizarea liniei feroviare Caransebeș – Timișoara – Arad**

---

**CONTRACT 134/29.12.2015**

Autoritatea Contractanta : **Compania Națională de Căi Ferate „CFR”-S.A.**

Contractant : **Consis ProiectSRL**

**STUDIU DE TRAFIC**






## FOAIE DE SEMNĂTURI

Lucrarea: Studiu de Fezabilitate pentru modernizarea  
liniei feroviare Caransebeș – Timișoara – Arad

Beneficiar: CNCF „CFR” SA

Proiectant: CONSIS PROIECT SRL

Numele documentului: STUDIU DE TRAFIC

Elaborat:	Verificat:	Șef proiect
Cătălin ȘERBAN 	Florin RUSCĂ 	Cătălin ȘERBAN 

Nr. ediție:	2	3	4	
Nr. revizie:	1	2	3	
Data:	12.2017	02.2019	05.2019	

## CUPRINS

1. ASPECTE PRELIMINARE	2
2. OBȚINEREA DATELOR DE INTRARE	3
3. IPOTEZE DE CALCUL	9
4. MODELUL DE PROGNOZĂ UTILIZAT	12
5. CONCLUZII ÎN URMA PROGNOZEI DE TRAFIC	18
6. ANALIZA POSIBILITĂȚILOR DE MODERNIZARE A TRONSONULUI FERROVIAR	19
6.1. CALCULUL CAPACITĂȚII DE CIRCULAȚIE PE LINIE SIMPLĂ	19
6.2. CALCULUL CAPACITĂȚII DE CIRCULAȚIE PE LINIE DUBLĂ	26
7. ALTE ASPECTE TEHNICE PRIVIND CIRCULAȚIA TRENURILOR ÎN SITUAȚIA PROIECTATĂ	32
8. CONECTAREA LA REȚEA A CENTRELOR MULTIMODALE DE TRANSPORT DE PE TRONSON	34
9. ANALIZA IMPACTULUI LUCRĂRILOR DE MODERNIZARE ASUPRA CIRCULAȚIEI TRENURILOR	35
11. BIBLIOGRAFIE	41

Anexa 1 – Diagrama de viteze Varianta 1

Anexa 2 – Diagrama de viteze Varianta 2

Anexa A1 – Prognoza traficului feroviar de pasageri Varianta "0"

Anexa A2 – Prognoza traficului feroviar de pasageri Varianta 1

Anexa A3 – Prognoza traficului feroviar de pasageri Varianta 2

Anexa A4 – Numărul zilnic prognozat de trenuri de călători Varianta "0"

Anexa A5 – Numărul zilnic prognozat de trenuri de călători Varianta 1

Anexa A6 – Numărul zilnic prognozat de trenuri de călători Varianta 2

Anexa B1 – Prognoza traficului feroviar de mărfuri Varianta "0"

Anexa B2 – Prognoza traficului feroviar de mărfuri Varianta 1

Anexa B3 – Prognoza traficului feroviar de mărfuri Varianta 2

## 1. Aspecte preliminare

Studiul de trafic s-a realizat pentru intervalul de linie de cale ferată Caransebeş - Arad.

Acest tronson feroviar a fost împărțit în două segmente, Caransebeş-Timişoara Nord, respectiv Timișoara Nord-Arad.

Pentru elaborarea prognozei traficului feroviar, aceste două segmente au fost împărțite, la rândul lor, în mai multe sectoare și anume:

- Caransebeş-Lugoj;
- Lugoj-Timișoara Est;
- Timișoara Est-Timișoara Nord;
- Timișoara Nord-Ronaț Triaj;
- Ronaț Triaj-Sânandrei;
- Sânandrei-Aradu Nou;
- Aradu Nou-Arad;
- Aradu Nou - Glogovăț.

Criteriul ce a stat la baza împărțirii a fost faptul că, fiecare segment este delimitat de două noduri ale rețelei feroviare, astfel că, de-a lungul fiecărui segment în parte traficul de călători, respectiv de marfă prezintă aceleași caracteristici.

Anul de bază considerat pentru prognoza de trafic a fost anul 2017.

Au fost obținute o serie de rezultate intermediare pentru fiecare an din perioada 2020 – 2049, considerându-se, că lucrările de implementare a proiectului vor fi demarate în anul 2020. Rezultatele finale ale prognozei se raportează la anul 2050.

Aceste rezultate reflectă influența factorilor externi precum Produsul Intern Brut, populația din zona deservită de segmentele de infrastructură feroviară, evoluția demografică în zona respectivă, respectiv a factorilor interni, precum vitezele comerciale de transport de călători și mărfuri pe calea ferată.

Viteza comercială pe un tronson de cale ferată este dată de raportul dintre lungimea tronsonului și durata efectivă de parcurs a acestuia, ținând seama de durata cumulată a opririlor în stațiile de pe tronsonul respectiv și de timpii de demarare și frânare a trenurilor, la plecările, respectiv opririle din/în stații.

Modelul utilizat este adaptat conform cu obiectul studiului, tipurile de date de intrare obținute și specificul zonei, fiind un model bazat pe metoda factorilor de creștere.

Acesta prezintă o serie de particularități pentru traficul de călători, respectiv pentru traficul de marfă.

Determinarea factorilor de elasticitate utilizați s-a realizat matematic utilizând un algoritm de programare neliniară denumit „Generalized Reduced Gradient”, inclus în programul Microsoft Office Excel, denumit „Solver”.

Având în vedere, cantitatea relativ redusă de date statistice obținute (2-3 ani), pentru traficul de mărfuri, nu s-a putut elabora, într-un mod matematic complet, o prognoză pentru cererea de transport pe intervalele CF ce compun tronsonul feroviar ce face obiectul proiectului, o parte dintre coeficienții de elasticitate fiind valori stabilite pe baza experienței în domeniu, precum și din proiecte similare (acoperitoare, dar în același timp, plauzibile).

Deși, în cazul traficului de călători s-au obținut date din perioada 2012 – 2017, nu au putut fi introduse în modelul de prognoză decât cele aferente anilor 2014, 2015 și 2017, deoarece datele aferente anilor 2012, 2013 și 2016 au fost incomplete, nefiind furnizate de către toți operatorii de transport feroviar (OTF) de profil ce au activat pe tronsonul feroviar Caransebeş – Timișoara – Arad.

De asemenea, nu s-au putut obține, din păcate, suficiente date nici din partea OTF de mărfuri, pentru a determina exact cel puțin fluxurile principale ale curenților de mărfuri de pe tronsonul vizat de proiect.

Totuși, pe baza datelor primite de la cca 27% dintre OTF de profil ce au desfășurat activitate de transport pe segmentele Caransebeş – Timișoara și Timișoara – Arad, s-a observat că trenurile navetă au o majoritate covârșitoare (o medie în jur de 90% din volumul de mărfuri transportate, la OTF privați fiind chiar

mai ridicat), mărfurile preponderente transportate în cursul anilor 2016 și 2017, pe cele două segmente de tronson, fiind următoarele:

- cereale (păioase, porumb, soia, ș.a.);
- produse de rafinare (carburanți, uleiuri);
- autoturisme;
- containere;
- fier vechi;
- semifabricate din industria metalurgică (lamine, tablă);
- produse chimice (îngrășăminte și alte substanțe).

## 2. Obținerea datelor de intrare

Pentru realizarea studiului au fost utilizate date de trafic furnizate de administratorul/gestionarul de infrastructură feroviară (GIF) și de către operatorii de transport feroviar de călători ce desfășoară activități de profil pe tronsonul analizat și pe secțiile de cale ferată adiacente.

Variația numărului de trenuri, puse anual în circulație de către OTF de călători se prezintă în tabelul 2.1., valorile fiind centralizate pe baza datelor furnizate de către GIF.

Tabelul 2.1. Trenuri Regio și Interregio puse în circulație pe planurile de mers 2012 – 2017

Segmentul	Caransebeș-Lugoj	Lugoj-Timișoara Est	Timișoara Est-Timișoara Nord	Timișoara Nord-Ronaț Tj.	Ronat Tj.-Sânandrei	Sânandrei-Aradu Nou	Aradu Nou-Arad	Aradu Nou-Glogovăț
<b>2012</b>								
Regio	16	14	25	43	32	22	34	-
Interregio	16	16	16	18	18	18	14	4
<b>2013</b>								
Regio	15	14	27	41	32	22	19	2
Interregio	9	9	9	12	12	12	10	2
<b>2014</b>								
Regio	13	13	25	42	33	23	21	-
Interregio	11	11	11	16	16	16	10	6
<b>2015</b>								
Regio	11	13	25	41	32	22	31	-
Interregio	13	13	13	17	17	17	12	5
<b>2016</b>								
Regio	11	13	19	39	30	20	30	-
Interregio	11	11	11	17	17	17	12	5
<b>2017</b>								
Regio	10	12	18	37	28	18	29	2
Interregio	14	14	14	15	15	15	14	1
Lungimea(km)	39,4	55,2	3,7	6,9	6,4	37,7	6,2	9,2

În ceea ce privește traficul de călători ce au circulat pe cele 8 segmente ale tronsonului ce urmează a fi modernizat, în tabelul 2.2. și în figura 2.1. se prezintă valorile respectiv fluctuația numărului de pasageri, în perioada 2014 – 2017, informațiile fiind obținute de la OTF ce au activat pe tronson.

Pentru anul 2016, cel mai important OTF din zonă nu a putut furniza date privind traficul realizat.

De asemenea, pentru anii 2012 și 2013, datele referitoare la traficul de scurt parcurs nu sunt complete, deoarece pentru perioada respectivă nu s-au putut obține valorile traficului de pasageri de la toți OTF de profil ce au activat pe tronson.

Tabelul 2.2. Traficul anual de călători în zona analizată în perioada 2012-2017

Anul \ Segmentul	Tip trafic	Caransebeș– Lugoj	Lugoj – Timișoara Est	Timișoara Est– Timișoara Nord	Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D	Ronaț Triaj Gr. D – Sânandrei	Sânandrei – Aradu Nou	Aradu Nou– Arad	Aradu Nou – Glogovăț	Observații
2012	Scurt parcurs	586.416	587.912	587.912	706.669	706.669	706.669	395.844	Lipsă date	Valori parțiale
	Lung parcurs	374.921	375.877	375.877	451.804	451.804	451.804	253.079	Lipsă date	-
2013	Scurt parcurs	736.880	738.060	738.060	676.123	676.123	676.123	476.834	Lipsă date	Valori parțiale
	Lung parcurs	471.120	471.873	471.873	432.274	432.274	432.274	304.861	Lipsă date	-
2014	Scurt parcurs	641.090	649.679	806.055	1.212.837	1.083.114	799.730	638.127	Lipsă date	-
	Lung parcurs	409.877	415.368	415.368	509.582	509.582	509.505	330.241	Lipsă date	-
2015	Scurt parcurs	767.183	772.121	808.038	1.441.445	1.311.260	1.035.445	726.995	Lipsă date	-
	Lung parcurs	490.494	493.650	496.462	660.350	660.350	660.218	387.444	Lipsă date	-
2017	Scurt parcurs	770.385	793.333	810.823	1.486.523	1.377.720	1.083.270	897.275	184.723	-
	Lung parcurs	492.541	507.212	518.395	692.582	692.582	692.582	402.879	118.100	-

Analizând în corelație tabelele 2.1. și 2.2., se observă că, în general, fluctuațiile numărului de trenuri pe fiecare segment al tronsonului ce va fi modernizat au caracter neregulat, neexistând o directă proporționalitate între acestea și numărul de pasageri ce au circulat pe fiecare dintre cele 8 segmente ce compun tronsonul analizat.

Acest aspect se explică prin aceea că OTF principal ce a activat pe acest tronson a avut mari probleme în ceea ce privește asigurarea de material rulant (vagoane, automotoare și chiar locomotive de remorcare) pentru menținerea unui anumit număr de trenuri, din cauza lipsei de fonduri necesare reparațiilor și mai ales a reviziilor periodice la vehiculele feroviare, care conform reglementărilor specifice, nu pot fi puse în circulație, în situația în care expiră termenele de revizie periodică, stabilite.

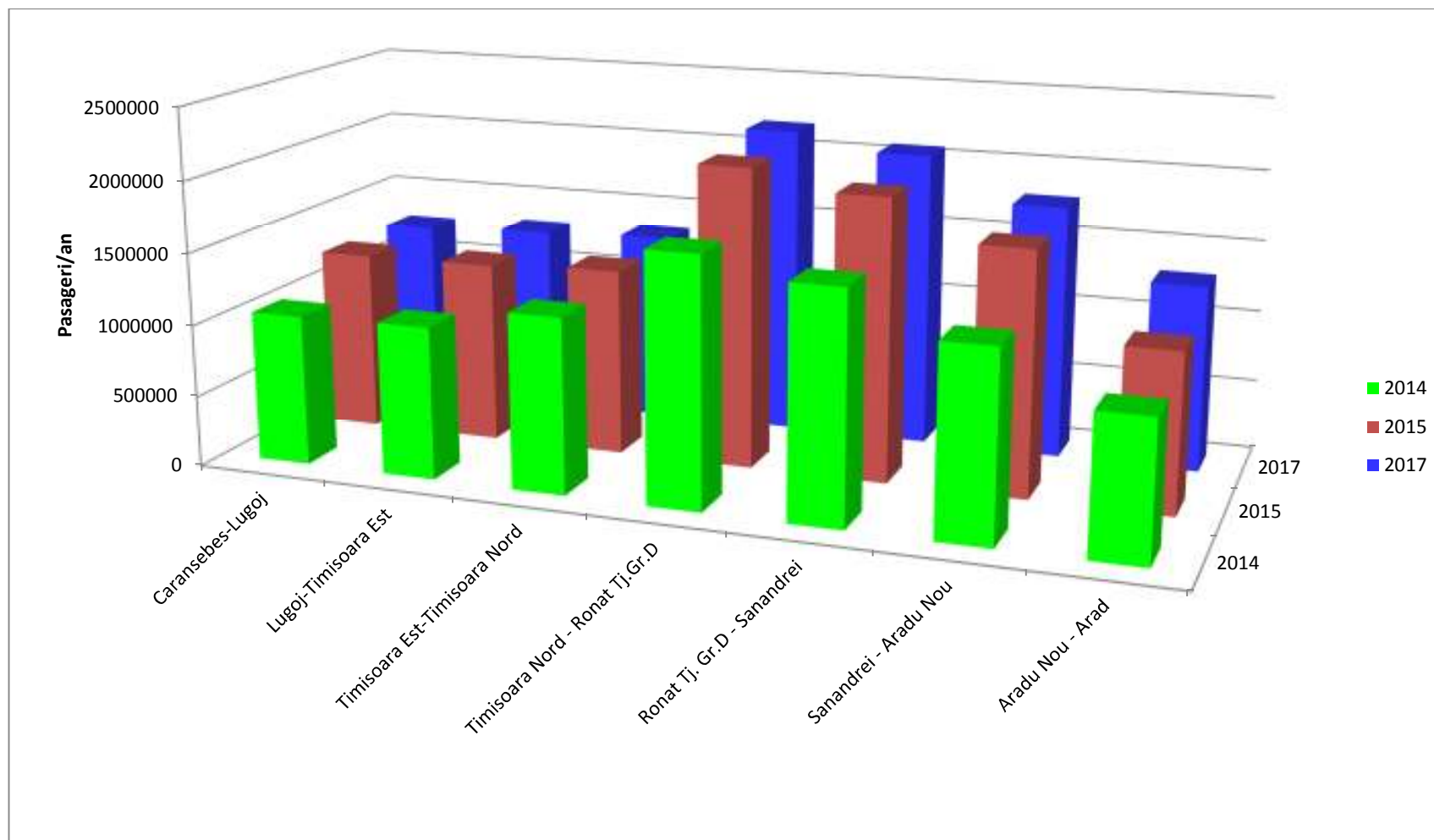


Fig. 2.1. – Volumele anuale de pasageri transportați pe tronsonul feroviar Caransebeș – Timișoara – Arad, în anii 2014, 2015 și 2017

Datele pe baza cărora s-a întocmit graficul din figura 2.1., sunt prezentate la nivel global pentru toți OTF, acestea fiind, de altfel, cele utilizate în calculele de prognoză a cererii de transport.

"STUDIU DE FEZABILITATE PENTRU MODERNIZAREA LINIEI FERROVIARE CARANSEBEȘ – TIMIȘOARA – ARAD"

În cazul traficului de marfă, s-au putut obține date de trafic numai pentru anii 2015 – 2017 și acestea fiind obținute cu largul concurs al GIF.

În tabelele 2.3. – 2.5. se prezintă datele privind traficul lunar de mărfuri pe tronsonul feroviar Caransebeș – Timișoara – Arad, furnizate de către compania națională de administrare a infrastructurii feroviare publice.

*Tabelul 2.3. Traficul lunar de trenuri de marfă, pe tronsonul analizat, în perioada 2015 – 2017*

Anul \ Segmentul	Caransebeș–Lugoj	Lugoj – Timișoara Est	Timișoara Est– Timișoara Nord	Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D	Ronaț Triaj Gr. D – Sâandrei	Sâandrei – Aradu Nou	Aradu Nou– Arad	Aradu Nou – Glogovăț	Observații
2015	480	480	540	750	510	480	510	30	-
2016	630	744	837	1331	804	800	870	60	-
2017	680	790	868	1360	820	870	900	90	-
Lungimea segmentului (km)	39,4	55,2	3,7	6,9	6,4	37,7	6,2	9,2	Distanțe pe traseul existent

Valorile corespunzătoare distanței Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D cumulează atât traficul de pe linia CF 218 (Timișoara Nord – Arad), cât și cel de pe linia 133 (Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D – Cenad).

*Tabelul 2.4. Traficul lunar în tone de mărfuri, pe tronsonul analizat, în perioada 2015 – 2017*

Anul \ Segmentul	Caransebeș–Lugoj	Lugoj – Timișoara Est	Timișoara Est– Timișoara Nord	Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D	Ronaț Triaj Gr. D – Sâandrei	Sâandrei – Aradu Nou	Aradu Nou– Arad	Aradu Nou – Glogovăț	Observații
2015	311.040	314.400	310.500	411.000	296.310	175.200	200.430	-	Pe segmentul Aradu Nou – Glogovăț nu au fost date disponibile
2016	716.000	721.000	721.000	1.003.000	680.000	680.000	739.500	51.000	-
2017	789.000	832.000	832.000	1.186.500	826.500	826.500	855.000	14.800	-

Valorile corespunzătoare distanței Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D cumulează atât traficul de pe linia CF 218 (Timișoara Nord – Arad), cât și cel de pe linia 133 (Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D – Cenad).



Tabelul 2.5. Traficul lunar de mărfuri, în tone brute circulante, pe tronsonul analizat, în perioada 2015 – 2017

Anul \ Segmentul	Caransebeș–Lugoj	Lugoj – Timișoara Est	Timișoara Est– Timișoara Nord	Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D	Ronaț Triaj Gr. D – Sânnandrei	Sânnandrei – Aradu Nou	Aradu Nou– Arad	Aradu Nou – Glogovăț	Observații
2015	608.160	612.480	609.120	811.500	584.970	397.920	441.150	-	Pe segmentul Aradu Nou – Glogovăț nu au fost date disponibile
2016	2.379.000	3.071.500	3.092.000	4.608.000	3.115.000	960.000	1.044.000	72.000	-
2017	2.063.000	2.744.000	2.820.000	3.963.000	2.672.000	1.218.000	1.260.000	21.000	-

Valorile corespunzătoare distanței Timișoara Nord – Ronaț Driaj Gr. D cumulează atât traficul de pe linia CF 218 (Timișoara Nord – Arad), cât și cel de pe linia 133 (Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D – Cenad).

În calculele pentru prognoza cererii de transport au fost utilizate datele referitoare la traficul lunar de trenuri pe segmentele tronsonului, deoarece acestea au urmat cel mai fidel un model matematic, de variație.

Pe lângă traficul de mărfuri și cel de călători, pe tronsonul ce se va moderniza circulă și alte trenuri cum ar fi:

- trenurile de lucru constituite din utilaje de lucru la cale sau la linia de contact, ori transporturi tehnologice efectuate cu materiale sau utilaje pentru diferite lucrări feroviare (transporturi de șină tranverse, aparate de cale, trenuri de sudură, etc);
- locomotive izolate pentru trenuri de marfă sau de călători ce circulă între stația cu depou și stația în care se află trenul la care se schimbă mijlocul de remorcare (tracțiune diesel – tracțiune electrică) și invers.

În tabelul 2.6. se prezintă traficul unor astfel de trenuri, pe tronsonul analizat.

Tabelul 2.6. Traficul lunar de locomotive izolate și utilaje de lucru, în perioada 2015 – 2017

Anul \ Segmentul	Caransebeș–Lugoj	Lugoj – Timișoara Est	Timișoara Est– Timișoara Nord	Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D	Ronaț Triaj Gr. D – Sânnandrei	Sânnandrei – Aradu Nou	Aradu Nou– Arad	Aradu Nou – Glogovăț	Observații
2015	72	83	66	185	52	35	35	-	Pe segmentul Aradu Nou – Glogovăț nu au fost date disponibile
2016	13	54	107	106	24	120	135	30	-
2017	19	59	136	134	32	165	155	40	-

"STUDIU DE FEZABILITATE PENTRU MODERNIZAREA LINIEI FERROVIARE CARANSEBEȘ – TIMIȘOARA – ARAD"

Neomogenitatea datelor din tabelul 2.6. se explică parțial prin faptul că, numărul de utilaje de lucru circulante pe diferite segmente ale tronsonului a variat în funcție de localizarea lucrărilor la cale sau la instalația de linie de contact, atât pe tronsonul feroviar ce se va moderniza, cât și pe secțiunile adiacente.

Pe de altă parte, și numărul de locomotive izolate a variat neomogen fiindcă, din 2016, în cazul unor anumiți OTF, o mare parte din prelucrările în tranzit ale trenurilor directe de marfă, precum și procesele tehnologice de schimbare a locomotivelor pe tipuri de tracțiune, se desfășoară în Timișoara Est, fapt ce se observă și printr-un nivel semnificativ mai ridicat al traficului de locomotive izolate pe distanța Timișoara Nord – Timișoara Est.

În figura 2.2. se prezintă traficul lunar de trenuri de marfă, în perioada 2015 – 2017, pe cele opt segmente ale tronsonului Caransebeș – Arad.

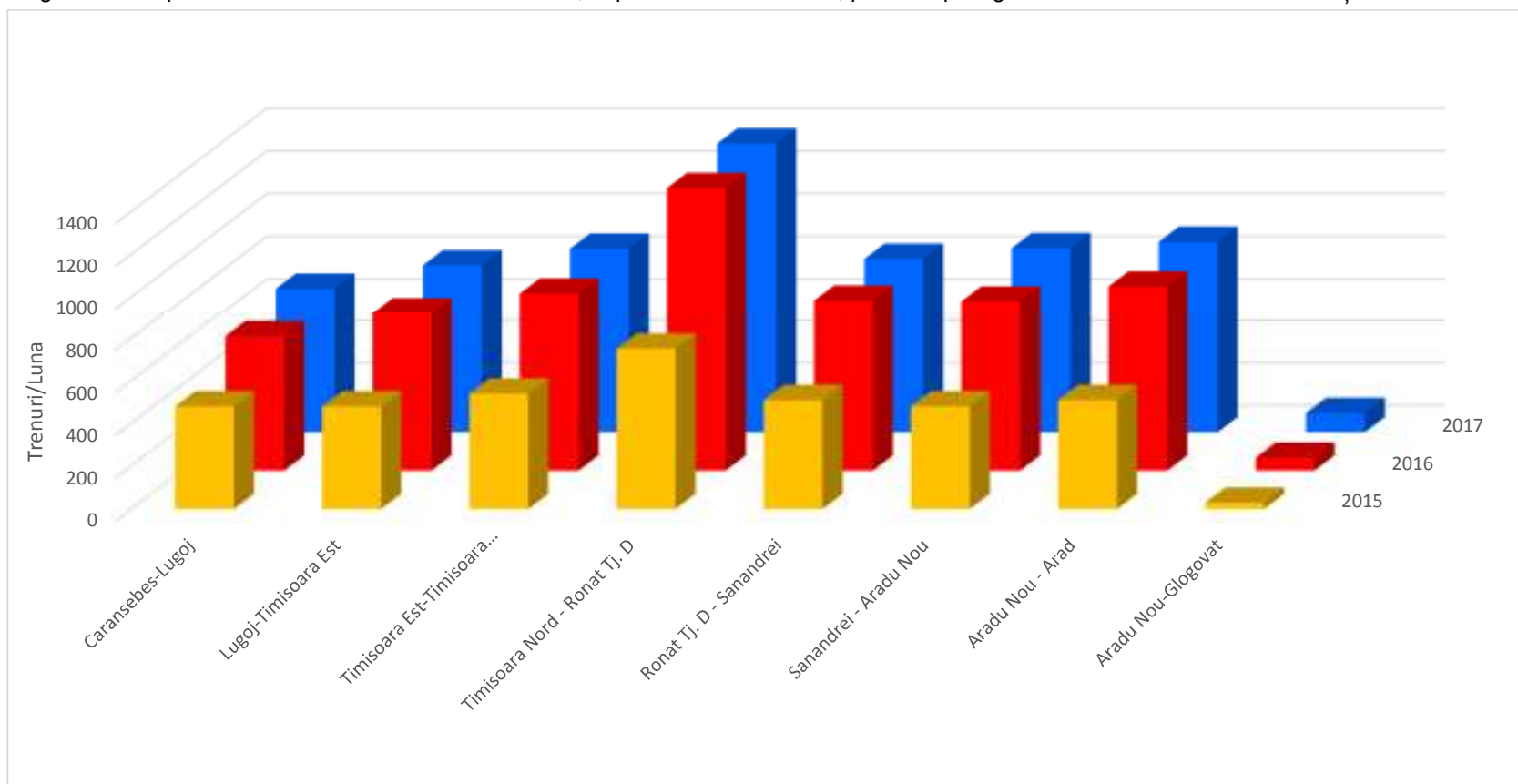


Figura. 2.2. Traficul lunar de trenuri de marfă pe tronsonul Caransebeș – Arad, în perioada 2015 – 2017.

Pe lângă OTF și GIF, pentru obținerea de date statistice în vederea realizării prognozei traficului pe termen lung, pe tronsonul feroviar vizat de proiect, s-au avut în vedere și următoarele surse de date:

- a) Pentru traficul de călători s-au avut în vedere evoluția PIB și a populației, ambele aferente zonei în care se va implementa proiectul (România – Regiunea de Vest), datele statistice fiind preluate după Eurostat, organismul din cadrul Comisiei Europene, ce se ocupă cu statistica. Perioada de analiză a fost 2014-2017.
- b) Pentru traficul de mărfuri s-a avut în vedere evoluția PIB specifică țării în care se va dezvolta proiectul (România), pe baza statisticii furnizate de către Eurostat. Este firească stabilirea evoluției cererii de transport de mărfuri în raport cu PIB la nivel de țară, deoarece pe tronsonul vizat de proiect transporturile de mărfuri sunt în proporție de peste 95% transregionale.

Un alt tip de date cu relevanță asupra estimării cererii de transport, îl reprezintă valorile vitezelor medii de transport, pe fiecare tip de trafic, de-a lungul tronsonului feroviar analizat, explicații mai detaliate asupra modului în care acest factor influențează cererea de transport fiind redate în capitolele 3 și 4.

În tabelul de mai jos, sunt prezentate vitezele medii de transport pe fiecare rang de tren pe tronsonul Caransebeș – Timișoara – Arad, împărțit în intervale reprezentative.

*Tabelul 2.7. Vitezele medii de transport pe tronsonul analizat, în situația existentă*

Nr. crt.	Intervalul	Viteza comercială trenuri interregio (km/h)	Viteza comercială trenuri regio (km/h)	Viteza comercială trenuri de marfă (km/h)
1	Caransebeș – Timișoara N	65,56	45,53	21,12
2	Timișoara Nord – Arad	59,51	45,64	16,38

### 3. Ipoteze de calcul

Au fost analizate trei scenarii de evoluție a cererii de transport, după cum urmează:

- A. Scenariul 0 sau Varianta "Fără proiect" care presupune următoarea ipoteză: nu se intervine asupra parametrilor căii pe tronsonul analizat, viteza comercială rămâne cvasi-constantă (se elimină restricțiile de viteză existente), capacitatea de circulație rămâne identică cu cea existentă.
- B. Scenariul 1, sau Varianta 1, cu următoarea ipoteză: se vor realiza lucrări de modernizare constând din dublarea căii, retrasarea acestea pentru obținerea de viteze de circulație cu valori cuprinse între 100 și 160 km/h, obținându-se o viteză tehnică a traseului de 123,75 km/h. În această variantă se va atinge valoarea de 160 km/h pe o distanță de 47,2% din lungimea totală a tronsonului proiectat.
- C. Scenariul 2, sau Varianta 2, cu următoarea ipoteză: se vor realiza lucrări de modernizare constând din dublarea căii, retrasarea acestea pentru obținerea de viteze de circulație cu valori cuprinse între 100 și 160 km/h, obținându-se o viteză tehnică a traseului de 140,10 km/h. În această variantă se va atinge valoarea de 160 km/h pe o distanță de 88,46%, din lungimea totală a tronsonului proiectat.

Deci, prognoza cererii de transport tratează atât varianta „Fără proiect”, cât și cele două variante de traseu, propuse în studiul de fezabilitate.

Pentru evaluarea impactului economic al proiectului (Analiza Economică din cadrul Analizei Cost Beneficiu), calculele de prognoză efectuate în cadrul studiului de trafic, se referă și la împărțirea pe categorii de călătorii, în funcție de distanță (de lung parcurs și de scurt parcurs).

În ceea ce privește datele socio-economice prognozate, în raport cu care se estimează evoluția cererii de transport pe tronsonul Caransebeș – Timișoara – Arad, s-au luat în considerare următoarele surse:

- a) Pentru evoluția PIB în perioada 2020 – 2022, prognoza furnizată de către Comisia Națională de Prognoză (creșteri de 5,7% pentru 2020, 5% pentru 2021, respectiv 5% pentru 2022);

- b) Pentru evoluția PIB la nivel de țară/regiune s-a luat în considerare prognoza furnizată de Eurostat (creștere cu 3,4% în perioada 2023 – 2029, respectiv creștere de 2,1% pentru perioada 2030 – 2050);
- c) Pentru evoluția demografică s-a ținut seama de [5], varianta medie, conform căreia se estimează o scădere a populației la nivel zonal cu 30%, în perioada 2015 – 2060, ceea ce corespunde unei scăderi anuale procentuale de cca. 1,079%.

Pe lângă toți acești factori ce se iau în calcul pentru prognoza traficului, se mai ia în considerare și influența duratei de transport asupra cererii de transport. Durata de transport se poate exprima direct sau prin intermediul vitezei medii de transport, care, în terminologia feroviară este cunoscută sub denumirea de viteză comercială.

La analiza implicațiilor vitezei comerciale în variația cererii de transport, s-a avut în vedere și variația duratei de transport, de-a lungul tronsonului CF vizat de proiect, plecând de la timpii de mers stabiliți în planul anual de mers al trenurilor, la care se adaugă statisticile obținute din partea GIF, privind restricțiile și limitările de viteză de pe tronsonul analizat, precum și evidențele anuale ale întârzierilor de trenuri, generate de starea infrastructurii feroviare (linii, semnale, macazuri, etc) și încheind cu timpii de mers (sau duratele de parcurs) calculate pentru situația de după implementarea proiectului pe tronson.

În ceea ce privește duratele totale anuale ale întârzierilor de trenuri, s – a constatat, în general, o variație neomogenă în cazul întârzierilor generate de defecte și deranjamente la elementele componente ale infrastructurii feroviare (macazuri, semnale, circuite de cale), precum și o creștere foarte mare (aproape de dublu) a duratei întârzierilor generate de restricțiile de viteză.

Dacă în anul 2009, valoarea totală a întârzierilor de trenuri din cauza restricțiilor de viteză pe tronsonul Caransebeș – Timișoara – Arad, era de 27.810 minute, în anul 2017, aceasta a crescut la 52.531 minute.

Acest fapt are următoarele explicații:

- pe alocuri, în anumite zone ale tronsonului au avut loc lucrări de reparații periodice (cu caracter provizoriu și local, executate în funcție de limita fondurilor disponibile și de gravitatea punctelor cu probleme), lucrări ce au impus introducerea temporară de restricții de viteză (de regulă de 30 km/h);
- analiza operativă a întârzierilor trenurilor s-a realizat mai temeinic decât în anii anteriori, de către personalul de specialitate al GIF datorită faptului că, odată cu intrarea în vigoare a Legii nr.202/2016, privind integrarea sistemului feroviar din România în spațiul unic european, s-a definit un regim de performanță al circulației trenurilor, înregistrându-se orice întârziere apărută în circulația trenurilor, indiferent dacă acestea s-au recuperat până la stația de destinație. Pe de altă parte, GIF a pus un accent mai mare pe evidențierea problemelor reale ale infrastructurii feroviare, în vederea luării unor decizii judicioase privind gestionarea lucrărilor de intervenție la infrastructura feroviară.

Deci, ținând seama de cele de mai sus, cel puțin pentru perioada 2012 – 2017, nu se poate stabili o legătură cauzală între durata totală a restricțiilor de viteză înregistrate pe tronsonul Caransebeș – Timișoara–Arad și variația traficului de călători și mărfuri, aferente acestuia.

Nereușindu-se să se stabilească o relație între durata totală a întârzierilor generate de elementele infrastructurii de transport (linii, lucrări de artă și instalații) și evoluția traficului pe tronson, în vederea simplificării calculului (dat fiind și faptul că nu există date care să exprime un timp mediu de întârziere/tren), se consideră că vitezele comerciale din situația existentă sunt determinate în funcție de timpii de mers ai trenurilor, care totuși, țin seama de limitările de viteză și de marea majoritate a restricțiilor de viteză din teren. Aceste viteze comerciale sunt evidențiate în capitolul 2, tabelul 2.7.

În ceea ce privește, vitezele comerciale aferente situației proiectate, care reprezintă, la rândul lor, un alt termen utilizat în formula de calcul a prognozei cererii de transport, în tabelul următor, sunt precizate valorile acestora pentru fiecare variantă proiectată în parte și pentru fiecare rang de tren, grupate pe două secțiuni reprezentative ale tronsonului vizat de proiect (Caransebeș – Timișoara Nord, respectiv Timișoara Nord – Arad).

Se face precizarea că aceste viteze comerciale au fost determinate pe bază de calcule de tracţiune având ca surse [10], [13] şi [15], precum şi traseul proiectat în cadrul studiului de fezabilitate (planurile de situaţie, respectiv profilurile longitudinale).

Tabelul 3.1. Vitezele comerciale, pe tronsonul analizat, în situaţia proiectată

Nr. crt.	Varianta proiectată	Intervalul	Viteza comercială trenuri interregio (km/h)	Viteza comercială trenuri regio (km/h)	Viteza comercială trenuri de marfă (km/h)
1	Varianta 1	Caransebeş – Timișoara N	106,27	64,46	40,04
2		Timișoara Nord – Arad	104,00	62,40	42,80
3	Varianta 2	Caransebeş – Timișoara N	132,54	72,81	40,04
4		Timișoara Nord – Arad	124,80	72,85	42,80

Pe de altă parte, în vederea stabilirii unei relație de cauzalitate între evoluția vitezelor comerciale înregistrată pe tronson și evoluția traficului până la momentul actual, s-au analizat duratele de parcurs prevăzute în planurile anuale de mers, în perioada pentru care au fost obținute date de trafic (2012 – 2017), precum și vitezele stabilite (maxime reglementate) ale trenurilor pe segmentele tronsonului, constatându-se următoarele:

- ❖ pe segmentul Caransebeş – Timișoara Nord viteza comercială a trenurilor de călători de rang superior a suferit atât scăderi cât și creșteri, cea mai importantă fiind scăderea cu cca 18%, între 2013 și 2015 ca urmare a scăderii vitezei stabilite a trenurilor pe distanța Jabăr – Timișoara Est, de la 100 km/h, la 70 km/h (pe distanța de 47,6 km);
- ❖ pe segmentul Timișoara Nord – Arad, viteza comercială a trenurilor de călători de rang superior a fluctuat cu creșteri și scăderi între valorile de 59,24 km/h (în 2012) și 59,51 km/h (în 2017), înregistrând un maximum de 65,50 km/h în 2013, însă aceste variații nu au influențat proporțional valorile traficului de pasageri deoarece, raportat la distanțele de călătorie pentru traficul de călători de lung parcurs, variațiile respective au fost practic neglijabile (distanța Timișoara – Arad este de 57,2 km, fiind comparată cu Timișoara – Baia Mare de 370,2 km, cu Timișoara – Cluj Napoca 329,9 km sau cu Timișoara – Iași de 843,7 km). Totodată, variațiile respective ale vitezei comerciale au fost generate de posibilitățile de trasare trenurilor de călători în graficul de circulație și nu de starea căii;
- ❖ pe segmentul Caransebeş – Timișoara Nord, viteza comercială a trenurilor regio a suferit fluctuații constând din creșteri și scăderi în limita a 2 – 4 km/h, ce nu s-au resimțit în valorile traficului de pasageri;
- ❖ pe segmentul Timișoara Nord – Arad, viteza comercială a trenurilor regio a avut o ușoară tendință de creștere (de la 41,43 km/h în 2012, la 45,64 km/h în 2017) fapt ce a coincis și cu o creștere de cca. 53% a traficului de călători aferent pe cel mai reprezentativ segment al acestui semi-tronson (Sânandrei – Aradu Nou). Cu toate acestea, creșterea respectivă nu s-a datorat în exclusivitate creșterii vitezei, fiind determinată și de creșterea PIB.

Pe lângă cele de mai sus, este demn de subliniat faptul că, în anul 2008, pe tronsonul Caransebeş – Timișoara Nord, de la Caransebeş, la Timișoara Est, viteza maximă reglementată a trenurilor era de 120 km/h (distanța de 94,6 km), cu o durată de parcurs de 75 de minute (pentru trenurile de viteză), iar în anul 2017 această valoare a vitezei maxime se menținea doar pe 39,4 de kilometri. Pe restul distanței până la Timișoara Est, viteza maximă reglementată a scăzut la valoarea de 70 km/h, durata de parcurs până la Timișoara atingând valoarea de 91 de minute.

Din păcate, în cadrul studiului, nu s-a dispus de date de trafic aferente anului 2008, pentru a putea calcula/stabili o legătură între durata de parcurs sau viteza comercială de pe tronsonul feroviar analizat și valoarea traficului de călători și eventual de mărfuri, cele mai recente date fiind obținute din anul 2012 și acestea doar parțial, neputând fi colectate de la toți OTF de profil.

Cu toate acestea, este evident că durata de deplasare a călătorilor influențează cererea de transport, aceasta fiind unul dintre cei mai importanți indicatori de calitate a transportului.

Având în vedere și cele expuse anterior cu privire la evoluția vitezei comerciale de-a lungul tronsonului, se mai scoate în evidență faptul că, pe liniile cu cale simplă (cum este cazul acestui tronson) viteza comercială a trenurilor de călători poate înregistra uşoare variații de la un an la altul, în funcție de trasarea în graficul de circulație normal a trenurilor respective, trasele acestora depinzând de solicitările OTF, dar mai ales de graficele de circulație pe tronsoanele adiacente, în special la trenurile interregionale.

Viteza comercială a trenurilor de marfă, pe același tip de secții (cu cale simplă), depinde în special de numărul total de trenuri cuprinse în planul de mers, precum și de posibilitățile efective de trasare în grafic a trenurilor respective.

În contextul în care transportul pe infrastructura feroviară națională nu mai reprezintă un segment de piață atractiv, la nivel politic intern s-a încercat atragerea publicului către transportul feroviar de pasageri, oferindu-se facilități de călătorie diferitor categorii sociale.

Cu toate acestea, în ceea ce privește tronsonul feroviar Caransebeş – Timișoara – Arad, măsurile politice menționate mai sus coroborate cu creșterea PIB, au avut ca efect numai o ușoară creștere a traficului de pasageri la nivelul anului 2017 (cel mult 4,9% pe distanța Timișoara – Arad), față de anul 2015, deoarece, pe de-o parte viteza comercială a rămas aproximativ constantă (s-au înregistrat chiar unele scăderi între 2015 și 2017), iar pe de altă parte cel mai important OTF de călători s-a confruntat cu serioase probleme în ceea ce privește întreținerea parcului de vehicule feroviare și implicit asigurarea unui număr suficient de trenuri pe zi, precum și de locuri pe tren.

În concluzie, volumul de date obținute nu a permis stabilirea unei relații matematice între variația duratei de transport și numărul de călători înregistrat în perioada analizată.

În consecință, modelul utilizat pentru estimarea cererii de transport pe tronsonul Caransebeş – Timișoara – Arad, este construit pe ipotezele socio – economice enunțate în acest capitol, precum și în capitolul 2, atât din punct de vedere statistic, cât și din punct de vedere prognostic, iar în ceea ce privește influența vitezei de transport (sau a duratei de parcurs) asupra evoluției traficului, se asumă o valoare a coeficientului care reflectă această influență, pe baza experienței și a studiilor conexe, elaborate anterior, astfel încât valoarea respectivă să fie plauzibilă și să nu conducă la rezultate care să subdimensioneze sau, dimpotrivă, să supradimensioneze obiectivul proiectat.

#### 4. Modelul de prognoză utilizat

Pentru prognoza valorilor de trafic pe intervalul de timp pe termen mediu și lung a fost ales un model bazat pe factorii de creștere, exprimat cu relația generală:

$$T_{\text{anuldeprognoză}} = f(T_{\text{anuldebază}}, a_1 \dots a_n)$$

în care factorii ( $a_1 \dots a_n$ ) sunt determinați în raport cu caracteristicile socio-economice avute în vedere.

Anul de bază, în acest caz, este considerat ultimul an calendaristic pentru care se cunosc date de trafic (în măsura în care datele obținute sunt plauzibile).

Anul de prognoză este anul pentru care se dorește realizarea prognozei și pentru care se cunosc valori prognozate cu ajutorul altor modele externe.

În dezvoltarea modelului de prognoză a traficului s-au avut în vedere o serie de variabile în raport cu care traficul de călători și cel de marfă, prezintă un anumit nivel de senzitivitate.

Conform literaturii de specialitate [2], [3], [4] acestea sunt ierarhizate după cum urmează:

- Modificări la nivel socio-economic: variații ale Produsului Intern Brut pentru zona analizată, numărul de locuri de muncă, etc;
- Modificări la nivel demografic: variații ale numărului de locuitori din zona analizată, modificări ale împărțirii pe grupe de vârstă, sex, etc;
- Elasticitatea traficului, în raport cu calitatea serviciului de transport, durate de deplasare, costuri externe, etc;

- d) Restricții de capacitate: lipsa unei dezvoltări coerente a infrastructurilor de transport în raport cu creșterea cererii de servicii de transport conduce în timp la un transfer al acestuia spre alte moduri de transport;
- e) Modificări ale sistemului legislativ pentru infrastructura de transport: introducerea de taxe sau restricții privind accesul pe infrastructura anumitor moduri de transport conduce la favorizarea unui anume mod, în raport cu dorința autorităților publice;
- f) Modificări tehnologice: generate de noi dezvoltări tehnologice (un nou combustibil, mijloace de transport mai eficiente, etc.).

Alegerea variabilelor utilizate în realizarea unui model de prognoză a traficului se realizează în raport cu specificul modului de transport, al zonei analizate, al tipului de date obținute, etc.

În cazul prognozei de trafic, s-a ținut seama de următorii factori:

- 1) evoluția Produsului Intern Brut, factor stabilit prin prisma influenței pe care o are asupra activităților generatoare de cerere de transport;
- 2) evoluția numărului de locuitori din zona analizată (utilizată pentru transportul de călători);
- 3) variația vitezelor comerciale, ca unul dintre factorii principali ce influențează traficul feroviar prin reducerea, respectiv creșterea duratelor de mers pe segmentul feroviar analizat;
- 4) variația duratelor de deplasare pe infrastructura rutieră (concurrentă);
- 5) variația alegerii modale între modul de transport rutier și feroviar.

În aceste condiții, relația de calcul utilizată în cazul traficului de călători este următoarea:

$$T_{\text{anul de prognoză}} = T_{\text{anul de bază}} \left( \frac{PIB_{\text{anul de prognoză}}}{PIB_{\text{anul de bază}}} \right)^a \left( \frac{P_{\text{anul de prognoză}}}{P_{\text{anul de bază}}} \right)^b$$

$$\left( \frac{v_{\text{anul de prognoză}}}{v_{\text{anul de bază}}} \right)^c \left( \frac{t_{\text{anul de prognoză}}^{\text{rutier}}}{t_{\text{anul de bază}}^{\text{rutier}}} \right)^d \left( \frac{m_{\text{anul de prognoză}}}{m_{\text{anul de bază}}} \right)^e \quad \text{(i)}$$

În care:

- $PIB_{\text{anul de bază}}$ ,  $PIB_{\text{anul de prognoză}}$  este valoarea produsului intern brut în anul de bază, respectiv anul de prognoză;
- $P_{\text{anul de bază}}$ ,  $P_{\text{anul de prognoză}}$  este populația din zona analizată pentru anul de bază, respectiv pentru anul de prognoză;
- $v_{\text{anul de bază}}$ ,  $v_{\text{anul de prognoză}}$  este valoarea vitezei comerciale în anul de bază, respectiv viteza comercială cu care se va circula în anul de prognoză;
- $t_{\text{anul de bază}}^{\text{rutier}}$ ,  $t_{\text{anul de prognoză}}^{\text{rutier}}$  este durata de deplasare pe infrastructura rutieră concurrentă în anul de bază, respectiv durata de deplasare pe infrastructura rutieră, concurrentă în anul de prognoză;
- $m_{\text{anul de bază}}$ ,  $m_{\text{anul de prognoză}}$  este valoarea alegerii modale pentru modul de transport feroviar de pasageri în dauna celui rutier concurrent cu autoturismul personal sau public rutier în anul de bază, respectiv valoarea alegerii modale pentru modul de transport feroviar în dauna celui rutier concurrent cu autoturismul personal sau public rutier în anul de prognoză;
- **a**, **b**, **c**, **d** și **e** sunt coeficienții de elasticitate a variației Produsului Intern Brut, a numărului de locuitori din zona analizată, a vitezei de circulație, a duratei de deplasare pe infrastructura rutieră, respectiv a alegerii modale între feroviar și rutier pentru transportul de pasageri.

Pentru transportul feroviar de marfă, relația de calcul este următoarea:

$$T_{\text{anul de prognoză}} = T_{\text{anul de bază}} \left( \frac{PIB_{\text{anul de prognoză}}}{PIB_{\text{anul de bază}}} \right)^a \left( \frac{v_{\text{anul de prognoză}}}{v_{\text{anul de bază}}} \right)^b \left( \frac{m_{\text{anul de prognoză}}}{m_{\text{anul de bază}}} \right)^c \quad \text{(ii)}$$

în care:

- $PIB_{\text{anuldebază}}$ ,  $PIB_{\text{anuldeprognoză}}$  este valoarea produsului intern brut în anul de bază, respectiv anul de prognoză;
- $V_{\text{anuldebază}}$ ,  $V_{\text{anuldeprognoză}}$  este valoarea vitezei comerciale în anul de bază, respectiv a vitezei comerciale, cu care se va circula în anul de prognoză;
- $m_{\text{anul de bază}}$ ,  $m_{\text{anul de prognoză}}$  este valoarea alegerii modale pentru modul de transport feroviar de marfă în dauna celui rutier de marfă concurent în anul de bază, respectiv valoarea alegerii modale pentru modul de transport feroviar de marfă în dauna celui rutier de marfă concurent în anul de prognoză;
- **a**, **b** și **c** sunt coeficienții de elasticitate a variației Produsului Intern Brut, vitezei comerciale, respectiv a alegerii modale între feroviar și rutier, pentru transportul de marfă.

Ținând cont de valorile cunoscute pentru traficul de călători, respectiv de marfă, este necesară calibrarea modelului prin determinarea valorilor coeficienților de elasticitate **a**, **b**, **c**, **d** și **e** pentru traficul de călători respectiv **a**, **b** și **c** pentru traficul de marfă.

În acest scop, s-a optat pentru utilizarea unui model de tip SOLVER, încorporat în aplicația software Microsoft Office, ce are la bază o serie de algoritmi neliniari de tipul GRG nonliniar.

Utilizarea acestora este destul de facilă și permite realizarea de recalibrări la orice pas al modelului, odată cu obținerea de noi date de intrare.

Soluția obținută este testată și recalibrată pentru valorile de trafic, pe fiecare segment de circulație analizat.

Pentru traficul de pasageri, s-a utilizat variația indicatorului "călători x kilometri" de-a lungul întregului tronson, în timp ce pentru traficul de marfă, ca dată de intrare s-a folosit indicatorul "trenuri x kilometri", care exprimă cel mai fidel variația întregului trafic de mărfuri pe tronson, dat fiind faptul că trebuie luate în calcul și trenurile cu vagoane goale, în condițiile în care cea mai mare parte a traficului pe acest tronson este constituit din trenuri navetă.

Având în vedere lungimile segmentelor din care este format tronsonul vizat de proiect (menționate în tabelele 2.1. și 2.3.), s-au obținut următoarele valori ale indicatorului "călători x kilometri":

- anul 2014 = 182.157.946;
- anul 2015 = 222.206.390;
- anul 2017 = 229.736.808.

După cum s-a precizat și în capitolul 2, pentru anul 2016 nu s-au putut obține date de trafic din partea celui mai important OTF ce a activat pe tronson.

Datele ce au stat la baza calibrării modelului cererii de transport sunt cele menționate în cadrul capitolelor 2 și 3.

Astfel că, utilizând această aplicație și datele de trafic obținute, pentru traficul de călători, s-au obținut următoarele valori pentru coeficienții de elasticitate:

- ❖  $a=0,62$ ;
- ❖  $b=0,50$ .

Pentru traficul de marfă, datele de intrare obținute pentru modelarea cererii de transport corespund perioadei 2015 – 2017, însă pentru determinarea coeficientului de elasticitate **a**, s-au utilizat numai datele aferente anilor 2016 și 2017 deoarece valorile de trafic corespunzătoare anului 2015 au avut valori atipice, nejustificabile pentru un model sustenabil pe serii de timp, motiv pentru care s-a preferat eliminarea lor din procesul de calibrare și validare a modelului de prognoză.

Indicatorul "trenuri x kilometri" fost determinat pe baza lungimilor segmentelor ce alcătuiesc tronsonul ce va fi modernizat și a datelor de trafic obținute. Valorile anuale ale acestui indicator sunt menționate mai jos:

- anul 2015 = 77.103;
- anul 2015 = 118.872;



➤ anul 2017 = 126.623.

Aplicând formula menționată mai sus pentru estimarea traficului de mărfuri pe tronsonul modernizat și utilizând valorile statistice obținute, a rezultat un coeficient de elasticitate  $a$ , cu valoarea de 0,68.

După cum s-a explicat pe larg în cadrul capitolului 3, din cauza faptului că nu există suficiente date pentru a se putea analiza evoluția cererii de transport în raport cu viteza comercială, pentru coeficientul de elasticitate  $c$ , a fost stabilită o valoare egală cu 0,9 (o valoare plauzibilă, foarte apropiată de valorile întâlnite în studii similare, stabilită pe bază de experiență și menținând un oarecare nivel de siguranță, pentru a evita subdimensionarea capacităților obiectivului proiectat).

În cadrul modelării, valoarea termenului ce depinde de viteza pe infrastructura feroviară influențează creșterea cererii de transport o singură dată și anume în anul următor implementării proiectului, considerându-se că pe parcurs viteza comercială va rămâne constantă, în condițiile în care se vor executa lucrările de întreținere reglementate pentru infrastructura feroviară, astfel încât să se mențină în aceeași parametri de exploatare.

Pentru determinarea termenului aferent vitezei comerciale, din cadrul formulelor (i) și (ii) se folosesc vitezele comerciale aferente fiecărui rang de tren (interregio, regio și tren direct de marfă) din situația existentă și din situația proiectată, care cuprinde atât Varianta 1, cât și Varianta 2.

Pentru scenariul "Fără proiect" se consideră că viteza comercială va rămâne identică cu situația existentă. În acest scenariu, factorul aferent vitezelor comerciale, din cele două formule de modelare va avea valoarea 1.

Influența duratei de deplasare pe infrastructura rutieră concurentă are o importanță aparte în evaluarea traficului prognozat. Având la bază studiile existente pe piață se recomandă ca aceasta să fie cuprinsă între 0,8 și 1. Totuși în aria proiectului, pentru orizontul de timp avut în vedere (2050), nu se prevede, conform planurilor administrației centrale, dezvoltarea de noi infrastructuri rutiere care să concureze cu cea feroviară (drumuri noi, sau segmente noi de autostradă). Din acest motiv, se consideră că variația duratei de deplasare pe infrastructura rutieră nu influențează în mod determinant cererea de transport pe tronsonul feroviar analizat.

Valoarea coeficientului de variație privind alegerea modală este determinat având în vedere valorile furnizate de INS, în cadrul indicatorilor de dezvoltare durabilă.

Astfel, pentru transportul feroviar de călători, la nivel național există o cotă de piață ce variază negativ, în medie cu 6%, ajungând pentru anul 2013 la 4,5%.

Valoarea procentului privind alegerea modală pentru transportul de marfă, furnizate de INS, în cadrul indicatorilor de dezvoltare durabilă, variază în jurul valorii de 25%.

Introducerea componentei de alegere modală joacă un rol important în modelele de estimare a cererii de transport. Astfel, dacă la modelele de transport urbane realizate în patru pași conform ghidului JASPERS, alegerea modală este cel de al treilea pas, în cadrul modelelor teritoriale bazate pe factorii de creștere de tipul celui utilizat în prezentul studiu, alegerea modală este importantă pentru a reprezenta evoluția infrastructurilor de transport concurente.

Creșterea gradului de utilizare a transportului feroviar de marfă este unul din dezideratele României și a Uniunii Europene, conform principiilor de dezvoltare durabilă. Din acest motiv se așteaptă ca variația alegerii modale pentru transportul de marfă să fie una pozitivă, fiind influențată și de un cadru legislativ și fiscal mai restrictiv, în această direcție.

Cu toate acestea, în lipsa unor informații concrete privind politicile pe plan național, ce vor fi aplicate în sectorul de transport, în general și al celui feroviar în special, nu este asumată introducerea directă în modelare a unor valori optimiste, în ceea ce privește o variație favorabilă sectorului de transport feroviar, pentru alegerea modală, astfel încât, s-a luat în calcul determinarea coeficienților de variație a alegerii modale, cu ajutorul modelului prezentat mai jos.

Se pleacă de la premisa că dezvoltarea unei infrastructuri de transport, în cazul de față, îmbunătățirea parametrilor de funcționare și implicit creșterea calității serviciului de transport, oferit de companiile feroviare

(atât cea de infrastructură cât și cele de transport), va influența în mod pozitiv alegerea modului de transport feroviar, de către utilizatori, în dauna celui rutier.

În determinarea acestei influențe s-a utilizat o versiune a modelului „Logit” preferat în modelarea alegerii modale [3]:

$$m = \frac{e^{cU_{feroviar}}}{\sum_k e^{cU_k}} \quad , \quad (iii)$$

unde **c** este un parametru de calibrare a modelului Logit, iar **U** este funcția de utilitate, resimțită de utilizatorii modului de transport **k** și este dependentă liniar de impedanța deplasării cu modul de transport **k** (în studiu s-a considerat pentru impedanță o funcție raportată la durata de deplasare cu modul de transport **k**) [16].

Modurile de transport **k** concurente în acest caz sunt cel feroviar și cel rutier, date fiind particularitățile zonei. Pentru transportul rutier s-a avut în vedere transportul cu autoturismul personal.

Pentru transportul public rutier extraurban, datorită gradului mare de accesibilitate pe care îl are acesta în teritoriu (rețea cu multe conexiuni) se consideră ca având un grup de utilizatori "captivi", a căror tranziție spre modul de transport feroviar este dificil de realizat, fără o strategie (politică fiscală constând din anumite facilități sau tarifări) ce ar putea să promoveze acest tip de transport și să modifice radical opțiunile utilizatorilor.

Coeficienții de variație ai alegerii modale pentru transportul feroviar, raportat la transportul rutier concurent, pentru traficul de călători, respectiv de marfă, sunt prezentați în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1. Coeficientul de variație a alegerii modale

Segmentul CF \ Tip tren	Caransebeș-Lugoj	Lugoj-Timișoara Est	Timișoara Est-Timișoara Nord	Timișoara Nord-Ronat Triaj	Ronat Triaj-Sânandrei	Sânandrei-Aradu Nou	Aradu Nou-Arad
<b>VARIANTA 0</b>							
Trenuri Regio	1	1	1	1	1	1	1
Trenuri InterRegio	1	1	1	1	1	1	1
Trenurie de marfă	1	1	1	1	1	1	1
<b>VARIANTA 1</b>							
Trenuri Regio	1,010528	1,01209	1,01209	1,009519	1,009519	1,009519	1,009519
Trenuri InterRegio	1,003605	1,006137	1,006137	1,005473	1,005473	1,005473	1,005473
Trenurie de marfă	1,00154	1,00154	1,00154	1,00503	1,00503	1,00503	1,00503
<b>VARIANTA 2</b>							
Trenuri Regio	1,023502	1,01861	1,01861	1,014284	1,014284	1,014284	1,014284
Trenuri InterRegio	1,007913	1,009015	1,009015	1,009791	1,009791	1,009791	1,009791
Trenurie de marfă	1,00154	1,00154	1,00154	1,00503	1,00503	1,00503	1,00503

Valorile obținute cu coeficienții stabiliți au fost comparate cu valorile reale (provenite din statistici), în scopul verificării și apoi validării coeficienților de elasticitate. Comparațiile celor două seturi de valori, pentru fiecare tip de trafic, precum și preciziile rezultate în urma comparațiilor sunt prezentate tabelele 4.2 și 4.3..

Tabelul 4.2. Validarea coeficienţilor de elasticitate pentru traficul de călători

Anul	Segmentul	Caransebeş Lugoj	Lugoj – Timișoara Est	Timișoara Est– Timișoara Nord	Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D	Ronaț Triaj Gr. D – Sânandrei	Sânandrei– Aradu Nou	Aradu Nou– Arad
2015	Număr călătorii anuale obținute din statistici	1.050.967	1.065.047	1.221.423	1.722.419	1.592.696	1.309.235	968.368
	Număr călătorii anuale obținute din model	1.111.588	1.126.480	1.291.875	1.821.769	1.684.564	1.384.752	1.024.224
	Precizia față de valorile reale (%)	-11,62	-11,00	-0,97	-13,32	-14,56	-18,34	-8,10
	Precizia medie	-11,13 %						
2017	Număr călătorii anuale obținute din statistici	1.262.926	1.300.545	1.329.218	2.179.105	2.070.302	1.775.852	1.300.154
	Număr călătorii anuale obținute din model	1.238.336	1.254.926	1.439.181	2.029.496	1.876.646	1.542.649	1.141.011
	Precizia față de valorile reale (%)	-1,95	-3,51	8,27	-6,87	-9,35	-13,13	-12,24
	Precizia medie	-5,54 %						

Diferențele medii (precizia) obținute între valorile statistice și cele determinate cu modelul de prognoză construit se consideră acceptabile.

Tabelul 4.3. Validarea coeficienţilor de elasticitate pentru traficul de mărfuri

Segmentul	Caransebeş– Lugoj	Lugoj – Timișoara Est	Timișoara Est– Timișoara Nord	Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D	Ronaț Triaj Gr. D – Sânandrei	Sânandrei Aradu Nou	Aradu Nou– Arad	Aradu Nou– Glogovăț
Număr anual de trenuri obținut din statistici	680	790	868	1360	820	870	900	90
Număr anual de trenuri din model	673	795	894	1421	859	854	929	65
Precizia față de valorile reale (%)	-1,03	0,63	3,00	4,49	4,76	-1,84	3,22	-27,78
Precizia medie	-1,82 %							

Precizia obținută între valorile statistice și cele determinate cu modelul de prognoză construit se consideră acceptabilă, chiar dacă, pe segmentul Aradu Nou – Glogovăț diferența procentuală are o valoare mult mai mare decât cele corespunzătoare celorlalte segmente. Acest rezultat are ca explicație faptul că în situația existentă, segmentul feroviar respectiv este utilizat mai mult ocazional de către GIF și OTF, dat fiind faptul că se preferă distanța Aradu Nou – Arad, care însă, după modernizare va avea o altă funcționalitate.

Valorile aferente factorilor din formula modelului de prognoză, care prezintă relevanță în formulele (i) și (ii) și anume trafic, PIB, populație și viteze comerciale au fost evidențiate în cadrul capitolelor 2 și 3.

Valorile estimate ale previziunii de trafic pentru cele opt sectoare ce alcătuiesc tronsonul Caransebeş – Timișoara – Arad și anume Caransebeş – Lugoj, Lugoj – Timișoara Est, Timișoara Est – Timișoara Nord, Timișoara Nord-Ronaț Triaj, Ronaț Triaj – Sânandrei, Sânandrei – Aradu Nou, Aradu Nou – Arad (direct și via Ramificație Glogovăț) sunt prezentate pentru fiecare ipoteză, în anexele A1 – A6 (pentru traficul de pasageri) și B1 – B3 (pentru traficul de marfă).

## 5. Concluzii în urma prognozei de trafic

În prognoza de trafic s-au analizat trei variante de evoluție a cererii de transport feroviar (Varianta 0, Varianta 1 și Varianta 2), toate trei explicitate în capitolul 4.

Prima ipoteză de calcul a fost Varianta 0, în care s-a plecat de la premisa că infrastructura feroviară nu suferă modificări majore în perioada celor 30 de ani pe care s-a elaborat prognoza, fiind prevăzute doar lucrări de întreținere la infrastructură.

Cea de-a doua ipoteză este constituită de Varianta 1, prin care se propun lucrări de modernizare reflectate în principal prin dublarea căii ferate și păstrarea traseului actual al căii cu mici rectificări pentru atingerea unei viteze cel puțin egale cu 120 km/h, cu excepția zonelor populate și a zonelor unde rectificarea curbilor traseului actual impune un volum important de lucrări de terasamente, poduri sau consolidări.

A treia ipoteză de calcul este reprezentată de Varianta 2 a proiectului ce are în vedere investiții în infrastructura CF și rectificări ale curbilor traseului existent în vederea asigurării unei viteze de circulație de până la 160 km/h, cu excepția zonelor populate (zonele din interiorul localităților).

În urma analizei numărului de trenuri prognozate prin Varianta 0, comparativ cu capacitatea de circulație de pe distanțele limitative ale intervalelor Caransebeș – Lugoj, Lugoj – Timișoara Nord, Timișoara Nord – Arad, ce compun întregul tronson vizat pentru modernizare, s-a constatat o suprasolicitare pentru fiecare dintre acestea în parte, după cum se poate observa în tabelul de 5.1., în care se prezintă valorile de trafic prognozate la nivelul anului 2040.

Valorile capacităților de circulație corespund situației existente, fiind comunicate de către gestionarul de infrastructură feroviară (GIF).

Pentru o comparație reală, valorile corespunzătoare traficului de călători se înmulțesc cu un coeficient egal cu 1,4 și se adună cu valorile corespunzătoare traficului de mărfuri (conform [9]).

Tabel 5.1. Verificarea capacității de circulație pentru valorile prognozate în Varianta 0

Sectorul	Caransebeș-Lugoj	Lugoj Timișoara Est	Timișoara Est-Timișoara Nord	Timișoara Nord-Ronaț Tj. D	RonațTj.D-Sânandrei	Sânandrei Aradu Nou	Aradu Nou-Arad
Capacitatea de circulație existentă [perechi trenuri marfă]	33	24	45	48	72	56	84
Trenuri călători [perechi trenuri]	17	19	23	40	32	24	33
Trenuri de marfă [perechi trenuri]	19	22	24	38	23	24	25
Capacitatea depășită?	<b>DA</b>	<b>DA</b>	<b>DA</b>	<b>DA</b>	<b>NU</b>	<b>DA</b>	<b>NU</b>

Se observă că la nivelul anului 2040, se va depăși capacitatea practică de circulație, pe majoritatea segmentelor, tronsonului, excepție făcând Ronaț Tj. Gr. D – Sânandrei și Aradu Nou – Arad. Segmentul Aradu Nou – Glogovăț nu este luat în calcul, deoarece în varianta "Fără proiect" acesta nu face parte din tronson.

Analizând valorile din anexele A4 și B1, se observă că până în anul 2050, și capacitatea de circulație va fi depășită și pe segmentul Ronaț Tj. Gr. D – Sânandrei.

De altfel, tot din informațiile obținute de la GIF, rezultă că, numărul traselor de trenuri, prevăzute în planul de mers pentru circulația pe distanța Chizătău – Timișoara Nord depășește capacitatea de circulație existentă, în condițiile actuale.

Acest fapt poate duce la congestionarea traficului atât pe distanța Lugoj – Timișoara Nord, cât în Complexul Feroviar Timișoara.

Se observă, deci, că menținerea infrastructurii feroviare la parametri actuali nu corespunde cerințelor viitoare.

Prin urmare, se impune promovarea unor investiții în infrastructura feroviară, care să conducă la o creștere a capacității de circulație (dublarea căii feroviare, creșterea vitezei de circulație, etc.).

## 6. Analiza posibilităților de modernizare a tronsonului feroviar

Ca orice investiție în domeniul feroviar, în această fază de proiectare se impune o analiză preliminară a necesităților privind dotările căii ferate ce urmează a fi modernizate.

Prin urmare, pornind de la valorile estimate, ale cererii de transport, este necesar să se analizeze ce capacități trebuie asigurate, pentru preluarea traficului prognozat de către infrastructura feroviară, după modernizare.

O primă analiză trebuie efectuată asupra capacității de circulație de-a lungul tronsonului.

### 6.1. Calculul capacității de circulație pe linie simplă

În eventualitatea menținerii căii simple de-a lungul tronsonului Caransebeș – Timișoara – Arad, trebuie calculate capacitățile de circulație pe fiecare dintre cele 8 segmente din care se compune tronsonul vizat pentru reabilitare și pe care a fost elaborată prognoza.

Se vor calcula capacitățile de circulație pentru ipoteza circulației pe linie simplă pentru cel puțin una dintre variantele propuse propuse în proiect (Varianta 1 ce implică un trafic mai mic față de Varianta 2), urmând ca, în funcție de rezultat, să fie calculată capacitatea pe linie simplă și pentru cea de-a doua variantă proiectată.

Pentru calculul capacității de circulație s-au utilizat formulele reglementate prin [9], pentru linie simplă înzestrată cu BLA, formulă ce include toți factorii ce intră în relația de calcul a capacității de circulație, prevăzute în fișa UIC 406 (timpul total de ocupare a liniei curente de către trenuri, timpul alocat pentru lucrările de întreținere a infrastructurii, duratele de încrucișare a trenurilor în stații, timpi de rezervă pentru reducerea întârzierilor indirecte).

Ca pentru orice calcul de capacitate, se va lua în considerare cazul cel mai defavorabil în care se va utiliza ca sistem de circulație, instalația BLAI, având în vedere și faptul că utilizarea efectivă a sistemului sistemului ERTMS nu depinde numai de GIF, ci și de posibilitățile OTF de a-și echipa toate mijloacele de remorcare cu dotările necesare.

Deci, formula de calcul a capacității de circulație este următoarea:

$$C_t = \frac{1440 - t}{T_p'(1-\alpha) + [T_p' + (k-1)(I_1 + I_2)] \times \alpha/k} - e \times N_{cal} \quad (\text{iv})$$

$C_t$ = capacitatea teoretică exprimată în perechi de trenuri pe zi;

1440= durata unei zile (exprimată în minute);

$t$ =intervalul de timp afectat pentru lucrări la infrastructură (180 min – uzual pentru linie simplă);

$T_p'$ =perioada de grafic pentru o pereche de trenuri;

$\alpha$ =coeficientul de pachetizare (raportul dintre numărul de trenuri care circulă în pachet și numărul total de trenuri, considerându-se rezonabilă valoarea 0,40);

$k$ =numărul de trenuri dintr – un pachet (asumat pentru o situație plauzibilă – 2);

$I_1$ = intervalul de urmărire a trenurilor în sens impar (min);

$I_2$ = intervalul de urmărire a trenurilor în sens par (min);

$e$ = coeficientul de reducere a trenurilor de marfă datorită circulației unei perechi de trenuri de călători (1,4, conform [9], pentru linie simplă dotată cu BLA);

$N_{cal}$ = numărul de perechi de trenuri ce circulă pe secția analizată (se iau în calcul valorile prognozate).

Cu ajutorul valorii capacității teoretice, se obține valoarea capacității practice, utilizând formula:

$$C_p = 0,8 \times C_t \quad (\text{v})$$

Dintre factorii ce intră în calculul capacității de circulație din formula (iv), sunt necunoscute valorile perioadei graficului, precum și intervalele de urmărire dintre trenurile de marfă.

Perioada graficului se calculează cu ajutorul formulei următoare, conform [9]:

$$T_p = t_1 + a_1 + t_2 + a_2 \quad (\text{vi})$$

în care,

$t_1$  = timpul de mers, în sens impar, pe distanțele limitative

$t_2$  = timpul de mers, în sens par, pe distanțele limitative;

$a_1, a_2$  = intervalele de încrucișare în stațiile adiacente distanțelor limitative (1 min în toate cazurile).

Pentru calculul capacității de circulație, viteza stabilită pentru trenurile de marfă se consideră ca având valoarea de 100 km/h (conform proiectului), pentru ambele variante analizate în cadrul studiului de fezabilitate.

În realitate, traseul proiectat, în fiecare dintre cele două variante, permite atingerea vitezei de 120 km/h, dar pentru condiții de tonaj ce nu ar corespunde în totalitate normelor AGC (tonaj brut pe tren de minimum 1500 tone), astfel că se ia în considerare valoarea de 100 km/h, ce corespunde unor valori de tonaj brut ce respectă atât prevederile AGC, cât și Regulamentul UE nr.1315/2013.

În funcție de distanțele dintre stații, de viteza stabilită și de timpii de demarare și frânare (câte 2 minute) s-au obținut valorile timpilor de mers pe distanțele limitative ale segmentelor ce compun tronsonul feroviar vizat pentru modernizare.

Tabel 6.1. Timpii de mers pe distanțele limitative, de pe intervalele de circulație luate în calcul

Nr. crt.	Segmentul de tronson	Distanța limitativă	Timp de mers în sens impar (min)	Timp de mers în sens par (min)
1	Caransebeș – Lugoj	Caransebeș – Zăguzeni	6,5	6,5
2	Lugoj – Timișoara Est	Topolovăț – Recaș	8,5	8,5
3	Timișoara Est – Timișoara Nord	-	7	7
4	Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr.D	-	6	6
5	Ronaț Tj. Gr. D – Sânanđrei	-	6	6
6	Sânanđrei – Aradu Nou	Sânanđrei – Băile Călacea sau Vinga – Șag	6,5	6,5
7	Aradu Nou – Arad	-	8	6
8	Aradu Nou – R4 Glogovăț	-	5	5

Cu excepția intervalului Aradu Nou – Arad, a fost luată în calcul varianta de grafic, de pe distanța limitativă, cu oprire și plecare, într-o stație, respectiv trecerea fără oprire prin cealaltă stație de pe intervalul limitativ.

Pe distanța Aradu Nou – Arad, dat fiind faptul că toate trenurile de marfă sunt prevăzute cu oprire în stația Arad, se ia considerare cazul în care trenurile în sens impar opresc în ambele stații.

La Ramificația Glogovăț se consideră că în sensul de la Glogovăț, la Aradu Nou, trenurile de marfă se încrucișează la racordarea dintre R2 Glogovăț (ramificația de pe linia CF nr.200) și R4 Glogovăț (ramificația de pe linia CF nr.220).

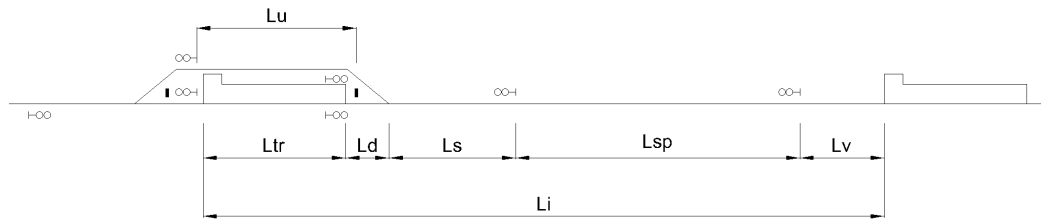
Valorile intervalelor de urmărire dintre trenuri se obțin pentru urmărirea la sosire sau la expedierea trenurilor din stațiile deoarece, la viteza de proiectare obținută, acestea sunt superioare intervalului de urmărire din linia curentă (pe BLAI, la trei sectoare de bloc).

Astfel că, pentru stabilirea intervalelor de urmărire pe cele 8 segmente pentru care se determină capacitatea de circulație, se calculează intervalele de urmărire la sosire, respectiv la expedierea trenurilor pentru situațiile cele mai defavorabile (în stațiile tehnice unde lungimile de intrare și de ieșire sunt mai mari decât cele intermediare), urmând ca apoi, acestea să se compare între ele, alegându-se valoarea cea mai mare pe fiecare segment de circulație.

Valoarea intervalelor de urmărire la sosire se determină pornind de la principiul prezentat figura nr.6.1. și cu ajutorul formulei (vii), prevăzută și explicitată în [9].

$$I_{sos} = t_p + 0,06 \frac{L_i}{v_{sos}^m} = t_p + 0,06 \left( \frac{L_v + L_{sp} + L_s - L_{fr1}}{v_s} + \frac{L_{fr1}}{v_s + v_i} + \frac{L_d + \frac{L_u + L_{tr}}{2} - L_{fr2}}{v_i} + \frac{L_{fr2}}{\frac{v_i + v_0}{2}} \right) \quad (vii)$$

Figura 6.1. Principiul urmăririi la sosire



Conform principiului prezentat în figura 6.1., pentru a nu se produce perturbări în circulația trenurilor cauzate de circulația frânată a acestora, generată de urmărirea la lumină galbenă, între două trenuri de marfă ce se urmăresc pe BLAI, trebuie să fie prevăzută o distanță suficientă astfel încât trenul urmărit să gareză complet în stația de calcul, iar parcursul de intrare pentru trenul urmărit să fie deja efectuat (cu semnalul de intrare afișând indicație permisivă), înainte ca mecanicul de locomotivă al trenului urmărit să perceapă indicația semnalului prevestitor.

Pentru obținerea valorilor intervalelor de urmărire la sosire, s-au luat în calcul următoarele mărimi și valori ale acestora:

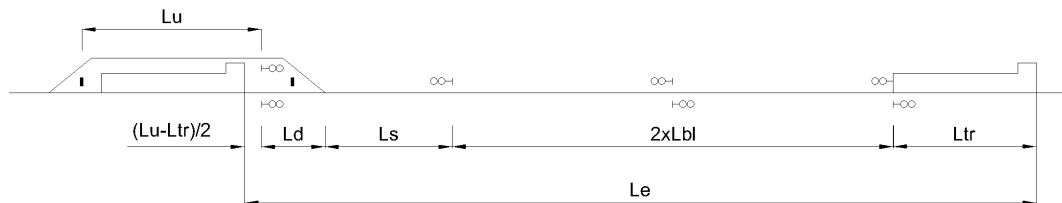
- $L_i$ =lungimea de intrare, calculată după formula (vii);
- $v_{sos}^m$ = viteza medie a trenurilor de marfă pe distanța  $L_i$ ;
- $t_p$ = timpul de efectuare a parcursului de intrare (0,5 min);
- 0,06=coeficient ce ține seama de transformarea din km/h, în m/min;
- $L_s$ = distanța de la semnalul de intrare, la primul schimbător de cale (300m);
- $L_{sp}$ = distanța de la semnalul prevestitor, până la semnalul de intrare (1500m);
- $L_v$ = distanța de vizibilitate a semnalului prevestitor în care mecanicul percepe indicația semnalului și acționează frâna de serviciu, în cazul în care semnalul de intrare nu afișează o indicație permisivă (400m, conform [11]);
- $L_{tr}$ = lungimea trenului (740m, conform Regulament UE 1315/2013);
- $L_u$ = lungimea utilă a liniei la care se primește trenul (750m);
- $L_{fr}$ =drumul de frânare (1000m, conform [10]);
- $L_d$ =lungimea diagonalei de intrare (zonei schimbătoarelor de cale, până la marca de siguranță a liniei la care se primește trenul) 550m pentru stațiile tehnice, 300m pentru celelalte stații luate în calcul; având în vedere că în stația Arad, nu se va modifica dispozitivul de linii reabilitat recent din fonduri europene, se ia în considerare situația deja implementată, adică distanța de cca 954 metri;

$v_s$ =viteza stabilită a trenurilor de marfă, după implementarea proiectului (100km/h). Pe distanța Timișoara Est – Timișoara Nord, unde configurația traseului proiectat a impus o limitare de viteză (60 km/h, pe lungimea de cca. 400 de metri), s-a luat în calcul valoarea de 80 km/h, dată fiind zona în care se va afla limitarea în cauză, coroborat cu faptul că linia curentă respectivă va avea un singur sector de bloc;

$v_i$ = viteza de intrare peste schimbătoarele de cale în abateră (80km/h în Sânnandrei, Ronaț Triaj Gr. D și R4 Glogovăț, respectiv 30km/h, în toate celelalte stații luate în calcul deoarece, în stațiile Caransebeș, Lugoj, Timișoara Est, Timișoara Nord, Aradu Nou și Arad, nu vor permite circulația cu viteză sporită în abateră toate schimbătoarele de cale de la liniile abătute).

Valoarea intervalelor de urmărire la expediere se determină pornind de la principiul prezentat figura nr.6.2. și cu ajutorul formulei (viii), prevăzută și explicitată în [14].

Figura 6.2. Principiul urmăririi la expediere



Conform principiului prezentat în figura 6.2., pentru a nu se produce perturbări în circulația trenurilor cauzate de circulația frânată a acestora, generată de urmărirea la lumină galbenă, trenul următor trebuie să plece din stația de calcul numai după ce trenul urmărit a eliberat două sectoare de bloc în fața trenului următor, astfel încât semnalul de ieșire să nu afișeze o indicație ce implică mersul frânat al trenului următor (indicație cu foc galben).

Corespunzător acestui principiu, formula de calcul a intervalului de urmărire la expediere este:

$$I_{exp} = t_p + 0,06 \frac{L_e}{v_{exp}^m} \quad \text{(viii)}$$

în care,

$L_e$ = distanța de urmărire la expediere;

$v_{exp}^m$ = viteza medie a trenurilor de marfă pe distanța  $L_e$ ;

$$L_e = \frac{L_u + L_{tr}}{2} + L_d + L_s + L_{bl} + L_{bl}$$

$L_{bl}$ = lungimea unui sector de bloc proiectat (1500m);

$L_d^e$ =lungimea diagonalei de ieșire (zona schimbătoarelor de cale, până la semnalul de ieșire al liniei de la care se expediază trenul) 600m pentru stațiile tehnice, 350m pentru celelalte stații luate în calcul, ținând cont și de lungimea drumului de alunecare. Având în vedere că în stația Arad, nu se va modifica dispozitivul de linii reabilitat recent din fonduri europene, se ia în considerare situația deja implementată, adică distanța de cca 1004 metri (este inclusă și lungimea drumului de alunecare);

$v_{exp}^m = 50$  km/h (pentru simplificarea calculelor, se aproximează ca media valorilor vitezei de la capetele distanței  $L_e$ , adică 0 km/h respectiv 100 km/h).

În realitate, viteza trenului de pe distanța  $L_e$  are două componente, una variabilă pe zona de la linia de expediere a trenului și până la atingerea vitezei stabilite (de croazieră) și cea de-a doua, din punctul în care trenul atinge viteza de croazieră, până la parcurgerea distanței  $L_e$ .

Dacă viteza stabilită (de croazieră) este cunoscută (100 km/h), viteza medie a trenului pe distanța de la plecarea din stație, până în punctul în care atinge viteza de croazieră, variază în funcție de rezistența la înaintare a trenului, care depinde de profilul longitudinal și de rezistența la înaintare, generată de curbele traseului pe distanța respectivă.



Pentru simplificarea calculelor, se utilizează totuși, formula (viii), dat fiind faptul că, din cercetările efectuate, diferențele dintre rezultatele obținute pe baza acestei formule și rezultatele ce se obțin din calculele de tracțiune (mult mai complexe) nu sunt de natură să influențeze concluziile ce se pot trage în urma calculului capacității de circulație pentru ipoteza proiectării unui tronson cu cale simplă.

Pe baza formulelor (vi), (vii) și (viii) se determină valorile intervalelor de urmărire dintre trenurile de marfă, respectiv ale perioadei graficului de circulație, în ipoteza de linie simplă.

Tabel 6.2. Intervalele de urmărire și perioada graficului

Nr. crt.	Segmentul de tronson	Distanța limitativă	I <sub>sos</sub> (min)		I <sub>exp</sub> (min)		T <sub>p</sub> ' (min)
			par	impar	par	impar	
1	Caransebeș – Lugoj	Caransebeș – Zăguzeni	6	6	6	6	15
2	Lugoj – Timișoara Est	Topolovăț – Recaș	6	6	6	6	19
3	Timișoara Est – Timișoara Nord	-	6	6	6	6	16
4	Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr.D	-	6	5	6	6	14
5	Ronaț Tj. Gr. D – Sânanndrei	-	5	5	6	6	14
6	Sânanndrei – Aradu Nou	Sânanndrei – Băile Călacea sau Vinga – Șag	5	5	6	6	15
7	Aradu Nou – Arad	-	5	6	7	6	16
8	Aradu Nou – R4 Glogovăț	-	5	4	6	6	12

Pentru calculul capacității de circulație, pe fiecare segment al tronsonului, se utilizează cea mai mare dintre valorile I<sub>sos</sub> și I<sub>exp</sub>, separat, pe fiecare sens de mers în parte.

Pe baza datelor din tabelul 6.2. și a relațiilor de calcul (iv), respectiv (v) și aplicând valorile aferente traficului de călători prognozate în Varianta 1, la nivelul anului 2036 (la 10 ani după implementarea proiectului), se obțin valorile din tabelul 6.3., ale capacităților de circulație.

Tabel 6.3. Capacitățile teoretică și practică disponibile pe linie simplă

Segmentul de tronson	Capacitatea teoretică (perechi trenuri/zi)	Capacitatea practică (perechi trenuri/zi)
Caransebeș – Lugoj	51	40
Lugoj – Timișoara Est	32	25
Timișoara Est – Timișoara Nord	38	30
Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr.D	18	14
Ronaț Tj. Gr. D – Sânanndrei	29	23
Sânanndrei – Aradu Nou	38	30
Aradu Nou – Arad	17	13
Aradu Nou – R4 Glogovăț	99	79

Capacitatea disponibilă este acea valoare a capacității de circulație ce ține seama de coeficientul de reducere a trenurilor de marfă, generată de circulația trenurilor de călători și semnifică numărul de trase disponibile pentru circulația trenurilor de marfă, după ce se trasează în graficul de circulație toate trenurile de călători.

Pe distanța Aradu Nou – R4 Glogovăț este necesar să se calculeze și capacitatea de tranzit a ramificației pentru a se stabili dacă aceasta ar putea limita capacitatea de circulație a distanței respective.

Conform [9], formula de calcul a capacității teoretice de tranzit a ramificației este:

$$C_t = N_{trz1}/K_d + N_{trz2}/K_d \quad (ix)$$

în care:

$N_{trz1}$  = numărul de trenuri de marfă ce tranzitează ramificația în 24 de ore, în direcția spre Arad (28 perechi/zi conform Anexa B2);

$N_{trz2}$  = numărul de trenuri de marfă ce tranzitează ramificația în 24 de ore, în direcția spre Glogovăț (3 perechi/zi conform Anexa B2);

$K_d$  = coeficientul de solicitare a ramificației.

Capacitatea practică de tranzit a ramificației se calculează ca fiind 80% din capacitatea teoretică, după prevederile [9].

Formula de calcul a coeficientului de solicitare a ramificației respective este:

$$K_d = \frac{T - T_c}{1440 - T_c - t_i} \quad (x)$$

$T$  = timpul total de ocupare a ramificației într-o zi;

1440 = numărul de minute în 24 de ore;

$T_c$  = timpul total de ocupare a ramificației de către trenurile de călători, într-o zi;

$t_i$  = perioada din decursul unei zile, în care, ramificația nu se poate folosi din cauza lucrărilor la infrastructură (120min).

$$T = N_{trz1} \times t_{trz1} + N_{trz2} \times t_{trz2} + N_c \times t_c + t_o$$

$t_{trz}$  = timpul de tranzitare a ramificației de către un tren de marfă;

$N_c$  = numărul de trenuri de călători ce tranzitează ramificația în 24 de ore (4 perechi/zi conform Anexa A5);

$t_c$  = timpul de tranzitare a ramificației de către un tren de călători;

$t_o$  = timpul total de ostilizare a ramificației cu circulația trenurilor pe distanța Glogovăț - Arad, pe linia CF 200 (asumat 300 min).

Valorile  $t_{trz}$  și  $t_c$  se calculează cu formula de calcul a timpului de trecere pe linie abătută, conform prevederilor [9].

$$t_{trz} = t_p + 0,06 \left( \frac{L_v + L_{sp} + L_s - L_{fr1}}{v_s} + \frac{L_{fr1}}{v_s + v_{trz}} + \frac{L_{ram} + L_{tr}}{v_{trz}} \right)$$

$L_s$  = distanța de la semnalul de intrare, la primul schimbător de cale (300m);

$L_{sp}$  = distanța de la semnalul prevestitor, până la semnalul de intrare (1500m);

$L_v$  = distanța de vizibilitate a semnalului prevestitor în care mecanicul percepe indicația semnalului și acționează frâna de serviciu, în cazul în care semnalul de intrare nu afișează o indicație permisivă (400m, conform Regulamentului nr.004);

$L_{tr}$  = lungimea trenului (740m, conform Regulament UE 1315/2013);

$L_{fr}$  = drumul de frânare (1000m, conform Regulamentului nr.006);

$L_{ram}$  = lungimea ramificației (1560 metri, rezultată din planul de situație);

$v_s$  = viteza stabilită a trenurilor de marfă, după implementarea proiectului (100km/h);

$v_{trz}$  = viteza de tranzit proiectată peste ramificație (100 km/h cu schimbătoare de cale de tangentă 1:18,5).

$$t_{trz1} = 3,2 \approx 4 \text{ min}$$

În mod identic se calculează și  $t_{trz2}$  respectiv  $t_c$ , dar luând în calcul o lungime mai mică pentru  $L_{ram}$ .

Pentru  $t_{trz2}$  și  $t_c$  se obține valoarea de 3 minute.

$$\text{Deci, } K_d = (28 \times 4 \times 2 + 3 \times 3 \times 2 + 4 \times 3 \times 2 + 300 - 4 \times 3 \times 2) / (1440 - 4 \times 3 \times 2 - 120) = 0,42$$

$$C_i = 28 / 0,42 + 3 / 0,42 = 66 \text{ per.tr./zi Aradu Nou-Arad} + 7 \text{ per.tr./zi Aradu Nou - Glogovăț}$$

$$C_p = 0,8 \times (66 + 7) = 52 \text{ per.tr./zi Aradu Nou - Arad} + 5 \text{ per.tr./zi Aradu Nou - Glogovăț}$$

Deci capacitatea de tranzit a ramificației R4 Glogovăț ar limita capacitatea de circulație a distanței Aradu Nou – R4 Glogovăț, la valoarea de 57 de perechi de trenuri/zi.

Pentru a analiza dacă ipoteza menținerii căii simple pe tronsonul Caransebeş – Timișoara – Arad corespunde cu cererea de trafic estimată, valorile capacității practice disponibile pe fiecare segment ce compune tronsonul trebuie comparate cu valorile traficului de marfă prognozate după modelul prezentat în capitolul 4, pentru Varianta 1 și, în funcție de rezultatul comparației și pentru Varianta 2.

Având în vedere că pe parcursul anului (planului de mers al trenurilor) traficul suferă fluctuații, pentru a obține solicitarea infrastructurii din perioada de vârf a anului, valorile de trafic din tabelele anexelor A5 și B2 trebuie multiplicat cu un coeficient de neuniformitate.

Coeficientul de neuniformitate asumat este 1,2 (conform [14]), ceea ce înseamnă că față de valorile medii prognozate, se admit creșteri ale traficului cu 20%, pentru perioada de vârf a anului (valoare considerată plauzibilă).

Tabel 6.4. Comparația capacității practice disponibile pe linie simplă cu valorile de trafic prognozate

Nr. segment	Segmentul de tronson	Capacitatea practică disponibilă (perechi trenuri/zi)	Valori prognozate (perechi trenuri/zi)	Valori estimate pentru perioada de vârf a anului (perechi trenuri/zi)
1	Caransebeş – Lugoj	40	32	38
2	Lugoj – Timișoara Est	25	37	44
3	Timișoara Est – Timișoara Nord	30	40	48
4	Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr.D	14	84	101
5	Ronaț Tj. Gr. D – Sânanndrei	23	51	61
6	Sânanndrei – Aradu Nou	30	53	64
7	Aradu Nou – Arad	13	55*	66*
8	Aradu Nou – R4 Glogovăț	57	6	7

\*) = trenurile respective vor circula pe linia special proiectată pentru ocolirea zonelor rezidențiale din municipiul Arad, de către traficul feroviar de marfă și anume, Aradu Nou – R4 Glogovăț – R2 Glogovăț – Arad, ceea ce înseamnă că valoarea respectivă se adună la valoarea de pe rândul 8, suma reprezentând traficul ce va tranzita distanța Aradu Nou – R4 Glogovăț.

După cum reiese din tabelul 6.4., în eventualitatea adoptării soluției dotării cu linie simplă, rezultă următoarele concluzii:

- la 10 ani după darea în exploatare a proiectului, cu excepția segmentelor Caransebeş – Lugoj și Aradu Nou – Arad, valorile medii de trafic prognozate vor depăși capacitatea practică disponibilă, pe toate celelalte 6 segmente ale tronsonului feroviar vizat pentru modernizare;
- pe segmentul Caransebeş – Lugoj valorile de trafic prognozate pentru perioada de vârf a anului, se vor apropia foarte mult de capacitatea de circulație disponibilă, astfel încât, în eventualitatea necesității programării în circulație a unor trenuri de lucru (drezine, mașini grele de cale, etc.) sau a unor locomotive izolate, nu vor mai rămâne la dispoziție decât 2 perechi de trase;
- segmentul Aradu Nou – Arad va fi specializat numai pentru circulația trenurilor de călători și a diferitor trenuri tehnice (locomotive izolate, trenuri de intervenție, locomotive de ajutor, trenuri de lucru).

Continuându-se analiza, în cazul segmentului Caransebeş – Lugoj, după același raționament, se constată că în anul 2038, valorile de trafic prognozate pentru perioada de vârf a anului vor depăși

capacitatea practică de circulație, fără a lua în calcul programarea de trenuri de lucru sau locomotive izolate, în timp ce în anul 2046, valorile medii de trafic prognozate vor depăși capacitatea practică de circulație disponibilă pe linie simplă, fără a mai lua în calcul și circulația trenurilor de lucru sau a locomotivelor izolate (categorii de trenuri care, în mod normal, circulă cel puțin în zilele lucrătoare).

În concluzie, valorile de trafic prognozate pentru perioada 2020 – 2050 vor putea fi acoperite doar prin introducerea liniei duble pe 7 dintre cele 8 intervale analizate ale tronsonului Caransebeş – Timișoara– Arad, în oricare dintre variantele propuse în proiect.

## 6.2. Calculul capacității de circulație pe linie dublă

În vederea stabilirii modului în care proiectul acoperă cererea de trafic prognozată, este necesară determinarea capacității de circulație pe fiecare dintre segmentele ce fac parte din tronsonul CF, vizat pentru modernizare.

Secțiunile respective sunt următoarele:

1. Caransebeş – Lugoj;
2. Lugoj – Timișoara Est;
3. Timișoara Est – Timișoara Nord;
4. Timișoara Nord – Ronaț Triaj Gr. D;
5. Ronaț Triaj Gr. D – Sânandrei;
6. Sânandrei – Aradu Nou;
7. Aradu Nou – Arad.

Asemenea celor formulate la subcapitolul 6.1., se va lua în considerare cazul cel mai defavorabil în care se va utiliza ca sistem de circulație, instalația BLAI.

Capacitatea intervalelor de stație pe cale dublă, dotată cu BLAI, se calculează, în conformitate cu prevederile [9], utilizând formula:

$$C = \frac{1440 - t}{I} - e \times N_{cal} \quad (xi)$$

unde,

C = capacitatea teoretică a secției (secție pe cale dublă cu circulație BLA)

1440 = numărul minutelor în 24 ore;

t = durata zilnică afectată pentru lucrări de întreținere a căii și a instalațiilor feroviare (deși durata uzuală pentru alocarea ferestrelor în graficul de circulație pentru lucrări, pe cale dublă, este de 360 min, în calcul se va lua durata de 180 de minute, deoarece se consideră că cele 360 de minute se alocă în mod egal pe cele două fire de circulație, care nu pot fi închise simultan pentru lucrările obișnuite de mentenanță);

I = intervalul de urmărire a trenurilor pe secție (perioada graficului de circulație);

e= coeficientul de reducere a trenurilor de marfă datorită circulației unei perechi de trenuri de călători (1,4 pentru cale dublă prevăzută cu BLA);

N<sub>cal</sub>= numărul de perechi de trenuri ce circulă pe secția analizată (se iau în calcul valorile prognozate în Varianta 2, scenariul mediu).

Odată obținută capacitatea teoretică, se calculează capacitatea practică (C<sub>p</sub>), mărime ce reprezintă 80% din valoarea capacității teoretice, pentru asigurarea unor anumite rezerve:

- rezerve pentru readucerea pe trasa normală a trenurilor întârziate;
- rezerve în vederea asigurării unor timpi „tampon” ce au ca scop evitarea întârzierilor în lanț și crearea de congestii;
- rezerve de capacitate pentru lucrări importante la infrastructură, ce depășesc ferestrele de circulație aprobate prin planul de mers anual.

Şi în acest caz, formulele de calcul includ toți factorii ce intră în relația de calcul a capacității de circulație, prevăzute în fișa UIC 406 (timpul total de ocupare a liniei curente de către trenuri, timpul alocat pentru lucrările de întreținere a infrastructurii, duratele de trecere înainte a trenurilor în stații, timpii de rezervă pentru reducerea întârzierilor indirecte).

La fel ca și în cazul liniei simple, valorile intervalelor de urmărire dintre trenuri s – au obținut pentru urmărirea la sosire și la expediere în stațiile tehnice Caransebeș, Lugoj, Timișoara Est, Timișoara Nord, Arad și chiar Aradu Nou precum și în celelalte capete de interval luate în calcul și anume Ronaț Triaj Gr. D, Sănandrei și R4 Glogovăț. Intervalele de urmărire la sosire și la expediere reprezintă cazurile cele mai restrictive, acestea fiind mai mari decât intervalele de urmărire pe BLAI.

Deci, pentru stabilirea intervalelor de urmărire pe cele 8 segmente pentru care se determină capacitatea de circulație, se calculează intervalele de urmărire la sosirea, respectiv la expedierea trenurilor în stațiile tehnice, unde lungimile de intrare și de ieșire sunt mai mari decât în stațiile intermediare, urmând ca apoi, acestea să se compare între ele, alegându-se valoarea cea mai mare pe fiecare segment de circulație.

Pentru obținerea valorilor intervalelor de urmărire la sosire, se utilizează formula (vii), în care s-au luat în calcul următoarele valori și mărimi:

$L_i$ =lungimea de intrare, calculată după formula (vii);

$v_{\text{sos}}^m$ = viteza medie a trenurilor de marfă pe distanța  $L_i$ ;

$t_p$ = timpul de efectuare a parcursului de intrare (0,5 min);

0,06=coeficient ce ține seama de transformarea din km/h, în m/min;

$L_s$ = distanța de la semnalul de intrare, la primul schimbător de cale (300m);

$L_{sp}$ = distanța de la semnalul prevestitor, până la semnalul de intrare (1500m);

$L_v$ = distanța de vizibilitate a semnalului prevestitor în care mecanicul percepe indicația semnalului și acționează frâna de serviciu, în cazul în care semnalul de intrare nu afișează o indicație permisivă (400m, conform [11]);

$L_r$ = lungimea trenului (740m, conform Regulament UE 1315/2013);

$L_u$ = lungimea utilă a liniei la care se primește trenul (750m);

$L_f$ =drumul de frânare (1000m, conform [10]);

$L_d$ =lungimea diagonalei de intrare (măsurată pentru fiecare caz în parte, conform planurilor de situație ce fac parte din volumul "Pieșe desenate"); având în vedere că în stația Arad, nu se va modifica dispozitivul de linii reabilitat recent din fonduri europene, se ia în considerare situația deja implementată, adică distanța de cca 954 metri;

$v_s$ =viteza stabilită a trenurilor de marfă, după implementarea proiectului (100km/h); pe distanța Timișoara Est – Timișoara Nord unde, configurația traseului proiectat a impus o limitare de viteză (60 km/h, pe lungimea de cca. 400 de metri), s-a luat în calcul valoarea de 80 km/h, dată fiind zona în care se va afla limitarea în cauză, coroborat cu faptul că linia curentă respectivă va avea un singur sector de bloc;

$v_i$ = viteza de intrare peste schimbătoarele de cale în abateri (80km/h în Sănandrei, Ronaț Triaj Gr. D și R4 Glogovăț, respectiv 30km/h, în toate celelalte stații luate în calcul deoarece, în stațiile Caransebeș, Lugoj, Timișoara Est, Timișoara Nord, Aradu Nou și Arad, nu vor permite circulația cu viteză sporită în abateri toate schimbătoarele de cale, de la liniile abătute).

După cum s-a precizat în cadrul subcapitolului 6.1., distanța de urmărire la expediere,  $L_e$ , are două componente, una în care viteza este variabilă, pe zona cuprinsă între linia de expediere a trenului și până la atingerea vitezei stabilite (de croazieră) și cea de-a doua, din punctul în care trenul atinge viteza de croazieră, până la parcurgerea în întregime a distanței  $L_e$ .

Dat fiind faptul că viteza trenului pe distanța  $L_e$  depinde de rezistența la înaintare a trenului, care depinde de profilul longitudinal și de rezistența la înaintare, generată de curbele traseului pe distanța respectivă, rezultă că și intervalul de urmărire la expediere depinde de aceste mărimi fizice ce reprezintă, de fapt, caracteristici tehnice ale traseului proiectat.

Având la dispoziție valorile acestor indicatori tehnici obținuți prin proiect, tonajele brute ce se pot remorca ținând seama de rezistențele caracteristice ale tronsonului feroviar proiectat coroborate cu vitezele

de proiectare obținute precum și caracteristicile de tracțiune ale locomotivelor electrice, valorile intervalelor de urmărire la expediere se pot determina pornind de la principiul prezentat figura nr.6.2. și cu ajutorul formulei (xii), prin care se împarte intervalul  $I_{exp}$  în trei factori.

$$I_{exp} = t_p + t_v + t_c \quad \text{(xii)}$$

unde,

$t_p$ = timpul de efectuare a parcurșului de ieșire (0,5 min);

$t_v$ = timpul parcurs pe distanța de urmărire ( $L_e$ ) cu viteza variabilă (de la valoarea 0 km/h, la valoarea  $v_s$ );

$t_c$ = timpul parcurs pe distanța de urmărire cu viteza stabilită ( $v_s$ ).

Valorile  $t_v$  se determină cu ajutorul formulei (xiii), prevăzute în [13].

$$t_v = \frac{30\Delta v}{(f_o - r_{tr}) - r_e} \quad \text{(xiii)}$$

$\Delta v$ = diferența intervalului de viteză considerat (km/h);

$f_o$  = forța specifică medie de tracțiune la obadă (kgf/t); forța de tracțiune la obadă se obține pe baza caracteristicilor de tracțiune ale locomotivelor electrice ce circulă pe rețeaua feroviară națională, iar tonajele brute de calcul sunt cele menționate în memoriul tehnic al studiului de fezabilitate;

$r_{tr}$  = rezistența specifică a trenului (kgf/t), compusă din rezistența specifică la înaintare a locomotivei și a vagoanelor (prevăzută în [13]); în calcul s-a considerat că locomotiva de remorcare este electrică, iar trenul este format din vagoane încărcate și amestecate;

$r_e$  = rezistența specifică echivalentă la înaintare, generată de declivitatea căii și de curbele traseului (kgf/t); pentru determinarea acestei mărimi, s-a calculat panta medie ponderată (conform profilelor longitudinale) pe fiecare distanță  $L_e$ , de urmărire la expediere de pe cele 8 segmente ale tronșonului la care s-a adăugat rezistența dată de curbele traseului pe distanțele  $L_e$ .

Valorile  $t_c$  se determină cu ajutorul formulei de mai jos, în care, din distanța  $L_e$  se scade intervalul parcurs de tren cu viteza de la 0 km/h, la valoarea  $v_s$  (viteza de croazieră).

$$t_c = 0,06 \frac{L_e - L_v}{v_s} \quad \text{(xiv)}$$

$L_e$ = distanța de urmărire la expediere ce se calculează cu formula (ix), însă cu factorul  $L_d^e$ , măsurat pentru fiecare caz în parte al stațiilor de calcul, conform planurilor de situație ce fac parte din volumul "Piese desenate" din Studiul de Fezabilitate;

$L_v$ = distanța parcursă de tren cu viteza crescând de la 0 km/h, la valoarea  $v_s$ ;

$v_s$ = viteza stabilită a trenurilor de marfă, obținută prin proiect (100 km/h).

Se precizează că în anumite stații (Sânandrei în sens impar și Aradu Nou în sens par), din cauza declivității căii, trenurile de marfă cu plecare din punctele de secționare respective nu ating viteza de 100 km/h, la capătul distanței  $L_e$ , în aceste cazuri luându-se în calcul valoarea de 90 km/h.

Totuși, acest fapt nu înseamnă însă că viteza maximă proiectată pentru trenurile de marfă este mai mică de 100 km/h, ci doar aceea că, pentru trenurile ce opresc în cele două puncte de secționare și sunt expediate spre Șag (care este vârf de pantă pe intervalul Timișoara – Arad), condițiile de remorcare sunt mai dificile, decât pentru trenurile prevăzute în graficul de circulație cu trecere prin stațiile în cauză.

Din aceleași rațiuni ca și în cazul calculului intervalului de urmărire la sosire, pentru stația Timișoara Nord, în sens par, respectiv pentru Timișoara Est, în sens impar,  $v_s$  s-a luat în calcul cu valoarea de 80 km/h.

Distanța  $L_v$  se determină cu relația:

$$L_v = \frac{8,34 \times \Delta v \times \Delta v_m}{(f_o - r_{tr}) - r_e} \quad \text{(xv)}$$

în care,

$\Delta v_m$  = viteza medie a trenului pe distanţa  $L_v$  (km/h);

Restul factorilor din relaţia (xv) au aceleaşi semnificaţii ca şi în formula (xiii).

Pe baza formulelor (ix), (xii), (xiii), (xiv) şi (xv) se determină toate intervalele de urmărire la expediere care se compară cu intervalele de urmărire la sosire ce se obţin cu ajutorul formulei (vii), dar în condiţiile din subcapitolul 6.2., rezultând tabelul 6.5.

Tabel 6.5. Intervalele de urmărire şi perioada graficului pe cale dublă

Nr. crt.	Segmentul de tronson	$I_{\text{sos}}$ (min)		$I_{\text{exp}}$ (min)		Perioada graficului (min)	
		par	impar	par	impar	par	impar
1	Caransebeş – Lugoj	6	6	6	5	6	6
2	Lugoj – Timișoara Est	6	6	6	6	6	6
3	Timișoara Est – Timișoara Nord	5	5	4	5	5	5
4	Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr.D	6	4	5	6	6	6
5	Ronaț Tj. Gr. D – Sânanndrei	4	5	5	6	5	6
6	Sânanndrei – Aradu Nou	4	6	6	6	6	6
7	Aradu Nou – Arad*	5	6	6	5	16	
8	Aradu Nou – R4 Glogovăț	5	4	6	6	6	6

\*) = pe intervalul Aradu Nou – Arad se va menține calea simplă

Pe baza datelor din tabelul 6.5., a relației de calcul (xi) și ținând seama că valoarea capacității practice este 80% din cea a capacității teoretice, se obțin următoarele valori ale capacităților de circulație, la nivelul anului 2050:

Tabel 6.6. Capacitățile teoretică și practică disponibile pe linie dublă

Nr. crt.	Segmentul de tronson	Capacitatea teoretică disponibilă <sup>2</sup> (perechi trenuri/zi)		Capacitatea practică disponibilă (perechi trenuri/zi)	
		Sens par	Sens impar	Sens par	Sens impar
1	Caransebeş – Lugoj	159	159	127	127
2	Lugoj – Timișoara Est	154	154	123	123
3	Timișoara Est – Timișoara Nord	189	189	151	151
4	Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr.D	110	110	88	88
5	Ronaț Tj. Gr. D – Sânanndrei	165	123	132	98
6	Sânanndrei – Aradu Nou	140	140	112	112
7	Aradu Nou – Arad <sup>1</sup>	70 <sup>3</sup>	70 <sup>3</sup>	56 <sup>3</sup>	56 <sup>3</sup>
8	Aradu Nou – R4 Glogovăț	203	203	162	162

1) = pe intervalul Aradu Nou – Arad se va menține calea simplă

2) = capacitatea disponibilă este acea valoare a capacității de circulație ce ține seama de coeficientul de reducere a trenurilor de marfă, generată de circulația trenurilor de călători și reprezintă numărul de perechi de trase disponibile pentru circulația trenurilor de marfă, după ce se trasează în graficul de circulație toate trenurile de călători;

<sup>3)</sup> = valoarea respectivă este calculată pentru trenuri de călători, având în vedere că intervalul respectiv va fi specializat pentru circulația trenurilor de călători și a diferitor trenuri tehnice.

Pentru a analiza dacă tronsonul CF Caransebeș – Timișoara – Arad modernizat va corespunde necesarului de capacitate generat de cererea de trafic estimată, valorile capacității practice disponibile pe fiecare segment ce compune tronsonul trebuie comparate cu valorile traficului de marfă prognozate la capitolul 4, Varianta 2 (reprezintă cazul cel mai defavorabil din punct de vedere al capacității de circulație).

Având în vedere că pe parcursul anului (planului de mers al trenurilor) traficul suferă fluctuații, pentru a obține solicitarea infrastructurii din perioada de vârf a anului, valorile de trafic din B2 și B3 trebuie înmulțite cu un coeficient de neuniformitate.

Coeficientul de neuniformitate asumat este 1,2, ceea ce înseamnă că față de valorile medii prognozate, se admit creșteri ale traficului cu 20%, pentru perioada de vârf a anului, valoarea respectivă fiind considerată plauzibilă, conform [14].

Tabel 6.7. Comparația capacității practice disponibile pe linie dublă cu valorile de trafic prognozate

Segmentul de tronson	Capacitatea practică disponibilă (perechi trenuri/zi)	Valori prognozate (perechi trenuri/zi)	Valori estimate pentru perioada de vârf a anului (perechi trenuri/zi)
Caransebeș – Lugoj	127	39	47
Lugoj – Timișoara Est	123	46	55
Timișoara Est – Timișoara Nord	151	49	59
Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr.D	88	103 <sup>3</sup>	124 <sup>3</sup>
Ronaț Tj. Gr. D – Sânanndrei	98/132 <sup>1</sup>	63	76
Sânanndrei – Aradu Nou	112	65	78
Aradu Nou – Arad	56 <sup>2</sup>	67 <sup>4</sup>	80 <sup>4</sup>
Aradu Nou – R4 Glogovăț	162	7	8

<sup>1)</sup> = valorile capacității practice disponibile diferă pe cele două fire de circulație, conform tabelelor 6.5. și 6.6.;

<sup>2)</sup> = valoarea respectivă este exprimată în perechi de trenuri de călători/zi. Traficul de marfă va fi preluat pe ruta Aradu Nou – R4 Glogovăț – R2 – Glogovăț – Arad;

<sup>3)</sup> = o parte din traficul respectiv va putea fi preluat pe linia CF nr. 133, pe intervalul Timișoara Nord – Ram. Pavilioane CFR – Ram. Ronaț Triaș – Ronaț Triaș Gr. D;

<sup>4)</sup> = trenurile respective vor circula pe linia special proiectată pentru ocolirea zonelor rezidențiale din municipiul Arad, de către traficul feroviar de marfă și anume Aradu Nou – R4 Glogovăț – R2 Glogovăț – Arad.

Având în vedere că intervalul de stație Aradu Nou – Arad va fi specializat numai pentru circulația trenurilor de călători și a diferitor trenuri tehnice (locomotive izolate, trenuri de intervenție, locomotive de ajutor, trenuri de lucru), toate trenurile directe de marfă prognozate pe acest segment al tronsonului, precum și o parte dintre trenurile interregio, vor circula pe ruta Aradu Nou – R4 Glogovăț – R2 Glogovăț – Arad, astfel încât, în graficul de circulație aferent acestei distanțe să fie disponibile un anumit număr de trase, în vederea introducerii în circulație (după necesități) a unor trenuri de lucru sau locomotive izolate.

Prin urmare, se consideră că în perioada de vârf a anului, intervalul Aradu Nou – R4 Glogovăț va fi utilizat de 88 de perechi de trenuri de marfă și cca. 9 – 12 perechi de trenuri interregio, ce nu se vor putea programa pe distanța Aradu Nou – Arad, din cauza lipsei de capacitate, pe de-o parte, precum și pentru rezervarea a 2 – 5 perechi de trase pentru trenuri de lucru sau locomotive izolate.

În cazul intervalului Timișoara Nord – Ronaț Triaș Gr. D, este evident faptul că trebuie reabilitată și linia 133, nu numai pentru motivul că va fi afectată de lucrări (fiind situată pe același terasament cu linia 218), dar și pentru că va ajuta la acoperirea necesarului de capacitate, prin utilizarea sa ca al treilea fir de circulație pe distanța Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr. D. Astfel, pe linia respectivă (nr.133) vor putea tranzita o parte dintre



trenurile de călători ce circulă distanța Ronaț Triaj Gr. D – Sat Nou, dar și o parte dintre trenurile de marfă prognozate pe segmentul Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr. D.

După cum se observă din tabelul 6.7, pe segmentele Caransebeș – Lugoj, Lugoj – Timișoara Est, Timișoara Est – Timișoara Nord, Ronaț Triaj Gr. D – Sânaandrei, Sânaandrei – Aradu Nou și Aradu Nou – R4 Glogovăț – R2 Glogovăț, capacitatea disponibilă a intervalelor ce fac parte din tronsonul feroviar vizat de proiect va acoperi necesarul corespunzător valorilor de trafic prognozate pentru Varianta 2, la nivelul anului 2050.

Pentru a analiza solicitarea tronsonului feroviar ce va fi modernizat pe parcursul duratei de exploatare a acestuia, în tabelele 6.8. și 6.9. sunt date și valorile capacităților de circulație disponibile pe cele 8 segmente ce compun tronsonul, în primul an de după implementarea proiectului (2026), respectiv la 10 ani de la implementarea proiectului (2036).

*Tabel 6.8. Capacitățile teoretică și practică disponibile pe tronson în primul an de exploatare a proiectului*

Nr. crt.	Segmentul de tronson	Capacitatea teoretică disponibilă (perechi trenuri/zi)		Capacitatea practică disponibilă (perechi trenuri/zi)	
		Sens par	Sens impar	Sens par	Sens impar
1	Caransebeș – Lugoj	172	172	137	137
2	Lugoj – Timișoara Est	169	169	135	135
3	Timișoara Est – Timișoara Nord	207	207	165	165
4	Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr.D	138	138	110	110
5	Ronaț Tj. Gr. D – Sânaandrei	190	148	152	118
6	Sânaandrei – Aradu Nou	161	161	128	128
7	Aradu Nou – Arad	70*	70*	56*	56*
8	Aradu Nou – R4 Glogovăț	204	204	163	163

*Tabel 6.9. Capacitățile teoretică și practică disponibile pe tronson în al X-lea an de exploatare a proiectului*

Nr. crt.	Segmentul de tronson	Capacitatea teoretică disponibilă (perechi trenuri/zi)		Capacitatea practică disponibilă (perechi trenuri/zi)	
		Sens par	Sens impar	Sens par	Sens impar
1	Caransebeș – Lugoj	168	168	134	134
2	Lugoj – Timișoara Est	165	165	132	132
3	Timișoara Est – Timișoara Nord	201	201	160	160
4	Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr.D	127	127	101	101
5	Ronaț Tj. Gr. D – Sânaandrei	180	138	144	110
6	Sânaandrei – Aradu Nou	152	152	121	121
7	Aradu Nou – Arad	70*	70*	56*	56*
8	Aradu Nou – R4 Glogovăț	203	203	162	162

\*) = valoarea respectivă este exprimată în perechi de trenuri de călători/zi.

## 7. Alte aspecte tehnice privind circulația trenurilor în situația proiectată

Pentru analiza comparativă a duratelor de parcurs, de-a lungul tronsonului CF Caransebeş – Timișoara– Arad, în situația existentă și în cele două variante proiectate, în tabelul 7.1. – 7.3. sunt date valorile obținute pentru timpii de parcurs pentru trenurile de călători și pentru trenurile de marfă, de-a lungul tronsonului Caransebeş – Timișoara – Arad, în ambele variante proiectate, precum și în situația existentă.

*Tabel 7.1. Tabel cu duratele de parcurs pe tronson – trenuri interregio*

Nr. crt.	Intervalul	Distanța Traseu existent/proiect (km)	Timpii de parcurs în situația existentă (min)	Timpii de parcurs în Varianta 1 (min)	Timpii de parcurs în Varianta 2 (min)
1	Caransebeş – Timișoara N	98,3/97,98/ 97,92	91,5	55,5	44,5
2	Timișoara N – Arad	57,2/57,27	58	33	27,5
3	Caransebeş – Arad	155,5/ 155,25/ 155,04	152,5	93,5	77

În cazul trenurilor regio, valorile duratelor de parcurs, de-a lungul tronsonului Caransebeş – Timișoara– Arad, se prezintă astfel:

*Tabel 7.2. Tabel cu duratele de parcurs pe tronson – trenuri regio*

Nr. crt.	Intervalul	Distanța Traseu existent/proiect (km)	Timpii de parcurs în situația existentă (min)	Timpii de parcurs în Varianta 1 (min)	Timpii de parcurs în Varianta 2 (min)
1	Caransebeş – Lugoj	39,4/39,35	46	35,5	31
2	Lugoj – Timișoara N	58,9/58,63/ 58,42	82	54	48
3	Caransebeş – Timișoara N	98,3/97,98/ 97,92	130	91,5	81
4	Timișoara N – Arad	57,2/57,27	75	55	47,5

După cum se observă, nu s-a luat în calcul și intervalul Caransebeş – Arad, călătoriile cu trenuri regio pe această relație, având o probabilitate redusă de realizare. De altfel, la momentul actual, nu există trenuri regio în relația Caransebeş – Arad.

În ceea ce privește traficul de marfă, diferențele dintre duratele de parcurs, calculate pe segmentele componente ale tronsonului CF vizat de reabilitare, în situația existentă, față de situația proiectată, se prezintă în tabelul de mai jos:

*Tabel 7.3. Tabel cu duratele de parcurs pe tronson – trenuri de marfă*

Nr. crt.	Intervalul	Durata medie de parcurs în situația existentă (min)	Durata medie de parcurs în Varianta 1 (min)	Durata medie de parcurs în Varianta 2 (min)
1	Arad – Timișoara	209,5	80,5	80,5
3	Caransebeş – Timișoara N	279,5	147,5	147,5
4	Caransebeş – Arad (sau Glogovăț)	527	228	228

Pentru situația proiectată, au fost luate în calcul următoarele ipoteze, legate de graficul de circulație:

- Trenurile de marfă vor opri câte o dată pe distanțele Caransebeș – Timișoara Nord și Timișoara Nord – Arad, pentru trecerea înainte a trenurilor de călători sau pentru încrucișări de trenuri, în cazul închiderilor de linie planificate;
- Trenurile de marfă vor opri și staționa în stația Timișoara Est până la 60 de minute, pentru diferite procese tehnologice necesare în parcurs: efectuarea reviziei tehnice în tranzit, schimbarea personalului de tracțiune, schimbarea mijloacelor de remorcare, în cazul tranzitării spre Timișoara Sud, atașarea sau detașarea de grupe de vagoane, așteptarea de intervale libere, în vederea tranzitării complexului feroviar Timișoara;
- Având în vedere specificul stației Timișoara Nord, se consideră că cea mai mare parte dintre trenurile de marfă ce o vor tranzita, vor opri și staționa în această stație pentru diferite operații legate de circulația trenurilor cum ar fi:
  - ❖ așteptare cale liberă sau încrucișări pentru direcțiile Timișoara Sud, Jimbolia și Timișoara Vest;
  - ❖ eliberare parcurs de ieșire, fără a se perturba circulația trenurilor de călători, ce sosesc/pleacă în/din stație, sau fără a întrerupe procesele tehnologice la expedierea de trenuri de călători;
- Trenurile de marfă vor opri și staționa, până la 30 de minute, într-unul din punctele de secționare Valea Viilor (în varianta 1) sau Șag (în varianta 2), în vederea așteptării înscrierii în circulație, în complexul feroviar Arad;
- Trenurile de marfă ce vor tranzita prin Caransebeș Triaj au prin Ronaț Triaj Gr. A, vor opri pentru efectuarea reviziei tehnice în tranzit și eventual atașării/detașării de grupe de vagoane (oprire de până la 70 minute);
- Calculele duratelor de parcurs au fost efectuate, considerându-se că viteza stabilită a trenurilor de marfă va fi de 100 km/h, deși curbele de pe traseul proiectat permit circulația și cu viteza maximă de 120 km/h. Totuși, profilul longitudinal al traseului restricționează semnificativ tonajul de remorcare pentru viteza de 120 km/h, astfel că se recomandă ca valoarea respectivă să fie prevăzută numai pentru viteza stabilită a trenurilor de marfă, formate numai din containere (trenuri cotainere), ce circulă cu rangul 5.

Pe baza duratelor de parcurs al tronsonului feroviar ce va fi modernizat se pot stabili și vitezele tehnice pe cele două variante.

În anexele 1 și 2 se află diagramele de viteză obținute pe traseul proiectat, în fiecare dintre cele două variante.

În diagramele respective, sunt reprezentate trei tipuri de viteze:

- vitezele tehnice teoretice, obținute din calcule de tracțiune (declivitate, tonaj, limitările de viteză date de curbele traseului). Aceste viteze se pot aplica numai în cazul dotării tuturor vehiculelor feroviare motoare ce vor circula pe tronson cu echipament ERTMS, deoarece, în practică, trenurile au timpii de parcurs stabiliți în livrete de mers, livrete prin care se reglementează valorile maxime ale vitezelor de circulație, între stațiile/haltele de mișcare de pe o secție de circulație. Vitezele respective poartă denumirea de viteze stabilite;
- vitezele stabilite ale trenurilor, determinate prin același tip de calcule de tracțiune, însă ținând seama de poziționarea reciprocă, pe traseu, a curbelor cu limitări de viteză (în raport unele cu altele), precum și în raport cu stațiile și haltele de mișcare de pe tronsonul proiectat;
- vitezele tehnice reale stabilite pe baza timpilor de mers, obținuți prin aplicarea vitezelor stabilite, a timpilor de demarare, de frânare, de decelerare, respectiv de accelerare la intrarea/ieșirea de pe zonele cu limitări de viteză.

În anexele 1 și 2, se poate observa că, deși există segmente de traseu proiectate pentru viteza de 160 km/h și în Varianta 1, viteza tehnică reală obținută în această variantă este cu 20 – 30 de km/h mai redusă decât în cazul Variantei 2, din cauza dispunerii curbelor cu limitări de viteză, de-a lungul traseului.

Având calculate duratele de parcurs pe secțiile ce fac parte din tronsonul feroviar Caransebeș–Timișoara – Arad, se pot determina și vitezele comerciale pe fiecare dintre acestea.

Pentru trenurile interregio au rezultat următoarele valori:

Nr. crt.	Intervalul	Viteza comercială în situația existentă (km/h)	Viteza comercială în Varianta 1 (km/h)	Viteza comercială în Varianta 2 (km/h)
1	Timișoara N – Arad	59,51	104	124,80
2	Caransebeș – Timișoara N	64,56	106,27	132,54
3	Caransebeș – Arad	64,34	99,79	121,17

În cazul trenurilor regio diferențele, dintre situația existentă și cele două variante proiectate, se pot observa în tabelul de mai jos:

Nr. crt.	Intervalul	Viteza comercială în situația existentă (km/h)	Viteza comercială în Varianta 1 (km/h)	Viteza comercială în Varianta 2 (km/h)
1	Caransebeș – Lugoj	51,53	66,59	76,26
2	Lugoj – Timișoara N	43,34	65,44	73,63
3	Caransebeș – Timișoara N	45,53	64,46	72,81
4	Timișoara N – Arad	45,64	62,40	72,25

Nu în ultimul rând, în cazul trenurilor de marfă se observă în tabelul de mai jos diferențe semnificative, în special pe distanța Timișoara Nord – Arad, unde viteza stabilită, în situația existentă, este de 60 km/h, însă faptul că linia este simplă, pe de-o parte, precum și nivelul mai intens al cererii de transport (traficul) fac ca viteza comercială a trenurilor de marfă să aibă o valoare foarte scăzută. Nici pe distanța Caransebeș – Timișoara Nord, situația nu se prezintă mai favorabil, având în vedere că din totalul 98,3 km, cât măsoară acest interval, pe 50,7 km viteza stabilită este de 70 km/h, în timp ce pe 47,6 km, viteza stabilită este de 60 km/h.

Nr. crt.	Intervalul	Viteza comercială în situația existentă (km/h)	Viteza comercială în Varianta 1 (km/h)	Viteza comercială în Varianta 2 (km/h)
1	Arad – Timișoara N	16,38	42,80	42,80
2	Caransebeș – Timișoara N	21,12	40,04	40,04
3	Caransebeș – Arad (sau Glogovăț)	17,70	40,92	40,92

După cum se observă în tabel, se preconizează că prin implementarea proiectului, viteza comercială a trenurilor de marfă pe distanța Timișoara – Arad va spori de peste 2,5 ori, în timp ce pe distanța Caransebeș– Timișoara va crește de cca. 2 ori.

Totodată, prin implementarea proiectului, se estimează că viteza comercială a trenurilor de marfă, de-a lungul tronsonului, va putea crește chiar până la de trei ori mai mult, față de situația existentă, dat fiind faptul că, după cum s-a arătat mai sus, scenariul de organizare a circulației trenurilor, propus pentru trenurile de marfă, admite suficiente rezerve pentru parcurgerea tronsonului Caransebeș – Timișoara– Arad, într-un timp mai redus și implicit, cu viteze comerciale mai mari.

## 8. Conectarea la rețea a centrelor multimodale de transport de pe tronson

În ceea ce privește conectarea centrelor intermodale de transport, de pe tronsonul Caransebeș – Timișoara– Arad, ceea ce se cunoaște, până la acest moment, este că centrul de la Caransebeș nu mai funcționează (Grupa Terminal), conform informațiilor colectate, în schimb la Remetea Mare este în curs de promovare o investiție inițiată de către CJ Timiș.

De altfel, acest obiectiv a și obținut avizul de principiu al CNCF „CFR” SA, pentru realizarea investiției.

Din informațiile obținute, titularul acestei investiții intenționează să continue implementarea proiectului, motiv pentru care, la stabilirea configurației proiectate a stației Remetea Mare, s-a avut în vedere și acest aspect (a se vedea Memoriul tehnic al SF).

Prin implementarea proiectului de modernizare a tronsonului feroviar Caransebeş – Timișoara- Arad, se va sigura legătura acestui centru cu stațiile de la frontierele cele mai apropiate, în următoarele durate de parcurs:

- Remetea Mare – Curtici, în cca 111 minute, incluzând staționările menționate mai sus, pe tronson, cu excepția stației Timișoara Est și ținând seama că traseul proiectat permite circulația unui tren accelerat de marfă (tren container) cu viteza 120 km/h;
- Remetea Mare – Stamora Moravița, în cca 143 de minute, în aceleași ipoteze ca mai sus.

Este demn de menționat faptul, că în zona municipiului Arad, mai există un centru multimodal, racordat la stația CF Glogovăț, însă o conexiune cu acesta este puțin probabilă, nefiind fezabilă pentru transportatori, din cauza distanței scurte (cca 170 de km).

Odată realizat centrul multimodal la Remetea Mare va fi oportună legătura acestuia cu zona de sud-est a Europei, de-a lungul coridorului Orient/Estmediteranean, însă la acest moment nu se poate estima o durată de parcurs, dat fiind faptul că nu există încă studii de profil, elaborate pe zona Caransebeş – Craiova, pentru a determina o viteză comercială sau o durată de parcurs.

De asemenea, se intenționează realizarea unui centru multimodal de transport în zona municipiului Craiova, cu care s-ar putea crea o conexiune viabilă, însă tonajul actual de remorcat pe distanța Drobeta Turnu Severin Mărfuri – Balota îngreunează transportul, atât din punct de vedere al duratei, cât și al costului de operare (mai multe mijloace de remorcare, mai mult personal de tracțiune și de tren).

La nivel național, centrele intermodale, active, în acest moment sunt în stațiile CFurmătoare:

- Turda (legătură prin Glogovăț – Simeria – Teiuș);
- Cluj Napoca Est (legătură prin Glogovăț – Simeria – Teiuș – Apahida);
- Zalău Nord (legătură prin Glogovăț – Simeria – Teiuș – Apahida – Dej – Jibou);
- Bistrița Nord (legătură prin Glogovăț – Simeria – Teiuș – Apahida – Dej – Beclean pe Someș– Măgheruș Șieu – Sărățel);
- Brașov Triaj (legătură prin Glogovăț – Simeria – Coșlariu – Sighișoara – Brașov);
- Bacău (legătură prin Glogovăț – Simeria – Coșlariu – Sighișoara – Brașov – Predeal – Ploiești Sud – Buzău – Adjud);
- Suceava (legătură prin Glogovăț – Simeria – Coșlariu – Sighișoara – Brașov – Predeal – Ploiești Sud – Buzău – Adjud – Bacău – Pașcani sau pe ruta prin Glogovăț – Simeria – Teiuș – Apahida – Dej – Beclean pe Someș – Ilva Mică – Vatra Dornei, însă mai puțin convenabilă din cauza duratei de parcurs mai mari și a tonajului de remorcat mai mic).

## 9. Analiza impactului lucrărilor de modernizare asupra circulației trenurilor

Pentru lucrările de dublare a liniilor ferate, s-a adoptat varianta clasică prin execuția de săpături cu sprijiniri în terasamentul existent, în vederea extinderii acestuia până la dimensiunile necesare căii duble (reglementate de legislația în vigoare) și trepte de înfrățire cu rol de asigurare a coeziunii între terasamentul existent și terasamentul nou executat și implicit a stabilității terasamentului căii în ansamblu.

Această variantă implică introducerea de restricții de viteză pe zonele de lucru și pe durata lucrărilor, atât din rațiuni de siguranța circulației, cât și pentru protecția muncitorilor din șantier.

Având în vedere faptul că se poate impune executantului lucrărilor un anumit mod de realizare a acestora, ținând cont și de impactul pe care îl au astfel de lucrări asupra circulației trenurilor și implicit asupra mediului social, fiind arhicunoscut rolul pe care îl are transportul feroviar în România, în special în zonele rurale sau chiar urbane, mai puțin dezvoltate economic, ca și în cazul oricărui șantier de lucrări de căi ferate restricțiile de viteză se vor introduce în mod eșalonat, pe zonele efective de execuție a lucrărilor.

Pentru execuția lucrărilor de terasamente și consolidări se propus ca metodă de lucru eșalonarea pe segmente în lungime de 2500 – 3500 de metri, pe întreaga secție de circulație deschizându-se simultan mai multe șantiere, în funcție de amplasarea diferitor structuri proiectate (poduri, podețe, ziduri de sprijin, pasaje superioare peste CF), precum și de lungimea intervalelor de stație sau a conexiunilor feroviare ce converg într-o anumite zonă de lucru.

După finalizarea lucrărilor de terasamente pe o anumită zonă, pentru execuția restului de lucrări, dacă nu se afectează stabilitatea căii, restricția de viteză se va ameliora la valoarea de 50 de km/h pentru protecția muncitorilor (șantierului mobil).

Pentru a stabili măsura în care acest mod de realizare a lucrărilor proiectate va influența circulația trenurilor, s-a procedat la calcularea vitezelor comerciale ale trenurilor (pe rang de tren și pe secție de circulație) pe durata desfășurării lucrărilor.

Vitezele comerciale au fost calculate utilizând timpii de mers și vitezele stabilite cuprinse în planul de mers 2017, precum și adaosurile la timpii de mers generate de restricțiile de viteză, determinate conform prevederilor Instrucțiunilor nr.317/2004.

Pe baza valorilor obținute pentru vitezele comerciale ale trenurilor, pe parcursul execuției lucrărilor și pornind de la valorile de trafic recente (valori obținute de la GIF) s-a putut realiza o prognoză privind cererea de trafic din perioada lucrărilor și implicit un calcul al capacității de circulație, pe secțiile de circulație de pe tronsonul feroviar vizat pentru modernizare (a se vedea anexele A2, A3, A5 și A6 și Studiul de Circulație).

Pentru a cuantifica financiar impactul execuției lucrărilor, conform acestei variante s-a estimat atât costurile provocate de întârzierile de trenuri din cauza lucrărilor la infrastructura feroviară, cât și pierderile GIF generate de anularea unor trenuri, din cauza scăderii cererii de transport.

Este foarte important de menționat că, în ceea ce privește întârzierile de trenuri, se vor evidenția acele prelungiri ale timpilor de mers sau opriri neprevăzute în planul de mers generate de închideri de linie sau scoateri din funcțiune ale diferitor instalații feroviare ce vor fi finalizate conform aprobărilor obținute, fiindcă orice cheltuieli generate de depășirea duratelor aprobate pentru închiderile de linie, cu sau fără scoaterea de sub tensiune a liniei de contact sau a duratelor aprobate pentru scoaterea din funcțiune a instalațiilor CT, TC, ori LC, se vor imputa celor ce se vor face responsabili (executanții ai lucrărilor sau chiar personal de exploatare) de nerespectarea intervalelor de timp stabilite prin telegramele de aprobare, în urma analizării cauzelor întârzierilor, conform reglementărilor specifice.

De asemenea, se vor înregistra ca și costuri provocate de execuția lucrărilor și întârzierile indirecte, adică întârzieri provocate unor trenuri, de către alte trenuri întârziate, la rândul lor, din cauza lucrărilor.

Adaosurile la timpii de mers generate de restricțiile de viteză planificate nu se vor înregistra ca întârzieri deoarece, după cum este prevăzut în reglementările specifice, pe durata unor lucrări de o asemenea anvergură, trebuie să se prevadă, în planul de mers, adaosuri la timpii de mers, generate de restricțiile de viteză introduse cu ocazia executării acestor lucrări.

Prin urmare, se vor lua în calcul întârzierile de trenuri ce vor fi produse direct sau indirect din cauza închiderilor de linie necesare pentru lucrări de provizorat (la linii, poduri, instalația LC) sau pentru introducerea în cale a unor schimbătoare de cale noi, lucrări la suprastructura podurilor, la pasajele superioare peste CF, precum și întârzierile ce au drept cauză scoaterea din funcțiune a diferitor instalații feroviare.

În acest sens, dat fiind faptul că în această fază nu se poate determina decât prin estimare pe bază de experiență o valoare totală a întârzierilor de trenuri din cauzele menționate mai sus, se pleacă de la premisa că prin planurile de management al traficului ce vor elabora de către executanții lucrărilor se va impune o planificare strictă a lucrărilor astfel încât să se respecte niște valori prestabilite pentru întârzierile de trenuri.

În cadrul studiului de fezabilitate, au fost cuprinse valori financiare pentru execuția de lucrări în mod special pentru a limita valoarea totală a întârzierilor de trenuri.

Spre exemplu, au fost cuprinse lucrări de refacție/reparații la unele linii din Caransebeș Triaj și Ronaț Triaj pentru a se prelua circulația trenurilor (în special a celor de marfă) pe durata lucrărilor pe tronsonul vizat pentru modernizare.

De asemenea, au fost cuprinse lucrări la instalațiile SCB existente, pentru a nu scoate din funcțiune decât zone limitate din incinta stațiilor CF, în special a stațiilor Caransebeș, Lugoj, Timișoara Est, Timișoara Nord, Ronaț Triaj Gr. D și Aradu Nou.

Totodată, pe segmentul Timișoara Est – Ronaț Triaj Gr. D, lucrările au fost eșalonate astfel încât să fie închise zone limitate din incinta stațiilor, mai ales Timișoara Nord și zona Timișoara Nord – Ram. Ronaț Triaj (a se vedea graficul de execuție a lucrărilor aferent segmentului menționat mai sus).

Prin urmare, ținând seama de cele de mai sus, dacă ia în calcul o medie de 10 scoateri din funcțiune a diferitor instalații feroviare pe tronson (la un total de 23 de stații și halte de mișcare, în condițiile executării lucrărilor după graficele de execuție anexate ce fac parte din SF), iar fiecare scoatere din funcțiune va genera o valoare totală medie de 180 de minute (valoare acoperitoare), ar rezulta lunar un număr de 1800 de minute de întâzieri directe și indirecte, generate de scoaterile din funcțiune ale instalațiilor feroviare.

La acestea se vor adăuga întâzierile provocate de închiderile de linii programate pentru introducerea/scoaterea din cale a podurilor provizorii, pentru efectuarea de lucrări provizorii la cale (racordări, inflexiuni, montare/demontare de schimbătoare de cale provizorii), respectiv pentru montarea de schimbătoare noi de cale considerându-se un număr mediu lunar de 20 de închideri de linie ce vor genera o valoare medie de 240 de minute pe fiecare lucrare în parte, rezultând un total lunar de 4800 minute.

Dacă se are în vedere faptul că pe segmentele Caransebeș – Lugoj, respectiv Timișoara Est– Ronaț Triaj Gr. D durata estimată pentru execuția lucrărilor va fi de câte 3 ani, iar pe segmentele Lugoj – Timișoara Est, respectiv Ronaț Triaj Gr. D – Arad se estimează 4 ani pentru desfășurarea lucrărilor de modernizare, rezultă următorul calcul pentru durata totală a întâzierilor:

$$T_1 = 10 \times 180 \times 12 \times 3 + 5 \times 180 \times 12 \times 1 + 20 \times 240 \times 12 \times 3 + 10 \times 240 \times 12 \times 1$$

$$T_1 = 277.200 \text{ minute}$$

Având în vedere că valoarea unui minut de întâziere este de 0,2 lei (conform prevederilor Regimului de performanță a trenurilor, disponibil de pagina de web a GIF), rezultă că valoarea totală a cheltuielilor generate de întâzierile de trenuri, cauzate de lucrările de modernizare se estimează a ajunge la suma de 55.440 lei.

În ceea ce privește pagubele ce vor fi suportate de către GIF din cauza scăderii numărului de trenuri, pe durata execuției lucrărilor, provocate de scăderea cererii de transport, fenomen ce în mod sigur va fi generat de scăderea vitezei comerciale a trenurilor (materializată prin creșterea duratei de transport), situația prognozată se prezintă în cele ce urmează.

În urma introducerii de restricții de viteză pe durata desfășurării lucrărilor vor crește timpii de mers și implicit durata de transport.

Creșterea duratei de transport va genera scăderea vitezei comerciale.

Pe baza valorilor rezultate pentru viteza comercială și ai indicatorilor socio-economici previzionați pentru zona geografică în care se vor derula lucrările de reabilitare, se poate estima o variație a cererii de transport pe tronsonul Caransebeș – Timișoara – Arad, obținându-se un indicator al pagubelor ce vor fi suportate de către GIF în urma neîncasărilor de TUI.

Cu toate acestea, nu trebuie scăpat din vedere că pentru transporturile pe ruta Timișoara (Arad) – Craiova – București există și rute alternative, care vor putea fi utilizate de către OTF, atât pentru trenurile de marfă, cât și pentru călătoriile de lung parcurs.

Pentru a cuantifica financiar pagubele ce vor fi suportate de către GIF se determină valoarea indicatorului "trenuri x kilometri" ce reprezintă un factor ce măsoară prestația realizată.

Adaosurile la timpii de mers generate de restricțiile de viteză se determină conform prevederilor Instrucțiunilor nr.317/2004, cunoscându-se lungimea trenurilor, viteza stabilită a trenurilor și lungimea restricțiilor de viteză.

Pe baza duratelor de parcurs s-au putut calcula (în Studiul de Circulație) vitezele comerciale pe rang de tren, pe parcursul execuției lucrărilor, obținându-se următoarele valorile din tabelul 9.1.

*Tabel 9.1. Vitezele comerciale pe tronson, pe durata execuției lucrărilor*

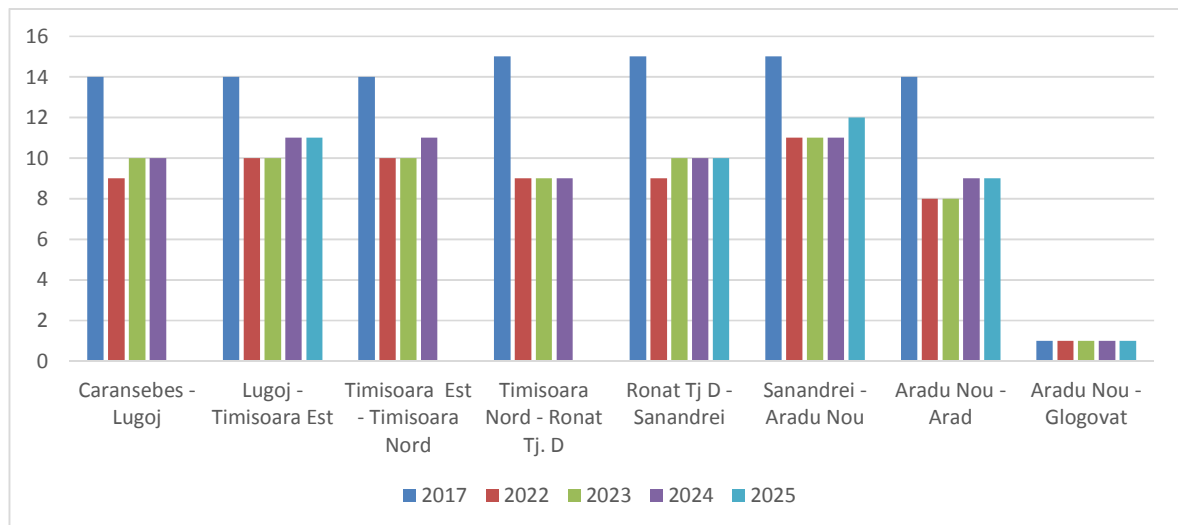
Nr. crt.	Intervalul	Distanța (km)	Rangul trenului	Viteza comercială în situația existentă (km/h)	Viteza comercială pe timpul lucrărilor (km/h)
1	Caransebeș – Lugoj	39,4	Interregio	85,74	34,51
			Regio	51,53	28,14
2	Lugoj – Timișoara N	58,9	Interregio	56,75	32,57
			Regio	43,34	25,61
3	Timișoara N – Arad	57,2	Interregio	59,51	34,32
			Regio	45,64	28,13

Cunoscându-se valorile vitezelor comerciale pe durata execuției lucrărilor, vitezele comerciale din situația de dinaintea lucrărilor (situația existentă), evoluția demografică, evoluția a PIB și durata de execuție a lucrărilor (a se vedea graficele de execuție cuprinse în Studiul de circulație), s-a putut prognoza traficul feroviar pe tronson pe durata execuției lucrărilor, după modelul matematic dezvoltat în această documentație (Anexele A2, A3, A5 și A6, perioada 2022 – 2026).

Totodată, se consideră că traficul pe secțiile Periam – Aradu Nou, Timișoara Nord – Jimbolia, Sânandrei – Periam, Ronaț Triaj Gr. D – Satu Nou și Radna – Timișoara Est, va fi afectat mai puțin decât cel de pe segmentele ce alcătuiesc tronsonul feroviar vizat de investiție, astfel că se estimează că nu vor exista fluctuații negative în ceea ce privește traficul pe secțiile respective (adiacente) decât în cazuri sporadice, cu ocazia executării lucrărilor din stațiile din care aceste secții se ramifică din tronsonul vizat pentru modernizare.

În consecință, se poate aprecia că scăderile valorilor de trafic se vor produce mai cu seamă pe segmentele de tronson pe care nu circulă trenuri ce provin sau sunt destinate unor stații de pe secțiile CF adiacente.

În figurile 9.1. și 9.2. se prezintă variațiile estimate ale traficului de călători pe segmentele tronsonului, pe durata execuției lucrărilor.



*Fig.9.1. Variația numărului de trenuri Interregio, pe tronson pe durata execuției lucrărilor*



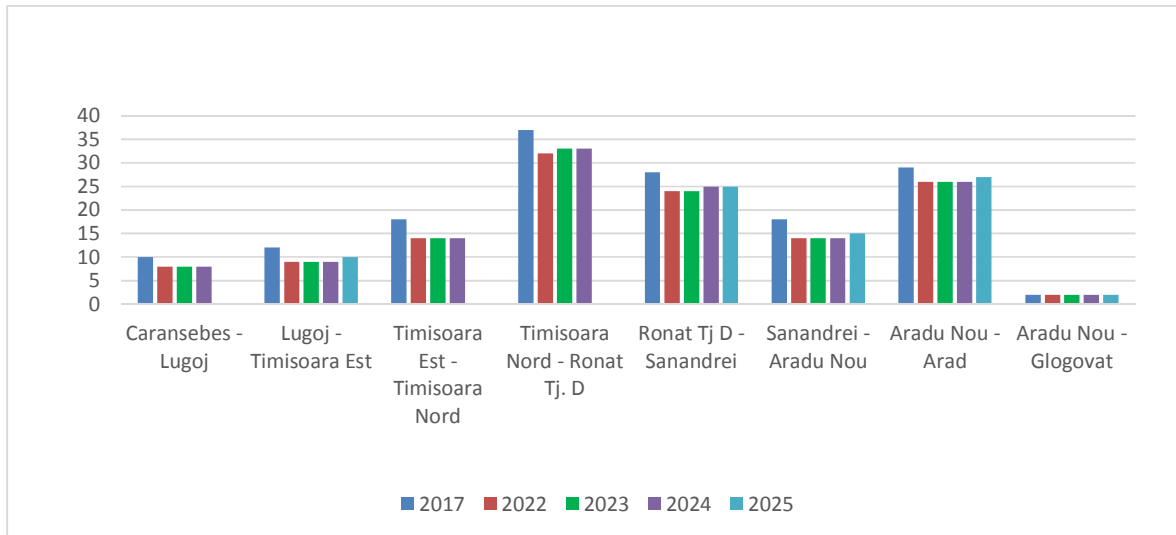


Fig.9.2. Variația numărului de trenuri Regio, pe tronson pe durata execuției lucrărilor

Se observă că, datorită împărțirii pe loturi, pe distanțele Caransebeş – Lugoj și Timișoara Est – Ronaț Triaj Gr. D, lucrările de execuție vor avea o durată mai mică.

Pentru a analiza influența lucrărilor de execuție asupra traficului de marfă, în Studiul de Circulație s-a determinat capacitatea de circulație ce va fi disponibilă pe durata de execuție a lucrărilor la obiectivul de investiție, fiind reluat mai jos, în tabelul 9.2., rezultatul calculelor.

Tabel 9.2. Capacitățile teoretică și practică pe segmentele limitative ale tronsonului

Segmentul de tronson	Capacitatea teoretică (perechi trenuri/zi)	Capacitatea practică (perechi trenuri/zi)	Capacitatea practică actuală (perechi trenuri/zi)
Caransebeş – Lugoj	32	25	<b>32</b>
Lugoj – Timișoara Est	22	17	<b>17</b>
Ronaț Tj. Gr. D – Sănandrei	14	11	<b>16</b>
Sănandrei – Aradu Nou	21	16	<b>18</b>

Se observă în tabelul anterior că, pe distanța Ronaț Tj. Gr. D – Sănandrei, capacitatea de circulație este inferioară față de cea aferentă intervalului Sănandrei – Aradu Nou, din cauza faptului că pe primul dintre cele două intervale menționate se estimează că vor circula în plus trenurile de călători în relațiile Timișoara Nord – Lovrin, respectiv Timișoara Nord – Nerău, care, în anumite situații, pe durate de timp limitat, se vor putea programa să circule pe relația Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr. D – Satu Nou – Lovrin – Nerău, în loc de Timișoara Nord – Ronaț Tj. Gr. D – Sănandrei – Periam – Satu Nou – Lovrin – Nerău.

Se mai poate observa, de asemenea că pe distanța Lugoj – Timișoara Est capacitatea practică disponibilă va fi egală valoarea actuală, chiar dacă vor fi condiții de circulație mai grele (timpuri de mers mai mari), fenomenul fiind explicabil astfel:

- se va înregistra o scădere a numărului trenurilor de călători;
- vor circula mai multe trenuri de marfă într-un pachet, față de graficul normal de circulație (3);
- se va urmări obținerea unui coeficient de pachetizare mai mare (cel puțin 0,5, în loc de 0,4) pentru circulația pe BLA, față de graficul normal de circulație;
- durata zilnică alocată închiderilor de linie va fi cu 30 de minute mai mică, față de fereastra actuală.

În tabelul 9.3. este realizată o comparație a nivelului capacității de circulație ce va fi asigurată pe segmentele mai dificile ale tronsonului Caransebeş – Timișoara – Arad și valorile de trafic actuale.

Tabel 9.3. Comparația "Trafic zilnic pe tronson – capacitate disponibilă pe durata lucrărilor"

Segmentul de tronson	Capacitatea practică (perechi trenuri/zi)	Numărul mediu de trenuri circulate, inclusiv locomotive izolate și utilaje de lucru (trenuri/zi)	Numărul de trenuri de marfă, locomotive izolate și utilaje de lucru în perioada de vârf (trenuri/zi)
Caransebeş – Lugoj	25	24	29
Lugoj – Timișoara Est	17	29	35
Ronaț Tj. Gr. D – Sânnandrei	11	30	36
Sânnandrei – Aradu Nou	16	35	42

Așadar, din comparația făcută între valorile capacităților practice rezultate din calcule și numărul de trenuri circulate zilnic în situația existentă (cererea de transport existentă), rezultă că pe durata lucrărilor de modernizare a tronsonului feroviar Caransebeş – Arad, se vor putea asigura condițiile de circulație necesare acoperirii cererii actuale a operatorilor de transport feroviar numai pe distanțele Caransebeş – Ronaț Triaș și Aradu Nou – Arad.

Pentru celelalte segmente ale tronsonului, soluțiile de gestionare a circulației trenurilor sunt propuse în "Studiul de Circulație".

În ceea ce privește viteza comercială a trenurilor de marfă pe durata lucrărilor, se consideră că se poate impune, prin trasarea graficelor de circulație și gestionarea traficului în perioada respectivă, o valoare minimă a acesteia, ca indicator de calitate a traficului.

Având în vedere valorile vitezei comerciale la momentul actual (21,12 km/h pe Caransebeş – Timișoara, respectiv 16,38km/h pe Timișoara – Arad), se pot considera acceptabile valorile următoare:

- 13 km/h pentru distanța Caransebeş – Timișoara Nord;
- 10 km/h pentru distanța Timișoara Nord – Arad.

În condițiile în care se demonstrează că există soluții de gestionarea a traficului pe toate segmentele tronsonului ce vor avea capacitatea saturată (conform "Studiului de Circulație"), pe durata execuției lucrărilor, rezultă că pierderile financiare ale GIF ce vor fi cauzate de anulările de trenuri pe durata execuției lucrărilor vor fi generate numai de anularea trenurilor de călători, deoarece nu se impun anulări de trenuri de marfă, decât în situații particulare (închideri permanente de linii sau cu durate mai mari de 6 ore).

Stabilirea numărului de trenuri ce vor fi anulate pe durata execuției lucrărilor se face comparând valorile aferente anului 2017, cu valorile aferente perioadelor 2022 – 2024 (segmentele Caransebeş – Lugoj, Timișoara Est – Timișoara Nord și Timișoara Nord – Ronaț Triaș Gr. D), respectiv 2022 – 2025 (celelalte segmente ale tronsonului), valori prezentate în graficele din figurile 9.1. și 9.2., respectiv în anexele A2, A3, A5 și A6.

Probabilitatea cea mai mare de anulare o vor avea trenurile care circulă pe distanțe mai mari (deși la fel de probabil este ca acestea să circule pe rute deviate cum ar fi trenurile pe relația Timișoara – București sau Timișoara – Mangalia).

Prin urmare, în ceea ce privește segmentul Caransebeş – Timișoara Nord, se va lua în calcul faptul că vor fi anulate 6 trenuri pe durata a patru ani în relațiile următoare:

- Timișoara Nord – București Nord (2 trenuri – 533,3 km);
- Timișoara Nord – Reșița Sud (2 tren – 141,5 km);
- Timișoara Nord – Orșova (2 trenuri – 186,6 km).

Pe intervalul Timișoara – Arad se ia în calcul faptul că se vor anula pe durata a patru ani, 8 trenuri, în relațiile următoare:

- Timișoara Nord – Iași (2 trenuri – 788,1 km);
- Timișoara Nord – Oradea (2 trenuri – 177,8 km);

- Timișoara Nord – Simeria (2 trenuri – 214,6 km);
- Timișoara Nord – Arad (2 trenuri – 57,2 km).

Însumând toate produsele "tren x km" pentru cazurile menționate mai sus rezultă că din prestația GIF pe durata lucrărilor de modernizare tronsonului Caransebeș-Timișoara – Arad se estimează o scădere a volumului de prestații de 1.532.343 tren x km/an, ceea ce înseamnă că în 4 ani rezultă o scădere a prestațiilor cu 6.129.372 tren x km.

Având în vedere că valoarea TUI pentru trenurile de călători este de aproximativ 9 lei/tren x km, rezultă un deficit de încasări pentru GIF de 55.164.348 lei, în cei patru ani, cât se estimează că vor dura lucrările de modernizare a tronsonului Caransebeș – Timișoara – Arad.

Cu toate acestea, din suma respectivă, pierderile efective ale GIF reprezintă un procentaj de 3% (profitul maxim ce poate fi aplicat conform legii), deoarece restul sumei respective îl constituie cheltuielile de funcționare a infrastructurii, de operare (inclusiv consumul de energie electrică al trenurilor remorcate cu tracțiune electrică), precum și cheltuielile de întreținere a infrastructurii ca urmare a uzurii produse de circulația trenurilor.

## 11. Bibliografie

1. Andrzej Żurkowski, TrafficForecasting Prospects for highspeed rail in Poland – forecasting demand, UIC High Speed Congress, 2008
2. Mark Wardman, DEMAND FOR RAIL TRAVEL AND THE EFFECTS OF EXTERNAL FACTORS, Transportation Research E, Logistics and Transportation Review
3. Ortuzar, J., Willumsen, L., Modelling Transport, p. 228-235, 2001
4. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, European Commission Directorate-General for Regional and Urban polic, 2014
5. Proiectarea populației României în profil teritorial, la orizontul anului 2060 – Institutul Național de Statistică
6. Prognoza în profil teritorial – varianta de toamna 2018, Comisia Națională de Prognoză
7. Prognoza pe termen mediu 2018 – 2022 -varianta de toamnă 2018, Comisia Națională de Prognoză
8. <https://ec.europa.eu/eurostat>
9. Instrucțiuni pentru calculul capacității stațiilor și secțiilor de circulație, aprobate prin OMT nr.1002/2000
10. Regulamentul de remorcare și frânare, aprobat prin OMTCT nr.1815/2005
11. Regulamentul de semnalizare, aprobat prin OMTCT nr.1482/2006
12. Instrucțiuni pentru restricții de viteză, închideri de linii și scoateri de sub tensiune, aprobate prin OMTCT nr.417/2004
13. Tracțiunea trenurilor – Alexandru Popa, Nicolae Chimu și Alexandru Neagu, 1965
14. Organizarea circulației la căile ferate – F.P. Kocinev, B.M. Maksimovici, K.K.Tihonov și G.I. Cernomordik 1969
15. <https://www.softronic.ro/locomotive-transmontana.html>.
16. PTV VISUM 17 manual