

STUDII DE CAZ LICENȚĂ 2011

1. Analizarea factorilor de influență, inițiali și finali, din algoritmul de proiectare a unui proces tehnologic de transport optim, pornind de la reprezentarea din figura 1.

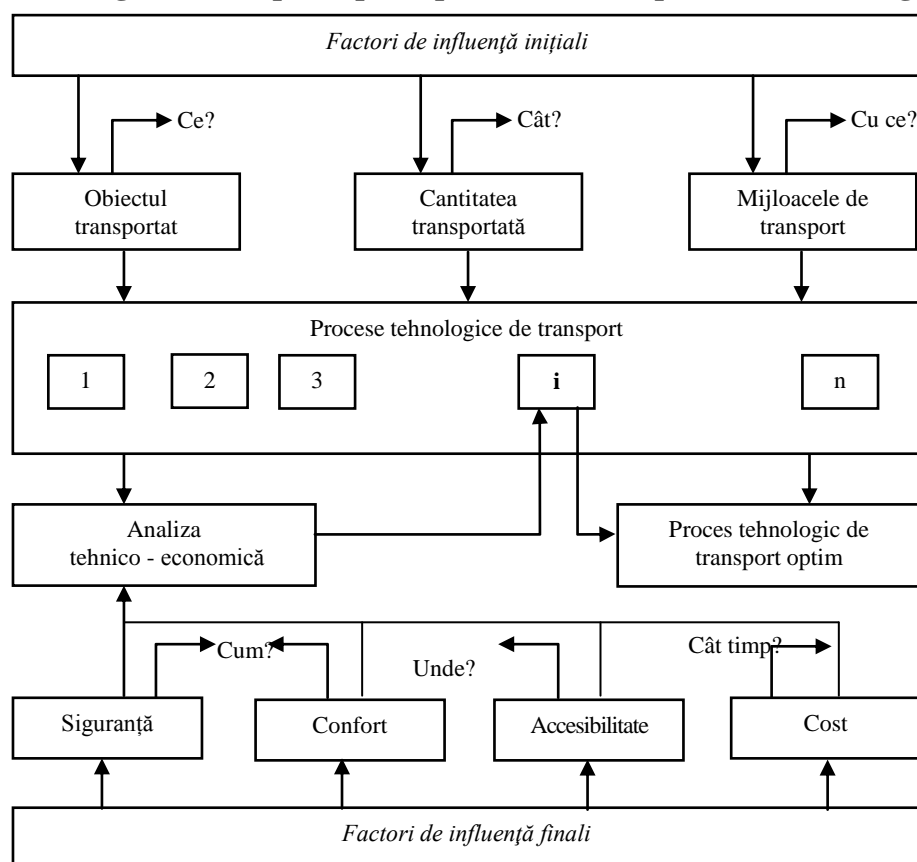


Fig. 1. Algoritmul de determinare a procesului tehnologic de transport optim

2. Analiza modului de manifestare a cererii și ofertei în transport

O societate având ca obiect de activitate transportul mărfurilor, a realizat un contract de aprovizionare cu bunuri de consum pentru trei magazine, produsele respective putând fi procurate de la trei fabrici diferite.

Considerăm că există o egalitate între cerere și ofertă, cantitatea de produse oferită de fabrici (tab.2.1) fiind egală cu cantitatea solicitată, cumulată a celor trei magazine (tab.2.2).

Tabelul 2.1
Capacitatea de livrare (oferta)

Fabrica (Producător P_i)	Capacitatea săptămânală de livrare m_i [buc.]
P_1	100
P_2	200
P_3	200

Tabelul 2.2
Cererea de materiale

Supermagazin (Beneficiar B_i)	Cererea săptămânală de materiale n_i [buc.]
B_1	50
B_2	150
B_3	300

Costurile unitare ale produselor transportate pentru fiecare direcție sunt estimate la valorile din tabelul 2.3.

Să se determine costul C [lei] optim al transportului pentru necesarul de produse n_i solicitate de grupul de beneficiari B_i de la producătorii P_i .

Costul transportului între unități [lei]

$P_i \backslash B_i$	B_1	B_2	B_3
P_1	400	200	800
P_2	500	100	900
P_3	700	600	300

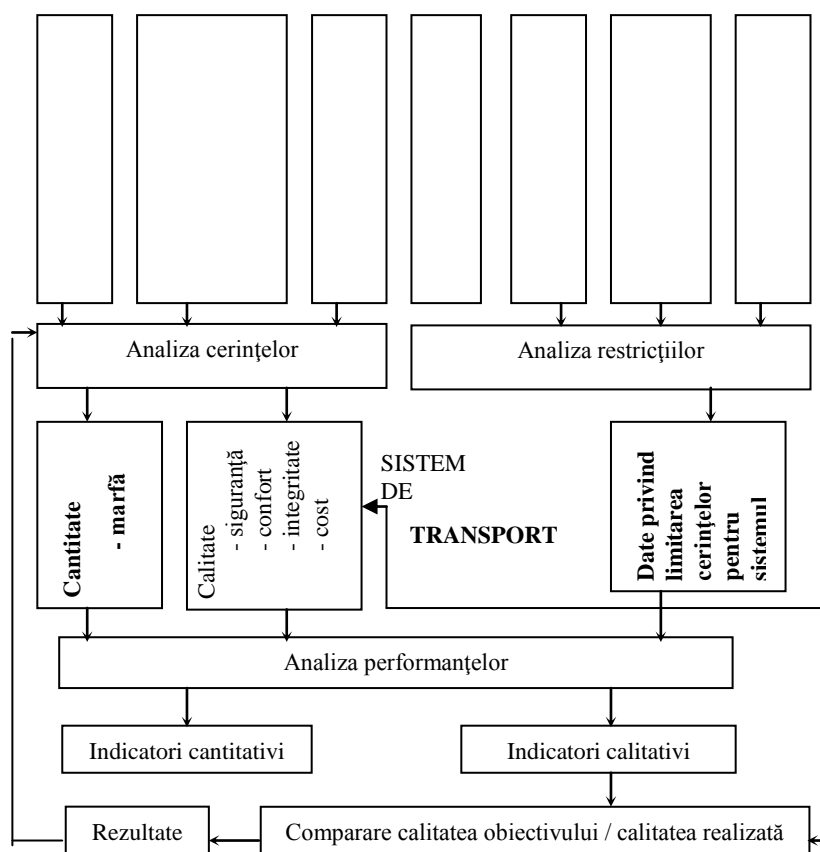
3. Aplicație practică privind analiza stocurilor de materiale

Cunoscându-se cifrele de afaceri și volumul stocurilor de materiale ale unei unități economice, conform tabelului 3.1, să se determine pentru fiecare an calendaristic cuprins în tabel rotația stocurilor și indicele de stoc și să se compare valoarea rezultatelor.

Centralizarea datelor privind analiza stocurilor de materiale Tabelul 4.3

Anul	Cifra de afaceri C_a [mil.lei]	Stocuri de material S_m [mil.lei]	Indice de stoc I_s	Rotația stocurilor R_s
2005	4800	1548		
2006	4830	1689		
2007	4820	1978		
2008	4840	1830		
2009	4850	1740		
2010	5000	1597		

4. În schema cadru de analiză a sistemelor de transport să se identifice factorii de influență ce intervin în analiza cerințelor, respectiv a restricțiilor și să se completeze căsuțele libere. Să se compare modul de acționare a acestor factori în cazul transportului feroviar și rutier.



5. Sistem de urmărire/supraveghere a vehiculelor feroviare în mers pentru prevenirea evenimentelor sau accidentelor feroviare

Este cunoscut faptul că pentru un tren în mișcare pe o cale simplă acesta nu trebuie să între în coliziune cu alt tren aflat în mișcare în fața lui în același sens de mers.

Astfel prezența unui alt tren trebuie anunțată mecanicului (printr-o legătură telefonică de exemplu). Pentru aplicarea sistemului de urmărire/supraveghere vehiculelor feroviare în mers și pentru prevenirea evenimentelor sau accidentelor feroviare se echipează locomotivele cu câte o baliză „INMARSAT” sau „PRODAT” care poate comunica cu o baliză compatibilă montată pe o stație fixă.

Pe locomotivă se mai montează câte un receptor GPS¹ care împreună cu baliza INMARSAT asigură comunicația poziției locomotivelor trenurilor așa cum este ilustrat în figura 4.35.

Una dintre locomotive echipată cu un emitor / receptor GPS își definește poziția² față de o constelație de sateliți geostaționari de comunicații INTELSAT.

Această locomotivă va fi originea unui nou sistem de referință legat de ea pentru celelalte locomotive. Balizele de pe locomotive comunică cu baliza de pe stația fixă printr-un satelit al sistemului de sateliți INMARSAT³, care este tot geostaționar dar care asigură comunicațiile printr-un standard „C” de telecomunicații care permite transmiterea de mesaje scurte. Această particularitate face ca acest sistem să fie excelent pentru transferul de date de măsurare și de trimitere de ordine simple, el acoperind tot Pământul.

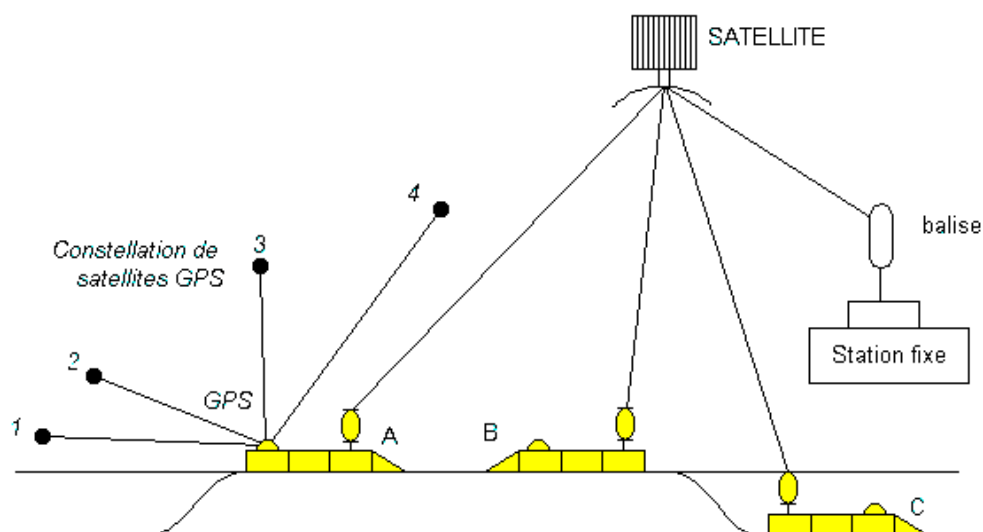


Fig . 4.35 Sistem de urmărire a trenurilor și prevenire a incidentelor, prezentare generală

În cazul apariției unor probleme cum ar fi de exemplu situația în care pe o linie simplă de circulație se află două trenuri, din direcții opuse, baliza din punctul fix trimite ordine spre echipamentul aflat pe locomotivă, sub formă de alarmă urmată de o acționare automată asupra frânelor, astfel încât problema să poată fi rezolvată prin oprirea automată a ambelor trenuri. Transmiterea de date de la și spre satelit, aplicată la vehiculele de la SNCF se face ca și în schema din figura 4.36.

Mesajul trimis de la baliza fixă sau spre sau dinspre aceasta, trece printr-o „cutie de scrisori informatică” ce gestionează mesajele scurte și care este plasată într-o stație periferică care are rolul de a pilota legăturile prin INMARSAT. Această transmisie se realizează, în general, la cererea unui utilizator cuplat în sistem.

Poziția trenurilor se presupune a fi cunoscută de fiecare dată când mesajul INMARSAT

¹ GPS, mai precis NAVSTAR GPS (Navigation Satellite Time and Ranging Global Position System), este un sistem de poziționare prin satelit dezvoltat și dat spre utilizare de Departamentul de Apărare al Statelor Unite

² prin triangulație

³ INMARSAT este un sistem de sateliți geostaționari foarte apropiat de sistemul INTELSAT. Pe de altă parte, INMARSAT, la fel ca și INTELSAT, sunt universal recunoscute de O.N.U. Această situație asigură premisele de durabilitate și fiabilitate sistemului.

trimis de tren a ajuns la destinație. Ritmul de emisie este de un mesaj la fiecare 2 minute. Luând ca și ipoteză o viteză de 60 km/h, dat fiind că unul dintre cele două trenuri este pe punctul de a demara și că acest tip de rețea nu este caracteristic pentru viteze mari, se constată că trenurile nu pot să parcurgă decât 4 km înainte ca informația să fie trimisă. Ținând cont de o întârziere suplimentară de 1 minut pentru a analiza și pentru a compara automat poziția precedentă, se obține o distanță de aproximativ 6 km, înainte de a se putea interveni, trimițând o alarmă sau declanșând automat sistemul de frânare. Acest lucru se încadrează perfect în norma secțiunilor cu linie simplă.

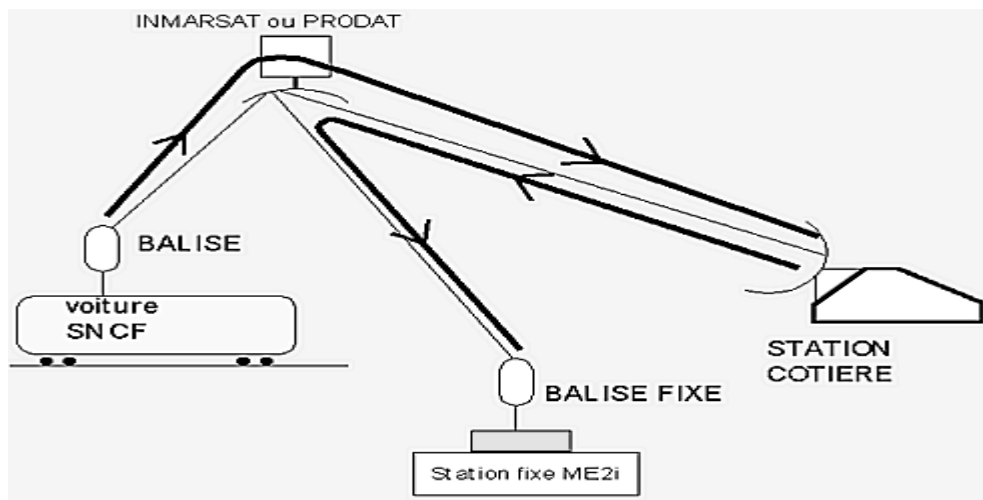


Fig. 4.36. Schemă de legătură directă vehicul baliză de pe stația fixă

Evident, creșterea performanței se realizează mai bine în următoarele cazuri:

- prin reducerea pasului de timp al ipotezei (2 minute)
- transmiterea să se facă de la tren la tren într-un sector dat

Sistemul de prevenire al incidentelor prezentat este un sistem de ajutor la care se recurge în situații extreme, dar poate fi folosit în mod util și la luarea deciziei înainte de a expedia un tren. Deci se poate vorbi despre prevenirea coliziunii înainte ca trenul să treacă peste macaz. Pentru aceasta, este de ajuns ca persoana abilitată să ia decizii să fie cuplată printr-un sistem de telecomunicații sau prin INMARSAT, la gara (stația) principală. Înainte de a trimite un tren pe o linie simplă, trebuie să știm că el are cerință obligatorie de autorizație la sistemul de prevenire.

Admițând o cuplare (legătură) telefonică cu baliza principală, aceasta își dă acordul de trimitere a trenului nu înainte de a verifica dacă linia este liberă, pe un sector îndeajuns de mare. Sistemul funcționează în frecvențe valabile pentru transmisiile prin satelit care nu perturbă telecomunicațiile terestre. De asemenea, nici sistemul nu poate fi bruiat de ele.

În versiunea sa cea mai simplă, nu poate mai întâi să echipeze decât câteva unități din parcul de material rulant, dar totuși sistemul poate fi deplasat de la o locomotivă la alta. Numărul de unități echipate poate să crească mai apoi în mod progresiv. Sistemul propus este în totalitate independent de infrastructura existentă a căii ferate și nu necesită nici un echipament special care să fie montat pe infrastructură, în afară de sistemul de balize și eventual linia de racordare automată pentru un sistem de alarmă echipat la bordul locomotivei. Deci acest sistem poate să fie aplicat cu echipamente având nivel scăzut de dotare a infrastructurii.

6. Acționarea individuală a osiilor (la alegere una din situațiile următoare):

- -cu motor electric semisuspendat; [1] pag.57 fig 4.2;
- -cu motor electric suspendat și reductor nesuspendat; [1] pag. 65, 66 fig. 4.7;

7. Acționarea în grup a osiilor cazul boghiului monomotor cu două osii [1] pag. 74, 75, 76;

8. Sisteme de legătură dintre boghiuri și cutia vehiculului – soluții constructive și sisteme de legătură cu o crapodină pe boghiu [1] pag. 123, 124.

9. Pentru garnitura din figura 1, cunoscând duratele semicurselor (tabelul 1) și utilizând o locomotivă LDE 060DA să se completeze foaia de manevră (tabelul 2) și să se exemplifice grafic semicursele manevrei de descompunere pentru primul grup de vagoane.

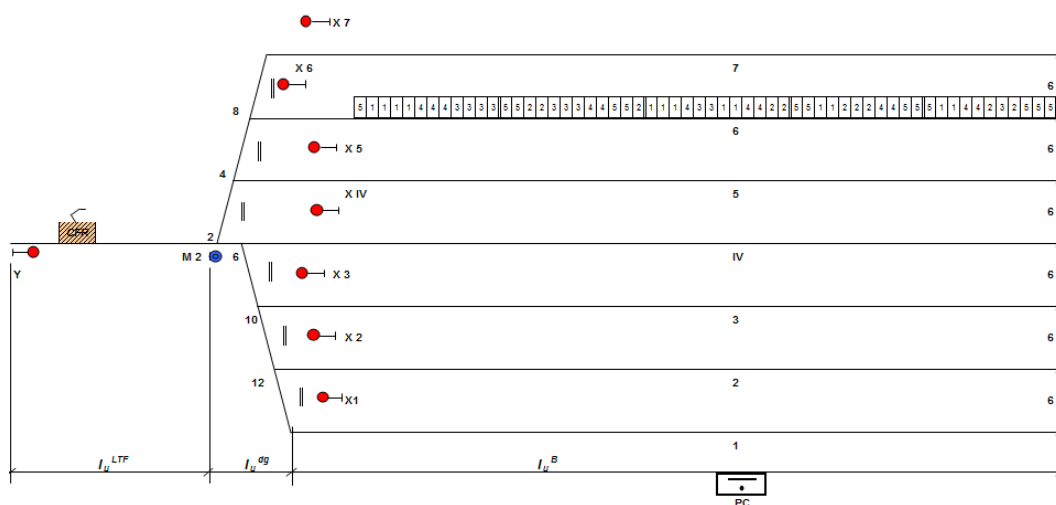


Figura 1: Schița stației CF

Tabelul 1

Metoda de manevră	Semicurs	Greutatea medie a garniturii manevrate [t]	Lungimea medie a semicurselor [m]	Țimpul de semicursă [s]	Țimpul de manevră [s]	Nr Sc
	Locomotivă izolată	0	322	120.3 28	240.657	2
		0	293	109.8 88	219.777	2
Împingere-tragere la separare	Scoater	465	612	235.9 98	471.995	2
		372	525	201.9 49	403.898	2
		465	640.031	246.0 89	492.177	2
		372	553.655	212.2 65	424.529	2
Împingere-tragere	Împingere	325.5	501.25	192.0 67	960.336	5
		279	513.333	195.1 07	780.427	4
	Tragere	232.5	501.25	189.4 67	568.400	3
		186	513.333	192.5 46	385.093	2
Împingere-tragere	Împingere	325.5	29.071	22.08 3	110.415	5
		139.5	32.499	18.19 5	90.977	5
		279	30.397	21.24 9	84.998	4
		186	25	16.74 6	66.986	4
Retragere	DA	232.5	482.271	182.6 34	547.902	3
	NU	186	164.186	66.85 3	133.707	2

Rezolvare:

Se completează foaia de manevră (care se da în alb):

Stația A

Partida de manevră... I

FOAIA DE MANEVRĂ

Locomotiva... 060 DA

Mecanic

Nr. crt.	Pozitia convoiului de manevra	Vagoanele ce se marcheaza			Lungimea a semicursului l_{sc} [metri]	Viteza de manevra v [km/h]	Timpul				$\sum t_{sc}$ [s]	Observatii
		Nr. de vagoane m	Lungimea a convoiului [metri]	Greutate a convoiului Q [tone]			t_c [s]	t_d [s]	t_f [s]	t_{sc} [s]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	LTF → 6	-	17	-	322.00	10	111.51	4.63	4.19	120.33	240.66	1 - fig.2
2	6	-	17	-	-	-	-	-	-	60.00	300.66	2
3	6 → LTF	11+1	137	95.0	267.00	10	90.80	2.86	7.78	101.44	402.10	3 - fig.3
4	LTF	11+1	137	-	-	-	-	-	-	30.00	432.10	4
5	LTF → IV	11+1	137	66.5	36.38	10	8.53	2.45	6.69	17.67	449.77	5 - fig.4
6	IV → LTF	7+1	97	32.5	117.21	10	38.51	1.97	5.40	45.88	495.65	6 - fig.5
7	LTF	7+1	97	-	-	-	-	-	-	30.00	525.65	7
8	LTF → 3	7+1	97	45.5	38.45	10	9.82	2.16	5.89	17.87	543.52	8 - fig.6
9	3 → LTF	4+1	67	20.0	96.94	10	31.53	1.80	4.94	38.27	581.79	9 - fig.7
10	LTF	4+1	67	-	-	10	-	-	-	30.00	611.79	10
11	LTF → 5	4+1	67	28.0	40.94	10	11.16	1.91	5.24	18.31	630.10	11 - fig.8
12	5 → LTF	1	27	5.0	46.31	10	22.51	1.59	4.37	28.48	658.58	12 - fig.9
13	LTF	1	27	-	-	-	-	-	-	30.00	688.58	13
	Total in minute										6560,95	

Exemplificarea grafică a semicurselor manevrei de descompunere pentru primul grup de vagoane:

Introducerea locomotivei de manevră de pe linia LTF la linia 6 la garnitură, cu parcurs de manevră cu semnalul de manevră M2 peste macazurile: 2, 4, 8 cu viteza de 10 km/h (figura 2).

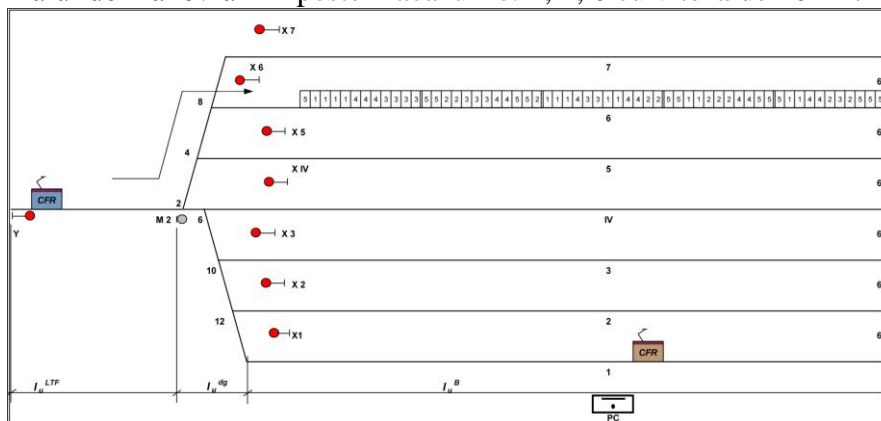


Fig.2

1. Oprirea și legarea locomotivei de manevră la primul grup de 11+1 vagon de siguranță, inversarea sensului de mers, slăbirea cuplelor și dezlegarea primului grup de 11+1 vagoane.
2. Scoaterea convoiului de 11+1 vagon de siguranță de la linia 6 pe linia LTF, cu parcurs de manevră cu semnalul de circulație X6 peste macazurile: 8, 4, 2 cu viteza de 10 km/h (figura 3).

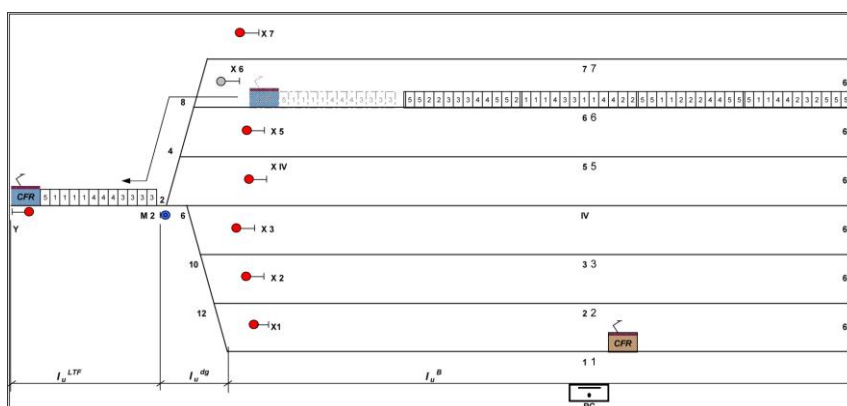


Fig.3

3. Oprirea convoiului de 11+1 vagon de siguranță pe linia LTF, schimbarea sensului de mers, dezlegarea ultimelor 4 vagoane.
4. Împingerea prin îmbrâncire a convoiului de 11+1 vagon de siguranță către linia IV, cu detașarea ultimelor 4 vagoane, cu parcurs de manevră cu semnalul de manevră M2 peste macazurile: 2, 6 cu viteza de 10 km/h (figura 4).

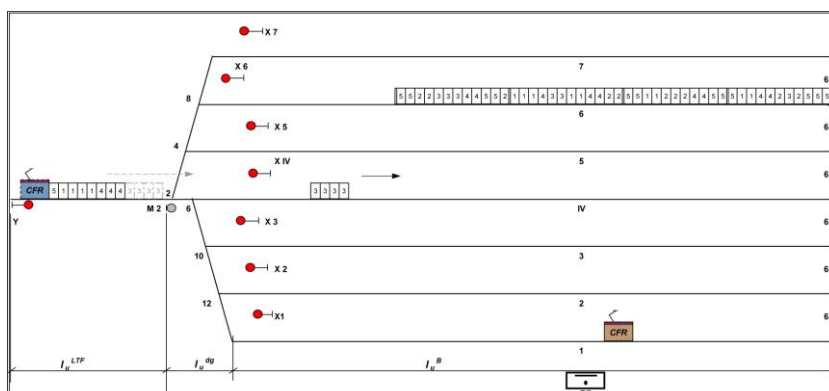


Fig.4

5. Retragerea convoiului de 7+1 vagon de siguranță la linia LTF cu viteza de 10 km/h (figura 5).

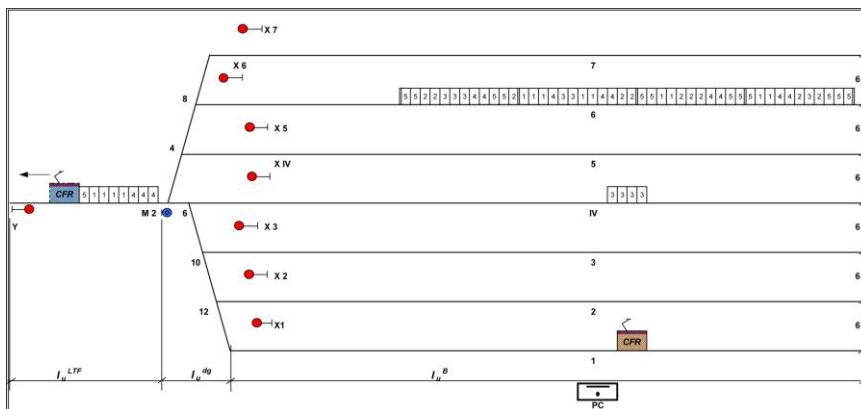


Fig.5

6. Oprirea convoiului de 7+1 vagon de siguranță pe linia LTF, schimbarea sensului de mers, dezlegarea ultimilor 3 vagoane.

7. Împingerea prin îmbrâncire a convoiului de 7+1 vagon de siguranță la linia 3, cu detașarea ultimilor 3 vagoane, cu parcurs de manevră cu semnalul de manevră M2 peste macazurile: 2, 6, 10 cu viteza de 10 km/h (Figura 6).

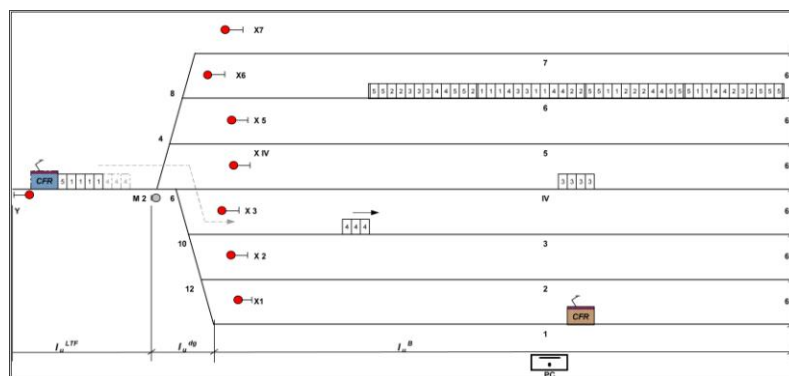


Fig.6

8. Retragerea convoiului de 4+1 vagon de siguranță pe linia LTF cu viteza de 10 km/h (figura 7).

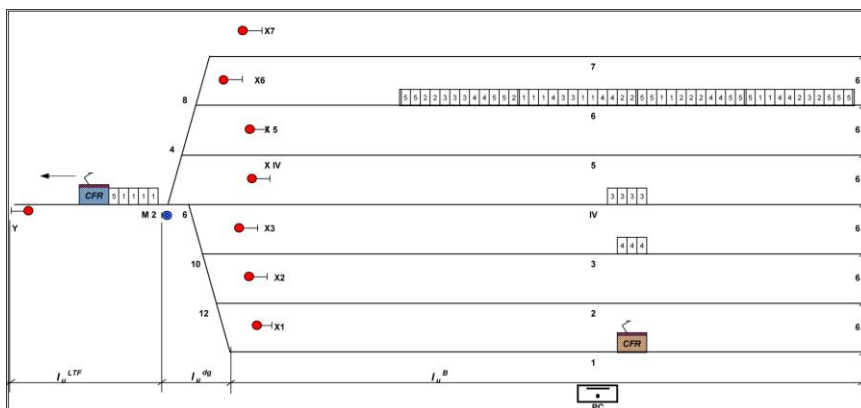


Fig.7

9. Oprirea convoiului de 4+1 vagon de siguranță pe linia LTF, schimbarea sensului de mers, dezlegarea ultimelor 4 vagoane.

10. Împingerea prin îmbrâncire a convoiului de 4+1 vagon de siguranță la linia 5, cu detașarea ultimelor 4 vagoane, cu parcurs de manevră cu semnalul de manevră M2 peste macazurile: 2, 4 cu viteza de 10 km/h (figura 8).

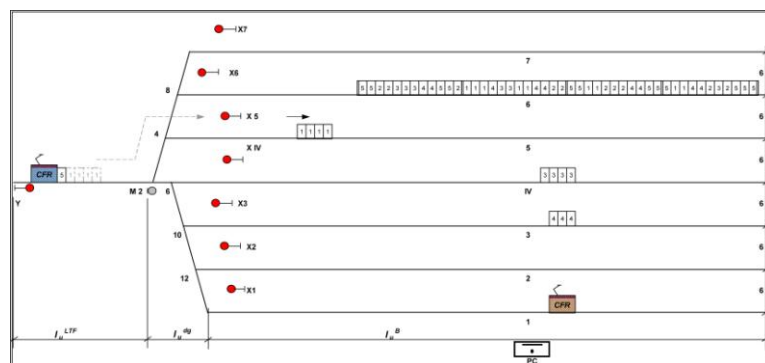


Fig.8

11. Retragerea locomotivei de manevră cu vagonul de siguranță pe linia LTF, cu viteza de 10 km/h (figura 9).

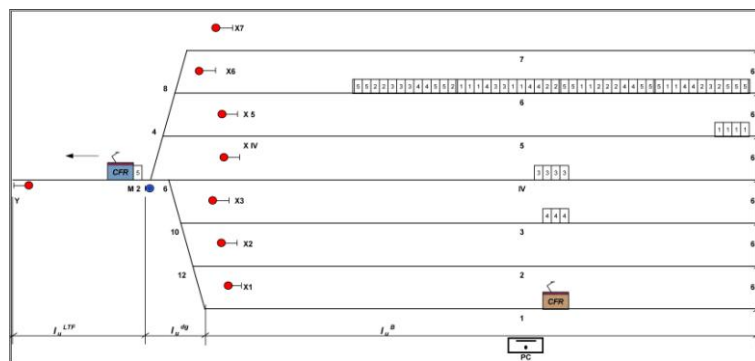


Fig.9

12. Oprirea locomotivei de manevră cu vagonul de siguranță pe linia LTF, schimbarea sensului de mers.

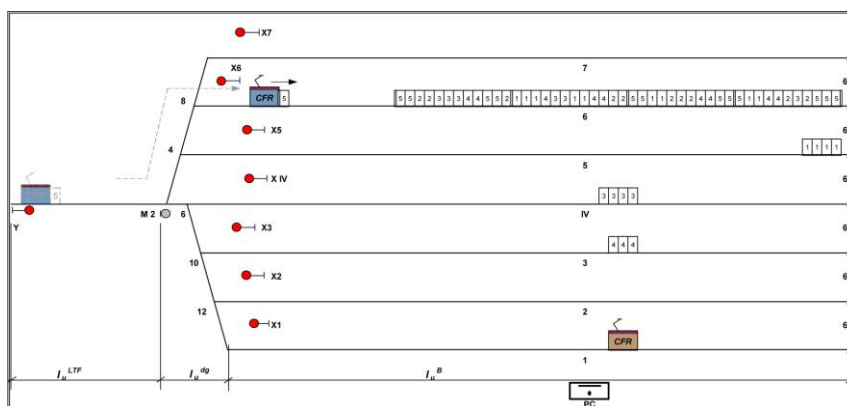


Fig.10

Ca și o concluzie finală, pentru optimizarea procesului tehnologic de formare a unui tren de marfă, s-a ales ca metodă de manevră pentru tragerea unei grupe de vagoane pe linia de tragere formare, metoda „împingere-tragere la separare”, iar pentru separarea grupelor de vagoane pe capetele liniilor de tragere, metoda „îmbrâncire”.

Timpul total aproximativ de manevră pentru separarea grupelor de vagoane de la un tren de marfă este de 6560,95 s, adică 109,35 min sau o oră și 49 min.

10. Creșterea capacității de depozitare prin folosirea spațiului culoarelor de circulație

Într-un depozit există 6 rânduri de rafturi în care se depozitează 20 de sortimente de mărfuri dispuse pe 4 niveluri. Între rândurile de rafturi există 3 culoare de circulație de lățime 2,7 metri. Un rând de rafturi are 16 celule pe un nivel și o lungime de 24 metri. Se consideră suprafața de depozitare a rafturilor utilizată la maxim. Unitățile de încărcătură paletizate au dimensiunile 840x1260x1000 mm, iar introducerea și scoaterea din stelaje se efectuează cu un electrostivitor cu capacitatea de 1,25 tone. Presupunând că volumul de mărfuri se va dubla, iar numărul de sorturi de produse depozitate va crește de la 20 la 34, va fi necesară o depozitare și pe culoarele de circulație pentru datele din tabel:

Tabel

Produs	Număr de palete actual	Număr de palete viitor
1	20	40
2	64	128
3	40	64
4	56	104
5	64	128
6	104	208
7	4	8
8	4	8
9	4	8
10	4	8
11	2	4
12	2	4
13	2	4
14	2	4
15	2	4
16	2	4
17	2	4
18	2	4
19	2	4
20	2	4
21	0	4
22	0	4
23	0	4
24	0	4
25	0	4
26	0	4
27	0	4
28	0	4
29	0	4
30	0	4
31	0	4
32	0	4
33	0	4
34	0	4
Total	384	800

Rezolvare

Se adoptă următoarea modalitate de așezare a paletelor pe culoarul de circulație: două palete cu latura mare (1260 mm) paralelă cu axa depozitului. ($K=2, J=0$). În acest fel suma lățimilor va fi 2670 mm sub lățimea culoarului de circulație de 2700 mm, și foarte apropiată de aceasta. ($2 \times 1260 + 3 \times 50 = 2670$ mm).

-Pentru primele 6 tipuri de palete care au cea mai mare pondere în depozitare se calculează capacitățile de depozitare individuale $q_{cp1} \dots q_{cp6}$:

$$q_{cp} = n_s \left[\frac{K(L_s^l + \delta)}{l_p + \delta} + \frac{J(L_s^l + \delta)}{L_p + \delta} \right] - P$$

unde: $n_s = 4$ - numărul de nivele

$l_p = 840$ mm - lățimea paletelor

$L_p = 1260$ mm - lungimea paletelor

$\delta = 50$ mm - spațiul de siguranță dintre palete

$L_s^l = N \times 1500$ mm - lungimea șirului de celule ocupate cu palete, ($\frac{24000}{16} = 1500$ mm),

N - numărul de palete din șir

$P = n_s(Ku + Jw)$

unde:

$$u = \frac{L_s^l + \delta}{l_p + \delta} - \left| \frac{L_s^l + \delta}{l_p + \delta} \right|$$

-Vor rezulta: $q_{cp1} = 24$ palete, $q_{cp2} = 80$ palete, $q_{cp3} = 40$ palete, $q_{cp4} = 64$ palete, $q_{cp5} = 80$ palete, $q_{cp6} = 128$ palete. În total vor fi 416 palete așezate pe culoarele de circulație.

-Verificare $384 + 416 = 800$ palete.

11. Se cunosc pentru un flux de vehicule care rulează într-un singur șir următorii parametrii: interspațiul mediu $\Delta S_{med} = 75$ m, intervalul de succedare mediu $\Delta t_{med} = 3,8$ s.

Să se determine debitul fluxului, densitatea fluxului, respectiv viteza medie momentană a fluxului. Dacă capacitatea de circulație se atinge pentru un interval de succedare mediu de 2 s, iar viteza medie momentană critică corespunzătoare este de 48 km/h, să se determine densitatea critică și interspațiul critic corespunzător.

Rezolvare:

Debitul fluxului Q se poate determina din intervalul de succedare mediu Δt_{med} :

$$Q = \frac{3600}{\Delta t_{med}} = \frac{3600}{3,8} = 947,37 \frac{\text{vehicule etalon}}{h}$$

Densitatea fluxului k se poate calcula din interspațiul mediu ΔS_{med} :

$$k = \frac{1000}{\Delta S_{med}} = \frac{1000}{75} = 13,33 \frac{\text{vehicule etalon}}{km}$$

Viteza medie momentană (sau în spațiu) a fluxului se poate determina conform relației de bază a fluxurilor:

$$V_{med\ mom} = \frac{Q}{k} = \frac{947,37}{13,33} = 71,053 \frac{km}{h}$$

Capacitatea de circulație Q_{max} :

$$Q_{max} = \frac{3600}{2} = 1800 \frac{veh.et.}{h}$$

Densitatea critică:

$$k_{cr} = \frac{Q_{cr}}{V_{cr}} = \frac{1800}{48} = 37,5 \frac{veh.et.}{km}$$

Interspațiul mediu critic corespunzător:

$$\Delta S_{med\ cr} = \frac{1000}{k_{cr}} = \frac{1000}{37,5} = 26,67\ m$$

12. Într-un flux de autoturisme se fac determinări ale vitezei medii a fluxului. Anume, într-o secțiune dată de drum se determină vitezele locale ale unui număr de autovehicule și momentele sosirii lor în secțiune, valori care sunt prezentate în tabelul următor:

Nr. autovehicul	1	2	3	4	5	6	7	8
Momentul sosirii în secțiune[s]	0	7,2	14,1	21,5	28,3	33,9	40,7	49,2
Viteza autovehiculului [km/h]	74	81	101	91	87	81	89	75

Pe un tronson de drum lung de 1 km, s-au determinat vitezele momentane ale tuturor autovehiculelor care se găseau pe tronson la un moment dat (în intervalul de timp în care s-au efectuat și măsurătorile prezentate în tabelul de mai sus), valori prezentate în tabelul următor:

Nr. autovehicul	1	2	3	4	5	6	7
Viteza momentană a autovehiculului [km/h]	73,4	76,5	92,3	87,7	88,2	86,3	84,1

Să se determine viteza medie locală și momentană a fluxului de vehicule, pentru cel de-al doilea parametru folosindu-se două metode.

Să se determine debitul fluxului, corespunzător intervalului de timp în care s-au efectuat măsurătorile locale de viteză și densitatea fluxului prin două metode. Să se determine eroarea relativă a celor două valori.

Rezolvare:

Viteza medie locală este media aritmetică a valorilor măsurate local, adică:

$$V_{med\ loc} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{loc}^i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^8 V_{loc}^i}{8} = 84,875 \frac{km}{h}$$

Viteza medie momentană este media aritmetică a valorilor măsurate momentan, adică:

$$V_{med\ mom} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{mom}^i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 V_{mom}^i}{7} = 84,071 \frac{km}{h}$$

Viteza medie momentană se mai poate calcula și ca media armonică a valorilor măsurate local, adică:

$$V_{med\ mom} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{V_{loc}^i}} = \frac{8}{\sum_{i=1}^8 \frac{1}{V_{loc}^i}} = 84,07 \frac{km}{h}$$

Debitul fluxului se determină din numărul de autovehicule în intervalul dat:

$$Q = \frac{3600 \times n}{t_n} = \frac{3600 \times 8}{49,2} = 585,366 \frac{vehicule\ etalon}{h}$$

Densitatea fluxului se poate determina fie direct din determinările momentane de viteză, fie din relația de bază a fluxurilor, anume:

$$k_1 = \frac{\text{numar autovehicule aflate pe tronson}}{\text{lungimea tronsonului in km}} = \frac{7}{1} = 7 \frac{\text{veh.etalon}}{\text{km}}$$

$$k_2 = \frac{Q}{V_{\text{med mom}}} = \frac{585,366}{84,071} = 6,96 \frac{\text{veh.etalon}}{\text{km}}$$

Eroarea relativă a celor două valori este:

$$\varepsilon_{\text{rel}} = \frac{k_1 - k_2}{k_2} \times 100 = 0,57\%$$

13. Avem un model al curenților de trafic bazat pe modelul liniar viteză – densitate definită pe bază de determinări experimentale de forma:

$$V = 60,3 \times \left(1 - \frac{k}{160,1} \right)$$

Unde V este viteza medie momentană a fluxului în km/h, iar k este densitatea în vehicule etalon pe km.

Să se determine: viteza de flux liber (sau viteza maximă) V_{fl} , densitatea de blocare k_b , respectiv funcția de variație a debitului în funcție de densitate și valoarea capacității de circulație.

Rezolvare:

Funcția matematică dintre viteza medie momentană a fluxului în funcție de densitate are forma generală:

$$V = V_{fl} \times \left(1 - \frac{k}{k_b} \right)$$

Ca atare:

Viteza de flux liber este: $V_{fl} = 73,5 \text{ km/h}$

Densitatea de blocare este: $k_b = 193,8 \text{ vehicule etalon / km}$

Relația de bază a fluxurilor este: $Q = V \times k$

Deci:

$$Q = 60,3 \times \left(1 - \frac{k}{160,1} \right) \times k = 60,3 \times k - 0,3766 \times k^2$$

Capacitatea de circulație teoretică este valoarea maximă a debitului. Debitul va avea o valoare maximă acolo unde derivata funcției se anulează:

$$\frac{dQ}{dk} = 0 \text{ adică } 60,3 - 2 \times 0,3766 \times k = 0$$

$$\text{De unde, valoarea critică a densității este: } k_{cr} = \frac{60,3}{2 \times 0,3766} = 80,05 \text{ vehicule etalon / km}$$

Valoarea maximă a debitului, deci capacitatea de circulație teoretică este:

$$Q_{\text{max}} = 60,3 \times k_{cr} - 0,3766 \times k_{cr}^2 = 2413,76 \text{ vehicule etalon / h}$$

14. La absolvirea studiilor universitare ați primit cadou un autoturism familial cu o singură punte motoare ce are următoarele caracteristici tehnice:

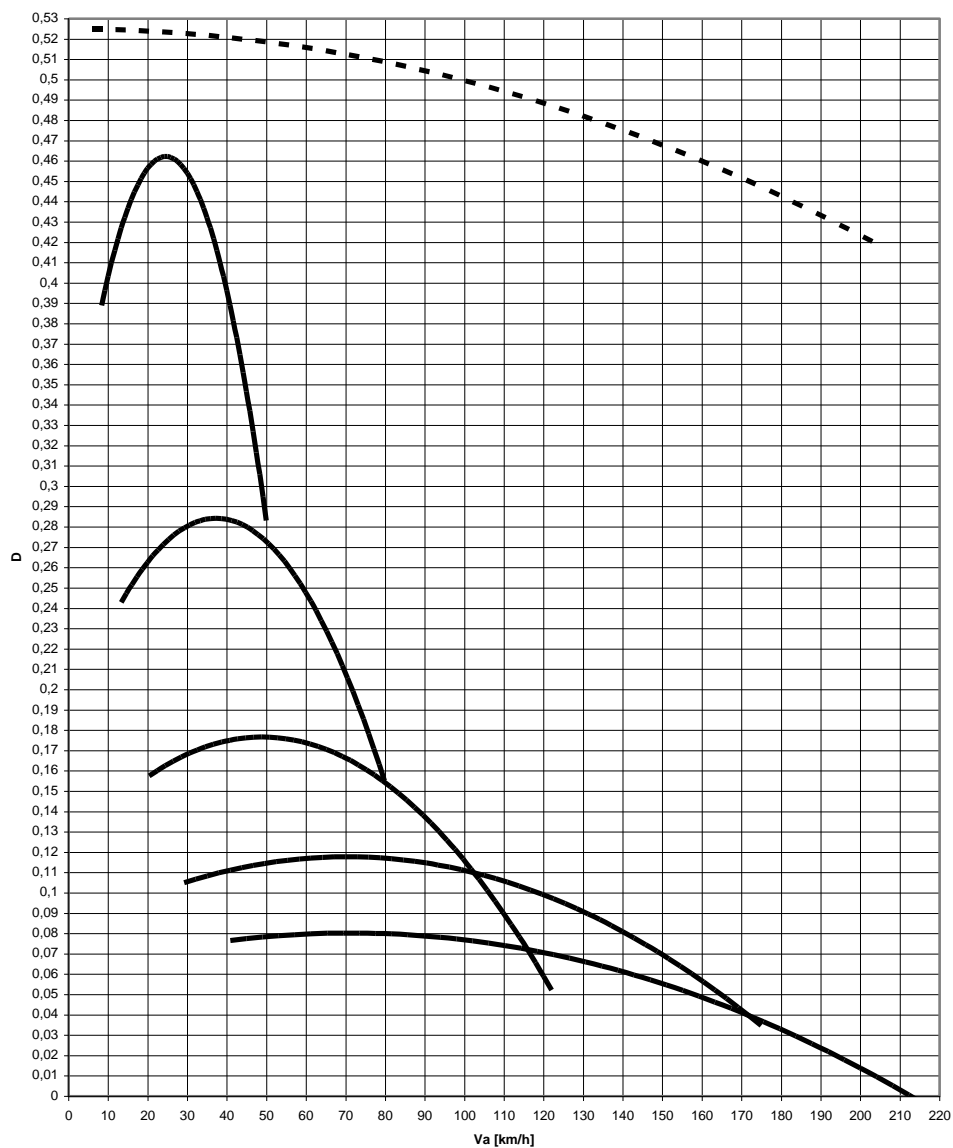
- puterea maximă a motorului $P = 80,0 \text{ kW}$, la turația $n_P = 5750 \text{ rot./min.}$;
- momentul maxim al motorului $M_m = 147 \text{ Nm}$, la turația $n_M = 3500 \text{ rot./min.}$;
- greutatea totală $G_a = 14000 \text{ N}$, și maximă admisibilă $G_{\text{amax}} = 20000 \text{ N}$;
- coeficientul aerodinamic frontal $K = 0,2 \text{ kg/m}^3$;
- aria secțiunii transversale $A = 2,0 \text{ m}^2$;

- randamentul total al transmisiei $\eta_{tr} = 0,92$;
- coeficientul de influență al maselor aflate în mișcare de rotație $\delta_{tr.I} = 1,18$; $\delta_{tr.II} = 1,15$; $\delta_{tr.III} = 1,11$; $\delta_{tr.IV} = 1,09$; $\delta_{tr.V} = 1,06$;

La cererea Dvs. Furnizorul a eliberat și caracteristica factorului dinamic a autoturismului (prezentată în anexă). Bazându-vă pe cunoștințele ingineresti dobândite în timpul anilor de studii doriți să aflați următoarele:

- 14.1.- Panta maximă abordabilă de autoturismul dumneavoastră în cazul deplasării cu viteza $v_a = 70 \text{ km/h}$ pe un drum din beton $f = 0,02$.
- 14.2.- Accelerația maximă pe care o poate realiza autovehiculul în cazul selectării treptei a II – a de viteze, la deplasarea cu viteza $v_a = 60 \text{ km/h}$, pe un drum cu $f = 0,02$ și $p = +8\%$.
- 14.3.- Care este viteza maximă la deplasarea pe un drum în rampă 5%, cu îmbrăcăminte din asfalt rugos cu $f = 0,03$.
- 14.4.- Care este forța dezvoltată de motor la roată necesară propulsării autovehiculului cu viteza de 150 km/h la rularea în treapta a V – a de viteze.
- 14.5.- Care este pierderea procentuală de pantă maximă abordabilă de autoturismul dumneavoastră pe un drum cu $f = 0,025$ în cazul rulării la greutate nominală și respectiv maximă admisibilă.

Se cere să explicați cum obțineți aceste date și care sunt valorile lor. Fiecare din punctele 14.1....14.5, sunt ca studii de caz individuale



Rezolvare

Expresii necesare:

1. Relația de definiție a Factorului Dinamic:

$$D = \frac{F_R - F_a}{G_a} \cong f + p + \frac{\delta_i}{g} \cdot \frac{dv_a}{dt}$$

2. Expresia Rezistenței Aerodinamice:

$$F_a = \frac{k \cdot A \cdot v_a^2}{13}$$

Observații:

1. Dacă se cere o valoare extremă maximă determinabilă cu ajutorul Caracteristicii dinamice, atunci aceasta se va regăsi pe anvelopa factorului dinamic, adică chiar pe curba graficului.

2. Termenul $\frac{\delta_i}{g} \cdot \frac{dv_a}{dt}$ din expresia factorului dinamic reprezintă forța specifică maximă pentru demarare, cu alte cuvinte, o rezervă de forță specifică. Astfel dacă se caută un parametru cinematic maxim altul decât accelerația, corespunzător unei situații date, termenul mai sus amintit devine nul, adică la comportament extrem maxim rezerva de forță e nulă.

14.1.

Se cere o pantă maximă, deci expresia factorului dinamic devine $D = f + p$, de unde:

$$p_{\max} = D_{\max} - f$$

Situația dată este caracterizată doar de o anumite viteză $v_a = 70$ km/h, astfel pentru obținerea valorii lui D_{\max} , corespunzător acestui caz, se ridică o verticală în punctul de abscisă $v_a = 70$ km/h pe graficul Caracteristicii Dinamice, până când întâlnește curba extremă superioară a Factorului Dinamic, ordonata respectivului punct reprezintă valoarea lui D_{\max} , $D = 0,21$.

Rezultă panta maximă:

$$p_{\max} = 0,21 - 0,02 = 0,19 = 19\%$$

14.2.

Din expresia factorului dinamic obținem:

$$accelerati a = \frac{dv_a}{dt} = \frac{g}{\delta_{II}} (D - f - p)$$

D se obține prin ridicarea unei verticale în punctul de abscisă $v_a = 60$ km/h, de pe Caracteristica Dinamică, până când întâlnește curba corespunzătoare treptei a doua de viteze, ordonata acestui punct este valoarea lui D, $D = 0,25$.

Accelerația devine astfel:

$$\frac{dv_a}{dt} = \frac{9,81}{1,15} (0,25 - 0,02 - 0,08) = 1,28 \frac{m}{s^2}$$

14.3 3.

Se cere viteza maximă astfel, conform Observației 2, termenul rezervei de forță specifică este nul, atunci factorul dinamic în acest caz devine:

$$D = f + p = 0,03 + 0,05 = 0,08$$

Pe Caracteristica Dinamică corespunzător lui $D = 0,08$ se duce o orizontală până când întâlnește curba de extrem a factorului dinamic, abscisa acestui punct reprezintă valoarea maximă a vitezei abordabile în acea situație, $v_a = 140$ km/h.

14.4.

Forța la roată se poate obține, în mod invers, din expresia factorului dinamic astfel:

$$F_R = G_a \cdot D + F_a = G_a \cdot D + \frac{k \cdot A \cdot v_a^2}{13}$$

Pe D îl obținem de pe caracteristica dinamică corespunzător vitezei analizate, $v_a = 150$ km/h, astfel în această abscisă se ridică o verticală până când întâlnește curba factorului dinamic corespunzătoare treptei indicate de viteze (a V – a), ordonata acestui punct este D, $D = 0,55$.

Forța la roată devine:

$$F_R = 14000 \cdot 0,55 + \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 150^2}{13} = 8392,31 N$$

14.5.

Se cer valorile unor pante maxime deci, conform Obs. 2, termenul rezervei de forță din expresia factorului dinamic este nul, astfel panta maximă pentru ambele situații se obține cu relația:

$$p_{\max} = D_{\max} - f$$

Unde: D_{\max} depinde de greutatea vehiculului.

Caracteristica dinamică reprezintă variația factorului dinamic pentru o greutate nominală a vehiculului, corecția datorată greutateii maxime admisibile se face astfel:

$$D^{\max} = \frac{F_R - F_a}{G_{a \max}} = \frac{F_R - F_a}{G_{a \max}} \cdot \frac{G_a}{G_a} = D \cdot \frac{G_a}{G_{a \max}}$$

Dependență valabilă pentru întreaga plajă de variații a factorului dinamic, deci și pentru valorile sale extreme:

$$D_{\max}^{\max} = D_{\max} \cdot \frac{G_a}{G_{a \max}}$$

Valoarea lui D_{\max} se obține de pe caracteristica dinamică, reprezentând ordonata punctului extrem superior de pe curba factorului dinamic, în speță circa 0,46.

Astfel panta maximă în cazul sarcinii nominale este:

$$p_{\max} = D_{\max} - 0,46 - 0,025 = 0,445 = 44,5\%$$

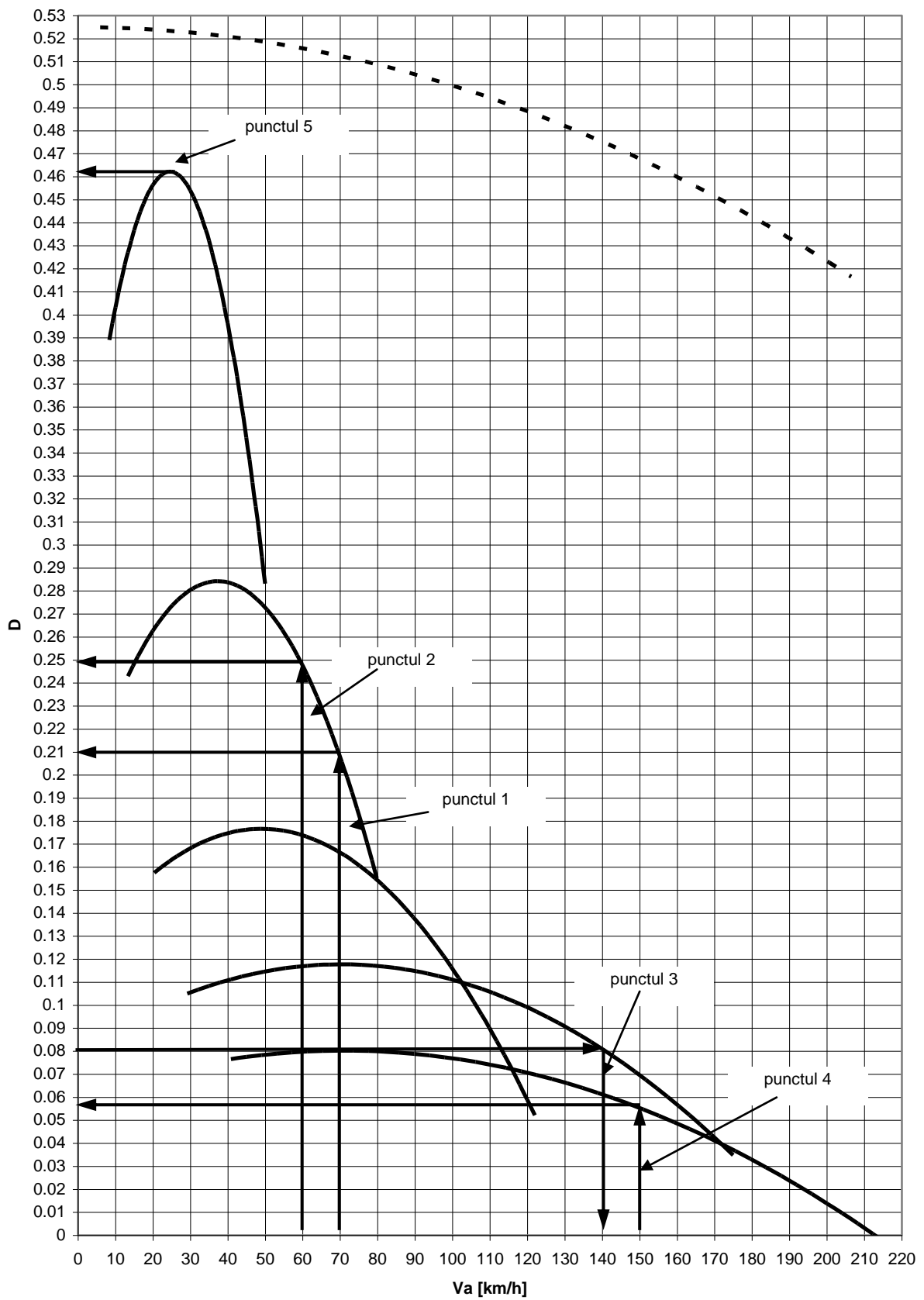
Iar panta maximă abordabilă în cazul vehiculului la sarcină maximă admisibilă este:

$$p_{\max}^{\max} = D_{\max}^{\max} - f = D_{\max} \cdot \frac{G_a}{G_{a \max}} - f = 0,46 \cdot \frac{14000}{20000} - 0,025 = 0,297 = 29,7\%$$

Astfel pierderea procentuală de pantă este:

$$pierdere = \frac{p_{\max} - p_{\max}^{\max}}{p_{\max}} \cdot 100 = \frac{0,445 - 0,297}{0,445} \cdot 100 = 33,26\%$$

Sesiunea iunie 2011 - Caracteristica Dinamică



- 19.- Prin intersecția a cărei geometrie și faze de funcționare sunt prezentate în fig.1, circulară pe relațiile de mers debitele de vehicule prezentate în tabelul 1. Să se calculeze durata optimă a ciclului și duratele fazelor planului de semaforizare, folosind relația lui Webster. Intersecția funcționează în 2 faze (j=2).

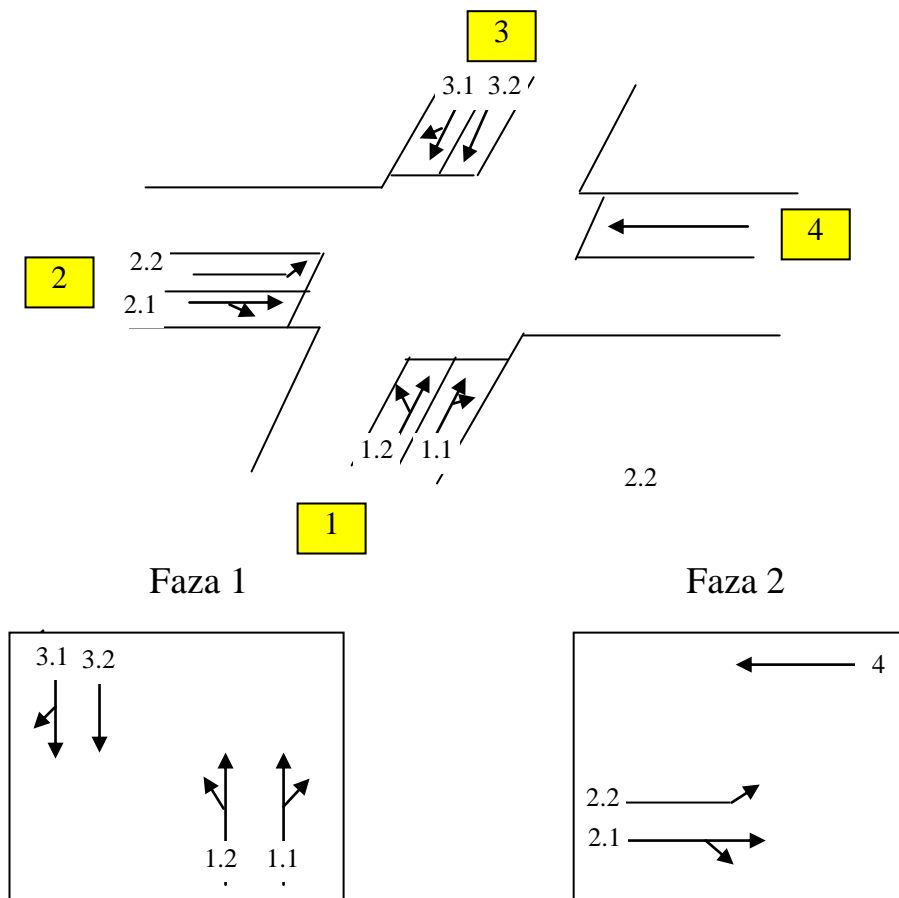


Fig.1 Geometria intersecției și fazele de funcționare „j” (j=2)

Debitele de vehicule pe relațiile „i” de mers

Tabelul 1

	Faza 1				Faza 2		
	Direcția N-S				Direcția E-V		
	Accesul 1		Accesul 3		Accesul 2		Accesul 4
	Banda				Banda		
	1.1	1.2	3.1	3.2	2.1	2.2	4
q_i (veh/h)	200	300	450	450	400	150	350
Fluxul de saturație pe direcție și bandă (S_i)	1450	714	1450	1550	1490	900	1538
$Y_i = \frac{q_i}{S_i}$	0,137	0,28	0,31	0,29	0,268	0,166	0,227
$Y_{i \max}$	0,31				0,268		
$Y = \sum_{j=1}^2 Y_{i \max}$	0,578						

1. **Durata optimă a ciclului**, se calculează folosind relația lui Webster.

$$C_o = \frac{1,5T_p + 5}{1 - Y}$$

unde: T_p reprezintă timpul total pierdut pe durata ciclului (în secunde) și se calculează cu relația:

$$T_p = n_f * t_{pf} + \sum_{j=1}^n \Delta t_j$$

unde: - n_f este numărul fazelor de funcționare ale intersecției;
 - t_{pf} este timpul pierdut într-o fază de verde, de primul vehicul din pluton, datorită pregătirii și demarării;
 - Δt_j , timpul de protecție între 2 faze „j” ale ciclului, stabilit în funcție de geometria intersecție, viteza de traversare a intersecției și lungimea vehiculelor;
 - Y , reprezintă suma valorilor maxime „ Y_j ”, aferente fiecărei din fazele „j” ale intersecției. Mărimea Y_j reprezintă raportul dintre valoarea efectivă a fluxului de vehicule și fluxul de saturare pe direcția „i”, din fazele „j” ale intersecției.

$$Y = \sum_{j=1}^n Y_j; \quad Y_j = \max(Y_i) = \max\left(\frac{q_i}{S_i}\right), \text{ adică maximul dintre rapoartele direcțiile „i” din fazele „j” de funcționare ale intersecției}$$

2.- Duratele de Verde efectiv T_{vi} pentru cele 2 faze se calculează cu relațiile și intervalele de verde afișate de semafor V_i , se calculează cu relațiile:

$$T_{vi} = \frac{Y_i}{Y} (C_0 - T_p), \quad V_i = T_{vi} + t_{pf} - t_{vg}$$

Rezolvare:

1.- Calculul duratei optime a ciclului:

1.1.- Se calculează rapoartele $\left(\frac{q_i}{S_i}\right)$ și se stabilește valoarea maximă pe fiecare fază;

1.2.- Se calculează $Y = \sum_{j=1}^n Y_j$ (în cazul de față $Y=0,578$

1.3.- Timpul pierdut pe ciclu T_p .

Se cunosc: $n_f=2$; $t_{pf}=3$ s; intervalul dintre faze: $\Delta t_{1,2}=3$ s și $\Delta t_{2,1}=3$ s

$$\text{atunci, } T_p = n_f * t_{pf} + \sum_{j=1}^n \Delta t_j = 2*3 + (3+3) = 12 \text{ s}$$

$$C_o = \frac{1,5 * T_p + 5}{1 - Y} = \frac{1,5 * 12 + 5}{1 - 0,578} = \frac{23}{0,422} = 55 \text{ s}$$

(C_{opt} trebuie să fie cuprins între 30-120 s: condiție se respectă)

2.- Calculul intervalului de **Verde efectiv T_v** și a intervalului de verde **V** prevăzut în planul de semaforizare.

2.1.- pentru faza de funcționare 1:

$$T_{v1} = \frac{Y_1}{Y} (C_0 - T_p) = \frac{0,31}{0,578} (55 - 12) = 23 \text{ s}$$

Respectiv intervalul de Verde care trebuie afișat de semafor pentru faza de funcționare 1

$$V_1 = T_{v1} + t_{pf} - t_{vg} = 23 \text{ s} + 3 \text{ s} - 3 \text{ s} = \mathbf{23 \text{ s}}$$

2.2.- pentru faza de funcționare 2.

$$T_{v2} = \frac{Y_2}{Y} (C_o - T_p) = \frac{0,268}{0,578} (55 - 12) = 20 \text{ s}$$

Respectiv intervalul de Verde afișat de semafor pentru faza de funcționare 2

$$V_2 = T_{v2} + t_{pf} - t_{vg} = 20 \text{ s} + 3 \text{ s} - 3 \text{ s} = \mathbf{20 \text{ s}}$$

Verificarea duratei ciclului:

$$C_0 = (V_1 + V_2) + (G_1 + G_2) + (\Delta t_{1,2} + \Delta t_{2,1}) = (23 + 20) + (3 + 3) + (3 + 3) = 55 \text{ s}$$

20.- Prin intersecția a cărei geometrie și faze de funcționare sunt prezentate în fig.1, circulă pe relațiile de mers debitele de vehicule prezentate în tabelul 1. Să se calculeze durata optimă ciclului și duratele fazelor planului de semaforizare, folosind relația lui Webster. Intersecția funcționează în 3 faze ($j=3$)

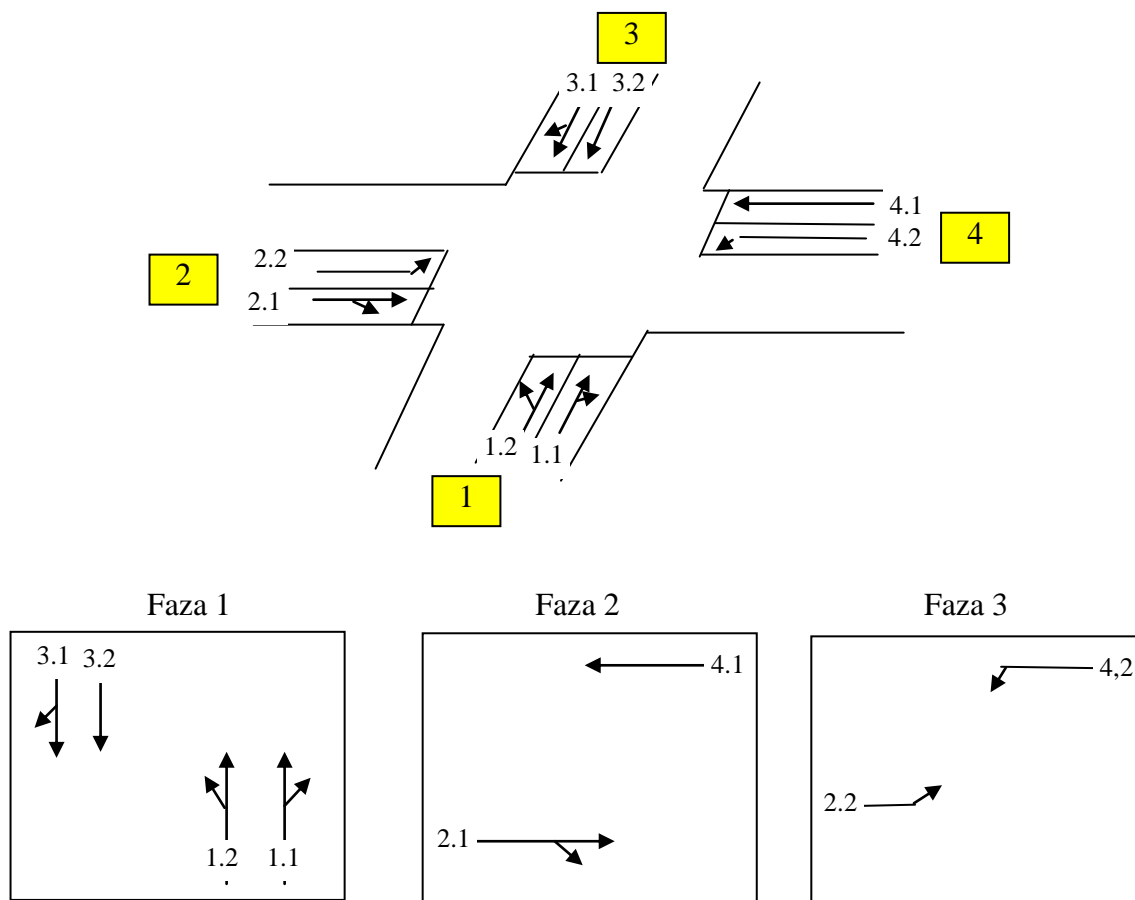


Fig.1 Geometria intersecției și fazele de funcționare „j” ($j=3$)

Debitele de vehicule pe relațiile „i” de mers

	Faza 1				Faza 2		Faza 3	
	Direcția N-S				Directia E-V		Directia E-V	
	Acces 1		Accesul 3		Acces 2 Acces 4		Acces 2 Acces 4	
	Banda				Banda		Banda	
	1.1	1.2	3.1	3.2	2.1	4.1	2.2	4.2
q _i (veh/h)	200	300	450	450	400	350	150	200
Fluxul de saturație pe direcție și bandă (S _i)	1450	714	1450	1550	1490	1538	1500	1500
$Y_i = \frac{q_i}{S_i}$	0,13	0,28	0,31	0,29	0,268	0,227	0,10	0,13
Y _{i max}	0,31				0,268		0,13	
$Y = \sum_{j=1}^2 Y_{i \max}$	0,708							

Rezolvare: Se folosesc aceleasi formula ca si la problema precedentă.

1.- Calculul duratei optime a ciclului C_0 :

1.1.- Timpul pierdut pe ciclu T_p .

Se cunosc: $n_f=3$; $t_{pf}=3$ s; intervalul dintre faze: $\Delta t_{1-2}=3$ s; $\Delta t_{2-1}=3$ s; $\Delta t_{3-1}=3$ s

$$\text{atunci, } T_p = n_f \cdot t_{pf} + \sum_{j=1}^n \Delta t_j = 3 \cdot 3 + (3+3+3) = 18 \text{ s}$$

$$C_o = \frac{1,5 \cdot T_p + 5}{1 - Y} = \frac{1,5 \cdot 18 + 5}{1 - 0,708} = \frac{32}{0,292} = 110 \text{ s}$$

(C_{opt} trebuie să fie cuprins între 30-120 s: condiție se respecta)

2.- Calculul intervalului de **Verde efectiv** T_v și a intervalului de verde V prevăzut în planul de semaforizare și afișat de semafor.

2.1.- pentru faza de funcționare 1:

$$T_{v1} = \frac{Y_1}{Y} (C_o - T_p) = \frac{0,31}{0,708} (110 - 18) = 40 \text{ s}$$

Respectiv intervalul de Verde care trebuie afișat de semafor pentru faza de funcționare 1

$$V_1 = T_{v1} + t_{pf} - t_{vg} = 40 \text{ s} + 3 \text{ s} - 3 \text{ s} = \mathbf{40 \text{ s}}$$

2.2.- pentru faza de funcționare 2:

$$T_{v2} = \frac{Y_2}{Y} (C_o - T_p) = \frac{0,268}{0,708} (110 - 18) = 35 \text{ s}$$

Respectiv intervalul de Verde afișat de semafor pentru faza de funcționare 2

$$V_2 = T_{v2} + t_{pf} - t_{vg} = 34 \text{ s} + 3 \text{ s} - 3 \text{ s} = \mathbf{35 \text{ s}}$$

2.3.- pentru faza de funcționare 3:

$$T_{v3} = \frac{Y_3}{Y} (C_o - T_p) = \frac{0,13}{0,708} (110 - 18) = 17 \text{ s}$$

Respectiv intervalul de Verde afișat de semafor pentru faza de funcționare 2

$$V_3 = T_{v3} + t_{pf} - t_{vg} = 17 \text{ s} + 3 \text{ s} - 3 \text{ s} = \mathbf{17 \text{ s}}$$

Verificarea duratei ciclului:

$$C_0 = (V_1 + V_2 + V_3) + (G_1 + G_2 + G_3) + (\Delta t_{1-2} + \Delta t_{2-1} + \Delta t_{3-1}) = (40 + 35 + 17) + (3 + 3 + 3) + (3 + 3 + 3) = 110 \text{ s}$$

21. Se consideră artera cu sens unic cu distanțele între intersecții indicate în fig.1, unde vehiculele au o **deplasare ideală** de la intersecția 1 către intersecția 6 cu viteza de coordonare de 30 m/s.

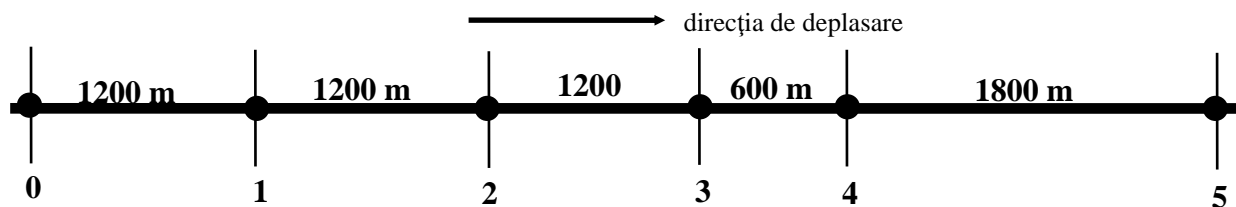


Fig.1 .- Studiu de caz: progresia pe o stradă cu sens unic

Se considera durata ciclului $C=90 \text{ s}$, împărțit pe faze astfel; $V=60 \text{ s}$ și $G+R=30 \text{ s}$.

Se cere analiza deplasării vehiculelor în **sistemul simplu progresiv** (unda verde) punindu-se în evidență traiectoriile vehiculelor și lățimea de bandă verde.

Rezolvare.

1.- Se calculează și se întocmește tabelul cu decalajele de timp de verde (DTV), sau offset-ul între intersecțiile adiacente cu relația:

$$DTV_{(j-i)} = D_{i-j} / v_c$$

unde: $D_{(i-j)}$, reprezintă distanța dintre 2 intersecții adiacente (de exemplu între intersecția 1 și 2, distanța este de 1200 m);

v_c , este viteza de coordonare (m/s) care este afișată la începutul tronsonului (km/h).

Semnalul de la intersecția	Relativ la semnalul	Offset-ul ideal DTV
1	0	$1200 : 30 = 40 \text{ s}$
2	1	$1200 : 30 = 40 \text{ s}$
3	2	$1200 : 30 = 40 \text{ s}$
4	3	$600 : 30 = 20 \text{ s}$
5	4	$1800 : 30 = 60 \text{ s}$

2.- Se construiește diagrama Timp-Spațiu (conform regulilor cunoscute), fixându-se punctele, 0, 1, 2, 3, 4 și 5, care reprezintă începutul intervalului de verde la fiecare intersecție. Din aceste puncte, se reprezintă desfășurarea în timp a intervalelor de Rosu, Verde, de o parte și de alta.

Se trasează cu liniile (întrerupte și subțiri), la începutul și sfârșitul intervalelor de verde, obținându-se lățimile de Bandă verde, notate cu B1, B2, B3,

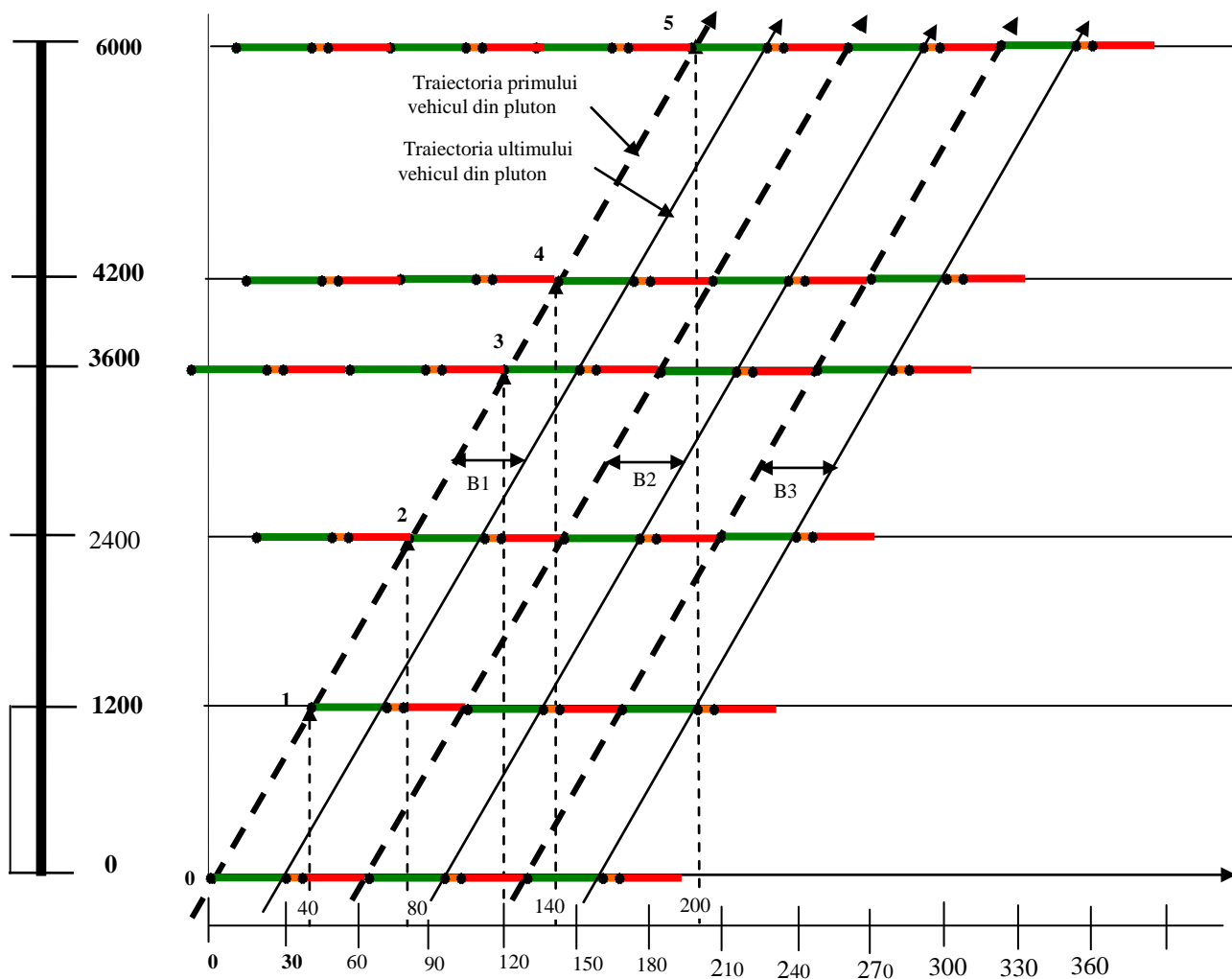


Fig.2.- Diagrama Timp-spațiu pentru deplasarea coordonată în sistem simplu progresiv

Liniile intrerupte reprezinta traiectoria primului vehicul din pluton, iar liniile subtiri neintrerupte, reprezintă traiectoriile ultimului vehicul din pluton,

Latimile reprezentate cu B1, B2, B3, reprezinta lăţimile de bandă verde, pe care se deplasează plutoanele de vehicule fara oprire pe intreaga lungime a tronsonului coordonat.