

PREFERINȚELE DE TRANSPORT ALE LOCUITORILOR ORAȘULUI PETROȘANI ÎN CONTEXTUL MOBILITĂȚII URBANE

Autori: Robert LASLO ¹

robertlaslo@upet.ro

Coordonator: Conf. univ. dr. ing. **Sorin MIHĂILESCU** ²

¹ *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea Ingineria Transporturilor și a Traficului, anul 3*

² *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi*

Rezumat

Mobilitatea locuitorilor reprezintă una din condițiile necesare pentru asigurarea unei zone urbane funcționale. Scopul principal al acestui articol este de a identifica și analiza modul de deplasare preferat al locuitorilor orașului Petroșani. Cercetarea a fost realizată utilizând analiza a literaturii de specialitate și studiul de caz. Materialul de cercetare a fost colectat în urma realizării unui sondaj de opinie realizat față în față și telefonic.

Rezultatele cercetării cresc nivelul de cunoștințe privind nevoile locuitorilor în ceea ce privește mobilitatea urbană și dezvoltarea sistemului de transport public din Petroșani. Acestea pot fi utilizate în acțiunile raționale ale autorităților locale care vizează îmbunătățirea calității vieții locuitorilor în contextul dezvoltării durabile a transportului urban.

Cuvinte cheie

Transport public de călători, mobilitate, accesibilitate

1. Introducere

Determinarea preferințelor privind modul de deplasare în oraș al locuitorilor, este un element important în dezvoltarea sistemelor de transport urbane. Politica de transport a Uniunii Europene subliniază necesitatea sprijinirii mobilității urbane. Cartea albă privind politica de transport consideră, de asemenea, că dezvoltarea urbană ar trebui să fie însoțită de o reducere simultană a emisiilor de gaze cu efect de seră [1]. Sectorul transporturilor este responsabil pentru 28% din consumul primar de energie la nivel mondial [2], ceea ce îl face unul dintre principalele și cele mai energointensive sectoare ale economiei. Comisia Europeană a prezentat recomandări detaliate privind transportul durabil, cu accent pe satisfacerea nevoilor de mobilitate urbană, care va oferi condiții adecvate de viață și dezvoltare [3]. Comisia Europeană, în Cartea Verde [4], a identificat principalele provocări în dezvoltarea transportului urban:

- îmbunătățirea fluxului de trafic în orașe prin optimizarea utilizării mașinilor private, promovarea mobilității active (mers pe jos, cu bicicleta), transport comercial durabil;
- îmbunătățirea accesibilității și integrării transportului urban, inclusiv planificarea spațială durabilă;
- creșterea utilizării serviciilor Sistemelor Inteligente de Transport (ITS) în transportul urban;
- reducerea impactului negativ al transportului asupra mediului prin utilizarea tehnologiilor moderne și a surselor alternative de energie, promovarea condusului ecologic și limitarea traficului auto;
- îmbunătățirea siguranței și fiabilității transportului urban;
- schimbarea comportamentului în materie de transport și a modului în care acesta este perceput de comunitățile urbane.

În raportul Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică privind gestionarea congestiei traficului urban se evidențiază nevoia de a sprijini transportul colectiv și modurile de transport nemotorizate (mersul pe jos, mersul cu bicicleta) [5].

2. Moduri de transport pentru deplasarea în oraș

În contextul creșterii continue a populației urbane, gestionarea mobilității a devenit o problemă centrală pentru autoritățile locale și cetățeni. Deplasarea urbană implică multiple opțiuni, fiecare cu avantaje și dezavantaje specifice [6]. Alegerea modului de transport depinde de factori precum distanța, costuri, timp, comoditate și impactul asupra mediului. Decizia oamenilor de a călători într-un anumit fel este determinată de factori precum anotimpul,

vremea, mediul social, perspectiva temporală, starea de sănătate, venitul, concurența de pe piață, preferințele, calitatea serviciilor etc. Motivele pentru care oamenii călătoresc sunt variate: mersul la serviciu, la școală, la magazin, la medic, vizitarea rudelor, călătorii de afaceri, călătorii de plăcere etc. Factorii care influențează cererea de transport sunt evidențiați în următoarea relație:

$$Q_t = f(P_s, P_c, V, P_a, P_r, D_s) \quad (1)$$

- Q_t [pasageri·km] este performanța sau volumul transportului;
- P_s este costul transportului;
- P_c este costul serviciilor conexe;
- V este venitul aferent;
- P_a este prețul anticipat al mărfurilor transportate;
- P_r reprezintă preferințele consumatorilor;
- D_s este distribuția spațială a clienților .

Prin examinarea comparativă a acestor soluții de transport, putem identifica modele optime de organizare a mobilității urbane sustenabile.

Mersul pe jos (Figura 1) [7] reprezintă cea mai veche și mai elementară formă de mobilitate . De asemenea putem afirma că este cea mai sănătoasă modalitate de deplasare urbană. În orașele europene bine planificate, precum Copenhaga sau Amsterdam, acest mod de transport reprezintă peste 30% din totalul deplasărilor [8]. Principalele avantaje includ:

- beneficii notabile pentru sănătatea publică;
- accesibilitate totală;
- impact ambiental neglijabil.

Totuși, implementarea sa eficientă necesită infrastructură pietonală adecvată (lărgime trotuare, pasaje subterane) și siguranță sporită (iluminat public, zone de traversare protejate).

Transportul urban alternativ, cum ar fi bicicletele și trotinete electrice (Figura 2) [9] au marcat o adevărată revoluție în acest domeniu. De exemplu, un sondaj a arătat că 18% dintre bucureșteni ar alege bicicleta ca mijloc de transport dacă ar exista infrastructură adecvată [10].

Avantaje cheie sunt următoarele:

- raport optim viteză-cost pentru distanțe medii;
- flexibilitate în evitarea ambuteiajelor;
- integrare cu alte forme de transport (sisteme bike-sharing).

Probleme evidențiate:

- lipsa unei rețele coerente de piste ciclabile;
- riscuri de accidentare în lipsa educației rutiere.

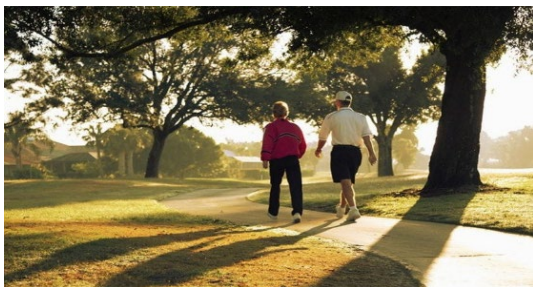


Fig. 1. Mersul pe jos



Fig. 2. Transportul urban alternativ

Autoturismul personal (Figura 3) care deși reprezintă simbolul independenței în mobilitate, generează o serie de probleme complexe cum ar fi:

- contribuție la poluarea urbană (conform datelor oficiale ale Comisiei Europene, autoturismele personale sunt responsabile pentru aproximativ 16% din totalul de CO₂ din UE) [11];
- ocupă mult spațiu public (la nivel global, aproximativ 51% din navete se fac cu mașina) [12];
- costuri ascunse cum ar fi întreținere, asigurări sau parcare.

Pentru rezolvarea acestor probleme putem implementa următoarele soluții:

- sisteme de car-sharing;
- promovarea vehiculelor electrice;
- taxarea circulației în zonele aglomerate.

Sistemele de transport public (Figura 4) reprezintă soluția cea mai viabilă pentru orașele mari. Analizând experiența Bucureștiului, observăm că de exemplu, metroul transportă 20% din totalul călătorilor [13].

Ca avantaje putem menționa accesibilitatea (preț mic al abonamentului), reduce traficul și poluarea. Este ideal pentru distanțe lungi sau trasee frecventate.

Ca dezavantaje avem aglomerație, întârzieri și infrastructură învechită (în unele orașe).



Fig. 3. Autoturismul personal



Fig. 4. Sistemele de transport public

Serviciile de taxi tradiționale și ride-sharing (Bolt, Uber, Free Now) (Figura 5) [14] au cunoscut o transformare radicală în ultimul deceniu, devenind un stâlp al mobilității urbane moderne.

În România, piața a înregistrat o creștere, cu 56.000 de utilizatori activi lunar pe platformele de ride-sharing (2023) [15].

Un bun exemplu este faptul că în București, o călătorie cu taxiul tradițional costă în medie mai mult față de cea de ride-sharing [16]

Ca avantajele se pot enumera:

- reducerea numărului de mașini personale, adică 21% dintre utilizatori folosesc ride-sharing în loc să-și folosească autoturismul [17];
- flexibilitate cum ar fi opțiuni diverse (Bolt, Uber Green pentru mașini electrice);
- în anumite scenarii, sistemul de ride pooling (împărțirea cursei) poate reduce traficul rutier în orele de vârf [18].

Ca dezavantaje se pot enumera:

- ambuteiaje rezultate din creșterea numărului de mașini ride-sharing în centrul orașelor (ex: un studiu realizat de MIT în 2021, a constatat că introducerea ride-sharing-ului a dus la o creștere cu 1% a traficului și cu 4,5% a timpilor de ambuteiaj în orașele mari [19].
- probleme de reglementare, adică intrarea în conflicte cu taxiurile tradiționale, în urma cărora au rezultat proteste în mai multe orașe europene[20].

În concluzie fiecare modalitate de transport urban are rolul său, iar combinația lor optimizată (ex: bicicletă + metrou) poate reduce dependența de mașina personală. Investițiile în infrastructură verde și transport public eficient sunt cheia pentru orașe mai puțin poluate și mai sigure.



Fig. 5. Serviciile de taxi tradiționale și ride-sharing

3. Analiza preferințelor de transport pentru deplasarea în oraș ale locuitorilor din Petroșani

Transportul urban reprezintă un aspect esențial al vieții cotidiene, influențând în mod direct calitatea vieții locuitorilor unui oraș. În contextul orașului Petroșani, analiza preferințelor de transport ale locuitorilor devine un

subiect interesant, având în vedere opțiunile limitate disponibile și impactul acestora asupra mediului și infrastructurii urbane.

Alegerea unui mod de transport este unul dintre cele mai esențiale aspecte ale planificării și politicii de transport urban, deoarece are impact asupra eficienței generale cu care locuitorii se pot deplasa în zonele urbane. Cota modurilor de transport sau împărțirea modurilor de transport este definită ca proporția de persoane care utilizează un anumit mod de transport și este de obicei prezentată ca procent din fiecare mod de transport. Aceasta se poate baza pe o varietate de factori, cum ar fi proporția de călători care utilizează un anumit mod de transport, procentul de călătorii efectuate sau distanța parcursă folosind un anumit mod de transport (21). În selectarea unui mod de transport, majoritatea pasagerilor consideră timpul de călătorie ca fiind cel mai important factor. Astfel, oamenii pot fi descurajați să folosească transportul în comun dacă timpul dintre plecări este excesiv. Viteza și întârzierea sunt caracteristici ale serviciului care se referă la timpul de călătorie. [22].

Explorând interacțiunea complexă a factorilor demografici și socio-economici asupra alegerii modului de transport, mai multe studii au subliniat rolul unor variabile precum vârsta, sexul, venitul și educația [22, 23].

Pe lângă factorii demografici și socio-economici, s-a constatat că factorii specifici călătoriei, cum ar fi distanța și timpul, influențează semnificativ alegerea modului de transport. Pentru călătoriile obligatorii, cum ar fi serviciul sau școala, transportul public este preferabil datorită beneficiilor sale economice. În situații precum pandemia de coronavirus din 2019 (COVID-19), implicațiile asupra sănătății pot determina o trecere de la transportul public la mașinile private. Cercetătorii au descoperit că accesibilitatea și disponibilitatea transportului public pot atrage pasageri. Veniturile și nivelurile de educație mai ridicate tind să fie asociate cu o utilizare mai mare a mașinilor private, în timp ce veniturile și nivelurile de educație mai scăzute corespund unei dependențe mai mari de transportul public și de modurile de transport adaptat. Factori precum sexul, selecția rezidențială, dimensiunea gospodăriei, prezența copiilor, venitul, distanțele de călătorie și statutul de angajare influențează utilizarea și deținerea de mașini. Deținerea de vehicule crește odată cu creșterea veniturilor, a ocupării forței de muncă și a nivelului de educație (Figura 6, Figura 7). În plus, există o corelație negativă între vârstă și frecvența opririlor, care se referă la numărul de opriri sau destinații pe care un călător le vizitează în timpul unei anumite călătorii sau excursii. Alegerea modului de transport în țările în curs de dezvoltare, în special pentru excursiile de serviciu și școlare, depinde de o interacțiune a factorilor socio-demografici, a disponibilității și accesibilității modurilor de transport și a specificului călătoriei. Recunoașterea acestor relații este crucială în conturarea unor politici de transport echitabile și eficiente [22, 24, 25].

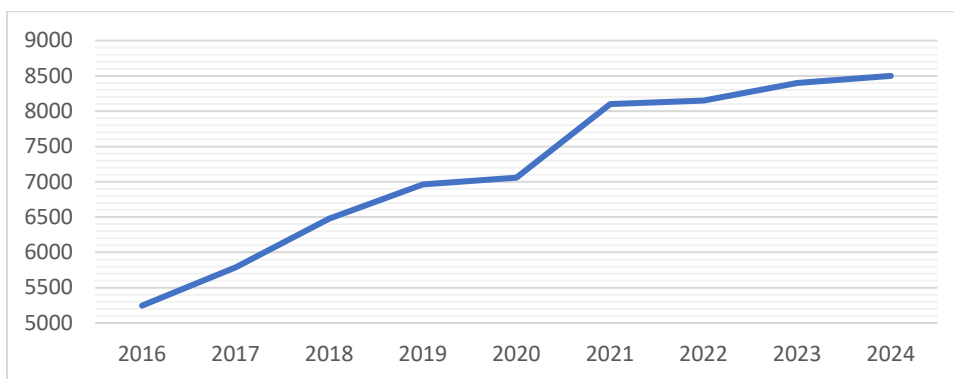


Fig. 6. Numărul de autoturisme personale în Petroșani

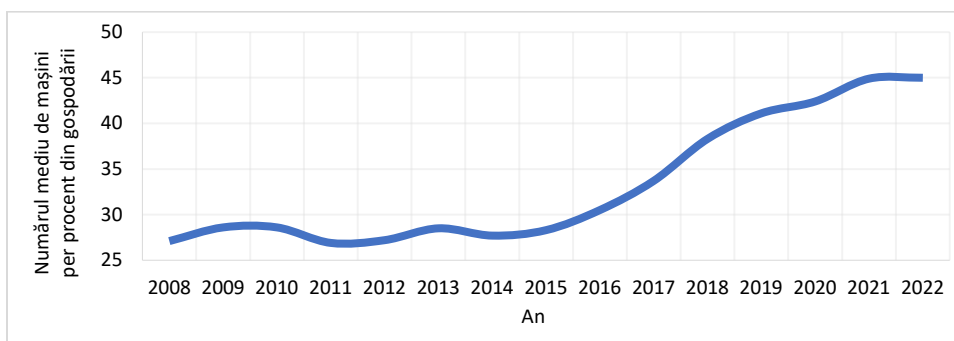


Fig. 7. Numărul mediu de mașini per procent din gospodării

Pentru a asigura reprezentativitatea studiului, s-a efectuat un sondaj pe 160 de gospodării cu 398 de persoane, gospodăriile fiind selectate folosind eșantionarea aleatorie sistematică. Această strategie de eșantionare a fost concepută pentru a capta un eșantion reprezentativ al populației din Petroșani din diverse straturi socio-economice și locații geografice, oferind o imagine echilibrată a ponderii modale de transport pentru deplasările în oraș.

În faza de colectare a datelor, capii de gospodării au fost contactați și rugați să participe la sondaj. Numărul de gospodării contactate a fost determinat de numărul de gospodării prezente în Petroșani. Colectarea datelor a avut loc în perioada 02 mai 2023 - 14 mai 2023.

Sondajul a fost structurat după cum urmează:

- informații despre detaliile personale și gospodărești ale utilizatorului, precum și despre călătoria recentă;
- informații despre comportamentul și obiceiurile de călătorie ale individului, inclusiv utilizarea serviciilor de transport prin ride-hailing, factorii care afectează alegerea modului de transport și principalele provocări cu care se confruntă;
- informații demografice, inclusiv ocuparea forței de muncă, educația, vârsta, sexul, mărimea familiei, venitul, statutul permisului de conducere și accesibilitatea automobilelor.

Pentru a obține informații despre date și a identifica tipare, tendințe sau anomalii, a fost efectuată o analiză descriptivă cuprinzătoare.

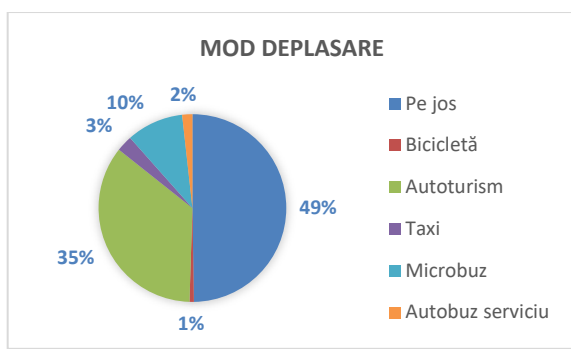


Fig. 8. Deplasare 1

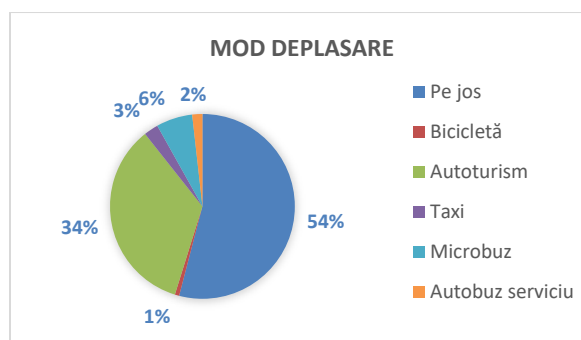


Fig. 9. Deplasare 2

Rezultatele obținute în prima parte a zilei (Figura 8), indică o predominanță a mobilității pietonale, aproape jumătate dintre respondenți alegând să se deplaseze pe jos. Acest aspect poate reflecta o configurație urbană compactă, cu distanțe reduse între domiciliu și destinațiile frecvente. Utilizarea autoturismului personal (35%) sugerează totuși o dependență semnificativă de transportul individual motorizat, ceea ce poate avea implicații asupra traficului și poluării locale.

În a doua parte a zilei (Figura 9), se observă o creștere a mobilității pietonale față de dimineață (+5%), ceea ce poate fi explicat prin relaxarea constrângerilor temporale și o posibilă preferință pentru activitate fizică ușoară după muncă. Utilizarea autoturismului personal rămâne constantă, ceea ce sugerează o dependență stabilă de transportul individual.

Corelând cele două seturi de date, se poate observa că mobilitatea pietonală este probabil asociată cu deplasările către serviciu sau educație, ceea ce sugerează o bună accesibilitate urbană. Totodată, utilizarea redusă a transportului public (microbuz – 10%, autobuz de serviciu – 2%) poate semnala o ofertă insuficientă sau o percepție negativă asupra calității acestuia. Scăderea utilizării microbuzului poate indica o reducere a frecvenței curselor sau o preferință pentru alte mijloace în afara orelor de vârf. Comparativ cu dimineața, se observă o tranziție de la mobilitatea funcțională la cea personală și recreativă. Creșterea mersului pe jos și a deplasărilor pentru cumpărături sau recreere indică o relaxare a ritmului urban și o posibilă preferință pentru activități desfășurate în proximitatea domiciliului. De asemenea, stabilitatea utilizării autoturismului sugerează că infrastructura rutieră și parcare rămân factori importanți în decizia de mobilitate.

5. Concluzii

Locuitorii din Petroșani folosesc o combinație de mijloace de transport urban și interurban, adaptate nevoilor specifice regiunii

- mobilitatea urbană este esențială pentru funcționarea eficientă a orașului Petroșani, iar înțelegerea modului în care locuitorii preferă să se deplaseze contribuie la dezvoltarea unor politici publice mai bine adaptate nevoilor acestora.

- studiul realizat, bazat pe sondaje și analiză de specialitate, oferă informații valoroase care pot sprijini autoritățile locale în îmbunătățirea transportului public și implicit, a calității vieții, în concordanță cu principiile dezvoltării durabile.
- datele evidențiază o mobilitate urbană mixtă, cu o pondere importantă a mersului pe jos, dar și o utilizare considerabilă a autoturismului personal;
- comportamentul de mobilitate după-amiaza în Petroșani este caracterizat prin:
 - o orientare majoritară spre întoarcerea la domiciliu;
 - o creștere a mobilității pietonale;
 - diversificare a scopurilor deplasării, cu accent pe activități personale.

6. Bibliografie

- [1]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/ALL/?uri=celex:52011DC0144>
- [2]. <https://www.eea.europa.eu/publications/european-union-emission-inventory-report-1>
- [3]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013DC0913&from=EN>
- [4]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/LSU/?uri=celex:52007DC0551>
- [5]. https://www.oecd.org/en/publications/managing-urban-traffic-congestion_9789282101506-en.html
- [6]. <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/23/16481>
- [7]. <https://stiripesurse.md/wp-content/uploads/mersul-pe-jos.jpg>
- [8]. https://en.wikipedia.org/wiki/Transport_in_Copenhagen
- [9]. <https://sportano.ro/blog/wp-content/uploads/2024/01/gdi-65b7fdfae4ac7.jpeg>
- [10]. <https://greencommunity.ro/harta-propusa-piste-biciclete-bucuresti-master-plan-velo/>
- [11]. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en
- [12]. <https://phys.org/news/2024-03-global-commutes-en.html>
- [13]. https://ro.wikipedia.org/wiki/Metroul_din_Bucure%C8%99ti
- [14]. <https://16db774703.clvaw-cdnwnd.com/d856a81aa450b12b3e20e797ee5b436e/200000030-63c5463c56/Untitled-design-2021-06-23T133649.465-1.webp?ph=16db774703>
- [15]. <https://www.observatorulph.ro/economic/2750363-soferii-uber-si-bolt-in-atentia-anaf-cum-vor-fi-verificati>
- [16]. <https://newsweek.ro/social/taximetristi-contr-uber-si-bolt-orasul-in-care-tarifele-sunt-mai-scurte-decat-in-capitala>
- [17]. <https://investigative-report.ro/taximetrie-in-romania/>
- [18]. <https://news.mit.edu/2016/how-ride-sharing-can-improve-traffic-save-money-and-help-environment-0104>
- [19]. <https://news.mit.edu/2021/ride-sharing-intensifies-urban-road-congestion-0423>
- [20]. <https://www.bugetul.ro/suprematia-uber-si-bolt-s-a-incheiat-dupa-10-ani-de-proteste-si-de-sicane-din-partea-autoritatilor-fiscale-taximetristii-redevin-preferatii-clientilor/>
- [21]. <https://jtscm.co.za/index.php/jtscm/article/view/1005/1689>
- [22]. Mihăilescu S., Prospective Evaluation of the Public Transport System in the Petrosani Basin. Sustainability. 2023; 15(23):16481. <https://doi.org/10.3390/su152316481>
- [23]. <https://jtscm.co.za/index.php/jtscm/article/view/1005/1689>
- [24]. Mihăilescu, S., Analysis of the Influence of Economic and Exploitation Factors on the Public Transport System in the Petroșani Basin, 25 Mihăilescu, S., Public Transport - Analysis of Natural and Socio-Political Factors in the Petroșani Basin

EXEMPLE DE CONFIGURARE A UNOR REȚELE URBANE DE TRANSPORT

Autori: Andrei-Samuel ȘTEFAN ¹, Daniel-Adrian DAVID¹

samstefan139@gmail.com

Coordonatori: Conf.univ.dr. ing Răzvan Bogdan ITU ², Șef lucr.dr.ing.ec. Aurelian Horia NICOLA ²

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea de I.M.E., Tehnologia construcțiilor de mașini, anul II

² Universitatea din Petroșani, Facultatea de I.M.E

Rezumat

În lucrare sunt prezentate exemple de configurare a unor rețele urbane de transport prin aplicarea teoriei a configurațiilor, această teorie fiind un domeniu restrâns al geometriei proiective.

Cuvinte cheie

Transport, urban, rețea, configurație

1. Introducere

Rețelele de transport asigură deplasarea în spațiu a persoanelor și mărfurilor, cu ajutorul mijloacelor de transport. Rețeaua rutieră este compusă din totalitatea drumurilor care străbat un teritoriu. Structura rețelei este într-o continuă transformare, înregistrând modificări semnificative de la un an la altul, în funcție de lucrările de amenajare realizate.

Problemele luate ca exemple se referă la rețele de transport rutier urban. Metoda de abordare a exemplelor considerate se referă la acea parte a geometriei în care se cercetează numai poziția reciprocă a punctelor și dreptelor în plan, fără a se lua în considerare distanțele dintre puncte sau unghiurile formate de drepte. Aceasta parte a geometriei a primit denumirea de geometric proiectivă. Chestiunile atinse în problemele date ca exemple se referă la un domeniu relativ restrâns al geometriei proiective, și anume la așa-numită teorie a configurației, teorie care are o mare importanță în matematica modernă.

2. Prezentarea exemplelor de configurare a rețelilor

Primul exemplu

În acest prim exemplu se cere dacă este posibil să se creeze o rețea urbană de autobuze, formată din 10 trasee, astfel ca în cazul suspendării oricăruia dintre aceste trasee să rămână posibilitatea de a călători din fiecare stație de autobuz existentă la oricare alta (se admite că pe parcurs să se schimbe autobuzul), iar în cazul suspendării a două trasee oarecare să existe stații care să nu fie legate cu o altă stație?

Să considerăm, de exemplu, 10 drepte într-un plan, astfel situate, încât nu sunt paralele două câte două și nu se intersectează trei câte trei în același punct; vom admite că aceste drepte sunt trasee de autobuze, iar punctele de intersecție - stații. În acest caz, din fiecare stație se poate călători în oricare alta; dacă stațiile se află pe o aceeași dreaptă - fără schimbarea autobuzului, iar dacă nu - cu o schimbare de autobuz.

Mai departe, chiar dacă din această schemă se suprimă o dreaptă, mai rămâne totuși posibilitatea de a călători din fiecare stație în oricare alta făcând pe drum nu mai mult de o singură schimbare de autobuz. Dacă însă se suprimă două drepte, atunci o stație - punctul de intersecție a acestor drepte - nu va mai fi deservită de celelalte trasee și din această stație va fi imposibil să se călătorească spre oricare alta. Deci, este posibil.

Al doilea exemplu

Acest al doilea exemplu se cere să se arate că o rețea urbană de autobuze poate fi astfel alcătuită, încât fiecare traseu să aibă exact trei stații, oricare două trasee să aibă o stație comună (în care se poate schimba autobuzul) și din orice stație să se poată călători la alta fără a se schimba autobuzul.

Considerăm un exemplu de astfel de rețea, formată din șapte trasee, care îndeplinește condițiile cerute și este reprezentată în figura 1.

Exemplul al treilea

Vom considera o rețea urbană de autobuze, formată din mai multe trasee (mai mult decât două), și care este organizată astfel încât:

1^o. fiecare traseu are nu mai puțin de trei stații;

2^o. dintr-o stație în alta se poate ajunge fără schimbarea autobuzului;

3^o. pentru orice pereche de trasee există o stație (și numai una) în care se poate schimba autobuzul de pe un traseu pe altul.

Se cere:

a) Să se arate că fiecare traseu de autobuze are același număr de stații și că prin fiecare stație trece același număr de trasee (egal cu numărul destatiilor ale fiecărui traseu).

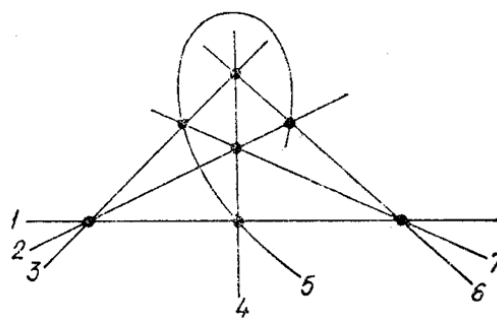


Fig. 1. Rețea cu șapte trasee

b) Să se găsească numărul de stații de pe fiecare traseu de autobuze, dacă numărul total de trasee din oraș este egal cu 57.

Pentru rezolvarea punctului a) considerăm n numărul de stații ale unui traseu de autobuze. Trebuie să demonstrăm că, în acest caz, fiecare traseu va avea exact n stații și prin fiecare stație vor trece exact n trasee.

Să notăm cu a traseul cu n stații, iar stațiile acestui traseu să le notăm cu literele $A_1, A_2, \dots, A_n$ și să considerăm o stație oarecare B de autobuze, situată în afara traseului a (fig. 2). Conform condiției 2⁰ din enunț, din stația B se poate ajunge, urmând unul dintre trasee, în oricare din cele n stații $A_1, A_2, \dots, A_n$. Conform condiției 3⁰, fiecare dintre traseele care trec prin B trece printr-una din stațiile $A_1, A_2, \dots, A_n$ (în caz contrar, de pe acest traseu nu ar fi posibil să se ia autobuzul de pe traseul a) și numai prin una din acestea (în caz contrar, de pe acest traseu ar fi posibil să se ia autobuzul de pe traseul a în două stații) și nici un grup de două trasee care trec prin B nu trece printr-una și aceeași stație a traseului (în caz contrar, de pe unul dintre aceste trasee s-ar putea lua autobuzul pentru un alt traseu în două stații: în stația B și în stația la care ele întâlnesc traseul a). De aici rezultă că prin stația B trec tot atâtea trasee câte stații există pe traseul a , adică exact n stații.

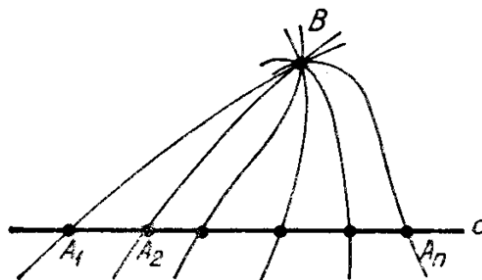


Fig. 2. Traseul a cu n stații

Să considerăm acum un traseu oarecare c , diferit de a (fig. 3). Conform condiției 1⁰, pe c sunt situate nu mai puțin de trei stații, iar conform lui 3⁰, numai una dintre aceste stații este în același timp stație și pe traseul a . În afara traseului c se află, evident, $n - 1$ stații ale traseului a ; vom arăta că, pe lângă aceasta, în afara lui c mai este situată cel puțin încă o stație care nu se află pe a . Într-adevar, fie A_1 una din cele $n - 1$ stații ale traseului a , situate în afara lui c , iar C_1 una din stațiile traseului c , aflate în afara lui a (există cel puțin 2 astfel de stații). Conform condiției 2⁰, există un traseu b de autobuze care trece prin stațiile A_1 și C_1 iar conform condiției 3⁰, pe acest traseu, în afara de A_1 și C_1 există încă cel puțin o stație B , care va fi situată în afara lui c și în afara lui a .

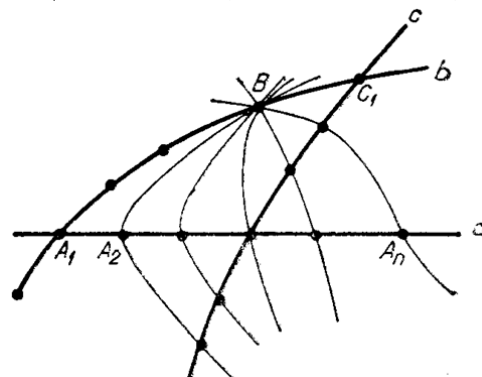


Fig. 3. Traseele a , b și c

După cum se știe, prin fiecare stație de autobuze, situată în afara lui a , trec n trasee; aceasta se referă, în particular, și la stația B . Conform condiției 3⁰, fiecare dintre cele n trasee care trec prin B se intersectează cu traseul c într-o singură stație; mai departe, conform condiției 2⁰, prin fiecare stație a traseului c trece cel puțin un traseu care trece, de asemenea, și prin B . De aici rezultă că numărul de stații ale traseului c este egal cu numărul de trasee care trec prin B , adică este egal cu n . Am demonstrat, deci, că fiecare traseu de autobuze al orașului are același număr n de stații.

Ne mai rămâne să demonstrăm că prin fiecare dintre stațiile $A_1, A_2, \dots, A_n$ situate pe a , trec, de asemenea, câte n trasee. Pentru aceasta este suficient să demonstrăm că pentru oricare dintre stații, există un traseu care nu trece prin aceasta; într-adevar, acest traseu, ca oricare altul, va avea n stații, dar se știe că prin oricare stație, situată în afara traseului care are n stații, trec neapărat câte n trasee (vezi la începutul rezolvării acestei probleme demonstrația faptului că prin B trec n trasee). Însă, deoarece numărul traseelor nu este mai mic decât două, atunci, în afara de traseul a mai există un traseu b , care se intersectează cu traseul a într-o singură stație, conform condiției 3⁰. Fie A_1 această stație; atunci stațiile $A_2, A_3, \dots, A_n$ vor fi situate în afara lui b și deci, prin ele vor trece câte n trasee. Mai departe, pe b mai sunt situate, în afara de A_1 și alte stații (nu mai puțin de două); fie B una dintre acestea. În acest caz, traseul care trece prin B și prin A_2 (un astfel de traseu există conform condiției 2⁰) nu va trece prin stația A_1 ; deci, în afara de A_1 , mai există cel puțin un traseu, iar prin A_1 trec exact n trasee. Cu aceasta, problema punctului a) este în întregime rezolvată.

Pentru punctul b), conform rezultatului de la punctul a), în cazul considerat fiecare traseu are un același număr n de stații și prin fiecare stație trec câte n trasee. Fie a unul dintre trasee; prin fiecare din cele n stații ale acestui traseu, în afara de a , trec încă $n - 1$ trasee. Din condiția 3⁰ rezultă ușor că nici unul din cele $n(n - 1)$ trasee obținute în acest mod nu coincide cu altul și că fiecare dintre trasee, diferit de a , face parte din numărul acestor $n(n - 1)$ trasee [compară cu problema a)]. Astfel, numărul total al traseelor de autobuze ale orașului (inclusiv a) este egal cu $n(n - 1) + 1$. De aici pentru determinarea lui n obținem ecuația de gradul al doilea:

$$n(n - 1) + 1 = 57; \quad n^2 - n - 56 = 0; \quad \Rightarrow n = 8; \quad n = -7, \quad (1)$$

(a doua rădăcină a ecuației, $n = -7$, bineînțeles, nu convine).

Concluzii

În lucrare s-a prezentat o abordare a configurării rețelelor de transport urbane cu ajutorul geometriei proiective.

Bibliografie

1. Iaglom, A.M., Iaglom, I.M., *Probleme neelementare tratatelementar*, Ediția a 2-a, Editura Tehnică, București, 1983

MĂSURAREA CONCENTRĂRII TRAFICULUI DE PASAGERI LA METROUL DIN BUCUREȘTI CU COEFICIENTULUI GINI

Autori: Daniel PARASCHIV ¹, Leonardo POCCIA ¹
paraschivdaniel95@gmail.com, leonardomariopoccia@gmail.com

Coordonator: Conf. univ. dr. ing. Sorin MIHĂILESCU ²

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea Ingineria Transporturilor și a Traficului, anul 3

² Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi

Rezumat

Mobilitatea locuitorilor reprezintă una din condițiile necesare pentru asigurarea unei zone urbane funcționale. Cu cât mobilitatea locuitorilor este mai ridicată și accesibilitatea către punctele de interes este mai facilă, cu atât calitatea vieții este mai ridicată.

Metroul poate îmbunătăți considerabil congestionarea traficului la sol în oraș și mediul de trafic urban, făcând călătoria oamenilor mai convenabilă. Analiza și predicția precisă a fluxului de pasageri din metrou a fost întotdeauna una dintre sarcinile cheie ale departamentelor de management al tranzitului urban feroviar. Mai ales în contextul creșterii rapide a capacității de tranzit feroviar și al nevoilor în schimbare ale pasagerilor, necesitatea analizei fluxului de pasageri este și mai semnificativă. Acest articol completează analiza fluxului de pasageri din metroul București prin analiza datelor mari. Este de mare importanță rezolvarea congestiei urbane, optimizarea rețelei de trafic și protejarea transportului public.

Cuvinte cheie

Transport public de călători, mobilitate, accesabilitate

1. Introducere

Metroul este un mijloc de transport în comun pe cale ferată urbană, cu precădere subterană, cu trenuri rapide, alcătuite de obicei din 3-8 vagoane. În metrourele subterane, calea ferată se montează în tuneluri care au adâncimi până la 116 m [1]. Primul metrou din lume a fost construit la Londra (1860-1863). În țări vorbitoare de engleză, aceste sisteme se numesc frecvent subway sau underground. Dacă șinele sunt elevate, sistemul se poate numi tren elevat (El-train în engleză). Sisteme cu o capacitate mai mică se numesc căi ferate ușoare sau metrou ușor, precum sistemul Docklands Light Railway în Londra sau linia 41 de tramvai din București [2].

O definiție a unui sistem de metrou include toate cele trei puncte de mai jos:

- sistemul este urban și folosește trenuri electrice;
- sistemul este total independent de alt trafic;
- sistemul are o frecvență mare de serviciu.

În general, se consideră că o porțiune semnificativă a șinelor trebuie să fie subterane pentru a fi considerat metrou (Figura 1).

2. Metroul din București

Metroul bucureștean este sistemul de transport subteran din capitala României, inaugurat pe 16 noiembrie 1979 [4]. Construit inițial în anii 1970, s-a extins rapid până în 1989, dar ulterior dezvoltarea a stagnat din cauza schimbărilor politice. În urma acestora, metroul a fost împărțit în cinci companii distincte, iar exploatarea rețelei a trecut prin mai multe etape administrative, devenind în prezent o societate comercială de stat, Metrorex. Compania este deținută integral de statul român prin Ministerul Transporturilor, care asigură subvențiile necesare pentru acoperirea unei părți din venituri.

După Revoluția din 1989, metroul bucureștean a trecut prin două decenii de stagnare, în care s-au continuat doar proiectele deja începute, iar câteva stații au fost adăugate pe magistralele existente. După 2010, extinderea rețelei a fost reluată, cu inaugurarea unor porțiuni din magistrala 4 și magistrala 5, iar magistrala 6 a fost proiectată pentru a lega gara principală a orașului de aeroport.



Fig. 1. Tren CAF Inneo BM3 în stație [3]

În 2024, rețeaua de metrou din București se întinde pe 80,1 km de cale dublă, având cinci magistrale și 64 de stații (Figura 2). Distanța medie între două stații este de 1,5 km. Deși reprezintă doar 4% din lungimea totală a transportului public al orașului, metroul gestionează aproximativ 20% din volumul total de pasageri. În 2019, metroul a transportat 179,17 milioane de pasageri, cu o medie zilnică de 600.000-800.000 de călători în zilele lucrătoare.

Planurile de dezvoltare viitoare ale metroului bucureștean includ extensii ale primelor trei magistrale, finalizarea magistrelor 4 și 5 până la Gara Progresul, respectiv până la depoul Pantelimon, și construcția a două noi magistrale: M6 (Gara de Nord - Aeroportul Otopeni) și M7 (Colentina - Rahova) [6]. Cu excepția magistralei M7, toate celelalte proiecte au fost deja începute și se află la sfârșitul anului 2020 în diverse stadii de implementare. În paralel, sunt derulate proiecte de modernizare a infrastructurii și instalațiilor existente pentru a îmbunătăți performanța rețelei.



Fig. 2. Harta Metroului din București [5]

3. Coeficientul Gini

Coeficientul Gini a fost dezvoltat de către statisticianul și sociologul italian Corrado Gini pentru a măsura

gradul concentrării (inegalitatea) variabilei în distribuția elementelor sale. El compară curba Lorenz (Figura 3) a distribuției empirice considerate, cu linia egalității perfecte [7, 8]. Această linie presupune că fiecare element are aceeași contribuție la însumarea totală a valorilor variabilei. Coeficientul Gini variază între 0, în cazul în care nu există nici o concentrare (egalitate perfectă), și 1 în cazul în care există o concentrație totală (inegalitatea perfectă).

Curba Lorenz este o reprezentare grafică a proporționalității distribuției (procentajul cumulat al valorilor). Pentru a construi curba Lorenz, toate elementele distribuției trebuie să fie ordonate de la cel mai important la cel mai puțin important. Apoi, fiecare element este împărțit armonizat la procentajul său cumulat al lui X sau Y , X fiind procentajul cumulat al elementelor și Y procentajul cumulat al importanței. De exemplu, din afara distribuției de 10 elemente (N), primul element va reprezenta 10% din X și indiferent de procentajul din Y (acest procentaj trebuie să fie cât mai mare din distribuție). Al doilea element va reprezenta cumulat 20% din X (10% ai săi plus 10% de la primul element) și procentajul său din Y plus procentajul din Y al primului element.

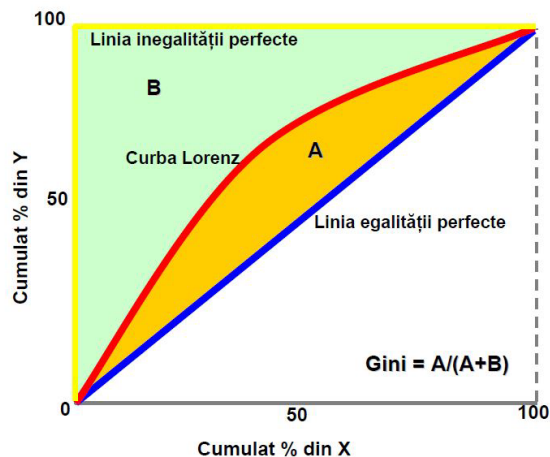


Fig. 3. Curba Lorenz

Curba Lorenz este comparată cu linia egalității perfecte, care este o relație liniară și structurează o distribuție unde fiecare element are o valoare egală cu părțile sale din X și Y . De exemplu, într-o distribuție de 10 elemente, dacă există o egalitate perfectă, al 5-lea element va avea un procentaj cumulativ de 50% din X și Y . Linia egalității perfecte formează un unghi de 45 de grade cu panta lui $100/N$. Linia egalității perfecte reprezintă o distribuție unde un element are procentajul cumulat total, în timp ce celelalte nu au nici unul.

Coeficientul Gini este definit, grafic, ca fiind raportul dintre două suprafețe cuprinzând însumarea între toate abaterile între curba Lorenz și linia egalității perfecte (A) împărțită la diferența între linia egalității perfecte și linia inegalității perfecte ($A+B$).

4. Analiza concentrării traficului de pasageri

Pentru a ilustra funcționalitatea coeficientului Gini, s-a examinat gradul concentrației traficului de pasageri a metroului din București, pe diferite magistrale și stații, de-a lungul unei perioade îndelungate de timp (Figura 4), rezultând următoarele grafice și tabele.

4.1. Indicele de diferență (ID)

Însumarea abaterilor verticale între curba Lorenz și linia egalității perfecte, este de asemenea cunoscută ca însumarea diferențelor Lorenz. Cel mai apropiat ID este 1 (sau 100% în loc de fracții), cel mai diferit al distribuției este la linia egalității perfecte.

$$ID = 0,5 \sum_{i=1}^N |X_i - Y_i| \quad (1)$$

unde: X și Y - procente (sau fracțiile) numărului total de elemente și respectiv valorile lor (cel mai frecvent fiind traficul); N - numărul elementelor (observațiilor).

Piața Unirii 1 cu un trafic de 10.481.259 pasageri pentru 0,0476 sau (4,76%; X) din toate terminalele sau 0,137 (13,7% ; Y) din tot traficul.

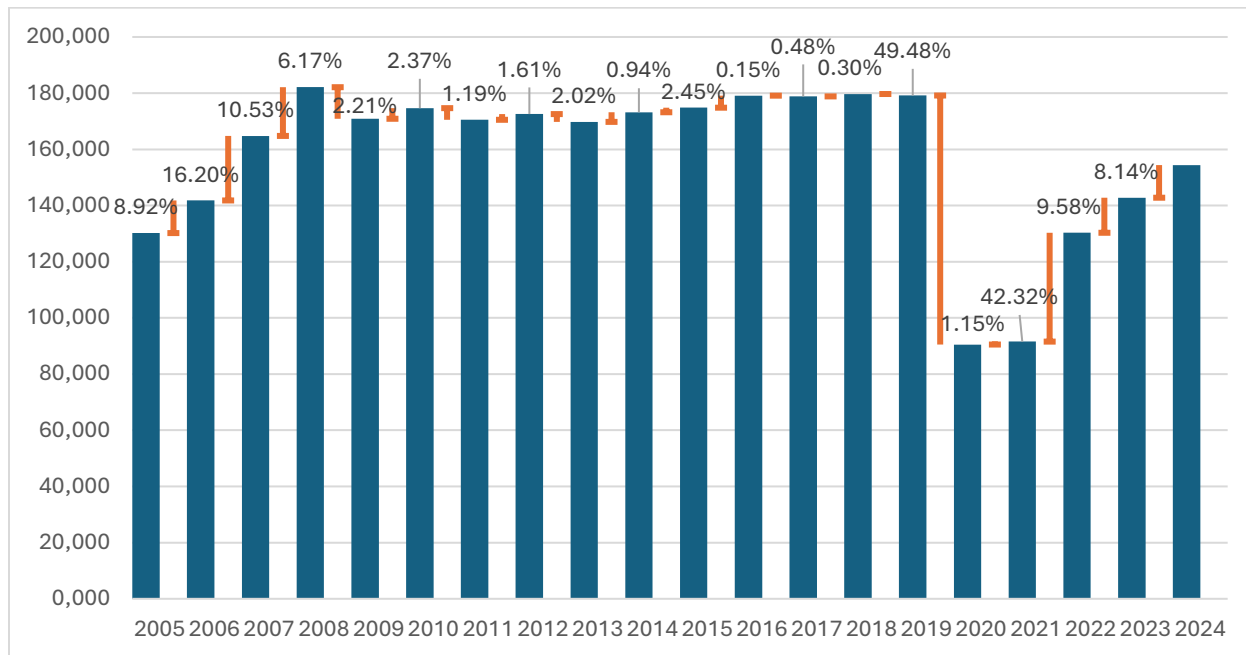


Fig. 4. Grafic călători, perioada 2005-2024.

Indicele de diferență al acestei distribuții este 0,193 ($0,387 \times 0,5$) (Tabelul 1, Figura 5), și indică nivelul mediu al concentrației.

Tabelul 1. Calcularea coeficientului Gini

Stații	Trafic	X	Y	$ X-Y $	σX	σY	$\sigma X_{i-1} - \sigma X_i$ (B)	$\sigma Y_{i-1} + \sigma Y_i$ (A)	$A \times B$
Piața Unirii 1	10,481,259	0.0476	0.137	0.089	0.0476	0.137	0.0476	0.137	0.007
Obor	6,116,815	0.0476	0.080	0.032	0.0952	0.217	0.0476	0.354	0.017
Piața Victoriei 2	5,860,749	0.0476	0.077	0.029	0.1429	0.294	0.0476	0.510	0.024
Crângași	5,621,475	0.0476	0.073	0.026	0.1905	0.367	0.0476	0.661	0.031
Gara de Nord	4,331,078	0.0476	0.057	0.009	0.2381	0.424	0.0476	0.791	0.038
Dristor 2	3,968,085	0.0476	0.052	0.004	0.2857	0.475	0.0476	0.899	0.043
Ștefan cel Mare	3,912,739	0.0476	0.051	0.004	0.3333	0.527	0.0476	1.002	0.048
Piața Iancului	3,501,172	0.0476	0.046	0.002	0.3810	0.572	0.0476	1.099	0.052
Timpuri Noi	3,372,543	0.0476	0.044	0.004	0.4286	0.616	0.0476	1.189	0.057
Nicolae Grigorescu	3,230,786	0.0476	0.042	0.005	0.4762	0.659	0.0476	1.275	0.061
Titan	3,217,328	0.0476	0.042	0.006	0.5238	0.701	0.0476	1.359	0.065
Eroilor	3,151,677	0.0476	0.041	0.006	0.5714	0.742	0.0476	1.443	0.069
Piața Muncii	3,057,634	0.0476	0.040	0.008	0.6190	0.782	0.0476	1.524	0.073
Grozăvești	3,020,375	0.0476	0.039	0.008	0.6667	0.821	0.0476	1.603	0.076
Costin Georgian	2,715,071	0.0476	0.035	0.012	0.7143	0.857	0.0476	1.678	0.080
Republica	2,330,836	0.0476	0.030	0.017	0.7619	0.887	0.0476	1.744	0.083
Izvor	2,303,562	0.0476	0.030	0.018	0.8095	0.917	0.0476	1.805	0.086
Basarab	2,094,814	0.0476	0.027	0.020	0.8571	0.945	0.0476	1.862	0.089

Stații	Trafic	X	Y	$ X-Y $	σX	σY	$\sigma X_{i-1} - \sigma X_i$ (B)	$\sigma Y_{i-1} + \sigma Y_i$ (A)	$A \times B$
Petrache Poenaru	1,801,330	0.0476	0.024	0.024	0.9048	0.968	0.0476	1.913	0.091
Mihai Bravu	1,761,814	0.0476	0.023	0.025	0.9524	0.991	0.0476	1.960	0.093
Pantelimon	663,857	0.0476	0.009	0.039	1.0000	1.000	0.0476	1.991	0.095
Total M1	76,515,000	1.000	1.000	0.387	—	—	—	—	1.276

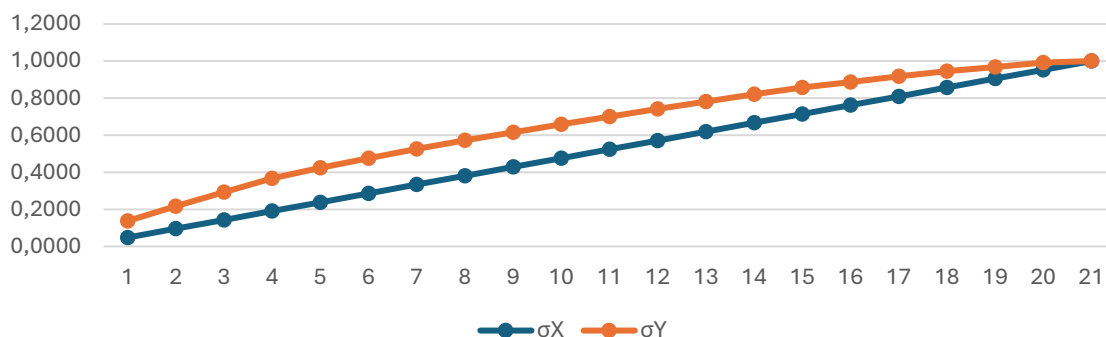


Fig. 5. Reprezentarea grafică a tabelului 1.

4.2. Coeficientul Gini

Coeficientul Gini reprezintă suprafața concentrației dintre curba Lorenz și linia perfecte egalități și se prezintă ca o proporție a suprafeței cuprinse în triunghiul definit de linia perfecte egalități și linia perfecte inegalități. Cel mai apropiat este 1, cea mai inegală distribuție este:

$$G = 1 - \sum_{i=0}^N (\sigma Y_{i-1} + \sigma Y_i) \cdot (\sigma X_{i-1} - \sigma X_i) \quad (2)$$

unde: σX și σY - procentaje cumulative ale X_s și Y_s (în fracții); N - numărul elementelor (observațiilor).

Datele din Tabelul 1 demonstrează calcularea coeficientului Gini.

Coeficientul Gini pentru această distribuție este 0,276 (|1-1,276|).

Pentru prima magistrală a metroului din București, indicele de diferență este 0,193, iar coeficientul Gini este 0,276, puțin mai mare decât curba Lorenz, explicat prin faptul că magistrala formează o „centură” ce înconjoară centrul orașului, accesând multiple stații importante, precum: Piața Unirii, Piața Victoriei, Dristor, Obor, Grozăvești, Eroilor.

Tabelul 2. Calcularea coeficientului Gini pentru cele patru magistrale ale metroului în anul 2019.

Magistrale 2019	Trafic (mii călători)	X	Y	$ X-Y $	σX	σY	$\sigma X_{i-1} - \sigma X_i$ (B)	$\sigma Y_{i-1} + \sigma Y_i$ (A)	$A \times B$
Magistrala 1	76,515	0.25	0.427053	0.177053	0.25	0.427053	0.25	0.427053	0.106763
Magistrala 2	69,530	0.25	0.388067	0.138067	0.5	0.81512	0.25	1.242172	0.310543
Magistrala 3	26,949	0.25	0.15041	0.09959	0.75	0.96553	0.25	1.78065	0.445162
Magistrala 4	6,176	0.25	0.03447	0.21553	1	1	0.25	1.96553	0.491382
Total	179,170	1	1	0.630239	—	—	—	—	1.353851

Pentru anul 2019, indicele de diferență este 0,315, iar coeficientul Gini este 0,353.

În figura 6 se arată numărul de călători transportați pe cele 5 magistrale în perioada 2018-2023 [9], iar în tabelul 3 au fost introduse valorile rezultate în urma calculării indicelui de diferență și a coeficientului Gini în perioada 2018-2023.

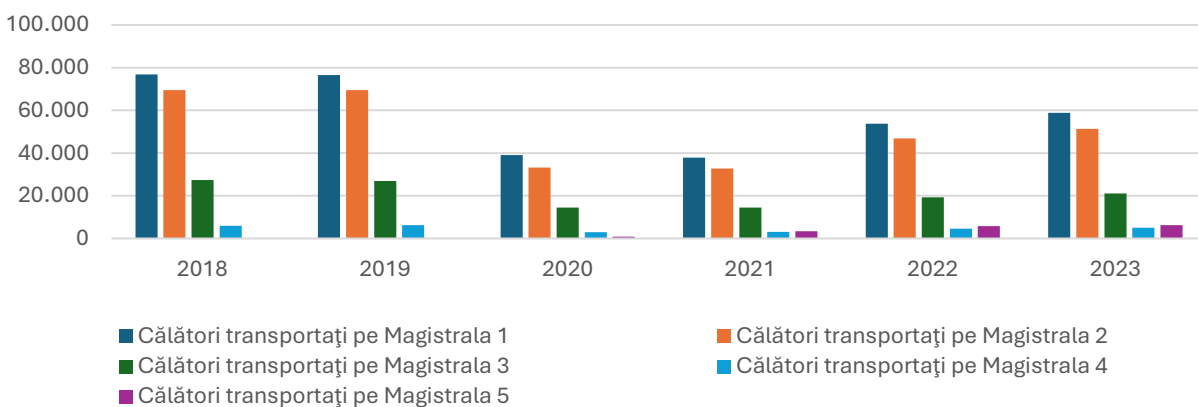


Fig. 6. Grafic călători pe magistrale, perioada 2018-2023.

Tabelul 3. Valorile indicelui de diferență și coeficientului Gini, perioada 2018-2023.

An	Indicele de diferență $ X-Y $	Coeficientul Gini $A \times B$
2018	0.314187854	0.354205272
2019	0.315119719	0.353851091
2020	0.398559403	0.472237566
2021	0.371876365	0.43126256
2022	0.372301694	0.424352284
2023	0.372304826	0.424355841

5. Concluzii

Aplicând metoda coeficientului Gini, pot fi tratate următoarele tipuri de probleme:

- folosind informațiile de trafic, se calculează indicele de diferență ID și coeficientul Gini G în toată zona cercetată;
- se marchează curba Lorenz pentru ambele distribuții;
- folosind indicele de diferență ID și coeficientul Gini G , se trag concluzii asupra nivelului concentrației de trafic;
- se analizează comparativ diferențele (sau asemănările) concentrației de trafic în ambele situații;
- această metodă de analiză poate fi dezvoltată să includă și evaluarea mai multor ani, a unui număr mare terminale și/sau regiuni de interes.

6. Bibliografie

- [1]. <https://click.ro/actualitate/fapt-divers/cea-mai-adanca-statie-de-metrou-din-lume-2362463.html>
- [2]. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Metrou>
- [3]. https://ro.wikipedia.org/wiki/CAF_BM3
- [4]. https://ro.wikipedia.org/wiki/Metroul_din_Bucure%C8%99ti
- [5]. https://ro.m.wikipedia.org/wiki/Fi%C8%99ier:Metro_Bucure%C8%99ti.svg
- [6]. Strategia Națională pentru Dezvoltare Durabilă a României Orizonturi 2013-2020-2030
- [7]. Rodrigue, J.P., *The Geography of Transport Systems SIXTH EDITION*, Editura Routledge, New York, 2024
- [8]. http://en.wikipedia.org/wiki/Gini_coefficient
- [9]. Rapoarte de activitate Metrorex 2020-2023

CERCETĂRI PRIVIND MODERNIZAREA PROIECTĂRII LUCRĂRIILOR HIDROTEHNICE UTILIZÂND PROIECTAREA ASISTATĂ

Autori: Maria DRAGOMIR ¹
georgianad661@gmail.com

Coordonator: Asist.univ.dr.ing. Daniel Cosmin VITAN ²

¹ *Universitatea din Petroșani, I.M.E, specializarea: Transport public, anul I;*

² *Universitatea din Petroșani, I.M.E, Departamentul: I.M.I.T.*

Rezumat

Lucrările hidrotehnice se deosebesc de celelalte construcții ingineresti prin faptul că sunt supuse acțiunii apei. În natura apa, are o acțiune mecanică, fizico-chimică și una biologică. Acțiunea mecanică se exercită sub formă de presiune hidrostatică și presiune dinamică. Presiunea hidrostatică este solicitarea principală care determină, în general, forma și dimensiunile construcției hidrotehnice.

În principal, presiunea dinamică este exercitată de apa în mișcare asupra elementelor cu care se găsește în contact. Lucrarea de fata, tratează dimensionarea segmentelor de conducta, centrarea la îmbinarea a acestora si simularea în condiții cât mai apropiate de realitate, a conductei de apa, cu ajutorul analizei cu element finit, dar și cu soft specializat de simulare.

După analiza, verificarea și fabricarea segmente-lor de conductă, acestea trebuie transportate și montate pe planul înclinat. Soluția constructivă a saniei de transport pentru conductele transportate pe planul înclinat este și ea verificată la solicitări cu ajutorul softului Solid Work, pentru a putea fi utilizata în condiții de siguranță.

Cuvinte cheie

Construcții hidrotehnice, conductă metalică, construcție subterană, modelare 3D, analiză 3D.

1. Introducere

Odată cu progresul științei și tehnicii, și aria cunoștințelor teoretice și practice s-a mărit. În acest fel numărul nerealizărilor produse din ignoranță și din lipsă de experiență s-a redus continuu. Dacă în realizarea lucrărilor s-au făcut realizări importante, încă nu se poate afirma că nu există lacune în calitatea acestora.

Lucrările hidrotehnice sunt lucrări de anvergură. Ele exercită o influență deosebit de însemnată asupra zonelor învecinate, atât în ce privește dezvoltarea lor în general, cât și sub aspect ecologic. Ele au roluri și importanțe deosebite ca pondere, astfel că avarierea sau chiar distrugerea lor, poate să aibă, de asemenea, consecințe diferite.

Consecințele pot fi de la foarte reduse sau nesemnificative până la adevărate catastrofe, cum este cazul barajelor ce realizează acumulări importante. Organizarea defectuoasă a proiectării, colaborarea deficitară între diferitele compartimente ale proiectării și folosirea incompletă a materialului documentar existent sunt aspecte ce influențează negativ calitatea lucrărilor.

Calitatea execuției lucrărilor hidrotehnice este influențată de o multitudine de factori. Factorii negativi se manifestă prin folosirea de materiale și utilaje necorespunzătoare și prin angajarea și folosirea unui personal incompetent, lipsit de experiență. Factori negativi sunt și nerespectarea graficelor de execuție privind construcția și regimul solicitărilor și nerespectarea prevederilor și tehnologiilor indicate în proiecte și caiete de sarcini.

2. Calitatea lucrărilor hidrotehnice

Dimensiunile și formele lucrărilor hidrotehnice sunt strâns legate de condițiile naturale ale amplasamentului: topografice, geologice și hidrologice. În general, aceste condiții nu se repetă la o altă lucrare, deoarece fiecare lucrare hidro-tehnică are un caracter de original. Chiar proiectarea și execuția acestor lucrări nu se fac după șablon, ci ținând seama de condițiile specifice locale ale fiecărui am-plasament.

În ultimii ani, lumea CAD/CAM/CAE a fost zdruncinată de schimbări majore - toate în direcția creșterii eficienței activității de proiectare. O serie de sintagme noi apar în domeniul proiectării asistate de calculator: sistem integrat, inginerie concurențială sau inginerie în serie, având scopul de a defini concepte cu totul noi, și obiective de îmbunătățire a activității de proiectare.

Rezultatul final este că un produs poate fi proiectat, testat și experimentat într-un timp scurt, cu eforturi financiare reduse, dar cu rezultate de calitate superioară. De asemenea, îmbunătățește vizibil productivitatea proiectării prin intermediul unor medii speciale pentru construcții din tabla, suduri și țevi.

Cu ajutorul proiectării asistate de calculator s-a trecut la rezolvarea a două probleme de bază ale execuției lucrărilor hidrotehnice. Prima se referă la stabilirea dimensiunilor optime ale conductelor forțate. A doua problemă privește modernizarea tehnologiei de execuție a lucrărilor hidrotehnice prin proiectarea dispozitivelor de creștere a productivității și reducere a costurilor de execuție.[1],[6]

3. Dimensiunile optime ale conductelor

Pe baza relațiilor de calcul a fost întocmit în MathCAD un program pentru stabilirea dimensiunilor optime ale

conductelor forțate.

În prima fază s-au determinat puterile hidraulice disponibile ale amenajării hidroelectrice pentru debite instalate între 2 și 140 m³/s și căderi brute între 50 și 300 m. Căderea brută se consideră diferența de nivel între castelul de echilibru și lacul de deversare sau nivelul galeriei de fugă de la turbină.

Puterile hidraulice sunt obținute pentru o viteză de curgere a apei prin conductă de 5 m/s în regim laminar. Unghiul de înclinare a conductei forțate față de orizontală este de 32 grade. Pe traseu există două coturi și a două vane fluturi. Pentru a vedea influența vitezei de curgere asupra pierderilor hidraulice din conductă s-au realizat aceleași grafice pentru o viteză de curgere de 2,5 m/s.

Aceste grafice permit determinarea rapidă a puterii hidraulice la nivelul turbinei și a pierderilor hidraulice totale pe conducta forțată. Aceste mărimi sunt calculate în funcție de debitul instalat și căderea brută a amenajării hidroelectrice, care crește în trepte din 50 în 50 m. Pentru căderi brute intermediare se poate aplica regula de trei simplă. Se observă că pentru debite instalate sub 10 m³/s pierderile de putere hidraulică pe conductă sunt foarte mari. Acestea sunt de peste 20% și ajung la 80% pentru un debit de 2 m³/s, indiferent de mărimea căderii amenajării hidroelectrice.

Rezultă că pentru debite mai mici de 20 m³/s se impune reducerea vitezei de curgere prin creșterea diametrului conductei. Prin reducerea vitezei de curgere de la 5 la 2,5 m/s, se reduc pierderile hidraulice, ajungând sub 20%, chiar la debitul de 2 m³/s. Acest lucru s-a realizat prin creșterea diametrului interior al conductei de la 0,7 m la 1,0 m. În acest caz, datele arată că amenajarea hidroelectrică este eficientă. [2]

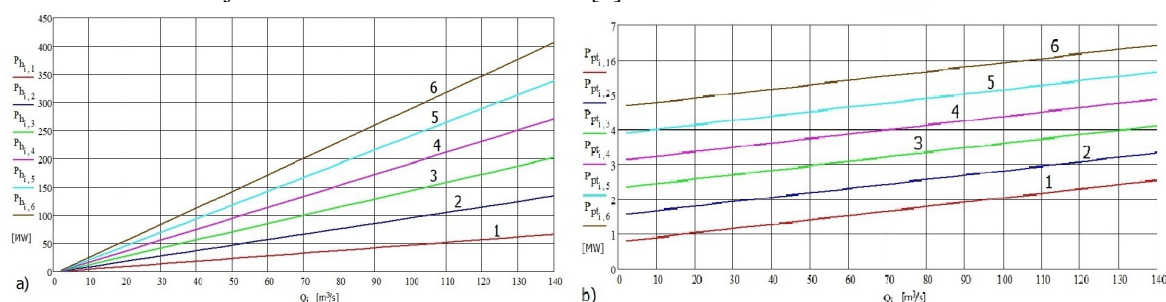


Fig. 1. Modul de variație al puterii. a – puterea hidraulică; b – pierderile hidraulice totale
 1 – cădere brută de 50 m; 2 – cădere brută de 100 m; 3 – cădere brută de 150 m; 4 – cădere brută de 200 m;
 5 – cădere brută de 250 m; 6 – cădere brută de 300 m.

4. Centrarea și transportul pe plan înclinat a tronsonului de conductă

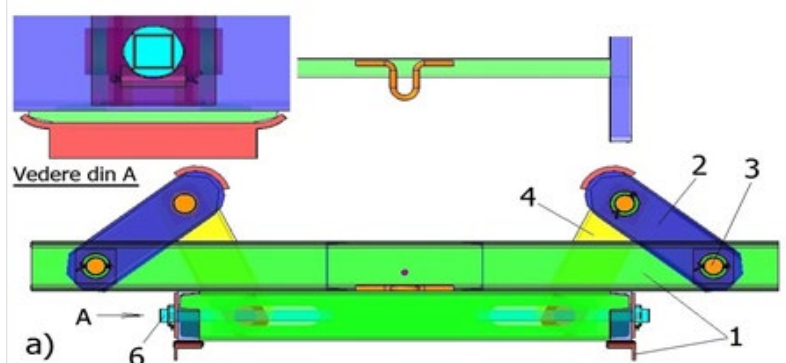
Tehnologiile de execuție a conductelor forțate au demonstrat că o problemă importantă pe șantier o reprezintă transportul pe plan înclinat și centrarea tronșoanelor de conductă. Pentru rezolvarea acesteia s-a utilizat soft-ul Solid Edge pentru modelarea 3D și proiectarea saniei de transport și centrare a tronșonului de conductă.

Rama saniei este realizată din profiluri laminate U20, având două lonjeroane de 6.500 mm și patru traverse de rigidizare. Traversele centrale sunt alcătuite din două profiluri U20 întărite la interior cu câte o tablă de 12 mm. Între traversă și tabla de întărire sunt executate două decupări ce permit glisarea bolțului Ø80.

La partea inferioară rama este prevăzută cu patru patine ce permit glisarea acesteia pe șinele de cale ferată. La partea superioară se găsesc două traverse din profiluri U20, care sunt centrate după traversele centrale ale ramei. Acestea au rolul de a fixa și susține brațul de susținere prin bolțul Ø70. Țevile G3" de la capăt permit prinderea cu cablu a tronșonului de conductă. Pe traversele de capăt ale ramei, la partea superioară se găsesc asamblate prin sudură două urechi pentru tractarea saniei.

Pentru dimensionarea și verificarea saniei de transport și centrare s-a modelat 3D tronșonul de conductă Ø2550×25 cu lungimea de 6 m. Pe tronșon s-a poziționat suportul de susținere la un metru de capătul tronșonului figura 3. Cu ajutorul soft-ului Solid Edge s-a determinat masa și poziția centrului de greutate ale acestui ansamblu. Masa este de 10.793 kg, iar centrul de masă la 2.770,6 mm de capăt și 34,6 mm sub axa tronșonului (punct verde).

În figura 2 este prezentat modelul 3D al soluției constructiv al saniei.[4],[6]



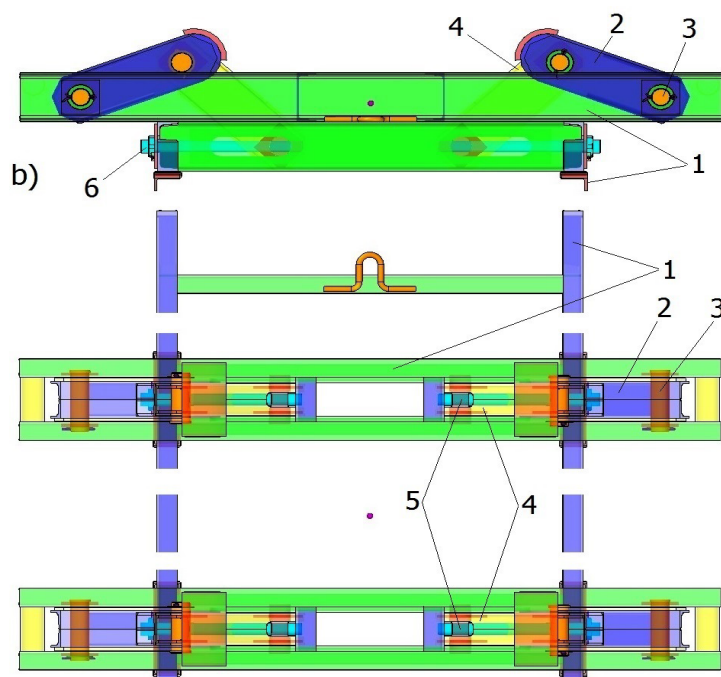


Fig. 2. Soluția constructivă a saniei de transport și centrare a tronsonului de conductă; a – brațele de susținere ridicate la maxim. b – brațele de susținere coborâte la minim; 1 – rama saniei; 2 – braț de susținere; 3 – bolț Ø60; 4 – braț de ridicare; 5 – bolț Ø80; 6 – tijă filetată M48

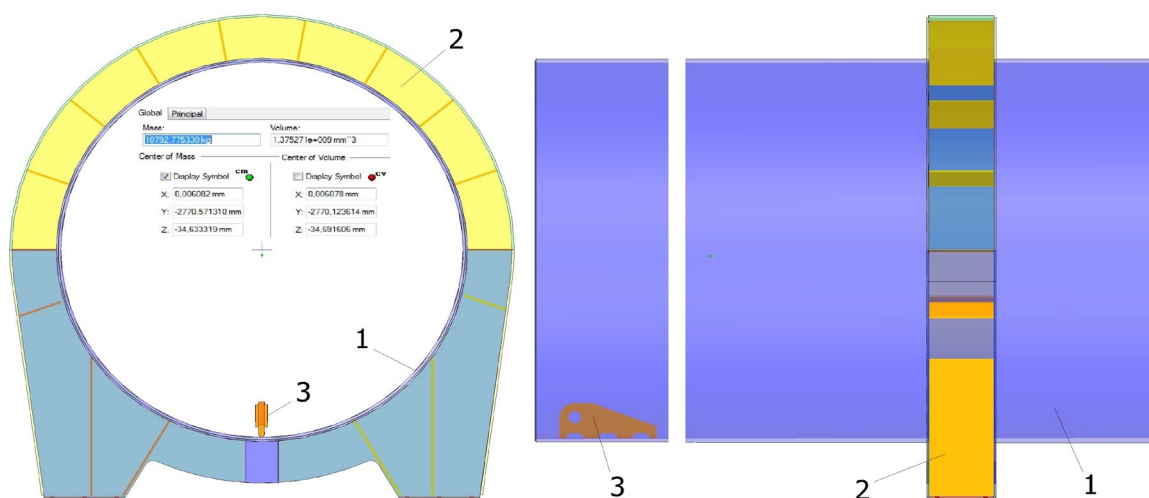


Fig. 3. Modelul 3D al tronsonului de conductă cu suportul de susținere a acestuia
1 - tronsonul conductei de Ø2550×25 mm și lungimea de 6 m; 2 - construcția metalică a suportului tronsonului; 3 - ureche de tractare.

În figura 4 este prezentată soluția constructivă a tijei filetate M48.

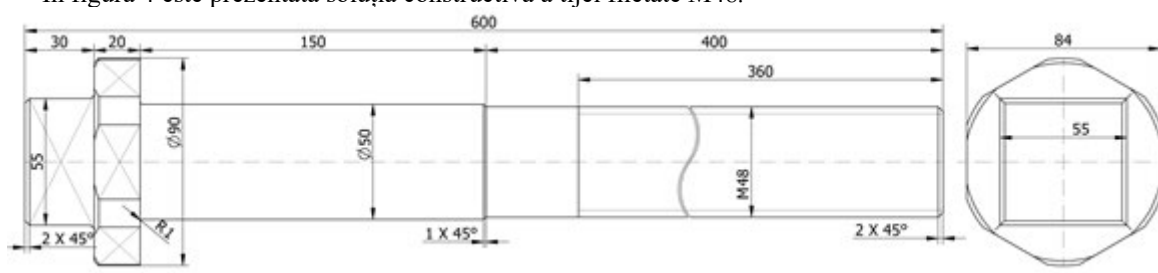


Fig.4 Tijă filetată M48

Pentru a realiza momentul maxim de strângere, la un braț al forței de 0,3 m este necesară o forță de maxim de 40 daN. Aceasta apare la poziția minimă a brațului de susținere. Valoarea coeficienților de siguranță este mai mare de 3, cât este prevăzut în prescripția tehnică PTR 16 - 2003 privind instalațiile de transport pe plan înclinat.

Bolțul Ø80×200 ce realizează acționarea brațului de ridicare s-a verificat la încovoiere. Rezultă o tensiune de

85,09 N/mm² și un coeficient de siguranță 3,17 pentru oțelul OL 50 STAS 500/2-80 (limita de curgere $\sigma_c = 270$ N/mm²).

În figura 5 este prezentată analiza cu element finit a bolțului, tensiunea maximă fiind de 52,79 N/mm², iar deformația maximă de 0,007 mm. Acest lucru se datorează concentrării forței de tractare de 40.720 N în axa găurii filetate. În plus, mărimea elementului de discretizare de 5 mm este prea mare. [3]

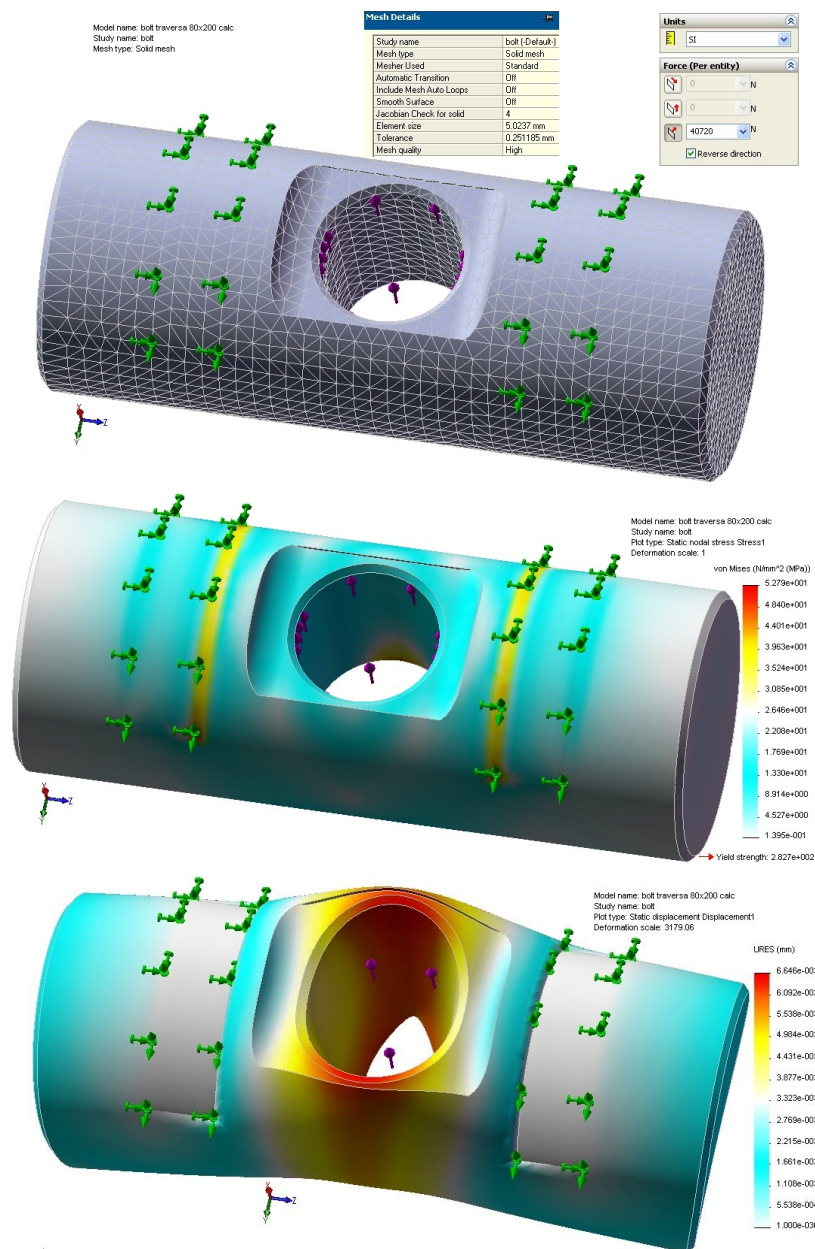


Fig.5 Analiza cu element finit a bolțului Ø80×200; a – discretizarea și modul de solicitare a bolțului; b – tensiunea echivalentă; c – deformația bolțului

5. Concluzii

Prima problemă rezolvată în acest studiu este aceea a stabilirii dimensiunilor optime ale conductelor forțate. Pentru rezolvarea problemei s-a întocmit un program în MathCAD care permite determinarea dimensiunii interioare optime a conductei forțate pe baza puterii hidraulice disponibile a unei amenajări hidroelectrice.

Programul permite evidențierea puterii hidraulice în funcție de debitul instalat și căderea brută, pentru diferite viteze de curgere a apei.

Diametrul interior al conductei este determinat de asemenea în funcție de debit și cădere, luând în considerare inclusiv aspectul economic al investiției avu-te la dispoziție. Grosimea calculată a peretelui conductei, coroborată cu diametrul interior permite determinarea caracteristicilor geometrice și de rezistență, ce asigură verificarea rezistenței sudurilor conductei.

Tehnologia de montaj stabilește: lungimea tronsoanelor de conductă în funcție de masă, gabarit și spațiu de manevră; dispozitivele și utilajele necesare transportului și manevrării tronsoanelor de conductă; tehnologia de asamblare prin sudare cap la cap a tronsoanelor de conductă.

Programul de calcul poate fi utilizat pentru cazuri concrete ale amenajărilor pe un traseu de conductă stabilit, sau pentru amenajarea de microhidrocentrale cu debite instalate sub 10m³/s.

A doua problemă importantă rezolvată în această lucrare, se referă la conceperea și proiectarea saniei pentru transport pe plan înclinat și centrarea tronsonului de conductă. Sunt precizate elementele constructiv funcționale ale saniei, inclusiv verificarea rezistenței acesteia.

Bibliografie:

1. Băla, M., ș.a., (1981), *Construcții hidrotehnice subterane, calcul și execuție, vol. 1 și 2*, Editura Tehnică, București.
2. Cogălniceanu, A., (1986), *Bazele tehnice și economice ale hidroenergeticii*, Ed. Tehnică, București.
3. Radeș. M., (2006), *Analiza cu element finit*, editura Tehnica, Bucuresti.
4. Priscu, R.,(1982), *Construcții hidrotehnice, Vol. I, Vol. II, Editura Didactică și Pedagogică, București*.
5. Prelushek, E.,(1996), *Tehnologia lucrărilor de construcții hidrotehnice, vol.3*, Universitatea Politehnica Timișoara, Facultatea de Hidrotehnică.
6. Stemațiu, D., (2008), *Amenajări hidroenergetice*, Editura Conspress, București.
7. * * *, *Solid Edge Software v.19. Academic license ADA Computers București*.
8. * * *, *MathCAD 14. Academic license ADA Computer București*.