



DEVELOPING A PROGRAM TO CALCULATE THE SPEED AND THE OPERATION TIME OF A TRAIN ON VIETNAM RAILWAYS

Do Duc Tuan*, Nguyen Duc Toan

University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 09/03/2021

Revised: 26/06/2021

Accepted: 10/07/2021

Published online: 15/10/2021

<https://doi.org/10.47869/tcsj.72.8.1>

* *Corresponding author*

Email: ddtuan@utc.edu.vn; Tel: +84913905814

Abstract: In calculating the train traction, after solving problems of determining and testing the mass of trains, building charts of resultant force units, and calculating the train brake, the final problem is calculating the speed and operating time of trains on sections or routes. Because of the diversity of train types, the calculation volume is quite massive, takes a lot of time when using traditional methods. Therefore, based on the known theory, a computer program for calculating the speed and operating time of trains applied to the Vietnamese railway industry has been developed by the Java programming language. The program has functions of drawing $V = f(S)$, $t = f(S)$ charts in run-out, traction, and braking operating modes for all types of trains on any sections or routes. The program also allows computing quickly, flexibly, and conveniently with various train formation options.

Keywords: calculation program, operating speed, operating time, operating chart, Vietnam Railways.



XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN TỐC ĐỘ VÀ THỜI GIAN VẬN HÀNH CỦA ĐOÀN TÀU TRÊN ĐƯỜNG SẮT VIỆT NAM

Đỗ Đức Tuấn*, Nguyễn Đức Toàn

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 09/03/2021

Ngày nhận bài sửa: 26/06/2021

Ngày chấp nhận đăng: 10/07/2021

Ngày xuất bản Online: 15/10/2021

<https://doi.org/10.47869/tcsj.72.8.1>

* Tác giả liên hệ

Email: ddtuan@utc.edu.vn; Tel: +84913905814

Tóm tắt: Trong quá trình tính toán sức kéo đoàn tàu đường sắt, sau khi giải quyết các bài toán về xác định và kiểm nghiệm khối lượng đoàn tàu, xây dựng biểu đồ hợp lực đơn vị và tính toán hãm đoàn tàu, bài toán cuối cùng đặt ra là tính toán vận tốc và thời gian vận hành của đoàn tàu trên khu gian hoặc tuyến đường. Do tính đa dạng của các loại đoàn tàu, nên khối lượng tính toán là khá lớn, chiếm nhiều thời gian nếu tiến hành bằng phương thức thủ công truyền thống. Vì vậy, trên cơ sở lý thuyết đã biết, bằng ngôn ngữ lập trình Java đã tiến hành xây dựng chương trình tính toán vận tốc và thời gian vận hành của đoàn tàu áp dụng cho ngành đường sắt Việt Nam. Chương trình có chức năng vẽ các biểu đồ $V = f(S)$ và $t = f(S)$ ở các chế độ vận hành chạy đà, kéo và hãm cho các loại đoàn tàu trên bất kỳ khu gian hoặc tuyến đường nào. Chương trình cũng cho phép tăng nhanh tốc độ, đảm bảo tính linh hoạt và thuận tiện trong quá trình tính toán với các phương án lập tàu khác nhau.

Từ khóa: chương trình tính toán, tốc độ vận hành, thời gian vận hành, biểu đồ vận hành, đường sắt Việt Nam.

© 2021 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một trong những nội dung của bài toán tính toán sức kéo đoàn tàu đường sắt, đó là tính toán tốc độ, thời gian và biểu đồ vận hành của đoàn tàu trên khu gian hoặc tuyến đường. Trên thực tế, các đoàn tàu khách và tàu hàng có thành phần rất đa dạng, cấu thành từ nhiều loại toa xe

khác nhau và được kéo bởi các loại đầu máy khác nhau. Việc tiến hành tính toán theo các nội dung nói trên cho các loại đoàn tàu khác nhau là công việc có khối lượng lớn, chiếm nhiều thời gian nếu tiến hành bằng phương thức thủ công truyền thống. Để rút ngắn thời gian, đảm bảo tính linh hoạt và thuận tiện trong quá trình tính toán với các phương án lập tàu khác nhau, cần xây dựng một chương trình tính toán tổng hợp nhằm đáp ứng được các yêu cầu đã đặt ra. Chương trình cho phép quy đổi mặt cắt dọc của tuyến đường, xác định một cách định lượng tốc độ kỹ thuật, thời gian chạy và các biểu đồ tốc độ vận hành $V = f(S)$, biểu đồ thời gian vận hành $t = f(S)$ đối với các đoàn tàu bất kỳ trên các khu gian hoặc tuyến đường bất kỳ nào đó kể cả trên trắc dọc thực tế cũng như trên trắc dọc đã được quy đổi.

2. CƠ SỞ TÍNH TOÁN TỐC ĐỘ VÀ THỜI GIAN VẬN HÀNH CỦA ĐOÀN TÀU

2.1. Quy đổi (nắn thẳng) trắc dọc tuyến đường

Khi tính toán tốc độ và thời gian vận hành của đoàn tàu và vẽ đồ thị tốc độ đoàn tàu $V = f(S)$ và thời gian vận hành trên khu gian $t = f(S)$, cần quy đổi (nắn thẳng) trắc dọc đường.

Phương pháp quy đổi (nắn thẳng) là dùng một đường dốc tương đương thay cho một số đoạn dốc thực tế, liền nhau, có độ dốc xấp xỉ nhau. Chiều dài đoạn dốc quy đổi bằng tổng chiều dài các đoạn dốc được thay thế. Độ dốc i_d của đoạn dốc quy đổi bằng hiệu độ cao giữa điểm cao nhất và điểm thấp nhất của các đoạn dốc chia cho chiều dài S_d của đoạn dốc quy đổi. Chỉ được phép quy đổi các đoạn dốc gần nhau có độ dốc cùng dấu và trị số gần bằng nhau. Không được quy đổi trắc dọc các đoạn đường ở trong ga vì đoàn tàu có thể dừng ở ga.

Nếu ở giữa 2 đoạn dốc tương đối dài có 1 đoạn dốc ngắn (ngắn hơn chiều dài đoàn tàu) nhưng có độ dốc khác biệt so với độ dốc của 2 đoạn dốc 2 bên, thì đoạn dốc này phải quy đổi cùng với đoạn dốc dài bên cạnh nào có độ dốc gần với nó hơn. Sau khi quy đổi, đoạn dốc đã quy đổi này phải dài hơn chiều dài đoàn tàu.

2.1.2. Quy đổi độ dốc

Độ dốc của đoạn đường sau khi đã quy đổi xong được tính như sau [1- 6]:

$$i_d = \frac{H_2 - H_1}{S_d} 1000, \% \quad (1)$$

hay:

$$i_d = \frac{\sum_{i=1}^n i_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = \frac{\sum_{i=1}^n i_i S_i}{S_d}, \% \quad (2)$$

trong đó:

H_1 và H_2 - chiều cao của điểm đầu và điểm cuối của đoạn dốc quy đổi, m;

$S_d = \sum_{i=1}^n S_i$ - chiều dài đoạn dốc quy đổi, m; S_i - chiều dài đoạn dốc thực tế thứ i , m; i_i - độ dốc thực tế trên chiều dài đoạn dốc S_i , %.

Trắc dọc sau khi quy đổi thay cho trắc dọc thực tế để tính tốc độ đoàn tàu tất nhiên có sai số, nhưng chỉ cần độ dốc quy đổi i_d không chênh lệch lớn so với độ dốc thực tế, các đoạn dốc

cũng không quá lớn thì sai số sẽ không quá lớn. Để đảm bảo tính toán chính xác, trong tính toán sức kéo qui định: trong đoạn dốc quy đổi, mỗi đoạn dốc thực tế phải phù hợp với điều kiện sau thì mới có thể quy đổi.

Kiểm nghiệm độ dốc quy đổi

Mỗi một phần tử của trắc dọc có thể quy đổi được hay không, phải thỏa mãn điều kiện sau đây [1- 6]:

$$S_i \leq \frac{2000}{|i_d - i_i|} = \frac{2000}{\Delta_i}, \text{ m} \tag{3}$$

trong đó:

S_i - chiều dài một phần tử độ dốc bất kỳ trong đoạn dốc quy đổi, m; 2000 - hằng số kinh nghiệm.

$\Delta_i = |i_d - i_i|$ - trị số tuyệt đối hiệu đại số của độ dốc quy đổi với độ dốc thực tế bất kỳ trong đoạn dốc quy đổi, ‰. Điều này có nghĩa là hiệu số của giá trị công cơ học để thắng lực cản đơn vị do độ dốc của đoạn quy đổi và độ dốc của phần tử ban đầu trên chiều dài của phần tử đó không được lớn hơn 2.000 Jun trên 1 kN trọng lượng đoàn tàu [4].

Ngoài ra khi quy đổi còn cần chú ý: tuyến đường sắt ở nhà ga, đường dốc động năng, đường dốc hạn chế hoặc các đường dốc khác cần kiểm nghiệm khối lượng kéo, không được ghép cùng các đoạn dốc khác để quy đổi.

Sau khi quy đổi trắc dọc tuyến theo độ dốc, còn phải xét đến ảnh hưởng của đường cong, đường hầm và tính ra độ dốc quy đổi tổng hợp.

2.1.3. Quy đổi đường cong thành độ dốc

Việc quy đổi được thực hiện theo nguyên lý là: sức cản phụ gây ra bởi đường cong phải bằng sức cản phụ sinh ra bởi độ dốc quy đổi của đường cong. Sức cản phụ đường cong được tính theo công thức thực nghiệm [1- 6]:

$$\omega_r = \frac{C}{R}, \text{ N/kN} \tag{4}$$

trong đó:

C - hằng số thực nghiệm; R - bán kính đường cong, m.

Nếu chiều dài đoạn đường cong là S_r , thì công để khắc phục sức cản đơn vị do đường cong này sinh ra là [1- 6]:

$$A_r = \omega_r S_r, \text{ Jun} \tag{5}$$

Chia công này cho chiều dài của đoạn quy đổi S_d , trên đó có đường cong được quy đổi ta được giá trị lực cản trung bình đối với đoạn quy đổi. Lực này có thể thay thế bởi độ dốc giả định, mà ảnh hưởng của nó lên đoàn tàu tương đương với ảnh hưởng của đường cong

$$i_r = \frac{\omega_r S_r}{S_d} = \frac{C S_r}{R S_d}, \text{ ‰} \tag{6}$$

Nếu trên đoạn dốc quy đổi có nhiều đường cong thì

$$i_r = \sum_{j=1}^m \frac{C}{R_j} \frac{S_{r_j}}{S_d} = \frac{C}{S_d} \sum_{j=1}^m \frac{S_{r_j}}{R_j}, \% \quad (7)$$

trong đó:

S_{r_j} - chiều dài cung đường cong thứ j trên đoạn dốc quy đổi, m; R_j - bán kính đường cong thứ j trên đoạn dốc quy đổi, m; S_d - chiều dài đoạn dốc quy đổi, m; m - số lượng đoạn cong trên đoạn dốc quy đổi.

a. Đối với khổ đường 1.000 mm

Mô hình tổng quát quy đổi đường cong trong đoạn dốc quy đổi [1- 6]:

$$i_r = \frac{425}{S_d} \sum_{j=1}^m \frac{S_{r_j}}{R_j}, \% \quad (8)$$

trong đó:

C - hằng số thực nghiệm, $C = 425$.

Nếu đường cong góc ở tâm là α tạo bởi cung đường cong thì

$$i_r = \frac{7,5}{S_d} \sum_{j=1}^m \alpha_j, \% \quad (9)$$

trong đó:

α_j - góc ở tâm tạo bởi cung của đường cong thứ j , độ ($^{\circ}$).

b. Đối với khổ đường 1.435 mm [1- 6]:

$$i_r = \frac{700}{S_d} \sum_{j=1}^m \frac{S_{r_j}}{R_j}, \% \quad (10)$$

trong đó:

C - hằng số thực nghiệm, $C = 700$.

$$i_r = \frac{12,2}{S_d} \sum_{j=1}^m \alpha_j, \% \quad (11)$$

Độ dốc chung cho cả đoạn quy đổi độ dốc và đường cong là

$$i_{d,r} = i_d + i_r, \% \quad (12)$$

2.1.4. Quy đổi đường hầm thành độ dốc

Lực cản không khí đơn vị đường hầm trong đoạn dốc quy đổi cũng có thể chuyển đổi thành độ dốc quy đổi i_{dh} [4, 7]:

$$i_{dh} = \frac{\sum \omega_{dh} S_{dh}}{S_d}, \% \quad (13)$$

trong đó:

S_{dh} - chiều dài đoạn hầm trong đoạn dốc quy đổi, m; S_d - chiều dài đoạn dốc quy đổi, m; ω_{dh} - sức cản đơn vị không khí đường hầm, N/kN.

hay:
$$i_{dh} = \sum_{i=1}^k 0,00013L_{dh_i}, \% \quad (14)$$

trong đó:

L_{dh_i} - chiều dài hàm thứ i trong độ dốc quy đổi, m; V_{dh} - tốc độ của đoàn tàu trong hàm, km/h.

2.1.5. Độ dốc quy đổi tổng quát của đoạn dốc quy đổi

Mô hình quy đổi tổng quát trắc dọc tuyến đường:

$$i_{qd} = i_d + i_r + i_{dh}, \% \quad (15)$$

Khi tính độ dốc quy đổi i_{qd} cần phân biệt tính dốc lên và dốc xuống, vì trong công thức i_{qd} có liên quan đến hướng chuyển động của đoàn tàu. Người ta quy định, nếu dốc lên là dương và dốc xuống là âm.

2.2. Xây dựng đồ thị tốc độ $V = f(S)$ và thời gian vận hành $t = f(S)$

2.2.1. Quy định chung

Đồ thị tốc độ và đồ thị thời gian vận hành được vẽ dựa trên cơ sở biểu đồ hợp lực đơn vị (lực gia tốc và lực giảm tốc) theo trắc dọc đã quy đổi bằng phương pháp đồ thị hoặc bằng phương pháp giải tích. Giãn cách tốc độ được chọn theo quy ước, là trong khoảng giãn cách đó lực gia tốc (hoặc giảm tốc) giữ nguyên không đổi.

Đồ thị tốc độ cần lập theo 2 phương án: dừng đỗ và không dừng đỗ ở tất cả các điểm phân giới.

Để tận dụng tối đa động năng của đoàn tàu, tốc độ khi bắt đầu lên dốc phải đạt trị số tối đa, nhưng không được vượt quá tốc độ cấu tạo của đầu máy, toa xe. Tốc độ cho phép lớn nhất còn hạn chế bởi khoảng cách hãm tính toán và tốc độ cho phép lớn nhất của đường ở từng khu đoạn.

Khi đoàn tàu hàng xuống dốc cao và dài cần phải tiến hành hãm chu kỳ, thời gian từ lúc nhả hãm tới lúc hãm lại không được ngắn hơn tổng của thời gian cấp gió đoàn tàu và thời gian chạy không tương ứng.

Khi đoàn tàu qua ga và qua điểm chạy chậm, phải lấy tốc độ thông qua quy định và xét tới chiều dài của đoàn tàu.

Khi đoàn tàu chạy đến gần điểm phân giới dừng tàu, tốc độ lúc bắt đầu hãm không được vượt quá trị số tính toán.

2.2.2. Quy trình tính toán xây dựng biểu đồ vận hành $V = f(S)$ và thời gian chạy của đoàn tàu trong khu gian $t = f(S)$

1. Sử dụng trắc dọc thực tế của khu đoạn hoặc tuyến đường và tiến hành quy đổi hoặc sử dụng trắc dọc đã quy đổi.

2. Khối lượng đoàn tàu được căn cứ vào khối lượng đoàn tàu đã tính được hoặc đã được quy định của Tổng công ty đường sắt Việt Nam (đối với các đoàn tàu khách, tàu hàng và khách hàng hỗn hợp...).

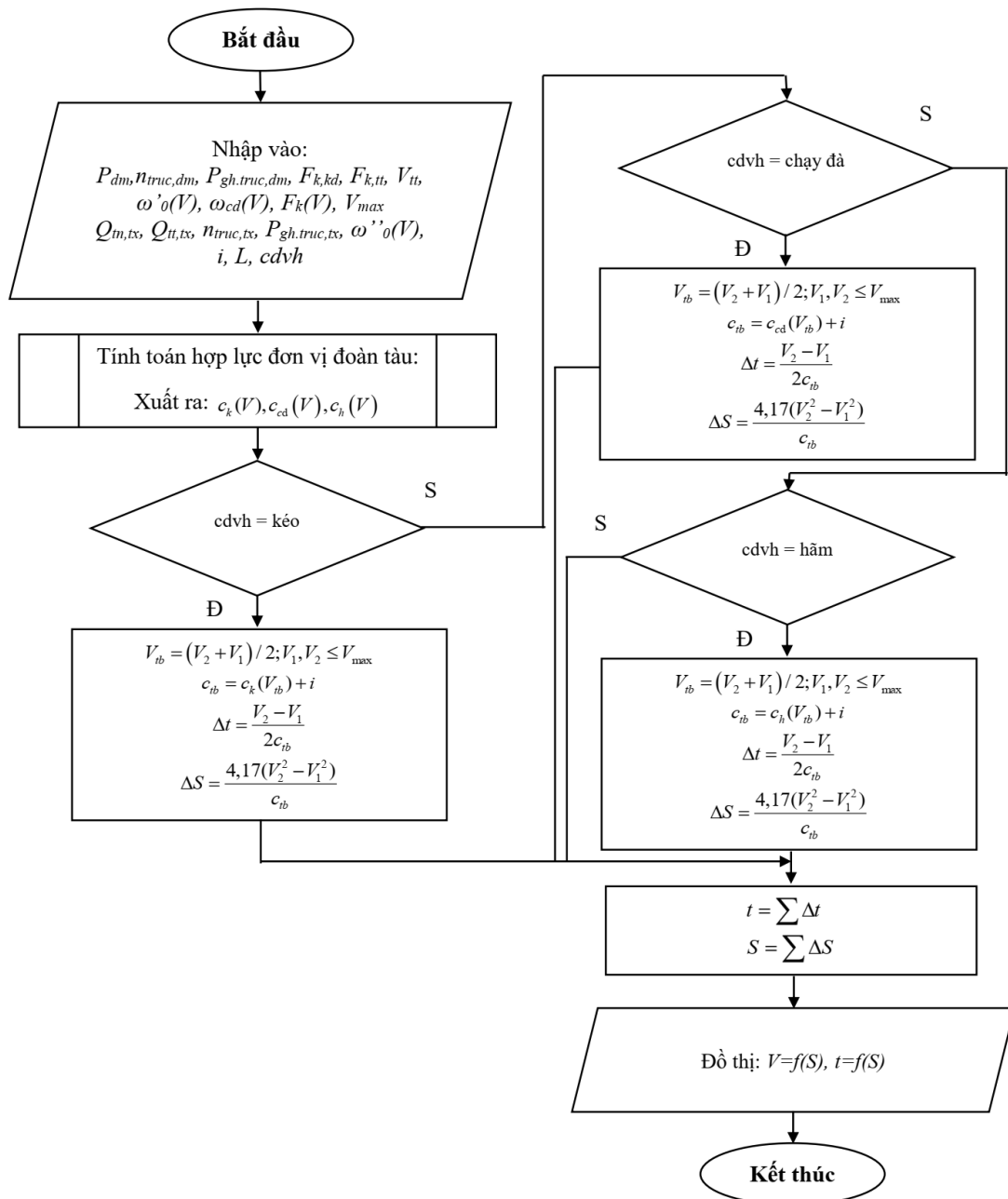
3. Vẽ đồ thị $V = f(S)$ và thời gian chạy của đoàn tàu trong khu gian $t = f(S)$ ở các chế độ vận hành của đoàn tàu đã xác định.

4. Khi thay đổi khối lượng đoàn tàu cần vẽ lại đồ thị tốc độ và thời gian chạy tàu.

3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN BIỂU ĐỒ VẬN HÀNH CỦA ĐOÀN TÀU

3.1. Lưu đồ thuật toán của chương trình

Kế thừa các nội dung trong [8 - 10], bằng ngôn ngữ lập trình Java, tiến hành xây dựng chương trình tính toán biểu đồ vận hành đoàn tàu với lưu đồ thuật toán thể hiện trên hình 1.



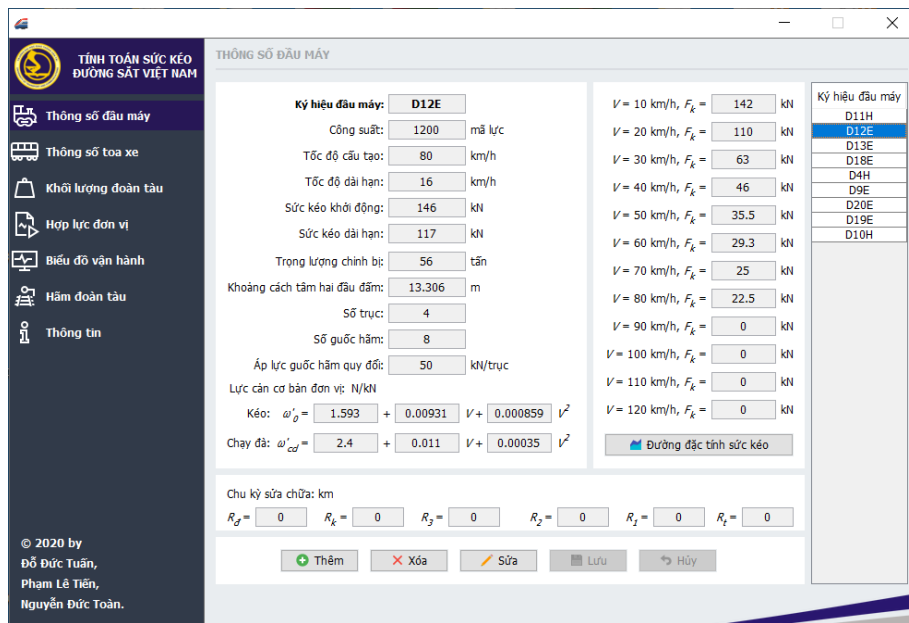
Hình 1. Lưu đồ thuật toán tính toán biểu đồ vận hành đoàn tàu.

3.2. Các giao diện chính của chương trình

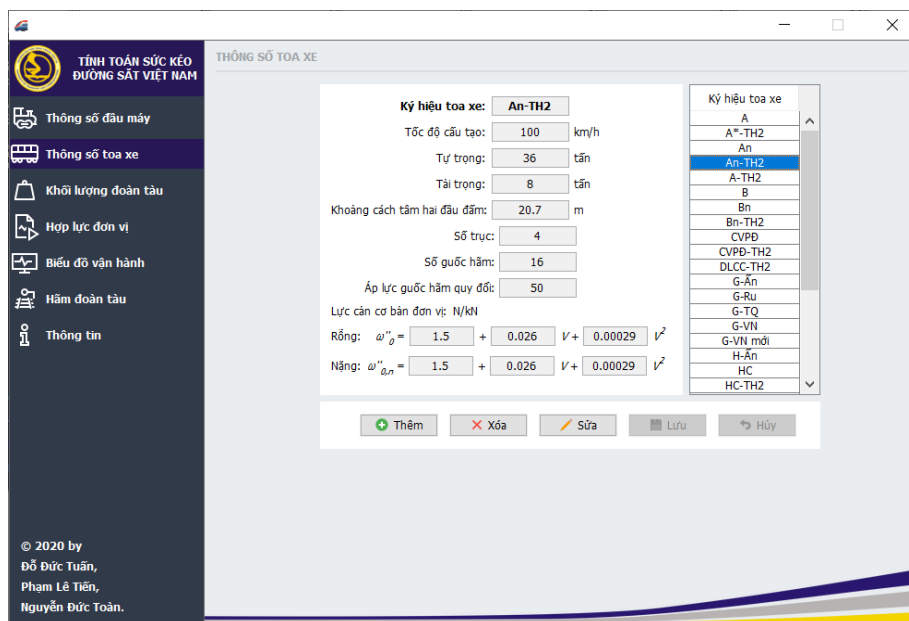
3.2.1. Các giao diện tính toán với đoàn tàu khách

Tiến hành lựa chọn đầu máy D12E và toa xe khách An - TH2, thể hiện trên các giao diện hình 2, 3. Từ loại đầu máy và toa xe đã lựa chọn, tiến hành tính toán xác định khối lượng đoàn tàu trên độ dốc tính toán là $17^0/00$, xác định được số lượng toa xe trong đoàn tàu là 13 xe, thể hiện trên giao diện hình 4.

Nhập trắc dọc khu đoạn khu đoạn Sông Phan - Trảng Táo (tuyến Nha Trang - Sài Gòn), thể hiện trên giao diện hình 5. Biểu đồ vận hành và thời gian chạy của đoàn tàu khách đã lựa chọn trên khu đoạn Sông Phan - Trảng Táo thể hiện trên giao diện hình 6.



Hình 2. Giao diện lựa chọn thông số kỹ thuật của đầu máy D12E.



Hình 3. Giao diện lựa chọn thông số kỹ thuật của toa xe An -TH2.

TÍNH TOÁN KHỐI LƯỢNG ĐOÀN TÀU

Thông số đoàn tàu

Loại đoàn tàu: khách Loại đầu máy: D12E Loại toa xe: An-TH2

Tính toán khối lượng đoàn tàu

Độ dốc hạn chế tuyến đường, $i = 17$ ‰ **Tính toán**

Khối lượng đoàn xe tính toán (cả bì), $Q_{cb}^t = 572.122$ tấn Số lượng toa xe tính toán, $m_t = 13.003$

Khối lượng đoàn xe thực tế (cả bì), $Q_{cb}^{thuc} = 572.000$ tấn Số lượng toa xe thực tế, $m_{thuc} = 13$

Khối lượng đoàn xe thực tế (không kể bì), $Q_{kb}^{thuc} = 104.000$ tấn

Kiểm nghiệm khối lượng đoàn tàu có xét khả năng dừng động năng vượt dốc

Chiều dài đoạn dốc, $S_d = 200$ m Độ dốc, $i_d = 18$ ‰ **Kiểm nghiệm**

Kết luận: Đoàn tàu có thể dừng động năng vượt dốc này với tốc độ vào dốc tối thiểu là: 40.0 km/h

Kiểm nghiệm khối lượng đoàn tàu theo độ dốc khởi động

Độ dốc đoạn khởi động, $i_{kd} = 18$ ‰ **Kiểm nghiệm** $Q_{kd} = 706.952$ tấn

Kết luận: $Q_{kd} = 706.952 > Q_{thucCb} = 572.000 \Rightarrow$ Đoàn tàu có thể khởi động trên dốc

Kiểm nghiệm khối lượng kéo theo bán kính cong nhỏ nhất

Độ dốc quy đổi của đoạn có bán kính cong nhỏ, $i_r = 14$ ‰ **Kiểm nghiệm**

Bán kính cong nhỏ nhất trên đoạn, $R_{min} = 100$ m

$Q_r = 578.087$ tấn Kết luận: $Q_r = 578.087 > Q_{thucCb} = 572.000 \Rightarrow$ Khối lượng kéo không bị hạn chế

Kiểm nghiệm khối lượng đoàn tàu theo chiều dài đường ga

Kiểm nghiệm Kết luận: Đoàn tàu chỉ có thể dừng được ở các ga có chiều dài tối thiểu là: 282.406 m

© 2020 by Đổ Đức Tuấn, Phạm Lê Tiến, Nguyễn Đức Toàn.

Hình 4. Giao diện tính toán xác định khối lượng đoàn tàu khách do đầu máy D12E kéo.

TÍNH TOÁN BIỂU ĐỒ VẬN HÀNH ĐOÀN TÀU

Nhập trắc dọc tuyến đường

Tên phần tử: Chiều dài phần tử, $L =$ m Độ dốc phần tử, $i =$ ‰

Thêm phần tử **Xóa phần tử** **Lưu** **Mở tệp**

TT	Tên	L, m	i, ‰
1	Sông Phan	436	1.7
2	2	1890	7.3
3	3	165	0
4	4	3360	10.6
5	5	950	4.1
6	6	1425	1.2
7	7	4796	-2.6
8	Sông Dinh	518	2.7
9	9	1026	-0.1
10	10	1810	9.3
11	11	2650	7.8
12	Suối Kiet	470	-2.3
13	13	2058	-5.6
14	14	825	-4.5
15	15	3200	7.4
16	16	1300	-6.2

Thông số đoàn tàu

Loại đoàn tàu: khách Loại đầu máy: D12E Loại toa xe: An-TH2

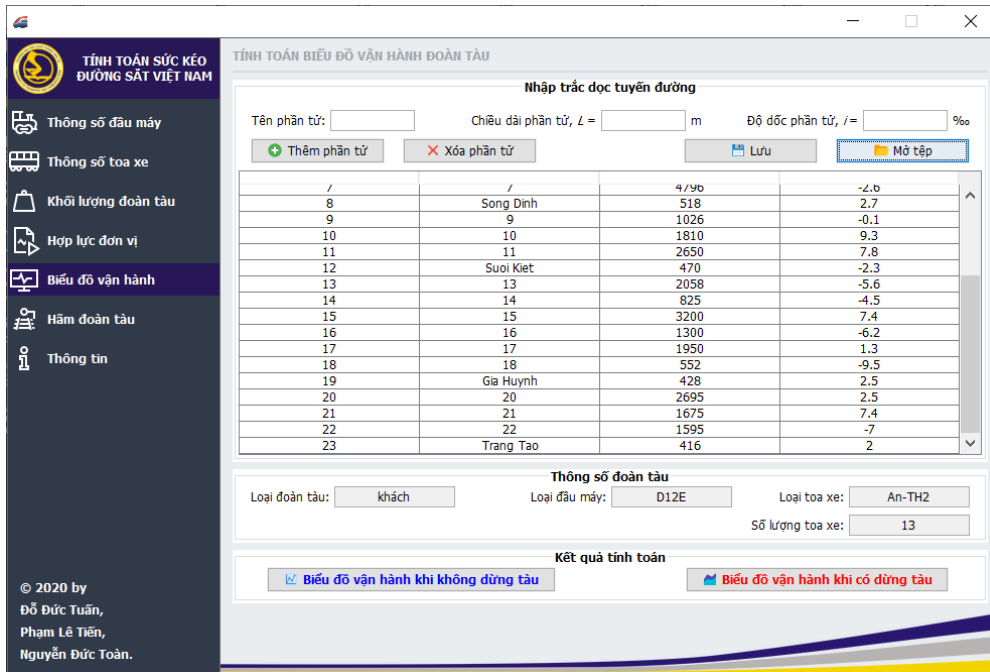
Số lượng toa xe: 13

Kết quả tính toán

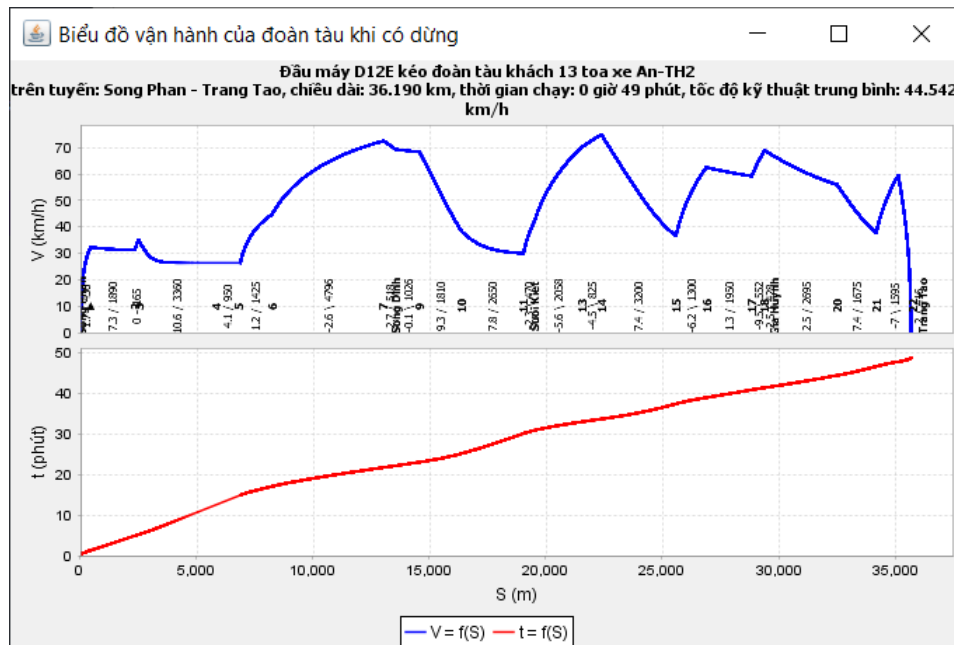
Biểu đồ vận hành khi không dừng tàu **Biểu đồ vận hành khi có dừng tàu**

© 2020 by Đổ Đức Tuấn, Phạm Lê Tiến, Nguyễn Đức Toàn.

Hình 5a. Giao diện trắc dọc khu đoạn Sông Phan - Trảng Táo (tuyến Nha Trang - Sài Gòn).



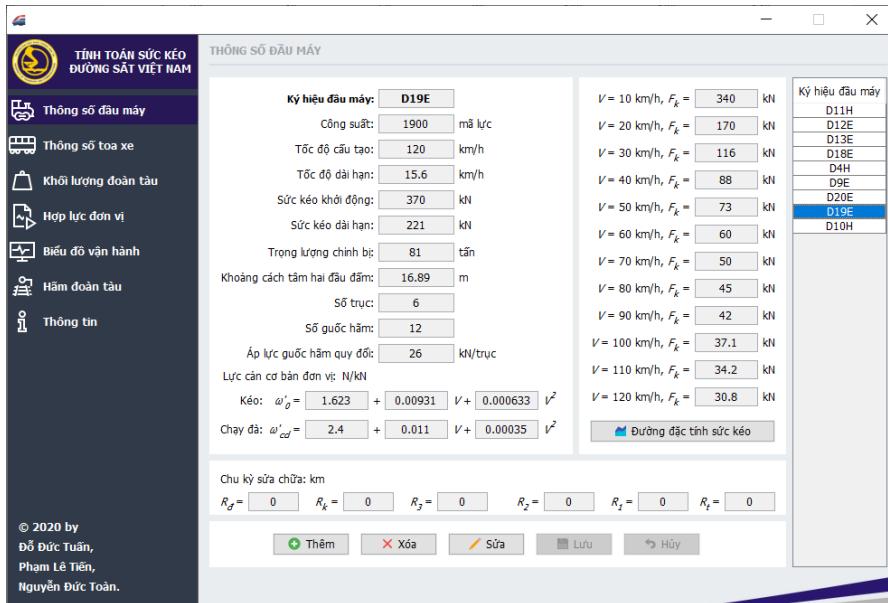
Hình 5b. Giao diện trắc dọc khu đoạn Sông Phan - Trảng Táo (tuyến Nha Trang - Sài Gòn).



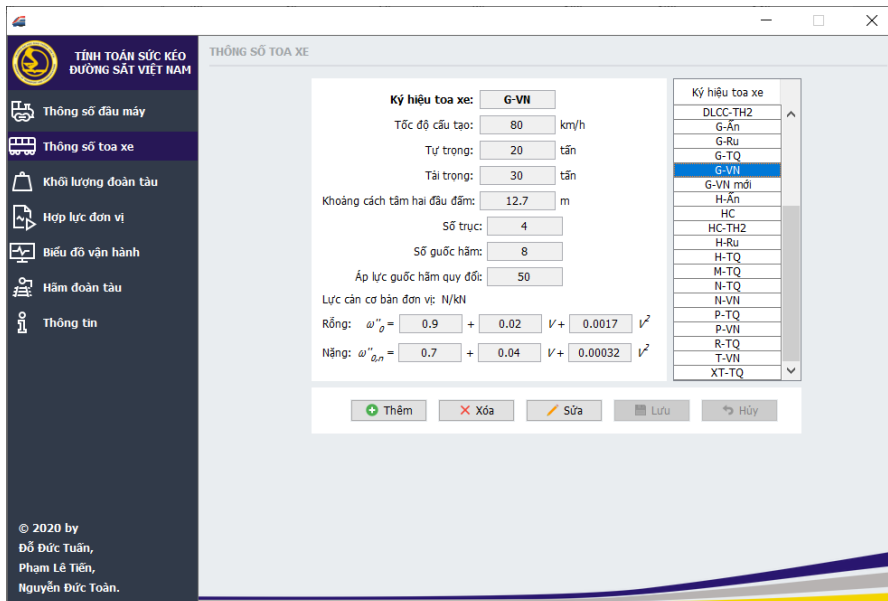
Hình 6. Giao diện biểu đồ vận hành đoàn tàu khách với đầu máy D12E và toa xe An - TH2 trên khu đoạn Sông Phan - Trảng Táo (tuyến Nha Trang - Sài Gòn). Sông Phan (1582+867) - Sông Dinh (1595+930) - Suối Kiết (1603+182) - Gia Huynh (1613+516) - Trảng Táo (1619+903).

3.2.2. Các giao diện tính toán với đoàn tàu hàng

Tiến hành lựa chọn đầu máy D19E, toa xe hàng G - VN, thể hiện trên các giao diện hình 7, 8.



Hình 7. Giao diện thông số kỹ thuật của đầu máy (hiển thị đầu máy D19E).

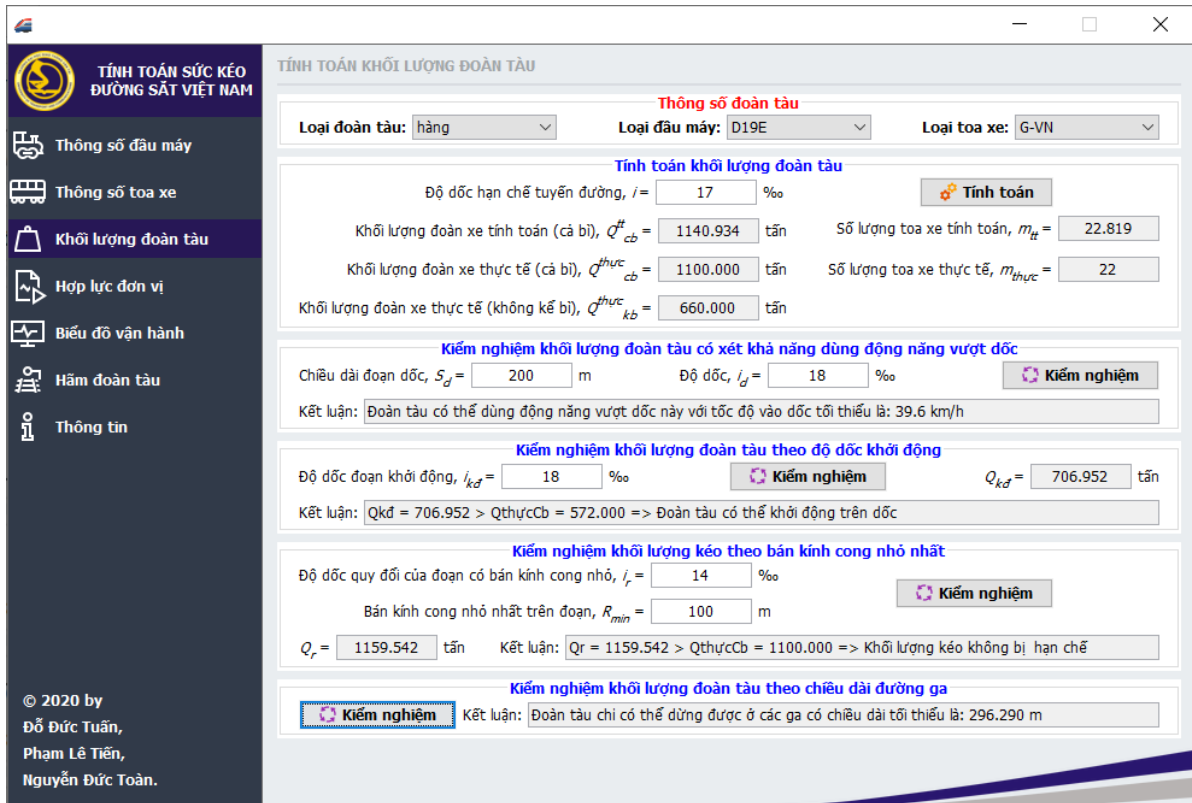


Hình 8. Giao diện thông số kỹ thuật của toa xe (hiển thị toa xe hàng G - VN).

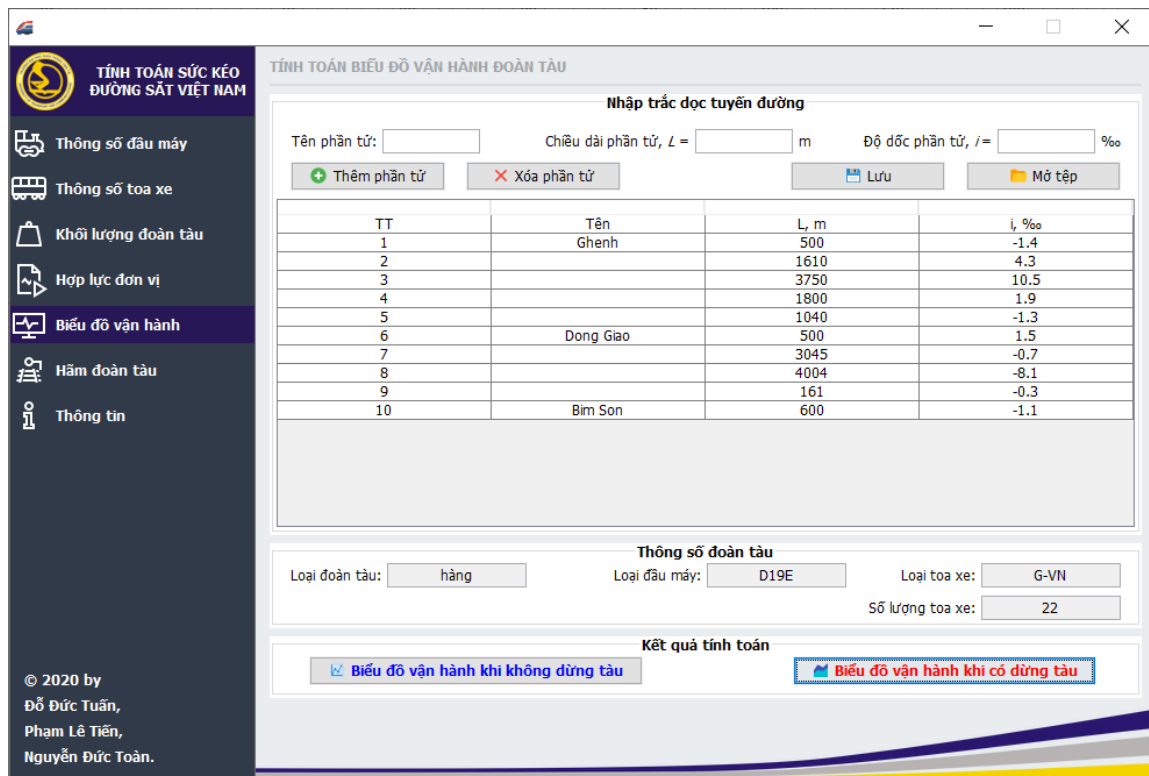
Từ loại đầu máy và toa xe đã lựa chọn, tiến hành tính toán xác định khối lượng đoàn tàu hàng trên độ dốc tính toán là $17^0/00$, xác định số lượng toa xe trong đoàn tàu là 22 xe, thể hiện trên giao diện hình 9.

Nhập trực tiếp các thông số của đoạn Ghềnh - Bim Sơn (tuyến Hà Nội - Vinh), thể hiện trên giao diện hình 10.

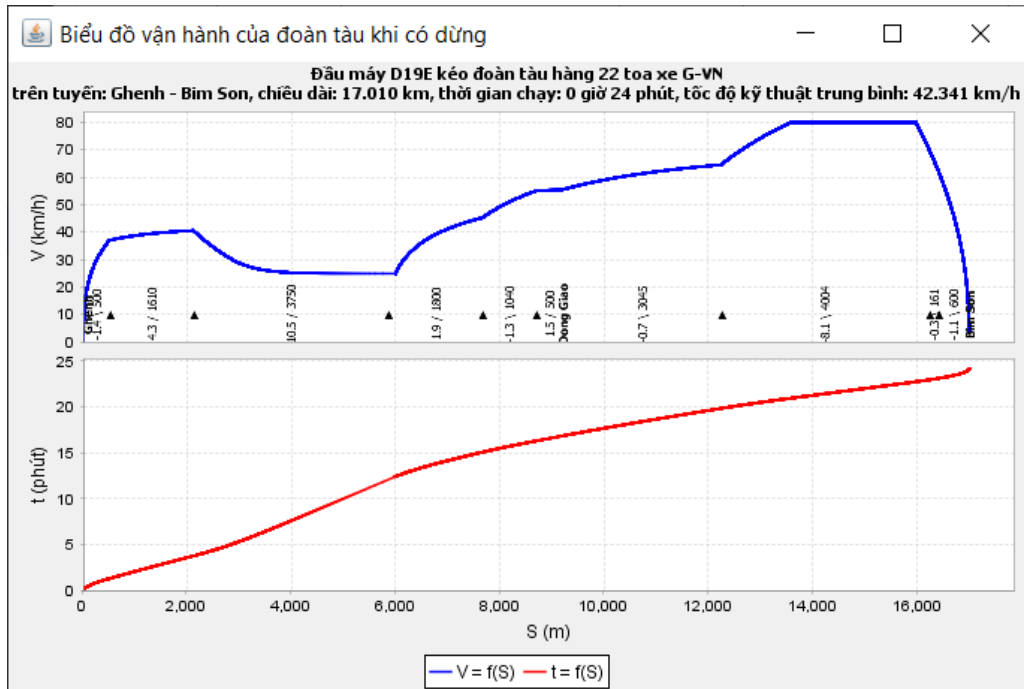
Biểu đồ vận hành đoàn tàu hàng với đầu máy D19E và toa xe G - VN trên khu đoạn Ghềnh - Bim Sơn (tuyến Hà Nội - Vinh) thể hiện trên giao diện hình 11.



Hình 9. Giao diện tính toán xác định khối lượng đoàn tàu hàng do đầu máy D19E kéo.

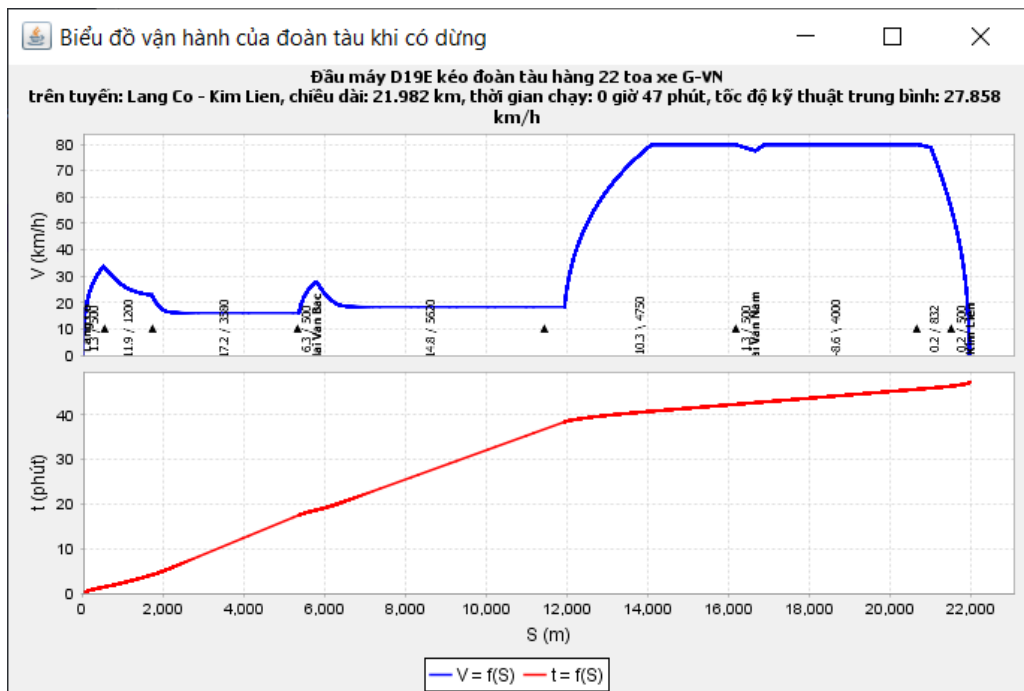


Hình 10. Giao diện trắc dọc khu đoạn Ghenh - Bim Son (tuyến Hà Nội - Vinh).

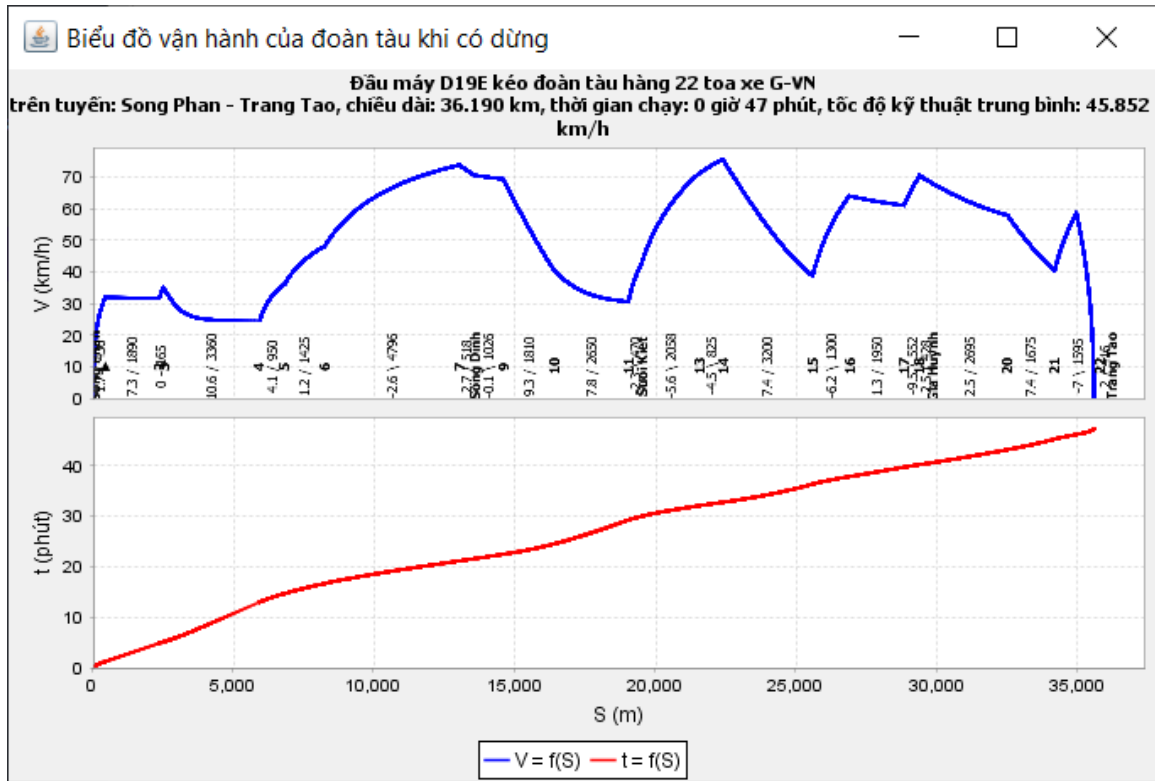


Hình 11. Giao diện biểu đồ vận hành đoàn tàu hàng với đầu máy D19E và toa xe G - VN trên khu đoạn Ghenh - Bim Son (tuyến Hà Nội - Vinh).

Tương tự như vậy, sau khi nhập trắc dọc các khu đoạn Lăng Cô - Kim Liên (tuyến Đồng Hới - Đà Nẵng); khu đoạn Sông Phan - Trảng Táo (tuyến Nha Trang - Sài Gòn) và khu đoạn Bảo Chánh - Biên Hòa (tuyến Nha Trang - Sài Gòn), ta nhận được biểu đồ vận hành đoàn tàu hàng với đầu máy D19E và toa xe G - VN trên các khu đoạn tương ứng, thể hiện trên các giao diện hình 12, 13, 14.

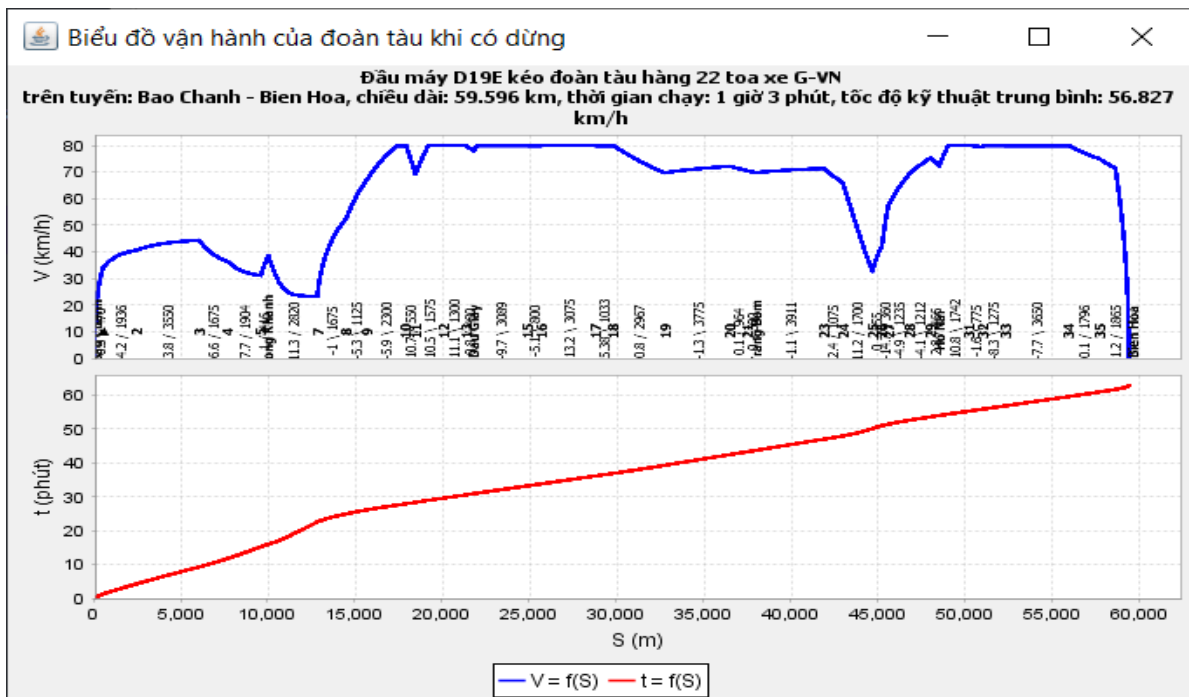


Hình 12. Giao diện biểu đồ vận hành đoàn tàu hàng với đầu máy D19E và toa xe G - VN trên khu đoạn khu đoạn Lăng Cô - Kim Liên (tuyến Đồng Hới - Đà Nẵng).



Hình 13. Giao diện biểu đồ vận hành đoàn tàu hàng với đầu máy D19E và toa xe G - VN trên khu đoạn Sông Phan - Trảng Táo (tuyến Nha Trang - Sài Gòn).

Sông Phan (1582+867) - Sông Dinh (1595+930) - Suối Kiệt (1603+182) - Gia Huynh (1613+516) - Trảng Táo (1619+903)



Hình 14. Giao diện biểu đồ vận hành đoàn tàu hàng với đầu máy D19E và toa xe G - VN trên khu đoạn Bảo Chánh - Biên Hòa (tuyến Nha Trang - Sài Gòn).

Việc đánh giá kết quả của chương trình đã được tiến hành bằng hai cách.

Cách thứ nhất, căn cứ một bài toán mẫu được thực hiện bằng tay với sự trợ giúp của một số công cụ khác chẳng hạn Excel, sau đó so sánh với kết quả mà chương trình tính được.

Cách thứ hai, căn cứ vào các bài toán tính toán tốc độ và thời gian vận hành của đoàn tàu trên khu gian có trong nguồn tài liệu của nước ngoài [2-5], sử dụng chương trình này để tính toán và so sánh.

Sau khi sử dụng chương trình này để tính toán, thấy rằng kết quả hoàn toàn trùng hợp và tương thích. Trên cơ sở đó có thể kết luận, kết quả tính toán của chương trình này là đảm bảo tính chính xác và tin cậy.

4. KẾT LUẬN

Chương trình đã xây dựng cho phép tính toán xác định một cách định lượng tốc độ kỹ thuật và thời gian vận hành, cũng như xây dựng được biểu đồ vận hành $V = f(S)$ và thời gian chạy của đoàn tàu trong khu gian $t = f(S)$ ở các chế độ vận hành khác nhau đối với bất kỳ loại đoàn tàu nào, trên bất kỳ khu gian hoặc khu đoạn nào một cách nhanh chóng, thuận lợi và linh hoạt. Chương trình còn có chức năng quy đổi trắc dọc của khu gian hoặc tuyến đường, có thể tính toán tốc độ, thời gian và biểu đồ vận hành của đoàn tàu trên khu gian hoặc tuyến đường với trắc dọc thực tế cũng như với trắc dọc đã được quy đổi.

Các kết quả tính toán định lượng về tốc độ kỹ thuật và thời gian vận hành của đoàn tàu trên khu gian là cơ sở dữ liệu quan trọng cho việc xây dựng biểu đồ chạy tàu và công lệnh tốc độ chạy tàu trong ngành đường sắt Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường đại học Giao thông vận tải trong đề tài mã số T2020-CK-011.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Бабичков А. М., Гурский П. А., Новиков А. П., Тяга поездов и тяговые расчёты, “Транспорт”, Москва, 1971.
- [2]. Астахов П. Н., Гребенюк П. Т., Скорцова А. И., Справочник по тяговым расчётам, “Транспорт”, Москва, 1973.
- [3]. Правила тяговых расчётов для поездной работы - М.: Транспорт, 1985.
- [4]. Кузмич В. Д., Руднев В. С., Френкель С. Я., Теория локомотивной тяги, “Маршрут”, Москва, 2005.
- [5]. Nguyễn Văn Chuyên, Sức kéo đoàn tàu, Trường đại học Giao thông vận tải, Hà Nội, 2001.
- [6]. Bộ Giao thông vận tải, Quy trình tính toán sức kéo đoàn tàu đường sắt, Hà Nội, 1985.
- [7]. Đỗ Đức Tuấn (Chủ biên), Vũ Duy Lộc, Đỗ Việt Dũng, Nghiệp vụ đầu máy, toa xe, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội, 2014.

- [8]. Đỗ Đức Tuấn, Vũ Văn Hiệp, Cơ sở lựa chọn các biểu thức tính toán sức cản cơ bản đơn vị đầu máy diesel sử dụng trong ngành đường sắt Việt Nam, Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải, 71 (2020) 305 - 316. <https://doi.org/10.25073/tcsj.71.3.14>
- [9]. Đỗ Đức Tuấn, Nguyễn Đức Toàn, Xây dựng chương trình tính toán hợp lực đơn vị của đoàn tàu trên đường sắt Việt Nam, Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải, 71 (2020) 907-923. <https://doi.org/10.47869/tcsj.71.8.3>
- [10]. Đỗ Đức Tuấn, Xây dựng quy trình tính toán sức kéo trong ngành đường sắt Việt Nam, Đề tài NCKH mã số T2020-CK-011, Trường Đại học Giao thông vận tải, Hà Nội 2020.