



Tạp chí Khoa học và Kinh tế Phát triển
Trường Đại học Nam Cần Thơ

Website: jsde.nctu.edu.vn



Công nghệ thiết kế mới trong công nghiệp ô tô

Phạm Văn Hà^{1*}, Nguyễn Hữu Phước¹, Phạm Xuân Mai²

¹Công ty TNHH SDE VIETNAM

²Công ty CP Ô tô Trường Hải

*Người chịu trách nhiệm bài viết: Phạm Văn Hà (email: Ha.pham@sde.vn)

Ngày nhận bài: 20/10/2023

Ngày phản biện: 10/11/2023

Ngày duyệt đăng: 5/12/2023

Title: New design technology
in the automotive industry

Keywords: automotive
industry, design, technology

Từ khóa: công nghệ, công
nghiệp ô tô, thiết kế

ABSTRACT

Optimization of design is essential in all industries, especially in the automotive industry. This paper discussed the use of simulation-integrated design as a new design technology in the automotive industry. The design and simulation tools used in this process include concept design and detailed design. This new technology can significantly reduce development time and enhance product quality for automakers.

TÓM TẮT

Việc tối ưu hoá thiết kế là nhu cầu tất yếu trong tất cả các ngành công nghiệp nói chung và công nghiệp ô tô nói riêng. Bài báo sẽ trình bày công nghệ thiết kế mới trong công nghiệp ô tô bằng phương pháp thiết kế tích hợp mô phỏng. Các công cụ hỗ trợ thiết kế và mô phỏng sẽ được áp dụng cho các quá trình thiết kế xe bao gồm: (1) thiết kế ý tưởng; (2) thiết kế chi tiết. Quy trình công nghệ mới sẽ giúp các nhà sản xuất ô tô rút ngắn thời gian phát triển và nâng cao chất lượng sản phẩm.

1. GIỚI THIỆU

Ngày nay, công nghệ mô phỏng đã giúp giảm đáng kể các nhu cầu tạo nguyên mẫu vật lý trong phát triển sản phẩm. Điều này đã mang lại lợi ích cho việc tối ưu hoá chi phí và giúp tăng tốc quá trình phát triển sản phẩm. Trong công nghiệp ô tô, phát triển sản phẩm trải qua một quá trình phức tạp, đòi hỏi đảm bảo những yêu cầu gắt gao của thị trường. Các công nghệ mô phỏng cũng đã được ứng dụng cho hầu hết

các bước phát triển một sản phẩm ô tô, ở cả mức độ tổng thể và chi tiết. Tuy nhiên, mô phỏng truyền thống đang còn nhiều vấn đề bất cập và thách thức cần thay đổi. Quá trình mô phỏng truyền thống là một quá trình lặp đi lặp lại giữa các nhà thiết kế và các chuyên gia mô phỏng, nơi các nhà thiết kế sẽ đưa ra thiết kế sau đó chờ các chuyên gia mô phỏng phản hồi về thiết kế của họ. Điều này dẫn đến các nhà thiết kế sẽ mất một khoảng thời gian chờ trước khi tiếp tục với

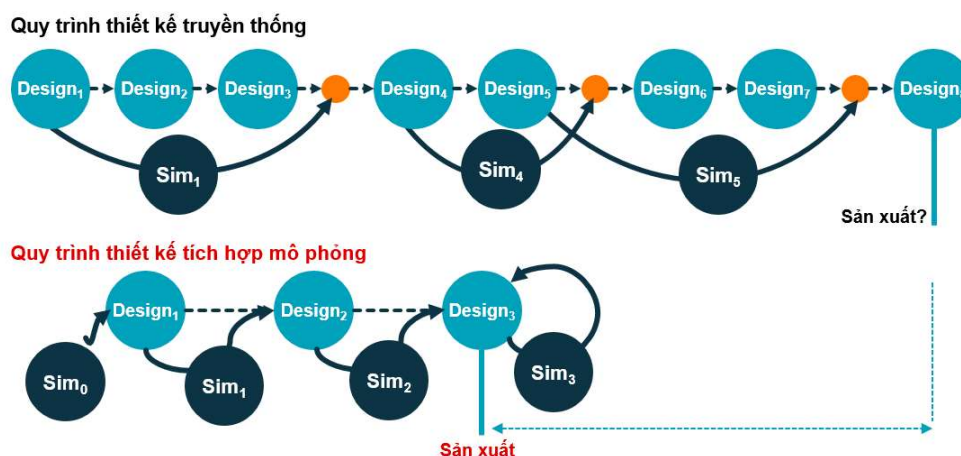
những thay đổi thiết kế để đáp ứng nhu cầu hiệu suất. Mô phỏng tích hợp thiết kế là một quy trình thiết kế mới trong phát triển sản phẩm ô tô. Trong quy trình này, mô phỏng sẽ được tích hợp với quá trình thiết kế, giúp đưa ra định hướng và quyết định thiết kế nhanh hơn so với quy trình lặp lại của mô phỏng truyền thống.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Thiết kế tích hợp mô phỏng

Sự khác biệt của phương pháp mô phỏng tích hợp thiết kế là sự tham gia của mô phỏng ngay

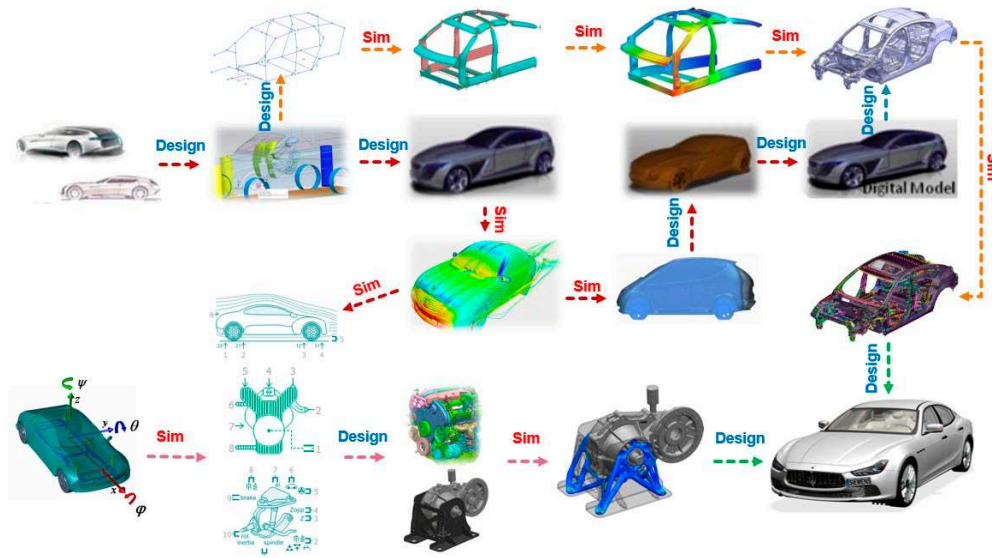
ở những bước đầu tiên trong giai đoạn phát triển một mẫu xe. Do đó, thay vì mô phỏng một thiết kế đã hoàn thiện thì mô phỏng được sử dụng để định hướng thiết kế. Các bài toán mô phỏng được xây dựng dựa trên các thiết kế sơ bộ sẽ giúp các kỹ sư thiết kế đưa ra quyết định sớm, giảm tối đa những thay đổi phức tạp và tốn nhiều công sức khi thiết kế đã hoàn thiện. Để có cái nhìn khái quát hơn về những lợi ích của phương pháp mô phỏng tích hợp thiết kế. Quy trình thiết kế mới được so sánh với quy trình thiết kế truyền thống như Hình 1.



Hình 1. Quy trình thiết kế truyền thống và quy trình thiết kế tích hợp mô phỏng

Trong quy trình thiết kế sản phẩm ô tô ở Hình 2, chúng ta có thể thấy quá trình thiết kế và mô phỏng xuất phát cùng lúc. Toàn bộ quá trình là một chuỗi liên kết giữa thiết kế và mô phỏng, đây chính là quy trình thiết kế tích hợp mô phỏng trong công nghiệp ô tô. Ở các phần tiếp theo, tác giả sẽ trình bày chi tiết và các quá trình ứng mô hình thiết kế mới trong công nghiệp ô tô ứng dụng các giải pháp phần mềm của hãng Siemens. Các giải pháp thiết kế và mô phỏng được sử dụng trong bài báo bao gồm:

- Phần mềm NX Styling: Phần mềm thiết kế kiểu dáng ô tô
- Phần mềm Star CCM+: Phần mềm mô phỏng khí động học ô tô
- Phần mềm Simcenter Amesim: Phần mềm mô phỏng hệ thống 1D ô tô
- Phần mềm NX CAD: Phần mềm thiết kế chi tiết, cụm chi tiết ô tô
- Phần mềm Simcenter 3D: Phần mềm mô phỏng động lực học, độ bền kết cấu chi tiết, cụm chi tiết ô tô.



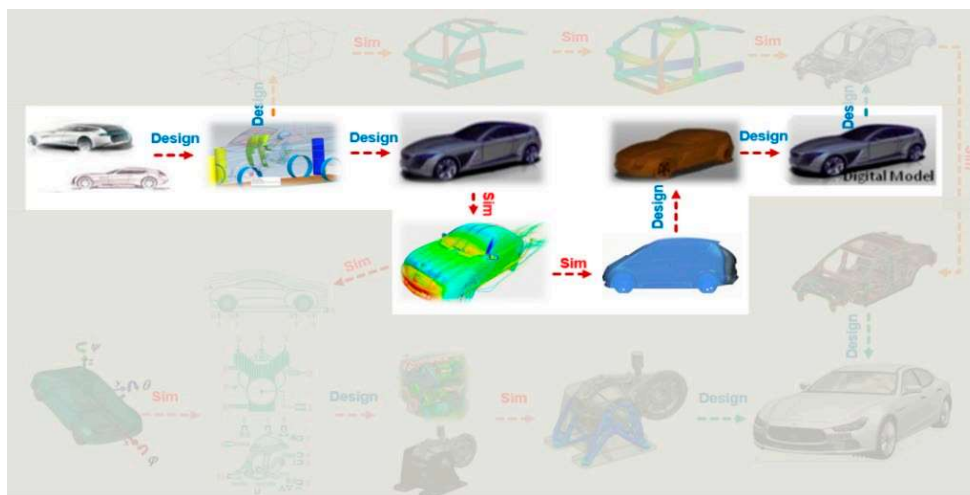
Hình 2. Quy trình thiết kế tích hợp mô phỏng trong công nghiệp ô tô

2.2 Thiết kế tích hợp mô phỏng trong thiết kế kiểu dáng ô tô

Giai đoạn phát triển kiểu dáng xe sẽ có sự tham gia của các kỹ sư, các chuyên gia tiếp thị, và các nhà tạo mẫu. Mục tiêu của họ là xác định các đặc điểm kỹ thuật của sản phẩm dựa trên các tính toán mô phỏng, các đặc điểm kỹ thuật này cũng đồng thời phải đáp ứng được mong đợi về

tính thẩm mỹ cũng như tính khả thi về kinh tế. Quá trình thiết kế kiểu dáng ô tô bao gồm các bước sau:

- Phác thảo ý tưởng 2D
- Thiết kế bố trí chung tổng thể
- Thiết kế kiểu dáng 3D
- Tạo mô hình đất sét
- Hoàn thiện thiết kế kiểu dáng



Hình 3. Các bước trong thiết kế kiểu dáng ô tô

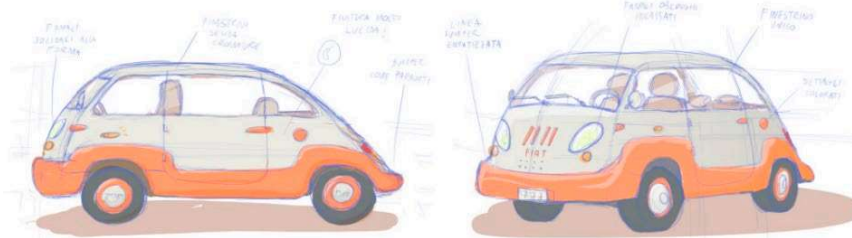
2.2.1 Phác thảo ý tưởng 2D

Phác thảo ý tưởng là giai đoạn đầu tiên trong thiết kế ý tưởng xe. Trong giai đoạn này, xuất

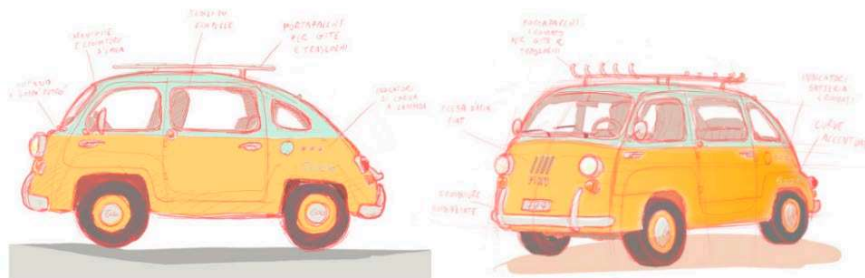
phát từ các nghiên cứu thị trường và mục tiêu sản phẩm, các nhà thiết kế tạo ra các bản vẽ phác thảo thủ công ý tưởng xe. Các bản phác thảo này

sẽ thể hiện hình dáng nội, ngoại thất xe cũng như vị trí của các bộ phận trên xe. Các mẫu thiết kế này có thể được công bố để lấy ý kiến phản

hồi từ khách hàng. Và cuối cùng, một mẫu thiết kế sẽ được lựa chọn để phát triển ở các giai đoạn tiếp theo.



Hình 4. Mẫu FIAT 600 Omega bản Natural



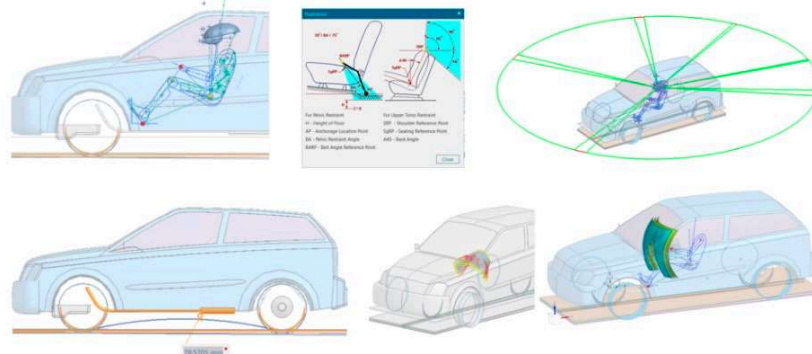
Hình 5. Mẫu FIAT 600 Omega bản Retro

2.2.2 Thiết kế bố trí chung tổng thể

Sau khi lựa chọn được bản phác thảo cuối cùng, các nhà thiết kế sẽ bắt đầu tính toán đến các thông số kỹ thuật hình học. Trên cơ sở các kích thước và thông số kỹ thuật này, các bản phác thảo sẽ được phát triển sao cho các kích thước và đường nét tạo thành một thể thống nhất. Trong giai đoạn này, mô-đun phần mềm NX Vehicle Design Automation (NX VDA) sẽ được áp dụng để xác nhận các thiết kế về độ an toàn, công thái học của người ngồi và tuân thủ các tiêu chuẩn về tầm nhìn. Ứng dụng này sẽ cho phép các nhà

thiết kế xe kiểm tra thiết kế của mình để tuân thủ theo các quy định và tiêu chuẩn bao gồm các tiêu chuẩn của Hoa Kỳ, Châu Âu và Châu Á. Các kích thước cơ sở này được sử dụng làm tham chiếu và duy trì liên tục trong quá trình thiết kế xe. Các công cụ thiết kế VDA bao gồm:

- Thiết kế kiến trúc xe
- Thiết kế tính toán khoang lái và hành khách
- Tính toán tầm với và khả năng điều khiển của người lái
- Tính toán tầm nhìn và khả năng quan sát
- Tính toán các tính năng an toàn

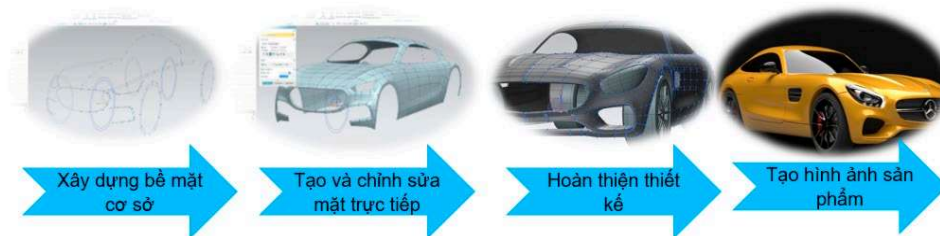


Hình 6. Thiết kế tổng thể xe với phần mềm NX VDA

2.2.3 Thiết kế kiểu dáng 3D

Giai đoạn thiết kế kiểu dáng 3D hay còn được gọi là CAS (computer aided styling). Trong giai đoạn này, một mô hình 3D kiểu dáng xe sẽ được xây dựng dựa trên các công cụ phần mềm 3D. Mô hình 3D này được thiết kế dựa trên bản phác thảo 2D và thiết kế bố trí chung tổng

thể. Điều này nhằm đảm bảo thiết kế sẽ đáp ứng được cả hai yếu tố kiểu dáng cũng như tính năng kỹ thuật đã được xác định. Từ hình ảnh phác thảo 2D, phần mềm NX styling cho phép các kỹ sư nhanh xây dựng mô hình bề mặt 3D dựa trên nhiều phương pháp khác nhau.

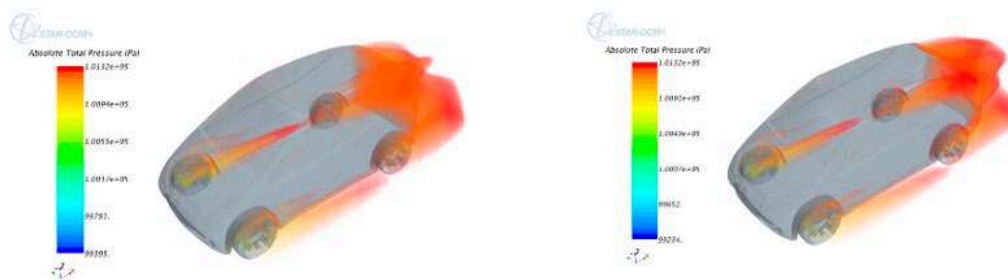


Hình 7. Quy trình thiết kế kiểu dáng 3D trên phần mềm NX Styling

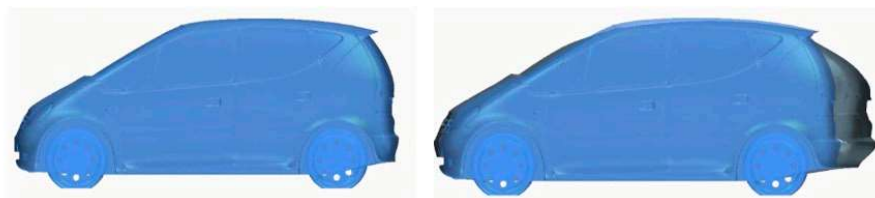
Để nâng cao hiệu suất khí động học cho xe, phần mềm Simcenter Star CCM+ sẽ được áp dụng để mô phỏng khí động học cho mô hình thiết kế kiểu dáng. Dựa trên các kết quả về áp suất và lực cản không khí, các kỹ sư có thể tối ưu hoá thiết kế bằng các công cụ tự động hoặc thủ công.

2.2.4 Tạo mô hình đất sét

Sau khi hoàn thiện mẫu thiết kế 3D trên NX styling, một mô hình thực tế của xe sẽ được tạo ra bằng đất sét. Mục tiêu của mô hình này là giúp các nhà thiết kế cảm nhận được thiết kế một cách chi tiết nhất từ đó đưa ra các thay đổi và hoàn thiện thiết kế cuối cùng.



Hình 8. Mô phỏng áp suất không khí lên thân xe



Hình 9. Tối ưu hoá thiết kế kiểu dáng xe dựa trên kết quả mô phỏng khí động học xe

Các mô hình đất sét được tạo ra bằng cách sử dụng các máy phay CNC, sau đó các nhà tạo

mẫu sẽ tiếp tục việc chỉnh sửa thủ công trên mô hình này.



Hình 10. Tạo mô hình đất sét xe bằng máy CNC và thủ công

Hiện nay, sự phát triển của công nghệ thực tế ảo (VR) đã giúp quá trình tạo mẫu được thực hiện nhanh hơn nhiều. Các nhà thiết kế có thể ứng dụng công nghệ thực tế ảo để xây dựng các phòng trưng bày, đánh giá sản phẩm một cách trực quan trước khi tạo mẫu đất sét. VR rất hữu dụng cho việc đánh giá nội thất xe, kết hợp với các công cụ điều khiển, các nhà thiết kế có tiếp cận và thực sự cảm nhận được không gian nội thất của xe.

2.2.5 Hoàn thiện thiết kế ý tưởng

Từ mẫu đất sét hoàn chỉnh, mô hình kỹ thuật số 3D của xe cuối cùng sẽ được tạo ra nhờ kỹ thuật thiết kế ngược. Các máy scan 3D được sử dụng để sao chép toàn bộ hình học của mẫu đất sét, từ đó các kỹ sư sử dụng mô-đun NX Reverse Engineering để xây dựng thiết kế cuối cùng.



Hình 11. Sử dụng công nghệ VR trong đánh giá thiết kế xe

Các bề mặt ngoại thất xe đòi hỏi chất lượng cao (class A surface) với các yêu cầu về độ cong, tính liên tục và độ phản chiếu thẩm mỹ lý

tưởng. Do đó, thiết kế này phải được phân tích, đánh giá một cách kỹ lưỡng thông qua các công cụ phân tích bề mặt trên NX.



Hình 12. Quy trình thiết kế ngược kiểu dáng xe trên phần mềm NX

2.3 Thiết kế tích hợp mô phỏng trong thiết kế tổng thể ô tô

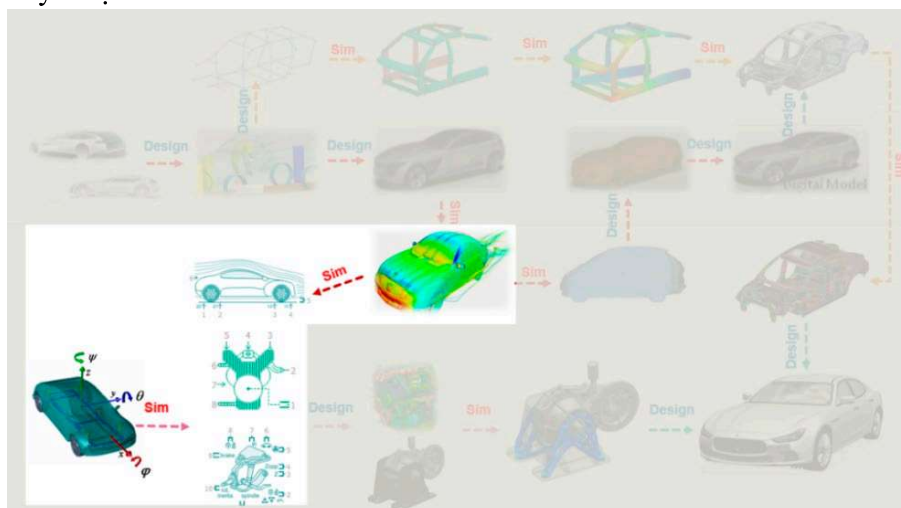
Thiết kế tổng thể ô tô là quá trình thiết kế và tính toán hiệu suất các hệ thống xe, mô phỏng tính năng xe nhằm xác định cấu hình kỹ thuật ban đầu của xe. Quá trình thiết kế và tính toán này được thực hiện song song với quá trình thiết kế kiểu dáng xe. Các kết quả mô phỏng cũng sẽ được sử dụng cho quá trình thiết kế chi tiết, cụm chi tiết xe ở các giai đoạn tiếp theo. Thiết kế tổng thể ô tô bao gồm các bước sau:

- Mô hình thân xe và các điều kiện vận hành (khí động học, bản đồ đường đi và điều kiện mặt đường...)
- Hệ thống truyền lực

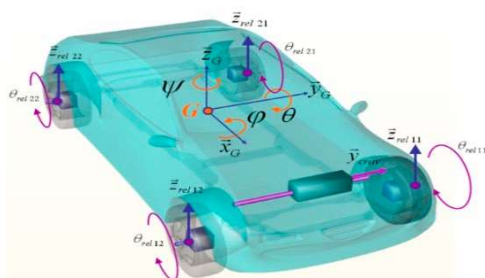
- Hệ thống khung gầm
- Các hệ thống điều khiển xe

2.3.1 Xây dựng mô hình thân xe và các điều kiện vận hành

Các thông số cơ bản của xe như kích thước, khối lượng, trọng tâm,... sẽ được thiết lập ở giai đoạn đầu của quá trình thiết kế tổng thể xe. Cùng với đó, các điều kiện về khí động học xe cũng sẽ được thiết lập cho mô hình. Trên quy trình ở Hình 13, chúng ta có thể thấy các điều kiện khí động học có thể được lấy trực tiếp từ mô hình mô phỏng khí động học trong phát triển kiểu dáng xe. Điều này giúp nâng cao độ chính xác cho bài toán mô phỏng động lực học xe.



Hình 13. Các bước trong thiết kế tổng thể xe ô tô



Hình 14. Xây dựng mô hình thân xe trong thiết kế tổng thể ô tô

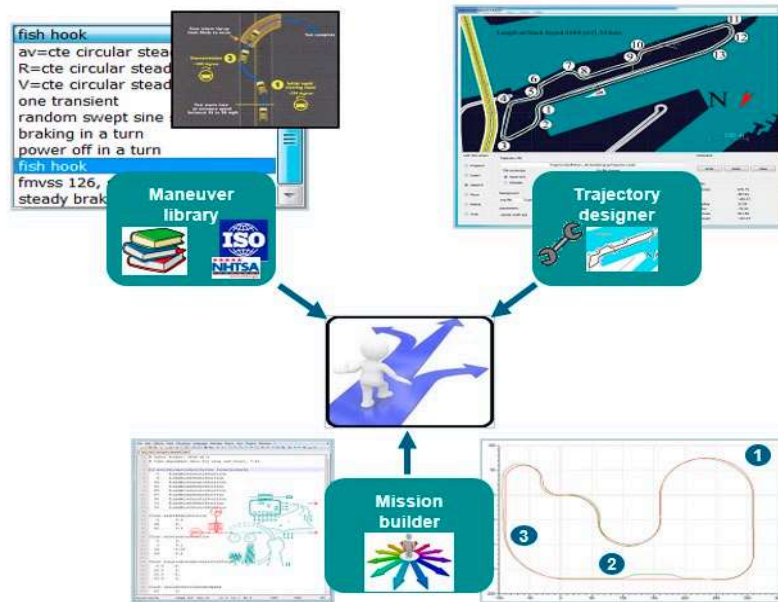
Bản đồ đường đi (Hình 15) cùng với các điều kiện mặt đường cũng cần được thiết lập nhằm mô phỏng các tính năng xe như sức kéo, quay vòng, ổn định phanh.

2.3.2 Tính toán lựa chọn hệ thống truyền lực

Thiết kế hệ thống truyền lực là một trong các công đoạn phức tạp trong quá trình phát triển xe, nó phụ thuộc nhiều vào các yêu cầu

tính năng của xe. Trước đây, đa phần ô tô sử dụng các loại động cơ đốt trong cho hệ thống truyền lực kết hợp với các cơ cấu truyền động cơ khí. Tuy nhiên, hiện nay có nhiều lựa chọn hơn cho hệ thống truyền lực với sự phát triển của động cơ điện và động cơ sử dụng nhiên liệu hydrogen. Việc lựa chọn một hệ thống truyền

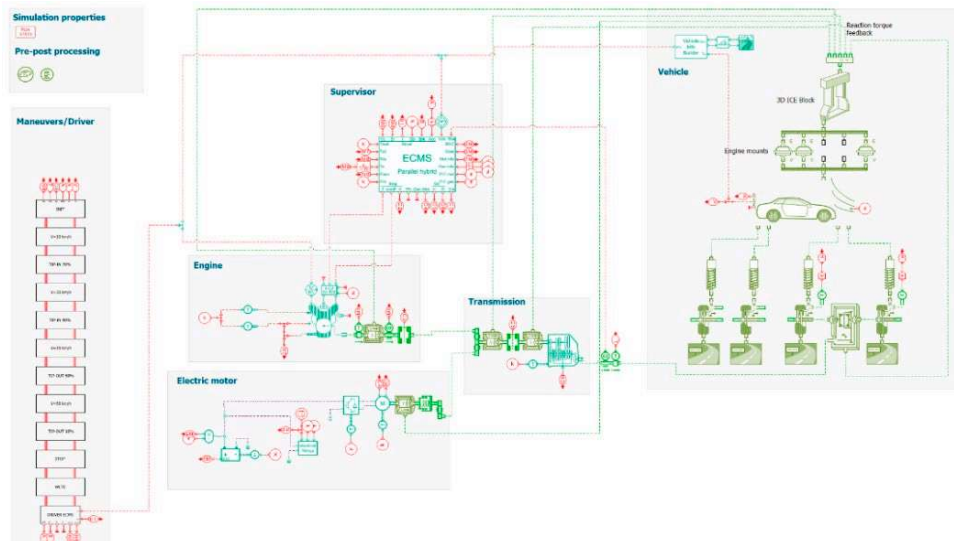
lực cần đáp ứng các nhu cầu về sức kéo, chi phí sản xuất hay thuận tiện cho việc bố trí trên thiết kế ý tưởng và thiết kế tổng thể. Và để đẩy nhanh quá trình này, phần mềm Simcenter Amesim được áp dụng giúp các nhà thiết kế đánh giá nhanh các yêu cầu của hệ thống truyền lực.



Hình 15. Thiết lập bản đồ đường đi trong mô phỏng tổng thể xe

Simcenter Amesim cho phép các nhà thiết kế lựa chọn và đánh giá cùng lúc nhiều cấu hình

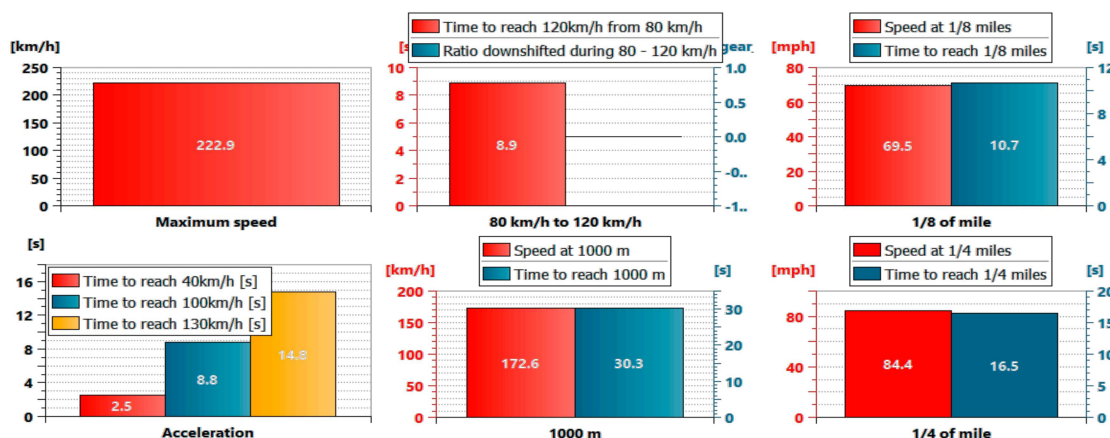
của hệ thống truyền lực dựa trên hệ thống thư viện chuyên biệt dành cho ô tô.



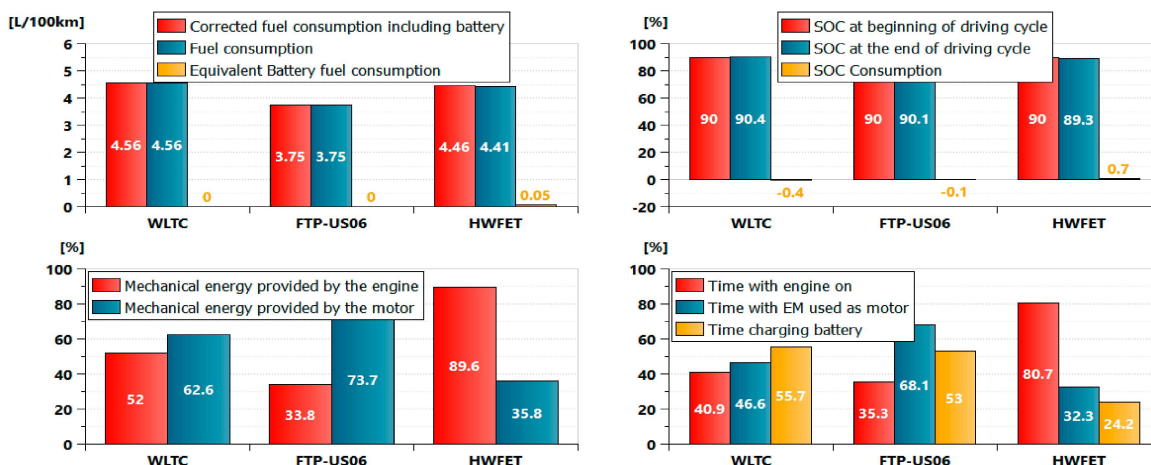
Hình 16. Cấu hình và mô phỏng hệ thống truyền lực xe hybrid

Phụ thuộc vào các thông số đầu vào và các yêu cầu thiết kế, hiệu suất của hệ thống truyền lực sẽ được phân tích với các bảng báo cáo chi tiết như Hình 17. Các yếu tố về lượng tiêu thụ năng lượng, khí thải cũng có thể thực hiện phân

tích trong giai đoạn này giúp các nhà thiết kế dễ dàng lựa chọn được cấu hình phù hợp nhất. Biểu đồ các thông số về nhiên liệu và năng lượng được thể hiện như Hình 18.



Hình 17. Đánh giá hiệu suất hệ thống truyền lực xe hybrid



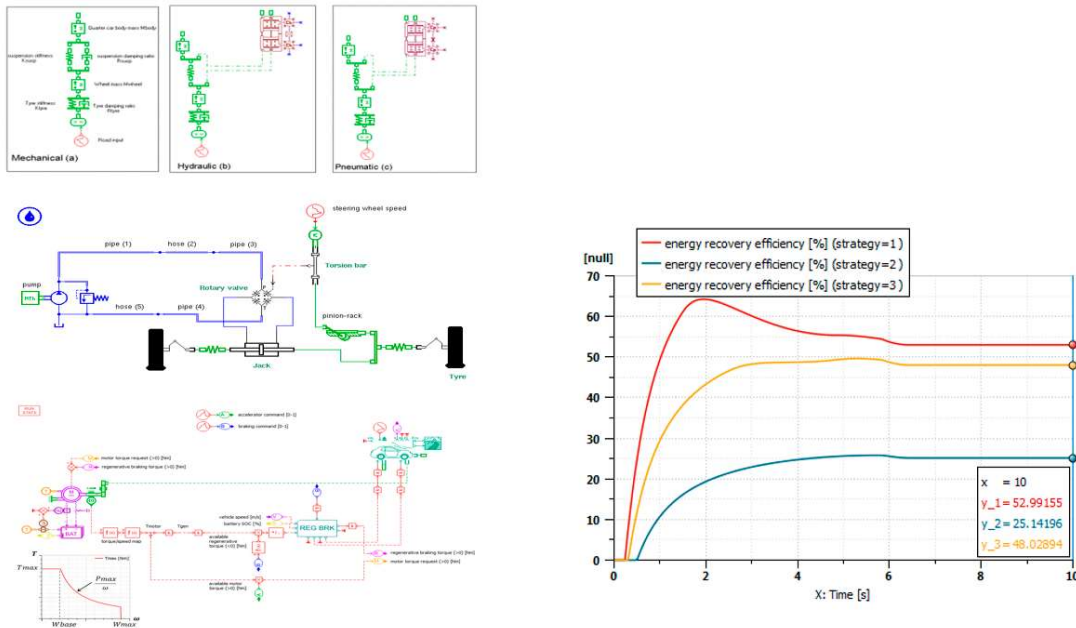
Hình 18. Đánh giá tiêu hao nhiên liệu và năng lượng xe hybrid

2.3.3 Tính toán thiết kế hệ thống khung gầm

Các hệ thống khung gầm bao gồm hệ thống lái, hệ thống treo và hệ thống phanh sẽ được thiết kế và mô phỏng chi tiết trong giai đoạn này. Mục tiêu của quá trình thiết kế mô phỏng này là tìm được thiết kế phù hợp nhất của các cụm chi tiết với yêu cầu đầu vào. Thông thường các hệ thống phụ, hệ thống điều khiển cũng sẽ được thiết lập và mô phỏng như: hệ thống trợ lực lái, hệ thống phanh tái sinh...

2.3.4 Mô phỏng động lực học xe

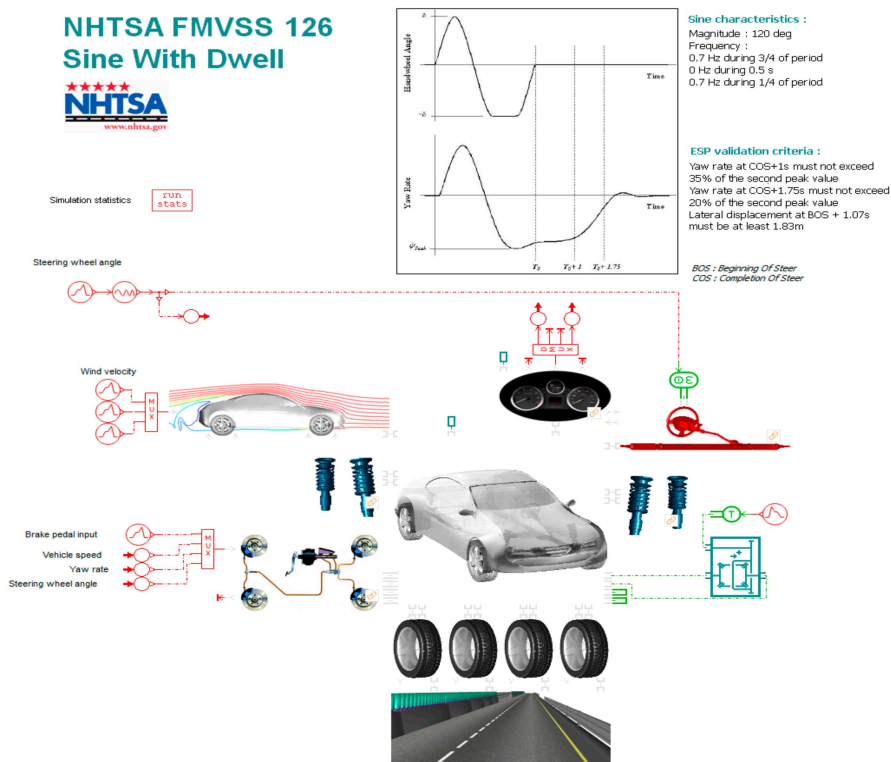
Bước cuối cùng trong thiết kế tổng thể xe là quá trình kết hợp các hệ thống riêng biệt thành một mô hình xe hoàn chỉnh. Trong giai đoạn này, các hệ thống điều khiển như hệ thống chống bó phanh ABS, hệ thống cân bằng điện tử ESP cũng sẽ được thiết lập và mô phỏng. Các bài toán mô phỏng ổn định xe như ổn định khi quay vòng, đường trơn, địa hình dốc... sẽ được thiết lập các mô hình chi tiết sẽ được đánh giá một lần nữa ở mức độ tổng thể.



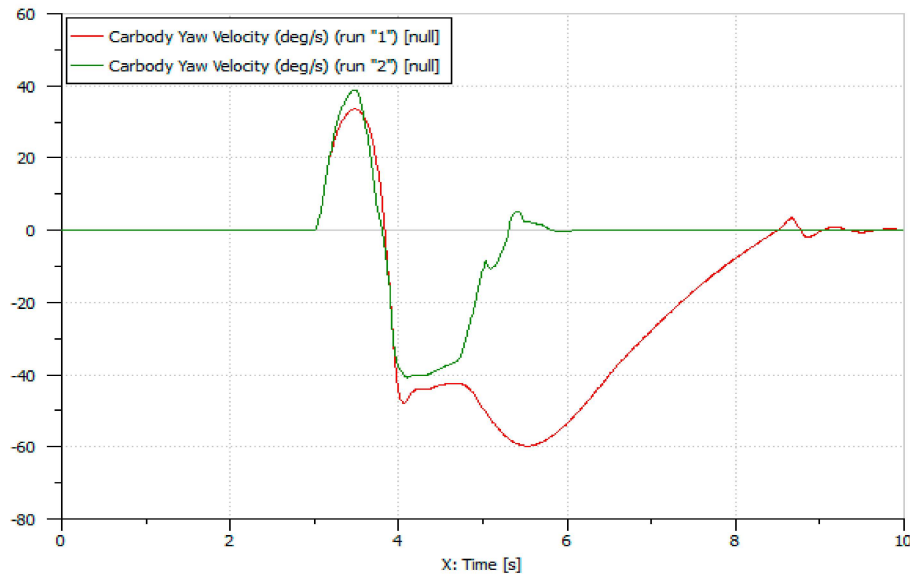
Hình 19. Thiết kế và mô phỏng các hệ thống khung gầm ô tô

Trong Hình 19 và Hình 20 thể hiện mô hình và kết quả mô phỏng hiệu quả hệ thống cân

bằng điện tử khi phanh có sử dụng ABS theo tiêu chuẩn NHTSA FMVSS 126.



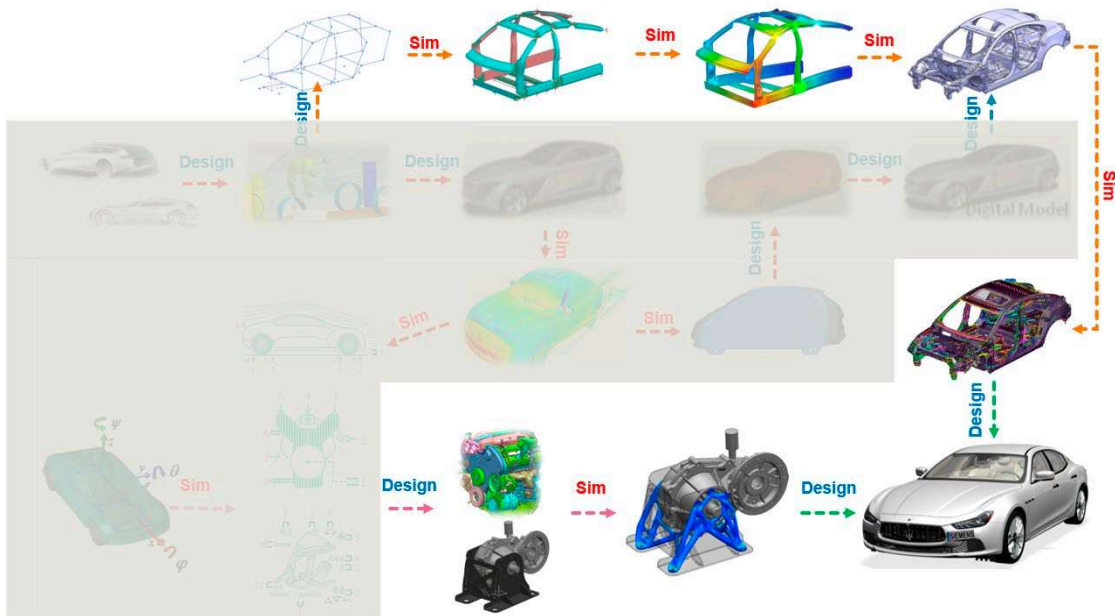
Hình 20. Mô hình mô phỏng hệ thống ESP theo chuẩn chuẩn NHTSA FMVSS 126



Hình 21. Biểu đồ thể hiện độ lệch hướng của xe khi phanh không có ESP (màu đỏ) và phanh có ESP (màu xanh).

2.4 Thiết kế tích hợp mô phỏng trong thiết kế chi tiết ô tô

Quá trình thiết kế chi tiết chi tiết ô tô bao gồm thiết kế chi tiết thân vỏ xe và thiết kế chi tiết, cụm chi tiết xe.



Hình 22. Quy trình thiết kế chi tiết ô tô

2.4.1 Thiết kế chi tiết thân vỏ xe

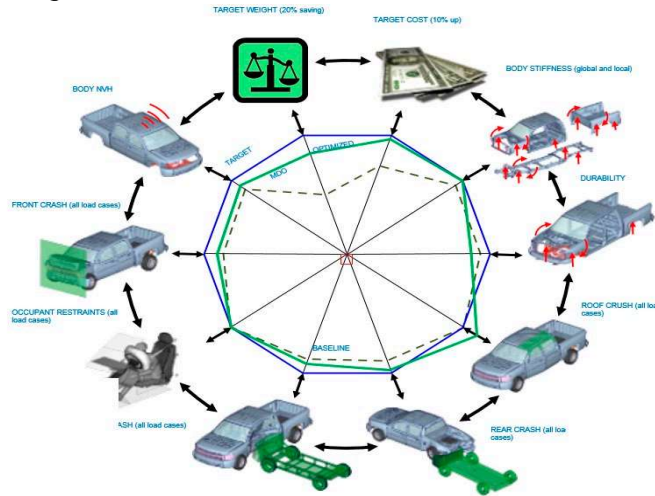
Từ quy trình trên Hình 21, chúng ta có thể thấy quá trình thiết kế thân vỏ xe sẽ bao gồm hai quá trình thiết kế và mô phỏng được thực

hiện song song và kết nối liên tục với thiết kế kiểu dáng.

Việc thiết kế mô hình chi tiết thân vỏ sẽ dựa trên thiết kế chi tiết của kiểu dáng. Tuy

nhiên, một mô hình mô phỏng được thiết lập ngay ở giai đoạn thiết kế bố trí chung tổng thể xe. Các mô hình này được quản lý một cách đồng bộ và thống nhất trong suốt quá trình phát triển. Phụ thuộc vào từng bài toán cụ thể,

Simcenter 3D cho phép người dùng nhanh chóng xây dựng các bài toán mô phỏng cho thân vỏ xe. Các yêu cầu sẽ được đánh giá một cách toàn diện, từ đó đưa ra được phương án thiết kế tối ưu nhất.



Hình 23. Mô phỏng đánh giá thiết kế thân vỏ xe trên Simcenter 3D

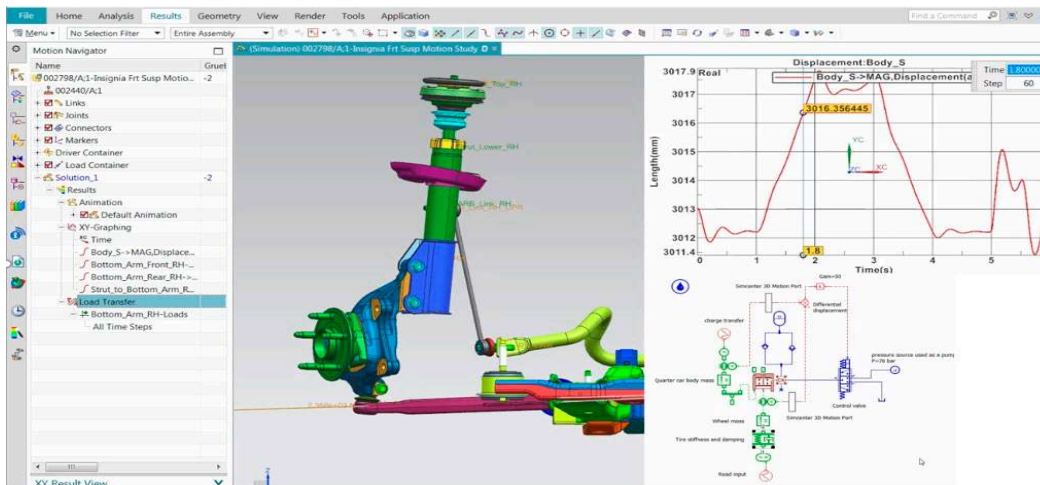
2.4.2 Thiết kế chi tiết, cụm chi tiết xe

Thiết kế chi tiết, cụm chi tiết xe thường bắt đầu dựa trên cấu hình đã phân tích trong giai đoạn thiết kế tổng thể xe. Quá trình thiết kế chi tiết xe bao gồm:

- Thiết kế mô hình 3D chi tiết, cụm chi tiết
- Mô phỏng động lực học
- Mô phỏng độ bền chi tiết
- Tối ưu hoá thiết kế

- Xuất bản vẽ sản xuất.

Ngày nay, việc chế tạo sản phẩm bằng công nghệ in 3D (hình 24) được áp dụng rộng rãi. Công nghệ in cho phép sản xuất những chi tiết mà trước đây không thể sản xuất được. Hơn thế nữa, công nghệ in 3D cho phép thiết kế sản phẩm có hiệu suất tốt hơn, sử dụng ít vật liệu hơn, đơn giản hoá cho việc lắp ráp và có nhiều lựa chọn vật liệu hơn.



Hình 24. Thiết kế chi tiết kết hợp mô phỏng động lực học 3D từ mô hình mô phỏng hệ thống 1D

Phương pháp mô phỏng định hướng thiết kế là một công nghệ mới khi mô phỏng được áp

dụng một cách tự động trong việc tối ưu hoá và lựa chọn thiết kế.



Hình 25. Tối ưu hoá thiết kế cho sản xuất bằng công nghệ in 3D

3. KẾT LUẬN

Thiết kế tích hợp mô phỏng là quy trình thiết kế mới mang lại nhiều lợi ích trong phát triển sản phẩm ngành công nghiệp ô tô. Nhờ ứng dụng các công cụ thiết kế và mô phỏng mở, quá trình thiết kế và mô phỏng được tích hợp cho phép các nhà thiết kế nhanh chóng đưa ra quyết định thiết kế. Sự phát triển của các giải pháp phần mềm, các nhà sản xuất có thể dễ dàng xây dựng

được bản sao kỹ thuật số hoàn chỉnh của ô tô. Đây là yếu tố quyết định giúp giảm tối đa quá trình tạo nguyên mẫu vật lý, đảm bảo sản phẩm có thể hoạt động với hiệu suất tốt nhất ở ngay lần sản xuất đầu tiên. Kết hợp các công nghệ sản xuất mới như công nghệ in 3D, cùng với phương pháp mô phỏng định hướng thiết kế, thiết kế được tối ưu hoá nhanh hơn, hiệu suất cao hơn với chi phí và thời gian sản xuất thấp nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Donnici, G., Frizziero, L., Liverani, A., Buscaroli, G., Raimondo, L. Saponaro, E., & Venditti, G. (2020). *A New Car Concept Developed with Stylistic Design Engineering (SDE)*. MDPI, 12.

[2] Siemens Company Software Design DOC, Tài liệu lưu hành nội bộ về thiết kế của hãng Siemens.