

# NGHIÊN CỨU MẪU XE LĂN ĐIỆN CHO NGƯỜI KHUYẾT TẬT

## ELECTRIC WHEELCHAIRS FOR THE DISABLED

Nguyễn Hữu Hường, Nguyễn Lê Duy Khải,  
Nguyễn Đình Hùng, Trần Đăng Long

ĐH Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh

### TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu, thiết kế, chế tạo mẫu xe lăn điện cho người khuyết tật và người già trên cơ sở xe lăn tay. Xe có thể di chuyển trong nhà, công viên, trên đường nhựa hay đường bê tông thành phố, ngoại thành, nông thôn, trong các khu vực chật hẹp. Mẫu xe được điều khiển bằng hệ thống điện, dễ kết nối.

Đặc điểm của mẫu xe là kết cấu đơn giản, dễ chế tạo, dễ bảo dưỡng sửa chữa, tiện sử dụng, có thể triển khai sản xuất hàng loạt tại Việt nam phục vụ người khuyết tật và người già với giá thành rẻ, phù hợp khả năng tài chính của đối tượng cần sử dụng.

**Từ khóa:** mẫu xe lăn điện, người khuyết tật và người già, dễ chế tạo, giá rẻ.

### ABSTRACT

This paper introduces the results of reseach, design and manufacturing of prototypical electric wheelchairs for the disabled and the elderly based on manual wheelchairs. They can be used indoors and outdoors, in suburban and rural areas, and in narrow areas. The electric wheelchairs are controlled by the electrical system, and easy to connect.

Characteristics of the model are: simple structure, easy to manufacture, easy maintenance and repair. The electric wheelchairs can be mass-produced in Vietnam for the disabled and the elderly at low price.

**Keywords:** prototypical electric wheelchair, the disabled and the elderly, easy to manufacture, low price.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam số lượng người khuyết tật do bẩm sinh và do hậu quả chiến tranh để lại khá nhiều. Hậu quả chiến tranh vẫn còn đeo đuổi những người tham gia kháng chiến và con cháu, nhiều người trong họ mất đi khả năng đi lại. Ngoài ra, tai nạn lao động, tai nạn giao thông và sự già hoá của một bộ phận dân số khiến họ không thể tự mình đi lại [1].

Theo Tổ chức Y tế thế giới (WHO), có nhiều dạng dị tật cho trong bảng 1, trong đó dị tật vận động chiếm tỷ lệ cao nhất - gần 35,46 % .

Bảng 1. Các dạng dị tật (theo tỉ lệ %)

Vận động	Thị giác	Thính giác	Ngôn ngữ	Trí tuệ	Thần kinh
35,46	15,70	9,21	7,92	9,11	13,93

Theo [www.ubmttq.hochiminhcity.gov](http://www.ubmttq.hochiminhcity.gov), hoàn cảnh sống và việc làm của người khuyết tật chủ yếu sống cùng gia đình (95,85%), sống độc thân (3,31%), sống trong trại bảo trợ xã hội của nhà nước (0,22%), sống lang thang (0,62%).

Với sự phát triển của công nghệ, các kiểu loại xe lăn ngày càng phong phú và tiện ích hơn cho người sử dụng. Nếu như trước đây chỉ là xe lăn tay, chủ yếu dùng sức của đôi tay để di chuyển, càng ngày xe có gắn động cơ đã ra đời giúp người khuyết tật chân di chuyển không phải dùng lực của đôi tay. Nhiều nước trên thế giới đã chế tạo xe lăn gắn động cơ điện xe có khả năng lên xuống cầu thang và tự thay đổi độ cao. Các xe lăn dùng động cơ điện ngoại nhập có giá thành khá cao.

Nhằm đáp ứng nhu cầu của người khuyết tật có thể tự mình di chuyển, trong nhiều thập niên qua, nhiều cơ sở trong nước đã chế tạo xe lăn tay làm phương tiện đi lại. Trong bài báo này chỉ giới hạn việc thiết kế chế tạo mẫu xe lăn điện giúp người khuyết tật chân và người già di chuyển thuận lợi.

Các yêu cầu chính của xe lăn điện gồm: kết cấu gọn, khối lượng nhỏ, dễ điều khiển, có tay nắm để người khác giúp đẩy xe cho người khuyết tật khi cần, độ ổn định và an toàn cao, giá thành thấp, sử dụng nguồn động lực từ động cơ điện, tốc độ xe không cao (dưới 10 km/h), có khả năng tham gia giao thông, leo được dốc đến 7°, quãng đường xe di chuyển dưới 10 km.

## 2. CHỌN PHƯƠNG ÁN XE LĂN ĐIỆN

### 2.1. Chọn xe lăn cơ sở

Xe lăn có thể phân loại theo ba cách:

- Theo kết cấu khung có loại: khung gấp và loại khung liền.

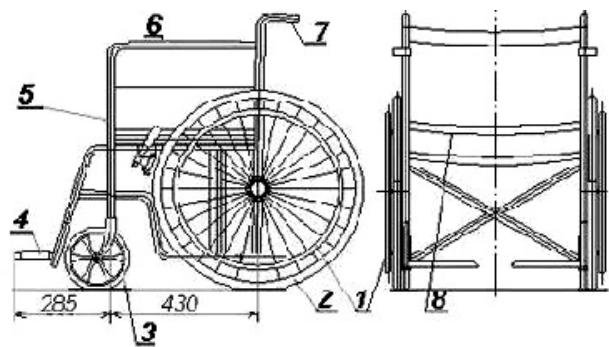
- Theo mức độ hiện đại có loại: thô sơ (lăn tay); xe điện (có gắn động cơ điện).

- Theo cơ cấu điều khiển: xe lắc (dùng tay); xe lăn (dùng tay); xe điện (dùng động cơ điện).

Giá thành xe lăn tay khoảng 1,5 – 6,5 triệu đồng, xe lăn điện nhập giá cao gấp 4 - 10 lần.

Khung xe lăn cơ sở được chọn làm mẫu để nghiên cứu thiết kế thành xe lăn điện là loại khung xếp vì có nhiều ưu điểm: kết cấu nhỏ gọn, trọng lượng nhẹ, dễ tháo lắp, giá rẻ.

Trên hình 1 thể hiện sơ đồ xe lăn tay loại khung xếp.



Hình 1. Sơ đồ xe lăn tay

1- vành lăn tay; 2 - bánh sau; 3 - bánh lăn trước; 4 - bàn để chân; 5 - khung xe; 6 - tựa tay; 7 - tay đẩy; 8 - mặt ghế

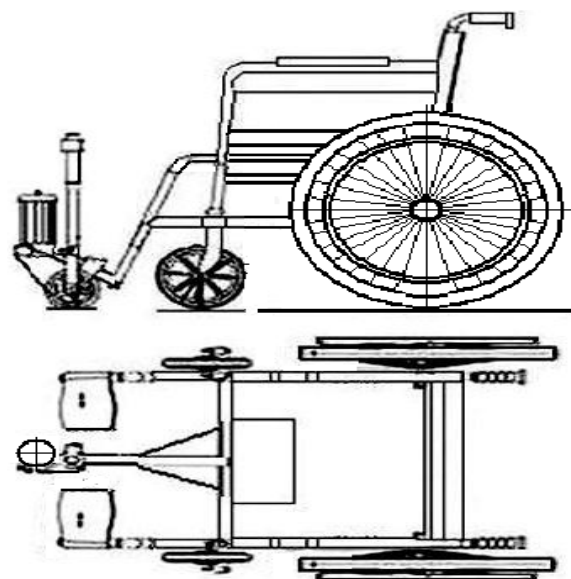
### 2.2. Chọn phương án xe lăn điện

#### a. Phương án bố trí chung

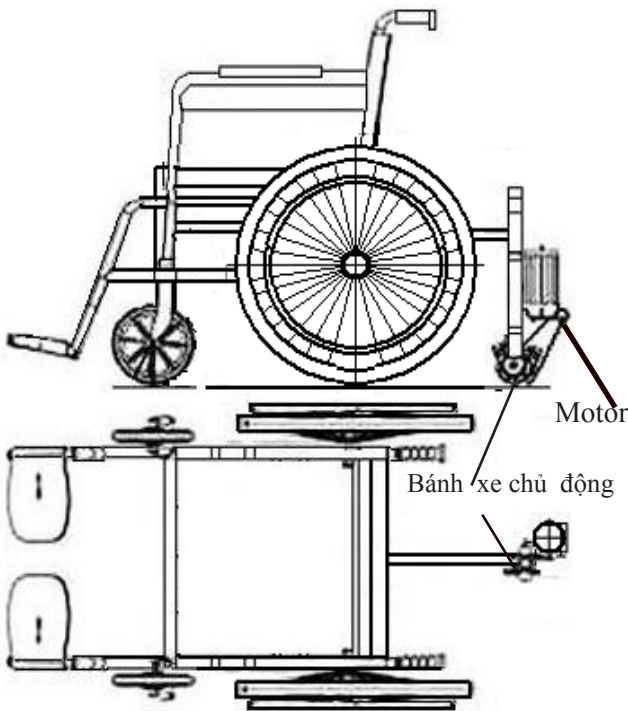
Trên cơ sở xe lăn tay kiểu khung gấp, phương án bố trí truyền động và điều khiển xe lăn điện. Có ba phương án bố trí chung truyền động xe lăn điện được đề xuất:

Phương án 1 (hình 2): motor và bánh chủ động đặt trước đầu xe. Phương án này có nhược điểm là xe dài, hành lang quay vòng lớn.

Phương án 2 (hình 3): motor và bánh chủ động cuối xe. Phương án này có cùng nhược điểm như phương án 1 là xe dài, hành lang quay vòng lớn. Ngoài ra, xe có năm bánh tiếp xúc mặt đường, các thanh đòn dẫn động điều khiển lái cho bánh chủ động khá rườm rà. Bánh chủ động đặt ở đuôi xe (sau hai bánh xe).

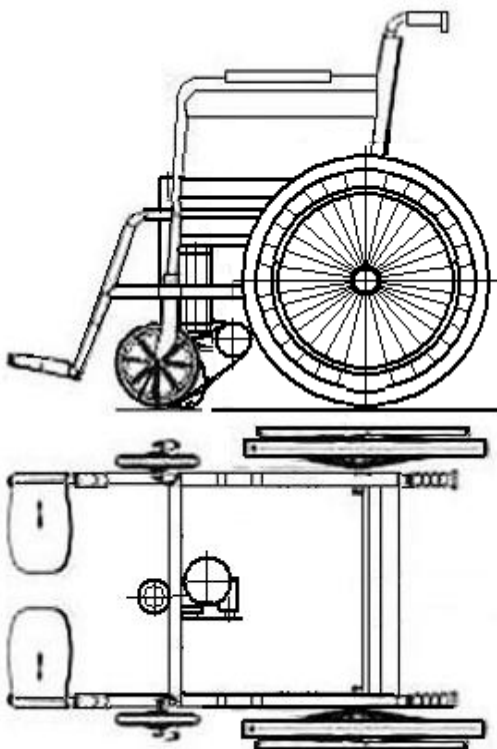


Hình 2. Motor và bánh chủ động ở trước



Hình 3. Motor và bánh chủ động ở sau gần cuối xe

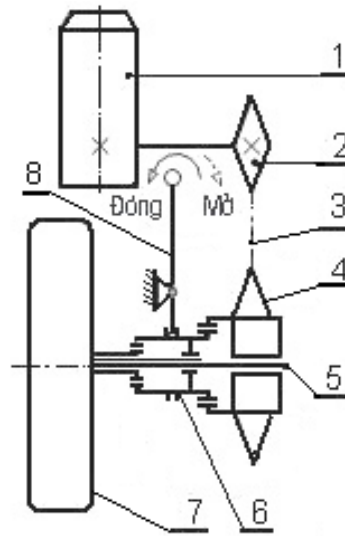
Phương án 3 (hình 4): bánh chủ động đặt ở dưới - phần trước ghế ngồi. Phương án này ưu điểm là xe gọn, hành lang quay vòng hẹp, không thay đổi nhiều kích thước dài - rộng - cao của xe lăn tay nguyên thủy. Đây là phương án được chọn để thiết kế (hình 4, 5).



Hình 4. Motor và bánh chủ động đặt ở dưới sát trước ghế ngồi

### b. Truyền lực xe lăn điện

Theo phương án 3, tiên hành được chọn bố trí truyền lực cho xe lăn. Trên hình 5 thể hiện sơ đồ đường truyền lực xe lăn điện.



Hình 5. Sơ đồ truyền động xe lăn điện

1- motor điện; 2, 4, 5- truyền động xích ( $z_2 = 9$ ;  $z_4 = 16$ ); 4- trục bánh xe chủ động; 6- ống gài (ly hợp); 7- bánh chủ động; 8- cần gài ly hợp

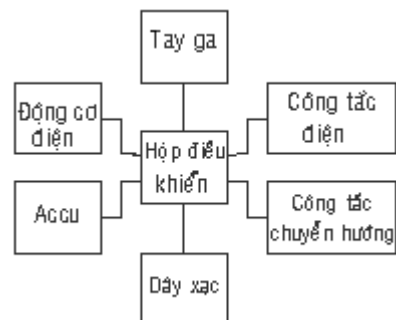
### c. Nguyên lý điều khiển xe lăn điện

Xe điện [4] là sử dụng nguồn cung cấp cho động cơ điện quay rồi truyền đến bánh xe chủ động quay. Với xe lăn điện đơn giản, ta sử dụng bình accu dẫn động cho động cơ điện một chiều (motor) qua bộ truyền giảm tốc.

Hình 6 giới thiệu sơ đồ hệ thống điều khiển xe lăn điện, hệ thống phép xe chạy tiến và lùi.

### 2.3. Chọn động cơ điện và chọn bình accu

Khi chọn dung lượng bình accu, phải xuất phát từ công suất cần thiết cho xe.



Hình 6. Sơ đồ điều khiển xe lăn điện

Với số liệu chọn trước (trọng lượng xe không, trọng lượng người, tốc độ tối đa, loại đường,...) và điều kiện cân bằng công suất tính được công suất động cơ điện (motor) cần thiết.

Trường hợp chung, công suất phát ra của động cơ ( $N_e$ ) phải tiêu tốn để thắng các công suất: cản lăn, cản không khí, cản dốc, cản quán tính. Phương trình cân bằng công suất được biểu thị như sau:

$$N_e = (N_f + N_\omega \pm N_i \pm N_j) / \eta_t; \quad (1)$$

Trong đó:

- $N_e$ : Công suất động cơ
- $N_f$ : Công suất tiêu cản lăn
- $N_\omega$ : Công suất cản không khí
- $N_i$ : Công suất cản leo dốc
- $N_j$ : Công suất cản quán tính
- $\eta_t$ : Hiệu suất truyền lực

Khi chạy trên đường bằng ( $\alpha=0$ ) và đạt tốc độ tối đa thì xe không còn tăng tốc. Lúc này cân bằng công suất sẽ được viết:

$$N_{eV} = (N_{fv} + N_{\omega v}) / \eta_t = (f \cdot G \cdot V_{\max} + K F V_{\max}^3) / \eta_t; \quad (2)$$

Thay giá trị vào (2):

- Trọng lượng xe và người

$$G = G_0 + G_n + G_h = 390 + 650 + 100 = 1050 \text{ N};$$

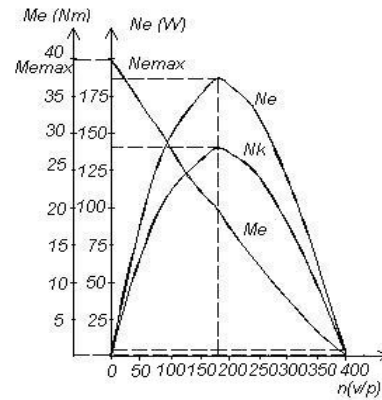
- $f = 0,015$

-  $K F = 0,75 \text{ N s}^2 / \text{m}^2$ ;  $V_{\max} = 2,361 \text{ m/s}$  (8,5 km/h) sẽ tính được công suất động cơ cần thiết  $N_{eV}$  khi xe đạt  $V_{\max}$ .

Từ  $N_{eV}$  chọn động cơ có công suất  $N_{e\max}$  gần công suất tính toán. Động cơ chọn là động cơ điện một chiều hiệu MTG – Q110 có chổi than, điện áp 24 V, dòng điện định mức 15A, công suất định mức sử dụng 200W/400vòng/phút.

Bình accu được chọn có điện áp 24 V, dòng điện A. Để kéo dài thời gian làm việc giữa hai lần sạc [5], trên xe lăn điện sẽ dùng loại bình accu khô chất lượng cao (accu litium).

Đặc tính công suất động cơ cho trên hình 7.



Hình 7. Đặc tính làm việc của động cơ điện MTG – Q110

#### 2.4. Chọn hệ thống truyền lực xe lăn tay

Động cơ điện có vòng quay đầu ra  $n = 400$  vòng/phút. Bộ giảm tốc từ động cơ có tỷ số truyền  $i_g = 1,125$ . Để giảm tốc và tăng lực kéo, xe sử dụng bộ truyền xích (hình 6) với tỷ số truyền  $i_x = 16/9 = 1,778$ .

Sau khi chọn động cơ và hệ truyền lực, kiểm tra lại tính năng kéo của xe lăn điện.

#### 2.5. Động lực học xe lăn điện

##### a. Động lực kéo của xe

- Phương trình cân bằng lực kéo của xe theo [3] được viết:

$$P_k = P_f \pm P_i + P_\omega \pm P_j; \quad (3)$$

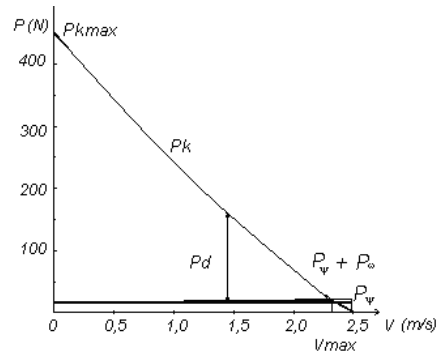
Trong đó:

- $P_k$ : Lực kéo tiếp tuyến ở bánh xe chủ động.
- $P_f$ : Lực cản lăn ở bánh xe chủ động.
- $P_i$ : Lực cản lên dốc.
- $P_\omega$ : Lực cản không khí.
- $P_j$ : Lực cản quán tính khi xe chuyển động.

Thay các giá trị vào (3), tính được kết quả trong các bảng 2, 3 và vẽ các đồ thị hình 8, 9.

Bảng 2. Cân bằng lực kéo khi xe chạy trên đường bằng ( $\alpha=0$ )

V, m/s	$P_k$ (N)	$P_p$ , N	$P_{\omega}$ , N	$P_f + P_{\omega}$ , N
0	449,1675	15,7500	0,0000	15,7500
0,1676	415,4593	15,7500	0,0211	15,7711
0,3351	378,9550	15,7500	0,0842	15,8342
0,5585	334,2333	15,7500	0,2339	15,9839
0,7392	290,7300	15,7500	0,4098	16,1598
1,0053	241,7997	15,7500	0,7580	16,5102
1,1424	221,1123	15,7500	0,9788	16,7288
1,2566	196,2127	15,7500	1,1844	16,9343
1,4362	162,3950	15,7500	1,5469	17,2970
1,6755	119,1108	15,7500	2,1055	17,8555
2,0106	64,7221	15,7500	3,0319	18,7819
2,2222	22,3258	15,7500	3,7036	19,4536
2,2381	20,5475	15,7500	3,7568	19,5068
2,3379	18,9999	15,7500	4,0995	19,8493



Hình 8. Đồ thị cân bằng lực kéo khi xe chuyển động trên đường bằng

Bảng 3. Cân bằng lực kéo khi xe chạy trên đường có độ dốc ( $\alpha$ ) thay đổi

v (m/s)	$P_k$ , N	$P_{\omega}$ , N	$P_w + P_{\omega}$ , N		
			Góc $0^\circ$	Góc $6^\circ$	Góc $8^\circ$
0	449,1675	0	0	0	0
0,1676	415,4593	0,0211	15,7711	125,4095	174,0721
0,3351	378,9550	0,0842	15,8342	125,4726	174,1352
0,5585	334,2333	0,2339	15,9839	125,6223	174,2850
0,7392	290,7300	0,4098	16,1598	125,7982	174,4608
1,0053	241,7997	0,7620	16,5102	126,1404	174,8090
1,1424	221,1123	0,9788	16,7288	126,3672	175,0298
1,2566	196,2127	1,1843	16,9343	126,5727	175,2354
1,4362	162,3950	1,5470	17,2970	126,9354	175,5979
1,6755	119,1108	2,1055	17,8555	127,4939	175,2354
2,0106	64,7221	3,0319	18,7819	128,4203	175,5979
2,2222	22,3258	3,7036	19,4536	128,4203	177,7756
2,2381	19,5068	3,7568	19,5068	128,4203	177,8288
2,3379	18,9999	4,0993	19,8493	129,4877	178,1505
2,4822	2,5814	4,6210	20,3710	130,0094	178,6722

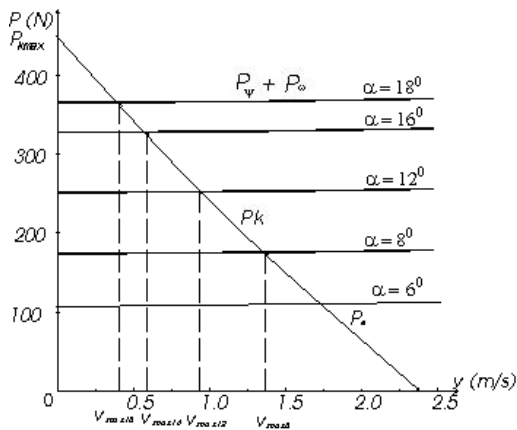
- Nhân tố động lực học xe lăn điện (D):

$$D = (P_k - P_{\omega})/G; \quad (4)$$

Thay các giá trị vào (4) cho kết quả ở bảng 4.

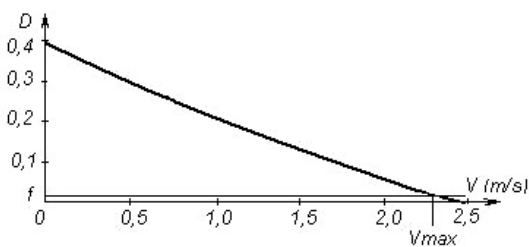
Bảng 4. Giá trị nhân tố động lực học

v (m/s)	$P_k$ (N)	$P_\omega$ (N)	D
0	449,1675	0,0000	0,4278
0,1676	415,4593	0,0211	0,3957
0,3351	378,9550	0,0842	0,3608
0,5585	334,2333	0,2339	0,3183
0,7392	290,7300	0,4098	0,2765
1,0053	241,7997	0,7580	0,2296
1,1424	221,1123	0,9788	0,2001
1,2566	196,2127	1,1844	0,1857
1,4362	162,3950	1,5469	0,1532
1,6755	119,1108	2,1055	0,1114
2,0106	64,7221	3,0320	0,0588
2,2222	22,3258	3,7036	0,0177
2,2381	19,5068	3,7568	0,0150
2,3379	18,9999	4,0995	0,0142
2,4822	2,5814	4,6212	-0,0019



Hình 9. Đồ thị cân bằng lực kéo khi xe chuyển động trên đường có độ dốc khác nhau

Trên hình 10 thể hiện đồ thị nhân tố động lực học từ bảng kết quả tính toán của bảng 4.



Hình 10. Đồ thị nhân tố động lực học khi xe chuyển động trên đường bằng

-Độ dốc xe khắc phục được ở các tốc độ khác nhau được tính:

$$\alpha = \arctg(D-f); \quad (5)$$

Từ công thức (5) xác định độ dốc xe khắc phục được theo tốc độ xe.

## b. Động học quay vòng xe lăn điện

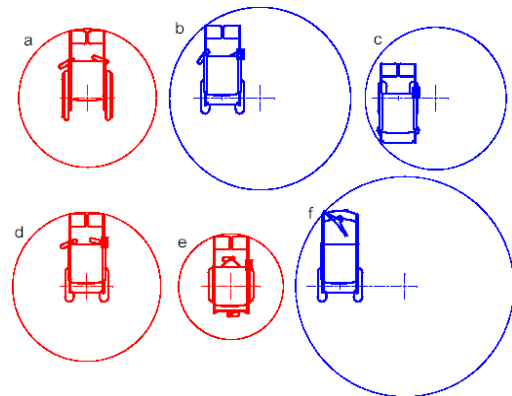
Không gian tối thiểu quay vòng xe lăn (hình 11) là không gian cho phép không cần quá nhiều động tác đảo ngược chuyển động. Không gian tối thiểu yêu cầu phải lớn hơn hoặc bằng không gian khi xe quay một góc lớn hơn  $90^\circ$ ,  $145^\circ$  và  $360^\circ$  theo mỗi điều kiện quay vòng.

Với các tiêu chuẩn quay định sẽ tạo điều kiện thuận tiện khi định vị phù hợp với không gian di chuyển của người khuyết tật.

Bảng Tiêu chuẩn ISO 71765 quy định giới hạn về không gian tối thiểu. Vòng tròn xoay là một vòng tròn mà xe lăn chuyển động quanh một tâm điểm cố định vạch nên (hình 12).

$90^\circ$                        $145^\circ$                        $360^\circ$

Hình 11. Không gian xe quay vòng



Hình 12: Vòng tròn xoay xe lăn

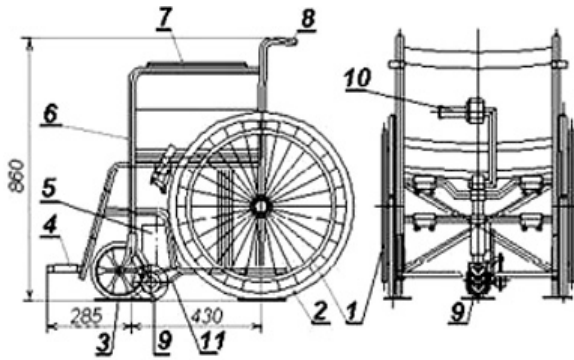
a) xe thô sơ, bánh sau vừa là bánh chủ động vừa là bánh lái; b) xe điện, bánh sau vừa chủ động vừa là bánh lái; c) xe điện, bánh trước chủ động và trực tiếp lái; d) xe điện, bánh xe sau điều khiển và chủ động; e) xe điện có bánh xe ở giữa lái, bánh sau chủ động; f) xe điện, nhưng có người trợ giúp cho chuyển động xoay.

## 3. CHẾ TẠO, THỬ NGHIỆM XE

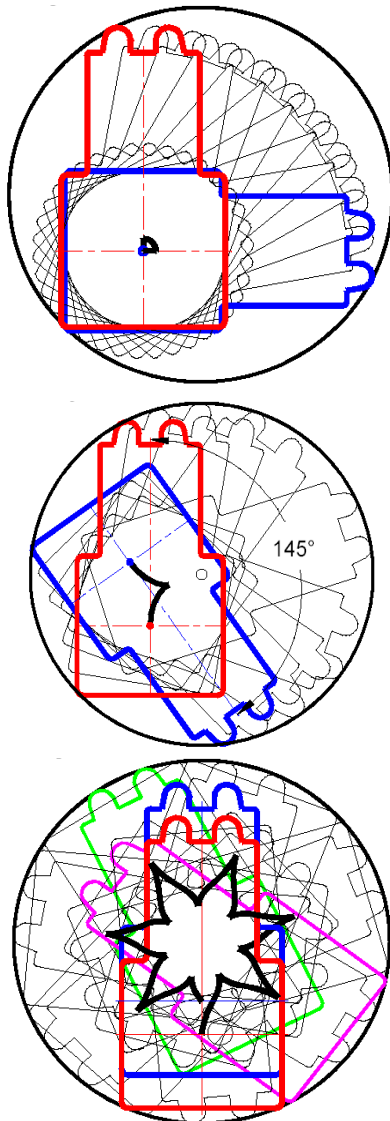
### 3.1. Chế tạo xe lăn điện

Xe lăn điện chế tạo lắp đặt trên cơ sở xe lăn tay dạng khung gấp, được thiết kế lắp hệ thống truyền động điều khiển bằng. Kích thước dài, rộng, cao không thay đổi so với xe lăn tay nhưng

giúp người khuyết tật có thể di chuyển nhờ hệ thống điều khiển và động cơ điện. Trên hình 13 là sơ đồ và hình 14, 15 là xe lăn điện sau khi chế tạo.



Hình 13. Xe lăn điện thiết kế



1- vành lăn; 2-bánh xe; 3- bánh đỡ trước; 4- bàn để chân; 5-motor; 6- khung xe; 7- bàn tựa tay; 8- tay đẩy; 9- bánh xe chủ động; 10- cần lái và điều khiển tốc độ.

### 3.2. Thử nghiệm

Sau khi chế tạo, xe đã được thử nghiệm đo tốc độ, khả năng leo dốc và hành lang quay vòng tại Phòng thí nghiệm thuộc Bộ môn Ô tô - Máy Động lực, Khoa Kỹ thuật Giao thông, Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh. Kết quả thử cho thấy xe đạt tốc độ tối đa 7,13 km/h (1,981 m/s). Khả năng leo dốc của xe cao khi vận tốc chuyển động thấp và ngược lại. Ví dụ: khi chạy ở tốc độ 5 km/h (1,39 m/s) xe leo độ dốc 5,14 độ, còn khi chạy ở tốc độ 3,6 km/h (1m/s) xe leo được độ dốc 12 độ,... Đường kính quay vòng nhỏ nhất của xe đạt 1,48 m (không gian chiếm chỗ khi xe quay vòng).



Hình 14. Tổng thể xe lăn điện



Hình 15. Xe lăn điện đang xác bình

## 4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Bài báo trình bày việc thiết kế, chế tạo mẫu xe lăn điện trên cơ sở xe lăn tay loại khung xếp.

- Xe lăn điện giúp người khuyết tật chân và người già thuận tiện di chuyển mà không cần phải dùng nhiều sức trên đường giao thông công cộng, trong công viên hay trong nhà. Khi accu yếu người sử dụng có thể dùng tay để lăn.

- Mẫu xe mới này đảm bảo các yêu cầu về động lực học tối thiểu dành cho người tàn tật và người già, có khả năng leo dốc tốt.

- Mẫu xe lăn điện dễ chế tạo, các cụm truyền động được chế tạo mới hoặc mua sẵn trên thị trường. Giá thành xe thấp hơn nhiều so với các xe hiện nay trên thị trường.

Để ứng dụng tốt kết quả đề tài vào thực tế, cần nghiên cứu thêm theo các hướng:

- Thay đổi kết cấu để xe có thể leo dốc cao hơn.

- Kiểm tra chính xác thời gian nạp và sử dụng bình accu. Dùng accu dung lượng lớn hơn (hoặc lắp nhiều bình), tùy yêu cầu để kéo thời gian sử dụng giữa các kỳ nạp.

- Cải tiến bộ điều khiển để tiên khi lên xuống xe, lái nhẹ, linh hoạt và chính xác hơn.

- Bổ trí thêm hệ thống đèn, còi tín hiệu

- Cải tiến kết cấu và điều khiển phanh để dừng xe đúng lúc theo yêu cầu sử dụng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] “Người khuyết tật tiếp cận và tham gia an toàn giao thông.” *Handicap International* 10/2006.
- [2] Văn bản hướng dẫn số 746/PTNL ngày 29/04/2002 và Quyết định số 767/PTNL ngày 24/04/2002 của Cục Đường Bộ Việt Nam.
- [3] Nguyễn Hữu Cẩn và các tác giả, *Lý thuyết Ô tô máy kéo*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà nội, 2007.
- [4] Seth Leitman and Bob Brant, *Build your own electric vehicle*, Copyright by the McGraw-Hill companies, 2009.
- [5] Sandeep Dhamejia, *Electric Vehicle Battery Systems*, Butterworth - Heineman 2002.
- [6] Nguyễn Kim Đính, *Kỹ thuật điện*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1998.
- [7] Tin Internet.