



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**

**ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**"ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ"**



**ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:**

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΛΙΑΣΚΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:**

**ΜΙΧΑΛΗΣ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ**

**ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2017**

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο / Η κάτωθι υπογεγραμμένος / η ΛΙΑΣΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, του ΠΕΤΡΟΥ, με αριθμό μητρώου 37168 φοιτητής / τρια του Τμήματος **Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.** του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών

ΛΙΑΣΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



Ημερομηνία

19-5-2017

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	<b>5</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ</b> .....	<b>5</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	<b>6</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b> .....	<b>6</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>7</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>9</b>
<b>1. ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ</b> .....	<b>11</b>
1.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ.....	11
1.1.1. ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ.....	11
1.1.2. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΡΟΜΠΟΤ.....	11
1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ.....	13
1.2.1. ΚΟΜΒΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ.....	13
1.3. ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....	14
1.3.1. ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΡΟΜΠΟΤ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....	14
1.3.2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΡΟΜΠΟΤ.....	15
1.3.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ.....	21
<b>2. Η ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΩΣ ΚΥΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ</b> .....	<b>28</b>
2.1. ΒΑΘΜΟΣ ΕΙΣΧΩΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	28
2.2. ΑΙΤΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ.....	32
2.3. ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ.....	35
2.3.1. Η ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΥΗΜΕΡΙΑ ΩΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ .....	35
2.3.2. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ.....	38
<b>3. ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ</b> .....	<b>43</b>
3.1. ΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	43
3.1.1. ΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΩΣ ΚΟΡΥΦΑΙΑ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ .....	43
3.1.2. ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ.....	45
3.1.3. Η ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΥΠΟ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ.....	47
3.1.4. ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ.....	49
3.1.5. ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ.....	51
3.2. ΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ.....	55
3.2.1. ΑΥΣΤΗΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	55
3.2.2. ΤΑ ΡΟΜΠΟΤ ΩΣ ΛΥΣΗ ΣΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	58
3.2.3. ΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΖΟΥΝ ΤΑ ΡΟΜΠΟΤΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ.....	61
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>63</b>



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1: καρτεσιανός βραχίονας.....	16
ΕΙΚΟΝΑ 2: κυλινδρικός βραχίονας.....	16
ΕΙΚΟΝΑ 3: σφαιρικός βραχίονας.....	17
ΕΙΚΟΝΑ 4: αρθρωτός βραχίονας.....	17
ΕΙΚΟΝΑ 5: συνολική απεικόνιση της διαδικασίας παραγωγής.....	21
ΕΙΚΟΝΑ 6: λαμαρίνες αυτοκινήτων κατά την διαδικασία της σφράγισης.....	23
ΕΙΚΟΝΑ 7: δωμάτιο με έντονη φωτεινότητα για την επιθεώρηση του αμαξώματος.....	24
ΕΙΚΟΝΑ 8: ηλεκτροσυγκόλληση αντίστασης.....	25
ΕΙΚΟΝΑ 9: συγκόλληση τόξου μέσω ρομποτικού βραχίονα.....	25
ΕΙΚΟΝΑ 10: συναρμολόγηση εσωτερικού χώρου από ρομποτικούς βραχίονες.....	27
ΕΙΚΟΝΑ 11: στο παρελθόν οι ανεμοθώρακες τοποθετούνταν από εργάτες.....	27
ΕΙΚΟΝΑ 12: σήμερα οι ανεμοθώρακες τοποθετούνται από ρομπότ.....	28
ΕΙΚΟΝΑ 13: διεθνείς εισαγωγές και εξαγωγές οχημάτων για το 2011.....	32
ΕΙΚΟΝΑ 14: επενδύσεις για το έτος 2014.....	33
ΕΙΚΟΝΑ 15: σύγκριση προγραμμάτων Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και Ευρώπης για έλεγχο των ρύπων.....	46
ΕΙΚΟΝΑ 16: εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα των μεταφορών.....	48
ΕΙΚΟΝΑ 17: εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά κλάδο στην Γερμανία.....	49
ΕΙΚΟΝΑ 18: το ρομπότ "Scanalyzer" της πλατφόρμας TERRA.....	53
ΕΙΚΟΝΑ 19: το μη επανδρωμένο αεροσκάφος της πλατφόρμας TERRA.....	54
ΕΙΚΟΝΑ 20: το επίγειο ρομπότ της πλατφόρμας TERRA.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 21: αριθμός ετήσιων ανακλήσεων αυτοκινήτων παγκοσμίως.....	57
ΕΙΚΟΝΑ 22: το ρομποτικό αυτοκίνητο της Google.....	60

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: προμήθεια ρομποτικών μονάδων ανά βιομηχανικό κλάδο.....	14
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2: διεθνής παραγωγή αυτοκινήτων κατά έτος.....	30

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: σύγκριση σειριακών βραχιόνων.....	18
--	----

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ**

ΣΧΗΜΑ 1: διαφορά ακρίβειας και επαναληψιμότητας.....	19
--	----

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το πρώτο ρομπότ έκανε την εμφάνισή του το 1954 και έπειτα από την πρώτη βιομηχανική εφαρμογή του το 1962 η έννοια της ρομποτικής άρχισε να συνδέεται στενά με την μαζική παραγωγή αυτοκινήτων. Πρακτικά όμως, δύο δεκαετίες αργότερα, η ρομποτική μετατράπηκε σε συνώνυμο με την αυτοκινητοβιομηχανία αφού οι κατασκευαστές στράφηκαν στα ρομπότ και στις δυνατότητές τους προκειμένου να αυτοματοποιήσουν ακόμη περισσότερα στάδια παραγωγής ενός αυτοκινήτου σε σχέση με το παρελθόν όπως η συγκόλληση, η βαφή, η συναρμολόγηση, η χύτευση καθώς και η μεταφορά εξαρτημάτων που ήταν αρκετά μεγάλα σε μέγεθος. Σήμερα η αυτοκινητοβιομηχανία συνεχίζει να κυριαρχεί στην χρήση των ρομπότ σε διεθνές επίπεδο και συνεχώς το συνολικό πλήθος τους αυξάνεται γεγονός το οποίο δικαιολογείται από το ότι διαρκώς οι εταιρείες παραγωγής μεγαλώνουν τις επενδύσεις τους προς την βιομηχανική εκμετάλλευση της ρομποτικής. Αν κρίνουμε από την παγκόσμια παραγωγή αυτοκινήτων το 2015 έτος κατά το οποίο ξεπέρασε τις 90000000 μονάδες και δημιούργησε νέο μέγιστο, είναι λογικό να αναμένεται περαιτέρω αύξηση στις ρομποτικές εγκαταστάσεις που έπονται στο άμεσο μέλλον. Ήδη από το πρώτο τετράμηνο του 2015 βγαίνει το συμπέρασμα, μέσω στατιστικών, ότι οι παραγγελίες οι οποίες αφορούν την παραγωγή αυτοκινήτων συνεχίζουν να οδηγούν την βιομηχανική αγορά των ρομπότ. Πιο συγκεκριμένα, οι παραγγελίες ρομπότ οι οποίες σχετίζονται με την βιομηχανία εξαρτημάτων των αυτοκινήτων αυξήθηκαν κατά 66% ενώ οι παραγγελίες οι οποίες έλαβαν χώρα από τους κατασκευαστές των αυτοκινήτων αυξήθηκαν κατά 6%. Είναι δεδομένο ότι η χρήση των ρομπότ εξαπλώνεται με ραγδαίους ρυθμούς και σε άλλες βιομηχανίες όμως είναι επίσης φανερό ότι η αυτοκινητοβιομηχανία είναι εκείνη η οποία αποτελεί καταλυτικό παράγοντα για την μεγιστοποίηση της χρήσης των ρομπότ στην σφαίρα της βιομηχανίας. Παρ'όλο που τα ρομπότ συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται με αύξοντες ρυθμούς, πρέπει να τονιστεί ότι το επικείμενο μέλλον τους στο επίπεδο της αυτοκινητοβιομηχανίας δεν θα είναι χωρίς προκλήσεις. Οι κύριοι λόγοι για τους οποίους πρόκειται να συμβεί κάτι τέτοιο είναι η αυστηροποίηση των πολιτικών που ρυθμίζουν τους κανόνες για εκπομπές ρύπων και την ασφάλεια αλλά και η αυξανόμενη ζήτηση της αγοράς για αυτοκίνητα και νέες τεχνολογίες που τα συνοδεύουν. Επομένως, οι κατασκευαστές θα πρέπει να μεταβάλουν την διαδικασία παραγωγής ούτως ώστε να γίνει περισσότερο αποδοτική και αξιόπιστη. Με γνώμονα τις νέες τάσεις της αγοράς των αυτοκινήτων οι αυτοκινητοβιομηχανίες θα μπορούσαν να ανανεώσουν τον παλιό εξοπλισμό τους και με τα νέα ρομπότ που θα διαθέτουν θα είναι σε θέση να μειώσουν κατά πολύ

τους χρόνους παραγωγής, το συνολικό κόστος, την απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας και πολλά άλλα ακόμη.

## **ABSTRACT**

The first robot made its appearance in 1954 and after its first industrial implementation in 1962 the concept of robotics began to closely correlate to mass automobile production. Practically though, it was after two decades that robotics became a synonym to automotive industry since the manufacturers turned to robots and their capabilities in order to automate even more production stages of an automobile compared to the past such as welding, painting, assembly, die casting and transfer of parts that were considerably large. Today, the automotive industry continues to dominate the robot usage in a global level and constantly their total number rises which is justified by the fact that the production companies continuously magnify their investments towards the industrial exploitation of robotics. If we take into account the international automobile production of the year 2015 when it exceeded the 90000000 units and set a new record, it is only logical to expect a further increase in robotic installations that are due in the near future. Since the first quarter of 2015 we can already, based on statistics, draw the conclusion that the orders concerning the automobile production continue to drive the industrial market of robots. More specifically, the orders of robots related to the automotive components industry have increased by 66% while the orders that were placed by the automobile manufacturers have increased by 6%. It is a fact that the usage of robots is spreading at a rapid pace in other industries as well, but it is also apparent that the automotive industry is the decisive factor for the maximization of robots usage in the realm of industry. Even though robots continue to be used in an accelerated pace, it has to be noted that their imminent future in the industry level will not be without challenges. The main reasons for this are the tightening of the policies that regulate emissions and safety but also the raise in demand in the market for automobiles and for their corresponding new technologies. Thus, manufacturers have to alter the production process in a way that it becomes more efficient and reliable. Driven by the new automobile market trends the automotive industries could renew their old equipment and with the new robots that will have in their disposal they will be able to reduce by far the production times, the overall cost, the required energy consumption and even more.



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να αναλύσει την χρήση της ρομποτικής επιστήμης στα πλαίσια της σύγχρονης βιομηχανίας δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στον βιομηχανικό κλάδο της κατασκευής αυτοκινήτων, να εξερευνήσει την πορεία μέχρι και σήμερα της ρομποτικής στο συγκεκριμένο πεδίο εφαρμογής, καθώς επίσης και να εντοπίσει τις κατευθύνσεις προς τις οποίες θα πρέπει να κινηθεί το ευρύτερο σύνολο της ρομποτικής (επιστημονικό προσωπικό, επιχειρήσεις) προκειμένου να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα της εν λόγω επιστήμης στον τομέα της παραγωγής αυτοκινήτων στο μέλλον.

Η ύπαρξη των ρομπότ στην παγκόσμια βιομηχανία των αυτοκινήτων παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον όχι μόνο από τεχνικής πλευράς (ότι αφορά τον τρόπο χρήσης των ρομπότ στα διαδοχικά στάδια της παραγωγής ενός οχήματος) αλλά και από κοινωνικής πλευράς. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι εδώ και δεκαετίες η ρομποτική κυριαρχεί στην αυτοκινητοβιομηχανία, κλάδος ο οποίος έχει συνυφαστεί πλέον με αυτήν, όπως αξιοσημείωτη είναι και η ολοένα αυξανόμενη τάση των βιομηχανιών αυτοκινήτων να εξαρτώνται περισσότερο από τις υπηρεσίες των ρομπότ με το πέρασμα του χρόνου. Πρόκειται για ένα φαινόμενο το οποίο ακμάζει από τις αρχές τις δεκαετίας του ογδόντα χωρίς να έχει παρουσιάσει ως τώρα κάποιο σημαντικό σημείο καμπής και του οποίου οι αιτίες θα πρέπει να ερευνηθούν στα πλαίσια του παγκόσμιου ανταγωνισμού. Η συνεχής όμως αύξηση του πλήθους των ρομπότ στις εγκαταστάσεις παραγωγής δεν αποτελεί από μόνη της εγγύηση για την μακροπρόθεσμη συνέχιση της χρησιμοποίησης των ρομπότ στον κλάδο στην ίδια κλίμακα καθώς οι αλλαγές στις κοινωνικές συνθήκες της παγκόσμιας κοινότητας θα οδηγήσουν σε ανάγκες προσαρμογής της ρομποτικής και της χρήσης της.

Κάποια βασικά ερωτήματα τα οποία η παρούσα εργασία καλείται να διερευνήσει, ακολουθούν παρακάτω. Ποια είναι τα αίτια τα οποία οδήγησαν την ρομποτική στο αποκορύφωμα της χρησιμοποίησής της μέσω της βιομηχανίας των αυτοκινήτων; Η υψηλή και συνεχιζόμενη ζήτηση για ρομπότ έχει επιφέρει αρνητικές ή θετικές αλλαγές στο κοινωνικό σύνολο; Οι κοινωνικές εξελίξεις θα επηρεάσουν τους ρυθμούς αύξησης των ρομποτικών εγκαταστάσεων και αν ναι τι μέτρα θα πρέπει να παρθούν ούτως ώστε η κοινωνική ευημερία (επιχειρήσεις, καταναλωτές, περιβάλλον) να μην υποστεί υποβάθμιση αλλά αντίθετα να οδηγηθεί σε ακμή; Απαντώντας σε αυτά τα ερωτήματα αλλά και σε επιπλέον τα οποία αφορούν σημαντικά επίπεδα της ρομποτικής

μελέτης η εργασία αυτή θα επιχειρήσει να δώσει κάποιες κατευθύνσεις προκειμένου να προοδεύσουν τόσο η επιστήμη της ρομποτικής όσο και το παγκόσμιο βιοτικό επίπεδο.

Το χρονικό διάστημα το οποίο απαιτήθηκε προκειμένου να συλλεχθούν και να μελετηθούν όλες οι απαραίτητες πηγές για την κάλυψη της προαναφερθείσας θεματολογίας ανέρχεται στον ένα μήνα και επαρκεί για την πλήρη κατανόηση των βασικών πτυχών του αντικειμένου. Οι πηγές αυτές περιέχουν στατιστικά στοιχεία από επίσημους φορείς γεγονός το οποίο ενισχύει την αντικειμενικότητα της εργασίας και είναι προσεκτικά επιλεγμένες ως προς την εγκυρότητά τους αλλά και ως προς το περιεχόμενό τους καθώς η συνολική ανάλυση του θέματος αποτελεί προϋπόθεση για μία όσο τον δυνατόν πιο διεξοδική εξέταση ενός τεχνολογικού φαινομένου με κοινωνικές διαστάσεις.

Όπως ειπώθηκε και πιο πριν, ένας από τους εξέχοντες σκοπούς της εργασίας είναι η ώθηση για μεγαλύτερη ανάπτυξη της ρομποτικής και των εφαρμογών της όπως επίσης και η εξασφάλιση της αντιμετώπισης ορισμένων κοινωνικών ανησυχιών που προκύπτουν και που αφορούν το συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο. Φαίνεται, λοιπόν, αναγκαία η συμβολή προς νέα γνώση κάτι το οποίο πραγματοποιείται μέσω προτάσεων για διεξαγωγή νέων ερευνών αλλά και μελέτη ήδη υπάρχουσών ερευνών οι οποίες πιστεύεται ότι θα αποτελέσουν εφελτήριο για την επίτευξη του παραπάνω στόχου.

Η δόμηση των θεματικών ενοτήτων θα πραγματοποιηθεί σε τρεις κύριους άξονες. Ο πρώτος περιλαμβάνει την κατανόηση και επεξήγηση της έννοιας της ρομποτικής, την ιστορική πορεία της, την σύνδεσή της με την αυτοκινητοβιομηχανία και τους τρόπους με τους οποίους συμβάλει σε αυτήν. Ο δεύτερος επεκτείνεται στις διαστάσεις τις οποίες έχει λάβει ο συνδυασμός ρομποτικής και αυτοκινητοβιομηχανίας, στα αίτια τα οποία οδήγησαν σε μία τέτοιου μεγέθους κλιμάκωση, στο κατά πόσο η κοινωνικές δομές έχουν υποστεί μεταβολές από την πολλαπλασιαζόμενη χρήση των ρομπότ στην κατασκευή οχημάτων και στο πόσο ποιοτικές ή μη έχουν υπάρξει οι μεταβολές αυτές. Τέλος, ο τρίτος άξονας προβάλλει την ρομποτική στο άμεσο μέλλον και προσπαθεί να εντοπίσει τις κατευθυντήριες γραμμές που θα πρέπει να ακολουθηθούν από όλους τους παράγοντες οι οποίοι συνεισφέρουν στην εξέλιξη της ρομποτικής επιστήμης προκειμένου όχι μόνο να επιβιώσει η ρομποτική ως τεχνολογικό πεδίο εντός και εκτός της αυτοκινητοβιομηχανίας αλλά και αυτό να μην πραγματοποιηθεί σε βάρος του υπόλοιπου κοινωνικού συνόλου.

# 1. ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

## 1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

### 1.1.1 ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Η βασική ιδέα της ρομποτικής μπορεί να συνοψιστεί στον παρακάτω ορισμό: «η ρομποτική είναι ο κλάδος της επιστήμης που μελετά τις μηχανές εκείνες που μπορούν να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο στην εκτέλεση μιας εργασίας, η οποία συνδυάζει τη φυσική δραστηριότητα με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων». Γίνεται κατανοητό ότι η ρομποτική αποτελεί έναν ευρύτερο τεχνολογικό κλάδο της επιστήμης του αυτοματισμού και κατ'επέκταση προκειμένου να περιγράψει τις μηχανές οι οποίες προαναφέρθηκαν δημιουργεί μία επιπλέον έννοια, αυτήν του ρομπότ το οποίο ορίζεται αντίστοιχα από το Ινστιτούτο Ρομπότ των ΗΠΑ ως εξής: «ρομπότ είναι μια επαναπρογραμματιζόμενη πολυλειτουργική χειριστική διάταξη, σχεδιασμένη για τη μετακίνηση υλικών, εξαρτημάτων, εργαλείων και εξειδικευμένων διατάξεων, μέσω μεταβλητών, προγραμματισμένων κινήσεων για την εκτέλεση μιας σειράς εργασιών».

### 1.1.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΡΟΜΠΟΤ

Σύμφωνα με τους παραπάνω ορισμούς τα ρομπότ έχουν ως βασική χρήση την αυτοματοποιημένη εκτέλεση εργασιών στην θέση του ανθρώπου. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού έχουν μία καλά καθορισμένη δομή καθώς αποτελούνται από δύο διαφορετικά υποσυστήματα: το μηχανικό υποσύστημα το οποίο είναι υπεύθυνο για την κίνηση της μηχανής στον χώρο και το ηλεκτρονικό υποσύστημα στο οποίο εντάσσονται οι διάφοροι αλγόριθμοι που παίρνουν την μορφή εντολών αποθηκευμένων σε μία επαναπρογραμματιζόμενη μνήμη και οι οποίοι καθορίζουν τις λειτουργίες και τον τρόπο που θα τις εκτελεί η μηχανή. Μέχρι στιγμής τα ρομπότ κατηγοριοποιούνται σε τρεις διαφορετικές γενιές οι οποίες υποδηλώνουν την τεχνολογική εξέλιξή τους. Τα ρομπότ πρώτης γενιάς είναι μηχανές αρκετά περιορισμένες σε δυνατότητες με

την λειτουργία τους να εξαρτάται αποκλειστικά από ανθρώπινο χειρισμό. Οι διαδικασίες τις οποίες μπορούν να επιτελέσουν είναι απλές όπως για παράδειγμα η μεταφορά επικίνδυνων αντικειμένων (ραδιενεργών υλικών κ.α.). Τα ρομπότ δεύτερης γενιάς ελέγχονται από ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα το οποίο δύναται να εκτελέσει συγκεκριμένες λειτουργίες. Στις μηχανές αυτού του είδους συγκαταλέγονται και τα ρομπότ τα οποία οδηγούνται από κάποιο σύστημα αριθμητικού ελέγχου (δηλαδή ένα σύστημα που χρησιμοποιεί αριθμούς, γράμματα και σύμβολα τα οποία είναι κατανοητά από την αντίστοιχη μηχανή προκειμένου να ορίσει τις εντολές του προγράμματος με βάση το οποίο θα λειτουργήσει η εν λόγω μηχανή). Τέλος, τα ρομπότ τρίτης γενιάς έχουν την ικανότητα να λύνουν προβλήματα τα οποία παρουσιάζονται την ώρα της λειτουργίας τους, παίρνοντας αποφάσεις στηριζόμενα σε αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης. Πρόκειται για αλγορίθμους που έχουν σκοπό να προσδώσουν χαρακτηριστικά ευφυούς συμπεριφοράς στις μηχανές. Αναλυτικότερα δίνονται δύο ορισμοί για την έννοια της τεχνητής νοημοσύνης εκ των οποίων ο πρώτος ο οποίος αναφέρει: «τεχνητή νοημοσύνη είναι ο τομέας της επιστήμης των υπολογιστών, που ασχολείται με τη σχεδίαση ευφύων υπολογιστικών συστημάτων, δηλαδή συστημάτων που επιδεικνύουν χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη νοημοσύνη στην ανθρώπινη συμπεριφορά» δόθηκε από τους Bart και Feigenbaum και ο δεύτερος που περιγράφει χαρακτηριστικά: «τεχνητή νοημοσύνη είναι η επιστήμη που κάνει τις μηχανές να κάνουν πράγματα που θα απαιτούσαν ευφυΐα αν γινόταν από ένα άνθρωπο» διατυπώθηκε από τον Marvin Minsky. Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτή η κατεύθυνση προς την οποία κινούνται οι επιστήμονες της ρομποτικής σήμερα οι οποίοι προσπαθούν να εξοπλίσουν τις σύγχρονες μηχανές με ιδιότητες που μιμούνται αυτές ενός ανθρώπου και που σχετίζονται με την ευφυΐα έστω και στα πρωταρχικά της επίπεδα όπως μάθηση, προσαρμοστικότητα, εξαγωγή συμπερασμάτων, επίλυση προβλημάτων και κατανόηση από τα συμφραζόμενα.

## 1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

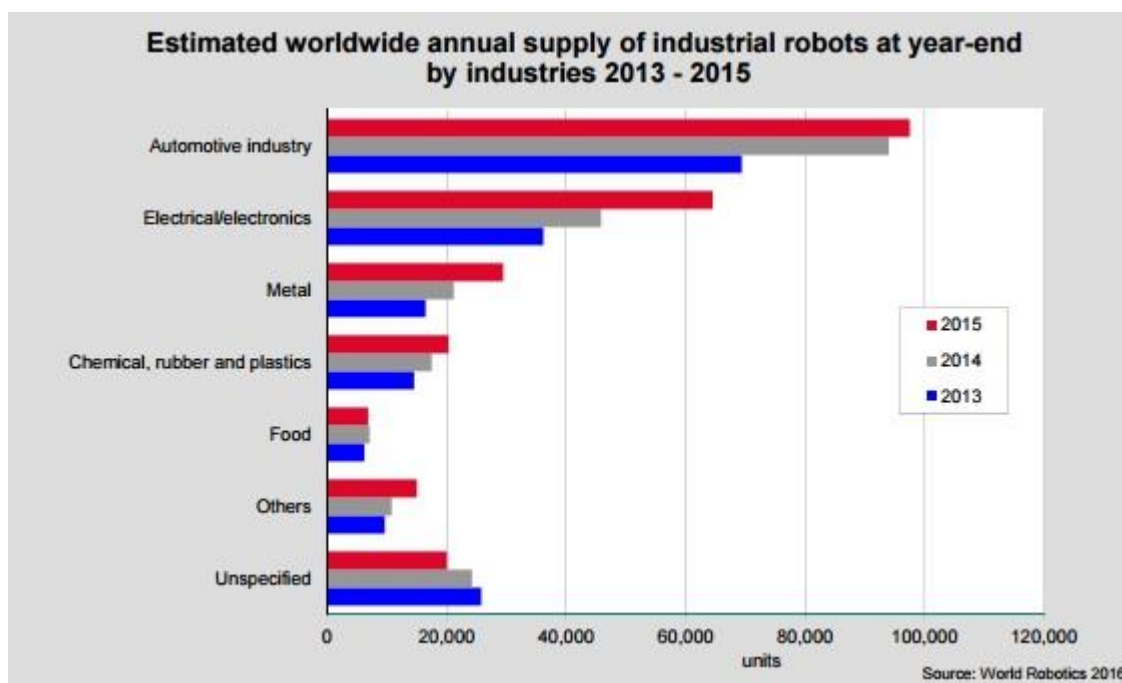
### 1.2.1 ΚΟΜΒΙΚΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ

Το πρώτο προγραμματιζόμενο ρομπότ σχεδιάζεται το 1954 από τον George Devol ο οποίος δύο χρόνια αργότερα ιδρύει μαζί με τον μηχανικό Joseph Engelberger την πρώτη εταιρεία ρομπότ παγκοσμίως η οποία ονομάστηκε Unimation. Το 1960 η Unimation αγοράζεται από την εταιρεία Condec Corporation και ξεκινάει η συστηματική παραγωγή ρομποτικών συστημάτων ενώ το 1961 εισάγεται το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ της ιστορίας στην γραμμή παραγωγής σε ένα εργοστάσιο αυτοκινήτων της General Motors στο New Jersey. Πρόκειται για το ρομπότ των George Devol και Joseph Engelberger που το ονόμασαν «πολυβοηθό» (unimate) και το οποίο ήταν σε θέση να εκτελέσει τις εργασίες της συγκόλλησης και της χύτευσης. Ήδη το 1963 ήταν έτοιμος ο πρώτος ρομποτικός βραχίονας ο οποίος ελεγχόταν από ηλεκτρονικό υπολογιστή και το 1964 δημιουργήθηκαν τα πρώτα ερευνητικά εργαστήρια στο M.I.T, στο πανεπιστήμιο του Stanford καθώς και στο πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου. Τα πρώτα αποτελέσματα πάνω στις ερευνητικές αυτές προσπάθειες που γίνονταν διεθνώς φάνηκαν το 1970 όταν παρουσιάστηκε το πρώτο κινητό ρομπότ το οποίο ελεγχόταν από αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης. Το 1974 σχεδιάζεται ο πρώτος ρομποτικός βραχίονας ικανός για συναρμολόγηση μικρών εξαρτημάτων ο οποίος χρησιμοποιούσε ανάδραση από αισθητήρες αφής και πίεσης. Από το 1980 και έπειτα ξεκινάει η ρομποτική εποχή κατά την διάρκεια της οποίας η ρομποτική βιομηχανία δείχνει σημάδια γρήγορης ανάπτυξης με μία ρομποτική εταιρεία να κάνει την εμφάνισή της στην αγορά κάθε μήνα. Αυτό είναι και το ορόσημο ύστερα από το οποίο η ρομποτική αρχίζει να συνδέεται πολύ στενά με την αυτοκινητοβιομηχανία. Η εξέλιξη που ακολουθεί είναι ραγδαία και τα ρομπότ εισάγονται σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας με χαρακτηριστικό παράδειγμα να είναι το ρομπότ Pathfinder της NASA το οποίο το 1997 προσεδαφίζεται στην επιφάνεια του πλανήτη Άρη και με αποκορύφωμα την δημιουργία του πρώτου πρωτοτύπου αυτοκινήτου χωρίς οδηγό από την Google το 2012.

## 1.3 ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

### 1.3.1 ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΡΟΜΠΟΤ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Όπως έχει προαναφερθεί τα ρομπότ έχουν συνδεθεί στενά εδώ και δεκαετίες με την βιομηχανία των αυτοκινήτων η οποία αποτελεί και τον κορυφαίο κλάδο χρήσης τους. Χαρακτηριστικό είναι το παρακάτω διάγραμμα το οποίο συγκρίνει τον βαθμό προμήθειας ρομποτικών μονάδων μεταξύ διαφόρων τεχνολογικών κλάδων, συμπεριλαμβανομένων και των αυτοκινήτων, για τα έτη 2013 – 2015.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: προμήθεια ρομποτικών μονάδων ανά βιομηχανικό κλάδο

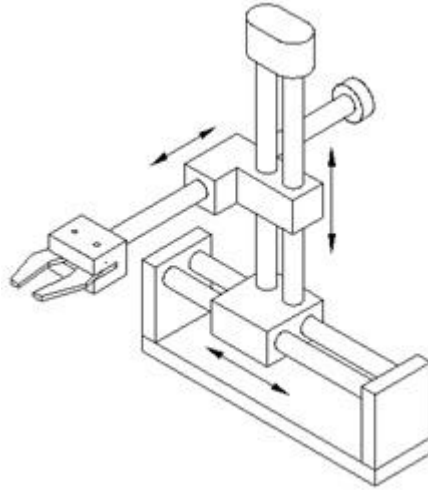
Μέσω του διαγράμματος γίνεται εμφανής η ηγετική θέση που παρουσιάζει η αυτοκινητοβιομηχανία στην σφαίρα της ρομποτικής όχι μόνο διότι η ζήτηση που δημιουργεί για ρομπότ είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των υπόλοιπων κλάδων σε όλα τα έτη αλλά και

διότι η μέγιστη τιμή της εν λόγω ζήτησης η οποία επιτυγχάνεται το έτος 2015 και ανέρχεται περίπου στις 100000 ρομποτικές μονάδες ετησίως είναι εμφανικά μεγαλύτερη από το αντίστοιχο μέγιστο των άλλων κλάδων καθώς στην δεύτερη θέση έρχεται ο κλάδος των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών με μέγιστη ζήτηση κάτι παραπάνω από 60000 ρομπότ ετησίως πάλι για το 2015.

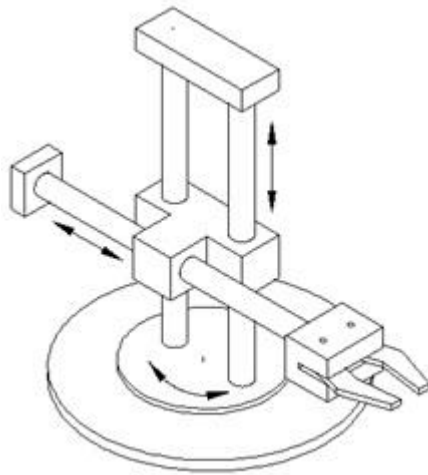
### 1.3.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΡΟΜΠΟΤ

Προτού αναλυθεί η συνεισφορά και χρήση των ρομπότ στην παραγωγική διαδικασία των αυτοκινήτων, θα πρέπει να εξεταστούν τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ρομπότ τα οποία χρησιμοποιούνται γενικά στην βιομηχανία. Τα βιομηχανικά ρομπότ μπορούν να περιγραφούν σε τεχνικό επίπεδο από ένα σύνολο δεκατριών γνωρισμάτων τα οποία καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τις δυνατότητές τους:

- *Αριθμός αξόνων* - δύο άξονες απαιτούνται για να φθάσουν σε οποιοδήποτε σημείο σε ένα επίπεδο. Τρεις άξονες απαιτούνται για την πρόσβαση σε κάθε σημείο του χώρου. Για πλήρη έλεγχο του προσανατολισμού στην άκρη του βραχίονα (δηλαδή τον καρπό), απαιτούνται τρεις περισσότεροι άξονες (εκτροπής, λαβής, και κύλισης). Μερικά σχέδια (π.χ. τα ρομπότ SCARA) έχουν περιορισμούς στη δυνατότητα κίνησης για το κόστος, την ταχύτητα και την ακρίβεια.
- *Βαθμός ελευθερίας* - συνήθως είναι όμοιος με τον αριθμό των αξόνων.
- *Φάκελος εργασίας* - η χωρική έκταση στην οποία μπορεί να γτάσει και να εργαστεί ένα ρομπότ.
- *Κινηματική* - η δόμηση των άκαμπτων μελών και αρθρώσεων που ορίζουν τις κινήσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν. Οι κατηγορίες της κινηματικής στα ρομπότ περιλαμβάνουν τα σειριακά ρομπότ στα οποία στο τελικό σημείο δράσης επιδρά άμεσα μία άρθρωση και στα παράλληλα στα οποία στο τελικό σημείο δράσης επιδρούν άμεσα περισσότερες από μία αρθρώσεις. Στα σειριακά συμπεριλαμβάνονται τα αρθρωτά, τα καρτεσιανά, τα κυλινδρικά, τα σφαιρικά και τα SCARA. Κάποια από την κατηγορία των σειριακών ρομπότ παρουσιάζονται στις εικόνες που ακολουθούν.

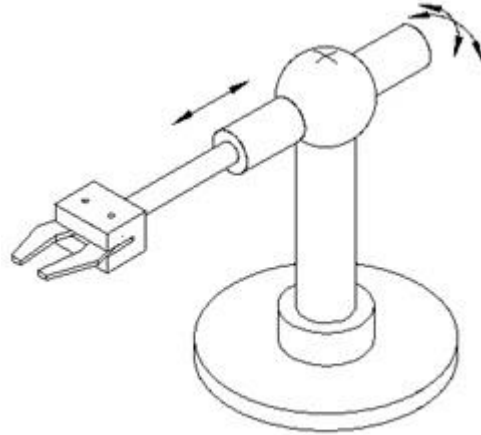


ΕΙΚΟΝΑ 1: καρτεσιανός βραχίονας

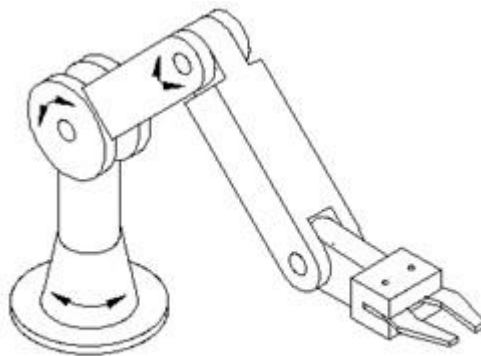


ΕΙΚΟΝΑ 2: κυλινδρικός βραχίονας





ΕΙΚΟΝΑ 3: σφαιρικός βραχίονας



ΕΙΚΟΝΑ 4: αρθρωτός βραχίονας

Οι διαφορετικές αυτές κατηγορίες των σειριακών βραχιόνων παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για αντίστοιχες βιομηχανικές εφαρμογές. Οι διαφορές φαίνονται πιο αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα.

Χαρακτηριστικό / Τυπολογία	Ευρωστία	Επαναληψιμότητα	Επιβάρυνση	Επιδεξιότητα
Καρτεσιανή	x	x		
Κυλινδρική	x		x	x
Σφαιρική			x	x
αρθρωτή			x	x

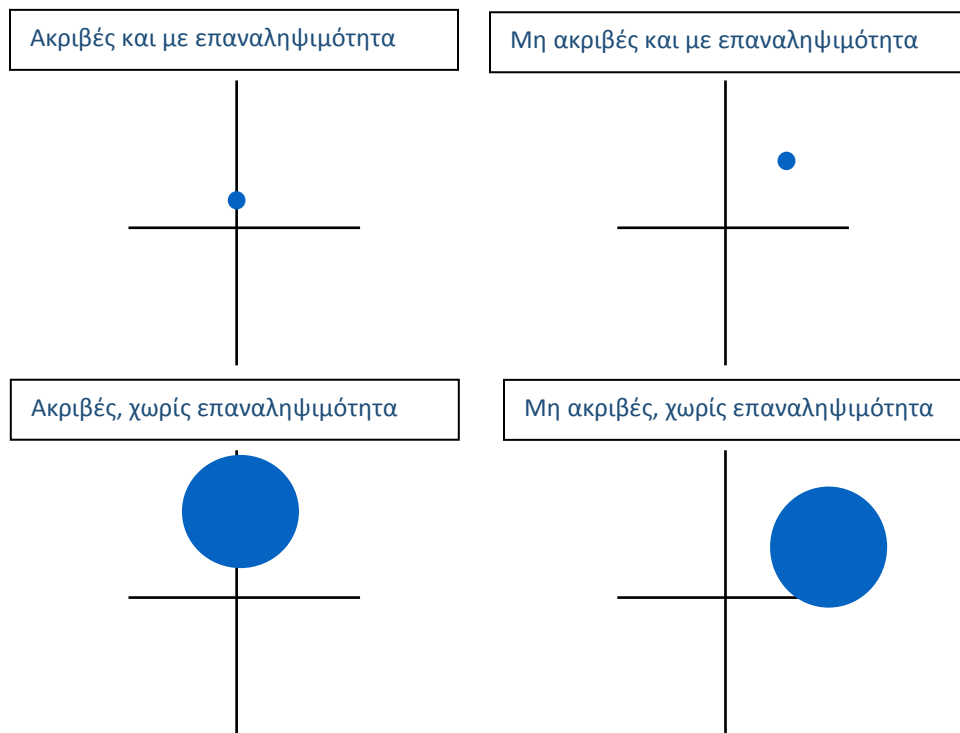
ΠΙΝΑΚΑΣ 1: σύγκριση σειριακών βραχιόνων

Η καρτεσιανή τυπολογία όπως και η κυλινδρική παρουσιάζουν μεγάλη επαναληψιμότητα αλλά και ευρωστία, παρέχουν δηλαδή την δυνατότητα στα αντίστοιχα ρομπότ να μεταφέρουν αρκετά υψηλά βάρη. Η κυλινδρική καθώς επίσης και η σφαιρική είναι ιδανικές για φορτοεκφόρτωση μηχανών όπου ο χειριστής είναι σε θέση να εκτελεί την εργασία χωρίς μηχανική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Τέλος, η αρθρωτή και η σφαιρική αποτελούν τις πλέον κατάλληλες τυπολογίες για εργασίες οι οποίες μπορεί να είναι σχετικά απομακρυσμένες από την βάση τους.

- *Φέρουσα ικανότητα ή ωφέλιμο φορτίο* – το βάρος το οποίο μπορεί να σηκώσει ένα ρομπότ.
- *Ταχύτητα* - το χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο μπορεί το ρομπότ να θέσει σε λειτουργία το άκρο του βραχιονά του. Το χρονικό αυτό διάστημα μπορεί να εξαρτάται από την γραμμική ή γωνιακή ταχύτητα του κάθε άξονα ή μπορεί να εκφράζεται ως συνδυασμός ταχύτητας, δηλαδή την ταχύτητα στο άκρο του άξονα όταν όλοι οι άξονες είναι σε κίνηση.
- *Επιτάχυνση* - το πόσο γρήγορα ένας άξονας μπορεί να αυξήσει την ταχύτητά του. Πρέπει να σημειωθεί ότι η επιτάχυνση αποτελεί έναν περιοριστικό παράγοντα καθώς υπάρχει η περίπτωση ένα ρομπότ να μην είναι σε θέση να φτάσει στην μέγιστη ταχύτητά του είτε γιατί η απόσταση που καλύπτει είναι αρκετά μικρή είτε γιατί πραγματοποιεί συχνές αλλαγές στην κατεύθυνσή του.
- *Ακρίβεια* - πρόκειται για την απόκλιση της θέσης που μπορεί να φτάσει το ρομπότ από την θέση την οποία είναι προγραμματισμένο να φτάσει. Το σφάλμα, λοιπόν, το οποίο αντιστοιχεί στην διαφορά της απόλυτης θέσης από την απαιτούμενη αποτελεί ένα μέτρο ακρίβειας. Η ακρίβεια ενός ρομποτικού συστήματος μπορεί να αυξηθεί με την χρήση εξωτερικών αισθητήρων όπως ένα σύστημα όρασης ή υπερύθρων και εξαρτάται σε

μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα, από την θέση εντός του φακέλου εργασίας και το ωφέλιμο φορτίο.

- *Επαναληψιμότητα* - το πόσο καλά θα επιστρέψει το ρομπότ στην θέση στην οποία έχει προγραμματιστεί. Αυτή η παράμετρος δεν μετράει το ίδιο μέγεθος που μετράει η ακρίβεια. Αυτό που μετράει είναι η δυνατότητα του ρομπότ να έχει πρόσβαση στο ίδιο σημείο έπειτα από επανάληψη των ίδιων κινήσεων. Το σχήμα που ακολουθεί δείχνει την διαφορά τους.



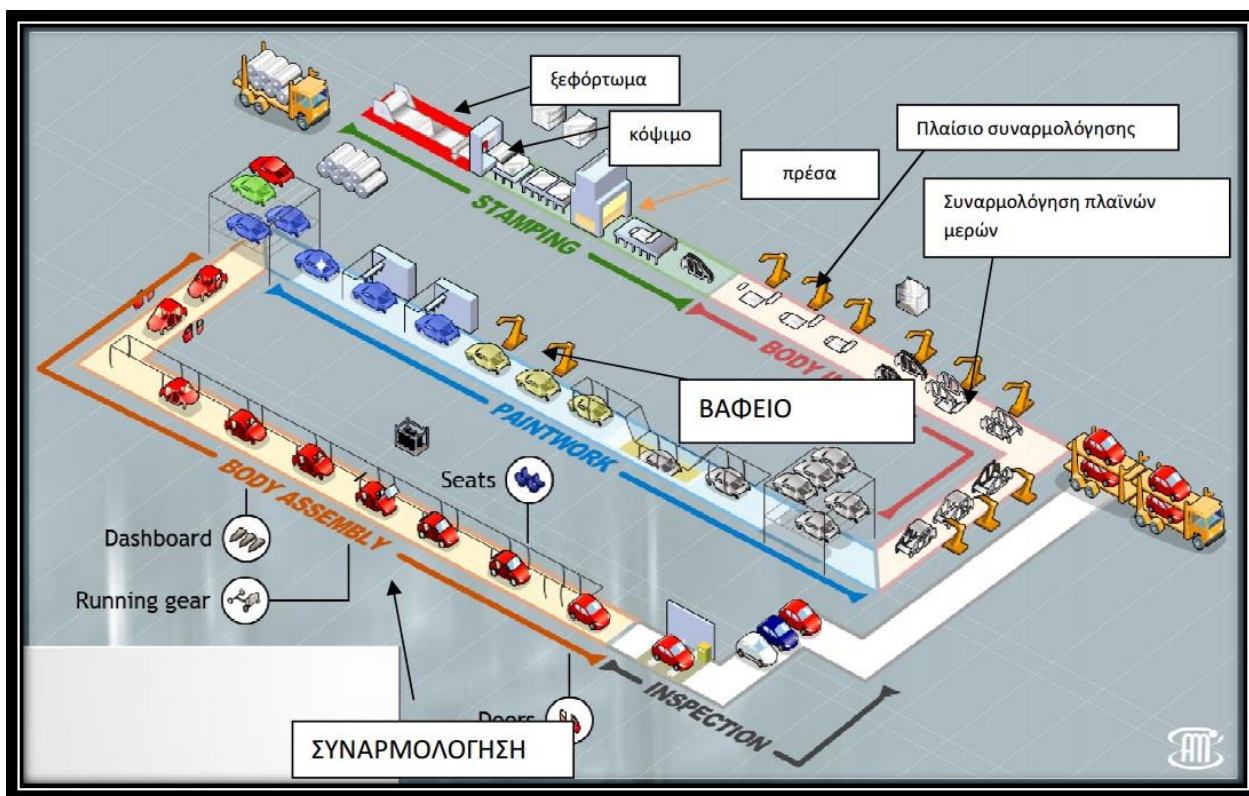
ΣΧΗΜΑ 1: διαφορά ακρίβειας και επαναληψιμότητας

Μεταξύ ακρίβειας και επαναληψιμότητας η δεύτερη είναι η πιο σημαντική ιδιότητα ενός βιομηχανικού ρομπότ.

- *Έλεγχος κίνησης* - για συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως είναι απλή συνένωση pick-and-place, ο ρομποτικός βραχίονας απαιτεί ελάχιστες επαναληπτικές επιστροφές στις προεκπαιδευθείσες θέσεις. Όταν πρόκειται για πιο εξελιγμένες εφαρμογές, όπως είναι η συγκόλληση και το φινίρισμα (σπρέι βαφής), η κίνηση πρέπει να ελέγχεται συνεχώς προκειμένου να ακολουθήσει μια διαδρομή στο χώρο, με ελεγχόμενη ταχύτητα και κατεύθυνση.
- *Τροφοδοσία* - κάποια ρομπότ χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς κινητήρες ενώ κάποια άλλα κάνουν χρήση υδραυλικών ενεργοποιητών. Τα ρομπότ που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία είναι πιο γρήγορα την ώρα που αυτά της δεύτερης κατηγορίας είναι περισσότερο ισχυρά και ασφαλή για ορισμένες εφαρμογές όπως είναι η βαφή με ψεκασμό κατά την διάρκεια της οποίας είναι πιθανό μία σπίθα να δημιουργήσει έκρηξη. Ωστόσο, χαμηλή πίεση αέρα στο εσωτερικό του βραχίονα μπορεί να εμποδίσει τους εύφλεκτους ατμούς αλλά και άλλους ρύπους από το να εισαχθούν στο σύστημα.
- *Οδηγός* - κάποια ρομπότ συνδέουν ηλεκτρικούς κινητήρες στις αρθρώσεις μέσω ενός συστήματος γραναζιών. Κάποια άλλα συνδέουν τον κινητήρα στην άρθρωση απευθείας (άμεσος οδηγός). Με την βοήθεια των γραναζιών μπορούμε να μετρήσουμε την «αντίδραση» η οποία δεν υπάρχει σε έναν άξονα. Ρομποτικοί βραχίονες μικρότερου μεγέθους χρησιμοποιούν συχνά υψηλής ταχύτητας, χαμηλής ροπής κινητήρες συνεχούς ρεύματος, οι οποίοι απαιτούν συνήθως υψηλότερη αναλογία γραναζώσεως. Αυτό παρουσιάζει το μειονέκτημα της αντίδρασης. Σε ανάλογες περιπτώσεις χρησιμοποιείται συχνά η αρμονική καθοδήγηση.
- *Συμμόρφωση* - πρόκειται για την μέτρηση της γωνίας ή της απόστασης που θα εκτελέσει ένας άξονας στην περίπτωση που ασκηθεί πάνω του κάποια δύναμη. Η συμμόρφωση είναι η αιτία που ένα ρομπότ θα βρεθεί μεταφέροντας το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο σε μία θέση καθυστερημένα σε σχέση με την περίπτωση όπου δεν θα μεταφέρει κάποιο φορτίο. Η παράμετρος της συμμόρφωσης μπορεί ακόμη να είναι υπεύθυνη για υπερβάσεις όταν το ρομπότ είναι φορτωμένο με μεγάλο φορτίο, περίπτωση κατά την οποία η επιτάχυνση θα πρέπει να μειώνεται.

### 1.3.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

Η χρήση των βιομηχανικών ρομπότ για την παραγωγή οχημάτων μπορεί να περιγραφεί σε έξι διαδοχικά στάδια: ξεφόρτωμα, κόψιμο, πρέσα, πλαίσιο συναρμολόγησης, βαφή και τελική συναρμολόγηση.



ΕΙΚΟΝΑ 5: συνολική απεικόνιση της διαδικασίας παραγωγής

#### Πρώτο στάδιο: ξεφόρτωμα

Σε αυτό το στάδιο κύλινδροι διαφόρων μεγεθών αποτελούμενοι από γαλβανισμένο χάλυβα ξεφορτώνονται και μεταφέρονται στον χώρο αποθήκευσης.

### Δεύτερο στάδιο: κόψιμο των κυλίνδρων σε τετράγωνα κομμάτια

Σε αυτό το χρονικό σημείο οι κύλινδροι κόβονται σε τετράγωνα κομμάτια προκειμένου να προετοιμαστούν για το επόμενο στάδιο.

### Τρίτο στάδιο: πρέσα

Η διαδικασία του τρίτου σταδίου ξεκινάει με την εκφόρτωση των τετραγώνων στην πρέσα όπου λαμβάνει χώρα ο σχηματισμός των λαμαρίνων του αυτοκινήτου στο κατάλληλο μέγεθος και σχήμα για να μεταφερθούν έπειτα μέσω ειδικών βραχιόνων με βεντούζες στο πλαίσιο συναρμολόγησης. Η συγκεκριμένη τεχνική ονομάζεται και σφράγιση και οι υποκατηγορίες τις οποίες έχει εξαρτώνται από τον σχεδιασμό των λαμαρίνων. Ωστόσο, οι διαδικασίες που χρησιμοποιούνται εκτενώς είναι: κοπή κατά μια κλειστή γραμμή (blanking), ολκή (drawing), διάτρηση (piercing), τάνυση (stretch forming), κατασκευή εγχοπών (notching), αποκοπή (trimming) και αναδίπλωση λαμαρίνας (hemming). Η κοπή κατά μια κλειστή γραμμή προετοιμάζει την προσεγγιστική μορφή που θα έχει το κομμάτι μετάλλου η οποία θα πρέπει να είναι ένα επίπεδο φύλλο. Πρόκειται για μία μέθοδο μεταλλουργίας η οποία χρησιμοποιείται για να σχηματίσει το τραχύ σχήμα ενός φύλλου μεταλλικού τεμαχίου κατεργασίας σε λείο. Η ολκή είναι η τεχνική μορφοποίησης μετάλλου ή κράματος με ελκυσμό (τράβηγμα) και είναι γενικά η πρώτη διαδικασία η οποία προσδίδει βάθος στην μορφή της λαμαρίνας. Η διάτρηση, η κατασκευή εγχοπών και η αναδίπλωση λαμαρίνας είναι διαδικασίες οι οποίες έχουν να κάνουν με τον σχεδιασμό του προϊόντος. Η αποκοπή γενικά αφαιρεί το επιπλέον υλικό από την περιφέρεια της λαμαρίνας με την οποία τροφοδοτεί την φάση της ολκής. Οι αποφάσεις οι οποίες λαμβάνονται κατά την αποκοπή είναι πολύ σημαντικές για την ποιότητα του τελικού αποτελέσματος.



EIKONA 6: λαμαρίνες αυτοκινήτων κατά την διαδικασία της σφράγισης

#### Τέταρτο στάδιο: πλαίσιο συναρμολόγησης

Στο συγκεκριμένο στάδιο πραγματοποιείται η δημιουργία του αμαξώματος. Ανάμεσα στα ρομπότ τα οποία αναλαμβάνουν την συγκόλληση υπάρχουν κινητές συσκευές που συναρμολογούν τα εμπρός και πίσω κομμάτια του πατώματος (εμπρός και πίσω πάνελ) ούτως ώστε να διαμορφώσουν την πλατφόρμα και να συγκρατήσουν την υποδομή του αυτοκινήτου. Έπειτα γίνεται η συναρμολόγηση των πλαϊνών μερών του οχήματος με τα ρομπότ να φορτώνουν τα πλαϊνά κομμάτια (πάνελ) πάνω στον σκελετό του αυτοκινήτου, την ώρα που οι χειριστές δημιουργούν τα συναρμολογούμενα μέρη και εκτελούν τις εργασίες τελειώματος. Σε αυτήν την φάση ένας εργάτης αναλαμβάνει να ευθυγραμμίσει τα μέρη του προκειμένου να είναι έτοιμα για τις πρώτες συγκολλήσεις που θα πραγματοποιηθούν από τα ρομπότ. Με αυτόν τον τρόπο τελειώνει η λειτουργία της συγκόλλησης στο πλαίσιο του σκελετού και η συναρμολόγηση του αμαξώματος συνεχίζεται με την τοποθέτηση της οροφής, των φτερών και των πάνελ που ανοίγουν δηλαδή οι πόρτες, το καπό και το πίσω καπό. Τέλος, μετά από μία επιθεώρηση γίνεται μεταφορά του οχήματος στο βαφείο. Στην επιθεώρηση αυτού του σταδίου το αμάξωμα εισέρχεται σε ένα πολύ καλά φωτισμένο δωμάτιο όπου εκεί οι επιθεωρητές αλείφουν όλες τις επιφάνειες με ένα ειδικό έλαιο χρησιμοποιώντας κομμάτια από ύφασμα εμποτισμένα σε αυτό. Υπό αυτόν τον φωτισμό το συγκεκριμένο έλαιο επιτρέπει στους επιθεωρητές να εντοπίσουν και την παραμικρή ατέλεια στο μέταλλο του αμαξώματος. Βαθουλώματα και οποιαδήποτε άλλη ατέλεια ή παραμόρφωση επιδιορθώνονται επιτόπου από εξειδικευμένους εργάτες. Στη παρακάτω

εικόνα φαίνεται ο φωτισμένος χώρος όπου επιθεωρείται ο συγκολλημένος σκελετός του αυτοκινήτου.



ΕΙΚΟΝΑ 7: δωμάτιο με έντονη φωτεινότητα για την επιθεώρηση του αμαξώματος

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνικές ηλεκτροσυγκόλλησης, όμως στην βιομηχανία παραγωγής αυτοκινήτων χρησιμοποιούνται κατά κόρον δύο τύποι: ηλεκτροσυγκόλληση αντίστασης και ηλεκτροσυγκόλληση τόξου. Στην πρώτη μέθοδο τα κομμάτια προς συγκόλληση θερμαίνονται στο σημείο στο οποίο θα πρέπει να γίνει η ένωση με την χρήση ηλεκτρικού ρεύματος που ρέει σε αυτά την ώρα που ασκείται σε αυτά πίεση. Η δεύτερη μέθοδος χρησιμοποιεί ένα ειδικά κατασκευασμένο καλώδιο στο οποίο δημιουργείται θερμότητα μέσω ηλεκτρικού ρεύματος η οποία λιώνει το μέταλλο στο σημείο συγκόλλησης προκειμένου να επιτευχθεί η συγχώνευση των δύο επιφανειών.





ΕΙΚΟΝΑ 8: ηλεκτροσυγκόλληση αντίστασης



ΕΙΚΟΝΑ 9: συγκόλληση τόξου μέσω ρομποτικού βραχίονα

### Πέμπτο στάδιο: βαφή των σκελετών

Το πέμπτο στάδιο ξεκινάει με την ταξινόμηση των σκελετών στο βαφείο σε μεγάλες κατηγορίες χρωμάτων. Ακολουθεί η διαδικασία της κατεργασίας όπου οι σκελετοί των αυτοκινήτων πλαινονται, απολιπαίνονται και βυθίζονται σε νερά τα για να υποστούν μία ηλεκτρολυτική διαδικασία η οποία εφαρμόζει μία επίστρωση φωσφορικού ψευδαργύρου. Στην συνέχεια, οι επεξεργασμένοι σκελετοί των οχημάτων περνούν στην φάση του σφραγίσματος κατά την οποία γίνεται η μεταφορά τους σε ειδικούς εργάτες έτσι ώστε να σφραγίσουν τον σκελετό κατά μήκος των αρμών στην λαμαρίνα διασφαλίζοντας έτσι ότι το νερό, η μυρωδιά και η σκόνη δεν θα εισέλθουν στον χώρο των επιβατών. Κάποια τμήματα της λαμαρίνας θα ηχομονωθούν σε αυτό το

σημείο. Αμέσως μετά ξεκινάει η διαδικασία της σφράγισης κατά την διάρκεια της οποίας εξειδικευμένα ρομπότ εφαρμόζουν επιπλέον σφράγιση έτσι ώστε να προστατεύσουν το κάτω μέρος του αυτοκινήτου το οποίο είναι εξαιρετικά ευάλωτο στην σμίλευση και στην διάβρωση. Μετά από μία φάση θέρμανσης του αυτοκινήτου στους 170 βαθμούς Κελσίου για 14 λεπτά (ψήσιμο) το όχημα είναι έτοιμο να τριφτεί για να λειανθούν οι επιφάνειές του. Το αστάρωμα αποτελεί το επόμενο κομμάτι της βαφής και πραγματοποιείται μέσα σε ειδικούς θαλάμους από ένα αυτόματο σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί την μέθοδο της ηλεκτροστατικής βαφής κατά την οποία το χρώμα αποθηκεύεται σε ηλεκτροστατικές φιάλες, φορτίζεται ηλεκτρικά και έλκεται από το γειωμένο αυτοκίνητο που είναι ηλεκτρικά φορτισμένο με το αντίθετο ηλεκτρικό φορτίο του χρώματος. Το αστάρι γίνεται να επιλεγθεί από τρία διαφορετικά χρώματα τα οποία ταιριάζουν με το τελικό χρώμα του αυτοκινήτου ούτως ώστε να αποφευχθούν οπτικές παραμορφώσεις. Έπειτα από ένα επιπλέον ψήσιμο στους 140 βαθμούς Κελσίου τα ασταρωμένα αυτοκίνητα μεταφέρονται στον θάλαμο λακαρίσματος για να εφαρμοστούν σε αυτά στρώσεις από βερνίκι χρησιμοποιώντας τις ίδιες ηλεκτροστατικές φιάλες μπογιάς και να εκτελεστούν εργασίες τελειώματος από εργάτες προτού το όχημα μεταφερθεί σε ειδικό φούρνο όπου θα παραμείνει για είκοσι λεπτά στην θερμοκρασία των 140 βαθμών Κελσίου. Μετά την έξοδό του από τον φούρνο το αμάξι θα έχει αποκτήσει το τελικό του χρώμα και το βερνίκι θα του έχει δώσει την τελική του εμφάνιση. Σε αυτό το σημείο πραγματοποιείται ένας τελικός έλεγχος κατά τον οποίο επιθεωρείται η ποιότητα του βαψίματος.

#### Έκτο στάδιο: τελική συναρμολόγηση

Το όχημα συναρμολογείται σε έναν ειδικό χώρο όπου αφαιρούνται οι πόρτες για να τοποθετηθεί το σαλόνι του αυτοκινήτου. Με την βοήθεια ρομπότ προστίθενται οι τροχοί καθώς επίσης και ο ανεμοθώρακας (παρμπρίζ) και τα παράθυρα στις πόρτες. Αφού επανατοποθετηθούν οι πόρτες, λαμβάνει χώρα το γέμισμα καυσίμου, αντιψυκτικού υγρού, η προσθήκη μπαταριών και το αυτοκίνητο είναι πλέον έτοιμο για να περάσει την τελική επιθεώρηση από τον διευθυντή ποιοτικού ελέγχου ώστε μόλις κριθεί ότι είναι λειτουργικό να φορτωθεί σε φορτηγά ανάλογα με τον προορισμό του.



ΕΙΚΟΝΑ 10: συναρμολόγηση εσωτερικού χώρου από ρομποτικούς βραχίονες



ΕΙΚΟΝΑ 11: στο παρελθόν οι ανεμοθώρακες τοποθετούνταν από εργάτες



ΕΙΚΟΝΑ 12: σήμερα οι ανεμοθώρακες τοποθετούνται από ρομπότ

## **2. Η ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΩΣ ΚΥΡΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ**

### **2.1 ΒΑΘΜΟΣ ΕΙΣΧΩΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

Όπως έχει τονιστεί μέχρι τώρα η αυτοκινητοβιομηχανία αποτέλεσε από την δεκαετία του 1980 και αποτελεί μέχρι και σήμερα τον κινητήριο μοχλό για την ραγδαία ανάπτυξη της ρομποτικής καθώς επίσης και για την εμπορική εξάπλωσή της. Στο προηγούμενο κεφάλαιο αποδείχθηκε ότι η παραγωγή αυτοκινήτων είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής βιομηχανικών ρομπότ σε σύγκριση με τους υπόλοιπους βιομηχανικούς κλάδους. Παραθέτεται ένα απόσπασμα το οποίο αφορά την διάρθρωση της διεθνούς αγοράς των ρομπότ από την βικιπαίδεια:

«Η έκθεση του 2010 από τη Διεθνή Ομοσπονδία Ρομποτικής δείχνει ότι οι ιαπωνικές εταιρείες προηγούνται παγκοσμίως σε αποθέματα και πωλήσεις των πολλαπλών χρήσεων βιομηχανικών ρομπότ. Περίπου 60 τοις εκατό των εγκαταστάσεων είναι αρθρωτά ρομπότ, το 22 τοις εκατό ρομποτικές γερανογέφυρες, 13 τοις εκατό ρομπότ SCARA και 4 τοις εκατό κυλινδρικά ρομπότ. Η πλειοψηφία των εγκαταστάσεων είναι στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Υπάρχει αύξηση των πωλήσεων εκτός αυτοκινητοβιομηχανιών, όπως τα μέταλλα και τα πλαστικά.

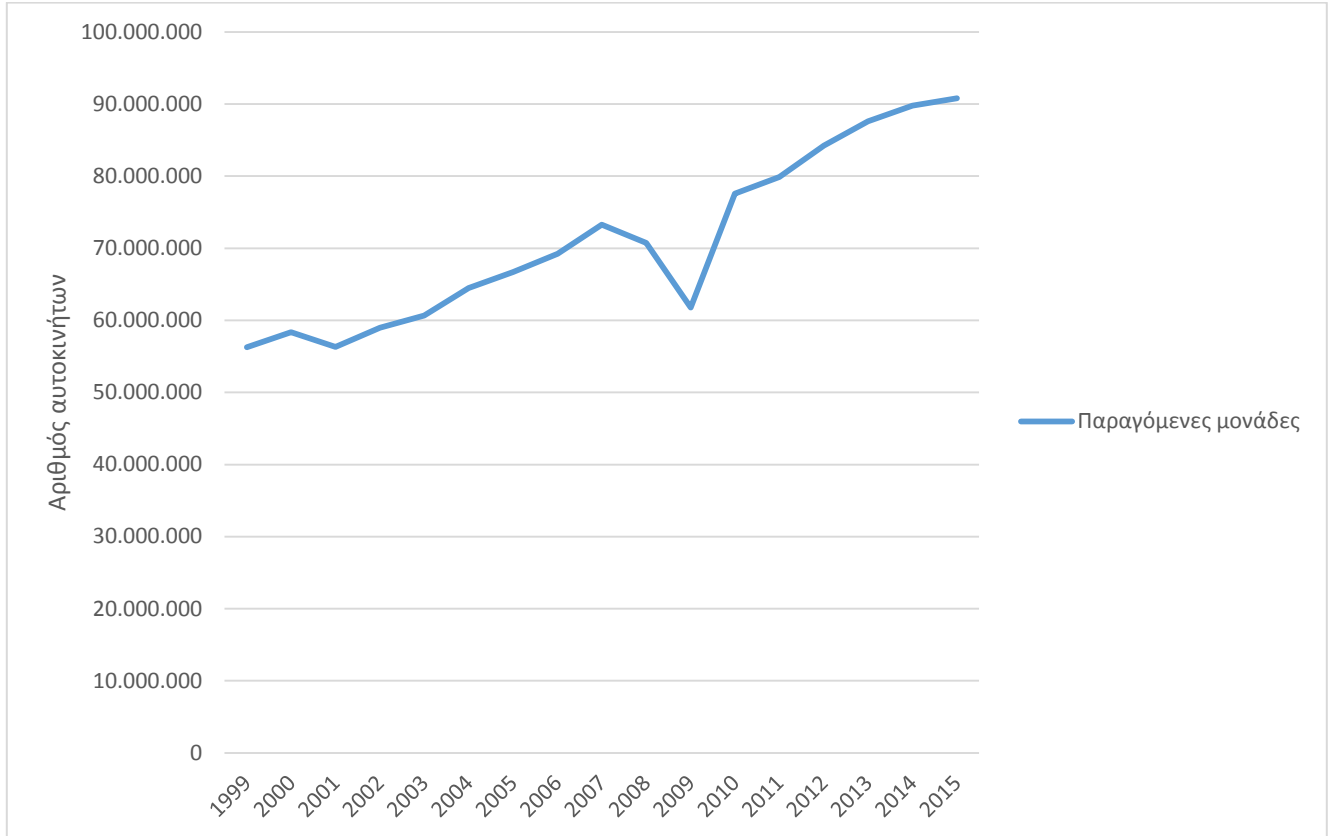
Το 2007 η παγκόσμια αγορά αυξήθηκε κατά 3%, με περίπου 114.000 εγκατεστημένα νέα βιομηχανικά ρομπότ. Στο τέλος του 2007 υπήρχαν περίπου ένα εκατομμύριο βιομηχανικά ρομπότ σε χρήση, σε σύγκριση με τις περίπου 50.000 ρομπότ υπηρεσιών για βιομηχανική χρήση.».

Σε αυτήν την ενότητα θα εξεταστούν ο βαθμός εισχώρησης της ρομποτικής επιστήμης στην βιομηχανία των αυτοκινήτων όπως επίσης και οι προοπτικές εξέλιξης αυτής της στενής σύνδεσης μεταξύ των δύο πεδίων σε βάθος χρόνου. Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση "World Robotics" για το 2016 που εκδόθηκε από τη Διεθνή Ομοσπονδία Ρομποτικής (International Federation of Robotics):

«Ανάμεσα στο 2010 και στο 2014, η αυτοκινητοβιομηχανία, η οποία αποτελεί τον πιο σημαντικό πελάτη των εμπορικών ρομπότ, έχει αυξήσει σημαντικά τις επενδύσεις σε βιομηχανικά ρομπότ παγκοσμίως. Το 2015, οι πωλήσεις των ρομπότ αυξήθηκαν κατά 4% περίπου στις 97500 μονάδες θέτοντας ξανά ένα νέο μέγιστο για πέμπτη φορά στην σειρά. Το μερίδιο της βιομηχανίας των αυτοκινήτων στην συνολική προμήθεια ρομπότ ήταν για το 2015 περίπου στο 38%. Ανάμεσα στο 2010 και στο 2015, οι πωλήσεις των ρομπότ στην αυτοκινητοβιομηχανία αυξήθηκαν κατά 20% κατά μέσο όρο ανά χρόνο. Από το 2010, οι επενδύσεις σε νέες εγκαταστάσεις παραγωγής στις αναδυόμενες αγορές καθώς επίσης και οι επενδύσεις σε εκσυγχρονισμό της παραγωγής σε χώρες με μεγάλη παραγωγή αυτοκινήτων προκάλεσαν τις τοποθετήσεις νέων ρομπότ να αυξηθούν. Χρησιμοποιώντας νέα υλικά, αναπτύσσοντας ενεργειακά αποδοτικά συστήματα οδήγησης, όπως επίσης και υψηλό ανταγωνισμό σε όλες τις μεγάλες αγορές παραγωγής αυτοκινήτων, δόθηκε ώθηση σε επενδύσεις παρά την ήδη πλεονάζουσα παραγωγική ικανότητα.».

Γίνεται φανερό από την αναφορά της Διεθνούς Ομοσπονδίας Ρομποτικής ότι η χρήση ρομποτικών μονάδων στην κατασκευή αυτοκινήτων αυξάνεται και δείχνει ότι θα συνεχίσει στη ίδια πορεία και μακροπρόθεσμα.

Εφόσον η ρομποτική εξαρτάται σε τέτοιο βαθμό από την αυτοκινητοβιομηχανία, αξίζει σε αυτό το σημείο να αναλυθεί και ποσότητα των οχημάτων τα οποία παράγονται ανά έτος και κατά πόσο αυτή μεταβάλλεται ή παραμένει σταθερή. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η εξέλιξη στον αριθμό των παραγόμενων αυτοκινήτων ανά έτος για τα έτη από το 1999 έως το 2015.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2: διεθνής παραγωγή αυτοκινήτων κατά έτος

Όπως παρατηρείται στο διάγραμμα 2, την τελευταία μιάμιση δεκαετία η παγκόσμια παραγωγή αυτοκινήτων ακολουθεί ανοδική πορεία (με εξαίρεση το έτος 2009 όπου εμφανίζεται ένα σημείο καμψής) με το έτος 2015 να ξεπερνάει τις 90000000 παραγόμενες μονάδες. Το προαναφερθέν σημείο καμψής οφείλεται κυρίως στην αυτοκινητοβιομηχανική κρίση του 2008-2010 η οποία ήταν μέρος μιας παγκόσμιας οικονομικής ύφεσης. Η κρίση επηρέασε τις ευρωπαϊκές και ασιατικές κατασκευαστικές εταιρείες αυτοκινήτων, αλλά ήταν κυρίως αισθητή στην αμερικανική αυτοκινητοβιομηχανία. Η ύφεση επηρέασε και τον Καναδά, δυνάμει της Συμφωνίας Εμπορίου Αυτοκινήτου.

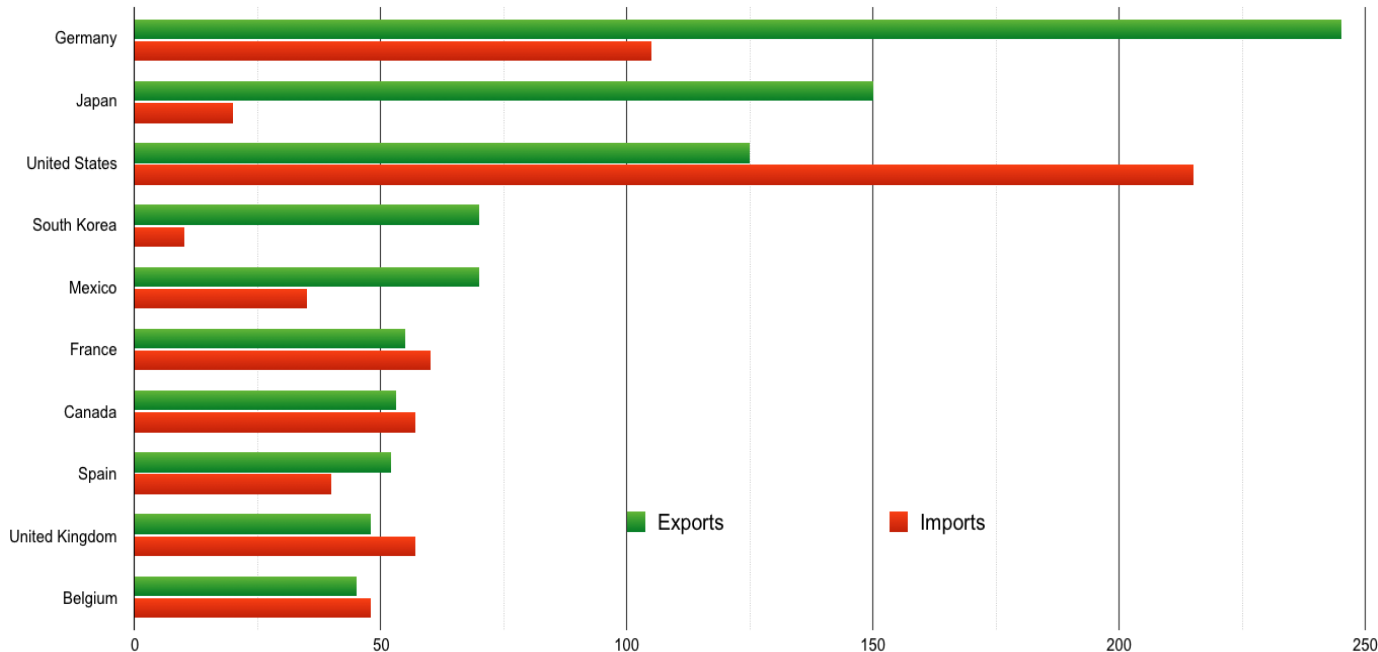
Η αυτοκινητοβιομηχανία αποδυναμώθηκε από τη σημαντική αύξηση στις τιμές των καυσίμων αυτοκινήτων που συνδέονται με την ενεργειακή κρίση του 2003-2008 η οποία αποθάρρυνε τις αγορές οχημάτων (SUV) και φορτηγών που έχουν χαμηλή οικονομία καυσίμου. Η δημοτικότητά

τους και τα σχετικά υψηλά περιθώρια κέρδους των οχημάτων αυτών είχαν ενθαρρύνει τις αμερικανικές αυτοκινητοβιομηχανίες, General Motors, Ford και Chrysler να τα κάνουν τους πρωταρχικούς τους στόχους. Με λιγότερα ενεργειακά αποδοτικά μοντέλα για να προσφέρουν στους καταναλωτές, οι πωλήσεις άρχισαν να μειώνονται. Μέχρι το 2008, η κατάσταση είχε γίνει κρίσιμη καθώς η πιστωτική κρίση τοποθετεί πίεση στις τιμές των πρώτων υλών.

Εταιρείες αυτοκινήτων από την Ασία, την Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και αλλού έχουν εφαρμόσει δημιουργικές στρατηγικές μάρκετινγκ για να προσελκύσουν τους περισσότερο διστακτικούς καταναλωτές ως πιο έμπειρους διψήφια ποσοστιαία πτώση στις πωλήσεις. Μεγάλοι κατασκευαστές όπως οι προαναφερθέντες General Motors, Ford, Chrysler, συμπεριλαμβανομένης και της Toyota προσφέρουν σημαντικές εκπτώσεις σε όλο το φάσμα των μοντέλων τους. Σύντομα αντιμετώπισαν επικρίσεις για αυτά τους τα μοντέλα, οι επιλογές των οποίων φαίνεται να είναι ανεύθυνες υπό το πρίσμα της ανόδου των τιμών των καυσίμων. Οι καταναλωτές της Βόρειας Αμερικής μετατοπίστηκαν σε μικρότερα, φθηνότερα και περισσότερο ενεργειακά αποδοτικές εισαγωγές από την Ιαπωνία και την Ευρώπη.

Παρ' όλα αυτά η αγορά της αυτοκινητοβιομηχανίας ανέκαμψε. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται οι εισαγωγές και οι εξαγωγές αυτοκινήτων (σε δισεκατομμύρια δολάρια) για το έτος 2011 σε παγκόσμια κλίμακα.

## Global Automobile imports and exports in 2011 (\$Billions)



ΕΙΚΟΝΑ 13: διεθνείς εισαγωγές και εξαγωγές οχημάτων για το 2011

Το γεγονός αυτό της ανάκαμψης σε συνδυασμό με τα προηγούμενα στατιστικά σύμφωνα με τα οποία η χρήση των ρομπότ στην βιομηχανική παραγωγή των αυτοκινήτων αυξάνεται, οδηγεί στη εικασία ότι η κατάσταση αυτή όχι μόνο θα διατηρηθεί αλλά και ότι οι δύο κλάδοι θα συνεχίσουν την παράλληλη και από κοινού ανάπτυξη η οποία διαφαίνεται μέχρι σήμερα.

## 2.2 ΑΙΤΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Όπως ειπώθηκε και πιο πάνω, οι περισσότερες μεγάλες εταιρείες παραγωγής αυτοκινήτων ακολούθησαν μία αρκετά επιθετική επενδυτική πολιτική προκειμένου να εισέλθουν δυναμικά στην συγκεκριμένη αγορά η οποία κατά διαστήματα φαίνεται να είναι κορεσμένη. Το γεγονός αυτό αιτιολογεί την τοποθέτηση μεγάλων χρηματικών ποσών σε ρομποτικές μονάδες καθώς οι κατασκευαστές επιθυμούν να κάνουν την παραγωγή τους όσο το δυνατόν περισσότερο



αποδοτική. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η παρακάτω εικόνα η οποία περιγράφει τις επενδύσεις μεγάλων πολυεθνικών εταιρειών για το έτος 2014 όχι μόνο στον τομέα της βιομηχανίας αλλά και σε αυτόν των υπηρεσιών.

Οι 20 εταιρείες με τις μεγαλύτερες επενδύσεις για έρευνα					
ΔΑΠΑΝΕΣ Research & Development					
Κατάταξη	Εταιρεία	Σε δισ. δολάρια	Ποσοστό επί των πωλήσεων	Εδρα	Κλάδος
1	Volkswagen	13,5	5,2	Ευρώπη	Αυτοκινητοβιομηχανία
2	Samsung	13,4	6,4	Νότια Κορέα	Ηλεκτρονικοί υπολογιστές
3	Intel	10,6	20,1	Βόρεια Αμερική	Ηλεκτρονικοί υπολογιστές
4	Microsoft	10,4	13,4	Βόρεια Αμερική	Λογισμικό και Διαδίκτυο
5	Roche	10,0	19,8	Ευρώπη	Υγεία
6	Novartis	9,9	17,0	Ευρώπη	Υγεία
7	Toyota	9,1	3,5	Ιαπωνία	Αυτοκινητοβιομηχανία
8	Johnson & Johnson	8,2	11,5	Βόρεια Αμερική	Υγεία
9	Google	8,0	13,3	Βόρεια Αμερική	Λογισμικό και Διαδίκτυο
10	Merck & Co.	7,5	17,0	Βόρεια Αμερική	Υγεία
11	General Motors	7,2	4,6	Βόρεια Αμερική	Αυτοκινητοβιομηχανία
12	Daimler	7,0	4,4	Ευρώπη	Αυτοκινητοβιομηχανία
13	Pfizer	6,7	12,9	Βόρεια Αμερική	Υγεία
14	Amazon	6,6	8,8	Βόρεια Αμερική	Λογισμικό και Διαδίκτυο
15	Ford	6,4	4,4	Βόρεια Αμερική	Αυτοκινητοβιομηχανία
16	Sanofi	6,3	14,5	Ευρώπη	Υγεία
17	Honda	6,3	5,4	Ιαπωνία	Αυτοκινητοβιομηχανία
18	IBM	6,2	6,2	Βόρεια Αμερική	Ηλεκτρονικοί υπολογιστές
19	GlaxoSmithKline	6,1	14,8	Ευρώπη	Υγεία
20	Cisco Systems	5,9	12,2	Βόρεια Αμερική	Ηλεκτρονικοί υπολογιστές

ΕΙΚΟΝΑ 14: επενδύσεις για το έτος 2014

Είναι ξεκάθαρο ότι η αυτοκινητοβιομηχανία έρχεται πρώτη σε επενδυτικά ποσά σε σχέση με κάθε άλλη υπηρεσία για το έτος 2014 και μάλιστα στην πρώτη εικοσάδα έχει συνολικά έξι εταιρείες οι οποίες έχουν επενδύσει σε αυτόν τον τομέα. Αξίζει να υπογραμμιστεί ότι σε ότι αφορά την βιομηχανία γενικά, η παραγωγή αυτοκινήτων είναι ο μοναδικός εκπρόσωπός της σε αυτήν την κατάταξη.

Μιλώντας για επενδύσεις, είναι αξιοσημείωτος ο ρόλος των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας καθώς η ώθηση την οποία του δίνουν αποτελεί

καταλυτικό παράγοντα για την γενικότερη εξέλιξη του κλάδου όχι μόνο σήμερα αλλά και διαχρονικά. Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν μια από τις μεγαλύτερες αγορές αυτοκινήτων στον κόσμο και είναι η έδρα πολλών διεθνών κατασκευαστών οχημάτων και ανταλλακτικών αυτοκινήτων. Μετά την παραγωγή να βυθίζεται κάτω από τις 6 εκατομμύρια μονάδες για το 2009, η παραγωγή υπερδιπλασιάστηκε σε πάνω από 12 εκατομμύρια επιβατικά οχήματα στις Ηνωμένες Πολιτείες το 2015. Οι Ηνωμένες Πολιτείες είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός αυτοκινήτων στον κόσμο, πίσω μόνο από την Κίνα για το ίδιο έτος. Οι πωλήσεις αυτοκινήτων των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής μειώθηκαν σε 10,4 εκατομμύρια μονάδες το 2009, ωστόσο οι πωλήσεις αυτοκινήτων έχουν αυξηθεί σταθερά κάθε χρόνο από τότε και ανήλθαν στις 17,4 εκατομμύρια μονάδες το 2015. Συνολικά, οι Ηνωμένες Πολιτείες είναι η δεύτερη μεγαλύτερη αγορά του κόσμου για τις πωλήσεις οχημάτων.

Δεδομένου ότι η Honda άνοιξε το πρώτο της εργοστάσιο στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής το 1982, σχεδόν κάθε μεγάλη ευρωπαϊκή, ιαπωνική και κορεατική αυτοκινητοβιομηχανία έχει παράγει οχήματα σε ένα ή περισσότερα εργοστάσια συναρμολόγησης των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Οι General Motors, Ford, Fiat Chrysler, Honda, Toyota, Nissan, η Hyundai, Kia, BMW, Mercedes-Benz, Mazda, Mitsubishi, Subaru, η Volkswagen, και η Tesla έχουν εγκαταστάσεις παραγωγής στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Επιπλέον, πολλοί κατασκευαστές έχουν ειδικά κέντρα για τη διεξαγωγή έρευνας και ανάπτυξης, το σχεδιασμό και τις δοκιμές στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η αυτοκινητοβιομηχανία, συμπεριλαμβανομένων των αντιπροσωπειών, εκπροσωπεί διαχρονικά περίπου 3 με 3,5 τοις εκατό του αμερικανικού ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος. Οι κατασκευαστές μηχανοκίνητων οχημάτων και εξαρτημάτων προσέλαβαν, κατά μέσο όρο, 909.700 άτομα το 2015.

Δεδομένου ότι η General Motors και Chrysler απέφυγαν την πτώχευση, μαζί με την Ford ("Detroit Three" ή Big "Three") έχουν επενδύσει σε εγκαταστάσεις, συνολικού ύψους άνω των 30 δισεκατομμυρίων δολλαρίων σε εγχώριες επενδύσεις. Διεθνείς αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν 52 δισεκατομμύρια δολάρια που επενδύονται σε παραγωγικές εγκαταστάσεις των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και απασχολούν άμεσα πάνω από 97.000 Αμερικανούς.

Παρά τις προκλήσεις μέσα στη βιομηχανία τα τελευταία χρόνια, ο τομέας της αυτοκινητοβιομηχανίας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής βρίσκεται στην πρώτη γραμμή της καινοτομίας. Οι νέες πρωτοβουλίες έρευνας και ανάπτυξης, μετατρέπουν τη βιομηχανία στο να

ανταποκριθεί καλύτερα στις ευκαιρίες του 21ου αιώνα. Σύμφωνα με την Auto Alliance, γενικά η αυτοκινητοβιομηχανία ξοδεύει περίπου 100 δισεκατομμύρια δολάρια για την έρευνα και την ανάπτυξη, με 18 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως να δαπανώνται στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Το 2015, οι Ηνωμένες Πολιτείες εξήγαγαν περίπου 2,6 εκατομμύρια οχήματα αποτιμώμενα σε 65 δισεκατομμύρια δολάρια σε περισσότερες από 200 χώρες σε όλο τον κόσμο, με πρόσθετες εξαγωγές εξαρτημάτων αυτοκινήτων να αποτιμώνται σε περίπου 81 δισεκατομμύρια δολάρια. Με μια ανοικτή επενδυτική πολιτική, μια μεγάλη καταναλωτική αγορά, ένα εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό, διαθέσιμες υποδομές και τα κίνητρα της κυβέρνησης, οι Ηνωμένες Πολιτείες φαίνεται να είναι το μία πολλά υποσχόμενη αγορά για το μέλλον της αυτοκινητοβιομηχανίας.

Οι υποκλάδοι της αυτοκινητοβιομηχανίας όμως είναι επίσης σημαντικοί καθώς υπάρχει ένα εκτεταμένο δίκτυο προμηθευτών εξαρτημάτων αυτοκινήτων που εξυπηρετούν τη βιομηχανία. Η βιομηχανία εξαρτημάτων κινητήρων οχημάτων, για παράδειγμα, απασχολούν, κατά μέσο όρο, μόλις πάνω από 560.000 άτομα το 2015. Σύμφωνα με μια μελέτη από την Motor & Equipment Manufacturers Association, σε συνεργασία με την Information Handling Services, η συνολική επίδραση στην απασχόληση του κλάδου εξαρτημάτων αυτοκινήτων υπολογίστηκε σε πάνω από 3.620.000 θέσεις εργασίας άμεσα και έμμεσα, σε εθνικό επίπεδο το 2012 - περισσότερες θέσεις εργασίας και οικονομική ευημερία από κάθε άλλο τομέα του κατασκευαστικού κλάδου.

## **2.3 ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ**

### **2.3.1 Η ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΥΗΜΕΡΙΑ ΩΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

Ένα από τα σημαντικότερα ερωτήματα που καλείται να απαντήσει η εν λόγω εργασία είναι το κατά πόσο η ρομποτική έχει συνεισφέρει θετικά έως σήμερα στο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο. Με τον όρο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο περιγράφεται το σύνολο των εργαζομένων, των καταναλωτών αλλά και των βιομηχανιών παραγωγής αυτοκινήτων. Σε ότι αφορά τους εργαζόμενους θα πρέπει να εξεταστεί αν έχουν μειωθεί ή αυξηθεί οι θέσεις εργασίας στην

αυτοκινητοβιομηχανία μετά την είσοδο των ρομπότ στον συγκεκριμένο χώρο, για τους καταναλωτές το ερώτημα τίθεται στο αν έχουν λάβει ποιοτικότερα και αποδοτικότερα από άποψη κόστους και καυσίμου προϊόντα και για τις βιομηχανίες θα πρέπει να αναλυθεί η μεταβολή των κερδών τους λόγω της εκτεταμένης ρομποτικής χρήσης.

Τι αντίκτυπο έχει, λοιπόν, η ρομποτική παραγωγή επί της αποδοτικότητας στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας; Η ρομποτική παραγωγή έχει αυξηθεί σημαντικά στις Ηνωμένες Πολιτείες από το 1920, όταν τα εργοστάσια της αυτοκινητοβιομηχανίας ξεκίνησαν την αυτοματοποίηση των διαδικασιών που εμπλέκονται στην παραγωγή νέων αυτοκινήτων. Με τη μείωση του συνολικού αριθμού των ωρών εργασίας και την αύξηση της παραγωγικότητας, η χρήση των ρομπότ στην παραγωγή έχει μειώσει το κόστος και έχει δημιουργήσει περισσότερα προσιτά αυτοκίνητα για τους καταναλωτές. Η διαμάχη γύρω από την αυτοματοποιημένη παραγωγή στη βιομηχανία άρχισε στη δεκαετία του 1950, όταν εγκρίθηκαν περισσότερο πλήρως αυτοματοποιημένες διαδικασίες σε νέα εργοστάσια. Η αυτοκινητοβιομηχανία των Ηνωμένων πολιτειών Αμερικής ήταν ισχυρή και επιτυχημένη. Παρά τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και των κερδών των επενδυτών, πολλοί είδαν την ρομποτική τεχνολογία με καχυποψία και ως καταστροφική δύναμη για την οικονομία των Ηνωμένων πολιτειών Αμερικής. Ο αυτοματισμός, ωστόσο, έχει δημιουργήσει δραματικές βελτιώσεις στην εφοδιαστικής αλυσίδα για τις επιχειρήσεις της αυτοκινητοβιομηχανίας και συνέβαλε τα μέγιστα σε μία οικονομία η οποία οδηγείται από τις καταναλωτικές δαπάνες. Με τη μείωση των πάγιων εξόδων που σχετίζονται με την εργασία, οι αυτοματοποιημένες τεχνολογίες βελτιώνουν τα περιθώρια κέρδους για τις εταιρείες αυτοκινήτων.

Από όλη την ρομποτική τεχνολογία η οποία χρησιμοποιείται σε εργοστάσια, σχεδόν η μισή είναι στην παραγωγή αυτοκινήτων. Η αυτοματοποιημένη χρήση της τεχνολογίας έχει επεκταθεί δραματικά, καθώς η ζήτηση των καταναλωτών έχει αυξήσει την ανάγκη για περισσότερα αυτοκίνητα. Τα ρομποτική μειώνουν το κόστος εργασίας σε μια βάση ανά-αυτοκίνητο, αυξάνοντας το δυνητικό κέρδος για κάθε προϊόν και τα αυτοματοποιημένα συστήματα επιτρέπουν στις εταιρείες αυτοκινήτων να παράγουν διαφορετικά μοντέλα αυτοκινήτων ενώ την ίδια στιγμή να αυξήσουν τον αριθμό των προϊόντων που παράγονται σε μικρές σειρές παραγωγής. Με την έλλειψη ειδικευμένου εργατικού δυναμικού να είναι συνηθισμένη στην

αυτοκινητοβιομηχανία, οι περισσότερες εταιρείες αγοράζουν ρομπότ για να βοηθήσουν με την αύξηση των καταναλωτικών δαπανών.

Η υιοθέτηση αυτοματοποιημένης τεχνολογίας έφερε σημαντικές προκλήσεις για τους εργαζόμενους και τις αυτοκινητοβιομηχανίες. Η κρίση του φυσικού αερίου του 1970 μετατόπισε την ζήτηση για τα αυτοκίνητα για τα μοντέλα που ήταν πιο αποδοτικά από πλευράς καυσίμου. Καθώς οι μεταβαλλόμενες προτιμήσεις των καταναλωτών των Ηνωμένων πολιτειών Αμερικής αποτυπώθηκαν σε νέες σειρές προϊόντων, οι εργαζόμενοι των αυτοκινητοβιομηχανιών όφειλαν να μάθουν νέες μεθόδους παραγωγής και να συνεργάζονται με νέο κατασκευαστικό εξοπλισμό. Οι ρομποτικές τεχνολογίες έγιναν πιο σημαντικές και ο έλεγχος της παραγωγής σταδιακά μεταφέρθηκε από τους εργαζόμενους στις τεχνολογίες. Αυτό δημιούργησε μια αποτελεσματικότερη αλυσίδα εφοδιασμού με την αύξηση του ρυθμού παραγωγής και παράλληλα αποδοτικές τεχνικές κατασκευής εγκρίθηκαν μαζί με τις νέες τεχνολογίες. Μετά την εφαρμογή των αλλαγών, βελτιώσεις στον τομέα της ασφάλειας και της παραγωγικότητας συνέβαλαν στην αύξηση των κερδών στην αυτοκινητοβιομηχανία.

Η περισσότερη παραγωγή αυτοκινήτων λαμβάνει χώρα σε μεγάλα προαστιακά εργοστάσια με την αυτοματοποιημένη τεχνολογία να λειτουργεί από ρομποτικές μονάδες. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει στους εργαζόμενους να αναλάβουν καθήκοντα υψηλής εξειδίκευσης και να αφήσει τις χειρονακτικές εργασίες σε αυτοματοποιημένα μηχανήματα. Ένα ρομπότ μπορεί να άρει βαρύτερα αντικείμενα από ότι μπορούν οι άνθρωποι, ωθώντας την συναρμολόγηση στο να γίνει πιο αποτελεσματική. Οι οικονομίες κλίμακας μειώνουν το σταθερό κόστος για τις αυτοκινητοβιομηχανίες και εκτοξεύουν την παγκόσμια ζήτηση για νέα αυτοκίνητα. Η ρομποτική έχει γίνει όλο και πιο σημαντική για τη διατήρηση των αλυσίδων εφοδιασμού εξαρτημάτων αυτοκινήτων, τα υλικών καθώς και των εταιρειών της αυτοκινητοβιομηχανίας. Ορισμένοι κατασκευαστές αυτοκινήτων ενσωματώνουν την χρήση των τεχνολογιών "cloud computing" στην παραγωγή, επιτρέποντας τον καλύτερο απομακρυσμένο έλεγχο της ρομποτικής τεχνολογίας και τη βελτίωση της επικοινωνίας με αυτοματοποιημένα μηχανήματα. Καθώς οι εργαζόμενοι μαθαίνουν να προγραμματίζουν και να προσαρμόζουν τα ρομπότ, νέες χρήσεις εφαρμόζονται στο χώρο του εργοστασίου για την υπάρχουσα τεχνολογία την ώρα που οι αυτοκινητοβιομηχανίες συνεχίζουν να υιοθετούν αυτοματοποιημένη τεχνολογία για τη βελτίωση της παραγωγής σε επίπεδο εργοστασίου.

Είναι φανερό έπειτα από αυτήν την ανάλυση ότι η κοινωνική ευημερία έχει αυξηθεί λόγω της εκτεταμένης χρήσης ρομποτικών μονάδων στην αυτοκινητοβιομηχανία. Οι εργαζόμενοι όχι μόνο δεν έχασαν την δουλειά τους λόγω της αντικατάστασής τους από ρομπότ αλλά δημιουργήθηκαν νέες θέσεις εργασίας, οι αυτοκινητοβιομηχανίας αύξησαν το περιθώριο κέρδους τους κάνοντας πιο αποδοτική την παραγωγή τους και μειώνοντας τα κόστη και τέλος οι καταναλωτές απολαμβάνουν ποιοτικότερα προϊόντα από άποψη ασφάλειας, ενεργειακής απόδοσης και τεχνολογίας.

### **2.3.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ**

Σε αυτό το σημείο θα γίνει περιληπτική παράθεση μίας έρευνας των Georg Graetz και Guy Michaels η οποία καλείται να δώσει μία εκτίμηση στις επιπτώσεις τις οποίες έχει η εξάπλωση των ρομπότ στην παραγωγικότητα και στην απασχόληση. Η εν λόγω έρευνα δεν περιορίζεται μόνο στην αυτοκινητοβιομηχανία, αποτελεί όμως έναν πολύ καλό δείκτη για αυτό το πεδίο εφαρμογής καθώς όπως έχει ήδη αποδειχθεί μέσω της προηγούμενης ανάλυσης η βιομηχανία των αυτοκινήτων είναι εδώ και πολλές δεκαετίες ο κατ'εξοχήν καταναλωτής των ρομποτικών εφαρμογών και τεχνολογιών.

Προκειμένου να ανακαλύψουν τον αντίκτυπο των ρομπότ στο μέσο εργαζόμενο παραγωγής, οι ερευνητές ανέλυσαν τις επιπτώσεις τους σε 14 βιομηχανίες σε 17 ανεπτυγμένες χώρες από το 1993 έως το 2007. Βρήκαν ότι τα βιομηχανικά ρομπότ αυξάνουν την παραγωγικότητα της εργασίας, την συνολική παραγωγικότητα των συντελεστών και τους μισθούς. Ενώ δεν αλλάζουν σημαντικά οι συνολικές ώρες εργασίας, μπορεί να αποτελέσουν απειλή για χαμηλής και μεσαίας ειδίκευσης εργαζομένους.

Η ικανότητα των ρομπότ για αυτόνομη μετακίνηση και η ικανότητά τους να εκτελούν ένα διευρυνόμενο σύνολο εργασιών έχει καταλάβει την φαντασία των συγγραφέων για σχεδόν έναν αιώνα. Πρόσφατα, τα ρομπότ έχουν βγει από τις σελίδες της επιστημονικής φαντασίας και τα μυθιστορήματα στον πραγματικό κόσμο και οι συζητήσεις των πιθανών οικονομικών επιπτώσεων τους έχουν γίνει πανταχού παρούσες (π.χ. The Economist 2014, Brynjolfsson και

McAfee 2014). Αλλά ένα σοβαρό πρόβλημα αναστέλλει αυτές τις συζητήσεις: δεν έχει - μέχρι στιγμής - γίνει καμία συστηματική εμπειρική ανάλυση των επιπτώσεων των ρομπότ.

Σε αυτήν τους την εργασία, αρχίζουν να διορθώνουν αυτό το πρόβλημα (Graetz και Michaels 2015). Έχουν δημιουργήσει ένα νέο σύνολο δεδομένων που εκτείνονται σε 14 βιομηχανίες (κυρίως της μεταποίησης, αλλά και τη γεωργία και επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας) σε 17 ανεπτυγμένες χώρες (συμπεριλαμβανομένων και των ευρωπαϊκών εθνών, την Αυστραλία, τη Νότια Κορέα και τις ΗΠΑ). Επιπλέον, το σύνολο των δεδομένων τους περιλαμβάνει ένα μέτρο της χρήσης των βιομηχανικών ρομπότ που απασχολούνται σε κάθε κλάδο, σε αυτές τις χώρες, και πώς έχει αλλάξει από το 1993 έως το 2007. Έχουν λάβει πληροφορίες σχετικά με άλλους δείκτες οικονομικής απόδοσης από τη βάση δεδομένων Euklems (Timmer et al. 2007).

Οι επιστήμονες βρήκαν ότι τα βιομηχανικά ρομπότ αυξάνουν την παραγωγικότητα της εργασίας, την συνολική παραγωγικότητα των συντελεστών και των μισθών. Την ίδια στιγμή, ενώ τα βιομηχανικά ρομπότ δεν είχαν σημαντική επίδραση στις συνολικές ώρες εργασίας, υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι μειώνεται η απασχόληση των ανειδίκευτων εργαζομένων, και, σε μικρότερο βαθμό, μεσαίων ειδικευμένων εργαζομένων.

Ακολουθούν κάποιοι τεχνικοί ορισμοί και παραδοχές στις οποίες στηρίζονται για να προχωρήσουν με την έρευνά τους. Τι ακριβώς είναι βιομηχανικά ρομπότ; Τα δεδομένα τους έρχονται από τη Διεθνή Ομοσπονδία Ρομποτικής (IFR). Το IFR θεωρεί μια μηχανή να είναι ένα βιομηχανικό ρομπότ, εάν μπορεί να προγραμματιστεί για να εκτελεί φυσικά καθήκοντα και καθήκοντα που σχετίζονται με την παραγωγή, χωρίς την ανάγκη για ένα ανθρώπινο ελεγκτή. (Ο τεχνικός ορισμός αναφέρεται σε «χειραγώγηση βιομηχανικών ρομπότ, όπως ορίζεται από το πρότυπο ISO 8373: Ένας αυτόματα ελεγχόμενος, επαναπρογραμματιζόμενος, πολλαπλών χρήσεων χειριστής προγραμματιζόμενος σε τρεις ή περισσότερους άξονες, ο οποίος μπορεί να είναι είτε σταθερός στη θέση του ή κινητός, για χρήση σε εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού").

Τα βιομηχανικά ρομπότ έχουν αυξήσει δραματικά το πεδίο για την αντικατάσταση της ανθρώπινης εργασίας, σε σύγκριση με παλαιότερους τύπους μηχανών, αφού μειώνουν την ανάγκη για ανθρώπινη παρέμβαση σε αυτοματοποιημένες διαδικασίες. Τυπικές εφαρμογές για

βιομηχανικά ρομπότ περιλαμβάνουν τη συναρμολόγηση, τη διανομή, τη διαχείριση, επεξεργασία (κοπή, για παράδειγμα) και συγκόλληση - τεχνικές οι οποίες είναι διαδεδομένες σε μεταποιητικές βιομηχανίες - καθώς και τη συγκομιδή (στον τομέα της γεωργίας) και την επιθεώρηση του εξοπλισμού και των δομών (κοινή σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας).

Η ταχεία τεχνολογική αλλαγή μείωσε την τιμή των βιομηχανικών ρομπότ (προσαρμοσμένη στις αλλαγές στην ποιότητα) κατά περίπου 80 τοις εκατό κατά τη διάρκεια της περιόδου του δείγματός τους. Όπως ήταν αναμενόμενο, η χρήση των ρομπότ αυξήθηκε δραματικά: από 1993-2007, η αναλογία του αριθμού των ρομπότ ως προς τις ώρες εργασίας αυξήθηκε, κατά μέσο όρο, περίπου 150 τοις εκατό. Η αύξηση της χρήσης των ρομπότ ήταν ιδιαίτερα έντονη στη Γερμανία, τη Δανία και την Ιταλία και μεταξύ των παραγωγών του εξοπλισμού μεταφοράς, και βιομηχανιών μετάλλων και χημικών.

Για να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος των ρομπότ, οι επιστήμονες θα επωφεληθούν από τις διαφορές μεταξύ των βιομηχανιών και των χωρών καθώς και ως προς την πάροδο του χρόνου. Ελέγχουν την ακεραιότητα των αποτελεσμάτων τους, συμπεριλαμβάνοντας ένα μεγάλο αριθμό ελέγχων, και εξετάζοντας εναλλακτικούς τρόπους μέτρησης της ρομποτικής εισόδου. Μια συνεπής εικόνα προκύπτει στην οποία τα ρομπότ φαίνεται να αυξάνουν την παραγωγικότητα, χωρίς να προκαλούν τις συνολικές ώρες να μειώνονται.

Αντιμετωπίζοντας την αντίστροφη αιτιότητα θέτουν το ερώτημα: θα μπορούσε να ισχύει ότι η αύξηση της παραγωγικότητας προκαλεί μεγαλύτερη αύξηση στη χρήση ρομπότ, και όχι το αντίστροφο; Για την αντιμετώπιση αυτού του ερωτήματος και των σχετικών ανησυχιών, και για να ρίξουν περισσότερο φως στην αιτιώδη επίδραση των ρομπότ, έχουν αναπτύξει μία νέα στρατηγική. Το εργαλείο τους για την αύξηση της χρήσης ρομπότ είναι ένα μέτρο της αντικατάστασης των εργαζομένων από ρομπότ, με βάση τα καθήκοντα που επικρατούσαν στις βιομηχανίες πριν χρησιμοποιηθεί ευρέως το ρομπότ. Συγκεκριμένα, ταιριάζουν τα δεδομένα σχετικά με τα καθήκοντα που εκτελούνται από τα βιομηχανικά ρομπότ σήμερα με δεδομένα σχετικά με παρόμοιες εργασίες που εκτελούνταν από τους εργαζομένους των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής το 1980, πριν χρησιμοποιηθούν τα ρομπότ. Στη συνέχεια υπολογίζουν το κλάσμα των ωρών εργασίας του κάθε κλάδου το 1980 αντιπροσωπευόμενου από τα επαγγέλματα που στη συνέχεια έγιναν επιρρεπή σε αντικατάσταση. Αυτός ο δείκτης ο οποίος υπολογίζει την



αντικαταστασιμότητα σε επίπεδο βιομηχανίας προβλέπει έντονα αυξημένη χρήση των ρομπότ την περίοδο 1993-2007.

Όταν χρησιμοποιούν εργαλείο τους για να εντοπίσουν διαφορές στην αυξημένη χρήση των ρομπότ, βρίσκουν πάλι ότι τα ρομπότ αυξάνουν την παραγωγικότητα χωρίς να παρατηρείται σημαντική επίδραση στις ώρες εργασίας. Ως ένα σημαντικό έλεγχο για την εγκυρότητα αυτής της έρευνας, δεν βρίσκουν καμία σημαντική σχέση μεταξύ της αντικατάστασής και της αύξησης της παραγωγικότητας κατά την περίοδο πριν από την υιοθέτηση των ρομπότ.

Οι ερευνητές συντηρητικά υπολογίζουν ότι, κατά μέσο όρο, η αυξημένη χρήση των ρομπότ συνέβαλε περίπου 0,37 ποσοστιαίες μονάδες στον ετήσιο ρυθμό αύξησης του ΑΕΠ, που αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το ένα δέκατο της συνολικής αύξησης του ΑΕΠ κατά την περίοδο αυτή. Η συμβολή στην ανάπτυξη της παραγωγικότητας της εργασίας ήταν περίπου 0,36 ποσοστιαίες μονάδες, αντιπροσωπεύοντας το ένα έκτο της αύξησης της παραγωγικότητας. Αυτό καθιστά τη συμβολή των ρομπότ στη συνολική οικονομία περίπου στο ίδιο επίπεδο με τις προηγούμενα σημαντικές τεχνολογίες, όπως οι σιδηρόδρομοι τον δέκατο ένατο αιώνα και οι λεωφόροι των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής στον εικοστό αιώνα. Τα αποτελέσματα είναι επίσης αρκετά συγκρίσιμα με τις πρόσφατες συνεισφορές των τεχνολογιών της πληροφορίας και των τηλεπικοινωνιών. Αλλά αξίζει να σημειωθεί ότι τα ρομπότ αποτελούν μόλις πάνω από δύο τοις εκατό του κεφαλαίου, το οποίο είναι πολύ λιγότερο από ότι στις προηγούμενες τεχνολογικές κινητήριες δυνάμεις της ανάπτυξης.

Ως συμπέρασμα, τα ευρήματά τους σχετικά με το συνολικό αντίκτυπο των ρομπότ είναι ενδιαφέροντα δεδομένων των πρόσφατων ανησυχιών στη μακροοικονομική βιβλιογραφία ότι η αύξηση της παραγωγικότητας από την τεχνολογία, σε γενικές γραμμές, μπορεί να επιβραδυνθεί. Ο Gordon (2012, 2014) εκφράζει μια ιδιαίτερα απαισιόδοξη άποψη, και υπάρχουν ευρύτερες ανησυχίες σχετικά με την μακροοικονομική στασιμότητα (Summers 2014, Krugman 2014), αν και ορισμένοι παραμένουν πιο αισιόδοξη (Brynjolfsson και McAfee 2014). Οι επιστήμονες αναμένουν ότι οι ευεργετικές επιδράσεις των ρομπότ θα επεκταθούν στο μέλλον, καθώς αναπτύσσονται νέες δυνατότητες για τα ρομπότ και οι ήδη υπάρχουσες ρομποτικές υπηρεσίες ωριμάζουν. Τα ευρήματά τους πρέπει όμως να αναλυθούν με προσοχή: υπάρχουν κάποιες ενδείξεις για φθίνουσες οριακές αποδόσεις με τη χρήση ρομπότ, έτσι δεν είναι πανάκεια για την ανάπτυξη.

Παρά το γεγονός ότι δεν βρίσκουν στοιχεία αρνητικών επιπτώσεων των ρομπότ στη συνολική απασχόληση, βλέπουν μία διαφορετική εικόνα, όταν διαχωρίζουν τις θέσεις εργασίας και τους μισθούς με βάση τις δεξιότητες του κάθε εργαζόμενου. Σε αυτήν την περίπτωση, τα ρομπότ φαίνεται να μειώνουν τις ώρες και το κόστος των μισθών των ανειδίκευτων εργαζομένων, και σε μικρότερο βαθμό των μεσαίων ειδικευμένων εργαζομένων. Δεν έχουν καμία σημαντική επίδραση στην απασχόληση των υψηλής ειδίκευσης εργαζομένων. Αυτό το μοτίβο διαφέρει από το αποτέλεσμα άλλης έρευνας, η οποία φαίνεται να επωφελεί τους υψηλής ειδίκευσης εργαζομένους σε βάρος των μεσαίων ειδικευμένων εργαζομένων.

Σε περαιτέρω συμπεράσματα, διαπιστώνουν ότι τα βιομηχανικά ρομπότ αυξάνουν συνολική παραγωγικότητα των συντελεστών παραγωγής και των μισθών. Ταυτόχρονα, δεν βρίσκουν καμία σημαντική επίδραση του ρομπότ στο μερίδιο της εργασίας.

Συνοψίζοντας, διαπιστώνουν ότι τα βιομηχανικά ρομπότ συνέβαλαν σημαντικά στην αύξηση της παραγωγικότητας της εργασίας και της συνολικής ανάπτυξης, καθώς επίσης και στην αύξηση των μισθών και στην συνολική παραγωγικότητα των βιομηχανιών. Ενώ οι φόβοι ότι τα ρομπότ καταστρέφουν θέσεις εργασίας σε μεγάλη κλίμακα δεν έχουν υλοποιηθεί, βρήκαν κάποιες ενδείξεις ότι τα ρομπότ μείωση της απασχόλησης χαμηλής και μεσαίας ειδίκευσης εργαζομένων.

Τα νέα δεδομένα από το 2007 και μετά δείχνουν ότι ο αριθμός των ρομπότ συνέχισε να διογκώνεται, και το σύνολο των εργασιών που μπορούν να εκτελέσουν έχει επεκταθεί. Και οι δύο αυτές τάσεις δείχνουν ότι τα ρομπότ θα συνεχίσουν να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της παραγωγικότητας.

### **3. ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

#### **3.1 ΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Έχει ήδη αναφερθεί το γεγονός ότι η αυτοκινητοβιομηχανία θα συναντήσει μελλοντικά ορισμένες καταστάσεις στις οποίες θα πρέπει να προσαρμοστεί αν θέλει όχι μόνο να επιβιώσει ως βιομηχανικός κλάδος αλλά και να συνεχίζει να κυριαρχεί στην παγκόσμια οικονομία. Οι προκλήσεις αφορούν κυρίως αυστηρότερες πολιτικές ελέγχου των ρύπων που παράγονται από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, μεγαλύτερη έμφαση στην ασφάλεια των επιβατών καθώς επίσης και ενεργειακά συμφέρουσες λύσεις στα παραγόμενα προϊόντα.

##### **3.1.1 ΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΩΣ ΚΟΡΥΦΑΙΑ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

Μια έρευνα του 2008 δείχνει ότι τα περιβαλλοντικά ζητήματα είναι πλέον στην κορυφή της λίστας των προκλήσεων που αντιμετωπίζει η αυτοκινητοβιομηχανία, ξεπερνώντας τη μείωση του κόστους, για πρώτη φορά μέσα σε 14 χρόνια. Η έρευνα διεξήχθη από την DuPont και την Society of the Automotive Industry.

Ένα σύνολο 53 τοις εκατό των ερωτηθέντων δήλωσε ότι ένα σύνολο από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η οικονομία καυσίμου, και οι εκπομπές ρυπογόνων αερίων είναι οι κορυφαίες προκλήσεις έναντι 32 τοις εκατό που παραθέτει το κόστος παραγωγής ως σημαντικότερη πρόκληση. Η έρευνα, που κυκλοφόρησε στις 10 Απριλίου του 2008 έγινε μεταξύ σχεδιαστών και μηχανικών αυτοκινήτων.

«Ενώ η μείωση του κόστους παραγωγής εξακολουθεί να είναι πολύ σημαντική, η έμφαση της αυτοκινητοβιομηχανίας δίνεται σε ότι αφορά το περιβάλλον και τις απαιτήσεις που θέτει για την καινοτομία», δήλωσε ο Chris Murphy, διευθυντής στην Αμερική, για την DuPont Automotive. «Στα αποτελέσματα, οι περιβαλλοντικές παράμετροι οδηγούν τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη των συστημάτων οδήγησης και των οχημάτων και είναι ένας παράγοντας διαφοροποίησης στην καταναλωτική αγορά. Σχεδιαστές αυτοκινήτων και οι μηχανικοί εργάζονται με τους προμηθευτές, όπως η DuPont προκειμένου να αντιμετωπιστούν αυτά τα ζητήματα και να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν οικονομικά και ενεργειακά αποδοτικές λύσεις για τα οχήματα με μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.»

Η ετήσια έρευνα η διεξαγωγή της οποίας έγινε από την Consumer Insights έβγαλε ως κυριότερα συμπεράσματα:

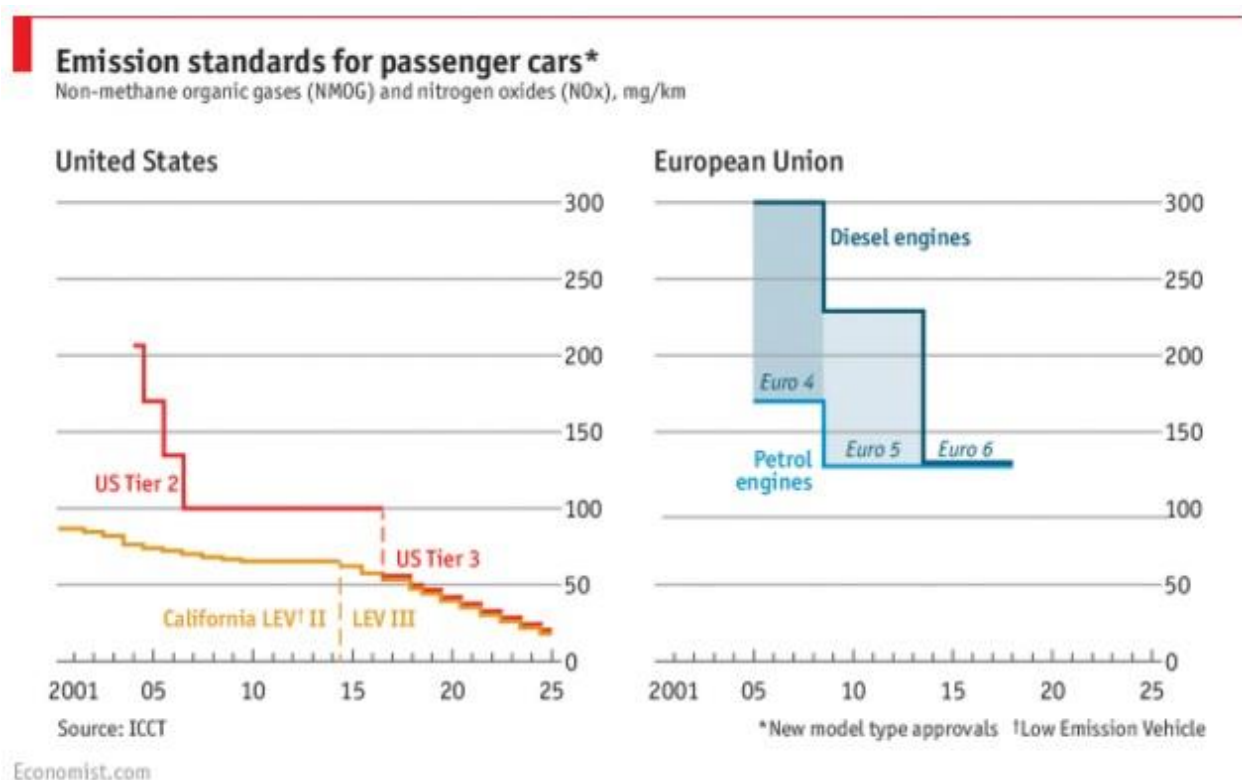
- Πενήντα-τέσσερα τοις εκατό των ερωτηθέντων δηλώνουν ότι αποδοτικά οχήματα με μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι σημαντικό για τους καταναλωτές. Σαράντα ένα τοις εκατό υποστηρίζουν ότι η αυξημένη ασφάλεια και το 37 τοις εκατό υποστηρίζουν ότι η βελτιωμένη άνεση και η ευκολία είναι σημαντική για τους καταναλωτές.
- Για πέμπτη συνεχή χρονιά, τα οχήματα εναλλακτικών πηγών ενέργειας προβλέπεται να έχουν τον μεγαλύτερο αντίκτυπο στη βιομηχανία. Εξήντα τοις εκατό επέλεξε οχήματα που κινούνται με εναλλακτικές μορφές ενέργειας το 2008, ενώ το 15 τοις εκατό επέλεξε χαρακτηριστικά ασφαλείας και 16 τοις εκατό επέλεξε πρόοδο σε ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα.
- Πενήντα τοις εκατό των ερωτηθέντων βλέπουν την τεχνολογία των κινητήρων ντίζελ ως βασικό σημείο εστίασης για να βοηθήσει στην επίτευξη των στόχων μέχρι το 2020 οι οποίοι αφορούν κανονισμούς αποτελεσματικότητας (35-mpg στην Ηνωμένες Πολιτείες και κάτω από 120g ανά χιλιόμετρο διοξείδιο διοξειδίου του άνθρακα στην Ευρώπη), ενώ το 46 τοις εκατό βλέπει σημαντικότερα τα υβριδικά-ηλεκτρικά συστήματα κίνησης, και 42 τοις εκατό θεωρεί περισσότερο σημαντική την εκτεταμένη χρήση ελαφρών υλικών.

- Σε 10 χρόνια, τα οχήματα θα λειτουργούν με ντίζελ βιολογικής βάσης προέβλεψε το 27 τοις εκατό, με βάση το πετρέλαιο ντίζελ προέβλεψε το 20 τοις εκατό και με βάση το E85 (καύσιμο αιθανόλης) προέβλεψε το 20 τοις εκατό. Μόνο το 18 τοις εκατό προβλέπει ότι οι κινητήρες βενζίνης θα κυριαρχήσουν.

### **3.1.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ**

Παγκόσμιες προσπάθειες για την καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος έχουν επικεντρωθεί στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Μετά από μια παγκόσμια συμφωνία η οποία υπεγράφη στο Κιότο το 1997, οι αυτοκινητοβιομηχανίες, ειδικά στην Ευρώπη, άρχισαν να παράγουν μικρούς και αποδοτικούς κινητήρες ντίζελ, οι οποίοι εκπέμπουν λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα από τους κινητήρες βενζίνης. Η Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία είχε υποσχεθεί να κάνει τεράστιες περικοπές στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στο Κιότο, με ενθουσιασμό αγκάλιασε τους κινητήρες ντίζελ ως μέσο για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι κυβερνήσεις φορολογούν το καύσιμο ντίζελ λιγότερο από τη βενζίνη και επίσης φορολογούν τα οχήματα ανάλογα με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθιστώντας με αυτόν τον τρόπο τα πετρελαιοκίνητα οχήματα φθηνότερα σε λειτουργία και καλύτερη προοπτική για τους αυτοκινητιστές. Τώρα το ήμισυ όλων των αυτοκινήτων που πωλούνται στην Ευρώπη είναι πετρελαιοκίνητα. Αλλά πετρελαιοκινητήρες έχουν ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα το οποίο η Ευρώπη άργησε να αναγνωρίσει και να ελέγξει. Δηλαδή, εκπέμπουν πολύ υψηλότερα επίπεδα άλλων ρυπογόνων αερίων όπως υδρογονάνθρακες τις κατηγορίας NMOG (Nonmethane Organic Gas) και οξειδία του αζώτου (NOx) σε σχέση με τους κινητήρες βενζίνης. Και οι δύο κατηγορίες αερίων είναι πιο επιβλαβής για την υγεία του αναπνευστικού συστήματος από το διοξείδιο του άνθρακα και είναι η αιτία του μεγάλου αριθμού των πρόωρων θανάτων οι οποίοι ανέρχονται σε 58.000 κατά μέσο όρο το χρόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, κατά μέσο όρο τα πρότυπα τα οποία υπάρχουν για τις εκπομπές NMOG και NOx ήταν σταθερά πιο αυστηρά από ότι στην Ευρώπη όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



ΕΙΚΟΝΑ 15: σύγκριση προγραμμάτων Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και Ευρώπης για έλεγχο των ρύπων

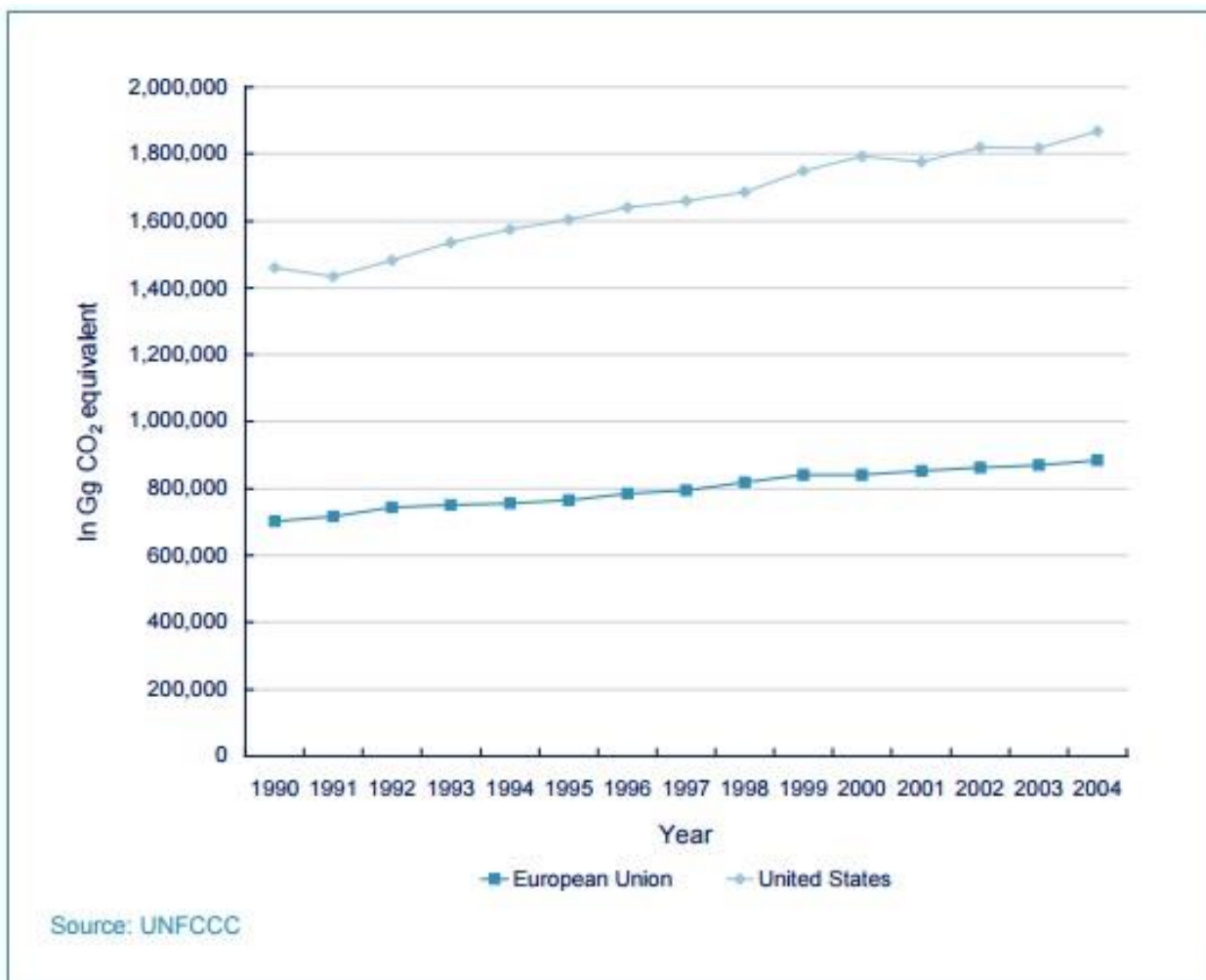
Τα πετρελαιοκίνητα οχήματα αντιπροσωπεύουν μόνο το 5% του συνόλου των πωλήσεων αυτοκινήτων και μερικά μεγάλα ερωτήματα επηρεάζουν ολόένα και περισσότερο οποιαδήποτε πιθανή αύξηση του μεριδίου της αγοράς. Οι προδιαγραφές της κατηγορίας 2 και της κατηγορίας 3 των εκπομπών της ομοσπονδιακής κυβέρνησης των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής προγραμματίστηκαν να συμπέσουν με την κατάσταση των προτύπων LEV III της Καλιφόρνιας για το 2016, των αυστηρότερων στον κόσμο. Τόσο τα προγράμματα της ομοσπονδιακής κυβέρνησης όσο και αυτά της Καλιφόρνια έχουν μακροπρόθεσμους στόχους, σε αντίθεση με το ευρωπαϊκό πρόγραμμα το οποίο συνήθως περιορίζεται σε κύκλους των πέντε ετών και δεν έχει ακόμη επεκταθεί πέρα από τον χρονικό ορίζοντα του 2020. Οι κατασκευαστές της Ευρώπης έχουν παραπονεθεί ότι θα είναι δύσκολο να πληρούν τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά

θα είναι πολύ πιο δύσκολο να πληρούν τους αυστηρότερους κανόνες των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής.

### **3.1.3 Η ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΥΠΟ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ**

Οι περισσότερες εθνικές κυβερνήσεις έχουν υπογράψει και επικυρώσει το πρωτόκολλο του Κιότο. Ωστόσο, λόγω της απουσίας αποτελεσματικής δράσης, η αύξηση των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές επιβατών προβλέπεται να συνεχιστεί και τα επόμενα χρόνια, αντισταθμίζοντας τις προσπάθειες των κρατών να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου του Κιότο. Σε αυτό το πλαίσιο δημιουργήθηκε η έκθεση Stern (Stern Review) για τις οικονομικές πτυχές της αλλαγής του κλίματος η οποία είναι μια έκθεση 700 σελίδων η οποία κυκλοφόρησε για την κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου στις 30 Οκτωβρίου 2006 από τον οικονομολόγο Nicholas Stern, προέδρου του Ινστιτούτου Έρευνας Grantham για την Κλιματική Αλλαγή και το Περιβάλλον στο London School of Economics (LSE) και επίσης προέδρου του Κέντρου για την κλιματική Αλλαγή Οικονομίας και Πολιτικής (CCCEP) στο Πανεπιστήμιο του Leeds και το LSE. Η έκθεση πραγματεύεται την επίδραση της υπερθέρμανσης του πλανήτη στην παγκόσμια οικονομία. Αν και δεν είναι η πρώτη οικονομική έκθεση για την κλιματική αλλαγή, είναι σημαντική ως η μεγαλύτερη καθώς και η πιο ευρέως γνωστή και πολυσυζητημένη έκθεση του είδους της. Σύμφωνα με την έκθεση Stern, αν ο ρυθμός της αλλαγής του κλίματος σταματούσε και διατηρούσε τα σημερινά επίπεδά που, θα εξακολουθεί να απαιτείται οι ετήσιες εκπομπές να μειωθούν κατά περισσότερο από 80% από τα σημερινά τους ποσοστά. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις μεταφορές και μόνο έχουν αυξηθεί κατά 32% από το 1990. «Δεν υπάρχει τρόπος για την επίτευξη των συνολικών στόχων των εκπομπών χωρίς εστίαση σε τομείς όπως η μεταφορά», είπε ο Jos Dings (Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Μεταφορών και Περιβάλλοντος). Η απόλυτη ανάγκη για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στον τομέα των οδικών μεταφορών είναι αδιαμφισβήτητη, αλλά οι εκτιμήσεις για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τις οδικές μεταφορές διαφέρουν και εξαρτώνται από την οικονομική επιρροή του τομέα των μεταφορών σε διάφορες περιοχές. Σύμφωνα με την έκθεση Stern, το 14 τοις εκατό των παγκόσμιων εκπομπών

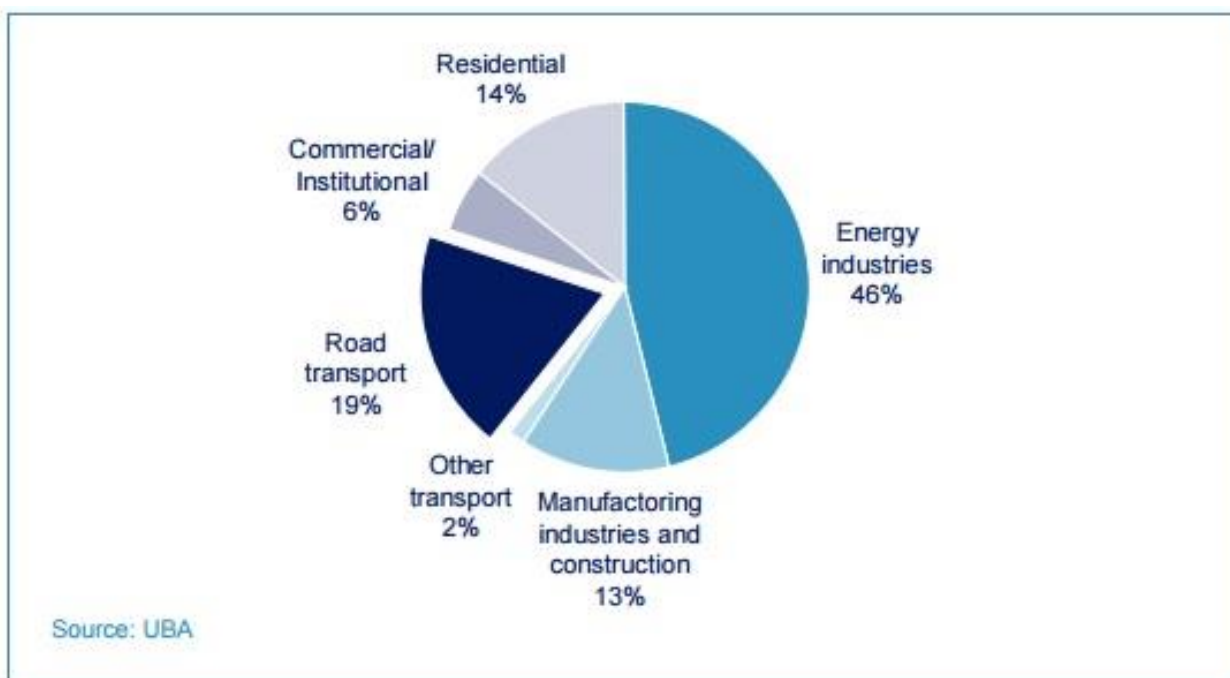
αερίων του θερμοκηπίου προέρχονται μόνο από τον κλάδο της μεταφοράς και συνεχίζουν να αυξάνονται όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



ΕΙΚΟΝΑ 16: εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα των μεταφορών

Σύμφωνα με τα στοιχεία του 2005 από τη γερμανική Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Περιβάλλοντος (UBA), ο τομέας των μεταφορών στη Γερμανία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μετά τον τομέα της ενέργειας, με 21% και 46% αντίστοιχα. Οι οδικές μεταφορές ως υποσύνολο του τομέα μεταφοράς αντιπροσωπεύει το 19% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στη Γερμανία, σύμφωνα με την Ένωση Γερμανικών Αυτοκινητοβιομηχανιών (VDA).





ΕΙΚΟΝΑ 17: εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά κλάδο στην Γερμανία

«Όσον αφορά την καταπολέμηση της αύξησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η Γερμανία θέτει το ευρωπαϊκό πρότυπο για την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με τις εκπομπές κατά την περίοδο 1990 - 2004 να μειώνονται σχεδόν στα επίπεδα του 1990», λέει ο καθηγητής Ulrich Seiffert του Πολυτεχνείου του Braunschweig.

### 3.1.4 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Εκτός από τα παραδοσιακά ορυκτά καύσιμα, την βενζίνη και το ντίζελ, η πρόσφατη συζήτηση μετατοπίζεται προς τις ανανεώσιμες πηγές βιοκαυσίμων, οι οποίες αντιπροσωπεύουν καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς μεγάλες προσαρμογές στο παραδοσιακό κινητήρα εσωτερικής καύσης (ICE). Τα βιοκαύσιμα είναι ένας γενικός όρος για καύσιμα από βιολογικό υλικό. Οι πηγές του υλικού αυτού ποικίλουν: ζαχαροκάλαμο, καλαμπόκι και ελαιοκράμβη είναι τα πιο κοινά συστατικά των σημερινών βιοκαυσίμων.

Το 2003, η Ευρωπαϊκή Ένωση επικύρωσε την πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με στόχο την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων στην μεταφορά. Η στρατηγική ήταν:

- η επίτευξη μειγμάτων χαμηλού επιπέδου των ήδη υφιστάμενων βενζίνης και ντίζελ
- η υποστήριξη της έρευνας και της ανάπτυξης για τα καύσιμα επόμενης γενιάς και της αποδοτικότητας της παραγωγής
- η τόνωση της ζήτησης για βιοκαύσιμα

Ο στόχος ήταν να επιτευχθεί ένα μερίδιο αγοράς των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών της τάξης του 2% μέχρι το 2005, το οποίο θα αυξηθεί σε ετήσια βάση κατά 0,75% σε 5,75% μέχρι το 2010. Παρά το γεγονός ότι το πραγματικό μερίδιο το 2005 παρέμεινε στο 1,4%, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο πρότεινε τη θέσπιση ενός νέου στόχου του 8% για το 2015, προβλέποντας ένα ποσοστό 25% μέχρι το 2030.

Τα σημαντικότερα βιοκαύσιμα είναι η αιθανόλη, το βιοντίζελ, τα φυτικά έλαια και το βιοαέριο τα οποία συχνά αναφέρονται ως βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς καθώς αυτά παράγονται από καλλιέργειες όπως η ζάχαρη, τα ζαχαρότευτλα και η ελαιοκράμβη. Τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς χρησιμοποιούν τεχνολογίες οι οποίες μετατρέπουν την βιομάζα σε υγρό. Η σημασία των επιμέρους βιοκαυσίμων υπαγορεύεται σε περιφερειακό επίπεδο από την τοπική αφθονία σε πρώτες ύλες: για παράδειγμα, στην Βραζιλία η αιθανόλη που προέρχεται από ζαχαροκάλαμο προτιμάται, ενώ η αιθανόλη από καλαμπόκι στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής είναι πιο κοινή και στην Ευρώπη το ντίζελ από κραμβέλαιο κυριαρχεί.

Επιπλέον, η περιφερειακή ζήτηση για βιοκαύσιμα καθορίζεται επίσης από τη σύνθεση του υπάρχοντος δυναμικού αυτοκινήτων και τη συνεχή ζήτηση νέων οχημάτων. Ως εκ τούτου, τα υποκατάστατα του ντίζελ βρίσκουν ευνοϊκές συνθήκες στην Ευρώπη, ενώ σε άλλα μέρη του κόσμου τα καύσιμα τα οποία είναι δημοφιλή μπορεί να στηρίζονται σε υπάρχουσες μηχανές

βενζίνης με μικρές μόνο τροποποιήσεις. Όσον αφορά την μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, τα βιοκαύσιμα προσελκύσουν την προσοχή επειδή ανακυκλώνουν το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα, παρά την απελευθερώνουν νέο όπως είναι η περίπτωση με την χρήση παραδοσιακών ορυκτών καυσίμων.

### **3.1.5 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ**

Η περιβαλλοντική αξία που έχουν τα βιοκαύσιμα είναι πολύ μεγάλη και για αυτόν τον λόγο το τμήμα ARPA-E (Advanced Research Projects Agency-Energy) του υπουργείου ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής δημιούργησε ένα πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει τα ρομπότ για να μελετήσει τα χαρακτηριστικά και το DNA του σόργου, ενός φυτού με υψηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη ιδανικό για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Οι πληροφορίες θα συγκεντρωθούν σε μια βάση δεδομένων που οι επιστήμονες οι οποίοι αναπτύσσουν τα βιοκαύσιμα μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να συμβάλουν στην ανάπτυξη νέων στελεχών του φυτού.

Επίσης, μία άλλη κατεύθυνση στην οποία κινούνται οι ερευνητές είναι οι ενεργειακές καλλιέργειες. Οι ενεργειακές καλλιέργειες περιλαμβάνουν είτε φυτά που δεν καλλιεργούνται εμπορικά, όπως ο μίσχανθος, το καλάμι κ.ά., των οποίων το τελικό προϊόν προορίζεται για την παραγωγή ενέργειας, είτε παραδοσιακά και νέα φυτά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματά τους είναι η σταθερή παραγωγή τους η οποία μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλης κλίμακας και μακροπρόθεσμη προμήθεια πρώτης ύλης, με ομοιόμορφα ποιοτικά χαρακτηριστικά, σε μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων και ενέργειας. Το ARPA-E συγκεντρώνει εμπειρογνώμονες στην γενετική φυτών, στην τεχνολογία της πληροφορίας και της ρομποτικής προκειμένου να ξεκινήσει μία αναζήτηση για καλλιέργειες βιοενέργειας που να είναι βιώσιμη, οικονομικά προσιτή και να δώσει άφθονη πρώτη ύλη για βιοκαύσιμα. Μέσω του προγράμματος TERRA (Transportation Energy Resources from Renewable Agriculture) του ARPA-E μερικοί από αυτούς τους ερευνητές κατασκευάζουν ρομπότ εξοπλισμένα με αισθητήρες αιχμής για τη συλλογή στοιχείων σχετικά με τα χαρακτηριστικά των φυτών. Εν τω μεταξύ, άλλες ομάδες αναπτύσσουν εργαλεία που χρησιμοποιούν αυτά τα δεδομένα για να προβλέψουν ποια φυτά θα μεγαλώνουν πιο γρήγορα, θα

ευδοκιμούν σε αγχωτικό περιβάλλον, και γενικά θα παρουσιάζουν μεγαλύτερες δυνατότητες για να τροφοδοτήσουν και να θρέψουν τον πλανήτη μας.

Στο παρελθόν, η αξιολόγηση στους τομείς των καλλιεργειών γινόταν με δύο απλά εργαλεία: το ανθρώπινο μάτι και ένα μέσο μέτρησης μήκους και επομένως ήταν αργή και ανακριβής. Οι τεχνολογίες ρομποτικής TERRA θα μπορούσαν σύντομα να κάνουν αυτό το είδος έρευνας γρηγορότερα, καλύτερα και φθηνότερα.

Η ρομποτική πλατφόρμα TERRA αποτελείται από το ρομπότ «Scanalyzer», ένα μικρότερο, επίγειο ρομπότ και ένα σύστημα από μη επανδρωμένα αεροσκάφη. Κάθε ένα από αυτά τα ρομπότ μπορεί να σαρώσει ένα χωράφι ενεργειακής καλλιέργειας σόργου και να συγκεντρώσει στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης για την ανάπτυξη των φυτών. Οι πληροφορίες που θα μπορούσαν να δοθούν στους αγρότες είναι πολύτιμες και αφορούν το ποια από τα φυτά είναι πιο ανθεκτικά στην έρημο της Αριζόνα, για παράδειγμα, πληροφορία η οποία με την σειρά της θα μπορούσε να έχει μία μετασχηματιστική επίδραση για το μέλλον της παγκόσμιας ενέργειας και της επισιτιστικής ασφάλειας.

Το ρομπότ «Scanalyzer», τοποθετημένο στο γεωργικό κέντρο Maricopa της Αριζόνα, αποτελεί κεντρικό μέρος της πλατφόρμας TERRA και είναι το μεγαλύτερο αισθητηριακό ρομπότ στον κόσμο. Το μοναδικό σύστημα ανίχνευσης κινείται κατά μήκος μιας εξέδρας φόρτωσης και σαρώνει τις καλλιέργειες σόργου σε μια περιοχή στο μέγεθος ενός γηπέδου ποδοσφαίρου. Οι τεχνολογικά προχωρημένοι αισθητήρες του συστήματος μετρούν την ανάπτυξη της ενεργειακής καλλιέργειας σόργου με πρωτοφανή ανάλυση, ταχύτητα και ακρίβεια. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το ρομπότ «Scanalyzer».



ΕΙΚΟΝΑ 18: το ρομπότ "Scanalyzer" της πλατφόρμας TERRA

Μία ομάδα του ARPA-E έχει αναλάβει τον χειρισμό του μη επανδρωμένου αεροσκάφους (UAS) πάνω από μία ενεργειακή καλλιέργεια σόργου. Το αεροσκάφος μπορεί να ερευνήσει το χωράφι για διάφορα φυτά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά από τον αέρα. Με την χρήση ενός τέτοιου αεροσκάφους, η ομάδα μπορεί να αξιολογήσει γρήγορα ένα χωράφι χωρίς να παρεμβαίνει στα φυτά. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται το μη επανδρωμένο αεροσκάφος την ώρα που αναλύει την καλλιέργεια.



ΕΙΚΟΝΑ 19: το μη επανδρωμένο αεροσκάφος της πλατφόρμας TERRA

Το πρόγραμμα TERRA έχει επίσης και επίγεια, μικρά σε μέγεθος ρομπότ τα οποία μπορούν παρομοίως να σαρώσουν μία καλλιέργεια σόργου και να εντοπίσουν τα περισσότερο ανθεκτικά φυτά. Κύριο έργο τους είναι η αξιολόγηση διαφόρων χαρακτηριστικών των φυτών, όπως ο ρυθμός ανάπτυξης, η φωτοσύνθεση και η βιομάζα. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται ένα επίγειο ρομπότ της TERRA.



ΕΙΚΟΝΑ 20: το επίγειο ρομπότ της πλατφόρμας TERRA

## **3.2 ΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ**

### **3.2.1 ΑΥΣΤΗΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

Είναι γεγονός ότι ο συνολικός αριθμός των παραγόμενων οχημάτων τα οποία ανακαλούνται για τεχνικούς λόγους είναι αρκετά μεγάλος. Το έτος 2004, για παράδειγμα, ο αριθμός των ανακλήσεων παγκοσμίως ανήλθε στις 30800000, ρεκόρ για την εποχή, και ήταν σχεδόν διπλάσιος από τον αριθμό των αυτοκινήτων που πωλήθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες το 2004.

Από το 1995, ο αριθμός των ανακλήσεων έχει αρχίσει να αυξάνεται ραγδαία, ακόμη και αν ο αριθμός των οχημάτων που ανακλήθηκαν κάποιες χρονιές δεν αντιστοιχεί στο ρυθμό ανακλήσεων του περασμένου έτους (π.χ 2004 - 2005). Μέχρι το τέλος του Σεπτεμβρίου του 2005, 14.5 εκατομμύρια οχήματα ανακλήθηκαν. Αυτό συγκρίνεται με τα 24.3 εκατομμύρια όχημα τα οποία ανακλήθηκαν για την ίδια περίοδο του προηγούμενου έτους.

«Αυτά τα πράγματα ήταν πάντα κυκλικά,» δήλωσε ο Rae Tyson, ένας εκπρόσωπος του οργανισμού για την ασφάλεια. «Το μόνο που χρειάζεται είναι ένα ή δύο πραγματικά μεγάλες παρτίδες ανακλήσεων για να παραποιηθεί ολόκληρο το έτος», συνέχισε.

Πέρα από αυτά τα ετήσια σκαμπανεβάσματα, ωστόσο, ο αριθμός των οχημάτων που ανακαλούνται έχει σαφώς αυξηθεί τα τελευταία 25 χρόνια. Εμπειρογνώμονες ασφάλειας υποστηρίζουν ότι οι λόγοι ποικίλλουν, από αυστηρότερες ομοσπονδιακές απαιτήσεις υποβολής εκθέσεων για τις αυτοκινητοβιομηχανίες σε πιο τεχνολογικά πολύπλοκα οχήματα.

Με τον αριθμό των ανακλήσεων που υπερβαίνει τον αριθμό των οχημάτων που πωλούνται στα περισσότερα χρόνια από το 1995, θα ήταν εύκολο να υποθέσουμε ότι η ποιότητα του αυτοκινήτου μειώνεται. Αυτό, ωστόσο, μπορεί να μην συμβαίνει. Μια σημαντική ένδειξη της ποιότητας των αυτοκινήτων είναι μία ετήσια έκθεση (J.D. Power & Associates Initial Quality Study), η οποία δείχνει ότι η συνολική ποιότητα του οχήματος έχει βελτιωθεί σημαντικά κατά τα τελευταία χρόνια.

Η μελέτη, η οποία μετρά το μέσο αριθμό των προβλημάτων στα αυτοκίνητα που αναφέρουν οι ιδιοκτήτες κατά τη διάρκεια των πρώτων 90 ημερών της ιδιοκτησίας, δείχνει ότι το 2000 οι οδηγοί είχαν κατά μέσο όρο 154 προβλήματα ανά 100 οχήματα. Ο αριθμός αυτός μειώνεται κάθε χρόνο, δεδομένου ότι, οι ιδιοκτήτες ανέφεραν 118 προβλήματα ανά 100 νέα οχήματα το έτος 2001.

Έτσι, εάν οι αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν πάει καλύτερα σε παραγωγή αυτοκινήτων, γιατί οι ανακλήσεις αυξάνονται;

Ένας σημαντικός λόγος, λένε οι ειδικοί της ασφάλειας, είναι η πίεση που ασκείται στις αυτοκινητοβιομηχανίες από έναν νόμο στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (Transportation Recall Enhancement, Accountability and Documentation ή συντομογραφικά TREAD), που πέρασε στο Κογκρέσο το 2000, μετά το φιάσκο των ελαστικών Firestone. Σε μία από τις πιο διαβόητες ανακλήσεις της αυτοκινητοβιομηχανίας, ελαττωματικά ελαστικά στα μονέλα Ford Explorers φθείρονταν σε υψηλές ταχύτητες, προκαλώντας τα οχήματα SUV της να αναποδογυρίσουν σε ορισμένες περιπτώσεις.

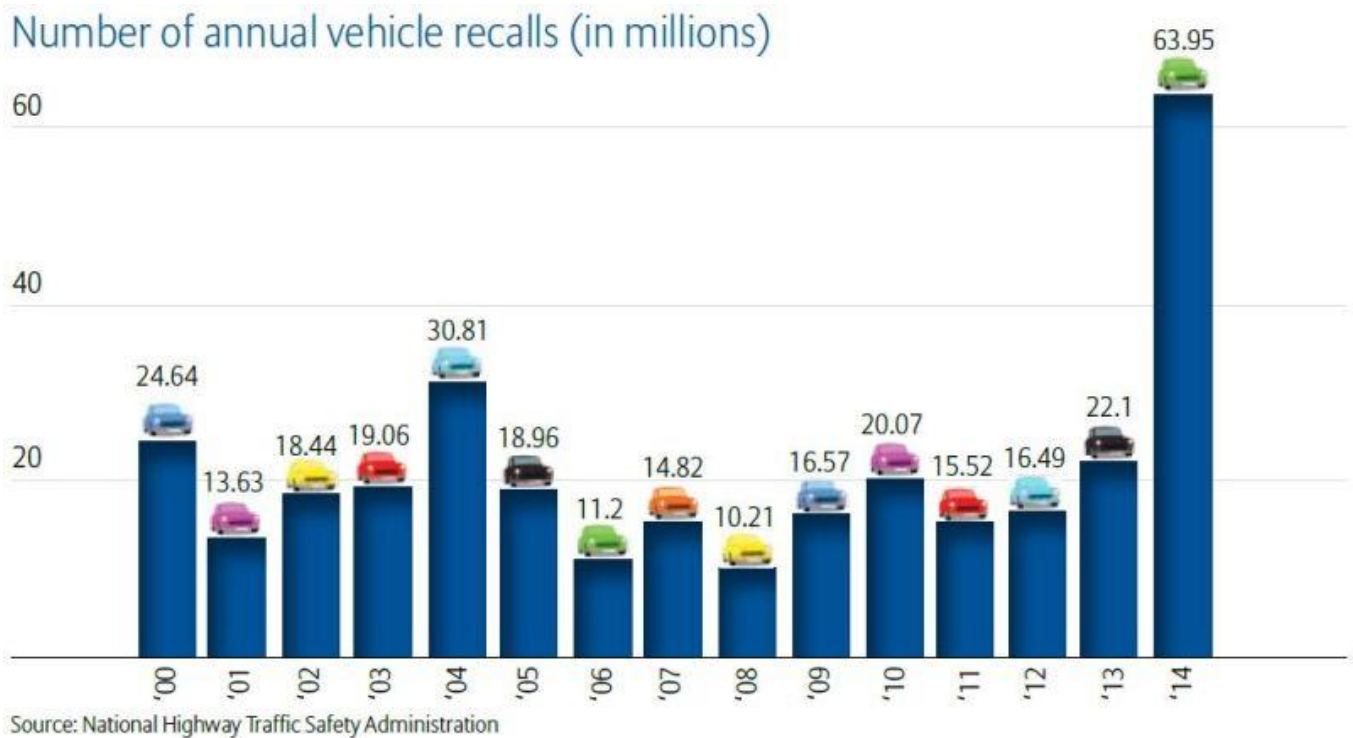


Ο νέος νόμος, γνωστός ως Tread Act, απαιτεί για τις αυτοκινητοβιομηχανίες να παρέχουν στην ομοσπονδιακή κυβέρνηση τριμηνιαίες εκθέσεις σχετικά με πιθανά προβλήματα ασφαλείας, εκτός από την αναφορά των προβλημάτων που ανακύπτουν μεταξύ των τριμηνιαίων αρχειοθετήσεων.

Ο νόμος έχει ως στόχο να λειτουργήσει ως ένα σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης, που επιτρέπει στις αυτοκινητοβιομηχανίες και την κυβέρνηση να εντοπίζουν πιθανά προβλήματα ασφαλείας από νωρίς και να υπαγορεύουν τις ανακλήσεις γρηγορότερα.

Ο Joan Claybrook, ο πρόεδρος της ομάδας υπεράσπισης των καταναλωτών Public Citizen και πρώην διοικητής της Εθνικής Υπηρεσίας Διοίκησης Οδικής Ασφάλειας, είπε: «ο νόμος TREAD είχε αναμφισβήτητα αντίκτυπο στον αριθμό των ανακλήσεων».

Παρόμοιες αυστηρές πολιτικές οι οποίες αφορούν την ασφάλεια των αυτοκινήτων έχουν εφαρμοστεί και στην Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω της Ευρωπαϊκής Επιτροπής αλλά και σε άλλες αγορές. Η παρακάτω εικόνα αποδίδει στατιστικά για τις ανακλήσεις αυτοκινήτων σε διεθνές επίπεδο ανά έτος.



ΕΙΚΟΝΑ 21: αριθμός ετήσιων ανακλήσεων αυτοκινήτων παγκοσμίως

Εκτός από την αυστηροποίηση των πολιτικών ασφαλείας, η αποδοτικότερη παραγωγή αυτοκινήτων και η τάση των βιομηχανιών να εξάγουν αμέσως τα προϊόντα στην αγορά, αφήνοντας λίγο χρόνο για δοκιμές, έχουν επίσης συμβάλει στην εκθετική αύξηση του συνολικού αριθμού των ανακλήσεων.

### **3.2.2 ΤΑ ΡΟΜΠΟΤ ΩΣ ΛΥΣΗ ΣΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

Θα μπορούσε κάλλιστα ο τομέας της έρευνας και της ανάπτυξης να πορευθεί και να καταβάλει εντονότερη προσπάθεια προς την κατεύθυνση της κατασκευής ακόμη περισσότερο αποδοτικών βιομηχανικών ρομπότ τα οποία θα δημιουργούσαν με την σειρά τους ποικιλότερα εξαρτήματα και συστήματα ασφαλείας σε σχέση με σήμερα. Όμως μία επιπλέον ιδέα η οποία μάλιστα ερευνάται σε βάθος είναι εκείνη των ρομποτικών αυτοκινήτων.

Τα ρομποτικά αυτοκίνητα διαθέτουν παρόμοιες τεχνολογίες, όπως τα προηγμένα βιομηχανικά ρομπότ: όραση, αισθητήρες εγγύτητας, προηγμένα συστήματα ελέγχου κίνησης, συστήματα μετάδοσης μεταβλητής συχνότητας, κινητήρες, εξελιγμένο προγραμματισμό, σύνδεση στο σύννεφο (cloud), ασφάλεια, και δίκτυα υψηλής ταχύτητας.

Η χρήση των ρομποτικών αυτοκινήτων τείνει να καταστεί η πρώτη ευρέως διαδεδομένη χρήση των κινητών ρομπότ. Η πρόοδος στην ανάπτυξη της αυτοματοποιημένης οδήγησης οχημάτων τα τελευταία 10 χρόνια είναι εκπληκτική. Ακόμη και νέα αυτοκίνητα χωρίς ρομποτικές δυνατότητες μοιάζουν περισσότερο με υπολογιστές πάνω σε ρόδες. Περισσότερα άρθρα σχετικά με αυτόνομα οχήματα δημοσιεύονται καθημερινά.

Στην αυγή της εποχής των αυτόνομων οχημάτων, υπάρχουν αρκετά έργα που αποδεικνύουν πως σήμερα χρησιμοποιούνται αυτές οι έννοιες και οι τεχνολογικές προσεγγίσεις. Αρκετές προσπάθειες υψηλής δημοσιότητας ήταν οι DARPA Grand Challenge και Urban Challenge των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής. Ο διάδοχος ενός πρωτοτύπου από την ομάδα Stanford Racing team έγινε το πρώτο αυτόνομο αυτοκίνητο της Google υπό τη διεύθυνση του Sebastian Thrun. Ο νικητής του διαγωνισμού, η General Motors, στη συνέχεια εισήγαγε ένα πρωτότυπο EN-V, το οποίο είναι ένα μικρό διθέσιο αυτόνομο όχημα.

Οι κατασκευαστές οχημάτων έχουν κάνει τολμηρές δηλώσεις για το μέλλον της ρομποτικής στα αυτοκίνητα. Ο Elon Musk, επικεφαλής της Tesla Motors, είχε υποσχεθεί να έχει το 90% των αυτοκινήτων αυτόνομες λειτουργίες από το 2015. Ο όμιλος Renault-Nissan ετοιμάζει το ρομποτικό αυτοκίνητό του από το 2018. Η Mercedes ανακοίνωσε ότι θα ολοκληρώσει το φορτηγό του μέλλοντος από το 2025. Η αισιοδοξία αυτή θα μπορούσε να υποδηλώνει ότι τα αυτόνομα αυτοκίνητα είναι σχεδόν εδώ.

Η αισιοδοξία είναι δικαιολογημένη, δεδομένου ότι τα σύγχρονα αυτοκίνητα περιλαμβάνουν συχνά σύστημα υποβοήθησης οδήγησης, παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS), έλεγχο πορείας, συστήματα αντιμεπλοκής κατά την πέδηση (ABS) και συστήματα πάρκινγκ.

Γιατί κάποιος θα χρειαστεί ένα όχημα που ταξιδεύει χωρίς ανθρώπινη καθοδήγηση; Κυρίως, για 1) απαλλαγή από δραστηριότητες ρουτίνας, 2) αύξηση της ασφάλειας και 3) τη βελτιστοποίηση της ροής της κυκλοφορίας. Εφόσον οι εδαφικές μετατοπίσεις (ανθρώπινου δυναμικού αλλά και φορτίου) αποτελούν μεγάλο κομμάτι της καθημερινότητας, συνεχίζουμε να ξοδεύουμε σημαντικό χρόνο και ενέργεια στις μεταφορές.

Από την άλλη πλευρά, δεν είναι όλοι καλοί οδηγοί. Τα στατιστικά στοιχεία των ανθρώπων που έχουν σκοτωθεί ή τραυματιστεί σε τροχαία ατυχήματα φαίνονται πιο τρομακτικό από ό, τι αναφορές της κατάστασης από το πεδίο της μάχης. Όταν η τεχνολογία φθάσει το επίπεδο που απαιτείται, τα ρομποτικά αυτοκίνητα θα είναι πολύ ασφαλέστερα από άπειρους, επιθετικούς, ή μεθυσμένοι οδηγούς.

Ένα πειθαρχημένο ρομποτικό αυτοκίνητο δεν πηγαίνει ποτέ πάνω από τα όρια ταχύτητας, διατηρεί τη σωστή απόσταση, και είναι προσεκτικό κοντά στις διαβάσεις πεζών. Κάποιοι που παραβαίνουν πιο συχνά τον κώδικα οδικής κυκλοφορίας θα μπορούσαν να χαρακτηρίσουν τους ρομποτικούς οδηγούς κουραστικούς, αλλά τα ρομποτικά αυτοκίνητα είναι ήδη αρκετά ευφυή για να παρακάμπτουν τους νόμους με τρόπους που μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο. Ένα Google αυτόνομο αυτοκίνητο μπορεί να υπερβεί το όριο ταχύτητας μέχρι 16 χλμ / ώρα, προσαρμόζοντας την ταχύτητα της ροής της κυκλοφορίας (μια επιλογή που εισήγαγε ο Ρώσος μηχανικός υπολογιστών, Dmitri Dolgov).

Τα ρομποτικά αυτοκίνητα θα προ-υπολογίζουν τις διαδρομές γύρω από την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τα οδικά έργα, καθώς θα επικοινωνούν με τα κοντινά αυτοκίνητα και τα φανάρια

για τη βελτιστοποίηση απόδοσης και την αύξηση της ασφάλειας χρησιμοποιώντας τεχνικές ανάδρασης και καταναεμημένων συστημάτων.

Παρά τις διαφαινόμενες αυτές επιτυχίες όμως, παραμένουν ορισμένες τεχνικές, οικονομικές και νομικές προκλήσεις.

Ενώ η Google πέρασε τις δοκιμές για να βγάλει το πρώτο αυτόματα οδηγούμενο αυτοκίνητο με ένα πιστοποιητικό, η γενικότερη υποδομή είναι ένα πρόβλημα. Η δοκιμή πραγματοποιήθηκε σε μια καθορισμένη περιοχή, έτσι η εταιρεία ετοίμασε ένα λεπτομερή χάρτη της επικράτειας εκ των προτέρων. Η συντήρηση των οδικών χαρτών για την ευρεία χρήση της αυτόματης οδήγησης αυτοκινήτων εξακολουθεί να είναι μία μεγάλη άλυτη πρόκληση. Η λειτουργικότητα του Google Street View δεν είναι αρκετή για τα αυτόνομα αυτοκίνητα. Τα ρομποτικά οχήματα χρειάζονται διάφορους τύπους πληροφοριών, όπως οδικά σήματα, οδικές σημάσεις και φανάρια, οδικές συνθήκες και οδικά έργα και αυτές οι πληροφορίες πρέπει να ενημερώνονται τακτικά. Από την άλλη πλευρά, η εξάρτηση των ρομποτικών αυτοκινήτων από την οδική σήμανση έχει μειωθεί στο ελάχιστο.



ΕΙΚΟΝΑ 22: το ρομποτικό αυτοκίνητο της Google

Μέρος της στρατηγικής της Google περιλαμβάνει την εξάλειψη της επιθετικής οδήγησης στην οδηγική συμπεριφορά του ρομποτικού αυτοκινήτου της και τον περιορισμό της μέγιστης ταχύτητας έως 25 μίλια ανά ώρα - ένα ρυθμό περισσότερο κατάλληλο για οδήγηση στους δρόμους των προαστίων παρά στην εθνική οδό. Ο Inman, δημιουργός του Oatmeal, αφηγήθηκε την οδηγική εμπειρία του με ένα πρωτότυπο του ρομποτικού αυτοκινήτου της Google: «Το αυτοκίνητο που οδηγήσαμε δεν μου φάνηκε επικίνδυνο. Μου φάνηκε επιφυλακτικό. Το οδήγησα αργά και σκόπιμα, και πήρα την εντύπωση ότι είναι πιο πιθανό να ενοχλήσει τους άλλους οδηγούς από το να τους βλάψει».

Σε ότι αφορά το κομμάτι της οδικής πληροφορίας, η Google δεν είναι η μόνη εταιρεία που αναπτύσσει χάρτες για την αυτο-οδήγηση αυτοκινήτων. Η αυτοκινητοβιομηχανία BMW συνεργάστηκε πρόσφατα με την μηχανή αναζήτησης Baidu σε μια επίδειξη της ασιατικής αγοράς.

Τα σύγχρονα τεχνικά μέσα πλοήγησης, όπως τα ραντάρ, τα LIDARs (LIght Detection And Ranging - μια μέθοδος η οποία μετρά την απόσταση ενός στόχου με το φωτισμό του στόχου αυτού με φως λέιζερ), οι κάμερες και τα συστήματα GPS δείχνουν απροσδόκητη απόδοση σε ακραίες συνθήκες, όπως πολύ χιόνι ή βροχή, ομίχλη, εκτυφλωτικό φως του ήλιου ή πολύ στενούς δρόμους. Ένα άλλο πρόβλημα είναι η τιμή αυτών των αισθητήρων, και αυτό καθιστά την οδήγηση των ρομποτικών αυτοκινήτων πολύ πιο ακριβή από ότι τα οχήματα με ανθρώπινους οδηγούς.

### **3.2.3 ΟΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΖΟΥΝ ΤΑ ΡΟΜΠΟΤΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ**

Οι περισσότεροι άνθρωποι πιστεύουν ότι τα αυτόνομα αυτοκίνητα θα καταστούν βιώσιμα μόνο όταν θα υπάρξει μια πλειοψηφία αυτών των αυτοκινήτων στο δρόμο. Τα συμβατικά αυτοκίνητα, οι απρόβλεπτοι οδηγοί και οι πεζοί οι οποίοι διασχίζουν απρόσεκτα τον δρόμο προσθέτουν πολυπλοκότητα. Οι δοκιμές δείχνουν ότι ένα ρομποτικό όχημα έχει ξεπεράσει τα θέματα των διασταυρώσεων και των διαβάσεων πεζών χωρίς προβλήματα. Επίσης η αποτελεσματικότητα της

ροής της κυκλοφορίας μπορεί να βελτιωθεί ιδιαίτερα με την επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων (Vehicle-to-vehicle communication). Όπως και με τις βιομηχανικές επικοινωνίες, η οδήγηση ρομποτικών αυτοκινήτων θα πρέπει να χρησιμοποιεί την ίδια γλώσσα προκειμένου να επικοινωνούν τα οχήματα μεταξύ τους, αλλά δεν έχει οριστεί κάποιο πρότυπο ακόμη.

Οι κατασκευαστές ρομποτικών αυτοκινήτων αντιμετωπίζουν το πρόβλημα σχετικά με το πού να δοκιμάσουν τα αυτοκίνητα. Μερικοί χρησιμοποιούν παλιές στρατιωτικές βάσεις, κάποιοι κατασκευάζουν περιοχές δοκιμών ενώ άλλοι δοκιμάζουν τα ρομποτικά αυτοκίνητα σε πραγματικές συνθήκες κίνησης.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και το Ηνωμένο Βασίλειο σημειώνουν πρόοδο στους κανόνες που διέπουν την οδήγηση των ρομποτικών αυτοκινήτων. Οι δυτικές κυβερνήσεις υποστηρίζουν ενεργά αυτές τις πρωτοβουλίες και οι αντίστοιχες επιτροπές προτείνουν νομοθεσίες και θεσπίζουν τους αναγκαίους νόμους. Πολλά όμως σημεία τα οποία χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής παραμένουν. Συγκεκριμένα, η εταιρεία απαιτείται να δοκιμάσει μόνο ένα μοντέλο ρομποτικού αυτοκινήτου πριν να της δοθεί η δυνατότητα, από νομικής άποψης, να υποστηρίξει ότι το σύνολο των αυτόνομων αυτοκινήτων της με το ίδιο σύστημα είναι σε θέση να περάσει την ίδια δοκιμασία.

Ένα αναπάντητο ερώτημα είναι το ποιος θα ευθύνεται στην περίπτωση που θα συμβεί ένα αυτοκινητιστικό δυστύχημα. Είναι σφάλμα του οδηγού ο οποίος δεν αντέδρασε γρήγορα ή είναι λάθος του μηχανικού γιατί δεν ανέπτυξε έναν ορθό αλγόριθμο αποφυγής; Ή μήπως είναι υπαιτιότητα ενός τεχνικού ο οποίος έκανε μια ελαττωματική σύνδεση δικτύου; Ίσως το ρομπότ είναι η αιτία της συντριβής (ίσως και για την επιλογή του μικρότερου κινδύνου από δύο αναπόφευκτα κακές επιλογές);

Τι γίνεται με τα οικονομικά εμπόδια; Ο Economist έχει προτείνει ότι η ευρεία χρήση της οδήγησης ρομποτικών αυτοκινήτων μπορεί να ανασταλεί λόγω των αρνητικών επιπτώσεων στο εργατικό δυναμικό.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έχει αποδειχθεί μέχρι τώρα, μέσω στατιστικών, ότι το μεγαλύτερο πεδίο εφαρμογής της ρομποτικής επιστήμης είναι η αυτοκινητοβιομηχανία. Η μελέτη των αριθμών δείχνει ότι η σχέση αυτή θα συνεχίσει να υφίσταται και στο μέλλον καθώς οι πωλήσεις των αυτοκινήτων βρίσκονται σε ρυθμό συνεχούς αύξησης και η ρομποτική επιστήμη προοδεύει με σταθερά βήματα. Η σχέση αυτή έχει επιφέρει αρκετά θετικά στοιχεία στο κοινωνικό σύνολο όπως για παράδειγμα η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, μεγαλύτερα κέρδη για τις αυτοκινητοβιομηχανίες και ποιοτικότερα αλλά και πιο προσιτά προϊόντα για το καταναλωτικό κοινό. Υπάρχουν όμως και σημεία του κοινωνικού συνόλου για τα οποία διαφαίνονται προβλήματα όπως, για παράδειγμα, οι χαμηλής και μεσαίας εξιδίκευσης εργαζόμενοι οι οποίοι σύμφωνα με κάποιες έρευνες κινδυνεύουν από την ρομποτική εξάπλωση αλλά επίσης και το περιβάλλον που έχει καταστεί μείζον ζήτημα. Ένα ακόμη θέμα το οποίο απασχολεί τόσο τους κατασκευαστές αυτοκινήτων όσο και την υπόλοιπη κοινωνία είναι αυτό της ασφάλειας. Με τόσα ζητήματα στον ορίζοντα για τα οποία μάλιστα πολλές ρυθμιστικές αρχές έχουν επιβάλει περιορισμούς μέσω νομοθετικών πράξεων, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η μελλοντική σχέση ρομποτικής και αυτοκινητοβιομηχανίας δεν θα ακολουθήσει την εξελικτική πορεία την οποία προδιαγράφουν τα στατιστικά στοιχεία, αν δεν ακολουθηθούν ορισμένες κατευθύνσεις από την εμπλεκόμενη επιστημονική κοινότητα. Η ρομποτική έχει ήδη αποδείξει ότι είναι σε θέση να προσφέρει πολλά στον τομέα των βιοκαυσίμων και αν συνεχίσει θα λύσει πολλά προβλήματα ταυτόχρονα όπως αυτό του φαινομένου του θερμοκηπίου, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των ενεργειακά αποδοτικών καυσίμων. Επίσης, στον τομέα της ασφάλειας, η ρομποτική επιστήμη έχει μπει δυναμικά με την μορφή των ρομποτικών αυτοκινήτων, τεχνολογία η οποία είναι πολλά υποσχόμενη αλλά ακόμη ανώριμη για μαζική χρήση καθώς έχει αρκετά επιμέρους θέματα να λύσει. Δεδομένων των συγκεκριμένων κατευθύνσεων, θα ήταν δυνατόν μακροπρόθεσμα όχι μόνο να συνεχίσει η ρομποτική να ενισχύει την αυτοκινητοβιομηχανία με ποικίλους τρόπους αλλά η σχέση αυτή να επιφέρει μόνο θετικές συνέπειες στο κοινωνικό σύνολο και να αυξήσει σε μεγάλο βαθμό την κοινωνική ευημερία.

## ΠΗΓΕΣ

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE>

<http://users.sch.gr/jenyk/index.php/robotics/11-robotics/17-whatisroboticswhatisrobot>

<http://www.pemptousia.gr/2012/02/29061/>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE\\_%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B7](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE_%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B7)

<http://www.tmth.gr/home/59-applications/851-techniti-noymosyni>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC\\_%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%80%CF%8C%CF%84](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC_%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%80%CF%8C%CF%84)

<http://roboticsinformations.blogspot.gr/>

<https://www.used-robots.com/education/robot-timeline>

<http://www.m3.tuc.gr/antoniadis/14.NATIONAL%20CONFERENCES/14.18.pdf>

[http://www.ifr.org/fileadmin/user\\_upload/downloads/World\\_Robotics/2016/Executive\\_Summary\\_WR\\_Industrial\\_Robots\\_2016.pdf](http://www.ifr.org/fileadmin/user_upload/downloads/World_Robotics/2016/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_2016.pdf)

<https://argoproducts.wordpress.com/tag/spot-vs-arc-welding/>

<http://www.tovima.gr/finance/article/?aid=653900>

<https://www.selectusa.gov/automotive-industry-united-states>

<http://www.investopedia.com/ask/answers/041515/what-impact-has-robotic-production-had-profitability-automotive-sector.asp>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%AF%CE%B1>



[https://eclass.gunet.gr/modules/document/file.php/LABGU121/%CE%9A%CE%B5%CF%86%CE%AC%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%203%CE%BF\\_%CE%A4%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7%20%CF%84%CF%89%CE%BD%20%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CF%8C%CF%81%CF%89%CE%BD%20%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%B9%CF%8E%CE%BD%20%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%AE%CF%82.pdf](https://eclass.gunet.gr/modules/document/file.php/LABGU121/%CE%9A%CE%B5%CF%86%CE%AC%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF%203%CE%BF_%CE%A4%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7%20%CF%84%CF%89%CE%BD%20%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CF%8C%CF%81%CF%89%CE%BD%20%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%B9%CF%8E%CE%BD%20%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%AE%CF%82.pdf)

<https://drishtikona.files.wordpress.com/2012/08/ch5.pdf>

[http://www.mie.uth.gr/ekp\\_yliko/%CE%A6%CE%9C-10%CE%97%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%BD%CF%87%CE%B1%CE%BB%CF%8D%CE%B2%CF%89%CE%BD.pdf](http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/%CE%A6%CE%9C-10%CE%97%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%BD%CF%87%CE%B1%CE%BB%CF%8D%CE%B2%CF%89%CE%BD.pdf)

<http://robohub.org/estimating-the-impact-of-robots-on-productivity-and-employment/>

<http://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2016/01/tougher-rules-vehicle-emissions-and-efficiency>

<https://eonline.com/articles/2008/04/18/environmental-issues-top--challenge-for-automotive-industry.aspx>

<http://www.pwc.com/th/en/automotive/assets/co2.pdf>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Stern\\_Review](https://en.wikipedia.org/wiki/Stern_Review)

<https://energy.gov/articles/6-new-things-happening-biofuels-1>

<https://www.energy.gov/articles/crops-bots-and-bytes-check-out-robots-behind-arpa-e-s-agro-energy-program>

[http://www.nytimes.com/2005/10/26/automobiles/autospecial/more-complex-cars-and-strict-rules-lead-to-more.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2005/10/26/automobiles/autospecial/more-complex-cars-and-strict-rules-lead-to-more.html?_r=0)

<http://www.controleng.com/single-article/robotic-transportation-self-driving-cars/56776cde87d8cbe03669ddd3ec9a30a7.html>

<https://www.agroenergy.gr/categories/%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B9%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82>

<http://www.agcs.allianz.com/insights/expert-risk-articles/product-recall-dangers-in-digital-age/>

<http://blogs.discovermagazine.com/lovesick-cyborg/2014/12/31/googles-car-is-the-face-of-future-robots/#.WKtBpG-LTDc>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Lidar>