



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Πολυτεχνική Σχολή
πρώην Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Βιομηχανικού Σχεδιασμού
(Εισαγωγική Κατεύθυνση Βιομηχανικού Σχεδιασμού)

Πτυχιακή Εργασία με τίτλο:

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ ΡΑΝΤΙΣΜΑΤΟΣ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ**

Σπουδαστής:
Αθανάσιος Λάβδας

A.M.:BS04353

Επιβλέπων:
Δημόκριτος Παναγιωτόπουλος

Κοζάνη,
Σεπτέμβριος 2020

Ευχαριστίες

Θα επιθυμούσα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Δημόκριτο Παναγιωτόπουλο για τη βοήθειά του στην πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας.

Περίληψη

Η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων, ενώ αυξάνει σημαντικά το ποσοστό κάλυψης των διατροφικών αναγκών στον πλανήτη και εξασφαλίζει χαμηλότερες τιμές στα προϊόντα, παρουσιάζει επίσης μεγάλο αριθμό προβλημάτων σε οργανισμούς που δεν στοχεύουν, όπως είναι ο άνθρωπος και το περιβάλλον.

Με βάση τις αρχές για τον βιομηχανικό σχεδιασμό, τον ορισμό, τις διαδικασίες και τα χαρακτηριστικά των προϊόντων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον βιομηχανικό σχεδιασμό, προβήκαμε στο σχεδιασμό για την κατασκευή γεωργικού μηχανήματος ραντίσματος φυτοφαρμάκων, drone, το οποίο θα πληροί τις απαιτήσεις ενός σύγχρονου ιπτάμενου, τηλεχειριζόμενου γεωργικού μηχανήματος, κατάλληλου για ασφαλή αεροψεκασμό καλλιεργειών με φυτοφάρμακα, τόσο για τον άνθρωπο, όσο και για το περιβάλλον. Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Creo 3.0 της Parametric Technology Corporation. Για το σχεδιασμό λάβαμε υπόψη ότι:

- Ο ορθός σχεδιασμός διαδρομής ψεκασμού μπορεί να αυξήσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα του ψεκασμού και του χρόνου πτήσης.
- Το ύψος του drone επηρεάζει άμεσα τη γεωμετρία του μοτίβου ψεκασμού και την επακόλουθη αποτελεσματικότητα των χημικών που διανέμονται.
- Ο χρόνος πτήσης και η χημική ικανότητα σχετίζονται άμεσα και μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα ενός έξυπνου γεωργικού drone.

Περιεχόμενα

<i>Ευχαριστίες</i>	<i>ii</i>
<i>Περίληψη</i>	<i>iii</i>
<i>Περιεχόμενα</i>	<i>iv</i>
<i>Κατάλογος Εικόνων</i>	<i>vi</i>
<i>Κατάλογος Πινάκων</i>	<i>vii</i>
<i>Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή</i>	<i>8</i>
<i>Κεφάλαιο 2^ο: Φυτοφάρμακα και ορθολογική χρήση τους</i>	<i>10</i>
<i>2.1. Ποια αναφέρονται ως φυτοπροστατευτικά προϊόντα;</i>	<i>10</i>
<i>2.2. Είδη φυτοπροστατευτικών προϊόντων</i>	<i>11</i>
<i>2.3. Τρόποι δράσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων</i>	<i>13</i>
<i>2.4. Χρησιμότητα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων</i>	<i>14</i>
<i>2.5. Προβλήματα λόγω χρήσης φυτοπροστατευτικών ουσιών</i>	<i>16</i>
<i>2.5.1. Προβλήματα στον άνθρωπο</i>	<i>18</i>
<i>2.5.2. Προβλήματα στο περιβάλλον (Νερό- Αέρας – Έδαφος)</i>	<i>19</i>
<i>2.6. Μέτρα προστασίας</i>	<i>21</i>
<i>2.6.1. Επιλογή φυτοφαρμάκων</i>	<i>21</i>
<i>2.6.2. Προμήθεια φυτοφαρμάκων</i>	<i>22</i>
<i>2.6.3. Μεταφορά φυτοφαρμάκων</i>	<i>22</i>
<i>2.6.4. Αποθήκευση φυτοφαρμάκων</i>	<i>23</i>
<i>2.6.5. Εφαρμογή φυτοφαρμάκων</i>	<i>24</i>
<i>2.6.6. Διάθεση αποβλήτων</i>	<i>27</i>
<i>2.7. Κοινοτικές Οδηγίες και Ελληνική νομοθεσία</i>	<i>28</i>
<i>2.8. Αεροψεκασμοί με τη χρήση SprayDrones</i>	<i>29</i>
<i>2.8.1. Νομικές διαδικασίες διενέργειας αεροψεκασμών</i>	<i>30</i>
<i>2.8.2. Έλεγχος εξοπλισμού</i>	<i>33</i>
<i>2.8.3. Το μέλλον των drones για αεροψεκασμούς</i>	<i>34</i>
<i>Κεφάλαιο 3^ο: Βιομηχανικός Σχεδιασμός και Drones</i>	<i>36</i>

<i>3.1. Γενικά περί βιομηχανικού σχεδιασμού</i>	<i>36</i>
<i>3.2. Βιομηχανικός σχεδιασμός drone για αεροψεκασμούς.....</i>	<i>38</i>
<i>3.3. Λογισμικό Σχεδιασμού.....</i>	<i>38</i>
<i>3.4. Ο σχεδιασμός ενός drone για αεροψεκασμούς.....</i>	<i>39</i>
<i>Κεφάλαιο 4^ο: Το Προϊόν Σχεδιασμού.....</i>	<i>42</i>
<i>4.1. Γενικά χαρακτηριστικά</i>	<i>42</i>
<i>4.2. Τα βασικά σκίτσα</i>	<i>43</i>
<i>4.3. Οι τελικές λεπτομέρειες</i>	<i>48</i>
<i>4.4. Τα τελικά σχέδια</i>	<i>52</i>
<i>Κεφάλαιο 5^ο: Συμπεράσματα.....</i>	<i>58</i>
<i>Βιβλιογραφία</i>	<i>60</i>
<i>Παραρτήματα</i>	<i>65</i>

Κατάλογος Εικόνων

<i>Εικόνα 1. Η πορεία του φυτοφαρμάκου από την εφαρμογή του και μετά, περιλαμβάνει πολύπλοκες διεργασίες φυσικοχημικές και βιολογικές. Πηγή: Schnoor, 1992.....</i>	<i>17</i>
<i>Εικόνα 2. Σκίτσο drone με κλειστούς έλικες.</i>	<i>44</i>
<i>Εικόνα 3. Σκίτσο drone με κλειστούς έλικες χρωματισμένο.</i>	<i>45</i>
<i>Εικόνα 4. Σκίτσο drone με ανοικτούς έλικες και πτερύγια.....</i>	<i>46</i>
<i>Εικόνα 5. Σκίτσο drone με ανοικτούς έλικες και πτερύγια χρωματισμένο.....</i>	<i>47</i>
<i>Εικόνα 6. Λεπτομέρειες A του έλικα του drone.....</i>	<i>49</i>
<i>Εικόνα 7. Λεπτομέρειες B του έλικα του drone.....</i>	<i>50</i>
<i>Εικόνα 8. Συλλέκτης ηλιακής ενέργειας οροφής drone.</i>	<i>51</i>
<i>Εικόνα 9. Τελικό σχέδιο drone με κλειστούς έλικες.</i>	<i>53</i>
<i>Εικόνα 10. Τελικό σχέδιο drone με ανοικτούς έλικες και πτερύγια.</i>	<i>54</i>
<i>Εικόνα 11. Τελικό σχέδιο drone με κλειστούς έλικες. Οπίσθια όψη. Διακρίνεται το σημείο φόρτισης με ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και τα πόματα για το γέμισμα των δεξαμενών.</i>	<i>55</i>
<i>Εικόνα 12. Τελικό σχέδιο drone με ανοικτούς έλικες. Οπίσθια όψη. Διακρίνεται το σημείο φόρτισης με ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και τα πόματα για το γέμισμα των δεξαμενών.</i>	<i>56</i>
<i>Εικόνα 13. Τελικό σχέδιο drone με ανοικτούς έλικες σε πτήση.</i>	<i>57</i>

Κατάλογος Πινάκων

<i>Πίνακας 1. Σχέση ταχύτητας ανέμου και δυνατότητας ψεκασμού.....</i>	<i>25</i>
<i>Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά σχεδιαζόμενου drone για αεροψεκασμούς.....</i>	<i>42</i>

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

Ενώ η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων αυξάνει σημαντικά το ποσοστό κάλυψης των διατροφικών αναγκών στον πλανήτη και εξασφαλίζει χαμηλότερες τιμές στα προϊόντα, παρουσιάζει επίσης μεγάλο αριθμό προβλημάτων σε οργανισμούς που δεν στοχεύουν, όπως είναι ο άνθρωπος και το περιβάλλον.

Ο βιομηχανικός σχεδιασμός είναι μια διαδικασία σχεδιασμού που εφαρμόζεται σε προϊόντα που πρόκειται να κατασκευαστούν μέσω τεχνικών μαζικής παραγωγής. Ειδικά για το σχεδιασμό ενός drone αεροψεκασμού υπάρχουν συγκεκριμένοι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- Ο ορθός σχεδιασμός διαδρομής ψεκασμού μπορεί να αυξήσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα του ψεκασμού και του χρόνου πτήσης.
- Το ύψος του drone επηρεάζει άμεσα τη γεωμετρία του μοτίβου ψεκασμού και την επακόλουθη αποτελεσματικότητα των χημικών που διανέμονται.
- Ο χρόνος πτήσης και η χημική ικανότητα σχετίζονται άμεσα και μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα ενός έξυπνου γεωργικού drone.

Στην παρούσα εργασία, για τον σχεδιασμό ενός drone αεροψεκασμού χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Creo 3 (αρχική έκδοση: Μάρτιος 2014) της Parametric Technology Corporation (PTC).

Στο 2^ο Κεφάλαιο - Φυτοφάρμακα και ορθολογική χρήση τους - γίνεται μνεία για τα φυτοφάρμακα και την ορθολογική χρήση τους, τα είδη φυτοπροστατευτικών προϊόντων, τους τρόπους δράσης τους, τα προβλήματα λόγω χρήσης φυτοπροστατευτικών ουσιών στον άνθρωπο, το περιβάλλον (Νερό – Αέρας – Έδαφος), καθώς και στα μέτρα προστασίας, τις Κοινοτικές Οδηγίες και την Ελληνική νομοθεσία και το καθεστώς αεροψεκασμών με τη χρήση Spray-Drones και τις απαραίτητες νομικές διαδικασίες διενέργειας αεροψεκασμών.

Στο 3^ο Κεφάλαιο - Βιομηχανικός Σχεδιασμός και Drones- γίνεται αναφορά γενικά περί βιομηχανικού σχεδιασμού, τον βιομηχανικό σχεδιασμό drone για αεροψεκασμούς, το λογισμικό σχεδιασμού του drone της παρούσας εργασίας, καθώς και στις απαιτούμενες προδιαγραφές για το σχεδιασμό ενός drone για αεροψεκασμούς.

Στο 4^ο Κεφάλαιο - Το Προϊόν Σχεδιασμού - γίνεται περιγραφή του προϊόντος σχεδιασμού, με παρουσίαση των βασικών σκίτσων, τις τελικές του μορφές και τα

τελικά του σχέδια, με αναφορές σε διαστάσεις και συγκεκριμένα στοιχεία διαστάσεων, βάρους και γενικά κατασκευής.

Τέλος, στο 5^ο Κεφάλαιο – Συμπεράσματα –καταγράφονται τα τελικά συμπεράσματα της εργασίας.

Κεφάλαιο 2^ο: Φυτοφάρμακα και ορθολογική χρήση τους

2.1. Ποια αναφέρονται ως φυτοπροστατευτικά προϊόντα;

Οι όροι παρασιτοκτόνα ή φυτοφάρμακα ή φυτοπροστατευτικά προϊόντα στην ελληνική βιβλιογραφία και «pesticides» στην διεθνή, έχουν καθιερωθεί για την αναγνώριση των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται για την προστασία ή τη βελτίωση της γεωργικής παραγωγής.

Σύμφωνα με το νόμο, τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα ορίζονται ως *«παρασκευάσματα που περιέχουν μία ή περισσότερες δραστικές ουσίες για την προστασία των φυτών από παράσιτα, φυσικούς εχθρούς και τις ασθένειές τους»*. Ορισμένα από αυτά μπορεί επίσης να έχουν την ικανότητα να παρεμβαίνουν σε βιολογικές διεργασίες (ρυθμιστές ανάπτυξης), να συντηρούν φυτά, να καταστρέφουν ανταγωνιστικά φυτά και να αναστέλλουν την ανάπτυξη των φυτών όταν αυτή η λειτουργία δεν είναι επιθυμητή. Ο όρος «φυτοπροστατευτικά» επινοήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση για να αντικαταστήσει τον παλαιότερο όρο «φυτοφάρμακα». Διατίθενται στην αγορά με τη μορφή διαλυμάτων που περιέχουν τις δραστικές ουσίες, καθώς και άλλες ουσίες που διασφαλίζουν την καλύτερη ανταπόκριση του γεωργικού προϊόντος στις ανάγκες που αυτό εξυπηρετεί (Μενκίσογλου, 1998· European Commission, 2009).

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Η.Π.Α. (Food and Agriculture Organization, [FAO]) στον ορισμό για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα, συμπεριλαμβάνει εκτός των φυτών και τα αποθηκευμένα προϊόντα αυτών, καθώς και των παρασίτων των παραγωγικών ζώων και των προϊόντων τους. Αναφέρει ως φυτοπροστατευτικά προϊόντα: *«οποιαδήποτε ουσία ή συνδυασμός αυτών που προλαμβάνει, καταστρέφει, ή απωθεί τα παράσιτα καθώς και τους εχθρούς και τις ασθένειες είτε εμφανίζονται στα φυτά είτε στα αποθηκευμένα προϊόντα αυτών, καθώς και τα παράσιτα των παραγωγικών ζώων»* (FAO, 2002). Ο όρος περιλαμβάνει ουσίες που προορίζονται για χρήση ως ρυθμιστές ανάπτυξης φυτών, αποφυλλωτικά, αποξηραντικά ή παράγοντες αραίωσης φρούτων ή πρόληψη της πρόωρης πτώσης των φρούτων. Χρησιμοποιείται επίσης για ουσίες που εφαρμόζεται σε καλλιέργειες είτε πριν είτε μετά τη συγκομιδή για την προστασία του γεωργικού προϊόντος από φθορά κατά την αποθήκευση και τη μεταφορά.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization, [WHO]), ορίζει ως φυτοπροστατευτικά προϊόντα «τις χημικές ή συνθετικές ουσίες καθώς και τα φυτικά εκχυλίσματα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση ασθενειών, ζιζανίων, ζώων και εντόμων» (WHO, 1990).

2.2. Είδη φυτοπροστατευτικών προϊόντων

Από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων καθορίζεται η ονομασία διαφόρων κατηγοριών φυτοφαρμάκων ανάλογα από τον οργανισμό –στόχο εναντίων του οποίου πρόκειται να στραφεί. Έτσι ορίζονται τα εξής είδη (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Κατάλογος Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων, www.minagric.gr):

- Εντομοκτόνα
- Παρασιτοκτόνα
- Μυκητοκτόνα
- Ζιζανιοκτόνα
- Ακαρεοκτόνα
- Νηματωδοκτόνα
- Τρωκτικοκτόνα
- Κοχλιολειματοκτόνα
- Εντομοελκυστικά
- Φυτορρυθμιστικά

Τα φυτοφάρμακα μπορούν να ομαδοποιηθούν ακόμη σε χημικές οικογένειες, ανάλογα με τη δραστική ουσία αλλά και τη δομή του μορίου τους χωρίζονται σε ανόργανα και οργανικά. Τα φυτοφάρμακα με ανόργανες δραστικές ουσίες περιλαμβάνουν:

- ενώσεις μετάλλων: χαλκού, ψευδαργύρου, υδραργύρου και
- άλατα θείου και φθορίου.

Τα φυτοφάρμακα που περιέχουν οργανικές δραστικές ουσίες περιλαμβάνουν::

- Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες
- Οργανοφωσφορικοί εστέρες
- Συνθετικά πυρεθροειδή
- Αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες

- Οργανοκασσιτερούχες ενώσεις
- Οργανοθειούχες ενώσεις
- Φαινυλουρίες
- Τριοξίνες
- Αλειφατικές αζωτούχες ενώσεις
- Κουμαρίνες
- Καρβαμιδικές ενώσεις
- Τριαζίνες
- Νικοτινούχα
- Σουλφονυλουρίες
- Αντιπηκτικές ενώσεις κ.λ.π.

Οι ουσίες αυτές τις περισσότερες φορές δρουν βιολογικά με διάφορους τρόπους. Για τον τρόπο δράσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων παρέχονται λεπτομέρειες στη συνέχεια. Συνήθως δρουν νευροτοξικά, κάποιες αδρανοποιούν ομάδες αμινοξέων, άλλες αναστέλλουν αμίνες, ή προκαλούν αναστολή της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης στο στάδιο παραγωγής ενέργειας. Επίσης μπορεί να προκαλούν στειρώση ή μπορεί να επηρεάζουν την κυτταρική διαίρεση, καθώς και να αναστέλλουν τη σύνθεση λιπιδίων ή και τη φωτοσύνθεση, και η δράση τους συνεχίζεται και με άλλους τρόπους αναλόγως του στόχου που έχουν να επιτύχουν.

Τα φυτοφάρμακα μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τη λειτουργία του βιολογικού μηχανισμού ή τη μέθοδο εφαρμογής τους. Τα περισσότερα φυτοφάρμακα λειτουργούν με δηλητηρίαση παρασίτων (Cornell University, 2018). Ένα συστηματικό φυτοφάρμακο κινείται μέσα σε ένα φυτό μετά την απορρόφηση από το φυτό. Με τα εντομοκτόνα και τα περισσότερα μυκητοκτόνα, αυτή η κίνηση είναι συνήθως προς τα πάνω (μέσω του ξυλίου) και προς τα έξω. Η αυξημένη απορρόφηση μπορεί να έχει καλύτερο αποτέλεσμα.

Ένας άλλος τρόπος ταξινόμησης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων είναι ανάλογα με την επιλεκτικότητά τους. Οι επιλεκτικοί τύποι φυτοπροστατευτικών προϊόντων έχουν τη δυνατότητα, σύμφωνα με τους κατασκευαστές, να ενεργούν στοχευμένα σε παράσιτα καλλιέργειας, χωρίς να διαταράσσουν τα φυτά καλλιέργειας ή οποιονδήποτε άλλο οργανισμό στον οποίο δεν στοχεύουν. Η χρήση τέτοιων φυτοπροστατευτικών προϊόντων, θεωρητικά, ελαχιστοποιεί τουλάχιστον τις αρνητικές επιπτώσεις της χρήσης τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον (Ware,

1994). Αντίθετα προς το προηγούμενα, τα καθολικά ανήκουν στην ομάδα των φυτοπροστατευτικών ουσιών που επιδρούν σε όλους ανεξαιρέτως τους οργανισμούς που βρίσκονται στην ακτίνα εφαρμογής τους, με εξαιρετικά καταστροφικές επιπτώσεις.

Τέλος, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας θέτει τον κίνδυνο ως κριτήριο για την ταξινόμηση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων (WHO, 2004). Σύμφωνα με αυτή την εκδοχή, το κύριο κριτήριο είναι η μέση θανατηφόρα δόση σε περίπτωση κατάποσης. Παράλληλα, επιστημονικές μελέτες δείχνουν ότι η ποσότητα που μπορεί να απορροφηθεί από το δέρμα είναι επίσης επικίνδυνη, ενώ λαμβάνεται υπόψη και εάν μια ουσία μπορεί να προκαλέσει αλλεργίες ή να επηρεάσει εν μέρει τη λειτουργία ζωτικών οργάνων.

Πρέπει να τονιστεί ότι η συνεχής αύξηση της χρήσης φυτοπροστατευτικών ουσιών τις τελευταίες δεκαετίες οφείλεται στις συνεχώς αυξανόμενες καλλιεργούμενες εκτάσεις, στην ειδική αντοχή των διαφόρων ειδών, εντόμων - ζιζανίων, στη χρήση νέων ποικιλιών και νέων μεθόδων καλλιέργειας, την αύξηση των αρδευόμενων καλλιεργειών, και κυρίως την ανάγκη αύξησης της παραγωγής (Αλμπάνης, 1997).

2.3. Τρόποι δράσης των φυτοπροστατευτικών προϊόντων

Ανάλογα με τον τρόπο δράσης, τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα χωρίζονται σε διασυστημικά φυτοφάρμακα επαφής και υποκαπνισμού. Τα διασυστημικά πλημμυρίζουν όλα τα όργανα του φυτού μέσω των ηθμών, εφαρμόζονται είτε μέσω ψεκασμού είτε απευθείας στη ρίζα και καθιστούν τα φυτά τοξικά στα παράσιτα, (Stephenson et al., 2006). Τα παρασιτοκτόνα επαφής απαιτούν άμεση επαφή με παράσιτα και χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερες ποσότητες ενώ τα παρασιτοκτόνα αέριας φάσης (υποκαπνισμού), δρουν μέσω ατμών ή πτητικών (Waxman, 1998). Ωστόσο, μέσω της υπολειμματικής δράσης τους, τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα συνεχίζουν τη δράση τους μετά την εφαρμογή τους. Ο χρόνος για τον οποίο συνεχίζουν να ενεργούν εκφράζει την υπολειμματική τους δράση.

Σε ορισμένες περιπτώσεις τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα έχουν τη δυνατότητα συνδυασμένης δράσης, που χαρακτηρίζεται ως συνδυαστική ιδιότητα. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται περισσότερα από ένα παρασκευάσματα, τα οποία αναμειγνύονται μαζί, ενώ το καθένα έχει τη δική του δράση. Ωστόσο, ενώ η

συνδυασμένη εφαρμογή μπορεί να διευκολύνει τον παραγωγό, πολλές φορές το παρασιτοκτόνο αποτέλεσμα του μείγματος είναι μεγαλύτερο από το επιθυμητό. Η τοξικότητα είναι μία από τις κύριες ιδιότητες των φυτοπροστατευτικών ουσιών και μπορεί να έχει θετική επίδραση στην καταπολέμηση των παρασίτων των φυτών, παράλληλα μπορεί να προκαλούν βλάβη σε άλλους οργανισμούς στους οποίους δεν στοχεύουν και φυσικά στους ανθρώπους, λόγω της τοξικότητάς τους. Οι παράμετροι που συμβάλλουν στην τοξικότητα τους είναι (Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, 2001):

- Τα χαρακτηριστικά της ουσίας φυσικά και χημικά.
- Δόση και διάρκεια έκθεσης.
- Χαρακτηριστικά προσβαλλόμενου οργανισμού.
- Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά.
- Υπολειμματική διάρκεια, που ορίζεται ως ο χρόνος που ένα φυτοπροστατευτικό προϊόν παραμένει σε συγκεντρώσεις στο έδαφος οι οποίες, αν και δεν είναι αποτελεσματικές για τους οργανισμούς-στόχους, παρουσιάζουν τοξικότητα σε οργανισμούς-μη στόχους.

2.4. Χρησιμότητα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων

Είναι βέβαιο ότι η αναγκαιότητα των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στη διαχείριση της γεωργικής παραγωγής είναι σαφής. Χωρίς αυτά η παραγωγή θα μειωνόταν πολύ και οι τιμές των γεωργικών προϊόντων θα ήταν αρκετά υψηλότερες. Συνοπτικά, οι λόγοι για τη χρήση τους είναι:

- Αύξηση την γεωργικής παραγωγής διασφαλίζοντας οπτικά τουλάχιστον καλύτερα προϊόντα, καθώς ελαχιστοποιείται η βλάβη από παράσιτα και ασθένειες.
- Εξασφάλιση χαμηλότερου κόστους παραγωγής λόγω περιορισμού των εργατικών παρεμβάσεων (π.χ. βοτάνισμα).
- Ευκολότερη συλλογή προϊόντων με μηχανήματα, λόγω εξασφάλισης γεωργικών προϊόντων απουσίας ζιζανίων.
- Αποτροπή της συνολικής απώλειας καλλιεργειών, που μπορεί να είχαν προκύψει από προβλήματα που καταπολεμούνται επιτυχώς.

Συγκεκριμένα, η αναμενόμενη αύξηση του πληθυσμού έως το 2050 στα περίπου 9 δισεκατομμύρια αναμένεται να συνοδευτεί από αύξηση και της ζήτησης

των τροφίμων μέχρι και 70%, συμπεριλαμβανομένης και της αλλαγής στις διατροφικές συνήθειες των κατοίκων στις αναπτυσσόμενες χώρες με μεγαλύτερη κατανάλωση κρέατος και γαλακτοκομικών, γεγονός που απαιτεί και αύξηση της παραγωγής δημητριακών για ζωοτροφές (Popp et al., 2013). Με δεδομένο ότι οι καλλιεργούμενες εκτάσεις είναι πεπερασμένες, θα πρέπει να αυξηθεί η παραγωγή των αγροτικών προϊόντων καλλιεργώντας περιορισμένες εκτάσεις γης, χωρίς σπατάλη νερού και ενέργειας.

Απαιτείται λοιπόν η ελαχιστοποίηση των απωλειών στις καλλιέργειες μέσα από ένα σύστημα ολοκληρωμένης διαχείρισης και σε συνδυασμό με την καταπολέμηση 30.000 είδη ζιζανίων, 10.000 είδη φυτοπαθογόνων εντόμων και 3.000 είδη νηματωδών με τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Επιπλέον, η χρήση των φυτοφαρμάκων αποτρέπει τη δημιουργία φυσικών φυτικών τοξινών λόγω της δημιουργίας που παράγονται από τα φυτά στην προσπάθειά τους να ανταπεξέλθουν του ανταγωνισμού και της πιθανής μόλυνσης από παράσιτα κ.λπ. (Magkos et al., 2006), όπως είναι τα φλαβονοειδή, οι κουμαρίνες, τα στυλβένια, αλλά και τοξίνες όπως αφλατοξίνες, ωχρατοξίνες και φουμονισίνες, που μπορεί κάποιες να λειτουργούν θετικά και κάποιες ιδιαιτέρως τοξικά για τον άνθρωπο και τα ζώα, αναλόγως τη συγκέντρωσή τους.

Η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων εξασφαλίζει επίσης τη δυνατότητα καλλιέργειας ορισμένων ειδών πέρα από συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Για παράδειγμα, με τη δράση των μυκητοκτόνων μπορούμε να εξασφαλίσουμε υγιείς καλλιέργειες ακόμη και σε περιόδους βροχών, όταν οι προσβολές από μύκητες αυξάνονται σημαντικά (Cooper & Dobson, 2007).

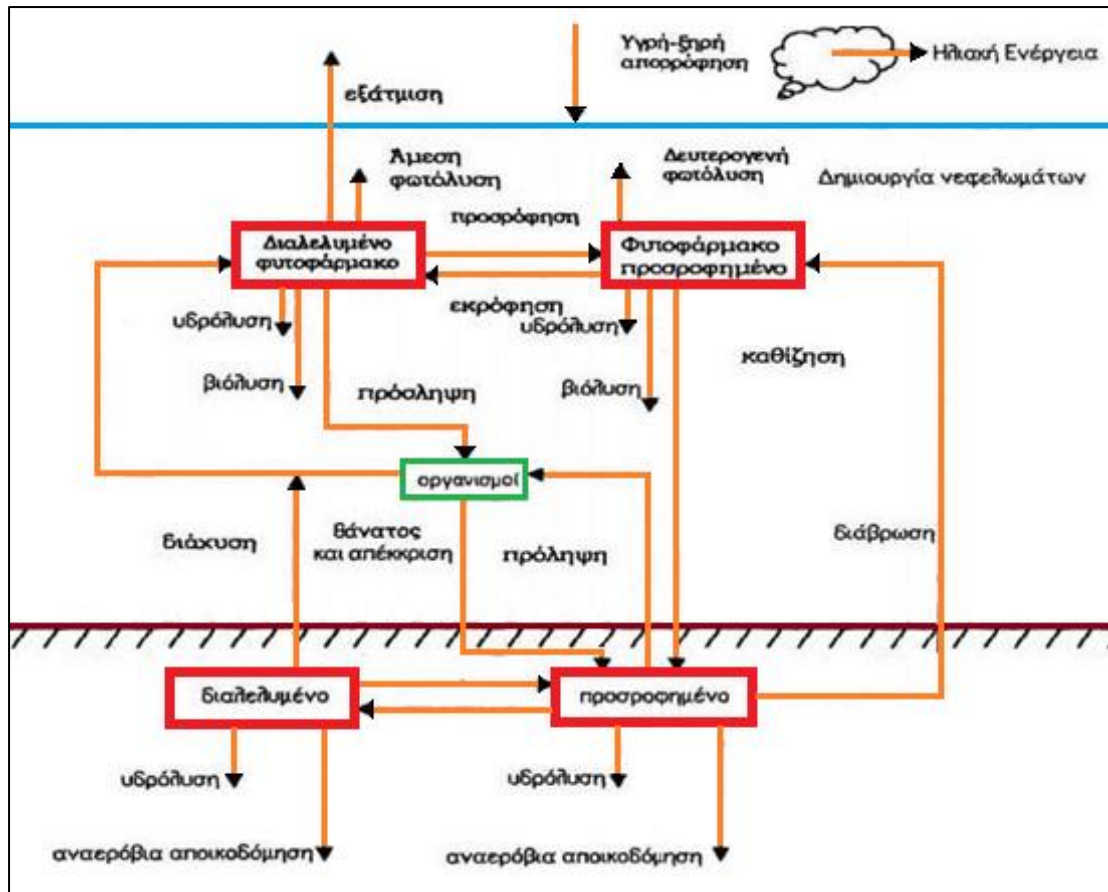
Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα με την ευρύτερη έννοια, εφαρμόστηκαν επίσης για την αντιμετώπιση των κινδύνων για τη δημόσια υγεία. Συγκεκριμένα, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας χρησιμοποίησε εντομοκτόνα για τη διαχείριση της εξάπλωσης των ασθενειών στη δεκαετία του 1960 (Coppstone et al., 1976), ενώ χρησιμοποιήθηκαν και φυτοπροστατευτικά προϊόντα για την καταπολέμηση των κουνουπιών που είναι υπεύθυνα για τη μετάδοση ασθενειών όπως ο ιός του Δυτικού Νείλου, η ελονοσία και άλλα ή ορισμένων ειδών μύγας που μεταδίδουν λεισμανίαση (Brogdon & McAllister, 1998).

2.5. Προβλήματα λόγω χρήσης φυτοπροστατευτικών ουσιών

Τα τελευταία χρόνια, έχουν αρχίσει να εμφανίζονται πολλές αρνητικές επιπτώσεις από την απερίσκεπτη χρήση φυτοφαρμάκων, ειδικά σε χώρες του τρίτου κόσμου, όπου η προστασία των αγροτών είναι περιορισμένη ή ανύπαρκτη. Η υγεία και η ασφάλεια των αγροτών ήταν ανέκαθεν ανύπαρκτη σε πολλές χώρες, αλλά με την υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων έχει επιδεινωθεί σημαντικά και με την εμφάνιση μεγάλου αριθμού δηλητηριάσεων και πρόωρων θανάτων παγκοσμίως.

Συνεπώς, η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων αφενός συμβάλλει στην κάλυψη των διατροφικών αναγκών του πληθυσμού σε παγκόσμιο επίπεδο και εξασφαλίζει ανταγωνιστικές τιμές στα διατροφικά προϊόντα, στο πλαίσιο του νόμου της προσφοράς-ζήτησης, αφετέρου επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις σε έμβια όντα-κυρίως στον άνθρωπο- αλλά και στο περιβάλλον τους.

Η επίδραση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο περιβάλλον εξαρτάται από ένα συνδυασμό παραγόντων στον οποίο εμπλέκονται :



Εικόνα 1.. Η πορεία του φυτοφαρμάκου από την εφαρμογή του και μετά, περιλαμβάνει πολύπλοκες διεργασίες φυσικοχημικές και βιολογικές. Πηγή: Schnoor, 1992.

- Οι κλιματικές συνθήκες (βροχόπτωση, άνεμος, θερμοκρασία, ακτινοβολία)
- Ο τύπος εδάφους (οργανική ύλη, μέταλλα, δομή, pH κ.λπ.)
- Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του φυτοφαρμάκου
- Ο τύπος των φυτών

Πολλά από τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα ταξινομούνται ως δηλητήρια και ενέχουν πολύ υψηλούς κινδύνους, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται απερίσκεπτα. Η χρόνια έκθεση των οργανισμών και του περιβάλλοντος σε αυτές τις ουσίες έχει μη αναστρέψιμες επιπτώσεις, οι οποίες υπό ορισμένες συνθήκες είναι θανατηφόρες.

Η πορεία του φυτοφαρμάκου από την εφαρμογή του και μετά, περιλαμβάνει πολύπλοκες φυσικοχημικές και βιολογικές διεργασίες, όπως φαίνεται στην παραπάνω Εικόνα 1.

2.5.1. Προβλήματα στον άνθρωπο

Τα φυτοφάρμακα μπορεί να προκαλέσουν οξείες και μακροχρόνια εμφανίσιμες επιπτώσεις στην υγεία σε άτομα που εκτίθενται (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 2007). Η έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να προκαλέσει από απλό ερεθισμό του δέρματος και των ματιών έως πιο σοβαρές επιδράσεις, όπως η προσβολή του νευρικού συστήματος, αναπαραγωγικά προβλήματα και πρόκληση καρκίνου (US EPA, 2006).

Μελέτες σχετικά με το λέμφωμα και τη λευχαιμία no - Hodgkin έδειξαν θετικές συσχετίσεις με την έκθεση σε φυτοφάρμακα και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων πρέπει να μειωθεί (Bassil et.al., 2007). Υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις συσχέτισης μεταξύ των εκθέσεων σε οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα και νευρολογικών διαταραχών (Jurewicz & Hanke, 2008).

Υπάρχουν επίσης περιορισμένα στοιχεία για άλλα αρνητικά αποτελέσματα από την έκθεση σε φυτοφάρμακα, συμπεριλαμβανομένων νευρολογικών, γενετικών ανωμαλιών και εμβρυϊκού θανάτου (Sanborn et.al. , 2007).

Επιδημιολογικές έρευνες διαπιστώνουν συσχετισμούς μεταξύ αυτισμού και έκθεσης σε ορισμένα φυτοφάρμακα, ωστόσο, τα διαθέσιμα στοιχεία είναι ανεπαρκή για να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα (Kalkbrenner et.al., 2014).

Ακόμη, διαπιστώθηκε ότι μια αύξηση της ιογενούς θνησιμότητας με ταυτόχρονη επίδραση στο ήπαρ και το κεντρικό νευρικό σύστημα εμφανίζεται σε νεαρά ποντίκια που είχαν προηγουμένως είχαν εκτεθεί σε παραπροϊόντα πετρελαίου εισαγόμενα στο περιβάλλον ως παράγοντες διασποράς φυτοφαρμάκων (Crocker et.al., 1976).

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας και το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) εκτιμούν ότι κάθε χρόνο, τρία εκατομμύρια εργαζόμενοι στη γεωργία στον αναπτυσσόμενο κόσμο βιώνουν σοβαρή δηλητηρίαση από φυτοφάρμακα, εκ των οποίων περίπου 18.000 πεθαίνουν (Miller, 2004). Ωστόσο, σύμφωνα με άλλη μελέτη, έως και 25 εκατομμύρια εργαζόμενοι στις αναπτυσσόμενες χώρες ενδέχεται να υποστούν ήπια δηλητηρίαση από φυτοφάρμακα ετησίως (Jeyaratnam, 1990).

Με τη διεθνή περιβαλλοντική συνθήκη που υπογράφηκε το 2001 και τέθηκε σε ισχύ το Μάιο του 2004 γνωστή ως *Σύμβαση της Στοκχόλμης*, αποφασίστηκε η

διακοπή της χρήσης αλλά και της παραγωγής αρκετών οργανικών ρύπων που συνέχιζαν να παραμένουν στο περιβάλλον, (Persistent Organic Pollutants: Έμμονοι Οργανικοί Ρύποι, [POP]), ως κατάλοιπα φυτοφαρμάκων, όπως, Aldrin, Chlordane, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Εξαχλωροβενζόλιο, Mirex, Toxaphene, Πολυχλωρομέναδιφαινύλια (PCBs), DDT, Διοξίνες, Πενταχλωροβενζόλιο, Endosulfan. Ως αποτέλεσμα της Σύμβασης συμμορφώθηκαν αρκετά ανεπτυγμένα κράτη, όμως η παραγωγή και η χρήση τους συνεχίζεται σε αναπτυσσόμενες χώρες λόγω του μικρού κόστους σε περιορισμένη έκταση.

Η ομάδα των ανθρώπων που πλήττεται αρχικά, είναι οι ίδιοι οι αγρότες καθώς και οι άνθρωποι που εργάζονται στις βιομηχανίες γεωργικών φαρμάκων. Υπάρχουν συχνές αναφορές για αύξηση καρκινογενέσεων, των γενετικών δυσπλασιών, οφθαλμολογικών, νευρολογικών και αιματολογικών προβλημάτων γενικότερα στους αγροτικούς πληθυσμούς της υπαίθρου (Tsakirakis, 2015). Από τα προβλήματα όμως της χρήσης των φυτοπροστατευτικών ουσιών, δεν εξαιρείται ο ευρύτερος πληθυσμός, ο οποίος αν και δεν έρχεται σε άμεση επαφή με αυτά, εκτίθεται όμως από την κατανάλωση των γεωργικών προϊόντων μέσω της διατροφής του.

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα εισέρχονται στο ανθρώπινο σώμα μέσω των βλεννογόνων (αναπνευστική, γαστρεντερική είσοδος) ή μέσω επαφής με το δέρμα (Sheldon, 2010). Για να εισέλθει στο γαστρεντερικό σωλήνα, το φυτοφάρμακο ή τα κατάλοιπά του, πρέπει να καταπίνονται. Η δερματική απορρόφηση είναι ηπερισσότερο συχνή για τον άνθρωπο. Η απορρόφηση μέσω των πνευμόνων είναι επίσης σημαντικός κίνδυνος, καθώς μπορεί να γίνει άμεσα με εισπνοή.

Η έκθεση του ανθρώπου στα φυτοφάρμακα γίνεται (Παναγιωτάρου – Πέτσικου και συν., 2001):

- Σε υψηλές συγκεντρώσεις (μέσω αναπνοής και επαφής) ακόμα και για πολύ μικρό χρονικό διάστημα, μπορεί να επιφέρει ακόμα και θάνατο.
- Με συνεχή έκθεση (μέσω αναπνοής και επαφής) ακόμα και σε μικρές δόσεις όταν δεν λαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα προστασίας και υγιεινής.
- Μέσω της τροφής και του πόσιμου νερού, όταν είναι επιβαρυνμένα.

2.5.2. Προβλήματα στο περιβάλλον (Νερό– Αέρας – Έδαφος)

Η χρήση φυτοφαρμάκων δημιουργεί ορισμένες περιβαλλοντικές ανησυχίες. Πάνω από το 98% των ψεκασμένων εντομοκτόνων και το 95% των ζιζανιοκτόνων

φθάνουν σε έναν προορισμό διαφορετικό από το στόχο τους, συμπεριλαμβανομένων των μη στοχευμένων ειδών, του αέρα, του νερού και του εδάφους (Miller, 2004). Αυτό συμβαίνει όταν τα αιωρούνται σταγονίδια των φυτοφαρμάκων στον αέρα μεταφέρονται από τον άνεμο σε άλλες περιοχές, που ενδεχομένως να τις μολύνουν. Συνεπώς, τα φυτοφάρμακα είναι μια από τις αιτίες της ρύπανσης των υδάτων και ορισμένα φυτοφάρμακα είναι ανθεκτικοί οργανικοί ρύποι και συμβάλλουν στη μόλυνση και του εδάφους (Tosi et.al., 2018).

Επιπλέον, η χρήση φυτοφαρμάκων μειώνει τη βιοποικιλότητα, συμβάλλει στην πτώση των επικονιαστών (Wells, 2007), καταστρέφει τους βιότοπους (ειδικά για τα πουλιά), και επιβαρύνει την κατάσταση για τα απειλούμενα είδη (Miller, 2004). Ακόμη, τα παράσιτα μπορούν να αναπτύξουν μια αντοχή στα φυτοφάρμακα με συνέπεια να χρησιμοποιείται μεγαλύτερη δόση φυτοφαρμάκου για την εξουδετέρωση της αντοχής, αν και αυτό θα προκαλέσει επιδείνωση του περιβαλλοντικού προβλήματος ρύπανσης.

Η *Σύμβαση της Στοκχόλμης* για τους έμμοτους οργανικούς ρύπους, που προαναφέρθηκε, απαριθμούσε 9 από τις 12 πιο επικίνδυνες και επίμονες οργανικές χημικές ουσίες που ήταν οργανοχλωρικά φυτοφάρμακα. Δεδομένου ότι τα χλωριωμένα φυτοφάρμακα υδρογονάνθρακα διαλύονται σε λίπη και δεν εκκρίνονται, οι οργανισμοί τείνουν να τα διατηρούν σχεδόν επ'αόριστον. Η βιολογική μεγέθυνση είναι η διαδικασία κατά την οποία αυτοί οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες (φυτοφάρμακα) συγκεντρώνονται περισσότερο σε κάθε επίπεδο της τροφικής αλυσίδας. Μεταξύ των θαλάσσιων ζώων, οι συγκεντρώσεις φυτοφαρμάκων είναι υψηλότερες στα σαρκοφάγα ψάρια, και ακόμη περισσότερο στα πουλιά και τα θηλαστικά που τρώνε τα ψάρια στην κορυφή της οικολογικής πυραμίδας (Castro&Huber, 2010). Τέλος, τα φυτοφάρμακα που εξατμίζονται στην ατμόσφαιρα σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία μπορούν να μεταφερθούν από τον άνεμο σε σημαντικές αποστάσεις (χιλιάδες χιλιόμετρα) σε μια περιοχή χαμηλότερης θερμοκρασίας, όπου συμπυκνώνονται και μεταφέρονται πίσω στο έδαφος με βροχή ή χιόνι.

Προκειμένου να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις, είναι επιθυμητό τα φυτοφάρμακα να αποδομούνται ή τουλάχιστον να απενεργοποιούνται σύντομα στο περιβάλλον.

2.6. Μέτρα προστασίας

Με βάση τα παραπάνω, υπάρχει ανάγκη να λαμβάνονται μέτρα για την προστασία από κινδύνους και ατυχήματα από φυτοφάρμακα. Μία συστηματική προσπάθεια διαχείρισης φυτοφαρμάκων για την πρόληψη περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα, τα οποία είναι στην ουσία τα μέτρα προστασίας που θα πρέπει να ακολουθεί ο κάθε γεωργός για την λιγότερη δυνατή έκθεσή του στα φυτοφάρμακα:

- A. Επιλογή
- B. Προμήθεια
- Γ. Μεταφορά
- Δ. Αποθήκευση
- E. Εφαρμογή
- ΣΤ. Διάθεση αποβλήτων

2.6.1. Επιλογή φυτοφαρμάκων

Βασικός κανόνας που πρέπει να τηρείται πιστά είναι ότι «τα φυτοφάρμακα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όποτε χρειάζεται», έτσι ώστε η παραγωγή να είναι ικανοποιητική, αλλά όχι σε βάρος της υγείας των αγροτών και της ποιότητας του περιβάλλοντος. Η άσκοπη χρήση φυτοφαρμάκων ενέχει κινδύνους για τον άνθρωπο, το περιβάλλον και οδηγεί στην ανάπτυξη ανθεκτικών παρασίτων, καταστρέφει άλλους ευεργετικούς οργανισμούς και κληρονομεί επιβλαβή κατάλοιπα σε επόμενες καλλιέργειες.

Η απόφαση για τη χρήση ή όχι φυτοφαρμάκων λαμβάνεται εάν:

- Προσδιοριστεί με ακρίβεια το παράσιτο και τη βλάβη που θα προκαλέσει.
- Εξεταστούν άλλες εναλλακτικές μεθόδους καταπολέμησης παρασίτων και κριθούν όχι ικανοποιητικές.
- Ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα του φυτοφαρμάκου σε συνάρτηση με τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο ανάπτυξης του παρασίτου ή της νόσου και επίσης τον αντίκτυπο που μπορεί να έχει το φυτοφάρμακο τόσο στην καλλιέργεια όσο και στον αγρότη.
- Εξεταστούν πιθανά προβλήματα αντοχής των παρασίτων στα παρασιτοκτόνα.

2.6.2. Προμήθεια φυτοφαρμάκων

Αφού επιλεγεί το καταλληλότερο φυτοφάρμακο, πρέπει να υπολογίζεται ακριβώς και η ποσότητα που απαιτείται για την εφαρμογή του στη σοδειά, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Η παροχή μεγαλύτερων ποσοτήτων πρέπει να αποφεύγεται, διότι αφενός δεν είναι βέβαιο ότι θα είναι κατάλληλη για μελλοντική χρήση και, αφετέρου, υπάρχουν κίνδυνοι κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης ή της απόρριψης.

Προτιμώνται συσκευασίες που μπορούν εύκολα να μεταφερθούν στην αποθήκη ή στο χωράφι. Για παράδειγμα, πρέπει να αποφεύγεται η αγορά παρασκευασμάτων σε βαρέλια, όταν δεν υπάρχουν κατάλληλα μέσα για τη μεταφορά ή τη μετάγγιση του φυτοφαρμάκου.

Κάθε συσκευασία που παρέχεται από τον προμηθευτή πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά. Συσκευασίες με δυνατότητα διαφυγής ή διαρροής φυτοφαρμάκων, διαβρωμένες μεταλλικές συσκευασίες ή συσκευασίες στις οποίες οι ετικέτες με τις οδηγίες έχουν υποστεί βλάβη ή δεν είναι ευανάγνωστες πρέπει να αποφεύγονται, διαφορετικά θα υπάρξουν κίνδυνοι κατά τη μεταφορά, την αποθήκευση και τη χρήση τους.

Οι οδηγίες στην ετικέτα πρέπει να διαβάζονται προσεκτικά για την επιβεβαίωση της ορθής επιλογής του φυτοφαρμάκου. Τυχόν αμφιβολίες πρέπει να διευκρινίζονται πριν από την αγορά και την αφαίρεση των σκευασμάτων από τον προμηθευτή.

2.6.3. Μεταφορά φυτοφαρμάκων

Τα μέτρα προστασίας και οι βασικές αρχές για την αποφυγή των κινδύνων κατά τη μεταφορά φυτοφαρμάκων από τους αγρότες είναι, καταρχάς, ότι τα φυτοφάρμακα δεν πρέπει ποτέ να μεταφέρονται με τρόφιμα ή ποτά. Επιπλέον, δεν τοποθετούνται στο χώρο του οδηγού ή των επιβατών κατά τη μεταφορά.

Τυχόν αιχμηρές προεξοχές όπως παραδείγματος χάριν τα άγκιστρα κ.λπ. πρέπει να καλύπτονται για την αποφυγή επιπτώσεων στη συσκευασία και διαρροής φυτοφαρμάκων, πριν από την τοποθέτηση στο αμάξιωμα ή το όχημα. Για τον ίδιο λόγο, η φόρτωση και εκφόρτωση των συσκευασιών πρέπει να γίνεται προσεκτικά και

με κατάλληλα μέσα ανύψωσης, εάν απαιτείται. Συσκευασίες από τις οποίες παρατηρείται διαρροή υλικού δεν πρέπει να γίνονται δεκτές.

Οι συσκευασίες πρέπει να τοποθετηθούν με ασφάλεια ώστε να μην μπορούν να μετακινηθούν ή να ανατραπούν κατά τη μεταφορά. Τα φορτωμένα σκευάσματα δεν πρέπει να αφήνονται στον ήλιο για μεγάλα χρονικά διαστήματα, καθώς υπάρχει κίνδυνος διαρροής φυτοφαρμάκων λόγω αύξησης της θερμοκρασίας.

Όταν συμβεί διαρροή, η ποσότητα διαρροής πρέπει να δεσμεύεται αμέσως με άμμο ή χώμα, να τοποθετείται σε κλειστό δοχείο και στη συνέχεια να αποθηκεύεται σε ασφαλές μέρος. Ο ασβέστης, το απορρυπαντικό ή η σκόνη σαπουνιού που διαλύεται σε νερό είναι κατάλληλα μέσα για τον καθαρισμό σκληρών επιφανειών που έχουν μολυνθεί με φυτοφάρμακα.

Εάν συμβεί ατύχημα κατά τη μεταφορά, όπως σύγκρουση, πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή πυρκαγιάς. Εάν παρατηρηθεί διαρροή φυτοφαρμάκων, οι παριστάμενοι θα πρέπει να ενημερώνονται αμέσως και να παραμένουν μακριά. Ταυτόχρονα με άμμο ή χώμα πρέπει να δεσμεύονται οποιεσδήποτε ποσότητες διαρροής. Οι τοπικές αρχές πρέπει επίσης να ενημερώνονται.

2.6.4. Αποθήκευση φυτοφαρμάκων

Τα μέτρα που λαμβάνονται πρέπει να στοχεύουν στην ασφαλή αποθήκευση των παρασκευασμάτων, στη διατήρησή τους σε καλή κατάσταση, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανά πάσα στιγμή, και στην αντιμετώπιση επικίνδυνων καταστάσεων, όπως πυρκαγιά και διαρροή.

Όταν χρησιμοποιούνται μικρές ποσότητες φυτοφαρμάκων, κάτι που είναι πολύ συνηθισμένο σε μικρές εκμεταλλεύσεις, **μπορούν να αποθηκευτούν σε ξεχωριστό θάλαμο, κατά προτίμηση μεταλλικό, ο οποίος πρέπει να πληροί τις ακόλουθες γενικές αρχές:**

1. Να έχει κλειδαριά ή λουκέτο.
2. Να φέρει προειδοποιητικό σήμα σχετικά με το περιεχόμενό του.
3. Να βρίσκεται σε μέρος που δεν προσεγγίζεται από παιδιά ή ξένους.
4. Να βρίσκεται σε μέρος όπου δεν αποθηκεύονται τρόφιμα ή ζωοτροφές.
5. Να βρίσκεται μακριά από πηγές φωτιάς ή θερμότητας.
6. Να συγκρατεί στο εσωτερικό του τυχόν διαρροές φυτοφαρμάκων.

7. Να είναι στεγανός χώρος και προστατευμένοι από τον ήλιο, εάν είναι υπαίθριος.
8. Να έχει συμμόρφωση με τους κανόνες της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας.
9. Να έχει κατάλληλα ανοίγματα στους τοίχους και την οροφή για επαρκή αερισμό.
10. Τα ανοίγματα να έχουν πλέγματα για να αποτρέπεται η είσοδος ζώων.
11. Τυχόν σύστημα αποστράγγισης, δεν θα πρέπει να καταλήγει σε υδατορεύματα.

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης θα πρέπει:

1. Να τηρούνται οι οδηγίες στην ετικέτα συσκευασίας για συνθήκες αποθήκευσης.
2. Να τηρείται κατάλογος τύπων και ποσοτήτων αποθηκευμένων φυτοφαρμάκων.
3. Όλες οι συσκευασίες που αποθηκεύονται πρέπει να φέρουν ετικέτα με οδηγίες.

Η τοποθέτηση των πακέτων πρέπει να γίνεται μεθοδικά:

1. Παρασκευάσματα της ίδια κατηγορίας αποθηκεύονται μαζί.
2. Οι παλαιότερες αγορές να βρίσκονται σε θέση άμεσης χρήσης.
3. Οι συσκευασίες να τοποθετούνται σε βάσεις (παλέτες) και μακριά από τοίχους.
4. Να μην στοιβάζετε πολλά πακέτα το ένα πάνω στο άλλο.
5. Να αποφεύγεται η επαφή (ανάμειξη) του ενός φυτοφαρμάκου με το άλλο.
6. Τα πακέτα πρέπει να ελέγχονται τακτικά για διαρροές ή ζημιές στη συσκευασία.
7. Η συσκευασία πρέπει να αλλάζει μόνο εάν υπάρχει επείγουσα ανάγκη.

2.6.5. Εφαρμογή φυτοφαρμάκων

Το στάδιο εφαρμογής του φυτοφαρμάκου είναι το πιο σημαντικό όσον αφορά, αφενός, την επιτυχή θεραπεία του επιβλαβούς παράγοντα της καλλιέργειας και αφετέρου, στην αποφυγή παρενεργειών στον άνθρωπο.

Η επιλογή του χρόνου και των καιρικών συνθηκών έχει μεγάλη σημασία για την επίτευξη αυτών των στόχων. Έτσι για παράδειγμα πρέπει να αποφεύγεται ο ψεκασμός των καλλιεργειών κατά την περίοδο της ανθοφορίας, επειδή οι μέλισσες κινδυνεύουν, η δράση των οποίων είναι πολύ ευεργετική τόσο για την ίδια την παραγωγή όσο και γενικότερα.

Ο ψεκασμός δεν πρέπει επίσης να πραγματοποιείται όταν ο άνεμος φυσά προς την κατεύθυνση άλλων εργαζομένων ή ζώων που βόσκουν ή σε λιβάδια που χρησιμοποιούνται συχνά για βοσκή ζώων.

Ο ψεκασμός στην περίοδο των βροχών δεν έχει αποτέλεσμα, επειδή η βροχή καθαρίζει το φυτοφάρμακο από τα φυτά, αλλά έχει και αρνητικές επιπτώσεις στον

χρήστη και το περιβάλλον, καθώς η καλλιέργεια θα πρέπει να ψεκαστεί ξανά και ως εκ τούτου οι αγρότες θα εκτίθενται εκ νέου σε κίνδυνο.

Η ταχύτητα του ανέμου είναι επίσης ζωτικής σημασίας για την επιλογή της ημέρας του ψεκασμού γιατί ανάλογα με την ταχύτητα που υποβοηθείται ή όχι η διασπορά του φυτοφαρμάκου στη σοδειά με ανάλογους κινδύνους για τους αγρότες. Οι καλύτερες συνθήκες ψεκασμού είναι με ταχύτητες ανέμου 3-7 Km / h. Σε συνθήκες άπνοιας ή πολύ ελαφρού αέρα και καυτών ημερών, οι κινήσεις του αέρα είναι απρόβλεπτες και μπορούν να μεταφέρουν σύννεφα ψεκασμού αρκετά μακριά και σε απροσδόκητες κατευθύνσεις. Ο ακόλουθος Πίνακας 1 παρέχει σχετικές λεπτομέρειες.

Πίνακας 1. Σχέση ταχύτητας ανέμου και δυνατότητας ψεκασμού.

Περιγραφή	Ορατά Σημάδια	Κλίμακα Beaufort	Ταχύτητα του ανέμου στο ύψος του ψεκαστήρα	Ψεκασμός
Άπνοια	0 καπνός υψώνεται κάθετα	0	<2 Km/ώρα	Να αποφεύγεται όταν έχει ζέστη και ήλιο
Ελαφρός αέρας	Η κατεύθυνση του ανέμου δείχνεται από την πορεία του καπνού	1	2-3 Km/ώρα	Να αποφεύγεται όταν έχει ζέστη και ήλιο
Ελαφρά αύρα	0 άνεμος γίνεται αισθητός στο πρόσωπο, τα φύλλα θροϊζουν	2	3-7 Km/ώρα	Ιδανικές συνθήκες
Ήπια αύρα	Τα φύλλα και τα μικρά κλαδιά των φυτών κινούνται συνεχώς;	3	7-10 Km/ώρα	Να αποφεύγεται ο ψεκασμός φυτοφαρμάκων
Μέτρια αύρα	Μικρός κορμός φυτών κινείται. σκόνη και πεταμένα φύλλα σηκώνονται	4	10-15Km/ώρα	Δεν συνίσταται

Οι οδηγίες του κατασκευαστή πρέπει να τηρούνται **κατά την προετοιμασία του μείγματος**. Κατά την προετοιμασία του μείγματος, ο αγρότης πρέπει να φορά τον κατάλληλο εξοπλισμό ατομικής προστασίας.

Πυκνότερα διαλύματα δεν πρέπει να προετοιμάζονται, καθώς αυτό ενέχει κίνδυνο τόσο για τους αγρότες όσο και για το περιβάλλον. Επιπλέον, η ανάμειξη δύο ή περισσότερων φυτοφαρμάκων πρέπει να αποφεύγεται για την αντιμετώπιση διαφορετικών επιβλαβών παραγόντων κατά τον ίδιο ψεκασμό. Αυτό συμβαίνει επειδή, αφενός τα φυτοφάρμακα μπορεί να είναι ασυμβίβαστα μεταξύ τους και αφετέρου, η τοξικότητά τους αυξάνεται. Η ανάμειξη διαφορετικών φυτοφαρμάκων επιτρέπεται μόνο εάν συνιστάται από τις αρμόδιες αρχές. Η ποσότητα του παρασκευασθέντος μείγματος πρέπει να υπολογίζεται με ακρίβεια για να καλύψει τις άμεσες ανάγκες, διαφορετικά υπάρχει πρόβλημα με τα απόβλητα

Μετά την προετοιμασία του φυτοφαρμάκου, ο εξοπλισμός ψεκασμού πρέπει να επιθεωρείται προσεκτικά για τυχόν βλάβες ή διαρροές. Η λειτουργία του πρέπει να ελέγχεται εκ των προτέρων με τη χρήση νερού ως υγρού ψεκασμού. Η μέθοδος και τα μέσα ψεκασμού πρέπει να είναι κατάλληλα για την καλλιέργεια που ψεκάζεται και να είναι συμβατά με το επιλεγμένο φυτοφάρμακο. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο ακροφύσιο επειδή εξαρτάται η ποσότητα ψεκασμού.

Το γέμισμα των δοχείων ψεκασμού πρέπει να γίνεται προσεκτικά και κατά προτίμηση με κλειστό σύστημα. Στον χώρο της ανάμειξης καλό ακόμη θα ήταν να μην παραβρίσκονται παιδιά ή ξένα προς την εργασία άτομα.

Κατά την εφαρμογή, η διαδρομή που πρέπει να ακολουθηθεί κατά τη διάρκεια του ψεκασμού πρέπει να έχει προγραμματιστεί εκ των προτέρων, έτσι ώστε αφενός ο χειριστής του ψεκαστήρα να είναι λιγότερο εκτεθειμένος, αφετέρου τα σημεία καλλιέργειας να μην ψεκάζονται υπερβολικά.

Πρέπει να λαμβάνεται κάθε προφύλαξη για να μην δημιουργούνται νέφη μικρών σταγόνων υγρού ψεκασμού κατά τη διάρκεια του ψεκασμού, διότι αφενός μεταφέρονται εύκολα σε μεγάλες αποστάσεις με κίνδυνο για τους ανθρώπους και το περιβάλλον, αφετέρου αυξάνουν τους κινδύνους για τους ίδιους τους αγρότες που ψεκάζουν. Αυτά τα νέφη δημιουργούνται από διάφορες αιτίες όπως ο τύπος του ακροφυσίου, η πίεση που χρησιμοποιείται, η ταχύτητα και η θερμοκρασία του ανέμου, καθώς και το ύψος του ακροφυσίου από την επιφάνεια που ψεκάζεται. Για να αποφύγετε τη δημιουργία τους πρέπει ο ψεκασμός να γίνεται σε κατάλληλες καιρικές συνθήκες (βλ. Πίνακα 1), τα ακροφύσια να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στη συγκομιδή και να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν χαμηλότερη πίεση.

Επιπλέον, για να μην μολυνθούν γειτονικές καλλιέργειες, πρέπει να δημιουργηθούν ζώνες διαχωρισμού χωρίς ψεκάσμο. Τέλος ο χειρισμός «πολύ τοξικών» φυτοφαρμάκων πρέπει να γίνεται με την παρουσία ή εποπτεία και δεύτερου ατόμου, το οποίο γνωρίζει τους κινδύνους και τα μέτρα προστασίας.

Μετά τον ψεκάσμο θα πρέπει:

- Η μη χρησιμοποιημένη ποσότητα του φυτοφαρμάκου να ασφαρίζεται στην αποθήκη.
- Να μεταφέρεται κάθε υπόλειμμα του μείγματος στον ψεκαστήρα σε ξεχωριστό δοχείο με κατάλληλη σήμανση.
- Να καθαρίζεται προσεκτικά ο ψεκαστήρας, ειδικά εάν πρόκειται να εφαρμοστεί άλλο φυτοφάρμακο.
- Να καθαρίζεται και να ελέγχεται ο εξοπλισμός ατομικής προστασίας.
- Να πλένονται τα χέρια και οποιοδήποτε άλλο μέρος του σώματος που έχει έλθει σε επαφή με το φυτοφάρμακο.
- Να απαγορεύεται η είσοδος ανθρώπων και ζώων στον ψεκασμένο χώρο για όσο διάστημα συνιστώνται οι οδηγίες.

2.6.6. Διάθεση αποβλήτων

Η χρήση φυτοφαρμάκων συνοδεύεται αναπόφευκτα από την παραγωγή αποβλήτων, τα οποία πρέπει να αντιμετωπίζονται με ασφάλεια για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Πρέπει να τονιστεί και πάλι ότι ένα βασικό μέτρο για την πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων είναι η παροχή μόνο της απαραίτητης δόσης του φυτοφαρμάκου που απαιτείται για τη συγκεκριμένη χρήση.

Ωστόσο, απόβλητα παράγονται και λόγω:

- Παλαιών αποθεμάτων που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν.
- Διαρροών και υλικών που χρησιμοποιούνται για τη στεγανοποίησή τους.
- Μολυσμένων αντικειμένων, όπως ρούχα, υλικά καθαρισμού κ.λπ.
- Μολυσμένων υπολειμμάτων μετά από καθαρισμό με νερό.
- Άδειων δοχείων και άλλων συσκευασιών φυτοφαρμάκων.

Οι γενικές αρχές που πρέπει να ακολουθούνται είναι:

- Να ακολουθείται η εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία.
- Να αποφεύγεται η συσσώρευση απορριμμάτων.
- Να ακολουθούνται αναγραφόμενες οδηγίες ή η συμβουλή ενός ειδικού.

- Να μην απορρίπτονται απόβλητα φυτοφαρμάκων αδιακρίτως στα σκουπίδια.
- Να ερωτώνται άλλοι αγρότες εάν τα προς απόρριψη φυτοφάρμακα τους είναι χρήσιμα ή εάν οι προμηθευτές τους τα δέχονται για χρήση ή απόρριψη
- Σε περιπτώσεις όπου επιτρέπεται η ταφή, τότε θα πρέπει να τηρούνται οι σχετικές οδηγίες στην ετικέτα, εάν υπάρχουν. Θα πρέπει να θάβονται σε μέρη όπου δεν υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης των υπογείων ή των επιφανειακών υδάτων, σε βάθος τουλάχιστον ενός μέτρου και σε κάθε περίπτωση κάτω από τις επιφανειακές τάφρους.
- Να χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας κατά τη διάθεση τους.
- Να πραγματοποιείται κατάλληλη εκπαίδευση των αγροτών για τη διαχείριση αποβλήτων φυτοφαρμάκων.
- Να πραγματοποιείται εφοδιασμός των αγροτών με ειδικούς σάκους, στους οποίους θα πρέπει να τοποθετούν και να αποθηκεύουν τις κενές φιάλες στους χώρους του, μέχρι της πληρώσεως του.
- Για κανένα λόγο δεν θα πρέπει να διαχειρίζονται οι αγρότες τις άδειες συσκευασίες των φυτοπροστατευτικών προϊόντων απορρίπτοντας τις οπουδήποτε.

2.7. Κοινοτικές Οδηγίες και Ελληνική νομοθεσία

Στην Ευρώπη το 1979 με την κοινοτική οδηγία 79/895.ΕΚ γίνεται η πρώτη νομοθετική προσπάθεια ελέγχου και περιορισμού της χρήσης των φυτοπροστατευτικών ενώ ορίζονται μέγιστα όρια υπολειμμάτων σε αγροτικά προϊόντα (Karabelas et.al, 2009).

Στην Ελλάδα ο νομοθέτης ασχολείται με τα φυτοφάρμακα για πρώτη φορά το 1977 με τον Νόμο 721/1977 (ΦΕΚ 298/Α7.10.1977) «για έγκριση κυκλοφορίας και ελέγχου γεωργικών φαρμάκων». Ο νόμος δίνει τον ορισμό του φυτοφαρμάκου και θέτει τις προϋποθέσεις για την κυκλοφορία του στην αγορά (Μουρκίδου, 2000).

Οι ισχύοντες σήμερα Νόμοι, Κανονισμοί και Οδηγίες είναι:

- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1107/2009 σχετικά με τη διάθεση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά.
- Οδηγία 2009/128/ΕΚ σχετικά με την επίτευξη ορθολογικής χρήσης των γεωργικών φαρμάκων.

- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 396/2005 για τα ανώτατα όρια καταλοίπων φυτοφαρμάκων.
- Νόμος 4036/2012: Διάθεση γεωργικών φαρμάκων στην αγορά, ορθολογική χρήση αυτών και συναφείς διατάξεις.
- Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την ορθολογική χρήση των γεωργικών φαρμάκων με ενσωματωμένες τις τροποποιήσεις, ως Κοινή Υπουργική Απόφαση 8197/90920/22-7-2013 με στόχο την εφαρμογή της Οδηγίας 2009/128/ΕΚ.
- Οδηγία 2000/60/ΕΚ για την κοινοτική δράση στον τομέα της πολιτικής των υδάτων.
- Σειρά νόμων, διατάξεων, αποφάσεων για τον Έλεγχο, τη Διάθεση και τη Χρήση Φυτοπροστατευτικών προϊόντων (ΕΣΥΦ, 2020).

2.8. Αεροψεκασμοί με τη χρήση Spray Drones

Τα μη επανδρωμένα συστήματα εναέριων οχημάτων γνωστά ως «drones» χρησιμοποιούνται στη γεωργία για δύο κύριες χρήσεις: την τηλεανίχνευση και τον αεροψεκασμό. Τα drones που χρησιμοποιούνται στον ψεκασμό ονομάζονται Spray-drones. Ειδικά για τον αεροψεκασμό, πολλές εφαρμογές βρίσκονται ακόμη σε δοκιμαστική φάση και φάση αξιολόγησης κυρίως σε εξειδικευμένες δράσεις όπως οι ψεκασμοί καταπολέμησης κουνουπιών. Η χρήση των drones για ψεκασμό καλλιεργειών είναι μια δραστηριότητα με ευοίωνες προοπτικές, για τα επόμενα 10 έως 15 χρόνια, αφού αναμένεται ότι μόνο στην Ευρώπη θα λειτουργούν περίπου 25.000 drones στον γεωργικό τομέα, εγκαινιάζοντας μία νέα εποχή για την προστασία των φυτών παρέχοντας αποτελεσματικές, χαμηλού κόστους και περιβαλλοντικά ασφαλείς λύσεις (Καβαλάρης, 2020).

Το νέφος ψεκασμού που απελευθερώνεται από τα επανδρωμένα αεροσκάφη από ένα σχετικά υψηλό ύψος πάνω από τον στόχο (πάνω από 20 μέτρα) είναι πρακτικά ανεξέλεγκτο, για το πού και πώς θα καταλήξει το διάλυμα ψεκασμού στο έδαφος, με αποτέλεσμα αυξημένο κίνδυνο ρύπανσης του νερού και του περιβάλλοντος και αδιάκριτη εξόντωση ζωντανών οργανισμών. Σε αντίθεση με τα επανδρωμένα αεροσκάφη, τα drones λόγω του μικρότερου μεγέθους τους αλλά και του γεγονότος ότι δεν ενέχουν άμεσο κίνδυνο για την ασφάλεια του χειριστή, μπορούν να επιλέξουν με ακρίβεια τον στόχο τους για να πετάξουν πάνω από αυτόν και να ψεκάσουν από πολύ μικρή απόσταση (1-2m), επιτρέποντάς τους να είναι

εξαιρετικά ακριβή στη στόχευση του ψεκασμού και στην αποφυγή ευαίσθητων περιοχών. Αν εξετάσουμε τα χαρακτηριστικά του ψεκασμού με drones σε σύγκριση με τα χαρακτηριστικά των συμβατικών ψεκασμών εδάφους, θα διαπιστώσουμε ότι οι συνθήκες για τον ψεκασμό με drones είναι και πάλι πιο ευνοϊκές. Η εφαρμογή φυτοφαρμάκων σε καλλιέργειες δέντρων, για παράδειγμα, γίνεται με νεφελοποιητές που κινούνται και ψεκάζουν μεταξύ των γραμμών που στοχεύουν προς τα πλάγια και προς τα πάνω όπου βρίσκεται η κορυφή των δένδρων.

Ο ψεκασμός εδάφους πραγματοποιείται συνήθως από απόσταση δύο έως έξι μέτρων εκμεταλλευόμενος το ισχυρό ρεύμα αέρα που παράγεται από την ανεμογεννήτρια για να ξεπεράσει τη βαρύτητα και να βοηθήσει τα σταγονίδια να φτάσουν στον μακρινό στόχο τους. Υπό τέτοιες συνθήκες, η διασπορά νέφους ψεκασμού είναι συχνά αναπόφευκτη (TOPPS, 2020). Τα drones, ωστόσο, ψεκάζουν τις καλλιέργειες από ψηλά, εκμεταλλευόμενα τη βαρύτητα των σταγονιδίων και το ρεύμα αέρα που δημιουργείται από τις προπέλες για να διοχετεύσει το νέφος ψεκασμού προς τα κάτω και να διεισδύσει στο φύλλωμα, έτσι ώστε η πιθανότητα τα σταγονίδια να παρασυρθούν από τον άνεμο να είναι μικρότερη.

2.8.1. Νομικές διαδικασίες διενέργειας αεροψεκασμών

Οι απαιτούμενες νομικές διαδικασίες διενέργειας αεροψεκασμών με drones θεωρούνται επί του παρόντος χρονοβόροι και πολύπλοκοι (Καβαλάρης, 2020). Από την πλευρά της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Πολιτικής Αεροπορίας (EASA) προτείνονται κατευθυντήριες οδηγίες για τη λειτουργία των drones (Αποφάσεις E.E. 2019/945, 2019/947 & 2018/1139) για τη θέσπιση εθνικών κανόνων, επιτρέποντας όμως και κάποια σχετική ευελιξία για προσαρμογή στις τοπικές ιδιαιτερότητες. Στις μόνες χώρες που επιτρέπονται οι ψεκασμοί με drones χωρίς να χρειάζεται ειδική έγκριση είναι η Ελβετία, οι ΗΠΑ, η Κίνα, η Νέα Ζηλανδία και η Αυστραλία. Στις χώρες αυτές λειτουργούν απλοποιημένες διαδικασίες και δομές που καθιστούν την εκτέλεση γεωργικών εργασιών με drones πολύ πιο προσιτή. Η Αυστραλία μάλιστα, αναθεώρησε πρόσφατα το νομικό της καθεστώς επιτρέποντας τους παραγωγούς να χρησιμοποιούν drones με μέγιστη μάζα απογείωσης (Maximum take-off mass, MTOM) μέχρι 25kg και σε ύψος μέχρι 120m αποκλειστικά και μόνο πάνω από τη γεωργική τους εκμετάλλευση χωρίς καν να χρειάζεται άδεια χειριστή. Με άδεια

χειριστή, μπορούν να χρησιμοποιήσουν drones με MTOM μέχρι 150kg, βάρος πολύ σημαντικό για τους ψεκασμούς.

Στην Ελλάδα όμως σήμερα, η διαδικασία είναι πολύπλοκη. Την ευθύνη γενικότερα για τους ψεκασμούς έχει το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠΑΑΤ) και ειδικότερα η Διεύθυνση Προστασίας Φυτικής Παραγωγής (ΔΠΦΠ). Η ανάγκη για θέσπιση ενός σαφούς και απλοποιημένου νομικού πλαισίου είναι μεν επιτακτική θα πρέπει όμως να περιλαμβάνει την εμπλοκή και συνεργασία αμφότερων των φορέων. Η Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας (ΥΠΑ) έχει θεσπίσει ένα κανονισμό - γενικό πλαίσιο για το χειρισμό και τη λειτουργία των drones (ΦΕΚ Β'3152/30.09.2016), που είναι όμως αρκετά σύνθετος και σχετικά ασαφής όσον αφορά στους ψεκασμούς.

Για να προβεί ένας φορέας ή ένας ιδιώτης σε αεροψεκασμό, με οποιοδήποτε εναέριο μέσο, θα πρέπει να λάβει άδειες και εγκρίσεις από τρεις φορείς:

A) Από το ΥΠΑΑΤ – ΔΠΦΠ με τη σύμφωνη γνώμη της Περιφέρειας για τον αεροψεκασμό. Σήμερα στην Ελλάδα, σύμφωνα με το άρθρα 23 & 39, του Ν.4036/2012, η εφαρμογή γεωργικών φαρμάκων με αεροψεκασμό απαγορεύεται ρητά. Κατά παρέκκλιση όμως της παραπάνω απαγόρευσης, δύναται να χορηγηθεί ειδική άδεια για εφαρμογές γεωργικών φαρμάκων από αέρος όταν:

- Δεν υπάρχουν βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις ή υπάρχουν σαφή πλεονεκτήματα από άποψη περιορισμένου αντίκτυπου στην ανθρώπινη υγεία και στο περιβάλλον σε σύγκριση με την επίγεια εφαρμογή γεωργικών φαρμάκων.
- Τα χρησιμοποιούμενα γεωργικά φάρμακα διαθέτουν έγκριση για αεροψεκασμό από τη Διεύθυνση Προστασίας Φυτικής Παραγωγής – ΔΠΦΠ του ΥΠΑΑΤ.
- Να εξασφαλίζεται η δημόσια υγεία και να προσδιορίζονται τα αναγκαία μέτρα για την έγκαιρη προειδοποίηση όσων τυχαίνει να βρίσκονται κοντά. Η προς ψεκασμό περιοχή δεν μπορεί να βρίσκεται κοντά σε κατοικημένες περιοχές.
- Να χρησιμοποιούνται τεχνολογίες για τον περιορισμό της διασποράς του ψεκαστικού νέφους για την προστασία του περιβάλλοντος
- Ο χειριστής που εκτελεί τον αεροψεκασμό να διαθέτει πιστοποιητικό γνώσεων ορθολογικής χρήσης γεωργικών φαρμάκων σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Ν.4036/2012 (ΦΕΚ Α'8).

B) Από την ΥΠΑ για την εκτέλεση των πτήσεων με drones. Τα πιστοποιητικά που εκδίδει η ΥΠΑ αφορούν τον ιδιοκτήτη του drone, τον εκμεταλλεόμενο (φυσικό ή

νομικό πρόσωπο που αποφασίζει που και πότε θα πετάξει ένα drone ή κερδίζει χρήματα από τις πτήσεις ενός drone ή κερδίζει χρήματα από την εκμίσθωση του drone), τον χειριστή αλλά και το ίδιο το drone (ΦΕΚ Β΄/3152/30.09.2016, άρθρο 19). Θα χρειαστεί να χρησιμοποιηθεί ένα drone με ικανό MTOM για να μπορεί να φέρει το δοχείο με το ψεκαστικό διάλυμα, δηλαδή κατηγορίας C3 και άνω. Η πτητική λειτουργία του drone που εκτελεί ψεκασμούς εντάσσεται στην «ειδική κατηγορία» διότι σύμφωνα με το άρθρο 4 του εκτελεστικού κανονισμού (ΕΕ) 2019/947, οποιοδήποτε drone μεταφέρει επικίνδυνο φορτίο (στη προκειμένη περίπτωση φυτοφάρμακα ικανά να προκαλέσουν ρύπανση σε περίπτωση ατυχήματος) ή πραγματοποιεί ρίψη οποιουδήποτε υλικού, ακόμα και αν έχει MTOM μικρότερη των 25kg, οπότε και εντάσσεται στην ειδική ή την πιστοποιημένη κατηγορία. Οι προϋποθέσεις της ΥΠΑ για την διενέργεια ψεκασμών με drones είναι οι εξής:

- Ο χειριστής του drone να διαθέτει άδεια ειδικής ή πιστοποιημένης κατηγορίας.
- Ο χειριστής/εκμεταλλεόμενος του drone να είναι εγγεγραμμένος/οι στα ειδικά Μητρώα (ιδιοκτητών, εκμεταλλεόμενων και χειριστών ΣμηΕΑ) τα οποία τηρούνται στην ΥΠΑ.
- Το/τα drones που χρησιμοποιούνται να είναι καταχωρημένα στο ειδικό μητρώο/νηολόγιο της ΥΠΑ, στις περιπτώσεις δε που το drone κατατάσσεται στη πιστοποιημένη κατηγορία, είναι ιδιοκατασκευή ή έχει υποστεί μετατροπές απαιτείται και η έκδοση ειδικού πιστοποιητικού αξιοπλοΐας (πτητικής ικανότητας)
- Ο εκμεταλλεόμενος να διαθέτει επαγγελματική άδεια αεροπορικής εκμετάλλευσης από την ΥΠΑ/Δ1 (ΦΕΚ Β΄/3152/30.09.2016, άρθρο 13) η οποία εκδίδεται στο όνομα του εκμεταλλεόμενου για την εκτέλεση πτήσεων με το/τα συγκεκριμένα drones και έχει ενός έτους ισχύ. Σύμφωνα με τους κανονισμούς της ΥΠΑ, όταν η επαγγελματική δραστηριότητα ενός φυσικού προσώπου σχετίζεται με τη χρήση του drone ή όταν αυτό δηλώνεται εταιρικά, η χρήση του κρίνεται επαγγελματική. Επομένως, ο χειριστής/εκμεταλλεόμενος που χρησιμοποιεί ένα drone για ψεκασμούς θεωρείται ότι κάνει επαγγελματική χρήση και χρειάζεται την ανάλογη επαγγελματική άδεια.
- Ο φορέας εκμετάλλευσης να διαθέτει ασφαλιστήριο συμβόλαιο για κάλυψη κινδύνων αστικής ευθύνης έναντι τρίτων (καθότι το drone χρησιμοποιείται για επαγγελματικούς σκοπούς)

- Ο φορέας εκμετάλλευσης να εκπονεί σχέδιο αξιολόγησης κινδύνων σύμφωνα με το άρθρο 11 του εκτελεστικού κανονισμού (ΕΕ) 2019/947 και την υποβάλλει μαζί με την αίτηση, συμπεριλαμβάνοντας κατάλληλα μέτρα μετριασμού.
- Ο χειριστής/εκμεταλλεόμενος να καταθέτει αίτημα για χρήση εναερίου χώρου από drone στο πληροφοριακό σύστημα της ΥΠΑ όπου συμπληρώνονται το σχέδιο πτήσης δηλαδή τα στοιχεία της διαδρομής καθώς και ο ακριβής χρόνος έναρξης και λήξης

Γ) Από Γεωπόνο εγγεγραμμένο στο Εθνικό Μητρώο Συνταγογράφων Γεωργικών Φαρμάκων ο οποίος θα εκδώσει τη συνταγή εφαρμογής. Από το 2017 η προμήθεια και χρήση των γεωργικών φαρμάκων είναι δυνατή μόνο με έκδοση αντίστοιχης συνταγής από Γεωπόνο εγγεγραμμένο στο Εθνικό Μητρώο Συνταγογράφων Γεωργικών Φαρμάκων (Αποφάσεις 9497/104760/20-08-2014 ΦΕΚ τ.Β' 2310 και 8670/83089/01-08-2017 ΦΕΚ τ.Β'2724). Επίσης, από το 2015, οι επαγγελματίες χρήστες γεωργικών φαρμάκων, εκτός και αν είναι κάτοχοι πτυχίου Γεωπονικής κατεύθυνσης (ΑΕΙ ή ΤΕΙ), για να μπορούν να προμηθεύονται φυτοπροστατευτικά προϊόντα εγκεκριμένα για επαγγελματική χρήση υποχρεούνται να κατέχουν πιστοποιητικό γνώσεων ορθολογικής χρήσης γεωργικών φαρμάκων. Το πιστοποιητικό χορηγείται από τη ΔΠΦΠ, μετά από επιτυχή εξέταση των ενδιαφερομένων σε θέματα ορθολογικής χρήσης γεωργικών φαρμάκων όπως αυτά περιγράφονται στο Παράρτημα Β του ν. 4036/2012 (Α'8) και έχει πενταετή ισχύ.

2.8.2. Έλεγχος εξοπλισμού

Σύμφωνα με την απόφαση Ε8 1831/39763, ΦΕΚ 671/21-4-2015 ο πάσης φύσεως εν χρήσει εξοπλισμός εφαρμογής γεωργικών φαρμάκων, που δύναται να χρησιμοποιηθεί στην πρωτογενή παραγωγή, τη γεωργία και τη δασοκομία για επαγγελματική χρήση επιβάλλεται σε επιθεώρηση από πιστοποιημένο από το ΥΠΕΠΘ Σταθμό Επιθεώρησης Εξοπλισμού Εφαρμογής Γεωργικών Φαρμάκων (ΣΤΕΕΕΓΦ). Εξαιρούνται οι μικροί φορητοί και επινώτιοι ψεκαστήρες.

Για την περίπτωση των drones ωστόσο, προς το παρόν δεν υπάρχουν τυποποιημένες διαδικασίες επιθεώρησης ούτε εξειδικευμένοι σταθμοί ελέγχου. Για το σκοπό αυτό, τεχνικές ομάδες εμπειρογνομόνων (SPISETWG 17, <https://spise.julius-kuehn.de>) στην Ευρώπη επεξεργάζονται πρότυπα για την επιθεώρηση των

ψεκαστικών drones τα οποία σύντομα θα πρέπει να συμμορφώνονται με τους κανόνες και τους περιορισμούς που ισχύουν και για τα κοινά ψεκαστικά (Καβαλάρης, 2020).

2.8.3. Το μέλλον των drones για αεροψεκασμούς

Οι αεροψεκασμοί είναι γενικά απαγορευμένοι και χρειάζεται ειδική άδεια από το ΥΠΑΑΤ για να επιτραπεί η από αέρος εφαρμογή φυτοφαρμάκων. Η διαδικασία λήψης άδειας όμως είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και χρονοβόρα και έχει αμφίβολη έκβαση. Ο κόσμος όμως του γεωργικού τομέα γνωρίζει πολύ καλά ότι ο ψεκασμός των καλλιεργειών είναι ίσως η μόνη γεωργική εργασία που δεν μπορεί να προγραμματιστεί, λόγω απρόβλεπτων καιρικών συνθηκών. Ωστόσο, ο τομέας των ψεκασμών, τόσο από την πλευρά της ΥΠΑ όσο και από το ΥΠΑΑΤ, παραμένει ακόμα ασαφής και ουσιαστικά ρυθμίζεται ακόμα από τη νομοθεσία για τα επανδρωμένα αεροσκάφη.

Οι πρόσφατες μελέτες ωστόσο αποδεικνύουν ότι οι ψεκασμοί με drones είναι πιο ασφαλείς από τους επίγειους. Τα πρώτα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά αλλά σίγουρα χρειάζονται περισσότερα. Ο ψεκασμός που πραγματοποιείται από αέρος και σε απόσταση μικρότερη από 5m από το στόχο, δεν πρέπει να θεωρείται αεροψεκασμός αλλά να συγκαταλέγεται στους επίγειους ψεκασμούς. Αυτό θα πρέπει να ενσωματωθεί στην υφιστάμενη νομοθεσία ώστε να δώσει την ευχέρεια για την αξιοποίηση της νέας τεχνολογίας (Καβαλάρης, 2020).

Το καλοκαίρι του 2020 η EASA αναμένεται να προβεί σε αναθεώρηση των οδηγιών και των κανόνων για τα drones, οπότε είναι μια πολύ καλή ευκαιρία να υπάρξει ιδιαίτερη πρόβλεψη για τους κανόνες πτητικής λειτουργίας των drones ψεκασμών. Και εδώ θα πρέπει να έχουμε κατά νου ότι μια ουσιαστική διαφοροποίηση των ψεκασμών από άλλες πτητικές λειτουργίες των drones είναι το γεγονός ότι το αεροσκάφος δεν χρειάζεται να ίπταται σε μεγάλο ύψος. Σε κάθε περίπτωση οι κίνδυνοι που σχετίζονται με κανόνες εναέριας κυκλοφορίας αεροσκαφών είναι βέβαια διαφορετικοί και σίγουρα μετριασμένοι. Είναι άδικο όμως να ανακόπτεται μια νέα τεχνολογία που ενδεχομένως θα μπορούσε να αποφέρει σημαντικά οφέλη τόσο στους παραγωγούς όσο και στο περιβάλλον.

Η δυνατότητα για στοχευμένες εφαρμογές που προσφέρουν σήμερα τα drones βοηθά στην διάδοση τεχνικών γεωργίας ακριβείας οι οποίες είναι αποδεδειγμένο ότι προσφέρουν μείωση των εισροών, ιδίως σε φυτοφάρμακα, βελτίωση της παραγωγής

και μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Τα drones, με το σχετικά περιορισμένο τους όγκο, καθαρίζονται σχετικά εύκολα, δημιουργώντας ελάχιστα απορρίμματα έκπλυσης που σαφώς είναι πιο εύκολα στη διαχείριση. Το μεγαλύτερο όμως όφελος ίσως σχετίζεται με την υγεία των χειριστών. Ο χειριστής, βρίσκεται την περισσότερη ώρα σε ασφαλή απόσταση από το σημείο που γίνεται η εφαρμογή και κατά το διάστημα που έρχεται σε επαφή με το ιπτάμενο μέσο εφαρμογής μπορεί να λαμβάνει αποτελεσματικά μέτρα προστασίας λόγω περιορισμένων και διαχειρίσιμων όγκων.

Κεφάλαιο 3^ο: Βιομηχανικός Σχεδιασμός και Drones

3.1. Γενικά περί βιομηχανικού σχεδιασμού

Ο ρόλος των σύγχρονων βιομηχανικών προϊόντων είναι να συμβάλλουν στην ποιοτική διαβίωση του καταναλωτή, προσφέροντας ταυτόχρονα λειτουργικότητα και αισθητική. Ένα καλά σχεδιασμένο αντικείμενο πρέπει να είναι λιτό, άνετο, εύχρηστο, οικονομικό και η αισθητική του να εναρμονίζεται με την χρήση του. Ο σχεδιαστής χρησιμοποιώντας τις γνώσεις του στο σχέδιο, το χρώμα, τις τεχνικές και τα υλικά εκφράζει με προσωπικό τρόπο πρωτότυπες προτάσεις και ιδέες, δημιουργώντας συχνά ύφος (στιλ).

Ο βιομηχανικός σχεδιασμός είναι μια διαδικασία σχεδιασμού που εφαρμόζεται σε προϊόντα που πρόκειται να κατασκευαστούν μέσω τεχνικών μαζικής παραγωγής (Kirkham, 1999). Ένα βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι ο σχεδιασμός προηγείται της κατασκευής, αφού η δημιουργική πράξη προσδιορισμού και καθορισμού της μορφής και των χαρακτηριστικών ενός προϊόντος πραγματοποιείται πριν από τη κατασκευαστική πράξη της παραγωγής ενός προϊόντος, η οποία αποτελείται αποκλειστικά από επαναλαμβανόμενη, συχνά αυτοματοποιημένη, αναπαραγωγή (Noblet, 1993).

Όλα τα κατασκευασμένα προϊόντα είναι το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας σχεδιασμού, αλλά η φύση αυτής της διαδικασίας μπορεί να έχει πολλές μορφές. Μπορεί να διεξαχθεί από ένα άτομο ή μια ομάδα, και μια τέτοια ομάδα θα μπορούσε να περιλαμβάνει άτομα με ποικίλη εμπειρογνωμοσύνη (π.χ. βιομηχανικοί σχεδιαστές, μηχανικοί, επιχειρηματίες, κ.λπ.). Μπορεί να δώσει έμφαση στη διαισθητική δημιουργικότητα ή στην υπολογισμένη επιστημονική λήψη αποφάσεων και συχνά συνδυάζει και τα δύο. Μπορεί να επηρεαστεί από παράγοντες που ποικίλλουν, όπως υλικά, διαδικασίες παραγωγής, επιχειρηματική στρατηγική και επικρατούσες κοινωνικές, εμπορικές ή αισθητικές στάσεις (Heskett, 1980). Ο βιομηχανικός σχεδιασμός, ως εφαρμοσμένη τέχνη, εστιάζει συχνότερα σε ένα συνδυασμό αισθητικής και εστιασμένων στη χρήστη παραμέτρων, αλλά συχνά παρέχει επίσης λύσεις για προβλήματα μορφής, λειτουργίας, φυσικής εργονομίας, μάρκετινγκ, ανάπτυξης επωνυμίας, βιωσιμότητας και πωλήσεων.

Τελικά, σύμφωνα με την Industrial Designers Society of America: “Ο βιομηχανικός σχεδιασμός (*Industrial Design*) είναι η επαγγελματική υπηρεσία

δημιουργίας και ανάπτυξης εννοιών και προδιαγραφών που βελτιστοποιούν τη λειτουργία, την αξία και την εμφάνιση προϊόντων και συστημάτων για το αμοιβαίο όφελος τόσο του χρήστη όσο και του κατασκευαστή”.

Αν και η διαδικασία σχεδιασμού μπορεί να θεωρηθεί «δημιουργική», πραγματοποιούνται επίσης και διάφορες αναλυτικές διαδικασίες. Στην πραγματικότητα, πολλοί βιομηχανικοί σχεδιαστές χρησιμοποιούν συχνά διάφορες μεθοδολογίες σχεδιασμού στη δημιουργική τους διαδικασία. Μερικές από τις διαδικασίες που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι η έρευνα χρηστών, η σκιαγράφιση, η συγκριτική έρευνα προϊόντων, η δημιουργία μοντέλων, και οι δοκιμές. Αυτές οι διαδικασίες καθορίζονται καλύτερα από τους βιομηχανικούς σχεδιαστές ή / και άλλα μέλη της ομάδας. Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές χρησιμοποιούν συχνά λογισμικό 3D, βιομηχανικό σχεδιασμό με τη βοήθεια υπολογιστή και προγράμματα CAD για μετάβαση από την ιδέα στην παραγωγή. Μπορούν επίσης να δημιουργήσουν ένα πρωτότυπο πρώτα και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν βιομηχανική σάρωση CT για να ελέγξουν για εσωτερικά ελαττώματα και να δημιουργήσουν ένα μοντέλο CAD. Από αυτό η διαδικασία κατασκευής μπορεί να τροποποιηθεί για να βελτιώσει το προϊόν.

Τα χαρακτηριστικά του προϊόντος που καθορίζονται από τους βιομηχανικούς σχεδιαστές μπορεί να περιλαμβάνουν τη συνολική μορφή του αντικειμένου, τη θέση των λεπτομερειών μεταξύ τους, τα χρώματα, την υφή, τη μορφή και τις πτυχές που αφορούν τη χρήση του προϊόντος. Επιπλέον, μπορούν να καθορίσουν πτυχές που αφορούν τη διαδικασία παραγωγής, την επιλογή υλικών και τον τρόπο παρουσίασης του προϊόντος στον καταναλωτή στο σημείο πώλησης. Η συμπερίληψη των βιομηχανικών σχεδιαστών σε μια διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων μπορεί να οδηγήσει σε προστιθέμενη αξία βελτιώνοντας τη χρηστικότητα, μειώνοντας το κόστος παραγωγής και αναπτύσσοντας πιο ελκυστικά προϊόντα.

Ο βιομηχανικός σχεδιασμός μπορεί επίσης να επικεντρωθεί σε τεχνικές έννοιες, προϊόντα και διαδικασίες. Εκτός από την αισθητική, τη χρηστικότητα και την εργονομία, μπορεί επίσης να περιλαμβάνει μηχανική, χρησιμότητα, τοποθέτηση στην αγορά και άλλα θέματα, όπως η ψυχολογία, η επιθυμία και η συναισθηματική προσκόλληση του χρήστη. Αυτές οι αξίες και οι συνοδευτικές πτυχές που αποτελούν τη βάση του βιομηχανικού σχεδιασμού μπορούν να διαφοροποιούνται μεταξύ διαφορετικών σχολών σκέψης και μεταξύ των σχεδιαστών.

3.2. Βιομηχανικός σχεδιασμός drone για αεροψεκασμούς

Αρκετές τεχνολογίες drone επέτρεψαν τη γρήγορη, ακριβή και αποτελεσματική διανομή λιπασμάτων ψεκασμού και φυτοφαρμάκων. Ωστόσο, υπάρχουν συγκεκριμένοι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- Ο ορθός σχεδιασμός διαδρομής ψεκασμού μπορεί να αυξήσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα του ψεκασμού και του χρόνου πτήσης. Για παράδειγμα, το να πετάς ένα drone με τρόπο που αλλάζει συχνά την αδράνεια, όπως η πραγματοποίηση σύντομων, γρήγορων κινήσεων και στροφών, μπορεί να είναι επιζήμια για τη διάρκεια πτήσης της μπαταρίας.

- Το ύψος του drone επηρεάζει άμεσα τη γεωμετρία του μοτίβου ψεκασμού και την επακόλουθη αποτελεσματικότητα των χημικών που διανέμονται. Εάν το drone είναι πολύ υψηλά, το λίπασμα ή τα φυτοφάρμακα ενδέχεται να μην φτάσουν σε όλα τα φυτά εντός της ζώνης ψεκασμού. Εάν το drone είναι πολύ χαμηλό, οι χημικές ουσίες μπορεί να είναι πολύ συγκεντρωμένες, κάτι που επηρεάζει αρνητικά τις καλλιέργειες. Αισθητήρες ή radar χρησιμοποιούνται συχνά για την επαλήθευση του ύψους πτήσης και για την αποφυγή αντικειμένων.

- Ο χρόνος πτήσης και η χημική ικανότητα σχετίζονται άμεσα και μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα ενός έξυπνου γεωργικού drone. Ενώ ορισμένα αεροσκάφη μπορεί να υποστηρίξουν βαριά ωφέλιμα φορτία, ο συνολικός χρόνος πτήσης τους μπορεί να μειωθεί.

3.3. Λογισμικό Σχεδιασμού

Η επιλογή μιας λύσης CAD είναι μια σημαντική απόφαση, καθότι οι παρεχόμενες δυνατότητες του λογισμικού έχουν άμεση επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα και την ποιότητά του.

Χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Creo 3 (αρχική έκδοση: Μάρτιος 2014) της Parametric Technology Corporation (PTC) (PTC, 2020· PTC, 2010· Brunelli, 2014). Το Creo εκτελείται σε Microsoft Windows και παρέχει εφαρμογές για 3D παραμετρικές δυνατότητες μοντελοποίησης, άμεση μοντελοποίηση 3D, ορθογραφικές προβολές 2D, ανάλυση και προσομοίωση πεπερασμένων στοιχείων, σχηματικό σχεδιασμό, τεχνικές απεικόνιση, καθώς και προβολή και οπτικοποίηση.

Ειδικότερα το Creo Elements είναι μια παραμετρική αρχιτεκτονική μοντελοποίησης βάσει χαρακτηριστικών που ενσωματώνεται σε μια ενιαία φιλοσοφία βάσης δεδομένων με δυνατότητες σχεδίασης βάσει κανόνων. Παρέχει σε βάθος έλεγχο της σύνθετης γεωμετρίας. Οι δυνατότητες του προϊόντος μπορούν να χωριστούν στους τρεις κύριους τίτλους του Μηχανικού Σχεδιασμού, Ανάλυσης και Κατασκευής. Αυτά τα δεδομένα στη συνέχεια τεκμηριώνονται σε ένα τυπικό σχέδιο παραγωγής 2D ή το πρότυπο σχεδίασης 3D (ASME Y14.41-2003).

Το Creo Elements προσφέρει μια γκάμα εργαλείων που επιτρέπουν τη δημιουργία μιας πλήρους ψηφιακής αναπαράστασης του προϊόντος που σχεδιάζεται. Εκτός από τα γενικά εργαλεία γεωμετρίας υπάρχει επίσης η δυνατότητα δημιουργίας γεωμετρίας άλλων ολοκληρωμένων επιστημονικών κλάδων όπως βιομηχανική παραγωγή σωλήνων και καλωδιώσεων κ.λπ.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια σειρά εργαλείων Βιομηχανικού Σχεδιασμού. Αυτά κυμαίνονται από απλά σκίτσα βιομηχανικού σχεδιασμού, μέχρι και ολοκληρωμένη επιφάνεια ελεύθερης μορφής.

Το Creo Elements διαθέτει επίσης πολλά διαθέσιμα εργαλεία ανάλυσης και καλύπτει ανάλυση θερμικών, στατικών, δυναμικών και πεπερασμένων στοιχείων για να υποβοηθήσουν στον σχεδιασμό του προϊόντος. Παράγοντες, ανοχή στην κατασκευή και βελτιστοποίηση σχεδιασμού. Η βελτιστοποίηση σχεδιασμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επίπεδο γεωμετρίας για τον προσδιορισμό των βέλτιστων διαστάσεων σχεδίασης.

Το Creo έχει επίσης πολύ καλές δυνατότητες μοντελοποίησης επιφανειών. Χρησιμοποιώντας εντολές όπως Boundary blend και Sweep μπορούμε να δημιουργήσουμε επιφανειακά μοντέλα. Προηγμένες επιλογές όπως το Style (Interactive Surface Design Extension - ISDX) και το Freestyle παρέχουν περισσότερες δυνατότητες στον σχεδιαστή να δημιουργεί πολύπλοκα μοντέλα με ευκολία.

3.4. Ο σχεδιασμός ενός drone για αεροψεκασμούς

Με βάση την προηγούμενη περιγραφή για τον βιομηχανικό σχεδιασμό, τον ορισμό, τις διαδικασίες και τα χαρακτηριστικά των προϊόντων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον βιομηχανικό σχεδιασμό, προτείνεται ο σχεδιασμός για την κατασκευή γεωργικού μηχανήματος ραντίσματος φυτοφαρμάκων, drone, το

οποίο θα πληροί τις απαιτήσεις ενός σύγχρονου ιπτάμενου, τηλεχειριζόμενου γεωργικού μηχανήματος, κατάλληλου για ασφαλή αεροψεκασμό καλλιεργειών με φυτοφάρμακα, τόσο για τον άνθρωπο, όσο και για το περιβάλλον.

Ένα τέτοιο μηχάνημα θα πρέπει να πληροί τις ακόλουθες προδιαγραφές:

- Το drone, θα ψεκάζει τις καλλιέργειες από ύψος 1 – 2 m, εκμεταλλευόμενο τη βαρύτητα των σταγονιδίων και το ρεύμα αέρα που δημιουργείται από τις προπέλες για να διοχετεύσει το νέφος ψεκασμού προς τα κάτω και να διεισδύσει στο φύλλωμα, έτσι ώστε η πιθανότητα τα σταγονίδια να παρασυρθούν από τον άνεμο να είναι μικρότερη.
- Η χωρητικότητα θα είναι δύο δεξαμενές των 50 lit εκάστη και συνεπώς, το drone θα πρέπει να διαθέτει MTOM μεγαλύτερη από 125Kg κατηγορίας C3 (βλ. Παράρτημα για αδειοδοτήσεις).
- Θα πρέπει να διαθέτει δύο έλικες για ανύψωση και κίνηση, οι οποίοι παράλληλα θα υποβοηθούν τη ροή των σταγονιδίων ψεκασμού από τις δύο δεξαμενές του των 50 Kg καθεμία, με ρεύμα αέρα που θα διοχετεύει το νέφος ψεκασμού προς τα κάτω για να διεισδύσει στο φύλλωμα των καλλιεργειών.
- Θα χρησιμοποιεί επαναφορτιζόμενη μπαταρία, η οποία θα φορτίζεται με ηλεκτρικό ρεύμα πριν από την πτήση, ενώ θα διαθέτει και ηλιακό συλλέκτη ο οποίος θα το φορτίζει και κατά την διάρκεια της πτήσης.
- Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κανόνες βελτιωμένης αεροδυναμικής για μειωμένη κατανάλωση ενέργειας και καλύτερη πλοήγηση.
- Το σχήμα του drone θα είναι τέτοιο ώστε να εξασφαλίζει μικρό σχετικά αεροδυναμικό συντελεστή C_d για μικρότερη κατά το δυνατόν κατανάλωση ενέργειας κατά την πτήση (Engineering Toolbox, 2004)

$$F_d = [C_d \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A] / 2$$

όπου

F_d = δύναμη έλξης (N)

C_d = αεροδυναμικός συντελεστής

ρ = πυκνότητα αέρα (1,2 kg / m³ για αέρα σε κανονικές συνθήκες)

v = ταχύτητα ροής (m / s)

A = χαρακτηριστική μετωπική επιφάνεια του σώματος (m²)

και:

$$P = F_d \cdot v$$

όπου:

P = απαιτούμενη ισχύς υπέρβασης της αντίστασης του αέρα.

Στην περίπτωσή μας η τιμή του C_d θα είναι περίπου 0,42. Οι λεπτομερείς υπολογισμοί για την απαιτούμενη συνολική ισχύς για το σχεδιαζόμενο drone ξεπερνά τα όρια της παρούσας εργασίας.

Κεφάλαιο 4^ο: Το Προϊόν Σχεδιασμού

4.1. Γενικά χαρακτηριστικά

Ο επόμενος Πίνακας παρέχει περιληπτικά χαρακτηριστικά του σχεδιαζόμενου drone.

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά σχεδιαζόμενου drone για αεροψεκασμούς.

Χαρακτηριστικά σχεδιαζόμενου drone για αεροψεκασμούς	
Ύψος ψεκασμού	1 – 2 m πάνω από τις καλλιέργειες
Αριθμός δεξαμενών	2
Χωρητικότητα κάθε δεξαμενής	50 lit
Μήκος	2 m
Γέμισμα	Από το πάνω μέρος αφαιρώντας τα καλύμματα των δεξαμενών
Απόσταση μεταξύ αξόνων ελίκων	1,25 m
Συνολικό βάρος με φορτίο	125 Kg
Αεροδυναμικός συντελεστής	0,42
Ενέργεια	Ηλεκτρισμός
Άλλη ενέργεια	Ηλιακή μετατρέπόμενη σε ηλεκτρισμό με συλλέκτη στην οροφή του drone
Φόρτιση	Επαναφορτιζόμενη μπαταρία με σημείο φόρτισης στο πίσω μέρος
Άλλος τρόπος φόρτισης μπαταρίας	Ηλιακός συλλέκτης στην οροφή
Αδειοδότηση	MTOM μεγαλύτερη από 125Kg κατηγορίας C3

Στα σκίτσα και τα τελικά σχέδια που ακολουθούν φαίνεται η θέση του ηλιακού συλλέκτη με γαλάζιο χρώμα και με μαύρο πλαστικό κάλυμμα στα τελικά

σχέδια, τα δύο πόματα των δεξαμενών φυτοφαρμάκου, που καλύπτουν τα σημεία από τα οποία γεμίζονται οι δεξαμενές, καθώς επίσης και το σημείο φόρτισης της μπαταρίας του drone.

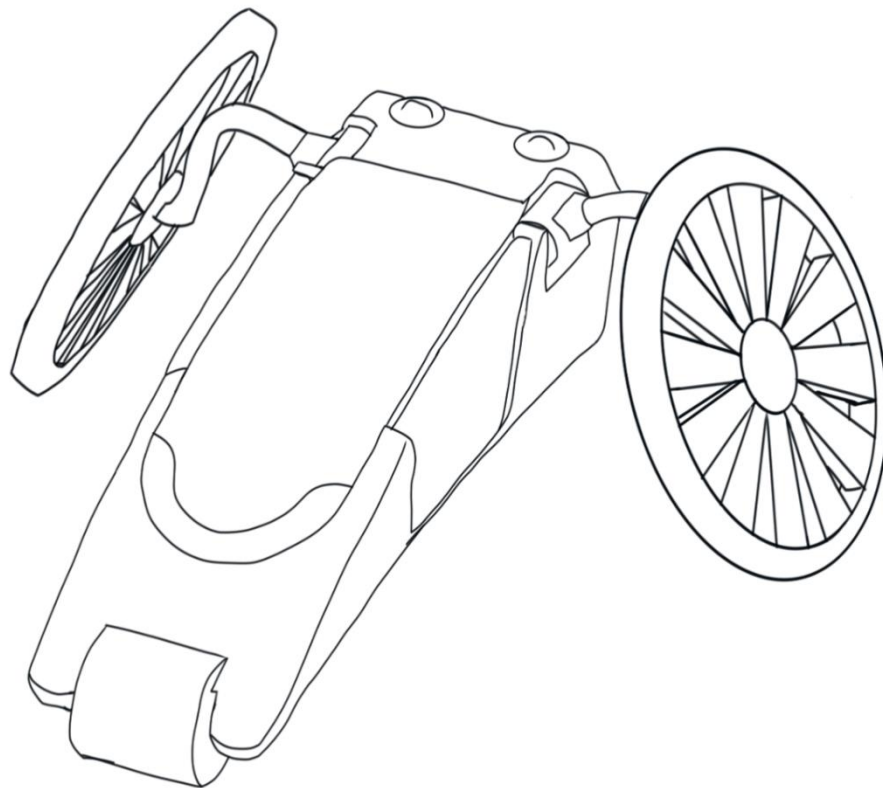
Τα πτερύγια έχουν διπλό ρόλο: α) χρησιμεύουν για τη διευκόλυνση της ευθύγραμμης πορείας του drone, ενώ παράλληλα στο κάτω μέρος τους υπάρχουν τα ακροφύσια ψεκασμού από τα οποία ψεκάζεται το φυτοφάρμακο, τα σταγονίδια του νέφους του οποίου, λόγω της θέσης των πτερυγίων σε σχέση με τους έλικες, κατευθύνεται κάθετα ακολουθώντας το ρεύμα αέρα που δημιουργείται, για να διεισδύσει στο φύλλωμα των καλλιεργειών.

4.2. Τα βασικά σκίτσα

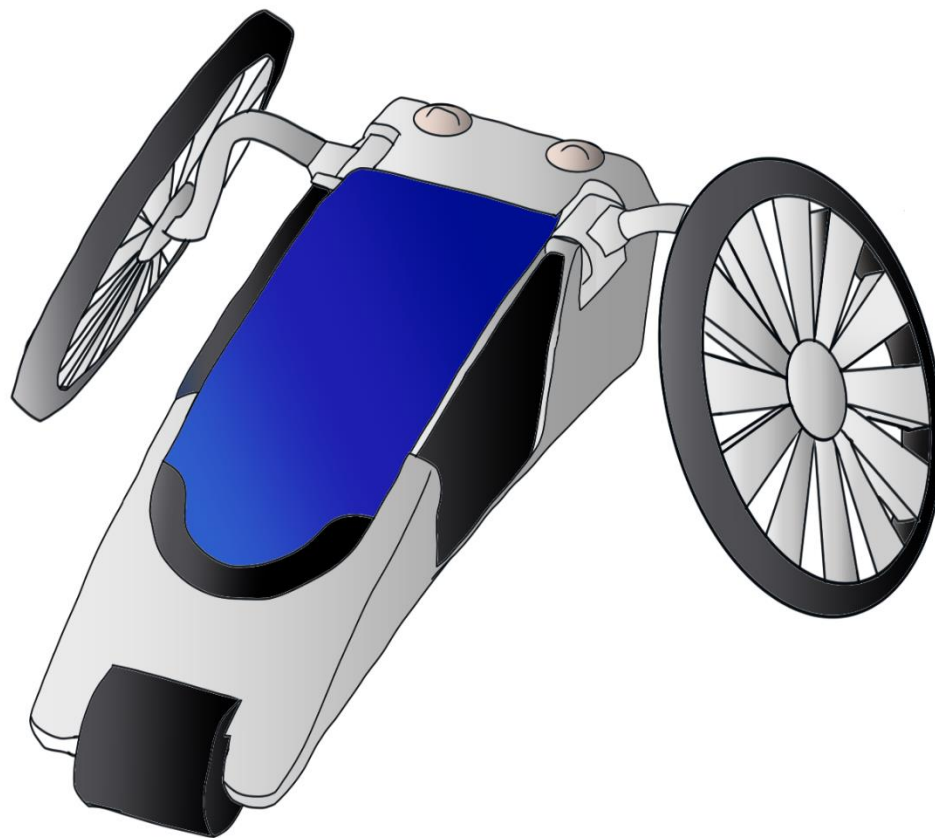
Στις επόμενες εικόνες παρέχονται τα βασικά σκίτσα του drone ως αποτέλεσμα του σχεδιασμού μας με το πρόγραμμα Creo 3. Συγκεκριμένα, οι ακόλουθες εικόνες περιλαμβάνουν:

- Σκίτσο drone με κλειστούς έλικες (Εικόνα 2).
- Σκίτσο drone με κλειστούς έλικες χρωματισμένο (Εικόνα 3). Με γαλάζιο χρώμα φαίνεται ο ηλιακός συλλέκτης.
- Σκίτσο drone με ανοικτούς έλικες (Εικόνα 4).
- Σκίτσο drone με ανοικτούς έλικες και πτερύγια χρωματισμένο (Εικόνα 5). Με γαλάζιο χρώμα φαίνεται ο ηλιακός συλλέκτης.

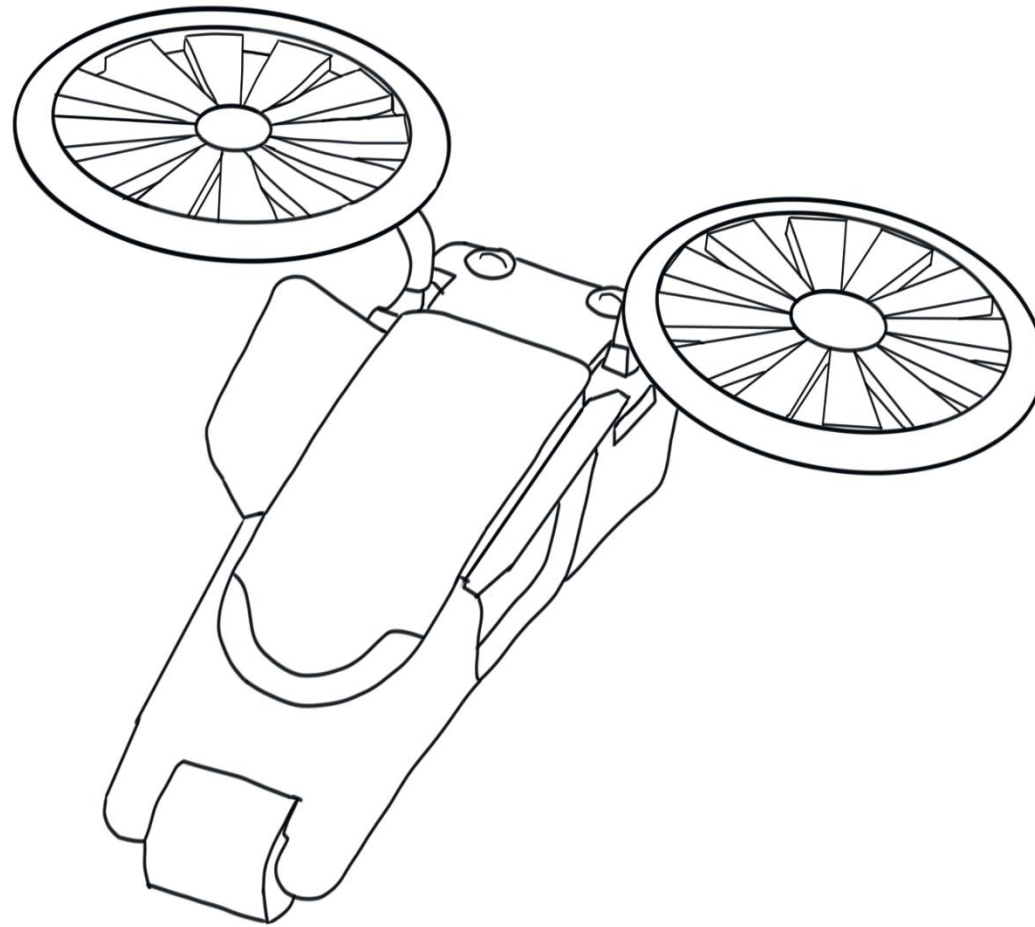
Σε όλα τα σκίτσα φαίνονται τα πόματα από τα οποία γεμίζουν οι δύο δεξαμενές φυτοφαρμάκου του drone.



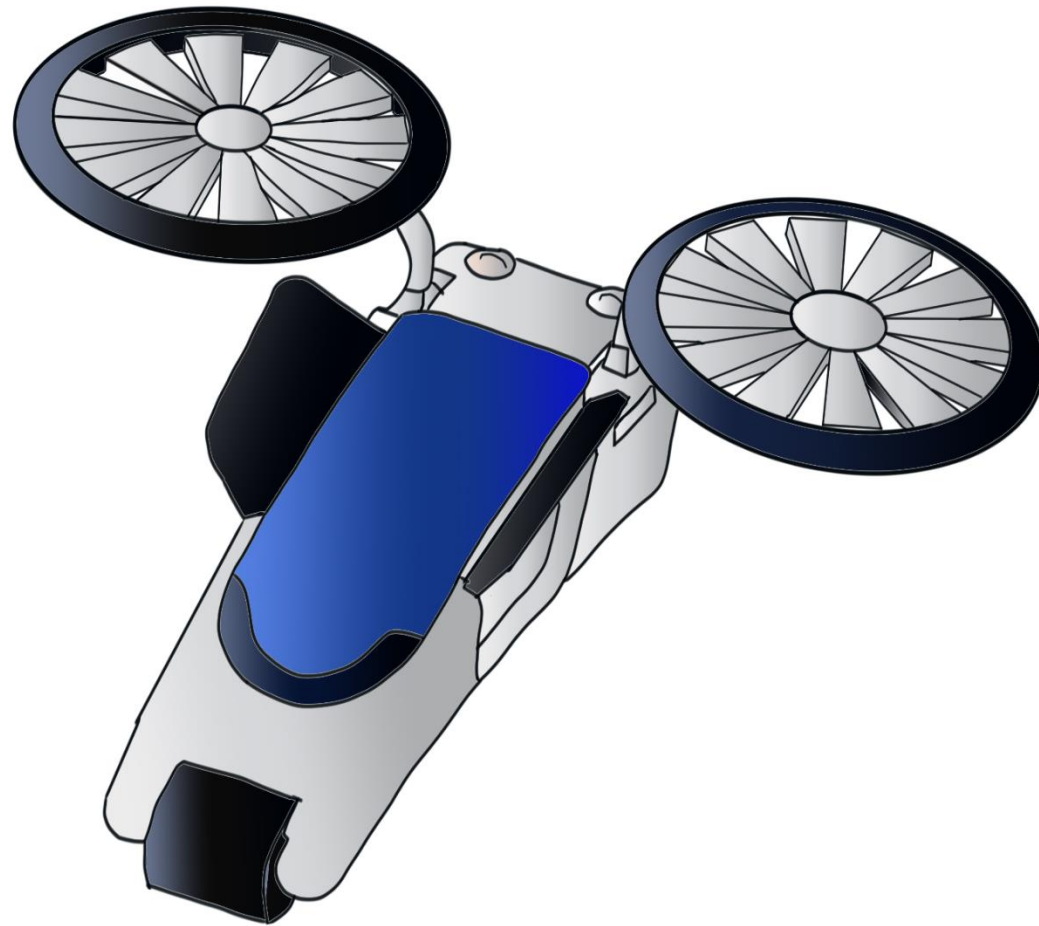
Εικόνα 2. Αρχικό σκίτσο drone με κλειστούς έλικες.



Εικόνα 3. Αρχικό σκίτσο drone με κλειστούς έλικες χρωματισμένο.



Εικόνα 4. Αρχικό σκίτσο drone με ανοικτούς έλικες και πτερύγια.

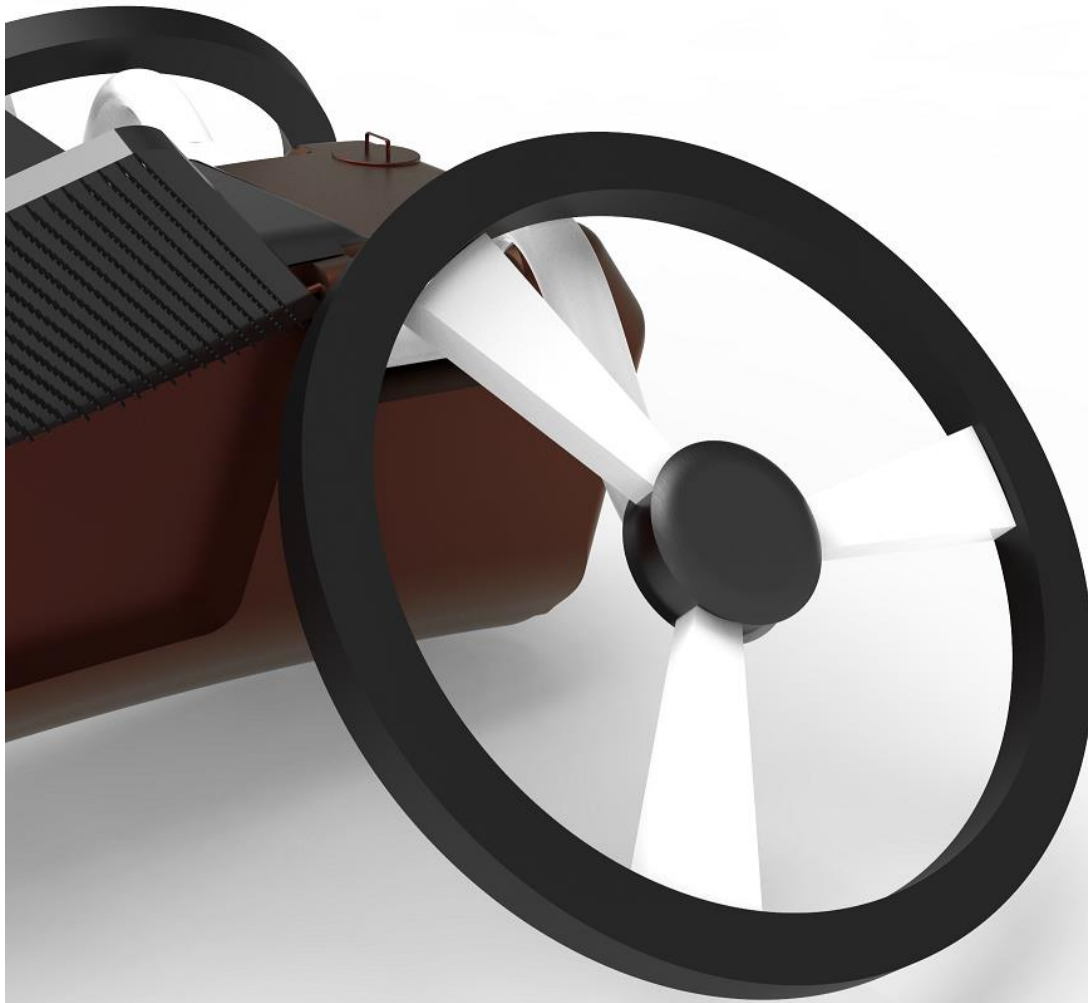


Εικόνα 5. Αρχικό σκίτσο drone με ανοικτούς έλικες και πτερύγια χρωματισμένο.

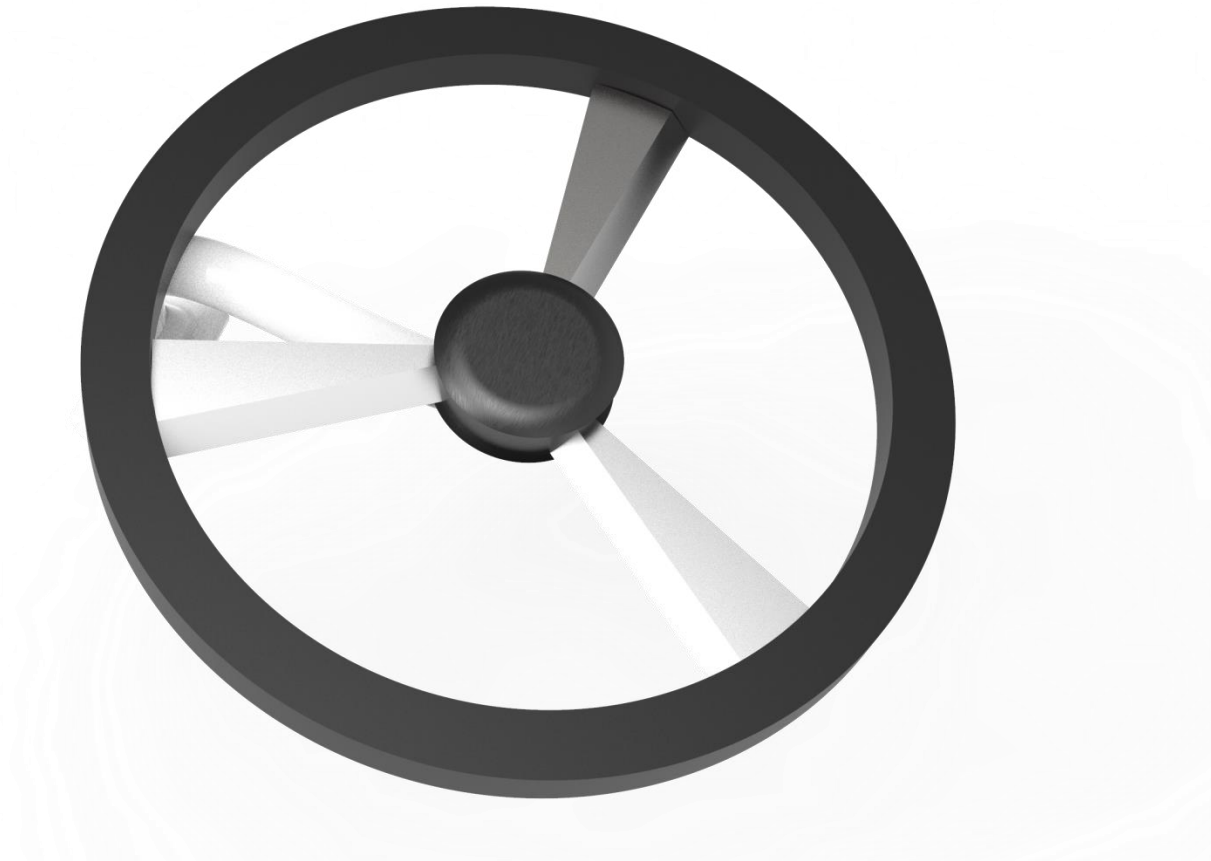
4.3. Οι τελικές λεπτομέρειες

Στις επόμενες εικόνες παρέχονται λεπτομέρειες του drone, ως αποτέλεσμα του σχεδιασμού μας με το πρόγραμμα Creo 3. Συγκεκριμένα, οι ακόλουθες εικόνες περιλαμβάνουν:

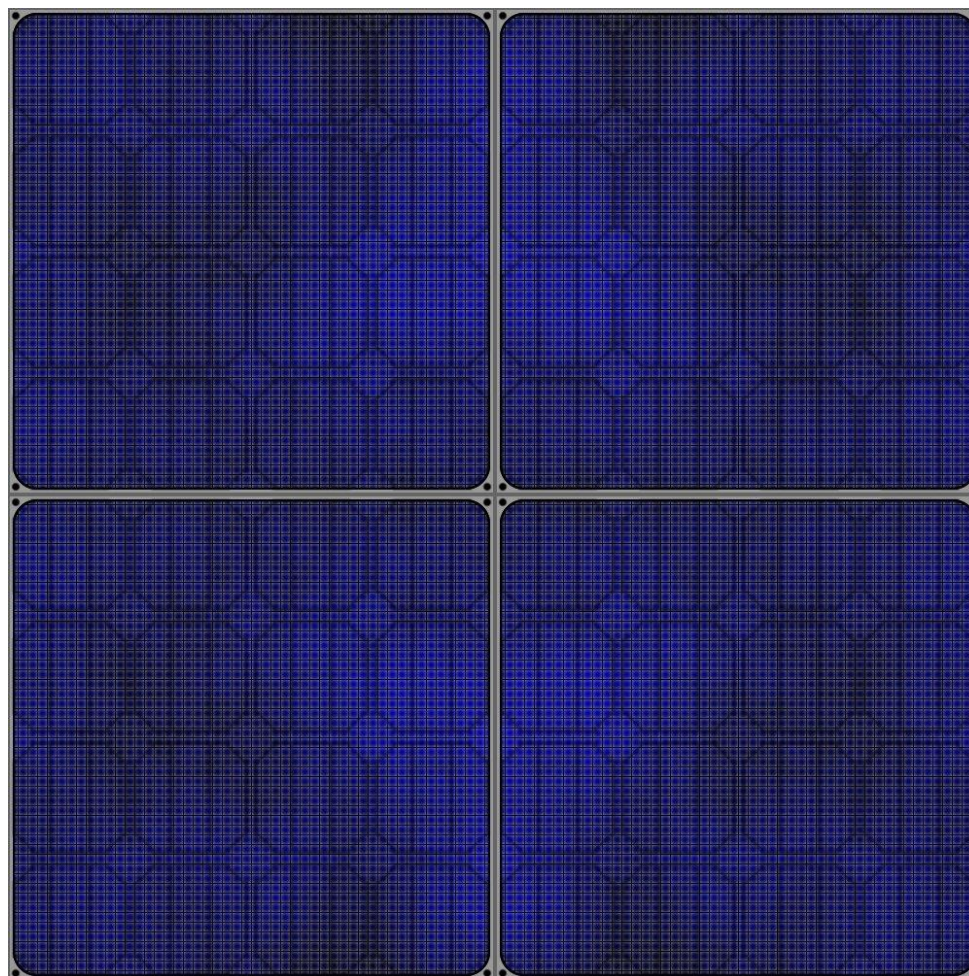
- Λεπτομέρειες A του έλικα του drone. Αρχική μορφή (Εικόνα 6)
- Λεπτομέρειες B του έλικα του drone. Τελική μορφή (Εικόνα 7)
- Συλλέκτης ηλιακής ενέργειας οροφής drone (Εικόνα 8)



Εικόνα 6. Αρχικές λεπτομέρειες A του έλικα του drone.



Εικόνα 7. Τελικές λεπτομέρειες B του έλικα του drone.



Εικόνα 8. Συλλέκτης ηλιακής ενέργειας οροφής drone.

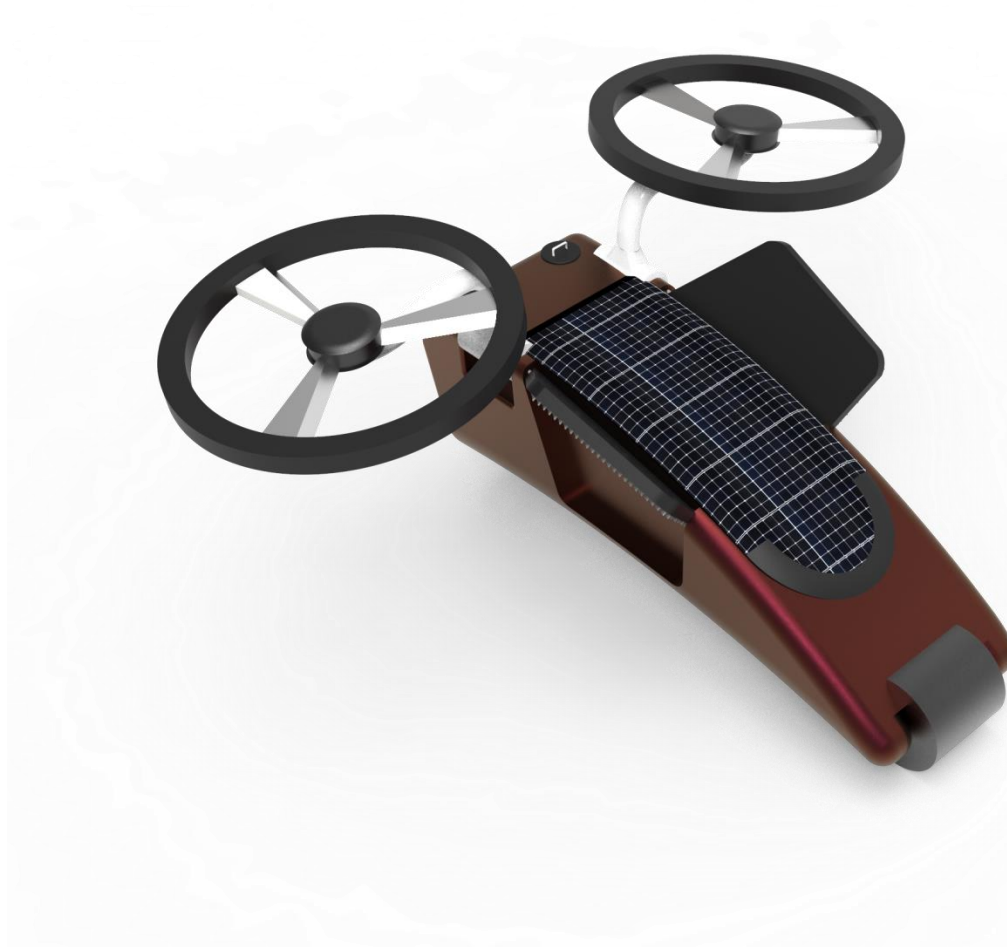
4.4. Τα τελικά σχέδια

Στις επόμενες εικόνες παρέχονται τα τελικά σχέδια του drone ως αποτέλεσμα του σχεδιασμού μας με το πρόγραμμα Creo 3. Συγκεκριμένα, οι ακόλουθες εικόνες περιλαμβάνουν:

- Τελικό σχέδιο drone με κλειστούς έλικες (Εικόνα 9)
- Τελικό σχέδιο drone με ανοικτούς έλικες (Εικόνα 10)
- Τελικό σχέδιο drone με κλειστούς έλικες. Οπίσθια όψη. Διακρίνεται το σημείο φόρτισης με ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και τα πώματα για το γέμισμα των δεξαμενών (Εικόνα 11)
- Τελικό σχέδιο drone με ανοικτούς έλικες. Οπίσθια όψη. Διακρίνεται το σημείο φόρτισης με ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και τα πώματα για το γέμισμα των δεξαμενών (Εικόνα 12)
- Τελικό σχέδιο drone με ανοικτούς έλικες σε πτήση (Εικόνα 13)



Εικόνα 9. Τελικό σχέδιο drone με κλειστούς έλικες.



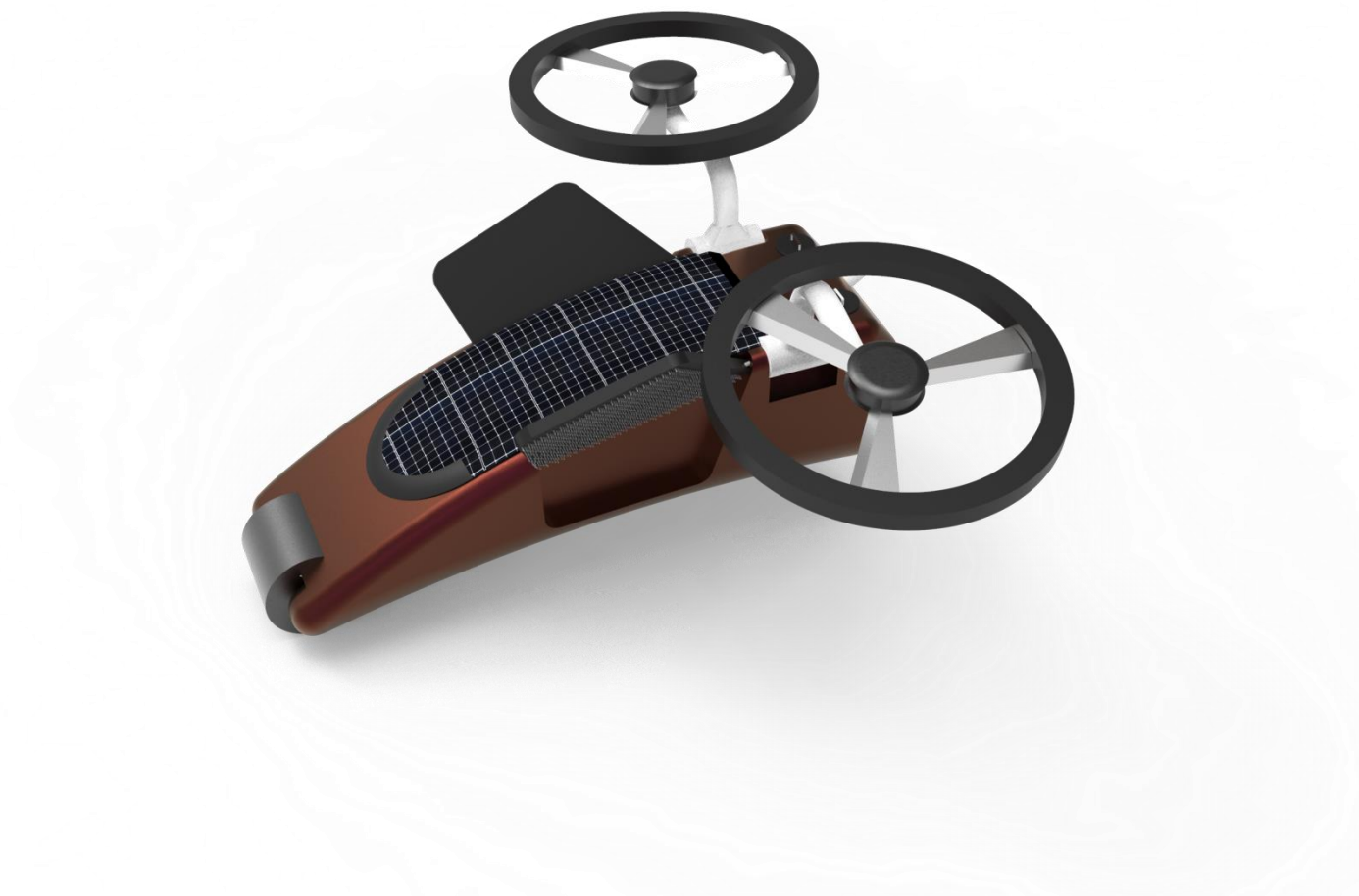
Εικόνα 10. Τελικό σχέδιο drone με ανοικτούς έλικες και περύγια.



Εικόνα 11. Τελικό σχέδιο drone με κλειστούς έλικες. Οπίσθια όψη. Διακρίνεται το σημείο φόρτισης με ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και τα πόματα για το γέμισμα των δεξαμενών.



Εικόνα 12. Τελικό σχέδιο drone με ανοικτούς έλικες. Οπίσθια όψη. Διακρίνεται το σημείο φόρτισης με ηλεκτρική ενέργεια, καθώς και τα πόματα για το γέμισμα των δεξαμενών.



Εικόνα 13. Τελικό σχέδιο drone με ανοικτούς έλικες σε πτήση.

Κεφάλαιο 5^ο: Συμπεράσματα

Τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό τις ανάγκες του πληθυσμού αναφορικά με την εξασφάλιση τροφίμων σε χαμηλές-προσιτές τιμές, ωστόσο, ενέχουν σημαντικές επιβλαβείς συνέπειες στους φυσικούς οργανισμούς καθώς και στο περιβάλλον τους.

Πολλά από τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα ταξινομούνται ως δηλητήρια και επιφέρουν υψηλούς κινδύνους, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται αλόγιστα. Η χρόνια έκθεση των οργανισμών και του περιβάλλοντος σε αυτές τις ουσίες έχει μη αναστρέψιμες επιπτώσεις, οι οποίες υπό ορισμένες συνθήκες είναι θανατηφόρες.

Η δυνατότητα για στοχευμένες εφαρμογές που προσφέρουν σήμερα τα drones βοηθά στην διάδοση τεχνικών γεωργίας ακριβείας οι οποίες είναι αποδεδειγμένο ότι προσφέρουν μείωση των εισροών, ιδίως σε φυτοφάρμακα, βελτίωση της παραγωγής και μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Τα drones, με το σχετικά περιορισμένο τους όγκο, καθαρίζονται σχετικά εύκολα, δημιουργώντας ελάχιστα απορρίμματα έκπλυσης που σαφώς είναι πιο εύκολα στη διαχείριση. Το μεγαλύτερο όμως όφελος ίσως σχετίζεται με την υγεία των χειριστών. Ο χειριστής, βρίσκεται σχεδόν καθόλη τη διάρκεια σε ασφαλή απόσταση από το σημείο που γίνεται η εφαρμογή και κατά το διάστημα που έρχεται σε επαφή με το ιπτάμενο μέσο εφαρμογής μπορεί να λαμβάνει αποτελεσματικά μέτρα προστασίας λόγω περιορισμένων και διαχειρίσιμων όγκων.

Με βάση τις αρχές για τον βιομηχανικό σχεδιασμό, τον ορισμό, τις διαδικασίες και τα χαρακτηριστικά των προϊόντων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον βιομηχανικό σχεδιασμό, πραγματοποιήσαμε τον σχεδιασμό για την κατασκευή γεωργικού μηχανήματος ραντίσματος φυτοφαρμάκων, drone, το οποίο θα πληροί τις απαιτήσεις ενός σύγχρονου ιπτάμενου, τηλεχειριζόμενου γεωργικού μηχανήματος, κατάλληλου για ασφαλή αεροψεκασμό καλλιεργειών με φυτοφάρμακα, τόσο για τον άνθρωπο, όσο και για το περιβάλλον. Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Creo 3.0 της Parametric Technology Corporation. Για το σχεδιασμό λάβαμε υπόψη ότι:

- Ο ορθός σχεδιασμός διαδρομής ψεκασμού μπορεί να αυξήσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα του ψεκασμού και του χρόνου πτήσης.
- Το ύψος του drone επηρεάζει άμεσα τη γεωμετρία του μοτίβου ψεκασμού και την επακόλουθη αποτελεσματικότητα των χημικών που διανέμονται.

- Ο χρόνος πτήσης και η χημική ικανότητα σχετίζονται άμεσα και μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα ενός έξυπνου γεωργικού drone.

Το μηχάνημα που σχεδιάστηκε πληροί τις ακόλουθες προδιαγραφές:

- Το drone, θα ψεκάξει τις καλλιέργειες από ύψος 1 – 2 m, εκμεταλλευόμενο τη βαρύτητα των σταγονιδίων και το ρεύμα αέρα που δημιουργείται από τις προπέλες για να διοχετεύσει το νέφος ψεκασμού προς τα κάτω και να διεισδύσει στο φύλλωμα, έτσι ώστε η πιθανότητα τα σταγονίδια να παρασυρθούν από τον άνεμο να είναι μικρότερη.
- Η χωρητικότητα είναι δύο δεξαμενές των 50 lit εκάστη και συνεπώς, το drone θα πρέπει να διαθέτει MTOM μεγαλύτερη από 125Kg κατηγορίας C3.
- Διαθέτει δύο έλικες για ανύψωση και κίνηση, οι οποίοι παράλληλα θα υποβοηθούν τη ροή των σταγονιδίων ψεκασμού από τις δύο δεξαμενές του των 50 Kg καθεμία, με ρεύμα αέρα που θα διοχετεύει το νέφος ψεκασμού προς τα κάτω για να διεισδύσει στο φύλλωμα των καλλιεργειών.
- Χρησιμοποιεί επαναφορτιζόμενη μπαταρία, η οποία θα φορτίζεται με ηλεκτρικό ρεύμα πριν από την πτήση, ενώ θα διαθέτει και ηλιακό συλλέκτη ο οποίος θα το φορτίζει και κατά την διάρκεια της πτήσης.
- Το σχήμα του drone είναι τέτοιο ώστε να εξασφαλίζει μικρό σχετικά αεροδυναμικό συντελεστή C_d (για μικρότερη κατά το δυνατόν κατανάλωση ενέργειας κατά την πτήση).

Βιβλιογραφία

- Air Shaper (2018), Generic fixed wing drone - Aerodynamic simulation report [online] Διατίθεται στη διεύθυνση: https://airshaper.com/assets/reports/AirShaper_sample_report_-_drone.pdf
- Αλμπάνης Τ.Α. (1997), «Φυτοφάρμακα: Χρήση, Επιπτώσεις και Νομοθεσία», εκδ. Ε. Θεοδωρίδη, Ιωάννινα
- Bassil KL, Vakil C, Sanborn M, Cole DC, Kaur JS, Kerr KJ (2007), “Cancer health effects of pesticides: systematic review”, *Canadian Family Physician*. 53 (10): 1704–11
- Brogdon W.G. & McAllister J. (1998), “Centres for Disease Control and prevention” (CDC)
- Brunelli, M (2014), A Quick History of PTC and PTC Creo, Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.ptc.com/en/blogs/cad/a-quick-history-of-ptc-and-ptc-creo>
- Castro P, Huber ME, (2010), *Marine Biology* (8th ed.), New York: McGraw-Hill Companies Inc.
- Cooper, J. and Dobson, H. (2007) “The Benefits of Pesticides to Mankind and the Environment”, *Crop Protection*, 26, 1337-1348
- Copplestone J.F. et al “Build world Health Organ”, (1976) 54: 217-223
- Cornell University (2018), “Pesticide Applicator Core Tutorial: Module 4 - Toxicity of Pesticides”. Pesticide Safety Education Program (PSEP). Cornell University. Retrieved Dec 1, 2018

- Crocker, JF, Ozere, RL; Safe, SH; et al. (1976), “Lethal interaction of ubiquitous insecticide carriers with virus”, *Science*, 192 (4246): 1351–1353. doi:10.1126/science.179146

- Engineering ToolBox, (2004), Drag Coefficient. [online] Διατίθεται στη διεύθυνση: https://www.engineeringtoolbox.com/drag-coefficient-d_627.html

- European Commission (2009), “Fact Sheet: EU action on pesticides”, ([ec.europa.eu/food/plant/plant protection products/index en.htm](http://ec.europa.eu/food/plant/plant_protection_products/index_en.htm)]

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2002), “International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides”. Archived from the original (PDF) on 4 April 2013

- Heskett, J. (1980), *Industrial Design*, Thames & Hudson

- Jeyaratnam J (1990), “Acute pesticide poisoning: a major global health problem”, *World Health Statistics Quarterly*, Rapport Trimestriel de Statistiques Sanitaires Mondiales. 43 (3): 139–44

- Jurewicz J, Hanke W (2008), “Prenatal and childhood exposure to pesticides and neurobehavioral development: review of epidemiological studies”, *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 21 (2): 121–32

- Καβαλάρης, Χ. (2020), «Ψεκασμοί με drone – Νομικό πλαίσιο, όροι και προϋποθέσεις», *FarmaBlog*, Farmacon, 23 Ιουλίου 2020, Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoprostatia/item/2723-psekasmoi-me-drone-nomiko-plaisio-oroi-kai-proypotheseis>

- Kalkbrenner AE, Schmidt RJ, Penlesky AC (2014), “Environmental chemical exposures and autism spectrum disorders: a review of the epidemiological

- evidence”, *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 44 (10): 277–318
- Karabelas A.J., Pakas K.V., Solomou E.S., Drossou V., Sarigiannis D.A. (2009) “Impact of European legislation on marketed pesticides – A view from the standpoint of Health impact assessment studies”, *Environment International*, Vol. 35:1096-1107
 - Kirkham, Pat (1999), “Industrial design”, *Grove Art Online*. Oxford University Press
 - Magkos, F., Arvaniti, F., Zampelas, A., (2006), “Organic Food: Buying more safety or just peace of mind? A critical review of the literature”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol 46: 23-55
 - Μενκίσογλου Ο. (1998), *Γεωργικά Φάρμακα*, εκδ. Πήγασος, Θεσσαλονίκη
 - Miller GT (2004), “Ch. 9. Biodiversity”, *Sustaining the Earth* (6th ed.), Pacific Grove, CA: Thompson Learning, Inc. pp. 211–216
 - Μουρκίδου-Παπαδοπούλου Ε., (2000), *Πρόγραμμα: Αειφορική Γεωργία. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών των φυτών*, Θεσσαλονίκη, ΑΠΘ, Τμήμα Γεωπονίας, ΕΠΕΑΕΚ
 - Noblet, J. de (1993). “Design in Progress”. In Noblet, J. de (ed.), *Industrial design: reflection of a century*, Paris: Flammarion/APCI. pp. 21–25
 - Παναγιώταρου–Πέτσικου Ν., Υδραίου Φ., Κολλιόπουλος Γ., Ζούνος Α., Αλβανόπουλος Γ., (2001), *Έλεγχος επιπτώσεων φυτοπροστατευτικών προϊόντων στο περιβάλλον*, Νομοθετικές Ρυθμίσεις ΕΠΕΤ 11, 98 ΑΔ60
 - Popp J., Peto K., Nagy J., (2013) "Pesticide productivity and food security. A review" *Agronomy for Sustainable development*, 33, 243-255

- PTC (2020). Διατίθεται στη διεύθυνση: <http://www.ptc.com/company/history-and-acquisitions.htm>

- PTC (2020). Διατίθεται στη διεύθυνση: <https://www.ptc.com/en/products/creo#>

- Sanborn M, Kerr KJ, Sanin LH, Cole DC, Bassil KL, Vakil C (2007), “Non-cancer health effects of pesticides: systematic review and implications for family doctors”, *Canadian Family Physician*, 53 (10): 1712–20

- Schnoor, J.L (1992), *Fate of pesticides and chemicals in the environment*, Wiley-Interscience

- Sheldon L.S. (2010), “Exposure Framework, In Hayes”, *Handbook of Pesticide Toxicology*, 3rd Edition, Vol. 1, University of California, United States of America

- Stephenson M., G.P. Ferris, Holland P.T. Noebberg M. (2006), “Glossary of terms relating to pesticides”, IUPAC Recommendations

- TOPPS, (2020), “Spray Drift Evaluation Tool”, www.topps-drift.org (<http://www.topps-drift.org>)

- Tosi, S., Costa, C., Vesco, U., Quaglia, G., Guido, G., (2018), “A survey of honey bee-collected pollen reveals widespread contamination by agricultural pesticides”, *Science of the Total Environment*, 615: 208–218

- Τσακνράκης Α. (2015), «Προσδιορισμός επιπέδων έκθεσης ψεκαστών σε φυτοπροστατευτικά κατά την εφαρμογή τους», Πανεπιστήμιο Κρήτης

- U.S. Environmental Protection Agency (2006), “Human Health Issues”, *Pesticides: Health and Safety*. US EPA. Jun 28, 2006. Archived from the original on May 28, 2015

- U.S. Environmental Protection Agency (2009), “National Assessment of the Worker Protection Workshop #3”. *Pesticides: Health and Safety*, Aug 30, 2007. Archived from the original on September 27, 2009
- Ware G. (1994), “The pesticides book”, p.p. 3-22, 335-336 (474 ed.) Thompson Publication Fresno, California USA
- Waxman M.F. (1998), “Toxicology and mode on action” p.p. 121-195 CRC Pres, Boca Ruton, FL
- Wells M., (2007). “Vanishing bees threaten U.S. crops”, London: BBC News, www.bbc.co.uk
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Κατάλογος Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων, www.minagric.gr

Παραρτήματα

1. Ατομικά Μέτρα Προστασίας

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται με συστηματικό τρόπο τα Ατομικά Μέτρα Προστασίας που πρέπει να χρησιμοποιούνται σε σχέση με το είδος της εργασίας και την επικινδυνότητα του χρησιμοποιούμενου φυτοφαρμάκου στην Ευρωπαϊκή Ένωση, σύμφωνα με τις οδηγίες της Health and Safety Executive του Ηνωμένου Βασιλείου.

ΠΙΝΑΚΑΣ III

Εκπαιδευτικό επίπεδο με τις οδηγίες της επικείμενης σημασίας	Προετοιμασία φυτοφαρμάκων σε οποιαδήποτε μορφή για χρήση	Εφαρμογές φυτοφαρμάκων					Μετά την εφαρμογή/χειρισμό εργαλείων/επαφή με προσφάτως ψεκασθείσες καλλιέργειες
		Συνήθεις εφαρμογές			Εφαρμογή μετακλιμακίου οργάνου		
		Υγρά	Κόκκοι	Εκδόρες, κωνοί, σπυρί, ομήγλη-νεφελώματα	Χρησιμοποίηση ψεκαστήρων στην ύπαιθρο χειρομεταφερόμενο ή προσαρμοσμένοι σε όχημα	Χρησιμοποίηση ψεκαστήρων σε κλειστό χώρο/αεροβιοθρεφόμενος ψεκασμός/ψεκαστήρας με κατεύθυνση προς τα κάτω	
Πολύ τοξικό	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα κεφαλής, αναπνευστική συσκευή ούλου του προσώπου	Φόρμα γάντια, μπότες, σπυρί, κάλυμμα κεφαλής	Φόρμα γάντια, μπότες, Αναπνευστική συσκευή ούλου του προσώπου	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα κεφαλής, αναπνευστική συσκευή ούλου του προσώπου	Η εφαρμογή του μετακλιμακίου οργάνου δεν επιτρέπεται		Φόρμα, γάντια, μπότες, ποδιά, αναπνευστική συσκευή ούλου του προσώπου
Τοξικό	Φόρμα, γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, ποδιά, κάλυμμα κεφαλής, μάσκα προστασίας	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, κάλυμμα κεφαλής	Φόρμα γάντια, μπότες	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα κεφαλής, αναπνευστική συσκευή ούλου του προσώπου			Φόρμα, γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου
Διαβρωτικό	Φόρμα, γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, ποδιά, μάσκα προστασίας, κάλυμμα κεφαλής	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, κάλυμμα κεφαλής	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, κάλυμμα κεφαλής, μάσκα προστασίας			Φόρμα, γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, ποδιά
Επιβλαβές ή ερεθιστικό	Φόρμα, γάντια, μπότες, κάλυμμα κεφαλής, κάλυμμα κεφαλής	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, κάλυμμα κεφαλής	Φόρμα γάντια, μπότες	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, κάλυμμα κεφαλής, μάσκα προστασίας	Φόρμα, γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, κάλυμμα κεφαλής	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, κάλυμμα κεφαλής, μάσκα προστασίας με φίλτρο	Φόρμα, γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου
Μη ταξινόμητο	Φόρμα γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου	Φόρμα γάντια, μπότες	Φόρμα, μπότες	Φόρμα γάντια, μπότες, μάσκα προστασίας	Φόρμα, γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου	Φόρμα, γάντια, μπότες, κάλυμμα προσώπου, κάλυμμα κεφαλής, μάσκα προστασίας με φίλτρο	Φόρμα, γάντια, μπότες

2. Απαιτούμενες Αδειοδοτήσεις πλοήγησης

Κατηγορία Πτητικής Λειτουργίας :	Ανοικτή			Ειδική	Πιστοποιημένη
	A0	A1	A2		

-- ΜΤΟΜ ΣμηΕΑ -- (κατηγορία ΣμηΕΑ)

C0 & C1 ----- 1 kg -----	*			**	
C2 ----- 4 kg -----		*		**	
C3 & C4 ----- 25 kg -----			*	**	
----- 150 kg -----				*	**
					*

Κατηγορία Άδειας Χειριστού :	UAS Pilot A	UAS Pilot B	UAS Pilot C	UAS Pilot D	UAS Pilot E
	Υποχρεωτική μόνο στη περίπτωση επαγγελματικής χρήσης			Υποχρεωτική σε κάθε περίπτωση	