

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Μεταπτυχιακή Εργασία

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΡΗΤΙΝΗΣ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑ**

του

ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΤΣΙΑΜΑΝΗ

Διπλωματούχου Μηχανολόγου Μηχανικού Πανεπιστημίου Πατρών,
1996

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
«Μεταπτυχιακού Διπλώματος
Ειδίκευσης»

2003



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.:	2424/1
Ημερ. Εισ.:	20-10-2003
Δωρεά:	Συγγραφέως
Ταξιθετικός Κωδικός:	Δ
	658.5
	ΤΣΙ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	3
ΣΚΟΠΟΣ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	4
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ V.P.I.	4
1) Τα προϊόντα	4
2) Παραγωγική ροή	4
3) Οι περιορισμοί	5
4) Ζήτηση	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	8
ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	9
ΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	11
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	11
1) Χρονικός ορίζοντας προγραμματισμού	11
2) Η μορφή του προγράμματος	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	15
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ	15
1) Κύριοι παράμετροι	15
2) Βοηθητικοί παράμετροι	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8	20
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9	30
ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10	32
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ BASIC	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11	33
ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12	37
ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ EXCEL-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	37

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 13	39
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	39
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 14	40
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	40
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	42
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ BASIC	42
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	51
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΟΚ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ BASIC	51
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	56
ΑΛΛΑΓΕΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΕΞΑΜΗΝΟ ΤΟΥ 2003 ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ EXCEL ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΑΠΟ BASIC	56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ	58
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΟΥ CD-ROM	58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης με τίτλο «Σύγχρονοι Μέθοδοι Σχεδιασμού στην Βιομηχανία» στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η εργασία έγινε στο Εργαστήριο Οργάνωσης Παραγωγής υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Γ. Λυμπερόπουλου και σε συνεργασία με τους κ. Δ. Φιλίππου και Δ. Μαλαμούλη, στελεχών της εταιρείας VPI.

Στην εργασία αυτή αναπτύσσεται ένα ευρετικό μαθηματικό μοντέλο και ένα υπολογιστικό πρόγραμμα για τον βέλτιστο προγραμματισμό της βιομηχανίας VPI. Η εργασία αποτελεί μια πρώτη συστηματική προσέγγιση στο πρόβλημα του προγραμματισμού παραγωγής της εν λόγω βιομηχανίας αλλά αφήνει αρκετό δρόμο μέχρι την τελειοποίηση του προγράμματος.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κυρίους Δ. Μαλαμούλη και Δ. Φιλίππου για την συνεργασία τους και ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γ. Λυμπερόπουλο για την βοήθεια και κατανόησή του.

Δημήτρης Τσιαμανής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη του προγραμματισμού της παραγωγής της VPI και η δημιουργία ενός μοντέλου που επιτρέπει τον βέλτιστο προγραμματισμό της. Ο βέλτιστος προγραμματισμός αποσκοπεί στην παραγωγή όλων των διαφορετικών προϊόντων με όσο το δυνατόν λιγότερες αλλαγές της παραγωγής από προϊόν σε προϊόν ούτως ώστε να εξασφαλισθεί η έγκαιρη ικανοποίηση της ζήτησης για όλα τα προϊόντα. Οι όσο το δυνατόν λιγότερες αλλαγές παραγωγής είναι επιθυμητές επειδή εξασφαλίζουν ποιοτικότερα προϊόντα αφού οι παράμετροι που αφορούν την παραγωγή μεταβάλλονται λιγότερες φορές.

Για να επιτευχθεί ο παραπάνω σκοπός κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία ενός προγράμματος σε Ηλεκτρονικό Υπολογιστή. Στόχος είναι το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι χρησιμοποιηθεί πολλαπλά. Αρχικά θα χρησιμοποιηθεί για να βελτιστοποιήσει παραμέτρους που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία έτσι ώστε στη συνέχεια να αποτελέσει εργαλείο στα χέρια του υπεύθυνου παραγωγής απεμπλεκοντάς τον από την χρονοβόρα και αγχωτική διαδικασία της έκδοσης του καθημερινού προγράμματος. Επίσης το συγκεκριμένο πρόγραμμα θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμβουλευτικά στον μακροχρόνιο προγραμματισμό των πόρων που απαιτούνται από την επιχείρηση στο επίπεδο του προγραμματισμού της παραγωγής.

Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι λέγοντας παραγωγική διαδικασία γίνεται αναφορά μόνο στο κομμάτι που σχετίζεται με τον προγραμματισμό παραγωγής και όχι τους μηχανισμούς που υπεισέρχονται στην δημιουργία των προϊόντων και την προμήθεια των πρώτων υλών. Η μελέτη αυτών είναι ευθύνη άλλου επιστημονικού τομέα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ V.P.I.

1) Τα προϊόντα

Η εταιρεία παράγει την πρώτη ύλη για την κατασκευή των φιαλών PET για τις βιομηχανίες ποτών και αναψυκτικών. Παράγει τέσσερα προϊόντα (grades) για κάθε εφαρμογή (νερά, αναψυκτικά κτλ) τα οποία είναι τα εξής:

WG (Water Grade)

SD

FH

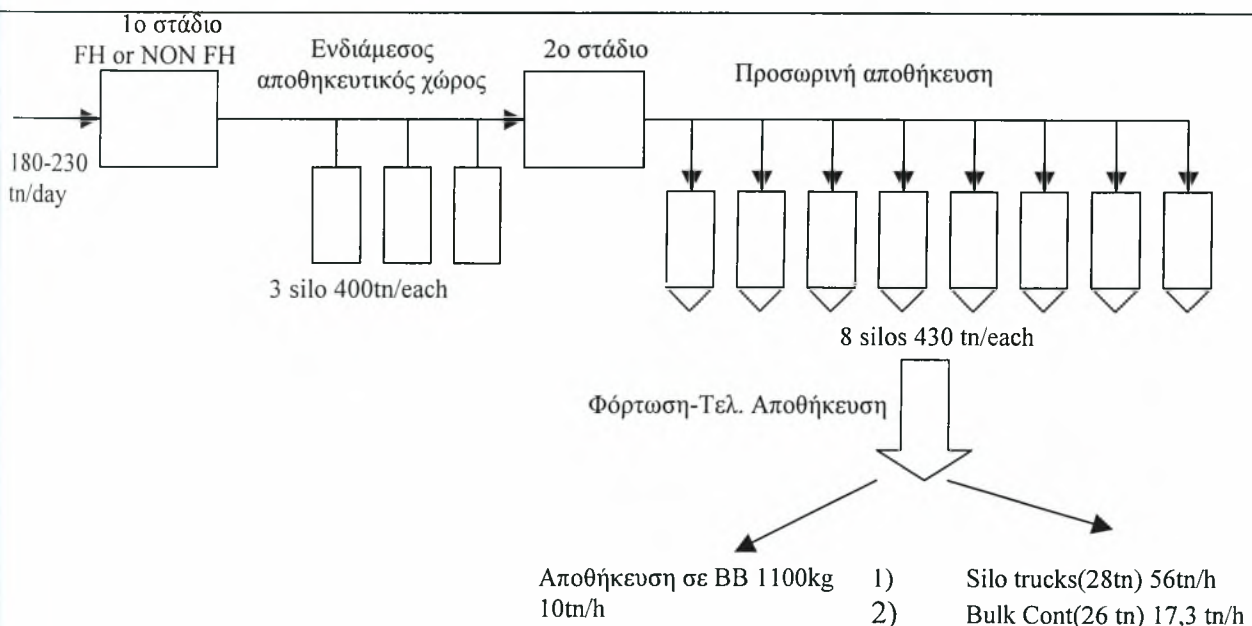
PLUS

Τα προϊόντα διαφοροποιούνται ως προς το χρώμα και το ιξώδες.

2) Παραγωγική ροή

Η παραγωγική διαδικασία είναι μια διαδικασία συνεχούς ροής 24h, 7days, όπου κάθε χρονική στιγμή παράγεται ένα από τα παραπάνω προϊόντα. Αποτελείται από 2 στάδια μεταποίησης της Α' ύλης με ενδιάμεσο αποθηκευτικό χώρο (4 σιλό 400tn/each), το στάδιο της προσωρινής αποθήκευσης (8 σιλό 430tn/each) και τέλος το στάδιο φόρτωσης ή τελικής αποθήκευσης.

Σχηματικά η παραγωγική διαδικασία έχει ως εξής



Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα της παραγωγικής διαδικασίας ο ρυθμός παραγωγής κυμαίνεται από 180-230tn/day αλλά ο ρυθμός αυτός είναι απαραίτητα σταθερός για τουλάχιστον 1 μήνα.

Στο πρώτο στάδιο επιλέγεται αν το προϊόν που θα παραχθεί θα είναι το FH ή ένα από τα υπόλοιπα προϊόντα (NON FH). Στο δεύτερο στάδιο, εφόσον στο πρώτο παράχθηκε FH συνεχίζεται η παραγωγή του, ενώ αν στο πρώτο είχαμε NON FH εκεί γίνεται η διαφοροποίηση σε ένα από τα υπόλοιπα τρία προϊόντα. Στη συνέχεια το προϊόν αποθηκεύεται στα σιλό (διαφορετικό σιλό για κάθε ένα) και από εκεί είτε φορτώνεται κατευθείαν σε 28 tn silo trucks με ρυθμό 56tn/h είτε σε 26tn bulk containers με ρυθμό 17,3tn/h είτε σακιάζεται (τοποθετείται σε σάκους) με τη βοήθεια της σακιστικής μηχανής από εργάτες σε BB (Big Bags 1100kg) για αποθήκευση ή φόρτωση.

Το σάκιασμα γίνεται από ένα άτομο ανά βάρδια (3 βάρδιες/day, 5days/week) εκτός της βραδινής όπου λόγω της μειωμένης επάνδρωσης υποθέτουμε ότι ένα άτομο σακιάζει κατά την διάρκεια της μισής βάρδιας. Επίσης, τα silo trucks φορτώνουν οποιαδήποτε ώρα της ημέρας ενώ τα Bulk cont μοιράζονται την σακιστική μηχανή με τα BB.

3) *Οι περιορισμοί*

Ο πρώτος περιορισμός είναι ότι για λόγους της προμήθειας των Α' υλών ο ρυθμός παραγωγής παραμένει σταθερός για τουλάχιστον ένα μήνα.

Η αποθήκευση για κάθε προϊόν γίνεται σε ξεχωριστό silo.

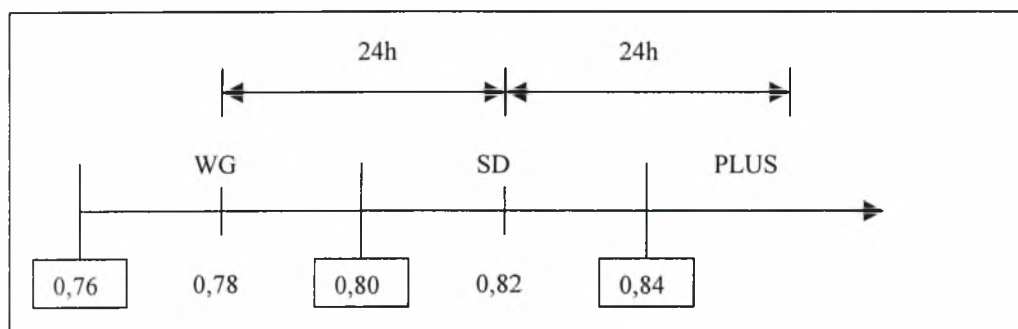
Το σάκιασμα γίνεται από ένα άτομο ανά βάρδια (3 βάρδιες/day, 5days/week) εκτός της βραδινής όπου όπως προαναφέρθηκε υποθέτουμε ότι ένα άτομο σακιάζει κατά την διάρκεια της μισής βάρδιας. Επίσης, τα silo trucks φορτώνουν οποιαδήποτε ώρα της ημέρας ενώ τα Bulk cont μοιράζονται την σακιστική μηχανή με τα BB..

Επίσης περιοριστικός παράγοντας είναι η αλλαγή από προϊόν σε προϊόν. Όπως έχει ειπωθεί η διαφοροποίηση των προϊόντων οφείλεται στο διαφορετικό ιξώδες. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η διαφοροποίηση.

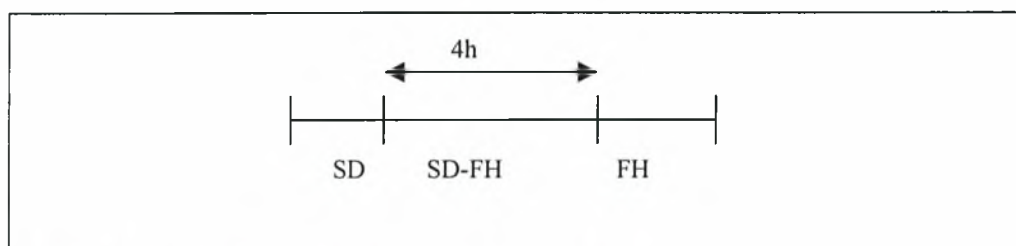
Όπως φαίνεται από το σχήμα 2 ή μετάβαση από το ένα προϊόν στο άλλο στο δεύτερο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να γίνει αποκλειστικά με την ακόλουθη αλληλουχία:

WG-SD-PLUS-SD-WG

Η πλήρης μετάβαση από την μέση τιμή του ενός προϊόντος στην μέση τιμή του άλλου παίρνει 24h παρόλα αυτά υπάρχουν οριακές τιμές στις οποίες η μετάβαση θεωρείται ακαριαία.



Σχήμα 2 Αλλαγή προϊόντος στο δεύτερο στάδιο



Σχήμα 3. Αλλαγή προϊόντος στο πρώτο στάδιο.

Στο πρώτο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας η μετάβαση είναι πιο δύσκολη. Η μετάβαση παίρνει 4 ώρες (σχήμα 3) αλλά το ενδιάμεσο προϊόν που παράγεται λόγω χρώματος αποτελεί ξεχωριστό προϊόν το οποίο έχει ελάχιστους αγοραστές. Έτσι στην μετάβαση από SD σε FH και ξανά σε SD παράγονται περίπου 70-80 tn ενδιάμεσου προϊόντος SD-FH γι' αυτό αυτές οι μεταβάσεις πρέπει να αποφεύγονται.

4) Ζήτηση

Η συνολική ζήτηση των προϊόντων ανέρχεται στους 76000tn/year αλλά δεν είναι γνωστή η κατανομή ανά προϊόν. Είναι γνωστό ότι η ζήτηση είναι εποχική, κατά μέσο

όρο φορτώνουν 10-24 silo trucks/week, και ότι περίπου το 50% ζητείται σε φορτηγά και το άλλο 50% σε BB. Παρόλα αυτά η ζήτηση είναι γνωστή με ακρίβεια για την επόμενη εβδομάδα και με 70% αξιοπιστία για τον επόμενο μήνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Όλα τα προγράμματα στηρίζονται σε κάποιες σταθερές και σε κάποιες παραδοχές που είτε ισχύουν και στην πράξη είτε γίνεται δεκτή η ισχύς τους ώστε να απλοποιηθεί το πρόβλημα. Φυσικά όλα αυτά εξαρτώνται από τη φύση του προβλήματος.

Στο συγκεκριμένο πρόβλημα σταθερά θεωρούνται μεγέθη που έχουν σχέση με την δυναμικότητα και την συνεχή παραγωγική διαδικασία του εργοστασίου. Αυτά αναφέρονται αναλυτικά στο κεφάλαιο «Παραμετροποίηση», παράγραφος 1) Κύριοι παράμετροι Α) Σταθερές, όπου φαίνονται και οι αντίστοιχες σταθερές τιμές τους.

Η σημαντικότερη παραδοχή που λαμβάνεται υπόψη στον προγραμματισμό είναι ότι το εργοστάσιο παράγει τρία κύρια προϊόντα (SD, WG, FH) και ένα ενδιάμεσο (SD-FH)

Μια επίσης σημαντική παραδοχή η οποία γίνεται για διευκόλυνση του προγραμματισμού και δεν ισχύει στην πράξη είναι ο τρόπος αποθήκευσης των προϊόντων στα silo. Όλο το πρόγραμμα έχει «στηθεί» με τη λογική ότι όταν ένα προϊόν αποθηκεύεται στα silo, πρώτα γεμίζει πλήρως το ένα και μετά η αρχίζει η αποθήκευσή του στο δεύτερο. Το ίδιο ισχύει και κατά το άδειασμα των silo. Αδειάζει πρώτα πλήρως το silo με την λιγότερη ποσότητα προϊόντος και μετά αδειάζει ένα γεμάτο. Αυτή η λογική φαίνεται στο κεφάλαιο «Μαθηματικό μοντέλο» στην παράγραφο 15. Αυτό στην πραγματικότητα δεν ισχύει γιατί το εργοστάσιο για διαφόρους λόγους (π.χ. ποιότητας ή αδυναμίας σωστής μέτρησης) μπορεί να αρχίσει να γεμίζει δεύτερο silo από κάποιο προϊόν ενώ το πρώτο να μην έχει γεμίσει.

Ο χρόνος της σακιστικής μηχανής μοιράζεται στο σάκιασμα των BB και στην φόρτωση των Bulk Container. Αυτή παραδοχή λαμβάνεται υπόψη στον προγραμματισμό και μάλιστα αποτελεί καθημερινή πρακτική.

Τέλος η αλληλουχία παραγωγής των προϊόντων λαμβάνεται υπόψη στον προγραμματισμό. Έτσι η αλληλουχία παραγωγής προϊόντων μπορεί να είναι:

Από SD σε WG και αντίστροφα χωρίς πρόβλημα, από SD σε FH και αντίστροφα μόνο με παραγωγή του ενδιάμεσου SD-FH για μισή βάρδια και από WG σε FH μόνο με την προϋπόθεση παραγωγής SD για τρεις βάρδιες (σχέδια 2 και 3).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο «Σκοπός» σκοπός του προγράμματος είναι να δίνει μια τέτοια αλληλουχία παραγωγής προϊόντων που κατά πρώτον να καλύπτεται η ζήτηση και κατά δεύτερον να γίνονται οι λιγότερες δυνατές αλλαγές από προϊόν σε προϊόν.

Ο παράγοντας που περισσότερο επηρεάζει τις αλλαγές της παραγωγής εκτός από τη ζήτηση, είναι το στοκ του προϊόντος. Στο συγκεκριμένο πρόβλημα ορίζονται \max και \min στοκ ασφαλείας. Το \min φυσικά για να καλύψει μια υπερβολική ζήτηση και το \max λόγω του περιορισμένου αριθμού των silo. Στην περίπτωση αυτή επειδή υπάρχουν δύο τύποι ζήτησης (από silo και από Big Bags) ορίζονται \min και \max στοκ ασφαλείας και για silo και για Big Bags για κάθε προϊόν. Έτσι, υψηλές τιμές \min στοκ θα οδηγούσαν σε περισσότερες αλλαγές προϊόντος και χαμηλές τιμές σε κίνδυνο μη ικανοποίησης της παραγωγής. Επίσης η προσπάθεια τήρησης μεγάλου \max στοκ σε silo θα οδηγούσε σε περιπτώσεις ανεπάρκειας των silo. Ο ρόλος που καλείται να παίζει το πρόγραμμα είναι ενός εργαλείου που θα βελτιστοποιήσει τα στοκ ασφαλείας του κάθε προϊόντος. Είναι κατανοητό ότι η προσοχή στράφηκε στο τελευταίο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας δηλαδή στην αποθήκευση στα σιλό S2.

Η λογική του προγράμματός είναι πολύ απλή: Να εισάγει ο υπεύθυνος παραγωγής την ζήτηση των προϊόντων και το πρόγραμμα να του δίνει τους χρόνους παραγωγής και σακίασματος για κάθε προϊόν καθώς και κάποιες πληροφορίες σχετικά με υπερωρίες σακιστικής και αριθμό αλλαγών. Αυτή η απλή λογική προϋποθέτει την εξής διαδικασία.

Όπως φαίνεται στο κεφάλαιο «Μαθηματικό Μοντέλο» στα πρώτα 5 βήματα υπολογίζεται η αναγκαία παραγωγή του κάθε προϊόντος για να καλυφθεί η ζήτηση και το στοκ ασφαλείας. Μέσα σ' αυτά τα βήματα γίνεται και έλεγχος αν η παραγωγή επαρκεί να καλύψει και την ζήτηση και το στοκ. Αν δεν επαρκεί, τότε πρόκειται για μια περίοδο με αυξημένη ζήτηση οπότε το στοκ ασφαλείας καλείται να παίζει το ρόλο του και για την συγκεκριμένη περίοδο καλύπτεται μόνο η ζήτηση.

Συνήθως η παραγωγή όχι μόνο επαρκεί για να καλύψει ζήτηση μιας περιόδου και στοκ ασφαλείας αλλά «περισεύει» και χρόνος. Αυτή η περίσσεια χρόνου είναι ανεπιθύμητη γιατί ένας από τους περιορισμούς που θέτει η παραγωγική διαδικασία είναι το ότι απαγορεύεται να σταματήσει η παραγωγή προϊόντων. Έτσι από τα βήματα 5.1 έως και 8 του επομένου κεφαλαίου υπάρχουν οι μηχανισμοί που διανέμουν τον χρόνο που περισσεύει στο προϊόν που παραγόταν την προηγούμενη περίοδο. Έτσι συνεχίζεται η παραγωγή του ίδιου προϊόντος και δεν προκαλείται μια επιπλέον αλλαγή προϊόντος. Βέβαια υπάρχουν και περιπτώσεις όπου το προϊόν που παραγόταν στο τέλος της προηγούμενης περιόδου δεν έχει άλλο διαθέσιμο χρόνο παραγωγής, γιατί έχει φτάσει το max στοκ ασφαλείας. Σ' αυτή την περίπτωση ο χρόνος διανέμεται στο προϊόν που απαιτείται να παραχθεί (και έχει διαθέσιμο χρόνο μεγαλύτερο από 21 βάρδιες) ή αν δεν απαιτείται η παραγωγή κανενός σε εκείνο που έχει τον μεγαλύτερο διαθέσιμο χρόνο παραγωγής, με τη λογική ότι είναι αυτό που έχει το μεγαλύτερο λόγο μέσης ζήτησης προς απόθεμα την συγκεκριμένη περίοδο.

Στη συνέχεια, αφού έχουν υπολογιστεί οι χρόνοι παραγωγής του κάθε προϊόντος είναι εύκολο να υπολογιστούν οι βάρδιες σακιάσματος έτσι ώστε να εξασφαλίζεται το min στοκ σε σάκους και λιγότερο από το max στοκ στα silo.

Τέλος υπολογίζονται τα στοκ σε σάκους και silo στο τέλος της περιόδου, καθώς οι υπερωρίες τις σακιστικής μηχανής ανά περίοδο αλλά και συνολικά μέχρι την περίοδο που έχει τρέξει το πρόγραμμα. Το σημαντικότερο μέγεθος που υπολογίζεται είναι οι συνολικές αλλαγές προϊόντων μέχρι την περίοδο του έχει τρέξει το πρόγραμμα.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η παραπάνω λογική εφαρμόζεται στα τρία πρώτα προϊόντα χωρίς καμία διαφορά. Η διαφορά βρίσκεται στον χρόνο παραγωγής του κάθε προϊόντος, και αυτό γιατί υπάρχουν διαφορετικοί περιορισμοί στην αλληλουχία παραγωγής τους. Μόνο στο τέταρτο προϊόν (SD-FH) διαφοροποιείται η λογική αυτή. Και αυτό γιατί το SD-FH δεν είναι ένα προϊόν που ζητείται αλλά ένα προϊόν που παράγεται αναγκαστικά όταν από SD αλλάζουμε σε FH. Έτσι το συγκεκριμένο προϊόν θα αντιμετωπιστεί σαν ένα προϊόν με μηδενική ζήτηση και με χρόνο παραγωγής 0,5βάρδιες (είναι ο χρόνος που απαιτείται για την αλλαγή από SD σε FH) κάθε φορά που γίνεται αλλαγή από SD σε FH ή από FH σε SD.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Το πρόγραμμα για να ανταποκρίνεται στην παραγωγική διαδικασία της VPI αναπτύχθηκε για τρία κύρια προϊόντα: το SD το WG το FH. Το SD-FH θα αντιμετωπιστεί σαν ένα κανονικό προϊόν που παράγεται όταν απαιτείται αλλαγή από SD σε FH. Βέβαια το πρόγραμμα γράφτηκε έτσι ώστε, και περισσότερα προϊόντα να παράξει το εργοστάσιο, με πολύ μικρές αλλαγές να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε αριθμό προϊόντων.

Έτσι λοιπόν οι έξοδοι του προγράμματος είναι στοιχεία και πληροφορίες που είναι απολύτως απαραίτητες για τον προγραμματισμό της παραγωγής. Αυτά είναι:

- A) Ο χρόνος παραγωγής του κάθε προϊόντος για κάθε χρονική μονάδα που εκτελείται το πρόγραμμα.
- B) Ο χρόνος σακιάσματος του κάθε προϊόντος για κάθε χρονική μονάδα που εκτελείται το πρόγραμμα.
- Γ) Αν ο ρυθμός παραγωγής είναι αρκετός για την κάλυψη της ζήτησης.
- Δ) Αν τα διαθέσιμα σιλό αρκούν για την αποθήκευση των παραγόμενων προϊόντων
- E) Αν η σακιστική μηχανή αρκεί για το σάκιασμα των προϊόντων.
- Στ) Αν απαιτούνται υπερωρίες προσωπικού στη σακιστική μηχανή.

Αντίστοιχα οι είσοδοι στο πρόγραμμα είναι μόνο οι πρόβλεψη για τις πραγματικές ζητήσεις.

1) Χρονικός ορίζοντας προγραμματισμού

Με την έννοια χρονικός ορίζοντας προγραμματισμού ορίζεται το χρονικό διάστημα (σε βάρδιες) της περιόδου για το οποίο το πρόγραμμα κάνει τον προγραμματισμό της παραγωγής. Ο χρόνος αυτός επιλέχθηκε να είναι οι 21 βάρδιες.

$$1 \text{ περίοδος προγραμματισμού} = 21 \text{ βάρδιες} = 1 \text{ εβδομάδα.}$$

Αρχικά είχε επιλεχθεί ως χρόνος προγραμματισμού οι 3 βάρδιες αλλά πρακτικοί λόγοι οδήγησαν στις 21 βάρδιες. Οι λόγοι αυτοί είναι:

Α) Ο προγραμματισμός σε 3 βάρδιες θα απαιτούσε καθημερινή απασχόληση του υπεύθυνου προγραμματισμού με το πρόγραμμα. Αυτό λόγω φόρτου εργασίας πολλές φορές είναι αδύνατο ίσως και βαρετό και θα το καθιστούσε ένα αδύναμο εργαλείο, το οποίο τελικά θα έμενε ανενεργό.

Β) Κάποιες ατέλειες του προγράμματος (οι οποίες θα αναφερθούν στα συμπεράσματα) καθώς και καθημερινά απρόοπτα συμβάντα της παραγωγής το καθιστούν σύμβουλό για τον προγραμματισμό και όχι πανάκεια. Έτσι μερικές φορές χρειάζεται διόρθωση στα αποτελέσματα που εξάγει. Σε καθημερινή βάση προγραμματισμού η χρήση του και ο έλεγχος του μάλλον θα αποτελούσε έναν επιπλέον «μπελά» παρά «βοηθό».

Γ) Η ζήτηση των προϊόντων για μία εβδομάδα θεωρείται γνωστή με ακρίβεια οπότε ο προγραμματισμός για 21 βάρδιες είναι εφικτός.

Έτσι η επιλογή των 21 βαρδιών σαν χρονικό ορίζοντα προγραμματισμού αφενός απεμπλέκει τον αρμόδιο από την καθημερινή ενασχόληση και αφετέρου κάνει τα αποτελέσματα λιγότερο ευαίσθητα στα καθημερινά απρόοπτα και στις αδυναμίες του προγράμματος. Επίσης βοηθάει υπολογιστικά στην χρήση του προγράμματος για τον μακροχρόνιο υπολογισμό πόρων.

Πολύ εύκολα μεταβάλλοντας κάποιες σταθερές παραμέτρους μπορεί να αλλάξει και ο χρονικός ορίζοντας προγραμματισμού αν αυτό απαιτηθεί.

2) *Η μορφή του προγράμματος*

Το πρόγραμμα επιλέχθηκε για λόγους οικονομίας χρόνου αλλά και γνώσης να γίνει στο γνωστό περιβάλλον των Windows και ιδιαίτερα στο Excel. Η αρχική αυτή επιλογή τελικά αποδείχτηκε σωστή στο μέρος του προγράμματος που αφορά τον εβδομαδιαίο προγραμματισμό.

Η μορφή του προγράμματος για κάθε περίοδο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η οθόνη χωρίζεται σε 4 περιοχές διαφορετικού χρώματος. Τα λευκά κελιά είναι η περιοχή εισαγωγής δεδομένων, όπου εισάγεται η ζήτηση ανά προϊόν και τύπο

ζήτησης για την επόμενη εβδομάδα. Στα γαλάζια κελιά είναι ουσιαστικά τα αποτελέσματα του προγράμματος όπου στην πρώτη σειρά προκύπτουν οι βάρδιες που πρέπει να παραχθεί το κάθε προϊόν και στην τρίτη οι βάρδιες που πρέπει να σακιαστεί το κάθε προϊόν. Η μεσαία σειρά , η οποία στο σχήμα είναι κενή, είναι μια σειρά μηνυμάτων που μας ειδοποιεί όταν κάτι που δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί από το πρόγραμμα συμβαίνει. Στα ροζ κελιά δίνονται πληροφορίες για το απόθεμα του κάθε προϊόντος στο τέλος της εβδομάδας και τον αριθμό των σιλό που καταλαμβάνει το κάθε προϊόν. Τέλος στα κίτρινα κελιά δίνονται γενικές πληροφορίες που αφορούν την συνολική πορεία του προγραμματισμού της παραγωγής.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ 26 ^η				
Προϊόν	SD	WG	FH	SD-FH
Ζήτηση Big Bags	375,1	5/0,6	0	0
Ζήτηση Silo Trucks	0	201,55	190,59	0
Ζήτηση Bulk Container	166,55	0	307,56	0
Παραγωγή (Βάρδιες)	0,0	0,0	21,0	0,0
Σάκιασμα (βάρδιες)	1,0	0,0	2,6	0,4
Απόθεμα SILO	1042	447	860	0
Απόθεμα Big Bags	500	2264	3627	417
Silo σε χρήση	3	2	2	0
Συνολικές Αλλαγές Προϊόντων	14			
Συνολικές Υπερωρίες Σακιστικής	5,5			

Σχήμα 4. Μορφή του προγράμματος Excel για μια χρονική περίοδο.

Στην κορυφή της φύλου Excel υπάρχου δύο περιοχές (οι οποίες δεν φαίνονται στο παραπάνω σχήμα). Η πρώτη με κίτρινο χρώμα στην οποία έχουν εισαχθεί τα σταθερά χαρακτηριστικά της παραγωγής τα οποία και δεν αλλάζουν και η δεύτερη με πράσινο στην οποία εισάγονται τα στοκ ασφαλείας

Όσον αφορά τον μακροχρόνιο προγραμματισμό πόρων η χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος σε Excel θα αποτελούσε μια χρονοβόρα διαδικασία χωρίς τη δυνατότητα εκτέλεσης διαφόρων σεναρίων ζήτησης. Αυτό συμβαίνει γιατί για κάθε σενάριο στο Excel (τουλάχιστον στην παρούσα μορφή του προγράμματος) απαιτείται την εισαγωγή της ζήτησης, του κάθε προϊόντος, για κάθε περίοδο, με το χέρι. Αυτή η ανάγκη οδήγησε στην δημιουργία του ενός προγράμματος (ο ίδιος αλγόριθμος όπως και στο Excel) σε περιβάλλον Basic. Σε Basic υπάρχει η

δυνατότητα με την εισαγωγή μιας μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης ζήτησης, για κάθε προϊόν, να προκύψουν τυχαίες τιμές ζήτησης (βασιζόμενες στην μέση τιμή και τυπική απόκλιση) για κάθε περίοδο, για όσες περιόδους θέλουμε, με το πάτημα ενός πλήκτρου. Το πρόγραμμα σε Basic χρησιμοποιήθηκε και για την βελτιστοποίηση κάποιων παραμέτρων που λαμβάνονται υπόψη στο πρόγραμμα του Excel.

Έτσι τελικά προέκυψαν δύο μορφές του ίδιου προγράμματος μια σε Excel για τον εβδομαδιαίο προγραμματισμό και μια σε Basic για τον μακροχρόνιο προγραμματισμό πόρων και το τρέξιμο διαφόρων σεναρίων ζήτησης.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 7

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Για να φτιαχτεί ένα μαθηματικό μοντέλο απεικόνισης της παραγωγικής διαδικασίας ορίζονται οι παράμετροι, οι οποίοι ορίζουν το πρόβλημα με ακρίβεια. Οι παράμετροι αυτοί ονομάζονται **κύριοι παράμετροι**. Από μόνοι τους αυτοί οι παράμετροι δεν είναι ικανοί να δώσουν την λύση του προβλήματος. Έτσι ορίζεται μια σειρά παραμέτρων οι οποίοι ονομάζονται **βοηθητικοί παράμετροι** και χρησιμοποιούνται για την λύση στον H/Y.

Πρέπει να τονιστεί σ' αυτό το σημείο ότι οι παράμετροι με τον συμβολισμό που θα δοθεί παρακάτω εμφανίζονται μόνο στο Basic πρόγραμμα αφού στο Excel προτιμήθηκε η περιγραφή τους.

1) Κύριοι παράμετροι

Και σ' αυτήν την κατηγορία υπάρχει περαιτέρω διαχωρισμός στις σταθερές παραμέτρους, στις παραμέτρους εισόδου και στις παραμέτρους εξόδου.

A) Σταθεροί παράμετροι

Είναι οι παράμετροι που οι τιμές τους είναι πλήρως καθορισμένες και δεσμευτικές από την παραγωγική διαδικασία:

- P = 67 th/βάρδια. Ο ρυθμός παραγωγής ανεξαρτήτως προϊόντος θεωρείται σταθερός ανά πάσα χρονική στιγμή. (Στην πράξη μπορεί να μεταβληθεί από 60-75th/βάρδια αλλά στόχος είναι να παραμένει σταθερός).
- b 21 βάρδιες παραγωγής/εβδομάδα. Καθορίζεται το ότι το εργοστάσιο παράγει σε τρεις βάρδιες ημερησίως.
- bs 15 βάρδιες σακιάσματος/εβδομάδα. Καθορίζεται ότι η σακιστική μηχανή δουλεύει τρεις βάρδιες την ημέρα, πέντε ημέρες την εβδομάδα.
- by 21 βάρδιες σακιάσματος/εβδομάδα. Καθορίζεται ότι η σακιστική μηχανή δουλεύει με υπερωρίες τρεις βάρδιες την ημέρα, επτά ημέρες την εβδομάδα.

- Pbb 80 th/βάρδια. Ο ρυθμός σακίασματος στην σακιστική μηχανή.
 Pbc 138,4 th/βάρδια. Ο ρυθμός φόρτωσης των Bulk Container.
 S2 8. Ο αριθμός των διαθέσιμων Silo.

B) Παράμετροι εισόδου

Είναι οι παράμετροι που δέχεται σαν είσοδοι το σύστημα ώστε να δώσει τα αποτελέσματα. Στην ουσία αυτοί οι παράμετροι είναι δύο τύπων. Είναι οι εβδομαδιαίες ζητήσεις του κάθε προϊόντος (οι οποίες και θεωρούνται γνωστές στην αρχή της και εβδομάδας) και τα στοκ ασφαλείας του κάθε προϊόντος. Τα στοκ ασφαλείας εισάγονται μια φορά κατά την έναρξη της χρήσης του προγράμματος και αποτελούν σημαντικό παράγοντα στο να μας δώσει βέλτιστη παραγωγική ροή το πρόγραμμα. Γι' αυτό το λόγο γι' αυτές τις παραμέτρους θα γίνει ιδιαίτερη μνεία σε παρακάτω κεφάλαιο με τίτλο βελτιστοποίηση παραμέτρων.

- s2(i,0) :(tn) το στοκ σε silo του i προϊόντος κατά την έναρξη εκτέλεσης του προγράμματος δηλαδή τη χρονική περίοδο 0.
 bb(i,0) :(tn) το στοκ σε Big Bags του i προϊόντος κατά την έναρξη εκτέλεσης του προγράμματος δηλαδή τη χρονική περίοδο 0.
 dbb(i,t) :(tn) η ζητούμενη ποσότητα του i προϊόντος σε Big Bags τη χρονική περίοδο t
 dst(i,t) :(tn) η ζητούμενη ποσότητα του i προϊόντος σε Silo Truck τη χρονική περίοδο t.
 dbc(i,t) :(tn) η ζητούμενη ποσότητα του i προϊόντος σε Bulk Container τη χρονική περίοδο t.
 ss2mx(i) :(tn) το maximum στοκ του i προϊόντος σε σιλό ανά πάσα χρονική περίοδο
 ss2(i) :(tn) το minium στοκ του i προϊόντος σε σιλό ανά πάσα χρονική περίοδο
 sbbmx(i) :(tn) το maximum στοκ του i προϊόντος σε Big Bags ανά πάσα χρονική περίοδο
 sbb(i) :(tn) το minium στοκ του i προϊόντος σε Big Bags ανά πάσα χρονική περίοδο.

Γ) Παράμετροι εξόδου

Είναι οι έξοδοι του προγράμματος και στην ουσία τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στην πράξη στην παραγωγική διαδικασία.

$P(i,t)$	βάρδιες παραγωγής του προϊόντος i κατά την χρονική περίοδο t
$Pbb(i,t)$	βάρδιες σακίασματος του προϊόντος i κατά την χρονική περίοδο t
ch	αλλαγές από προϊόν σε προϊόν της παραγωγικής διαδικασίας μέχρι τη χρονική περίοδο που έχει τρέξει το πρόγραμμα
$sbvrt$	αθροιστικά οι υπερωρίες μέχρι τη χρονική περίοδο που έχει τρέξει το πρόγραμμα.
ipr	αθροιστικά οι φορές που η παραγωγή είναι ανεπαρκής να καλύψει τη ζήτηση μέχρι τη χρονική περίοδο που έχει τρέξει το πρόγραμμα (στην Basic. Στο Excel εμφανίζεται γραπτό μήνυμα κειμένου σε κάθε περίοδο).
ibm	αθροιστικά οι φορές που η σακιστική μηχανή είναι ανεπαρκής να καλύψει το απαιτούμενο σάκισμα μέχρι τη χρονική περίοδο που έχει τρέξει το πρόγραμμα (στην Basic. Στο Excel εμφανίζεται γραπτό μήνυμα κειμένου σε κάθε περίοδο).
isn	αθροιστικά οι φορές που τα silo είναι ανεπαρκή να καλύψουν το απόθεμα όλων των προϊόντων μέχρι τη χρονική περίοδο που έχει τρέξει το πρόγραμμα (στην Basic. Στο Excel εμφανίζεται γραπτό μήνυμα κειμένου σε κάθε περίοδο).

2) *Βοηθητικοί παράμετροι*

Όπως έχει γραφτεί σε προηγούμενο κεφάλαιο οι παράμετροι αυτοί ορίστηκαν για να αποκτήσει μια απλούστερη δομή το πρόγραμμα και να είναι πιο εύκολος και αποτελεσματικός ο έλεγχος της λειτουργίας του προγράμματος κατά τις δοκιμές. Οι παράμετροι αυτοί είναι:

$P1(i,t)$	(βάρδιες) ο απαιτούμενος χρόνος παραγωγής του i προϊόντος την περίοδο t για να καλυφθεί η ζήτηση καθώς και το στοκ ασφαλείας.
$P2(i,t)$	(βάρδιες) ο απαιτούμενος χρόνος παραγωγής του i προϊόντος την περίοδο t για να καλυφθεί μόνο η ζήτηση (όχι το στοκ ασφαλείας).
$P3(i,t)$	(βάρδιες) μεταβλητή που ορίζει αν θα καλυφθεί το στοκ ασφαλείας η όχι ανάλογα με τις δυνατότητες της παραγωγής την χρονική περίοδο t .

- P4(i,t) (βάρδιες) ο απαιτούμενος χρόνος παραγωγής του i προϊόντος την περίοδο t για να καλυφθεί η ζήτηση από Silo καθώς και το στοκ ασφαλείας των Silo.
- P4.1(i,t) (βάρδιες) ο απαιτούμενος χρόνος παραγωγής του i προϊόντος την περίοδο t για να καλυφθεί **μόνο** η ζήτηση από Silo (όχι το στοκ ασφαλείας των Silo).
- P5(i,t) (βάρδιες) ο ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος παραγωγής του i προϊόντος την περίοδο t.
- y1 (μετρητής). Μετράει των αριθμό των προϊόντων που είναι απαραίτητο να παραχθούν την χρονική περίοδο t.
- P5.1(i,t) (βάρδιες) ο maximum επιτρεπόμενος χρόνος παραγωγής του i προϊόντος την περίοδο t (καθορίζεται από το max στοκ ασφαλείας).
- P5.2(i,t) =P5.1(i,t)(βάρδιες) αν το i προϊόν παραγόταν στην περίοδο t-1
- r (μετρητής). Μετράει των αριθμό των προϊόντων που παραγόταν την χρονική περίοδο t-1.
- x(t) η max τιμή από τα P5.2(i,t).
- z η max τιμή από τα P5.1(i,t).
- P6(i,t) (βάρδιες) ο χρόνος παραγωγής του i προϊόντος την περίοδο t εφόσον η συνολική απαιτούμενη παραγωγή (sumP5(t)=0) είναι 0
- P7(i,t) (βάρδιες) ο χρόνος παραγωγής του i προϊόντος την περίοδο t εφόσον η συνολική απαιτούμενη παραγωγή (sumP5(t)) είναι διάφορη του 0
- sumP7(t) (βάρδιες) το άθροισμα του απαιτούμενου χρόνου παραγωγής όλων των προϊόντων την περίοδο t. εφόσον η συνολική απαιτούμενη παραγωγή (sumP5(t)) είναι διάφορη του 0
- sumP(t) (βάρδιες) το άθροισμα του τελικού χρόνου παραγωγής όλων των προϊόντων την περίοδο t.
- w(t) (μετρητής). Μετράει των αριθμό των προϊόντων που παραγόνται την χρονική περίοδο t.
- PBBB(i,t) (βάρδιες) ο χρόνος σακιάσματος του i προϊόντος την περίοδο t λόγω έλλειψης σάκων
- PBBS(i,t) (βάρδιες) ο χρόνος σακιάσματος του i προϊόντος την περίοδο t λόγω πλήρωσης του max αριθμού silo.
- PBB1(i,t) (βάρδιες) ο αναγκαίος χρόνος σακιάσματος του i προϊόντος την περίοδο t.



PRB(i,t)	(βάρδιες) Χρόνος σακίασματος σε περίπτωση που ο αναγκαίος ξεπερνά την ικανότητα της σακιστικής μηχανής.
s(i,t)	ο αριθμός των silo που καταλαμβάνει το i προϊόν την χρονική περίοδο t
c1(t)	παίρνει την τιμή 0 αν μεταξύ της περιόδου t-1 και t δεν υφίσταται αλλαγή προϊόντος και την τιμή 1 αν υφίσταται.
sch2	αλλαγές προϊόντων μεταξύ όλων των χρονικών περιόδων
w2	αλλαγές προϊόντων μέσα στις χρονικές περιόδους για όλες τις χρονικές περιόδους.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 8

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Με την βοήθεια των παραμέτρων και της λογικής που αναφέρθηκε μπορεί πλέον η παραγωγική διαδικασία να περιγραφεί μαθηματικά από ένα σύνολο εξισώσεων που εκφράζουν τους περιορισμούς αλλά και τις απαιτήσεις της παραγωγής. Οι παρακάτω εξισώσεις υπάρχουν στο πρόγραμμα του Excel αλλά ακριβώς οι ίδιες χρησιμοποιήθηκαν και στο πρόγραμμα που φτιάχτηκε στην Basic.

Πριν αρχίσει το πρόγραμμα να εκτελείται, πριν την χρονική περίοδο $t=0$ πρέπει να γίνει η εισαγωγή των εξής δεδομένων. Max και min αποθέματα σε σάκους και silo για κάθε προϊόν καθώς και αποθέματα έναρξης ($s2(i,0)$, $bb(i,0)$). Από εκεί και πέρα το μόνο που είναι απαραίτητο να εισάγεται σε κάθε περίοδο είναι οι ζητήσεις του κάθε προϊόντος για κάθε περίοδο. Στη συνέχεια γίνονται οι παρακάτω έλεγχοι και υπολογισμοί σε κάθε περίοδο.

1) Ο πρώτος έλεγχος που γίνεται είναι αν τα αποθέματα της προηγούμενης περιόδου ($t-1$) φτάνουν να καλύψουν τη ζήτηση και το στοκ ασφαλείας της επόμενης περιόδου (t). Αν όχι προκύπτει ο απαιτούμενος χρόνος παραγωγής του κάθε προϊόντος $P1(i,t)$

$$P1(i,t) = \begin{cases} (DST(i,t) + DBC(i,t) + DBB(i,t) + sbb(i) + ss2(i) - s2(i,t-1) - bb(i,t-1)) / P \\ \text{if } DST(i,t) + DBC(i,t) + DBB(i,t) + sbb(i) + ss2(i) - s2(i,t-1) - bb(i,t-1) > 0 & i = 1,2, \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

$$\text{sum}P1(t) = \sum_i P1(i,t)$$

Η τελευταία εξίσωση μας δίνει το συνολικό χρόνο (βάρδιες) για κάθε χρονική περίοδο που απαιτείται παραγωγή προϊόντων ώστε να καλυφθεί η ζήτηση και το στοκ ασφαλείας

2) Ο δεύτερος έλεγχος είναι μερικός έλεγχος του πρώτου. Υπολογίζει τους χρόνους παραγωγής του κάθε προϊόντος για να καλυφθούν μόνο οι ζητήσεις και όχι τα στοκ ασφαλείας.

$$P2(i, t) = \begin{cases} (DST(i, t) + DBC(i, t) + DBB(i, t) - s2(i, t-1) - bb(i, t-1)) / P \\ \text{if } DST(i, t) + DBC(i, t) + DBB(i, t) - s2(i, t-1) - bb(i, t-1) > 0 \quad i = 1, 2, 3, \\ 0 \text{ else} \end{cases}$$

3) Ο έλεγχος αυτός γίνεται ώστε να διαπιστωθεί αν η παραγωγή έχει την δυνατότητα να καλύψει και την ζήτηση και το στοκ. Αν δηλαδή $sumP1(t) > b$ ή $< b$. Σε περίπτωση που δεν επαρκεί να καλύψει και το στοκ ασφαλείας αναγκαστικά για την συγκεκριμένη περίοδο θα καλύψει μόνο την ζήτηση. Έτσι:

$$P3(i, t) = \begin{cases} P1(i, t) & \text{if } sumP1(t) \leq b \\ P2(i, t) & \text{else} \end{cases} \quad i = 1, 2, 3$$

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω έλεγχοι αν και είναι γενικοί και εξασφαλίζουν ότι η συνολική ζήτηση καλύπτεται δεν εξασφαλίζουν ότι οι μερικές ζητήσεις καλύπτονται επίσης. Έτσι είναι πιθανό ενώ η συνολική ζήτηση (σε BB, BC, ST) να καλύπτεται η ζήτηση από Silo να μην καλύπτεται. Για παράδειγμα για το i προϊόν τα αποθέματα σε $s2(i, t-1) = 500tn$ και $bb(i, t-1) = 1000tn$ και η ζήτηση $DBC(i, t) = 300tn$, $DST(i, t) = 300tn$, και $DBB(i, t) = 400tn$. Είναι φανερό ότι η συνολική ζήτηση ικανοποιείται χωρίς την παραγωγή προϊόντος όμως η ζήτηση από τα silo κάνει υποχρεωτική την παραγωγή του i προϊόντος. Έτσι εισάγεται ο επόμενος έλεγχος:

4) Ο έλεγχος αυτός εξασφαλίζει ότι το απόθεμα μόνο σε silo εξασφαλίζει την κάλυψη της ζήτησης από σιλοφόρα, container και στοκ ασφαλείας.

$$P4(i, t) = \begin{cases} (DST(i, t) + DBC(i, t) + ss2(i) - s2(i, t-1)) / P \\ \text{if } DST(i, t) + DBC(i, t) + ss2(i) - s2(i, t-1) > 0 \quad i = 1, 2, 3 \\ 0 \text{ else} \end{cases}$$

4.1) Ο έλεγχος αυτός εξασφαλίζει ότι το απόθεμα μόνο σε silo εξασφαλίζει την κάλυψη της ζήτησης από σιλοφόρα, container αλλά όχι στοκ ασφαλείας.

$$P4.1(i, t) = \begin{cases} (DST(i, t) + DBC(i, t) - s2(i, t - 1)) / P \\ \text{if } DST(i, t) + DBC(i, t) - s2(i, t - 1) > 0 \quad i = 1, 2, 3 \\ 0 \quad \text{else} \end{cases}$$

Έτσι λοιπόν ενώ ο έλεγχος 1 εξασφαλίζει την ύπαρξη του συνολικού στοκ ασφαλείας ο έλεγχος 4 εξασφαλίζει ότι τα στοκ ασφαλείας μοιράζονται σωστά στα silo και στα Big Bags.

5) Υπολογισμός της ελάχιστης αναγκαίας ποσότητας παραγωγής κάθε προϊόντος.

$$P5(i, t) = \begin{cases} P3(i, t) & \text{if } P3(i, t) > P4(i, t) \\ P4(i, t) & \text{else} \end{cases} \quad i = 1, 2, 3$$

$$\text{sumP5}(t) = \sum_i P5(i, t)$$

Όπως αναφέρθηκε στον υπολογισμό του P3 λήφθηκε υπόψη αν η παραγωγή μπορεί να ικανοποιήσει και την ζήτηση και το στοκ ασφαλείας. Αυτό όμως δεν γίνεται στο P4 αλλά στο P4.1. Εισάγεται ένας επανέλεγχος εφόσον $\text{sumP5}(t) > b$

$$P5(i, t) = \begin{cases} P3(i, t) & \text{if } P3(i, t) > P4.1(i, t) \\ P4.1(i, t) & \text{else} \end{cases} \quad i = 1, 2, 3$$

αν γίνει αυτός ο έλεγχος ξαναορίζεται

$$\text{sumP5}(t) = \sum_i P5(i, t)$$

Μέχρι το σημείο αυτό όλοι υπολογισμοί σχετίζονται με την εύρεση του απαραίτητου χρόνου παραγωγής του κάθε προϊόντος. Πολλές φορές ο συνολικός απαραίτητος χρόνος παραγωγής είναι μικρότερος από τις 21 βάρδιες και επειδή η παραγωγική διαδικασία δεν επιτρέπεται να διακοπεί πρέπει ο υπόλοιπος χρόνος να μοιραστεί στα προϊόντα με τέτοιο τρόπο ώστε να προκύψουν οι λιγότερες αλλαγές από προϊόν σε προϊόν. Οι παρακάτω παράμετροι έως τον τελικό υπολογισμό του χρόνου παραγωγής αποσκοπούν σ' αυτό.

5.1) Υπολογισμός του μέγιστου χρόνου παραγωγής για κάθε προϊόν. Είναι ο χρόνος παραγωγής που θα απαιτούταν ώστε το προϊόν στ τέλος της περιόδου να φτάσει στα max στοκ.

$$P5.1(i, t) = \begin{cases} (DST(i, t) + DBC(i, t) + DBB(i, t) + sbbmx(i) + ss2mx(i) - s2(i, t-1) - bb(i, t-1)) / P \\ \text{if } DST(i, t) + DBC(i, t) + DBB(i, t) + sbbmx(i) + ss2mx(i) - s2(i, t-1) - bb(i, t-1) > 0 & i = 1, 2, 3 \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

5.2) Εύρεση του προϊόντος που παραγόταν τελευταίο στην προηγούμενη χρονική περίοδο και εξίσωση της μεταβλητής με τον μέγιστο χρόνο παραγωγής. Αυτή η παράμετρος βοηθάει στην μείωση των αλλαγών. Στην περίπτωση που ο απαραίτητος χρόνος παραγωγής είναι μικρότερος από τον συνολικό διαθέσιμο, ο υπόλοιπος χρόνος διατίθεται στο προϊόν που παραγόταν στο τέλος της προηγούμενης περιόδου. Ταυτόχρονα ελέγχεται αν ο μέγιστος χρόνος αρκεί για να καλύψει τον υπόλοιπο διαθέσιμο.

$$P5.2(i, t) = \begin{cases} 0 & \text{if } P(1, t-1) > 0, P(2, t-1) > 0, P(3, t-1) > 0, P(4, t-1) > 0 \text{ for } i = 1 \\ 0 & \text{if } P(1, t-1) > 0, P(2, t-1) > 0, P(3, t-1) > 0, P(4, t-1) > 0, \\ & P5.2(2, t-1) = P5.2(3, t-1) = 0, P5.2(i, t) \neq \max(P5.2(2, t), P5.2(3, t)) \\ & \text{for } i = 2, 3, 4 \\ P5.1(i, t) & \text{if } P(i, t-1) = b, \text{ or } 0 \leq P(i, t-1) \leq b \text{ and } P5.2(i, t-1) = 0 \quad i = 1, 2, 3, 4 \\ 1 & \text{if } 0 \leq P(i, t-1) \leq b \text{ and } P5.2(i, t-1) = 0 \text{ and } P1(i, t) = 0 \quad i = 1, 2, 3, 4 \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

Σ' αυτό το σημείο εισάγεται και ένας μετρητής ο r που μετράει πόσα προϊόντα έχουν $P5.2(i, t) > 0$. Δηλαδή πόσα προϊόντα παραγόταν στο τέλος της προηγούμενης περιόδου. Αυτό είναι ένα από τα προβλήματα του προγράμματος. Με τον τρόπο που ορίστηκε το $P5.2$ το πρόγραμμα μπορεί κατά την εκτέλεσή του να βγάλει 2 ή και περισσότερα προϊόντα με $P5.2 > 0$. Αυτό στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει ποτέ αφού μόνο ένα προϊόν παράγεται κάθε στιγμή, αλλά και κατά το τρέξιμο του προγράμματος (με πραγματικά δεδομένα) συμβαίνει σπάνια. Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα έχουμε:

έλεγχος μόνο αν $r > 1$ then

If $P5.2(i, t) = \max\{P5.2(1, t), P5.2(2, t), P5.2(3, t), P5.2(4, t)\}$ then

$P5.2(i, t) = P5.2(i, t)$

Else $P5.2(i, t) = 0$

Επίσης ορίζεται και μια παράμετρος η $Y(t)$ η οποία δίνει πιο προϊόν εκτός από αυτό που παραγόταν τελευταίο την προηγούμενη περίοδο έχει το μεγαλύτερο διαθέσιμο χρόνο παραγωγής

$$Y(t)=\max\{P5.1(1,t)-P5.2(1,t),P5.1(2,t)-P5.2(2,t),P5.1(3,t)-P5.2(3,t),P5.1(4,t)-P5.2(4,t)\}$$

Αυτή η παράμετρος χρησιμοποιείται ώστε το προϊόν αυτό να καλύψει τον υπολειπόμενο χρόνο παραγωγής εφόσον η αναγκαία είναι 0 και ο διαθέσιμος χρόνος του προϊόντος που παραγόταν στην προηγούμενη περίοδο είναι μικρότερος από 21 βάρδιες.

6) Υπολογισμός παραγωγής όταν η αναγκαία ($\sum_i P5(i, t) = 0$) είναι 0. Εδώ όταν

ο χρόνος του προϊόντος που παραγόταν στο τέλος της προηγούμενης εβδομάδας αρκεί να καλύψει και τις 21 βάρδιες τότε παράγεται μόνο αυτό το προϊόν αφού δεν απαιτείται κάποιο άλλο. Αν όμως ο max χρόνος παραγωγής είναι μικρότερος από 21 βάρδιες τότε με την συνδρομή της παραμέτρου $Y(t)$ παράγεται και αυτό που έχει το μεγαλύτερο διαθέσιμο χρόνο.

$$P6(i, t) = \begin{cases} b & \text{if } P5.2(i, t) > b \\ P5.2(i, t) & \text{if } P5.2(i, t) < b \\ b - P5.2(i, t) & \text{if } \max\{P5.2(1, t), P5.2(2, t), P5.2(3, t), P5.2(4, t)\} < b \text{ and } P5.1(i, t) - p5.2(i, t) = Y(t) \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad i = 1, 2,$$

7) Υπολογισμός παραγωγής όταν η αναγκαία ($\sum_i P5(i, t) \neq 0$) είναι διάφορη του

0. Σ' αυτή την παράμετρο εισάγονται οι χρόνοι για τα προϊόντα που είναι απαραίτητο να παραχθούν καθώς και ο χρόνος του προϊόντος που παράγεται στο τέλος της προηγούμενης περιόδου

$$P7(i, t) = \begin{cases} P5.2(i, t) & \text{if } P5.2(i, t) > P5(i, t) \\ P5(i, t) & \text{else} \end{cases} \quad i = 1, 2, 3$$

8) Τελικός υπολογισμός παραγωγής. Στην περίπτωση που η αναγκαία παραγωγή είναι 0 τότε η τελική παραγωγή είναι αυτή που καθορίζεται στο βήμα 6. Αν η αναγκαία παραγωγή είναι διάφορη του μηδενός τότε εξετάζονται υποπεριπτώσεις. α) Αν το άθροισμα της παραγωγής του βήματος 7 είναι μεγαλύτερο από 21 βάρδιες τότε το πλεόνασμα του χρόνου αφαιρείται από το προϊόν που παραγόταν στο τέλος της προηγούμενης και στην αρχή αυτής της χρονικής περιόδου και β) Αν το άθροισμα του χρόνου παραγωγής του βήματος 7 είναι μικρότερο από 21 βάρδιες τότε το

έλλειμμα του χρόνου ανακτάται από το προϊόν του οποίου η αναγκαία παραγωγή είναι μεγαλύτερη του μηδενός.

$$P7.1(i, t) = \begin{cases} P6(i, t) & \text{if } \sum_i P5(i, t) = 0 \\ P5(i, t) & \text{if } \sum_i P5(i, t) > b \\ b - (\sum_i P7(i, t) - P7(i, t)) & \\ & \text{if } \sum_i P7(i, t) > b \text{ and } P5.2(i, t) = \max\{P5.2(1, t), P5.2(2, t), P5.2(3, t), P5.2(4, t)\} \\ \text{or} & \\ \sum_i P7(i, t) < b \text{ and } P5.2(i, t) = 0 \text{ and } P5(i, t) > 0, P5.1(i, t) - P5.2(i, t) = Y(t) & \\ \text{or} & \\ \sum_i P7(i, t) < b \text{ and } \sum_i P7(i, t) = \sum_i P5.2(i, t) & \\ \text{and } p5.1(i, t) = \max\{P5.1(1, t), P5.1(2, t), P5.1(3, t), P5.1(4, t)\} & \\ P7(i, t) \text{ else} & \end{cases} \quad i = 1,$$

Εδώ θα τελειώνει ο αλγόριθμός υπολογισμός βαρδιών παραγωγής του κάθε προϊόντος αν δεν υπήρχε ο περιορισμός στην αλληλουχία παραγωγής προϊόντων. Γι' αυτό το λόγο μετά τον παραπάνω υπολογισμό ελέγχεται αν παράγονται μέσα στην περίοδο το προϊόν $i=3$ (FH) και το $i=1$ (SD) οπότε αφαιρείται από τον χρόνο παραγωγής του FH μισή βάρδια και παράγεται για μισή βάρδια το προϊόν SD-FH. Επίσης ελέγχεται αν παράγεται μέσα την περίοδο το $i=3$ (FH) και το $i=2$ (WG). Σε περίπτωση που αυτό συμβαίνει τότε υποχρεωτικά ορίζεται η παραγωγή του προϊόντος 1 (SD) για τρεις βάρδιες (αφού από SD-FH δεν μπορεί να παραχθεί απευθείας το WG αλλά πρέπει να μεσολαβήσει η παραγωγή του SD για τουλάχιστον τρεις βάρδιες) που αφαιρούνται από τον χρόνο παραγωγής του WG.

$$P(1, t) = \begin{cases} P7.1(1, t) + p7.1(2, t) & \text{if } P7.1(2, t) > 0, P7.1(3, t) > 0, P7.1(1, t) + p7.1(2, t) < 3 \\ 3 & \text{if } P7.1(2, t) > 0, P7.1(3, t) > 0, P7.1(1, t) < 3 \\ P7.1(1, t) & \text{else} \end{cases}$$

$$P(2, t) = \begin{cases} 0 & \text{if } P7.1(2, t) > 0, P7.1(3, t) > 0, P7.1(1, t) + p7.1(2, t) < 3 \\ P7.1(2, t) - (3 - P7.1(1, t)) & \text{if } P7.1(2, t) > 0, P7.1(3, t) > 0, P7.1(1, t) < 3 \\ P7.1(2, t) & \text{else} \end{cases}$$

$$P(3, t) = \begin{cases} P7.1(3, t) - 0,5 & \text{if } P(1, t) > 0, P7.1(3, t) > 0,5 \\ 0 & \text{if } P(1, t) > 0, 0 < P7.1(3, t) < 0,5 \\ P7.1(3, t) & \text{else} \end{cases}$$

$$P(4, t) = \begin{cases} 0,5 & \text{if } P(1, t) > 0, P7.1(3, t) > 0,5 \\ P7.1(3, t) & \text{if } P(1, t) > 0, 0 < P7.1(3, t) < 0,5 \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

Εδώ ορίζεται και ο μετρητής $w(t)$ που μετράει τα προϊόντα που παράγονται την t χρονική περίοδο.

Σ' αυτό το σημείο τελειώνουν οι εξισώσεις όσον αφορούν τον υπολογισμό του χρόνου παραγωγής.

9) Υπολογισμός χρόνου σακιάσματος λόγω έλλειψης σάκων. Εδώ υπολογίζεται ο χρόνος σακιάσματος του κάθε προϊόντος εφόσον η ζήτηση σε σάκους και το στοκ ασφαλείας είναι μεγαλύτερα από τη διαθέσιμη ποσότητα στο τέλος της προηγούμενης εβδομάδας.

$$PBBB(i, t) = \begin{cases} (DBB(i, t) + sbb(i) - bb(i, t - 1)) / pbb & \text{if } DBB(i, t) + sbb(i) - bb(i, t - 1) > 0 \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad i = 1, 2, 3,$$

10) Υπολογισμός χρόνου σακιάσματος λόγω πλήρωσης max στοκ silo. Προκύπτει ο χρόνος σακιάσματος κάθε προϊόντος σε περίπτωση που με την παραγωγή και ζήτηση της τρέχουσας περιόδου το στοκ στα silo ξεπεράσει το max στοκ ασφαλείας.

$$PBBS(i, t) = \begin{cases} (s2(i, t - 1) + P(i, t) * P - DST(i, t) - DBC(i, t) - ss2mx(i)) / pbb & \text{if } s2(i, t - 1) + P(i, t) * P - DST(i, t) - DBC(i, t) - ss2mx(i) > 0 \\ 0 & \text{else} \end{cases} \quad i = 1, 2, 3, 4$$

11) Υπολογισμός ελαχίστου χρόνου σακιάσματος. Είναι όπως είναι εύκολα κατανοητό είναι ο μεγαλύτερος από τους παραπάνω δύο χρόνους.

$$PBBI(i, t) = \begin{cases} PBBB(i, t) & \text{if } PBBB(i, t) > PBBS(i, t) \\ PBBS(i, t) & \text{else} \end{cases} \quad i = 1, 2, 3, 4$$

Εδώ τελειώνει και υπολογισμός του χρόνου σακιάσματος.

12) Διορθωτικός υπολογισμός σε περίπτωση ανεπάρκειας σακιστικής μηχανής. Σε περίπτωση που ο χρόνος της σακιστικής μηχανής (by) δεν επαρκεί για το σάκισμα και την φόρτωση των BC γίνεται έλεγχος για το αν επαρκεί το στοκ ασφαλείας να καλύψει την ζήτηση.

$$PRB(i, t) = \begin{cases} by - \sum_i DBC(i, t) / PBC - (\sum_i (PBB1(i, t)) - PBB1(i, t)) \\ \quad \text{if } \sum_i (PBB1(i, t)) + \sum_i DBC(i, t) / PBC > by, \\ \quad (\sum_i (PBB1(i, t)) + \sum_i DBC(i, t) / PBC - by) * Pbb < \sum_i sbb(i), \\ \quad PBB1(i, t) = \max(PBB1(1, t), PBB1(2, t), PBB1(3, t), PBB1(4, t)) \\ PBB1(i, t) \text{ else} \end{cases}$$

13) Υπολογισμός τελικού σακιάσματος.

$$PBB(i, t) = \begin{cases} PRB(i, t) & \text{if } \sum_i PBB1(i, t) > by \\ PBB1(i, t) & \text{else} \end{cases}$$

14) Υπολογισμοί των στοκ κλεισίματος περιόδου

$$\begin{aligned} s2(i, t) &= s2(i, t-1) + P(i, t) * P - DST(i, t) - DBC(i, t) - PBB(i, t) * pbb & i = 1, 2, 3, 4 \\ bb(i, t) &= bb(i, t-1) - DBB(i, t) + PBB(i, t) * pbb & i = 1, 2, 3, 4 \end{aligned}$$

15) Υπολογισμός του αριθμού των silo που καταλαμβάνει το κάθε προϊόν.

$$s(i, t) = s2(i, t) / 430$$

Το αποτέλεσμα της παραπάνω διαίρεσης στρογγυλοποιείται στον αμέσως μεγαλύτερο ακέραιο, αφού έστω και 1 tn προϊόντος I να υπάρχει σε ένα silo δεν μπορεί να αποθηκευτεί άλλο προϊόν.

16) Θα πρέπει να αναφερθεί ότι σε κάθε περίοδο είναι δυνατό να εμφανιστούν κάποια μηνύματα: «Ανεπάρκεια παραγωγής» αν οι 21 βάρδιες της εβδομάδας δεν είναι αρκετές να καλύψουν έστω τη ζήτηση. «Ανεπάρκεια Silo» αν τα 8 σιλό δεν χωράνε την ποσότητα των προϊόντων που πρόκειται να αποθηκευτούν σε silo. Σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να επέμβουμε στο πρόγραμμα και να αυξήσουμε τις βάρδιες σακιάσματος. «Υπερωρίες σακιστικής x βάρδιες» όπου το x υπολογίζεται από το πρόγραμμα και είναι οι επιπλέον βάρδιες από τις 15 που είναι διαθέσιμες κάθε εβδομάδα. (από τις 15 βάρδιες αφαιρείται στο πρόγραμμα ο χρόνος που απαιτείται για την φόρτωση των Bulk Container). Οι υπερωρίες στην σακιστική μπορούν να φτάσουν συνολικά τις 6 βάρδιες. «Ανεπάρκεια σακιστικής» όταν οι υπερωρίες στην σακιστική ξεπεράσουν τις 6 βάρδιες.

$$\text{Μήνυμα} = \begin{cases} \text{Ανεπάρκεια παραγωγής} & \text{if } \sum_i P(i, t) > b \\ \text{Ανεπάρκεια Silo} & \text{if } \sum_i s(i, t) > 8 \\ \text{Υπερωρίες σακιστικής } \sum_i \text{pbb}(i, t) - b_s \text{ βάρδιες} & \text{if } b_s < \sum_i \text{pbb}(i, t) < b_y \quad i = 1, 2, 3, 4 \\ \text{Ανεπάρκεια σακιστικής} & \text{if } \sum_i \text{pbb}(i, t) > b_y \\ \text{else} & \end{cases}$$

17) Υπολογισμός των συνολικών υπερωριών της σακιστικής μέχρι την περίοδο t

$$\text{Υπερωρίες σακιστική} = \sum_{t=0}^t \left(\sum_i \text{pbb}(i, t) - b_s \right) \quad \forall t \text{ που } b_s < \sum_i \text{pbb}(i, t) < b_y$$

18) Υπολογισμός των συνολικών αλλαγών προϊόντων μέχρι την περίοδο t . Η αλλαγή από προϊόν σε προϊόν μπορεί να γίνει μέσα σε μία χρονική περίοδο t αλλά μπορεί και ακριβώς με το τέλος κάποιας περιόδου.

α) Αλλαγές μέσα στις περιόδους

Όσον αφορά τις αλλαγές μέσα στις περιόδους είναι εύκολο να μετρηθούν. Έχει ήδη ορισθεί ο μετρητής $w(t)$ ο οποίος μετράει τον αριθμό των προϊόντων που παράγονται σε κάθε περίοδο. Άρα οι αλλαγές στην περίοδο t είναι $w(t)-1$. Συνολικά αν μιλάμε για n περιόδους οι αλλαγές μέσα στις περιόδους είναι:

$$w2 = \sum_{t=0}^n w(t) - n$$

β) Αλλαγές μεταξύ περιόδων

Η αλλαγή προϊόντος μεταξύ δύο περιόδων είναι πιο σπάνιο να συμβεί και ο υπολογισμός είναι λίγο πιο πολύπλοκος. Γενικότερα μπορεί να θεωρηθεί σωστό ότι δεν έχουμε αλλαγή προϊόντος όταν σε δύο διαδοχικές περιόδους παράγεται εκτός από τα άλλα έστω και ένα ίδιο προϊόν. Αυτή η θεώρηση είναι σωστή εκτός από την περίπτωση που για τρεις συνεχόμενες περιόδους εμφανίζεται να παράγεται το ίδιο προϊόν. Στην πρώτη και στην τρίτη περίοδο παράγεται μόνο αυτό το προϊόν ενώ στην δεύτερη παράγεται και ακόμη ένα. Τότε αναγκαστικά μεταξύ δεύτερης και τρίτης περιόδου έχουμε αλλαγή. (Θα πρέπει να αναφερθεί ότι αυτή δεν είναι η μόνη περίπτωση, αλλά υπάρχουν και άλλες που όμως κατά την πορεία των δοκιμών του προγράμματος δεν παρουσιάστηκαν ούτε μια φορά. Θεωρήθηκε ότι ο

αλγόριθμος θα γινόταν υπερβολικά πολύπλοκος για να καλυφθούν όλες οι πιθανές περιπτώσεις). Μαθηματικά τα παραπάνω εκφράζονται ως:

$$ch2(i, t) = \begin{cases} 0 & \text{if } P(i, t-1) > 0, P(i, t) > 0, P(i, t-2) > 0, P(i, t-1) < \sum_i P(i, t-1), \\ & P(i, t) = \sum_i P(i, t), P(i, t-2) = \sum_i P(i, t-2). \\ 1 & \text{if } P(i, t-1) > 0, P(i, t) > 0 \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

Η παραπάνω εξίσωση που εφαρμόζεται για κάθε προϊόν ξεχωριστά αν:

$$c(t) = \sum_i ch2(i, t) > 0 \text{ σημαίνει ότι ένα ή περισσότερα προϊόντα παράγονται στις}$$

περιόδους t-1 και t άρα δεν υπάρχει αλλαγή προϊόντος μεταξύ των περιόδων αυτών.

$$cl(t) = \begin{cases} 0 & \text{if } c(t) > 0 \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

Για όλες τις περιόδους:

$$sch2 = \sum_{t=0}^n cl(t)$$

γ) Συνολικές αλλαγές

Τελικά οι συνολικές αλλαγές προϊόντων για n περιόδους είναι:

$$ch=w2+sch2$$

Εδώ ολοκληρώνεται το μαθηματικό μοντέλο το οποίο αποτελεί την καρδιά του προγράμματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΔΟΚΙΜΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Το παραπάνω μαθηματικό μοντέλο γράφτηκε σε Excel και μορφοποιήθηκε όπως φαίνεται στην παράγραφο «Σχεδιασμός του προγράμματος» και κυρίως στο συνοδευτικό CD-ROM. Αρχικά το μοντέλο ήταν πολύ πιο απλό και στη συνέχεια μετά από πολλές δοκιμές, εφαρμόζοντας διαφορές τιμές και σενάρια ζήτησης, έφτασε στην τελική μορφή. Σ' αυτή τη μορφή το πρόγραμμα εξάγει αξιόπιστα αποτελέσματα χωρίς λάθη.

Στο στάδιο αυτό των δοκιμών επιβεβαιώθηκε η πρόβλεψη ότι σημαντικός παράγοντας στην μείωση των αλλαγών είναι τα στοκ ασφαλείας του κάθε προϊόντος. Τρέχοντας το πρόγραμμα για παράδειγμα τριάντα περιόδους προέκυπταν 20 αλλαγές. Μειώνοντας τα στοκ ασφαλείας μόνο ενός προϊόντος οι αλλαγές γινόταν 15 αλλά αν αυξανόταν γινόταν 27.

Η βελτιστοποίηση των στοκ ασφαλείας μέσω του προγράμματος του Excel όμως αποδείχτηκε δύσκολή έως και αδύνατη.

Αν βελτιστοποίηση γίνει βασιζόμενη σε παλιά δεδομένα ζήτησης (γίνεται η παραδοχή ότι και στο μέλλον θα συνεχίσει η ίδια ζήτηση να υπάρχει για κάθε προϊόν), χρησιμοποιείται το πρόγραμμα για τον αριθμό των περιόδων που υπάρχουν αναλυτικά στοιχεία για τη ζήτηση και λαμβάνεται σαν αποτέλεσμα ο αριθμός συνολικών αλλαγών που δίνει το πρόγραμμα και τα στοκ ασφαλείας τα οποία είχαν ορισθεί. Στη συνέχεια γίνονται αλλαγές στα στοκ ασφαλείας και με τις ζητήσεις να παραμένουν ως έχουν και λαμβάνεται ο νέος αριθμός αλλαγών. Η διαδικασία συνεχίζεται και τα στοκ ασφαλείας εκείνα που δίνουν τις λιγότερες αλλαγές λαμβάνονται ως βέλτιστα και μπαίνουν στο πρόγραμμα σαν σταθερές για μελλοντική χρήση. Αυτή η μέθοδος αν και δουλεύει αποδεικνύεται χρονοβόρα.

Αν όμως η βελτιστοποίηση γίνει βασιζόμενη σε μελλοντική πρόβλεψη της ζήτησης τότε το Excel είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθεί. Αυτό γιατί συνήθως σαν μελλοντική πρόβλεψη ζήτησης δίνεται μια μέση τιμή ζήτησης και σπανίως μια τυπική απόκλιση ανά προϊόν και σε καμία περίπτωση δεν δίνεται πρόβλεψη εβδομαδιαίας ζήτησης. Θα μπορούσε το Excel αντί να δέχεται σαν είσοδο την πρόβλεψη ζήτησης κάθε εβδομάδας, να την υπολογίζει τυχαία, βάση μιας μέσης τιμής συνολικής

εβδομαδιαίας ζήτησης και της πρόβλεψης της ποσοστιαίας κατανομής της μέσης συνολικής στους επιμέρους τύπους ζήτησης όπως γίνεται στο αρχείο «Προγραμματισμός Παραγωγής.xls» στο φύλο «Μακροχρόνιος Υπολογισμός» της συνοδευτικής δισκέτας. Όμως το Excel εδώ μειονεκτεί γιατί κάθε φορά που γίνονται αλλαγές στα στοκ ασφαλείας, ώστε να επιτευχθούν οι βέλτιστες τιμές, αλλάζουν και οι τυχαίες τιμές ζήτησης. Μ' αυτόν τον τρόπο δεν μπορεί να γίνει η βελτιστοποίηση γιατί για το κάθε σετ τιμών στοκ ασφαλείας υπάρχουν διαφορετικά σετ τιμών ζήτησης και δεν μπορεί να υπάρξει σύγκριση. Το πρόβλημα αυτό οδήγησε στην δημιουργία ενός προγράμματος σε Basic. Το πρόγραμμα αυτό βασίζεται στο ίδιο μαθηματικό μοντέλο όπως και το πρόγραμμα του Excel. Στην Basic υπάρχει η δυνατότητα δίνοντας μια μέση τιμή ζήτησης να δημιουργούνται σετ τυχαίων αλλά σταθερών τιμών ζήτησης για απεριόριστο αριθμό περιόδων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ BASIC

Το πρόγραμμα της Basic φτιάχτηκε με τον ίδιο αλγόριθμό που φτιάχτηκε και το πρόγραμμα στο Excel. Διαφοροποιείται σε δύο σημεία:

α) Στην Basic ;έχει γίνει η θεώρηση ότι υπάρχουν 4 προϊόντα που η παραγωγή του ενός δεν εξαρτάται από το άλλο, ενώ στο Excel όπως και στην πραγματικότητα έχουν μπει οι περιορισμοί που αφορούν την αλληλουχία παραγωγής προϊόντων.

β) Στην basic εισάγεται ο αριθμός περιόδων που θα τρέξει το πρόγραμμα Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο η άλλη είσοδος στο πρόγραμμα είναι η εβδομαδιαία ζήτηση. Εδώ όμως εισάγεται μια μέση τιμή ζήτησης και τα ποσοστά στα οποία αυτή μοιράζεται στους διαφόρους τύπους ζήτησης. Το πρόγραμμα αυτόματα γεννά ζητήσεις για κάθε μία περίοδο (βάση της μέσης ζήτησης). Οι τυχαίες τιμές της ζήτησης δεν αλλάζουν όσες φορές και αν τρέξει το πρόγραμμα οπότε και είναι δυνατή η βελτιστοποίηση.

Το πρόγραμμα όπως ακριβώς είναι γραμμένο σε Basic εκτός από το συνοδευτικό CD-ROM φαίνεται και στο Παράρτημα Α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Ο λόγος που φτιάχτηκε το πρόγραμμα σε Basic μορφή είναι για να βελτιστοποιηθούν τα min και max στοκ ασφαλείας των προϊόντων. Η μέθοδος που ακολουθείται είναι η εξής:

Το πρόγραμμα ζητάει σαν είσοδο τον αριθμό περιόδων που θα τρέξει, την μέση ζήτηση κάθε προϊόντος και τα ποσοστά κατανομής της ζήτησης σε κάθε τύπο της (BB, BC, ST). Μέσα στο πρόγραμμα εισάγονται τα στοκ ασφαλείας (θεωρήθηκε πιο εύκολη η εισαγωγή των στοκ ασφαλείας εσωτερικά παρά σαν μια μεταβλητή εισόδου λόγω λειτουργικότητας).

Τα αποτελέσματα, που είναι ο αριθμός αλλαγών και οι υπερωρίες σακιστικής και πιθανές ανωμαλίες, αποθηκεύονται σε ένα αρχείο κειμένου (txt) που ορίζεται στην αρχή του προγράμματος. Στη συνέχεια τροποποιούνται οι τιμές των στοκ ασφαλείας και επαναλαμβάνεται η διαδικασία. Κάθε φορά που τρέχει το πρόγραμμα τα αποτελέσματα αντικαθίστανται από τα καινούρια. Για να μην χάνονται οι παλιές τιμές κάθε φορά τα αποτελέσματα από το αρχείο κειμένου μεταφέρονται (με την μέθοδο αποκοπής-επικόλλησης) σε ένα αρχείο Word.

Επαναλαμβάνοντας την παραπάνω διαδικασία, στο αρχείο Word υπάρχουν οι τιμές των στοκ ασφαλείας οι οποίες δίνουν τα βέλτιστα αποτελέσματα για την συγκεκριμένη πρόβλεψη ζήτησης. Οι τιμές αυτές στη συνέχεια εισάγονται σαν σταθερές στο πρόγραμμα του Excel το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθημερινά.

Στην συγκεκριμένη παραγωγική διαδικασία της Vpi η βελτιστοποίηση στηρίχθηκε όχι σε πρόβλεψη ζήτησης αλλά σε πραγματικές ζητήσεις του πρώτου εξαμήνου του 2003 οι οποίες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Η επιλογή αυτή ώστε να συγκριθεί ο θεωρητικός προγραμματισμός με τον πραγματικό του πρώτου εξαμήνου.

Εβδομαδιαίες Ζητήσεις	SD	WG	FH	SD-FH
DBB _{1,1}	0	0	0	0
DBB _{1,2}	161	75	0	0

DBB _{i,3}	166	430	0	0
DBB _{i,4}	473	578	0	0
DBB _{i,5}	1340	223	0	0
DBB _{i,6}	572	506	0	0
DBB _{i,7}	140	610	0	0
DBB _{i,8}	154	840	0	0
DBB _{i,9}	964	1624	0	0
DBB _{i,10}	47,3	363	0	0
DBB _{i,11}	390,2	459,8	0	11
DBB _{i,12}	6,6	675,4	0	0
DBB _{i,13}	755,7	500,5	0	0
DBB _{i,14}	438,9	96,8	48,4	0
DBB _{i,15}	278,3	0	0	0
DBB _{i,16}	193,6	2,2	48,4	0
DBB _{i,17}	369,6	0	48,4	0
DBB _{i,18}	67,1	0	48,4	0
DBB _{i,19}	277,8	4,4	0	0
DBB _{i,20}	337,7	201,3	0	0
DBB _{i,21}	161,7	0	0	0
DBB _{i,22}	304,7	11	0	0
DBB _{i,23}	324,9	24,2	0	0
DBB _{i,24}	458,7	0	0	0
DBB _{i,25}	436,7	30,8	0	0
DBB _{i,26}	375,1	50,6	0	0
DBB _{i,27}	382,8	24,2	0	0
Μέση τιμή DBB	355	271	7	0
Τυπική απόκλιση DBB	294	375	18	2
DBC _{i,1}	0	0	0	0
DBC _{i,2}	0	0	0	0
DBC _{i,3}	407	0	0	0
DBC _{i,4}	79	0	0	0
DBC _{i,5}	494	0	208,35	0
DBC _{i,6}	0	0	0	0
DBC _{i,7}	0	0	0	0
DBC _{i,8}	210	0	0	0
DBC _{i,9}	156	0	0	0
DBC _{i,10}	0	0	0	0
DBC _{i,11}	0	0	0	0
DBC _{i,12}	386,931	0	0	0

DBC _{i,13}	0	0	0	0
DBC _{i,14}	0	0	0	0
DBC _{i,15}	0	0	103,54	0
DBC _{i,16}	310,66	0	313,01	0
DBC _{i,17}	96,931	0	0	0
DBC _{i,18}	97,83	0	169,24	0
DBC _{i,19}	0	0	0	0
DBC _{i,20}	0	22	0	0
DBC _{i,21}	142,55	0	294,53	0
DBC _{i,22}	451,72	0	291,73	0
DBC _{i,23}	189,48	0	0	0
DBC _{i,24}	96,07	0	0	0
DBC _{i,25}	334,28	0	306,57	0
DBC _{i,26}	166,55	0	307,56	0
DBC _{i,27}	0	0	221,17	0
Μέση τιμή DBC	134	1	82	0
Τυπική απόκλιση DBC	161	4	125	0
DST _{i,1}	142,98	30	0	0
DST _{i,2}	257	228	0	0
DST _{i,3}	198	283	0	0
DST _{i,4}	231	338	0	0
DST _{i,5}	315	166	0	0
DST _{i,6}	203	286	0	0
DST _{i,7}	116	256	0	0
DST _{i,8}	150	291	0	0
DST _{i,9}	201	113	0	0
DST _{i,10}	58,15	172,21	0	0
DST _{i,11}	170,84	141,73	0	0
DST _{i,12}	115,89	171,82	0	0
DST _{i,13}	85,57	145,37	0	0
DST _{i,14}	143,54	142,46	202,79	0
DST _{i,15}	59,49	197,81	0	0
DST _{i,16}	237,65	184,11	0	0
DST _{i,17}	129	306,88	0	0
DST _{i,18}	126,87	228,11	0	0
DST _{i,19}	0	202,45	153,44	0
DST _{i,20}	0	231,88	234,99	0
DST _{i,21}	0	252,14	258,98	0
DST _{i,22}	0	204,86	179,03	0

DST _{1,23}	0	180,45	232,28	0
DST _{1,24}	0	128,86	205,3	0
DST _{1,25}	0	127,56	205,08	0
DST _{1,26}	0	201,55	190,59	0
DST _{1,27}	25,11	304,75	333,7	0
Μέση τιμή DST	110	204	81	0
Τυπική απόκλιση DST	96	71	112	0

Πίνακας 1. Ζήτηση προϊόντων για τις πρώτες 27 εβδομάδες του 2003

Το προϊόν SD-FH αντιμετωπίζεται σαν έναν προϊόν με κανονική ζήτηση που είναι ίση με την αναγκαία του παραγωγή. Εδώ υπάρχει και το πλεονέκτημα ότι υπάρχουν και ανα εβδομάδα τα στοιχεία της ζήτησης, όμως θα χρησιμοποιηθούν μόνο οι μέσες τιμές τους σαν να πρόκειται για μια πρόβλεψη.

Το πρόγραμμα για κάθε σετ τιμών στοκ ασφαλείας επιλέχθηκε να τρέχει για 30 περιόδους. Τα αποτελέσματα έτσι μπορούν να συγκριθούν με την πραγματική παραγωγική διαδικασία. και αποθηκευόταν στο αρχείο «apotel.txt» (συνημμένη δισκέτα) και στη συνέχεια μεταφερόταν στο αρχείο «αποτελέσματα (27 περίοδοι)» (συνημμένη δισκέτα). Τα αποτελέσματα εκτός από τον αρχείο αυτό φαίνονται και στο παράρτημα Β. Ο μικρότερος αριθμός αλλαγών είναι 14 και τα στοκ ασφαλείας που επιτυγχάνουν τον αριθμό αυτό είναι περισσότερα από ένα σετ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ EXCEL-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Θα χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα του Excel για τον προγραμματισμό της παραγωγικής διαδικασίας των 27 πρώτων εβδομάδων του 2003. Ο λόγος είναι ότι υπάρχουν τα ακριβή στοιχεία ζήτησης και θα υπάρξει και η σύγκριση με το πραγματικό πρόγραμμα παραγωγής.

Στο πραγματικό πρόγραμμα παραγωγής έγιναν 40 αλλαγές προϊόντος χωρίς να είναι γνωστές οι υπερωρίες της σακιστικής (κατά πάσα πιθανότητα έγιναν κάποιες) χωρίς βέβαια να είναι αυτό ένα σημείο ενδιαφέροντος.

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται το πρόγραμμα του Excel. Τα βέλτιστα σετ στοκ ασφαλείας, που προέκυψαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, καθώς και οι ζητήσεις για κάθε μια από τις 27 πρώτες εβδομάδες του 2003.(πίνακας 1) χρησιμοποιήθηκαν στο αρχείο Excel «Πρόγραμμα Παραγωγής.xls» φύλο «3 προϊόντα και SD-FH». Τα αποτελέσματα που προέκυψαν φαίνονται στο Παράρτημα Γ.

Ελέγχοντας αυτά τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι μόνο τα 2 από τα 6 σετ βέλτιστων στοκ ασφαλείας δίνουν μια παραγωγική διαδικασία χωρίς προβλήματα. Επίσης οι αλλαγές προϊόντων που προκύπτουν είναι πολύ περισσότερες (31 στην καλύτερη των περιπτώσεων) από τις προβλεπόμενες από το πρόγραμμα της Basic.Εκεί που απέτυχαν τα περισσότερα σετ στοκ ασφαλείας είναι στην επάρκεια του ρυθμού παραγωγής. Σε τρεις περιπτώσεις υπήρξε μια φορά που η παραγωγή δεν επαρκούσε να καλύψει τη ζήτηση. Αυτό συνέβη στην 9^η περίοδο όπου μια μεγάλη ζήτηση σε BB του προϊόντος WG προκαλούσε το πρόβλημα. Θεωρήθηκε ότι ένα μεγαλύτερο στοκ ασφαλείας σε BB για το WG θα μπορούσε να δώσει καλύτερα αποτελέσματα.

Βάζοντας σαν στοκ ασφαλείας τις τιμές του παραρτήματος Γ που έδωσαν τις λιγότερες αλλαγές και αυξάνοντας το στοκ ασφαλείας σε BB του WG πήραμε τα εξής αποτελέσματα τα οποία αποτελούν και το τελικό βέλτιστο για το πρώτο εξάμηνο του 2003.

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	1290	0

"MIN SILO STOCK"	200	200	200	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	600	500	0

"PRODUCTION CHANGES",24

"BAGGING OVERTIME" 18,5

"*****"

Βλέπουμε ότι αυτές οι αλλαγές είναι πολύ λιγότερες από αυτές που προέκυψαν εισάγοντας τα βέλτιστα που έδωσε το πρόγραμμα της Basic. Παρόλα αυτά είναι κοντά και στα βέλτιστα του Excel.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν είναι:

A) Για το πρόγραμμα του Excel:

- 1) Το πρόγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή και να εξαχθούν αποτελέσματα με σπάνια λάθη.
- 2) Τα αποτελέσματα που ελήφθησαν κατά την διάρκεια των δοκιμών έδωσαν παραγωγική διαδικασία με λιγότερες αλλαγές προϊόντων από ότι στην πράξη.
- 3) Στην συνοδευτική δισκέτα στο αρχείο «Πρόγραμμα Παραγωγής.xls» στο φύλο «4 προϊόντα» υπάρχει ο βασικός αλγόριθμός που μπορεί να αναπτυχθεί για περισσότερα από 4 προϊόντα. Αρκεί να εισαχθούν οι περιορισμοί που αφορούν την αλληλουχία παραγωγής τους

B) Για το πρόγραμμα της Basic:

- 1) Μόνο με την χρήση αυτού του προγράμματος γίνεται βελτιστοποίηση παραμέτρων (στοκ ασφαλείας) όταν το μόνο δεδομένο είναι η μέση ζήτηση των προϊόντων.
- 2) Η διαδικασία της βελτιστοποίησης είναι μια σχετικά χρονοβόρα διαδικασία που στην καθημερινότητα του εργοστασίου πολύ δύσκολα θα αποτελέσει λύση και χρήσιμο εργαλείο.
- 3) Οι βέλτιστοι παράμετροι που προκύπτουν αποτελούν καλή προσέγγιση των πραγματικών βέλτιστων όμως δεν είναι οι ίδιοι.
- 4) Τα αποτελέσματα που αφορούν τον αριθμό των αλλαγών και των υπερωριών της σακιστικής απέχουν πολύ από τα νούμερα με τη χρήση του Excel.
- 5) Το πρόγραμμα με κάποιες βελτιώσεις θα μπορούσε να εργαλείο μακροχρόνιου υπολογισμού πόρων της παραγωγής.
- 6) Το πρόγραμμα στην μορφή που είναι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οσοδήποτε αριθμό προϊόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Οι βελτιώσεις που προτείνονται εξάγονται πολύ εύκολα από τα συμπεράσματα της προηγούμενης παραγράφου καθώς και από τις παραδοχές που έχουν γίνει. Οι προτάσεις αφορούν τρεις τομείς. Την γενική λογική του προγράμματος, το πρόγραμμα του Excel και το πρόγραμμα της Basic.

A) Γενική λογική του προγράμματος.

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο «Παραδοχές» μια βασική παραδοχή είναι ο τρόπος αποθήκευσης των προϊόντων στα silo. Αυτός είναι ίσως και ο μοναδικός λόγος για τον οποίο προέκυψαν διαφορές μεταξύ της πραγματικής παραγωγής και της παραγωγής μέσω Excel για το πρώτο εξάμηνο του 2003.(κεφ «Συμπεράσματα» A2).

Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα που είναι και το σπουδαιότερο θα χρειαστούν εκ νέου συζητήσεις με τους υπευθύνους του εργοστασίου ώστε να βρεθεί με πιο τρόπο μπορούν αυτές οι ατέλειες στην χρήση των σιλό μπορούν αν μειωθούν ή αν αυτό δεν είναι δυνατό, να περιγραφούν μαθηματικά ώστε να αποτελέσουν μέρος του μαθηματικού μοντέλου του προγράμματος.

Έστω και μ' αυτό το πρόβλημα η χρήση του Excel θα βοηθούσε στην καλύτερη διευθέτηση της παραγωγής

B) Πρόγραμμα Excel

Το πρόγραμμα του Excel, μετά από πολλές δοκιμές και τροποποιήσεις, σπανίως εξάγει λάθος αποτελέσματα. Παρόλα αυτά η συνεχής χρήση με πραγματικά δεδομένα του θα αποκάλυπτε κάποια προβλήματα που δεν ήταν δυνατό να εμφανιστούν κατά την περίοδο των δοκιμών. Αυτά τα προβλήματα είναι ένα ευρύ πεδίο μελέτης και περαιτέρω εργασίας.

Έτσι λοιπόν η ταυτόχρονη χρήση του προγράμματος του Excel με πρόγραμμα που χρησιμοποιείται σήμερα, θα μπορούσε να αναδείξει την χρησιμότητα και τις αδυναμίες του προγράμματος. Θα πρέπει να τονιστεί τα τυχόν λάθη που μπορεί να προκύψουν κατά την χρήση του μπορεί να διορθωθούν, αφού σε ένα αρχείο excel είναι πολύ εύκολη η εισαγωγή των σωστών δεδομένων.

Γ) Πρόγραμμα Basic:

Η κυριότερη βελτίωση αφορά τον τρόπο που γίνεται η βελτιστοποίηση. Πρέπει να δημιουργηθεί ο αλγόριθμος που βελτιστοποιεί τα στοκ ασφαλείας αυτόματα, χωρίς όλη τη διαδικασία που αναφέρθηκε στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Είναι πολύ σημαντικό σημείο αυτό, γιατί αν και το πρόγραμμα δίνει βέλτιστα στοκ ασφαλείας κοντά στα πραγματικά δεν θα χρησιμοποιηθεί λόγω δυσχρηστίας. (κεφ «Συμπεράσματα» B2)

Οι μεγάλες διαφορές που προέκυψαν στα αποτελέσματα τόσο της βελτιστοποίησης όσο και του αριθμού αλλαγών θα μειωθούν εφόσον στο πρόγραμμα εισάγεται και η τυπική απόκλιση της πρόβλεψης της ζήτησης. Αυτό βέβαια προγραμματιστικά είναι σχετικά απλό. Πιο δύσκολο είναι αν υπάρχει αυτή η πρόβλεψη από με σχετική αξιοπιστία από την εταιρεία.

Ο αλγόριθμός του προγράμματος Basic μπορεί να εξελιχθεί και από έναν πρόγραμμα που υπολογίζει την παραγωγική διαδικασία για τέσσερα προϊόντα να γίνει ένα πρόγραμμα για τρία προϊόντα και ένα ενδιάμεσα (SD-FH) όπως η πραγματική παραγωγική διαδικασία.. Σ' αυτή τη διαφορά οφείλονται και οι μικρές αποκλίσεις στα στοκ ασφαλείας και οι μεγάλες στις αλλαγές που υπολογίζει το πρόγραμμα (κεφ. «Συμπεράσματα» B3, B4).

Η απεικόνιση των αποτελεσμάτων που εξάγει το πρόγραμμα αυτή τη στιγμή είναι ένα άλλο αδύνατο σημείο. Μετά τη βελτίωση των πιο πάνω παραγόντων, η βελτίωση της εμφάνισης των αποτελεσμάτων θα βοηθήσει να γίνει το πρόγραμμα της Basic ένα εργαλείο μακροχρόνιου προγραμματισμού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ BASIC

'This program is a simulation of the VPI's production'

CLS

OPEN "c:\basic\apotel.txt" FOR OUTPUT AS #1

INPUT "Number of calculation periods =", n
'Steady state variables'

DATA 67, 21, 15, 21, 80, 8

READ P, b, bs, by, pbb, s2

REM 'Data for optimazation'

DATA 1290, 200, 10000, 500, 1290, 200, 10000, 500, 1290, 200, 5000,
500, 0, 0, 5000,

FOR i = 1 TO 4

READ ss2mx(i), ss2(i), sbbmx(i), sbb(i)

NEXT i

REM 'Data for optimazation'

REM FOR i = 1 TO 4

REM INPUT "Max $-\frac{1}{2} \cdot i$ -f SILO = ", SS2mx(i)

REM INPUT "αóß«á- $\frac{1}{2} \cdot i$ -f SILO= ", SS2(i)

REM INPUT "Max $-\frac{1}{2} \cdot i$ -f üü= ", sbbmx(i)

REM INPUT "Min $-\frac{1}{2} \cdot i$ -f BB= ", SBB(i)

REM NEXT i

'Introduction of opening inventory'

FOR i = 1 TO 4

s2(i, 0) = INT(RND(6) * ss2mx(i))

bb(i, 0) = INT(RND(2) * 3000)

NEXT i

P(1, 0) = 0

P(3, 0) = 0

P(4, 0) = 0

P(2, 0) = b

p5.2(1, 0) = 0

p5.2(3, 0) = 0

p5.2(4, 0) = 0

p5.2(2, 0) = b

WRITE #1, "Optimazation Data"

WRITE #1, "product 1 2 3 4"

WRITE #1, "MAX SILO STOCK", ss2mx(1), ss2mx(2), ss2mx(3), ss2mx(4)

WRITE #1, "MIN SILO STOCK", ss2(1), ss2(2), ss2(3), ss2(4)

WRITE #1, "MAX BB STOCK", sbbmx(1), sbbmx(2), sbbmx(3), sbbmx(4)

WRITE #1, "MIN BB STOCK", sbb(1), sbb(2), sbb(3), sbb(4)

WRITE #1,

REM WRITE #1, "Opening's inventory"

REM WRITE #1, "ιζªáñ 1 2 3 4"

REM WRITE #1, "silo", s2(1, 0), s2(2, 0), s2(3, 0), s2(4, 0)

REM WRITE #1, "big bags", bb(1, 0), bb(2, 0), bb(3, 0), bb(4, 0)

REM WRITE #1, "*****"

REM WRITE #1, "-----"

'Calculations'

FOR t = 1 TO n

sumP1(t%) = 0

```

sump5(t%) = 0
sump5.2(t%) = 0
sump7(t%) = 0
sumrpbb(t%) = 0
sumpbb1(t%) = 0
sump(t%) = 0
sumpbb(t%) = 0
sums(t%) = 0
x(t%) = 0
y(t%) = 0
z = 0
w2 = 0
w(t%) = 0
ch2(i, t%) = 0
c(t%) = 0
cl(t%) = 0
sch2 = 0
ch = 0
bvrt(t%) = 0

FOR i = 1 TO 1
'Demand for the 1rst product'
DST(i, t%) = INT(RND(1) * 220)
DBC(i, t%) = INT(RND(1) * 268)
DBB(i, t%) = INT(RND(1) * 710)
NEXT i
FOR i = 2 TO 2
'Demand for the 2nd product'
DST(i, t%) = INT(RND(1) * 408)
DBC(i, t%) = INT(RND(1) * 0)
DBB(i, t%) = INT(RND(1) * 502)
NEXT i
FOR i = 3 TO 3
'Demand for the 3rd product'
DST(i, t%) = INT(RND(1) * 162)
DBC(i, t%) = INT(RND(1) * 164)
DBB(i, t%) = INT(RND(1) * 14)
NEXT i
FOR i = 4 TO 4
'Demand for the 4rth product'
DST(i, t%) = INT(RND(1) * 0)
DBC(i, t%) = INT(RND(1) * 0)
DBB(i, t%) = INT(RND(1) * 0)
NEXT i

'Necessary production to meet the demand and the stock'
FOR i = 1 TO 4
t1 = t - 1
IF DST(i, t%) + DBC(i, t%) + DBB(i, t%) + sbb(i) + ss2(i) -
s2(i, t1%) - bb(i, t1%) > 0 THEN
P1(i, t%) = ((DST(i, t%) + DBC(i, t%) + DBB(i, t%) + sbb(i) +
ss2(i) - s2(i, t1%) - bb(i, t1%)) / P)
ELSE P1(i, t%) = 0
END IF
sumP1(t%) = sumP1(t%) + P1(i, t%)
NEXT i

'Necessary production to meet only the demand not the stock'
FOR i = 1 TO 4
t1 = t - 1

```



```

IF DST(i, t%) + DBC(i, t%) + DBB(i, t%) - s2(i, t1%) -
bb(i, t1%) > 0 THEN
P2(i, t%) = (DST(i, t%) + DBC(i, t%) + DBB(i, t%) - s2(i, t1%) -
bb(i, t1%)) / P
ELSE P2(i, t%) = 0
END IF
NEXT i

```

'Check if the production meet at least the stock'

```

FOR i = 1 TO 4
IF sumP1(t%) <= b THEN
P3(i, t%) = P1(i, t%)
ELSE P3(i, t%) = P2(i, t%)
END IF
NEXT i

```

'Production because of the demand of SILO+ss2'

```

FOR i = 1 TO 4
t1 = t - 1
IF DST(i, t%) + DBC(i, t%) + ss2(i) - s2(i, t1%) > 0 THEN
P4(i, t%) = (DST(i, t%) + DBC(i, t%) + ss2(i) - s2(i, t1%)) / P
ELSE P4(i, t%) = 0
END IF
NEXT i

```

'Production because of the demand only SILO'

```

FOR i = 1 TO 4
t1 = t - 1
IF DST(i, t%) + DBC(i, t%) - s2(i, t1%) > 0 THEN
P4.1(i, t%) = (DST(i, t%) + DBC(i, t%) - s2(i, t1%)) / P
ELSE P4.1(i, t%) = 0
END IF
NEXT i

```

'Calculation of the min necessary production'

```

FOR i = 1 TO 4
IF P3(i, t%) > P4(i, t%) THEN
p5(i, t%) = P3(i, t%)
ELSE
p5(i, t%) = P4(i, t%)
END IF
y1 = 0
IF p5(i, t%) > 0 THEN
y1 = y1 + 1
END IF
sump5(t%) = sump5(t%) + p5(i, t%)

```

```

IF sump5(t%) > b THEN
FOR i = 1 TO 4
IF P3(i, t%) > P4.1(i, t%) THEN
p5(i, t%) = P3(i, t%)
ELSE
p5(i, t%) = P4.1(i, t%)
END IF
y1 = 0
IF p5(i, t%) > 0 THEN
y1 = y1 + 1
END IF
sump5(t%) = sump5(t%) + p5(i, t%)

```

```
NEXT i
END IF
```

```
'Calculation of the max possible production'
```

```
FOR i = 1 TO 4
t1 = t - 1
IF DST(i, t%) + DBC(i, t%) + DBB(i, t%) + sbbmx(i) + ss2mx(i)
- s2(i, t1%) - bb(i, t1%) > 0 THEN
P5.1(i, t%) = ((DST(i, t%) + DBC(i, t%) + DBB(i, t%) +
sbbmx(i) + ss2mx(i) - s2(i, t1%) - bb(i, t1%)) / P)
ELSE P5.1(i, t%) = 0
END IF
```

```
'Finding of what product was producting at the end of the
previous period'
```

```
FOR i = 1 TO 4
t1 = t - 1
IF P(i, t1%) = b THEN
p5.2(i, t%) = P5.1(i, t%)
ELSEIF P(i, t1%) < b AND P(i, t1%) > 0 AND p5.2(i, t1%) = 0 AND
P5.1(i, t%) > 0 THEN
p5.2(i, t%) = P5.1(i, t%)
ELSEIF P(i, t1%) < b AND P(i, t1%) > 0 AND p5.2(i, t1%) = 0 AND
P5.1(i, t%) = 0 THEN
p5.2(i, t%) = 1
ELSE p5.2(i, t%) = 0
END IF
IF p5.2(i, t%) > 0 THEN
r = r + 1
END IF
```

```
FOR i = 1 TO 4
IF p5.2(i, t%) > x(t%) THEN x(t%) = p5.2(i, t%)
NEXT i
```

```
FOR i = 1 TO 4
IF r > 1 AND p5.2(i, t%) = x(t%) THEN
p5.2(i, t%) = x(t%)
ELSEIF r > 1 AND p5.2(i, t%) <> x(t%) THEN
p5.2(i, t%) = 0
END IF
sump5.2(t%) = sump5.2(t%) + p5.2(i, t%)
NEXT i
```

```
FOR i = 1 TO 4
IF P5.1(i, t%) - p5.2(i, t%) > y(t%) THEN
y(t%) = P5.1(i, t%) - p5.2(i, t%)
END IF
NEXT i
```

```
FOR i = 1 TO 4
IF P5.1(i, t%) > z THEN z = P5.1(i, t%)
NEXT i
```

```
'Distribution of the production time when the necessary production
time is 0'
```

```
FOR i = 1 TO 4
IF x(t%) > 0 AND p5.2(i, t%) > b AND p5.2(i, t%) = x(t%) THEN
```

```

p6(i, t%) = b
ELSEIF x(t%) > 0 AND p5.2(i, t%) < b AND p5.2(i, t%) = x(t%) THEN
p6(i, t%) = p5.2(i, t%)
ELSEIF x(t%) < b AND P5.1(i, t%) - p5.2(i, t%) = y(t%) THEN
p6(i, t%) = b - x(t%)
ELSE p6(i, t%) = 0
END IF
NEXT i

```

'Distribution of the rest of production time when the production time is <>0'

```

FOR i = 1 TO 4
IF sump5(t%) < b AND p5.2(i, t%) > P5(i, t%) AND p5.2(i, t%) =
x(t%) THEN
p7(i, t%) = p5.2(i, t%)
ELSE p7(i, t%) = p5(i, t%)
END IF
sump7(t%) = sump7(t%) + p7(i, t%)
NEXT i

```

'FINAL CALCULATION OF PRODUCTION TIME'

```

FOR i = 1 TO 4
IF sump5(t%) = 0 THEN
P(i, t%) = p6(i, t%)
ELSEIF sump5(t%) > b THEN
P(i, t%) = p5(i, t%)
ELSEIF sump7(t%) > b AND p5.2(i, t%) = x(t%) THEN
P(i, t%) = b - (sump7(t%) - p7(i, t%))
ELSEIF sump7(t%) < b AND p7(i, t%) > 0 AND P5.1(i, t%) > p7(i, t%)
THEN
P(i, t%) = b - (sump7(t%) - p7(i, t%))
ELSEIF sump7(t%) < b AND sump7(t%) = sump5.2(t%) AND P5.1(i, t%) = z
THEN
P(i, t%) = b - (sump7(t%) - p7(i, t%))
ELSE P(i, t%) = p7(i, t%)
END IF
sump(t%) = sump(t%) + P(i, t%)
NEXT i

```

```

FOR i = 1 TO 4
IF sump(t%) < b AND P(i, t%) <> P5.1(i, t%) THEN
P(i, t%) = b - sump(t%) + P(i, t%)
END IF
NEXT i
IF sump(t%) < b THEN
sump(t%) = 0
FOR i = 1 TO 4
sump(t%) = sump(t%) + P(i, t%)
NEXT i
END IF
FOR i = 1 TO 4
IF P(i, t%) < .001 THEN
P(i, t%) = 0
END IF
NEXT i

```

```

FOR i = 1 TO 4

```

```

IF P(i, t%) > 0 THEN
w(t%) = w(t%) + 1
END IF
NEXT i

```

'Bagging due to the lack of bag stock'

```

FOR i = 1 TO 4
t1 = t - 1
IF sumP1(t%) < b AND DBB(i, t%) + sbb(i) - bb(i, t1%) > 0 THEN
PBBB(i, t%) = (DBB(i, t%) + sbb(i) - bb(i, t1%)) / pbb
ELSEIF DBB(i, t%) - bb(i, t1%) > 0 THEN
PBBB(i, t%) = (DBB(i, t%) - bb(i, t1%)) / pbb
ELSE PBBB(i, t%) = 0
END IF
NEXT i

```

'Bagging due to full fill of the SILO'

```

FOR i = 1 TO 4
t1 = t - 1
IF s2(i, t1%) + P(i, t%) * P - DST(i, t%) - DBC(i, t%) - ss2mx(i) > 0 TH
PBBS(i, t%) = (s2(i, t1%) + P(i, t%) * P - DST(i, t%) - DBC(i, t%)
- ss2mx(i)) / pbb
ELSE PBBS(i, t%) = 0
END IF
NEXT i

```

'Necessary Bagging '

```

pbb1 = 0
FOR i = 1 TO 4
IF PBBB(i, t%) > PBBS(i, t%) THEN
pbb1(i, t%) = PBBB(i, t%)
ELSE
pbb1(i, t%) = PBBS(i, t%)
END IF
IF pbb1(i, t%) > pbb1 THEN
pbb1 = pbb1(i, t%)
END IF
sumpbb1(t%) = sumpbb1(t%) + pbb(i, t%)
NEXT i

```

'Correction due to the shortage of the Bagging Machine'

```

FOR i = 1 TO 4
IF sumpbb1(t%) > by AND (sumpbb1(t%) - by) * pbb < sbb(1) + sbb(2)
+ sbb(3) + sbb(4) AND pbb1(i, t%) = pbb1 THEN
prb(i, t%) = by - (sumpbb1(t%) - pbb1(i, t%))
ELSE
prb(i, t%) = pbb1(i, t%)
END IF
NEXT i

```

'Final Bagging'

```

FOR i = 1 TO 4
IF sumpbb1(t%) > by THEN
pbb(i, t%) = prb(i, t)
ELSE
pbb(i, t%) = pbb1(i, t%)
END IF
NEXT i

```

'Calculation of Period's stock'

```
FOR i = 1 TO 4
t1 = t - 1
s2(i, t%) = s2(i, t1%) + P(i, t%) * P - DST(i, t%) - DBC(i, t%) -
pbb(i, t%) * pbb
bb(i, t%) = bb(i, t1%) - DBB(i, t%) + pbb(i, t%) * pbb
NEXT i
```

'Calculation of the used SILO at the end of i period'

```
FOR i = 1 TO 4
REM WRITE #1, "s2 mod", s2(i, t%) MOD 430
IF s2(i, t%) MOD 430 < 215 AND s2(i, t%) MOD 430 > 0 THEN
s(i, t%) = CINT((s2(i, t%) / 430) + .5)
ELSE
s(i, t%) = CINT(s2(i, t%) / 430)
END IF
REM WRITE #1, "s2/430", s2(i, t%) / 430
REM WRITE #1, "s", s(i, t%)
sums(t%) = sums(t%) + s(i, t%)
NEXT i
```

'calculation of products changes between the periods i and i-1'

```
FOR i = 1 TO 4
t1 = t - 1
t2 = t - 2
IF P(i, t2%) > 0 AND P(i, t1%) > 0 AND P(i, t%) > 0 AND P(i, t1%) <
sump(t1%) AND P(i, t%) = sump(t%) AND P(i, t2%) = sump(t2%) THEN
ch2(i, t%) = 0
ELSEIF P(i, t1%) > 0 AND P(i, t%) > 0 THEN
ch2(i, t%) = 1
ELSE ch2(i, t%) = 0
END IF
c(t%) = ch2(i, t%) + c(t%)
NEXT i
IF c(t%) > 0 THEN
c1(t%) = 0
ELSE c1(t%) = 1
END IF
```

'Calculation for the changes of products between all the periods'

sch2 = c1(t%) + sch2

'Calculation for the changes of products within all periods'

w(t%) = w(t%) + wn1

```
REM WRITE #1, "Demand", t, "Time Period"
REM WRITE #1, "PRODUCT 1 2 3 4"
REM WRITE #1, "ST", DST(1, t%), DST(2, t%), DST(3, t%), DST(4, t%)
REM WRITE #1, "BC", DBC(1, t%), DBC(2, t%), DBC(3, t%), DBC(4, t%)
REM WRITE #1, "BB", DBB(1, t%), DBB(2, t%), DBB(3, t%), DBB(4, t%)
```

```
REM WRITE #1, "Auxiliary Variables", t, "Time period"
REM WRITE #1, "PRODUCT 1 2 3 4"
REM WRITE #1, "P1", P1(1, t%), P1(2, t%), P1(3, t%), P1(4, t%)
REM WRITE #1, "sumP1", sumP1(t%)
REM WRITE #1, "P2", P2(1, t%), P2(2, t%), P2(3, t%), P2(4, t%)
REM WRITE #1, "P3", P3(1, t%), P3(2, t%), P3(3, t%), P3(4, t%)
REM WRITE #1, "P4", P4(1, t%), P4(2, t%), P4(3, t%), P4(4, t%)
REM WRITE #1, "P5", p5(1, t%), p5(2, t%), p5(3, t%), p5(4, t%)
```

```

REM WRITE #1, "P5.1", P5.1(1, t%), P5.1(2, t%), P5.1(3, t%),
P5.1(4, t%)
REM WRITE #1, "P5.2", p5.2(1, t%), p5.2(2, t%), p5.2(3, t%),
p5.2(4, t%)
REM WRITE #1, "Y", y(t%)
REM WRITE #1, "sumP5", sump5(t%)
REM WRITE #1, "P6", p6(1, t%), p6(2, t%), p6(3, t%), p6(4, t%)
REM WRITE #1, "P7", p7(1, t%), p7(2, t%), p7(3, t%), p7(4, t%)
REM WRITE #1, "PBBB", PBBB(1, t%), PBBB(2, t%), PBBB(3, t%),
PBBB(4, t%)
REM WRITE #1, "PBBS", PBBS(1, t%), PBBS(2, t%), PBBS(3, t%),
PBBS(4, t%)
REM WRITE #1,
REM WRITE #1, "Time Period", t
REM WRITE #1, "          Product      1          2          3          4"
REM WRITE #1, "Production Time", P(1, t%), P(2, t%), P(3, t%),
P(4, t%)
REM WRITE #1, "Bagging", pbb(1, t%), pbb(2, t%), pbb(3, t%),
pbb(4, t%)

'Error messages'
IF CINT(sump(t%)) > b THEN
ipr = ipr + 1
REM WRITE #1, "Insufficient Production Rate"
END IF
IF bs < sumpbb(t%) AND sumpbb(t%) < by THEN
bvrt(t%) = sumpbb(t%) - bs
sbvrt = bvrt(t%) + sbvrt
REM WRITE #1, "Overtime Bagging Machine", bvrt(t%), "shifts"
END IF
IF sumpbb(t%) > by THEN
ibm = ibm + 1
REM WRITE #1, "Incufficient Bagging Machine"
END IF
IF sums(t%) > s2 THEN
isn = isn + 1
REM WRITE #1, "Insufficient SILO"
END IF
REM WRITE #1, "Time Period", t
REM WRITE #1, "          Product      1          2          3          4"
REM WRITE #1, "APOTHEMA SILO ", s2(1, t%), s2(2, t%), s2(3, t%),
s2(4, t%)
REM WRITE #1, "APOTHEMA BB", bb(1, t%), bb(2, t%), bb(3, t%),
bb(4, t%)
REM WRITE #1, "*****"
REM WRITE #1, "-----"
NEXT t

'Calculation of TOTAL product changes'
w2 = wn1 - n
ch = sch2 + w2

WRITE #1, "*****"
WRITE #1, "-----"

REM WRITE #1, "CHANGES wn1", wn1
WRITE #1, "PRODUCTION CHANGES", ch
REM WRITE #1, "CHANGES w2", w2
REM WRITE #1, "CHANGES sch2", sch2

```

```
IF sbvrt > 0 THEN
WRITE #1, "Bagging overtime shifts", sbvrt
END IF
IF ipr > 0 THEN
WRITE #1, "Insufficient Production Rate", ipr, "times"
END IF
IF ibm > 0 THEN
WRITE #1, "Insufficient Bagging Machine", ibm, "times"
END IF
IF isn > 0 THEN
WRITE #1, "Insufficient Silo", isn, "times"
END IF
WRITE #1, "*****"
CLOSE #1
```


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΟΚ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ BASIC

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	430	0
"MIN SILO STOCK",	300	300	100	0
"MAX BB STOCK",	10000	10000	10000	5000
"MIN BB STOCK",	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",25

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	430	0
"MIN SILO STOCK"	430	430	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	200	0

"PRODUCTION CHANGES",23
*****!!!

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	430	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	200	200	500	0

"PRODUCTION CHANGES",22

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	430	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	200	200	200	0

"PRODUCTION CHANGES",22

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	430	0
"MIN SILO STOCK"	200	200	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	200	0

"PRODUCTION CHANGES",21

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	430	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	200	0

"MAX BB STOCK" 10000 10000, 5000, 5000
"MIN BB STOCK", 500 500 200 0

"PRODUCTION CHANGES",20

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK",	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	430	430	430	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",19

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	430	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	200	0

"PRODUCTION CHANGES",19

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	430	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	100	0
"MAX BB STOCK"	5000	5000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",19

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	430	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",19

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	430	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	200	0

"PRODUCTION CHANGES",19

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1720	1290	430	0

"MIN SILO STOCK"	300	300	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",19

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1720	1720	430	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",18

"Insufficient Silo",11,"times"

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	550	430	200	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",17

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1720	860	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",16

"Insufficient Silo",3,"times"

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	430	430	250	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",16

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	200	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",16

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	300	300	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",15

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	430	430	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",14

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	430	430	200	0
"MAX BB STOCK",	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",14

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	200	200	200	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

PRODUCTION CHANGES",14

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	100	100	200	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",14

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	100	100	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",14

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	1290	0
"MIN SILO STOCK"	200	200	200	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0
"PRODUCTION CHANGES",14				
"*****"				

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΑΛΛΑΓΕΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΕΞΑΜΗΝΟ ΤΟΥ 2003 ΜΕ
ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ EXCEL ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΑΠΟ BASIC

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	430	430	100	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0
"PRODUCTION CHANGES",31				
"BAGGING OVERTIME" 17,4				
"*****"				

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	430	430	200	0
"MAX BB STOCK",	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0
"PRODUCTION CHANGES",32				
"BAGGING OVERTIME" 18				
"*****"				

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	200	200	200	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0
PRODUCTION CHANGES",29				
"BAGGING OVERTIME" 12,2				
"INSUFFICIENT PROD. RATE 1 TIME"				
"*****"				

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	100	100	200	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0
"PRODUCTION CHANGES",31				
"BAGGING OVERTIME" 19,8				
"INSUFFICIENT PROD. RATE 1 TIME"				
"*****"				

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	860	0
"MIN SILO STOCK"	100	100	100	0

"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",35

"BAGGING OVERTIME" 18,3

"INSUFFICIENT PROD. RATE 2 TIME"

"*****"

"ΠΡΟΪΟΝ	SD	WG	FH	SD-FH
"MAX SILO STOCK"	1290	1290	1290	0
"MIN SILO STOCK"	200	200	200	0
"MAX BB STOCK"	10000	10000	5000	5000
"MIN BB STOCK"	500	500	500	0

"PRODUCTION CHANGES",27

"BAGGING OVERTIME" 12,1

"INSUFFICIENT PROD. RATE 1 TIME"

"*****"



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΟΥ CD-ROM

ΦΑΚΕΛΟΣ: «BASIC»

ΑΡΧΕΙΟ: QBASIC : 4 αρχεία απαραίτητα για το τρέξιμο της basic. Το πρώτο από τα τέσσερα είναι τύπου εφαρμογής από το οποίο με διπλό κλικ ξεκινάει η Basic.

ΑΡΧΕΙΟ: VPI.BAS: Το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για την βελτιστοποίηση παραμέτρων και για τον μακροχρόνιο σχεδιασμό.

ΑΡΧΕΙΟ: APOTEL.txt Το αρχείο στο οποίο αποθηκεύονται προσωρινά τα αποτελέσματα του VPI.BAS

ΕΚΤΟΣ ΦΑΚΕΛΟΥ

ΑΡΧΕΙΟ: Αποτελέσματα (27 περίοδοι).doc. Το αρχείο στο οποίο είναι αποθηκευμένα τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης για το πρώτο εξάμηνο του 2003.

ΑΡΧΕΙΟ: *Προγραμματισμός παραγωγής.xls*: Το **κύριο** αρχείο που δημιουργήθηκε για τον προγραμματισμό παραγωγής. Στο αρχείο αυτό υπάρχουν τα παρακάτω 4 φύλλα.

Φύλλο: «**Μακροχρόνιο**» Ο βασικός αλγόριθμος φτιαγμένος έτσι ώστε δίνοντας μια μέση τιμή ζήτησης και τα ποσοστά κατανομής της στους τύπους ζήτησης, να παράγει τυχαίες τιμές ζήτησης και να προσδιορίζει τον αριθμό αλλαγών και υπερωριών της σακιστικής.

Φύλλο: «**4 Προϊόντα**». Ο βασικός αλγόριθμος χωρίς τους περιορισμούς της αλληλουχίας μεταξύ των προϊόντων ώστε να μπορεί να επεκταθεί για περισσότερα από 4 προϊόντα.

Φύλλο: «**3 προϊόντα και SD-FH**» Το κύριο πρόγραμμα έτοιμο να χρησιμοποιηθεί για 27 περιόδους.

Φύλλο: «1^ο εξάμηνο 2003». Το παραπάνω πρόγραμμα χρησιμοποιημένο για το πρώτο εξάμηνο του 2003.

