Ελευθεριάδης Χαράλαμπος
9257 - elefchar@ece.auth.gr

Αναφορά Εργασίας ΔυνοΜηχανές Α.Ε.

Για την επίλυση του προβλήματος που μας δόθηκε χρησιμοποίησα το εργαλείο Pyomo με τον GLPK solver και την ακόλουθη μοντελοποίηση:

- Τα διανύσματα **consA** και **consB** αντιπροσωπεύουν τον αριθμό μηχανών Α και Β αντίστοιχα που έγιναν παραγγελία για την i-οστή εβδομάδα.
- Οι μη-αρνητικές ακέραιες μεταβλητές διανύσματα **mdl.prodA** και **mdl.prodB** αντιπροσωπεύουν τον αριθμό μηχανών Α και Β αντίστοιχα που θα παραχθούν κατά τη διάρκεια της i-οστής εβδομάδας.
- Η δυαδική μεταβλητή διάνυσμα **mdl.deci** αντιπροσωπεύει την κατάσταση της γραμμής παραγωγής την i-οστή εβδομάδα (αν δηλαδή παράγονται Α ή Β μηχανές, με την τιμή 0 να αντιστοιχίζεται στην παραγωγή Α μηχανών και την τιμή 1 στην παραγωγή Β μηχανών).
- Η δυαδική μεταβλητή διάνυσμα **mdl.chan** αντιπροσωπεύει αλλαγή στην κατάσταση της γραμμής παραγωγής την i-οστή εβδομάδα παίρνοντας τιμή 0 εάν το είδος μηχανών που παράγονται την i-οστή εβδομάδα είναι το ίδιο με της i-1 εβδομάδας, ή 1 στην αντίθετη περίπτωση.
- Οι μη-αρνητικές ακέραιες μεταβλητές διανύσματα **mdl.storA** και **mdl.storB** αντιπροσωπεύουν τον αριθμό μηχανών Α και Β αντίστοιχα που μένουν στην αποθήκη της εταιρείας στο τέλος της i-οστής εβδομάδας, δηλαδή αφού κλείσει η παραγωγή και αποστολή μηχανών για την εβδομάδα αυτή.

Συμβάσεις που ακολουθήθηκαν κατά τη μοντελοποίηση:

- Η εβδομάδα 0 αποτελεί την αρχική μας κατάσταση κατά την οποία οι μεταβλητές **mdl.storA**, **mdl.storB** και **mdl.deci** λαμβάνουν τις αρχικές τους τιμές 125, 143 και 0 αντίστοιχα.
- Την 9^{η} εβδομάδα δε μπορεί να γίνει παραγωγή καμίας μηχανής.

Κόστος παραγωγής το οποίο θέλουμε να ελαχιστοποιήσουμε:

$$\sum_{i=1}^{9}(225*mdl.prodA[i]+310*mdl.prodB[i])$$
$$+\sum_{i=1}^{9}\left(225*\frac{0.195}{52}*storA[i]+310*\frac{0.195}{25}*mdl.storB[i]\right)$$
$$+500*\sum_{i=1}^{9}mdl.chan[i]$$

Στο παραπάνω κόστος το πρώτο άθροισμα αντιπροσωπεύει το κόστος για κάθε μηχανή Α ή Β που παράγεται και είναι 225 ανά μηχανή Α και 310 ανά μηχανή Β. Το δεύτερο άθροισμα αντιπροσωπεύει το εβδομαδιαίο επιτόκιο που επιβαρύνει τις μηχανές Α και Β που βρίσκονται στην αποθήκη. Το εβδομαδιαίο επιτόκιο υπολογίστηκε από το ετήσιο που ήταν 19.5% αφού το διαιρέσαμε με τις 52 βδομάδες που έχει ένας χρόνος. Τέλος, το τρίτο άθροισμα αντιπροσωπεύει μια αλλαγή στην γραμμή παραγωγής από παραγωγή μηχανών Α σε Β ή το ανάποδο που κοστολογείται ως 500 μονάδες κόστους. Εάν συμβεί αλλαγή παίρνει τιμή 1 για την εβδομάδα αυτή και φυσικά η γραμμή παραγωγής μπορεί να αλλάξει μόνο στην αρχή μιας εβδομάδας.

Οι περιορισμοί που χρησιμοποιήθηκαν σύμφωνα με την εκφώνηση είναι οι εξής:

1. $mdl.prodA[i] \leq 100$ για $\mathrm{i} \in [1,9]$
   Περιορίζει την παραγωγή Α μηχανών μέχρι 100 την εβδομάδα.

2. $mdl.prodB[i] \leq 80$ για $\mathrm{i} \in [1,9]$
   Περιορίζει την παραγωγή Β μηχανών μέχρι 80 τη βδομάδα.

3. $mdl.storA[i-1] \geq 0.8 * consA[i]$για $\mathrm{i} \in [1,9]$
   Εξασφαλίζει ότι στην αποθήκη θα υπάρχει τουλάχιστον το 80% των μηχανών Α που απαιτούνται για την παραγγελία της επόμενης εβδομάδας.

4. $mdl.storB[i-1] \geq 0.8 * consB[i]$για $\mathrm{i} \in [1,9]$
   Εξασφαλίζει ότι στην αποθήκη θα υπάρχει τουλάχιστον το 80% των μηχανών Β που απαιτούνται για την παραγγελία της επόμενης εβδομάδας.

5. $mdl.storA[i] = mdl.storA[i-1] + mdl.prodA[i] - consA[i]$ για $\mathrm{i} \in [1,9]$
   Προσδιορίζει τον αριθμό των μηχανών Α που βρίσκονται στην αποθήκη στο τέλος της i-οστής εβδομάδας ως το άθροισμα των μηχανών Α που βρίσκονταν στην αποθήκη την i-1 εβδομάδα και της παραγωγής μηχανών Α την i-οστή εβδομάδα μείον τις μηχανές Α που έγιναν παραγγελία για την i-οστή εβδομάδα.
6. $mdl.storB[i] = mdl.storB[i-1] + mdl.prodB[i] - consB[i]$ για $\mathrm{i} \in [1,9]$
   Προσδιορίζει τον αριθμό των μηχανών Β που βρίσκονται στην αποθήκη στο τέλος της i-οστής εβδομάδας ως το άθροισμα των μηχανών Β που βρίσκονταν στην αποθήκη την i-1 εβδομάδα και της παραγωγής μηχανών Β την i-οστή εβδομάδα μείον τις μηχανές Α που έγιναν παραγγελία για την i-οστή εβδομάδα.

7. $mdl.prodA[i] \leq 1000 * (1 - mdl.deci[i])$ για $\mathrm{i} \in [1,9]$
8. $mdl.prodB[i] \leq 1000 * mdl.deci[i]$ για $\mathrm{i} \in [1,9]$
   Οι περιορισμοί 7-8 έγιναν με τη μέθοδο του big-M όπου Μ το 1000. Φροντίζουν ώστε κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας να παράγονται μόνο μηχανές Α ή Β.

9. $mdl.deci[i] - mdl.deci[i-1] \leq mdl.chan[i]$ για $\mathrm{i} \in [1,9]$
10. $mdl.deci[i-1] - mdl.deci[i] \leq mdl.chan[i]$ για $\mathrm{i} \in [1,9]$
    Οι περιορισμοί 9-10 εξασφαλίζουν ότι η μεταβλητή mdl.chan θα πάρει την τιμή 1 σε περίπτωση αλλαγής από 0->1 ή 1->0 της mdl.deci από την προηγούμενη βδομάδα στην τωρινή. Σε αντίθετη περίπτωση, η mdl.chan θα πάρει την τιμή 0 επειδή συμμετέχει γραμμικά στο κόστος το οποίο θέλουμε να ελαχιστοποιήσουμε.

Ελευθεριάδης Χαράλαμπος
9257 - elefchar@ece.auth.gr

<u>Αποτελέσματα μετά την επίλυση του προβλήματος:</u>

Week#	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
consA	-	55	55	44	0	45	45	36	35	35
consB	-	38	38	30	0	48	48	58	57	58
prodA	-	25	100	100	0	0	0	0	0	0
prodB	-	0	0	0	2	48	56	57	69	0
storA	125	95	140	196	196	151	106	70	35	0
storB	143	105	67	37	39	39	47	46	58	0
deci	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
chan	-	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Τελικό κόστος: 124388.64 μονάδες κόστους

Μπορούμε εύκολα να επιβεβαιώσουμε το μάτι και κάποιες γρήγορες πράξεις ότι το μοντέλο τήρησε τους περιορισμούς που επιβλήθηκαν.

Ο διευθυντής μπορεί να κανονίσει την παραγωγή του σύμφωνα με τις prodA και prodB για παραγωγή A και B μηχανών αντίστοιχα ώστε να έχει το ελάχιστο κόστος για τη διεκπεραίωση των παραγγελιών του.