

Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής
ΔΟΜΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Εξάμηνο Β'

Φύλλο Ασκήσεων 2: ΣΤΟΙΒΕΣ (υλοποίηση με πίνακες)

Μάγια Σατρατζέμη, Γεωργία Κολωνιάρη, Αλέξανδρος Καρακασίδης

Παρατηρήσεις:

1. Τα δεδομένα εισόδου διαβάζονται πάντα με ξεχωριστές εντολές `scanf()` το καθένα και με τη σειρά που δηλώνονται στις εκφωνήσεις.
2. Αντίστοιχα για τα δεδομένα εξόδου και όπου δεν υπάρχουν περαιτέρω διευκρινήσεις για τη μορφή τους, αυτά θα εμφανίζονται με ξεχωριστές εντολές `printf("...\n")` το καθένα και με τη σειρά που δηλώνονται στις εκφωνήσεις.
 - i) Τα στοιχεία των κόμβων της στοίβας θα εμφανίζονται σε μια γραμμή με ένα κενό χαρακτήρα μεταξύ τους. Σε περίπτωση που οι κόμβοι της στοίβας περιέχουν περισσότερα από ένα στοιχεία, τότε τα στοιχεία κάθε κόμβου θα εμφανίζονται σε μια γραμμή με ένα κενό χαρακτήρα μεταξύ τους, ενώ κάθε κόμβος θα εμφανίζεται σε διαφορετική γραμμή.
 - ii) Αν κατά τη διάσχιση της λίστας διαπιστώσετε ότι η στοίβα είναι κενή, τότε να εμφανίζετε αντίστοιχα το μήνυμα 'EMPTY STACK'.
3. Σε όσες από τις ασκήσεις θεωρείται δεδομένη η ύπαρξη στοίβας θα πρέπει προηγουμένως να τη δημιουργήσετε.
4. **ΠΡΟΣΟΧΗ:** Οι ασκήσεις θα πρέπει να λύνονται με χρήση του κώδικα που υλοποιεί τον ΑΤΔ στοίβα. Ο κώδικας που σας δίνεται περιλαμβάνεται στο `code.zip` στην αντίστοιχη διάλεξη. Οι συναρτήσεις που υλοποιούν τις βασικές λειτουργίες του ΑΤΔ στοίβα δεν τροποποιούνται. Τροποποιήσεις μπορούν να γίνουν ανάλογα με τη άσκηση και εφόσον χρειάζεται μόνο στο πλήθος των στοιχείων της στοίβας, στον τύπο του στοιχείου της στοίβας και στη συνάρτηση `TraverseStack` (είναι βοηθητική συνάρτηση, δεν υλοποιεί λειτουργία του ΑΤΔ στοίβα).

1. Θεωρείστε ότι $A = 7.0$, $B = 4.0$, $C = 3.0$, $D = -2.0$. Υπολογίστε τις ακόλουθες RPN εκφράσεις:

(a) $A B + C / D *$

(c) $A B C D + / *$

(e) $A B + C D ++$

(g) $A B C D +++$

(ie) $A B - C D --$

(k) $A B C D ---$

(b) $A B C + / D *$

(d) $A B + C + D +$

(f) $A B C ++ D +$

(h) $A B - C - D -$

(j) $A B C -- D -$

2. Για κάθε μία από τις ακόλουθες RPN εκφράσεις ιχνηλατήστε τον αλγόριθμο υπολογισμού RPN εκφράσεων και καθορίστε ποια είναι τα περιεχόμενα της στοίβας ακριβώς πριν από το διάβασμα του χαρακτήρα που σημειώνεται με **⌢**. Επίσης, υπολογίστε κάθε RPN έκφραση.

(a) $3253+ / 5 *$

⌢ ⌢

(c) $197155 ---$

⌢ ⌢ ⌢

(b) $217-5 / 3 *$

⌢ ⌢

3. Μετατρέψτε τις ακόλουθες ενδοθεματικές εκφράσεις σε RPN:

(a) $A * B + C - D$

(c) $(A + B) / C + D$

(e) $(A + B) / (C + D)$

(g) $((A - B) - C) - D - E$

(b) $A + B / C + D$

(d) $A + B / (C + D)$

(f) $(A - B) * (C - (D + E))$

(h) $A - (B - (C - (D - E)))$

4. Για κάθε μία από τις ακόλουθες ενδοθεματικές εκφράσεις ιχνηλατήστε τον αλγόριθμο μετατροπής ενδοθεματικής έκφρασης σε RPN εκφράσεων και καθορίστε ποια είναι τα περιεχόμενα της στοίβας και το αποτέλεσμα (RPN έκφραση μέχρι τη δεδομένη στιγμή) ακριβώς πριν από το διάβασμα του χαρακτήρα που σημειώνεται με **⌢**. Επίσης, προσδιορίστε την τελική RPN έκφραση.

$$(a) A + B / C - D$$

⌊ ⌊ ⌊

$$(c) A + B / (C - D) - E$$

⌊ ⌊ ⌊

$$(b) (A + B) / C - D + E$$

⌊ ⌊

$$(d) A + B / (C - D) * E$$

⌊ ⌊ ⌊

5. Χρησιμοποιήστε τις λειτουργίες που έχουν οριστεί στον ΑΤΔ στοίβα υλοποίηση με πίνακα και γράψτε στο κυρίως πρόγραμμα κώδικα για κάθε μία από τις παρακάτω λειτουργίες:

- (a) Θέστε στη μεταβλητή x την τιμή του δεύτερου στοιχείου από την κορυφή της στοίβας, αφήνοντας τη στοίβα χωρίς τα δύο πρώτα στοιχεία της κορυφής.
- (b) Θέστε στη μεταβλητή x την τιμή του δεύτερου στοιχείου από την κορυφή της στοίβας, αφήνοντας τη στοίβα αμετάβλητη (δεν θα διαγραφεί κανένα στοιχείο).
- (c) Θέστε στη μεταβλητή x την τιμή του n -οστού στοιχείου από την κορυφή της στοίβας, αφήνοντας τη στοίβα χωρίς τα n πρώτα στοιχεία της κορυφής.
- (d) Θέστε στη μεταβλητή x την τιμή του n -οστού στοιχείου από την κορυφή της στοίβας, αφήνοντας τη στοίβα αμετάβλητη. (Υπόδειξη: Χρησιμοποιείστε μία άλλη, βοηθητική στοίβα.)
- (e) Θέστε στη μεταβλητή x την τιμή του τελευταίου στοιχείου της στοίβας, αφήνοντας τη στοίβα αμετάβλητη.
- (f) Θέστε στη μεταβλητή x την τιμή του τρίτου στοιχείου από τη βάση της στοίβας, αφήνοντας τη στοίβα αμετάβλητη.
- (g) Θέστε στη μεταβλητή x την τιμή του τελευταίου στοιχείου της στοίβας, αφήνοντας τη στοίβα κενή.

Στο κυρίως πρόγραμμα θα δημιουργείται πρώτα η στοίβα και θα εισάγονται σ' αυτή 15 αριθμοί. Για λόγους απλότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας βρόχος *for*, σε κάθε επανάληψη του οποίου θα εισάγεται στη στοίβα το δεκαπλάσιο της τιμής της μεταβλητής ελέγχου της *for*. Στη συνέχεια εμφανίστε το περιεχόμενο της στοίβας (καλέστε τη βοηθητική συνάρτηση *TraverseStack*, η εμφάνιση των στοιχείων από τη θέση 0 .. *Stack.top*).

Πριν την εκτέλεση των παραπάνω λειτουργιών θα διαβάζεται ο ακέραιος αριθμός n ($n \leq (Stack.Top-1)/2$) που χρειάζεται στις λειτουργίες (c) και (d). Δε χρειάζεται να γίνεται έλεγχος ορθής καταχώρησης της τιμής του n εντός του παραπάνω ορίου θεωρούμε ότι θα δοθεί ορθά.

Μετά από την εκτέλεση κάθε λειτουργίας (a) έως (g) θα εμφανίζεται η τιμή της μεταβλητής x στη συνέχεια το πλήθος των στοιχείων της στοίβας και το περιεχόμενο της στοίβας. Η είσοδος και η έξοδος του προγράμματος φαίνεται στο παρακάτω ενδεικτικό στιγμιότυπο.

```
plithos sto stack 15
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140
Give nth element (n<=6) 3
```

```
Question a: x=130
plithos sto stack 13
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
```

```
Question b: x=110
plithos sto stack 13
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
```

```
Question c: x=100
plithos sto stack 10
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
```

```
Question d: x=70
plithos sto stack 10
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
```

```
Question e: x=0
plithos sto stack 10
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
```

```
Question f: x=20
plithos sto stack 10
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
```

Question g: x=0
plithos sto stack 0

6. Γράψτε μία συνάρτηση που επιστρέφει το στοιχείο της κορυφής μιας στοίβας τύπου *StackType* την οποία δέχεται μέσω παραμέτρου. Το στοιχείο της κορυφής που επιστρέφει η συνάρτηση **δεν θα διαγράφεται** από τη στοίβα. Υλοποιήστε δύο εκδόσεις της συνάρτησης:

(a) υλοποιήστε τη συνάρτηση *GetTopElementA* σε επίπεδο εφαρμογής: μόνο οι λειτουργίες *Push*, *Pop*, *CreateStack* και *EmptyStack* μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

(b) υλοποιήστε τη συνάρτηση *GetTopElementB* σε επίπεδο υλοποίησης: μπορείτε να προσπελάσετε άμεσα τη δομή που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση της στοίβας.

Οι δύο διαδικασίες θα καλούνται από το κυρίως πρόγραμμα όπου και θα εμφανίζεται η τιμή που επιστρέφουν. Για να ελέγξετε την ορθότητα των δύο διαδικασιών δημιουργήστε προηγουμένως στο κυρίως πρόγραμμα μια στοίβα που περιλαμβάνει όλους τους περιττούς αριθμούς στο διάστημα [1..100].

7. Γράψτε μία συνάρτηση *GetNthElement* που δέχεται μια στοίβα τύπου *StackType* και έναν ακέραιο αριθμό *n* και επιστρέφει το *n*-οστό στοιχείο της στοίβας από την κορυφή της στοίβας (1^ο στοιχείο είναι αυτό που βρίσκεται στη θέση *Stack.Top*, 2^ο στη θέση *Stack.Top-1*, κτλ). Το στοιχείο που επιστρέφει η συνάρτηση δεν θα διαγράφεται από τη στοίβα και η στοίβα θα παραμένει αναλλοίωτη. Υλοποιήστε δύο εκδόσεις της συνάρτησης:

(a) υλοποιήστε τη συνάρτηση *GetNthElementA* σε επίπεδο εφαρμογής: μόνο οι λειτουργίες *Push*, *Pop* μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

(b) υλοποιήστε τη συνάρτηση *GetNthElementB* σε επίπεδο υλοποίησης: μπορείτε να προσπελάσετε άμεσα τη δομή που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση της στοίβας χωρίς να κάνετε χρήση των διαδικασιών *Push* και *Pop*.

Στο κυρίως πρόγραμμα δημιουργήστε μια στοίβα που περιλαμβάνει όλους τους άρτιους αριθμούς στο διάστημα [1..50]. Εμφανίστε τα στοιχεία της στοίβας. Διαβάστε το *n* (να γίνει έλεγχος για την τιμή της *n*, ώστε να δοθεί έγκυρος αριθμός). Καλέστε την *GetNthElementA* και εμφανίστε η τιμή που επιστρέφει, όπως και τα στοιχεία της στοίβας. Καλέστε την *GetNthElementB* και εμφανίστε η τιμή που επιστρέφει, όπως και τα στοιχεία της στοίβας.

Δίνεται ένα στιγμιότυπο εκτέλεσης:

```
plithos sto stack 25
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50
Dwse n: 3
Top with GetNthElementA = 46
plithos sto stack 25
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50
Top with GetNthElementB = 46
plithos sto stack 25
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50
```

8. Γράψτε ένα πρόγραμμα που θα δέχεται ένα αλφαριθμητικό, διαβάζοντας το χαρακτήρα προς χαρακτήρα (μέχρι ο χρήστης να δώσει ως χαρακτήρα #) και θα ελέγχει αν το αλφαριθμητικό που έχει σχηματιστεί, έχει τη μορφή

$$x C y$$

όπου *x* είναι ένα αλφαριθμητικό και *y* είναι το αντίστροφο του *x*. Για παράδειγμα, αν *x* = 'ABABBA' τότε *y* = 'ABBABA'. Ο έλεγχος θα γίνεται κατά το διάβασμα του κάθε χαρακτήρα. Το πρόγραμμα θα σταματάει να διαβάζει χαρακτήρες είτε όταν δοθεί ο χαρακτήρας '#', είτε μόλις διαπιστώσει ότι το αλφαριθμητικό δεν ακολουθεί την επιθυμητή μορφή. Πριν τερματίσει θα εμφανίζει το μήνυμα *TRUE* ή *FALSE* αντίστοιχα αν το αλφαριθμητικό έχει ή όχι αυτή τη μορφή.

Υπόδειξη: οι χαρακτήρες που θα διαβαστούν μέχρι να δοθεί ο χαρακτήρας 'C' εισάγονται σε μια στοίβα και κάθε χαρακτήρας που διαβάζεται μετά τον 'C' συγκρίνεται με το στοιχείο που βρίσκεται στην κορυφή της στοίβας. Για το διάβασμα κάθε χαρακτήρα χρησιμοποιήστε: `scanf("%c", &ch); getchar();`

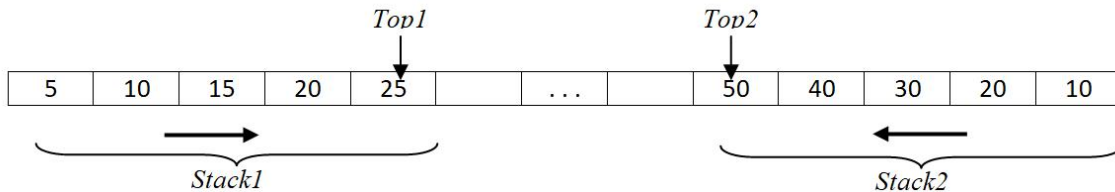
Παραδοχές: ο 1ος χαρακτήρας που μπορεί να δοθεί από το χρήστη είναι οποιοδήποτε εκτός του *enter* ή *C*. Αν ο 1ος χαρακτήρας είναι ο # το πρόγραμμα θα τερματίζει (*return 0*). Δε χρειάζεται να διενεργείται έλεγχος για το αν πληρούνται οι παραπάνω 2 παραδοχές, δηλαδή η λύση που θα υλοποιήσετε θα γίνει με την παραδοχή ότι ο χρήστης δε θα πληκτρολογήσει ως 1^ο χαρακτήρα *enter* ή το *C* αλλά οποιοδήποτε άλλο χαρακτήρα συμπεριλαμβανομένου και του #.

Διαφορετικά στιγμιότυπα εκτέλεσης δίνονται στη συνέχεια:

Enter string:	Enter string:	Enter string:	Enter string:
m↵	m↵	m↵	m↵
a↵	a↵	a↵	a↵
y↵	y↵	y↵	y↵

a↵	a↵	a↵	a↵
C↵	C↵	#↵	C↵
a↵	n↵	FALSE	a↵
y↵	FALSE		y↵
a↵	Enter string:		a↵
m↵	#↵		m↵
#↵			a↵
TRUE			FALSE

9. Να υλοποιήσετε μία δομή δεδομένων που θα αποθηκεύει δύο στοίβες σε ένα πίνακα. Οι δύο στοίβες θα αναπτύσσονται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



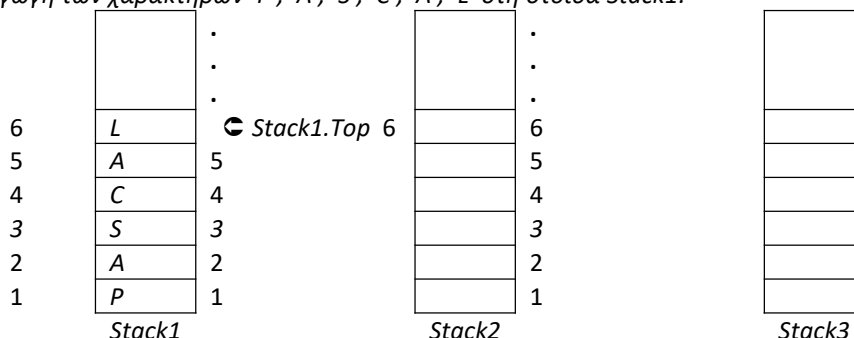
Πρέπει να κάνετε τις απαραίτητες διορθώσεις στην υλοποίηση του ΑΤΔ στοίβα με πίνακα και να γράψετε συναρτήσεις και διαδικασίες για όλες τις βασικές λειτουργίες της στοίβας. Τα υποπρογράμματα *CreateStack*, *Push*, *Pop*, *EmptyStack* θα πρέπει να δέχονται επιπλέον τον αριθμό της στοίβας, 1 ή 2, που θα επεξεργαστούν. Το υποπρόγραμμα που υλοποιεί τη λειτουργία *FullStack* θα αποτυγχάνει (και οι 2 στοίβες γεμάτες) αν έχουν χρησιμοποιηθεί όλες οι θέσεις του πίνακα. Να ελέγξετε το πρόγραμμα σας για μέγεθος πίνακα 10 θέσεων και δεδομένα του παραπάνω σχήματος για κάθε στοίβα. Καλέστε κατά σειρά τις παρακάτω λειτουργίες: δημιουργήστε τις 2 κενές στοίβες, διαπιστώστε ότι οι στοίβες είναι κενές καλώντας το αντίστοιχο υποπρόγραμμα κάθε φορά, προσθέστε στις 2 στοίβες τα παραπάνω στοιχεία, προσθέστε ένα νέο στοιχείο στη 1^η στοίβα, θα πρέπει να εμφανίσει μήνυμα ότι η στοίβα είναι γεμάτη, προσθέστε ένα νέο στοιχείο στη 2^η στοίβα, θα πρέπει να εμφανίσει μήνυμα ότι η στοίβα είναι γεμάτη, αφαιρέστε το κορυφαίο στοιχείο και από τις 2 στοίβες και εμφανίστε τα.

10. Να γράψετε ένα πρόγραμμα που θα αντιστρέφει τη σειρά των στοιχείων μιας στοίβας *Stack1*. Για την αντιστροφή των στοιχείων μέσα στην ίδια τη στοίβα μπορείτε να χρησιμοποιήσετε δύο βοηθητικές στοίβες (*Stack2* και *Stack3*) και τις λειτουργίες που έχουν υλοποιηθεί στον ΑΤΔ στοίβα με πίνακα, αλλά όχι επιπλέον μεταβλητές. Η έξοδος του προγράμματος φαίνεται στη παρακάτω εικόνα (εμφανίζετε το περιεχόμενο των 3 στοίβων με τη βοήθεια της βοηθητικής συνάρτησης *TraverseStack* μετά από κάθε βήμα του αλγόριθμου που σας προτείνετε στη συνέχεια).

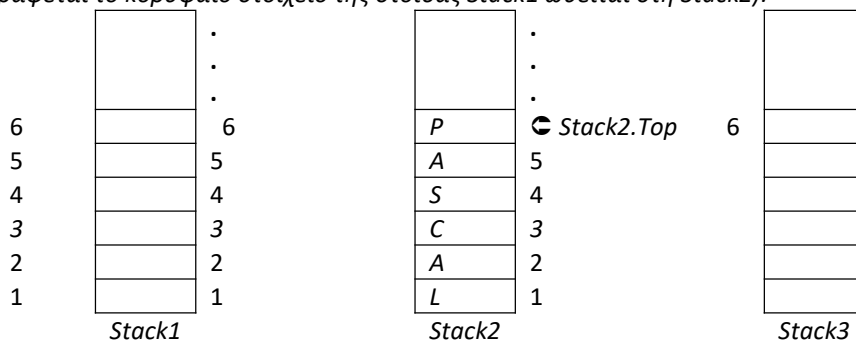
```
Stack1
plithos sto stack 6
P, A, S, C, A, L,
Stack2
plithos sto stack 6
L, A, C, S, A, P,
Stack3
plithos sto stack 6
P, A, S, C, A, L,
Stack1
plithos sto stack 6
L, A, C, S, A, P,
Πιέστε ένα πλήκτρο για συνέχεια. . .
```

Τα βήματα του αλγόριθμου που πρέπει να υλοποιήσετε φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:

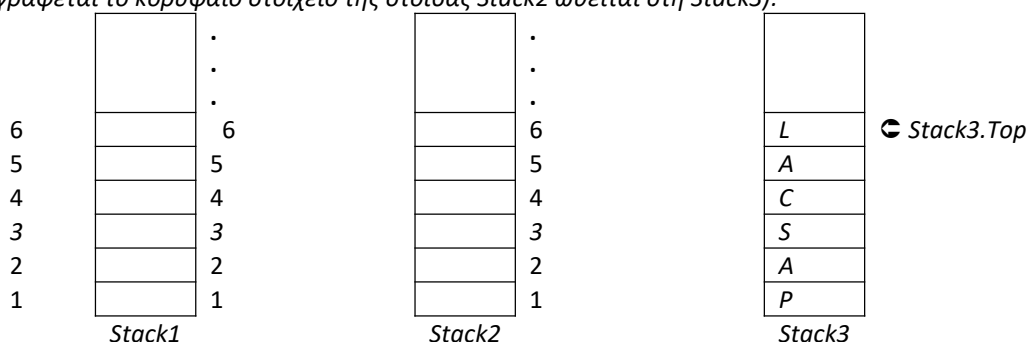
1. Εισαγωγή των χαρακτήρων 'P', 'A', 'S', 'C', 'A', 'L' στη στοίβα *Stack1*:



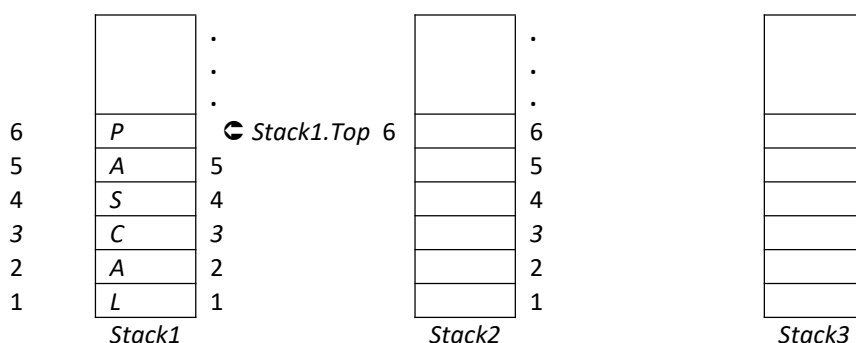
2. Διαγραφή των στοιχείων της στοίβας Stack1 και εισαγωγή τους στη στοίβα Stack2 (κάθε φορά που διαγράφεται το κορυφαίο στοιχείο της στοίβας Stack1 ωθείται στη Stack2):



3. Διαγραφή των στοιχείων της στοίβας Stack2 και εισαγωγή τους στη στοίβα Stack3 (κάθε φορά που διαγράφεται το κορυφαίο στοιχείο της στοίβας Stack2 ωθείται στη Stack3):



4. Διαγραφή των στοιχείων της στοίβας Stack3 και εισαγωγή τους στη στοίβα Stack1 (κάθε φορά που διαγράφεται το κορυφαίο στοιχείο της στοίβας Stack3 ωθείται στη Stack1):



11. Να γράψετε ένα πρόγραμμα που θα υλοποιεί τη συνάρτηση FilterStack η οποία δέχεται μια στοίβα Stack που περιέχει αριθμούς και ένα στοιχείο item και θα διαγράφει το στοιχείο item από τη στοίβα. Για παράδειγμα αν η Stack περιέχει τους αριθμούς [2, 13, 10, 5, 7, 1] (κορυφή της στοίβας το 1) και δίνεται το στοιχείο 5, τότε από τη Stack θα διαγράφεται το 5 και θα περιέχει τα στοιχεία [2, 13, 10, 7, 1]. Το πρόγραμμα, για μία στοίβα μέγιστου μεγέθους 20 στοιχείων, θα δέχεται ως είσοδο:

A) Το πλήθος των στοιχείων που θα εισαχθούν στη στοίβα.

B) Τα στοιχεία αυτά.

Γ) Το στοιχείο προς διαγραφή

Το πρόγραμμά σας θα δημιουργεί τη Stack, θα εμφανίζει τα στοιχεία της στοίβας με τη βοηθητική συνάρτηση TraverseStack, στη συνέχεια θα καλεί τη συνάρτηση FilterStack και μετά τη βοηθητική συνάρτηση TraverseStack (ώστε να εμφανιστούν τα στοιχεία της στοίβας πριν και μετά τη διαγραφή του στοιχείου item). Υπόδειξη: χρησιμοποιείτε μια βοηθητική στοίβα έστω την TempStack, για να απωθήσετε τα στοιχεία της Stack και να τα ωθήσετε στην TempStack μέχρι να εντοπίσετε το στοιχείο item και στη συνέχεια απωθήσετε τα στοιχεία της TempStack και ωθήσετε τα στην Stack.

Παρατήρηση: Σε κάθε θήμα ώθησης και απώθησης που πραγματοποιείτε, θα πρέπει να εμφανίζονται τα περιεχόμενα τόσο της Stack όσο και της TempStack. Στη συνέχεια δίνεται ένα στιγμιότυπο εκτέλεσης.

```
Dwse to plh8os twn stoiceivn 6
Dwse to 1 o stoiceio:2
Dwse to 2 o stoiceio:13
Dwse to 3 o stoiceio:10
Dwse to 4 o stoiceio:5
Dwse to 5 o stoiceio:7
Dwse to 6 o stoiceio:1
Dwse to stoiceio gia diagrafh 5
plithos sto stack 6
2, 13, 10, 5, 7, 1,
plithos sto stack 5
2, 13, 10, 5, 7,
plithos sto stack 1
1,
plithos sto stack 4
2, 13, 10, 5,
plithos sto stack 2
1, 7,
plithos sto stack 3
2, 13, 10,
plithos sto stack 2
1, 7,
plithos sto stack 1
1,
plithos sto stack 4
2, 13, 10, 7,
plithos sto stack 0
plithos sto stack 5
2, 13, 10, 7, 1,

plithos sto stack 5
2, 13, 10, 7, 1,
```

12. Στο δοσμένο αρχείο κεφαλίδας StackADT.h, η στοίβα υλοποιείται με έναν πίνακα σταθερού μεγέθους StackLimit = 50. Τροποποιήστε τον ορισμό της στοίβας για να μπορεί να χρησιμοποιεί πίνακες μεταβλητού μεγέθους. Όταν ζητηθεί η προσθήκη ενός στοιχείου και η στοίβα είναι γεμάτη, δε θα εμφανίζεται πια το μήνυμα «Full Stack...». Αντίθετα, ο πίνακας των στοιχείων της στοίβας θα αντικαθιστάται από έναν πίνακα διπλάσιου μεγέθους.

Υπόδειξη: Χρησιμοποιήστε δείκτη αντί για πίνακες σταθερού μεγέθους. Τροποποιήστε τη συνάρτηση Push έτσι ώστε όταν φτάσει στο όριο StackLimit να δεσμεύει μνήμη με τη συνάρτηση realloc της βιβλιοθήκης <stdlib.h>.

13. Σε αυτή την άσκηση θέλουμε να υλοποιήσουμε ένα κομπιουτεράκι (calculator) που υποστηρίζει την αναίρεση (undo) μιας πράξης. Το κομπιουτεράκι θα εκτελείται μέσω της γραμμής εντολών και θα περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

```
DIATHESIMES LEITOURGIES: +,-,*,/,c,s,q,u
c = clear, s = show result, q = quit, u = undo
Operation:
```

Ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει μία από αυτές τις λειτουργίες. Όταν για πρώτη φορά πληκτρολογεί μια πράξη (+,-,*,/) το πρόγραμμα θα του ζητά 2 αριθμούς:

```
DIATHESIMES LEITOURGIES: +,-,*,/,c,s,q,u
c = clear, s = show result, q = quit, u = undo
Operation: +
Number1: 1
Number2: 2_
```

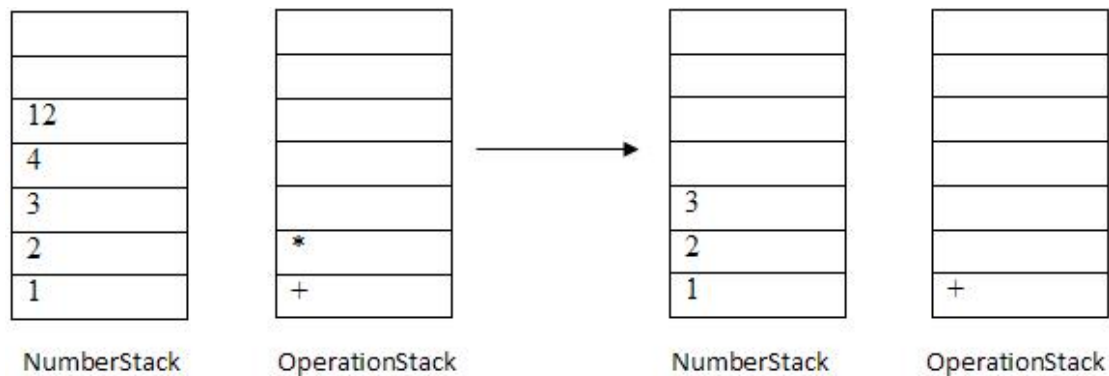
Οι πράξεις που θα ακολουθήσουν εφαρμόζονται στο αποτέλεσμα της προηγούμενης. Για παράδειγμα αν η πρώτη πράξη είναι η $1+2=3$ (όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα), στη συνέχεια ο χρήστης θα εισάγει μόνο μια πράξη (π.χ $*$) και έναν αριθμό (π.χ 4) και το αποτέλεσμα θα γίνεται: $3*4 = 12$. Αν θέλει να ξεκινήσει μια καινούρια πράξη

θα εισάγει ως λειτουργία (operation) τον καθαρισμό (clear) πατώντας το «c». Αν θέλει να ακυρώσει την προηγούμενη πράξη θα ζητά την αναίρεση της, πατώντας το «u». Στο συγκεκριμένο παράδειγμα η αναίρεση του πολλαπλασιασμού $3*4$ οδηγεί και πάλι στο προηγούμενο αποτέλεσμα ($1+2=3$). Η αναίρεση είναι μια λειτουργία που σε παρόμοιες περιπτώσεις (π.χ στους επεξεργαστές κειμένου) μπορεί να υλοποιηθεί με τη χρήση της δομής δεδομένων **στοίβα**. Στην προκειμένη περίπτωση μπορούμε για παράδειγμα να διατηρούμε 2 στοίβες:

A) Τη στοίβα *NumberStack* που θα αποθηκεύει τα δεδομένα εισόδου και εξόδου μιας πράξης. Έτσι, η πρόσθεση $1+2=3$ προκαλεί την εισαγωγή (**Push**) 3 αριθμών (1,2,3) στη στοίβα *NumberStack*.

B) Τη στοίβα *OperationStack* που θα αποθηκεύει τις πράξεις που εφαρμόζονται στα δεδομένα εισόδου. Έτσι, η πρόσθεση $1+2=3$ προκαλεί την εισαγωγή (Push) του «+» στη στοίβα *OperationStack*. Αντί για το + θα μπορούσαμε να εισάγουμε στη στοίβα αριθμούς αντιστοιχίζοντας έναν αριθμό (0,1,2,3) σε κάθε μία από τις πράξεις (+,-,*,/).

Η αναίρεση μιας πράξης γίνεται με την εξαγωγή (**Pop**) δύο αριθμών από τη στοίβα *NumberStack* και ενός συμβόλου από τη στοίβα *OperationStack*. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται τα περιεχόμενα των στοίβων *NumberStack* και *OperationStack* για την ακολουθία πράξεων $1+2=3$, $3*4=12$ πριν και μετά την αναίρεση (undo) της τελευταίας πράξης ($3*4=12$):



Γράψτε ένα πρόγραμμα που θα υλοποιεί το κομπιουτεράκι, το οποίο θα υποστηρίζει ένα μικρό και σταθερό αριθμό αναιρέσεων λόγω της στατικής υλοποίησης της στοίβας με πίνακα σταθερού μεγέθους.

Σημείωση 1: Όταν ο χρήστης πληκτρολογεί το c (clear) οι στοίβες *NumberStack* και *OperationStack* θα αδειάζουν.

Σημείωση 2: Όταν ο χρήστης πληκτρολογεί το q (quit) για να τερματίσει την εκτέλεση θα εμφανίζονται με τη βοηθητική συνάρτηση *TraverseStack* τα περιεχόμενα των *NumberStack* και *OperationStack*.

```

DIATHESIMES LEITOURGIES: +,-,*,/,c,s,q,u
c = clear, s = show result, q = quit, u = undo
Operation: +
Number1: 1
Number2: 2

DIATHESIMES LEITOURGIES: +,-,*,/,c,s,q,u
c = clear, s = show result, q = quit, u = undo
Operation: *
Number: 4

DIATHESIMES LEITOURGIES: +,-,*,/,c,s,q,u
c = clear, s = show result, q = quit, u = undo
Operation: s
Result: 12

DIATHESIMES LEITOURGIES: +,-,*,/,c,s,q,u
c = clear, s = show result, q = quit, u = undo
Operation: u

DIATHESIMES LEITOURGIES: +,-,*,/,c,s,q,u
c = clear, s = show result, q = quit, u = undo
Operation: s
Result: 3

DIATHESIMES LEITOURGIES: +,-,*,/,c,s,q,u
c = clear, s = show result, q = quit, u = undo
Operation: q

plithos sto stack 3
3, 2, 1,

plithos sto stack 1
0,
Πιέστε ένα πλήκτρο για συνέχεια. . .

```

14. Σε ένα λειτουργικό σύστημα διατηρείται μία στοίβα κλήσεων (call stack), στην οποία αποθηκεύονται διευθύνσεις μνήμης. Κάθε φορά που καλείται μία υπο-ρουτίνα (έστω GetAverage()), προστίθεται (push) στην στοίβα η διεύθυνση μνήμης της αμέσως επόμενης εντολής της ρουτίνας που την κάλεσε (έστω η CalculateStandardDeviation()). Εάν η CalculateStandardDeviation() αποτελείται από τις παρακάτω εντολές:

<u>ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ</u>	<u>ΕΝΤΟΛΗ</u>
<u>ΜΝΗΜΗΣ</u>	
0	float CalculateStandardDeviation(int X[]){
1	int i,n=sizeof(X);
2	float SD=0;
3	for(i=0;i<n;i++){
4	Avg=GetAverage();
5	SD+=(X[i]-Avg)^2;
	}
6	SD/=n;
7	SD=sqrt(SD);
8	return SD;}

Όταν κληθεί η GetAverage() στην στοίβα προστίθεται η τιμή 5. Όταν τελειώσει την εκτέλεσή της, η τιμή 5 αφαιρείται από τη στοίβα (pop), και συνεχίζει η εκτέλεση των εντολών από τη διεύθυνση 4. Δεδομένου ότι για λόγους ασφαλείας δεν μπορεί να έχει πρόσβαση κάποια υπο-ρουτίνα σε όλες τις θέσεις μνήμης, όταν πραγματοποιείται η pop ελέγχεται εάν η διεύθυνση βρίσκεται εντός των ορίων που έχει θέσει το λειτουργικό σύστημα (με συγκεκριμένο μηχανισμό, ο οποίος δεν αφορά όμως το αντικείμενο της άσκησης). Παράλληλα, αντί για την αποθήκευση της απόλυτης τιμής της διεύθυνσης, μπορεί να αποθηκεύεται η σχετική θέση της διεύθυνσης. Για χάρη απλότητας, θεωρήστε ότι αποθηκεύεται η διαφορά της τελευταίας εντολής της GetAverage() και της επόμενης εντολής της CalculateStandardDeviation(). Εάν θεωρήσουμε ότι η GetAverage() αποτελείται από τις παρακάτω εντολές:

<u>ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ</u> <u>ΜΝΗΜΗΣ</u>	<u>ΕΝΤΟΛΗ</u>
9	float GetAverage(int X[]){
10	float Avg=0;
11	int n= sizeof(X);
12	for(i=0;i<n;i++){
13	Avg +=X[i];
	}
14	Avg /=n;
15	return Avg;}

Θα προστεθεί στην στοίβα η τιμή -10, ώστε (θέση μνήμης όταν τελειώσει η εκτέλεση)+(διαφορά)=(νέα θέση μνήμης), δηλαδή 15-10=5.

Γράψτε ένα πρόγραμμα, χρησιμοποιώντας την ΑΔΤ στοίβα, το οποίο προσομοιώνει τη λειτουργία αυτή ως εξής:

- Το πρόγραμμα δέχεται τη μέγιστη διεύθυνση μνήμης (έστω $M = 100$)
- Στη συνέχεια δέχεται σχετικές διευθύνσεις μνήμης, τις οποίες αποθηκεύει σε μία στοίβα και σταματά όταν δοθεί η τιμή 0 (καμία μετακίνηση).
- Ζητείται η τρέχουσα διεύθυνση μνήμης.
- Εκτελεί τις εντολές μία-μία, με τη σειρά που εξέρχονται από τη στοίβα, υπολογίζοντας την νέα διεύθυνση μνήμης και εκτυπώνοντας το μήνυμα ("Executing instruction: διεύθυνση μνήμης").
- Σε περίπτωση που η σχετική διεύθυνση οδηγεί σε μη επιτρεπτή θέση μνήμης (<0 , ή $>M$) εκτυπώνεται το μήνυμα ("Access Violation Exception at address: διεύθυνση μνήμης") και σταματά η εκτέλεση.

```
Please enter maximum memory address: 100
Please enter the next relative memory address: -10
Please enter the next relative memory address: -20
Please enter the next relative memory address: 30
Please enter the next relative memory address: 0
Please enter the current memory address: 50
Executing instruction: 80
Executing instruction: 60
Executing instruction: 50
```

```
Please enter maximum memory address: 100
Please enter the next relative memory address: 120
Please enter the next relative memory address: -10
Please enter the next relative memory address: 30
Please enter the next relative memory address: 0
Please enter the current memory address: 50
Executing instruction: 80
Executing instruction: 70
Access Violation Exception at address: 190
```

```
Please enter maximum memory address: 100
Please enter the next relative memory address: -100
Please enter the next relative memory address: -20
Please enter the next relative memory address: 30
Please enter the next relative memory address: 0
Please enter the current memory address: 50
Executing instruction: 80
Executing instruction: 60
Access Violation Exception at address: -40
```

15. Η πώληση μετοχών δημιουργεί εν δυνάμει κέρδος, το οποίο φορολογείται ανάλογα με την χώρα όπου διεκπεραιώνεται η συναλλαγή. Για τον υπολογισμό αυτού του κέρδους, λαμβάνονται υπόψη οι τιμές αγοράς και πώλησης των μετοχών. Στις Η.Π.Α., σε περίπτωση που οι μετοχές που πωλούνται έχουν αγοραστεί με διαφορετικές τιμές πώλησης η κάθε μία, τότε θεωρείται ότι πωλούνται πρώτα οι μετοχές που αγοράστηκαν πιο πρόσφατα και στη συνέχεια οι υπόλοιπες (προτεραιότητα Last In First Out – LIFO).

Έστω ότι ένας αγοραστής (Α) αγοράζει από έναν πωλητή (Π) 100 μετοχές της εταιρείας (Ε) στις 1/1/2016, έναντι 10€/μετοχή και ο Π κατέχει 150 μετοχές της Ε. Από τις 150 οι 80 αγοράστηκαν στις 1/12/2015 έναντι 8€/μετοχή ενώ οι υπόλοιπες 70 αγοράστηκαν στις 1/11/2015 έναντι 10€/μετοχή. Τότε, θεωρείται ότι πωλούνται και οι 80 μετοχές (1/12/2015) συν τις άλλες 20 που είχαν αγοραστεί παλαιότερα (1/11/2015). Επομένως, το κέρδος του Π θα είναι

$$100 \cdot 10 - (80 \cdot 8 + 20 \cdot 10) = 160\text{€}.$$

Παρατηρείστε ότι η ακριβής χρονική στιγμή που αγοράστηκαν οι μετοχές δεν έχει σημασία παρά μόνο η σειρά. Αυτή η σειρά μπορεί να μοντελοποιηθεί με τη χρήση στοίβων. Συγκεκριμένα, κάθε φορά που πραγματοποιείται αγορά μετοχών, η ποσότητα και η τιμή τους μπορεί να προστίθεται σε δύο στοίβες (μία για την ποσότητα και μία για την τιμή). Χρησιμοποιώντας την ΑΔΤ Στοίβα, γράψτε πρόγραμμα το οποίο:

- a. Θα διαβάσει 3 ακεραίους χωρισμένους με κόμμα την φορά και θα σταματάει εάν οποιοσδήποτε είναι αρνητικός. Η σημασία του κάθε ακεραίου φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Επιτρεπτές τιμές	0,1	1-1000	1-1000
Σημασία	0-Αγορά 1-Πώληση	Ποσότητα	Τιμή

- b. Εάν πρόκειται για αγορά θα εισάγει την τιμή και την ποσότητα στις στοίβες.
 c. Εάν πρόκειται για πώληση θα αφαιρεί την σωστή ποσότητα από τις στοίβες και θα υπολογίζει και θα εμφανίζει το κέρδος της συναλλαγής.
 d. Στο τέλος (εάν οποιοσδήποτε ακέραιος είναι αρνητικός) θα εμφανίζει το συνολικό κέρδος.

```
Enter the orderType,volume,price: 0,10,15
Transaction profit: 0
Enter the orderType,volume,price: 0,15,30
Transaction profit: 0
Enter the orderType,volume,price: 1,5,5
Transaction profit: -125
Enter the orderType,volume,price: 1,20,25
Transaction profit: 50
Enter the orderType,volume,price: -1
Transaction profit: 0
Total profit: -75
Press any key to continue . . .
```

16. Ένα κατάστημα διατηρεί κάθε διαφορετικού τύπου προϊόν του μέσα σε κουτί όπου τα τοποθετεί οργανωμένα σε μορφή στοίβας. Για το προϊόν «παιδικό φανελάκι» αποθηκεύει την τιμή και το μέγεθος. Να γίνει πρόγραμμα όπου:

1. Θα δίνεται το πλήθος από τα παιδικά φανελάκια που θα καταχωρήσει στο κουτί.
2. Για κάθε φανελάκι θα δίνει την τιμή (ακέραια) και το μέγεθος (1 χαρακτήρας L/M/S) και θα εισάγει (καταχωρεί) το φανελάκι στο κουτί (ως στοίβα). Δεν απαιτείται τα φανελάκια (στοιχεία) να είναι ταξινομημένα ως προς το μέγεθος ή την τιμή για να εισαχθούν στη στοίβα-κουτί, απλά καταχωρούνται στη στοίβα-κουτί (LIFO).
3. Όταν εισαχθούν όλα τα φανελάκια στη στοίβα-κουτί θα εμφανίζει το μήνυμα "items in the box" και στη συνέχεια τα φανελάκια που καταχωρήθηκαν στη στοίβα-κουτί.
4. Θα αναζητά ένα φανελάκι με βάση το μέγεθος. Αν βρεθεί θα εμφανίζει μήνυμα "Found the size" διαφορετικά "Not Found the size". Θα σταματά την αναζήτηση μόλις βρει το πρώτο φανελάκι με το συγκεκριμένο μέγεθος. Αν βρεθεί το φανελάκι θεωρούμε ότι αμέσως πωλείται.
5. Στη συνέχεια θα εμφανίζει το μήνυμα "Items in the box" και θα εμφανίζει αυτά που έμειναν στη στοίβα-κουτί. Στη συνέχεια θα εμφανίζει το μήνυμα "Items out of the box" και θα εμφανίζει αυτά που έχουν βγει από τη στοίβα-κουτί.
6. Αν το φανελάκι δε βρεθεί τότε η στοίβα-κουτί με τα φανελάκια θα πρέπει να αποκατασταθεί και να περιέχει όλα τα φανελάκια με την αρχική διάταξη. Αν το φανελάκι βρεθεί τότε η στοίβα-κουτί με τα φανελάκια θα πρέπει να τα έχει διατεταγμένα με την αρχική διάταξη αλλά το φανελάκι που αναζητήθηκε και βρέθηκε δε θα πρέπει να περιλαμβάνεται στη στοίβα-κουτί με τα φανελάκια, καθώς θεωρούμε ότι μόλις βρεθεί πωλείται.
7. Στη συνέχεια θα εμφανίζει το μήνυμα "Items in the box" και θα εμφανίζει αυτά που βρίσκονται στη στοίβα-κουτί και το μήνυμα "Items out of the box" και θα εμφανίζει αυτά που έχουν βγει από τη στοίβα-κουτί.

Στη συνέχεια δίνονται 2 ενδεικτικά στιγμιότυπα εκτέλεσης. Οι αριθμοί στην 1^η στήλη αντιστοιχούν στην είσοδο και έξοδο όπως περιγράφονται παραπάνω στα σημεία 1 έως 5 και 7, ενώ το σημείο 6 δεν έχει είσοδο ή έξοδο.

1	Give number of items 3	Give number of items 3
2	Give the items to store Give price 12 Give size L Give price 8	Give the items to store Give price 12 Give size L Give price 10

	Give size S Give price 7 Give size S	Give size M Give price 8 Give size S
3	Items in the box plithos sto stack 3 L, 12 S, 8 S, 7	Items in the box plithos sto stack 3 L, 12 M, 10 S, 8
4	What size do you want? M Not Found the size M	What size do you want? M Found the size M
5	Items in the box plithos sto stack 0 Items out of the box plithos sto stack 3 S, 7 S, 8 L, 12	Items in the box plithos sto stack 1 L, 12 Items out of the box plithos sto stack 1 S, 8
6		
7	Items in the box plithos sto stack 3 L, 12 S, 8 S, 7 Items out of the box plithos sto stack 0	Items in the box plithos sto stack 2 L, 12 S, 8 Items out of the box plithos sto stack 0

17. Να υλοποιηθεί η συνάρτηση CopyStack η οποία θα δημιουργεί και θα επιστρέφει ένα αντίγραφο της δοσμένης στοίβας s1 αφήνοντας την αρχική στοίβα s1 αναλλοίωτη. Το πρωτότυπο της συνάρτησης είναι

```
StackType CopyStack(StackType *s1)
```

Στο κυρίως πρόγραμμα δημιουργήστε τη στοίβα s1 εισάγοντας σ' αυτή 20 αριθμούς. Για λόγους απλότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας βρόχος for, σε κάθε επανάληψη του οποίου θα εισάγετε στη στοίβα την τιμή της μεταβλητής ελέγχου της for. Στη συνέχεια εμφανίστε το περιεχόμενο της στοίβας s1 (καλέστε τη βοηθητική συνάρτηση TraverseStack, η εμφάνιση των στοιχείων από τη θέση 0 .. Stack.top). Καλέστε την CopyStack και στη συνέχεια εμφανίστε τα στοιχεία της στοίβας s1 και τα στοιχεία της στοίβας s2. Δίνεται ένα στιγμιότυπο εκτέλεσης.

```
Stack s1
plithos sto stack 20
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
After copying s1 to s2
Stack s1
plithos sto stack 20
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Stack s2
plithos sto stack 20
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
```

18. Ο ΑΤΔ Στοίβα εκτός από τις λειτουργίες push και pop θέλουμε να επιστρέφει και το ελάχιστο στοιχείο. Ο εντοπισμός του ελάχιστου στοιχείου της στοίβας δεν επιτρέπεται να γίνει με διάσχιση της στοίβας. Υπόδειξη: χρησιμοποιήστε δύο στοίβες, η μια για την αποθήκευση όλων των στοιχείων και μια δεύτερη στοίβα για να αποθηκεύσετε κατάλληλα τα ελάχιστα. Για πχ αν εισαχθούν κατά σειρά τα στοιχεία 4, 3, 5, 3, 2, 1 τότε μετά από κάθε εισαγωγή οι 2 στοίβες θα είναι όπως παρακάτω:

stack [4,	minstack [4	min=4
stack [4, 3	minstack [4, 3	min=3
stack [4, 3, 5	minstack [4, 3	min=3
stack [4, 3, 5, 3	minstack [4, 3, 3	min=3

stack [4, 3, 5, 3, 2	minstack [4, 3, 3, 2	min=2
stack [4, 3, 5, 3, 2, 1	minstack [4, 3, 3, 2, 1	min=1

Μετά την εξαγωγή κάθε φορά του κορυφαίου στοιχείου της στοίβας (με τα στοιχεία), οι 2 στοίβες θα είναι όπως φαίνεται παρακάτω:

stack [4, 3, 5, 3, 2	minstack [4, 3, 3, 2	min=2
stack [4, 3, 5, 3	minstack [4, 3, 3	min=3
stack [4, 3, 5	minstack [4, 3	min=3
stack [4, 3	minstack [4, 3	min=3
stack [4	minstack [4	min=4
stack [minstack [

Να γίνει πρόγραμμα όπου α) θα διαβάσετε και θα καταχωρείτε 6 ακέραιους αριθμούς σε στοίβα. β) θα εμφανίσετε μετά από κάθε εισαγωγή τα στοιχεία της στοίβας και το ελάχιστο στοιχείο. γ) θα διαγράφετε 1-1 τα στοιχεία της στοίβας και θα εμφανίζετε το ελάχιστο στοιχείο της τρέχουσας στοίβας αν έχει αλλάξει, καθώς και τα στοιχεία της στοίβας μετά από κάθε διαγραφή. Δίνονται 3 στιγμιότυπα εκτέλεσης.

Dwse to epomeno stoixeio: 4 plithos sto stack 1 4 Min=4 Dwse to epomeno stoixeio: 3 plithos sto stack 2 4 3 Min=3 Dwse to epomeno stoixeio: 5 plithos sto stack 3 4 3 5 Min=3 Dwse to epomeno stoixeio: 3 plithos sto stack 4 4 3 5 3 Min=3 Dwse to epomeno stoixeio: 2 plithos sto stack 5 4 3 5 3 2 Min=2 Dwse to epomeno stoixeio: 1 plithos sto stack 6 4 3 5 3 2 1 Min=1 Emptying stack Min=2 plithos sto stack 5 4 3 5 3 2 Min=3 plithos sto stack 4 4 3 5 3 Min=3 plithos sto stack 3 4 3 5 plithos sto stack 2 4 3 Min=4 plithos sto stack 1 4 plithos sto stack 0	Dwse to epomeno stoixeio: 1 plithos sto stack 1 1 Min=1 Dwse to epomeno stoixeio: 2 plithos sto stack 2 1 2 Min=1 Dwse to epomeno stoixeio: 3 plithos sto stack 3 1 2 3 Min=1 Dwse to epomeno stoixeio: 4 plithos sto stack 4 1 2 3 4 Min=1 Dwse to epomeno stoixeio: 5 plithos sto stack 5 1 2 3 4 5 Min=1 Dwse to epomeno stoixeio: 6 plithos sto stack 6 1 2 3 4 5 6 Min=1 Emptying stack plithos sto stack 5 1 2 3 4 5 plithos sto stack 4 1 2 3 4 plithos sto stack 3 1 2 3 plithos sto stack 2 1 2 plithos sto stack 1 1 plithos sto stack 0	Dwse to epomeno stoixeio: 6 plithos sto stack 1 6 Min=6 Dwse to epomeno stoixeio: 5 plithos sto stack 2 6 5 Min=5 Dwse to epomeno stoixeio: 4 plithos sto stack 3 6 5 4 Min=4 Dwse to epomeno stoixeio: 3 plithos sto stack 4 6 5 4 3 Min=3 Dwse to epomeno stoixeio: 2 plithos sto stack 5 6 5 4 3 2 Min=2 Dwse to epomeno stoixeio: 1 plithos sto stack 6 6 5 4 3 2 1 Min=1 Emptying stack Min=2 plithos sto stack 5 6 5 4 3 2 Min=3 plithos sto stack 4 6 5 4 3 Min=4 plithos sto stack 3 6 5 4 Min=5 plithos sto stack 2 6 5 Min=6 plithos sto stack 1 6 plithos sto stack 0
---	---	--