1 TIPURI DE DATE UTILIZATE ÎN PRELUCRĂRI

STUDIU DE CAZ

Ionuț este solicitat de către profesorul diriginte să construiască o agendă într-o aplicație instalată pe calculatoarele laboratorului de Informatică. În această agendă trebuie să păstreze și să actualizeze datele personale și situația școlară ale fiecărui elev din clasă. Prin consultarea acestei agende, profesorul diriginte trebuie să obțină informațiile necesare la un moment dat.

Rezolvare

Pasul 1. Ionuț separă datele personale de situația școlară, pentru fiecare elev. El creează astfel două subagende. Consultarea celor două subagende se va face prin numărul de identificare primit de fiecare elev.

Subagenda *Date personale* conține următoarele informații:

Nr_iden.	Nume	Prenume	Adresa	E-mail	Telefon fix	Telefon mobil	Data nașterii

Din această agendă se pot afla:
- telefonul oricărui elev,
- elevii născuți în luna curentă,
- elevii care împlinesc o anumită vârstă.

Subagenda *Situație școlară* conține următoarele informații:

Nr_iden.	Medie sem I	Nr. Corig. Sem I	Abs. Nem. Sem I	Nota Purtare Sem I	Medie sem. II	Nr. Corig. Sem II	Abs. Nem. Sem II	Nota Purtare Sem II	Medie gen.	Promovat (da/nu)

Din această subagendă se pot afla:
- media generală a unui elev,
- dacă un elev este promovat sau nu,
- numărul total de absențe ale fiecărui elev.

Pasul 2. După ce a stabilit structura fiecărei agende, Ionuț întocmește o listă cu prelucrările pe care urmează să le facă:
– introducerea datelor personale,
– completarea rezultatelor școlare la sfârșitul fiecărui semestru,
– determinarea situației școlare la sfârșit de an școlar,
– afișarea rezultatelor în ordinea descrescătoare a mediilor.

Pasul 3. Ionuț observă că informațiile păstrate în cele două subagende diferă din punct de vedere al tipurilor de valori: șiruri de caractere (numele, prenumele), numere cu zecimale (mediile generale), date calendaristice (data nașterii), numere naturale (numărul de identificare).

Ionuț vrea să știe mai multe despre tipul datelor și caracteristicile acestora.

1. Etapele rezolvării problemelor

Orice problemă care va fi rezolvată cu calculatorul necesită o analiză atentă atât a cerințelor, a datelor care sunt prelucrate, cât și a condițiilor care trebuie respectate în rezolvarea problemei.

Înainte de a trece la rezolvarea problemei într-o anumită aplicație de calculator, este necesar să se parcurgă următoarele etape:

Etapa 1: Analiza problemei și identificarea datelor

În această etapă se stabilesc datele cunoscute (*date de intrare*) și datele solicitate prin cerințele problemei (*date de ieșire*).

Datele de intrare, datele de ieșire cât și alte date utilizate în prelucrările curente vor primi un *nume* (denumit ***identificator***), care să le reprezinte în mod unic.

Etapa 2: Soluția problemei – algoritmul de rezolvare

Soluția problemei rezultă din raționamentul prin care datele de intrare sunt prelucrate pentru obținerea datelor de ieșire.

Acest raționament se numește *algoritm*, dacă respectă următoarele proprietăți:

– să fie cât mai simplu (să cuprindă operații elementare);

– să fie cât mai clar (să fie exprimat prin cuvinte cheie/instrucțiuni cu semnificație cunoscută);

– să furnizeze datele de ieșire corecte după un număr finit de pași (corectitudine și finitudine);

– să permită rezolvarea unor grupe de probleme cu caracteristici asemănătoare (generalitate).

Etapa 3: Reprezentarea algoritmului

Pentru testarea și codificarea raționamentului, acesta trebuie reprezentat într-o formă cât mai simplă și ușor de interpretat. Reprezentarea algoritmilor se poate face în schema logică (reprezentare grafică), în *pseudocod* sau în limbaj de programare.

Etapa 4: Testarea algoritmului

Se verifică pentru date de intrare reprezentative dacă algoritmul generează datele de ieșire corespunzătoare. Dacă pentru un anumit set de date de intrare algorimul nu este corect, atunci se trece la refacerea algoritmului; se reiau etapele 2, 3, 4, până când rezultatele algoritmului sunt corecte.

Etapa 5: Implementarea algoritmului în aplicația dorită, apelând la facilitățile oferite de această aplicație (operații, tipuri de date, instrucțiuni etc.).

Etapa 6: Verificarea rezultatelor

Dacă sunt erori, atunci se controlează setul de operații, setul de tipuri de date și operatorii corespunzători, setul de instrucțiuni cu care este înzestrată aplicația curentă și se reface algoritmul sau doar implementarea acestuia, după caz.

2. Tipuri de date

În etapa de analiză a problemei se stabilesc:

● ***datele de intrare*** – date cunoscute din enunțul problemei (nume, prenume, note);

● ***datele de ieșire*** – date pe care trebuie să le furnizeze algoritmul, descoperite din cerințele problemei (medie generală, situație);

● **datele temporare** (auxiliare) date necesare pentru a obține datele de ieșire pe baza datelor de intrare (numărul de elevi corigenți pe primul semestru, valori temporare).

Pe parcursul algoritmului, unele date își pot modifica sau nu valoarea. Din acest punct de vedere, datele pot fi:

● ***constante*** – date care nu-și modifică valoarea pentru oricare set al datelor de intrare (anul curent, pentru toate prelucrările ce au loc într-un an calendaristic; unități de măsură; constante fizice sau matematice);

● ***variabile*** – date care își modifică valoarea (numărul de absențe, adresa, adresa de e-mail, numărul de telefon).

O variabilă sau o constantă poate fi personalizată printr-un nume sau ***identificator***, astfel încât să poată fi apelată de mai multe ori în algoritm. Identificatorul este o succesiune de litere și cifre (primul caracter trebuie să fie o literă). Singurul separator acceptat este caracterul '_' .

După personalizarea datelor, este necesar să se stabilească mulțimea valorilor pe care le poate lua o dată, respectiv operațiile permise cu acestea. Se spune că se stabilește ***tipul*** datei respective. O dată poate reține valori corespunzătoare tipului asociat.

În funcție de tipul lor, datele pot fi clasificate astfel:

– *numerice* (numere naturale, întregi, reale);

– *caractere* (litere, cifre, semne de punctuație, simboluri speciale);

– *șiruri de caractere*;

– *logice* cu semnificația de adevărat sau fals (promovat sau nu, are 18 ani sau nu);

– *date calendaristice* (data nașterii), momente de timp (ora de începere a cursurilor);

– *speciale* (*generale*): imagini, muzică, text (în subagenda date personale se pot atașa: fotografia fiecărui elev, melodia preferată, un text în care să fie trecute hobby-urile, realizările deosebite ale elevului).

În Tabelul 1 sunt prezentate tipurile de date și operațiile specifice acestora.

Tipuri de de date	Operații specifice
Numerice – naturale – întregi – reale	– operații aritmetice (*, /, +, –) – comparări – prelucrări algoritmice (determinarea parității, cel mai mare divizor comun, verificarea unor proprietăți)
Caracter/șiruri de caractere	– comparări – prelucrări specifice: conversii litere mari/mici, căutare, inserare, eliminare
Logice – adevărat (A) – fals (F)	– operații logice (NOT, AND, OR)
Data calendaristică (zi, lună, an) și timp (h, m, s)	– comparări – prelucrări specifice: determinări de intervale, momente de timp
Generale: – imagini – sunete	– procesări specifice pentru obținerea efectelor de culoare, rezoluție, amplitudine, frecvență ș.a.

Tabelul 1. *Tipuri de date și operații specifice*

Datele pot fi transformate/prelucrate prin operații simple compuse în ***expresii***. O expresie reprezintă o succesiune de *operanzi* și *operatori*. Un *operand* poate fi o constantă sau o variabilă sau o altă expresie delimitată prin paranteze rotunde. *Operatorii* care pot fi utilizați într-o expresie depind de tipul operanzilor (întregi, reali, logici etc.).

3. Corectitudinea datelor

În cazul agendei personale pe care trebuie să o construiască Ionuț, toate informațiile despre un elev reprezintă o *instanță,* care definește unic elevul.

Datele memorate în agenda telefonică trebuie să fie corecte, să păstreze semnificația reală.

Din enunțul problemei se pot identifica condiții (restricții) pe care trebuie să le îndeplinească datele de intrare. *Datele de intrare sunt corecte sau valide* dacă respectă condițiile impuse de enunțul problemei numite *condiții de validare.*

Exemple:

– nota unui elev trebuie să fie un număr natural din intervalul [1, 10];

– anul nașterii unei persoane nu poate fi mai mare decât anul curent.

TEME

1. Cabinet medical.

Într-un cabinet medical se reține date despre pacienții care sunt consultați. Fiecare pacient primește un număr de înregistrare. În registrul de consultații se trec următoarele informații: numele și prenumele, adresa, sexul, data și ora

consultației, diagnosticul, temperatura, tensiunea arterială, dacă se eliberează o rețetă atunci se trece numărul acesteia, dacă se eliberează o trimitere către un medic specialist, se înregistrează specialitatea.

La sfârșitul zilei, trebuie făcută următoarea situație:

– numărul pacienților consultați;

– numele pacienților care au primit rețete;

– numărul pacienților care au primit trimitere către un medic specialist.

Cerință:

După analiza problemei, completați un tabel după modelul de mai jos:

Date de intrare	Date de ieșire	Tipuri de date	Evenimente	Condiții de validare

2. Bilanțul vânzărilor.

*La un magazin de produse alimentare, directorul analizează activitatea zilnică a vânzărilor, a stocului de produse existent, data expirării produselor. Fiecare produs este caracterizat prin: cod, nume produs, preț unitar, cantitate vândută, TVA (16%, 19%, 23%), valoarea = cantitate*preț unitar*(1+TVA/100), cantitate existentă în stoc (la fiecare se scade din stocul existent cantitatea vândută din acel produs), data expirării. La sfârșitul fiecărei zile, directorul solicită:*

***a)** suma totală încasată;*

***b)** lista produselor care nu mai sunt în stoc;*

***c)** lista produselor expirate;*

***d)** produsele cele mai solicitate.*

Cerință:

După analiza problemei, completați tabelul de mai jos.

Date de intrare	Date de ieșire	Tipuri de date	Evenimente	Condiții de validare

***3.** Formulați câte o problemă, după modelul temelor 1 și 2, care să pună în evidență datele și prelucrările specifice următoarelor situații:*

***a)** activitatea de împrumut a cărților într-o bibliotecă;*

***b)** activitatea unei case de schimb valutar;*

***c)** rezultatele obținute de elevii participanți la un concurs sportiv;*

***d)** rezultatele obținute de elevii unui liceu în urma susținerii examenului de bacalaureat.*

4. Operații elementare asupra datelor

Pentru prelucrarea algoritmică a datelor, se folosesc operații elementare precum:

– operații de intrare/ieșire;

– operații de atribuire;

– operații aritmetice, relaționale sau condiționale.

4.1. Operații de intrare – ieșire

Prin *operația de intrare* (sau operație de citire), valorile corespunzătoare datelor de intrare sunt preluate de la un dispozitiv de intrare (tastatură, dischetă, CD etc.) și sunt trimise către memoria internă a calculatorului. Această operație este reprezentată (convențional) prin cuvântul ***citește.***

Prin *operația de ieșire* (sau operație de scriere) valorile corespunzătoare datelor de ieșire sunt preluate din memoria internă a calculatorului și sunt transmise către un dispozitiv de ieșire (monitor, imprimantă, dischetă, CD). Această operație este reprezentată (convențional) prin cuvântul ***scrie***.

OPERAȚII DE INTRARE – IEȘIRE	
citește id_var$_1$, id_var$_2$,…, id_var$_n$	**scrie** id_var$_1$, id_var$_2$,…, id_var$_n$
Exemplu: Se citesc două numere întregi x și y. Să se afișeze suma lor.	
Date de intrare: x, y întreg Date de ieșire: x+y întreg	**citește** x, y **scrie** x+y

Tabelul 2. *Operații de intrare/ieșire*

4.2. Operații de atribuire

Prin operația de atribuire, o variabilă primește o valoare dată, valoarea unei alte variabile sau valoarea unei expresii. Operația de atribuire este reprezentată prin operatorul de atribuire (săgeată) ← .

variabilă ← valoare dată			variabilă ← variabila1	variabilă← expresie
Exemple:			Fie *m* = 3 și *n* = 5 două variabile întregi. Să se interschimbe cele două valori (m=5 și n =3)	Se citesc trei numere reale. Să se calculeze și să se afișeze media lor aritmetică
a real *a*← 4.67	*c* șir de caractere *c* ← 'atribuire'	*x* întreg *x*← 67	m , n, a întreg m ← 3 n ← 5 a← m m← n n ← a ***scrie*** m, n	a,b.c, ma real **citește** a, b, c ma←(a+b+c)/3 **scrie** ma

Tabelul 3. *Operații de atribuire*

4.3. Operații aritmetice, relaționale și logice

Datele de intrare sunt prelucrate cu ajutorul unor operații aritmetice, relaționale sau logice. Aceste operații se efectuează în expresii.

Pentru evaluarea expresiilor, este necesară cunoașterea priorității, pentru fiecare tip de operand care face parte din expresie.

În Tabelul 4 sunt reprezentați operatorii generali utilizați în evaluarea unor expresii, în ordinea descrescătoare a priorităților.

<table>
<tr><th>OPERATORI ARITMETICI</th><th>OPERATORI RELAȚIONALI</th><th>OPERATORI LOGICI</th></tr>
<tr><td>General: Operanzi numerici (întregi, reali).
Particular: date calendaristice.
Observații: Rezultatul evaluării unei expresii aritmetice este tot numeric.
Operatorii aritmetici sunt binari
(se aplică pentru doi operanzi).</td><td>General: Operanzi de același tip (numerici, logici, caractere, date calendaristice).
Observații: Valoarea unei expresii relaționale este de tip logic (adevărat sau fals).
Operatorii relaționali sunt binari.</td><td>General: Operanzi logici (expresii relaționale).
Observații:
Valoarea unei expresii logice este de tip logic.
Operatorii logici pot fi binari (conjuncția and, disjuncția or) sau unari (negația: not).
Valorile de adevăr sunt:
adevărat (A)
fals (F)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Operatori aritmetici multiplicativi:
înmulțire *
împărțire /
Câtul împărțirii întregi div
Restul împărțirii întregi mod
Operatori aritmetici aditivi:
adunare +
scădere -</td><td rowspan="2">Operatorul de egalitate =
Operatorul diferit < > sau ≠
Operatorul mai mic <
Operatorul mai mic sau egal < =
Operatorul mai mare >
Operatorul mai mare sau egal ≥</td><td>Operatorul pentru negație not
Operatorul conjuncție and
Operatorul disjuncție or
Regulile de compunere a operatorilor logici:
<table>
<tr><td>a</td><td>b</td><td>not a</td><td>a and b</td><td>a or b</td></tr>
<tr><td>F</td><td>F</td><td>A</td><td>F</td><td>F</td></tr>
<tr><td>F</td><td>A</td><td>A</td><td>F</td><td>A</td></tr>
<tr><td>A</td><td>F</td><td>F</td><td>F</td><td>A</td></tr>
<tr><td>A</td><td>A</td><td>F</td><td>A</td><td>A</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Tabelul 4

Evaluarea expresiilor

Dacă expresia nu conține paranteze rotunde, atunci ea este evaluată de la stânga spre dreapta, în ordinea descrescătoare a priorității operatorilor. Prioritatea operatorilor poate fi modificată prin includerea unor operații între paranteze rotunde.

Prioritatea operatorilor (în ordine descrescătoare) este redată în Tabelul 5.

Prioritate	Operatori	Simbol	Asociativitate
0	Paranteze	()	De la stânga la dreapta
1	Negația logică	**not**	De la dreapta la stânga
2	Aritmetici multiplicativi	*, / , **div**, **mod**	De la stânga la dreapta
3	Aritmetici aditivi	+, -	De la stânga la dreapta
4	Relaționali	=, < >, ≠, < =, <, >, > =	De la stânga la dreapta
5	Conjuncția logică	**and**	De la stânga la dreapta
6	Disjuncția logică	**or**	De la stânga la dreapta

Tabelul 5

4.4. Operații de decizie

În foarte multe situații reale, executarea unor operații este condiționată de producerea unor evenimente. Dirijarea prelucrărilor în funcție de evenimente se face prin operații de decizie.

Exemplu:

Situația școlară este influențată de numărul de corigențe:

- Dacă elevul are una sau două corigențe, atunci la sfârșitul anului școlar el este declarat *corigent*.
- Dacă elevul are trei sau mai multe corigențe, atunci el este declarat la sfârșitul anului școlar *repetent*.
- Altfel, elevul este declarat *promovat*.

5. Prelucrări structurate (noțiuni de programare)

În elaborarea algoritmilor se efectuează operații de intrare/ieșire, aritmetice, relaționale, logice, de decizie. Executarea acestor operații se efectuează într-o ordine logică, de sus în jos (top-down), ca în figura de mai jos:

algoritm *ident_algoritm*
declarații *date intrare*, *date de ieșire [, date temporare]*
operație 1
operație 2
……..
operație n
stop algoritm

În cadrul unui algoritm, organizarea prelucrărilor se face astfel încât să fie respectate principiile programării structurate:

1. *Principiul modularizării*

Pentru reprezentarea algoritmică a unei probleme complexe, aceasta poate fi descompusă în subprobleme relativ independente, pentru fiecare subproblemă construindu-se subalgoritmi mai simpli. Fiecare subalgoritm cuprinde un set de prelucrări (operații) specifice și este relativ independent de ceilalți subalgoritmi. Subalgoritmii comunică între ei prin intermediul unor parametri. Ordinea de parcurgere a subalgoritmilor este stabilită prin apeluri din subalgoritmul principal (de bază).

Avantajele oferite de acest principiu:

– fiecare modul (subalgoritm) poate fi elaborat, testat, modificat, depanat independent de celelalte module (subalgoritmi);

– modificarea unui modul (subalgoritm) nu afectează celelalte module (subalgoritmi).

```
algoritm modularizat
   subalgoritm sa1
        operație 1.1
        operație 1.2
        ……...
   stop subalgoritm sa1

   subalgoritm sa2
        operație 2.1
        operație 2.2
        ……..
   stop subalgoritm sa2
……
 subalgoritm principal
   operație 1
   operație 2
    ……
   apel sa 1
   apel sa 2
   ……..
 stop subalgoritm principal

stop algoritm modularizat
```

2. *Principiul structurării datelor și a prelucrărilor*

Pentru prelucrarea datelor este necesară uneori gruparea acestora după anumite criterii. Clasele de date astfel obținute se numesc *structuri de date*.

Operațiile utilizate într-un algoritm pot fi grupate sau prelucrate în diferite forme numite *structuri de control*.

Orice prelucrare poate fi descrisă prin combinarea a trei tipuri de structuri de control fundamentale:

– *structuri liniare,*

– *structuri alternative,*

– *structuri repetitive*.

Pentru reprezentarea structurilor de control fundamentale și a operațiilor elementare într-un algoritm, se folosește un limbaj convențional numit *pseudocod*. Acest limbaj codifică operațiile și structurile fundamentale, permițând transpunerea algoritmului în orice limbaj de programare.

5.1. Structuri liniare (secvențiale)

Structura liniară (secvențială) cuprinde operații de intrare (citire), operații de atribuire, operații aritmetice, operații de ieșire (scriere) executate în ordinea „de sus în jos“. Dispunerea operațiilor respectă logica problemei. Operațiile dintr-o structură liniară se execută necondiționat, o singură dată.

APLICAȚII REZOLVATE:

1. Fie **a** și **b** două numere reale strict pozitive reprezentând laturile unui dreptunghi. Să se scrie un algoritm, în pseudocod, pentru calcul și afișarea perimetrului și ariei dreptunghiului.

Date de intrare : a, b real Date de ieșire : p real // perimetrul dreptunghiului S real // aria dreptunghiului	algoritm ex1 **citește** a, b P← 2*(a+b) S← a*b **scrie** p, S stop algoritm ex1

2. Andrei observă că rezerva sa de CD-uri s-a epuizat. El își propune ca, din economiile sale, să folosească *S* lei pentru CD-uri noi. Un CD costă *x* lei. Să se scrie un algoritm, în pseudocod, pentru calcul și afișarea numărului maxim de CD-uri pe care le poate cumpăra Andrei și afișarea sumei rămase după cumpărarea CD-urilor.

Date de intrare : S, x întreg Date de ieșire : n întreg // numărul maxim de CD-uri rest întreg // suma de bani rămasă	algoritm ex2 **citește** S, x n ← S div x rest ← S – n*x **scrie** n, rest stop algoritm ex2

TEME:

1. a) Ce va afișa algoritmul următor, dacă se citesc valorile 12 și 29 ?

b) Propuneți o pereche de valori pentru x și y, astfel încât algoritmul să afișeze valorile 56 și 34.

Date de intrare : x, y întreg Date de ieșire : x, y întreg	algoritm tema1 **citește** x **citește** y x ← x + y y ← x – y x ← x - y **scrie** x **scrie** y stop algoritm tema1

2. Se consideră următorul algoritm reprezentat în pseudocod. Determinați ce valoare va afișa algoritmul, dacă se citesc valorile 24, 123 și 67. Care dintre variantele de răspuns propuse este corectă ?

Date de intrare : x, y, z întreg Date de ieșire : s întreg	algoritm tema2 **citește** x **citește** y **citește** z s ← 0 s ← s + x mod 10 s ← s + y mod 10 s ← s + z mod 10 **scrie** s stop algoritm tema2
Variante de răspuns: a) 9; b) 14; c) 84; d) 20.	

3. Se citesc trei numere reale **a**, **b** și **c** care reprezintă laturile unui triunghi. Scrieți un algoritm în pseudocod, care să calculeze și să afișeze perimetrul și aria triunghiului.

4. Alexandra lucrează la o firmă de publicitate și a primit în anul 2005 un salariu lunar de 1.200 RON. În lunile aprilie, mai și iunie a avut o mărire salarială de 15%, în lunile septembrie și octombrie a avut o mărire de 20%, iar în luna decembrie a mai primit o primă de 1.000 RON. Ajutați-o să-și cunoască câștigul realizat în anul trecut și venitul mediu lunar, scriind un algoritm în limbaj pseudocod.

5. Se consideră următorul algoritm reprezentat în pseudocod. Care variantă de răspuns reprezintă valorile afișate de algoritm ?

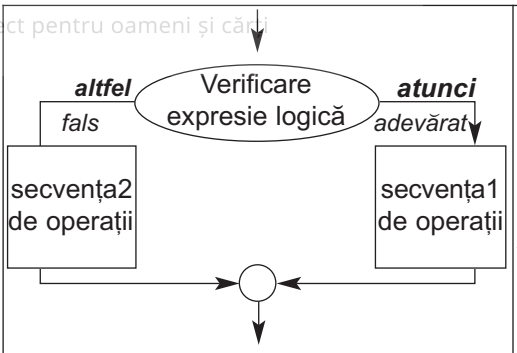
Date de intrare: u, v real Date de ieșire : u, v real	algoritm tema5 u← 25 t ← 4 u ← u / 2 * t t ← t + u/ (2* t) u ← u + t t ← t + u **scrie** u **scrie** t stop algoritm tema5
Variante de răspuns: a) 60.25 60.25; b) 8.78125 13.31350. c) 60.25 70.50; d) 8.78125 8.78125.	

5.2. Structuri alternative

Structura alternativă cuprinde o operație de decizie și două secvențe de operații, dintre care se execută doar una, în funcție de valoarea de adevăr a condiției logice.

Acestă structură se reprezintă și se definește în pseudocod ca în figura 1.

Figura 1: Structura alternativă



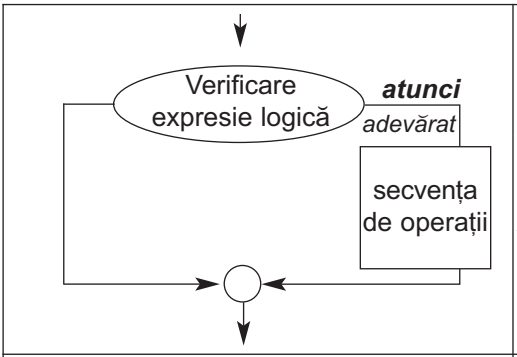
dacă (expresie logică) **atunci**
secvența1 de operații
altfel
secvența2 de operații
sfârșit dacă

Reprezentarea structurii alternative	Sintaxa structurii alternative în pseudocod

Mecanismul de execuție a structurii alternative:
Pasul 1: Se evaluează expresia logică.
Pasul 2: Dacă valoarea expresiei este *adevărat* atunci se execută secvența1; dacă valoarea expresiei este *fals* atunci se execută secvența 2.

Există situații în care structura alternativă solicită executarea unei singure secvențe de operații pentru cazul în care valoarea de adevăr a expresiei logice este adevărat. În acest caz, din structură lipsește secvența de operații de pe ramura **altfel;** structura se numește *pseudoalternativă* și se reprezintă astfel:

Figura 2: Structura pseudoalternativă



dacă (expresie logică) **atunci**
secvența de operații
sfârșit dacă

Reprezentarea structurii pseudoalternative	Sintaxa structurii alternative în pseudocod

Secvențele de operații de pe oricare ramură pot avea subordonate alte structuri alternative. Se obțin structuri alternative incluse, denumite și *structuri alternative imbricate*.

```
dacă (expresie logică1) atunci
                    dacă (expresie logică2) atunci
                                                secvența1 de operații
                                            altfel
                                                secvența2 de operații
                        sfârșit dacă
                    altfel
                        secvența3 de operații
sfârșit dacă
```

APLICAȚII REZOLVATE:

1. Se citesc două numere *n, k* întregi nenule. Să se scrie un algoritm prin care să se verifice dacă *n* este divizibil cu *k* și să se afișeze un mesaj corespunzător.

Date de intrare: n, k întreg Date de ieșire: un mesaj	algoritm *ex1* **citește** n **citește** k **dacă** (n **mod** k = 0) **atunci** **scrie** 'numerele sunt divizibile' **altfel** **scrie** 'numerele nu sunt divizibile' **sfârșit dacă** stop algoritm *ex1*

2. Patru prieteni organizează un miniconcurs de șah. După ce s-au jucat toate partidele planificate, cei patru au acumulat următoarele punctaje: Andrei *p1* puncte, Cristian *p2* puncte, Cătălina *p3* puncte, iar Cosmin *p4* puncte (punctajele sunt numere naturale). Să se scrie un algoritm prin care să se determine și să se afișeze punctajul maxim.

Date de intrare: *p1*, *p2*, *p3*, *p4* întreg Date de ieșire: punctajul maxim	algoritm *ex2* **citește** p1, p2, p3, p4 maxim ← p1 **dacă** (max > p2) **atunci** **max ← p2** **altfel** **dacă** (max > p3) **atunci** maxim ← p3 **altfel** maxim ← p4 **sfârșit dacă** **sfârșit dacă** **scrie** 'Punctajul obținut de câștigător este ', maxim stop algoritm *ex2*

TEMĂ

Un angajat are un salariu de bază; în funcție de vechimea în câmpul muncii, salariul său crește cu un anumit procent (în tabelul alăturat sunt precizate procentele acordate în funcție de vechime).

a) Se cunosc vechimea și salariul de bază. Să se scrie un algoritm prin care să se afișeze salariul angajatului.

b) Completați coloana Salariu din tabelul alăturat.

Vechime ani	Procent	Salariu bază RON	Salariu RON
1-5	10%		
6-8	12%	1000	1120
9-12	15%		
13-15	18%		
16-20	20%		
>20	25%		

5.3. Structuri repetitive

În rezolvarea anumitor probleme, anumite operații sau prelucrări se repetă de un număr cunoscut de ori sau până se îndeplinește o condiție de oprire.

Exemple: (1) calculul numărului de absențe motivate și nemotivate ale tuturor elevilor dintr-o clasă (suma se calculează de un număr cunoscut de ori = numărul de elevi din clasă); (2) citirea, de la tastatură, a notei unui elev; operația se repetă până când valoarea introdusă corespunde unei note (aparține intervalului [1, 10]).

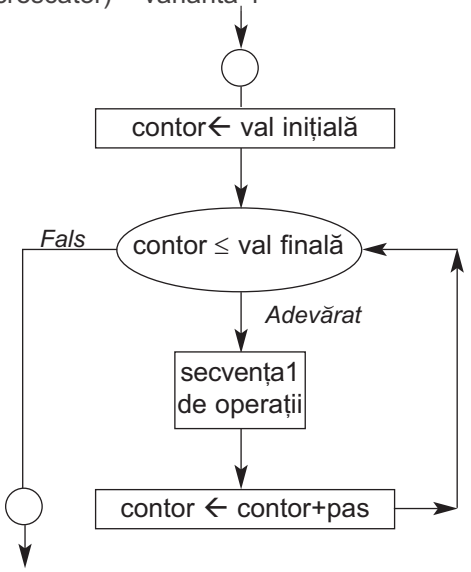
5.3.1. Structuri repetitive cu număr cunoscut de pași (cu contor)

Pentru reprezentarea operațiilor al căror număr de repetiții este cunoscut, se utilizează structuri repetitive cu contor. Contorul este o variabilă în care se numără operațiile executate. Contorul pornește de la o valoare inițială și se modifică cu un pas până la o valoare finală.

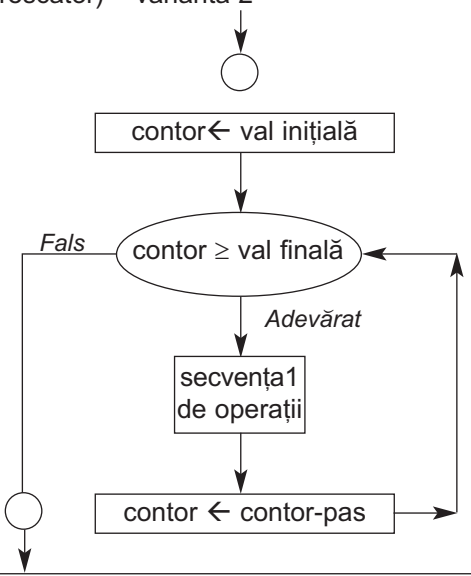
Dacă valoarea inițială este mai mică decât valoarea finală, structura repetitivă are contor crescător.

Dacă valoarea inițială este mai mare decât valoarea finală, structura repetitivă are contor descrescător.

Reprezentarea structurii repetitive cu număr cunoscut de pași (cu contor crescător) – varianta 1



Reprezentarea structurii repetitive cu număr cunoscut de pași (contor descrescător) – varianta 2



Sintaxa structurii repetitive cu număr cunoscut de pași în pseudocod

pentru contor← val_in, val_fin, pas
execută
secvența de operații
sfârșit pentru

Mecanismul de execuție a structurii repetitive cu contor crescător:

Pasul 1: Se inițializează variabila contor cu o valoare (expresie) inițială.

Pasul 2: Se compară variabila contor cu valoarea finală (expresie). Dacă contorul este mai mic sau egal cu valoarea finală, atunci se trece la Pasul 3, altfel se trece la operația din secvența care urmează după structura repetitivă.

Pasul 3: Se execută secvența de operații și se trece la Pasul 4.

Pasul 4: Variabila contor este incrementată cu o valoare constantă **pas** (contor ← contor + pas), care în general are valoarea 1 (contor ← contor +1) și se reia Pasul 2.

APLICAȚII REZOLVATE:

1. Se citește un număr ***n*** natural nenul. Să se scrie un algoritm pentru:

a) afișarea primelor ***n*** numere naturale în ordine descrescătoare;

b) afișarea primelor ***n*** numere naturale impare în ordine crescătoare.

Pentru n = 10	
a) Se va afișa 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1	b) Se va afișa 1 3 5 7 9

Rezolvare:

Date de intrare: n natural Date de ieșire: mesaje Date intermediare: i (variabila contor)	algoritm *ex1* **citește** n **pentru** i ← n, 1, -1 **execută** // pas decrementare = -1 **scrie** i , ‘ ‘ **sfârșit pentru** **pentru** i ← 1, n, 2 **execută** // pas incrementare = 2 **scrie** i , ‘ ‘ **sfârșit pentru** stop algoritm *ex1*

2. Se citesc trei numere naturale **a**, **b** (**a<b**) și **d** (d>0). Să se afișeze toate numerele din intervalul **[a, b]** divizibile cu valoarea **d** și câte numere cu această proprietate s-au determinat.

Exemplu:

Pentru a= 4, b = 29 și d = 7

Se va afișa șirul de valori : 7, 14, 21 Numărul de elemente = 3

Rezolvare:

Date de intrare: a, b, d întreg Date de ieșire: numerele divizibile cu d (dacă există) c numărul de elemente divizibile cu d Date intermediare: i (variabila contor)	algoritm *ex2* **citește** a, b, d c←0 **pentru** i ← a , b, 1 **execută** // pas incrementare = 1 **dacă** (i **mod** d == 0) **atunci** **scrie** d c← c+1 **sfârșit dacă** **sfârșit pentru** **scrie** c **sfârșit pentru** stop algoritm *ex2*

TEME

1. Explicați mecanismul structurii repetitive cu contor descrescător.

2. Să se scrie un algoritm în pseudocod pentru afișarea triunghiului de numere din caseta alăturată, unde ***n*** este un număr natural nenul citit.

```
1
1 2
1 2 3
……..
1 2 3 … n
```

3. Se citesc ***n*** numere întregi. Să se determine și să se afișeze:

a) câte dintre ele sunt pare;

b) suma elementelor pozitive;

c) valoarea maximă.

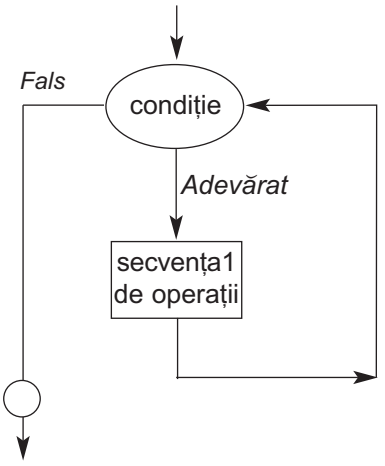
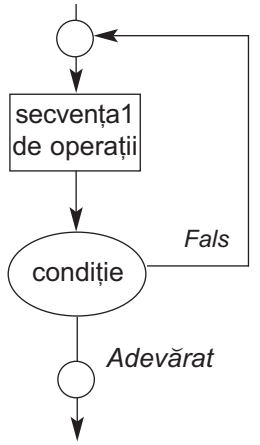
4. Într-o clasă sunt 28 de elevi. Să se scrie un algoritm în pseudocod pentru calculul și afișarea numărului de absențe motivate, numărul de absențe nemotivate ale fiecărui elev, numărul total de absențe motivate, valoarea medie a absențelor nemotivate.

5. Se citește un număr **n** natural nenul. Să se calculeze și să se afișeze valoarea următoarei expresii:

$$E = \left(1 - \frac{1}{2^2}\right) \cdot \left(1 - \frac{1}{3^2}\right) \cdots \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

5.3.2. Structuri repetitive condiționate

Pentru situațiile în care repetarea unei secvențe de operații este controlată de respectarea unei condiții, se pot folosi structurile **cât timp–repetă** sau **repetă–până când**.

<table>
<tr><td>Reprezentarea structurii repetitive cu testare inițială
 
</td><td colspan="2">Reprezentarea structurii repetitive cu testare finală
 
</td></tr>
<tr><td>Sintaxa structurii repetitive cu testare inițială în pseudocod</td><td colspan="2">Sintaxa structurii repetitive cu testare finală în pseudocod</td></tr>
<tr><td>cât timp condiție execută
secvența de operație
sfârșit cât timp</td><td>repetă
secvența de operații
până când condiție</td><td>execută
secvența de operații
cât timp condiție</td></tr>
</table>

Structurile repetitive condiționate sunt complementare: trecerea de la un tip de structură la altul se face prin negarea condiției.

Mecanismul de execuție a structurii repetitive cu testare inițială (**cât timp** execută):

Pasul 1: Se testează condiția. Dacă este îndeplinită condiția (valoarea expresiei condiționale este *adevărat),* atunci se trece la Pasul 2, altfel se iese din structura repetitivă **cât timp**.

Pasul 2: Se execută secvența de operații.

Mecanismul de execuție a structurii repetitive cu testare finală (***repetă până când***):

Pasul 1: Se execută secvența de operații.

Pasul 2: Se testează condiția. Dacă nu este îndeplinită condiția (valoarea expresiei condiționale este *fals)* atunci se reia Pasul 2, altfel se iese din structura repetitivă.

Exemple:

Exemplul 1. Să se determine suma cifrelor unui număr natural nenul ***n.***

Suma cifrelor unui număr natural nenul **n**			
Date de intrare: **n** număr natural nenul Date de ieșire: **s** număr natural nenul suma cifrelor	algoritm suma_1 **citește** n s ← 0 **cât timp** (n>0) **execută** s ← s + n mod 10 n ← n div 10 **sfârșit cât timp** **scrie** s sfârșit algoritm suma_1	algoritm suma_2 **citește** n s ← 0 **execută** s ← s + n mod 10 n ← n div 10 **cât timp**(n>0) **scrie** s sfârșit algoritm suma_2	algoritm suma_3 **citește** n s ← 0 **repetă** s ← s + n mod 10 n ← n div 10 **până când**(n=0) **scrie** s sfârșit algoritm suma_3

Exemplul 2. Să se calculeze și să se afișeze suma primelor ***n*** numere naturale.

Deși se cunoaște numărul de elemente care trebuie prelucrate, în rezolvarea care urmează se va trata echivalența dintre structura repetitivă cu contor și structurile repetitive condiționale.

Suma primelor **n** numere naturale			
Date de intrare: ***n*** număr natural nenul Date de ieșire: **s** număr natural nenul suma Date intermediare: i număr natural, variabilă contor	algoritm suma_1 **citește** n s ← 0 i ← 1 **cât timp** (i<=n) **execută** s ← s + i i ← i +1 **sfârșit cât timp** **scrie** s sfârșit algoritm suma_1	algoritm suma_2 **citește** n s ← 0 i ← 1 **execută** s ← s + i i ← i +1 **cât timp**(i<=n) **scrie** s sfârșit algoritm suma_2	algoritm suma_3 **citește** n s ← 0 i ← 1 **repetă** s ← s + i i ← i +1 **până când**(i>n) **scrie** s sfârșit algoritm suma_3

TEME

1. *Se citește un număr natural nenul. Să se determine și să se afișeze cifrele pare ale acestui număr.*

2. *Se citesc două numere întregi* ***a*** *și* ***b****. Să se afișeze numerele din intervalul format de valorile* ***a*** *și* ***b****.*

3. *Se citesc numere întregi până când se întâlnește 0. Să se calculeze și să se afișeze media aritmetică a numerelor strict negative.*

6. Prelucrarea grupurilor de date

6.1. Organizarea grupurilor de date

- *La un centru de meteorologie se fac măsurători zilnice ale temperaturii și vitezei vântului. La sfârșitul fiecărei luni, se cere ziua cea mai călduroasă, ziua cu temperatura cea mai scăzută, câte zile au avut temperaturi sub temperatura medie, viteza medie a vântului.*

Pentru determinarea acestor valori, sunt necesare prelucrări care se pot aplica grupului de date *temperaturi.* Grupurile de date pot fi păstrate în memoria internă sub formă de *tablouri unidimensionale* de date sau în memoria externă sub formă de fișiere de date.

Un *tablou unidimensional* (liniar) este caracterizat printr-un identificator (nume) și capacitatea tabloului (numărul maxim de elemente); fiecare element din tablou se identifică prin numele tabloului și adresa elementului în tablou numită poziție sau indice. Elementele unui tablou au același tip de dată.

Exemple:

– tabloul *t* cu 31 de elemente de tip întreg care reprezintă temperaturile zilnice; t[10] – temperatura din ziua a 10-a;

– tabloul *v* tot cu 31 de elemente de tip real care reprezintă viteza vântului; v[5] – viteza vântului în ziua a 5-a.

- *Datele dintr-o agendă personală reprezintă un grup de valori despre persoane; fiecare persoană este descrisă prin aceleași caracteristici: nume, adresă, data nașterii, număr de telefon, adesă e-mail. Informațiile despre o persoană formează un grup neomegen de date numit articol sau înregistrare. Agenda poate fi reprezentată printr-un tablou unidimensional cu mai multe înregistrări persoană.*

O înregistrare se definește printr-un identificator (în exemplul nostru, *persoana*) și două sau mai multe câmpuri (în exemplul dat, caracteristicile unei persoane).

Din exemplele prezentate, distingem două categorii de grupuri de date: grupuri de *date omogene* (tablouri) și grupuri de date neomogene (articol); mai multe articole pot fi organizate într-un tablou (fig. 3).

<table>
<tr><td colspan="2">TIPURI DE DATE STRUCTURATE</td></tr>
<tr><td>OMOGENE</td><td>NEOMOGENE</td></tr>
<tr><td>Tabloul liniar cu n elemente</td><td>Înregistrarea persoană</td></tr>
<tr><td>T
<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>……</td><td>n-1</td><td>n</td></tr></table></td><td>Persoană

Cod persoană
Nume
Prenume
……
Data nașterii
.....</td></tr>
</table>

Figura 3: Structuri de date

În continuare, prin grup de date vom face referire la tablouri de date.

6.2. Citirea și afișarea grupurilor de date

Grupurile de date pot fi prelucrate astfel încât rezultatele să caracterizeze întregul grup: valoarea medie a grupului (media generală a clasei), așezarea elementelor grupului după o anumită ordine (catalogul clasei – elevii sunt scriși în ordine alfabetică).

Cele mai simple prelucrări asigură memorarea și afișarea datelor grupate.

Exemplu:

Se citesc cele 31 de temperaturi înregistrate în registrul centrului meteorologic și apoi se afișează pe ecran.

Rezolvare:

<table>
<tr>
<td>Date de intrare: n număr natural
(n=31) $(t_i \in Z)_{i=1,n}$
Date de ieșire: $(t_i \in Z)_{i=1,n}$

Date intermediare: i (variabila contor)</td>
<td>algoritm citire_afișare
citește n
pentru i ← 1 , n execută
citește t_i
sfârșit pentru
pentru i ← 1 , n execută
scrie t_i
sfârșit pentru
stop algoritm citire_afișare</td>
</tr>
</table>

TEME

1. *Scrieți secvența pentru citirea și afișarea unui grup de date – mediile la Informatică ale tuturor elevilor din clasa voastră. Folosiți o structură repetitivă condiționată.*

2. *Scrieți secvența pentru citirea și afișarea unui grup de date: înălțimile tuturor băieților din școala voastră; determinați înălțimea medie a grupului de băieți.*

6.3. Ordonarea grupurilor de date

Ordonarea grupurilor de date (**sortarea**) se face prin schimbarea poziției elementelor din grup (interschimb), astfel încât toate elementele să respecte un criteriu specificat numit **criteriu de sortare**. Dacă toate elementele grupului sunt așezate astfel încât valoarea oricărui element *i* să fie mai mică decât valoarea elementului *i+1*, grupul este sortat crescător.

Ordonarea alfabetică este crescătoare.

Dacă toate elementele grupului sunt așezate astfel încât valoarea oricărui element *i* să fie mai mare decât valoarea elementului *i+1*, grupul este sortat descrescător. Ordonarea candidaților după media la examen este descrescătoare.

Exemplu de problemă care necesită ordonarea unui grup de date

*La fiecare început de sezon, clubul de baschet 'Astra' face noi selecții; cei **n** candidați sunt trimiși la cabinetul medical pentru a li se măsura înălțimea.*

Să se afișeze lista candidaților după înălțime.

Pentru rezolvarea problemei, înălțimile vor fi memorate într-un tablou **h**.

Pentru a ordona elementele unui tablou, se cunosc mai mulți algoritmi de sortare; dintre aceștia vom prezenta: *sortarea prin interschimbări directe, bubble-sort, sortarea prin selecție*.

6.3.1. Algoritmul de sortare prin interschimbări directe

Înainte de ordonare, elementele tabloului *h* sunt așezate în ordinea din figura 4.

Ordonarea crescătoare a candidaților după înălțime necesită următoarele prelucrări:

Pasul 1: Se compară primul element (pivot) h_1 cu elementele situate la dreapta sa (h_2, h_3, …, h_n). Dacă h_1 este mai mare decât un element h_j, j=2,n atunci cele două elemente se interschimbă ($h_1 \leftrightarrow h_j$). După acest șir de n-1 comparații pe prima poziție a tabloului se va afla valoarea minimă din șir.

Pasul 2: Se compară al doilea element (pivot) h_2 cu elementele situate la dreapta sa (h_3, h_4, …, h_n). Dacă h_2 este mai mare decât un element h_j, j=3,n atunci cele două elemente se interschimbă ($h_2 \leftrightarrow h_j$). După acest șir de n-2 comparații pe prima poziție a tabloului se va afla valoarea minimă a elementelor situate din tablou pe pozițiile 2,3,…, n.

Pasul n-1: Se compară penultimul element (pivot) h_{n-1} cu ultimul element h_n. Dacă h_{n-1} este mai mare decât h_n, atunci cele două elemente se interschimbă ($h_{n-1} \leftrightarrow h_n$).

După acest pas șirul este ordonat crescător.

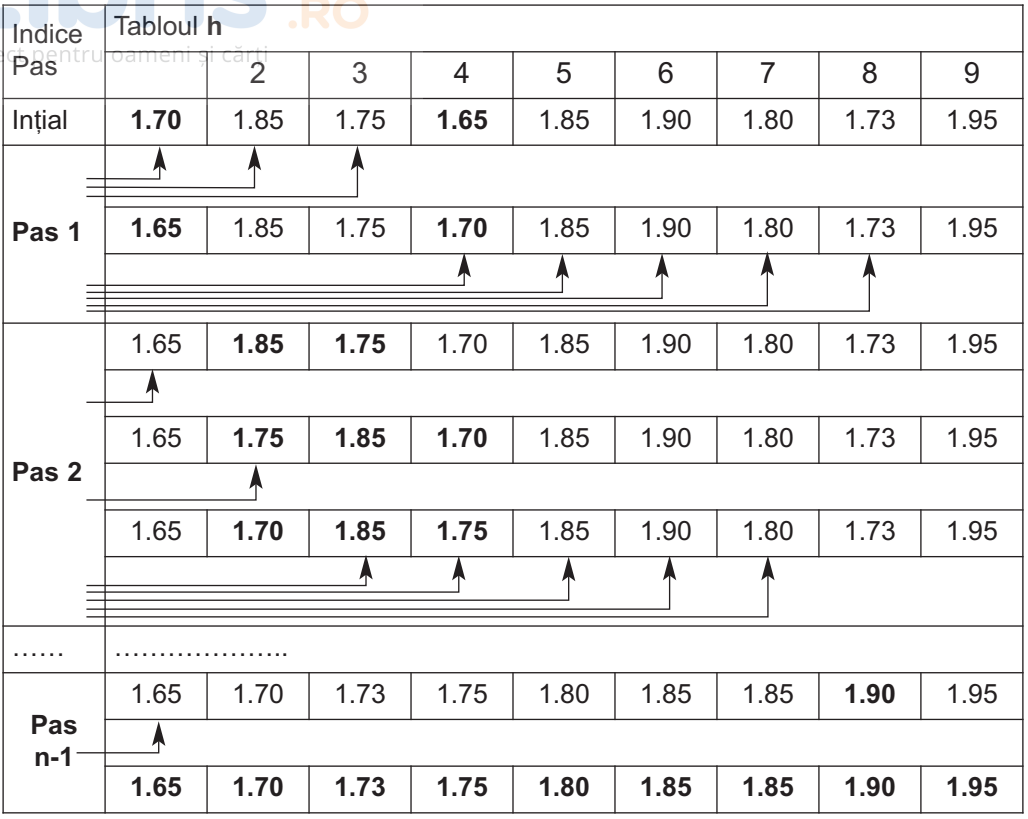


Figura 4: Sortarea datelor

Reprezentarea algoritmului

Date de intrare : n număr natural $(h_i \in R)_{i=1,n}$ valorile sunt așezate într-o ordine oarecare Date de ieșire : $(h_i \in R)_{i=1,n}$ Valorile vor fi așezate crescător Date intermediare: i ,j variabile contor aux număr real	**Algoritm** *ordonare1* **pentru** i ← 1 , n-1 **execută** **pentru** j ← i+1 , n **execută** **dacă** $h_i > h_j$ **atunci** aux← h_i h_i ← h_j h_j ← aux **sfârșit dacă** **sfârșit pentru** **sfârșit pentru** **sfârșit algoritm** *ordonare1*

6.3.2. Algoritmul de sortare prin metoda bulelor (bubble-sort)

Pentru descrierea algoritmului vom folosi același tablou *h* cu *n* elemente și o variabilă cu rol de semafor (variabila are doar două valori, cu semnificația: 0 - tabloul nu este ordonat și 1 - tabloul este ordonat); vezi figura 5.

Pasul 1: Variabila semafor se inițializează cu valoarea 0.

Pasul 2: Se compară două elemente consecutive în șir (se compară primul element h_1 cu al doilea h_2, h_2 cu h_3, …, h_{n-1} cu h_n) până când se parcurge tot

tabloul. Dacă h_i este mai mare decât h_{i+1}, i=1,n-1 atunci cele două elemente se interschimbă ($h_i \leftrightarrow h_{i+1}$) și semaforul devine 1.

Pasul 3: Dacă la Pasul 2, după o parcurgere a tabloului, se face cel puțin o interschimbare (semaforul = 1) atunci se reiau Pașii 1 și 2.

Dacă la Pasul 2 nu se face nicio interschimbare (semaforul = 0) atunci tabloul are toate elementele ordonate crescător.

Numele metodei este foarte sugestiv față de modul în care se deplasează elementele grupului, în timpul sortării: valorile mici (bulele) sunt împinse în față.

Figura 5: Bubble-Sort

Indice Pas	Tabloul **h**								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Inițial	1.70	**1.85**	1.65	**1.75**	1.85	1.90	1.80	1.73	1.95
Parcurgerea 1	sem=0								
	1.70	**1.75**	**1.85**	**1.65**	1.85	1.90	1.80	1.73	1.95
	sem=1								
	1.70	1.75	1.65	1.85	1.85	**1.90**	**1.80**	1.73	1.95
	sem=1								
	1.70	1.75	1.65	1.85	1.85	**1.80**	**1.90**	**1.73**	1.95
	sem=1								
	1.70	1.75	1.65	1.85	1.85	1.80	**1.73**	1.90	1.95
	sem=1								
Parcurgerea 2	1.70	**1.75**	**1.65**	1.85	1.85	1.80	1.73	1.90	1.95
	sem=0								
	1.70	**1.65**	1.75	1.85	**1.85**	**1.8 0**	1.73	1.90	1.95
	sem=1		In						
	1.70	1.65	1.75	1.85	**1.80**	**1.8 5**	**1.73**	1.90	1.95
	Sem=1								
	1.70	1.65	1.75	1.85	1.80	**1.73**	1.85	1.90	1.95
	Sem=1								
....	.....								
Ultima parcurgere	1.65	1.70	1.73	1.75	1.80	1.85	1.85	1.90	1.95
	Sem=0								
	1.65	**1.70**	**1.73**	**1.75**	**1.80**	**1.85**	**1.85**	**1.90**	**1.95**

Date de intrare : n număr natural $(h_i \in R)_{i=1,n}$ Date de ieșire : $(h_i \in R)_{i=1,n}$ Date intermediare: i (variabila contor) aux număr real sem variabilă semafor	**Algoritm** *ordonare2_2* **repetă** semafor← 0 **pentru** i ← 1 , n-1 **execută** **dacă** $h_i > h_{i+1}$ **atunci** aux← h_i h_i ← h_j h_j ← aux semafor ← 1 **sfârșit dacă** **sfârșit pentru** **până când** (semafor=0) **sfârșit algoritm** *ordonare2_2*

6.3.3. Algoritmul de sortare prin selecție

La baza acestui algoritm stă determinarea elementului minim (*min*) din subșiruri de lungimi descrescătoare(n, n-1,…, 1) și interschimbarea acestuia cu elementul aflat pe prima poziție *p a* șirului prelucrat. Pentru realizarea corectă a interschimbării, se reține și poziția minimului găsit în șirul prelucrat.

Pasul 1: Se inițializează ***min*** cu h_1, se reține în variabila *m* poziția minimului, respectiv m=1; se compară elementele (h_i, i=2,n) aflate la dreapta elementului h_1 cu valoarea **min**. Dacă se găsește o valoare mai mică, atunci **min** va păstra valoarea acestui element și **poz_min** va prelua indicele acestuia. După parcurgerea completă, h_{poz_m}← h_1 și h_1← min.

Pasul k: Se inițializează ***min*** cu h_k, se reține în variabila *m* poziția minimului, respectiv *m*=*k*; se compară elementele (h_i, i=k+1,n) aflate la dreapta elementului h_k cu valoarea **min**. Dacă se găsește o valoare mai mică, atunci **min** va păstra valoarea acestui element și **poz_min** va prelua indicele acestuia. După parcurgerea completă, h_{poz_m}← h_k și h_k← min.

Reprezentarea algoritmului:

Date de intrare : n număr natural $(h_i \in R)_{i=1,n}$ Date de ieșire : $(h_i \in R)_{i=1,n}$ Date intermediare: i ,j - variabile contor poz_min: număr natural, poziția minimului min variabilă reală	**Algoritm** *ordonare3* **pentru** i ← 1 , n-1 **execută** min← h_i poz_m ← i **pentru** j ← i+1 , n **execută** **dacă** h_j < min **atunci** min ← h_j poz_m ← j **sfârșit dacă** **sfârșit pentru** h_{poz_m} ← h_i h_i ← min **sfârșit pentru** **sfârșit algoritm** *ordonare3*

CUPRINS

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

Raymond A. BARNETT, Michael R. ZIEGLER: *Applied Mathematics for Business and Economics, Life Sciences and Social Sciences*, 3rd Edition, Dellen Publ. Co., San Francisco, Coller MacMillan Publ., London, 1989.

Stephen K. CAMPBELL: *Applied Business Statistics; Text, Problems and Cases*, Harper & Row Publ., New York, 1987.

Gh. CĂLUGĂRIȚA, L. RÎPEANU, C. BOTEZATU, C. LUCA: *Tabele și formule de matematică, fizică și chimie pentru uz școlar,* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1964.

Silvia CURTEANU: *Excel prin exemple*, Editura Polirom, Iași, 2004.

Sándor KOVÁCS: *Word 2000; funcțiile de bază*, Editura Albastră, Cluj-Napoca, 2000.

Costache MOINEAGU, Ion NEGURA, Veniamin URSEANU: *Statistica; concepte, principii, metode*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1976.

I. RIȘAVI, Gh. DUMITRU, D. TOMESCU: *Chimie și probleme de chimie pentru concursul de admitere în învățământul superior*, ed. a 2-a, Editura Tehnică, București, 1968.

Ulrich C., *Managementul Clasei – învățare prin cooperare,* Editura Corint, 2000.

MEC, CNPP – *Învățare activă – ghid pentru formatori și cadre didactice*, București, 2001.

**********: *The European Union, Latin America and the Caribbean: A Strategic Partnership,* European commission, Directorate-General for External Relations, Latin America Directorate, Brussels, 2004.