

1

Sustavi i sustavnost

- 1.1 Uvod
- 1.2 Brojevni sustavi
- 1.3 Sustavno označavanje alfanumeričkim znakovima -
- kodiranje i šifriranje
- 1.4 Od podatka do baze podataka
- 1.5 Teorija sustava



1.1 UVOD

Sustav (sistem, od lat. *systēma*, odnosno grč. σύστημα - *systēma*) - fil. skup spoznaja koje su uređene po ideji cjeline i u kojima bitno prevladava jedinstvo (Kant). (V. Anić: *Rječnik hrvatskoga jezika*)

U svakodnevnom životu pojам sustava i sustavnosti povezan je s dojmom reda i uređenosti, nasuprot neredu i nesređenosti. Primjerice, u matematici je uređeni par u sustavu kompleksnih brojeva ili sustav jednadžbi stvarno *skup spoznaja koje su uređene po ideji cjeline*, kako je to Kant i definirao.



Slika 1.1-1

Immanuel Kant (1724.–1804.)

Sustav može biti oblik društvene, ekonomске ili političke organizacije ili prakse, kao što je naprimjer kapitalistički društveni sustav. Također sustav može biti organizirani set doktrina, ideja i načela, čija je namjena objašnjavanje ustroja ili načina djelovanja sustavne cjeline, kao što je naprimjer njutonski mehanički sustav. Nadalje, sustav može biti skladni ustroj neke cjeline.

U prirodnim i tehničkim znanostima, uključujući i informatiku, pod sustavom se najčešće podrazumijeva skup međudjelujućih ili međusobno zavisnih elemenata koje tvore integriranu cjelinu. Ti elementi se mogu, ali i nemoraju nalaziti u trajnom međudjelovanju sa svojom okolinom.

To međudjelovanje se može odvijati u obliku prijenosa informacija, energije ili materije u granicama sustava ili izvan njih.

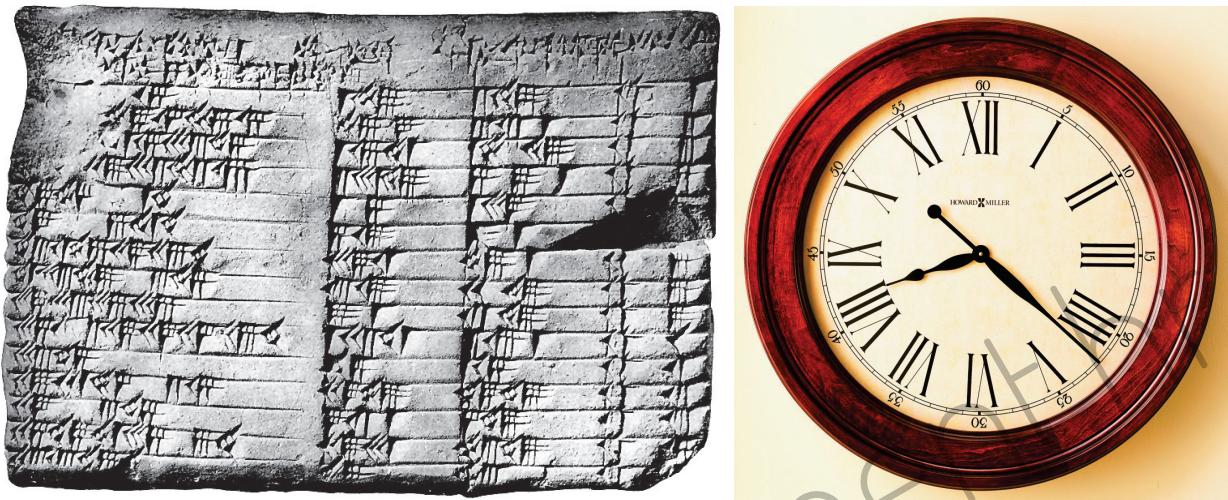
Budući da skup spoznaja dovodi do oblikovanja ljudskog stava, očito je da je pojam sustava povezan i sa pojmom stava.

Na početku bijaše Riječ. Tako je rečeno u Novom zavjetu kršćanske slike knjige, knjige nad knjigama, Biblije. I stvarno, osnova za razmjenu informacija na osnovu kojih oblikujemo svoj sustav najčešće je pisana ili izgovorena riječ.

Dakle, bez informacije nije moguće doći do spoznaje, a bez spoznaje nije moguće oblikovati stav, a po tome ni sustav.

U suvremenoj zapadnoj civilizaciji sustavno djelovanje je osnova za uspješan život.

Zato, razmislite o tome koliko je znanost o prijenosu informacija, informatika, od iznimne važnosti za vas kao suvremene ljudi i za čitavo društvo.



1.2 BROJEVNI SUSTAVI

1.2.1 Stari i tradicionalni brojevni sustavi

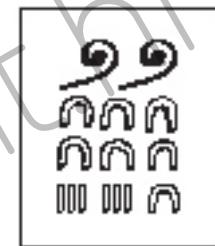
Ako ste prije 4000 godina imali tri ovce i željeli to zapisati, kako biste to učinili? Koristili biste nepozicijski sustav brojeva u kojem svaki broj ima i vlastit način predočavanja.

Stari Egipćani razvili su sustav zapisivanja brojeva hijeroglifima oko 3000 pr. Kr. Primjerice, broj jedan su, slično kao i Rimljani, zapisivali hijeroglifom u obliku vertikalnog štapića. Da bi zapisali broj šest, nanizali su šest štapića jedan do drugoga.

1	10	100	1000	10 000	100 000	1 000 000

Slika 1.2-1

Egipatski način zapisivanja brojeva hijeroglifima



Slika 1.2-2

Broj 276 zapisan hijeroglifima

Nepozicijski način zapisivanja brojeva zahtjeva jedinstveni simbol koji predstavlja potenciju baze. Kako je vidljivo na slici 1.2-1 stari Egipćani koristili su sustav s bazom 10. Broj milijun, 1 000 000, odnosno 10^6 , predstavljen je slikom čovjeka koji kleći raširenilim ruku, a broj deset, odnosno 10, odnosno 10^1 prikazan je slikom potkove. Uočite kako današnjim pozicijskim zapisivanjem brojeva u sustavu s bazom deset koristimo samo dva znaka za svih sedam brojeva prikazanih na slici 1.2-1.

Prva pojava pozicijskog brojevnog sustava smješta se na područje Mezopotamije oko 3100. pr. Kr. U pozicijskom brojevnom sustavu vrijednost svake pojedine znamenke ovisi i o vrijednosti znamenke i o njezinoj poziciji u okviru broja. To je bilo iznimno važno za razvoj civilizacije jer je značajno olakšalo računanje.

Simbole koji predstavljaju potenciju s bazom 60 koristili su stari Sumerani, kao i njihovi prethodnici na području Mezopotamije. Taj je sustav djelomično preživio i do danas u našem sustavu zapisivanja i računanja vremena. Jedan sat podijeljen je na 60 minuta, a jedna minuta na 60 sekundi. Takav sustav s bazom 60 naziva se seksagezimalni.

Još je jedan od starih sustava preživio i upotrebljava se i danas – duodecimalni sustav, dakle onaj koji ima bazu 12. Podsjetimo se da je izraz za 12 "tucet", a 144, odnosno 12^2 , naziva se "gros".



Slika 1.2-3

Ilustracija iz knjige Gregora Reischa, *Margarita Philosophica*, prikazuje konkurentski odnos računanja dekadskim i heksadekadskim brojevima

Tablica 1.2-1

Dekadski, binarni i heksadekadski brojevi od 0 do 15

dekadski broj	binarni broj	heksadekadski broj
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

1.2.2. Pozicijski brojevni sustavi

Čitajući broj 5236, izgovaramo pet *tisuća* dyje *sto tri deset* šest. Riječi tisuća, sto i deset namjerno su mimo pravopisnih pravila odvojena razmakom kako bi se istaknulo njihovo značenje.

Prisjetimo se eksponencijalnoga načina zapisa broja.

$$1000 = 10^3$$

$$100 = 10^2$$

$$10 = 10^1$$

$$1 = 10^0$$

Prikažimo sada broj 5236 kao zbroj pribrojnika:

$$5 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0.$$

Uočimo da smo izgovarajući broj krenuli od najveće potencije broja deset prema najmanjoj. Pritom u ovom slučaju kod najmanje značajne znamenke šest nismo izgovorili riječ jedan, odnosno 10^0 .

U skladu s prethodnim objašnjenjem, dekadski brojevni sustav definiramo na sljedeći način:

Dekadski brojevni sustav

- **Dekadski brojevni sustav** ima osnovu ili bazu deset (10) i deset znamenaka: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9.

Dekadski brojevni sustav je **polozajni** ili **pozicijski brojevni sustav**. Svaka znamenka nekog broja nalazi se na određenom brojnom mjestu.

Brojno mjesto označava položaj znamenke u odnosu na decimalni zarez.

Binarni brojevni sustav

Binarni brojevni sustav ima osnovu dva (2) i dvije znamenke: 0 i 1.

Binarna znamenka naziva se **bit*** i označava se malim slovom b.

Skupina od osam bitova zajedno čini **jedan bajt** (engl. byte) i označava se velikim slovom B.

Oktalni brojevni sustav ima osnovu 8 i osam znamenaka: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 i nema neki osobiti značaj u informatici.

Heksadekadski brojevni sustav ima osnovu 16 i šesnaest znamenaka: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B C, D, E i F.

Binarni i heksadekadski brojevni sustavi imaju osobito značenje u informatici, zbog načina elektroničkog zapisivanja podataka. U tablici 1.2-1 dan je usporedni način zapisivanja dekadskih brojeva od 0 do 15 u binarnom i heksadekadskom obliku.

* porijeklo skraćenice bit leži u engleskom nazivu za binarnu znamenku **binary digit**.



1.3 SUSTAVNO OZNAČAVANJE ALFANUMERIČKIM ZNAKOVIMA - KODIRANJE I ŠIFRIRANJE

1.3.1 Kratka povijest i definicije

U komunikaciji, kod označava pravilo za pretvaranje dijela informacije (npr. slovo, riječ, frazu ili pokret) u drugi oblik prikaza (jedan znak u drugi), koji ne mora nužno biti iste vrste. U komunikaciji i obradi informacija, kodiranje je proces kojim se informacija izvora pretvara u simbole koji će biti preneseni. Dekodiranje je obrnuti proces pretvaranja kodiranih simbola u informacije razumljive primatelju.

Razlog za kodiranje je omogućavanje komunikacije na mjestima na kojima se nije moguće sporazumijevati normalnim govornim ili pisanim jezikom. Primjerice, zastavice ili kraci signalnih naprava kodiraju dio poruke, obično pojedinačna slova i brojke. Osoba s velike udaljenosti može razumjeti zastave i reproducirati tekst.

Kodovi se u komunikaciji koriste radi *kratkoće*.

U vrijeme kad su telegrafske poruke bile posljednje dostignuće u brzoj komunikaciji na velike udaljenosti, razvili su se složeni sustavi komercijalnih kodova koji su čitave rečenice kodirali u jednu riječ, uglavnom od pet slova, koje su telegrafisti vrlo brzo usvojili.

Kodne riječi koristile su se iz više razloga, kao što su duljina i brzina izgovora, što je, naravno, utjecalo i na cijenu.

Dakle, svrha kodiranja najčešće je bila ušteda na troškovima.

Danas se za komprimiranje velikih podatkovnih datoteka u kompaktniji oblik za pohranjivanje ili transport koriste napredne tehnike kodiranja, poput Huffmanove tehnike s računalnim algoritmima.

Kod možemo definirati na sljedeći način:

Kod (engl. *code*) u najširem je smislu sustav znakova pomoću kojega komuniciraju najmanje dva sudionika.

Stoga možemo reći:

Kodiranje (engl. *encoding*) je postupak unosa niza znakova, koji mogu biti slova, brojevi, interpunkcijski znakovi i ostali različiti grafički simboli, u posebnom obliku za učinkovit prijenos ili pohranu.



Slika 1.3-1

Optički čitači za očitavanje bar koda

Nasuprot tome, dekodiranje je obrnut postupak, odnosno možemo reći:



Slika 1.3-2

Uredaj za šifriranje Enigma

Dekodiranje (engl. *decoding*) je pretvorba zapisa iz kodiranog oblika u izvoran niz slova, brojeva, interpunkcijskih znakova i ostalih različitih grafičkih simbola.

Kako bi se postigla tajnost informacija, već se u srednjem vijeku razvija sustav šifriranja. Jednako kao i kod, šifra je sastavljena od niza slova, brojeva, interpunkcijskih znakova i ostalih različitih grafičkih simbola. I naša je Dubrovačka Republika radi zaštite tajnosti informacija razvila vlastiti sustav šifriranja.

Disciplina koja se bavi proučavanjem i otkrivanjem šifri zove se kriptografija.

Jedan od najkomplikiranijih sustava za šifriranje koji je ikad bio korišten je njemački tajni kod Enigma iz II. svjetskog rata, čije je razotkrivanje u mnogome promijenilo tijek rata i ubrzalo njegov kraj.

Šifra (engl. *cipher*) u najširem je smislu sustav znakova pomoću kojega najmanje dva sudionika komuniciraju pod zaštitom tajnosti.

Definicije šifriranja i kodiranja te dešifriranja i dekodiranja su istovjetne. Razlika je jedino u tome što je sustav šifriranja i dešifriranja osmišljen tako da bude poznat samo odabranima.

Niz brojeva:

75628 28591 62916 48164 91748 58464 74748 28483 81638 18174
74826 26475 83828 49175 74658 37575 75936 36565 81638 17585
75756 46282 92857 46382 75748 38165 81848 56485 64858 56382
72628 36281 81728 16463 75828 16483 63828 58163 63630 47481
91918 46385 84656 48565 62946 26285 91859 17491 72756 46575
71658 36264 74818 28462 82649 18193 65626 48484 91838 57491
81657 27483 83858 28364 62726 26562 83759 27263 82827 27283
82858 47582 81837 28462 82837 58164 75748 58162 92000

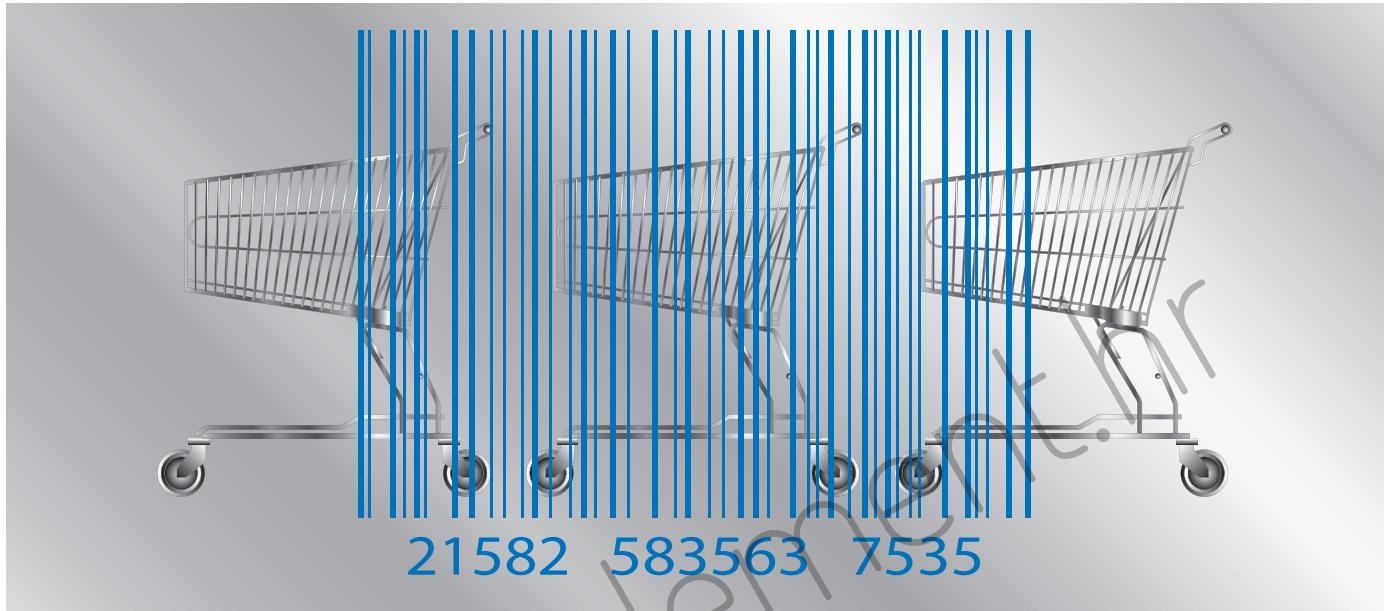
predstavlja D'Agapeyeffovu šifru, koja je jedna od nerazbijenih šifri objavljenih u prvom izdanju knjige *Codes and Ciphers*, osnovne knjige iz kriptografije koju je 1939. godine objavio rusko-engleski kartograf Alexander D'Agapeyeff.

Najmanje 400 godina stara rukom pisana i ilustrirana knjiga (slika 1.3-3) na 232 stranice opisuje nepoznate biljke, biljne pripravke i astrološke mape. Ona se zove Voynichev manuskript i bila je predmet intenzivnog proučavanja mnogih amaterskih i profesionalnih kriptografa, uključujući i one vrhunske koji su razbijali šifre u II. svjetskom ratu. Rukopis nikad nije dešifriran.



Slika 1.3-3

Voynichev manuskript



1.3.2 Označavanje kodovima

EAN - European Article Number

U Europi se obilježavanje proizvoda brojevima razvilo na ranije usavršenom UPC sustavu u SAD-u i Kanadi. Najrašireniji je EAN-13 sustav koji predstavlja proizvod s kodom od 13 znamenki. Manje koriten EAN-8 sustav predstavlja proizvod s kodom od osam znamenaka. Zbog toga što zahtijeva manje prostora, koristi se za kodiranje manjih proizvoda. Kako bi očitavanje koda bilo vrlo brzo, osim prikaza arapskim brojevima razvijen je optički prikaz crticama i prazninama različitih debljina. Takav "optički" način prikazivanja pogodan je za očitavanje *optičkim čitačima*. Ukoliko je optički prikaz loš ili pokvaren, moguće je kod unijeti ručno preko tipkovnice, koristeći njegov zapis arapskim brojevima.

EAN-13 kod sadržava četiri područja:

1. brojevani sustav znamenaka
2. kod proizvođača
3. kod proizvoda
4. kontrolnu znamenku.

Uobičajeno se brojevani sustav znamenaka tiska na lijevoj strani bar koda, a kontrolna znamenka na njegovoj desnoj strani. Kod proizvođača i proizvoda tiska se neposredno ispod bar koda, a odvojen je zaštitnim linijama.

Sve je popularniji MaxiCode, sustav optičkog kodiranja, prikazan na slici 1.3-6, kod kojeg se ne koriste linije, nego točkice.

Njegova je prednost u odnosu na bar kod u tome što se na istoj površini može prikazati više podataka.



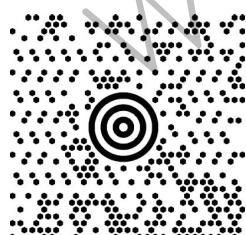
Slika 1.3-4

EAN-13 sustav kodiranja



Slika 1.3-5

EAN-8 sustav kodiranja



Slika 1.3-6

MaxiCode

**Slika 1.3-7**

ISSN kod

**Slika 1.3-8**

ISBN kod

Promotrimo strukturu bar koda na primjeru ISSN-a (engl. *International Standard Serial Number*) koji se koristi za kratku bespriječornu identifikaciju dnevnih novina i časopisa. Taj je kod pomalo sličan ISBN bar kodu koji se koristi za označavanje knjiga.

ISSN kod predstavljen je s osam znakova koji su podijeljeni u dvije skupine od po četiri znaka. Prvih sedam znamenki prikazuje stvarni ISSN broj. Osma znamenka je kontrolna znamenka koja se računa u skladu s načinom koji se naziva Modulo 11.

Posljednja, osma znamenka može biti cijeli broj između 0 i 9 ili X.

Opis metode Modulo 11

Uzmimo da je ISSN kod 0378-5955. Dakle, kontrolna znamenka je broj 5.

Da bismo izračunali kontrolnu znamenku, slijedimo sljedeći postupak.

Izračunajmo zbroj prvih sedam znamenki ISSN koda i svaku od njih pomnožimo s brojem koji predstavlja njihov položaj u ISSN kodu, računajući zdesna uljevo. Dakle, brojevi s kojima množimo su 8, 7, 6, 5, 4, 3 i 2.

Na taj način dobivamo:

$$\begin{aligned} 0 \times 8 + 3 \times 7 + 7 \times 6 + 8 \times 5 + 5 \times 4 + 9 \times 3 + 5 \times 2 &= \\ = 0 + 21 + 42 + 40 + 20 + 27 + 10 &= \\ = 160. \end{aligned}$$

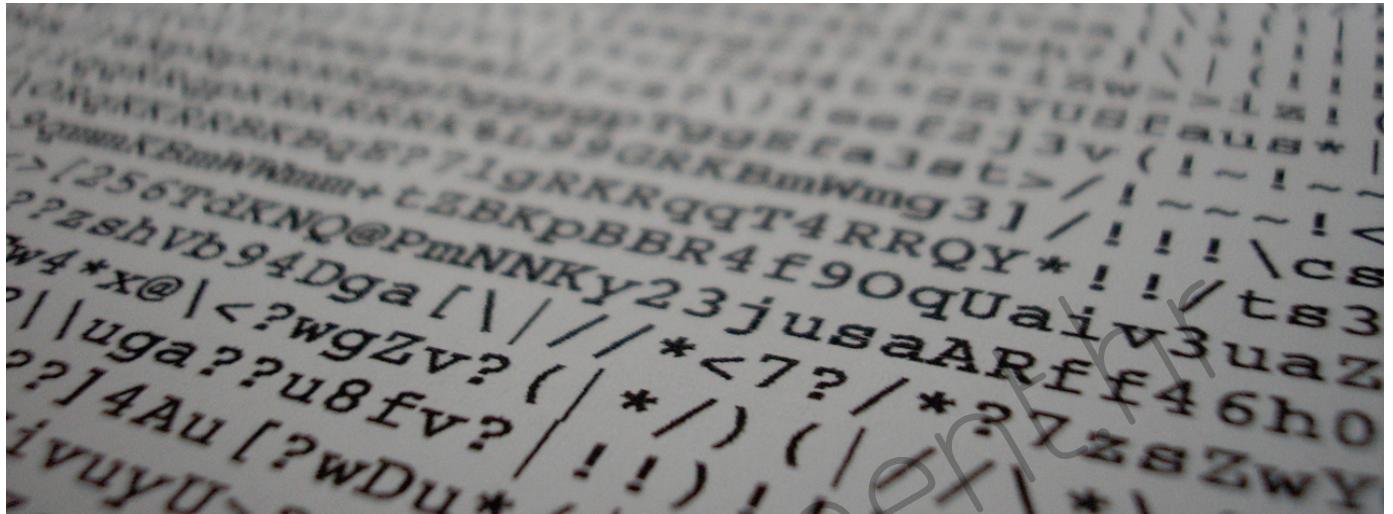
Podijelimo dobivenu sumu sa 11 i odredimo ostatak.

$$160 : 11 = 14 \text{ s ostatkom } 6$$

Oduzmimo ostatak od broja 11.

$$11 - 6 = 5$$

Rezultat je broj 5 koji upravo odgovara kontrolnoj znamenici 5. Dakle, ISSN kod je ispravan.



ASCII kod

Unoseći neki tekst s konzole (engl. *console*) svoga računala, ne razmišljamo o tome kako se odvija komunikacija između konzole, u većini slučajeva tipkovnice, računala, odnosno operativnog sustava i zaslona, odnosno monitora.

Svaki znak na tipkovnici predstavljen je brojevnim kodom, koji je moguće prikazati u binarnom, heksadekadskom i dekadskom obliku. U prikazanoj tablici navedeni su kodovi znakova "a", "b" i "c" u binarnom, dekadskom i heksadekadskom obliku.

binarni	dekadski	heksadekadski	znak
110 0001	97	61	a
110 0010	98	62	b
110 0011	99	63	c

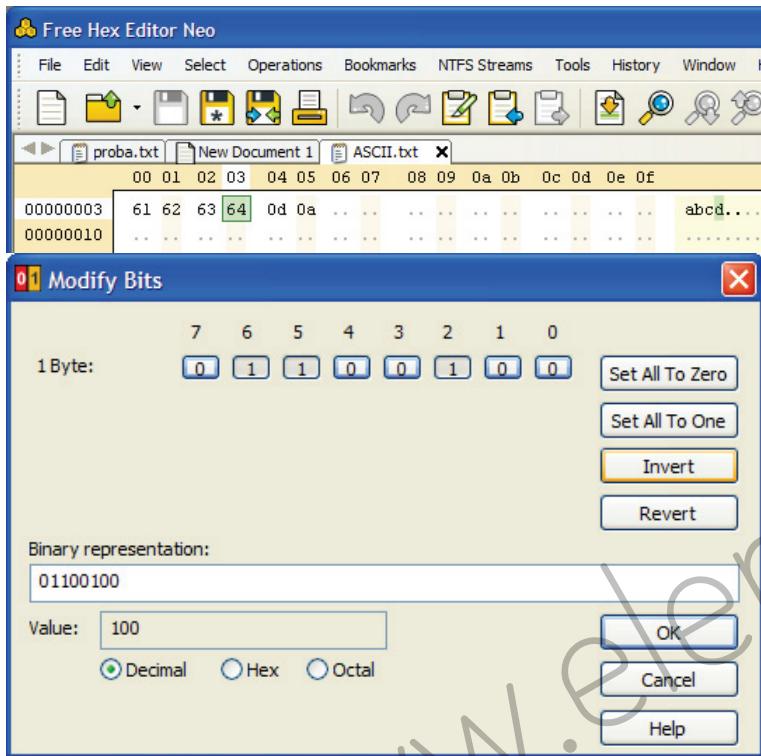
Kodovi u tablici upravo su onakvi kakve je propisala ASCII organizacija, punog naziva American Standard Code for Information Interchange, što se prevodi kao Američki standardni znakovnik za razmjenu informacija. Operativni sustavi kodiraju uneseni znak u binarni kod, pogodan za pohranu u električkom obliku te ga nakon ponovnog učitavanja dekodiraju u prvobitni prikaz.

ASCII standardom nisu obuhvaćeni samo znakovi na tipkovnici koji služe za ispis, nego i oni kontrolni, kao što je na primjer Enter. Kao što vam je poznato, pritiskanjem tipke Enter dajemo naredbu za prelazak u novi red. Slijede ASCII kodovi te naredbe u binarnom, dekadskom i heksadekadskom obliku. U stupcu obilježenim sa CS^[t 2] nalazi se znak na tipkovnici koji moramo pritisnuti zajedno s tipkom <Ctrl>.

binarni	dekadski	heksadekadski	CS ^[t 2]
000 1101	13	0D	^M

Lista ASCII kodova svih znakova, kako onih koji služe za ispis, tako i kontrolnih znakova, nalazi se u dodatku ovom udžbeniku.

Također, dana je i tablica Windows set znakova za srednju Europu – kočna strana 1250, u kojoj se nalaze znakovi svih srednjeuropskih jezika, uključujući i hrvatski.



Slika 1.3-9

Zaslon programa Free Hex Editor Neo

Pogledajmo kako ustvari izgleda zapis niza znakova "abcd" na disku računala, koristeći program Hex Editor Neo, koji možete instalirati na svoje računalo s CD-a priloženog uz udžbenik.

Kako je rečeno još u prvom razredu, svi podaci u računalu pohranjuju se i obrađuju u binarnom obliku zato što se princip električkog zapisa podatka temelji na jednostavnoj činjenici: je li neki elementarni djelić memorije magnetiziran*¹ - bit 1 ili nije - bit 0.

Na zaslonu programa Free Hex Editor Neo, na slici 1.3-9, desno gore zelenom je bojom označen znak "d" iz niza "abcd". Lijevo gore je "64", prikaz u heksadekadskom obliku, također istaknut zelenom bojom. U donjem prozoru Modify Bits vidi se prikaz slova "d" u binarnom i dekadskom obliku. Pogledajmo u prilogu udžbenika slažu li se rezultati našeg istraživanja s ASCII kodovima znaka "d".

binarni	dekadski	heksadekadski	znak
110 0100	100	64	d

*¹ - Zbog lakše predodžbe, naveden je primjer magnetskog medija, kakav je primjerice magnetski disk. Uz magnetske medije za pohranu podataka, postoje optički mediji, primjerice CD te poluvodički, na primjer ROM i RAM memorije računala. Uz to postoje mediji koji koriste kombinaciju načina zapisivanja, kao što su magnetooptički mediji.



Slika 1.3-10

Unos pristupne šifre s tipkovnice uređaja



Slika 1.3-11

Unos pristupne šifre zapisane na magnetskoj kartici

1.3.3 Šifriranje

Šifra je sustav znakova u kojem slova, riječi ili brojke imaju dogovorenog promjenjeno značenje i čitaju se samo pomoću utvrđenog ključa; znakovnik, kod. Oznaka koja se stavlja umjesto imena autora, proizvoda, naslova itd. radi lakšeg snalaženja, identificiranja ili da se sačuva tajnost; zaporka. (V. Anić: Rječnik hrvatskog jezika)

Kako je rečeno u uvodu, za šifru se može reći i da je *tajni kod*. Dakle, također možemo reći:

Šifriranje je kodiranje sustavom tajnih znakova.

Kako bi se sustav podataka zaštitio od neovlaštenog pristupa, za pristup je potrebno poznavati pristupnu šifru. Pristupna šifra čini ključ za elektronička vrata na ulazu u sustav.

Na slici 1.3-10 prikazan je unos pristupne šifre s tipkovnice uređaja. Taj je način vrlo popularan za identifikaciju radnika pri ulasku u krug poduzeća. Istovremeno, s obzirom na to da je šifri pridruženo i ime i prezime radnika, sustav registrira vrijeme dolaska na posao, vrijeme odlaska i slično. Naravno, na taj način sustav može izračunati, primjerice, broj radnih sati radnika u nekom periodu.

Na slici 1.3-11 prikazan je unos pristupne šifre zapisane na magnetskoj kartici. Ovaj način unosa šifre često se koristi u kombinaciji s unosom pristupne šifre s tipkovnice uređaja na bankomatima. Kombinacija je potrebna zbog mogućnosti da osoba koja nije vlasnik zloupotrijebi karticu, uđe neovlašteno u sustav i načini štetu banci i pravom vlasniku kartice. Naravno, uz predočenje identifikacijske isprave kojom vlasnik može dokazati svoj identitet, unos šifre nije potreban, nego su za ulaz u sustav dovoljni šifrirani podaci sadržani na magnetskoj traci kartice.