

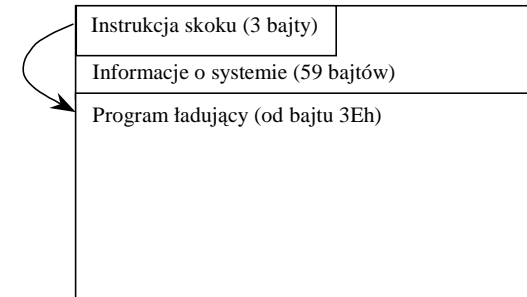
Organizacja partycji systemowej (na przykładzie FAT16)

- Boot Rekord (BR)
- Tablica FAT (File Allocation Table) - Tablica Alokacji Plików
- Kopia Tablicy FAT
- Root Directory - Katalog Główny
- Dane

Boot Record (BR)

- położenie: **1. sektor** partycji (dyskietki) systemowej
- zawiera:
 - instrukcję skoku do programu ładującego system,
 - program ładujący system,
 - informacje o systemie,
 - informacje o dysku (wielkość sektora, wielkość klastra, liczba sektorów, bajt identyfikacji nośnika, itp.).

Boot Record systemu MS DOS:



Informacje o systemie i dysku zawarta w BR:

Bajt	Zawartość
0-2h	Instrukcja skoku do programu ładującego
3-Ah	Nazwa systemu
B-Ch	Wielkość sektora
Dh	Wielkość klastra
E-Fh	Liczba sektorów zarezerwowanych na początku dysku
10h	Liczba kopii FAT
11-12h	Maksymalna liczba plików w katalogu głównym
13-14h	Całkowita liczba sektorów na dysku do 32MB
15h	Bajt identyfikacji nośnika
16-17h	Liczba sektorów zajętych przez FAT
18-19h	Liczba sektorów na ścieżce
1A-1Bh	Liczba głowic (stron) dysku
1C-1Fh	Liczba sektorów ukrytych
20-23h	Całkowita liczba sektorów na dysku większym niż 32MB
24h	Numer mechanizmu dyskowego
25h	Zarezerwowane
26h	Zarezerwowane - znacznik 29h
27-2Ah	Numer seryjny dysku
2B-35h	Etykieta
36-3Dh	Zarezerwowane

```

OEM ID: +nB%7IHC
Bytes per sector: 512
Sectors per cluster: 1
Reserved sectors at beginning: 1
FAT Copies: 2
Root directory entries: 224
Total sectors on disk: 2880
Media descriptor byte: F0 Hex
Sectors per FAT: 9
Sectors per track: 18
Sides: 2
Special hidden sectors: 0
Big total number of sectors: 0
Physical drive number: 0
Extended Boot Record Signature: 29 Hex
Volume Serial Number: 2A1418FE Hex
Volume Label: DYSKIETKA
File System ID: FAT12

```

```

Physical Sector: Absolute Sector 0
00000000: EB 3C 90 2B 6E 42 25 37 - 49 48 43 00 02 01 01 00 .<.+nB%7IHC....
00000010: 02 E0 00 40 0B F0 09 00 - 12 00 02 00 00 00 00 00 ...@.....
00000020: 00 00 00 00 00 00 29 FE - 18 14 2A 44 59 53 4B 49 .....)*DYSKI
00000030: 45 54 4B 41 20 20 46 41 - 54 31 32 20 20 20 33 C9 ETKA FAT12 3.
00000040: 8E D1 BC FC 7B 16 07 BD - 78 00 C5 76 00 1E 56 16 ...{...x...v..V.
00000050: 55 BF 22 05 89 7E 00 89 - 4E 02 B1 0B FC F3 A4 06 U."...~..N.....
00000060: 1F BD 00 7C C6 45 FE 0F - 38 4E 24 7D 20 8B C1 99 ..|.E...8N$} ...
00000070: E8 7E 01 83 EB 3A 66 A1 - 1C 7C 66 3B 07 8A 57 FC .~...:f...|f;..W.
00000080: 75 06 80 CA 02 88 56 02 - 80 C3 10 73 ED 33 C9 FE u....V....s.3..
00000090: 06 D8 7D 8A 46 10 98 F7 - 66 16 03 46 1C 13 56 1E ..}.F...f...F..V.
000000A0: 03 46 0E 13 D1 8B 76 11 - 60 89 46 FC 89 56 FE B8 .F....v...`F..V..
000000B0: 20 00 F7 E6 8B 5E 0B 03 - C3 48 F7 F3 01 46 FC 11 ....^...H...F..
000000C0: 4E FE 61 BF 00 07 E8 28 - 01 72 3E 38 2D 74 17 60 N.a....(.r>8-t.`
000000D0: B1 0B BE D8 7D F3 A6 61 - 74 3D 4E 74 09 83 C7 20 ....}..at=Nt...
000000E0: 3B FB 72 E7 EB DD FE 0E - D8 7D 7B A7 BE 7F 7D AC ;r.....}{...}.
000000F0: 98 03 F0 AC 98 40 74 0C - 48 74 13 B4 0E BB 07 00 .....@t.Ht.....
00000100: CD 10 EB EF BE 82 7D EB - E6 BE 80 7D EB E1 CD 16 ....}......}....
00000110: 5E 1F 66 8F 04 CD 19 BE - 81 7D 8B 7D 1A 8D 45 FE ^f.....}.}..E.
00000120: 8A 4E 0D F7 E1 03 46 FC - 13 56 FE B1 04 E8 C2 00 .N....F..V.....
00000130: 72 D7 EA 00 02 70 00 52 - 50 06 53 6A 01 6A 10 91 r....p.RP.Sj.j..
00000140: 8B 46 18 A2 26 05 96 92 - 33 D2 F7 F6 91 F7 F6 42 .F..&...3.....B
00000150: 87 CA F7 76 1A 8A F2 8A - E8 C0 CC 02 0A CC B8 01 ...V.....
00000160: 02 80 7E 02 0E 75 04 B4 - 42 8B F4 8A 56 24 CD 13 ..~...u..B...V$..
00000170: 61 61 72 0A 40 75 01 42 - 03 5E 0B 49 75 77 C3 03 aar.@u.B.^Iuw..
00000180: 18 01 27 0D 0A 4E 69 65 - 70 72 61 77 69 64 6C 6F ..'.Nieprawidlo
00000190: 77 79 20 64 79 73 6B 20 - FF 0D 0A 42 6C 61 64 20 wy dysk ...Blad
000001A0: 57 65 2F 57 79 20 20 20 - 20 FF 0D 0A 57 79 6D 69 We/Wy ...Wymi
000001B0: 65 6E 20 64 79 73 6B 20 - 69 20 6E 61 63 69 73 6E en dysk i nacisn
000001C0: 69 6A 20 64 6F 77 6F 6C - 6E 79 20 6B 6C 61 77 69 ij dowolny klawi
000001D0: 73 7A 20 20 0D 0A 00 00 - 49 4F 20 20 20 20 20 20 sz ....IO
000001E0: 53 59 53 4D 53 44 4F 53 - 20 20 20 53 59 53 7F 01 SYMSDOS SYS.
000001F0: 00 41 BB 00 07 60 66 6A - 00 E9 3B FF 00 00 55 AA .A...`fj...;...U.

```

Budowa systemu plików (na przykładzie FAT16)

Root Directory (katalog główny)

- wielkość katalogu głównego jest definiowana przy formatowaniu dysku (dyskietka - 14 sektorów, dyski twarde - 32 sektory),
- każdy wpis zajmuje 32B i zawiera:

Nr bajtu	Wielkość	Element wpisu w katalogu głównym
0-7h	8B	nazwa pliku Zarezerwowane wartości 1. bajtu: 00h - wpis wolny E5h - plik skasowany 2Eh - katalog bieżący „.” 2E2Eh - katalog nadrzędny „..”
8-Ah	3B	rozszerzenie
Bh	1B	atrybuty pliku
C-15h	10B	zarezerwowane
16-17h	2B	czas utworzenia
18-19h	2B	datę utworzenia
1A-1Bh	2B	numer pierwszego klastra
1C-1Fh	4B	wielkość pliku (1C-1Dh - mniej znaczące bajty, 1E-1Fh - bardziej znaczące bajty)

Atrybuty plików i katalogów

Poszczególne bity bajta Bh odpowiadają atrybutom: - - A D V S H R

Katalog - widok „as Directory”

Disk Editor													
Object	Edit	Link	View	Info	Tools	Help	More>						
Name	.Ext	ID	Size	Date	Time	Cluster	76	A	R	S	H	D	U
Cluster 1 996, Sector 64 351													
.		Dir	0	3.12.06	20:51	1 996	-	-	-	-	D	-	
..		Dir	0	3.12.06	20:51	254	-	-	-	-	D	-	
ARJ	EXE	File	87446	95.01.20	23:01	1 997	-	-	-	-	D	-	
DDI	EXE	File	19090	96.12.10	17:00	2 003	-	-	-	-	D	-	
DDII	EXE	File	12528	93.11.19	10:05	2 005	-	-	-	-	D	-	
DM	CFG	File	42	95.10.23	22:13	2 006	-	-	-	-	D	-	
DM	EXE	File	19666	95.04.23	0:46	2 007	-	-	-	-	D	-	
LHA	EXE	File	34283	91.07.20	2:13	2 009	-	-	-	-	D	-	
PKUMZIP	EXE	File	29378	94.06.01	0:00	2 012	-	-	-	-	D	-	
PKZIP	EXE	File	42166	93.02.01	2:04	2 014	-	-	-	-	D	-	
RAR	EXE	File	102989	96.05.08	1:21	2 017	-	-	-	-	D	-	
UDDI	EXE	File	17217	95.03.02	23:22	2 024	-	-	-	-	D	-	
UNZIP	EXE	File	23044	93.03.09	7:01	2 026	-	-	-	-	D	-	
Unused directory entry													
Unused directory entry													
Unused directory entry													
Cluster 1 996, Sector 64 352													
Unused directory entry													
Unused directory entry													
Sub-Directories													
F:\DISK-D\CD\PUBLIC\UTIL\ARCHIV													
Cluster 1 996													
Offset: 0, hex: 0													

Katalog - widok „as Hex”

Disk Editor												
Object	Edit	Link	View	Info	Tools	Help						
Cluster 1 996, Sector 64 351												
00000000:	2E	2F	86	2F	20	20	20	20	20	00	C1 71 A6	6/6...rZc/
00000010:	86	2F	86	2F	00	00	72	A6	-	86	2F CC 07	00 00 00 6/6...rZc/
00000020:	2E	2F	86	2F	20	20	20	20	10	00	C1 71 A6	00 00 00 6/6...rZc/
00000030:	86	2F	86	2F	00	00	72	A6	-	86	2F FE 00	00 00 00 6/6...rZc/
00000040:	41	52	4A	20	20	20	20	20	00	45	58 45 01	00 72 74 A6 ARJ EXE0.utZ
00000050:	86	2F	44	33	00	00	32	B8	-	34	1E CD 07	96 55 01 06/D3...2S4A=PUG
00000060:	44	44	49	20	20	20	20	20	00	45	58 45 01	00 75 74 A6 DD1 EXE0.utZ
00000070:	86	2F	44	33	00	00	13	88	-	8A	21 D3 07	92 4A 00 06/D3...!H!E=I.J
00000080:	44	44	49	20	20	20	20	20	00	45	58 45 01	00 76 74 A6 DD11 EXE0.utZ
00000090:	86	2F	44	33	00	00	B2	50	-	73	1B D5 07	F0 30 00 06/D3...P=N-0
000000A0:	44	4D	20	20	20	20	20	20	00	43	46 47 01	00 76 74 A6 DM CFG0.utZ
000000B0:	86	2F	6C	32	00	00	AB	B1	-	57	1F D6 07	2A 00 00 6/12...2Hvi=*
000000C0:	44	4D	20	20	20	20	20	20	00	45	58 45 01	00 77 74 A6 DM EXE0.utZ
000000D0:	86	2F	44	33	00	00	D1	05	-	97	1E D7 07	D2 4C 00 06/D3...D=AI=BL
000000E0:	4C	48	41	20	20	20	20	20	00	45	58 45 01	00 79 74 A6 LHA EXE0.utZ
000000F0:	86	2F	44	33	00	00	A0	11	-	F4	16 D9 07	EB 85 00 06/D3...4=I=0A
00000100:	50	4B	55	4E	5A	49	50	20	-	45	58 45 01	00 7A 74 A6 PKUNZIP EXE0.ztZ
00000110:	86	2F	44	33	00	00	00	00	-	C1	1C DC 07	C2 72 00 06/D3...I=rr
00000120:	50	4B	5A	49	50	20	20	20	-	45	58 45 01	00 7B 74 A6 PKZIP EXE0.ktZ
00000130:	86	2F	44	33	00	00	88	10	-	41	1A DE 07	86 4A 00 06/D3...H=A0=AA
Sub-Directory												
F:\SYSK-D\T\PUBLIC\UTIL\ARCHIV												
										Cluster 1 996		
										Offset 0, hex 0		

Sposób zapisu daty i czasu

y y y y y y y m m m m d d d d d

Dzień (5 bitów) - wartości od 0 (00000b) do 31 (11111b)

Miesiąc (4 bity) - wartości od 0 do 15

Rok (7 bitów) - wartości od 0 do 127

Data = (rok - 1980) x 512 + miesiąc x 32 + dzień => zmiana kolejności bajtów

(bardziej znaczący bajt jako pierwszy)

Np. Data - 26 grudzień 2003 zostanie zapisana jako:

$$(2003 - 1980) \times 512 + 12 \times 32 + 26 = 12186 = 2F\ 9Ah \Rightarrow 9A\ 2Fh$$

h h h h h m m m m m m s s s s s s

Godzina (5 bitów) - wartości od 0 do 31

Minuta (6 bitów) - wartości od 0 do 63

Sekundy (5 bitów) - wartości od 0 do 31

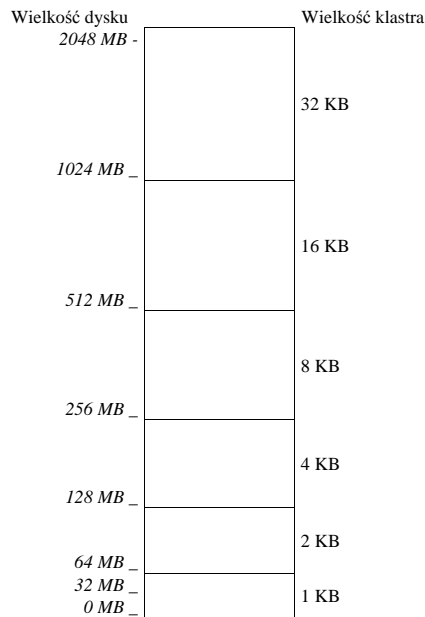
Czas = godzina x 2048 + minuta x 32 + sekunda/2 => zmiana kolejności bajtów

Klaster (cluster)

- Jest to tzw. jednostka alokacji pliku czyli najmniejszy obszar dysku, który system operacyjny potrafi zaadresować,
- wielkość klastra, w zależności od systemu operacyjnego i wielkości dysku, może wynosić 1 sektor (512B), 2 sektory (1KB), 4 sektory (2KB), itd. (potęgi liczby 2),
- w systemie plików FAT16 klaster nie może wynosić więcej niż 64 sektory,
- w systemie plików FAT16 system operacyjny dąży do tego, aby klaster był jak najmniejszy.

Ile maksymalnie klastrów na dysku może być w FAT16 (a ile w FAT32)?

Zależność wielkości klastra od wielkości partycji (na przykładzie FAT16)



Obliczanie wielkości i ilości klastrów

Ile klastrów i jakiej wielkości znajduje się na dysku logicznym 150MB

Wielkość klastra a strata przestrzeni na dysku

System operacyjny może przydzielić plikowi tylko **całkowitą liczbę** klastrów.

Oznacza to np., że przy wielkości klastra 8KB, plik o rozmiarze 9KB będzie zajmował 2 klastry, czyli 16KB.

Zadanie

Ile klastrów i jakiej wielkości byłoby na partycji 1,5MB w systemie plików FAT10 (gdyby taki istniał)?

Odpowiedź

Wszystkich możliwych klastrów jest 2^{10} czyli 1024

Wielkość dysku to 1,5MB czyli $1,5 \times 1024\text{KB} = 1536\text{KB}$

Wielkość klastra wynosi: $1536\text{KB} / 1024 = 1,5\text{KB} \Rightarrow$ zaokrąglamy w górę do najbliższej potęgi liczby 2 \Rightarrow **2KB**

Liczba klastrów wynosi: $1536\text{KB} / 2\text{KB} =$ **768**

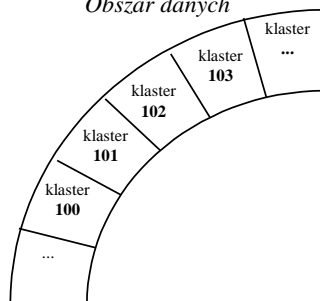
File Allocation Table (FAT) w systemie plików FAT16

- każdemu klastrowi **odpowiada dokładnie jedna** komórka tablicy FAT,
- w komórkach tablicy FAT zapisywane są m.in. adresy klastrów,
- każda komórka tablicy FAT ma 16 bitów.

Tablica Alokacji Plików
(FAT)

komórka ...	komórka 100	komórka 101	komórka 102	komórka 103
...	101	103	0	EOF
komórka 104	komórka 105	komórka 106	komórka 107	komórka ...
0	0	0	0	...

Obszar danych

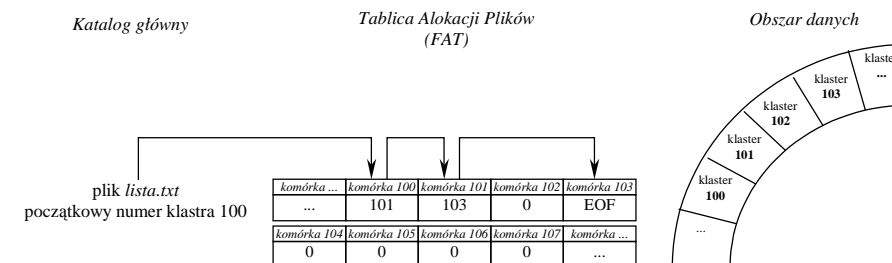


W tablicy FAT mogą znajdować się następujące wartości:

- 0 - wolna komórka FAT'u,
- numer kolejnego klastra zajmowanego przez plik,
- EOF (End of File) - informacja o końcu pliku (wartości FFF8 - FFFFh),
- BAD - informacja o uszkodzeniu nośnika (wartość FFF7h).

Uwaga: Pierwsze 4 bajty są zarezerwowane (1 bajt to bajt identyfikacji nośnika, kolejne 3 bajty mają wartości FFh).

Przykład:



Przykład:

Root Directory:

Nazwa pliku	Rozszerzenie	...	Początkowy nr klastra
praca	doc	...	372
start	bat	...	380
list	txt	...	387

FAT:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
370	0	0	373	374	375	376	<EOF>	0	0	0
380	381	382	<EOF>	<BAD>	<BAD>	0	0	388	389	390
390	391	392	393	<EOF>	0	0	0	0	0	0

Kasowanie plików

Podczas kasowania - pierwszy bajt nazwy pliku zamieniany jest na znak o kodzie ASCII 229 (E5h) i zerowane są zajmowane przez plik komórki tablicy FAT.

Jak realizowane jest „odzyskiwanie” skasowanych plików?

Zapis struktury katalogów

Katalog jest plikiem o atrybucie D, a jego zawartością jest struktura wpisów identyczna z wpisami w katalogu głównym.

Błędy i nieprawidłowości w funkcjonowaniu systemu plików

- *Bad Clusters* - uszkodzone klastry
- *Cross Link* - skrzyżowanie plików
- *Lost Clusters* - zagubione klastry
- Fragmentacja plików

Przykład

Jakie błędy w systemie plików można tu zaobserwować?

Nazwa pliku	Rozszerzenie	...	Początkowy nr cluster'a
praca	doc	...	372
start	bat	...	376
list	txt	...	379
rysunek	bmp	...	390
arkusz	xls	...	391

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
370	0	0	373	374	375	376	<EOF>	378	<EOF>	380
380	381	382	<EOF>	<BAD>	<BAD>	0	0	0	0	0
390	392	393	394	395	396	397	398	<EOF>	<EOF>	0

Odpowiedź

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
370	0	0	373 praca	374 praca	375 praca	376 praca	<EOF> praca	378	<EOF>	380 list
380	381 list	382 list	<EOF> list	<BAD>	<BAD>	0	0	0	0	0
390	392 rysunek	393 arkusz	394 rysunek	395 arkusz	396 rysunek	397 arkusz	398 rysunek	<EOF> arkusz	<EOF> rysunek	0

Tablica FAT:

Disk Editor							
Object	Edit	Link	View	Info	Tools	Help	
Sector 1							
<EOF>	<EOF>	<EOF>	5	<EOF>	<EOF>	<EOF>	<EOF>
17	18	11	<EOF>	<EOF>	<EOF>	<EOF>	16
25	<EOF>	19	<EOF>	21	22	23	24
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64
65	66	67	<EOF>	<EOF>	<EOF>	<EOF>	72
73	74	75	<EOF>	77	78	79	80
<EOF>	82	83	84	85	86	87	88
89	90	<EOF>	92	93	94	95	<EOF>
97	98	99	100	<EOF>	102	103	104
105	106	107	108	109	110	<EOF>	112
<EOF>	<EOF>	<EOF>	<EOF>	117	<EOF>	<EOF>	<EOF>
<EOF>	<EOF>	<EOF>	124	<EOF>	<EOF>	127	128
129	130	131	132	133	134	135	136
137	138	139	140	141	142	143	144
<EOF>	<EOF>	147	<EOF>	<EOF>	<EOF>	<EOF>	<EOF>
<EOF>	<EOF>	4277	<EOF>	157	158	159	160
FAT (1st Copy)							
F:\...-D~1\PUBLIC\PROGRAMY\DC32\DC32.EXE							
							Sector 1
							Cluster 27, hex 1B

Charakterystyka dyskietki 3.5'', 1.44MB

bajt identyfikacji nośnika: F0h

liczba głowic: 2

liczba ścieżek: 80

liczba sektorów na ścieżkę: 18

ogólna liczba sektorów = $2 \times 80 \times 18 = 2880$

system plików: FAT12

wielkość FAT: 9 sektorów

wielkość Root Directory: 14 sektorów

liczba możliwych wpisów do katalogu głównego = $(14 \text{ sektorów} \times 512\text{B}) / 32\text{B} =$

224

suma sektorów systemowych = 1 (BR) + 9 (FAT) + 9 (kopia FAT) + 14 (RD) =

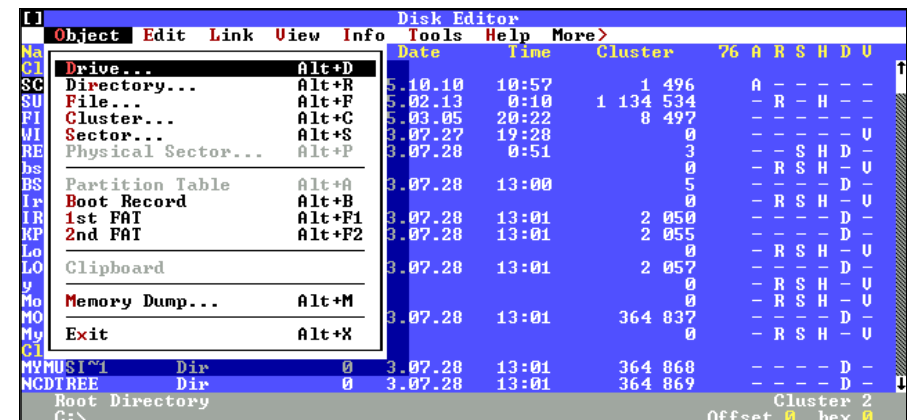
33

wolne miejsce dla danych = $(2880 - 33) \times 512\text{B} = 1457664\text{B}$

wielkość klastra: 1 sektor

Norton Disk Editor

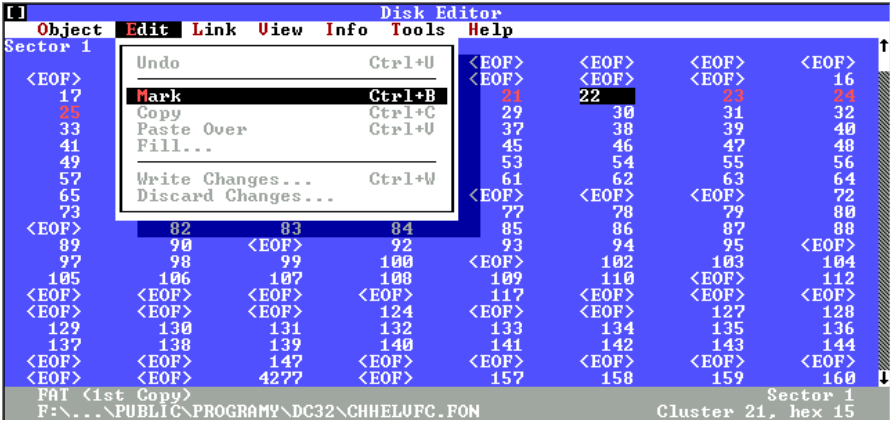
Wybór obiektu:



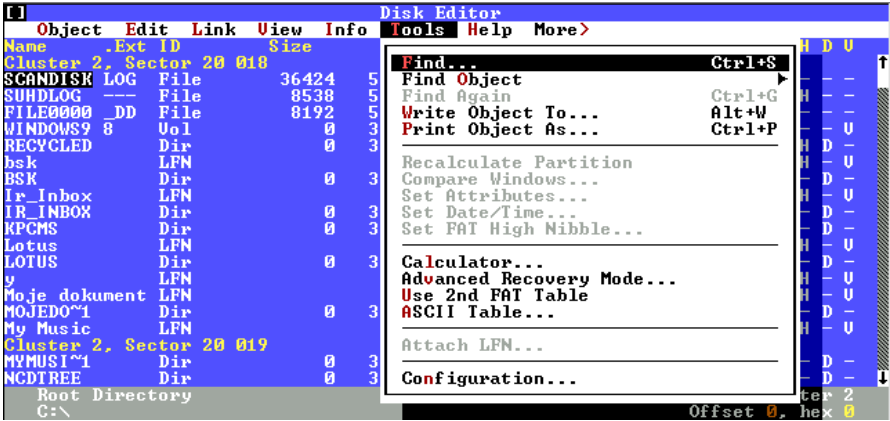
Wybór widoku:



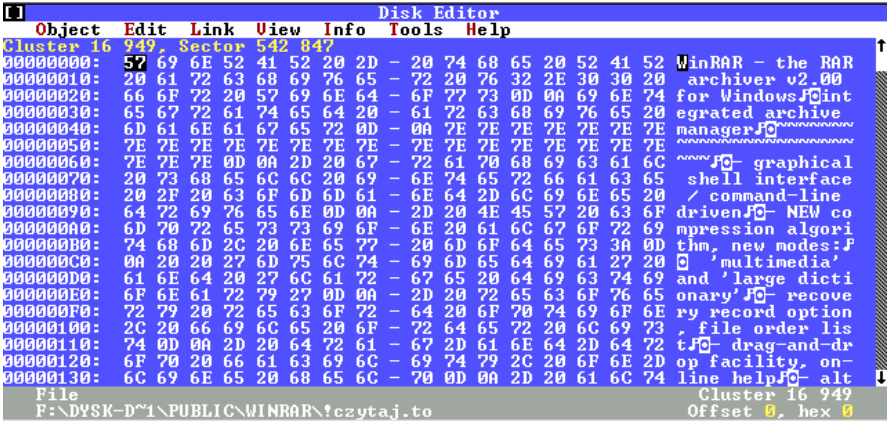
Edycja:



Konfiguracja:



Plik - widok „as Hex”:



Plik - widok „as Text”

