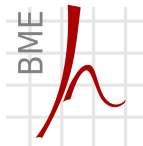


Szöveges fájlok. Láncolt listák

A programozás alapjai I.



Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
Farkas Balázs, Fiala Péter, Vitéz András, Zsóka Zoltán

2020. november 2.

Tartalom

1 Fájlkezelés

- Bevezetés
- Szöveges fájlok
- Standard streamek

2 Dinamikus adatszerkezetek

- Önhivatkozó adatszerkezet

3 Egy irányban láncolt listák

- Definíció
- Bejárás
- Verem
- Beszúrás
- Törlés

1. fejezet

Fájlkezelés

Fájlok

Fájl

Fizikai hordozón (merevlemez, CD, USB drive) tárolt adat

Fájlok

Fájl

Fizikai hordozón (merevlemez, CD, USB drive) tárolt adat

- A fájlba kimentett adat nemvész el a program futása után, következő futáskor visszaolvasható

Fájlok

Fájl

Fizikai hordozón (merevlemez, CD, USB drive) tárolt adat

- A fájlba kimentett adat nem vesz el a program futása után, következő futáskor visszaolvasható
- A különböző hordozókon tárolt fájlokat egységes felületen kezeljük

Fájlok

Fájl

Fizikai hordozón (merevlemez, CD, USB drive) tárolt adat

- A fájlba kimentett adat nem vesz el a program futása után, következő futáskor visszaolvasható
- A különböző hordozókon tárolt fájlokat egységes felületen kezeljük
- Fájlkezelés:

Fájlok

Fájl

Fizikai hordozón (merevlemez, CD, USB drive) tárolt adat

- A fájlba kimentett adat nem vesz el a program futása után, következő futáskor visszaolvasható
- A különböző hordozókon tárolt fájlokat egységes felületen kezeljük
- Fájlkezelés:
 - 1 Fájl megnyitása

Fájlok

Fájl

Fizikai hordozón (merevlemez, CD, USB drive) tárolt adat

- A fájlba kimentett adat nem vesz el a program futása után, következő futáskor visszaolvasható
- A különböző hordozókon tárolt fájlokat egységes felületen kezeljük
- Fájlkezelés:
 - 1 Fájl megnyitása
 - 2 Adatok írása / olvasása

Fájlok

Fájl

Fizikai hordozón (merevlemez, CD, USB drive) tárolt adat

- A fájlba kimentett adat nem vesz el a program futása után, következő futáskor visszaolvasható
- A különböző hordozókon tárolt fájlokat egységes felületen kezeljük
- Fájlkezelés:
 - 1 Fájl megnyitása
 - 2 Adatok írása / olvasása
 - 3 Fájl bezárása

Fájlok

Fájl

Fizikai hordozón (merevlemez, CD, USB drive) tárolt adat

- A fájlba kimentett adat nem vesz el a program futása után, következő futáskor visszaolvasható
- A különböző hordozókon tárolt fájlokat egységes felületen kezeljük
- Fájlkezelés:
 - 1 Fájl megnyitása
 - 2 Adatok írása / olvasása
 - 3 Fájl bezárása
- Kétféle fájltypus:

Fájlok

Fájl

Fizikai hordozón (merevlemez, CD, USB drive) tárolt adat

- A fájlba kimentett adat nem vesz el a program futása után, következő futáskor visszaolvasható
- A különböző hordozókon tárolt fájlokat egységes felületen kezeljük
- Fájlkezelés:
 - 1 Fájl megnyitása
 - 2 Adatok írása / olvasása
 - 3 Fájl bezárása
- Kétféle fájltypus:
 - Szöveges fájl

Fájlok

Fájl

Fizikai hordozón (merevlemez, CD, USB drive) tárolt adat

- A fájlba kimentett adat nem vesz el a program futása után, következő futáskor visszaolvasható
- A különböző hordozókon tárolt fájlokat egységes felületen kezeljük
- Fájlkezelés:
 - 1 Fájl megnyitása
 - 2 Adatok írása / olvasása
 - 3 Fájl bezárása
- Kétféle fájltypus:
 - Szöveges fájl
 - Bináris fájl

Szöveges vs. Bináris

Szöveges fájl – szöveget tartalmaz, sorokra tagolódik

Szöveges vs. Bináris

Szöveges fájl – szöveget tartalmaz, sorokra tagolódik

- txt, c, html, xml, rtf, svg

Szöveges vs. Bináris

Szöveges fájl – szöveget tartalmaz, sorokra tagolódik

■ txt, c, html, xml, rtf, svg

Bináris fájl – tetszőleges struktúrájú binárisan kódolt adatot tartalmaz

Szöveges vs. Bináris

Szöveges fájl – szöveget tartalmaz, sorokra tagolódik

- txt, c, html, xml, rtf, svg

Bináris fájl – tetszőleges struktúrájú binárisan kódolt adatot tartalmaz

- exe, wav, mp3, jpg, avi, zip

Szöveges vs. Bináris

Szöveges fájl – szöveget tartalmaz, sorokra tagolódik

- txt, c, html, xml, rtf, svg

Bináris fájl – tetszőleges struktúrájú binárisan kódolt adatot tartalmaz

- exe, wav, mp3, jpg, avi, zip

- Amíg nem túl ésszerűtlen, ragaszkodjunk az emberbarát szöveges tároláshoz.

Szöveges vs. Bináris

Szöveges fájl – szöveget tartalmaz, sorokra tagolódik

- txt, c, html, xml, rtf, svg

Bináris fájl – tetszőleges struktúrájú binárisan kódolt adatot tartalmaz

- exe, wav, mp3, jpg, avi, zip

- Amíg nem túl ésszerűtlen, ragaszkodjunk az emberbarát szöveges tároláshoz.
- Nagy előny, ha adatainkat nemcsak programok, hanem emberek is értik, szerkeszthetik.

Szöveges fájlba írás

```
1 #include <stdio.h> /* fopen, fprintf, fclose */
2 int main(void)
3 {
4     FILE *fp;
5     int status;
6
7     fp = fopen("hello.txt", "w"); /* fájlnyitás */
8     if (fp == NULL)                /* nem sikerült */
9         return 1;
10
11     fprintf(fp, "Szia, világ!\n"); /* beírás */
12
13     status = fclose(fp);           /* lezárás */
14     if (status != 0)
15         return 1;
16
17     return 0;
18 }
```

[link](#)

Szöveges fájlba írás

```
1 #include <stdio.h> /* fopen, fprintf, fclose */
2 int main(void)
3 {
4     FILE *fp;
5     int status;
6
7     fp = fopen("hello.txt", "w"); /* fájlnyitás */
8     if (fp == NULL)                /* nem sikerült */
9         return 1;
10
11     fprintf(fp, "Szia, világ!\n"); /* beírás */
12
13     status = fclose(fp);           /* lezárás */
14     if (status != 0)
15         return 1;
16
17     return 0;
18 }
```

[link](#)

Szöveges fájlba írás

```
1 #include <stdio.h> /* fopen, fprintf, fclose */
2 int main(void)
3 {
4     FILE *fp;
5     int status;
6
7     fp = fopen("hello.txt", "w"); /* fájlnyitás */
8     if (fp == NULL)               /* nem sikerült */
9         return 1;
10
11     fprintf(fp, "Szia, világ!\n"); /* beírás */
12
13     status = fclose(fp);          /* lezárás */
14     if (status != 0)
15         return 1;
16
17     return 0;
18 }
```

[link](#)

Szöveges fájlba írás

```
1 #include <stdio.h> /* fopen, fprintf, fclose */
2 int main(void)
3 {
4     FILE *fp;
5     int status;
6
7     fp = fopen("hello.txt", "w"); /* fájlnyitás */
8     if (fp == NULL)               /* nem sikerült */
9         return 1;
10
11     fprintf(fp, "Szia, világ!\n"); /* beírás */
12
13     status = fclose(fp);          /* lezárás */
14     if (status != 0)
15         return 1;
16
17     return 0;
18 }
```

[link](#)

Szöveges fájlba írás

```
1 #include <stdio.h> /* fopen, fprintf, fclose */
2 int main(void)
3 {
4     FILE *fp;
5     int status;
6
7     fp = fopen("hello.txt", "w"); /* fájlnyitás */
8     if (fp == NULL)               /* nem sikerült */
9         return 1;
10
11     fprintf(fp, "Szia, világ!\n"); /* beírás */
12
13     status = fclose(fp);          /* lezárás */
14     if (status != 0)
15         return 1;
16
17     return 0;
18 }
```

[link](#)

Fájl megnyitása

```
FILE *fopen(char *fname, char *mode);
```

Fájl megnyitása

```
FILE *fopen(char *fname, char *mode);
```

- Megnyitja az fname sztringben megadott nevű fájlt a mode sztringben megadott módon

Fájl megnyitása

```
FILE *fopen(char *fname, char *mode);
```

- Megnyitja az fname sztringben megadott nevű fájlt a mode sztringben megadott módon
- Szöveges fájlokhoz használt fontosabb módok:

mode		leírás
"r"	read	olvasásra, a fájlnek léteznie kell
"w"	write	írásra, felülír, ha kell, újat hoz létre,
"a"	append	írásra, végére ír, ha kell, újat hoz létre

Fájl megnyitása

```
FILE *fopen(char *fname, char *mode);
```

- Megnyitja az fname sztringben megadott nevű fájlt a mode sztringben megadott módon
- Szöveges fájlokhoz használt fontosabb módok:

mode		leírás
"r"	read	olvasásra, a fájlnak léteznie kell
"w"	write	írásra, felülír, ha kell, újat hoz létre,
"a"	append	írásra, végére ír, ha kell, újat hoz létre

- visszatérési érték mutató egy FILE struktúrára, ez a fájlpinter

Fájl megnyitása

```
FILE *fopen(char *fname, char *mode);
```

- Megnyitja az fname sztringben megadott nevű fájlt a mode sztringben megadott módon
- Szöveges fájlokhoz használt fontosabb módok:

mode		leírás
"r"	read	olvasásra, a fájlnak léteznie kell
"w"	write	írásra, felülír, ha kell, újat hoz létre,
"a"	append	írásra, végére ír, ha kell, újat hoz létre

- visszatérési érték mutató egy FILE struktúrára, ez a fájlpontier
- Ha a fájlnyitás nem sikeres, nullpointerrel tér vissza

Fájl bezárása

```
int fclose(FILE *fp);
```

¹fájlzárás lehet sikertelen. Pl. valaki kihúzta a pendrive-ot, miközben írtunk.

Fájl bezárása

```
int fclose(FILE *fp);
```

- Lezárja az fp fájlpointerrel hivatkozott fájlt

¹fájlzárás lehet sikertelen. Pl. valaki kihúzta a pendrive-ot, miközben írtunk.

Fájl bezárása

```
int fclose(FILE *fp);
```

- Lezárja az fp fájlpontterrel hivatkozott fájlt
- Ha a lezárás sikeres¹, 0 értékkel, egyébként EOF-fal tér vissza

¹fájlzárás lehet sikertelen. Pl. valaki kihúzta a pendrive-ot, miközben írtunk.

stdoutra / szöveges fájlba / sztringbe írás

```
int printf(char *control, ...);  
int fprintf(FILE *fp, char *control, ...);  
int sprintf(char *str, char *control, ...);
```

²Ha sztringbe írunk, automatikusan beírja a lezáró 0-t is, de nem számolja bele a kimenetbe

stdout / szöveges fájlba / sztringbe írás

```
int printf(          char *control, ...);  
int fprintf(FILE *fp, char *control, ...);  
int sprintf(char *str, char *control, ...);
```

- A control sztringben meghatározott szöveget írja a
 - képernyőre
 - fp azonosítójú (már írásra megnyitott) szöveges fájlba
 - str című (elegendően hosszú) sztringbe
- Visszatérési érték a beírt **karakterek** száma², hiba esetén negatív

²Ha sztringbe írunk, automatikusan beírja a lezáró 0-t is, de nem számolja bele a kimenetbe

stdinről / szöveges fájlból / sztringből olvasás

```
int  scanf(          char *control, ...);  
int  fscanf(FILE *fp, char *control, ...);  
int  sscanf(char *str, char *control, ...);
```

stdinről / szöveges fájlból / sztringből olvasás

```
int  scanf(          char *control, ...);  
int  fscanf(FILE *fp, char *control, ...);  
int  sscanf(char *str, char *control, ...);
```

- A control sztringben meghatározott formátum szerint olvas a
 - billentyűzetről
 - fp azonosítójú (már olvasásra megnyitott) szöveges fájlból
 - str kezdőcímű sztringből
- Visszatérési érték a kiolvasott **elemek** száma, hiba esetén negatív

Szöveges fájlból olvasás

Írjunk programot, amely szöveges fájl tartalmát kiírja a képernyőre

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     char c;
5     FILE *fp = fopen("fajl.txt", "r"); /* fájlnyitás */
6     if (fp == NULL)
7         return -1; /* sikertelen volt */
8
9     /* olvasás, amíg sikeres (1 karakter jött) */
10    while (fscanf(fp, "%c", &c) == 1)
11        printf("%c", c);
12
13    fclose(fp); /* lezárás */
14    return 0;
15 }
```

[link](#)

Szöveges fájlból olvasás

Írjunk programot, amely szöveges fájl tartalmát kiírja a képernyőre

```
1 #include <stdio.h>
2 int main()
3 {
4     char c;
5     FILE *fp = fopen("fajl.txt", "r"); /* fájlnyitás */
6     if (fp == NULL)
7         return -1; /* sikertelen volt */
8
9     /* olvasás, amíg sikeres (1 karakter jött) */
10    while (fscanf(fp, "%c", &c) == 1)
11        printf("%c", c);
12
13    fclose(fp); /* lezárás */
14    return 0;
15 }
```

[link](#)

- Jól figyeljük meg, hogyan olvasunk fájl végéig!

Szöveges fájlból olvasás

Egy szöveges fájl kétdimenziós pontok koordinátáit tartalmazza, minden sora az alábbi formátumú

`x:1.2334, y:-23.3`

Írjunk programot, mely beolvassa és feldolgozza a koordinátákat!

Szöveges fájlból olvasás

Egy szöveges fájl kétdimenziós pontok koordinátáit tartalmazza, minden sora az alábbi formátumú

x:1.2334, y:-23.3

Írjunk programot, mely beolvassa és feldolgozza a koordinátákat!

```
1 FILE *fp;  
2 double x, y;  
3 ...  
4 /* olvasás, amíg sikeres (2 számot olvastunk) */  
5 while (fscanf(fp, "x:%lf, y:%lf", &x, &y) == 2)  
6 {  
7     /* feldolgozás */  
8 }
```


Szöveges fájlból olvasás

Egy szöveges fájl kétdimenziós pontok koordinátáit tartalmazza, minden sora az alábbi formátumú

x:1.2334, y:-23.3

Írjunk programot, mely beolvassa és feldolgozza a koordinátákat!

```
1 FILE *fp;  
2 double x, y;  
3 ...  
4 /* olvasás, amíg sikeres (2 számot olvastunk) */  
5 while (fscanf(fp, "x:%lf, y:%lf", &x, &y) == 2)  
6 {  
7     /* feldolgozás */  
8 }
```

- Ismét jól figyeljük meg, hogyan olvasunk fájl végéig!

Billentyűzet? Monitor?

```
1 scanf ("%c", &c);  
2 printf ("%c", c);
```

Billentyűzet? Monitor?

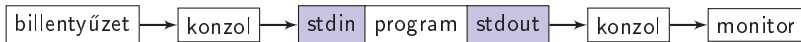
```
1 scanf ("%c", &c);  
2 printf ("%c", c);
```



- A fenti kódrészlet nem közvetlenül a billentyűzetről olvas és monitorra ír, hanem a standard inputról (stdin) olvas, és a standard outputra (stdout) ír

Billentyűzet? Monitor?

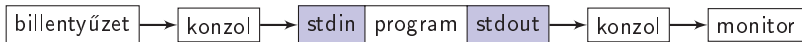
```
1 scanf ("%c", &c);  
2 printf ("%c", c);
```



- A fenti kódrészlet nem közvetlenül a billentyűzetről olvas és monitorra ír, hanem a standard inputról (stdin) olvas, és a standard outputra (stdout) ír
- stdin és stdout szöveges fájlok

Billentyűzet? Monitor?

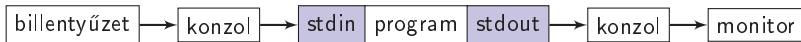
```
1 scanf ("%c", &c);  
2 printf ("%c", c);
```



- A fenti kódrészlet nem közvetlenül a billentyűzetről olvas és monitorra ír, hanem a standard inputról (stdin) olvas, és a standard outputra (stdout) ír
- stdin és stdout szöveges fájlok
- Az operációs rendszeren múlik, hogy milyen periféria vagy egyéb fájl van hozzájuk rendelve

Billentyűzet? Monitor?

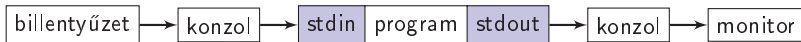
```
1 scanf ("%c", &c);  
2 printf ("%c", c);
```



- A fenti kódrészlet nem közvetlenül a billentyűzetről olvas és monitorra ír, hanem a standard inputról (stdin) olvas, és a standard outputra (stdout) ír
- stdin és stdout szöveges fájlok
- Az operációs rendszeren múlik, hogy milyen periféria vagy egyéb fájl van hozzájuk rendelve
- Alapértelmezés az ábra szerint

Billentyűzet? Monitor?

```
1 scanf ("%c", &c);  
2 printf ("%c", c);
```



- A fenti kódrészlet nem közvetlenül a billentyűzetről olvas és monitorra ír, hanem a standard inputról (stdin) olvas, és a standard outputra (stdout) ír
- stdin és stdout szöveges fájlok
- Az operációs rendszeren múlik, hogy milyen periféria vagy egyéb fájl van hozzájuk rendelve
- Alapértelmezés az ábra szerint
 - billentyűzet (konzol programon keresztül) → stdin

Billentyűzet? Monitor?

```
1 scanf ("%c", &c);  
2 printf ("%c", c);
```

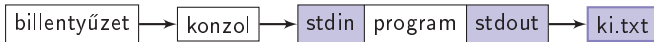


- A fenti kódrészlet nem közvetlenül a billentyűzetről olvas és monitorra ír, hanem a standard inputról (stdin) olvas, és a standard outputra (stdout) ír
- stdin és stdout szöveges fájlok
- Az operációs rendszeren múlik, hogy milyen periféria vagy egyéb fájl van hozzájuk rendelve
- Alapértelmezés az ábra szerint
 - billentyűzet (konzol programon keresztül) → stdin
 - stdout → (konzol programon keresztül) monitor

Átirányítás

- Ha a programot az alábbi módon indítjuk, a standard output nem a monitorra megy, hanem a `ki.txt` szöveges fájlba

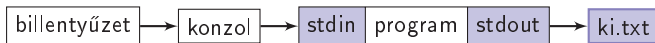
```
c:\>prog.exe > ki.txt
```



Átirányítás

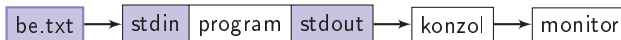
- Ha a programot az alábbi módon indítjuk, a standard output nem a monitorra megy, hanem a `ki.txt` szöveges fájlba

```
c:\>prog.exe > ki.txt
```



- A standard input is átirányítható szöveges fájlra

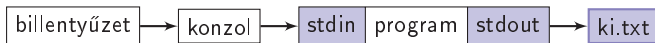
```
c:\>prog.exe < be.txt
```



Átírányítás

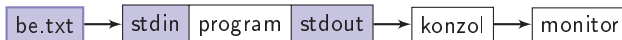
- Ha a programot az alábbi módon indítjuk, a standard output nem a monitorra megy, hanem a `ki.txt` szöveges fájlba

```
c:\>prog.exe > ki.txt
```



- A standard input is átírányítható szöveges fájlra

```
c:\>prog.exe < be.txt
```



- Természetesen együtt is lehet

```
c:\>prog.exe < be.txt > ki.txt
```

stdin és stdout

- Az stdin és stdout szöveges fájlok automatikusan nyitva vannak program indításakor

stdin és stdout

- Az stdin és stdout szöveges fájlok automatikusan nyitva vannak program indításakor
- az alábbi kódrészletek ekvivalensek

```
1 char c;  
2 printf("Hello");  
3 scanf("%c", &c);  
4 printf("%c", c);
```

```
1 char c;  
2 fprintf(stdout, "Hello");  
3 fscanf(stdin, "%c", &c);  
4 fprintf(stdout, "%c", c);
```

stdin és stdout

- Az stdin és stdout szöveges fájlok automatikusan nyitva vannak program indításakor
- az alábbi kódrészletek ekvivalensek

```
1 char c;  
2 printf("Hello");  
3 scanf("%c", &c);  
4 printf("%c", c);
```

```
1 char c;  
2 fprintf(stdout, "Hello");  
3 fscanf(stdin, "%c", &c);  
4 fprintf(stdout, "%c", c);
```

- Ha szöveges fájlból szöveges fájlba dolgozó programot írunk, fájlnyitás helyett használjuk a standard be- és kimenetet és az operációs rendszer átirányítási lehetőségeit

stdin és stdout

- Az stdin és stdout szöveges fájlok automatikusan nyitva vannak program indításakor
- az alábbi kódrészletek ekvivalensek

```
1 char c;  
2 printf("Hello");  
3 scanf("%c", &c);  
4 printf("%c", c);
```

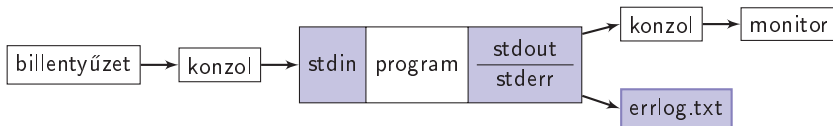
```
1 char c;  
2 fprintf(stdout, "Hello");  
3 fscanf(stdin, "%c", &c);  
4 fprintf(stdout, "%c", c);
```

- Ha szöveges fájlból szöveges fájlba dolgozó programot írunk, fájlnyitás helyett használjuk a standard be- és kimenetet és az operációs rendszer átirányítási lehetőségeit
- Konzolról is olvashatunk fájl végéig, amit Ctrl+Z (windows) vagy Ctrl+D (linux) leütésével szimulálhatunk.

stdout és stderr

- A program kimenete és hibaüzenetei is különválaszthatóak a stderr szabványos hibakimenet használatával

```
c:\>prog.exe 2> errlog.txt
```



```
1 if (error)
2 {
3     /* felhasználónak, ami rá tartozik */
4     printf("Kérem, kapcsolja ki\n");
5     /* hibakimenetre részletes információ */
6     fprintf(stderr, "61. kódú hiba\n");
7 }
```


2. fejezet

Dinamikus adatszerkezetek

Dinamikus adatszerkezet – motiváció

- Sakkprogramot írunk, melyben a lépések tetszőleges mélységig visszavonhatóak (undo)
- Az undo-lista a játék naplója, elemei a lépések
 - Melyik figura
 - Honnan
 - Hova
 - Kit ütött
- Csak annyi memóriát használhatunk, amennyi feltétlenül szükséges a naplózáshoz.

Dinamikus adatszerkezet – motiváció




- Sakkprogramot írunk, melyben a lépések tetszőleges mélységig visszavonhatóak (undo)
- Az undo-lista a játék naplója, elemei a lépések
 - Melyik figura
 - Honnan
 - Hova
 - Kit ütött
- Csak annyi memóriát használhatunk, amennyi feltétlenül szükséges a naplózáshoz.
- A lista maximális hossza csak a játék végére derül ki
- Folytonosan növelnünk (visszavonáskor csökkentenünk) kell a lefoglalt terület méretét.





















Dinamikus adatszerkezet – motiváció

- Tömb átméretezése `realloc`-kal rengeteg fölösleges másolgatást eredményezhet

Dinamikus adatszerkezet – motiváció

- Tömb átméretezése realloc-kal rengeteg fölösleges másolgatást eredményezhet





















memória:  – szabad,  – foglalt,  – tömbünk





















n=0: 

Dinamikus adatszerkezet – motiváció

- Tömb átméretezése realloc-kal rengeteg fölösleges másolgatást eredményezhet

memória:  – szabad,  – foglalt,  – tömbünk


n=0: 

n=1: 

Dinamikus adatszerkezet – motiváció

- Tömb átméretezése realloc-kal rengeteg fölösleges másolgatást eredményezhet

memória:  – szabad,  – foglalt,  – tömbünk

n=0: 

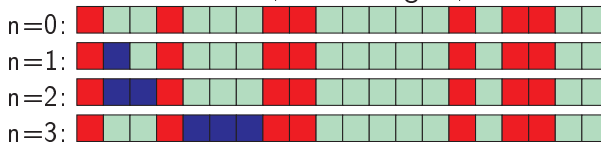
n=1: 

n=2: 

Dinamikus adatszerkezet – motiváció

- Tömb átméretezése realloc-kal rengeteg fölösleges másolgatást eredményezhet

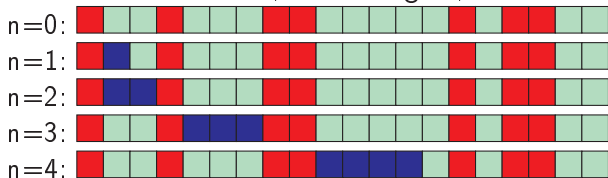
memória:  – szabad,  – foglalt,  – tömbünk



Dinamikus adatszerkezet – motiváció

- Tömb átméretezése realloc-kal rengeteg fölösleges másolgatást eredményezhet

memória:  – szabad,  – foglalt,  – tömbünk



Dinamikus adatszerkezet

Dinamikus adatszerkezet:

- mérete és/vagy szerkezete a program futása közben változik
- megvalósítása önhivatkozó adatszerkezettel

Önhivatkozó adatszerkezet

Olyan összetett adatszerkezet, mely önmagára mutató pointereket is tartalmaz

```
1 typedef struct listelem {  
2     int data;                /* a tárolt adat */  
3     struct listelem *next; /* köv. elem címe */  
4 } listelem;
```

Dinamikus adatszerkezet

Dinamikus adatszerkezet:

- mérete és/vagy szerkezete a program futása közben változik
- megvalósítása önhivatkozó adatszerkezettel

Önhivatkozó adatszerkezet

Olyan összetett adatszerkezet, mely önmagára mutató pointereket is tartalmaz

```
1 typedef struct listelem {  
2     int data;                /* a tárolt adat */  
3     struct listelem *next; /* köv. elem címe */  
4 } listelem;
```

- next ugyanolyan struktúrára mutat, mint amelynek ő is része

Dinamikus adatszerkezet

Dinamikus adatszerkezet:

- mérete és/vagy szerkezete a program futása közben változik
- megvalósítása önhivatkozó adatszerkezettel

Önhivatkozó adatszerkezet

Olyan összetett adatszerkezet, mely önmagára mutató pointereket is tartalmaz

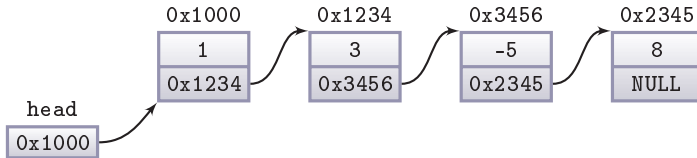
```
1 typedef struct listelem {  
2     int data;                /* a tárolt adat */  
3     struct listelem *next; /* köv. elem címe */  
4 } listelem;
```

- next ugyanolyan struktúrára mutat, mint amelynek ő is része
- a `struct listelem` struktúrát átkereszteltük `listelem`-nek, de `next` deklarációjánál még a hosszú nevet kell használnunk (mert a fordító még nem tudja, minek fogjuk elkeresztelni).

3. fejezet

Egy irányban láncolt listák

Láncolt lista



- Azonos listelem típusú változók listája
- Az elemeknek egyenként, dinamikusan foglalunk memóriát
- Az elemek a memóriában nem összefüggő területen helyezkednek el
- Minden elem tárolja a következő elem címét
- Az első elemet a head mutató jelöli ki
- Az utolsó elem nem mutat sehova (NULL)

Láncolt lista

■ Az üres lista

head

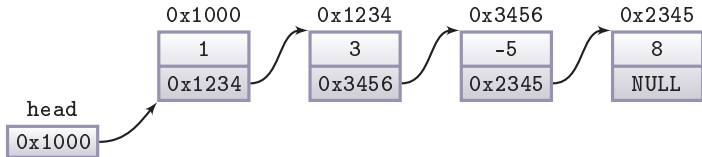
NULL

Láncolt lista

- Az üres lista



- A lista önhivatkozó (rekurzív) adatszerkezet. Minden elem egy listára mutat



Lista vagy tömb

■ A tömb

- annyi memóriát foglal, amennyi az adatok tárolásához szükséges
- egybefüggő memóiahelyet igényel
- akármelyik eleme azonnal elérhető (indexelés)
- adat beszúrása sok másolással jár

Lista vagy tömb

■ A tömb

- annyi memóriát foglal, amennyi az adatok tárolásához szükséges
- egybefüggő memóiahelyet igényel
- akármelyik eleme azonnal elérhető (indexelés)
- adat beszúrása sok másolással jár

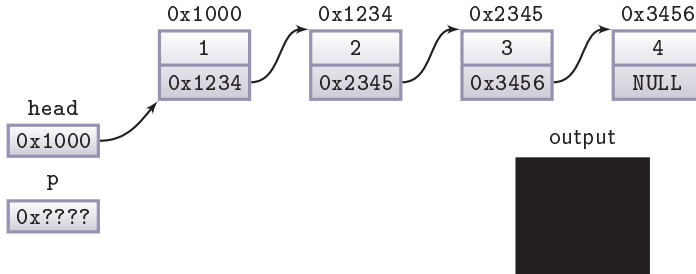
■ A lista

- minden elem tárolja a következő címét, ez sok memóriát foglalhat
- kihasználhatja a töredezett memória lyukait
- csak a következő elem érhető el azonnal
- új adat beszúrása minimális költségű

Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

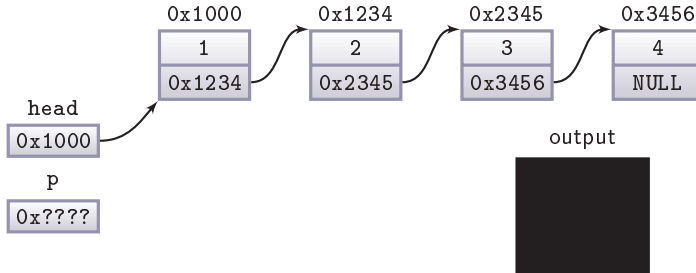
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

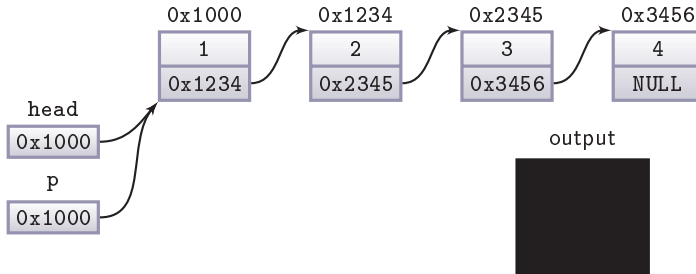
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

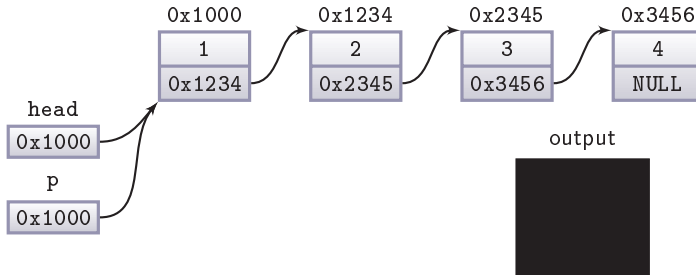
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

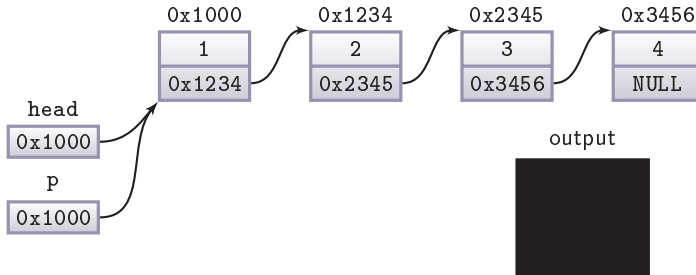
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

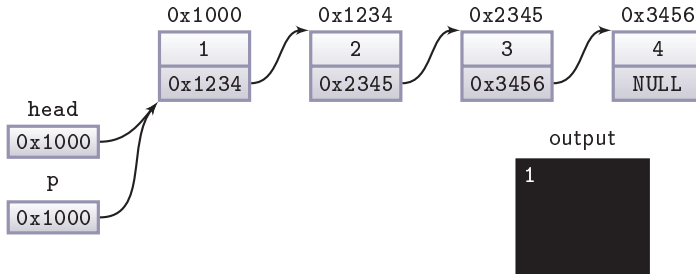
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

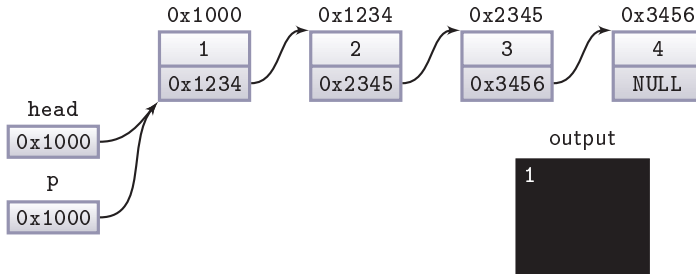
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

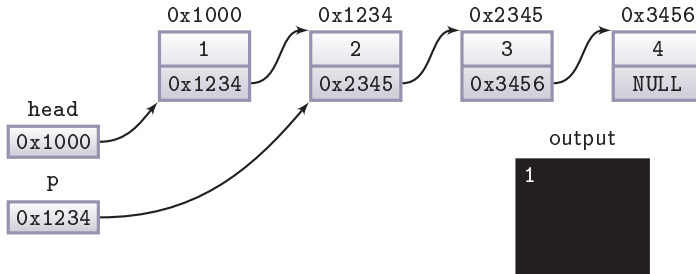
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

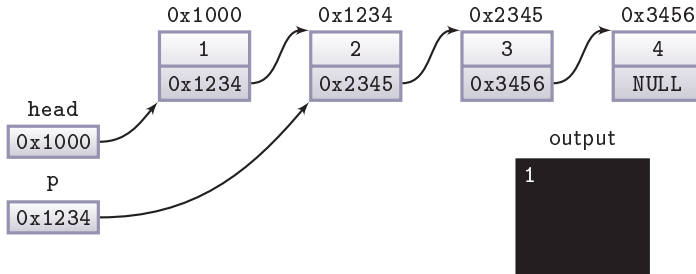
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

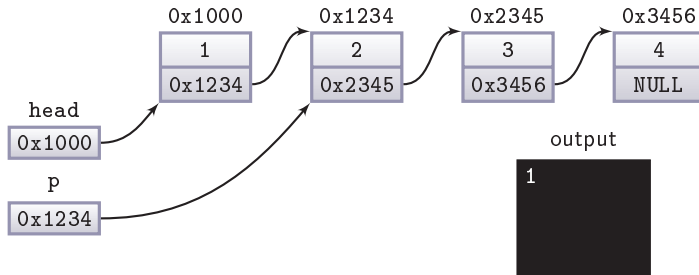
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

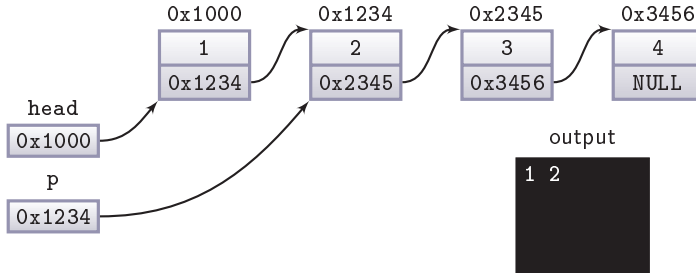
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



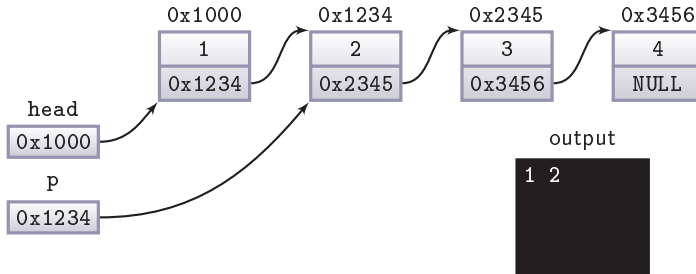
Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

```

1 listelem *p = head;
2 while (p != NULL)
3 {
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */
6 }

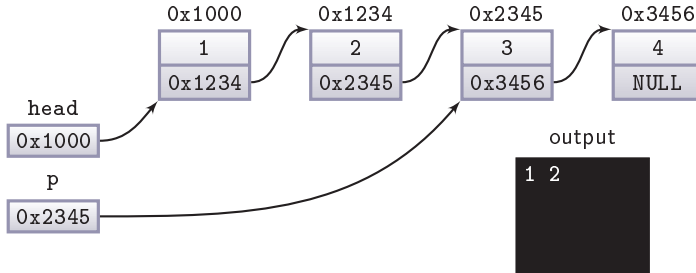
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

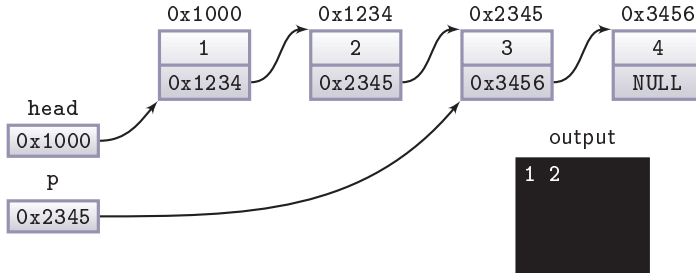
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

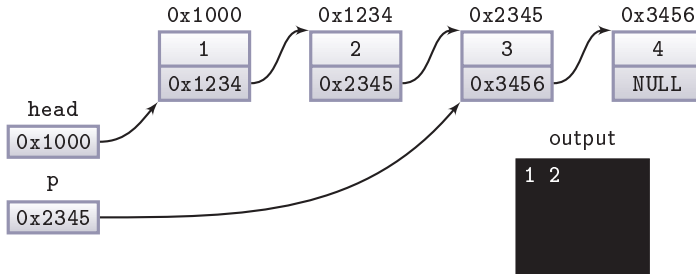
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

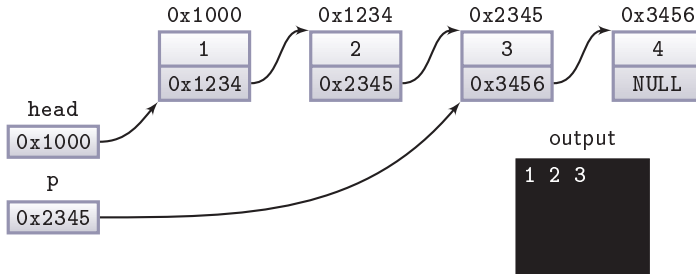
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

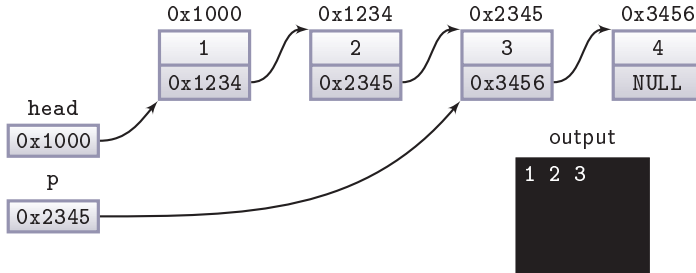
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

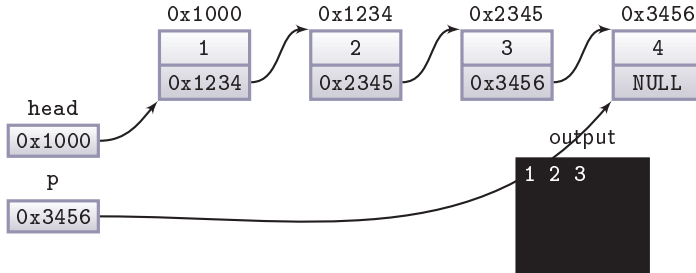
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

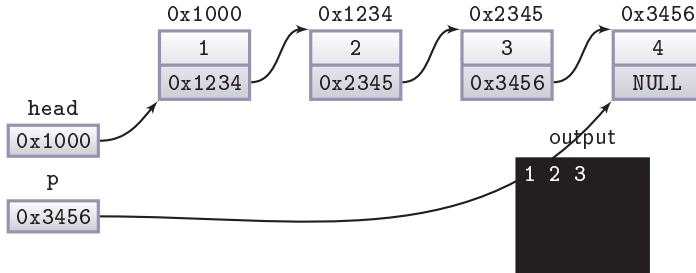
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

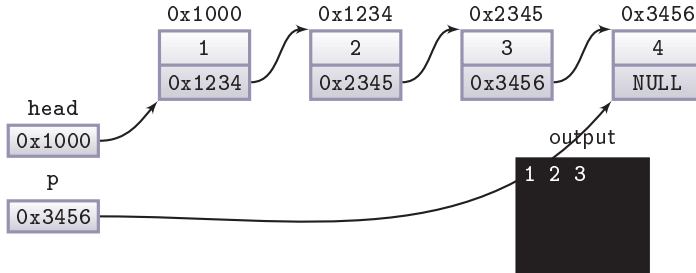
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

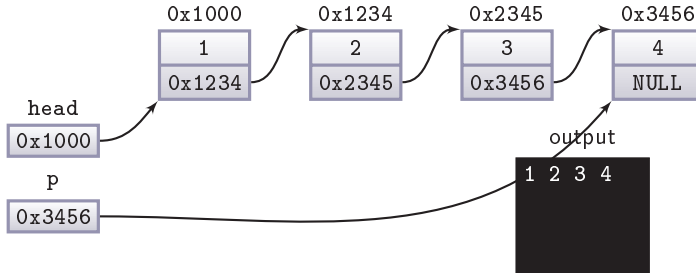
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

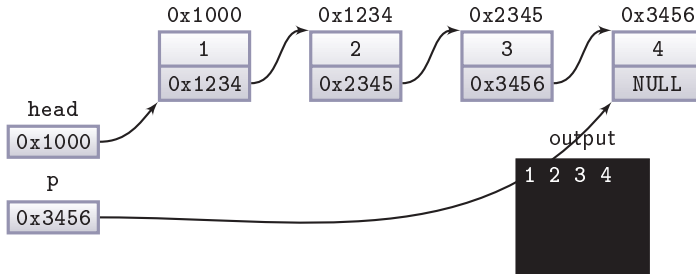
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

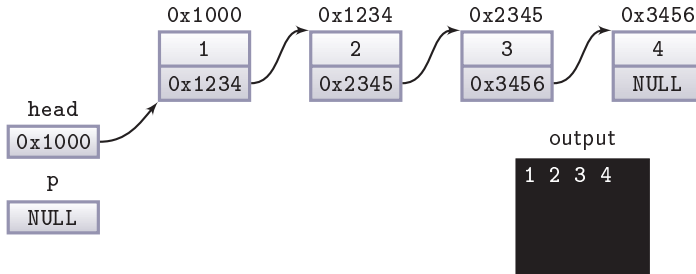
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

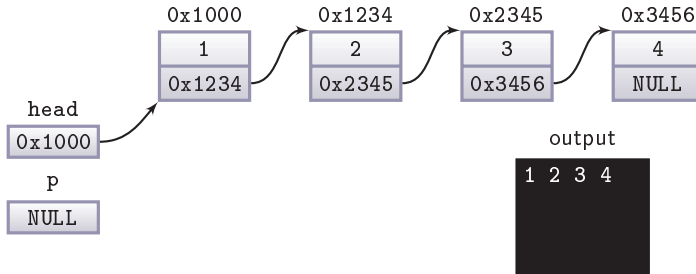
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

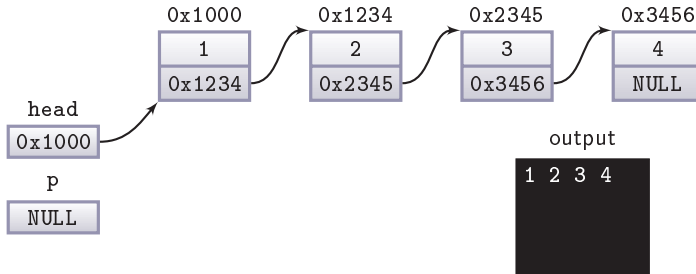
```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista bejárása

- A bejáráshoz egy segédmutató (p) kell, mely végigfut a listán

```
1 listelem *p = head;  
2 while (p != NULL)  
3 {  
4     printf("%d ", p->data); /* p->data : (*p).data */  
5     p = p->next;           /* nyíl operátor */  
6 }
```



Lista átadása függvénynek

- Mivel a listát a kezdőcím meghatározza, elég azt átadnunk a függvénynek

```
1 void traverse(listelem *head) {  
2     listelem *p = head;  
3     while (p != NULL)  
4     {  
5         printf("%d ", p->data);  
6         p = p->next;  
7     }  
8 }
```

[link](#)

Lista átadása függvénynek

- Mivel a listát a kezdőcím meghatározza, elég azt átadnunk a függvénynek

```
1 void traverse(listelem *head) {  
2     listelem *p = head;  
3     while (p != NULL)  
4     {  
5         printf("%d ", p->data);  
6         p = p->next;  
7     }  
8 }
```

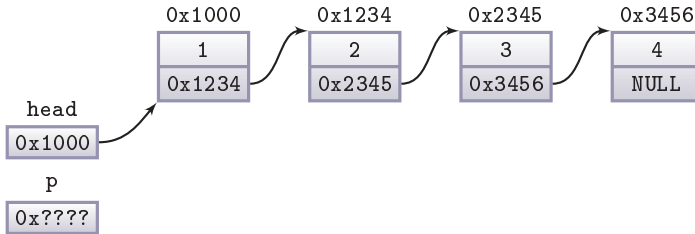
[link](#)

- ugyanaz `for` ciklussal

```
1 void traverse(listelem *head) {  
2     listelem *p;  
3     for (p = head; p != NULL; p = p->next)  
4         printf("%d ", p->data);  
5 }
```

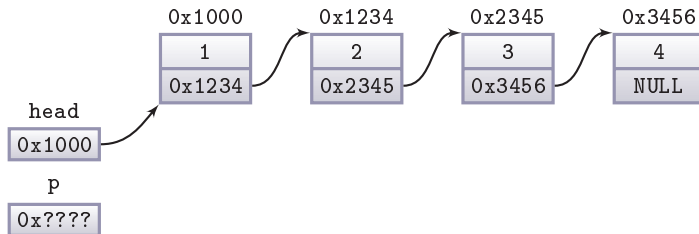
Elem beszúrása lista elejére

```
1 p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));  
2 p->data = 5;  
3 p->next = head;  
4 head = p;
```



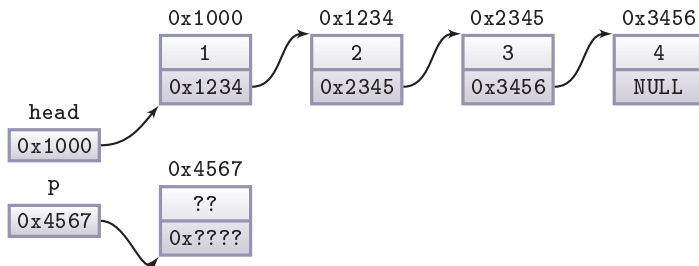
Elem beszúrása lista elejére

```
1 p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));  
2 p->data = 5;  
3 p->next = head;  
4 head = p;
```



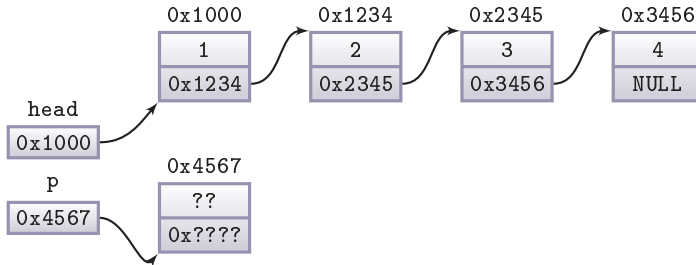
Elem beszúrása lista elejére

```
1 p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));  
2 p->data = 5;  
3 p->next = head;  
4 head = p;
```



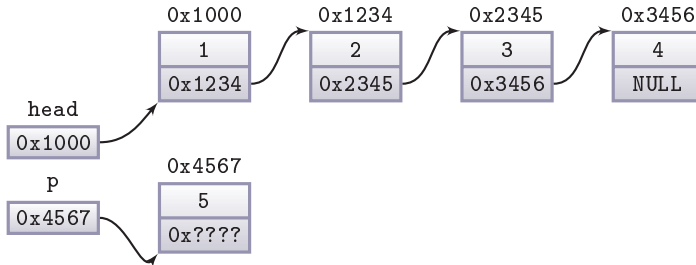
Elem beszúrása lista elejére

```
1 p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));  
2 p->data = 5;  
3 p->next = head;  
4 head = p;
```



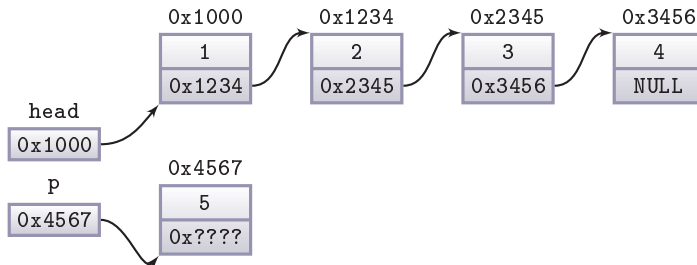
Elem beszúrása lista elejére

```
1 p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));  
2 p->data = 5;  
3 p->next = head;  
4 head = p;
```



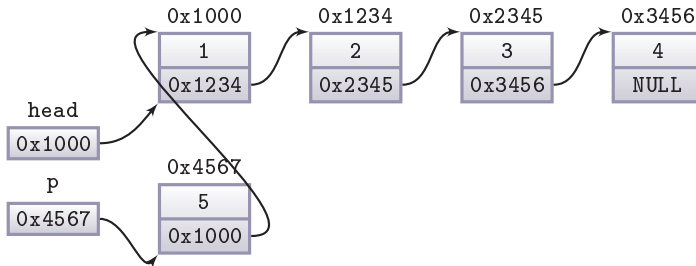
Elem beszúrása lista elejére

```
1 p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));  
2 p->data = 5;  
3 p->next = head;  
4 head = p;
```



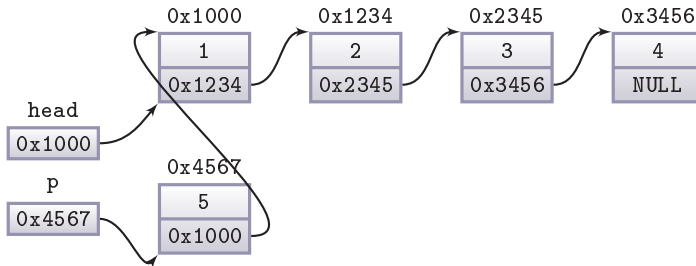
Elem beszúrása lista elejére

```
1 p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));  
2 p->data = 5;  
3 p->next = head;  
4 head = p;
```



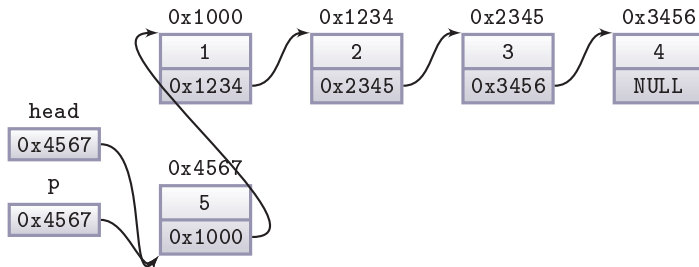
Elem beszúrása lista elejére

```
1 p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));  
2 p->data = 5;  
3 p->next = head;  
4 head = p;
```



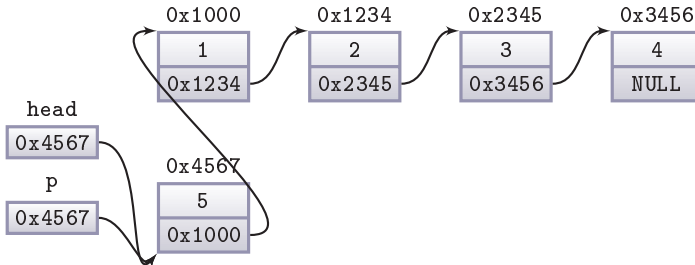
Elem beszúrása lista elejére

```
1 p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));  
2 p->data = 5;  
3 p->next = head;  
4 head = p;
```



Elem beszúrása lista elejére

```
1 p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));  
2 p->data = 5;  
3 p->next = head;  
4 head = p;
```



Elem beszúrása lista elejére függvényvel

- Mivel beszúráskor a kezdőcím változik, azt vissza kell adnunk

```
1 listelem *push_front(listelem *head, int d)
2 {
3     listelem *p = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
4     p->data = d;
5     p->next = head;
6     head = p;
7     return head;
8 }
```

[link](#)

Elem beszúrása lista elejére függvénnyel

- Mivel beszúráskor a kezdőcím változik, azt vissza kell adnunk

```
1 listelem *push_front(listelem *head, int d)
2 {
3     listelem *p = (listelem*) malloc(sizeof(listelem));
4     p->data = d;
5     p->next = head;
6     head = p;
7     return head;
8 }
```

[link](#)

- A függvény használata

```
1 listelem *head = NULL;          /* üres lista */
2 head = push_front(head, 2);     /* head változik! */
3 head = push_front(head, 4);
```

Elem beszúrása lista elejére függvényvel

- Másik lehetőségként a kezdőcímet cím szerint adjuk át

```
1 void push_front(listelem **head, int d)
2 {
3     listelem *p = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
4     p->data = d;
5     p->next = *head;
6     *head = p; /* *head változik, ez nem vész el */
7 }
```

[link](#)

Elem beszúrása lista elejére függvénnyel

- Másik lehetőségként a kezdőcímet cím szerint adjuk át

```
1 void push_front(listelem **head, int d)
2 {
3     listelem *p = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
4     p->data = d;
5     p->next = *head;
6     *head = p; /* *head változik, ez nem vesz el */
7 }
```

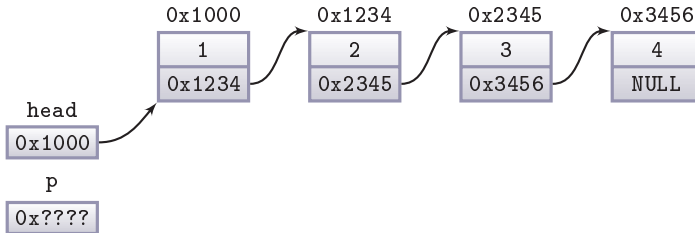
[link](#)

- Ekkor a függvény használata

```
1 listelem *head = NULL; /* üres lista */
2 push_front(&head, 2); /* címmel hívás */
3 push_front(&head, 4);
```

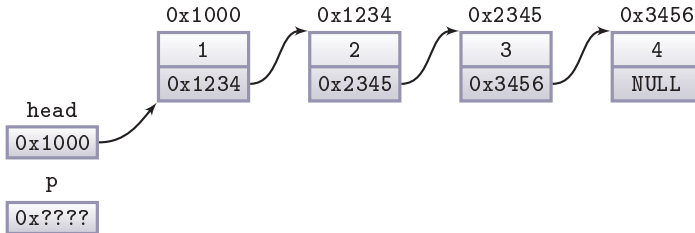
Elem törlése lista elejéről

```
1 p = head;  
2 head = head->next;  
3 free(p);
```



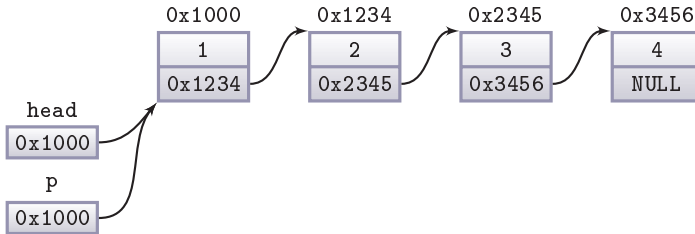
Elem törlése lista elejéről

```
1 p = head;  
2 head = head->next;  
3 free(p);
```



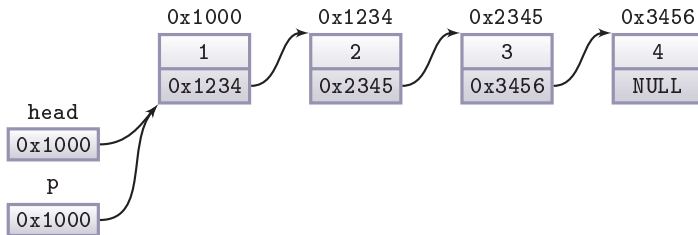
Elem törlése lista elejéről

```
1 p = head;  
2 head = head->next;  
3 free(p);
```



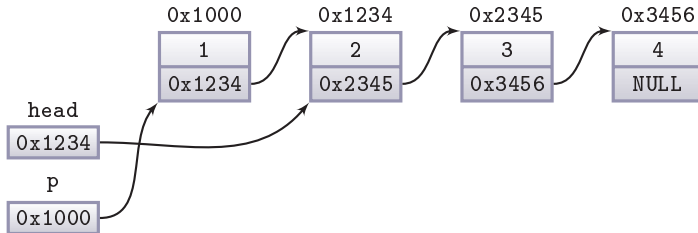
Elem törlése lista elejéről

```
1 p = head;  
2 head = head->next;  
3 free(p);
```



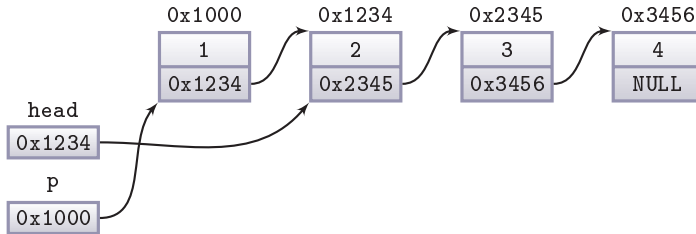
Elem törlése lista elejéről

```
1 p = head;  
2 head = head->next;  
3 free(p);
```



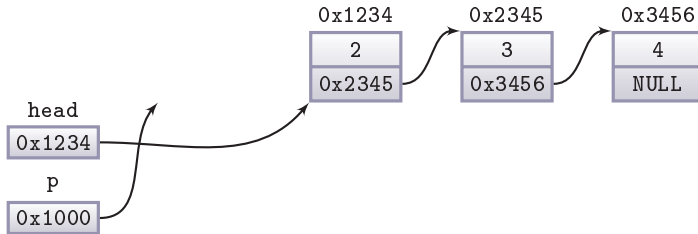
Elem törlése lista elejéről

```
1 p = head;  
2 head = head->next;  
3 free(p);
```



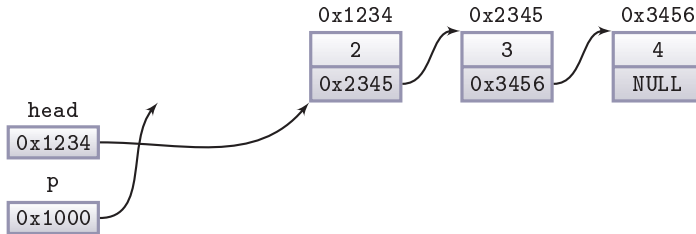
Elem törlése lista elejéről

```
1 p = head;  
2 head = head->next;  
3 free(p);
```



Elem törlése lista elejéről

```
1 p = head;  
2 head = head->next;  
3 free(p);
```



Elem törlése lista elejéről függvénnel

```
1 listelem *pop_front(listelem *head)
2 {
3     if (head != NULL) /* nem üres */
4     {
5         listelem *p = head;
6         head = head->next;
7         free(p);
8     }
9     return head;
10 }
```

[link](#)

- Az üres listára külön figyelünk kell

Elem törlése lista elejéről függvénnel

```
1 listelem *pop_front(listelem *head)
2 {
3     if (head != NULL) /* nem üres */
4     {
5         listelem *p = head;
6         head = head->next;
7         free(p);
8     }
9     return head;
10 }
```

[link](#)

- Az üres listára külön figyelniünk kell
- Természetesen itt is használhatnánk a head címével hívott változatot

Verem

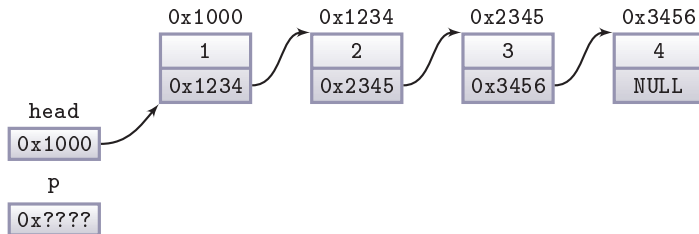
- Ami eddig elkészült, már elég az undo-lista tárolásához

```
1 listelem *head = NULL;           /* üres lista */
2 head = push_front(head, 2);      /* lépés */
3 head = push_front(head, 4);      /* lépés */
4 printf("Az utoljára betett elem: %d\n", head->data);
5 head = pop_front(head);          /* undo */
6 head = push_front(head, 5);      /* lépés */
7 head = pop_front(head);          /* undo */
8 head = pop_front(head);          /* undo */
```

- A verem (LIFO: Last In, First Out)
- A legutoljára berakott elemhez férünk hozzá először

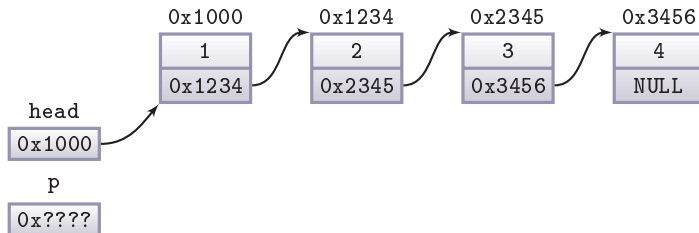
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



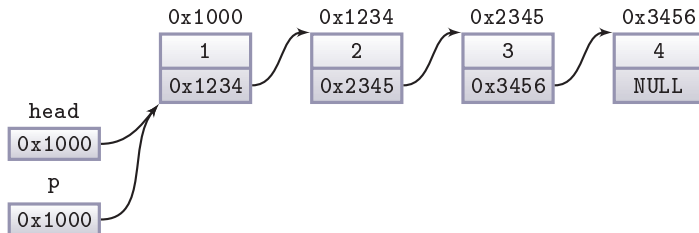
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



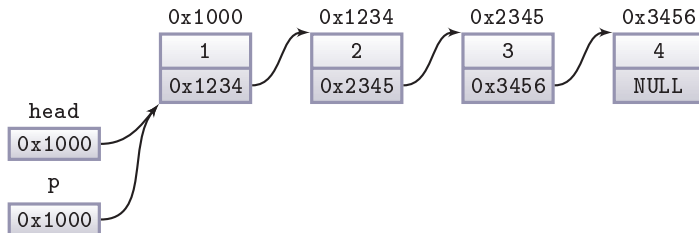
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



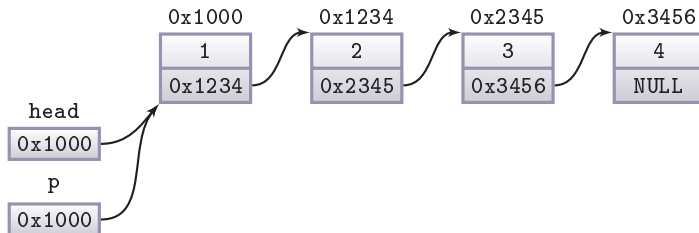
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



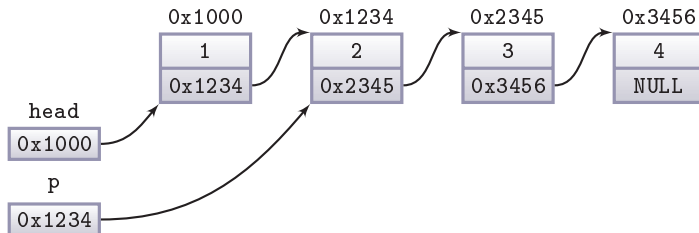
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



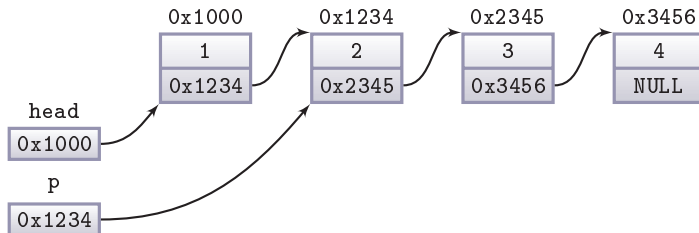
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



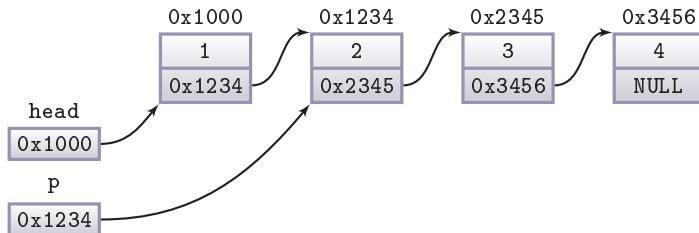
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



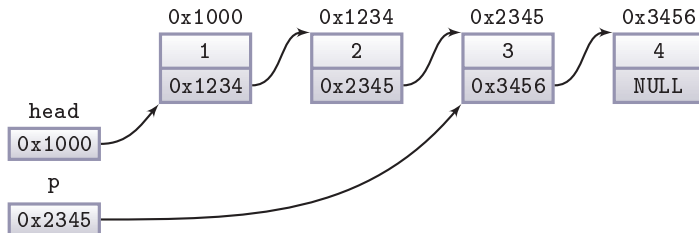
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



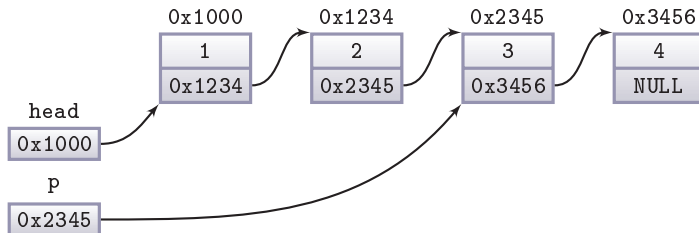
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



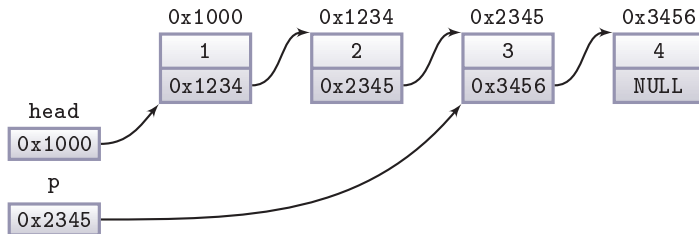
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



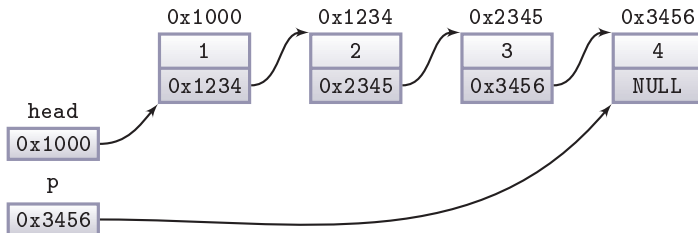
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



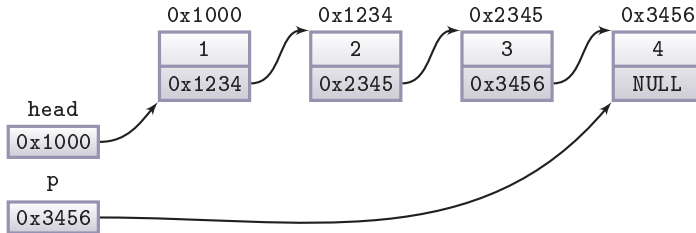
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



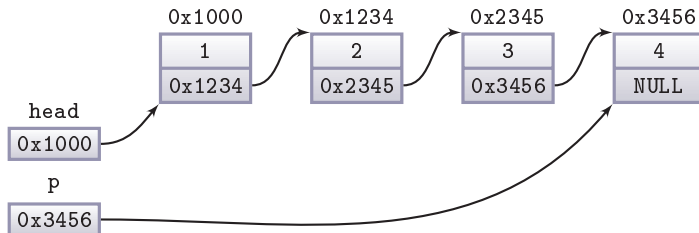
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



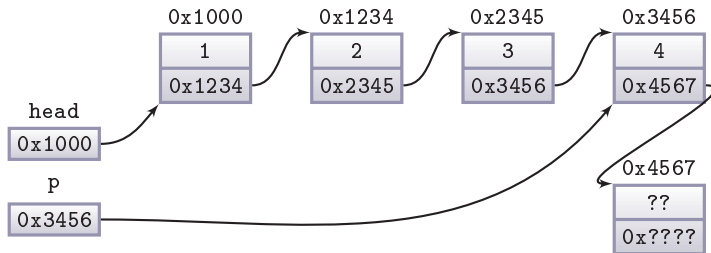
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



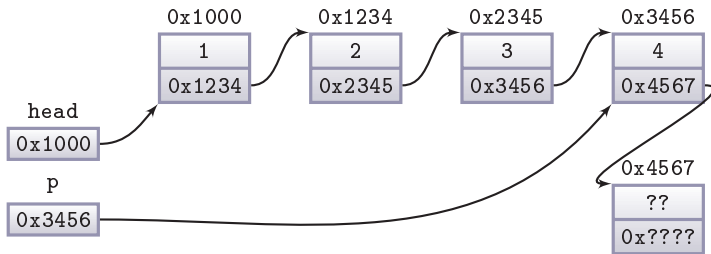
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



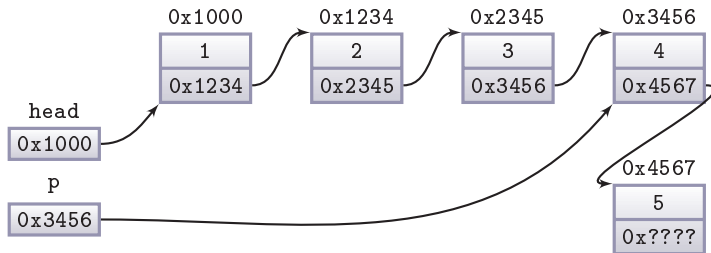
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



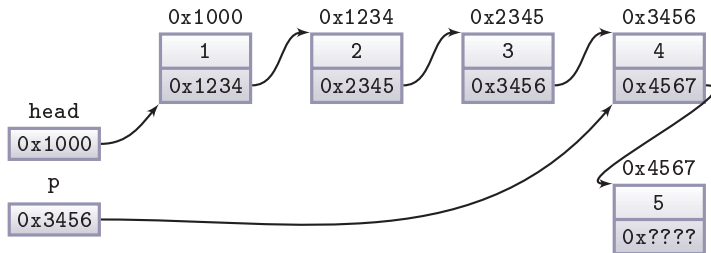
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



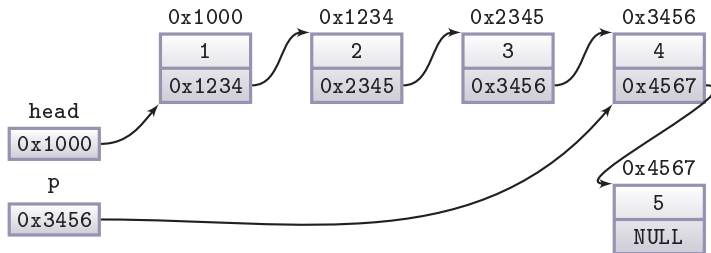
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



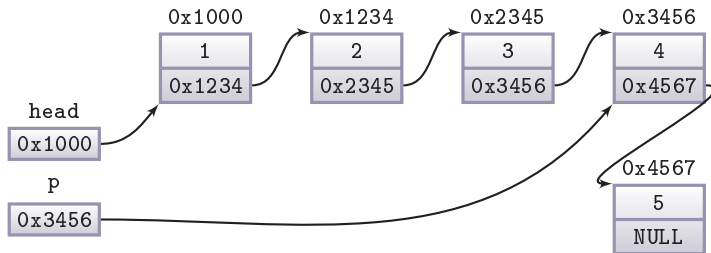
Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```



Elem beszúrása lista végére

```
1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);  
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
3 p->next->data = 5;  
4 p->next->next = NULL;
```

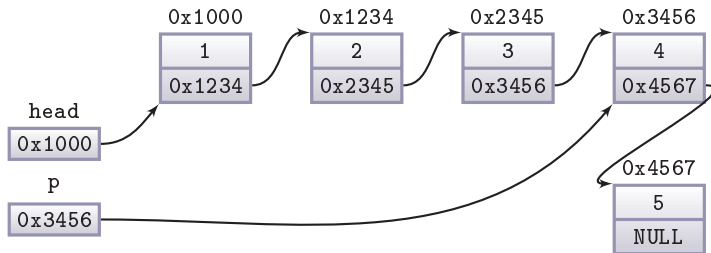


Elem beszúrása lista végére

```

1 for (p = head; p->next != NULL; p = p->next);
2 p->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
3 p->next->data = 5;
4 p->next->next = NULL;

```



- Üres listára a `p->next != NULL` vizsgálat értelmetlen, azt külön kell kezelnünk!

Elem beszúrása rendezett listába

- Sokszori bejárás és feldolgozás esetén érdemes rendeznünk az adatokat
- Tömbök:
 - egyetlen elem áthelyezése rengeteg adatmozgatással jár
 - feltöltjük a tömböt, majd utólag rendezünk

Elem beszúrása rendezett listába

- Sokszori bejárás és feldolgozás esetén érdemes rendeznünk az adatokat
- Tömbök:
 - egyetlen elem áthelyezése rengeteg adatmozgatással jár
 - feltöltjük a tömböt, majd utólag rendezünk
- Listák:
 - egyetlen elem áthelyezése csak láncolgatással jár, az elemek a memóriában ugyanott maradnak
 - érdemes eleve rendezve építenünk

Elem beszúrása rendezett listába

- Sokszori bejárás és feldolgozás esetén érdemes rendeznünk az adatokat
- Tömbök:
 - egyetlen elem áthelyezése rengeteg adatmozgatással jár
 - feltöltjük a tömböt, majd utólag rendezünk
- Listák:
 - egyetlen elem áthelyezése csak láncolgatással jár, az elemek a memóriában ugyanott maradnak
 - érdemes eleve rendezve építenünk
- Az új elemet az első nála nagyobb elem elé kell beszúrunk
- A jelenlegi szerkezetben minden elem csak „maga mögé lát”, nem tudunk elem elé szúrni

Elem beszúrása rendezett listába

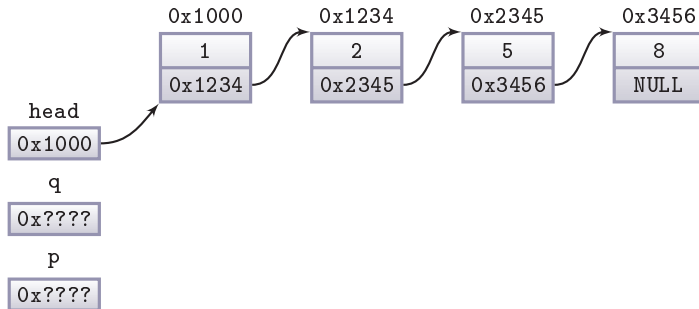
- Sokszori bejárás és feldolgozás esetén érdemes rendeznünk az adatokat
- Tömbök:
 - egyetlen elem áthelyezése rengeteg adatmozgatással jár
 - feltöltjük a tömböt, majd utólag rendezünk
- Listák:
 - egyetlen elem áthelyezése csak láncolgatással jár, az elemek a memóriában ugyanott maradnak
 - érdemes eleve rendezve építenünk
- Az új elemet az első nála nagyobb elem elé kell beszúrunk
- A jelenlegi szerkezetben minden elem csak „maga mögé lát”, nem tudunk elem elé szűrni
- Két mutatóval járjuk be a listát, az egyik mindig eggyel lemarad
- A lemaradó mutató mögé szúrunk

Elem (4) beszúrása rendezett listába

```

1  q = head;  p = q->next;
2  while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3      q = p;  p = p->next;
4  }
5  q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6  q->next->data = 4;
7  q->next->next = p;

```

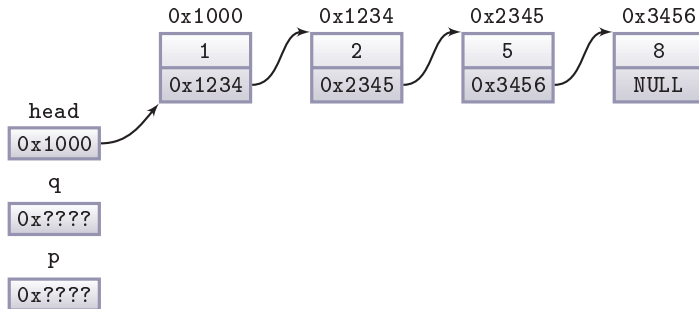


Elem (4) beszúrása rendezett listába

```

1  q = head;  p = q->next;
2  while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3      q = p;  p = p->next;
4  }
5  q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6  q->next->data = 4;
7  q->next->next = p;

```

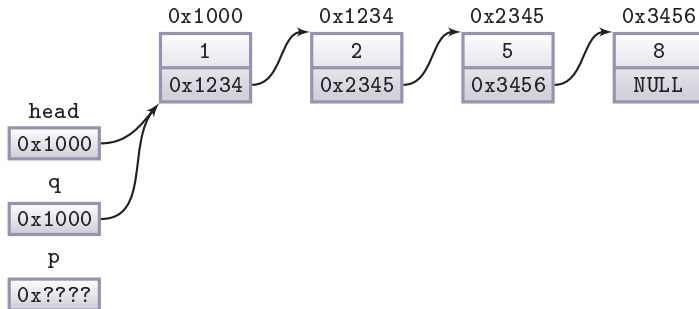


Elem (4) beszúrása rendezett listába

```

1  q = head;  p = q->next;
2  while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3      q = p;  p = p->next;
4  }
5  q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6  q->next->data = 4;
7  q->next->next = p;

```

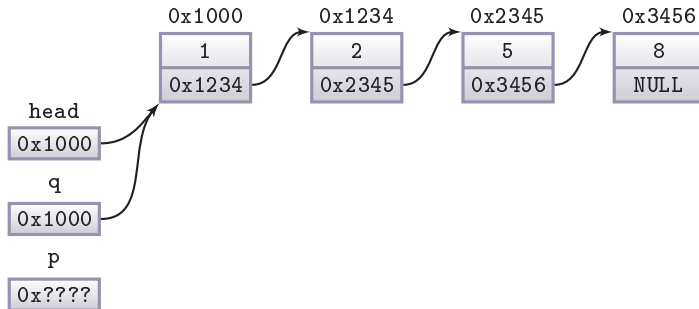


Elem (4) beszúrása rendezett listába

```

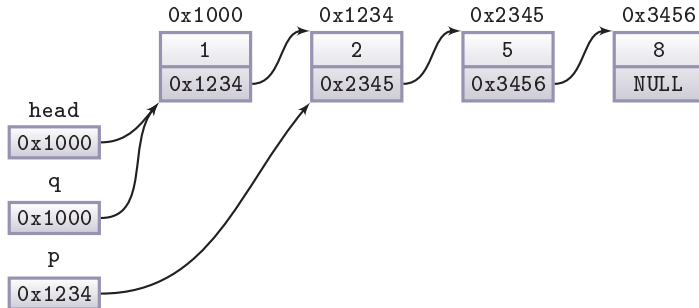
1  q = head;  p = q->next;
2  while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3      q = p;  p = p->next;
4  }
5  q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6  q->next->data = 4;
7  q->next->next = p;

```



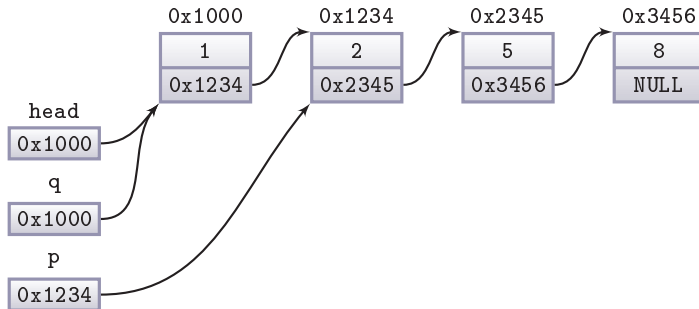
Elem (4) beszúrása rendezett listába

```
1 q = head; p = q->next;  
2 while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */  
3     q = p; p = p->next;  
4 }  
5 q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));  
6 q->next->data = 4;  
7 q->next->next = p;
```



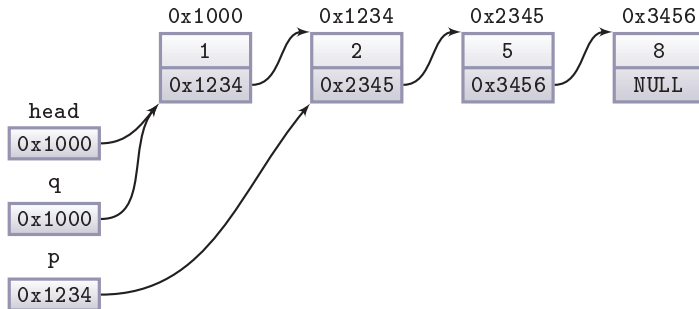
Elem (4) beszúrása rendezett listába

```
1 q = head; p = q->next;
2 while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6 q->next->data = 4;
7 q->next->next = p;
```



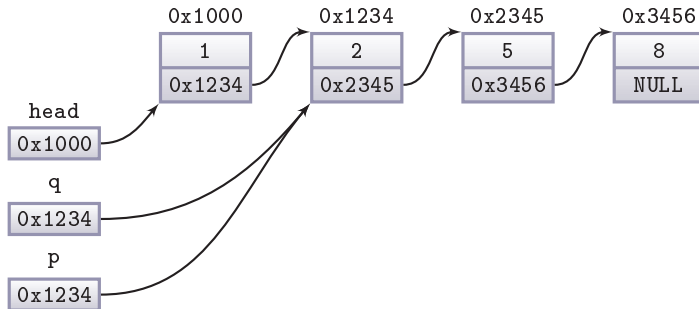
Elem (4) beszúrása rendezett listába

```
1 q = head; p = q->next;
2 while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6 q->next->data = 4;
7 q->next->next = p;
```



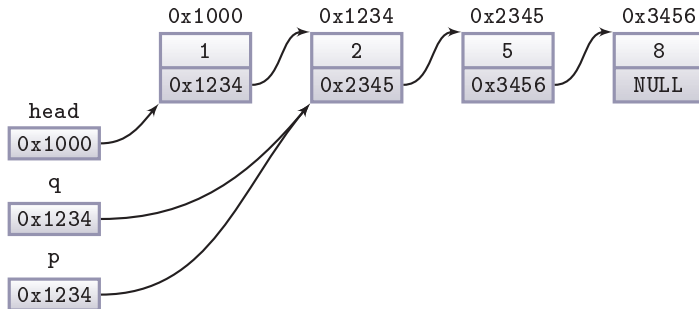
Elem (4) beszúrása rendezett listába

```
1 q = head; p = q->next;
2 while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6 q->next->data = 4;
7 q->next->next = p;
```



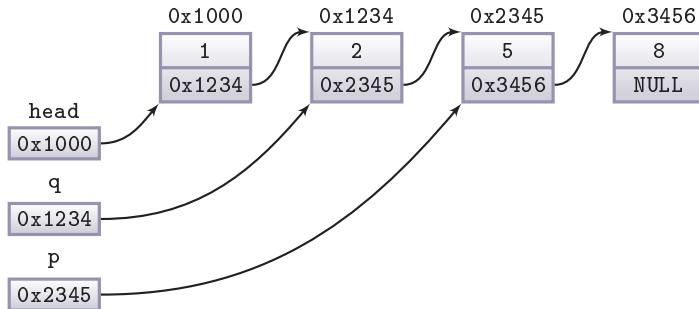
Elem (4) beszúrása rendezett listába

```
1 q = head; p = q->next;
2 while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6 q->next->data = 4;
7 q->next->next = p;
```



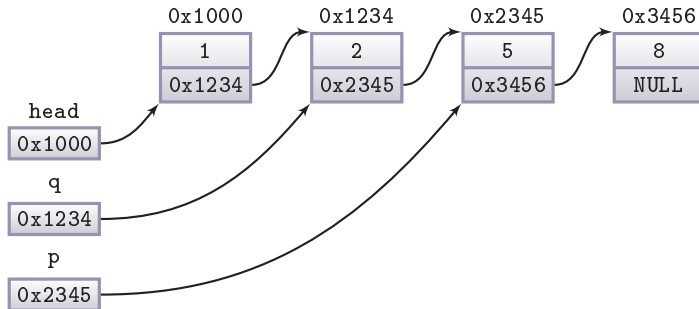
Elem (4) beszúrása rendezett listába

```
1 q = head; p = q->next;
2 while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6 q->next->data = 4;
7 q->next->next = p;
```



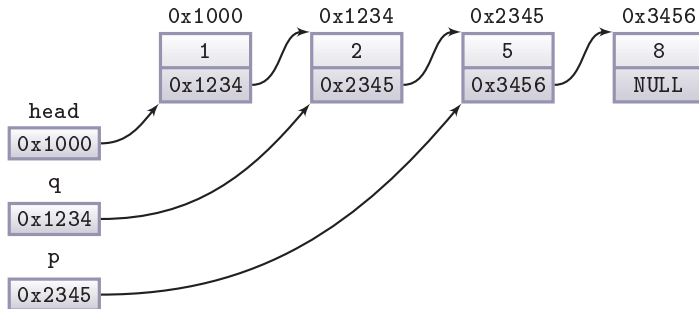
Elem (4) beszúrása rendezett listába

```
1 q = head; p = q->next;
2 while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6 q->next->data = 4;
7 q->next->next = p;
```



Elem (4) beszúrása rendezett listába

```
1 q = head; p = q->next;
2 while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6 q->next->data = 4;
7 q->next->next = p;
```

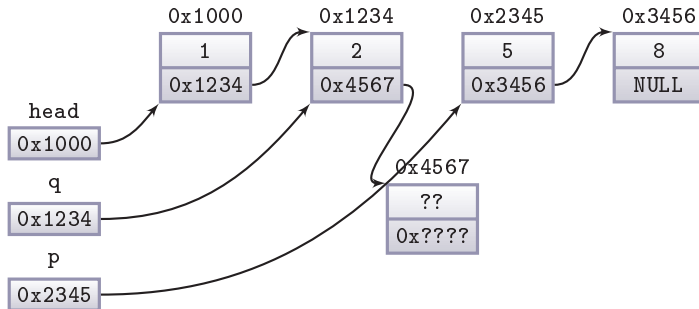


Elem (4) beszúrása rendezett listába

```

1 q = head; p = q->next;
2 while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6 q->next->data = 4;
7 q->next->next = p;

```

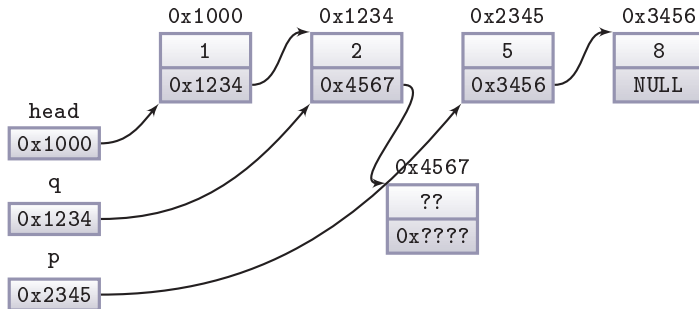


Elem (4) beszúrása rendezett listába

```

1  q = head;  p = q->next;
2  while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3      q = p;  p = p->next;
4  }
5  q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6  q->next->data = 4;
7  q->next->next = p;

```

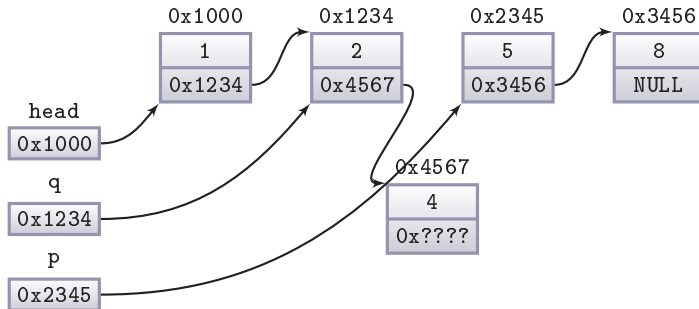


Elem (4) beszúrása rendezett listába

```

1  q = head;  p = q->next;
2  while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3      q = p;  p = p->next;
4  }
5  q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6  q->next->data = 4;
7  q->next->next = p;

```

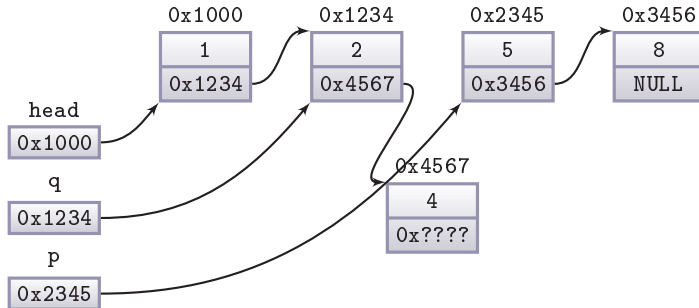


Elem (4) beszúrása rendezett listába

```

1  q = head;  p = q->next;
2  while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3      q = p;  p = p->next;
4  }
5  q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6  q->next->data = 4;
7  q->next->next = p;

```

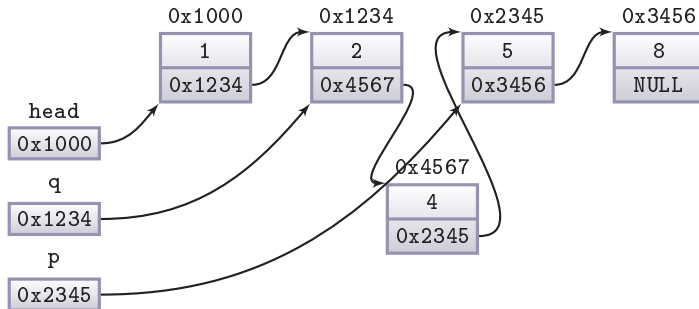


Elem (4) beszúrása rendezett listába

```

1  q = head;  p = q->next;
2  while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3      q = p;  p = p->next;
4  }
5  q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6  q->next->data = 4;
7  q->next->next = p;

```

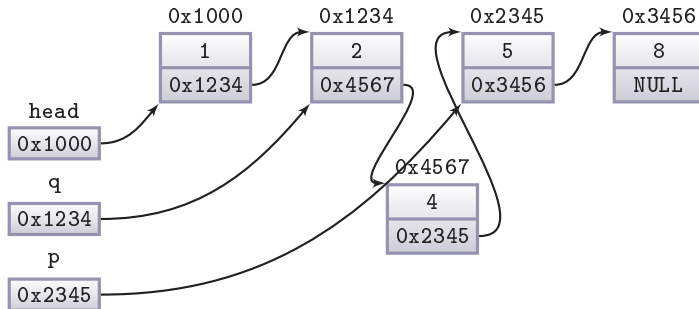


Elem (4) beszúrása rendezett listába

```

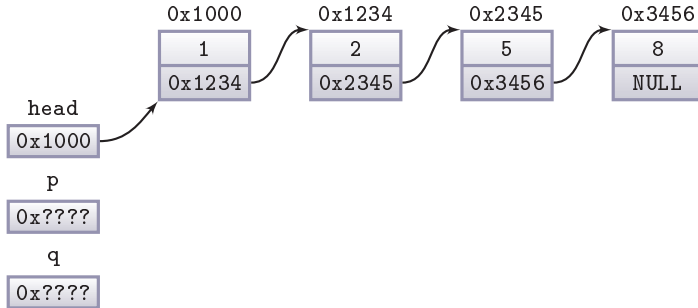
1  q = head;  p = q->next;
2  while (p != NULL && p->data <= data) { /* rövidzár */
3      q = p;  p = p->next;
4  }
5  q->next = (listelem*)malloc(sizeof(listelem));
6  q->next->data = 4;
7  q->next->next = p;

```



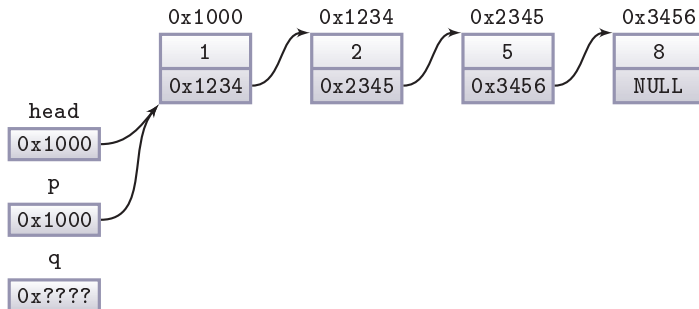
Elem (4) beszúrása rendezett listába cserével

- A lemaradó mutató megspórolható, ha a kiválasztott elem mögé szúrunk, majd cseréljük az adatokat.



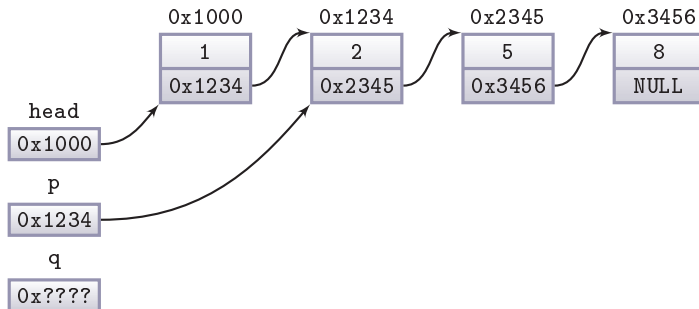
Elem (4) beszúrása rendezett listába cserével

- A lemaradó mutató megspórolható, ha a kiválasztott elem mögé szúrunk, majd cseréljük az adatokat.



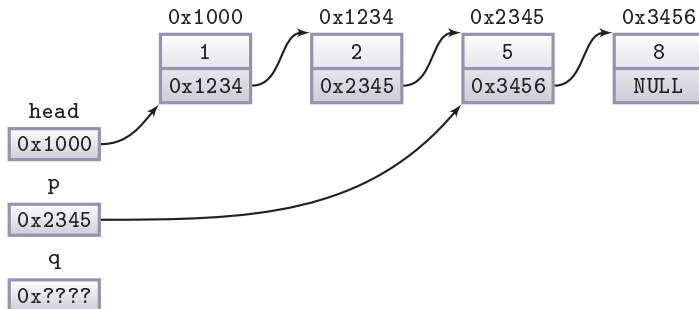
Elem (4) beszúrása rendezett listába cserével

- A lemaradó mutató megspórolható, ha a kiválasztott elem mögé szúrunk, majd cseréljük az adatokat.



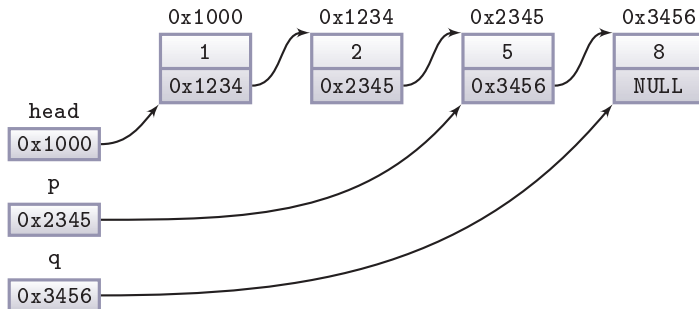
Elem (4) beszúrása rendezett listába cserével

- A lemaradó mutató megspórolható, ha a kiválasztott elem mögé szúrunk, majd cseréljük az adatokat.



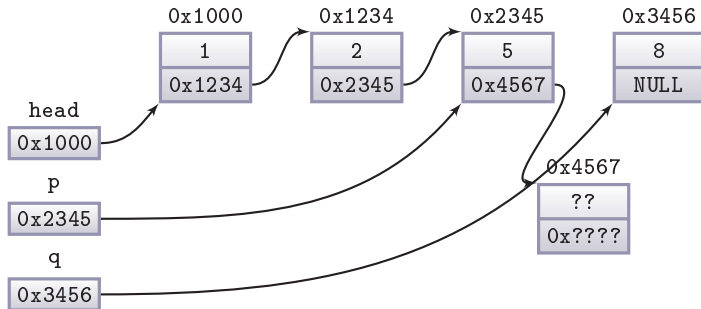
Elem (4) beszúrása rendezett listába cserével

- A lemaradó mutató megspórolható, ha a kiválasztott elem mögé szúrunk, majd cseréljük az adatokat.



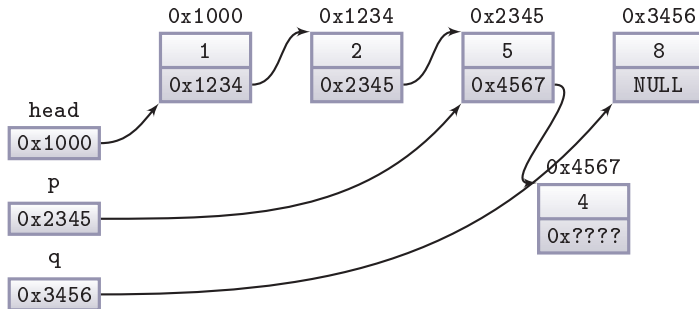
Elem (4) beszúrása rendezett listába cserével

- A lemaradó mutató megspórolható, ha a kiválasztott elem mögé szúrunk, majd cseréljük az adatokat.



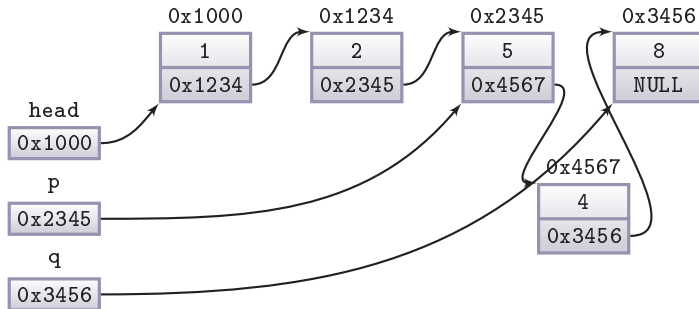
Elem (4) beszúrása rendezett listába cserével

- A lemaradó mutató megspórolható, ha a kiválasztott elem mögé szúrunk, majd cseréljük az adatokat.



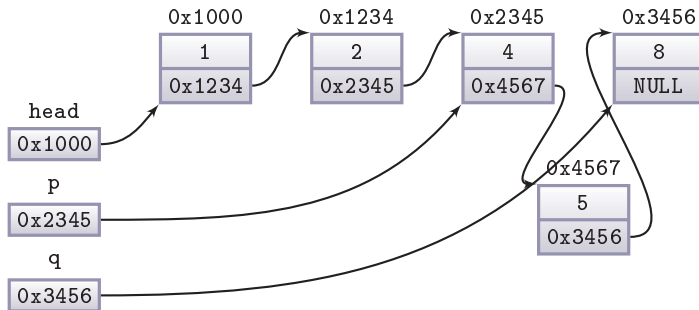
Elem (4) beszúrása rendezett listába cserével

- A lemaradó mutató megspórolható, ha a kiválasztott elem mögé szúrunk, majd cseréljük az adatokat.



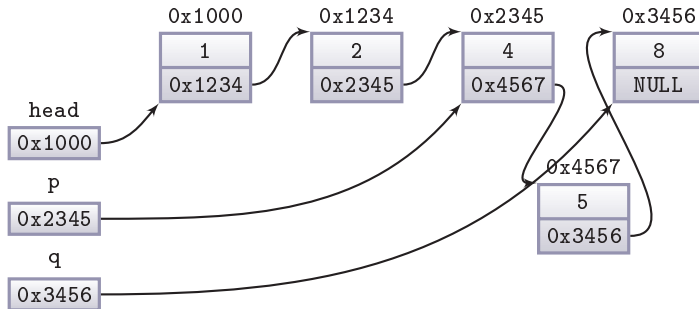
Elem (4) beszúrása rendezett listába cserével

- A lemaradó mutató megspórolható, ha a kiválasztott elem mögé szúrunk, majd cseréljük az adatokat.



Elem (4) beszúrása rendezett listába cserével

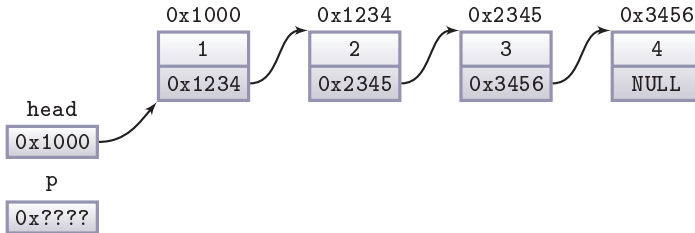
- A lemaradó mutató megspórolható, ha a kiválasztott elem mögé szúrunk, majd cseréljük az adatokat.



- Ez az eljárás csak akkor alkalmazható, ha a már meglévő lista adatait módosíthatjuk, vagyis mások nem hivatkoznak rájuk. Sokszor nem ez a helyzet!

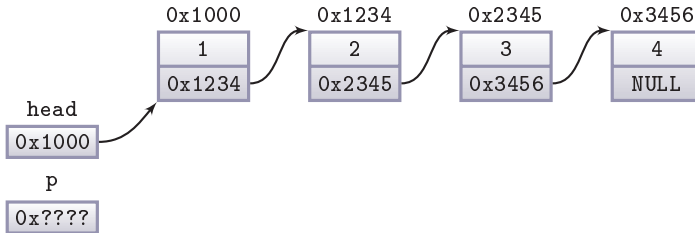
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4 free(p->next);  
5 p->next = NULL;
```



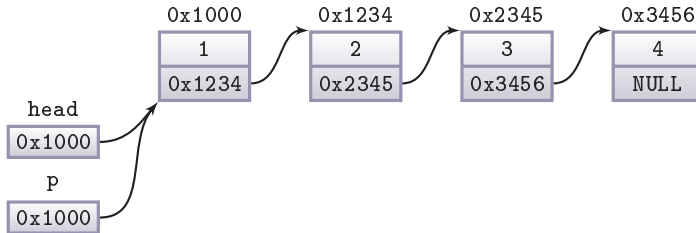
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4     free(p->next);  
5     p->next = NULL;
```



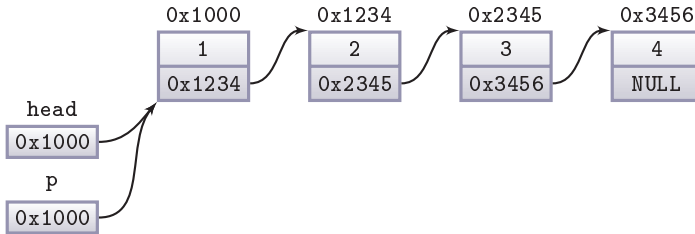
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4     free(p->next);  
5     p->next = NULL;
```



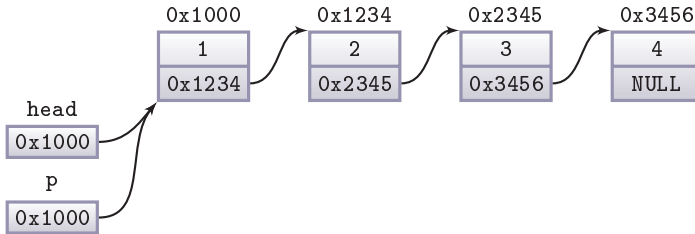
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4 free(p->next);  
5 p->next = NULL;
```



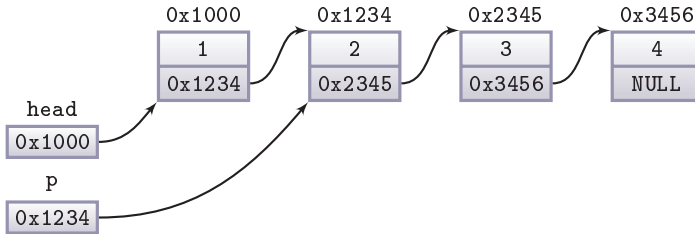
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4 free(p->next);  
5 p->next = NULL;
```



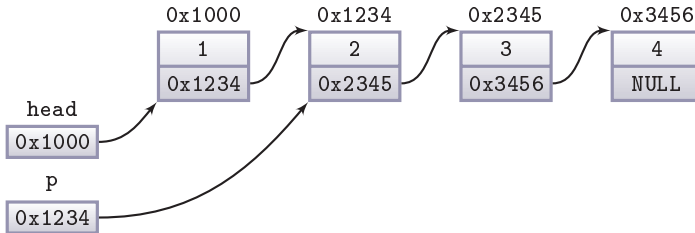
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4 free(p->next);  
5 p->next = NULL;
```



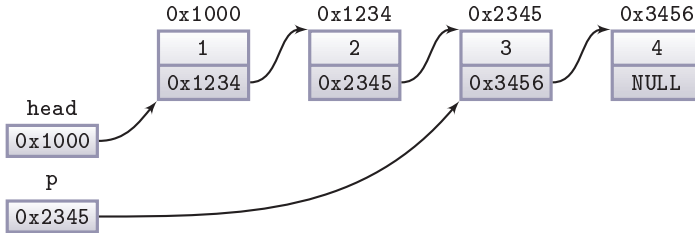
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4 free(p->next);  
5 p->next = NULL;
```



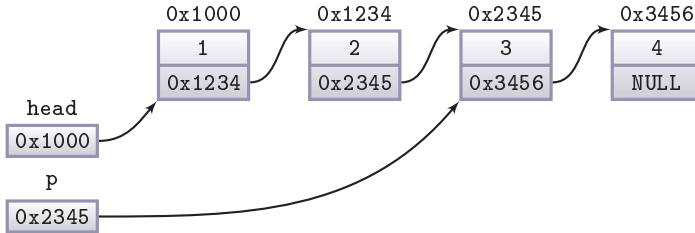
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4 free(p->next);  
5 p->next = NULL;
```



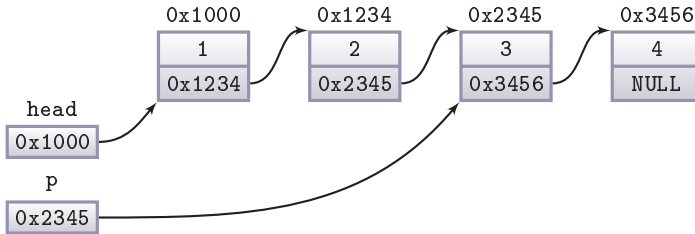
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4     free(p->next);  
5     p->next = NULL;
```



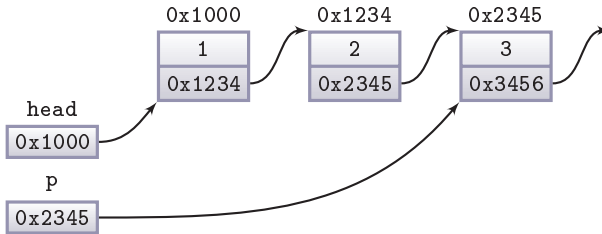
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4     free(p->next);  
5 p->next = NULL;
```



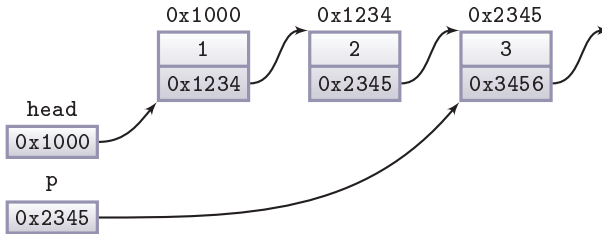
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4     free(p->next);  
5 p->next = NULL;
```



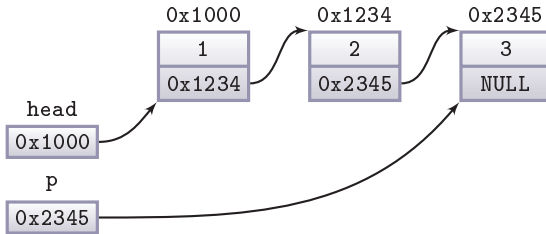
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4     free(p->next);  
5     p->next = NULL;
```



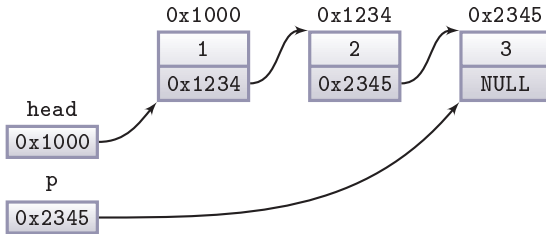
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4     free(p->next);  
5     p->next = NULL;
```



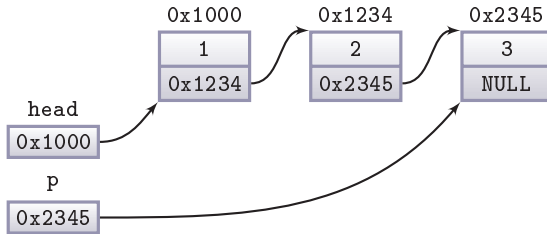
Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4 free(p->next);  
5 p->next = NULL;
```



Elem törlése lista végéről

```
1 p = head;  
2 while (p->next->next != NULL)  
3     p = p->next;  
4 free(p->next);  
5 p->next = NULL;
```

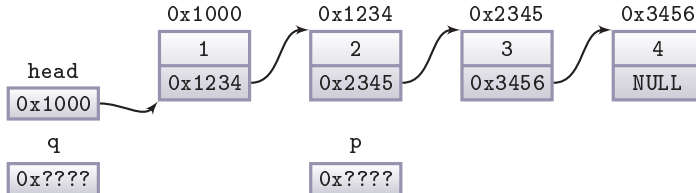


- Ha a lista üres, vagy egy eleme van, a `p->next->next` kifejezés értelmetlen

Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

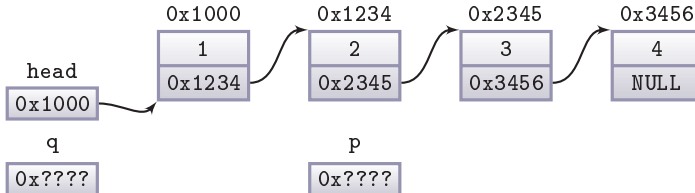
```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

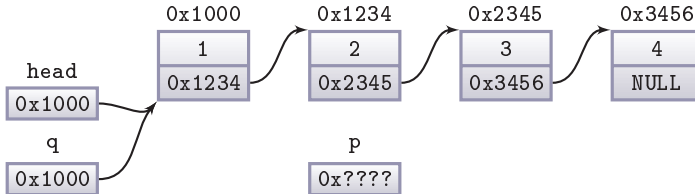
```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

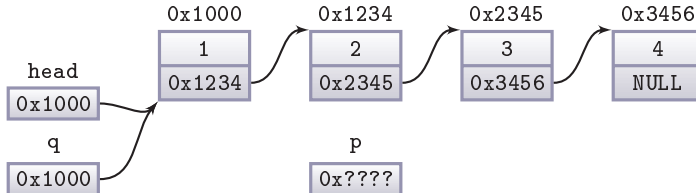
```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



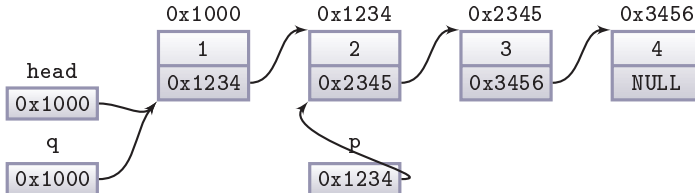
Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

```

1  q = head; p = head->next;
2  while (p != NULL && p->data != data) {
3      q = p; p = p->next;
4  }
5  if (p != NULL) { /* megvan */
6      q->next = p->next;
7      free(p);
8  }

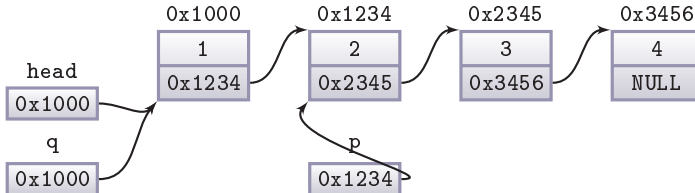
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

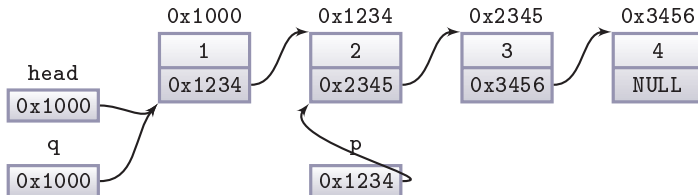
```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

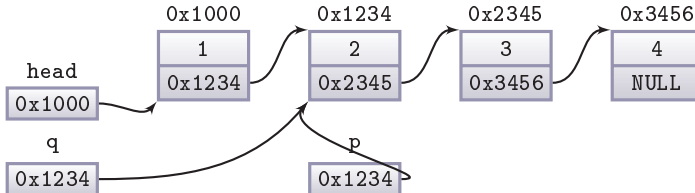
```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



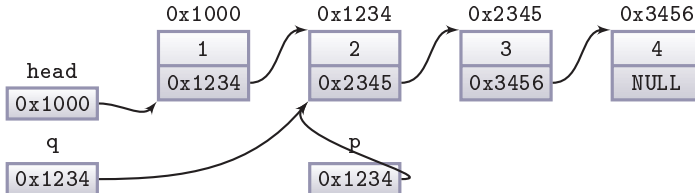
Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

```

1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }

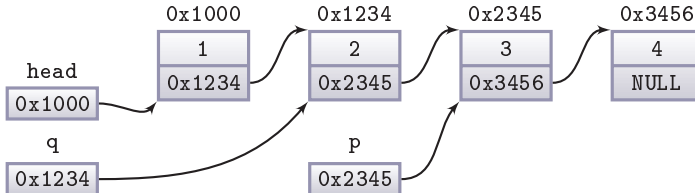
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

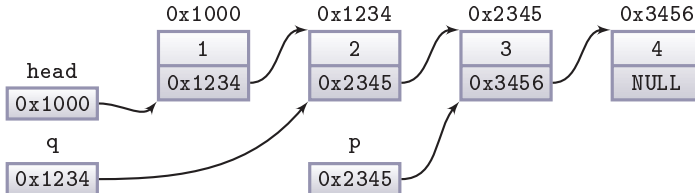
```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



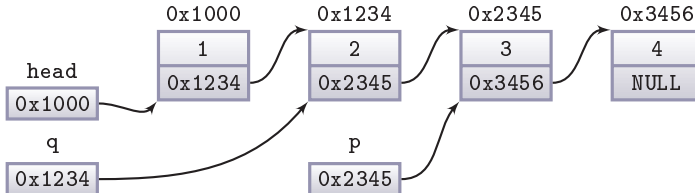
Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

```

1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }

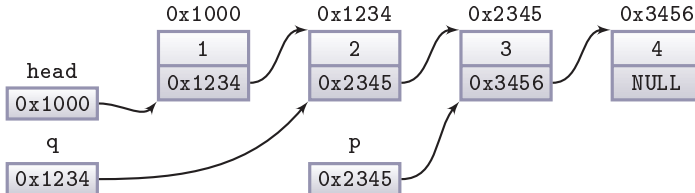
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



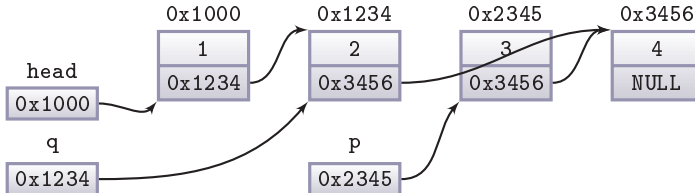
Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

```

1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }

```



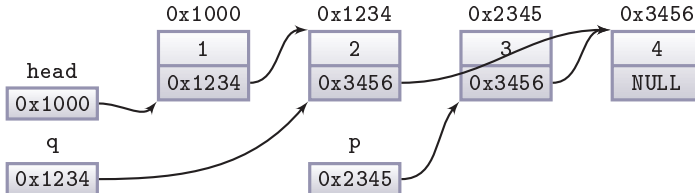
Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

```

1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }

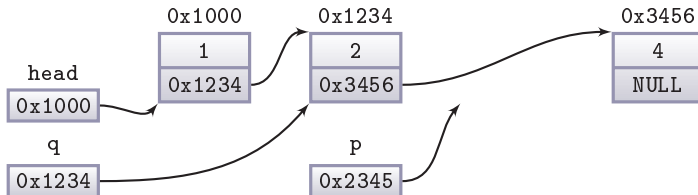
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

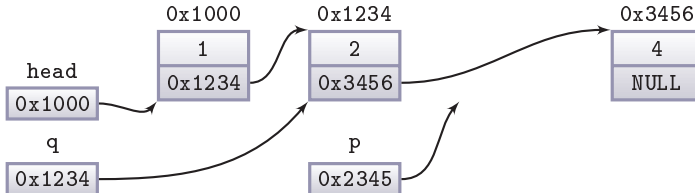
```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

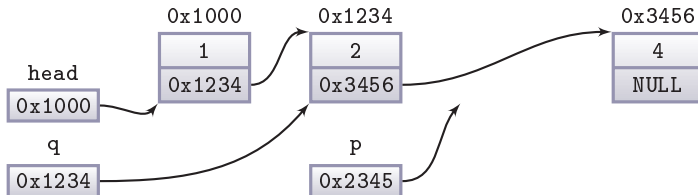
```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



Adott elem törlése listából

■ A data = 3 elem törlése

```
1 q = head; p = head->next;
2 while (p != NULL && p->data != data) {
3     q = p; p = p->next;
4 }
5 if (p != NULL) { /* megvan */
6     q->next = p->next;
7     free(p);
8 }
```



■ Ha a lista üres, vagy az első elemet kell törölnünk, nem működik

Teljes lista törlése

```
1 void dispose_list(listelem *head)
2 {
3     while (head != NULL)
4         head = pop_front(head);
5 }
```

[link](#)

Köszönöm a figyelmet.