

Sistemska programska oprema - seminar: odlagališče (clipboard)

Jakob Jesenko

Januar 2026

Contents

1	Uvod	3
2	Odložišče v sistemih linux	3
2.1	Pregled serverjev X11 in Wayland	3
2.1.1	Ključne razlike pri odložišču med X11 in Wayland	3
2.2	Kako deluje odložišče	3
2.2.1	X11	3
2.2.2	Wayland	4
2.3	Odorja za uporabo odložišča v sistemih Linux	4
2.3.1	‘xclip‘ (X11)	4
2.3.2	‘wl-clipboard‘ (Wayland)	4
2.3.3	GUI Clipboard Managers	4
3	Odložišče v sistemu Windows	5
3.1	Ključne lastnosti	5
3.2	Kako deluje odložišče na sistemu Windows	5
4	Primerjava in ovire	6
4.1	Ovire na sistemih Linux	6
4.2	Prednosti na sistemu Windows	6
5	Zaključek	6
6	Literatura	6

1 Uvod

Odložišče (clipboard) ali odlagališče je eden od temeljnih delov operacijskega sistema, ki uporabniku omogoča kopiranje in lepljenje podatkov med aplikacijami, ter začasno shranjevanje podatkov za prenos med procesi. Kljub temu, da je implementacija med sistemi različna, se po funkcionalnosti odložišče bistveno ne razlikuje.

This report explores:

- How the clipboard works in Linux (X11 vs. Wayland).
- Key differences from Windows' clipboard implementation.
- Tools like 'xclip' and their role in managing clipboard operations.
- Underlying protocols and memory management.

2 Odložišče v sistemih linux

2.1 Pregled serverjev X11 in Wayland

linux izvirno uporablja **X Window System (X11)**, ki ponuja model porabnik-strežnik za grafične uporabniške vmesnike. V zadnjem času pa se zaradi večje varnosti in performance vedno bolj uporablja grafični strežnik **Wayland**.

2.1.1 Ključne razlike pri odložišču med X11 in Wayland

Funkcija	X11	Wayland
Primary Selection	Omogočeno (lepljenje s srednjim klikom)	Ni privzeto omogočeno
Clipboard Selection	Omogočeno (Ctrl+C, Ctrl+V)	Omogočeno (Ctrl+C, Ctrl+V)
Model odložišča	Centraliziran (vodi ga X server)	Decentraliziran (voden s strani kompozitorja ali aplikacij)
Protokol	X11 protocol (binarno)	Wayland protocol (Enostavnejši, hitrejši)
Orodja	'xclip', 'xsel'	'wl-clipboard', 'waybar-clipboard'

2.2 Kako deluje odložišče

2.2.1 X11

X11 definira dva razdelka:

- **Primary Selection (Middle-Click Paste)**
 - Uporablja se za drag&drop ali lepljenje z srednjim klikom
 - Vsebuje vsebino, ki je trenutno označena

- **Clipboard Selection (Ctrl+C/Ctrl+V)**

- Bolj podobna Windows odložišču

Pretok podatkov v X11:

1. Aplikacija (n.p.r., terminal) kopira podatke s funkcijo 'XSetSelectionOwner'.
2. X server zabeleži trenutnega lastnika razdelka.
3. druga aplikacija zahteva podatke s funkcijo 'XConvertSelection'.
4. Lastnik razdelka pošlje podatke drugi aplikaciji, če ima le-ta dovoljenje za dostop.

2.2.2 Wayland

Wayland privzeto ne podpira razdelka primary selection, iz tega izhajajo določene spremembe:

- Operacije odložišča mnogokrat izvaja kompozitor (GNOME Shell, KWin).
- Orodja kot so 'wl-clipboard' uporabljajo DBus za komunikacijo med procesi.
- Če je potrebno se lahko lepljenje s srednjim klikom emulira.

2.3 Orodja za uporabo odložišča v sistemih Linux

2.3.1 'xclip' (X11)

- Command-line orodje, za delo z X11 odložiščem.
- omogoča kopiranje ('xclip -selection clipboard') in lepljenje ('xclip -o').

Primer uporabe:

```
1 echo "Hello, world!" | xclip -selection clipboard # Copy to
  clipboard
2 xclip -selection clipboard -o # Paste from
  clipboard
```

2.3.2 'wl-clipboard' (Wayland)

- Ekvivalent za Wayland seje.
- uporablja protokol DBus namesto X11.

Primer uporabe:

```
1 echo "Hello, world!" | wl-copy # Copy to clipboard
2 wl-paste # Paste from clipboard
```

2.3.3 GUI Clipboard Managers

- **GNOME:** uporablja 'gnome-clipboard' (DBus-based).
- **KDE Plasma:** uporablja 'kde-clipboard' (Qt-based).

3 Odložišče v sistemu Windows

Windows ima od odložišča bolj centraliziran in poenoten pristop, kar omogoča med drugim enostavnejšo integracijo pri razvoju programske opreme. Na sistemu windows je boljša podpora za druge podatkovne tipe. Od Windows 10 je privzeto na voljo tudi zgodovina odložišča, iz katere se lahko lepi podatke, ki niso bili kopirani zadnji.

3.1 Ključne lastnosti

- **enoten model odložišča:**
 - Za razliko od sistemov Linux, Windows uporablja le en razdelek za odložišče ('Ctrl+C', 'Ctrl+V').
 - Lepljenje s srednjim klikom ni podprto (nekateri aplikacije pa ga vseeno uporabljajo interno).
- **Obogateni podatkovni formati:**
 - Omogoča kompleksne podatkovne tipe (n.p.r., slike, HTML).
 - Uporablja Windows API ('OpenClipboard', 'EmptyClipboard', 'SetClipboardData').

3.2 Kako deluje odložišče na sistemu Windows

1. Aplikacija registrira podatkovni tip, ki ga bo kopirala.
2. Aplikacija zaklene odložišče s funkcijo 'OpenClipboard'.
3. S funkcijo 'SetClipboardData' aplikacija naloži podatke v odložišče v določenem formatu.
4. Druga aplikacija zahteva podatke iz odložišča s funkcijo 'GetClipboardData'.
5. Operacijski sistem skrbi za lastništvo in pretvorbo med formati.

Primer izpisa vsebine odložišča (C++):

```
1 #include <windows.h>
2
3 int main() {
4     if (OpenClipboard(NULL)) {
5         HGLOBAL hMem = GetClipboardData(CF_TEXT);
6         char* text = (char*)GlobalLock(hMem);
7         printf("Clipboard: %s\n", text);
8         GlobalUnlock(hMem);
9         CloseClipboard();
10    }
11    return 0;
12 }
```

4 Primerjava in ovire

4.1 Ovire na sistemih Linux

- Razlike med distribucijami otežujejo delo razvijalcem programske opreme.
- Orodja kot so ‘xclip’ ne delujejo na vseh sistemih.
- Nekatere aplikacije ne omogočajo dostopa do podatkov iz varnostnih razlogov.
- Podpora kompleksnih podatkovnih tipov ni tako močna kot na sistemu windows.

4.2 Prednosti na sistemu Windows

- **Enoten Model:** enostavnejši za razvoj programske opreme (eno odložišče).
- **Podpora obogatenih podatkov:** Boljša podpora za kompleksne podatkovne tipe.
- **Stabilnost:** Implementacija je enotna za razliko od sistemov Linux.

5 Zaključek

Kljub podobnosti delovanja odložišča na različnih sistemih, se implementacija v pordobnostih razlikuje. Sistemi z grafičnim strežnikom X11 ponujajo fleksibilno, a bolj kompleksno, odložišče, ki ponuja dva razdelka, ki se lahko uporabljata hkrati. Za delo z odložiščem lahko uporabljamo orodja kot so ‘xclip’. Windows ponuja poenoteno storitev odložišča, do katere je dostopanje manj zahtevno in ponuja večji izbor podatkovnih tipov. Za konverzijo med tipi skrbi operacijski sistem. Poleg tega pa Windows privzeto omogoča dostop do zgodovine odložišča. Do razširjene funkcionalnosti odložišča na sistemih Linux lahko dostopamo preko GUI clipboard Manager-jev.

6 Literatura

[1] Clipboard. Microsoft [Online] Dosegljivo: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/dataxchg/clipboard> (Zadnjič obiskano 1. 1. 2026)

[2] X11: How does "the" clipboard work? Uninformativ [Online] Dosegljivo: <https://www.uninformativ.de/blog/postings/2017-04-02/0/POSTING-en.html> (Zadnjič obiskano 1. 1. 2026)

[3] Wayland protocol. Freedesktop [Online] Dosegljivo: <https://wayland.freedesktop.org/docs/html/> (Zadnjič obiskano 1. 1. 2026)

[4] N. Pečenko, "Moj 1. Linux", str. 88, 2003