**So sánh hiệu quả nén dữ liệu bằng các công cụ khác nhau**

**1. Chuẩn bị thực hành**

* Thư mục gốc gồm 4 loại tập tin:
  + **Hình ảnh**: (.jpg, .png)
  + **Video**: (.mp4, .avi)
  + **Tài liệu văn bản**: (.docx, .pdf, .txt)
  + **Âm thanh**: (.mp3, .wav)
* **Kích thước ban đầu** của thư mục: **500 MB** (giả định để minh họa).

**2. Thực hành nén**

| **Công cụ nén** | **Định dạng** | **Kích thước sau nén** | **Mức giảm (%)** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Windows** | .zip | ~430 MB | Giảm ~14% |
| **WinRAR** | .rar | ~400 MB | Giảm ~20% |
| **7-Zip** | .7z (Ultra) | ~370 MB | Giảm ~26% |

**3. Phân tích hiệu quả nén theo loại tập tin**

* **Tài liệu văn bản (.txt, .docx, .pdf)**
  + Nén rất tốt (giảm từ 50–80%) vì chứa nhiều dữ liệu lặp và ký tự dễ nén.
  + Ví dụ: file 10 MB có thể còn 2–3 MB.
* **Hình ảnh (.jpg, .png)**
  + Hầu như không giảm nhiều (1–5%), vì JPG/PNG vốn đã được nén theo chuẩn riêng.
  + Muốn giảm nữa cần đổi sang định dạng chuyên dụng như WebP.
* **Âm thanh (.mp3, .wav)**
  + .mp3 gần như không nén thêm (vốn đã nén mạnh).
  + .wav nén được khá nhiều (20–40%) vì là dạng thô (uncompressed).
* **Video (.mp4, .avi)**
  + .mp4 gần như không giảm vì đã nén tối ưu.
  + .avi hoặc video thô có thể giảm ~10–20%.

**4. Giải thích tại sao một số tệp không thể nén nhiều**

* **Định dạng đã nén sẵn** (MP4, MP3, JPG, PNG): gần như đạt giới hạn tối ưu, nên nén thêm không giảm bao nhiêu.
* **Định dạng dữ liệu thô** (TXT, DOCX, WAV, BMP, AVI thô): chứa nhiều dữ liệu lặp → thuật toán nén dễ rút gọn hơn.
* **Thuật toán nén khác nhau**:
  + .7z dùng thuật toán LZMA/LZMA2 → hiệu quả cao hơn .rar và .zip.
  + .rar tối ưu hơn .zip nhưng kém hơn .7z về tỷ lệ nén.
  + .zip nhanh, phổ biến, nhưng tỷ lệ nén thấp.

**5. Nhận xét**

* Nếu muốn **dung lượng nhỏ nhất** → dùng **7-Zip (.7z)** với chế độ Ultra.
* Nếu cần **tương thích cao** (gửi qua email, mở trên nhiều hệ thống) → dùng **.zip** (Windows).
* Nếu muốn cân bằng giữa **tốc độ và tỷ lệ nén**, kèm tính năng bảo mật → dùng **WinRAR (.rar)**.
* Văn bản và file thô nén mạnh nhất → hiệu quả rõ rệt.
* Hình ảnh, nhạc MP3, video MP4 gần như không giảm → chỉ lợi về gom nhóm file chứ không tiết kiệm dung lượng đáng kể.

**6. Kết luận**

Qua thực hành:

* **7-Zip** cho hiệu quả tiết kiệm dung lượng cao nhất.
* **WinRAR** tốt hơn Windows .zip và có thêm tính năng bảo mật.
* **Windows nén nhanh, dễ dùng, nhưng hiệu quả thấp hơn**.

👉 Việc chọn công cụ và định dạng nén phụ thuộc vào **loại tập tin**, **mục đích sử dụng** (lưu trữ lâu dài, chia sẻ nhanh, hay bảo mật).