

# 1 Papirna gradiva

## 1.1 Papirus:

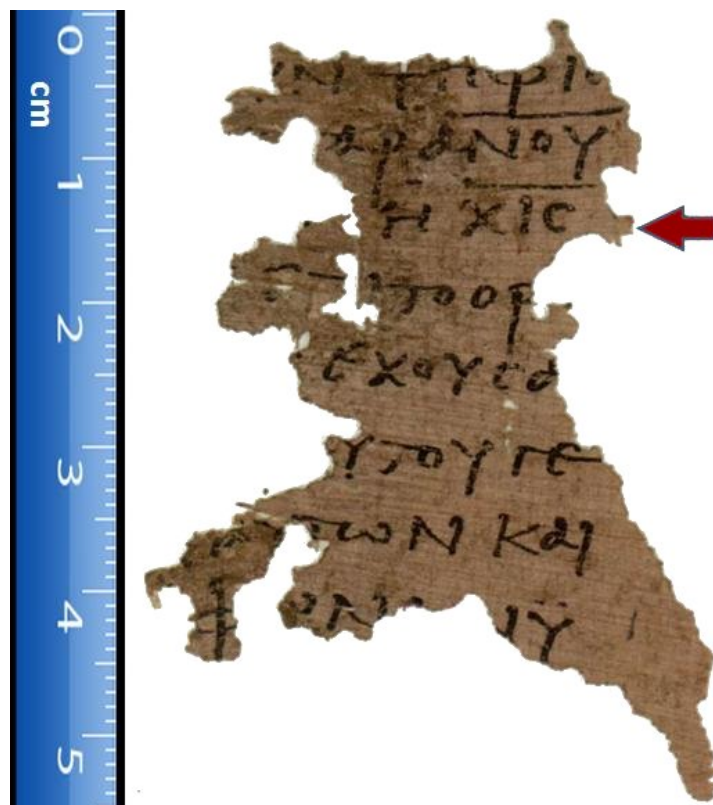
- 3500 p.n.š. - 1000 n.š.
- je vrsta papirju podobnega materiala, narejen iz papirusnega trsa *Cyperus papyrus*, ki se prav tako imenuje papirus.
- Iz stržena trstike so narezali trakove, jih preložili pravokotno, z ozirom na smer rasti vlaken. Preložene plasti so tolkli s tolkači, da so povečali iztok soka. Površino so gladili s kamnitimi likali in nato papiruse sušili v senci.



**Slika 1:** Rastlina papirus



**Slika 2:** Knjiga mrtvih, napisana na papirus.



**Slika 3:** Košček prevoda "Knjige razsvetljenja" v stari grščini. Košček razkriva, da je pri številki zveri 666 (v hebrejščini), res šlo za kodiranje imena "Neron Cesar", saj je ta koda v stari grščini 616 (XIC).



## 1.2 Pergament:

- 270 p.n.š. - 15st n.š.
- je nebarvana oguljena živalska koža, obdelana tako, da je primerna za pisanje
- draga, zamudna izdelava
- kakovostnejši pergament -> VELUM
- Velum je najpogosteje pripravljen iz telečje kože



**Slika 4:** Listina iz leta 1638 s pečatom.

## 1.3 Papir:

- pričetek Kitajska l.: 105 našega štetja,
- razširi se počasi v preostali del sveta
- izdelovanje Sicilija, Španiji cca 10. stoletju
- izdelovanje v Nemčiji l.: 1400 ...

## 1.4 Pomen papirnih gradiv

- dostopen material za shranjevanje zapisov
- zapisi pomembnih zakonitosti, načel...
- kronološki vpogled v vzorce podatkov (enostavno beleženje podatkov)
- razvoj, širjenje znanosti
- pojav knjižnice
- splošno izobraževanje ljudi
- razvoj človeške skupnosti

## 1.5 Surovine in sredstva za pridobivanje papirja

### 1.5.1 Osnovne surovine

- celuloza
- lesovina
- papirna vlakna
- stare krpe
- tekstilni odpadki

Celulozo pridobivamo iz surovin kot so:

- Les:
  - smreka, jelka, bor do 50-60 % celuloze,
    - \* iglavci imajo daljša vlakna (traheide)
  - bukev 30-40 % celuloze,
  - topol 40-50 % celuloze
- Stebelna vlakna:
  - lan, konoplja: 80 % celuloze
- Trava:
  - slama: 30 % celuloze
- Semenska vlakna:
  - bombaž: 90 % celuloze

### **1.5.2 Polnila:**

- do 25% (več jih je v tiskarskem papirju, manj pisarniški)
- zmanjšana prosojnost (kalcijev-karbonat, glina),
- povečana vpojnost barvila za tisk,

### **1.5.3 Lepila:**

- zmanjšamo vpojnost barvil (lahko tudi vode)
- povečajo trdnost papirja (embalaža)
- včasih škrob, danes sintetična lepila

### **1.5.4 Barvila:**

- zmanjševanje rumenega tona (recikliran papir)

### **1.5.5 Posebni dodatki:**

- mehčanje
- za večjo upojnost
- večje izolacijske sposobnosti
- proti vlagi, plesnobi, insektom

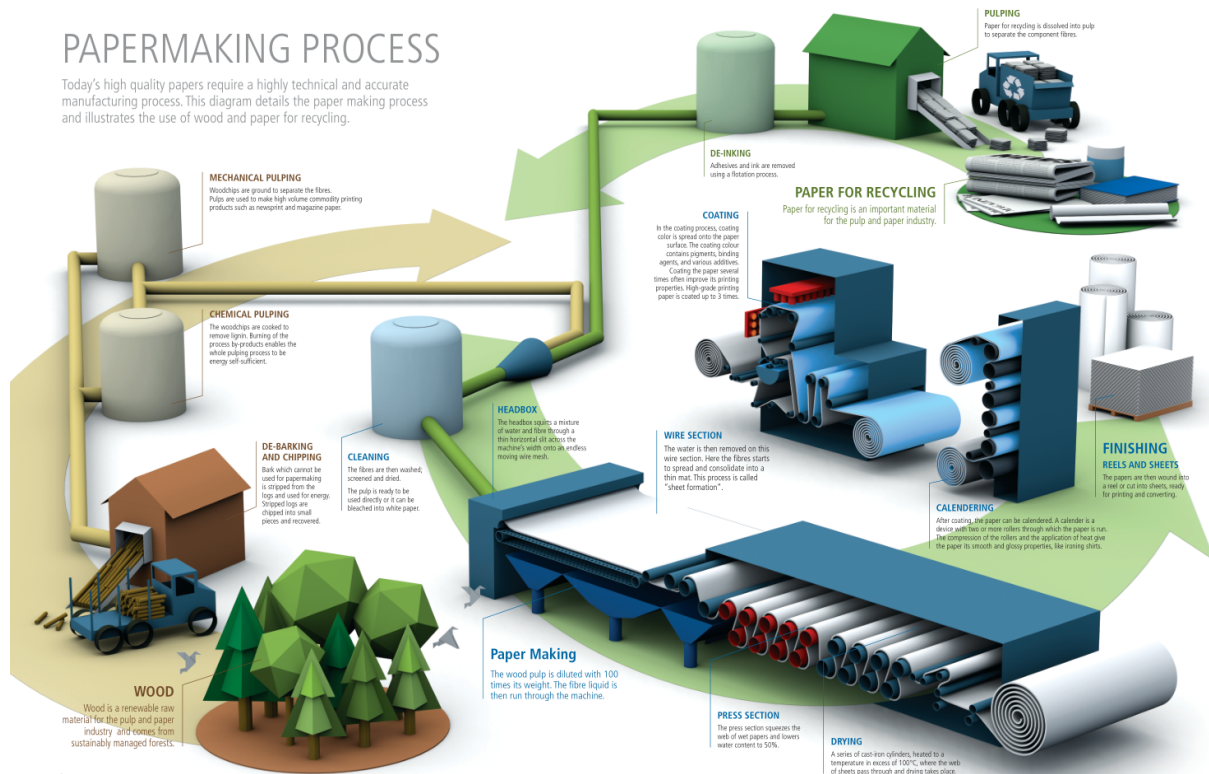
### **1.5.6 Pomožna sredstva:**

- luženje
- belila

### **1.5.7 Voda**

- potrebna pri vezavi vlaken

## 1.6 Izdelava papirja



Slika 5: Proces izdelovanja papirja.

Nejvečkrat v ločenih obratih potekajo trije ključni procesi pri izdelavi papirja:

1. Izdelovanje papirne kaše
2. Izdelava papirja
3. Končna obdelava papirja

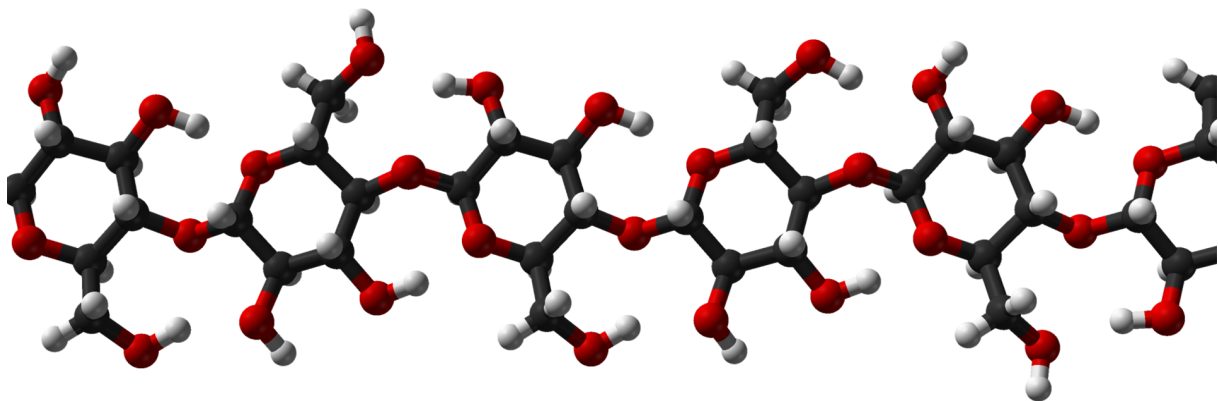
### 1.6.1 Izdelava papirne kaše

- hlodovino očistijo lubja
- hlodovino predelajo v sekance
  - (odrezki, odpadki pri lesni industriji)
- sekance zmeljejo
- kemijsko s kislinami odstranijo lignin

- s tem ločijo lesna vlakna - traheide
- zmes (brez lignina) ni več les -> papirna kaša
- odstranjevanje kisline
  - vlaknena mehka kaša
- z beljenjem odstranimo morda preostali lignin
  - preprečimo porumenjevanje papirja na UV svetlobni
- kašo osušijo in pripravijo polizdelek za nadaljnjo izdelavo papirja
- Oglej si [video](#) proizvodnje.
- Oglej si [animacijo](#) proizvodnje.

### 1.6.2 Izdelava papirja

- zmeljejo papirno kašo
- dodajanje kaše iz recikliranega papirja
  - s kemijskim postopkom odstranijo barvila
- molekule celuloze je potrebno povezati med seboj

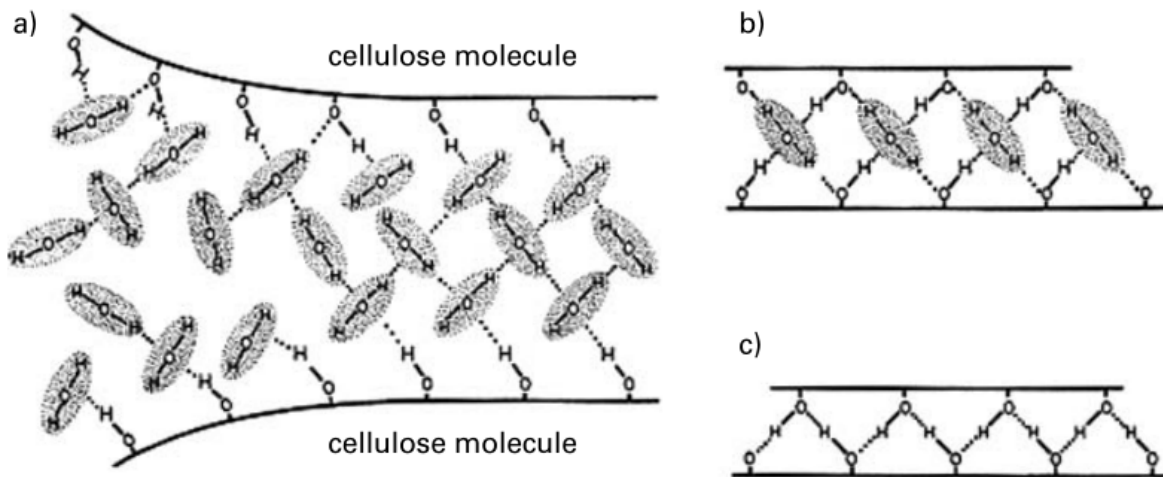


**Slika 6:** Molekula celuloze<sup>1</sup>.

- kašo razredčijo z vodo -> viskozna zmes celuloze
- z oblikovalnimi česali bolj ali manj uredijo in prepletejo vlakna

<sup>1</sup>Vir: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cellulose>

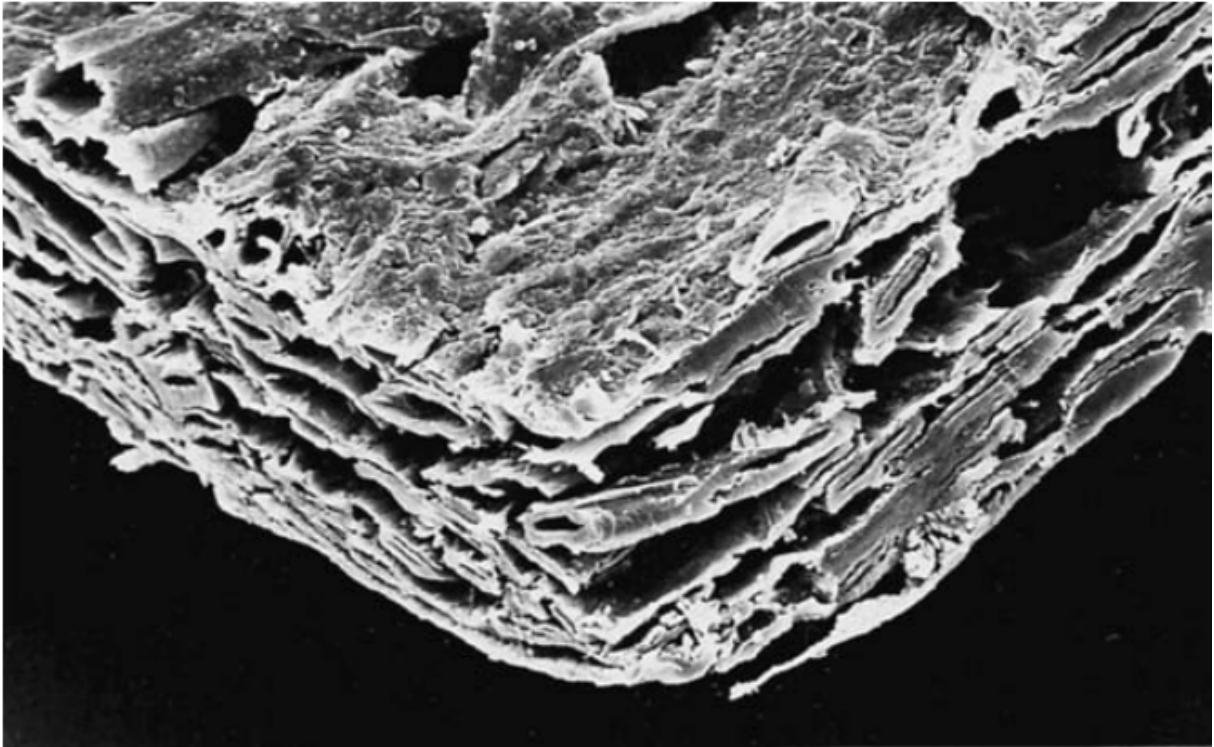
- bolj prepletena vlakna -> bolj trden papir
- dodajo polnila, lepila, barvila in druge dodatke
- ustvarijo redko vodno zmes (voda pomaga molekulam celuloze, da se kemijsko povežejo)



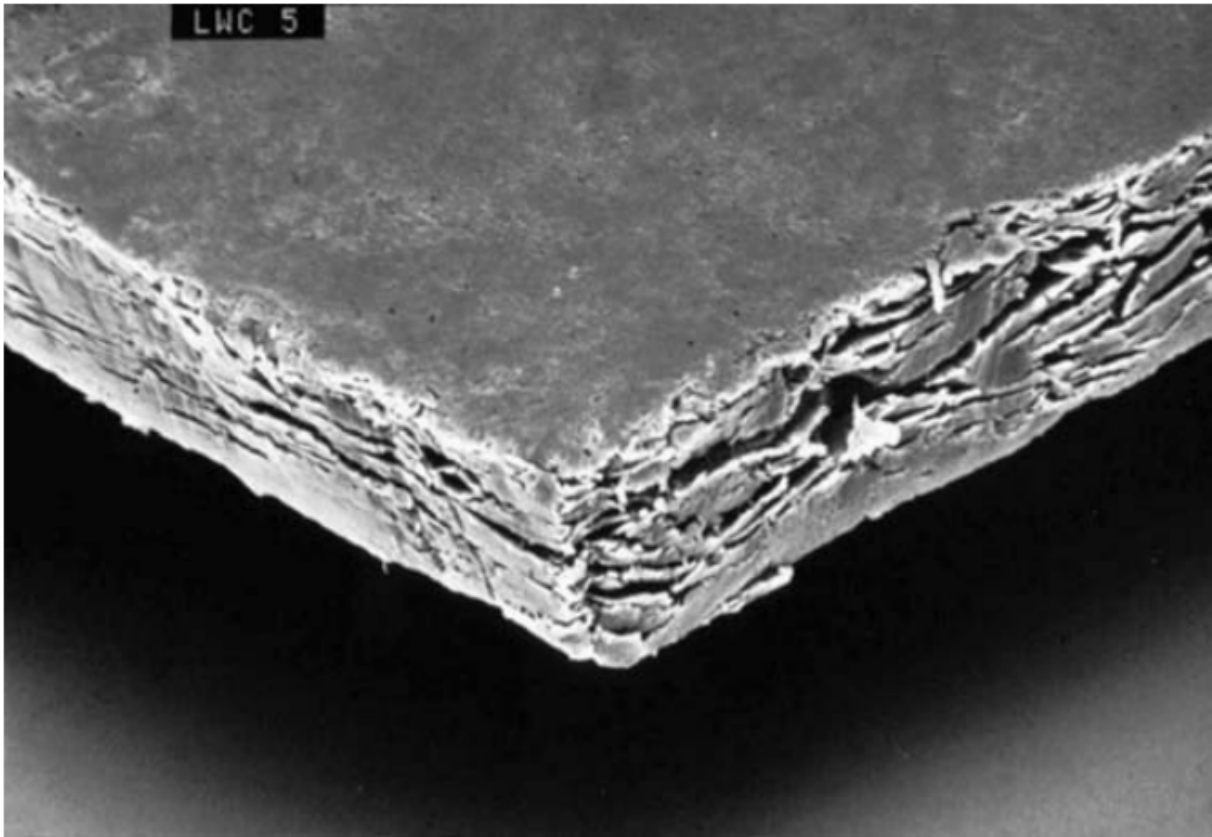
**Slika 7:** Vodikova vez med dvema molekulama celuloze.

- vstop vodne zmesi v papirni stroj
- odcejevanje vode (head-box)
- iztisni valji
- pivnanje vode z valji in trakovi iz klobučevine
- iztisni valji (kovinski)
  - končna vsebnost vode po tem postopku je še vedno 50%
- sušilni valji (pri 100°C)
- stiskanje papirja na točno debelino
- nanos površinske obloge (z nanosnimi valji)
  - barvila





**Slika 8:** Pisarniški papir pred nanosom površinske obloge ...



**Slika 9:** ... in pisarniški papri po nanosu površinske obloge.

- sušenje obloge
- navijanje papirja na končne kolute
  - dimenzije 80km x 8.5m
  - masa 120 T

### **1.6.3 Končna obdelava papirja**

- na papir lahko dodajo še dodatne površinske obloge...
- postopki so različni - odvisno od potrebe papirja
- formatni razrez
- transport

#### 1.6.4 Formati papirja

Formati:

- A (pisemski papir, tisk, risanje):
  - A0-841x1189
  - A1-594x841
  - A2-420x594
  - A3-297x420
  - A4-210x297
  - A5-148x210
  - A6-105x148
  - ...A8-52x74
- B (tiskarski papir pri knjižnem tisku):
  - B0-1000-1414, B1, B2,... B10
- C (mape, ovojnice):
  - C0-917x1297, C1, C2,... C10
- K karton, lepenka:
  - K7-71x101, K8-81x101
- E (embalažni papir v listih in polah):
  - E0-90x126, E1-63x60

#### 1.6.5 Povezave

- [Izdelava papirne kaše in papirja](#)
- [Izdelava popirne kaše in papirja](#)
- [Ročna izdelava papirja](#)
- [Ročna izdelava papirja](#)

#### 1.7 Lastnosti in preizkušanje papirnih gradiv

- MD-machine direction (v smeri potovanja sita)
- CD- cross direction (prečno na smer potovanja sita)

- Različne lastnosti:
  - Togost, natezna trdnost, tlačna trdnost (ring crush) večje v MD
  - Žilavost (pregibanje) in odpornost proti trganju boljša prečno na vlakna!
  - Svetlost/opaciteta in koef. trenja/lepenja se spreminja po smeri!
  - Pri sušenju se papir zvije v rolice, kjer je os vzporedna z MD.
  - Poves večji v CD smeri kot pa v MD (večja togost).
  - Natezna trdnost večja v MD, % raztezka večji v CD, papir bolj elastičen v CD.
  - Bolj zanesljivo merjenje sile kot raztezka!

### 1.7.1 Gramatura

**Tabela 1:** Razdelitev papirja po gramaturi.

Kategorija papirja	gramatura [ $\text{g/m}^2$ ]
Svileni papir	10 - 40
Pisarniški papir	50 - 200
Karton	150 - 600
Lepenka	225 - 1000

### 1.7.2 Debelina

- ena od bolj pomembnih lastnosti
- pomembno vpliva na **upogibno trdnost**
- pogosto nujna majhna toleranca v tehnoloških procesih (tiskarne)
- pogosto se merijo pole papirja ne le en sam list

### 1.7.3 Gostota

- Na gostoto vpliva vrsta vlaken in kako so vlakna povezana med seboj.
- Od tega pa je odvisno več ostalih fizikalnih lastnosti:
  - stisljivost papirja (ni želena pri paketih)
  - sušenje in higroskopičnost
  - upogibna trdnost
  - trganje papirja (ločevanje vlaken)

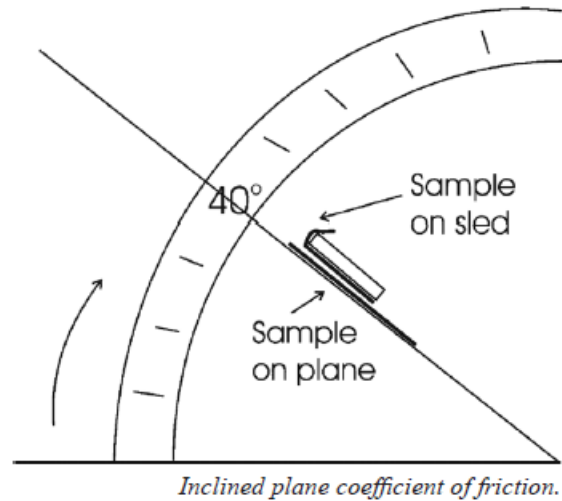
### 1.7.4 Zračna prepustnost

- pomembna pri zračnih filtrih

### 1.7.5 Hrapavost

**1.7.5.1 NALOGA: Preskus hrapavosti** Določi koeficient lepenja za MD in CD smer pisarniškega papirja

- Večji papir na ravnini, ki jo nagibamo
- Z manjšim ovijemo utež
- Dimenzije uteži 90x100 mm, masa 1300g;
- Ravnino počasi dviguje ( $1.5^\circ (\pm 0.5^\circ)$ )/sekundo
- Statični koeficient trenja (koeficient lepenja);
- Kinetični koeficient trenja: koeficient trenja ob enakomernem premikanju (drsenju) po klancu navzdol!



**Slika 10:** Preskus hrapavosti.

$$k_L = \frac{F_d}{F_x} = \frac{mg \sin(\alpha)}{mg \cos(\alpha)} = \tan(\alpha) \quad (1)$$

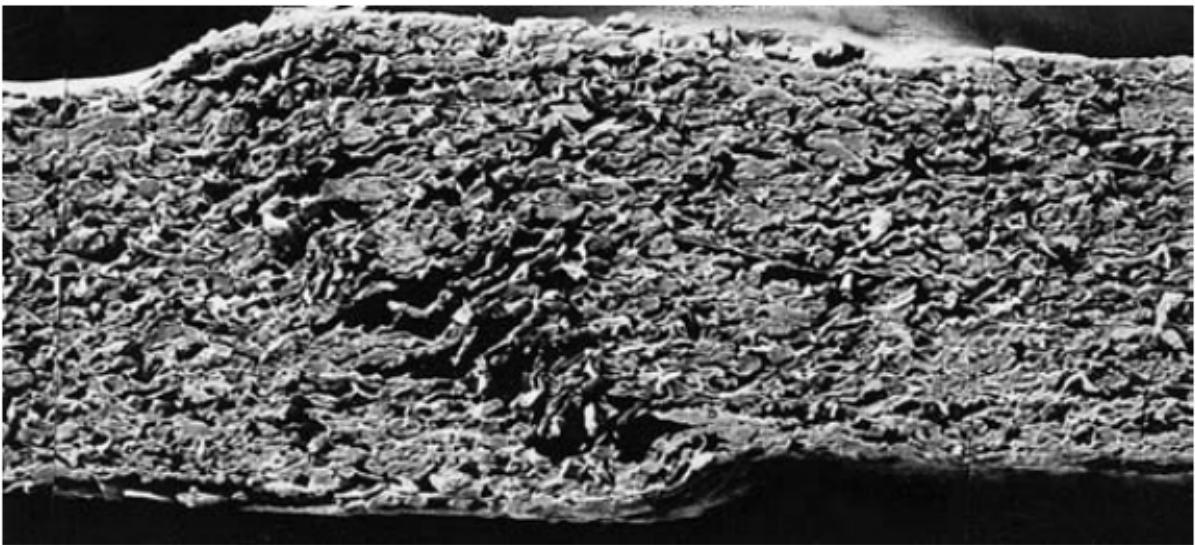


### 1.7.6 Natezna trdnost

- Preskus natezne trdnosti.
- pomembna pri načrtovanju raztržnih linij

### 1.7.7 Tlačna trdnost

- vzdolž vlaken



**Slika 11:** Primer razplastitve zaradi plačne obremenitve.

- po debelini (manj pomembno)
- obročni test
- robni test
  - Robni test kartona.
  - Obročni preskus

### 1.7.8 Odpornost trganja

- zelo pomembna lastnost papirja (zelo dobro definiran preskus)
- Odpornost trganja.
- Elmendorf-ov preskus

## 1.8 Delovni postopki ročne obdelave

- Rezanje:
  - Škarje,
  - Nož za papir, karton, lepenko
  - Sekanje
- Pregibanje:
  - Zgibanje papirja, glajenje
  - **Žlebni zgib**
  - Zarezni zgib (zarežemo na zunanji strani zgiba za 1/3 debeline)
- Lepljenje:
  - lepila na vodni osnovi (PVA)
  - na osnovi topil:
    - \* bencina, acetona (Cinaokol),
    - \* naravni kavčuk (Neostik),
  - brez topil (UHU stick)
- Vezanje v pole
  - nerazstavljivo
    - \* lepljenje
    - \* žebljanje
  - razstavljivo
    - \* šivanje
    - \* žičenje
    - \* oblikovni spoji (puzzle)

## 1.9 Profiliranje

Preveri naslednje trditve:

- Z zgibanjem papirja spremenimo odpornost profila
- Z zgibanjem papirja v profile utrdimo papirna vlakna.
- Usmerjenost vlaken v papirju ni odločilna pri obremenitvi profila.
- Papir gramature 280 g/m<sup>2</sup> je že dovolj trden za enostavne konstrukcije.
- Barva papirja ne vpliva značilno na trdnost, sta pa okrogli in kvadratni profil ustrezno močnejša.

- Oblika profila vpliva na funkcionalnost izdelka in s tem na uporabo.
- Za zaključek papirne vložne mape uporabimo U-profil, medtem ko pri gradnji papirnega mostu je bolj primeren L-profil.
- Z žlebnim zgibom navadno vlakna značilno oslabimo, da naredimo pravilen rob.