

Ecodesign-ul ambalajelor pentru alimente

Unit 9: ambalaje din hârtie și carton

Gabi Mustatea, ph. D. gabi.mustatea@bioresurse.ro

Gabriel Laslu, Dipl.-Ing. (IDT1), gabriel.laslu@gmail.com



9.1 Definiții, clasificare, utilizare.	1
9.2 Eco-proiectare pentru recuperarea și reciclarea hârtiei și cartonului.	4
9.3 Tehnologii pentru ambalajele din hârtie și carton	7



După însușirea acestei unități, studentul va fi capabil să:

- Obiectiv 1: Să cunoască principalele tipuri de hârtie și carton folosite la ambalajele alimentare;
- Obiectiv 2: Să-și însușească importanța și posibilitățile de reciclare, reutilizare ale deșeurilor din hârtie și carton;
- Obiectiv 3: Să cunoască bazele tehnologiilor de obținere a ambalajelor din hârtie și carton;
- Obiectiv 4: Să poată folosi cunoștințele de proiectare a ambalajelor din plastic în activitatea curentă de eco-proiectare.



9.1 Definiții, clasificare, utilizare.

Hârtia și cartonul sunt materiale în formă de foaie, din fibre celulozice inter - țesute. Aceste materiale pot fi tipărite. Au proprietăți fizice care le permit să fie produse ambalaje flexibile sau rigide prin, tăierea, încrețirea, plierea, formarea, lipirea etc. Există multe tipuri diferite din hârtie și carton. Acestea variază ca aspect, rezistență și alte proprietăți în funcție de tipul (tipurile) și cantitatea de fibre utilizată și de modul în care fibrele sunt prelucrate la fabricarea hârtiei și cartonului. Deși cele mai căutate materiale celulozice pentru fabricarea hârtiei sunt pulpa lemnoasă a unor specii de arbori de esență moale, în special cea a coniferelor, datorită existenței fibrelor de celuloză în structura multor plante, de la ierburi până la arbori, se pot folosi și multe alte fibre, așa cum ar fi cele ale plantelor de bumbac, in, cânepă sau orez.

Cantitatea de fibre este exprimată prin masa de fibre pe unitatea de suprafață (grame pe metru pătrat, g / m²), grosimea (microni, 1 μm = 0,001 mm, puncte (1 punct = 0.001 inch) și aspectul (culoare) și finisarea suprafeței. Cartonul este mai gros decât hârtia și are o greutate mai mare pe unitatea de suprafață. Hârtia peste 200 g / m² este definită de ISO, carton. Cu toate acestea, unele produse sunt cunoscute sub denumirea de carton chiar dacă sunt fabricate cu gramaj mai mic de 200 g / m².

Hârtia:

Avantaje

- material ușor
- poate fi îndoită și lipită
- bună flexibilitate, nu este casantă
- excelent substrat pentru tipărire
- poate fi rezistentă la grăsimi
- absorb lichidele și vaporii
- poate fi ruptă/sfâșiată cu ușurință

Dezavantaje

- slabe proprietăți de barieră (fără acoperire sau laminare)
- slabe proprietăți mecanice (mai ales după umezire)

Tipuri de hârtie utilizată în domeniul ambalajelor:

- hârtie netratată pentru ambalaje inferioare nerezistente
- hârtie cu conținut de fibre sintetice
- hârtie tratată chimic pentru ambalaje (hârtie cerată, lăcuită)



- hârtie acoperită cu aluminiu, celofan, polietilenă

Cartonul

Tipuri de carton utilizate pentru ambalaje:

- carton stratificat cu ceară, LDPE sau compuși de adaos în compoziție care duc la creșterea proprietăților de barieră
- carton duplex (obișnuit) pentru ambalaje imprimate prin offset (Material celulozic cu o fata gri si o fata alba. Capacitate buna de prelucrare. In urma tăierii laser cantul rămâne carbonizat, maro închis).
- carton triplex pentru ambalaje de transport, prezintă rezistență mare la plesnire
- carton ondulat, cu rezistență mecanică și elasticitate bună, protecție mecanică folosit mai ales pentru ambalaje secundare și terțiare. (Vezi și UNIT V, 5.2.1)

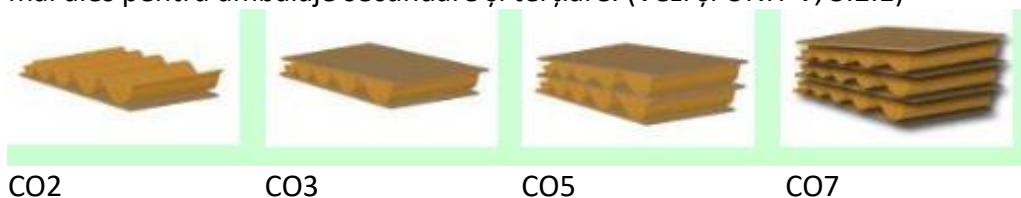


Fig 1 Tipuri de carton

<http://www.tsocm.pub.ro/educatie/cepa/Ambalaje%20-%20CEPA%20-%20Curs%202.pdf>

Avantajele ambalajelor din carton ondulat:

- materialul cel mai ieftin ca barieră la lumină este cartonul.
- bună protecție mecanică a produselor
- au un aspect plăcut și pot fi imprimate personalizat
- greutate redusă
- protecție la variațiile de temperatură
- preț de producție mult inferior altor categorii de ambalaje
- se transportă pliate
- se pretează transportului paletizat
- se pot refolosi de mai multe ori
- se recuperează integral, ele fiind biodegradabile.

Exemple de ambalaje pe bază de hârtie și carton: pungi de hârtie, hârtie de ambalare, de ex. ceai și pungi cafea, plicuri, pungi, hârtie învelitoare, pungi de zahăr și făină, pungi de transport, saci de hârtie multistrat, cutii de carton pliabile și cutii rigide, ambalaje din carton ondulat (cutii de transport), tuburi și recipiente din hârtie, ambalarea lichidelor,



recipiente formate, etichete, benzi de etanșare, materiale de amortizare, capace de etanșare (membrane de etanșare) și diafragme.



Tuburi din hârtie
<http://www.tinkoff.ro/>



Ambalaje din hârtie <http://www.greif.com>



Fig.2 Ambalaje din hârtie și carton <http://benecopackaging.com/products/>

Hârtia și cartonul pot, dobândi proprietăți de barieră și funcționalități extinse cum ar fi sudarea la cald pentru ambalarea lichidelor, prin acoperire și laminare cu materiale plastice, cum ar fi polietilenă (PE), polipropilenă (PP), polietilena tereftalată (PET sau PETE) și alcool etilen vinilic (EVOH) și cu folie de aluminiu, ceară și alte tratamente. Ambalajele fabricate exclusiv din carton pot oferi o gamă largă de proprietăți de barieră prin acoperirea cu o peliculă sigilată la cald, cum ar fi clorura de poliviniliden (PVdC) acoperită cu polipropilenă (OPP sau BOPP) sau o celuloză regenerată acoperită în mod similar.

Funcțiile straturilor care alcătuiesc materialul de ambalaj din care se confecționează cartoanele obișnuite sunt următoarele:

- stratul exterior de polietilenă (LDPE) protejează imprimarea (stratul de cerneală) și permite clapelor ambalajului să fie sudate;
- hârtia albită este suportul pentru imprimare;
- hârtia nealbită (kraft), oferă ambalajului rigiditatea mecanică necesară;



- stratul de polietilenă interior asigură proprietăți barieră față de lichide și permite confecționarea efectivă a ambalajului prin îmbinarea marginilor prin termosudare.

Cartoane aseptice

Au fost evidențiate următoarele aspecte pozitive pentru ambalajele confecționate din materiale complexe pe bază de carton cu folie de aluminiu încorporată în structură:

- produsele ambalate aseptice pot fi depozitate la temperatura mediului ambiant fără afectarea caracteristicilor de calitate și fără a pierde în greutate;
- concentrația oxigenului din cartoane aseptice rămâne aproape neschimbată, circa 1 ppm, în timp ce, în cartoane obișnuite produsul este saturat cu oxigen după câteva zile (8-9 ppm).
- aroma produselor se păstrează mult mai bine la ambalare în cartoane aseptice față de ambalarea în cartoane obișnuite întrucât acestea din urmă sunt mai permeabile la gaze.¹

9.2 Eco-proiectare pentru recuperarea și reciclarea hârtiei și cartonului.

Eco-proiectarea ambalajelor din carton a fost prezentată în UNIT V punctul 5.3.

Deși punctul se referă la eco-proiectarea ambalajelor logistice, totuși procedurile și programele de proiectare prezentate sunt folosite și pentru ambalajele din hârtie și carton primare.

Ambalajele din hârtie sunt o sursă prea valoroasă pentru a se pierde. Creșterea gradului de reciclare și compostabilitate ale ambalajului din hârtie înseamnă că este mai probabil să se recupereze efectiv și să fie utilizate în cicluri biologice și / sau industriale închise acesta fiind o măsură de dezvoltare durabilă în domeniul ambalajelor. Designerii joacă un rol esențial în recuperarea ulterioară a ambalajelor. Deși nu există nicio îndoială că ambalajul trebuie proiectat astfel încât să respecte performanțele stricte, siguranța și criteriile de cost, designerii ar trebui să ridice reciclabilitatea la același nivel de importanță cu acestea, în cadrul companiei lor.

Declarația europeană a reciclării hârtiei - EUROPEAN DECLARATION ON PAPER RECYCLING 2016-2020 acoperă toate produsele din hârtie și carton, la ea iau parte cele 28 state membre UE plus Elveția și Norvegia. Ele vor întocmi statistici anuale ale consumului de hârtie și carton precum și al cantităților reciclate. Declarația dorește să

¹ LILIANA GÎTIN, AMBALAJE ȘI DESIGN ÎN INDUSTRIA ALIMENTARĂ, UNIVERSITATEA DUNĂREA DE JOS DIN GALAȚI - 2010



asigure măsuri complementare proiectate să asigure un lanț sustenabil de protecția mediului pentru hârtie și o bună comunicare între părțile interesate.

Mai jos este prezentat graficul reciclării hârtiei în Europa pentru 1991-2015.

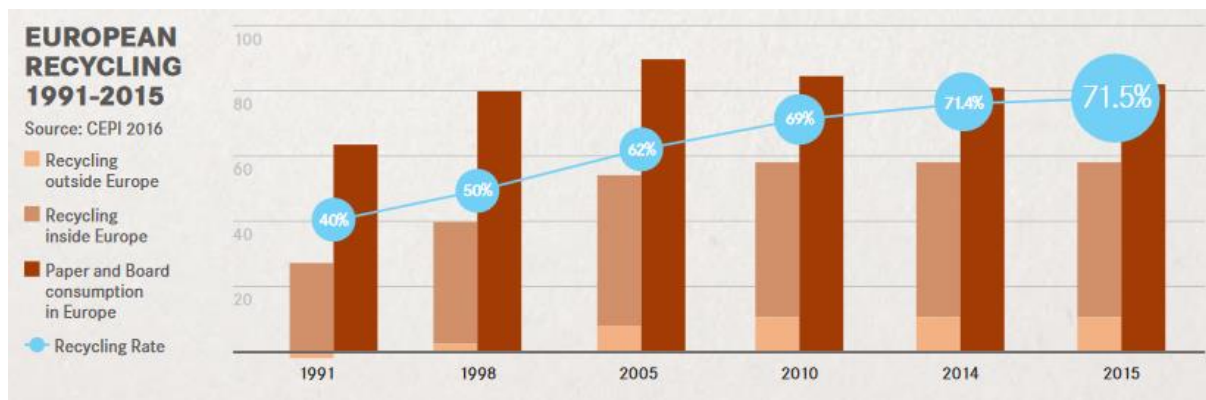


Fig 3 Graficul reciclării hârtiei și cartonului în UE [http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/recycling/2017/European Declaration Paper Recycling 20170410_compressed.pdf](http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/recycling/2017/European%20Declaration%20Paper%20Recycling%2020170410_compressed.pdf)

Printre obiectivele și țintele Declarației se află:

- Referitoare la deșuri din hârtie
 - Până în 2020, ar trebui să existe o interdicție pentru depozitarea la groapa de gunoi a hârtiei reciclabile .
 - Trebuie implementată ierarhia deșeurilor, inclusiv pentru obținerea de energie din deșuri și pentru energia din regenerabile.

- Referitor la colectarea deșeurilor: Deșeurile colectate amestecat s-au dovedit a fi mai puțin eficiente privind calitatea și costul procesului complet de reciclare al hârtiei, comparativ cu colectarea separată a hârtiei provocând riscul unei recuperări mai mici. Comisia Europeană trebuie să ia măsuri împotriva țărilor în care colectarea selectivă a deșeurilor nu este realizată.

- Referitor la Eco-design se convine să fie excluse materialele cunoscute ca fiind cancerigene, mutagene sau toxice pentru reproducere, de asemenea adezivii și cernelurile periculoase conform www.paperforrecycling.eu/publications .

- De asemenea, privitor la prevenirea formării deșeurilor: să se aibă în vedere reducerea cantității de deșuri inclusiv prin reducerea masei produsului, reutilizarea unor ambalaje sau extinderea duratei lor de viață, reducerea impactului de mediu al deșeurilor generate, reducerea substanțelor dăunătoare și periculoase în materiale și produse.



Informațiile comunicate de furnizorii materialelor folosite, pentru producerea cartonului ondulat, arată că acestea nu includ substanțe interzise. Straturile de hârtie sunt lipite cu adeziv fabricat din amidon care este produs din surse vegetale. În mod ideal, ciclul de viață total pentru materialele din carton ondulat include totul, de la producția de fibre până la reciclarea de mai multe ori și, în final, când acesta devine un deșeu.

Epuizarea resurselor abiotice (materii prime, resurse energetice) este cel mai mare impact asupra mediului cauzat de utilizarea pulpei regenerabile de lemn ca materie primă. Cartonul este unul dintre cele mai reciclate materiale din întreaga lume. Materialele din carton ondulat sunt biodegradabile și necesită mult spațiu de depozitare. Este o risipă de bani pentru a trimite o cutie de carton la un depozit de deșuri.

Atunci când produsele biodegradabile sunt expuse în natură, inclusiv oxigen și umiditate, ele se descompun relativ eficient. Cartonul (fără ceară) – se descompune natural în 3 luni (presupunând o cantitate adecvată de oxigen și umiditate). (Ecolife, 2011).

Panoul ondulat poate conține o cantitate foarte mică de plumb. Acest lucru se datorează faptului că acesta este adesea imprimat cu cerneală cu plumb, și datorită poluării cumulate din mediul ambiant. Plumbul din ambalaje sau din componentele acestuia nu trebuie să depășească 0,01% din masa ambalajului. Există aproape întotdeauna unele tipăriți în cutie, de exemplu marcajul de reciclare este obligatoriu. Plumbul poate fi evitat dacă pentru marcarea este folosită perforarea. Perforarea însă necesită tehnologie adecvată care nu există la toți furnizorii. Tehnica de perforare nu poate fi utilizată, deci, pentru toate articolele de ambalare.

Concepția actuală a containerului Nokia Siemens Networks cuprinde o cutie din două părți, o parte interioară și una exterioară separate. Greutatea totală ar putea fi redusă prin combinarea celor două părți. Structurile cu două piese permit schimbarea casetei exterioare în timp ce cutia interioară se reutilizează. Ele permit înlocuirea cutiei exterioare dacă este murdară sau deteriorată, în timp ce partea interioară se poate reutiliza de mai multe ori.

Hârtia de reciclare nu numai că economisește energie, ci și salvează copaci, reducând cantitatea de dioxid de carbon prezentă în atmosferă.

EPA estimează că producerea unui produs de hârtie reciclată necesită doar 60% din energia necesară pentru a crea același produs din pulpa de lemn proaspăt, iar rapoartele Energy Administration Information, arată că reciclarea unei tone de hârtie poate salva 10-17 copaci ducând la salvarea pădurilor. Hârtia de reciclare necesită, de asemenea, aproximativ jumătate din apa utilizată în mod normal pentru prelucrarea hârtiei din lemn virgin². Alți autori apreciază că hârtia și cartonul se reciclează de aproximativ 10 ori, iar apele reziduale ar avea o încărcare de 3-4 ori mai mică în poluanți.

² Pirjo Honkimo, ASSESSMENT OF PACKAGING MATERIAL LIFE CYCLE, Master's thesis, Spring 2013, Degree program in Industrial Management, Oulu University of Applied Sciences



Cele mai multe scenarii incluse în studiile LCA analizate³ indică faptul că reciclarea deșeurilor de hârtie are o valoare mai mică de impact asupra mediului în comparație cu alternativele depozitării la groapa de gunoi sau incinerarea. Rezultatul este foarte clar în comparația dintre reciclare și depozitare, și mai puțin pronunțată, dar clară în comparația dintre reciclare versus incinerare.

Totuși recuperarea de 100% nu este posibilă deoarece unele caracteristici de calitate ale utilizării pulpei de lemn nu pot fi recuperate și de asemenea, deoarece după multiple reciclări fibrele se deteriorează și nu mai pot fi reciclate. De aceea, apare necesitatea continuă de a se utiliza și fibre virgine. Energia este o altă resursă majoră consumată în producerea hârtiei. De aceea este încurajată folosirea biomasei rezultată din procesul de fabricare al celulozei pentru obținerea energiei necesare producerii acesteia.

9.3 Tehnologii pentru ambalajele din hârtie și carton

a) Procesarea fibrelor

Celulele plantelor sunt alcătuite din fibre celulozice conectate. În timpul procedurii de extragere a pulpei celulozice, aceste fibre microscopice sunt separate unele de altele, iar acolo unde lanțul polimolecular a fost rupt chimic sau mecanic, suprafețele "libere" intră în contact una cu alta creând punți hidrogenate care conferă duritate, dar și elasticitate viitorului material.

Procedeul chimic

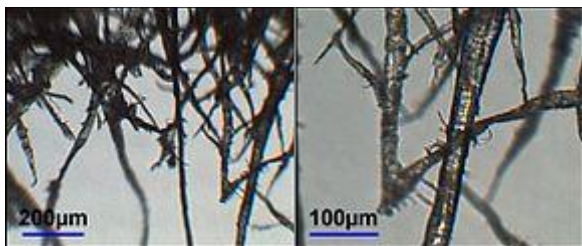


Fig. 4 Structura micro fibrelor din hârtie

b) Procedeul chimic

Este utilizat astăzi pe scară largă este un complex de tratări chimice numite Procesul Kraft. Scopul acestei tratări chimice este eliminarea structurii ligninei (din pulpa supusă procesului), care este liantul organic care menține fibrele împreună, prin folosirea unui amestec care o dizolvă. După eliminarea acesteia, fibrele rămase pot fi folosite pentru realizarea unei hârtii de culoare maroniu nedefinit, nefinisată, utilizată la realizarea de

³ European Environment Agency, Paper and cardboard — recovery or disposal, Review of life cycle assessment and cost-benefit analysis on the recovery and disposal of paper and cardboard -2005, EEA Technical report No 5/2006



pungi de hârtie sau a cutiilor din carton. Materialul brut astfel obținut poate fi folosit în continuare, printr-o purificare accentuată a ligninei rămase, conducând la obținerea pulpei de calitate superioară, pentru hârtie albă pentru scris și tipărit.

Deși procedeul chimic este mai scump decât cel mecanic, permițând o folosire de maximum 45 - 50 % din pulpa inițială, totuși este un procedeu larg folosit datorită calității produsului final și al menținerii, aproape nealterată, a lungimii inițiale a fibrelor materialului folosit, care este un factor de menținere a unor calități mecanice ridicate a hârtiei. Un alt avantaj al acestui procedeu este folosirea integrală a ligninei rezultate din proces ca și combustibil pentru încălzirea și electricitatea necesare procesului.⁴

Procesul de fabricare sulfat sau cu sulf, este procesul folosit cel mai mult în întreaga lume datorită proprietăților superioare de rezistență a celulozei și poate fi aplicat tuturor speciilor de lemn. În producerea sulfat a celulozei, efluenții emiși în apa reziduală, emisiile din aer care cuprind gaze urât mirositoare și consumul de energie sunt principalele aspecte de mediu, de interes. De asemenea, deșeurile produse la fabricație au devenit o problemă de mediu. Principalele materii prime sunt resursele (apă și lemn) și chimicalele pentru fierbere și înălbire. Emisiile în apă sunt în principal substanțe organice. Efluenții de la instalația de înălbire, unde se utilizează chimicale de înălbire ce conțin clor, conțin compuși ai clorului. Unii compuși deversați din fabrici manifestă efecte toxice asupra organismelor acvatice. Emisiile de substanțe colorate pot afecta în mod negativ speciile din mediul ambiant. Emisiile de agenți nutritivi (azot și fosfor) pot contribui la eutrofizarea⁵ apelor din mediu. Metalele extrase din lemn sunt deversate în concentrații mici dar din cauza debitelor mari cantitatea poate fi semnificativă. Reducerea semnificativă atât a substanțelor organice cu clor cât și a celor fără clor din efluentul fabricilor de celuloza poate fi obținută pe o scară largă prin măsuri în proces.

a) Procedeul mecanic

Există două procedee mecanice importante pentru fabricarea celulozei: celuloză termomecanică (Thermomechanical pulp - TMP) și pastă de lemn măcinat (Groundwood pulp - GW). În procesul TMP, lemnul este cioplit și apoi alimentat în rafinării cu abur încălzit, unde așchiile sunt stoarse și transformate în fibre între două discuri de oțel. În procesul de măcinare a lemnului, buștenii decojiți sunt alimentați în mașinile de măcinat în cazul în care sunt presate pe pietre rotative pentru a fi transformate în fibre. Pulverizarea mecanică nu îndepărtează lignina, deci randamentul este foarte ridicat, > 95%, totuși determină ca hârtia astfel produsă să devină galbenă și să devină fragilă în timp. Prin procedeul mecanic se obțin fibre destul de scurte, producând astfel hârtie de calitate slabă. Deși sunt necesare cantități mari de energie electrică pentru producerea celulozei mecanic, aceasta costă mai puțin decât celuloza produsă chimic.⁶

⁴ <https://ro.wikipedia.org/wiki/H%C3%A2rtie>

⁵ Proces natural sau artificial de îmbogățire cu materii organice și cu substanțe nutritive (nitrați, fosfați etc.) a apelor lacurilor și a bălților. Prin acțiunea sa pe termen lung, acest fenomen face ca apele să fie din ce în ce mai sărace în oxigen, distrugând în final fauna acvatică (pești etc.)

⁶ <https://en.wikipedia.org/wiki/Paper>



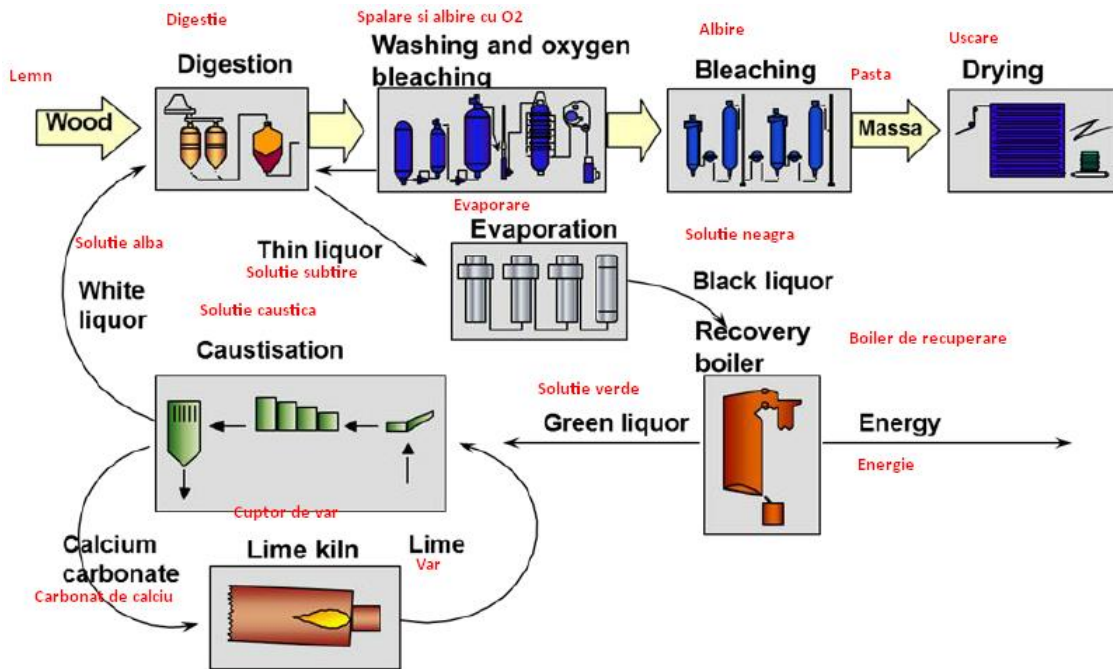


Fig. 5 Schema procedului chimic după: https://www.researchgate.net/figure/272121953_fig6_Figure-9-Overview-of-the-Kraft-pulping-process-Source-Sodra-Skogsagarna-ekonomisk

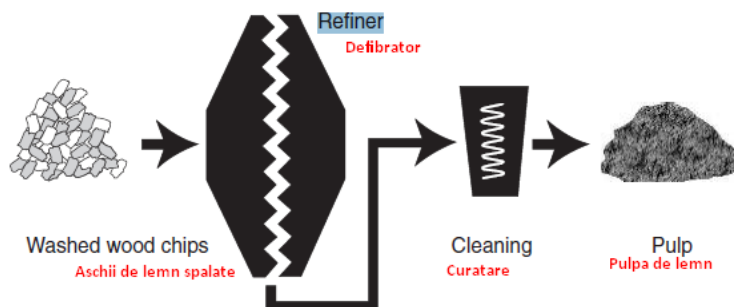


Fig 6 Schema procedului mecanic după Paper and Paperboard Packaging M.J. Kirwan

Caracteristicile pulpei:

Pulpă de lemn mecanică:

- Randament ridicat de folosire a lemnului;
- Prezența ligninei face fibrele dure și rigide;
- Grad limitat de consolidare a fibrelor în pulpă rezultă în hârtie cu volum mare (densitate scăzută), rigiditate la îndoire și stabilitate dimensională
- O foaie realizată exclusiv din pulpă mecanică este relativ slabă (ca rezistență), dar relativ rigidă.



Pulpă chimică:

- Păstrează lungimea fibrei
- Dezvoltă un grad ridicat de consolidare, deci, densitate mare
- Fibre flexibile și moi, deci, rezistență la îndoire, la gravare, se poate ștanța
- Albire ridicată, lucioasă și luminoasă, cu stabilitate ridicată
- Purăritate ridicată, miros bun și protecție la infectare.

Celuloza de-impregnată

Procesele de reciclare a hârtiei pot utiliza pulpă produsă chimic sau mecanic; amestecând-o cu apă și acționând mecanic, legăturile de hidrogen din hârtie pot fi rupte și fibrele separate din nou. Majoritatea hârtiei reciclate conține o proporție de fibre virgine din motive de calitate; în general, pulpa de lemn de-impregnată este de aceeași calitate sau mai mică decât cea componentă a hârtiei colectate din care a fost obținută.

Deșeurile reciclate se pot clasifica astfel:

Deșeuri interne - Acestea includ orice hârtie care nu îndeplinește standardul sau de calitate inferioară realizată în interiorul fabricii de hârtie, care apoi este reintrodusă în fabricația hârtiei. Această hârtie, nu este clasificată ca celuloză reciclată, însă majoritatea fabricilor de hârtie își refoloseau propriile deșeuri de celuloză cu mult înainte ca reciclarea să devină populară.

Deșeuri pre consum - acestea sunt deșeuri provenite din decupări și prelucrări al hârtiei produse în fabrică, sunt generate în afara fabricii de hârtie și ar putea merge la depozitul de deșeuri și sunt o adevărată sursă de fibre reciclate; sunt deșeuri produse la consumatorii care prelucrează hârtia cumpărată de la fabrica de hârtie (hârtie tipărită, dar care nu a atins destinația finală prevăzută, cum ar fi deșeurile de la imprimante și publicațiile nevândute).

Deșeuri post consum - Este hârtia care a fost utilizată pentru destinația sa finală și include deșeuri de ambalaje, de birou, reviste și ziare. Deoarece marea majoritate a acestor materiale au fost tipărite - fie digital, fie prin mijloace mai convenționale, cum ar fi litografia sau rotogravura - acestea se vor recicla ca hârtie imprimată sau vor trece mai întâi printr-un proces de decalcifiere.

Hârtiile reciclate pot fi fabricate din materiale 100% reciclate sau amestecate cu pulpă lemnoasă virgină și, ele nu sunt (în general) atât de rezistente și nici de lucioase ca hârtiile fabricate din pulpă de lemn virgină.

b) Obținerea hârtiei din pulpă



Pregătirea pastei de hârtie

Dacă pulpa este cumpărată în balot, este mai întâi dispersată în apă într-un dispozitiv hidraulic de măcinare denumit și „holendru” (hydrapulper). Toate pulpa, inclusiv pulpa care vine direct din instalațiile de preparare fără uscare, este apoi tratată pentru a o pregăti să fie utilizată în mașina de hârtie sau carton. Întărirea fibrei întretesute poate fi sporită prin prelucrare mecanică în prezența apei, în care structura de suprafață a fibrei se modifică prin umflarea fibrei în apă și creșterea suprafeței acesteia. Gradul de prelucrare, care influențează și rata de drenare la următoarea etapă de fabricație, este ajustată pentru a se potrivi cu proprietățile dorite ale produsului din hârtie sau carton. Aditivii, cum ar fi alaunul sau rășinile sintetice, sunt utilizate pentru a spori rezistența la apă a fibrei. Pentru a face produsul mai hidrofug, se pot adăuga rășini rezistente la umezeală. Pot fi adăugați în acest stadiu pentru a crește albirea și luminozitatea, agenți fluorescenți de albire (Fluorescent whitening agents-FWA), cunoscuți și ca agenți optici de strălucire (optical brightening agents-OBA)⁷.

Formarea foilor de hârtie

Fibra în suspensie de apă, aproximativ 2% fibră și 98% apă, se formează într-un strat uniform. Această operație se face pentru obținerea hârtiei sub formă de bandă continuă. Obținerea propriu-zisă a hârtiei se face pe mașini cu sită lungă, cu sită cilindrică sau cu site combinate și constă din:

- i. turnarea pastei de hârtie pe o sită fără sfârșit cu ajutorul unor dispozitive speciale, precum și prin scuturarea continuă a sitei;
- ii. eliminarea parțială a apei din pasta de hârtie, prin dispozitive de absorbție speciale, precum și prin scuturarea continuă a sitei;
- iii. formarea benzii de hârtie, datorită împâslirii materialelor conținute de hârtie pe măsura pierderii apei;
- iv. deshidratarea benzii de hârtie prin presare și încălzire;
- v. netezirea, tăierea și eventual bobinarea hârtiei pe sul.

Mașina de hârtie este de fapt un dispozitiv mare de deshidratare. În prezent cel mai folosit design este procesul de formare Fourdrinier, în care foaia este formată pe o țesătură orizontală continuă pe care se injectează suspensia de fibre din rezervor.

Mașina de fabricat hârtie are două părți principale (vezi și anexa 1, Fig. A1):

⁷ M.J. Kirwan, Paper and Paperboard Packaging



- secțiunea umedă
- secțiunea uscată.

Secțiunea umedă conține:

- partea de pregătire (rezervorul de capăt sub presiune) (headbox), în care pasta de hârtie ce vine de la holendru este pompată sub presiune și omogenizată, se reglează consistența și se curăță de impurități.

- partea sitei în care pasta de hârtie se distribuie uniform pe sita mașinii cu ajutorul unui distribuitor (headbox) în care . În această fază, prin scurgerea apei prin sită, materialul fibros și o parte a materialului de umplere se dispun pe suprafața acestuia într-un strat subțire și uniform, formând banda de hârtie.

- partea preselor umede servește la deshidratarea prin stoarcere a benzii de hârtie; această parte a mașinii este prevăzută cu un număr variabil de valțuri.

Secțiunea uscată a mașinii se compune din:

- uscătoarele formate din cilindri de fontă goi în interior și încălziți cu aburi. Aici, hârtia ajunge la 95% substanță uscată.

- partea de finisare care are rolul să îmbunătățească netezirea hârtiei, precum și să taie marginile de hârtie. Hârtia este apoi introdusă pe bobine dacă este destinată utilizării pe prese de imprimare web sau tăiată în foi pentru alte procese de imprimare sau pentru alte scopuri.

Hârtia poate fi produsă cu o suprafață întărită pe o parte și pe cealaltă este folosit cilindrul MG pentru a produce o suprafață netedă, păstrând în același timp grosimea, dând astfel rigiditate mai mare pentru o anumită greutate dată. Se aplică uneori o soluție de amidon spre capătul secțiunii de uscare, pe una sau pe ambele fețe ale foii. Aceasta este cunoscută sub numele de suprafață de dimensionare. Îmbunătățește rezistența și finisajul foii și ancorează ferm fibrele în foaie.

Strângerea foii printr-o serie de role de oțel poate spori netezimea suprafeței și uniformitatea grosimii. Acest procedeu se numește calandrare. Hârtia poate fi calandrată la viteză mare într-un proces separat, cunoscut sub numele de super - calandrare.

Acoperiri

Acoperirile pigmentate alb sunt aplicate pe una sau pe ambele fețe ale mai multor tipuri de hârtie și carton pe mașină.

Acoperirile cuprind pigmenți minerali, cum ar fi caolină și carbonat de calciu, și lianți sintetici (adezivi) dispersați în apă. Se aplică acoperirea în exces, ea este



netezită și excesul eliminat prin mai multe tehnici⁸ - bara de măsurare, cuțitul cu aer comprimat etc (Anexa 1 fig A1.3 și A1.4).

Pot fi aplicate unul, două sau trei straturi de acoperire. Acoperirile sunt uscate prin căldură radiantă și prin trecerea foii peste cilindrii de uscare cu încălzire cu abur. Ele pot fi lustruite (lustruite) în funcție de aspectul, culoarea, netezirea, luciu și proprietățile de imprimare necesare. Materiale de acoperire pot fi aplicate off-line. În procesul de acoperire prin turnare, se toarnă o acoperire umedă pe un cilindru încălzit, cromat, foarte lustruit. Când este uscat, stratul de acoperire se separă de suprafața metalică care părește stratul de acoperire cu o netezime și luciu mare.

c) Formarea cartonului

Tehnologia fabricării cartonului este asemănătoare fabricării hârtiei. Semifabricatele fibroase pentru cartoane sunt aceleași ca și pentru hârtie, cu deosebirea că se folosesc mai multe paste mecanice din lemn și semicelulozice. Materialele de umplere, înclieiere și colorare folosite pentru cartoane sunt cele folosite și pentru fabricarea hârtiilor. Se aplică aceleași tehnologii și se folosesc utilaje asemănătoare cu cele de la fabricarea hârtiei sau mașini cu site cilindrice. Mucavaua, produs papetar cu gramaj cuprins între 500 – 750 g/m², se realizează identic cu cartonul. Finisarea cartoanelor este asemănătoare cu finisarea hârtiilor⁹.

d) Laminarea

Acest procedeu aplică un alt material funcțional sau decorativ, în foi sau în role, pe hârtie sau pe suprafața cartonului cu ajutorul unui adeziv. Exemplele sunt:

- Folie de aluminiu aplicată pe una sau pe ambele fețe, oferă o barieră pentru umezeală, aromă, gazele comune, cum ar fi oxigenul și lumina UV. Folia de aluminiu laminată pe hârtie și carton este, de asemenea, utilizată pentru contactul direct și desprinderea ușoară pentru alimentele care vor fi gătite sau reîncălzite în cuptor. Folia de aluminiu este, de asemenea, utilizată ca material decorativ, de exemplu, pe cutii de carton pentru dulciuri sau ciocolată.
- Hârtie impermeabilă laminată pe carton: rezistență bună la grăsimi, rezistență la temperatură până la 180°C pentru ambalajele de preparare / reîncălzire. În plus, dacă este rezistentă la grăsimi hârtia are un strat de desprindere și poate fi utilizată pentru ambalarea produselor lipicioase.
- Hârtie lucioasă laminată pe carton: rezistență la grăsimi pentru produsele cu conținut moderat de grăsime, cum sunt prăjiturile sau aplicații de coacere în cutie. Dacă hârtia lucioasă este colorată, nu trebuie să fie utilizată în aplicații de reîncălzire, dar pot fi utilizate calități aprobate în contact direct cu alimentele de exemplu, ciocolata.

⁸ <http://www.tciinc.com/capabilities/>

⁹ Buletin informativ Nr. 4 / 11.04.2006, www.afaceri-poligrafice.ro



Adezivii utilizați pentru laminare includ emulsii de tip PVA, pe bază de amidon, pe bază de rășină / solvent, compușii de reticulare, ceara topită sau PE în funcție de nevoile particulare de laminare. Ceara și PE îmbunătățește și bariera împotriva vaporilor de apă. Când PE este utilizată ca adeziv, procesul ar fi descris ca laminare - extrudare.

e) Extrudare și laminare cu material plastic (Vezi și Fig. A1.5)

Polietilenă (PE) - termoizolantă barieră la umiditate. Polietilena de joasă densitate (LDPE) este larg utilizată în extrudarea plasticului pentru acoperirea și laminarea hârtiei și cartonului. Atunci când PE este modificată cu EVA (etilen vinil acetat) rezultă o comportare mai ușoară la sudarea de etanșare la cald. PE de medie și înaltă densitate are o limită de temperatură mai mare, o rezistență la abraziune mai bună și proprietăți de barieră mai mari decât LDPE. Se pot acoperi una sau ambele fețe¹⁰.

Polipropilenă (PP) - termoizolantă, umiditate și barieră de grăsime. Pot rezista la temperaturi înalte la 140°C și este utilizată pentru ambalarea alimentelor care trebuie reîncălzite în cuptoare până la această temperatură. Se pot acoperi una sau ambele fețe. Polietilenă tereftalată (PET) - termoizolantă, barieră la umiditate și grăsime. Poate rezista temperaturi de până la 200°C în cuptor. Se acoperă numai pe partea care nu se imprimă.

Polimethylpentene (PMP) - umiditate și barieră de grăsime și nu poate fi sudată termic. Prin urmare, se utilizează ca foi plate, tăvi adânci și tăvi cu colțuri fixate mecanic. Se acoperă numai pe partea care nu se imprimă.

Etilen vinil alcool (EVOH) și poliamidă (PA) - termoizolabile, barieră la grăsimi, oxigen și lumină. EVOH este sensibil la umiditate și trebuie să fie așezat între materiale hidrofobe, cum este PE. Poate fi folosit ca alternativă nemetalică la stratul de folie de aluminiu.

Rășină ionomerică (Surlyn®R), o poliolefină cu rezistență ridicată la grăsimi, inclusiv uleiuri esențiale din citrice și la umiditate cu proprietăți de etanșare foarte bune, este utilizată ca strat de legătură pe folia de aluminiu atunci când se aplică PE pe folie.

Straturile de extrudare bioplastice sunt acum disponibile ca o alternativă la PE. Acest material pe bază de amidon este durabil și respectă standardul EN13432 pentru compostabilitate. Procesul de extrudare este adesea extins pentru a include laminarea prin extrudare astfel încât o structură, cum ar fi hârtia sau cartonul / PE / folia de aluminiu / PE, pot fi produse într-o singură operațiune pe mașină cu două unități de extrudare.

f) Imprimare și vopsire

Se folosesc toate procesele principale de imprimare - gravură, flexografie, tipărire, ecran de mătase și litografie. Hârtia și cartonul pot fi tipărite și prin procesul digital.

Alegerea este influențată de nevoile aspectului și performanței (funcționale) și aspectele comerciale, cum ar fi dimensiunea comenzii, timpul de livrare și prețul.

¹⁰ M.J. Kirwan, Paper and Paperboard Packaging



Cernelurile și lacurile pot fi cele descrise ca fiind tradiționale pentru procesul în cauză, pe bază de pigment, rășină și vehicul. Vehiculul, care transportă pigmentul și rășina din rezervor spre substrat pe placa de imprimare, rulu de preluare a lacului etc., poate fi un solvent organic, apă sau un ulei de uscare. Pentru unele procese, pigmentii sunt înlocuiți cu coloranți. În ultimii ani, cernelurile și lacurile conservate prin radiații UV au devenit, de asemenea, populare și aceste materiale sunt extrem de inerte. Acestea oferă rezistență bună la frecare în condiții umede și uscate și sunt rezistente la absorbția produsului. Cernelurile conțin pigmenți, rășini reticulate și a foto-inițiator; ele sunt 100% solide și sunt uscate imediat după imprimare.

Cerințele funcționale includ respectarea standardelor de culoare, rezistența la lumină, rezistența la frecare, tipărirea la imprimare și imprimarea pe ambalaj și stabilitatea în condițiile de utilizare.

Pentru unele produse alimentare, în care imprimarea se află în imediata apropiere a alimentului, de ex. ciocolată, este important să nu existe solvenți reziduali din cerneluri și lacuri sau orice altă interacțiune între imprimare și produs care afectează produsul alimentar.

g) Formarea 3D¹¹

În prezent, există două tipuri de procese de formare pentru carton pentru uz comercial: ștanțare (presare tavă, formare prin presare) pentru producția de tăvi și plăci, precum și de tipul Multivac® (formarea cu aer cu vid prin termoformare) a procesului de producere a tăvilor etanșabile pentru brânzeturi tăiate felii. Tehnologiile apărute în formarea hârtiei cuprind: profilare, hidroformare și presare la cald (ștanțare cu un semifabricat (blank) fix) procesele industriale și de formare pot fi clasificate după cum se arată în Fig 7

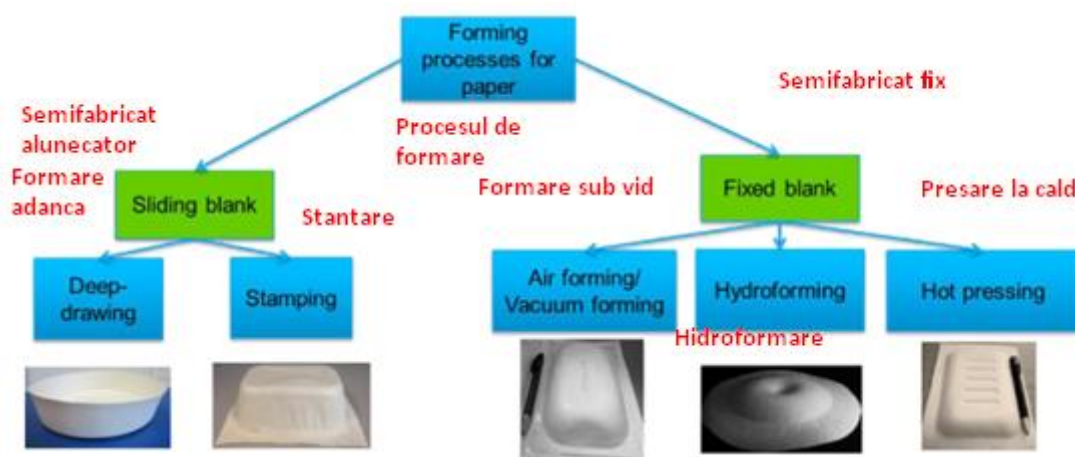


Fig 7 Formare 3 D

De obicei, mașinile industriale de ștanțare au mai multe unități, începând cu un alimentator; următoarea unitate este matrița de tăiere și unitatea de tăiere în care

¹¹ Alexey Vishtal, Formability of paper and its improvement, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd



cartonul este tăiat în semifabricate și respectiv se fac linii de crestare; și în final, ștanța, unde semifabricatele sunt formate cu ajutorul poansonelor acționate electromecanic sau hidrodinamic.

Formarea adâncă și fixă sunt prezentate în anexa 1, fig A1.6, Fig A1.7. Formarea adâncă se efectuează între poanson și cavitatea de formare, în timp ce contra - poansonul, poate fi prezentat ca un suport sau utilizat pentru imprimarea părții de jos a formei. Principala diferență între procesele de formare a semifabricatelor fixe și cele alunecătoare este modul de deformare al hârtiei. În procesul cu semifabricat fix, deformarea în întindere predomină asupra deformării compresive. Procedul de formare a semifabricatelor fixe produce forme care sunt restrânse în adâncime (2-3 cm maxim în funcție de razele de curbură), dar cu muchii netede și uniforme și forme precise, pot fi sigilate cu filme de barieră.



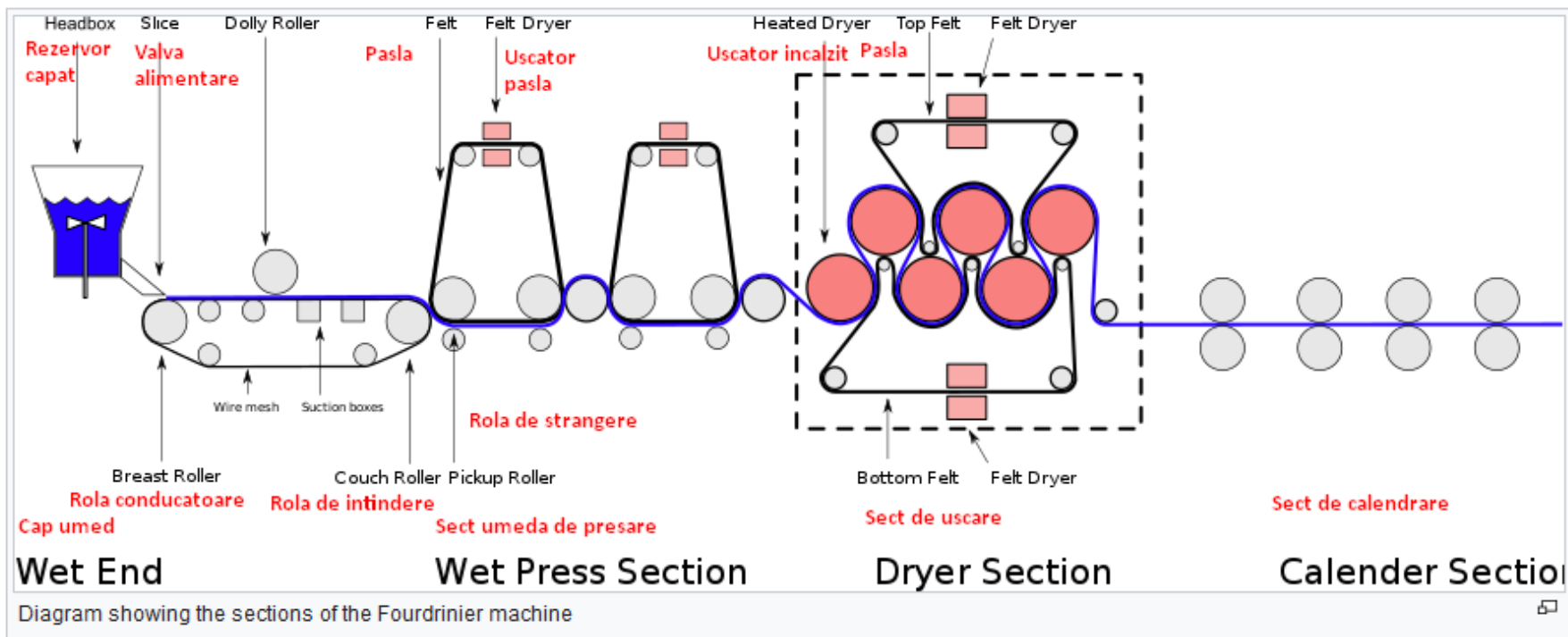


Fig A1.1 Mașina de hârtie tip Fourdrinier https://en.wikipedia.org/wiki/Paper_machine



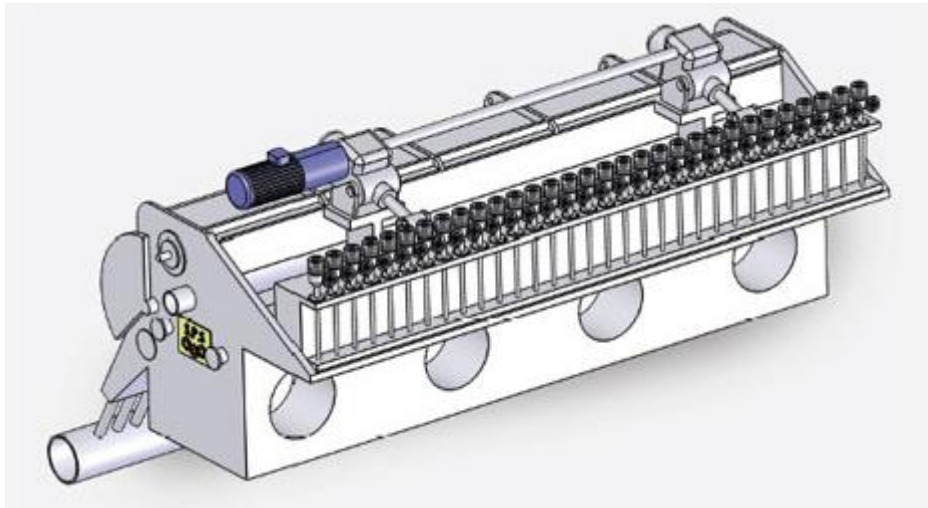


Fig A1.2 Headbox de la (Shimi Pajouhesh Sanat) <http://sps-co.com/products/prodset02/p2.asp>

Technical Information :

Calitatea hartiei	Paper grades	GSM	40 ~170
Consistenta pulpei intrate	Pulp inlet consistency	%	0.5- 1.0
Viteza	Velocity	m/min	Up to 350
Deschidere	Deckle size	mm	up to 2800
Ajustarea ajutorului	Slice lips adjustment	Prin valve pneumatice	By air valves
Material	Material of construction	Inox	Stainless steel



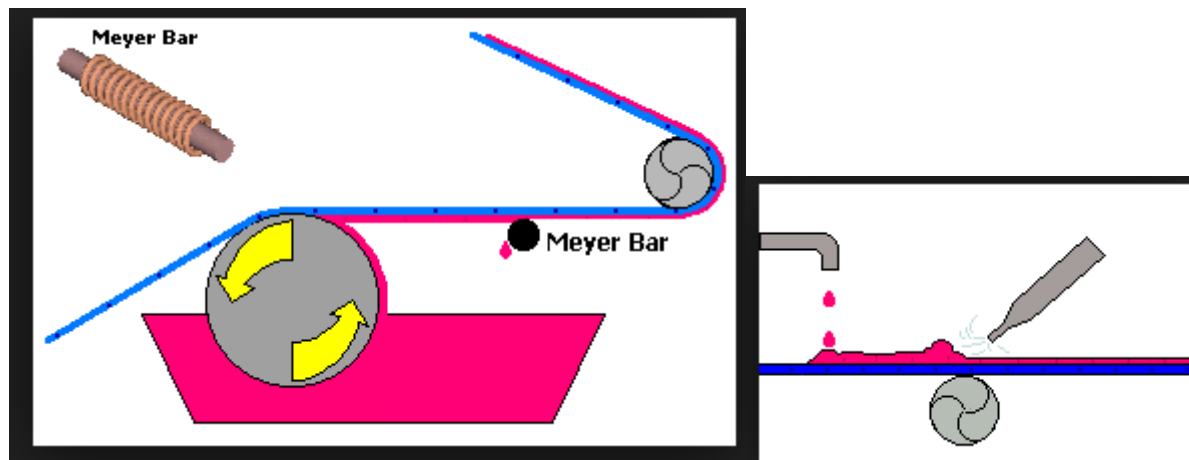


Fig A1.3 Bara de măsurare (metering / Meyer bar) Fig A1.4 Cuțit cu aer (Air Knife Coating) după <http://www.tciinc.com/capabilities/>

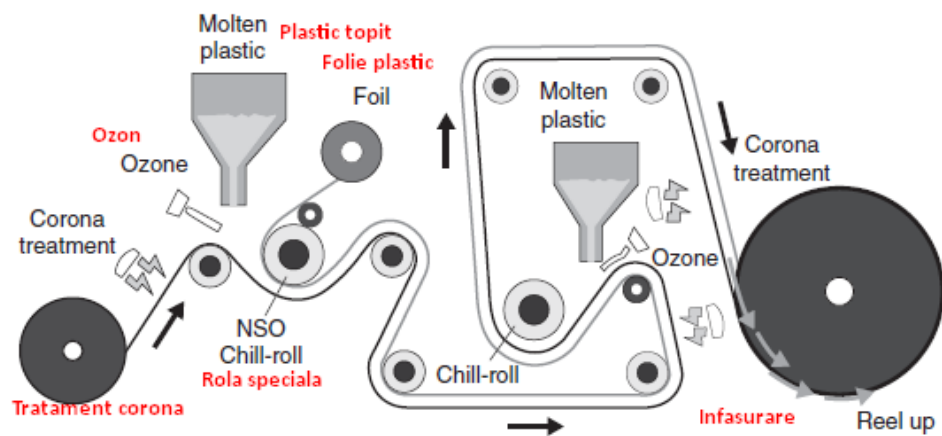
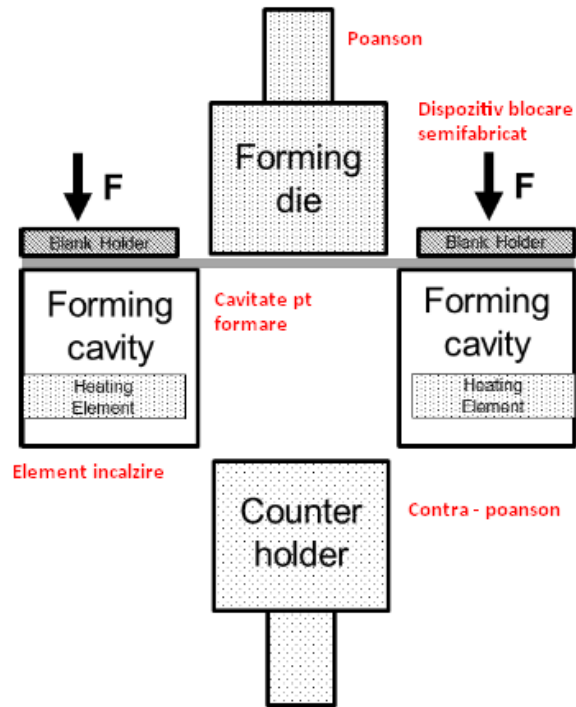


Fig A1.5 Procesul de extrudare și extrudare - laminare



Fig A 1.6 Formare 3D adâncă (deep-drawing process)



Hidroformare (hydroforming), B Formare prin presare la cald (hot pressing), C Formare cu aer comprimat (air forming)

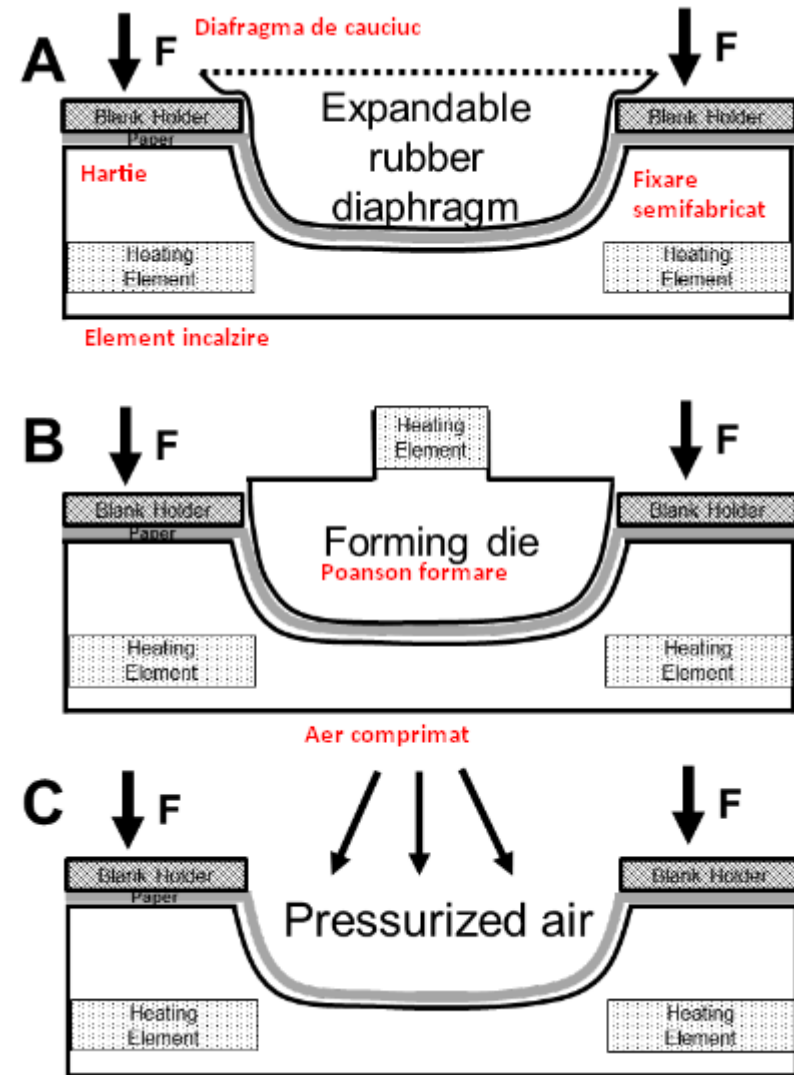


Fig A1.7 Formare cu fixarea semifabricatului (fixed blank forming processes)

