



Ecodesign-ul ambalajelor pentru alimente

UNIT 7: Ambalaje Alimentare din Sticlă

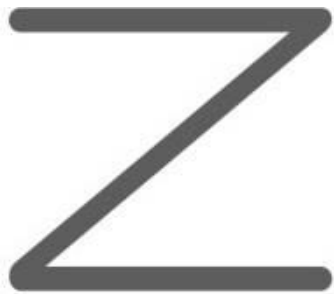
Gabi Mustatea, ph. D. gabi.mustatea@bioresurse.ro

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

7.2	Procesul tehnologic de obținere a recipientelor de sticlă	4
7.2.1	Realizarea recipientelor de sticlă	4
7.2.2	Acoperiri de suprafață	6
7.3	Ecodesign –ul recipientelor de sticlă folosite ca ambalaje	7
7.3.1	Elemente de design ale recipientelor din sticlă	7
7.3.2	Dispozitive de închidere a borcanelor	10
7.3.3	Dispozitive de închidere etanșă a buteliilor de sticlă	11
7.4	Opțiuni privind sfârșitul ciclului de viață (end of life)	13
7.4.1	Reutilizarea ambalajelor din sticlă	13
7.4.2	Sistemul de reciclare cu buclă închisă al ambalajelor de sticlă	13
7.4.3	Rezultatele unei evaluări LCA pentru recipientele de sticlă	14

După însușirea acestei unități, studentul va fi capabil să:

- Să cunoască proprietățile și procesul tehnologic al recipientelor de sticlă
- Să fie informat despre caracteristicile și posibilitățile de eco-proiectare a recipientelor de ambalare a alimentelor din sticlă.
- Să fie informat despre posibilitățile de recuperare, reciclare și despre ciclul de viață al ambalajelor din sticlă



7.1. Sticla, definiție tipuri, proprietăți.

Sticla este cunoscută și folosită de peste 4000 ani. În antichitate (Fenicia, Siria, Egipt, Roma etc.) s-au dezvoltat tehnologii de obținere a diverselor obiecte de sticlă complicate și colorate divers. Procesul de fabricare a sticlei de către marinarii fenicieni este în esență același cu cel folosit astăzi. Un amestec de nisip purificat este încălzit cu carbonat de sodiu și calciu împreună cu sulfat de sodiu. Gazele emanate ajută la amestecarea topiturii. Adăugarea de calciu este necesară pentru a face sticla insolubilă în apă - sticla de sodiu simplă este solubilă în apă și dă un lichid foarte vâscos, cunoscut sub numele de sticlă de apă (folosit drept conservant de ou în timpul celui de-al doilea război mondial).

Societatea americană de testare a materialelor (American Society for Testing Materials) a definit sticla drept "o substanță anorganică, de fuziune, care s-a răcit în stare rigidă fără a cristaliza" (ASTM, 1965). Procesul de fabricare a sticlei de către marinarii fenicieni este în esență același cu cel folosit astăzi. Un amestec de nisip purificat este încălzit la temperaturi înalte de peste 1000 °C, cu carbonat de sodiu și calciu împreună cu sulfat de sodiu. Gazele emanate ajută la amestecarea topiturii. Adăugarea de calciu este necesară pentru a face sticla insolubilă în apă - sticla de sodiu simplă este solubilă în apă și dă un lichid foarte vâscos, cunoscut sub numele de sticlă de apă (folosit drept conservant de ou în timpul celui de-al doilea război mondial).

Sticla are o structură amorfă. La răcirea amestecului indicat, sticla are o structură asemănătoare unui lichid dar vâscozitatea sa este corespunzătoare cu cea a unui solid și practic ea se comportă ca un solid. Sticla silico (60-70%) – calco (13%) – sodică (12%), este la baza fabricării marii majorități a recipientelor de ambalare a alimentelor, având cele mai ieftine materii prime, nisipul, calcarul și soda. Acestea sunt materiale naturale sustenabile. Sticla este materialul de ambalare preferat de consumatorii preocupați de propria sănătate și de mediul înconjurător. Consumatorii preferă ambalajele de sticlă pentru că păstrează gustul și mirosul alimentelor și păstrează integritatea acestora. Sticla este 100% reciclabilă și poate fi reutilizată la nesfârșit fără pierderi de calitate sau puritate.



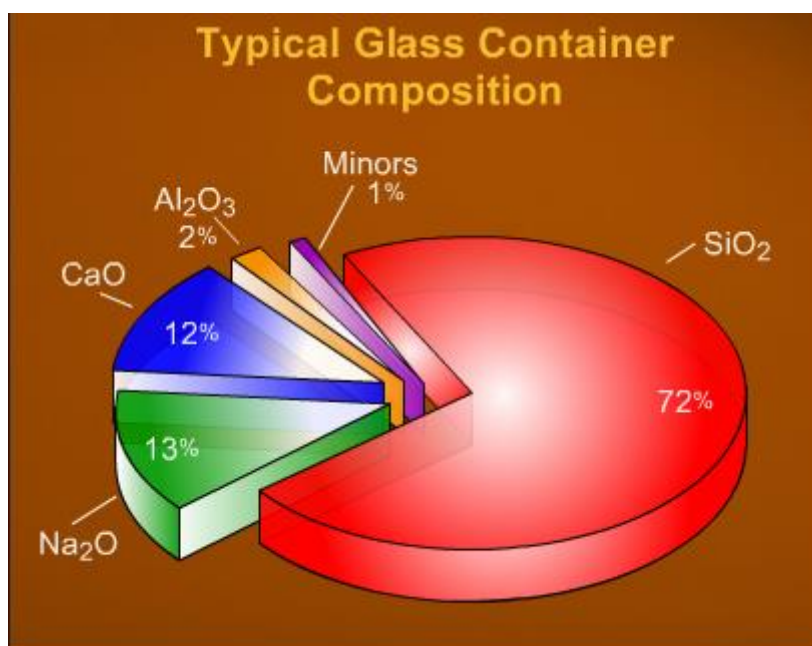


Fig. 1 Compoziția tipică a sticlei pentru recipiente alimentare. Source: Glass Packaging Institute.

Sticla este utilizată ca material de ambalaj datorită avantajelor sale: insolubilă în apă și rezistentă la acțiunea acizilor și bazelor; inertă chimic în contact cu produsele alimentare; impermeabilă la gaze, lichide, vapori, arome, microorganisme; ieftină; transparentă, permite vizualizarea produsului; ușor de curățat; rigidă.

Sticla are următoarele dezavantaje: transparență, lumina poate contribui la modificarea calității; casantă, nu rezistă la șocuri, vibrații, loviri; fragilitate, crapă sub acțiunea șocurilor termice dacă temperatura depășește domeniul 30–35 °C și de asemenea la șocuri mecanice; are o densitate relativ mare, 2500 kg/mc; necesită condiții speciale de manipulare, transport, depozitare.

În funcție de culoare, sticla se clasifică în următoarele tipuri:

- sticla incoloră (sticla albă)–se utilizează pentru confecționarea borcanelor pentru conserve de legume și fructe; buteliilor din sticlă pentru apă minerală, sucuri, băuturi răcoritoare, alcool medicinal, băuturi spirtoase; fiolelor și damigenelor;
- sticla semi - albă (albastru-galben)–butelii albastre pentru apă minerală și butelii galbene pentru vin alb;
- sticla verde deschis și verde închis–destinată confecționării de butelii pentru șampanie, vin, bere;
- sticla galben închis (chihlimbar)–se utilizează pentru confecționarea de butelii pentru bere, vin roșu;



- sticla brună - destinată confecționării de butelii pentru bere.¹

O gamă largă de alimente este ambalată în recipiente de sticlă. Exemple: cafea instant, amestecuri uscate, condimente, alimente pentru copii, produse lactate, zahăr, conserve (gemuri și marmelade), spirtoase, siropuri, fructe prelucrate, legume, pește și produse din carne, muștar și condimente etc. În aceste categorii de alimente și băuturi, produsele variază de la pulberi uscate și granule, la lichide (dintre care unele sunt carbonatate și ambalate sub presiune) și produse care sunt sterilizate termic.

7.2 Procesul tehnologic de obținere a recipientelor de sticlă

7.2.1 Realizarea recipientelor de sticlă

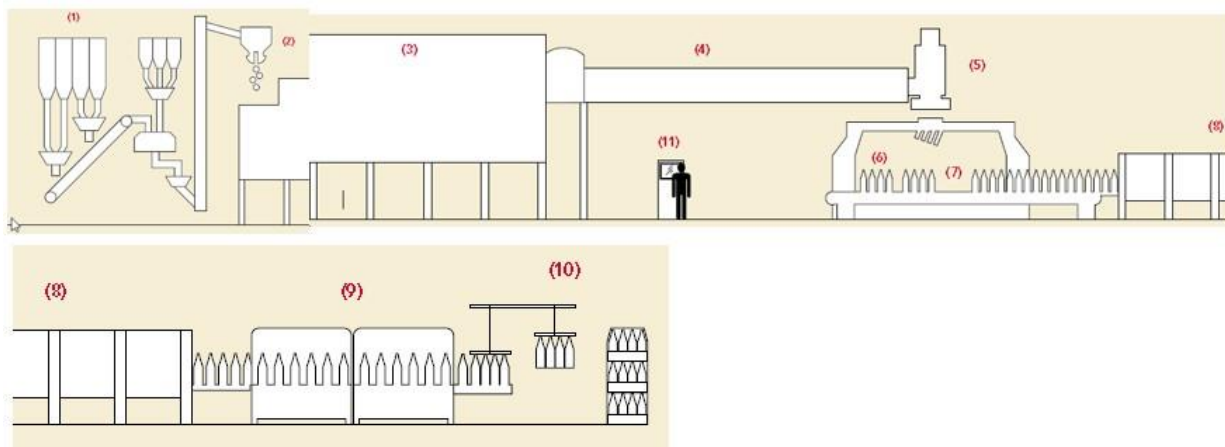


Fig.2 Procesul tehnologic al recipientelor de sticlă, conform <http://www.bucheremhartglass.com/node/22765>

1 – Instalația de stocare și de alimentare a materiei prime, 2 - dozatorul de șarjă, 3 – cuptorul de topire, 4 – creuzet de condiționare (transport și încălzire uniformă) a sticlei topite, 5 – alimentator cu piston, 6 – formarea recipientului, 7 – depozitare, 8 – cuptorul de recoacere, 9 – control recipiente, 10 – ambalare recipiente pe paleți, 11 – control mașină

1 – Instalația de stocare și de alimentare a materiei prime, care conține cioburi de sticlă (sticlă spartă reciclată), nisip, sodă, minereuri: calcit (CaCO_3), dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) și feldspat (un silicat, minereu foarte răspândit). Cioburile sunt utilizate în proporții

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



diferite, 20-30% până la 60-90% la instalații performante. Pentru obținerea de diferite culori se adaugă oxid de fier (verde), sulfuri (ambră – culoare între galben și oranj) și cobalt (albastru), toate sunt sortate și amestecate conform formulei tehnologice, apoi transportate cu un elevator la, dozatorul de șarjă - 2 care alimentează continuu cuptorul – 3, care poate să folosească fie energie electrică, fie combustibili (gaze naturale sau derivate din petrol) pentru a încălzi șarja la 1050-1200 °C, în alte cazuri 1400-1600 °C.

Pentru economie energetică și reducerea impactului asupra mediului, la cuptoarele pe combustibil, se obișnuiește folosirea energiei gazelor arse la preîncălzirea aerului de ardere, uscarea șarjei și în alte scopuri. Sticla topită este condusă printr-unul sau mai multe creuzete 4, care sunt de fapt prelungiri ale cuptorului, prin care este condusă sticla topită și care asigură încălzirea uniformă a topiturii pe parcurs, proces ce poartă numele de condiționarea sticlei topite. Urmează formarea picăturii de sticlă în greutate, diametru și lungime, după mărimea și formatul articolului ce se intenționează a fi turnat. Pentru aceasta sticla condiționată intră într-un alimentator cu piston, 5, care o împinge în jos printr-un tub îngust la baza căruia fluxul de sticlă este tăiat formând o bucată de sticlă – picătura. În continuare, vine etapa de formare a recipientului, 6, care în mod obișnuit sunt butelii (sticle de sticlă) sau borcane. Pentru butelii procedeul este de suflare dublă, iar pentru borcane procedeul este cel de presare – suflare.

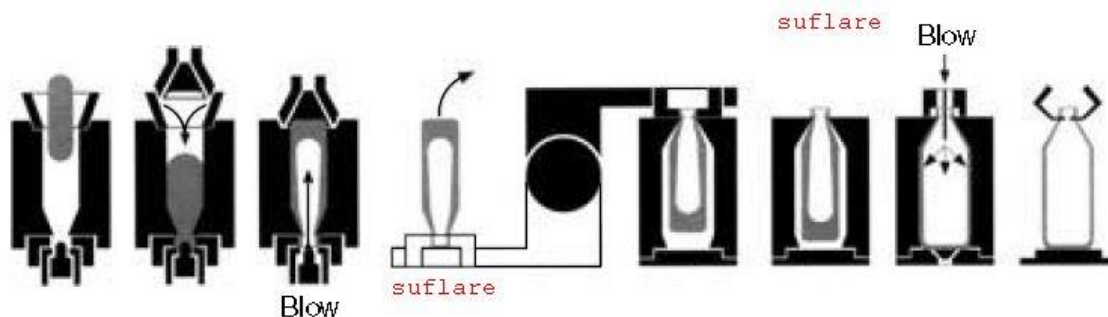


Fig. 3 Formarea buteliilor (sticlelor)



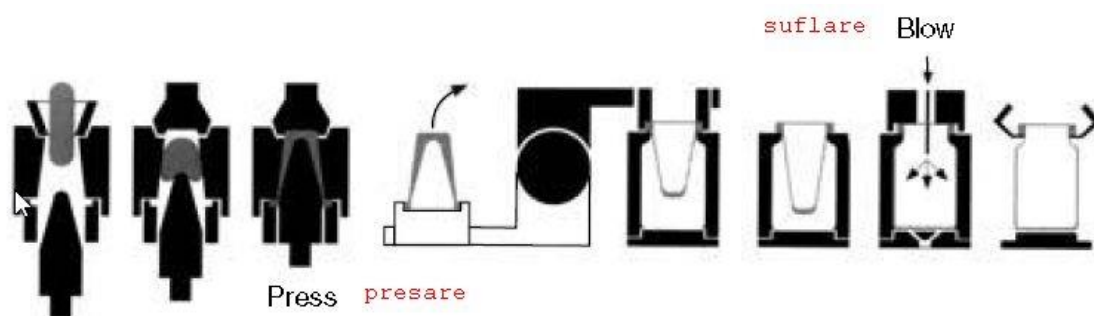


Fig. 4 Formarea borcanelor²

Linile de producție pentru recipientele din sticlă prezintă mai multe unități (sau secțiuni) care formează recipientele indicate. Se întâlnesc linii cu până la 12 secțiuni. Pe lângă producerea unui singur recipient la un moment dat (cunoscut ca producerea unei singure picături) se poate lucra cu mai multe picături simultan, realizându-se două, trei sau patru containere. După formarea completă, recipientele sunt scoase din instalație (7). Apoi, un împingător automat le transferă către o bandă transportoare. Conveierul transportă recipientele calde spre cuptorul de recoacere, (8) (annealing lehr) unde recipientele sunt reîncălzite la aproximativ 580°C și apoi răcite lent pentru detensionare. La ieșirea din cuptorul de recoacere recipientele sunt reci și pot fi inspectate (9) manual sau cu instrumente. Astăzi, dispozitive complet automatizate utilizează teste fizice și vizuale pentru a verifica dacă fiecare recipient are dimensiunea, forma și grosime potrivită. De asemenea, se verifică existența eventualelor fisuri, bule și corpuri străine cunoscute sub numele de pietre (de obicei bucățele de la materialul refractar care sa desprins). Recipientele necorespunzătoare sunt respinse. În cele din urmă, recipientele finite sunt ambalate cu atenție și plasate pe paletă sau în cutii (10) gata pentru transport la fabrica clientului, unde vor fi umplute, etichetate, sigilate și distribuite spre vânzare. Sistemul (11) controlează mașina de formare. În trecut, producția de sticlă a fost controlată pur mecanic, de către inginerii calificați care efectuau ajustări manuale. Mai târziu, au fost dezvoltate controale electronice, iar astăzi funcția de control poate fi computerizată.

7.2.2 Acoperiri de suprafață

a) Acoperiri exterioare. Foarte multe recipiente de sticlă se acoperă la exterior cu două straturi. Primul numit „strat cald” (hot end), format dintr-un oxid de staniu care

² RICHARD COLES, DEREK MCDOWELL, MARK J. KIRWAN FOOD PACKAGING TECHNOLOGY, Blackwell Publishing Ltd, 2003



se aplică după recoacere, înainte de formare. Al doilea denumit „strat rece” se aplică după formare și constă dintr-un strat de acid oleic sau ceară de polietilenă. Primul strat asigură aderența dintre sticlă și stratul rece. Stratul rece reduce frecarea între recipientele de sticlă în timpul transportului și micșorează pericolul spargerii acestora.

b) Acoperirea interioară, constă în injectarea unor săruri de sulf sau fluor, pentru reducerea alcalinității sticlei prin înlocuirea ionilor de sodiu cu ionii de hidrogen. Această acoperire se aplică rar la recipientele destinate alimentelor care au o rezistență naturală la a deveni alcaline, ea se aplică la recipientele unor băuturi, exemplu lichior, și la recipientele farmaceutice unde înlocuiesc sticla cu bor, mai scumpă.

7.3 Ecodesign –ul recipientelor de sticlă folosite ca ambalaje

7.3.1 Elemente de design ale recipientelor din sticlă

Unul dintre parametrii de proiectare care trebuie avut în vedere atunci când se uită la funcționalitatea unui container de sticlă este unghiul de înclinare; pentru un borcan cu gură largă trebuie să fie $\geq 22^\circ$ și pentru o sticlă $\geq 16^\circ$. Acești parametri indică cel mai mic grad de stabilitate pe care containerul îl poate suporta.

În fig. 5 sunt prezentate diferite forme ale ambalajelor alimentare de sticlă:



Fig. 5 Recipiente alimentare de sticlă

<http://www.commissionoceanindien.org/archives/>



În fig 6, 8, 9 sunt prezentate elementele principale ale design-ului unui borcan și al capacului său. <http://www.ehcan.com/JarsClosure.html>

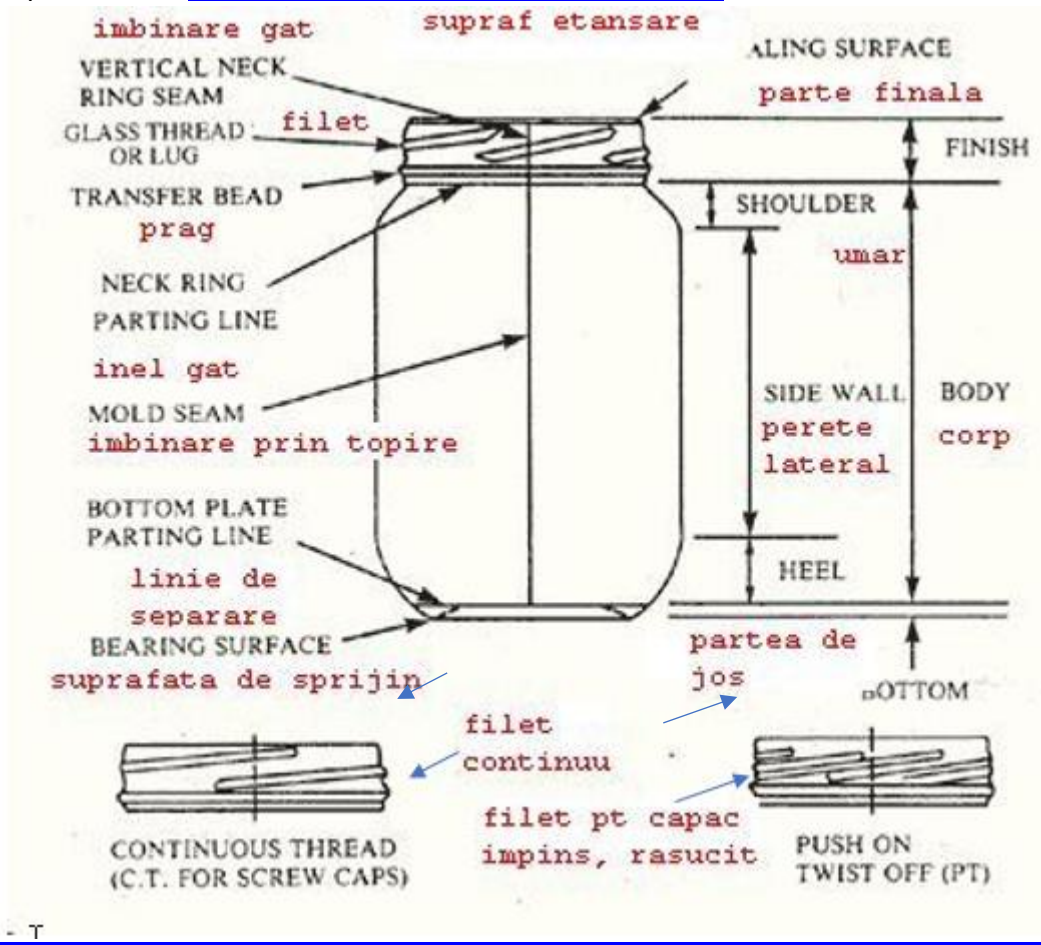


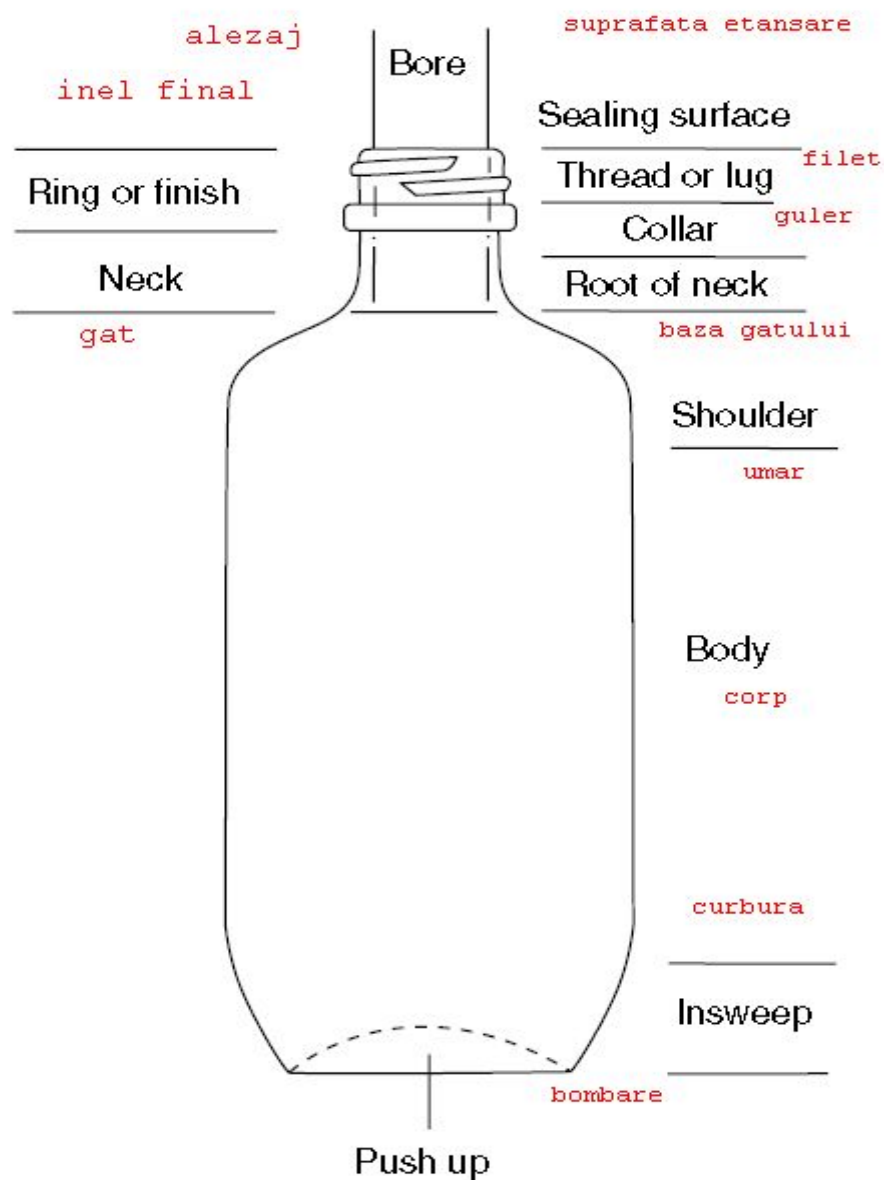
Fig 6 Elementele componente ale borcanului.

În fig. 7 sunt prezentate elementele componente al buteliei de sticlă:

Fig 7. Elementele componente ale unei butelii de sticlă. După RICHARD COLES, DEREK MCDOWELL, MARK J. KIRWAN FOOD PACKAGING TECHNOLOGY, Blackwell Publishing Ltd, 2003

Pentru etanșare cele mai comune mijloace sunt, dopul cu filet continuu (CT - Continuous-thread), dopul de plută sau înlocuitori, dopul tip coroană presată sau coroană filetată. Pentru umplere se recomandă ca diametrul tubului de umplere să fie mai mic cu 1 mm decât alezajul sticlei.





Gâtul și umerii oferă spațiu pentru expansiune termică și facilitează umplerea buteliei. Pe zona corpului sunt aplicate etichetele. Bombarea fundului este o aplicație tradițională care subliniază calitatea buteliei. Baza buteliei are o zonă plată sau curbă pe care se așază butelia în formă.



7.3.2 Dispozitive de închidere a borcanelor

a) Capace pentru alimente în vacuum (vacuum seal food closures)

Capacul pentru filet continuu fig. 8, constă dintr-o carcasă de oțel și poate avea de la trei la șase urechi, în funcție de diametru; în mod normal, conține o garnitură din plastic. Aplicarea și etanșarea - Spațiul superior al borcanului este curățat cu abur la fel ca și la celelalte moduri de închidere. Capacul se înșurubează la partea finală a borcanului. Este de dorit, în majoritatea cazurilor, ca garnitura să fie înmuiată la căldură pentru a facilita etanșarea. Atât filetul, cât și vidul creat la umplerea borcanului, țin capacul apăsat, dar cel mai important este vidul.

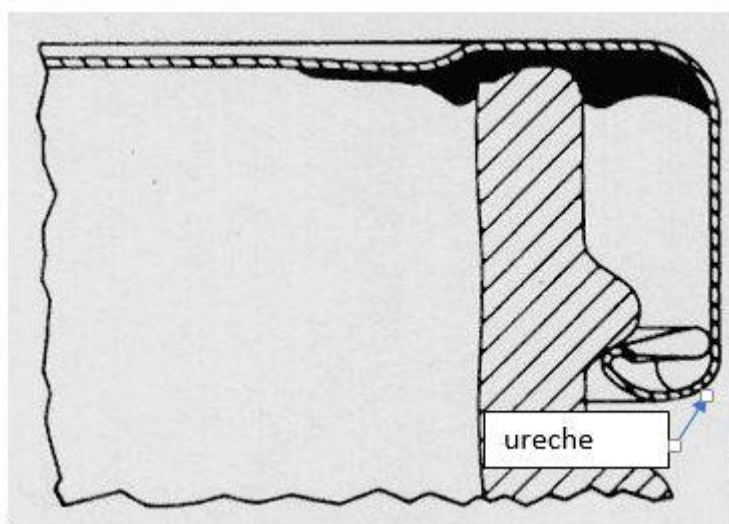


Fig. 8 Capacul borcanului cu filet continuu și strângere prin răsucire (**PT (Press-on Twist-off Cap)**)

Capacul cu deschidere prin presare și răsucire fig. 9 (PT - Press-on Twist-on Cap) este alcătuit dintr-o carcasă din oțel fără urechi. Garnitura este din plastic turnat care acoperă o zonă de etanșare care se extinde de la marginea exterioară superioară a capacului până la curbura capacului, formând etanșarea superioară primară și o garnitură secundară pe partea laterală. Cerințele de aplicare necesită pur și simplu apăsarea capacului în jos pe suprafața de sticlă după ce aburul curge peste spațiul superior. Garnitura de închidere PT trebuie să fie încălzită corespunzător înainte de aplicare. Fibrele de sticlă ale garniturii se deformează în partea laterală a capacului și permit capacului să fie blocat când este răsucit.



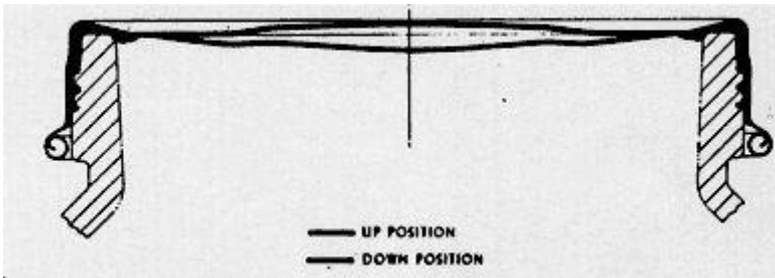


Fig. 9 Capacul cu deschidere prin presare și răsucire (PT - Press-on Twist-on Cap)

b) Alte capace de borcane

Există multe alte forme de capace, care se întâlnesc mai rar și care diferă prin modul de realizare a etanșării. În fig. 10 sunt redată câteva exemple.



Fig. 10 Diverse capace de închidere a borcanelor. . <https://sha.org/bottle/closures.htm>

7.3.3 Dispozitive de închidere etanșă a buteliilor de sticlă

Etanșarea buteliilor de sticlă (bottle closure) se realizează cu dispozitive care închid etanș butelia, care nu lasă să apară scurgeri ale conținutului buteliei, evaporări, sau contact cu aerul atmosferic. Acestea sunt:

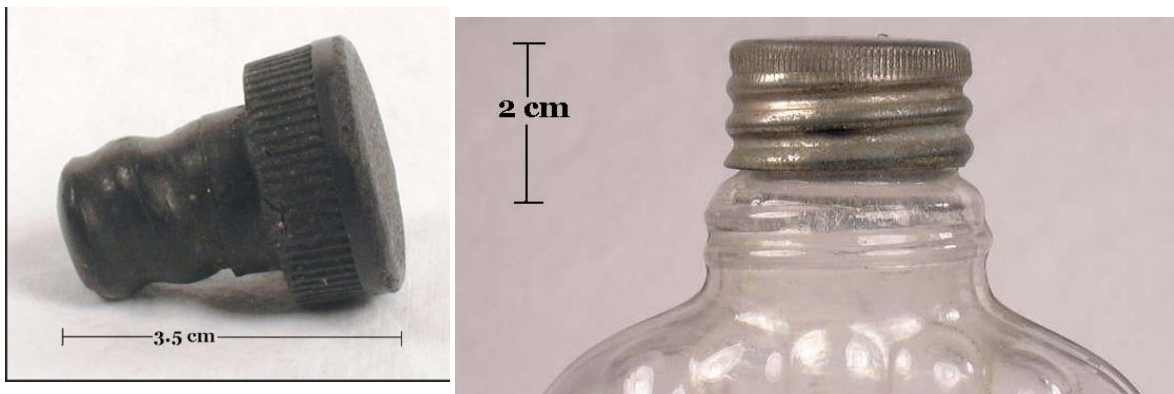


Fig. 10 Exemplu de dop de plută aplicat. <https://sha.org/bottle/closures.htm>

- Dopul de plută, este cel mai comun și mai tradițional dispozitiv de etanșare al buteliei de sticlă. El provine din coaja arborelui de plută care crește și în SE Europei și Africa.



- Elasticitatea plutei
- capacitatea de a-și păstra mărimea normală după comprimare - a fost proprietatea de bază a dopului, permițându-i să fie strâns în gaura unei sticle și să creeze o garnitură. În plus, inerția sa chimică a făcut-o ideală pentru etanșarea aproape a oricărui tip de produs îmbuteliat - lichid sau solid - fără a conferi acestui produs aromă. Pluta, atunci când este păstrată udată de conținutul sticlei, asigură, de asemenea, etanșarea pe o perioadă lungă de timp, ceea ce este unul dintre motivele pentru care dopul este încă folosit pentru sticlele de vin astăzi. Pentru alte utilizări există tendința de a înlocui pluta cu material plastic sintetic.
- Una dintre cele mai comune închideri fără plută este grupul mare și variat de închideri filetate. Ele vin în ambele versiuni cu filet exterior și filet interior. Capacele cu filet interior sunt fabricate de obicei din cauciuc dur sau alte plastice. Capacele cu filet exterior variază foarte mult și sunt realizate din mai multe materiale - de obicei metale diferite și mai recent plastic sau cauciuc.
- Fig. 11 Exemplu de dopuri filetate interior și exterior



<https://sha.org/bottle/closures.htm>

- Dopul capsulă presată (crown cap). Această închidere constă dintr-un capac simplu din metal cu o parte laterală ondulată și o căptușeală compresibilă (inițial plută și acum plastic). Mărimea standard a coroanei sau partea superioară de finisare este 1 ", diametrul exterior (~ 2,5 cm). Capacul este presat în poziție de blocare cu un dispozitiv special sau o mașină de presat specială. Pentru a accesa conținutul flaconului, se folosește un dispozitiv de deschidere a sticlelor, manual, foarte familiar.





Fig. 12 Butelie și dopul coroană aplicat. <https://sha.org/bottle/closures.htm>

Tipuri de dopuri presate :

- a) Capsula coroană - Capsula din tabla de otel, cu marginea ondulată fig 12.
- b) capsula cu inel de rupere (ring crown cap) - Capsula din tabla de oțel, cu marginea rășfrântă cu prelungire ce facilitează deschiderea, fig 13.



Fig. 13 Capsulă cu inel de rupere

<http://www.finn-korkki.com/en/caps-and-closures/>

7.4 Opțiuni privind sfârșitul ciclului de viață (end of life)

7.4.1 Reutilizarea ambalajelor din sticlă

Reprezintă cel mai înalt scenariu de sfârșit de viață în conformitate cu ierarhia deșeurilor, dar ambalajul de sticlă este în prezent refolosit numai în mod limitat, în cea mai mare parte la fabricile de produse lactate mici.

7.4.2 Sistemul de reciclare cu buclă închisă al ambalajelor de sticlă
Prin utilizarea cioburilor în producția de sticlă, reprezintă în prezent, scenariul cel mai benefic pentru sfârșitul duratei de viață a ambalajului de sticlă. Datorită naturii fragile a sticlei, tipul de sistem de colectare utilizat are un impact mare privind calitatea sticlei recuperate. Pentru a se utiliza ca materie primă în producția de sticlă nouă, sticla recuperată trebuie să fie suficient de liberă de mici fragmente și contaminanți, care este dificil de menținut într-un sistem de colectare cu un singur flux. Potrivit lui Morawski (2009), numai 40% din sticla recuperată în sistemele de colectare cu un singur flux păstrează acest nivel necesar de calitate, în timp ce celelalte 60% sunt depozitate sau vândute pentru utilizări cu valoare mai mică, de ex. agregate pentru drumuri. Același studiu a arătat că într-un sistem cu flux dublu, în care sticla este ținută separată de alte materiale reciclabile, 90% din sticla recuperată este de înaltă calitate, în timp ce restul de 10% este vândut pentru utilizări cu valoare mai mică; în sistemele de depozitare a containerelor, 98% din sticla recuperată este de calitate ridicată, în timp ce celelalte 2%



sunt vândute pentru utilizări cu valoare mai mică. În plus, sistemele de colectare cu flux unic au ca rezultat deseori mici fragmente de sticlă spartă înglobate în produse din hârtie sau prinse în recipiente din plastic și metal, contaminând aceste materiale și scăzând valoarea lor. Dacă sticla urmează să fie utilizată ca cioburi pentru producerea de noi recipiente din sticlă sau din fibră de sticlă, aceasta trebuie să fie sfărâmată în bucăți de dimensiuni relativ uniforme, curățate de cât mai mulți contaminanți posibil, iar cioburile să fie sortate după culoare. Primul pas în acest proces este de obicei strivirea recipientelor de sticlă dacă acestea nu sunt deja sparte. Pot fi folosite ciururi pentru a separa bucățile mici de sticlă de contaminanții mai mari, mai puțin fragili care nu se sparg, cum ar fi dopurile de plută.

Cioburile pot fi apoi trimise la un echipament de sortare automatizat, cum ar fi un separator magnetic pentru îndepărtarea capacelor de oțel și un separator cu curenți turbionari pentru a elimina bucățile de aluminiu. Trecând cioburile printr-un curent de aer se pot elimina etichetele și alte obiecte ușoare contaminante.³

7.4.3 Rezultatele unei evaluări LCA pentru recipientele de sticlă

Evaluarea ciclului de viață (Life Cycle Assessments-LCA) permite analiza diferitelor etape din ciclul de viață al unui produs:

- 1) Evaluarea de activități sau etape independente (Gate-to-gate) - evaluează o anumită instalație sau operație;
- 2) Evaluarea unui ciclu parțial (Cradle to gate) care cuprinde evaluări realizate conform pct.1 cu adăugarea de furnizori dinaintea acelei activități (materii prime, materiale, prelucrare și transport);
- 3) Evaluarea întregului ciclu de viață al produsului (Cradle-to-grave) - de la extracție până la eliminare;
- 4) Evaluarea întregului ciclu de viață al produsului inclusiv reciclarea acestuia (Cradle-to-cradle) - care include întreg ciclul de viață al produsului cu adăugarea reciclării produsului, înapoi la scopul inițial.

³ Elizabeth Shoch, Adam Gendell, Anne Johnson, Matt Thomas *Closing the Loop: Design for Recovery Guidelines for Glass Packaging* by GreenBlue



Pentru a obține o imagine clară și exactă a întregului ciclu de viață pentru recipientele de sticlă, Institutul de Ambalare a Sticlei (Glass Packaging Institute, GPI) a realizat un LCA⁴ pentru producția de recipiente de sticlă în America de Nord de tipul cradle -to cradle. LCA cradle-to cradle, al recipientului de sticlă realizat, abordează toate intrările și ieșirile pentru producția și gestiunea sfârșitului vieții pentru 1 kg de sticlă pentru recipiente, care cuprinde:

- extracția și prelucrarea materiilor prime și a cioburilor de sticlă reciclată
- Transportul de materii prime și de cioburi
- Producția și consumul de combustibil și de energie pentru topirea și formarea sticlei (inclusiv pentru celelalte activități nelegate direct de topire din instalație)
- Impactul tratării cioburilor respinse la topire
- Transportul containerului finit către utilizatorul final.

Rezultatele scenariului cradle-to-cradle se referă la 1 kg de sticlă pentru recipientele de pe piață. Se constată o reducere a sarcinii ecologice a întreprinderii la producția de sticlă pentru recipiente odată cu creșterea reciclării și re prelucrării sticlei pentru recipiente. În general, rezultă că odată cu creșterea recuperării și a reciclării se reduce consumul de energie și scade potențialul de încălzire globală (Global Warming Potential GWP). Cel mai mare beneficiu pentru GWP este generat de scăderea consumului de energie și de reducerea emisiilor de CO₂ odată cu reducerea consumului de materii prime prin înlocuirea lor cu cioburi de sticlă.

Scenariul 50% cioburi reciclate în materia primă, arată o scădere cu aproape 10% a GWP în scenariul cradle - to cradle, față de scenariul cradle - to - gate care nu folosește cioburi reciclate de sticlă.

Acest lucru scoate în evidență importanța unui studiu cradle -to - cradle atunci când trebuie să se întocmească LCA pentru un produs oarecare.

Pentru GWP, valoarea de referință este de 1,26 kg de CO₂ pe 1 kg de producția de sticlă pentru recipientele de pe piață, iar cea a scenariului cu reciclare de 50% duce la o scădere la 1,11 kg de CO₂ echivalent. Cu alte cuvinte, rata de reciclare de 50% ar elimina în America de Nord, 2,2 milioane de tone metrice de CO₂ din mediu, echivalentul eliminării emisiilor de CO pentru cca 400.000 de mașini în fiecare an. La consumul de energie până la o rată de reciclare de 50% nu apar economii substanțiale dar la

⁴ The Glass Packaging Institute, Cradle-to-Cradle Life Cycle Assessment of North American Container Glass, 2010, www.gpi.org

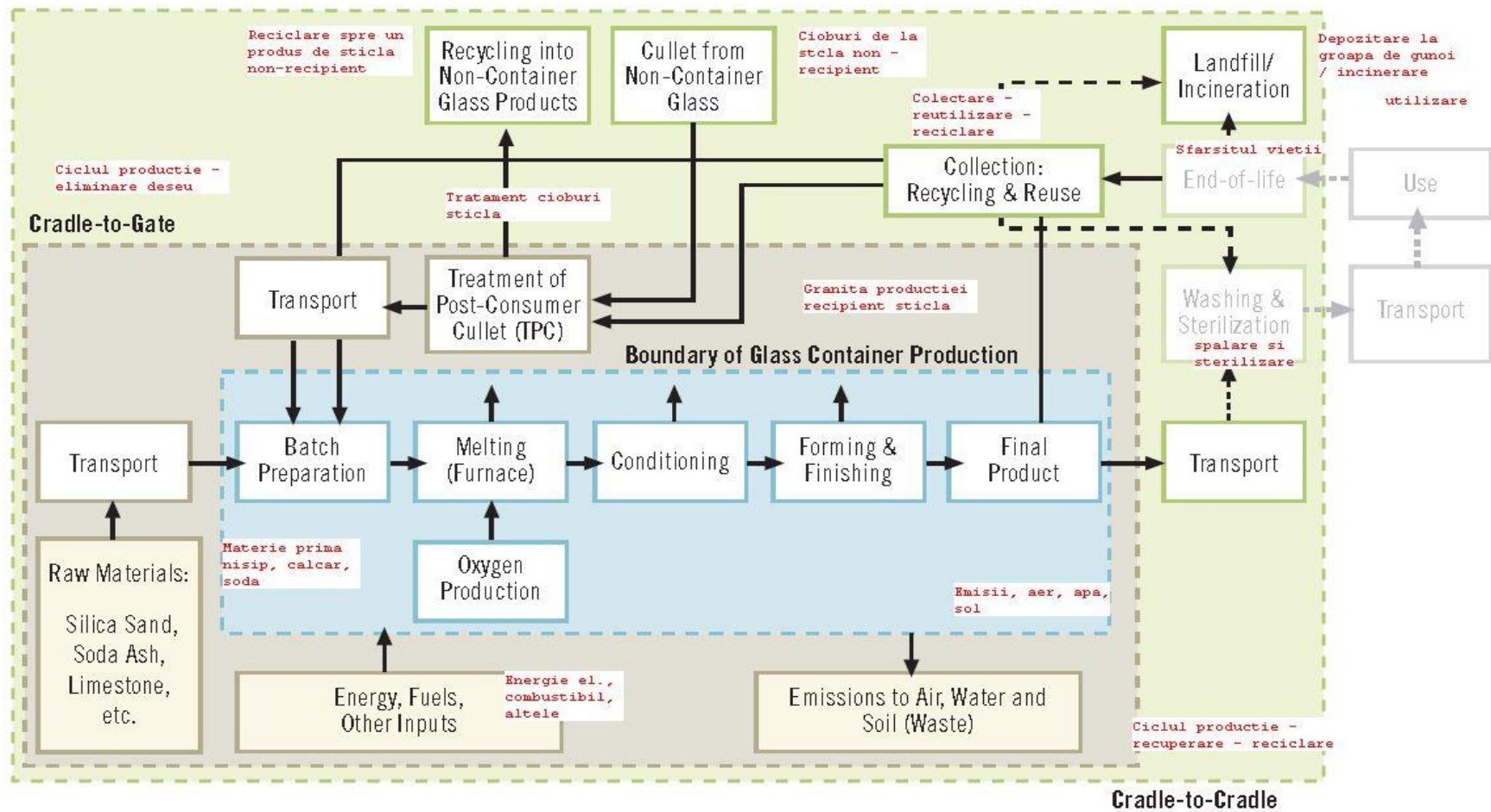


creșterea procentului de reciclare aceste economii devin substanțiale. Se subliniază că la instalațiile performante procentul de reciclare a ajuns la 90%.

În anexa 1 se prezintă diagrama fluxului producției de recipiente de sticlă pentru LCA cradle to cradle, de asemenea rezultatele LCA privind consumul de energie și potențialul de încălzire globală a producției unui kg. Sticlă turnată ca recipient.

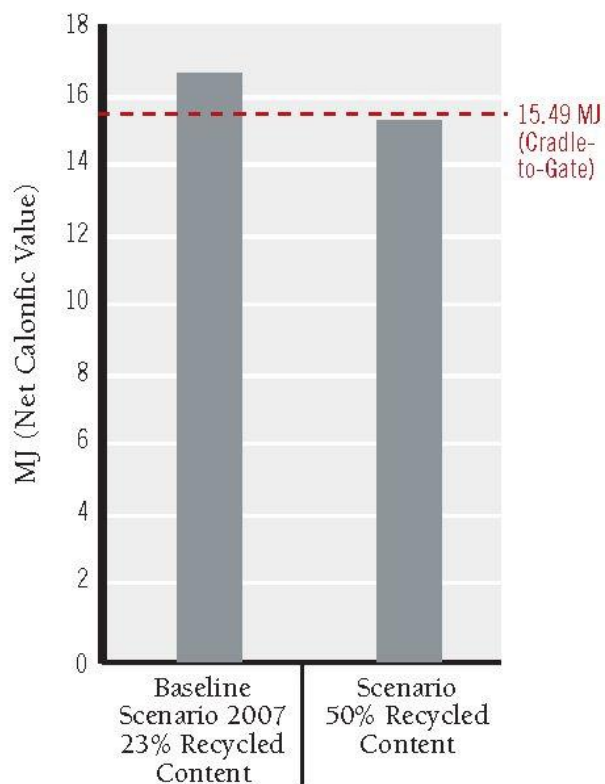


Anexa 1: Diagrama flux a producției de recipiente de sticla folosită la studiul LCA The Glass Packaging Institute, Cradle-to-Cradle Life Cycle Assessment of North American Container Glass, 2010, www.gpi.org



Cradle-to-Cradle Primary Energy Demand – (1 kg Formed & Finished Glass)

Energie consumata pentru 1 kg sticla incl. recipient



Cradle-to-Cradle Global Warming Potential – (1 kg Formed & Finished Glass)

Potentialul de incalzire globala pentru 1 kg sticla incl. recipient

