

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**



## **Kvalita obalového skla**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*

doc. Ing. Jiří Štencl, DrSc.

*Vypracoval:*

Marie Malíšková

---

Brno 2015

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Kvalita obalového skla vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Dovoluji si tímto poděkovat doc. Ing. Jiří Štencl, DrSc. za jeho odborné vedení při vypracování bakalářské práce, za poskytnutí cenných rad a odborných informací k práci.

## **Abstrakt**

Tato rešerše podává přehled o historii skleněných obalů. Popisuje nejdůležitější suroviny pro výrobu a seznamuje se samotnou výrobou skleněných obalů. Podává přehled o rozdělení a využití skleněných obalů. Seznamuje nás s kontrolními prvky kvality v celkové výrobě se zaměřením na technickou kontrolu. Porovnává kvalitativní požadavky na konzervové a nápojové skleněné obaly prostřednictvím popsanych metod a principů, které se běžně provádějí ve sklárnách. Problematika a současný stav skleněných obalů, byl zhodnocen studiem literárních a internetových zdrojů. Poukazuje na výjimečnost skleněného obalu pro potraviny v porovnání s jinými obaly.

Klíčová slova: kvalita, kontrola skleněných obalů

## **Abstract**

The bachelor thesis oves an overview of the history of glass containers. Describes the most improtant raw materials for production and acquaints with the production of glass containers. It oves an overview on the distribution and use of glass containers. It introduces us to control the quality of the element of the overall production with a focus on tehcnical inspection. Compares the qualitative requirements jars and beverage glass containers through the methods descibed and principles that are commonly practiced in the glass. The issue and the current state of glass containers was evaluated by studying literature and internet sources. Highlights the uniqueness of glass packaging for food compared to other packages.

Keywords: quality, kontrol of glass containers



## Obsah:

1 ÚVOD.....	9
2 CÍL PRÁCE.....	10
3 literární přehled.....	11
3.1 Sklo má za sebou 5 000 let zkušeností .....	11
3.2 Sklo jako surovina .....	11
3.2.1 Složení obalového skla – hlavní složky .....	12
3.2.1.1 Křemičitý písek.....	12
3.2.1.2 Oxid sodný .....	12
3.2.1.3 Oxid vápenatý .....	12
3.2.1.4 Oxid draselný .....	13
3.2.1.5 Oxid horečnatý.....	13
3.2.1.6 Oxid hlinitý .....	13
3.2.2 Pomocné suroviny.....	14
3.2.2.1 Čeřiva.....	14
3.2.2.2 Urychlovače tavení .....	14
3.2.2.3 Barviva.....	14
3.2.3 Skleněné střepy .....	15
3.3 Výroba skleněného obalu .....	16
3.3.1 Příprava sklářského kmene .....	16
3.3.2 Tavení.....	16
3.3.2.1 Druhy sklářských tavicích pecí.....	17
3.3.3 Tvarování skloviny .....	17
3.3.3.1 Způsoby tvarování skloviny.....	17
3.3.4 Chlazení skleněných výrobků .....	18
3.3.5 Povrchová úprava hotových výrobků .....	19
3.3.6 Kontrola .....	19
3.3.6.1 Kontrolní stroje .....	19

3.4 Charakteristika skleněného obalu .....	20
3.4.1 Kvalitativní přednosti obalového skla.....	20
3.4.1.1 Hygienický a bezpečný obal .....	20
3.4.2.2 Nepropustnost pro plyny.....	20
3.4.2.3 Uchování čerstvosti.....	20
3.4.2.4 Nereaguje se svým obsahem .....	21
3.4.2 Recyklace .....	21
3.4.3 Vývoz obalového skla z ČR.....	22
3.5 Druhy obalového skla .....	23
3.5.1 Obalové sklo nápojové.....	23
3.5.1.1 Láhve na pivo.....	23
3.5.1.2 Láhve na minerální vody .....	23
3.5.1.3 Láhve na víno.....	23
3.5.1.4 Láhve s hrdlem na závitový uzávěr .....	24
3.5.1.5 Láhve na nealkoholické ovocné nápoje .....	24
3.5.1.6 Láhve na limonády a sirupy .....	24
3.5.1.6 Láhve na mléko .....	24
3.5.1.7 Láhve na lihoviny .....	24
3.5.1.8 Ostatní láhve .....	25
3.5.2 Obalové sklo konzervové.....	25
3.5.2.1 Konzervové sklenice pro průmysl .....	25
3.5.2.2 Sklenice s hrdlem na závitový uzávěr.....	25
3.5.2.3 Lisované konzervové sklenice .....	25
3.6 Jakost obalového skla .....	25
3.6.1 Pojem jakost.....	26
3.6.2 Kontrola jakosti.....	26
3.7 Vybrané principy a přístroje pro měření obalového skla.....	26
3.7.1 Měření hmotnosti a objemu obalového skla .....	28

3.7.2 Odklon od osy .....	29
3.7.3 Vnitřní přetlak .....	29
3.7.4 Vnější náraz.....	30
3.7.5 Zkoušky proti náhlým změnám teploty .....	30
3.7.5.1 Tepelný náraz.....	31
3.7.6 Zbytkové pnutí .....	32
4. MATERIÁL A METODY ZPRACOVÁNÍ.....	34
4.1 Materiál a metody .....	34
4.2 Technická kontrola .....	34
5 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSE .....	36
6 ZÁVĚR.....	39
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	41
8 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	43



# 1 ÚVOD

Obalové sklo patří k samozřejmostem každého dne našeho života. Je nenahraditelné jak z hlediska svého využití, tak svou jedinečnou strukturou. Sklo je ideálním sterilačním a úschovným obalem pro potraviny. V potravinářství se s ním setkáváme jako láhve například na mléko, pivo, zavařovací sklenice na ovoce a zeleninu. Dále dózy na kosmetiku, lékovky atd.... Jen těžko bychom tento stoprocentně recyklovatelný materiál nahrazovali jiným materiálem. U některých typů produktů se skleněný obal stává garantem kvality zboží. Sklo jako téma k závěrečné práci jsem si vybrala, abych upozornila na jeho neobyčejné vlastnosti a neškodnost tohoto materiálu pro nás, tedy pro naši celou zeměkouli.

Sklo je produktem přírody, protože k jeho výrobě se používají přírodní suroviny jako sklářský písek, dolomit, vápenec, živec a dále soda, vyráběná z přírodní kuchyňské soli. Hlavní vstupní surovinou jsou však skleněné střepy, jejichž podíl může v případě zelené skloviny dosahovat bezmála 100 %. Proto i díky svému původu je skleněný obal jednoznačně ekologický. Ve třídění odpadů se Česká republika stále zlepšuje. V roce 2013 vytrídil každý Čech průměrně 39,7 kg odpadů (papír, plasty, sklo a nápojové kartony). Recyklací se zabývá 70 % občanů. (1)

Mezi dominantní výrobce obalového skla v České republice patří společnost O-I Manufacturing Czech Republic, a.s.. Dubí u Teplic, které jsou členy nadnárodní skupiny podniků Owens-Illinois (USA) a Vetropack Moravia Glass, a.s., Kyjov, která je součástí nadnárodní skupiny Vetropack Holding AG, se sídlem ve Švýcarsku. Tato dvě uskupení drží kolem 80 % tržního podílu této komodity obalového skla v České republice a mají i významné exportní podíly v okolních zemích. (2)

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této bakalářské práce je popsat vybrané metody a principy kvalitativního měření, kterými jsou podrobovány skleněné obaly ve výrobě. Dále porovnat rozdíly mezi u vyrobeného nápojového a konzervového skla.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Sklo má za sebou 5 000 let zkušeností

Člověk prehistorický sklo objevil díky náhlým sopečným erupcím následovaným rychlým ochlazením nebo díky úderům blesků. Okolo 4000 př.n.l. člověk zjistil, jak sklo vyrábět, za to se zasloužili lidé obývající tehdejší Mezopotámii (3). Samotné objevení skla se datuje do doby bronzové (3. tisíciletí př.n.l.). Nejstarší výrobky ze skla byly korálky. Nejstarší skleněné nádoby, které byly nevýrazně zabarvené a neprůhledné, pocházely z Egypta. Lámáním, leštěním a broušením střepů se vyráběly skleněné šperky (VONDRUŠKA, 2002).

Později skláři přišli na to, že sklovinu mohou vtisknout do různých forem z různých materiálů (hlíny, sádry...). Potom začali vyrábět formu, na kterou nanášeli sklovinu, písek se po zaschnutí skloviny vyškral a zůstala dutá nádoba. Sklářská píšťala kolem 300 - 200 př.n.l. umožnila, aby se sklo dalo vyfukovat do různých tvarů. To vedlo k velkému rozšíření skla. Sklářství je obor s nesmírnou tradicí a jeho technické a technologické základy jsou světovým kulturním dědictvím (VONDRUŠKA, 2002).

Římané přidali v roce 100 n. l. do směsi na sklo oxid mangančitý, takže vzniklo bezbarvé sklo. Od té doby se barvilo přidáváním barvicích materiálů. V 15. Století se Benátky staly hlavním výrobcem skla v Evropě a v 18. století se výroba skla stala průmyslovým odvětvím. Některé továrny byly schopny vyrobit přes milion lahví za rok (ručně foukaných). Až v roce 1907 v Manchesteru byl do provozu uveden plně automatický Owensův stroj, který byl schopný vyrobit 2500 lahví za hodinu. (3)

### 3.2 Sklo jako surovina

Sklo jako surovina pro výrobu je mimořádně zajímavý materiál. Při jeho výrobě působí rozmanité vnější vlivy, a i když se taví podle jednoho technologického postupu, může se nakonec dosáhnout úplně jiného výsledku. V přírodě se sklo v čisté podobě nevyskytuje, existují ovšem nerosty, jež se mu svou vnější podobou blíží (metamorfní formy křemene). Jsou poměrně vzácné a v minulosti se využívaly pro výrobu šperků. Vzhledem k ostatním surovinám, které byly lidmi od pravěku používané (dřevo, kámen, rudy kovů) v přírodě existují a pro další využití bylo nutné je pouze

upravit, sklo se musí nejprve vyrobit a teprve potom zpracovat (VONDRUŠKA, 2002).

Sklo je jedním z nejstarších obalových materiálů. Obalové sklo se vyrábí z oxidu křemičitého, u kterého je požadovaný vysoký stupeň čistoty, je hlavní složkou písku. Typické složení obalového skla a klíčové vlastnosti jsou uvedeny v tabulce.

Díky výborným chemickým a fyzikálním vlastnostem se sklo jako obalový materiál používá v mnoha odvětvích národního hospodářství. Sklo je kompaktní a celistvá hmota, která se dá jednoduše čistit a sterilovat. Neabsorbuje zápach, zárodky či jiné nečistoty. Jako obalový materiál dokonale chrání náplň (HORÁK, 1963).

### **3.2.1 Složení obalového skla – hlavní složky**

#### **3.2.1.1 Křemičitý písek**

Sklářský písek je křemenná surovina, obsahující oxid křemičitý ( $\text{SiO}_2$ ). Je to rozhodující složka, protože její množství ve skle má být 60 – 80 %. Křemičitý písek je většinou tvořen zrnky křemene a na Zemi se vyskytuje prakticky v neomezeném množství, ročně se vytěží přes 100 milionů tun této suroviny (5).

Sklárny v dnešní době písky upravují, aby získaly optimální vlastnosti pro výrobu skla. Vytěžený písek se plaví a pere (snižuje se tím obsah železa a odstraňují se mikroskopické nečistoty). Poté se suší a prosévá na speciálních sítích. Neexistuje univerzální typ sklářského písku, každé naleziště je svým způsobem specifické (VONDRUŠKA, 2002).

#### **3.2.1.2 Oxid sodný**

Do skla je vnášen surovinou, která nese název soda ( $\text{Ca}_2\text{CO}_3$ ), dále síranem sodným ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) a horninovými surovinami, například znělec, živec, kryolit, žula (BLUMENTRITT, 1984). Oxid sodný působí ve skle jako tavidlo, prodlužuje zpracovatelnost. Snižuje tavicí teplotu a usnadňuje zpracování skloviny. V obalových sklech bývá v množství 10 - 18 % (KOTŠMÍD, 1953).

#### **3.2.1.3 Oxid vápenatý**

Do obalového skla se přidává zejména vápencem, obsažen je i ve vápencových dolomitech a kazivci ( $\text{CaF}_2$ ). Je důležitou složkou ve skle, zejména pro schopnost

zvyšovat chemickou odolnost a stálost skla. Při zvýšeném obsahu oxidu vápenatého se zvyšuje křehkost a lesk skla. K výrobě obalového skla je zapotřebí v množství 4 - 10 % (BLUMENTRITT, 1984).

#### **3.2.1.4 Oxid draselný**

Je to tavidlo, stejně jako oxid sodný. Draselná skla jsou však dražší. V obalových sklech se vyskytuje většinou jako příměs s ostatními surovinami, i přesto dosahuje množství do 3 %. Záměrně se do skel přidává pro vysoký lesk a jiskrný vzhled (až 5 %). Barevným sklům dodává jasné tony. Hlavní surovina, která vnáší oxid draselný do skla, je potaš ( $K_2CO_3$ ) (KOTŠMÍD, 1953).

#### **3.2.1.5 Oxid horečnatý**

Bývá v obalových sklech zastoupen v množství do 4,5 %. Je příměsí vápence a záměrně se vnáší pomocí dolomitu. Oxid horečnatý zlepšuje zpracovatelnost skloviny. Skla jsou odolnější proti náhlým změnám teploty. Zlepšuje také tavitelnost a čerení skla (BLUMENTRITT, 1984).

#### **3.2.1.6 Oxid hlinitý**

Tento oxid obsahují v malé míře všechny obalové skla. Má velký vliv na tepelnou roztažnost, chemickou odolnost a zpracovatelnost skloviny. Do sklářského kme-ne se vnáší horninovými surovinami, jde především o živec a kaolín. V obalových sklech se vyskytuje jako nečistota v množství do 0,5 % nebo se vnáší záměrně v množství až 12,5 % (HORÁK, 1963).

**Table 7.1 Typical composition and properties of soda lime glass**

Composition/properties	
<b>Chemical composition (% by weight):</b>	
Silica (SiO <sub>2</sub> )	70–74
Sodium oxide (Na <sub>2</sub> O)	12–16
Calcium oxide (CaO)	5–11
Aluminium oxide (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1–4
Magnesium oxide (MgO)	1–3
Potassium oxide (K <sub>2</sub> O)	≈0.3
Sulphur trioxide (SO <sub>3</sub> )	≈0.2
Ferric oxide (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	≈0.04
Titanium dioxide (TiO <sub>2</sub> )	≈0.01
<b>Properties:</b>	
Glass transition temperature, T <sub>g</sub> (°C)	573
Coefficient of thermal expansion (ppm/K, ~100–300°C)	9
Density at 20°C (g cm <sup>-3</sup> )	2.52
Heat capacity at 20°C (kJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )	0.49

Obrázek č. 1: Typické složky a vlastnosti obalového skla (EMBLEM a kol., 2012).

### 3.2.2 Pomocné suroviny

#### 3.2.2.1 Čeřiva

Čeření je odstraňování drobných bublin plynů, které ve sklovině zůstávají po chemických reakcích tj. po rozkladu některých surovin. Sklovina je velmi viskózní kapalina a bubliny k povrchu postupují pomalu. Při chemickém čeření se bubliny odstraňují zvyšováním teploty ke konci tavby a přidáváním čeřiv. Čeřiva tvoří velké bubliny, ty postupují rychle vzhůru a strhávají s sebou malé bubliny. Tím se sklovina promíchá a zhomogenizuje. Mezi chemické čeřiva patří sírany, ledky, sloučeniny arzenu a antimonu a speciální čeřiva (VONDRUŠKA, 2002).

#### 3.2.2.2 Urychlovače tavení

Za jejich pomoci se rychleji rozpadá krystalická mřížka a rychleji se vytváří nová. Klasickým urychlovačem tavení je voda, dále kazivec (VONDRUŠKA, 2002).

#### 3.2.2.3 Barviva

Skleněné obaly pro potravinářské účely požadují určitou barvu skloviny. Nejčastěji je to sklovina bezbarvá, nazelenalá, zelená či hnědá. V mnoha případech nemá barva zkreslovat vzhled výrobku – u mléka, kompotů, hořčice a některých nápojů. Zelené a hnědé sklo chrání před škodlivými paprsky. Jejich použití chrání náplň před změnou chuťových vlastností a prodlužuje trvanlivost výrobku. Také zabraňuje

rozkladu vitamínů a tuků v potravině. Pro atraktivnost výrobku se barva volí například u lihovin (HORÁK, 1963).

Barva, zákal	Barvicí nebo kalící surovina
modrá	sloučeniny kobaltu, mědi
zelená	sloučeniny železa, chromu
růžová	sloučeniny selenu
hnědá	sloučeniny železa s manganem, látky uhlíkaté jako grafit, koks, piliny
fialová	sloučeniny manganu
kouřová	sloučeniny niklu s železem a manganem
černá	sloučeniny manganu nebo kobaltu ve vysoké koncentraci
opálová	kazivec, kryolit, arsenik

Obrázek č. 2: Barevná a zakalená skla s nejdůležitějšími barvicími surovinami (HORÁK, 1963).

### 3.2.3 Skleněné střepy

Je to nejdůležitější surovina při výrobě skla. Zelené sklo je tvořeno až z 90 %, hnědé sklo ze 70 %, bílé ze 60 % starého skla, které bylo znovu roztaveno. Recyklování šetří zdroje při výrobě obalového skla (Vetrotime, 2008).

Střepy se ve sklárnách užívají k tavbě už od starověku. Jejich význam není ani tak v rovině ekonomické (úspora sklářských surovin), jako spíše kvalitativní. Podíl střepů v kmenu zlepšuje proces tavby a zajišťuje kvalitnější sklovinu. Podmínkou však je, aby střepy byly čisté a současně aby jejich složení bylo identické s kmenem, do něhož se přidávají.

Skleněné střepy se podle zdroje dělí na vlastní a cizí. Hlavním zdrojem vlastních střepů je technologický odpad. Jsou to vadné a rozbité výrobky při výrobě. Cizí střepy jsou sklárnám dodávány z kontejnerů na sklo. Nevýhodou cizích střepů je nejen nečistota, ale především nejednotnost jejich chemického složení. Nesmějí obsahovat žádnou cizí částici, zejména železo, porcelán nebo hlínu (BLUMENTRITT, 1984).

## 3.3 Výroba skleněného obalu

### 3.3.1 Příprava sklářského kmene

Pro přípravu kmene se používají běžné sklářské suroviny. Suroviny pro výrobu skla se nacházejí v přírodě – křemičitý písek, vápenec, soda, dolomit a živec. Určitou pozornost musíme věnovat nečistotám nebo příměsím. I malé množství nečistot a příměsí mohou podstatně ovlivnit průběh krystalizace, a tím konečné vlastnosti výrobku. Kmen obsahuje složky, které se dávkuje ve velmi malých množstvích. Tyto složky musí být velmi přesně naváženy na vahách s odpovídající citlivostí (STRNAD, 1983).

Suché suroviny se dopravují silniční nebo železniční dopravou do zásobních sil, kde se skladují. Podle potřeby se vzájemně smísí a vystaví se vlhkosti od tří do čtyř procent. Směs se dále obohacuje střepy (5).

### 3.3.2 Tavení

Směs upravených a navážených surovin (sklářský kmen) se dopravuje do pece, kde se při teplotě zhruba 1.580 °C taví v bublinovou hmotu.

Prvním krokem tavení je tvorba surové taveniny, tj. rozpuštění pevné složky v tavenině kolísavého složení. Dále čerění a homogenizace skloviny, které probíhají při zvýšení teploty, a postupuje od odstraňování bublin plynových složek vzniklých rozkladem surovin. Bubliny zviřují sklovinu a napomáhají homogenizaci. V této fázi tavení se dosahuje nejvyšších teplot, a to až 1.600 °C. V některých sklárnách používají látky urychlující tento důležitý proces (viz kap. 3.2.2.1) (5).

Homogenní sklovina (bez bublin) se musí ochladit o 300 až 500 stupňů Celsia, aby byla připravena ke tvarování. Tato poslední fáze ochlazení, je důležitá z hlediska jakosti skloviny. Při náhlém zvýšení teploty vznikají druhotné plynové bubliny, které se obtížně odstraňují (STRNAD, 1983).



### **3.3.2.1 Druhy sklářských tavicích pecí**

Pece užívané v současné době se dělí:

1. podle způsobu provozu na pece pánvové, vanové denní a vanové kontinuální, tj. s nepřetržitým zpracováním skla;
2. podle druhu použitého paliva na pece otápěné plynem (s elektrickým přihřevem nebo bez něho) a pece otápěné tepelnými palivy (celoelektrické, s elektrickým přihřevem nebo bez něho);
3. podle způsobu využití tepla spalin na pece regenerační a rekuperační;
4. podle vedení plamene ve spalovacím prostoru na pece pánvové (dolnoplamenné, hornoplamenné nebo s vertikálním plamenem U) a pece vanové (s podélným plamenem, horizontálním plamenem U, vertikálním plamenem U, s dvojitým plamenem a s příčnými plameny);
5. podle konstrukce pecního prostoru na pece jednoprostorové, dvouprostorové nebo víceprostorové.

### **3.3.3 Tvarování skloviny**

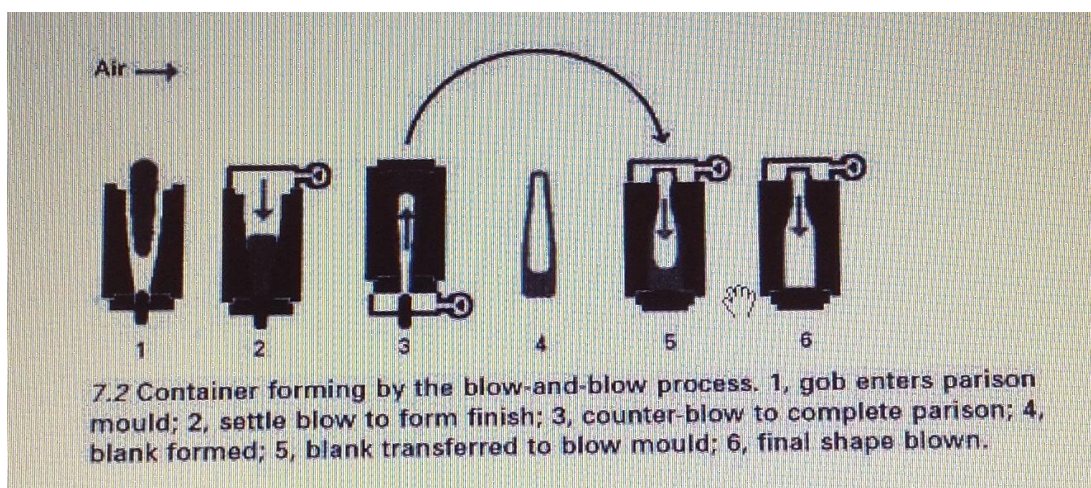
Stále žhnoucí a tekutá tavenina je žlabem dopraveno ke sklářskému stroji. Na konci žlabu se ze stroje vytlačují kapky, které jsou mechanickými nůžky odstřiženy pod otvorem velkým asi 10 - 50 mm. Velikost otvoru závisí na typu skleněného obalu. Odstřižená kapka spadá do forem ve stroji. Do formy s tekutým sklem se vtlačí razník a do vzniklého otvoru se foukne vzduch. Tím se sklo vytlačí do tvaru formy. Z každé kapky se vytvoří jedna nádoba (EMBLEM a kol., 2012).

#### **3.3.3.1 Způsoby tvarování skloviny**

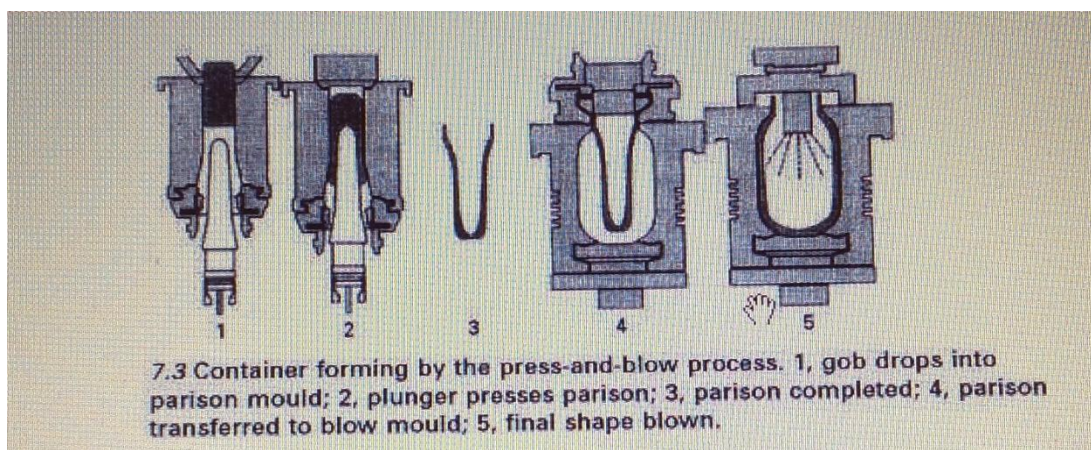
Sklovinu lze tvarovat hned několika postupy – litím (při výrobě skla deskovitěho typu), vyfukováním, lisováním (s charakteristickým švem na produktu) či kombinací výrobních postupů.

U většiny průmyslově vyráběných obalů se technologie zpracování kombinují. K nejčastěji užívaným patří především procesy dvojitěho vyfukování (blow-and-

blow) či lisofoukání (press-and-blow). Oba tyto způsoby využívá i jeden z největších výrobců obalového skla (u nás především nápojového a konzervářského), společnost **O-I**, která má výrobu v ČR (Dubí u Teplic – O-I Manufacturing Czech Republic, a. s.) (3).



Obrázek č. 3: Láhev formovaná procesem blow-and-blow (EMBLEM a kol., 2012).



Obrázek č. 4: Láhev formovaná procesem press-and-blow (EMBLEM a kol., 2012).

### 3.3.4 Chlazení skleněných výrobků

Chlazení je nezbytná výrobní operace, jejímž úkolem je snížit vnitřní napětí hotového výrobku na přístupnou mez. Provádí se v chladicích pecích. Hotový výrobek se vyhřívá na takovou teplotu, při níž nehrozí deformace, ale při níž je možno ve vhodné době vyrovnat vnitřní napětí. Podle typů a konstrukce se chladicí sklářské pece dělí na pece komorové, vozíkové, pásové.

Po opuštění formy má vyrobená skleněná nádoba okolo 450 °C. Pomocí dopravníku je poslána do chladicí pece. Tato pec je dlouhá asi 30 metrů, teplota skleněných nádob se zde nejprve zvýší na 540 - 570 °C, pak se postupně ochladí až na teplotu 60 °C. Špatně vychlazený výrobek má špatnou tepelnou odolnost a špatně odolává nárazům (EMBLEM a kol., 2012).

### **3.3.5 Povrchová úprava hotových výrobků**

Po opuštění chladicí pece jsou láhve a sklenice na povrchu opatřeny kapalinou, díky které se mohou pohybovat po výrobním pásu bez poškození (například poškrábání), při kterém by docházelo v důsledku tření. Kapalina dodává výrobkům hladkost a možnost klouzavého pohybu mezi sebou. Mezi takové kapaliny patří oxid cíničitý a oxid titaničitý.

### **3.3.6 Kontrola**

Dále sklenice putují po jednotlivých linkách, kde jsou přístroji testovány, zda mají požadované vlastnosti a rozměry. Nevyhovující výrobky jsou vyřazeny a vrací se zpět do pece. Jsou to tzv. vlastní střepy. Ve výrobě kontrolují kvalitu výrobku příslušné přístroje, které vyřadí výrobek, jenž neodpovídá daným parametrům.

#### ***3.3.6.1 Kontrolní stroje***

Bottle spacer: tento stroj kontroluje mezery mezi láhvemi na dopravníku, zabráňuje kontaktu lahví (tzv. bottle to bottle).

Squeezeer: (efekt test) na skleněnou nádobu je vyvíjena boční síla, pokud je láhev na určitém místě slabá, dojde k jejímu rozdrčení.

Bore gauger: tímto přístrojem můžeme změřit současně tři parametry a to vnitřní a vnější průměr ústí a výšku nádoby.

Crack detektor: tento stroj detekuje trhlinky a láhve vyřadí do střepů, také může odhalit nerovnoměrnou dosedací plochu výrobku.

Wall thickness detektor: přístroj pracuje na základě paprsku světla.

Hydraulic pressure tester: tento stroj se používá pro nádoby určené k naplnění sycených nápojů.

Visual check: láhve rovněž prochází přes matnici, kterou prosvítí, na tomto základě můžeme provádět vizuální kontrolu (EMBLEM a kol., 2012).

### **3.4 Charakteristika skleněného obalu**

Jsou to duté nádoby ze skla, které slouží k uchovávání náplní, které mohou být charakteru tekutého, polotekutého, sypkého, zrnitého, kusového, nebo smíšeného. Hlavní funkcí skleněného obalu je ochrana náplně při skladování a dopravě (HORÁK, 1963).

Podle ČSN 77 0020, by měl obal plnit tři základní funkce: manipulační, ochrannou, informační. Tato norma také uvádí, že by měl obal poskytovat výrobku na požadované úrovni ochranu před škodlivými vnějšími vlivy. To znamená, že obal má výrobek chránit před nežádoucími vnějšími vlivy prostředí (teplota, vlhkost, škůdci, mikroorganismy atd.) (DOLEŽALOVÁ, 2014).

Z hlediska spotřebitelů je základním požadavkem na obal, zaručení kvality potraviny po celou dobu její tržnosti při dodržení stanovených podmínek pro skladování a dopravu (ŠTENCL, 2009).

#### **3.4.1 Kvalitativní přednosti obalového skla**

##### ***3.4.1.1 Hygienický a bezpečný obal***

Sklo je jako jediný obalový materiál hodnoceno americkým úřadem Food a Drug Administration (FDA), který je všeobecně považovaný za bezpečný (5).

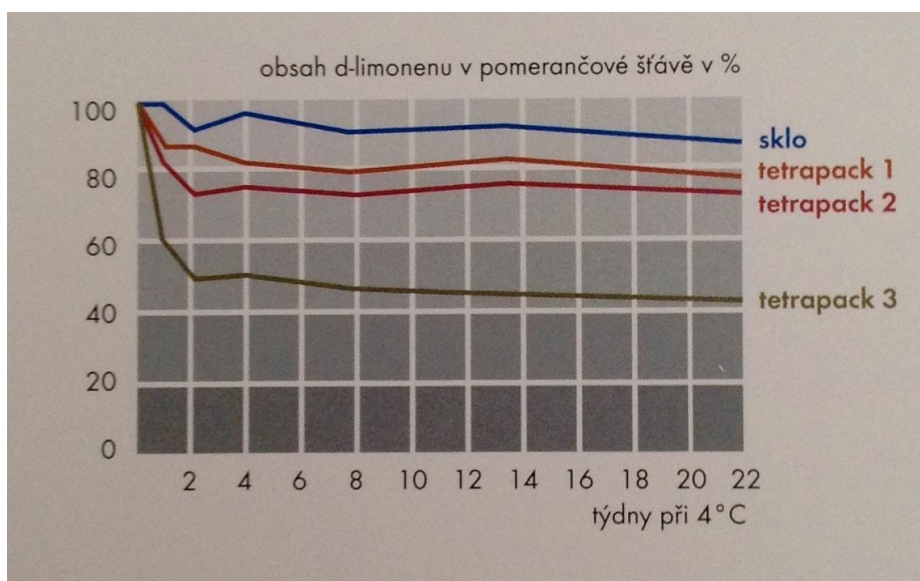
##### ***3.4.2.2 Nepropustnost pro plyny***

Sklo nepropouští plyny. To znamená, že si výrobek (minerální voda) ve skleněném obalu uchová velmi dlouho svůj obsah oxidu uhličitého. Minimální trvanlivost u minerální vody v PET láhvi je asi o 40 % kratší než u minerální vody v lahvích ze skla (5).

##### ***3.4.2.3 Uchování čerstvosti***

U ovocných šťáv senzorické testy Technické univerzity v Graz ukázaly, že kvalita šťáv se po několikadenním skladování v tetrapaku nebo PET lahvi zhoršila, co

se týče barvy, vůně a obsažených látek. Naproti tomu kvalita ovocných šťáv ve skleněných lahvích se nelišila ani po delším skladování od výrobků čerstvě naplněného (5)



Obrázek č. 5: Obsah limonenu v pomerančové šťávě po dobu několika týdnů (5).

#### 3.4.2.4 Nereaguje se svým obsahem

V tomto bodě má sklo oproti jiným obalovým materiálům náskok. Nedávno provedená studie pro výživu ukázala, že lidé konzumující potraviny jen ve skle nebo nebalené vůbec, měli v moči pouze polovinu specifických chemikálií související s obaly (bisfenol, ftaláty), než ostatní spotřebitelé (4). Další výzkum z roku 2005 provedený rakouským Svazem spotřebitelů, prokázal výskyt acetaldehydu (poškozuje játra). Tato látka vzniká při výrobě nebo skladování PET lahví a působením oxidu uhličitého se může z PET lahví uvolňovat (3).

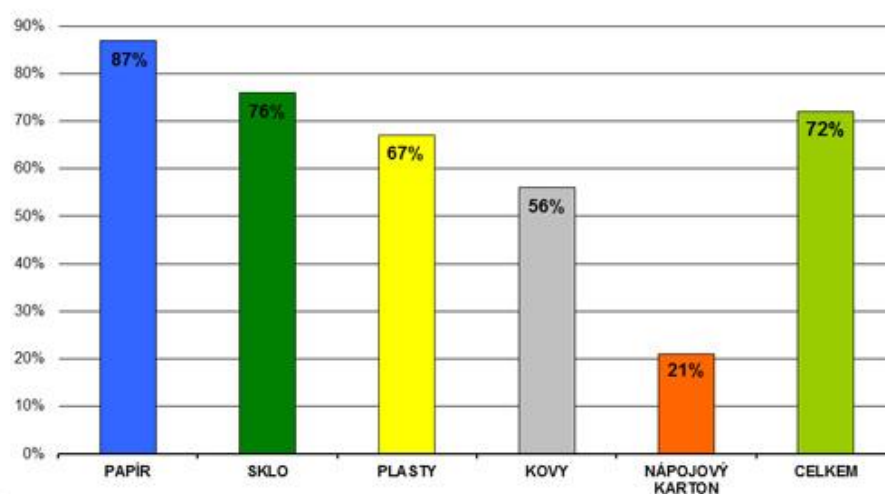
### 3.4.2 Recyklace

Pojem recyklace znamená sběr použitých výrobků, z kterých jsou následně vyráběny nové výrobky. V tomto případě se jedná o recyklaci skla. Recyklace skla prospívá životnímu prostředí, šetří energií potřebnou k procesu tavení, snižuje tvorbu emisí oxidu uhličitého (Saddleback Educational Publishing, 2010).



Obrázek č. 6: Označení skleněných obalů pro recyklaci (EKO-KOM).

Průměrně občan České republiky vytřídí za rok 38,9 kg odpadů, 68 % občanů třídí odpad aktivně. V České republice se z obalů nejvíce recykluje papír, následuje sklo, kovy, plasty a nápojové kartony (1).



Obrázek č. 7: Dosažená míra recyklace a využití odpadů z obalů 2013 (EKO-KOM).

### 3.4.3 Vývoz obalového skla z ČR

Vývoz je určen charakterem použití podstatné části sortimentu obalového skla. Láhve a konzervové sklo není ekonomické dopravovat na velké vzdálenosti. V roce 2013 bylo 88,3 % vývozu určeno pro země Evropské unie. Největšími odběrateli bylo Německo, Polsko, Slovensko, Rakousko, Itálie a Francie. Do ostatních zemí Evropy směřovalo 8,4 % vývozu. Největšími odběrateli z těchto zemí bylo Švýcarsko a Rusko. Vývoz obalového skla v roce 2013 byl 3 391,1 mil. Kč. Proti roku 2012 vývoz nepatrně poklesl (2).

## **3.5 Druhy obalového skla**

Skleněné obaly jsou zejména určené na tekuté, ale i na kašovitě, práškové, kusové v nálevu anebo sušené výrobky. Potravinové obalové sklo rozdělujeme zejména do dvou hlavních skupin obalové sklo nápojové a obalové sklo konzervové.

### **3.5.1 Obalové sklo nápojové**

Zahrnuje obaly na mléko, pivo, víno, ovocné šťávy, limonády, sirupy, lihoviny, minerální vody, oleje a další. Uzávěry láhví patří k funkčně nejdůležitějším částím skleněných obalů. Dalším požadavkem na odolnost proti vnitřnímu přetlaku, neporušitelnost jako záruka původního plnění. Toto splňují především korunkové uzávěry, odtrhovací, korkové a skrutkové z plastů nebo kovů – Al. Nejdůležitější typy jsou Flavour Lok a Twist-Off-Cap. Existuje široký sortiment druhů a typů uzávěrů (KAČEŇÁK, 2001).

#### ***3.5.1.1 Láhve na pivo***

Jejich konstrukce musí vyhovovat mnoha požadavkům. Mezi tyto požadavky se řadí počínaje dokonale provedeným ústím, snadnou omyvatelností, až po odolnost proti nárazu a odolnost proti vnitřnímu přetlaku. Rovněž musí být odolné proti náhlým změnám teploty, vznikajícím při mytí a při pasteraci. Jejich uzávěr je především korunkový (HORÁK, 1963).

#### ***3.5.1.2 Láhve na minerální vody***

Tyto láhve mají mnoho společného s láhvemi na pivo, liší se v tom, že tak často neobíhají a náplň se v nich nikdy nepasterizuje. Také nedochází k tak velkému vnitřnímu přetlaku jako u piva při pasteraci (HORÁK, 1963).

#### ***3.5.1.3 Láhve na víno***

K vínu neodmyslitelně patří skleněný obal, který ho správně uchovává. Zabraňuje, aby víno nedostalo pachut', způsobenou aromatickými látkami z obalu nebo mikroorganismy, kterými je infikován. U lahve na víno musí být dobře provedené hrdlo, aby se dalo bezpečně zátkovat. U lahví na šumivá vína je dalším předpokladem vysoká odolnost proti vnitřnímu tlaku (HORÁK, 1963).

#### **3.5.1.4 Láhve s hrdlem na závitový uzávěr**

Sem patří poživatiny, které se nespotřebují a nekazí naráz, ale po malých dávkách. Jsou to jedlé oleje, polévkové koření, kečup. Použití těchto láhví neklade vysoké požadavky, kromě tepelné odolnosti při mytí. Barva skla a tvary lahví jsou různá. Zelené a hnědé sklo nepropouští škodlivé paprsky působící žluknutí tuků. Do bezbarvé skloviny se plní kečup, kterému ponechává jeho přitažlivou červenou barvu. Pro ponechání přitažlivé červené barvy kečupu, je použita bezbarvá sklovina (HORÁK, 1963).

#### **3.5.1.5 Láhve na nealkoholické ovocné nápoje**

Tyto láhve se používají na ušlechtilé nealkoholické ovocné nápoje. Většinou se pasterují, protože obsahují některé nápoje oxid uhličitý, nastává vnitřní přetlak. Tohle je jediný moment, kdy jsou láhve namáhány. Barevná sklovina nepropouští paprsky, které škodlivě působí na obsah vitamínů v nápoji (HORÁK, 1963).

#### **3.5.1.6 Láhve na limonády a sirupy**

Používá se jich na nápoje sycené oxidem uhličitým a na sirupy. Tyto láhve jsou vystavovány při plnění velkému vnitřnímu tlaku, způsobeného oxidem uhličitým, kterým se nápoje sytí pod umělým tlakem. Tlak uvnitř uzavřené láhve závisí na volném prostoru nad hladinou, na stupni sycení a na teplotě. Volný prostor musí zůstat vždy tak velký, aby se láhve při normálním stupni sycení a při běžné letní teplotě nemohly roztrhnout vnitřním přetlakem (HORÁK, 1963).

#### **3.5.1.6 Láhve na mléko**

Jsou užívány na mléko a tekuté mléčné výrobky. Skleněné láhve na mléko mají především výhodu hygieničnosti. Sklovina se používá bezbarvá a velmi odolná. Do této skupiny řadíme i sklenice na jogurt (LNĚNIČKOVÁ, 2007).

#### **3.5.1.7 Láhve na lihoviny**

Vedle lahví na víno patří mezi nejstarší druhy obalového skla nápojového. Zahrnují širokou oblast velmi rozličných tvarů a velikostí (HORÁK, 1963).



### **3.5.1.8 Ostatní láhve**

Tyto láhve nemají společné znaky, ale jejich použití je velmi podobné. Patří sem láhve hladké, opatřené reliéfem, který zvyšuje atraktivnost obsahu. Některé láhve mají vysokou hmotnost, jiné mají nízkou hmotnost (HORÁK, 1963).

### **3.5.2 Obalové sklo konzervové**

Je zastoupené především širokohrdlými skleněnými obaly. V případě těchto obalů je mimořádně závažná otázka uzávěrů. Kladou se vysoké nároky na hermetičnost, na vhodný způsob zavírání vzhledem na plnicí stroje, ale i na lehkou otevíratelnost výrobku. Víčka těchto konzervovaných láhví se většinou vyrábějí z ocelového pocínovaného plechu, jen velké Omnia a Pano se vyrábějí z hliníkového plechu. Kromě těchto víček se také používají i plastové nasazovací uzávěry (KAČEŇÁK, 2001).

#### **3.5.2.1 Konzervové sklenice pro průmysl**

Tyto sklenice musí mít vysokou odolnost tepelnou, která zaručuje sterilaci. Dále chemickou i mechanickou odolnost a přesně provedené ústí. Pro náplně obsahující tuky jsou výhodné sklenice hnědé, které lépe chrání před škodlivými paprsky. Nároky na mechanickou odolnost nejsou tak velké jak u lahví, protože konzervové sklo nepatří mezi vratné obaly, tudíž není opakovaně používáno (HORÁK, 1963).

#### **3.5.2.2 Sklenice s hrdlem na závitový uzávěr**

Do této skupiny patří sklenice s hrdlem na závitový uzávěr, kterou jsou v potravinářství používány jako obaly na ryby, majonézu, med a koření. Obsahy jsou různé, podle účelu, ke kterému se sklenice používají. Uzávěry bývají kovové, plastické, často s lepenkovou vložkou (HORÁK, 1963).

#### **3.5.2.3 Lisované konzervové sklenice**

Tyto sklenice mají kuželovitý tvar. Používají se na hořčici, majonézu, marmeládu a jiné potravinářské výrobky (HORÁK, 1963).

## **3.6 Jakost obalového skla**

Jakost je, jako všude jinde v jiných oborech výroby, i ve sklářství prvořadou záležitostí. Výrobky, jako výsledky výrobní činnosti skláren, musí mít určitou úroveň, aby mohly plnit určitou funkci.

### **3.6.1 Pojem jakost**

Podle obecné definice jakost je schopnost plnit požadavky uživatele a veřejného zájmu. Vztaženo na skleněný výrobek, je souhrn vlastností vyjadřujících způsobilost výrobků plnit funkce, pro které je určen. Funkce obalového skla spočívá v uchovávání potravin. V neposlední řadě je jakost záležitostí ekonomickou. Za vysokou jakost se platí vysoká cena (HORÁK, 1985).

### **3.6.2 Kontrola jakosti**

Kontrola jakosti je založena na zjišťovaných vlastnostech tvořících jakost výrobku, na porovnávání zjištěných hodnot s předepsanými a na rozhodnutí, zda zjištěná jakost výrobku vyhovuje požadavkům. Ve výrobě se kontroluje materiál, polotovary, hotové výrobky, stroje a nástroje, měřidla (HORÁK, 1985).

Stroje jsou kontrolovány, zda jsou schopny vyrobit předměty v požadované jakosti. To platí i o formách, které musí být důkladně kontrolovány před prvním použitím, protože dávají tvar výrobku. Kontrola měřidel podmiňuje správnost získaných poznatků o jakosti výrobku (HORÁK, 1985).

Při kontrole materiálů, polotovarů a výrobků se postupuje stejným způsobem. Hodnotí se subjektivně a objektivně. Znaky jakosti rozlišujeme na kvalitativní a kvantitativní. Kvalitativní znak představuje srovnání s určitým vzorem nebo představou. Při subjektivní kontrole se posuzují kvalitativně zjištěné znaky výrobků. Kvalitativní znak lze vyjádřit měrovými jednotkami. Při objektivní kontrole se používají tři způsoby: měření, srovnávání a třídění do skupin (HORÁK, 1985).

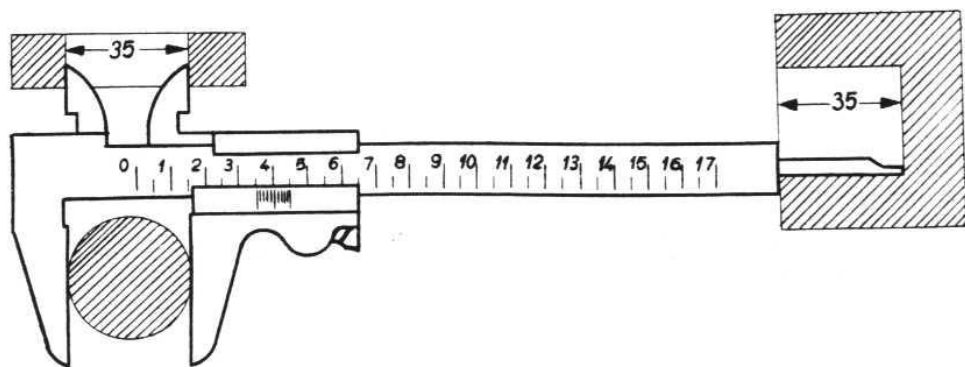
## **3.7 Vybrané principy a přístroje pro měření obalového skla**

Jak již bylo popsáno v předchozí kapitole 3.6.2, měření je jedním ze tří způsobů provedení objektivní kontroly obalového skla. Měření se používá při zjišťování skutečných hodnot určitých znaků výrobků (HORÁK, 1985).

Zkoušení tvarů a rozměrů výrobku zahrnuje měření řady hodnot velmi důležitých pro celkové posuzování jednotlivých druhů obalového skla. Měří se rozměry a průměry ústí, hrdla, těla, tloušťka stěny, nerovnoběžnosti dna a ústí, výška celková

a dílčí jednotlivých částí, velikost švu atd.... Do tohoto výčtu patří i rovinnost dose-  
dací plochy a ovalita průměru těla a ústí. Všechny hodnoty se měří měřidly, která  
jsou obecné konstrukce nebo zvláštními jednoúčelovými, vyvinuty jen pro zkoušení  
obalového skla. (HORÁK, 1985)

Všechny průměry, výšky a ovalita se měří posuvným dotykovým měřítkem  
s noniem s přesností na 0,1 mm. Kalibry jsou vhodné tehdy, jestliže nezáleží na sku-  
tečné hodnotě měřené veličiny, ale je třeba rozhodnout, zda vyhovuje tolerancím  
nebo ne. Kalibrů se využívá při měření průměru ústí, těla, otvorů a výšky funkční  
části ústí. (HORÁK, 1985)



Obrázek č. 8: Posuvné měřidlo (zshtyn.mantinel.cz)

Tloušťka stěny se měří pomocí tloušťkoměru s úchylkoměrem na měření tloušť-  
ky dna, přístrojem, který pracuje na principu Hallova efektu s kuličkou.



Obrázek č. 9: Měření tloušťky stěn láhve tloušťkoměrem pomocí Hallova efektu  
(www.mega-nk.ru)

### 3.7.1 Měření hmotnosti a objemu obalového skla

Váha souvisí přímo s obsahem a s průměrnou tloušťkou stěny. Váha se zjišťuje vážením na přesných vahách. Skutečný obsah obalu se stanoví vždy teplou vodou 20 °C tak, že se zjistí množství, které se do něho vejde až po okraj. Obal se naplní tak, aby meniskus, který se vytvoří na hladině vody, byl v jedné rovině s okrajem ústí. Množství vody, které se vešlo do obalu, se stanoví nejlépe vážením z rozdílu vah prázdného a plného obalu. Označení výše plnění jmenovitého obsahu, který je zaznačen na výkresech, je vždy údajem orientačním, pro představu kam náplň bude sahat a kolik nad ni zůstane volného prostoru. Pro stanovení skutečného obsahu skleněného obalu platí státní norma (g/ml). (HORÁK, 1985)



Obrázek č. 10: Přístroj Fill Height Tester na měření objemu a hmotnosti.

### 3.7.2 Odklon od osy

Měření odklonu od osy a nesouběžnost rovin dna a ústí se provádí na zařízení sestávajícího z úchytného otočného stolu, vodící tyče, posuvného ramínka s elektronickým úchylkoměrem. Provedeme výškové nastavení posuvného ramínka tak, aby dotek úchylkoměru byl v rovině s nejvyšší dostupnou válcovou plochou na obalovém skle. Dále horizontálně nastavíme posuvné ramínko, tak aby dotek úchylkoměru byl v kontaktu s obalovým sklem asi v polovině měřicího rozsahu úchylkoměru. Otáčíme obalovým sklem o 360°, najdeme bod nejmenší odchylky a v tom bodě úchylkoměr vynulujeme. Znovu otáčíme a odečteme max. odchylku. Elektrický úchylkoměr – rozsah 0 – 12 mm, rozlišení 0,01 mm. (HORÁK, 1985)

### 3.7.3 Vnitřní přetlak

Velikost tlaku, který skleněný obal vydrží je dána průměrnou tloušťkou stěny a tvarem. Největší tlak vydrží nádoby s nejmenším povrchem a s nejmenším průměrem těla. Zde platí zákon o pevnosti tlakových nádob. Nad velikost 0,7 l odolnost proti vnitřnímu tlaku klesá. Velmi nízkou odolnost mají velké obalové skla a sklenice. Velikost tlaku, který musí výrobky vydržet je dán v normách. Většinou se pohybuje od 3 do 30 kg/cm<sup>2</sup>. (HORÁK, 1985)

Ke zkoušení vnitřního tlaku obalového skla se používá různých přístrojů. Zkouší se jeden nebo více kusů zároveň. Princip spočívá v uchopení skleněného obalu do objímky, zpravidla pryžové. Lahev je naplněna vodou. Poté se přimáčkne k těsnění tlakového ventilu. Tlak vody se zvyšuje hydraulickou pumpou, až dosáhne potřebné hodnoty nebo až některý výrobek praskne. Zkoušené výrobky musí být odděleny ochrannou clonou, aby nedošlo k poranění osoby, která zkoušku vykonává. (HORÁK, 1985)



Obrázek č. 11: Příklad přístroje Ramp Pressure Tester na měření vnitřního tlaku.

### 3.7.4 Vnější náraz

Tato vlastnost je velmi důležitá. Odolnost proti nárazu je minimální hodnota pohybové energie, kterou musí skleněný výrobek vydržet, aniž by nepraskl. Závisí na ní možnost použití výrobku pro určitý způsob zpracování. Přístroj, kterým je možno obalové sklo rozbít se nazývá Prestonovo kladívko. Je to závaží upevněné na tyči, která se otáčí kolem vodorovné osy. Síla, kterou závaží udeří na určené místo, je dána vahou závaží a výškou, ze které bylo puštěno. U tohoto kladívka je váha závaží stála, závisí síla úderu jen na výšce. Zkoušený předmět je umístěn na vodorovné podložce, opřen ve dvou bodech. Závaží do něj udeří přesně v nejnižším bodě své dráhy. Výšku místa úderu lze libovolně měnit. (HORÁK, 1985)

### 3.7.5 Zkoušky proti náhlým změnám teploty

Tyto zkoušky mohou nahradit četné dílčí zkoušky. Je výborným měřítkem jakosti. Pokud je správně provedena, potvrzují její výsledky, že výrobek je použitelný a nemá podstatných závad. Špatný výsledek signalizuje závadu v tloušťce stěny,

v provedení zkoušky, ve sklovině a v tepelné minulosti výrobku. Volba rozdílu teplot závisí na mnoha okolnostech, z nichž nejdůležitější je poměr váhy k obsahu a tím průměrná tloušťka stěny, tvar výrobku a způsob jeho využití. Skleněné obaly jsou při zahřátí mnohem odolnější než při ochlazení. Z toho plyne, že se zkouší nejprve ochlazením. (HORÁK, 1985)

### ***3.7.5.1 Tepelný náraz***

Odolnost na tepelný náraz je minimální hodnota náhlé změny teploty, které skleněný obal odolá, aniž by praskl. Vybrané skleněné láhve se vloží přímo do tepelné lázně, kde se naplní teplou vodou a ponechají se pro vyrovnání teploty deset minut v lázni. Tato doba slouží k vyrovnání teplot mezi sklem a vodou. Po uplynutí této doby se skleněné láhve přenesou do studené lázně. V okamžiku přenesení na ně působí tepelný náraz, rovnající se rozdílu teplot obou lázní. Výrobky, jež nesnesou mechanické změny vyvolané přechodným vnitřním pnutím, prasknou ihned. (HORÁK, 1985)

Nápojové sklo se zkouší teplotami 55 a 20 °C, je-li určeno k pasteraci 80 a 40 °C. Konzervové sklenice mají teplotu zkoušení 80 a 30 °C. Platí, čím tlustší je stěna, tím je menší odolnost proti změnám teploty. Tenká stěna je pružnější, snáze rozvede deformační síly do větší plochy. Ostré hrany, rohy a vady tepelnou odolnost velmi snižují. (HORÁK, 1985)

Přístroj, kterým se tepelná odolnost zkouší, se skládá z koše, který výrobky přenáší, z víka. Lázně musí mít velkou kapacitu vody a jsou často vytápěné přímou vodní parou. (HORÁK, 1985)



Obrázek č. 12: Lázně s vodou na zkoušení tepelného nárazu.

### 3.7.6 Zbytkové pnutí

Je to trvalé napětí způsobené tepelným zpracováním skla, které existuje ve skle i ne nepřítomnosti teplotního gradientu nebo mechanického namáhání a které se odstraňuje řízeným chlazením. (HORÁK, 1985)

Vnitřní pnutí se měří polarizačními přístroji – polarimetry. Nejpoužívanější mají velké kruhové zorné pole, ve kterém se skleněné obaly velmi dobře pozorují. Světelný zdroj polarizačního zařízení vysílá světlo, které se průchodem polarizátorem změní ve světlo polarizované. To znamená, že jeho paprsky kmitají ve stejné rovině. Při zkřížení, kolmém nastavení polarizačních rovin vznikne tmavé pole, ve kterém pak v úhlu  $45^\circ$  od polarizačních rovin pozorujeme průhledný skleněný výrobek. Sklo s vnitřním pnutím má schopnost otáčet polarizovaný paprsek. Velikost otáčení roviny polarizovaného paprsku se nazývá fázové posunutí a měří se v mikrometrech. U měření vnitřního pnutí je nutno dodržovat správnou orientaci pozorovaného předmětu. Pozorovaná rovina musí být vždy kolmá na směr polarizovaného světla. (HORÁK, 1985)





Obrázek č. 13: Polarimetr

## 4. MATERIÁL A METODY ZPRACOVÁNÍ

### 4.1 Materiál a metody

Díky materiálům a metodám používaných ve vytipované sklárně, vyrábějící obalové sklo a prostřednictvím konzultací s vedoucími v oddělení kvality obalového skla, bylo umožněno seznámit se s požadavky na kvalitu obalového skla. Z teoretického hlediska obalové sklo bylo prostudováno prostřednictvím studie literárních zdrojů, internetových zdrojů, tezí k předmětu Balení potravin a odborných časopisů.

### 4.2 Technická kontrola

Kontrola kvality ověřuje, zda výrobky a služby v kterékoli etapě vzniku splňují předem stanovené požadavky. Touto činností se zabývá úsek zvaný technická kontrola. Výsledkem technické kontroly jsou informace, které slouží pro potřeby řízení a spočívají v ověření výstupů po transformaci vstupů. Jejím úkolem je rozhodnout, zda má být kontrolovaný výrobek poslán k následujícímu odbytu a jestli může výrobní proces pokračovat beze změn. Kvalitou podniku se zabývají i zkušební laboratoře, které patří pod technickou kontrolu. Mezi prvky technické kontroly řadíme: kontrolní personál, měřicí technika, kontrolní pomůcky, metody kontroly. Tato kontrola nám poskytuje výsledky tedy informace o kvalitě. Díky těmto výsledkům jsou prováděny nápravná opatření.

Technická kontrola se člení:

- Vstupní (suroviny, dodávky, subdodávky), zjišťuje jejich jakost, rozhoduje o jejich použití a pozastavuje. Ve sklárnách se především zaměřují na hlavní suroviny, jako je písek, dolomit, soda, skleněné střepy. (chemická kontrola)
- Mezioperační – výrobní, je to kontrola kvality v průběhu výrobního procesu. Smyslem této kontroly je včasné zjištění úrovně jakosti, za účelem předcházení nebo odstranění nejakostním výrobkům (viz kapitola 3.7)
- Výstupní kontrola hotových výrobků před expedicí, jejím cílem je zamezení překročení průměrného výstupního procenta zmetků.

Zcela normálním jevem ve velkých firmách na výrobu obalového skla je výskyt výrobků s různými vadami. Tyto fabriky mají automatický provoz, který zajišťuje

rychlost a kvantitu výroby. Vady mohou vznikat dávkováním, tvarováním, sklovinou nebo chlazením. Často se vady vyskytují u jediné formy, tedy jen u určitého procenta výrobku. Z které formy výrobek pochází, statistik zjistí, díky značení, kterému odpovídá výrobek příslušné formy.

## 5 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSE

Studie obalového skla ukazují, že aktuální trendem ve světě balení je návrat ke skleněným obalům, a to nejen u zeleniny a salátů, ale i u paštik a výrobků z masa. Ve skle totiž vynikne přirozený vzhled potraviny. Zákazník vidí, co kupuje. Sklo může mít navíc v domácnosti další využití.

Bylo prokázáno, že rozdíly mezi skleněným obalem a PET lahvemi jsou značné. Sklo je inertní, to znamená, že nereaguje s jinými prvky na rozdíl od polyethylentereftalátových lahví (PET), u kterých se při degradaci uvolňuje acetaldehyd. Ten může svým nasládlým zápachem znehodnotit obsah PET láhve. Do nápojů se z PET lahví také může uvolňovat oxid antimonitý. Sklo tedy nezanechává žádnou chuť. Jako jediný obalový materiál nepotřebuje potažení zvláštní vrstvou pro ochranu potraviny. Ocenění úřadem Food a Drug Administration (FDA), je dokázána bezpečnost skla jako obalu.

Při výrobě skleněného obalu je důležité, dbát už od samého začátku na rozbor přivážených surovin (písek, dolomit, vápenec, živec, soda). Každá surovina má stanovené procentuální meze oxidů a zrnitost, které by měla splňovat, aby vznikl výrobek o požadované jakosti. Pokud surovina nespĺňuje kvalitativní požadavky, nemá správnou zrnitost, dojde ke vzniku kamínků v hotovém výrobku a to dále vede k silnému nebo mírnému pnutí kolem místa ve skle. Může také dojít ke vzniku šlírů, což jsou skelné nestejnorodosti ve sklovině.

Výroba skleněného obalu ve sklárnách je náročný proces počínající smícháním surovin do tzv. sklářského kmenu, tavením skloviny při teplotě 1600°C, tvarováním a postupným ochlazováním.

Mezi hlavní rozdíly mezi nápojovým a konzervovým sklem na první pohled patří rozměry ústí jednotlivých lahví. Pivní láhve spadají mezi úzkohrdlé. Konzervové sklenice patří do skupiny širokohrdlých. Sklenice na kompoty se od nápojových liší nejen tvarem. Důležitou vlastností skla je tepelná odolnost, jež se dá nadefinovat jako tepelný rozdíl, který sklenice vydrží při prudkém ochlazování. Tepelná odolnost závisí na koeficientu tepelné roztažnosti skla, který je dán jeho složením a tloušťkou. Pro konzervové sklenice je obvykle udávána v rozmezí 40 - 45 °C s přetlakem 0,3 MPa, pro nápojové obaly 30 – 35 °C. Obě skupiny obalů se dále liší tvarem, čas-

to i objemem a způsobem plnění a uzavírání. I když se nápojové láhve i konzervové sklenice vyrábějí v objemech cca již od 15 ml až po 5 l, pro láhve jsou nejtýpicetější objemy 0,5 – 1 l. Uzavírání nápojové láhve může být uvnitř hrdla (zátky) i vně hrdla (především kovové korunkové i šroubovací uzávěry či uzávěry plastové různých typů včetně navlékacích, tedy uzávěr a zátky v jednom). Konzervové obaly patří mezi širokohrdlé. Jsou charakterizovány typem, objemem a průměrem ústí. K nejčastěji používaným uzávěrům patří víčka Omnia a dnes nejvíce užívaný Twist Off (krátký závit). Je možné se však setkat i s kombinací obou typů uzávěrů a s dalšími variantami.

Při technické kontrole v technické laboratoři je obalový skleněný materiál podrobován zkouškám, které jsou velmi důležité z kvalitativního hlediska. Mezi takové patří odolnost proti vnějšímu nárazu. Tahle zkouška je rozhodující především u vratných pivních lahví, při které musí vydržet láhve náraz v ramenách i soklu 50 lps a více. Láhve absolvují několik cirkulací bez jakékoliv újmy na kvalitě. V ČR společnost Starobrno používá z 95 % vratné láhve a to pro domácí trh. Zbýlých 5 % představuje export a láhve nevratné.

V dnešní době působením různých vlivů, od technické vyspělosti přes ekonomické podmínky, dává vzniknout i razantním změnám v provedení obalů. Monopolní postavení skla bylo eliminováno vývojem plechových obalů, postupným zlepšováním kvality plechů, povrchových úprav i zdokonalení otevírání plechovek. Kvůli konkurenci obalů na trhu dost zeštíhlely obaly ze skla, v řádech desítek procent se snížila hmotnost zejména jednocestných skleněných lahví. U vinných lahví o objemu 1 l se snížila hmotnost ze 480 g na 401 g, u pivních o objemu 0,33 l z 200 g na 175 g.

Zkouška vnitřního tlaku je důležitá při plnění láhve nápojem, který je sycený oxidem uhličitým. To jsou například láhve na šampaňské, které mají obsah oxidu uhličitého kolem 10 g/l. Podle ČSN 703100 jsou potraviny řazeny do čtyř skupin podle odolnosti na vnitřní přetlak. Do první skupiny patří oleje, sirupy, polévkové koření, lihoviny a víno, které mají předepsanou minimální hodnotu 8,0 bar/min. Do druhé skupiny řadíme mošty, minerální vody, limonády a sodovou vodu nad 0,5 l, jejich minimální hodnota je 9,0 bar/min. Ve třetí skupině se nacházejí limonády a sodová voda do 0,5 l včetně, pivo, u kterých je minimální hodnota 12 bar/min.

Do čtvrté skupiny spadá šumivé víno s minimální odolností proti vnitřnímu tlaku minimálně 17 bar/min.

Mezi hlavní výrobce obalového skla v ČR patří společnost O-I Manufacturing Czech Republic, a. s.. K lídrům ve výrobě skleněných obalů řadíme společnost, Vetropack Holding AG. Jejím členem je i Vetropack Moravia Glass, akciová společnost se sídlem v Kyjově. Společnost se prezentuje jako specialista na skleněné obaly na míru. To znamená, že skleněný obal vzniká v úzké spolupráci se zákazníkem, takže přesně odpovídá jeho přáním a potřebám. Před několika lety se společnost stala i průkopníkem v používání revolučně nových skleněných zátek Vino-Lok. K tradičním výrobcům patří u nás i Sklářny Moravia, a. s., se sídlem v Úsobrně. Přes 2000 výrobků a doplňků obalového skla má ve své nabídce firma Bricol-M, spol. s. r. o., která nabízí zboží s kompletními službami pro zákazníky.

Obrat zdejší sklárny v Kyjově dosáhl v roce 2013 celkem 2,05 miliardy korun a společnost prodala přes 840 milionů kusů skleněných obalů. Zhruba 42 % produkce vyvezla firma do zahraničí. Nejvíce výrobků spadá do kategorie obalů pro piva a nealkoholické nápoje, která se na celkovém prodeji podílela 46 %. Druhou největší skupinou je konzervové sklo, kam patří například obaly na dětskou výživu, kávu, majonézy a zavařeniny. Její podíl se mírně snížil na 39 %. Naopak prodej obalového skla na víno a lihoviny vzrostl o 2 % na 18 %.

## 6 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce pojednává o složení obalového skla, o jeho výrobě a následně o zkoušení hotových výrobků v technické laboratoři. Také se zabývá rozdílem mezi konzervovým a nápojovým obalem a následné zpracování odborných informací zabývající se tématem obalového skla.

V dnešní době spotřebitelé více důvěřují obalovému sklu a oceňují jeho zdravotní nezávadnost. Obalové sklo se vyznačuje vůči potravině svoji pachovou a chuťovou neutralitou, tedy nereaguje s obsahem. Ze sycených nápojů omezuje ztráty oxidu uhličitého, chuť potravin zůstává nepozměněná, stejně jako výživné látky obsažené v potravině, která je balená ve skle.

Uváděnou nevýhodou spotřebitele u obalového skla, je jeho hmotnost. Díky pokročilým výrobním technologiím, sklárny začaly vyrábět sklo vylehčené. Vylehčené sklo váží oproti běžnému sklu konkrétně u vinné láhve o 79 g méně. V dnešní době se sklárny snaží vyrovnat tlaku, který je na ně vyvoláván z hlediska širokospektré nabídky obalů. Mezi takové patří například obaly z plastů, oproti sklu jsou totiž lehčí, odolnější proti nárazu.

Z literárních a internetových studií bylo dokázáno nezávadnost skleněného obalu vůči jeho obsahu. Tento výsledek ukazuje na vzrůstající oblíbenost skleněného obalu u spotřebitelů.

Rozdíly mezi konzervovým a nápojovým sklem jsou značné. Na pohled se liší s tvarem těla, objemem i tvarem ústí. Na ústí nápojového skla jsou používány zátky například u vína, kovové korunkové uzávěry u piva. S šroubovacími kovovými i plastovými uzávěry se můžeme setkat u neperlivých vod. Uzavírání u konzervového skla je prostřednictvím nejpoužívanějších víček Omnia a Twist Off.

Z hlediska technické kontroly jsou rozdíly skleněných obalů v tepelné odolnosti. Konzervové sklenice musí vydržet větší tepelný rozdíl, než sklenice nápojové. Je to kvůli následnému použití při sterilaci a pasteraci potravin ve skle.

U nápojového vratného skla je důležitá odolnost proti nárazu, láhve jsou konstruovány, tak aby vydržely náraz minimálně 50 lps ( 1lps = 2,54 cm/s). Tohle je rozhodujícím faktorem u vratných lahví. Tyto láhve absolvují několikanásobný kolo-

běh mezi spotřebitelem a výrobou. Podle ČSN 703100 jsou rozděleny potraviny dle odolnosti na vnitřní přetlak. Největší odolnost na vnitřní přetlak musí mít šumivé vína.



## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

HORÁK J. *Technika řízení sklářské výroby*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1985, 190 s. Hutní sklářská příručka.

BLUMENTRITT J. *Sklářské materiály pro střední odborná učiliště: učební text pro 1.a 2.ročník středních odborných učilišť*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1984, 152 s.

PANASJUK V. I. *Chemická kontrola výroby skla*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1956, 307 s., příl.

DOLEŽALOVÁ H. *Vybrané kapitoly ze zbožíznalství*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Ekonomická fakulta, 2014, 167 s. ISBN 978-80-7394-444-5.

LNĚNIČKOVÁ J. *České & moravské obalové sklo: historie a současnost = Bohemian & Moravian container glass : history and the present*. Vyd. 1. Plzeň: G2 studio, 2007, 248 s. ISBN 978-80-903893-1-1.

KOTŠMÍD F. *Sklářské suroviny*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1953, 288 s.

STRNAD Z. *Skelně krystalické materiály*. 1. vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1983, 230 s.

HORÁK J. *Příprava výroby ve sklárnách*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1973, 112 s. Hutní sklářská příručka.

HORÁK J. *Obalové sklo*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1963, 144 s.

Štencl, J. E-learningová opora předmětu Balení a prodej potravin. [jiný]. MENDELU. 2009.

*Packaging technology: fundamentals, materials and processes*. 1st pub. Editor Anne Emblem, Henry Emblem. Cambridge: Woodhead Publishing, 2012, xv, 579 s. Woodhead Publishing in materials. ISBN 978-1-84569-665-8.

HAN J. H. *Innovations in food packaging*. Second edition. xx, 603 pages. ISBN 9780123946010.

*Recycling*. Irvine, CA: Saddleback Educational Publishing, 2010. ISBN 1599054574.

ČSN 70 31 00 : 1987, *Nápojové obalové sklo*

**Internetové zdroje:**

1. <http://www.ekokom.cz/cz/ostatni/vysledky-systemu/vyrocní-shrnutí>
2. <http://www.askpcr.cz/>
3. <http://www.friendsofglass.com>
4. <http://www.foodpackagingforum.org>
5. <http://www.vetropack.cz>

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Typické složky a vlastnosti obalového skla (EMBLEM a kol., 2012). .....	14
Obrázek č. 2: Barevná a zakalená skla s nejdůležitějšími barvicími surovinami (HORÁK, 1963). .....	15
Obrázek č. 3: Láhev formovaná procesem blow-and-blow (EMBLEM a kol., 2012). .....	18
Obrázek č. 4: Láhev formovaná procesem press-and-blow (EMBLEM a kol., 2012). .....	18
Obrázek č. 5: Obsah limonenu v pomerančové šťávě po dobu několika týdnů (5) ..	21
Obrázek č. 6: Označení skleněných obalů pro recyklaci (EKO-KOM). .....	22
Obrázek č. 7: Dosažená míra recyklace a využití odpadů z obalů 2013 (EKO-KOM). .....	22
Obrázek č. 8: Posuvné měřidlo (zshtyn.mantinel.cz). .....	27
Obrázek č. 9: Měření tloušťky stěn láhve tloušťkoměrem pomocí Hallova efektu (www.mega-nk.ru) .....	27
Obrázek č. 10: Přístroj Fill Height Tester na měření objemu a hmotnosti. ....	28
Obrázek č. 11: Přístroj Ramp Pressure Tester na měření vnitřního přetlaku. ....	30
Obrázek č. 12: Lázně s vodou na zkoušení tepelného nárazu. ....	32
Obrázek č. 13: Polarimetr .....	33