

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra aplikované ekologie**



**Třídění a recyklace odpadu skla na recyklační lince  
společnosti SPL Recycling a.s.**

**Bakalářská práce**

**Bakalant: Růžena Kubíková**

**Vedoucí práce: Ing. Tereza Hnátková, Ph.D.**

**© 2024 ČZU v Praze**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Růžena Kubíková

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

**Třídění a recyklace odpadu skla na recyklační lince společnosti SPL Recycling a.s.**

Název anglicky

**Sorting and recycling glass waste on the recycling line of SPL Recycling a.s.**

### Cíle práce

Cílem bakalářské práce je provést analýzu provozu recyklační linky společnosti SPL Recycling a.s. v Chudeřicích za období let 2017-2022. Dále se práce zaměřuje na porovnání této recyklační linky s linkou společnosti ENVY Recycling s.r.o. ve Stráži pod Ralskem. Na základě porovnání obou linek je doporučení a následující kroky ke zvýšení efektivity a kvality recyklace obalového skla v Chudeřicích a následující kroky ke zvýšení efektivity a kvality recyklace obalového skla ve Stráži pod Ralskem. Získané informace a data od společnosti SPL Recycling a.s. budou systematizovány a zpracovány do přehledných tabulek.

### Metodika

V první části této bakalářské práce, byly vyhledány relevantní zdroje na dané téma. Zdroje byly čerpány ze zahraničních periodik, článků, internetových zdrojů, odborných knih, ze kterých byly vypracovány rešerše. Tyto informace byly pečlivě zpracovány

a prezentovány v přehledných tabulkách, které usnadňují pochopení a analýzu problematiky. V praktické části, byla detailně popsána recyklační linka společnosti SPL Recycling a.s. v Chudeřicích a recyklační linka společnosti ENVY s.r.o. ve Stráži pod Ralskem. Dále byl podrobně popsán technologický postup zpracování plochého a obalového skla na těchto linkách. Následně v praktické části byly využity výstupy společností SPL Recycling a.s. za daná období rok 2017–2022. Veškeré vyčíslené údaje o recyklačních linkách a výrobních výstupech byly získány přímo od společnosti SPL Recycling a.s., což zajišťuje spolehlivost a relevanci prezentovaných informací. Tato porovnání, poskytují důležité informace o efektivitě a výkonnosti jednotlivých recyklačních zařízení, jak v Chudeřicích, tak ve Stráži pod Ralskem. Také bylo provedeno porovnání i s jinými provozy ve světě, a to jak v kapacitě zpracování, tak v modernizaci linek. Tím se umožní získat širší perspektivu a inspiraci pro možné další kroky. Tyto provozy často využívají pokročilé optické separátory, robotické systémy a další automatizované zařízení, což umožňuje efektivní separaci nečistot a třídění materiálu podle různých parametrů, včetně barev. Inspirace z těchto provozů by mohla vést k implementaci nových technologií a metodik v recyklačních linkách v České republice. Závěrem práce bylo doporučení na modernizaci výrobních linek, vyčíslení nákladů na modernizaci, a dále doporučení na specifická opatření.



**Doporučený rozsah práce**

40 stran

**Klíčová slova**

třídění skla, recyklace, odpad ze skla, ploché sklo, obalové sklo, recyklační linka

---

**Doporučené zdroje informací**

BANÝR, Jiří a BENEŠ, Pavel, 1999. Chemie pro střední školy (obecná, anorganická, organická, analytická, biochemie). 2. vydání. Praha: SPN. ISBN 80-85937-46-8.

HOTAŘ, Vlastimil; RYDVALOVÁ, Petra; NOVÝ, Petr a NOVOTNÁ, Irena, 2013. Ekonomický, sociální a kulturní význam sklářského a bižuterního průmyslu v české republice. Liberec.

MENČÍK, Jaroslav, 2019. Teoretické základy procesů tvarování skla. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 978-80-7560-270-1

TUHÁČEK, Miloš a JELÍNKOVÁ, Jitka, 2015. Právo životního prostředí: praktický průvodce. Právo pro každého (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5464-2.

VONDRUŠKA, Vlastimil, 2002. Sklářství. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-0261-4.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2023/24 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Tereza Hnátková, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2024

**prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2024

**prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 24. 03. 2024

---

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Třídění a recyklace odpadu skla na recyklační lince společnosti SPL Recycling a.s.“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 25. 03. 2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou vyjádřila svou hlubokou vděčnost Ing. Tereze Hnátkové, Ph.D., za její neuvěřitelnou pomoc a odborné vedení mé bakalářské práce. Její rady a připomínky byly pro mě klíčové nejen k pochopení složitých témat, ale i k cílenému směřování mé práce.

Dále bych chtěla upřímně poděkovat panu Ing. Pavlu Rokosovi, řediteli recyklačních linek společnosti SPL Recycling a.s., za jeho vstřícnost a ochotu poskytnout nezbytné materiály a data pro mou práci. Bez jeho podpory by nebylo možné dosáhnout tak detailního a praktického pohledu na zkoumanou problematiku.

Nesmírnou vděčnost dlužím také své dceři Kristýně za její podporu během mého studia. Její povzbuzení a trpělivost byly pro mě neocenitelnou oporou v průběhu celého vzdělávacího procesu.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá rešerším problematiky třídění a následné recyklace plochého a obalového odpadu skla. Teoretická část práce přináší přehled o odpadech ze skla, zahrnuje jejich klasifikaci, sběr, zpracování a využití. Využívá se legislativních předpisů, normativních dokumentů a odborné literatury. Cílem práce je analyzovat provoz v období let 2017 až 2022. Poskytnuté informace a data od společnosti SPL Recycling a.s. budou prezentovány formou přehledných tabulek.

V praktické části práce je představena recyklační linka společnosti SPL Recycling a.s. a porovnáno množství přijatého odpadu skla k recyklaci v jednotlivých obdobích. Dále je provedeno srovnání recyklační linky společnosti SPL Recycling a.s. s linkou společnosti ENVY RECYCLING s.r.o.

Přínosem této práce je zdůraznění významu třídění odpadu ze skla před jeho dalším zpracováním a pohled na skleněný odpad jako cennou surovinu.

**Klíčová slova:** třídění skla, recyklace, odpad ze skla, ploché sklo, obalové sklo, recyklační linka

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the research of sorting and subsequent recycling of flat and packaging glass waste. The theoretical part provides an overview of glass waste, including its classification, collection, processing, and utilization. Legislative regulations, normative documents, and professional literature are utilized. The aim of the thesis is to analyse the operation during the period from 2017 to 2022. The information and data provided by SPL Recycling a.s. will be presented in the form of clear tables.

The practical part introduces the recycling line of SPL Recycling a.s. and compares the amount of glass waste received for recycling in various periods. Furthermore, a comparison is made between the recycling line of SPL Recycling a.s. and that of ENVY RECYCLING s.r.o.

The contribution of this thesis emphasizes the importance of sorting glass waste before further processing and views glass waste as a valuable raw material.

**Keywords:** glass sorting, recycling, glass waste, flat glass, packaging glass, recycling line

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Cíl práce</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Literární rešerše</b> .....	<b>4</b>
3.1 Výroba skla.....	4
3.2 Výroba obalového skla .....	9
3.3 Výroba plochého skla pro domácí využití.....	10
3.4 Spotřeba energie při výrobě skla .....	11
3.5 Statistiky ve výrobě skla.....	15
3.6 Ploché sklo .....	16
3.7 Obalové sklo.....	18
3.8 Lepené sklo.....	20
3.9 Drátosklo .....	23
3.10 Ornametální sklo .....	24
<b>4. Třídění a recyklace skla</b> .....	<b>27</b>
4.1 Definice recyklace .....	27
4.2 Recyklace skla v EU.....	28
4.3 Recyklace skla v ČR.....	31
4.4 Sběr stěpů.....	33
4.5 Úprava stěpů .....	33
4.6 Zvláštní využití stěpů.....	35
4.7 Legislativa EU.....	36
4.8 Legislativa ČR.....	37
<b>5. Metodika</b> .....	<b>39</b>
<b>6. Praktická část</b> .....	<b>40</b>

6.1	Recyklační linka odpadu skla společnosti SPL Recycling a.s. ....	40
6.2	Přehled odpadů, pro které je zařízení určeno .....	42
6.3	Zpracování odpadu plochého skla .....	44
6.4	Zpracování odpadu obalového skla .....	44
6.5	Kvalitativní charakteristika odpadů umožňujících jejich přijetí do zařízení	49
6.6	Výrobní výstupy za roky 2017–2022 .....	49
<b>7.</b>	<b>Recyklační linka odpadu skla společnosti ENVY RECYCLING s.r.o. ....</b>	<b>54</b>
<b>8.</b>	<b>Diskuse.....</b>	<b>58</b>
<b>9.</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>67</b>
<b>10.</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>73</b>
<b>11.</b>	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>86</b>
<b>12.</b>	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>88</b>
<b>13.</b>	<b>Příloha 1: Souhlas se zpracováním dat .....</b>	<b>1</b>



# 1. Úvod

Odpad je neoddelitelnou součástí lidské existence již od samotného počátku našeho života. S narůstajícím počtem obyvatel a rozvojem společnosti se stává produkce odpadu stále větším a komplexnějším problémem. Odpadem rozumíme všechny materiály nebo předměty, které lidé zahazují jako nepotřebné nebo nadbytečné. Tyto odpady vznikají v průběhu mnoha různých lidských aktivit a sektorů, včetně domácností, firem, zemědělství, stavebnictví, průmyslu a zdravotnictví. Každý druh odpadu má své vlastní charakteristiky a specifika, což vyžaduje individuální přístup k jeho nakládání a zpracování. Skleněný odpad představuje velmi zajímavý druh odpadu.

Sklo je materiál složený z tuhého roztoku kovových oxidů v oxidu křemičitém. Během procesu chladnutí dochází ke zpevnění, přičemž viskozita skloviny brání pohybu molekul a tím i krystalizaci křemičitých sloučenin, což vede k vytvoření průhledného skla. Jeho výroba vychází z roztaveného skla, které je tekuté a lze ho formovat do různých tvarů. Sklo nabízí širokou škálu vlastností:

- mechanické sklo je pevné, tvrdé a odolné proti poškrábání a odření,
- chemické sklo je odolné vůči korozi a prakticky inertní,
- optické sklo může odrážet, ohýbat přenášet a pohlcovat světlo a je dostačující pro výrobu brýlí, mikroskopů, je užitečné v astronomii, telekomunikaci a elektronice,
- tepelné sklo je odolné proti teplotnímu šoku a je špatným vodičem tepla, což mu umožňuje odolávat náhlým změnám teploty, stejně jako extrémním teplotám,
- elektrické sklo je špatným vodičem, ale skvělým materiálem pro elektrickou izolaci.

Tyto vlastnosti dělají sklo univerzálním materiálem s širokým spektrem aplikací, od průmyslových po spotřební (Askpcr.cz, n.d.a).

První část této práce, zaměřená na literární rešerši, je klíčovým krokem k porozumění problematice odpadu skla a jeho správnému zpracování. V další části práce je snaha čtenáře seznámit s tím, jak lidé nakládají s odpadem skla nejen v České republice, ale i v různých zemích Evropské unie.

Proces nakládání s odpadem skla začíná separací, kdy je sklo odděleno od ostatních odpadů a umístěno do příslušných kontejnerů nebo sběrných míst. Tato separace je klíčová pro efektivní recyklaci, neboť čisté a oddělené sklo umožňuje snazší a kvalitnější zpracování.

Následně je sbírané sklo dopraveno do recyklačních firem, kde probíhá další fáze procesu. Sklo je zde podrobena dalšímu třídění, kde se separují různé druhy skla podle složení a vlastností. Tento krok je důležitý pro optimalizaci recyklačních procesů a zajištění vysoké kvality recyklovaného materiálu.

Po třídění je sklo zpracováno do finální podoby, přičemž může projít různými procesy v závislosti na zamýšleném využití. Recyklované sklo může být například rozdrveno a použito jako surovina pro výrobu nových skleněných výrobků nebo jako agregát ve stavebnictví.

Data uvedená v této práci byla získána z různých zdrojů, včetně společnosti SPL Recycling a.s., a společnosti ENVY RECYCLING s.r.o., které poskytly informace o množství a kvalitě recyklovaného skla. Dále byla využita internetová a knižní literatura, recenzované odborné články a zahraniční periodika, která poskytla další relevantní informace o procesu recyklace skla a jeho využití. Tyto zdroje umožnily získat komplexní pohled na problematiku recyklace skla a přispěly k objektivnímu a fundovanému zpracování tématu v této bakalářské práci.

## **2. Cíl práce**

Cílem bakalářské práce je provést analýzu provozu recyklační linky společnosti SPL Recycling a.s. v Chudeřicích za období let 2017–2022. Dále se práce zaměřuje na porovnání této recyklační linky s linkou společnosti ENVY RECYCLING s.r.o. ve Stráži pod Ralskem.

Na základě porovnání obou linek je doporučení a následující kroky ke zvýšení efektivnosti a kvality recyklace obalového skla v Chudeřicích a následující kroky ke zvýšení efektivnosti a kvality recyklace obalového skla ve Stráži pod Ralskem. Získané informace a data od společnosti SPL Recycling a.s. budou systematizovány a zpracovány do přehledných tabulek.

## 3. Literární rešerše

### 3.1 Výroba skla

Základními surovinami používanými při výrobě skla jsou sklářské písky, obsahující převážně oxid křemičitý, oxid vápenatý, oxid sodný a oxid draselný, tvořící 60 až 80 % jejich složení. K těmto hlavním složkám se přidávají další látky, jako jsou síra, selen, sulfidy, oxid boritý a některé organické látky, které se společně nazývají kmen. Při výrobě skla se tyto suroviny taví v podobné technologické proceduře, avšak vlivem různých faktorů může vzniknout zcela odlišný produkt. Klíčovým aspektem v procesu výroby skla je postupné ochlazování taveniny, což vytváří homogenní, amorfni a průhlednou hmotu. Kvůli riziku mechanického poškození není možné sklo, tvarované při vysokých teplotách, prudce ochladit. Namísto toho jsou výrobky ze skla postupně ochlazovány v chladicích pecích, což zajišťuje jejich kvalitu a pevnost (Vondruška, 2022; Askpcr.cz, n.d.a).

Složení skla může být jednoduché, složené, nebo složité, podle počtu bází nebo kyselin, které jsou přítomné ve směsi. Jednoduché typy skla jsou vystaveny v křemičitanu sodném, draselném a křemičitanu olovnatém. České sklo se vyrábí z písku, uhličitanu draselného, uhličitanu vápenatého, střepů a také malou částí dusičnanu draselného, arsenu a oxidu manganičitého. Tento typ skla používají převážně kontinentální výrobci pro chemické zboží, stolní a zrcadlové sklo. Sklo je tvrdé, brilantní a stabilní (Marson, 2020).

Průmysl výroby skla v Evropské unii je velice rozmanitý, jak co se týče výrobků, tak i využívaných výrobních technik. Sklářský sektor je významně spojen s oblastí stavebnictví a výrobou potravin a nápojů. Sklářství využívá nejenom písek a štěrk v procesu výroby skla, ale tyto materiály jsou také klíčové pro stavebnictví, kde jsou používány například při výrobě betonu a asfaltu. Těžba písku za poslední dvě desetiletí vzrostla až trojnásobně. Dnes je tedy těženo tolik písku, že připadá na každého obyvatele planety průměrně 18 kilogramů denně (Ekolist.cz, 2022).

Tabulka 1: Technologie výroby skla

VÝROBNÍ OPERACE	VÝROBNÍ ZAŘÍZENÍ	PROBÍHAJÍCÍ PROCESY
1. Mísení surovin	Kamenárna	Mechanické homogenizační procesy
2. Tavení, čerění, homogenizace	Sklářská tavicí pec	Chemické reakce, rozpuštění pevných látek v tavenině, transportní jevy
3. Tvarování	Tvarovací stroje a zařízení	Mechanické tvarovací procesy
4. Chlazení	Chladicí pec	Tepelná homogenizace
5. Zpracování	Speciální stroje a zařízení	Mechanické, tepelné a chemické děje

Zdroj: Bednář, 2021

Sklo se používá pro spoustu výrobků právě proto, že je levné a má mnoho žádoucích vlastností, které jsou jedinečné pro chemické složení skla a lze je měnit a regulovat změnou složení nebo výrobní technikou. Změna jedné vlastnosti skla však obvykle ovlivní vlastnosti ostatní. Při výběru konkrétního skla pro produkt je důležitá kombinace mechanických, chemickotepelných, optických a dalších vlastností (Pellegrino, 2002).

Sklářský průmysl zahrnuje pět hlavních sektorů pokrývajících různé druhy skel, jejich využívání a uplatnění. Tato odvětví se velmi odlišují svými výrobními procesy, produkty, trhy, ekonomikou a výrobcem. Všechna odvětví však mají jedno společné, a sice to, že přeměňují suroviny na sklo procesem tavení (Wintour, 2015).

Tabulka 2: Vlastnosti skla

<b>Chemické</b>	<p>Sklo je vysoce odolné vůči chemickému napadení. Mnoho chemikálií, potravin a nápojů lze skladovat po desetiletí bez chemické koroze skla. Pouze několik chemikálií agresivně napadá sklo (kyselina fluorovodíková, kyselina fosforová, horké alkalické roztoky, přehřátá voda).</p> <p>Sodnovápenaté sklo je složeno ze 71–75 % oxidu křemičitého, z 12 až 16 % oxidu sodného, 10–15 % oxidu vápenatého.</p> <p>Boritokřemičitá skla jsou složena ze 70–80 % z <math>\text{SiO}_2</math>, z 10–15 % z <math>\text{B}_2\text{O}_3</math>, ze 4–8 % z <math>\text{Na}_2\text{O}</math> nebo <math>\text{K}_2\text{O}</math> a z 2–7% z <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math> (oxid hlinitý).</p>
<b>Pružnost</b>	<p>Sklo je dokonale elastické. Po odstranění síly při ohýbání nebo natažení se vrátí přesně na svůj původní tvar. Sklo se však rozbije, když použitá síla přesahuje konečnou pevnost skla.</p> <p>Modul pružnosti skla je 70 GPa. Koeficient tepelné roztažnosti je <math>9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}</math> při teplotách 0 °C až 300 °C (ocel: <math>12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}</math>, hliník: <math>23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}</math>).</p>
<b>Síla</b>	<p>Sklo je křehké a při silných nárazech se spíše rozbije než deformuje. Při stlačení je však sklo velmi pevné (např. skleněné kuličky se používají v podmořských aplikacích, kde jsou vystaveny intenzivním tlakovým silám). Pevnost skla v tahu lze zvýšit tepelným temperováním, chemickou úpravou nebo laminováním.</p> <p>Běžně se vyrábí plavené ploché sklo v tloušťkách od 4 do 25 mm, maximální velikost tabule skla je nyní omezena možnostmi výrobní linky na rozměr <math>3,2 \times 6,0</math> m.</p>
<b>Tvrдость</b>	<p>Sklo je tvrdý materiál s hodnotami tvrdosti srovnatelnými s ocelí a plechem. Odolá výraznému otěru po celou dobu své životnosti.</p> <p>Křemenné: 5,3 – 6,5 mohs; 8,8 GPa (mohs určení odolnosti materiálu)</p>
<b>Optické</b>	<p>Sklo je průhledné a průsvitné. Některá skla jsou selektivně průhledná a přenášejí světlo jedné vlnové délky nebo barvy účinněji než kterákoli jiná. Jiná skla jsou navržena tak, aby absorbovala infračervené světlo. Sklo může také ohýbat světlo (čočka).</p> <p>Světlo, které je viditelné lidským okem, se nachází v rozsahu vlnových délek 380 až 780 nm.</p> <p>Oblast kratších vlnových délek, než je fialová (380 nm), se označuje jako ultrafialová (UV záření).</p> <p>Oblast delších vlnových délek, než je červená (780 nm), se označuje jako infračervená (IR záření).</p> <p>Rychlost světla ve vakuu je 299 792 458 m/s. O něco nižší je rychlost světla ve vzduchu.</p> <p>Rychlost světla v jiných materiálech je podstatně nižší, což má za následek optické jevy při přechodu z jednoho prostředí do jiného, např. ze vzduchu do skla.</p>
<b>Elektrické</b>	<p>Sklo je dobrým izolantem a poskytuje vysokou odolnost proti průchodu elektřiny. Teoreticky elektrická pevnost skla činí <math>107 \text{ až } 108 \text{ V} \times \text{cm}^{-1}</math> (tj. 104 až 105 kV <math>\times \text{cm}^{-1}</math>), skutečná pevnost bývá o řád i více nižší.</p>
<b>Tepelné</b>	<p>Skla s nízkou tepelnou roztažností mají vysokou odolnost proti tepelným šokům. Teplotní roztažnost vybraných skel pro rozsah teplot 20 až 300 °C:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ploché sklo <math>8\text{--}9 \times 10^{-6} \text{ [}^\circ\text{C}^{-1}\text{]}</math>,</li> <li>• obalové sklo <math>9 \times 10^{-6} \text{ [}^\circ\text{C}^{-1}\text{]}</math>,</li> <li>• křemenné <math>0,6\text{--}0,8 \times 10^{-6} \text{ [}^\circ\text{C}^{-1}\text{]}</math>.</li> </ul> <p>(Záporné znaménko ukazuje pozitivní tok tepla ve směru snižující se teploty.)</p>

Zdroj: CORNING® Eagle 2000®, n.d.; SKLENÁŘSTVÍ ONLINE, 2023; Honskus et al., 2015; Eliášová, 2014; Verkon, n.d.; Hotař et al., 2013

Při výrobě skel se do kmene nebo feedru (ve formě barvicí frity) přidávají různé prvky, které ovlivňují barvu skla. Tímto procesem se určuje barva, která bude na konci průběhu výroby skla. V *Tabulce 3* jsou znázorněny prvky ovlivňující barvu skla (Honskus et al., 2015).

Tabulka 3: Přehled prvků, které ovlivňují barvu skel

BARVA	PRVKY
Modrá	Co
Zelená	Dvojchroman, Cu
Ambr	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , S, grafit, nečeří se antimonem, ale sulfátem
Rubín	Se, Sb, Zn
Fialová světlá	Ne
Kouř	Ni
Černá	Burel, MnO <sub>2</sub> , Cr
Kouřová šedá	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , NiO, CuO, MnO
Ametyst	MnO
Montan safír	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , NiO, CuO, CoO
Safír	CoO
Akvamarin	CoO, CuO
Emerald	CuO, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Olivín	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MnO, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Topas	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , mouka, síra
Roza	Zlato
Rubín, granát	CdS + Se

Zdroj: Honskus et al., 2015

Podle velikosti barvicích částic a procesu tvorby barev ve skle lze látky, které ovlivňují barvu skla, rozdělit do tří skupin. První skupinu tvoří barvicí částice menší než 1 nm, které způsobují zbarvení skla atomy nebo ionty, které tím s ním vytvářejí barvivý roztok. Druhou skupinu tvoří barvicí částice o velikosti 1–500 nm, které se nacházejí ve formě koloidních částic a vznikají tepelným zahřátím. Třetí skupinu pak tvoří barvicí částice s rozměry nad 500 nm, u kterých zbarvení skla vniká buď krystalizací při ochlazování taveniny, nebo dodatečným zahříváním (Fanderlík, 2009).



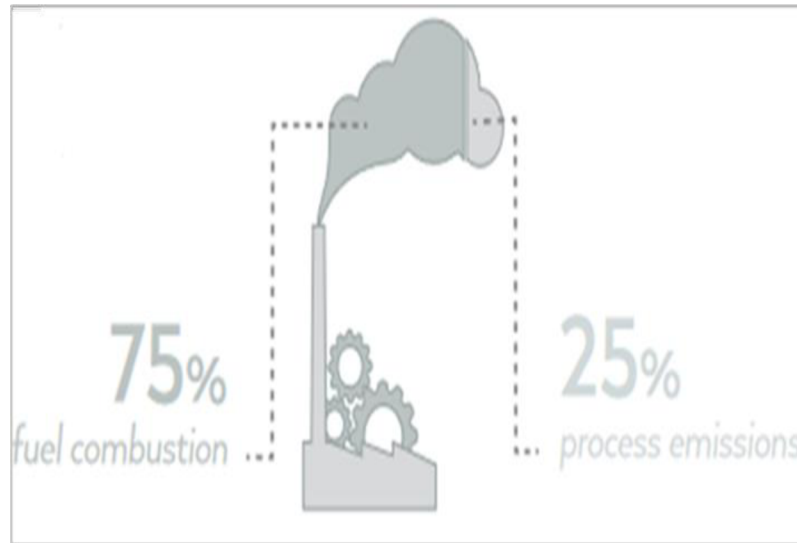
Tabulka 4: Výroba skla float

VÝROBA SKLA FLOAT				
Zakládání vsázky	Tavení v tavicím agregátu	Plavení skla	Chlazení skla	Řezání
Suroviny, jako je písek, soda, vápenec a dolomit, jsou skladovány odděleně v zásobnících a skladovacích prostorách. Poté jsou odváženy na dopravní linky a podle specifické receptury pro daný typ skla jsou přesně dávkovány. Směs je následně smíchána a dopravena do zásobníků před tavicím agregátem, známým jako pec. Během transportu je ke směsi přidáno množství skleněných střepů, aby byla dosažena požadovaná kvalita skla.	<p>Sklářská směs je tavena v tavicím agregátu, který je také nazýván pec, při vysokých teplotách mezi 1550 a 1600 °C za použití silných olejových nebo plynových hořáků.</p> <p>Během tohoto procesu se suroviny postupně přeměňují na tekutou hmotu, nazývanou sklovina, která proudí vnitřkem tavicího agregátu.</p> <p>Během několika hodin se sklovina zbavuje bublin a dochází k tepelné a chemické homogenizaci.</p>	<p>Sklo se roztavuje a čistí při teplotě kolem 1150 až 1100 °C. Poté je do roztaveného skla naléván cín. Teplota skla a cínu postupně klesá z 1100 °C na 600 °C.</p> <p>Top rolny jsou zavedeny do lázně skrze boční těsnění a upravují tloušťku a šířku taženého pásu skla.</p>	Hotové výrobky ze skla jsou postupně ochlazovány v chladicích pecích.	Po ochlazení skla se provede kontrola pomocí detektoru vad. Poté je sklo automaticky řezáno na různé velké tabule, s maximálním rozměrem 600 × 321 cm.

Zdroj: AGC Glass Europe, 2023

Výroba plochého skla z průmyslových procesů s co nejvyšší teplotou představuje pouze 0,65 % průmyslových emisí CO<sub>2</sub> v EU. Písek a recyklované sklo se musí zahřát až na 1600 °C, aby se vytvořil pás roztaveného skla. Takto vysoká teplota je nezbytná pro minimalizaci defektů, které by mohly změnit propustnost světla a průhlednost, což jsou základní vlastnosti. Další podstatné vlastnosti jsou bezpečnostní požadavky ve stavebnictví, automobilovém průmyslu anebo při výrobě solárního energetického skla. Celkem 75 % CO<sub>2</sub> z výroby plochého skla je využito k použití zemního plynu na ohřívání tavicí pece. Zbýlých 25 % emisí se uvolňuje na uhličitany (Glass for Europe, 2020).

Obrázek 1: Využití CO<sub>2</sub> pro zemní plyn



Zdroj: Glass for Europe, 2020

### 3.2 Výroba obalového skla

Výroba skleněných obalů je největším segmentem v rámci sklářského průmyslu v Evropské unii, zastávající přibližně 50–60 % celkové produkce skla v závislosti na konkrétním roce. Toto odvětví zahrnuje výrobu různých skleněných obalů, jako jsou lahve a sklenice, které se používají k balení potravin, nápojů, kosmetických výrobků, parfémů, léků a technických výrobků (European Commission, 2010).

Při výrobě plochého skla procesem plaveného skla je žádoucí použití střepů. Na každých 10 % použitých střepů se očekávají úspory energie ve výši 3 % a snížení emisí CO<sub>2</sub> přibližně o 3,6 %. Typické je použití střepů v rozmezí 20–30 % (Rose et al., 2019).

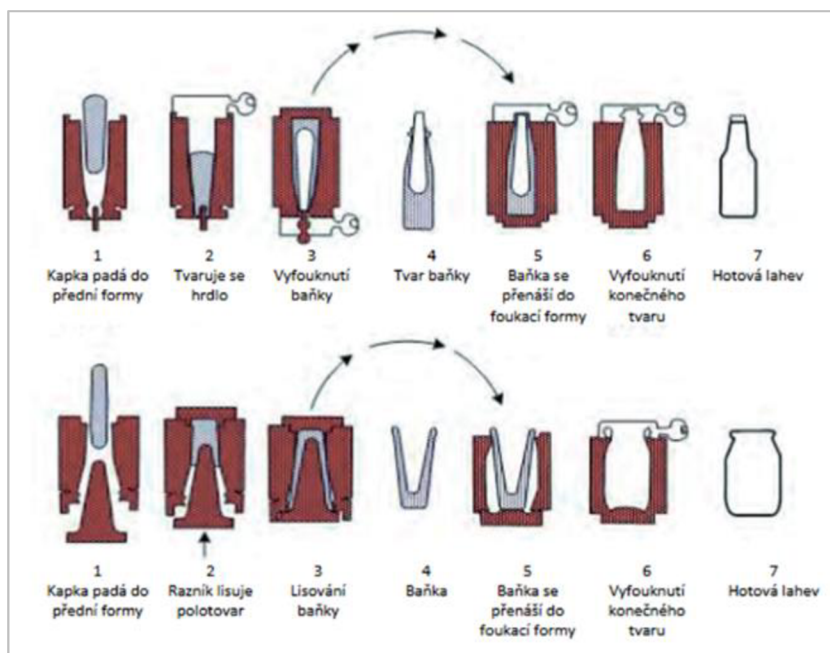
V roce 2020 bylo v Evropské unii vyrobeno 36,8 milionů tun skla, což činí EU jedním z největších výrobců skla na světě. Výroba skla se skládá z pěti hlavních odvětví (Schweng, 2021).

Tabulka 5: Výroba skla – pět pododvětví v EU, rok 2020

VÝROBA SKLA V EU, ROK 2020				
Obalové sklo	Ploché sklo	Užitkové sklo	Vlákna	Speciální sklo
60,40 %	29,20 %	3,20 %	5,30 %	2,10 %

Zdroj: autor, Official Journal of the European Union, 2022

Obrázek 2: Dvakrát foukací způsob a lisofoukací způsob



Zdroj: European Commission, 2010

### 3.3 Výroba plochého skla pro domácí využití

Domácí sklo lze vyrábět ručně nebo strojově, a to buď formováním, nebo foukáním. Při ručním foukání se využívá sklářská píšťala a sklovina je tvarována ve formě. Každý produkt vytvořený tímto způsobem je originál. Strojní foukání se provádí na různých sklářských automatech, kde se vyrábí běžné užitkové sklo. Pro výrobu dutého skla se často používá metoda lisování, při které se tvárná sklovina bezchybně vyplní formou. Existují ruční, poloautomatické a automatické druhy lisů. Při výrobě lisu se obvykle používá sodnodraselné sklo, příležitostně i olovnaté sklo (Skleněný shop cz, n.d.).

*„Nejjednodušší skleničky mají tvar válce, který je na jedné straně uzavřen (tzv. dno) a na druhé otevřen (je-li v horní části výrazněji zúžena, nejedná se o sklenici, ale o láhev, a zúžená část se nazývá hrdlo).“ (Mugs, 2023).*

Tabulka 6: Známé druhy sklenic

Sklenička	Káva, čaj, objem cca 0,2 l
Půllitr	Převážně konzumace piva, 0,5 l
Panáková sklenička	Tvrký alkohol, 0,04 či 0,05 l (velký), 0,02 (malý)
Sklenice na víno	Rozšířené hrdlo (vychutnávání vína čichem)
Sklenice na brandy či koňak	Široká se zúženým hrdlem, nízká stopka (zahřívání v dlani)
Sklenice na sekt	
Široká sklenice, tzv. šampuska	Široké hrdlo (namáčení jahod či dezertů)
Úzká a vysoká, tzv. píštěl	Řetízování bublinek ze dna sektu
Lékovka	Sklenička na léky (malá)

Zdroj: Mugs, 2023

Česká republika je celosvětově uznávaná pro své výrobky českého křišťálu, které si stále udržují nejvyšší kvalitu, i když se výroba často provádí strojově. Přesto však lidský faktor stále hraje klíčovou roli v tomto procesu. Celý výrobní proces českého křišťálu začíná přípravou kypré směsi, kde se jako hlavní surovina používá sklářský písek. Směs se poté za teplot nad 1000 °C roztaví v pecích. Následně je směs strojově slisována do přesných kovových forem, což se nejčastěji používá pro výrobu mís, váz a karaf. Sklenice jsou pak vyráběny na rotačních strojích a mohou mít různé tvary a velikosti. Po vychladnutí skla následuje proces čištění, leštění broušení a další úpravy dle požadavků (Bohemia Crystal Glass, 2023).

### 3.4 Spotřeba energie při výrobě skla

Při výrobě skla je klíčovým faktorem výběr vhodného energetického zdroje, technika vytápění a metody rekuperace tepla. Energie představuje zásadní složku v celém procesu výroby skla. Nejčastěji využívané energetické zdroje zahrnují topný olej, zemní plyn a elektřinu. V případě výroby minerální vlny je často využívána technologie tavení v pecích, které jsou zásobovány koksem.

V současné době probíhá v České republice přechod na vytápění pecí pomocí zemního plynu, který nahrazuje tradiční topný olej. Některé pece dokonce kombinují oba tyto zdroje, kde je olej spalován na jednom nebo dvou hořácích a zbytek energie je získáván zemním plynem.

Energetické nároky výroby skla se pohybují v širokém rozmezí od 3,5 do více než 40 gigajoulů (GJ) na tunu skla, což závisí na konkrétním odvětví a podmínkách výroby.

Pro zvýšení energetické efektivity se již začaly stavět velké regenerativní pece, které využívají tepelné ztráty vznikající během výrobního procesu skla (MPO ČR, 2002).

Tabulka 7: Teoretické energetické požadavky na tavení běžných složení skel

	<b>SODNOVÁPENATÉ (PLOCHÉ A OBALOVÉ SKLO) GJ/TUNU</b>	<b>BORIOKŘEMIČITÉ (8 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) GJ/TUNU</b>	<b>KŘIŠŤÁLOVÉ (19 % PBO) GJ/TUNU</b>
<b>Reakční teplo</b>	0,49	0,41	0,40
<b>Entalpie skla</b>	1,89	1,70	1,69
<b>Entalpie eliminovaných plynů</b>	0,30	0,14	0,16
<b>Teoretický energetický požadavek</b>	2,68	2,25	2,25

Zdroj: Zdroj: vlastní; MPO ČR, 2002

Dnes je sklo o 30 % lehčí, o 70 % méně energeticky náročné a vypouští o 50 % méně CO<sub>2</sub> než před více než padesáti lety. K dosažení nulových emisí uhlíku je však zapotřebí výrazná změna. Do roku 2050 má průmysl výroby skleněných obalů za cíl transformovat svou výrobu tak, aby balení poskytovala plně ekologická řešení, která budou energeticky efektivní, podobně jako v jiných odvětvích. Tato odvětví investují do snižování a optimalizace spotřeby energie a přechodu na zelené a obnovitelné energie. Cílem je snížit celkové dopady na životní prostředí a náklady spojené s výrobou skla (FEVE, n.d).

Program LTA3 (dlouhodobá mezinárodní dohoda) má poskytnout strategickou vizi do roku 2030. Uvádí, které technologické a netechnologické problémy je třeba řešit, aby bylo možné v roce 2030 dosáhnout 50% zlepšení energetické účinnosti v celém produktovém řetězci. Platí to téměř pro všechny skleněné výrobky, ploché sklo, izolační vatu, skleněná vlákna, užitkové sklo, obalové sklo. Účast v LTA je dobrovolná, nikoli bez závazků (Drummond, 2012).

Tabulka 8: Povinnosti v programu LTA

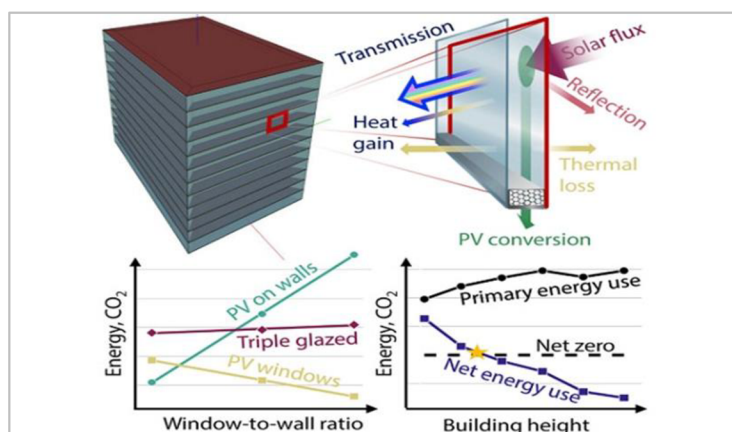
<b>POVINNOSTI ÚČASTNÍKŮ PROGRAMU LTA (mezinárodní dohody mezi státy)</b>			
Vytvořit 4letý plán energetické účinnosti (EEP), zlepšení energetické účinnosti a úspory energie	Účast na ročním programu	Sledování spotřeby energie	Zavést a udržovat systém energetického managementu

Zdroj: Drummond, 2012

Budovy EU jsou odvětvím s nejvyššími emisemi CO<sub>2</sub>. Snížení spotřeby energie budov a souvisejících emisí je nezbytností pro dosažení uhlíkově neutrální ekonomiky do roku 2050. Studie ukazují, že fond budov Evropské unie stárne s neefektivním zasklením. Na trhu je obrovský potenciál pro zlepšení. V roce 2050 lze ušetřit až 37 % celkové spotřeby energie díky vysoce výkonným zasklívacím výrobkům. Ve skutečnosti by mohly být úspory energie a skleníkových plynů ještě výraznější, pokud by se adaptivní zasklení a integrovaná fotovoltaika zasklení staly hlavním proudem (Glass for Europe, 2020).

Nové okenní technologie, zejména fotovoltaická okna s vysokým tepelným výkonem, nabízejí úspory energie ve všech klimatických podmínkách, a to v rozmezí od 10 000 do 40 000 GJ ročně oproti nestandardním oknům pro typickou kancelářskou budovu, což vede k ročnímu snížení emisí CO<sub>2</sub> až o 2 000 tun. Vysoce prosklené budovy s nulovou čistou sítí jsou dosažitelné prostřednictvím fotovoltaických oken v kombinaci s pečlivými geometrickými úvahami.

Obrázek 3: Fotonvoltaická okna snižují spotřebu energie a emise CO<sub>2</sub> o 40 % ve vysoce prosklených budovách



Zdroj: Wheeler et al., 2022

Benefity:

- fotovoltaická (PV) okna mohou umožnit vysoce prosklené budovy s nulovou čistou sítí,
- FV okna v podnebně mírném New Yorku vedou k větším úsporám energie/CO<sub>2</sub> než ve slunném Tucsonu,
- průměrná spotřeba energie budovy může být snížena o 40 % s laboratorně ověřenou technologií fotovoltaických oken,

- čistá spotřeba energie/CO<sub>2</sub> u vysoce prosklených budov s fotovoltaickými okny klesá s výškou (Wheeler et al., 2022).

Několik praktických tipů pro optimalizaci spotřeby energie při výrobě automobilových skel podle Immonena (2023). Stejně jako všichni ostatní i výrobci automobilů byli nuceni urychlit posun směrem k uhlíkové neutralitě. A úspora energie při výrobě automobilových skel je stejně důležitá jako u všech ostatních dílů.

Tabulka 9: Nejlepší postupy energetické účinnosti při výrobě automobilových skel

<b>TYPY NA ÚSPORU ENERGIE V RŮZNÝCH KROCÍCH PROCESU</b>			
<b>1. Předzpracování skla</b>	Předzpracování spotřebuje mnohem méně energie než jiné kroky při výrobě automobilového skla. Vzhledem k tomu, že předzpracování skla obvykle sestává z mnoha pohybů, když jsou nástroje zpomalovány elektromotory, je vhodná chvíle zachytit energii a vrátit ji zpět do sítě.		
<b>2. Ohýbání a temperování skla</b>	Ohýbání a temperování jsou zdaleka energeticky nejnáročnější procesy při výrobě automobilových skel. Jedním z nejjednodušších způsobů, jak optimalizovat spotřebu energie při kalení skla, je zatížit pec na maximum.		
<b>Ohýbání skla</b>	<table border="1"> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) klíčová technologie vytápění</li> <li>2) konvekční ohřev</li> <li>3) správná velikost komory pro trh, který obsluhujete</li> <li>4) rám vagonu dobře izolován</li> <li>5) design není jen pro parádu</li> <li>6) lehké, ale robustní formy dělají rozdíl</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Konvekční vytápění má lepší přenos tepla než sálavé vytápění.</li> <li>2) Konvekční ohřev snižuje potřebu dalších prostředků v nástrojích, jako jsou sací desky nebo radiační štíty, které jsou tradičně potřebné pro kompenzaci přehřívání černého tisku.</li> <li>3) Předimenzovaná komora znamená, že se spotřebuje více energie, než je nutné.</li> <li>4) Tímto způsobem se v každém cyklu bude zbytečně ohřívat méně ocelové hmoty.</li> <li>5) Například ohřivače nové generace osazené v drážkách v komoře pece tvoří ideální odraznou plochu pro záření. Pokud design vaší linky podporuje přirozené chlazení, máte několik dalších způsobů, jak ušetřit energii.</li> <li>6) Čím lehčí jsou formy, tím méně energie je potřeba pro proces.</li> </ul> </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) klíčová technologie vytápění</li> <li>2) konvekční ohřev</li> <li>3) správná velikost komory pro trh, který obsluhujete</li> <li>4) rám vagonu dobře izolován</li> <li>5) design není jen pro parádu</li> <li>6) lehké, ale robustní formy dělají rozdíl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Konvekční vytápění má lepší přenos tepla než sálavé vytápění.</li> <li>2) Konvekční ohřev snižuje potřebu dalších prostředků v nástrojích, jako jsou sací desky nebo radiační štíty, které jsou tradičně potřebné pro kompenzaci přehřívání černého tisku.</li> <li>3) Předimenzovaná komora znamená, že se spotřebuje více energie, než je nutné.</li> <li>4) Tímto způsobem se v každém cyklu bude zbytečně ohřívat méně ocelové hmoty.</li> <li>5) Například ohřivače nové generace osazené v drážkách v komoře pece tvoří ideální odraznou plochu pro záření. Pokud design vaší linky podporuje přirozené chlazení, máte několik dalších způsobů, jak ušetřit energii.</li> <li>6) Čím lehčí jsou formy, tím méně energie je potřeba pro proces.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>1) klíčová technologie vytápění</li> <li>2) konvekční ohřev</li> <li>3) správná velikost komory pro trh, který obsluhujete</li> <li>4) rám vagonu dobře izolován</li> <li>5) design není jen pro parádu</li> <li>6) lehké, ale robustní formy dělají rozdíl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Konvekční vytápění má lepší přenos tepla než sálavé vytápění.</li> <li>2) Konvekční ohřev snižuje potřebu dalších prostředků v nástrojích, jako jsou sací desky nebo radiační štíty, které jsou tradičně potřebné pro kompenzaci přehřívání černého tisku.</li> <li>3) Předimenzovaná komora znamená, že se spotřebuje více energie, než je nutné.</li> <li>4) Tímto způsobem se v každém cyklu bude zbytečně ohřívat méně ocelové hmoty.</li> <li>5) Například ohřivače nové generace osazené v drážkách v komoře pece tvoří ideální odraznou plochu pro záření. Pokud design vaší linky podporuje přirozené chlazení, máte několik dalších způsobů, jak ušetřit energii.</li> <li>6) Čím lehčí jsou formy, tím méně energie je potřeba pro proces.</li> </ul>		
<b>Laminace skla</b>	Při laminaci čelního skla a střešního okna pomáhají odzdušňovací potrubí s podtlakovými kroužky. V těchto systémech je množství nástrojů a následně i spotřeba energie velmi nízká ve srovnání se systémy vakuových sáčků.		

Zdroj: Immonen, 2023



### 3.5 Statistiky ve výrobě skla

Sklo plní akční plán EU pro oběhové hospodářství s cílem zajistit, aby se předcházelo plýtvání a aby se využívané zdroje udržely v ekonomice EU co nejdéle. Glass se zavazuje zajistit, aby emise skleníkových plynů z výroby skla v příštích desetiletích podstatně poklesly. Probíhá dekarbonizace s novými pecemi využívajícími elektřinu nebo vodík, aby se postupně snížilo využívání fosilních paliv. Sklářský průmysl má v Evropě, zakořeněnou tradici, kterou se musí zajistit schopnost nadále působit na našem kontinentu za konkurenčních podmínek (Glass Alliance Europe, 2022).

Vyrobené množství skla v roce 2022 dosáhlo celkových 39,5 milionu tun, což je důsledek energetické krize a ostré konkurence ze třetích zemí. Evropská unie zůstává hlavním producentem skla v rámci Evropy, s Německem jako největším výrobcem, následovaným Itálií, Francií, Spojeným královstvím a Španělskem, společně s Polskem. Mezi hlavní dovozce skla ze třetích zemí patří asijské státy, zejména Čína (Glass Alliance Europe, 2022).

Tabulka 10: Přehled statistických údajů, výroba skla v tunách

<b>VÝVOJ GLOBÁLNÍ VÝROBY SKLA V EU (27 + UK)</b>		
<b>Rok</b>	<b>Tuny</b>	<b>Index</b>
2008	35,37	100
2009	32,79	92,7
2010	32,82	92,8
2011	33,17	93,8
2012	31,62	89,4
2013	31,62	89,4
2014	32,11	90,8
2015	32,94	93,1
2016	33,92	95,9
2017	35,21	99,5
2018	38,29	108,3
2019	38,67	109,3
2020	38,24	108,1
2021	39,46	111,5
2022	39,53	111,8

Zdroj: Glass Alliance Europe, 2022

Recyklační linka zpracovává ploché sklo, obalové sklo, skla lepená, drátoskla a ornamentální skla (SPL Recycling a.s.).

### 3.6 Ploché sklo

Tabulka 11: Ploché sklo

<b>PLOCHÉ SKLO</b>	
<b>Složení skla</b>	Sklářské písky s obsahem SiO <sub>2</sub> (60–80 %), CaO, Na <sub>2</sub> O a K <sub>2</sub> O. Tyto oxidy se do kmene dostávají formou nerostných (např. vápencem) nebo chemicky připravených surovin (např. soda). Sodnovápenaté sklo (Na <sub>2</sub> O. CaO.6SiO <sub>2</sub> ).
<b>Výroba skla</b>	Tavením sklářského písku a vápencem, ze skleněných válců, ruční výroba foukáním, roztáčením, litím, strojní výroba, tažením, výroba float – plavením
<b>Využití skla</b>	Okenní tabule, obalové sklo, stavebnictví, automobilový průmysl, zrcadla
<b>Třídění/recyklace</b>	<b>Výhody:</b> Snižování energetické náročnosti výroby. Energetická náročnost výroby plochého skla se pohybuje mezi 9,1 a 10,1 GJ/t utavené skloviny. Snižování emisí CO <sub>2</sub> . Sklo se dále dotřídí, předčistí od komunálního odpadu, střepe se nadrtí a jdou do separátorů, kde se pomocí magnetů a laserů odstraní kovy, porcelán, keramika, kamení atd. Oddělí se podle barvy bílé a barevné, dojde uložení do sil – skleněný granulát, odvoz do sklářských hutí, kde se sklo roztaví a vyrobí se sklo nové. <b>Recyklace:</b> třídění, drcení, separace, návrat do výroby (příměs do výroby nového skla).
<b>Typy</b>	V EU se vyrábějí dva typy plochého skla – lité (válcované) a plavené. Většinu litého skla tvoří sklo vzorované nebo sklo s drátěnou vložkou. Plavené sklo – používá se hlavně v automobilovém a stavebním průmyslu.

Zdroj: Askpcr.cz, n.d.b.; Popovič, 2009; Bristogianni a Oikonomopoulou, 2023; Branýr et al., 1999; Cenyprizemi.cz, 2023; European Commission, 2010; Škrdlíková, 2020

Ploché sklo se využívá zejména v budovách (okna a fasády) a v automobilovém průmyslu. Další využití plochého skla je např. při výrobě fotovoltaických a solárních panelů, v nábytkářství, elektrospotřebičích, zrcadlech a sklenících. Téměř veškeré ploché sklo se vyrábí plavením (Wintour, 2015).

V oblasti zpracování plochého skla probíhá nejrychlejší vývoj právě v segmentu automobilového skla. Klíčovým požadavkem na toto sklo je bezpečnost v případě

nehody a jeho odolnost vůči nárazu. Musí odolat tlaku lidského těla – tak, aby nedošlo k propadnutí lidského těla přes zasklení. Důležitá je také průhlednost skla a jeho optické vlastnosti. Automobilové sklo musí být průhledné, zachovat přirozené barvy a nemít žádné defekty či zkreslení obrazu. Kromě toho má automobilové sklo plnit celou řadu funkcí, a to chránit před povětrnostními vlivy, propouštět dostatek světla do kabiny, snižovat hluk díky zvukové izolaci, udržovat optimální teplotu v interiéru, zvyšovat bezpečnost a chránit zdraví posádky při nehodách a poskytovat uživatelsky přívětivé rozhraní pro bezpečné řízení (Popovič, 2009).

Složení autoskla se dělí do dvou základních druhů podle jeho použití. První kategorií jsou skla s bezpečnostní fólií, zatímco druhou kategorií tvoří skla bez této fólie. Skla s bezpečnostní fólií se obvykle používají pro čelní skla, zatímco ostatní skla vozu nejsou tímto způsobem vybavena. Autoskla bez fólie nepotřebují tak složité úpravy jako ta s fólií. Rozdělení těchto dvou typů autoskel je motivováno především finančně, protože likvidace čelních skel s fólií je téměř dvojnásobně dražší než u autoskel bez fólie (EKO-KOM, 2007).

Sklo z ELV není demontováno za účelem recyklace, sklo zůstává ve vozidle a je skartováno spolu s ostatními materiály v drtiči. V lince se oddělují různé materiálové frakce, kde zanechávají minerální zbytkovou frakci, ve které končí většina skleněných částic spolu s kameny, betonem, porcelánem aj. Tuto minerální frakci, při dodržení norem, lze použít ve stavebnictví. Opětovné použití ve sklářském průmyslu není v současné době možné, a to kvůli přítomnosti nečistot. Příliš malé velikosti částic brání dalšímu čištění. Selektivní demontáží automobilového skla před jeho drcením je možná alternativa, jak získat relativně čistou skleněnou frakci, která může být zpracována recyklátory skla na vysoké kvalitní střepy, které lze znovu použít ve sklářském průmyslu (Manshoven et al., 2013).

### 3.7 Obalové sklo

Tabulka 12: Obalové sklo

<b>OBALOVÉ SKLO</b>	
<b>Složení skla</b>	Oxid křemičitý (SiO <sub>2</sub> ), soda (Ca <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ), síran sodný (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), znelec, živec, kryolit, žula, oxid sodný (10–18%), CaF <sub>2</sub> (vápenec a kazivec), oxid vápenatý (4–10%, oxid draselný (K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ), oxid hořečnatý (4,5%), oxid hlinitý – nečistota do 0,5 %. Barevná obalová skla se však liší vyšším obsahem barvicích oxidů. Zelená skla mají obsah 1,5 až 2,0 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> a 0,3 až 0,8 MnO. Hnědá skla dosahují poměr Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : MnO v hodnotách 1 : 2 až 1 : 3.
<b>Výroba skla</b>	Skleněné obaly (láhve, sklenice) se vyrábějí způsobem dvakrátfoukacím (FF) nebo lisofoukacím (LF); v obou případech vždy ve dvou formách: přední a konečné. U dvakrátfoukacího způsobu dávka dopadne v přední formě na ústník, který v ní vytvoří malou dutinku.
<b>Využití skla</b>	Láhve na víno, pivo, lihoviny, nealkoholické, nápoje atd. a širokohrdlé sklenice pro potravinářský průmysl, výroba obalů pro farmaceutický a kosmetický průmysl.
<b>Třídění/recyklace</b>	<p><b>Třídění:</b> z kontejnerů sklo na střeptišť. Sklo se dále dotřídí, předčišťuje od komunálního odpadu, střepty se nadrtí a jdou do separátorů, kde se pomocí magnetů a laserů odstraní kovy, porcelán, keramika, kamení atd. Oddělí se podle barvy bílé a barevné, dojde k uložení do sil – skleněný granulát –, následuje odvoz do sklářských hutí, kde se sklo roztaví a vyrobí se z něj nové.</p> <p>Střepty na prstový vibrační třídič, jemná frakce do centrálního síla, hrubá frakce do válcového drtiče. Nadrcené sklo prochází prstovým vibračním drtičem, kde se oddělí sklo od hrubých nečistot a putuje do centrálního síla. Ze síla jsou střepty dopraveny na magnetický a nemagnetický separátor kovů, síťovacím strojem jsou střepty rozděleny do jednotlivých frakcí. Jemná frakce je vedena dopravníky na optické separátory, kde dochází k čištění od netransparentních částic (kov, keramika, kameny), stlačeným vzduchem jsou tyto částice vyfouknuty do odpadu.</p> <p><b>Recyklace:</b> třídění, drcení, separace, návrat do výroby (příměs do výroby nového skla).</p>
<b>Typy</b>	Sodnovápenaté sklo se používá k výrobě lahví, sklenic, flakonů (na parfémů a kosmetiku), běžného stolního skla a plochého skla. Boritokřemičitá skla obsahují oxidy bóru a křemíku – laboratorní zařízení, farmaceutické obaly, svítidla, nádobí.

Zdroj: Cenyprizemi.cz, 2023; Vondruška, 2002; Blumentritt, 1984; Kotšmíd, 1953; Hlaváč, 1988; Menšík, 2019; Třídění odpadu cz, n.d.; European Commission, 2010; Škrdlíková, 2020

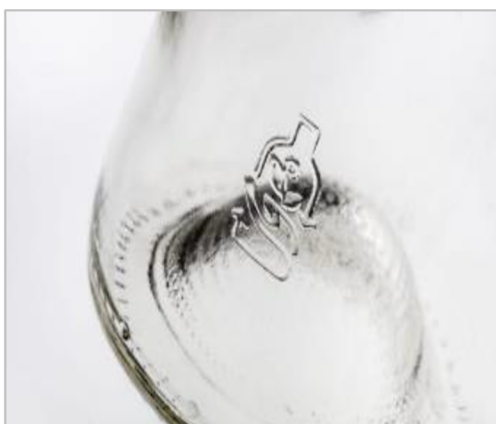
Obalové sklo se vyrábí ze základního sodnovápenatého skla a taví se v peci otápěné fosilním palivem nebo výjimečně elektřinou. Produkty ze skloviny se tvarují na automatických strojích. Dle potřeby se ke sklu přidává barvivo a na konečné výrobky se nanášejí povrchové povlaky (European Commission, 2010).

Do kategorie obalového skla patří nápojové lahve a konzervy spolu se sklem určeným pro potravinářský průmysl, jako jsou například lahve na nealkoholické nápoje, minerální vody, sklenice na ovocné produkty, pivo, víno a další. Tato skla jsou speciálně vyráběna s ohledem na jejich použití v potravinářském průmyslu. Kromě toho sem patří i skleněné obaly pro produkty v chemickém, farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. Obalové sklo je známé svou bezpečností pro lidské zdraví a svým ekologickým přínosem, neboť je plně recyklovatelné a nezpůsobuje žádné škodlivé vlivy na životní prostředí (Hotař et al., 2013).

Průmysl obalového skla provozuje v EU asi 300 pecí a zajišťuje řešení pro několik průmyslových odvětví. Obalové sklo hraje klíčovou roli v kritických odvětvích hospodářství EU, jako jsou potravinářské, nápojové, lékařské, farmaceutické řetězce (očkovací lahvičky), které jsou zásadním a kritickým průmyslem (FEVE, n.d.).

V rámci Evropského týdne v roce 2020 bylo představeno nové logo s názvem Glass Hallmark, které má sloužit k podpoře snižování odpadu. Toto logo symbolizuje zdraví a udržitelnost a vzniklo díky spolupráci mezi sklářským průmyslem, designéry, zákazníky a spotřebiteli. Jeho cílem je posílit povědomí o ekologických a zdravotních přínosech výrobků balených ve skle. Tento symbol je určen pro použití na skleněných obalech v potravinářském a nápojovém průmyslu, farmacii, parfumerii a kosmetice. Klíčovým poselstvím je, že volba skleněných obalů přispívá k vytváření udržitelnější budoucnosti. Cílem je, aby zákazníci v Evropě mohli snadno identifikovat tento symbol na všech skleněných výrobcích a uvědomili si jeho význam pro životní prostředí a zdraví (Svět balení, 2020).

Obrázek 4: Symbol zdraví a udržitelnosti



Zdroj: Svět balení, 2020

## 3.8 Lepené sklo

Tabulka 13: Lepené sklo

<b>LEPENÉ SKLO</b>	
<b>Složení skla</b>	<p>Ze dvou a více tabulí, vysoce elastickou polyvinyl-butyrálovou (PVB) fólií nebo ethylenvinylacetátu (EVA).</p> <p>Sklo označené 66.2 je složeno ze dvou tabulí skla o tloušťce 6 mm, vrstvených pomocí dvou PVB folií o celkové tloušťce 0,76 mm.</p> <p>Bezpečnostní vrstvené sklo celkovou tloušťkou, která činí 12,76 mm (značka: 12.76 vs. Stratobel 66.2).</p> <p>Izolační dvojsklo označené 4–15–66.2 je složeno z jednoduchého skla o tloušťce 4 mm, distančního rámečku o šířce 15 mm a vrstveného bezpečnostního skla Stratobel ve složení 66.2.</p> <p><b>Chemické složení:</b></p> <p>Sodnovápenaté sklo je složeno ze 71–75 % oxidu křemičitého, 12–16 % oxidu sodného, 10–15 % oxidu vápenatého.</p> <p>Boritokřemičitá skla jsou složena ze 70–80 % SiO<sub>2</sub>, 10–15 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4–8% Na<sub>2</sub>O nebo K<sub>2</sub>O a 2–7% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (oxid hlinitý).</p>
<b>Výroba skla</b>	<p>Kombinací klasických floatových skel, ornamentálních skel i bezpečnostních skel. Řezání, čištění, příprava mezivrstvy, sestavení vrstev, předlisování, proces autoklávu, aplikace teplem a tlakem, chlazení a žihání, oříznutí a kontrola, dodatečné zpracování.</p>
<b>Využití skla</b>	<p>Zasklívání střešních konstrukcí, balkónů, zábradlí, zastřešení vchodových dveří, zvukově izol. skla, barevná skla, pochozí skla, skleněné schodišťové stupně, neprůstřelná skla.</p>
<b>Třídění/recyklace</b>	<p><b>Výhody:</b></p> <p>Snižování energetické náročnosti výroby. Energetická náročnost výroby plochého skla se pohybuje mezi 9,1–10,1 GJ/t utavené skloviny.</p> <p>Snižování emisí CO<sub>2</sub>. Sklo se třídí a čistí od odpadu. Rozbité střepy se rozemelou a projdou separátory, kde se odstraní kovy a další nečistoty. Poté se třídí podle barvy a ukládá se do nádrží ve formě skleněného granulátu.</p> <p>Odvoz do sklářských hutí, kde se sklo roztaví a vyrobí se z něj nové.</p> <p>Střepy na prstový vibrační třidič, jemná frakce do centrálního síla, hrubá frakce do válcového drtiče. Nadrcené sklo prochází prstovým vibračním drtičem, kde se oddělí sklo od hrubých nečistot a střepy putují do centrálního síla. Ze síla jsou střepy dopraveny na magnetický a nemagnetický separátor kovů, síťovacím strojem jsou rozděleny do jednotlivých frakcí. Jemná frakce je vedena dopravníky na optické separátory, kde dochází k čištění od netransparentních částic (kov, keramika, kameny). Stlačeným vzduchem jsou tyto částice vyfouknuty do odpadu.</p> <p><b>Recyklace:</b> třídění, drcení, separace, návrat do výroby (příměs do výroby nového skla).</p>
<b>Typy</b>	<p>Fólie: čirá, matná, zvukově izolační, bezpečnostní, barevná nebo s různými motivy (colorprint), ohnivzdorná.</p>

Zdroj: Technické křemenné sklo, n.d.; Stavební sklo, 2004; The Engineer's Blog, 2023b; Cenyprizemi.cz, 2023; TZB-info, 2011; Škrdlíková, 2020; Hotař et al., 2013; Třídění odpadu cz, n.d.; Askpcr.cz, n.d.b.

Výroba vrstveného skla vyžaduje specializované vybavení a odborné znalosti, aby byla zajištěna správná laminace, adheze a kontrola kvality. Každý krok v procesu je rozhodující při výrobě vrstveného skla, které splňuje bezpečnostní normy a požadované specifikace (The Engineer's Blog, 2023b). Vrstvené sklo nebo-li lepené je typ bezpečnostního skla, které se vyrábí spojením dvou nebo více vrstev skla dohromady s vrstvou mezivrstvy PVB nebo mezivrstvy EVA. Tato mezivrstva drží sklo pohromadě, i když se rozbije. Poskytuje tak zvýšenou bezpečnost a zabezpečení. Ne všechna vrstvená skla jsou vyrobena stejně a existují různé typy vrstveného skla, z nichž každé má své jedinečné vlastnosti a výhody (Glassforum.org, 2023a).

Vrstvená skla s PVB fólií mají specifický systém označování. Například to vypadá takto: 33.2, 66.1, 88.4. První dvě číslice označují tloušťku tabulí skla v milimetrech, zatímco třetí číslice oddělená tečkou indikuje počet PVB fólií mezi tabulemi skla. Každá PVB fólie má standardní tloušťku 0,38 mm.

Sklo označené jako 66.2 se skládá ze dvou tabulí skla o tloušťce 6 mm, mezi kterými jsou umístěny dvě PVB fólie o celkové tloušťce 0,76 mm. V některých zemích je bezpečnostní vrstvené sklo označováno podle celkové tloušťky, což by v případě označení 66.2 činilo 12,76 mm (značka 12.79 vs. 66.2). Izolační dvojsklo označené jako 4-16-66.2 je tvořeno jednoduchým sklem o tloušťce 4 mm, distančním rámečkem o šířce 16 mm a vrstveným bezpečnostním sklem ve složení 66.2. (ESTAV.cz, n.d.).

Existují dva hlavní typy bezpečnostního skla, z nichž každý má specifické vlastnosti:

- **Tepelně tvrzené sklo.** Toto sklo je například používáno v bočních oknech automobilu, je speciálně upravené tak, aby se po rozbití rozpadlo na neostré úlomky, což snižuje riziko zranění.
- **Vrstvené sklo.** Toto sklo je vytvořeno spojením dvou nebo více skel pomocí polyvinylbutyralové (PVB) fólie. Po rozbití se střepy zachytí na fólii, což poskytuje ochranu nejen před zraněním, ale i před vloupáním, výbuchem a ozbrojeným útokem.

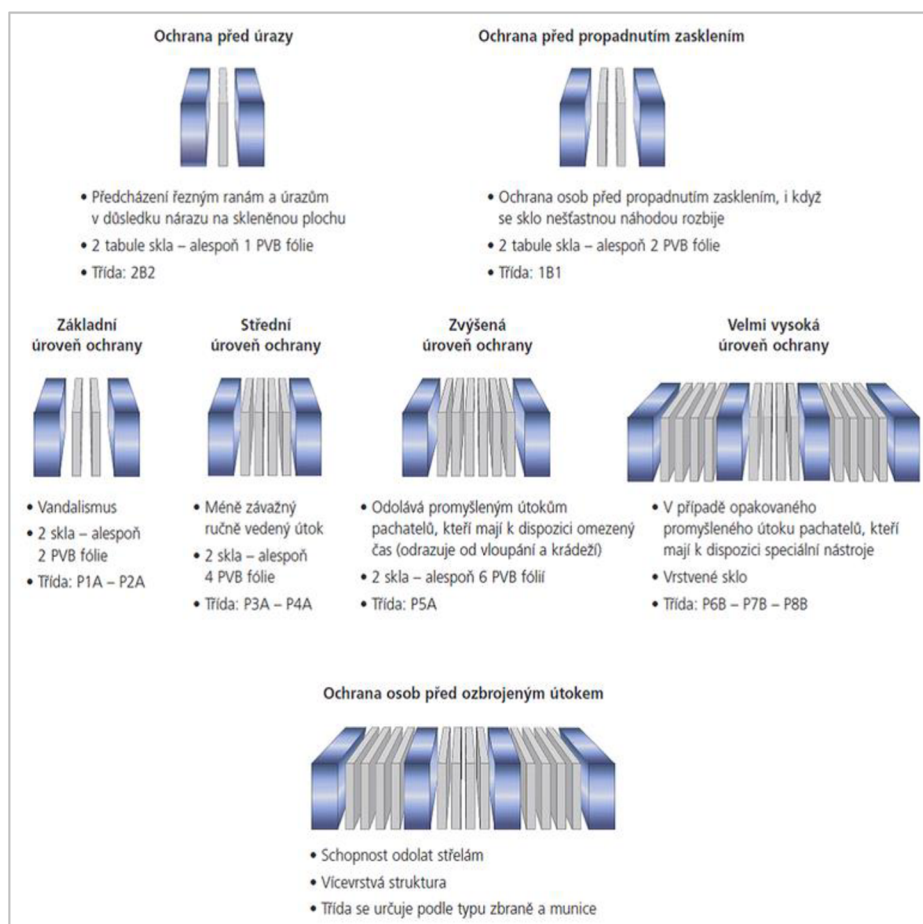
Různé úrovně bezpečnosti poskytuje různý počet PVB fólií, skel a jejich tloušťky. Na *Obrázku 5* jsou znázorněny různé konfigurace podle stupně bezpečnosti.

Kategorie 1B1 a 2B2 jsou určeny prostřednictvím kyvadlové zkoušky dle normy ČSN EN 12600, která simuluje náraz člověka do skla. Třídy P1A, P5A, P8B atd. pak



naznačují odolnost zasklení proti manuálnímu útoku podle normy ČSN EN 356 (Hotový et al., 2012).

Obrázek 5: Sestavy skel podle stupně bezpečnosti



Zdroj: Hotový et al., 2012

### 3.9 Drátosklo

Tabulka 14: Drátosklo

<b>DRÁTOSKLA</b>	
<b>Složení skla</b>	<p>Ploché, hladké bez vzorů nebo vzorované z jedné či obou stran.</p> <p><b>Materiálová složka:</b> Drátěné pletivo je obvykle vyrobeno z oceli a sestává z rovnoměrně rozmístěných drátů nebo mřížek.</p> <p><b>Chemické složení:</b> Sodnovápenaté sklo je složeno ze 71–75 % oxidu křemičitého, 12–16 % oxidu sodného, 10–15 % oxidu vápenatého. Boritokřemičitá skla jsou složena ze 70–80 % SiO<sub>2</sub>, 10–15 % B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4–8 % Na<sub>2</sub>O nebo K<sub>2</sub>O a 2–7 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (oxid hlinitý).</p>
<b>Výroba skla</b>	<p>Litím skloviny mezi válce, do něhož je zalisována drátěná vložka, v podobě pravoúhlé čtvercové mřížky.</p> <p><b>Žíhané</b> – průchodem drát. pletiva skrz roztavené sklo během výrobního procesu.</p> <p><b>Tvrzené</b> – zahřátím skla na vysokou teplotu a následným rychlým ochlazením.</p> <p><b>Vrstvené s drát. vinutím</b> – vložením vrstvy plastu mezi dvě vrstvy drátěného skla.</p> <p><b>Protipožární</b> – přidáním speciálních materiálů do skla během výrobního procesu.</p> <p><b>Tónované</b> – přidáním barevného pigmentu do skla během výrobního procesu.</p> <p><b>Vzorované</b> – vyražením vzoru na povrch skla během výrobního procesu.</p>
<b>Využití skla</b>	<p>Výrobní haly, hangáry, sklady, provozovny, nádraží a zastávky vlaků, vozovny a stanice MHD, garáže, nákupní centra, tržnice, pasáže, galerie, muzea, výstavní prostory, průchody, proluky, vertikální šachty.</p> <p><b>Žíhané</b> – dveře, okna, světlíky a přčky.</p> <p><b>Tvrzené</b> – školy, nemocnice a vládní budovy.</p> <p><b>Vrstvené s drát. vinutím</b> – banky, muzea a letiště.</p> <p><b>Protipožární</b> – školy, nemocnice a vládní budovy.</p> <p><b>Tónované</b> – kancelářské budovy a obytné domy.</p> <p><b>Vzorované</b> – hotely, restaurace a domácnosti.</p>
<b>Třídění/recyklace</b>	<p><b>Třídění:</b> Sklo se naloží do násypky skla, vibračním podavačem a pásovým dopravníkem, nad kterým je umístěn pásový magnet, pokračuje na ruční třídění, kde se vybírají hrubé nečistoty. Střepey na prstový vibrační třídič, jemná frakce do centrálního síla, hrubá frakce do válcového drtiče. Nadrcené sklo prochází prstovým vibračním drtičem, kde se oddělí sklo od hrubých nečistot a střepey putují do centrálního síla. Ze síla jsou střepey dopraveny na magnetický a nemagnetický separátor kovů, síťovacím strojem jsou rozděleny do jednotlivých frakcí. Jemná frakce je vedena dopravníky na optické separátory, kde dochází k čištění od netransparentních částic (kov, keramika, kameny). Stlačeným vzduchem jsou tyto částice vyfouknuty do odpadu.</p> <p><b>Recyklace:</b> třídění, drcení, separace, návrat do výroby (příměs do výroby nového skla).</p>
<b>Typy</b>	Číré sklo s drátem, barevné drátěné sklo, žíhané, tvrzené, vrstvené s drátěným vinutím, protipožární, tónované, vzorované.

Zdroj: Alfaglass.cz, 2017; Samosebou.cz, 2020; The Engineer's Blog, 2023a; Glassforum.org, 2023b.; Třídění odpadu cz, n.d.

Drátěné sklo se používá již mnoho desetiletí jako bezpečnostní sklo, protože zabraňuje pádu skla při požárech. Sklo je vyztuženo drátěnou síťovinou, aby bylo ohnivzdornější a trvanlivější ve srovnání s plaveným sklem (Desai, 2018).

V minulosti bylo drátosklo technicky velmi náročné na výrobu, zejména ve velkovýrobě. Ačkoli se experimentovalo s různými úpravami a vzory, drátěné sklo zůstalo poměrně drahé (ačkoli lidé obecně věřili, že bezpečnostní výhody převažují nad náklady). Drátosklo upadlo v nemilost během světových válek, když bylo nahrazeno novějšími typy skla, která byla ekonomičtější. Poslední trendy vyvolaly obnovený zájem o použití, a tedy konzervaci drátěného skla (Glassforum.org, 2023b).

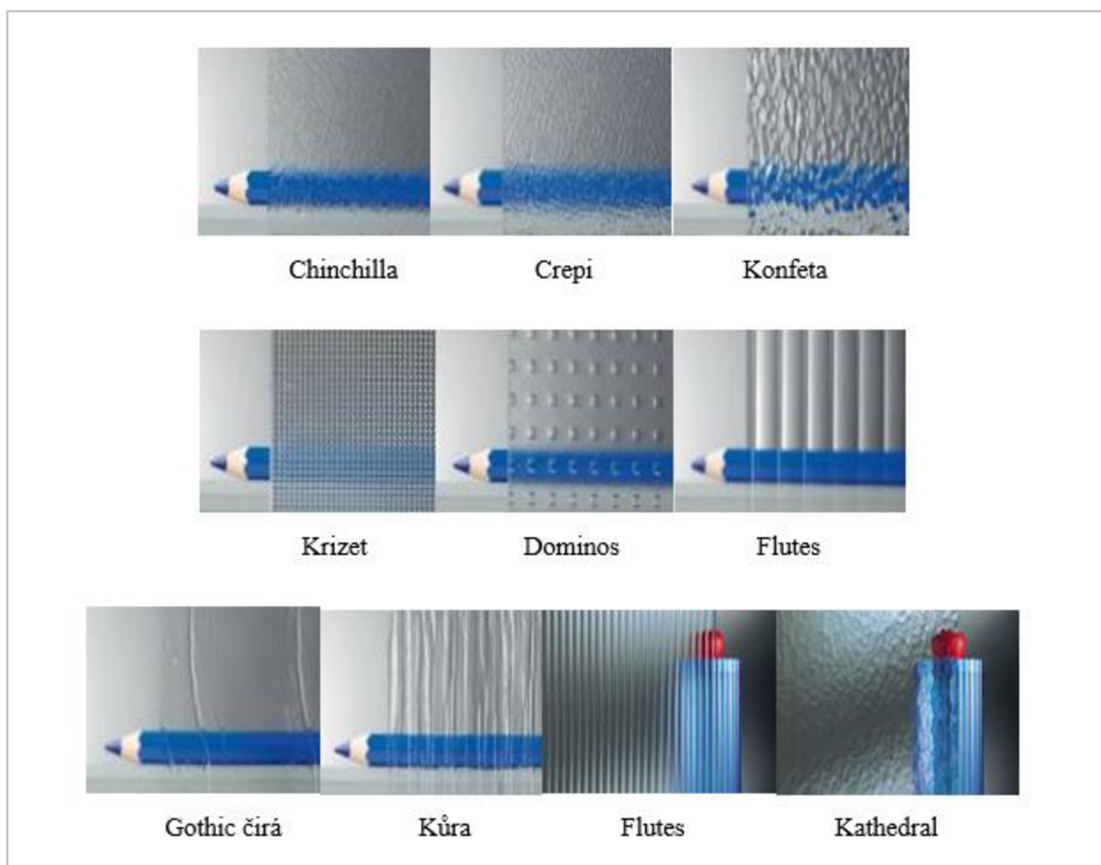
### 3.10 Ornamentální sklo

Tabulka 15: Ornamentální sklo

ORNAMENTÁLNÍ SKLA	
<b>Složení skla</b>	Dekoratívni skla, jejichž vzhled je vliován do jedné nebo obou stran čirého skla (bronzové nebo žluté). <b>Chemické složení:</b> Sodnovápenaté sklo je složeno ze 71–75 % oxidu křemičitého, 12–16 % oxidu sodného, 10–15 % oxidu vápenatého. Boritokřemičitá skla jsou složena ze 70–80 % SiO <sub>2</sub> , 10–15 % B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 4–8 % Na <sub>2</sub> O nebo K <sub>2</sub> O a 2–7% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (oxid hlinitý).
<b>Výroba skla</b>	Lité sklo, u kterého je na povrchu válcem vytlačen dezén. Lze jej opracovávat broušením, leštěním, lze jej vrtat, vrstvit i tepelně tvrdit.
<b>Využití skla</b>	Okna a dveře, zimní zahrady, interiéry, střešní světlíky, nábytek, sprchové zástěny, do izolačních dvojskel, výplní oken, dveří, nábytku – kuchyňských linek.
<b>Třídění/recyklace</b>	<b>Třídění:</b> Z kontejnerů sklo na střeptišť. Sklo se dále dotřídí, předčistí se od komunálního odpadu, střepy se nadrtí a jdou do separátorů, kde se pomocí magnetů a laserů odstraní kovy, porcelán, keramika, kamení atd. Oddělí se podle barvy bílé a barevné, následuje uložení do sil – skleněný granulát, odvoz do sklářských hutí, kde se sklo roztaví a vyrobí se z něj nové. Střepty na prstový vibrační třídí, jemná frakce do centrálního síla, hrubá frakce do válcového drtiče. Nadrcené sklo prochází prstovým vibračním drtičem, kde se oddělí sklo od hrubých nečistot a střepy putují do centrálního síla. Ze síla jsou střepy dopraveny na magnetický a nemagnetický separátor kovů, síťovacím strojem jsou rozděleny do jednotlivých frakcí. Jemná frakce je vedena dopravníky na optické separátory, kde dochází k čištění od netransparentních částic (kov, keramika, kameny). Stlačeným vzduchem jsou tyto částice vyfouknuty do odpadu. <b>Recyklace:</b> Třídění, drcení, separace, návrat do výroby (příměs do výroby nového skla).
<b>Typy</b>	Chinchilla, Crepi, Konfeta, Krizet, Dominos, Flutes, Gothic čirá, Kůra, Flutes, Cathedral

Zdroj: Glassolutions.cz, 2023; Ergobest.cz, 2023; Otherm.cz, 2023; Trideniodpadu.cz, n.d.

Obrázek 6: Druhy ornamentálních skel



Zdroj: Otherm.cz, 2023

Ornamentální sklo je často využíváno k vylepšení soukromí a omezení pohledu do místnosti, aniž by však značně omezilo průchod světla. Tento typ skla může být také využit jako dekorativní prvek, například ve vstupních dveřích, kde přidává estetickou hodnotu a zároveň umožňuje průchod světla. Je to elegantní způsob, jak dodat místnosti charakter a osobitost, aniž by se muselo upustit od funkcionality a světelného průchodu (Artokna, 2023).

Jedná se o lité sklo s reliéfním vzorem, který je vytlačen válcem na povrch skla. Tento vzor určuje průsvitnost a vzhled skla. Tento typ skla se často používá jako součást izolačních dvojskel, výplní oken a dveří, ale také jako dekorativní prvek v nábytku, kuchyňských linkách nebo ve sprchových koutech. Lze ho dále upravovat různými způsoby, jako je broušení, leštění, vrtání, vrstvení nebo tepelné temperování, což umožňuje jeho široké využití v různých aplikacích a prostředích (Ergobest.cz, 2023).

Ornamentální sklo představuje ploché sklo s vyraženým vzorem, který může být aplikován jednostranně nebo oboustranně. Tyto vzory mohou být dostupné v provedení čirém, bronzovém nebo matovém. Ornamentální izolační sklo je tvořeno

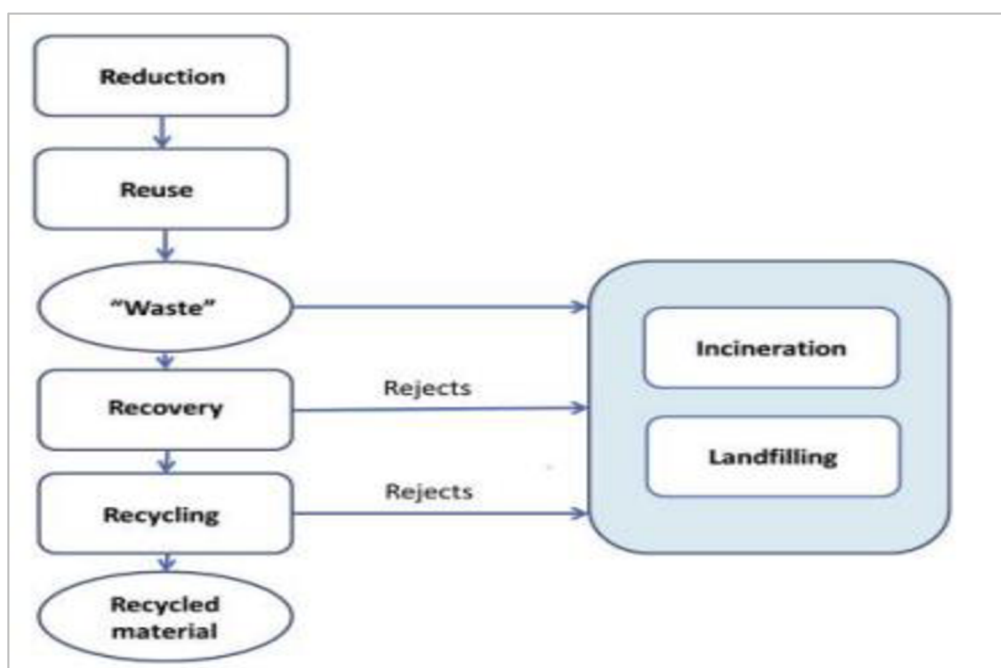
z jedné tabule litého nebo válcového skla, na které je aplikován vzor, a další tabule, která může být libovolného typu plochého skla. Mezi oblíbené druhy ornamentálního skla patří, pískované sklo, které se využívá tam, kde je potřeba zajistit soukromí a zároveň zabránit výhledu do místnosti (Eurookna Pražák, n.d.).

## 4. Třídění a recyklace skla

### 4.1 Definice recyklace

Recyklace je opětovné zpracování regenerovaných materiálů na konci životního produktu a jejich vrácení do dodavatelského řetězce. Recyklovaný materiál může být také nazýván „sekundární“ materiál. Recyklace hraje klíčovou roli v ekonomice účinně využívající zdroje. V minulých desetiletích byla recyklace považována hlavně za problém nakládání s odpady, zatímco dnes se vize pomalu posouvá směrem k efektivnímu využívání zdrojů jako hnací síly recyklace. Tím se recyklace dostává do širšího kontextu v různých zemích světa, kde byla zavedena variace na hierarchické nakládání s odpady. To znamená snížit, znovu použít a recyklovat (Worrell, Reuter, 2014).

Obrázek 7: Zjednodušené zobrazení typického řetězce nakládání s odpady



Zdroj: Worrell, Reuter, 2014

Tabulka 16: Důležitost recyklace

<b>RECYKLACE</b>
Důležitá pro ekonomickou prosperitu a ochranu živ. Prostředí.
Nutnost, zejména ve vyspělých zemích, mnoha odpadních materiálů.
Přeměna odpadních materiálů na nové, cílem je zabránit plýtvání užitečnými materiály, snížit spotřebu surovin, snížit znečištění ovzduší, spotřebu energie, znečištění vody, minimalizovat emise skleníkových plynů.
Přínos tisíců nových pracovních míst a miliard dolarů v ekonomické produkci.
Recyklace přeměňuje odpad na další užitečné produkty.
Na místních a mezinárodních trzích je vysoká poptávka po recyklovaných výrobcích – cenový rozdíl.
Vlády jsou odpovědné za strategii, legislativu a politiku pro nakládání s odpady.

Zdroj: Khan et al., 2022

Existuje mnoho příkladů úspěšné recyklace odpadního skla. Sklo může být použito v podobě střepů pro výrobu skla, jako surovina pro výrobu brusiva, jako náhražka kameniva nebo přísada do betonu. Také může fungovat jako surovina k výrobě skleněných pelet nebo kuliček používaných v reflexních nátěrech na dálnicích, dále při pískování v podložích silnic, chodníků a parkovištích pro výrobu sklolaminátu (Ali, Al-Tersawy, 2012).

## 4.2 Recyklace skla v EU

Vysoká míra opětovného využití a recyklace skleněných obalů je klíčová pro ochranu životního prostředí a efektivní využívání přírodních zdrojů. Kromě systémů rozšířené odpovědnosti výrobce se odvětví skleněných obalů rozhodlo implementovat dobrovolné zálohovací systémy pro opakovaně použitelné skleněné obaly, vedle recyklace jednorázových obalů. Některé členské státy Evropského hospodářského prostoru (EHP) dokonce zavádějí povinné zálohovací systémy pro jednorázové nápojové obaly.

I když jsou tyto povinné zálohovací systémy pro jednorázové obaly považovány za účinný prostředek k omezení vzniku odpadů a dosažení vysoké míry recyklace nápojových obalů, Evropský hospodářský a sociální výbor (EHSV) vyjádřil obavy ohledně zavádění zálohovacích systémů i pro ostatní skleněné obaly, nejen nápojové. Podle EHSV není tento přístup slučitelný s efektivními systémy rozšířené

odpovědnosti výrobce, které jsou klíčové pro sběr a recyklaci obalů a vedou k vysoké míře recyklace (Schweng, 2021).

Pokud budeme recyklovat více kvalitní sklo, můžeme pokročit v plnění nových cílů EU v oblasti recyklace do roku 2030 a cílů OSN pro udržitelný rozvoj a dosáhnout příležitostí pro udržitelný růst v oběhové ekonomice. Vizi je dosáhnout skutečné, úplné recyklace sebraných skleněných obalů, a to tak, že budeme spolupracovat s celým hodnotovým řetězcem, abychom zajistili, že naše oběhová ekonomika bude fungovat lépe. Dnes se 76 % skleněných obalů uvedených na trh EU sbírá k recyklaci (Close the Glass Loop, 2020).

V Leedsu se sklo pro domácnost shromažďuje ve sklářských bankách. Takto zachycují sklo s nižší kontaminací. Ve spolupráci s obchodním řetězcem Lidl a radou města Leeds se společnost British Glass pustila do osvětové kampaně hned poté, co do prodejny Halton společnosti Lidl umístila banky pro přinesení skla. Celkové množství skla zachyceného ze všech bank v okruhu 1,6 km od obchodu v březnu 2018 vzrostlo o šest tun oproti stejnému období v předchozích dvou letech (British Glass, 2019).

V případových studiích Eunomia zkoumala potenciál všech zemí. Studie rozlišuje mezi dvěma regiony – Evropou (včetně Spojeného království) a USA. V Evropě komise stanovila politické cíle, v USA jsou cíle dobrovolné. Německo již dosáhlo cíle recyklace, PPWD (směrnice EU o obalech a odpadech z obalů) v místním zákoně o obalech stanovilo vlastní cíl – 90 % pro sebraný materiál. V současnosti se tato míra uvádí těsně pod 85 %. Všechny ostatní země s případovými studiemi potřebují zvýšit svou míru sběru, aby dosáhly cílů recyklace. Žádná z analyzovaných zemí nemá zavedeny strategické cesty, jak toho dosáhnout. Dobře navržený celostátní program DRS (systém o vratných obalech) by mohl přinést výrazné zlepšení ve sběru, a tím i v míře recyklace skleněných obalů na jedno použití. Lépe fungují státy, které provozují DRS. V USA dosahují míry sběru mezi 59 a 75 %. Stávající systémy DRS pro sklo v Evropě v současnosti dosahují 54 až 89 % sběru skleněných nápojových lahví v roce 2019. Zlepšilo se Finsko, to oznámilo sběr skla v roce 2021 na úrovni 98 %. Zavedení DRS, který zahrnuje jednorázové skleněné obaly, účtuje přiměřeně vysokou zálohu a nabízí dobře rozvinutou infrastrukturu, je způsob, jak zlepšit míru sběru obalového skla zejména pro země se špatnými výsledky, jakou jsou USA a Velká Británie (Zero Waste Europe, 2022).



Tabulka 17: Současné modelované cíle recyklace a budoucí cíle recyklace

	Německo	Francie	Spojené království	USA
<b>Převládající způsob sběru</b>	Podle barvy, separovaný sběr	Smíšené barvy, oddělená kolekce	Kolekce, smíšené barvy	Kolekce, smíšené barvy
<b>Aktuální míra recyklace</b>	79 %	67 %	71 %	35 %
<b>Cíle</b>	<b>Cílová míra recyklace (2030): 75 %</b>			Dobrovolný průmyslový cíl: 50 %
	Cílová sazba pro materiál zaslaný k recyklaci (2022): 90 %		Navrhovaný cíl (2030): 83%. Aktuální přetavení: 72 %. Navrhovaný cíl přetavení (2030): 80 %.	

Zdroj: vlastní; Zero Waste Europe, 2022; EREF, n.d.

Vyčíslení materiálového toku skla v České republice je obtížný úkol, neboť dostupné informace o exportu, importu a pohybu nezpracovaných či upravených skleněných střepech jsou velmi omezené. Část vyrobeného skla z ČR je exportována do Polska, Německa, Slovenska a dalších trhů. Naopak, do České republiky je importována část skla z jiných evropských zemí, jako je Rakousko či Německo. Tyto informace o obchodním toku skla jsou klíčové pro pochopení dynamiky a vlivu českého sklářského průmyslu na regionálních i globálních trzích (MPO ČR, 2018).

Tabulka 18: Materiálový tok skla v ČR

<b>Spotřeba skla</b>	
Spotřeba obalového skla v ČR za rok	cca 176 tis. tun
Spotřeba plochého skla	není známa
<b>Kapacita zpracovatelů upraveného střepech</b>	
Sklárny	cca 200 tis. tun
Stavební skla a izolace	cca 50 tis. tun
Ploché sklo a autoskla	cca 20 tis. tun
Produkce upravených obalových střepech v ČR	cca 150 tis. tun
Produkce upravených střepech z plochého skla	není známa
<b>Import střepech</b>	
Nezpracované střepech	cca 200 tis. tun
Upravené obalové střepech	
Upravené střepech ploché sklo	
<b>Export střepech</b>	
Nezpracované střepech	cca 28 tis. tun
Upravené obalové střepech	
Upravené střepech ploché sklo	

Zdroj: AOS EKO-KOM, 2018

### 4.3 Recyklace skla v ČR

Správné třídění skla je zásadní pro jeho efektivní recyklaci a ochranu životního prostředí. Sklo by mělo být tříděno do zelených nebo bílých kontejnerů podle jeho barvy. Pokud jsou k dispozici oba kontejnery, je doporučeno třídít sklo i podle barev. Například zelené lahve od nápojů patří do zeleného kontejneru, zatímco číré sklo, jako jsou sklenice od kečupů nebo marmelád, patří do bílého kontejneru. Pokud je k dispozici pouze jeden kontejner na sklo, pak do něj patří veškeré sklo bez ohledu na barvu. Keramika, porcelán, autoskla, zrcadla, drátované sklo, zlacené a pokovené sklo, varné a laboratorní sklo a sklokeramika, by neměly být umísťovány do kontejnerů na sklo. Vratné zálohované sklo by mělo být vráceno zpět do obchodu, aby mohlo být znovu využito. Je důležité si uvědomit, že tříděné sklo není třeba předem rozbíjet, neboť se dále separuje v dalším procesu (Kreníková, 2014).

Obrázek 8: Sklo



Zdroj: Jaktridit.cz, n.d.

V České republice se nachází více než 80 tisíc kontejnerů určených pro třídění skla. Po jeho seřazení se sklo rozdrtí na drobné kousky, tzv. granule, které jsou poté transportovány do sklářských závodů. Zde se z nich v procesu tavení vytvářejí nové skleněné výrobky. Jednou z výhod skla je jeho schopnost být recyklováno opakovaně bez ztráty kvality, což je ekologicky přínosné. Klíčovým faktorem pro úspěšnou recyklaci skla je jeho čistota, neboť příměsi mohou negativně ovlivnit kvalitu finálního produktu a vyžadovat přidání nového skla do procesu (Hortig, 2020).

To samé tvrdí i Škrdlíková (2020) – v České republice se počet kontejnerů určených pro separaci skla vyšplhal na více než 80 tisíc. Po jeho vytrídění se sklo rozdrtí na drobné částice, jež se dále transportují do sklářských provozů. Zde probíhá roztavení a následná výroba nových skleněných výrobků. Sklo lze recyklovat opakovaně,

přičemž je zásadní, aby bylo bez nečistot. Příměsi mohou totiž zhoršovat kvalitu recyklovaného skla, což si vyžádá přidání nového materiálu do výrobního procesu.

Do roku 2025 má EU jako celek dosáhnout recyklace obalů v míře 65 %, do roku 2030 to má být již 70 %, do roku 2025 70 % a do roku 2030 75 % (Evropský parlament, 2017).

Odpadní sklo v ČR určené k recyklaci musí splňovat přísné normy. V rámci každých 100 kilogramů skleněných úlomků je tolerováno maximálně 10 gramů keramického materiálu, 6 gramů kovových částic a do půl gramu odpadu, který není možné přitáhnout magnetem. Zásadním požadavkem je, aby v tomto odpadu nebyly přítomny žádné netavitelné materiály (Ecoservis, 2023).

Sklo se stává preferovanou ekologickou alternativou k plastu díky jeho vysoké účinnosti při recyklaci a možnosti opakovaného použití. Jeho použití přispívá k vytvoření uzavřeného oběhového systému, čímž se stává jedinečným materiálem pro obaly. Díky absenci plastových příměsí zůstává sklo bezpečné pro balení potravin i po mnoha recyklačních cyklech. Sklo se řadí mezi nejčastěji recyklované materiály, až 76 % uváděného skla je úspěšně recyklováno. Recyklace skla nejen šetří energii, ale také snižuje emise CO<sub>2</sub>. K podpoře tohoto trendu je stále zapotřebí rozšíření celoevropských stimulů, které by motivovaly všechny účastníky dodavatelského řetězce, včetně spotřebitelů, k efektivnější a intenzivnější recyklaci (Schweng, 2021).

Celkem 96 % Čechů se různými způsoby snaží chránit životní prostředí a víc jak 70 % upřednostňuje třídění a následnou recyklaci před spalováním odpadů a skládkováním. Zhruba 89 % občanů, je pro omezení skládkování a tím zlepšení kvality životního prostředí (Hortig, 2020).

V rámci sklářského průmyslu přináší recyklace skla významné výhody zahrnující šetření surovin, jako jsou soda, písek a vápenec, a také značnou úsporu energie. Úspora nákladů na suroviny je asi ze tří čtvrtin tvořena úsporou nákladů na sodu (Kreníková, 2014).

Recyklace odpadu z plochého skla vyžaduje sběrnou infrastrukturu, jejíž prostřednictvím se střepy dostanou do recyklátoru plochého skla, aniž by došlo k dalšímu znečištění. Recyklátor odstraňuje cizí látky v technicky složitých procesech a rozbíjí střepy na velikost, která je vhodná pro další použití. Vyrábí se recykláty různé

kvality. Jedná se o recykláty na výrobu plaveného skla, obalového skla nebo izolačních materiálů (Rose et al., 2019).

#### **4.4 Sběr střepů**

Sebrané a dotříděné střepy jsou klíčové pro výrobu nového skla, přičemž sklárny díky tomu mohou šetřit suroviny a také značně snížit spotřebu energie. Je známo, že využití 10 % recyklovaného skla může zredukovat energetickou náročnost výrobního procesu přibližně o 3 %. Skleněné střepy nižší kvality najdou své uplatnění ve výrobě izolačních materiálů, zatímco drceného skla můžeme vyrobit filtrační materiál (ESTAV.cz, n.d).

Rovnost střepů se zjišťuje podle velikosti drceného skla. Pokud je velikost velmi malá, kvalita střepů bude velmi dobrá. Použití drceného skla v asfaltové vozovce zajišťuje 100 % záruku kvality (Khan et al., 2022).

Systém výkupu skleněných střepů, který byl v minulosti běžnější ve světě než v České republice, se nyní ukazuje jako neefektivní. V České republice se dnes na sběr a třídění a dalších obalových materiálů specializuje nezisková organizace EKO-KOM, která se snaží o efektivnější způsoby zpracování a recyklace (Kreníková, 2014).

EoW (koncept odpadového hospodářství) podporuje image skleněných střepů jako recyklovatelného zdroje. Vysoká kvalita střepů EoW bude zvláště podporovat aplikace přetavování, možnosti recyklace s největšími přínosy na životní prostředí. EoW bude dalším prvkem v souboru dostupných regulačních mechanismů, které podporují ekologicky nejpříznivější nakládání s odpady (Vieitez et al., 2011).

Na závěr je třeba zdůraznit, že recyklace skleněných střepů představuje významný přínos pro ochranu životního prostředí. Namísto toho, aby byly střepy odhazovány na skládky, jsou znovu využívány, což přináší nemalé úspory v oblasti spotřeby primárních surovin a energie. Kromě toho tento proces přispívá k redukci emisí CO<sub>2</sub>, což má pozitivní dopad na snižování globálního oteplování a celkově zlepšuje kvalitu našeho životního prostředí (MŽP, 2016).

#### **4.5 Úprava střepů**

Střepy – recyklované sklo – se používají jako surovina, která je zásadní pro průmysl, protože k roztavení vyžaduje méně energie a přispívá ke snížení spotřeby energie

a emisí CO<sub>2</sub> související s teplem. Střepty pomáhají snižovat emise, protože ušetří 1,2krát stejné množství surovin. Celkem 26 % vstupních surovin ve formě střeptů jde do evropských pecí na ploché sklo (Glass for Europe, 2020).

Tabulka 19: Výroba plochého skla v %

<b>VÝROBA PLOCHÉHO SKLA, 2020</b>	
<b>Celkem ze střeptů v EU</b>	26 %
<b>Celkový průmysl v EU</b>	0,65 %
<b>Celkem emise v EU</b>	0,13 %

Zdroj: vlastní, Glass for Europe, 2020

Klíčovou výzvou v procesu recyklace skleněných střeptů je zachování jejich čistoty, což je nezbytné pro jejich následné zpracování. Aby bylo možné sklo efektivně recyklovat, je třeba odstranit nejen železné a neželezné kovy, ale také organické nečistoty. Dalším problémem je třídění střeptů podle barev. V praxi se často setkáváme s tím, že většina střeptů je smíšená a existuje nedostatek čistě bílých střeptů, což může komplikovat další využití recyklovaného skla (Kuraš, 1994).

Střepty se drtí a dále zbavují nečistot, (Beňo et al., 2011) dále se zbavují kamene a keramiky. Střepty jsou dále klasifikovány podle velikosti, což umožňuje připravit je pro vhodnou granulometrii pro další zpracování. Tato klasifikace je klíčová pro dosažení správné velikosti střeptů, která je nezbytná pro jejich další využití. Po této úpravě jsou střepty předány zpracovateli a přidávají se do sklářské taveniny jako doplňková surovina.

Když je kvalita střeptů vysoká, výhody jejich použití převažují nad všemi nevýhodami. S klesající kvalitou střeptů rostou náklady a úsilí na zpracování odpadního skla. Vysoce kvalitní střepty mají minimální kontaminaci z jiného než obalového skla (např. nádobí) neskleněného materiálu, např. keramika nebo skla jiné barvy (British Glass, 2019).

Tabulka 20: Kvalita střeptů

<b>VYSOKÁ KVALITA = ZVÝŠENÉ VÝHODY</b>	<b>NÍZKÁ KVALITA = ZVYŠUJE RIZIKO</b>
Snížený CO <sub>2</sub>	Kritické defekty z inkluzí z kontaminovaných střeptů
Úspora energie	Snížená barevná konzistence produktu
Snížená těžba přírodních materiálů	Procesní odpad – produkce zmetků se zvyšuje
Vylepšené tvarování skla	Nekvalitní produkty, které nejsou vhodné pro daný účel
Zvýšená životnost pece	

Zdroj: British Glass

## 4.6 Zvláštní využití střepeů

Tepelně izolační stavební materiál, známý jako pěnové sklo, se vyrábí z drceného odpadního skla. Pro jeho výrobu jsou nejprve střepe drceny na jemnou moučku o velikosti přibližně 500 mikrometrů. Tato jemná moučka je poté smíchána s regulátory tavicího procesu a dalšími přísadami, které zajišťují správné nakypření materiálu. Homogenizovaná směs je následně dávkována na pás v požadovaném množství a prochází průběžnou pecí. V průběhu průchodu pecí dochází k řízenému výpalu, během kterého se hmota nakupuje při teplotách mezi 400 až 900 °C. Po výpalu následuje ochlazení produktu, což má za následek vytvrzení materiálu a vznik hmoty podobné přírodní pemze. Tato hmota je poté drcena na zrnitost mezi 10 až 60 mm, čímž vzniká tvarově stálý tepelně izolační stavební materiál (Hela, 2010).

Pro výrobu pěnového skla se využívá základní surovina – odtavené sklo, které se následně rozemele na jemný prach a smíchá s prachovým uhlíkem. Tato směs je pak zahřívána ve formách na teplotu 1000 °C, což má za následek natavení skloviny a současně oxidaci uhlíku na CO<sub>2</sub>. Tento plyn vytváří bublinky, které dramaticky zvětšují původní objem směsi skleněného a uhlíkového prachu. Poté je napěněná sklovina postupně zchlazována na teplotu 20 °C. Při dosažení teploty 750 °C má skelná hmota zhruba tuhou konzistenci. Díky tomu, že vytvořené bublinky ve skle jsou zcela uzavřené, dochází při dalším ochlazování ke smršťování CO<sub>2</sub> v buňkách, což vede ke vzniku podtlaku. Tento podtlak, který přetrvává po definitivním zchlazení, je přibližně 1/3 tlaku atmosférického.

Pěnové sklo disponuje několika výhodami, jako je vysoká odolnost vůči většině chemikálií, biologická inertnost, nezávadnost pro lidské zdraví, nehořlavost a objemová stabilita, která je srovnatelná s betonem (Straka et al., 2013).

## 4.7 Legislativa EU

Základním právním dokumentem Evropské unie v oblasti obalů a obalových odpadů je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/ES ze dne 20. prosince 1994. Tato směrnice má za cíl harmonizovat opatření v jednotlivých členských státech týkající se nakládání s obaly a obalovými odpady s důrazem na ochranu životního prostředí. Jejím úkolem je stanovit rámec pro zajištění udržitelného nakládání s obaly a obalovými odpady v celé Evropské unii.

Nejnovější změnu v legislativě přináší Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/852 ze dne 30. května 2018, která mění předchozí směrnici 94/62/ES o obalech a obalových odpadech. Tato aktualizovaná směrnice se zaměřuje na prevenci vzniku obalových odpadů a podporu opakovaného využívání obalů. Zároveň klade důraz na recyklaci a další formy využití obalových odpadů s cílem podpořit přechod k oběhovému hospodářství.

Směrnice se vztahuje na všechny druhy obalů uváděných na trh v rámci Evropské unie, a to včetně veškerých obalových odpadů, které vznikají v průmyslu, obchodu, službách, domácnostech nebo na jiných úrovních, bez ohledu na použitý materiál. Hlavním účelem této směrnice je zajistit účinné řízení obalů a obalových odpadů s důrazem na ochranu životního prostředí a dosažení udržitelnosti.

Země Evropské unie mají závazek zajistit vytvoření systémů umožňujících vrácení a/nebo sběr použitých obalů a/nebo obalových odpadů, a to včetně jejich opětovného použití nebo využití, včetně recyklace. Do konce roku 2024 je očekáváno, že všechny země EU zavedou systémy odpovědnosti výrobce pro všechny obaly. Tyto systémy zabezpečí financování nebo financování a organizaci vrácení a/nebo sběru použitých obalů a/nebo obalových odpadů a jejich přeměrování k nejvhodnějšímu způsobu nakládání s odpady, včetně opětovného použití nebo recyklace sebraných obalů a obalových odpadů.

Země Evropské unie jsou povinny přijmout nezbytná opatření k dosažení stanovených cílů v oblasti recyklace odpadů, které se liší v závislosti na materiálu obalů. K tomuto účelu musí tyto země implementovat nová pravidla pro výpočet a podávání zpráv, která se týkají nových cílů v oblasti recyklace stanovených do let 2025 a 2030.

Konkrétně do 31. prosince 2025 musí být recyklováno alespoň 65 % hmotnosti veškerých obalových odpadů, s cílem dosáhnout recyklace skla na úrovni minimálně

70 %. Do 31. prosince 2030 musí být recyklováno alespoň 70 % hmotnosti veškerých obalových odpadů, přičemž cílem je dosáhnout recyklace skla na úrovni minimálně 75 %.

V souladu s těmito novými pravidly musejí členské státy do roku 2029 zajistit tříděný sběr alespoň 90 % plastových nápojových lahví na jedno použití a kovových nádob na nápoje na jedno použití. K dosažení tohoto cíle jsou povinny zavést systémy zálohování a zpětného odběru. Rada EU navrhla také, aby Evropská komise přezkoumala cíle pro rok 2030 a na základě toho posoudila cíle pro rok 2040 a případné výjimky stanovené v této směrnici.

Tato legislativa má klíčový význam pro zlepšení environmentálního stavu v Evropské unii a podporu udržitelných postupů nakládání s obaly a obalovými odpady. Rada doplnila výjimku z požadavku na zavedení takových systémů pro členské státy, které dosáhnou v roce 2026 úrovně tříděného sběru vyšší než 78 % (Evropská rada, 2023).

#### **4.8 Legislativa ČR**

Základním právním předpisem v České republice upravujícím problematiku odpadového hospodářství, prevenci vzniku odpadů a jejich nakládání je Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, běžně známý jako Zákon o odpadech. Tento zákon, je klíčovým nástrojem pro dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí, lidského zdraví a udržitelného využívání přírodních zdrojů v České republice. Stanovuje povinnosti a odpovědnosti subjektů, které se podílejí na produkci, sběru, dopravě, zpracování a likvidaci odpadů, a zároveň vytváří rámec pro podporu recyklace, opětovného využití a správného nakládání s odpady. Je základním kamenem odpadové politiky v zemi a poskytuje jasný rámec pro plánování a realizaci odpadového hospodářství v souladu s evropskými směry a standardy.

V České republice je nakládání s odpady podrobně upraveno vyhláškou č. 273/2021 Sb., která stanovuje podmínky pro energetické využití odpadů včetně jejich mechanické úpravy a zařazení do procesu energetického využití. Tato legislativa detailně specifikuje postupy a podmínky pro správné nakládání s odpady a jejich energetické využití, což pomáhá zajistit soulad s evropskými směrnici a standardy v oblasti ochrany životního prostředí a udržitelného hospodaření s odpady (ZÁKONY PRO LIDI, 2001).



Speciálním zákonem, který doplňuje zákon o odpadech a upravuje specifické oblasti týkající se obalů, je zákon č. 477/2001 Sb., o obalech. Tento právní předpis se zaměřuje na specifické druhy odpadů spojených s obaly a má za cíl předcházet vzniku odpadů a minimalizovat jejich negativní dopad na životní prostředí. Stanovuje pravidla pro výrobu, používání, sběr, dopravu, zpracování a likvidaci obalů a obalových odpadů.

Podle tohoto zákona je obal definován jako výrobek sloužící k pojmutí, ochraně, manipulaci, dodávce nebo prezentaci výrobků pro spotřebitele nebo jiného uživatele. Zahrnuje obaly, které se používají jak při prodeji, tak i při skladování či přepravě zboží. Zákon rovněž upravuje podmínky pro vratné obaly, které jsou určeny k opakovanému použití a mají stanovený systém zpětného odběru.

Pro určité typy vratných obalů je dále stanovena výše záloh, která slouží jako finanční stimul pro jejich vrácení. Konkrétní výše záloh je upravena prováděcím předpisem, a to nařízením vlády č. 111/2002 Sb. Tímto způsobem se podporuje účinnější využívání materiálů a minimalizuje se negativní dopad obalových odpadů na životní prostředí.

Obaly jsou nedílnou součástí mnoha výrobků a tvoří podstatné množství odpadů. Hlavním úkolem zákona o obalech je předcházet samotnému vzniku obalového odpadu tím, že stanovuje práva a povinnosti podnikajících osob uvádějících na trh nebo do oběhu obaly a balené výrobky. Zákon rovněž ukládá povinnost zpětného odběru použitých obalů a stanovuje opatření pro recyklaci nebo využití vzniklého odpadu z obalů.

Zákon o obalech obsahuje specifická ustanovení, která upřesňují postavení autorizovaných obalových společností. Tyto společnosti mají klíčovou úlohu při zajišťování plnění povinností v oblasti zpětného odběru a využití odpadu z obalů, což je zásadní pro dosažení stanovených cílů recyklace a udržitelného nakládání s odpady v souladu s evropskými směnicemi a standardy.

Podle zákona má autorizovaná společnost povinnost uzavřít smlouvu o sdruženém plnění s každou povinnou osobou, která projeví zájem o takovou smlouvu. Podmínky pro všechny osoby zapojené do sdruženého plnění jsou stanoveny jednotně pro všechny. Ministerstvo životního prostředí vykonává dohled nad činností autorizovaných obalových společností. Tato opatření mají zajistit efektivní fungování systému zpětného odběru a recyklace obalů a zaručit dodržování stanovených právních povinností v této oblasti (Tuháček et al., 2015).

## 5. Metodika

V první části této bakalářské práce, byly vyhledány relevantní zdroje na dané téma. Zdroje byly čerpány ze zahraničních periodik, článků, internetových zdrojů, odborných knih, ze kterých byly vypracovány rešerše. Tyto informace byly pečlivě zpracovány a prezentovány v přehledných tabulkách, které usnadňují pochopení a analýzu problematiky. V praktické části byla detailně popsána recyklační linka společnosti SPL Recycling a.s. v Chudeřicích a recyklační linka společnosti ENVY RECYCLING s.r.o. ve Stráži pod Ralskem. Dále byl podrobně popsán technologický postup zpracování plochého a obalového skla na těchto linkách. Následně v praktické části byly využity výstupy společností SPL Recycling a.s. za daná období – roky 2017–2022. Veškeré vyčíslené údaje o recyklačních linkách a výrobních výstupech byly získány přímo od společnosti SPL Recycling a.s., což zajišťuje spolehlivost a relevanci prezentovaných informací. Tato porovnání poskytují důležité informace o efektivitě a výkonnosti jednotlivých recyklačních zařízení jak v Chudeřicích, tak ve Stráži pod Ralskem. Také bylo provedeno porovnání i s jinými provozy ve světě, a to jak v kapacitě zpracování, tak v modernizaci linek. Tím se umožní získat širší perspektivu a inspiraci pro možné další kroky. Tyto provozy často využívají pokročilé optické separátory, robotické systémy a další automatizované zařízení, což umožňuje efektivní separaci nečistot a třídění materiálu podle různých parametrů, včetně barev. Inspirace z těchto provozů by mohla vést k implementaci nových technologií a metodik v recyklačních linkách v České republice. Závěrem práce bylo dáno doporučení na modernizaci výrobních linek, vyčíslení nákladů na modernizaci a dále vzešla doporučení na specifická opatření.

## 6. Praktická část

### 6.1 Recyklační linka odpadu skla společnosti SPL Recycling a.s.

Recyklační linka na ploché a obalové sklo je situována v areálu skláren AGC Automotive Czech a.s. v Chudeřicích u Bíliny na pozemcích ve vlastnictví společnosti SPL Recycling a.s. Zařízení je umístěno v průmyslovém areálu, který je oplocen a vstup je zabezpečen uzamykatelnou bránou proti vstupu nepovolaných osob. Vlastní areál zařízení je oplocen kombinací betonových zdí a drátěného plotu. Přímý vstup do areálu zařízení je monitorován kamerovým systémem a je zde instalováno zabezpečovací zařízení.

Na recyklační lince se provádí třídění obalového skla, plochého skla a dále separace nečistot a drcení na požadovanou granulometrii. Účelem zařízení je zpracování odpadního skla pro následné využití jako druhotné suroviny ve sklářském průmyslu v souladu s nařízením Evropské komise č. 1179/2012.

#### 5.10.1 – Přepřacování skla pro recyklaci

Sklo po zpracování na lince (výrobek – druhotná surovina) se expeduje přímo nebo prostřednictvím obchodní společnosti výrobcům plochého a obalového skla, kde se používá jako vsázka do sklářského kmene a výrobcům izolačních materiálů.

Celková roční projektovaná kapacita zařízení je 60 000 tun odpadu. Celková roční projektovaná zpracovatelská kapacita povolené činnosti 5.10.1 přepřacování skla pro recyklaci je 60 000 tun zpracovaného odpadního obalového a plochého skla.

Z toho roční projektovaná zpracovatelská kapacita:

- linky na ploché sklo – 35 000 t/rok,
- linky na obalové sklo – 25 000 t/rok.

Obě linky mohou být v provozu současně. Denní projektovaná zpracovatelská kapacita zařízení je 240 tun odpadu. Celková okamžitá maximální kapacita zařízení činí 6110 tun odpadu v následujícím členění jednotlivých deponií.

Maximální okamžitá kapacita pro přijaté odpady do zařízení k úpravě:

- 1 000 tun obalové sklo (k. č. 15 01 07, 20 01 02),
- 2 000 tun ploché lepené/nelepené stavební sklo, drátosklo a autoskla (k. č. 10 11 12, 16 01 20, 17 02 02, 19 12 05, 20 01 02).

Maximální okamžitá kapacita odpadů po částečném zpracování, které budou dále v zařízení zpracovávány:

- 300 tun – sklo s PVB k přečištění (k. č. 19 12 12),
- 1 000 tun – sklo hrubá frakce k přečištění (k. č. 19 12 05),
- 1 000 tun – sklo jemná frakce k přečištění (k. č. 19 12 05).

Maximální okamžitá kapacita pro odpady z technologie, které nebudou dále v zařízení zpracovávány a budou předány jiným oprávněným osobám:

- 750 tun, k.č.19 12 05 Sklo,
- 20 tun, k. č. 19 12 02 Železné kovy,
- 20 tun, k. č. 19 12 03 Neželezné kovy,
- 20 tun, k. č. 19 12 12 Jiné odpady z mechanické úpravy odpadů.

Maximální kapacita okamžitá kapacita zařízení včetně výrobků z odpadu činí 7 110 tun. Maximální okamžitá kapacita pro hotové výrobky charakteru druhotné suroviny (sklo):

- 500 tun drceného obalové skla (OM, OH, OZ, OC),
- 500 tun drceného plochého skla (PM, PC).

### **Způsoby nakládání s odpadem**

Přepracování skla určeného k recyklaci, které přestává být odpadem. Odpady jsou v zařízení ukládány odděleně dle druhu odpadu, a to maximálně po dobu 9 měsíců.

## 6.2 Přehled odpadů, pro které je zařízení určeno

10 11 12 Odpadní sklo, neuvedené pod číslem 10 11 11:

- 16 01 20 Sklo,
- 15 01 07 Skleněné obaly,
- 17 02 02 Sklo,
- 19 12 05 Sklo,
- 20 01 02 Sklo.

Výše uvedené druhy odpadů jsou do zařízení přijímány výhradně od právnických nebo podnikajících fyzických osob včetně provozovatelů zařízení k nakládání s odpady a obcí. Do zařízení nejsou přijímány odpady od fyzických nepodnikajících osob. Odpady, které vznikají či mohou vzniknout provozem recyklační linky vystupující ze zařízení:

- 19 12 01 Papír a lepenka,
- 19 12 02 Železné kovy,
- 19 12 03 Neželezné kovy,
- 19 12 04 Plasty a kaučuk,
- 19 12 05 Sklo (nejakostní odpadní sklo, u kterého nebyl v zařízení ukončen režim odpadu dle § 9 zákona o odpadech),
- 19 12 07 Dřevo,
- 19 12 09 Nerosty (např. písek, kameny),
- 19 12 08 Textil,
- 19 12 12 Jiné odpady z mechanické úpravy odpadů neuvedené pod číslem 19 12 11 (zbytkový odpad z provozu zařízení určen k odstranění).

Tabulka 21: Výrobky vystupující ze zařízení

DRUHY SKLA	BARVA SKLA	GRANULOMETRIE SKLA
O – obalové sklo	C – čiré sklo	I – hrubá frakce
P – ploché sklo	Z – zelené sklo	II – jemná frakce
	M – mix barvy	III – mletá frakce
	H – hnědé sklo	

Zdroj: SPL Recycling a.s.

Linka na recyklaci skla slouží k úpravě a recyklaci jednotlivých druhů skleněných odpadů (viz výše). Na lince se zpracovává odpadní ploché sklo ze sklářských výrob a zpracovatelských provozů – technologické prořezy, zmetky a rozbité sklo. Jedná se o sklo floatské čiré, floatské zelené, zelené s potiskem, čiré ornamentní sklo, barevné ornamentní sklo, sklo s drátěnou vložkou, kalené sklo čiré, zelené, lepená autoskla a stavební skla. Dále se v zařízení zpracovávají odpadní autoskla z oprav a demontáží motorových vozidel a odpadní stavební skla z činnosti stavebních nebo servisních organizací. Obalové odpadní sklo pochází ze separovaných sběrů měst a obcí a ze zpracovatelských provozů – pivovary, likérky, konzervárny.

Technické vybavení zařízení:

- recyklační linka na ploché a obalové sklo,
- drtič na lepená skla,
- strojní nakladač,
- stanovené měřidlo dle zákona o metrologii – silniční váha Tonava TS 60000 s váživostí od 20 kg do 60 000 kg s přesností vážení 20 kg, kalibrace 1× za dva roky,
- velkoobjemové kontejnery (25 m<sup>3</sup>).

Dále je součástí zařízení laboratoř s následujícím vybavením:

- 2× váha (jedna s přesností desetiny a jedna s váživostí na tisícinu gramu),
- pec s max. teplotou 3 000 °C (pro zjišťování organiky metodou ztráta žíháním),
- sušárna s max. teplotou 250 °C,
- sítovačka se síty 0,1 mm – 20 mm,
- exikátor pro chlazení žíhaného materiálu, žíhací misky, spektrometr a další.

### **6.3 Zpracování odpadu plochého skla**

Lepená a nelepená skla jsou nakladačem naložena do násypky předdrtiče, kde dochází k separaci fólie a skla. Odpadní sklo se pásovým dopravníkem dopraví do dvou zásobníků skla (objem jednoho zásobníku je 8 m<sup>3</sup>). Ze zásobníku na sklo se po pásovém dopravníku transportuje do prostoru ruční separace nečistot, kde přímo z pásu jsou vybírány jiné předměty než skleněné střepy – např. papírové proložky, dřevo, hadry, plasty, kameny atd. (odpad k. č. 19 12 12 a další druhy odpadů ze skupiny 19 12). Shozem na konci dopravníkového pásu se skleněné střepy dostanou do kladivového drtiče, kde dojde k jejich rozdrčení o rošt, který je vyměňován v závislosti na druhu recyklovaných střepů. Pomocí vibračního podavače se sítím zde dochází k oddělení skla s folií z lepených skel a autoskel (odpadní sklo s PVB k dalšímu zpracování). Dalším postupem střepů po lince dochází k další magnetické separaci železných a neželezných kovů a rozdělení střepů na jemnou a hrubou frakci pomocí síta. Hrubá frakce je přivedena k soustavě dvou optických separátorů. První optický separátor je rozšířen o technologii X-ray, kde pomocí optického monitoringu jsou zaměřeny netransparentní částice a prostřednictvím stlačeného vzduchu jsou tyto částice eliminovány a vyfouknuty do výpadu – odpad k dalšímu zpracování nebo odpad k odstranění. Na konci linky jsou vytříděné střepy pomocí shozů dopravovány do betonových boxů. Z boxů jsou přepraveny do skladu podle dalšího zpracování (Rokos, 2023, s.9).

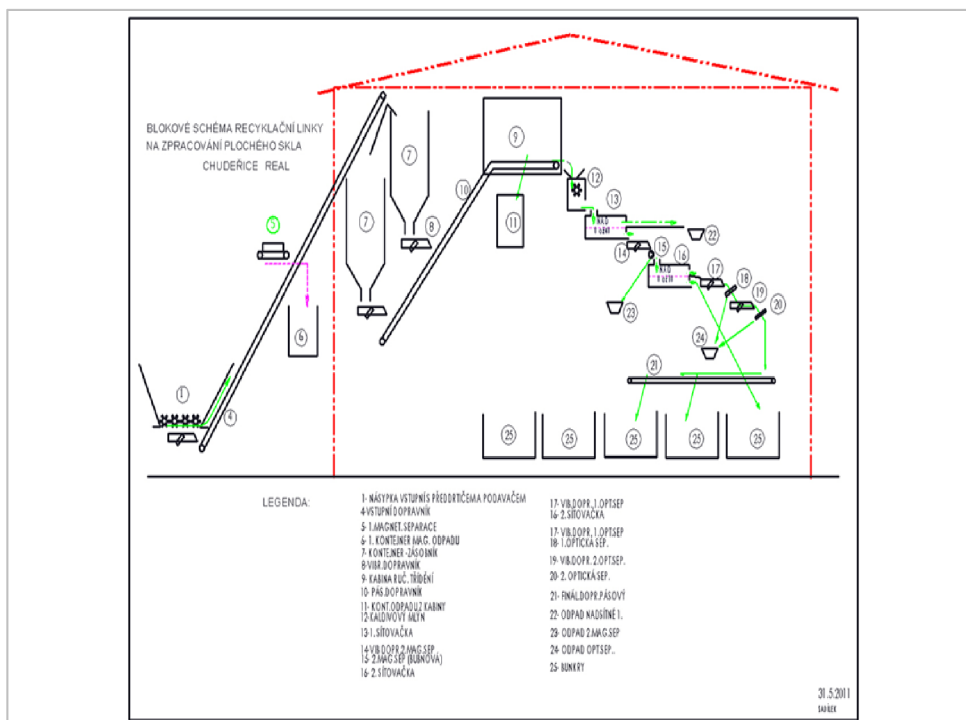
### **6.4 Zpracování odpadu obalového skla**

Znečištěné obalové sklo se pomocí nakladače naloží do násypky skla, odkud vibračním podavačem a pásovým dopravníkem, nad nímž je umístěn pásový magnet, pokračuje do kabiny ručního třídění, kde se vybírají hrubé nečistoty z obalového skla (k. č. 19 12 12 a další druhy odpadů ze skupiny 19 12). Pásovým dopravníkem se střepy dopraví do válcového drtiče. Takto nadrcené sklo prochází vibračním prstovým třídičem a pomocí vibračních dopravníků prochází magnetickým a nemagnetickým separátorem kovů. Dále střepy pokračují na pásovém dopravníku do vibračního síťovacího stroje, kde dojde k rozdělení jednotlivých frakcí.

Jemná frakce je dopravena do výrobního boxu jako odpad k dalšímu zpracování nebo odpad k odstranění. Hrubá frakce dopravníkem pokračuje do dvou za sebou umístěných optických separátorů, kde probíhá separace nežádoucích příměsí, jako jsou

kameny, keramika, porcelán. Prostřednictvím stlačeného vzduchu jsou tyto částice vyfouknuty do zásobníků jako odpad k odstranění. Požadovaným, finálním výstupem z linky je recyklované sklo charakteru druhotné suroviny. Výstupy z technologie jsou pomocí shozů dopravovány do skladovacích betonových boxů (Rokos, 2023, s.10).

Obrázek 9: Blokové schéma recyklační linky na zpracování plochého skla



Zdroj: SPL Recycling a.s.

Ruční třídění probíhá na pásu, který se pohybuje rychlostí přibližně 0,5 metru za sekundu. Během tohoto procesu není možné oddělit nečistoty menší než 10 až 25 milimetrů. Výsledek ručního třídění je ovlivněn jak celou třídící linkou, tak i kvalitou obsluhy, mírou znečištění a velikostí tříděných stěpů.

Obrázek 10: Ruční třídění odpadu skla



Zdroj: vlastní



Drcení probíhá v nárazovém drtiči, což je zařízení určené k drcení křehkého materiálu. Rotující kladiva vyhazují střepy na nárazové desky, kde dochází k jejich rozdrobení. Velikost drcených kusů závisí na vzdálenosti mezi kladivy a nárazovými deskami, které se obvykle pohybují mezi 50 a 80 milimetry. Kladiva i nárazové desky jsou zpravidla vyrobeny z nitrídané oceli.

Obrázek 11: Drcení odpadu skla



Zdroj: vlastní

V rámci magnetické separace jsou magnetické nečistoty odstraňovány ze střepů pomocí elektromagnetu nebo permanentního magnetu. Magnet je umístěn nad pásem, jehož rychlost ovlivňuje efektivitu separace.

Pro odstranění hrubších nečistot o velikosti do 25 mm a v některých případech i jemnějších frakcí pod 5 mm, které mohou obsahovat nečistoty, se využívá síťování. Tento proces probíhá na jedno – nebo dvousítových zařízeních s plochou sítí o rozsahu 2 až 3 m<sup>2</sup>.

Obrázek 12: Odsávání jemných prachových částic



Zdroj: vlastní

V procesu odsávání jemných prachových částic, papíru a zbytků hliníkové fólie jsou tyto nečistoty odstraňovány pomocí odsávací šěrbinové hubice umístěné nad sítí. Nečistoty jsou vedeny proudem vzduchu do cyklonu, kde jsou odděleny.

Separace neželezných kovů byla zavedena kvůli narůstajícímu obsahu hliníku a olova ve střepích. Zařízení zpracovává předem nadrcené střepy, které procházejí kolem detektoru kovu. Detektor detekuje přítomnost kovu a odešle signál do zařízení, které následně odstraní malou část střepů, kde byla zaznamenána přítomnost kovu.

Obrázek 13: Separace neželezných kovů



Zdroj: vlastní

Separace keramiky se začala používat až poté, co se ve výrobcích s vysokým podílem střepů začaly objevovat nežádoucí kamínky. Princip fungování separátoru spočívá v rozdílné průhlednosti skla a keramiky. Nedrcené střepy vstupují do separátoru, kde musí být pečlivě rozvrstveny v separačním žlabu. Tím se zajišťuje efektivní funkce separátoru, který má na určitém místě zpevněné sklo s čidlem umístěným pod ním. Nad touto oblastí je umístěn světelný zdroj. Když čidlo detekuje neprůhlednou částici, signál spustí odfouknutí této oblasti na vynášecí pás.

Obrázek 14: Silo



Zdroj: vlastní

Pro úpravu autoskla na výrobní lince je nezbytné použít speciální vybavení, které není součástí standardních linek pro zpracování běžného obalového skla. Tato linka je vybavena vstupním drtičem, který je schopen zpracovat různé typy autoskel. Po drtiči následuje systém pásových dopravníků, na kterém jsou separátory, jež oddělují kovové a nekovové příměsi. Nakonec prochází skleněná drť soustavou optických čidel, které dokážou identifikovat a odstranit nečistoty, jako jsou zbytky bezpečnostní fólie, tmely, zbytky pryže a podobně (Beňo et al., 2011).

## **6.5 Kvalitativní charakteristika odpadů umožňujících jejich přijetí do zařízení**

Kvalita přijímaných odpadů je předem dána podmínkami stanovenými ve smlouvě s dodavatelem. Do zařízení nejsou přijímány odpady zjevně znečištěné nebezpečnou látkou vč. nebezpečného odpadu (např. zářivkové trubice), odpady s příměsí většího množství jiného druhu odpadu, odpadní sklo pocházející ze směsného komunálního odpadu a zdravotnického odpadu a dále vysokotavitelné sklo, varné sklo, CRT sklo (obrazovky), sklokeramika, olovnaté sklo, žárovky. Případné drobné příměsí charakteru ostatní odpad (papír, plast, kov apod.) z již přijatého odpadu lze na lince vytřídit. Množství těchto drobných příměsí, případně vzájemné smíchání různých druhů skleněných střepů, má vliv na zařazení odpadu do kvalitativní třídy střepu, podle které se řídí výkupní cena a následné nakládání s odpadem v zařízení.

Pokud jsou zjištěny při příjmu odpadů nesrovnalosti s deklarovaným druhem přijímaného odpadu, případně se v dávce vyskytují jiné odpady než deklarované dodavatelem (přítomnost nebezpečných odpadů, u obalového skla více než 10 %, u plochého skla více než 3% podíl jiných odpadů než skleněných), je obsluha povinna dodávku nepřevzít a zajistit její vrácení zpět dodavateli (Rokos, 2023 s.11).

## **6.6 Výrobní výstupy za roky 2017–2022**

V roce 2017 došlo k nárůstu prodeje střepů o 6 %, a to zejména zásluhou zvýšení prodejů obalového skla. Celkem bylo prodáno 24,5 tis. tun střepů, z toho 14,7 tis. tun plochých střepů a 9,8 tis. tun obalových střepů (*Tabulka 22*).

V oblasti nákupu střepů zůstali největšími dodavateli společnosti SPL Recycling a.s., Marius Pedersen, FCC Česká republika a AVE odpadové hospodářství.

V polovině roku, vzhledem k přetrvávající nízké kvalitě nakupovaných střepů, se muselo přistoupit ke snížení výkupních cen. Na základě tohoto rozhodnutí, dodavatelé určitou část střepů přesměrovali jiným odběratelům, zejména do Vetropacku Kyjov. Přesto se plánované objemy nákupu podařilo splnit, zároveň toto opatření mělo pozitivní vliv na celkové náklady firmy (SPL Recycling, 2017).



Tabulka 22: Prodej střepeů v roce 2017

<b>PRODEJ STŘEPŮ ROK 2017</b>	
Obalové střepey	9,8 tis. tun
Ploché střepey	14,7 tis. tun
Celkem	24,5 tis. tun

Zdroj: SPL Recycling a.s.

V roce 2018 došlo k navýšení prodejů plochých střepeů, a tím došlo k dalšímu celkovému nárůstu prodeje střepeů, a to o 5,6 %. Celkem bylo prodáno 25,8 tis. tun střepeů, z toho 16,3 tis. tun plochých střepeů a 9,5 tis. tun obalových střepeů (*Tabulka 22*).

Největším odběratelem zůstalo ENVY Recycling s.r.o. Došlo k téměř dvojnásobnému navýšení dodávek do Swarovski GmbH. Dalšími významnými odběrateli zůstaly společnosti Union Lesní Brána, a.s. a Pittsburgh Corning CR, s.r.o. V oblasti nákupu obalových střepeů zůstaly našimi největšími dodavateli společnosti Marius Pedersen a.s., FCC Česká republika, s.r.o., AVE sběrné suroviny a.s. a Saint Gobain Sekurit ČR spol. s r.o. v kategorii nákupu plochých střepeů.

Vzhledem k narůstajícím kvalitativním požadavkům odběratelů společnosti SPL Recycling a.s. se musela v průběhu roku 2018 ukončit spolupráce s některými menšími dodavateli plochých střepeů, u kterých měla kvalita střepeů kolísavou tendenci a výrazně ovlivňovala kvalitu výroby. Vzhledem k narůstajícím dopravním nákladům nebylo ekonomicky únosné v odběrech pokračovat (SPL Recycling, 2018).

Tabulka 23: Prodej střepeů v roce 2018

<b>PRODEJ STŘEPŮ, ROK 2018</b>	
Obalové střepey	9,5 tis. tun
Ploché střepey	16,3 tis. tun
Celkem	25,8 tis. tun

Zdroj: SPL Recycling a.s.

V roce 2019 bylo prodáno 11,2 tis. tun obalových střepeů, což bylo o 18 % více než v roce 2018. Celkem bylo prodáno 24,4 tis. tun střepeů, což bylo na úrovni roku 2018 (*Tabulka 23*). V roce 2019 se podařilo splnit stanovený cíl, tj. udržet objemy prodejů recyklátu na úrovni roku 2018, splnit zvyšující se kvalitativní parametry požadované zákazníky společnosti Recycling a.s. a rozšířit portfolio zákazníků tak, aby se lépe rozložila struktura prodejů (SPL Recycling, 2019).

V oblasti nákupu střepů zůstaly největšími dodavateli společnosti Marius Pedersen a.s., FCC Česká republika, s.r.o. a AVE sběrné suroviny a.s. v nákupu obalových střepů a Saint Gobain Sekurit ČR spol. s r.o. v nákupu plochých střepů. V roce 2019 se podařilo splnit stanovený cíl, tj. udržet objemy prodeje recyklátu na úrovni roku 2018, splnit zvyšující se kvalitativní parametry požadované zákazníky společnosti SPL Recycling a.s. a rozšířit portfolio zákazníků tak, aby struktura prodeje byla lépe rozložena.

Tabulka 24: Prodej střepů v roce 2019

<b>PRODEJ STŘEPŮ, ROK 2019</b>	
Obalové střepy	11,2 tis. tun
Ploché střepy	13,2 tis. tun
Celkem	24,4 tis. tun

Zdroj: SPL Recycling a.s.

V roce 2020 bylo vyrobeno a prodáno 13,8 tis. tun obalových střepů, což bylo o 23 % více než v roce 2019, a 17,8 tis. tun plochých střepů, což bylo o 35 % více než v roce 2019.

Celkem bylo prodáno 31,6 tis. tun střepů, což bylo o 30 % více než v roce 2019 (Tabulka 25). Z hlediska prodeje byl rok 2020 velice úspěšný.

V oblasti nákupu střepů zůstaly největšími dodavateli společnosti Marius Pedersen a.s., FCC Česká republika, s.r.o. a AVE sběrné suroviny a.s. v nákupu obalových střepů a společnost Saint Gobain Sekurit ČR spol. s r.o. v nákupu plochých střepů.

V roce 2020 se podařilo výrazně překročit stanovený cíl navýšení prodeje o 10 %. Podařilo se rovněž plnit kvalitativní parametry požadované zákazníky společnosti SPL Recycling a.s. (SPL Recycling, 2020).

Tabulka 25: Prodej střepů v roce 2020

<b>PRODEJ STŘEPŮ, ROK 2020</b>	
Obalové střepy	13,8 tis. tun
Ploché střepy	17,8 tis. tun
Celkem	31,6 tis. tun

Zdroj: SPL Recycling a.s.

V roce 2021 bylo ve společnosti SPL Recycling a.s. prodáno 16,4 tis. tun obalových střepů a 15,8 tun plochých střepů. K dalšímu přepracování bylo prodáno jedné z partnerských společností dalších 3,7 tis. tun střepů.

Celkem bylo prodáno 35,9 tis. tun střepů, což bylo o cca 4 tis. tun více než v úspěšném roce 2020 (*Tabulka 26*). Z hlediska prodeje byl tak rok 2021 stejně úspěšný, jako rok předchozí.

V oblasti nákupu střepů zůstaly největšími dodavateli společnosti Marius Pedersen a.s., FCC Česká republika, s.r.o. a AVE sběrné suroviny a.s. v nákupu obalových střepů a společnosti Saint Gobain Sekurit ČR spol. s r.o. a Isotherm s.r.o. v nákupu plochých střepů.

V roce 2021 se dařilo plnit kvalitativní parametry recyklátu požadované zákazníky SPL Recycling a.s. (SPL Recycling, 2021).

Tabulka 26: Prodej střepů v roce 2021

<b>PRODEJ STŘEPŮ, ROK 2021</b>	
Obalové střepy	16,4 tis. tun
Ploché střepy	15,8 tis. tun
Celkem	35,9 tis. tun

Zdroj: SPL Recycling a.s.

V roce 2022 bylo ve společnosti SPL Recycling a.s. recyklováno 47 tis. tun střepů, z toho 26,2 tis. tun obalových a 20,8 tis. tun plochých střepů. Z tohoto množství recyklátu bylo vyrobeno a prodáno 19,8 tis. tun obalových střepů a 15 tis. tun plochých střepů (*Tabulka 27*). K dalšímu přepracování bylo naší partnerské společnosti prodáno dalších 8,7 tis. tun střepů. Celkem bylo prodáno 34,8 tis. tun střepů, což bylo přibližně stejně jako v rekordním roce 2021. Z hlediska prodeje byl tak rok 2022 stejně úspěšný, jako rok předchozí.

Největšími odběrateli byly společnosti O-I Czech Republic, a.s. a STOELZLE UNION s.r.o., kam směřovaly subdodávky pro společnost ENVY RECYCLING s.r.o. Dalším významným odběratelem byla společnost Swarovski GmbH.

V oblasti nákupu střepů zůstaly největšími dodavateli společnosti Marius Pedersen a.s., FCC Česká republika, s.r.o. a AVE sběrné suroviny a.s. v nákupu obalových střepů a společnosti Saint Gobain Sekurit ČR spol. s r.o. a také Isotherm s.r.o. v nákupu plochých střepů (SPL Recycling, 2022).

Tabulka 27: Prodej střepů v roce 2022

<b>PRODEJ STŘEPŮ, ROK 2022</b>	
Obalové střepy	19,8 tis. tun
Ploché střepy	15 tis. tun
Celkem	34,8 tis. tun

Zdroj: SPL Recycling a.s.



## 7. Recyklační linka odpadu skla společnosti ENVY RECYCLING s.r.o.

Obrázek 15: Recyklační linka společnosti ENVY RECYCLING s.r.o.



Zdroj: ENVY RECYCLING s.r.o.

Recyklační linka na ploché a obalové sklo je situována v areálu Průmyslové zóny I ve Stráži pod Ralskem. Na recyklační lince se provádí třídění skla, separace nečistot, drcení na požadovanou granulometrii a recyklace skla. Recyklované sklo, tzv. recyklát, se poté expeduje výrobcům plochého a obalového skla, kde se používá jako vsázka do sklářského kmene do skláren, a výrobcům izolačních hmot. Linka pracuje ve dvousměnném provozu. Součástí zařízení jsou plochy určené ke shromažďování nakupovaných střepů. Všechny střepy jsou kategorie O – ostatní odpad. V případě, že přijaté odpady nelze z technologických důvodů zpracovat na lince, jsou předány ke zpracování na linky partnerských subjektů (SPL Recycling a.s., CEEK, a.s., SPL Servis s.r.o. a jiné). V těchto případech jsou odpady předány pod

stejným katalogovým číslem, pod jakým byly přijaty (15 01 07 Skleněné obaly, 16 01 20 Sklo, 17 02 02 Sklo, 20 01 02 Sklo).

Přijímané vstupní odpady:

- 10 11 12 Odpadní sklo neuvedené pod číslem 10 11 11,
- 15 01 07 Skleněné obaly,
- 16 01 20 Sklo,
- 17 02 02 Sklo,
- 19 12 05 Sklo,
- 20 01 02 Sklo.

Vznikající odpady:

- 10 11 12 Odpadní sklo neuvedené pod číslem 10 11 11,
- 15 02 02 Absorpční činidla, filtrační materiály, čisticí tkaniny a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami,
- 19 12 04 Plasty a kaučuk,
- 19 12 05 Sklo,
- 19 12 12 Jiné odpady z mechanické úpravy odpadů neuvedené pod číslem 19 12 11,
- 17 04 02 Hliník,
- 17 04 05 Železo a ocel,
- 20 01 01 Papír a lepenka,
- 20 01 39 Plasty,
- 20 03 01 Směsný komunální odpad.

Na lince se zpracovává odpadní ploché sklo ze sklářských výrob, autoservisů, stavebnictví a zpracovatelských provozů – technologické prořezy, zmetky a rozbité sklo. Jedná se o sklo floatské čiré, floatské zelené, zelené s potiskem, čiré ornamentální sklo, barevné ornamentální sklo, kalené sklo čiré a zelené, lepená autoskla a stavební skla, drátoskla. Obalové sklo pochází ze separovaných sběrů měst a ze zpracovatelských provozů – pivovary, likérky, konzervárny. Všechny druhy skla se sváží a vykupují od jednotlivých původců na základě smlouvy nebo objednávky. Linky na recyklaci plochého a obalového skla složí k úpravě a recyklaci jednotlivých druhů skel a vznikajících odpadů. Kapacita ploché linky je 6–8 t/hod. Kapacita obalové linky

je 8–11 t/hod. Celková roční maximální kapacita zařízení je 48 000 tun zpracovaného obalového a plochého skla.

Okamžitá skladovací kapacita venkovních ploch:

- odpady před zpracováním – 3000 tun obalové sklo, 2000 tun lepené a bezpečnostní sklo (autosklo), 1500 tun čiré střepy,
- odpady po zpracování – 6000 tun skleněný recyklát určený k expedici a 2000 tun odpadu vzniklého při recyklaci skla.

### **Technologický postup zpracování plochého skla a obalového skla**

Znečištěné ploché sklo se pomocí nakladače naloží do předdrtiče skla, kde se rozdrtí na menší kusy a vytřídí od kovových částí pomocí elektromagnetického separátu. Vzniklá jemná frakce putuje pásovým dopravníkem rovnou do externího zásobníku nebo centrálního sila o kapacitě 70 tun. Ostatní materiál se po pásovém dopravníku transportuje do prostoru ruční separace nečistot, kde přímo z pásu jsou vybírány jiné předměty než skleněné střepy – např. papírové proložky, dřevo, hadry, plasty, kameny atd. Shozem na konci dopravníkového pásu se skleněné střepy dostanou do dvou pomaloběžných kladivových drtičů, kde dojde k jejich rozdrčení o rošt, který je vyměňován v závislosti na druhu recyklovaných střepů. Materiál je dále dopravníkem přepraven do rychloběžného kladivového drtiče, kde dojde k oddělení zbytků skla od fólie, a následně na vibračním podavači se sítím dojde k odsítování skla. Fólie je dopravena do skladovacího prostoru. Všechny střepy jsou dopravníky dopraveny do centrálního sila nebo betonového boxu. Ze sila jsou střepy dopraveny na magnetický a nemagnetický separátor kovů a vibračním síťovacím strojem rozděleny do jednotlivých frakcí. Jemná frakce pod 12 mm je oddělena a dále pokračuje přes sušičku střepů na vibrační síťovací třídič, kde dojde k oddělení jemného podsítného do 4 mm, které putuje přímo do betonového boxu, a jemné frakce 4 mm až 12 mm, která je vedena dopravníky na dva za sebou umístěné optické separátory. Zde dochází v prvním kroku k čištění střepů od netransparentních částic, jako jsou keramika, kameny, porcelán (prostřednictvím stlačeného vzduchu jsou tyto částice vyfouknuty do odpadu), a v druhém kroku k oddělení definované barvy střepu a další dočištění od netransparentních částic. Tlakový vzduch je zajištěn pomocí šroubových kompresorů. Definovaná barva je svedena do kontejneru, zbytek je dopravníkem dopraven do betonového boxu. Hrubá frakce dopravníkem pokračuje ze síťovacího stroje do dvou

za sebou umístěných optických separátorů, kde probíhá separace nežádoucích příměsí stejně jako u jemné frakce. Ve druhém optickém separátoru opět dochází k čištění a k oddělení jedné definované barvy střepu, takže nám ze separátoru putují dvě větve střepů, zelená a čirá barva. Barvy jsou dopravníky navedeny na třetí nebo čtvrtý optický separátor, kde dojde k dočištění barevných střepů a odstranění drátoskla. Tím získáme 100 % čistotu barevného spektra střepu. Obě barvy jsou svody dopraveny do betonových boxů a odstraněné složky jsou dopravníkem vedeny ven do boxu ohraničeného betonovými mobilními svodidly. Pro případ požadavku zákazníka na upravení hrubé frakce do 20 mm lze střepy namísto svedení do boxů dopravit do formátovacího válcového drtiče, kde dojde k upravení granulometrie na frakci 0 až 20 mm a k následnému svedení dopravníkem do dalšího betonového sila. Nakládání skla a vytríděných střepů – tzn. recyklátu – je prováděno kolovým nakladačem. Výrobní linka je vybavena účinným odsávacím zařízením ze všech třídících míst na lince. Vyroběný recyklát je uskladněn a následně zaevidován ve skladu hotové výroby. Z tohoto skladu je expedován dle plánu expedic prostřednictvím dodacích listů nákladními automobily.

Odpady vytríděné z přijatých odpadů a odpady vznikající v procesu recyklace a při údržbě zařízení jsou uloženy v nádobách, které vyhovují jejich druhu a kategorii. Nebezpečné odpady jsou označeny štítkem s uvedením katalogového čísla, grafickým symbolem „nebezpečné vlastnosti“ a názvem „nebezpečné vlastnosti“. Vytríděné a vznikající odpady jsou předány oprávněným osobám (SOUKUPOVÁ et. PANCHERTEK, 2020, s.7).

Technické vybavení zařízení:

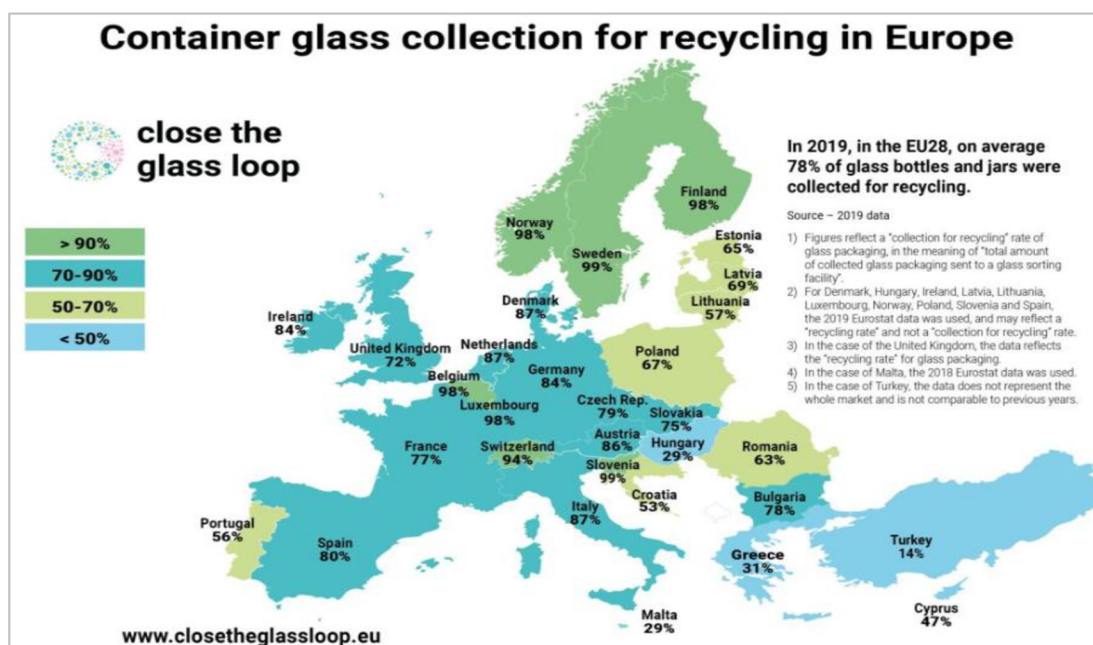
- technologické zařízení recyklační linky,
- mostová váha,
- kolový nakladač s čelní lopatou 3,5 m<sup>3</sup>,
- ocelové kontejnery o objemu 1–12 m<sup>3</sup>,
- vysokozdvihový vozík,
- vysokozdvihná montážní plošina

## 8. Diskuse

Porovnání recyklačních provozů v Chudeřicích a ve Stráži pod Ralskem s jinými provozy ve světě umožní získat širší perspektivu a inspiraci pro možné další kroky. Například v některých zemích, jako je Německo, Švédsko anebo také Norsko, jsou recyklační provozy vyspělejší a zaměřují se na širokou škálu technologií a metodik. Tyto provozy často využívají pokročilé optické separátory, robotické systémy a další automatizovaná zařízení, což umožňuje efektivní separaci nečistot a třídění materiálu podle různých parametrů, včetně barev.

Nové statistiky ukazují, že průměrná míra sběru za účelem recyklace skleněných obalů v EU28 vzrostla v roce 2019 na rekordních 78%. Tento nárůst o 76 % v porovnání s rokem 2018 jasně naznačuje, že hodnotový řetězec skleněných obalů úspěšně naplňuje své ambice oběhového hospodářství. Navzdory tomu existuje stále prostor pro zlepšení, a proto hodnotový řetězec skla aktivně pracuje na zvýšení míry recyklace skla v celé EU na 90 %. Tento cíl již překročilo jedenáct zemí EU, kde míra recyklace přesahuje 80 %, což je povzbudivý signál pro další úsilí v této oblasti.

Obrázek 16: Zdroj dat za rok 2019



Zdroj: Euractiv, 2021

Tato čísla jsou ve sběru skleněných obalů za účelem recyklace ve smyslu celkově sebraných skleněných obalů odeslaných do zařízení na třídění skla. Pro Dánsko, Maďarsko, Irsko, Lotyšsko, Litvu, Lucembursko, Norsko, Polsko, Slovinsko

a Španělsko byly použity údaje Eurostatu za rok 2019. Údaje z Eurostatu byly u Malty použity za rok 2018. V Turecku nepředstavují údaje celý trh a nejsou srovnatelné s předchozími roky (Euractiv, 2021).

Důkladné zkoumání přínosů a výzev recyklace skla v Německu naznačuje, že existuje prostor pro další zlepšení. V Německu, navzdory dobře rozvinutému systému nakládání s odpady, míra recyklace skla v posledních letech stagnuje, a to na vysokých procentech (80–90 %), a odhaduje se, že v roce 2022 bylo recyklováno 2,2 milionu tun. Naproti tomu Rumunsko má jednu z nejnižších měr recyklace skla v Evropě, přičemž v roce 2022 bylo recyklováno pouze 60 000 tun skla, což je asi 13 % celkového vyprodukovaného skleněného odpadu v zemi. Úspěch Španělska v regeneraci skla TKO (tuhý komunální odpad) demonstruje jeho potenciál pro řešení výše uvedených problémů. V roce 2022 Španělsko získalo 73 720 tun skla z tuhého komunálního odpadu, které nebylo správně uloženo do zelených kontejnerů. V roce 2022 dosáhlo Španělsko historického rekordu v recyklaci skla s 939 094 tunami sesbíranými prostřednictvím zelených kontejnerů, což je o 6,2 % více než v předchozím roce.

V kontextu technologií optického třídění je společnost PICVISA významným hráčem, neboť poskytuje špičkové technologické řešení pro separaci a třídění materiálů. Jak ukazuje statistika, až 70 % španělského skla je tříděno pomocí jejich optických třídíčů. PICVISA nyní rozšiřuje svou působnost do Portugalska, kde rozvíjí svůj první projekt regenerace tuhého komunálního odpadu. ECOGLASS využívá pokročilou umělou inteligenci a algoritmy strojového učení k efektivnímu třídění a zpracování skleněného odpadu. Jeho schopnost třídít sklo podle barvy má za následek vyšší tržní hodnotu a poptávku po recyklovaném skle, což vede ke zvýšení míry recyklace. Technologie ECOGLASS společnosti PICVISA nabízí slibné řešení pro zvýšení míry recyklace skla v celé Evropě (Recycling Inside, 2023). Optický třídíč ECOGLASS umožňuje automatickou klasifikaci a separaci různých typů materiálů podle složení anebo tvaru. Modely ECOGLASS jsou navrženy pro práci v procesech regenerace skla a čištění v různých tocích. Nová generace ECOGLASS je zaměřena na separaci CSP (keramika, porcelán, kameny atd.) a COLOR a má kulové ventily, díky kterým je třídění ještě přesnější a čistší, díky čemuž je nový ECOGLASS skvělým řešením pro sklenice, a dokonce i třídírnu. Pomocí různých volitelných doplňků mohou také detekovat obsah olova ve skle a železných a neželezných kovech.



Výsledky studie jasně ukazují, že použití optického třidiče ECOGLASS v procesu třídění skla výrazně zvyšuje efektivitu tohoto procesu (Picvisa, 2020).

Obrázek 17: Optický třidič



Zdroj: Picvisa, 2020

Technologie SEA VETRO představuje významný krok vpřed v oblasti optického třídění skleněných střepek. S více než dvaceti lety zkušeností vyvinula a nainstalovala společnost SEA první barevný třidič, který efektivně odstraňuje keramiku, kameny a další nečistoty ze skleněných střepek. Optické třidiče SEA VETRO přinášejí inovativní Full-Color RGB technologii, která je k dispozici v různých modelech s optimálními výkony a využitím materiálů. Tato technologie je navržena pro efektivní třídění materiálů o velikosti od 1 do 50 mm. Bez ohledu na parametry třídění mohou být střepy o rozměrech nad 10 mm tříděny jak v suchých, tak v mokřích podmínkách. Modely se liší podle velikosti výrobní kapacity, kde jsou k dispozici verze středního (M) a velkého (L) provedení. Všechny modely mohou být vybaveny jedním nebo dvěma řadami skluzů. S verzí s třemi skluzy, která umožňuje oddělovat materiál ve třech tocích během jednoho průchodu. Optické třidiče SEA mají RGB snímače s vysokým rozlišením 0,2 mm na barvu a odstín, což zajišťuje precizní rozměrovou kontrolu. Osvětlovací LED systém umožňuje precizní zaostření paprsku na kameru pro přesné třídění. Software SEA VETRO umožňuje nastavit velikost vad a rozpoznat až 16 skupin vad. Dále umožňuje oddělovat prvky s různými geometrickými vlastnostmi. Horizontální vibrační podavač zajišťuje přesný tok materiálu a může být rozdělen do dvou částí pro manipulaci s různými velikostmi materiálu. Nejmodernější

systém trysek zaručuje přesné oddělení špatného materiálu a vytváří vysoce koncentrované odpady. Extrémně rychlé trysky jsou navrženy na 2 miliardy pracovních cyklů a zabraňují prodlevám a poklesům tlaku. Celkově grafické rozhraní systému Windows 7 zajišťuje snadné připojení k firemním sítím a k systémům vzdálené pomoci (NAVZAS, 2024).

Obrázek 18: Optický tříděč



Zdroj: NAVZAS, 2024

Proces recyklace skla v USA stojí před řadou výzev, což se odráží v nízké míře recyklace ve srovnání s jinými oblastmi, jako je Evropa. Přestože Američané likvidují ročně asi 10 milionů metrických tun skla, většina z toho končí v koši, a pouze asi jedna třetina je recyklována. Jednoprúdový sběr, který je primárním způsobem sběru v městských oblastech USA, přináší své vlastní výzvy v podobě obtížného třídění a často nedostatečné kvality recyklovaného materiálu. Obyvatelé používají své odpadkové koše ke smíchání skla s hliníkovými a ocelovými plechovkami, různými typy plastů, s novinovým papírem, lepenkou a dalšími papírovými výrobky. Lidé mají také tendenci vyhazovat spoustu věcí, které by neměly jít do koše.

Pro zahájení procesu třídění vysypou čelní nakladače obrovské hromady jednoprúdového recyklovatelného materiálu na dopravní pásy. Vyškolení operátoři ručně odstraňují kovový šrot, textilie, hadice a další materiály, které nepatří do recyklačního koše a mohou poškodit třídící zařízení. Dále automatické separátory zvané hvězdicová síta spolu s výkonnými vzduchovými tryskami odstraňují lepenku a papír, zatímco magnety vytahují materiály obsahující železo. Po několika dalších separačních krocích zařízení, známé jako síto na rozbíjení skla, si odstraní většinu skla z jednoprúdové náplně, takže může být odesláno dodavatelům střepeň, kteří je vyčistí a připraví pro výrobce skla.



Na druhou stranu víceproudová recyklace, která je v USA méně častá, ale efektivnější, vyžaduje vyšší úroveň vzdělání spotřebitelů a investice do infrastruktury. Postup z hlediska zpracování je jednodušší. V těchto programech spotřebitelé oddělují sklo od ostatních recyklovatelných materiálů a ukládají je do sběrných nádob pouze na sklo. Toto sklo je mnohem čistší než to, co pochází z jednoproudové dodávky. Víceproudové sklo obvykle obchází zařízení na získávání materiálů a směřuje přímo ke zpracovatelům střepů. Kvůli rozdílu v kvalitě skla ze dvou proudů se pouze 40 % skla z jednoproudového sběru recykluje na nové produkty, ve srovnání s asi 90 % skla z víceproudových systémů. Zlepšení těchto procesů a zvýšení povědomí o výhodách recyklace mohou vést ke zvýšení míry recyklace skla v USA a ke snížení jeho ekologického dopadu (Jacoby, 2019).

Ve Švédsku se významná část vyprodukovaného odpadu energeticky využívá, čímž se minimalizuje množství, které končí na skládkách. Tento proces vytváří vodu pro dálkové vytápění a také elektřinu, což přispívá k udržitelnosti a snižování enviromentální zátěže. V důsledku všech přijatých opatření se na skládky ukládá méně než jedno procento z celkového množství odpadu v zemi.

Procesy na recyklačních linkách jsou často automatizovány a monitorovány pomocí moderních technologií. To zahrnuje senzory, řídicí systémy a další zařízení, které umožňují sledování procesů a optimalizaci výroby. Díky těmto pokročilým technologiím je Švédsko schopno efektivně zpracovávat sklo a využívat ho jako cennou surovinu pro výrobu nových výrobků, což napomáhá k udržitelnému hospodaření s materiály a k ochraně životního prostředí (Smart City Sweden, n.d.).

Norsko si získalo mezinárodní uznání díky svému vynikajícímu zdrojovému třídění skleněných obalů, což přispívá k vysoké míře recyklace a k udržitelnému nakládání s odpady. 95 % skleněných lahví se vrací a recykluje na nové produkty. V Norsku je více než 1,2 milionu sběrných míst pro skleněné obaly a kovové obaly.

Obyvatelé vynakládají fantastické úsilí za sběr skleněných obalů. Důležitou roli v tomto procesu hrají odpovědné obce a meziobecní recyklační společnosti, které podporují občany ve sběru a recyklaci obalů. Díky iniciativám, jako je možnost odevzdání skleněných a kovových obalů na stejném místě jako zbytkový odpad, je sběr a recyklace mnohem přístupnější a efektivnější. Všechny skleněné obaly, které se sbírají v Norsku, putují do třídírny Sirkel ve Fredrikstadu, a to více než 90 000 tun ročně. Skleněné obaly se třídí podle barvy a velikosti a 100 % vytríděného skla se stává

novými produkty, což zdůrazňuje význam a úspěšnost recyklace skla v Norsku (Sirkel, n.d.).

Plánovaný projekt v Estonsku představuje významný krok směrem k udržitelnému řešení problému skleněného odpadu a modernizaci výrobních procesů. V Estonsku se ročně vyprodukuje přibližně 40 000 tun různého skleněného odpadu. Většina skleněného odpadu je skládkována nebo recyklována na produkty nízké kvality (betonové výrobky, výplňový materiál atd.). Na výrobu skleněných lahví se spotřebuje jen malé množství skleněného odpadu. Továrna v Estonsku na výrobu lahví a skla, která je jediným výrobcem skleněných lahví v regionu (v pobaltských státech), je schopna recyklovat většinu skleněného odpadu shromážděného v regionu. Cílem plánovaného projektu je zvýšení a modernizace kapacity recyklace skleněného odpadu pro výrobu skleněných lahví. Technickým cílem projektu je pomoci záводу na výrobu lahví a skla vyřešit následující problémy, kterým dnes čelí:

- nahradit technologicky zastaralé drticí systémy,
- nahradit současnou pec,
- snížit nepřiměřeně vysokou spotřebu a náklady na energii.

Environmentálním cílem projektu je snížit množství skleněného odpadu vznikajícího během výrobního procesu v závodě, zvýšit množství skleněného odpadu používaného jako surovina při výrobě skleněných lahví v závodě (cca 10 000 tun skleněných střeptů se recykluje ročně), aby se snížila spotřeba energie o 38 % a snížila se jeho CO<sub>2</sub> stopa o 25 % (množství CO<sub>2</sub> uvolněného za rok). Tím se přispěje nejen k ochraně životního prostředí, ale také k ekonomické udržitelnosti a ke zvýšení konkurenceschopnosti továrny v regionu (Smart City Sweden, n.d.).

Austrálie čelí výzvám v oblasti recyklace skleněných obalů, přičemž významné množství skla končí na skládkách. V Austrálii spotřebují ročně asi 1280 kilotun skleněných obalů. Mnoho zemí se blíží recyklaci ke 100 % svého skla, ale v Austrálii se více než čtvrtina skla, které spotřebují, stává odpadkem, který jde na skládku. Kontaminace skla představuje jeden z hlavních problémů, který znesnadňuje jeho recyklaci, a to především kvůli příměsím, jako jsou uzávěry lahví, kameny a keramika. Austrálie si proto stanovila ambiciózní cíle, přechod na oběhové hospodářství a snahu snížit celkový objem produkovaného odpadu o 10 procent na osobu do roku 2030. Austrálie také usiluje o dosažení 80 % průměrné míry využití zdrojů ze všech toků

odpadů do roku 2030, což signalizuje snahu o posun směrem k udržitelnějšímu nakládání s odpady (Csiro, 2022).

Rozhodnutí australské vlády o ukončení vývozu odpadu skla a převzetí odpovědnosti za australský odpad je důležitým krokem směrem k udržitelnějšímu nakládání s odpady a ochraně životního prostředí. Taková změna politiky vytváří výzvy, ale také příležitosti. Důležitou otázkou ale je, zda jsou australská zařízení pro nakládání s odpady a recyklace připravena vypořádat se se zvýšeným objemem odpadu a zda je třeba rozšířit kapacity. Existují ale také zásadnější otázky týkající se možnosti plýtvání napříč celými dodavatelskými řetězci materiálu, aby se vytvořila ekonomika, která bude s materiálem hospodařit udržitelným způsobem a zabuduje do svých materiálových dodavatelských řetězců cirkulaci (Csiro, 2021).

Rostoucí podvědomí obyvatel Jižní Afriky o vlivu jejich činností na životní prostředí přispívá k nárustu recyklace, zejména pokud jde o sklo. Nejenže se zvyšuje množství recyklovaného skla, ale také se rozvíjí neformální systém sběru, který zapojuje desetitisíce jednotlivců jako důležitého aktéra v procesu recyklace. V kombinaci s technologickými inovacemi, jako je optické třídění ve zpracovatelských závodech, to naznačuje pozitivní vývoj směrem k udržitelnějšímu nakládání s odpady v Jižní Africe. Společnost Glass Recycling Company udělala v roce 2018 další krok vpřed tím, že se zavázala pomoci recyklovat evidovaných 17 mil. tun odpadu, který byl uložen na 120 skládkách ve všech provinciích. Společnost přezkoumala statistiky poskytnuté ministerstvem pro životního prostředí a sestavila seznam faktorů, které v současnosti přispívají k úspěchu recyklace v Jižní Africe. Nabádají veřejnost, aby pokračovala v recyklaci, aby se snížilo množství odpadu na skládkách. Jižní Afrika má jeden z nejúčinnějších systémů vratných lahví na světě, v jehož čele stojí naši výrobci piva, vína a lihovin. Tyto vratné skleněné lahve se zasílají zpět k výrobcům nápojů, aby je sterilizovali, zkontrolovali a znovu naplnili. Vratné lahve zahrnují velké pивní lahve, jako jsou pивní čtvrtlitry, skleněné lahve na nealkoholické nápoje a mnoho běžně používaných lahví na lihoviny a likéry. Současné studie ukazují, že v několika vyspělých ekonomikách dochází k poklesu používání vratných lahví. Vnímané nepohodlí vratných lahví je uváděno jako hlavní důvod současného poklesu, nicméně v Jihoafrické republice často preferují vratné lahve.

V mnoha rozvojových zemích, jako je Jihoafrická republika, se vyvinul neformální „trh sběratelů“. Tento neformální trh se mimo jiné také rozvinul v Brazílii a Indii.

Recyklovatelné materiály shromažďují jednotlivci, aby si vytvořili zdroj příjmu. To zahrnuje jednotlivce, kteří jak kolektivně, tak nezávisle získávají recyklovatelné materiály z domácího nebo podnikového odpadu a prodávají tyto recyklovatelné materiály za účelem zpětného odkupu. Jedná se o komunitní multirecyklační centra, která vykupují od sběratelů recyklovatelný odpad, jako je papír, plasty, plechovky a sklo, a poté jej prodávají výrobcům obalů. Na základě nezávislého výzkumu si přibližně 50 000 Jihoafričanů vydělává neformálním zdrojem příjmů sběrem odpadního skla a prodejem těchto cenných obalů do obchodních center zpětného odkupu.

Recyklace skla má obrovské ekologické výhody, šetří místo na skládkách, šetří suroviny, snižuje spotřebu energie a snižuje emise CO<sub>2</sub>. V důsledku toho je v Jižní Africe dosaženo maximálního přínosu pro životní prostředí, zatímco ve Spojeném království se méně, než jedna třetina recyklovaného skla spotřebuje na výrobu nových obalů a plný dopad ekologických výhod plynoucích z recyklace lahví není realizován. Recyklace skla také pomáhá minimalizovat další negativní dopady na životní prostředí.

Výrobci pomáhají při odklonu odpadu ze skládky. Consol Glass a Nampak Glass významně investovaly do rozvoje závodů na zpracování stěpů na vysoké úrovni. Patří mezi ně přítomnost pokročilé technologie, což znamená, že spotřebitelé nemusí třídít sklo do tří základních barev (hnědá, zelená nebo čirá), protože se tak děje ve zpracovatelských závodech pomocí optického třídění. To svědčí o jejich odhodlání zjednodušit recyklaci s cílem podpořit recyklaci v Jižní Africe. Jihoafričané jsou stále více ohleduplní k životnímu prostředí a poptávka po recyklačních místech vzrostla. V současné době mají po celé republice umístěno více než 4000 kontejnerů na sklo a pravidelně umisťují další tam, kde je potřeba. V kombinaci s technologickými inovacemi, jako je optické třídění ve zpracovatelských závodech, to naznačuje pozitivní vývoj směrem k udržitelnějšímu nakládání s odpady v Jižní Africe (Vivier, 2018).

Příklad Japonska a jeho pokrokových recyklačních technologií, včetně inovativního využití spalování vodíku v průmyslu zpracování skla, ukazuje, jak mohou být tyto metody inspirací pro Českou republiku. Japonské recyklační linky jsou často vybaveny nejmodernějšími zařízeními a procesy, které umožňují vysokou úroveň separace a recyklace různých materiálů. V pracovní skupině Rady pro průmyslovou strukturu,

kteřou pořádá METI (Ministerstvo ekonomiky, obchodu a průmyslu Japonska), JGBA (podpora a rozvoj recyklace skla v zemi prostřednictvím iniciativ a programů) každoročně podává zprávu o svém úsilí v oblasti globálního oteplování. V této zprávě jsou zahrnuty otázky související s vývojem inovativních technologií a ve zprávě FY2016 bylo poprvé představeno spalování vodíku a spalování čpavku jako nové technologie vedle technologie tavení za letu. Spalování vodíku přinese řadu výhod ve srovnání s fosilními palivy. Spalování vodíku s čistým kyslíkem poskytuje pouze vodu a žádné emise CO<sub>2</sub>. Spalování vodíku může přímo přispět k dosažení uhlíkové neutrality ve srovnání se spalováním zemního plynu. V srpnu 2021 byla v britském závodě skupiny NSG (mezinárodní společnost specializující se na výrobu skla) provedena světově první zkouška výroby skla spalováním vodíku, ve které se úspěšně prokázalo, že vodík je stejně schopný jako zemní plyn při dosahování vynikající tavitelnosti (Tokuro, 2022) (Nanba et al., 2022).

Inspirace z těchto provozů by mohla vést k implementaci nových technologií a metodik v recyklačních linkách v České republice, a to dle akčního plánu Cirkulární Česko 2040, který má za cíl podporu rozvoje recyklačních zařízení. Tato inspirace může vést k adaptaci a implementaci podobných pokročilých technologií a procesů, které podpoří snahu o maximální možnou úroveň recyklace a snížení produkce odpadu na obyvatele, v souladu s cíli EU a národními ambicemi k dosažení udržitelnějšího hospodářství (Ministerstvo životního prostředí, 2023).

## 9. Závěr

Rozdíly linek v Chudeřicích SPL Recycling a.s. a ve Stráži pod Ralskem ENVY RECYCLING s.r.o. Linka ve Stráži pod Ralskem má dvojnásobnou kapacitu výroby – cca 10 t/hod. Součástí linky je sušička vstupního materiálu, která umožňuje lepší separaci nečistot v materiálu (linka SPL Recycling a.s. sušičku nemá). Součástí linky ENVY RECYCLING s.r.o. jsou modernější optické separátory na keramiku, kámen a porcelán, které navíc umí vytrždit i vysokotavitelné a olovnaté sklo. Linka ENVY RECYCLING s.r.o. třídí sklo i na barvy (čirá, zelená). Separátory linky SPL Recycling a.s. to také umí, ale linka na to není postavená, takže vyrábí jen mix barev. Všechny tyto záležitosti se týkají zpracování obalového skla. Ve zpracování plochého skla žádné rozdíly nejsou.

Tabulka 28: Porovnání linek pro recyklaci obalového skla v Chudeřicích a Stráži pod Ralskem

<b>VLASTNOST</b>	<b>LINKA V CHUDEŘICÍCH</b>	<b>LINKA VE STRÁŽI POD RALSKEM</b>
Kapacita výroby	cca 5 t/hod	cca 10 t/hod
Sušička vstupního materiálu	ne	ano
Optické separátory na keramiku, kámen a porcelán	ano	ano
Vytrždění vysokotavitelného a olovnatého skla	ne	ano
Třídění skla na barvy	ne	ano

Zdroj: vlastní

### Doporučení pro modernizaci provozů

Na základě porovnání obou linek lze doporučit následující kroky ke zvýšení efektivity a kvality recyklace obalového skla v Chudeřicích.

### **Instalace sušičky vstupního materiálu**

Sušička by umožnila lepší separaci nečistot v materiálu, což by vedlo ke snížení počtu nežádoucích složek v recyklátu. V lince se oddělují různé materiálové frakce, kde zanechávají minerální zbytkovou frakci, ve které končí většina skleněných částic spolu s kameny, betonem, porcelánem aj. Tuto minerální frakci, při dodržení norem, lze použít ve stavebnictví. Opětovné použití ve sklářském průmyslu není v současné době možné, a to jak kvůli přítomnosti nečistot, tak příliš malé velikosti částic, které brání k dalšímu čištění (Manshoven et al., 2013).

### **Doplnění třídění skla na barvy**

Podle velikosti barvicích částic a procesu tvorby barev ve skle lze látky, které ovlivňují barvu skla, rozdělit do tří skupin. První skupinu tvoří barvicí částice menší než 1nm, které způsobují zbarvení skla atomy nebo ionty a vytvářejí s ním barvivý roztok. Druhou skupinou tvoří barvicí částice o velikosti 1–500 nm, které se nacházejí ve formě koloidních částic a vznikají tepelným zahřátím. Třetí skupinu pak tvoří barvicí částice s rozměry nad 500 nm, u kterých zbarvení skla vniká buď krystalizací při ochlazování taveniny, nebo dodatečným zahříváním (Fanderlík, 2009).

### **Modernizace optických separátorů**

Modernější optické separátory by umožnily účinnější separaci keramiky, kamene a porcelánu, včetně vysokotavitelného a olovnatého skla.

### **Typy magnetických separátorů**

Deskové a pásové magnetické desky jsou zařízení určená k separaci feromagnetických nečistot během průběhu přepravy materiálu na pásovém dopravníku. Tyto magnetické desky jsou často nasazovány v situacích, kdy není možné provádět ruční čištění feromagnetických nečistot. Jejich princip spočívá v generování magnetického pole, které zachytává a zadržuje kovové částice obsažené v materiálu přepravovaném na páse. Takto eliminují přítomnost nežádoucích kovových nečistot a přispívají k zajištění čistoty a bezpečnosti procesů zpracování.

Bubnové separátory jsou konstruovány pro separaci železných materiálů, které se pohybují po pásu, přičemž tento pás je obklopen separátorem ve tvaru bubnu. Materiál, který putuje po pásu, prochází kolem bubnu a je přitahován magnetickým polem

tohoto bubnu. Během této fáze zůstává železný materiál přichycen k povrchu bubnu a setrvává tam, dokud se pás neotočí a magnetické pole přestane působit. Tím dochází k oddělení magnetických a nemagnetických materiálů, což umožňuje efektivní separaci a recyklaci železných složek obsažených v materiálu.

Magnetické rošty jsou navrženy tak, aby efektivně separovaly velmi malé feromagnetické částice z materiálu. Tyto separátory se skládají z magnetických tyčí, které jsou obvykle vyrobeny z nerezové oceli, a jader tvořených silnými neodymovými magnety. Magnetické rošty mohou mít různé tvary, jako je kruh, obdélník nebo čtverec, a jsou navrženy tak, aby byly přizpůsobeny konkrétním potřebám a aplikacím (MAGSY, 2022).

### **Náklady na modernizaci**

Náklady na modernizaci provozu v Chudeřicích by se odhadovaly na cca 20 až 30 milionů korun. Tyto náklady by se však postupně vrátily v podobě zvýšené efektivity a kvality recyklace. Vzhledem k neustálému zvyšování požadavků na kvalitu recyklátu byla nadále vylepšována výrobní technologie i snaha o maximální zlepšení kvality vstupních materiálů, hlavně v oblasti obalových střepů. V roce 2017 se zakoupila svozová technika a tím se daří dopravovat na recyklační linku obalové a ploché sklo i od „malých“ dodavatelů, kde je velkou výhodou vysoká čistota a kvalita vstupů. Zvýšila se tím i pružnost reagovat na nárazové změny v dodávkách i odvolávání dodavatelů i zákazníků. V roce 2017 se úspěšně dosáhlo stanovených cílů, stabilizovala se kvalita výroby a vzhledem k úkolům v budoucích období se nadále společnost SPL Recycling a.s. zaměřuje na zlepšení kvality dodávaných recyklátů (SPL Recycling, 2017).

Rok 2018 znamenal další posun ve zvýšení efektivity recyklací. Hlavním cílem byly nové metody zpracování recyklátů a další využití nových produktů. Podařilo se překročit objemy dodávek roku 2017 o více než 10 %. Došlo ke stabilizaci portfolia klíčových zákazníků a byla upevněna síť dodavatelů. Tímto zůstala zachována důležitá rovnováha mezi vstupními a výstupními objemy. Spolupráce s dodavateli byla dále zaměřena na možnosti zlepšení kvality vstupního materiálu. Tento proces je však dlouhodobý, neboť technické zajištění (sběrné kontejnery) a zodpovědný přístup obyvatel k třídění odpadů potřebuje další pozitivní změny. Optimalizací dopravy a hlubší spoluprací s externími dopravci se podařilo dosáhnout snížení dopravních



nákladů a zvýšení plynulosti přeprav. Toto mělo také pozitivní vliv na kontinuitu výroby. Významný pokrok byl dosažen v oblasti zpracování druhotných odpadů, které se doposud skládkovaly. Na základě výrobních testů byla navržena nová technologie, která umožní další zpracování nevyužitelných odpadů. Tento směr vysoce efektivního využití odpadů je prioritou do dalšího období a je nutné se mu technicky a organizačně přizpůsobit (SPL Recycling, 2018).

Rok 2019 byl rokem postupného naplňování pětileté strategie růstu tržeb pro roky 2018–2023. Hlavním cílem bylo meziroční naplnění tržeb o 10 %. V letech 2018 a 2019 byly tyto parametry splněny, a to v roce 2018 o 10 % a v roce 2019 o 12 %. Bohužel v roce 2019 došlo k výkyvu dodávek pro O-I, což přineslo velké nároky na skladování a konsignování hotové výroby. Ve spolupráci s firmou ENVY RECYCLING s.r.o. byly zajištěny všechny požadavky odběratelů a současně se jednalo o navýšení dodávek pro rok 2020 s firmou O-I o 50 %, což znamená pro společnost SPL Recycling a.s. velkou výzvu. V roce 2019 zaznamenala společnost SPL Recycling a.s. významný pokrok v oblasti zpracování druhotných odpadů, které se doposud skládkovaly. Na základě výrobních testů byla navržena nová technologie, která umožní další zpracování nevyužitelných odpadů. Tento směr vysoce efektivního využití odpadů je prioritou do dalšího období a je nutné se mu technicky a organizačně přizpůsobit. V oblasti ekonomické se dosáhlo v roce 2019 EBITu 8,1 mil Kč, což je o 5 % více než v roce 2018 (SPL Recycling, 2019). Pro rok 2020 se chystá do oblasti techniky investice bezmála 5 mil Kč. Společnost SPL Recycling a.s. je připravena i nadále navyšovat kapacity, pokud selepší situace v oblasti nákupu skleněných odpadů.

V roce 2020 se podařilo výrazně překročit stanovený cíl navýšení prodejů o 10 %. Podařilo se rovněž plnit kvalitativní parametry požadované zákazníky (SPL Recycling, 2020).

Pro rok 2021 byl stanoven cíl udržet prodej střepů na úrovni roku 2020. Tohoto cíle dosáhla společnost hledáním dalších zdrojů plochého skla a zpracováním meziproductů odpadního skla vzniklých v minulém období. V roce 2021 se dařilo plnit kvalitativní parametry recyklátu požadované zákazníky, přičemž počet reklamací oproti předchozímu roku se podařilo snížit.

Pro rok 2022 je stanoven cíl udržet prodej střepů na úrovni roku 2021 (SPL Recycling, 2021).

## **Výhody modernizace**

Modernizace provozu by měla následující výhody:

- Snížení počtu nežádoucích složek v recyklátu. To by vedlo ke snížení nákladů na výrobu nového skla a zvýšení kvality výrobků z recyklátu.
- Zvýšení účinnosti separace keramiky, kamene a porcelánu. To by vedlo ke snížení množství těchto materiálů, které končí na skládkách.
- Zvýšení kvality recyklátu. To by vedlo ke zvýšení ceny recyklátu a snížení nákladů na jeho zpracování.

Na základě porovnání obou linek lze doporučit následující kroky ke zvýšení efektivnosti a kvality recyklace obalového skla ve Stráži pod Ralskem:

- Zvýšení kapacity výroby. Zvýšení kapacity výroby by umožnilo zpracovávat větší množství skla a snížit tak množství skla, které končí na skládkách.
- Modernizace optických separátorů. Modernější optické separátory by umožnily účinnější separaci keramiky, kamene a porcelánu, včetně vysokotavitelného a olovnatého skla.
- Doplnění třídění skla na barvy. Třídění skla na barvy by umožnilo zvýšit kvalitu recyklátu a zvýšit jeho cenu.

## **Náklady na modernizaci**

Náklady na modernizaci provozu ve Stráži pod Ralskem by se odhadovaly na cca 30 až 40 milionů korun. Tyto náklady by se však postupně vrátily v podobě zvýšené efektivity a kvality recyklace. Modernizace provozu pro recyklaci obalového skla ve Stráži pod Ralskem by byla přínosem pro životní prostředí, ekonomiku a společnost.

## **Specifika doporučení pro Stráž pod Ralskem**

Kromě obecných doporučení uvedených výše lze pro Stráž pod Ralskem doporučit následující specifická opatření:

- Zvýšení kapacity výroby by mohlo být dosaženo instalací druhého paralelního linkového systému. To by umožnilo zpracovávat větší množství skla bez nutnosti měnit stávající technologii.
- Modernizace optických separátorů by mohla být provedena výměnou stávajícího optického separátoru za modernější model. To by umožnilo zvýšit účinnost separace keramiky, kamene a porcelánu.
- Doplnění třídění skla na barvy by mohlo být provedeno instalací nového třídícího zařízení. To by umožnilo zvýšit kvalitu recyklátu a zvýšit jeho cenu.

Náklady na konkrétní opatření by se musely vypočítat na základě technického posouzení.

## **Přínos práce**

Přínosy této bakalářské práce spočívají ve zdůraznění významu správného třídění skleněného odpadu jako klíčového kroku před jeho dalším zpracováním. Dále práce poskytla nový pohled na skleněný odpad jako na cenný zdroj surovin pro další výrobní procesy, což může přispět k udržitelnějšímu přístupu k nakládání se skleněným odpadem a snížení jeho environmentálního dopadu.

## 10. Seznam použitých zdrojů

### Knihy

- BANÝR, Jiří a BENEŠ, Pavel, 1999. *Chemie pro střední školy (obecná, anorganická, organická, analytická, biochemie)*. 2. vydání. Praha: SPN. ISBN 80-85937-46-8.
- BEŇO, Zdeněk, 2011. *Recyklace: efektivní způsoby zpracování odpadů*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství. ISBN 978-80-214-4240-5.
- BLUMENTRITT, Josef, 1984. *Sklářské materiály pro střední odborná učiliště: učební text pro 1. a 2. ročník středních odborných učilišť*. Praha: SNTL. 152 s.
- FANDERLÍK, Ivan, 2009. *Barvení skla*. 3., zcela přeprac. a dopl. vyd. Praha: Práh. ISBN 978-80-7252-258-3.
- HELA, Rudolf, 2010. Granulát z pěnového skla jako tepelně izolační stavební materiál. In: BEŇO, Zdeněk. *Recyklace efektivní způsoby zpracování odpadů*. Brno: Vysoké učení technické, s. 53–55. ISBN 978-80-214-4240-5.
- HLAVÁČ, Jan, 1988. *Základy technologie silikátů: celostátní vysokoškolská příručka pro studenty oboru 27-06-8 Technologie silikátů*. 2., upr. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. 515 s.
- HOTAŘ, Vlastimil; RYDVALOVÁ, Petra; NOVÝ, Petr a NOVOTNÁ, Irena, 2013. *Ekonomický, sociální a kulturní význam sklářského a bižuterního průmyslu v české republice*. Liberec. 124 s.
- KHAN, Waseem S.; ASMATULU, Eylem; UDDIN, Md. Nizam a ASMATULU, Ramazan, 2022. *Recycling and reusing of engineering materials: recycling for sustainable developments*. Amsterdam: Elsevier. ISBN 978-0-12-822461-8.
- KOTŠMÍD, František, 1953. *Sklářské suroviny*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. 288 s.
- KURAŠ, Mečislav, 1994. *Odpady, jejich využití a zneškodňování*. Praha: Český ekologický ústav. ISBN 80-85087-32-4.

MARSON, Percival, 2020. *Glass and Glass Manufacture*. Online. Londýn. Dostupné z: <https://www.gutenberg.org/files/63421/63421-h/63421-h>. [cit. 2024-01-24].

MENČÍK, Jaroslav, 2019. *Teoretické základy procesů tvarování skla*. Pardubice: Univerzita Pardubice. 124 s. ISBN 978-80-7560-270-1.

POPOVIČ, Štěpán, 2009. *Výroba a zpracování plochého skla*. Praha: Grada. 256 s. ISBN 978-80-247-3154-4.

VONDRUŠKA, Vlastimil, 2002. *Sklářství*. Praha: Grada Publishing. 276 s. ISBN 80-247-0261-4.

PELLEGRINO, Joan L., 2002. *Energy and Environmental Profile of the U.S. Glass Industry*. Washington DC. United States. 102 s.

TUHÁČEK, Miloš a JELÍNKOVÁ, Jitka, 2015. *Právo životního prostředí: praktický průvodce*. Právo pro každého (Grada). Praha: Grada. ISBN 978-80-247-5464-2.

WINTOUR, Nora, 2015. *The glass industry: Recent trends and changes in working conditions and employment relations*. Online. Geneva: International Labour Office. 53 s. Dostupné z: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---sector/documents/publication/wcms\\_442086.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/publication/wcms_442086.pdf). [cit. 2024-01-04].

WORRELL, Ernst a REUTER, Markus A., 2014. *Handbook of Recycling: State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists (table of contents)*. Online. Elsevier. 582 s. ISBN 9780123964595. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/291960495\\_Handbook\\_of\\_Recycling\\_State-of-the-art\\_for\\_Practitioners\\_Analysts\\_and\\_Scientists\\_table\\_of\\_contents](https://www.researchgate.net/publication/291960495_Handbook_of_Recycling_State-of-the-art_for_Practitioners_Analysts_and_Scientists_table_of_contents). [cit. 2024-01-04].

## Články

ALI, Esraa Emam a AL-TERSAWY, Sherif H., 2012. Recycled glass as a partial replacement for fine aggregate in self compacting concrete. Online. *Construction and Building Materials*. Roč. 35, s. 785-791. ISSN 09500618. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.04.117>. [cit. 2024-01-04].

BRISTOGIANNI, Telesilla a OIKONOMOPOULOU, Faidra, 2023. Glass up-casting: a review on the current challenges in glass recycling and a novel approach

for recycling “as-is” glass waste into volumetric glass components. Online. *Glass Structures & Engineering*. Roč. 8, č. 2, s. 255–302. ISSN 2363-5142.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40940-022-00206-9>. [cit. 2024-01-04].

*CORNING® Eagle 2000®*, n.d.. Online. Swift Glass.

Dostupné z: <https://www.swiftglass.com/materials/borosilicate/corning-eagle-2000/>. [cit. 2024-01-24].

DRUMMOND, Charles H. (ed.), 2012. *72nd Conference on Glass Problems*. Online. Ceramic Engineering and Science Proceedings. Wiley. ISBN 9781118205877.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/9781118217450>. [cit. 2024-01-04].

NANBA, Tokuro, BENINO, Yasuhiko a AKAI, Tomoko, 2022. Environmental activities on glass in Japan. Online. *Journal of the Ceramic Society of Japan*. 130 [8] 605-610 2022. Dostupné z:

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcersj2/130/8/130\\_22052/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcersj2/130/8/130_22052/_pdf)

WHEELER, Vincent M.; KIM, Janghyun; DALIGAULT, Tom; ROSALES, Bryan A.; ENGTRAKUL, Chaiwat et al., 2022. Photovoltaic windows cut energy use and CO<sub>2</sub> emissions by 40 % in highly glazed buildings. Online. *One Earth*. Roč. 5, č. 11, s. 1271–1285. ISSN 25903322.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.10.014>. [cit. 2024-01-04].

## **Legislativa**

EUR-LEX, n.d. *Obaly a obalové odpady: Směrnice 94/62/ES, o obalech a obalových odpadech*. Online. EUR-Lex. Aktualizace 15. 6. 2020. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/CS/legal-content/summary/packaging-and-packaging-waste.html>. [cit. 2024-01-04].

Nařízení vlády č. 111/2002 Sb., kterým se stanoví výše zálohy pro vybrané druhy vratných zálohovaných obalů.

Nařízení Komise (EU) č. 1179/2012 ze dne 10. prosince 2012, kterým se stanoví kritéria vymezující, kdy skleněné střepy přestávají být odpadem ve smyslu směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/852 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 94/62/ES, o obalech a obalových odpadech.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/ES ze dne 20. prosince 1994 o obalech a obalových odpadech.

Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech.

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech.

ZÁKONY PRO LIDI, 2001. *Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech)*. Online. Zákony pro lidi.

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-477>. [cit. 2024-01-04].

### **Internetové zdroje**

AGC GLASS EUROPE, 2023. *Od pisku ke sklu: Postup výroby floatu*. Online.

AGC Glass Europe. Dostupné z: <https://www.agc-glass.eu/cs/produkty/od-pisku-ke-sklu>. [cit. 2024-01-04].

Alfaglass sklenářství, 2017. *Drátosklo*. Online. Alfaglass sklenářství.

Dostupné z: <https://www.alfaglass.cz/uvod/dratosklo/>. [cit. 2024-01-04].

ARTOKNA, 2023. *Druhy skel*. Online. ARTOKNA s.r.o.

Dostupné z: <https://www.artokna.cz/technicka-knihovna/druhy-skel>. [cit. 2023-05-04].

Askpcr.cz, n.d.a. *Výroba skla*. Online. Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR. Dostupné z: <https://askpcr.cz/o-skle/vyroba-skla>. [cit. 2024-01-04].

Askpcr.cz, n.d.b. *Recyklace skla*. Online. Asociace sklářského a keramického průmyslu ČR. Dostupné z: <https://askpcr.cz/o-skle/recyklace-skla>. [cit. 2024-01-04].

BEDNÁŘ, Matěj, 2021. *Technologie výroby skla*. Online. DocPlayer.cz.

Dostupné z: <https://docplayer.cz/205649713-4-technologie-vyroby-skla.html>. [cit. 2024-01-24].

BOHEMIA CRYSTAL GLASS, 2023. *Strojová výroba českého křišťálu*. Online.

Bohemia Crystal Glass. Dostupné z: <https://www.bohemiacrystal-shop.com/strojova-vyroba-ceskeho-kristalu/>. [cit. 2024-01-04].

BRITISH GLASS, 2019. *Recycled content in glass packaging*. Online. British Glass. Dostupné z: [https://www.britglass.org.uk/sites/default/files/00016-E2-2019\\_Recycled\\_content\\_in\\_glass\\_packaging\\_WEB.pdf](https://www.britglass.org.uk/sites/default/files/00016-E2-2019_Recycled_content_in_glass_packaging_WEB.pdf). [cit. 2024-01-04].

CENYPŘIZEMI.CZ, 2023. *Recyklace skla: náročný proces, který se vyplatí*. Online. CENYPŘIZEMI.CZ. Dostupné z: <https://www.cenyprizemi.cz/recyklace-skla-proces-ktery-se-vyplati>. [cit. 2024-01-04].

CLOSE THE GLASS LOOP, 2020. *European platform & action plan*. Online. Close the Glass Loop. Dostupné z: [https://closetheglassloop.eu/wp-content/uploads/2020/06/CTGL\\_European-Action-Plan-1.pdf](https://closetheglassloop.eu/wp-content/uploads/2020/06/CTGL_European-Action-Plan-1.pdf). [cit. 2024-01-04].

Csiro, 2021. *Circular economy roadmap for plastics, glass, paper and tyres*. Online. [cit. 2024-03-06]. Dostupné z: [https://www.csiro.au/-/media/News-releases/2021/circular-economy/20-00205\\_LW\\_CircularEconomyReport\\_WEB\\_210121.pdf](https://www.csiro.au/-/media/News-releases/2021/circular-economy/20-00205_LW_CircularEconomyReport_WEB_210121.pdf)

Csiro, 2022. *Improving Australia's glass recycling*. Online. Dostupné z: <https://www.csiro.au/en/news/All/Articles/2022/August/glass-recycling>. [cit. 2024-03-06].

DESAI, Kavisha, 2018. *Wired Glass: All You Need To Know!*. Online. GharPedia. Dostupné z: <https://gharpedia.com/blog/wired-glass/>. [cit. 2024-01-04].

ECOSERVIS, 2023. *Nakládání se starým sklem – sběr, třídění, recyklace*. Online. ECOSERVIS. Dostupné z: <https://ecoservis.eu/nakladani-se-starym-sklem-sber-trideni-recyklace/>. [cit. 2024-01-04].

EKO-KOM, 2007. *Sborník přednášek konference. ODPADY a OBCE: Hospodaření s komunálními odpady*. Online. Praha. Dostupné z: [https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/sborniky/Sbornik\\_Odpady\\_a\\_obce\\_2007.pdf](https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/sborniky/Sbornik_Odpady_a_obce_2007.pdf). [cit. 2024-01-04].

EKO-KOM, 2018. *19. ročník konference ODPADY A OBCE 2018*. Online. EKO-KOM. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/OD/SBORN%C3%8DK%2018.pdf>. [cit. 2024-01-24].

EKOLIST.CZ, 2022. *OSN: Na planetě se každý rok vytěží 50 miliard tun písku, pravidla jsou mutná*. Online. Ekolist.cz.



Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/osn-na-planete-se-kazdy-rok-vytezi-50-miliard-tun-pisku-pravidla-jsou-nutna>. [cit. 2024-01-04].

ELIÁŠOVÁ, Martina, 2014. *Sklo – materiál pro nosné konstrukce*. Online.

Praha: České vysoké učení technické v Praze. ISBN 978-80-01-05508-3.

Dostupné z: <https://portal.cvut.cz/wp-content/uploads/2017/04/HP2014-11-Eliasova.pdf>. [cit. 2024-01-24].

EREF, n.d. *Data & Policy Projects & Reports*. Online. EREF: Environmental Research & Education Foundation.

Dostupné z: <https://erefdn.org/bibliography/datapolicy-projects/>. [cit. 2024-01-24].

ERGOBEST, 2023. *Ornamentní sklo*. Online. ERGOBEST.

Dostupné z: <https://www.ergobest.cz/ornamentni-sklo/>. [cit. 2024-01-04].

ESTAV.CZ, n.d. *Sklo v interiéru: Vrstvené bezpečnostní sklo: Z čeho se skládá a jaké má vlastnosti*. Online. ESTAV.CZ.

Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/7271.vrstvene-bezpecnostni-sklo-z-ceho-se-sklada-a-jake-ma-vlastnosti>. [cit. 2024-01-04].

Euractiv, 2021. *Glass Recycling: If It Ain't Broke, Don't Fix It*. Online. Dostupné z: <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/opinion/glass-recycling-if-it-aint-broke-dont-fix-it/>. [cit. 2024-03-06].

EUROOKNA PRAŽÁK, n.d. *Ornamentální sklo pro okna a dveře*. Online. Eurookna PRAŽÁK. Dostupné z: <https://www.prazak.cz/rs/vyplne-ornamentalni-sklo/-/>. [cit. 2024-01-04].

EUROPEAN COMMISSION, 2010. *Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách (BAT) ve sklářském průmyslu. Směrnice o průmyslových emisích 2010/75/EU (Integrovaná prevence a kontrola znečištění)*. Online. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR.

Dostupné z: [https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/2017/1/BREF\\_Sklo\\_final.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/2017/1/BREF_Sklo_final.pdf). [cit. 2023-02-19].

EVROPSKÁ RADA, 2023. *Obaly a obalové odpady: Rada přijala svůj vyjednávací postoj k novým pravidlům pro udržitelnější obaly v EU*. Online. Evropská rada: Rada Evropské unie. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/press/press->

releases/2023/12/18/packaging-and-packaging-waste-council-adopts-its-negotiating-position-on-new-rules-for-more-sustainable-packaging-in-the-eu/. [cit. 2024-01-04].

FEVE, n.d. *Sustainability and Climate-neutral Production*. Online.

FEVE: The European Container Glass Federation. Dostupné z: <https://feve.org/glass-industry-positions/sustainability-climate-neutral/>. [cit. 2024-01-04].

GLASS ALLIANCE EUROPE, 2022. *STATISTICAL REPORT 2021–2022*. Online.

Glass Alliance Europe.

Dostupné z: <https://www.wko.at/oe/industrie/glasindustrie/statistical-report-glass-alliance-europe.pdf>. [cit. 2024-01-24].

GLASS FOR EUROPE, 2020. *2050 | FLAT GLASS IN CLIMATE-NEUTRAL EUROPE*. Online. Glass for Europe. Dostupné z: <https://glassforeurope.com/wp-content/uploads/2020/01/flat-glass-climate-neutral-europe.pdf>. [cit. 2024-01-24].

GLASSFORUM.ORG, 2023a. *9 DIFFERENT TYPES OF LAMINATED GLASS: COMPREHENSIVE GUIDE*. Online. GLASSFORUM.ORG.

Dostupné z: <https://glassforum.org/different-types-of-laminated-glass/#htoc-comparison-table-of-types-of-laminated-glass>. [cit. 2024-01-04].

GLASSFORUM.ORG, 2023b. *WIRED GLASS 101: A COMPREHENSIVE GUIDE TO ITS TYPES, USES, AND BENEFITS*. Online. GLASSFORUM.ORG.

Dostupné z: <https://glassforum.org/what-is-wired-glass-a-comprehensive-guide/>. [cit. 2024-01-04].

GLASSOLUTIONS.EU, 2023. *SKLA: ornamentní*. Online. GLASSOLUTIONS.EU.

Dostupné z: <https://glassolutions.cz/cs/skla-ornamentni#specifikace>. [cit. 2024-01-04].

HONSKUS, Petr; BARTUSEK, Stanislav; BORŮVKOVÁ, Petra; HLAVATÝ, Antonín; KATRUŠÁKOVÁ, Adéla; KOLÁŘ, Jan; KREUZ, Jaroslav; MALÍŘOVÁ, Jaroslava; MORÁVEK, Jiří; PAROHA, Lubomír; PRÁŠEK, Jan; PŘIBYLOVÁ, Monika; ŠPELINOVÁ, Ivana; ŠTEJFA, Jan; VALTA, Jiří; VLASÁK, Miroslav, 2015. *Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespádajících pod BREF: VÝROBA A ZPRACOVÁNÍ SKLA*. Online.

Ministerstvo životního prostředí. 46 s.

Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/techniky\\_u\\_stacionarnich\\_](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/techniky_u_stacionarnich_)

zdroju\_vystup\_projektu/\$FILE/000-Vyroba\_a\_zpracovani\_skla\_20160222.pdf.  
[cit. 2024-01-04].

HORTIG, Pavel, 2020. *Češi chtějí recyklovat a šetřit energii*. Online.

STATISTIKA & MY: Magazín Českého statistického úřadu.

Dostupné z: <https://www.statistikaamy.cz/2020/07/09/cesi-chteji-recyklovat-a-setrit-energie>. [cit. 2024-01-04].

HOTOVÝ, P.; KELICH, D.; I. Státníková a ŠIKYŇOVÁ, A., 2012. *Zasklení pro udržitelnou architekturu*. Online. Tzbinfo. Dostupné z: <https://stavba.tzbinfo.cz/zaskleni/9082-zaskleni-pro-udrzitelnou-architekturu>. [cit. 2024-01-04].

IMMONEN, Jukka, 2023. *Energy efficiency best practices in automotive glass production*. Online. Glastory. Dostupné z: <https://www.glastory.net/energy-efficiency-automotive-glass/>. [cit. 2024-01-04].

JACOBY, Mitch, 2019. *Why glass recycling in the US is broken*. C&EN. Online.

Dostupné z: <https://cen.acs.org/materials/inorganic-chemistry/glass-recycling-US-broken/97/i6>. [cit. 2024-03-06].

JAKTRIDIT.CZ, n.d. *Sklo*. Online. Jaktridit.cz.

Dostupné z: <https://www.jaktridit.cz/cz/trideni/tridene-odpady/sklo/>. [cit. 2024-01-04].

KHAN, Waseem S.; ASMATULU, Eylem; UDDIN, Md. Nizam a ASMATULU, Ramazan, [2022]. *Recycling and reusing of engineering materials: recycling for sustainable developments*. Amsterdam: Elsevier. ISBN 9780128224618.

KRENÍKOVÁ, Věra, 2014. *Odpady a druhotné suroviny II*. Online. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně. ISBN 978-80-7414-872-9.

Dostupné z: [http://envimod.fzp.ujep.cz/sites/default/files/skripta/47e\\_final\\_tisk.pdf](http://envimod.fzp.ujep.cz/sites/default/files/skripta/47e_final_tisk.pdf). [cit. 2024-01-04].

MAGSY, 2022 Typy magnetických separátorů. Online. Dostupné z: <https://e-shop.magsy.cz/blog/typy-magneticky-ch-separatoru.html#4>. Typy magnetických separátorů. [cit. 2024.02.02.].

MANSHOVEN, Saskia; VERCALSTEREN, An; VANDERREYDT, Ive;

VERLINDEN, Lies a LONCKEIVE, Peter, 2013. Environmental impact assessment of recycling routes for automotive glass. Online. In: Openbare Vlaamse

Afvalstoffenmaatschappij. S. 1–97.

Dostupné z: <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/16687>. [cit. 2024-01-23].

Ministerstvo životního prostředí, 2023. *Cirkulární Česko*. Online. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/cirkularni\\_cesko](https://www.mzp.cz/cz/cirkularni_cesko). [cit. 2024-03-06].

MPO ČR, 2002. *Energetická účinnost a integrovaná prevence a omezování znečištění v průmyslu v ČR*. Online. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR.

Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/dokument/2178.pdf>. [cit. 2024-01-24].

MPO ČR, 2018. *AKTUALIZACE POLITIKY DRUHOTNÝCH SUROVIN ČESKÉ REPUBLIKY PRO OBDOBÍ 2019–2022*. Online. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. Dostupné z: [https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/politika-druhotnych-surovin-cr/2019/1/IV\\_Politika-druhotnych-surovin-CR.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/politika-druhotnych-surovin-cr/2019/1/IV_Politika-druhotnych-surovin-CR.pdf). [cit. 2024-01-24].

MUGS, 2023. *Výroba skla*. Online. MUGS.

Dostupné z: <https://www.mugs.cz/clanky/vyroba-skla-3>. [cit. 2024-01-04].

MŽP ČR, 2016. *Oběhové hospodářství v praxi: Odpady jsou zdroje*. Online.

Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR. ISBN 978-80-7212-608-8.

Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/DF318BF6895A668FC1257F94002B3A22/\\$file/SOTPR\\_Obehove-hospodarstvi\\_20160413.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/DF318BF6895A668FC1257F94002B3A22/$file/SOTPR_Obehove-hospodarstvi_20160413.pdf). [cit. 2024-01-04].

NAVZAS, 2024. *Optické třídíče*. Online. Dostupné z:

<https://www.navzas.cz/opticke-tridice-2>. [cit. 2024-03-06].

OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION, 2022. *Opinion of the European Economic and Social Committee ‘Glass in Europe at a crossroads: delivering a greener, energy-efficient industry, while enhancing competitiveness and maintaining quality jobs’ (own-initiative opinion) (2022/C 105/04)*. Online. Official Journal of the European Union.

Dostupné z: [https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/sklarsky-prumysl/2022/3/eesc-opinion-glass-in-europe-at-a-crossroads-of-21-10-2021-oj-c105-4-03-2022\\_file.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/sklarsky-prumysl/2022/3/eesc-opinion-glass-in-europe-at-a-crossroads-of-21-10-2021-oj-c105-4-03-2022_file.pdf). [cit. 2024-01-04].

OTHERM.CZ, 2023. *Ornamentální sklo pro okna a dveře*. Online. Otherm.cz.

Dostupné z: [https://www.otherm.cz/1143-ornamentalni-sklo-](https://www.otherm.cz/1143-ornamentalni-sklo-1.html?gad=1&gclid=EAIaIQobChMIIn5Kw7eu-ggMV14ODbx00IQHDEAMYASAAEgIfg_D_BwE)

[1.html?gad=1&gclid=EAIaIQobChMIIn5Kw7eu-](https://www.otherm.cz/1143-ornamentalni-sklo-1.html?gad=1&gclid=EAIaIQobChMIIn5Kw7eu-ggMV14ODbx00IQHDEAMYASAAEgIfg_D_BwE)

[ggMV14ODbx00IQHDEAMYASAAEgIfg\\_D\\_BwE](https://www.otherm.cz/1143-ornamentalni-sklo-1.html?gad=1&gclid=EAIaIQobChMIIn5Kw7eu-ggMV14ODbx00IQHDEAMYASAAEgIfg_D_BwE). [cit. 2024-01-04].

Picvisa, 2020. *Ecoglass optical sorter clasification technologies*. Online. Dostupné z: <https://picvisa.com/en/ecoglass-optical-sorter-clasification-technologies/>. [cit. 2024-03-06].

Recycling Inside, 2023. *Boosting Glass Recycling in Europe: Challenges, Progress and the Role of MSW Glass Recovery*. Online. Dostupné z: <https://recyclinginside.com/recycle-glass/boosting-glass-recycling-in-europe-challenges-progress-and-the-role-of-msw-glass-recovery/>. [cit. 2024-03-06].

ROSE, Ansgar; SACK, Norbert; NOTHACKER, Klemens a GASSMAN, Andrea, 2019. *Recycling of flat glass in the building industry – Analysis of the current situation and derivation of recommendations for action*. Online. Ift Rosenheim. ISBN SWD-10.08.18.7-16.07.

Dostupné z: [https://www.irbnet.de/daten/kbf/kbf\\_e\\_F\\_3202.pdf](https://www.irbnet.de/daten/kbf/kbf_e_F_3202.pdf). [cit. 2024-01-24].

Samosebou.cz, 2020. *Kam třídít plexisklo, drátosklo, KAM TŘÍDÍT PLEXISKLO, DRÁTOSKLO, SKELNOU VATU A SKLOBETON?* Online. Samosebou.cz.

Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2020/06/11/kam-tridit-plexisklo-dratosklo-skelnou-vatu-a-sklobeton/>. [cit. 2024-01-04].

SCHWENG, Christa, 2021. *Stanovisko Evropského hospodářského a sociálního výboru k tématu Evropský sklářský průmysl na rozcestí – jak zajistit ekologizaci a energetickou účinnost tohoto odvětví a zároveň zvýšit jeho konkurenceschopnost a zachovat kvalitní pracovní místa (stanovisko z vlastní iniciativy) (2022/C 105/04)*. Online. Úřední věstník Evropské unie.

Dostupné z: [https://publications.europa.eu/resource/cellar/ec4ebe7d-9b5d-11ec-83e1-01aa75ed71a1.0002.03/DOC\\_1](https://publications.europa.eu/resource/cellar/ec4ebe7d-9b5d-11ec-83e1-01aa75ed71a1.0002.03/DOC_1). [cit. 2024-01-24].

Sirkel, n.d. *Hvordan resirkulere glassemballasje?* Online. Dostupné z: <https://www.sirkel.no/hvordan-resirkulere-glassemballasje/>. [cit. 2024-03-06].

SKLENÁŘSTVÍ ONLINE, 2023. *Fyzické a mechanické vlastnosti skla*. Online. SKLENÁŘSTVÍ ONLINE. Dostupné z: <https://sklenarstvi-online.cz/podpora/fyzicke-a-mechanicke-vlastnosti-skla/>. [cit. 2024-01-04].

SKLENĚNÝ SHOP CZ, n.d. *Výroba skla*. Online. Skleněný shop cz. Dostupné z: <https://www.sklenenyshop.cz/zajimavosti-o-skle-vyroba-a-druhy-skla/>. [cit. 2024-01-04].

Smart City Sweden, n.d.. *Recycling of glass waste in a glass bottle plant*. Online. Dostupné z: <https://smartcitysweden.com/best-practice/198/recycling-of-glass-waste-in-a-glass-bottle-plant/>. [cit. 2024-03-06].

Smart City Sweden, n.d. *Waste Management*. Online. Dostupné z: <https://smartcitysweden.com/focus-areas/climate-environment/waste-management/>. [cit. 2024-03-06].

SPL RECYCLING, 2017. *Výroční zpráva společnosti SPL Recycling a.s.* Světec: SPL Recycling.

SPL RECYCLING, 2018. *Výroční zpráva společnosti SPL Recycling a.s.* Světec: SPL Recycling.

SPL RECYCLING, 2019. *Výroční zpráva společnosti SPL Recycling a.s.* Světec: SPL Recycling.

SPL RECYCLING, 2020. *Výroční zpráva společnosti SPL Recycling a.s.* Světec: SPL Recycling.

SPL RECYCLING, 2021. *Výroční zpráva společnosti SPL Recycling a.s.* Světec: SPL Recycling.

SPL RECYCLING, 2022. *Výroční zpráva společnosti SPL Recycling a.s.* Světec: SPL Recycling.

STAVEBNÍ SKLO, 2004. *VSG lepené sklo*. Online. STAVEBNÍ SKLO s.r.o. Dostupné z: <https://www.stavebni-sklo.cz/vsg-lepene-sklo.php>. [cit. 2024-01-04].

STRAKA, Bohumil; NOVOTNÝ, Miloslav; KRUPICOVÁ, Jana; ŠMAK, Milan a VEJPUSTEK, Zdeněk, 2013. *Konstrukce šikmých střech*. Online. Stavitel. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4205-2.

Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=VOxgAgAAQBAJ&pg=PA94&lpg=PA94&dq=p%C4%9Bnov%C3%A9+sklo&source=bl&ots=oldxvyadhg&sig=ACfU3U2d7\\_pg731jSvCzC-vsmNMG6lS80w&hl=cs&sa=X&ved=2ahUKEwiKqyLkLn9AhUu\\_7sIHQD-B1E4PBD0AXoECAUQA#w=onpage&q=p%C4%9Bnov%C3%A9%20sklo&f=false](https://books.google.cz/books?id=VOxgAgAAQBAJ&pg=PA94&lpg=PA94&dq=p%C4%9Bnov%C3%A9+sklo&source=bl&ots=oldxvyadhg&sig=ACfU3U2d7_pg731jSvCzC-vsmNMG6lS80w&hl=cs&sa=X&ved=2ahUKEwiKqyLkLn9AhUu_7sIHQD-B1E4PBD0AXoECAUQA#w=onpage&q=p%C4%9Bnov%C3%A9%20sklo&f=false). [cit. 2024-01-04].

SVĚT BALENÍ, 2020. *Sklářský průmysl představil nový symbol udržitelnosti skla*. Online. Svět balení. Dostupné z: <https://www.svetbaleni.cz/2020/11/26/sklarsky-prumysl-predstavil-novy-symbol-udrzitelnosti-skla/>. [cit. 2024-01-04].

ŠKRDÍKOVÁ, Marie, 2020. *Sklo: výroba, třídění a recyklace*. Online. Zajímej se. Dostupné z: <https://zajimej.se/sklo-vyroba-trideni-a-recyklace/>. [cit. 2024-01-04].

TECHNICKÉ KŘEMENNÉ SKLO, n.d. *Křemenné sklo*. Online. TECHNICKÉ KŘEMENNÉ SKLO. Dostupné z: <https://kremenne-sklo.cz/>. [cit. 2024-02-02].

THE ENGINEER'S BLOG, 2023a. *Co je drátové sklo?* Online. THE ENGINEER'S BLOG. Dostupné z: <https://engineersblog.net/what-is-wired-glass-different-types-of-wired-glass/>. [cit. 2024-01-04].

THE ENGINEER'S BLOG, 2023b. *Jak vyrobit vrstvené sklo*. Online. THE ENGINEER'S BLOG. Dostupné z: <https://engineersblog.net/how-to-manufacture-laminated-glass-explain-in-details-step-by-step/>. [cit. 2024-01-04].

TŘÍDĚNÍ ODPADU CZ n.d. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluje-sklo>. [cit. 2024-02-02].

TZBINFO, 2011. *Vrstvené bezpečnostní sklo v otvorových výplních: Sklo jako mechanický zábranný systém*. Online. Tzbinfo. Dostupné z: <https://stavba.tzbinfo.cz/okna-dvere/7969-vrstvene-bezpecnostni-sklo-v-otvorovych-vyplnich>. [cit. 2024-02-02].

VERKON, n.d. *Vlastnosti skla*. Online. VERKON společnost pro vaši laboratoř. Dostupné z: <https://www.verkon.cz/vlastnosti-skla/>. [cit. 2024-02-02].

VIEITEZ, Elena Rodriguez; EDER, Peter; VILLANUEVA, Alejandro a SAVEYN, Hans, 2011. *End-of-Waste Criteria for Glass Cullet: Technical Proposals*. Online. European Commission. Dostupné z: [https://web.archive.org/web/20190430235626id\\_/http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC68281.pdf](https://web.archive.org/web/20190430235626id_/http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC68281.pdf). [cit. 2024-02-02].

VIVIER, Tyler Leigh, 2018. *Glass recycling in South Africa is making the country one of the leaders in the world!* Good Things Guy. Online. Dostupné z: <https://www.goodthingsguy.com/environment/glass-recycling-sa-success/>. [cit. 2024-03-06].

ZERO WASTE EUROPE, 2022. *How Circular Is Glass?* Online. Zero Waste Europe. Dostupné z: <https://zerowasteurope.eu/library/how-circular-is-glass/>. [cit. 2024-02-02].

ZPRAVODAJSTVÍ EVROPSKÝ PARLAMENT, 2017. *Méně odpadů díky přechodu na oběhové hospodářství*. Online. Zpravodajství Evropský parlament. Aktualizováno: 16. 4. 2018.

Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20170120STO59356/mene-odpadu-diky-prechodu-na-obehove-hospodarstvi>. [cit. 2024-02-02].

### **Provozní řád**

VODSEĎÁLEK, Petr, ROKOS, Pavel, Liberec, 2014, aktualizace, SOUKUPOVÁ, Jaroslava, PANCHERTEK, Zbyšek, Liberec, 2020. *Recyklační linka na ploché a obalové sklo – provozní řád*. Stráž pod Ralskem: ENVY RECYCLING s.r.o.

ROKOS, Pavel, 2023. *Recyklační linka na ploché a obalové sklo – provozní řád*. Chudeřice: SPL Recycling.



## 11. Seznam tabulek

Tabulka 1: Technologie výroby skla.....	5
Tabulka 2: Vlastnosti skla.....	6
Tabulka 3: Přehled prvků, které ovlivňují barvu skel .....	7
Tabulka 4: Výroba skla float.....	8
Tabulka 5: Výroba skla – pět pododvětví v EU, rok 2020.....	9
Tabulka 6: Známé druhy sklenic.....	11
Tabulka 7: Teoretické energetické požadavky na tavení běžných složení skel .....	12
Tabulka 8: Povinnosti v programu LTA .....	12
Tabulka 9: Nejlepší postupy energetické účinnosti při výrobě automobilových skel	14
Tabulka 10: Přehled statistických údajů, výroba skla v tunách .....	15
Tabulka 11: Ploché sklo .....	16
Tabulka 12: Obalové sklo .....	18
Tabulka 13: Lepené sklo .....	20
Tabulka 14: Drátosklo.....	23
Tabulka 15: Ornamentální sklo.....	24
Tabulka 16: Důležitost recyklace.....	28
Tabulka 17: Současné modelované cíle recyklace a budoucí cíle recyklace .....	30
Tabulka 18: Materiálový tok skla v ČR.....	30
Tabulka 19: Výroba plochého skla v %.....	34
Tabulka 20: Kvalita střepů.....	34
Tabulka 21: Výrobky vystupující ze zařízení .....	43
Tabulka 22: Prodej střepů v roce 2017 .....	50
Tabulka 23: Prodej střepů v roce 2018 .....	50
Tabulka 24: Prodej střepů v roce 2019 .....	51
Tabulka 25: Prodej střepů v roce 2020 .....	51

Tabulka 26: Prodej střepeů v roce 2021 .....	52
Tabulka 27: Prodej střepeů v roce 2022 .....	53
Tabulka 28: Porovnání linek pro recyklaci obalového skla v Chudeřicích a Stráži pod Ralskem.....	67

## 12. Seznam obrázků

Obrázek 1: Využití CO <sub>2</sub> pro zemní plyn .....	9
Obrázek 2: Dvakrát foukací způsob a lisofoukací způsob .....	10
Obrázek 3: Fotovoltaická okna snižují spotřebu energie a emise CO <sub>2</sub> o 40 % ve vysoce prosklených budovách.....	13
Obrázek 4: Symbol zdraví a udržitelnosti .....	19
Obrázek 5: Sestavy skel podle stupně bezpečnosti .....	22
Obrázek 6: Druhy ornamentálních skel .....	25
Obrázek 7: Zjednodušené zobrazení typického řetězce nakládání s odpady .....	27
Obrázek 8: Sklo.....	31
Obrázek 9: Blokové schéma recyklační linky na zpracování plochého skla .....	45
Obrázek 10: Ruční třídění odpadu skla.....	45
Obrázek 11: Drcení odpadu skla .....	46
Obrázek 12: Odsávání jemných prachových částic .....	46
Obrázek 13: Separace neželezných kovů.....	47
Obrázek 14: Silo.....	48
Obrázek 15: Recyklační linka společnosti ENVY RECYCLING s.r.o. ....	54
Obrázek 16: Zdroj dat za rok 2019 .....	58
Obrázek 17: Optický třídíč.....	60
Obrázek 18: Optický třídíč.....	61

## 13. Příloha 1: Souhlas se zpracováním dat



**SPL Recycling**

SPL Recycling a.s.  
Chotějovice 163  
418 04 Světec



Růžena Kubikova, nar. 25.5.1975  
bytem tř. Budovatelů 2408/8  
434 01 Most

Dne 6. 3. 2024

Vážená paní Kubiková,

potvrzuji, že informace poskytnuté o společnostech SPL Recycling a.s. a ENVY RECYCLING s.r.o. je možno využít při vypracování bakalářské práce na ČZU Praha.

S pozdravem

Ing. Pavel Rokos  
ředitel společnosti

**SPL Recycling a.s.**  
CHOTĚJOVICE 163, 418 04 SVĚTEC  
Tel.: 417 814 175  
IČ: 26719398, DIČ: CZ26719398  
(2)