

**Univerzita Pardubice**

**Fakulta filozofická**

**Návrh učebního textu pro předmět Technická příprava  
pro 1. ročník oboru Chemik operátor na Střední  
průmyslové škole chemické**

AUTOR PRÁCE: Ing. Lenka Šenkýřová

VEDOUCÍ PRÁCE: PhDr. Mgr. Ilona Ďatko, Ph.D.

2024

**University of Pardubice**

**Faculty of Arts and Philosophy**

**Preparation of the textbook for the Subject Technical  
Preparation for the 1<sup>st</sup> year of the Chemical Operator at  
the Secondary Technical School of Chemistry**

AUTHOR: Ing. Lenka Šenkýřová

SUPERVISOR: PhDr. Mgr. Ilona Ďatko, Ph.D.

2024

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Lenka Šenkýřová

**Univerzita Pardubice**  
**Fakulta filozofická**

**ZADÁNÍ**

**tématu závěrečné písemné práce doplňujícího pedagogického studia**

**Jméno a příjmení studenta:** Lenka Šenkýřová  
titul: Ing                      název absolvované VŠ: Univerzita Pardubice  
rok ukončení VŠ: 2020.                      rok zahájení DPS: 2020

Práce je svým obsahem zaměřena převážně do oblasti: **psychologie, pedagogika, obecná didaktika, oborová didaktika, metodologie, sociologie.** (podtrhni)

**Téma práce:      Návrh učebního textu pro předmět Technická příprava pro 1. ročník oboru Chemik operátor na Střední průmyslové škole chemické**

**Obsah práce:**

Práce se zaměřuje na přípravu učebního textu pro předmět Technická příprava na středních průmyslových školách chemických. Text shrnuje studentům problematiku materiálů, jejich zpracování a povrchové úpravy. Dále se zabývá měřicí technikou, automatizací a bezpečností v chemickém průmyslu. Důležitou součástí je i seznámení se základními operacemi chemických látek a látkovými bilancemi v chemickém průmyslu. Práce je rozdělena do jednotlivých kapitol podle tematických celků. V závěru kapitol se nachází pro upevnění učiva souhrn nejdůležitějších pojmů k zapamatování případně výpočetní příklady. Důraz je kladen zejména na vysvětlení obtížnějších pojmů a výpočtů.

Základní literatura dle ISO 690:

- 1) VOJTĚCH D.: *Kovové materiály*. 1. vyd. 2006. ISBN 80-7080-600-1
- 21) HASAL P., SCHREIBER I., ŠNITA D., a kol.. *Chemické inženýrství I*. 2.vyd. Praha 2007. ISBN 978-80-7080-002-7
- 2) VOJTĚCH D.: *Kovové materiály*. 1. vyd. 2006. ISBN 80-7080-600-1
- 3) SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada, 2007. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1821-7.
- 4) PRŮCHA, Jan. *Moderní pedagogika*. Šesté, aktualizované a doplněné vydání. Praha: Portál, 2017. ISBN 978-80-262-1228-7
- 5) DUCHÁČEK V.: *Polymery - výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2006. ISBN 80-7080-617-6

6) ČADA, R., ADAMEC, J., TICHÁ, Š., OCHODEK, V., HLAVATÝ, I. a ŠIMČÍK, S.:  
*Základy strojírenské technologie: skriptum*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1996. 115 s.  
ISBN 80-7078-300-1 ¶

7) RŮŽIČKA F. *Konpekty odborné přípravy jednotek požární ochrany*. 1. vyd. Sdružení  
požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 1999, s přispěním státní dotace  
Ministerstva vnitra – Ředitelství hasičského záchranného sboru ČR. ISBN: 80-86111-46-6 ¶

¶

¶

Termín odevzdání práce: 15. 6. 2022 ¶

¶

**Vedoucí práce** PhDr. Mgr. Ilona Ďatko, Ph.D. Podpis vedoucího: ..... ¶

¶

**Prohlašuji, že jsem se seznámil(a) se zásadami pro vypracování závěrečné  
písemné práce v rámci DPS.** ¶

¶

¶

v Pardubicích dne: ..... **Podpis studující(ho):** ..... ¶

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat PhDr. Mgr. Iloně Ďatko, Ph.D. za konzultaci této závěrečné práce.  
Díky patří i mé rodině za jejich trpělivost a za to, že mi umožnili tuto práci dokončit.

## **ANOTACE**

Závěrečná práce doplňkového pedagogického studia je zaměřena na zpracování učiva předmětu Technická příprava formou učebního textu. Cílem této práce je shrnout problematiku materiálů, jejich vlastností, povrchové úpravy a využití. Dále je shrnuta i bezpečnost v chemickém průmyslu a látkové bilance. Poskytnutý text je určen pro studenty 1. ročníku nástavbového studia oboru Chemik operátor na Střední průmyslové škole chemické Pardubice.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Učební text, průmyslové materiály, látkové bilance, bezpečnost, střední škola

## **ANNOTATION**

The final thesis of the supplementary pedagogic studies is focused on the processing the curriculum of the subject Technical preparation in the form of a teaching text. The aim of this work is to summarize the issues of materials, their properties, surface treatments, and applications. Additionally, it covers safety in the chemical industry and material balances. The provided text is intended for first-year students of the follow-up study program for Chemical Operators at the Secondary Industrial School of Chemistry.

### **KEYWORDS:**

Didactic text, industrial materials, material balances, safety, high school

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>1 DIDAKTICKÉ METODY .....</b>	<b>11</b>
1.1 Didaktický text.....	12
1.2 Učebnice a její funkce .....	13
1.3 Struktura učebnice .....	14
1.4 Vlastnosti učebního textu.....	14
1.5 Pravidla pro tvorbu textu učebnic .....	15
<b>2 NÁVRH UČEBNÍHO TEXU.....</b>	<b>17</b>
2.1 Úvod do technické přípravy.....	17
2.2 Nauka o materiálech.....	18
2.2.1 Základní vlastnosti materiálů.....	18
2.2.2 Mechanické zkoušky .....	21
2.2.3 Technologické vlastnosti .....	23
2.2.4 Technologické zkoušky .....	23
2.3 Vybrané konstrukční materiály .....	25
2.3.1 Železné kovové konstrukční materiály.....	25
2.3.2 Neželezné kovové konstrukční materiály.....	32
2.3.3 Nekovové konstrukční materiály.....	34
Keramika .....	34
Azbest.....	35
Beton.....	35

Dřevo .....	35
Plasty .....	35
<b>2.4 Koroze.....</b>	<b>40</b>
2.4.1 Chemická koroze .....	40
2.4.2 Elektrochemická koroze .....	41
2.4.3 Hodnocení účinku koroze.....	41
2.4.4 Ochrana proti korozi.....	42
<b>2.5 Zdroje nebezpečí v chemických provozech.....</b>	<b>46</b>
2.5.1 Nejčastější průmyslové škodliviny.....	46
2.5.2 Identifikace škodlivin .....	47
2.5.3 Hořlavé a výbušné látky .....	48
2.5.4 Požární trojúhelník .....	48
<b>2.6 Látkové bilance ve směsích.....</b>	<b>52</b>
2.6.1 Rozpouštění .....	52
2.6.2 Směšování.....	53
<b>3 DIDAKTICKÝ ROZBOR .....</b>	<b>57</b>
<b>3.1 Střední průmyslová škola chemická Pardubice.....</b>	<b>57</b>
<b>3.2 Komu je tento studijní text určen .....</b>	<b>57</b>
<b>3.3 Charakteristika oboru Chemik operátor .....</b>	<b>57</b>
<b>3.4 Didaktická analýza předkládaného textu.....</b>	<b>58</b>
<b>4 ZÁVĚR .....</b>	<b>61</b>
<b>5 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>62</b>

## Úvod

Závěrečná práce doplňkového pedagogického studia se zaměřuje na zpracování učiva předmětu Technická příprava pro 1. ročník nástavbového studia oboru Chemik operátor formou učebního textu. Didaktický text studentům v jednotlivých navazujících kapitolách shrnuje problematiku materiálů, jejich zpracování, povrchových úprav a korozi. Dále se zabývá bezpečností v chemickém průmyslu a látkovými bilancemi.

Důvodem zpracování tohoto učebního textu je absence zpracování uceleného přehledu témat, probíraných v rámci předmětu Technická příprava na Střední průmyslové škole chemické Pardubice. Dále udělat představu o požadovaném rozsahu látky požadované u maturitní zkoušky. Vytvořený učební text napomůže studentům orientovat se v problematice průmyslových materiálů, v zajišťování bezpečnosti při průmyslových výroбах a umožní jim provádět chemické výpočty při látkových bilancích.

Poskytnutý učební text je určený pro studenty oboru Chemik operátor.

# 1 Didaktické metody

Didaktické (vyučovací) metody můžeme definovat jako způsoby uspořádání činností učitele i žáků, které směřují ke stanoveným cílům. Jejich použití závisí na specifikacích jednotlivých předmětů, didaktických úlohách a zkušenosti učitele. Důležitou součástí volby vyučovacích metod jsou i reálně prostředky, které má učitel k dispozici (vybavení školy a třídy). Jestliže učitel uvažuje o pozici metod ve vzájemných vztazích základních prvků ve struktuře a dynamice vyučovacího procesu, lze tyto vztahy vyjádřit těmito otázkami: proč, co, komu, jak, výsledky.[1]

Vyučovací metody mají dlouhý historický vývoj. V antickém Řecku byla populární metoda rozhovoru a přednášky. Ve středověku dominovali metody slovní. U nás byl velkým průkopníkem J. A. Komenský, který preferoval přirozenou metodu odvozenou z poznávání a napodobování přírody. Po druhé světové válce se začaly rozmáhat inovační didaktické teorie a koncepce, které se zaměřují jak na metodickou kompetenci učitele, tak i na aktivní spoluúčast žáků. Na konci 20. století se rozšířilo hledání alternativních metod, kde hraje klíčovou roli žák a jeho kompetence.[1]

V současnosti se tyto metody označují jako **aktivizující výukové metody**. Důraz se zde klade na bezprostřední účast žáků na výukovém procesu, na myšlení, na vlastní učební aktivity. Přináší nový pohled na pozici žáka ve výuce, jejíž podstata je v individuálním přístupu žáka k učení. Patří sem diskuze, řešení problémů (heuristické metody), situační a inscenační metody a didaktické hry.[2]

Vyučovací metody lze klasifikovat různě. V didaktice chemie se podle zdroje poznání klasifikuje na 3 typy: *Vyučovací metody Bohuslav Dušek, Petr Holzhauser*:

- **Verbální metody:** Získání poznatků ze slovního popisu a výkladu jevu.
- **Názorně demonstrační metody:** učení prostřednictvím pozorování (smyslového vnímání) prezentovaného jevu.
- **Praktické metody:** Vlastní praktická činnost

Podle J. Maňáka můžeme výukové metody rozdělit na metody klasické, metody aktivizující a metody komplexní.[1][3]

Mezi **klasické výukové metody** patří:

- Metody slovní (vyprávění, vysvětlování, přednáška, práce s textem, rozhovor

- Metody názorně-demonstrační (předvádění a pozorování, práce s obrazem, instruktáž)
- Metody dovednostně-praktické (motorické aktivity, laboratorní experimenty, napodobování)

Mezi již dříve zmíněné **aktivizující metody** patří:

- Diskuzní metody (výměna názorů na určité téma, uvádění argumentů a řešení)
- Metody heuristické (učitel stanoví problém a žáci se pokouší řešit problém pomocí hypotéz a jejich verifikace)
- Metody situační, inscenační
- Didaktické hry (např. chemické pexeso)

**Komplexní výukové metody** zahrnují např.:

- Frontální výuka (učitel má dominantní řídicí a kontrolní roli)
- Skupinová výuka (dělba práce mezi více žáků)
- Projekty
- Učení v životních situacích

## 1.1 Didaktický text

Učební (didaktický) text je druh textu určený k výuce a vzdělávání. Jeho hlavním cílem je efektivně podporovat proces učení tím, že poskytuje jasné a strukturované informace, které jsou snadno pochopitelné a aplikovatelné pro čtenáře (např. výukový článek, esej) Je definován minimálně třemi charakteristikami:[4]

- Vyjadřuje se v přirozeném jazyce nebo pomocí symbolů (např. chemické či matematické vzorce).
- Obsahuje verbální či verbálně-obrazové informace.
- Slouží k (samo)učení, (sebe)vzdělávání, (sebe)výchově a kulturnímu rozvoji.

Zúženým pojmem je **učebnicový text**. Jedná se o didaktický text zpracovaný ve formě učebnice (pracovní sešit, cvičebnice). V dnešní době se nejčastěji objevují tzv. **texty učebnicového typu** mající náležitosti učebnicového textu, nejsou ve formě tištěné učebnice a plní další specifické funkce (např. transformační, koordinační a regulační). Příkladem jsou třeba e-learning materiály a online kurzy.[4]

## 1.2 Učebnice a její funkce

Z funkčního hlediska Průcha rozlišuje tato základní pojetí učebnice:[5]

- Jako kurikulární projekt
- Jako zdroj vzdělávání pro žáky
- Jako didaktický prostředek pro učitele

Jako kurikulární projekt učebnice realizuje určitý didaktický systém. Určuje plán výuky zahrnující množství a hloubku učiva, vymezuje posloupnost výkladu, metodické postupy, požadavky na žáka apod. V současnosti by měla odpovídat rámcovému vzdělávacímu programu (RVP). Pro žáky jsou pramenem, z kterého se učí jak poznatky, tak i dovednosti, hodnoty, normy, postoje. Učitelům slouží k plánování obsahu učiva, k prezentaci ve výuce ve verbální, obrazové či kombinované formě. a k hodnocení kompetencí žáků.[6] [7]

Průcha vymezuje 3 základní funkce učebnice:[5]

- **Prezentace učiva**
- **Řízení učení a vyučování**
- **Organizační (orientační)**

Dle Zujeva plní následující funkce:[7][8]

- Informační: Určuje rozsah a množství informací
- Transformační: Přeměňuje odborné informace do formy přístupné žákům.
- Systematizační: Člení učivo do jednotlivých celků s chronologickou návazností.
- Zpevňovací a kontrolní: Pod vedením učitele umožňuje žákům osvojování poznatků, jejich procvičování i kontrolu jejich osvojení (formou úkolů).
- Sebevzdělávací: Vede žáky k samostatné práci a vytváří potřebu poznávání.
- Integrační: Sdružuje poznatky z různých činností a předmětů a pomáhá nacházet souvislosti mezi nimi.
- Koordinační: Zajišťuje nejefektivnější funkční využití všech učebních prostředků a odkazů
- Rozvíjející a výchovná: Podporuje aktivní formování „harmonicky rozvinuté osobnosti“ žáků.

Tyto funkce nemusí být v každé učebnici zastoupeny stejnou měrou a mohou být doplňovány o další funkce.[8]

### 1.3 Struktura učebnice

Analýzou učebnic přírodovědných předmětů byly vymezeny 3 charakteristické složky učebnic, které značně odpovídají funkcím, které by měly učebnice plnit:[6]

- **Výkladové části**
  - Výkladový text (základní a objasňující text, vzorové úlohy, aplikace v praxi, shrnutí či přehledy poznatků)
  - Doplnující text (motivační texty, rozšiřující či historické poznámky, ilustrační příklady)
  - Vysvětlující text (vysvětlení cizích slov, poznámky pod čarou, popisky obrázků)
- **Obrazový materiál** (sdělovací a motivační funkce)
  - Navazuje na věcný obsah výkladových složek (schémata, náčrty, grafy atd.)
  - Doplnující ilustrace (motivační fotografie, historická vyobrazení.)
  - Grafické symboly usnadňující orientaci (piktogramy)
- **Nevýkladové složky**
  - Procesuální aparát (např. řešené úlohy, otázky a odpovědi a řešení, návody k činnostem typu „zapište si“ apod.)
  - Orientační aparát (prvky usnadňující orientaci v učebnici – nadpisy, textové odkazy, rejstřík, obsah atd.)

Každá ze složek má v učebnici svoji funkci a zároveň jsou všechny složky vzájemně provázány do funkčního celku. Pro lepší orientaci a vymezení klíčových informací v textu např. ohraničení důležitých částí, velikost písma, je důležité i typografické zpracování, které je studováno didaktickou typografií.[6] Všechny tyto složky se posuzují v rámci **didaktické vybavenosti učebnice**. [5]

### 1.4 Vlastnosti učebního textu

Jan Amos Komenský, český pedagog, byl významným průkopníkem moderních školních učebnic. Jeho učebnice, jako "Dveře jazyků otevřené" a "Svět v obrazech", kombinovaly texty a obrázky, což bylo v jeho době revoluční. Komenský formuloval zásady tvorby učebnic ve svém díle "Velká didaktika". Dle něj by učebnice by měly být předkládány srozumitelně a přístupně a měly by být psány formou dialogu.[5]

Kvalitně zpracovaný učební text by měl splňovat několik klíčových vlastností, které zajišťují jeho efektivitu a užitečnost. První z nich je **intencionálnost**, kdy by text by měl mít jasný komunikační záměr předat vybrané a ověřené poznatky žákům určitého věku, vzdělání a kognitivních schopností. V širším pojetí také předat hodnoty a postoje, naučit žáky práci s textem.[4]

Zároveň zahrnuje logické uspořádání informací (koherentnost) a postupné budování znalostí a propojení nových informací s již známými (intertextovost) např. prostřednictvím otázek na konci kapitol, shrnutí a cvičení.[5]

Obsah a úroveň obtížnosti textu by měly odpovídat věku a schopnostem žáků. Text by neměl být ani příliš jednoduchý, ani příliš náročný. Přestože je obtížnost relativní, je vhodné se snažit najít objektivní kritéria pro její hodnocení.[5]

Další vlastností je **přehlednost**, kdy by učební text měl být dobře strukturovaný a uspořádaný. Použití nadpisů, odrážek, číslovaných seznamů a odstavců pomáhá žákům snadno se orientovat v textu a vyhledávat potřebné informace.[4]

Důležitá je i čtivost a regulativnost, kdy text by měl být čtivý a srozumitelný a zároveň by měl usměrňovat žáka ve studiu bez zásahu další osoby. Čtivost můžeme posoudit na základě délky slov, složitosti souvětí a užívání titulků. [5]

Dalším parametrem je **akurátnost**, kdy informace v textu musí být přesné a aktuální. Zároveň by měli podléhat pravidelné aktualizaci podle nejnovějších poznatků.[8]

## 1.5 Pravidla pro tvorbu textu učebnic

Podle Průchy je tvorba učebnic rozdělena do tří hlavních oblastí: **obecná pravidla, jazykové ztvárnění a autodiagnostika textu**. [7]

V **obecné rovině** je při psaní učebnic důležité mít na paměti potřeby a schopnosti žáků. Průcha zdůrazňuje nutnost zohledňovat jejich schopnosti a limity při chápání odborných textů. Doporučuje psát texty srozumitelným jazykem, který je přístupný pro žáky, a čerpat inspiraci z populárně naučných textů, které umí kombinovat zajímavost a srozumitelnost.[7]

Učebnice by měla zahrnovat především informace, které jsou pro žáky skutečně využitelné v dalším vzdělávání, a neměla by být přeplněna nadbytečnými odbornými termíny. Autor by měl také brát v úvahu reálné podmínky učitelů, například čas potřebný na procvičování látky, hodinovou dotaci předmětu a dostupnost výukových pomůcek, pokud jsou v textu zmíněny.

Z hlediska **jazykové ztvárnění** upozorňuje na rizika spojená s nadměrným používáním abstraktních slov a vědecké terminologie. Nadměrné množství abstraktních výrazů může snížit srozumitelnost textu. Vědecké termíny by měly být používány jen v nezbytných případech a jejich význam by měl být vždy vysvětlen, ideálně prostřednictvím příkladů, schémat, fotografií nebo pomocí slov, která jsou žákům již známá, namísto pouhých definic.[5]

Dále je důležité kontrolovat délku vět, protože dlouhé věty mohou text ztížit. Pro větší interaktivitu s čtenářem doporučuje pokládat různé otázky, používat citově zabarvená slova a humor. Text by měl obsahovat dostatek spojek a vztažných zájmen, aby bylo vždy jasné, k čemu se výrok vztahuje. Struktura textu by měla být přehledná, s kratšími odstavci a nadpisy i pro menší části učiva. Použití grafických symbolů k odlišení různých částí učiva je také vhodné.

Autoři by měli provádět autodiagnostiku svého textu podle existujících literárně popsanych diagnostických metod.

## **2 Návrh učebního textu**

Tento učební text je navržen tak, aby poskytl ucelený a stručný přehled o důležitých tématech probíraných v předmětu Technická příprava v 1. ročníku nástavbového studia oboru Chemik operátor. Zároveň je koncipován tak, aby byl srozumitelný a přístupný pro všechny studenty chemických oborů, bez ohledu na jejich předchozí zkušenosti s technickými tématy. Student získá přehled o rozsahu probíraných témat, který je požadován u maturitní zkoušky.

### **2.1 Úvod do technické přípravy**

Technická příprava je klíčovou součástí každého výrobního procesu. Její význam spočívá v převodu teoretických nápadů do reálných výrobků, které využíváme denně. Bez této fáze by skvělé nápady zůstaly pouze na papíře a nikdy by se nestaly skutečností. Zajišťuje pečlivé plánování každého kroku výroby, správné určení součástí a optimalizaci postupů pro maximální efektivitu a kvalitu.

Jedním z nejzajímavějších aspektů technické přípravy je nutnost spolupráce odborníků z různých oborů – od chemiků a fyziků po inženýry a výrobní manažery. Každý přispívá svými znalostmi a zkušenostmi k dosažení nejlepšího možného výsledku. V kontextu bezpečnosti v chemickém průmyslu je klíčové zajištění, že výrobní procesy jsou navrženy a prováděny s maximální péčí o ochranu zdraví pracovníků a minimálními riziky pro životní prostředí. To zahrnuje přesné dodržování bezpečnostních postupů, pravidelné kontroly a školení zaměstnanců.

Následující text je členěn do kapitol, které se věnují jednotlivým tematickým celkům tak, aby naplnil praktické cíle. Kapitola o materiálech se věnuje klasifikaci materiálů, popisuje jejich chemické a fyzikální vlastnosti, povrchovou úpravu význam v chemickém průmyslu. Další kapitoly jsou věnovány bezpečnosti v chemickém průmyslu a látkovým bilancím.

## 2.2 Nauka o materiálech

Poskytuje informace o materiálech, ze kterých jsou tvořeny strojní součásti, strojní zařízení. Zároveň se zabývá jak vlastnostmi samotných materiálů, tak i jejich možnostmi zpracování a opracovatelnosti. Důležitým parametrem je i odolnost vůči korozi. Pro každé odvětví průmyslu je nutné volit vhodný materiál podle následujících hledisek: **pevnost, cena, životnost, zdravotní nezávadnost a udržitelnost.**[9]

V chemickém průmyslu se nejčastěji používají následující materiály:

- 1.kovy (konstrukce chemických aparátů, potrubí, pomocná zařízení)
- 2.keramické materiály (odpadní potrubí, filtrační přepážky)
- 3.beton (stavební základy, podstavce chemických aparatur)
- 4.sklo (laboratorní sklo, potrubí)
- 5.plasty (odpadní potrubí, těsnění)
- 6.dřevo (velmi výjimečně, spíše jen jako surovina pro další zpracování)

### 2.2.1 Základní vlastnosti materiálů

#### Definice fyzikálních vlastností

- **Hustota**  $\rho$  [ $\text{kg/m}^3$ ] je dána poměrem hmotnosti  $m$  k objemu  $V$  homogenní látky při určité teplotě ( $\rho = m/V$ ).
- **Teplota tání a tuhnutí** [ $^{\circ}\text{C}$ ] je teplota, při níž látka mění své skupenství.
- **Teplota tavení** [ $^{\circ}\text{C}$ ] je teplota asi o  $200^{\circ}\text{C}$  vyšší, než je teplota tání dané slitiny.
- **Teplota lití** [ $^{\circ}\text{C}$ ] teplotní interval bývá asi o  $50 - 100^{\circ}\text{C}$  nad teplotou tavení a zajišťuje bezproblémové vylití do formy.
- **Délková a objemová roztažnost** je prodloužení délky nebo zvětšení objemu vlivem zvýšené teploty látky. Je vztažena na počáteční délku nebo objem.
- **Tepelná vodivost**  $\lambda$  [ $\text{W/mK}$ ] – množství tepla  $Q$  [ $\text{J}$ ], které při ustáleném stavu projde za jednotku času mezi dvěma protilehlými stěnami krychle o délce hrany  $1\text{ m}$ , je-li rozdíl teplot mezi těmito stěnami  $1\text{ K}$ . Nejlepším vodičem je **stříbro (Ag)**. Tepelnou vodivost ostatních kovů zjišťujeme často porovnáním s tepelnou vodivostí stříbra a udáváme ji v %. Největší vodivost mají čisté kovy. Nejlepším izolantem je vakuum.[10]

- **Elektrická vodivost**  $G$  [S] je schopnost vést elektrický proud. Vodič s odporem  $1 \Omega$  má vodivost  $1 \text{ S}$  (Siemens). Materiály dělíme dle vodivosti na: vodiče, nevodiče a izolanty. Materiály se zvláštními vlastnostmi jsou polovodiče (selen (Se), germanium (Ge), křemík (Si)). Elektrickou vodivost posuzujeme podle měrného elektrického odporu.[10]

**Magnetické vlastnosti materiálů** se určují podle chování materiálu v magnetickém poli.: [11]

- **Diamagnetické látky:** voda a většina organických sloučenin, z kovů měď, zlato, rtuť (Hg), cín (Sn), olovo (Pb), měď (Cu), apod. Tyto kovy nezesilují účinek vnějšího magnetického pole a při vložení do magnetického pole dochází k vytlačování ven z pole.
- **Paramagnetické látky:** kyslík, soli alkalických zemin, alkalické kovy, hliník (Al) apod. Jsou vtahovány do magnetického pole, zvyšují jeho účinek jen nepatrně. Magnetické vlastnosti vykazují jen v případě přítomnosti vnějšího magnetického pole.
- **Feromagnetické látky** dělíme podle jejich vlastností na magneticky **měkké** a magneticky **tvrdé**. **Materiály magneticky měkké** jsou látky, které se snadno zmagnetizují a snadno magnetické vlastnosti ztratí. Používají se na stavbu magnetických obvodů u elektrických strojů a přístrojů. Patří sem čisté železo (Fe) a jeho slitiny, nikl (Ni), kobalt (Co), ferity, amorfní a nanokrystalické slitiny (FINEMET). **Materiály magneticky tvrdé** se těžce magnetizují, ale své vlastnosti si udrží i po zániku vnějšího magnetického pole. Používají se na výrobu permanentních (stálých) magnetů. Příklad: kalená ocel, Alnico slitiny (Al+Ni+Co+Fe), vzácné zeminy

**Chemické vlastnosti** zahrnují odolnost proti vodě, odolnost proti plynům, odolnost proti agresivním látkám a odolnost vůči oxidaci.

**Mechanické vlastnosti** určují, jak bude daný materiál odolávat při zatížení, opotřebování a různému namáhání. Patří sem **pevnost** (schopnost materiálu klást odpor proti deformaci a porušení soudržnosti), **tvárnost** (schopnost materiálu se trvale deformovat, aniž dojde k porušení soudržnosti) a **houževnatost** (schopnost materiálu klást odpor proti deformaci, kdy při větším namáhání dojde k deformaci, ale nedojde k porušení soudržnosti). **Křehkost** je schopnost materiálu klást odpor proti deformaci. Při větším namáhání dojde k náhlému porušení soudržnosti.[12]

Všechny tyto vlastnosti materiálů lze posoudit různými zkouškami, které jsou podrobněji popsány v následující kapitole.

### Cvičení:

Úkol 1: Klasifikace materiálů: Zařaďte materiály uvedené v tabulce do správných kategorií

	Feromagnetické	Paramagnetické	Diamagnetické
<b>Železo</b>			
<b>Hliník</b>			
<b>Měď</b>			
<b>Nikl</b>			
<b>Kobalt</b>			

Úkol 2: Odpovězte na následující otázky:

- 1) Zamysli se, proč se čisté stříbro běžně nepoužívá jako vodič, přestože má nejlepší elektrickou vodivost?
- 2) Jaký je hlavní rozdíl mezi feromagneticky měkkými a feromagneticky tvrdými materiály?
- 3) Která z následujících mechanických vlastností nejlépe popisuje schopnost materiálu klást odpor proti deformaci, kdy při větším namáhání dojde k deformaci, ale nedojde k porušení soudržnosti?  
a) Pevnost    b) Tvárnost    c) Houževnatost    d) Křehkost

### Řešení:

Úkol 1: **Feromagnetické:** Železo, Nikl, Kobalt, **Paramagnetické:** Hliník, **Diamagnetické:** Měď,

Úkol 2: 1) Stříbro se běžně nepoužívá jako vodič kvůli vysoké ceně a relativně nízké mechanické odolnosti ve srovnání s mědí.

2) Feromagneticky měkké materiály lze snadno magnetizovat a demagnetizovat, zatímco feromagneticky tvrdé materiály udržují svou magnetizaci

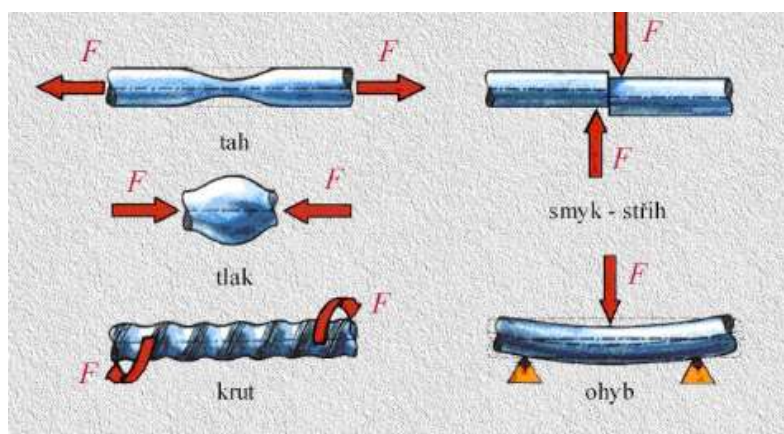
3) c

## 2.2.2 Mechanické zkoušky

Mechanické zkoušky se většinou neprovádějí na součástce, ale na zvláštních vzorcích zhotovených buď přímo ze součásti, nebo z téhož materiálu. Z hlediska působení síly na zkušební materiál je rozdělujeme na 3 druhy: **statické zkoušky, dynamické zkoušky rázové a cyklické a zvláštní technické zkoušky.**[12]

### Statické zkoušky

Základem statických zkoušek jsou zkoušky pevnosti. Podle způsobu působení zatěžující síly rozdělujeme tyto zkoušky na zkoušky pevnosti v tahu, tlaku, ohybu, krutu a stříhu. Při zkoušce se zatížení zvětšuje poměrně pozvolna a působí obvykle několik minut. Při dlouhodobých zkouškách dny či roky.[12]



**Obrázek 1** Ukázka způsobů působící síly na jednotlivá tělesa při mechanických zkouškách statických.[12]

### Dynamické zkoušky rázové a cyklické

Při dynamické zkoušce rázové síla působí nárazově po zlomek sekundy. Při cyklických zkouškách (testování únavy materiálu) se měnící zatížení opakuje mnohokrát za sekundu, a celkový počet těchto cyklů může dosáhnout i několika milionů. **Zkouškou rázem** lze zkoušet pevnost v tahu, tlaku, ohybu nebo krutu. **Zkouška opakovaným namáháním**, známá také jako zkouška únavy materiálu, se zaměřuje na to, jak materiál reaguje na opakované zatížení. **Mez únavy** je hranice, při jejímž překročení dochází k poruše materiálu.[12]

### Zvláštní technické zkoušky

Jejich údaje lze považovat za orientační, protože výsledky zkoušek zde závisí na mnoha dalších faktorech. Mezi nejdůležitější patří **zkoušky tvrdosti.**[12]

Zkoušky tvrdosti můžeme opět rozdělit na dynamické a statické a na **vrypové, vnikací** a **odrazové**.

- **Zkouška vrypová** se dnes používá jen pro tvrdé a křehké materiály (sklo, porcelán).
- **Zkouška vnikací** je momentálně nejpoužívanější zkouškou tvrdosti materiálů. Při této zkoušce zatlačujeme do zkušebnímu materiálu velmi tvrdé těleso (kulička, kužel, jehlan). Měřítkem tvrdosti je velikost vzniklého vtisku (plocha, hloubka nebo úhlopříčka). Hodnota tvrdosti se zapisuje číslicí, jedná se o číslo bezrozměrné.[12]

○ **Zkouška tvrdosti dle Brinella**

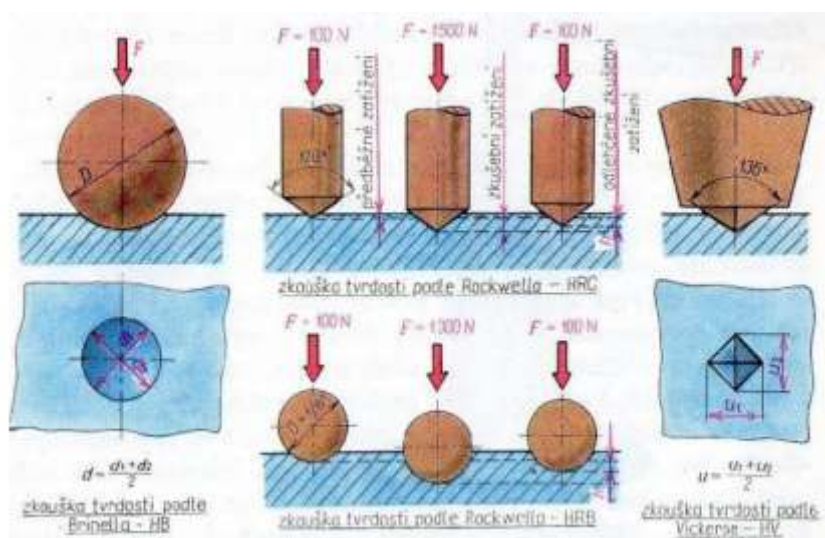
Do povrchu zkušebnímu tělesa se vtláče ocelová kulička, přičemž její velikost, velikost zatěžující síly a doba vtláčování je určena normou. Hodnota tvrdosti se pak určuje pomocí tabulek podle velikosti průměru vtisku, který kulička vytvoří. Označení: **HB** (např.:200 HB)

○ **Zkouška tvrdosti dle Vickerse**

Do povrchu zkušebnímu materiálu se vtláče čtyřboký diamantový jehlan. Hodnota se určí z tabulek, podle velikosti aritmetického průměru ze dvou úhlopříček, které jehlan vtiskl. Označení: **HV**

○ **Zkouška tvrdosti dle Rockwella**

Do povrchu materiálu se vtláče diamantový kužel nebo ocelová kulička. Hodnota tvrdosti se odečte přímo na stupnici přístroje. Síla a doba vtláčování je opět dána normou. Označení: **HRB** (kulička) nebo **HRC** (kužel).



**Obrázek 2** Ukázky zkoušek tvrdosti dle Brinella, Vickerse a Rockwella.[12]

Na níže uvedeném odkazu lze najít videa s názornou ukázkou průběhu jednotlivých zkoušek tvrdosti:

<https://www.strojarskabible.cz/kontrola-a-mereni/zkousky-tvrdosti-kovu/>

### 2.2.3 Technologické vlastnosti

Jedná se o souhrn fyzikálních a mechanických vlastností, které určují, zda je daný materiál vhodný pro určenou technologickou operaci.[13]

**Tvárnost** umožňuje zpracování materiálu, při němž se mění jeho tvar, nesmí se však porušit soudržnost (válcování, ohýbání, kování, tažení).

**Svařitelnost** je schopnost vytvořit svarový spoj, který se svými vlastnostmi neliší od základního materiálu.

**Obrobitelnost** se vyjadřuje obtížností odebrání „třísky“ při obrábění daného materiálu (soustružení, frézování, broušení, vrtání, řezání).

**Odolnost proti opotřebení** je nežádoucí oddělování částeczek materiálu. Záleží na prostředí (teplota, prašnost, agresivita prostředí).

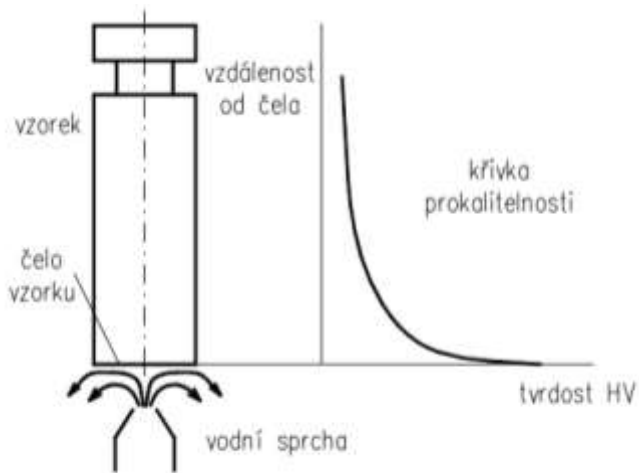
**Slévatelnost** vyjadřuje souhrn vlastností, které musí mít kov (slitina) určený k lití. Umožňuje výrobu zdravých odlitků. Takový kov musí mít proto dobrou tekutost (tj. schopnost vyplňovat rychle celou formu), nesmí tvořit bubliny a musí se málo smršťovat.

**Kalitelnost** je schopnost materiálu zvyšovat povrchovou tvrdost.

**Prokalitelnost** je schopnost zvyšovat tvrdost i do hloubky materiálu.[13]

### 2.2.4 Technologické zkoušky

Příkladem je např. **Jominiho zkouška prokalitelnosti**. Používá se k testování ocelí. Při této zkoušce se vzorek ohřeje na kalici teplotu a pak se chladí vodní sprchou, která působí pouze na čelo vzorku. Čelo se ochlazuje nejrychleji, a čím dále od čela, tím je ochlazování pomalejší a zakalení menší. Na válcové části vzorku se vybrousí plošky, na kterých měříme tvrdost v různých vzdálenostech od čela. Naměřené hodnoty se zaznamenají do grafu zvaného **KŘIVKA PROKALITELNOSTI**. [13]



**Obrázek 3** Jominiho zkouška prokalitelnosti s křivkou kalitelnosti[13]

Do technologických zkoušek řadíme i další zkoušky např. zkoušky drátů a plechů (dle Erichsena), zkoušky trubek atd.

### Cvičení

Úkol 1: Odpovězte na následující otázky:

- 1) Které z mechanických zkoušek se provádí působením síly nárazově po zlomek sekundy?
  - a) Statické zkoušky
  - b) Dynamické zkoušky rázové
  - c) Cyklické zkoušky
  - d) Zvláštní technické zkoušky
  
- 2) Při které zkoušce tvrdosti se do povrchu materiálu vtlačuje diamantový jehlan?
  - a) Zkouška tvrdosti dle Brinella
  - b) Zkouška tvrdosti dle Rockwella
  - c) Zkouška tvrdosti dle Vickerse
  
- 3) Která z technologických vlastností vyjadřuje schopnost materiálu vytvářet svarový spoj, který se svými vlastnostmi neliší od základního materiálu?
  - a) Tvárnost
  - b) Svařitelnost
  - c) Obrobitelnost
  - d) Slévatelnost

**Řešení:** 1) b, 2) c, 3) b

## 2.3 Vybrané konstrukční materiály

Konstrukční materiály rozdělujeme na kovové a nekovové. Následující podkapitoly popisují nejdůležitější z nich.

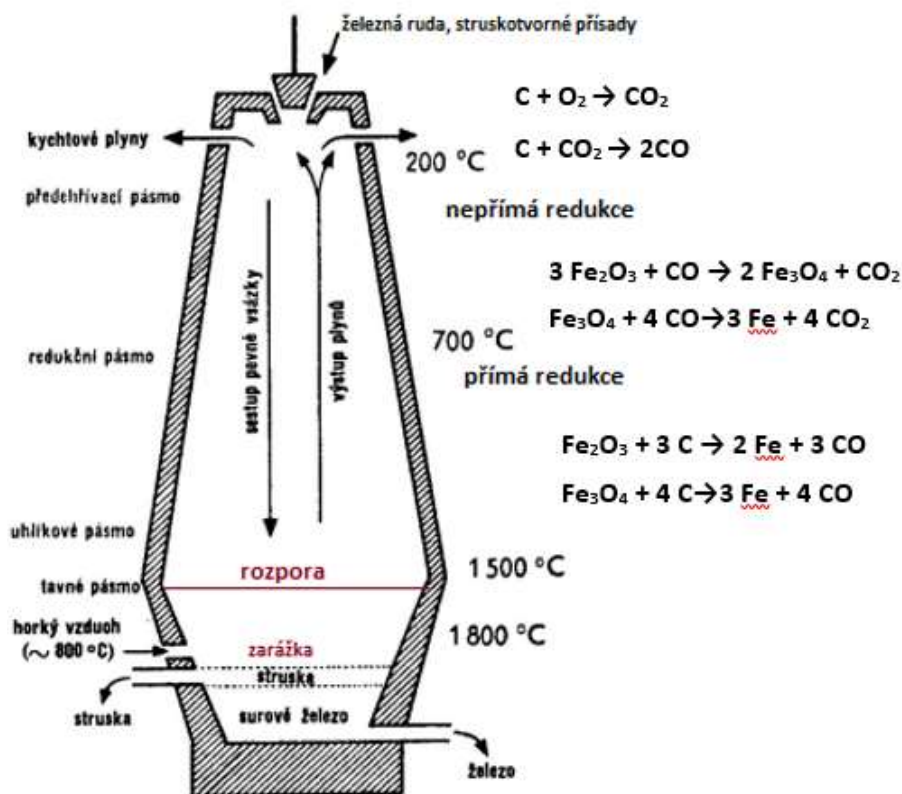
### 2.3.1 Železné kovové konstrukční materiály

#### Železo

Chemicky čisté železo nemá konstrukční význam, protože je měkké a silně koroduje. Proto se používají **slitiny** (materiály složené ze železa a jiného kovu) a **ocel, litina** (směs železa s uhlíkem).

#### Výroba surového železa

Surové železo se vyrábí ve vysoké peci redukcí železných rud (magnetovec  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , krevet  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , hnědel  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) pomocí koksu. [14], [15] Poměr surovin je takový, že na 1 tunu surového železa je zapotřebí 0,5 tuny vápence a 1 tuna koksu.



Obrázek 4 Schéma vysoké pece a probíhajících procesů. [14]

Vysoká pec (**obrázek 4**), s výškou asi kolem 30 m a průměrem 10 m, pracuje nepřetržitě několik let. Shora se pec neustále plní železnou rudou, koksem a struskotvornými přísadami (zejména vápencem  $\text{CaCO}_3$  nebo dolomitem).[15]

Do spodní části pece se neustále vhání horký vzduch obohacený kyslíkem. Uhlík se nejprve oxiduje kyslíkem na oxid uhelnatý (za teploty až  $2000\text{ }^\circ\text{C}$ ). Oxid uhelnatý pak v redukčním pásmu postupně redukuje rudu na tuhé, pórovité surové železo. Ve spodní části pece probíhá přímá redukce oxidu železnatého uhlíkem. Surové železo stéká ke dnu vysoké pece, odkud se vypouští jednou za čtyři až šest hodin.[15]

Při procesu se vytváří **struska**, která vzniká reakcemi příměsí (hlušiny) se struskotvornými přísadami. Struska se odděluje od železa, plave na jeho povrchu a chrání ho před oxidací horkým vzduchem. Struska se vypouští z horní výpusti vysoké pece a používá se například ve stavebnictví při výrobě tvárnic.[15]

Plyny odcházející z vysoké pece (**kychtové plyny**) obsahují oxid uhelnatý, který se spaluje. Získané teplo se využívá k předehřívání vzduchu vháněného do vysoké pece.

Surové železo obsahuje vysoký podíl uhlíku a dalších nečistot (Si, fosfor (P), síra (S), Mn). Díky tomu je křehké, není kujné ani tažné, nedá se kovat a má spoustu dalších negativních vlastností. Uhlíku a nečistot se proto surové železo zbavuje dalším postupem, který se nazývá **zkujňování**. Produktem podle obsahu uhlíku je **ocel** (obsah C je menší než 2 %) nebo **litina** (obsah C větší než 2 % a další nečistoty).[15]

(Pozor: Výroba surového železa a schéma vysoké pece jsou probírány i v dalších předmětech, proto je důležité si to zapamatovat)

## Ocel

Pro své mechanické a technologické vlastnosti je důležitým technickým materiálem.

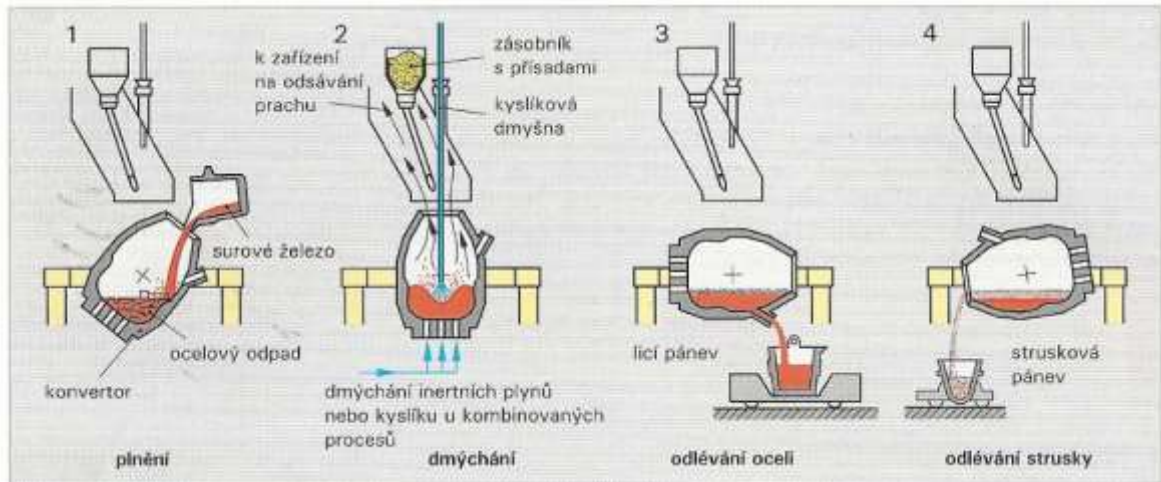
### Výroba oceli

Zkujňování se provádí tak, že nečistoty se různým způsobem oxidují a tím se odstraní ve formě strusky. Tato oxidace se provádí buď v **konvertorech**, v Martinských pecích nebo elektrických pecích.[10]

- **Konvertory**

Do vyhřátého konvertoru se napustí surové železo o teplotě  $1200\text{ }^\circ\text{C}$  a začne se přivádět vzduch. Postupně se spaluje křemík, Mn a C. Fosfor se váže přídavkem

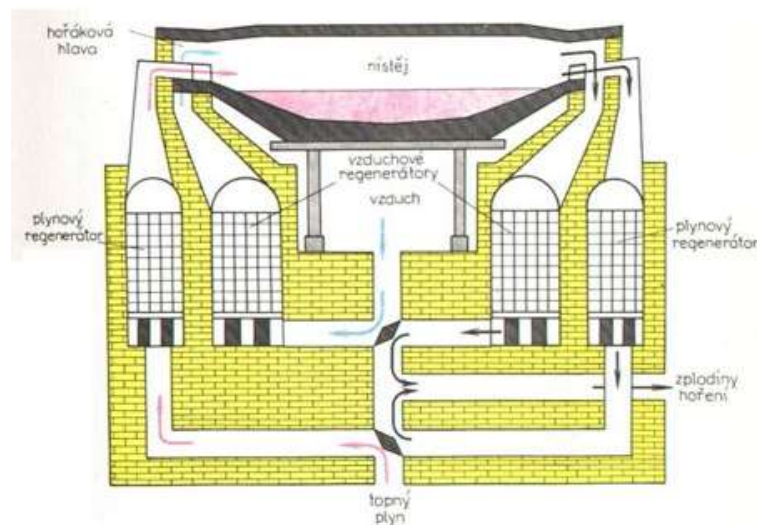
vápna ve formě strusky při teplotách až 1700 °C. Děj probíhá cca 30 minut. Struska s vyvázaným fosforem se používá jako hnojivo.[16]



Obrázek 5 Schéma výroby oceli v konvertoru[16]

- **Martinská pec**

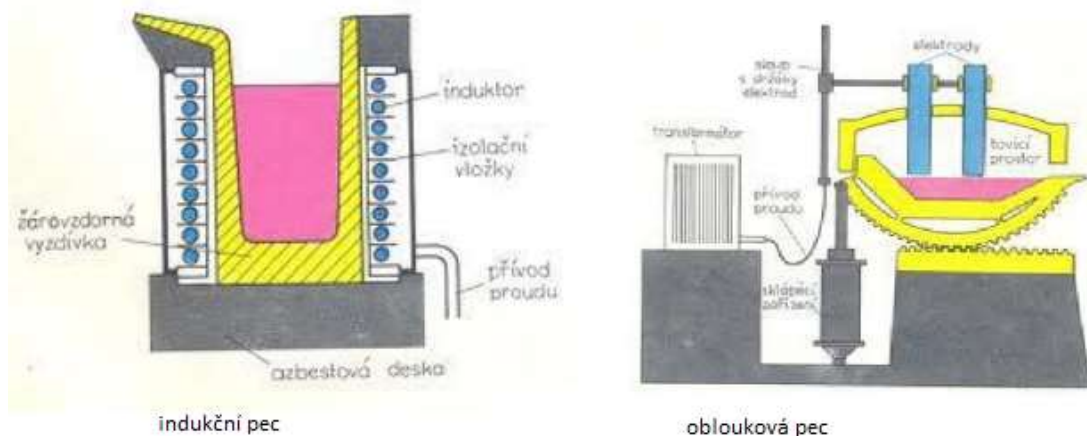
Vsázka tvořená surovým železem a vápencem se zahřívá tzv. generátorovým plynem.[16]



Obrázek 6 Schéma Martinské pece[10]

- **Elektrické pece**

Používají se obloukové nebo indukční pece. Výroba je velmi energeticky náročná, protože se dosahuje velmi vysokých teplot (účinnější odstranění příměsí).[16]



Obrázek 7 Schéma indukční a obloukové elektrické pece[16]

### Vlastnosti ocelí

Oceli se vyznačují vysokou pevností, tvrdostí a houževnatostí. Tyto vlastnosti lze upravovat různými tepelnými a mechanickými postupy, jako jsou kalení, popouštění, žíhání nebo tváření za tepla a za studena. Chemické složení, zejména obsah uhlíku, výrazně ovlivňuje mechanické vlastnosti ocelí. Vyšší obsah uhlíku zvyšuje pevnost a tvrdost, ale snižuje tažnost a houževnatost. Oceli lze klasifikovat podle různých kritérií:[9]

### Podle chemického složení

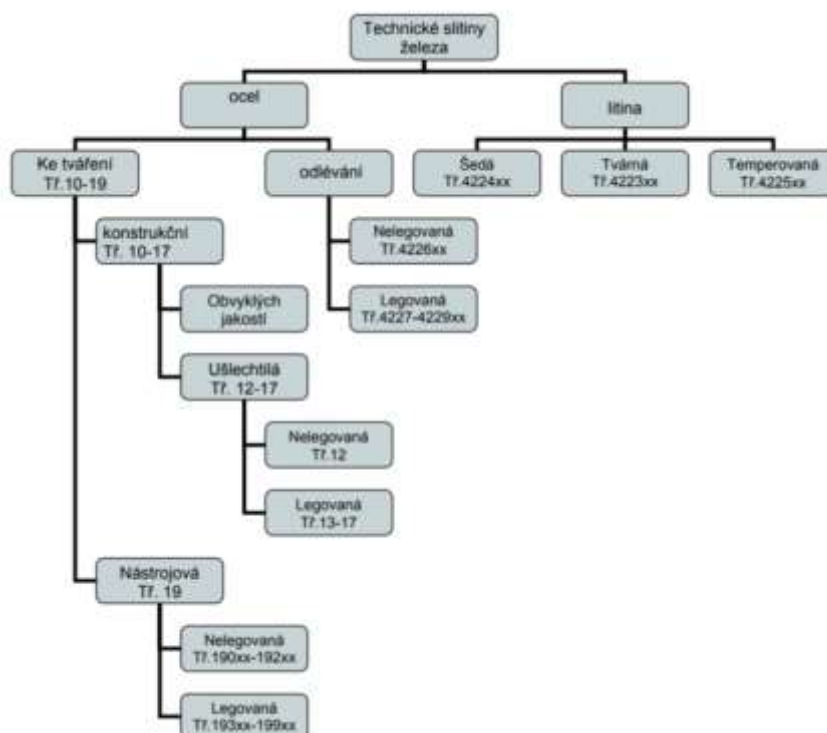
- Uhlíkové oceli obsahují hlavně železo a uhlík, případně malé množství dalších legujících prvků. Dělí se na nízkouhlíkové, středněuhlíkové a vysokouhlíkové.
- Slitinnové oceli: Obsahují vyšší množství legujících prvků, jako jsou chrom, nikl, molybden nebo vanad. Tyto prvky zlepšují vlastnosti oceli, jako je pevnost, tvrdost, odolnost proti korozi a žáruvzdornost.

### Podle použití:

- Konstrukční oceli (dobrá pevnost, houževnatost a zpracovatelnost).
- Nástrojové oceli (nože, vrtáky, razidla a formy, velmi tvrdé a odolné proti opotřebení).
- Nerezové oceli (Obsahují minimálně 10,5 % chromu a mají vysokou odolnost proti korozi. Používají se v potravinářském průmyslu, lékařství, chemickém průmyslu a na kuchyňské nádobí).



Norma ČSN rozděluje ocele do konkrétních tříd (obrázek 9).



Obrázek 9 Rozdělení oceli dle ČSN[17]

### Ukázky konkrétních tříd ocelí:

**Oceli třídy 10:** konstrukční nelegované oceli, nejsou korozivzdorné, nejméně kvalitní. Použití na kolejnice, ocelové konstrukce, výztuž do betonu.

**Oceli třídy 11:** konstrukční oceli, které mají zaručenou minimální pevnost v tahu. Používají se na výrobu namáhaných strojních součástí (hřídel, čepy a další).

### Cvičení

Úkol 1: Odpovězte na následující otázky

- 1) Proč se chemicky čisté železo nepoužívá jako konstrukční materiál?
  - a) Je příliš drahé.
  - b) Je příliš měkké a silně koroduje.
  - c) Je příliš tvrdé a křehké.
  - d) Je obtížné ho zpracovat.
- 2) Která z následujících surovin se nepoužívá při výrobě surového železa ve vysoké peci?
  - a) Železná ruda
  - b) Koks
  - c) Vápno
  - d) Hliník
- 3) Ocel se vyrábí ve 3 různých zařízeních. Vzpomenete si alespoň na 2 zařízení?

- 4) Co se stane s mechanickými vlastnostmi oceli, když se zvýší obsah uhlíku?
- a) Zvyšuje se pevnost a tvrdost, ale snižuje se tažnost a houževnatost.
  - b) Zvyšuje se tažnost a houževnatost, ale snižuje se pevnost a tvrdost.
  - c) Zvyšuje se křehkost a odolnost proti korozi.
  - d) Zvyšuje se pružnost a odolnost proti teplotním změnám.
- 5) Jaký je účel procesu kalení oceli?
- a) Snížit tvrdost a zlepšit zpracovatelnost.    b) Zvýšit tvrdost a pevnost.
  - c) Snížit vnitřní pnutí a zlepšit
- 6) Co je výsledkem procesu nitridování?
- a) Zvýšení obsahu uhlíku na povrchu oceli.
  - b) Zvýšení obsahu dusíku na povrchu oceli.
  - c) Snížení vnitřního pnutí oceli.
  - d) Zvýšení tažnosti a houževnatosti.

**Řešení:** 1) b, 2) d, 3) Konvektory, Martinská pec a elektrické pece, 4) a, 5) b, 6) b

### 2.3.2 Neželezné kovové konstrukční materiály

V chemickém průmyslu se používají z důvodu jejich chemické odolnosti tam, kde ocel podléhá korozi.[9]

**Měď** je po oceli nejdůležitější technický kov. Je měkká, tažná, tvárná i za studena. Má výbornou tepelnou a elektrickou vodivost. Používá se v elektrotechnice (dráty), na tepelné výměníky, na výrobu slitin (mosaz a bronz). Má dobrou korozivzdornost, pokrývá se vrstvou měděnky (za vlhka zeleným  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ , za sucha červeným  $\text{CuO}$ ).[9]

**Titan** je mnohem lehčí než ocel (ocel má hustotu  $7,95\text{kg/dm}^3$ , titan má  $4,5\text{kg/dm}^3$ ) Vyrábí se z něj horolezecké karabiny. Používá se v leteckém a raketovém průmyslu, konstrukce ponorek.[9]

**Nikl** se používá ve slitinách (nerez ocel) a výroba odporových součástek v elektrotechnice. Odolává korozi i za vyšší teploty.

**Zinek** je dobře slévatelný kov a používá se na pozinkování součástek a plechů, případně do slitin (mosaz).

**Hliník** má dobrou elektrickou vodivost i tepelnou vodivost (nahrazuje měď). Je měkký, houževnatý a tvárný za studena. Velmi reaktivní. Na vzduchu se pokrývá (**pasivuje**) tenkou vrstvou  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , která je tvrdá a odolává oxidačním prostředí. Svařovat lze pouze v ochranné atmosféře Často se používá na výměníky tepla, folie, konstrukce dopravních prostředků, slitiny a alobal.[9]

**Olovo** je těžký měkký kov s nízkou teplotou tání Má značnou odolnost vůči korozi. Na povrchu se pokrývá tenkou pasivační vrstvičkou svých solí, které jsou málo rozpustné. Používá se proto například na vykládání reakčních nádob a nádrží pro prostředí s  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Dále na ochranné štíty proti záření (velmi dobře pohlcuje rentgenové a gama záření).[9]

**Cín** má dobrou antikorozi odolnost vůči kyselinám. Používá se na pájky a pocínování.[9]

#### Slitiny neželezných kovů

- **Bronz** je slitina mědi a cínu (a dalších prvků jako Al, Mn, Ni). Podle obsahu dalších prvků je můžeme rozdělit na: Cínové bronzы, které se používají na pružiny, planžety, papírenská síta. Hliníkové bronzы se používají na potrubí, čerpadla, armatury, ventily. Niklové bronzы s manganem mají vysoká pevnost při vysokých teplotách (pro náročná tepelná zařízení).[9]

- **Mosaz** je slitina mědi (více než 50 % Cu) a zinku (do 40 % Zn). Se vzrůstajícím množstvím Zn klesá tepelná a elektrická vodivost a mění se barva od červené do žluté. Používá se na výrobu uměleckých předmětů, hudebních nástrojů, chladičů aut.[9]

**Slitiny hliníku** mají nízkou hustotu, dobrou odolnost vůči korozi, dobrou tepelnou a elektrickou vodivost.[9]

- Dural (AlCu<sub>4</sub>Mg): vhodný pro stavbu letadel.
- Superdural: Zvýšený obsah Mg, pevnost až 500 MPa.
- Pental: Slitina Al-Mg-Si.

### Cvičení:

Úkol 1: Odpovězte na následující otázky

- 1) Jaké vlastnosti má měď, které ji činí vhodnou pro použití v elektrotechnice?
  - a) Vysoká pevnost a tvrdost
  - b) Dobrá tvarovatelnost za studena a vysoká tepelná vodivost
  - c) Nízká hustota a výborná korozní odolnost
  - d) Vysoká houževnatost a vynikající chemická stabilita
- 2) Jaké jsou využití hliníku v průmyslu?
  - a) Na výrobu těžkých kovů a jemných slitin
  - b) Na výrobu elektronických součástek a polovodičů
  - c) Na výrobu plastů a izolačních materiálů
  - d) Na výrobu výměníků tepla, konstrukcí a alobalu

Úkol 2: Doplňte následující text:

Hliník se na vzduchu se pokrývá tenkou vrstvou oxidu hlinitého, tento proces označujeme jako \_\_\_\_\_. Olovo pohlcuje \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ záření. Bronz je slitina \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_. Mosaz je slitina \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_. Pental je slitina \_\_\_\_\_.

Úkol 3: Přemýšlejte, který neželezný kov se podle vás nejvíce uplatňuje v průmyslu a proč?

**Řešení:** Úkol 1: 1) b, 2) d,

Úkol 2: Hliník se na vzduchu se pokrývá tenkou vrstvou oxidu hlinitého, tento proces označujeme jako **pasivace**. Olovo pohlcuje **rentgenové** a **gama** záření. Bronz je slitina **mědi** a **cínu**. Mosaz je slitina **mědi** a **zinku**. Pental je slitina **hliníku**, **hořčíku** a **křemíku**.

### 2.3.3 Nekovové konstrukční materiály[9]

#### Sklo

Je amorfni materiál, který je charakteristický svou tvrdostí, křehkostí a průhledností. Je vysoce odolné vůči chemikáliím výjimkou kyseliny fluorovodíkové (HF). Sklo má také dobré elektroizolační vlastnosti a velkou tepelnou roztažnost. Snadno se tvaruje za tepla a vyrábí se tavením sklářského kmene, který obsahuje křemenný písek, uhličitán vápenatý  $\text{CaCO}_3$ , uhličitán sodný ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a skleněný odpad spolu s přísadami.[9], [18] Sklo se dělí na:

- **Bezpečnostní sklo:** Může být vrstvené (popraská) nebo tvrzené (rozpadne se na neškodnou tříšť). Některá bezpečnostní skla mají drátěnou vložku. Např. automobil, výplně dveří
- **Konstrukční sklo:** Je chemicky odolné a má hladký povrch (Sial, Simax, Multal, Pyrex). Používá se na vodoznaky, potrubí atd.
- **Nízkotavitelné sklo:** Využívá se k výrobě tabulového skla a lahví.
- **Chemické sklo:** borosilikátová skla, použití pro chemická zařízení a potrubí (max. teplota 300-500 °C).
- **Optická skla:** Mají vhodné optické vlastnosti, používají se k výrobě kontaktních čoček, brýlí a optických přístrojů.



**Obrázek 10** Příklady konkrétních typů skla: zleva optická skla, nízkotavitelné a chemické.[19], [20], [21]

#### Keramika

Nevede elektrický proud a používá se na izolanty. Řadíme sem **kameninu**. Vyrábí se z keramických zemin, které se tvarují, suší, glazují a vypalují. Je křehká, citlivá na prudké změny teploty a má špatnou tepelnou vodivost. Používá se na tvarovky, kanalizační trubky, vany pro chemický průmysl. **Technický porcelán** je keramická hmota z kaolinu, živce

a křemene, má dobré mechanické a elektroizolační vlastnosti. Snáší teploty až do 1100 °C. Používá se pro namáhané elektrické izolátory a nádrže na chemikálie. **Technická keramika** má podobné vlastnosti jako porcelán. Je pórovitá a křehká, odolná vůči vysokým a náhlým změnám teplot a chemikáliím. Používá se jako porcelán a pro filtry.[18]

### **Azbest**

Azbest je minerál s vláknitou strukturou, odolává teplotě až 1600 °C a za sucha izoluje. Kvůli karcinogenním účinkům je však jeho použití dnes zakázáno. Dříve se používal např. jako střešní krytina nebo jako izolace na stavbách.[18]

### **Beton**

Beton je univerzální materiál, používá se na nosné konstrukce, panely a v dopravním stavitelství. Je to kompozitní stavební materiál složený z pojiva, plniva, vody, přísad a příměsí. Nejčastějším druhem je cementový beton (CB), kde je pojivem cement a plnivem kamenivo. Dalším typem je asfaltový beton (AB), používaný na asfaltové vozovky.[18]

**Přísady v betonu:** Zrychlovače a zpomalovače tuhnutí, provzdušňovací přísady, plastifikátory, protizmrazovací přísady, vodotěsnicí přísady, hydrofobizační přísady, barviva.

### **Dřevo**

Vlastnosti závisí na druhu dřeva, podmínkách růstu, stáří stromu, době kácení a sušení. Dřevo tlumí rázy a vibrace, ale má nestejnou strukturu, sesychá, bobtná a je náchylné k hnilobě. Používá se na výrobu nábytku, konstrukční materiál, na výrobu papíru. Dřevěný odpad (tríscky, štěpky, piliny) se zpracovává k výrobě dřevovláknitých desek.

### **Plasty**

Plasty jsou organické makromolekulární látky, které se skládají z polymerů, stabilizátorů, plniv, změkčovadel, barviv a nadouvadel. **Polymery** jsou tvořeny dlouhými řetězci molekul s opakujícími se strukturními jednotkami. Vlastnosti plastů se liší podle geometrického tvaru molekul, který může být lineární, rozvětvený nebo zesíťovaný.[9], [18]. Dělení plastů:

- **Podle chování při zahřívání:**
  - **Termoplasty** mají lineární strukturu a měknou. Při zahřátí nad určitou teplotu umožňují opakované tvarování. Patří sem PE, PVC, PP, PS, PA.
  - **Reaktoplasty** mají zesíťovanou strukturu a jejich tvarování je možné pouze při vzniku, poté se již nemohou měnit, např. fenolformaldehyd.[18]
- **Podle mechanických vlastností:**
  - **Elastomery** jsou velmi pružné materiály, které lze protáhnout až o 1000 % své délky a po uvolnění síly se vrátí do původního tvaru. Příkladem je kaučuk.
  - **Plastomery** jsou méně pružné než elastomery a mohou být teplem vytvrzovány.[18]

### **Příklady plastů a jejich použití**

**Polyvinylchlorid (PVC)** je odolný vůči chemikáliím. Lze ho svařovat, lepit a tvářet za tepla. Jeho nevýhodou je obtížná recyklace a problematická likvidace, při které mohou vznikat nebezpečné emise. Používá se na potrubí, hadice, tvarovky a vyložení nádrží.[18]

**Polyethylen (PE)** se používá v rozsahu teplot od -60 °C do 90 °C. Jeho výhody zahrnují, odolnost vůči chemikáliím a snadnou recyklovatelnost. Využívá především na výrobu hadic, trubek, těsnění, fólií, potrubních spojek a tvarovek. Existují dva základní typy PE: nízkohustotní LDPE, který má velkou flexibilitu a houževnatost (pytle na odpad), vysokohustotní HDPE, který je velmi odolný (plastové kontejnery). Oba tyto typy PE mohou přijít do styku s potravinami, nepředstavují tak zdravotní riziko.[18]

**Polypropylen (PP)** je použitelný v rozmezí teplot -10 až 100 °C. Jeho výhody zahrnují možnost svařování, odolnost vůči chemikáliím a snadnou recyklovatelnost. Nevýhodou je obtížná lepitelnost. Používá se na výrobu trubek, potrubních spojek a tvarovek určených pro teplou vodu a agresivní prostředí.[18]

**Polystyren (PS)** odolává dobře kyselinám, zásadám a alkoholům. Není odolný vůči organickým rozpouštědlům. Nemá příliš velkou pevnost, má ale vynikající elektroizolační vlastnosti. Používá se ve stavebnictví jako tepelná izolace a na levné plastové nádoby.

**Polymethyl-metakrylát (PMMA)** se používá jako plexisklo

**Polyamid (PA)** se využívá na silon, polyamidová vlákna, ložiska atd. **Polyester (PES)** se používá na vlákna a filtrační tkaniny.

**Polytetrafluorethylen (PTFE)** je známý jako **teflon**. Je použitelný až do teploty 260 °C. Odolává téměř všem chemickým látkám. Používá se na povlaky chemických aparátů (i např. kuchyňských pánví), těsnění, tzv. dilatační přechodky (přechody z kovu na sklo) a na výstelky potrubí. Nelze ho ničím lepit ani svařovat (jen obtížně).

**Polyuretan (PUR)** je vysoce využívaný materiál díky svým vlastnostem, jako je vysoká pevnost, odolnost vůči opotřebení a schopnost přizpůsobit se různým aplikacím. V automobilovém průmyslu se používá na výrobu řídicích prvků (RŘP). Ve stavebnictví je využíván pro izolační materiály, těsnění, lepidla a tepelné izolace s voděodolnými vlastnostmi. V nábytkářském průmyslu pro výrobu matrací, nábytkových čalounění.

**Fenolformaldehyd (FF)** je termoplastická pryskyřice. Tento materiál je známý svou vysokou pevností, tvrdostí a odolností vůči teplu. Používá se především pro výrobu kompozitních materiálů (bakelit, umakart, skelné materiály, textit) a izolačních dílů v elektrotechnice. Používá se tam, kde není k dispozici vhodný kovový konstrukční materiál nebo je příliš drahý.[22]

**Pryže** jsou elastomery (lidově označované jako guma). V chemickém průmyslu se používají nejčastěji na různá těsnění (např. těsnění přírub potrubí, těsnící kroužky). Pryží je velké množství druhů, např. přírodní kaučuk, butadien-styrenový kaučuk, aj.

**Pryskyřice** se používají se často na kompozitní konstrukční materiály, nejčastěji v kombinaci se skelnými nebo uhlíkovými vlákny. Nejběžnější jsou polyesterové a epoxidové pryskyřice. Jejich užití je především na výrobu velkých nádob a nádrží.[18]

### **Cvičení:**

Úkol 1: Odpovězte na následující otázky

- 1) Mezi nekovové konstrukční materiály patří sklo, je chemicky odolné vyjma jedné sloučeniny. O jakou látku se jedná a jakým způsobem sklo poškozují?

2) Ke každému druhu skla uveď příklad.

	Příklady
Bezpečnostní sklo	
Konstrukční sklo	
Nízkotavitelné sklo	
Chemické sklo	
Optická skla	

3) Proč bylo použití azbestu omezeno?

- a) Kvůli jeho karcinogenním účinkům      b) Kvůli nízké tepelné odolnosti  
c) Kvůli jeho křehkosti      d) Kvůli špatné odolnosti vůči chemikáliím

4) Která složka betonu slouží jako pojivo?

- a) Voda      b) Cement      c) Kamenivo      d) Plastifikátor

5) Jakým negativním procesům může podléhat dřevo?

6) Která skupina plastů má zesíťovanou strukturu a není možné ji změnit po vytvrzení?

- a) Termoplasty      B) Reaktoplasty      C) Elastomery

7) Jaké **nevýhodné** vlastnosti má PVC

- A) Vysoká odolnost vůči chemikáliím
- B) Obtížná recyklace a problematická likvidace
- C) Snadná recyklovatelnost

8) Jak se využívá PE v průmyslu?

- A) Na izolační materiály ve stavebnictví
- B) Na tepelnou izolaci v automobilovém průmyslu
- C) Na výrobu potrubí a fólií

Doplňující otázka: Vzpomenete si, jaké konkrétní využití má v potravinářském průmyslu?

9) Který materiál je známý svou vysokou pevností, tvrdostí a odolností vůči teple a používá se pro výrobu kompozitních materiálů a izolačních dílů v elektrotechnice?

- A) Polyuretan (PUR)
- B) Fenolformaldehyd (FF)
- C) Polyvinylchlorid (PVC)

10) Zamysli se, jaké jsou hlavní výhody a nevýhody použití Polystyrenu (PS) ve stavebnictví?

Úkol 2: Doplň POJEM do následujícího textu:

Plasty jsou makromolekulární látky. Dlouhé řetězce molekul s opakujícími se strukturními jednotkami se nazývají \_\_\_\_\_,

**Řešení:**

Úkol 1:

1) Kyselina fluorovodíková (HF). Poškozuje sklo tím, že reaguje s křemíkem ve skle a vytváří fluorid křemičitý, který sklo rozkládá.

2)

	Příklady
Bezpečnostní sklo	Výplně dveří, automobilová skla
Konstrukční sklo	Vodoznaky, potrubí
Nízkotavitelné sklo	Tabulové sklo, lahve
Chemické sklo	Laboratorní sklo, chemické potrubí
Optická skla	Kontaktní čočky, brýle

3) C, 4) b, 5) Dřevo může podléhat hnilobě, sesychání, bobtnání a napadení škůdci, 6) b, 7) b, 8) c, PE se používá na výrobu potravinových obalů, například sáčků a fólií na balení potravin. 9) b, 10) výhody např.: lehký, výborný tepelný izolant, snadná instalace; nevýhody: nízká pevnost, křehkost atd.

Úkol 2) Plasty jsou makromolekulární látky. Dlouhé řetězce molekul s opakujícími se strukturními jednotkami se nazývají **polymery**

## 2.4 Koroze

Koroze je postupné samovolné rozrušování materiálů vlivem chemických nebo elektrochemických reakcí materiálů s okolním prostředím. Na vznik koroze a její průběh má vliv také řada vnějších vlivů, jako jsou teplota, vlhkost a přítomnost nečistot, stejně jako fyzikální vlivy, mezi něž patří vnitřní pnutí a deformace materiálů. Typy koroze můžeme rozdělit podle několika hledisek.[23]

Podle původu vzniku:

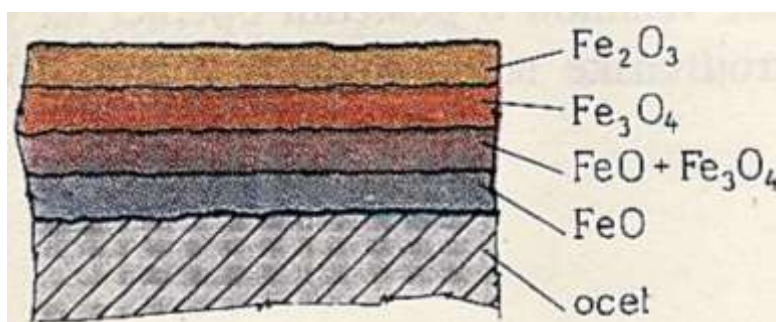
- **Atmosférická** vzniká působením vodního filmu, který se tvoří na povrchu kovu z vody nebo vodních par v ovzduší.
- **Půdní** vzniká účinkem solí, kyselin a plynů, které jsou obsaženy v půdě.

Rozdělení koroze dle principu:

- **Biologická koroze** (Působení mikroorganismů na přírodní ale i syntetické látky: plesnivění, tlení, kvašení, hnití)
- **Fyzikální koroze** (Týká se především plastů a fólií, dochází k ní vlivem UV paprsků. Jedná se o depolymeraci makromolekulárních látek, což má za následek změnu struktury materiálu a jeho vlastností)
- **Chemická koroze** (popsána níže)
- **Elektrochemická koroze** (popsána níže)

### 2.4.1 Chemická koroze

Probíhá v elektricky nevodivém prostředí. (vzdušný kyslík, sulfan, oxid siřičitý).



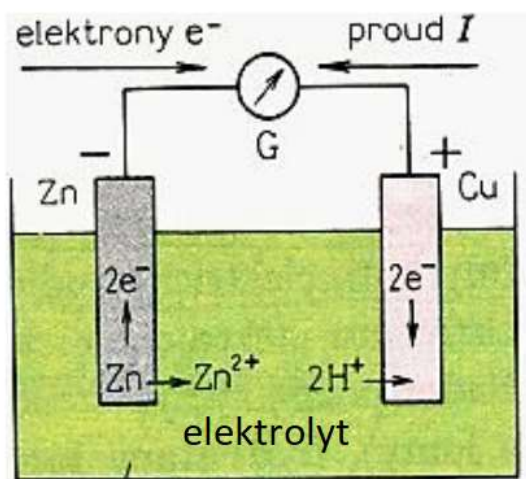
Obrázek 11 Ukázka pasivace na povrchu ocele[24]

Průběh koroze se projeví ve formě vrstvičky, která může být stejnoměrná (vzniká souvislá vrstvička oxidu, která je pevná a chrání materiál před dalším postupem koroze, mluvíme zde

o tzv. **PASIVACI**). Pokud je vrstva nestejněměrná, je propustná a nebrání dalšímu postupu koroze. Může dojít až k úplnému rozpadu kovu.[23]

### 2.4.2 Elektrochemická koroze

Vzniká v elektricky vodivém prostředí při styku dvou různých kovů. Mezi oběma kovy protéká elektrický proud (nepatrná hodnota), přičemž jeden z kovů se pozvolna rozpouští a přechází do roztoku. To, který z kovů se rozpouští závisí na hodnotě tzv. elektrodového potenciálu. ( $\downarrow$  potenciál – koroduje,  $\uparrow$  potenciál – rozpouští se).[23]



Obrázek 12 Schéma galvanického článku[24]

Např. Zn ve styku s Cu se ve vodném prostředí rozpouští a díky tomu se nabíjí záporně. Cu je ušlechtilý kov a má snahu opačnou  $\text{Cu}^{2+}$  ionty se vylučují z roztoku a díky tomu se nabíjí kladně. Mezi takto vzniklou katodou a anodou dochází při vodivém spojení elektrickým proudem ke vzniku galvanického článku. Tento proces je znázorněn na obrázku 12.[23]

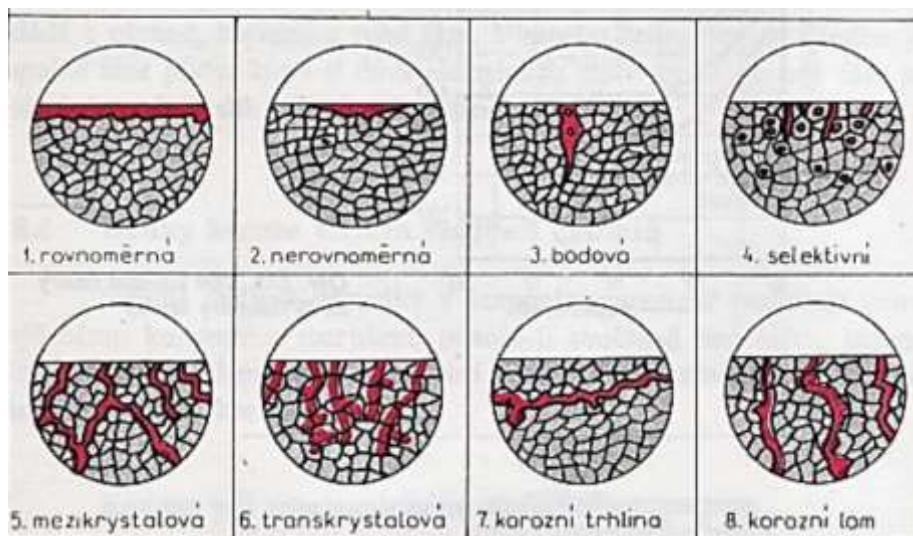
- **Zapamatujte si**, že elektrochemická koroze probíhá RYCHLEJI než chemická.

### 2.4.3 Hodnocení účinku koroze

Podle hodnocení účinku koroze se koroze dělí na:[23]

- **Rovnoměrná koroze**, narušuje celý povrch kovu rovnoměrně a je nejrozšířenější.
- **Důlková a bodová koroze** (na kovech, které nemají možnost pasivace, soustřeďuje se do určitých míst).
- **Mezikrystalická** (nerovnoměrné rozrušení na hranicích zrn krystalu, např. vlivem nesprávného tepelného zpracování, svařování).

- **Koroze při napětí** (nerovnoměrná, rozrušení vlivem mechanického narušení a napětí v kovu).

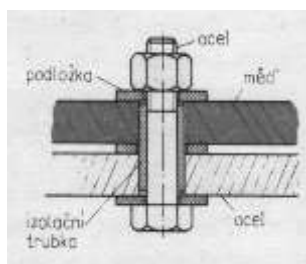


**Obrázek 13** Ukázka, jakým způsobem může materiál korodovat.[23]

Nezapomeňte, že korozi mohou podléhat i plasty. Dochází ke změně makromolekulárních struktur. Může to být vlivem tepla a záření (fyzikální vlivy), účinkem chemických látek nebo vlivem bakterií a plísní podléhají tlení a hnití).

#### 2.4.4 Ochrana proti korozi

Korozi můžeme zamezit různými způsoby. Kde to výroba umožňuje, je vhodné využívat **vhodné materiály** (plasty, korozivzdorné oceli nebo neželezné kovy). Tyto materiály jsou odolnější vůči korozi a prodlužují životnost výrobků. Druhým způsobem je **úprava korozního prostředí**. Je důležité regulovat teplotu, vlhkost vzduchu a vystavení slunečnímu záření. Použití pohlcovačů vlhkosti, inhibitorů koroze a ochranných atmosfér také pomáhá snižovat riziko. **Konstrukčními úpravami** (obrázek 14) se snažíme zamezit vzniku galvanického článku (dotyku 2 kovů), vyvarovat se ostrých úhlů, štěrbin, svárů. Nejdůležitější ochranou proti korozi jsou ovšem **povrchové úpravy**, které jsou podrobněji rozebrány v následujícím textu.[23]

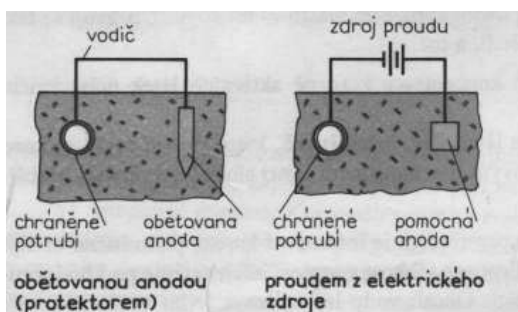


Obrázek 14 Ochrana proti korozi konstrukční úpravou[23]

**Povrchové úpravy** zahrnují **chemické úpravy** (fosfátování, chromátování, eloxování), kdy se vytvoří vrstvička oxidu. (vytváření vrstvičky oxidu). Důležitější úpravou je **pokovování**, kdy se na základní kov nanáší tenká vrstvička ušlechtilého kovu. Tato vrstvička musí mít dobré mechanické vlastnosti, být bez prasklin a mít dobrou přilnavost. Nanášení se provádí několika způsoby:[23]

- **Chemické pokovování** probíhá v lázních přímým vylučováním ochranného kovu (Cu, Ni, Zn, Sn, Au, Ag) na kov základní zpravidla účinkem silného redukovačla. Proces trvá dlouho.[23]
- **Elektrolytické pokovování** je **nejrozšířenější** způsob pokovování. Nanáší se především Cu, Zn, Cd, Ni, Cr, Sn, a Ag. Při tomto pokovování kov, kterým se pokovuje tvoří ANODU, kov, který chci pokovovat tvoří KATODU). **Anodická ochrana** spočívá v tom, že kov, který se elektrochemicky rozpouští (méně ušlechtilý) se spojí jiným ještě méně ušlechtlejším, který se rozpouští místo něho. Např. při pozinkování se rozpouští Zn namísto Fe. Teprve až se Zn rozpustí začne Fe korodovat.

Katodická ochrana spočívá v tom, že napětí galvanického článku, který vzniká mezi mezi méně ušlechtilým a ušlechtlejším kovem) se eliminuje vnějším neustále přiváděným napětím, zabráníme tak toku elektronů mezi elektrodami.[23]



Obrázek 15 Elektrochemická ochrana[23]

- **Pokovování ponorem** (žárové) je rychlý a jednoduchý způsob, povlaky jsou silné př. zinkování.
- **Stříkání (metalizace)** (stříkání rozžhaveného kovu na povrch materiálu (Zn, Al, Cu).)
- **Napařování** se odehrává za hlubokého vakua při vysoké teplotě mini vrstvička se super vlastnostmi (optika, elektrotechnika).
- **Mechanické nanášení** (tzv. plátování) povrch se potáhne nejčastěji olověným plechem, provádí se u vnitřních stěn reaktorů a míchadel.
- **Vytváření organických povlaků** (nanášení nátěrových hmot, plastů a pogumování).[23]

### Cvičení:

Vyber správné odpovědi

- 1) Co je koroze?
  - a) Změna barvy materiálu
  - b) Postupné rozrušování materiálů vlivem chemických nebo elektrochemických reakcí s okolním prostředím
  - c) Ztráta hmotnosti materiálu při vysokých teplotách
  - d) Zvýšení pevnosti materiálu vlivem chemických reakcí
- 2) Který typ koroze vzniká působením vodního filmu na povrchu kovu?
  - a) Půdní koroze
  - b) Biologická koroze
  - c) Atmosférická koroze
  - d) Fyzikální koroze
- 3) Jaký je rozdíl mezi chemickou a elektrochemickou korozí?
  - a) Chemická koroze probíhá v elektricky vodivém prostředí
  - b) Elektrochemická koroze probíhá v elektricky nevodivém prostředí
  - c) Chemická koroze probíhá v elektricky nevodivém prostředí, zatímco elektrochemická v elektricky vodivém
  - d) Chemická koroze je rychlejší než elektrochemická
- 4) Co znamená pasivace v kontextu koroze?
  - a) Proces, kdy materiál reaguje s vlhkostí a vytváří vrstvu oxidu
  - b) Vytvoření souvislé vrstvy oxidu, která chrání materiál před dalším postupem koroze
  - c) Proces rozpuštění méně ušlechtilého kovu

- d) Úprava povrchu kovu pomocí plastových povlaků
- 5) Jaký je **hlavní** rozdíl mezi rovnoměrnou a důlkovou korozí?
- a) Rovnoměrná koroze narušuje celý povrch kovu rovnoměrně, důlková koroze se soustřeďuje do určitých míst
  - b) Rovnoměrná koroze je způsobena chemickými reakcemi, důlková koroze je způsobena fyzikálními vlivy
  - c) Rovnoměrná koroze je pomalejší než důlková koroze
  - d) Rovnoměrná koroze postihuje pouze plasty, důlková koroze pouze kovy
- 6) Který z následujících materiálů je odolnější vůči korozi a často se používá pro prodloužení životnosti výrobků?
- a) Běžné oceli
  - b) Plasty
  - c) Kamenivo
  - d) Dřevo

**Řešení:**

1) b, 2) c, 3) c, 4) b, 5) a, 6) b

## 2.5 Zdroje nebezpečí v chemických provozech

Definujeme zde pojem **riziko**, které vyjadřuje pravděpodobnost, že dojde k nežádoucí události s nepříznivými následky. Je to vlastnost systému, kterou nelze zcela eliminovat a je spjata s nebezpečím. **Nebezpečí** (neboli zdroj rizika) je něco, co může způsobit škodu.[25]

Chemicko-technologický proces je rizikovým prostředím, v němž může dojít k ohrožení zdraví nebo života celou řadou způsobů: mechanickým úrazem, elektrickým proudem, teplem nebo mrazem (ohněm, párou, nebo teplonosnými médii), poleptáním, otravou, výbuchem, případně jiným způsobem.

U **poleptání** je důležité si zapamatovat, že horší a nebezpečnější je poleptání zásadami (např. hydroxid sodný). V první fázi není totiž bolestivé, postupuje mnohem více a rychleji do hloubky. Nastává zmýdelnění tukových vrstev pokožky a způsobuje tak těžce se hojící hluboké poranění kůže.[25]

**Otravy** se dělí na **akutní** (dojde k okamžitému překročení dávky, kterou organismus snese) a **chronické**, kdy dochází k dlouhodobé expozici malého množství a k hromadění v organismu (např. otrava těžkými kovy).[25]

Zdraví škodlivé látky nejsou jen látky jedovaté, hrozící akutní nebo chronickou otravou, ale např. i látky: karcinogenní (rakovinou tvorné), mutagenní (způsobují chybný přepis genetické informace), teratogenní (negativně působící na vyvíjející se dítě v děloze ženy), narkotické (útlum mozkové činnosti), dusivé a dráždivé.[25]

### 2.5.1 Nejčastější průmyslové škodliviny

- **Oxid uhelnatý (CO)** vytváří s hemoglobinem červených krvinek **karboxyhemoglobin**, kdy krev ztrácí schopnost přenášet kyslík. Dostavuje se svalová slabost, dušení, podrážděnost, bolesti hlavy a nervové potíže.[26]
- **Kyanovodík (HCN)** je velmi jedovatý a působí podobně jako CO. Zapáchá po hořkých mandlích.
- **Chlor (Cl<sub>2</sub>)** má dusivý účinek. Při vdechování reaguje s vlhkostí tkáně a vytváří HCl, (kyselina chlorovodíková, leptá sliznice) a aktivní kyslík. Vyvolávají záněty dýchacích cest a očí. V akutních případech vzniká plicní otok (edém plic), který končí smrtí.[26]

- **Amoniak** ( $\text{NH}_3$ ) silně dráždí dýchací cesty. Působí škodlivě i na nervovou soustavu, vyvolává dušnost, zvracení a křeče.[26]
- **Nitrosní plyny** ( $\text{NO}_x$ ) dráždí dolní cesty dýchací a leptají plicní sklípky. Při dlouhodobé malé expozici vyvolává průduškové astma.
- **Alkoholy** působí škodlivě na nervovou soustavu a narušují činnost zažívacího ústrojí a jater. Methanol způsobuje oslepnutí.
- **Sirouhlík** ( $\text{CS}_2$ ) se používá jako rozpouštědlo. Způsobuje velké zažívací a nervové poruchy a může vyvolat i poruchy zraku a ztrátu vědomí.
- **Sulfan** ( $\text{H}_2\text{S}$ ) je velmi jedovatý plyn, při vyšších koncentracích nebo při delším vdechování otupuje čich.
- **Aromatické aminy a nitrolátky** vyvolávají rakovinu močových cest. Nebezpečné jsou hlavně při současném požívání alkoholu. Aromatické nitrolátky způsobují krvácení z nosu a dásní, zmenšují počet červených krvinek a vyvolávají tzv. ganózu.
- **Rtut'** ( $\text{Hg}$ ) při akutní otravě způsobuje průjemy. Při chronické otravě krvácení z dásní, zánět. Podobné účinky má i **olovo** ( $\text{Pb}$ ).[26]

## 2.5.2 Identifikace škodlivin

**Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemikálií (GHS)** je systém, který byl vytvořen pro identifikaci nebezpečných chemikálií a pro informování uživatelů o těchto nebezpečích prostřednictvím **piktogramů** (obrázek 16) a vět na štítcích obalů (P-věty a H-věty) a prostřednictvím **bezpečnostních listů**. P-věty udělují pokyny pro bezpečné zacházení (např. P102 Uchovávejte mimo dosah dětí). H-věty popisují standardní věty o nebezpečnosti (např. H228 Hořlavá tuhá látka).[27]



Obrázek 16 Piktogramy popisující vlastnosti látek[27]

### 2.5.3 Hořlavé a výbušné látky

V této kapitole si nejprve definujeme několik pojmů. **Teplota vzplanutí** je teplota, kdy při přiblížení plamene nad nádobu s hořlavou kapalinou její páry vzplanou a zase uhasnou. **Teplota vznícení** je nejnižší teplota, při které hořlavá kapalina začne hořet otevřeným plamenem bez vnější iniciace. Při **samovznícení** je zdrojem energie pro ohřev látky na teplotu vznícení samozahřívání hořlaviny.[28]

Podle **teploty vzplanutí** dělíme hořlavé kapaliny do 4 tříd nebezpečnosti

- I. třída nebezpečnosti teplota vzplanutí do 21 °C
- II. třída nebezpečnosti nad 21 °C do 55 °C
- III. třída nebezpečnosti nad 55 °C do 100 °C
- IV. třída nebezpečnosti nad 100 °C do 250 °C

Hořlavé a vysoce hořlavé látky se liší v závislosti na teplotách, kterým musí být vystaveny, aby se mohly vznítit, tedy hořet. Pamatujte si, že vysoce hořlavé látky se vznítí při **nižších teplotách** než hořlavé látky. Tato specifická teplota, známá také jako bod vzplanutí, rozděluje tyto dva druhy hořlavin.[28]

- Hořlavé látky mají bod vzplanutí **vyšší** než 37,8 °C, ale **nižší** než 93,3 °C. Za normálních pracovních podmínek nezačnou vytvářet páry a nevznítí se.
- Vysoce hořlavé látky mají bod vzplanutí **nižší** než 37,8 °C a v běžném pracovním prostředí mají větší pravděpodobnost vznícení.

### 2.5.4 Požární trojúhelník

**Požární trojúhelník** znázorňuje tři základní podmínky nutné pro vznik a udržení požáru: Hořlavý materiál, oxidační prostředek a iniciační zdroj (obrázek 17). Když jsou **všechny tři** tyto strany přítomny, může dojít k požáru. Odstranění **jedné** strany trojúhelníku zastaví hoření.[29]



**Obrázek 17** Požární trojúhelník a podmínky pro vznik hoření[29]

Důležité je zde definovat rozdíl mezi hořením a explozí. **Hoření** uvolňuje energii relativně pomalu. Oproti tomu při **explozi** (výbuchu) dochází k uvolnění energie velmi rychle, plyny se prudce rozpínají a vzniká tlaková vlna. Zároveň hoření může přejít v explozi a naopak.[30]



**Obrázek 18** Schéma popisující stav směsi za různých podmínek .[30]

Všechny hořlavé látky jsou ve směsi se vzduchem výbušné jen uvnitř oblasti výbušnosti (obrázek 18). Pokud je koncentrace pod dolní mezí výbušnosti, není tato směs ani výbušná ani hořlavá. Pokud je koncentrace směsi nad horní mezí výbušnosti, je směs hořlavá jen za přístupu vzduchu, ale snadno se může stát výbušnou po odpovídajícím zředění se vzduchem.[30]

**Dolní mez výbušnosti** stanovujeme tedy jako nejnižší koncentrace hořlavého materiálu (obj. %) v určité směsi, při které může dojít za určitých podmínek k výbuchu. Naproti tomu **horní mez výbušnosti** je nejvyšší koncentrace hořlavého plynu ve směsi se vzduchem, při které směs ještě vybuchuje.[30]

Pro zjišťování mezí výbušností využíváme:[29]

- **Měření** (dokonalá informace, ale špatně dostupné)
- **Výpočet/odhad** (nejisté informace, dobrá dostupnost)
- **Převzetí publikovaných dat** (výborná dostupnost omezeného souboru dat)
  - Bezpečnostní datové listy
  - Sborníky fyzikálně chemických dat
  - Encyklopedie

## Cvičení

Úkol 1: Odpovězte na otázky

- 1) Co je teplota vzplanutí?
  - a) Nejnižší teplota, při které hořlavá kapalina začne hořet bez vnější iniciace
  - b) Nejvyšší teplota, při které může dojít k explozi
  - c) Teplota, při které při přiblížení plamene nad nádobu s hořlavou kapalinou její páry vzplanou a zase uhasnou
  - d) Teplota, při které dojde k samovznícení hořlaviny
- 2) Které tři základní prvky tvoří požární trojúhelník?
  - a) Hořlavý materiál, oxidační prostředek, iniciační zdroj
  - b) Voda, vzduch, oheň
  - c) Kyslík, vodík, uhlík
  - d) Hořlavý materiál, teplota, tlak
- 3) Jaká je dolní mez výbušnosti?
  - a) Nejvyšší koncentrace hořlavého plynu ve směsi se vzduchem, při které směs ještě vybuchuje
  - b) Nejnižší koncentrace hořlavého materiálu v určité směsi, při které může dojít za určitých podmínek k výbuchu
  - c) Nejnižší koncentrace hořlavého materiálu, při které směs není výbušná
  - d) Nejvyšší koncentrace hořlavého materiálu, při které směs není hořlavá

- 4) Jaké jsou metody zjišťování mezí výbušnosti?
- Měření, výpočet/odhad, převzetí publikovaných dat
  - Pouze měření
  - Pouze výpočet/odhad
  - Pouze převzetí publikovaných dat
- 5) Co popisuje H-věta v rámci GHS systému?
- Bezpečnostní opatření
  - Rizikové vlastnosti látky
  - Pokyny pro použití
  - Fyzikální vlastnosti látky

Úkol 2: **Doplňte větu:**

Když se spojí všechny strany požárního trojúhelníku přítomny, může dojít k \_\_\_\_\_.

Úkol 3: Pojmenujte piktogramu na obrázku?



**Řešení:**

Úkol 1: 1) c, 2) a, 3) b, 4) a, 5) b

Úkol 2: Když jsou všechny tři prvky požárního trojúhelníku přítomny, může dojít k **požáru**.

Úkol 3:



## 2.6 Látkové bilance ve směsích

Látkové bilance vyjadřují děje, které nastávají při přípravě, úpravě složení a směšování roztoků, či při chemických dějích. Vždy uvažujeme zákon zachování hmotnosti, tudíž bilanci můžeme vyjádřit takto:[9]

$$\text{hmotnost látky na vstupu} = \text{hmotnost látky na výstupu}$$

Přestože sem můžeme zahrnout i chemické děje, pro účely tohoto textu jsou zmíněny pouze látkové bilance v roztocích. Definujeme zde pojmy:

**Roztok** je homogenní soustava tvořená alespoň 2 složkami.

**Koncentrace** je míra relativního složení roztoku (množství zastoupení jednotlivých složek). Pro kapalné roztoky v laboratorní praxi se koncentrace vyjadřuje pomocí **hmotnostního zlomku**, procenta, případně látková koncentrace.

Pro kvantitativní vyjádření obsahu složky A v roztoku platí obecně následující vztahy:

$$w(A) = \frac{m(A)}{m} = \frac{m(A)}{V \cdot \rho} = \frac{n(A) \cdot M(A)}{V \cdot \rho}, \quad \% \text{hm. (A)} = 100 \cdot w(A)$$

$w(A)$  – hmotnostní zlomek látky A v roztoku o hmotnosti  $m$

$n(A)$  – látkové množství látky A  $M$  – molární hmotnost látky A

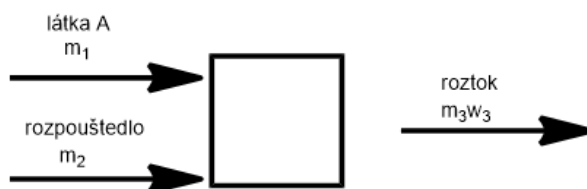
$V$  – objem roztoku  $\rho$  – hustota roztoku

Hmotnostní zlomek čisté látky  $w = 1$

Při úpravě složení roztoků mohou nastat nejčastěji následující případy:

### 2.6.1 Rozpouštění

Látka A je rozpouštěna rozpouštědlem za vzniku roztoku



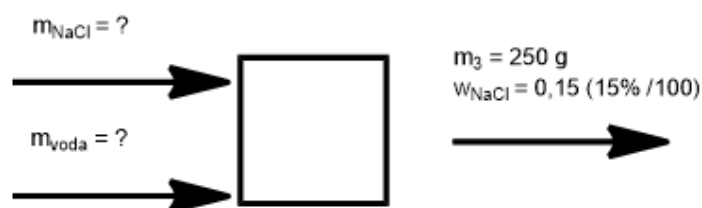
Bilanční rovnice pro složku A:  $m_1 = m_3 w_3(A)$

Bilanční rovnice pro rozpouštědlo:  $m_2 = m_3 w_3(\text{rozpuštědlo})$

Celková hmotnostní bilance:  $m_1 + m_2 = m_3$

**Příklad 1:** Vypočítejte hmotnosti složek na přípravu 250 g 15% roztoku NaCl

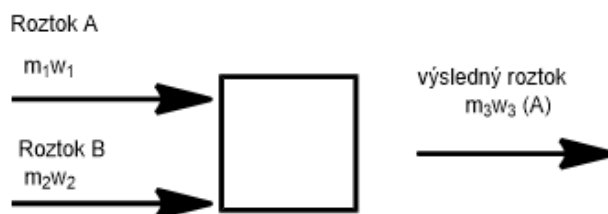
Řešení:



$$m(\text{NaCl}) = m_3 \cdot w(\text{NaCl}) = 250 \cdot 0,15 = \mathbf{37,5 \text{ g NaCl}}$$

$$m(\text{voda}) = m_3 - m(\text{NaCl}) = 250 - 37,5 = \mathbf{212,5 \text{ g vody}}$$

### 2.6.2 Směšování



Ukázka bilanční rovnice, kdy mícháme 2 roztoky se stejnou látkou, ale s různou

$$\text{koncentrací: } m_1 w_1(A) + m_2 w_2(A) = m_3 w_3(A)$$

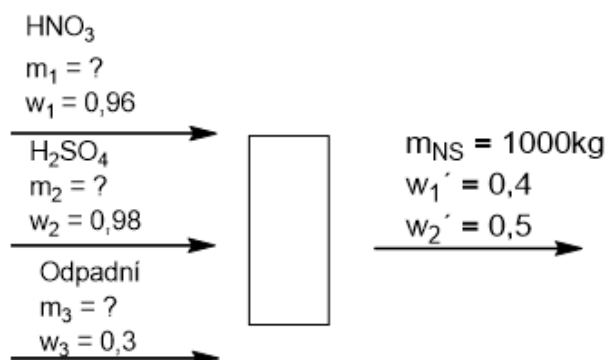
$$\text{Celková hmotnostní bilance: } m_1 + m_2 = m_3$$

#### **Příklad 1:**

Pro výrobu je nutno připravit 1000 kg NS (nitrační směs) o složení 40 hm%  $\text{HNO}_3$ , 50 hm%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 10 hm% vody. K dispozici je 96%  $\text{HNO}_3$ , 98%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 30%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  odpadní. Jakého množství jednotlivých kyselin je k přípravě NS zapotřebí?

$$[416,6 \text{ kg } 96\% \text{ HNO}_3, 477,9 \text{ kg } 98\% \text{ H}_2\text{SO}_4, 105,5 \text{ kg odp. } 30\% \text{ H}_2\text{SO}_4]$$

Řešení:



Bilance pro kyselinu dusičnou ( $\text{HNO}_3$ ):  $m_1 w_1 = m_{\text{NS}} w_1'$

$$m_1 = \frac{m_{\text{NS}} w_1'}{w_1}$$

$$m_1 = \frac{1000 \cdot 0,4}{0,96} = \mathbf{416,6 \text{ kg } 96\% \text{ HNO}_3}$$

Bilance pro kyselinu sírovou:  $m_2 w_2 + m_3 w_3 = m_{\text{NS}} w_2'$

Zároveň platí:  $m_1 + m_2 + m_3 = m_{\text{NS}}$

$$m_2 = m_{\text{NS}} - m_1 - m_3$$

$$m_2 = 1000 - 416,6 - m_3$$

$$m_2 = 583,4 - m_3$$

Dosazením získáme:  $(583,4 - m_3) w_2 + m_3 w_3 = m_{\text{NS}} w_2'$

$$583,4 w_2 - m_3 w_2 + m_3 w_3 = m_{\text{NS}} w_2'$$

$$583,4 w_2 - m_{\text{NS}} w_2' = m_3 (w_2 - w_3)$$

$$\frac{583,4 w_2 - m_{\text{NS}} w_2'}{(w_2 - w_3)} = m_3$$

$$m_3 = \frac{583,4 \cdot 0,98 - 1000 \cdot 0,5}{0,98 - 0,3} = \mathbf{105,5 \text{ Kg } 30\% \text{ odpadní } \text{H}_2\text{SO}_4}$$

$$m_2 = 583,4 - m_3 = 583,4 - 105,49 = \mathbf{477,9 \text{ kg } 98\% \text{ H}_2\text{SO}_4}$$

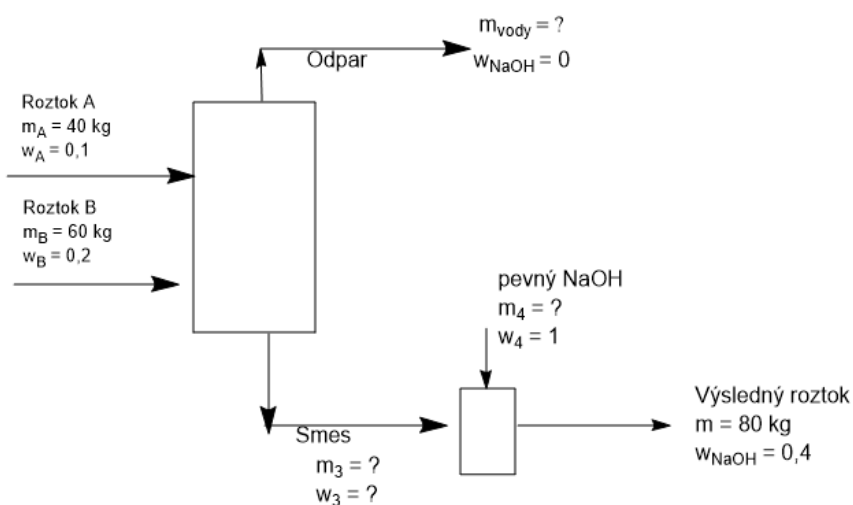
Na přípravu požadovaného roztoku je potřeba 416,6 kg 96%  $\text{HNO}_3$ , 477,9 kg 98%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 105,5 kg odp. 30%  $\text{H}_2\text{SO}_4$

### Příklad 2:

K reakci potřebujeme 80 kg 40% NaOH. K dispozici jsou odpadní roztoky A ( $m_A = 40$  kg, 10 hm%) a B ( $m_B = 60$  kg, 20 hm%) a pevný NaOH. Směs odpadních roztoků vstupuje do odparky, kde se odpaří část vody, zahuštěný roztok jde do mísiče, kde se dále zakoncentruje pevným NaOH. Vypočítejte kolik vody je nutno odpařit, kolik je nutno přidat pevného NaOH a koncentraci roztoku vycházejícího z odparky.

[36 kg vody, 16 kg, 25 %]

Řešení:



Hmotnostní bilance v odparce:  $m_A + m_B w_B = m_{\text{vody}} + m_3$

Po dosazení:  $100 = m_{\text{vody}} + m_3$

Bilanční rovnice pro NaOH:

$$m_A w_A + m_B w_B = m_{\text{vody}} w_{\text{NaOH}} + m_3 w_3$$

V odpařené vodě není NaOH ( $w_{\text{NaOH}} = 0$ ), proto se rovnice zjednoduší na:

$$m_A w_A + m_B w_B = m_3 w_3$$

Po dosazení:  $40 \cdot 0,1 + 60 \cdot 0,2 = m_3 w_3,$

$$m_3 w_3 = 16 \text{ Kg NaOH ve směsi vycházejícího z odparky}$$

Bilanční rovnice s přidáním pevného NaOH:

$$m_3 w_3 + m_4 w_4 = m w_{\text{NaOH}}$$

$$m_4 = \frac{mW_{\text{NaOH}} - m_3w_3}{w_4}$$

$$m_4 = \frac{80.0,4 - 16}{1} = \mathbf{16 \text{ kg pevného NaOH na přidání}}$$

Platí:  $m_3 + m_4 = m$

$$m_3 = m - m_4$$

$$m_3 = 80 - 16 = 64 \text{ kg roztoku po odpařené vody}$$

Pro  $m_{\text{vody}}$  odpařené platí:

$$100 - m_3 = m_{\text{vody}}$$

$$m_{\text{vody}} = 100 - 64$$

$$m_{\text{vody}} = \mathbf{36 \text{ kg odpařené vody}}$$

Koncentrace roztoku vycházejícího z odparky:

$$w_3 = \frac{m_{\text{NaOH}}}{m_3} = \frac{16}{64} = 0,25 \cdot 100 = \mathbf{25\%}$$

Je potřeba odpařit 36 kg vody, přidat 16 kg pevného NaOH a koncentrace roztoku vycházejícího z odparky je 25%.

## 3 Didaktický rozbor

### 3.1 Střední průmyslová škola chemická Pardubice

Střední průmyslová škola chemická v Pardubicích byla založena v roce 1945 krátce po skončení druhé světové války, jako odpověď na rostoucí potřebu kvalifikovaných odborníků v chemickém průmyslu. Původní zaměření školy bylo především na přípravu specialistů pro chemický průmysl, avšak postupem času se spektrum vyučovaných oborů rozšířilo. V současnosti SPŠCH Pardubice nabízí čtyřleté studijní obory, zakončené maturitní zkouškou:[31]

- Aplikovaná chemie (ŠVP – Chemicko-farmaceutická výroba, Analytická chemie, Analýza chemických a biologických materiálů, Forenzní technika a expertíza).
- Požární ochrana (ŠVP – Chemik požární ochrany, Požární prevence a bezpečnost práce).
- Bezpečnostně právní činnost (ŠVP – Forenzní věda, Ochrana osob a majetku).

Dále jsou v nabídce tříleté učební obory, zakončené získáním výučního listu: Chemik, Kadeřník.

Třetí skupinou nabízených oborů jsou dvouleté nástavbové programy pro absolventy učebních oborů, zakončené maturitní zkouškou: Vlasová kosmetika, **Chemik operátor**, Bezpečnostní služby.

Mimo těchto studijních oborů škola poskytuje zároveň rozsáhlou možnost doplňování profesních kvalifikací.

### 3.2 Komu je tento studijní text určen

Učební text je určen studentům nástavbového studia Chemik operátor. Vzhledem k povaze materiálu může text sloužit i studentům jiných oborů na průmyslových školách chemických.

### 3.3 Charakteristika oboru Chemik operátor

**Název oboru:** Chemik operátor

**Kód oboru:** 28-42-L/01

**Stupeň vzdělání:** střední vzdělání s maturitní zkouškou

**Délka a forma vzdělávání:** Dvouleté, kombinované

## **Popis oboru a výsledky vzdělávání**

Žáci jsou připraveni zajišťovat a posuzovat dílčí technologické procesy v chemické výrobě. Orientují se v základních pojmech a vztazích v chemických výrobcích. Rozumí fyzikálně-chemické podstatě dějů a operací. Jsou schopni kontrolovat průběh operací pomocí měřicí techniky, provádět látkové a energetické bilance, pracovat s technickou dokumentací, obsluhovat výrobní procesy, vést a vyhodnocovat provozní záznamy a dodržovat příslušné normy. V oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci jsou si schopni organizovat práci v chemických provozech se zřetelem na zachování kvality životního prostředí.[32]

Univerzálnost oboru umožňuje široké uplatnění žáků v průmyslových podnicích i v malých soukromých firmách a výzkumných pracovištích, v kontrolních laboratořích a na místech, kde jsou vyžadovány všestranné chemické a technické znalosti, dovednosti a rychlá přizpůsobivost. Žáci jsou dobře připraveni pro další vzdělávání na všech vysokých školách nebo fakultách zaměřujících se na studium chemických a technických oborů.[32]

Vzdělávání navazuje na absolvovaný obor Provozní chemik, nebo je určen pro absolventy dílčích profesních kvalifikací podle Národní soustavy kvalifikací. Je také určen pro zájemce, kteří již pracují a chtějí si doplnit kvalifikaci.[32]

### **3.4 Didaktická analýza předkládaného textu**

První část tohoto textu je v teoretické rovině věnována didaktickým metodám a jejich dělení, vymezení pojmů didaktický text a učebnice, funkci a strukturu učebnice. Následně jsou popisovány vlastnosti učebního textu a pravidla pro tvorbu textu učebnic.

V úvodu návrhu učebního textu byla pro studenty vypracována krátká „motivační kapitola“, která vysvětluje význam technické přípravy a její přesah do dalších oborů. Vlastní učební text je členěn do kapitol podle tematických celků, které jsou dále rozpracovány v jednotlivých podkapitolách. Členění jednotlivých podkapitol a kapitol není jednotné. Obecně lze říci, že každá kapitola začíná úvodem, poté následuje definice pojmů, které jsou následně chronologicky rozpracovány v podkapitolách podle tematických celků. V závěru každé podkapitoly je uvedeno krátké cvičení, které obsahuje soubor různých typů úkolů a otázek pro evaluaci pochopení dané problematiky. Součástí je i řešení, které je uvedeno hned pod ním.

První kapitola učebního textu se zabývá naukou o materiálu. V textu se nejprve nachází úvod dané problematiky konstrukčních materiálů a poté čtyři podkapitoly. V první podkapitole

jsou nejprve definovány vlastnosti materiálu, které jsou následně otestovány různými mechanickými zkouškami (druhá podkapitola). Třetí podkapitola se zabývá technologickými vlastnostmi, které jsou následně stručně rozvíjeny podkapitolou technologických zkoušek. Pojmy v celé kapitole jsou pečlivě definovány a vysvětleny pomocí názorných příkladů, případně u některých i formou obrázku. Uvedená praktická cvičení v závěru podkapitol pomáhají orientovat se v problematice. Didaktický cíle jsou zde naplněny a studenti mají po prostudování přehled o různých druzích materiálů, jejich fyzikálních, chemických, mechanických a technologických vlastnostech, o druzích materiálových zkoušek.

Druhá kapitola pojednává o vybraných konstrukčních materiálech a je členěna na 3 podkapitoly (železné kovové materiály, neželezné kovové materiály a nekovové konstrukční materiály). Tematický celek železné kovové materiály, velmi podrobně rozpracovává tematiku železa a oceli z důvodu velkého významu těchto materiálů pro průmysl. Nejprve jsou podrobně popsány důkladným výkladem výroby a vlastností materiálů a jsou dostatečně podpořeny grafickou stránkou (obrázky). V závěru se nachází opět opakovací cvičení. V podkapitole neželezné kovové materiály je proveden stručnější výklad všech pojmů, ale zcela zde chybí obrazový materiál. Vhodné obrázky by jistě zlepšily orientaci v problematice.

Podkapitola nekovové konstrukční materiály zahrnuje příklady materiálů a jejich stručný popis. Výklad zde nejde do moc velké hloubky. Největší prostor je tu věnován problematice plastů. Je zde uveden stručný přehled nejpoužívanějších plastů s jejich praktickým využitím. Větší pozornost by zde mohla být směřována na obrazový materiál, který se zde vyskytuje v omezené míře. V závěru se zde opět nachází tematické cvičení. Po prostudování kapitoly bude student vědět, jak se vyrábí železo a ocel. Jakým způsobem tyto materiály využíváme. Bude schopen posoudit vhodnost použití materiálu na konkrétní zařízení.

Třetí kapitola se zabývá korozi. Na úvod je zde definován pojem koroze, poté je zde koroze rozdělena na několik typů. Nejvýznamnější typy koroze jsou následně podrobněji rozpracovány v následující podkapitole. Pro ilustraci je výklad podpořen dostatečným obrazovým materiálem. Další podkapitoly se věnují postupně hodnocení účinků koroze a dostatečně je rozpracována i ochrana proti korozi, která je pro názornost podpořena obrázky. V podkapitolách se opět na konci nachází otázky k procvičení problematiky. Prostudováním problematiky koroze jsou studenti schopni vybrat nejvhodnější materiál pro

zařízení s ohledem za jakých podmínkách bude zařízení fungovat. Zároveň bude schopen předcházet vzniku koroze vhodnou úpravou povrchu.

Předposlední kapitola se věnuje zdrojům nebezpečí v chemických podnicích. V úvodu jsou vykládány nejdůležitější pojmy dané problematiky (otravy, poleptání atd.). Následně je zde předložen přehled škodlivin s jejich účinky. Následná podkapitola se věnuje identifikaci sloučenin pomocí piktogramů, které je procvičováno v opakovacím cvičení. Velká pozornost je tu věnována tématice požáru a jeho vzniku, kde jsou nejprve definovány hořlavé látky a jejich hořlavost, následně jsou popisovány i podmínky pro vznik hoření nebo výbuchu a požární trojúhelník. Obrazový materiál v této kapitole vhodně ilustruje výkladovou část. Studenti se po prostudování problematiky budou schopni bezpečně pohybovat v prostorách chemických výroby, budou si vědomi rizika a nebezpečí, které tyto provozy představují, a budou umět správně reagovat v nouzových situacích.

Poslední kapitola je věnována látkovým bilancím. Jsou zde definovány pojmy a teorie jednotlivých typů bilancí v roztoku. Pro názornou ukázkou jsou tu uvedeny praktické příklady i se vzorovým řešením. Schopnost provádění chemických výpočtů je jedna z klíčových kompetencí studenta chemických oborů.

Student by prostudováním celého učebního textu měl získat základní přehled o významu technické přípravy, vlastnosti a klasifikaci materiálů, bezpečnosti v chemickém průmyslu a bude schopný provádět výpočty při látkových bilancích

Při vytváření celého textu jsem se snažila aplikovat v teorii definovaná pravidla pro tvorbu učebního textu. Jazyková stránka byla přizpůsobena středoškolské úrovni. Snažila jsem se zamezit používání příliš odborných slov, nepoužívat příliš dlouhá souvětí.

Snažila jsem se dodržovat zásady soustavnosti a přiměřenosti, kdy je text řazen v logické posloupnosti, spojovat teorii s praxí (řešené výpočetní příklady, zásadu názornosti (obrazový materiál). V závěru podkapitol jsou přítomny opakující vědomostní otázky, které odpovídají zásadě cílevědomosti.

Tento učební text dle mého názoru splňuje parametry didaktického učebního textu.

## 4 Závěr

V této práci jsem se zaměřila na přípravu učebního textu pro předmět Technická příprava v rámci nástavbového studia oboru Chemik operátor na Střední průmyslové škole chemické. S ohledem na ŠVP.

V teoretické části jsem se zabývala didaktickými metodami, zásadami tvorby učebních textů a vlastnostmi didaktického textu, čímž jsem stanovila teoretický rámec pro vytvoření vzdělávacího materiálu. V části věnované vlastnímu didaktickému textu byla v jednotlivých kapitolách popsána problematika konstrukčních materiálů se zaměřením na chemický průmysl. Byly vymezeny příčiny koroze a způsoby jejího řešení. Byly popsány zdroje nebezpečí v chemických provozech a látkové bilance v roztocích formou výpočtů. V jednotlivých kapitolách byla kladena pozornost na výkladovou část, která byla doplněna tematickými schémata a obrázky pro vizuální znázornění probírané látky. V závěru každé kapitoly byl text doplněn o kontrolní testové otázky a úkoly pro upevnění látky a lepší orientaci v problematice.

Základní motivací vytvoření návrhu učebního textu byla absence zpracování uceleného přehledu témat probíraných v rámci předmětu Technická příprava na Střední průmyslové škole chemické Pardubice. Návrh tohoto učebního textu vychází z citované literatury a z vlastních zkušeností. Tato práce je navržena tak, aby studentům usnadnila studium, ale také, aby učitelům poskytl kvalitní podklad pro výuku.

## 5 Přehled použité literatury

- [1] J. Skalková, *Obecná didaktika*. Grada Publishing, a.s., 2007.
- [2] J. P. Maňák, „Aktivizující výukové metody“. Viděno: 16. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/14483/AKTIVIZUJICI-VYUKOVE-METODY.html>
- [3] Ing. Jan Kopřiva, „Učební text pro výuku odborného předmětu“, Praha, 2015.
- [4] J. Čáp a J. Mareš, *Psychologie pro učitele*, 1. vydání., Portál, Praha, 2001.
- [5] J. Průcha, *Moderní pedagogika*, Portál, Praha 1997.
- [6] O. Lepil, *Lepil teorie a praxe tvorby výukových materiálů*, 1. vydání, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc 2010.
- [7] J. Průcha, *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média*. Paido, Brno 1998.
- [8] M. M. Klečka, „Teorie a praxe tvorby učebnic chemie pro střední školy“, Univerzita Karlova, Praha, 2011.
- [9] F. Hovorka, *Technologie chemických látek*, 1. vyd. , Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2005.
- [10] O. Bothe, *Strojírenská technologie I.*, SNTL, Praha, 1983.
- [11] P. Kolenko, „Úvod do fyziky pevných látek“, České vysoké učení technické, 2023. doi: 10.14311/bk.9788001071397.
- [12] M. a kol. Hluchý, *Strojírenská technologie 1, Nauka o materiálu*. Praha: SNTL, 1978.
- [13] K. Procházka, „Zkoušky technologických vlastností materiálu“, Opava, 2011. Viděno: 16. červen 2024. [Online]. Dostupné z: [https://www.sspu-opava.cz/static/UserFiles/File/\\_sablony/KOM\\_III/VY\\_52\\_INOVACE\\_J-05-30.pdf](https://www.sspu-opava.cz/static/UserFiles/File/_sablony/KOM_III/VY_52_INOVACE_J-05-30.pdf)
- [14] Pedagogická fakulta Masarakovy univerzity v Brně, „Výroba železa“. Viděno: 17. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/zfc/vyroby/vyroba-zeleza.pdf>
- [15] W. NUTSCH, *Příručka pro truhláře*, 2. Praha: Europa-Sobotáles cz., 2006.
- [16] V. Pryček, „Výroba oceli“, Frýdek-Místek, 2013.

- [17] „Technické materiály-Výroba železa“, Ostrava. Viděno: 17. červen 2024. [Online]. Dostupné z: [https://www.spszengrova.cz/wp-content/uploads/2020/04/ZAV1-Technicke\\_materialy\\_Vyroba\\_zeleza.pdf](https://www.spszengrova.cz/wp-content/uploads/2020/04/ZAV1-Technicke_materialy_Vyroba_zeleza.pdf)
- [18] V. D. : Kratochvíl B., Švorčík V, a Vojtěch D., *Úvod do studia materiálů*, 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2005.
- [19] EARPLUGS, „Brýle proti modrému světlu“. Viděno: 18. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.earplugs.cz/bryle-proti-modremu-svetlu/bryle-proti-modremu-svetlu-derek/>
- [20] BIMOOBJECT, „Single Hung Windows“. [Online]. Dostupné z: <https://www.bimobject.com/cs/categories/windows/single-hung-windows?software=revit>
- [21] DEPOSITPHOTOS, „Chemické laboratorní sklo“. Viděno: 18. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://depositphotos.com/cz/photos/chemick%C3%A9-laboratorn%C3%AD-sklo.html>
- [22] Z. Křupalová, *Nauka o materiálech pro 1. a 2. ročník SOU učebního oboru truhlář*. Praha: Sobotáles, 2004.
- [23] „Koroze“, Ostrava. Viděno: 17. červen 2024. [Online]. Dostupné z: [https://www.spszengrova.cz/wp-content/uploads/2020/04/Koroze1\\_VEC.pdf](https://www.spszengrova.cz/wp-content/uploads/2020/04/Koroze1_VEC.pdf)
- [24] Hluchý a kol., *Strojírenská technologie 2 - Polotovary a jejich technologičnost*. Praha: SNTL, 1979.
- [25] M. a kol. Bockler, „Chemická rizika. Identifikace a hodnocení rizik; Navrhovaná opatření“, Česká republika, 2024. Viděno: 18. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://vubp.cz/soubory/produkty/publikace-ke-stazeni/chemicka-rizika.pdf>
- [26] Hasičský záchranný sbor České republiky, „Nebezpečné chemické látky“. Viděno: 17. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/prostredky-individualni-ochrany-nebezpecne-chemicke-latky.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>
- [27] Příspěvatelé Wikipedie, „Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemikálií“. Viděno: 17. červen 2024. [Online]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Glob%C3%A1ln%C4%9B\\_harmonizova](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Glob%C3%A1ln%C4%9B_harmonizova)

n%C3%BD\_syst%C3%A9m\_klasifikace\_a\_ozna%C4%8Dov%C3%A1n%C3%AD\_chemik%C3%A1li%C3%AD&oldid=23321685

- [28] BOZP, „Hořlavé a vysoce hořlavé látky (kapaliny). Rozdíly, klasifikace, bod vzplanutí a vznícení". Viděno: 17. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/aktuality/horlave-a-vysoce-horlave-latky/>
- [29] HZS Olomouckého kraje, „Požární prevence Hořlavé látky, Stavby", 2014. Viděno: 17. červen 2024. [Online]. Dostupné z: [https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/jednotky\\_sdh\\_obci/F\\_ZOP\\_JSDHO\\_cervenec\\_2014/4\\_PRE\\_karel\\_kotek/4.1-4.6\\_PBS.pdf](https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/jednotky_sdh_obci/F_ZOP_JSDHO_cervenec_2014/4_PRE_karel_kotek/4.1-4.6_PBS.pdf)
- [30] SCHIESSL, „Meze výbušnosti", 2019. Viděno: 17. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.schiessl.cz/soubor-meze-vybusnosti-6762-.pdf>
- [31] SPŠCH, „Historie školy". Viděno: 18. červen 2024. [Online]. Dostupné z: <https://www.spsch.cz/informace-o-skole/historie-skoly/>
- [32] Střední průmyslová škola chemická Pardubice, „ŠVP Chemik operátor RVP 28-42-L/51 Chemik operátor".