Obsah učiva

1. **Úvod, obsah a význam předmětu**
2. **Vlastnosti technických materiálů**
3. **Základní pojmy a fyzikální zákony důležité pro vytápění a klimatizaci**
4. **Jednotlivé druhy technických materiálů**
5. **Povrchové úpravy výrobků**
6. **Zkoušení technických materiálů**

Význam předmětu

Předmět Materiály poskytuje základní přehled o materiálech používaných ve stavebnictví, jejich vlastnostech a zkouškách. Znalost materiálů a jejich vlastností je základní podmínka pro úspěšnou práci řemeslníka. Pokud nebudeme znát vlastnosti materiálů, nedokážeme zvolit ten nejvhodnější a můžeme způsobit zbytečné škody.

Požadované pomůcky:

1. **sešit formátu A4 (297×210 mm), čtverečkovaný,**
2. **propisovací tužka,**
3. **obyčejná tužka nebo pentilka,**
4. **guma,**
5. **pravítko.**

Zásady zápisu elektronických učebních materiálů

Do sešitu si zapíšeme veškeré tučně psané texty a zakreslíme veškeré obrázky, pokud vyučující neřekne jinak. Text psaný slabou kurzívou je pro zápis nepovinný, zapíšete si jej na základě vlastního uvážení.

Veškeré učební materiály lze nalézt na webu:

iucebna.kakov.cz

Toto je kompletní webová adresa a pro její načtení je nutné ji zadat do příkazového pole webového prohlížeče (např. Internet Explorer), nikoliv vyhledat prostřednictvím vyhledávače (např. google.cz).

Alternativně lze stáhnout ze serveru „uloz.to“ soubor „MTR1-SOUPLZEN.zip“.

Přehled technických materiálů

Dělení technických materiálů

- Kovy
  - Železné
  - Neželezné
- Nekovy
  - Dřevo
  - Textil
  - Pryž
  - Keramika
  - Sklo
  - a další
- Plasty
  - Termoplasty
  - Reaktoplasty
  - Elastomery
- Pomocné látky
  - Paliva
  - Chladiva
  - Maziva
  - Brusiva
  - Plyny
  - a další

Kovy

Kovy jsou materiály vyráběné obvykle hutnickým způsobem (tavením). Jsou to krystalické látky o vysoké hustotě s pevnými vnitřními vazbami. *I přes velké rozšíření plastů a snahu o návrat k přírodním materiálů (zejména dřevo) jsou dodnes kovy nenahraditelným materiálem.* **Kovy vynikají zejména vysokou pevností, teplotní odolností, tepelnou a elektrickou vodivostí. Nevýhodou kovů je vyšší cena.**

Železné kovy – jsou to kovy, jejichž hlavní složkou je železo (Fe) a dále uhlík (C). Jedná se o ocel (obsah uhlíku do 2%) nebo litinu (nad 2% uhlíku).

Neželezné kovy – jsou to všechny kovy, které nemají jako svůj základ železo. Např. hliník (Al), měď (Cu), olovo (Pb), cín (Sn), zinek (Zn), stříbro (Ag), zlato (Au).

Nekovy

Jedná se o velmi širokou škálu materiálů od přírodních (dřevo, kaučuk) až po zcela syntetické (plasty). Tomu odpovídá i velmi široká škála vlastností. **Patří sem veškeré materiály, které nejsou kovové.**

Plasty

Plasty patří mezi nekovy, protože se v druhé polovině 20. stol. velmi rozšířily a staly nenahraditelnými, jsou zařazeny do samostatné skupiny. **Jejich největší předností je nízká cena, ale také nízká tepelná i elektrická vodivost a vysoká odolnost proti korozi. Nevýhodou je nízká pevnost a teplotní odolnost.**

Kompozitní materiály

Jsou to materiály vzniklé spojením více druhů materiálů. *Např. železobeton (obsahuje ocel a beton), sklolaminát (skelná vlákna a plastová pryskyřice), vícevrstvé potrubí (plast a hliník).*

Vlastnosti technických materiálů

Dělení vlastností materiálů

- Fyzikální
  - Hustota
  - Teplota tavení a tuhnutí
  - Teplotní roztažnost
  - Tepelná vodivost
  - Elektrická vodivost
- Mechanické
  - Pevnost
  - Pružnost
  - Tvrdost
  - Houževnatost
- Technologické
  - Slévatelnost
  - Svařitelnost
  - Obrobitelnost
  - Odolnost proti opotřebení
- Chemické
  - Korozivzdornost
  - Žáruvzdornost
  - Žárupevnost

Vlastnosti materiálů jsou nejvíce ovlivněny původem, složením a způsobem zpracování. Přírodní materiály obvykle podléhají zkáze rychleji než umělé. Přírodní materiály obsahují přirozené vady a nelze měnit jejich vlastnosti. Umělé materiály někdy vypouštějí do životního prostředí škodlivé látky (zejména nekvalitní plasty a některé kovy).

Při výběru nejvhodnějšího materiálu je nutné nejprve stanovit podmínky, které na něj budou kladeny, a poté vybrat nejlevnější materiál, který dané podmínky splňuje.

Příklad – najděte nejvhodnější materiál pro tepelnou síť dopravující nekorozivní horkou vodu o teplotě 130°C. Na výběr máme potrubí z polypropylenu (plast), z oceli nebo zlata. Nejprve seřadíme materiály podle vlastností od nejlepšího po nejhorší:

Vlastnost:	Teplotní odolnost	Odolnost proti korozi	Cena
1.	ocel	zlato	plast – nejlevnější
2.	zlato	plast	ocel
3.	plast (max. 100°C)	ocel	zlato – nejdražší

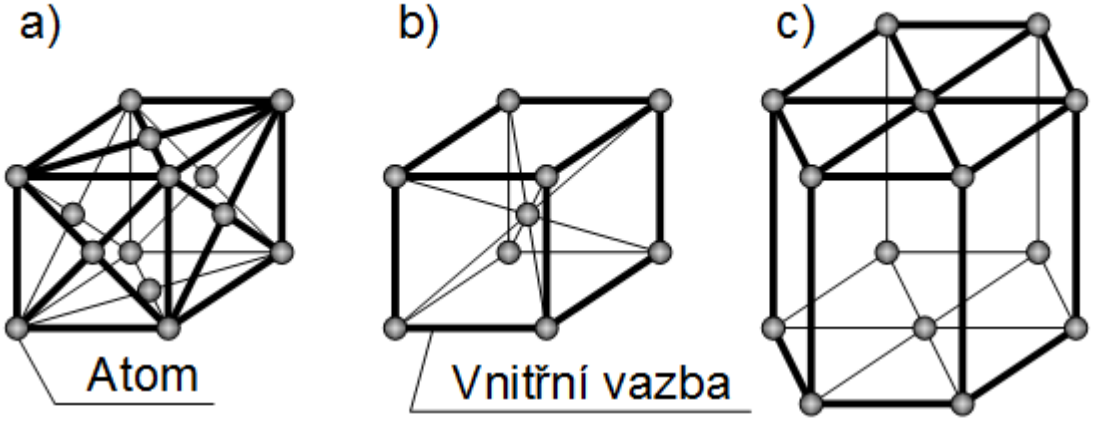
Zvolíme materiál – proč?: **ocel – nejlépe vyhovuje zadaným podmínkám**

Nezvolíme – proč?: **plast – nevydrží teplotu 130°C, zlato – příliš drahé**

Poznámka: zlato je mezi navrženými materiály záměrně jako ilustrativní příklad, aby i žák prvního ročníku rozeznal materiál, který sice nekoroduje, ale je velmi drahý.

Vnitřní struktura

Chemické složení a zpracování úzce souvisí s vnitřní strukturou materiálu, tj. uspořádáním jednotlivých atomů a jejich vzájemných vazeb. Vnitřní struktura velmi ovlivňuje mechanické vlastnosti materiálu. Krystalickou (tuhou) strukturu mají především kovy. Příkladem uspořádání může být krychelná (a), krystalová (b) nebo šesterečná (c) krystalická mřížka. Pokud materiál zahřejeme, začnou atomy kmitat (materiál měkne a ztrácí pevnost), dalším zahřátím dochází k uvolnění vazeb a materiál zkapalní. Dalším zahřátím se vazby zcela rozpadnou a materiál přechází do plynného skupenství. Čím více se materiál zahřeje, tím rychleji atomy kmitají.



Fyzikální vlastnosti

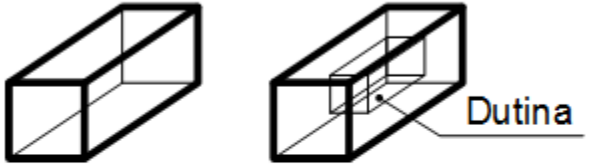
- **Hustota – vyjadřuje poměr hmotnosti látky a jejího objemu bez mezer, pórů a dutin. Udává se v kg/m^3 zejména u homogeních látek.**

Materiál	**ocel**	**litina**	**měď**	**hliník**
Hustota (kg/m^3)	**7 850**	**7 200**	**8 960**	**2 700**
Materiál	**plasty**	**voda**	**polystyren**	**plyny**
Hustota (kg/m^3)	**900 – 2 000**	**1 000**	**40 - 80**	**0,5 - 2**

Poznámka: u polystyrenu uvedena objemová hmotnost.

- **Objemová hmotnost – je to hustota se zahrnutím objemu mezer, pórů a dutin.**

Na obrázku jsou dvě tělesa stejných rozměrů ze stejného materiálu. V jednom tělese je dutina naplněná vzduchem. Hustotu mají obě tělesa stejnou, ale objemovou hmotnost rozdílnou.



- **<u>Teplota tavení</u> – představuje teplotu, při jejímž překročení dochází k přechodu z pevného do kapalného skupenství.** *Pro úspěšné roztavení je nutné vyvinout výrazně vyšší teplotu (plamen autogenu má cca. 3 100°C).*

Materiál	ocel	litina	měď	cín	plasty
Teplota tavení (°C)	1 539	1 200	1 083	232	190 – 270

- **<u>Tepelná vodivost</u> – je to schopnost materiálu přenášet tepelnou energii.** *Materiály s vysokou tepelnou vodivostí (kovy, např. měď, hliník) se používají pro výrobu radiátorů nebo výměníků. Materiály s nízkou tepelnou vodivostí (např. polystyren, skelná vlna) se využívají jako tepelně izolační materiály.*

- **<u>Elektrická vodivost</u> – je to schopnost materiálu přenášet elektrický proud. Dobrým vodičem elektřiny je měď.** *Hliník je sice dobrý vodič, ale dnes se již nesmí používat, protože vlivem roztažnosti docházelo k uvolňování hliníkových vodičů ze svorek. Materiály, které nevedou elektrický proud nazýváme izolanty (např. sklo, dřevo, plasty, keramika).*

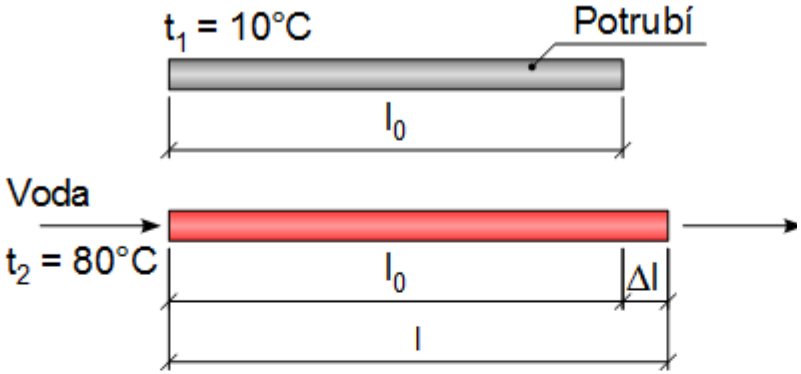
- **<u>Teplotní roztažnost</u> – pokud materiál zahříváme dochází ke zvětšení jeho objemu, pokud ochlazujeme, objem se zmenšuje. Protože potrubí má velkou délku a velmi malou šířku (průměr), hovoříme u potrubí o tzv. délkové teplotní roztažnosti, kdy řešíme změnu délky a zcela zanedbáváme změnu průměru. Pokud se potrubí ohřeje, zvětší se jeho délka. Pokud ochladí, délka se zmenší.**

Přírůstek délky při změně teploty se vypočte dle vzorce:

$$\Delta l = l_o \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1)$$

Δl	**Rozdíl délek (mm), tj. přírůstek/úbytek délky**	Δt	**Rozdíl teplot** $\Delta t = t_2 - t_1$
l_0	**Původní délka (m) při montáži**	t_1	**Teplota vzduchu při montáži**
α	**Součinitel délkové teplotní roztažnosti (mm/m·K)**	t_2	**Nejvyšší teplota dopravovaného média při provozu**

Schéma roztažnosti



Hodnoty součinitel délkové teplotní roztažnosti

Materiál	ocel	měď, nerez	PVC, PVC-C	PB, PVDF	Al/PEX
α (mm/m·K)	0,012	0,017	0,08	0,12	0,02

Materiál	PP	PEX	HDPE (PE100)	LDPE (PE40)
α (mm/m·K)	0,15	0,18	0,20	0,26

Poznámka: označení HDPE zahrnuje PE80 i PE100

Výpočet prodloužení

$$\Delta l = l_o \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1)$$

Při výpočtu prodloužení potrubí je nutné dosadit do výše uvedeného vzorce správné teploty. Teplotu vzduchu v době montáže (t_1) a teplotu dopravovaného média (t_2), tj. vody, páry nebo vzduchu. Protože v době přípravy stavby obvykle nevíme, jaká bude teplota vzduchu při montáži potrubí, můžeme volit nejhorší možné teploty. Stavební práce (včetně montáže potrubí) mohou probíhat při teplotách nejméně 5°C. V českých klimatických podmínkách můžeme za maximální teplotu při montáži považovat 35°C. Studená voda má teplotu 5 – 15°C, teplá voda 45 – 60°C. Teplotu topné vody je nutné zjistit z projektové dokumentace, obvykle není vyšší než 90°C.

Z výše uvedeného vyplývá, že **nejvyšší rozdíl teplot vychází:**

studená voda –30°C (5-35), teplá voda 55°C (60-5), vytápění 85°C (90-5).

<u>Příklad výpočtu prodloužení potrubí (1):</u>

Vypočítejte hodnotu prodloužení potrubí teplé a studené vody. Délka potrubí v době montáže 10 m. Výpočet proveďte pro ocelové a plastové (PPR) potrubí.

a) Výpočet pro ocelové potrubí.

Studená voda: $\Delta l = l_o \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1) \rightarrow \Delta l = 10 \cdot 0{,}012 \cdot (-30) = \underline{-3{,}6\ mm}$

Teplá voda: $\Delta l = l_o \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1) \rightarrow \Delta l = 10 \cdot 0{,}012 \cdot 55 = \underline{6{,}6\ mm}$

b) Výpočet pro plastové potrubí.

Studená voda: $\Delta l = l_o \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1) \rightarrow \Delta l = 10 \cdot 0{,}15 \cdot (-30) = \underline{-45\ mm}$

Teplá voda: $\Delta l = l_o \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1) \rightarrow \Delta l = 10 \cdot 0{,}15 \cdot 55 = \underline{82{,}5\ mm}$

Příklad výpočtu prodloužení potrubí (2):

Vypočítejte hodnotu prodloužení potrubí vytápění. Délka potrubí v době montáže 20 m. Teplota topné vody 90°C. Potrubí bude zhotoveno z mědi.

$$\Delta l = l_o \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1) \rightarrow \Delta l = 20 \cdot 0{,}017 \cdot 85 = \underline{28{,}9\ mm}$$

Příklad výpočtu prodloužení potrubí (3):

Vypočítejte hodnotu prodloužení potrubí vytápění. Délka potrubí v době montáže 20 m. Teplota topné vody 50°C. Potrubí bude zhotoveno z mědi.

$$\Delta l = l_o \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1) \rightarrow \Delta l = 20 \cdot 0{,}017 \cdot (50 - 5) = \underline{15{,}3\ mm}$$

Chemické vlastnosti

K opotřebení materiálů dochází také chemickou cestou. To znamená, že různí činitelé (chemikálie, vlhkost, vzduch, UV záření) způsobují změnu chemického složení nebo narušení vzájemných vazeb molekul. *Při výběru vhodných materiálů je nutné zohlednit také jejich chemickou odolnost, zda materiál vyhovuje, se dozvíme v podkladech výrobce.*

Korozivzdornost

Je to schopnost materiálu odolávat narušení povrchových vrstev chemickými vlivy. Blíže viz „Koroze“.

Žáruvzdornost

Materiály vystavené vysoké teplotě mění své mechanické vlastnosti a také může docházet ke koroznímu narušení povrchu. *Při zahřívání se zvyšuje rychlost a délka kmitání jednotlivých molekul, tím dochází ke zvětšení objemu a snížení tuhosti vzájemných vazeb. Materiál měkne. Při hoření dochází ke vzniku celé řady agresivních chemikálií (včetně kyselin). Pokud je zdroj tepla (hoření) neoddělený od sledovaného materiálu narušují tyto chemikálie povrch materiálu a může dojít i k úplnému zničení. Samotné působení vysoké teploty může způsobit urychlení koroze.*

Požadavky na žáruvzdorné materiály:

- *odolnost proti vysokým teplotám,*
- *nízká teplotní roztažnost,*
- *odolnost proti náhlé změně teploty,*
- *dostatečná pevnost i při vysokých teplotách,*
- *odolnost proti agresivitě prostředí.*

Mezi žáruvzdorné materiály řadíme zejména některé druhy keramiky (šamot, dinas, magnéziová staviva). Za žáruvzdorné považujeme keramické výrobky, které se deformují vlivem vlastní hmotnosti při vyšší teplotě než 1500°C. Používají se pro vyzdívání pecí, topenišť apod.

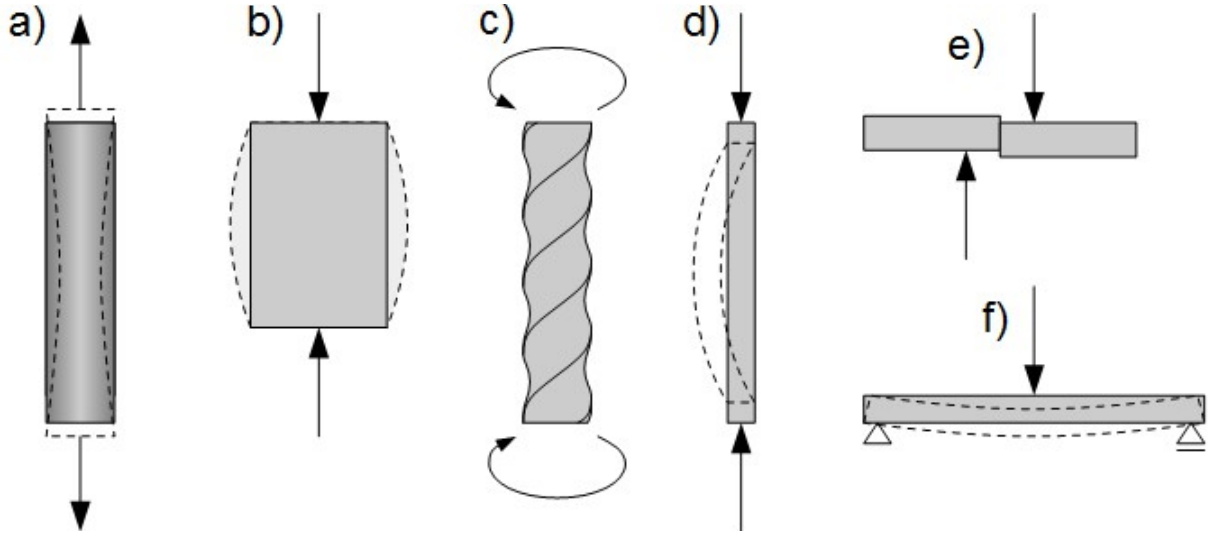
<u>Žárupevnost</u>

Žárupevné jsou materiály, které musí přenášet za vysokých teplot velké zatížení. Nestačí odolnost proti vlastní váze jako v případě žáruvzdorných materiálů.

Mechanické vlastnosti

Popisují schopnost materiálu odolávat násilné změně tvaru. Jednotkou je Pascal.

- **Pevnost – udává napětí potřebné k porušení materiálu. Druhy pevností podle namáhání: a) v tahu; b) v tlaku; c) v krutu; d) ve vzpěru; e) ve střihu; f) v ohybu.**



- **Pružnost – vyjadřuje sílu (napětí) potřebnou k vytvoření požadované deformace (změny tvaru).** Poznatků pružnosti se využívá k ověření povolené deformace konstrukčních prvků (např. maximální průhyb stropu). Některé materiály považujeme za pružné (plasty, ocel, tvárná litina), tzn. při zatížení dochází k deformaci a po odtížení se materiál vrací do původního tvaru. U pružného materiálu může dojít k trvalé (tzv. plastické) deformaci při překročení určitého zatížení. **Některé materiály jsou nepružné, tzv. křehké (sklo, litina, keramika, kalená ocel), tzn. při zatěžování materiál praskne.**

- **Tvrdost – je schopnost materiálu odolávat vniku cizího tělesa. Mezi tvrdé materiály patří většina kovů, keramika, sklo.** *Podle míry tvrdosti lze odhadnout jiné vlastnosti, zejména pevnost.* **Tvrdé materiály bývají pevné, ale křehké.**

- **Houževnatost – je opakem křehkosti. Houževnatý materiál nepraská při deformaci ani při úderu.** *Vyjadřuje, jak velké úsilí vyžaduje opracování nebo dělení materiálu.* **Mezi houževnaté materiály patří ocel a některé neželezné kovy.**

Technologické vlastnosti

Technologické vlastnosti popisují vhodnost materiálu pro určitý druh zpracování. Dle těchto vlastností určují technologové čas potřebný k opracování, druh a provedení pracovních nástrojů, rychlost provádění opracování a jiné.

- **Tvárnost – schopnost materiálu měnit svůj tvar působením vnějších sil, aniž by se materiál porušil.** *Rozlišujeme tvárnost za tepla nebo za studena podle zpracování materiálu. Tvářením se nejčastěji zpracovává ocel, měď nebo hliník. Křehké materiály nelze tvářet.*

- **Slévatelnost – schopnost roztaveného kovu vyplnit veškeré dutiny a záhyby ve formě.** *Odléváním se nejčastěji zpracovává ocel, litina, mosaz, bronz nebo hliník.*

- **Obrobitelnost –** *chování materiálu během obrábění.* **Popisuje,** *jak je materiál odolný proti působení sil,* **jak rychle se opotřebuje obráběcí nástroj.**

- **Svařitelnost – schopnost materiálu roztavit se a v tekutém stavu se dokonale prolnout a vytvořit pevný spoj.** *Svařováním spojujeme ocelové nebo plastové potrubí. Svařovat lze pouze materiály jednoho druhu. Nelze svařovat např. litinu s ocelí nebo polypropylén s polyethylénem.* **Pro výrobu trub se zaručenou svařitelností se využívají oceli s obsahem uhlíku max. 0,2% (nízkouhlíkové oceli).**

- **Odolnost proti opotřebení – vzájemným třením materiálů různých součástí dochází k „obroušení“ třených ploch.** *To má za následek poškození povrchu, ztenčení a snížení přesnosti součástí.* **Zvláštním případem je otěruvzdornost.** *V instalatérské praxi otěruvzdornost sledujeme zejména u kanalizačního potrubí. Pokud potrubí odvádí dešťovou vodu z ulice nebo jiných zpevněných ploch, může voda obsahovat příměsi písku a zemin. Tato směs se stává brusivem, které velmi účinně potrubí poškozuje.* **Proti otěruvzdornosti jsou nejodolnější glazované kameninové trouby nebo trouby s vloženými čedičovými žlaby. Nejméně jsou odolné plastové trouby.**

Koroze

Koroze je narušování materiálu (zejména jeho povrchu) vzájemným působením mezi materiálem a okolním prostředím. *Působením chemických látek (např. kyselin) může dojít ke korozi jakékoliv látky (včetně skla). V instalatérské praxi však nepracujeme s agresivními chemikáliemi, proto se zaměříme pouze na běžnou korozi působením vzduchu, povětrnosti, vody a elektrickým působením.* **Běžnými činiteli plasty nekorodují vůbec. U kovů je působení koroze různé.** *Ztráty korozí oceli se odhadují na 3 - 5% HDP (odhaduje se 25 – 130 miliard) ročně.*

Zjednodušeně řečeno je koroze vlastně oxidace kovů. Ve vzduchu se však vyskytuje celá řada dalších korozních činitelů, kouřové plyny, slabé kyseliny, spaliny. Kovy nacházející se v oblastech se znečištěným životním prostředím jsou mnohem více ohroženy korozí.

Kovy se v přírodě vyskytují především ve formě sloučenin (rud). V čisté formě se vyskytují pouze tzv. drahé kovy (např. zlato). Při korozním procesu se kovy snaží navrátit do své původní podoby.

<u>Vliv koroze na kovy</u>

Podle vlivu koroze rozlišujeme kovy:

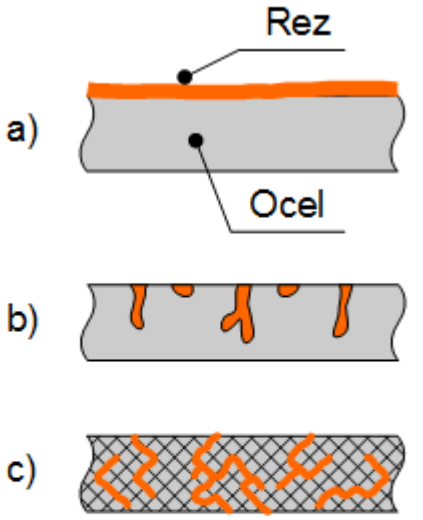
- **Nekorodující – zlato, platina, stříbro. Za běžných podmínek nekorodují.**
- **Částečně korodující – měď, hliník, patinující oceli. Koroze vytváří novou sloučeninu (oxid), která je stabilnější (tj. odolnější) než původní kov. Tím vzniká na povrchu kovu souvislá vrstva korozních produktů (tzv. měděnka, patina), která kov chrání před dalším postupem koroze. Korozní proces se zastaví.**
- **Korodující – zejména ocel, ale také litina. Dochází k rozpadu kovu na malé částečky, a pokud je korozi ponechán volný průběh, kov se zcela rozpadne.**

Druhy koroze

- **Chemická koroze – vzniká působením vzdušného kyslíku, kyselin, louhů a solí. Dle prostředí rozlišujeme korozi atmosférickou (vzduchu), v kapalinách a půdní.**
- **Elektrochemická koroze – vzniká v prostředí, které má charakter elektrolytu (roztoky solí, kyselin a zásad). Dochází ke vzniku elektrického článku, kdy uvolňováním elektronů dochází k narušení kovu. Tato koroze může vzniknout v půdě, v rozvodech vody a vytápění, v ohřívačích vody nebo v kotlích.**
- **Koroze bludnými proudy – vzniká u kovového potrubí uloženého v zemi poblíž stejnosměrných elektrických zařízení. Zejména se jedná o transformovny, měnírny, elektrifikované železnice a tramvajové tratě. Elektrický proud přechází z kolejí do zeminy a následně na potrubí. Potrubí proud dopravuje k měnírně, kde přechází zpět do elektrické sítě. Právě přechod půda/potrubí způsobuje korozní narušení potrubí, zejména v místě měnírny.**
- **Biologická koroze – vzniká působením živých organismů (bakterie, brouci). Podporují vznik chem. sloučenín, které zvyšují agresivitu korozního prostředí.**

Formy výskytu koroze

Popisují, jakým způsobem se koroze šíří a narušuje kov.



a) Plošná koroze – napadá rovnoměrně celý povrch kovu a do hloubky postupuje velmi pomalu. Nejčastěji se vyskytuje na ocelových prvcích (včetně trubek). Tato forma koroze velmi snižuje estetickou hodnotu, ale poměrně málo narušuje konstrukční pevnost výrobků.

b) Důlková koroze – napadá poměrně malou izolovanou plochu a postupuje do hloubky. Vytváří jakési důlky, krátery nebo žlábky. Významě narušuje konstrukční pevnost výrobků a také může být zdrojem hygienických potíží z důvodů usazování nečistot ve vzniklých prohlubních.

c) Mezikrystalická koroze – dochází k ní uvnitř materiálu (zejména u slitin) mezi jednotlivými krystaly kovu. Mezi krystaly vytváří trhliny, které se šíří dovnitř kovu. Je velmi nebezpečná, protože významně narušuje pevnost kovu a není vidět.

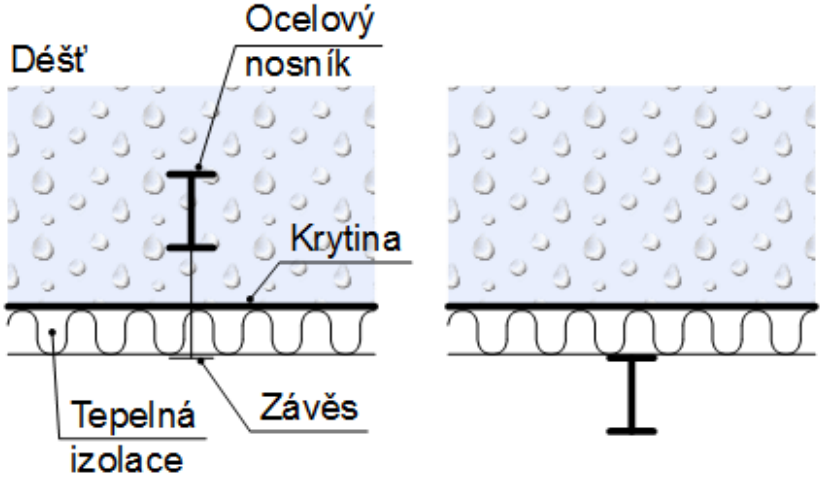
Ochrana před korozí

Ochrana před korozí má velký ekonomický význam. Pokud korozi zabráníme, předejdeme tím velkým škodám díky prodloužení životnosti kovových součástí.

Korozi lze omezit nebo dokonce zcela zamezit několika způsoby.

- **Výběrem vhodného, tj. nekorodujícího, materiálu. Zejména plastů, ale také mědi nebo nerezové oceli.**
- **Správným tvarem kovových částí bez ostrých rohů, nepřístupných dutin, žlábků nebo mezer, které umožňují zachycování vody a nečistot. Zároveň tyto nedokonalosti znemožňují provádět obnovu protikorozních opatření (nátěrů).**

- **Správné konstrukční uspořádání tak, aby korozně neodolné a důležité části byly ukryty před povětrností a vlhkostí. Příkladem může být řešení střechy budovy.**



Ocelový nosník je umístěn nad střechou a krytina s izolací je zavěšena pod ním. Nosník je vystaven povětrnosti, a tudíž ohrožen korozí.

Ocelový nosník je umístěn pod střechou a krytina s izolací je uložena nad ním. Nosník je chráněn proti povětrnosti, a tudíž není ohrožen korozí.

- **Snížením agresivity prostředí – do vytápěcích soustav se využívá upravená a zejména odplyněná voda, do které se mohou přidávat inhibitory koroze. Pro udržení nízkého obsahu vzduchu/kyslíku ve vodě je vhodné instalovat odplynění.**
- **Použitím protikorozní povrchové úpravy (nátěry, pokovování a jiné).**
- **Použitím elektrické ochrany. Využívá se například u ohřívačů teplé vody nebo při ochraně potrubí před korozí bludnými proudy. U ohřívačů se instaluje tzv. obětovaná anoda. Nádoba je jeden elektrický pól a anoda druhý. Voda uvnitř ohřívače tvoří elektrolyt. Obětovaná anoda se rozpouští** *(odtud název obětovaná)* **a její elektrony se usazují na stěně nádoby, tím ji chrání.**
  V případě ochrany potrubí se provádí vodivé propojení potrubí a měnírny, případně kolejí. Tím je zajištěn odvod bludných proudů bezpečnou cestou bez nebezpečí vzniku koroze. Další možnou ochranou je přerušení vodivosti potrubí (např. vložením plastového úseku, pouze plyn), použití plastového potrubí, uložení potrubí do plastové ochranné trubky nebo do igelitových návleků.

Otázky a úkoly k učivu 1. až 11. hodiny – MATERIÁLY 1. ročník

2. hodina

2.1 Jak dělíme kovy?

2.2 Vyjmenujte alespoň čtyři nekovové materiály.

2.3 Vyjmenujte alespoň tři pomocné látky.

2.4 Jaké znáte výhody a nevýhody kovů?

2.5 Co jsou to železné kovy? (charakterizujte a vyjmenujte)

2.6 Co jsou to neželezné kovy? (charakterizujte a vyjmenujte alespoň tři)

2.7 Vysvětlete pojem nekov.

2.8 Vysvětlete pojem kompozitní materiál.

3. hodina

3.1 Vyjmenujte druhy vlastností technických materiálů.

3.2 Jaké znáte fyzikální vlastnosti technických materiálů.

3.3 Jaké znáte mechanické vlastnosti technických materiálů.

4. hodina

4.1 Co je to teplota tavení?

4.2 Co je to tepelná vodivost?

4.3 Co je to teplotní roztažnost? Jaký má význam?

4.4 Jaké údaje musíme znát pro výpočet prodloužení potrubí?

5. hodina

5.1 Vypočtěte prodloužení potrubí teplé a studené vody.
Např. pro ocelové potrubí délky 15 m.

6. hodina

6.1 Co je to korozivzdornost?

6.2 Co je to žárupevnost?

7. hodina

7.1 Co je to pevnost? Jaké znáte druhy pevností?

7.2 Co je to tvrdost?

8. hodina

8.1 Co je to svařitelnost?

8.2 Co je to otěruvzdornost? Jaké potrubí je proti otěru nejodolnější?

9. hodina

9.1 Co je to koroze?

9.2 Jak dělíme kovy dle vlivu koroze?

9.3 Které konkrétní kovy korodují při běžných podmínkách?

9.4 Co je to částečně korodující kov? Uveďte příklad takového kovu.

9.5 Jak probíhá částečná koroze kovů?

10. hodina

10.1 Jaké znáte druhy koroze?

10.2 Jaké znáte formy výskytu koroze?

10.3 Vysvětlete pojem chemická koroze

10.4 Vysvětlete pojem elektrochemická koroze.

10.5 Vysvětlete pojem koroze bludnými proudy.

10.6 Vysvětlete pojem plošná koroze.

10.7 Vysvětlete pojem důlková koroze.

11. hodina

11.1 Jaké znáte způsoby omezení koroze (tj. ochrany před korozí)?

11.2 Jak snížíme agresivitu prostředí (z hlediska koroze) u vytápění?

11.3 Jak chráníme potrubí před korozí bludnými proudy?

Základní jednotky

Aby nedocházelo k problémům při dorozumívání a dovozu výrobků, vznikla soustava základních jednotek SI s cílem používat celosvětově stejné jednotky *(zatím se nepodařilo)***.**

Tato soustava zahrnuje celkem sedm základních jednotek: metr, kilogram, sekunda, kelvin, ampér, kandela, mol. Odvozené jednotky se tvoří výhradně jako součiny a podíly základních jednotek.

Fyzikální veličiny a jejich jednotky

- **délka – jednotkou délky je metr (značka „m“)**
- **hmotnost – kilogram (kg)**
- **čas – sekunda (s)**
- **elektrický proud – ampér (A)**
- **termodynamická teplota – kelvin (K)**
- **svítivost – kandela (cd)**
- **látkové množství – mol (mol)**

Vedlejší (nesoustavné) jednotky

minuta, hodina, den, úhlový stupeň, úhlová minuta, úhlová vteřina, hektar, litr, tuna.

Násobky a díly jednotek

Protože velikost jednotek neodpovídá vždy jejich použití, jsou používány násobky, které jednotku zvětšují nebo díly, které jednotku zmenšují.

Násobky jednotek		Díly jednotek	
KILO	$1\,000 = 10^{3}$	DECI	$0{,}1 = 10^{-1}$
MEGA	$1\,000\,000 = 10^{6}$	CENTI	$0{,}01 = 10^{-2}$
GIGA	$1\,000\,000\,000 = 10^{9}$	MILI	$0{,}001 = 10^{-3}$

Teplo

Ve fyzikálním slova smyslu je teplo veličina, která popisuje změnu stavu prostředí. *Za běžných podmínek jsou jednotlivé atomy/molekuly každé (i pevné) látky v trvalém pohybu. Kmitají kolem své střední polohy. Tento pohyb je způsoben obsahem vnitřní energie.* **Pokud veškerou energii z daného prostředí odstraníme, pohyb atomů ustane.** *Pokud energii přidáme, rychlost kmitání se zvýší a také se zvětší délka pohybu od střední polohy.*

V technickém slova smyslu je teplo druh energie, tzv. tepelná energie. *Dodavatel teplo vyrobí přeměnou energie (například spálením uhlí).* **Množství dodaného tepla se měří tzv. kalorimetrem. Je to sestava průtokoměru, dvou teploměrů a vyhodnocovací jednotky.**

Jednotkou tepla je JOULE (J), čti „džaul“. Protože Joule je velmi malá jednotka, využívají se většinou jeho násobky kJ (kilo-joule), MJ (mega-joule) a GJ (giga-joule).

Další jednotky jsou Watt-sekunda (Ws) nebo Watt-hodina (Wh) a jejich násobky.

Převody jednotek:

$$1 \quad J = 1 \quad W \cdot s$$

$$3\ 600 \quad J = 1 \quad W \cdot h$$

Teplota

Teplota popisuje aktuální stav prostředí. Neříká nic o celkovém množství energie, které se ve sledovaném prostředí vyskytuje. *Teplota se měří na celém světě pomocí několika různých stupnic. V Evropě je nejrozšířenější stupnice Celsiova odvozená od teploty varu vody a tání ledu. Jednotkou této stupnice je Celsiův stupeň (°C). Celsius přisoudil teplotě tání ledu hodnotu 0°C a teplotě varu vody hodnotu 100°C. Rozsah mezi těmito dvěma body rozdělil na 100 stejných dílů.* **Běžně používaná Celsiova stupnice však neodpovídá požadavkům a poznatkům současné vědy.**

Proto vznikla stupnice Kelvinova, jejíž jednotkou je Kelvinův stupeň (K). Kelvinova stupnice má hodnotu 0 K definovanou jako tzv. absolutní nulu, proto se Kelvinově teplotě říká absolutní teplota. Absolutní nula znamená stav, kdy se zastaví pohyb částic pevné hmoty. Velikost Kelvinova stupně je stejná jako velikost stupně Celsiova. Z toho plyne, že rozdíl teplot v Kelvinově i Celsiově stupnici dosahuje stejné hodnoty.

Kelvinova teplota se značí „T“, Celsiova „t“.

Převod jednotek:

$$0\ K = -273{,}15\,°C$$

$$273{,}15\ K = 0\,°C$$

$$\Delta T = \Delta t$$

Dalšími stupnicemi jsou například Fahrenheitova (USA), Rankinova, Réaumura a jiné.

Tlak

Tlak je definován jako síla na jednotku plochy. Pro nás instalatéry má tlak význam zejména jako veličina udávající odolnost jednotlivých součástí rozvodů. S tlakem se můžeme setkat také při návrhu dimenze (průměru) potrubí, kdy sledujeme, zda odpor potrubí proti průtoku tekutiny (médium) nepřesáhne přípustnou mez. Odpor potrubí se vyjadřuje v jednotkách tlaku.

Tlak značíme „p“ (pressura).

Základní jednotkou tlaku je Pascal (Pa) a jeho násobky. Nejčastěji se používá kilo-pascal (kPa) a mega-pascal (MPa).

Další staré jednotky jsou bar (používá se v SRN a plynárenství), atmosféra (at), milimetr vodního sloupce (mm v.s. - používá se v Rakousku).

Druhy tlaků

- **Atmosférický tlak – je to tlak, kterým působí atmosféra (plynný obal) planety.** *Atmosférický tlak se mění podle nadmořské výšky a podle počasí. Nejvyšší je u hladiny moře. Průměrný (tzv. normální) tlak vzduchu je stanoven na hodnotu:*

$$p_n = 101{,}325\ kPa \approx 100\ kPa$$

- **Absolutní tlak – je to celkový tlak působící v daném prostředí.**

- **Hydrostatický tlak – je tlak způsobený výškou vodního sloupce.**

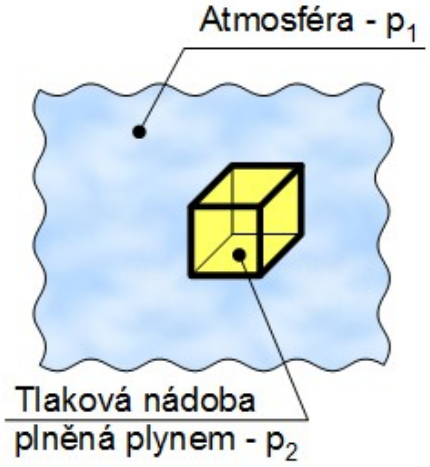
$$p_h = h \cdot \rho \cdot g$$

h **Výška vodní hladiny (m)**

ρ **Hustota vody (kg/m^3) (1 000 kg/m^3)**

g **Gravitační zrychlení (9,81 m/s^2)**

- **Statický tlak – tlak vody v soustavě vytápění při vypnutém čerpadle.** *Obvykle se rovná hydrostatickému tlaku, zvýšený o tlak plnění.*
- **Dynamický tlak – tlak vody v soustavě vytápění při zapnutém čerpadle.** *Je to součet hydrostatického tlaku a tlaku vyvolaného čerpadlem.*
- **Přetlak – pokud je uvnitř nádoby větší tlak než v jejím okolí**, *hovoříme o přetlaku. Přetlak udává rozdíl mezi tlakem vně a uvnitř nádoby***.**
- **Podtlak – pokud je uvnitř nádoby menší tlak než v jejím okolí**, *hovoříme o podtlaku. Podtlak udává rozdíl mezi tlakem vně a uvnitř nádoby***.**



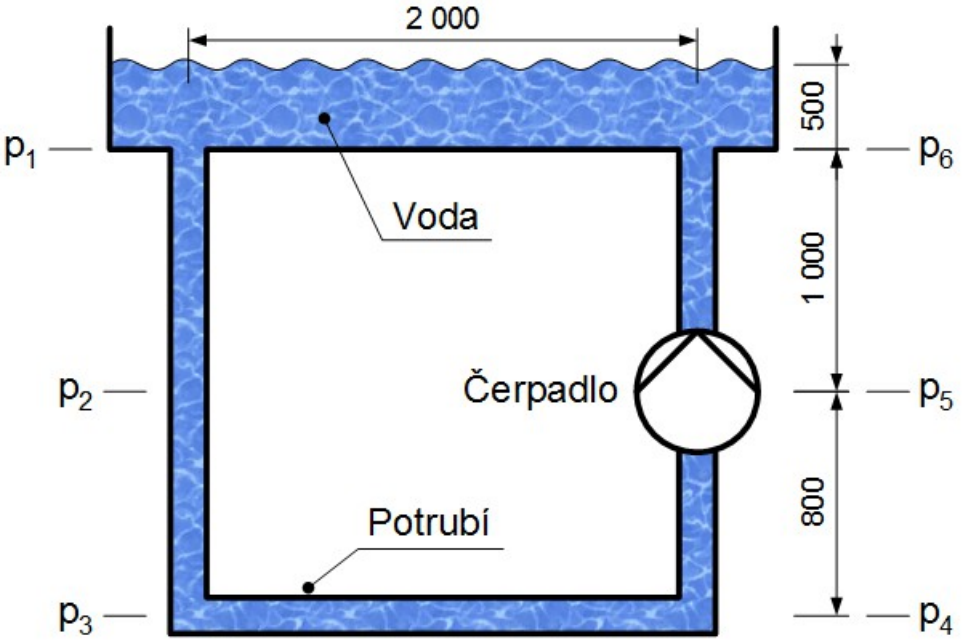
Příklad:

1) $p_1 = p_n = 100$ kPa; $p_2 = 120$ kPa; → přetlak 20 kPa

2) $p_1 = p_n = 100$ kPa; $p_2 = 65$ kPa; → podtlak 35 kPa

Poznámka: p_1 a p_2 udává absolutní tlak

Tlak – jednoduchá soustava



Výše uvedený obrázek nám ukazuje jednoduchý systém uzavřeného oběhu vody, na kterém budeme demonstrovat výpočet a průběh jednotlivých tlaků.

V každé soustavě trub mohou nastat dva provozní stavy.

1. **Voda se nepohybuje, tj. čerpadlo je vypnuté a voda není odebírána.**
2. **Voda se pohybuje, tj. čerpadlo je zapnuté nebo je voda odebírána.**

<u>Voda se nepohybuje</u> – přetlak v kterémkoliv místě soustavy se rovná hydrostatickému tlaku. Úkol vypočítejte přetlak v jednotlivých sledovaných bodech p_1 až p_6. Protože dvojice bodů (např. p_1 a p_6) se vždy nachází na stejné výškové úrovni, je také přetlak stejný.

$$h_1 = h_6 = 0{,}5\ m \quad h_2 = h_5 = 1{,}5\ m \quad h_3 = h_4 = 2{,}3\ m$$

$$p_{h1,6} = h_1 \cdot \rho \cdot g = 0{,}5 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 = 4\ 905\ Pa = 4{,}905\ kPa$$

$$p_{h2,5} = h_2 \cdot \rho \cdot g = 1{,}5 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 = 14\ 715\ Pa = 14{,}715\ kPa$$

$$p_{h3,4} = h_3 \cdot \rho \cdot g = 2{,}3 \cdot 1000 \cdot 9{,}81 = 22\ 563\ Pa = 22{,}563\ kPa$$

<u>Voda se pohybuje</u> – přetlak v kterémkoliv místě soustavy se rovná součtu hydrostatického tlaku a tlaku dynamického vyvozeného čerpadlem. Při zapnutém čerpadle není tedy v žádném místě soustavy stejný tlak jako v jiném místě. Při proudění tekutiny potrubím dochází ke tření mezi potrubím a tekutinou. Tím se snižuje tlak vyvozený čerpadlem. Čím dále je sledované místo od čerpadla, tím je tlak čerpadlem vyvozený menší. Tlak se snižuje také průtokem tvarovkou (např. kolenem), jakákoliv překážka v plynulém toku vody omezuje její průtok, a tedy snižuje tlak.

Sdílení tepla

Sdílení tepla znamená přenos tepla z jednoho předmětu/prostředí na druhý. Tento přenos se využívá ve vytápění a při ohřevu teplé vody.

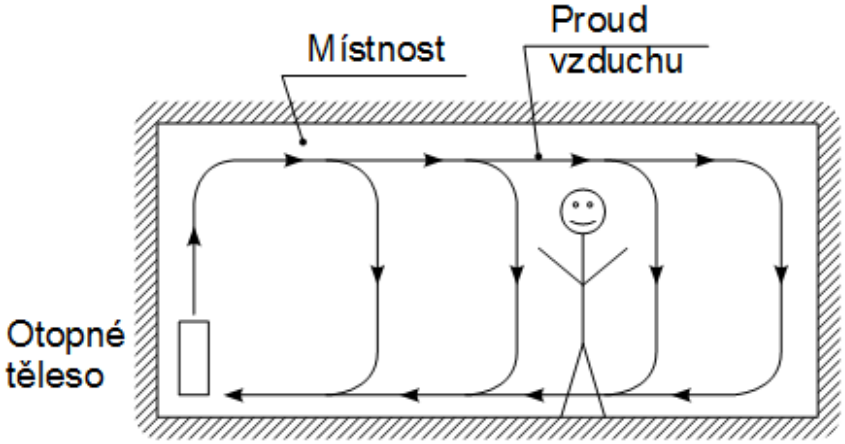
Příklad:

V kotli vznikne teplo spálením plynu → sdílí se přes plášť hořáku do vody → voda teče do otopného tělesa (radiátoru) → přes stěnu otopného tělesa se sdílí teplo do místnosti.

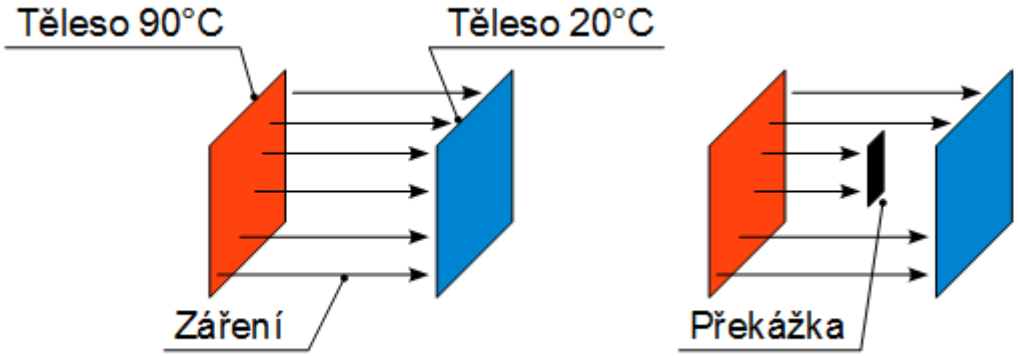
Samovolně přechází teplo pouze z teplejšího prostředí/povrchu na studenější. Opačně přechází teplo pouze pomocí strojního zařízení (chlazení, tepelné čerpadlo). Sdílení tepla může probíhat třemi způsoby nebo jejich kombinací.

1) **Sdílení tepla vedením – probíhá v pevných látkách (u tekutin převažuje proudění).** *Ohřátí znamená zvýšené kmitání částic látky, tyto kmity působí na sousední částice, které část tepla přebírají.* **Uplatňuje se zejména při prostupu tepla stavebními konstrukcemi, stěnami kotlů, radiátorů, trubek a jiné.**

2) **Sdílení tepla prouděním (konvekcí) – nastává v tekutinách (kapaliny a plyny). Molekuly tekutin se ohřejí, tím se sníží jejich hmotnost a stoupají nahoru.** *Poté, co teplo předají a ochladí se, zvýší se jejich hmotnost a začnou klesat. Tím vytlačují lehčí ohřáté molekuly.*



3) **Sdílení tepla sáláním – je přenos tepla pomocí elektromagnetického záření. Teplo se přenáší bez prostřednictví jiné látky** *a lze jej tímto způsobem přenášet i přes vakuum.* **Podmínkou pro sdílení tepla sáláním je, aby obě tělesa byla navzájem viditelná.** *Pokud je těleso zakryto jiným tělesem, vytvoří se stín a k přenosu tepla na žádané těleso nedojde. Příkladem je přenos tepla ze slunce na zem.*



Teplonosné látky I.

Teplonosná látka je tekutina, která do sebe pojme teplo. Společně s teplem je přepravena do místa určení, kde teplo předá. Teplonosné látky slouží ve vytápěcích a větracích systémech pro přepravu tepla ze zdroje tepla do vytápěných místností. Příkladem může být využití vody, v kotli se voda ohřeje, potrubím teče do otopného tělesa, kde se ochladí.

Mezi důležité vlastnosti teplonosné látky patří její schopnost přenášet teplo. Tuto schopnost popisuje veličina zvaná měrná tepelná kapacita c (J/kgK). Říká, kolik Joulů je potřeba k ohřátí 1 kg látky o jeden stupeň kelvina.

Druhy teplonosných látek:

1. **Voda**
2. **Pára**
3. **Vzduch**
4. **Termooleje**
5. **Chladiva**

Voda jako teplonosná látka

Voda je nejpoužívanější teplonosná látka. Mezi její dobré vlastnosti patří vysoká tepelná kapacita.

$$c = 4\ 200\ \frac{J}{kg \cdot K}$$

Využívá se pro ústřední vytápění, dálkové vytápění i chlazení. Voda získává/předává teplo změnou své teploty. Příklad vodu ohřejeme ze 70 °C na 90 °C, tím pojme teplo. V otopném tělese ji ochladíme opět na 70 °C, tím teplo předá. Rozdíl mezi teplotou přívodu a zpátečky nazýváme teplotní spád.

$$\Delta t = 90 - 70 = 20\,°C \rightarrow 90/70\,°C$$

Čím vyšší je teplotní spád, tím větší je přepravní schopnost vody a tím nižší průtok vody. Čím nižší, tím menší přepravní schopnost a vyšší průtok. V ústředním vytápění se obvykle používá teplotní spád 10 nebo 20 °C. Pro uvedení teplotního spádu se používá ustálený zápis s uvedení teploty přívodu a zpátečky, např. 90/70 °C.

Vlastnosti vody jsou nejvíce ovlivněny teplotou. Podle teploty rozlišujeme:

Voda	Teplota	Využití
Horká voda	nad 110 °C (obvykle do 130 °C)	Dálkové rozvody, průmysl
Teplá voda	do 110 °C (obvykle do 90 °C)	Vytápění v budovách
Nízkoteplotní voda	do 65 °C (obvykle do 60 °C)	Vytápění v budovách

Využití horké vody je možné díky zvýšenému tlaku. Teplota varu vody 100 °C platí při normálním atmosférickém tlaku. Pokud v potrubí trvale udržujeme výrazně vyšší tlak, než je atmosférický, je vyšší i teplota varu vody.

Nízkoteplotní voda se využívá zejména u kondenzačních kotlů a tepelných čerpadel. Tepelná čerpadla nedokážou hospodárně ohřívat vodu na vysokou teplotu.

Při teplotě pod 65 °C dochází ke kondenzaci vody obsažené ve spalinách. Pokud chceme kondenzaci zabránit, musí být teplota zpátečky nad 65 °C (obvykle 70 °C). Pokud chceme kondenzaci zaručeně přivodit, musí být teplota zpátečky do 60 °C.

Teplonosné látky II.

Pára

Pára se využívala zejména v první polovině dvacátého století. Dnes se využívá ve starších dálkových rozvodech tepla nebo v průmyslových areálech, kde potřebují páru pro technologické účely (např. pohon strojů). Nově se parní rozvody téměř nezřizují. Druhy páry:

Pára	Přetlak/teplota (přibližná)	Využití
Vysokotlaká	nad 1,6 MPa/nad 200°C	Výroba elektrické energie
Středotlaká	70 – 1600 kPa/115 – 200°C obvykle do 300 kPa/135°C	Dálkové a průmyslové rozvody
Nízkotlaká	do 70 kPa/115°C	Ústřední vytápění
Podtlaková	podtlak/méně než 100°C	Ústřední vytápění

Pára získává/předává teplo změnou svého skupenství. V kotli je voda ohřáta natolik, aby došlo k jejímu odpaření. V otopném tělesu dojde ke kondenzaci páry a tím se uvolní velké množství tepla. Tím vznikne kondenzát (voda), který se vrací do kotle.

<u>Vzduch</u>

Vzduch se využívá jako teplonosná látka ve vzduchotechnice (VZT). Může plnit funkci nejen přenosu tepla, ale také větrací, chladící, odvlhčovací nebo vlhčící.

$$c = 1\ 010\ \frac{J}{kg \cdot K}$$

Nevýhodou vzduchu je nízká tepelná kapacita (4× nižší než u vody) a z toho plynoucí vysoké průtoky teplonosné látky.

Termooleje

Využívají se pro speciální účely v průmyslu. Výhodou je možnost dosažení vysokých teplot (až 300°C). Například pro vytápění pekařských pecí.

Chladiva

Jsou to chemické látky, které se dokáží vypařovat při poměrně nízkých teplotách. Využívají se v chlazení jako náplně ledniček, klimatizačních zařízení nebo tepelných čerpadel.

Otázky a úkoly k učivu 13. až 20. hodiny – MATERIÁLY 1. ročník

13. hodina

13.1 Co je to soustava jednotek SI?

13.2 Vyjmenuj základní jednotky soustavy SI!

14. hodina

14.1 Co je to teplo?

14.2 Jaké jsou jednotky tepla?

14.3 Jak se jmenuje přístroj, který měří spotřebu tepla?

14.4 Kolik Joulů je 1 Ws?

14.5 Kolik Joulů je 1 Wh?

15. hodina

15.1 Co je to teplota?

15.2 Jaké se (v Evropě) používají teplotní stupnice?

15.3 Jaký je převodní vztah mezi Celsiovou a Kelvinovou stupnicí?

16. hodina

16.1 Jaké jsou jednotky tlaku?

16.2 Co je to atmosférický tlak?

16.3 Jaká je hodnota atmosférického tlaku?

16.4 Co je to absolutní tlak?

16.5 Co je to hydrostatický tlaku?

16.6 Na čem závisí hydrostatický tlak?

16.7 Co je to statický tlak?

16.8 Čemu odpovídá statický tlak?

16.9 Co je to dynamický tlak?

16.10 Čím je vyvozen dynamický tlak?

16.11 Co je to přetlak?

16.12 Co je to podtlak?

18. hodina

18.1 Co je to sdílení tepla?

18.2 Může teplo samovolně přecházet ze studenějšího prostředí do teplejšího?

18.3 Vyjmenuj způsoby sdílení tepla?

18.4 Popiš jak probíhá sdílení tepla vedením!

18.5 V jakých látkách dochází ke sdílení tepla vedením?

18.6 Popiš jak probíhá sdílení tepla prouděním!

18.7 V jakých látkách dochází ke sdílení tepla prouděním?

18.8 Popiš jak probíhá sdílení tepla sáláním!

18.9 Jaká je podmínka, aby došlo ke sdílení tepla sáláním mezi dvěma tělesy?

19. hodina

19.1 Co je to teplonosná látka?

19.2 K čemu teplonosná látka slouží?

19.3 Vyjmenuj používané teplonosné látky!

19.4 Co je to měrná tepelná kapacita?

19.5 Jaká teplonosná látka je nejpoužívanější?

19.6 Co je to teplotní spád?

19.7 Jak dělíme vodu co by teplonosnou látku?

19.8 Kde využíváme horkou vodu jako teplonosnou látku?

19.9 Proč nedojde k vypaření horké vody při teplotě nad 110°C?

19.10 Kde využíváme nízkoteplotní vodu?

19.11 Proč rozdělujeme teplou vodu podle teploty 65°C?

19.12 Proč u kondenzačního kotle musí být teplota zpátečky do 60°C?

19.13 Proč u kotle na pevná paliva musí být teplota zpátečky min. 70°C?

20. hodina

20.1 Kde se využívá pára jako teplonosná látka?

20.2 Vyjmenuj druhy páry a uveď parametry (tlak/teplotu)?

20.3 Jak pára předává teplo?

20.4 Kde využíváme vzduch jako teplonosnou látku?

Tepelná pohoda

Nastane tehdy, pokud nám není ani horko, ani zima a cítíme se příjemně „tak akorát“. Tepelná pohoda je tedy stav mysli člověka, který nastane, pokud je množství vydaného a přijatého tepla stejné. Z technického hlediska předpokládáme, že tepelná pohoda nastane při určité teplotě vzduchu. Tepelnou pohodu ovlivňuje také vlhkost vzduchu, tu však dokážeme ovlivnit jen s pomocí klimatizace. S pomocí vytápění je naším úkolem dosažení takové teploty vnitřního vzduchu, při které se většina lidí bude cítit příjemně.

Taková teplota je závislá na oblečení lidí a jimi vykonávané činnosti. Jiná teplota bude v nádražní hale, kde se vyskytují (v topné sezóně) převážně lidé v zimním teplém oblečení a jiná v koupelně nebo hromadných sprchách, kde se vyskytují lidé bez oblečení.

Jiná teplota bude v učebně nebo kanceláři (sedící lidé) a jiná v tělocvičně nebo dílně, kde se koná fyzicky namáhavá práce.

Výpočtové teploty

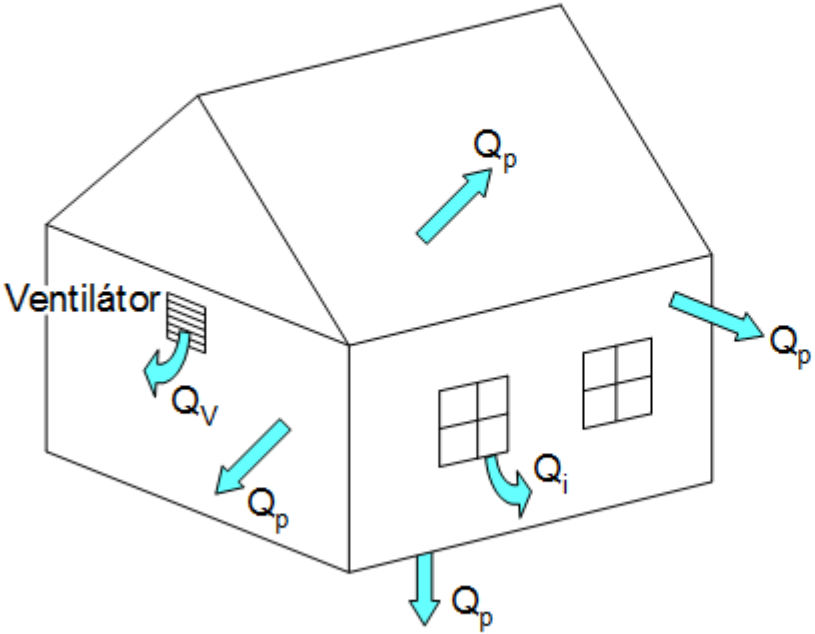
Obytné budovy	
Obytné místnosti – obývací a dětské pokoje, kuchyně, jídelny, pracovny	20°C
Koupelny	24°C
Klozety (WC)	20°C
Vytápěné vedlejší místnosti (předsíň, chodby a jiné)	15°C
Vytápěné schodiště v bytovém domě	10°C
Vytápěné schodiště uvnitř rodinného domu	20°C
Místnosti chráněné proti mrazu nebo mimo provoz	5°C

Tepelné ztráty

Tepelná ztráta představuje množství tepla, které uniká z budovy. Pokud chceme udržet v budově vyhovující teplotní podmínky, musíme tyto tepelné ztráty pokrýt teplem dodaným pomocí vytápění.

K úniku tepla dochází třemi způsoby:

- **prostupem Q_p**
- **větráním Q_v**
- **infiltrací Q_i**



Ztráta prostupem znamená únik tepla pevnými konstrukcemi, tj. zdmi, podlahami, střechou, okny a dveřmi.

Ztráta větráním je únik tepla otevřenými okny nebo nuceným větráním (VZT).

Ztráta infiltrací je únik tepla netěstnostmi oken a dveří (dnes zanedbatelné).

<u>Výpočet tepelné ztráty</u>

Tepelnou ztrátu lze vypočítat buď pomocí přesných metod, nebo pomocí přibližných metod. Přesná metoda vychází z výpočtu ztráty prostupem každou konstrukcí na základě plochy a součinitele prostupu tepla. Dále se připočítává ztráta větráním pomocí n-násobné výměny vzduchu. N-násobná výměna znamená, kolikrát se objem místnosti vymění za hodinu.

My se však přidržíme zjednodušené metody, kterou může využívat i řemeslník. Ta je založena na výpočtu objemu místnosti a znalosti měrné tepelné ztráty (viz tabulky).

Postup výpočtu zjednodušenou metodou

1. **V tabulce najdeme měrnou tepelnou ztrátu q (W/m^3). Najdeme podle stáří budovy, jejího provedení a teplotní oblasti.**
2. **Vypočteme objem každé místnosti samostatně a údaje zapíšeme do tabulky. Údaje o rozměrech místností vyčteme z projektové dokumentace. Konstrukční výšku lze u obytných budov zjednodušeně uvažovat 3 m.**
3. **U každé místnosti vynásobíme objem, přirážku a měrnou tepelnou ztrátu.**
4. **Tepelnou ztrátu všech místností sečteme (výsledek použijeme pro návrh kotle).**

Přirážka k tepelné ztrátě

Zohledňuje míru slunečního svitu dle světové strany. Obvykle na jižní stranu svítí slunce výrazně více než na ostatní strany. Na sever naopak slunce téměř nesvítí.

Světová strana	J	JZ	Z	SZ	S	SV	V	JV
Přirážka (-)	-0,05(0)	0	0	0,05	0,1	0,05	0,05	0

Poznámka: pro jižní stranu je lépe uvažovat přirážku 0.

Základy výpočtu tepelných ztrát

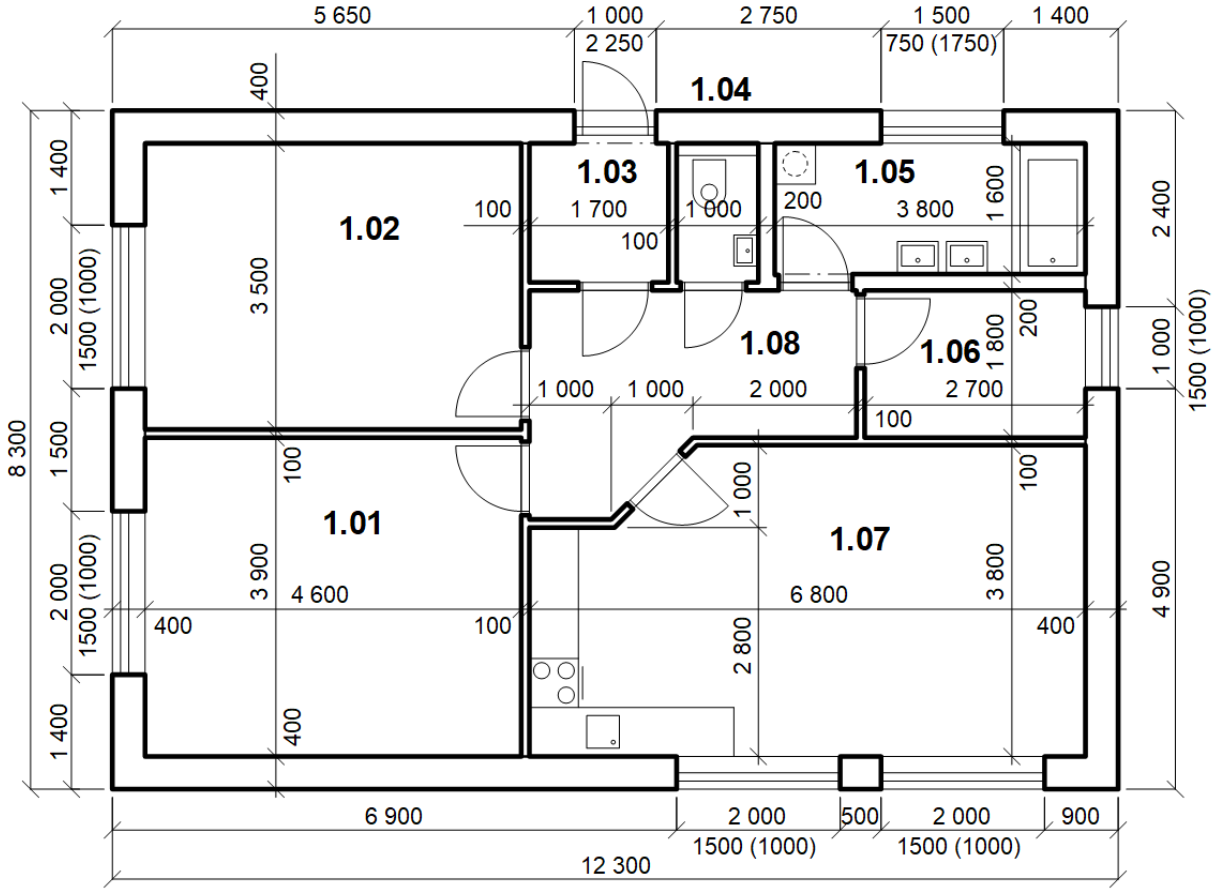
Úkol: zjednodušenou metodou vypočítejte tepelnou ztrátu objektu. *(viz následující stránka)* **Objekt je novostavba a má konstrukční výšku 3,00 m.**

Nejprve musíme sepsat základní údaje o budově.

Se zápisem tabulek začněte na novou stránku (vše vyplňte tiskace tj. hůlkovým písmem).

8,00 cm *8,00 cm*

Vypracoval:	
Místo stavby:	
Okres:	
Návrhová teplota:	
Měrná tepelná ztráta:	


1.01
1.02
1.03
1.04
1.05
1.06
1.07
1.08
5 650
1 000
2 750
1 500
1 400
2 250
750 (1750)
400
1 400
2 000
1500 (1000)
1 500
2 000
1500 (1000)
1 400
8 300
3 500
100
1 700
1 000
100
200
3 800
1 600
2 400
1 800
200
1 000
1500 (1000)
1 000
1 000
2 000
2 700
100
100
1 000
100
3 900
4 600
400
100
6 800
3 800
400
4 900
2 800
400
6 900
2 000
500
2 000
900
1500 (1000)
1500 (1000)
12 300

Příklad je vypočítán pro měrnou tepelnou ztrátu 37 W/m³.

2,00 cm	*8,00 cm*	*2,00 cm*	*2,00 cm*	*2,00 cm*	*2,00 cm*
Místnost číslo (MČ)	**Výpočet objemu**	**Objem V (m^3)**	**Ztráta Q (W)**	**Přirážka (-)**	**Ztráta Q_C (W)**
1.01	**3,90 × 4,60 × 3**	**53,82**	*1991*	**0**	*1991*
1.02					
1.03					
1.04					
1.05					
1.06					
1.07					
1.08					
			Celkem tepelná ztráta (W)		

Tepelný výkon

Výkon jako fyzikální veličina vyjadřuje množství vykonané (získané) práce za jednotku času. V praxi se nejčastěji udává tzv. průměrný výkon. Ten nám říká, kolik práce v Joulech je průměrně vykonáno za jednu sekundu.

Výkon značíme „P“.

Jednotkou výkonu je jeden Watt „W“.

$$P = \frac{W}{t}$$

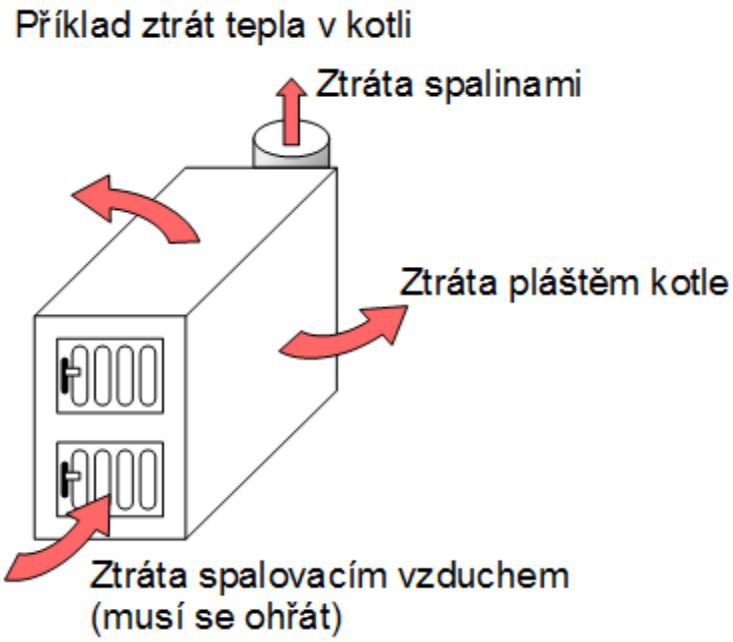
Zjednodušeně řečeno výkon nám říká, kolik práce nebo tepla můžeme využít. Např. kotel o výkonu 90 kW je schopen pokrýt tepelné ztráty objektu do výše 90 kW.

Účinnost

Žádný stroj nebo zařízení nedokáže využít veškerou dodanou energii. Vždy se část energie přemění na teplo, které je ztraceno a toto množství energie nazýváme „ztráta“.

Aby stroj mohl podat žádaný výkon, musíme do něj dodat (ve formě paliva, elektřiny, atd.) větší množství energie, než je požadovaný výkon. Celkové dodané množství energie nazýváme příkon. Příkon značíme P´ a udáveme ve Wattech.

Podíl mezi výkonem a příkonem nazýváme účinnost. Účinnost udáváme jako bezrozměrné desetinné číslo nebo v procentech. Čím vyšší číslo, tím úspornější stroj.



Výpočet účinnosti *(větší číslo dosazujeme vždy pod zlomkovou čáru)*

$$\eta = \frac{P}{P'}$$

Příklad výpočtu:

Vypočítejte účinnost plynového kotle starého typu, který má výkon 90 kW a příkon 100 kW.

$$\eta = \frac{P}{P'} = \frac{90}{100} = 0{,}9$$

Účinnost kotle je 90 %, 10 % energie se tedy bezúčelně ztrácí.

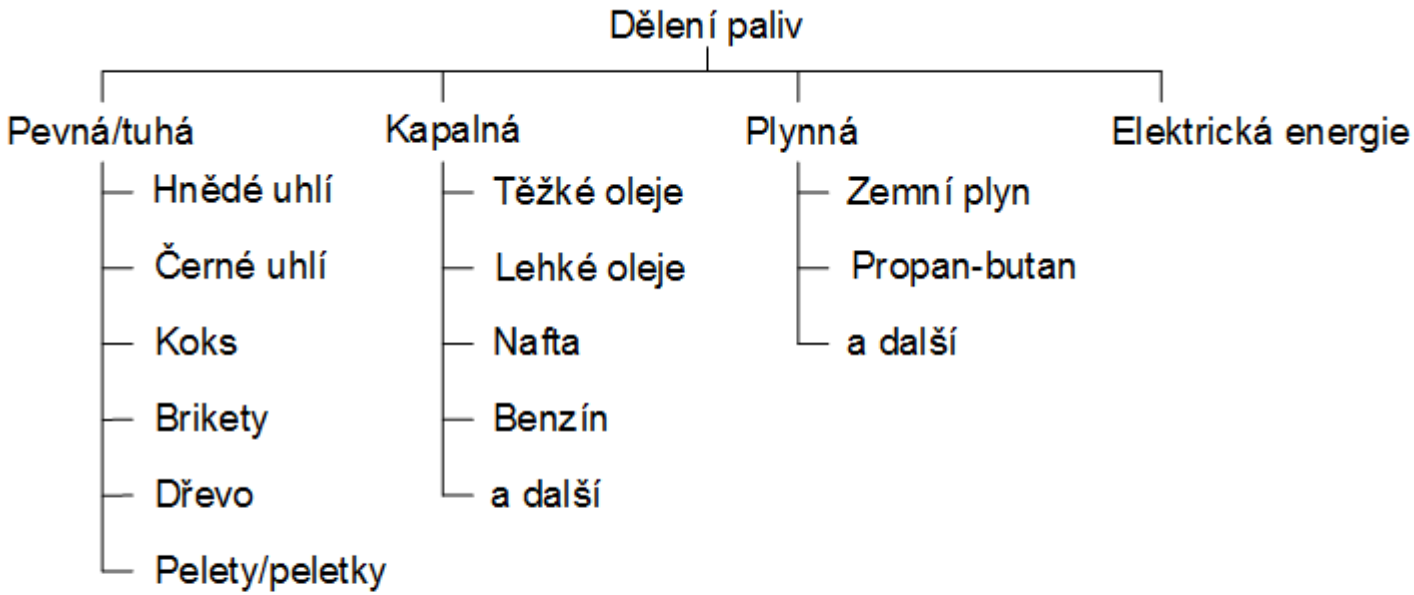
Paliva a jejich vlastnosti I.

Palivem nazýváme látku, kterou spálíme a při spálení vyvine teplo uvolněné do okolí. Pro potřeby dělení spotřebičů a zdrojů tepla budeme za palivo považovat i elektrickou energii přesto, že není palivem v pravém slova smyslu. Nicméně slouží k přeměně na jiný druh energie (v našem případě teplo).

Požadavky na palivo:

- **nízká cena**
- **komfort při užívání**
- **ekologická nezávadnost**
- **možnost automatizace**

Každé palivo má své výhody i nevýhody a nelze vybrat jedno univerzálně nejlepší, proto se všechna paliva zatím využívají, byť některá ve velmi omezené míře. Paliva, která mají nízký ekologický dopad, jsou komfortní a automatizovatelná, nazýváme ušlechtilá (pelety, plynná, některá kapalná paliva a elektřina).



Poznámka: plynná paliva budou probrána ve druhém ročníku v Plynárenství.

Pevná paliva

- **Hnědé uhlí – jedná se o méně kvalitní druh uhlí. Obvykle se těží povrchově. Mezi jeho nevýhody patří vyšší obsah nečistot (např. síra) a nižší výhřevnost, výhodou je nízká cena.**
- **Černé uhlí – je kvalitnější, těží se podpovrchově (tj. hlubinně). Nejkvalitnější druh se nazývá antracit.**
- **Koks – vyrábí se tzv. karbonizací, tj. zahříváním černého uhlí na teplotu nad 1 000°C bez přístupu vzduchu. Tím se uhlí zbaví prchavých složek. Koks má větší výhřevnost než uhlí a spalováním vzniká velmi málo škodlivin (téměř jen CO_2).**
- **Brikety – jedná se o slisovaný uhelný prach, výhodou je dlouhé a stálé hoření.**
- **Dřevo – dřevo je biomasa, jejíž spalování má malý dopad na životní prostředí (na rozdíl od uhlí). Společně s hnědým uhlím patří k nejlevnějším palivům vůbec.**
- **Pelety/peletky – jedná se o slisovanou biomasu. Podle zdroje surovin rozlišujeme peletky dřevěné, rostliné, obilné a jiné. Peletky jsou jediné pevné palivo, které lze považovat za ušlechtilé. Nevýhodou je vysoká cena.**

Paliva a jejich vlastnosti II.

Nevýhody pevných paliv (mimo peletek)

- **Nízký komfort – nutnost palivo skladovat, přikládat, manipulovat s popelem.**
- **Ekologické znečištění – (mimo biomasy) produkce prachu (sazí), CO_2, oxidů síry (vznik kyselých dešťů), uvolňování těžkých kovů a dalších škodlivin.**
- **Omezená možnost automatizace – kotle na pevná paliva jsou buď zcela bez automatizace (pracné, nerovnoměrné vytápění během dne), nebo jen s částečnou automatizací. Kotle na uhlí mohou mít zásobník mletého uhlí, ze kterého si kotel přikládá sám. Tím lze omezit četnost přikládání a měnit výkon.**

Výhody pevných paliv

- **Nízká cena (mimo koksu a částečně peletek).**
- **Dostupnost – pevná paliva lze použít kdekoli bez ohledu na infrastrukturu (stav elektrické sítě, existenci plynovodu).**

Kapalná paliva

Dnes se využívají zcela výjimečně. Důvodem je jejich vysoká cena (společně s elektřinou a propan-butanem). Aktuálně (červenec 2015) je vytápění kapalnými palivy nejdražší.

Pro vytápění se využívají u exponovaných budov, kde je požadováno komfortní vytápění a není možné využít jiné palivo. Další uplatnění nacházejí kapalná paliva u záložních zdrojů (bezproblémové dlouhodobé skladování), přenosných zařízení nebo vozidel (např. železniční vagóny).

Elektrická energie

Jedná se o velmi komfortní, plně automatizovatelný a ekologicky čistý (v místě spotřeby zcela bez negativních účinků) zdroj energie. Dnes je elektřina dostupná téměř všude, problém může nastat s dostatečnou kapacitou rozvodné sítě v odlehlých oblastech. Nevýhodou je vysoká cena. Aktuálně (červenec 2015) třetí nejdražší.

Plynná paliva

V letech 1990 – 2010 proběhl velký rozmach zemního plynu. Důvodem je rozsáhlá plynofikace, nízké ekologické zatížení, komfort, dobrá automatizovatelnost a v porovnání s jinými ušlechtilými palivy nízká cena. Při spalování zemního plynu vzniká nejméně CO_2 ze všech fosilních paliv. Nevznikají žádné oxidy síry, a tudíž nehrozí kyselé deště. Jediným problémem jsou oxidy dusíku.

Rozšíření propan-butanu brání jeho vysoká cena. Aktuálně (červenec 2015) druhý nejdražší. Jeho vlastnosti jsou podobné jako u zemního plynu.

Výhřevnost paliv lze dohledat např. zde:

http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv

Převody jednotek tlaku

$$1\ MPa = 1\ 000\ kPa = 1\ 000\ 000\ Pa$$

$$1\ kPa = 1\ 000\ Pa$$

$$1\ bar\ = 0{,}1\ MPa = 100\ kPa$$

$$1\ at\left(atmosfera\right) = 10\ m\ v.s. = 98{,}1\ kPa \approx 100\ kPa$$

$$1\ bar\ \approx 1\ at$$

Technické železo

Kovy se získávají zpracováním rud. Ruda je hornina/zemina, která obsahuje žádaný kov ve formě sloučenin s jinými látkami. Železo je velmi rozšířený prvek a hojně se vyskytuje ve formě oxidů, ale také uhličitanů, křemičitanů a sulfidů. Pro hutnické zpracování se obvykle používají železné rudy obsahující oxidy železa.

Nejpoužívanější druhy železných rud:

- **magnetovec** **až 70 % železa**
- **krevel** **až 65 % železa**
- **hnědel** **až 45 % železa**
- **ocelek** **cca. 48 % železa**

Čisté železo: **bílý lesklý kov, měkký, využívá se v elektrotechnice**

hustota **7 840 kg/m^3**

teplota tavení **1 539°C**

Výroba čistého železa je velmi finančně náročná. Železo využíváme především ve formě slitiny s uhlíkem.

Dle obsahu uhlíku dělíme železa na:

- **kujná, tj. ocel a tvárná litina,**
- **nekujná, tj. litina a surové železo.**

Dělení oceli:

- **ocel na odlitky,**
- **ocel k tváření (kování a válcování).**

Dělení litiny:

- **šedá litina,**
- **bílá litina,**
- **temperovaná litina,**
- **tvárná litina.**

<u>Postup výroby železných kovů:</u>

1. **těžba rudy,**
2. **úprava rudy (třídění, spékání, mletí a jiné),**
3. **výroba surového železa ve vysoké peci,**
4. **výroba oceli/litiny ze surového železa.**

!!! POZOR !!! - Ze železa se žádné výrobky nevyrábějí.

Železo je chemický prvek. Surové železo se využívá pouze jako surovina pro výrobu oceli nebo litiny. Veškeré výrobky se vyrábějí buď z oceli, nebo litiny.

Výroba surového železa

– probíhá kontinuálně a nepřetržitě ve vysoké peci redukcí železné rudy. Během zpracování na rudu působí palivo, struskotvorné přísady a vzduch.

Palivo pro vysokou pec:

- **dřevěné uhlí – dnes již nevyužívané,**
- **hutnický koks – vyrábí se z černého uhlí, dosahuje vysokých teplot.**

Palivo vytváří teplo potřebné pro chemické reakce. Výhodou koksu je vysoká výhřevnost a nízký obsah nečistot *(v porovnání s jinými palivy)***.**

Struskotvorné přísady

Mají čistící a ochrannou funkci. Vážou nečistoty z rudy a koksu, tím vzniká struska. Ta se usazuje na povrchu roztaveného železa a chrání jej před nadměrným nasycováním uhlíkem a znečištění další vsázkou. Používají se vápence a dolomity.

Produkty vysoké pece

- **Surové železo – kromě železa obsahuje 3 – 4 % uhlíku (C) a celou řadu dalších prvků, např. mangan, křemík, fosfor, síra a jiné. Je to tvrdý a křehký kov.**
- **Vysokopecní struska – tavenina z rudné hlušiny, struskotvorných přísad a popela z koksu. Z pece vytéká do tekoucí vody, kde se rozpadá. Používá se při výrobě cementů, cihel apod.**
- **Vysokopecní plyn – obsahuje dusík, oxidy uhlíku (cca. 20 % CO – prudce jedovatý oxid uhelnatý) a vodík. Používá se jako palivo při předehřevu vzduchu, případně pro vytápění výrobního závodu, palivo výrobních procesů, pohon spalovacích motorů apod. Obvykle se spotřebovává pouze v rámci závodu.**

<u>Výroba surového železa</u> – postup výroby:

A) předehřívání a sušení vsázky
odstraňuje se voda a síra – cca 200°C,

B) nepřímá redukce
oxidy železa se obohacují železem a snižuje se obsah kyslíku – cca 400°C,

C) přímá redukce
oxidy železa jsou zcela rozloženy, vzniká „čisté“ železo – cca 900°C,

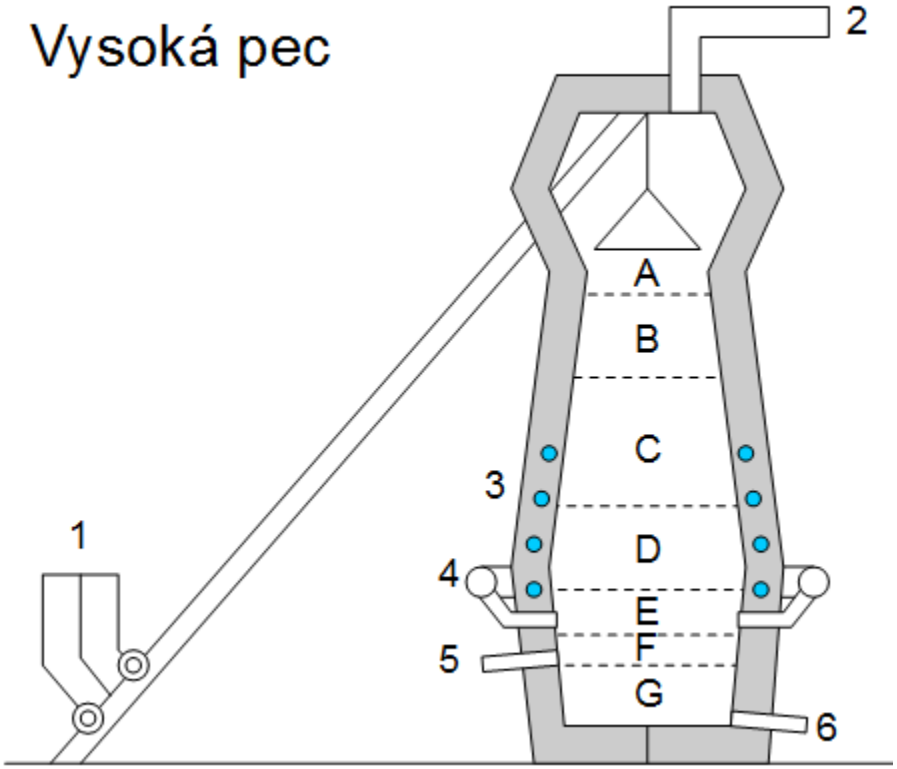
D) nauhličování
železo se obohacuje o uhlík, křemík a další prvky – cca 1 400°C,

E) tavení
úplné roztavení rudy, nečistoty se oddělí a naváží do strusky – cca 2 000°C,

F) struska – cca 1 600°C,

G) surové železo – cca 1 400°C.

Vysoká pec



Vysvětlivky:

1. **vsázka – ruda, koks, strusko-tvorné přísady,**
2. **odvod vysokopecního plynu,**
3. **vodní chlazení pláště,**
4. **vhánění horkého vzduchu,**
5. **odběr strusky,**
6. **výtok surového železa.**

Videa na téma vysoká pec:

Králův dvůr – https://www.youtube.com/watch?v=lOgq3QdvNIM

Ostrava – https://www.youtube.com/watch?v=b3BOMfH7Dbc

animace – https://www.youtube.com/watch?v=U3faQfmOPzA

výklad – https://www.youtube.com/watch?v=CdhfPy2p-3Y

Výroba litiny

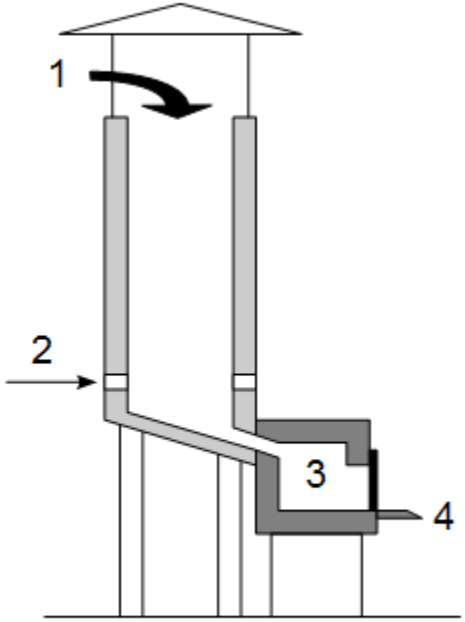
Litina je sloučenina železa s uhlíkem (2 – 6,7 % C). Obecně je litina křehká, tvrdá a odolná proti korozi.

Druhy litiny:

- **Šedá litina – obsahuje cca 3,3 % uhlíku, křemík, mangan, fosfor, síru a jiné. Vyrábí se přetavením surového železa a šrotu v kuplovnách nebo pecích. Taví se při cca 1 200°C. Má horší mechanické vlastnosti (je křehká a málo pevná). Dobře odolává povětrnostním vlivům a korozi. Vyrábí se z ní otopná tělesa, armatury, kotlová tělesa, potrubí a jiné.**
- **Tvárná litina – vyrábí se přidáním hořčíku do šedé litiny při výtoku z kuplovny. Má výrazně lepší mechanické vlastnosti a není tak křehká jako šedá litina. Vyrábí se z ní armatury, potrubí a jiné.**

- **<u>Bílá litina</u> – je podobná šedé litině, ale obsahuje méně křemíku. Je velmi tvrdá, proto se používá na mlecí tělesa, rošty apod. Výroba je podobná jako u šedé litiny. Při odlévání se však rychle ochlazuje.**
- **<u>Temperovaná litina</u> – vyrábí se tepelným zpracováním bílé litiny. Odlitky se umístí do kovových beden, kde jsou obklopeny pískem nebo krevelem. Poté se bedny ohřívají na cca 900°C za nepřístupu vzduchu. Používá se na dynamicky namáhané součásti (např. převodovky), závitové tvarovky a jiné.**
- **<u>Tvrzená litina</u> – získá se odlitím šedé litiny do forem, které mají zvolené části chlazené vodou. V místech chlazení chladne litina rychle, proto se na povrchu vytvoří bílá litina, v ostatních částech a uvnitř odlitku chladne litina pomaleji a vzniká šedá snadněji obrobitelná litina. Používá se například na kola vagónů.**

Kuplovna



Vysvětlivky:

1. **vsázka – směs surového železa, zlomkové staré litiny, ocelového šrotu, koksu a vápence,**
2. **vzduch**
3. **předpecí – zde se shromažďuje hotová litina,**
4. **výpust litiny.**

Výroba oceli

Ocel je veškeré kujné železo, které má menší obsah uhlíku než 2 %. Ocel se vyrábí ze surového železa, případně také s příměsí ocelového šrotu. Při zpracování surového železa se provádí jeho zkujňování tzv. spalováním nežádoucích prvků. Tím dochází ke zlepšení mechanických a technologických vlastností.

Při výrobě oceli dochází k následujícím změnám:

- **snížení vysokého obsahu uhlíku,**
- **úprava množství dalších prvků (fosfor, síra, křemík, mangan a jiné),**
- **přidání legujících prvků, které zlepšují vlastnosti oceli (chrom, nikl, kobalt a jiné).**

Výroba oceli probíhá v konvertorech nebo v pecích.

<u>Označování ocelí:</u>

Základem označení je pětimístné číslo.

Například: ocel označená 11 373.0 značí:

11 – značí třídu oceli, konstrukční ocel určená k tváření, obvyklých jakostí se zaručeným obsahem uhlíku, fosforu a síry,

37 – nejmenší zaručená pevnost v tahu v desítkách MPa, tj. 370 MPa,

3 – pořadová číslice, č. 3 udává zaručenou svařitelnost,

0 – materiál, který nebyl dále zpracován např. tepelně.

Instalatéři používají trubky z oceli 11 373 v provedení s běžnou tloušťkou stěny nebo se zesílenou stěnou (závitové).

Konvertory

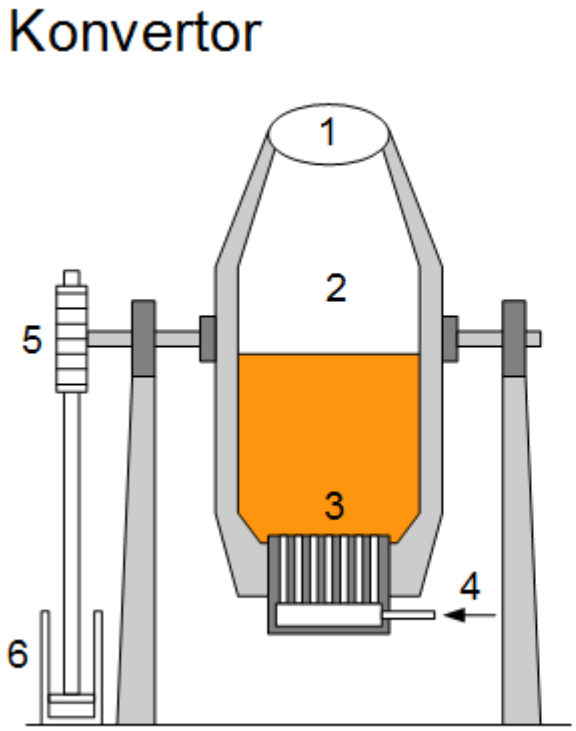
Výroba oceli v konvertorech je produktivní, levná a jednoduchá. Nevýhodou je nemožnost zpracovávat ocelový šrot a vyrábět ocel vyšší jakosti. Částečně tyto nevýhody odstraňuje použití kyslíkového konvertoru.

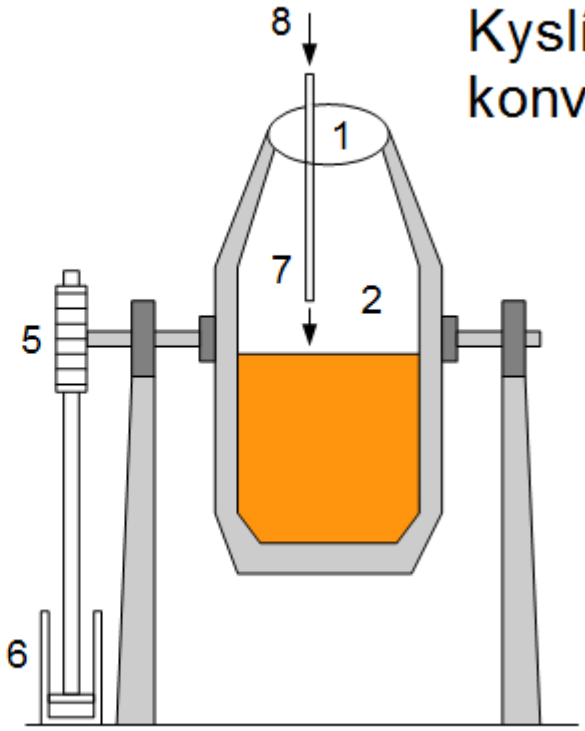
Do konvertoru se nalije žhavé tekuté surové železo *(nelze zpracovávat vychladlé)* **a dnem se do něj vhání vzduch. Kyslík obsažený ve vzduchu spaluje nežádoucí prvky a udržuje železo žhavé. Teplota tavby je 1 300 až 1 600°C, doba tavby 15 až 25 minut.**

V kyslíkovém konvertoru lze zpracovávat i menší množství šrotu a kvalitnější oceli. Postup výroby je stejný, pouze se místo vzduchu vhání čistý kyslík na hladinu kovu.

Vysvětlivky k obrázku:

1. **otvor pro vsázku,**
2. **tavící prostor,**
3. **děrované dno pro přívod vzduchu,**
4. **přívod vzduchu,**
5. **ozubené kolo a převod zvedacího mechanismu,**
6. **hydraulický píst,**
7. **tryska kyslíku,**
8. **přívod kyslíku.**


Konvertor
1
2
3
4
5
6


Kyslíkový konvertor
8
1
7
2
5
6

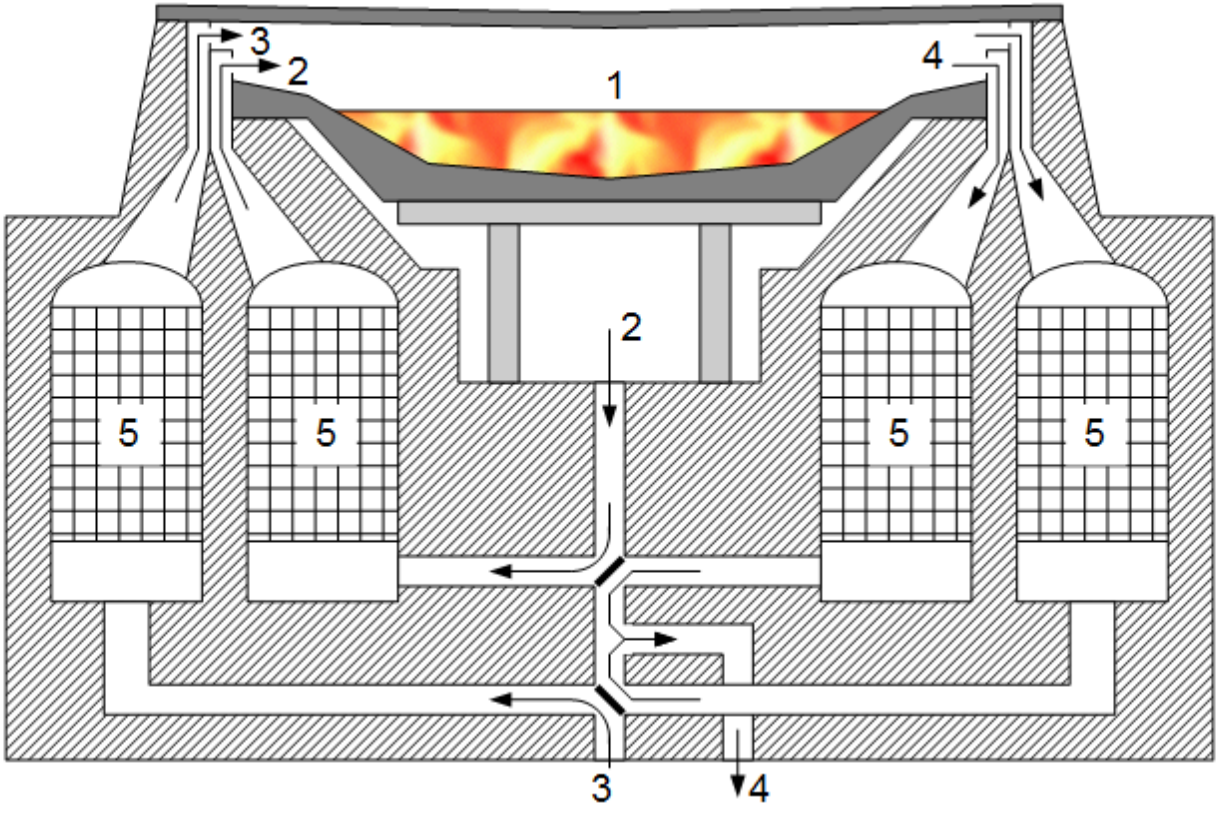
Výroba oceli

Martinské pece

Výroba probíhá pomocí vytápění plynem nebo těžkým olejem. Díky tomu lze zpracovávat také šrot nebo netekuté surové železo a vyrábět kvalitnější oceli. Teplota tavby může být až 1 750°C, doba tavby je 4 – 8 hodin i více.

Vysvětlivky k obrázku:

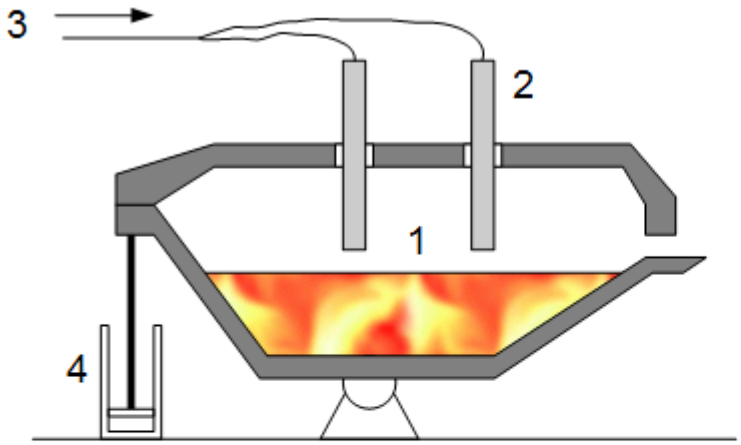
1. **tavící prostor a tavenina,**
2. **vzduch,**
3. **plyn,**
4. **odvod spalin,**
5. **regenerační komory.**



2/4 - Ing. Karel Kovářík

Elektrické obloukové pece

Zpracovávají hlavně ocelový odpad. Vsázka se taví pomocí elektrického oblouku mezi elektrodami a taveninou. Ocel je vyšší jakosti, ale náklady vysoké. Díky vysoké teplotě tavení (3 000 – 3 200°C) lze téměř zcela vyloučit fosfor a síru.



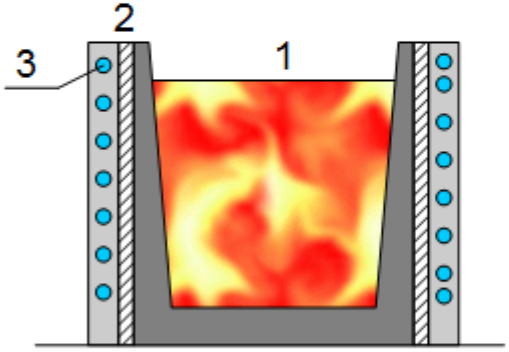
Vysvětlivky:

1. **tavící prostor a tavenina,**
2. **elektrody,**
3. **přívod elektrického proudu,**
4. **hydraulický píst.**

Elektrické indukční pece

Indukční pece jsou vhodné pro výrobu ocelí nejvyšší kvality a ocelí s přesným složením. Jejich nevýhodami jsou však vysoké náklady a nemožnost snižovat obsah fosforu a síry.

Kolem tavícího prostoru je z měděné trubky vytvořena cívka, kterou prochází elektrický proud a také chladící voda (reguluje teplotu). Druhou cívku tvoří vsázka/tavenina. Při průchodu proudu vznikají díky silnému magnetickému poli vířivé proudy, které vsázku roztaví a dobře promíchají (tavenina proudí).



Vysvětlivky:

1. **tavící prostor a tavenina,**
2. **písek,**
3. **měděné potrubí, navinuté ve formě závitu.**

Neželezné kovy I.

Mezi neželezné kovy patří všechny kovy, které nemají jako základ železo. Patří sem také slitiny neželezných kovů, např. mosaz, bronz, dural. *(Mezi neželezné kovy nepatří pouze ocel a litina.)*

Dělení neželezných kovů dle hustoty:

a) **lehké – např. hliník (Al), hořčík (Mg), titan (Ti),**
b) **těžké – např. měď (Cu), zinek (Zn), cín (Sn), olovo (Pb).**

Dělení dle teploty tavení:

a) **nízkotavitelné – olovo (Pb), cín (Sn), zinek (Zn),**
b) **vysokotavitelné – wolfram (W), molybden (Mo), tantal (Ta).**

Drahé kovy – zlato (Au), stříbro (Ag), platina (Pt).

Neželezné kovy se značí šestimístnou číslicí a první dvojčíslí je vždy 42.

Hliník (Al)

- **hustota 2 700 kg/m^3**
- **teplota tavení 660 °C**

Hliník je dobrý vodič tepla i elektřiny. Z hliníku se vyrábí otopná tělesa. Pro výrobu elektrických vodičů se již nepoužívá, protože vlivem roztažnosti docházelo k uvolňování z kontaktů. Je to nejrozšířenější kov v zemské kůře (8 %). Nejčastěji je získáván z horniny zvané bauxit. Získává se pomocí elektrolýzy, která je náročná na energie i znečištění životního prostředí. Pro konstrukční účely se používá ve formě slitin. Příkladem slitiny je Dural (Al cca. 93%, Cu cca. 5%, Mg cca. 2%), který je až pětkrát pevnější něž hliník. Využívá se při výrobě automobilů, letadel a kolejových vozidel.

Výhody hliníku: malá hustota, dobré mechanické vlastnosti, nemagnetický, dobře obrobitelný, odolný proti korozi.

Měď (Cu)

- **hustota 8 960 kg/m^3**
- **teplota tavení 1 083 °C**

Je dobrý vodič tepla i elektřiny. Vyrábí se hutnickým způsobem z rud (např. chalkopyrit). Z Cu se vyrábí zejména vodiče všeho druhu, plechy, trubky a také důležité slitiny.

Slitiny mědi

- **Bronz – slitina mědi a cínu. Lze jej dobře svařovat i pájet. Je velmi odolný proti korozi. Využívá se na výrobu armatur, tvarovek, částí čerpadel a jiné.**
- **Mosaz – slitina mědi a zinku. Je méně odolná proti korozi než bronz. Hlavní problém z hlediska životnosti je odzinkování, proto někteří výrobci používají mosaz odolnou proti odzinkování. Z mosazi se vyrábí vodovodní baterie, armatury, přídavný materiál pro tvrdé pájení a jiné.**

Neželezné kovy II.

Zinek (Zn)

- **hustota 7 130 kg/m^3**
- **teplota tavení 419 °C**

Využívá se na pozinkování oceli nebo výrobu slitin. Pro úspěšnou funkci zinkové ochranné vrstvy, nesmí být zinek vystaven teplotám nad 35°C nebo působení měkké vody.

Titan (Ti)

- **hustota 4 550 kg/m^3**
- **teplota tavení 1 670 °C**

Je dobře svařitelný, korozivzdorný a žáruvzdorný. Vyrábí se z něj výměníky tepla.

Cín (Sn)

- **hustota 7 300 kg/m^3**
- **teplota tavení 232 °C**

Je nekorodující a zdravotně nezávadný. Vyrábějí se z něj folie (staniol), slitiny, měkké pájky a jiné.

Olovo (Pb)

- **hustota 11 340 kg/m^3**
- **teplota tavení 327 °C**

Olovo je měkké, proto jej lze ohýbat bez použití vysokých teplot nebo velké síly. Je mírně jedovaté a rozpustné ve vodě. Pokud je dlouhodobě přijímáno do lidského organismu, způsobuje únavu, apatii, zažívací potíže, zvracení, bolesti nebo dokonce smrt. V minulosti se využívalo na výrobu kanalizačních (bez úpravy) a vodovodních (uvnitř cínovaných) trub. Dnes je potrubí z olova zakázáno a při rekonstrukci je nutné jej nahradit jiným materiálem. Využívá se na výrobu plomb, pájek, akumulátorů, kyselinovzdorných plechů, jako zálivka hrdlových spojů nebo ochrana proti rentgenovému a radioaktivnímu záření.

Chrom (Cr)

- **hustota 7 150 kg/m^3**
- **teplota tavení 1 907 °C**

Využívá se pro pokovování (lesklý stříbrný povrch) nebo jako legující prvek, který zvyšuje odolnost proti korozi a vysokým teplotám.

Wolfram (W)

- **hustota 19 250 kg/m^3**
- **teplota tavení 3 422 °C**

Využívá se jako legující prvek, který zvyšuje tvrdost a odolnost proti mechanickému a teplotnímu namáhání. Dále se z něj vyrábí žárovková vlákna nebo netavící se elektrody pro svařování.

Molybden (Mo)

- **hustota 10 280 kg/m^3**
- **teplota tavení 2 623 °C**

Využívá se jako legující prvek, který zvyšuje tvrdost, mechanickou a korozní odolnost.

Pájky

Pájka je přídavný materiál, který slouží ke spojení dvou kovových částí (základní materiál). Při pájení musí dojít k roztavení pájky, ale nesmí být roztaven základní materiál, proto musí mít pájky výrazně menší teplotu tavení. Pájka vyplní mezeru mezi spojovanými částmi.

Pájky pro měkké pájení (do 450°C)

Základem pájek pro měkké pájení je cín, který se používá s malou příměsí mědi nebo stříbra. Označení pájek se skládá ze značky prvků, které obsahuje a čísla označující procentuální (hmotnostní) obsah. Pro instalatérské práce se používají dvě různé pájky.

$$S-Sn97Cu3$$

cín (Sn) 97%, měď (Cu) 3%
teplota tavení 230 – 250°C

$$S-Sn97Ag3$$

cín (Sn) 97%, stříbro (Ag) 3%
teplota tavení 221 – 230°C

V rozvodech pitné vody nelze použít pájky s obsahem olova.

Pájky pro tvrdé pájení (nad 450°C)

V instalatérské praxi se obvykle používají níže uvedené tvrdé pájky. Dělí se na pájky stříbrné a pájky měď-fosforové. Stříbrné pájky obsahují také měď, zinek a malé množství cínu. Měď-fosforové pájky obsahují především měď s malou příměsí fosforu. Výhodou fosforových pájek je možnost provádět pájení měď-měď bez použití tavidla. Ostatní pájky vyžadují použití tavidla.

Značení pájky		Teplota tavení (°C)	Složení pájky (v %)				
stávající	staré		Stříbro	Měď	Zinek	Cín	Fosfor
Ag 134	AG 106	630 – 730	34	36	27,5	2,5	-
Ag 145	AG 104	640 – 680	45	27	25,5	2,5	-
Ag 244	AG 203	675 – 735	44	30	26	0	-
CuP 179	CP 203	710 – 890	-	94	-	-	6
CuP 279	CP 105	645 – 825	2	92	-	-	6

Plasty

Jsou to organické látky, které se vyrábějí synteticky (uměle – z ropy nebo zemního plynu) spojováním molekul na makromolekuly nebo přeměnou přírodních látek (např. celulóza nebo kaučuk). Převážná část vyráběných plastů je syntetická na bázi uhlovodíků.

Plasty jsou dnes nenahraditelným materiálem, který nachází široké uplatnění ve všech oborech lidské činnosti. O plastech lze říci, že jsou nejsnáze modifikovatelným materiálem. Plasty lze vyrobit měkké a pružné nebo tvrdé a pevné. O vlastnostech výsledného materiálu nerozhoduje jen druh plastu, ale také přísady, tzv. aditiva.

Přísady plastů:

1. **změkčovadla,**
2. **barviva,**
3. **stabilizátory proti UV záření,**
4. **plniva,**
5. **nadouvadla,**
6. **a jiné.**

Výhody plastů:

1. **nízká cena,**
2. **snadná zpracovatelnost,**
3. **jsou elektricky nevodivé,**
4. **malá tepelná vodivost,**
5. **nízká hmotnost,**
6. **odolnost proti korozi.**

Nevýhody plastů:

1. **malá teplotní odolnost (do 110°C),**
2. **malá pevnost v porovnání s kovy,**
3. **degradují UV zářením,**
4. **jsou prodyšné pro plyny (kyslík),**
5. **„stárnou“,**
6. **nízká odolnost proti otěru,**
7. **nejsou odolné proti ropným produktům,**
8. **hořlavost.**

Dělení plastů:

1. **<u>Termoplasty</u> – působením tepla změknou, dají se tvarovat a po vychladnutí mají nový tvar, ale původní vlastnosti** *(pevnost, pružnost...)***. Tento proces je možno opakovat, aniž by se změnily vlastnosti plastů.**

2. **<u>Reaktoplasty</u> – mají mezi molekulami velmi silné vazby (jsou tvrdé a pevné). Vyrábí se tzv. vytvrzením. To je chemická reakce, která se spouští reakcí s jinou chemickou látkou, teplem, tlakem nebo kombinací těchto faktorů. Při vytvrzení získává reaktoplast konečný tvar a konečné vlastnosti. Dále jej nelze upravovat. Dříve též zvané termosety nebo duroplasty.**

3. **<u>Elastomery (pryže)</u> – mají slabé vzájemné vazby mezi molekulami, proto jsou měkké a pružné. Pokud po stlačení nebo natažení pomine silový účinek, vrací se pryž do původního tvaru. Teplem je nelze tvarovat ani svařovat.**

Rozdělení plastů I.

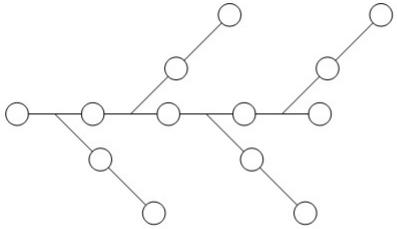
Existuje velké množství typů plastů. Pro správné použití plastů je rozhodující jejich teplotní odolnost a odolnost proti UV záření.

Nejpoužívanější druhy plastů v instalatérské praxi:

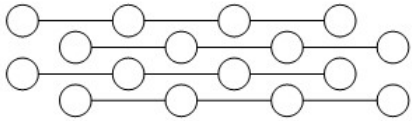
1. **Polyethylen (PE),**
2. **Síťovaný polyethylen (PE-X, XPE, VPE),**
3. **Polypropylen (PP),**
4. **Polyvinylchlorid (PVC),**
5. **Ostatní plasty – akrylonitril-butadien-styren (ABS), polyvinylidenfluorid (PVDF), polybuten (PB), polytetrafluorethylen (PTFE), sklolaminát GRP.**

Polyethylen (PE)

- **Rozvětvený PE40 (nízkohustotní, vysokotlaký, rPE, PE-LD, LDPE, Bralen). Označení PE40 znamená, že polyethylen má dlouhodobou pevnost 4 MPa při 20°C. Číslo za PE značí desetinásobek pevnosti. Výhodou tohoto PE je schopnost snést zamrznutí dopravované vody bez poškození. Používá se na rozvody studené vody v zemi, zejména na vodovodní přípojky. Struktura viz obrázek.**

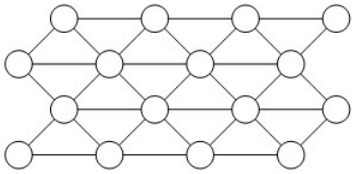


- **Lineární PE100 (vysokohustotní, nízkotlaký, lPE, HDPE, PE-HD, Liten). Běžně se vyrábí v provedení SDR11 a SDR17. Číslo SDR je podíl vnějšího průměru trubky a tloušťky stěny. SDR označuje tlakovou řadu. Čím nižší číslo, tím tlakově odolnější potrubí. Používá se na rozvody studené vody, tlakové i podtlakové kanalizace a topných plynů. Nejčastěji se využívají pro venkovní rozvody v zemi, ale lze je (mimo plynu) využít i pro vnitřní rozvody. Tlaková teplotní odolnost do 40°C.**



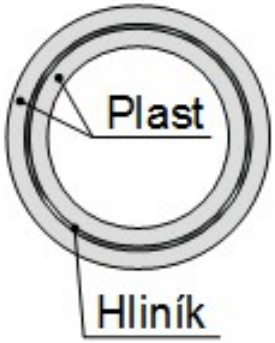
Také je na trhu typ PE80 (středohustotní, PE-MD).

- **<u>Síťovaný PE-X</u> (XPE, VPE). Vyrábí se chemickým zesíťováním lineárního PE. Zjednodušeně řečeno dochází ke spojení sousedních řetězců molekul. Z PE se tak stává reaktoplast. Materiál tím získá větší teplotní, mechanickou i chemickou odolnost, ale ztrácí svařitelnost. Samotný PE-X je nesvařitelný. Existují i trubky, které mají směrem k vnějšímu povrchu snížené zesíťování a díky tomu jsou svařitelné. Trubky z PE-X se využívají na vnitřní rozvody studené a teplé vody i vytápění. Tlaková teplotní odolnost do 95°C.**



Vícevrstvé potrubí

Snaha vylepšit pevnost, teplotní odolnost potrubí a případně propustnost kyslíku vedla ke vzniku vícevrstvého potrubí. Mezi dvě vrstvy plastu je vložena trubka z hliníkové (Al) fólie. Plastové části jsou nejčastěji z PE-X (tzv. Al/PEX), ale také z PP. Al fólie dokonale zabraňuje prostupnosti vzdušného kyslíku.



Mezi nové materiály patří potrubí z PP, které je vyztuženo čedičovými nebo skelnými vlákny (nebrání pronikání kyslíku). Vlákna jsou zalita uprostřed stěny trubky.

Rozdělení plastů II.

Polypropylen (PP)

Jedná se o nejrozšířenější plast pro vnitřní instalace. Za své rozšíření vděčí zejména vysoké teplotní odolnosti (beztlakově až 110°C) a příznivé ceně.

- **PP-H (typ-1) homopolymer – skládá se pouze z jednoho druhu plastu (PP). Využívá se na vnitřní rozvody studené vody. Dnes se od jeho použití ustupuje. Jeho hlavní nevýhodou je vysoká tvrdost a křehkost. Křehkost se zvyšuje s dobou použití.**
- **PP-B (typ-2) blokový kopolymer – do PP je přidáno malé množství PE, tím se snižuje křehkost, tvrdost a zpomaluje stárnutí. Od jeho použití se ustupuje.**
- **PP-R (PPR, typ-3) random (statistický) kopolymer – do tohoto PP je přidáno více PE než do PP-B. Jedná se o nejkvalitnější typ PP. Využívá se pro vnitřní rozvody studené i teplé vody, případně vytápění. Tlaková teplotní odolnost do 70°C. Přednostně používáme trubky PN20. Trubky PN10 a PN16 rychleji stárnou.**

- **<u>PP-RCT (typ-4)</u> – nejnovější typ PP, který vyniká zejména větší teplotní a tlakovou odolností. Tlaková teplotní odolnost do 70°C. Díky tomu může mít menší tloušťku stěny než PPR. Dosud není příliš rozšířen.**
- **<u>PPs</u> – „s“ znamená samozhášivý. Do PP se přidává plnivo, které při požáru vytváří nehořlavé plyny, ty vytěsní kyslík a omezují další hoření. Slouží pro výrobu kanalizačních trub a tvarovek (tzv. HT). V posledních letech se místo PPs začíná využívat PP s minerálním plnivem omezujícím vznik a šíření hluku.**

Polyvinylchlorid (PVC)

Je to nejstarší vyráběný plast. V několika německých městech (v Bitterfeldu, Steinfurtu a Hamburku) dodnes fungují vodovodní potrubí z PVC instalované v roce 1937. **Nevýhoda PVC spočívá v obsahu chloru. Při požáru vznikají hořením PVC spaliny obsahující chlorovodík, který ve spojení s vodní parou vytváří kyselinu chlorovodíkovou. Tyto látky rozleptávají dýchací cesty, narušují kovové konstrukce a elektroinstalace. Rovněž výroba PVC a jeho likvidace je spojena se vznikem toxických a karcinogenních látek, které jsou velmi nebezpečné. V případě používání není škodlivost samotného PVC jednoznačně prokázána. Prokázána je škodlivost některých přísad (ftaláty, těžké kovy).**

- **PVC-U – základní typ PVC, který se využívá pro venkovní rozvody studené vody a kanalizační potrubí ukládané do země (tzv. KG). V menší míře se využívá také pro vnitřní kanalizaci nebo podtlakové systémy odvodnění střech. Teplotní odolnost do 60°C, doporučuji však nepřekračovat 40°C.**
- **PVC-C (CPVC) – jedná se o PVC s vyšším obsahem chloru. Díky tomu dosahuje vyšší tlakové teplotní odolnosti až 90°C. Dříve se využívalo na vnitřní rozvody studené i teplé vody a vytápění. Dnes se již nepoužívá.**
- **mPVC (měkčené PVC) – PVC změkčené přísadami. Využívá se na výrobu hadic.**

Ostatní plasty

- **Akrylonitril-butadien-styren (ABS) – pro výrobu potrubí se využívá ve Velké Británii (kanalizace). Mezi jeho výhody patří velká otěruvzdorost, odolnost proti šíření trhlin, velmi nízká tepelná a zvuková vodivost. Lze jej také pokovovat. Vyrábí se z něj LEGO.**
- **Polyvinylidenfluorid (PVDF) – je to nejlepší plast používaný na výrobu potrubí. Má vynikající mechanické vlastnosti, chemickou odolnost a tlakovou teplotní odolnost do 140°C. Jako jediný homopolymer je plně odolný proti UV záření bez zvláštních opatření (tj. přísad). Je velmi drahý.**

Materiál (07/2015)	PPR – D20, PN20	PVDF – D20, PN16	Měď – ø15×1
Cena/m (bez DPH)	13,- Kč	490,- Kč	67,- Kč

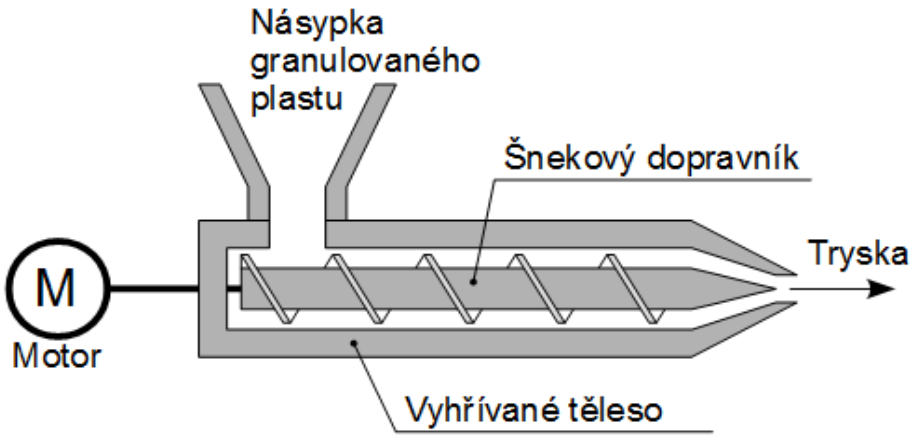
- **Polybuten (PB) – využívá se pro rozvody studené i teplé vody, vytápění a podlahové otopné plochy. Tlaková teplotní odolnost do 95°C.**
- **Polytetrafluorethylen (PTFE) – je znám pod značkou Teflon. Využívá se na výrobu těsnění a povrchů kluzných ploch.**

- **<u>Sklolaminát GRP</u> – jedná se o kompozitní materiál vyrobený ze skelných vláken a polyesterové pryskyřice. Vzniká tak tuhé potrubí s velmi hladkým vnitřním povrchem. Trouby z GRP se využívají pro venkovní rozvody studené vody, venkovní kanalizaci a venkovní rozvody plynu.**

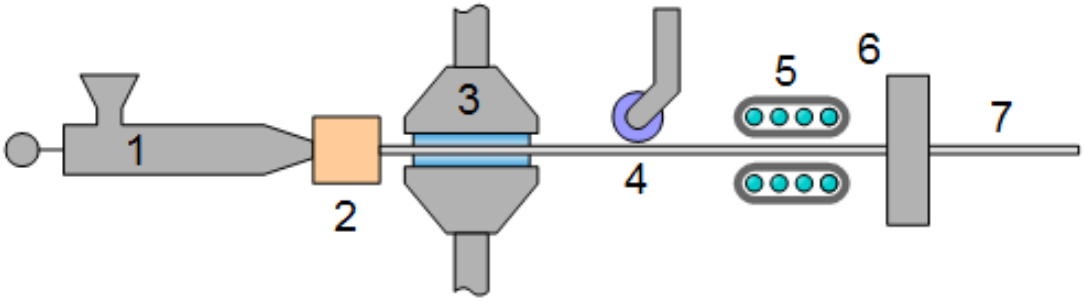
Výroba plastů

Termoplasty jsou chemickým průmyslem dodávány ve formě malých granulí nebo kuliček. Při jejich zpracování na konečný výrobek se využívají termoplastické vlastnosti. Dochází pouze ke změně tvaru, nikoliv ke změně vlastností materiálu. Proto tento výrobní postup nazýváme tváření. K výrobě trubek se používá vytlačování přes kalibrovaný trn a k výrobě tvarovek vstřikování do forem. K oběma postupům slouží tzv. vytlačovací lis, do kterého vsypeme granule plastu, pomocí el. topení granule roztavíme a pomocí šnekového dopravníku vytlačujeme tryskou ven. Podle zařízení připojeného k trysce dále vyrábíme trubky nebo tvarovky.

Vytlačovací lis



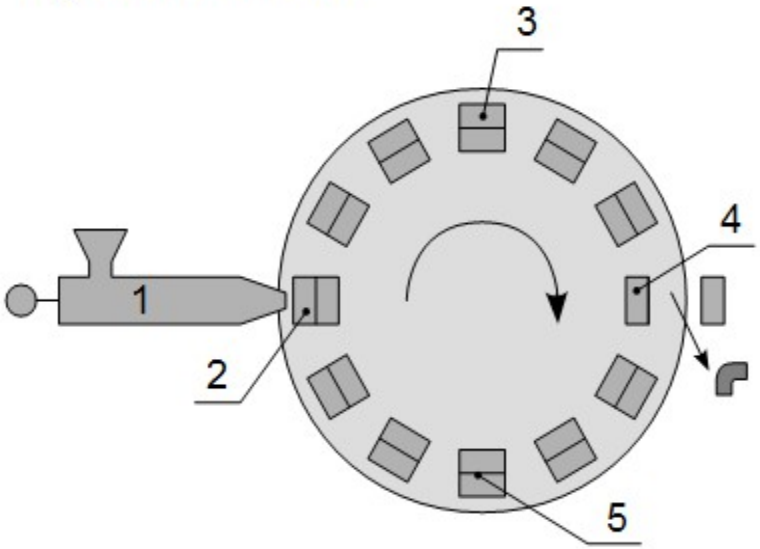
Výroba trubek



Vysvětlivky:

1. **vytlačovací lis,**
2. **kalibrovaný trn,**
3. **chlazení trubky,**
4. **potisk trubky,**
5. **pásový posuvník trubky,**
6. **dělení trubky na potřebnou délku,**
7. **kontrola, balení, expedice.**

Výroba tvarovek



Vysvětlivky:

1. **vytlačovací lis,**
2. **forma, do které je vstřikováno,**
3. **forma chlazená,**
4. **odebírání tvarovky z formy,**
5. **forma připravovaná k dalšímu vstřikování,**

Keramika

Obecně je keramika materiál získaný vypálením vhodných hlín. Při popisu vlastností keramiky hovoříme o tzv. keramickém střepu, beztvaré vypálené keramice.

Keramické výrobky:

- **cihlářské výrobky (cihly, stř. tašky),**
- **obklady a dlaždice,**
- **kamenina (trouby, obklady),**
- **zdravotní keramika,**
- **žáruvzdorné výrobky,**
- **ostatní (např. antuka).**

Výroba keramiky:

1. **těžba surovin (hlíny, jíly, písky),**
2. **úprava surovin (mletí, míchání),**
3. **vytváření (lisování, vytlačování),**
4. **sušení,**
5. **vypalování,**
6. **třídění (kontrola).**

Kamenina

Keramika s hutným střepem má nasákavost menší než 8 %. Dělí se na kameninu s neprůsvitným střepem barevným a na porcelán s průsvitným střepem (obvykle bílým). Kamenina se obvykle glazuje pro zvýšení odolnosti proti agresivitě a zlepšení užitných vlastností. Glazura na povrchu vytvoří lesklou sklovitou úpravu nepropustnou pro vodu. Kamenina vyniká pevností střepu a odolností proti vlivu chemických látek.

Kameninu dělíme na:

- **stavební – dlaždice, obklady, cihly,**
- **kanalizační – součásti pro kanalizační potrubí,**
- **hospodářskou – výrobky pro zemědělskou výrobu, kameninové žlaby, koryta,**
- **chemickou – výrobky používané v průmyslu, kyselinotvorné nádrže, elektrolytické vany, nádoby na skladování kyselin atd.,**
- **spotřební a okrasnou – výrobky pro domácnosti, džbánky, kachle na stavbu kamen, vázy a jiné.**

Kanalizační kamenina

Jedná se o kameninové stavivo, které je téměř vždy glazované. Používá se k odvádění odpadních vod (včetně chemických). Jednotlivé prvky se mezi sebou spojují pomocí hrdel, ve kterých jsou nalepeny těsnící pryžové nebo polyuretanové profily. Vyrábějí se trouby o světlosti DN 100 – DN 1 400 i doplňkové součásti pro změnu směru (kolena), spojení více potrubí (odbočky), vpusti, a jiné. Díky glazuře je kameninové potrubí velice odolné proti obrusu, vlhkosti i chemikáliím.

Zdravotní keramika

Pod pojmem zdravotní keramika rozumíme zařizovací předměty (WC, umyvadla, bidety a jiné) vyrobené z keramických materiálů. Nejčastěji se k jejich výrobě používá technický porcelán, zvaný diturvit (dříve se používal také fajáns). Výroba probíhá odléváním do porézních forem nebo lisováním. Při odlévání se do formy nalévá tekutá keramická hmota. Voda je z větší části pohlcena póry formy. Díky tomu se na stěnách formy utvoří tenká vrstva keramické hmoty (zař. předměty jsou duté). Následně se výrobky glazují a vypalují. Glazura umožňuje zachovat povrch výrobku hygienicky čistý. Pro speciální účely se vyrábějí také kameninové výlevky a vpusti.

Pryž (elastomery)

Lidově guma. Někdy také označována jako kaučuk → pryž je zpracovaný kaučuk.

Pryž je vulkanizovaný kaučuk. Kaučuk může být přírodní nebo syntetický. Přírodní kaučuk je upravená tekutina vytékající z poranění stromu kaučukovníku brazilského. Kůra stromu se nařízne ve tvaru šroubového závitu. V tomto „poranění“ vzniká surový kaučuk (latex), který stéká zářezem a odkapává do připravené nádoby. Následnými úpravami a vulkanizací se vyrábí přírodní pryž.

Syntetický kaučuk jsou plastové hmoty splňující požadavky na elastomery. Přidáním plniv, barviv (a dalších přísad) a následnou vulkanizací se vyrábí syntetická pryž.

Vulkanizace probíhá hnětením kaučuku společně s vulkanizačním činidlem (obvykle síra) a současně působením tepla.

Pryžové výrobky mohou být zpevněny textilními pásy nebo ocelovými dráty.

Těsnící materiály

Těsnosti se dosahuje rozmáčknutím pružného a měkkého materiálu mezi spojované součásti. Z hlediska provedení rozlišujeme těsnění závitových spojů, hrdlových spojů nebo těsnění dosedacích ploch přírub a šroubení. V případě použití na pitnou vodu nebo plyn musí být pro toto použití schváleny (certifikát).

Těsnění závitových spojů

- **instalatérský len (též konopí, česání, egyptská koudel nebo pakování) – je to rozvlákněný len (rostlina). Patří k tradičním a dosud nenahraditelným materiálům. Výhodou lnu je odolnost proti mastnotám a případným poruchám (vytržení) závitu. Lze využít pro vodu, topení i plyn. Len se musí impregnovat proti hnilobě. Obvykle se k impregnaci používá fermež. Fermež však nelze použít na plynovodu. Len nelze použít na celoplastové nebo kombinované (plast+kov) tvarovky. Hrozí stržení závitu nebo vytržení kovové části z plastu.**

- **teflonová páska nebo niť/šňůra – využívají se zejména pro plastové, případně měděné, potrubí. Nejsou (zejména páska) vhodné pro ručně řezané závity. Nesmí se používat na plyn.**

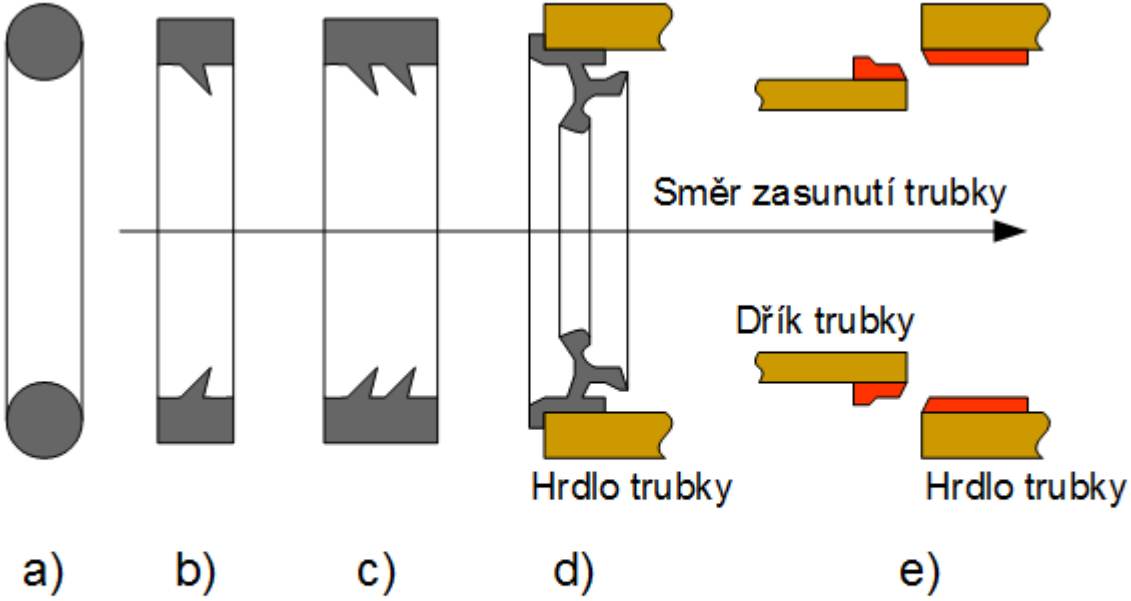
- **tmely – jsou použitelné pro libovolné médium (dle typu tmelu), mají velkou tlakovou odolnost a jednoduchou montáž. Nevýhodou je náchylnost na znečištění závitů. Závity se před aplikací tmelu musí očistit a odmastit. Aplikace se provádí buď na první závity obou součástí (SISEAL), nebo na jednu součást (LOCTITE). Tmely jsou určené buď pro kovové závity, nebo pro plastové (+kombinované) a nelze je zaměňovat. Vždy je nutné dbát pokynů výrobce.**

  Tmely určené pro kovové závity – jsou na anaerobní bázi, tzn. vytvrzování probíhá za nepřístupu vzduchu, zajišťují závitový spoj proti povolení, vibracím i netěsnosti. Snáší vysoké tlaky.

  Tmely určené pro plastové a kombinované závity – jsou na bázi silikonu, který vulkanizuje (nevytvrzuje) při pokojové teplotě reakcí s okolní vlhkostí. Je trvale pružný a vhodný pro různé materiály závitů.

Těsnění hrdlových spojů

Dnes se využívají především profilovaná těsnění z pryže nebo polyuretanu. Tradiční způsob utěsnění hrdel pomocí provazce a zálivky (viz. IVK) se dnes využívá pouze výjimečně v případě oprav nebo napojení na stávající síť.



Legenda těsnění:

a) O-kroužek,

b) jednobřité těsnění – plastové potrubí,

c) dvoubřité těsnění – plastové potrubí,

d) pryžové těsnění – kamenina,

e) polyuretanové – kamenina.

Těsnění dosedacích ploch přírub a šroubení

Příruby a šroubení se těsní nejčastěji pomocí plochých O-kroužků. Nejvhodnějším materiálem těsnění je pryž (měkká = tvarovatelná). Ta však má poměrně nízkou odolnost proti tlaku a teplotě. Při opravách je nutné vždy použít nové těsnění, opakovaně použít nelze. Při výběru těsnění je nutné znát dopravované médium, jeho pracovní teplotu a tlak.

Materiál těsnění:

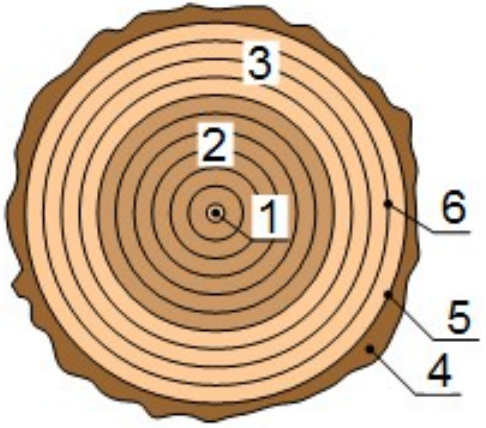
- **Pryžová těsnění – využívají se v rozvodech studené a teplé vody, vytápění a pro jiné nenáročné aplikace.**
- **Pryžovláknitá těsnění – teplotní odolnost do 300°C.**
- **Fíbrová těsnění – jedná se o plast na bázi celulózy, zdravotně nezávadný, teplotní odolnost do 100°C.**
- **Teflonová těsnění – teplotní odolnost do 260°C.**
- **Ocelogumová těsnění – jedná se o pryžové těsnění se zalitým ocelovým kroužkem. Teplotní odolnost do 80 – 200°C (dle typu pryže).**
- **Grafitová těsnění – využívá se pro vysoké teploty (do 400°C).**

Stavební materiály (tzv. staviva)

Zahrnují veškeré materiály používané ve stavebnictví, tj. k výstavbě objektů. Do staviv patří cihlářské výrobky, kovy, dřevo, kámen, keramické a izolační materiály, pojiva, malty, betony, sklo a další.

Dřevo

Dřevo patří mezi nejstarší materiály. Je přírodní a patří mezi obnovitelné zdroje. Mezi jeho výhody patří dekorativní funkce, dobré mechanické vlastnosti a snadná opracovatelnost. Mezi nevýhody zejména hořlavost, dále bobtnání a sesychání, nebezpečí napadení hnilobou a škůdci. Využívá se zejména na střešní konstrukce, v menší míře také jako prvek stropních nebo svislých (zdí) konstrukcí a podlah.

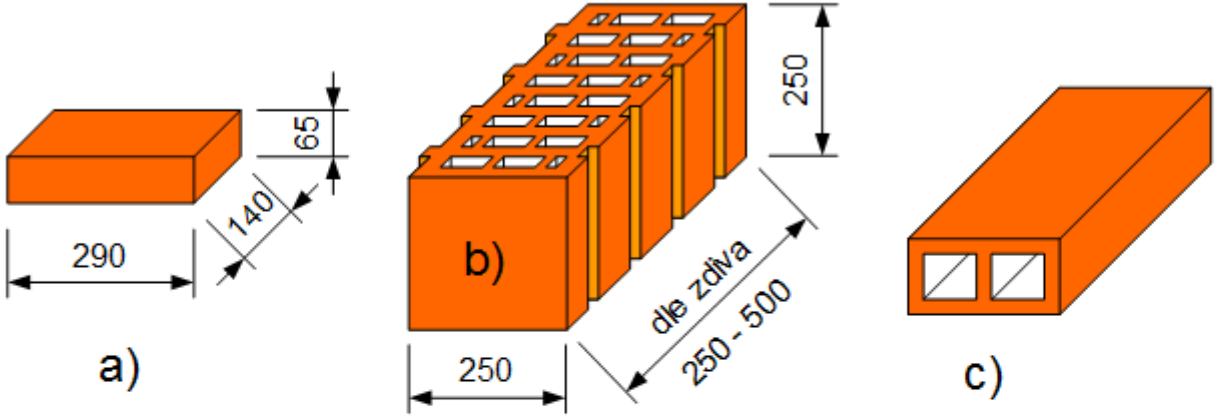


Vyvětlivky: 1) dřeň; 2) jádro; 3) běl; 4) kůra; 5) lýko; 6) letokruhy.

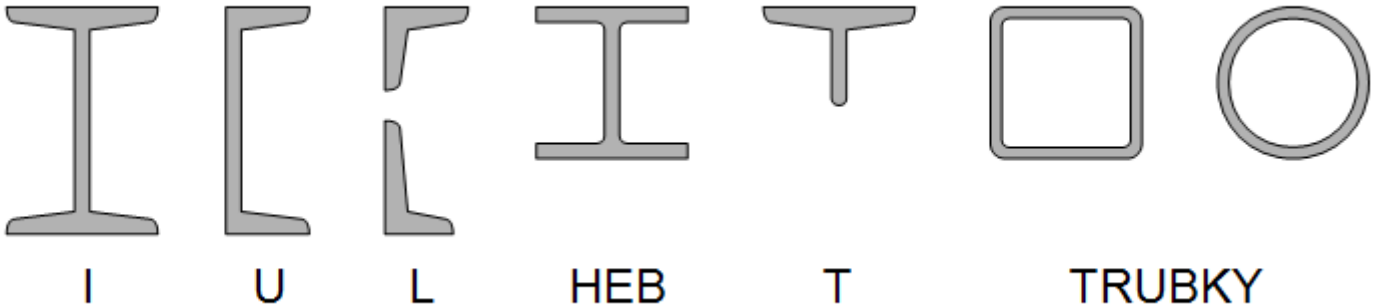
Cihlářské výrobky

Patří mezi tradiční a velmi rozšířené materiály. Jedná se o porézní keramiku obvykle červené barvy. Výskyt pórů ovlivňuje pevnost a tepelnou vodivost. Čím méně pórů, tím je ker. střep pevnější a lépe vede teplo. Naopak čím více pórů, tím je střep méně pevný a lépe tepelně izoluje. Protože izolační schopnost samotné cihelné hmoty je dnes velmi nedostatečná, byly vyvinuty tvarovky typu Therm vylehčené svislými otvory.

Využívají se pro veškeré zděné konstrukce (nosné zdivo, příčky, pilíře), stropy, ploty, střešní tašky, obklady, dlažby a jiné. Příklady výrobků: a) cihla plná, b) tvarovka typu Therm, c) cihla dutá.



<u>Ocel</u> – využívá se zejména ve formě válcovaných nebo svařovaných profilů, jako nosníky, sloupy, překlady a jiné. Příklad nejčastějších profilů:



<u>Malty</u> – jedná se o směs písku, pojiva (cement, vápno nebo sádra) a vody. Využívají se pro spojení zdících prvků a omítání.

<u>Kámen</u> – nejčastěji se využívá ve formě sypkého kameniva. To dělíme na drcené (má ostré hrany) a říční (oblé hrany). Dále na drobné/písek (do průměru 4 mm), hrubé/štěrk (4-125 mm) a štěrkopísek/štěrkodrť (0-125 mm). Výhodou říčního kameniva jsou oblé hrany, které přinášejí lepší využitelnost při výrobě malt a betonů.

Beton (prostý)

Beton je jedno z nejdůležitějších a nejpoužívanějších staviv. Bez betonu se neobejde žádná stavba, dokonce ani dřevostavba.

Složky betonu:

- **kamenivo (písek, štěrkopísek, štěrk),**
- **pojivo (cement),**
- **voda (pitná),**
- **přísady zlepšující zpracovatelnost,**
- **přísady zlepšující konečné vlastnosti.**

Uvedené složky se navzájem důkladně promíchají (nejprve cement s kamenivem a poté s vodou). Vzniklá směs se musí okamžitě zpracovat. Zpracování může probíhat přímo na stavbě do bednění (tj. formy), pak hovoříme o monolitických konstrukcích. Následně musí beton tuhnout a tvrdnout (28 dní). Protože takové zpracování je zdlouhavé (minimálně tři dny + několik dní přestávky), je možné zhotovit betonové konstrukce (např. panely) v továrně a hotové přivézt na stavbu. Na stavbě se konstrukce již jen osadí, hovoříme o montovaných (prefabrikovaných) konstrukcích.

Výhody betonu:

- **dobrá pevnost v tlaku,**
- **velká únosnost,**
- **dlouhá životnost bez údržby,**
- **odolný proti vodě, plísni a hmyzu,**
- **nehořlavý a ohnivzdorný,**
- **cenově dostupný,**
- **dobře zpracovatelný,**
- **zhotovení libovolného tvaru.**

Nevýhody betonu:

- **„nulová“ pevnost v tahu,**
- **velká hmotnost,**
- **dobře vede teplo,**
- **dobře vede zvuk,**
- **pracný (monolit),**
- **technologické přestávky (monolit),**
- **potřeba těžkých jeřábů (PREFA).**

Beton se značí písmenem „C“ (concrete) a číslem, které značí pevnost v tlaku, např. C16/20. Dříve se používalo značení písmenem „B“ (beton), např. B20.

Druhy betonu:

- **prostý (hutný) beton,**
- **železobeton,**
- **předpjatý beton,**
- **ocelobeton,**
- **drátkobeton,**
- **cementový potěr (podlahy),**
- **lehčený (lehký) beton,**
- **vodostavební beton a další.**

Prostý beton je výrobek, který tvoří pouze beton bez výztuže nebo s výztuží pouze pro přepravní účely.

Konstrukce a výrobky z prostého betonu:

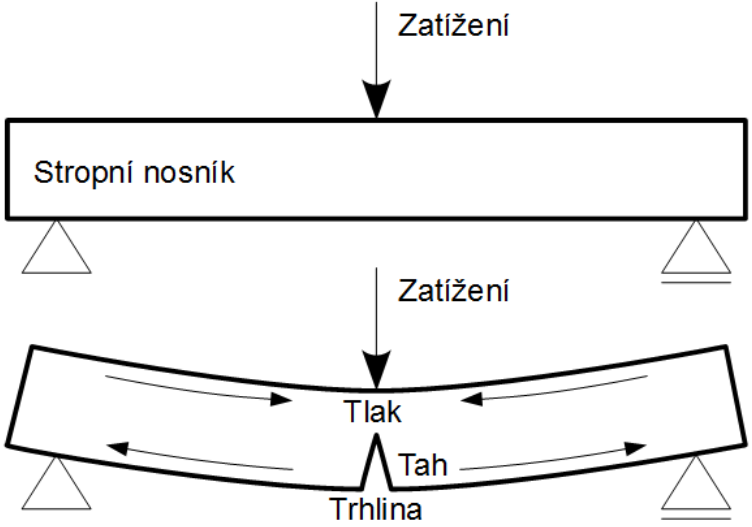
- **kanalizační trouby DN150 – 2 200,**
- **revizní šachty,**
- **uliční vpusti,**
- **obrubníky,**
- **plotové prvky,**
- **základy jednoduchých staveb,**
- **cihly a zdící tvarovky,**
- **střešní tašky,**
- **dlažba,**
- **podlahy.**

<u>Lehčený beton</u>

Je to beton se sníženou objemovou hmotností. Vylehčení dosáhneme pomocí vytvoření pěnové struktury betonu (např. pórobeton tzv. Ytong) nebo použitím pórovitého kameniva (např. Liapor, kuličky polystyrenu). Lehčené betony jsou sice méně únosné, ale lépe tepelně izolují.

Železobeton (ŽB)

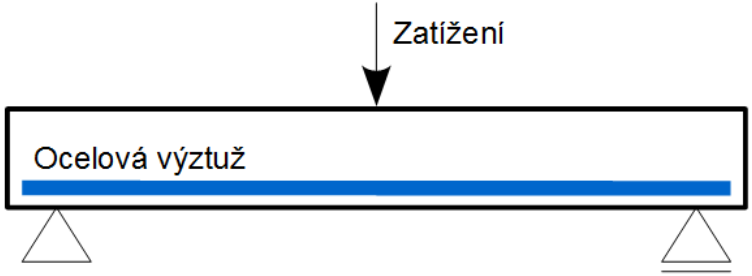
Beton má jednu velmi důležitou nevýhodu a tou je „nulová“ pevnost v tahu. Znamená to, že beton vystavený tahovému namáhání nemá téměř žádnou únosnost. Tahové namáhání však vzniká také při ohýbání prvku (viz obrázek). Z prostého betonu tedy není možné provádět žádné tažené ani ohýbané výrobky/konstrukce, např. stropy, překlady.



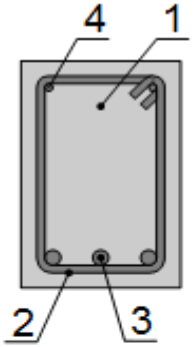
Odstranění tohoto nedostatku zajistí vložení ocelové výztuže ve tvaru kruhové tyče. Ocel má velmi dobrou pevnost v tahu a tah přebírá. Vzniká tak kompozitní materiál (beton+ocel), který má velmi dobré vlastnosti (viz beton). Ocelové tyče tvoří tzv. netuhou výztuž.

Spolupůsobení betonu a oceli je umožněno těmito faktory:

1. **Beton má dobrou přilnavost k oceli.**
2. **Beton a ocel mají stejnou roztažnost.**
3. **Beton chrání ocel před korozí.**



Ocelová výztuž se ukládá na taženou stranu prvku/konstrukce. U ohýbaného nosníku na dvou podporách dle obrázku je to dolní okraj. Výztuž musí být vždy dostatečně kryta betonem, aby bylo zamezeno přístupu vzduchu k výztuži.



Příklad ŽB nosníku

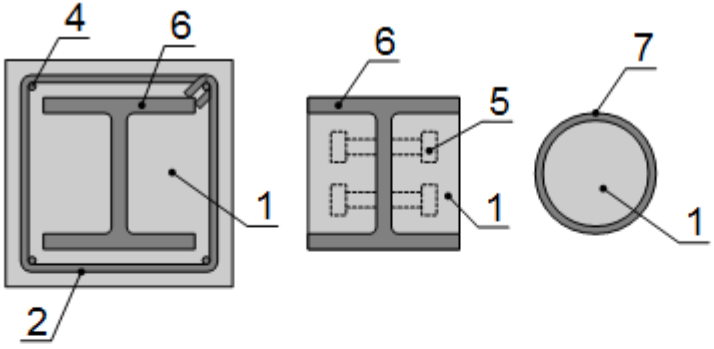
Konstrukce a výrobky ze železobetonu:

- **kanalizační trouby DN300 – 2 200,**
- **armaturní a vodoměrné šachty,**
- **nádrže,**
- **lze vyrobit také vodovodní trouby,**
- **základy staveb,**
- **stropní konstrukce,**
- **sloupy a stěny,**
- **překlady.**

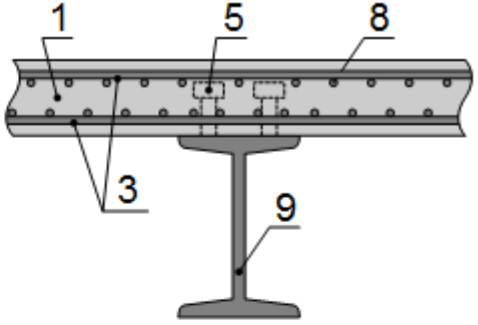
Ocelobeton

Zatímco ŽB je vyztužen netuhými prvky (tj. ohebnou výztuží), u ocelobetonu je výztuž tvořena tuhými prvky (tj. tuhou výztuží). Jedná se o prvky, které samy o sobě mají určitou únosnost, většinou válcované ocelové nosníky nebo trubky. Výhodou ocelobetonu je vysoká únosnost a stabilita. Beton plní dvě úlohy. Zvyšuje stabilitu a požární odolnost oceli (beton chrání ocel před požárem). Míra uplatnění obou funkcí betonu je závislá na provedení konstrukce.

Vysvětlivky:
1. beton,
2. třmínek,
3. nosná výztuž,
4. pomocná výztuž,
5. spřahovací trn,
6. HEB profil,
7. trubka,
8. rozdělovací výztuž,
9. I profil (nosník).



Příklady ocelobetonových sloupů

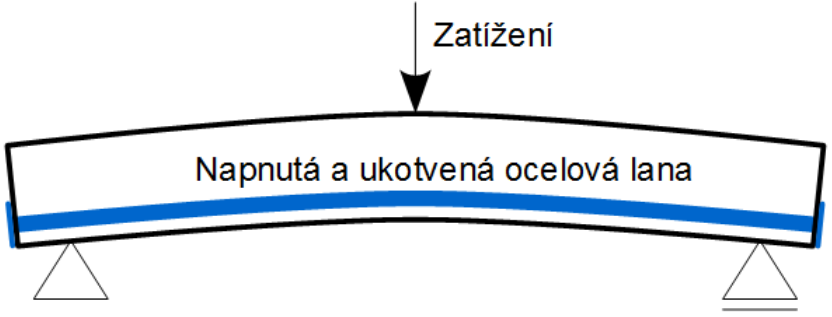


Příklad ocelobetonové stropní konstrukce

Předpjatý beton

Dalším způsobem odstranění „nulové“ pevnosti v tahu je stlačení betonu v prvku pomocí předepnuté výztuže. Výztuž (ocelová lana) se napne (zvětší délku) a ukotví do betonu, po ukotvení se snaží zmenšit svoji délku a tím beton stlačuje. Pokud je výztuž umístěna při dolním okraji stropního nosníku/panelu, dochází k jeho vzepětí (vydutí směrem vzhůru). Při zatížení se toto vzepětí vyrovná, aniž by došlo k trhlinám. Využívá se zejména pro mostní a stropní konstrukce (např. panely Spiroll).

Předepnutý panel:



Izolační materiály I.

Izolační materiály chrání prostory uvnitř budovy před nežádoucími vlivy. Tyto prostory oddělují od vnějšího prostředí nebo jiných vnitřních prostor.

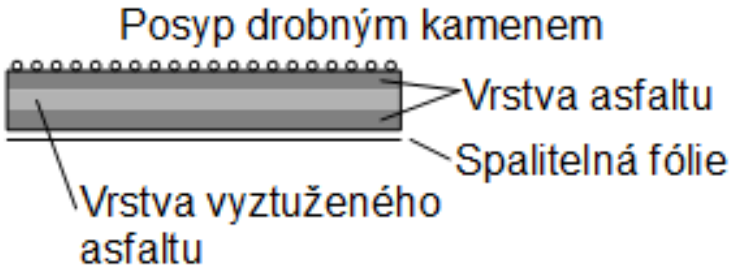
Druhy izolačních materiálů:

1. **hydroizolace,**
2. **tepelné izolace,**
3. **izolace proti radonu,**
4. **izolace proti hluku a otřesům.**

Hydroizolace

Rozlišujeme izolace proti zemní vlhkosti a izolace proti (tlakové) vodě. Dalším typem hydroizolace je povlaková krytina používaná na ploché střechy a terasy. Zemní vlhkost znamená občas se vyskytující malé množství vody (např. při dešti) v zemině kolem stavby. Izolace proti zemní vlhkosti nemusí být dokonale vodotěsná, není náročná na kvalitu použitých materiálů a kvalitu provedení. Pokud se budova zakládá pod úrovní hladiny spodní vody, jedná se o izolaci proti tlakové vodě. Ta je trvale vystavena působení vody, proto je náročná na kvalitu provedení. Malá netěsnost může způsobit velké problémy. Velká pozornost se musí věnovat i prostupům pro potrubí.

Nejčastěji se zhotovuji z asfaltových pásů, méně často z plastových (PE, mPVC) nebo kaučukových fólií. Asfaltové pásy jsou tvořeny několika vrstvami. Uprostřed pásu se nachází vrstva asfaltu vyztužená hadrovou lepenkou (nekvalitní), plastovými nebo skelnými vlákny. Nejkvalitnější pásy mají vloženu hliníkovou nebo měděnou fólii. Z obou stran je nanesena vrstva asfaltu určená k natavení k podkladu. Spodní vrstva je polepena spalitelnou fólií, která chrání pás proti slepení a znečištění. Horní vrstva může být opatřena separačním posypem (drobné kamenivo). Tento posyp odděluje pás od ostatních vrstev. Pásy použité jako povlaková krytina jsou pomocí posypu chráněny proti UV záření a nežádoucímu zvýšení teploty pásu.



Izolace proti radonu

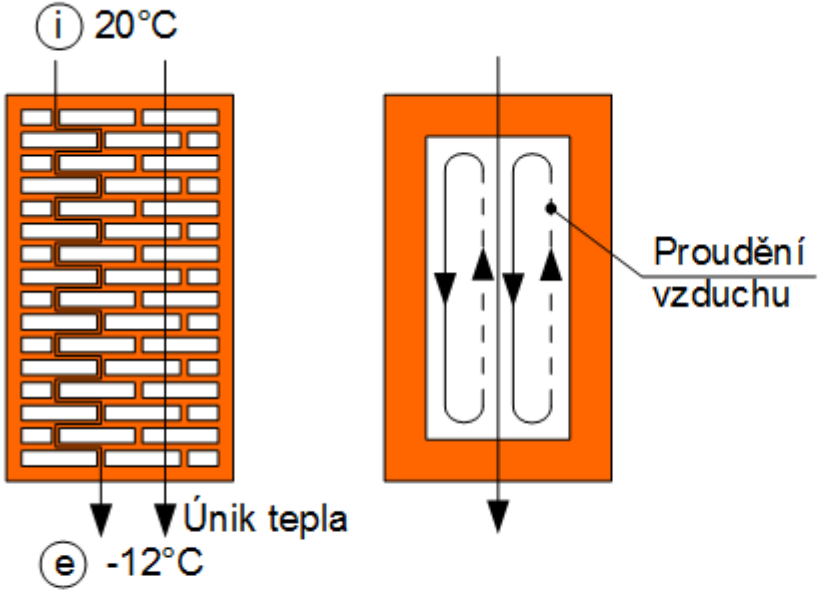
Radon je radioaktivní vzácný plyn, který se vyskytuje v zemské kůře. Na povrch se dostává společně s pramenitou vodou nebo přímo vyvěrá v plynné podobě. Může se také uvolňovat ze škváry (zejména kladenské) použité na výrobu stavebních materiálů nebo jako zásyp podlah. Protože se jedná o radioaktivní látku, způsobuje závažné zdravotní komplikace. Zejména onemocnění plic, rakovinu a změny DNA. Pokud se na pozemku stavby vyskytuje radon, je nutné zabránit jeho vstupu do objektu. V méně závažných případech postačuje provedení hydroizolací jako protiradonových. V závažnějších případech je nutné mezi objektem a zeminou vytvořit řádně větranou vzduchovou mezeru.

Použitá hydroizolace musí být vysoké kvality, zejména s ohledem na neprodyšnost materiálu i provedení montáže. Musí být dodržena požadovaná tloušťka izolace. Asfaltové pásy se používají v provedení s kovovou fólií.

Izolační materiály II.

Tepelné izolace

Úkolem tepelných izolací je zabránit nežádoucímu toku tepla. V zimním období zabraňují úniku tepla z objektu (snižují tepelnou ztrátu), v letním období naopak brání ohřívání vnitřních prostor. *Využití v instalatérské praxi viz IVK 1.ročník.* **Čím nižší je tepelná vodivost materiálu, tím lépe izoluje. Žádný materiál sám o sobě nemá dostatečné izolační schopnosti. Proto tepelně izolační materiály mají velké množství malých pórů nebo dutin vyplněných vzduchem.**



Obrázek ukazuje cihelnou tvarovku typu Therm a fiktivní zdící tvarovku stejných rozměrů, vyrobenou ze stejného množství cihelné hlíny, ale pouze s jednou velkou vzduchovou dutinou. Pokud teplo uniká z interiéru (i – vnitřní prostor) do exteriéru (e – venkovní prostor) tvarovkou Therm, musí procházet mnoha malými dutinami a cihelnými částmi nebo velmi dlouhou cestou cihelnou hmotou. Tím je únik tepla účinně zpomalen (snížen). Ve fiktivní tvarovce je dutina natolik velká, že uvnitř nastane proudění vzduchu. Proudící vzduch dopravuje teplo ven z budovy a taková tvarovka izoluje velmi špatně.

Druhy materiálů

a) **Vzduch – je nejlevnějším stavivem, pokud je vytvořena tenká vzduchová dutina, izoluje velmi dobře. Pokud zvětšujeme její tloušťku (nad 25 mm), nastává proudění vzduchu a již se nezlepšuje izolační schopnost.**

b) **Vláknité materiály (skelná, minerální, kamenná vlna) – vyrábí se slepením vláken čediče nebo skla do tvaru desky nebo rohože (rolovatelná deska). Dodávají se také jako trubní pouzdra nebo volně. Mohou být opatřeny polepem hliníkovou fólii, textílií nebo ocelovým pozinkovaným pletivem. Jsou prodyšné a nehořlavé. Využívají se na všechny typy tepelných izolací a také jako zvukové izolace.**

c) **Pěnové materiály – je to napěněný plast. Nejčastěji polystyren, dále polyuretan (PUR), polyethylen nebo kaučuk. Polystyren dělíme na expandovaný (EPS, tzv. kuličkový/pěnový) a extrudovaný (XPS, vytlačovaný). Expandovaný je levný, ale málo pevný a nasákavý. Extrudovaný vyniká vysokou pevností a je nenasákavý, proto se používá také pro izolace pod úrovní terénu nebo velmi zatížené podlahy. Využívají se pro všechny typy tepelných izolací (mimo šikmých střech). Dodávají se ve formě desek. Jsou málo prodyšné a bez speciální úpravy hořlavé.**

Mimo plastů se tyto izolace vyrábí také ze skla, tzv. pěnové sklo. Vzniká velmi kvalitní izolace, která vyniká vysokou pevností, téměř nulovou prodyšností a nenasákavostí. Používá se ve formě „štěrku“ nebo desek. Pěnové sklo je však velmi drahé.

d) **Celulózové materiály – jsou to jemné papírové vločky nebo vlákna smíchaná s prostředky proti plísním (vlhkosti) a hoření. Využívají se v suchém stavu jako izolace foukané do dutin konstrukcí nebo společně s pojivem (lepidlo/cement).**

e) **Sypké materiály – využívají se jako zásypový materiál nebo výplně dutin konstrukcí. Jejich nevýhodou je malá tepelně izolační schopnost. Používají se kuličky polystyrenu (zcela neúnosné), Liapor, perlit a další. Škvára a popílek se dnes již nepoužívají, protože mohou být radioaktivní.**

Otázky a úkoly k učivu 22. až 51. hodiny – MATERIÁLY 1. ročník

22. hodina

- **22.1 Kdy nastane tepelná pohoda?**
- **22.2 Co je to tepelná pohoda?**
- **22.3 Na čem je závislá požadovaná teplota vzduchu v místnosti?**
- **22.4 Jaká má být teplota vzduchu v obytné místnosti?**

23. hodina

- **23.1 Co je to tepelná ztráta?**
- **23.2 Vyjmenuj druhy tepelných ztrát!**
- **23.3 Co je to tepelná ztráta prostupem?**
- **23.4 Co je to tepelná ztráta větráním?**
- **23.5 Co je to tepelná ztráta infiltrací?**
- **23.6 Vyjmenuj a popiš jednotlivé kroky výpočtu tepelných ztrát!**

24. hodina
25. hodina } **Zopakuj si, jak se provádí výpočet ztrát.**
26. hodina

27. hodina

- **27.1 V jakých jednotkách udáváme výkon?**
- **27.2 Jaký výkon kotle zvolíme pro objekt s tepelnou ztrátou 40 kW?**
- **27.3 Co je to účinnost?**
- **27.4 Vypočítej účinnost kotle, který má příkon 45 kW a výkon 41 kW!**
- **27.5 Vypočítejte výkon kotle, který má účinnost 85% a příkon 53 kW!**
- **27.6 Jaký bude příkon kotle, který má účinnost 95% a výkon 36 kW!**

28. hodina

- **28.1 Co je to palivo?**
- **28.2 Vyjmenuj požadavky na palivo!**
- **28.3 Vysvětli pojem ušlechtilé palivo!**
- **28.4 Vyjmenuj ušlechtilá paliva!**
- **28.5 Vyjmenuj druhy paliv!**
- **28.6 Vyjmenuj druhy pevných paliv!**

28.7 Co jsou to pelety?

29. hodina

29.1 Vyjmenuj a stručně popiš nevýhody pevných paliv!

29.2 Vyjmenuj a stručně popiš výhody pevných paliv!

29.3 Popiš vlastnosti využití elektrické energie jako paliva!

29.4 Vyjmenuj a stručně popiš výhody a nevýhody plynných paliv!

30. hodina

30.1 Uveď převodní vztahy mezi různými jednotkami tlaku!

31. hodina

31.1 Vysvětli pojem ruda?

31.2 Napiš postup výroby železných kovů!

31.3 Co se vyrábí ze surového železa?

32. hodina

32.1 V jakém zařízení se vyrábí surové železo?

32.2 Vyjmenuj suroviny a látky potřebné pro výrobu surového železa!

32.3 Vyjmenuj produkty vysoké pece!

33. hodina

33.1 Vyjmenuj jednotlivá pásma postupu výroby ve vysoké peci!

33.2 Nakresli a popiš vysokou pec!

34. hodina

34.1 Co je to litina?

34.2 Jak se odlišuje ocel a litina?

34.3 Vyjmenuj jednotlivé druhy litiny!

34.4 Vyjmenuj vlastnosti litiny!

34.5 Jaké jsou výhody tvárné litiny v porovnání se šedou litinou?

34.6 Jaké výrobky se vyrábí z litiny?

34.7 V jakém zařízení se vyrábí litina?

34.8 Nakresli a popiš kuplovnu!

35. hodina

35.1 Co je to ocel?

35.2 Z čeho se vyrábí ocel?

35.3 Jak se změní surové železo při zpracování na ocel?

35.4 V jakém zařízení se vyrábí ocel?

35.5 Jak značíme jednotlivé oceli?

35.6 Co je to konvertor?

35.7 Popiš, jak probíhá výroba oceli v konvertoru!

36. hodina

36.1 Vyjmenuj druhy pecí používaných pro výrobu oceli!

37. hodina

37.1 Vyjmenuj příklady neželezných kovů!

37.2 Co je to neželezný kov?

37.3 Vyjmenuj výhody hliníku!

37.4 Co je to slitina?

37.5 Vyjmenuj příklady slitin!

37.6 Co je to bronz?

37.7 Z jakých prvků se skládá bronz?

37.8 Co je to mosaz?

37.9 Z jakých prvků se skládá mosaz?

38. hodina

38.1 Jaké podmínky způsobují narušení povrchové zinkové vrstvy?

38.2 Jaké potíže může způsobit potrubí z olova?

38.3 Můžeme používat potrubí z olova?

39. hodina

39.1 Co je to pájka?

39.2 Jaké je využití pájky?

39.3 Jakou vlastnost musí splňovat materiál na výrobu pájky?

39.4 Jak dělíme pájky podle teploty pájení?

39.5 Z jakého materiálu se vyrábějí měkké pájky?

39.6 Jak dělíme pájky pro tvrdé pájení?

39.7 Z jakých materiálů se vyrábějí tvrdé pájky?

39.8 Jakou výhodu mají pájky s obsahem fosforu?

40. hodina

40.1 Co jsou plasty?

40.2 Vyjmenuj přísady do plastů!

40.3 Vyjmenuj výhody plastů!

40.4 Vyjmenuj nevýhody plastů!

40.5 Vyjmenuj druhy plastů!

40.6 Vysvětli pojem termoplast!

40.7 Vysvětli pojem reaktoplast!

40.8 Vysvětli pojem elastomer!

40.9 Který druh plastu lze opakovaně tvarovat díky působení tepla!

41. hodina

41.1 Vyjmenuj nejpoužívanější plasty v instalatérské praxi!

41.2 Popiš výhody a použití PE40 (PE-LD)!

41.3 Pro jaké rozvody využíváme PE100 (HDPE)?

41.4 Lze potrubí z PE40 nebo PE100 použít na teplou vodu?

41.5 Napiš co znamená označení SDR!

41.6 Jaký plast značíme PE-X?

41.7 Pro jaké rozvody využíváme PE-X?

41.8 Lze potrubí z PE-X použít na teplou vodu?

41.9 Jaké jsou výhody PE-X oproti jiným druhům PE?

41.10 Vysvětli pojem vícevrstvé potrubí!

41.11 Vyjmenuj výhody vícevrstvého potrubí!

41.12 Z jakých materiálů se vyrábí vícevrstvé potrubí?

42. hodina

42.1 Jaký plast značíme PP?

42.2 Vyjmenuj druhy PP!

42.3 Jaký plast značíme PPR?

42.4 Pro jaké rozvody využíváme PPR?

42.5 Lze potrubí z PPR použít na teplou vodu?

42.6 Proč dáváme přednost trubkám PN20 před PN10 nebo 16?

42.7 Vyjmenuj plasty použitelné na teplou vodu!

42.8 Vyjmenuj plasty použitelné na rozvody vytápění!

42.9 Jaký plast značíme PVC?

42.10 Vyjmenuj druhy PVC!

42.11 Pro jaké rozvody využíváme PVC?

42.12 Lze potrubí z PVC použít na teplou vodu?

42.13 Jaké jsou nevýhody PVC?

43. hodina

43.1 Popiš, jak se vyrábějí plastové trubky!

43.2 Popiš, jak se vyrábějí plastové tvarovky!

43.3 Nakresli vytlačovací lis!

43.4 Nakresli schéma výroby plastových trubek!

44. hodina

44.1 Co je to keramika?

44.2 Vyjmenuj příklady keramických výrobků!

44.3 Popiš postup výroby keramiky!

44.4 Co je to kamenina?

44.5 Co je to glazura?

44.6 Vyjmenuj druhy kameniny!

44.7 Vysvětli pojem kanalizační kamenina!

44.8 Vysvětli pojem zdravotní keramika!

44.9 Z čeho se vyrábí zdravotní keramika?

45. hodina

45.1 Co je to pryž?

45.2 Vyjmenuj druhy kaučuku!

45.3 Jak se vyrábí pryž?

45.4 Co je to vulkanizace?

45.5 Popiš jak probíhá vulkanizace!

46. hodina

46.1 Jak dosahujeme těsnost?

46.2 Vyjmenuj druhy těsnění (dle spojů)!

46.3 Jaké požadavky musí splňovat těsnění pro plyn a pitnou vodu?

46.4 Vyjmenuj materiály těsnění závitových spojů!

46.5 Popiš použití instalatérského lnu (česání)!

46.6 Vyjmenuj druhy tmelů pro těsnění závitů!

46.7 Popiš použití tmelů pro těsnění závitů!

46.8 Popiš vlastnosti tmelu pro těsnění kovových závitů!

46.9 Popiš vlastnosti tmelu pro těsnění plastových závitů!

46.10 Z jakých materiálů se vyrábějí těsnění hrdlových spojů?

46.11 Nakresli příklad břitového těsnění hrdel!

46.12 Vyjmenuj materiály používané pro výrobu těsnění přírub/šroubení!

47. hodina

47.1 Vyjmenuj výhody dřeva jako stavebního materiálu!

47.2 Vyjmenuj nevýhody dřeva jako stavebního materiálu!

47.3 Jaké části stavby se zhotovují ze dřeva?

47.4 Vysvětli pojem cihlářské výrobky!

47.5 Vyjmenuj příklady cihlářských výrobků!

47.6 Jaké části stavby se zhotovují z cihlářských výrobků?

47.7 V jaké formě se ve stavebnictví využívá ocel?

47.8 Vysvětli pojem malta!

47.9 V jaké formě se využívá kámen?

47.10 Jak dělíme kamenivo?

47.11 Jaká je důležitá vlastnost říčního kameniva?

48. hodina

48.1 Vyjmenuj složky betonu!

48.2 Co je to beton?

48.3 Vyjmenuj výhody betonu!

48.4 Vyjmenuj nevýhody betonu!

48.5 Vyjmenuj druhy betonu!

48.6 Vysvětli pojem prostý beton!

48.7 Uveď příklady výrobků z betonu!

48.8 Vysvětli pojem lehčený beton!

49. hodina

49.1 Co je to železobeton?

49.2 Proč se do betonu vkládají ocelové tyče?

49.3 Jakou funkci plní v betonu ocelové tyče?

49.4 Uveď příklady výrobků ze železobetonu!

50. hodina

50.1 Jaká je funkce izolačních materiálů?

50.2 Vyjmenuj druhy izolačních materiálů!

50.3 Jaká je funkce hydroizolace?

50.4 Vyjmenuj druhy hydroizolací!

50.5 Vyjmenuj nejčastěji používané materiály hydroizolací!

50.6 Co je to radon?

50.7 Proč je radon škodlivý?

50.8 Kde se vyskytuje radon?

50.9 Jaké je provedení protiradonové izolace?

51. hodina

51.1 Jaký je úkol tepelných izolací?

51.2 Proč tepelné izolace obsahují drobné póry nebo dutiny?

51.3 Vyjmenuj druhy materiálů tepelných izolací!

51.4 Popiš vlastnosti vláknitých tepelných izolací!

51.5 Vyjmenuj materiály pěnových tepelných izolací!

51.6 Popiš vlastnosti pěnových tepelných izolací!

Povrchová úprava výrobků

Pod tímto pojmem rozumíme změnu povrchu výrobku tak, aby vyhovoval požadavkům. Úpravu provádíme nanesením tenké vrstvy na povrchu výrobku. Kvalitní a správně provedená povrchová úprava zvyšuje užitnou hodnotu i životnost výrobku.

Význam povrchové úpravy

1. **Ochranný – chrání před přístupem škodlivých vlivů (vlhkost, kyslík), brání korozi kovových částí, u dřeva hnilobě nebo napadení škůdci.**
2. **Estetický – výrobek bez úpravy je často nevzhledný (zejména pokud zkoroduje).**
3. **Hygienický – některé výrobky musejí zabraňovat usazování nečistot a umožňovat snadnou čistitelnost (např. zařizovací předměty). Toho lze dosáhnout nepropustným a hladkým povrchem.**
4. **Technologický – pro některé aplikace je nutné dosáhnout požadované drsnosti. Drsná podlaha méně klouže, hladké povrchy ložiska kladou menší odpor.**

Příprava povrchů před nanášením povrchové úpravy

Většina výrobků z kovu má z výroby drsný a znečištěný povrch. Jeho příprava spočívá v očištění, odmaštění a snížení drsnosti. U velmi hladkých materiálů se naopak drsnost zvyšuje, protože na příliš hladkém povrchu nedrží konečná povrchová úprava. V případě nasákavých materiálů (dřevo, cihly, omítka...) se povrch penetruje.

Očištění zbavuje povrch kovů zbytků starých povrchových úprav (např. nátěru), nerovností, prachu a jiných nečistot. Provádí se broušením, otryskáním nebo lze nečistoty odstranit ocelovým kartáčem. Poté je nutné zbavit povrch prachu ometením smetákem nebo pomocí stlačeného vzduchu. Bez přípravy povrchu dojde k odlupování povrchové úpravy.

Ruční broušení se provádí brusným (smirkovým) papírem. Zrnitost papírů se čísluje, čím je vyšší číslo, tím je brusivo jemnější a hladkost opracovaného povrchu lepší. Číslování jemných brusných papírů se pohybuje od čísla 400 do 1200. Broušení lze provádět též strojně (např. pomocí úhlové brusky).

<u>Otryskání</u> spočívá v pouštění tryskacího materiálu velkou rychlostí na opracovávaný povrch. Tato práce se provádí zařízením s mechanickým, pneumatickým nebo hydraulickým pohonem. Mechanický způsob využívá odstředivou sílu metacích kol, pneumatické zařízení má pohon stlačeným vzduchem a hydraulické tryskací zařízení proud vody pod tlakem. Tryskaným materiálem jsou ocelové broky, sekaný drát nebo upravený křemenný písek.

<u>Odmaštění</u> se provádí pomocí chemických látek. Používají se organická rozpouštědla (technický nebo lakový benzin), emulzní odmašťovače nebo alkalické roztoky (používají se ve velkovýrobě).

Druhy povrchových úprav

1. **Konzervování povrchů minerálními oleji – využívá se pouze jako přechodná ochrana kovových polotovarů při skladování nebo přepravě. Má velmi omezenou životnost, otěruvzdornost a špiní.**

2. **Nátěrové hmoty – jedná se o nejrozšířenější úpravu povrchů, je levná, dostatečně kvalitní a jednoduše se aplikuje. Aplikaci lze provádět nátěrem, stříkáním, namáčením nebo poléváním. Lze je aplikovat na všechny povrchy.**

3. **Pokovování – lze aplikovat na kovy a některé plasty (ABS). Jedná se o nanesení korozivzdorného kovu na povrch. Je to kvalitní a trvanlivá povrchová úprava.**

4. **Práškový lak – jedna z nejkvalitnějších povrchových úprav. Nátěrová hmota je nanesena na povrch kovu ve formě prášku. Pomocí elektrostatického pole je prášek přitažen na kov a velmi rovnoměrně nanesen na celý povrch. Následně se prášek vypálí (cca 200°C) a vytvoří tvrdou, nepropustnou a odolnou vrstvu. Využívá se pro armatury a tvarovky z litiny.**

5. **Smaltování – na povrch se nanáší smaltový prášek (např. živec, křemen, jíl) a barvivo (oxidy kovů). Poté se hmota vypaluje při cca 600°C. Vzniká sklovitá tenká vrstva (0,2 až 0,4 mm), která je velmi tvrdá, odolná vůči chemikáliím a žáru, ale velmi křehká. Smaltování se provádí u domácích potřeb, ocelových zařizovacích předmětů (vany, sprchové vaničky), ohřívačů teplé vody.**

6. **Cementování – povrch je opatřen vrstvou cementové kaše, která se nechá vytvrdnout. Využívá se jako ochrana proti korozi ocelových nebo litinových částí. Využívá se jako vnitřní výstelka litinových trub. Pro pitnou vodu z vysokopecního cementu a pro kanalizaci z hlinitanového cementu. Někdy se využívá také na vnější povrch litinových i ocelových trub jako ochrana proti agresivní zemině.**

7. **Poplastování – povrch je opatřen vrstvou plastu. Plast může být přitaven, přilepen nebo mechanicky přikotven. Využívá se jako vnější ochranná vrstva ocelového potrubí** *(zejména na vnější plynovody),* **případně litinového potrubí.**

8. **Glazura – tvoří hladký povrch keramických výrobků. Keramika je nasákavá a má hrubý povrch. Glazura brání přístupu vody ke keramice a umožňuje snadnou čistitelnost. Glazura jsou rozemleté křemčitany s vodou. Po nanesení je vypálena.**

9. **Antibakteriální úprava – spočívá v rovnoměrném rozmístění částeček stříbra v povrchové úpravě. Může se jednat o glazuru** *(zařizovací předměty)* **nebo nátěr. Ionty stříbra zamezují růstu a množení bakterií.**

Nátěrové hmoty

Jsou všechny materiály, které slouží k vytvoření tenké ochranné vrstvy pomocí nanášení nátěrem, nástřikem, poléváním nebo navalováním. Nátěrová hmota je nanášena v tekuté formě. Dělení nátěrových hmot:

- NÁTĚROVÉ HMOTY
  - PRŮSVITNÉ TJ. TRANSPARETNÍ
    - LAKY
    - LAZURY
  - NEPRŮSVITNÉ TJ. KRYCÍ
    - BARVY
    - EMAILY
  - MALBY (NA ZDIVO)

barva obsahuje barviva, email obsahuje pigmenty *(viz dále)*

Složky nátěrových hmot (NH)

1. **Pojiva – spojují jednotlivé složky NH do pevné a celistvé vrstvy.**
2. **Rozpouštědla – těkavé látky, které do NH přidává výrobce, zajišťují trvalou tekutost a zpracovatelnost NH.**
3. **Ředidla – těkavé látky (voda nebo syntetické látky), které do NH přidává řemeslník, upravují konzistenci NH, aby ji bylo možné správně nanášet.**
4. **Barviva – rozpustné látky, které NH zabarvují, přidávají se v tekuté formě.**
5. **Pigmenty – nerozpustné látky, které NH zabarvují, používají se ve formě vloček.**
6. **Plniva – zvětšují objem NH a snižují její cenu, obvykle neovlivňují vlastnosti NH. Mohou být mírně lepivé.**
7. **Zvláčňovadla – zvětšují pružnost a snižují tvrdost NH. Bez nich může být nátěr křehký a může praskat.**
8. **Speciální přísady – odrezovače, přísady proti hmyzu a plísním a jiné.**

Aplikace nátěrových hmot

Obvykle se nátěrové hmoty aplikují ve třech fázích:

1. **úprava povrchu – odrezovač (na kov), penetrace (nasákavé povrchy)**
2. **základní nátěr – protikorozní (obvykle drsná a šedá) vrstva, která chrání materiál,**
3. **vrchní nátěr – tvoří estetickou vrstvu, má barvu a lesk dle požadavku.**

Některé moderní nátěrové systémy mají méně součástí. Například odrezovač může být součástí základní barvy nebo mohou být všechny složky součástí jediné NH.

Nátěrové hmoty mají různé vlastnosti dle účelu, prostředí a způsobu nanášení. NH na dřevo, na kov při běžné teplotě, na kov při zvýšené teplotě (nátěr na radiátory a topenářské rozvody).

Nátěry a jejich složky se značí číslem (např. barva S2000). Každá složka přidávána do NH musí být v souladu s pokyny výrobce. Například barva S2000 má předepsáno ředidlo S6001 (pro stříkání) nebo S6006 (pro nanášení štětcem a válečkem).

Pokovování – druhy

Pokovování se provádí kovem odolným proti korozi. Oba kovy (chráněný i ochranný) musejí mít stejný elektrický potenciál. Nelze navzájem spojovat např. měď, zinek a hliník. Důvodem je vznik galvanického článku a rychlá koroze jednoho z kovů.

1. **Pokovování ponorem chemické – obrobek je ponořen do ochranného kovu (např. cínu, zinku) rozpuštěného v kyselině, který přilne jako tenká vrstva na povrchu obrobku. Jde o méně kvalitní technologii.**
2. **Pokovování ponorem žárové – obrobek je ponořen do roztaveného kovu.**
3. **Plátování – ochranný kov (např. fólie z Al, Cu, Ni, Au, Ag a jiné) je pod velkým tlakem přitlačen nebo zaválcován na materiál jádra polotovarů (např. plechů).**
4. **Elektrochemické pokovování (galvanizování) – obrobek je zavěšen v galvanické lázni v roztoku soli kovu na katodu (záporný pól). Anodu (kladný pól) tvoří deska z kovu, která má být rozpuštěna. Rozpuštěný kov přilne na kov chráněný.**

5. **Mechanické pokovování nástřikem (metalizování) – je stříkání roztavených částeček kovu, které k povrchu obrobku přilnou. Povlak drží tím lépe, čím jsou rozprašované částečky kovu teplejší a jemnější.**

Zásady bezpečnosti při práci *(platí pro všechny povrchové úpravy)***:**

- **v uzavřených prostorách používat dýchací masku,**
- **v boxu zajistit dostatečné odvětrání,**
- **nesmí se kouřit, manipulovat s otevřeným ohněm a v některých případech ani dotýkat se nechráněnou rukou nezaschlého nátěru,**
- **při natírání ve výškách se musí pracovník zabezpečit na práci ve výškách,**
- **při tepelném pokovování hrozí nebezpečí popálení – nutno se chránit oblekem,**
- **při elektrochemickém pokovování vzniká nebezpečí z výparů elektrolytu a případně úraz elektrickým proudem.**

Otázky a úkoly k učivu 53. až 56. hodiny – MATERIÁLY 1. ročník

53. hodina

53.1 Vysvětli pojem povrchová úprava výrobků!

53.2 Jaký je význam povrchové úpravy výrobků?

53.3 Proč před povrchovou úpravou provádíme přípravu povrchu?

53.4 Popiš postup přípravy povrchu před povrchovou úpravou!

54. hodina

54.1 Vyjmenuj druhy povrchových úprav!

54.2 Charakterizuj povrchovou úpravu nátěrovými hmotami!

54.3 Charakterizuj povrchovou úpravu pokovováním!

54.4 Popiš povrchovou úpravu práškovým lakem!

54.5 Popiš povrchovou úpravu smaltováním!

54.6 Popiš povrchovou úpravu cementováním!

54.7 Popiš antibakteriální povrchovou úpravu!

55. hodina

55.1 Vysvětli pojem nátěrové hmoty!

55.2 Vyjmenuj druhy nátěrových hmot!

55.3 Vyjmenuj složky nátěrových hmot!

55.4 Co je to ředidlo?

55.5 Popiš postup aplikace nátěrových hmot!

55.6 Jak se upravuje povrch před nátěrem?

55.7 Jaká je funkce základního nátěru?

55.8 Jaká je funkce vrchního nátěru?

56. hodina

56.1 Vysvětli pojem pokovování!

56.2 Vyjmenuj druhy pokovování!

56.3 Popiš pokovování ponorem!

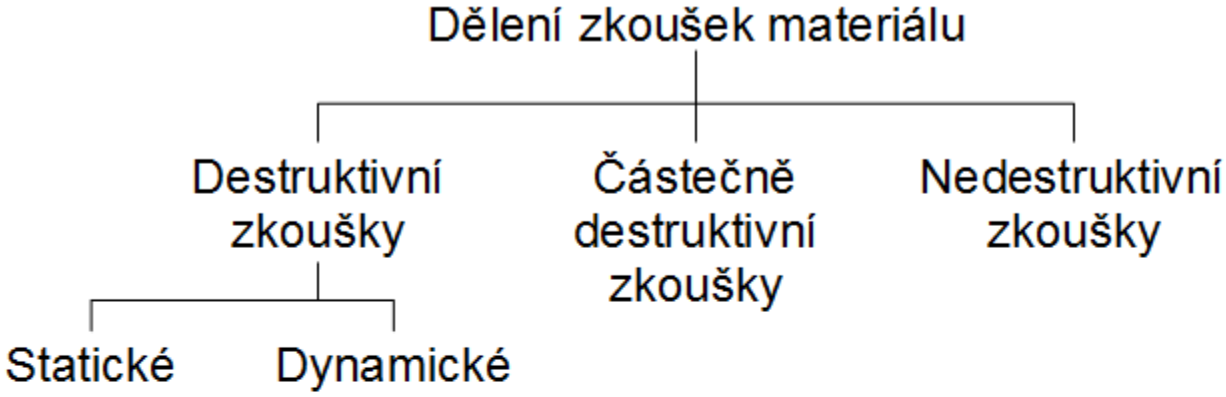
56.4 Popiš elektrohemické pokovování!

56.5 Popiš mechanické pokovování nástřikem!

56.6 Vyjmenuj zásady bezpečnosti práce!

Zkoušky materiálu – druhy

Vlastnosti materiálů lze zjistit pomocí zkoušek. Ze zkoumaného materiálu zhotovíme zkušební vzorek, který podrobíme předepsaným zkouškám. Zkoušky musí probíhat jednotně, aby výsledky zkoušek různých institucí byly porovnatelné. Zkouškami zjištěné vlastnosti se využívají pro návrh výrobků nebo pro ověření parametrů již existujících výrobků.



Destruktivní zkoušky – při těchto zkouškách dojde k úplnému zničení nebo poškození zkušebního vzorku v takové míře, která brání dalšímu využití. Obvykle se využívá pro základní zkoušky speciálně vyrobených vzorků materiálů.

Částečně destruktivní zkoušky – patří sem zkoušky, při nichž sice dojde k poškození výrobku/materiálu, ale poškození nebrání dalšímu využití.

Nedestruktivní zkoušky – tyto zkoušky se provádějí tak, aby nedošlo k poškození výrobku/materiálu. Využívají se pro kontrolu vlastností hotových výrobků, pro ověření vlastností existujících stavebních konstrukcí nebo zjištění vnitřního uspořádání.

Další dělení zkoušek je dle rychlosti zatížení.

a) **Statické zkoušky – zatěžování probíhá dostatečně pomalu.**

b) **Dynamické zkoušky – zatěžování probíhá rychle, tzv. rázem. Něco jako úder.**

Zkoušky materiálu – tlak, tah

Zkoušky na tlak a tah patří mezi destruktivní. Pomocí těchto zkoušek zjišťujeme pevnost v tlaku nebo v tahu. Výsledkem zkoušky je tzv. pracovní diagram. V pracovním diagramu je zanesen průběh napětí a prodloužení/zkrácení vzorku během zkoušky.

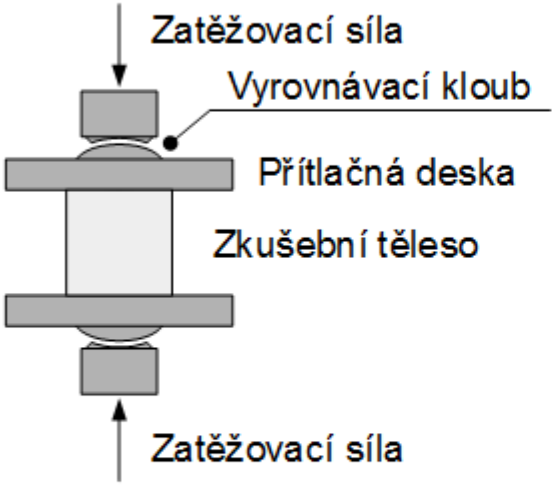
Zkouška v tlaku

Vzorek materiálu (krychle, válec) je podroben mechanickému tlaku, dokud nedojde k jeho porušení (rozpadu). Využíváme zejména u betonu, keramiky, litiny nebo dřeva.

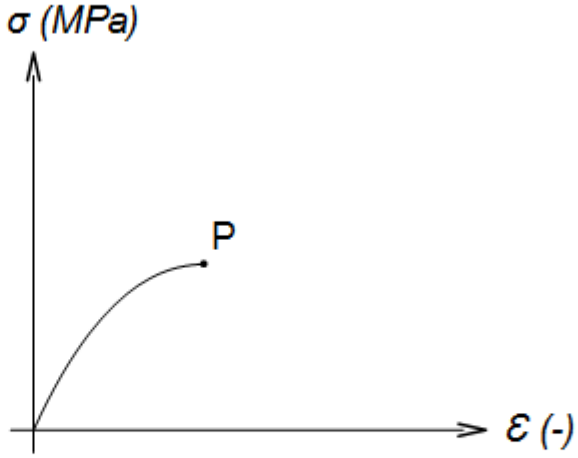
Zkouška v tahu

Vzorek materiálu (kruhová tyč) je natahován, dokud nedojde k jeho přetržení. Využívá se zejména u oceli, neželezných kovů nebo dřeva. V pracovním diagramu oceli lze rozeznat několik důležitých bodů: mez úměrnosti – deformace je úměrná zatížení (síla); mez pružnosti – po odtížení se deformace vrátí; mez kluzu – dochází k deformacím, aniž by se zvýšilo zatížení; mez pevnosti – maximální možné napětí;

Zkouška pevnosti v tlaku



Příklad pracovního diagramu betonu

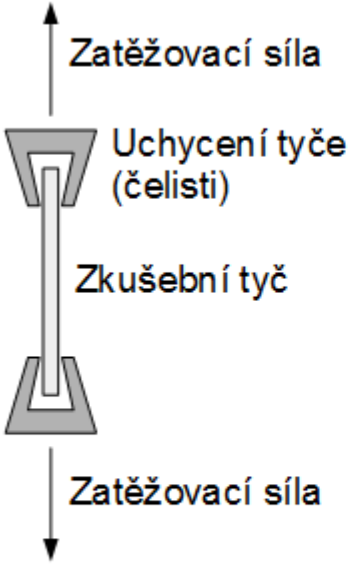


P – mez pevnosti v tlaku (MPa)

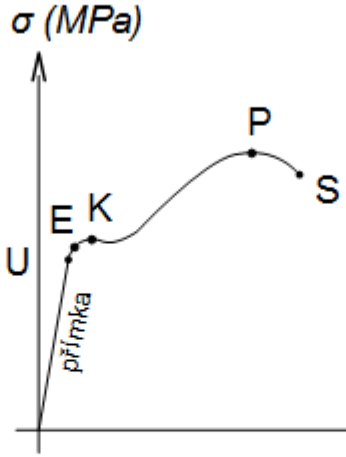
σ (MPa) – vnitřní napětí

ε (-) – poměrné prodloužení

Zkouška pevnosti v tahu



Příklad pracovního diagramu oceli



U (MPa) – mez úměrnosti

E (MPa) – mez pružnosti

K (MPa) – mez kluzu

P (MPa) – mez pevnosti v tahu

S – přetržení zkušební tyče

σ (MPa) – vnitřní napětí

ε (-) – poměrné prodloužení

Zkoušky materiálu – tvrdost

Zkoušky tvrdosti patří mezi částečně destruktivní. Pro přibližné zjištění tvrdosti se využívají vrypové zkoušky, pro přesné zjištění se využívají vnikové zkoušky. Tvrdost lze také měřit pomocí dynamických nedestruktivních zkoušek *(viz 61. hodina)***.**

Vrypové zkoušky – využívají se pro tvrdé materiály. Pomocí sady nástrojů z různých materiálů známé tvrdosti provedeme vryp do zkoušeného materiálu. Pokud nelze vryp vytvořit, je materiál tvrdší.

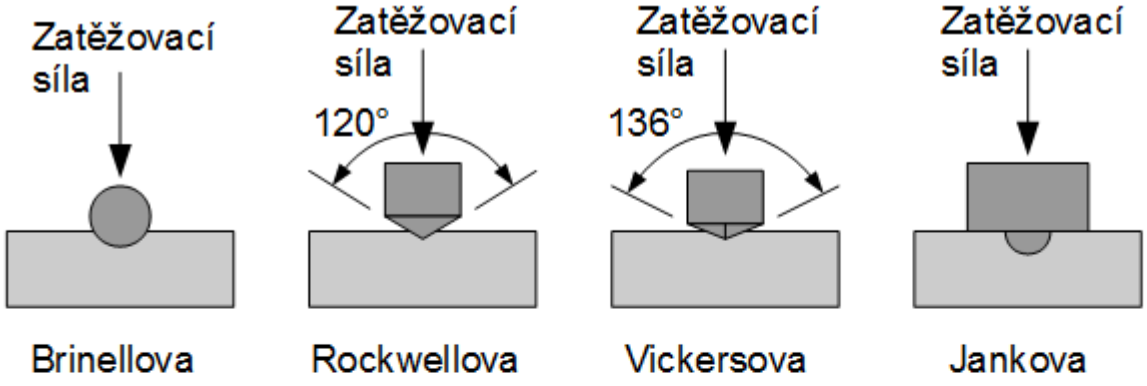
Vnikové zkoušky – provádí se zatlačováním zkušebního tělesa do materiálu. Sleduje se buď velikost otisku zkušebního tělesa, nebo síla potřebná k definovanému zatlačení.

a) **Zkouška dle Brinella – zatlačuje se ocelová kulička zvolenou silou a měříme velikost otisku.**

b) **Zkouška dle Rokwella – zatlačuje se diamantový kužel s vrcholovým úhlem 120°. Měříme hloubku vtisku i použitou sílu.**

c) **Zkouška dle Vickerse – zatlačuje se pravidelný čtyřboký diamantový jehlan o vrcholovém úhlu 136° zvolenou silou. Měříme velikost otisku.**

d) **Zkouška dle Janky – zatlačuje se ocelová polokulička osazená v hranolu. Takto vytvořené těleso se zatlačuje dokud není polokulička vtlačena celou svou výškou. Měříme sílu potřebnou k zatlačení. Využívá se pro zkoušky dřeva, případně plastů.**

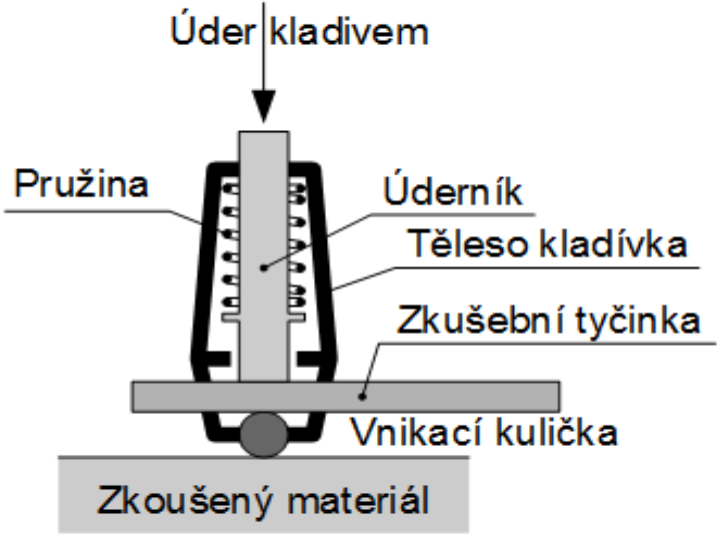


Zkouška pomocí „Poldi kladívka“

Pomocí výše uvedených metod lze provádět zjišťování tvrdosti pouze v laboratořích. Aby bylo možné zjišťovat vlastnosti i již namontovaných konstrukcí a součástí, vznikly metody, které umožňují provádět zkoušky přímo na stavbě popř. ve výrobě. Takové zkoušky většinou zjišťují tvrdost materiálu a s pomocí tabulkových hodnot zjistíme další vlastnosti (zejména pevnost).

Zkouška se provádí za pomoci zkušební tyčinky z materiálu známé tvrdosti. Pomocí kladiva udělíme úderníku ráz. Tím vytvoříme otisk vnikací kuličky do zkušební tyčinky i zkoušeného materiálu. Porovnáním velikosti obou otisků zjistíme tvrdost materiálu.

Poldi kladívko využíváme pro zkoušení kovových materiálů. Jedná se o dynamickou vnikovou metodu.



Zkoušky bez porušení materiálu

Tyto zkoušky se provádějí u hotových výrobků tak, aby nedošlo k jejich poškození. Může se jednat o kontrolu celistvosti, zjištění polohy a tvaru výztuže betonových prvků nebo ověření mechanických vlastností. Provádějí se pomocí zobrazovacích metod nebo pomocí dynamických tvrdoměrů.

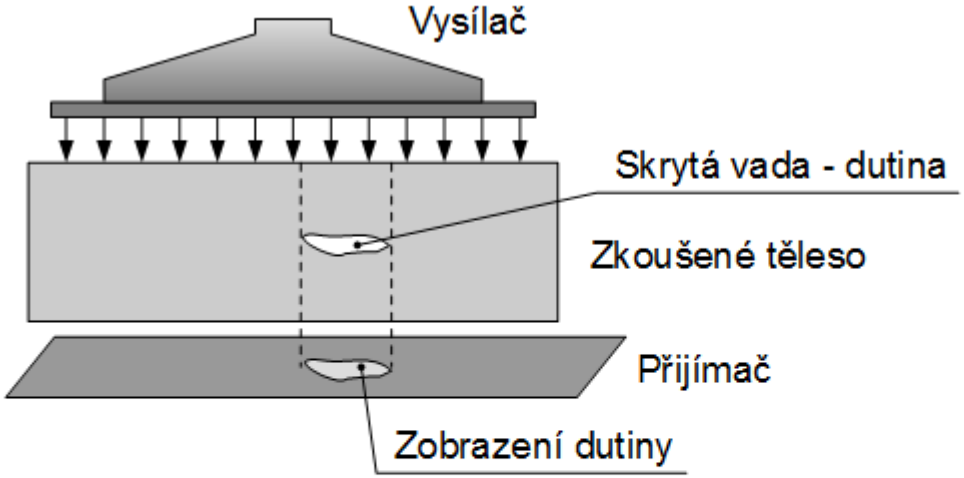
Zobrazovací metody

a) **Rentgenové záření – jedná se o stejný princip jako u lékařského rentgenu. Pomocí elektronky je vytvořeno záření, kterým je prozářen zkoušený předmět. Materiály o různé hustotě mají odlišnou schopnost tlumit průchod záření. Případné vady nebo vložené jiné materiály se zobrazí na snímku.**

b) **Gama záření – pracuje podobně jako rentgen. Zdrojem záření je radionuklid, tj. radioaktivní látka.**

c) **Ultrazvukové vlny – zkoušený předmět je vystaven působení zvukových vln. Případné dutiny způsobí jeho odraz, materiály s vysokou hustotou zase rychlejší průchod. Změna intenzity zvuku je zaznamenána elektronickým přijímačem.**

Příklad využití zobrazovací metody



<u>Schmidtovo kladívko</u> *(též Schmidtův tvrdoměr)*

Je založeno na zpětném rázu po úderu. Úderník je silou pružiny vymrštěn proti zkoušenému materiálu. Úderník je po nárazu zpětným rázem vymrštěn zpět. Podle velikosti odrazu usuzujeme na tvrdost materiálu a pomocí tabulek určíme další vlastnosti (pevnost).

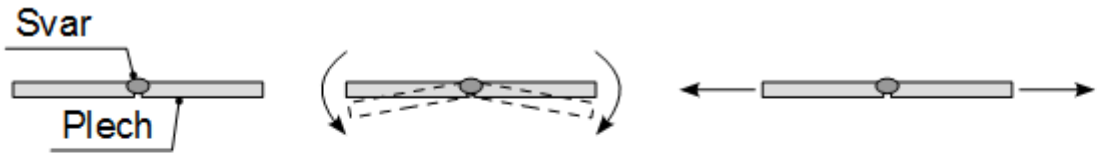
Využívá se pro zkoušky betonu přímo na stavbě. Jedná se o dynamickou nedestruktivní zkoušku.

Svařitelnost

Svařitelnost určuje vhodnost oceli (popř. jiných kovů nebo plastů) k vytvoření svarového spoje požadované jakosti. Svařitelnost se určuje čtyřmi stupni: zaručená, zaručeně podmíněná, dobrá, obtížná.

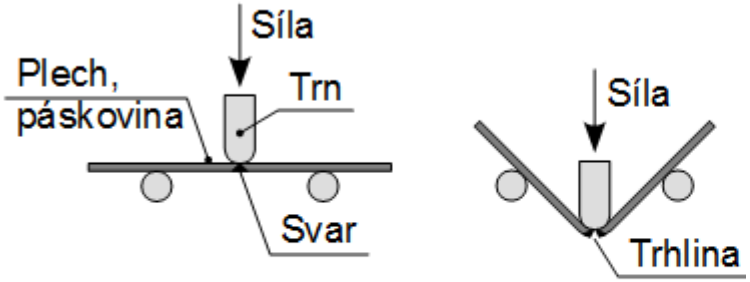
Zkouška odolnosti proti vzniku trhlin za tepla

V místě styku dvou kusů oceli (plech/páskovina) je vytvořena svarová housenka. Při teplotě cca 1 400 až 1 500 °C je vzorek materiálu buď ohýbán, nebo roztahován. Zkouška se vyhodnocuje podle vzniku trhlin.



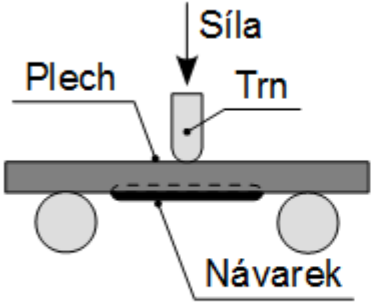
Zkouška lámavosti svaru za studena

Ocelové plechy jsou svařeny tupým svarem. Zkušební vzorek se v místě svaru ohýbá pomocí trnu. Zkouška je úspěšná, pokud při dosažení předepsaného úhlu ohybu svar nepraskne. Pro stanovení stupně svařitelnosti se porovnává prodloužení svaru a plechu.



Ohybová návarová zkouška

Na plech se provede návar svarové housenky (tzv. návarek). Zkušební vzorek se ohýbá pomocí trnu. Materiál z hlediska svařitelnosti vyhovuje, pokud se předepsaného úhlu ohybu dosáhne bez porušení tělesa náhlým lomem.

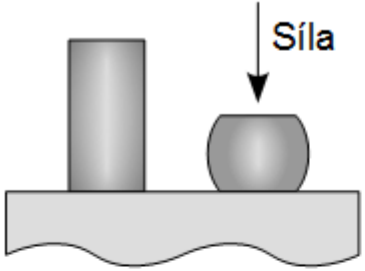


Zkoušky tvárnosti

Tvárnost je schopnost materiálu měnit tvar působením síly. Zkoušky se provádí za tepla nebo za studena (dle teploty při zpracovávání). Výsledky zkoušek se využívají pro posouzení vhodnosti materiálu pro požadované zpracování.

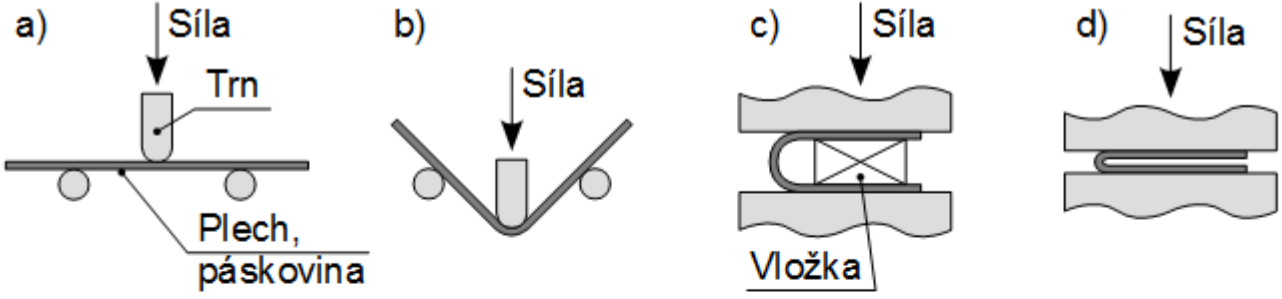
Zkouška pěchováním za studena

Využívá se pro zkoušení materiálu spojovacích prostředků, zejména nýtů, ale také hřebíků a jiných. Z materiálu se vyrobí válec o výšce rovné dvojnásobku průměru. Válec se pomocí lisu stlačí. Materiál vyhovuje, pokud na vzorku nevzniknou trhliny.



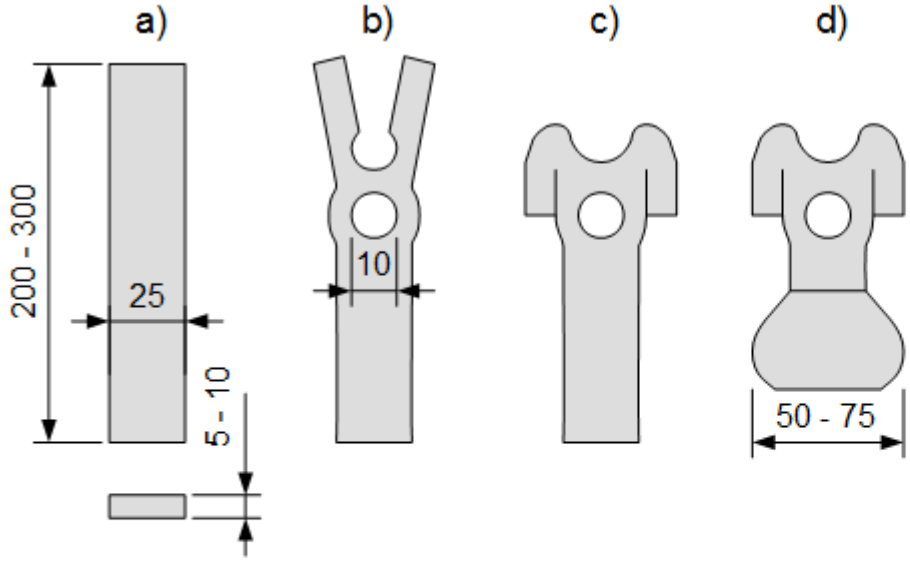
Zkouška lámavosti (tvárnosti)

Ocelový plech/páskovina je ohýbán pomocí trnu (a). Po dosažení potřebného úhlu ohybu se dál stlačuje pomocí lisu. Zkouška se ukončuje vznikem trhlin, prasknutím zkušebního plechu nebo dosažením požadované míry ohybu. Může být předepsán úhel ohybu (b), vzdálenost protilehlých konců (c) nebo úplné stlačení (d) do dolehnutí protilehlých konců. Čím většího ohnutí je dosaženo bez trhlin nebo prasknutí, tím větší je tvárnost materiálu.



Zkoušky kovatelnosti za tepla

Tyto zkoušky umožňují zjistit kujnost oceli a ověřit vhodnost pro zpracování za tepla pomocí kování. Sestávají z několika dílčích zkoušek prováděných na stejném vzorku. Na zkušební ocelové tyči (a) provedeme zkoušku děrováním a rozštěpením (b), rozšiřováním (c) a rozkováním (d). Čím větší je kujnost oceli, tím větší jsou dosažené deformace bez vzniku trhlin.



Zkoušky trubek

Zkoušky trubek se volí podle požadovaného způsobu zpracování. Instalatér často zpracovává trubky pomocí ohýbání nebo vytváří spoje.

Trubky se zkoušejí:

a) ohybem,

b) smáčknutím,

c) rozšiřováním,

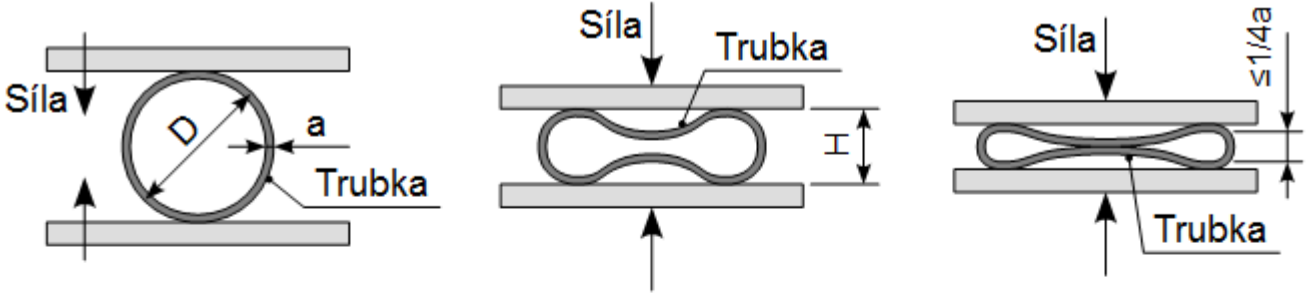
d) lemováním.

Zkouška trubek ohybem

Trubka se ohýbá přes žlábkový válec. Ten musí svým průměrem odpovídat průměru trubky. Trubka se ohýbá, dokud není dosaženo požadovaného úhlu (obvykle 90°) nebo dokud nenastanou trhliny. Trubka je vyhovující, pokud při dosažení daného úhlu nevzniknou okem viditelné trhliny.

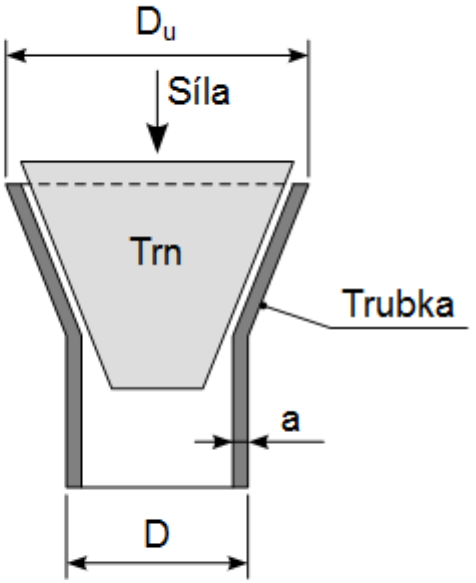
Zkouška trubek smáčknutím

Trubka je smáčknuta mezi dvěma dostatečně velkými deskami. Smáčknutí se provádí do předepsané vzdálenosti přítlačných desek (H) nebo do úplného smáčknutí, kdy je dovolena vzádlenost stěn trubek max. 1/4 a. Vyhodnocení zkoušky se provádí podle trhlin viditelných okem při dosažení požadované vzdálenosti přítlačných desek nebo podle vzdálenosti desek při dosažení okem viditelných trhlin.



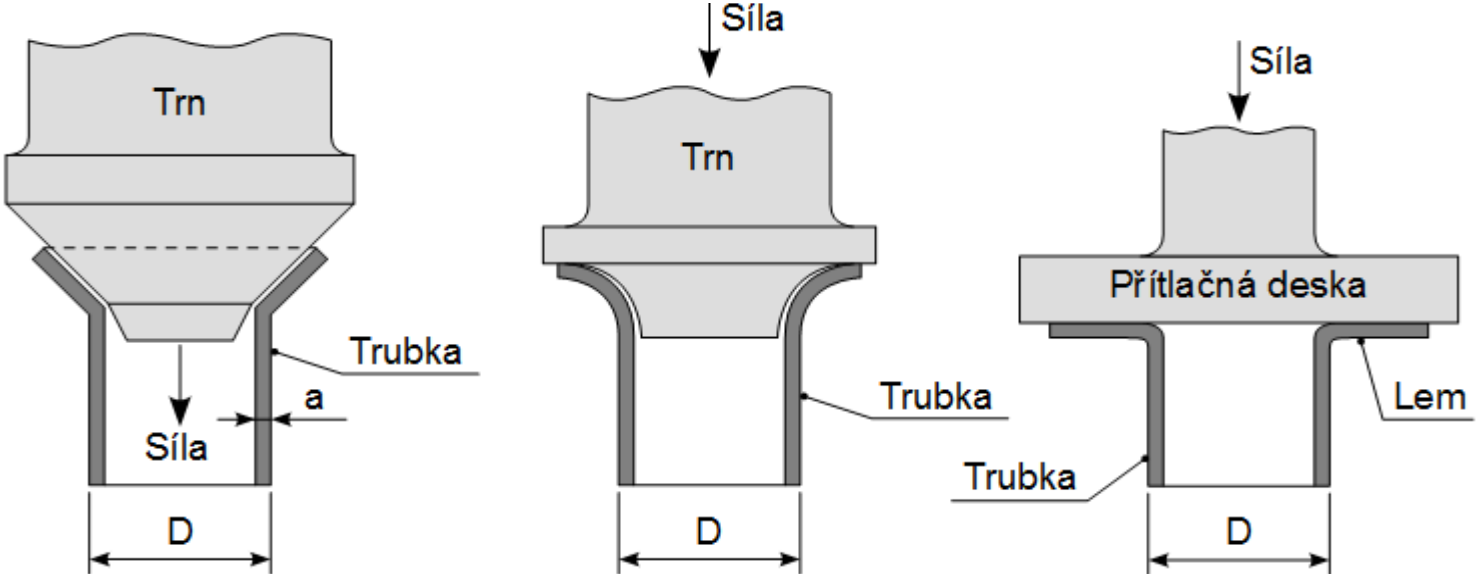
Zkouška trubek rozšiřováním

Do trubky se zatlačuje kuželovitý trn, tím dochází k vytvoření rozšíření (hrdla). Vyhodnocení zkoušky se provádí podle trhlin viditelných okem při dosažení požadovaného rozšíření nebo podle největšího průměru rozšíření D_u při vzniku okem viditelných trhlin.



Zkouška trubek lemováním

Při zkoušce je na trubce vytvořen lem. Postupuje se ve třech krocích. Nejprve je pomocí trnu trubka rozšířena, poté je pomocí kuželového trnu vytvořen lem a dokončen pomocí ploché desky do požadovaného průměru. Vyhodnocení zkoušky se provádí podle trhlin viditelných okem při dosažení požadovaného průměru lemu nebo podle největšího průměru lemu při vzniku okem viditelných trhlin.



Otázky a úkoly k učivu 58. až 64. hodiny – MATERIÁLY 1. ročník

58. hodina

- **58.1 Vypiš dělení zkoušek materiálu!**
- **58.2 Vysvětli pojem destruktivní zkoušky!**
- **58.3 Vysvětli pojem částečně destruktivní zkoušky!**
- **58.4 Vysvětli pojem nedestruktivní zkoušky!**
- **58.5 Kdy a proč využíváme nedestruktivní zkoušky?**
- **58.6 Vysvětli pojem statické zkoušky!**
- **58.7 Vysvětli pojem dynamické zkoušky!**

59. hodina

- **59.1 Vysvětli pojem pracovní diagram!**
- **59.2 Popiš zkoušku materiálu v tlaku!**
- **59.3 Popiš zkoušku materiálu v tahu!**
- **59.4 Co je to mez kluzu (u oceli)?**
- **59.5 Co je to mez pevnosti?**
- **59.6 Nakresli pracovní diagram oceli!**

60. hodina

- **60.1 Vyjmenuj zkoušky, kterými zjišťujeme tvrdost!**
- **60.2 Jakou vlastnost zjišťujeme pomocí vrypových zkoušek?**
- **60.3 Jakou vlastnost zjišťujeme pomocí vnikových zkoušek?**
- **60.4 Vysvětli pojem vrypové zkoušky!**
- **60.5 Vysvětli pojem vnikové zkoušky!**
- **60.6 Vyjmenuj druhy vnikových zkoušek!**

61. hodina

- **61.1 Vyjmenuj zobrazovací metody!**
- **61.2 Popiš, jak se provádí zkoušky bez porušení materiálu!**

62. hodina

- **62.1 Vyjmenuj stupně svařitelnosti!**
- **62.2 Vyjmenuj zkoušky svařitelnosti!**
- **62.3 Popiš zkoušku odolnosti proti vzniku trhlin za tepla!**

62.4 Popiš zkoušku lámavosti svaru za studena!

62.5 Popiš ohybovou návarovou zkoušku!

63. hodina

63.1 Vyjmenuj zkoušky tvárnosti!

63.2 Popiš zkoušku pěchováním za studena!

63.3 Popiš zkoušku lámavosti!

63.4 Popiš zkoušku kovatelnosti za tepla!

64. hodina

64.1 Vyjmenuj zkoušky trubek!

64.2 Popiš zkoušku trubek ohybem!

64.3 Popiš zkoušku trubek smáčknutím!

64.4 Popiš zkoušku trubek rozšiřováním!

64.5 Popiš zkoušku trubek lemováním!