

**Univerzita Tomáše Baťi ve Zlíně**

**Fakulta Aplikované Informatiky**

**Využití materiálů v mechanických zábranných  
systémech**

Radim Platoš

---

Bakalářská práce  
2006



Univerzita Tomáše Baťi ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektrotechniky a měření

akademický rok: 2005/2006

## ZADANÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radim PLATOŠ**

Studijní program: B 3902 Inženýrská informatika

Studijní obor: Bezpečnostní technologie, systémy a management

Téma práce: Využití materiálů v mechanických zábranných systémech

Zásady pro vypracování:

- 1) Práci orientujte jako učební pomůcku do předmětu Objektová Bezpečnost 1 - Mechanické prvky
- 2) Vytvořte přehled dosud používaných materiálů s vyjádřením stupně jejich vhodnosti a četnosti využití, včetně cenových relací
- 3) Prognózuje materiálůvou základnu z hlediska využití v budoucnosti
- 4) Práci doprovodte obrazovým materiálem

Rozsah práce: Rozsah příloh: Forma zpracování  
bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:


- 1) Diem Walter: Bezpečnostní zařízení, IKAR, Praha 2000, ISBN : 80-7202-604-6
- 2) Poznámky z předmětu Objektová bezpečnost 1 - Mechanické prvky
- 3) Uhlář Jan : Technická ochrana objektů 1. díl, Mechanické zábranné systémy, Policejní Akademie ČR, Praha 2004, ISBN 80-7251-172-6
- 4) Časopisy SECURITY z let: 1999,2000,2001,2002,2003,2004,2005
- 5) L Toms, T. Koníček, P. Kocábek: Zabezpečení dveří a oken - rizikových míst objektů, Tiskárna MV, Praha 1997, ISBN : 80-85821-50-8
- 6) JUDr F. Brabec : Ochrana bezpečnosti podniku, EUROUNION s.r.o., Praha 1996, ISBN : 80-85858-29-0
- 7) J. Paták, M. Protivínský, K. Klvaňa : Zabezpečovací systémy - situační prevence kriminality, Armex, Praha 2000, ISBN : 80-86244-13-X
- 8) K. Macek - P. Zuna : Nauka o materiálu 1, SNTL, Praha 1984
- 9) K. Mcek - P. Zuna - J. Bartoš: Nauka o materiálu 2, SNTL, Praha 1986

Vedoucí bakalářské práce: JUDr. Vladimír Laucký

Datum zadání bakalářské práce: 14. února 2006

Termín odevzdání bakalářské práce: 13. června 2006

Ve Zlíně dne 14. února 2006

  
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*pověřený děkan*



  
doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.  
*ředitel ústavu*

\*

## **ABSTRAKT**

Má práce se zaměřuje na konstrukci a volbu vhodných materiálů využívajících se při tvorbě mechanických zábranných systémů. Probírá materiály běžně používané a ukazuje jejich mechanické vlastnosti. Z těchto zásad pak vyplynou možnosti jejich použití pro daný účel a typ zábrany a výši jejich odolnosti a spolehlivosti. Tyto vlastnosti je potřeba si ověřovat před započítáním prací, v průběhu výstavby a samozřejmě i v průběhu jejich životnosti.

Klíčová slova:

volba materiálu, stavebně – konstrukční řešení, tuhost, odolnost.

## **ABSTRACT**

My work is aimed at construction and choosing of materials, which is used in the creation of the mechanical blocking systems. It browses normally applied materials and shows its mechanical properties. On the basis of this theses, new possibilities of suitability and the height of durability and reliability are stated. These properties is necessary to verify, before the work start, along the building-up and, of course, in the during of lifetime.

Keywords:

Choosing of materials, building – construction solution, toughness, durability.

Na tomto místě bych chtěl poděkovat lidem a organizacím, kteří svými radami a informacemi výrazně pomohli při tvorbě mé práce, jedná se o :

společnost Bonatrans a.s., výrobce železničního dvojkolí se sídlem v Bohumíně

firmu Derek, zastoupenou p. Zagorou, zabývající se sanací dřeva

firmu Zapa beton, zastoupenou p. Brýdlem, výrobce betonových směsí

firmu Sklomax CZ spol. s r.o., zastoupenou p. Minichem, zabývající se sklenářskou praxí.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 MECHANICKÉ ZÁBRANNÉ SYSTÉMY ( MZS )</b> .....	<b>11</b>
1.1 ROZDĚLENÍ MZS .....	12
1.1.1 MZS obvodové ochrany.....	12
1.1.2 MZS plášťové ochrany.....	12
1.1.3 MZS předmětové ochrany.....	12
<b>2 MECHANICKÉ VLASTNOSTI</b> .....	<b>13</b>
2.1 PRŮLOMOVÁ ODOLNOST .....	13
2.2 TVRDOST MATERIÁLU .....	14
2.2.1 Tvrdost dle Brinella .....	14
2.2.2 Tvrdost dle Vickerse.....	16
2.2.3 Tvrdost dle Rockwella.....	16
2.3 PEVNOST MATERIÁLU.....	17
2.3.1 pevnost v tahu .....	17
2.3.2 pevnost v tlaku .....	18
2.3.3 pevnost v ohybu.....	19
2.3.4 pevnost ve vzpěru .....	19
2.3.5 pevnost ve stříhu.....	19
2.4 HOUŽEVNATOST MATERIÁLU.....	20
2.5 ÚNAVA MATERIÁLU .....	21
2.6 OPOTŘEBENÍ MATERIÁLU .....	22
2.7 KOROZE.....	22
2.8 RADIAČNÍ POŠKOZENÍ .....	23
<b>3 DŘEVO</b> .....	<b>24</b>
3.1 MECHANICKÉ VLASTNOSTI .....	24
3.2 VADY DŘEVA.....	24
3.3 SUŠENÍ DŘEVA .....	25
3.4 OCHRANA DŘEVA.....	25
3.4.1 Plísně.....	26
3.4.2 Dřevozbarvující houby.....	26
3.4.3 Dřevokazné houby.....	26
3.4.4 Dřevokazný hmyz.....	27
3.5 HOŘENÍ DŘEVA .....	28
3.5.1 Anorganické soli.....	29
3.5.2 Vodné disperze.....	29
3.5.3 Příklady druhů dřeva.....	29
<b>4 HUTNICTVÍ ( METALURGIE )</b> .....	<b>30</b>

4.1	ROZDĚLENÍ RUD.....	30
4.2	PRODUKTY HUTNICKÝCH PECÍ.....	30
<b>5</b>	<b>TECHNICKÉ ŽELEZO .....</b>	<b>31</b>
5.1	ŽELEZNÁ RUDA.....	31
5.2	VÝROBA ŽELEZA.....	31
<b>6</b>	<b>OCEL.....</b>	<b>33</b>
6.1	OCELI K TVÁŘENÍ.....	33
6.2	OZNAČOVÁNÍ OCELÍ K TVÁŘENÍ .....	33
6.2.1	Uhlíkové oceli.....	34
6.2.2	Legované oceli.....	34
6.2.3	Nástrojové oceli.....	35
6.3	LITINA .....	35
6.4	ZPRACOVÁNÍ OCELI.....	36
6.4.1	Tváření.....	36
6.4.1.1	Válcování .....	37
6.4.1.2	Kování.....	37
6.4.2	Tepelné zpracování.....	40
6.4.2.1	Žihání.....	40
6.4.2.2	Kalení.....	41
6.4.2.3	Chemicko-tepelné zpracování .....	43
6.4.3	Svařování oceli .....	43
6.5	PANCÉŘOVÁ OCEL.....	45
6.5.1	Výroba .....	45
<b>7</b>	<b>KERAMIKA .....</b>	<b>46</b>
7.1	TECHNICKÁ KERAMIKA .....	46
7.2	SKELNÁ KERAMIKA .....	46
7.2.1	Sklářské suroviny.....	47
7.2.2	Sklářský kmen .....	47
7.2.3	Kalení skla.....	47
7.2.4	Lepení skla .....	48
7.2.5	Izolační sklo .....	49
<b>8</b>	<b>POLYMERY .....</b>	<b>50</b>
8.1	TERMOPLASTY.....	50
8.2	REAKTOPLASTY .....	51
8.3	ELASTOMERY.....	51
8.4	POLYMERNÍ PĚNY .....	52
<b>9</b>	<b>KOMPOZITNÍ MATERIÁLY.....</b>	<b>53</b>
9.1	PRÁŠKOVÁ METALURGIE .....	53
9.1.1	Přehled technologie výroby.....	54
9.1.2	Slinuté karbidy.....	54

9.1.3	Cermety.....	55
9.1.4	Keramické materiály .....	55
9.1.5	Supertvrdé materiály.....	56
9.2	BETON.....	56
9.2.1	Cement.....	57
9.2.2	Druhy cementu .....	57
9.2.3	Kamenivo .....	57
9.2.4	Záměsová voda.....	58
9.2.5	Přísady.....	58
9.2.6	Vlastnosti .....	58
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>61</b>
<b>10</b>	<b>MZS OBVODOVÉ OCHRANY.....</b>	<b>62</b>
10.1	ZDI 62	
10.2	PLOTY .....	63
<b>11</b>	<b>MZS PLÁŠŤOVÉ OCHRANY.....</b>	<b>68</b>
11.1	DVEŘE.....	68
11.2	OKNA .....	71
11.3	MŘÍŽE .....	74
<b>12</b>	<b>MZS PŘEDMĚTOVÉ OCHRANY.....</b>	<b>75</b>
12.1	KOMOROVÉ TREZORY .....	75
12.2	KOMERČNÍ ÚSCHOVNÉ OBJEKTY .....	76
12.2.1	Skříňové trezory .....	76
12.2.2	Ohnivzdorné skříně.....	78
12.2.3	Účelové trezory .....	78
<b>13</b>	<b>ZKOUŠENÍ A OVĚŘOVÁNÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ.....</b>	<b>80</b>
13.1	DESTRUKTIVNÍ ZKOUŠENÍ MATERIÁLU .....	80
13.2	NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠENÍ MATERIÁLU .....	80
13.2.1	Radiografické zkoušení.....	81
13.2.2	Ultrazvukové zkoušení.....	81
13.2.3	Magnetická prášková metoda.....	83
13.2.4	Penetrační metoda .....	84
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>85</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>89</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>91</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>92</b>



## ÚVOD

*Co svět světem jest, ve věčném dilema zápas zla a dobra je veden v širokém spektru lidské činnosti. Zlo, ať na sebe bere jakoukoliv podobu, vždy příčinou je újmy, ztráty a neštěstí. Boj a prostředky v humánním státě stále musí mít předstih a být jako součást vědních oborů. Než závěrečný verdikt způsobu boje jest vysloven, musí být cíl a rozsah zla odhalen. Zde přichází : škoda na životě, na zdraví, na majetku, na životním prostředí, či dosahující havárie, až války. Nutně přidružuje se poznání : příčinou zla je neznalost, nevzdělanost, záměr, touha po moci, msta, či jen potěšení konat zlo. Souhrn odpovědí přikazuje dobrou volit způsoby a prostředky jak mu předejít, jak ho omezit, jak mu zabránit a konečně jak ho likvidovat.*

*V gen pohledu jeden způsob je psychický vývoj a nátlak. Pokud se mine účinku, přichází způsob fyzický, plynoucí z technické vyspělosti výrobních oborů, materiálového zázemí a současných poznatků vědy a techniky. Nejméně nákladný způsob pro stát a každou zem je zodpovědnost, inteligence, vědomosti a morálka jedinců. Pokud chybí, ať silně je uplatněn u pachatele atribut „strach před činem“ a „strach z trestu“.*

*Nechť občan jeden každý sám zváží a posuzuje, zda legislativa naší země dostatečně tvrdě vyměřuje hranici „ občan – pachatel „. Zda napáchané škody jsou plně návratné. Zda humánnost, ústupky a zahálka vězeňství všeobecně ku prospěchu jest.*

*Pak konečně, proč ke škodě společnosti efekt výrobních sfér je tak snižován ?*

## I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 MECHANICKÉ ZÁBRANNÉ SYSTÉMY ( MZS )

Mechanické Zábranné Systémy ( MZS ) slouží k ochraně před vniknutím do chráněného prostoru vytvořením fyzické bariéry ( překážky ). Podstatou je co nejvíce ztížit překonání této překážky ( formou množství a profesionality nástrojů a nářadí potřebných pro překonání ) při zároveň co nejdelším čase potřebném pro toto překonání. Výši zabezpečení značně určuje důležitost objektu – význam objektu. Jiné požadavky budou kladeny na zabezpečení soukromého rodinného domu, jiné na zabezpečení výrobního podniku a naprosto odlišné pro zabezpečení např. jaderné elektrárny.

Mechanickou ochranou rozumíme soubor mechanických a technických prostředků, zařízení a komponentů, které svojí konstrukcí znemožňují jejich jednoduché překonání. V technické ochraně jsou nezastupitelné, jejich instalace šetří síly fyzické ochrany a svojí odolností při překonávání vytvářejí časovou prodlevu v postupu pachatele a tím umožňují zorganizovat kvalifikovaný zákrok. Na tuto ochranu se můžeme dívat z různých úhlů pohledu : (\*)

- A) Mechanická odolnost, tuhost a pevnost
- B) Použité konstrukční prvky a provedení
- C) Úprava ke zvýšení odolnosti
- D) Způsob instalace

Mechanické prostředky se používají k :

- A) Jištění všech kritických míst v objektu
- B) Vytváření oddělovacích bariér a stěn
- C) Vytváření krytů a úschovných míst
- D) Zajišťování dodržování režimu a režimování

---

\* Ochrana Bezpečnosti Podniku, F. Brabec, 1996, ISBN 80-85858-29-0, str. 136-138

## **1.1 Rozdělení MZS**

### **1.1.1 MZS obvodové ochrany**

MZS obvodové ochrany zabraňují narušení a nežádoucímu vniku do chráněného prostoru. Slouží zpravidla k vymezení katastrálních hranic pozemků. Můžeme do nich zařadit i přírodní bariéry jako vodní toky, hustě rostoucí stromy či křoviny, tyto ale nemají požadovanou odolnost proti překonání. Zpravidla se jedná o plotové systémy nebo zdi požadované výše a s pevnými základy zamezující podhrabání. Podle významu chráněného objektu se odvíjí vlastní konstrukce a použité materiály v MZS, případně se mohou zdvojit a vícekrát opakovat.

### **1.1.2 MZS plášťové ochrany**

MZS plášťové ochrany zabraňují narušení a nežádoucímu vniku do chráněného objektu. Zabezpečují standardní i nestandardní vstupy do objektu. Standardní vstupy jsou dveře včetně zárubní ukotvených ve zdi, zámky a zámkové systémy včetně jejich kování. Nestandardní vstupy do objektu jsou okna včetně okenic a mříží, vstupy klimatizace, střešní a sklepní okénka, kanalizace a odpadní potrubí. Jejich konstrukce a velikost nesmí omezovat funkční využití objektu.

### **1.1.3 MZS předmětové ochrany**

MZS předmětové ochrany zabraňují zcizení, nežádoucí manipulaci, znehodnocení, či pořízení kopií předmětů či listin. Můžeme je rozdělit na úschovné a bezpečnostní skříně a to jak stacionární, tak i přenosné a na trezory. Bezpečnostní skříně stacionární se používají pro uschování zbraní, nebezpečných chemikálií, léků, apod. Bezpečnostní schránky přenosné se používají jen pro nutný přenos, převoz a manipulaci s chráněnými předměty. Umístění trezorů na utajovaném místě by mělo být jejich zásadní výhodou. V případě objevení těchto úschovných míst musí odolat zcizení nejen obsahu ale i celého trezoru. Dále musí odolat požáru, výbuchu a proniknutí vody. Jejich konstrukce závisí pouze na účelu použití a stupni významu chráněných předmětů.

## 2 MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Za materiál lze považovat každou pevnou látku, která je určena pro další technologické zpracování ve výrobě. Životnost, bezpečnost a spolehlivost bude záviset kromě materiálu a technologie výroby i na dodržování podmínek v provozu. Překročení parametrů provozních podmínek výrobku může vyvolat jeho poškození, ztrátu životnosti, nebo dokonce ztrátu jeho bezpečnosti. Dalším limitujícím faktorem použití materiálu v konstrukční praxi je jeho cena. Nové požadavky na vlastnosti konstrukčních materiálů si vynucují změny ve skladbě vstupních surovin, v technologii jejich výroby nebo dalšího zpracování, které jsou doprovázeny i vyššími náklady. Materiály s vyššími užitnými vlastnostmi však umožňují v konečném důsledku navrhovat při zachování funkčnosti konstrukce se sníženou hmotností, které mají mnohem vyšší bezpečnost a spolehlivost. Vnitřní stavba ( struktura ) závisí kromě chemického složení, vlastností atomů a molekul, také na technologii výroby a zpracování materiálu. Změnou technologie výroby nebo zpracováním materiálu lze dosáhnout změny jeho struktury. <sup>(\*)</sup>

### 2.1 Průlomová odolnost

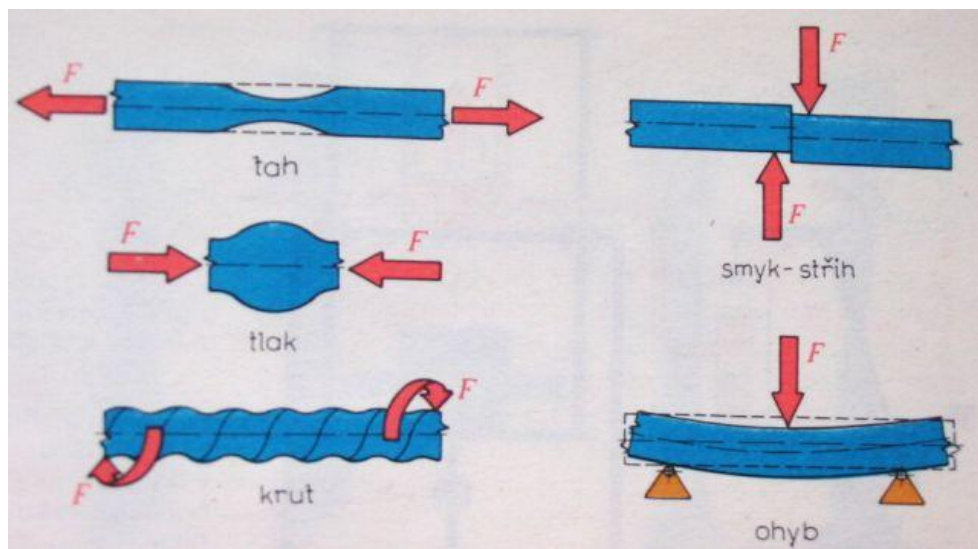
V Mechanických Zábranných Systémech ( MZS ) nás zajímají mechanické vlastnosti materiálů použitých při výrobě, jejich vnitřní stavba a možnost jejich kombinace. Posláním MZS je z hlediska krizové bezpečnosti ztížit nebo prakticky zcela znemožnit pachateli jeho vniknutí do chráněného prostoru. <sup>(†)</sup>

Průlomová odolnost v podstatě vyjadřuje interval času potřebný pro překonání MZS s předem definovanými nástroji a nářadím. Tento čas závisí na mechanických vlastnostech materiálů použitých při výrobě MZS.

---

\* Nauka o materiálu, konstrukční materiály a jejich degradační procesy, B. Strnadel, VŠB Ostrava, 1993, strana č. 1

† Technická ochrana objektů, J. Uhlář, Policejní Akademie ČR, Praha 2004, strana 13



Obr. 1 Základní druhy namáhání

## 2.2 Tvrdost materiálu

Je odpor materiálu, který klade proti vniknutí cizích těles. Při tomto vnikání vzniká deformace. Velikost deformace nám určuje tvrdost materiálu. Tato zkouška je poměrně rychlá a nevyžaduje dalších pracovních příprav, či omezení. Vždy se měření provádí vícekrát a výsledná tvrdost je statistickým průměrem. Nejběžněji se používá měření tvrdosti dle Brinella ( HB ), Vickerse ( HV ) a Rockwella ( HRC ). Tyto metody nelze vzájemně mezi sebou porovnávat, existují jen empirické srovnávací tabulky. (\*)

### 2.2.1 Tvrdost dle Brinella

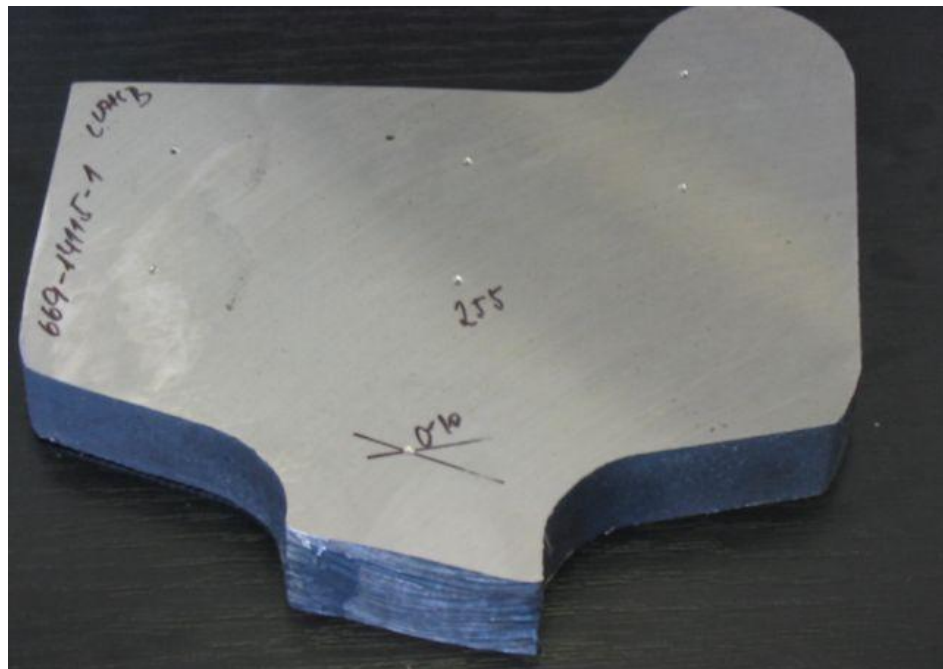
Ocelová kalená kulička je vtlačována silou do hladkého povrchu zkoušeného vzorku. Po odlehčení měříme průměr vtisku. Kulička o průměru 10 mm, při zatížení 29430 N a době zatěžování 10 sekund – tato zkouška se označuje HB. Můžeme použít jiné průměry kuličky, jinou sílu a jinou dobu zatěžování – pak se uvádí za označení HB i tyto hodnoty. Touto metodou se zkoušejí zejména měkké materiály, při vyšších tvrdostech by docházelo k deformaci ocelové kuličky.

---

\* Nauka o materiálu 1, K. Macek – P. Zuna, Praha 1984, strana č. 73



*Obr. 2 Tvrdoměr podle Brinella*



*Obr. 3 Stopy po vpichu kalené kuličky*

### 2.2.2 Tvrdość dle Vickerse

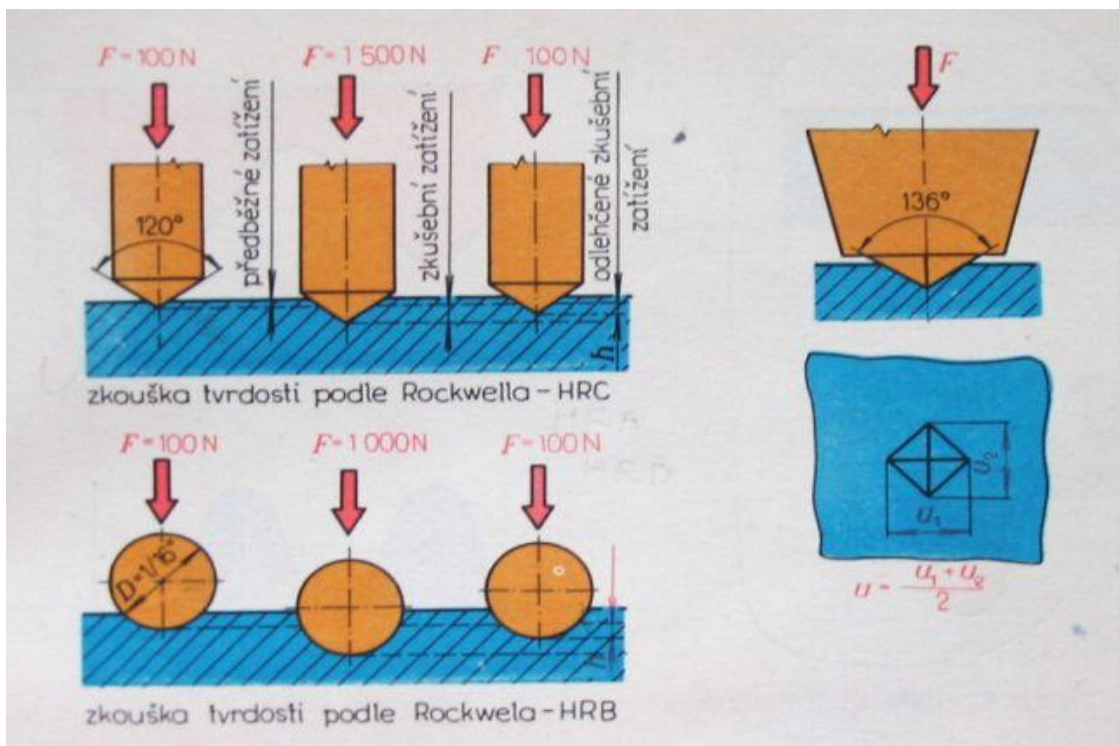
Čtyřboký diamantový jehlan s vrcholovým úhlem  $136^\circ$  vlačujeme silou  $F = 294 \text{ N}$  do hladkého povrchu zkoušeného vzorku. Doba zatížení je 10-15 sekund. Po odlehčení se změří uhlopříčky vtisku a spočítá se jejich průměr. Můžeme použít i jinou zatěžovací sílu, pak se za označení HV napíše hodnota zatěžovací síly. Touto metodou se zkoušejí tvrdší a nejtvrdší materiály. Plocha zkoušeného vzorku musí být čistá a hladká.

### 2.2.3 Tvrdość dle Rockwella

Rozdíl oproti výše uvedeným zkouškám je v měření. HB a HV měří průměr vtisku, u těchto zkoušek se měří hloubka vtisku. Výhodou zkoušek je jejich jednoduchost a rychlost.

HRC - vnikací tělísko je diamantový kužel s vrcholovým úhlem  $120^\circ$  a zátěžná síla je 1471 N. Použití je pro tvrdší materiály.

HRB – vnikací tělísko je kulička o průměru 1,59 mm a zátěžná síla je 980 N. Použití je pro měkké materiály.



Obr. 4 Tvrdość podle Rockwella



## 2.3 Pevnost materiálu

Je charakterizována jako nejvyšší zatížení které použitý materiál je schopen vydržet i při jeho trvalém porušení. Pro využití v praxi nás zajímá pouze zatížení které materiál snese při pružné – elastické deformaci bez trvalého porušení materiálu.

### 2.3.1 pevnost v tahu

zkušební těleso je napínáno na „ skřípec „. To znamená že dvě síly působí ve stejném směru, ale mají opačnou orientaci – od sebe. Dochází k prodlužování materiálu až k jeho konečnému roztržení.

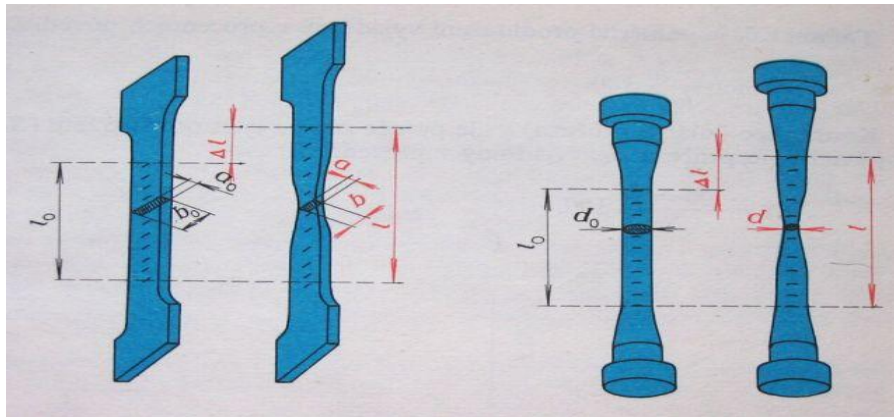
$$\sigma \geq \frac{F}{A}$$

$\sigma$  – tahové napětí ( MPa )

F – zatěžovací síla ( N )

A – plocha průřezu ( mm<sup>2</sup> )

Průběh zkoušky : zkušební těleso je upnuto mezi čelisti a plynule zatěžováno tahovou silou. Při určité velikosti síly, kterou již zkušební těleso není schopno udržet, dochází k prodloužení délky tělesa ( trvalá – plastická deformace ). Při dalším zvyšování zátěžné síly se těleso prodlužuje až do konečného roztržení. Nás zajímá průběh do prodlužování tělesa ( jak velké zatížení je těleso schopno pojmout bez trvalé deformace ). Při zvyšování tahové síly do meze kterou je schopno pojmout dojde i k malému prodloužení, toto prodloužení se po odlehčení tělesa vytratí ( pružná – elastická deformace ). Tato velikost zátěžné síly se nazývá mez kluzu  $R_e$ , nebo  $R_{p0,2}$ . Mez kluzu je proto určující hodnotou pro velikost možného zatížení materiálu.



Obr. 5 Zkušební tělesa



Obr. 6 Přetržená zkušební tyčinka

### 2.3.2 pevnost v tlaku

zkušební těleso je stlačováno dvěma silami ve stejném směru, ale s opačnou orientací - do sebe. Dochází ke smršťování materiálu – délka se zkracuje a zvyšuje se tloušťka – obvod materiálu. Touto zkouškou určujeme podobné mechanické vlastnosti jako u zkoušky tahem.

$$\sigma \geq \frac{F}{A}$$

$\sigma$  - tlakové napětí ( MPa )

F – zatěžovací síla ( N )

A – plocha průřezu ( mm<sup>2</sup> )

### 2.3.3 pevnost v ohybu

zkušební těleso je umístěno na dvou podpěrách a pomocí ohýbacího trnu působíme silou uprostřed tělesa. Zatížení ve zkušebním tělese je nerovnoměrné.

$$\tau \geq \frac{M_0}{W_0}$$

$\tau$  - napětí v ohybu ( MPa )

$M_0$  – moment ohybu ( Nmm )

$W_0$  – průřezový modul v ohybu ( mm<sup>3</sup> )

### 2.3.4 pevnost ve vzpěru

tato zkouška je v podstatě zkouškou tlakem. Délka zkušebního tělesa je však o mnoho delší. Spolupůsobí zde i pevnost v ohybu. Příkladem může být rovné 30 cm dlouhé pravítko. Ve vertikální poloze při tlaku na pravítko shora, které je opřené druhým koncem např. o stůl, dojde při určité velikosti síly k jeho průhybu.

$$\sigma \geq \frac{F}{A}$$

$\sigma$  - vzpěrné napětí ( Mpa )

F – zatěžovací síla ( N )

A – plocha průřezu ( mm<sup>2</sup> )

### 2.3.5 pevnost ve stříhu

Některé polotovary a součásti ( dráty, čepy, nýty ) jsou v provozu zatěžovány silami které působí v opačném smyslu v nepříliš vzdálených směrech, které jsou přibližně kolmé k ose součásti. Zkušební vzorky mají většinou kruhový průřez.

$$\tau \geq \frac{F}{S}$$

$\tau$  - pevnost ve stříhu ( Mpa )

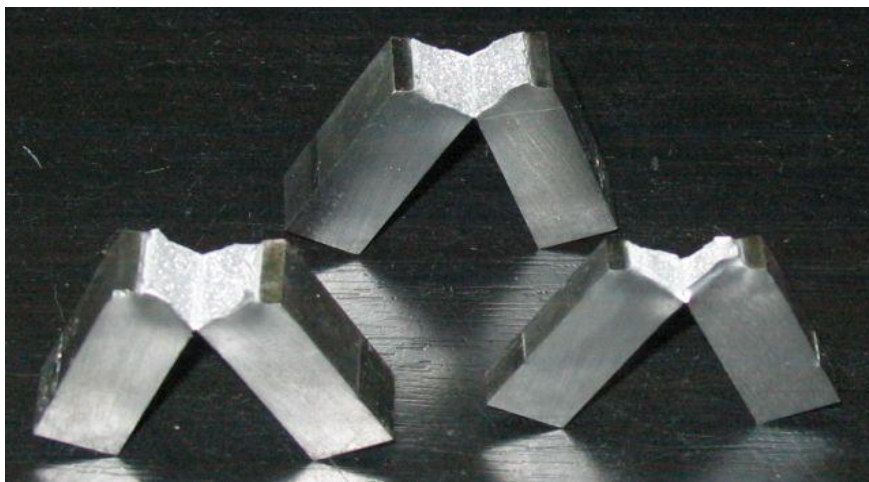
F – zátěžná síla ( N )

S – počáteční průřez vzorku ( mm<sup>2</sup> )

## 2.4 Houževnatost materiálu

Zde se řídíme podle velikosti deformační práce potřebné k přetvoření materiálu. Je to schopnost materiálu odolávat síle pohybující se po předem dané dráze. Podstatná je rychlost zatěžování a struktura materiálu. S narůstající rychlostí zatěžování zároveň roste i odpor proti přetvoření.

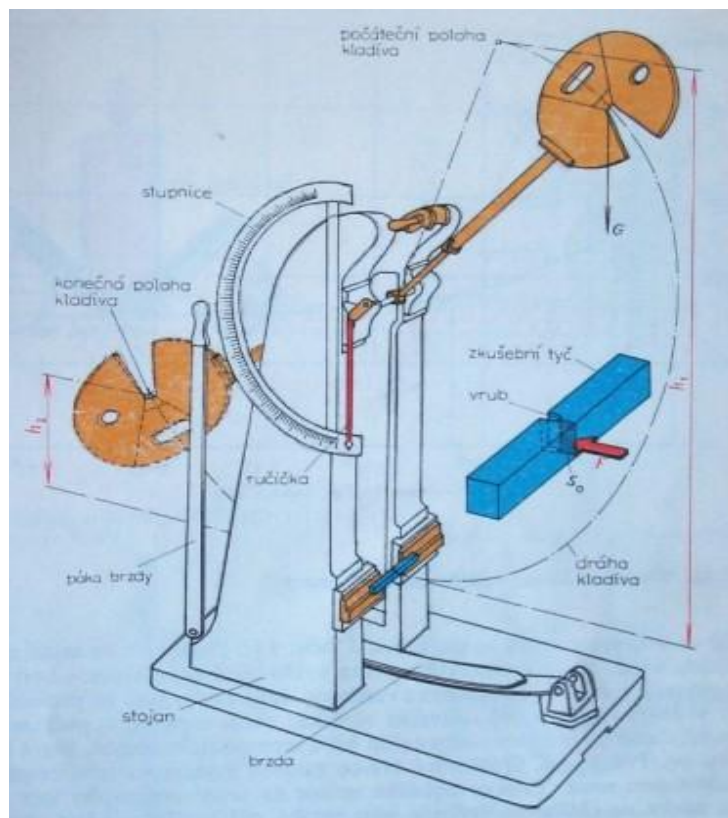
Vrubová houževnatost : je to nejčastější zkouška. Zkušební těleso opatřené vrubem ( proto aby lom vznikl i u houževnatých materiálů ) se položí na dvě opěrky. Následně ho necháme prorazit jedním rázem a určíme nárazovou práci potřebnou k přeražení. Vrub vytvořený na zkušebním tělese je ve tvaru písmene U, nebo V. (\*)



*Obr. 7 Zkušební tyčinky po provedené zkoušce*

---

\* Nauka o materiálu, K. Macek – P. Zuna, Praha SNTL 1984, strana č. 78



Obr. 8 Zkušební zařízení Sharpyho kladivo

## 2.5 Únava materiálu

Tento jev nesmíme nikdy podcenit. Podstata je následující : zatěžovací síla působící na daný materiál zdaleka nedosahuje mezní výše zátěže pro tento materiál ( mez kluzu ), ale neustále se opakuje. Při dlouhodobém působení a velkém počtu cyklů může dojít k trvalým deformacím a následnému rozlomení materiálu. Nejdůležitější faktory ovlivňující mez únavy jsou teplota a stav povrchu. S rostoucí teplotou mez únavy obvykle klesá. Prvními příznaky je vznik tzv. únavových trhlin na povrchu materiálu. Tyto trhliny jsou jemné. Proto je stav povrchu dalším důležitým faktorem ovlivňujícím mez únavy. Hrubé obrobení a vruby na povrchu součásti snižují mez únavy, naopak zpevnění povrchových vrstev ( cementování, nitrídování, kuličkování ) zvyšují mez únavy. Dále zde spolupůsobí způsob legování, tepelného a mechanického zpracování a vliv prostředí. (\*)

\* Nauka o materiálu, K. Macek – P. Zuna, Praha SNTL 1984, strana č. 82

## 2.6 Opotřebení materiálu

Opotřebení je trvalá nežádoucí změna povrchu, nebo rozměru součásti, která je vyvolána vzájemným působením několika funkčních povrchů, nebo působením prostředí. K opotřebení dochází převážně mechanickými účinky, ale působí i vlivy chemické a elektrochemické. Opotřebení výrazně snižuje výkonnost, spolehlivost a životnost strojů a zařízení. Opotřebení vzniká při dotyku vzájemně se pohybujících funkčních povrchů, při pohybu drsného a tvrdého povrchu po druhém povrchu, při proudícím prostředí ( kapalina, plyn ), při opakovaném valivém povrchu dvou zatěžovaných funkčních povrchů ( ložiska ), či při styku dvou povrchů, které se po sobě posouvají. Jsou velmi častou příčinou snižující spolehlivost a životnost produktů. (\*)

## 2.7 Koroze

Koroze je postupné rozrušování materiálu, jehož podstatou může být chemické, elektrochemické, fyzikální a biologické působení okolního prostředí. Průběh koroze je ovlivňován chemickým složením a strukturou materiálu, kvalitou povrchu daného materiálu a dále pak chemickým složením prostředí, teplotou a tlakem prostředí, rychlostí proudění a mechanickým namáháním. Odolnost proti korozi lze do určité míry předvídat, ovšem korozní děje jsou natolik složité, že je nutno korozní chování materiálu v daných podmínkách předem vyzkoušet. Korozní poškození má negativní vliv na pevnostní vlastnosti materiálu. Kovy ztrácejí elektrony, můžeme říci že oxidují. Jejich korozi provází tok elektrického proudu. Keramické materiály a plasty jsou odolné proti elektrochemické korozi, podléhají však chemickým reakcím některých jejich složek ( bobtnání, rozpouštění ). (†)

---

\* Nauka o materiálu, K. Macek – P. Zuna, Praha SNTL 1984, strana č. 95

† Nauka o materiálu, K. Macek – P. Zuna, Praha SNTL 1984, strana č. 99



*Obr. 9 Ukázka koroze*



*Obr. 10 Detail koroze plechu*

## **2.8 Radiační poškození**

Komponenty jaderně energetických zařízení jsou během svého provozu vystaveny silnému toku radiačního záření, které může vyvolat změny ve struktuře materiálu. Záření  $\alpha$  a  $\beta$  poškozují strukturu keramiky a polymerů. Hlavní podíl na radiačním poškození materiálů má neutronové záření. (\*)

---

\* Nauka o materiálu, konstrukční materiály a jejich degradační procesy, B. Strnadel, VŠB Ostrava, 1993, strana č. 96

### 3 DŘEVO

Dřevo je jedním z nejpoužívanějších materiálů. Dřevo se tvoří činností mizového pletiva ( kambia ) dřevnatých rostlin a je výsledným produktem asimilačního procesu, je tedy v podstatě přeměněnou sluneční energií. Není to hmota homogenní, nýbrž je složena z buněk, které tvoří soubory jimž říkáme pletiva. Máme tři druhy pletiv. Na povrchu pletivo pokožkové, uvnitř pletivo svazků cévních, jež je uloženo v základním pletivu. Pravidelně je v pletivu vyvinut ještě čtvrtý typ, pletivo dělivé ( kambium ). (\*)

#### 3.1 Mechanické vlastnosti

Zde je potřeba zdůraznit, že záleží na směru síly která působí na dřevo, protože dřevo nemá v různých směrech stejné mechanické vlastnosti. Tato skutečnost se nesmí opomenout při vlastním konstrukčním řešení. Protože je dřevo materiálem biologického původu nelze jeho vlastnosti charakterizovat paušálně. Rozdílné mechanické vlastnosti bude mít trám se suky a bez nich, trám ze smrku nebo z buku, tesaný nebo řezaný trám. Ve struktuře dřeva jsou rozhodující tyto vlastnosti : směr vláken, vlhkost dřeva, objemová hmotnost ( hustota ), anatomická stavba. Proto při používání dřeva jako stavebně konstrukčního materiálu musíme posuzovat každý jednotlivý kus zvlášť. Dřevo, které použijeme na stavbu dřevěných konstrukcí, nesmí být napadeno hnilobou nebo hmyzem. Trám který je namáhán na tah musí mít směr vláken ve směru osy trámu. Trám namáhaný ohybem nesmí mít suky a jiné kazové prvky na straně namáhané na tah. V místech spojů a v krajních částech musí být dřevo bez trhlin.

#### 3.2 Vady dřeva

Vady růstové :

- A) Vady tvaru kmene : odchýlení od podélné osy ( křivost ), postupné zmenšování tloušťky ( sbíhavost ), kořenové náběhy, atd.

---

\* Ochrana dřeva, Sborník přednášek, Výzkumný a vývojový ústav dřevařský, Březnice 1999, strana č. 1



- B) Nepravidelnosti struktury : závitnicové uložení dřevních vláken ( točitost vláken ), vychýlení letokruhu, dutina letokruhu, atd.
- C) Suky : zarostlé zdravé nebo nahnilé, podle nasazení větví nebo vzhledu a postavení na plochách
- D) Trhliny : středové ( jednoduchá, křížová ), obvodové ( vlasové, hluboké ), výsušné, odlupčivé
- E) Poškození houbami : rakovina ( poškození kmene rostoucího stromu ), plíseň ( pouze zabarvuje, neovlivňuje mechanické vlastnosti ), hniloba, atd.
- F) Poškození dřevokazným hmyzem : hmyz škodí tvořením matečních a larvárních chodeb a výletových otvorů
- G) Cizopasná rostliny : jmelí, ochmet

Vady výrobní :

- A) Při těžbě : šikmý řez, vytrhaná vlákna a třísky
- B) Při výrobě řeziva : úchylna kolmosti nebo rovnoběžnosti
- C) Při sušení : borcení dřeva

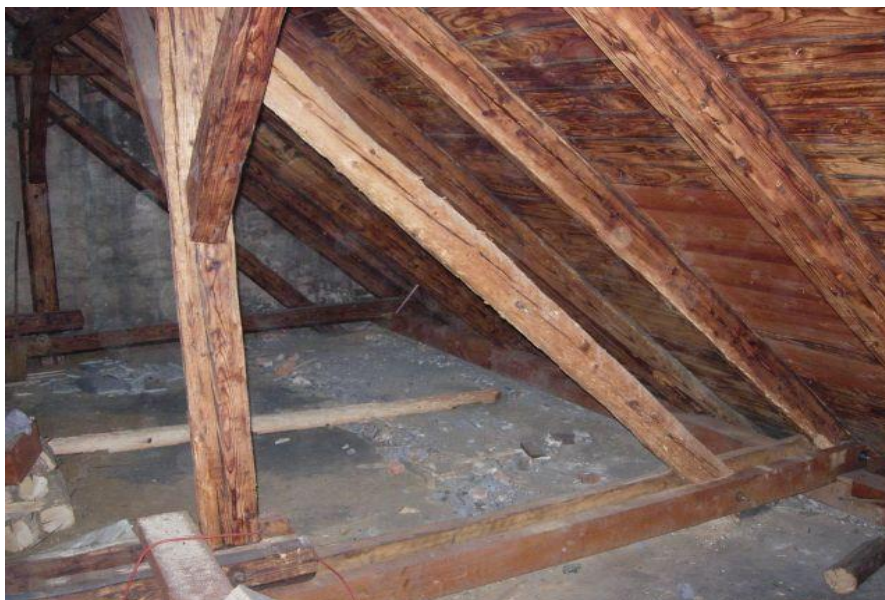
### 3.3 Sušení dřeva

Přirozené sušení dřeva se odehrává na vzduchu. Dřevo je srovnáno a proloženo tenkými hranoly – latěmi. Musí být ve vodorovné poloze a vyváženo. Vrchní vrstva je obvykle chráněna nepromokavou krytinou proti dešti. Umělé sušení dřeva se odehrává v pecích nebo tunelech. Vysouší se horkým vzduchem, přehřátou párou, infračervenými paprsky, chemicky, atd.

### 3.4 Ochrana dřeva

Je potřeba si uvědomit, že i dřevo koroduje, přesněji řečeno biokoroduje. Působí na něj mikroorganismy, těkavé podíly z plastů, atmosférické podmínky, plísně, houby, hmyz, atd. Nejpodstatnější z fyzikálních vlivů jsou teplota a vlhkost. Vlhkost dřeva se určuje podle ČSN 49 0103 takto : 100% vlhkost dřeva označuje ve 100 g hmoty 50 g vody a 50 g sušiny dřeva. Proto se nesmíme zarazit, pokud vlhkost dřeva je např. 120% ( znamená to jen, že

daný úsek obsahuje více vody než vlastní dřevní hmoty ). Neoptimálnější teploty pro napa-  
dení a rozvoj se pohybují nejčastěji v rozmezí 20°C až 30 °C. V praktickém životě se setká-  
váme s plísněmi, houbami a hmyzem.



*Obr. 11 Střešní konstrukce při probíhající sanaci*

### **3.4.1 Plísně**

Pro vznik plísně je nejpodstatnější vlhkost dřeva. Ta by neměla překročit 20%. Prakticky se plíseň tvoří až od vlhkostí 35 % a vyšší. Plísně se dělí do jednotlivých rodů ( Penicillium, atd ). Přípravky hubící plísně se nazývají fungicidy.

### **3.4.2 Dřevozbarvující houby**

Dřevozbarvující houby nejčastěji napadají čerstvé řezivo s dostatečnou vlhkostí. Limitní vlhkost dřeva je 20%. V praxi se pohybuje okolo 40% a více. Na povrchu dřeva vytvářejí barevné pásy, nebo plochy. Rozmnožují se myceliem ( proniká do několika mm do dřeva, přirovnat ho můžeme ke kořenům stromů ). Na mechanické vlastnosti dřeva nemají podstatný vliv. Přípravky hubící houby jsou fungicidy.

### **3.4.3 Dřevokazné houby**

Jsou to největší škůdci dřeva a to jak ještě stojících stromů, tak i pozdějších produktů ze dřeva. I zde by vlhkost dřeva neměla překročit 20%, v praxi 25 % vlhkosti a 20 °C ( Dře-

vomorka ), další známou houbou je Trámovka, Pornatka a Koniofora. Tyto houby ovlivňují mechanické vlastnosti dřeva. Ničí se fungicidy.



*Obr. 12 Ukázka napadené konstrukce*

#### **3.4.4 Dřevokazný hmyz**

Dřevokazný hmyz napadá dřevo živé ( stojící stromy ) i dřevo mrtvé ( stavební řezivo a další produkty ). Pravděpodobně nejznámější je kůrovec. Dalším známým zástupcem je červotoč. Rád bych upozornil na čeled' Tesaříků, jejich vývojové stádium může trvat až 15 let. Hmyz ovlivňuje mechanické vlastnosti dřeva vytvářením matečních a larvárních chodbech, larvy využívají dřevo jako potravu. Hmyz se vyskytuje ve dřevě již od vlhkostí kolem 10%. Přípravky hubící hmyz se nazývají insekticidy ( insecta – hmyz ). Tyto přípravky jsou na bázi karbamátů, organofosfátů a pyretroidů. Je potřeba při aplikaci dodržovat zásady ochrany zdraví při práci. Proces hubení hmyzu se nazývá desinsekce.



*Obr. 13 Dřevo napadené biotickými škůdci*

### 3.5 Hoření dřeva

Příčinou snadného hoření dřeva je jeho organický původ složený převážně z uhlíku – C ( 50% ), kyslíku – O<sub>2</sub> ( 42% ) a vodíku – H<sub>2</sub> ( 5% ). Hořlavost stavebních hmot se ověřuje a zkouší podle ČSN 73 0862. Proti hoření se můžeme chránit tím, že oddálíme zapálení dřeva ( vznětlivost ), snížíme jeho hořlavost a zpomalíme rychlost šíření plamene po povrchu dřeva. Při teplotě 80 °C až 120 °C se dřevo vysušuje, tvoří se trhliny na povrchu. Mechanické vlastnosti dřeva se nemění. Vysušené dřevo je snadněji zapalitelné proto že se dovnitř místo volné i vázané vody dostává vzduch a tím se zvětšuje povrch styku s kyslíkem. Při teplotách 150 °C až 200 °C již dochází k poklesu mechanických vlastností a dřevo se zbarvuje dohněda. Při vyšších teplotách se nejdříve uvolňují plyny ( vodík, metan ), které hoří a při teplotě 350 °C dřevo žhne ( žhavé uhlíky ). Teplotu vznícení má dřevo při 375 – 399 °C. Dřevo má sklon k tepelnému samovznícení a to některé druhy již od 80 °C. Při skladování je nutné jej chránit před zdrojem tepla s teplotou vyšší než je jeho teplota samovznícení. Stupeň hořlavosti se posuzuje podle ČSN 73 0823. Ochrana před hořením se provádí přípravky na bázi anorganických solí a vodních disperzí.

### 3.5.1 Anorganické soli

Jedná se o síran amonný, chlorid amonný, kyselina boritá, alkalické křemičitany ( vodní sklo ), atd. Výhodou je snadná penetrace. Nevýhodou je korozivní účinek na dřevo i kovové části v konstrukcích.

### 3.5.2 Vodné disperze

Jedná se o vodou ředitelné nátěrové hmoty ( pryskyřice ) s přidavkem pěnotvorných složek ( polysacharidy ). Podstata je v tom, že při hoření vytváří svým rozkladem na povrchu materiálu tlustou ( až několik cm ), nehořlavou, tepelně izolující vrstvu. Tato vrstva je schopna odolávat až 30 minut. Mají vyšší účinnost a také vyšší cenu.

### 3.5.3 Příklady druhů dřeva

smrkové dřevo : bod hoření 241 °C, teplota vznícení 397 °C, teplota samovznícení 120 °C, teplota žhnutí 305 °C

borovicové dřevo : bod hoření 255 °C, teplota vznícení 399 °C, teplota samovznícení 80 °C, teplota žhnutí 295 °C

dubové dřevo : bod hoření 250 °C, teplota vznícení 375 °C, teplota samovznícení 120 °C



*Obr. 14 Zpevnování dřevěné konstrukce*

## 4 HUTNICTVÍ ( METALURGIE )

Hutnictví, neboli metalurgie, je nauka o výrobě kovů. Kovy vyrábíme hutnickými pochody z minerálních surovin, které těžíme hornictvím. Můžeme-li nerost hned zpracovat, říkáme mu ruda. Jsou-li ve vytěženém nerostu tenké podíly neobsahující kov ve využitelném množství, říkáme mu rudnina. V rudnině je ruda a hlušina, již je třeba oddělit úpravou. Surový kov, vyrobený hutnickými pochody, je obvykle třeba čistit – rafinovat.

### 4.1 Rozdělení rud

Ryzí se v přírodě vyskytují hlavně drahé kovy. Jinak se kovy vyskytují ve sloučeninách, z nichž nejdůležitější jsou oxidy a siřičky. Důležitý je nejen obsah kovu ve sloučenině, ale i způsob jak je kov chemicky sloučen.

### 4.2 Produkty hutnických pecí

- A) Roztavený kov
- B) Struska – v ní se mění hlušina z rudy
- C) Plyny

## 5 TECHNICKÉ ŽELEZO

Železo se chemicky vylučuje z železné rudy za vysokého žáru v peci, zvané „Vysoká pec“. Do vysoké pece se vsází železná ruda, koks a přísady. Z vysoké pece vytéká surové železo, které obsahuje i jiné látky a tím se mění jeho vlastnosti. Surové železo je křehké a proto je třeba jej dále zpracovat odstraněním přebytečného uhlíku na ocel, která je kujná. Technické železo je tedy slitinou čistého železa a různých prvků. Název „železo“ byl ponechán jen pro chemicky čistý prvek, ostatní druhy se jmenují vesměs ocel.

### 5.1 Železná ruda

Železo se získává z hornin, zvaných rudy, které se dobývají v zemi jako kamenné uhlí. Ruda musí mít aspoň 25% obsahu železa, aby se výroba vyplatila. Některé nečistoty ztěžují zpracování rudy, jako např. Křemík a Síra.

Přehled nejdůležitějších rud :

Magnetovec : obsahuje až 70% železa, obtížně se zpracovává. Vyskytuje se na Urale, ve Švédsku, Pensylvánii a severní Africe

Krevel : obsahuje až 60% železa, má červenou barvu. Vyskytuje se v Německu, Španělsku, Anglii, Americe, Rusku a v Čechách v poříčí Berounky

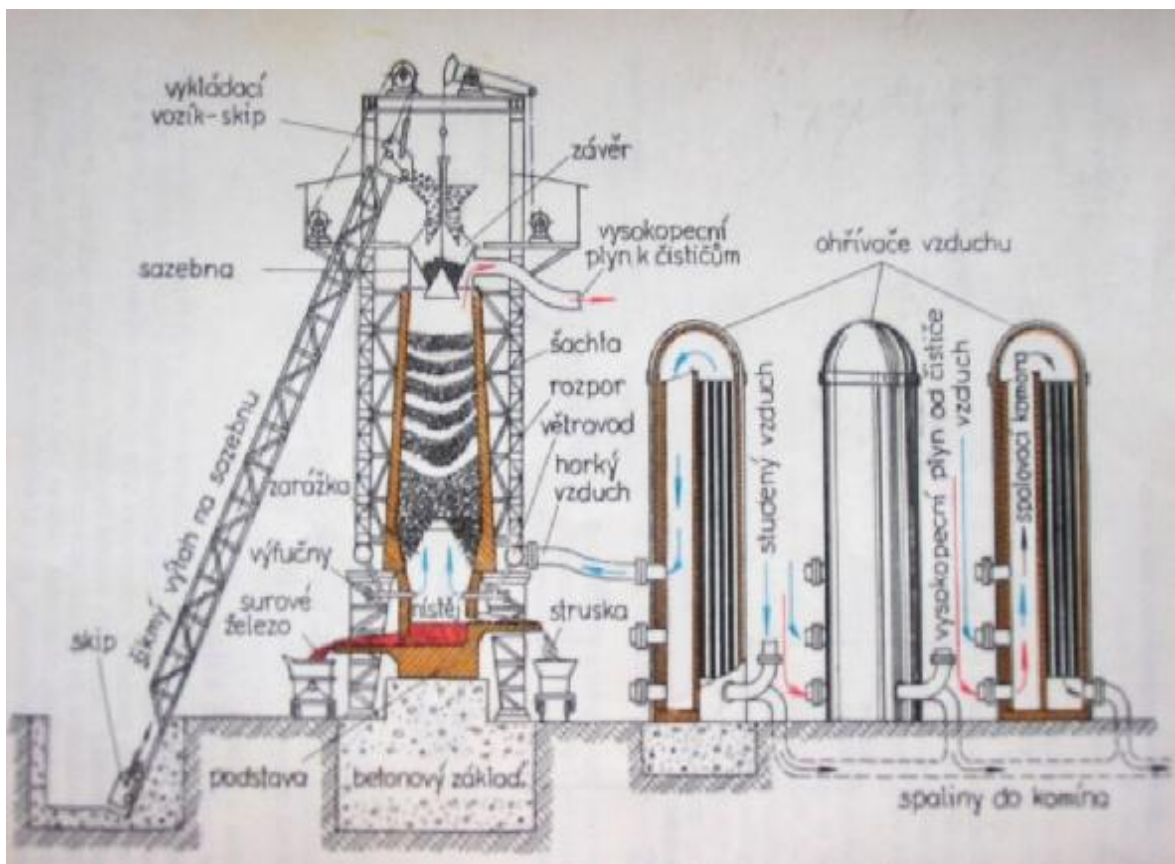
Hnědel : obsahuje až 55% železa, barvu má hnědou a nejrozšířenější. Vyskytuje se v Anglii, Francii, Německu i u nás

Ocelek : obsahuje až 40% železa, vyskytuje se v Rakousku

### 5.2 Výroba železa

Surové ( technické ) železo se vyrábí z železných rud ve vysokých pecích, do nichž se zaváží ještě struskotvorné přísady a palivo a vhání horký vzduch. Ve vysokých pecích se zpracovává také ocelový odpad ( šrot ), okuje a kyzové výpražky ( odpad při výrobě kyseliny sírové ). Struskotvorné přísady ( zpravidla vápenec ) slouží ke snazšímu uvolnění železa z rud a k vytvoření strusky, která vzniká z hlušiny železných rud, popela a vápence. Struska plave nad vytaveným surovým železem a chrání je před oxidací. Palivem pro tavení rudy je vysokopeční koks vyrobený z černého uhlí. Vzduch potřebný k hoření koksu ( zvaný vítr ) se vhání do vysoké pece dmýchadly. K dosažení většího žáru v peci a pro úsporu paliva se

ohřívá v ohřivačích na teplotu asi 1200 °C. K vysoké peci přísluší tři, nebo čtyři ohřivače. V jednom z nich se ohřívá vzduch pro vysokou pec a ostatní jsou vytápěny vysokopecním plynem ( kychtovým ). Hlavním produktem je tedy surové železo vzniklé redukcí železných rud uhlíkem z koksu, vedlejšími produkty jsou vysokopecní ( kychtový ) plyn a vysokopecní struska. Surové železo se převáží do oceláren k dalšímu zpracování. Slévárenské surové železo je měkké, k přímému lití se nehodí. Slouží především k výrobě šedé litiny. Ocelářské surové železo je tvrdé, vyrábí se z něho hlavně ocel. Vysokopecní plyn slouží k ohřívání vzduchu pro vysokou pec a je-li vyčištěný, k pohonu plynových motorů. Vysokopecní struska se používá k výrobě vysokopecního cementu, struskové vlny, cihel apod. Ve vysoké peci se dosahuje teplot až 1600 – 1800 °C ve spodní části.



Obr. 15 Schéma vysoké pece



## 6 OCEL

Ocel se vyrábí tzv. zkujňováním surového železa, při němž se uhlík ( C ) i ostatní prvky – Křemík ( Si ), Síra ( S ), Fosfor ( P ), obsažené v surovém železe spalují, nebo se jejich obsah snižuje na vhodné množství. Ocel se získává při teplotě 1600 až 1800 °C, takže zůstává po celý výrobní proces tekutá. Po skončení zkujňovacího procesu se vyrobená ocel vypouští z pece do pánve. Z pánve se ocel odlévá buď do kovových forem zvaných kokily, v nichž tuhne v ingoty, které se dále zpracovávají tvářením ( kování, válcování ) na tvářenou ocel, nebo se odlévá do slévárenských forem, ve kterých tuhne na ocelové odlitky ( ocel na odlitky ). Ocel je slitina železa s uhlíkem ( do 2,11 % ) a doprovodnými prvky ( Mn, Si, P, S, Cu ), které se nedostaly do oceli při výrobě. Kromě doprovodných prvků obsahují některé oceli úmyslně přidané prvky, tzv. přísadové ( legovací ) prvky, jako Cr, W, Mo, V, Ni aj. Pro své mechanické a technologické vlastnosti je ocel dodnes nejdůležitějším technickým materiálem.

### 6.1 Oceli k tváření

Oceli k tváření se získávají ve válcovnách tvářením ingotů na tyče, plechy, dráty, kolejnice apod. – hutní polotovary, dále v kovárnách na výkovky a v lisovnách na výlisky. Tyto polotovary se pak dále zpracovávají většinou na obráběcích strojích.

#### *Konstrukční oceli*

Konstrukční jsou všechny oceli, které se používají jako hlavní nebo doplňkový materiál při konstrukci ( stavbě ) strojů, dopravních prostředků, při stavbě továren, apod.

### 6.2 Označování ocelí k tváření

Číselné označování a rozdělení ocelí bylo přizpůsobeno evropským normám. Původní norma ČSN 42 0002 byla zcela přepracována a nahrazena normou ČSN EN 10020 s účinností od 1.7. 1994, která obsahuje definice a rozdělení ocelí. Pro styk se zahraničními partnery je nutné důsledně používat značení dle evropských norem. Mezi tuzemskými podniky je povol-

leno používat značení dle původní normy. Rozdělení ocelí v této práci je dle původní normy ČSN 42 0002. (\*)

Pro usnadnění volby nejvhodnějšího materiálu byly vypracovány materiálové normy, v nichž každá technická slitina železa má svůj materiálový list, obsahující všechny informace a údaje o jejím složení, zpracování, použití, aj. Oceli jsou dle ČSN označovány číselně i barevně. Číselné označení se skládá z pětimístné základní číselné značky a zpravidla ještě doplňkového čísla. Nejpodstatnější je první dvojčíslí. Rozděluje oceli do tzv. tříd.

### 6.2.1 Uhlíkové oceli

Oceli třídy 10 : jsou nejlevnější nelegované oceli. Většinou mají malý obsah uhlíku, nemají zaručenou čistotu a složení. Vyrábí se z nich konstrukční součásti podružné jakosti např. šrouby, hřebíky, nýty, výztuže do betonu, důlní a polní kolejnice.

Oceli třídy 11 : jsou nelegované konstrukční oceli se zaručenou čistotou, zaručeným obsahem fosforu a síry, zaručenou minimální pevností v tahu a tažností. Používají se pro jednodušší, méně namáhané součásti, např. čepy, hřídele, šrouby, hluboko tažené plechy na součásti karosérií automobilů. Některé se dají svařovat a jsou vhodné pro svařované konstrukce, jiné jsou vhodné pro obrábění – tzv. Automatové oceli.

Oceli třídy 12 : jsou nelegované konstrukční oceli. Vyrábí se z nich namáhané strojní součásti určené k cementování jako ozubená kola, vačkové hřídele, klikové hřídele, ojnice, jeřábové háky, vřetena soustruhů.

### 6.2.2 Legované oceli

Oceli třídy 13 : jsou legované převážně manganem a křemíkem. Používají se převážně tam, kde uhlíkové oceli nevyhovují a oceli vyšších tříd by byly drahé. Vhodné jsou na součásti motorových vozidel, které odolávají opotřebení a na velmi namáhané pružiny.

---

\* Strojnické tabulky J. Leinveber P. Vávra, Albra 2005, ISBN 80-7361-011-6, strana č. 208

Oceli třídy 14 a 15 : jsou legovány kombinací různých prvků, většinou je mezi nimi chrom. Jsou to jakostní oceli pro vysoce namáhané součásti. Mají dobré mechanické vlastnosti i za vyšších teplot a zvýšenou odolnost proti korozi. Používají se na značně namáhané součásti motorových vozidel ( klikové hřídele, ojnice, čepy, nápravy ), parních turbín, na tlakové nádoby, ozubená kola apod. Některé oceli třídy 14 jsou určeny k cementování.

Oceli třídy 16 : jsou legovány kombinacemi niklu a dalších prvků. Mají vysokou mez pevnosti a velkou houževnatost. Jsou určeny pro nejnamáhanější součásti. Některé jsou určeny k cementování.

Oceli třídy 17 : jsou speciální korozivzdorné oceli na nerezavějící nože, chirurgické nástroje, měřidla, kalibry apod., a oceli na trvalé magnety. Obsah legujících prvků je více než 10 %.

### 6.2.3 Nástrojové oceli

Oceli třídy 19 : rozdělují se na nelegované a legované. Nelegované mají předepsaný obsah C, Mn, Si, P, S. Legované se třídí na nízko, středně a vysoce legované. Používají se pro výrobu nástrojů :

- A) ruční nářadí a nástroje, nekalené formy, řezné nástroje do dřeva, ruční razidla, nože, nůžky – převážně nelegované
- B) nože pro stříhání na lisech, pro obrábění, nástroje pro tváření za tepla – zápusťky, řezné nástroje – soustružnické a hoblovací nože, apod. – legované

## 6.3 Litina

Litina se vyrábí z šedého surového železa, staré zlomkové litiny a z ocelového šrotu. Suroviny smíchané s koksem a vápencem se přetavují v šachtové peci zvané kuplovna. Chemický proces v kuplovně je obdobný jako ve vysoké peci, jen vzduch se neohřívá. Tavicí proces probíhá při 1100 – 1300 °C. Litina je tedy slitinou železa a uhlíku, kterého je obsaženo ( 2,4 – 4 % ), a dalších prvků, zejména křemíku – Si ( 2 - 2,5 % ), manganu – Mn ( 0,5 - 0,8 % ), fosforu – P a síry –S.

Podle barvy lomu odlitků rozeznáváme litinu šedou a bílou. V odlitcích ze šedé litiny je zabarvení způsobeno uhlíkem vyloučeným ve formě grafitu, v bílé litině je zabarvení způsobeno karbidem železa, v němž je uhlík se železem chemicky sloučen. Tvrdá litina bývá buď

v celém průřezu nebo jen v povrchové vrstvě zbarvena bílými krystaly karbidu. Na vznik druhu litiny má především vliv rychlost ochlazování, ale i některé prvky mohou ovlivnit zbarvení a vlastnosti litiny. křemík, fosfor a síra podporují vznik šedé litiny, mangan a nikl podporují vznik bílé litiny. Odlitky, u nichž je žádána značná tvrdost, se vyrábějí z litiny tvrdé. Ty se získají prudkým ochlazením litiny odléváním do kovových forem, kokil. Zvláštním druhem litiny je tzv. litina temperovaná neboli kujná, jež se vyrábí v několika jakostech. Přidáním dalších prvků – legur ( Nikl – Ni, Chrom – Cr, Wolfram – W, Vanad – V, Hořčík – Mg, Titan – Ti ) se zlepšují mechanické vlastnosti a vznikne legovaná nebo tvárná litina.

## 6.4 Zpracování oceli

Mechanické vlastnosti oceli se zvyšují nejen chemickým složením, ale i tvářením, tepelným zpracováním, sycením povrchu chemickým prvkem ( chemicko-tepelné zpracování ) a povrchovou úpravou.

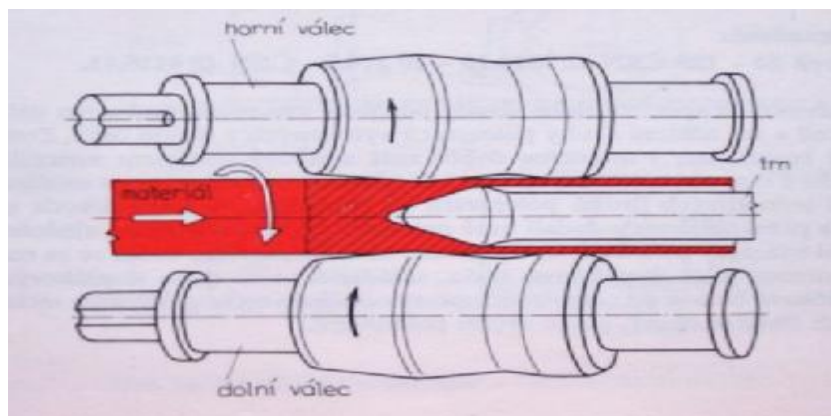
### 6.4.1 Tváření

Zpracování oceli tvářením patří k nejstarším způsobům zpracování oceli vůbec. Starověký a středověký hutník, který byl zároveň kovářem, získané kujné železo především koval na zbraně a různé nástroje a nářadí. Tvářením rozumíme takové mechanické zpracování, při němž se působením vnějších sil mění tvar předmětu, aniž by však byla porušena celistvost hmoty, tzn. že částice materiálu se trvale přemísťují. Tváření se děje buď působením klidných sil ( válcování, lisování, atd. ), nebo rázy ( kování, nýtování, atd. ) a to za tepla nebo i za studena. Tvářením za studena se kovy zpevňují. Zvyšuje se pevnost v tahu a tvrdost, zmenšuje se však houževnatost. Vznikají vnitřní napětí, která mohou porušit materiál. Tvářením za tepla se vlivem ohřevu zmenšuje pevnost a houževnatost materiálu a tím se zlepšuje jeho tvárnost. Struktura materiálu je jemnější a rovnoměrnější. Důležité je dodržet rozmezí tvářecích teplot, při poklesu teploty před dokončením tváření se musí materiál znova ohřát v peci na tvářecí teplotu a teprve pak dokončit tváření. Tváření se provádí zejména pro svoji produktivnost a hospodárnost. Sériová a hromadná výroba se bez tohoto procesu neobejde. Snižují se náklady a čas potřebný pro výrobu. Vlastnosti oceli nejsou určeny jen jejím složením, záleží na zpracování. Dvě naprosto stejné oceli ( chemické složení ) mohou mít odlišné mechanické vlastnosti. To je zapříčiněno mechanickým zpracováním – kování,

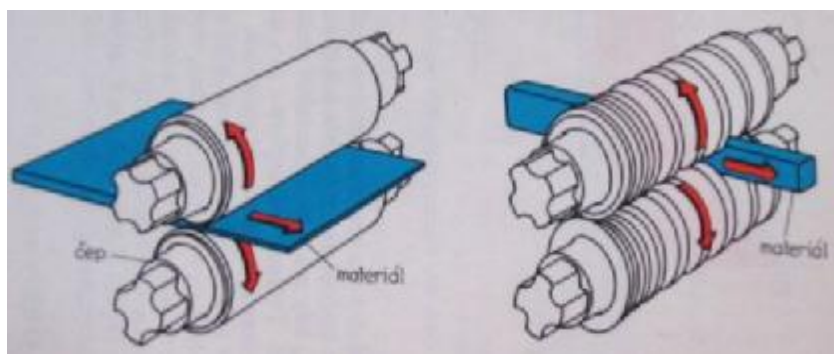
válcování lisování, tažení. Např. nástrojová ocel je dobře prokována, aby se zlepšily její vlastnosti.

#### 6.4.1.1 Válcování

Nejrychleji a nejvýhodněji se ocel tváří válcováním, tj. tvar materiálu se mění působením dvou proti sobě se otáčejících válců. Při válcování dochází ke stlačování materiálu, částečnému rozšíření, ale především k prodloužení materiálu. Konečným výrobkem je vývalek, např. tyčová ocel, kolejnice, trubky, dráty, plechy. Válce válcovacích stolic jsou buď hladké nebo kalibrované. Své čepy mají uloženy v ložiskách stojanu válcovací stolice.



Obr. 16 Výroba bezešvých trubek válcováním

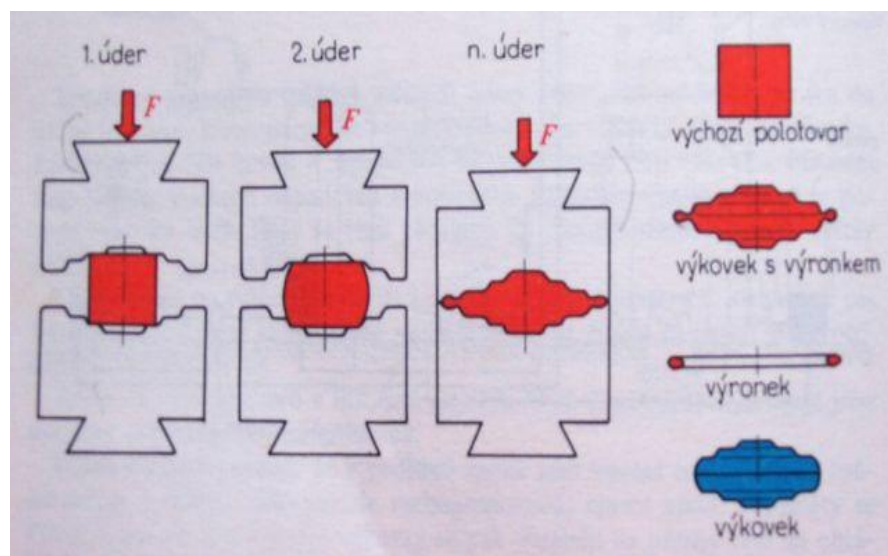


Obr. 17 Ploché a kalibrované válce

#### 6.4.1.2 Kování

Ocel se kove za tepla, kdy je tvárnější. Ohřátím oceli na 1100 °C klesne její pevnost asi dvacetkrát. Nepříznivě působí Síra, která ocel činí lámavou za tepla. Ocel nesmíme kovat při

teplotě 400 °C – při této teplotě jsou oceli lámavé. Říkáme mu modrý lom. Kováním stoupá pevnost a houževnatost oceli. Každý z nás viděl při práci uměleckého kováře. Průmyslové kování probíhá úplně stejně. Malé součásti a kusová výroba probíhá ručním zpracováním. Větší kusy se kovají na bucharech. Ruční zpracování a buchary mají společné to, že na ocel působí nárazy. Tzn. že se otřásá i okolí. Tento fakt by se negativně projevil při kování velkých a objemných kusů, kdy je za potřebí velké síly k přetváření oceli. Proto se používá kovacích lisů. Ty mohou být šroubové, nebo na největší výkovky se používají lisové hydraulické. Manipulace s objemnými kusy je obtížná, proto se v kombinaci se sériovou výrobou vyplatí vytvořit přípravek, tzv. zápustku. Zápustka je vlastně negativ výrobku. Polotovar se položí na zápustku a tlakem lisu se materiál dostane do zápustky a vyplní celý tvar formy. Tímto postupem lze i hodně ušetřit na nákladech na materiál, protože lze přesně vypočítat kolik materiálu je potřeba k vyplnění zápustky.



Obr. 18 Kování do zápustky bucharem



*Obr. 19 vsádka polotovarů do pece*



*Obr. 20 Kovací lis (kování do zápusky)*



*Obr. 21 Zbavení okují po vytažení z pece*

#### **6.4.2 Tepelné zpracování**

Tepelným zpracováním se rozumí ohřev na předepsanou teplotu, výdrž na této teplotě z důvodu rovnoměrného prohřátí celého průřezu součásti po kterém následuje ochlazování a to jak rychlé, tak i pomalé. Při tepelném zpracování se nemění tvar materiálu, podstatou je změna struktury materiálu. Účelem je dosažení lepších mechanických a technologických vlastností. Zejména u jakostních ocelí nelze bez tepelného zpracování zaručit mechanické vlastnosti. Tepelné zpracování závisí na době ohřevu, výši teploty a následném způsobu ochlazování. Podle ochlazování můžeme tepelné zpracování rozdělit na dva způsoby. Žihání znamená pomalé ochlazování a kalení znamená ochlazování rychlé.<sup>(\*)</sup>

##### **6.4.2.1 Žihání**

Žiháním se v oceli ukončí veškeré přeměny a ocel je po vychladnutí v téměř rovnovážném stavu. Žihání provádíme když potřebujeme změkčit ocel, zbavit ji vnitřního pnutí a následků předchozího zpracování, nebo když chceme dosáhnout co největší stejnoměrnosti struktury. Normalizační žihání se provádí pro stejnoměrnější a jemnozrnější strukturu. Žihání k odstranění vnitřního pnutí slouží k odstranění křehkosti a vnitřních pnutí. Typickým příkladem je žihání po svařování.

---

<sup>\*</sup> Nauka o materiálu 2, K. Macek P Zuna J. Bartoš, SNTL, Praha 1986, strana č. 98

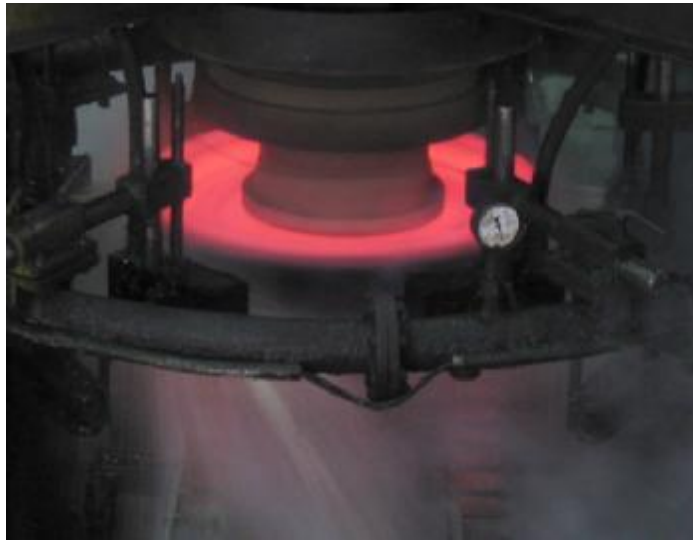


#### 6.4.2.2 Kalení

Kalením rozumíme ohřátí oceli na vyšší teploty s následným rychlým ochlazením. Tímto způsobem vznikne v oceli nová struktura zvaná martenzitická. Kalením se dosahuje vysoké tvrdosti a vyplývá z vnitřní nerovnováhy a vnitřního pnutí. Prudké ochlazování se děje ve vodě, v oleji, nebo na vzduchu. Kalicí proces je závislý nejen na teplotě a rychlosti ochlazování, ale i na chemickém složení materiálu. Uhlíkové oceli jsou závislé na obsahu uhlíku, čím vyšší je obsah uhlíku, tím lépe je ocel kalitelná a dosahuje vyšších tvrdostí. U legovaných ocelí záleží na výslednici složení oceli. Chrom ( Cr ), Mangan ( Mn ) a Nikl ( Ni ) zvyšují podstatně kalitelnost oceli. Podstatný je také výchozí stav oceli, stav povrchu, průběh ohřevu, čas výdrže na kalicí teplotě, druh kalicí lázně a její teplota. Kalí se především nástrojové oceli pro dosažení potřebné tvrdosti a trvanlivosti ostří. Zakalená ocel je někdy tak křehká, že ji nemůžeme použít přímo. Snížení nadměrné křehkosti a tvrdosti se docílí popouštěním zakalené oceli. Popouštěním se zvyšuje houževnatost oceli. Popouštěcí teplota se musí volit tak, aby bylo u materiálu dosaženo nejpříznivějšího poměru mechanických vlastností - pevnosti, tvrdosti a houževnatosti.



*Obr. 22 Po tvářecím procesu ohřev na kalicí teplotu*



*Obr. 23 kalení proudící vodou*



*Obr. 24 Zakalená vrstva oceli*



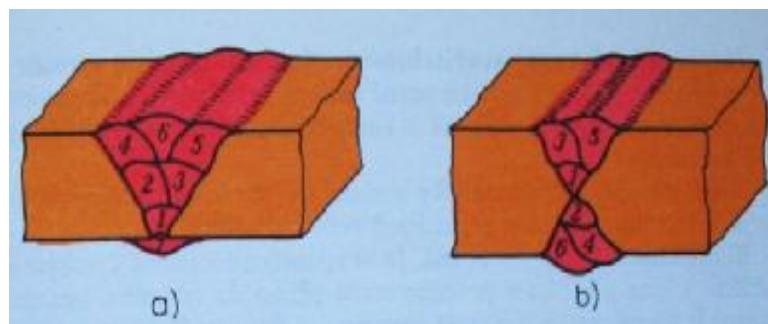
*Obr. 25 Popouštění oceli po kalení*

### 6.4.2.3 Chemicko-tepelné zpracování

Chemicko-tepelné zpracování oceli je sycení povrchu materiálu vhodným prvkem za zvýšené teploty. Nejznámější je cementování. Je to sycení povrchu uhlíkem ( C ). Po zakalení povrch materiálu má vysokou tvrdost a odolnost proti opotřebení, současně se zvyšuje únavová pevnost. Doba cementování závisí na požadované hloubce vrstvy. Nitridování je sycení povrchu dusíkem ( N ). Nitridované součásti se na rozdíl od cementovaných nekalí. Nitridováním se získá tenká, velmi tvrdá povrchová vrstva odolná proti opotřebení se zvýšenou odolností proti únavě i korozi. Z dalších způsobů jmenuji ještě boridování. Zvyšuje trvanlivost materiálu. (\*)

### 6.4.3 Svařování oceli

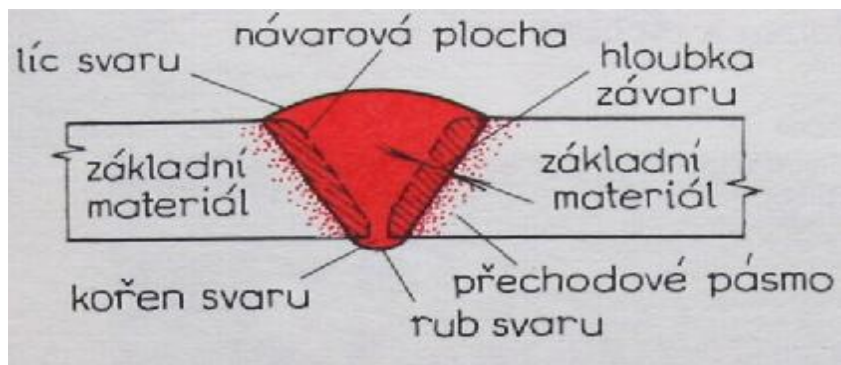
Svařováním vyrábíme pevné a nerozebíratelné spojení kovových materiálů. Výhodami spojení je těsnost, trvanlivost, pevnost, nerozebíratelnost, zjednodušení konstrukce, zkrácení výrobních časů a umožňuje rychlou realizaci stavby. Nevýhodou je nerozebíratelnost ( v určitých případech ), potřeba kvalifikovaných dělníků, změna struktury i mechanických vlastností spoje, vznik vnitřních pnutí a deformací. Svařování rozdělujeme na svařování za působení tepla, tepla a tlaku a za působení tlaku. Svařování za působení tepla je svařování plamenem ( kyslík – plyn ), svařování elektrodou a pod ochrannou atmosférou, apod. Svařování za působení tepla a tlaku je např svařování bodové ( karosérie automobilů ). Svařování za působení tlaku je např svařování ultrazvukem ( svařují se i plasty ).



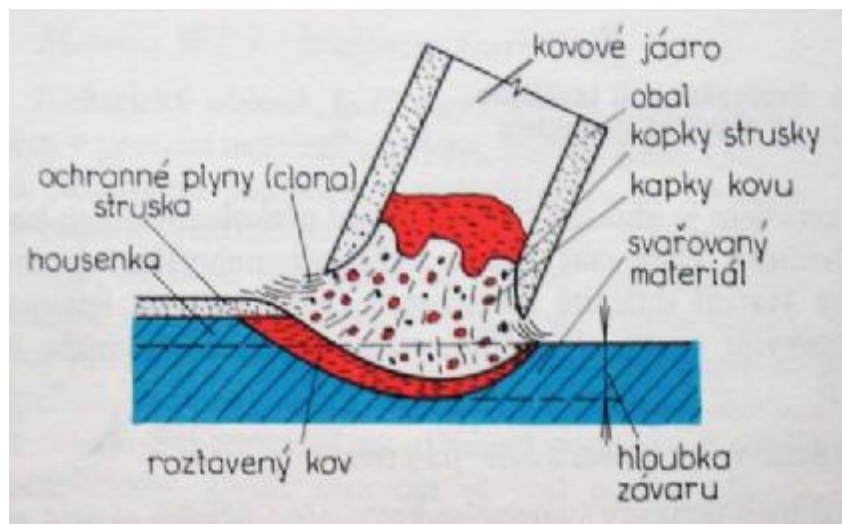
Obr. 26 Postup a pokládání svarových housenek

---

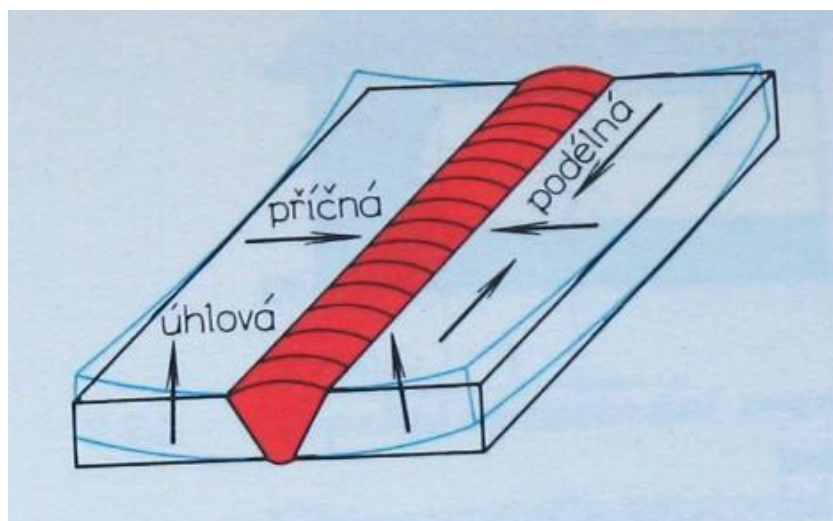
\* Nauka o materiálu 2, K. Macek P Zuna J. Bartoš, SNTL, Praha 1986, strana č. 139



Obr. 27 Schéma svarového spoje



Obr. 28 Tavné svařování elektrodou



Obr. 29 Deformace svařovaných částí

## 6.5 Pancéřová ocel

Dříve se pancéřová ocel vyráběla tzv. duální. Skládala se ze dvou vrstev, vrchní vrstva měla vysokou tvrdost a spodní vrstva měla vysokou houževnatost. Dnes se vyrábí jako ternární. Tato ocel je složena ze tří vrstev. Vrchní vrstva je vysoce odolná na průraznost s vysokou tvrdostí legovaná chromem, wolframem, a vanadem. Druhá vrstva je ocel vysoce legovaná manganem ( 12 % ), má vysokou otěruvzdornost. Třetí vrstva je nízkolegovaná ocel ( 2 – 3 % ) niklem, chromem, molybdenem a manganem, tato ocel je houževnatá. Ve světě se používá zhruba 20 druhů pancéřových ocelí. Ocel používaná při konstrukci trezorů a při konstrukci pancéřových vozidel nemá stejné složení. Zapříčiněno je to druhem namáhání ( proti průrazným střelám, proti odvrtání, apod ). Chemické složení je limitováno potřebou zajistit svařitelnost oceli. Pro jednotlivé vrstvy se používá obchodních názvů, 1. vrstva – Tenax H, 2. vrstva – Hadfield, 3. vrstva – 3PA

### 6.5.1 Výroba

Každá vrstva oceli se vyrobí ve tvaru plechu, obvykle tloušťky 5 mm ( 4 – 12 mm ), plechy se položí na sebe a ohřejí se na válcovací teplotu. Pak se vloží do válcovací stolice a tlakem a teplotou se na sebe navzájem nataví. Druhý způsob je odstředivé lití. Do rotujícího bubnu se nalije 1. vrstva a vlivem odstředivé síly se ocel rovnoměrně rozlije po obvodu bubnu, pak se nalije 2. vrstva a naposled 3. vrstva. Po dokončení procesu se ocel rozstříhne a narovná jako plech. Pak se ocel ohřeje na kalící teplotu a zakalí. Následuje popouštění a to tak aby se dosáhlo kompromisu mezi tvrdostí vrchní vrstvy a houževnatostí spodní vrstvy. Dosahuje se hodnot meze kluzu 1000 – 1300 Mpa a tvrdostí 450 – 470 HB. Jednotlivé pláty se pak svařují do požadovaných tvarů.

## 7 KERAMIKA

Keramické materiály jsou anorganické nekovové polykrystalické látky, které se vyrábějí z práškových surovin a zpevňují se žárovým slinováním. Dělíme je v podstatě na dvě základní skupiny, na technickou a skelnou keramiku.<sup>(\*)</sup>

### 7.1 Technická keramika

Nejběžnějším typem technické keramiky je slinutý  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( korund ). Používá se pro výrobu nejrůznějších nástrojů na tváření a obrábění i velmi tvrdých materiálů na bázi karbidu wolframu ( WC ). Viz kap. 9.1.4.

### 7.2 Skelná keramika

Mezi skelnou keramiku patří porcelán, cihlářské zboží a sklo. Sklo je jediný stavební materiál, který v poslední době prodělal tak velký technický a technologický vývoj, je to jediný materiál, který může mít vynikající izolační vlastnosti a současně je průhledný. Sklo se vyrábí tavením sklářských písků ve sklářské peci. Dosahuje se teplot 1700 °C. Sklářské písky na bázi  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  mohou tvořit sklo samy o sobě, tzv. oxid sklotvorný ( síťotvořič ). Struktura skla je tvořena nepravidelnou sítí strukturních jednotek mezi kterými jsou umístěny modifikující oxidy (  $\text{Na}_2\text{O}$  – oxid sodný,  $\text{K}_2\text{O}$  – oxid draselný,  $\text{CaO}$  – oxid vápenatý,  $\text{PbO}$  – oxid olovnatý, atd. ). Kromě těchto oxidů rozlišujeme oxidy intermediární, které mohou tvořit skla v kombinaci s jinými oxidy (  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ). Se stoupající teplotou přechází sklo z tuhého stavu do stavu metastabilního, postupně se stává plastickým až tekutým – sklovinou. Při následném ochlazení se v křemičitých sklech prostorově vytváří pravidelný čtyřstěn ( tetraedr ), v jehož čtyřech vrcholech jsou umístěny atomy kyslíku a v těžišti atom křemíku.<sup>(†)</sup>

---

\* Nauka o materiálu, B. Strnadel, VŠB Ostrava 1993, ISBN 80-7078-207-2, strana č. 149

† Základy technologie skla, V. Klesba, Liberec 2002, strana č. 8-12

### 7.2.1 Sklářské suroviny

Stejně jako u Technického železa i zde se suroviny pro výrobu skla těží. Kvalitní sklářský písek je určujícím faktorem pro výslednou jakost skla. Hlavní nežádoucí příměsí je  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Další faktor je zrnitost dodávaného písku, čím jemnější zrno tím vyšší jakost písku. Oxid sodný a oxid draselný snižují chemickou odolnost a tavicí teploty a zvyšují elektrickou vodivost. Oxid vápenatý zpevňuje strukturu skla a zvyšuje jeho chemickou odolnost. Oxid olovnatý zvyšuje hustotu a usnadňuje tavení. Skleněné střepy přidávané při tavení mají vliv na urychlení tavicího procesu, úsporu surovin a energie. Skleněné střepy se získávají z technologického odpadu, vadných výrobků a ze střepů získaných sběrem. Vsázku do sklářské pece tvoří sklářský kmen a skleněné střepy.

### 7.2.2 Sklářský kmen

Je to v podstatě směs surovin smíchaných a navážených dle daných poměrů. Tato směs se musí dále homogenizovat. Při přepravě na větší vzdálenosti se z práškové směsi vytvoří granule, či brikety. Zamezí se tak velké prašnosti a uspoří se náklady na vlastní tavení.

### 7.2.3 Kalení skla

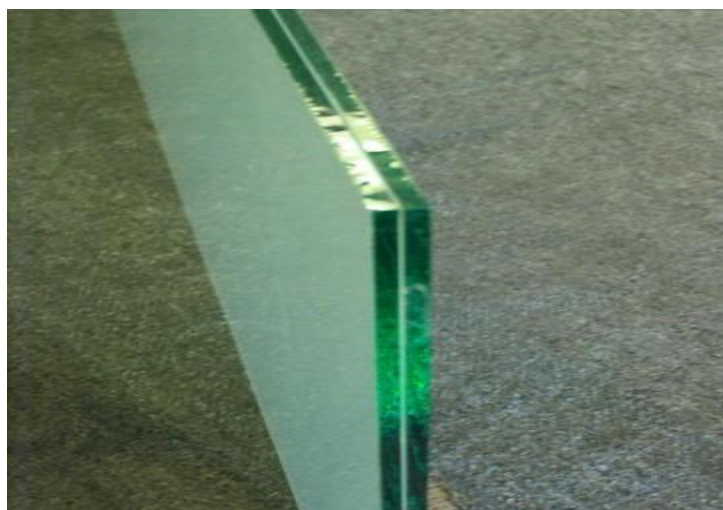
Proces kalení skla je obdobný jako u oceli. Po procesu kalení získá nové rozložení vnitřního napětí. Po ohřátí na teplotu okolo  $620\text{ }^\circ\text{C}$  a následném rychlém ochlazení vzduchovou sprchou zůstane vnitřní část teplá, kdežto na povrchu dochází k prudkému ochlazení. Po tomto procesu kalení, nebo-li jinak řečeno tvrzení skla, zůstane uvnitř tažné pnutí, zatímco na povrchu vznikne tlakové napětí. Nové rozložení napětí kaleného skla má vliv na podstatnou změnu mechanických vlastností kaleného skla, sklo tím získá odolnost proti úderům, zvýší se ohybová pevnost a tepelná odolnost. Bezpečnostní kalené sklo se používá všude tam kde jsou kladeny zvýšené nároky na bezpečnost. Při jeho rozbití dochází ke vzniku velkého množství malých neostrých krychliček, riziko poranění je tedy sníženo na minimum.



*Obr. 30 Kalicí teplota byla překročena, dochází k deformaci kaleného skla*

#### **7.2.4 Lepení skla**

Lepené sklo se skládá ze dvou nebo více tabulí skla, spojených vysoce elastickou Polyvinyl-Butyralovou ( PVB ) fólií. Fólie může být čirá, matná, zvukově izolační, barevná nebo s různými motivy. V případě mechanického namáhání např. nárazu ostrým předmětem, dojde k destrukci skleněných tabulí, nikoliv však PVB fólie. I přes rozbití si tabule z lepeného skla uchovává určitou odolnost např. proti vniknutí.



*Obr. 31 Lepené sklo*

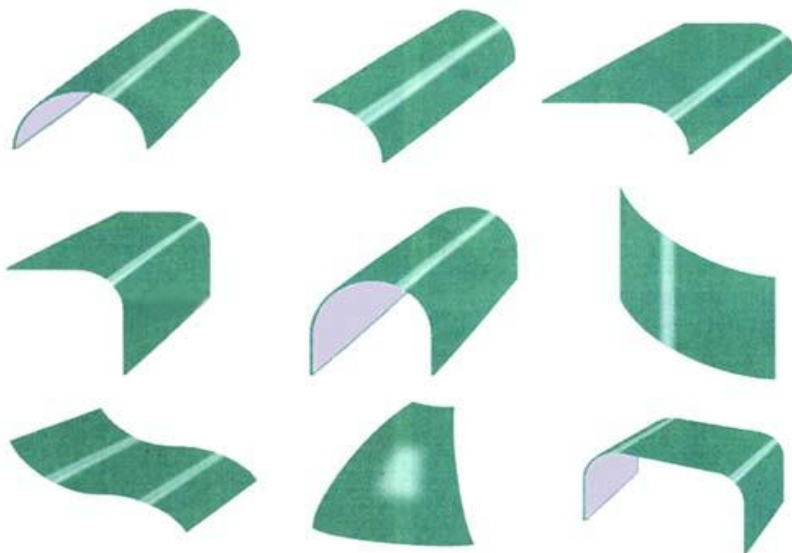




*Obr. 32 Lepené sklo po deformaci*

### 7.2.5 Izolační sklo

Izolační skla představují dnes již neodmyslitelnou součást moderní architektury. Musí být schopna splňovat celou řadu náročných kritérií, mezi která patří jak tepelně izolační, tak zvukově izolační a protipožární kritéria.



*Obr. 33 Příklady tvarů ohýbaných skel*

## 8 POLYMERY

Polymery ( poly – mnoho, meros - část ) jsou makromolekulární látky vyráběné polymerizací monomerních chemických sloučenin, při kterém dochází k několikanásobnému vazebnému propojení monomerů do makromolekulárního řetězce. Monomer ( monos - jediný ) je nízkomolekulární látka sloužící jako stavební prvek makromolekul. Počet monomerních jednotek v makromolekulárním řetězci, u běžných polymerů se pohybuje v rozmezí  $10^3$  až  $10^5$ , se nazývá stupeň polymerizace. Polymer sestaven ze základní jednotky která se opakuje a nazývá se monomer ( mesos – střed ). Polymerace je chemický proces, při němž z jednoduchých molekul monomerů vzniká polymer. Plast ( plastická hmota ) můžeme nazvat každou organickou látku, přírodní nebo syntetickou, která může být tvářena (plastikos - vhodný pro tváření ). Podle chemické konstituce a struktury makromolekul, lze polymery rozdělit na čtyři základní skupiny, na termoplasty, na reaktoplasty (termosety), na elastomery a na polymerní pěny.<sup>(\*)</sup>

### 8.1 Termoplasty

Termoplasty jsou makromolekulární látky, plastické hmoty snadno zpracovatelné vstřikováním a nebo vytlačováním taveniny do požadovaného tvaru různých polotovarů a nebo přímo do různě formovaných výstřiků a vylisků strojních součástí a nebo výrobků spotřebního průmyslu. Protože mezi teplotou skelného přechodu a teplotou tavení se termoplasty snadno tvarují, lze finální výrobky z termoplastů vyrábět i technologií tvarování a následného spékání a svařování. Termoplasty nacházejí pro řadu svých vynikajících vlastností, jakými jsou nízká hustota a dobrá korozní odolnost široké použití jak ve strojírenství, tak i ve výrobě spotřebních předmětů, v potravinářském průmyslu a neobejde se bez nich ani stavebnictví. Termoplasty s nízkým součinitelem tření a dobrou odolností proti opotřebení, jakými jsou polyetylén ( PE ) a zvláště teflon ( PTFE ), jsou vhodné pro výrobu výstelek kluzných ložisek, ozubených kol a spojek. Dále zde zařazujeme polystyrén ( PS ), polyvinylchlorid ( PVC ), polykarbonát ( PC ).

---

\* Nauka o materiálu – konstrukční mat. a jejich degradační procesy, B. Strnadel, Ostrava 1993, strana č. 157



*Obr. 34 Část okna z plastu PVC*

## 8.2 Reaktoplasty

Makromolekuly reaktoplastů jsou ve srovnání s termoplasty mnohem složitější. Vstřikováním, lisováním a nebo vytlačováním se tyto hmoty s přídavkem tvrdidla někdy i s dřevěnou moučkou, bavlněnými vlákny a nebo minerálním plnivem zpracovávají přímo do tvaru hotových výrobků a nebo polotovarů. Po této technologické operaci dochází ve struktuře reaktoplastu účinkem tvrdidla a teploty okolo 100 až 200 °C k zesílení molekulární struktury a zároveň k výraznému zvýšení pevnosti a tvrdosti finálního výrobku. Po vytvoření trojrozměrné makromolekulární sítě jsou reaktoplasty netavitelné. Tuhnutí a síťování reaktoplastu je spojeno s poměrně vysokým objemovým smrštěním, a proto je nutné formu pro vstřikování ještě dodatečně doplňovat taveninou. Reaktoplasty nalézají uplatnění ve výrobě drobných součástí pro elektrotechnický průmysl, ale pro výrobu strojních částí jsou ve své čisté formě vzhledem k nízké houževnatosti nevhodné. Zde zařazujeme epoxidovou pryskyřici ( EP ), nenasycené polyestery – skelné lamináty ( UP ), fenolfomaldehydová pryskyřice ( PF ) – bakelit – spolu se skelnými vlákny se používá na konstrukční prvky letadel a raket.

## 8.3 Elastomery

Páteř makromolekul elastomerů ( pryží ), polymerů s vysokou hodnotou mezní elastické deformace, je tvořena atomy uhlíku. Stupeň polymerizace těchto materiálů je vysoký a přesahuje hodnotu  $10^4$  . Součásti a různé polotovary z pryží, jako pásy, trubky a hadice se vy-

rábějí vstřikováním nebo vytlačováním ze základní hmoty polymeru. Během několika minut po tváření takové směsi dochází k vulkanizaci pryže, ke vzniku příčných vazeb mezi makromolekulami a k zesílení struktury. Pryže mají rozmanité použití ve strojírenství, stavebnictví i v lehkém a elektrotechnickém průmyslu především při výrobě nejrůznějších součástí zajišťujících těsnost a pružné uložení mechanických a hydraulických systémů. Velmi významné je použití pryží při výrobě tlakových a podtlakových ( sacích ) hadic, trubek dopravních pásů a pneumatik osobních i nákladních automobilů. V těchto případech se však pryž nepoužívá jako čistá, ale většinou s armující textilní vložkou, kovovou sítí a nebo kovovými dráty a šroubovitými pružinami. Časté je použití pryží k výrobě pneumatických spojek, těsnících manžet a tlumících podložek.

#### **8.4 Polymerní pěny**

Polymerní pěny jsou dvoufázové systémy se spojitou termoplastovou nebo reaktoplastovou složkou, se značným objemovým podílem plynné fáze. Polymerní pěny považujeme za kompozitní materiály. Polymerní pěny se vyrábějí vakuovou expanzí nebo vytlačováním taveniny polymeru do vakuové komory, ale také jednoduchým mícháním nebo tlakovým foukáním plynu do taveniny polymeru. Polymerní pěny jsou pro svou nízkou hmotnost a dobré tepelně a zvukově izolační vlastnosti vhodné pro výrobu obalových, ale také stavebních izolačních prvků.

## 9 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY

Kompozitní materiály jsou takové materiály, jejichž struktura je tvořena kovovou, keramicou nebo polymerní matricí zpevněnou jemnými částicemi ( obvykle o rozměrech menších než 1  $\mu\text{m}$  ) kovů, oxidů kovů a nebo jiných typů konstrukční keramiky. Mezi nejvýznamější odvětví patří prášková metalurgie. Zařazujeme zde i výrobu betonu.<sup>(\*)</sup>

### 9.1 Prášková metalurgie

Práškovou metalurgií vyrábíme polotovary a hotové součásti s novými vlastnostmi, odpovídajícími zvýšeným požadavkům moderní techniky. Podle druhů zpracovávaných kovů je prášková metalurgie železa a ocelí, těžkých neželezných kovů, lehkých neželezných kovů, kovů s vysokou teplotou tání, řezných slitin a kovokeramických materiálů. Prášková metalurgie umožňuje vyrábět materiály z práškových směsí kovů navzájem neslévatelných ( Wolfram W – Měď Cu, Wolfram W – Stříbro Ag ), tj. v tekutém stavu nemísitelných nebo mísitelných jen částečně ( Železo Fe – Měď Cu, Měď Cu – Olovo Pb ), dále ze směsí kovových prášků a prášků nekovů (bronz-grafit) a tak vhodně spojovat dobré vlastnosti jednotlivých složek. Umožňuje výrobu součástí z materiálů, které nelze vyrobít jiným způsobem, např. kovy a jejich slitiny s vysokou teplotou tání ( W - Wolfram, Mo - Molybden, Ta - Tantal, Nb – Niob, aj. ). Bez práškové metalurgie se dnešní moderní průmysl neobejde. Stále se vyvíjející technika vyžaduje stále výkonnější stroje, nové materiály pro mechanicky i tepelně namáhané součásti letadel, raket, spalovacích turbín, atomových reaktorů aj. Tyto materiály se dají vyrobít často jen práškovou metalurgií. Prášková metalurgie železa a oceli se uplatňuje především při výrobě drobných, tvarově složitých a rozměrově přesných součástí, u nichž se uspoří základní obrábění. Tato technologie výroby je vysoce hospodárná zejména při hromadné výrobě, neboť při ní nevzniká žádný odpad, a celý výrobní proces, zejména lisování a slinování, je sám o sobě velmi produktivní a hospodárný.<sup>(†)</sup>

---

\* Nauka o materiálu, B. Strnadel, VŠB Ostrava 1993, ISBN 80-7078-207-2, strana č. 169

† Technologie obrábění – učební texty, P. Kruk, EKO – THERM, Ostrava 1999, strana č. 37 - 45

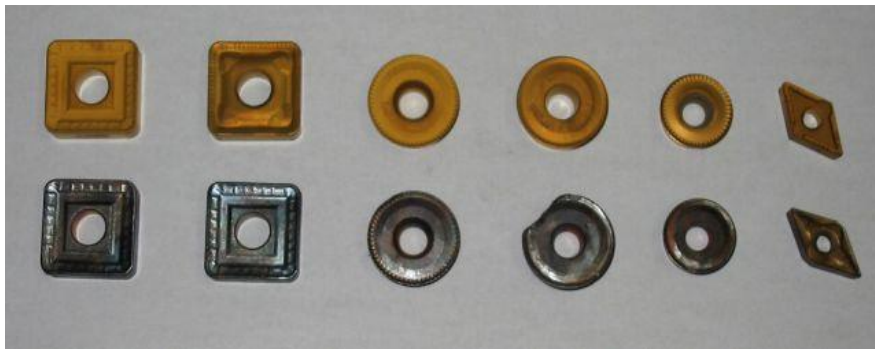
### 9.1.1 Přehled technologie výroby

Technologie výroby součástí z prášků se skládá z těchto základních operací: výroba prášků, lisování prášků ( tvarování ), slinování ( spékání ) výlisků a tváření ( kalibrování, dolisování ) výlisků. Prášek, vyrobený redukcí, mletím, rozstříkáním taveniny apod. se v lisovacím nástroji lisuje. Výlisek drží svůj tvar pouze přilnavostí práškových částic a jejich mechanickým spojením. Výlisky nelze proto v tomto stavu v praxi použít. K dosažení požadovaných vlastností, tj. tvrdosti, pevnosti a tažnosti, se výlisek ještě spéká ( slinuje ). Ke zvýšení hustoty, k získání přesných tvarů a rozměrů se provádí dolisování nebo kalibrace.

### 9.1.2 Slinuté karbidy

Ocel třídy 18, Podle normy ČSN 42 0002

Mají lepší vlastnosti než rychlořezné, nebo nástrojové oceli. Používají se zejména pro obrábění pevnostních materiálů, průvlaky pro tažení drátů, dotykové plochy měřidel. K nejrozšířenějším a nejdůležitějším výrobkům práškové metalurgie patří slinuté karbidy používané pro řezné a tvářecí nástroje. První slinuté karbidy WIDIA byly vyvinuty v letech 1922 až 1927. Dnes používané slinuté karbidy ( SK ) jsou buď jednodobové aglomeráty karbidu wolframu se slinivadlem ( pojivem ) kobaltem ( WC + Co ), nebo dvoukarbidové aglomeráty karbidu wolframu a karbidu titanu se slinivadlem kobaltem ( WC + TiC + Co ). Způsob výroby slinutých karbidů je typickým příkladem práškové metalurgie. Směsi jednotlivých prášků se lisují a pak slinují. Při slinování se taví kobalt, který rozpouští malou část karbidu, a ta při ochlazování opět z větší části samostatně vykryštalizuje. Kromě hlavního použití na řezné nástroje ( z celkové potřeby SK připadá na řezné nástroje asi 75 % ) nacházejí SK uplatnění při výrobě průvlaků a lisovacích nástrojů ( 6 až 10% ), při výrobě nástrojů v hornictví, jako vrtací korunky, šramovací nástroje ( 8 až 10 % ), dále jako válce válcovacích stolic pro výrobu drátů, pískovací trysky a lopatky metacích kol tryskačů, měřidla, nástroje vysoce odolné proti opotřebení apod. ( 5 až 12 % ).



Obr. 35 Příklady obráběcích destiček ze slinutých karbidů – vrchní řada jsou nové destičky a spodní řada jsou již použité destičky



Obr. 36 Soustružnický nůž s obráběcí destičkou

### 9.1.3 Cermety

Cermety se připravují slinováním směsi kovového prášku a jemného prášku keramiky. Název je odvozen z CERamic – METal. V praxi považujeme cermety za slinuté karbidy, zhotovené na bázi titanu, místo báze karbidů wolframu. Cermety mají vysokou chemickou stabilitu a tvrdost za tepla, vysokou odolnost proti opotřebení a malý sklon k oxidačnímu opotřebení. Používají se pro lehčí operace při kopírování a u malých, přesně definovaných přídávků na obrábění.

### 9.1.4 Keramické materiály

Materiálová norma ČSN ISO 513 ( ČSN 22 0801 )

Oxidická keramika na bázi  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ( CA ), neoxidická keramika na bázi nitridu křemíku (  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ( CN ), apod. Používají se pro obrábění. Mají vysokou tvrdost a odolnost proti opotřeбенí za vysokých teplot, některé druhy zvýšenou houževnatost. Chemicky nereagují s materiálem který se obrábí. Mají dlouhou trvanlivost břitu a používají se při vysokých řezných rychlostech. Používají se pro soustružení i frézování kalených ocelí.

### 9.1.5 Supertvrde materiály

Materiálová norma ČSN ISO 513 ( ČSN 22 0801 )

Mezi tyto materiály patří kubický nitrid boru, polykrystalický diamant a přírodní diamant. Pro průmyslové využití se používají zejména první dva materiály. Kubický nitrid boru ( CBN ) je zvlášť tvrdý řezný materiál, jeho tvrdost překonává již jen diamant. Má vysokou tvrdost za tepla, velkou odolnost proti opotřeбенí a dobrou chemickou stálost. Je relativně křehký, ale tvrdší a houževnatější než keramika. Polykrystalický diamant ( PKD ) téměř dosahuje tvrdosti přírodního diamantu. Jeho tvrdost umožňuje odolávat vysokému abrazivnímu opotřeбенí, například při orovnávaní brousících kotoučů. Jemné krystaly diamantu jsou spojovány slinováním za vysokých teplot a tlaků. Není vhodný pro obrábění houževnatých materiálů s vysokou pevností. Používají se pro soustružení, frézování, vrtání kompozitních materiálů, laminových dřevotřísek, keramických a plastických hmot a kalených ocelových součástí.

## 9.2 Beton

Mezi nejběžnější typy granulárních kompozitů, tedy těch, u kterých jsou částice větší než 1  $\mu\text{m}$ , obvykle však většími než 10  $\mu\text{m}$ , patří betony. Beton je směs kameniva a pojiva, která má po vytvrzení trvalou soudržnost. Jako pojivo může být použita cementová kaše ( nejběžněji se používá ), nebo asfalt, plasty a síra které poskytují asfaltbetony, plastbetony. Beton je tedy stavivo, vznikající ztvrdnutím směsi složek cementu, kameniva ( písku, štěrku, drtě ) a vody. Vlastnosti betonu jsou ovlivňovány poměrem složek. Zvláštních vlastností



betonové směsi se dosahuje přidáváním příměsí a přísad. Tímto způsobem se ovlivňuje zpracovatelnost betonové směsi a konečné vlastnosti betonů. (\*)

### 9.2.1 Cement

Cement se vyrábí společným vypalováním vápence a jílu, při teplotách okolo 1450 °C. Vyrobený slínek se pak rozemílá, někdy i s příměsí ( vysokopecní struskou, popílkem ). Vzniklý šedivý prášek – cement – smíchaný s vodou vytváří pojivou složku betonu, která tvrdne na vzduchu i pod vodou. Během probíhajících chemických pochodů vznikají jemné krystaly vzájemně prorůstající a mající vliv na pevnost. Vzniklý cementový kámen si zachovává pevnost a objemovou stálost. Při manipulaci s cementem je potřeba nezapomenout na hlavní vlastnost cementu, a to že dychtivě reaguje s vodou za vzniku alkalických roztoků. Musíme si chránit oči a sliznice před cementovým prachem. Používat cement pro výrobu betonu se může jen vychladlý a odležený.

### 9.2.2 Druhy cementu

Označování cementu se děje podle ČSN P ENV 197-1 a to do pěti skupin. Portlandský, portlandský směsný, vysokopecní, pucolánový a směsný cement. Cementy s označením R mají počáteční vysokou pevnost a odolnost proti solím. Počáteční pevností se rozumí pevnost po 2 až 7 dnech. Konečných hodnot pevností se dosahuje po 28 dnech. Cementy jsou normalizované v pevnostech 32,5 Mpa; 42,5 Mpa; 52,5 Mpa. V paměti máme ještě cement 22,5 Mpa, který se používá jen v ČR. Zvýšením množství cementu zlepšujeme pevnost, vodotěsnost, přídržnost a zlepšujeme odolnost výztuže proti korozi. Pokud však přidáme více cementu než je potřeba, klesá pevnost ( nakypření ) a vznikají vlivem napětí trhlinky.

### 9.2.3 Kamenivo

Hutné kamenivo je směs drcených nebo nedrcených zrn. Kamenivo těžíme v řekách, nebo odstřelujeme a drtíme v lomech. Kamenivo nesmí obsahovat hlínu nebo jíl – ztráta pevnosti

---

\* Za betonem do Evropy, svaz výrobců betonu ČR, Tira s r.o., Praha 1998

betonu, tzn. že se kamenivo prosívá na dané velikosti zrn a někdy se i propírá. Vytříděné kamenivo se rozděluje podle velikosti zrn na frakce 0/4, 4/8, 8/16, 16/22, 16/32 mm.



*Obr. 37 Příklad kamenné frakce*

#### **9.2.4 Záměšová voda**

Záměšová voda se používá pro průběh chemických a fyzikálních pochodů v betonu, při kterých beton tvrdne. Voda poskytuje betonu poddajnost pro zpracovávání a hutnění. Předávkování záměšové vody způsobuje vážné zhoršení vlastností čerstvého i zatvrdlého betonu.

#### **9.2.5 Přísady**

Účelem přísad je zlepšení vlastností čerstvého nebo zatvrdlého betonu, nebo pro získání zcela nových vlastností. Musíme si uvědomit, že samotná přísada bez správně zvolené složení směsi betonu nemůže požadovanou vlastnost zlepšit. Přísady jsou většinou kapalné látky přidávané v malých množstvích při míchání čerstvého betonu. Dělíme je na plastifikátory, superplastifikátory, provzdušňovací přísady, přísady zpomalující nebo urychlující tuhnutí. Přísady musí být účinné, tzn. opravdu zlepšit požadovanou vlastnost. Musí být neškodné vůči ostatním vlastnostem betonu a nesmí obsahovat chloridy ( koroze výztuže ). Plastifikátory zlepšují zpracovatelnost betonu. Superplastifikátory dávají betonu vlastnosti samonivelační. Provzdušňovací přísady se používají u betonů vystavených mrazům a solím.

#### **9.2.6 Vlastnosti**

Beton je pevný a trvanlivý. Zpravidla se používá v kombinaci s výztuží různého druhu. Beton bez výztuže, zvaný prostý beton, dobře odolává namáhání v tlaku. Vyztužený beton

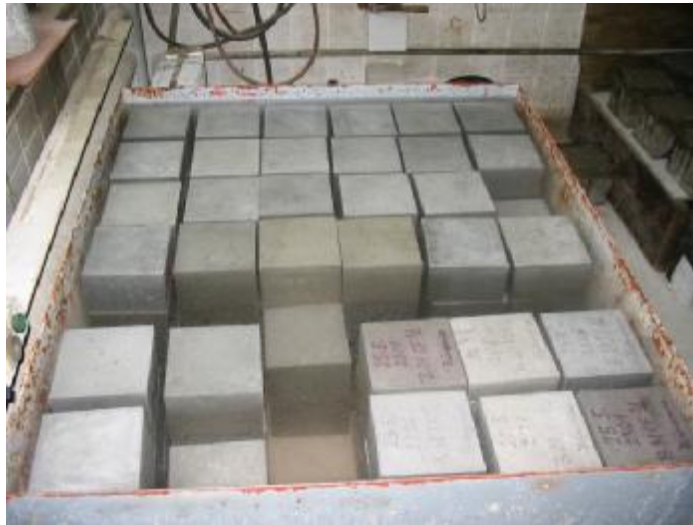
dobře odolává i namáhání v tahu. Výhodou betonu je jeho tvarovatelnost podle použitého bednění a možnost recyklace. Vyztužený beton obsahuje ocelové výztuže ve formě tyčí nebo napjatých pevnostních ocelových lan ( předpjatý beton ). Vyztužený beton musí splňovat i tyto zásady : řádné zpracování betonu vytvořením výborné korozní ochrany pro ocelovou výztuhu, dobrá přídržnost mezi ocelí a betonem pro přenos velkých tahových sil, tepelná roztažnost je pro ocel i beton přibližně stejná, ocelová výztuž je při zatížení namáhána dříve než beton – omezuje se vznik trhlin. Ocelové tyče používané jako výztuha do betonu jsou opatřeny vruby, nebo se tvarují do šroubovice ( pro lepší přídržnost s betonem ).



*Obr. 38 Odebírání vzorku z betonové směsi*



*Obr. 39 Čerstvá betonová směs*



*Obr. 40 Uložené vzorky pro zkoušení mechanických vlastností*

## II. PRAKTICKÁ ČÁST

## 10 MZS OBVODOVÉ OCHRANY

Obvodovou ochranu tvoří zdi, ploty, brány a branky, propustě, závory, turnikety, retardéry a zpomalovací pásy a další vstupy do chráněného prostoru jako např. kolektory, kanalizační potrubí, enrgorozvody, atd.

MZS obvodové ochrany musí splňovat tyto požadavky :

- jasné a nepřehlednutelné vymezení hranic chráněného prostoru
- odrazení nebo zastrášení případného náhodného pachatele a jeho donucení k výběru snazšího místa pro překonání
- kritériem účinnosti je časové zdržení pachatele, které potřebuje pro překonání bariéry
- požadavek na sladění a estetiku s okolím
- únosné finanční pořizovací a údržbové náklady
- doba životnosti a odolnost proti vandalismu
- zamezení umístění nebezpečného předmětu ( výbušniny )

### 10.1 Zdi

Zed' se staví pomocí stavebních polotovarů jako jsou cihly, tvárnice, betonové prefabrikáty, kameny a betonové panely s ocelovou výztuží. U zdí se obvykle dosahuje výšky 2,5 m. Dlouhé úseky se opatřují po 2,5 – 3,5 m rozšířením ( pilíři ) z důvodu zamezení provalení zdi a pro zvýšení její odolnosti. Pilíře mohou mít ocelovou výztuhu. Podkopáním se zamezuje dostatečnou hloubkou betonové podezdívky. Vrcholy zdí se opatřují ostnatým, žiletkovým drátem, skleněnými střepy, ocelovými hroty nebo vrcholovými bariérami. Výhodou a zároveň i jejich nevýhodou je neprůhlednost, výhodou může být umístění další bariéry ( plotu ) za zed' – narušitel toto zjistí až po překonání zdi, nevýhodou nemožnost monitoringu venkovní strany zdi z chráněného prostoru. Šířka zdí výše 2,5 m by měla být aspoň 0,3 m. Při menších šířkách nebude odolná kolmému nárazu na bok zdi a silným poryvům větru. Při stavbě je potřeba se podívat i na okolí stavěné zdi. Pozor musíme dát na blízko rostoucí stromy zasahující větvemi nad úroveň zdi, popř. jehož povalením by se statika zdi mohla

narušit a tím snadno překonat tuto bariéru. Stavba a konstrukce zdí se řídí podle stavbařských kritérií. Finanční náročnost je poměrně vysoká, ale je vykoupená dlouhou životností a obtížností překonání. Zdi z betonu můžeme použít i jako MZS v protipovodňové ochraně. Zde se kladou požadavky zejména na vodotěsnost a nepropustnost vody v závislosti na čase. Příkladem mohou být podzemní garáže, ochranné valy okolo vodních toků. Tyto směsi jsou namáhány i na tlak vodního sloupce, proudu vody, nebo tlaku okolní zeminy.



*Obr. 41 Příklad zdi vysoké 3,2 m*

## 10.2 Ploty

Ploty jsou v praxi nejpoužívanější ochrany proti nežádoucím vnikům do chráněného prostředí. Pro okrasné ploty vyžadující jen optické vymezení hranic prostoru se používá dřevo. Dřevo má stále silný estetický význam, nemá však požadované mechanické vlastnosti umožňující spolehlivou ochranu. Velmi dobře se opracovává, má výborný poměr mezi pevností a hmotností konstrukce. Vyžaduje ochranu proti povětrnostním vlivům. Finanční náročnost stavby je únosná a vlastní stavba konstrukce je jednoduchá a rychlá. Dřevo se kombinuje s ocelí jako nosnou konstrukcí. Dále se používá zejména na střešní konstrukce, zahradní altány, výrobu nábytku, apod. Nevýhodou je malá odolnost proti napadení biotickými škůdci ( houby, plísňe, hmyz ) a jeho snadná zápalnost a hořlavost.



*Obr. 42 Příklad oplocení mezi sousedy*

Dále se ploty a plotové dílce vyrábí z ocelových drátů, tyčí, trubek a profilů. Pro ukotvení ocelových sloupků a zhotovení podhrabových zábran se používá beton. Běžně se používá drátěných pletiv, které jsou uchyceny na napnutých drátech propojující jednotlivé sloupky. Tato ochrana není odolná proti narušiteli, běžnými kombinačními kleštěmi se drát přestřihnou, pletivo se dá rozplést, výška je do 2 m. Bezpečnostní pletivo se vyrábí z ocelových prutů ( drátů ) silných až 8 mm které mají větší pevnost v tahu – nedají se již přestřihnout běžnými kleštěmi, jednotlivé pruty jsou navzájem svařeny, mají menší rozestupy, tím je i velikost ok menší a dosahuje se vyšší tuhosti konstrukce. Výška těchto pletiv je 2,5 m a více a rozestupy kotevních sloupků jsou 2,5 - 3 m. Vrcholy plotu se opatřují žiletkovým drátem, ocelovými hroty, popř. vrcholovými bariérami ztěžujícími a zamezujícími přelezení plotu.





*Obr. 43 Svařovaný plot vysoký 3,5 m*

Další variantou plotu může být vytvoření svařované konstrukce z ocelových profilů a osazení ocelovými plechy s dostatečnou betonovou podezdívkou. Tím se docílí stejného efektu jako u zdi. Vzdálenost kotevních sloupků, zvolený profil a rozměr sloupků, propojení sloupků profilovými tyčemi, množství jejich výztuh, výška plechu a tloušťka plechu, použitá vrcholová zábrana, to vše záleží na vlastním konstrukčním řešení vycházejícím z požadovaných nároků. Běžně se používají konstrukční oceli 11343, 11368, 11373, 11423.



*Obr. 44 Ocelová svařovaná konstrukce osazená ocelovými plechy*

Další variantou je vytvoření plotu z betonových vyztužených panelů. Ty se zasazují do zakotvených ocelo - betonových sloupků. Výška plotu s vrcholovou zábranou se vhodně volí podle požadovaného stupně ochrany.



*Obr. 45 Bezpečnostní plot z vyztužených betonových panelů*



*Obr. 46 Vrcholová zábrana z ostnatého drátu*

Výhodou plotů je možnost jejich zdvojování, tzn. že stojí dva ploty za sebou vytvářející prostor mezi nimi pro detekci pohybu, volně pobíhajícího služebního psa, nebo strážní službu. Nevýhodou je zdvojení pořizovacích nákladů. Ocel je potřeba chránit proti korozi pro

zachování její dlouhé životnosti a zachování mechanických vlastností. Zejména pak svařovaná místa při montáži plotu. Při svařování vzniká v materiálu tzv. tepelně ovlivněná zóna, která ztrácí původní protikorozní ochranu. Ta může dosahovat do vzdálenosti až 5 – 7 cm od svaru. Montážní svary včetně tepelně ovlivněné zóny je potřeba po vychladnutí přetřít kvalitní základní barvou a po zaschnutí základní barvy vrchním krycím nátěrem. Korozní ochrana se provádí pozinkováním povrchu oceli, nebo obalením drátu do plastu PVC, který však při mechanickém poškození ztrácí ochranný účinek. Bezpečnostní ploty se zároveň zinkují nebo galvanizují, nebo se některé části vyrábí z nerezové oceli ( žiletkový drát ), cena nerezové oceli je však vysoká.

Součástí oplocení jsou vstupní a vjezdové otvory do objektu. Vyrábí se z ocelových profilů vzájemně svařených do celku. Pro omezení koroze z vnitřní strany, se z profilů vysaje vzduch. Materiálová základna je shodná jako u plotů.

## 11 MZS PLÁŠŤOVÉ OCHRANY

Plášťovou ochranu tvoří obvodové zdivo, dveře, okna, mříže, střešní a sklepní okénka, větrací šachty vzduchotechniky, kanalizační potrubí ( dostatečného průřezu ).

MZS plášťové ochrany musí splňovat tyto požadavky :

- zajištění vnějších obvodových zdí budovy, jejich stropů a podlah tvořící vnější hranici
- zajištění střechy u přízemních budov, kde je střecha zároveň stropem objektu
- zajištění otvorových výplní objektu ( dveře, okna )
- estetické sladění s budovou a jejím okolím
- odrazení nebo zastrašení náhodného pachatele a jeho donucení k výběru snazšího místa k překonání

### 11.1 Dveře

Základem bezpečnostních dveří je ocelová svařená konstrukce řešena s důrazem na tuhost a na požární odolnost a zavěšená na 3 pantech zajištěných proti vysazení. Použité materiály při výrobě jsou 11343, 11353, 11523, 11650. Mohou být doplněny ocelovým oplechováním nebo pancéřovým plechem a ocelovým kaleným pojistným řetízkem. Zárubně dveří se vyrábí svařováním z profilů, nebo se ohýbají z plechu do požadovaných tvarů ( nemají vysokou pevnost ) a musí být řádně ukotveny ve zdivu. Vyztužení se provádí např. vylitím betonem. Na výrobu bezpečnostních kování se používá ocel 17450.1. Je to legovaná ocel s odolností proti korozi, ve stavu normalizačně žíhaném. Bezpečnostní kování se doplňuje o ocelovou kalenou vložku, která se při montáži nesmí opomenout, má vysokou tvrdost a odolnost proti odvrtní. Na trhu jsou k dostání i plastové a dřevěné dveře. Jejich využití a vlastnosti jsou podobné jako u oken, viz kap. 11.2.



*Obr. 47 Dveře z plastu*



*Obr. 48 Příkladná západka do rámu dveří v horní a dolní části dveří*



*Obr. 49 Bezpečnostní kování*



*Obr. 50 Ocelové svařené dveře*



*Obr. 51 Detail dveří*

## 11.2 Okna

Okna se v současné době vyrábí ze dřeva, plastů i kovu.

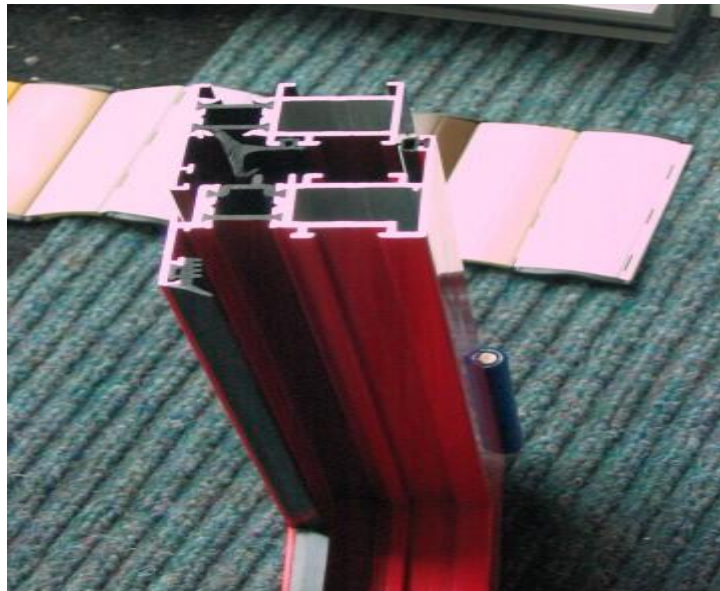
**Dřevo** je známý stavební materiál používaný po staletí. Výhodou dřeva je dobrá opracovatelnost, přizpůsobivost, možnost dodatečných oprav, je dobrý tepelný izolant – malá roztažnost. Nevýhodou je závislost na vlhkosti, ta se projevuje nárůstem objemu – bobtnáním a kroucením profilu. Proto se dřevo napouští nátěrovými laky ochraňujícími dřevo před vlhkostí.

**Plasty** se začaly používat nedávno. Používá se polyvinylchlorid (PVC), polypropylén (PP), a polyethylén (PE). Výhodou plastů je nepropouštění vlhkosti. Nevýhodou je závislost na teplotě a jejich roztažnost. Tím dochází k problémům zejména v zimním období a v létě při vysokých teplotách. Pro zajištění rozměrové stálosti se okna vyztužují kovy (ocel, hliníková slitina) a to jak do rámu, tak i do křídla. Tím se zvýší i pevnost proti prolomení. Nevýhodou je rozdílná teplotní roztažnost, při extrémních teplotách vznikají vnitřní pnutí. Na plast působí nepříznivě UV záření, způsobuje po určitém čase vyblednutí barvy.



*Obr. 52 Řez oknem z plastu*

**Z kovů** se používají hliníkové slitiny a ocelové profily. Používají se zejména u průmyslových staveb s důrazem na dlouhou životnost. Nevýhoda použití spočívá v dobrém vedení tepla v konstrukci. Proto se kovové profily vyplňují polyuretanovou pěnou.



*Obr. 53 Řez oknem z kovu*

Okna mají uzavírací systémy a kování zhotoveny z ocelových čtvercových, kruhových a plochých tyčí. Střešní okénko zajistíme visacím zámkem, pojistit se můžeme ještě zajištěním



průchodu ( průlezu ) z půdního prostoru do chodby či pokoje dalšími dveřmi ( poklopem ) z ocelového plechu dostatečně vyztuženého svařovanými profily a opatřeného bezpečnostním kováním.



*Obr. 54 Schématické rozložení kování*

**Sklo** je nejslabším článkem z hlediska bezpečnosti. Pro běžné zasklívání se používají plochá tažená skla, nebo tabulová plavená skla o tloušťkách 3 mm. Při zvýšených nárocích zasklíváme izolačními dvojskly i trojskly o tloušťce 4 mm, která jsou tvrzená ( kalená ). Meziskelní prostor je podle míry požadavků na izolační vlastnosti vyplněn jedním ze vzácným plynů Argon, krypton, xenon nebo jejich směsí. Tloušťka distančního rámečku má podstatný vliv na výsledné izolační vlastnosti. Celková tloušťka izolačních skel dosahuje hodnoty až 36 mm. Meziskelní prostor větší než 16 mm nemá již vliv na vyšší izolační vlastnosti skel. Utěsnění izolačního elementu je provedeno primárním a sekundárním tmelením. Mezera ve výplních není vakuum, docházelo by k prohnutí skel. Skla jsou zatmelená do distančního rámu s vysoušecí náplní. Drážka pro zasklení je hluboká 18 – 28 mm. Sklo potahujeme bezpečnostními fóliemi z polyesteru ( UP ), nověji polyvinylbutyralu ( PVB ). Tloušťka fólie je až 0,4 mm ( v extrémních případech i vyšší ) a použité sklo má tloušťku 4 – 6 mm. Dále se používají skla vrstvená. Podstata je v nalepování na sebe jednotlivých vrstev skla a fólie a to i několikrát. Tím se získává velice odolné sklo, účinné proti výbušninám i proti střelbě

z pistolí ráže 7,62 a 9 mm, až po samopal SA 58 ( Kalašnikov ). Výplň skel se může vyplést ocelovou výztuží, která spolehlivě ochrání skleněnou výztuž, ale není estetická a snižuje množství pronikajícího světla do místnosti.

### 11.3 Mříže

Velkou skupinou MZS plášt'ové ochrany tvoří mříže. Používají se k ochraně dveří, oken, sklepních oken a to jak ve formě pevně zakotvené, tak i ve formě výsuvné. Nejrozšířenější použití mříží je při ochraně zasklených ploch - výkladní skříně a okna budovy. Nejpodstatnějším faktorem samozřejmě zůstává tuhost a mechanická odolnost mříží, ale velký důraz se klade i na estetický vzhled mříží. Ten se dosáhne vhodnou volbou povrchové úpravy kovu s důrazem na protikorozní ochranu, využít můžeme služeb uměleckého kováře. Při instalaci mříží se musí dodržet základní pravidla pro jejich neoptimálnější funkci. Podstatný je zvolený průřez prutů ( prohnutí mříží, roztažení ok ), jejich vzájemné spojení ( nejlépe nerozebíratelné – svařené ), délka ukotvení mříží do zdiva ( min. 15 cm a více ) a velikost jednotlivých ok mříží. Mříže se nejčastěji vyrábí z konstrukčních uhlíkových ocelí 11343, 11373, při zvýšených nárocích 11500, 11600.

## 12 MZS PŘEDMĚTOVÉ OCHRANY

Předmětovou ochranu tvoří komorové trezory, bezpečnostní schránky, skříňové trezory, ohnivzdorné skříně, účelové trezory ( na zbraně, vhozové a vestavěné ).

MZS předmětové ochrany musí splňovat tyto požadavky :

- bezpečné uschování cenných předmětů ( peněz, šperků, listin a dokumentů ) a zamezení jejich zcizení
- ochrana proti znehodnocení předmětů, jejich neoprávněné manipulaci či pořízení jejich kopií
- jejich umístění a cesta k nim je přísně utajována
- mají velmi vysokou mechanickou odolnost charakterizovanou průlomovou odolností
- nesmí mít slabé místo umožňující jednodušší překonání

### 12.1 Komorové trezory

Komorové trezory jsou speciálně postavené místnosti o rozloze několika čtverečních metrů většinou postavené pod povrchem země. Do těchto místností se dá vzpřímeně vstoupit a v mnoha případech mají dvě patra. V horním patře se odehrává veškerá administrativa a spodní patro slouží jako úložné prostory. Tloušťka stěn, podlahy i stropu je individuální, vesměs se pohybuje od 0,5 m, může být i 2 m. Zhotovuje se z pevnostních betonů se speciálními výztužemi v podobě nerezových spirál, do vrtule stočených tyčí s hvězdicovým nebo křížovým průřezem, a dalším armováním. Ve zdech mohou být zavedeny dráty s vysokým napětím a trubičky naplněné kyselinou. Při budování nových trezorů se většinou dělají jako monolity, zpevňování starších a špatně přístupných trezorů se provádí pomocí panelů, tj. předem připravených komponentů složených až v dané pozici a v daném místě. Příkladem komorových trezorů jsou trezory bank. Cena použitých materiálů zde není a ani nesmí být určujícím faktorem. Používá se pevnostních a speciálních směsí betonu, pancéřové oceli, i tloušťek 300 a více mm, nerezové oceli a kalených ocelí.



*Obr. 55 Trezorové dveře*

## **12.2 Komerční úschovné objekty**

Do této skupiny zařazujeme skříňové trezory, ohnivzdorné skříně, trezory na zbraně a střelivo, příruční pokladničky a další. Při svařování se používá ochranná atmosféra CO<sub>2</sub> pro lepší průvazy. Odolnost proti ohni se zajišťuje prefizolem (Rockwool) o tloušťce 26 mm na dobu 30 minut.

### **12.2.1 Skříňové trezory**

Jsou používány v peněžnictví a bankovníctví. Liší se od komorových trezorů tím, že aspoň jedna strana má menší rozměr než 1 m. Staré typy obsahovaly sypkou výplň (písek, popel), dnes však již nesplňují bezpečnostní požadavky. Nejběžněji se používají s výplní betonovou vyztuženou profilovou ocelí a kolejnicemi. Stěny jsou silné 5 – 10 mm. Mezera mezi stěnami je 120 – 150 mm. Vyšší stupeň ochrany poskytují trezory s výplní železobetonovou nebo lehčenou hmotou. Vnější stěna je silná 5 – 10 mm, vnitřní stěna 4 – 6 mm. Mezera mezi stěnami je 80 – 120 mm. Výplň mezi stěnami je železobeton s pery stočenými do spirály zamezujícími odvrtání. Další variantou je Relastan, je to směs železobetonu s kalenými ocelovými předměty, rozřezanými pneumatikami, pryskyřicí a korundem. Tyto směsi zvyšují

odolnost proti odvrtání a zároveň snižují hmotnost trezoru. Při výrobě komerčních trezorů s nízkou cenou se používá na vnější plášť ocel 11373.0 tloušťky 3-5 mm a na vnitřní plášť ocel 14260.4 kalená do oleje. Výplň je beton. Při výrobě dražších trezorů se používá ocelových kalených nebo pancéřových plechů. Podstatnou součástí trezorů jsou trezorové dveře. Jsou nejnapadanější částí trezorů. Mezera mezi stěnou trezoru a stěnou dveří nesmí přesahovat 0,5 mm - pro nemožnost vsunutí páčidla.



*Obr. 56 Skříňový trezor*



*Obr. 57 Bezpečnostní schránka*

### 12.2.2 Ohnivzdorné skříně

Zhotovují se z ocelových a nehořlavých materiálů zaručujících bezpečnost uložených předmětů. Vnější plech je 4 – 6 mm tlustý a vnitřní plech až 5 mm. Výplň mezi stěnami je písek, popel, nebo struska. V dnešní době se kombinují s bezpečnostní třídou, tomu však odpovídá i výplň mezi stěnami, která nemůže být ze sypkých materiálů. Viz 12.2.1.

### 12.2.3 Účelové trezory

Do skupiny účelových trezorů řadíme vestavěné trezory, trezory na zbraně a další trezory. Jejich konstrukce i použité materiály se podobají skříňovým trezorům.



*Obr. 58 Příklad trezoru*



*Obr. 59 Detail mezery mezi stěnou a dveřmi trezoru*

## 13 ZKOUŠENÍ A OVĚŘOVÁNÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ

Při stavbě a provozu strojů a zařízení musíme ověřovat jejich mechanické vlastnosti. Na začátku této práce jsme si definovali mechanické vlastnosti které musíme znát a dodržovat při výrobě a životnosti MZS. Tyto vlastnosti si můžeme ověřovat destruktivně i nedestruktivně.

### 13.1 Destruktivní zkoušení materiálu

Destruktivní zkoušky se provádějí před výrobou a při výrobě. Podstata je v tom, že se z polotovaru použitého materiálu odebere vzorek ( více vzorků ), který se podrobuje jednotlivým zkouškám pro ověření mechanických vlastností daného materiálu. Do destruktivního zkoušení materiálů zahrnujeme zkoušení tvrdosti, zkoušky tahem, tlakem, ohybem, stříhem, houževnatosti, makrostruktury, zkoušení opotřebení a koroze a další specifické zkoušky.

### 13.2 Nedestruktivní zkoušení materiálu

Hlavní výhodou nedestruktivního zkoušení je možnost zkoušení před zahájením výroby - polotovarů, při výrobě a při provozu součástí. Např. provozní zkoušky dopravních prostředků ( silniční, železniční a letecké ). Rozlišujeme tyto druhy zkoušek :

- akustickou emisí ( AT )
- vířivými proudy ( ET )
- těsnosti ( LT )
- magnetickou práškovou metodou ( MT )
- kapilární metodou ( PT )
- radiografické zkoušení ( RT ) – rentgen
- ultrazvukové zkoušení ( UT )
- vizuální zkoušení ( VT )



### 13.2.1 Radiografické zkoušení

V podstatě je to obdoba lékařského rentgenu. Princip je v prozařování zkoušeného materiálu. Rentgenové paprsky prochází skrz materiál a dopadají na film umístěný za zkoušeným materiálem. Pokud je materiál bez vnitřní vady, tak procházející paprsky jsou pohlcovány materiálem a neozáří film s takovou intenzitou. Pokud materiál obsahuje vadu ( bublina, pór ), potom pohlcení paprsků materiálem je menší, na film dopadne více paprsků a to se zobrazí na film. Výhodou této zkoušky je možnost zjistit vnitřní vady v materiálu a možnost určit povahu vady ( trhlina, pór ).

### 13.2.2 Ultrazvukové zkoušení

Také se jedná o obdobu lékařského ultrazvuku. Dnes je možno ultrazvukem zjišťovat i poškození vnitřních orgánů, natočení kyčelních kloubů u novorozenců, atd. Je to dáno rozvojem zobrazovací techniky. Princip je ve schopnosti ultrazvuku odrážet se. Ultrazvuková sonda se přiloží na materiál s vazebním prostředím ( ultrazvuk se velmi špatně šíří ve vzduchu ), ultrazvukové vlny proudí do materiálu, na spodní ( konečné ) straně materiálu se odrazí a vrací se zpět do sondy. Měří se doba po kterou vlny urazí vzdálenost v materiálu. V případě nárazu na vadu se vlny odrazí zpět dříve a doba a dráha vln v materiálu je kratší. Výhodou metody je přesné zjištění polohy a velikosti vady.



*Obr. 60 Ultrazvukový přístroj se sondou*



*Obr. 61 Ultrazvukové imerzní zkoušení (ponorné ve vazebním prostředí)*



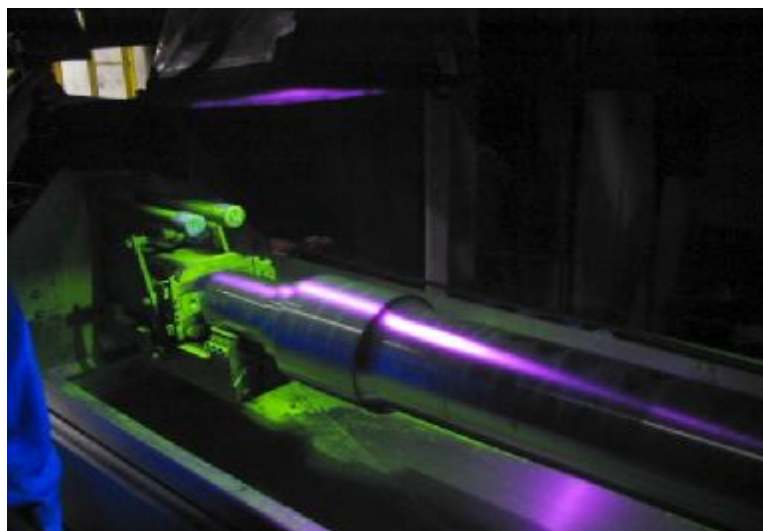
*Obr. 62 Provozní zkoušení ultrazvukem*

### 13.2.3 Magnetická prášková metoda

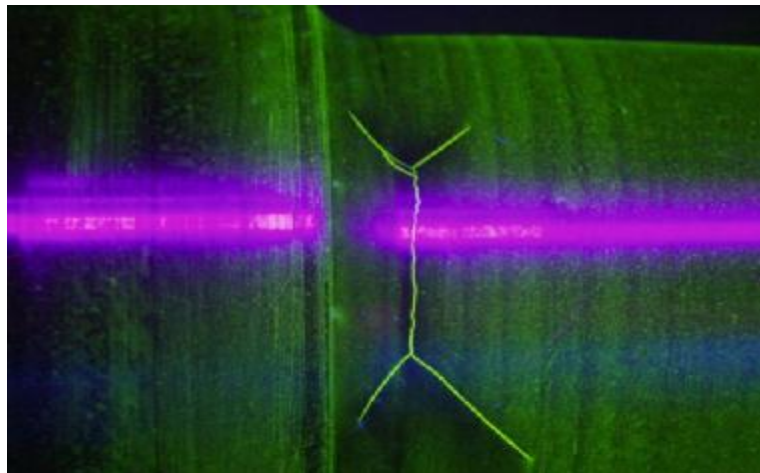
Princip je ve zmagnetování zkoušeného materiálu. Magnetické siločáry proudí materiálem a pokud narazí na vadu (trhlinu) snaží se ji obejít, tím na koncích vady dochází ke zhuštění magnetických siločar a jejich výstupu na povrch materiálu. Při magnetování se materiál polévá detekční kapalinou s obsahem barevných kovových částic (jemných pilin). Pokud magnetické siločáry vystoupí na povrch zkoušeného materiálu, vlivem magnetických sil na sebe přitahují kovové částice, které se shlukují kolem vady. Tato metoda je určena jen pro povrchové vady a nebo vady související s povrchem.



*Obr. 63 Stacionární magnetické zařízení*



*Obr. 64 Počátek detekce vad pod UV světlem*



*Obr. 65 Trhlina pod UV zářením, zjištěno MT*

#### 13.2.4 Penetrační metoda

Tato metoda je alternativou k magnetické metodě. V letecké dopravě se nesmí používat (nebo jen v omezené míře) magnetická metoda, protože zbytkový magnetismus by ovlivňoval přístroje a elektroniku v letadle. Zjišťujeme jen vady otevřené na povrch.



*Obr. 66 Indikace penetrační metodou*

## ZÁVĚR

V prvé řadě je potřeba si uvědomit, že pouze volba vhodného materiálu neznamena zároveň úspěšnou ochranu před napadením. Současně se musí spolu s dostatečně odolným a zpracovaným materiálem zvolit i vhodné stavebně - konstrukční řešení, odpovídající konkrétnímu umístění objektu. Toto řešení vychází do značné míry z analýzy rizik daného objektu. Vždy před započítáním prací na projektu zabezpečení se musí provést analýza rizik objektu, podložená dostatečně dlouhým pozorováním okolí objektu, zohledněna povahou a atraktivitou objektu, či zboží v něm umístěným. Jedním z limitních faktorů je bezesporu i pořizovací cena a životnost bezpečnostních ochran. Výjimku tvoří objekty státních a celosvětových významů, např. trezor ČNB ( Česká Národní Banka ), ochrana korunovačních klenot, objekty jaderných elektráren, vodních nádrží, chemické výzkumné laboratoře, objekty věznic a objekty armád jednotlivých států a společenství, apod. Zde všude je potřeba upřednostnit před finančními náklady funkčnost a maximální možné zabezpečení objektu před škodou způsobenou napadením objektu, či znemožněním vykonávat jeho požadovanou funkci. Mezi další ochranná opatření patří i chování majitelů a uživatelů objektu. Mezi zásady patří nevystavovat majetek na obdiv, nedráždit jím své okolí a měnit dlouhodobé zvyky a zvyklosti. Mechanické zábranné systémy patří do základní ochrany objektů a bez jejich existence by jakákoliv jiná ochrana ztrácela význam ( režimová, elektronická, atd. ).

V komerčním prostředí MZS více než v minulých letech, začaly nabývat na významu. Je to dáno vzrůstem podílu soukromého majetku. Platí přímá úměra : čím vyšší hodnota majetku, tím vyšší stupeň zabezpečení. MZS vytváří ochranu před nežádoucím narušením objektu, před položením nebezpečného předmětu do objektu, pocit soukromí a klidu před okolním světem a také ochranu před mimořádnými situacemi ( havárie automobilů ). Proti tomu všemu by MZS měl odolat. Míra jeho úspěchu závisí na použitých materiálech, jejich masivnosti, na zvoleném stavebně – konstrukčním řešení a na době životnosti. MZS nabývají dnes na významu i v souvislosti s terorismem. Pomocí těchto prostředků lze zajistit ochranu s únosnou mírou zbytkového rizika v chráněném prostoru.

MZS obvodové ochrany. Jejich význam bude dále posilován jako prvotní ochrana ( bariéra ) před již jmenovanými riziky. Jejich vlastnosti ( výška, šířka, délka, průhlednost, neprůhlednost, vrcholové bariéry, atd. ) spolu s jejich zdvojováním, ztrojováním a zamezením podhrabání bude dále, jako i nyní, záviset na povaze chráněného objektu – platí pro státní a celo-

světově chráněné objekty. Při ochraně soukromého majetku a osob přibude faktor finanční. Vždy se bude hledat kompromis mezi mírou zbytkového rizika a mezi finanční náročností stavby. Nikdy však finanční hledisko nesmí zvítězit nad dostatečně dimenzovanou ochranou plnicí svůj účel. Materiálová základna dnes představuje zejména ocel a beton. Ocel je zastoupena dráty, tyčemi – kruhovými, čtvercovými, plochými, dále profily a splétanými lany. Betony, jak jsme si již uvedli, jsou závislé na složení směsi, na jejím propracování a zejména na vlhkosti a teplotě. Protože vlhkost a teplota se liší v místech vzdálených třeba jen 1 kilometr, je příprava betonové směsi tak říkajíc alchymie. Správná směs, odhad a měření povětrnostních podmínek mají určující vliv na výsledné mechanické vlastnosti betonu. Jaké materiály se budou používat do budoucna v MZS obvodové ochrany? Předpokládám, že v nejbližších letech nedojde k zásadním změnám. Ocel je dnes nejrozšířenějším materiálem a v kombinaci s betonovou směsí přizpůsobující se ocelové svařované konstrukci a chránící ji před korozivními účinky vytváří jednotný celek ( monolit ) odolný povětrnostním vlivům, dynamickým rázům, statickému zatížení a také zaručuje dostatečně dlouhé období životnosti.

MZS plášťové ochrany. Z mechanického hlediska poskytují ochranu v druhé linii za MZS obvodové ochrany. Pokud však situace neumožňuje předsazení MZS obvodové ochrany, musí splňovat i jejich funkci. Slouží k ochraně otvorových výplní objektů, reálně vzato slabých míst objektů. Většina si ihned představí okna a dveře. Je potřeba mezi ně zařadit i sklepní a střešní okénka, vstupy klimatizace, a další vstupy dostatečně průřezově dimenzované ( energokanály, kanalizace ). Nejslabší ochranu poskytují plochy s důrazem na prostup světla. V konstrukci MZS plášťové ochrany se však v posledních letech udělal obrovský krok kupředu. Vlivem kombinace několika druhů materiálů, jako je kov, plast, sklo a fólie, a také přesností a urychlením výroby se podařilo dříve uznávanou nevýhodu potlačit a vyrovnat se mechanickým vlastnostem zdi a dalších plášťových konstrukcí. V dalším období se materiálová základna pro MZS plášťové ochrany zásadně nezmění. Dojde ke zvýrazněnému podílu plastů a jejich kombinací se sklem. Postupem vývoje technologie se budou snižovat tepelné a zvukové úniky a zároveň se bude zvyšovat životnost a barevná stálost plastů. Vlivem možnosti přesnějších rozměrů dojde k výrobě tvarově složitějších součástí a tím ke zvýšení tuhosti celku. V konstrukci rámců oken a dveří se začnou používat lehké kompozitní materiály, dural, titanové slitiny, atd.

MZS předmětové ochrany. Jak už název napovídá, jejich funkce je daná. Ochrana proti zcižení, pořízení kopií, neoprávněné manipulaci, vodě a ohni. Tyto systémy nelze srovnávat,

zde se více než kde jinde projevuje účel pro který se používají. U komorových trezorů je materiálová základna ustálená. Používá se ocel, beton, výztuhy různě tvarově kombinované do spirál, ocelová lana, kalené destičky a kuličky, apod. Tvar a zpracování materiálů se vhodně kombinuje, společným prvkem pro komorové trezory je masivnost a úzký okruh lidí obsluhující chod trezoru. Skříňové trezory a další úschovné systémy předmětové ochrany již obsluhuje větší, i když omezený, počet lidí ( nebo má aspoň povědomí, kde se trezor nachází ). Použité materiály v konstrukci těchto trezorů se neliší od komorových, rozdíl je v masivnosti, která je limitována rozměry trezoru. Také tady je materiálová základna ustálená a je totožná jako u komorových trezorů. Změna v používání materiálů pravděpodobně přijde v oblasti výplní mezer mezi stěnami trezorů. Budou se vyvíjet nové kombinace směsí, lépe odolných proti odvrtní, působení tepla a dalších destrukčních faktorů.

Musíme si přiznat, že s rostoucí masivností a použitím jakostních materiálů roste i cena. Finanční náklady se mohou někdy zdát i neúměrně vysoké, ale jsou vykoupěny dlouhou životností a spolehlivostí ochrany. Existuje přece i něco jiného než je bohatství, moc a finanční blahobyt. Jsou případy, a není jich málo, kdy se vynaložené peníze do ochrany vrátí nevypočitatelnou sumou. Jedná se zejména o ochranu života a zdraví. A to je přece hlavní důvod pro budování Mechanických zábranných systémů, nemyslíte ?



*Obr. 67 Bez komentáře 1*



*Obr. 68 Bez komentáře 2*



*Obr. 69 Bez komentáře 3*



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Diem Walter : Bezpečnostní zařízení, IKAR, Praha 2000, ISBN : 80-7202-604-6  
Poznámky z předmětu Objektová bezpečnost 1 – Mechanické prvky
- [2] Uhlář Jan : Technická ochrana objektů 1. díl, Mechanické zábranné systémy, Policejní Akademie ČR, Praha 2004, ISBN 80-7251-172-6
- [3] Poznámky z předmětu objektová bezpečnost 1 – Mechanické prvky
- [4] Časopisy Security z let : 1999,2000,2001,2002,2003,2004,2005
- [5] L. Toms, T koníček, P. Kocábek : Zabezpečení dveří a oken – rizikových míst objektů, tiskárna MV, Praha 1997, ISBN : 80-85821-50-8
- [6] JUDr F. Brabec : Ochrana bezpečnosti podniku, Eurounion s r.o., Praha 1996, ISBN : 80-85858-29-0
- [7] J. Paták, M. Protivínský, K. Klvaňa : Zabezpečovací systémy – situační prevence kriminality, Armex, Praha 2000, ISBN : 80-86244-13-X
- [8] K.Macek, P. Zuna : Nauka o materiálu 1, SNTL, Praha 1984
- [9] K. Macek, P. Zuna, J. Bartoš : Nauka o materiálu 2, SNTL, Praha 1986
- [10] B. Strnadel : Nauka o materiálu – Konstrukční materiály a jejich degradační procesy, ediční středisko VŠB, Ostrava 1993, ISBN 80-7078-207-2
- [11] J. Lenert : Pružnost a pevnost 1, ediční středisko VŠB, Ostrava 1996, ISBN 80-7078-392-3
- [12] A. Silbernagel : Nauka o materiálu – Praktikum navrhování tvářených ocelí pro konstrukce, strojní součásti a nástroje, VŠB, Ostrava 1990, ISBN 80-7078-069-X
- [13] A. Silbernagel : Nauka o materiálu 1, ediční středisko VŠB, Ostrava 1996, ISBN 80-7078-116-5
- [14] F. Rybníkář : Makromolekulární chemie, VUT Brno 2000, ISBN 80-214-1556-8
- [15] V. Hagen, Z. Zámorský : Základy makromolekulární chemie – Polymerní materiály, VUT Brno 2000, ISBN 80-214-1555-X

- [16] Svaz výrobců betonu ČR : Za betonem do Evropy, odborná skupina pro technickou normalizaci, Praha 1998, Tira s r.o.
- [17] R. Wasserbauer : Biologické znehodnocení staveb, ARCH 2000, ISBN 80-86165-30-2
- [18] VaV ústav dřevařský Praha : Ochrana dřeva '99 – sborník přednášek, Březnice 1999
- [19] V. Klesba : Základy technologie skla pro hospodářskou fakultu, technická univerzita Liberec 2002, ISBN 80-7083-556-7
- [20] J. Leinveber P. Vávra : Strojnické tabulky – druhé doplněné vydání, Albra 2005, ISBN 80-7361-011-6

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

MZS	Mechanické zábranné systémy
HB	Tvrдость podle Brinella
HV	Tvrдость podle Vickerse
HRC	Tvrдость podle Rockwella
ČSN	Česká státní norma
ČSN EN	Česká státní norma s evropskou platností
MPa	Megapascal ( N / mm <sup>2</sup> ), jednotka tlaku
ČSN P	Připravovaná česká státní norma s evropskou platností
ENV	

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Základní druhy namáhání .....	14
Obr. 2 Tvrdoměr podle Brinella .....	15
Obr. 3 Stopy po vpichu kalené kuličky.....	15
Obr. 4 Tvrdostí podle Rockwella .....	16
Obr. 5 Zkušební tělesa .....	18
Obr. 6 Přetržená zkušební tyčinka.....	18
Obr. 7 Zkušební tyčinky po provedené zkoušce .....	20
Obr. 8 Zkušební zařízení Sharpyho kladivo .....	21
Obr. 9 Ukázka koroze .....	23
Obr. 10 Detail koroze plechu .....	23
Obr. 11 Střešní konstrukce při probíhající sanaci.....	26
Obr. 12 Ukázka napadené konstrukce.....	27
Obr. 13 Dřevo napadené biotickými škůdci.....	28
Obr. 14 Zpevnování dřevěné konstrukce.....	29
Obr. 15 Schéma vysoké pece .....	32
Obr. 16 Výroba bezešvých trubek válcováním.....	37
Obr. 17 Ploché a kalibrované válce .....	37
Obr. 18 Kování do zápustky bucharem .....	38
Obr. 19 vsádka polotovarů do pece .....	39
Obr. 20 Kovací lis ( kování do zápustky ) .....	39
Obr. 21 Zbavení okují po vytažení z pece.....	40
Obr. 22 Po tvářecím procesu ohřev na kalící teplotu .....	41
Obr. 23 kalení proudící vodou .....	42
Obr. 24 Zakalená vrstva oceli .....	42
Obr. 25 Popouštění oceli po kalení .....	42
Obr. 26 Postup a pokládání svarových housenek.....	43
Obr. 27 Schéma svarového spoje .....	44
Obr. 28 Tavné svařování elektrodou .....	44
Obr. 29 Deformace svařovaných částí.....	44
Obr. 30 Kalící teplota byla překročena, dochází k deformaci kaleného skla .....	48
Obr. 31 Lepené sklo .....	48

Obr. 32 Lepené sklo po deformaci.....	49
Obr. 33 Příklady tvarů ohýbaných skel.....	49
Obr. 34 Část okna z plastu PVC .....	51
Obr. 35 Příklady obráběcích destiček ze slinutých karbidů – vrchní řada jsou nové destičky a spodní řada jsou již použité destičky.....	55
Obr. 36 Soustružnický nůž s obráběcí destičkou .....	55
Obr. 37 Příklad kamenné frakce.....	58
Obr. 38 Odebírání vzorku z betonové směsi.....	59
Obr. 39 Čerstvá betonová směs .....	59
Obr. 40 Uložené vzorky pro zkoušení mechanických vlastností.....	60
Obr. 41 Příklad zdi vysoké 3,2 m.....	63
Obr. 42 Příklad oplocení mezi sousedy .....	64
Obr. 43 Svařovaný plot vysoký 3,5 m.....	65
Obr. 44 Ocelová svařovaná konstrukce osazená ocelovými plechy .....	65
Obr. 45 Bezpečnostní plot z vyztužených betonových panelů.....	66
Obr. 46 Vrcholová zábrana z ostnatého drátu .....	66
Obr. 47 Dveře z plastu.....	69
Obr. 48 Přídavná západka do rámu dveří v horní a dolní části dveří.....	69
Obr. 49 Bezpečnostní kování.....	70
Obr. 50 Ocelové svařené dveře .....	70
Obr. 51 Detail dveří.....	71
Obr. 52 Řez oknem z plastu.....	72
Obr. 53 Řez oknem z kovu .....	72
Obr. 54 Schématické rozložení kování.....	73
Obr. 55 Trezorové dveře .....	76
Obr. 56 Skříňový trezor.....	77
Obr. 57 Bezpečnostní schránka.....	77
Obr. 58 Příklad trezoru.....	78
Obr. 59 Detail mezery mezi stěnou a dveřmi trezoru .....	79
Obr. 60 Ultrazvukový přístroj se sondou.....	81
Obr. 61 Ultrazvukové imerzní zkoušení ( ponorné ve vazebním prostředí ) .....	82
Obr. 62 Provozní zkoušení ultrazvukem.....	82

---

Obr. 63 Stacionární magnetické zařízení .....	83
Obr. 64 Počátek detekce vad pod UV světlem .....	83
Obr. 65 Trhlina pod UV zářením, zjištěno MT .....	84
Obr. 66 Indikace penetrační metodou .....	84
Obr. 67 Bez komentáře 1 .....	87
Obr. 68 Bez komentáře 2 .....	88
Obr. 69 Bez komentáře 3 .....	88