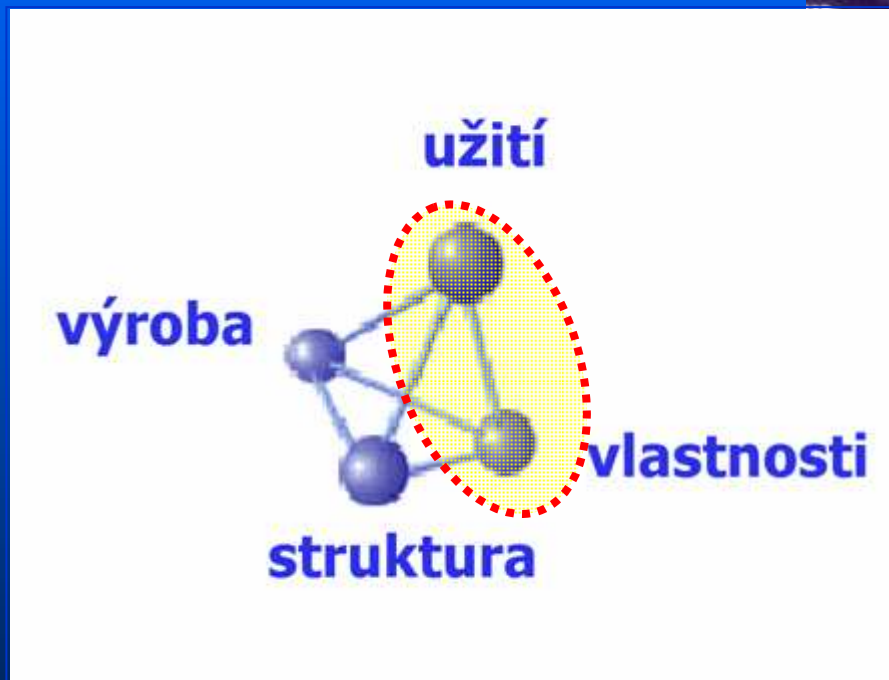


# Materiál a jeho značení



<http://ime.fme.vutbr.cz/vyukals.html>

**Užitné vlastnosti materiálu využívané konstruktérem  
= Mechanické vlastnosti materiálů**

**Pružnost + Plasticita + Pevnost + Houževnatost**

## **Mechanické charakteristiky**

číselné hodnoty jež charakterizují danou vlastnost materiálu, ale závisí také na tvaru zkušebního tělesa a podmínkách namáhání

## **Standardy - normy**

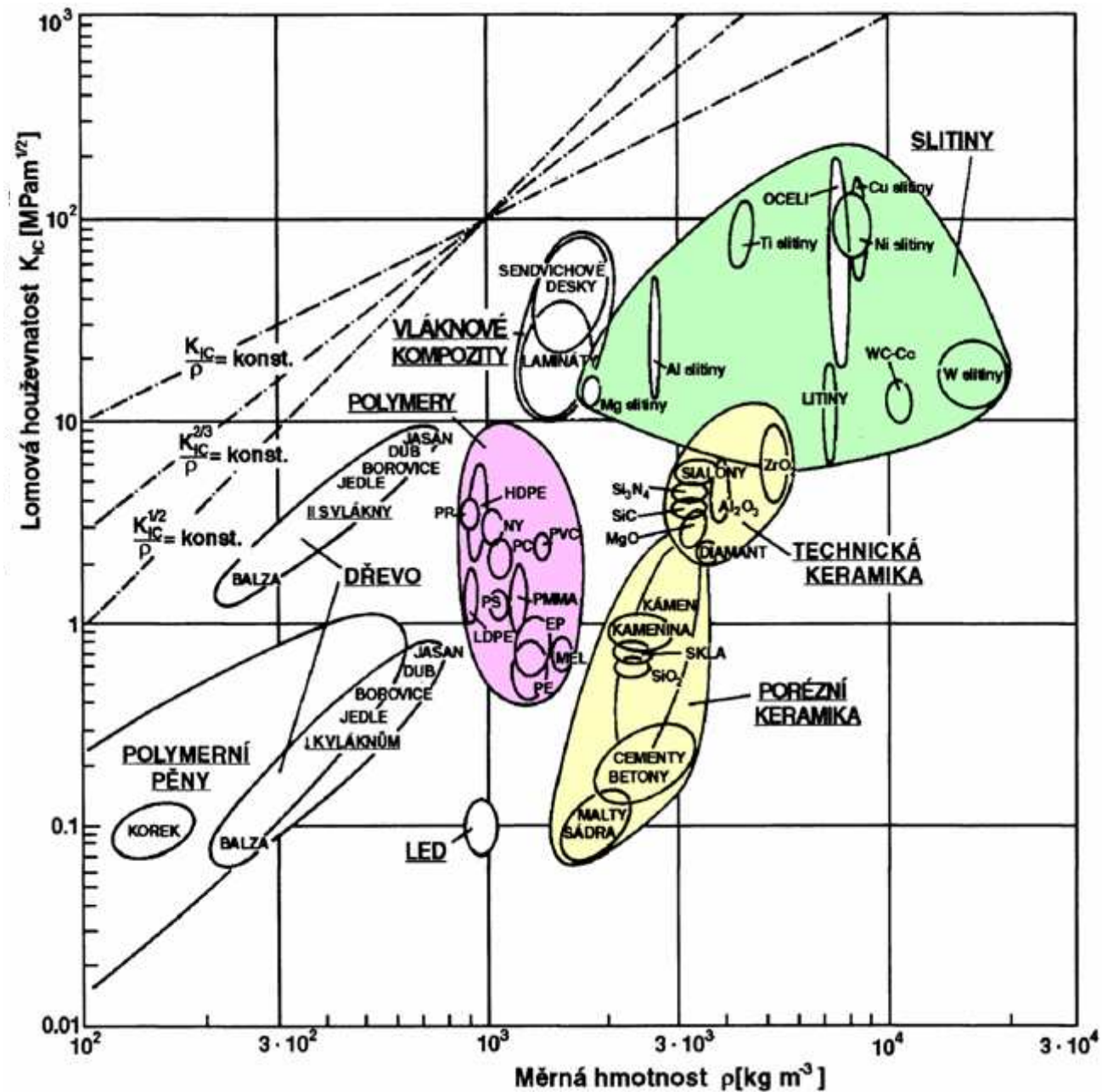
smluvené přístupy a podmínky pro označování, zkoušení a konstrukční aplikaci materiálů

# Návrh použití materiálu s ohledem na jeho aplikaci

- Empirický přístup - „opsat“ podle předchozí aplikace (norma na tlakové láhve, železniční dvojkolí, mostní konstrukce atd.)
- Empirický přístup – „poučit se“ s chyb (havárie, nízká životnost, jiný klíčová charakteristika parametr – volba odolnějšího materiálu) – nutnost změny normy
- Rozumět klíčovým vlastnostem materiálů a podle kritických charakteristik provést výběr – často nutnost změny normy
- Víceúrovňový design materiálu (komponenty a materiály pro fúzní reaktor, použití kompozitů)

cena – hmotnost – funkční vlastnosti – provozní náklady –  
spolehlivost – životnost – recyklovatelnost

**materiál**



# Jak se označují materiály?

- ❖ klasický systém ČSN (**materiály vyráběné v ČR**)
- ❖ systém ISO
- ❖ systém značení EN
  - **Označení materiálovým číslem**
  - **Označení podle použití příp. podle chemického složení**

## Standards - vývoj

- 1898 American Society for Testing of Materials (**ASTM**) – Asociace pro zkoušení materiálů v USA
- 1917 Deutsches Institut für Normung (**DIN**) – Německý Institut pro normalizaci
- 1922 ČSN – Československá společnost pro normalizaci (nynější **ČNI**)
- 1946 International Organisation Standardisation - International Standards Organisation (**ISO**) mezinárodní organizace pro normalizaci

# Standards – současný stav

## ■ mezinárodní - ISO

zkratka **ISO** „se hodí“ - řecké slovo **isos**,  
česky - **rovnající se, platící pro všechny**

sídlo má v Ženevě (Švýcarsko)

má 148 členů, včetně ČR

## Standards – současný stav

ISO je nevládní organizací (angličtina a francouzština)

**ISO/DP XXX** draft proposal - koncept normy

**ISO/DIS XXX** draft international standard - návrh mezinárodní normy (5-ti měsíční posuzování)

**ISO/FDIS XXX** final draft international standard (po hlasování je předložen konečný návrh mezinárodní normy)

**ISO XXX** international standard mezinárodní norma

(XXX je číslo)



## Standards – současný stav

ISO normy nejsou zcela závazné, práce podle nich záleží na vzájemné dohodě;

do našich norem se dostávají přes evropské normy – podle **Vídeňské dohody (1991)** mezi orgány ISO a CEN nemá docházet k duplikaci standardů

ISO 630	Structural Steels
ISO 3471	Earth-moving machinery - Roll-over protective structures
ISO 6506	Brinell Hardness Test

## Standards – současný stav

<http://www.cen.eu/>

- **EN** vydává **C**omité **E**uropéen de **N**ormalisation, Brusel (Belgie) 1961
- 1985 New Approach to Standardisation in the Internal Market, možnost volného pohybu zboží a výrobků rámci Evropy; CEN má dnes 30 členských zemí, včetně ČR.

**Evropská norma** – návrh prEN XXX, schvalování trvá asi půl roku

(základní verze normy - anglicky, německy, francouzsky)

V případě schválení většinou členů (71%) musí být tato norma zařazena do norem všech členských států a podobná národní norma zrušena.

## Standardy – současný stav

- ❑ Je odloučen od sebe zákonodárce Evropská unie (EU) a normotvorný orgán (CEN). EU určuje podstatné požadavky (direktivy), které musí zboží (výrobky) splňovat (ochrana životního prostředí, zdraví lidí, požadavky bezpečnosti).
- ❑ Evropské normotvorné orgány (komise CEN) vytváří normy, jejichž dodržení splňuje dodržení direktiv.
- ❑ Dodržení norem, které jsou převedeny do národních norem (ČNI) poskytuje předpoklad shody v podstatných požadavcích EU.
- ❑ Splnění harmonizovaných norem zůstává dobrovolné a výrobcům nic nebrání v tom, aby zvolili jiné technické řešení než předepisuje norma. V tomto případě musí výrobce dokázat, že toto řešení splňuje požadavky EU.

## Standards – současný stav

### ■ **národní normy**

Německo: DIN EN 10 020,

Francie: NF EN 10 020,

Anglie: BS EN 10 020,

Švédsko: SS EN 10 020 apod.

ČR: ČSN EN 10 020

Národní předmluva + překlad příslušné EN

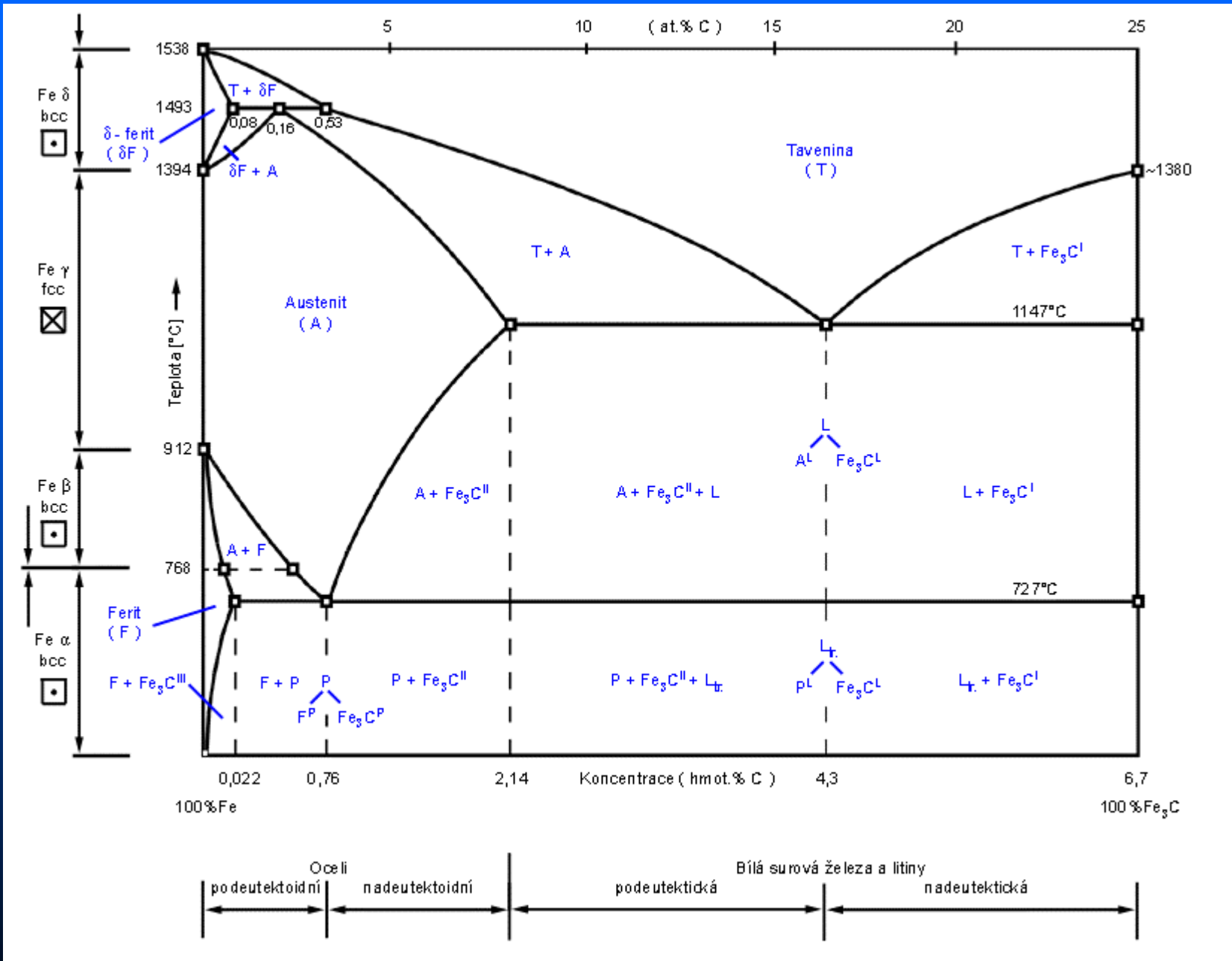
Národní předmluva + příslušná EN v originále

**Národní instituty pracují na komerční bázi,  
vydavatelskou činností si vydělávají.**

## Standardy – současný stav

### Česká republika – normy vydává ČNI

- ❑ Rozdělení do tříd 01 až 99;  
materiály – kovové materiály (hutnictví) jsou  
ve třídě 41 a 42,  
a ve třídách pro určitou aplikaci např. 02 – letectví a  
kosmonautika  
např. **ČSN 41 1373; ČSN 42 2305**
- ❑ Harmonizované evropské normy – Definice a rozdělení  
ocelí **ČSN EN 10020** (42 0002 = třídící znak)
- ❑ Harmonizované evropské normy převzaté z ISO  
**ČSN EN ISO 6506 Brinell hardness test**



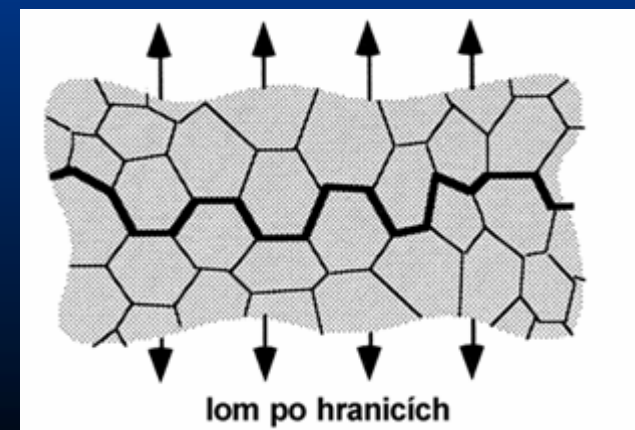
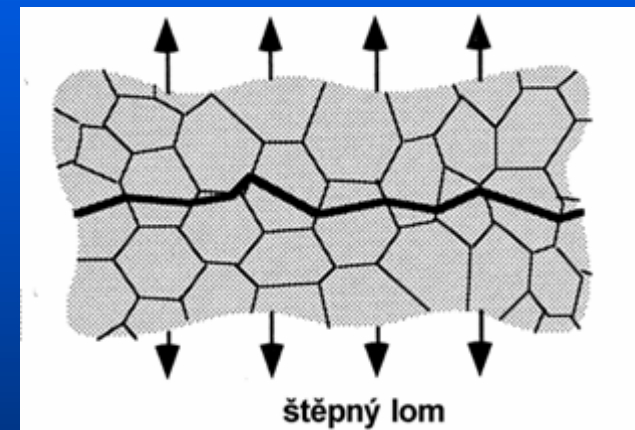
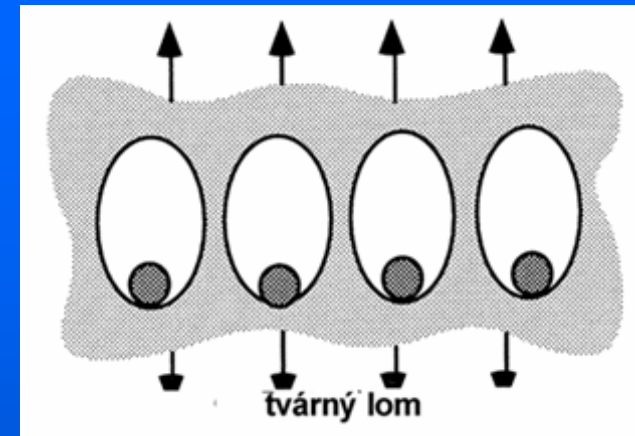
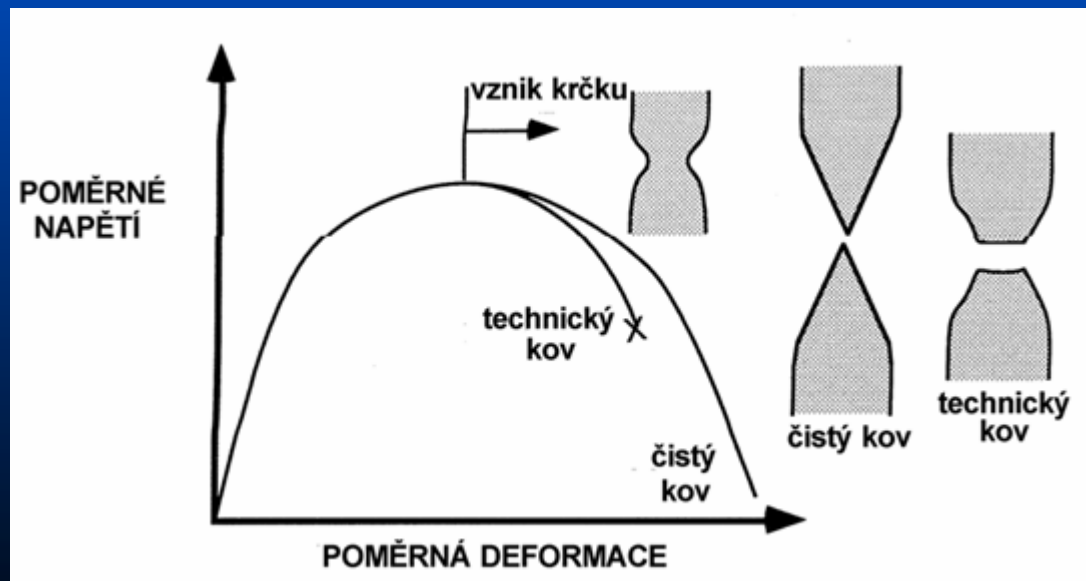
# Úloha struktury

Nečistoty (vměstky, plyny)

Velikost zrna (strukturní jednotky)

Přítomnost fází (ferit, perlit, bainit martenstit) a jejich morfologie

Přítomnost částic (disperze, precipitát)



## *Nízkouhlíkové oceli*

Mn ~ 1,65 %; Cu ~ 0,4 (0,6)%; Si ~ 0,5(0,6)%

nelegovaná uhlíková ocel neobsahuje žádný prvek přidáný za účelem ovlivnění struktury

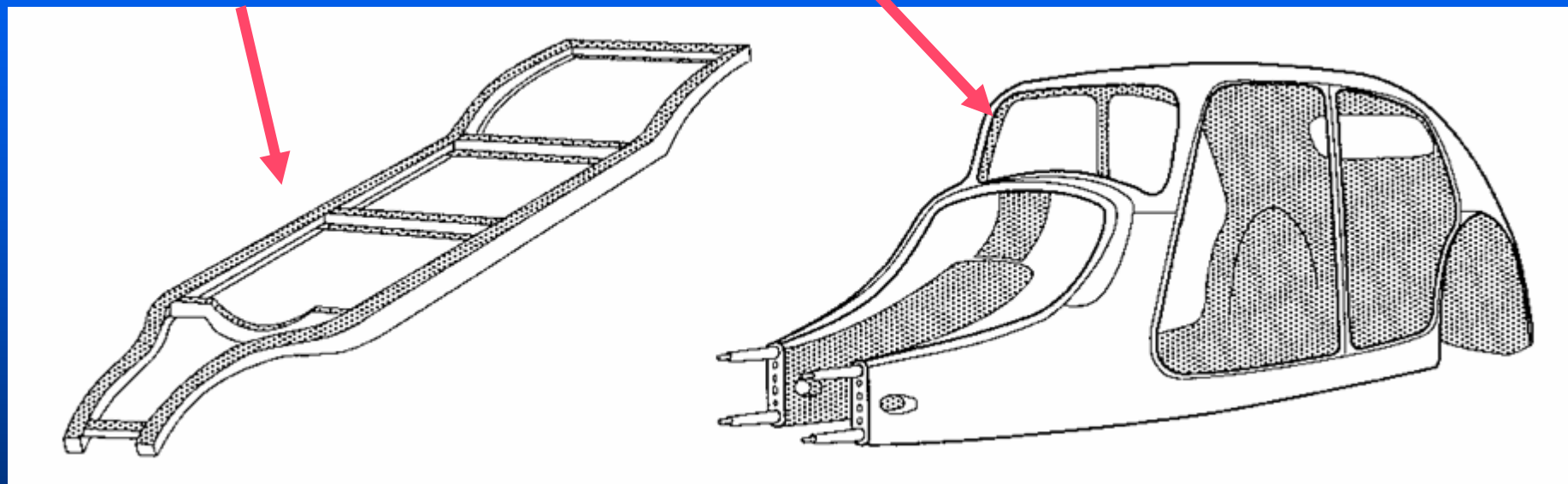
Nízkouhlíkové oceli ( do 0,3%C)

- konstrukční svařitelné oceli
- hlubokotažné oceli
- arema, behanit



# První samonosná ocelová karoserie 1939 – Citroën Light 15

ocelové šasi



Vývoj technologie válcování , výroba tenkých plechů  
dostatečné šířky a zavedením odporového svařování ke  
spojování tenkých ocelových plechů

**Předpoklad masové výroby aut**

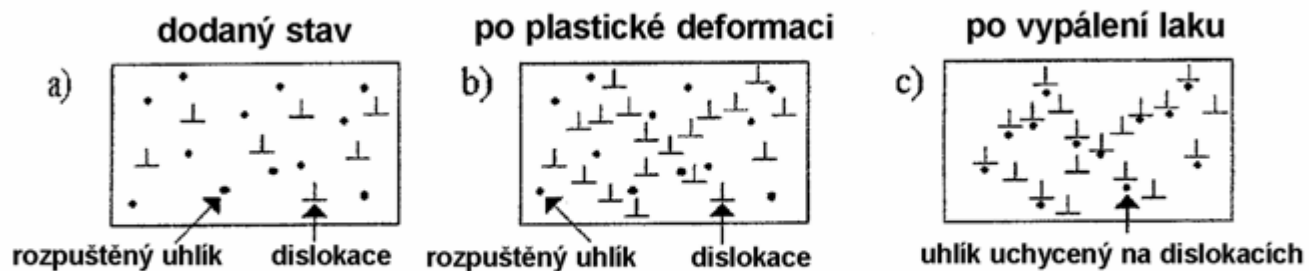
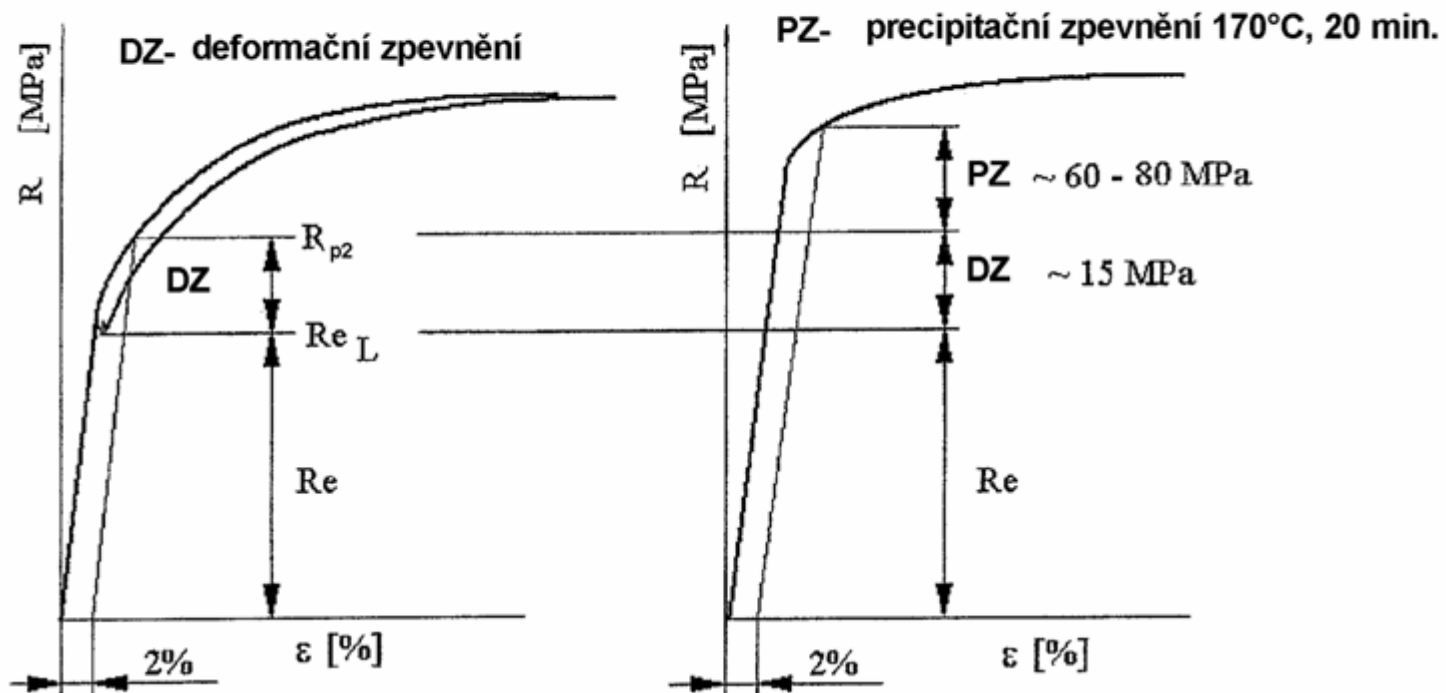
**IF – oceli** (interstitial free, bez-intersticiálních)

Oceli bez intersticiálů (C, N do 30 ppm +Ti, Nb)

Z těchto ocelí vznikly ULC - oceli ( ultra low carbon) s vysokou pevností

# bake hardening

# *BH oceli*



## *dvoufázové oceli*

Dual Phase Steel (dvoufázové oceli, nízkolegované)

mikrostruktura

5–20% tvrdých martenzitických jehlic a  
tvárnější feritická matrice

## TRansformačně Indukovaná Plasticita

- ocel pro lisování - charakteristická multifázovou strukturou
- jedna ze složek je metastabilní austenit.
- výběrem složení a termomechanického zpracování je stabilita zbytkového austenitu taková, že k transformaci dochází postupně během tvářecího procesu.

## *středně a vysoko uhlíkové oceli*

### *Nelegované oceli se středním obsahem C*

**(0,3-0,5)% C**

kalené a popuštěné - hřídele, nápravy, ozubená kola a výkovky

**(0,4-0,6)% C**

železniční kola (R7T), osy žel. dvojkolí

### *Nelegované oceli s vysokým obsahem C*

**(0,4-1,0)% C**

pružiny, dráty, nástroje

## *nízkolegované oceli*

kategorie feritických ocelí - zlepšení  
mechanických vlastností dosaženo legováním Ni,  
Cr, Mo, Si...V, Nb

- (1) Nízkouhlíkové kalené a popuštěné oceli
- (2) Středně uhlíkové ultra-pevné oceli
- (3) Ložiskové oceli
- (4) Žárupevné chrom-molybdenové oceli

## *středně legované a legované oceli*

Konstrukční oceli, které jsou podrobovány zatížení

Oceli na nástroje a lisovnice (opotřebení)

Magnetické slitiny aj. speciální oceli

Nerezavějící a žáruvzdorné oceli (feritické, martensitické, maraging, austenitické, duplexní)

Nástrojové oceli – uhlíkové, nízkolegované, legované, PM, ledeburitické





# Třídění podle ČSN (tvářené oceli 41x xxx.xx)

Základní značka      doplňkové číslo

1 x x x x . x x

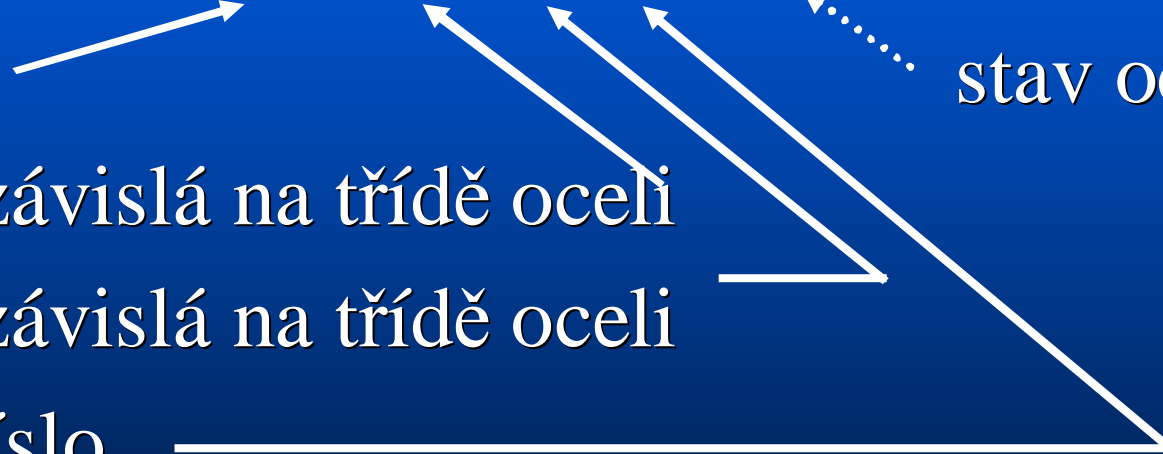
třída oceli

informace závislá na třídě oceli

informace závislá na třídě oceli

pořadové číslo

stav oceli



# Třídění podle ČSN

Základní značka      doplňkové číslo

**1**x x x x . x x

**Třída 10** - 3 a 4 číslice  $R_m$  v desítkách MPa (00 zákl. jakost)

**Třída 11** – 3 a 4 číslice  $R_m$  v desítkách MPa (1 =automat. ocel + C)

**Třída 12 až 16** – 3. číslice střední obsah legujících prvků v %; 4. číslice střední obsah C v desetínách %

**Třída 17 a 19** – 3 a 4 souvisí s chem. složením

# Třídění podle ČSN (litiny a oceli na odlitky 42 2xxx.xx)

Základní značka

doplňkové číslo

**42 2x xx . xx**

skupina (typ litiny, oceli)

charakteristická vlastnost

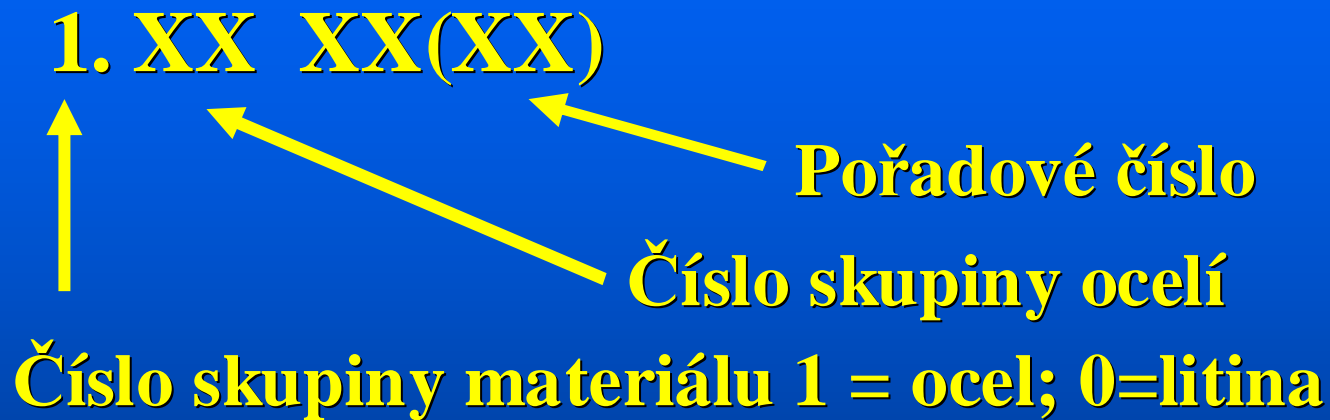
tepelné zpracování

způsob odlévání odlitků

# Třídění podle ČSN (litiny a oceli na odlitky 42 2xxx.xx)

Skupina	Typ litiny, oceli
<b>23</b>	Tvárné litiny
<b>24</b>	Šedé litiny
<b>25</b>	Bílé, tvrzené a temperované litiny
<b>26</b>	Uhlíkové oceli na odlitky
<b>27</b>	Nízko a středně legované oceli na odl. (forma písková)
<b>28</b>	Nízko a středně legované oceli na odlitky
<b>29</b>	Vysokolegované oceli na odlitky

# Označování ocelí podle EN - číselné označování



## Nelegované

00 (nebo 90) obvyklá jakost, 01-07 (nebo 91 –97) jakostní, 10-18 ušlechtilé

## Legované

08 (nebo 98) ,09 (nebo 99) jakostní, 20-89 ušlechtilé

# Označování je převzato z DIN (Werkstoffnummer)

■ 11 373 .....	1.0036 .....	S235G1	obvyklá j.
■ 11 375 .....	1.0038 .....	S235JRG2	
■ 11 378 .....	1.0114 .....	S235J0G3	jakostní
■ 15 127 .....	1.8963 .....	S355J2W	leg. ušlechtilá
■ 15 313 .....	1.7380 .....	10CrMo9-10	

# ČSN EN 10027-1 a ČSN ESIS IC 10

- podle použití a mechanických nebo fyzikálních vlastností

Schéma značky:

Základní symboly		Přídavné symboly pro oceli		pro výrobky
Písmeno	Vlastnost	Skupina 1	Skupina 2	

**GX**

mez kluzu

mez pevnosti

tvrdost

příp. mag. ztráty

# **X = S - oceli pro ocelové konstrukce**

XXX - třímístné číslo minimální mez kluzu pro  
nejmenší tloušťku výrobku [MPa]

## Skupina 1

	27J	40J	60J
+20	JR	KR	LR
0	J0	K0	L0
-20	J2	K2	L2
....	....	....	....
-60	J6	K6	L6

**M – termomechanické válcování**

**N – normalizační žíhání**

**G – jiné charakteristiky**



# X = S - oceli pro ocelové konstrukce

## Skupina 2

C – zvláštní tvařitelnost  
za studena

D – žárové kování

E – smaltování

F – kování

H – duté profily

L – pro nízké teploty

L – viz skupina 1

M – viz skupina 1

O – pro konstr. v  
pobřežních vodách

P - štětovnice

Q – viz. skupina 1

S – pro stavbu plavidel

T – na trubky

W – odolnost vůči atm. korozi

# **X = P - oceli pro tlakové nádoby**

xxx - třímístné číslo minimální mez kluzu pro  
nejmenší tloušťku výrobku [MPa]

## **Skupina 1**

**M** – termomechanické válcování

**N** - normalizační žíhání

**Q** – zušlechtěno

**B** – láhve na plyny

**S** – jednoduché tlakové nádoby

**T** – trubky

**G** – jiné charakteristiky

## **Skupina 2**

**H** – vysoké teploty

**L** – nízké teploty

**R** – normální teplota

**X** – vysoké i nízké teploty

# X = L - oceli pro potrubí

xxx - třímístné číslo minimální mez kluzu pro  
nejmenší tloušťku výrobku [MPa]

## Skupina 1

M – termomechanické válcování

N - normalizační žíhání

Q – zušlechtěno

G – jiné charakteristiky

## Skupina 2

A, B, C – třída požadavků

# X = E - oceli pro strojní součásti

(bez zvláštních požadavků na tvařitelnost a svařitelnost)

xxx - třímístné číslo minimální mez kluzu pro  
nejmenší tloušťku výrobku [MPa]

Skupina 1

Skupina 2

G – jiné charakteristiky

C – se zvláštní tvařitelností za studena

# **X = B - oceli pro výztuž do betonu**

xxx - třímístné číslo minimální mez kluzu  
pro nejmenší tloušťku výrobku [MPa]

## **Skupina 1**

H - tyče tvářené za tepla

N - normalizačně žíháno

## **Skupina 2**

písmeno udávající třídu

tvařitelnosti

# **X = Y - oceli pro předpínací výztuž do betonu**

xxxx - čtyřmístné číslo mez pevnosti v tahu [MPa]; v případě třímístného údaje je na prvním místě 0

## **Skupina 1**

**C - drát tažený za studena**

**H - tyče tvářené za tepla nebo předepjaté**

**Q - zušlechtěný drát**

**S - pramence**

**G - jiné charakteristiky**

## **Skupina 2**

**zatím nezavedeny**

## **X = R - oceli pro kolejnice**

**xxxx** - čtyřmístné číslo mez pevnosti v tahu [MPa];  
v případě třímístného údaje je na prvním místě 0

### **Skupina 1**

**Mn** - zvýšený obsah Mn

**Cr** - legováno Cr (příp. značky dalších předepsaných prvků)

**G** - jiné charakteristiky

### **Skupina 2**

**Q** - zušlechtěný stav

## **X = H; D; T; M - ploché výrobky, plechy**

- **H(mez kluzu); HT(pevnost)**  
*výrobky z výšepevných ocelí k tváření za studena*
- **D (C válc. za studena; D za tepla; X obojí)**  
*ploché výrobky k tváření za studena*
- **T (H+tvrdost; dvojnásobně redukované plechy - mez kluzu v MPa)**  
*obalové plechy*
- **M (ztráty W/kg - 100x tloušťka v mm)**  
*elektrotechnika*



# Příklady označování

- S235G1 .....11 373 obvyklá j.
- S235JRG2 ..... 11 375
- S235J0G3..... 11 378 jakostní
- S275J2G3 (11 448) - ČSN EN 10025
- S355NL (11503) - ČSN EN 10113
- S355J2W (15127) - ČSN EN 10155
- S690QL (16224) - ČSN EN 10137

# Značky ocelí podle chemického složení ČSN EN 10027 - 1 a ČSN ESIS IC 10

## 1 – Nelegované oceli se středním obsahem Mn < 1%

(G)C<sub>xxx</sub> (stónásobek obsahu uhlíku)

Skupina 1

E – předepsaný max. obsah síry  
R – předepsaný rozsah obsahu síry  
D – tažený drát  
C – pro tváření za studena  
S – pro pružiny  
U – nástrojové  
W – pro svářecí dráty

Skupina 2

Značky dalších  
přídavných prvků

- C25R – 12 030 – EN10083 (oceli k zušlechťování)
- C86D – 12090 – EN10016 -2 (drát z nelegované oceli k tažení..)
- C70U – 19132 – nástrojové nelegované oceli

**2 - nelegované oceli se středním obsahem Mn $\geq$ 1%; legované oceli se středními obsahy legujících prvků pod 5%**

- (G pokud se jedná o ocel na odlitky)
- Stonásobek střední hodnoty %C
- Chemické značky legujících prvků
- Střední obsah legujícího prvku vynásobený koeficientem

<u>legující prvek</u>	<u>koeficient</u>
Cr, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Ti, Nb, Ta, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

# Příklady

- 10S20 // 11 109 – automat. ocel 0,11%C a 0,2%S
- 28Mn6 // 13 141 – k zušlechťování 0,28%C, 1,5 Mn
- 13CrMo4-5 //121- vyšší teploty 0,13%C, 1% Cr, 0,5 % Mo
- 10CrMo9-10 // 15 313 – vyšší teploty 0,1%C, 2,25% Cr, 1% Mo
- 35CrMo8 - 3// 19 520 – nástrojová ocel 0,35% C, 2%Cr, Mo cca 0,3%

## 3 -legované oceli (kromě rychlořezných) se středním obsahem alespoň jednoho prvku nad 5%

- (G)
- písmeno X
- stonásobek předepsaného obsahu uhlíku
- chemické značky legujících prvků
- čísla oddělená spojovníky vyjadřující střední obsah legujících prvků zaokrouhlený na nejbližší vyšší číslo

# Příklady

- X6CrAl13 // 17 125 nerez žáruvzdorná ocel 0,06%C, 13%Cr, 0,9%Al
- X20Cr13 // 17 022 — korozivzdorná martenzitická 0,2%C, 13% Cr
- X3CrNiMo17-13-3 //17 352 — korozivzd. martenzitická  
0,03%C, 17%Cr, 13%Ni, 3% Mo
- X8Ni9 // není ekv. ČSN - ocel pro ploché výrobky na tlakové nádoby
- X40CrMoV5-1-1 // 19 554 — nástr. leg. ocel pro práci za tepla

## 4 - rychlořezné oceli

### ■ HS

- Následují čísla udávající střední obsahy legujících prvků v pořadí

**W-Mo-V-Co**

### Příklady

HS18-0-1// 19 824 — rychlořezná ocel na řezné nástroje

18%W, 0%Mo, 1%V

HS10-4-3-10//19 861 - Radeco M10



# Litiny ČSN EN 1560

## EN-GJ (grafit)(matrice)

lupínkový	L	A	austenit
kuličkový	S	F	ferit
temperovaný	M	P	perlit
vermikulární	V	M	martenzit
ledeburitická lit.	N	L	ledeburit
zvláštní struktura	Y	Q	kaleno
		T	kaleno+popuštěno
		W	bílý lom temperovaná lit.
		B	černý lom temperovaná lit.

# Litiny ČSN EN 1560

- další místa mohou být mechanické charakteristiky a zkušební vzorek (S- odděleně litý, U- přilítý, C- z odlitku)

příklad: **EN GJSF-350-22U; EN GJL-HB155**

- nebo chemické složení  
**EN GJL- XNiMn 13-7**

# Třídění podle ČSN (neželezné kovy a slitiny 42 xxxx.xx)

42 **x** x x x . x x

3 - těžké nežel. slitiny }  
4 - lehké nežel. slitiny }

0,2,4,6,8 – tvářené slitiny }  
1,3,5,7,9 – slévárenské slitiny }

informace o složení

pořadové číslo

# Třídění podle ČSN (těžké neželezné kovy a slitiny 42 3xxx.xx)

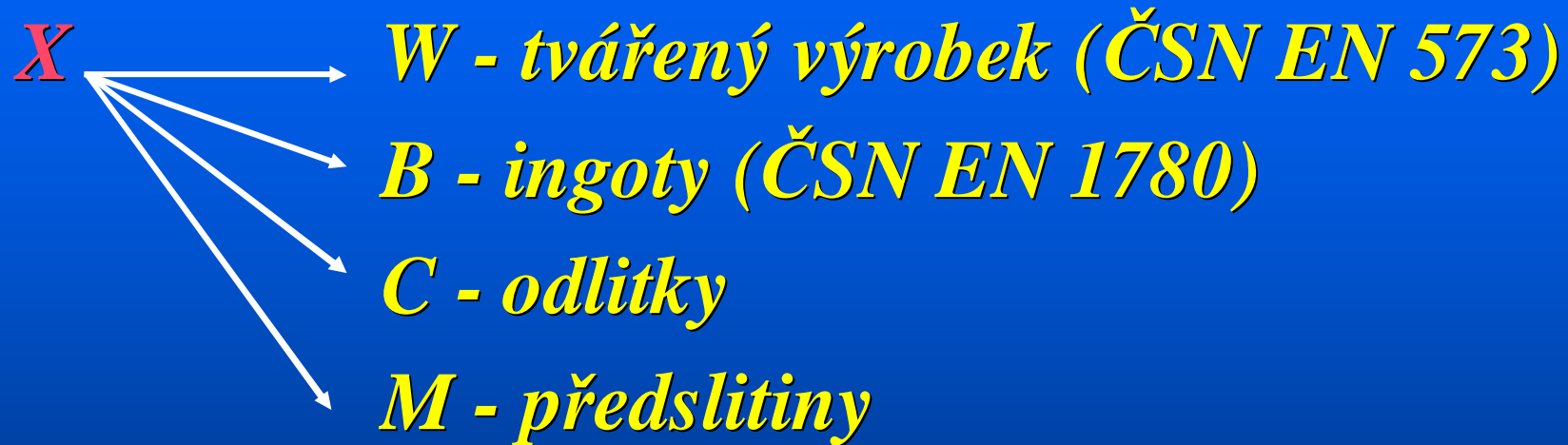
Skupina	Typ neželezného kovu a slitiny
30	Měď a slitiny mědi tvářené
31	Měď a slitiny mědi slévárenské (bronzy)
32	Tvářené mosazi
33	Slévárenské mosazi
34	Nikl, zinek a jejich slitiny tvářené
35	Nikl, zinek a jejich slitiny slévárenské
36	Olovo, cín, antimon a jejich tvářené slitiny
37	Olovo, cín, antimon a jejich slévárenské slitiny
38	Vzácné kovy a jejich slitiny
39	Nízkotavitelné slitiny

# Třídění podle ČSN

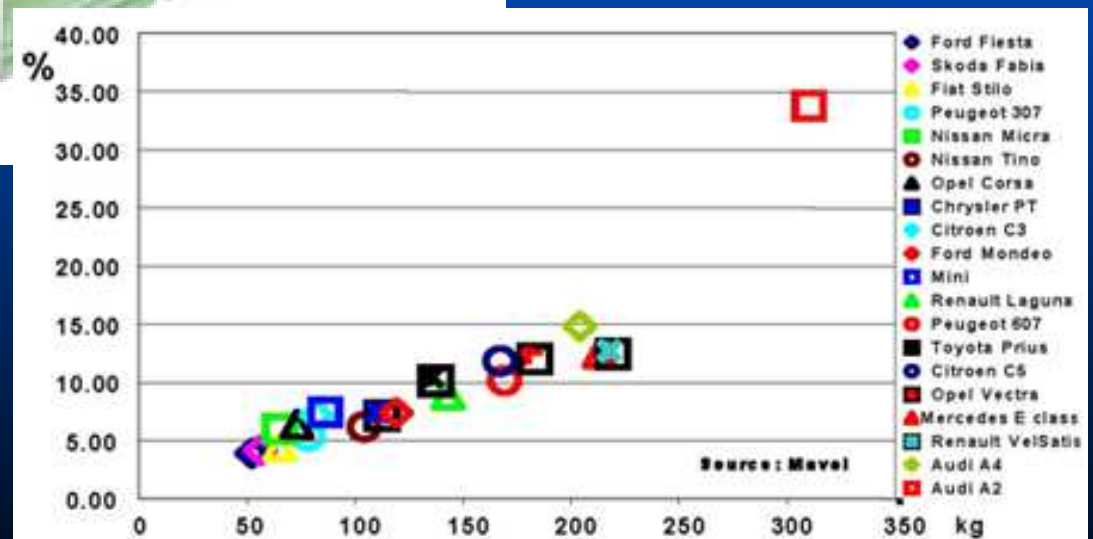
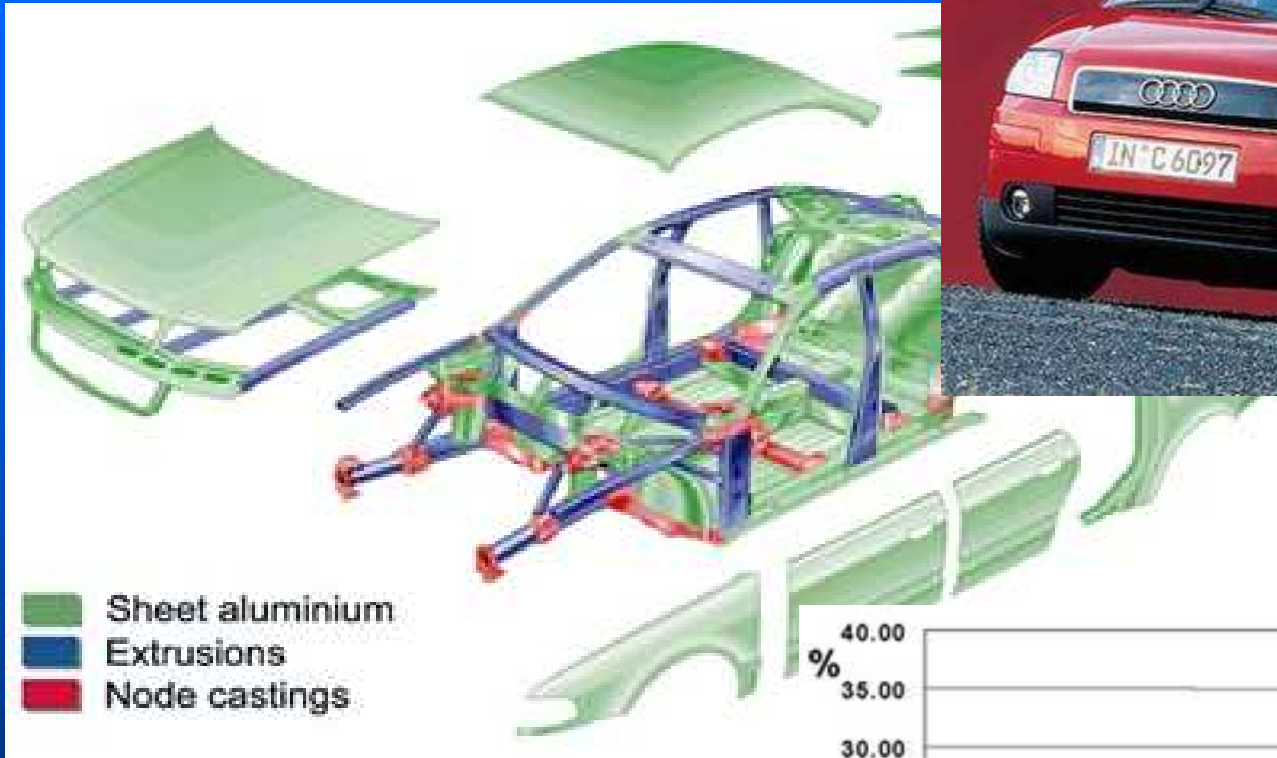
## (lehké neželezné kovy a slitiny 42 4xxx.xx)

Skupina	Typ neželezného kovu a slitiny
40	Hliník tvářený
41	Hliník slévárenský
42	Slitiny hliníku tvářené (Al – Cu -.....)
43	Slitiny hliníku slévárenské (Al – Cu, Al – Si, ....)
44	Slitiny hliníku tvářené (Al – Mg -.....)
45	Slitiny hliníku slévárenské (Al – Mg, ....)
46	Berylium a titan, jejich tvářené slitiny
49	Hořčík a slitiny hořčíku slévárenské

# Hliník a jeho slitiny EN AX



X



# Hliník a jeho slitiny



- ✓ **Nízká měrná hmotnost**
  - ✓ **Dobrá el. a tepelná vodivost**
  - ✓ **Poměrně dobrá pevnost**
  - ✓ **Poměrně snadná zpracovatelnost**
  - ✓ **Poměrná stálost na vzduchu**
  - ✓ **Slitiny hliníku, pokud neobsahují měď, velmi dobře odolávají korozi v atmosféře a látkám kyselé povahy,**
  - ✓ **Dobře se svařují v ochranné atmosféře**
  - ✓ **Vratný odpad se poměrně snadno zpracovává**
- ✓ **Odolnost proti působení alkalických látek je malá**
  - ✓ **Nízká tvrdost → tedy snadné zhmoždění povrchu zpracovávaného materiálu**
  - ✓ **Špatné třískové obrábění**
  - ✓ **Slitiny hliníku mohou být napadeny elektrochemickou korozi, jsou-li v konstrukci ve vodivém styku s ostatními kovy a slitinami**



# Slitiny Al - mechanismy zpevnění

Čistý Al má nízké hodnoty  $R_e, R_m$ , zvyšují se:

## 1) Legováním –

- ❑ Prvkem, který tvoří s v fcc mřížce Al substituční tuhý roztok – rozpuštěné atomy vyvolávají zpevnění, které je střední velikosti
- ❑ Prvky, které se rozpouští v mřížce hliníku a následně vytváří precipitáty (proces vytvrzování). Významné zpevnění.

## 2) Tvářením za studena

- ❑ Deformací (např. válcováním) - zvýšení hustoty dislokací - deformační zpevnění .

*Vhodné legování a následné zpracování umožní získat hliníkovou slitinu o pevnosti vyšší než 600 MPa.*

## Druhy Al slitin

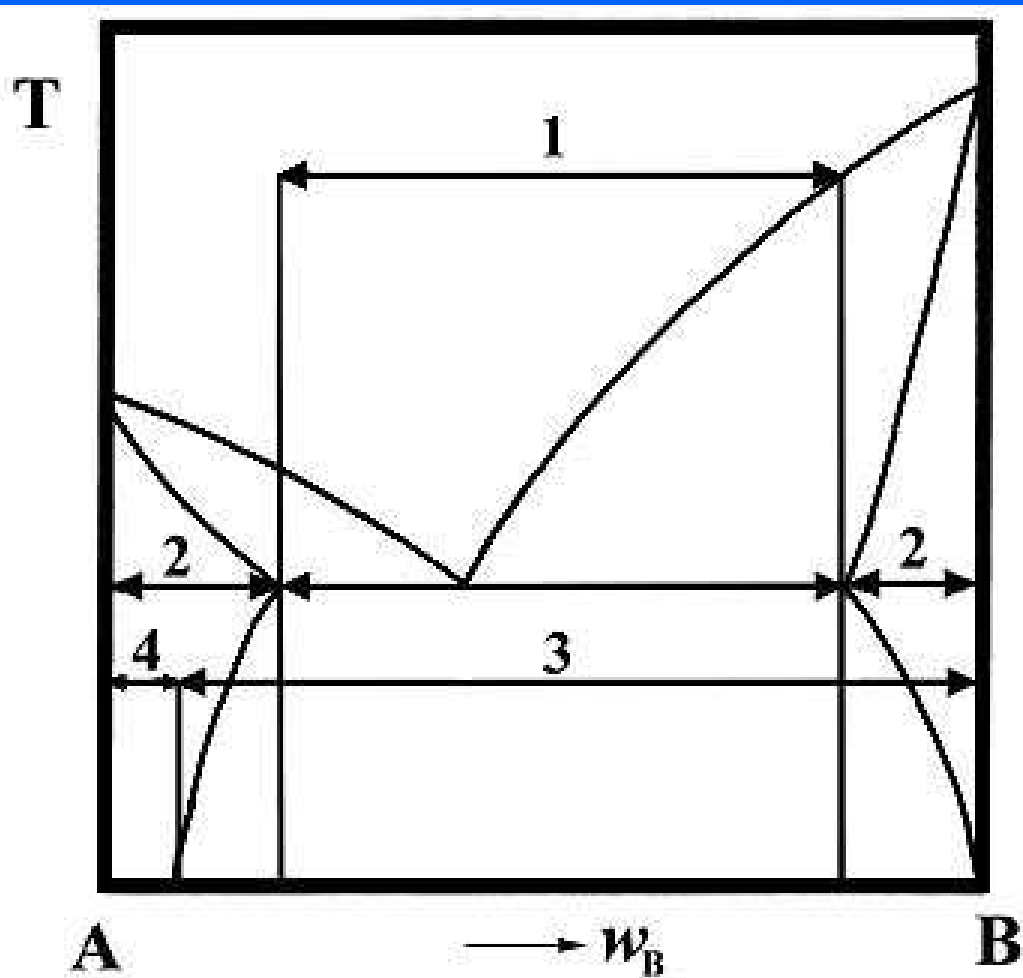
Podle způsobu výroby na

- ✓ Tvářené slitiny (odlité a následně mechanicky zpracované např. válcováním, protlačováním atd.)
- ✓ Slitiny na odlitky

Uvedené dvě základní skupiny Al slitin se dále dělí na

- ✓ Vytvrditelné - formou precipitačního zpevnění vhodným tepelným zpracováním.
- ✓ Nevytvrditelné - v případě tvářených slitin se používá deformační zpevnění

# Druhy Al slitin



- 1 slévárenské slitiny
- 2 slitiny určené k tváření
- 3 precipitačně vytvrditelné slitiny
- 4 precipitačně nevytvrditelné slitiny

# podskupina

# legující prvek

Tvářené	Vytvrditelné	2xxx 4xxx 6xxx 7xxx 8xxx	Cu, (Mg) Si Mg, Si Zn, Mg, (Cu) Jiné (Fe, nebo Sn, nebo Li)
	nevytvrditelné	1xxx 3xxx 5xxx	“Čistý” Al Mn (Mg) Mg
Odlitky	Vytvrditelné	2xx.x 3xx.x 7xx.x	Cu Si, Cu/Mg Zn, (Mg)
	nevytvrditelné	1xx.x 4xx.x 5xx.x	“Čistý” Al Si Mg

# 1xxx – zpevnění tvářením

nemá využití jako konstrukční materiál

- Garance 62% vodivosti mědi – výhody cena a poměr (vodivost/hmotnost)
- Odolnost vůči oxidaci
  - Film do tloušťky 2-5nm roste rychle, pak je jeho růst významně pomalejší
  - Anodická oxidace, eloxování
    - » Al tvoří anodu (+) v 15%  $\text{H}_2\text{SO}_4$
    - » Film může mít tloušťku  $\sim 5\mu\text{m}$
    - » Film je možné obarvit

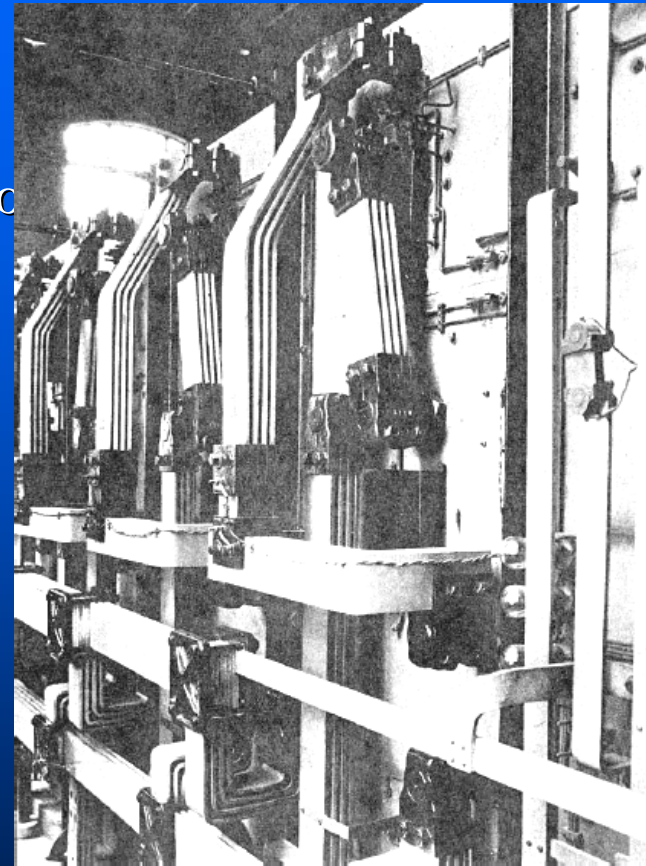
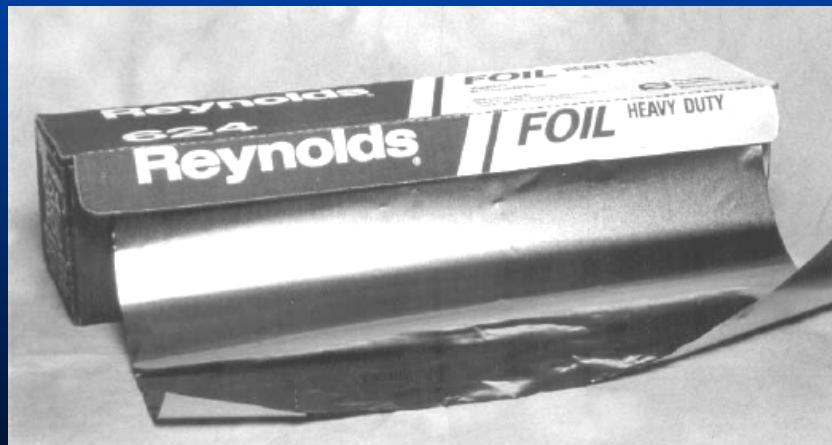
- 1xxx: komerčně čistý hliník

- Elektrické sběrnice 1350

- (vodivost klesá s rostoucím obsahem nečistot)

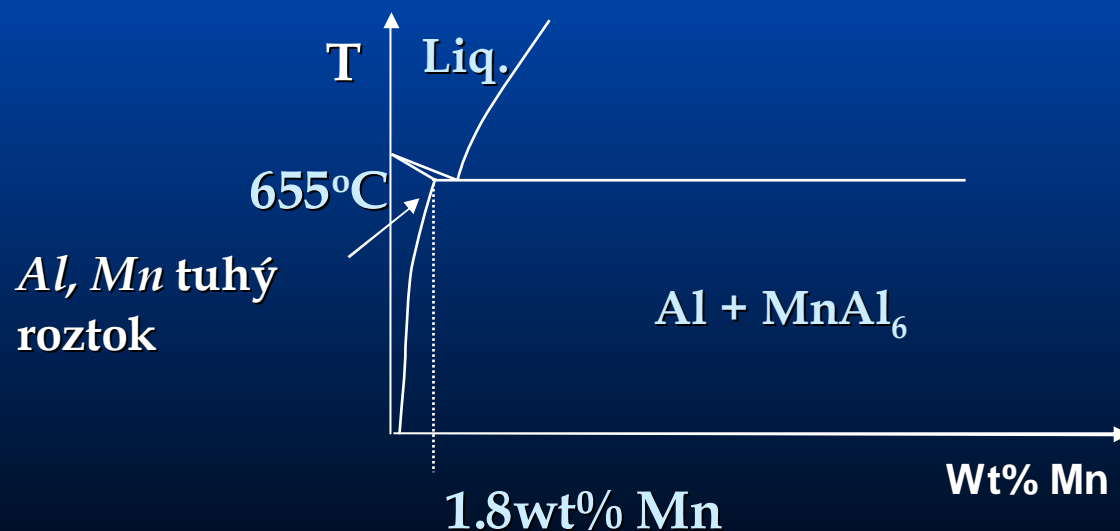
- Potravinářské fólie

- (tvařitelnost, oxidy a koroze Al)

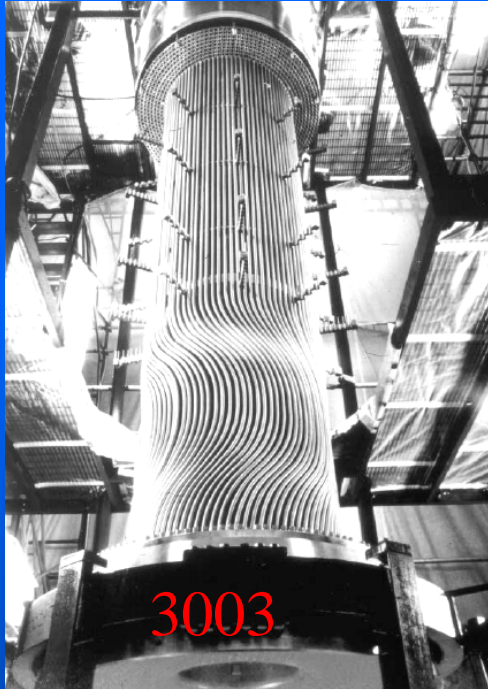


## 3xxx - tvářené slitiny - nevytvrditelné

- slitiny Al-Mn a Al-Mn-Mg
- Maximální rozpustnost Mn v Al je 1.8% - je menší za přítomnosti nečistoty Fe
- Komerční slitiny obsahují < 1.25 hm % Mn



Na Al bohatý konec  
binárního diagramu  
*Al-Mn*

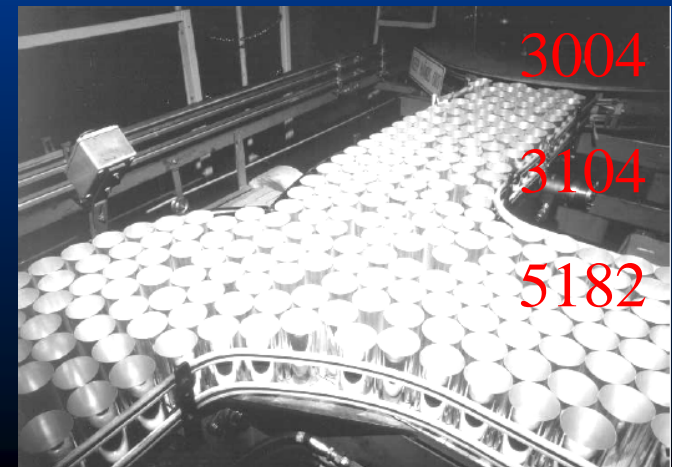


- Vynikající tvařitelnost a korozní odolnost
- Typické hodnoty pevnosti (110-285)MPa
- Snadné spojování všemi komerčními postupy

Výměník tepla pro elektrárnu

Příprava a skladování potravin, přeprava chemikálií, výměníky, součásti aut - klimatizace, chladiče.

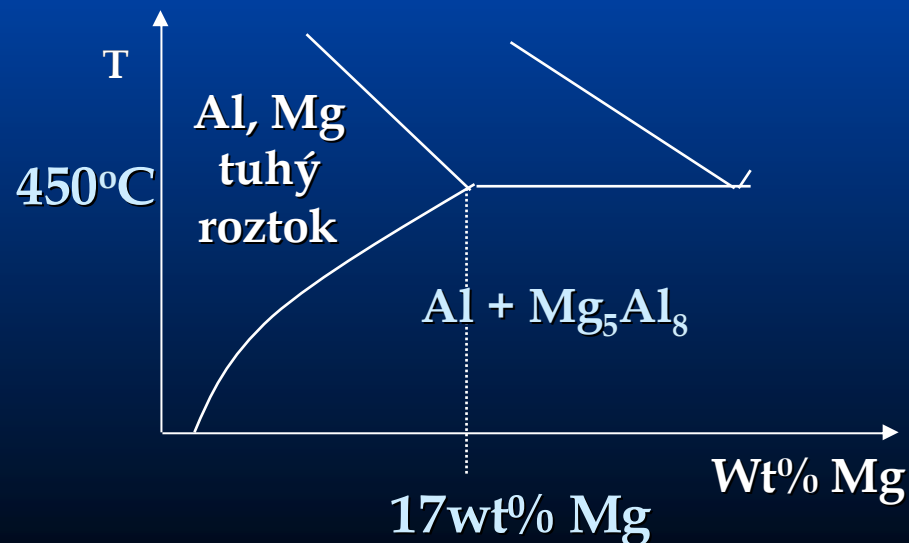
Plechovky na nápoje válec 3XXX dno a víko 5182





## 5xxx tvářené - nevytvrditelné

- Al-Mg slitiny
- Velká rozpustnost Mg v mřížce Al vyvolává značné zpevnění tuhého roztoku
- V komerčních slitinách se používá Mn do koncentrace 5% Mg (větší množství vede ke vzniku  $Mg_5Al_8$  částic – špatné z hlediska korozního praskání)



Na Al bohatý konec  
binárního diagramu  
Al-Mg



Vynikající korozní  
odolnost,  
svařitelnost, stavby a  
konstrukce, auta,  
kryogenní technika,  
součásti pro výrobu  
lodí

Pevnost v rozmezí  
(125 – 350) MPa



# HXX tvářené slitiny – nevytvrditelné

-H1X deformačně zpevněné

-H2X deformačně zpevněné a žíhané

-H3X deformačně zpevněné a stabilizované

-H4X deformačně zpevněné a lakované

HX1 1/8

HX2 2/8

HX3 3/8

HX4 4/8

HX5 5/8

HX6 6/8

HX7 7/8

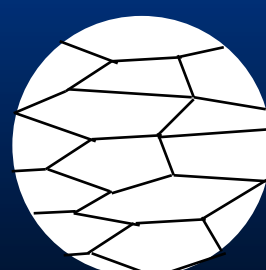
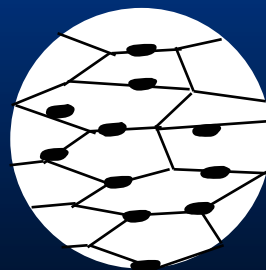
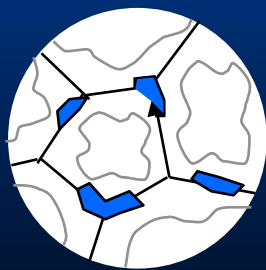
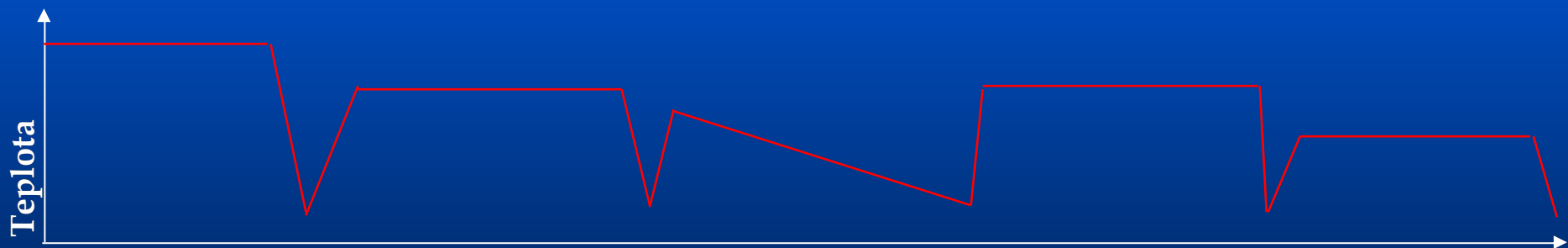
HX8 zcela tvrdý  
(~75% redukce)

HX9 extra tvrdý

## tvářené slitiny – vytvrditelné

- obsahují legující přísady, které se za vyšších teplot rozpustí v tuhém roztoku - za nízkých teplot se vylučují ve formě precipitátů
- precipitáty znesnadňují pohyb dislokací a tak zvyšují odpor materiálu vůči plastické deformaci - blokování dislokací závisí na velikosti, tvaru a rozdělení precipitátů
- optimální zpevňující efekt (maximální tvrdost) závisí na kombinaci dvou parametrů – teploty a doby stárnutí

# tvářené slitiny –vytvrditelné: proces vytvrzování



Obrázky mikrostruktur jsou schématické (precipitáty nejsou v měřítku)

## tvářené slitiny - 2xxx série

### ■ Slitiny Al-Cu a Al-Cu-Mg

vyšší pevnost jak za normální teploty, tak i za teplot zvýšených (180 až 430 MPa)

spojování součástí je zpravidla mechanické.

- Al-Cu je modelovou slitinou, v praxi méně používanou
- Al-Cu-Mg “Dural” (Al-3.5Cu-0.5Mg-0.5Mn) je první vytvrditelnou slitinou (objevena náhodně 1906 Alfredem Willemem)

### ■ Slitiny používané na stavbu letadel

- 2618 (Al-2.2Cu-1.5Mg-1Ni-1Fe) byla vyvinuta na potah letadla Concorde (T=130°C at Mach 2)

### ■ Problém je koroze – pokrývá se vrstvou Al nebo Al-Zn

## Tvářené slitiny - 2xxx série



palivové nádrže nosné rakety raketoplánu jsou ze slitiny řady 2xxx, původně se používaly slitiny 2219 a 2419, nyní slitina Al-Li, která je svařitelná 2195

## tvářené slitiny - 4xxx série

### Al-Si slitiny

dobrá tvařitelnost, pevnost (170 – 350) MPa

použití

4032 – kované písty motorů letadel

4043 – výplň svarů slitin řady 6xxx

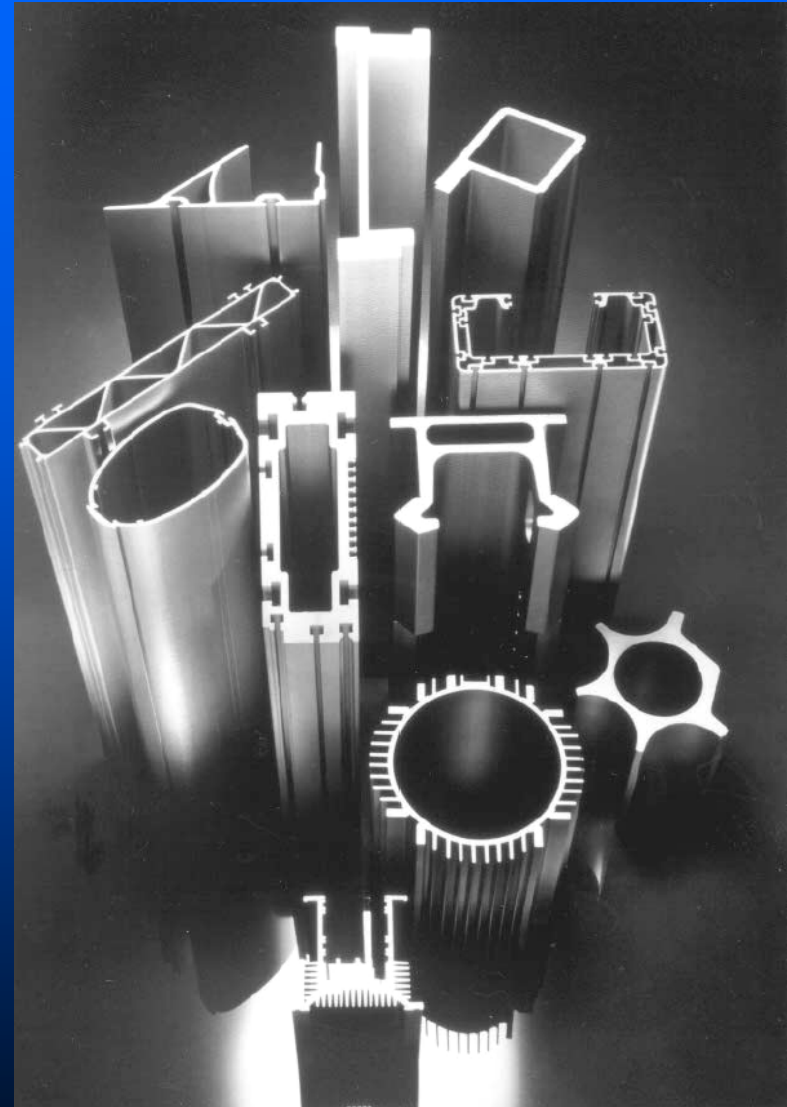
konstrukce, auta



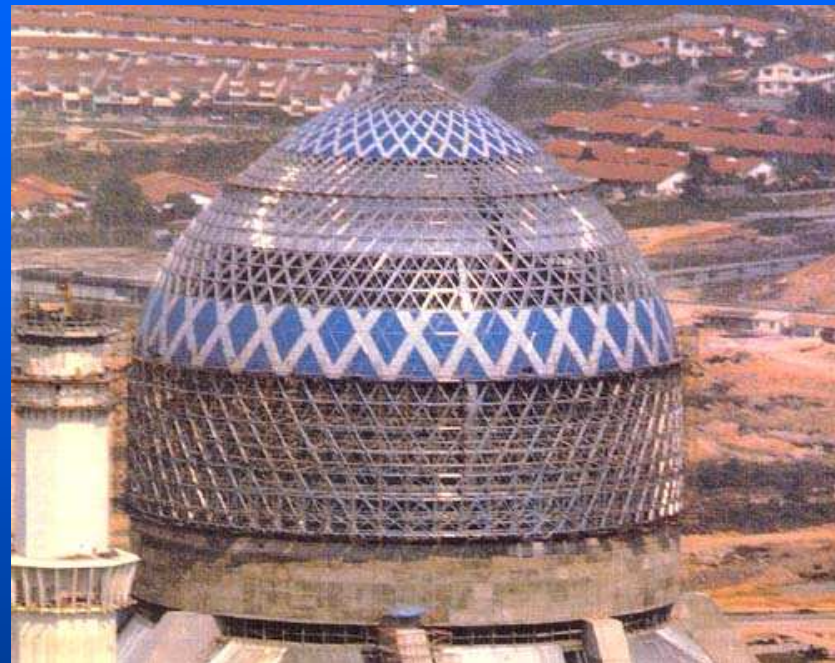
## tvářené slitiny - 6xxx série

### Al-Si-Mg slitiny

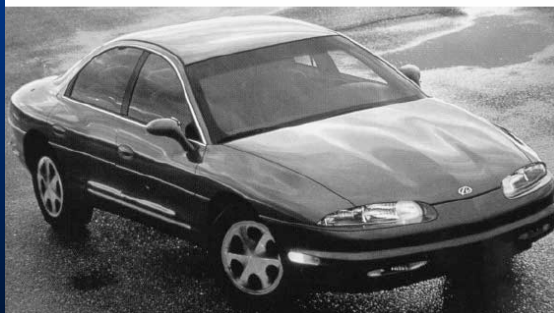
- o vysoká odolnost vůči korozi
- o vhodná k výrobě vytlačovaných profilů
- o pevnost (125– 400) MPa,
- o svařitelná.



## tvářené slitiny - 6xxx série



**Shah Alam State Mosque, Selangor,  
Malaysia**



## tvářené slitiny - 7xxx série

### Al-Zn-Mg (Cu)

- o Slitiny s největší pevností (UTS > 600 MPa)

- o Nízký obsah Cu 7xxx

7005, 7029 nárazníky

- o 7xxx s obsahem mědi

vysoká pevnost, použití v konstrukci letadel a  
nejnověji i osobních aut

## tvářené slitiny –vytvrditelné

- T1 – ochlazeno z teploty tvarování + PS /6XXX/
- T2 – ochlazeno z teploty tvarování + tváření + PS
- T3 – rozpouštěcí žíhání + tváření + PS
- T4 – rozpouštěcí žíhání + PS
- T5 – ochlazeno z teploty tvarování + US /6XXX/
- T6 – rozpouštěcí žíhání + tváření + US
- T7 – rozpouštěcí žíhání + přestárnutí
- T8 – rozpouštěcí žíhání + tváření + US
- T9 – rozpouštěcí žíhání + US + tváření
- T10 – ochlazeno z teploty tvarování + tváření + PS

T\_51 T\_510 T\_511 odstranění pnutí deformací

# slévárenské slitiny

- určeny k výrobě tvarových odlitků litím do písku, do kovových forem nebo tlakově



- Tuhlosty odlitků závisí na obsahu sířičku a na způsobu odlévání, max. 250 MPa

- Tuhlost závisí k nejvyššímu obsahu sířičku v Al neomezeně

v ta... k rozpustnost malá - s vyšším obsahem sířičku je nutno modifikovat, tj. do roztavené slitiny - kovový sodík nebo sodné soli těsně před odléváním >> jemná krystalizace křemíku a zlepší se mechanické vlastnosti.

slitiny se používají pro složité, tenkostěnné odlitky.

# Hořčík a jeho slitiny - EN 1754

EN-MX ← A pro anody  
← B pro ingoty  
← C pro odlitky

- 1xxxx (Mg)
- 2xxxx (Al) „elektron“ MgAl<sub>8</sub>Zn<sub>1</sub> = 424911
- 3xxxx (Zn)
- 4xxxx (Mn)
- 5xxxx (Si)
- 6xxxx (RE)
- 7xxxx (Zr)

<http://www.chemservis.cz/plasty.htm>

## ■ LDPE - polyetylen o nízké hustotě

obaly na palety, samosmrštitelné obaly, skleníkové fólie, víčka na láhve, izolace, potahování hliníkových a papírových obalů atd.

## ■ HDPE - polyetylen o vysoké hustotě

obaly na potraviny, obaly do mrazniček („mikroten“), obaly na barvy, zavlažovací a odpadní trubky, obaly na saponáty

## ■ PET - polyethylenterftalát

láhve na nápoje sycené CO<sub>2</sub>, vlákna do podušek a spacích pytlů, textilní vlákna (tesil)



## **PVC - polyvinylchlorid**

vodní, kanalizační, parovodní a plynové potrubí, povlaky na telefonní a elektrické vodiče, žlaby, okapy, okna, střešní a podlahové krytiny, záclonové kolejnice, nádoby na kosmetiku, oleje a podobné potřeby pro domácnost, podešve bot, nepromokavé oděvy, čalounění

## **PS - polystyren**

plastové příbory, videokazety, tepelně odolné šálky, podnosy, různé ochranné obaly, v elektrotechnice, gramofonové desky, hračky, pěnový PS jako tepelný izolátor

## **PP - polypropylen**

nádoby a potrubí na horkou vodu, lisované části automobilů, nádoby do mikrovlnky aj. stolní náčiní, injekční stříkačky, podklady pro koberce, slámky, povlaky drátů a kabelů, potrubí chemických závodů, potažené a laminované výrobky (pro kompozitní materiály), vyložení nádrží

## **PVAC - polyvinylacetát**

do emulzních nátěrových hmot (latexů), k povrchové úpravě papíru, k výrobě lepidel

## **PMMA - polymethylmetakrylát**

„plexisklo“ - náhražka běžného skla, též surovina v zubní protetice

## **PTFE - polytetrafluorethylen**

potrubí a těsnění v chemickém průmyslu, kostní protézy, povlaky pánví

## **PAN- polyakrylonitril**

textilní vlákna

## **PUR - polyuretan**

čalounění, textilní materiály, náhražka obuvnické usně, výroba lepidel

## **PA - polyamid**

textilní vlákna, ozubená kola, lana

## **PES - polyethersulfon**

textilní vlákna, filmy, magn.pásky, lana, zesíťované formy PES jako základy lepidel, nátěrových hmot a pryskyřic (v kombinaci se sklem - sklolamináty) a pro výrobu sportovního nářadí

## **PC - polycarbonát**

hokejová hrazení, střešní světlíky, kompaktní disky

## **PHEMA poly (2-hydroxyethylmetakrylát)**

kontaktní čočky

## **PF - fenolformaldehdydová pryskyřice**

do lepidel a nátěrových hmot, zesíťované formy PF v kombinaci s vhodnými podklady jako vrstvené obkladové materiály pro nábytek

## **EP - epoxidová pryskyřice**

pro tmely, lepidla a laky

## **SAN - styren-akrylonitrilový kopolymer**

kuchyňské potřeby (šálky, poháry aj.), klávesy psacích strojů, části chladniček

## **ABS - akrylonitril-butadien-styrenový kopolymer**

součásti karoserií, obuvnické podpatky, potrubí, stavební panely, nádoby atd.

- **NR - přírodní kaučuk**

pláště pneumatik, pružná uložení, povlaky válců

- **SBR - styren - butadienový kaučuk**

pláště pneumatik, pěnová pryž, latex do nátěrových hmot

- **HSR - vysokostyrenový kaučuk**

obuvnický materiál na podešve

- **CR - chloroprenový kaučuk**

vytlačované profily, dopravní pásy, hadice, lepidla

- **NBR -akrylonitril-butadienový kaučuk**

hřídelové těsnění, těsnicí kroužky, obložení cisteren

- **IR - butylkaučuk**

vzdušnice pláště pneumatik

- **PB - butadienový kaučuk**

běhouny pneumatik, obuvnictví

- **Si - silikonový kaučuk**

těsnění

- **EPR - etylenpropylenový kaučuk**

profily, kabely, střešní krytiny

- **ABR - akrylátový kaučuk**

technická pryž

- **FC - fluorkaučuk**

těsnění a nátěrové hmoty