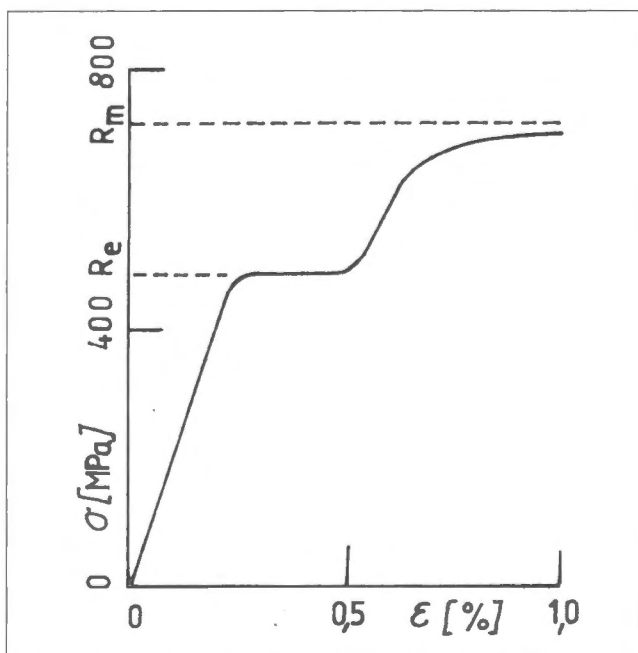


Betonářská ocel se má rozlišovat nejen podle výrazné nebo smluvní meze kluzu, ale i podle jiných vlastností (např. podle pracovního diagramu a svařitelnosti), které jsou dány způsobem výroby (např. legováním a válcováním za tepla, tepelným zpracováním a tvářením za studena).

*Steel for ordinary reinforcement should be classed not only according to elastic limit or conventional yield point at 0,2% strain but also according to other properties (e.g., stress-strain diagram and weldability) given by method of manufacture (e.g., low-alloying and hot-rolling, quenching and stress-relieving, cold stretching).*

Spotřebu oceli v betonových konstrukcích je možné zmenšit širším uplatněním betonářské výztuže s mezí kluzu 490 MPa. Taková poměrně vysoká mez kluzu se dá dosáhnout třemi výrobními postupy: legováním, tepelným zpracováním a tvářením za studena. I když ocele vyrobené těmito postupy vykazují tutéž mez kluzu, mohou se lišit jejich jiné vlastnosti významné pro použití v betonových konstrukcích. Je proto zapotřebí již v označení druhu ocele vyjádřit způsob výroby. K tomu slouží zavedená zásada pětimístného číselného označování oceli pro betonářskou výztuž. První dvojčíslí 10 vyjadřuje zařazení betonářské výztuže do oceli třídy 10. Druhé dvojčíslí udává normovou hodnotu meze kluzu v  $\text{kp.mm}^{-2}$ ; upozorňuje se, že  $1 \text{ MPa} = 9,81 \text{ kp.mm}^{-2}$ , takže např. oceli 10505 přísluší normová mez kluzu 490 MPa. Hutě totiž vycházejí ze skutečné hodnoty gravitační konstanty  $9,81 \text{ m.sec}^{-2}$ , zatímco se při určení zatížení konstrukcí zavedla přibližná hodnota  $10,0 \text{ m.sec}^{-2}$ . Význam páté číslice je stanoven takto: 5 přísluší oceli válcované za tepla se zaručenou svařitelností, 6 oceli válcované za tepla s dobrou svařitelností, 7 oceli válcované za tepla s obtížnou svařitelností, 8 oceli válcované za tepla a pak tvářené za studena a konečně 9 oceli válcované za tepla a pak tepelně zpracované.



Obr. 1 – Pracovní diagram legované ocele za tepla válcované 10505 / Stress-strain diagram of the hot-rolled alloy steel 10505

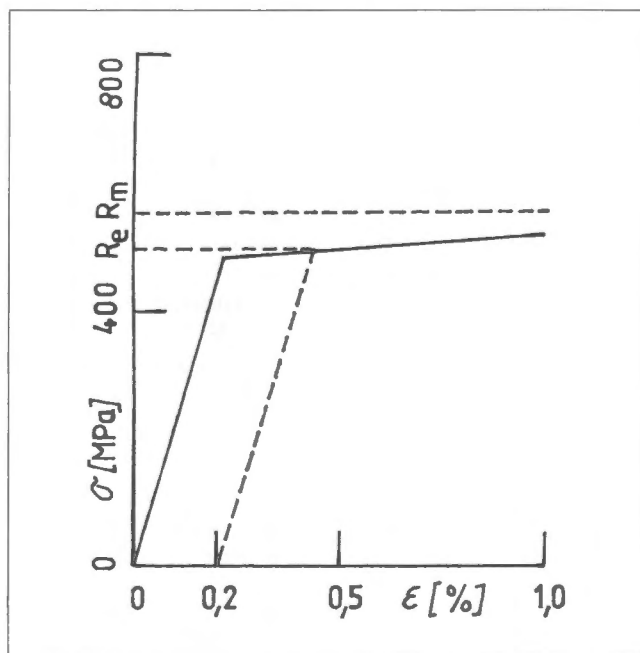
## Legovaná ocel za tepla válcovaná

V *Třineckých železárnách a. s.* vyvinutá legovaná ocel za tepla válcovaná vykazuje normové hodnoty výrazné meze kluzu 490 MPa a pevnost v tahu 720 MPa. Je legována slitinou vanadu s uhlíkem a dusíkem [1]. Na jejím pracovním diagramu charakteristickém pro ocel válcovanou za tepla je patrna prodleva na úrovni meze kluzu a růst napětí potřebného pro přetváření po překonání prodlevy (obr. 1).

## Ocel tepelně zpracovaná

Důvody ekonomické a snaha po úspoře legujících přísad vedly *Třinecké železářny a. s.* k tepelnému zpracování ocele. To se zajišťuje řízeným ochlazováním z doválcovací teploty, které záleží v tom, že se žhavá vyválcovaná tyč vystupující z válců v chladicím úseku výrobní linky prudce ochladí vodou. Tím se povrch tyče zakalí do hloubky rovné přibližně šestině průměru. Když tyč opustila chladicí úsek, zajistí žhavý vnitřek tyče ohřátí, a tím i popuštění jejího povrchu. Popsaným tepelným zpracováním se dosáhne vysoké smluvní meze kluzu  $0,2 R_{min} = 490 \text{ MPa}$  a pevnosti v tahu  $R_{min} = 550 \text{ MPa}$  při tažnosti  $A_{5min} = 12 \%$ . Pracovní diagram ocele vykazuje výrazný bilineární tvar (obr. 2), který se nápadně odchyľuje od křivky pracovního diagramu ocele za tepla válcované.

Ocel popsáným způsobem tepelně zpracovaná je přibližná zušlechťené oceli, která vykazuje kromě obdobně výhodných vlastností i náchyllost k mezikrystalové korozi. Je proto žádoucí, aby se průkaznými zkouškami ověřilo, zda u pojednávané oceli nehrozí výskyt mezikrystalové koroze. Při zkouškách je možné převzít metodiku užívanou u předpínací výztuže [2]; odolnost výztuže proti anodické nebo katodické mezikrystalové korozi se posuzuje podle doby potřebné k porušení zkoušené tyče napnuté na 0,80 násobek pevnosti a uložené v roztoku dusičnanu vápenatého a amonného teplého  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  nebo v roztoku sulfokyanidu amonného teplého  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Obr. 2 – Pracovní diagram ocele tepelně zpracované / Stress-strain diagram of a heat treated steel

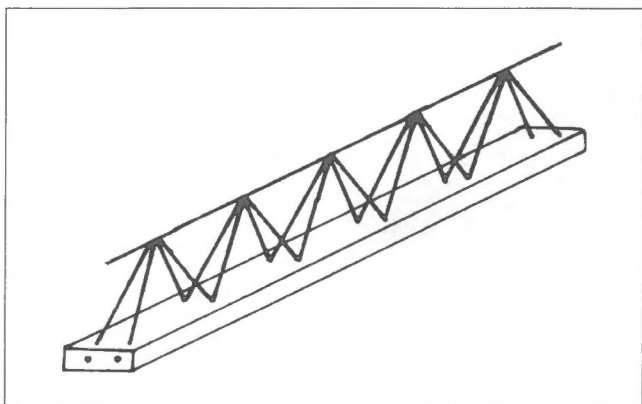
Ocel tepelně zpracovaná se dodává a v betonových konstrukcích používá pod nesprávným označením 10505, které umožňuje její záměnu s legovanou ocelí za tepla válcovanou. Např. by se z označení dala oceli připisovat zaručená svařitelnost. Ale způsob její výroby naznačuje, že je možné svařování připustit pouze za podmínky vytyčené na základě průkazných zkoušek, zaměřených na stanovení vhodné technologie svařování. Nedopatření, která by mohla z nesprávného označení plynout, se dají vyloučit tím, že se oceli tepelně zpracované přisoudí označení 10509.

Upozorňuje se, že Třinecké železárny a. s. vyrábějí obdobnou ocel označenou BSt 500 S(IV)S podle DIN 488 se smluvní mezí kluzu 0,2  $R_{emin} = 500$  MPa, pevností v tahu  $R_{mmin} = 550$  MPa a tažností  $A_{10min} = 10$ .

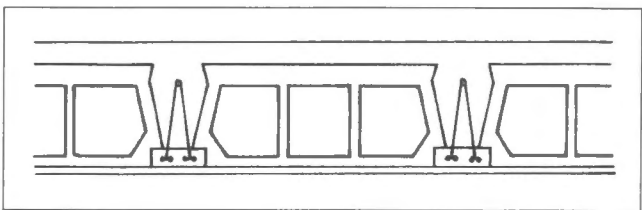
## Ocel tvářená za studena

Tváření za studena ocelových drátů označovaných KARI se u několika výrobců zajišťuje válcováním. Tím se dosáhne smluvní meze kluzu 0,2 oceli  $R_{emin} = 490$  MPa. Její pracovní diagram se blíží bilineárnímu tvaru (obr. 2). Svařování oceli se připouští pouze za předepsaných podmínek.

Obdobné ocelové dráty, avšak označované BSt 500-M podle DIN 488, používá s.r.o. Tri Treg Třinec pro svařovanou výztuž nosníků určených pro spřažené stropní konstrukce. Nosníky působí jako prostorová příhradovina (obr. 3). Horní pas a diagonály jsou z drátů, spodní betonový pas je dráty vyztužen. Při provádění stropu se mezi nosníky ukládají struskobetonové vložky a dobetonová-



Obr. 3 – Stropní nosník TT / A double T floor beam



Obr. 4 – Průřez spřaženým stropem / Cross-section of a composite floor

ním se dosáhne spřažení konstrukce (obr. 4). Parametry použitých materiálů pro statický výpočet dodává výrobce nosníků.

Označování výztuže vyrobené a použité v Česku způsobem odpovídajícím zahraničnímu výrobcí nebo zahraničnímu předpisu není ovšem vhodné. Uvedené dráty válcované za studena by se měly označovat 10508.

## Používání výztuže

Používání betonářské výztuže s mezí kluzu 490 MPa je třeba prosazovat pro zmenšení spotřeby ocele a snížení počtu vložek v průřezu konstrukce. Je ale nutné jednak v příslušných předpisech zavést opatření podchycující zvláštnosti jednotlivých druhů přicházejících v úvahu odlišujících se způsobem výroby, i když vykazují totožné meze kluzu a pevnosti, jednak dodržovat ustanovení o označování druhu ocele vyjadřující způsob výroby.

V předpisech pro ocel tepelně zpracovanou nebo tvářenou za studena se uvádějí nejmenší hodnoty smluvní meze kluzu 0,2. To umožňuje takový způsob výroby, pro který se tato mez nebezpečně přiblíží pevnosti v tahu. Taková výztuž by ohrožovala uživatele betonových konstrukcí, protože by byl malý odstup mezi zatížením při nápadném rozvoji trhlin v betonu nebo přetvoření konstrukce a zatížením při dosažení únosnosti konstrukce. Uživatel by nebyl dostatečně varován před blížícím se zřícením konstrukce, a nezajistil by příslušná opatření (např. odtížení nebo podepření konstrukce). U konstrukce by se tedy projevilo jakési křehké porušení. V takovém případě by nebylo účinné samotné ustanovení o minimálním nebo maximálním stupni vyztužení, které brání křehkému porušení běžně ohýbané železobetonové konstrukce pro přetržení výztuže nebo pro rozdrčení tláčeného betonu před vznikem trhlin v taženém betonu. Musí se tedy požadovat, aby u těchto dodaných výztuží byla mez kluzu menší než 0,90 násobek pevnosti v tahu.

## Závěr

Tyče z legované ocele za tepla válcované a tyče z ocele tepelně zpracované, jejichž vzhled je totožný, je nutné odlišit barevným označením a je třeba je skladovat odděleně.

Tento příspěvek uvádí výsledky řešení grantu GAČR 103/95/1644.

## Literatura

- [1] Voves, B.: Tepelně zpracovaná betonářská výztuž. *Pozemní stavby*, 1987, č. 6, s. 262–263.
- [2] Voves, B.: *Trvanlivost konstrukcí z předpjatého betonu*. SNTL, Praha, 1988, s. 62–68.

Prof. Ing. Bohumír Voves, DrSc., Pod Fialkou 7, 150 00 Praha 5

## Robotizace zdění v USA

Největším odbytištěm cihel ve Spojených státech jsou fasády rodinných domků a kancelářských budov. Tradičně se uplatňuje ruční zdění na místě. V současné době však probíhá vývoj výroby fasádního licového zdiva v robotizovaných panelárnách. Zařízení, se kterým se experimentuje na North Carolina State University ve městě Raleigh v Severní Karolině, má dvě hladiny řízení: lokální a souhrnnou. V lokálním řízení se uplatňují tři základní složky: uchopení a manipulace s cihlou, kontrola jakosti cihly a konečně uložení cihly. Při kontrole jakosti cihly se sleduje její textura, barva a přesnost rozměru; nepřijatelnou cihlu robot nezabuduje. Souhrnné řízení sdružuje uvedené tři složky do hierarchického celku. Náročný výzkum naznačuje, že metodu bude možné používat ve velkém měřítku. (R. A. Rihami a L. E. Bernold, *Automation in Construction*, 1996/4, s. 281–292)

Dr. Nicholas Bricklayer