

# TP 136

Technické podmínky

Ministerstvo dopravy

## **POVLAKOVANÁ VÝZTUŽ DO BETONU A ALTERNATIVNÍ DRUHY VÝZTUŽE**

leden 2025





Ministerstvo dopravy



ŘEDITELSTVÍ  
SILNIC  
A DÁLNIC

Schváleno Ministerstvem dopravy, Odborem pozemních komunikací pod č. j. MD-56695/2024-940/2 ze dne 15. ledna 2025 s **účinností od 1. února 2025**, se současným zrušením TP 136 Povlakovaná výztuž do betonu schválené Ministerstvem dopravy a spojů, Odborem pozemních komunikací pod č. j. 21351/00-120 ze dne 20. června 2000 s účinností od 1. července 2000.

Tento dokument se shoduje se schválenou verzí.

**Distribuce pouze v elektronické podobě na webu [pjk.rsd.cz](http://pjk.rsd.cz).**

## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>4</b>
1.1	Předmět technických podmínek .....	4
1.2	Změny oproti předchozí verzi .....	4
1.3	Související právní předpisy.....	5
1.4	Související technické normy.....	5
1.5	Související technické předpisy Ministerstva dopravy .....	7
1.6	Související zahraniční předpisy .....	7
1.7	Termíny a definice.....	8
1.8	Značky a zkratky .....	10
<b>2</b>	<b>ÚČEL A PODMÍNKY POUŽITÍ POVLAKOVANÉ VÝZTUŽE.....</b>	<b>10</b>
2.1	Podmínky použití povlakované výztuže .....	10
<b>3</b>	<b>POUŽITÍ POVLAKOVANÉ VÝZTUŽE .....</b>	<b>11</b>
3.1	Příklady prvků s použitím povlakované výztuže.....	12
<b>4</b>	<b>KVALITA STAVEBNÍCH VÝROBKŮ .....</b>	<b>13</b>
4.1	Technické požadavky na výrobky.....	13
4.2	Technologický postup .....	13
<b>5</b>	<b>SYSTÉMY POVRCHOVÉ OCHRANY VÝZTUŽE .....</b>	<b>14</b>
5.1	Požadavky na systém povrchové ochrany .....	14
5.1.1	Příprava povrchu.....	14
5.1.2	Aplikace povlaku .....	15
5.1.3	Opravy poškození povlaku .....	15
5.1.4	Úprava a tvarování povlakované výztuže .....	16
5.2	Požadavky na specifické prvky s povrchovou ochranou .....	17
5.2.1	Kluzné trny/kotvy CBK .....	17
5.2.2	Povlakovaná předpínací výztuž.....	17
5.2.3	Kombinovaná povlakovaná výztuž.....	19
<b>6</b>	<b>NAVRHOVÁNÍ A PRÁCE S POVLAKOVANOU VÝZTUŽÍ .....</b>	<b>19</b>
6.1	Požadavky na návrh konstrukcí s použitím povlakovaných výztuží .....	20
6.2	Požadavky na způsobilost Zhotovitele .....	20
6.3	Požadavky na technologický předpis .....	20
6.4	Požadavky na technologické postupy v rámci provádění .....	21
6.4.1	Manipulace s povlakovanou výztuží .....	21
6.4.2	Skládování povlakované výztuže .....	21
6.4.3	Dělení povlakované výztuže.....	22
6.4.4	Spojování povlakované výztuže .....	22
6.4.5	Ukládání povlakované výztuže.....	22
6.4.6	Závěrečná prohlídka.....	22
6.4.7	Betonáž konstrukce s povlakovanou výztuží .....	22
<b>7</b>	<b>ZAJIŠTĚNÍ KVALITY STAVEBNÍCH VÝROBKŮ.....</b>	<b>22</b>
7.1	Průkazní zkoušky povlakované výztuže.....	23

7.1.1	Požadavky na průkazní zkoušky – upřesnění zkušební metody.....	24
7.1.2	Požadavky na materiály určené pro opravy .....	27
7.2	Kontrolní zkoušky povlakované výztuže .....	27
7.2.1	Požadavky na kontrolní zkoušky – upřesnění zkušební metody.....	28
<b>PŘÍLOHA 1</b>	<b>ŽÁROVĚ ZINKOVANÁ OCELOVÁ VÝZTUŽ DO BETONU .....</b>	<b>29</b>
<b>PŘÍLOHA 2</b>	<b>KOROZIVZDORNÁ OCELOVÁ VÝZTUŽ DO BETONU .....</b>	<b>31</b>
<b>PŘÍLOHA 3</b>	<b>KOMPOZITNÍ VÝZTUŽ DO BETONU .....</b>	<b>35</b>

# 1 Úvod

Životnost a trvanlivost betonových konstrukcí je výrazně spojena s vlastnostmi betonu a stavem betonářské výztuže. V případě použití ocelové výztuže je koroze takové výztuže v betonu hlavním problémem v oblasti dlouhodobě používaných betonových konstrukcí. Účelem použití výztuže chráněné povlaky, výztuže z korozivzdorných ocelí nebo kompozitní výztuže je zabránění vzniku a nárůstu objemných korozních produktů na povrchu výztuže. Toto opatření je u vybraných konstrukcí důležité, jelikož dlouhodobě není možné zabránit působení negativních vlivů prostředí, jejichž důsledkem je postupná degradace betonové konstrukce a tím snížení životnosti a trvanlivosti části nebo celé konstrukce.

Pokud jsou v textu TP uvedeny názvy a odkazy na legislativní dokumenty, ČSN, technické předpisy Ministerstva dopravy, případně jiné dokumenty, je uvedeno jejich základní označení s tím, že pro ně obecně platí dovětek „v platném znění“.

## 1.1 Předmět technických podmínek

Technické podmínky platí pro navrhování, výrobu, kontrolu a používání povlakované betonářské výztuže (nebo alternativní výztuže) betonových konstrukcí a jejich prvků uplatněných při stavbě pozemních komunikací. V přiměřeném rozsahu lze využít technické podmínky také pro opravu stávajících betonových konstrukcí.

Kromě použití povlakované nebo alternativní betonářské výztuže (zejména z korozivzdorné oceli nebo kompozitních materiálů) lze dosáhnout ochrany betonářské výztuže a prodloužení životnosti a trvanlivosti betonových konstrukcí dalšími způsoby, které nejsou předmětem těchto technických podmínek. Problematika ochrany a opravy betonových konstrukcí je předmětem TKP 31 Opravy betonových konstrukcí, kde jsou uvedeny postupy pro aplikaci ochranných povlaků a využití inhibitorů koroze. Dalším způsobem je katodická ochrana betonových konstrukcí, která je popsána v TP 124 Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací.

## 1.2 Změny oproti předchozí verzi

S ohledem na stáří původních technických podmínek vydaných v roce 2000 bylo nutné provést zásadní aktualizaci tohoto předpisu, přičemž rámcové změny jsou uvedeny v odrážkách níže:

- Úprava, resp. rozšíření názvu technických podmínek.
- Aktualizace názvosloví, pojmů, norem a dalších souvisejících předpisů.
- Upřesnění a úprava/rozšíření technických podmínek včetně zpřehlednění struktury a členění.
- Doplnění použití a specifikace povlakovaných výztuží.
- Doplnění dalších typů povlaků a celkové rozšíření problematiky o aktuální trendy.
- Konkretizace průkazních a kontrolních zkoušek.
- Zrušení průkazní zkoušky na přilnavost mřížkovým řezem z důvodu omezení max. tloušťky 250 µm a nejedná se o zkoušku na povlakované výztuži, zkoušení na jiném tělese není relevantní.

- Zrušení průkazných zkoušek na odolnost proti úderu a na odolnost proti oděru z důvodu zkoušení na jiném tělese, než je povlakovaná výztuž, což není příliš relevantní. Dále jsou zkušební normy buď výrazně zastaralé nebo již zrušené.
- Zrušení průkazní zkoušky na tvrdost povlaku z důvodu nadbytečnosti. Zkouška simulující přilnavost a pružnost povlaku je v průkazných zkouškách zahrnuta. Dále se jednalo o speciální zkoušku, která není podložena žádnou normou.
- Doplnění a rozšíření příloh pro výztuže z korozivzdorné oceli a kompozitních materiálů, souhrnně označované jako alternativní druhy výztuže, viz kapitola 1.8 Termíny.
- Zrušení příloh B.1.3 až B.1.5 z důvodu řešení v jiných předpisech.
- Zrušení přílohy 2 z důvodu neaktuálnosti.

### 1.3 Související právní předpisy

Zákon č. 22/1997 Sb.	Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů; ve znění pozdějších předpisů
Nařízení vlády č. 163/2002 Sb.	Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky; ve znění pozdějších předpisů
Nařízení EU č. 305/2011	Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS; ve znění pozdějších předpisů

### 1.4 Související technické normy

ČSN 42 0139	Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel žebříková a hladká
ČSN 73 1201	Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
ČSN 73 1328	Stanovení soudržnosti oceli s betonem
ČSN 73 1333	Zkoušení soudržnosti předpínací výztuže s betonem
ČSN 73 2401	Provádění a kontrola konstrukcí z předpjatého betonu
ČSN 73 6123-1	Stavba vozovek – Cementobetonové kryty – Část 1: Provádění a kontrola shody
ČSN 73 6214	Navrhování betonových mostních konstrukcí
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1992-2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
ČSN EN 10080	Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel – Všeobecně
ČSN EN 10088-1	Korozivzdorné oceli – Část 1: Přehled korozivzdorných ocelí
ČSN EN 10088-5	Korozivzdorné oceli – Část 5: Technické dodací podmínky pro tyče, drát, profily a lesklé výrobky z ocelí odolných korozi pro použití ve stavebnictví
ČSN EN 10348	Ocel pro výztuž do betonu – Výrobky z pozinkované betonářské oceli
ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí
ČSN EN 13877-1	Cementobetonové kryty – Část 1: Materiály

ČSN EN 13877-3	Cementobetonové kryty – Část 3: Specifikace pro kluzné trny
ČSN EN ISO 2808	Nátěrové hmoty – Stanovení tloušťky nátěru
ČSN EN ISO 4618	Nátěrové hmoty – Slovník
ČSN EN ISO 8501-1	Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu – Část 1: Stupně zarezavění a stupně přípravy ocelového podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků
ČSN EN ISO 8501-2	Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu – Část 2: Stupně přípravy dříve natřeného ocelového podkladu po místním odstranění předchozích povlaků
ČSN EN ISO 8502-2	Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Zkoušky pro vyhodnocení čistoty povrchu – Část 2: Laboratorní stanovení chloridů na očištěném povrchu
ČSN EN ISO 8502-6	Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Zkoušky pro vyhodnocení čistoty povrchu – Část 6: Extrakce vodou rozpustných nečistot pro analýzu (Breslova metoda)
ČSN EN ISO 8503-1	Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Charakteristiky drsnosti povrchu otryskaných ocelových podkladů – Část 1: Specifikace a definice pro hodnocení otryskaných povrchů s pomocí ISO komparátorů profilu povrchu
ČSN EN ISO 8504-1	Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Metody přípravy povrchu – Část 1: Obecné zásady
ČSN EN ISO 8504-2	Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Metody přípravy povrchu – Část 2: Otryskávání
ČSN EN ISO 8504-3	Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Metody přípravy povrchu – Část 3: Ruční a mechanizované čištění
ČSN EN ISO 9227	Korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou
ČSN EN ISO 15630-3	Ocel pro výztuž a předpínání do betonu – Zkušební metody – Část 3: Oceli pro předpínání
ČSN EN ISO 15711	Nátěrové hmoty – Stanovení odolnosti nátěrů vystavených působení mořské vody proti katodické delaminaci
ČSN EN ISO 16276-2	Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – Hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku – Část 2: Mřížková zkouška a křížový řez
ČSN EN ISO 29601	Nátěrové hmoty – Ochrana proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – Hodnocení pórovitosti suchého nátěru



## 1.5 Související technické předpisy Ministerstva dopravy

TP 120	Údržba, opravy a rekonstrukce betonových mostů PK
TP 124	Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací
TKP 1	Všeobecně
TKP 6	Cementobetonový kryt
TKP 18	Betonové konstrukce a mosty
TKP 31	Opravy betonových konstrukcí
VL 0	Vzorové listy oprav mostních objektů PK
VL 4	Mosty
SJ-PK	Systém jakosti v oboru pozemních komunikací

## 1.6 Související zahraniční předpisy

ACI 318-19	Building Code Requirements for Structural Concrete (Návrhové požadavky pro železobetonové konstrukce)
ACI 440.1R-15	Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars (Návod pro návrh a provádění betonových konstrukcí vyztužených kompozitní výztuží)
ASTM A767/A767M	Zinc-Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement (Pozinkované ocelové tyče sloužící jako výztuž do betonu)
ASTM A775/A775M	Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars (Specifikace epoxidových povlaků pro ocelovou výztuž)
ASTM A882/A882M	Standard Specification for Filled Epoxy-Coated Seven-Wire Steel Prestressing Strand (Specifikace pro epoxidem potažené sedmidrátové ocelové předpínací lano)
ASTM A934/A934M	Standard Specification for Epoxy-Coated Prefabricated Steel Reinforcing Bars (Specifikace pro předem tvarované povlakované ocelové výztuže)
ASTM A944	Standard Test Method for Comparing Bond Strength of Steel Reinforcing Bars to Concrete Using Beam-End Specimens (Normalizovaná zkušební metoda pro porovnání soudržnosti ocelových výztužných prutů s betonem při použití zkušebních těles modelujících koncovou oblast nosníku)
ASTM A955/A955M	Standard Specification for Deformed and Plain Stainless Steel Bars for Concrete Reinforcement (Specifikace pro tvarované a rovné tyče z korozivzdorné oceli jako výztuž do betonu)
ASTM A959	Standard Guide for Specifying Harmonized Standard Grade Compositions for Wrought Stainless Steels (Standardní návod pro specifikaci harmonizovaných složení standardní jakosti pro tvářené korozivzdorné oceli)
ASTM 1035/1035M	Standard Specification for Deformed and Plain, Low-Carbon, Chromium, Steel Bars for Concrete Reinforcement (Specifikace pro tvarované a rovné ocelové tyče s nízkým obsahem uhlíku, s chromem jako výztuž do betonu)

ASTM A1055/A1055M	Standard Specification for Zinc and Epoxy Dual-Coated Steel Reinforcing Bars (Specifikace pro pozinkovanou a epoxidem povlakovanou výztuž v tyčích)
ASTM A1061/A1061M	Standard Test Methods for Testing Multi-Wire Steel Prestressing Strand (Zkušební metody pro zkoušení vícedrátového ocelového předpínacího lana)
ASTM A1094/A1094M	Continuous Hot-Dip Galvanized Steel Bars for Concrete Reinforcement (Kontinuální žárově pozinkované ocelové tyče jako výztuž do betonu)
ASTM D3963/D3963M	Standard Specification for Fabrication and Jobsite Handling of Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars (Specifikace pro tvarování a manipulaci s ocelovou výztuží s epoxidovým povlakem)
BS 6744	Stainless steel bars – Reinforcement of concrete – Requirements and test methods (Tyče z korozivzdorné oceli – Výztuž do betonu – Požadavky a zkušební postupy)
ISO 6435	Stainless Steel Bars for the Reinforcement of Concrete (Nerezové ocelové tyče jako výztuž do betonu)
ISO 10406-1	Fibre-reinforced Polymer (FRP) Reinforcement of Concrete — Test Methods (Kompozitní výztuž do betonu – Zkušební metody)
ISO 14654	Epoxy-coated Steel for the Reinforcement of Concrete (Epoxidem povlakovaná ocelová výztuž do betonu)
ISO 14655	Epoxy-coated Strand for the Prestressing of Concrete (Epoxidem povlakované lano jako předpínací výztuž do betonu)
ISO 14656	Epoxy Powder and Sealing Material for the Coating of Steel for the Reinforcement of Concrete (Epoxidový prášek a utěšňovací materiál pro povlakování ocelové výztuže do betonu)
ISO 14657	Zinc-coated Steel for the Reinforcement of Concrete (Pozinkovaná ocelová výztuž do betonu)

## 1.7 Termíny a definice

Základní názvosloví je uvedeno v ČSN EN 10080 a ČSN EN ISO 4618, přičemž pro tyto technické podmínky jsou definovány následující termíny:

### Alternativní druh betonářské výztuže (Alternative Type of Concrete Reinforcement)

Betonářská výztuž lišící se od běžné svařitelné betonářské oceli dle ČSN EN 10080. Jedná se zejména o skupinu korozivzdorných a nekovových výztuží.

### Epoxidový povlak z práškových polymerů (Epoxy Coating from Powder Polymers)

Souvislá vrstva povlaku nanesená na ocelový podklad z materiálu na bázi epoxidů, které jsou před zhotovením v práškové formě.

### Epoxidový nátěr pro opravy (Epoxy Coating for Repairs)

Materiál v kapalně formě určený pro opravu epoxidového povlaku z práškových polymerů.

### Chemická odolnost (Chemical Resistance)

Odolnost materiálů nebo ochranných povlaků proti působení chemických vlivů.

#### Katodická delaminace (Cathodic Disbonding)

Ztráta přilnavosti povlaku k ocelovému podkladu vlivem působení produktů vznikajících na katodě při elektrochemických pochodech.

#### Korozní odolnost (Corrosion Resistance)

Odolnost materiálů nebo ochranných povlaků při působení vnějších vlivů.

#### Maximální tloušťka suchého povlaku (Maximum Dry Coating Thickness)

Největší akceptovatelná tloušťka, při jejímž překročení dochází ke zhoršení vlastností naneseného povlaku.

#### Minimální tloušťka suchého povlaku (Minimum Dry Coating Thickness)

Nejmenší akceptovatelná tloušťka, při jejímž nedodržení nelze očekávat požadované vlastnosti naneseného povlaku (funkce a životnost).

#### Nominální tloušťka suchého povlaku (Nominal Dry Coating Thickness)

Předpisem nebo jiným dokumentem specifikovaná tloušťka vrstvy povlaku nebo nátěru pro dosažení požadované funkce a životnosti.

#### Odolnost proti oděru (Abrasion Resistance)

Schopnost povlaku odolávat působení oděru.

#### Odolnost proti úderu (Impact Resistance)

Schopnost povlaku odolávat úderu.

#### Pórovitost povlaku (Porosity of the Coating)

Porušení souvislosti povlaku ve formě pórů, které umožňují pronikání složek vnějšího prostředí k podkladu.

#### Povlakovaná výztuž do betonu (Coated Steel for the Reinforcement of Concrete)

Výztuž opatřená ochranným povlakem zejména na bázi polymerů, které se vyznačují odolností proti působení alkalického prostředí betonu.

#### Přilnavost/adheze povlaku (Coating Adhesion)

Vazba mezi podkladem a ochranným povlakem.

#### Příprava povrchu (Surface Preparation)

Způsob povrchové úpravy podkladu před nanášením ochranného povlaku.

#### Celistvost povlaku (Integrity of the Coating)

Stav povrchu, který nevykazuje povrchová poškození nebo výskyt pórů.

#### Teplota skelného přechodu $T_g$ (Glass Transition Temperature $T_g$ )

Teplota nebo úzké rozmezí teplot, při kterém se polymer mění ze ztvrdlého/skelného stavu na měkký/elastický stav a naopak.

#### Tvrdost povlaku (Coating Hardness)

Schopnost povlaku odolávat vniknutí nebo proniknutí tuhého tělesa.

## 1.8 Značky a zkratky

CBK	Cementobetonový kryt
EP	Epoxidová pryskyřice
KZP	Kontrolní a zkušební plán (zpravidla samostatná příloha TePř)
PDPS	Projektová dokumentace pro provádění stavby
P-X	Značení povlakované výztuže (P = povlakovaná výztuž; X = typ povlaku, viz kapitola 2.1)
RDS	Realizační dokumentace stavby
TePř	Technologický předpis (základní struktura uvedena v TKP 1)
TEP	Technologický postup
TKP	Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací
TP	Technické podmínky
VL	Vzorové listy
VL-O	Vzorové listy oprav mostních objektů PK
ZDS	Zadávací dokumentace pro zadání stavby pozemní komunikace

## 2 Účel a podmínky použití povlakované výztuže

Jak již bylo uvedeno v úvodu těchto technických podmínek, životnost a trvanlivost betonové konstrukce závisí na stavu betonu a betonářské výztuže. V případě koroze výztuže se životnost a trvanlivost betonové konstrukce nebo její části snižuje.

Důvodem koroze výztuže je většinou porušení nebo snížení kvality krycí vrstvy z betonu, která běžně vytváří ochranné prostředí, v němž nedochází ke korozi výztuže (pasivace výztuže). U starších konstrukcí může být dalším důvodem malá tloušťka krycí vrstvy. Ke snížení kvality nebo porušení krycí vrstvy z betonu může dojít zejména z těchto důvodů (nebo jejich kombinací):

- Agresivní prostředí (např. znečištěné ovzduší, půdní agresivita, agresivita půdních i povrchových vod, obzvláště agresivita způsobená chemickými rozmrazovacími látkami), které zrychluje snižování kvality betonu.
- Mechanické zatížení/abrazivní opotřebení (např. otěrem splavenin, vozidly silničního provozu) vedoucí ke zmenšení tloušťky krycí vrstvy až k přímému obnažení výztuže.
- Statické a dynamické zatížení (např. silničním provozem, klimatickými podmínkami, objemovými změnami betonu) vedoucí k tvorbě trhlin, čímž dochází k rozrušení homogenity betonu.
- Karbonatace betonu působením oxidu uhličitého.

Jiná řešení možnosti ochrany betonářské výztuže a zvýšení životnosti a trvanlivosti betonových konstrukcí nebo jiných částí mohou spočívat v použití alternativních druhů výztuží (korozivzdorných, nekovových), které jsou uvedeny v samostatných přílohách 1 až 3.

### 2.1 Podmínky použití povlakované výztuže

Povlakované výztuže i jejich použití musí odpovídat těmto technickým podmínkám, příslušným technickým normám a předpisům, jsou-li v nich uvedena ustanovení týkající se výztuže s povrchovou ochranou nebo lze-li je v přiměřeném rozsahu použít.

Pro povlakování lze použít pouze betonářské výztuže (základní materiál) povolené příslušnými normami a předpisy k použití do železobetonových konstrukcí, a to především ČSN 73 1201, ČSN 73 6123-1, ČSN 73 6214, ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-2.

Každá povlakovaná výztuž musí být jako výrobek jasně rozpoznatelná nejen co do druhu základního materiálu (betonářská ocel čl. 3.2.1 a 3.2.2, předpínací ocel čl. 3.3.1 ČSN EN 1992-1-1), ale i co do typu povlakové vrstvy. Požadovaný typ povlakované výztuže musí být uveden v dokumentaci stavby především ve statickém výpočtu a ve výkresech s tím, že před písmenové označení se uvede skupina písmen „P-X“, kde písmeno „P“ značí povlakovanou výztuž, písmeno „X“ se nahradí písmenem charakterizující typ povlakového materiálu (např. „E“ pro epoxidový povlak, „PE“ pro polyethylenový, „PES“ pro polyesterový).

Rozhodnutí o použití povlakované výztuže do železobetonové konstrukce nebo její části může být dáno různými vstupními podmínkami:

- Vnějšími podmínkami (např. agresivní prostředí), v nichž má být betonová konstrukce nebo její část umístěna. Obvykle požadováno technickými předpisy nebo je přímo požadováno použití korozivzdorné nebo povlakované výztuže (např. čl. 11.1 (2) ČSN 73 6214 nebo tabulka NA.3 ČSN EN 1992-2).
- Umístěním betonového prvku v místech konstrukce, které je nepřístupné nebo velmi těžko a nákladně opravitelné a přitom pro životnost a trvanlivost konstrukce významné.
- Zadáním díla, které má delší životnost a trvanlivost s menšími náklady na provoz a údržbu.

### 3 Použití povlakované výztuže

Použití povlakované výztuže v betonových konstrukcích lze rozdělit podle povahy využití na tyto základní skupiny:

- **Skupina A** (zvýšená trvanlivost) – prvky, které jsou konstrukčně a staticky navrženy dle pokynů pro povlakovanou výztuž, ale z hlediska trvanlivosti nejsou realizována žádná snížení parametrů oproti požadavkům při použití nepovlakované výztuže (např. snížené krytí výztuže betonem).
- **Skupina B** (obvyklá trvanlivost) – prvky, které jsou konstrukčně a staticky navrženy dle pokynů pro povlakovanou výztuž, ale z hlediska trvanlivosti jsou realizovány snížené parametry oproti požadavkům při použití nepovlakované výztuže (např. snížené krytí výztuže betonem).
- **Skupina C** (požadovaná trvanlivost) – prvky, pro které je použití povlakované výztuže předepsáno normou nebo předpisem (např. čl. 11.1 (2) ČSN 73 6214, ČSN 73 6123-1).

*Poznámka: Krytí výztuže betonem je určeno nejen z hlediska trvanlivosti, tzn. ochrany výztuže proti korozi, ale i z hlediska dalších požadavků:*

- *spolehlivé přenesení sil v soudržnosti mezi betonem a výztuží*
- *zamezení separace a odlupování betonu*
- *zajištění potřebné požární odolnosti*

Použití povlakované výztuže v betonových konstrukcích lze rozdělit podle jejich namáhání na tyto základní skupiny:

- **Skupina a** (konstrukční výztuž) – prvky, v nichž je povlakovaná výztuž rozmístěna a určena na základě konstrukčních pravidel a požadavků norem, předpisů apod.

- **Skupina b** (statické namáhání) – prvky, v nichž je povlakovaná výztuž namáhána a určena na základě statických návrhů a posudků určených normami a předpisy pro výztuž nenamáhanou na únavu.
- **Skupina c** (dynamické namáhání) – prvky, v nichž je povlakovaná výztuž rozmístěna a určena na základě statických návrhů a posudků určených normami a předpisy pro výztuž namáhanou na únavu.

### 3.1 Příklady prvků s použitím povlakované výztuže

#### Mostní konstrukce:

- Zakládání
  - Zemní a horninové kotvy
  - Piloty
  - Základy
- Spodní stavba
  - Podpěry
  - Opěry
  - Podložiskové bloky
- Nosná konstrukce
  - Uložení NK (vrubové a pérové klouby, rozpěrákové trny, ozuby vložených polí)
  - Nosná konstrukce a její části vč. prefabrikovaných dílců
- Vybavení
  - Římsy, chodníky
  - Betonová svodidla
  - Odvodňovací žlaby
  - Kapsy mostních dilatačních závěrů
  - Protihlukové clony
  - Prvky odvodnění

#### Vodohospodářské stavby PK:

- Lapoly, nádrže
- Šachty
- Hradící stěny a přepady
- Prvky propustků

#### Protihlukové zdi/clony

#### Obkladní, zárubní a opěrné zdi

#### CB kryt vozovky

## 4 Kvalita stavebních výrobků

Povlakované betonářské výztuže včetně alternativních druhů výztuží jsou specifické stavební výrobky, ke kterým musí Zhotovitel doložit soubor dokumentace uvedený v následujících podkapitolách.

### 4.1 Technické požadavky na výrobky

Před použitím konkrétního výrobku, v tomto smyslu povlakované betonářské výztuže nebo alternativní výztuže dle příloh těchto TP, musí Zhotovitel prokázat vhodnost pro daný účel a předložit ucelenou dokumentaci k odsouhlasení. Souhlas s použitím dle podčlánku 7.2 OP uděluje Objednatel/Správce stavby dle ustanovení uvedených v TKP 1.

Základními doklady o posouzení shody všech výrobků, dále viz TKP 1, jsou:

- a) Prohlášení o shodě
- b) Prohlášení o vlastnostech
- c) Prohlášení shody nebo Certifikát

Pro povlakovanou výztuž jsou uvedeny požadavky na průkazní zkoušky v kapitole 7.1 těchto TP, jejichž provedení se splněním požadovaných hodnot je nutnou podmínkou pro schválení daného výrobku.

*Poznámka: Technické požadavky na základní materiál (betonářská výztuž) určený k povlakování jsou dány příslušnou normou k použité výztuži zejména ČSN 42 0139 a ČSN EN 10080 a dokladuje se shodným způsobem, viz odstavce uvedené výše. V omezeném rozsahu lze také vycházet z TKP 18 čl. 18.2.16.*

### 4.2 Technologický postup

Pro využití povlakované výztuže a v přiměřeném rozsahu také alternativních druhů výztuže musí výrobce/dovozce/zplnomocněný zástupce vypracovat technologický postup (dále jen TEP) jako součást průvodní/technické dokumentace (alt. technický list). TEP musí Zhotovitel předložit Objednateli/Správci stavby ke schválení. Zhotovitel nesmí TEP bez souhlasu výrobce/dovozce měnit.

V TEP musí být zejména stanoveno následující:

- 1) Technické a kvalitativní parametry základního materiálu (ocelové výztuže)
- 2) Technické a kvalitativní parametry ochranného povlaku (mj. typ pojivové báze a výrobce)
- 3) Technické a kvalitativní parametry povlakované výztuže (mj. datum povlakování, tloušťka povlaku)
- 4) Technologické a pracovní postupy uplatněné při výrobě povlakované výztuže
- 5) Informace o provedených průkazních zkouškách s posouzením výsledků (nejsou-li součástí dokumentace pro schválení výrobku)
- 6) Podmínky a způsob návrhu železobetonové konstrukce s použitím povlakované výztuže
- 7) Způsob označení povlakované výztuže v technické a projektové dokumentaci (kapitola 2.1)
- 8) Technologické a pracovní postupy uplatněné při zpracování a ukládání povlakované výztuže
- 9) Způsob opravy ochranného povlaku
- 10) Pokyny pro kontrolu kvality včetně kontrolních zkoušek
- 11) Dodací podmínky a skladování povlakované výztuže
- 12) Bezpečnostní předpisy
- 13) Ustanovení s ohledem na životní prostředí

## 5 Systémy povrchové ochrany výztuže

Úkolem systému povrchové ochrany výztuže do betonu (povlakovaná výztuž) je chránit ocelovou výztuž proti korozi vyvolané přítomností chloridů nebo vznikající v důsledku postupného snižování alkality pórového roztoku betonu v krycí vrstvě z betonu vlivem působení dalších činitelů okolního prostředí. Zhotovení povrchové ochrany nanesením povlaku má za úkol vytvářet celistvou izolační/bariérovou vrstvu mezi prostředím v betonu a povrchem ocelové výztuže.

S ohledem na řadu technických a technologických požadavků spojených s využíváním povlakovaných výztuží je nejvhodnější použití epoxidových povlaků zhotovených s využitím práškových materiálů. Toto dokládá také množství zahraničních norem, předpisů a případových studií, které jsou zpracovány téměř výlučně na epoxidový povlak.

**Použití epoxidových povlaků není podmínkou a nevylučuje se použití jiných typů materiálů za předpokladu splnění požadovaných kvalitativních parametrů uvedených v kapitole 4 těchto TP.**

V souvislosti se sanacemi betonových konstrukcí se obnažená betonářská výztuž často ošetřuje protikorozními nátěry na bázi epoxidu nebo cementu. Tyto nátěry lze chápat rovněž jako povrchová ochrana betonářské výztuže a jako ochranný povlak. Tento způsob dodatečné ochrany betonářské výztuže není předmětem těchto TP a celá problematika je podrobně řešená v TKP 31.

### 5.1 Požadavky na systém povrchové ochrany

Ochranný povlak musí umožňovat, aby měl výrobek vyhovující schopnost ohýbání, odpovídající účelu, pro který se má použít. Povlak musí zabezpečovat požadovanou soudržnost s betonem, být dostatečně tvrdý a odolný proti oděru, aby umožňoval skladování, přesuny a uložení výztuže.

Vlastnosti povlakované výztuže a vhodnost jejího použití ve smyslu těchto TP prokazuje Zhotovitel stavby předložením dokladů dle kapitoly 4.

#### 5.1.1 Příprava povrchu

Základní materiál (betonářská výztuž) musí být před aplikací ochranných povlaků očištěn od viditelných olejů, mastnoty a nečistot, okují, rzi a cizích látek otryskáváním minimálně na stupeň Sa 2½ (velmi důkladné otryskání) dle ČSN EN ISO 8501-1.

*Poznámka: Jednotlivé ocelové tyče by měly být před povlakováním vizuálně prohlédnuty, zdali jsou vhodné pro povlakování. Tyče s ostrými hranami, deformacemi v místech ohybů a dalšími povrchovými nedokonalostmi je velmi obtížné kvalitně povlakovat a měly by být vyřazeny. Ochranný povlak bude na ostrých hranách ovlivněn povrchovým napětím, jehož výsledkem bude odtažení povlaku od ostré hrany a nedosažení specifikované suché tloušťky povlaku.*

Drsnost povrchu je předepsána na stupeň střední (G) v rozmezí 40 až 100 µm dle ČSN EN ISO 8503-1.

Po otryskání musí být povrch základního materiálu zbaven všech mechanicky ulpělých nečistot, nejlépe ofouknutím stlačeným vzduchem. Nevylučuje se dodatečná vhodná úprava otryskaného povrchu např. fosfátováním, případně jinou konverzní povrchovou úpravou. Před nanášením povlaků musí být povrch suchý. Interval mezi dokončením tryskání a nanášením povlaku je max. 3 hodiny.



V případě epoxidových povlaků vytvářených z práškových polymerů se po otryskání povrch základního materiálu bezprostředně před povlakováním zahřívá na teplotu doporučenou výrobcem práškových epoxidových materiálů, ale ne vyšší než 260 °C. Způsob ohřevu nesmí vyvolat oxidaci povrchu, která je viditelná pouhým okem a nesmí vést ke vznícení povlakových materiálů, které jsou nanášeny na ocelové výztuže.

### **5.1.2 Aplikace povlaku**

Práškový epoxidový materiál se nanáší v elektrostatickém poli vysokého napětí a musí být následně vytvrzen dle pokynů výrobce. Před následnou manipulací musí být tyče s povlakem ochlazený na teplotu nižší, než je teplota skelného přechodu ( $T_g$ ) pro daný epoxidový prášek.

Při využití jiného typu povlaku, než je práškový epoxid, je nutné dodržovat všechna výše uvedená ustanovení ohledně přípravy povrchu a jeho čistoty, včetně intervalů mezi dokončením operace čištění a nanášením ochranného povlaku.

Technologie zhotovení povlaku musí zajišťovat dosažení vrstvy o rovnoměrné tloušťce s vyloučením nepokrytých míst, pórů a jiných vad a musí respektovat technické podmínky a pokyny výrobce materiálu. Nejvyšší rovnoměrnost tloušťky vrstvy se dosahuje nanášením materiálů v elektrostatickém poli vysokého napětí. S ohledem na konkrétní podmínky pracoviště se nevylučuje použití i jiné technologie za předpokladu splnění požadavku rovnoměrnosti povlaku.

Předepsaná nominální tloušťka povlakového systému se musí pohybovat v rozmezí 175 až 300  $\mu\text{m}$  (u výztuže  $\varnothing$  20 mm a větších může být nominální tloušťka navýšena až na 400  $\mu\text{m}$ ). O stanovení nominální tloušťky povlakového systému rozhoduje výrobce, není-li v ZDS stanoveno jinak, přičemž ale musí povlakovaná výztuž vždy splnit všechny průkazní zkoušky stanovené těmito TP. Při měření tloušťky nesmí být žádná hodnota menší než 80 % hodnoty pro minimální tloušťku povlaku nebo větší než 120 % hodnoty pro maximální tloušťku povlaku.

Měření tloušťky vrstvy je možné provádět přístroji na principu magnetickém nebo mikroskopických výbrusů příčných řezů, dále viz kapitola 7.1.

### **5.1.3 Opravy poškození povlaku**

Při poškození povlaku přesahujícím 1 % plochy na délku výztuže 1 m, musí být taková povlakovaná výztuž vyřazena z použití. V případě poškození povlaku vyhovující kritériu výše je možné provedení opravy poškozeného povrchu. Toto omezení se nevztahuje na ustřižené nebo uříznuté konce v rámci manipulace a ukládání výztuže, které musí být zapraveny opravným materiálem.

Pro opravy poškozeného povlaku výztuže lze používat pouze speciální materiály, které specifikuje výrobce a měly by být součástí dodávky povlakované výztuže. Oprava povlaku se provádí v souladu s pokyny výrobce a dodaným TEP. Opravný materiál musí být se stávajícím povlakem kompatibilní.

Před nanášením opravného materiálu je nutné základní materiál (ocelový povrch) očistit od olejů, mastnot, nečistot, nepřilnavých částí nátěru a cizích látek, okujů a rzi. Povrch musí být očištěn na stupeň P Ma (místní strojní broušení) nebo P St 3 (velmi důkladné místní ruční a mechanizované čištění) dle ČSN ISO 8501-2.

Během opravy je nutné dodržovat postup dle TEP. Zejména je nutné dodržovat dobu určenou pro zasychání a vytvrzování opravného materiálu. Ustřižené nebo uříznuté konce se obvykle opravují stejným způsobem – stejným opravným materiálem jako poškozená místa při manipulaci. Opravená místa musí v kvalitativních ukazatelích odpovídat původnímu povlaku.

*Poznámka: V případě provádění oprav povlaku již uložené výztuže je nutné provádět betonáž až po dostatečném vytvrzení opravného materiálu, aby nedošlo k novému poškození opravených míst. Doba pro vytvrzení musí být doložena a ověřena výrobcem opravného materiálu.*

Zaschlá opravená vrstva musí, není-li stanoveno jinak, vykazovat minimální tloušťku 175  $\mu\text{m}$ . Omezení na maximální tloušťku povlaku se nevztahuje na opravená místa poškozeného povlaku, není-li stanoveno jinak, přičemž musí mít výrobce ověřeno, že jím stanovená maximální tloušťka nebude mít za následek snížení přilnavosti vrstvy. Tento údaj musí být případně doložen výrobcem opravného materiálu.

#### 5.1.4 Úprava a tvarování povlakované výztuže

Části výrobní linky přicházející do kontaktu s povlakovanou výztuží musí být opatřeny ochrannou vrstvou (např. povlaky na kaučukové bázi) tak, aby nedocházelo k poškození povlaku výztuže.

Před zahájením ohýbání se musí zkontrolovat tvar trnu, tj. poloměr ohybu, počet, délka a průměr tyčí. Na ohýbacích trnech se používají pryžové, polyamidové, neoprenové příp. jiné vhodné manžety, aby se minimalizovalo poškození povlakované výztuže.

Během ohýbání výztuže musí být výrobce vybaven automatickým detektorem pórů (diskontinuit) s počítadlem těchto pórů (ASTM 775 přímo uvádí zařízení na 67,5 V, 80 000  $\Omega$ , typu vlhké houby na stejnosměrný proud). Pokud není výrobce vybaven tímto automatickým detektorem nebo jiným obdobným zařízením, pak musí použít ruční zařízení s měřením 100 % všech povrchů. V případě ručního zařízení je možné postupovat podle normy ČSN EN ISO 29601 metodou nízkonapěťové detekce. Připouští se max. 4 póry na 1 m délky výztuže.

Stav povlaků výztuže se kontroluje již při výrobě a opravuje se před expedicí od výrobce. Způsob provedení opravy povlaku výztuže včetně střížných nebo řezných hran se řídí postupem popsáním v kapitole 5.1.3.



Obr. 1: Příklady povlakované výztuže (zdroj: <https://www.brc.com.sa>)

## 5.2 Požadavky na specifické prvky s povrchovou ochranou

V těchto TP jsou primárně řešeny požadavky na povlakovanou betonářskou výztuž v tyčích. Ochranný povlak je ale vyžadován i u dalších prvků, které jsou dále popsány v následujících podkapitolách včetně uvedení požadavků ve smyslu těchto TP. Pokud jsou v jiných kapitolách uvedeny požadavky, které jsou v rozporu s požadavky v těchto podkapitolách, pak jsou buď vysvětleny poznámkou nebo pro tyto specifické prvky platí požadavky uvedené v těchto podkapitolách.

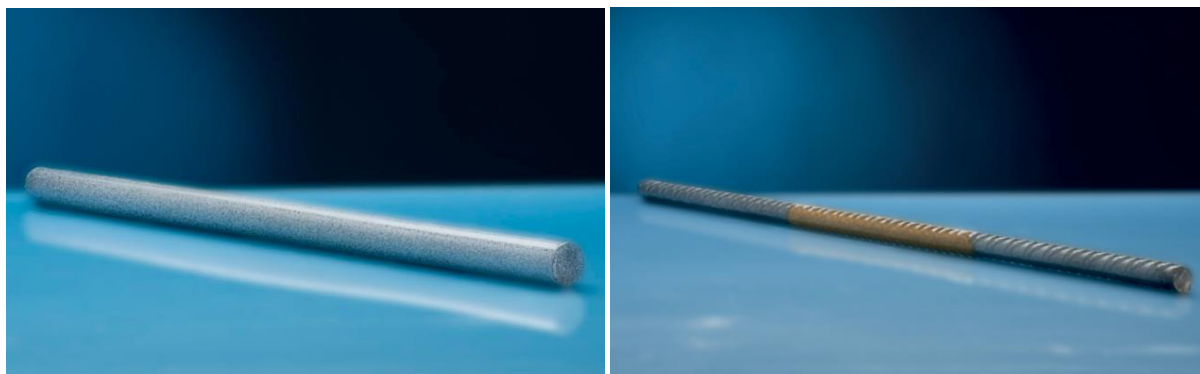
### 5.2.1 Kluzné trny/kotvy CBK

Základní požadavky na kluzné trny a kotevní tyče (kotvy) jako prvky do cementobetonového krytu jsou uvedeny v ČSN 73 6123-1.

**Kluzné trny** musí dále splňovat požadavky ČSN EN 13877-3. Celá délka trnu musí být pokryta polymerním povlakem tloušťky 300 µm. **Povlak musí zajistit prokluz trnu v betonu** (požadavek na co nejnížší soudržnost) a z tohoto důvodu není nutné prokazovat soudržnost. Pro CB I musí být povlak na trny nanesen továrensky. Pro CB II a CB III může být použit jiný povlak.

**Kotevní tyče (kotvy)** musí dále splňovat požadavky ČSN EN 13877-1. U kotev musí být ve střední části v délce cca 200 ± 20 mm ochranný povlak.

*Poznámka: Alternativně je možné použít pro trny a kotvy korozivzdornou ocel. Podmínkou je splnění všech požadavků na trvanlivost dle příslušných norem a těchto TP i bez povlaku. Současně je ale nutné u kluzných trnů splnit podmínku dodatečné aplikace povlaku z asfaltu nebo polymeru pro zabránění přilnutí trnu k betonu a zajištění nízké soudržnosti, viz čl. 4 ČSN EN 13877-3. Průměrná tloušťka separačního povlaku nemá být větší než 1,25 mm.*



Obr. 2: Příklad trnu vlevo a kotvy vpravo (zdroj: <https://otto-brentzel.com>)

### 5.2.2 Povlakovaná předpínací výztuž

Použití povlakované předpínací výztuže vychází z normy ČSN EN 1992-2 tabulky NA.3, kde jsou stanoveny stupně protikoroze ochrany, podle kterých se volí typ výztuže pro předem i dodatečně předpjatý beton.

Pro předpínací výztuž jako základní materiál jsou uvedeny požadavky v normě ČSN 73 2401 (podrobněji viz TKP 18), které musí splňovat i povlakovaná předpínací výztuž.

V obecné rovině lze aplikovat ochranný povlak na jakoukoliv předpínací výztuž a může se jednat o jakýkoliv typ povlakované vrstvy. Aktuálně se vyrábí a je vhodné pro přímé použití do předpjaté

konstrukce pouze epoxidem povlakované předpínací lano se sedmi dráty, které se vyrábí podle požadavků americké normy ASTM A882. Současně může být lano povlakované pouze epoxidem, kde je výsledný povrch hladký, nebo se kombinuje s posypem, který zajišťuje drsný povrch a tím vyšší soudržnost.

Podle výsledného povrchu povlakované předpínací výztuže je následně určena vhodnost pro konkrétní použití. Povlakovaná předpínací výztuž s hladkým povrchem má nízkou soudržnost a je proto určena do nesoudržných dodatečně předpínacích systémů, externích dodatečně předpínacích systémů nebo do předpínacích kabelů. Povlakovaná předpínací výztuž s drsným povrchem je naopak určena do soudržných předem předpínacích systémů a dodatečně předpínacích systémů.

Pro povlakovanou předpínací výztuž platí obecné požadavky uvedené v těchto TP vztahující se k tyčové betonářské výztuži. Požadavky na přípravu povrchu, aplikaci ochranného povlaku a další požadavky tak zůstávají nezměněny.

Povlakovaná předpínací výztuž je vysoce specializovaný typ výrobku s vysokými požadavky na výrobu a konečnou kvalitu výrobku, proto je nutné v případě návrhu a objednání do výroby specifikovat v rámci projektové dokumentace (obvykle ve stupni RDS) minimálně následující:

- Nominální průměr (tloušťku) nepovlakovaného lana
- Pevnost v tahu nepovlakovaného lana
- Způsob povlakování předpínací výztuže (hladké / drsné)
- Množství výztuže v metrech
- Výrobkový předpis a rok vydání předpisu (*poznámka: aktuálně se může jednat pouze o ASTM A882*)
- Doklady kvality od použitého povlaku (v případě požadavku i doklady kvality ke každé šarži)
- Požadavky na opravu povlaku a na opravný materiál
- Dodatečné požadavky na zkoušky soudržnosti
- Požadavky na kontrolu kvality (průkazní a kontrolní zkoušky uvedené v těchto TP kapitola 7)
- Způsob balení, dopravy a značení

*Poznámka: Některé požadavky mohou být uvedeny místo projektové dokumentace také v technologickém předpisu. Všechny výše uvedené specifikace musí být v rámci dokumentace konkrétní stavby uvedeny a plněny.*

Povlakovaná předpínací výztuž nesmí oproti předpínací výztuži bez povlaku překročit hodnotu 6,5 % maximální relaxace za dobu 1000 hodin a 70 % zatížení. Požadovaná hodnota musí být prokázána průkazní zkouškou, viz kapitola 7.1 a tabulka 1.

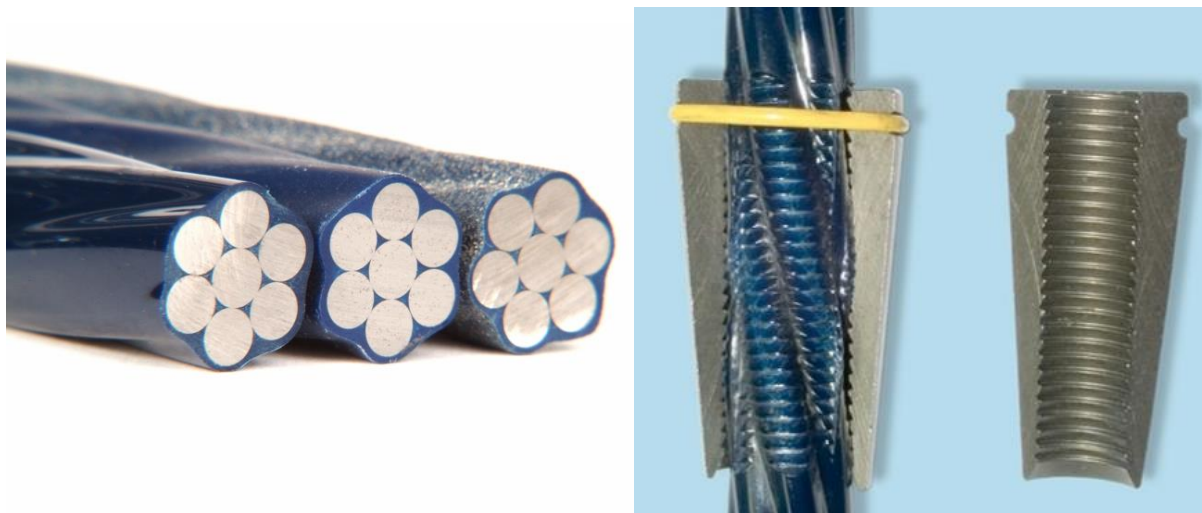
V případě požadavku na zdrsňovaný povlak pomocí inertních částic (obvykle křemičitý písek) musí být nanesený na povlak takovým způsobem, aby nedocházelo k poškození povlaku a současně nesmí zdrsňující materiál způsobovat nežádoucí reakce uvnitř betonu.

Podle předpisu ASTM A882 začíná při teplotě 74 °C a vyšší měknout epoxidový povlak a postupně se začíná ztrácet soudržnost a tím schopnost přenášet předpětí mezi lanem a betonem. Při teplotě 93 °C je tato kapacita vyčerpána.

Nominální tloušťka povlaku předpínací výztuže se musí pohybovat v rozmezí 380 až 1140 µm.

Požadavky na kvalitu povlakované předpínací výztuže z pohledu průkazních a kontrolních zkoušek se mírně odlišují (resp. rozšiřují) od tyčové výztuže, a proto je nutné zohlednit upřesňující poznámky

v kapitolách 7.1 a 7.2. Kromě společných a obecně uplatnitelných zkoušek na povlakované výztuži se v tabulkách nachází také specifické zkoušky pouze pro povlakovanou předpínací výztuž.



Obr. 3: Příklady povlakované předpínací výztuže (zdroj: <https://www.sumidenwire.com>)

### 5.2.3 Kombinovaná povlakovaná výztuž

Speciálním případem povlakované výztuže je dvouvrstvá výztuž opatřená kombinací zinkového a epoxidového povlaku. Tato výztuž je vyráběna podle americké normy ASTM A1055 a je to prostá kombinace pozinkované výztuže opatřené epoxidovým povlakem.

Obecně pro tento typ povlakované výztuže platí pravidla uvedená v těchto TP. Požadavky pro epoxidový povlak jsou předmětem těchto TP a požadavky vztahující se pro pozinkovanou výztuž jsou předmětem přílohy 1 těchto TP.

Pro kombinovanou povlakovanou výztuž je podle ASTM A1055 nominální tloušťka zinkové vrstvy 50  $\mu\text{m}$  a tloušťka epoxidové vrstvy zůstává nezměněna a platí kapitola 5.1.2.

Při měření tloušťky vrstvy v rámci kontrolních zkoušek musí být ověřována každá vrstva a musí splnit požadavky na minimální a maximální tloušťku, viz kapitola 5.1.2.

Tento typ povlakované výztuže kombinuje výhody pozinkované a epoxidem povlakované výztuže, mezi které se řadí především vyšší stupeň ochrany. V případě poškození polymerního povlaku je jistý stupeň ochrany stále zajištěn zinkovou vrstvou. Současně je ale tento typ výztuže náročnější na výrobu a dodržení kvality konečného výrobku a s vyšší finanční náročností není tato varianta příliš efektivní.

## 6 Navrhování a práce s povlakovanou výztuží

V následujících podkapitolách jsou popsány požadavky na prováděcí specifikaci zahrnující upřesnění při návrhu konstrukcí s povlakovanou výztuží, požadavky na způsobilost zhotovitele a jednotlivé výrobní operace.

## 6.1 Požadavky na návrh konstrukcí s použitím povlakovaných výztuží

**Statické** (dovolené namáhání, tažnost): Využití povlakovaných výztuží nemění ustanovení pro výpočet železobetonových konstrukcí platná pro nepovlakované výztuže z oceli, vyjma případů, kdy se posuzuje soudržnost.

Pro výztuž s ochranným povlakem z epoxidu nesmí být relativní soudržnost nižší než 15 % oproti nepovlakované výztuži, což je dokládáno průkazní zkouškou na konkrétním betonu, viz kapitola 7.1. V případě povlakované výztuže s jiným typem povlaku se pokles soudržnosti stanovuje průkazní zkouškou, přičemž hodnota 15 % není závazná. Stanovená hodnota slouží jako podklad pro statický výpočet.

V souvislosti se soudržností povlakované výztuže a případným rizikem požáru je při návrhu nutné zohlednit také požadavky na požární odolnost betonové konstrukce. Reakce povlaku na vysoké teploty může ovlivnit celkové chování konstrukce.

**Konstrukční** (poloměry ohýbání, kotevní délky): Předepisuje se poloměr ohýbání, při dosažení specifikovaných parametrů kvality (nepřítomnost trhlin, pórů, odlupování apod.), kotevní délky a konstrukční požadavky na krytí.

Při použití povlakované výztuže se kotevní délky povlakovaných výztuží prodlužují o 20 % ve srovnání s nepovlakovanou výztuží, ustanovení vychází z ACI 318-19.

## 6.2 Požadavky na způsobilost Zhotovitele

Zhotovitel musí prokázat způsobilost pro zajištění kvality při provádění betonových konstrukcí podle metodického pokynu SJ-PK, části II/4 a v souladu s TKP 1.

Zhotovitel konstrukce obsahující prvky s povlakovanou výztuží nebo alternativním druhem výztuže je povinen dodržovat ustanovení těchto TP a výrobcem vydaného TEP.

Zhotovitel musí být prokazatelně způsobilý pro provádění betonáže dle TKP 18 a prokázat vybavenost pro zpracování povlakované výztuže nebo alternativního druhu výztuže v souladu s těmito TP.

Při manipulaci a práci s povlakovanou výztuží musí být pracovníci Zhotovitele prokazatelně proškoleni o systému zacházení a specifických odchylkách systému práce od využívání běžných výztuží. Vedoucí skupiny musí být při manipulaci a ukládání výztuže na pracovišti trvale přítomen a musí dbát na to, aby nedošlo k poškození povlaku. V případě, že dojde k porušení celistvosti povlaku, musí být neprodleně provedena jeho oprava, nebo musí být porušená část vyměněna. Způsob provedení opravy je popsán v kapitole 5.1.3.

## 6.3 Požadavky na technologický předpis

Pro všechny operace s povlakovanou nebo alternativní výztuží, s ohledem na konkrétní podmínky stavby a zvolené konstrukce, musí Zhotovitel zpracovat technologický předpis (TePř) ve smyslu TKP 1 čl. 1.3.3.3.1 c), jehož součástí je KZP.

TePř navazuje na TEP výrobce a rozpracovává zejména části týkající se dopravy, manipulace, skladování, zpracování včetně uložení do konstrukce, případné opravy apod. Součástí KZP pak jsou minimálně zkoušky a měření uvedená v kapitole 7.2.

Všechny případné změny a doplňky oproti TEP uvedené v TePř je nutné mít odsouhlasené výrobcem povlakované výztuže a v TePř pak musí být uvedeno, které skutečnosti mění nebo doplňují TEP.

V jednotlivých případech kusové výroby, případně je-li výrobce povlakované výztuže shodný se Zhotovitelem, je možné TEP a TePř spojit.

## **6.4 Požadavky na technologické postupy v rámci provádění**

V následujících podkapitolách jsou uvedeny specifické požadavky na provádění betonových prvků nebo konstrukcí s povlakovanou výztuží. Obecné požadavky pro provádění betonových konstrukcí nejsou těmito TP dotčeny a jsou uvedeny v TKP 18 příloha P10.

### **6.4.1 Manipulace s povlakovanou výztuží**

Veškerá manipulace s povlakovanou výztuží musí být prováděna tak, aby bylo minimalizováno poškození ochranného povlaku. Výztuž se zavěšuje ve více bodech, aby se zabránilo odření mezi jednotlivými kusy a aby nedocházelo k deformacím svazků tyčí. Svazky se nesmí vláčet ani volně pouštět. Při zavěšování musí být použity úvazy/smyčky s ochrannou vrstvou. Ocelová lana nebo řetězy bez příslušné povrchové ochrany jsou zakázány. Při spojování svazků se používají pásy vylučující poškození povlakovaných tyčí (např. polyamidové).

V případě povlakované předpínací výztuže je, s výjimkou krátkých délek, taková výztuž dopravována navinutá v kotoučích. Pravidla pro manipulaci a ochranu takové výztuže jsou obdobná jako u tyčové výztuže.

V rámci přepravy se při nakládání umísťuje povlakovaná výztuž na dřevěné nebo jiné podložky. Naložená výztuž musí být zajištěna proti posunu a možnému poškození. Při vykládce se nesmí nechat svazky výztuže klouzat z úložných ploch na zem.

### **6.4.2 Skladování povlakované výztuže**

Povlakovaná výztuž se skladuje co nejblíže k místu použití, aby byla manipulace omezena na minimum. Dodávky se plánují tak, aby nedocházelo k dlouhodobému skladování na staveništi.

Pokud doba skladování překročí dva měsíce, je nutná ochrana výztuže proti vlivům klimatických podmínek uložením pod zastřešenou plochu nebo zakrytím neprůhlednou fólií, geotextilií apod. Výztuž se skladuje nad zemí, položená na dřevěných trámech nebo jiných podložkách. Podložky musí být umístěny tak, aby nedocházelo k nadměrným deformacím výztuže. Mezi jednotlivými svazky se ponechá dostatek prostoru, aby byl zajištěn snadný přístup pro následnou manipulaci. Při použití ochrany fólií je nutné umožnit cirkulaci vzduchu, aby se snížila možnost kondenzace vody pod fólií.

Při skladování povlakované výztuže může dojít vlivem působení UV záření ke změně barevného odstínu, což nemá vliv na kvalitu a funkci ochranného povlaku, není-li výrobcem stanoveno jinak.



### 6.4.3 Dělení povlakované výztuže

V případě nezbytnosti dělení výztuže je nutné řezy do 3 hodin chránit nátěrem pomocí materiálu určeného pro opravy poškozeného povlaku, viz kapitola 5.1.3. Dělení výztuže se provádí hydraulickými nůžkami nebo frikční pilou, aby došlo k co nejmenšímu poškození povlaku. Řezání plamenem není povoleno.

### 6.4.4 Spojování povlakované výztuže

Spojování povlakované výztuže se provádí pomocí speciální spojky určených k tomuto účelu, které jsou rovněž opatřeny ochranným povlakem (ideálně stejného typu povlaku jako vlastní výztuž). V případě poškození povlaku spojky je po instalaci nutná jeho oprava.

Všechny svařované spoje a svary musí být provedeny před povlakováním.

### 6.4.5 Ukládání povlakované výztuže

Ukládání výztuže vyžaduje maximální možnou opatrnost z důvodu vyloučení poškození ochranného povlaku. Pro ukládání platí stejné zásady jako pro manipulaci.

Zásadně se musí používat nekorodující a nevodivé podložky a vložky pro zajištění krytí výztuže. Na vázání výztuže musí být používán povlakovaný drát. Povlakovaný drát minimalizuje oděr a brání vytvoření přímého elektrovodivého spojení mezi tyčemi.

V případě použití povlakované výztuže pouze na korozně kritická místa, musí být rovněž účinným způsobem zabráněno vodivému spojení mezi výztuží povlakovanou a nepovlakovanou.

### 6.4.6 Závěrečná prohlídka

Po uložení povlakované výztuže musí být provedena závěrečná prohlídka zaměřená na dodržení zásad spojování a zejména na případná poškození povlaku (mimo další požadavky na kontrolu výztuže obecně). Každé poškození musí být před betonáží opraveno.

Při poškození povlaku přesahující 1 % plochy na délku výztuže 1 m musí být taková výztuž vyřazena z použití. V opačném případě je možné provedení opravy, viz kapitola 5.1.3. Pozornost je nutné věnovat také řezným plochám a místům spojování výztuže.

### 6.4.7 Betonáž konstrukce s povlakovanou výztuží

Při betonáži je nutné se vyvarovat poškození povlaku výztuže pádem tvrdých předmětů nebo čerstvého betonu. Pro betonářské vozíky a hadice je nutné zřídit dráhy. Povlakovaná výztuž musí být zajištěna proti posunu a nadměrným deformacím vlivem lokálního zatížení. Během zhutňování betonu musí být používány pryžové nebo nekovové vibrátory.

## 7 Zajištění kvality stavebních výrobků

Zásady pro zajištění kvality stavebních výrobků zahrnují soubor zkoušek povlaků a povlakovaných výztuží včetně ověření správné technologie při jejich výrobě a zpracování. Druh, rozsah a četnost zkoušek jsou uvedeny v následujících podkapitolách, není-li v ZDS stanoveno jinak.



## 7.1 Průkazní zkoušky povlakované výztuže

Souhrnný přehled průkazních zkoušek pro povlakovanou výztuž je uveden v tabulce 1. Výztuž jako základní materiál před povlakováním musí splňovat všechny průkazní zkoušky dané příslušnou normou pro konkrétní výztuž do betonu.

Tab. 1: Souhrn průkazních zkoušek povlakované výztuže

Č. zk.	Hodnocený parametr <sup>3)</sup>	Zkušební metoda	Minimální počet zkoušek	Typ zkoušky <sup>1)</sup>	Požadovaná hodnota parametru
1	Tloušťka povlaku	ČSN EN ISO 2808 metoda 6A, 7	5x 1 vzorek celkem 3 vzorky	Z	Deklarovaná hodnota výrobcem
2	Přilnavost katodickou delaminací	ČSN EN ISO 15711 metoda A	3 vzorky	D	Průměrná hodnota poloměru delaminace nesmí být větší než 2 mm
3	Přilnavost po expozici v solné mlze	ISO 14 656 kap. 5.3	3 vzorky	D	Průměrná hodnota ztráty přilnavosti nesmí být větší než 3 mm od kraje poškození povlaku
4	Pružnost povlaku	TP 136	3 vzorky	Z	Pouhým okem nesmí být pozorovatelné praskání nebo odlupování povlaku na vnější straně
5	Korozní odolnost v solné mlze <sup>4)</sup>	ČSN EN ISO 9227	3 vzorky	Z	Maximální přípustná koroze v řezu 1 mm, koroze v ploše nepřipustná
6	Chemická odolnost	TP 136	3 vzorky na každý roztok	Z	Bez ztráty přilnavosti v okolí umělého poškození a vizuálně nesmí být na povrchu patrné puchýřky, obnažená místa, změknutí povlaku
7	Propustnost pro chloridy	TP 136	3 vzorky	D	Přípustná koncentrace chloridů max. $1 \times 10^{-4}$ M
8	Soudržnost výztuže s betonem	ČSN 73 1328 ČSN 73 1333 <sup>6)</sup>	3 vzorky	Z	Relativní soudržnost tyčí s povlakem nesmí být nižší než 85 % soudržnosti tyčí bez povlaku <sup>2) 6)</sup>
9	Maximální relaxace po 1000 h <sup>5)</sup>	ČSN EN ISO 15630-3	3 vzorky	Z	Maximálně 6,5 % po 1000 h při 70 % $F_m$

Poznámky:

- 1) Z – Základní typ průkazní zkoušky, kterou je nutné provést při každém použití. D – Doplnkový typ průkazní zkoušky, provádí se pouze ve specifických případech stanovených v ZDS.
- 2) Hodnota platí pro epoxidové povlaky. Pro ostatní povlaky není hodnota 15 % závazná a je stanovena průkazní zkouškou.
- 3) Pro kluzné trny a kotvy do CBK se v rámci průkazních zkoušek neprovádí zkouška č. 8 – Soudržnost výztuže s betonem.
- 4) Pro kotevní tyče (kotvy) do CBK se korozní odolnost zkouší podle normy ČSN EN ISO 9227 dle čl. 5.2.2. Doba trvání zkoušky je 240 hodin a vzorky se hodnotí pouze vizuálně. Není dovoleno žádné odlupování nátěru nebo koroze tyče. Podrobně viz čl. 6.5 ČSN EN 13877-1.
- 5) Průkazní zkouška se provádí pouze na povlakované předpínací výztuži. Součástí zkoušky je také vizuální hodnocení povlaku, kdy nesmí být pouhým okem viditelné praskání nebo odlupování povlaku.

- 6) V případě povlakované předpínací výztuže se zkouška provádí pouze na drsném povrchu (ochranný povlak kombinovaný s posypem zajišťující zdrsnění). Pro povlakovanou předpínací výztuž není hodnota 15 % závazná a je stanovena průkazní zkouškou.

### 7.1.1 Požadavky na průkazní zkoušky – upřesnění zkušební metody

V následujícím textu jsou uvedeny upřesněné postupy zkušebních metod vycházející z tabulky 1. Uvedený popis se vždy odkazuje na konkrétní číslo zkoušky dle tabulky.

#### Ad 1) Tloušťka povlaku:

V rámci průkazní zkoušky stanovuje nominální tloušťku výrobce, přičemž deklarovaná hodnota se musí pohybovat v intervalu stanoveném těmito TP.

V případě žebírkové výztuže se tloušťka povlaku stanovuje mezi žebírky. Měření tloušťky povlaku se nesmí provádět v místech ohybu výztuže. Jedno zaznamenané měření je průměrem ze tří jednotlivých stanovení získaných mezi třemi po sobě následujícími žebírky. Na každé tyči musí být provedeno alespoň 5 rovnoměrně rozložených měření.

V případě povlakované předpínací výztuže ve formě lana se tloušťka povlaku stanovuje na vrcholu každého drátu. Jednotlivá měření v rámci jednoho průřezu na vrcholu každého drátu se mezi sebou nesmí lišit o více než jsou dovolené odchylky.

Při měření tloušťky nesmí být žádná hodnota menší než 80 % hodnoty pro minimální tloušťku povlaku nebo větší než 120 % hodnoty pro maximální tloušťku povlaku.

#### Ad 2) Přílnavost katodickou delaminací:

Zkouška je mírnou modifikací zkušební postupu dle ČSN EN ISO 15711 metody A. Odlišnosti a upřesnění jsou uvedeny v následujících odrážkách:

- Stanovení se provádí na tyči o délce 200 mm opatřené povlakem v celé ploše.
- Roztok elektrolytu tvoří 3 % NaCl rozpuštěný v destilované vodě.
- Na každém zkušebním vzorku se provrtá povlakem otvor o  $\varnothing$  3 mm až na základní materiál cca 50 mm od jednoho konce. Otvor musí být umístěn mezi žebírky.
- Volitelné: Na druhém konci vzorku se provrtá otvor o  $\varnothing$  3 mm pro závitořezný šroub sloužící ke spojení okruhu.
- Po ukončení zkoušky se vzorek ponechá 1 hodinu při teplotě  $23 \pm 2$  °C a provede se stanovení přílnavosti.
- Vyhodnocení zkoušky se provede tak, že se přes umělé poškození (vyvrtání) provedou dva na sebe kolmé řezy až k podkladu. Délka řezu na každou stranu nesmí být menší než 5 mm nebo v rozsahu vzdálenosti mezi žebírky. Pomocí špičky skalpelu se odstraní nepřilnutý ochranný povlak výztuže (přílnavost povlaku narušená delaminací).
- Průměrná hodnota poloměru delaminace (ztráty přílnavosti) nesmí překročit 2 mm, měřeno od hrany provrtání otvoru.

#### Ad 3) Přílnavost po expozici v solné mlze:

Na vzorku výztuže o délce 200 mm se provede celkem 6 umělých poškození ve formě vyvrtání otvorů o  $\varnothing$  3 mm, přičemž 3 otvory jsou na jedné straně vzorku a 3 na opačné straně. Vzdálenost krajních otvorů od konců vzorku musí být nejméně trojnásobek vzdálenosti mezi žebírky. Třetí otvor se vyvrtává cca uprostřed mezi dvěma krajními. Všechny otvory musí být vždy mezi žebírky.

Vzorky se vloží do komory s NaCl tak, že poškozená místa jsou kolmo k rozprašovači solné mlhy. Doba zkoušky je  $800 \pm 20$  hodin při teplotě  $35 \pm 2$  °C. Po ukončení zkoušky se vzorky opláchnou destilovanou vodou a ponechají se v laboratoři  $24 \pm 2$  hodin při teplotě  $23 \pm 2$  °C.

V místech vyvrtaných otvorů se odstraní korozní produkty a přilnavost se stanoví tak, že se přes umělé poškození (vyvrtání) provedou dva na sebe kolmé řezy až k podkladu. Délka řezu na každou stranu nesmí být menší než 5 mm nebo v rozsahu vzdálenosti mezi žebírky. Pomocí špičky skalpelu se odstraní nepřilnutí ochranného povlaku výztuže (přilnavost povlaku narušená delaminací).

Průměrná hodnota delaminace nesmí překročit 3 mm od vzdálenosti hry umělého poškození.

#### **Ad 4) Pružnost povlaku:**

Stanovuje se ohybem výztuže kolem trnu, jehož průměr a úhel ohybu závisí na průměru výztuže. Volba trnu a úhel ohybu je odvozena od průměru výztuže dle následujících zásad:

- Pro  $\varnothing$  tyče výztuže  $d \leq 20$  mm se volí trn  $\varnothing 4d$  a úhel ohybu  $180^\circ$
- Pro  $\varnothing$  tyče výztuže  $d > 20$  mm se volí trn  $\varnothing 6d$  a úhel ohybu  $180^\circ$
- Pro  $\varnothing$  tyče výztuže  $d > 36$  mm se volí trn  $\varnothing 6d$  a úhel ohybu  $90^\circ$

Teplota zkušebního prostředí se musí pohybovat v rozmezí  $23 \pm 5$  °C, přičemž teplota vzorku musí být v intervalu  $20\text{--}30$  °C.

Po provedení ohybové zkoušky nesmí být pouhým okem zjistitelné prasknutí nebo odlupování povlaku na vnější straně ohnuté výztuže. Prasknutí nebo částečné poškození ocelové výztuže případně prasknutí a odlupování povlaku způsobené nedostatky povrchu ocelové výztuže nelze považovat za negativní výsledek zkoušky pružnosti povlaku a zkouška je třeba opakovat.

#### **Ad 5) Korozní odolnost v solné mlze:**

Zkouška odpovídá ČSN EN ISO 9227. Pro přípravu solné mlhy se použije roztok chloridu sodného dle čl. 5.1 normy. Doba trvání zkoušky musí být 1 008 hodin.

Po ukončení zkoušky musí být maximální přípustná šířka koroze v řezu 1 mm vypočítaná podle následující rovnice, přičemž koroze v ploše je nepřípustná.

$$M = \frac{C - W}{2}$$

kde:

C      maximální šířka podrezavění v řezu [mm]  
W      původní šířka řezu [mm]

#### **Ad 6) Chemická odolnost:**

Chemická odolnost je stanovena ponorovou zkouškou při teplotě  $23 \pm 2$  °C po dobu 45 dní v každém z následujících roztoků zvlášť.

Působící roztoky jsou následující:

- Roztok 3 % NaCl
- Roztok 0,05 M NaOH + 0,3 M KOH
- Roztok 3 % NaCl + 0,05 M NaOH + 0,3 M KOH
- Destilovaná / deionizovaná voda

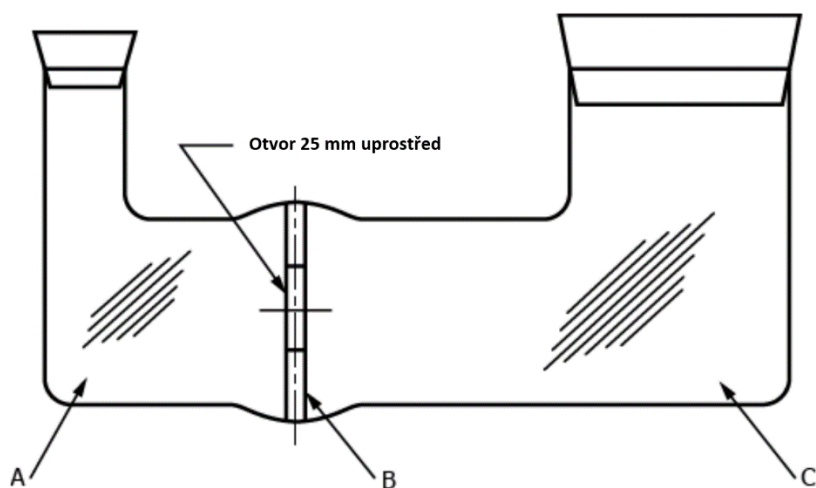
Do zkoušky jsou zařazovány vzorky s umělým poškozením a vzorky bez umělého poškození povlaku. Poškození vzorků se realizuje vyvrtáním otvoru  $\varnothing$  6 mm do povlaku až na základní materiál.

Po zkouškách korozní a chemické odolnosti nesmí povlaky vykazovat vznik puchýřků, změknutí, ztrátu přilnavosti a místa obnažená v průběhu zkoušky. V okolí umělého poškození nesmí docházet ke ztrátě přilnavosti povlaku.

#### Ad 7) Propustnost pro chloridy:

Propustnost dle ASTM A775 se stanovuje na volných filmech povlaku v tloušťce určené pro povlakování, ale s omezením pro tloušťky 175 až 225  $\mu\text{m}$ . Zkouška se provádí v zařízení podle obrázku 1 při teplotě  $24 \pm 2$  °C a po 45 dní.

V jedné vymezené části zařízení je obsažen roztok NaCl s koncentrací 3 M o objemu 175 ml a v druhé části je destilovaná voda o objemu 115 ml.



Obr. 4: Zařízení pro měření propustnosti chloridů dle ASTM A775

kde:

- A část obsahující destilovanou vodu
- B povlak mezi dvěma skleněnými destičkami, každá má uprostřed otvor  $\varnothing$  25 mm
- C část obsahující roztok 3M NaCl

Pomocí vhodného přístroje se stanoví obsah chloridů v destilované vodě. Přípustná koncentrace chloridu v části s destilovanou vodou musí být nižší než  $1 \times 10^{-4}$  M.

#### Ad 8) Soudržnost výztuže s betonem:

Relativní soudržnost výztuže s betonem se stanovuje jako poměr soudržnosti povrchu ocelových tyčí s povlakem a bez povlaku, které jsou zabudované v betonu při definovaných rozměrech zkušebních vzorků zkušebním postupem dle ČSN 73 1328.

Zkoušky soudržnosti podle ČSN 73 1328 jsou prováděny na zkušebních tělesech ve tvaru hranolu, viz kapitola I. čl. 3 a) této normy.

S ohledem na požadavek relace soudržnosti mezi výztuží s povlakem a bez povlaku je možné využít také postupu dle předpisu ASTM A944.

V případě povlakované předpínací výztuže s drsným povrchem se musí ve smyslu ČSN 73 1333 kapitoly 3.2 jednat o zkušební tělesa ve tvaru trámce délky  $\geq 1800$  mm z betonu C30/37 stáří 28 dní. Je možné využití také postupu dle předpisu ASTM A1061.

#### Ad 9) Maximální relaxace předpínací výztuže:

Zkouška maximální relaxace povlakované předpínací výztuže se provádí v celém rozsahu podle normy ČSN EN ISO 15630-3. Jediným rozdílem je ochranný povlak na předpínací výztuži.

Hodnota maximální relaxace u povlakované předpínací výztuže nesmí překročit 6,5 % po době 1000 hodin a 70% maximální zatížení.

#### 7.1.2 Požadavky na materiály určené pro opravy

Materiály určené pro opravy povlaku musí vyhovovat požadavkům na povlaky s výjimkou soudržnosti povlaku s betonem a stanovení přilnavosti zkouškou katodické delaminace. Průkazními zkouškami se prokazuje nejen přilnavost a další parametry se základním materiálem, ale také kompatibilita s povlakem výztuže.

### 7.2 Kontrolní zkoušky povlakované výztuže

Souhrnný přehled kontrolních zkoušek pro povlakovanou výztuž je uveden v tabulce 2. Součástí kontrolních zkoušek jsou zkoušky prováděné výrobcem i zhotovitelem.

Tab. 2: Souhrn kontrolních zkoušek povlakované výztuže

Č. zk.	Hodnocený parametr <sup>2)</sup>	Zkušební metoda	Minimální počet zkoušek	Typ zkoušky <sup>1)</sup>	Požadovaná hodnota parametru
1	Tloušťka povlaku	ČSN EN ISO 2808 metoda 6A, 7	20 měření / t	Z	Žádná hodnota menší než 80 % hodnoty pro minimální tloušťku povlaku nebo větší než 120 % hodnoty pro maximální tloušťku povlaku
2	Celistvost povlaku	ČSN EN ISO 29601	3 měření / t	D	Povlak nesmí vykazovat více než 4 póry nebo defekty na 1 m délky výztuže
3	Přilnavost povlaku	ČSN EN ISO 16276-2	6 měření / t	Z	Povlak nesmí vykazovat defekty vyšší než stupeň 2
4	Pevnost v tahu <sup>3)</sup>	ČSN EN ISO 15630-3	3 vzorky	Z	Pouhým okem nesmí být pozorovatelné praskání nebo odlupování povlaku
5	Vizuální hodnocení	TP 136	10 % dodávky	Z	Bez viditelných pórů, nepokrytých míst, trhlinek, odlupování, vrásnění a nečistot

Poznámky:

- 1) Z – Základní typ kontrolní zkoušky, kterou je nutné provést při každém použití. D – Doplnkový typ kontrolní zkoušky, provádí se pouze ve specifických případech stanovených v ZDS.
- 2) Kontrolní zkoušky na kluzných trnech a kotvách do CBK se řídí podle ČSN 73 6123-1 a tabulka se pro tyto prvky nevztahuje.
- 3) Kontrolní zkouška se provádí pouze na povlakované předpínací výztuži.

### 7.2.1 Požadavky na kontrolní zkoušky – upřesnění zkušební metody

V následujícím textu jsou uvedeny upřesněné postupy zkušebních metod vycházející z tabulky 2. Uvedený popis se vždy odkazuje na konkrétní číslo zkoušky dle tabulky.

#### Ad 1) Tloušťka povlaku:

V případě žebírkové výztuže se tloušťka povlaku stanovuje mezi žebírky. Měření tloušťky povlaku se nesmí provádět v místech ohybu výztuže. Jedno zaznamenané měření je průměrem ze tří jednotlivých stanovení získaných mezi třemi po sobě následujícími žebírky. Na každé tyči musí být provedeno alespoň 5 rovnoměrně rozložených měření.

Při měření tloušťky nesmí být žádná hodnota menší než 80 % hodnoty pro minimální tloušťku povlaku nebo větší než 120 % hodnoty pro maximální tloušťku povlaku.

V případě potřeby rozhodčích zkoušek se pro stanovení tloušťky povlaku využívá mikroskopických výbrusů příčných řezů výztuží.

#### Ad 2) Celistvost povlaku:

Celistvost povlaku se ověřuje nízkonapěťovou zkouškou. Přístroj pro měření pórů a defektů využívá principu navlhčené houby při nastaveném napětí 90 V podle ČSN EN ISO 29601 nebo při nastaveném napětí 67,5 V a odporu  $125 \pm (10 \%) \text{ k}\Omega$  podle ASTM D3963.

Pro stanovení celistvosti povlaku je možno použít i jinou metodu předem odsouhlasenou mezi Objednatelem a Zhotovitelem.

Povlak nesmí vykazovat více než 4 póry nebo defekty na jeden metr výztuže.

#### Ad 3) Přílnavost povlaku:

Zkouška se provádí v souladu s normou ČSN EN ISO 16276-2. Délka řezu na každou stranu nesmí být menší než 5 mm, nebo v rozsahu mezi žebírky.

Povlak po křížovém řezu nesmí vykazovat defekty vyšší než stupeň 2. V případech nevyhovující výsledku se provádí stanovení přílnavosti metodou katodické delaminace a porovnáním s průkazními zkouškami.

#### Ad 4) Pevnost v tahu povlakované předpínací výztuže:

Zkouška pevnosti v tahu se provádí v souladu s normou ČSN EN ISO 15630-3, přičemž primárním účelem je pouze posouzení kvality a přílnavosti povlaku. Hodnocení zjištěné pevnosti v tahu je pouze doplňkové, ale srovnání s požadovanou hodnotou dle průkazní zkoušky je možné.

Po provedení zkoušky nesmí být pouhým okem zjistitelné prasknutí nebo odlupování povlaku výztuže.

#### Ad 5) Vizualní hodnocení povlakované výztuže:

Povlak nesmí vykazovat okem viditelné póry, nepokrytá místa, trhlinky, odlupování, vrásnění a nečistoty.

## Příloha 1 Žárově zinkovaná ocelová výztuž do betonu

Ocelová betonářská výztuž se zinkovým povlakem se vyrábí podle ČSN EN 10348, kde jsou rovněž uvedeny požadavky na průběžnou kontrolu a přejímku vyrobené výztuže včetně oprav zjištěných vad. Ocelová výztuž jako základní materiál musí splňovat požadavky ČSN EN 10080.

Zinkový povlak se na ocelovou výztuž aplikuje žárovým způsobem ponořením do taveniny zinku. Podle průměru výztuže se nanáší rozdílné množství zinku:

- Pro  $d > 6$  mm se předepisuje  $610 \text{ g/m}^2$  zinkového povlaku, což odpovídá prům. tloušťce  $85 \text{ }\mu\text{m}$
- Pro  $d \leq 6$  mm se předepisuje  $505 \text{ g/m}^2$  zinkového povlaku, což odpovídá prům. tloušťce  $70 \text{ }\mu\text{m}$

V případě použití pozinkované výztuže se musí v projektové dokumentaci uvést odkaz na výrobovou normu a k označení výztuže doplňkovou značku +Z.

Dle ASTM A767 a ASTM A1094 se po nanesení zinkového povlaku musí provést dodatečná ochrana chromátováním ( $\text{Cr}^{\text{III}}$ ). Význam chromátování je zabránit reakci pozinkovaného povrchu výztuže s cementovou pastou. Čerstvý beton s vysokým stupněm alkality by mohl způsobovat nežádoucí korozní působení zinkového povlaku. Tato chemická reakce má za následek snížení tloušťky a účinnosti ochranné vrstvy a významnou produkci plynného vodíku.

Pro pasivaci zinkového povlaku je možné použít již uváděné chromátové povlaky ( $\text{Cr}^{\text{III}}$ ), povlaky na bázi zirkonia, titanu nebo jejich kombinace. V Německu je povoleno používání pozinkované výztuže s povlakem na bázi akrylátové disperze. Dle TKP 18 je možné dosáhnout přirozené pasivace zinkového povlaku uložením výztuže ve venkovním prostředí na dobu obvykle 4 týdny, tento způsob ale není příliš efektivní a možnost použití je odvislá od skladby povlaku, viz níže.

*Poznámka: Chromátování s  $\text{Cr}^{\text{VI}}$  je zakázáno s ohledem na ekologická a zdravotní rizika.*

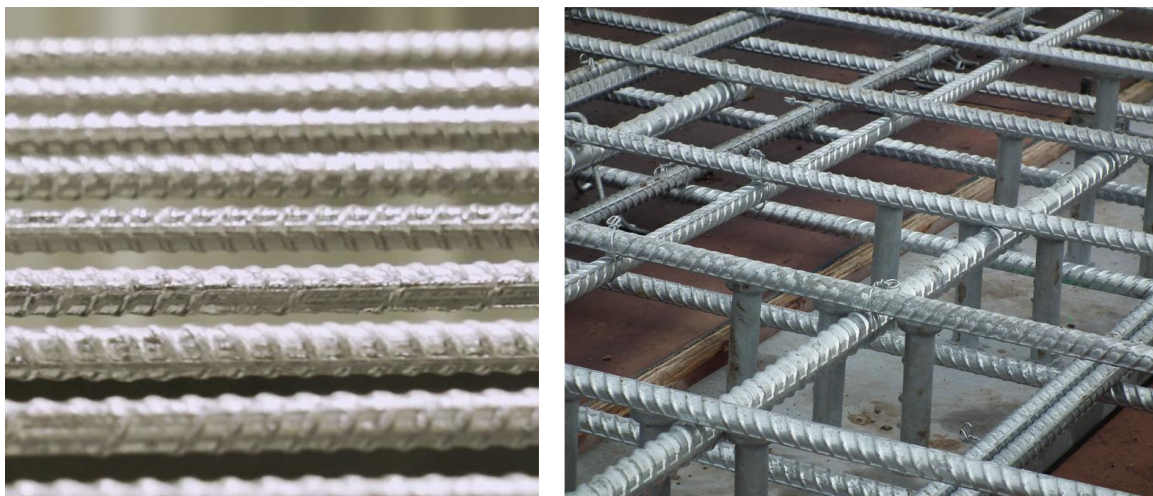
Celková ochranná účinnost zinkového povlaku závisí na řadě faktorů, jako jsou zmíněná alkalita betonu, vlastnosti cementu, poměry složek betonu, čistota zinku a obsahu vlhkosti v pórech. Významný je i obsah chloridů, i když mezní koncentrace obsahu chloridů pro pozinkovanou výztuž je vyšší než pro ocel.

U povlaků ze zinku je nezbytné (metalograficky) ověřit skladbu povlaku. Externí vrstva musí být tvořena  $\eta$  fází o tloušťce minimálně  $10 \text{ }\mu\text{m}$  (v podstatě čistý zinek). Pokud bude externí vrstvou intermetalická fáze Fe-Zn  $\zeta$  ( $\text{FeZn}_{13}$ ), potom je povlak významně méně ochranný a při korozi v čerstvém betonu produkuje značné množství plynného vodíku.

Jelikož se pozinkovaná výztuž do betonu používá v omezené míře a s použitím souvisí výše uvedená rizika, je nejvhodnějším postupem ověření vhodnosti v konkrétním betonu provedení praktických zkoušek.

Při vyloučení následných chemických reakcí zinku v čerstvém betonu vede působení povlaku, s ohledem na jeho katodickou funkci ochrany vůči oceli, ke zvýšení životnosti výztuže v betonu. Výhodný je poměrně dobře propracovaný technologický postup zhotovování povlaků žárového zinku, viz vydané normy, dostatečný počet specializovaných pracovišť a příznivé velikosti technologických zařízení (až 12 m délky).

Nevýhodou je porušení vrstvy povlaku při svařování, nedostatečná flexibilita povlaku při tvarování a riziko vzniku korozního působení zinkového povlaku.



**Obr. P1-1: Příklady pozinkované výztuže** (zdroj: <https://www.cmc.com>)



## Příloha 2 Korozivzdorná ocelová výztuž do betonu

Pojem korozivzdorné nebo též nerezavějící, případně vysoce legované oceli se vztahuje na oceli, jejichž složení obsahuje dle ČSN EN 10088-1 minimálně 10,5 % chrómu a max. 1,2 % uhlíku a případně další legující prvky jako je nikl, molybden, titan a jiné, které upravují požadované korozní a mechanické vlastnosti těchto ocelí. Současně je redukován, kromě uhlíku, mj. také obsah síry a fosforu.

Korozivzdorné oceli se podle normy ČSN EN 10088-1 dělí do základních skupin podle jejich metalografického složení:

- Feritické korozivzdorné oceli
- Austenitické korozivzdorné oceli
- Austeniticko-feritické (duplex) korozivzdorné oceli
- Martenzitické korozivzdorné oceli
- Precipitačně vytvrditelné korozivzdorné oceli

**Pro použití korozivzdorné oceli jako výztuže do betonu se obvykle používají oceli z prvních tří skupin uvedených výše:**

- **Feritické oceli** jsou magnetické a křehké pod charakteristickou přechodovou teplotou. Mají zpravidla špatnou svařitelnost vzhledem k jejich citlivosti k mezikrystalové korozi a křehnutí v tepelně ovlivněné oblasti. V normách ASTM jsou zaříděny do série 400.
- **Austenitické oceli** nejsou magnetické a jsou houževnaté v širokém rozmezí teplot od kryogenních teplot až do teplot žárovevnosti kovu. Nevykazují křehký lom a tvářením za studena lze dosáhnout vysokých hodnot pevnosti. Plně austenitické oceli vyžadují zvláštní pečlivost při tvářením za tepla a svařování. V normách ASTM jsou zaříděny do série 300 (při obsahu Mn  $\leq 2$  %).
- **Austeniticko-feritické oceli** mají vyváženou dvoufázovou strukturu (duplex) s obsahem feritu mezi 40-60 %, z čehož vyplývají vyšší pevnostní vlastnosti než u austenitických ocelí. Mají dobrou odolnost vůči koroznímu praskání pod napětím. V normách ASTM jsou zaříděny do série 300.

Pod každou skupinou se nachází další velká skupina korozivzdorných ocelí, přičemž neexistuje univerzální kritérium, podle kterého se musí konkrétní druh korozivzdorné oceli použít pro danou aplikaci. Při návrhu korozivzdorné oceli do prvku nebo celé konstrukce je nutné zohlednit, zdali se jedná o kompletní nebo částečnou náhradu za běžnou betonářskou výztuž, zdali jsou vystaveny chloridům, zdali je záměrem prodloužit životnost a trvanlivost konstrukce apod.

Korozivzdorné oceli obecně podléhají čtyřem druhům koroze:

- 1) Rovnoměrná koroze – Vyskytuje se zejména v kyselém prostředí. Tento druh koroze je zanedbatelný při použití výztuže v betonu, který poskytuje zásadité prostředí.
- 2) Mezikrystalová koroze – Pro vznik tohoto druhu koroze nejsou v betonu obvykle vytvořeny podmínky.
- 3) Korozní praskání – Vzniká při kombinaci několika faktorů jako je přítomnost chloridů, teplotní podmínky, mechanické namáhání a hodnota pH prostředí. V případě výztuže v betonu tento typ koroze nelze za normálních podmínek předpokládat.
- 4) Důlková koroze (pitting) – Velmi závažným problémem při expozici výztuží z korozivzdorné oceli v betonu je důlková koroze vznikající za přítomnosti chloridů. Nebezpečí vzniku tohoto

druhu koroze je závislé na koncentraci chloridových iontů, na teplotě, hodnotě pH v betonu a konkrétním typu korozivzdorné oceli.

Náchylnost ke vzniku důlkové koroze je charakterizována hodnotou PRE, neboli ekvivalentem odolnosti bodové koroze (pitting resistance equivalent), která se vyjadřuje ze vztahů podle skupiny korozivzdorných ocelí dle ČSN EN 10088-1:

- Pro feritické oceli:  $PRE = Cr + 3,3Mo$
- Pro austenitické a duplexní oceli:  $PRE = Cr + 3,3Mo + 16N$
- Pro austenitické oceli s  $Mo > 3\%$ :  $PRE = Cr + 3,3Mo + 30N$

*Pozn.: Hodnota PRE se nepoužívá jako absolutní hodnota, protože odolnost proti důlkové korozi u korozivzdorných ocelí je funkce materiálu a podmínek prostředí. Hodnotu PRE je vhodné používat pro porovnání odolnosti u jednotlivých korozivzdorných ocelí, přičemž minimální hodnota PRE má být předem stanovena Objednatel (např. v ZDS).*

Hodnoty PRE pro vybrané korozivzdorné oceli, jejichž použití je obvyklé pro výztuž do betonu, jsou uvedeny v následujících tabulkách P2-1 a P2-2.

**Tab. P2-1: Korozivzdorné oceli pro výztuž do betonu s hodnotami PRE dle ČSN EN 10088-1**

Značka oceli	Číselné označení	Podle mikro-struktury	Značka podle ASTM <sup>1)</sup>	Obsah prvků, hmotnostní %					PRE <sup>2)</sup>
				Cr	Ni	C	Mo	N	
X2CrNi12	1.4003	Feritická	S41003	10,5 až 12,5	0,3 až 1,0	0,03	-	0,03	<b>11-13</b>
X6Cr17	1.4016	Feritická	S43000	16,0 až 18,0	-	0,08	-	-	<b>16-18</b>
X6CrNiTi18-10	1.4541	Austenitická	S32100	17,0 až 19,0	9,0 až 12,0	0,08	-	-	<b>17-19</b>
X2CrNiN18-9	1.4311	Austenitická	S30453	17,5 až 19,5	8,5 až 11,5	0,03	-	0,12 až 0,22	<b>17-23</b>
X5CrNi18-10	1.4301	Austenitická	S30400	17,5 až 19,5	8,0 až 10,5	0,07	-	0,10	<b>19-21</b>
X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	Austenitická	S31635	16,5 až 18,5	10,5 až 13,5	0,08	2,0 až 2,5	-	<b>23-27</b>
X2CrNiN23-4	1.4362	Austen.-ferit.	S32304	22,0 až 24,5	3,5 až 5,5	0,03	0,1 až 0,6	0,05 až 0,20	<b>23-30</b>
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	Austenitická	S31600	16,5 až 18,5	10,0 až 13,0	0,07	2,0 až 2,5	0,10	<b>25-28</b>
X3CrNiMo17-12-3	1.4436	Austenitická	S31600	16,5 až 18,5	10,5 až 13,0	0,05	2,5 až 3,0	0,10	<b>26-30</b>
X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	Austenitická	S31653	16,5 až 18,5	11 až 14,0	0,03	2,5 až 3,0	0,12 až 0,22	<b>27-32</b>
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	Austen.-ferit.	S32205	21,0 až 23,0	4,5 až 6,5	0,03	2,5 až 3,5	0,1 až 0,22	<b>32-41</b>
X2CrNiMoCuWN25-7-4	1.4501	Austen.-ferit.	S32760	24,0 až 26,0	6,0 až 8,0	0,03	3,0 až 4,0	0,2 až 0,3	<b>40-48</b>
X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	Austenitická	N08926	19,0 až 21,0	24,0 až 26,0	0,02	6,0 až 7,0	0,15 až 0,25	<b>43-52</b>
<b>Poznámky:</b> 1) Označení dle ASTM A959/UNS. Značka oceli se ve většině případů neshoduje se značkou dle ASTM ve složení a mají buď podobné složení (N) nebo jsou ve složení větší odchylky (W). Vždy je nutné, v případě potřeby, porovnat s ČSN EN 10088-1. 2) Hodnoty PRE jsou spočítané na minimální a maximální možnou hodnotu podle složení. V praxi pak budou hodnoty ležet na intervalu mezi těmito hodnotami.									

**Tab. P2-2: Korozivzdorné oceli pro výztuž do betonu s hodnotami PRE dle ASTM A955 a A959**

Číselné označení	Podle mikro-struktury	Značka podle UNS	Obsah prvků, hmotnostní %					PRE <sup>2)</sup>
			Cr	Ni	C	Mo	N	
304	Austenitická	S30400	17,5 až 19,5	8,0 až 11	0,07	-	-	18-20
304L	Austenitická	S30403	17,5 až 19,5	8,0 až 12	0,03	-	-	18-20
2304	Austen.-ferit.	S32304	21,5 až 24,5	3,0 až 5,5	0,03	0,05 až 0,6	0,05 až 0,2	22-30
316	Austenitická	S31600	16,0 až 18,0	10,0 až 14,0	0,08	2,0 až 3,0	-	23-28
316L	Austenitická	S31603	16,0 až 18,0	10,0 až 14,0	0,03	2,0 až 3,0	-	23-28
316LN	Austenitická	S31653	16,0 až 18,0	10,0 až 13,0	0,03	2,0 až 3,0	0,10 až 0,16	24-31
2205	Austen.-ferit.	S32205	22,0 až 23,0	4,5 až 6,5	0,03	3,0 až 3,5	0,14 až 0,20	36-41

Výztuže z feritických ocelí vykazují obvykle dobré výsledky odolnosti při nízkém obsahu chloridů v betonu. Při vysokém obsahu chloridů dochází ke vzniku důlkové koroze. Za vysoký obsah chloridů se považuje 1-2 % hmotnosti betonu nízké kvality a 2-3 % hmotnosti betonu vysoké kvality. Korozivzdorné oceli, jiné než feritické, nevykazují za daných podmínek významné korozní napadení. Zároveň ale platí, že u korozivzdorných ocelí s vyšší korozní odolností také významně stoupají jednotkové ceny.

Speciálním typem „korozivzdorné“ výztuže jsou chromové výztuže s nízkým obsahem uhlíku vyráběné podle americké normy ASTM A1035. V zahraničí bývají označovány také jako vysokopevnostní a svými vlastnosti se pohybují na rozmezí mezi obyčejnou ocelí pro betonářskou výztuž a korozivzdornou ocelí podle ASTM A955. Pro úplnost je tento druh oceli uveden v kapitole pro korozivzdorné výztuže, ačkoliv se na ni nevztahují pravidla a požadavky pro korozivzdornou výztuž. Americká norma ASTM A1035 rozděluje chromové výztuže na 3 typy, viz tabulka P2-3.

**Tab. P2-3: Chromové oceli pro výztuž do betonu dle ASTM A1035**

Typ oceli	Obsah prvků, hmotnostní %						
	Cr	Mg	C	P	N	S	Si
1035 CL	2,0 až 3,9	1,5	0,3	0,035	0,05	0,045	0,5
1035 CM	4,0 až 7,9	1,5	0,2	0,035	0,05	0,045	0,5
1035 CS	8,0 až 10,9	1,5	0,15	0,035	0,05	0,045	0,5

Podle britské normy BS 6744 pro korozivzdornou výztuž do betonu se předepisují následující korozivzdorné oceli s přiřazením vhodnosti podle účelu použití pro nové konstrukce, pro opravy stávajících konstrukcí nebo jejich zesílení, viz tabulka P2-4. Uvedené korozivzdorné oceli jsou zahrnuty také v tabulce P2-1 s uvedením hodnoty PRE.

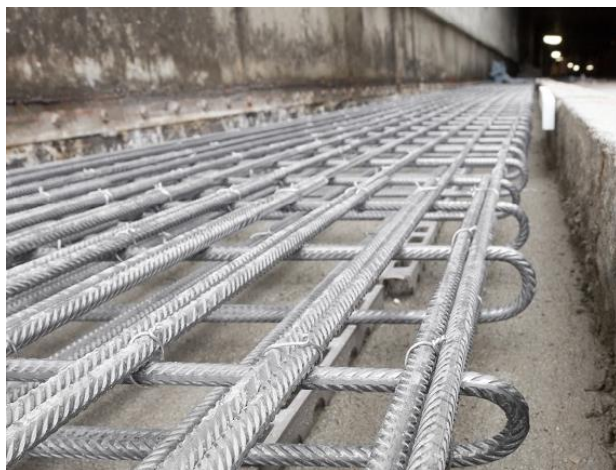
**Tab. P2-4: Korozivzdorné oceli pro výztuž do betonu s přiřazením vhodnosti použití dle BS 6744**

Číselné označení dle EN 10088-1	Značka dle BS	Značka dle ASTM / UNS	Podmínky pro vhodnost použití korozivzdorné oceli pro nové konstrukce, opravy stávajících konstrukcí nebo jejich zesílení			
			Pro konstrukce nebo prvky s dlouhou návrhovou životností nebo které jsou nepřístupné pro budoucí údržbu	Pro konstrukce nebo prvky vystavené kontaminaci chloridy bez snížení návrhových požadavků na trvanlivost (např. krycí vrstva z betonu, požadavky na vyšší kvalitu betonu nebo voděodolnost)	Výztuž u dilatačních závěrů nebo betonový povrch umožňující vyšší penetraci látek včetně chloridů (např. kluzné trny nebo kotevní prvky)	Konstrukce podléhající kontaminaci chloridů v kombinaci se sníženými návrhovými požadavky na trvanlivost (např. snížené krytí výztuže, nižší kvalita betonu nebo absence hydroizolace betonu)
1.4301	304 S31	304N	1	1	5	3
1.4436	316 S33	316	2	2	1	1
1.4429	316 S63	316LN	2	2	1	1
1.4462	318 S13	S31803	2	2	1	1
1.4529	-	N08926	4	4	4	4
1.4501	-	S32760	4	4	4	4

Vysvětlení:  
1 = Odpovídající volba z pohledu korozní odolnosti a ceny  
2 = Předimenzovaná volba z pohledu korozní odolnosti  
3 = V některých případech vhodná volba, nutné speciální posouzení  
4 = Třídy oceli pro speciální aplikace, které vychází z posudků korozního inženýra nebo jiné obdobně odborně způsobilé osoby  
5 = Nevhodná volba pro danou aplikaci

Aplikace výztuže z korozivzdorné oceli má oproti jiným způsobům řešení této problematiky řadu předností, mezi které patří vyloučení poškození při dopravě, manipulaci a skladování (oproti povlakované výztuži). Dále je to svařitelnost (u některých tříd), vyloučení běžných poškození a nutnost chránit střížné hrany. Při volbě vhodné korozivzdorné oceli lze dosáhnout vysoké životnosti a trvanlivosti konstrukce bez oprav.

Nevýhodou korozivzdorných ocelí je především významně vyšší cena oproti ostatním druhům výztuží. Dále to může být, podle konkrétních korozivzdorných ocelí, horší svařitelnost, odlišné fyzikálně mechanické vlastnosti (oproti běžné uhlíkové oceli, např. tažnost, křehkost) nebo chybějící magnetičnost. Z uvedeného pak vyplývá vysoká náročnost na odborné posouzení a návrh takové výztuže do konstrukce nebo prvku.



**Obr. P2-1: Příklady korozivzdorné výztuže (zdroj: <https://steelforconstruction.com>)**

## Příloha 3 Kompozitní výztuž do betonu

Kompozitní výztuž, nekovová výztuž nebo také polymerní výztuž vyztužená vlákny (FRP) je vhodná alternativa v případě, kdy je výztuž navržena do betonové konstrukce s výrazným korozním prostředím nebo je navržena do prostředí s bludnými proudy případně je požadavkem nemagnetická konstrukce.

**Podle amerického předpisu ACI 440.1R-15** pro návrh a provádění betonových konstrukcí s kompozitní výztuží má význam navrhovat kompozitní výztuž z těchto důvodů:

- a) Odolnost proti chloridovým iontům a chemická odolnost obecně
- b) Tahová pevnost vyšší než u oceli
- c) Nízká hmotnost (1/4 až 1/5 váhy ocelové výztuže)
- d) Propustnost pro magnetická pole a rádiové frekvence (pouze výztuž se skleněnými vlákny)
- e) Tepelná a elektrická nevodivost (pouze výztuž se skleněnými vlákny)
- f) Možnost snížení tloušťky krycí vrstvy výztuže z betonu
- g) Není nutné používat přísady do betonu „snížující korozi“ (pozn.: v českém jazyce neexistuje odpovídající pojem)
- h) Vysoká odolnost proti únavě materiálu
- i) Snadno „zpracovatelná“ v případě demolic konstrukcí
- j) V korozním prostředí je životnost a trvanlivost významně delší než v případě ocelové výztuže
- k) Větší odolnost při manipulaci ve srovnání s povlakovou výztuží a odpadáající nutnost oprav

Dále jsou v předpisu zdůrazněny rozdíly mezi kompozitní a ocelovou výztuží:

- a) Kompozitní výztuž má lineárně elastické chování až do porušení, zatímco ocel se poddává
- b) Kompozitní výztuž je anizotropní, zatímco ocel izotropní
- c) Kompozitní výztuž má nižší modul pružnosti než ocel, rozhoduje návrh a posouzení konstrukce
- d) Kompozitní výztuž má nižší práh tečení (creep) než ocel
- e) Koeficient teplotní roztažnosti se liší v podélném a příčném směru, zatímco u oceli je shodný ve všech směrech
- f) Doba odolnosti v ohni a při použití ve vyšších teplotách je nižší než u oceli
- g) V případě degradace kompozitní výztuže jsou tyto projevy bez vlivu na okolí, zatímco ocelová výztuž vlivem koroze a vznikajících korozních produktů zvětšuje objem a způsobuje degradaci okolí (betonu)

Z výše uvedeného je předpisem vyvozen návrh a použití kompozitní výztuže v následujících situacích/konstrukcích:

- a) Pro jakoukoliv část betonové konstrukce podléhající korozi chloridovými ionty nebo jinými chemickými látkami
- b) Pro jakoukoliv část betonové konstrukce vyžadující nemagnetickou výztuž s ohledem na elektromagnetické vlivy
- c) Jako cenově výhodná varianta k pozinkované nebo povlakované výztuži
- d) Jako finanční úspora oproti korozivzdorné výztuži
- e) U dočasných vyztužených prvků sloužících k následné demolici, hlavně během prací na tunelech a zemních pracích
- f) Při aplikacích vyžadující tepelnou nevodivost
- g) V železobetonových konstrukcích vystaveným mořským chloridům v blízkosti expozice těmto chloridům (hybridní použití se standardní uhlíkovou ocelí, která je použita ve zbytku konstrukce)



*Pozn.: Předpis ACI 440.1R-15 pracuje pouze s kompozitní výztuží se skleněnými (GFRP), uhlíkovými (CFRP) a aramidovými (AFRP) vlákny, z čehož je nutné vycházet při posuzování výše uvedených odrážek.*

Základní skupiny kompozitní výztuže se rozdělují podle použitých typů vláken:

- Skleněné
- Uhlíkové
- Aramidové
- Čedičové
- Kombinované z několika typů vláken

Složení kompozitní výztuže kromě typů vláken určuje také výsledný poměr polymerního pojiva a vláken, z čehož vyplývá velké rozmezí zejména konečných fyzikálně mechanických vlastností.

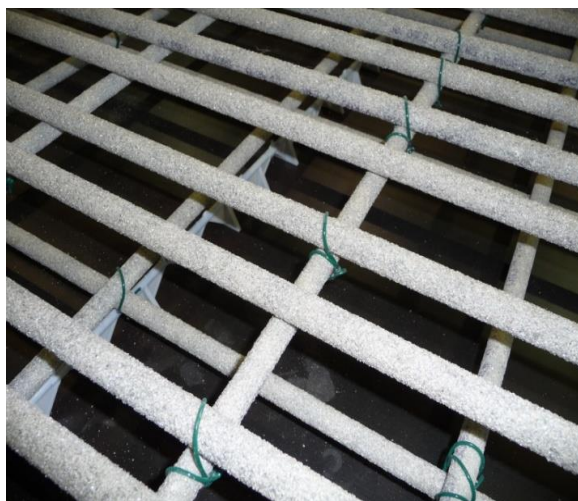
Pro použití kompozitní výztuže je nutné provést sérii průkazních zkoušek, aby bylo zajištěno splnění vlastností pro betonářskou výztuž dle ČSN EN 1992-1-1 kap. 3.2.2 až 3.2.6 a přílohy C. Konkrétní požadavky musí být předmětem projektové dokumentace a dodavatel kompozitní výztuže musí dodat relevantní podklady včetně provedených průkazních zkoušek. V případě použití této výztuže pro nekonstrukční účely lze požadavky zmírnit, ale vždy musí vycházet z podrobně zpracovaného návrhu v projektové dokumentaci.

Kompozitní výztuž má svoje nesporné výhody a při správném návrhu lze těžit z jejich předností, což je zejména výrazná odolnost proti korozi ve vysoce korozivním prostředí. Současné ale platí, že aktuálně neexistuje samostatná technická norma pro kompozitní výztuž (mimo ISO 10406-1 popisující zkušební metody na kompozitní tyčích a mřížích jako výztuže do betonu) a není dostatek zkušeností s použitím takové výztuže. Z těchto důvodů se nedoporučuje navrhovat konstrukce z této výztuže u staticky významných konstrukcí (např. v případě požadavku na přerozdělení momentů).

Nevýhodou kompozitních výztuží je především velká variabilita ve složení a tím rozdílné konečné vlastnosti, je tak nutné precizní posouzení konkrétní výztuže a podrobný návrh konstrukce s takovou výztuží. Další nevýhodou je anizotropní vlastnost, tedy přenos zatížení v jednom směru. Další nevýhody se mohou odvíjet od konkrétních vlastností konkrétní kompozitní výztuže.

Mezi zjevné výhody kompozitní výztuže lze zařadit již zmíněnou odolnost v korozním prostředí, nízkou cenu a nízkou hmotnost. Nízká hmotnost kompozitní výztuže je výhodná při návrhu konstrukce, ale i při manipulaci s výztuží při provádění.





**Obr. P3-1: Příklady kompozitní výztuže** (zdroj: ACI 440.1R a <https://www.tuf-bar.com>)

## **TECHNICKÉ PODMÍNKY – 136 Povlakovaná výztuž do betonu a alternativní druhy výztuže**

<b>Schválilo:</b>	Ministerstvo dopravy
<b>Zpracovatel:</b>	Ing. Michal Kropáček, Ph.D.
<b>Vydání:</b>	druhé
<b>Počet stran:</b>	37
<b>Tech. redakční rada:</b>	Ing. Pavla Březnická (Ministerstvo dopravy) Ing. Martin Luňáček, Ph.D., MBA (Ředitelství silnic a dálnic, s. p.) Ing. Jan Hromádko (Ředitelství silnic a dálnic, s. p.) Ing. René Siostrzonek, Ph.D. (Viakont, s. r. o.) Ing. Kateřina Kreislová, Ph.D. (SVÚOM, s. r. o.) Ing. Petr Pokorný, Ph.D. (Kloknerův ústav ČVUT v Praze) Ing. Leo Jeniš (LIKAL, s. r. o.)
<b>Zástupce koordinátora:</b>	Ing. Veronika Říhová (Ředitelství silnic a dálnic, s. p.)