

# Nerezové betonářské výztuže



 **Ferona**  
železná jistota

Ferona ve spolupráci se zahraničním partnerem zajišťuje dovoz nerezových betonářských výztuží, a to jak ve svitcích, tak tyčích.

Používané jakosti	EN	10088-1	1.4301	1.4436
	AISI		304	316
Svitky	Ø	3,0 mm–14,0 mm		
Tyče	Ø	3,0 mm–26,0 mm (AISI 304 až Ø 42)		
Provedení	do Ø 12	tažena za studena s dodatečným válcováním žeber		
	od Ø 12	válcována za tepla a mořena		
Délka tyčí		5–6 m		

### • MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Mez kluzu	430 N/mm <sup>2</sup>
Pevnost v tahu	540 N/mm <sup>2</sup>
Tažnost	12 %

Hodnoty jsou orientační, k dodávkám je zajišťován atest s uvedením konkrétních hodnot.

### • UŽITNÉ HODNOTY

Vysoká životnost konstrukcí – vzhledem k tomu, že nedochází k degradaci betonové části konstrukce korozí ocelové výztuže, je limitujícím prvkem životnosti životnost betonu.

Dobré vlastnosti při vysokých teplotách – při teplotách kolem 800 stupňů Celsia si nerezová výztuž uchovává 50 % hodnot v mechanických vlastnostech. Klasická výztuž při této teplotě ztrácí až 90 % obvyklých hodnot mechanických vlastností.

Chování za nízkých teplot – příznaky křehnutí nerezové výztuže se neprojevují ani při teplotách kolem -190 stupňů Celsia.

Seizmická odolnost – vlivem vysoké tažnosti nerezové výztuže se výrazně zvyšuje odolnost železobetonových konstrukcí proti zemětřesení. (Tažnost je téměř dvojnásobná proti uhlíkovým ocelím.)

Magnetické vlastnosti – austenitické nerezové výztuže jsou paramagnetické.

Svařitelnost – je zajištěna elektrodami na svařování nerezů.

### • POUŽITÍ

Tyto výztuže lze použít všude tam, kde je potřeba zajistit, aby statické charakteristiky železobetonových konstrukcí zůstaly zachovány dlouhodobě beze změn a dále v případech, kdy výše uvedené vlastnosti jsou rozhodujícím parametrem.

V zahraničí se používají zejména na mosty a tunely, a to jak při nových stavbách, tak při opravách. Nerezové výztuže lze navařit na běžné uhlíkové a nahradit tak zkorodované části.

Důležitou oblastí jsou rekonstrukce historických objektů a stavby magneticky odolných budov (nemocnice, televizní a rozhlasové vysílače, výzkumné ústavy a vojenské objekty).

### • ÚPRAVA NEREZOVÉ BETONÁŘSKÉ OCELI

Ferona zajišťuje dle předložené výkresové dokumentace úpravu materiálu (stříháním, ohýbáním) ve vlastní armovně. Upravenou ocel dopravíme přímo na místo určení.

### Informace o sortimentu obdržíte od:

Divize I.: Václav Bydžovský, tel.: 495 818 123, fax: 495 818 129, mobil: 602 562 076

Divize II.: Zdeněk Janský, tel.: 474 638 360, fax: 474 638 305, mobil: 602 209 281

Divize III.: Ing. Václav Hrachovina, tel.: 585 170 190, fax: 585 351 155, mobil: 602 515 147

Úprava: Ing. Aleš Pluháček, tel.: 585 170 155, fax: 585 351 155, mobil: 602 763 140

## • DEGRADACE ŽELEZOBETONU

Když se ke konci devatenáctého století začaly používat železobetonové konstrukce, mělo se za to, že spojení betonu a oceli ukáže cestu pro vznik z pohledu statiky a posílení odolnosti proti stárnutí prakticky věčné stavební konstrukce.

Použitím oceli se může u betonu zvýšit pevnost v tahu. Alkalické prostředí cementového konglomerátu navíc u armovací oceli napomáhá tvorbě pasivního a stabilního povlaku oxidu, který je k oceli přilnavý.

Tato přirozená ochrana se snadno naruší množstvím fenoménů, které se podílí na znehodnocování armovací oceli. Jde většinou o faktory týkající se betonu, vnitřní vady betonu, nebo faktory vnější, tj. vyvolané prostředím. Jeden z těchto faktorů se zvlášť intenzivním způsobem dotýká armovací oceli. Je to koroze.

Tento fenomén může být považován za přímý následek degradace betonu. Obvykle se projevuje na vnějším povrchu cementového potěru jako skvrny rzi a trhlinky vyvolané rozpínáním produktů koroze. Objem produktů koroze je vzhledem k původnímu objemu železa, ze kterého pochází, 2 až 8krát větší.

Ne vždy je však toto poškození patrné navenek. Nemusí být viditelné tam, kde je objem produktů koroze zredukovaný (v prostředích s malým obsahem kyslíku, jako jsou větší hloubky pod mořskou hladinou), nebo tehdy, když je cementový potěr velmi porézní a jedná se o izolační druh koroze (např. důlková koroze z chloridů). Zásadní oblasti poškození železobetonu jsou spojeny s:

- zmenšením nosného průřezu výztuh, a tedy se snížením jejich mezního zatížení
- poklesem přilnavosti mezi ocelí a betonem vedoucím až ke ztrátě schopnosti kotvení
- praskáním cementového potěru, které vede k takovým jevům, jako je drolení a štěpení na vrstvy.
- zmenšením nosného průřezu ocelových výztuh železobetonu korozí, čímž je způsobeno náhlé snížení bezpečnosti železobetonových konstrukcí

## • HLAVNÍ ZNAKY A CHARAKTERISTICKÉ VLASTNOSTI TYČÍ Z NEREZOVÝCH OCELI

Trvanlivostí konstrukcí ze železobetonu rozumíme jejich schopnost sloužit účelu, pro který byly navrženy, po stanovenou dobu. To platí zvláště tehdy, pokud je konstrukce určena pro účely strategické důležitosti, což mohou být hlavní silnice, železnice nebo komunikační cesty velkých měst.

Problematice životnosti je věnováno stále více pozornosti. Kompozice betonu a oceli má všechny vlastnosti, jen ne stabilitu v čase, zvláště když na konstrukce působí obzvlášť korozní prostředí.

Existuje mnoho různých prostředků, jak v průběhu let zachovat funkčnost železobetonových konstrukcí v agresivním prostředí, a po jistou dobu se již používají. To se týká především betonu (použití vhodného nátěru betonu, méně porézní beton, atd.) a výztuhy (potažení epoxidovými pryskyřicemi, ochrana galvanickým pokovováním).

Řešení, o kterém se zde pojednává, je i při počátečních vysokých nákladech schopné zaručit optimální udržení výkonnosti konstrukcí po mnohem delší dobu, než je obvyklé u běžně aplikovaných opatření: je to použití výztuhy z nerezové oceli místo výztuhy z oceli uhlíkové.

## • CO JSOU TO NEREZOVÉ OCELI?

Nerezové oceli jsou definovány v EN 10088-1 jako oceli obsahující minimálně 10,5 % chromu a maximálně 1,2 % uhlíku, mající vysokou odolnost proti atmosférické korozi.

Nerezové oceli používané jako výztuha mají obecně maximální obsah uhlíku 0,07 % nebo méně. Jejich odolnost proti korozi je odvozena od přirozeně se tvořící vrstvičky oxidů chromu, která vzniká na jejich povrchu. Tato vrstvička je inertní, pevně ulpívající k povrchu. V prostředí, kde se vyskytuje kyslík, se ihned po poškození povrchu znovu vytváří, tj. sama regeneruje. Existují však agresivní prostředí, ve kterých se tato pasivní vrstva naruší místně nebo na větší ploše, což má za následek korozi tohoto nechráněného povrchu. V těchto případech musí brát konstruktér v úvahu specifické korozní prostředí, aby pro danou aplikaci zvolil tu nevhodnější ocel.

Nerezová ocel se vyrábí tak, že se do oceli přidají určité prvky. Kromě chromu je to nikl, mangan, molybden a někdy titan. Během zpracování se reguluje obsah uhlíku. Slitinné prvky ovlivňují mikrostrukturu oceli i její mechanické vlastnosti a odolnost proti korozi. Odolnosti proti korozi a dalších užitečných vlastností nerezové oceli je tedy dosahováno snížením obsahu uhlíku a zvýšením obsahu dusíku, chromu, niklu a molybdenu.

K použití pro výztuhu do betonu se doporučují jen austenitické a duplexní oceli, které se vyznačují vysokou odolností proti korozi, i když americká norma obsahuje i feritickou nerezovou ocel, protože má relativně malý koeficient tepelné roztažnosti, a tím je v aplikacích s teplotním cyklem mnohem atraktivnější než austenitické oceli. Austenitické oceli mají chrom a nikl jako hlavní slitinné prvky se železem, zatímco duplexní oceli mají vyšší obsah chromu a nižší obsah niklu.

## • ODOLNOST PROTI KOROZI

V betonech s neutrálním pH (tj. s oxidem uhličitým) nebo alkalických betonech ( $\text{pH} > 12,5$ ) jsou nerezové oceli pasivní, netrpí korozi.

Teoreticky se mohou objevovat dva druhy koroze nerezové oceli: mezikrystalická a důlková koroze. Prakticky je skutečným problémem jen důlková koroze. Přístup chloridů do betonu: z odmrazovacích solí na silnicích nebo v prostředí námořní dopravy se na povrchu betonu chloridy postupně koncentrují a potom se póry dostávají k tyčím. Jakmile koncentrace chloridů přesáhne kritickou hodnotu, pasivita se lokálně ztrácí a může dojít ke vzniku koroze za předpokladu, že je přítomen i kyslík. Koroze má tendenci vytvářet ostře lokalizované důlky.

Expanzivní podstata produktů koroze, které zaujmají až osminásobek původního objemu oceli, vyvolává napětí v krycí vrstvě betonu. Napětí způsobuje trhliny a stípání vrstvy betonu. Těchto příznaků je možné si všimnout obvykle ještě před úplným porušením průřezu dané výztuže. Jakmile se objeví trhliny a úlomky, je nutné se pustit do oprav, aby se zajistila integrita konstrukce.

Nejčastěji jsou korozi postiženy konstrukce na silničních komunikacích v zemích, kde se používá k odstraňování námrazy sůl, zvláště

- konstrukce mostů, mostovky a pilíře, které jsou vystaveny roztokům soli z posypového materiálu
- konstrukce tunelů
- normální nebo poschodová parkoviště
- podkladové desky vozovek

Jednoduchým řešením tohoto problému koroze výztuhy je použití výztuhy z nerezových ocelí tam, kde jsou v projekčním návrhu dané konstrukce definovány potenciální zóny koroze. Prokázalo se, že výztuha z korozivzdorné oceli nebude korodovat v agresivních podmínkách, pokud je při teplotě 20 °C obsah chloridů menší než 8 % hmotnosti cementu.

## • NĚKTERÉ ASPEKTY PROJEKČNÍHO NÁVRHU

Drahé legující prvky obsažené v nerezových ocelích se projevují ve výši ceny výrobku. Je také dobře známo, že ceny slitinných prvků, jmenovitě niklu a molybdenu, velmi kolísají.

Bez ohledu na tyto vyšší prvotní náklady je použití nerezových ocelí zdůvodnitelné porovnáním nákladů za určité období celkové životnosti konstrukce s uhlíkovou a nerezovou výztuží. Zkušenosti prokázaly, že náklady na budoucí údržbu a s ní spojené náklady na bourací práce mohou značně přesáhnout prvotní materiálové náklady. Položku nákladů je nutno ještě rozšířit o vyvolané náklady – přerušení výroby, ušlý zisk, zvýšená spotřeba pohonných hmot z titulu objížděk, zvýšené opotřebení vozovek objížděkové trasy, opoždění dodávek atd. Tyto náklady lze odhadnout jen obtížně, ale mohou být pro stavebnictví velmi vysoké (viz obrázek).

