

2020

Svařování - Doporučení pro svařování kovových materiálů -  
Část 6: Laserové svařování

ČSN  
EN 1011-6

05 2210

Welding - Recommendations for welding of metallic materials -  
Part 6: Laser beam welding

Soudage - Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques -  
Partie 6: Soudage par faisceau laser

Schweißen - Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe -  
Teil 6: Laserstrahlschweißen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 1011-6:2018. Překlad byl zajištěn Českou agenturou pro standardizaci. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 1011-6:2018. It was translated by the Czech Standardization Agency. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN EN 1011-6 (05 2210) z července 2019.

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

Proti předchozí normě dochází ke změně způsobu převzetí EN 1011-6:2018 do soustavy norem ČSN. Zatímco ČSN EN 1011-6 z července 2019 převzala EN 1011-6:2018 schválením k přímému používání jako ČSN, tato norma ji přejímá překladem.

Informace o citovaných dokumentech

EN 14717 zavedena v ČSN EN 14717 (05 0690) Svařování a příbuzné procesy - Environmentální kontrolní seznam

EN ISO 636 zavedena v ČSN EN ISO 636 (05 5312) Svařovací materiály - Tyče a dráty pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí wolframovou elektrodou v inertním plynu a jejich svarové kovy - Klasifikace

EN ISO 3834-2 zavedena v ČSN EN ISO 3834-2 (05 0331) Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů - Část 2: Vyšší požadavky na jakost

EN ISO 3834-5 zavedena v ČSN EN ISO 3834-5 (05 0331) Požadavky na jakost při tavném svařování kovových materiálů - Část 5: Dokumenty, kterými je nezbytné se řídit pro dosažení shody s požadavky na jakost podle ISO 3834-2, ISO 3834-3, nebo ISO 3834-4

EN ISO 6520-1 zavedena v ČSN EN ISO 6520-1 (05 0005) Svařování a příbuzné procesy - Klasifikace geometrických vad kovových materiálů - Část 1: Tavné svařování

EN ISO 9013 zavedena v ČSN EN ISO 9013 (05 3401) Tepelné dělení - Klasifikace tepelných řezů - Geometrické požadavky na výrobky a úchytky jakosti řezu

EN ISO 11145:2016 zavedena v ČSN EN ISO 11145:2016 (19 2000) Optika a fotonika - Lasery a laserová zařízení - Slovník a značky

EN ISO 13919-1 zavedena v ČSN EN ISO 13919-1 (05 0335) Svarové spoje zhotovené elektronovým a laserovým svařováním - Požadavky a doporučení pro určování stupňů jakosti - Část 1: Ocel, nikl, titan a jejich slitiny

EN ISO 13919-2 zavedena v ČSN EN ISO 13919-2 (05 0335) Svařování - Svarové spoje zhotovené elektronovým a laserovým svařováním - Směrnice pro určování stupňů jakosti - Část 2: Hliník a jeho svařitelné slitiny

EN ISO 13920 zavedena v ČSN EN ISO 13920 (05 0205) Svařování - Všeobecné tolerance svařovaných konstrukcí - Délkové a úhlové rozměry - Tvar a poloha

EN ISO 14175 zavedena v ČSN EN ISO 14175 (05 2510) Svařovací materiály - Plyny a jejich směsi pro tavné svařování a příbuzné procesy

EN ISO 14232-1 zavedena v ČSN EN ISO 14232-1 (03 8740) Žárové stříkání - Prášky - Část 1: Charakterizace a technické dodací podmínky

EN ISO 14341 zavedena v ČSN EN ISO 14341 (05 5311) Svařovací materiály - Drátové elektrody pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí v ochranném plynu a jejich svarové kovy - Klasifikace

EN ISO 14343 zavedena v ČSN EN ISO 14343 (05 5314) Svařovací materiály - Drátové elektrody, páskové elektrody, dráty a tyče pro obloukové svařování korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí - Klasifikace

EN ISO 14732 zavedena v ČSN EN ISO 14732 (05 0730) Svářečský personál - Zkoušky svářečských operátorů a seřizovačů pro mechanizované a automatizované svařování kovových materiálů

EN ISO 14919 zavedena v ČSN EN ISO 14919 (03 8741) Žárové stříkání - Dráty, tyčinky a kordy pro stříkání plamenem a stříkání elektrickým obloukem - Klasifikace - Technické dodací podmínky

EN ISO 15609-4 zavedena v ČSN EN ISO 15609-4 (05 0312) Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů - Stanovení postupu svařování - Část 4: Laserové svařování

EN ISO 15614-11 zavedena v ČSN EN ISO 15614-11 (05 0313) Stanovení a kvalifikace postupů svařování

kovových materiálů - Zkouška postupu svařování - Část 11: Elektronové a laserové svařování

EN ISO 15616-1 zavedena v ČSN EN ISO 15616-1 (05 2050) Zkoušky přípustnosti CO<sub>2</sub> laserových zařízení pro vysoce jakostní svařování a řezání - Část 1: Všeobecné principy, podmínky přípustnosti

EN ISO 15616-2 zavedena v ČSN EN ISO 15616-2 (05 2050) Zkoušky přípustnosti CO<sub>2</sub> laserových zařízení pro vysoce jakostní svařování a řezání - Část 2: Měření statické a dynamické přesnosti

EN ISO 15616-3 zavedena v ČSN EN ISO 15616-3 (05 2050) Zkoušky přípustnosti CO<sub>2</sub> laserových zařízení pro vysoce jakostní svařování a řezání - Část 3: Kalibrace zařízení pro měření průtoku a tlaku plynu

EN ISO 16834 zavedena v ČSN EN ISO 16834 (05 5315) Svařovací materiály - Drátové elektrody, dráty a tyče pro obloukové svařování vysokopevnostních ocelí tavící se elektrodou v ochranném plynu a jejich svarové kovy - Klasifikace

EN ISO 17632 zavedena v ČSN EN ISO 17632 (05 5501) Svařovací materiály - Plněné elektrody pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí s ochranou plynu a bez ochrany plynu - Klasifikace

EN ISO 17633 zavedena v ČSN EN ISO 17633 (05 5503) Svařovací materiály - Plněné elektrody a tyče pro obloukové svařování korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí s přívodem a bez přívodu ochranného plynu - Klasifikace

EN ISO 17634 zavedena v ČSN EN ISO 17634 (05 5502) Svařovací materiály - Plněné elektrody pro obloukové svařování žárovevých ocelí v ochranném plynu - Klasifikace

EN ISO 17662 zavedena v ČSN EN ISO 17662 (05 2060) Svařování - Kalibrace, verifikace a validace zařízení používaných pro svařování, včetně příbuzných činností

EN ISO 18273 zavedena v ČSN EN ISO 18273 (05 5322) Svařovací materiály - Svařovací dráty a tyče pro svařování hliníku a slitin hliníku - Klasifikace

EN ISO 18274 zavedena v ČSN EN ISO 18274 (05 5323) Svařovací materiály - Drátové elektrody, páskové elektrody, svařovací dráty a tyče pro tavné svařování niklu a slitin niklu - Klasifikace

EN ISO 18276 zavedena v ČSN EN ISO 18276 (05 5505) Svařovací materiály - Plněné elektrody pro obloukové svařování vysokopevnostních ocelí v ochranném plynu a bez ochranného plynu - Klasifikace

EN ISO 21952 zavedena v ČSN EN ISO 21952 (05 5313) Svařovací materiály - Drátové elektrody, dráty a tyče pro obloukové svařování v ochranném plynu žárovevých ocelí a jejich svarové kovy - Klasifikace

EN ISO 22827-1 zavedena v ČSN EN ISO 22827-1 (05 2055) Zkoušky způsobilosti Nd: YAG laserových svařovacích zařízení - Lasery s rozvodem optickými vlákny - Část 1: Laserové zařízení

EN ISO 22827-2 zavedena v ČSN EN ISO 22827-2 (05 2055) Zkoušky způsobilosti Nd: YAG laserových svařovacích zařízení - Lasery s rozvodem optickými vlákny - Část 2: Pohybový mechanismus

EN ISO 24373 zavedena v ČSN EN ISO 24373 (05 5325) Svařovací materiály - Svařovací dráty a tyče pro tavné svařování mědi a slitin mědi - Klasifikace

Souvisící ČSN

ČSN EN 1011-1:2009 (05 2210) Svařování - Doporučení pro svařování kovových materiálů - Část 1: Všeobecná směrnice pro obloukové svařování

ČSN EN 60825-1 ed. 3 (36 7750) Bezpečnost laserových zařízení - Část 1: Klasifikace zařízení a požadavky

ČSN EN ISO 286-2 (01 4201) Geometrické specifikace produktu (GPS) - ISO systém kódu pro tolerance lineárních rozměrů - Část 2: Tabulky normalizovaných tolerančních tříd a mezních úchylek pro díry a hřídele

ČSN EN ISO 10218-1 (18 6502) Roboty a robotická zařízení - Požadavky na bezpečnost průmyslových robotů - Část 1: Roboty

ČSN EN ISO 10218-2 (18 6502) Roboty a robotická zařízení - Požadavky na bezpečnost průmyslových robotů - Část 2: Systémy robotů a integrace

ČSN EN ISO 11553-1 (19 2011) Bezpečnost strojních zařízení - Stroje pro laserové opracování - Část 1: Bezpečnostní požadavky pro laser

ČSN EN ISO 11554 (19 2016) Optika a fotonika - Lasery a laserová zařízení - Metody měření výkonu, energie a časových parametrů laserových svazků

ČSN EN ISO 13694 (19 2019) Optika a optické přístroje - Lasery a laserová zařízení - Metody měření rozdělení hustoty výkonu (energie) laserového svazku

ČSN EN ISO 15613 (05 0318) Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů - Kvalifikace na základě předvýrobní zkoušky svařování

ČSN EN ISO 15614-7 (05 0313) Stanovení a kvalifikace postupů svařování kovových materiálů - Zkouška postupu svařování - Část 7: Navařování

Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Zdeněk Láska, IČO 65595971

Technická normalizační komise: TNK 70 Svařování

Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Dagmar Brablecová

Česká agentura pro standardizaci je státní příspěvková organizace zřízená Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví na základě ustanovení § 5 odst. 2 zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

EVROPSKÁ NORMA  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

EN 1011-6

Prosinec 2018

ICS 25.160.10  
6:2005

Nahrazuje EN 1011-

Svařování - Doporučení pro svařování kovových materiálů -  
Část 6: Laserové svařování

Welding - Recommendations for welding of metallic materials -  
Part 6: Laser beam welding

Soudage - Recommandations pour le soudage  
des matériaux métalliques -  
Partie 6: Soudage par faisceau laser

Schweißen - Empfehlungen zum Schweißen  
metallischer Werkstoffe -  
Teil 6: Laserstrahlschweißen

Tato evropská norma byla schválena CEN dne 2018-07-29.

Členové CEN jsou povinni splnit vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací uděluje status národní normy.

Aktualizované seznamy a biblio-

grafické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Řídicím centru CEN-CENELEC nebo u kteréhokoliv člena CEN.

Tato evropská norma existuje ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CEN do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou notifikuje Řídicímu centru CEN-CENELEC, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CEN jsou národní normalizační orgány Belgie, Bulharska, Bývalé jugoslávské republiky Makedonie, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Chorvatska, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Srbska, Španělska, Švédsko, Švýcarsko a Turecko.



**Evropský výbor pro normalizaci**  
**European Committee for Standardization**  
**Comité Européen de Normalisation**  
**Europäisches Komitee für Normung**

**Řídicí centrum CEN-CENELEC: Rue de la Science 23, B-1040 Brusel**

© 2018 CEN      Veškerá práva pro využití v jakékoliv formě a jakýmikoliv  
prostředky      Ref. č. EN 1011-6:2018 E

jsou celosvětově vyhrazena národním členům CEN.

Evropská předmluva.....	9
Úvod.....	10
<b>1.....</b> Předmět normy.....	11
<b>2.....</b> Citované dokumenty.....	11
<b>3.....</b> Termíny a definice.....	13
<b>4.....</b> Ochrana zdraví a bezpečnost, a ochrana životního prostředí.....	13
<b>5.....</b> Požadavky na kvalitu.....	13
<b>6.....</b> Zařízení.....	14
<b>6.1.....</b> Obecně.....	14
<b>6.2.....</b> Opatření pro přijímací zkoušku.....	14
<b>6.3.....</b> Opatření pro údržbu a kalibraci.....	14
<b>7.....</b> Kvalifikace svářečského personálu.....	14
<b>8.....</b> Specifikace postupu svařování.....	14



<b>9.....</b>	Zkouška postupu svařování.....	15
<b>10.....</b>	Svařovací materiály.....	15
<b>10.1.....</b>	Přídavné kovy.....	15
<b>10.2.....</b>	Plyny.....	15
<b>11.....</b>	Navrhování.....	15
<b>11.1.....</b>	Celkový návrh konstrukce nebo výrobku.....	15
<b>11.2.....</b>	Návrh spoje.....	15
<b>11.3.....</b>	Příprava spoje.....	16
<b>12.....</b>	Laserové svařování.....	16
<b>12.1.....</b>	Charakteristiky.....	16
<b>12.1.1...</b>	Způsoby.....	16
<b>12.1.2...</b>	Přenos energie.....	17
<b>12.1.3...</b>	Pulsní laserové svařování.....	17
<b>12.1.4...</b>	Oscilace	

svazku.....	17
.....	17
<b>12.1.5... Řízení výkonu svazku</b> <i>(ramping)</i> .....	17
.....	17
<b>12.1.6... Fokusace</b> svazku.....	18
.....	18
<b>12.1.7... Plynová</b> ochrana.....	18
.....	18
<b>12.1.8... Použití svařovacích</b> materiálů.....	18
.....	18
<b>12.1.9... Hybridní</b> metody.....	18
.....	18
<b>12.2..... Výhody</b> a omezení.....	18
.....	18
<b>12.3..... Sestavení a upínací</b> přípravky.....	18
.....	18
<b>12.4..... Řízení</b> procesu.....	19
.....	19
<b>12.5..... Kontrola</b> a zkoušení.....	19
.....	19
<b>12.6.....</b> Vady.....	19
.....	19
<b>Příloha A (informativní)</b> Zařízení.....	20
.....	20
<b>A.1..... Popis laserového</b> procesu.....	20
.....	20
<b>A.1.1.....</b> Principy.....	

..... 20

**A.1.2.....**

Součásti.....  
..... 20

**A.2..... Zdroje laserového**

svazku.....  
..... 21

<b>A.2.1.....</b> CO <sub>2</sub> lasery.....	21
<b>A.2.2.....</b> Nd: YAG lasery, čerpané výbojkami.....	21
<b>A.2.3.....</b> Nd: YAG lasery, čerpané diodami.....	22
<b>A.2.4.....</b> Nd: YAG lasery, čerpané diodami (diskové lasery).....	22
<b>A.2.5.....</b> Lasery o vysokém výkonu s polem laserových diod.....	23
<b>A.2.6.....</b> Vláknové lasery.....	23
<b>A.2.7.....</b> Ostatní typy laserů.....	23
<b>A.3.....</b> Vedení, tvarování a fokusace svazku.....	24
<b>A.3.1.....</b> Vedení svazku.....	24
<b>A.3.2.....</b> Zařízení pro tvarování svazku (fokusační optika).....	24
<b>A.4.....</b> Zařízení používané pro vytvoření relativního pohybu mezi laserovým svazkem a pracovním kusem.....	27
<b>A.5.....</b> Přípravky používané pro upevnění pracovního kusu.....	27
<b>A.6.....</b> Systémy chlazení.....	28
<b>A.7.....</b> Řídicí systémy.....	28

<b>Příloha B</b> (informativní) Vlastnosti laserového svazku.....	29
<b>Příloha C</b> (informativní) Údaje o svařitelnosti kovových materiálů.....	31
<b>C.1.....</b> Obecně.....	31
<b>C.2.....</b> Oceli a slitiny železa.....	31
<b>C.2.1.....</b> Obecně.....	31
<b>C.2.2.....</b> C-Mn a konstrukční oceli.....	31
<b>C.2.3.....</b> Slitinové oceli.....	32
<b>C.2.4.....</b> Korozivzdorné oceli.....	32
<b>C.2.5.....</b> Litiny.....	32
<b>C.2.6.....</b> Měkké železo.....	32
<b>C.3.....</b> Slitiny niklu.....	32
<b>C.4.....</b> Slitiny hliníku a hořčíku.....	32
<b>C.5.....</b> Měď a slitiny mědi.....	32
<b>C.6.....</b> Žáruvzdorné a reaktivní kovy.....	33

<b>C.7.....</b>	Titan a jeho slitiny.....	33
<b>C.8.....</b>	Různorodé kovy.....	33
<b>C.9.....</b>	Nekovy.....	33
<b>Příloha D</b> (informativní)	Informace o příčinách vad svarů a prevence.....	34
<b>Příloha E</b> (informativní)	Řízení a sledování svazku.....	36
<b>E.1.....</b>	Obecně.....	36
<b>E.2.....</b>	Ohnisko.....	36
<b>E.3.....</b>	Vyrovnávání svazku a shoda s naváděcím svazkem.....	36
<b>E.4.....</b>	Výkon svazku.....	37
<b>E.5.....</b>	Rozdělení výkonu svazku.....	37
<b>E.6.....</b>	Vyrovnávání hubice.....	37
<b>E.7.....</b>	Parametry pulzního svazku.....	37
<b>E.8.....</b>	Manipulátory, vodítka atd.....	37
<b>Příloha F</b> (informativní)	Laserové procesy zpracování.....	38

<b>F.1</b> ..... Laserové	
řezání.....	
.....	38

<b>F.1.1.....</b>	Charakteristické rysy.....	38
<b>F.2.....</b>	Laserové vrtání.....	39
<b>F.2.1.....</b>	Charakteristické rysy.....	39
<b>F.2.2.....</b>	Výhody a omezení.....	39
<b>F.2.3.....</b>	Příprava povrchu.....	39
<b>F.3.....</b>	Laserová povrchová úprava.....	39
<b>F.3.1.....</b>	Charakteristické rysy.....	39
<b>F.3.2.....</b>	Výhody a omezení.....	40
<b>F.3.3.....</b>	Příprava povrchu.....	40
<b>F.4.....</b>	Charakteristiky laserového navařování.....	40
<b>F.4.1.....</b>	Způsoby.....	40
<b>F.4.2.....</b>	Výhody a omezení.....	40
<b>F.4.3.....</b>	Příprava povrchu.....	40



<b>F.5</b> ..... Laserové označování a rytí/gravírování.....	40
<b>F.5.1</b> ..... Charakteristické rysy.....	40
<b>F.5.2</b> ..... Výhody a omezení.....	40
<b>F.5.3</b> ..... Příprava povrchu.....	41
<b>Bibliografie</b> .....	42

# Evropská předmluva

Tento dokument (EN 1011-6:2018) vypracovala technická komise CEN/TC 121 *Svařování a příbuzné procesy*, jejíž sekretariát zajišťuje DIN.

Této evropské normě je nutno nejpozději do června 2019 udělit status národní normy, a to buď vydáním identického textu, nebo schválením k přímému používání, a národní normy, které jsou s ní v rozporu, je nutno zrušit nejpozději do června 2019.

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. CEN nelze činit odpovědným za identifikaci jakéhokoliv nebo všech patentových práv.

Tento dokument nahrazuje EN 1011-6:2005.

Hlavní změny ve srovnání s předchozím vydáním jsou následující:

- a) normativní odkazy a bibliografie byly aktualizovány;
- b) článek 12.3 (Sestavení a upínací přípravky) byl změněn;
- c) vláknový laser byl přidán v příloze A (Zařízení).

EN 1011 se skládá z následujících částí pod všeobecným názvem *Svařování – Doporučení pro svařování kovových materiálů*:

- *Část 1: Všeobecná směrnice pro obloukové svařování;*
- *Část 2: Obloukové svařování feritických ocelí;*
- *Část 3: Obloukové svařování korozivzdorných ocelí;*
- *Část 4: Obloukové svařování hliníku a hliníkových slitin;*
- *Část 5: Svařování plátovaných ocelí;*
- *Část 6: Laserové svařování;*
- *Část 7: Elektronové svařování;*
- *Část 8: Svařování litiny.*

Členy CEN jsou národní normalizační orgány Belgie, Bulharska, Bývalé jugoslávské republiky Makedonie, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Chorvatska, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Srbska, Španělska, Švédsko, Švýcarsko a Turecko.

# Úvod

Tento dokument je vydán v několika částech, aby mohl být rozšířen pro zahrnutí různých typů kovových materiálů, které se vyrábějí podle všech evropských norem pro svařitelné kovové materiály.

Pokud se při kontraktu odkazuje na tento dokument, má odpovědný zástupce objednatele nebo strany kontraktu stanovit požadavek na shodu s příslušnými částmi této normy a s těmito dalšími příslušnými přílohami.

Tento dokument podává obecnou směrnici pro vyhovující provádění a řízení svářečských prací a s tím spojenými procesy a popisuje možné škodlivé jevy, které se mohou vyskytnout, a doporučuje metody, kterými je možné jim zabránit. Je všeobecně použitelná pro laserové procesy kovových materiálů a také v určitém rozsahu pro nekovové materiály. Je vhodná pro tyto materiály bez ohledu na způsob jejich výroby, ačkoliv výrobová norma, konstrukční norma nebo specifikace konstrukce mohou obsahovat dodatečné požadavky. Dovolená napětí v konstrukci, způsoby zkoušení a přípustné stupně jakosti norma neobsahuje, protože jsou závislé na provozních podmínkách výroby. Tyto podrobnosti mohou být získány z odpovídající výrobové normy nebo dohody smluvních stran.

Při zpracování normy se předpokládalo, že zajišťováním opatření normy je pověřen odpovídající kvalifikovaný, zkušený a zapracovaný personál.

# 1 Předmět normy

Tento dokument podává obecnou směrnici pro laserové svařování a příbuzné procesy všech forem kovových materiálů (např. odlitky, tažené, protlačované a kované výrobky).

POZNÁMKA Pokyny pro laserové řezání, vrtání, povrchovou úpravu a navařování jsou uvedeny v příloze F.

**Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.**