

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 91.010.30; 91.080.10 **Únor 2009**

Eurokód 9: Navrhování hliníkových konstrukcí –
Část 1-3: Konstrukce náchylné na únavu

ČSN
EN 1999-1-3
73 1501

Eurocode 9: Design of aluminium structures – Part 1-3: Structures susceptible to fatigue

Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium – Partie 1-3: Structures sensibles a la fatigue

Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-3:
Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke

Tato norma je českou verzí normy EN 1999-1-3:2007. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 1999-1-3:2007. It was translated by Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN EN 1999-1-3 z prosince 2007.

Národní předmluva

Všeobecně

ČSN EN 1999-1-3 přejímá evropskou normu EN 1999-1-3:2007 Eurokód 9: Navrhování hliníkových konstrukcí – Část 1-3: Konstrukce náchylné na únavu, včetně jejích příloh A až K.

Součástí ČSN EN 1999-1-3 je národní příloha (NA) k EN 1999-1-3, která určuje národně stanovené parametry (NSP) platné pro území České republiky.

Podmínky pro používání normy ČSN EN 1999-1-3

ČSN EN 1999-1-3 zahrnuje:

- národní předmluvu;
- hlavní text s přílohami A až K;
- národní přílohu.

Národní předmluva poskytuje pokyny pro používání normy v České republice.

Hlavní text s přílohami A až K je identickým překladem evropské normy EN 1999-1-3.

Národní příloha určuje národně stanovené parametry (NSP) v těch článcích evropské normy EN 1999-1-3, v nichž je dovolena národní volba.

Tyto národně stanovené parametry mají pro stavby umístěné na území České republiky normativní charakter.

Národně stanovené parametry se určují v následujících článcích:

2.1(1), 2.2.1(3), 2.3.1(3), 2.3.2(6), 2.4(1);

3(1);

4(2);

5.8.1(1), 5.8.2(1);

6.1.3(1), 6.2.1(2), 6.2.1(7), 6.2.1(11), 6.2.4(1);

A.3.1(1);

E(5), E(7);

I.2.2(1), I.2.3.2(1), I.2.4(1).

Změny proti předchozím normám

Proti předchozí normě dochází ke změně způsobu převzetí EN 1999-1-3 do soustavy norem ČSN. Zatímco ČSN EN 1999-1-3 z prosince 2007 převzala EN 1999-1-3 schválením k přímému používání jako ČSN, tato norma ji přejímá překladem.

Citované předpisy

Směrnice Rady 89/106/EEC z 1988-12-21 o sbližování právních a správních předpisů členských států týkajících se stavebních výrobků. V České republice je tato směrnice zavedena nařízením vlády č. 190/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky označované CE, v platném znění.

Upozornění na národní poznámky

Do normy byly doplněny národní poznámky odkazující na články národní přílohy.

Upozornění na národní přílohu

Tato norma se musí pro stavby umístěné na území České republiky používat s národní přílohou NA, která obsahuje údaje platné pro území ČR.

Vypracování normy

Zpracovatel: Fakulta stavební, ČVUT v Praze, IČ 68407700, Doc. Ing. Tomáš Rotter, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 35 Ocelové konstrukce

EVROPSKÁ NORMA EN 1999-1-3
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM Květen 2007

ICS 91.010.30; 91.080.10 Nahrazuje ENV 1999-2:1998

Eurokód 9: Navrhování hliníkových konstrukcí -
Část 1-3: Konstrukce náchylné na únavu

Eurocode 9: Design of aluminium structures –
Part 1-3: Structures susceptible to fatigue

Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium –
Partie 1-3: Structures sensibles à la fatigue

Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion
von Aluminiumtragwerken –
Teil 1-3: Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke

Tato evropská norma byla schválena CEN 2006-11-25.

Členové CEN jsou povinni splnit Vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se musí této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací dát status národní normy. Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Řídicím centru nebo u kteréhokoli 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, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CEN jsou národní normalizační orgány Belgie, Bulharska, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédska a Švýcarska.

CEN

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

Řídicí centrum: rue de Stassart 36, B-1050 Brusel

© 2007 CEN Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky Ref. č.
EN 1999-1-3:2007 E
jsou celosvětově vyhrazena národním členům CEN.

Obsah

Strana

Předmluva 8

1 Předmět normy 11

1.1	Rozsah platnosti	11
1.1.1	Rozsah platnosti EN 1999	11
1.1.2	Rozsah platnosti EN 1999-1-3	11
1.2	Citované normativní dokumenty	12
1.3	Předpoklady	12
1.4	Rozdíly mezi zásadami a aplikačními pravidly	12
1.5	Termíny a definice	12
1.5.1	Všeobecně	12
1.5.2	Dodatečné termíny použité v EN 1999-1-3	12
1.6	Značky	15
1.7	Specifikace provádění	16
1.7.1	Výrobní specifikace	16
1.7.2	Operační manuál	17
1.7.3	Inspekční a údržbový manuál	17
2	Zásady navrhování	17
2.1	Všeobecně	17
2.1.1	Základní požadavky	17
2.2	Postupy navrhování na únavu	17
2.2.1	Návrh bezpečné životnosti	17
2.2.2	Návrh tolerující poškození	18
2.2.3	Navrhování s pomocí zkoušek	18
2.3	Únavové zatížení	18
2.3.1	Zdroje únavového zatížení	18
2.3.2	Odvození únavového zatížení	18
2.3.3	Ekvivalentní únavové zatížení	19
2.4	Dílčí součinitele únavového zatížení	19
3	Materiály, součásti a spojovací prostředky	20
4	Trvanlivost	20

5 Analýza konstrukce 20

5.1 Globální analýza 20

5.1.1 Všeobecně 20

5.1.2 Použití nosníkových prvků 21

5.1.3 Použití membránových, skořepinových a objemových prvků 22

5.2 Druhy napětí 22

5.2.1 Všeobecně 22

5.2.2 Jmenovitá napětí 22

5.2.3 Modifikovaná jmenovitá napětí 22

5.2.4 Extrapolovaná jmenovitá napětí 22

5.3 Stanovení napětí 24

5.3.1 Stanovení jmenovitých napětí 24

5.3.2 Stanovení modifikovaných jmenovitých napětí 24

Strana

5.3.3 Stanovení extrapolovaných jmenovitých napětí 24

5.3.4 Orientace napětí 25

5.4 Oblasti napětí pro specifická místa iniciace 25

5.4.1 Základní materiál, svary a spoje s mechanickými spojovacími prostředky 25

5.4.2 Koutové a částečně provařené tupé svary 25

5.5 Lepené spoje 26

5.6 Odlitky 26

5.7 Spektrum napětí 26

5.8 Výpočet rozkmitu ekvivalentního napětí pro standardní modely únavového zatížení 26

5.8.1 Všeobecně 26

5.8.2 Návrhová hodnota rozkmitu napětí 26

6 Únavová únosnost a kategorie detailu 26

6.1 Kategorie detailů 26

6.1.1 Všeobecně 26

6.1.2 Součinitele ovlivňující kategorii detailu 27

6.1.3 Konstrukční detaily 27

6.2 Údaje o únavové pevnosti 27

6.2.1 Klasifikované konstrukční detaily 27

6.2.2 Neklasifikované detaily 29

6.2.3 Lepené spoje 29

6.2.4 Stanovení referenčních hodnot extrapolované pevnosti 29

6.3 Účinek středního napětí 29

6.3.1 Všeobecně 29

6.3.2 Rovinný materiál a mechanicky spojované styčníky 29

6.3.3 Svařované spoje 30

6.3.4 Lepené spoje 30

6.3.5 Oblast málocyklové únavy 30

6.3.6 Třídící metoda pro výpočet poměru R 30

6.4 Vliv vnějších podmínek 30

6.5 Zlepšující technologie 30

Příloha A (normativní) Základy výpočtu únavové pevnosti 31

A.1 Všeobecně 31

A.1.1 Vliv únavy na návrh 31

A.1.2 Mechanismus poškození 31

A.1.3 Potenciální místa únavového porušení 31

A.1.4 Podmínky pro náchylnost k únavě 31

A.2 Návrh bezpečné životnosti 32

A.2.1 Nezbytné předpoklady pro návrh bezpečné životnosti 32

A.2.2 Výpočet počtu cyklů 33

A.2.3 Výpočet spektra napětí 33

A.3 Návrh tolerující poškození 35

A.3.1 Nezbytné předpoklady pro návrh přípustných poškození 35

Příloha B (informativní) Návod k posouzení růstu trhliny pomocí lomové mechaniky 37

B.1 Rozsah 37

B.2 Zásady 37

B.2.1 Rozměry vady 37

B.2.2 Vztah pro růst trhliny 37

B.3 Veličiny růstu trhliny A a m 38

B.4 Tvarová funkce y 39

B.5 Integrace růstu trhliny 39

B.6 Stanovení maximální velikosti trhliny a_2 39

Příloha C (informativní) Zkoušení pro únavový návrh 49

C.1 Všeobecně 49

C.2 Výpočet údajů o působícím zatížení 49

C.2.1 Pevné konstrukce mechanicky zatížené 49

C.2.2 Pevné konstrukce pod zatížením ovlivněným podmínkami umístění 49

C.2.3 Pohyblivé konstrukce 50

C.3 Odvození napěťových veličin 50

C.3.1 Údaje ze zkoušky 50

C.3.2 Údaje ze zkoušky konstrukce 50

C.3.3 Ověření historie napětí 50

C.4 Odvození dat životnosti 50

C.4.1 Zkoušení prvků 50

C.4.2 Zkoušení ve skutečném měřítku 51

C.4.3 Přijatelnost 51

C.5 Údaje o růstu trhliny 53

C.6 Zpráva 53

Příloha D (informativní) Analýza napětí 55

D.1	Použití konečných prvků pro analýzu únavy	55
D.1.1	Typy prvků	55
D.1.2	Další doporučení pro použití konečných prvků	55
D.2	Součinitelé koncentrace napětí	56
D.3	Omezení únavy vyvolané opakovaným lokálním boulením	57
Příloha E	(informativní) Lepené spoje	58
Příloha F	(informativní) Oblast málocyklové únavy	60
F.1	Úvod	60
F.2	Modifikace křivek Ds-N	60
F.3	Zkušební údaje	60
Příloha G	(informativní) Vliv poměru R	61
G.1	Zvýšení únavové pevnosti	61
G.2	Případy zvýšení	61
G.2.1	Případ 1	61
G.2.2	Případ 2	62
G.2.3	Případ 3	62
Příloha H	(informativní) Zlepšení únavové pevnosti svarů	63
H.1	Všeobecně	63
H.2	Obrábění nebo broušení	63
H.3	Úprava pomocí TIG nebo plazmy	64
H.4	Mechanické zpevňování povrchu	64
Příloha I	(informativní) Odlitky	65
I.1	Všeobecně	65
I.2	Údaje o únavové pevnosti	65
I.2.1	Ploché odlitky	65
I.2.2	Svařovaný materiál	65
I.2.3	Mechanicky spojované odlitky	65

I.2.4 Lepené odlitky 66

I.3 Požadavky na kvalitu 66

Příloha J (informativní) Tabulky kategorie detailu 67

J.1 Všeobecně 67

Příloha K (informativní) Metoda „hot spot“ pro posouzení referenčního detailu 83

Bibliografie 84

Národní příloha NA (informativní) Národně stanovené parametry a doplňující informace 85

Předmluva

Tato norma (EN 1999-1-3:2007) byla vypracována technickou komisí CEN/TC 250 „Eurokódy pro stavební konstrukce“, jejíž sekretariát zajišťuje BSI.

Této evropské normě je nutno nejpozději do listopadu 2007 dát status národní normy, a to buď vydáním identického textu nebo schválením k přímému užívání. Národní normy, které jsou s ní v rozporu, je nutno zrušit nejpozději do března 2010.

Tato evropská norma nahrazuje ENV 1999-2:1998.

Podle vnitřních pravidel CEN/CENELEC jsou tuto normu povinny zavést národní normalizační organizace následujících zemí:

Belgie, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédska a Švýcarska.

Vývoj Eurokódů

Komise evropského společenství v roce 1975 rozhodla o akčním programu v oblasti stavebnictví založeném na článku 95 Smlouvy^{NP)}. Cílem tohoto programu bylo odstranění technických překážek obchodu a harmonizace technických specifikací.

V rámci tohoto akčního programu převzala Komise iniciativu k vytvoření souboru harmonizovaných technických pravidel pro navrhování stavebních konstrukcí, které by měly zpočátku sloužit jako alternativa k národním pravidlům platným v členských státech a nakonec je nahradit.

Po dobu patnácti let řídila Komise, s pomocí řídicího výboru složeného ze zástupců členských států, vývoj programu Eurokódů, což vedlo ke zveřejnění první generace evropských norem v 80. letech minulého století.

V roce 1989 Komise a členské státy EU a EFTA rozhodly na základě dohody¹⁾ mezi Komisí a CEN předat tvorbu a vydávání Eurokódů prostřednictvím řady mandátů organizaci CEN, tak aby Eurokódy mohly mít v budoucnu status evropských norem (EN). Eurokódy jsou tímto tedy spojeny s ustanoveními všech směrnic Rady a/nebo s rozhodnutími Komise týkajícími se evropských norem (např. směrnice Rady 89/106/EEC pro stavební výrobky – CPD – a směrnice Rady 93/37/EEC, 92/50/EEC a 89/440/EEC pro veřejné stavby a služby, a odpovídající směrnice EFTA usilující o vytvoření vnitřního trhu).

Program Eurokódů tvoří následující normy, které obecně sestávají z několika částí:

EN 1990 Eurokód 0: Zásady navrhování konstrukcí

EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

EN 1992 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí

EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí

EN 1994 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí

EN 1995 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí

EN 1996 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí

EN 1997 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí

EN 1998 Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení

EN 1999 Eurokód 9: Navrhování hliníkových konstrukcí

Normy Eurokódy uznávají zodpovědnost řídicích orgánů v jednotlivých členských státech a ponechávají jejich právo stanovit hodnoty týkající se otázek bezpečnosti v předpisech na národní úrovni, takže se tyto úrovně v jednotlivých státech nadále odlišují.

Status a rozsah použití Eurokódů

Členské státy EU a EFTA považují Eurokódy za základní dokumenty pro následující účely:

- jako prostředek k prokázání shody pozemních a inženýrských staveb se základními požadavky směrnice Rady 89/106/EEC, zvláště pak se základním požadavkem č. 1 – Mechanická odolnost a stabilita – a se základním požadavkem č. 2 – Požární bezpečnost,
- jako podklad pro specifikaci smluv, jejichž předmětem jsou stavby a příslušné technické služby;
- jako základ pro tvorbu harmonizovaných technických předpisů pro stavební výrobky (EN a ETA).

Eurokódy, tak jak se týkají staveb, mají podle článku 12 CPD přímou vazbu na interpretační dokumenty²⁾, i když se svou podstatou liší od harmonizovaných norem výrobků³⁾. Technické aspekty vyplývající z Eurokódů musí být proto náležitě zváženy technickými komisemi CEN a/nebo pracovními skupinami EOTA zpracovávajícími normy výrobků, tak aby se dosáhlo plné kompatibility těchto technických specifikací s Eurokódy.

Eurokódy uvádějí obecná návrhová pravidla pro navrhování celých konstrukcí i jednotlivých prvků, a to jak obvyklého, tak i inovačního charakteru. Neobvyklé tvary konstrukce nebo návrhové podmínky nejsou specificky zahrnuty, v takových případech se bude vyžadovat doplňující odborné posouzení.

Národní normy zavádějící Eurokódy

Národní normy zavádějící Eurokódy obsahují úplný text Eurokódu (včetně všech příloh) vydaného CEN. Textu může předcházet národní titulní strana a národní předmluva, za textem může následovat národní příloha.

Národní příloha může obsahovat informace pouze o těch parametrech, které jsou v Eurokódu ponechány otevřené pro národní výběr jako národně stanovené parametry, a které jsou používány pro navrhování pozemních a inženýrských staveb v daném státu. Jde např. o:

- hodnoty a/nebo třídy, které se mají použít, pokud jsou v Eurokódu uvedeny alternativy;
- hodnoty, které se mají použít, pokud jsou v Eurokódu uvedeny pouze značky (veličin);
- specifické údaje pro stát (geografické, klimatické atd.), např. mapa sněhových oblastí;
- postup, který se má použít, pokud Eurokód uvádí alternativní postupy.

Dále mohou obsahovat:

- odkazy na doplňující informace, které uživateli usnadní používání Eurokódu a nejsou s ním v rozporu.

Vztah mezi Eurokódem a harmonizovanými technickými specifikacemi (EN a ETA) pro výrobky

Harmonizované technické specifikace pro stavební výrobky a technická pravidla pro stavby⁴⁾ mají být v souladu. Navíc průvodní údaje stavebních výrobků s označením CE, které se odvolávají na Eurokód, musí zřetelně uvádět, které národně stanovené parametry se uvažovaly.

Doplňující informace specifické pro EN 1999-1-3

EN 1999 je určena k použití společně s Eurokódem EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí, EN 1991 – Zatížení konstrukcí a EN 1992 až EN 1999, které se odkazují na hliníkové konstrukce nebo hliníkové prvky.

EN 1999-1-3 je jednou z pěti částí EN 1999-1-1 až EN 1999-1-5 určených specificky pro hliníkové prvky, mezní stavy nebo typy konstrukce. EN 1999-1-3 popisuje zásady, požadavky a pravidla pro navrhování hliníkových prvků a konstrukcí namáhaných na únavu.

Číselné hodnoty dílčích součinitelů a dalších parametrů spolehlivosti jsou doporučeny jako základní hodnoty, které poskytují přijatelnou úroveň spolehlivosti. Byly zvoleny za předpokladu splnění příslušné úrovně provedení a řízení kvality.

Národní příloha k EN 1999-1-3

Tato norma uvádí alternativní postupy, hodnoty a doporučení pro třídy s poznámkami, kdy se může provést národní volba. Národní norma zavádějící EN 1999-1-3 má tedy mít národní přílohu obsahující všechny národně stanovené parametry, které se budou používat při navrhování hliníkových konstrukcí budovaných v příslušném státě.

Národní volba se u obecných pravidel vztahujících se k EN 1999-1-3 umožňuje v člancích:^(NP)

- 2.1(1)
- 2.2.1(3)
- 2.3.1(3)
- 2.3.2(6)
- 2.4(1)
- 3(1)
- 4(2)
- 5.8.1(1)
- 5.8.2(1)
- 6.1.3(1)
- 6.2.1(2)
- 6.2.1(7)

- 6.2.1(11)
- 6.2.4(1)
- A.3.1(1)
- E(5)
- E(7)
- I.2.2(1)
- I.2.3.2(1)
- I.2.4(1)

1 Předmět normy

1.1 Rozsah platnosti

1.1.1 Rozsah platnosti EN 1999

(1) EN 1999 se použije pro navrhování konstrukcí pozemních a inženýrských staveb z hliníku. Zahrnuje zásady jejich navrhování a požadavky na bezpečnost a použitelnost konstrukcí. Zásady jejich navrhování a ověření jsou dány v EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí.

(2) EN 1999 se týká pouze požadavků na únosnost, použitelnost, trvanlivost a požární odolnost hliníkových konstrukcí. Jiné požadavky, týkající se např. tepelné nebo zvukové izolace, se neuvažují.

(3) EN 1999 se použije současně s:

- EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- EN 1991 Zatížení konstrukcí
- Evropskými normami pro výrobky vztahujícími se na hliníkové konstrukce
- EN 1090-1: Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí – Část 1: Požadavky pro posuzování shody konstrukčních částí⁽⁵⁾
- EN 1090-3: Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí – Část 3: Technické požadavky na hliníkové konstrukce⁽⁶⁾

(4) EN 1999 se dělí do pěti částí:

EN 1999-1-1 Navrhování hliníkových konstrukcí: Obecná pravidla pro konstrukce

EN 1999-1-2 Navrhování hliníkových konstrukcí: Navrhování konstrukcí na účinky požáru

EN 1999-1-3 Navrhování hliníkových konstrukcí: Konstrukce náchylné na únavu

EN 1999-1-4 Navrhování hliníkových konstrukcí: Za studena tvarované plošné profily

EN 1999-1-5 Navrhování hliníkových konstrukcí: Skořepinové konstrukce

1.1.2 Rozsah platnosti EN 1999-1-3

(1) EN 1999-1-3 obsahuje zásady pro navrhování konstrukcí z hliníkových slitin s uvážením mezního stavu lomu způsobeného únavou.

(2) EN 1999-1-3 obsahuje pravidla pro:

- návrh bezpečné životnosti;
- návrh přípustného poškození;
- návrh na základě zkoušky.

(3) EN 1999-1-3 je určena k použití společně s EN 1090-3 Technické požadavky na hliníkové konstrukce, která obsahuje požadavky nezbytné pro návrhové předpoklady týkající se výroby součástí a konstrukcí.

(4) EN 1999-1-3 nezahrnuje tlakové nádoby nebo potrubí.

(5) EN 1999-1-3 obsahuje následující:

Část 1 Předmět normy

Část 2 Zásady navrhování

Část 3 Materiály, základní výrobky a spojovací prostředky

Část 4 Trvanlivost

Část 5 Analýza konstrukcí

Část 6 Mezní stav únavy

Příloha A Základy výpočtu únavové pevnosti [normativní]

Příloha B Návod k posouzení růstu trhliny pomocí lomové mechaniky [informativní]

Příloha C Zkoušení pro únavový návrh [informativní]

Příloha D Analýza napětí [informativní]

Příloha E Lepené spoje [informativní]

Příloha F Oblast málocyklové únavy [informativní]

Příloha G Vliv poměru R [informativní]

Příloha H Zlepšení únavové pevnosti svarů [informativní]

Příloha I Odlitky [informativní]

Příloha J Tabulky kategorií detailů [informativní]

Příloha K Metoda pro posouzení detailu „hot spot“ [informativní]

Bibliografie

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.