

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 23.040.60 **Prosinec 2009**

Příruby a přírubové spoje - Pravidla pro navrhování těsněných kruhových přírubových spojů - Část 1: Výpočtová metoda

ČSN
EN 1591-1+A1
13 1551

Flanges and their joints - Design rules for gasketed circular flange connections - Part 1: Calculation method

Brides et leurs assemblages - Regles de calcul des assemblages a brides circulaires avec joint - Partie 1: Méthode de calcul

Flansche und ihre Verbindungen - Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung - Teil 1: Berechnungsmethode

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 1591-1:2001+A1:2009. 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 1591-1:2001+A1:2009. 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 1591-1 (13 1551) z května 2002.

Národní předmluva

Změny proti předchozím normám

Tato norma obsahuje zpracovanou změnu A1 z února 2006. Změny či doplněné a upravené články jsou v textu vyznačeny značkami ! ". Vypuštěný text je zobrazen takto „! vypuštěný text “, opravený nebo nový text je zobrazen vloženým textem mezi obě značky.

Informace o citovaných normativních dokumentech

EN 1092-1:2007 zavedena v ČSN EN 1092-1:2008 (13 1170) Příruby a přírubové spoje - Kruhové příruby pro trubky, armatury, tvarovky a příslušenství s označením PN - Část 1: Příruby z oceli

EN 1092-2:1997 zavedena v ČSN EN 1092-2:1999 (13 1170) Příruby a přírubové spoje - Kruhové

příruby pro trubky, armatury, tvarovky a příslušenství s označením PN – Část 2: Příruby z litiny

EN 1092-3:2003 zavedena v ČSN EN 1092-3:2004 (13 1170) Příruby a přírubové spoje – Kruhové příruby pro trubky, armatury, tvarovky a příslušenství s označením PN – Část 3: Příruby ze slitin mědi

EN 1092-4:2002 zavedena v ČSN EN 1092-4:2003 (13 1170) Příruby a přírubové spoje – Kruhové příruby pro trubky, armatury, tvarovky a příslušenství s označením PN – Část 4: Příruby ze slitin hliníku

EN 13555:2004 zavedena v ČSN EN 13555:2005 (13 1510) Příruby a přírubové spoje – Parametry těsnění a zkoušení vztahující se na pravidla dimenzování přírubových spojů s kruhovými přírubami a těsněním

Vypracování normy

Zpracovatel: Chevess Engineering, s.r.o. Brno, IČ 26883473; Ing. Milan Slavík, Ing. Jan Dania

Technická normalizační komise: TNK 49 – Průmyslové ocelové potrubí a potrubní součásti

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Markéta Kuntová

EVROPSKÁ NORMA EN 1591-1+A1
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM Březen 2009

ICS 23.040.60 Nahrazuje EN 1591-1:2001

Příruby a přírubové spoje - Pravidla pro navrhování těsněných kruhových přírubových spojů - Část 1: Výpočtová metoda

Flanges and their joints – Design rules for gasketed circular flange connections – Part 1: Calculation method

Brides et leurs assemblages – Regles de calcul des assemblages a brides circulaires avec joint – Partie 1: Méthode de calcul

Flansche und ihre Verbindungen – Regeln für die Auslegung von Flanschverbindungen mit runden Flanschen und Dichtung – Teil 1: Berechnungsmethode

Tato evropská norma byla schválena CEN 2001-03-08 a obsahuje změnu A1, schválenou CEN 2009-02-07.

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

© 2009 CEN Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky Ref. č.
EN 1591-1:2001+A1:2009 E
jsou celosvětově vyhrazena národním členům CEN.

Obsah

Strana

Předmluva	5
1 Předmět normy	7
1.1 Všeobecně	7
1.2 Požadavek pro použití výpočtové metody	7
1.3 Platnost	7
2 Citované normativní dokumenty	9
3 Označování	9
3.1 Užití obrázků	9
3.2 Indexy a zvláštní značky	9
3.3 Symboly	10
3.4 Terminologie	13
4 Výpočtové parametry	19
4.1 Parametry příruby	19
4.2 Parametry šroubů	23
4.3 Parametry těsnění	23
5 Vnitřní síly (ve spoji)	25
5.1 Zatížení	25
5.2 Poddajnost spoje	26
5.3 Minimální těsnicí síly	27
5.4 Vnitřní síly při montážním stavu ($I = 0$)	27

5.5 Vnitřní síly v následných stavech ($I = 1, 2, \dots$) 29

6 Kontrola dovolených zatížení 29

6.1 Všeobecně 29

6.2 Šrouby 30

6.3 Těsnění 30

6.4 Integrální příruba, obruba nebo lem 31

6.5 Zaslepovací příruba 32

6.6 Točivá příruba s obrubou nebo lemem 32

Příloha A (informativní) Požadavek pro omezení nerovnoměrnosti stlačení těsnění 34

Příloha B (informativní) Rozměry normalizovaných metrických šroubů 35

Příloha C (informativní) Rozptyl utahovacích metod u šroubů 36

Příloha D (informativní) Montáž momentovým klíčem 37

Příloha E (informativní) Natočení příruby 39

E.1 Všeobecně 39

E.2 Použití natočení příruby 39

E.3 Výpočet natočení příruby 39

Příloha F (informativní) Diagram výpočtového postupu 40

Příloha G (informativní) Spojení s kontaktem mezi přírubami a ochranným kroužkem těsnění 42

G.1 Úvod 42

G.2 Chování těsnění s kontaktem přírub s ochranným kroužkem těsnění 42

G.3 Zjednodušené řešení 42

Příloha H (normativní) !Použití dřívějšího součinitele tečení těsnění g_c " 46

Příloha ZA (informativní) !Vztah mezi touto evropskou normou a základními požadavky Směrnice EU 97/23/EC" 47

Bibliografie 48

Předmluva

Tento dokument (EN 1591-1:2001+A1:2009) byl vypracován technickou komisí CEN/TC 74 „Příruby a přírubové spoje“, jejíž sekretariát je v DIN.

Této evropské normě je nutno nejpozději do září 2009 dát 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 září 2009.

Tento dokument zahrnuje změnu 1, schválenou CEN 2009-02-07.

Tento dokument nahrazuje EN 1591-1:2001.

Začátek a konec textu vloženého nebo upraveného touto změnou jsou vyznačeny značkami ! " .

Tato evropská norma byla vypracována na základě mandátu uděleného CEN Evropskou komisí a Evropským sdružením volného obchodu. Tato evropská norma je považována za normu podporující aplikační normy a normy výrobků, které samy podporují splnění základních bezpečnostních požadavků směrnic nového přístupu, a které na ni odkazují.

Vztah ke směrnicí (směrnicím) EU je uveden v informační příloze ZA, která je nedílnou součástí této normy.

EN 1591 sestává ze dvou částí:

- EN 1591-1 Příruby a přírubové spoje - Pravidla pro navrhování těsněných kruhových přírubových spojů - Část 1: Výpočtová metoda
- ! EN 1591-2" Příruby a přírubové spoje - Pravidla pro navrhování těsněných kruhových přírubových spojů - Část 2: Parametry těsnění.

Výpočtová metoda splňuje parametry těsnosti a pevnosti. Je uvažováno chování celého systému příruba-šrouby-těsnění. Zohledňující parametry jsou nejen základního druhu jako:

- tlak tekutiny;
- pevnostní hodnoty materiálu příruby, šroubů a těsnění;
- součinitelé těsnosti;
- síla ve šroubech;

ale také:

- možný rozptyl při utahování šroubů;
- změny těsnicí síly způsobené deformací všech částí spoje;
- vliv připojené skořepiny nebo trubky;
- vliv vnějších přídavných osových sil a ohybových momentů;
- vliv teplotních rozdílů mezi šrouby a listem příruby.

Výpočet přízpusobivosti těsnění spočívá na elastické analýze vztahů mezi zatížením/deformací mezi všemi částmi přírubového spoje, případně korigované o plastické chování těsnicího materiálu. Výpočet mechanické tuhosti spočívá na mezní analýze (plastický kloub) u kombinace příruba-skořepina. Bere se ohled jak na vnitřní, tak i vnější zatížení. Zahrnují se stavy zatížení, včetně počáteční montáže, hydrostatická tlaková zkouška a všechny následné provozní stavy. Výpočtové kroky jsou následující:

1. Nejprve se určí potřebná minimální počáteční síla ve šroubech (dosáhne se při montáži), takže výsledná síla na těsnění v žádném následném zatěžovacím stavu není menší než potřebná střední minimální síla na těsnění (hodnoty jsou např. uvedeny v !EN 1591-2"). Stanovení této síly se provádí iterativně, protože závisí na účinné šířce těsnění a ta opět závisí na počáteční síle ve šroubech.
2. Pak se vypočtou všechny vnitřní síly vyplývající ze zvolených hodnot počátečních sil ve šroubech a vyzkouší se přípustnost sloučených vnějších a vnitřních sil podle následujícího postupu:

- montáž: zkouška za předpokladu max. možné síly ve šroubech, kterou lze docílit utahovacím postupem šroubů;
- tlaková zkouška a provozní stav: zkouška za předpokladu potřebných minimálních sil ve šroubech pro zabezpečení, aby spoj tyto minimální síly, vyjma místně omezených míst, převzal bez dotažení. Vyšší počáteční síly ve šroubech vedou k (omezené) plastické deformaci v následných stavech (zkušební stav, provoz). Takto stanovené zkoušky zaručují, že tyto deformace neredukují síly ve šroubech na hodnotu minimální síly.

Pokud je nutné, lze natočení příruby spočítat pro všechny zatěžovací stavy podle přílohy E a takto vypočtené hodnoty srovnat s platnými mezemi použití těsnění.

Kontroly dovolených zatížení předpokládají součinitele bezpečnosti, které jsou též použity při určení jmenovitých výpočtových napětí z meze kluzu nebo meze pevnosti materiálu.

POZNÁMKA Hodnoty jmenovitých napětí pro příruby vyhovující jiným výpočtovým metodám nelze zde uvést.

Protože se však všechny hlavní konstrukční parametry ve výpočetní metodě respektují, je dovoleno stanovit nízké součinitele bezpečnosti zvláštním použitím jmenovitých dovolených napětí:

- při montáži odpovídají jmenovitá dovolená napětí hodnotám při tlakové zkoušce (větší než v provozním stavu),
- pro šrouby se vypočtou jmenovitá výpočtová napětí na základě stejných pravidel jako pro materiály přírub a skořepiny např. stejný součinitel bezpečnosti k mezi kluzu.

Potřebnou minimální sílu působící na těsnění pro těsnostní úvahy lze určit dvěma různými cestami:

1. použitím těsnících součinitelů uvedených v tabulkách např. podle !EN 1591-2", které vycházejí z průmyslové praxe a odpovídají obecně známým hodnotám netěsnosti plynů a par,
2. odvozením z měření netěsností v závislosti na údajích zatížení těsnění, jestliže jsou pro těsnění k dispozici, jak to např. udává !EN 1591-2". To dovoluje návrh na základě nějaké předem dané maximální netěsnosti.

Použití této výpočtové metody je zejména užitečné pro spoje, u nichž je síla ve šroubech měřena během utahování. Čím větší je zde přesnost, tím prospěšnější je použití této výpočtové metody.

V současném stavu vývoje není tato metoda použitelná pro přírubové spoje buď s úzkým kovovým stykem těsnících ploch (s výjimkou spoje s vloženým kroužkem (viz příloha G)) nebo u spojů, jejichž tuhost se podstatně mění podél šířky těsnění.

Vývojový diagram výpočtového postupu je uveden v příloze F.

!Zatížení vypočítaná postupy podle této normy představují minimální zatížení šroubu, které by mělo působit na těsnění pro dosažení požadované třídy těsnosti.

Vzrůstající zatížení šroubu v rámci přípustných poměrů zatížení příruha/šroub/těsnění, omezuje stupně

netěsnosti a vede ke konzervativnímu návrhu.

Konstruktér může volit zatížení šroubu mezi zatížením k dosažení třídy netěsnosti a zatížením omezeným poměry zatížení.

Cílem publikování tohoto nového vydání EN 1591-1:2001 je ponechání normy ve vztahu k EN 1591-2:2008. Metodika výpočtu a interpretace údajů těsnění je předmětem stávající práce pracovních skupin CEN/TC 54/TC 69/TC 74/TC 267/TC 269/JWG. Tato publikace je tedy prozatímní a bude aktualizována v příhodné době.

EN 1591-1 je založena na základě, který volí dosažený stupeň netěsnosti. Pokud však není netěsnost požadována, navrhuje se podle následujících dvou modifikací:

- těsnicí síla Q_A ve vzorci (49) může být nahrazena $Q_{0,min}$ podle přílohy G z EN 13445-3:2002
- těsnicí síla $Q_{smin(L)}$ ve vzorci (50) může být nahrazena $Q_{l,min} = m_1 \cdot P_1$, kde m_1 se bere podle přílohy G z EN 13445-3:2002."

Podle Vnitřních předpisů CEN/CENELEC jsou tuto evropskou normu povinny zavést národní normalizační organizace následujících zemí: Belgie, Bulharska, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunská, Řecko, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédsko a Švýcarsko.

1 Předmět normy

1.1 Všeobecně

Tato evropská norma stanovuje výpočtovou metodu pro dimenzování přírubových spojů s kruhovými přírubami, šrouby a těsněním. Jejím účelem je zajistit konstrukční pevnost a dodržet těsnost. Následující vzorce používaných parametrů těsnění jsou založeny na definicích a metodách zkoušení stanovených v EN 13555."

1.2 Požadavek pro použití výpočtové metody

Tato výpočtová metoda, pokud je povolena, je alternativou pro potvrzení platnosti dimenzování ostatními způsoby, např.:

- zvláštní zkouškou,
- existující zkušeností,
- použitím normalizovaných přírub v rozsahu dovolených podmínek.

1.3 Platnost

1.3.1 Geometrie

Výpočtová metoda je použitelná pro následující uspořádání:

- příruby, jejichž průřez je stejný nebo může být srovnán s přírubami podle obrázků 4 až 12;
- čtyři nebo více stejných šroubů rovnoměrně rozdělených;

- těsnění, jehož průřez a uspořádání po zatížení se může podobat jednomu z těsnění uvedených na obrázku 3;
- rozměry přírub splňující následující podmínky:
 - a) $0,2 L b_f/e_f \leq 5,0$; $0,2 L b_l/e_l \leq 5,0$
 - b) $e_f \leq L \max$
 - c) $\cos j_s \leq 3$

POZNÁMKA Význam zkratk viz kapitulu 3.

POZNÁMKA Omezení se nemusí dodržet u obrub nebo lemů ve spojení s točivými přírubami.

POZNÁMKA Podmínka slouží pro omezení nerovnoměrného utahovacího tlaku na těsnění vyvolaného roztečí šroubů. Hodnoty 0,01 a 0,10 platí pro měkká (nekovová) respektive tvrdá (kovová) těsnění. Přesnější kritéria jsou uvedena v příloze A.

POZNÁMKA Podle potřeby se může brát ohled na toleranci rozměrů, a korozi a k tomu lze použít pravidla a zásady, podle nichž byl proveden výpočet, např. podle hodnot, které jsou uvedeny v EN 13445 a EN 13480.

Mimo oblast použití této výpočtové metody leží následující uspořádání:

- příruby s podstatně neosově symetrickou geometrií, např. dělené točivé příruby, příruby zesílené nosníky;
- spoje, u nichž příruby mají přímý nebo nepřímý vzájemný kovový styk uvnitř a/nebo vně těsnění, uvnitř a/nebo vně roztečné kružnice, vyjma vloženého kroužku, který je uveden v příloze G.

1.3.2 Materiály

V této výpočtové metodě nejsou určeny hodnoty jmenovitých výpočtových napětí. Ty závisí na jiných použitých pravidlech, např. tyto hodnoty jsou dány EN 13445 a EN 13480.

Jmenovitá výpočtová napětí šroubů se stanovují jako pro příruby a skořepiny. Model těsnění je představován elastickým chováním s plastickou korekcí.

U těsnění z nestlačitelných materiálů, které dovolují velké deformace (např. plochá těsnění sestávající převážně z pryže) mohou být výsledky této výpočtové metody extrémně konzervativní (tzn. příliš velká požadovaná síla ve šroubech, dovolený tlak tekutiny příliš nízký, potřebná šířka těsnění příliš velká, atd.), proto se tyto vlastnosti neuvažují.

1.3.3 Zatížení

Tato výpočtová metoda platí pro následující typy zatížení:

- tlak tekutiny: vnitřní nebo vnější;
- vnější zatížení: osově síly a ohybové momenty;
- rozdílné osově deformace přírub, šroubů a těsnění, zejména teplotní.

1.3.4 Mechanický model

Tato výpočtová metoda je založena na následujícím mechanickém modelu:

- a. Geometrie obou přírub a těsnění je osově symetrická. Jsou povoleny malé odchylky jako například konečný počet šroubů. Není dovoleno použití u dělených točivých přírub, oválných přírub.
- b. Průřez příruby (radiální řez) se nedeformuje. Jsou uvažována pouze obvodová napětí a deformace listu^{*)}; radiální a osová napětí a deformace se zanedbávají. Tento předpoklad vyžaduje splnění podmínky 1.3.1 a).
- c. List příruby je připojen k válcové skořepině. Kuželový krk^{**)} se uvažuje jako ekvivalentní válcová skořepina s vypočtenou tloušťkou stěny, rozdílnou pro elastické a plastické chování, ale vždy mezi skutečnou minimální a maximální tloušťkou. Kuželové a kulové skořepiny jsou uvažovány jako ekvivalentní válcové skořepiny se stejnou tloušťkou stěny; ohled na rozdíly mezi válcovou skořepinou a uvažovanou se bere explicitně ve výpočtových vzorcích.

Tento předpoklad vyžaduje splnění podmínky 1.3.1 c).

V místě uzlu listu příruby a skořepiny se ve výpočtu uvažuje kontinuita radiálního posuvu a natočení.

- d. Těsnění se stýká s těsnicí plochou na (vypočtené) mezikruhové ploše. Účinná šířka těsnění (radiální) b_{Ge} může být menší než skutečná šířka těsnění. Tato účinná šířka těsnění b_{Ge} se vypočte pro montáž ($I = 0$) a předpokládá se, že pro všechny ostatní následné stavy ($I = 1, 2, \dots$) zůstává nezměněna. Výpočet b_{Ge} zahrnuje pružné natočení obou přírub jakož i pružnou a plastickou deformaci těsnění (přibližně) v montážním stavu.
- e. !Modul pružnosti těsnění může vzrůstat s tlakovým napětím na těsnění Q . Modul pružnosti je odlehčený elasticko-plastický sekantový modul měřený mezi 100 % a 33 % úrovní napětí vlastního těsnění. Výpočtová metoda používá nejvyšší napětí (Q) v montážních podmínkách."
- f. !Tečení těsnicího materiálu přibližně zohledňuje součinitel P_{QR} ."
- g. Bere se ohled na teplotní a mechanické osově deformace přírub, šroubů a těsnění.
- h. Zatížení přírubového spoje je osově symetrické. Osově nesymetrický ohybový moment se uvažuje jako ekvivalentní osová síla, která je osově symetrická podle rovnice (44).
- i. Změna zatížení mezi různými stavy zatížení způsobuje vnitřní změnu sil ve šroubech a těsnění. To se počítá s ohledem na pružnou deformaci všech částí. Aby se zajistila těsnost, vypočte se počáteční montážní síla (viz 5.4) tak, že se získají potřebné síly za všech podmínek (viz 5.3 a 5.5).
- j. Důkazy pro meze zatížení jsou založeny na mezích zatížení každé části. Tím se zabraňuje nadměrným plastickým deformacím. Meze pro těsnění, které závisí na Q_{max} , jsou jen hrubá přiblížení.

Následující se v tomto modelu neuvažuje:

- k. Tuhost a ohybový moment ve šroubech. Toto je konzervativní zjednodušení. Přesto zahrnuje tahová tuhost šroubů (přibližně) deformaci části šroubů, které jsou ve styku s maticemi nebo závitovými otvory (viz rovnice (34)).
- l. Tečení přírub a šroubů.
- m. Rozdíly radiálních deformací těsnění (toto zjednodušení není stejné u stejných přírub).
- n. Posouzení na únavu (obvykle nejsou uvažovány u směrníc, jako jsou tato).
- o. Vnější krouťící momenty a vnější smykové síly, vyvolané např. potrubními díly.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.