

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 27.140 **Leden 2013**

ČSN
EN 61362
ed. 2
08 6501

Regulace vodních turbín – Průvodce specifikací

idt IEC 61362:2012

Guide to specification of hydraulic turbine governing systems

Guide pour la spécification des systemes de régulation des turbines hydrauliques

Leitfaden zur Spezifikation der Regeleinrichtung von Wasserturbinen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 61362:2012. 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 61362:2012. It was translated by the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

S účinností od 2015-05-25 se nahrazuje ČSN EN 61362 (08 6501) z října 1999, která do uvedeného data platí souběžně s touto normou.

Národní předmluva

Upozornění na používání této normy:

Souběžně s touto normou je v souladu s předmluvou k EN 61362:2012 dovoleno do 2015-05-25 používat dosud platnou ČSN EN 61362 (08 6501) z října 1999.

Změny proti předchozí normě

Oproti ČSN EN 61362:1999 jsou doplněny přílohy B a C a text normy je doplněn o nové poznatky z oblasti regulace vodních turbín.

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60050-351:2006 zavedena v ČSN IEC 60050-351:2007 (33 0050) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Část 351: Technologie řízení

IEC 60068-2-6:2007 zavedena v ČSN EN 60068-2-6 ed. 2:2008 (34 5791) Zkoušení vlivů prostředí – Část 2-6: Zkoušky – Zkouška Fc: Vibrace (sinusové)

IEC 60068-2-27:2008 zavedena v ČSN EN 60068-2-27 ed.2:2010 (34 5791) Zkoušení vlivů prostředí – Část 2-27: Zkoušky – Zkouška Ea a návod: Rázy

IEC 60308:2005 zavedena v ČSN EN 60308:2006 (08 6505) Vodní turbíny – Zkoušení řídicích systémů

IEC 61000-4-1:2006 zavedena v ČSN EN 61000-4-1 ed. 2:2007 (33 3432) Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 4-1: Zkušební a měřicí technika – Přehled o souboru IEC 61000-4

CISPR 11:2009 zavedena v ČSN EN 55011 ed. 3:2010 (33 4225) Průmyslová, vědecká a lékařská zařízení – Charakteristiky vysokofrekvenčního rušení – Meze a metody měření

ISO 3448:1992 nezavedena

Informativní údaje z IEC 61362:2012

Mezinárodní normu IEC 61362 vypracovala technická komise IEC/TC 4 *Vodní turbíny*.

Toto druhé vydání zrušuje a nahrazuje první vydání z roku 1998. Toto vydání je jeho technickou revizí. Vydání zohledňuje jak zkušenosti s předchozím vydáním v průběhu posledního desetiletí, tak i nejnovější trendy v oblasti hlavních technologií.

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

FDIS	Zpráva o hlasování
4/270/FDIS	4/272/RVD

Úplnou informaci o hlasování lze najít ve zprávě o hlasování ve výše uvedené tabulce.

Tato publikace byla vypracována v souladu se směrnicemi ISO/IEC, část 2.

Komise rozhodla, že obsah této publikace se nebude měnit až do výsledného data aktualizace uvedeného na webových stránkách IEC (<http://webstore.iec.ch>) v údajích o této publikaci. K tomuto datu bude publikace buď

- znovu potvrzena;
- zrušena;
- nahrazena revidovaným vydáním, nebo
- změněna.

Vypracování normy

Zpracovatel: ČKD Blansko Engineering, a. s., IČ 25305034, Ing. Josef Zouhar, Ing. Jiří Špidla, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 48 Vodní turbíny a akumulární čerpadla

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Jiří Holub

EVROPSKÁ NORMA EN 61362
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM Srpen 2012

ICS 27.140 Nahrazuje EN 61362:1998

Regulace vodních turbín - Průvodce specifikací (IEC 61362:2012)

Guide to specification of hydraulic turbine governing systems
(IEC 61362:2012)

Guide pour la spécification des systèmes
de régulation des turbines hydrauliques
(CEI 61362:2012)

Leitfaden zur Spezifikation der Regeleinrichtung
von Wasserturbinen (IEC 61362:2012)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2012-05-25. Členové CENELEC 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 bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Řídicím centru CEN-CENELEC nebo u kteréhokoliv člena CENELEC.

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

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety 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, Španělska, Švédsko, Švýcarska a Turecka.

CENELEC

Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
Řídicí centrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brusel

© 2012 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.
Ref. č. EN 61362:2012 E

Předmluva

Text dokumentu 4/270/FDIS, budoucího druhého vydání IEC 61362, vypracovaný IEC/TC 4 *Vodní turbíny*, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN 61362:2012.

Jsou stanoveny tato data:

- nejzazší datum zavedení dokumentu na národní úrovni vydáním identické národní normy nebo vydáním oznámení o schválení k přímému používání jako normy národní (dop) 2013-02-28
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2015-05-25

Tento dokument nahrazuje EN 61362:1998.

EN 61362:2012 zahrnuje tyto významné změny oproti EN 61362:1998:

Tato technická revize zohledňuje jak zkušenosti s předchozím vydáním v průběhu posledního desetiletí, tak i nejnovější trendy v oblasti hlavních technologií.

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

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 61362:2012 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

Úvod 8

1 Rozsah platnosti 9

2 Citované dokumenty 9

3 Termíny, definice, značky a jednotky 9

3.1 Obecné termíny a definice 9

3.2 Termíny a definice vztahující se k úrovni řízení a způsobům regulace 10

3.3 Termíny a definice z oblasti teorie regulace 10

3.4 Indexy a předpony 11

3.5 Termíny a definice vztahující se k elektrárně a strojům 11

3.6 Termíny a definice vztahující se k regulačnímu systému 12

4 Struktura regulačního systému 18

4.1 Obecně 18

4.2 Hlavní druhy regulace 18

4.2.1 Obecně 18

4.2.2 Regulace otáček 18

4.2.3 Regulace výkonu 18

4.2.4 Regulace otevření 18

4.2.5 Regulace vodní hladiny 18

4.2.6 Regulace průtoku 19

- 4.3** Uspořádání kombinovaných regulačních systémů 19
 - 4.3.1** Obecně 19
 - 4.3.2** Paralelní uspořádání 19
 - 4.3.3** Sériové uspořádání 20
 - 4.3.4** Jiná uspořádání 21
- 4.4** Uspořádání servomotorů 21
- 4.5** Několikanásobná regulace 21
 - 4.5.1** Obecně 21
 - 4.5.2** Paralelní uspořádání 22
 - 4.5.3** Sériové uspořádání 22
- 5** Funkce a části regulačních systémů 22
 - 5.1** Obecně 22
 - 5.2** Modelování a digitální simulace 22
 - 5.3** Charakteristické parametry regulátorů PID 24
 - 5.3.1** Obecně 24
 - 5.3.2** Trvalá statická charakteristika b_p 24
 - 5.3.3** Proporcionální zesílení K_p , integrační časová konstanta T_I a derivační časová konstanta T_D 24
 - 5.4** Další parametry regulačního systému 25
 - 5.4.1** Nastavení řídicích veličin pro regulované veličiny (otáčky, výkon, atd.) a omezovač výkonu 25
 - 5.4.2** Necitlivost regulace $i_x/2$ 26
 - 5.4.3** Parametry polohového servosystému 26
 - 5.5** Funkční vztah mezi polohovými servosystémy 27
 - 5.5.1** Dvojitá regulace turbín s regulovatelnými rozváděcími a oběžnými lopatkami 27
 - 5.5.2** Dvojitá regulace turbín s dýzami a deflektory 28
 - 5.5.3** Vícenásobná regulace 28
 - 5.5.4** Další funkční vztahy 28
 - 5.6** Skutečné měření signálu 28

- 5.6.1** Obecně 28
- 5.6.2** Otáčky 28
- 5.6.3** Výkon 29
- 5.6.4** Vodní hladina 29
- 5.6.5** Poloha hlavního rozvodného šoupátka (zdvih) 29
- 5.6.6** Přenos signálu z elektronických vysílačů 29
- 5.7** Ruční ovládání 29
- 5.8** Linearizace 30
- 5.9** Vlečná regulace 30
- 5.10** Optimalizace řízení 30
- 5.11** Monitorování paralelního nastavení zesilovačů 31
- 5.12** Zajištění regulační energie (práce) 31
 - 5.12.1** Obecně 31
 - 5.12.2** Systém s akumulátorem tlaku 31
 - 5.12.3** Systémy bez akumulátoru tlaku 34
 - 5.12.4** Přímé elektrické polohovadlo 35
 - 5.12.5** Doporučení pro výběr kapaliny v hydraulických systémech 35
- 5.13** Napájení elektronických regulátorů 35
- 5.14** Provozní přechodové stavy 36
 - 5.14.1** Rozběh a synchronizace 36
 - 5.14.2** Provozní odstavení (*Normal shutdown*) 36
 - 5.14.3** Náhlé vypnutí zátěže 36
 - 5.14.4** Jiné provozní přechodové stavy 37
- 5.15** Zabezpečovací zařízení/obvody 37
 - 5.15.1** Obecně 37
 - 5.15.2** Rychlé odstavení a havarijní odstavení 37
 - 5.15.3** Zabezpečovací zařízení proti zvýšeným otáčkám 38
 - 5.15.4** Vzájemné blokování 38

- 5.16** Doplnková zařízení 38
 - 5.16.1** Opatření ke snížení kolísání tlaku 38
 - 5.16.2** Regulace kolísání hladiny 38
 - 5.16.3** Zařízení a opatření ke snížení nárůstu otáček 38
 - 5.16.4** Centrální regulace průtoku na kaskádách vodních elektráren 39
 - 5.16.5** Brzdy 39
 - 5.16.6** Synchronní kompenzační provoz 39
- 5.17** Vhodnost komponentů regulátoru vzhledem k prostředí 39
 - 5.17.1** Odolnost proti vibracím 39
 - 5.17.2** Teplota a vlhkost 39
- 5.18** Elektromagnetická kompatibilita (slučitelnost) 39
- 6** Jak aplikovat doporučení 40

Strana

Příloha A (normativní) Zjednodušené diferenciální rovnice a přenosové funkce idealizovaného PID regulátoru 52

Příloha B (informativní) Regulace síťového kmitočtu 53

Příloha C (informativní) Rychlé odstavení a havarijní odstavení 56

Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace 60

Obrázek 1 - Rozsah regulované veličiny 12

Obrázek 2 - Graf statické charakteristiky 13

Obrázek 3 - Proporcionální zesílení a integrační časová konstanta 14

Obrázek 4 - Derivační časová konstanta 14

Obrázek 5 - Pásmo necitlivosti 15

Obrázek 6 - Minimální čas otevření/zavření servomotoru 15

Obrázek 7 - Časová konstanta servomotoru 16

Obrázek 8 - Pásmo necitlivosti servomotoru 16

Obrázek 9 - Dopravní zpoždění servomotoru 17

Obrázek 10 - Paralelní uspořádání regulačního systému s regulátorem otáček a výkonu 19

Obrázek 11 – Regulační systém s regulátorem otáček a řídicím signálem regulace výkonu v paralelním zapojení 20

Obrázek 12 – Regulační systém s regulátorem otáček a regulátorem vodní hladiny v paralelním zapojení 20

Obrázek 13 – Regulační systém s regulátorem výkonu a s regulátorem otáček v sériovém zapojení 20

Obrázek 14 – Regulační systém s regulátorem hladiny a regulátorem otáček v sériovém zapojení 20

Obrázek 15 – Regulace výkonu s využitím regulátoru otáček 21

Obrázek 16 – Regulátor vodní hladiny bez regulátoru otáček 21

Obrázek 17 – Paralelní uspořádání s definovaným funkčním vztahem a doplňkovým signálem 22

Obrázek 18 – Sériové uspořádání s definovaným funkčním vztahem a doplňkovým signálem 22

Obrázek 19 – Přejížděvací funkce a frekvenční odezva výstupu zesilovače Y/Y_{\max} na skokovou změnu vstupního signálu s_v 27

Obrázek 20 – Objem tlakové nádoby a rozsahy tlaků 31

Obrázek 21 – Systém s otevřeným okruhem 35

Obrázek 22 – Rozběhová křivka otáček do synchronizace 36

Obrázek 23 – Vypnutí zátěže 37

Obrázek A.1 – Idealizovaný PID regulátor v paralelním uspořádání 52

Obrázek A.2 – Idealizovaný PID regulátor v alternativním znázornění 52

Obrázek B.1 – Příklad funkčního schématu soustrojí s regulačním systémem turbíny využívající idealizovaný PID regulátor se statickou charakteristikou výkonu 54

Obrázek B.2 – Chování dvou soustrojí s různou hodnotou trvalé statické charakteristiky 54

Tabulka C.1 – Alternativa I – Shrnutí případů rychlého a havarijního odstavení 58

Tabulka C.2 – Alternativa II – Shrnutí případů rychlého a havarijního odstavení 59

Úvod

Ačkoli norma pro zkoušky systémů regulace vodních turbín existuje již dlouhou dobu (IEC 60308 publikovaná v roce 1970), průvodce specifikací systémů regulace vodních turbín chyběl až do roku 1998. S rychlým vývojem a novými možnostmi zejména v oblasti digitálních komponentů regulátorů, se stala potřeba takového průvodce čím dál více naléhavější.

Současné druhé vydání průvodce zohledňuje jak zkušenosti s předchozím vydáním v průběhu posledního desetiletí, tak i nejnovější trendy v oblasti hlavních technologií.

Zatímco první vydání bylo napsáno více méně jako doplněk již existujícího průvodce pro zkoušky, cílem druhého vydání je stát se hlavním průvodcem na poli systémů regulace vodních turbín.

1 Rozsah platnosti

Tato mezinárodní norma obsahuje důležité technické údaje nezbytné k popisu systémů regulace vodních turbín a definuje jejich funkce. Cílem je sjednocení a v důsledku toho snazší výběr podstatných parametrů při sestavování nabídkových specifikací a technických nabídek. Slouží také jako podklad pro stanovení technických záruk.

Rozsah platnosti této normy je omezen na úroveň regulace vodních turbín. Dále jsou, pro lepší pochopení, ale bez nároku na úplnost, uvedeny některé postřehy o regulačním obvodu elektrárny a o primární a sekundární regulaci síťového kmitočtu (viz také příloha B).

Průvodce zahrnuje následující důležitá témata:

- regulaci otáček, výkonu, vodní hladiny, otevření a průtoku přetlakových a rovnotlakých turbín včetně strojů s dvojitou regulací;
- zařízení pro dodávku energie potřebné pro ovládání;
- bezpečnostní zařízení pro havarijní odstavení, atd.

Pro usnadnění vytváření specifikací obsahuje tento průvodce také formuláře, které mohou být vyplněny zákazníkem a dodavatelem jednotlivých etap projektu a kontraktu.

Přijímací zkoušky, postupy specifických testů a záruky nejsou zahrnuty v tomto průvodci; tato témata jsou uvedena v IEC 60308.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.