

2005

Vodní turbíny, akumulční čerpadla a čerpadlové turbíny - Vyhodnocování kavitačního opotřebení -
Část 1: Vyhodnocování u reakčních turbín,
akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín

ČSN
EN 60609-1

08 5015

idt IEC 60609-1:2004

Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Cavitation pitting evaluation -
Part 1: Evaluation in reaction turbines, storage pumps and pump-turbines

Turbines hydrauliques, pompes d'accumulation et pompes-turbines - Evaluation de l'érosion de
cavitation -

Partie 1: Evaluation dans les turbines à réaction, les pompes d'accumulation et les pompes-turbines
hydrauliques

Wasserturbinen, Speicherpumpen, Pumpenturbinen - Bewertung des Kavitationsangriffs -
Teil 1: Bewertung in Reaktionsturbinen, Speicherpumpen und Pumpenturbinen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60609-1:2005. Evropská norma EN 60609:2005 má status české technické normy.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 60609:2005. The European Standard EN 60609:2005 has the status of a Czech Standard.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN 08 5015 z 1990-10-26.



© Český normalizační institut, 2005

73953

Podle zákona č. 22/1997 Sb. smějí být české technické normy rozmnožovány
a rozšiřovány jen se souhlasem Českého normalizačního institutu.

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

Předchozí norma ČSN 08 5015 Vyhodnocování kavitačního opotřebení vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín z října 1990 přejímala normu IEC 60609 z roku 1978. Tato norma IEC byla revidována a doplněna o vyhodnocování kavitačního opotřebení u Peltonových turbín, vydána jako IEC 60609-2:1997 a zavedena jako ČSN EN 60609-2:2002.

Citované normy

IEC 60193:1999 zavedena v ČSN EN 60193:2001 (08 5009) Vodní turbíny, akumulční čerpadla a čerpadlové turbíny - Přejímací zkoušky na modelu (idt EN 60193:1999, idt IEC 60193:1999)

IEC TR 61366-1 nezavedena

Obdobné mezinárodní normy

IEC 60609-1:2004 Vodní turbíny, akumulční čerpadla a čerpadlové turbíny - Vyhodnocování kavitačního opotřebení - Část 1: Vyhodnocování u reakčních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín

(Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Cavitation pitting evaluation - Part 1: Evaluation in reaction turbines, storage pumps and pump-turbines)

Porovnání s mezinárodní normou

Obsah normy je identický s IEC 60609-1:2004 a navíc obsahuje normativní přílohu ZA doplněnou CENELEC.

Informativní údaje z IEC 60609-1:2004

Mezinárodní norma IEC 60609-1 byla připravena technickou komisí IEC TC 4: Vodní turbíny.

Tato norma představuje technickou revizi IEC 60609, vydanou v roce 1978, kterou ruší a nahrazuje. Vzhledem k IEC 60609 se hlavní změny týkají přísnějších kontrol na snížení přípustných hodnot úbytku materiálu. Moderní technologie svázané s výzkumem a vývojem dovolují integraci lepších hydraulických návrhů, lepších kontrol z NC obrábění a lepšího výběru materiálů.

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

FDIS	Zpráva o hlasování
4/196/FDIS	4/200/RVD

Úplné informace o hlasování při schvalování této normy je možné nalézt ve zprávě o hlasování uvedené v tabulce.

Tato publikace byla navržena v souladu se Směrnicemi ISO/IEC, část 2.

IEC 60609 s obecným názvem Vyhodnocování kavitačního opotřebení u vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín se skládá z následujících částí:

Část 1: Vyhodnocování u reakčních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín

Část 2: Vyhodnocování u Peltonových turbín

Komise rozhodla, že obsah této publikace nebude měněn až do doby závěru o udržování této normy, který bude indikován na webu IEC „<http://webstore.iec.ch>“. Po tomto termínu bude publikace

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

Strana 3

Souvisící ČSN

ČSN 08 5000:1985 Názvosloví vodních turbín, akumulčních čerpadel, čerpadlových turbín a regulátorů vodních turbín

ČSN EN 60609-2:2002 (08 5015) Vyhodnocování kavitačního opotřebení vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín - Část 2: Vyhodnocování u Peltonových turbín (idt EN 60609-2:1999, idt IEC 60609-2:1997)

Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Jiří Čipidla, CSc., Blansko, IČ 46932488, Ing. Jiří Čipidla, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 48 Vodní turbíny a akumulční čerpadla

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Jiří Holub

Strana 4

Prázdná strana

Strana 5

EVROPSKÁ NORMA EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM	EN 60609-1 Leden 2005
---	--------------------------

ICS 23.100.10

Vodní turbíny, akumulční čerpadla a čerpadlové turbíny -
Vyhodnocování kavitačního opotřebení
Část 1: Vyhodnocování u reakčních turbín, akumulčních čerpadel
a čerpadlových turbín
(IEC 60609-1:2004)
Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Cavitation pitting evaluation
Part 1: Evaluation in reaction turbines, storage pumps and pump-turbines
(IEC 60609-1:2004)

Turbines hydrauliques, pompes
d'accumulation
et pompes-turbines - Evaluation de l'érosion
de cavitation
Partie 1: Evaluation dans les turbines à
réaction,
les pompes d'accumulation et les pompes-
turbines
hydrauliques
(CEI 60609-1:2004)

Wasserturbinen, Speicherpumpen,
Pumpenturbinen - Bewertung des
Kavitationsangriffs
Teil 1: Bewertung in Reaktionsturbinen,
Speicherpumpen und Pumpenturbinen
(IEC 60609-1:2004)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 2004-12-01. Členové CENELEC 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 Ústředním sekretariátu nebo u kteréhokoli 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 Ústřednímu sekretariátu, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety 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, Švédsko a Švýcarsko.

CENELEC

Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice

European Committee for Electrotechnical Standardization

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Ústřední sekretariát: rue de Stassart 35, B-1050 Brusel

© 2005 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN 60609-

1:2005 E

Text dokumentu 4/196/FDIS, budoucího 1. vydání IEC 60609-1, vypracovaný v technické komisi IEC TC 4, Vodní turbíny, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN 60609-1 dne 2004-12-01.

Byla stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení EN na národní úrovni
vydáním identické národní normy nebo vydáním
oznámení o schválení EN k přímému používání
jako normy národní (dop) 2005-09-01
- nejzazší datum zrušení národních norem,
které jsou s EN v rozporu (dow) 2007-12-01

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60609-1:2004 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Strana 7

Obsah

Strana

Úvod

.....	8
1 Rozsah platnosti a předmět normy.....	10
1.1 Zvláštní ustanovení a omezení	10
1.2 Uvažování vlivu chemického složení vody.....	10
1.3 Uvažování vlivu vody obsahující pevné částičky.....	10
1.4 Normativní odkazy	11
2 Termíny, definice a značky	

.....	
11	

2.1

Jednotky

.....	
..... 11	

2.2 Termíny a definice

.....	
..... 11	

3 Charakter a rozsah záruk na kavitační opotřebení..... 16

3.1 Záruční období

.....	
..... 16	

3.2 Definice rozsahu kavitačního opotřebení..... 16

3.3 Provozní oblasti a doba provozu..... 16

4

Postupy

.....	
..... 18	

4.1 Oprava kavitačního opotřebení během záručního období..... 18

4.2 Měření a výpočet rozsahu kavitačního opotřebení..... 18

5 Výpočet výsledků a plnění záruky..... 19

Příloha A (normativní) Příklady rozsahů kavitačního opotřebení..... 20

Bibliografie

.....	
..... 23	

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

Obrázek 1 - Rozsah kavitačního opotřebení v závislosti na σ pro daný stroj při konstantním průtoku..... 9

Obrázek 2 - Provozní rozsahy turbín a čerpadlových turbín v turbínovém chodu..... 14

Obrázek 3 - Provozní rozsahy akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín v čerpadlovém chodu..... 15

Obrázek A.1 - Příklady maximálních přípustných hodnot hloubky kavitačního opotřebení oběžných kol..... 21

Obrázek A.2 - Příklady maximálních přípustných hodnot objemu kavitačního opotřebení oběžných kol..... 22

Úvod

Tato Část publikace IEC 60609 se týká vyhodnocování kavitačního opotřebení reakčních vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín, zatímco IEC 60609-2 se týká vyhodnocování kavitačního opotřebení akčních (Peltonových) turbín.

Záruky, které se vztahují na kavitační opotřebení reakčních vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín, jsou zcela odlišné od ostatních záruk na základní hydraulické charakteristiky stroje uvedených ve smluvních dokumentech jako například účinnost. Na rozsah kavitačního opotřebení má vliv v podstatě pět faktorů:

- a) typ a návrh stroje;
- b) materiál a stav povrchu částí vystavených kavitaci;
- c) výškové usazení stroje, tj. hodnota součinitele kavitace (σ) elektrárny;
- d) doba provozu a typ provozních podmínek; a
- e) jakost vody.

Položky a) a b) popisují stroj, zatímco položky c), d) a e) závisí na provozních podmínkách elektrárny. Záruka na kavitační opotřebení může být proto stanovena pouze vzájemnou dohodou mezi odběratelem a dodavatelem v období projektování elektrárny nebo během přípravy smlouvy. Při určitých obtížných podmínkách, jako inovace elektrárny výměnou oběžných kol nebo široká provozní pásma, může být pro odběratele výhodné požadovat od nabízejících v jejich nabídkách záruku na kavitační opotřebení.

Záruky na kavitační opotřebení mohou být dohodnuty dvěma způsoby:

Bud' je smlouvou dáno výškové usazení stroje (a tím sigma elektrárny), a pak rozsah kavitačního opotřebení musí být odsouhlasen v závislosti na velikosti turbíny nebo čerpadla, otáčkách, materiálu, stavu povrchu, provozu, atd. (viz obrázek 1a).

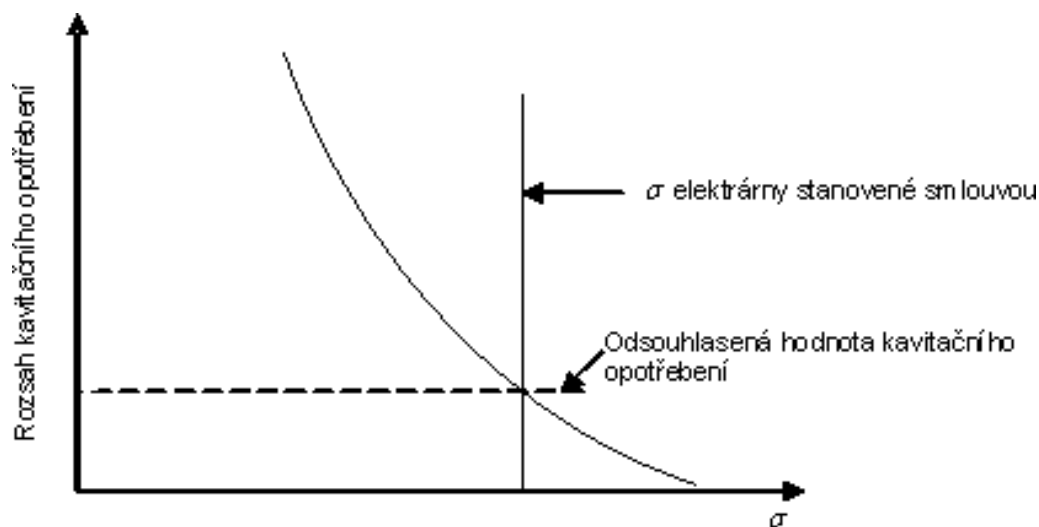
Nebo je určen maximální rozsah kavitačního opotřebení a výškové usazení stroje se musí dohodnout (viz obrázek 1b).

Ve většině případů může být stroj běžně provozován bez kavitačního opotřebení nebo může být požadováno, aby stroj pracoval bez kavitačního opotřebení. Někdy může být ekonomičtější přijmout mírný rozsah kavitačního opotřebení, což přináší možnost vyššího výškového usazení stroje, než by bylo požadováno pro provoz stroje bez kavitačního opotřebení. Je zřejmé, že v případě podzemní elektrárny jsou náklady na další snížení výškového usazení obvykle relativně nízké.

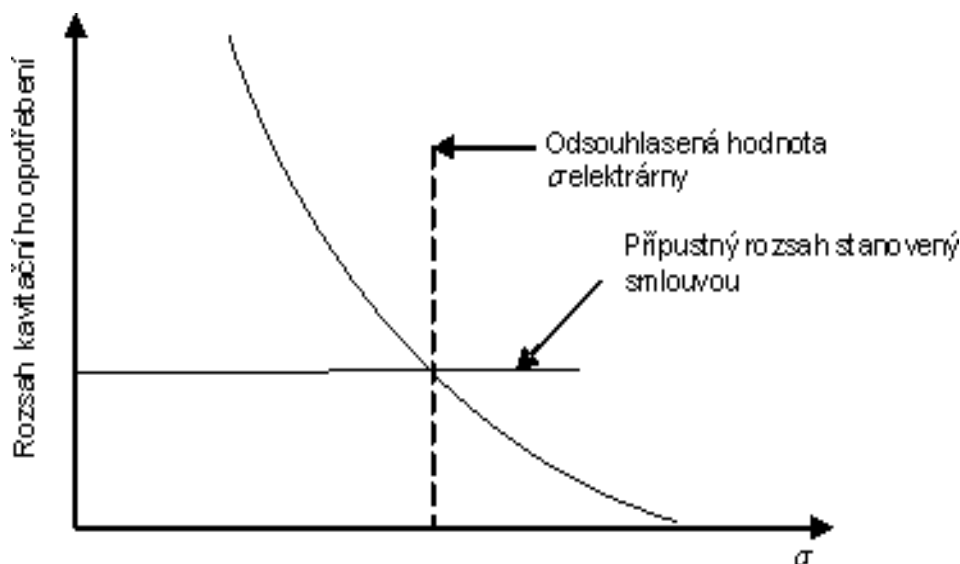
Není možné dát všeobecná doporučení na přijatelný rozsah kavitačního opotřebení, zvláště proto, že položky a) až e) jsou pro každou elektrárnu specifické. Proto se doporučuje v každém případě zařadit ekonomické hodnocení do provozních záruk. Například, nižší usazení stroje (vyšší hodnota sigma elektrárny vyžaduje vyšší náklady na stavební práce) a/nebo dražší oběžné kolo (profil a/nebo materiál) mohou snížit rozsah kavitačního opotřebení. Výhodami z těchto vyšších pořizovacích nákladů jsou snížené provozní náklady a/nebo počet oprav stejně jako snížení ztrát výroby energie během odstávky soustrojí.

Příklady rozsahu kavitačního opotřebení, vyjádřené jeho hloubkou a objemem (viz články 2.2.26 a 2.2.27) jako funkcemi průměru oběžného kola D , jsou uvedené v příloze A.

Strana 9



Obrázek - 1a



Obrázek - 1b

Obrázek 1 - Rozsah kavitačního opotřebení v závislosti na σ pro daný stroj při konstantním průtoku

Strana 10

1 Rozsah platnosti a předmět normy

Tato Část normy IEC 60609 slouží jako podklad pro formulaci záruk na kavitační opotřebení reakčních vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín. Norma určuje měření a vyhodnocování rozsahu kavitačního opotřebení na určitých specifikovaných částech stroje při daných podmínkách, které jsou definovány ve smlouvě, jako je výkon, měrná hydraulická energie stroje (E), otáčky, materiál, druh provozu, atd.

Vyhodnocování kavitačního opotřebení je založeno na stanovení úbytku materiálu během dané doby a při přesně stanovených provozních podmínkách. Všechny povrchy průtočných částí se musí brát v úvahu.

Smlouvy musí stanovit, zda v celém provozním rozsahu, nebo jen v některých provozních oblastech může nebo nemůže být očekáváno kavitační opotřebení hydraulického stroje.

Záruky, které vymezují rozsah kavitačního opotřebení, jsou ve smlouvě nezbytné, a» se kavitační opotřebení očekává nebo ne.

1.1 Zvláštní ustanovení a omezení

Norma nezahrnuje ostatní možné účinky kavitace na stroj jako například na:

- výkon, účinnost, chvění, mechanickou neporušenost a hluk; a
- materiálové vady, které se objeví během provozu.

Vady materiálu, které se při provozu vlivem opotřebení objeví na povrchu stroje, se nezahrnují do záruk na kavitační opotřebení.

1.2 Uvažování vlivu chemického složení vody

V této normě se předpokládá, že voda není zvlášť chemicky agresivní. V případech, kde voda je považována za chemicky agresivní, záruka na kavitační opotřebení musí být dána na základě odsouhlasené analýzy vody. Protože chemická agresivita závisí na velkém množství chemických složek a materiálu stroje, je mimo rámec této normy stanovení určitých mezí.

Zjistí-li se při pozdějších analýzách, že voda je ve skutečnosti mnohem agresivnější než ukazovala odsouhlasená analýza, je třeba to vzít v úvahu při vyhodnocování, zda jsou záruky na kavitační opotřebení splněny. Objeví-li se kavitační opotřebení v oblastech, kde je možné posoudit kavitační poškození odděleně od chemické nebo elektrochemické koroze, musí být taková poškození vyjmuta z vyhodnocování kavitačního opotřebení. Objeví-li se kavitační opotřebení v oblastech, kde se prokáže, že poškození vznikne vlivem chemickým nebo elektrochemických vlivů, pak takové oblasti musí být vyjmuty z vyhodnocování kavitačního opotřebení.

1.3 Uvažování vlivu vody obsahující pevné částičky

Abraze, způsobená částičkami ve vodě (například pískem), se nemůže považovat za kavitační opotřebení. Když je stroj provozován ve vodě, která obsahuje značné množství pevných částiček, pak hmotnostní úbytky materiálu budou zesilovány vlivem společného působení jak kavitačního opotřebení (existuje-li), tak abrazí. Míra zesílení poškození závisí na různých aspektech, jako jsou koncentrace sedimentu, minerální složení, velikost zrn a působících parametrů (tj. relativní rychlost a úhel nárazu), jakož i na složení materiálu a provozních podmínkách hydraulického stroje. Je-li povrch změněn abrazivní erozí, kavitační poškození může být iniciováno a urychleno následkem změny hydraulického tvaru. Pokud se týče stanovení poškození, je důležité si uvědomit, že výskyt, místo a mechanismus takového poškození nejsou u kavitačního a abrazivního poškození podobné. Objeví-li se kavitační opotřebení v oblastech, kde poškození může být odděleně přisouzeno abrazi, musí být taková poškození vyjmuta z vyhodnocování kavitačního opotřebení.

Zatímco příklady rozsahů kavitačního opotřebení a měřicí metody uvedené v této normě zahrnují pouze poškození způsobené kavitací, je třeba si uvědomit, že některá vodní díla se provozují s vodou, která obsahuje značné množství pevných částiček, a to nejméně po některou část roku. Jestliže eroze způsobená abrazí je převážně závislá na výše zmiňovaných parametrech, je nad rámec této normy definovat akceptovatelný rozsah obsahu pevných částiček.

Smluvní dokumenty musí popisovat obsah pevných částiček ve vodě, a je-li to důležité, i druh minerálů a velikost pevných částiček (písku) v analýze vody; je-li předpoklad jejich velkého výskytu, pak to musí být předmětem zvláštní dohody. Ta by měla odděleně uvažovat objemové úbytky způsobené kavitační a abrazivní erozí. Nicméně v praxi je velice obtížné tyto úbytky stanovit zvlášť. Může být výhodnější, když dodavatel zaručuje úbytky materiálu jako kombinaci kavitačního opotřebení a abraze. Hledisky abraze spojenými s erozí způsobenou pískem se zabývá norma IEC 61366-1.

1.4 Normativní odkazy

Pro používání tohoto dokumentu jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního

dokumentu (včetně změn).

IEC 60193 Vodní turbíny, akumulční čerpadla a čerpadlové turbíny - Přejímací zkoušky na modelu
(*Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Model acceptance tests*)

IEC TR 61366-1 Vodní turbíny, akumulční čerpadla a čerpadlové turbíny - Tendrové dokumenty -
Část 1: Všeobecně a přílohy

(*Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Tendering documents - Part 1: General and annexes*)

-- Vynechaný text --