


|   |  |                                  |
|---|--|----------------------------------|
|  | Vyhodnocování kavitačního opotřebení vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín - Část 2: Vyhodnocování u Peltonových turbín | ČSN<br>EN 60609-2<br><br>08 5015 |
|---|--|----------------------------------|

idt IEC 60609-2:1997

Cavitation pitting evaluation in hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Part 2: Evaluation in Pelton turbines

Evaluation de l'érosion de cavitation dans les turbines, les pompes d'accumulation et les pompes-turbines hydrauliques - Partie 2: Evaluation dans les turbines Pelton

Bewertung des Kavitationsangriffs in Wasserturbinen, Speicherpumpen und Pumpenturbinen - Teil 2: Bewertung in Pelton-turbinen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 60609-2:1999. Evropská norma EN 60609-2:1999 má status české technické normy.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 60609-2:1999. The European Standard EN 60609-2:1999 has the status of a Czech Standard.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN EN 60609-2 (08 5015) z listopadu 2000.

## Národní předmluva

### Změny proti předchozí normě

Zatímco EN 60609:1999 byla převzata do ČSN schválením k přímému používání, tato norma ji přejímá do ČSN překladem.

### Citované normy

IEC 60041:1991 zavedena v ČSN EN 60041:1996 (08 5010) Přejímací zkoušky na díle pro určení hydraulických charakteristik vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín (mod IEC 41:1991) (idt EN 60041:1994, mod IEC 41:1991)

IEC 60609:1978 zavedena v ČSN 08 5015:1991 Vyhodnocování kavitačního opotřebení vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín (eqv IEC 609:1978)

IEC 61364:1999 nezavedena

IEC 61366 soubor nezaveden

### Obdobné mezinárodní normy

IEC 60609-2:1997 Cavitation pitting evaluation in hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Part 2: Evaluation in Pelton turbines

*(Vyhodnocování kavitačního opotřebení vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín - Část 2: Vyhodnocování u Peltonových turbín)*

### Porovnání s mezinárodní normou

Obsah normy je identický s IEC 60609-2:1997 a navíc obsahuje normativní přílohu ZA doplněnou CENELEC.

### Informativní údaje z IEC 60609-2:1997

Mezinárodní norma IEC 60609-2 byla připravena technickou komisí IEC TC 4: Vodní turbíny.

Text této normy vychází z těchto dokumentů:

|            |                    |
|------------|--------------------|
| FDIS       | Zpráva o hlasování |
| 4/127/FDIS | 4/139/RVD          |

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

Příloha A tvoří nedílnou část této normy.

Příloha B je pouze informativní.

Souvisící ČSN

ČSN 08 5000:1986 Názvosloví vodních turbín, akumulčních čerpadel, čerpadlových turbín a regulátorů vodních turbín

ČSN 08 5020:1979 Uvádění do chodu, provoz a údržba vodních turbín

ČSN 08 5021:1989 Pravidla pro prověřování, provoz a údržbu akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín pracujících jako čerpadla (eqv IEC 805:1985)

Upozornění na národní poznámky

V člancích 2.2.22 a 2.2.28 jsou doplněny informativní národní poznámky.

Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Jiří Čepidla, CSc., Blansko, IČO 46932488, Ing. Jiří Čepidla, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 48 Vodní turbíny a akumulční čerpadla

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Jiří Holub

Strana 3

|   |                           |
|---|---------------------------|
| EVROPSKÁ NORMA<br>EUROPEAN STANDARD<br>NORME EUROPÉENNE<br>EUROPÄISCHE NORM | EN 60609-2<br>Červen 1999 |
|---|---------------------------|

ICS 27.140

Vyhodnocování kavitačního opotřebení vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín

Část 2: Vyhodnocování u Peltonových turbín  
(IEC 60609-2:1997)

Cavitation pitting evaluation in hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines

Part 2: Evaluation in Pelton turbines  
(IEC 60609-2:1997)

Evaluation de l'érosion de cavitation dans les turbines, les pompes d'accumulation et les pompes-turbines hydrauliques  
Partie 2: Evaluation dans les turbines Pelton  
(CEI 60609-2:1997)

Bewertung des Kavitationsangriffs in Wasserturbinen, Speicherpumpen und Pumpenturbinen  
Teil 2: Bewertung in Peltonturbinen  
(IEC 60609-2:1997)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC 1999-05-01. 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 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 Ústřednímu sekretariátu, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety Belgie, České republiky, Dánska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Lucemburska, Německa, Nizozemska, Norska, Portugalska, Rakouska, Řecka, Spojeného království, Španělska, Švédsko a Švýcarska.

## **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**

© 1999 CENELEC. Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a v jakémkoli

Ref. č. EN 60609-2:1999 E

množství jsou vyhrazena národním členům CENELEC.

Strana 4

---

### Předmluva

Text mezinárodní normy IEC 60609-2:1997, vypracovaný v technické komisi IEC TC 4, Vodní turbíny byl předložen k formálnímu hlasování a byl schválen CENELEC jako EN 60609-2 dne 1999-05-01.

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) 2000-08-01
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s EN v rozporu (dow) 2002-08-01

Přílohy označené jako „normativní“ jsou součástí této normy.

Přílohy označené jako „informativní“ jsou určeny pouze pro informaci.

V této normě jsou přílohy A a ZA normativní a příloha B informativní.

Přílohu ZA doplnil CENELEC.

### Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 60609:1997 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

# Obsah

Strana

|   |    |
|---|----|
| Úvod  |    |
| .....   |    |
| ..... 6   |    |
| <b>1</b>  |    |
| Všeobecně   |    |
| .....   |    |
| ..... 7   |    |
| <b>1.1</b> Rozsah platnosti a předmět<br>normy.....                       | 7  |
| <b>1.2</b> Zvláštní<br>ustanovení   | 7  |
| .....   |    |
| <b>1.3</b> Normativní<br>odkazy   | 7  |
| .....   |    |
| <b>2</b> Termíny, značky a<br>definice.....                               | 8  |
| <b>2.1</b>  |    |
| Jednotky  |    |
| .....   |    |
| ..... 8   |    |
| <b>2.2</b> Seznam<br>termínů  |    |
| .....   |    |
| 8   |    |
| <b>2.3</b> Místo a charakter poškození korečků Peltonových<br>turbín..... | 10 |
| <b>3</b> Charakter a rozsah záruk na kavitační<br>opotřebení.....         | 11 |
| <b>3.1</b> Záruční<br>období  |    |
| .....   |    |
| . 11  |    |
| <b>3.2</b> Definice rozsahu kavitačního                                   |    |

|   |    |
|---|----|
| opotřebení.....   | 11 |
| <b>3.3</b> Provozní oblast a doba<br>provozu.....   | 12 |
| <b>3.3.1</b> Vztažná doba<br>provozu<br>.....   | 12 |
| <b>3.3.2</b> Skutečná doba<br>provozu.....  | 12 |
| <b>3.3.3</b> Zvláštní<br>podmínky<br>.....  | 12 |
| <b>4</b> Postup<br>zkoušky<br>.....   | 12 |
| <b>4.1</b> Předčasná oprava kavitačního<br>opotřebení.....  | 12 |
| <b>4.2</b> Měření a výpočet rozsahu kavitačního<br>opotřebení.....                                    | 13 |
| <b>5</b> Výpočet<br>výsledků<br>.....   | 13 |
| <b>5.1</b> Splnění<br>záruk<br>.....  | 13 |
| <b>Přílohy</b>  |    |
| <b>A</b> Příklady rozsahů kavitačního<br>opotřebení.....  | 14 |
| <b>B</b><br>Bibliografie<br>.....   | 16 |
| <b>ZA</b> Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské<br>publikace..... | 17 |

# Úvod

IEC 60609 (1978) pojednává o kavitačním opotřebení přetlakových strojů, ale nezabývá se Peltonovými (rovnotlakými) turbínami. Příloha A normy IEC 60609 konstatuje, že Peltonovy turbíny „obvykle nejsou vystaveny kavitačnímu opotřebení“.

Zkušenosti však ukazují, že s růstem specifických otáček (zvláště u vícedýzových turbín) a měrné hydraulické energie (spádu) pravděpodobnost kavitačního opotřebení a kapkové eroze u Peltonových turbín roste. V důsledku toho mohou být požadovány záruky na hmotnostní úbytky u Peltonových turbín.

U Peltonových turbín je možné pozorovat různé typy poškození, které vyplývají z různých vlivů:

- odchylky profilu;
- nepříznivé vstupní podmínky;
- eroze způsobená pohybujícími se kapičkami vody (kapková eroze, náraz paprsku);

a v některých případech může mít vliv:

- výšková poloha stroje (například umístění oběžného kola vzhledem k dolní hladině nebo snížení dolní hladiny).

Příčiny poškození jsou často složité a musí se pečlivě zkoumat; v úvahu se musí brát také podmínky, při kterých jsou poškození vyňata ze záruk (viz 1.2). Nicméně není předmětem této Části IEC 60609 popisovat požadavky a měření, potřebné k vyloučení kavitačního opotřebení vztahující se k

- hydraulickému tvaru a drsnosti povrchu částí turbíny (korečky, dýzy, atd.) nebo
- projekčnímu řešení (výšková poloha, vstupní podmínky proudění).

Tyto požadavky jsou součástí duševního vlastnictví dodavatele.

Poškození (tj. opotřebení popřípadě úbytek materiálu), způsobené různými příčinami (kavitační poškození a kapková eroze), je shrnuto v následujících kapitolách pod termínem „kavitační poškození“.

## 1 Všeobecně

### 1.1 Rozsah platnosti a předmět normy

Tato Část IEC 60609 slouží jako podklad pro formulaci záruk na kavitační opotřebení u oběžných kol Peltonových turbín a také pro měření a vyhodnocování rozsahu kavitačního opotřebení u Peltonových

oběžných kol dané turbíny, které je definováno ve smlouvě v závislosti na výkonu, měrné hydraulické energii stroje (spádu), otáčkách, materiálu, provozu, atd..

Uspořádání kapitol v této Části IEC 60609 je stejné jako v normě IEC 60609 (1978). Kapitoly pojednávající o měření a vyhodnocování rozsahu kavitačního opotřebování, jsou prakticky identické s normou IEC 60609. Vyhodnocení musí být založeno na úbytku materiálu během dané doby a při přesně stanovených provozních podmínkách.

Záruky, které se vztahují na rozsah kavitačního opotřebení a kapkové eroze Peltonových turbín na konci provozního období specifikovaného ve smlouvě, jsou nutné, když kavitační opotřebení je očekáváno v celé oblasti provozu nebo v jejích určitých částech. Takové záruky by měly obsahovat omezení provozu, které by se měly shodovat se specifikovanými provozními podmínkami.

## **1.2 Zvláštní ustanovení**

V této Části IEC 60609 se předpokládá, že voda není zvlášť chemicky agresivní a v podstatě neobsahuje abrazivní částičky.

Kavitační záruka však musí být dána na základě odsouhlasené analýzy vody. Zjistí-li se při pozdějších analýzách, že voda je ve skutečnosti mnohem agresivnější než ukazovala odsouhlasená analýza, je třeba vzít v úvahu, zda jsou dané podmínky záruky splněny.

Při deformovaném proudění na vstupu do turbíny, způsobeném nepravidelností před turbínou, se mohou zvýšit hydraulické účinky, které mají vliv na hydraulické charakteristiky a mohou způsobit kavitační opotřebení. Proto se musí pro základ záruk na kavitační opotřebení požadovat zajištění podmínek dostatečně rovnoměrného proudění bez vírů. V případě poškození se musí zvážit vliv nepříznivých podmínek proudění.

Abraze, způsobená částicami ve vodě (např. pískem), se nemůže považovat za kavitační opotřebení. Obsah pevných částic ve vodě, a je-li to důležité, i jejich velikost, tvar a druh minerálu (písku), musí být zjištěn analýzou vody, a je-li předpoklad významného výskytu, pak to musí být součástí zvláštního ujednání. IEC 61366 (příloha H) se zabývá hledisky abraze spojenými s erozí způsobenou pískem.

Abraze může způsobit změnu geometrie jehly a/nebo korečku a následně kavitační opotřebení jako druhotné poškození. Takové poškození se musí vyloučit z vyhodnocení kavitace.

Objeví-li se kavitační opotřebení v oblastech, kde je možné poškození výlučně přisoudit mimořádné chemické nebo elektrochemické korozi, abrazi nebo mechanickému nárazu, pak musí být takové poškození vyjmuty z vyhodnocování kavitace.

Objeví-li se kavitační opotřebení v oblastech, kde je možné ukázat dodatečné zvětšení kavitačního poškození od mimořádné chemické nebo elektrochemické koroze, abraze nebo mechanického nárazu vzhledem k běžnému kavitačnímu poškození, při odsouhlasené kvalitě vody, musí být takové oblasti vyjmuty z vyhodnocování kavitace.

V této souvislosti by se měla věnovat pozornost volbě materiálu vzhledem k abrazi způsobené erozí pískem a/nebo chemickou nebo elektrochemickou korozi.

Vady materiálu, které se objeví při provozu po opotřebení povrchu stroje, nejsou zahrnuty do záruk na kavitační opotřebení.

Zvláštní provozní podmínky, jakým je odvádění nebo odklonění vody pomocí deflektoru nebo



deviátoru, musí být vyloučeny ze záruk na kavitační opotřebení.

### **1.3 Normativní odkazy**

Níže uvedený normativní dokument obsahuje opatření, která společně s odkazy v textu tvoří ustanovení této Části IEC 60609. V době uveřejnění této mezinárodní normy byla uvedená vydání platná. Všechny normy podléhají revizím a smluvní strany, které uzavírají dohody na podkladě této Části IEC 60609, by měly použít nejnovější vydání dále uvedené normy. Členové IEC a ISO udržují seznamy platných mezinárodních norem.

Strana 8

---

IEC 60609:1978 Vyhodnocení kavitačního opotřebení vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín

*(Cavitation pitting evaluation in hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines)*

---

**-- Vynechaný text --**