

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 03.120.01; 03.120.30 **Březen 2014**

Mocninový model – Testy dobré shody a metody odhadu parametrů

ČSN
EN 61710
01 0650

idt IEC 61710:2013

Power law model – Goodness-of-fit tests and estimation methods

Modele de loi en puissance – Essais d'adéquation et méthodes d'estimation des paramètres

Potenzgesetz-Modell – Anpassungstests und Schätzverfahren

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 61710:2013. 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 61710:2013. It was translated by the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN IEC 61710 (01 0650) z ledna 2002.

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

Norma byla vypracována v souladu s přejímanou evropskou normou. Změny jsou uvedeny v článku Informativní údaje z IEC 61710.

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60050-191 zavedena v ČSN IEC 50(191) (01 0102) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 191: Spožehlivost a akost služieb

Souvisící ČSN

ČSN EN 61703 (01 0607) Matematické výrazy pro ukazatele bezporuchovosti, pohotovosti, udržovatelnosti a zajištěnosti údržby

ČSN EN 61164:2005 (01 0647) Růst bezporuchovosti – Metody statistických testů a odhadů

Informativní údaje z IEC 61710:2013

Mezinárodní normu vypracovala technická komise IEC/TC 56 *Spolehlivost*.

Toto druhé vydání zrušuje a nahrazuje první vydání z roku 2000 a je jeho technickou revizí.

Hlavní změny vzhledem k předchozímu vydání jsou tyto:

- začlenění dodatečné přílohy C o Bayesovském odhadu pro mocninový model.

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

FDIS	Zpráva o hlasování
56/1500/FDIS	56/1508/RVD

Úplnou informaci o hlasování při schvalování této normy 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 se obsah této publikace 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: Mgr. Agata Walek, IČ 64282856, doc. Ing. David Vališ, Ph.D.

Technická normalizační komise: TNK 5 Spolehlivost

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Jindřich Šesták

EVROPSKÁ NORMA EN 61710
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM Září 2013

ICS 03.120.01; 03.120.30

Mocninový model - Testy dobré shody a metody odhadu parametrů
(IEC 61710:2013)

Power law model - Goodness-of-fit tests and estimation methods
(IEC 61710:2013)

Modele de loi en puissance - Essais d'adéquation
et méthodes d'estimation des paramètres
(CEI 61710:2013)

Potenzgesetz-Modell - Anpassungstests
und Schätzverfahren
(IEC 61710:2013)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2013-06-26. 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.

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

© 2013 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.
Ref. č. EN 61710:2013 E

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, Švédska, Švýcarska a Turecka.

Předmluva

Text dokumentu 56/1500/FDIS, budoucího druhého vydání normy IEC 61710, vypracovaný technickou komisí IEC/TC 56 *Spolehlivost*, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN 61710:2013.

Jsou stanovena 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) 2014-03-26
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2016-06-26

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 61710:2013 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Úvod 7

1 Rozsah platnosti 8

2 Citované dokumenty 8

3 Termíny a definice 8

4 Značky a zkratky 8

5 Mocninový model 9

6 Požadavky na data 10

6.1 Obecně 10

6.1.1 Případ 1 – Časová data pro každou platnou poruchu u jednoho nebo více objektů ze stejného základního souboru 10

6.1.2 Případ 1 a) – Jeden opravitelný objekt 10

6.1.3 Případ 1 b) – Více opravitelných objektů stejného druhu pozorovaných po stejně dlouhou dobu 10

6.1.4 Případ 1 c) – Více opravitelných objektů stejného druhu pozorovaných po různou dobu 11

6.2 Případ 2 – Časová data pro skupiny platných poruch u jednoho nebo více opravitelných objektů ze stejného základního souboru 11

6.3 Případ 3 – Časová data pro každou platnou poruchu u více než jednoho opravitelného objektu z různých základních souborů 11

7 Statistický odhad a zkušební postupy 12

7.1 Přehled 12

7.2 Bodový odhad 12

7.2.1 Případ 1 a) a 1 b) – Časová data pro každou platnou poruchu 12

7.2.2 Případ 1 c) – Časová data pro všechny platné poruchy 13

7.2.3 Případ 2 – Časová data pro skupiny platných poruch 13

7.3 Testy dobré shody 14

7.3.1 Případ 1 – Časová data pro všechny platné poruchy 14

7.3.2 Případ 2 – Časová data pro skupiny platných poruch 15

7.4 Konfidenční intervaly pro parametr tvaru 15

7.4.1 Případ 1 – Časová data pro všechny platné poruchy 15

- 7.4.2** Příklad 2 – Časová data pro skupiny platných poruch 16
- 7.5** Konfidenční intervaly pro parametr proudu poruch 17
- 7.5.1** Příklad 1 – Časová data pro všechny platné poruchy 17
- 7.5.2** Příklad 2 – Časová data pro skupiny platných poruch 17
- 7.6** Předpovědní intervaly pro délku doby do budoucích poruch jediného objektu 18
- 7.6.1** Předpovědní interval pro délku doby do příští poruchy pro případ 1 – Časová data pro všechny platné poruchy 18
- 7.6.2** Předpovědní interval pro délku doby do R -té budoucí poruchy pro případ 1 – Časová data pro všechny platné poruchy 18
- 7.7** Test rovnosti parametrů tvaru b_1, b_2, \dots, b_k 19
- 7.7.1** Příklad 3 – Časová data pro všechny platné poruchy u dvou objektů z různých základních souborů 19
- 7.7.2** Příklad 3 – Časová data pro všechny platné poruchy u tří a více objektů z různých základních souborů 20
- Příloha A** (informativní) Mocninový model – Základní informace 26
- Příloha B** (informativní) Numerické příklady 27
- Příloha C** (informativní) Bayesovský odhad pro mocninový model 37
- Bibliografie 51
- Příloha ZA** (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace 52

Strana

Obrázek 1 – Jeden opravitelný objekt 10

Obrázek 2 – Více opravitelných objektů stejného druhu pozorovaných po stejnou dobu 10

Obrázek 3 – Více opravitelných objektů stejného druhu pozorovaných po různou dobu 11

Obrázek B.1 – Kumulovaný počet poruch v závislosti na kumulované době provozu softwarového systému 28

Obrázek B.2 – Očekávané kumulované doby provozu do poruchy softwarového systému v závislosti na pozorovaných kumulovaných dobách 28

Obrázek B.3 – Kumulovaný počet poruch v závislosti na kumulované době provozu u pěti kusů systému 31

Obrázek B.4 – Kumulovaný počet poruch v závislosti na kumulované době provozu pro výrobek OEM od maloobchodníků A a B 33

Obrázek B.5 – Kumulovaný počet poruch v závislosti na době provozu generátorů 34

Obrázek B.6 – Očekávaný kumulovaný počet poruch generátorů v závislosti na pozorovaném kumulovaném počtu poruch 35

Obrázek C.1 – Grafické znázornění apriorního gama rozdělení (6,7956, 0,0448), které odpovídá datům, pro parametr tvaru mocninového modelu 42

Obrázek C.2 – Grafické znázornění apriorního gama rozdělení (17,756 6, 1447,408), které odpovídá datům, pro parametr očekávaný počet poruch mocninového modelu 42

Obrázek C.3 – Subjektivní rozdělení počtu poruch 46

Obrázek C.4 – Zakreslení posteriorního rozdělení pravděpodobnosti pro počet budoucích poruch M 49

Obrázek C.5 – Zakreslení kumulativního rozdělení pro počet příštích poruch M 49

Tabulka 1 – Kritické hodnoty Cramerova-von-Misesova testu dobré shody na hladině významnosti 10 % 21

Tabulka 2 – Kvantily rozdělení chí-kvadrát 22

Tabulka 3 – Součinitele pro 90 % dvoustranné konfidenční intervaly pro funkci parametru proudu poruch pro data ze zkoušek ukončených časem 23

Tabulka 4 – Součinitele pro 90 % dvoustranné konfidenční intervaly pro funkci parametru proudu poruch pro data ze zkoušek ukončených poruchou 24

Tabulka 5 – 0,95-quantily rozdělení F 25

Tabulka B.1 – Všechny platné poruchy a kumulované doby u softwarového systému 27

Tabulka B.2 – Výpočet očekávaných kumulovaných dob provozu do poruchy pro obrázek B.2 29

Tabulka B.3 – Kumulované doby provozu pro všechny platné poruchy u pěti kusů systému (označených A, B, C, D, E) 30

Tabulka B.4 – Sloučené kumulované doby provozu pro více kusů systému stejného druhu 30

Tabulka B.5 – Kumulované doby provozu do poruchy výrobků OEM od maloobchodníků A a B (v hodinách) 32

Tabulka B.6 – Seskupená data o poruchách generátorů 34

Tabulka B.7 – Výpočet očekávaných počtů poruch pro obrázek B.6 35

Tabulka C.1 – Silné a slabé stránky klasického a Bayesovského odhadu 38

Tabulka C.2 – Mřížka k získání inženýrského úsudku o subjektivním rozdělení pro parametr tvaru b 41

Tabulka C.3 – Tabulka k získávání inženýrského úsudku o subjektivním rozdělení parametru h

pro očekávaný počet poruch 41

Tabulka C.4 – Srovnání gama rozdělení, které odpovídá datům, a subjektivního rozdělení pro parametr tvaru b 43

Tabulka C.5 – Srovnání gama rozdělení, které odpovídá datům, a subjektivního rozdělení parametru h pro očekávaný počet poruch do doby provozu $T = 20\ 000$ h 43

Tabulka C.6 – Doby provozu do poruchy získané sběrem dat ze zkoušky systému 44

Tabulka C.7 – Souhrn odhadů parametrů mocninového modelu 45

Tabulka C.8 – Data o dobách provozu do poruchy pro provozní systém 48

Úvod

V této mezinárodní normě je popsán mocninový model a jsou v ní uvedeny pokyny pro jeho použití. Existují různé modely pro popis bezporuchovosti opravitelných objektů, jedním z nejpoužívanějších modelů je mocninový model. V této normě jsou uvedeny postupy pro odhad parametrů mocninového modelu a pro test dobré shody tohoto modelu s daty; tento postup poskytuje konfidenční intervaly parametru proudu poruch a předpovědní intervaly délky doby do budoucích poruch. K tomu je nutný vstup skládající se z množiny dat o časech, v nichž došlo ke vzniku platných poruch opravitelného objektu nebo více kusů stejných objektů, nebo o časech, kdy byly tyto poruchy pozorovány, a o čase, kdy bylo pozorování objektu ukončeno, jestliže se liší od času vzniku poslední poruchy. Všechny výstupní výsledky odpovídají uvažovanému typu objektu.

Některé postupy mohou vyžadovat, aby se použily počítačové programy, které však nejsou příliš složité. V této normě jsou uvedeny algoritmy, na jejichž základě lze počítačové programy snadno sestavit.

1 Rozsah platnosti

V této mezinárodní normě jsou specifikovány postupy pro odhad parametrů mocninového modelu poskytující konfidenční intervaly parametru proudu poruch a předpovědní intervaly délky doby do budoucích poruch, jakož i test dobré shody tohoto modelu s daty získanými od opravitelných objektů. Předpokládá se, že data o dobách do poruchy byla shromážděna od objektu nebo několika identických objektů provozovaných za stejných podmínek (například prostředí a zatížení).

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.