

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 03.120.01; 21.020 **Březen 2014**

Metody zrychlených zkoušek výrobků

ČSN
EN 62506
01 0631

idt IEC 62506:2013

Methods for product accelerated testing

Méthodes d'essais accélérés de produits

Verfahren für beschleunigte Produktprüfungen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 62506:2013. 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 62506:2013. It was translated by the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Národní předmluva

Informace o citovaných dokumentech

IEC 60068 (soubor) zaváděn v souboru ČSN EN 60068 (34 5791) Zkoušení vlivů prostředí

IEC 60300-3-1:2003 zavedena v ČSN IEC 60300-3-1:2003 (01 0690) Management spolehlivosti – Část 3-1: Pokyn k použití – Techniky analýzy spolehlivosti – Metodický pokyn

IEC 60300-3-5 zavedena v ČSN IEC 60300-3-5 (01 0690) Management spolehlivosti – Část 3-5: Pokyn k použití – Podmínky při zkouškách bezporuchovosti a principy statistických testů

IEC 60605-2 zavedena v ČSN IEC 605-2 (01 0644) Zkoušení bezporuchovosti zařízení – Část 2: Návrh zkušebních cyklů

IEC 60721 (soubor) zaváděn v souboru ČSN EN 60721 (03 8900) Klasifikace podmínek prostředí

IEC 61014:2003 zavedena v ČSN EN 61014:2004 (01 0645) Programy růstu bezporuchovosti

IEC 61124:2012 zavedena v ČSN EN 61124 ed. 2:2013 (01 0644) Zkoušení bezporuchovosti – Ověřovací zkoušky pro konstantní intenzitu poruch a konstantní parametr proudu poruch

IEC 61163-2 zavedena v ČSN IEC 61163-2 (01 0648) Třídění namáháním pro zlepšení bezporuchovosti – Část 2: Elektronické součástky

IEC 61164:2004 zavedena v ČSN EN 61164:2005 (01 0647) Růst bezporuchovosti – Metody statistických testů a odhadů

IEC 61649:2008 zavedena v ČSN EN 61649:2009 (01 0653) Weibullova analýza

IEC 61709:2011 zavedena v ČSN EN 61709 ed. 2:2012 (01 0649) Elektrické součástky – Bezporuchovost – Referenční podmínky pro intenzity poruch a modely namáhání pro přepočty

IEC 61710 zavedena v ČSN IEC 61710 (01 0650) Mocninový model – Testy dobré shody a metody odhadu parametrů

IEC 62303 nezavedena

IEC/TR 62380 nezavedena

IEC 62429 zavedena v ČSN EN 62429 (01 0647) Růst bezporuchovosti – Zkoušení namáháním pro zjišťování časných poruch v jedinečných složitých systémech

Souvisící ČSN

ČSN IEC 50(191) (01 0102) Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 191: Spožahlivost a akost' služieb

ČSN EN 60812 (01 0675) Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)

ČSN EN 61125:1996 (34 6711) Nové izolační kapaliny na bázi uhlovodíků – Zkušební metody na vyhodnocování oxidační stálosti

ČSN EN 61703:2002 (01 0607) Matematické výrazy pro ukazatele bezporuchovosti, pohotovosti, udržovatelnosti a zajištěnosti údržby

Informativní údaje z IEC 62506:2013

Mezinárodní normu IEC 62506 vypracovala komise IEC/TC 56 *Spolehlivost*.

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

FDIS	Zpráva o hlasování
56/1503/FDIS	56/1513/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: RNDr. Jaroslav Matějček, CSc., IČ 41127749

Technická normalizační komise: TNK 5 Spolehlivost

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

EVROPSKÁ NORMA EN 62506
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM Srpen 2013

ICS 03.120.01; 21.020

Metody zrychlených zkoušek výrobků
(IEC 62506:2013)

Methods for product accelerated testing
(IEC 62506:2013)

Méthodes d'essais accélérés de produits
(CEI 62506:2013)

Verfahren für beschleunigte Produktprüfungen
(IEC 62506:2013)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2013-06-21. 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 CEN-CENELEC: Avenue Marnix 17, B-1000 Brusel

© 2013 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.
Ref. č. EN 62506:2013 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,

Švédsko, Švýcarsko a Turecko.

Předmluva

Text dokumentu 56/1503/FDIS, budoucího prvního vydání IEC 62506, vypracovaný technickou komisí IEC/TC 56 *Spolehlivost*, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN 62506:2013.

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) 2014-03-21
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2016-06-21

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 62506:2013 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

Úvod 9

1 Předmět normy 10

2 Citované dokumenty 10

3 Termíny, definice, značky a zkratky 11

3.1 Termíny a definice 11

3.2 Značky a zkrácené termíny 12

4 Obecný popis metod zrychlených zkoušek 13

4.1 Model kumulovaného poškození 13

4.2 Klasifikace, metody a typy zrychlení zkoušky 15

4.2.1 Obecně 15

4.2.2 Typ A: kvalitativní zrychlené zkoušky 16

4.2.3 Typ B: kvantitativní zrychlené zkoušky 16

4.2.4 Typ C: kvantitativní zkoušky se zhuštěním doby a událostí 17

- 5 Modely zrychlených zkoušek 17**
- 5.1 Typ A, kvalitativní zrychlené zkoušky 17**
- 5.1.1 Vysoce zrychlené mezní zkoušky (HALT) 17**
- 5.1.2 Vysoce zrychlená zkouška namáháním (HAST) 21**
- 5.1.3 Vysoce zrychlené třídění/prověрка namáháním (HASS/HASA) 21**
- 5.1.4 Technická hlediska metod HALT a HASS 22**
- 5.2 Typy B a C – Kvantitativní metody zrychlených zkoušek 22**
- 5.2.1 Účel kvantitativních zrychlených zkoušek 22**
- 5.2.2 Fyzikální základ pro metody kvantitativních zrychlených zkoušek typu B 23**
- 5.2.3 Zkoušky typu C se zhuštěním doby (C_1) a událostí (C_2) 24**
- 5.3 Mechanismy poruch a návrh zkoušky 25**
- 5.4 Stanovení úrovní namáhání, profilů a kombinací při používání a zkoušce – Modelování namáhání 26**
- 5.4.1 Obecně 26**
- 5.4.2 Postup krok za krokem 26**
- 5.5 Metodika zrychlení při vícenásobném namáhání – Zkoušky typu B 26**
- 5.6 Zrychlení při jediném a vícenásobném namáhání u zkoušek typu B 28**
- 5.6.1 Metodika stanovení zrychlení při jediném namáhání 28**
- 5.6.2 Modely namáhání, které se mění jako funkce času – Zkoušky typu B 34**
- 5.6.3 Modely namáhání, které závisejí na opakované aplikaci namáhání – Únavové modely 35**
- 5.6.4 Jiné modely zrychlení – Zhuštění doby a událostí 36**
- 5.7 Zrychlení kvantitativních zkoušek bezporuchovosti 36**
- 5.7.1 Požadavky na bezporuchovost, cíle a profil používání 36**
- 5.7.2 Zkoušky pro prokazování bezporuchovosti nebo životnosti 38**
- 5.7.3 Zkoušení součástí pro stanovení ukazatele bezporuchovosti 41**
- 5.7.4 Ukazatele bezporuchovosti pro součástky a systémy/objekty 42**
- 5.8 Zrychlené ověřovací nebo hodnotící zkoušky bezporuchovosti 43**
- 5.9 Zrychlené zkoušky růstu bezporuchovosti 44**

5.10 Směrnice pro zrychlené zkoušení 44

5.10.1 Zrychlené zkoušení pro vícenásobná namáhání a známý profil používání 44

5.10.2 Úroveň zrychleného namáhání 45

5.10.3 Zrychlené zkoušky bezporuchovosti a ověřovací zkoušky 45

6 Strategie zrychlených zkoušek při vývoji výrobku 45

Strana

6.1 Plán výběru při zrychlených zkouškách 45

6.2 Obecná diskuze o namáháních a dobách trvání zkoušky 46

6.3 Zkoušení součástí při několika namáháních 46

6.4 Zrychlené zkoušky sestav 46

6.5 Zrychlené zkoušky systémů 47

6.6 Analýza výsledků zkoušky 47

7 Omezení metodiky zrychlených zkoušek 47

Příloha A (informativní) Vysoce zrychlená mezní zkouška (HALT) 48

Příloha B (informativní) Návrh zrychlené ověřovací zkoušky bezporuchovosti a zkoušky růstu bezporuchovosti 52

Příloha C (informativní) Porovnání mezi zkouškou HALT a konvenční zrychlenou zkouškou 66

Příloha D (informativní) Odhadování aktivační energie E_a 67

Příloha E (informativní) Kalibrované zrychlené zkoušení životnosti (CALT) 68

Příloha F (informativní) Příklad postupu při odhadu empirických faktorů 70

Příloha G (informativní) Stanovení faktorů zrychlení zkoušením do poruchy 75

Bibliografie 78

Příloha ZA (normativní) Normativní odkazy na mezinárodní publikace a na jim příslušející evropské publikace 79

Obrázek 1 - Hustoty pravděpodobnosti (PDF) pro kumulované poškození, degradaci a typy zkoušky 14

Obrázek 2 - Vztah PDF pevnosti výrobku k zatížení při používání 18

Obrázek 3 - Jak nejistota zatížení a pevnosti ovlivňuje politiku zkoušek 19

Obrázek 4 - Hustoty PDF provozních a destrukčních mezí jako funkce aplikovaného namáhání 20

Obrázek 5 - Lineární graf Arrheniova modelu pro reakce 31

Obrázek 6 – Graf pro určení aktivační energie 32

Obrázek 7 – Násobitel doby trvání namáhání při zkoušce pro prokázání shody požadované bezporuchovosti
nebo pro zkoušení růstu bezporuchovosti 40

Obrázek 8 – Násobitel doby trvání aplikace zatížení pro požadovanou bezporuchovost 41

Obrázek B.1 – Pravděpodobnost bezporuchového provozu jako funkce násobitele k pro různé kombinace parametrů a a b 53

Obrázek B.2 – Stanovení násobitele k 56

Obrázek B.3 – Stanovení rychlosti růstu 65

Obrázek D.1 – Zakreslení poruch do grafu k odhadu aktivační energie E_a 67

Obrázek F.1 – Weibullova grafická analýza dat 72

Obrázek F.2 – Parametr měřítka jako funkce rozsahu teplot 73

Obrázek F.3 – Pravděpodobnost poruchy jako funkce počtu cyklů při $DT = 50\text{ °C}$ 74

Obrázek G.1 – Weibullův diagram pro tři soubory dat 76

Obrázek G.2 – Hodnoty parametru měřítka proložené mocninovou čarou 77

Tabulka 1 – Typy zkoušek mapované na vývojový cyklus výrobku 15

Tabulka A.1 – Souhrn výsledků zkoušky HALT pro měnič stejnosměrného napětí 49

Tabulka A.2 – Souhrn výsledků zkoušky HALT zdravotnického systému 50

Tabulka A.3 – Souhrn výsledků zkoušky HALT zařízení Hi-Fi 51

Tabulka B.1 – Podmínky namáhání vlivy prostředí automobilového elektronického přístroje 55

Tabulka B.2 – Parametry používání výrobku 59

Tabulka B.3 – Předpokládaný profil používání výrobku 63

Tabulka B.4 – Tabulka tabulkového procesoru pro stanovení zpomalených dob do poruchy 64

Tabulka B.5 – Data pro zakreslování růstu bezporuchovosti do grafu 65

Tabulka C.1 – Porovnání mezi zkouškou HALT a konvenční zrychlenou zkouškou 66

Tabulka F.1 – Pravděpodobnost poruchy zkušebních výběrů A a B 71

Tabulka F.2 – Transformace dat pro zakreslení do Weibullova diagramu 71

Tabulka G.1 – Data o poruchách při zkoušce napětím pro Weibullovo rozdělení 75

Úvod

Bylo vypracováno mnoho zkušebních metod pro bezporuchovost nebo zkoumání poruch a většina z nich se v současné době používá. Tyto metody se používají buď ke stanovení bezporuchovosti výrobků, nebo ke zjištění potenciálních způsobů poruch výrobků a byly považovány za efektivní jako metody prokazování bezporuchovosti:

- zkouška s pevnou dobou trvání,
- postupná zkouška poměrem pravděpodobnosti,
- zkoušky růstu bezporuchovosti,
- zkoušky do poruchy atd.

Takové zkoušky, ačkoliv jsou velmi užitečné, jsou obvykle zdlouhavé, zejména když byla bezporuchovost výrobku, kterou bylo nutné prokázat, vysoká. Zkrácení období pro včasné dodání na trh, jakož i konkurenční náklady na výrobek, velmi zvyšují potřebu účinného a efektivního zrychleného zkoušení. Zde jsou zkoušky zkracovány aplikací zvýšených úrovní namáhání nebo zvýšením rychlosti aplikace opakovaného namáhání, a tak usnadňují rychlé posouzení a růst bezporuchovosti výrobku prostřednictvím odhalení způsobů poruch a zmírnění jejich následků.

Existují dva zřetelně odlišné přístupy k činnostem týkajícím se bezporuchovosti:

- při prvním přístupu se prostřednictvím analýzy a zkoušení ověřuje, že ve výrobku neexistují žádné potenciální způsoby poruch, které mohou být pravděpodobně aktivovány během očekávané doby života výrobku za očekávaných provozních podmínek;
- při druhém přístupu se odhaduje, kolik poruch lze očekávat po dané době za očekávaných provozních podmínek.

Zrychlené zkoušení je metoda vhodná pro oba případy, ale používá se zcela odlišně. První přístup je spojen s kvalitativním zrychleným zkoušením, kde je cílem identifikace potenciálních poruchových stavů, které by eventuálně mohly vést k poruchám výrobku v provozu. Druhý přístup je spojen s kvantitativním zrychleným zkoušením, při kterém může být odhadnuta bezporuchovost na základě výsledků zrychleného simulačního zkoušení, které lze zpětně vztáhnout k použití profilu (časového průběhu) prostředí a používání.

Zrychlené zkoušení lze použít u několika úrovní objektů obsahujících hardware nebo software. Kandidáty pro zrychlené metody zkoušek mohou být různé typy zkoušení bezporuchovosti, jako je zkouška s pevnou dobou trvání, postupná zkouška do poruchy, zkouška úspěchu (bezporuchového provozu), prokázání bezporuchovosti nebo zkoušky růstu/zlepšení bezporuchovosti. V této normě je uveden návod pro vybrané obecně používané typy zrychlených zkoušek. Tato norma se má používat spolu s normami obsahujícími statistické zkušební plány, jako jsou normy IEC 61123, IEC 61124, IEC 61649 a IEC 61710.

Před volbou specifické zkušební metody nebo kombinace metod má návrhový tým výrobku (včetně spolehlivostního inženýrství) přezkoumat relativní výhody různých metod a jejich samostatnou nebo kombinovanou použitelnost při hodnocení daného systému nebo objektu. U každé metody je též nutné mít na zřeteli dobu zkoušky, získané výsledky, věrohodnost výsledků, data požadovaná k provedení smysluplné analýzy, dopad na náklady životního cyklu, složitost analýzy a další zjištěné faktory.

1 Předmět normy

V této mezinárodní normě je uveden návod pro použití různých technik zrychlených zkoušek pro měření nebo zlepšení bezporuchovosti výrobků. Zjištění potenciálních způsobů poruch, se kterými by bylo možné se setkat při používání výrobku/objektu, a zmírnění jejich následků je nástrojem pro

zajištění spolehlivosti objektu.

Cílem těchto metod je buď zjistit potenciální slabiny návrhu či poskytnout informace o spolehlivosti objektu, nebo dosáhnout nezbytného zlepšení bezporuchovosti, a to vše ve zhuštěném nebo zrychleném časovém období. Tato norma je zaměřena na zrychlené zkoušení neopravitelných i opravitelných systémů. Může se používat pro postupné zkoušky poměrem pravděpodobnosti, zkoušky s pevnou dobou trvání a zkoušky zlepšení/růstu bezporuchovosti, ve kterých se ukazatel bezporuchovosti může lišit od standardní pravděpodobnosti výskytu poruch.

Tato norma se týká též současných metod zrychlených zkoušek nebo výrobního třídění, které by identifikovaly slabiny vnesené do výrobku výrobní chybou, které by mohly snížit spolehlivost výrobku.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.