

2020

Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Požadavky na validaci  
simulačních nástrojů používaných pro návrh trakčních napájecích  
soustav

ČSN  
EN 50641

34 1505

Railway applications - Fixed installations - Requirements for the validation of simulation tools used  
for the design of electric traction power supply systems

Applications ferroviaires - Installations fixes - Exigences relatives a la validation des outils de  
simulation utilisés  
pour la conception des réseaux d'alimentation de traction

Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Anforderungen für die Validierung von  
Simulationsprogrammen für die Auslegung von Bahnenergieversorgungssystemen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 50641:2020. 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 50641:2020. 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

EN 50163:2004 zavedena v ČSN EN 50163 ed. 2:2005 Drážní zařízení - Napájecí napětí trakčních  
soustav

EN 50388:2012 zavedena v ČSN EN 50388 ed. 2:2013 Drážní zařízení - Napájení a drážní vozidla -  
Technická kritéria pro koordinaci mezi napájením (napájecí stanicí) a drážními vozidly pro dosažení  
interoperability

Upozornění na národní poznámky

Do normy byly ke kapitole 4, obrázku 3, tabulce 10, tabulce 11 a článku 8.2 doplněny informativní  
národní poznámky.

Vypracování normy

Zpracovatel: ACRI, Asociace podniků českého železničního průmyslu, IČO 63832721, Ing. Tomáš

Krčma, Ph.D.

Technická normalizační komise: TNK 126 Elektrotechnika v dopravě

Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Pavel Vojík

Česká agentura pro standardizaci je státní příspěvková organizace zřízená Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví na základě ustanovení § 5 odst. 2 zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

EVROPSKÁ NORMA  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

EN 50641

Leden 2020

ICS 29.280

Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Požadavky na validaci simulačních nástrojů používaných pro návrh trakčních napájecích soustav

Railway applications - Fixed installations - Requirements for the validation of simulation tools used for the design of electric traction power supply systems

Applications ferroviaires - Installations fixes - Exigences relatives a la validation des outils de simulation utilisés pour la conception des réseaux d'alimentation de traction

Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Anforderungen für die Validierung von Simulationsprogrammen für die Auslegung von Bahnenergieversorgungssystemen

Tato norma byla schválena CENELEC dne 2019-11-04. 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 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, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Chorvatska, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Republiky Severní Makedonie, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Srbska, Španělska, Švédsko, Švýcarsko a Turecko.



**Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice**  
**European Committee for Electrotechnical Standardization**  
**Comité Européen de Normalisation Electrotechnique**  
**Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung**  
**Řídící centrum CEN-CENELEC: Rue de la Science 23, B-1040 Brusel**

© 2020 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.

Ref. č. EN

50641:2020 E

[Evropská předmluva](#)

[1..... Rozsah platnosti](#)

[2..... Citované dokumenty](#)

[3..... Termíny a definice](#)

[4..... Značky a zkratky](#)

[5..... Obecně](#)

[6..... Popis testů a modelů](#)

[6.1..... Obecně](#)

[6.2..... Společné parametry](#)

[6.3..... Popis vlakových souprav](#)

[6.3.1... Druhy souprav a mechanické parametry](#)

[6.3.2... Trakční a brzdné charakteristiky](#)

[6.3.3... Omezení proudu při jízdě silou](#)

[6.3.4... Omezení proudu při rekuperačním brzdění](#)

[6.3.5... Doplnkové informace o modelech vlakových souprav](#)

[6.4..... Parametry pro DC modely](#)

[6.4.1... Model konfigurace trati](#)

[6.4.2... Dopravní model](#)

[6.4.3... Elektrický model infrastruktury](#)

[6.5..... Parametry pro AC modely](#)

[6.5.1... Model konfigurace trati](#)

[6.5.2... Dopravní model](#)

[6.5.3... Elektrický model infrastruktury](#)

[6.5.4... Model transformátoru](#)

[6.5.5... Dodatek pro elektrickou infrastrukturu AC a model vícevodičové soustavy](#)

[7..... Věrohodnost očekávaných výstupů](#)

[7.1..... Obecně](#)

[7.2..... Validace splněného jízdního řádu](#)

[7.3..... Doplnkové informace k jízdě vlaků](#)

[7.4..... Doplnkové informace k výsledkům napájecích stanic](#)

[8..... Verifikace očekávaných výstupů](#)

[8.1..... Obecně](#)

[8.2..... Výsledky vlaků](#)

[8.3..... Výsledky napájecích stanic](#)

[9..... Validace simulovanými hodnotami](#)

[10..... Hodnocení](#)

[\*\*Příloha A\*\* \(normativní\) Výpadek napájecí stanice, výsledky vlaků: mezní hodnoty pro validaci..... 37](#)

[\*\*Příloha B\*\* \(normativní\) Výpadek napájecí stanice, výsledky napájecí stanice: mezní hodnoty pro validaci..... 44](#)

[\*\*Příloha C\*\* \(informativní\) Určení referenčních hodnot a jejich tolerancí..... 47](#)

[\*\*Příloha D\*\* \(informativní\) Jednotlivé grafy pro všechny soustavy a provozní stavy infrastruktury..... 49](#)

[\*\*Příloha ZZ\*\* \(informativní\) Vztah mezi touto evropskou normou a základními požadavky Směrnice \(EU\) 2016/797/EU, které mají být pokryty..... 65](#)

[Bibliografie](#)

Tabulka 1 - Mechanické a trakční parametry souprav.....	16
Tabulka 2 - Popis sklonových poměrů trati.....	20
Tabulka 3 - Poloha stanic na trati.....	20
Tabulka 4 - Popis jízdního řádu.....	21
Tabulka 5 - Elektrické parametry infrastruktury.....	22
Tabulka 6 - Popis sklonových poměrů trati.....	23
Tabulka 7 - Poloha stanic na trati.....	23
Tabulka 8 - Popis jízdního řádu.....	24
Tabulka 9 - Elektrické parametry infrastruktury.....	25
Tabulka 10 - Parametry a rozměry jednotlivých vodičů (jen pro model AC).....	28
Tabulka 11 - Jízdní řád pro provoz DC, požadované události.....	30
Tabulka 12 - Jízdní řád pro provoz AC, požadované události.....	31
Tabulka 13 - Normální podmínky AC 15 kV 16,7 Hz; vlak 101, požadované události pro rychlost, proud, tažnou sílu a napětí.....	33
Tabulka 14 - Normální podmínky AC 15 kV 16,7 Hz, napájecí stanice v km 0,0 (stanice A), požadované události pro napětí na sběrně a celkový proud.....	36

Tabulka 15 - Tabulka výsledků jízdní doby, $U_{\text{střední užitečné}}$ a průměrného napětí pro vlaky.....	37
Tabulka 16 - Tabulka výsledků okamžitých hodnot napětí a časových kroků pro vlaky.....	38
Tabulka 17 - Tabulka výsledků proudu a napětí pro napájecí stanice.....	39
Tabulka 18 - Tabulka vzájemného uznání.....	40
Tabulka A.1 - Výpadek napájecí stanice; výsledky vlaků na DC 1,5 kV.....	43
Tabulka A.2 - Výpadek napájecí stanice; výsledky vlaků na DC 3 kV.....	44
Tabulka A.3 - Výpadek napájecí stanice; výsledky vlaků na AC 15 kV 16,7 Hz.....	45
Tabulka A.4 - Výpadek napájecí stanice; výsledky vlaků na AC 25 kV 50 Hz, soustředěné parametry.....	46
Tabulka A.5 - Výpadek napájecí stanice; výsledky vlaků na AC 25 kV 50 Hz, vícevodičový model.....	47
Tabulka A.6 - Výpadek napájecí stanice; výsledky vlaků na AC 2 × 25 kV 50 Hz, vícevodičový model.....	48
Tabulka B.1 - Výpadek napájecí stanice; výsledky napájecí stanice $U_{\text{střední užitečné}}$ , všechny případy.....	49
Tabulka B.2 - Výpadek napájecí stanice; výsledky napájecí stanice, DC 1,5 kV.....	49
Tabulka B.3 - Výpadek napájecí stanice; výsledky napájecí stanice, DC 3 kV.....	50
Tabulka B.4 - Výpadek napájecí stanice; výsledky napájecí stanice, AC 15 kV 16,7 Hz.....	50
Tabulka B.5 - Výpadek napájecí stanice; výsledky napájecí stanice, AC 25 kV 50 Hz, soustředěné parametry.....	51
Tabulka B.6 - Výpadek napájecí stanice; výsledky napájecí stanice, AC 25 kV 50 Hz, vícevodičový model.....	51
Tabulka B.7 - Výpadek napájecí stanice; výsledky napájecí stanice, AC 2 × 25 kV 50 Hz, vícevodičový model.....	51
Tabulka C.1 - Tolerance pro DC soustavy.....	52

Tabulka C.2 - Tolerance pro AC soustavy.....	52
Tabulka ZZ.1 - Vztah mezi touto evropskou normou, TSI „Energie“ (Nařízení Komise (EU) č. 1301/2014 ze dne 18. listopadu 2014) a směrnicí 2016/797/EU.....	69
Obrázek 1 - Postup validace v krocích.....	14
Obrázek 2 - Obecný popis ověřovacího případu.....	15
Obrázek 3 - Příklad průběhu tažné síly soupravy při jmenovitém napětí.....	17
Obrázek 4 - Maximální odebíraný proud jako funkce napětí.....	18
Obrázek 5 - Rekuperační brzdění, omezení proudu v závislosti na napětí na sběrači.....	19
Obrázek 6 - Model transformátoru a usměrňovače standardní soustavy.....	22



Obrázek 7 - Model transformátoru standardní soustavy.....	26
Obrázek 8 - Model transformátoru v napájecí stanici soustavy 2 × 25 kV - 50 Hz.....	26
Obrázek 9 - Rozmístění AC vodičů (jen pro model AC).....	27
Obrázek 10 - List grafikonu s požadovanými událostmi na DC soustavě.....	30
Obrázek 11 - List grafikonu s požadovanými událostmi na AC soustavě.....	31
Obrázek 12 - Časová závislost rychlosti, proudu, tažné síly a napětí. Normální podmínky na AC 15 kV 16,7 Hz; vlak 101 a požadované události.....	32
Obrázek 13 - Časová závislost napětí na sběrně a celkového proudu. Normální podmínky na AC 15 kV 16,7 Hz, napájecí stanice v km 0,0 (stanice A) a požadované události.....	35
Obrázek D.1 - DC 1,5 kV; případ výpadku; list grafikonu.....	56
Obrázek D.2 - DC 1,5 kV; případ výpadku; výsledky vlaku č. 101.....	57
Obrázek D.3 - DC 1,5 kV; případ výpadku; výsledky napájecí stanice A.....	58
Obrázek D.4 - DC 3 kV; případ výpadku; list grafikonu.....	59
Obrázek D.5 - DC 3 kV; případ výpadku; výsledky vlaku č. 101.....	60
Obrázek D.6 - DC 3 kV; případ výpadku; výsledky napájecích stanic.....	61
Obrázek D.7 - AC 15 kV 16,7 Hz, soustředěné parametry; případ výpadku; list grafikonu.....	62
Obrázek D.8 - AC 15 kV 16,7 Hz, soustředěné parametry; případ výpadku; výsledky vlaku č. 101.....	63
Obrázek D.9 - AC 15 kV 16,7 Hz, soustředěné parametry; případ výpadku; výsledky jedné napájecí stanice.....	64

Obrázek D.10 - AC 25 kV 50 Hz, soustředěné parametry; případ výpadku; list grafikonu.....	65
Obrázek D.11 - AC 25 kV 50 Hz, soustředěné parametry; případ výpadku; výsledky vlaku č. 101.....	66
Obrázek D.12 - AC 25 kV 50 Hz, soustředěné parametry; případ výpadku; výsledky jedné napájecí stanice.....	67
Obrázek D.13 - AC 2 × 25 kV 50 Hz, vícevodičový model; případ výpadku; list grafikonu.....	68
Obrázek D.14 - AC 2 × 25 kV 50 Hz, vícevodičový model; případ výpadku; výsledky vlaku č. 101.....	69
Obrázek D.15 - AC 2 × 25 kV 50 Hz, vícevodičový model; případ výpadku; výsledky jedné napájecí stanice.....	70

# Evropská předmluva

Tento dokument (EN 50641:2020) vypracovala subkomise CLC/SC 9XC „Elektrické napájecí a uzemňovací soustavy pro zařízení veřejné dopravy a pomocná zařízení (pevné instalace)“ technické komise CLC/TC9X „Elektrické a elektronické aplikace pro železnice“.

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) 2020-11-04
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2020-11-04

Tato evropská norma byla vypracována na základě mandátu uděleného CENELEC Evropskou komisí a Evropským sdružením volného obchodu a pokrývá základní požadavky evropské směrnice (směrnic) EU.

Vztah se směrnicí (směrnicemi) EU je uveden v informativní příloze ZZ, která tvoří nedílnou součást tohoto dokumentu.

Na koncepci zcela nového dokumentu pracovali odborníci reprezentující přibližně deset členských zemí. Výsledky a data jsou převzaty z nejznámějších simulačních programových prostředků v Evropě a od příslušných expertů. Tento dokument přináší způsob hodnocení simulačních nástrojů a poskytuje jistotu pro ty, kdož spoléhají na jejich výstupy. Budoucí verze zahrnou i další případy, například městskou dopravu.

# 1 Rozsah platnosti

Tento dokument specifikuje požadavky nutné pro přijetí simulačních nástrojů používaných při posuzování návrhu trakčních napájecích soustav s ohledem na TSI Energie.

Tento dokument lze použít pro simulace trakčních napájecích soustav AC i DC podle požadavků Směrnice (EU) 2016/797 na posuzování těchto soustav. Metody a parametry definované v tomto dokumentu jsou určeny pouze pro návrh trakční napájecí soustavy, a proto je v tomto dokumentu uvažováno jen s validací nástrojů pro subsystém Energie podle TSI pro všechny uvažované železniční sítě.

Tento dokument se nezabývá validací simulačních nástrojů prostřednictvím měření.

Tento dokument je zaměřen na základní simulační funkce využívající rovnice a vztahy pro výpočet mechanického pohybu vlaků a toku výkonu v trakční napájecí soustavě. Tímto dokumentem stanovuje všechny požadavky nezbytné k prokázání, že simulační nástroj lze využít pro účely schválení trakčních napájecích soustav podle TSI. Kterýkoliv simulační nástroj, splňující požadavky na přijetí pro ověřovací případy z tohoto dokumentu, může být bez nutnosti dalších validací použit k prokázání kompatibility s TSI při posuzování shody všech soustav se shodným napětím a kmitočtem.

Tento dokument též obsahuje kontrolní prostředky pro případ úprav simulačních nástrojů, především omezení použitelnosti certifikace nástrojů po jejich úpravách. Tyto kontrolní prostředky jsou zaměřeny na zjištění, zda byly pozměněny základní funkce simulačního modelu.

Tento dokument stanovuje pouze požadavky k prověření algoritmů a výpočtů týkajících se základních funkcí. Použití simulačního nástroje certifikovaného podle tohoto dokumentu neprokazuje samo o sobě správnou praxi při návrhu trakční napájecí soustavy, ani nezaručuje, že údaje o infrastruktuře nebo vozidlech použité v simulačních modelech jsou v dané aplikaci správné. Výběr a použití kterýchkoliv modelů a dat popisujících jednotlivé části systému při návrhu jsou proto součástí dalších verifikačních postupů, které nejsou předmětem tohoto dokumentu. Požadavkem návrhu jakéhokoliv systému tedy zůstává odpovědná definice modelů pro návrh a plné porozumění omezením projekčních nástrojů. Tento dokument nijak nesnižuje žádný z požadavků na odpovědnost projektantů, kteří provádí návrh.

Ověřovací případy a data uvedená v kapitole 6 tohoto dokumentu nepředstavují skutečnou síť, nýbrž jsou použity jako teoretická/virtuální síť jen za účelem verifikace základní funkčnosti.

**POZNÁMKA** Pro zohlednění metra, tramvají a trolejbusů provozovaných na soustavě DC 600 V nebo DC 750 V bude koncipován nový ověřovací případ. Dokud tento ověřovací případ nebude k dispozici, lze tento dokument použít i pro systémy metra, tramvají a trolejbusů. Tento ověřovací případ bude zahrnovat i kolejové systémy využívající napětí DC 750 V.

Používání tohoto dokumentu dále zajišťuje, že výstupní data různých simulačních nástrojů jsou konzistentní díky použití identických vstupních dat uvedených v kapitole 6.

Tento dokument se týká pouze simulace vlastností trakčních napájecích soustav AC při jmenovitém kmitočtu nebo DC soustav. Nezabývá se zkoumáním vyšších harmonických, elektrické bezpečnosti (např. potenciálu kolejnice), zkratových poměrů ani elektromagnetickou kompatibilitou v širším kmitočtovém rozsahu. Tento dokument neurčuje použití konkrétního simulačního nástroje za účelem validace návrhu trakční napájecí soustavy.

Tento dokument nezohledňuje kombinované modely s aktivními prvky, například statickými frekvenčními měniči.

**Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.**