

**2022**

Kvalita vod – Radionuklidy emitující záření gama – Metoda spektrometrie  
záření gama s vysokým rozlišením

ČSN  
EN ISO 10703

75 7630

idt ISO 10703:2021

Water quality – Gamma-ray emitting radionuclides – Test method using high resolution gamma-ray spectrometry

Qualité de l'eau – Radionucléides émetteurs gamma – Méthode d'essai par spectrométrie gamma à haute résolution

Wasserbeschaffenheit – Gammastrahlung emittierende Radionukliden – Verfahren mittels Gammaspektrometrie

Tato norma je českou verzí evropské normy EN ISO 10703:2021. Překlad byl zajištěn Českou agenturou pro standardizaci. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN ISO 10703:2021. It was translated by the Czech Standardization Agency. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN ISO 10703 (75 7630) ze září 2008.

Národní předmluva

Změny proti předchozí normě

Hlavní změny proti předchozímu vydání jsou uvedeny v předmluvě této normy.

Informace o citovaných dokumentech

ISO 3696 zavedena v ČSN ISO 3696 (68 4051) Jakost vody pro analytické účely – Specifikace a zkušební metody

ISO 5667-1 zavedena v ČSN EN ISO 5667-1 (75 7051) Jakost vod – Odběr vzorků – Část 1: Návod pro návrh programu odběru vzorků a pro způsoby odběru vzorků

ISO 5667-3 zavedena v ČSN EN ISO 5667-3 (75 7051) Kvalita vod – Odběr vzorků – Část 3: Konzervace vzorků vod a manipulace s nimi

ISO 5667-10 zavedena v ČSN ISO 5667-10 (75 7051) Kvalita vod – Odběr vzorků – Část 10: Návod pro odběr vzorků odpadních vod

ISO 5667-14 zavedena v ČSN EN ISO 5667-14 (75 7051) Kvalita vod – Odběr vzorků – Část 14: Návod pro prokazování a řízení kvality odběru vzorků vod a manipulace s nimi

ISO/IEC 17025 zavedena v ČSN EN ISO/IEC 17025 (01 5253) Všeobecné požadavky na kompetenci zkušebních a kalibračních laboratoří

ISO 80000-10 zavedena v ČSN EN ISO 80000-10 (01 1300) Veličiny a jednotky – Část 9: Atomová a jaderná fyzika

Souvisící ČSN a TNI

ČSN ISO 5667-20:2018 (75 7051) Kvalita vod – Odběr vzorků – Část 20: Návod pro použití údajů získaných při odběru vzorků k rozhodování – Shoda s limity a systémy klasifikace

ČSN EN ISO 11929-1 (40 4400) Stanovení mezních hodnot (rozhodovací práh, mez detekce a meze intervalu pokrytí) pro měření ionizujícího záření – Základy a použití – Část 1: Základní aplikace

ČSN EN ISO 11929-2 (40 4400) Stanovení mezních hodnot (rozhodovací práh, mez detekce a meze intervalu pokrytí) pro měření ionizujícího záření – Základy a použití – Část 2: Pokročilé aplikace

ČSN EN ISO 11929-3 (40 4400) Stanovení mezních hodnot (rozhodovací práh, mez detekce a meze intervalu pokrytí) pro měření ionizujícího záření – Základy a použití – Část 3: Aplikace na dekonvoluční metody

TNI 01 4109-3 (01 4109) Nejistoty měření – Část 3: Pokyn pro vyjádření nejistoty měření (GUM:1995)  
(Pokyn ISO/IEC 98-3)

Souvisící předpisy

Směrnice Rady 2013/51/Euratom ze dne 22. října 2013, kterou se stanoví požadavky na ochranu zdraví obyvatelstva, pokud jde o radioaktivní látky ve vodě určené k lidské spotřebě

Upozornění na národní poznámky

Do normy byly k úvodu, ke kapitole 4, k článkům 7.1, 7.2, 8.6, 8.7.2, 12.1.4.2, 12.1.4.4 a B.1 a k příloze A doplněny národní poznámky.

Vypracování normy

Zpracovatel: Sweco Hydroprojekt a. s., IČO 26475081, Ing. Lenka Fremrová

Technická normalizační komise: TNK 104 Kvalita vod

Pracovník České agentury pro standardizaci: Ing. Barbara Aksamitová

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.

ICS 13.060.60; 17.240  
10703:2015

Nahrazuje EN ISO

Kvalita vod – Radionuklidy emitující záření gama – Metoda spektrometrie záření gama s vysokým rozlišením  
(ISO 10703:2021)

Water quality – Gamma-ray emitting radionuclides – Test method using high resolution gamma-ray spectrometry  
(ISO 10703:2021)

Qualité de l'eau – Radionucléides émetteurs gamma – Méthode d'essai par spectrométrie gamma à haute résolution  
(ISO 10703:2021)

Wasserbeschaffenheit – Gammastrahlung emittierende Radionukliden – Verfahren mittels Gammaskpektrometrie  
(ISO 10703:2021)

Tato evropská norma byla schválena CEN dne 2021-06-28.

Členové CEN 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 CEN.

Tato evropská norma existuje ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CEN do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou notifikuje Řídicímu centru CEN-CENELEC, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CEN jsou národní normalizační orgány 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, Švýcarska a Turecka.



**Evropský výbor pro normalizaci**  
**European Committee for Standardization**  
**Comité Européen de Normalisation**  
**Europäisches Komitee für Normung**

**Řídicí centrum CEN-CENELEC: Rue de la Science 23, B-1040 Brusel**

© 2021 CEN Veškerá práva pro využití v jakékoliv formě a jakýmikoliv prostředky  
Ref. č. EN ISO 10703:2021 E  
jsou celosvětově vyhrazena národním členům CEN.

# Evropská předmluva

Tento dokument (EN ISO 10703:2021) vypracovala technická komise ISO/TC 147 *Kvalita vod* ve spolupráci s technickou komisí CEN/TC 230 *Rozbor vod*, jejíž sekretariát zajišťuje DIN.

Této evropské normě je nutno nejpozději do ledna 2022 udělit status národní normy, a to buď vydáním identického textu, nebo schválením k přímému používání, a národní normy, které jsou s ní v rozporu, je nutno zrušit nejpozději do ledna 2022.

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. CEN nelze činit odpovědným za identifikaci jakéhokoli nebo všech patentových práv.

Tento dokument nahrazuje EN ISO 10703:2015.

Jakákoli zpětná vazba a otázky týkající se tohoto dokumentu mají být adresovány národnímu normalizačnímu orgánu uživatele. Úplný seznam těchto orgánů lze nalézt na webových stránkách CEN.

Podle vnitřních předpisů CEN/CENELEC jsou tuto evropskou normu povinny zavést národní normalizační organizace následujících zemí: 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, Švédska, Švýcarska a Turecka.

Oznámení o schválení

Text ISO 10703:2021 byl schválen CEN jako EN ISO 10703:2021 bez jakýchkoliv modifikací.

Předmluva.....	6
Úvod.....	7
<b>1.....</b> Předmět normy.....	9
<b>2.....</b> Citované dokumenty.....	9
<b>3.....</b> Termíny a definice.....	9
<b>4.....</b> Značky.....	11
<b>5.....</b> Podstata zkoušky.....	12
<b>6.....</b> Referenční zdroje.....	12
<b>7.....</b> Chemikálie a činnidla.....	13
<b>8.....</b> Přístroje pro spektrometrii záření gama.....	13
<b>9.....</b> Data o jaderné přeměně.....	16
<b>10.....</b> Odběr vzorků.....	16
<b>11.....</b> Postup zkoušky.....	16

<b>12.....</b> Vyjadřování výsledků.....	19
<b>13.....</b> Protokol o zkoušce.....	24
<b>Příloha A</b> (informativní) Příklad roztoku nosičů, který lze přidat do vzorků při měření odpadní vody z výpusti jaderné elektrárny.....	25
<b>Příloha B</b> (informativní) Právě koincidence.....	26
<b>Příloha C</b> (informativní) Výpočet objemové aktivity ze spektra záření gama s použitím odečtu lineárního pozadí (neporušený pík).....	28
Bibliografie.....	30

# Předmluva

ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci) je celosvětová federace národních normalizačních orgánů (členů ISO). Mezinárodní normy obvykle vypracovávají technické komise ISO. Každý člen ISO, který se zajímá o předmět, pro který byla vytvořena technická komise, má právo být v této technické komisi zastoupen. Práce se zúčastňují také vládní i nevládní mezinárodní organizace, s nimiž ISO navázala pracovní styk. ISO úzce spolupracuje s Mezinárodní elektrotechnickou komisí (IEC) ve všech záležitostech normalizace v elektrotechnice.

Postupy použité při tvorbě tohoto dokumentu a postupy určené pro jeho další udržování jsou popsány ve směrnících ISO/IEC, část 1. Zejména se má věnovat pozornost rozdílným schvalovacím kritériím potřebným pro různé druhy dokumentů ISO. Tento dokument byl vypracován v souladu s redakčními pravidly uvedenými ve směrnících ISO/IEC, část 2 (viz [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. ISO nelze činit odpovědnou za identifikaci jakéhokoliv nebo všech patentových práv. Podrobnosti o jakýchkoliv patentových právech identifikovaných během přípravy tohoto dokumentu budou uvedeny v úvodu a/nebo v seznamu patentových prohlášení obdržných ISO (viz [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jakýkoliv obchodní název použitý v tomto dokumentu se uvádí jako informace pro usnadnění práce uživatelů a neznamena schválení.

Vysvětlení nezávazného charakteru technických norem, významu specifických termínů a výrazů ISO, které se vztahují k posuzování shody, jakož i informace o tom, jak ISO dodržuje principy Světové obchodní organizace (WTO) týkající se technických překážek obchodu (TBT), jsou uvedeny na tomto odkazu URL:

[www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Tento dokument vypracovala technická komise ISO/TC 147 *Kvalita vod*, subkomise SC 3 *Měření radioaktivity*, ve spolupráci s technickou komisí CEN/TC 230 *Rozbor vod* Evropského výboru pro normalizaci (CEN) na základě Dohody o technické spolupráci mezi ISO a CEN (Vídeňská dohoda).

Toto třetí vydání zrušuje a nahrazuje druhé vydání (ISO 10703:2007), které bylo technicky revidováno.

Hlavní rozdíly mezi tímto a předchozím vydáním jsou:

- nový obecný úvod;
- předmět normy byl rozšířen o mimořádné události a odpadní vody, horní mez mrtvé doby byla zvýšena na 10 %;
- podmínky uchování vzorku jsou v souladu s ISO 5667-3 (viz kapitola 10);
- úprava referenčního zdroje pro kalibraci (viz 6.2);
- stanovení detekční účinnosti metodou Monte Carlo (viz 11.2.3);
- kompletní revize náhodných koincidencí a mrtvé doby;
- kompletní revize článku o pravých koincidencích (viz 12.1.4);

- přidání korekčního faktoru pro mrtvou dobu a náhodné koincidence (viz 12.1.2);
- uvedení nejkratšího intervalu pokrytí podle nového souboru norem ISO 11929 (viz 12.5.2);
- úprava protokolu o zkoušce (viz kapitola 13).

Jakákoliv zpětná vazba nebo otázky týkající se tohoto dokumentu mají být adresovány národnímu normalizačnímu orgánu uživatele. Úplný seznam těchto orgánů lze nalézt na adrese [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html).



# Úvod

V životním prostředí se vyskytuje radioaktivita z různých přírodních a antropogenních zdrojů. Proto mohou vodní útvary (např. povrchové vody, podzemní vody, mořské vody) obsahovat radionuklidy přírodního, antropogenního nebo obojího původu:

- Přírodní radionuklidy ve vodách, včetně  $^{40}\text{K}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  a radionuklidů pocházejících z rozpadových (přeměnových) řad thoria a uranu, zejména  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  a  $^{210}\text{Pb}$ , mohou být přírodního původu (např. desorpce z půdy nebo smývání dešťovou vodou) nebo mohou pocházet z technologických procesů zahrnujících přirozeně se vyskytující radioaktivní materiály (např. těžba a zpracování nerostů nebo výroba a používání fosforečnanových hnojiv);
- Radionuklidy antropogenního původu, například transuranové prvky (americium, plutonium, neptunium a curium),  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  a některé radionuklidy emitující záření gama se mohou také vyskytovat v přírodních vodách. Malá množství těchto radionuklidů jsou vypouštěna z jaderných elektráren do životního prostředí na základě povolení. Některé z těchto radionuklidů, používané v lékařství a průmyslu, se také po užití dostávají do životního prostředí. Radionuklidy antropogenního původu se ve vodách vyskytují také v důsledku kontaminace radioaktivním spadem pocházejícím z výbuchů jaderných zbraní v atmosféře a z havárií, ke kterým došlo například v Černobyli a ve Fukušimě.

Objemová aktivita radionuklidů ve vodních útvarech se může lišit podle místních geologických charakteristik a klimatických podmínek a může být místně a dočasně zvýšena vypouštěním z jaderných zařízení během plánovaných, existujících a nehodových expozičních situací<sup>[7]</sup>. Proto může pitná voda obsahovat radionuklidy v takových objemových aktivitách, které by mohly představovat riziko pro lidské zdraví.

Radionuklidy v odtocích jsou obvykle kontrolovány před vypouštěním do životního prostředí<sup>[8]</sup>. Ve vodních útvarech a v pitných vodách se monitoruje radioaktivita podle doporučení Světové zdravotnické organizace (WHO)<sup>[9]</sup>, aby mohla být přijata vhodná opatření a aby nebylo ohroženo lidské zdraví. Na základě těchto mezinárodních doporučení obvykle národní předpisy specifikují autorizované koncentrační limity pro uvolňování radioaktivních látek do životního prostředí a úrovně radionuklidů pro vodní útvary a pitné vody pro plánované, existující a nehodové expoziční situace [NP1](#)). Shodu s těmito limity je možno hodnotit s použitím výsledků měření s příslušnými nejistotami, jak je požadováno podle ISO/IEC Guide 98-3 a ISO 5667-20.

V závislosti na expoziční situaci jsou definovány různé limity a doporučené hodnoty, při jejichž dosažení by se měla provést opatření ke snížení zdravotního rizika. Například během plánované nebo existující situace je doporučená hodnota WHO pro pitnou vodu 10 Bq·l<sup>-1</sup> pro objemovou aktivitu  $^{134/137}\text{Cs}$  a  $^{131}\text{I}$ , 1 Bq·l<sup>-1</sup> pro  $^{241}\text{Am}$  a 0,1 Bq·l<sup>-1</sup> pro  $^{210}\text{Pb}$ .

**POZNÁMKA 1** Doporučená hodnota je objemová aktivita při příjmu 2 l/den pitné vody po dobu jednoho roku, která způsobí efektivní dávku 0,1 mSv/rok pro jednotlivce z obyvatelstva [NP2](#)). Tato efektivní dávka představuje velmi nízkou úroveň rizika a nepředpokládá se, že by zvýšila jakékoliv detekovatelné nepříznivé účinky na zdraví<sup>[9]</sup>.

Pro případ radiační mimořádné události uvádějí hodnoty WHO Codex<sup>[10]</sup>, že objemová aktivita pro dětskou výživu by neměla být vyšší než 1 000 Bq·kg<sup>-1</sup> pro  $^{134/137}\text{Cs}$ , 100 Bq·kg<sup>-1</sup> pro  $^{131}\text{I}$  a 1 Bq·kg<sup>-1</sup> pro  $^{241}\text{Am}$ . Pro ostatní potraviny (kromě dětské výživy) by objemová aktivita neměla být vyšší než 1 000 Bq·kg<sup>-1</sup> pro  $^{134/137}\text{Cs}$ , 100 Bq·kg<sup>-1</sup> pro  $^{131}\text{I}$  a 10 Bq·kg<sup>-1</sup> pro  $^{241}\text{Am}$ .

POZNÁMKA 2 Codex guidelines levels (GLs) se používají pro radionuklidy obsažené v potravinách určených pro lidskou spotřebu, s nimiž se mezinárodně obchoduje a které byly kontaminovány v důsledku radiační mimořádné události. Tyto GLs se používají pro potraviny po rekonstituci nebo připravené ke spotřebě, tj. nikoliv pro sušené nebo koncentrované potraviny, a jsou založeny na zásahové výjimečné úrovni 1 mSv za rok pro jednotlivce (kojence a dospělého)<sup>[10]</sup>.

Zkušební metoda může být upravena tak, aby charakteristické limity, rozhodovací mez, mez detekce a nejistoty zajistily, že může být ověřeno, že výsledky stanovení objemové aktivity radionuklidů jsou pod úrovněmi požadovanými národním úřadem pro plánované/existující situace nebo pro nehodové situace<sup>[11][12]</sup>.

Zkušební metody je obvykle možné upravit, aby bylo možno měřit objemové aktivity radionuklidu (radionuklidů) buď v odpadních vodách před skladováním, nebo v kapalných odtocích před vypouštěním do životního prostředí. Výsledky zkoušek umožňují, aby provozovatel zařízení před vypouštěním ověřil, že objemové aktivity radionuklidů v odpadních vodách/odtocích nepřekročí autorizované limity.

Zkušební metoda popsaná v tomto dokumentu se smí používat během plánovaných, existujících a nehodových expozičních situací, i pro odpadní vody a výpusti, s určitými úpravami, které mohou zvýšit celkovou nejistotu, mez detekce a rozhodovací mez.

Tato zkušební metoda se smí používat pro vzorky vody po řádném odběru, manipulaci se vzorkem a přípravě zkoušeného vzorku (viz příslušnou část souboru norem ISO 5667).

Tento dokument byl vypracován pro potřebu zkušebních laboratoří provádějících tato měření, která někdy mohou požadovat národní úřady, aby laboratoře mohly získat speciální akreditaci pro měření radionuklidů ve vzorcích pitné vody.

Tento dokument je jedním z řady mezinárodních norem pro zkušební metody, které se týkají měření objemové aktivity radionuklidů ve vzorcích vody.

**UPOZORNĚNÍ Pracovníci používající tento dokument by měli ovládat běžnou laboratorní praxi. Tento dokument neuvádí všechny bezpečnostní problémy, které se mohou vyskytnout při jeho používání. Je odpovědností uživatele stanovit náležitá bezpečnostní i zdravotnická opatření a zajistit shodu se všemi podmínkami národních předpisů.**

**DŮLEŽITÉ Je zcela nezbytné, aby zkoušky prováděné podle tohoto dokumentu vykonávali náležitě školení pracovníci.**

# 1 Předmět normy

Tento dokument specifikuje metodu pro předúpravu a přípravu vzorků vody a pro stanovení objemové aktivity různých radionuklidů emitujících záření gama s energiemi mezi 40 keV a 2 MeV spektrometrií záření gama obecně použitelnou zkušební metodou popsanou v ISO 20042.

Metoda je použitelná pro zkoušené vzorky pitné vody, dešťové vody, povrchové a podzemní vody i pro chladicí vody, průmyslové vody, domovní a průmyslové odpadní vody po náležitém vzorkování, manipulaci se vzorky a přípravě zkušební vzorku (filtraci, pokud je nezbytná a se zohledněním množství rozpuštěných látek ve vodě). Tato metoda je použitelná pouze pro homogenní vzorky nebo vzorky, které jsou homogenní po filtraci, provedené ve vhodnou dobu.

Nejnižší mez, kterou lze měřit bez koncentrování vzorku nebo s použitím pouze pasivního stínění detekčního systému, je přibližně  $5 \cdot 10^{-2}$  Bq/l, např. pro <sup>137</sup>Cs<sup>1)</sup>. Horní mez aktivity odpovídá mrtvé době 10 %. Smí být použity delší mrtvé doby, ale je potřebný důkaz o přesnosti korekce mrtvé doby.

V závislosti na různých faktorech, jako je energie záření gama, pravděpodobnost emise, velikost a geometrie vzorku a detektoru, stínění, doba měření a další experimentální parametry, může být potřebné vzorek zkoncentrovat odpařováním, pokud je nezbytné měřit aktivity nižší než  $5 \cdot 10^{-2}$  Bq/l. Avšak během přípravy zdroje může dojít ke ztrátě těkavých radionuklidů (např. radonu a radioaktivního jodu).

Tuto metodu je vhodné používat při radiačních mimořádných událostech.

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

---

[NP1](#)) NÁRODNÍ POZNÁMKA V EU se monitoruje radioaktivita v pitné vodě v souladu se směrnici Rady 2013/51/Euratom. Na základě tohoto předpisu a legislativy implementované v členských státech EU jsou specifikovány autorizované limity pro uvolňování radioaktivních látek a koncentrace radionuklidů ve vodě pro plánované, existující a nehodové expoziční situace.

[NP2](#)) NÁRODNÍ POZNÁMKA Směrnice Rady 2013/51/Euratom stanoví indikační ukazatele radioaktivních látek. **Indikativní dávka** je efektivní dávka vztažena na jeden rok ingesce ze všech radionuklidů obsažených ve vodě určené k lidské spotřebě, a to jak přírodního, tak i umělého původu, s výjimkou tritia, draslíku 40, radonu a přeměnových produktů radonu s krátkým poločasem rozpadu. Pokud indikační hodnota ukazatele nebyla dodržena, je nutné zvážit riziko pro lidské zdraví, v případě potřeby přijmout nápravná opatření ke zlepšení kvality vody na úroveň, která je v souladu s požadavky radiační ochrany.

[1\)](#) Geometrie vzorku: 3l Marinelliho nádoba; detektor: GE HP N relativní účinnost 55 %; doba měření: 18 h.