



SHEWHARTOVY REGULAČNÍ DIAGRAMY

ČSN
ISO 8258

01 0271

Shewhart control charts

Cartes de contrôle de Shewhart

Shewhart-Qualitätsregelkarten

Tato norma obsahuje ISO 8258:1991.

Národní předmluva

ISO 8258 je první ze čtyř norem ISO, které budou věnovány metodám statistické regulace. Zbývající tři, které jsou nyní v přípravě, jsou

ISO 7870 Regulační diagramy - obecný průvodce a úvod,

ISO 7873 Regulační diagram pro aritmetický průměr s varovnými mezemi,

ISO 7966 Přejímací regulační diagramy.

Tyto normy po vydání jako ČSN ISO budou nahrazovat ČSN 01 0265:1986 Statistická regulace.

Vzhledem k tomu, že terminologie a značky používané v ČSN 01 0265 a ČSN ISO 8258 jsou v celé řadě případů odlišné, je jejich vzájemné porovnání uvedeno v následující tabulce a následujícím textu národní předmluvy.

Tabulka porovnávající ČSN 01 0265 s ČSN ISO 8258 z hlediska použitých termínů a značek

ČSN 01 0265		ČSN ISO 8258	
Termín	Značka	Termín	Značka
rozsah výběru	n	rozsah podskupiny (výběru)	n
počet skupin	k	počet podskupin	k
hodnoty měřeného znaku jakosti	x_i $i = 1, 2, \dots, n$	hodnoty měřeného znaku jakosti	X_i $i = 1, 2, \dots, n$
výběrový průměr	$\bar{x}$	průměrná hodnota znaku v podskupině	$\bar{X}$
výběrová směrodatná odchylka	s	výběrová směrodatná odchylka v podskupině	s
nezná	nezná	průměrná hodnota výběrových směrodatných odchylek v podskupinách	$\bar{s}$
výběrové rozpětí	R	rozpětí v podskupině	R
průměrné výběrové rozpětí	$\bar{R}$	průměrná hodnota rozpětí v podskupinách	$\bar{R}$
výběrový medián	$\tilde{x}$	medián v podskupině	Me
nezná	nezná	průměrná hodnota mediánů v podskupinách	$\overline{Me}$
střední hodnota	μ	skutečná střední hodnota výrobního procesu	μ
směrodatná odchylka rozdělení pravděpodobnosti regulované veličiny	σ	skutečná hodnota směrodatné odchylky výrobního procesu uvnitř podskupin	σ
požadované úrovně	μ_0, σ_0	základní hodnoty nebo hodnoty uvedené v technickém předpisu	μ_0, σ_0
horní regulační mez	HRM	horní regulační mez	UCL
dolní regulační mez	DRM	dolní regulační mez	LCL
střední úroveň	nezná	centrální přímka	CL
horní toleranční mez	T_H	horní mezní hodnota	UTL
dolní toleranční mez	T_D	dolní mezní hodnota	LTL
podíl vadných prvků ve výběru rozsahu n	z/n	podíl neshodných jednotek v podskupině rozsahu n	p
nezná	nezná	průměrná hodnota podílu neshodných jednotek v podskupinách rozsahu n	$\bar{p}$
počet vadných prvků ve výběru	z	počet neshodných jednotek v podskupině rozsahu n	np
nezná	nezná	počet neshod v podskupině	c

(Pokračování)

(dokončení)

ČSN 01 0265		ČSN ISO 8258	
Termín	Značka	Termín	Značka
nezná	nezná	průměrná hodnota počtů neshod v podskupinách	$\bar{c}$
počet vad na definovaném objektu stálé velikosti	v	počet neshod na jednotku v podskupině	u
průměrný počet vad na definovaném objektu nestálé velikosti	$\bar{v}$	průměrná hodnota počtů neshod na jednotku v podskupinách	$\bar{u}$

Vzhledem k částečně odlišné interpretaci některých termínů v obou porovnávaných normách jsou dále uvedeny a objasněny významy příslušných dvojic termínů, přičemž první vždy přísluší normě ČSN 01 0265 a druhý normě ČSN ISO 8258, kde jsou v závorce uvedeny odpovídající anglické termíny.

1. Náhodné vlivy - náhodné příčiny (chance causes)

Zatímco v ČSN 01 0265 se náhodné kolísání výrobního procesu přisuzuje působení náhodných vlivů, v ČSN ISO 8258 se náhodné kolísání výrobního procesu chápe jako důsledek globálního působení náhodných příčin, které jsou inherentní složkou výrobního procesu.

2. Systematické vlivy - vymežitelné příčiny (assignable causes)

Vymežitelnými příčinami se míní identifikovatelné příčiny, vyvolávající reálnou změnu ve výrobním procesu; zatímco ČSN ISO 8258 požaduje, aby tyto typy příčin byly zjištěny, aby byla zjednána náprava a učiněna opatření, která zabraňují jejich opakování, ČSN 01 0265 pouze konstatuje, že systematické vlivy mohou probíhat zároveň s některými náhodnými vlivy a působit na zjištěné hodnoty regulovaného znaku jakosti. Je tedy pojetí v ČSN ISO 8258 daleko obsažnější a nový termín „vymežitelné příčiny“ má charakterizovat výše formulované požadavky: identifikaci/nápravu/prevenci.

3. Výběr - logická podskupina (rational subgroup)

Logickou podskupinou se rozumí taková skupina jednotek, v rámci které lze předpokládat působení pouze náhodných příčin; norma ČSN 01 0265 sice míní totéž pod pojmem výběr, ale nezdůrazňuje to.

4. Rozsah výběru - rozsah podskupiny (subgroup size)

ČSN 01 0265 ponechává možnost úplné volby, ČSN ISO 8258 sice doporučuje $n = 4$ nebo 5, ale tabulky součinitelů pro výpočet regulačních mezí uvádí pro $n = 2$ až 25. Oproti ČSN 01 0265 je v ČSN ISO 8258 zdůrazněna zásada, že při zavádění statistické regulace je nutno dodržet stejný rozsah logické podskupiny při

- analýze výrobního procesu (všech k podskupin musí být stejného rozsahu n),
- odhadu variability výrobního procesu (ať pomocí s nebo R),
- výpočtu ukazatele způsobilosti výrobního procesu,
- vlastní realizaci statistické regulace.

ČSN 01 0265 takto jasně formulovaný požadavek nezná.

5. Riziko zbytečného signálu - chyba prvního druhu (type 1 error)

Tyto chyby nastávají, zůstane-li příslušný výrobní proces ve stavu statisticky zvládnutém, ale zjištěná hodnota sledované charakteristiky padne náhodou mimo stanovené regulační meze a v důsledku toho se nesprávně požaduje odstranění příčiny neexistujícího problému. Norma ČSN 01 0265 dává možnost volby velikosti tohoto rizika a tím pro pracovníky detailně obeznámené se statistickou regulací volit nejefektivnější formu regulace. Naproti tomu ČSN ISO 8258 pracuje s pevnou chybou prvního druhu rovnou 0,27 % a aplikaci Shewhartových regulačních diagramů maximálním způsobem zjednodušuje. To vyplývá i ze skutečnosti, že tato mezinárodní norma neuvažuje chybu druhého druhu (v ČSN 01 0265 nazývanou rizikem chybějícího signálu), která nastává, když výrobní proces je ve skutečnosti ve stavu statisticky nezvládnutém, ale zanesený bod sledované charakteristiky leží náhodou uvnitř regulačních mezí. Důsledek této skutečnosti je, že ČSN 01 0265 poskytuje možnost přesného výpočtu regulačních mezí a naopak ČSN ISO 8258 možnost jednoduššího, ale současně méně přesného výpočtu regulačních mezí. Tento přístup v ČSN ISO 8258 ovšem znamená, že se do výrobního procesu nevstupuje příliš často.

Strana 4

6. Dolní regulační mez pro výběrové rozpětí - dolní regulační mez pro rozpětí v podskupině (lower control limit for subgroup range)

V ČSN 01 0265 se tato mez zásadně uvažuje rovna 0 a použití R -diagramu vlastně sleduje pouze záměr ověřit, zda výrobní proces je z hlediska variability výrobního procesu ve statisticky zvládnutém stavu. Naproti tomu ČSN ISO 8258 současně sleduje i možnost zjistit, zda neexistují podmínky i pro snížení této variability a tím zlepšení vlastního výrobního procesu; proto uvažuje pro rozsahy podskupin $n \geq 7$ i dolní regulační mez rozpětí v podskupině rozdílnou od nuly.

7. Požadované úrovně - základní hodnoty nebo hodnoty uvedené v technickém předpisu

(standard values)

ČSN 01 0265 vždy předpokládá, že požadované úrovně jsou známy v tom smyslu, že jsou buď dány technickým předpisem nebo se odhadnou jako dlouhodobý průměr ze všech dříve zjištěných hodnot. ČSN ISO 8258 uvažuje rovněž obě situace: základní hodnoty jsou stanoveny, resp. nejsou stanoveny. V druhém případě, kdy je třeba získat odhad, se ovšem postupuje tak, že po zpracování měření získaných na jednotkách logických podskupin se vyloučí z dalších výpočtů ty podskupiny, které ukazují, že výrobní proces není ve statisticky zvládnutém stavu, nebo u nichž navržený test prokáže přítomnost jiných vymezitelných příčin. Cílem tohoto systematického vylučování údajů ovlivněných vymezitelnými příčinami je získat objektivní odhady parametrů výrobního procesu probíhajícího za působení pouze náhodných příčin.

8. Ustálený a požadovaný stav procesu - statisticky zvládnutý stav výrobního procesu (process in statistical control)

podle ČSN 01 0265 se výrobní proces považuje za ustálený a odpovídající požadavku, jestliže všechny hodnoty příslušné výběrové charakteristiky leží uvnitř regulačních mezí; tato norma popisuje postupy, jak stanovit regulační diagramy pro charakteristiky polohy střední hodnoty výrobního procesu a jeho variability, přičemž termínu požadovaný stav používá ve vztahu k požadavkům na střední hodnotu nebo variabilitu (při regulaci měření), resp. na úroveň relativní četnosti výskytu neshodné jednotky, střední hodnoty počtu neshod na jednotku (při regulaci srovnáváním), které jsou dány technickým předpisem nebo představují dlouhodobý průměr (viz bod 7). Postup v ČSN ISO 8258 je daleko komplexnější a dosažení statisticky zvládnutého stavu výrobního procesu mnohem náročnější. To vyplývá i z postupu získání dlouhodobých průměrů a dále z požadavku paralelního sledování změn parametrů polohy a variability výrobního procesu pomocí dvojic regulačních diagramů při regulaci měření (diagramy pro $\bar{X}$ a R ; pro $\bar{Me}$ a R apod.) a z předepsaného postupu pro výpočet konečných regulačních mezí; tento postup pracuje v cyklu; identifikace vymezitelné příčiny, vyloučení příslušných údajů a nový výpočet regulačních mezí; za statisticky zvládnutý a tedy předvídatelný se považuje teprve takový výrobní proces, jehož výběrové charakteristiky vyhovují těmto konečným regulačním mezím.

9. Ukazatel přesnosti - ukazatel způsobilosti výrobního procesu (process capability index)

Norma ČSN 01 0265 zavádí pro stanovení variability normálně rozdělené regulované veličiny z hlediska technických požadavků ukazatel přesnosti W

$$2u_{p/2}s$$

$$W = \frac{2u_{p/2}s}{UTL - LTL},$$

$$UTL - LTL$$

kde příslušné značky jsou interpretovány v tabulce uvedené na začátku národní předmluvy a $u_{p/2}$ je veličina tabelovaná v ČSN 01 0265 pro zvolené úrovně pravděpodobnosti p , s níž může hodnota regulované veličiny padnout mimo toleranční pole, dané rozdílem $UTL - LTL$. Ukazatel způsobilosti PCI, zavedený v ČSN ISO 8258, má tvar

UTL - LTL

PCI = -----.

6 s

Pravděpodobnost $p = 0,0027$, uvažovanou v ČSN ISO 8258 v souvislosti s chybou prvního druhu (viz bod 5), je $u_{p/2} = 3$, takže

$W = 1/PCI$.

Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Vratislav Horálek, DrSc., Praha, IČO 15 949 800

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Zdeněk Rosa

Strana 5

SHEWHARTOVY REGULAČNÍ DIAGRAMY

ISO 8258
První vydání
1991-12-15

MDT 658.562.012.7:519.233

Deskriptory: statistical analysis, quality control, process control, charts, specifications

Obsah	strana
Strana	
Úvod	6
1 Předmět normy	7
2 Značky	7
3 Podstata Shewhartových regulačních diagramů	7
4 Typy regulačních diagramů	9
4.1 Regulační diagramy - základní hodnoty jsou stanoveny	9
4.2 Regulační diagramy - základní hodnoty nejsou stanoveny	10
4.3 Typy regulačních diagramů měření a srovnáváním	10
5 Regulační diagramy měření	10

5.1	Regulační diagram pro průměr $\bar{X}$ a regulační diagram pro rozpětí (R) nebo směrodatnou odchylku (s)	11
5.2	Regulační diagram pro individuální hodnoty (X)	11
5.3	Regulační diagramy pro mediány (Me)	13
6	Postup při regulaci a interpretace regulačních diagramů měřením	4
7	Testy seskupení pro vymežitelné příčiny kolísání	15
8	Regulace výrobního procesu a způsobilost výrobního procesu	6
9	Regulační diagramy srovnáváním	18
10	Předběžné úvahy před zahájením aplikace regulačního diagramu	19
10.1	Volba znaku jakosti	19
10.2	Analýza výrobního procesu	19
10.3	Volba logických podskupin	19
10.4	Kontrolní intervaly a rozsahy výběrů	19
10.5	Sběr předběžných údajů	20
11	Kroky při konstrukci regulačních diagramů	20
12	Ilustrativní příklady: regulační diagramy měřením	21
12.1	X-diagram a R-diagram: základní hodnoty jsou stanoveny	21
12.2	X-diagram a R-diagram: základní hodnoty nejsou stanoveny	23
12.3	Regulační diagram pro individuální hodnoty X a klouzavé rozpětí R : základní hodnoty nejsou stanoveny	26
12.4	Regulační diagram pro medián: základní hodnoty nejsou stanoveny	27
13	Ilustrativní příklady: regulační diagramy srovnáváním	29
13.1	p -diagram a np -diagram: základní hodnoty nejsou stanoveny	29
13.2	p -diagram: základní hodnoty nejsou stanoveny	31
13.3	c -diagram: základní hodnoty nejsou stanoveny	33
13.4	Počet neshod na jednotku: u -diagram	34
	Příloha	
A	Literatura	36

Předmluva

ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci) je celosvětovou federací mezinárodních normalizačních organizací (členů ISO). Práce na tvorbě mezinárodních norem obvykle provádějí technické komise ISO. Každý člen ISO zájímající se o předmět, pro který byla vytvořena technická komise, má právo být zastoupen v této komisi. Práce se zúčastňují i mezinárodní organizace vládní i nevládní, s nimiž ISO navázala pracovní kontakt. ISO spolupracuje těsně i s Mezinárodní elektrotechnickou komisí (IEC) ve všech otázkách elektrotechnické normalizace.

Návrhy mezinárodních norem přijaté technickými komisemi se rozesílají členům ISO ke schválení před jejich přijetím jako mezinárodních norem Radou ISO. Mezinárodní normy se schvalují podle postupů ISO, které vyžadují souhlas nejméně 75 % hlasujících členů.

Mezinárodní norma ISO 8258 byla připravena technickou komisí ISO/TC 69 „Aplikace statistických metod“.

Příloha A této mezinárodní normy je pouze informativní.

Úvod

Tradiční přístup k výrobě vychází ze závislosti výroby, která vytváří výrobek, a řízení jakosti, kdy se má konečný výrobek zkontrolovat a vytrdit jednotky, které nesplňují specifikace. Tato strategie odhalování neshodných jednotek je zbytečně nákladná a neekonomická, protože vyžaduje kontrolu až poté, když nákladná výroba již proběhla. Místo toho je mnohem účinnější nastolit strategii prevence a tím se především vyhnout ztrátám vznikajícím výrobou nepoužitelného výrobku. Toho může být dosaženo získáním informace o výrobním procesu a takovou její analýzou, aby bylo možno na vlastní výrobní proces působit.

Regulační diagram jako určitý grafický prostředek využívající principů statistických testů významnosti při řízení výrobního procesu byl poprvé navržen Dr. Walterem Shewhartem v roce 1924 [1]. Teorie regulačních diagramů rozlišuje dva typy variability. První typ je náhodná variabilita způsobená „náhodnými příčinami“ (nazývanými také „přirozené příčiny“). Tento typ je vyvolán širokou škálou neidentifikovatelných příčin, z nichž každá se podílí velmi malou složkou na celkové variabilitě, ale žádná z nich nepřispívá nějakou výraznou měrou. Nicméně součet příspěvků všech těchto neidentifikovatelných náhodných příčin je měřitelný a je chápán jako inherentní (vlastní) rys daného výrobního procesu. Odstranění nebo korekce přirozených příčin vyžaduje rozhodnutí vedení podniku o přidělení prostředků ke zlepšení výrobního procesu a systému.

Druhý typ variability představuje reálnou změnu ve výrobním procesu. Taková změna může být připsána určitým identifikovatelným příčinám, které nejsou inherentní částí výrobního procesu a které mohou být, alespoň teoreticky, odstraněny. Tyto identifikovatelné příčiny se vztahují k „vymezitelným příčinám“ nebo „zvláštním příčinám“ kolísání. Mohou být připsány nedostatečné homogenitě materiálu, poškozenému nástroji, řemeslné zručnosti nebo postupům nebo nepravidelnému chodu výroby nebo zkušebnímu zařízení.

Regulační diagramy napomáhají při odhalování nepřirozených rysů kolísání údajů, získaných jako výsledek opakujících se procesů, a poskytují kritéria pro odhalení nedostatků zjištěných při statistické regulaci. Výrobní proces je ve statisticky zvládnutém stavu, je-li variabilita způsobena jen náhodnými příčinami. Jakmile je stanovena přípustná úroveň kolísání, považuje se každá odchylka od této úrovně za výsledek působení vymezitelných příčin, které by měly být identifikovány a odstraněny nebo omezeny.

Předmětem statistické regulace výrobního procesu je napomáhat k dosažení a udržení výrobního procesu na přípustné a stabilní úrovni tak, aby se zajistila shoda výrobků a služeb se specifikovanými požadavky. Hlavním statistickým nástrojem k tomu je regulační diagram, což je grafická metoda znázornění a porovnání informací založených na posloupnosti výběrů představujících současný stav výrobního procesu vůči mezím, při jejichž stanovení byla vzata v úvahu inherentní složka variability výrobního procesu. Metoda regulačních diagramů napomáhá především zhodnotit, zda výrobní proces dosáhl statisticky zvládnutého stavu na náležitě specifikované úrovni nebo zda v takovém stavu setrvává, a potom docílit a udržet vlastní ovládání výrobního procesu a vysoký stupeň stejnorodosti podstatných znaků výrobku nebo služby tím, že se vede plynulý záznam o jakosti výrobku v průběhu výroby. Použití regulačního diagramu a jeho pečlivá analýza přispívají k lepšímu pochopení a zlepšení výrobního procesu.

1 Předmět normy

Tato mezinárodní norma vytváří průvodce pro použití a pochopení vztahu Shewhartova regulačního diagramu k metodám statistické regulace výrobního procesu.

Tato mezinárodní norma se omezuje na postup při aplikaci metod statistické regulace výrobního procesu pouze pomocí Shewhartova systému diagramů. Stručně je uveden určitý doplňkový materiál, který je v souladu se Shewhartovým modelem, jako je použití varovných mezí, analýza typů seskupení údajů a způsobilosti výrobního procesu. Existují ovšem i některé další typy regulačních diagramů, jejichž obecný popis lze nalézt v ISO 7870.*)

-- Vynechaný text --