

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Možnosti řešení statistických přejímek

vedoucí práce: doc. Ing. Olga Tůmová, Csc.

autor: Bc. David Lábr

2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. David LÁBR**
Osobní číslo: **E11N0023P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Možnosti řešení statistických přejímek**
Zadávající katedra: **Katedra technologií a měření**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Charakterizujte statistické přejímky jako nástroj řízení kvality.
2. Vypracujte přehled platných norem statistických přejímek.
3. Charakterizujte jednotlivé typy statistických přejímek (jejich společné a rozdílné vlastnosti).
4. Vypracujte modelové příklady pro jednotlivé typy těchto přejímek.
5. Závěrem proveďte zhodnocení tohoto nástroje řízení kvality.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Tůmová O., Pirich D.: **Základní nástroje řízení jakosti a základy technické diagnostiky, ZČU Plzeň 2003**
2. Tůmová O.: **Metrologie a hodnocení procesů, BEN Praha 2009**
3. **Statistické přejímky, normy ČSN ISO**

Vedoucí diplomové práce:

Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc.

Katedra technologií a měření

Datum zadání diplomové práce:


14. října 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

12. května 2014


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2013

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou statistických přejímek. Popisuje pojmy, které je nutné znát pro pochopení této problematiky. Dále je v práci uveden seznam současných aktuálních norem, které se používají pro kontrolu prováděnou statistickými přejímkami. Následně se práce zabývá společnými a rozdílnými znaky jednotlivých typů statistických přejímek, jak při kontrole srovnáváním, tak při kontrole měřením. Pro lepší pochopení jsou uvedeny ukázkové příklady pro jednotlivé typy přejímek. Všechny tyto poznatky jsou následně použity v poslední kapitole, ve které je provedeno zhodnocení statistických přejímek, jakožto nástroje pro řízení kvality.

Klíčová slova

Statistická přejímka srovnáváním, statistická přejímka měřením, riziko odběratele, riziko dodavatele, pravděpodobnostní rozdělení, přejímací plán, výběrový plán, kredit, operativní charakteristika, přejímací číslo, zamítací číslo, přechodová pravidla, náhodný výběr, diskrétní a spojitě rozdělení.

Abstract

The master thesis deals with issues of statistical sampling plans. It describes terms you need to know to understand for these issues. There is an overview of present and actual norms. These norms are used for control statistical sampling plans in the thesis. Furthermore, thesis deals with common and different features of each type of statistical sampling plans, as for sampling procedures for inspection by attributes as for sampling procedures for inspection by variables. There are included representative examples for a better understanding of these issues. All of these findings are used in the last chapter, which is assessment of statistical sampling plans as a tool for quality control.

Key words

Statistical sampling plans by attributes, statistical sampling plans by variables, consumer's risk, producer's risk, probability distribution, acceptance plan, selective plan, credit, operational characteristic, acceptance number, rejection number, transition rules, random sample, discrete and continuous probability distribution.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 12. 5. 2014

David Lábr

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí diplomové práce doc. Ing. Olze Tůmové, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. A dále také za její podporu a trpělivost v průběhu psaní diplomové práce.

Zároveň bych také rád poděkoval rodičům, kteří mě podporovali v průběhu celého studia.

Obsah

OBSAH	7
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	8
ÚVOD	11
1 STATISTICKÉ PŘEJÍMKY A JEJICH CHARAKTERISTIKA	12
1.1 VLASTNOSTI STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK.....	12
1.2 ZÁKLADNÍ POJMY	13
1.3 DĚLENÍ STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK	18
1.4 PRAVDĚPODOBNOSTNÍ MODELY	19
1.4.1 <i>Spojité rozdělení</i>	19
1.4.2 <i>Diskrétní rozdělení</i>	21
2 PLATNÉ NORMY STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK	26
2.1 STATISTICKÉ PŘEJÍMKY SROVNÁVÁNÍM	26
2.2 STATISTICKÉ PŘEJÍMKY MĚŘENÍM	28
2.3 OSTATNÍ TYPY PŘEJÍMEK.....	28
3 KOMPARACE STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK	29
3.1 OBECNÁ KOMPARACE.....	29
3.2 KOMPARACE STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK SROVNÁVÁNÍM	32
3.2.1 <i>Spojité série dávek</i>	32
3.2.2 <i>Krátké série, izolované dávky</i>	41
3.2.3 <i>Plynulá výroba</i>	46
3.2.4 <i>Prověrky, dozorové účely a audity</i>	49
3.2.5 <i>Mezioperační kontrola</i>	52
3.2.6 <i>Zvláštní typy</i>	53
3.3 KOMPARACE STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK MĚŘENÍM.....	58
3.3.1 <i>Spojité série dávek</i>	58
3.3.2 <i>Prověrky, dozorové účely a audity</i>	74
3.3.3 <i>Zvláštní typy</i>	76
3.4 KOMPARACE STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK SROVNÁVÁNÍM A MĚŘENÍM	79
3.4.1 <i>Vztah ČSN ISO 3951-1, 3951-2 a 3951-3 k ČSN 2859-1</i>	79
3.4.2 <i>Vztah ČSN ISO 3951-4 k ČSN ISO 2859-4</i>	80
3.4.3 <i>Vztah ČSN ISO 3951-5 k ČSN ISO 2859-5</i>	81
3.4.4 <i>Vztah ČSN ISO 8422 k ČSN ISO 8423</i>	81
3.5 VÝBĚROVÁ PŘEJÍMKA HROMADNÝCH MATERIÁLŮ.....	82
4 ZHODNOCENÍ STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK JAKO NÁSTROJE PRO ŘÍZENÍ KVALITY	86
ZÁVĚR	88
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	89
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	92
PŘÍLOHY	1

Seznam symbolů a zkratek

a	-	Hodnota AOQL v desetinném čísle
A_c	-	Přejímací číslo (značení v ČSN ISO)
A_{ct}	-	Přejímací číslo při zkrácené kontrole
c	-	Přejímací číslo (značení v ČSN 01 0254)
c_l	-	Náklady na odběr dílčího vzorku
c_M	-	Náklady na měření
c_T	-	Náklady na přípravu zkušební vzorku
c_{TM}	-	Náklady na úpravu zkušební vzorku
CL	-	Kódové písmeno (značení v ČSN ISO 21247)
d	-	Počet neshodných jednotek ve výběru
d_i	-	Počet neshodných jednotek v i -tém výběru
d_l	-	Relativní směrodatná odchylka mezi dílčími vzorky
d_T	-	Relativní směrodatná odchylka mezi zkušebními vzorky
D	-	Kumulativní výsledek kontroly (ČSN ISO 2859-5)
D	-	Diskriminační interval (ČSN ISO 10725)
g	-	Parametr udávající směrnici přímky přijetí/zamítnutí
h_A	-	Parametr udávající absolutní člen v rovnici přímky přijetí
h_R	-	Parametr udávající absolutní člen v rovnici přímky zamítnutí
k	-	Přejímací konstanta plánů "tvar k "
k_a	-	Přejímací konstanta "tvar k "
k_c	-	Přejímací konstanta pro propojený první a druhý výběr
k_r	-	Přejímací konstanta "tvar k "
K	-	Hodnota kreditu
K_{MAX}	-	Horní mez kreditu
$m_{A,L}$	-	Přípustná dolní mez jakosti pro střední hodnotu dávky
$m_{R,L}$	-	Nepřípustná dolní mez jakosti pro střední hodnotu dávky
L	-	Dolní mezní hodnota
L_{SL}	-	Dolní mezní hodnota pro střední hodnotu dávky
n	-	Výběr ze základního souboru
n_1	-	Rozsah prvního výběru
n_2	-	Rozsah druhého výběru
n_l	-	Počet dílčích vzorků pro složený vzorek

n_M	-	Počet měření na zkušební vzorek
n_T	-	Počet zkušebních vzorků na složený vzorek
n_V	-	Rozsah výběru (značení ČSN ISO 21247)
n_0	-	Rozsah výběru odpovídající pro přejímací plán jedním výběrem
n_{cum}	-	Kumulativní rozsah výběru
n_i	-	Počet jednotek odebraných z i-té dávky
n_t	-	Zkrácený rozsah výběru
N	-	Základní soubor
OC	-	Operativní charakteristika
p	-	Podíl neshodných výrobků v dodávce
p_1	-	Přípustný podíl neshodných jednotek
p_2	-	Nepřípustný podíl neshodných jednotek
p^*	-	Odhad podílu neshodných v procesu
p_L^*	-	Přejímací konstanta pro dolní hodnotu "tvar p^* "
p_U^*	-	Přejímací konstanta pro horní hodnotu "tvar p^* "
p_M	-	Úroveň kvality v neshodných jednotkách na milion jednotek
\hat{p}_M	-	Odhad p_M
\hat{p}_L	-	Odhad podílu neshodných v procesu pod dolní mezní hodnotou
\hat{p}_U	-	Odhad podílu neshodných v procesu nad horní mezní hodnotou
P_a	-	Pravděpodobnost přijetí
$P(x)$	-	Pravděpodobnost rozdělení
P_2	-	Mezní kvalita (značení v ČSN 01 0254)
P_L	-	Nejhorší průměrná výstupní kvalita (značení v ČSN 01 0254)
P_S	-	Průměrné procento neshodných v přejímacích souborech
Q_U	-	Horní ukazatel kvality
Q_{U1}	-	Horní ukazatel kvality prvního výběru
Q_{Uc}	-	Propojený horní ukazatel kvality
Q_L	-	Dolní ukazatel kvality
Q_{CR}	-	Kvalita odpovídající riziku odběratele
Q_{PR}	-	Kvalita odpovídající riziku dodavatele
R_C	-	Poměr nákladů
R_e	-	Zamítací číslo (značení v ČSN ISO)
R_{et}	-	Zamítací číslo při zkráceném kontrole
s	-	Výběrová směrodatná odchylka
s_1	-	Výběrová směrodatná odchylka prvního výběru

s_2	-	Výběrová směrodatná odchylka druhého výběru
s_c	-	Propojená výběrová směrodatná odchylka
U	-	Horní mezní hodnota
X	-	Náhodná veličina
\bar{x}	-	Aritmetický průměr naměřených hodnot
\bar{x}_1	-	Aritmetický průměr naměřených hodnot prvního výběru
\bar{x}_2	-	Aritmetický průměr naměřených hodnot druhého výběru
\bar{x}_c	-	Propojený aritmetický průměr naměřených hodnot
\bar{x}_L	-	Dolní přejímací hodnota pro \bar{x}
\bar{x}_U	-	Horní přejímací hodnota pro \bar{x}
z	-	Zamítací číslo (značení v ČSN 01 0254)
$AOQL$	-	Nejhorší průměrná výstupní kvalita (značení v ČSN 01 0254)
APP	-	Princip rozvržení priorit
AQL	-	Přípustná mez kvality
DQL	-	Deklarovaná úroveň kvality
LQ	-	Mezní kvalita (značení v ČSN 01 0254)
LQL	-	Úroveň mezní kvality v neshodných jednotkách na milion jednotek
LQR	-	Mezní poměr kvalit
$MSSD$	-	Maximální výběrová směrodatná odchylka
NQL	-	Normativní mez kvality
VL	-	Úroveň ověřování
α	-	Riziko dodavatele
β	-	Riziko odběratele
γ	-	Konstanta pro získání přejímací hodnoty
σ	-	Směrodatná odchylka procesu
σ_l	-	Směrodatná odchylka mezi dílčími vzorky
σ_M	-	Směrodatná odchylka měření
σ_T	-	Směrodatná odchylka mezi zkušebními vzorky

Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na problematiku statistických přejíme, jakožto použitelného nástroje k řízení kvality a slouží k objasnění této problematiky, ač je téma statistických přejíme velmi rozsáhlé.

V první kapitole jsou uvedeny vlastnosti statistických přejíme, základní pojmy, které je potřeba znát pro pochopení principu těchto přejíme. A základní rozdělení, podle kterých na tyto přejímky lze nahlížet. Dále jsou sepsána pravděpodobnostní rozdělení, se kterými se lze u statistických přejíme setkat.

Ve druhé kapitole jsou popsány aktuální platné normy (včetně jejich názvů a data vydání), které jsou používány pro statistickou přejímací kontrolu, jak měřením, tak srovnáváním. Zároveň je v této kapitole také uvedena norma pro přejímku hromadných materiálů.

Třetí kapitola obsahuje charakteristiky jednotlivých typů přejíme, jejich společné a rozdílné znaky. Na začátku kapitoly je sepsáno obecné porovnání, co lze od jednotlivých typů očekávat a jaké výsledky mohou nastat. Poté je provedena samotná komparace jednotlivých typů statistických přejíme. Tyto typy statistických přejíme jsou rozdělené tak, jak se s nimi lze setkat v praxi (spojité série dávek, izolované dávky, prověrky, atd.). Zmíněna je také podkapitola, která se zabývá přejímkou hromadných materiálů. V této kapitole je zároveň ke každému typu statistické přejímky uveden modelový příklad. Situace, které jsou řešeny v příkladech, jsou navrženy tak, aby odpovídaly co nejvíce reálným situacím, se kterými se lze v praxi setkat. Převážná většina těchto typů statistických přejíme je aplikována na příklady z automobilového průmyslu, jelikož jsem spolupracoval s osobou z tohoto odvětví. Řešené příklady zároveň ukazují, jak se má s normou pracovat, do jakých tabulek vstoupit, jak se určují přejímací plány, dle čeho se řídit v průběhu výpočtu a následnému rozhodnutí o přijetí/zamítnutí dávky.

V závěrečné kapitole jsou využity veškeré poznatky a zkušenosti získané během zpracování diplomové práce pro zhodnocení statistických přejíme jakožto nástroje k řízení kvality. Jsou zde zmíněny faktory, se kterými je potřeba počítat před samotnou realizací statistických přejíme. A zároveň je zde také nastíněn pohled, kterým by se mohly statistické přejímky ubírat do budoucnosti.

1 Statistické přejímky a jejich charakteristika

Statistická přejímka je jedním z nástrojů pro kontrolu kvality výroby. Byla původně navržena Haroldem Dodgem k hodnocení kvality střeliva pro US Army v průběhu druhé světové války. Už v tomto období se zjistilo, že stoprocentní kontrola nepřichází v úvahu, a proto bylo nutné navrhnout jiné řešení. Jedná se o metodu, která poskytuje objektivní rozhodnutí o tom, zda dodávka od dodavatele, u které byl předem dohodnut podíl neshodných jednotek v dávce, tuto hodnotu přesahuje či nikoliv. Za tímto účelem je prováděna přejímací kontrola kvality, kterou lze rozdělit podle rozsahu kontroly na stoprocentní a výběrovou. [1, 2, 3, 4, 5]

Stoprocentní kontrola se používá výjimečně, při malých dodávkách nebo u dodávek, ve kterých je požadována mimořádně vysoká kvalita. Důvod je prostý, u větších dodávek je stoprocentní kontrola jak časově, tak i finančně náročná. Tato kontrola je zároveň nepřijatelná v situacích, kdy dochází ke změně kvality (výrobek se kontrolou ničí, dochází k poškození originálního obalu, apod.). V ostatních případech dodávek je používána výběrová přejímací kontrola, která šetří čas i peníze. Základní myšlenkou této kontroly je vybírání určité části z dávky n (tzv. výběrový soubor či dávka) ze všech jednotek N (tzv. základní soubor), tento postup lze použít pouze v případě, že vybraná dávka n má stejné vlastnosti jako základní soubor N . Zároveň však do procesu vstupuje prvek náhodnosti a objektivně lze rozhodnout o jakosti dodávky pouze za použití teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky. Proto se těmto přejímkám říká statistické přejímky. [1, 2, 3]

1.1 Vlastnosti statistických přejímek

Jednou z nejdůležitějších vlastností statistických přejímek je umístování odpovědnosti za kvalitu tam, kam patří – tj. výrobcí. Rozhodují objektivně o tom, zda dávka, která je přejímána, vyhovuje či nevyhovuje dohodnutým požadavkům na kvalitu, zároveň však toto činí při aplikaci nejehospodárnějšího výběru. Statistická přejímka má výhodu v tom, že má předem známou účinnost a poskytuje tak odběrateli i dodavateli dohodnuté záruky, popřípadě auditorovi (známá nebo požadovaná rizika). Chrání odběratele proti hrozícímu zhoršení kvality dodávaných dávek v sérii a zároveň působí na dodavatele, aby se snažil držet kvalitu dodávek pod stanovenou hranicí. Využije se především při kontrole a přejímce u konečných jednotek (např. montážní celky), u komponent a hromadných materiálech v obalech, zásobách ve skladu, údržbě, administraci a dalších. [4, 5]

1.2 Základní pojmy

V této kapitole je uvedeno několik pojmů, které je důležité znát k pochopení a objasnění podstaty statistických přejímek.

Neshoda

Odchylka kvality, která způsobuje, že ve výrobě/výrobním procesu nebo službě nejsou splněny požadavky. [1]

Neshodná jednotka

Jedná se o výrobek či službu, u které je objevena alespoň jedna neshoda. Tyto jednotky lze klasifikovat do tříd podle toho, jak jsou či nejsou závažné. [1]

Procento neshodných jednotek

$$\text{procento neshodných jednotek} = \frac{\text{počet neshodných jednotek}}{\text{celkový počet jednotek}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Podíl neshodných jednotek p

$$p = \frac{\text{počet neshodných jednotek}}{\text{celkový počet jednotek}}$$

Počet neshod na 100 jednotek

$$\text{počet neshod na 100 jednotek} = \frac{\text{počet neshod v jednotkách}}{\text{celkový počet jednotek}} \cdot 100$$

Přejímací plán

Přejímací plán je základem statistických přejímek. Z celého rozsahu N výrobků je stanovena pouze část n výrobků, která je kontrolována, a pro kterou jsou stanovena kritéria. Podle těchto kritérií se rozhoduje o přijetí či nepřijetí dodávky. Pro každý přejímací plán lze sestavit tři křivky, z nichž každá má různou vypovídací hodnotu. Jedná se o:

- a) Operativní charakteristika $L(P)$
- b) Křivka průměrné výstupní jakosti AOQ (P)
- c) Arbitrážní křivka AC (P), kde je P procento neshodných v dávce

Zvolený přejímací plán může být předepsán pro sledovaný znak kvality nebo výrobek jako celek. Současné přejímací plány jsou zhotoveny pro přejímací plány jedním, dvojitým, několikerým a postupným výběrem. Přejímací plán je stanoven z příslušného systému

přejímacích plánů (uvedené v normách ČSN a ČSN ISO), je zároveň závislý na požadavcích na kvalitu dávek a rizicích, ke kterým jsou partneři přistoupit. [1, 4]

Přejímací a zamítací číslo

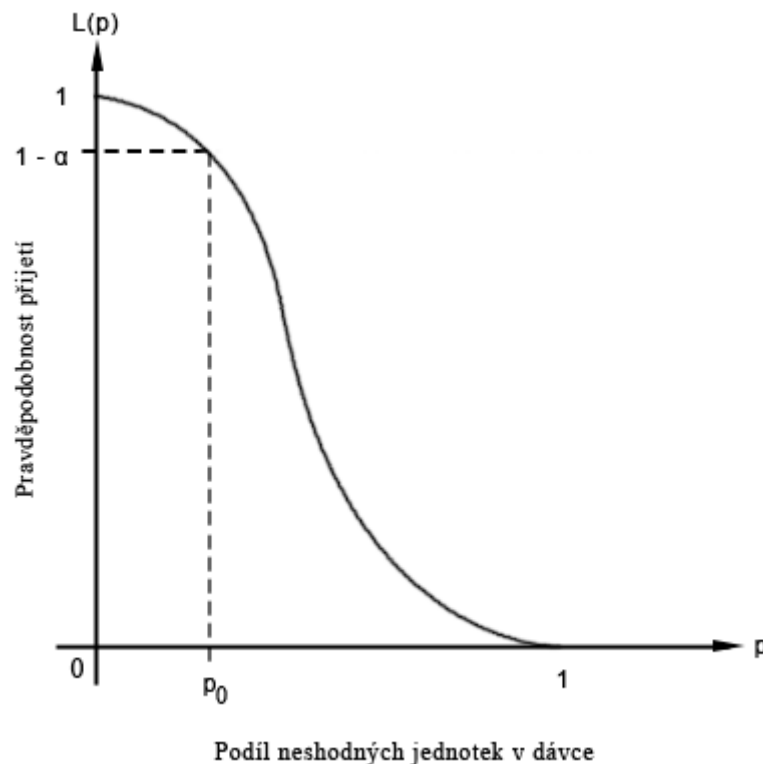
Jde se o čísla, která v přejímacím plánu hrají důležitou roli. Určují, zda bude dávka přijata (na základě splnění maximálního přípustného počtu neshodných jednotek ve výběru) – přejímací číslo A_c podle ČSN ISO a c podle ČSN nebo zamítnuta (překročení přípustného počtu neshodných jednotek v dávce) – zamítací číslo R_e podle ČSN ISO a podle ČSN. [1]

Operativní charakteristika

Podává informaci o účinnosti a hospodárnosti statistické přejímky. Je definována pro všechny hodnoty podílu $p \in \langle 0, 1 \rangle$. Její průběh vyjadřuje pravděpodobnost přijetí dávky s určitým podílem neshodných jednotek p . Typický průběh charakteristiky je na Obrázku 1. Jedná se o distribuční funkci pro určité rozdělení s danými parametry a jde o doplněk k silofunkci testu

$$L(p) = 1 - \beta(p), \quad 1.2.1$$

platí pro všechna $p \in \langle 0, 1 \rangle$. [1, 2]



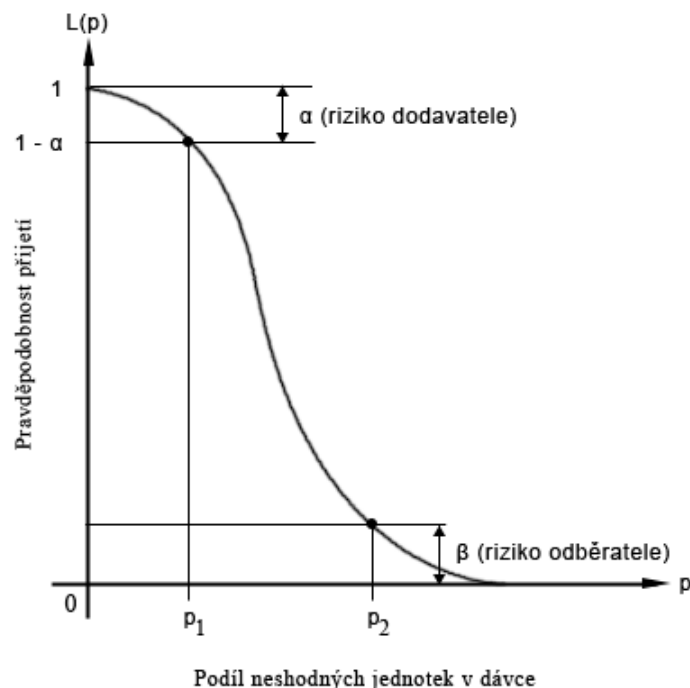
Obrázek 1 - Typický průběh operativních charakteristik [1]

Graf operativní charakteristiky je protínán body $[0,1]$ a $[1,0]$. Z čehož vyplývá, že pravděpodobnost přijetí dodávky s nulovým podílem neshodných jednotek je rovna jedné a pravděpodobnost přijetí dodávky, ve které jsou pouze vadné jednotky, je rovna nule. Z *Obrázku 1* lze vypožorovat, že charakteristika je klesající v celém svém definičním oboru a zároveň je zřejmé, že rostoucí podíl neshodných jednotek znamená pokles pravděpodobnosti přijetí dodávky. [1, 2, 3, 4]

Při výběrové kontrole vzniká vždy riziko, že se po provedení kontroly náhodně vybraného n dopustíme nesprávného rozhodnutí ve dvou možných podobách. Existuje možnost, že přijmeme dodávku, která obsahuje nepřijatelný počet neshodných jednotek a naopak, že zamítneme dodávku, která splňuje požadavky. Vzniká tak riziko dodavatele i odběratele. Vzhledem k tomu, že má odběratel i dodavatel protichůdné zájmy, je zapotřebí toto nějakým způsobem ošetřit, aby k chybám docházelo co nejméně. Oba subjekty volí následující:

- dodavatel stanoví p_1 a malé riziko α
- odběratel stanoví p_2 (mezí hodnota podílu neshodných jednotek) a malé riziko β

Z těchto hodnot vyplývají 2 důležité body na křivce operativní charakteristiky. Prvním je bod rizika dodavatele (PRP – Producer's risk point) o souřadnicích $(p_1, 1 - \alpha)$ a druhým je bod rizika odběratele (CRP – Consumer's risk point) o souřadnicích (p_2, β) . Operativní charakteristiku s oběma zakreslenými riziky lze vidět na *Obrázku 2*. [1, 2, 4]



Obrázek 2 - Operativní charakteristika se znázorněnými riziky [1]

Riziko dodavatele a odběratele

Riziko dodavatele (Producer's risk) je pravděpodobnost zamítnutí dodávky i přes to, že je v dávce obsažen přípustný podíl neshodných jednotek p_1 (tzv. chyba 1. druhu) a je shodné s hladinou významnosti

$$\alpha = 1 - L_{(p_1)}, \quad 1. 2. 2$$

kde α je maximální pravděpodobnost, u které dochází k zamítnutí vyhovující dodávky ($p \leq p_1$). [1, 3]

Riziko odběratele (Consumer's risk) je pravděpodobnost přijetí dodávky za situace, kdy obsahuje více neshodných jednotek, než je přípustný podíl p_2 (tzv. chyba 2. druhu) a lze psát

$$\beta = L_{(p_2)}, \quad 1. 2. 3$$

kde β je maximální pravděpodobnost, u které dochází k přijetí nevyhovující dodávky ($p \geq p_2$). [1]

Přípustná úroveň jakosti AQL (Acceptance quality level)

Tato úroveň se používá při spojitě sérii dávek. Jde o mezní přijatelnou hodnotu průměrného procenta neshodných jednotek ve výrobním procesu. Dohodnutá přijatelná hodnota AQL nesmí v žádném případě vést k tomu, aby dodavatel vědomě dodával v dávce neshodné jednotky. [1,7, 29]

Mezní jakost LQ (Limited Quality)

Jedná se o úroveň kvality použitou při izolované dávce v procentu neshodných jednotek nebo neshod na 100 jednotek, která je limitována nízkou pravděpodobností přijetí (pro účely výběrové kontroly) – tj. riziko odběratele. [1]

Průměrná výstupní jakost AOQ (Average Outing Quality)

Výstupní hodnota středního podílu neshodných jednotek v mnoha dávkách z procesu, který spojitě dodává výrobky s kvalitou p , přičemž $p \in \langle 0, 1 \rangle$. Každá dávka je zkoušena totožným přejímacím plánem s pravděpodobností přijetí P_a . [1]

Průměrná výstupní jakost v neshodných jednotkách se spočte následovně:

$$100 \cdot (P_a \cdot p) \quad [\%] \quad 1. 2. 4$$

Je-li prováděn výpočet s různými hodnotami p a každá má rozdílnou pravděpodobnost pro přijetí bude výsledkem křivka průměrné výstupní kvality. [1]

Maximální hodnota AOQL

Maximální hodnota, kterou může AOQ dosáhnout při dlouhé sérii dávek. [1]

Klasifikace neshod

Hledisek, ze kterých mohou být neshody výrobků klasifikovány, může být více, ale také i jedno jediné. Pokud se u neshodných výrobků zjistí více hledisek než jedno, mají všechny tyto neshody stejnou váhu. Metodu sčítání neshodných jednotek lze použít pouze v případě, že neshody mají stejnou nebo podobnou důležitost. Pokud se tak neděje, roztřídí se neshody do skupin podle důležitosti a těmto skupinám jsou přiřazeny různé hodnoty AQL. Tento proces je potřeba udělat velmi rozvážně a pečlivě. Nemělo by dojít k podhodnocení ani nadhodnocení a tím pádem zařazení neshody do nesprávné třídy. Běžně jsou dostatečné dvě třídy:

- 1) Třída A – V této třídě jsou neshody, které mají nevyšší důležitost a zpravidla je jim přiřazována velmi malá hodnota přípustné meze kvality.
- 2) Třída B – Do této třídy jsou umístěny neshody s nejbližší nižší důležitostí a přiřazuje se jim vyšší hodnota přípustné meze kvality než je u třídy A (pokud existuje třída C, musí být mez kvality zároveň nastavena na hodnotu nižší, než má tato třída).

Přidělování hodnot AQL třídám je prováděno několika způsoby, mezi nejjednodušší patří seskupení všech neshod do dvou tříd, těmto třídám přiřadit jediný AQL plán. Dojde ke vzniku dvou samostatných přejímacích plánů. Pokud má být dávka přijata, musí vyhovět oběma plánům. Další možností je rozdělení neshod do více tříd a o přijetí se rozhoduje o každé zvlášť. [1]

Kontrolní úrovně

Úrovně definují vztah mezi rozsahem základního souboru N a rozsahem výběru n . Směřují k omezení rozsahu kontroly a tím vedou i k úspoře nákladů. Jsou navrženy tak, aby pro velký základní soubor N byl výběr n větší, než je tomu u malých dávek. Toto tvrzení však neplatí lineárně, jelikož pro větší dávku N je hodnota podílu n/N menší, než podíl n/N pro menší dávku. [1, 5]

Kontrolních úrovní je 7, z nichž tři jsou obecné (I – zmírněná kontrola, II – normální kontrola, III - zpřísněná kontrola) a čtyři speciální (S1, S2, S3, S4). Nejčastěji je používána kontrola normální, kterou zpravidla proces začíná. Po nějaké uplynulé době a určitých zkušenostech s kvalitou dávek lze přejít na zpřísněnou či zmírněnou (případně přejít

na občasnou přejímku). Podmínky, za kterých je možné provést přechod na jinou kontrolní úroveň, jsou dány příslušnými normami. [1, 5]

1.3 Dělení statistických přejímek

Statistických přejímek existuje celá řada a dají se dělit podle různých kritérií. Ve výše napsaných řádcích je již zmíněno jedno dělení – podle rozsahu kontroly (stoprocentní a výběrová). Přejímky lze dělit podle:

a) Dle charakteru výstupu kontrolovaného znaku kvality

- a) *Přejímka srovnáním* – Výsledkem této přejímky je kvalitativní výrok, zda je výrobek shodný či nikoliv, její výhodou je jednoduchost, robustnost, lze použít jednodušší zkušební metody (např. porovnání kalibrem). [1, 2, 5]
- b) *Přejímka měřením* – Výsledkem přejímky měřením je kvantitativní výrok, který nám podává informaci o hodnotě jakostního znaku, poskytuje nám hlubší informaci o tom, jak je zvládnutý výrobní proces, je vhodná u kontroly v případě destruktivních, časově a finančně nákladných zkoušek, vyžaduje podstatně nižší rozsahy výběrů. [1, 2, 5]
- c) *Kombinovaná přejímka* - Přejímka využívá obě předchozí varianty přejímek, jako první se provádí přejímka měřením a podle výsledků se dávka přijme nebo se dokončí přejímkou srovnáním (nalezené neshodné jednotky se buď opraví anebo se nahradí shodnými). [1]

b) Dle počtu náhodných výběrů

- a) *Přejímka jedním výběrem* – Jedná se o nejjednodušší způsob výběru, z dávky N vybereme dávku n ($n < N$) a rozhodne se o přijetí/zamítnutí dávky. [1, 2]
- b) *Přejímka dvojím výběrem* – ze základního souboru N vybereme n_1 prvků a pokud nelze rozhodnout o přijetí/zamítnutí dávky, vybereme n_2 prvků a na základě tohoto výběru již dojde k rozhodnutí. [1, 2]
- c) *Přejímka několikerým výběrem* – Přejímku několikerým výběrem lze dostat rozšířením přejímky dvojím výběrem a to tím, že se výběr n_x prvků rozšíří na 3 a více x , přičemž maximální počet výběrů je předem známý. [1, 2]
- d) *Přejímka postupným výběrem (sekvenční)* – U této přejímky jsou vybírány výrobky z dávky postupně, u každého vybraného výrobku se rozhoduje ze tří variant (přijmout, zamítnout, pokračovat v dalším výběru výrobku). [1, 2]

- c) Dle postupů při zamítnutí dávky
 - a) *Opravná přejímka* – U zamítnuté dodávky, u které proběhla výběrová kontrola, se provede 100% překontrolování, neshodné jednotky se nahradí shodnými (např. rezervy) a dodávka se přijme. [1, 2]
 - b) *Bezopavná přejímka* – Zamítnutá dodávka se vrací dodavateli výměnou za novou dodávku, u které není předem kvalita známá (nepraktické, pokud by dodávka byla dodávána např. týden). [1, 2]

- d) Dle průběhu trvání kontrolních mechanismů [5]
 - a) *Přejímka izolované dávky*
 - b) *Přejímka spojitě série dávek*
 - c) *Občasná přejímka*

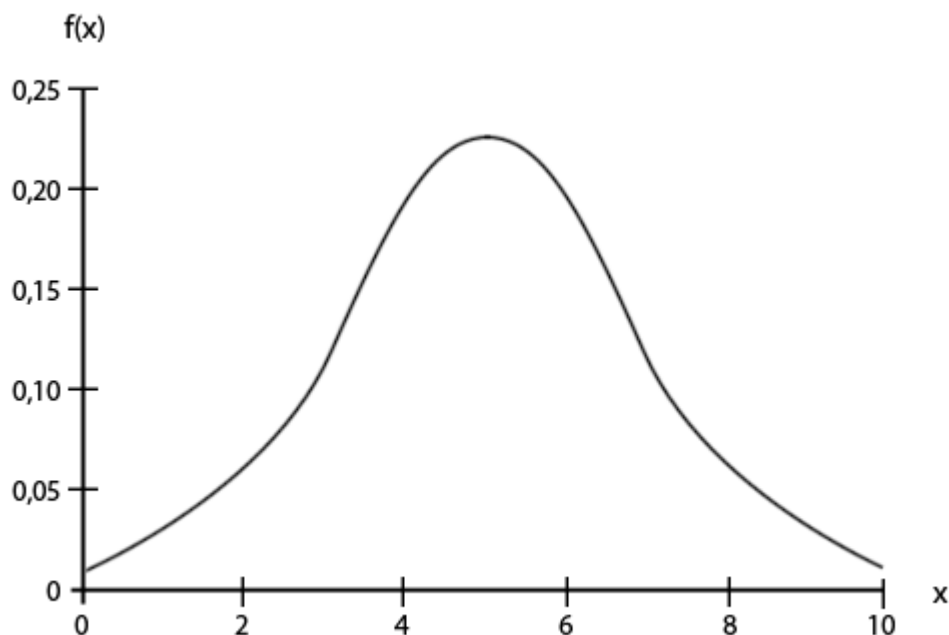
1.4 Pravděpodobnostní modely

V této kapitole jsou popsány pravděpodobnostní modely, se kterými se lze setkat ve statistických přejímkách. Rozdělení je celá řada a lze je rozdělit mezi dvě skupiny - diskrétní a spojitě. Diskrétní rozdělení se používá při přejímce srovnáním a naopak rozdělení spojitě je použito u přejímek měření. Mezi nejdůležitější rozdělení patří hypergeometrické a normální (Laplace-Gaussovo), proto se budu zabývat převážně těmito rozdělení. Další zmíněná rozdělení, se kterými lze přijít do styku při statistické přejímací kontrole, jsou používána jako aproximace těchto rozdělení. [1, 2, 3]

1.4.1 Spojitá rozdělení

Normální (Laplace-Gaussovo) rozdělení

Laplace-Gaussovo rozdělení je jedním z nejdůležitějších a nejčastějších rozdělení spojitě náhodné veličiny. Používá se v případech, kdy náhodná veličina kolísá vlivem velkého počtu malých a vzájemně nezávislých vlivů. Značí se $N(\mu, \sigma^2)$. Rozdělení je znázorněno na Obrázku 3. [1]



Obrázek 3 - Normální (Laplace-Gaussovo) rozdělení [1]

Hustota pravděpodobnosti normálního rozdělení je definována takto:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad 1.4.1$$

kde $x \in (-\infty; +\infty)$. Funkce má dva parametry - střední hodnotu $\mu \in (-\infty; \infty)$ a rozptyl $\sigma^2 > 0$. [1, 2]

Speciálním a důležitým případem normálního rozdělení je rozdělení $N(0,1)$. Rozdělení má nulovou střední hodnotu a rozptyl roven jedné. Jedná se o tzv. normované normální rozdělení. Náhodná veličina se označuje písmenem U a její hustota pravděpodobnosti je:

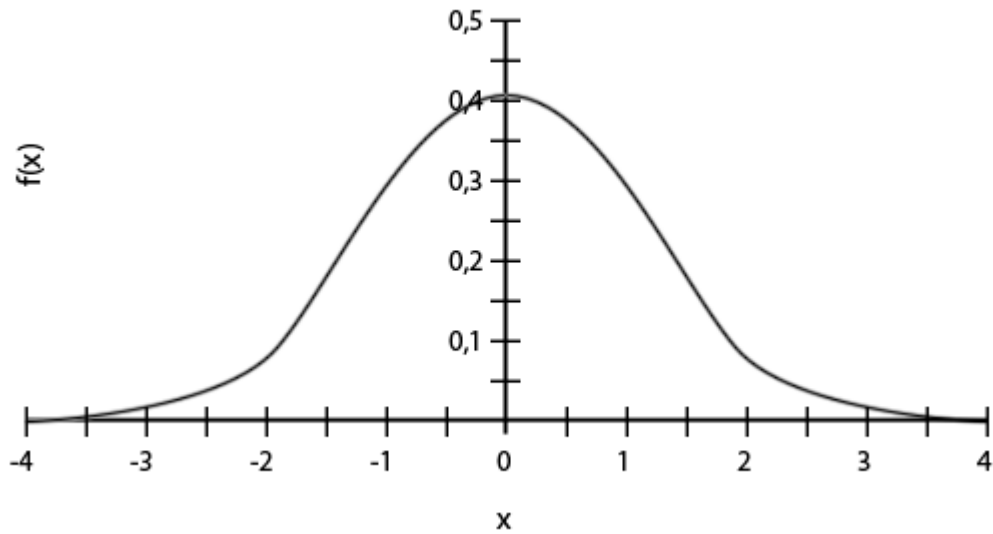
$$\varphi(u) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)}} \cdot e^{-\frac{u^2}{2}}, \quad 1.4.2$$

kde $u \in (-\infty; +\infty)$. [1]

Vztah mezi touto náhodnou veličinou a náhodnou veličinou X (s rozdělením $N(\mu, \sigma^2)$) je následující:

$$U = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad 1.4.3$$

Normované normální rozdělení je zobrazeno na Obrázku 4.



Obrázek 4 - Normované normální rozdělení [1]

1.4.2 Diskrétní rozdělení

Hypergeometrické rozdělení

Tímto rozdělením se řídí počet vybraných prvků, u kterých se objevuje sledovaná vlastnost při závislém vybírání. [1]

Náhodná veličina X má toto rozdělení s parametry N, M, n , které mají hodnoty v oboru přirozených čísel a platí mezi nimi vztahy $1 \leq n < N$, $1 \leq M < N$ a zároveň má pravděpodobnostní rozdělení tento tvar:

$$P_{(x)} = \frac{\binom{M}{x} \binom{N-M}{n-x}}{\binom{N}{n}}; \quad \text{pro } x = \max(0, N - M + n), \dots, \min(M, n), \quad 1.4.4$$

$$P_{(x)} = 0; \quad \text{pro hodnoty jiné.} \quad 1.4.5$$

Distribuční funkce má tvary:

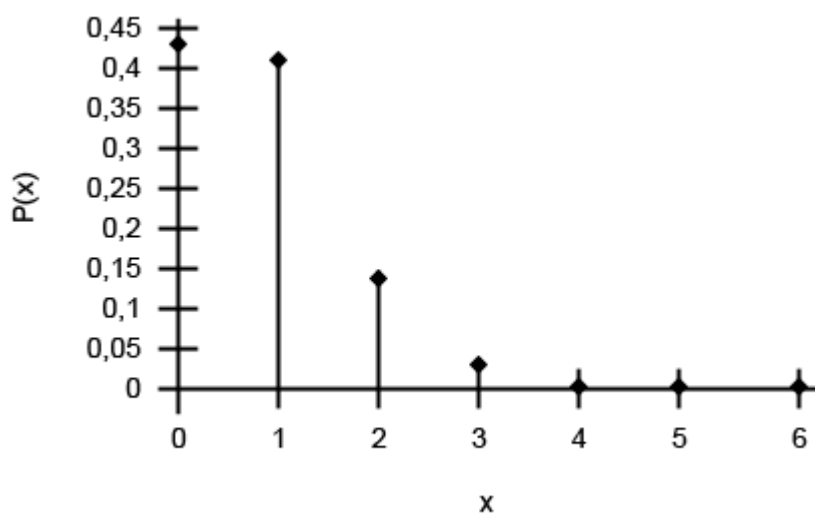
$$F_{(x)} = 0; \quad \text{pro } x \leq \max[0, N - M + n], \quad 1.4. 6$$

$$F_{(x)} = 0; \quad \text{pro } x \leq \max[0, N - M + n], \quad 1.4. 7$$

$$F_{(x)} = \sum_{t < x} \frac{\binom{M}{t} \binom{N-M}{n-t}}{\binom{N}{n}}; \quad \text{pro } x = \max(0, N - M + n), \dots, \min(M, n), \quad 1.4. 8$$

$$F_{(x)} = 1; \quad \text{pro } x > \min[M, n]. \quad 1.4. 9$$

Pokud by bylo N dostatečně velké a námi vybrané prvky bychom vraceli zpět (přejímka s vracením), nebude se jednat o hypergeometrické rozdělení, ale o rozdělení binomické. Hypergeometrické rozdělení s parametry $M = 6$, $N = 49$ a $n = 6$ je znázorněno na Obrázku 5. [1]



Obrázek 5 - Hypergeometrické rozdělení [1]

Binomické rozdělení

Toto rozdělení odpovídá situaci, která již byla zmíněna výše, tj. vybrané prvky bychom vraceli zpět do dodávky. Pravděpodobnost je v tom případě nezávislá na předchozích výsledcích kontroly výrobků (je rovna podílu vadných p) a výběry následně tvoří sérii n nezávislých alternativních pokusů, které mají konstantní pravděpodobnost výskytu vadného výrobku p . Z tohoto důvodu má náhodná veličina binomické rozdělení. [2]

Ačkoliv je vcelku nepraktické vracet kontrolované výrobky do dodávky, má toto rozdělení ve statistické přejímací kontrole kvality svou úlohu (výborně poslouží jako teoretický model pro přejímky velkých dodávek). Mnohdy bývá rozsah dodávky při přejímce N velký a rozsah výběru n malý vzhledem k velikosti N . Rozdíl, v tomto případě mezi výběry s vracením a bez vracení, nebývá podstatný a zanedbává se. Pravděpodobnost hypergeometrického rozdělení 1.4.4 se přibližně nahrazuje pravděpodobností 1.4.10. Tato aproximace hypergeometrického rozdělení binomickým se považuje za přijatelnou, pokud platí $n/N < 0,1$. Binomické rozdělení se značí $Bi(n, \pi)$. Znak π v tomto případě neznamena Ludolfovo číslo, nýbrž parametr diskrétního rozdělení. [1, 2]

$$P_{(x)} = \binom{N}{x} \pi^x (1 - \pi)^{n-x}; \quad \text{pro } x = 0, 1, \dots, n \quad 1.4. 10$$

$$P_{(x)} = 0; \quad \text{ostatní případy.} \quad 1.4. 11$$

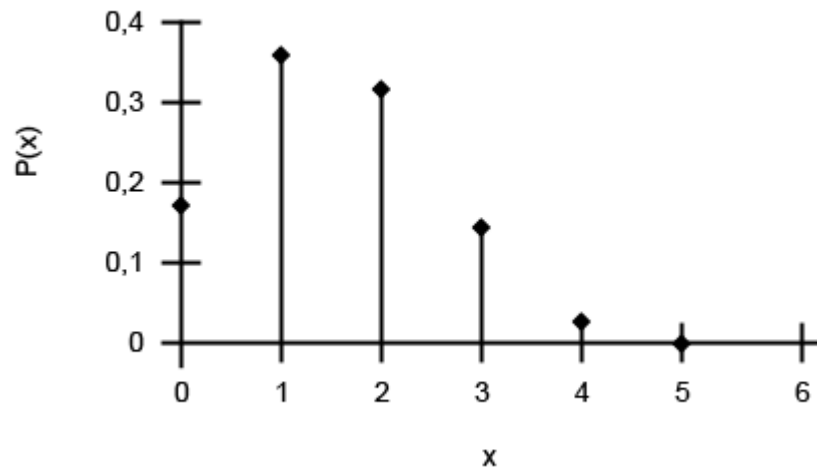
Distribuční funkce má tvary:

$$F_{(x)} = 0; \quad \text{pro } x \leq 0, \quad 1.4. 12$$

$$F_{(x)} = \sum_{x=0}^n \binom{N}{x} \pi^x (1 - \pi)^{n-x}; \quad \text{pro } x \in (0, n), \quad 1.4. 13$$

$$F_{(x)} = 1; \quad \text{pro } x > n. \quad 1.4. 14$$

Binomické rozdělení $Bi(5, 0,3)$ je zobrazeno na následujícím Obrázku 6.



Obrázek 6 - Binomické rozdělení [1]

Poissonovo rozdělení

Poissonovo rozdělení řídí počet událostí, které mají nějaký časový interval (počet signálů, počet poruch za hodinu, atd.) nebo řídí četnost výskytu objektů v určité oblasti (např. počet vad na 1 m²). [1]

Poissonovo rozdělení má pouze jeden parametr, z toho důvodu lze pravděpodobnosti v 1.4.15 lehce počítat i tabelovat. Lze jej použít jako aproximaci binomického rozdělení, při splnění některých podmínek. Pokud je n velké a p malé, poté lze, podle Poissonovy věty, binomické rozdělení přibližně nahradit 1.4.15, kde $\lambda = np$. Tuto aproximaci lze použít v případě, že platí $n > 10$ a $p < 0,1$. [2]

V případě, že jsou splněny podmínky pro náhradu hypergeometrického rozdělení rozdělením binomickým, a zároveň jsou splněny podmínky pro náhradu binomického rozdělení Poissonovým, lze tímto rozdělením aproximovat původní hypergeometrické rozdělení. [2]

Poissonovo rozdělení se značí $Po(\lambda)$, má jeden parametr $\lambda > 0$. Tento parametr je střední hodnotou, pokud platí:

$$P_{(x)} = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}; \quad \text{pro } x = 0, 1, 2 \dots, \quad 1.4. 15$$

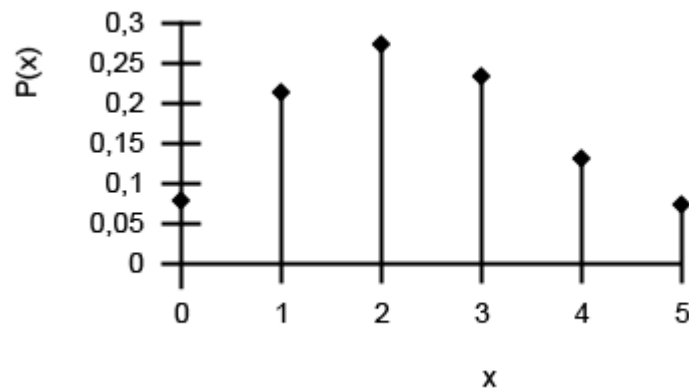
$$P_{(x)} = 0; \quad \text{pro ostatní hodnoty.} \quad 1.4. 16$$

Distribuční funkce má tvary:

$$F_{(x)} = \sum_{x=0}^{\infty} \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}; \quad \text{pro } x \geq 0, \quad 1.4. 17$$

$$F_{(x)} = 0; \quad \text{pro } x < 0, \quad 1.4. 18$$

Poissonovo rozdělení $Po(\lambda=2,5)$ je zobrazeno na Obrázku 7.



Obrázek 7 - Poissonovo rozdělení [1]

2 Platné normy statistických přejímek

V této kapitole jsou sepsané aktuální normy, které lze použít ke kontrole kvality pomocí statistických přejímek. Většina z těchto norem poskytuje nástroje pro posuzování výsledků kontrol, které mohou být použity za účelem vyvolání ekonomické a psychologického tlaku na dodavatele, resp. na kvalitu jeho dodávek případným nepřijetím.

2.1 Statistické přejímky srovnáváním

ČSN ISO 2859-10:2007 Statistické přejímky srovnáváním - Část 10: Úvod do norem ISO řady 2859 statistických přejímek pro kontrolu srovnáváním.

ČSN ISO 2859-1:2000 Statistické přejímky srovnáváním - Část 1: Přejímací plány AQL pro kontrolu každé dávky v sérii.

ČSN ISO 2859-2:1992 Statistické přejímky srovnáváním - Část 2: Přejímací plány LQ pro kontrolu izolovaných dávek.

ČSN ISO 2859-3:2006 Statistické přejímky srovnáváním - Část 3: Občasná přejímka.

ČSN ISO 2859-4:2003 Statistické přejímky srovnáváním - Část 4: Postupy pro posouzení deklarovaných úrovní jakosti.

ČSN ISO 2859-5:2006 Statistické přejímky srovnáváním - Část 5: Systém přejímacích plánů AQL postupným výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii.

ČSN 01 0254:1974 Statistická přejímka srovnáváním.

ČSN 01 0257:1978 Statistická přejímka srovnáváním pro plynulou výrobu

ČSN 01 0260:1989 Statistická přejímka srovnáváním - Přejímací plány jedním výběrem s přípustným počtem vadných ve výběru rovným nule

ČSN ISO 18414:2010 Statistické přejímky srovnáváním - Systém s přejímacím číslem nula založený na principu kreditu při řízení výstupní kvality

ČSN ISO 8422:2010 Přejímací plány postupným výběrem při kontrole srovnáváním

ČSN ISO 14560:2005 Statistické přejímky srovnáváním - Úrovně stanovené jakosti v neshodných jednotkách na milion

ČSN ISO 13448-2:2005 Statistické přejímky založené na principu rozvržení priorit (APP) - Část 2: Koordinované přejímací plány jedním výběrem pro přejímku srovnáváním

ČSN ISO 28801:2013 Přejímací plány dvojitým výběrem při kontrole srovnáváním s minimálními rozsahy výběrů indexované kvalitou odpovídající riziku dodavatele (PRQ) a kvalitou odpovídající riziku odběratele (CRQ)

2.2 Statistické přejímky měřením

ČSN ISO 3591-1:2008 Statistické přejímky měřením - Část 1: Stanovení přijímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii pro jediný znak kvality a jediné AQL

ČSN ISO 3591-2:2010 Statistické přejímky měřením - Část 2: Obecné stanovení přijímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii při nezávislých znacích kvality

ČSN ISO 3591-3:2010 Statistické přejímky měřením - Část 3: Výběrová schémata AQL dvojím výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii

ČSN ISO 3591-4:2013 Statistické přejímky měřením - Část 4: Postupy pro posouzení deklarovaných úrovní kvality

ČSN ISO 3591-5:2010 Statistické přejímky měřením - Část 5: Přijímací plány AQL postupným výběrem při kontrole měřením (známá směrodatná odchylka)

ČSN ISO 8423:2012 Přijímací plány postupným výběrem při kontrole měřením pro procento neshodných jednotek (známá směrodatná odchylka)

2.3 Ostatní typy přejímek

ČSN ISO 10725:2002 Výběrové přijímací plány a postupy pro kontrolu hromadných materiálů

ČSN ISO 13448-1:2006 Statistické přejímky založené na principu rozvržení priorit (APP) - Část 1: Směrnice pro přístup APP

ČSN ISO 21247:2007 Systémy statistických přejímek s přijímacím číslem nula a postupy statistické regulace propojené pro přejímku produktů

3 Komparace statistických přejímek

V této kapitole je sepsána komparace jednotlivých typů statistických přejímek, jejich společné a rozdílné vlastnosti. Několik dělení přejímek bylo již zmíněno v první kapitole, avšak druhů přejímek je celá řada a tato kapitola slouží k lepšímu pochopení a zorientování se, kdy a kde je vhodnější použít tu či onu a proč. Na druhou stranu je nutné vzít v potaz, že nic není úplně jednoznačné a v každé individuální situaci je potřeba vzít v úvahu spoustu faktorů, které výslednou volbu ovlivňují. Velice výjimečně lze nalézt jednu metodu, která by vyhovovala všem situacím, ačkoliv jsou si situace podobné. [29]

Na začátku kapitoly je uvedeno obecné rozdělení a stručné popsání, jaké výsledky lze od těchto přejímek očekávat. V další části jsou pak zmíněny typy statistických přejímek srovnáváním, jejich použití, porovnání a uveden názorný příklad k lepšímu pochopení a porozumění. V následující podkapitole jsou srovnány statistické přejímky s kontrolou měřením a jsou uvedeny opět informace o jejich použití, vhodnosti a ukázkový příklad. Ve čtvrté podkapitole je provedena komparace vybraných statistických přejímek měřením a srovnáváním mezi sebou a v poslední kapitole je zmíněna výběrová přejímka hromadných materiálů.

3.1 Obecná komparace

Podle způsobu kontroly lze statistické přejímky rozdělit na přejímky srovnáváním a měřením, případně kombinované (kombinace přejímek měřením a srovnáváním). Hlavní rozdíl spočívá v tom, že u statistických přejímek při kontrole srovnáváním rozhodujeme, zda výrobek je či není neshodný (kvalitativní výrok) a u statistických přejímek měřením zjišťujeme přímo konkrétní hodnotu znaku x (kvantitativní výrok). Velkou předností přejímky srovnáváním je její jednoduchost a robustnost způsobená tím, že není závislá na tvaru pravděpodobnostního rozdělení znaku x . Naproti tomu statistické přejímky měřením jsou konstruovány v případě, že tento znak x má normální rozdělení. Nespornou výhodou u kontroly měřením je fakt, že o kvalitě dodávky lze rozhodnout z menšího počtu výrobků, při zachování stejných záruk. Více znázorňuje Tabulka 1. [2]

Tabulka 1 - Obecné porovnání statistických přejímek srovnáváním a měřením

Statistické přejímky srovnáváním	Statistické přejímky měřením
Kvalitativní výrok	Kvantitativní výrok
Větší rozsah výběru	Menší rozsah výběru
Vyšší náklady na kontrolu	Nižší náklady na kontrolu
Nezávislost na tvaru pravd. rozdělení	Podmínka normálního rozdělení
Jednoduchost, robustnost	Výhoda u drahých a destruktivních kontrol
Snadněji pochopitelná	
Častěji používaná	

Statistické přejímky lze rozdělit podle způsobu výběru ke kontrole na statistickou přejímku jedním, dvojím, několikerým výběrem a sekvenční přejímku (postupným výběrem). Na tyto typy přejímek je možné nahlížet z několika hledisek a nabízí se více možností k porovnání. Vzhledem k výhodám a nevýhodám jednotlivých výběrů neexistuje proto žádný důvod, aby se upřednostňoval některý z výběrů v různých situacích. Je třeba proto zvážit následující vlastnosti: [29]

- a) Jednoduchost - Je zapotřebí vzít v úvahu administraci spojenou s výběry, zde je nejjednodušší přejímka jedním výběrem, naopak nejhůře jsou na tom přejímky postupným výběrem (i z pohledu přípravy). [29]
- b) Variabilita množství kontrol - U přejímky jedním výběrem je pevně stanoven rozsah výběru, naproti tomu u ostatních výběrů je tento výběr proměnný a jeho velikost se odvíjí od výsledků předchozích provedených kontrol. [29]
- c) Snadnost odběru výběrových jednotek - Existují případy, kdy je jednoduché odebrat druhý výběr nebo není obtížnější odebrat dva výběry než jeden o spojeném výběru. Avšak existují také situace, kdy se provádí druhý výběr velmi těžko, v případě narušení dávky prvním výběrem. Pro tyto případy je přejímka jedním výběrem nejlepším možným řešením. Lze také vybrat maximální rozsah, který by mohl být zapotřebí v případě dalších výběrů, což bohužel vede k vyšším nákladům na kontrolu a problémům, které následně vznikají při vracení nekontrolovaných jednotek. [29]
- d) Doba trvání zkoušky - V případě, kdy je zapotřebí provést zkoušku delší doby a tuto zkoušku je možné provést současně (na malém počtu), doporučuje se tuto zkoušet provést, než zjistit, že výsledek prvního výběru je neprůkazný a je zapotřebí dalšího(ch) výběru(ů). Pokud existuje možnost zkoušet celý výběr najednou, je lepší použít přejímku jedním výběrem, v opačném případě se jeví jako lepší řešení přejímka postupným výběrem. [29]

- e) Jednotky s více neshodami - U výrobků, které jsou složité a obsahují větší počet možných neshod, popřípadě počet tříd, je přejímka dvojitým a několikerým výběrem mnohem náročnější. Obecně se dá říci, že pro jednodušší kontrolu se může vyplatit složitější přejímací a naopak, tzn., pro složitější kontrolu je vhodnější použít jednodušší přejímací plán. [29]

Statistická přejímka jedním výběrem je nejjednodušší (není náročná na kvalifikaci pracovníků) variantou výše vyjmenovaných, ale není vždy nejehospodárnější. V případě použití statistické přejímky dvojitým nebo několikerým výběrem lze dosáhnout úspory času a nákladů tím, že první výběr n_1 je menší než n a lze už při tomto výběru rozhodnout o přijetí nebo zamítnutí, za předpokladu, že dávky mají velmi dobrou nebo velmi špatnou kvalitu. [2, 4, 29]

Statistických přejímek je celá řada, proto je vhodné a rozumné přejímky rozdělit podle jejich použití tak, jak se s nimi lze setkat v praxi - sériová výroba, izolované dávky, mezioperační kontrola, plynulá výroba, přejímky pro použití při auditech a zvláštní typy přejímek.

3.2 Komparace statistických přejímek srovnáváním

V této kapitole jsou uvedeny veškeré normy, které mají nějakou spojitost se statistickými přejímkami srovnáváním. Některé normy obsahují i přejímací plány pro více typů výrob, proto se vyskytují ve více podkapitolách. Už z podkapitol je zřejmý první rozdíl a to ten, že jednotlivé statistické přejímky jsou určeny pro jiné výroby, jiné série dávek či dokonce jiné obory působnosti. V příloze č. 1 je uvedena tabulka, která shrnuje zásadní poznatky z této kapitoly.

3.2.1 Spojité série dávek

Pro tento typ výroby slouží následující systémy přejímacích plánů uvedených v těchto normách (dávky mají stejného dodavatele):

- ČSN ISO 2859-1
- ČSN ISO 2859-3
- ČSN ISO 2859-5
- ČSN ISO 14560

První z uvedených norem poskytuje přejímací plány pro přejímky jedním, dvojím a několikerým výběrem. Tyto přejímací plány se používají v případě, že je stanovena hodnota AQL (přípustná mez kvality), která je obsažena v hospodářské smlouvě či určena zodpovědným orgánem. Dávky musejí tvořit spojitou sérii, které jsou dodávány stejným dodavatelem. Vlastní efekt přechodových pravidel (přechod mezi normální, zmírněnou a zpřísněnou kontrolou) se projeví při minimálně 10 dávkách srovnatelného rozsahu. Pokud je to možné, musejí se dávky skládat z jediného typu, stupně kvality, musejí mít stejné složení a být vyrobeny stejnou technologií a za stejných podmínek. Kontrolována je každá dávka. Definovaná přechodová pravidla v ČSN ISO 2859-1, možnost přechodu na občasnou přejímku a rozdělení do několika úrovní kvality (3 obecné, 4 speciální), poskytují dynamičnost a okamžitou reakci na vývoj kvality v procesu dodavatele. Pokud není uvedeno jinak, kontroluje se s obecní úrovní kvality II. Uvažují se dvě míry kvality - procento neshodných a počet neshod na 100 jednotek. Předpokládá se, že systém přejímacích plánů, uvedených v této normě, bude využívat normální, zmírněné a zpřísněné kontroly, aby bylo dosaženo ochrany zákazníka. Zároveň také zaručuje dodavateli, že dávky budou přejímány s vysokou pravděpodobností, pokud dávky budou lepší, než je stanovená hodnota AQL. [4, 6, 11, 29]

V případě, že je přípustná mez kvality dlouhodobě pod svou hodnotou (kvalita dodavatele je na výborné úrovni), lze použít přejímací plány v ČSN ISO 2859-3. Tato norma je jakousi nadstavbou pro ČSN ISO 28959-1. Přejod na občasnou přejímku je však podmíněn několika kroky, které je nutné provést. Nejprve je zapotřebí kvalifikovat dodavatele, poté musí být kvalifikován i produkt. Dále je uvedeno několik dalších omezení, za kterých je možné uskutečnit přechod na občasnou přejímku:

- a) produkt musí být trvalého provedení,
- b) kritické třídy neshodných jednotek nebo neshod se nesmí na produktu projevovat,
- c) předepsaná hodnota AQL musí mít minimálně hodnotu 0,025 %,
- d) přechod na občasnou přejímku není povolen při zpřísněné kontrole,
- e) existují 3 stavy, se kterými se lze setkat při občasné přejímce - v období kvalifikace (stav 1) je možné používat zmírněnou kontrolu, ale při stavu občasné kontroly (stav 2) a stavu přerušování občasné kontroly (stav 3) tuto kontrolu použít nelze,
- f) nelze používat přejímací plány, které mají přejímací číslo vyjádřené zlomkem.

Zároveň musí kontrolní úrovně spadat pod obecné kontrolní úrovně. V případě, že není předepsána délka minimálního výrobního období, je délka tohoto období 6 měsíců. Dále musí být přijato 10 nebo více po sobě jdoucích dávek při původní kontrole, nelze uvažovat dávky vrácené a znovu předložené ke kontrole. Zároveň je zapotřebí dosáhnout minimálně 50 bodů během 20 po sobě jdoucích dávek, toto kritérium je rozhodující také pro určení počáteční frekvence kontroly (více v kapitole 5.3 v ČSN ISO 2859-3). Více podrobností ke kvalifikaci dodavatele, produktu, výpočtu bodů a určení frekvence kontrol je uvedeno v ČSN ISO 2859-3 kapitole 5 - Kvalifikace dodavatele a produktu. [4, 8]

Pro zkompletování norem z řady 2859 pro spojitě sériové dávky je zapotřebí ještě zmínit přejímací plány pro kontrolu postupným výběrem. Tyto plány jsou uvedeny v ČSN ISO 2859-5. Jelikož se v dnešní době dosahuje vysokých hladin ve výrobních procesech, uvádí se počet neshodných jednotek v počtu jednotek na milion. Při tak velkém objemu výroby se, v případě použití přejímacích plánů uvedených v ČSN ISO 2859-1, neúnosně zvyšuje i výběr ze základního souboru n . Někdy dokonce nastávají případy, že uživatelé používají přejímací plány s vysokými pravděpodobnostmi nesprávných rozhodnutí nebo dokonce upouštějí od používání přejímacích plánů celkově. Z těchto důvodů je zapotřebí používat statistické postupy, které tento výběr maximálně zmenší a zároveň zůstane zachována bezpečnost. Průměrná úspora při použití těchto plánů je dokonce větší, než při použití přejímacích plánů dvojnásobným či několikerým výběrem. Na druhé straně použití těchto

plánů má i své nevýhody, které je zapotřebí vzít v úvahu. Časová náročnost, která je spojena s přípravou přejímky postupným výběrem (podrobný postup je popsán v [2] v kapitole 6.3.2), trvání zkoušky (v případě dlouhého zkoušení jedné jednotky), variabilita rozsahu kontrol (není předem znám skutečný počet kontrolovaných jednotek → organizační těžkosti - např. obtížný časový rozpis kontrol). O rozhodnutí přijetí/zamítnutí lze také rozhodnout až v pokročilém stupni kontroly (počet neshodných jednotek setrvává v oblasti nerozhodnosti). Aby se zamezilo této situaci, byla přijata opatření, která vedou ke zkrácení rozsahu výběru, tzn., po dosažení hodnoty zkrácení n_t bez určení přijetí/zamítnutí, kontrola se ukončí a rozhodnutí je stanoveno pomocí hodnot zkrácení aplikovaných v přejímacím/zamítacím čísle. Uvažovány jsou také dvě míry kvality (procento neshodných a počet neshod na 100 jednotek. [2, 4, 10]

Podobně jako občasná přejímka je i norma ČSN ISO 14560 zaměřena na dodávky vysoké kvality, avšak tyto přejímací plány jsou jako jediné založeny na míře kvality dávky udávané v neshodných jednotkách na milion jednotek v dávce. Norma je tak určena pro procesy, které zřídka produkují neshodné jednotky. Nejdůležitější přínos této normy je poskytnutí podnětů ke zlepšení kvality (dodavatelům). Rozsahy výběrů se zvětšují/zmenšují podle toho, jaká je kvalita. Čím vyšší kvalita, tím menší rozsahy výběrů. Je zde několik podmínek, které je potřeba respektovat, aby bylo možné normu použít. Výrobní proces musí být ve statisticky zvládnutém stavu, tzn., v jeho průběhu nepůsobí žádné systematické chyby a lze spolehlivě předvídat chování tohoto procesu, a celkový počet jednotek, které jsou kontrolovány, dosahuje nejméně 400 (jednotky kontrolované při přejímce dávek a/nebo při auditu). Přejímací plány uvedené v této normě lze používat do té doby, než počet neshodných jednotek dosáhne počtu 37 606 na milion jednotek. Při volbě nízkých hodnot LQL (úroveň mezní kvality v neshodných jednotkách na milion jednotek) může dojít k velmi vysokému výběru. Naproti tomu při velké volbě hodnoty LQL v ČSN 14560 může být výhodnější použít přejímací plány uvedené v ČSN ISO 2859-1. Normu lze také použít pro odhadnutí úrovně kvality procesu a to i v případě, že data nejsou dostačující nebo nejsou k dispozici. [4, 22]

Z výše napsaných řádků je patrné, že se používání přejímacích plánů doplňuje, případně lze použít jednoho či druhého plánu a záleží jen na dodavateli/odběrateli, jak se dohodnou a jaké jsou podmínky, za kterých má být výběrová přejímací kontrola provedena. ČSN ISO 2859-1 se hodí pro spojitě sérii dávek, které nedosahují tak vysoké kvality nebo je kvalita dávek proměnlivá (avšak není na ně omezena), kde pro vysokou kvalitu dodávek je výhodnější použít občasnou přejímku uvedenou v ČSN ISO 2859-3, a počty jednotek v dávce

nedosahují vysokých hodnot (10^6 a více), kde je vhodnější použít buď ČSN ISO 2859-5 (snížení rozsahu výběru díky postupnému výběru) nebo ČSN ISO 14560 (použití plánů udávaných v neshodných jednotkách na milion jednotek). U ČSN ISO 14560 je zároveň předpoklad, že se jedná o procesy, které neprodukují velkou část neshodných jednotek.

Příklad 1:

Firma Přídržky s.r.o. dodává přídržky do cylindrů v rozsahu 5 000 dávek. Odběratel si není kvalitou dodávek stále jistý, z toho důvodu bylo stanoveno následující:

- $AQL = 1 \%$
- obecná kontrolní úroveň II
- normální kontrola
- přejímka jedním výběrem

Z Tabulky 1 v ČSN ISO 2859-1 na straně 21 se odvodí kódové písmeno L, které platí pro rozsah dávky 5000 a obecnou kontrolní úroveň II. Dále se v Tabulce 2-A (str. 22) uvedené ve stejné normě zjistí, že pro kódové písmeno L odpovídá rozsah výběru $n = 200$, $A_c = 5$ a $R_e = 6$. Při kontrole byly nalezeny pouze 2 neshodné jednotky a dávka byla na základě těchto výsledků přijata.

Pro názornost ještě zmíním stejné zadání, pouze za použití statistické přejímky srovnáváním dvojím výběrem. Kódové písmeno L zůstává stejné (rozsah dávek je stejný) jen se vybírá z jiného rozsahu výběru. Určení přejímacího a zamítacího čísla se provede z Tabulky 3-A (strana 25 ČSN ISO 2859-1). Z této tabulky je patrné, že rozsah výběru n je 125 a A_c je rovno 2. V tomto konkrétním případě se dosáhlo úspory času (i financí) tím, že se vybíralo jen ze 125 jednotek namísto 200 a dávka byla taktéž přijata.

V Tabulce 2 lze vidět záznamy z jednotlivých kontrol a přechody mezi jednotlivými kontrolami tak, jak je stanoveno v ČSN ISO 2859-1. V této tabulce nejsou uvedeny podmínky, za kterých je možný přechod na zmírněnou kontrolu. Tyto podmínky jsou: dosažení 30 bodů, výroba je stabilizovaná a přechod byl schválen zodpovědnou autoritou. V průběhu dodávání dalších dávek došlo k poškození stroje, který přídržky vyrábí. Tato chyba se projevila i v přejímací kontrole. Odběratel byl na tento fakt upozorněn vlivem špatných dodávek a dodavatel musel zajistit nápravu, což se dle Tabulky 2 podařilo. Pokud by k nápravě nedošlo a zároveň by nedošlo k přijetí 5 po sobě jdoucích dávek, byla by výběrová kontrola přerušena do té doby, než by dodavatel zlepšil kvalitu svého výrobního procesu. Po

implementaci zlepšení a nápravy se začíná opět zpřísněnou kontrolou. [6]

Tabulka 2 - Výsledky jednotlivých kontrol pro znázornění přechodových pravidel

Dávka	Rozsah dávky	Kódové písmeno	Neshodné	Přijetí	Kontrola	Postup
1	5000	L	2	Ano	NK	Zahájena NK
2	5500	L	3	Ano	NK	
3	2000	K	0	Ano	NK	
4	6000	L	2	Ano	NK	
5	10900	M	2	Ano	NK	
6	5700	L	1	Ano	NK	Splnění podmínek pro přechod na ZMK
7	6500	L	3	Ano	ZMK	
8	4300	L	5	Ne	ZMK	Přerušeni ZMK
9	2500	K	3	Ano	NK	
10	7500	L	6	Ne	NK	
11	5800	L	4	Ano	NK	
12	6500	L	5	Ano	NK	
13	4500	L	7	Ne	NK	2 z 5 nebo méně dávek nepřijaty, přechod na ZPK
14	3000	K	0	Ano	ZPK	
15	8000	L	2	Ano	ZPK	
16	2500	K	0	Ano	ZPK	
17	2800	K	1	Ano	ZPK	
18	8500	L	3	Ano	ZPK	5 po sobě jdoucích dávek přijato, přechod na NK

Vysvětlivky: NK - Normální kontrola, ZMK - Zmírněná kontrola, ZPK - Zpřísněná kontrola

Příklad 2:

Stejný případ jako v předchozím příkladu avšak s rozdílem, že odběratel je po velmi dlouhou dobu spokojen s kvalitou dodávek a dohodne se s dodavatelem na přechodu na občasnou přejímku. Hodnota AQL byla změněna na hodnotu 0,4 %, bylo domluveno minimální výrobní období v podobě 5 měsíců. Dodavatel splní veškeré podmínky pro kvalifikaci. Dále bylo přijato 20 po sobě jdoucích dávek při normální kontrole za předchozích 10 měsíců. Kontroly byly zaznamenávány a jejich vlastnosti včetně počtu bodů důležitých pro rekvalifikaci jsou uvedeny v Tabulce 3.

Tabulka 3 - Výsledky předchozích 20 kontrol

Dávka	n	A_c	d	Přijetí	Počet bodů pro kvalifikaci
1	200	2	0	Ano	5 (0+5)
2	200	2	1	Ano	8 (5+3)
3	200	2	0	Ano	13 (8+5)
4	125	1	0	Ano	18 (13+5)
5	125	1	1	Ano	19 (18+1)
6	200	2	1	Ano	22 (19+3)
7	200	2	0	Ano	27 (22+5)
8	200	2	1	Ano	30 (27+3)
9	200	2	1	Ano	33 (30+3)
10	125	1	0	Ano	38 (33+5)
11	125	1	1	Ano	39 (38+1)
12	125	1	1	Ano	40 (39+1)
13	200	2	1	Ano	43 (40+3)
14	200	2	1	Ano	46 (43+3)
15	200	2	1	Ano	49 (46+3)
16	200	2	1	Ano	52 (49+3)
17	200	2	0	Ano	57 (52+5)
18	200	2	1	Ano	60 (57+3)
19	125	1	0	Ano	65 (60+5)
20	125	1	0	Ano	70 (65+5)

K překročení hranice 50 bodů došlo již při 16. dávce, produkt tak splňuje kritéria, která jsou uvedena v ČSN ISO 2859-3 (5.2.2 a obecné požadavky v 5.2.1. d)). Jelikož během těchto 10 měsíců byly přijaty všechny dávky, je splněna i podmínka s rozhodným obdobím 5 měsíců. Po schválení zodpovědným orgánem lze tento produkt kvalifikovat. Jelikož bylo 50 bodů dosaženo až při 16. dávce bude použita frekvence kontroly 1 ze 2, jak stanovuje Obrázek 2 v ČSN ISO 2859-3 na stránce 15.

Příklad 3:

Firma ABC dodává keramické kondenzátory. Odběratel se s firmou dohodl na hodnotě AQL = 1,5 %, rozsah dávek je 1 000 jednotek a je stanovena kontrola postupným výběrem za normální kontroly. Použita byla obecná kontrolní úroveň I.

Lze vybírat mezi 2 metodami - numerickou a grafickou:

- 1) numerická - přesná, předchází dohadům o přijetí/zamítnutí [10]
- 2) grafická - znázornění růstu informace o kvalitě dávky, zobrazováno schodovitou křivkou (leží uvnitř oblasti nerozhodnosti do té doby, než dojde k rozhodnutí o přijetí/zamítnutí), nepřesná díky zakreslování [10]

Byla zvolena numerická metoda a z Tabulky 1 na straně 19 v ČSN ISO 2859-5 se zjistí kódové písmeno G a následně se v Tabulce A.1 (určené pro procento neshodných) zjistí parametry a hodnoty zkrácení přejímacího plánu, aby se předešlo případnému nestanovení přijatelnosti (hodnoty by oscilovaly mezi oblastí zamítnutí a přijetí). Veškeré parametry a výsledky kontrol jsou zapisovány do tabulky přijatelnosti.

Hodnoty parametrů jsou:

- $n_0 = 32$
- $n_t = 50$
- $h_A = 0,916$
- $h_R = 0,906$
- $g = 0,0456$
- $A_{ct} = 2$
- $R_{et} = 3$

Hodnoty pro rozhodnutí o přijetí/zamítnutí dávky jsou dány následujícími rovnicemi:

$$\text{Zamítací hodnota } R = (g \times n_{cum}) + h_R \quad 3.2. 1$$

$$\text{Přejímací hodnota } A = (g \times n_{cum}) - h_A \quad 3.2. 2$$

Na následujících tabulkách lze vidět výsledky kontrol a k nim dopočtené přejímací a zamítací čísla, která jsou následně zaokrouhlená tak, jak stanovují pravidla uvedená v ČSN ISO 2859-5.

Tabulka 4 - Výsledky provedené kontroly

n_{cum}	D
6	1
23	2

Tabulka 5 - Hodnoty rozhodující o přijetí/zamítnutí

A_1	-0,6424	-> A_e	0
R_1	1,1796	-> R_e	2
A_2	0,1328	-> A_e	0
R_2	1,9548	-> R_e	2

Z tabulek je patrné, že při druhém kumulativním výběru dosáhla hodnota D stejné hodnoty, jako je velikost zamítacího čísla. Podle rozhodovacích postupů je tato dávka zamítnuta. Jak se bude nyní postupovat, rozhodne odpovědná autorita (vrácení dodávky, přetřídění, atd.).

Pokud by se odběratel rozhodl použít ČSN ISO 2859-1, přejímacího plánu jedním výběrem, vybíral a kontroloval by 32 jednotek a vzhledem k nalezeným 2 neshodným jednotkám by došlo k zamítnutí dávky při větším výběru, i když v tomto případě rozdíl není tak markantní, došlo by k úspoře.

V závislosti na velikosti dávky může nastat situace, kdy nejsou v ČSN ISO 2859-5 uvedeny přejímací plány. V tomto případě je nutné použít přejímací plány několikerým výběrem v ČSN ISO 2859-1. Opět je vidět, že plány na sebe navazují a jejich použití není omezené jen a pouze na jednu normu.

Příklad 4:

Ve firmě Kroužek a.s. jsou vyráběny písní kroužky do pístu. Dodavateli se zdá, že kvalita LQL = 3200 neshodných jednotek na milion poklesla a chce provést kontrolu, případně provést následná opatření ke zlepšení. K dispozici jsou data z předchozích 10 kontrol (přičemž 2 kontroly byly vyloučeny na základě splnění podmínky v 5.6.4 a) v ČSN ISO 14560), viz následující Tabulka 6. Určete přejímací plán a následně rozhodněte, zda byla tato úroveň překročena či nikoliv.

Tabulka 6 - Tabulka kontrol pro odhadnutí procesu

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_i	1	0	0	1	1	2	0	0	1	0
n_i	4000	4200	4300	4000	4100	4300	4000	3900	4000	4000

Z této tabulky lze pak dopočítat následný odhad úrovně procesu p_M :

$$\sum_{i=1}^{10} d_i = 6$$

$$\sum_{i=1}^{10} n_i = 40\,800$$

$$\hat{p}_M = \frac{d_i + 0,7}{n_i + 0,4} = \frac{6 + 0,7}{40\,800 + 0,4} = 164,21 \text{ neshodných jednotek na milion jednotek}$$

Nyní je potřeba zvolit přejímací plán. Z Tabulky 1 v ČSN ISO 14560 na straně 12 se zjistí $n = 1000$ a $A_c = 1$. V kontrolovaném výběru n byly nalezeny 2 neshodné jednotky. Dávka je považována za nepřijatelnou, jelikož došlo k překročení LQL = 3200. Dodavatel následně provede opatření, která povedou ke zlepšení kvality (např. účinnější metody statistické regulace, zlepšení technologie, lepší materiál pro výrobu).

3.2.2 Krátké série, izolované dávky

Pro krátké série dávek nebo izolované dávky lze použít některé z následujících norem:

- ČSN 01 0254
- ČSN ISO 2859-2
- ČSN ISO 8422

První zmíněná norma ČSN 01 0254 nabízí přijímací plány jedním nebo dvojím výběrem. Plány v této normě zaručují, že za pomoci kontroly nebudou přijaty dávky obsahující P_2 % neshodných částí, než v 10 % případů, průměrně (jedná se riziko odběratele). Tyto plány jsou sestaveny pro následující hodnoty P_2 : 0,5 %, 1 %, 2 %, 3 %, 5 %, 7 %, 10 % a 15 % a ke každé z úrovní je uvažováno 6 intervalů hodnot P_5 . Značení P_2 odpovídá v ČSN ISO normách mezní hodnotě LQ. Nejchopitelnějšími přijímacími plány jsou ty plány, které jsou ve skupině pro P_5 shodné se skutečnými průměrným procentem neshodných výrobků v přejímaných souborech. Pokud průměrné procento neshodných není známo, doporučuje se použít přijímací plány s nejvyšší úrovní P_5 . [4, 21]

Pro přejímku těchto dávek lze použít i normu ČSN ISO 2859-1, ale je výrazně doporučeno přihlídnout k průběhům OC, tudíž je lepší použít druhou normu ze seznamu a to ČSN ISO 2859-2. Přijímací plány jsou založené na hodnotě LQ (mezní kvalita), což je rozhodující rozdíl v porovnání se zvláštními postupy pro ochranu, která je založena na mezní jakosti uvedenými v ČSN ISO 2859-1. V této normě jsou zachována podobná pravidla pro přijetí/nepřijetí dávky a třídy velikosti dávek jako je tomu v ČSN ISO 2859-1. Jsou zde popsány 2 postupy (Postup A a B), podle kterých se má při přejímce postupovat. U těchto postupů lze také nalézt propojení s ČSN ISO 28959-1, a to v podobě přijímacích plánů. Postup A se smí použít v případě, kdy dodavatel i odběratel souhlasí, aby dávka byla považována za izolovanou (jedna jediná).

V Tabulce A v ČSN ISO 2859-2 je uvedeno 80 přijímacích plánů, které byly převzaty z ČSN ISO 2859-1. Postup B se používá v případě, kdy je dávka pro výrobce ze spojitě výroby, ale odběratel s ní nakládá jako s dávkou izolovanou. Všechny přijímací uvedené v tabulce B jsou vybrané přijímací plány z ČSN ISO 2859-1 za pomoci posuvné stupnice pro riziko odběratele (obvykle pod hodnotou 10 %), které se vztahují k předepsané nepřijatelné úrovni kvality LQ. Riziko odběratele je prakticky vždy pod hodnotou 13 %. Na rozdíl od ČSN ISO 28259-1 je zde uvažována pouze jedna míra kvality - procento neshodných jednotek. Nastane-li situace, že nelze použít postupů uvedených v této normě, je doporučeno použití zvláštních postupů uvedených v ČSN ISO 2859-1. [2, 7]

V poslední uvedené normě jsou stanoveny systémy přejímacích plánů pro kontrolu postupným výběrem. Jako tomu je u spojitých dávek (ČSN ISO 2859-5), tak i zde platí, že tyto systémy nabízejí nejmenší průměrné rozsahy. U dodávek, které mají velice dobrou kvalitu, lze dosáhnout maximální úspory až 85 % ve srovnání s přejímacími plány jedním výběrem uvedenými v ČSN ISO 2859-1 a 37 % ve srovnání pro plány dvojitým a několikerým výběrem v téže normě. V ČSN ISO 2859-5 bylo možné vybírat ze 2 metod, stejně je tomu i v normě ČSN ISO 8422; také se jedná o grafickou a numerickou metodu. Norma má společné faktory jako ČSN ISO 2859-5, např. nevýhody, které je zapotřebí uvažovat jsou stejné, viz kapitola 3.2.1. Dále také důvody pro vznik normy jsou stejné - vysoká úroveň kvality, velkoobjemová výroba (počet neshodných je uváděn v počtu jednotek na milion) a s tím spojené potřebné snížení průměrného rozsahu výběru. Zároveň jsou tyto přejímací plány vhodné v těch případech, kdy je kontrola jednotlivých nákladek velmi nákladná v porovnání s režijními náklady na kontrolu. Přejímací plány uvedené v této normě jsou navrženy pro splnění zvláštních požadavků (testování hypotéz, prokazování kvality výrobních procesů), tj. v případech, kdy je potřeba dokonale zvládnout jak riziko dodavatele, tak i riziko odběratele. [4, 17]

Pro izolované nebo krátké série dávek je možno použít každou z výše zmíněných norem. ČSN ISO 2859-2 má oproti ostatním dvěma normám uveden dvojí postup v závislosti na typu přejímané dávky z pohledu odběratele/dodavatele a jejich domluvě. Parametr LQ má tu nevýhodu, že nemá vypovídající hodnotu na rozdíl od hodnoty AQL, která určuje dodavateli, jakou stanovit úroveň kvality. Ve skutečnosti jde v případě mezní kvality LQ o stanovení kvality, která již není přípustná. Je zapotřebí, aby i tato mezní kvalita byla reálná a určitým způsobem svázána na kvalitu, která je přijatelná. Z tohoto důvodu se volí hodnota LQ přibližně jako trojnásobek hodnoty AQL, což platí i pro plány uvedené v ČSN 01 0254. V případě ČSN ISO 8422 je možné dojít k úspoře času, a tím pádem i financí díky použití kontroly postupným výběrem. Avšak je zapotřebí zvážit, zda není rychlejší použít plány v ČSN ISO 2859-2 (z pohledu přípravy přejímky) anebo zda nemůže nastat situace, kdy by docházelo k oscilaci mezi přejímací/zamítací mezí. [29]

Příklad 5:

Odběratel si objednal dodávku o rozsahu 750 LED žárovek z firmy Svítíme a.s. pro svou lukrativní zakázku osvětlení. Pro odběratele se jedná o nového dodavatele a předpokládá, že více dodávek potřebovat nebude, z toho důvodu se počítá tato dávka jako izolovaná. Dodávku potřebuje co nejdříve a v požadované kvalitě $P_2 = 2\%$, ale nerad by riskoval, že by dodávka jedním výběrem nebyla přijata a zvolí proto přejímku dvojitým výběrem i za cenu vyšších nákladů na kontrolu, pokud by nedošlo k přijetí již v prvním výběru (c_1 je rovno nule). Skutečné procento neshodných není známo a musí se použít plánů s nejvyšší hodnotou P_S . Pro izolované dávky se používají přejímací plány uvedené v ČSN 01 0254 v tabulkách IV 1-53.

Je potřeba určit přejímací plán, tzn. rozsahy výběru, přejímací čísla a zamítací číslo. Z Tabulky IV/14 se určí následující přejímací plán:

$$(n_1 = 130; c_1 = 0; z_1 = c_2 + 1 = 2; n_2 = 75; c_2 = 1)$$

Při prvním výběru byla nalezena 1 neshodná jednotka, tzn., musí se pokračovat druhým výběrem. Ze 75 jednotek ve druhém výběru nebyla nalezena žádná neshodná jednotka a došlo k přijetí dávky.

Příklad 6:

Odběratel potřebuje 10 000 RJ-45 konektorů pro propojení serverů a operátorských stanic v elektrárně. Dodavatelem se domluví na použití postupu A, tzn., že obě strany považují dávku za izolovanou. Lze tolerovat LQ o hodnotě 3,15 %, což odpovídá zhruba hodnotě AQL o 1 %. Při kontrole byly nalezeny 2 neshodné jednotky.

Pro určení přejímacího plánu se použije Tabulka A v ČSN ISO 2859-2. Z rozsahu dávky a hodnotě LQ se určí přejímací plán: $n = 200$ a $A_c = 3$. Vzhledem k faktu, že byly nalezeny pouze 2 neshodné jednotky, lze dávku přijmout.

V případě použití postupu B příklad dosáhne stejných výsledků, viz je rozdílný průběh postupu. Z pohledu dodavatele se jedná o dávku ze spojitě série dávek, ale odběratel požaduje, aby dávka byla brána jako dávka izolovaná, dodavatel souhlasí a zároveň byla stanovena kontrolní úroveň II.

Pro určení přejímacího plánu je nyní zapotřebí použít tabulek B v ČSN ISO 2859-2, konkrétně tabulku B5. Z této tabulky lze vidět, že přejímací je stejný, jako v případě postupu A. A tento plán také odpovídá přejímacímu plánu uvedenému v ČSN ISO 2859-1 pro normální kontrolu s hodnotou AQL rovnou 0,65.

Příklad 7:

Podnikatel potřebuje k ozvučení obchodního centra 5000 reproduktorů. Hlídá se několik vlastností, které jsou přípustné - 2 vstupní konektory, protržení zvukové membrány a 4 vyvrtané díry pro uchycení, vše ostatní je označováno za neshodu, např. 1 vstupní konektor, vyvrtané pouze 3 díry, atd. Na základě vedoucího pracovníka elektroinstalatérů, kterému se hromadily stížnosti, byl podnikatelem podán podnět k ověření kvality dávky. Byly domluveny následující podmínky, za kterých byla prováděna kontrola postupným výběrem, aby došlo k minimalizování nákladů na kontrolu. Hodnota Q_{PR} byla stanovena na 1 % a hodnota Q_{CR} na 5 %. Vzhledem k tomu, že se jedná o počet neshod, použije se Tabulka 2 na straně 24 v ČSN ISO 8422 ke zjištění parametrů potřebných pro rozhodnutí o přijetí/zamítnutí dávky.

Hodnoty parametrů:

- $n_t = 197$
- $h_A = 1,417$
- $h_R = 1,680$
- $g = 0,0249$
- $A_{ct} = 4$
- $R_{et} = 5$

V tabulkách lze opět vidět výsledky kontroly a dopočítávané hodnoty parametrů R a A , které rozhodují o přijetí/zamítnutí. Výpočet pro hodnoty A a R jsou uvedeny v následujících rovnicích:

$$\text{Zamítací hodnota } R = (g \times n_{cum}) + h_R \quad 3.2.3$$

$$\text{Přejímací hodnota } A = (g \times n_{cum}) - h_A \quad 3.2.4$$

Tabulka 7 - Výsledky kontroly

n_{cum}	D	d
1	0	0
-	-	-
15	0	0
-	-	-
29	0	0

Při kontrole 29 jednotek nebyla nalezena žádná neshoda, což je znázorněno Tabulkou 7 a v tomto případě je kumulativní rozsah dostatečný, aby došlo k rozhodnutí.

Tabulka 8 - Hodnoty rozhodující o přijetí/zamítnutí

A_1	-1,3921	-> A_c	-1
R_1	1,7049	-> R_e	2
A_2	-1,0435	-> A_c	-1
R_2	2,0535	-> R_e	3
A_3	-0,6949	-> A_c	0
R_3	2,4021	-> R_e	3

V Tabulce 8 jsou přejímací čísla záporná pro první dvě hodnoty kumulativních výběrů. Tato situace značí fakt, že kumulativní rozsah výběru není dostatečně velký, aby mohlo dojít k rozhodnutí o přijetí dávky. Kumulativní výsledek kontroly pro $n_{cum} = 50$ je roven nule, což je rovno přejímací hodnotě A_3 ve výše uvedené tabulce a může dojít k přijetí dávky. Pokud by byla objevena neshoda, jednotky by se předkládaly ke kontrole i nadále, dokud by nedošlo k rozhodnutí, zda dávku přijmout/zamítnout.

Postup je velmi podobný postupu uvedenému v ČSN ISO 2859-5, viz s tím rozdílem, že zde se přejímací plán určuje pomocí hodnot Q_{PR} a Q_{CR} na rozdíl od určování přejímacího plánu pomocí rozsahu dávky, AQL a úrovně kontroly.

3.2.3 Plynulá výroba

Pro plynulou výrobu lze vycházet ze dvou systémů. V obou normách se začíná stoprocentní kontrolou výrobků, které se kontroly tak, jak byly za sebou vyrobeny. Každý systém je uveden v jiné normě a vycházíme proto z následujících norem:

- ČSN 01 0254
- ČSN 01 0257

V ČSN 01 0254 jsou uvedené statistické přejímací plány jedním výběrem pro kontrolu srovnáváním vyjádřené nejhorší průměrnou kvalitou AOQL (v normě značeno jako P_L), tyto plány jsou určeny pro kontrolu kvality procesu plynulé výroby. Platí zde posloupnost, že vlastní kontrola výrobků na páse začíná stoprocentní kontrolou, která probíhá do té doby, než je přijat určitý počet a po sobě jdoucích shodných jednotek. Tento počet se odvíjí od zvolené hladiny AOQL. Pokud je splněna podmínka nalezení a shodných výrobků, přechází se na výběrovou přejímací kontrolu. Při této kontrole se kontroluje pouze určité procento výrobků, které došly ke kontrolnímu stanovišti. V případě, že se při této kontrole zjistí neshodný výrobek, přechází výběrová kontrola opět na stoprocentní. Jsou zde uvedeny přejímací plány jedním a dvojím výběrem. [4, 21]

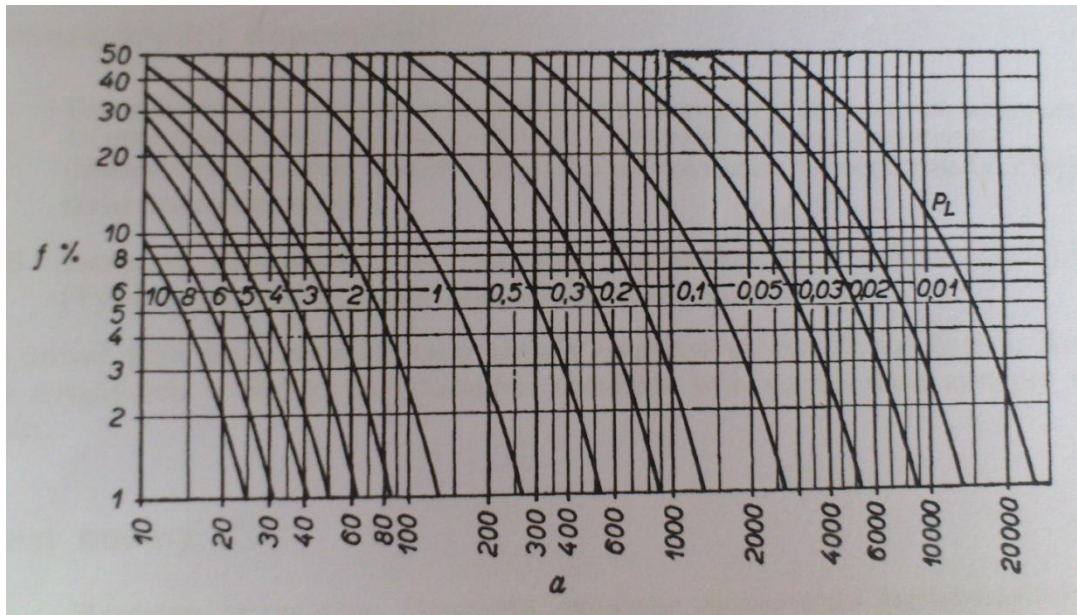
Plány pro plynulou výrobu uvedené v ČSN 01 0257 jsou sestaveny pro hodnoty AQL. Princip je podobný jako v ČSN 01 0254. Při stoprocentní kontrole musí dojít k přijetí určitého počtu i shodných jednotek a poté lze přejít na výběrovou kontrolu. Avšak rozdíl spočívá v případě, že při výběrové kontrole narazíme na neshodný výrobek. Objasnění je znázorněno na Příkladu č. 9. Je zde také definováno několik kritérií, která musejí být splněna, aby se dalo postupovat podle těchto přejímacích plánů. [4, 23]

Příklad 8:

Ve firmě Hlavička s.r.o. se hlavičkují cylindry plynulou výrobou. Je stanovena hodnota AOQL = 1 %. Rozsah cylindrů k hlavičkování tvoří dávku 800 jednotek. Byla zjištěna neshoda u 151. výrobku, bude se pokračovat ve stoprocentní kontrole nebo lze přejít na výběrovou kontrolu?

Přejímací plán se stanovuje z Obr. 8. Pro zvolenou hodnotu AOQL lze vyzorovat, že stoprocentní kontrolou je potřeba přijmout maximálně 270 (přibližně) výrobků za sebou, aby se mohlo přejít na výběrovou kontrolu. Bylo přijato 150 shodných výrobků a lze přejít na výběrovou přejímací kontrolu. Při této výběrové kontrole se následně kontroluje 6 % výrobků, které došly ke kontrolnímu stanovišti. V případě, že by se při výběrové kontrole

narazilo na neshodný výrobek, přejde se opět na 100% kontrolu. Přejod na výběrovou kontrolu lze provést opět po splnění předchozího přijetí a shodných výrobků. Na výběrovou kontrolu lze přistoupit i při přijetí např. 40 shodných výrobků, ale dochází k většímu počtu vybíraných výrobků určených k výběrové kontrole, jak vyplývá z Obr. 8.



Obrázek 8 - Nomogram pro určení přejímacích plánů pro plynulou výrobu [převzato z 21]

Příklad 9:

Firma Auto a. s. vyrábí díly do automobilů. Na jedné z linek se montují lagery klíčů, kde je zapotřebí hlídat, zda je kuliček umístěn ve středu. Za 1 směnu se zvládne udělat 600 lagerů. Použití těchto výrobků v dalším procesu výroby vyžaduje, aby hodnota AQL nebyla horší než 1 % pro celou skupinu těchto výrobků. Kontrolní úroveň stanovena není, použije se proto kontrolní úroveň II. Z Tabulky 1 v ČSN 01 0257 se zjistí kódové písmeno F (určeno 600 výrobky a kontrolní úrovní II)). Z totožné tabulky se dále také zjistí počet jednotek (110), které musejí být shodné, aby se mohlo přejít na výběrovou kontrolu (určuje právě kódové písmeno). Pokud tedy dojde k přijetí prvních 110 výrobků, lze přejít na výběrovou kontrolu.

Podmínky pro přechod byly splněny a lze přejít na výběrovou kontrolu. Z té samé tabulky se zjistí f , což je podíl výrobků, které je nutné prověřit při výběrové kontrole. Podíl má hodnotu $f = 1/10$, což znamená, že se v každých následujících deseti vyrobených výrobcích kontroluje 1 náhodně vybraný výrobek. Nyní mohou nastat 2 situace:

- a) nalezne se neshodný výrobek, ale v další části kontroly i kontrolovaných výrobků se žádný neobjeví

b) nalezne se neshodný výrobek, ale v další části kontroly i kontrolovaných výrobků se objeví další neshodný

ad a) Byl nalezen neshodný výrobek a při kontrolování následujících i (110) výrobků se nezjistil žádný další. Výběrová kontrola může pokračovat dál. Pokud by se narazilo v následujícím průběhu kontroly na další neshodný výrobek, postupuje se stejným způsobem jako výše.

ad b) Byl nalezen neshodný výrobek. Při kontrole i (110) výrobků se však vyskytl další neshodný. V tomto případě dochází k okamžitému přerušení a dále se provádí stoprocentní kontrola.

Na tomto příkladu lze vidět také podobnost s ČSN ISO 2859-1. Přejímací plán se určuje z počtu N (počet výrobků vyrobených v jednom cyklu - většinou se jedná o jednu směnu či jeden den) a kontrolní úrovni, které pak určí samotný přejímací plán pomocí kódového písmena.

Zároveň je vidět, že si obě normy snaží zachovat velice podobný postup. Rozdíl je v tom, pro jakou míru kvality byly plány sestrojeny, kdy v jednom případě je používáno AOQL (ČSN 01 0254) a ve druhém AQL (ČSN 01 0257). Rozdílný je také postup v případě nalezení neshodné jednotky. Zatímco u ČSN 01 0254 se při nalezení neshodné jednotky (při výběrové kontrole) přechází rovnou na stoprocentní kontrolu, u ČSN 01 0257 se počítají shodné jednotky po zjištění neshodné jednotky, a pokud se objeví neshodná jednotka, přechází se ke stoprocentní kontrole až nyní. Proces dostane ještě "šanci se polepšit".

3.2.4 Prověrky, dozorové účely a audity

V této podkapitole jsou uvedeny dvě normy, které se zabývají výběrovými plány pro audity, prověrky a činnost dozorových orgánů.

- ČSN ISO 2859-4
- ČSN ISO 18414

Podstatný rozdíl mezi ČSN ISO 2859-4 a ČSN ISO 2859-1;-2;-3 je ten, že výběrové plány v ČSN ISO 2859-4 nejsou použitelné k posuzování dávek (typické pro přejímku dávek). Rozdíl je i v terminologii - v ČSN ISO 28959-4 se používá "výběrový plán" namísto "přejímací plán" a to z důvodu odlišení. ČSN ISO 2859-4 stanovuje výběrové plány a postupy pro posouzení, zda reálná úroveň kvality určité entity (proces, dávka) odpovídá deklarované hodnotě. Právě toto je důvod, díky kterému je zapotřebí použít jiného modelu než modelu při přejímce dávek. Postupy jsou navrženy tak, aby při reálné úrovni kvality rovné deklarované (nebo lepší) bylo riziko popření menší než 5 %. Tato norma pracuje s pojmy DQL a LQR. Preferované hodnoty DQL (deklarovaná úroveň kvality) v ČSN ISO 2859-4 zároveň korespondují s hodnotami AQL u přejímacích plánů uvedených v ČSN ISO 2859-1. LQR je mezní poměr kvalit (poměr mezi reálnou a deklarovanou úrovní kvality). Tato hodnota by měla být označena největší možnou hodnotou, která je považována za přijatelnou. [4, 9]

Druhá uvedená norma ČSN ISO 18414 stanovuje systém výběrových schémat jedním výběrem při kontrole srovnáváním s přejímacím číslem nula. Schémata navržená v této normě závisí na vhodně zvolené úrovni nejhorší průměrné kvality AOQL (hodnotu volí uživatel). Schémata jsou zamýšlena tak, aby došlo k ovlivnění dodavatele za pomoci tlaku (ekonomického a psychologického), který byl vyvolán nepřijetím dávky a ztrátou kreditu. Mají za úkol pokusit se zachovat proces bez neshod, přičemž ověřování kvality se zajišťuje, s co nejmenšími dosažitelnými výběry, tak, aby procento dodaných neshodných jednotek odběrateli dlouhodobě nepřesáhlo hodnotu AOQL. Základem těchto schémat je princip kreditu. Norma je vhodná pro dozorové účely v obchodní síti pro jednoduchost, kterou nabízí a bezprostřední zainteresovanost obou stran na udržení trvale dobré kvality s co nejmenšími rozsahy výběru. Norma je zajímavá tím, že neuvádí žádné přejímací plány, ale rozsahy výběru se dopočítávají z rovnice 3.1.5. [4, 20]

Příklad 10:

Ve firmě zabývající se automobilovým průmyslem se při interním auditu zjistilo, že v montážním deníku bývá nesprávně uveden postup k montáži. Celkově bylo zjištěno, že se tento chybně uvedený postup projeví na výsledné kvalitě výrobků v podobě 10 % chybně smontovaných dílů za jednu směnu. Firma se proto rozhodla, že své pracovníky proškolí, aby riziko nesprávného smontování snížila na možné minimum. Toto školení mělo snížit riziko na 4 %. Při následném auditu se mělo vyhodnotit, zda došlo ke zlepšení.

K vyhodnocení proškolení bylo použito ČSN ISO 2859-4 a plánů LQR na úrovni III. Hodnota DQL byla stanovena na 0,65 %, aby reálná úroveň kvality byla maximálně 4 %. Z Tabulky 4 v ČSN ISO 2859-4 na straně 10 je pro tyto hodnoty určen následující přejímací plán: $n = 200$ a $L = 3$.

Po provedení školení se vybere 200 jednotek (po skončení směny) a maximálně 3 mohou být chybně smontované. Avšak ani toto nedává záruku zlepšení, jelikož je zde riziko ve výši 10 %, že hodnota DQL nebude popřena (plány v této normě jsou pro toto riziko zkonstruovány), ačkoliv není správná. Na druhé straně existuje také 4,3% riziko, že hodnota DQL bude popřena, ačkoliv je správná.

Příklad 11:

Dodavatel bílého zboží (lednice, pračky, myčky) dodává své výrobky do obchodní sítě. Každý výrobek musí být viditelně označen prvkem CE (prohlášení o shodě), jinak se jedná o neshodnou jednotku. Dávky se dodávají v průměru kolem 100 jednotek. První dávka předložená ke kontrole obsahuje 98 jednotek. Hodnota AOQL byla stanovena 0,2 %. Kredit K je nastaven na nulu.

Hodnota rozsahu výběru se spočítá z následující rovnice:

$$n = \frac{N}{(K + N) \cdot a + 1} \quad 3.2. 5$$

Po dosazení hodnot:

$$n = \frac{98}{(0 + 98) \cdot 0,015 + 1} = 39,676$$

Po zaokrouhlení je n rovno 40 (zaokrouhluje se na nejbližší vyšší celé číslo). Z dávky se vybere 40 jednotek a zkontrolují se. Nebyla nalezena žádná neshodná jednotka, dávka se přijímá. Hodnota kreditu K narostla o hodnotu 98.

Byla dodána další dávka, tentokrát o počtu 113 jednotek. Z rovnice 3.2.5 se opět určí hodnota rozsahu výběru. Nyní je hodnota n po dosažení následující:

$$n = \frac{113}{(98 + 113) \cdot 0,015 + 1} = 27,131$$

Po zaokrouhlení na vyšší celé číslo je n rovno 28. Z dodávky se vybere 28 jednotek, které se zkontrolují. V případě, že není nalezena žádná neshoda, je kredit K navýšen o hodnotu 113.

Z tohoto postupu je patrné, že v případě předkládání kvalitních dávek může hodnota kreditu K dosáhnout vysokých hodnot a rozsahy výběrů by po delším časovém intervalu nebo vyšším počtu přijatých dávek byly velmi nízké. Někdy se proto volí horní mezní hodnota kreditu tzv. K_{MAX} . Tato hodnota se volí tak, aby byla použitelná pro x měsíců a y sérií od jednoho dodavatele. Rovnice 3.2.5 má pak následující tvar: [20]

$$n = \frac{N}{[\min(K, K_{MAX}) + N] \cdot a + 1} \quad 3.2.6$$

V případě, že by došlo k nalezení 1 neshodné jednotky, automaticky dochází k nepřijetí celé dodávky. A nyní mohou nastat dva případy. Pokud byl kredit roven nule, provede se 100% kontrola a přijmou se všechny shodné jednotky. Pokud kredit roven nule nebyl, může se: [20]

- a) dávka zlikvidovat,
- b) vrátit dodavateli,
- c) přijmout přijaté jednotky při kontrole a zbytek dávky vrátit dodavateli.

3.2.5 Mezioperační kontrola

Pro mezioperační kontrolu lze použít přijímací plány uvedené v následující normě:

- ČSN 01 0254

V normě ČSN 01 0254 je stanoven systém přijímacích plánů jedním a dvojitým výběrem. Je založen na hodnotě AOQL (nejhorší průměrná výstupní kvalita) a smí se použít pouze pro aplikaci ve vnitropodnikovém styku. Nejohospodárnějšími přijímacími plány jsou ty plány, které jsou ve skupině pro P_S shodné se skutečnými průměrným procentem neshodných výrobků v přijímaných souborech. Pokud průměrné procento neshodných není známo, doporučuje se použít přijímací plány s nejvyšší úrovní P_S . [4, 21]

Příklad 12:

Ve firmě zabývající se výrobou automobilových dílů byla požadována hodnota AOQL=0,5 % (značení v normě P_L) pro cylindry, které dále pokračují ve výrobě. Z praxe byla následně zjištěna hodnota $P_S = 0,25$ %. Byla požadována kontrola dvojitým výběrem, rozsah dávky je 350.

Postup je opět podobný jako v případě určování přijímacího plánu v ČSN ISO 2859-1, tzn. pro rozsah dávky, pro příslušnou hodnotu AOQL (P_L) a P_S se nalezne rozsah výběru, přijímací a zamítací číslo v tabulkách V (1-51). Zamítací číslo z_I se v tomto případě dopočítává z druhého přijímacího čísla c_2 takto: $z_I = c_2 + 1$.

Pro uvedené hodnoty se přijímací plán nalezne v tabulce V/16 v ČSN 01 0254. První výběr n_1 požaduje vybrat 85 jednotek, ve kterých nesmí být žádné neshodné jednotky, aby dávka byla přijata. Z výše uvedeného vzorce platí, že $z_I = 2$. Pokud by byla nalezena jedna neshodná jednotka, pokračuje se dál ve výběru $n_2 (= 50)$. Pokud by v druhém výběru byly nalezeny 2 neshodné jednotky, dávka se nepřijme, jelikož hodnota přijímacího čísla c_2 je rovna 1. Přijímací plán pro tento konkrétní případ je následující:

$$(n_1 = 85, c_1 = 0, z_I = 2, n_2 = 50, c_2 = 1)$$

3.2.6 Zvláštní typy

V této podkapitole jsou popsány zvláštní typy statistických přejímek, které mají specifické znaky.

- ČSN ISO 13448-1
- ČSN ISO 13448-2
- ČSN ISO 21247
- ČSN ISO 28801

Normy řady 13448 uvádějí novou metodologii statistických přejímek, které podporují management kvality. Prozatím jsou složeny ze dvou částí (13448-1 a 13448-2), ale připravuje se i část třetí, která bude zaměřena na kontrolu měření. V těchto normách řady 13448 se nepracuje s hodnotami AQL, ale zavádí se zde nový termín - normativní mezní kvalita NQL. Jedná se o mezní hodnotu úrovně kvality dávky specifikovanou pro účely přejímky jako zaručené úrovně kvality. Tato úroveň kvality je chápána jako úroveň kvality dávky, která je zaručena částečně přejímacími plány a částečně pomocí důkazů, které napomáhají dodavateli splnit předepsané požadavky. Při určitých okolnostech mají tyto normy výrazné přednosti. Novinkou je schopnost využít jakékoliv informace (subjektivní i objektivní) při určování vhodného přejímacího plánu. Tyto informace mohou být např. výsledky kontrol předchozích, certifikace řízení kvality v souladu s ISO 9001 nebo data o řízení kvality. Velkou výhodou je možnost kontroly (výrobce, odběratelem či třetí stranou) téže dávky pomocí vlastních možností a vlastních zdrojů, na rozdíl od minulosti, kdy platilo, že obě strany mají používat podobné kontrolní plány a schémata. Tento postup napomáhá předcházet rozdílným výsledkům. Opět jsou uvažovány dvě míry kvality - procento neshodných jednotek a počet neshod na 100 jednotek. [4, 25]

V ČSN ISO 13448-1 je popsán systém, který představuje směrnici definující zásady pro statistickou přejímku v situacích, kdy je smluvně nebo legislativně dovoleno, aby kontrola po sobě jdoucích dávek byla provedena různými stranami (výrobce, odběratel či třetí strana). Směrnice je použitelná pro kontrolu prováděnou dodavatelem (konečná kontrola, certifikace na základě podnětu dodavatele), odběratelem (vstupní kontrola, dozor, statistická přejímka) a třetí stranou (certifikace produktu, kontrola a dohled, jak jsou dodržovány normy nebo kontrola kvality, když byla podána žádost dodavatelem a/nebo odběratelem). Systémy těchto norem mohou být přínosné, pokud se kontrola provádí nejprve dodavatelem (výstupní kontrola) a poté odběratelem pro stejnou dávku (vstupní kontrola), popřípadě třetí stranou. Dále pokud výrobce a odběratel mají vztah po dlouhou dobu a obě strany mají zájem snižovat

náklady na kontrolu. [4, 25]

V ČSN ISO 13448-2 je uveden systém přejímacích plánů APP (princip rozvržení priorit), které jsou navrženy pro kontrolu dávek jedním výběrem přejímkou srovnáváním. Veškeré objektivní i subjektivní informace mohou být brány na zřetel a to z toho důvodu, že mohou příznivě, ale i nepříznivě ovlivnit rozsahy výběrů. Lze tuto normu také použít v případě, že jsou na tutéž dávku aplikovány výběrové kontroly jdoucí za sebou různými stranami. [4, 26]

Norma ČSN ISO 21247 poskytuje podporu těm, kteří dávají přednost zavedení účinné strategie, která je založena na prevenci úplného systému řízení kvality, neustálého zlepšování a blízké spolupráce mezi dodavatelem a odběratelem, namísto strategie kontroly, která je založená na hodnotě AQL. Jejím cílem je vytvořit atmosféru, která povede ke zlepšování a k nápravě namísto toho, aby docházelo k dodatečným úpravám hodnot AQL. Základem pro tuto normu jsou 3 přístupy:

- 1) od dodavatelů je vyžadováno, aby překládali dodávky, u kterých jsou splněny požadavky a mají vytvářet a udržovat důkazy o shodě,
- 2) dodavatelé nesou zodpovědnost za své inovace a zlepšování regulace výroby a procesu dosažení lepších výsledků (v souladu s požadavky),
- 3) od dodavatelů je předpokládáno, že použijí osvědčených preventivních metod (např. statistická regulace procesu).

Norma si dává za úkol, aby docházelo k přijímání výrobku díky postupům řízení. Výběrové systémy a postupy nejsou použitelné u destruktivních zkoušek nebo v případech, kde není možné nebo není žádoucí třídění. Výběrové přejímací plány jsou indexované pomocí úrovní ověřování (VL) a kódovými písmeny (CL). [4, 27]

Norma ČSN ISO 28801 je nejnovější norma a stanovuje přejímací plány dvojitým výběrem při kontrole srovnáváním. Plány dvojitým výběrem pro kontrolu srovnáváním lze nalézt také v ČSN ISO 2859-1, avšak tyto plány jsou indexovány hodnotou AQL (navrženy pro spojitě série dávek), oproti plánům uvedeným v ČSN ISO 28801, které jsou indexovány hodnotami PRQ (kvalita, která odpovídá riziku dodavatele) a CRQ (kvalita, která odpovídá riziku odběratele). Tento systém přejímacích plánů je určen pro případy, kdy je potřeba rychle a hospodárně rozhodnout o dávce. Pokud nedojde u obou výběrů k přesahu 10 % z rozsahu dávky, lze tento systém aplikovat i pro přejímku izolovaných dávek nebo dávek, které tvoří krátkou sérii a zároveň jsou požadovány hospodárnější rozsahy výběry, než je tomu v ČSN ISO 2859-2. To samé platí i pro případy ČSN ISO 2859-1 (spojitě série dávek) a ČSN ISO řady 13448 (systém založený na rozvržení priorit). Nominálními riziky dodavatele a

odběratele jsou (5 %; 5 %), (5 %; 10 %) nebo (10 %; 10 %). Hlavním úkolem normy ČSN ISO 28801 je rozhodnout o přijetí/zamítnutí dávky rychle a hospodárně, převážně v případech, kdy kvalita dávek dosahuje velmi dobré nebo velmi špatné úrovně. Přejímací plány jsou opět vypracovány pro dvě míry kvality - procento neshodných jednotek a počet neshod na 100 jednotek. [4, 28]

Z těchto typů statistických přejímek lze vypožorovat, kterým směrem se ubírá statistická přejímací kontrola metodou srovnávání. Je zde snaha více se zaměřit na předcházení vzniku rizik v podobě neshody/neshodné jednotky, je kladen důraz na vysokou kvalitu (díky nízkým přejímacím číslům) a zároveň je zde nastíněn fakt, že ke zlepšení kvality lze použít jakýchkoliv metod a postupů. Velkou výhodou je možnost kontroly (výrobcem, odběratelem či třetí stranou) téže dávky pomocí vlastních možností a vlastních zdrojů, na rozdíl od minulosti, kdy platilo, že obě strany mají používat podobné kontrolní plány a schémata. Tento postup napomáhá předcházet rozdílným výsledkům. Zároveň je zde vidět i snaha dodavatelů svou kvalitu zlepšovat všemi možnými dostupnými prostředky a zvyšovat tak pravděpodobnost přijetí dodávek i v situacích, kdy jsou přejímací čísla velmi nízká. Přechodová pravidla definovaná v ČSN ISO 21247 jsou téměř stejná jako přechodová pravidla v řadách norem ČSN ISO 2859 a 3951.

Příklad 13:

Firma Nikon od svého dodavatele odebírá čočky do objektivů. Ve své podstatě není možné, aby byly do objektivů montovány čočky, které jsou neshodné. Tyto čočky prochází výstupní kontrolou u dodavatele a následně vstupní kontrolou firmy Nikon. Na stejnou dávku o rozsahu 600 jednotek byla provedena kontrola jak dodavatelem (riziko odběratele), tak odběratelem (riziko dodavatele). Byla dohodnuta hodnota 0,4 %. Přípustné přejímací plány vyhovují omezením typu I. Obě firmy spolupracují dlouhou dobu, domluvily se, že pro kontrolu prováděnou dodavatelem bude dostačující úroveň důvěry T6. Pro kontrolu prováděnou odběratelem nebyla stanovena standardní hodnota rizika, použije se proto hodnota 0,05, jak stanoví kapitola 10.5.1.2 v ČSN ISO 13448-1 na straně 15.

Pro kontrolu prováděnou dodavatelem určuje Tabulka A.19 v ČSN ISO 13448-2 na straně 29 následující přejímací plán: $n = 26$, $A_c = 0$.

Pro kontrolu prováděnou odběratelem (firma Nikon) určuje Tabulka A.31 v ČSN ISO 13448-2 na straně 40 tento přejímací plán: $n =$ jakýkoliv rozsahu výběru (dle dodatku b), $R_e = 3$. Z kapitoly 11 (str. 15 v ČSN ISO 13448-2) vyplývá, že se kontrola požadovat nemusí a může být zrušena (v závislosti na jiných informacích o dodavateli).

Příklad 14:

Firma dodává zabalené tyto součásti v jednom balíku: vystřelovací klíč, zapalování, boční zámek. Vše musí mít své místo, jelikož se s obsahem balíku dále manipuluje, je nezbytně nutné, aby jednotlivé položky byly umístěny na správném místě. Dávky jsou tvořeny průměrně 1200 jednotkami. Je stanovena úroveň ověřování VL-5, z Tabulky 1 na straně 16 v ČSN ISO 21247 se stanoví kódové písmeno (CL) A. Na následující stránce, tj. 17, se z Tabulky 2 stanoví rozsah výběru dle kódového písmene a úrovně ověřování. Pro tento případ je rozsah výběru n roven 200 jednotkám. V těchto 200 jednotkách nebyla nalezena žádná neshodná a dávka se může přijmout.

Pro názornost přechodových pravidel je uvedena Tabulka 9, která znázorňuje výsledky několika po sobě jdoucích dávek a zároveň slouží k nastínění principu přechodů mezi jednotlivými kontrolami.

Tabulka 9 - Výsledky jednotlivých kontrol pro znázornění přechodových pravidel

Dávka	Rozsah dávk	Kódové písmeno	Neshodné	Přijetí	Kontrola	Postup
1	1200	A	0	Ano	NK	Zahájení NK
2	1000	A	1	Ne	NK	
3	800	A	0	Ano	NK	
4	1600	A	1	Ne	NK	2 z 5 nebo méně dávek nepřijaty, přechod na ZPK
5	1800	B	0	Ano	ZPK	
6	1300	A	0	Ano	ZPK	
7	900	A	0	Ano	ZPK	
8	1100	A	0	Ano	ZPK	
9	1900	B	0	Ano	ZPK	5 po sobě jdoucích dávek přijato, přechod na NK
10	1500	A	0	Ano	NK	
...	1200	A	0	Ano	NK	
23	1100	A	0	Ano	NK	Všechny dávky 11 - 23 přijaty, přechod na ZMK
24	1000	A	0	Ano	ZMK	
25	1300	A	0	Ano	ZMK	
26	1100	A	1	Ne	ZMK	Dávka nepřijata, přechod na NK

Vysvětlivky: NK - normální kontrola, ZMK - zmírněná kontrola, ZPK - zpřísněná kontrola

Je vidět, že přechodová pravidla jsou téměř stejná jako v případě řady ČSN ISO 2859. Je zde rozdíl v přechodu na zmírněnou kontrolu, kdy při použití ČSN ISO 21247 je potřeba přijetí 10 dávek, zatímco v ČSN ISO 28959-1 je potřeba dosáhnout 30 bodů. Podrobnější informace lze nalézt v ČSN ISO 21247 v kapitole 5.1.1.6. Zároveň je tabulka přijímacích plánů použitelná pro všechny 3 typy kontrol (zmírněnou, normální i zpřísněnou). Začne se například při normální kontrole s úrovní ověřování VL-4, hodnoty pro zpřísněnou kontrolu se nacházejí ve sloupci nalevo, tj. VL-5 a hodnoty pro zmírněnou kontrolu se nacházejí vpravo, tj. sloupec VL-3. Pro krajní hodnoty (VL-7, VL-1) jsou přiloženy sloupce T (zpřísněná kontrola pro VL-7) a R (zmírněná kontrola pro VL-1). V případě, že by rozsah výběru byl větší nebo roven dávce, musí se použít 100% kontrola. Pokud by došlo u zpřísněné kontroly k přerušení výběrové kontroly, musí dodavatel zajistit nápravná opatření a poté se začíná výběrová kontrola opět zpřísněnou kontrolou. [6, 27]

Příklad 15:

Podnikatel má zájem pro své podnikání nakoupit 5000 nulovacích můstků od velkododavatele, který je certifikovaný a zároveň byly dodavatelem doloženy doklady o řízení kvality, čímž prokazuje, že jeho kvalita je na vysoké úrovni. Dodavatel se zaručuje, že v každých 2000 výrobcích je maximálně jeden neshodný. Oba subjekty se domluvily na stejném riziku 5 %. Hodnoty PRQ a CRQ byly stanoveny ve výši 0,16 % pro PRQ a 2,5 % pro CRQ a byl použit výběrový plán dvojitým výběrem.

Z Tabulky 1 v normě ČSN ISO 28801 na stránce 13 se stanoví přijímací plán. První výběr požaduje 133 jednotek a v případě, že nedojde k přijetí/zamítnutí dávky, požaduje druhý výběr 80 jednotek.

V prvním výběru nebyla nalezena žádná neshodná jednotka a dávka, na základě tohoto výběru, byla přijata.

3.3 Komparace statistických přejímek měřením

Statistických přejímek měřením není takový rozsah, ale stále najdou své uplatnění v různých typech výroby. V této kapitole je sepsána komparace těchto přejímek mezi sebou, přičemž použití je obdobné jako v případě statistických přejímek srovnáváním. Stejně, jako v případě statistických Stejně, jako tomu bylo u statistických přejímek srovnáváním, tak i u přejímek měřením je vidět první rozdíl, a to v použití. Rozdělení jednotlivých typů, jejich výhody a nevýhody jsou zároveň shrnuty v příloze č. 2.

V příkladech, kdy je doporučeno vést informace o úrovni kvality produktu či procesu (3951-1,-2,-3) pomocí regulačních diagramů, se uvažuje, že jsou tyto údaje zpracovány pomocí příslušných regulačních diagramů a proces je ve statisticky zvládnutém stavu. Tyto informace se mají uvádět jak pro " s " metodu (σ není známá), tak i pro " σ " metodu (σ je známá). Převážně pro " σ " metodu je zapotřebí tyto informace uchovávat, aby došlo k ověření, že se hodnoty s získané z výběrů nacházejí uvnitř předepsaných mezí pro σ . Pokud jsou předepsané dvoustranné mezní hodnoty (propojená kontrola), je zapotřebí hodnotu MSSD zakreslit do regulačních diagramů pro s jako ukazatel hodnoty, která již není přijatelná. [12, 13, 14]

3.3.1 Spojité série dávek

V této kapitole jsou uvedeny veškeré normy, které lze použít pro statistické přejímky měřením u spojitých sérií dávek.

- ČSN ISO 3951-1
- ČSN ISO 3951-2
- ČSN ISO 3951-3
- ČSN ISO 3951-5
- ČSN ISO 8423

V první z uvedených norem je stanoven systém statistických přejímek jedním výběrem (kontrola měřením). Tento systém je, podobně jako ČSN IS 2859-1, indexován hodnotou AQL. Jedná se o systém, který je navržen pro uživatele mající jednoduché požadavky, zatímco ČSN ISO 3951-2 je mnohem komplexnější a náročnější. I zde je zachován systém, který vede k vysoké pravděpodobnosti přijetí dávky s vysokou kvalitou. Zároveň také, aby pravděpodobnost nepřijetí dávky byla tak vysoká, jak je to jen možné. Tohoto se dosahuje pomocí přechodových pravidel (podobně jako v ČSN ISO 2859-1), které chrání odběratele

v případě zhoršení kvality (zmírněná, normální a zpřísněná kontrola) a vede ke snížení rozsahu výběrů pro vysokou kvalitu dodávek (úspora nákladů na kontrolu). Přijatelnost je stanovena implicitně z odhadu procenta neshodných jednotek, což je také jediná míra kvality, která je v ČSN ISO 3951-1 uvažována. [12]

Systém je možné používat při splnění několika podmínek:

- kontrola prováděná u spojitých sérií dávek diskretních produktů, které byly dodány jedním výrobcem a jedním výrobním procesem,
- je uvažován pouze jediný znak kvality x (pro dva a více znaků se odkazuje na ČSN ISO 3951-2), který je měřitelný ve spojitém rozsahu,
- chyba měření je zanedbatelná (směrodatná odchylka maximálně 10 % směrodatné odchylky procesu),
- výrobní proces je ve statisticky zvládnutém stavu,
- ve smlouvě je definována horní mezní hodnota U , dolní mezní hodnota L nebo obě a zároveň je jednotka označena za shodnou pokud platí jedna z následujících nerovností:
 1. $x \leq U$,
 2. $x \geq L$,
 3. $x \geq L$ a $x \leq U$. [12]

První dvě nerovnosti vznikají při předepsané jednostranné mezní hodnoty a třetí nerovnost při předepsaných dvoustranných mezních hodnot. Pro jednostranné i dvoustranné mezní hodnoty jsou zde uvedeny dvě metody - " s " metoda a " σ " metoda. Příloha, která se zabývá " R " metodou, byla vypuštěna z toho důvodu, že jsou v dnešní době běžně dostupné kalkulátory s funkcí směrodatné odchylky. U dvoustranné mezní hodnoty jsou zde případy řešeny pouze pro propojenou kontrolu, další případy jsou řešeny pomocí ČSN ISO 3951-2. Dále jsou zde uvedeny i dvě metody, pro rozhodnutí o přijetí/zamítnutí - grafická a numerická. Grafická je velmi jednoduchá, nenáročná a lze ji použít pro jednostranné mezní hodnoty. Pro jednostranné mezní hodnoty jsou uvedeny obě metody, zatímco pro dvoustranné mezní hodnoty je uvedena pouze numerická metoda. [12]

Norma ČSN ISO 3951-1 poskytuje jakýsi úvod nebo náhled do statistických přejímek měření, zatímco norma ČSN ISO 3951-2 staví na poznacích z této normy a je vhodná pro více znaků kvality nebo v případě složitějších požadavků. Norma ČSN ISO 3951-2 také stanovuje systém statistických přejímek jedním výběrem (kontrola měření). Indexace hodnotou AQL, přechodová pravidla i obor použití jsou zachovány jako v případě ČSN ISO 3951-1. Přijatelnost dávky je možné stanovit buď přímo nebo nepřímo z odhadu procenta

neshodných, čímž se odlišuje od ČSN ISO 3951-1. Operativní charakteristiky jsou zhotoveny tak, aby co nejvíce přiléhaly k plánům uvedeným v ČSN ISO 2859-1. Podmínky pro použití ČSN ISO 3951-2 jsou téměř stejné jako ČSN ISO 3951-1, neshodují se však ve dvou bodech. Tuto normu je možné použít v případě, kde jsou násobné znaky kvality vzájemně nezávislé (alespoň přibližně) a mezní hodnoty jsou určeny pro každý znak kvality. Dalším rozdílem oproti ČSN ISO 3951-1 je použití tří typů kontrol při definování dvoustranných mezních hodnot v závislosti na definování hodnot AQL pro neshody vně těchto mezí. Jsou uvažovány:

- 1) propojená kontrola - pro neshodu, která leží vně dolní i horní mezní hodnoty znaku kvality, se použije jedna hodnota AQL,
- 2) oddělená kontrola - pro neshodu, která leží vně dolní i horní mezní hodnoty znaku kvality přiřazených různým třídám, se použijí oddělené hodnoty AQL,
- 3) složená kontrola - neshoda, ležící vně horní i dolní mezní hodnoty znaku kvality, patří do jedné třídy a neshoda, která leží vně kterékoliv z mezních hodnot, patří do jiné třídy a pro obě tyto jsou použity hodnoty AQL odděleně. [13]

Třetí uvedená norma poskytuje systém statistických přejímek, ve kterém jsou uvedeny přejímací plány dvojitým výběrem při kontrole měřením. Systém je opět charakterizován přípustnou mezí kvality (AQL). Přijatelnost dávek je zde stanovena stejně jako v ČSN ISO 3951-2, tj. implicitně nebo explicitně z odhadu procenta neshodných jednotek, s tím rozdílem, že je založena na jednom nebo dvou náhodných výběrech z procesu. Podmínky pro použití této normy jsou podobná dvěma předchozím normám, tzn., jde o spojitou sérii dávek vyrobené jedním výrobcem a jedním výrobním procesem, znaky kvality jsou měřitelné na spojitě stupnici, chyba měření je zanedbatelná, výroba je ve statisticky zvládnutém stavu a smlouva či norma definuje jednostranné/dvoustranné mezní hodnoty. Jsou tu však ještě další podmínky, kterými se odlišují: [14]

- jednotky produktu mají jeden znak kvality (pro násobné znaky jsou však uvedeny přílohy A-C),
- v případě, že je administrativně přijatelná možnost provést volbu a kontrolu druhého výběru.

Použití přejímacích plánů uvedených v ČSN ISO 3951-3 může vést k podstatné úspoře nákladů na kontrolu a výběr jednotek. Rozsahy výběrů bývají zhruba o 40 % nižší (při velmi dobré nebo velmi špatné kvalitě), než rozsahy výběrů odpovídající stejnému plánu jedním výběrem při kontrole měřením. [14]

Ve čtvrté uvedené normě ČSN ISO 3951-5 je stanoven systém přejímacích plánů postupným výběrem. Plány jsou opět indexovány pro hodnotu AQL (přípustná mez kvality).

Jedná se o dodatek k ČSN ISO 3951-1. Při vysoké kvalitě dodávek a za použití přejímacích plánů v ČSN ISO 3951-1 jsou rozsahy výběrů stále ještě velké. V tomto případě je výhodné použít přejímací plány postupným výběrem, jelikož mají nejmenší průměrné rozsahy výběrů (bylo matematicky dokázáno). Přejímací plány, uvedené v této normě, je vhodné používat v případech, kdy je kontrolování jednotlivých jednotek nákladné v porovnání s režijními náklady na kontrolu. Avšak ani tyto plány nejsou dokonalé, může vyvstat situace, kdy bude docházet k výsledkům, které budou po dlouhou dobu v pásmu nerozhodnosti. Aby se alespoň částečně tomuto nežádoucímu efektu dalo zabránit, stanoví se na začátku kontroly hodnota zkráceného rozsahu výběru. Rozhodnutí o přijatelnosti je pak provedeno pro hodnotu, která odpovídá hodnotě zkrácení. [16]

V poslední zmíněné normě ČSN ISO 8423 jsou uvedeny přejímací plány postupným výběrem při kontrole měření. Svými přednostmi i zápory jsou velmi podobné přejímacím plánům uvedeným v ČSN ISO 3951-5. Plány uvedené v ČSN ISO 3951-5 jsou však koncipovány jako dodatek k ČSN ISO 3951-1, kde je možné aplikovat přechodová pravidla, tj. u spojitých sérií dávek. Princip konstrukce plánů uvedených v ČSN ISO 8423 je odlišný. Avšak stále se mohou objevit případy, kdy je zapotřebí dokonale zvládnout jak riziko dodavatele, tak i riziko odběratele. Zároveň jsou přejímací plány uvedené v této normě jsou navrženy pro splnění zvláštních požadavků (testování hypotéz, prokazování kvality výrobních procesů). Je určena k použití všude tam, pokud jsou splněny následující podmínky:

- spojitě série dávek diskrétních produktů, pokud je dodávka dodána jedním dodavatelem a je výstupem z jednoho výrobního procesu (jinak se aplikuje na každého dodavatele/proces zvlášť),
 - jediný znak kvality x v měřitelném rozsahu,
 - zanedbatelná chyba měření,
 - stabilizovaná výroba (proces je ve statisticky zvládnutém stavu),
- jsou definovány mezní hodnoty (horní, dolní mezní hodnota, či obě). [18]

Z výše uvedených řádků vyplývá, že je při rozhodování důležité vzít v potaz další faktory, které mohou výsledný použitý přejímací plán značně ovlivnit. Z tohoto důvodu jsou statistické přejímky měření náročnější na pochopení, na přípravu a na výsledné rozhodnutí, který typ přejímky zvolit a následně, který přejímací plán vybrat. Což je potvrzeno i následujícími příklady. Veškeré přejímací plány uvedené v řadě ČSN ISO 3951 jsou použitelné pro spojitou sérii dávek, která zaručuje odběrateli dostatečně dlouhou dobu k tomu,

aby zafungovala přechodová pravidla. První tři uvedené normy ještě zmiňují fakt, že pokud dávky pocházejí od různých dodavatelů nebo z různých procesů, je nutné použít jednotlivé normy na každou dávku odděleně. [12, 13, 14, 18]

Příklad 16:

Pro procesory Intel i5-3350p je stanovena maximální teplota 67,4 °C. Výroba je kontrolována po 1000 procesorech v jedné dávce. Je stanovena II. kontrolní úroveň, normální kontrola a hodnota AQL = 0,1 %.

Z Tabulky A.1 v ČSN ISO 3951-1 na straně 73 se určí kódové písmeno J, z Tabulky A.2 na stejné stránce se zjistí rozsah výběru. Jelikož je proces ve statisticky zvládnutém stavu, což bylo zjištěno z regulačních diagramů, lze použít " σ " metodu, která poskytuje ještě větší úspory v podobě rozsahu výběrů. Pokud by proces nebyl v tomto stavu, bylo by zapotřebí použít " s " metodu. Pro normální kontrolu je tento výběr n roven 15 jednotkám (pro " s " metodu je tento výběr roven 35 a při použití ČSN ISO 2859-1 dokonce 80 jednotkám). Bylo odebráno 15 vzorků, které byly následně změřeny a výsledky teplot jsou uvedeny v Tabulce 10 (uvedené hodnoty jsou ve °C):

Tabulka 10 - Výsledky měření teploty procesorů

61,3	58,5	58	58,2	57,8
58,4	59,1	59,8	60,9	60,7
60,5	60,3	61,8	59,7	56,2

Z Tabulky C.1 na straně 79 v ČSN ISO 3951-1 se určí přijímací konstanta, která se následně porovná s ukazatelem kvality (v našem případě Q_U - pro horní mez) a rozhodne se o přijetí/zamítnutí. Pro tento případ má přijímací konstanta k hodnotu 2,576.

Další informace potřebné k rozhodnutí:

- Přijímací konstanta k : 2,576
- Směrodatná odchylka procesu: 2 °C
- Součin $k \cdot \sigma$: 5,152 °C
- Horní mezní hodnota U : 67,4 °C
- Přijímací hodnota (vychází z přijímacího kritéria 3.1.7):

$$\bar{x}_U = U - k \cdot \sigma = 67,4 - 5,152 = 62,248$$

- Součet výsledků měření:

$$\sum_{j=1}^n x_j = 891,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Rozsah výběru n : 15
- Výběrový průměr \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j = 59,413 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Přijímací kritérium:

$$Q_U = (U - \bar{x})/\sigma \geq k \quad 3.3. 1$$

Nyní je spočteno vše, co je zapotřebí k rozhodnutí o přijetí/zamítnutí. Dávka je přijatelná, pokud je splněna podmínka $\bar{x} \leq \bar{x}_U$, tato podmínka je splněna a dávka může být, na základě provedené kontroly měřením, přijata.

Příklad 17:

Použití PTC termistorů vyžaduje, aby jejich provozní teplota nepřesáhla dolní (80 °C) a horní mez (90 °C). Horní mez může vyvolat závažnější problémy, proto je třeba využít rozdílných hodnot AQL pro obě meze. Tento fakt již neumožňuje použití ČSN ISO 3951-1, ale je potřeba použít ČSN ISO 3951-2. Pro horní mez byla stanovena hodnota AQL 0,65 % a pro dolní mez hodnota AQL 1,5 %. Dávka obsahuje 100 jednotek, zvolena nebyla žádná kontrolní úroveň, použije se proto kontrolní úroveň II. Jelikož má každá hodnota AQL jinou důležitost je zapotřebí použít oddělenou kontrolu. Použita je "s" metoda.

Z Tabulky A.1 v ČSN ISO 3951-2 se určí kódové písmeno a z Tabulky A.2 se poté určí rozsah výběru, dle kterého je pak počítána přijatelnost. Bylo zjištěno kódové písmeno F, pro které odpovídá rozsah výběru 13 jednotek (pro "σ" metodu je rozsah n ještě o 5 jednotek menší).

V Tabulce 11 lze najít výsledky kontroly měření. Hodnoty jsou udané v °C.

Tabulka 11 - Výsledky měřených vzorků

85,5	86,7	83,1	89,3
81,3	86,4	82,3	82,5
87,6	86,7	85	81,8
83,9			

Potřebné informace:

- Rozsah výběru n : 13
- Součet výsledků měření:

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1102,1$$

- Výběrový průměr \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j = 84,777$$

- Výběrová směrodatná odchylka s :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{74,883}{12}} = 2,498$$

- Horní mezní hodnota U : 90 °C
- Dolní mezní hodnota L : 80 °C

Jelikož nejsou k dispozici tabulky beta rozdělení ani software, použije se metoda, která je uvedena v kapitole K.3 v ČSN ISO 3951-2 na straně 70. Hodnoty x , y , w a t se počítají jak pro horní, tak pro dolní mez.

Další potřebné vypočtené parametry:

- $Q_U = \frac{U-\bar{x}}{s} = 2,091$
- $Q_L = \frac{\bar{x}-L}{s} = 1,912$

- $x_U = \frac{1}{2} \cdot \left[1 - Q_U \cdot \frac{\sqrt{n}}{(n-1)} \right] = 0,18587$
- $x_L = \frac{1}{2} \cdot \left[1 - Q_L \cdot \frac{\sqrt{n}}{(n-1)} \right] = 0,21276$

- $a_n = 1,583745$ (určeno z Tabulky K.1 v ČSN ISO 3951-2 na stránce 70)

- $y_U = a_n \cdot \ln \left[\frac{x_U}{1-x_U} \right] = -2,3393$
- $y_L = a_n \cdot \ln \left[\frac{x_L}{1-x_L} \right] = -2,07212$

- $w_U = y_U^2 - 3 = 2,47232$
- $w_L = y_L^2 - 3 = 1,29368$

Jelikož jsou obě hodnoty w_U i w_L kladné, použije se pro výpočet t_U a t_L následující vzorec 3.3.2.

$$t = \frac{12 \cdot (n-1) \cdot y}{12 \cdot (n-1) + w} \quad 3.3.2$$

Po dosazení se získají tyto hodnoty:

- $t_U = -2,2998$
- $t_L = -2,0537$

Nyní je potřeba určit z tabulek distribuční funkce normovaného normálního rozdělení hodnoty $\hat{p}_U = \Phi(t_U)$ a $\hat{p}_L = \Phi(t_L)$. Tyto hodnoty se porovnají s hodnotami $p_U^*(0,02578)$ a $p_L^*(0,05245)$, které se získají z Tabulky G.1 (normální kontrola) v ČSN ISO 3951-2 na straně 62. Pokud platí přejímací kritérium $\hat{p}_U \leq p_U^*$ a $\hat{p}_L \leq p_L^*$, dávka může být přijata.

Pro určení hodnot \hat{p}_U a \hat{p}_L byla použita Tabulka I z [2] na straně 114. Po odečtení se získají tyto hodnoty $\hat{p}_U = 0,0109$ a $\hat{p}_L = 0,02018$. Kritérium je splněno a dávka může být přijata.

Příklad 18:

Maximální teplota procesoru i7-4760HQ je 100 °C. Výroba je dodávána po 450 jednotkách. Hodnota AQL je stanovena na hodnotu 0,4 %. Je uvažována kontrolní úroveň I. Směrodatná odchylka není známa, použije se tedy "s" metoda. Je uvažována kontrola dvojitým výběrem. Má se rozhodnout o přijatelnosti této dávky.

Z Tabulky 9 v ČSN ISO 3951-3 na straně 38 se určí kódové písmeno pro určení rozsahu výběru. Rozsah výběru n (10) a přijímací konstanty k_a (2,463), k_r (1,863) a k_c (2,067) se určí z Tabulky 10 na další stránce. Z této tabulky lze vidět, že pro danou kombinaci neexistuje přijímací plán, použije se tedy nejbližší nižší přijímací plán, jak naznačuje šipka.

V následující tabulce jsou zaznamenané výsledky měření.

Tabulka 12 - Výsledky měření prvního výběru teploty [°C]

95,1	93,3	90,4	89,8	97,4
88,4	94,6	98,2	92,3	91,8

Informace potřebné k rozhodnutí o přijatelnosti z prvního výběru:

- Rozsah prvního výběru n_1 : 10
- Horní mezní hodnota: 100 °C
- Součet výsledků měření prvního výběru:

$$\sum_{j=1}^{n_1} x_{j1} = 931,3 \text{ °C}$$

- Výběrový průměr prvního výběru \bar{x}_1 :

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} x_{j1} = 93,13 \text{ °C}$$

- Výběrová směrodatná odchylka prvního výběru s_1 :

$$s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{j1=1}^{n_1} (x_{j1} - \bar{x}_1)^2}{n_1 - 1}} = \sqrt{\frac{93,381}{9}} = 3,221$$

- Ukazatel horní kvality pro první výběr Q_{U1} :

$$Q_{U1} = \frac{U - \bar{x}_1}{s_1} = 2,133$$

Nyní se musí porovnat hodnota Q_{U1} s přijímacími konstantami a podle výsledku se rozhodne, jaké budou další kroky. Podle číselných hodnot je patrné, že platí:

$$k_a > Q_{U1} > k_r$$

Z toho vyplývá, že je zapotřebí vybrat druhý výběr, jelikož o dávce nelze, na základě výsledků těchto měření, rozhodnout. Je potřeba odebrat dalších 10 náhodných vzorků (rozsahy výběrů jsou stejné) a ty změřit a provést další výpočty. V Tabulce 13 jsou výsledky měření druhého výběru.

Tabulka 13 - Výsledky měření druhého výběru teploty [$^{\circ}\text{C}$]

95,1	93,3	92,4	94,8	96,3
93,5	94,6	98,2	95,3	94,8

- Rozsah druhého výběru n_2 : 10
- Součet výsledků měření druhého výběru:

$$\sum_{j2=1}^{n_2} x_{j2} = 948,3 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

- Výběrový průměr druhého výběru \bar{x}_2 :

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} x_{j2} = 94,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Výběrová směrodatná odchylka prvního výběru s_2 :

$$s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n_2} (x_{j2} - \bar{x}_1)^2}{n_2 - 1}} = \sqrt{\frac{26,69}{9}} = 1,722$$

V dalším kroku se spočítají hodnoty propojeného výběrového průměru (\bar{x}_c), propojené směrodatné odchylky (s_c) a propojeného ukazatele horní kvality (Q_{Uc}) a následně dojde k rozhodnutí.

$$\bar{x}_c = \frac{(\bar{x}_1 + \bar{x}_2)}{2} = 93,715$$

$$s_c = \sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}} = 2,583$$

$$Q_{Uc} = \frac{U - \bar{x}_c}{s_c} = 2,433$$

Dávka je nyní přijatelná, pokud hodnota Q_{Uc} (2,433) je větší než hodnota k_c (2,067). Podmínka pro přijetí je splněna a dávku lze přijmout.

Na tomto příkladu je vidět, že přejímka měřením dvojitým výběrem je rozdílná oproti přejímce srovnáváním dvojitým výběrem. Rozdíl spočívá v uvažování výsledků první kontroly, u přejímky srovnáváním se posuzuje přijatelnost bez ohledu na výsledky první kontroly.

Příklad 19:

Odběratel odebírá keramické kondenzátory o kapacitě 100 μF . Tyto kondenzátory mají toleranční meze $\pm 10 \mu\text{F}$. Ke kontrole je předložena dávka obsahující 600 jednotek ze spojitě série. Má být použita normální kontrola při hodnotě $\text{AQL} = 0,4 \%$ a kontrolní úroveň II. Směrodatnou odchylku lze vyjádřit hodnotou $\sigma = 2 \mu\text{F}$. Pro kontrolu měřením bylo mezi dodavatelem a odběratelem stanoveno, že kontrola bude provedena postupným výběrem.

Jako první krok je potřeba zjistit, zda platí nerovnost $\sigma < \sigma_{MAX}$. Pokud by tato nerovnost neplatila, dávka se nesmí přijmout. Pro dvoustranné mezní hodnoty při propojené kontrole je výpočet σ_{MAX} definován rovnicí 3.3.3.

$$\sigma_{MAX} = (U - L) \cdot f_{\sigma} \quad 3.3.3$$

Hodnota f_{σ} (0,137) se zjistí z Tabulky B.1 v ČSN ISO 3951-5 na straně 32. Tato hodnota je určována pouze stanovenou hodnotou AQL. Po dosažení:

$$\sigma_{MAX} = (110 - 90) \cdot 0,137 = 2,74$$

Nerovnice $\sigma < \sigma_{MAX}$ platí, jelikož platí, že $2 < 2,74$ a lze pokračovat v určování přijatelnosti dávky.

Jako další krok se v Tabulce 3 v ČSN ISO 3951-5 na straně 26 zjistí kódové písmeno (J) a následně se z Tabulky A.1 na straně 28 zjistí parametry pro přejímací plán. Tyto parametry mají hodnoty:

- $n_t = 23$
- $h_A = 2,459$
- $h_R = 3,474$
- $g = 2,926$

Rovnice pro přejímací mezní hodnoty:

$$A_L = (g \cdot \sigma \cdot n_{cum}) + h_A \cdot \sigma \quad 3.3.4$$

$$A_U = (U - L - g \cdot \sigma) \cdot n_{cum} - h_A \cdot \sigma \quad 3.3.5$$

Rovnice pro zamítací mezní hodnoty:

$$R_L = (g \cdot \sigma \cdot n_{cum}) - h_R \cdot \sigma \quad 3.3.6$$

$$R_U = (U - L - g \cdot \sigma) \cdot n_{cum} + h_R \cdot \sigma \quad 3.3.7$$

Kumulativní volná vzdálenost Y se porovnává s výsledky rovnic pro zamítací/přejímací mezní hodnoty (3.3.4, 3.3.5, 3.3.6 a 3.3.7). Hodnota Y je stanovena jako součet volných vzdáleností y , které byly doposud zjištěné ve výběru z dávky.

Pro propojenou kontrolu při předpisu dvoustranných mezních hodnot je volná vzdálenost y definována:

$$y = x - L \quad 3.3.8$$

V Tabulce 14 jsou znázorněny výsledky měření a výsledky výpočtů, které jsou potřebné pro stanovení přijatelnosti.

Tabulka 14 - Výsledky kontrol pro stanovení přijatelnosti (ČSN ISO 3951-5)

Kumulativní rozsah výběru	Výsledek kontroly	Volná vzdálenost	Dolní zamítací hodnota	Dolní přejímací hodnota	Kumulativní volná vzdálenost	Horní přejímací hodnota	Horní zamítací hodnota
n_{cum}	x [μF]	y	R_L	A_L	Y	A_U	R_U
1	95,7	5,7	-1,10	10,77	5,7	9,23	21,10
2	101,3	11,3	4,76	16,62	17	23,38	35,24
3	100,8	10,8	10,61	22,47	27,8	37,53	49,39
4	99,6	9,6	16,46	28,33	37,4	51,67	63,54
5	105,8	15,8	22,31	34,18	53,2	65,82	77,69

Z Tabulky 14 je patrné, že o přijetí dávky lze rozhodnout již při druhém kumulativním výběru. Hodnota kumulativní volné vzdálenosti Y je větší než dolní přejímací hodnota A_L a zároveň je menší než horní přejímací hodnota A_U (vyznačeno oranžově).

Tabulka 15 - Výsledky jednotlivých kontrol - znázornění přechodových pravidel

Dávka	Rozsah dávky	Kódové písmeno	Přijetí	Kontrola	Postup
1	600	J	Ano	NK	Zahájena NK
2	500	H	Ano	NK	
3	200	G	Ne	NK	
4	600	J	Ne	NK	2 z 5 nebo méně dávek nepřijaty, přechod na ZPK
5	900	J	Ano	ZPK	
6	700	J	Ano	ZPK	
7	500	H	Ano	ZPK	
8	300	H	Ano	ZPK	
9	500	H	Ano	ZPK	5 po sobě jdoucích dávek přijato, přechod na NK
10	500	H	Ano	NK	
...	800	J	Ano	NK	
22	500	H	Ano	NK	Všechny dávky 10 - 22 přijaty, přechod na ZMK
23	500	H	Ano	ZMK	
24	300	H	Ano	ZMK	
25	800	J	Ano	ZMK	
26	600	J	Ne	NK	Přerušeni ZMK
27	800	J	Ano	NK	
28	500	H	Ano	NK	

Vysvětlivky: NK - normální kontrola, ZMK - zmírněná kontrola, ZPK - zpřísněná kontrola

Pro znázornění přechodových pravidel je zde ještě uvedena Tabulka 12, která slouží k nastínění přechodových pravidel. Zároveň lze z Tabulek 2, 9 a 12 uvedených v diplomové práci vyzdvihnout, že přechodová pravidla v řadě ČSN ISO 2859, ČSN ISO 3951 a ČSN ISO 21247 jsou si velice podobná.

Přechod na zmírněnou kontrolu je také podmíněn 10 přijatými dávkami, jako tomu je v ČSN ISO 21247, ale je zde jedna další rozdílná podmínka a tou je, že kumulativní rozsah nepřesáhl hodnotu $(0,5 \cdot n_t)$ v každé dávce, kde n_t je hodnota zkrácení kumulativního rozsahu. Podrobnější informace o přechodových pravidlech lze nalézt v ČSN ISO 3951-5 na straně 15 v kapitole 6.2. [16]

Příklad 20:

Firma dodává 500Ω rezistory, které mají toleranční meze $\pm 7 \Omega$. Výroba, kterou jsou tyto rezistory dodávány, je stabilizovaná a bylo ověřeno, že rozměr v dávce má normální rozdělení. Prokázalo se, že směrodatná odchylka je také stabilizována a lze jí vyjádřit hodnotou $\sigma = 1,5 \Omega$. Pro kontrolu měřením bylo mezi dodavatelem a odběratelem stanoveno, že kontrola bude provedena postupným výběrem. Zároveň byly stanoveny kvality odpovídající riziku dodavatele i odběratele. Hodnota $Q_{PR} = 0,5 \%$ a hodnota $Q_{CR} = 1,6 \%$ pro obě mezní hodnoty. Z toho vyplývá, že se jedná o propojenou kontrolu.

Jako první krok je zapotřebí zjistit, jestli platí nerovnost $\sigma < \sigma_{MAX}$. Pokud by tato nerovnice neplatila, dávka musí být označena za nepřijatelnou. Pro dvoustranné mezní hodnoty při propojené kontrole je výpočet σ_{MAX} definován rovnicí 3.3.9.

$$\sigma_{MAX} = (U - L) \cdot f \quad 3.3.9$$

Hodnota $f(0,165)$ se zjistí z Tabulky 5 v ČSN ISO 8423 na straně 30. Tato hodnota je určována pouze stanovenou hodnotou Q_{PR} . Po dosazení je výsledek:

$$\sigma_{MAX} = (507 - 493) \cdot 0,165 = 2,31$$

Nerovnice $\sigma < \sigma_{MAX}$ platí, jelikož platí, že $1,5 < 2,31$ a lze pokračovat v určování přijatelnosti dávky.

Jako další krok se v Tabulce 4 v ČSN ISO 8423 na straně 28 se zjistí parametry pro přejímací plán. Tyto parametry jsou:

- $n_t = 71$
- $h_A = 4,757$
- $h_R = 6,506$
- $g = 2,360$

Rovnice pro přejímací mezní hodnoty:

$$A_L = (g \cdot \sigma \cdot n_{cum}) + h_A \cdot \sigma \quad 3.3.10$$

$$A_U = (U - L - g \cdot \sigma) \cdot n_{cum} - h_A \cdot \sigma \quad 3.3.11$$

Rovnice pro zamítací mezní hodnoty:

$$R_L = (g \cdot \sigma \cdot n_{cum}) - h_R \cdot \sigma \quad 3.3.12$$

$$R_U = (U - L - g \cdot \sigma) \cdot n_{cum} + h_R \cdot \sigma \quad 3.3.13$$

Kumulativní volná vzdálenost Y se porovnává s výsledky rovnic pro zamítací/přejímací mezní hodnoty (3.3.10, 3.3.11, 3.3.12 a 3.3.13). Tato hodnota je stanovena jako součet volných vzdáleností, které byly doposud zjištěné ve výběru z dávky.

Pro propojenou kontrolu při předpisu dvoustranných mezních hodnot je volná vzdálenost definována:

$$y = x - L \quad 3.3.14$$

V Tabulce 16 jsou zaznamenány výsledky měření a výsledky výpočtů, které jsou potřebné pro rozhodnutí, zda dávku přijmout či zamítnout.

Tabulka 16 - Výsledky kontrol pro stanovení přijatelnosti (ČSN ISO 8423)

Kumulativní rozsah výběru	Výsledek kontroly	Volná vzdálenost	Dolní zamítací hodnota	Dolní přejímací hodnota	Kumulativní volná vzdálenost	Horní přejímací hodnota	Horní zamítací hodnota
n_{cum}	x [Ω]	y	R_L	A_L	Y	A_U	R_U
1	503,7	10,7	-6,22	10,68	10,7	3,32	20,22
2	500,1	7,1	-2,68	14,22	17,8	13,78	30,68
3	498,5	5,5	0,86	17,76	23,3	24,24	41,14
4	498,6	5,6	4,40	21,30	28,9	34,70	51,60
5	494,1	1,1	7,94	24,84	30	45,16	62,06
6	504,2	11,2	11,48	28,38	41,2	55,62	72,52
7	501,7	8,7	15,02	31,92	49,9	66,08	82,98
8	500,6	7,6	18,56	35,46	57,5	76,54	93,44

Z Tabulky 16 je patrné, že o přijetí dávky lze rozhodnout již při třetím kumulativním výběru, jelikož hodnota kumulativní volné vzdálenosti je větší než dolní přejímací hodnota A_L a zároveň je menší než horní přejímací hodnota A_U (vyznačeno oranžově).

Zároveň je patrné, že postupy uvedené v ČSN ISO 8423 jsou v podstatě totožné s postupy uvedenými v ČSN ISO 3951-5, s výjimkou přechodových pravidel. Podobné příklady byly použity záměrně, aby byly ukázány v podstatě stejné postupy pro stanovení přijatelnosti a možnost rychlého a hospodárného rozhodnutí.

3.3.2 Prověrky, dozorové účely a audity

Pro tyto účely je u statistických přejímek měřením použitelná pouze jedna norma:

- ČSN ISO 3951-4

Podstatný rozdíl mezi ČSN ISO 3951-4 a ČSN ISO 3951-1;-2;-3 je ten, že výběrové plány v ČSN ISO 2859-4 nejsou použitelné pro účely statistických přejímek. Rozdíl je i v terminologii - v ČSN ISO 3951-4 se používá "výběrový plán" namísto "přejímací plán", a to z důvodu odlišení. ČSN ISO 3951-4 stanovuje výběrové plány a postupy pro posouzení, zda reálná úroveň kvality určité entity (proces, dávka) odpovídá deklarované hodnotě. Právě toto je důvod, díky kterému je zapotřebí použít jiného modelu než modelu při přejímce dávek. Výběrové plány jsou v této normě navrženy tak, aby jejich OC co nejvíce korespondovaly s OC uvedenými v ČSN ISO 2859-4 (není ovlivněna volba mezi přejímkou měřením/srovnáváním). Pravidla jsou navržena tak, aby riziko popření deklarované úrovně kvality (pokud ve skutečnosti reálná úroveň odpovídá deklarované úrovni kvalit), které může nastat, bylo malé a omezené. Riziko, které vede k tomuto popření, je v rozmezí mezi 1,4 % - 8,2 %. Tato norma, stejně jako ČSN ISO 2859-4, pracuje s pojmy DQL a LQR. Preferované hodnoty DQL (deklarovaná úroveň kvality) v ČSN ISO 3951-4 zároveň korespondují s hodnotami AQL u přejímacích plánů uvedených v ČSN ISO 3951-1 (plány pro kontrolu neshodných jednotek). [15]

Příklad 21:

V podniku, který se zabývá automobilovým průmyslem, je zapotřebí hlídat výšku hubstange. Rozměry nesmí překročit dolní mez 3,2 mm a horní mez 3,6 mm. Překročení těchto rozměrů může mít různé následky. Management vyžaduje, aby pro dolní mez 3,2 mm bylo maximálně 0,65 % neshodných a pro horní mez 3,6 mm byla tato hodnota 0,4 %. Tyto úrovně jsou však výrobcem deklarované. Management se proto rozhodl provést kontrolu u příští dávky, aby zjistil, zda jsou tyto požadavky splněny.

Pro vyhodnocení tvrzení byla použita norma ČSN ISO 3951-4, hodnoty DQL byly stanoveny na 0,65 % a 0,4 %. Byla použita úroveň LQR II.

Výběrový přejímací plán pro horní i dolní mez se určí z Tabulky 3 v ČSN ISO 3951-4 na stránce 11. Pro horní mez U jsou hodnoty přejímací konstanty $k_{s,U} = 2,230$ a rozsahu výběru $n_{s,U} = 61$. Pro dolní mez L je $k_{s,L} = 2,043$ a $n_{s,L} = 48$.

Po odebrání náhodných výběrů byly spočteny výběrové směrodatné odchylky a výběrové průměry pro horní i dolní mez následující:

- $s_U = 0,0689$
- $s_L = 0,0504$

- $\bar{x}_U = 3,4389$
- $\bar{x}_L = 3,3679$

Ještě je potřeba dopočítat ukazatele kvality Q_U a Q_L :

- $Q_U = \frac{U - \bar{x}_U}{s_U} = 2,338$
- $Q_L = \frac{\bar{x}_L - L}{s_L} = 3,331$

Nyní je vypočtené vše, co je potřebné k rozhodnutí, zda dodavatel tvrdí pravdu či nikoliv. Poslední krok je porovnání vypočtených ukazatelů kvality s přijímacími konstantami. Přijímací kritérium $Q_U > k_{s,U}$ a $Q_L > Q_{s,L}$ je splněno a dodavatel své závazky dodržel.

3.3.3 Zvláštní typy

Pro statistické přejímky měření, které nabízejí odlišný pohled na tuto problematiku, je pouze následující norma. V této normě jsou uvedeny jak přijímací plány pro statistické přejímky měření, tak i srovnáváním.

- ČSN ISO 21247

V této normě mohou nalézt podporu ti, kteří dávají přednost zavedení účinné strategie, která je založena na prevenci úplného systému řízení kvality, neustálého zlepšování a blízké spolupráce mezi dodavatelem a odběratelem, namísto strategie kontroly, která je založená na hodnotě AQL. Jejím cílem je vytvořit atmosféru, která povede ke zlepšování a k nápravě namísto toho, aby docházelo k dodatečným úpravám hodnot AQL. Základem pro tuto normu jsou 3 přístupy:

- 1) od dodavatelů je vyžadováno, aby překládali dodávky, u kterých jsou splněny požadavky a mají vytvářet a udržovat důkazy o shodě,
- 2) dodavatelé nesou zodpovědnost za své inovace a zlepšování regulace výroby a procesu dosažení lepších výsledků (v souladu s požadavky),
- 3) od dodavatelů je předpokládáno, že použijí osvědčených preventivních metod (např. statistická regulace procesu).

Norma si dává za úkol, aby docházelo k přijímání výrobku díky postupům řízení. Jsou zde uvedeny přijímací plány pro jednostranné i dvoustranné mezní hodnoty. Výběrové systémy a postupy nejsou použitelné u destruktivních zkoušek nebo v případech, kde není možné nebo není žádoucí třídění. [27]

Příklad 22:

Maximální teplota novějšího typu procesoru i5 4210M (4th generation) je 83 °C. Byl poskytnut důkaz o splnění nezávislosti a normalitě rozdělení sledovaného znaku, z tohoto důvodu je možné použít normu ČSN ISO 21247, pokud by k předložení důkazu nedošlo, normu nelze pro statistickou kontrolu měření použít. Byla stanovena hodnota úrovně ověřování VL-2. Dodávku tvoří 30 jednotek. Z Tabulky 1 v ČSN ISO 21247 na straně 16 se určí kódové písmeno (CL) A, dle kterého se pak z Tabulky 3 v ČSN ISO 21247 na následující straně určí rozsah výběru $n_v = 9$. Při měření těchto 9 vzorků byly naměřeny hodnoty zaznamenané v Tabulce 17. Má se zjistit, zda bude dávka přijata či nikoliv.

Tabulka 17 - Naměřené hodnoty T [v °C]

79	76	81
77	80	79
75	80	78

Další potřebné informace:

- Rozsah výběru n_v : 9
- Součet měření:

$$\sum x = 705 \text{ °C}$$

- Výběrový průměr \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{1}{n_v} \sum x = 78,333 \text{ °C}$$

- Součet čtverců měření:

$$\sum x^2 = 55257$$

- Korekční součinitel f_c :

$$f_c = \frac{(\sum x)^2}{n_v} = 55225$$

- Korigovaný součet čtverců s_c :

$$s_c = \sum x^2 - f_c = 32$$

- Výběrový rozptyl s^2 :

$$s^2 = \frac{s_c}{(n_v - 1)} = 4$$

- Výběrová směrodatná odchylka s :

$$s = \sqrt{s^2} = 2 \text{ °C}$$

- Horní mezní hodnota U : 83 °C

- Ukazatel kvality vůči U : $Q_U = \frac{U - \bar{x}}{s} = 2,334$
- Ukazatel kvality Q : $Q = \min(Q_U, Q_L) = 2,334$
- Počet neshodných jednotek c : 0
- Přejímací konstanta k : 1,54

Samotné rozhodnutí o přijatelnosti je závislé na přejímacích kritériích c a k . Pokud je c rovné nule a $Q_U \geq k$, pak lze dávku přijmout. Tato kritéria jsou splněna a dávka se přijme.

3.4 Komparace statistických přejímek srovnáváním a měřením

V této kapitole je sepsáno porovnání statistických přejímek měřením a srovnáváním z pohledu jednotlivých typů norem, jejich společných a rozdílných znaků. Výhody, nevýhody a základní rozdíly jsou uvedeny na začátku třetí kapitoly, z toho důvodu nejsou zde tyto informace již uváděny. Jelikož jsou normy z řady ČSN ISO 3951 doplňkem k normám z řady ČSN 2859, lze je určitým způsobem porovnat. Přejímací plány jedním, dvojím a několikerým výběrem pro statistické přejímky srovnáváním obsáhla norma 2859-1. S touto normou lze srovnat hned tři normy z řady ČSN ISO 3951. Jsou jimi ČSN ISO 3951-1 a 3951-2, které nabízejí přejímací plány jedním výběrem a 3951-3, jež obsahuje přejímací plány dvojím výběrem. Přejímky měřením neposkytují plány několikerým výběrem. Dále je možné porovnat ČSN ISO 2859-4 a 3951-4, které si jsou velice podobné, ať už formou výpočtu nebo použitím. A lze také porovnat ČSN ISO 8422 a 8423.

3.4.1 Vztah ČSN ISO 3951-1, 3951-2 a 3951-3 k ČSN 2859-1

Každá norma z řady ČSN ISO 3951 (první, druhá i třetí část) má s normou ČSN ISO 2859-1 podobné a rozdílné rysy. Všechny tři normy z řady ČSN ISO 3951 jsou doplňkem k ČSN ISO 2859-1, mají společnou filosofii a v rámci možností jsou stejné i postupy a používaný slovník. Všechny normy používají indexaci přejímacích plánů pomocí hodnot AQL. Hodnoty, které jsou preferované u norem z řady ČSN ISO 3951, jsou identické s těmi, které jsou uvedené v ČSN ISO 2859-1 pro procento neshodných (od 0,01 % do 10 %). [6, 12, 13, 14]

Kódové písmeno je ve všech případech dáno rozsahem dávky a příslušnou kontrolní úrovní. Následně je pomocí kódového písmene a hodnoty AQL stanoven rozsah výběru, který je potřebný ke kontrole a zároveň jsou v tabulkách určeny i kritéria pro přijetí/nepřijetí dávky. Pro všechny typy kontrol, tj. zmírněná, normální a zpřísněná a zároveň pro "s" metodu a " σ " metodu, jsou uvedeny samostatné tabulky. Přechodová pravidla zaručující ochranu odběratele jsou prakticky stejná, tento fakt je možné zpozorovat i na modelových příkladech, konkrétně Příklad 1 v kapitole 3.2.1 a Příklad 19 v kapitole 3.3.1. Pokud není stanovena kontrolní úroveň, má se použít kontrolní úroveň II, což platí pro obě řady norem. [6, 12, 13, 14]

Přejímací plány dvojím výběrem uvedené v ČSN ISO 2859-1 mají oba výběry stejně velké, stejně tomu je i v ČSN ISO 3951-3. Klasifikace neshod podle stupně závažnosti do rozdílných tříd (třída A, B, ...) zůstává stejná jak v případě ČSN ISO 2859-1, tak i ČSN

ISO 3951-2 a ČSN ISO 3951-3. OC přejímacích plánů uvedených v ČSN ISO 3951-3 těsně přiléhají OC uvedeným v ČSN ISO 2859-1 pro přejímací plány jedním výběrem. [6, 13, 14]

Pro účinné fungování přejímacích plánů uvedených v řadě ČSN ISO 3951 je zapotřebí, aby rozdělení sledovaného znaku bylo normální (nebo těsně přiléhající normálnímu rozdělení), na rozdíl od ČSN ISO 2859-1, kde požadavek na toto rozdělení není. Přijatelnost je v případě ČSN ISO 2859-1 stanovena počtem neshodných jednotek. V ČSN ISO 3951-1 a 3951-2 je přijatelnost stanovena vzdáleností odhadnuté hodnoty průměru procesu od mezní hodnoty (mezních hodnot) za použití směrodatné odchylky. V ČSN ISO 3951-3 je přijatelnost stanovena podobně. Je založena na vzdálenosti odhadnutých hodnot průměrů procesu od mezní hodnoty (mezních hodnot) za použití směrodatné odchylky nebo implikací odhadnutých podílů neshodných procesů v podílu. OC charakteristiky v ČSN ISO 3951-1 a 3951-2 nejsou identické s OC uvedenými v ČSN ISO 2859-1, ale přiléhají velmi těsně. Což je způsobeno různými praktickými omezeními (udržení rozsahu pro stejné kódové písmeno, metoda kontroly,...). [6, 12, 13, 14]

Rozsahy výběrů u statistických přejímek měřením jsou menší, tento rozdíl je zvláště patrný při použití " σ " metody (viz Příklad 16 v kap. 3.3.1). Do řady ČSN ISO 3951 nejsou zahrnuty žádné hodnoty AOQL, jelikož se s tímto pojmem pracuje u dávek, které nebyly přijaty a je u nich použita stoprocentní kontrola a nahrazení neshodných jednotek shodnými. Pro přejímací plány jedním výběrem pomocí kontroly měřením (ČSN ISO 3951-1 a 3951-2) má riziko dodavatele tendenci klesat po diagonálách v základních tabulkách (od pravého horního rohu k levému dolnímu). Hodnoty pravděpodobností jsou si podobné, ale ne identické s ČSN ISO 2859-1. Toto riziko je podobné i v ČSN ISO 3951-3. [6, 12, 13, 14]

3.4.2 Vztah ČSN ISO 3951-4 k ČSN ISO 2859-4

ČSN ISO 3951-4 je doplňkem k ČSN ISO 2859-4, obě normy proto mají společnou filosofii. Používané postupy a slovník si jsou, v rámci možností, podobné. Výběrové plány jsou konstruované pro tři úrovně LQR (I, II a III), v ČSN ISO 3951-4 jsou tabulky výběrových plánů doplněny hodnotami jak pro " s " metodu, tak pro " σ " metodu. Obě normy jsou indexované hodnotami LQR a DQL. Operativní charakteristiky ČSN ISO 3951-4 těsně přiléhají operativním charakteristikám v ČSN ISO 2859-4. Díky této nedokonalé přiléhavosti jsou rozdílná rizika popření DQL. V ČSN ISO 2859-4 jsou postupy navrženy tak, že pokud je hodnota AQL nižší nebo rovna hodnotě LQR, je riziko popření DQL menší než 5 %, zatímco v ČSN ISO 3951-4 má toto riziko hodnotu kolem 5 %. Z tabulek je opět možné vyzorovat,

že rozsahy výběru jsou výrazně menší při použití ČSN ISO 3951-4 (v případě " σ " metody jsou tyto rozsahy ještě nižší), než při použití ČSN ISO 2859-4. [9, 15]

3.4.3 Vztah ČSN ISO 3951-5 k ČSN ISO 2859-5

Stejně jako tomu bylo v předchozích kapitolách, tak i zde platí, že obě normy mají společnou filosofii. Jejich slovník a používané postupy jsou podobné, jak jen je to možné. Obě normy mají za úkol snížit rozsahy výběrů na co nejmenší hodnotu. Což přejímací plány postupným výběrem splňují (matematicky potvrzeno). U ČSN ISO 3951-5 tyto rozsahy nabývají nízkých hodnot, jejich hodnoty jsou zhruba třetinové oproti ČSN ISO 2859-5. Dále lze upozorovat rozdíl při použití ČSN ISO 3951-5, kdy je možné tyto přejímací plány použít i pro velmi malé dávky (od 2 jednotek v dávce). I zde funguje ochrana odběratele pomocí přechodových pravidel na jiný typ kontroly (zmírněná, normální, zpřísněná). OC charakteristiky v ČSN ISO 3951-5 přiléhají velmi těsně k OC uvedeným v ČSN ISO 3951-1 a ČSN ISO 2859-1. [10, 16]

3.4.4 Vztah ČSN ISO 8422 k ČSN ISO 8423

V předchozích kapitolách měly normy, které jsou určitým způsobem podobné, společnou filosofii, slovník a postupy a byly si tak podobné, jak jen to bylo možné. Jinak tomu není ani v případě těchto dvou norem. Jak ČSN ISO 8422, tak i ČSN ISO 8423 lze použít pro situace, kdy je zapotřebí dokonale zvládnout jak riziko dodavatele, tak i riziko odběratele. ČSN ISO 8422 lze použít pro analýzu vzorků, které jsou odebrány z procesu a zároveň i pro izolované dávky (při splnění podmínky malého očekávaného podílu neshodných (výrazně menší než 10 %)). To je podstatný rozdíl oproti ČSN ISO 8423, jelikož tato norma má být použita především pro spojitě série dávek. V těchto situacích nelze použít ČSN ISO 2859-5, ani ČSN ISO 3951-5 jelikož by nezafungovala ochrana odběratele pomocí přechodových pravidel. ČSN ISO 8422 má 28 preferovaných hodnot pro Q_{PR} (rozsah - 0,02 % až 10 %) a 23 preferovaných hodnot pro Q_{CR} (rozsah - 0,2 % až 31,5 %), oproti tomu ČSN ISO 8423 obsahuje 21 preferovaných hodnot pro Q_{PR} (rozsah - 0,1 % až 10 %) a 17 preferovaných hodnot pro Q_{CR} (rozsah - 0,8 % až 31,5 %). Obě normy nabízejí jak numerickou, tak grafickou metodu. Rozhodnutí o přijatelnosti je velice podobné, viz příklady. [17, 18]

3.5 Výběrová přejímka hromadných materiálů

Zvláštní a samostatnou kapitolou je přejímka hromadných materiálů. Pro tyto účely lze použít normu ČSN ISO 10725. V normě jsou definované výběrové přejímací plány pomocí stanovení veličin a používání kontrolních postupů pro hromadné materiály. Tyto plány vyhovují, při určitých rozumných nákladech, specifickým operativním charakteristikám. Lze ji použít ke kontrole v případech, kdy je střední hodnota sledovaného znaku kvality základní hledisko, které určuje přijatelnost dané dávky. Zároveň však obsahuje specifické postupy na násobné znaky kvality. Je použitelná v případech, kdy jsou hodnoty směrodatných odchylek známé nebo odhadnuté. Nelze ji vždy použít na různé druhy materiálů jako jsou např. rudy, uhlí, ropa, atd. Protože je v těchto případech důležitější přesný odhad střední hodnoty před určením přijatelnosti dávky. Norma je převážně určena pro použití u spojitých sérií dávek. Avšak, při splnění požadavků kladených na směrodatnou odchylku, ji lze použít i na izolované dávky. Faktorů, které zde hrají roli a vstupují do výpočtu, je ještě více a výběrová přejímka je velmi náročná. [19]

Příklad 23:

Firma na výrobu feritů se odebírá Fe_2O_3 spolu s dalšími směsmi. Směs Fe_2O_3 se dodává ve velkých kontejnerech. Pro testování přijatelnosti je zvolen jeden znak z magnetických vlastností tohoto materiálu. Pro střední hodnotu dávky je stanovena dolní mezní hodnota $L_{SL} = 85 \%$. Znamé hodnoty směrodatných odchylek, nákladových položek a stanovené meze kvality jsou:

- $\sigma_I = 4,5$
- $\sigma_P = 1$
- $\sigma_M = 3,5$
- $c_I = 30$
- $c_T = 20$
- $c_M = 70$
- $m_{A,L} = 93$
- $m_{R,L} = 90$

Riziko odběratele vázané na m_R je stanoveno na hodnotu 5 %. Podle postupu uvedeném v ČSN ISO 10725 pro známou směrodatnou se určí následující přejímací plán.

- Diskriminační interval D :

$$D = (m_{A,L} - m_{R,L}) = 3$$

- Dolní přejímací hodnota \bar{x}_L :

$$\bar{x}_L = m_{A,L} - \gamma \cdot D = 93 - 0,562 \cdot 3 = 91,31$$

- Počet složených vzorků: 2
- Počet měření na zkušební vzorek n_M :

$$b = \frac{\sigma_M}{\sigma_P} \cdot \sqrt{\frac{c_T}{c_M}} = \frac{3,5}{1} \cdot \sqrt{\frac{20}{70}} = 1,87 \rightarrow n_M = 2$$

Určení hodnoty n_M je v souladu s kapitolou 6.3.2.1 v ČSN ISO 10725, ve které je předepsáno a platí:

$$1,5 < b \leq 2,5 \rightarrow \text{hodnota } n_M = 2$$

- Směrodatná odchylka mezi zkušebními vzorky σ_T :

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_P^2 + \frac{\sigma_M^2}{n_M}} = \sqrt{1^2 + \frac{3,5^2}{2}} = 2,67$$

- Náklady na ošetření zkušební vzorku c_{TM} :

$$c_{TM} = c_T + n_M \cdot c_M = 20 + 2 \cdot 70 = 160$$

- Poměr nákladů R_C :

$$R_C = \frac{c_{TM}}{c_l} = \frac{160}{30} = 5,33$$

- Relativní směrodatná odchylka mezi dílčími vzorky d_l :

$$d_l = \frac{\sigma_l}{D} = \frac{4,5}{3} = 1,5$$

- Relativní směrodatná odchylka mezi zkušebními vzorky d_T :

$$d_T = \frac{\sigma_T}{D} = \frac{2,67}{3} = 0,89$$

Nyní je potřeba určit rozsahy výběrů. Hodnota poměru nákladů R_C je rovna 5,33, z čehož vyplývá, že pro stanovení těchto rozsahů se použije Tabulka 11 na straně 29

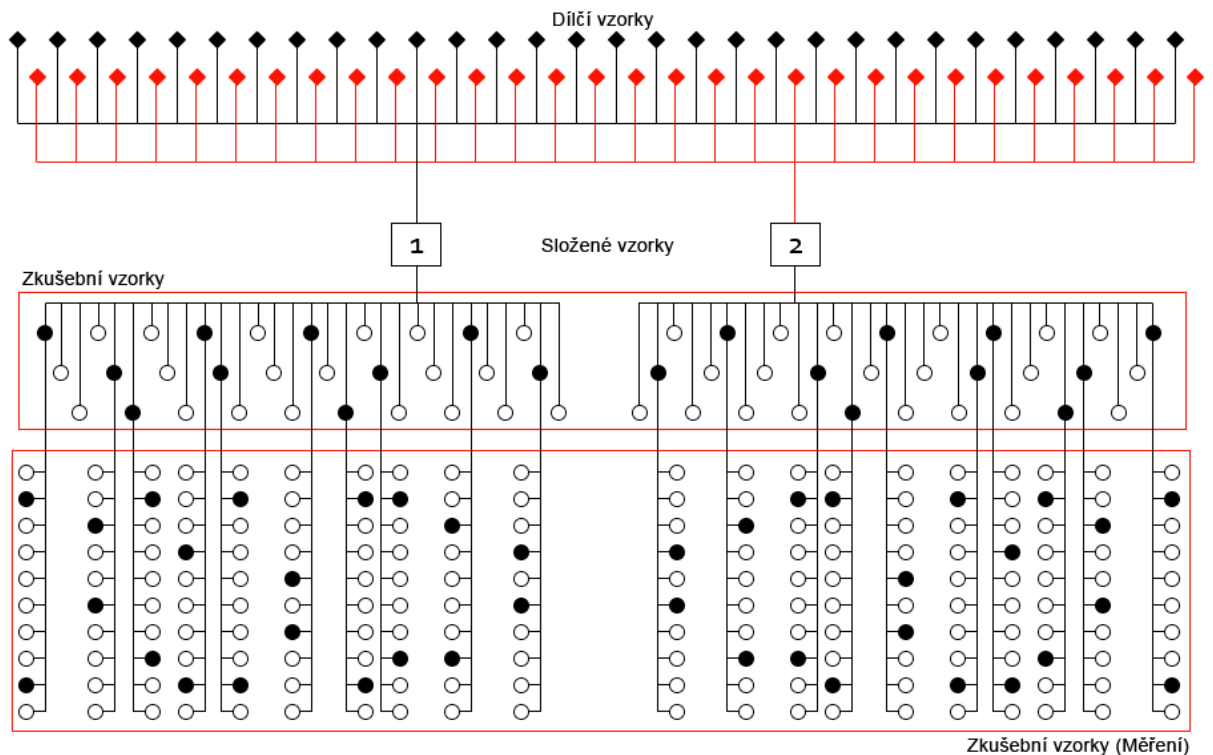
v ČSN ISO 10725. Tato tabulka je určena pro hodnoty R_C od 1,8 do 5,6.

- Rozsahy výběrů n_I a n_T :

$$d_I = 1,5 \rightarrow 1,6 \text{ (preferovaná hodnota)} \rightarrow n_I = 30$$

$$d_T = 0,89 \rightarrow 1 \text{ (preferovaná hodnota)} \rightarrow n_T = 10$$

Nyní je zapotřebí podle rozsahů výběrů provést měření a následně rozhodnout o přijatelnosti dávky. Postup vybrání reprezentativních vzorků je naznačen na Obrázku 9.



Obrázek 9 - Postup pro vzorkování

Veškeré postupy jako je rozdělení vzorků, úpravy před měřením a samotné měření proběhlo přesně podle postupů v ČSN ISO 10725 Kapitoly 5.3. Výběr reprezentativních vzorků je dokončen.

V Tabulce 18 jsou uvedeny hodnoty, které se získaly během měření jedné dávky.

Tabulka 18 - Hodnoty získané z dávky

	Složený vzorek ($i = 1$)			Složený vzorek ($i = 2$)		
	$k = 1$	$k = 2$	\bar{x}_{1j}	$k = 1$	$k = 2$	\bar{x}_{2j}
$j = 1$	100,3	102,4	101,35	102,4	105,4	103,90
$j = 2$	105,6	103,8	104,70	104,1	99,6	101,85
$j = 3$	99,4	106,4	102,90	105,4	100,5	102,95
$j = 4$	98,2	109,2	103,70	103,8	101,8	102,80
$j = 5$	98,4	104,5	101,45	108,1	98,6	103,35
$j = 6$	107,2	103,5	105,35	102,6	99,8	101,20
$j = 7$	103,9	100,4	102,15	104,8	100,2	102,50
$j = 8$	101,1	99,7	100,4	98,4	105,8	102,10
$j = 9$	102,8	107,3	105,05	99,7	106,7	103,20
$j = 10$	106,2	104,6	105,4	105,1	103,1	104,10

- Výběrový průměr 1. složeného vzorku \bar{x}_1 :

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{j} \sum_{j=1}^{10} \bar{x}_{1j} = 103,25$$

- Výběrový průměr 2. složeného vzorku \bar{x}_2 :

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{j} \sum_{j=1}^{10} \bar{x}_{2j} = 102,80$$

- Výběrový průměr celé dávky \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{1}{i} \sum_{i=1}^2 \bar{x}_i = 103,03$$

Přejímací kritérium $\bar{x} > \bar{x}_L$ je splněno a dávka se může přijmout.

4 Zhodnocení statistických přejímek jako nástroje pro řízení kvality

Statistické přejímky jsou jedním z nástrojů, pomocí kterých lze kontrolovat kvalitu. Samotný nástroj neslouží k regulaci nebo ke zlepšování kvality, ale vytváří na dodavatele/výrobce tlak, který následně vede dodavatele ke zlepšování kvality. Samozřejmě za předpokladu, že dodavatel má zájem, aby jeho dodávky byly přijímány. Tento nástroj názorně ukazuje, že lze přijímat dodávky vysokých kvalit, aniž by bylo nutné kontrolovat celou dávku po jednotlivých jednotkách. To vše je umožněno díky statistice a teorii pravděpodobnosti, samozřejmě i zde existuje určité riziko pochybení, ale toto riziko může vzniknout i při stoprocentní kontrole. Lidský faktor totiž může chybovat.

Ještě před samotnou aplikací statistické přejímky je potřeba zvážit veškeré faktory, které výslednou volbu značně ovlivňují. V první řadě je zapotřebí si uvědomit, v jakém prostředí se má statistická přejímka aplikovat, tzn. v plynulé výrobě, u sériových dodávek, u izolovaných dávek nebo u dozorových účelů. Jak je vidět z třetí kapitoly, typů těchto přejímek je velké množství a záleží na konkrétní situaci. Každá z typů přejímek má své použití, které je potřeba respektovat a dodržovat, aby mohlo dojít k prohlášení, že kontrola byla provedena v souladu s konkrétní normou.

Dále se rozhoduje mezi statistickou přejímkou měřením nebo srovnáváním. Každá má své výhody i nevýhody, které jsou uvedeny v přílohách této diplomové práce. U tohoto kroku vyvstává ale spousta faktorů, které je potřeba vzít v potaz. Velkou roli při tomto rozhodování hrají náklady na kontrolu. S tím souvisí i rozdíl mezi statistickou přejímkou měřením a srovnáváním. Zatímco při kontrole srovnáváním se kontroluje vyšší počet jednotek, ale kontrola je jednodušší, tak při kontrole měřením je prováděna kontrola nižšího počtu jednotek (tento fakt se výrazně projeví při obsahu velkého množství jednotek v dávce, u nižších počtů jednotek v dávce není tento rozdíl tak markantní), ale náročnost a složitost této kontroly je vyšší. V případě destruktivních zkoušek je statistická přejímka měřením jediným použitelným nástrojem. Je zapotřebí vzít také v úvahu, jak podrobné informace o produktu/výrobním procesu jsou požadovány. V kombinaci s regulačními diagramy poskytuje statistická přejímka měřením podrobnější informace o procesu a lze také dříve odhalit zhoršení kvality.

Dalšími faktory, které finální rozhodnutí ovlivňují jsou konkrétní podmínky ve výrobě, určité možnosti kontroly, vzájemná dohoda mezi dodavatelem a odběratelem, případně třetí stranou a v neposlední řadě na finančních možnostech každé

ze zainteresovaných stran.

Výběr přijímacích plánů, podle kterých se má kontrola provést však není záležitost, kterou by mohl dělat kdekdo. Při výběru je zapotřebí, aby pověřená autorita měla dostatek zkušeností s produktem a s výrobním procesem a zároveň rozuměla statistice. Avšak převážná většina norem nabízí pomocnou ruku, která při volbě vhodného a účinného přijímacího plánu pomáhá pověřené osobě. S tímto souvisí i určování přijímacího plánu, u kterého je riziko vpuštění neshodných jednotek dále do oběhu. Samozřejmě ani přijímací plány s nulovým přijímacím číslem nezaručují, že v dávce nebude žádná neshodná jednotka. Ve své podstatě však nelze říci, který typ přejímky nebo přijímacího plánu je nejideálnější nebo nejvhodnější (i když se jedná o jeden typ výroby). Každá situace je jiná a každá nabízí jiné možnosti řešení a faktory, které ji určitým způsobem ovlivňují.

Z rozdělení statistických přejímek srovnáváním a měřením a modelových příkladů lze vyzorovat, že přejímky srovnáváním pokrývají širší oblast použití, s tím souvisí i jejich častější použití. Jsou jednodušší na aplikaci a kontrola je lehce proveditelná. To oproti statistickým přejímkám měřením, které jsou náročné na kontrolu, na stanovení přijatelnosti a složitější na pochopení.

U statistických přejímek srovnáním lze upozorovat, kterým směrem se bude kontrola odvíjet v budoucnu. Jsou vidět náznaky, které pomalu ale jistě od této přijímací kontroly upouští a snaží se vymyslet alternativní postupy, jak kvalitu udržovat/zlepšovat, aniž by této kontroly bylo zapotřebí. ČSN ISO 21247 má dokonce takovou filosofii, že výběrová kontrola představuje pouze náklady navíc a pomocí různých statistických kontrol a metod se snaží o její redukci či dokonce i odstranění. Tato myšlenka, kde je lepší rizikům předcházet a snažit vylepšit proces, aby se dalo neshodám předejít, než dodatečnému upravování přijímacích plánů, se mi velice zamlouvá. Tento přístup považuji za velice rozumný. Zároveň si ale myslím, že statistické přejímky své místo v řízení kvality budou mít stále, možná již ne v takové míře, ale budou.

Je zajímavé, že jsou v dnešní době stále použitelné normy, které byly vydané před 40 lety. Z toho je patrné, že statistická přijímací kontrola od svého vzniku (v průběhu druhé světové války) ušla velký kus cesty, ale v některých věcech a přístupech nedošlo k výrazným změnám.

U přejímky pro hromadné materiály jsou postupy pro určení ještě složitější než pro přejímky měřením (více faktorů, které výslednou volbu o přijetí/zamítnutí ovlivňují). Z toho vyplývá, že je také potřeba mít dostatečné znalosti a zkušenosti s kontrolou těchto materiálů.

Závěr

Cílů mé diplomové práce bylo hned několik. V úvodní kapitole je uveden popis teorie, která je nezbytně nutná k pochopení principů a toho, jak statistické přejímky fungují.

Ve druhé kapitole jsem zpracoval přehled norem, které se používají pro statistické přejímky. Dalším krokem bylo zjištění jejich aktuálnosti a sepsání těchto norem, které jsou v současné době použitelné pro statistickou přejímací kontrolu. Tyto normy jsem rozdělil podle svého zaměření, tj. statistická přejímka srovnáváním, přejímka měřením a přejímka pro hromadné materiály.

Nejrozsáhlejší kapitolou je komparace jednotlivých typů statistických přejímek. V této kapitole je také samotné těžiště diplomové práce. Kapitola je rozdělena podle charakteru výstupu kontrolovaného znaku kvality (prejímka měřením a srovnáváním) a dále je zmíněna přejímka pro hromadné materiály. Pro přejímky měřením a srovnáváním je provedena komparace. V první části jsem porovnal statistické přejímky srovnáváním z pohledu, jak se s nimi lze setkat v praxi, tj. podle zaměření. Poté je provedena komparace statistických přejímek měřením také podle zaměření. Třetí podkapitola se zabývá komparací vybraných typů statistických přejímek srovnáváním a měřením mezi sebou. Jako poslední jsem pro názornost uvedl přejímku pro hromadné materiály. Na této kapitole je dobře patrné, že bylo zapotřebí vymyslet nějaký způsob, kterým se zaručí vysoká kvalita dávek a nebude se muset provádět stoprocentní kontrola, která je časově i finančně velmi náročná. Veškeré uvedené typy statistických přejímek jsem doplnil modelovým příkladem, aby si čtenář dokázal lépe představit použití daného typu statistické přejímky. Tyto příklady vznikaly na základě zjištěných a získaných informací, které jsem nasbíral v průběhu psaní diplomové práce a pročítání používaných norem. Tvrzení, která byla zmíněna na začátku třetí kapitoly a v první kapitole diplomové práce, se potvrdila jako pravdivá (rozdílná velikost rozsahu výběru, náročnost na kontrolu, pole působnosti, atd.). U přejímky pro hromadné materiály je zřejmé, že tyto přejímky jsou náročnější na posouzení přijatelnosti. Tento fakt lze vyzorovat z modelového příkladu. Zároveň mohou tyto modelové příklady posloužit jako návod, podle kterého lze při statistické přejímací kontrole postupovat.

Veškeré nabitě informace, které jsem získal při psaní, jsem následně použil pro zhodnocení tohoto nástroje k řízení kvality. Sepsal jsem faktory, které je potřeba vzít v potaz, než se statistická přejímací kontrola začne realizovat. Zároveň jsem nastínil můj osobní pohled, kterým se některé statistické přejímky ubírají a jakým směrem by se mohla tato přejímací kontrola ubírat v budoucnosti.

Seznam literatury a informačních zdrojů

a) Ostatní publikace

- [1] TŮMOVÁ, Olga a Dušan PIRICH. *Nástroje řízení jakosti a základy technické diagnostiky*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2003. ISBN 80-7043-247-0.
- [2] KLŮFA, Jindřich. *Statistická přejímací kontrola jakosti*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1993. ISBN 80-7079-435-6.
- [3] KLŮFA, Jindřich. *Ekonomické aspekty statistických přejímek*. Praha: EKOPRESS, s.r.o., 1999. ISBN 80-86119-24-6.
- [4] Materiál k semináři odborné skupiny Statistické metody při ČSJ (dne 19.9.2013) na téma: Úplný přehled systémů statistických přejímek v mezinárodních normách a ČSN – vzájemné porovnání jejich efektivnosti a vytyčení oblasti aplikací – Část 1: Kontrola srovnáváním (Přednášel Ing. Vratislav Horálek, DrSc.).
- [5] VANĚK, Pavel. SCOV. *Metody statistických přejímek srovnáváním*. 2008. Dostupné z: <http://scov.cz/statistika.pdf>.

b) Normy ČSN a ČSN ISO

- [6] ČSN ISO 2859-1. *Statistické přejímky srovnáváním - Část 1: Přejímací plány AQL pro kontrolu každé dávky v sérii*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [7] ČSN ISO 2859-2. *Statistické přejímky srovnáváním - Část 2: Přejímací plány LQ pro kontrolu izolovaných dávek*. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření, 1992.
- [8] ČSN ISO 2859-3. *Statistické přejímky srovnáváním - Část 3: Občasná přejímka*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [9] ČSN ISO 2859-4. *Statistické přejímky srovnáváním - Část 4: Postupy pro posouzení deklarovaných úrovní jakosti*. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [10] ČSN ISO 2859-5. *Statistické přejímky srovnáváním - Část 5: Systém přejímacích plánů AQL postupným výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [11] ČSN ISO 2859-10. *Statistické přejímky srovnáváním - Část 10: Úvod do norem ISO řady 2859 statistických přejímek pro kontrolu srovnáváním*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [12] ČSN ISO 3951-1. *Statistické přejímky měřením - Část 1: Stanovení přejímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii pro jediný znak kvality a jediné AQL*. Praha: Český normalizační institut, 2008.

- [13] ČSN ISO 3951-2. *Statistické přejímky měřením - Část 2: Obecné stanovení přejímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii při nezávislých znacích kvality*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [14] ČSN ISO 3951-3. *Statistické přejímky měřením - Část 3: Výběrová schémata AQL dvojmým výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [15] ČSN ISO 3951-4. *Statistické přejímky měřením - Část 4: Postupy pro posouzení deklarovaných úrovní kvality*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [16] ČSN ISO 3951-5. *Statistické přejímky měřením - Část 5: Přejímací plány AQL postupným výběrem při kontrole měřením (známá směrodatná odchylka)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [17] ČSN ISO 8422. *Přejímací plány postupným výběrem při kontrole srovnáváním*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [18] ČSN ISO 8423. *Přejímací plány postupným výběrem při kontrole měřením pro procento neshodných jednotek (známá směrodatná odchylka)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [19] ČSN ISO 10725. *Výběrové přejímací plány a postupy pro kontrolu hromadných materiálů*. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [20] ČSN ISO 18414. *Statistické přejímky srovnáváním - Systém s přejímacím číslem nula založený na principu kreditu při řízení výstupní kvality*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [21] ČSN 01 0254. *Statistická přejímka srovnáváním*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1974.
- [22] ČSN ISO 14560. *Statistické přejímky srovnáváním - Úrovně stanovené jakosti v neshodných jednotkách na milion*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [23] ČSN 01 0257. *Statistická přejímka srovnáváním pro plynulou výrobu*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1978.
- [24] ČSN 01 0260. *Statistická přejímka srovnáváním - Přejímací plány jedním výběrem s přípustným počtem vadných ve výběru rovným nule*. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření, 1989.
- [25] ČSN ISO 13448-1. *Statistické přejímky založené na principu rozvržení priorit (APP) - Část 1: Směrnice pro přístup APP*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [26] ČSN ISO 13448-2. *Statistické přejímky založené na principu rozvržení priorit (APP) -*

- Část 2: Koordinované přejímací plány jedním výběrem pro přejímku srovnáváním.*
Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [27] ČSN ISO 21247. *Systémy statistických přejímk s přejímacím číslem nula a postupy statistické regulace propojené pro přejímku produktů.* Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [28] ČSN ISO 28801. *Přejímací plány dvojím výběrem při kontrole srovnáváním s minimálními rozsahy výběrů indexované kvalitou odpovídající riziku dodavatele (PRQ) a kvalitou odpovídající riziku odběratele (CRQ).* Praha: Ústav pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [29] ISO TR 8550 s dodatky a příklady: *aplikovaná statistika - statistické přejímky : pokyn pro volbu systému statistických přejímk, schématu přejímky nebo přejímacího plánu pro kontrolu diskrétních jednotek v dávkách : komentář k normám ISO řady 2859, ISO 8422, ISO 3951 a ISO 8423.* 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 1997/1998. ISBN 80-851-1153-5.

Seznam obrázků a tabulek

<i>OBRÁZEK 1 - TYPICKÝ PRŮBĚH OPERATIVNÍCH CHARAKTERISTIKY [1]</i>	14
<i>OBRÁZEK 2 - OPERATIVNÍ CHARAKTERISTIKA SE ZNÁZORNĚNÝMI RIZIKY [1]</i>	15
<i>OBRÁZEK 3 - NORMÁLNÍ (LAPLACE-GAUSSOVO) ROZDĚLENÍ [1]</i>	20
<i>OBRÁZEK 4 - NORMOVANÉ NORMÁLNÍ ROZDĚLENÍ [1]</i>	21
<i>OBRÁZEK 5 - HYPERGEOMETRICKÉ ROZDĚLENÍ [1]</i>	22
<i>OBRÁZEK 6 - BINOMICKÉ ROZDĚLENÍ [1]</i>	24
<i>OBRÁZEK 7 - POISSONOVO ROZDĚLENÍ [1]</i>	25
<i>OBRÁZEK 8 - NOMOGRAM PRO URČENÍ PŘEJÍMACÍCH PLÁNŮ PRO PLYNULOU VÝROBU [PŘEVZATO Z 21]</i>	47
<i>OBRÁZEK 9 - POSTUP PRO VZORKOVÁNÍ</i>	84
<i>TABULKA 1 - OBECNÉ POROVNÁNÍ STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK SROVNÁVÁNÍM A MĚŘENÍM</i>	30
<i>TABULKA 2 - VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH KONTROL PRO ZNÁZORNĚNÍ PŘECHODOVÝCH PRAVIDEL</i>	36
<i>TABULKA 3 - VÝSLEDKY PŘEDCHOZÍCH 20 KONTROL</i>	37
<i>TABULKA 4 - VÝSLEDKY PROVEDENÉ KONTROLY</i>	39
<i>TABULKA 5 - HODNOTY ROZHODUJÍCÍ O PŘIJETÍ/ZAMÍTNUTÍ</i>	39
<i>TABULKA 6 - TABULKA KONTROL PRO ODHADNUTÍ PROCESU</i>	40
<i>TABULKA 7 - VÝSLEDKY KONTROLY</i>	44
<i>TABULKA 8 - HODNOTY ROZHODUJÍCÍ O PŘIJETÍ/ZAMÍTNUTÍ</i>	45
<i>TABULKA 9 - VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH KONTROL PRO ZNÁZORNĚNÍ PŘECHODOVÝCH PRAVIDEL</i>	56
<i>TABULKA 10 - VÝSLEDKY MĚŘENÍ TEPLoty PROCESORŮ</i>	62
<i>TABULKA 11 - VÝSLEDKY MĚŘENÝCH VZORKŮ</i>	64
<i>TABULKA 12 - VÝSLEDKY MĚŘENÍ PRVNÍHO VÝBĚRU TEPLoty [°C]</i>	66
<i>TABULKA 13 - VÝSLEDKY MĚŘENÍ DRUHÉHO VÝBĚRU TEPLoty [°C]</i>	67
<i>TABULKA 14 - VÝSLEDKY KONTROL PRO STANOVENÍ PŘIJATELNOSTI (ČSN ISO 3951-5)</i>	70
<i>TABULKA 15 - VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH KONTROL - ZNÁZORNĚNÍ PŘECHODOVÝCH PRAVIDEL</i>	71
<i>TABULKA 16 - VÝSLEDKY KONTROL PRO STANOVENÍ PŘIJATELNOSTI (ČSN ISO 8423)</i>	73
<i>TABULKA 17 - NAMĚŘENÉ HODNOTY T [v °C]</i>	77
<i>TABULKA 18 - HODNOTY ZÍSKANÉ Z DÁVKY</i>	85

Přílohy

Příloha č. 1 (tištěná)

Příloha č. 2 (tištěná)

Příloha č. 1 (tištěná)

Označení normy	Použití	Výhody	Nevýhody
ČSN ISO 2859-1	Spojité série dávek, dávky s proměnlivou nebo špatnou úrovní kvality, izolované dávky - pokud nelze použít ČSN ISO 2895-2 lze použít tyto plány	Široké pole působnosti, poskytuje ochranu odběrateli pomocí přechodových pravidel	U vyšších rozsahů dávek vznikají vyšší náklady na kontrolu díky vyšším rozsahům výběrů
ČSN ISO 2859-2	Izolované dávky, série krátkých dávek	Lze využít v případě, kdy malý podíl neshodných může způsobit velkou ztrátu, 2 postupy (A a B)	LQ oproti AQL neposkytuje vypovídající hodnotu pro odběratele, možnost vysokého rizika nepřijetí dávky s kvalitami, které by obě strany považovaly za přijatelné
ČSN ISO 2859-3	Spojité série dávek, dávky mají dlouhodobě velmi dobrou jakost	Nižší rozsahy výběru, zajištěna výborná kvalita dodávek	Potřeba kvalifikace dodavatele, produktu, splnění požadavků pro přechod na občasnou přejímku, možnost zavedenou pouze v případě, jsou-li uplatňovány postupy v ČSN ISO 2859-1
ČSN ISO 2859-4	Audity, prověrky	Kontrola deklarované kvality, dohled nad reálnou úrovní kvality	Potřeba proškolení personálu, zavedení změn (neochota vůči novým změnám)
ČSN ISO 2859-5	Spojité série dávek	Nižší rozsahy výběrů (u dávek s dobrou kvalitou významné), přesnost rozhodnutí při použití numerické metody	Riziko oscilace mezi mezemi přijetí/zamítnutí, riziko překročení rozsahu dávky při výběru, složité na pochopení, náročné na přípravu
ČSN ISO 2859-10	Spojité série dávek, izolované dávky, audity, prověrky	Poskytuje přehled norem z řady 2859 a podává stručný úvod a charakteristiku těchto norem	Neobsahuje přijímací plány, v případě nutnosti se musí použít konkrétní norma ČSN ISO 2859
ČSN 01 0254	Mezioperační kontrola, izolované dávky, plynulá výroba	Široké pole působnosti, možnost použití pro spoustu typů výrob, poskytuje úvod do statistických přejímek srovnáváním	Staré značení hodnot AOQL a LQ (zmatení čtenáře), potřeba pracovat s dodatky kvůli změnám (platnost jednotlivých článků)
ČSN 01 0257	Plynulá výroba	Nabízí alternativní postup k ČSN 01 0254	Použitelná pouze u plynulé výroby

ČSN ISO 14560	Spojité série dávek, izolované dávky (použití předpokládané úrovně procesu), odhad úrovně kvality procesu, dodávky s vysokou úrovní kvality, převážně automobilový a elektrotechnický průmysl	Nižší rozsahy výběrů, zaručení vysoké kvality, díky míře kvality počítané v jednotkách na milion	Určena pro dávky s velkým počtem jednotek -> pro menší/malé výroby nevhodné
ČSN ISO 18414	Prověrky, dozorové účely, nedestruktivní kontrola, spojitá série dávek, izolované dávky	Princip kreditu, dlouhodobě dobrá kvalita	Nízká přejímací čísla, kvalita musí dosahovat vysokých hodnot
ČSN ISO 21247	Plynulá výroba, spojitá série dávek, izolované dávky, krátké série dávek, plánování a kontroly za účelem posouzení shody, při zavádění postupů	široká použitelnost (přejímky měřením, srovnáváním, plynulá výroba), podpora kvality na úrovni řízení, přechodová pravidla, filosofie založená na předcházení rizik	Nulové přejímací číslo, nepoužitelné pro dávky horší kvality
ČSN ISO 28801	Spojité série dávek, izolované dávky a série krátkých dávek (za podmínky, že výběr není větší než 10 % z N)	Hospodárné a rychlé rozhodování o dávce (dávka velmi dobrá nebo velmi špatná), nižší rozsahy výběrů	Plány nepodporují ochranu pomocí přechodových pravidel
ČSN ISO 13448-1	Situace, kdy smlouva nebo norma udává možnost kontroly různými stranami (dodavatel, odběratel nebo třetí strana), jediná výběrová kontrola, soubor jakéhokoliv produktu dodávaného/přijímaného jako kusové jednotky v dávce, spojitá série dávek, izolované dávky	Využití subjektivní a objektivní informace (certifikace ISO 9001, data o řízení kvality) -> nižší rozsahy výběrů, použití kontroly v rámci možností dané strany (při zachování rizika dodavatele a odběratele)	Plány nepodporují ochranu pomocí přechodových pravidel
ČSN ISO 13448-2	U výroby, kde se očekává kontrola srovnáváním a nezávislé kontroly pro tutéž dávku, jediná výběrová kontrola, spojitá série dávek, izolované dávky,	Využití subjektivní a objektivní informace (certifikace ISO 9001, data o řízení kvality) -> nižší rozsahy výběrů, použití kontroly v rámci možností dané strany (při zachování rizika dodavatele a odběratele)	Plány nepodporují ochranu pomocí přechodových pravidel
ČSN ISO 8422	Izolované dávky, provádění kontroly kvůli regulaci, prokazování kvality výrobních procesů, testování hypotéz	Snížení rozsahu výběru, ušetření nákladů na kontrolu, přesnost rozhodnutí při použití numerické metody	Riziko oscilace mezi mezemi přijetí/zamítnutí, riziko překročení rozsahu dávky při výběru, složité na pochopení, náročné na přípravu, nepodporují přechodová pravidla

Příloha č. 2 (tištěná)

Označení normy	Použití	Výhody	Nevýhody
ČSN ISO 3951-1	Spojité série dávek	přechodová pravidla pro ochranu odběratele, jednodušší výpočty než v ostatních normách řady 3951	možné použít pouze pro jediný znak kvality, u dvoustranných mezních hodnot pouze pro propojenou kontrolu
ČSN ISO 3951-2	Spojité série dávek	široké pole působnosti, možné použít pro více znaků kvality x , lze použít pro všechny 3 typy kontrol (složená, oddělená i propojená), přechodová pravidla pro ochranu odběratele	Složité a náročné na kontrolu, rozhodnutí o přijetí je komplikované (výpočty)
ČSN ISO 3951-3	Spojité série dávek	Přechodová pravidla pro ochranu odběratele	Složité a náročné na kontrolu, dvojným výběrem se neprovádí často
ČSN ISO 3951-4	Audity, prověrky a dozorové účely	Dohled nad reálnou úrovní kvality	Složité a náročné na kontrolu a na výpočet
ČSN ISO 3951-5	Spojité série dávek	Přechodová pravidla pro ochranu odběratele, snížení rozsahu výběru díky postupnému výběru	Riziko oscilace mezi mezemi přijetí/zamítnutí, riziko překročení rozsahu dávky při výběru, složité na pochopení, náročné na přípravu
ČSN ISO 8423	Spojité série dávek, provádění kontroly kvůli regulaci, prokazování kvality výrobních procesů, testování hypotéz	Snížení rozsahu výběru díky postupnému výběru	Riziko oscilace mezi mezemi přijetí/zamítnutí, riziko překročení rozsahu dávky při výběru, složité na pochopení, náročné na přípravu, nepodporují přechodová pravidla
ČSN ISO 21247	Plynulá výroba, spojitá série dávek, izolované dávky, krátké série dávek, plánování a kontroly za účelem posouzení shody, při zavádění postupů	široká použitelnost (přejímky měření, srovnáváním, plynulá výroba), podpora kvality na úrovni řízení, přechodová pravidla, filosofie založená na předcházení rizik	Nulové přejímací číslo, nepoužitelné pro dávky horší kvality