



**Národní informační středisko  
pro podporu jakosti**

Konzultační středisko statistických metod při NIS-PJ

# **Statistické přejímky při kontrole měření**

**Ing. Vratislav Horálek DrSc.**

ČSJ

**Ing. Josef Křepela**

ČSJ

***19. ledna 2006.***

# ČSN ISO 3951:1993

**Přejímací postupy a grafy při kontrole měření  
pro procento neshodných jednotek**

U statistické přejímky srovnáváním jedním výběrem činíme konečné rozhodnutí o tom, zda dávku přijmout nebo zamítnout, na základě porovnání počtu neshodných **d** zjištěného ve výběru rozsahu **n** s přejímacím číslem **Ac** daným přejímacím plánem. Je-li **d** ≤ **Ac**, dávka se **přijímá**, naopak, je-li **d** > **Ac**, dávka se **zamítá**. Tento rozhodovací postup je zcela nezávislý na tom, jaké rozdělení pravděpodobnosti má sledovaný znak jakosti, je-li měřitelný. Dokonce můžeme postupovat i tak, že kontrolujeme současně **několik znaků** na jediném výrobku. Výrobek pak prohlásíme za **shodný**, je-li shodný ke všem kontrolovaným znakům jakosti, a prohlásíme ho za **neshodný**, je-li neshodný alespoň vůči jednomu z kontrolovaných znaků jakosti.

Nevýhodou přejímacích plánů při kontrole srovnáváním je poměrně vysoký rozsah výběru požadovaný přejímacím plánem, obzvláště při vysokých nárocích na průměrnou jakost dávek, tedy při nízkých hodnotách AQL.

Nápravu v tomto směru možno dosáhnout aplikací statistické **přejímky měření** v souladu s ČSN ISO 3951:1993. **Potřebné rozsahy výběrů jsou totiž pro stejné hodnoty AQL a rozsahy výběrů výrazně menší než u přejímky srovnáváním.**

To je způsobeno tím, že výpovědní schopnost výsledku provedeného měření na dané kontrolované jednotce je mnohonásobně větší než pouhé konstatování, že tento výsledek měření spadá svojí hodnotou do tolerančního pole daného specifikací nebo spadá svojí hodnotou vně tohoto pole. O jak výrazně snížení rozsahu výběru se jedná, je patrné z **tabulky I-B** (viz dále).

V této souvislosti je třeba se zmínit ještě o "zdánlivém paradoxu statistických přejímek", ke kterému může dojít při aplikaci přejímky měření. Může se totiž stát, že všechny naměřené hodnoty sledovaného znaku jakosti  $x_1, x_2, \dots, x_n$  na  $n$  jednotkách náhodně odebraných z dávky je takových, že platí

$$LSL \leq x_1, x_2, \dots, x_n \leq USL ,$$

kde LSL a USL jsou dolní, resp. horní mezní hodnota dané specifikací. Při přejímce srovnáváním bychom všech  $n$  jednotek ve výběru označili za shodné, tedy počet neshodných ve výběru  $d$  by byl roven 0 a dávka přijata.

Může se ovšem stát, že většina naměřených hodnot  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , leží blízko dolní, nebo blízko horní mezní hodnoty a důsledek toho bude, že závěr přejímky měřením bude záporný, dávka se musí zamítnout, neboť hodnota vypočteného ukazatele nebude vyhovovat danému kritériu.

Vznikne tedy **zdánlivý rozpor mezi závěrem přejímky měřením a přejímky srovnáváním**. Opravdu jen zdánlivý, neboť si musíme uvědomit, že přejímka měřením je realizována na poměrně menším rozsahu výběru než by tomu bylo u přejímky srovnáváním při stejném požadavku na hodnotu AQL a stejném rozsahu dávky či stejné kontrolní úrovni. A pak při tomto postupu by se zřejmě mezi kontrolovanými jednotkami ve výběru, který by měl nepoměrně větší výběr než byl u přejímky měřením, našla alespoň jedna jednotka, která by měla svoji hodnotu znaku mimo toleranční pole.

Při kontrole srovnáváním není obvykle nikde zaznamenáváno, jaká je konkrétní hodnota zjištěná na měřené jednotce. Při kontrole měřením musí být tato informace zaznamenána a vstupuje do výpočtu ukazatele  $Q$ , jehož číselná hodnota se porovnává s přejímacím číslem  $k$ , daným přejímacím plánem. Hodnota tohoto ukazatele  $Q$  závisí nejen na požadované úrovni AQL, na rozsahu výběru  $n$ , na kontrolní úrovni, ale i na předepsaných mezních hodnotách daných specifikací.

V ČSN ISO 3951:1993 se uvažují tři způsoby: buď je **směrodatná odchylka  $\sigma$  známa**, nebo se **odhaduje pomocí výběrové směrodatné odchylky  $s$  a nebo pomocí výběrového rozpětí  $R$** . V prvním případě pracujeme s tzv.  **$\sigma$ -plány**, v druhém s  **$s$ -plány** a konečně ve třetím s  **$R$ -plány**.

Poněvadž číselné hodnoty ukazatelů  $Q$ , závisí i na technických mezních hodnotách, je jasné, že statistickou přejímku měření – na rozdíl od statistické přejímky srovnáváním – můžeme **aplikovat jen odděleně na jednotlivé měřitelné znaky a rozhodnutí o přijatelnosti nebo nepřijatelnosti dávky činit jen vůči jednotlivým znakům jakosti**, na které je aplikována přejímka měření.

Postup uvažovaný v souvislosti s přejímkou srovnáváním a založený na současném proměření více znaků jakosti by byl použitelný jen při odděleném zpracování hodnot zjištěných u těchto znaků, přičemž na tyto znaky by musely být kladeny stejné požadavky jakosti (stejně hodnoty AQL), aby rozsahy výběrů požadované přejímacími plány byly také shodné pro všechny znaky.

## 12.1 Předběžné úvahy před aplikací ČSN ISO 3951:1993

### 1) *Oblast použití :*

Statistická přejímka měření se má aplikovat na dávky z výroby, která je kontinuální, stabilizovaná a statisticky regulována, přičemž příslušný proces je statisticky zvládnutý (s vysokým  $C_{pk}$ ) a dávky tvoří sérii.

### 2) *Volba měřitelného znaku, ověření normality jeho rozdělení a volba typu přejímacího plánu :*

Předpokladem pro aplikaci systému přejímacích plánů ČSN ISO 3951:1993 je **normalita rozdělení** (nebo alespoň přibližná normalita) sledovaného měřitelného znaku jakosti,  $N(\mu, \sigma^2)$ . **Parametr  $\mu$  se považuje vždy za neznámý**, kdežto **s parametrem  $\sigma$  se pracuje buď jako se známou nebo neznámou hodnotou :**

- ◆ pro známé  $\sigma$  jsou přejímací plány označovány  **$\sigma$ -plány**,
- ◆ pro neznámé  $\sigma$  (**a to je většina běžných situací**) je nutno jeho velikost odhadnout a to
  - buď pomocí výběrové směrodatné odchylky  $s$  a pak pracujeme s  **$s$ -plány**,
  - nebo pomocí výběrového rozpětí  $R$  a pak pracujeme s  **$R$ -plány**.



### 3) *Porovnání rozsahů výběrů při přejímce srovnáváním a přejímce měřením:*

Jaký vliv na rozsah výběru má aplikace přejímky měřením nebo přejímky srovnáváním a stejně jaký vliv má aplikace s-plánů nebo  $\sigma$ -plánů je patrné z **tabulky I – B**.

Objektivita porovnání je zaručena tím, že se v obou porovnávaných systémech (ČSN ISO 2859-1 a ČSN ISO 3951) stejným rozsahům dávek a stejným kontrolním úrovním přiřazují shodná kódová písmena.


Z porovnání přejímky srovnáváním s s-plány přejímky měřením (viz tabulka I – B) např. plyne, že pro stejné AQL pro kódové písmeno F je třeba při přejímce měřením proměřit jen polovinu ( $n = 10$ ) jednotek nutných ( $n = 20$ ) v systému ISO 2859-1:2000. Pro kódové písmeno P je to již jen jedna čtvrtina ( $n = 200$  oproti  $n = 800$ ).

Ještě výraznější rozdíl nastává při aplikaci  $\sigma$ -plánů, kde rozsah výběru je již závislým na použité úrovni AQL. Oproti s-plánům se požadavky na rozsahy výběrů snižují až na více než jednu čtvrtinu a to při malých hodnotách AQL. Zde se ukazuje, jak cenná a ekonomicky výhodná může být informace o velikosti a stabilitě směrodatné odchylky procesu, je-li prokazatelná (např. formou regulačních diagramů).

# Tabulka I – B Porovnání rozsahů výběrů při přejímce srovnáním a

Metoda		$s$	$\sigma$										Ekvivalentní rozsah výběru při přejímce srovnáním (ISO 2859)		
Přípustná úroveň jakosti		Všechna AQL	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	Kódové písmeno	Rozsah výběru
Kódové písmeno rozsahu výběru	B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	B	3	
	C	4	↓	↓	↓	↓	↓	2	2	2	2	3	C	5	
	D	5	↓	↓	↓	↓	2	2	2	3	3	3	4	D	8
	E	7	↓	↓	2	2	3	3	3	4	4	5	5	E	13
	F	10	↓	3	3	3	4	4	4	5	5	6	7	F	20
	G	15	4	4	4	5	5	6	6	7	8	9	11	G	32
	H	20	5	5	6	6	7	7	8	9	10	12	14	H	50
	I	25	6	6	7	8	8	9	10	11	13	15	17	—	—
	J	35	8	9	9	10	11	12	14	15	18	20	24	J	80
	K	50	11	12	13	14	16	17	19	22	25	29	33	K	125
	L	75	16	17	19	21	23	25	28	32	36	42	49	L	200
	M	100	22	23	25	27	30	33	36	42	48	55	64	M	315
	N	150	31	34	37	40	44	49	54	61	70	82	95	N	500
P	200	42	45	49	54	59	65	71	81	93	109	127	P	800	

## POZNÁMKY

- Všechny hodnoty AQL jsou v procentu neshodných jednotek.
- Kódová písmena rozsahu výběru v této mezinárodní normě odpovídají těm, která jsou uvedena v ISO 2859; nejsou identická s těmi, která jsou uvedena v MIL STD 414.
- Značka  
 V této oblasti rozsahů dávek neexistuje žádný vhodný přejímací plán; použijte se prvního přejímacího plánu pod šipkou. Ten se týká jak rozsahu výběru, tak přejímacího čísla  $k$ .

#### 4) *Volba kontrolní úrovně:*

ČSN ISO 3951:1993 nabízí také tři obecné úrovně (I, II, III), ale na rozdíl od ČSN ISO 2859-1:2000 jen dvě speciální kontrolní úrovně (S3 a S4). Opět **není-li předepsáno jinak, volí se vždy obecná kontrolní úroveň II**. Pravidla volby a preference speciálních úrovní je opět vázána na stejná pravidla jako u přejímky srovnáváním a platí i stejná omezení pro aplikaci určitých speciálních úrovní.

#### 5) *Předpis technických požadavků:*

Systémy přejímacích plánů pro kontrolu měření v ČSN ISO 3951:1993 lze aplikovat jak při předpisu jednostranných mezních hodnot (**LSL nebo USL**), tak při předpisu oboustranných mezních hodnot (**LSL a současně USL**).

## 6) **Volba hodnoty AQL**

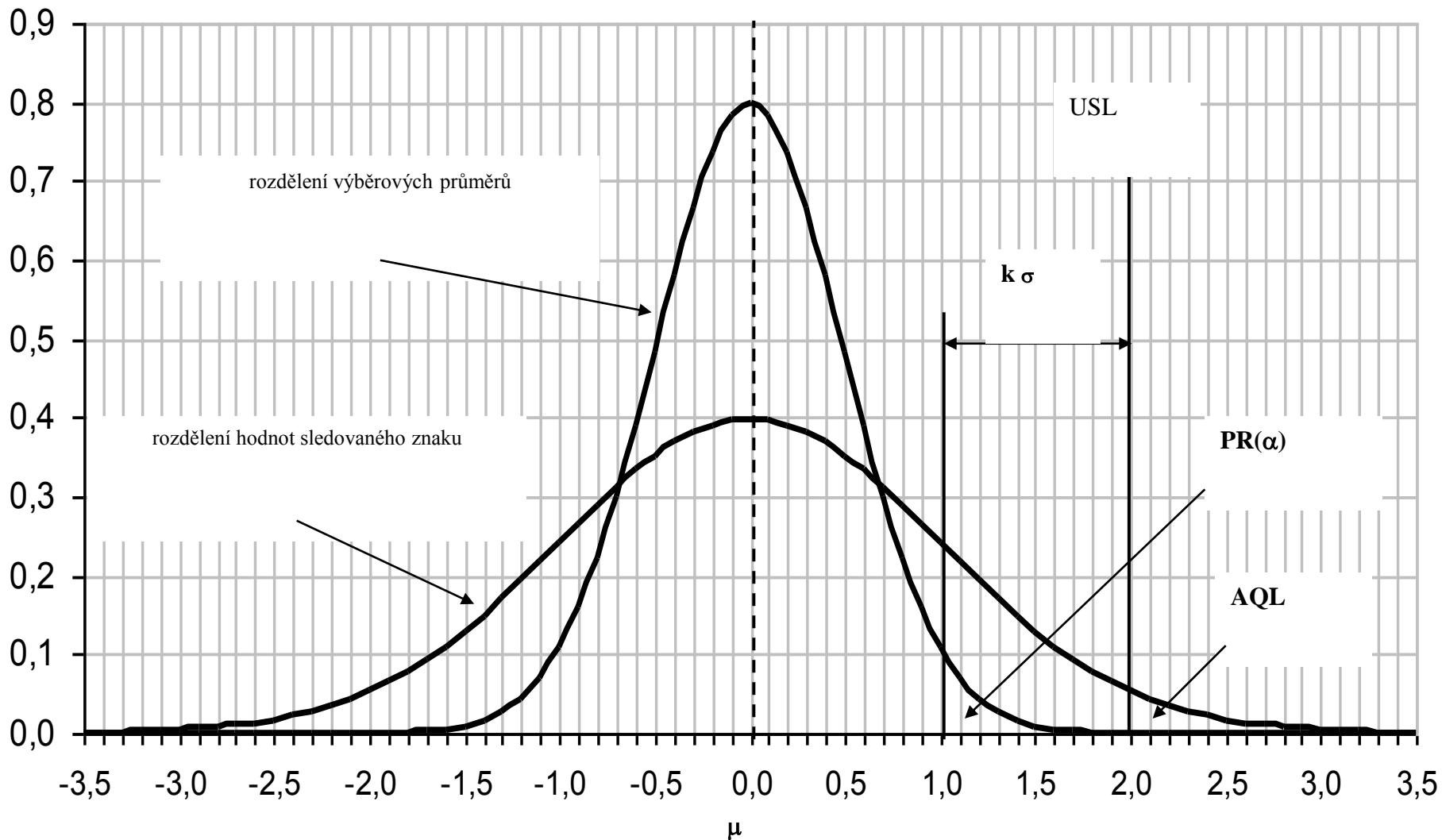
(grafická interpretace AQL - viz obrázek)

**Stupnice preferovaných hodnot AQL** je shodná se stupnicí v systému ČSN ISO 2859-1:2000. Volí se vždy jedna úroveň AQL, přičemž volba AQL se má uskutečnit vždy na úrovni o jeden stupeň přísnější než je požadavek odběratele nebo úroveň požadovaná ve specifikaci. Tím se předejde vracení určitého malého počtu dávek od odběratele a tedy se sníží reklamace.

**Při předpisu oboustranných mezních hodnot** nabízí ČSN ISO 3951 dvě formy volby hodnot AQL :

- ◆ buď samostatné dvě hodnoty AQL vůči každé mezní hodnotě (tzv. **oddělené mezní hodnoty**) a tento postup aplikujeme, když máme zvláštní zájem na jakosti vůči jedné z obou mezních hodnot, nebo
- ◆ jedinou hodnotu AQL charakterizující požadavek na jakost dávky jako celku bez ohledu na to, vůči které mezní hodnotě bude špatná jakost vyšší (tzv. **kombinované mezní hodnoty**).

# Obrázek - Grafické znázornění hodnot AQL a PR( $\alpha$ )



## 12.2 Stanovení přijímacího plánu v systému ČSN ISO 3951

### Postup při stanovení přijímacího plánu:

(budeme uvažovány jen  $\sigma$ -plány a s-plány) Při stanovení přijímacího plánu se realizují tyto kroky:

- a) pro daný rozsah dávky N a danou kontrolní úroveň (běžně II) se v **tabulce I-A** zjistí kódové písmeno rozsahu výběru;
- b) znalost kódového písmene a hodnoty AQL umožňuje stanovit rozsah výběru n a přijímací číslo k pro normální kontrolu:
  - pro  $\sigma$ -plán z **tabulky III-A**,
  - pro s-plán z **tabulky II-A** a
  - pro R-plány z **tabulky RII-A** v příloze C.

### Přejímka začíná vždy na úrovni normální kontroly.

Při splnění požadavků formulovaných v přechodových pravidlech, která jsou společná jak pro přejímku srovnáváním, tak měřením, se přejde na zpřísněnou, resp. na zmírněnou kontrolu.






V případě zpřísněné kontroly se odpovídající přijímací plány najdou:

pro  $\sigma$ -plány v **tabulce III-B**, pro s-plány v **tabulce II-B**

v případě zmírněné kontroly se odpovídající přijímací plány najdou: .

pro  $\sigma$ -plány v **tabulce III-C** a pro s-plány v **tabulce II-C**.

# Tabulka I - A Kódová písmena rozsahu výběru a kontrolní úrovně


Rozsah dávky nebo dodávky	Speciální kontrolní úrovně		Obecné kontrolní úrovně				
	S-3	S-4	I	II	III		
2 až 8					C		
9 až 15					B	D	
16 až 25				B	C	E	
26 až 50				C	D	F	
51 až 90				B	D	E	G
91 až 150				C	E	F	H
151 až 280	B	D	F	G	I		
281 až 500	C	E	G	H/I*	J		
501 až 1 200	D	F	H	J	K		
1 201 až 3 200	E	G	I	K	L		
3 201 až 10 000	F	H	J	L	M		
10 001 až 35 000	G	I	K	M	N		
35 000 až 150 000	H	J	L	N	P		
150 001 až 500 000	I	K	M	P			
500 001 a výše	J	L	N				

\* Pro rozsah dávky 281 až 400 se použije H a pro rozsah dávky 401 až 500 se použije I

## POZNÁMKY

1 Kódová písmena rozsahu výběru a kontrolní úrovně v této mezinárodní normě odpovídají těm, které jsou uvedeny v ISO 2859; nejsou identické s těmi, které jsou uvedeny v MIL STD 414<sup>(8)</sup>.

### 2 Značka

 V této oblasti rozsahů dávek neexistuje žádný vhodný přijímací plán; použije se prvního přijímacího plánu pod nebo nad šipkou. Ten se týká jak rozsahu výběru, tak přijímacího čísla k.

**Tabulka II - A** Přejímací plány jedním výběrem pro normální kontrolu:  
s - metoda

Kódové písmeno rozsahu výběru	Rozsah výběru	Přijímací úrovně jakosti (normální kontrola)										
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,12	0,958	0,765	0,566
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	1,45	1,34	1,17	1,01	0,814	0,617
D	5	↓	↓	↓	↓	1,65	1,53	1,40	1,24	1,07	0,874	0,675
E	7	↓	↓	2,00	1,88	1,75	1,62	1,50	1,33	1,15	0,955	0,755
F	10	↓	2,24	2,11	1,98	1,84	1,72	1,58	1,41	1,23	1,03	0,828
G	15	2,42	2,32	2,20	2,06	1,91	1,79	1,65	1,47	1,30	1,09	0,886
H	20	2,47	2,36	2,24	2,11	1,96	1,82	1,69	1,51	1,33	1,12	0,917
I	25	2,50	2,40	2,26	2,14	1,98	1,85	1,72	1,53	1,35	1,14	0,936
J	35	2,54	2,45	2,31	2,18	2,03	1,89	1,76	1,57	1,39	1,18	0,969
K	50	2,60	2,50	2,35	2,22	2,08	1,93	1,80	1,61	1,42	1,21	1,00
L	75	2,66	2,55	2,41	2,27	2,12	1,98	1,84	1,65	1,46	1,24	1,03
M	100	2,69	2,58	2,43	2,29	2,14	2,00	1,86	1,67	1,48	1,26	1,05
N	150	2,73	2,61	2,47	2,33	2,18	2,03	1,89	1,70	1,51	1,29	1,07
P	200	2,73	2,62	2,47	2,33	2,18	2,04	1,89	1,70	1,51	1,29	1,07



**Tabulka II - B** Přejímací plány jedním výběrem pro zpřísněnou kontrolu:  
s - metoda

Kódové písmeno rozsahu výběru	Rozsah výběru	Připustné drovné jakosti (zpřísněná kontrola)										
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00
		<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,12	0,958	0,765
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,45	1,34	1,17	1,01	0,814
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	1,65	1,53	1,40	1,24	1,07	0,874
E	7	↓	↓	↓	2,00	1,88	1,75	1,62	1,50	1,33	1,15	0,955
F	10	↓	↓	2,24	2,11	1,98	1,84	1,72	1,58	1,41	1,23	1,03
G	15	2,53	2,42	2,32	2,20	2,06	1,91	1,79	1,65	1,47	1,30	1,09
H	20	2,58	2,47	2,36	2,24	2,11	1,96	1,82	1,69	1,51	1,33	1,12
I	25	2,61	2,50	2,40	2,26	2,14	1,98	1,85	1,72	1,53	1,35	1,14
J	35	2,65	2,54	2,45	2,31	2,18	2,03	1,89	1,76	1,57	1,39	1,18
K	50	2,71	2,60	2,50	2,35	2,22	2,08	1,93	1,80	1,61	1,42	1,21
L	75	2,77	2,66	2,55	2,41	2,27	2,12	1,98	1,84	1,65	1,46	1,24
M	100	2,80	2,69	2,58	2,43	2,29	2,14	2,00	1,86	1,67	1,48	1,26
N	150	2,84	2,73	2,61	2,47	2,33	2,18	2,03	1,89	1,70	1,51	1,29
P	200	2,85	2,73	2,62	2,47	2,33	2,18	2,04	1,89	1,70	1,51	1,29

**Tabulka II - C** Přejímací plány jedním výběrem pro zmírněnou kontrolu:  
s - metoda

Kódové písmeno rozsahu výběru	Rozsah výběru	Připustné úrovně jakosti (zmírněná kontrola)										
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,12	0,958	0,765	0,566	0,341
C	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,12	0,958	0,765	0,566	0,341
D	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,12	0,958	0,765	0,566	0,341
E	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,12	0,958	0,765	0,566	0,341
F	4	↓	↓	↓	↓	1,45	1,34	1,17	1,01	0,814	0,617	0,393
G	5	↓	↓	↓	1,65	1,53	1,40	1,24	1,07	0,874	0,675	0,455
H	7	↓	2,00	1,88	1,75	1,62	1,50	1,33	1,15	0,955	0,755	0,536
I	10	2,24	2,11	1,98	1,84	1,72	1,58	1,41	1,23	1,03	0,828	0,611
J	15	2,32	2,20	2,06	1,91	1,79	1,65	1,47	1,30	1,09	0,886	0,664
K	20	2,36	2,24	2,11	1,96	1,82	1,69	1,51	1,33	1,12	0,917	0,695
L	25	2,40	2,26	2,14	1,98	1,85	1,72	1,53	1,35	1,14	0,936	0,712
M	35	2,45	2,31	2,18	2,03	1,89	1,76	1,57	1,39	1,18	0,969	0,745
N	50	2,50	2,35	2,22	2,08	1,93	1,80	1,61	1,42	1,21	1,00	0,774
P	75	2,55	2,41	2,27	2,12	1,98	1,84	1,65	1,46	1,24	1,03	0,804

**Tabulka III - A** Přejímací plány jedním výběrem pro normální kontrolu:  
 $\sigma$  - metoda

Kódové písmeno rozsahu výběru	Přípustné úrovně jakosti (normální kontrola)																					
	0,10		0,15		0,25		0,40		0,65		1,00		1,50		2,50		4,00		6,50		10,00	
	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k
B	↓																					
C	↓																					
D	↓																					
E	↓																					
F	↓																					
G	4	2,39	4	2,30	4	2,14	5	2,05	5	1,88	6	1,78	6	1,62	7	1,45	8	1,28	9	1,07	11	0,877
H	5	2,46	5	2,34	6	2,23	6	2,08	7	1,95	7	1,80	8	1,68	9	1,49	10	1,31	12	1,11	14	0,906
I	6	2,49	6	2,37	7	2,25	8	2,13	8	1,96	9	1,83	10	1,70	11	1,51	13	1,34	15	1,13	17	0,924
J	8	2,54	9	2,45	9	2,29	10	2,16	11	2,01	12	1,88	14	1,75	15	1,56	18	1,38	20	1,17	24	0,964
K	11	2,59	12	2,49	13	2,35	14	2,21	16	2,07	17	1,93	19	1,79	22	1,61	25	1,42	29	1,21	33	0,995
L	16	2,65	17	2,54	19	2,41	21	2,27	23	2,12	25	1,97	28	1,84	32	1,65	36	1,46	42	1,24	49	1,03
M	22	2,69	23	2,57	25	2,43	27	2,29	30	2,14	33	2,00	36	1,86	42	1,67	48	1,48	55	1,26	64	1,05
N	31	2,72	34	2,62	37	2,47	40	2,33	44	2,17	49	2,03	54	1,89	61	1,69	70	1,51	82	1,29	95	1,07
P	42	2,73	45	2,62	49	2,48	54	2,34	59	2,18	65	2,04	71	1,89	81	1,70	93	1,51	109	1,29	127	1,07

**Tabulka III - B** Přejímací plány jedním výběrem pro zpřísněnou kontrolu:  
 $\sigma$  - metoda




Kódové písmeno rozsahu výběru	Přípustné úrovně jakosti (zpřísněná kontrola)																					
	0,10		0,15		0,25		0,40		0,65		1,00		1,50		2,50		4,00		6,50		10,00	
	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k
B	↓																					
C	↓																					
D	↓																					
E	↓																					
F	↓																					
G	3	2,49	4	2,39	4	2,30	4	2,14	5	2,05	5	1,88	6	1,78	6	1,62	7	1,45	8	1,28	9	1,07
H	4	2,55	5	2,46	5	2,34	6	2,23	6	2,08	7	1,95	7	1,80	8	1,68	9	1,49	10	1,31	12	1,11
I	6	2,59	6	2,49	6	2,37	7	2,25	8	2,13	8	1,96	9	1,83	10	1,70	11	1,51	13	1,34	15	1,13
J	7	2,63	8	2,54	9	2,45	9	2,29	10	2,16	11	2,01	12	1,86	14	1,75	15	1,56	18	1,38	20	1,17
K	11	2,72	11	2,59	12	2,49	13	2,35	14	2,21	16	2,07	17	1,93	19	1,79	22	1,61	25	1,42	29	1,21
L	15	2,77	16	2,65	17	2,54	19	2,41	21	2,27	23	2,12	25	1,97	28	1,84	32	1,65	36	1,46	42	1,24
M	20	2,80	22	2,69	23	2,57	25	2,43	27	2,29	30	2,14	33	2,00	36	1,86	42	1,67	48	1,48	55	1,26
N	30	2,84	31	2,72	34	2,62	37	2,47	40	2,33	44	2,17	49	2,03	54	1,89	61	1,69	70	1,51	82	1,29
P	40	2,85	42	2,73	45	2,62	49	2,48	54	2,34	59	2,18	65	2,04	71	1,89	81	1,70	93	1,51	109	1,29

**Tabulka III - C** Přejímací plány jedním výběrem pro zmírněnou kontrolu:  
 $\sigma$  - metoda

Kódové písmeno rozsahu výběru	Přípustné úrovně jakosti (zmírněná kontrola)																					
	0,10		0,15		0,25		0,40		0,65		1,00		1,50		2,50		4,00		6,50		10,00	
	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>
B																						
C																						
D																						
E																						
F																						
G																						
H																						
I																						
J																						
K																						
L																						
M																						
N																						
P																						

## U tabulek II A až II C je třeba respektovat následující poznámky:

### POZNÁMKY

- 1 Všechny hodnoty AQL jsou v procentu neshodných jednotek.
- 2 Kódová písmena rozsahu výběru v této mezinárodní normě odpovídají těm, která jsou uvedena v ISO 2859; nejsou identická s těmi, která jsou uvedena v MIL STD 414.
- 3 Značky
  -  V této oblasti rozsahu dávek neexistuje žádný vhodný přijímací plán; použijte se prvního přijímacího plánu pod šipkou. Ten se týká jak rozsahu výběru, tak přijímacího čísla  $k$ .
  -  Přijímací plán v této oblasti rozsahů dávek dává vysoký stupeň záruky, avšak na úkor velkého výběru. Podle uvážení zodpovědného orgánu může být použit nejbližší přijímací plán nad šipkou.
  -  Silně vyznačené přímkou ohraničují ekvivalentní přijímací plány při kontrole srovnáním uvedené v ISO 2859.

## 12.3 Kriteria přijatelnosti dávky v systému ČSN ISO 3951

### Kritéria přijatelnosti dávky:

při předpisu jednostranné mezní hodnoty nebo oddělených oboustranných mezních hodnot se vypočte podle potřeby ukazatel:

$$(1) - \text{pro } \sigma\text{-plán: } Q_U = (USL - \bar{x}) / \sigma, \quad \text{resp. } Q_L = (\bar{x} - LSL) / \sigma \quad ;$$

$$(2) - \text{pro } s\text{-plán: } Q_U = (USL - \bar{x}) / s, \quad \text{resp. } Q_L = (\bar{x} - LSL) / s,$$

$$\text{kde } \bar{x} = (1/n) \sum x_i \quad \text{a} \quad s = \sqrt{[1/(n-1)] \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

je aritmetický průměr, resp. výběrová směrodatná odchylka, které byly napočteny z hodnot  $x_1, x_2, \dots, x_n$  naměřených na  $n$  vzorcích představující náhodný výběr rozsahu  $n$ , odebraný z kontrolované dávky rozsahu  $N$ . Symboly LSL a USL jsou opět dolní, resp. horní mezní hodnota, které jsou dány specifikací.

Číselné hodnoty ukazatelů  $Q_L$ , resp.  $Q_U$  se porovnají s **přejímacím číslem  $k$** , které je uvedeno:

pro  **$\sigma$ -plány** v tabulce III-A pro normální kontrolu,  
v tabulce III-B pro zpřísněnou kontrolu ,  
v tabulce III-C pro zmírněnou kontrolu a .

pro  **$s$ -plány** v tabulce II-A pro normální kontrolu,  
v tabulce II-B pro zpřísněnou kontrolu,  
v tabulce II-C pro zmírněnou kontrolu.

**Při předpisu pouze USL:** dávka se přijímá, je-li  $Q_U \geq k$  ,  
dávka se zamítá, je-li  $Q_U < k$  .

**Při předpisu pouze LSL:** dávka se přijímá, je-li  $Q_L \geq k$  ,  
dávka se zamítá, je-li  $Q_L < k$  .

**Při současném předpisu USL i LSL:**

(jestliže se liší hodnoty AQL pro USL a LSL, pak i hodnoty  $k$  se liší a tedy obecně platí:  $k_U \neq k_L$ )

dávka se přijímá, je-li současně  $Q_U \geq k_U$  i  $Q_L \geq k_L$  ,

dávka se zamítá, je-li  $Q_U < k_U$  a/nebo  $Q_L < k_L$  .



## 12.4 Doplnkové informace v ČSN ISO 3951 : 1993

### ◆ OC křivky – grafické průběhy a tabelované hodnoty:

pro všechna kódová písmena a odpovídající úrovně AQL jsou konstruovány průběhy operativních charakteristik (OC křivek) a to jak formou grafickou, tak numerickou. To umožňuje před odsouhlasením navržené hodnoty AQL a navržené kontrolní úrovně prověřit celkovou účinnost odpovídajícího přijímacího plánu a provést případnou úpravu v původním návrhu hodnot AQL či kontrolní úrovni.

### ◆ Tabulka IV-s hodnot MSSD a tabulka IV- $\sigma$ hodnot MPSD:

Tyto tabulky obsahují koeficienty, které při znalosti šíře tolerančního pole (USL-LSL) umožňují stanovit maximální možné hodnoty směrodatných odchylek, aby mohly být splněny požadavky na dané AQL (a to normální, zpřísněnou a zmírněnou kontrolu).

V případě neznámé směrodatné odchylky a odhadované pomocí  $s$  - (tabulka IV-s) i v případě známé směrodatné odchylky  $\sigma$  - (tabulka IV- $\sigma$ ).

To umožňuje konfrontaci zjištěných reálných hodnot variability s navrhovanými nebo požadovanými hodnotami AQL.

## Tabulka IV-s Hodnoty $f_s$ pro maximální výběrovou směrodatnou odchylku (MSSD): s - metoda

Rozsah výběru	Připustné úrovně jakosti (normální kontrola)												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,0		
3								0,436	0,453	0,475	0,502	0,538	
4							0,339	0,353	0,374	0,399	0,432	0,472	0,528
5						0,294	0,308	0,323	0,346	0,372	0,408	0,452	0,511
7			0,242	0,253	0,266	0,280	0,295	0,318	0,345	0,381	0,425	0,485	
10		0,214	0,224	0,235	0,248	0,261	0,276	0,298	0,324	0,359	0,403	0,460	
15	0,188	0,195	0,202	0,211	0,222	0,235	0,248	0,262	0,284	0,309	0,344	0,386	0,442
20	0,183	0,190	0,197	0,206	0,216	0,229	0,242	0,255	0,277	0,302	0,336	0,377	0,432
25	0,180	0,187	0,193	0,203	0,212	0,225	0,238	0,251	0,273	0,297	0,331	0,372	0,426
35	0,176	0,183	0,189	0,198	0,208	0,220	0,232	0,245	0,266	0,291	0,323	0,364	0,416
50	0,172	0,178	0,184	0,194	0,203	0,214	0,227	0,241	0,261	0,284	0,317	0,356	0,408
75	0,168	0,174	0,181	0,189	0,199	0,211	0,223	0,235	0,255	0,279	0,310	0,348	0,399
100	0,166	0,172	0,179	0,187	0,197	0,208	0,220	0,233	0,253	0,276	0,307	0,345	0,395
150	0,163	0,170	0,175	0,185	0,193	0,206	0,216	0,230	0,249	0,271	0,302	0,341	0,388
200	0,163	0,168	0,175	0,183	0,193	0,203	0,215	0,228	0,248	0,269	0,302	0,338	0,386
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,0		
	Připustné úrovně jakosti (zprísněná kontrola)												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,0		
	Připustné úrovně jakosti (zmírněná kontrola)												

POZNÁMKA: – Hodnota MSSD se získá násobením součinitele  $f_s$  rozdílem mezi horní mezní hodnotou U a dolní mezní hodnotou L, tj.  $MSSD = f_s (U - L)$

Když se používá přijímacích plánů při oboustranných mezních hodnotách a rozptyl je neznámý, představuje MSSD největší přípustnou velikost výběrové směrodatné odchylky. Je-li výběrová směrodatná odchylka menší než MSSD, existuje možnost, ale ne jistota, že dávka bude přijata.

## Tabulka IV- $\sigma$ Hodnoty $f_\sigma$ pro maximální směrodatnou odchytku výrobního procesu (MPSD): $\sigma$ - metoda

Připustné úrovně jakosti (normální kontrola)												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00	
0,147	0,152	0,157	0,165	0,174	0,184	0,194	0,206	0,223	0,243	0,271	0,304	0,347
0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00		
Připustné úrovně jakosti (zpřísněná kontrola)												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00	
Připustné úrovně jakosti (zmírněná kontrola)												

**POZNÁMKA:** – Hodnota MPSD se získá násobením součinitele  $f_\sigma$  rozdílem mezi horní mezní hodnotou U a dolní mezní hodnotou L, tj.  $MPSD = f_\sigma (U - L)$

Když se používá přijímacích plánů při oboustranných mezních hodnotách a rozptyl je známý, představuje MPSD největší přípustnou velikost směrodatné odchytky výrobního procesu. Je-li směrodatná odchytka výrobního procesu menší než MPSD, existuje možnost, ale ne jistota, že dávka bude přijata.

Zodpovědný orgán může stanovit, že se použije hodnota  $f_\sigma$  pro zpřísněnou kontrolu jak při kontrole normální, tak zmírněné, přičemž volba mezi  $\sigma$ -metodou a s-metodou se ponechá nezávislou na přechodových pravidlech.

## ◆ Křivky přijetí:

ČSN ISO 3951 nabízí kromě numerického testu přijatelnosti dávky ještě grafické testy, které se aplikují především pro pevný přejímací plán (a tedy také pro pevné výrobní dávky), neboť oblast přijetí je zakreslena pevně a do grafu se zanáší pouze bod o souřadnicích:

pro s-plány  $[ ( s / (USL-LSL) ; ( \bar{x} - LSL) / (USL-LSL) ]$

a pro  $\sigma$ -plány  $[ ( \sigma / (USL-LSL) ; ( \bar{x} - LSL) / (USL-LSL) ]$ .

Leží-li bod uvnitř prostoru přijetí, dávka se přijímá, v opačném případě se zamítá. Grafy jsou sestrojeny pro všechna kódová písmena a pro všechny tři typy přejímacích plánů ( $\sigma$  -, s - a R - plány).

## ◆ Přechod z s-plánů na $\sigma$ -plány:

Přechod z s-plánů na  $\sigma$ -plány je možný jen tehdy, je-li

- $\sigma$  známo (a je pevné a je ověřena jeho hodnota - většinou v chemických procesech),
- z dlouhodobého sledování (pomocí regulačních diagramů pro s) zjištěna vysoká stabilita hodnot výběrových směrodatných odchylek a tedy "variabilita je tzv. statisticky zvládnuta". Potom se může přejít na  $\sigma$ -plány, přičemž za  $\sigma$  se považuje hodnota odmocniny průměru výběrových rozptylů

$$\sigma^2 \approx (1/k) \sum s_i^2 \quad , \quad \text{kde } i = 1, 2, \dots, k ,$$

a k je počet hodnot výběrových rozptylů  $s_i^2$  ve sledované sérii dávek, přičemž všechny tyto dílčí rozptyly (resp. příslušné směrodatné odchylky ležely uvnitř regulačních mezí).

Stabilita hodnoty  $\sigma$  se musí pravidelně v čase ověřovat.

## 12.4 Aplikace tabulek a grafů v ČSN ISO 3951 : 1993

### Příklad 1:

#### Zadání:

Dávka **N = 250** trubek, kontrola meze kluzu  $R_{p0,2}$  (v MPa) při teplotě 350°C. Požadavek: **AQL = 0,10%** kontrolní úroveň **k<sub>ú</sub> = II** a mezní hodnoty dané specifikací: **LSL = 185** MPa, **USL = 345** MPa.

#### a) Stanovení přijímacího plánu :

- **tabulka I A**: řádek 151 až 280, sloupec k<sub>ú</sub> II: ⇒ kódové písmeno **G**,
- neznámé  $\sigma$  ⇒ nutno použít **s-plány**: **tabulka II-A**: sloupec AQL=0,10 a řádek G ⇒ přijímací plán (**n = 15; k = 2,42**) ;

#### b) Odběr **n=15** vzorků a jejich proměření :

výsledky měření (v MPa): 202; 228; 214; 245; 268; 209; 274; 305; 262; 256; 292; 258; 243; 275; 291;

#### c) Výpočet výběrových charakteristik a ukazatelů :

- výběrové charakteristiky:  $\bar{x} = 254,8$  MPa;  $s = 39,32$  MPa,
- ukazatelé:  $Q_L = (254,8 - 185) / 31,32 = 2,23$ ;  
 $Q_U = (345 - 254,8) / 31,32 = 2,88$ .

# Tabulka I - A Kódová písmena rozsahu výběru a kontrolní úrovně

Rozsah dávky nebo dodávky	Speciální kontrolní úrovně		Obecné kontrolní úrovně		
	S-3	S-4	I	II	III
2 až 8	↓	↓	↓	↓	C
9 až 15					D
16 až 25			E		
26 až 50			F		
51 až 90			G		
91 až 150			H		
151 až 280	B	D	F	G	I
281 až 500	C	E	G	H/I*	J
501 až 1 200	D	F	H	J	K
1 201 až 3 200	E	G	I	K	L
3 201 až 10 000	F	H	J	L	M
10 001 až 35 000	G	I	K	M	N
35 000 až 150 000	H	J	L	N	P
150 001 až 500 000	I	K	M	P	↑
500 001 a výše	J	L	N	↑	

\* Pro rozsah dávky 281 až 400 se použije H a pro rozsah dávky 401 až 500 se použije I

## POZNÁMKY

1 Kódová písmena rozsahu výběru a kontrolní úrovně v této mezinárodní normě odpovídají těm, které jsou uvedeny v ISO 2859; nejsou identické s těmi, které jsou uvedeny v MIL STD 414<sup>181</sup>.

## 2 Značka

↘ V této oblasti rozsahů dávek neexistuje žádný vhodný přejímací plán; použije se prvního přejímacího plánu pod nebo nad šipkou. Ten se týká jak rozsahu výběru, tak přejímacího čísla *k*.

# Tabulka II – A Přijímací plány jedním výběrem pro normální kontrolu: s – metoda

Kódové písmeno rozsahu výběru	Rozsah výběru	Připustné úrovně jakosti (normální kontrola)										
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00
		<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,12	0,958	0,765	0,566
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	1,45	1,34	1,17	1,01	0,814	0,617
D	5	↓	↓	↓	↓	1,65	1,53	1,40	1,24	1,07	0,874	0,675
E	7	↓	↓	2,00	1,88	1,75	1,62	1,50	1,33	1,15	0,955	0,755
F	10	↓	2,24	2,11	1,98	1,84	1,72	1,58	1,41	1,23	1,03	0,828
G	15	2,42	2,32	2,20	2,06	1,91	1,79	1,65	1,47	1,30	1,09	0,886
H	20	2,47	2,36	2,24	2,11	1,96	1,82	1,69	1,51	1,33	1,12	0,917
I	25	2,50	2,40	2,26	2,14	1,98	1,85	1,72	1,53	1,35	1,14	0,936
J	35	2,54	2,45	2,31	2,18	2,03	1,89	1,76	1,57	1,39	1,18	0,969
K	50	2,60	2,50	2,35	2,22	2,08	1,93	1,80	1,61	1,42	1,21	1,00
L	75	2,66	2,55	2,41	2,27	2,12	1,98	1,84	1,65	1,46	1,24	1,03
M	100	2,69	2,58	2,43	2,29	2,14	2,00	1,86	1,67	1,48	1,26	1,05
N	150	2,73	2,61	2,47	2,33	2,18	2,03	1,89	1,70	1,51	1,29	1,07
P	200	2,73	2,62	2,47	2,33	2,18	2,04	1,89	1,70	1,51	1,29	1,07

## POZNÁMKY

1 Všechny hodnoty AQL jsou v procentu neshodných jednotek.

2 Kódová písmena rozsahu výběru v této mezinárodní normě odpovídají těm, která jsou uvedena v ISO 2859; nejsou identická s těmi, která jsou uvedena v MIL STD 414.

### 3 Značky

↓ V této oblasti rozsahu dávek neexistuje žádný vhodný přijímací plán; použijte se prvního přijímacího plánu pod šipkou. Ten se týká jak rozsahu výběru, tak přijímacího čísla *k*.

⌒ Přijímací plán v této oblasti rozsahů dávek dává vysoký stupeň záruky, avšak na úkor velkého výběru. Podle uvážení zodpovědného orgánu může být použit nejbližší přijímací plán nad šipkou.

⌒ Silně vyznačené přímky ohraničují ekvivalentní přijímací plány při kontrole srovnáváním uvedené v ISO 2859.



**d) Rozhodnutí o dávce :**

$Q_L = 2,23 < k = 2,42$  a tedy pro přijetí dávky není splněna podmínka, že jak  $Q_L$ , tak  $Q_U$  musí být současně větší než k.

**e) Závěr :**

Dávku nutno zamítnout jako nesplňující požadavek  $AQL = 0,10\%$ , přestože všechnu hodnotu naměřené na vzorcích leží uvnitř předepsaného tolerančního pole a případné přejímce srovnáním s přejímacím plánem ( $n = 15$ ; a  $Ac = 0$ ) by dávka byla přijata.

**f) Diskuse závěrečné argumentace:**

- ◆ argumentace je falešná, neboť pro stejný požadavek  $AQL=0,10\%$  je při přejímce srovnáním třeba aplikovat přejímací plán ( $n = 125$ ;  $Ac = 0$ ) - viz tabulka 2-A v ČSN ISO 2859-1. Potřebný rozsah výběru v tomto přejímacím plánu je tedy přibližně 8x větší (a představuje právě jednu polovinu dávky !) než při přejímce měřením a mimo to mezi 125 vzorky by se dal očekávat alespoň jeden neshodný a tedy dávka by se také zamítnula;

- ◆ hledejme zásadní důvod zamítnutí:

hlavním důvodem zamítnutí dávky není ani tak hodnota  $s = 31,32$  MPa, ale zjištěná hodnota aritmetického průměru  $\bar{x} = 254,8$  MPa; kdyby příslušná hodnota aritmetického průměru byla např.  $\bar{x} = 263$  MPa, dávka by byla přijata.

Pokud jde o variabilitu, hodnota  $s = 31,32$  MPa se nejeví jako příliš dobrá. Při aplikaci postupu v **tabulce IV-s** bychom zjistili, že maximální směrodatná odchylka MSSD má být rovna:

$$\text{MSSD} = f_s (\text{USL}-\text{LSL}) = 0,195 (345 - 185) = 31,2,$$

kde hodnotu  $f_s = 0,195$  nalezneme v průsečíku sloupce  $\text{AQL}=0,10\%$  a řádku  $n = 15$ . Naše hodnota  $s = 31,32$  je velmi blízká, ale přesto již větší než MSSD.

Průběh celé operativní charakteristiky se zjistí v **tabulce V-G**, je to **křivka s kótou  $\text{AQL} = 0,1 \%$** .

Přesné číselné hodnoty této operativní charakteristiky jsou obsaženy v **tabulce V-G-1**, sloupec  $\text{AQL} = 0,10 \%$  pro normální kontrolu.

Rozsah výběru	Připustné úrovně jakosti (normální kontrola)												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,0		
3								0,436	0,453	0,475	0,502	0,538	
4						0,339	0,353	0,374	0,399	0,432	0,472	0,528	
5					0,294	0,308	0,323	0,346	0,372	0,408	0,452	0,511	
7			0,242	0,253	0,266	0,280	0,295	0,318	0,345	0,381	0,425	0,485	
10		0,214	0,224	0,235	0,248	0,261	0,276	0,298	0,324	0,359	0,403	0,460	
15	0,188	0,195	0,202	0,211	0,222	0,235	0,248	0,262	0,284	0,309	0,344	0,386	0,442
20	0,183	0,190	0,197	0,206	0,216	0,229	0,242	0,255	0,277	0,302	0,336	0,377	0,432
25	0,180	0,187	0,193	0,203	0,212	0,225	0,238	0,251	0,273	0,297	0,331	0,372	0,426
35	0,176	0,183	0,189	0,198	0,208	0,220	0,232	0,245	0,266	0,291	0,323	0,364	0,416
50	0,172	0,178	0,184	0,194	0,203	0,214	0,227	0,241	0,261	0,284	0,317	0,356	0,408
75	0,168	0,174	0,181	0,189	0,199	0,211	0,223	0,235	0,255	0,279	0,310	0,348	0,399
100	0,166	0,172	0,179	0,187	0,197	0,208	0,220	0,233	0,253	0,276	0,307	0,345	0,395
150	0,163	0,170	0,175	0,185	0,193	0,206	0,216	0,230	0,249	0,271	0,302	0,341	0,388
200	0,163	0,168	0,175	0,183	0,193	0,203	0,215	0,228	0,248	0,269	0,302	0,338	0,386
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,0		
	Připustné úrovně jakosti (zpracovaná kontrola)												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,0		
	Připustné úrovně jakosti (zmiřněná kontrola)												

Poznámka: – Hodnota MSSD se získá násobením součinitele  $f_s$  rozdílem mezi horní mezní hodnotou  $U$  a dolní mezní hodnotou  $L$ , tj.  $MSSD = f_s (U - L)$

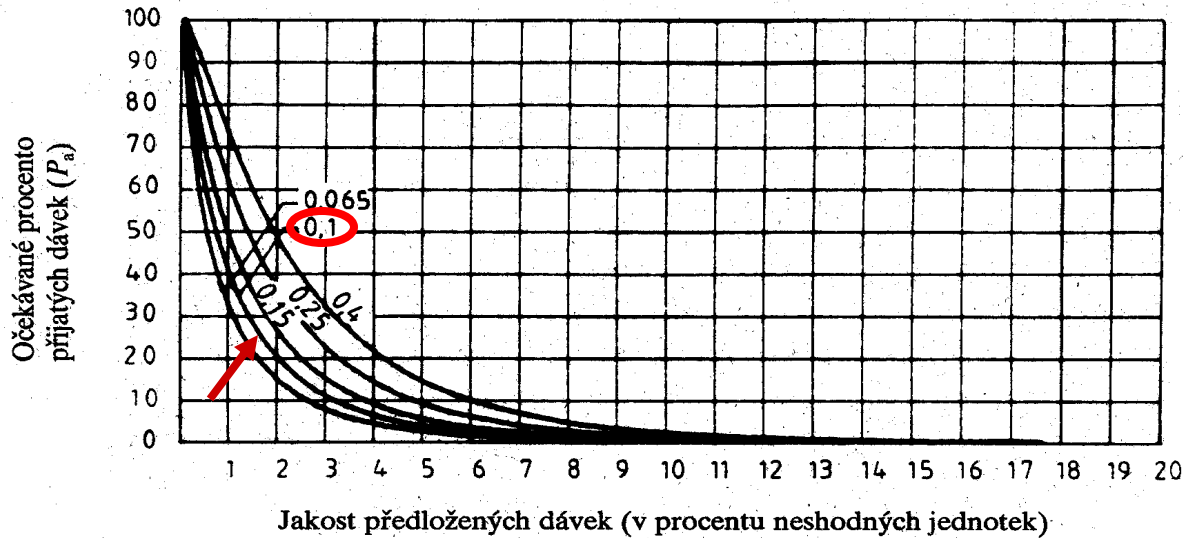
Když se používá přejímacích plánů při oboustranných mezních hodnotách a rozptyl je neznámý, představuje MSSD největší přípustnou velikost výběrové směrodatné odchylky. Je-li výběrová směrodatná odchylka menší než MSSD, existuje možnost, ale ne jistota, že dávka bude přijata.

# Tabulka V-G – Kódové písmeno rozsahu výběru G

## G

Tabulka V-G – Kódové písmeno rozsahu výběru G

Graf V-G – Operativní charakteristiky přejímacích plánů jedním výběrem



Tabulka V-G-1 – Tabelované hodnoty operativních charakteristik přejímacích plánů jedním výběrem

$P_a$	Přípustná úroveň jakosti (normální kontrola)											$P_a$	
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,17	0,28	0,49	0,96	1,71	3,23	5,58	99,0
95,0	0,03	0,06	0,09	0,15	0,25	0,45	0,68	1,09	1,91	3,09	5,30	8,41	95,0
90,0	0,07	0,11	0,17	0,26	0,43	0,72	1,06	1,61	2,67	4,14	6,76	10,30	90,0
75,0	0,22	0,32	0,45	0,65	0,98	1,50	2,07	2,94	4,49	6,50	9,83	14,09	75,0
50,0	0,67	0,90	1,17	1,57	2,20	3,09	3,99	5,32	7,51	10,15	14,27	19,25	50,0
25,0	1,73	2,18	2,67	3,38	4,41	5,77	7,09	8,92	11,77	15,02	19,84	25,38	25,0
10,0	3,58	4,31	5,07	6,13	7,58	9,41	11,12	13,38	16,77	20,48	25,76	31,63	10,0
5,0	5,27	6,19	7,13	8,40	10,11	12,22	14,13	16,63	20,28	24,20	29,67	35,63	5,0
1,0	9,91	11,18	12,45	14,11	16,24	18,76	21,00	23,83	27,82	31,97	37,57	43,50	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		

Přípustná úroveň jakosti (zprísněná kontrola)

## Příklad 2:

Uvažujme následující situaci: určitá součástka má předepsaný elektrický odpor  $520 \pm 50$  (v  $\Omega$ ). Dávky mají pevný rozsah  $N = 5000$  a tvoří plynulou sérii. Dávky součástek se mají kontrolovat statistickou přejímkou měřením s požadavky: kontrolní úroveň  $k_u = II$  a jediná hodnota  $AQL = 1 \%$ . Testem dobré shody byla ověřena normalita sledovaného znaku. Při zavádění této přejímky se musí řešit následující problémy:

- a) určit přejímací plány pro normální kontrolu (NK), zpřísněnou kontrolu (ZPK) a zmírněnou kontrolu (ZMK) a příslušné hodnoty maximální směrodatné odchylky (MSSD) pro s-metodu - **Příklad 2a** ;
- b) určit přejímací plány pro NK, ZPK a ZMK a příslušné hodnoty maximální směrodatné odchylky výrobního procesu (MPSD) pro  $\sigma$ -metodu - **Příklad 2b**;
- c) zjistit: pro přejímací plány stanovené v bodech a) a b) hodnoty LQ při riziku odběratele  $\beta = CR = 10 \%$  - **Příklad 2c**;
- d) realizovat přechodová pravidla (včetně přechodu z s-metody na  $\sigma$ -metodu) a používat grafickou metodu s předběžnou aplikací MSSD při neznámém  $\sigma$  , resp. MPSD při známém  $\sigma$  - **Příklad 2d**.

## Příklad 2a:

### Dáno:

LSL = 470  $\Omega$  ; USL = 570  $\Omega$  ; N = 5000 ; kú II ; AQL = 1 % při kombinovaných oboustranných mezních hodnotách LSL a USL; volí se **s-metoda**.

### Řešení:

- tabulka I-A: N = 5000; kú II  $\Rightarrow$  kódové písmeno (kp) L ;
- tabulka II-A: kp L ; AQL = 1 %  $\Rightarrow$  NK: (n = 75 ; k = 1,98) ;
- tabulka II-B: kp L ; AQL = 1 %  $\Rightarrow$  ZPK : (n = 75 ; k = 2,12) ;
- tabulka II-C: kp L ; AQL = 1 %  $\Rightarrow$  ZMK: (n = 25 ; k = 1,72) .

### Před vlastní přejímkou se stanoví hodnota MSSD:

- ◆ tabulka IV-s: MSSD =  $f_s$  (USL – LSL),  
tedy  
MSSD = 0,223  $\times$  100 = 22,3 pro NK,  
MSSD = 0,211  $\times$  100 = 21,2 pro ZPK,  
MSSD = 0,251  $\times$  100 = 25,1 pro ZMK.

Jsou-li vypočtené hodnoty příslušných směrodatných odchylek  $s$  větší než odpovídající hodnoty MSSD, dávka se bez další aplikace statistické přejímky zamítá.

## Příklad 2b:

### Dáno:

LSL = 470  $\Omega$  ; USL = 570  $\Omega$  ; N = 5000 ; kú II ; AQL = 1 % při kombinovaných oboustranných mezních hodnotách LSL a USL; volí se  $\sigma$ -metoda.

### Řešení:

- tabulka I-A: N = 5000; kú II  $\Rightarrow$  kódové písmeno (kp) L ;
- tabulka III-A: kp L ; AQL = 1 %  $\Rightarrow$  NK: (n = 25 ; k = 1,97) ;
- tabulka III-B: kp L ; AQL = 1 %  $\Rightarrow$  ZPK : (n = 23 ; k = 2,12) ;
- tabulka III-C: kp L ; AQL = 1 %  $\Rightarrow$  ZMK: (n = 10 ; k = 1,72) .

### Před vlastní přejímkou se stanoví hodnota MSSD:

- ◆ tabulka IV-s: MSSD =  $f_s$  (USL – LSL),  
tedy  
MSSD = 0,194  $\times$  100 = 19,4 pro NK,  
MSSD = 0,184  $\times$  100 = 18,4 pro ZPK,  
MSSD = 0,206  $\times$  100 = 20,6 pro ZMK.

Při přechodu na  $\sigma$ -metodu se vždy prověří, zda uvažovaná hodnota  $\sigma$  nepřesahuje příslušnou hodnotu MPSD. Dochází-li k tomu, nelze použít  $\sigma$ -metodu.

Při stabilizovaných hodnotách  $s_i$  v dávkách tvořících plynulou sérii (ověří se na regulačním diagramu) lze přejít na  $\sigma$ -metodu, přičemž toto  $\sigma$  se odhadne z  $k$  posledních přijatých (po sobě jdoucích) dávek jako odmocnina z výrazu

$$\sigma^2 \equiv \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k s_i^2$$

**Před vlastní přejímkou** (na diagramu  $\sigma$ - $L$ ) :

◆ na vodorovné ose se vyznačí hodnota  $\sigma/(U-L)$  a na šikmých větvích lichoběžníků se na aktuálních úrovních AQL (zvolené úroveň a nejbližší vyšší a nejbližší nižší) zjistí hodnoty na svislé ose

$$y = (\bar{x} - L) / (U - L) ;$$

◆ pomocí nich se vypočtou přípustná rozmezí hodnot výběrových průměrů a ze vztahů

$$\bar{x}_j = y (U - L) + L \quad \text{pro } j = L \text{ a } U .$$

( $L = LSL$  – dolní mezní hodnota a  $U = USL$  – horní mezní hodnota);



◆ hodnoty

$$s_i = 17 ; 15 ; 18 ; 17 ; 14 ; 15 ; 14 ; 16 ; 16 ; 16;$$

odhad  $\sigma = 15,85$ .

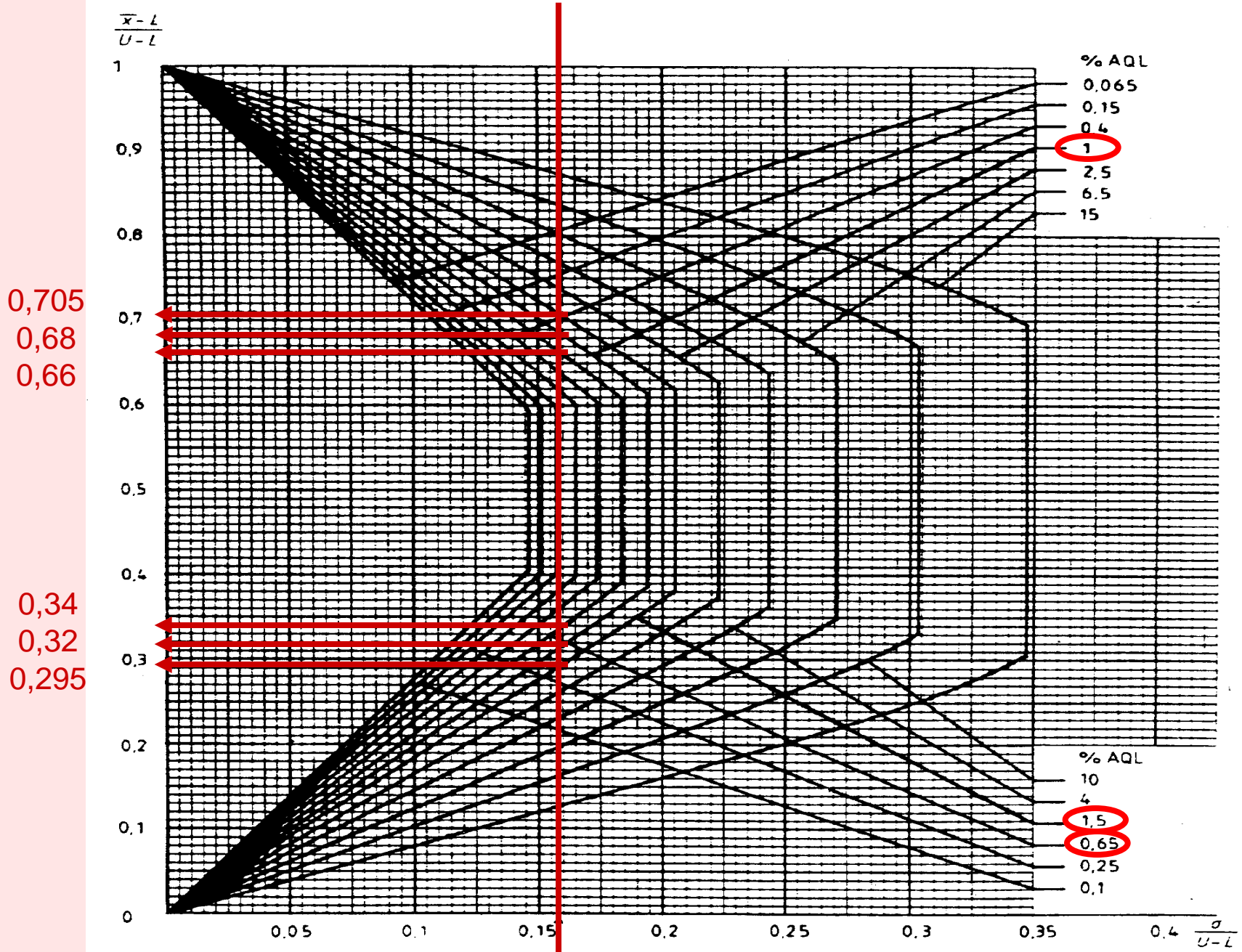
Přímka  $15,85 / (U - L) = 0,1585$  protíná šikmé větve grafu na úrovních AQL = 1,5; 1,0 a 0,65 v bodech, pomocí kterých se stanoví  $\bar{x}_L$  a  $\bar{x}_U$

AQL	$y = (\bar{x} - L) / (U - L)$		$\bar{x}_L$	$\bar{x}_U$
1,5	0,295	0,705	499,5	540,5
1,0	0,32	0,68	502,0	538,0
0,65	0,34	0,66	504,0	536,0

Např.:  $0,295 \times 100 + 470 = 499,5$  .



Diagram  $\sigma$ -L – Křivky přijetí pro kombinované oboustranné mezní hodnoty:  
 $\sigma$ -metoda – Kódové písmeno rozsahu výběru L



## Příklad 2c:

### Problém:

určit hodnoty LQ při  $\beta = 10 \%$  pro přijímací plány zjištěné v příkladech 2a a 2b.

### Řešení:

- ◆ s-metoda – přijímací plány v příkladu 2a: **tabulka V-L-1:**
- ◆ NK: řádek  $P_a = 10,0$ ; sloupec 1 %;  $\Rightarrow LQ_{10} = 4,28 \%$ ;
- ◆ ZPK: řádek  $P_a = 10,0$ ; sloupec 1 % (spodní řádek tabulky)  $\Rightarrow$   
 $LQ_{10} = 3,24 \%$  ;
- ◆ ZMK: přijímací plán ( $n = 25$ ;  $k = 1,72$ ) odpovídá přijímacímu plánu s kódovým písmenem I a  $AQL = 1,50$  (tabulka IIA) a tedy z **tabulky V-I-1** se zjistí pro  $P_a = 10$  a  $AQL = 1,5$  hodnota  $LQ_{10} = 9,73 \%$  .

- ◆  $\sigma$ -metoda – přijímací plány v příkladu 2b :

Hodnoty  $LQ_{10}$  jsou totožné s těmi, které byly zjištěny v předcházejícím případě pro s-metodu.

**V ČSN ISO 3951 jsou přijímací plány sestrojeny tak, aby OC křivky se stejným kódovým písmenem a stejným AQL měly srovnatelné OC křivky.**

**Tabulka V-I-1 – Tabelované hodnoty operativních charakteristik přijímacích plánů jedním výběrem**

$P_a$	Připustná úroveň jakosti (normální kontrola)												$P_a$
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
99,0	0,02	0,03	0,04	0,08	0,14	0,26	0,44	0,70	1,33	2,31	4,12	6,79	99,0
95,0	0,05	0,08	0,12	0,20	0,32	0,56	0,85	1,28	2,23	3,61	5,98	9,27	95,0
90,0	0,09	0,13	0,19	0,32	0,48	0,80	1,19	1,73	2,89	4,51	7,21	10,83	90,0
75,0	0,21	0,30	0,41	0,64	0,91	1,42	2,00	2,78	4,34	6,39	9,65	13,82	75,0
50,0	0,50	0,68	0,89	1,28	1,73	2,53	3,39	4,47	6,54	9,12	13,00	17,74	50,0
25,0	1,09	1,42	1,77	2,41	3,09	4,25	5,43	6,87	9,47	12,57	17,03	22,27	25,0
10,0	2,05	2,55	3,08	3,99	4,93	6,46	7,97	9,73	12,81	16,34	21,24	26,82	10,0
5,0	2,89	3,52	4,17	5,26	6,37	8,14	9,83	11,78	15,14	18,89	24,01	29,75	5,0
1,0	5,17	6,06	6,97	8,43	9,85	12,04	14,08	16,36	20,14	24,24	29,66	35,56	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
Připustná úroveň jakosti (zprísněná kontrola)													

ZMK

**Tabulka V-L-1 – Tabelované hodnoty operativních charakteristik přijímacích plánů jedním výběrem**

$P_a$	Připustná úroveň jakosti (normální kontrola)												$P_a$
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
99,0	0,04	0,06	0,09	0,16	0,27	0,46	0,73	1,12	1,95	3,24	5,52	8,67	99,0
95,0	0,07	0,11	0,17	0,27	0,43	0,70	1,06	1,58	2,62	4,18	6,81	10,34	95,0
90,0	0,10	0,15	0,22	0,35	0,55	0,86	1,29	1,88	3,05	4,76	7,59	11,31	90,0
75,0	0,17	0,24	0,35	0,53	0,80	1,21	1,76	2,49	3,89	5,86	9,02	13,08	75,0
50,0	0,29	0,40	0,56	0,82	1,19	1,74	2,43	3,34	5,02	7,29	10,84	15,24	50,0
25,0	0,48	0,65	0,87	1,23	1,73	2,44	3,30	4,41	6,38	8,97	12,89	17,62	25,0
10,0	0,74	0,97	1,27	1,74	2,37	3,24	4,28	5,58	7,82	10,70	14,94	19,95	10,0
5,0	0,95	1,23	1,57	2,12	2,84	3,82	4,97	6,38	8,79	11,84	16,26	21,42	5,0
1,0	1,47	1,84	2,30	3,01	3,91	5,10	6,47	8,11	10,84	14,19	18,93	24,34	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
Připustná úroveň jakosti (zprísněná kontrola)													

NK

ZPK

## Příklad 2d:

Pro stejné zadání jako v příkladu 2 se aplikují přechodová pravidla.

Použitá označení v následující tabulce:

**Čd** číslo dávky,

**AQL\*** hodnota AQL, na jejíž úrovni dochází k přijetí dávky (odečteno z diagramu s-L, resp. z vypočtené tabulky),

**Ro** rozhodnutí o dávce (přijatelná – A, nepřijatelná – R),

**Bo** budoucí opatření.

V tabulce uvedené hodnoty  $\bar{x}_i$  a  $s_i$  byly vypočteny z výběru i-té dávky. Hodnota AQL\* (pro prvních 10 dávek) byla odečtena z diagramu s-L.

Čd	N	n	k	$\bar{x}_i$	$s_i$	$\sigma$	AQL*	Ro	Bo
1	5000	75	1,98	508	17		0,4	A	Pokračovat v NK
2	5000	75	1,98	511	15		0,1	A	Pokračovat v NK
3	5000	75	1,98	520	18		0,15	A	Pokračovat v NK
4	5000	75	1,98	522	17		0,065	A	Pokračovat v NK
5	5000	75	1,98	506	14		0,15	A	Pokračovat v NK
6	5000	75	1,98	530	15		0,1	A	Pokračovat v NK
7	5000	75	1,98	528	14		0,065	A	Pokračovat v NK
8	5000	75	1,98	515	16		0,1	A	Pokračovat v NK
9	5000	75	1,98	521	16		0,065	A	Pokračovat v NK
10	5000	75	1,98	518	16		0,065	A	Přejít na ZMK při $\sigma$ -metodě

## Pokračování tabulky

Čd	N	n	k	$\bar{X}_i$	$s_i$	$\sigma$	AQL*	Ro	Bo
11	5000	10	1,70	530		15,8		A	Pokračovat ve ZMK
12	5000	10	1,70	532		15,8		A	Pokračovat ve ZMK
13	5000	10	1,70	532		15,8		A	Pokračovat ve ZMK
14	5000	10	1,70	536		15,8		A	Pokračovat ve ZMK
15	5000	10	1,70	532		15,8		A	Pokračovat ve ZMK
16	5000	10	1,70	541	28	15,8		R	Přejít na MK při s-metodě
17	5000	75	1,98	538	18		2,5	R	Pokračovat v NK
18	5000	75	1,98	539	19		2,5	R	Přejít na ZPK
19	5000	75	2,12	515	22			R	Pokračovat ve ZPK
20	5000	75	2,12	520	18			A	Pokračovat ve ZPK
21	5000	75	2,12	506	16			A	Pokračovat ve ZPK
22	5000	75	2,12	516	17			A	Pokračovat ve ZPK
23	5000	75	2,12	520	18			A	Pokračovat ve ZPK
24	5000	75	2,12	512	16			A	Přejít na NK

## Výpočty pro stanovení AQL\* pro prvních 10 dávek

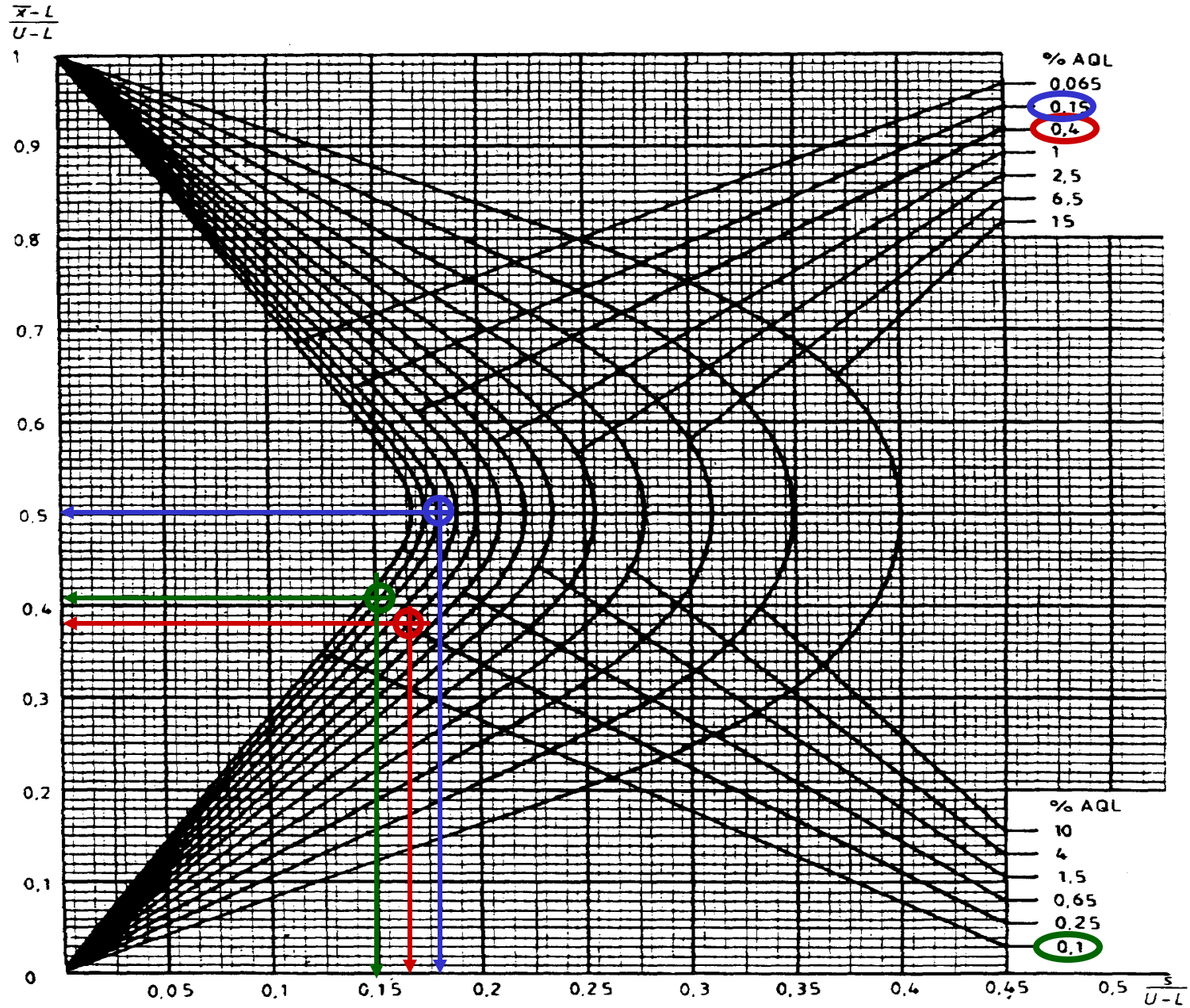
$$LSL = 470 ; USL = 570$$

Čd	$\bar{x}_i$	s	souřadnice bodu v diagramu s-L		AQL*
			$(\bar{x}_i - L) / (U - L)$	$s / (U - L)$	
<b>1</b>	<b>508</b>	<b>17</b>	<b>0,38</b>	<b>0,17</b>	<b>0,40</b>
<b>2</b>	<b>511</b>	<b>15</b>	<b>0,41</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>
<b>3</b>	<b>520</b>	<b>18</b>	<b>0,50</b>	<b>0,18</b>	<b>0,15</b>
4	522	17	0,52	0,17	0,065
5	506	14	0,36	0,14	0,15
6	530	15	0,60	0,15	0,10
7	528	14	0,58	0,14	0,065
8	515	16	0,45	0,16	0,10
9	521	16	0,51	0,16	0,065
10	518	16	0,48	0,16	0,065

První tři odhady AQL\* jsou zakresleny v diagramu s-L.



Diagram s-L — Křivky přijetí pro kombinované oboustranné mezní hodnoty:  
s-metoda — Kódové písmeno rozsahu výběru L (rozsah výběru 75)





# Přechodová pravidla

1. Začíná se normální kontrolou.
2. **Přechod z NK na ZMK:**
  - deset po sobě jdoucích dávek je přijato na stupni AQL, který je o jeden stupeň přísnější než dohodnutý,
  - výrobní proces je ve statisticky zvládnutém stavu.
3. **Přechod z ZMK na NK:**
  - dávka není na úrovni ZMK přijata,
  - výroba nebo dávky jsou nepravidelné.
4. **Přechod z NK na ZPK:**
  - dvě z pěti po sobě jdoucích dávek nejsou přijaty.
5. **Přechod z ZPK na NK:**
  - pět po sobě jdoucích dávek je přijato při ZPK.
6. **Přerušení a znovuzahájení kontroly:**
  - Jestliže celkový počet dávek, které nebyly přijaty v posloupnosti po sobě jdoucích dávek při ZPK dosáhne pěti, musí být přejímací postupy přerušeny. Kontrola může pokračovat při použití ZPK po realizaci opatření ke zlepšení předkládaného výrobku.

7. Při stabilizovaných hodnotách směrodatné odchylky  $s$  možno přejít na  $\sigma$ -metodu, kde  $\sigma$  se stanoví ze :

$$\sigma \cong \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k s_i^2} = 15,8 \quad \text{pro } k = 10 ;$$

obecně  $k$  má být alespoň 10 po sobě jdoucích hodnot  $s_i$ .

- Pomocí tabulky IV- $\sigma$  se ověří, zda vypočtená hodnota

$$\sigma \leq \text{MPSD} = f_{\sigma}(\text{USL} - \text{LSL})$$

$$[ = 0,206 \times 100 = 20,6 \geq 15,8 ] .$$

## Poznámky k tabulce v příkladu 2d

1. U dávek 1 až 10 sledujeme na jaké úrovni AQL přijímáme, abychom měli podklad pro přechod na ZMK (musí být přijato 10 po sobě jdoucích dávek při NK, ale na úrovni o jeden stupeň přísnější než je dohodnutá).
2. Při ZMK nemusíme realizovat sledování úrovně AQL, na které se dávka přijímá.
3. Zjištěné hodnoty  $s_i$  se mají sledovat na regulačním diagramu a při prokázané stabilitě (jako zde) lze přejít na  $\sigma$ -metodu, kde  $\sigma$  odhadneme.
4. Při aplikaci ZMK pouze ověřujeme, zda vypočtená hodnoty  $\bar{x}_i$  leží v intervalu  $(x_L, x_U)$ , který pro požadovanou hodnotu AQL jsme určili před přejímkou. Viz tabulka na konci příkladu 2b. V našem případě je to interval (502,2; 538,8) a skutečně všechny hodnoty  $x_i$  dávek 11 až 15 v něm leží.
5. Při nepřijetí dávky při ZMK se doporučuje u této dávky zjistit hodnotu  $s_i$  a ověřit si, zda je možno setrvat na  $\sigma$ -metodě nebo je nutno přejít na s-metodu, jako zde.
6. Při ZPK nemusíme sledovat úrovně AQL\*, na kterých došlo k přijetí. Příslušnou hodnotu MSSD při s-metodě pro zpřísněnou kontrolu najdeme v tabulce IV-s.

## Příklad 2e:

Zadání stejné jako v příkladu 2:

$$\text{LSL} = 470 \text{ } \Omega; \text{USL} = 570 \text{ } \Omega; \text{kú II}; N = 5000 .$$

### Nový požadavek:

- 1) na celou dávku  $\text{AQL} = 1 \%$  (*kombinované oboustranné mezní hodnoty*).
- 2) vůči USL je  $\text{AQL}_U = 0,15 \%$  (*jednostranná mezní hodnota*).

### Problémy:

- a) Stanovte přijímací plány pro NK a příslušnou hodnotu MSSD;
- b) stanovte hodnoty LQ pro  $\beta = \text{CR} = 10 \%$  a zjistěte výslednou LQ;
- c) zakreslete oblast přijetí.

### Řešení:

- a) 1)  $\text{AQL} = 1 \%$  pro celou dávku  
viz příklad 2a  $\Rightarrow$  kp L :  $(n = 75 ; k = 1,98) ; \text{MSSD} = 22,3 ;$
- 2)  $\text{AQL}_U = 0,15 \%$  vůči USL:
  - tabulka I-A: kp L ;
  - tabulka II-A:  $(n = 75; k = 2,55) .$

## Řešení (pokračování):

- b) 1)  $LQ_{10} = 4,28$  ;  
2)  $LQ_{10} = 1,27 \Rightarrow$  výsledné  $LQ_{10} = 1,27$  .

- c) 1) Diagram s-L, křivka AQL = 1 %;  
2) přímka ohraničující oblast přijetí:  $\bar{x} = U - k s$  ;  
přímka se zakreslí do diagramu s-L :

přímka prochází body:

$$[ s / (USL-LSL) ] = 0 ; ( \bar{x} - LSL ) / (USL-LSL) = 1 ]$$

$$[ s / (USL-LSL) = 0,5 / k ; ( \bar{x} - LSL ) / (USL-LSL) = 0,5 ] .$$

Připomeňme, že:

$$\bar{x} = U - k s \Rightarrow \bar{x} - L = U - L - k s \Rightarrow$$

$$(\bar{x} - L) / (U-L) = 1 - k s / (U-L)$$

$$\text{pro } (\bar{x} - L) / (U-L) = 0,5 \Rightarrow$$

$$1 - k s / (U-L) \Rightarrow s / (U-L) = 0,5 / k.$$

