



**Národní informační středisko
pro podporu kvality**

STATISTICKÉ PŘEJÍMKY – CHYBY PŘI APLIKACI A JEJICH DŮSLEDKY

Ing. Vratislav Horálek, DrSc.

A. NEPOCHOPENÍ VLASTNÍHO CÍLE STATISTICKÉ PŘEJÍMKY (STP)

STP je rozhodovací postup.

Cílem STP tedy není získání bodového odhadu konkrétní výše procenta neshodných jednotek v dávce, ale pouze rozhodnout, zda dávka splňuje nebo nesplňuje požadavky dohodnuté mezi odběratelem a dodavatelem předem.

Rozhodnutí o přijetí nebo nepřijetí dávky na základě aplikace kritéria STP je vždy konečné.

PŘÍKLAD A.1: Dodavatel někdy trvá na tom, aby při nepřijetí dávky byl informován a vlastní přejímka se opakovala za přítomnosti jeho nebo jím pověřené osoby. Změní tento jeho požadavek něco na původní účinnosti přejímky ?

ODPOVĚD: Ano a výrazně ! Viz následující tabulka a obrázek, které obsahují hodnoty příslušných operativních charakteristik.

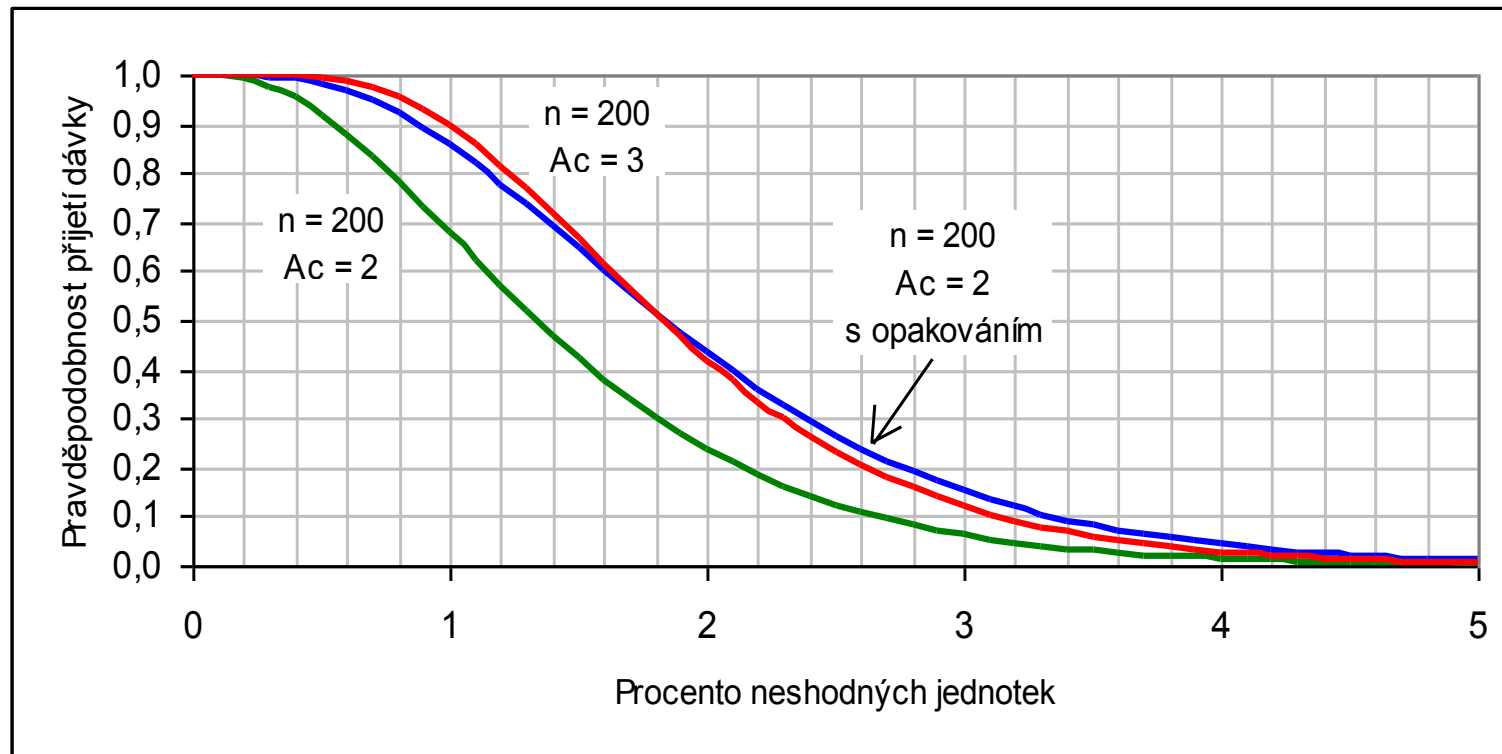
VÝHODU Z OPAKOVÁNÍ PŘEJÍMKY MÁ VŽDY JEN DODAVATEL

$$P_a^* = 2P_a - P_a^2$$

a) OC křivka přejímacího postupu bez opakované aplikace stejného přejímacího plánu ($n = 200$; $A_c = 2$)		b) OC křivka přejímacího postupu s opakováním stejného přejímacího plánu ($n = 200$; $A_c = 2$)		c) OC křivka přejímacího postupu bez opakované aplikace přejímacího plánu ($n = 200$; $A_c = 3$)	
P_a	$100 p$	P_a^*	$100 p$	P_a	$100 p$
0,99	0,218	0,9999	0,218	0,99	0,412
0,95	0,409	0,9975	0,409	0,95	0,683
0,90	0,551	0,99	0,551	0,90	0,873
0,75	0,864	0,9375	0,864	0,75	1,267
0,50	1,34	0,75	1,34	0,50	1,84
0,25	1,96	0,4375	1,96	0,25	2,55
0,10	2,266	0,19	2,66	0,10	3,34
0,05	3,15	0,0975	3,15	0,05	3,88
0,01	4,20	0,0196	4,20	0,01	5,02

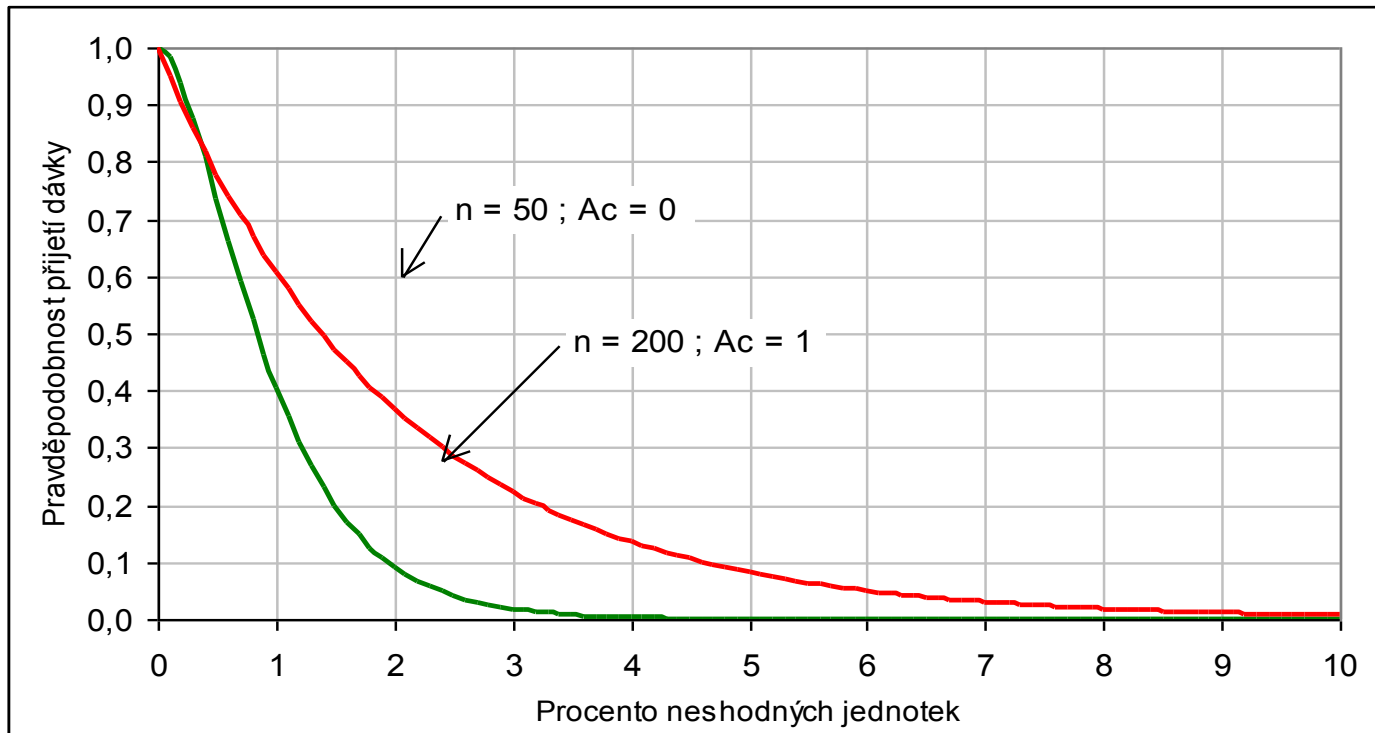
Porovnání průběhů operativních charakteristik přijímacích plánů:

- a) **AQL = 0,40 %:** ($n = 200$; $Ac = 2$) – bez opakované aplikace přejímky;
- b) ($n = 200$; $Ac = 2$) – s opakováním při zamítnutí dávky;
- c) **AQL = 0,65 %:** ($n = 200$; $Ac = 3$) – bez opakované aplikace přejímky.

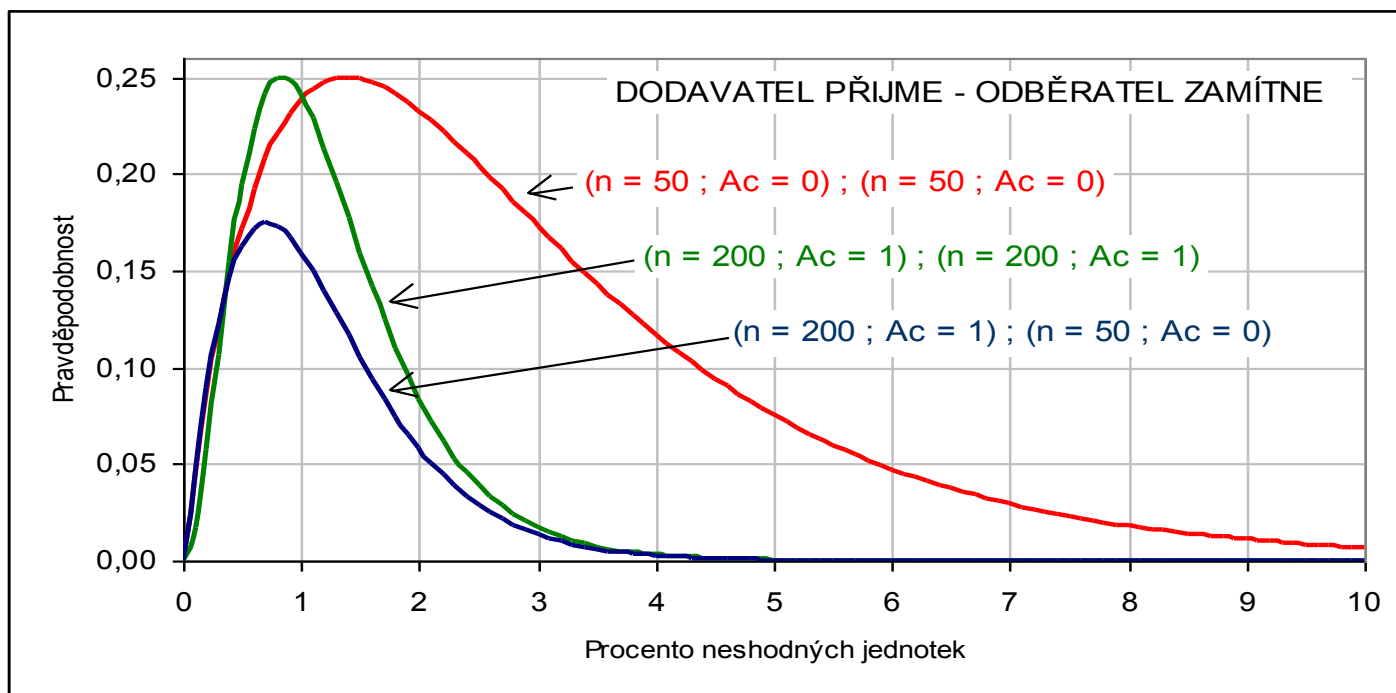


PŘÍKLAD A.2: Porovnání průběhů pravděpodobností, kdy dodavatel tutéž dodávku přijme a odběratel ji zamítne při různých kombinacích následujících přejímacích plánů: ($n = 50$; $A_c = 0$) a ($n = 200$; $A_c = 1$).

a) Průběhy operativních charakteristik obou přejímacích plánů:



- b) Porovnání průběhů pravděpodobností, že dodavatel tutéž dodávku ve své výstupní kontrole označí za přijatelnou a odešle ji a odběratel tutéž dodávku při přejímce zamítne při aplikaci uvedených přejímacích plánů:
Průběhy odpovídajících tzv. **arbitrážních křivek**:



B. ROZDÍLNOST MEZI ODDĚLENOU KONTROLOU A CELKOVOU KONTROLOU

PŘÍKLAD B.1: Na produktu je předepsána kontrola srovnáváním k nezávislých znaků kvality. Pro i -tý ($i = 1, 2, \dots, k$) znak (nebo skupinu znaků stejné důležitosti) je předepsán přejímací plán $(n; Ac_i)$, tedy pro všech k znaků stejný rozsah výběru n a přejímací číslo Ac_i odstupňováno v závislosti na požadované kvalitě dávky. Kontrola je organizována tak, že každý produkt zahrnutý do výběru je vložen do kontrolního agregátu a současně je posuzován vůči všem předepsaným znakům.

ŘEŠENÍ: V.H: Operating characteristic curve for sampling inspection where each product is checked for several independent quality characteristics. [1] *Aplikace matematiky* ČSAV (1956) 1, 431- 444 (Přetištěno: Komise pro atomovou energii AEG, Oak Ridge, Tennessee - publikace SCL-T-173,1960).

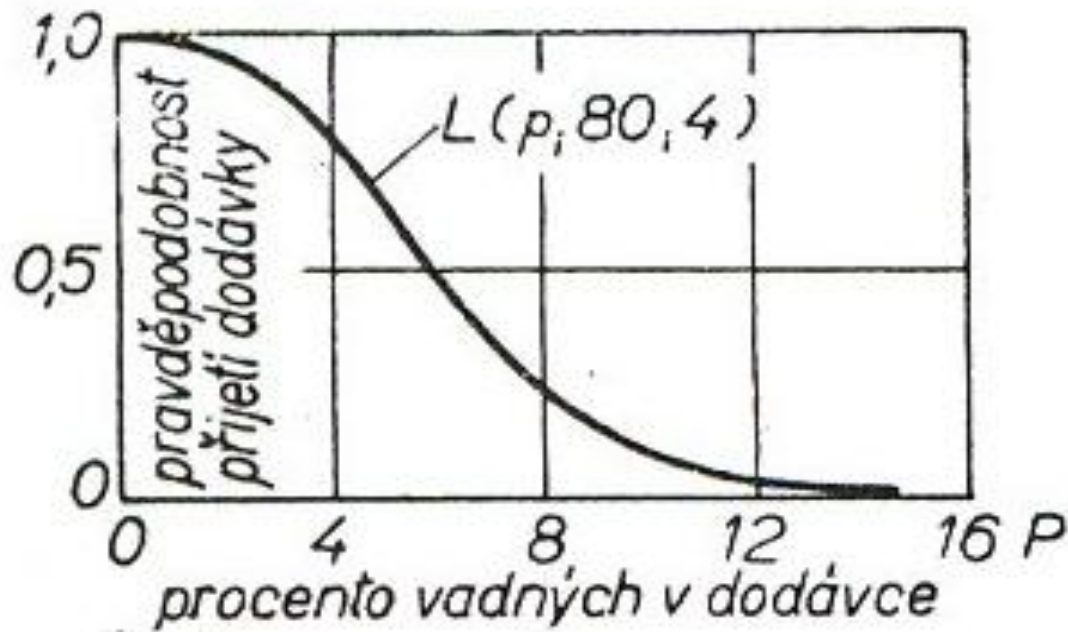
K tomu, aby produkt byl neshodný, stačí, aby byl neshodný vůči kterémukoliv jedinému znaku kvality. Bude tedy při celkové kontrole operativní charakteristika přejímacího plánu představovat horní mez výstupní účinnosti. Nicméně po čase se z analýzy dat získaných na výstupu z kontrolního agregátu ukázalo, že odběratel přejímá prakticky všechny dávky, přestože provádí jen celkovou kontrolu přejímacím plánem $(n, \sum Ac_i)$. Otázkou tedy bylo, zda lze stanovit vedle horní OC křivky $L_H(p)$ i dolní OC křivku $L_D(p)$ a vymezit tedy jakési pásmo možného kolísání výstupní účinnosti při celkové kontrole dávek a rovněž zjistit, na čem tato dolní mez závisí.

V práci [1] je odvozen analytický tvar dolní meze $L_D(p)$ pásma a je ukázáno, že tato OC křivka závisí na:

- a) počtu k znaků (nebo skupin těchto znaků) se samostatným přejímacím plánem (n, Ac_i) , $(i = 1, 2, \dots, k)$ a na
- b) vahách w_i určujících důležitost jednotlivých znaků (skupin znaků).

Viz obrázky C.1 až C.4 a tabulky C.1 až C.4

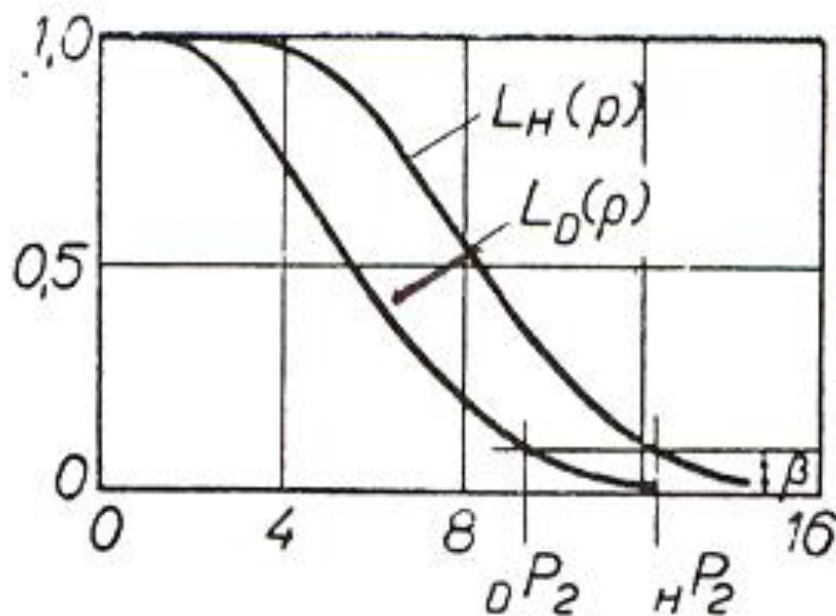
Obr. C.1 OC křivka pro přejímací plán ($n = 80$; $\sum Ac_i = 4$)



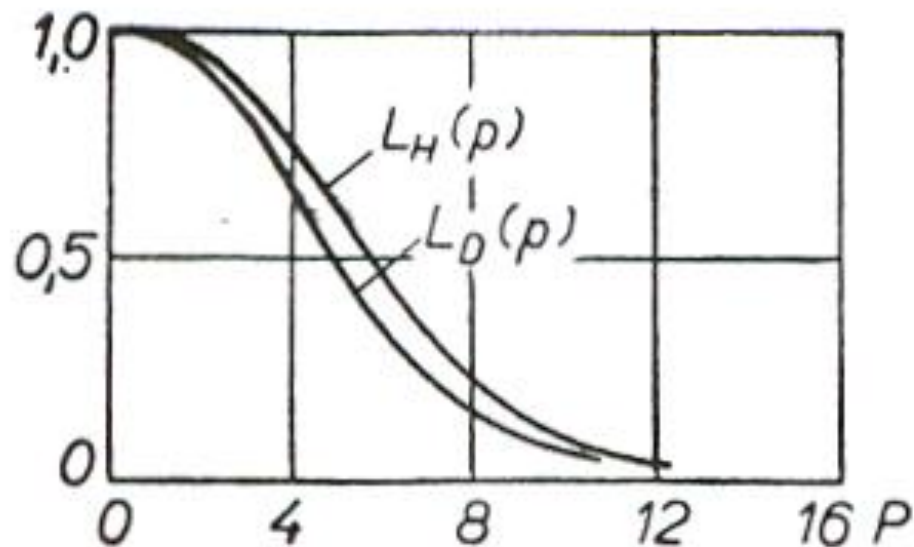
Obr. C.2 Oblast kolísání celkové výstupní OC křivky při oddělené kontrole při k přejímacích plánů:

horní mez kolísání $L_H(\rho)$: OC pro $(n; \sum Ac_i)$ a

dolní mez kolísání $L_D(\rho)$



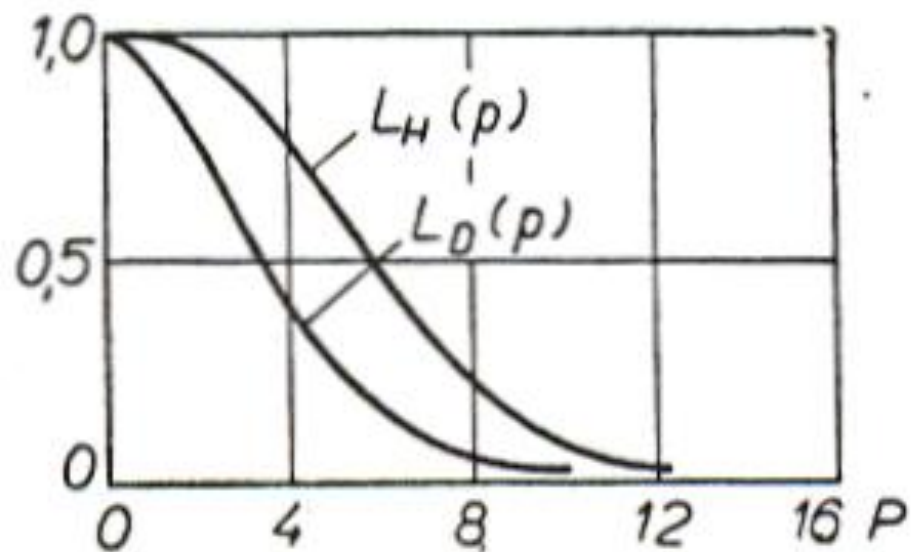
Obr. C.3 Oblast kolísání celkové výstupní OC křivky při oddělené kontrole pro $k = 2$ a přejímací plány: $(n = 80; Ac_1 = 1)$ a $(n = 80; Ac_2 = 3)$



Obr. C.4 Oblast kolísání celkové výstupní OC křivky při oddělené kontrole pro $k = 4$ a přijímací plány:

$(n = 80; Ac_1 = 1); (n = 80; Ac_2 = 1);$

$(n = 80; Ac_1 = 1)$ a $(n = 80; Ac_2 = 1)$



Tabulky C.1 až C.4

Hodnoty $L_D(P)$ pro riziko odběratele $\beta = 10 \%$ pro různé poměry vah w_i pro počet znaků (nebo skupin znaků) $k = 2, 3, 4$ a 5

Tabulky C.1 ($k = 2$) a C.2 ($k = 3$)

$L_H(P)$ pro $\beta = 10 \%$	Váhy			
	0,9 : 0,1	0,8 : 0,2	0,7 : 0,3	0,5 : 0,5
0,5	0,47	0,46	0,45	0,44
1,0	0,94	0,92	0,90	0,88
2,0	1,90	1,82	1,78	1,75
3,0	2,80	2,75	2,70	2,65
4,0	3,70	3,60	3,55	3,50
5,0	4,65	4,55	4,45	4,35
7,0	6,55	6,35	6,25	6,15
10,0	9,30	9,10	8,90	8,70
15,0	14,00	13,70	13,40	13,10

$L_H(P)$ pro $\beta = 10 \%$	Váhy		
	0,8: 0,1: 0,1	0,5: 0,4: 0,1	0,33:0,33: 0,34
0,5	0,44	0,41	0,40
1,0	0,88	0,83	0,81
2,0	1,75	1,65	1,60
3,0	2,65	2,50	2,45
4,0	3,50	3,30	3,20
5,0	4,35	4,10	3,95
7,0	6,15	5,75	5,60
10,0	8,70	8,20	8,00
15,0	13,10	12,30	12,00

Tabulky C.1 až C.4

Hodnoty $L_D(P)$ pro riziko odběratele $\beta = 10 \%$ pro různé poměry vah w_i pro počet znaků (nebo skupin znaků) $k = 2, 3$ a 4

Tabulky C.3 ($k = 4$) a C.4 ($k = 5$)

$L_H(P)$ pro $\beta = 10 \%$	Váhy		
	0,7:0,1: 0,1:0,1	0,5:0,3: 0,1:0,1	0,25:0,25: 0,25:0,25
0,5	0,41	0,40	0,37
1,0	0,82	0,80	0,74
2,0	1,60	1,55	1,45
3,0	2,45	2,35	2,20
4,0	3,30	3,15	2,95
5,0	4,10	3,95	3,65
7,0	5,75	5,55	5,15
10,0	8,10	7,90	7,30
15,0	12,20	11,90	11,00

$L_H(P)$ pro $\beta = 10 \%$	Váhy		
	0,6 :0,1:0,1: 0,1:0,1	0,4:0,3:0,1: 0,1:0,1	0,2:0,2:0,2: 0,2:0,2
0,5	0,38	0,37	0,36
1,0	0,76	0,73	0,71
2,0	1,50	1,45	1,41
3,0	2,30	2,20	2,10
4,0	3,05	2,93	2,80
5,0	3,80	3,60	3,50
7,0	5,30	5,10	4,95
10,0	7,50	7,20	7,00
15,0	11,30	10,80	10,50

C. PŘECHODY MEZI JEDNOTLIVÝMI TYPY PŘEJÍMACÍCH PLANŮ

Pro vstupní parametry:

pevné rozsahy dávek $N = 5000$
jednotek,

kontrolní úroveň II,

AQL = 0,40 % (v procentu
neshodných)

se z ČSN ISO 2859-1:2000

postupně z následujících
tabulek v této normě zjistí:

a) z tabulky 1: kódové písmeno: L ;

b) z tabulky 2-A: ($n = 200$; $Ac = 2$;
 $Re = 3$);

c) z tabulky 3-A: ($n_1=125$; $Ac_1=0$;
 $Re_1=3$; $n_2= 125$; $n_1+n_2= 250$;
 $Ac_2= 3$; $Re_2= 4$);

d) z tabulky 4-A:

i	n_j	$\sum n_j$	Ac_i	Re_i
1	50	50	#	2
2	50	100	0	3
3	50	150	0	3
4	50	200	1	3
5	50	250	3	4

Problém:

- Na začátku kontroly jsem se rozhodnul pro přejímací plán jedním výběrem ($n = 200$; $A_c = 2$; $R_e = 3$) a v průběhu jeho realizace jsem zjistil, že mezi 100 zkontrolovanými jednotkami je stále 0 neshodných, což znamená, že se vlastně splňuje požadavek na $A_c = 0$ uvedený v přejímacím plánu několikerým výběrem.
- Otázka : Mohu za této situace přejímku jedním výběrem uzavřít a v jejím průběhu přejít na kontrolu několikerým výběrem a dávku považovat za přijatelnou ?
- Odpověď: Nemohu, musím postupovat v přejímce jedním výběrem, když jsem se pro ni rozhodnul na začátku.

D. ZTRÁTY VZNIKAJÍCÍ V DŮSLEDKU NEDODRŽOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH PRAVIDEL STP - UKÁZKA NĚKTERÝCH SITUACÍ

Požadavek náhodného výběru: STP předpokládá odběr předepsaného počtu vzorků formou náhodného výběru (to je rozdíl oproti odběru logických podskupin při SPC), Nenáhodný odběr vzorků je připuštěn pouze tam, kde jednou z výrobních operací je odhrocování, odmašťování apod. v bubnech, v nichž dochází k dokonalému promísení. Rovněž při vzorkování hromadných materiálů musí být dodržena pravidla pro odběr, úpravu a zacházení se vzorky. **Nesprávně odebraný vzorek vždy výrazně zkresluje informaci o sledovaném znaku kvality a tedy i konečné rozhodnutí o dávce.**

Znalost rizik nesprávného rozhodnutí: STP je jediná forma výběrové přejímky, která poskytuje objektivní informaci o rizicích dodavatele, resp. odběratele, tedy rizicích nesprávného zamítnutí dávky, resp. nesprávného přijetí dávky ze strany odběratele. Tyto informace jsou oběma partnerům známy předem z průběhu OC křivky dohodnutého přejímacího plánu. Proto tato křivka by měla být vždy k dispozici při jednání obou stran.

Dohoda o hodnotě přípustné meze jakosti AQL: Uvedení určité hodnoty AQL ve smlouvě mezi odběratelem a dodavatelem nesmí být nikdy interpretováno tak, že dodavatel má právo odběrateli vědomě dodávat nějaké neshodné výrobky.

Nutno zdůraznit, že předmětem dohadování mezi oběma partnery mohou být pouze ty hladiny AQL, které jsou uvedeny v příslušných mezinárodních normách a tvoří tzv. řadu preferovaných hodnot. Jakékoliv vkládání vlastních (mezilehlých) úrovní AQL je zakázáno, stejně jako případné interpolace v tabulkách.

Zhospodárnění kontroly: Systémy přejímacích plánů popsané v normách mají vždy specifikováno prostředí, pro které jsou určeny. Např. systémy STP popsané v řadě ČSN ISO 2859 (pro kontrolu srovnáváním) a v řadě ČSN ISO 3951 (pro kontrolu měření) jsou určeny pro případ, kdy odběratel kontroluje každou dávku z plynulé série dávek od téhož dodavatele. **Oba uvedené systémy STP jsou dynamickými systémy dávek, tzn. umožňují odběrateli, aby reagoval na vývoj jakosti u dodavatele přechodem z normální kontroly na zmírněnou (při zlepšení jakosti), případně přechodem na zpřísněnou kontrolu (při zhoršení jakosti).** Podmínky pro přechod jsou striktně formulovány. Nutno připomenout, že zmírněná kontrola předpokládá výrazně snížení potřebných rozsahů výběrů. Informace získané z této systematicky vedené evidence výsledků kontrol pak umožňují:

- a) průběžně objektivně hodnotit dodavatele,
- b) zjistit, jak velké procento neshodných vstupuje na montáž,
- c) zjistit vliv případné stoprocentní kontroly zamítnutých dávek, u nichž byly neshodné výrobky nahrazeny shodnými.

Přejímka měřením – využití hodnoty MSSD: Přejímky měřením nabízí další úsporný krok při realizaci přejímky: stanovení hodnoty MSSD (maximální výběrové směrodatné odchylky pro dvoustranné mezní hodnoty při propojené kontrole):

$$\text{MSSD} = (\text{USL} - \text{LSL}) \times f_s ,$$

kde USL je horní mezní hodnota, LSL dolní mezní hodnota, obě dané specifikací, a koeficient f_s je tabelován a závisí na kódovém písmenu rozsahu výběru n a hodnotě AQL.

MSSD tedy představuje největší povolenou velikost výběrové směrodatné odchylky při použití dvoustranných mezních hodnot při propojené kontrole, když variabilita je neznámá a odhaduje se pomocí výběrové směrodatné odchylky s vypočtené z výsledků měření výrobků zahrnutých do výběru.

Je-li vypočtená výběrová směrodatná odchylka s menší než MSSD, potom existuje možnost, ale ne jistota, že dávka bude přijata.

Předpokladem pro aplikaci přejímky měřením je normální rozdělení hodnot sledovaného znaku jakosti.

Ve srovnání s přejímkou srovnáváním vyžaduje přejímka měřením výrazně nižší rozsahy výběrů – tedy je hospodárnější.