



**Národní informační středisko
pro podporu jakosti**

Konzultační středisko statistických metod při NIS-PJ

Statistické přejímky

Ing. Vratislav Horálek DrSc.

ČSJ

Ing. Josef Křepela

ČSJ

15. září 2005.

ZÁKLADNÍ RYSY STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK

CÍL VÝBĚROVÉ PŘEJÍMKY

Pro odběratele

zjistit, zda dodavatel předkládá dávky, jejichž jakost je na vzájemně dohodnuté úrovni.

Pro dodavatele

ujistit se, že úroveň jakosti bude pro odběratele přijatelná.

Při tom je nutno respektovat, že náklady na výrobek zahrnují jak náklady na jeho výrobu, tak náklady na jeho kontrolu.

Znaky jakosti

kvantitativní
kvalitativní

Kontrola

měření
srovnáváním

Výrobek - jednotka

jeden kontrolovaný znak
více kontrolovaných znaků

NESHODA - jakýkoliv nedostatek ve shodě se
specifikovaným požadavkem

NESHODNÝ VÝROBEK (JEDNOTKA)

- může mít jednu, nebo více
neshod

PŘEJÍMACÍ KONTROLA - PŘEJÍMKA

- třídící - stoprocentní
- výběrová: namátková
procentní
statistická
- žádná

Výsledkem statistické přejímky je přijetí, nebo nepřijetí kontrolované dávky, jejím výsledkem není odhad procenta neshodných jednotek v dávce.

T ŘÍDÍCÍ - STOPROCENTNÍ KONTROLA

předpokládá kontrolu všech jednotek v dávce, vytrídění všech neshodných jednotek tak, že po této kontrole je podíl neshodných jednotek $p = 0$.

Vytríděné neshodné jednotky by měly být nahrazeny shodnými.

Nevýhodou třídící kontroly je její finanční a časová náročnost, nehledě k tomu, že nemusí být vždy stoprocentně účinná (zejména když třídící práce je prováděna v úkole).

VÝBĚROVÁ KONTROLA

umožňuje činit závěry o celé dodávce na základě kontroly pouze její části - **náhodného výběru**.

Tyto závěry, vzhledem k neúplné informaci o dodávce, jsou zatíženy chybami:

dávku budeme považovat za nevyhovující, zatím co ve skutečnosti je vyhovující - jedná se o chybu prvního druhu a riziko že se této chyby dopustíme budeme značit α ;

dávku budeme považovat za vyhovující, zatím co ve skutečnosti je nevyhovující - jedná se o chybu druhého druhu a riziko že se této chyby dopustíme budeme značit β .

Rizika chyb obou druhů respektuje statistická přejímka a v mnoha případech umožňuje volit jejich velikost.

STATISTICKÁ PŘEJÍMKA

vychází z **přejímacího plánu**
který zahrnuje **rozsah výběru**
a **přejímací kritérium.**

Při kontrole srovnáním

je to rozsah výběru **n**
a nejvýše přípustný počet neshodných, resp.
neshod ve výběru **Ac**

Při kontrole měřením

je to rozsah výběru **n**
a kritérium **k**

se kterým se porovnává statistický ukazatel, vypočtený na základě hodnot sledovaného znaku ve výběru.

Např. \bar{x} , s , $U \Rightarrow Q_U = (U - \bar{x}) / s$. Dávka se přijímá, když $Q_U \geq k$.

STATISTICKÁ PŘEJÍMKA

Porovnání statistické přejímky srovnáváním a měřením

Statistická **přejímka srovnáváním** je jednodušší, může být použita v případě více znaků jakosti na výrobku, obvykle navazuje na statistickou regulaci srovnáváním.

Statistická **přejímka měřením** vyžaduje menší rozsahy výběrů, je vhodná pro nákladné (destruktivní) zkoušky, poskytuje přesnější informaci o prověřovaném znaku jakosti, obvykle navazuje na statistickou regulaci měřením.

Její nevýhodou je, že vyžaduje na každý prověřovaný znak jakosti samostatný přejímací plán a že předpokládá normální rozdělení (alespoň přibližně) prověřovaného znaku jakosti.

Rozhodnutí o přijetí nebo nepřijetí dávky je při statistické přejímce vždy konečné.

OBLAST POUŽITÍ STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK

Všude tam, kde je nutno kontrolovat a stoprocentní kontrola je neproveditelná (destruktivní zkoušky), příliš nákladná, či nedostatečně účinná.

Je aplikovatelná na kontrolu dávek
hotových výrobků,
komponent,
surovin - materiálů,
výrobních operací,
údajů a záznamů

v působnosti

vstupní,
mezioperační,
výstupní kontroly.

Vhodné je její propojení se statistickou regulací tam, kde proces má nízkou výkonnost (nízké hodnoty P_p , P_{pk} .

ROZDÍL MEZI STATISTICKOU REGULACÍ A STATISTICKOU PŘEJÍMKOU

Statistická regulace

umožňuje nastolení a udržení výrobního procesu na optimální úrovni.

Statistická přejímka

umožňuje rozhodnutí zda přejímaná dávka vyhovuje dohodnutým požadavkům na jakost.

Toto rozhodnutí umožňuje učinit

objektivně,

nejhospodárněji,

se zvolenou účinností.

KLASIFIKACE NESHOD

Neshody mohou mít různou důležitost - váhu, proto je řadíme obvykle do dvou tříd:

- A** hlavní neshody, mají nejvyšší důležitost;
- B** neshody s nižším stupněm důležitosti;

mimo to, nejzávažnější třídou jsou

KRITICKÉ NESHODY, které činí výrobek nebezpečným.

Neměly by se sčítat neshodné jednotky s neshodami spadajícími do různých tříd. Pro každou třídu neshod by měl být navržen jiný přejímací plán (jiná hodnota AQL).

Pro kritické neshody by se měla uplatňovat stoprocentní kontrola, se zvláštním důrazem na její účinnost.

DÁVKA VÝROBKŮ

skupina výrobků - jednotek, pokud možno homogenních, vyrobených za stejných podmínek, během jednoho časového období.

Rozsah dávky

počet jednotek v dávce určit po dohodě s výrobcem. Výhodnější jsou větší dávky, tím jsou vyžadovány větší rozsahy výběrů a tím i lepší rozlišení mezi dobrými a nevyhovujícími dávkami. Lze-li očekávat rozdíl jakosti částí dávek, pak je lépe udržet tyto části oddělené.

Série dávek

dávky jsou předkládány k příjemci v pořadí, jak byly vyrobeny; kontrola se má uskutečnit s minimálním zpožděním tak, aby její výsledek mohl být využit k ovlivnění následné výroby.

Kontrola každé dávky v sérii

předpokládá se, že dávky přicházejí od jednoho dodavatele, z jednoho výrobního procesu, pokud možno v pořadí jak byly vyrobeny a přicházejí často. Přejímka v tomto případě může sledovat ne jen jakost každé z přejímaných dávek, ale hlavně úroveň jakosti výrobního procesu u dodavatele. Někdy se uvažuje i **občasná přejímka**, přejímka např. jedné dávky ze čtyř.

Izolované dávky

dávky které jsou ojedinělé, od různých dodavatelů, nebo tvoří jen krátké série, případně dávky které jsou kontrolovány se značným odstupem od doby výroby.

Dávky na výrobním pase

jsou tvořeny malými částmi výroby, někdy i samotnými jednotkami.

MÍRY JAKOSTI DÁVEK

JEDNOTLIVÉ DÁVKY

(izolované, ojedinělé, krátké série)

procento neshodných v dávce;

nejhorší průměrné výstupní procento neshodných po kontrole

počet neshod na 100 jednotek;

počet neshodných v dávce.

DÁVKY TVOŘÍCÍ SÉRII

průměrné procento neshodných v dávce;

průměrný počet neshod na 100 jednotek;

nejhorší průměrná výstupní jakost.

VYUŽÍVÁNÍ DOSTUPNÝCH INFORMACÍ KE SNÍŽENÍ NÁKLADŮ NA STATISTICKOU PŘEJÍMKU

- ◆ redukce počtu prověřovaných znaků jakosti;
- ◆ přechod na přejímací plány s menším rozsahem výběru:
 - při vyhovující jakosti u výrobce - **zmírněná, případně občasná přejímka**;
 - využití přejímky měřením;
 - při stabilní variabilitě výrobního procesu - **přechod z s-plánů na σ -plány**.

POSTUP S NEPŘIJATÝMI DÁVKAMI

vrátit výrobci

k přetřídění, k novému zpracování, k likvidaci;
nově předkládané dávky označovat;

přetřídit

zjištěné neshodné jednotky nahradit shodnými
(opravné - rektifikační přejímky).

PŘEHLED ZÁKLADNÍCH TYPŮ STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK

Statistická přejímka	měřením \Leftrightarrow srovnáváním;
statistická přejímka	opravná \Leftrightarrow bezopravná;
statistická přejímka	izolovaných dávek \Leftrightarrow \Leftrightarrow dávek tvořících sérii
statistická přejímka	jedním výběrem (na základě jednoho výběru je rozhodnuto o přijetí či nepřijetí dávky) dvojím výběrem (na základě prvního výběru je přijato jedno ze tří rozhodnutí: dávku přijmout, dávku zamítnout, pokračovat v kontrole druhého výběru; po kontrole druhého výběru je na základě výsledku obou výběrů dohromady rozhodnuto o přijetí či zamítnutí dávky) několikerým výběrem (v případě k-výběrů je po kontrole každého z k-1 výběru přijato jedno ze tří rozhodnutí: dávku přijmout, dávku zamítnout, pokračovat v kontrole dalšího výběru; po kontrole k-tého výběru je na základě výsledku všech předchozích výběrů dohromady rozhodnuto o přijetí či zamítnutí dávky) postupným výběrem (po kontrole každé jednotky je přijato jedno ze tří rozhodnutí: dávku přijmout, dávku zamítnout, nebo pokračovat v kontrole další jednotky)

PŘEJÍMACÍ PLÁN

rozhodovací pravidlo, podle kterého se má dávka kontrolovat a posoudit, zda je či není přijatelná.

SCHÉMA PŘEJÍMKY

kombinace přejímacích plánů v souladu s přechodovými pravidly.

SYSTÉM PŘEJÍMEK

souhrn schémat přejímek spolu s kriterii jak je vybírat pro poskytnutí požadované záruky.

Př. AQL ČSN ISO 2859-1; ČSN ISO 8422;
 LQ ČSN ISO 2859-2;
 AOQL ČSN 01 0254.

ÚČINNOST PŘEJÍMACÍCH PLÁNŮ

je dána **operativní charakteristikou** která udává pravděpodobnost přijetí dávky v závislosti na podílu neshodných jednotek v dávce, nebo na počtu neshod na sto jednotek.

U opravných přejímek je účinnost charakterizována i **průměrnou výstupní jakostí** a **průměrným rozsahem kontrol**.

SPECIFIKACE PŘEJÍMKY

DÁVKA - rozsah dávky

NESHODNÉ JEDNOTKY

TŘÍDY NESHOD

ZPŮSOB KONTROLY - měřením, srovnáváním

JAKOST DÁVKY

SYSTÉM STATISTICKÉ PŘEJÍMKY

SCHÉMA STATISTICKÉ PŘEJÍMKY

PŘEJÍMACÍ PLÁNY

ROZHODOVÁNÍ O PŘIJETÍ, POZASTAVENÍ DÁVKY

POSTUP PŘI POZASTAVENÍ DÁVKY

ZÁZNAMY A JEJICH VYHODNOCOVÁNÍ

ZÁRUKY JAKOSTI A RIZIKA PŘI STATISTICKÉ PŘEJÍMCE

OPERATIVNÍ CHARAKTERISTIKA (OC)

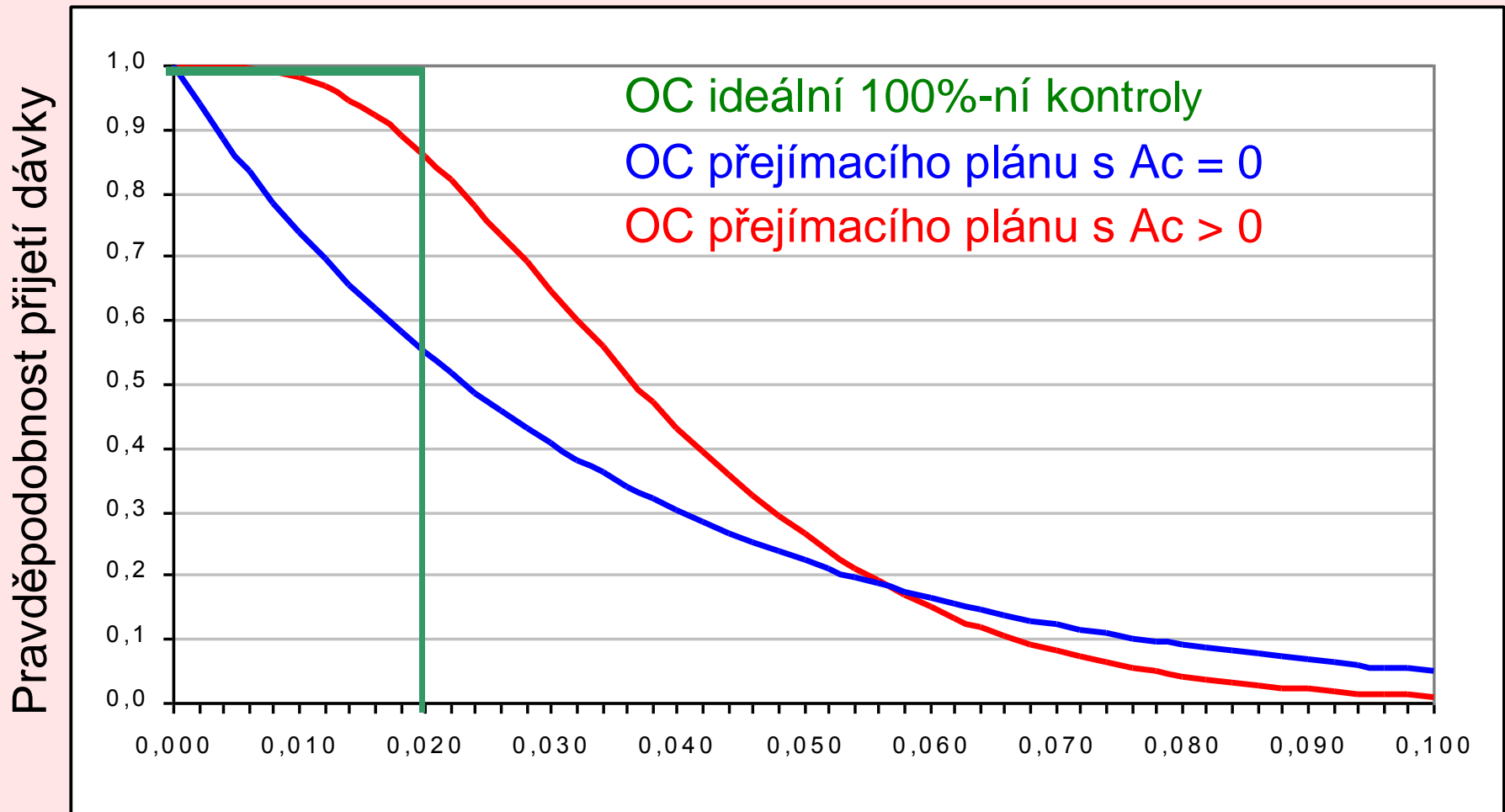
OC je křivka, udávající pro daný přejímací plán pravděpodobnost, že bude splněno přejímací kritérium, jako funkci úrovně jakosti dávky, tj. pravděpodobnost přijetí dávky.

Pro každý přejímací plán popisuje křivka OC jeho účinnost.

V případě přejímky srovnáváním se pro vyjádření křivky OC používá hypergeometrického rozdělení, které je aproximováno binomickým rozdělením, pokud podíl $n / N < 0,1$ a pokud navíc je podíl neshodných $p < 0,1$ ($M / N = p$), je možno použít Poissonova rozdělení.

(n je rozsah výběru, N je rozsah dávky, M je počet neshodných v dávce.) *(Výpočet operativní charakteristiky viz. soubor „ Spř-výpočet OC.xls “)*

Typické průběhy operativní charakteristiky OC



Úroveň jakosti dávky nebo procesu vyjádřená podílem neshodných p

ZÁRUKY JAKOSTI DÁVEK PŘI STATISTICKÉ PŘEJÍMCE

Izolované dávky:

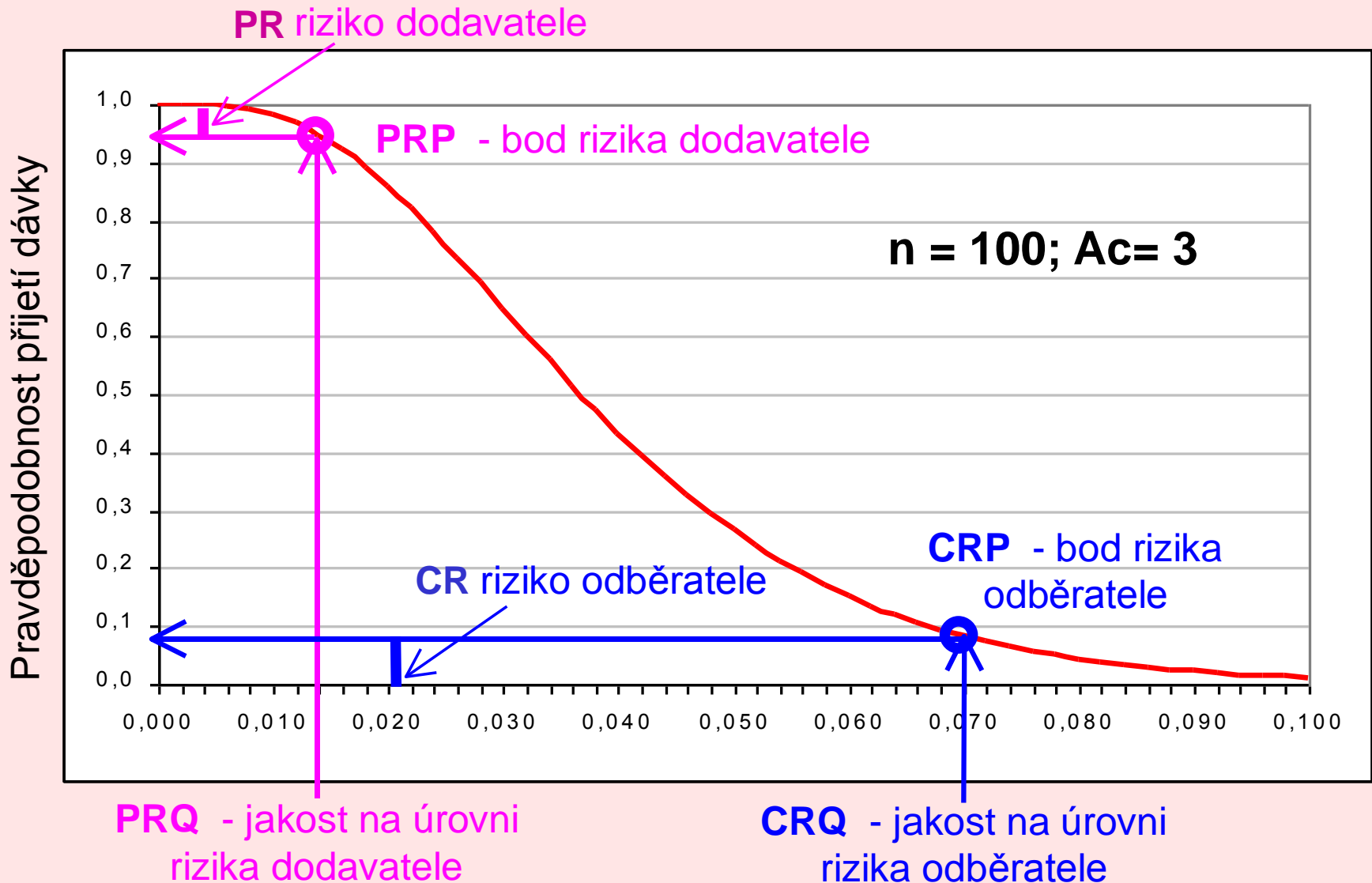
jakost na úrovni rizika dodavatele **PRQ** (Producers Risk Quality),
alternativní značení $PRQ = P_1$;

riziko dodavatele **PR** (Producers Risk) (riziko, že nebude přijata
dávka dobré jakosti, obsahující podíl PRQ neshodných
jednotek; alternativní značení $PRQ = \alpha$);

jakost na úrovni rizika odběratele **CRQ** (Consumers Risk
Quality); alternativní značení $CRQ = P_2$;

riziko odběratele **CR** (Consumers Risk) (riziko, že bude přijata
dávka nevyhovující jakosti, obsahující podíl CRQ neshodných;
 $CRQ = \beta$).

Operativní charakteristika definovaná bodem rizika dodavatele PRP a bodem rizika odběratele CRP



ZÁRUKY JAKOSTI DÁVEK PŘI STATISTICKÉ PŘEJÍMCE

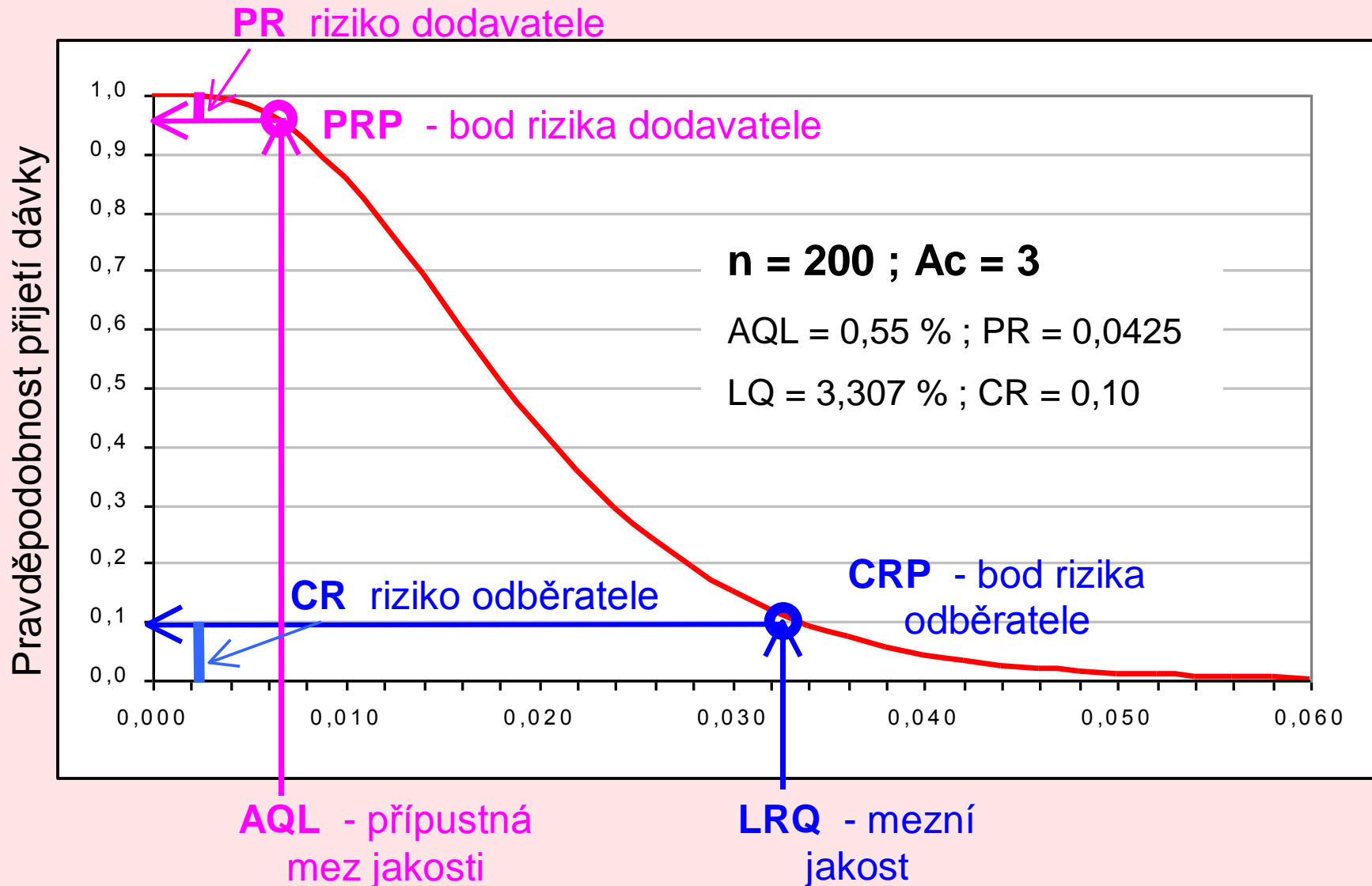
Izolované dávky (ČSN ISO 2859-1:2000 a ČSN ISO 2859-2:1992)

mezní jakosti **LQ** (*Limiting Quality*), mezní jakost dávky která je izolovaná a je spojena s nízkou pravděpodobností přijetí, obvykle 5% resp. 10%. (Odpovídá jakosti na úrovni rizika odběratele CRQ, resp. P_2 .)

Dávky tvořící sérii (ČSN ISO 2859-1:2000) :

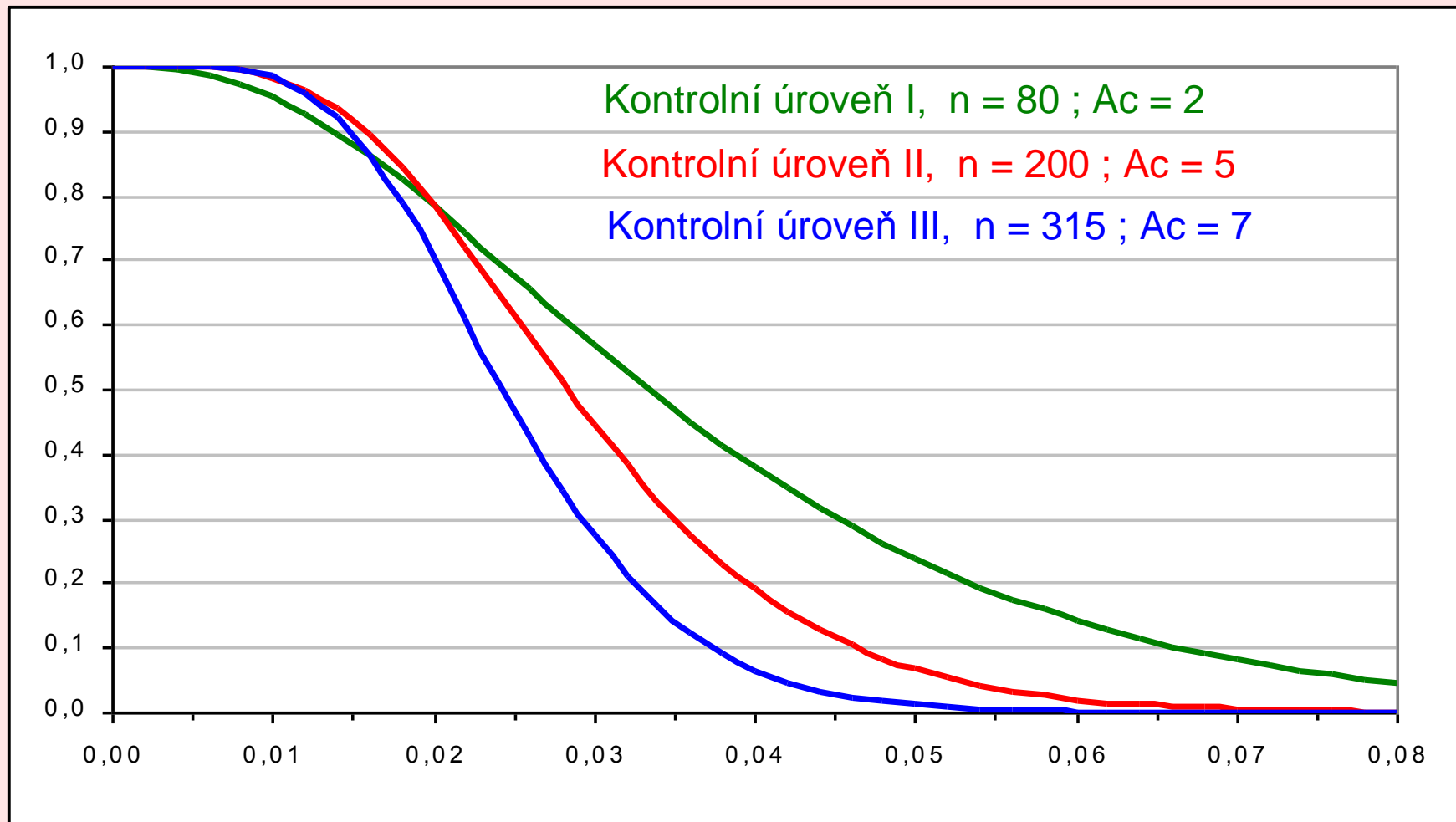
přípustná mez jakosti **AQL** (*Acceptable Quality Limit*), mezní úroveň vyhovujícího průměru procesu při kontrole spojitě série dávek. Výrobce (dodavatel) má vyrábět dávky o průměrné jakosti lepší než AQL (0,5 AQL až 0,75 AQL). Doplňující informaci poskytuje hodnota LQ. (Orientačně odpovídá AQL jakosti na úrovni rizika dodavatele PRQ, resp. P_1 .)

Operativní charakteristika definovaná přípustnou mezí jakosti AQL a mezní jakostí LQ

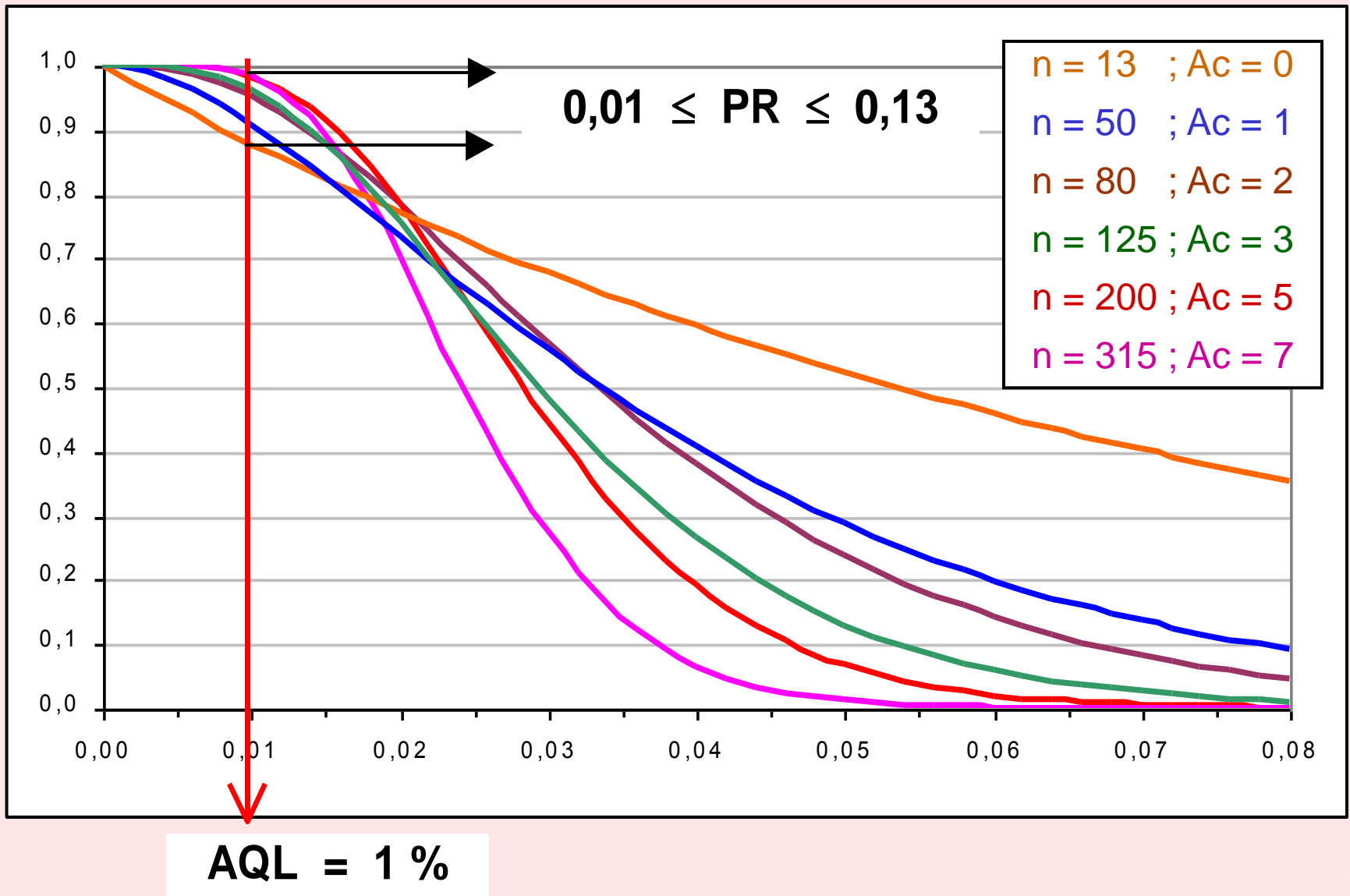


Porovnání operativní charakteristik vybraných přijímacích plánů (z ČSN ISO 2859-1)

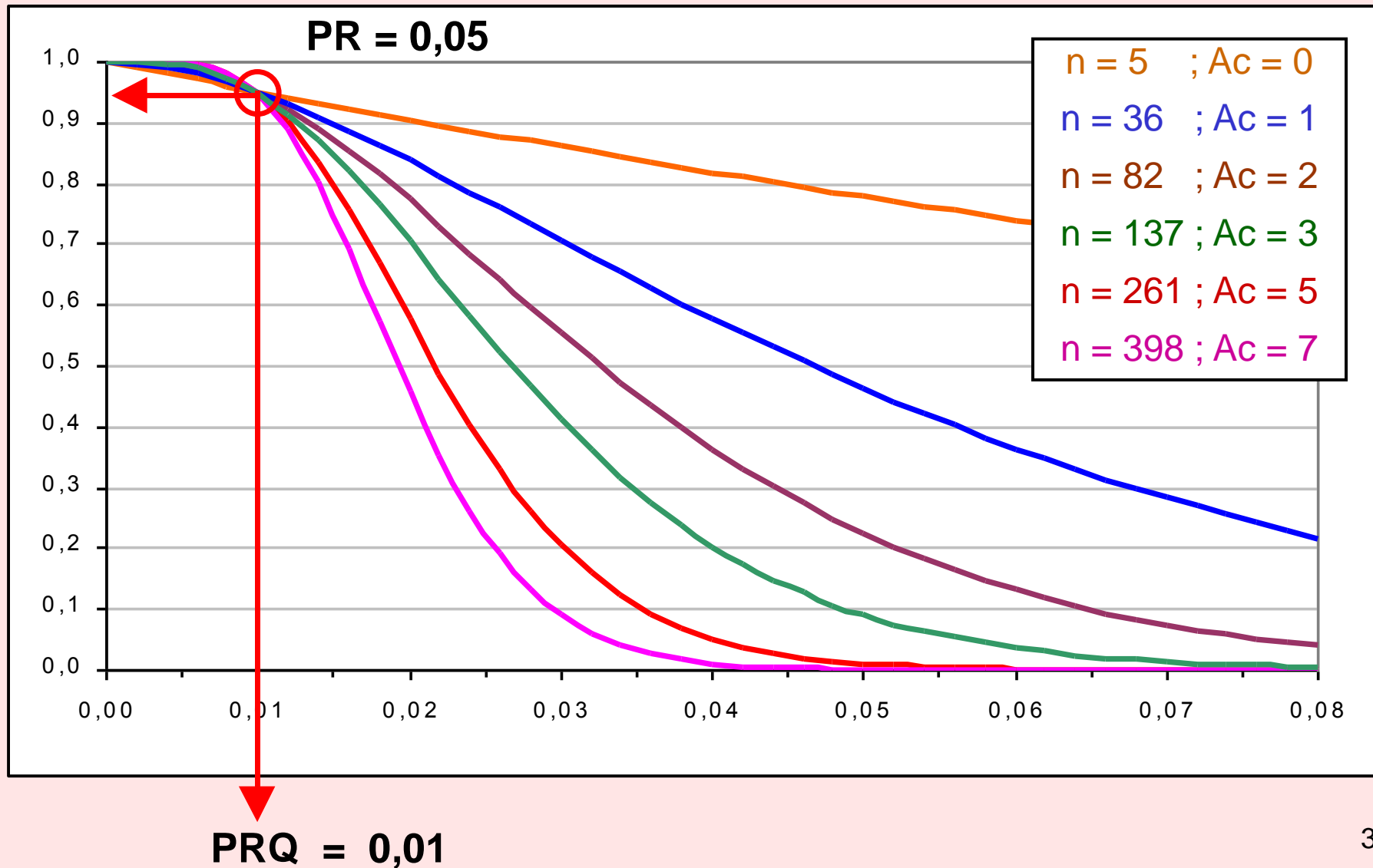
Dávky rozsahu 3201 až 10000 jednotek; AQL = 1%.



Porovnání operativní charakteristik přejímacích plánů pro AQL = 1% pro kódová písmena E, H, J, K, L, M



Porovnání operativní charakteristik přijímacích plánů pro PRQ = 1% a pro PR = 0,05



PRŮMĚRNÁ VÝSTUPNÍ JAKOST (AOQ)

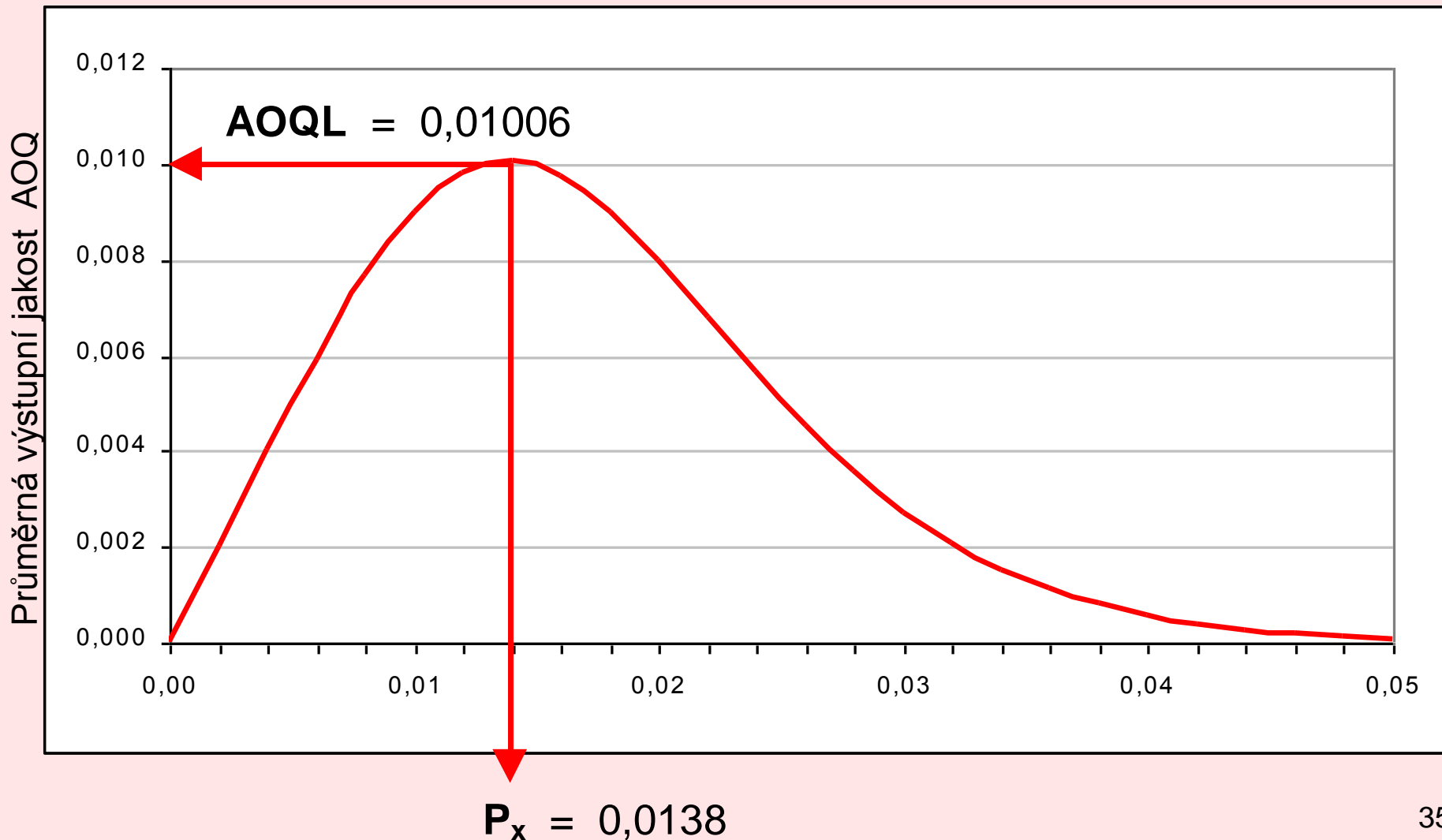
AOQ (Average Outgoing Quality) je křivka, udávající pro daný přejímací plán očekávanou průměrnou výstupní jakost (průměrný výstupní podíl neshodných jednotek v dávce) za předpokladu, že se provádí opravná přejímka (pozastavené dávky jsou přetříděny a neshodné jednotky jsou nahrazeny shodnými).

Maximum této křivky AOQ přes všechny možné úrovně jakosti na vstupu kontroly udává nejhorší průměrnou výstupní mez jakosti **AOQL** (Average Outgoing Quality Limit), alternativní značení $AOQL = P_L$.

Označíme-li pravděpodobnost přijetí dávky $L(p)$, v závislosti na podílu neshodných jednotek v dávce p , potom můžeme průměrnou výstupní jakost vypočítat ze vztahu

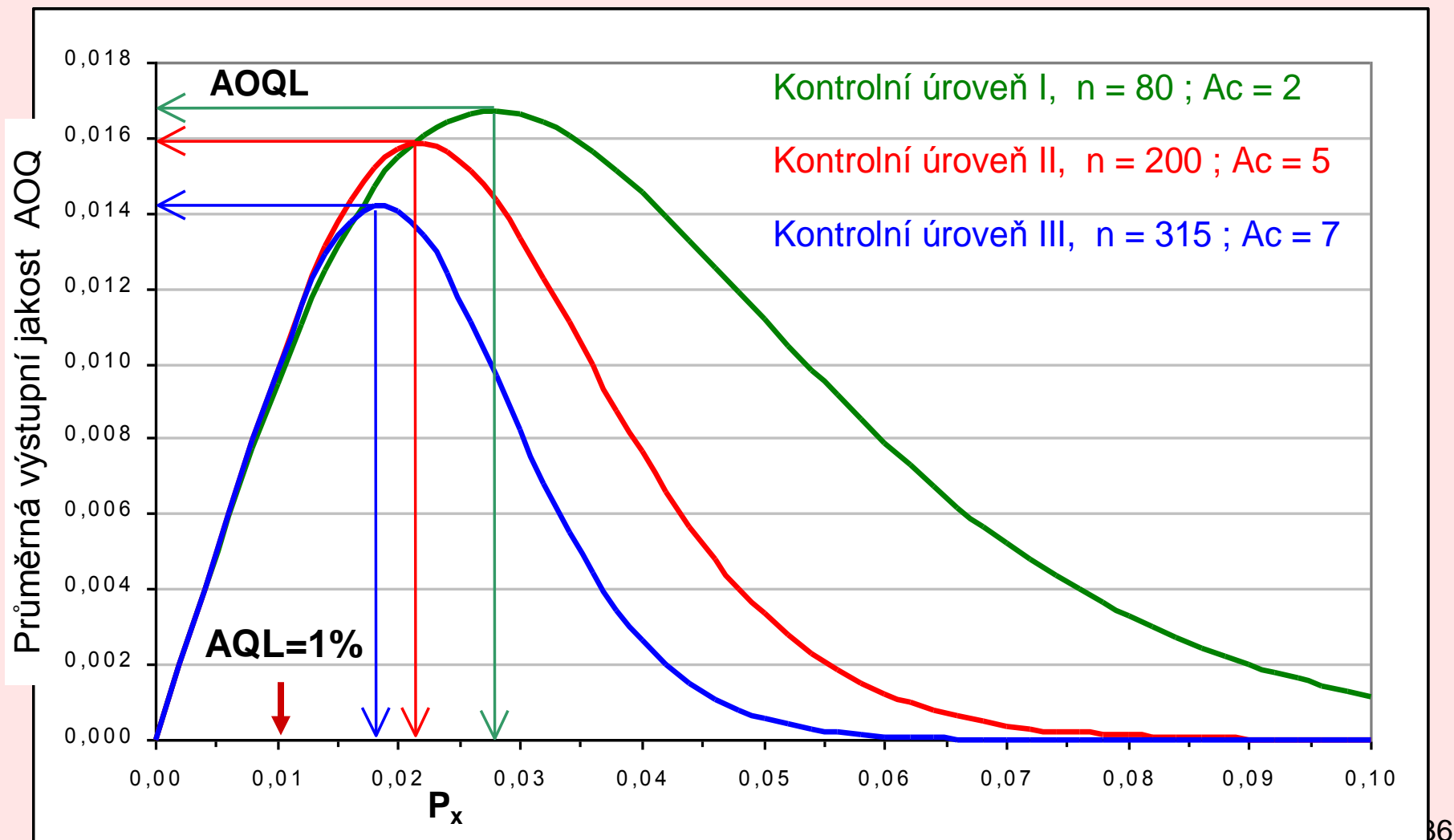
$$AOQ(p) = p * L(p).$$

Nejhorší průměrná výstupní mez jakosti AOQL pro přijímací plán $n = 315$; $Ac = 5$

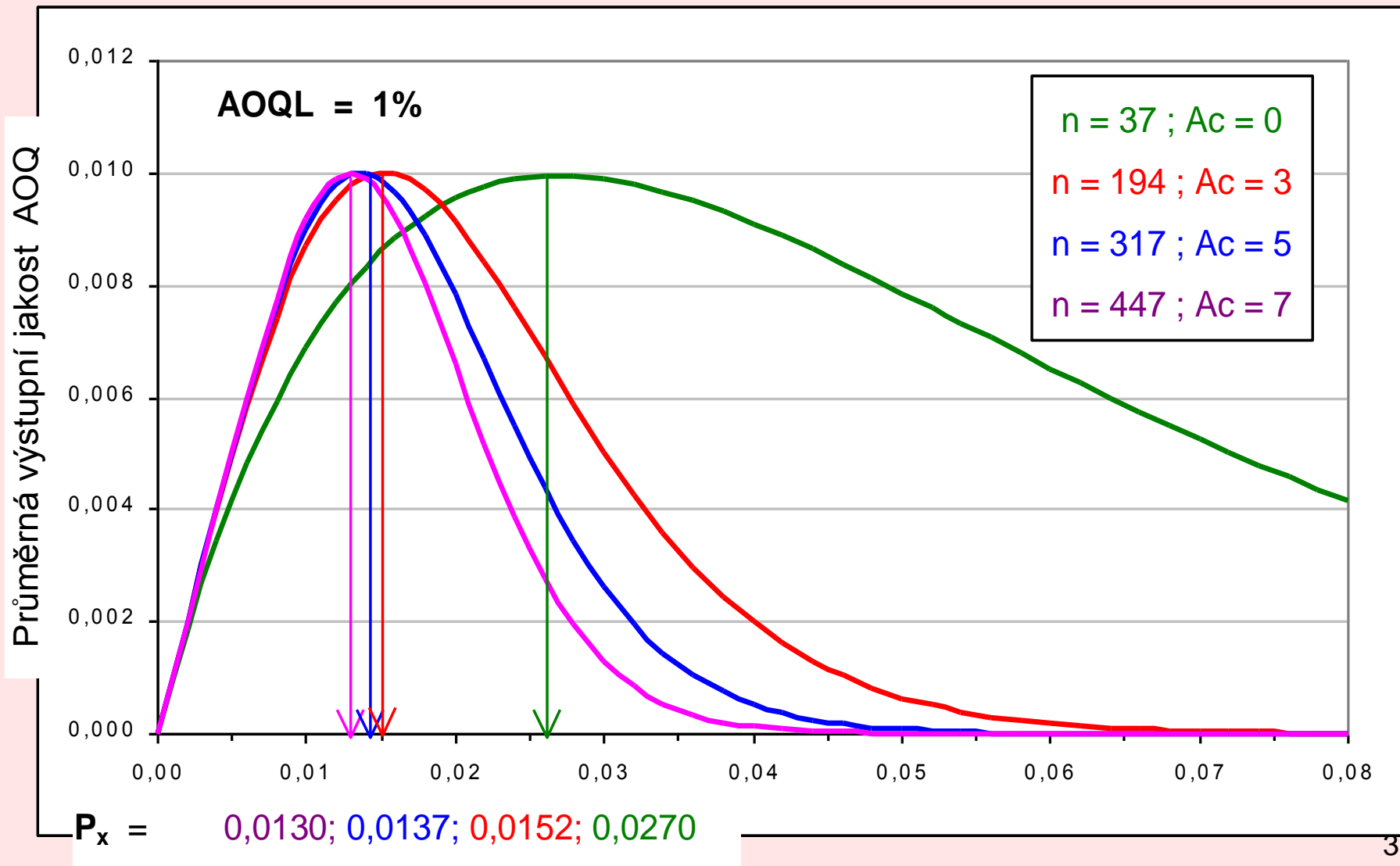


Porovnání průměrné výstupní jakosti vybraných přejímacích plánů (z ČSN ISO 2859-1)

Dávky rozsahu 3201 až 10000 jednotek; AQL = 1%.



Porovnání průměrné výstupní jakosti přijímacích plánů, pro které AOQL = 1%



PRŮMĚRNÉ ROZSAHY VÝBĚRŮ

Typy přejímacích plánů:

Přejímací plány **jedním výběrem** - $(n; Ac; Re)$ při kontrole posuzováním, resp. $(n;k)$ při kontrole měřením.

n je rozsah výběru, Ac přejímací číslo, Re ($Re = Ac+1$) zamítací číslo; k je kritérium se kterým se porovnává vhodně volená výběrová statistika.

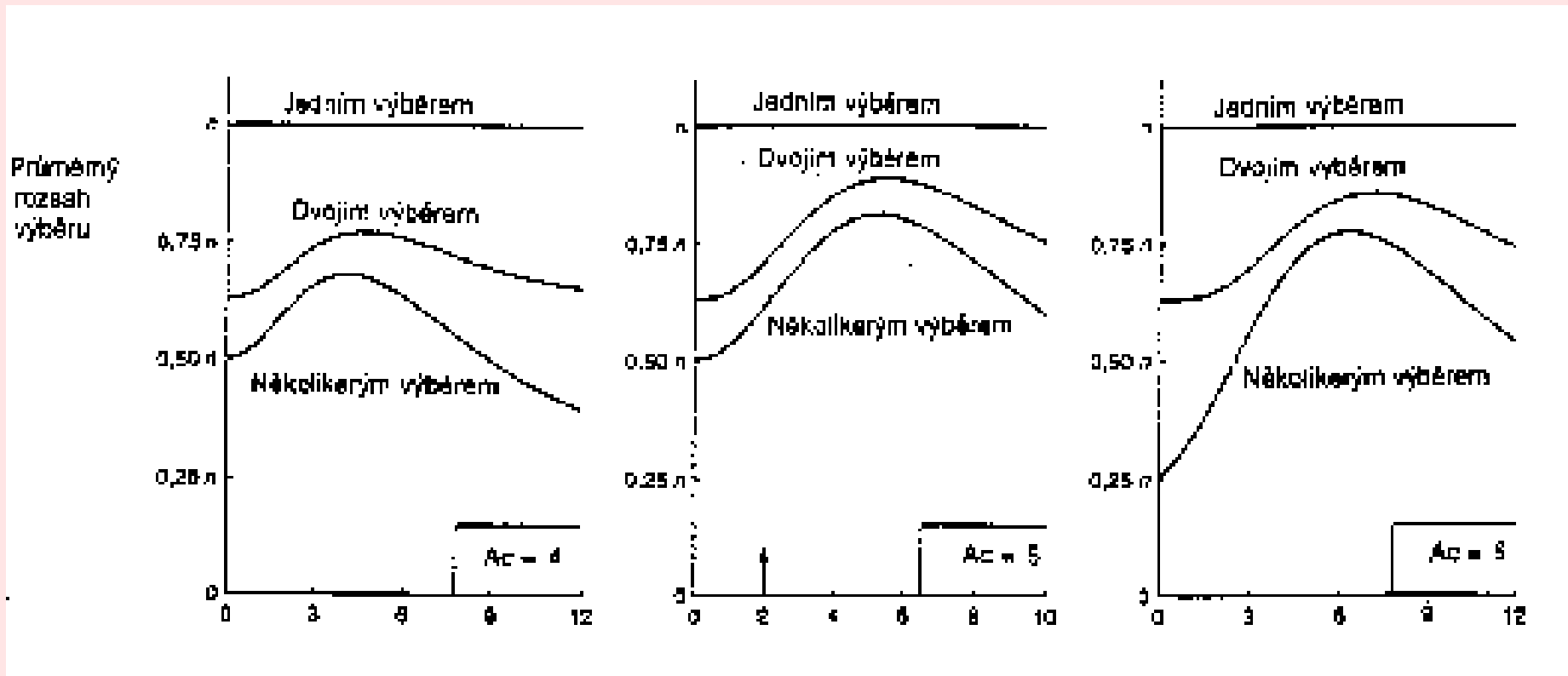
Přejímací plány **dvojím výběrem** - $(n_1, Ac_1, Re_1; n_2, Ac_2, Re_2)$.

n_1 je rozsah prvního výběru, n_2 rozsah druhého výběru, Ac_1 přejímací číslo prvního výběru, Re_1 ($Re_1 > Ac_1+1$) zamítací číslo prvního výběru, n_2 rozsah druhého výběru, Ac_2 přejímací číslo pro oba výběry dohromady (n_1+n_2) a Re_2 zamítací číslo ($Re_2 = Ac_2+1$) pro oba výběry dohromady.

Přejímací plány **několikerým výběrem** - $(n_1, Ac_1, Re_1; n_2, Ac_2, Re_2, \dots, n_k, Ac_k, Re_k)$. Postupuje se analogicky jako u přejímacích plánů dvojím výběrem. Po kontrole j -tého výběru ($j = 1, 2, \dots, k$) se výsledek kontroly všech j výběrů porovnává s přejímacím číslem Ac_j a zamítacím číslem Re_j ($Re_j > Ac_j+1$ pro $j < k$; $Re_k = Ac_k+1$).

Porovnání průměrných rozsahů výběrů přijímacích plánů jedním, dvojím a několikerým výběrem

pro přijímací plány se stejnou účinností, kde u přijímacích plánů jedním výběrem je $Ac = 4, 5, 6$



Průměrný rozsah kontroly při opravné přejímce

Průměrný rozsah kontrol při opravné přejímce je dán vztahem

$$E_N = N - (N - n) L(p) ,$$

kde N je rozsah přejímané dávky, n je rozsah výběru (v případě přejímky dvojím, nebo několikerým výběrem potom n je průměrný rozsah výběru) a $L(p)$ pravděpodobnost přijetí dávky.

