



Česká metrologická společnost, z.s.

Novotného lávka 5, 110 00 Praha 1

Tel: 221 082 254, 606 957 233

e-mail: cms-zk@csvts.cz

www.spolky-csvts.cz/cms

Metodika provozního měření

MPM 5.1.1/02/25

**ASPEKTY STATISTICKÝCH PŘEJÍMEK
MĚŘENÍM / SROVNÁNÍM**

Podtitul

Využití nástroje řízení kvality pro výstupní kontrolu
z výrobního/technologického procesu

Praha

Říjen 2025

Vzorový metodický postup byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2025

Číslo úkolu: VII/3/25

Zadavatel: Česká republika – Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, organizační složka státu

Řešitel: Česká metrologická společnost, z.s.

© ÚNMZ, ČMS

Neprodejné: Metodika je volně k dispozici na stránkách ÚNMZ a ČMS. Nesmí však být dále komerčně šířena.

1 Předmět metodiky

Metodika řeší vhodnost použití nástroje řízení kvality, a to statistické přejímky měřením nebo srovnáváním. Je to nástroj, který při správném použití odhalí nesprávně vyrobené díly (zmetky) dříve, než dojde k jejich předání odběrateli. Neřeší problémy ve výrobě, ale až kvalitu hotových výrobků/dílů. Přejímky mohou být mezioperační (mezi jednotlivými provozy v jedné firmě) nebo formou statistické kontroly mezi dodavatelem a externím odběratelem. Důležitou částí statistické přejímky je vzorkování (viz MPM 9.4.1/01/24).

2 Související normy a metrologické předpisy

Číslo normy	Název	
ČSN ISO 11648-1 Kat. čís.: 69744	Statistická hlediska vzorkování hromadných materiálů - Část 1: Obecné principy Třídící znak: 010264 Vydána: 3.2004	[L1]
ČSN ISO 11648-2 Kat. čís.: 66249	Statistická hlediska vzorkování hromadných materiálů - Část 2: Vzorkování sypkých materiálů Třídící znak: 010264 Vydána: 1.2003	[L2]
ČSN 01 5110 Kat. čís.: 169	Vzorkování materiálů. Základní ustanovení Třídící znak: 015110	[L3]
ČSN 01 5111 Kat. čís.: 170	Vzorkování sypkých a zrnitých materiálů Třídící znak: 015111	[L4]
ČSN 01 5112 Kat. čís.: 171	Vzorkování kapalin a pastovitých materiálů Třídící znak: 015112	[L5]
ČSN 01 5113 Kat. čís.: 172	Vzorkování plynu Třídící znak: 015113	[L6]
ČSN EN ISO 11125-1 Kat. čís.: 507495	Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků - Metody zkoušení kovových otryskávacích prostředků - Část 1: Vzorkování Třídící znak: 038235 Vydána: 6.2019	[L7]
ČSN EN ISO 11127-1 Kat. čís.: 513203	Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků - Metody zkoušení kovových otryskávacích prostředků - Část 1: Vzorkování	[L8]

	Třídící znak: 038235 Vydána: 6.2019	
ČSN EN ISO 10564 Kat. Čís.: 51960	Materiály pro měkké a tvrdé pájení - Metody pro vzorkování měkkých pájek pro analýzu Třídící znak: 050045 Vydána: 5.1998	[L9]
ČSN EN ISO 15011-1 Kat. čís.: 86014	Ochrana zdraví a bezpečnost při svařování a příbuzných procesech - Laboratorní metody pro vzorkování dýmu a plynů - Část 1: Stanovení emise dýmu při obloukovém svařování a odběr dýmu pro analýzu Třídící znak: 050681 Vydána: 5.2010	[L10]
ČSN EN ISO 15011-2 Kat. čís.: 86015	Ochrana zdraví a bezpečnost při svařování a příbuzných procesech - Laboratorní metody pro vzorkování dýmu a plynů - Část 2: Stanovení emisní rychlosti oxidu uhelnatého (CO), oxidu uhličitého (CO ₂), oxidu dusnatého (NO) a oxidu dusičitého (NO ₂) při obloukovém svařování, řezání a drážkování Třídící znak: 050681 Vydána: 5.2010	[L11]
ČSN EN ISO 15011-3 Kat. čís.: 86016	Ochrana zdraví a bezpečnost při svařování a příbuzných procesech - Laboratorní metody pro vzorkování dýmu a plynů - Část 3: Stanovení emisní rychlosti ozonu při obloukovém svařování Třídící znak: 050681 Vydána: 5.2010	[L12]
ČSN EN ISO 15011-4 Kat. čís.: 505820	Ochrana zdraví a bezpečnost při svařování a příbuzných procesech - Laboratorní metoda pro vzorkování dýmu a plynů - Část 4: Informační listy dýmu Třídící znak: 050681 Vydána: 9.2018	[L13]
ČSN EN IEC 60475 ed. 2 Kat. čís.: 516648	Metoda vzorkování izolačních kapalin Třídící znak: 346702 Vydána: 2.2023	[L14]
ČSN EN 60475 Kat. čís.: 90872	Metodika vzorkování kapalných dielektrik Třídící znak: 346702 Vydána: 7.2012 Dat. zrušení: 6/29/2025 Vydána: 2.2023 Změna: Z1 (Katalogové číslo: 516649) Dat. Zrušení: 6/29/2025	[L15]
ČSN EN ISO 18589-2 Kat. čís.: 504341	Měření radioaktivity v životním prostředí - Půda - Část 2: Návod pro výběr strategie vzorkování, odběr vzorků a jejich prvotní zpracování	[L16]

Třídící znak: 404015 Vydána: 5.2018

ČSN ISO 11648-2 Kat. čís.: 66249	Statistická hlediska vzorkování hromadných materiálů - Část 2: Vzorkování sypkých materiálů Třídící znak: 010264 Vydána: 1.2003	[L17]
ČSN ISO 11648-1	Statistická hlediska vzorkování hromadných materiálů - Část 1: Obecné principy	[L18]
ČSN ISO 11648-2 Kat. čís.: 66249	Statistická hlediska vzorkování hromadných materiálů - Část 2: Vzorkování sypkých materiálů Třídící znak: 010264 Vydána: 1.2003	[L19]
ČSN 01 5110 Kat. čís.: 169	Vzorkování materiálů. Základní ustanovení Třídící znak: 015110 Vydána: 5.1974	[L20]
ČSN 01 5111 Kat. čís.: 170	Vzorkování sypkých a zrnitých materiálů Třídící znak: 015111 Vydána: 5.1974	[L21]
ČSN 01 5112 Kat. čís.: 171	Vzorkování kapalin a pastovitých materiálů Třídící znak: 015112 Vydána: 5.1974	[L22]
ČSN ISO 2859	Statistické přejímky srovnáváním -1: 2000 Přejímací plány AQL pro kontrolu každé dávky v sérii -2: 1992 Přejímací plány LQ pro kontrolu izolovaných dávek -3: 2006 Občasná přejímka -4: 2003 Postupy pro posouzení deklarovaných úrovní jakosti -5: 2006 Systém přejímacích plánů AQL postupným výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii -10: 2007 Úvod do norem ISO řady 2859 statistických přejímek pro kontrolu srovnáváním	[L23] [L24] [L25] [L26] [L27] [L28]
ČSN ISO 8422:2010	Přejímací plány postupným výběrem při kontrole srovnáváním	[L29]
ČSN 01 02 54:1974	Statistická přejímka srovnáváním	[L30]
ČSN 01 02 57:1978	Statistická přejímka srovnáváním pro plynulou výrobu	[L31]

ČSN 01 02 60:1989	Statistická přejímka srovnáváním – Přejímací plány jedním výběrem s přípustným počtem vadných ve výběru rovným nule	[L32]
ČSN ISO 14560:2005	Statistické přejímky srovnáváním – Úrovně stanovené jakosti v neshodných jednotkách na milion	[L33]
ČSN ISO 18414:2010	Statistické přejímky srovnáváním – Systém s přejímacím číslem nula založený na principu kreditu při řízení výstupní kontrol	[L34]
ČSN ISO 21247:2007	Systémy statistických přejímek s přejímacím číslem nula a postupy statistické regulace propojené pro přejímku produktů	[L35]
ČSN ISO 3951	Statistické přejímky měřením	
	-1:2008 Stanovení přejímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii pro jediný znak kvality a jediné AQL	[L36]
	-2:2010 Obecné stanovení přejímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii při nezávislých znacích kvality	[L37]
	-3:2010 Výběrová schémata AQL dvojím výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii	[L38]
	-4:2013 Postupy pro posouzení deklarovaných úrovní kvality	[L39]
	-5:2010 Přejímací plány AQL postupným výběrem při kontrole měřením (známá směrodatná odchylka)	[L40]
ČSN ISO 8423:2012	Přejímací plány postupným výběrem při kontrole měřením pro procento neshodných jednotek (známá směrodatná odchylka)	[L41]
ČSN ISO 10725:2002	Výběrové přejímací plány a postupy pro kontrolu hromadných materiálů	[L42]
ČSN ISO 13448	Statistické přejímky založené na principu rozvržení priorit (APP) –	
	-1:2005 Směrnice pro přístup APP	[L43]
	-2:2005 Koordinované přejímací plány jedním výběrem pro přejímku srovnáváním	[L44]

3 Kvalifikace pracovníků provádějících měření

Kvalifikace pracovníků provádějících měření pro statistickou přejímací kontrolu je dána příslušným předpisem organizace. Tito pracovníci se seznámí s metodickým postupem upraveným na konkrétní podmínky daného pracoviště provádějícího měření a případnými (interními) souvisejícími předpisy.

Doporučuje se potvrzení odborné způsobilosti těchto pracovníků prokázat vhodným způsobem, například osvědčením o interním zaškolení, o absolvování odborného kurzu, nebo certifikátem odborné způsobilosti. Úroveň školení závisí na zařazení pracovníka a důležitosti prováděné měřicí operace.

4 Názvosloví, definice

Názvosloví a definice jsou obsaženy v příslušných normách a v publikacích o metrologické terminologii. Pro účely tohoto dokumentu platí následující termíny a definice:

4.1 Základní statistické charakteristiky

Základní soubor N je soubor všech možných hodnot náhodné veličiny, popsany jejich rozdělením pravděpodobnosti (typ a parametry). Základní soubor je tedy soubor dat, který zahrnuje měření všech prvků určité skupiny.

Náhodný výběr n je soubor nezávisle na sobě vybraných hodnot náhodné veličiny popsany jejich rozdělením četností (výběrové charakteristiky). Náhodný výběr je soubor dat, který se skládá z měření pouze části prvků náhodně vybraných ze základního souboru.

Výsledky náhodného výběru se používají k ohodnocení vlastností základního souboru. Náhodný výběr tak poskytuje informaci o realitě, vlastnostech základního souboru, které neznáme. Proto je důležité, aby byly vzorky vybrány tak, aby co nejpřesněji charakterizovaly základní soubor N .

4.2 Charakteristika a princip statistické přejímky

Statistická přejímka je metoda výběrové kontroly kvality. Odběratele při přejímce výrobků/ dílů zajímá kvalita dodávky, tzn. podíl neshodných výrobků/dílů v dodávce. Podle rozsahu kontroly se statistická přejímka dělí na stoprocentní a výběrovou. **Stoprocentní kontrola** je ale většinou nereálná, protože je časově i finančně náročná. Provádí se jen výjimečně u malých dodávek nebo u těch přejímek, kde je vyžadována mimořádná kvalita (z celkového počtu N výrobků/dílů se kontrolou zjistí M neshodných výrobků/dílů i podíl těchto výrobků/dílů vůči celkovému počtu $p = M/N$).

V ostatních případech se používá tzv. **výběrová přejímací kontrola** kvality. Princip spočívá v tom, že místo kontroly všech výrobků/dílů (základní soubor) se kontroluje jen jejich část (výběrový soubor) a podle výsledku této kontroly se rozhoduje o kvalitě základního souboru. Tato metoda se používá, pokud není možná kontrola celého základního souboru, a to jak z důvodů destruktivních zkoušek, tak při velkých časových a finančních nárocích na kontrolu. Tím ale vstupuje do vyhodnocení náhodnost, a proto lze objektivně rozhodnout o kvalitě dodávky jen s použitím teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky.

Předmětem výběrové kontroly statistickou přejímkou je výběrový soubor výrobků/dílů vyrobených, nebo odběr chemických/biologických vzorků odebraných za stejných podmínek v krátkém časovém intervalu. Dodávka může být kontrolována statistickou přejímkou pouze tehdy, pokud má výběr vlastnosti statistického souboru.

Výběrová kontrola buď dodávku přijme/zamítne a podle toho se základní soubor výrobků/dílů použije k předpokládanému účelu za normálních podmínek (nákup či prodej za plnou cenu) nebo při zamítnutí dojde k vrácení základního souboru dodavateli nebo jeho přetřídění, poskytnutí slevy, zpracování za zvýšeného technologického dozoru apod.

Podle toho, jak se nakládá se zamítnutými dodávkami, se přejímky dělí na **bezopravné a opravné**. Při opravné přejímce se dodávka, zamítnutá na základě výsledku výběrové kontroly přetřídí, zjištěné vadné výrobky se opraví nebo nahradí dobrými a převezme se. Při bezopravné přejímce se zamítnutá dodávka netřídí a vrátí se dodavateli zpět.

Dodavatel a odběratel mají při přejímce protichůdné zájmy. Dodavatel nechce, aby se mu vracely dodávky s malým podílem neshodných výrobků/dílů, odběratel naopak nechce převzít dodávky s velkým podílem vad. Proto se po dohodě mezi oběma volí konstanta p_0 ($0,1$), tzv. podíl neshodných jednotek v dávce, s tím, že kvalita dodávky je vyhovující, je-li $p < p_0$, kde p je počet vadných výrobků v dodávce.

Skutečný podíl neshodných výrobků/dílů v dodávce sice neznáme, ale podle výsledků výběrové kontroly lze testovat nulovou hypotézu H_0 :

$$p \leq p_0 \quad (4.1)$$

oproti alternativní hypotéze (v ČSN ISO 3534) značené H_1 :

$$p > p_0 \quad (4.2)$$

a tak rozhodnout o přijetí či zamítnutí dodávky.

Rozhodnutí o platnosti hypotéz H_0 a H_1 , závisí na typu použité statistické přejímky. Při testu nulové hypotézy se můžeme dopustit, jak plyne z matematické statistiky, tzv. **chyby prvního** nebo **druhého druhu**.

Chybu 1. druhu uděláme, pokud hypotézu H_0 zamítneme, ačkoliv je podíl neshodných kusů p v celé dodávce menší než p_0 .

Chyby 2. druhu se dopustíme v případě, pokud hypotézu H_0 nezamítneme, ačkoliv je podíl $p > p_0$. Proto je snaha dosáhnout co nejnižších pravděpodobností u chyb 1. i 2. druhu. Při daném rozsahu výběru ale nelze současně snižovat obě pravděpodobnosti. Proto se volí určitá mez pro pravděpodobnost chyby 1. druhu (která se nazývá hladina významnosti α)

a vhodnou volbou funkce výběrových hodnot lze sestavit test, při kterém je pravděpodobnost chyby 2. druhu (nazývaná též silofunkce β) co nejmenší:

1) volíme mez chyby 1. druhu $\alpha = 0.01$ nebo 0.05 ,

2) snažíme se vhodnou volbou funkce výběrových hodnot sestavit test, kde chyba 2. druhu bude minimální. Silofunkce $\beta(p)$ je pravděpodobnost zamítnutí H_0 , když podíl neshodných výrobků/dílů má „optimální“ průběh.

Z výše uvedeného vyplývá, že rozhodnutí o přijetí či zamítnutí dodávky při statistické přejímce je spojeno s možností chybného závěru, a proto se musí volit postupy, aby tato rizika byla ekonomicky přijatelná pro dodavatele i odběratele.

Tab. 4.1: Testování hypotéz

		testování	
		je zvolena H_0	je zvolena H_1
skutečnost	platí H_0	správné rozhodnutí <i>pravděpodobnost $1-\alpha$</i> <i>spolehlivost</i>	chyba I. druhu <i>pravděpodobnost α</i> <i>hladina významnosti</i>
	platí H_1	chyba II. druhu <i>pravděpodobnost β</i>	správné rozhodnutí <i>pravděpodobnost $1-\beta$</i> <i>síla testu</i>

Základem statistické přejímky je **přejímací plán** (v matematické statistice je to test statistické hypotézy). Je stanoven rozsah výběru n výrobků/dílů, které se kontrolují ze základního souboru všech N výrobků/dílů a testové kritérium pro rozhodnutí, zda má být soubor přijat nebo zamítnut. Výběr testovaných výrobků/dílů musí být reprezentativní vzhledem k základnímu souboru, a proto se provádí tzv. **náhodný výběr**.

Přejímací kritérium (přejímací plán) tvoří:

- přejímací číslo Ac (v ČSN ISO, acceptance number), nebo c (v ČSN) je přípustný počet neshodných jednotek v daném výběru
- zamítací číslo Re (v ČSN ISO, rejectance number), nebo z (v ČSN) je nepřípustný počet neshodných jednotek ve výběru.

Přejímací plán obsahuje:

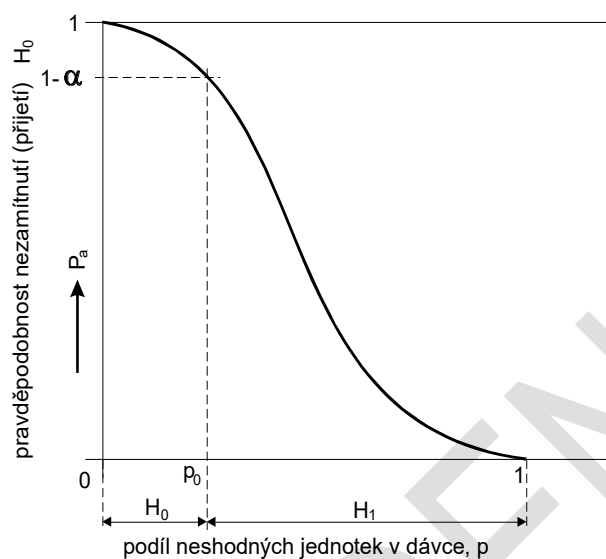
- 1. pevně stanovený rozsah výběru n z N (základního souboru) a
- 2. přesně definované přejímací kritérium, např. (n, Ac) , $(n1, Ac1, Re1, n2, Ac2)$ atd.

Operativní (operační) charakteristika je funkce L , definovaná pro všechna $p \in \langle 0,1 \rangle$ jako $L(p)$, která vyjadřuje pravděpodobnost přijetí dodávky s podílem vadných výrobků p . Operativní charakteristika je doplňkem silofunkce testu

$$L(p) = 1 - \beta(p) \quad (4.3)$$

pro všechna $p \in \langle 0,1 \rangle$.

Charakteristika $L(p)$ poskytuje informaci o účinnosti statistické přejímky.



Obr. 4.1: Graf operativní charakteristiky

Riziko dodavatele je pravděpodobnost zamítnutí dodávky obsahující přípustný podíl vadných výrobků p_0 a je shodné s hladinou významnosti

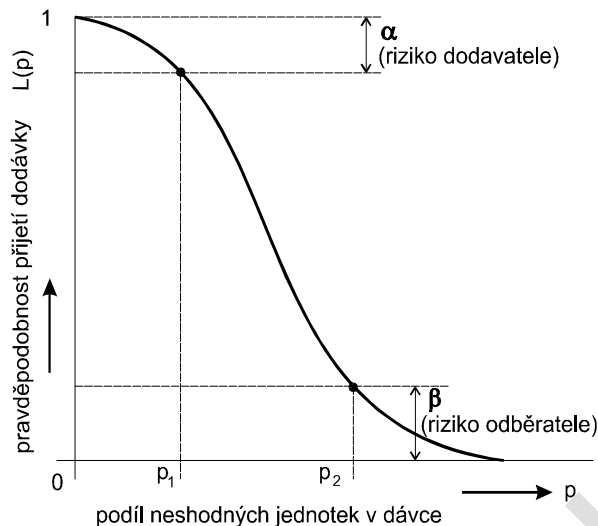
$$\alpha = 1 - L(p_0), \quad (4.4)$$

kde α je maximální pravděpodobnost zamítnutí vyhovující dodávky (kde $p \leq p_0$).

Riziko odběratele je pravděpodobnost přijmutí dodávky obsahující nepřípustný podíl neshodných výrobků/dílů p_0 a je shodné s hladinou významnosti

$$\beta = L(p_0), \quad (4.5)$$

kde β je maximální pravděpodobnost přijetí nevyhovující dodávky/dílů.



Obr. 4.2: Operativní charakteristika s riziky dodavatele a odběratele

4.3 Základní dělení statistických přejímek

1) Podle způsobu výběru vzorků:

- statistická přejímka s jedním výběrem (z dávky N výrobků vybereme předem stanovený počet $n < N$), který rozhodne o kvalitě dávky.
- statistická přejímka s dvojitým výběrem: náhodně vybereme z dávky N výrobků n_1 vzorků, pokud nedojde k rozhodnutí o přijetí či zamítnutí dávky, vybereme dalších n_2 vzorků, a zde již dojde k rozhodnutí o přijetí/zamítnutí dávky.
- statistická přejímka s několikerým výběrem,
- statistická přejímka s postupným výběrem, zvaná též sekvenční: po kontrole každého výrobku volíme ze tří možností: a) přijmout dávku, b) zamítnout dávku, c) pokračovat ve výběru.

2) Podle způsobu kontroly kvality výrobků:

- statistická **prejímka srovnáním** (výsledkem je kvalitativní výrok, zda je výrobek shodný či neshodný) - výhodou je jednoduchost a nezávislost na typu pravděpodobnostního rozdělení, porovnání kalibrem je rychlejší a vyžaduje méně zručnosti než měření.
- statistická **prejímka měřením** (výsledkem je kvantitativní výrok o konkrétní hodnotě jakostního znaku, při čemž stačí kontrola menšího počtu vzorků než v předchozím případě), naopak poskytuje více informací o tom, zda je kvalita ovlivněna průběhem výrobního procesu, jeho variabilitou nebo oběma způsoby.

3) Další způsoby:

- podle způsobu nakládání se zamítnutými dávkami, se přejímky dělí na bezopravné a opravné:

Při **bezopravné** přejímce (*NREI* - nonrectifying inspection) se zamítnutá dávka netřídí,

je vrácena dodavateli a nahrazena novou dávkou, o které není předem nic známo a musí se podrobit nové přejímce.

Při **opravné** přejímce (*REI* - rectifying inspection) se dodávka, zamítnutá na základě výsledku výběrové kontroly, přetřídí (tedy podrobí 100% kontrole), zjištěné neshodné výrobky se nahradí dobrými a dávka se převezme.

- přejímka vyživající získané informace je založená na zkušenosti s výrobkem, procesem, dodavatelem a odběratelem. Využívá souboru přechodových pravidel, např. přechod z normální kontroly na zmírněnou nebo naopak zpřísněnou.

- **namátková** kontrola se nedoporučuje, protože vede k nevypočitatelným rizikům, která mohou být příliš vysoká.

- **stoprocentní** kontrola je někdy nutnou součástí kontrolního procesu jak dodavatele, tak odběratele. Musí se použít při kontrolování kritických neshod, protože některé neshody jsou tak důležité, že při nedestruktivních zkouškách musí být kontrolována každá jednotka.

- jiné způsoby přejímky jsou uvedeny ve starších normách ČSN, mají také své opodstatnění, ale nejsou předmětem mezinárodních norem ČSN ISO.

Mnohdy odběratelé neprovádějí pravidelnou přejímku, ale spoléhají se na vlastní zkušenosti a podpůrné důkazy, že výrobce má ve svém výrobním procesu zavedenou statistickou regulaci a je přístupný při hodnocení svého výrobku odběratelem.

Přípustná úroveň kvality *AQL* (Acceptance Quality Level) je mezní přijatelná hodnota průměrného procenta neshodných jednotek.

Nepřípustná úroveň kvality *LQ* (Limited Quality) je procento neshodných jednotek spojené s malou pravděpodobností přijetí ***PLQ*** (Probability of Acceptance at the Limiting Quality) = pravděpodobnost přijetí dávky s hodnotou právě *LQ*.

Mezní jakost *LQ* (Limited Quality) je pro izolovanou dávku úroveň jakosti v procentu neshodných (nebo neshod na 100 jednotek), která je pro účely výběrové kontroly limitována nízkou pravděpodobností přijetí - tj. **riziko odběratele**.

Průměrná výstupní jakost *AOQ* (Average Outing Quality) je střední podíl neshodných jednotek v mnoha dávkách z procesu spojitě dodávajícího výrobky o jakosti *p*, kde $p \in \langle 0,1 \rangle$ Každá dávka se vyzkouší stejným přejímacím plánem, který má pravděpodobnost přijetí P_a .

Průměrná výstupní jakost v procentu neshodných je cca

$$100 (P_a \cdot p) \quad (\%) \quad (4.6)$$

Pokud je výpočet *AOQ* proveden pro různé hodnoty *p*, z nichž každá má různou pravděpodobnost přijetí, je výsledkem křivka průměrné výstupní jakosti. Výstupní jakost

může být dobrá proto, že je dobrá vstupní jakost nebo proto, že je dávka stoprocentně kontrolována.

Maximální hodnota $AOQL$ je horní hranicí AOQ , které může průměrná výstupní jakost v dlouhé řadě dávek dosáhnout.

Vztah mezi počtem výrobků ve výběru n a dodávkou N závisí na volbě kontrolní úrovně (n roste s N), viz také informace o vzorkování (MPM 9.4.1/01/24).

Kontrolní úrovně

Kontrolní úroveň definuje vztah mezi rozsahem dávky N a rozsahem výběru n . Tabulky jsou navrženy tak, aby výběr n pro velký rozsah dávky N byl větší než pro malý rozsah dávky. Toto neplatí lineárně, pro větší dávku N má podíl (rozsah výběru n /rozsah dávky N) menší číselnou hodnotu než podíl n/N pro malou dávku.

Uplatňují se: 3 obecné kontrolní úrovně (I , II , III),
4 speciální kontrolní úrovně ($S1$, $S2$, $S3$, $S4$).

Nejčastěji se používá kontrolní úroveň II . Úroveň I se používá pro menší rozsahy výběru než u II , úroveň III pro větší rozsahy než II .

Speciální kontrolní úrovně $S1$ - $S4$ se používají tam, kde je nutné rozsah zkoušek omezit, např. u destruktivních zkoušek, příliš nákladných kontrol apod.

V tabulce normy má každá úroveň uvedeno kódové písmeno a rozsah výběru n pro určitý rozsah dávky N .

Tab.4.2: Tabulka kódových písmen rozsahu dávek a kontrolních úrovní

Rozsah dávky N	Speciální kontrolní úrovně				Obecné kontrolní úrovně		
	$S-1$	$S-2$	$S-3$	$S-4$	I	II	III
2 – 8	A	A	A	A	A	A	B
9 – 15	A	A	A	A	A	B	C
16 – 25	A	A	B	B	B	C	D
26 – 50	A	B	B	C	C	D	E
51 – 90	B	B	C	C	C	E	F
91 – 150	B	B	C	D	D	F	G
151 – 280	B	C	D	E	E	G	H
281 – 500	B	C	D	E	F	H	J
501 – 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 – 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 – 10000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 - 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 – 150000	D	E	G	J	L	N	P

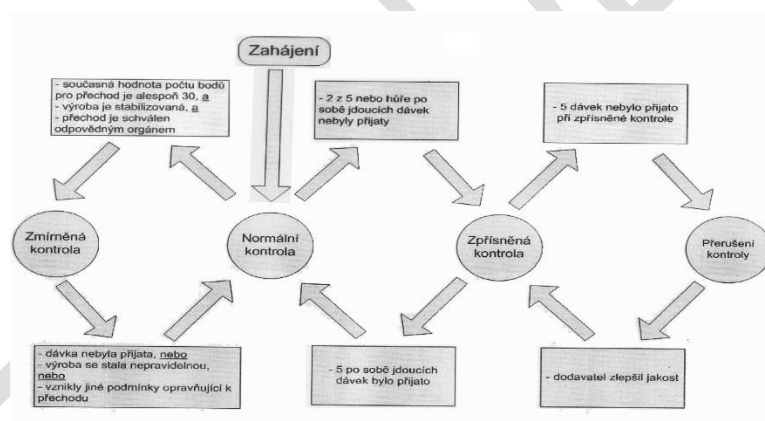
150001 - 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 a výše	D	E	H	K	N	Q	R

Přejímací plány P_{AQL} se rozlišují na:

- normální kontrolu,
- zpřísněnou kontrolu,
- zmírněnou kontrolu.

Pravidla pro přechod z jednoho typu kontroly na jiný:

- Na zpřísněnou kontrolu se přejde, pokud dvě z pěti po sobě jdoucích dodávek při předložení ke kontrole jsou zamítány.
- Ze zpřísněné na normální kontrolu se přejde, když pět po sobě jdoucích dodávek je přijato ve zpřísněné kontrole při prvním předložení. To je velmi přísné omezení.
- Zmírněná kontrola se uplatní, pokud je kvalita dodávek lepší než P_{AQL} a je trvalého rázu (rozsahy výběru jsou zredukovány na cca 40 % rozsahů výběrů při normální kontrole).
- Přechod ze zmírněné na normální kontrolu je možný kdykoliv.



Obr. 4.3: Graf pravidel přechodu

Neshoda je odchylka znaku kvality, která způsobuje, že výroba, výrobní proces nebo služba nesplňuje předepsané požadavky.

Neshodná jednotka je jednotka výrobku nebo služba obsahující alespoň jednu neshodu. Neshodné jednotky jsou klasifikovány podle stupně závažnosti do tříd.

Procento neshodných jednotek

$$\text{procento neshodných jednotek} = \frac{\text{počet neshodných jednotek}}{\text{celkový počet jednotek}} 100 \text{ (\%)}$$

Počet neshod na 100 jednotek

$$\text{počet neshod na 100 jednotek} = \frac{\text{počet neshod v jednotkách}}{\text{celkový počet jednotek}} 100 \quad (\%)$$

Odběratelsko-dodavatelské zájmy:

- dodavatel stanoví p_1 a malé riziko α ,
 - odběratel stanoví p_2 (mezní hodnota podílu neshodných jednotek) a malé riziko β .
- Z těchto zájmů vyplývají 2 důležité body na operativní charakteristice:
- bod rizika dodavatele $PRP(p_1, 1 - \alpha)$,
 - bod rizika odběratele $CRP(p_2, \beta)$.

Klasifikace neshod

Výrobky mohou být neshodné z jednoho nebo více hledisek. U výrobků, které jsou neshodné z více než jednoho hlediska, mají všechny možné neshody stejnou důležitost. Metoda sčítání neshodných jednotek různých typů je možná jen tehdy, pokud mají neshody stejnou nebo podobnou důležitost. Jestliže tomu tak není, pak se možné neshody třídí do skupin podle pořadí důležitosti, pro různé skupiny se použijí různé hodnoty AQL . Obvykle jsou postačující dvě třídy: A (neshody takového typu, které mají nejvyšší důležitost, proto se jim přiřazuje velmi malá hodnota přípustné meze jakosti) a B (neshody takového typu, které mají nejbližší nižší stupeň důležitosti, jim se přiřazuje vyšší hodnota přípustné meze jakosti než typům ve třídě A a nižší hodnota než třídě C , pokud tato třída vůbec existuje). Klasifikace neshod je třeba provést důkladně, aby nedošlo k podhodnocení ani nadhodnocení, a tím k zařazení do nesprávné třídy.

Existují různé způsoby přidělení hodnot AQL třídám. Asi nejjednodušším je seskupení všech neshod do dvou tříd A a B a každé třídě přidělit jedinou hodnotu AQL . Tím vzniknou dva samostatné přejímací plány a dávka musí vyhovět oběma, aby byla přijata. Alternativní možností je existence více tříd, při čemž o každé se rozhoduje samostatně.

Kritické neshody

Pokud se provádí nedestruktivní zkoušky, požaduje se, aby kritické znaky byly kontrolovány pomocí výběru n , jehož rozsah se rovná rozsahu dávky N a přejímací číslo $Ac = 0$, tj. stoprocentní kontrola. Při nalezení kritické neshody dojde k nepřijetí celé dávky, i když to nemusí znamenat fyzickou likvidaci výrobků.

Pokud je možná kontrola pouze destruktivní, pak je důležité zjistit, jak neshodám předcházet, aby vůbec nevznikly.

Dávka je přijatelná, jestliže nebude zjištěna žádná kritická neshoda ve výběru o rozsahu

$$n = \left(N - \frac{d}{2} \right) (1 - \beta^{1/(d+1)}) \quad (4.7)$$

kde N je rozsah dávky,
 β určená pravděpodobnost nezdaru, že není zjištěna alespoň jedna kritická neshoda,

d maximální počet kritických neshod, které se připouští v dávce.

Je-li maximální podíl neshodných jednotek pro dávku p , pak maximální počet kritických neshod

$$d = N \cdot p \quad (4.8)$$

je zaokrouhlené nejbližší nižší celé číslo.

Vypočtené číslo n (rozsah výběru) se zaokrouhlí na nejbližší vyšší celé číslo.

Ke každému přejímacímu plánu patří graf operativní charakteristiky OC.

4.4 Charakteristika statistické přejímky srovnáváním

Zjišťujeme kvalitativní hodnoty určitého jakostního znaku x . Neměříme hodnotu zvoleného znaku měřidlem, ale jen porovnáváme kalibrem, zda je hodnota znaku shodná nebo neshodná s požadavky. Teoreticky je možné o přejímce srovnáváním rozhodovat tzv. jedním výběrem (vybranou skupinu vzorků zkontrolujeme kalibrem a na základě kvality výběru se rozhodne o přijetí či zamítnutí celé dávky. Lze kontrolovat dávku také dvojím nebo několikerým výběrem, kdy podle výsledku kontroly 1. výběru buď dávku přijmeme nebo zamítneme, popř. provedeme další výběr, dokud se nerozhodlo o přijetí či zamítnutí celé dávky (viz odst. 10.2 příklady).

Dělení přejímek srovnáváním:

4.4.1 Přejímka jedním výběrem

Z N jednotek dávky vybereme a kontrolujeme předem stanovený počet jednotek n , kde $n < N$.

Přejímací plán je popsán třemi čísly: rozsah výběru n ,
prejímací číslo Ac ,
zamítací číslo Re .

Je-li náhodná veličina x_i počet neshodných jednotek při kontrole i -té jednotky, může tato veličina nabývat pouze dvou hodnot:

$x_i = 0$ je-li i -tá kontrolovaná jednotka shodná,
 $x_i = 1$ je-li i -tá kontrolovaná jednotka neshodná.

Nejlepším testovacím kritériem je statistika: $\sum_{i=1}^n x_i$ (4.9)

a) je-li $\sum x_i \leq Ac$ dávku přijmeme, (4.10)

b) je-li $\sum x_i \geq Re$ dávku zamítneme, (4.11)

kde $Ac \in (0, 1, 2, \dots, n)$ přejímací číslo (přípustný počet neshodných jednotek ve výběru),

$Re > Ac$ zamítací číslo (nepřípustný počet neshodných jednotek ve výběru).

Rozdíl mezi číslem Ac a Re je ovlivněn konkrétním typem kontroly (normální apod.).

4.4.2 Přejímka dvojím až několikerým výběrem

Při přejímce dvojím výběrem postupujeme ve dvou krocích:

- 1) Vybereme n_1 jednotek z dávky, při čemž platí, že $y_1 = x_1 + \dots + x_n$ je počet neshodných jednotek a kontrolujeme první výběr (volíme ze 3 možných variant):

je-li $y_1 \leq Ac_1$ dávku přijmeme, (4.12)

je-li $y_1 \geq Re_1$ dávku zamítneme, (4.13)

je-li $Ac_1 < y_1 < Re_1$ náhodně vybereme dalších n_2 jednotek z dávky

- 2) Počet neshodných jednotek ve výběru n_2 označíme y_2 a po provedené kontrole se rozhodujeme takto:

je-li $y_1 + y_2 \leq Ac_2$ dávku přijmeme, (4.14)

je-li $y_1 + y_2 > Ac_2$ dávku zamítneme. (4.15)

Přejímací plán pro přejímku dvojím výběrem tvoří $(n_1, Ac_1, Re_1, n_2, Ac_2)$. Počet neznámých se sníží, volíme-li $n_1 = n_2$.

Na rozdíl od přejímky jedním výběrem je počet kontrolovaných výrobků při přejímce dvojím výběrem náhodná veličina, která nabývá hodnoty n_1 nebo $n_1 + n_2$.

Je zajímavé, že při aplikaci přejímky dvojím výběrem můžeme dosáhnout úspory počtu kontrolovaných výrobků oproti přejímce jedním výběrem. Porovnáním operativních charakteristik pro přejímku dvojím a jedním výběrem odpovídajících si přejímacích plánů vidíme, že mají cca stejnou účinnost.

Označení čísel přejímacího plánu **pro přejímku několikerým výběrem:**

N počet jednotek v dávce,

n_1 počet jednotek v 1. výběru,

n_r počet jednotek v r-tém výběru,

Ac_1 přejímací číslo, přípustný počet neshodných jednotek v 1. výběru,

Ac_r přejímací číslo, přípustný počet neshodných jednotek v r-tém výběru,

Re_1 zamítací číslo, nepřípustný počet neshodných jednotek v 1. výběru,

Re_{r-1} zamítací číslo, nepřípustný počet neshodných jednotek v (r-1)-tém výběru.

4.5 Charakteristika statistické přejímky měřením

Zjišťujeme kvantitativní hodnoty určitého jakostního znaku x . Teoreticky je možné po přejímce měřením rozhodovat o kvalitě i dávky přejímkou srovnáním; to je však neekonomické, protože převodem kvantitativního znaku na kvalitativní dochází ke ztrátě informace.

Dělení přejímek měřením:

Při kontrole měřením mohou nastat 2 možnosti:

- pro hodnoty jakostního znaku x je předepsána 1 mezní hodnota (značená U nebo L podle ČSN ISO, dřívější značení podle ČSN T_H nebo T_D); výrobek vyhovuje, je-li hodnota kontrolovaného znaku

$$x < U \text{ nebo } x > L, \quad (4.16)$$

- jsou předepsány 2 mezní hodnoty pro jakostní znak; výrobek vyhovuje, je-li hodnota kontrolovaného znaku mezi mezními hodnotami

$$L < x < U, \quad (4.17)$$

kde L dolní mezní hodnota,
 U horní mezní hodnota.

Přejímací postupy při přejímkách měřením platí jen za předpokladu, že jakostní znak x má normální rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$ se střední hodnotou μ a rozptylem σ^2 . Testy normality rozdělení využívají vztahů pro obecné a centrální momenty. Variabilita jakostního znaku x je známá z předchozích přejímek nebo se odhaduje z výběrové kontroly.

„s“ plány jsou přejímací plány měřením při neznámé hodnotě směrodatné odchylky σ jakostního znaku x pomocí výběrové směrodatné odchylky s ,

„ σ “ plány jsou přejímací plány pro přejímku měřením při známé směrodatné odchylce σ jakostního znaku x ,

„R“ plány jsou přejímací plány měřením, při neznámé hodnotě σ jakostního znaku x pomocí průměrného výběrového rozpětí $\bar{R}$.

Po kontrole přejímky jedním výběrem je ve výběru n -tice hodnot $x_1, \dots, x_n$ jakostního znaku x . Z náhodného výběru získáme odhad směrodatné odchylky σ .

Rozhodné číslo k je konstanta závislá na předepsané hodnotě přípustné úrovně jakosti AQL a na rozsahu výběru n (ve starší literatuře – podle ČSN – je uveden ještě index, zda se jedná o přejímku σ -, s - nebo R -plánem, podle ČSN ISO indexy k označení typu přejímky u rozhodného čísla k nejsou). Rozhodné číslo k je obdobou přejímacího čísla A_c u přejímek srovnáváním, ale zde nemusí mít celočíselnou hodnotu.

Ukazatel jakosti Q je funkce mezní hodnoty U nebo L , výběrového průměru $\bar{x}$ a výběrové směrodatné odchylky s . O dávce se rozhoduje na základě porovnání Q s rozhodným číslem k , které je doplněno o index, zda se jedná o horní nebo dolní mez, tedy k_U nebo k_L .

Jsou definovány funkce dolní mezní hodnoty Q_L (dolní ukazatel) pro jednotlivé přejímací plány:

$$Q_L = \frac{\bar{x} - L}{s} \quad (4.18)$$

$$Q_L = \frac{\bar{x} - L}{\sigma} \quad (4.19)$$

$$Q_L = \frac{\bar{x} - L}{\bar{R}} \quad (4.20)$$

a horní mezní hodnoty Q_U (horní ukazatel jakosti) opět pro jednotlivé přejímací plány,

$$Q_U = \frac{U - \bar{x}}{s} \quad (4.21)$$

$$Q_U = \frac{U - \bar{x}}{\sigma} \quad (4.22)$$

$$Q_U = \frac{U - \bar{x}}{\bar{R}} \quad (4.23)$$

kteří se podle podmínek přejímky porovnávají s přejímacím číslem k . Jestliže se liší hodnoty AQL , vztahované k horní a dolní mezi, liší se i hodnoty k a označují se k_L a k_U .

Maximální výběrová směrodatná odchylka $MSSD$ je za daných podmínek největší přípustná výběrová směrodatná odchylka (při použití „ s “ metody).

Maximální směrodatná odchylka výrobního procesu $MPSD$ je za daných podmínek největší přípustná směrodatná odchylka výrobního procesu (při použití „ σ “ metody).

I pro přejímku měřením platí pravidla pro normální, zmírněnou a zpřísněnou kontrolu, jako je tomu u přejímky srovnáváním.

V literatuře se můžeme setkat s teoretickým výpočtem přejímky měřením. V současné době platí ČSN ISO 3951, ve které je standardizovaný postup pro jednotlivé metody přejímky.

4.5.1 Přejímka „ s “ plánem

Výběrová směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4.24)$$

kde výběrový aritmetický průměr je odhadem skutečné hodnoty

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.25)$$

Pro danou kontrolní úroveň a rozsah dávky N se z tabulky zjistí kódové písmeno rozsahu výběru, pomocí kódového písmena a hodnoty AQL se určí rozsah výběru n a přejímací číslo k . Na jednotkách náhodného výběru se změří jakostní znak x , vypočítá výběrový průměr $\bar{x}$ a výběrová směrodatná odchylka s . Leží-li výběrový průměr $\bar{x}$ mimo mezní hodnoty, může být dávka již nepřijatelná, i když jsme nevypočítali výběrovou směrodatnou odchylku s .

Přejímka při jednostranné mezní hodnotě

Je-li předepsána horní mezní hodnota U , platí že:

dávku přijmeme, je-li :

$$Q_U = \frac{U - \bar{x}}{s} \geq k_U \quad (4.26)$$

dávku zamítneme, pokud:

$$Q_U = \frac{U - \bar{x}}{s} < k_U, \quad (4.27)$$

kde Q_U horní ukazatel jakosti,
 k přejímací číslo,
 s výběrová směrodatná odchylka.

Je-li předepsána dolní mezní hodnota L , platí následující vztahy:

$$\text{je-li } Q_L = \frac{\bar{x} - L}{s} \geq k_L \quad \text{dávku přijmeme,} \quad (4.28)$$

$$\text{naopak } Q_L = \frac{\bar{x} - L}{s} < k_L \quad \text{dávku zamítneme.} \quad (4.29)$$

kde Q_L dolní ukazatel jakosti,
 k přejímací číslo,
 s výběrová směrodatná odchylka.

Grafickým kritériem pro jednostrannou mezní hodnotu je přímka s parametry

a) pro horní mezní hodnotu

$$\bar{x} = U - k \cdot s \quad (4.30)$$

b) pro dolní mezní hodnotu

$$\bar{x} = L + k \cdot s \quad (4.31)$$

kde $\bar{x}$ výběrový průměr,
 U, L horní a dolní mez,
 k přejímací číslo,
 s výběrová směrodatná odchylka.

Na vodorovné ose grafu je výběrová směrodatná odchylka s , na svislé ose grafu je výběrový průměr $\bar{x}$. Leží-li bod v oblasti přijetí (mezi přímkou a počátkem), dávku přijmeme, v opačném případě zamítneme.

Přejímka při oboustranné mezní hodnotě

A) Jsou-li dány oddělené obě mezní hodnoty U a L (hodnoty k se liší, když se liší hodnoty AQL vztahované k U a L), pak:

pokud platí

$$Q_L \geq k_L \quad \text{a současně} \quad Q_U \geq k_U \quad \text{dávku přijmeme,} \quad (4.32)$$

jestliže platí

$$Q_L < k_L \quad \text{nebo} \quad Q_U < k_U \quad \text{dávku zamítneme.} \quad (4.33)$$

B) Grafickým kritériem pro oddělené oboustranné mezní hodnoty jsou přímky
 pro horní mezní hodnotu

$$\bar{x} = U - k_U \cdot s \quad (4.34)$$

pro dolní mezní hodnotu

$$\bar{x} = L + k_L \cdot s \quad (4.35)$$

Na vodorovné ose grafu je výběrová směrodatná odchylka s , na svislé ose grafu je výběrový průměr $\bar{x}$. Z výsledku měření se vypočtou hodnoty $\bar{x}$ a s , leží-li výsledný bod v oblasti přijetí, dávku přijmeme, v opačném případě zamítneme.

C) Je-li kombinovaná horní a dolní mezní hodnota, používá se grafická metoda. Jestliže výběrová směrodatná odchylka $s >$ maximální výběrová směrodatná odchylka $MSSD$, je dávka posuzována jako nepřijatelná.

Hodnota

$$MSSD = f_s (U - L), \quad (4.36)$$

kde hodnotu f_s najdeme v tabulce normy ČSN ISO 3951.

Pokud

$$s \leq MSSD, \quad (4.37)$$

najde se vhodný graf s kódovým písmenem a zvolí křivka přijetí s předepsanou hodnotou AQL pro dané mezní hodnoty.

Někdy se musí ještě vypočítat (vyžaduje-li to stupnice grafu):

- standardizovaný průměr

$$\frac{\bar{x} - L}{U - L} \quad (4.38)$$

- standardizovanou výběrovou směrodatnou odchylku

$$\frac{s}{U - L} \quad (4.39)$$

Leží-li bod uvnitř oblasti ohraničené polorovinami, dávku přijmeme, v opačném případě dojde k zamítnutí.

4.5.2 Přejímka „ σ “ plánem

Tato metoda se použije jen tehdy, jestliže je směrodatná odchylka výrobního procesu známá a konstantní a lze ji označit σ .

Pro danou kontrolní úroveň a rozsah dávky se z tabulky zjistí kódové písmeno rozsahu výběru (např. D), pomocí kódového písmena a hodnoty AQL se určí opět rozsah výběru n a přejímací číslo k . Na jednotkách náhodného výběru n se měří jakostní znak x a vypočítá se výběrový průměr $\bar{x}$.

Přejímka při jednostranné mezní hodnotě

a) Kritéria jsou shodná s postupem „ s “ metody.

b) Pro horní mezní hodnotu platí, je-li

$$Q_U = \frac{U - \bar{x}}{\sigma} \geq k_U \quad \text{dávku přijmeme,} \quad (4.40)$$

nebo-li

$$\bar{x} \leq U - k_U \sigma \quad (4.41)$$

Protože při této přejímce jsou veličiny U , k_U a σ známy, určí se hodnota mezního výběrového průměru předem:

$$\bar{x}_U = U - k_U \sigma \quad (4.42)$$

Pro horní mezní hodnotu platí, že kontrolovanou dávku přijmeme, pokud

$$\bar{x} \leq \bar{x}_U = U - k_U \sigma \quad (4.43)$$

naopak dávku zamítneme, jestliže platí

$$\bar{x} > \bar{x}_U = U - k_U \sigma \quad (4.44)$$

Naopak, platí-li **pro dolní mezní hodnotu**

$$\bar{x} \geq \bar{x}_L = L + k_U \sigma \quad \text{dávku přijmeme,} \quad (4.45)$$

a je-li

$$\bar{x} < \bar{x}_L = L + k_U \sigma \quad \text{dávku zamítneme.} \quad (4.46)$$

Přejímka při oboustranné mezní hodnotě

A) Jsou-li dány **oddělené obě mezní hodnoty**:

platí-li současně

$$\bar{x} \leq \bar{x}_U \quad \text{a} \quad \bar{x} \geq \bar{x}_L \quad \text{dávku přijmeme,} \quad (4.47)$$

pokud platí

$$\bar{x} > \bar{x}_U \quad \text{nebo} \quad \bar{x} < \bar{x}_L \quad \text{dávku zamítneme.} \quad (4.48)$$

B) Přejímka při **kombinované oboustranné mezní hodnotě**:

Je-li dána kombinovaná hodnota U a L , a pokud směrodatná odchylka výrobního procesu $\sigma >$ maximální směrodatná odchylka výrobního procesu $MPSD$ (viz tabulka normy), dávku nepřijmeme i když neprovedeme měření. Přímka v grafu by neprotínala křivku přijetí.

Pomocí kódového písmene (viz rozsah dávky N a kontrolní úroveň) a hodnoty AQL najdeme rozsah výběru n , v grafu se zvolí křivka přijetí.

Určí se standardizovaná směrodatná odchylka dávky

$$\frac{\sigma}{U - L} \quad (4.49)$$

Standardizované mezní hodnoty z křivky přijetí mají tvar

$$\text{maximum} \quad \frac{\bar{x}_U - L}{U - L} \quad (4.50)$$

$$\text{minimum} \quad \frac{\overline{x_L} - L}{U - L} \quad (4.51)$$

Z obou rovnic vypočteme $\overline{x_L}$ a $\overline{x_U}$.

Z výběru příslušného rozsahu n se určí výběrový průměr kontrolovaného jakostního znaku $\overline{x}$.

Pokud platí, že

$$\overline{x_L} \leq \overline{x} \leq \overline{x_U} \quad (4.52)$$

kde $\overline{x_L}$ dolní mezní výběrový průměr,

$\overline{x_U}$ horní mezní výběrový průměr,

dávku přijmeme, v opačném případě nerovnice dávku zamítneme.

4.5.3 Přejímka „R“ plánem

Průměrné rozpětí je definováno:

$$\overline{R} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_i \quad (4.53)$$

kde m počet podskupin, na které se dělí hodnoty $x_1, \dots, x_n$,

R_i rozpětí v i -té podskupině ($i = 1, \dots, m$).

Výsledky výběrové kontroly (náhodného výběru) se rozdělí zpravidla po 5 ks (tj. jedna podskupina), v pořadí zjištěném při kontrole.

$$R_j = x_{\max} - x_{\min} \quad (4.54)$$

je rozpětí maximální a minimální hodnoty v i -té podskupině.

Má-li výběr méně než 10 jednotek, stanoví se průměrné rozpětí $\overline{R}$ z celého výběru.

Maximální průměrné rozpětí MAR je největší přípustné průměrné rozpětí za daných podmínek.

Pro malé výběry s počtem jednotek $n < 10$ platí, že rozpětí R a výběrová směrodatná odchylka s , vypočtené ze stejného výběru (který je ze souboru o normálním rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$), spolu vysoce korelují, a proto je možné používat rozpětí R místo odhadu směrodatné odchylky s . S růstem rozsahu výběru n se rozpětí R stává méně přesným odhadem s a nemělo by se použít. Proto se větší výběry n rozdělují do menších podskupin m po 5 jednotkách, a proto standardní plány „R“ metody používají rozsahy výběrů n násobky čísla 5. Výjimku tvoří tři přejímací plány s rozsahy výběrů $n = 3, 4$ a 7 jednotek.

V této metodě přejímky je definován součinitel c , který je funkcí počtu podskupin m a jejich rozsahů, takže výběrová směrodatná odchylka s je nahrazena podílem $\overline{R} / c$. Hodnoty součinitele jsou tabelovány v ČSN ISO 3951.

Variabilita jakostního znaku x se odhaduje pomocí průměrného výběrového rozpětí $\overline{R}$. Operativní charakteristika je identifikovatelná kódovými písmeny a hodnotami AQL .

5 Měřidla a pomocná měřicí zařízení

5.1 Hlavní měřidla

Hlavní měřidla jsou ta, která měří vlastnosti příslušného vzorku (např. odměrný válec množství, posuvka délku, multimetr odpor apod.).

Některé vlastnosti jsou společné pro všechny měřicí systémy:

- systém měření musí být statisticky stabilní; tzn., že působí jen náhodné příčiny,
- variabilita měřicího systému musí být menší oproti variabilitě výrobního procesu a specifikované toleranci. V opačném případě by měření nemělo smysl.
- Statistické vlastnosti systému měření se mohou měnit v závislosti na vlastnostech měřených vzorků, i největší variabilita systému měření musí být malá vůči variabilitě jednotlivých vzorků.

5.2 Pomocná měřidla a pomůcky

Pomocná měřidla umožňují provádět interní měření za stejných podmínek, popř. se používají k interní kontrole měřidla před a po měření.

6 Obecné podmínky měření – veličiny ovlivňující výsledky měření

Požadavky na zabezpečování kvality měřicího zařízení pro kontrolu vzorků statistickými přejímkami jsou definovány v tomto rozsahu:

- systém managementu měření (zahrnuje i metrologický certifikační systém pro měřicí zařízení a požadavky na řízení procesů měření),
- provádění vzorkování podle druhu média a s ohledem na standardy, které se pro uvedená média používají.
- výběr statistické přejímky, která je vhodná pro kontrolu konkrétního vztahu mezi dodavatelem a odběratelem.

Efektivní systém managementu měření zabezpečuje odpovídající způsobilost měřicího zařízení i procesů měření a je významný z hlediska dosažení odpovídající kvality odběru vzorků i řízení rizika nesprávných výsledků měření.

Cílem systému je schopnost řídit na přijatelné úrovni rizika, že výstupem měřicího zařízení a procesu měření by mohly být nesprávné výsledky. Riziko nesprávných výsledků musí být udržováno na úrovni přijatelné pro stabilní a způsobilý kontrolní proces.

Proto je důležité zvolit vhodný typ přejímky, při které optimálně zjistíme vlastnosti základního souboru. [např. L23-35] nebo [L36-44]

7 Metrologické meze využití metody měření

Měřicí systém obsahuje přístroje, které měří danou veličinu. Způsob, jak je měřicí systém instalován a provozován, může mít v některých případech velký vliv na hodnotu sledované veličiny. Proto se musí na stanovišti obsluhy zachovávat standardní podmínky, pokud to norma ukládá. U veličin, kde jsou vlastnosti vzorků závislé na okolní teplotě, musí tato teplota ve zkušebním prostředí v bezprostřední blízkosti zkoušených vzorků odpovídat hodnotě uvedené v příslušné normě.

Použité přístroje mají mít práh citlivosti, který v případě přímého měření umožní naměření hodnoty nejméně 10krát citlivěji než je očekávaná variabilita kontrolovaného procesu (např. možnost měření odporu multimetrem s přesností $\pm 0,1 \Omega$, je-li předpokládána variabilita procesu měření napětí řádově $\pm 1 \Omega$).

Metrologická konfirmace musí zajistit, že metrologické charakteristiky měřicího zařízení budou splňovat metrologické požadavky na vzorkování a proces měření. Metrologické charakteristiky měřicího vybavení mohou být podle měřicího vybavení charakterizovány rozsahem, chybou správnosti/přesností, stálostí, hysterezí, driftem, rozlišitelností, prahem citlivosti atd.

8 Kontrola měřidla před použitím a příprava na měření

Každý měřicí i kontrolní systém (viz §3 zákona 505/1990 Sb. O metrologii v platném znění a vyhláška č. 345/2002 v platném znění) musí být kontrolovány ověřením nebo kalibrací. U stanovených měřidel je doba ověření uvedena ve vyhlášce č. 345/2002.

8.1 Shromáždění informací o měřeném vzorku

Při řešení vzorkování musí mít měřené vzorky, měřicí systémy i prostředí a operátoři po celou dobu experimentu zajištěné konstantní podmínky. Musí být omezeny takové podmínky, které mají nepříznivý vliv na výsledky měření jednotlivých vzorků. (např. vysoké/nízké teploty, silná elektrická nebo magnetická pole).

8.2 Příprava měřicího přístroje

Vzorkování a měření se provádí stanovenými nebo pracovními měřidly, která mají platné ověření nebo kalibraci. Před měřením se provádí vizuální kontrola měřicích přístrojů a provede se v případě potřeby i interní kontrola jejich nastavení.

9 Postup měření a vyhodnocení

Výběr a měření vzorků se provádí ve dvou krocích:

- A) Proveďte se volba normy, podle které budou vzorky odebírány s ohledem na charakter média, které je vzorkováno.
- B) Vyhodnocování vlastností vzorků se provádí podle zvolené statistické přejímky, která je pro dané médium vhodná.

Podle charakteru měřeného a vzorkovaného materiálu se provádí vzorkování:

- materiálů pevných (kusy),
- materiálů sypkých, zrnitých,
- materiálů kapalných, pastovitých,
- materiálů plyných.

Postup vyhodnocování:

1. zjistí se kódové písmeno (z tabulky příslušné normy);
2. stanoví se rozsah výběru (z tabulky příslušné normy, s ohledem na to, zda se jedná o přejímku srovnáváním nebo měřením a přejímku normální, zpřísněnou nebo zmírněnou);
3. zvolí se AQL (Acceptance Quality Level – nejvyšší přípustné průměrné procento neshodných jednotek v dávce nebo počet neshod na 100 ks);
4. dle AQL se vybere přejímací číslo Ac a zamítací číslo Re ;
5. tvorba přejímacího plánu (podle typu přejímky – srovnáváním metodou jedním výběrem, dvojím výběrem, několikerým výběrem nebo přejímky měřením metodou „s“ plány, „ σ “ plány nebo „R“ plány).

9.1 Doplnkové měření

V případě, kdy jsou při odběru vzorků důležité parametry pracovního nebo životního prostředí, provádí se např.

9.1.1 Měření teploty

Doporučuje se provést měření teploty na začátku a konci odběru vzorků a jejich měření, a to zejména u vzorků biologických.

9.1.2 Měření rychlosti a směru větru

Rychlost větru se měří anemometrem, pokud odebíráme vzorky ve venkovním prostoru (např. biologické), které by mohly být ovlivněny.

9.1.3 Kontrola dalších vlivů

Podle druhu média je třeba kontrolovat všechny ostatní vlivy, které by mohly ovlivnit výsledky měřených vzorků.

9.2 Hlavní měření

Měření vzorků se provádí na kontrolních místech, která jsou obvyklá, nebo mohou být

uvedená na situačním výkresu.

Měřidla se umístí do předepsané polohy.

Počet vzorků je stanoven podle příslušného přejímacího plánu.

Před měřením je třeba eliminovat všechny parazitní zdroje, které mohou přispět k přídavným chybám během měření vzorků.

V některých případech je vhodné o umístění a orientaci měřicího systému pořídit fotodokumentaci.

9.3 Vyhodnocení měření

Zjištěné hodnoty se vyhodnocují obvykle některým z validovaných software.

Stanovení korekcí se provádí podle příloh v souvisejících normách a metrologických předpisech.

10 Stanovení nejistoty měření

Při zjišťování nejistot měření vycházíme z toho, jakou metodu statistické přejímky jsme zvolili (srovnáváním nebo měřením). Pokud se jedná o statistickou přejímku srovnáváním, pak ke kontrole vzorků používáme kalibr, který má obvykle 2 strany – dobrou a špatnou. Dobrá strana musí být kalibrována s přesností nejlépe 10krát lepší, než je požadovaná přesnost kontroly vzorků. U přejímky měřením používáme měřicí přístroj podle druhu veličiny, kterou měříme (posuvka, mikrometr, multimetr apod.), při čemž opět platí zásada, že přesnost měřidla by měla být 10krát lepší než je požadovaná přesnost měření vzorků.

10.1 Metodika stanovení nejistot měření

Obvykle se nejistoty měření vyhodnocují na základě maximálních odchylek:

$$u_{MS} = \frac{MPE}{\sqrt{3}} \quad (10.1)$$

Pokud nejistotu ovlivňuje větší počet MPE, provádí se jejich součet (jako u nejistot typu B).

Rozšířená nejistota závisí na pořadovém stupni konfidence. Pokud je konfidenční interval 95 % a předpokládáme pravděpodobnostní rozdělení normální, je činitel rozšíření $k = 2$.

$$\text{Standardní nejistota } u_{MP} = \sqrt{u_{kal}^2 + u_w^2 + u_{sys}^2} \quad (10.2)$$

je dána geometrickým součtem jednotlivých položek,

kde u_{kal} nejistota kalibrace,

u_w nejistota seřízení referenčního měřidla a opakované směrodatné odchylky (chyby),

u_{sys} nejistota získaná ze systematických odchylek.

Odhad nejistoty vzorkování může být také příspěvkem k celkové nejistotě měření.

Rozšířená nejistota závisí na pořadovém stupni konfidence. Pokud je konfidenční interval 95 % a předpokládáme pravděpodobnostní rozdělení normální, je činitel rozšíření $k = 2$.

10.2 Příklad

Postup vyhodnocování je popsán v kap. 9, viz str. 25 tohoto MPM.

Příklad 1: přejímka srovnáváním jedním výběrem

Zadání:

Kontrolujeme dávku o počtu $N = 1000$ ks; zvolíme $AQL = 4\%$ a kontrolní úroveň II.

Dodávku zkontrolujeme třemi metodami (normální, zpřísněná, zmírněná kontrola).

Řešení:

Z tabulky v normě (ČSN ISO 2859-1) zjistíme kódové písmeno J a v jednotlivých tabulkách zjistíme velikost výběru n , podle zvoleného AQL zjistíme v tabulce číslo přejímací (Ac) a číslo zamítací (Re):

- a) pro normální kontrolu platí: $n = 60$ ks, $Ac = 7$ $Re = 8$
přejímací plán: $(n; Ac, Re) \rightarrow (60; 7, 8)$
- b) pro zpřísněnou kontrolu platí $n = 60$ ks, $Ac = 5$ $Re = 6$
přejímací plán: $(n; Ac, Re) \rightarrow (60; 5, 6)$
- c) pro zmírněnou kontrolu platí $n = 32$ ks, $Ac = 5$ $Re = 6$
přejímací plán: $(n; Ac, Re) \rightarrow (32; 5, 6)$

Příklad 2: přejímka srovnáváním dvojím výběrem

Zadání:

Kontrolujeme dodávku $N = 1000$ ks, zvolíme přípustnou úroveň kvality $AQL = 4\%$, kontrolní úroveň II. Dávku kontrolujeme dvojím výběrem, provedeme jen normální kontrolu.

Řešení:

Z tabulky v normě (ČSN ISO 2859-1) zjistíme kódové písmeno J . Zjistíme velikost 1. výběru n_1 , podle zvoleného AQL zjistíme v tabulce číslo přejímací (Ac) a číslo zamítací (Re):

1.výběr $n_1 = 50$ ks

Bude-li $Ac_1 = 3$ ks ... dávku přijmeme

Bude-li $Re_1 = 6$ ks ... dávku zamítneme

Když bude počet neshodných výrobků 4 nebo 5 ks, provedeme 2. výběr $n_2 = 50$ ks (z tabulky normy)

Bude-li $Ac_2 = 9$ přijmeme dávku (toto je maximální součet neshodných výrobků z obou výběrů, kdy dávku přijmeme)

Bude-li $Re_2 = 10$ zamítneme dávku (toto je minimální součet neshodných výrobků z obou výběrů, kdy dávku zamítneme)

přejímací plán: $(n_1, Ac_1, Re_1; n_2, Ac_2, Re_2) \rightarrow (50, 3, 6; 50, 9, 10)$

(Pokud jsme provedli 2. výběr, kontrolovali jsme z obou výběrů celkem $n_1 + n_2 = 100$ ks)

Obdobně se kontrolují přejímky měřením, a to většinou tzv. graficko-početní metodou. Jak je zřejmé z odst. 4.5, rovnice a nerovnice popisují hranice polorovin, které ohraničují oblast přijetí či zamítnutí dávky. Tato metoda je složitější a příklady přesahují rámec tohoto MPM. V případě zájmu lze odkázat na individuální studium norem pro přejímky měřením.

11 Záznamy o měření

Protokol o provozním měření způsobilosti má mít jedinečné kódové označení pro jeho jednoznačnou identifikaci. Jednotlivé strany protokolu mají být očíslovány.

Příklad struktury protokolu o provozním měření, viz níže.

A. Identifikační údaje

- A1 Název projektu;
- A2 Druh měření (měřené veličiny, typ měření);
- A3 Objednatel;
- A4 Zpracovatel;
- A5 Osoby provádějící měření;
- A6 Datum a čas měření.

B. Podklady

- B1 Seznam vstupních podkladů (projektová dokumentace, fotodokumentace);
- B2 Seznam použitých technických norem a právních předpisů.

C. Prostředí, okolí

- C1 Popis posuzovaného místa, měřidel, popř. operátorů;
- C2 Výrobky, na kterých se měření provádí (typ, označení, atd.).

D. Měřená soustava

- D1 Popis zdroje nebo zdrojů zahrnutých do referenčních hodnot;
- D2 Popis provozních podmínek.

E. Parametry prostředí

- E1 Popis meteorologických podmínek, pokud to měření vyžaduje (tlak, vlhkost);
- E2 Teplota prostředí.

F. Měřicí přístroje

- F1 Hlavní měřicí přístroje (podle druhu měřené veličiny, typ, výrobce, číslo, ověření nebo kalibrace);
- F2 Pomocné měřicí přístroje (teploměr, vlhkoměr apod.).

G. Měření

- G1 Stav měřené soustavy;
- G2 Typ měření, časové intervaly měření (referenční, dlouhodobý);
- G3 Měřené charakteristiky, u kombinovaných jejich složky;
- G4 Kontrolní měření;
- G5 Naměřené (popř. korigované) hodnoty (tabulka);
- G6 Nejistoty měření;
- G7 Stanovení požadovaných korigovaných hodnot s vyjádřením rozšířené nejistoty.

H. Vyhodnocení měření

- H1 Odstraní se všechna data, která obsahují nežádoucí události;
- H2 Proveďte se úprava neúplných nebo poškozených dat;
- H3 Stanoví se kombinovaná nejistota u jednotlivých charakteristik pro konkrétní měření;
- H4 Porovnání výsledků s požadavky legislativy;
- H5 Zhodnocení měření (zda vyhovuje/nevyhovuje měřicí systém/operátor pro daný druh měření);
- H6 Podpis zodpovědné osoby.

12 Péče o metodický postup

Originál metodického postupu je uložen u jeho zpracovatele, další vyhotovení jsou předána příslušným pracovníkům podle rozdělovníku (viz čl. 13.1 tohoto postupu).

Změny, popř. revize metodického postupu provádí jeho zpracovatel. Změny schvaluje vedoucí zpracovatele nebo metrolog organizace.

13 Rozdělovník, úprava a schválení, revize

Uvedený příklad je pouze orientační a subjekt si může tuto dokumentaci upravit podle interních předpisů o řízení dokumentů.

13.1 Rozdělovník

Metodický postup		Převzal		
Výtisk číslo	Obdrží útvar	Jméno	Podpis	Datum

13.2 Úprava a schválení

Metodický postup	Jméno	Podpis	Datum
Upravil			
Úpravu schválil			

13.3 Revize

Strana	Popis změny	Zpracoval	Schválil	Datum

Upozornění

Tento metodický postup je třeba považovat za vzorový. Doporučuje se, aby jej organizace přizpůsobila svým požadavkům s ohledem na své metrologické vybavení a konkrétní podmínky.