



Česká metrologická společnost, z.s.

Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1

Tel: 606 957 233

e-mail: cms-zk@csvts.cz

www.spolky-csvts.cz/cms

Metodika provozního měření

MPM 9.4.1/01/24

Metodika vzorkování materiálů

Praha

říjen 2024

Vzorový metodický postup byl zpracován a financován ÚNMZ v rámci Plánu standardizace – Program rozvoje metrologie 2024

Číslo úkolu: VII/3/24

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 ČMS. Nesmí však být dále komerčně šířena.

1 Předmět metodiky

Tato metodika se zabývá specifikami při vzorkování materiálů v různých oblastech činnosti.

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 EN ISO 15011-5 Kat. čís.: 90609 | Ochrana zdraví a bezpečnost při svařování a příbuzných procesech - Laboratorní metoda pro vzorkování dýmu a plynů - Část 5: Zjišťování produktů tepelného rozkladu vytvářených při svařování nebo řezání výrobků složených zcela nebo částečně z organických materiálů pyrolýzou s plynovou chromatografií ve spojení s hmotnostní spektrometrií Třídící znak: 050681 Vydána: 5.2012 | [L6] |
| ČSN 01 5113 Kat. čís.: 172 | Vzorkování plynu Třídící znak: 015113 Vydána: | [L7] |
| 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 | |

| | | |
|---|---|-------|
| 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 Třídící znak: 038235 Vydána: 6.2019 | [L8] |
| 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 15011-5 Kat. čís.: 90609 | Ochrana zdraví a bezpečnost při svařování a příbuzných procesech - Laboratorní metoda pro vzorkování dýmu a plynů - Část 5: Zjišťování produktů tepelného rozkladu vytvářených při svařování nebo řezání výrobků složených zcela nebo částečně z organických materiálů pyrolýzou s plynovou chromatografií ve spojení s hmotnostní spektrometrií Třídící znak: 050681 Vydána: 5.2012 | [L10] |
| 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 | [L11] |
| 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 | [L12] |
| 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 | [L13] |
| 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 | [L14] |

| | | |
|---|---|-------|
| | Třídící znak: 050681 Vydána: 9.2018 | |
| ČSN EN IEC 60475 ed. 2 Kat. čís.: 516648 | Metoda vzorkování izolačních kapalin Třídící znak: 346702 Vydána: 2.2023 | [L15] |
| 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 | [L16] |
| 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 Třídící znak: 404015 Vydána: 5.2018 | [L17] |
| ČSN ISO 11648-2 Kat. čís.: 66249 | Statistická hlediska vzorkování hromadných materiálů - Část 2: Vzorkování sypkých materiálů Třídící znak: 010264 Vydána: 1.2003 | [L18] |
| ČSN ISO 11648-1 | Statistická hlediska vzorkování hromadných materiálů - Část 1: Obecné principy | [L19] |
| ČSN ISO 11648-2 Kat. čís.: 66249 | Statistická hlediska vzorkování hromadných materiálů - Část 2: Vzorkování sypkých materiálů Třídící znak: 010264 Vydána: 1.2003 | [L20] |
| ČSN 01 5110 Kat. čís.: 169 | Vzorkování materiálů. Základní ustanovení Třídící znak: 015110 Vydána: 5.1974 | [L21] |
| ČSN 01 5111 Kat. čís.: 170 | Vzorkování sypkých a zrnitých materiálů Třídící znak: 015111 Vydána: 5.1974 | [L22] |
| ČSN 01 5112 Kat. čís.: 171 | Vzorkování kapalin a pastovitých materiálů Třídící znak: 015112 Vydána: 5.1974 | [L23] |
| 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 | [L24] |

| | | |
|--|--|-------|
| ČSN EN ISO 15011-4 Kat. čís.: 86017 | Ochrana zdraví a bezpečnost při svařování a příbuzných procesech - Laboratorní metoda pro vzorkování dýmu a plynů - Část 4: Informační listy dýmu Třídící znak: 050681Vydána: 9.2018 | [L25] |
| 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 | [L26] |
| ČSN ISO 8422:2010 | Přejímací plány postupným výběrem při kontrole srovnáváním | [L27] |
| ČSN 01 02 54:1974 | Statistická přejímka srovnáváním | [L28] |
| ČSN 01 02 57:1978 | Statistická přejímka srovnáváním pro plynulou výrobu | [L29] |
| ČSN 01 02 60:1989 | Statistická přejímka srovnáváním – Přejímací plány jedním výběrem s přípustným počtem vadných ve výběru rovným nule | [L30] |
| ČSN ISO 14560:2005 | Statistické přejímky srovnáváním – Úrovně stanovené jakosti v neshodných jednotkách na milion | [L31] |
| ČSN ISO 18414:2010 | Statistické přejímky srovnáváním – Systém s přejímacím číslem nula založený na principu kreditu při řízení výstupní kontroly | [L32] |
| ČSN ISO 21247:2007 | Systémy statistických přejímek s přejímacím číslem nula a postupy statistické regulace propojené pro přejímku produktů | [L33] |

| | | |
|--------------------|---|-------|
| ČSN ISO 3951 | Statistické přejímky měření -1:2008 Stanovení přejímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii pro jediný znak kvality a jediné AQL -2:2010 Obecné stanovení přejímacích plánů AQL jedním výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii při nezávislých znacích kvality -3:2010 Výběrová schémata AQL dvojitým výběrem pro kontrolu každé dávky v sérii -4:2013 Postupy pro posouzení deklarovaných úrovní kvality -5:2010 Přejímací plány AQL postupným výběrem při kontrole měření (známá směrodatná odchylka) | [L34] |
| ČSN ISO 8423:2012 | Přejímací plány postupným výběrem při kontrole měření pro procento neshodných jednotek (známá směrodatná odchylka) | [L35] |
| ČSN ISO 10725:2002 | Výběrové přejímací plány a postupy pro kontrolu hromadných materiálů | [L36] |
| ČSN ISO 13448 | Statistické přejímky založené na principu rozvržení priorit (APP) – -1:2005 Směrnice pro přístup APP -2:2005 Koordinované přejímací plány jedním výběrem pro přejímku srovnáváním | [L37] |

3 Kvalifikace pracovníků provádějících vzorkování

Kvalifikace pracovníků provádějících vzorkování 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 všechna měření 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 jakosti 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. a 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.

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) , $(n_1, Ac_1, Re_1, n_2, Ac_2)$ atd.

4.3 Základní dělení statistických přejímek

a) **Podle způsobu výběru vzorků:**

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

b) Podle způsobu kontroly kvality výrobků:

- statistická **přejímka srovnáním** (výsledkem je kvalitativní výrok, zda je výrobek vadný či ne) - výhodou je jednoduchost a nezávislost na typu rozdělení,
- statistická **přejímka měřením** (výsledkem je kvantitativní výrok o konkrétní hodnotě jakostního znaku, při čemž stačí kontrola menšího počtu vzorků než v předchozím případě).

c) Podle nakládání se zamítnutými dodávkami:

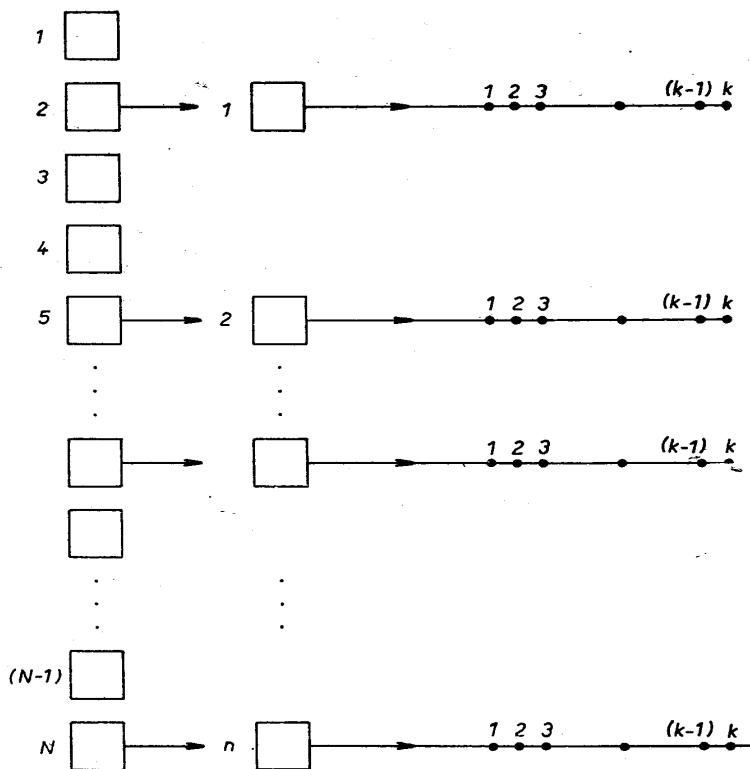
- statistické přejímky **bezopravné** (dodávka se netřídí),
- statistické přejímky **opravné** (neshodné kusy se opraví, nebo nahradí dobrými).

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. 1: Graf výběru n vzorků z dávky - kontrolní úroveň I.

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 nepřipustný 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.

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 **LQ**.

Vztah mezi počtem výrobků ve výběru n a dodávkou N závisí na volbě kontrolní úrovně (n roste s N).

Uvažují 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* (viz obr.5.7, 5.9, 5.10).

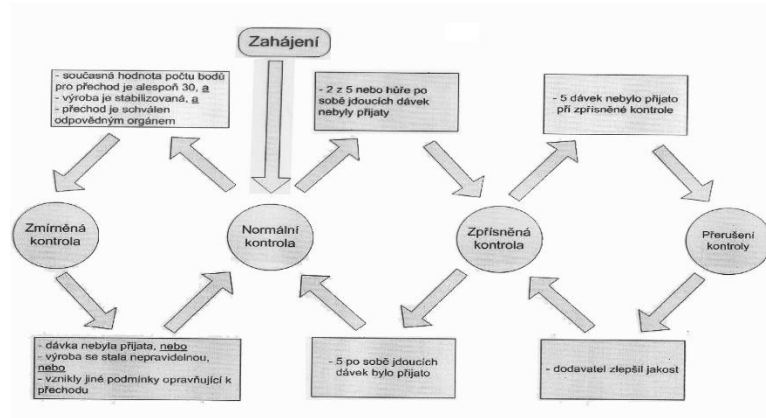
Speciální kontrolní úrovně *S1-S4* se používají tam, kde je nutné rozsah zkoušek omezit, např. u destruktivních zkoušek, příliš nákladných kontrol apod.

Přejímací plány P_{AQL} se rozlišují na:

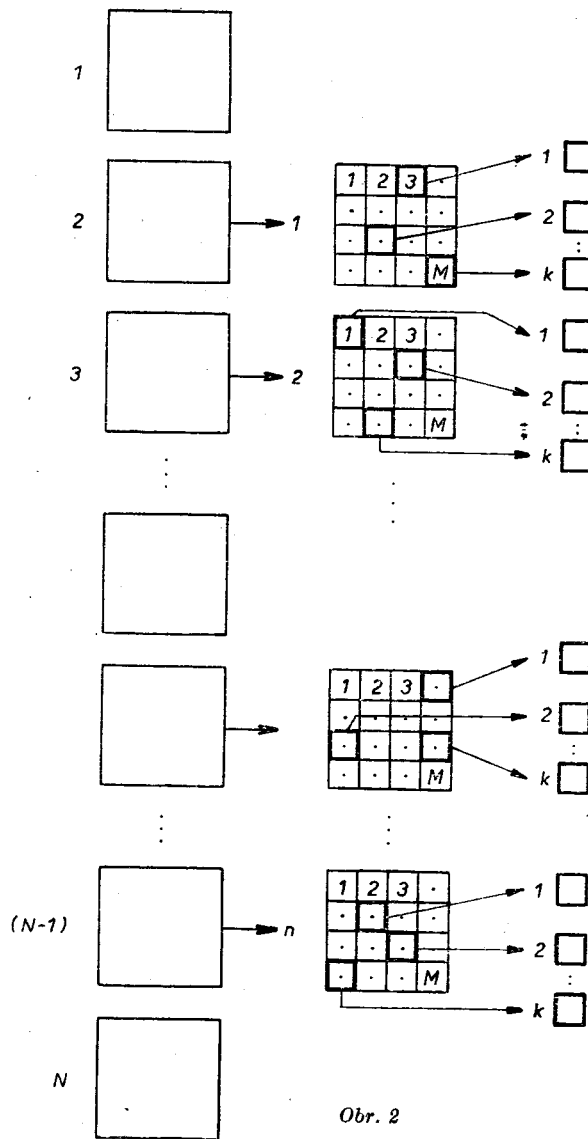
- normální kontrolu,
- zpřísněnou kontrolu,
- zmírněnou kontrolu.

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. 2: Graf pravidel přechodu pro přijímací plány AQL

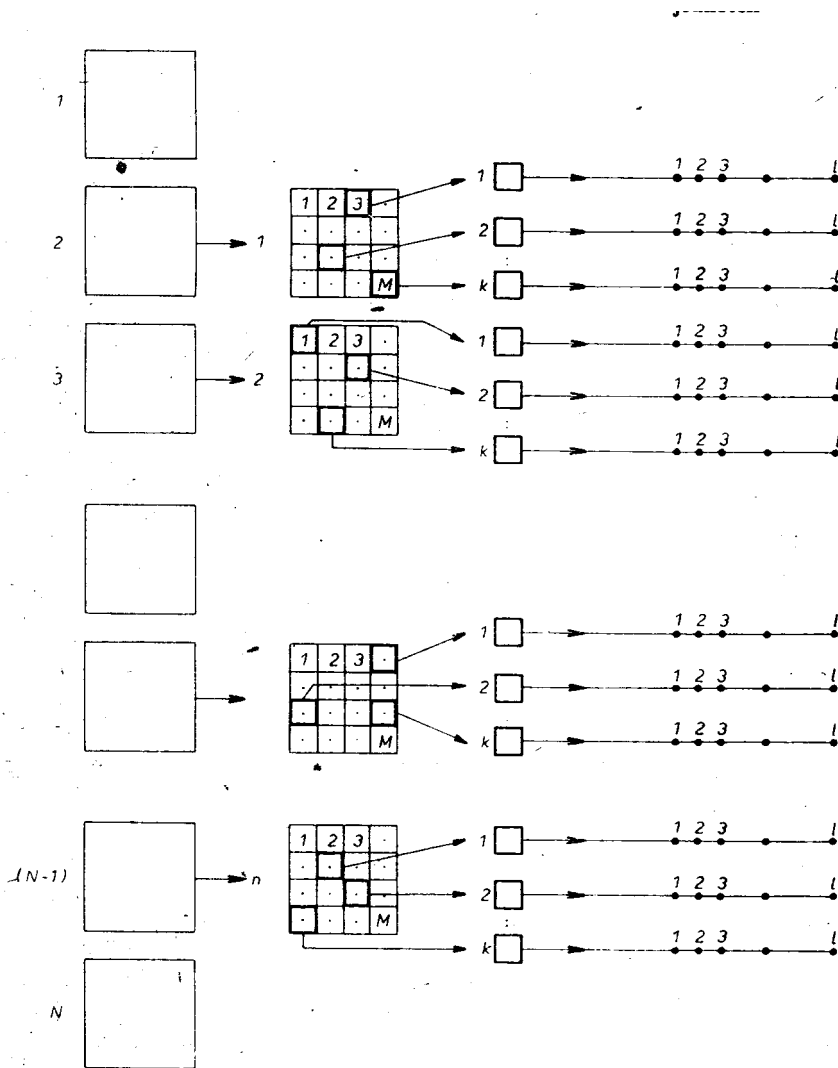


Obr. 2

Obr. 3: Graf výběru n vzorků z dávky - kontrolní úroveň II.

Poznámka:

Obr. 1, obr. 3 a obr. 4 ukazují rozdíly ve výběru vzorků, jsou-li přejímky zvoleny na obecné kontrolní úrovni I, II nebo III.



Obr. 3

Obr. 4: Graf výběru n vzorků z dávky - kontrolní úroveň III.

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 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.

Effektivní 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.

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 nejméně 10x citlivěji hodnotu než je očekávaná variabilita kontrolovaného procesu (např.

možnost měření napětí voltmetrem s přesností $\pm 0,1$ V, je-li předpokládaná variabilita procesu měření napětí řádově ± 1 V).

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 Definování kontrolních bodů a polohy pozorovatele

Při vzorkování pracují operátoři ve vhodné poloze vůči měřicímu zařízení i měřenému vzorku, pokud to norma nepředepisuje jinak.

8.3 Příprava měřené soustavy

Před měřením musí být připraven plán řešení vzorkování podle konkrétních podmínek (počet vzorků, počet míst odběru ze základního souboru apod.)

8.4 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

Měření vzorků se provádí ve dvou krocích:

- A) Provede 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.

Před vlastním měřením se provede výběr časového intervalu měření.

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 vzorků

Měření vzorků se provádí na kontrolních místech, která jsou obvyklá nebo mohou být uvedena 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 přidavným chybám během měření vzorků.

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

9.3 Vyhodnocení měření

Měření se vyhodnocuje obvykle některým z validovaných software.

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

10 Stanovení nejistoty měření

Pro řešení odhadu nejistot vzorků se používá:

- a) Preciznost, kdy mezilehlá preciznost s_{RW} je lepší než opakovatelnost.
- b) Vychýlení (pravdivost) u_b , které obsahuje celkové vychýlení metody (bias)
- Analýza matricových CRM
 - Obohacené vzorky
 - Výsledky z PT (Výběr, použití a interpretace programů zkoušení způsobilosti)
 - Srovnání s referenční metodou

10.1 Metodika stanovení nejistot měření vzorků

Kombinovaná nejistota vzorků u_c se obvykle vypočte dle vzorce

$$u_{xc} = \sqrt{s_{RW}^2 + u_b^2}$$

je dána geometrickým součtem mezilehlé preciznosti s_{RW} a nejistoty vychýlení u_b ,

kde:

| | |
|----------|--|
| s_{RW} | odhad směrodatné odchylky, která představuje mezilehlou preciznost, tzn. charakteristiky zkoušených vzorků, různé přístrojové vybavení apod., |
| u_b | odhad směrodatné odchylky, která kvalifikuje nejistotu související s nestabilitou provozních a montážních podmínek pro konkrétní měřené zařízení |

Odhad nejistoty vzorkování je příspěvkem v celkové nejistotě měření.

Rozšířená nejistota závisí na pořadovém stupni konfidence. Pokud je konfidenční interval 95 % a předpokládáme pravděpodobnostní rozdělení normální, je činitel rozšíření $k = 2$. Pokud se ale změřená hladina emisního akustického tlaku srovnává s nějakou limitní hodnotou, je vhodnější použít činitel rozšíření $k = 1,6$; který odpovídá jednostrannému normálnímu rozdělení.

10.2 Příklad

Titrační stanovení plynné látky (jednotlivé složky pro výpočet nejistoty jsou zde uvedeny v relativních hodnotách):

Nejistota koncentrace pracovního roztoku $u_1 = 0,0015$

Nejistota u_{b2} je dána geometrickým součtem mezilehlé preciznosti u_{b21} a rozdílem mezi referenční hodnotou a průměrem získaným z hodnot v regulačním diagramu u_{b22} .

$$u_{b2} = \sqrt{u_{b21}^2 + u_{b22}^2} = 0,0097$$

Největší hodnota pro nejvyšší koncentrační úroveň $u_{b3} = 0,0021$

Nejvyšší příspěvek u nejnižší testované koncentrace $u_{b4} = 0,0201$

Kombinovaná standardní nejistota u_c je dána geometrickým součtem jednotlivých složek,

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_{b2}^2 + u_{b2+}^2 + u_{b3+}^2 + u_{b4}^2} = 0,0225$$

$u_c = 0,0225 = 2,25 \%$ a tuto hodnotu zaokrouhlíme na 3 %.

Rozšířená nejistota $U = 2 \times u_c = 6 \%$

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 Provede 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.