

# Obsah

Předmluva .....	4
Obsah .....	7
1 Normy a směrnice .....	15
2 Oblast použití .....	17
3 Pojmy a definice .....	21
3.1 Měření a zkoušení.....	21
3.2 Hodnocení a atributivní zkoušení.....	23
3.3 Často používané pojmy.....	24
4 Řízení procesu zkoušení.....	36
4.1 Úkoly řízení procesu zkoušení .....	37
4.1.1 Rozhodování o výsledku zkoušek s přihlédnutím k nejistotě měření podle DIN EN ISO 14253-1 [20].....	37
4.1.2 Vliv nejistoty měření na výrobní proces .....	42
4.2 Role a kompetence v řízení procesů zkoušení .....	45
4.2.1 Role v řízení procesů zkoušení.....	45
4.2.2 Kompetence managementu procesu zkoušení....	49
4.3 Řízení založené na rizicích .....	51
4.3.1 Předvýběr procesů řízení pro řízení založené na rizicích .....	53
4.3.2 Postup řízení na základě rizik .....	56
4.3.2.1 Kritéria, důsledky a pravděpodobnost výskytu nesprávného rozhodnutí na základě zkoušky.....	57
4.3.2.2 Odvození třídy rizika pro individuální proces zkoušení .....	59
4.3.2.3 Stupeň ochrany.....	61

4.3.3	Reklamační proces systémů zkoušení, používané procesy zkoušení .....	63
4.4	Plánování procesu zkoušení .....	64
4.4.1	Průběh plánování procesu zkoušení.....	64
4.4.2	Příspěvek plánování procesu zkoušení do procesu systémového inženýrství .....	71
4.5	Řízení zkušebního zařízení.....	75
4.5.1	System pro správu měřidel .....	76
4.5.2	Kalibrace zkušebního zařízení .....	77
4.5.2.1	Interní kalibrace .....	78
4.5.2.2	Externí kalibrace .....	79
4.6	Důkaz platnosti řízení procesu zkoušení .....	82
4.7	Důkaz vhodnosti procesů měření - obecně.....	83
4.7.1	Analýza procesu měření a rozsah platnosti důkazu vhodnosti .....	84
4.7.2	Modelování ve svazku VDA 5 .....	86
4.7.3	Vhodnost systému měření a procesu měření .....	87
4.7.4	Přenositelnost důkazu vhodnosti .....	88
4.7.5	Vypořádání se s nedosaženou vhodností systému a procesu zkoušení - obecný přehled .....	91
4.7.5.1	Optimalizace systému a procesu měření.....	93
4.7.5.2	Analýza rizik s podmíněným uvolněním.....	93
4.7.5.3	Zlepšení/nahrazení výrobního procesu .....	93
4.7.6	Implicitní důkaz způsobilosti .....	94
5	Obecný průběh stanovení vhodnosti procesu měření a zkoušení .....	95
5.1	Vlivy na nejistotu výsledků měření .....	95

5.1.1	Ovlivňující veličiny v systému měření .....	97
5.1.1.1	Porovnání typů referencí (etalony, kontrolní prostředky a referenční díly) .....	97
5.1.1.2	Odchytky měření .....	99
5.1.1.3	Upínací přípravek. ....	101
5.1.1.4	Metoda měření, postup měření.....	101
5.1.2	Ovlivňující veličiny v procesu měření .....	102
5.1.2.1	Prostředí .....	102
5.1.2.2	Člověk, zkušební technik, obsluha (operátor).....	102
5.1.2.3	Objekt měření, objekt zkoušení .....	102
5.1.2.4	Metoda hodnocení .....	103
5.1.2.5	Krátkodobá stabilita .....	103
5.1.2.6	Dlouhodobá stabilita (průběžná vhodnost) .	103
5.1.2.7	Srovnatelnost systémů měření. ....	103
5.2	Fáze vhodnosti procesu měření a zkoušení.....	105
5.3	Standardní nejistoty .....	107
5.3.1	Metoda A (Experimentální stanovení).....	108
5.3.1.1	Zohlednění jedné ovlivňující veličiny.....	108
5.3.1.2	Zohlednění několika ovlivňujících veličin ....	108
5.3.2	Metoda B (Použití předchozích informací).....	109
5.4	Kombinovaná standardní nejistota .....	111
5.5	Rozšířená nejistota měření .....	111
5.6	Bilance nejistot .....	113
5.7	Důkaz shody .....	115
5.8	Důkaz vhodnosti procesu měření.....	116
6	Stanovení nejistoty měření procesu měření .....	118

6.1	Základní postup.....	118
6.2	Praktické stanovení typických standardních nejistot.	118
6.3	Veličiny ovlivňující systém měření .....	121
6.3.1	<b><i>MPE</i></b> Maximální dovolená odchylka systému měření – <b><i>uMPE</i></b> .....	121
6.3.2	Rozlišení indikace – <b><i>uRE</i></b> .....	122
6.3.3	Nejistota kalibrace etalonu – <b><i>uCAL</i></b> .....	123
6.3.4	Opakovatelnost na etalonu – <b><i>uEVR</i></b> .....	124
6.3.5	Systematické odchylky – <b><i>uBI</i></b> .....	125
6.3.6	Vliv odchylek linearity v rozsahu použití – <b><i>uLIN</i></b>	126
6.3.6.1	Linearita na základě předchozí informace (Metoda B) .....	127
6.3.6.2	Linearita pomocí experimentu (Metoda A)..	127
6.3.6.2.1	Jednoduchá analýza linearity .....	128
6.3.6.2.2	Stanovení linearity pomocí ANOVA [26]..	129
6.3.7	Další ovlivňující veličiny systému měření – <b><i>uMS.REST</i></b> .....	131
6.3.8	Stanovení nejistoty podle „pokusného systému měření“ (pokusný MS).....	131
6.3.8.1	Experiment s etalonem resp. referenčním dílem	131
6.3.8.2	Zkouška se dvěma etalony .....	131
6.3.8.3	Pokus se 3 nebo více etalony .....	132
6.4	Ovlivňující faktory procesu měření .....	133
6.4.1	Opakovatelnost na měřeném objektu – <b><i>uEVO</i></b> ...	134
6.4.2	Srovnatelnost operátorů – <b><i>uAV</i></b> .....	134
6.4.3	Interakce – <b><i>uIA.i</i></b> .....	135

6.4.4	Srovnatelnost systémů měření – <b><i>uGV</i></b> .....	135
6.4.5	Stabilita procesu měření – <b><i>uSTAB</i></b> (Krátkodobá stabilita) .....	136
6.4.6	Nehomogenita měřeného objektu – <b><i>uOBJ</i></b> .....	137
6.4.7	Teplota – <b><i>uTEMP</i></b> .....	138
6.4.7.1	Úvahy o vlivu teploty na proces měření .....	138
6.4.7.2	Posouzení situace .....	141
6.4.7.3	Metody pro stanovení nejistoty měření způsobené teplotou .....	142
6.4.8	Další faktory ovlivňující proces měření – <b><i>uMP.REST</i></b> .....	143
6.4.9	Stanovení nejistot na základě "pokusu na procesu zkoušení" (experiment MP) .....	144
6.5	Typická bilance nejistot měření .....	145
6.6	Přehled typických modelů procesu měření .....	147
6.7	Předvolba systémů měření .....	149
6.7.1	Motivace, požadavky .....	149
6.7.2	Zdroje informací pro stanovení důležitých specifikací měřicího zařízení .....	150
6.7.2.1	Národní a/nebo mezinárodní normy .....	150
6.7.2.2	Pokyny .....	150
6.7.2.3	Informace výrobce .....	151
6.7.3	Parametry pro posouzení výběru měřicího/zkušebního a pomocného zařízení .....	151
6.7.4	Kategorie měřicích zařízení a informační zdroje specifikací/charakteristik .....	153
7	Důkaz vhodnosti procesu měření – podrobně .....	154
7.1	Výpočet ukazatelů vhodnosti .....	154

7.1.1	Ukazatel vhodnosti <b>QMS</b> pro systém měření .....	154
7.1.2	Ukazatel vhodnosti <b>QMP</b> pro proces měření .....	155
7.1.3	Ukazatele vhodnosti <b>QMS</b> a <b>QMP</b> pro jednostranné specifikace .....	156
7.1.3.1	Výpočet koeficientů vhodnosti pro jednostranné specifikace .....	157
7.1.3.2	Výpočet indexů vhodnosti pro jednostranné specifikace s definovaným pracovním bodem .....	161
7.1.4	Minimální možná tolerance pro systémy/procesy měření .....	162
7.1.5	Vhodnost procesů měření a způsobilost výrobních procesů .....	163
7.2	Hodnocení parametrů vhodnosti .....	166
7.3	Dokumentace a vytvoření zprávy o osvědčení o vhodnosti .....	168
7.3.1	Protokol o zkoušce dokladu o vhodnosti .....	168
7.3.2	Dokumentace vhodnosti procesu měření a zkoušení .....	170
7.4	Zacházení s nevhodnými systémy/procesy měření ..	170
7.4.1	Postupy pro optimalizaci procesu .....	172
7.4.2	Analýza rizik a podmíněné uvolnění .....	173
7.4.3	Úvaha a v případě potřeby rozšíření mezních hodnot .....	174
7.4.4	Rozšíření tolerancí charakteristik .....	174
7.4.5	Speciální strategie .....	175
7.4.5.1	FT-regulace pro procesy měření s malými tolerancemi .....	175
7.4.5.2	Snížení nejistoty měření pomocí vícenásobných měření .....	178

8	Speciální procesy měření .....	180
8.1	Třídění a párování .....	180
8.2	Validace měřicího softwaru .....	183
8.3	Nedostatečné množství vzorků při zkouškách MS a MP .....	184
8.4	Zohlednění nejistoty měření ve fázi vývoje .....	186
9	Důkaz vhodnosti procesů atributivního rozhodování .....	190
9.1	Rizika atributivních zkoušení .....	191
9.2	Důkaz vhodnosti pro procesy atributivního zkoušení .....	192
9.2.1	Procesy atributivního zkoušení s diskretizovanými výsledky .....	193
9.2.2	Procesy atributivního zkoušení s čistě diskrétními výsledky .....	194
9.3	Připomínky k sestavení kontrolní dávky na základě podmíněných pravděpodobností .....	197
9.4	Možné metody hodnocení procesů atributivního zkoušení .....	201
9.4.1	Metody pro diskretizované znaky .....	201
9.4.1.1	Metoda detekce signálu .....	201
9.4.1.2	Analytická metoda .....	206
9.4.2	Metody pro diskrétní charakteristiky .....	208
9.4.2.1	Krátká metoda .....	208
9.4.2.2	Účinnost .....	210
9.4.2.3	Bowkerův Test .....	212
9.4.2.4	Kappa-Metoda podle Cohena a Fleisse .....	216
9.4.2.5	Koeficient shody W podle Kendalla [39; 40] .....	220
10	Průběžné hodnocení vhodnosti .....	223

10.1	Metody pro průběžnou vhodnost.....	224
10.2	Obecné odkazy na plánování, realizaci a dokumentaci.....	225
10.3	Použití karty stability (regulační karty) .....	226
10.4	Zohlednění v rozpočtu nejistoty .....	233
11	Seznam symbolů .....	234
12	Zkratky .....	241
13	Downloads .....	242
14	Seznam literatury .....	243
15	Index .....	251
16	Seznam tabulek .....	258