

Příloha 1: Technické specifikace Fluke Ti27

Tabulka 1: Teplota [8]

Rozsah měření teploty (není kalibrováno pod -10 °C)	-20 °C až +600 °C (-4 °F až +1 112 °F)
Přesnost měření teploty	±2 °C nebo 2 % (při jmenovité teplotě 25 °C, platí vyšší hodnota)
Korekce emisivity na displeji	Ano
Kompensace odražené teploty pozadí na obrazovce	Ano
Korekce přenosu na obrazovce	Ano

Tabulka 2: Kvalita zobrazování [8]

Frekvence pořizování snímků	Obnovovací frekvence 9 Hz nebo 60 Hz podle modelu
Typ detektoru	Ohniskový rovinný svazek, nechlazený mikrobolometr, 240 x 180 pixelů
Celkový počet pixelů	43,2 k
Teplotní citlivost (NETD)	≤0,05 °C při 30 °C cílové teploty (50 mK)
Infračervené spektrální pásmo	7,5 μm až 14 μm (dlouhé vlny)
Optická kamera (viditelné světlo)	Průmyslový výkon 2,0 megapixelu
Minimální vzdálenost ostření	46 cm (přibl. 18")
Standardní typ infračerveného objektivu	Zorné pole: 23° x 17°
	Prostorové rozlišení (IFOV): 1,67 mRad
	Minimální vzdálenost ostření: 15 cm (přibl. 6")
Volitelný typ infračerveného teleobjektivu	Zorné pole: 11,5° x 8,7°
	Prostorové rozlišení (IFOV): 0,84 mRad
	Minimální vzdálenost ostření: 45 cm (přibl. 18")
Volitelný typ širokoúhlého infračerveného objektivu	Zorné pole: 46° x 34°
	Prostorové rozlišení (IFOV): 3,34 mRad
	Minimální vzdálenost ostření: 7,5 cm (přibl. 3")
Mechanismus ostření	Manuální, možnost obsluhy jednou rukou (Smart Focus)

Tabulka 3: Prezentace vizuálního obrazu [8]

Paleta barev	Standardní: tavené železo, modročervená, vysoký kontrast, žlutá, obrácená žlutá, horký kov, stupnice šedi, obrácená stupnice šedi
	Ultra Contrast™: tavené železo Ultra, modročervená Ultra, vysoký kontrast Ultra, žlutá Ultra, obrácená žlutá Ultra, horký kov Ultra, stupnice šedi Ultra, obrácená stupnice šedi Ultra
Úroveň a rozpětí	Plynulá automatická změna měřítka a manuální změna měřítka úrovně a rozpětí
Rychlé automatické přepínání mezi manuálními a automatickými režimy	Ano
Rychlé automatické nastavení rozsahu v manuálním režimu	Ano
Minimální rozpětí (v manuálním režimu)	2,5 °C (4,5 °F)
Minimální rozpětí (v automatickém režimu)	5 °C (9 °F)

Tabulka 4: Pořizování snímků a ukládání dat [8]

Pořizování snímků, kontrola, mechanismus ukládání	Přístroj Ti27 umožňuje uživateli nastavit barevné spektrum, prolínání, úroveň, rozpětí, režim IR-Fusion®, emisivitu, kompenzaci odražené teploty pozadí a korekci přenosu snímku před jeho uložením.
Hlasové poznámky	Maximální doba záznamu 60 s na snímek; lze přehrát v termokameře
Paměťové médium	Snímání jednou rukou, kontrola a mechanismus ukládání
Formáty souborů	Paměťová karta SD (2GB paměťová karta disponuje kapacitou pro nejméně 1 200 plně radiometrických (formát .is2) infračervených a souvisejících optických snímků, každý s 60s hlasovou poznámkou; nebo 3 000 základních bitmapových snímků (formát .bmp); nebo 3 000 snímků formátu JPEG (formát .jpeg); lze přenést do počítače pomocí víceformátové čtečky paměťových karet USB, která je součástí balení)
Formát souborů exportovaných softwarem SmartView®	Neradiometrické (formát .bmp) nebo (formát .jpg) nebo plně radiometrické (formát .is2)
	Neradiometrické soubory (formát .bmp a .jpeg) nevyžadují žádný software pro analýzu

Tabulka 5: Informace o technologii IR- Fusion® [8]

Automatické zarovnání optického a infračerveného snímku (paralaxní korekcí)	Ano
Obraz v obraze (PIP)	Tři úrovně infračerveného prolínání zobrazeného ve střední části displeje LCD
Infračervený na celou obrazovku	Tři úrovně infračerveného prolínání zobrazeného ve střední části displeje LCD
Barevná signalizace (teplotní signalizace)	Barevná signalizace velmi vysoké teploty (nastavitelná uživatelem)

Tabulka 6: Obecné specifikace [8]

Provozní teplota	-10 °C až +50 °C (14 °F až 122 °F)
Teplota pro skladování	-20 °C až +50 °C (-4 °F až 122 °F) bez baterií
Relativní vlhkost	10 % až 95 % nekondenzující
Displej	Barevný, na šířku orientovaný podsvícený displej LCD VGA s úhlopříčkou 9,1 cm (3,7") (640 x 480)
Ovládání a nastavení	Možnost nastavení jednotky teploty (°C/°F)
	Výběr jazyka
	Nastavení data a času
	Kompence odražené teploty pozadí
	Nastavení emisivity
	Horký a studený bod volitelný uživatelem a střední bod na snímku (další uživatelské značky a tvary lze přidávat pomocí softwaru SmartView®)
	Korekce přenosu
	Barevná signalizace velmi vysoké teploty
	Volitelná úroveň podsvícení: plný jas nebo automatická
Možnosti informačního displeje	
Software	SmartView® – software pro úplnou analýzu a protokolování je součástí dodávky
Baterie	Dvě lithium-iontové nabíjecí baterie s pětisegmentovým displejem LED zobrazujícím stav nabití
Životnost baterií	Každá baterie nabízí více než čtyři hodiny provozu (při 50% jasu displeje LCD)
Doba nabíjení baterie	2,5 hodiny pro úplné nabití
Nabíjení baterií	Nabíječkou dvou baterií – 110 V AC (st) až 220 V AC (st), 50/60 Hz (součástí dodávky) – nebo nabíjení v termokameře. Univerzální síťové adaptéry AC (st) jsou součástí dodávky. Volitelný 12V napájecí adaptér do automobilu.

Provoz na střídavý proud	Provoz na střídavý proud prostřednictvím dodaného zdroje napájení (110 V AC (st) až 220 V AC (st), 50/60 Hz). Univerzální síťové adaptéry AC (st) jsou součástí dodávky.
Úsporné režimy	Režim spánku je aktivován po pěti minutách nečinnosti, režim automatického vypnutí po 30 minutách nečinnosti
Bezpečnostní standardy	IEC 61010-1: Žádný Cat, stupeň znečištění 2
Elektromagnetická kompatibilita	Splňuje požadavky normy EN61326-1:2006
C Tick	IEC/EN 61326-1
US FCC	CFR 47, část 15, třída B
Vibrace	0,03 g ² /Hz (3,8 g), IEC 68-2-6
Náraz	25 g, IEC 68-2-29
Pád	2 metry (6,5 stopy) se standardním objektivem
Rozměry (V x Š x D)	27,7 cm x 12,2 cm x 17,0 cm (10,9" x 4,8" x 6,7")
Hmotnost (včetně baterie)	1,05 kg (2,3 lb)
Krytí	IP54 (chráněné proti prachu, omezené krytí; ochrana proti stříkající vodě ze všech směrů)
Záruka	Dva roky (standardně)
Doporučený kalibrační cyklus	Dva roky (při předpokládaném normálním provozu a normálním stárnutí)
Podporované jazyky	Čeština, čínština (tradiční), čínština (zjednodušená), angličtina, finština, francouzština, italština, japonština, korejština, němčina, polština, portugálština, ruština, španělština, švédština, turečtina

Příloha 2: Metoda váženého součtu - WSA

Vytvoření normalizované kritériální matice $R = (r_{ij})$, které jsou získány z kritériální matice

$Y = (y_{ij})$ získané z tabulky 1 prostřednictvím vzorce

$$r_{ij} = \frac{Y_{ij} - D_j}{H_j - D_j}, \quad (1)$$

kde D_j minimální hodnota kritéria j-tého sloupce,

H_j maximální hodnota kritéria j-tého sloupce.

Tabulka 1: Výchozí kritériální matice Y

Varianta [prahová úroveň]		Kritéria				
		Pozitivní zjištění	Citlivost	Specificita	PV+	PV-
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅
37,5°C	V ₁	51,9	58,3	70,5	68	61,1
38°C	V ₂	37	50,8	81,7	61,9	73,9
38,5°C	V ₃	23,5	70,4	63,6	37,3	87,5

V tabulce 2 jsou uvedeny normalizované hodnoty.

Tabulka 2: Normalizovaná matice R

Varianta	Kritéria				
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅
V ₁	1,00	0,38	0,38	1,00	0,00
V ₂	0,48	0,00	1,00	0,80	0,48
V ₃	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00

Metodou párového srovnání bude získán normovaný vektor vah kritérií. V tabulce 3 jsou zjištěny preference kritérií a pořadí kritérií, které budou dále aplikovány.

Tabulka 3: Preference kritérií

Kritérium	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	Počet preferencí	Pořadí
K ₁	-	1	1	1	1	4	1
K ₂	-	-	3	2	2	2	3
K ₃	-	-	-	3	3	3	2
K ₄	-	-	-	-	5	0	5
K ₅	-	-	-	-	-	1	4

Na základě následujících vztahů a tabulky 3 jsou v tabulce 4 uvedeny hodnoty normovaného vektoru:

$$k_i = n + 1 - p_i \quad (2)$$

kde k_i nenormovaná váha i -tého kritéria,
 n je počet kritérií,
 p_i pořadí i -tého kritéria preferenčního uspořádání,

$$v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i} \quad (3)$$

Tabulka 4: Normování vah kritérií na základě vztahů

Vztah	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅
k_i	5	3	4	1	2
p_i	1	3	2	5	4
v_i	0,33	0,20	0,27	0,07	0,13

Z hodnot uvedených v tabulce 4 je určen vektor V , a to $v = (0,33; 0,2; 0,27; 0,07; 0,13)$
a hodnoty v tabulce 5 jsou určeny na základě vztahu:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j \cdot r_{ij} \quad (4)$$

Tabulka 5: Maximální hodnota varianty

Varianta	Kritéria					Celkem
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	
V ₁	0,33	0,08	0,10	0,07	0,00	0,58
V ₂	0,16	0,00	0,27	0,05	0,06	0,54
V ₃	0,00	0,20	0,00	0,00	0,13	0,33

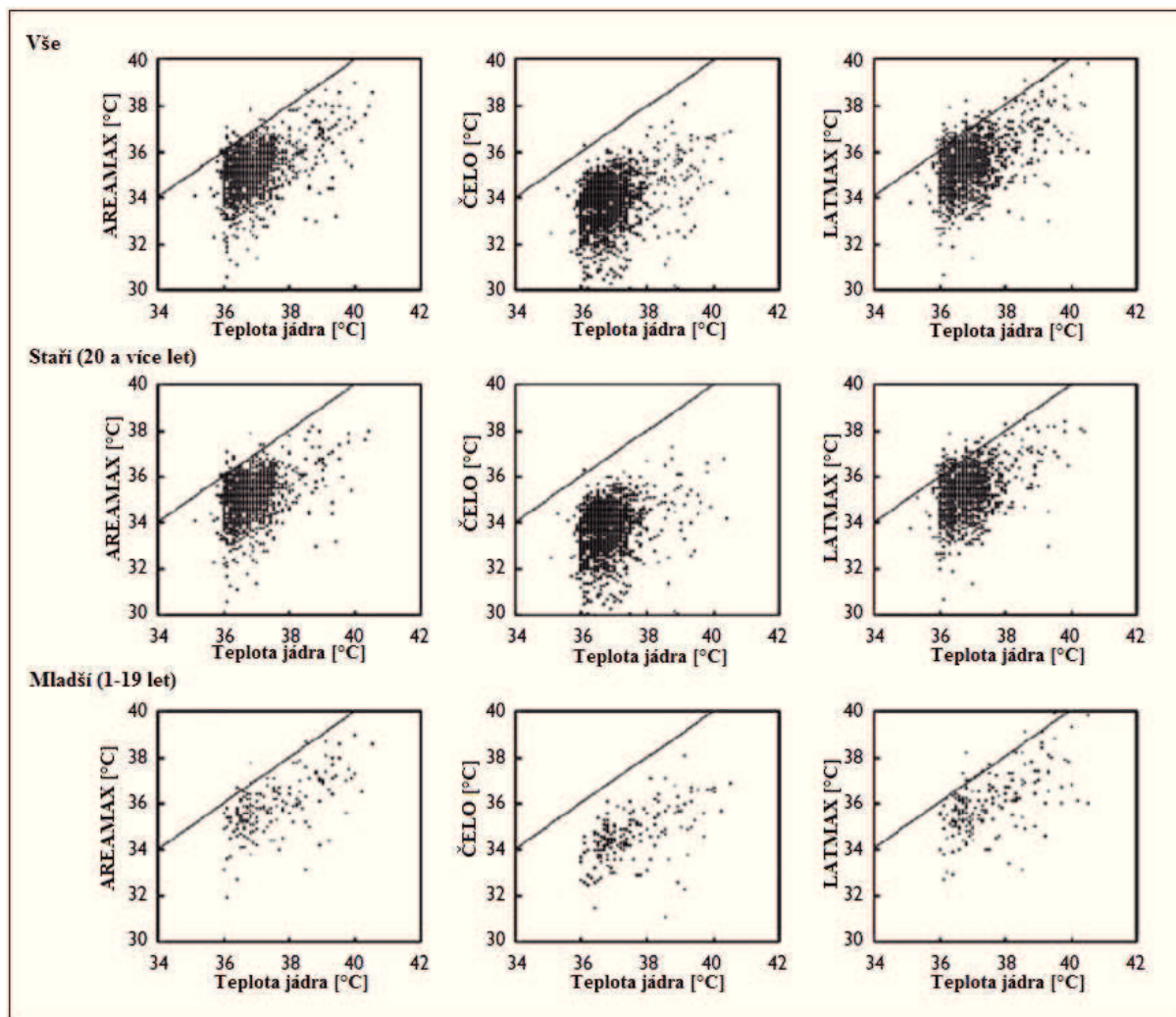
Kombinací metody váženého součtu - WSA a párového porovnání vyšla jako nejvhodnější první varianta - prahová úroveň 37,5%.

Příloha 3: Výsledky studie pro měření termovizí zaměřenou na obličej a bok hlavy

Tabulka 1: Výsledné hodnoty studie zahrnující průměrnou teplotu jádra a hodnot získané termovizí z čela, AREAMAX a LATMAX [7]

Skupina	Podskupina	Průměrný věk [rok]	Počet subjektů	Teplota jádra [°C]	AREAMAX		Čelo		LATMAX	
					Průměrná teplota [°C]	Korelační koeficient r teploty jádra	Průměrná teplota [°C]	Korelační koeficient r teploty jádra	Průměrná teplota [°C]	Korelační koeficient r teploty jádra
Celkem		45,8	1 517	36,9	35,2	0,434	33,8	0,361	35,4	0,440
Věk podskupiny	1-2	1,4	20	37,7	36,2	0,628	34,7	0,584	36,3	0,567
	3-6	4,2	55	37,7	35,9	0,561	34,6	0,433	36,1	0,567
	7-10	8,5	47	37,4	35,9	0,606	34,6	0,720	35,9	0,581
	11-19	15,5	73	37,1	35,6	0,646	34,5	0,658	35,8	0,594
	20-29	25,1	200	36,8	35,2	0,350	34,1	0,292	35,8	0,390
	30-39	31,9	253	36,9	35,2	0,230	33,9	0,199	35,4	0,252
	40-49	44,6	217	36,8	35,3	0,355	33,8	0,277	35,5	0,367
	50-65	56,2	281	36,8	35,1	0,281	33,6	0,291	35,3	0,333
66-100	76,4	371	36,8	35,1	0,422	33,3	0,283	35,3	0,418	
Pohlaví	Muž	45,3	747	36,9	35,3	0,410	33,9	0,384	35,5	0,410
	Žena	46,2	770	36,9	35,2	0,286	33,7	0,252	35,4	0,274
Febrilní stav	Horečka	31,1	111	38,8	36,5	0,328	34,9	0,224	36,7	0,391
	Bez horečky	47,0	1 400	36,7	35,1	0,273	33,7	0,241	35,3	0,265

Pozn.: AREAMAX: maximální teplota obličeje, LATMAX: maximální teplota boku hlavy. Hranice horečky je teplota 38°C.

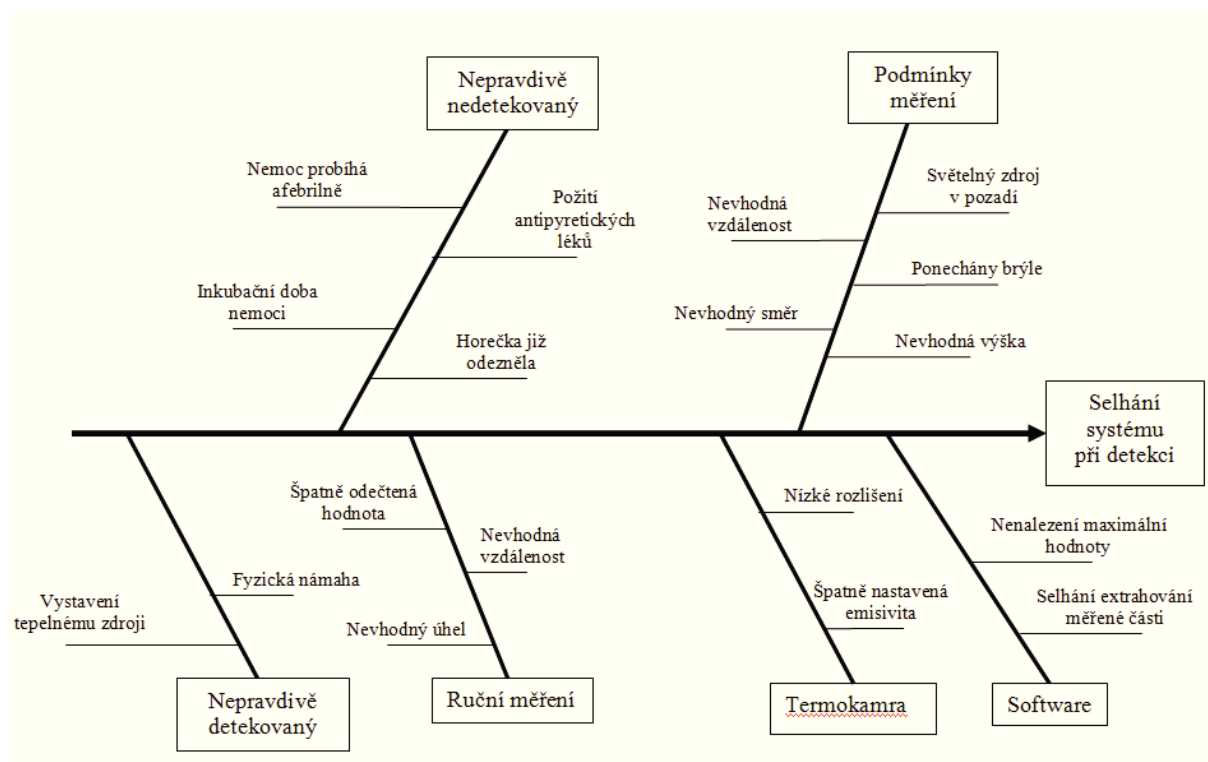


Obrázek1: Bodový graf závislosti IR termografie a referenční teploty všech vzorků: vše, mladí, staří [7].

Referenční přímka představuje lineární závislost.

Příloha 4: Provedení analýzy systému detekce

Prvně byla provedena identifikace vlivů vedoucích k selhání systému při detekci febrilních osob. K identifikaci byl použit Ishikawův diagram, při kterém byl jako hlavní následek vlivů zvolen: "selhání systému při detekci". Grafické provedení diagramu je na obrázku 1. Identifikované vlivy byly použity jako vstupní údaje pro modifikovanou metodu FMEA.



Obrázek 1: Ishikawův diagram.

Účelem modifikované metody FMEA je zjistit nejvýznamnější vlivy, které mohou způsobit selhání systému detekce febrilních cestujících. Vlivy jsou hodnoceny na základě třech parametrů a to:

P - pravděpodobnost výskytu vlivu:

- 1 - vysoce nepravděpodobné,
- 2 - velice nepravděpodobné (zřídka),

- 3 - spíše nepravděpodobné (nahodilé),
- 4 - pravděpodobné (reálné riziko),
- 5 - velmi pravděpodobné (často),
- 6 - trvalé.

N - konečný výsledek měření:

- 1 - neovlivní výsledek měření,
- 2 - tolerovatelný vliv na výsledek měření,
- 3 - nepříznivý vliv na výsledek měření,
- 4 - znehodnocení výsledku měření,
- 5 - měření nelze provést,

H - odhalitelnost působení vlivu na výsledek měření:

- 1 - před měřením,
- 2 - při měření,
- 3 - okamžitě po měření,
- 4 - v rámci odbavení cestujícího,
- 5 - během dne,
- 6 - obtížně odhalitelné.

Tyto parametry budou dosazeny do vzorce:

$$R = P \cdot N \cdot H , \tag{1}$$

podle jehož výsledku dojde k sestupnému seřazení vlivů. Provedení modifikované analýzy FMEA je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1: Hodnocení vlivů modifikovanou metodou FMEA

i	Identifikace nebezpečí	P	N	H	R	Současný stav	P	N	H	R		Kontrola	Příčina	Následky	
1	Nevhodné podmínky měření při automatické detekci	Nevhodná vzdálenost	4	3	1	12	Vyznačení pozice	4	3	1	12		Vizuálně obsluhou	Nedodržení instrukcí	Zvýšení nejistoty měření
2		Výrazný světelný zdroj v pozadí	3	4	2	24	Školení obsluhy	3	4	1	12	Odstranění světelného zdroje nebo jeho odstínění.	Vizuálně obsluhou	Výskyt světelného zdroje	Zvýšení nejistoty měření
3		Ponechány brýle	2	5	1	10	Instruktaž cestujícího	2	5	1	10		Vizuálně obsluhou	Nedodržení instrukcí	Znemožnění měření
4		Nevhodná výška	3	2	2	12	Školení obsluhy	3	2	2	12		Vizuálně obsluhou	Nedodržení instrukcí	Zvýšení nejistoty měření
5		Nevhodný směr	3	3	2	18	Instruktaž cestujícího	3	3	2	18		Vizuálně obsluhou	Nedodržení instrukcí	Zvýšení nejistoty měření
6	Termokamera	Nízké rozlišení	2	3	2	12	Nastavení systému	2	3	2	12		Servisním technikem	Špatná volba kamery	Zvýšení nejistoty měření
7		Špatně nastavená emisivita	2	3	3	18	Nastavení systému	2	3	3	18		Servisním technikem	Nedodržení postupů	Zvýšení nejistoty měření
8	Software	Selhání extrahování měřené části	3	4	2	24	Údržba softwaru	2	4	2	16	Využití ručního měření, vylepšení softwaru.	Servisním technikem	Chyba softwaru, špatné provedení měření	Nemožnost automatické detekce
9		Nenalezení maximální hodnoty	2	4	2	16	Údržba softwaru	2	4	2	16		Obsluha	Chyba softwaru, špatné provedení měření	Nedojde k automatickému stanovení maximální hodnoty

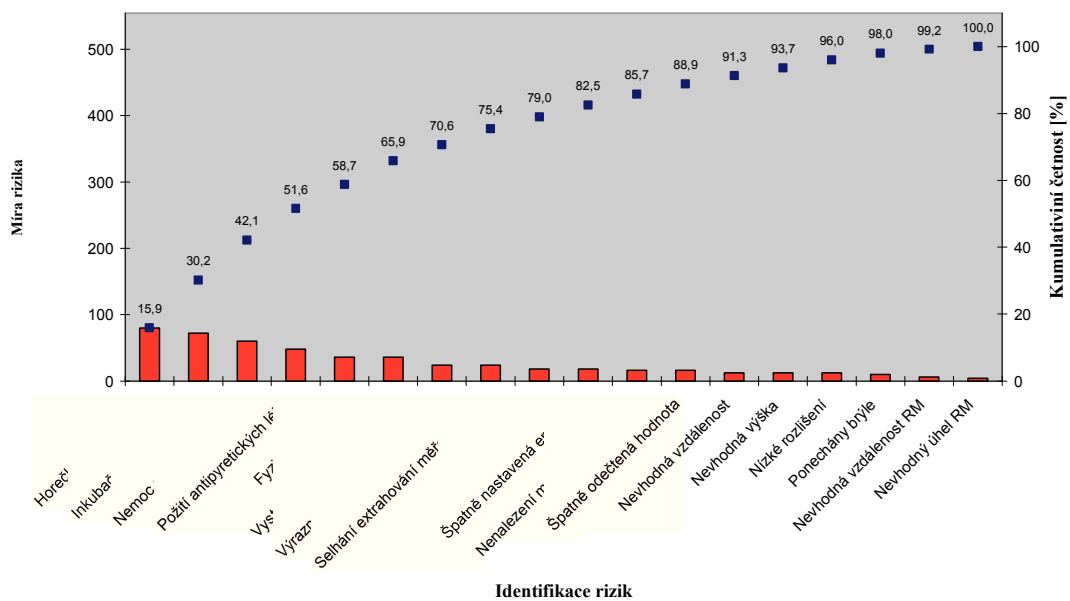
10	Ruční měření	Nevhodná vzdálenost	3	2	1	6	Vyznačení pozice	3	2	1	6		Vizuálně obsluhou	Nedodržení instrukcí	Zvýšení nejistoty měření
11		Nevhodný úhel	2	2	1	4	Instruktaž cestujícího	2	2	1	4		Vizuálně obsluhou	Nedodržení instrukcí	Zvýšení nejistoty měření
12		Špatně odečtená hodnota	2	4	2	16	Školení obsluhy	2	4	2	16		Vizuálně obsluhou	Nedodržení instrukcí	Stanovení špatné hodnoty
13	Nepravdivě nedetekovaný	Požítí antipyretických léků	4	3	4	48	Není detekovatelné	4	3	1	12	Selekce cestujících před nebo během měření.	Bez kontroly	Potlačení horečky	Není možno detekovat
14		Horečka již odezněla	4	4	5	80	Není detekovatelné	4	4	1	16	Selekce cestujících před nebo během měření.	Bez kontroly	Pokročilý průběh nemoci	Není možno detekovat
15		Nemoc probíhá afebrilně	2	5	6	60	Není detekovatelné	4	4	1	16	Selekce cestujících před nebo během měření.	Bez kontroly	Tělo na nemoc nereaguje horečkou	Není možno detekovat
16		Inkubační doba nemoci	4	3	6	72	Není detekovatelné	4	3	1	12	Selekce cestujících před nebo během měření.	Bez kontroly	Počáteční fáze průběhu nemoci	Není možno detekovat
17	Nepravdivě detekovaný	Fyzická námaha	3	3	4	36	Čas než dojde k detekci	2	3	3	18	Instruktaž cestujícího, školení obsluhy.	Bez kontroly	Nadměrná fyzická zátěž	Nesprávná detekce
18		Vystavení tepelnému zdroji	3	3	4	36	Čas než dojde k detekci	2	3	3	18	Instruktaž cestujícího, školení obsluhy.	Bez kontroly	Vystavení tepelnému zdroji	Nesprávná detekce

Nejvýznamnějšími vlivy podle modifikované metody FMEA jsou uvedeny v tabulce 2 a na obrázku 2 je zobrazen Paretův princip 70 ku 30.

Tabulka 2: Nejvýznamnější vlivy na selhání detekce

Vliv	R
Horečka již odezněla	80
Inkubační doba nemoci	72
Nemoc probíhá afebrilně	60
Požítí antipyretických léků	48
Fyzická námaha	36
Vystavení tepelnému zdroji	36
Výrazný světelný zdroj v pozadí	24
Selhání extrahování měřené části	24
Nevhodný směr	18
Špatně nastavená emisivita	18
Nenalezení maximální hodnoty	16
Špatně odečtená hodnota	16
Nevhodná vzdálenost	12
Nevhodná výška	12
Nízké rozlišení	12
Ponechány brýle	10
Nevhodná vzdálenost RM	6
Nevhodný úhel RM	4

Paretův princip 70 ku 30



Obrázek 2: Paretův princip 70 ku 30.