

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

**Využití IR termodiagnostického měření pro diagnostiku
zařízení pro úpravu a zpracování vápence**

Use of IR Thermodiagnostic Measuring for Diagnostics of
Limestone Treatment and processing Equipment

Student:

Vojtěch Kelnar

Osobní číslo

KEL0036

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Blata, Ph.D.

Ostrava 2020

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **Vojtěch Kelnar**
Studijní program: B2341 Strojirenství
Studijní obor: 2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování
Téma: **Využití IR termodiagnostického měření pro diagnostiku zařízení pro
úpravu a zpracování vápence**
**Use of IR Thermodiagnostic Measuring for Diagnostics of Limestone
Treatment and Processing Equipment**
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

V rámci bakalářské práce se zabývejte možnostmi diagnostických měření na dopravních pásech. Pro měření použijte vhodné metody technické diagnostiky se zaměřením na IR termodiagnostiku, případně využijte jiné vhodné metody technické diagnostiky. Proveďte provozní měření, získaná data analyzujte a proveďte jejich vyhodnocení.

V rámci zadání zpracujte:

1. Rešerši a analýzu dané problematiky.
2. Ideově technický návrh řešení dané problematiky.
3. Zpracujte aplikaci na daný objekt.
4. Proveďte konkrétní vyhodnocení.

Podrobnější specifikaci zadání nebo jeho úpravy provede vedoucí práce.

Rozsah práce min. 35 stran textu.

Seznam doporučené odborné literatury:

HELEBRANT, F. – MONI, V. – BLATA, J.: *Termografie*. Studijní podklady, Ostrava 2010, 69 s.

BLATA, J. – Juraszek, J. *Metody technické diagnostiky, teorie a praxe. Metody diagnostyki technicznej, teoria i praktyka*. Ostrava: REPRONIS, s.r.o., 2013, 133 stran, ISBN 978-80-248-2997-5

LYSENKO, V.: *Detektory pro bezdotykové měření teplot*. BEN – technická literatura, Praha 2005, 1. vydání, 160s., ISBN 80-7300-180-2

HRADECKÝ, F., VLK, M. *Tribotechnika*. 1. vydání, Praha: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury, 1984. 297 s.

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

ČSN 20 0065 *Metody měření a hodnocení mechanického kmitání - Mezní hodnoty kmitání*. Praha: Český normalizační institut, červen 1992. 16 s.

Interní podkladové materiály

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Blata, Ph.D.**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020



doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 18. května 2020


.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18. května 2020



.....

podpis studenta

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KELNAR, V. Využití IR termodiagnostického měření pro diagnostiku zařízení pro úpravu a zpracování vápence: bakalářská práce. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2020, počet stran 161. Vedoucí práce: Ing. Jan Blata, Ph.D.

Tato bakalářská práce se věnuje možnosti využití termodiagnostického měření ke stanovení technického stavu pásových dopravníků ve vápencovém lomu. Teoretická část se zabývá stručným popisem těžby vápence, využití dopravníků při této činnosti, popisem hlavních částí pásových dopravníků a termodiagnostikou se zaměřením na termografii. Praktická část je zaměřena na provedení a vyhodnocení termografického měření pásového dopravníku, jsou zde uvedena i doporučení pro nápravu zjištěných závad.

Klíčová slova: termodiagnostika, termografie, pásové dopravníky, zpracování vápence

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

KELNAR, V. Use of IR Thermodiagnostic Measuring for Diagnostics of Limestone Treatment and processing Equipment: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2020, number of pages 161. Thesis supervisor: Ing. Jan Blata, Ph.D.

This bachelor's thesis deals with the possibility of using thermodiagnostic measurement to determine the technical condition of belt conveyors in a limestone quarry. The theoretical part deals with a brief description of limestone mining, the use of conveyors in this activity, a description of the main parts of belt conveyors and thermodiagnosics with a focus on thermography. The practical part is focused on the implementation and evaluation of thermographic measurement of the belt conveyors, there are also recommendations for the correction of detected defects.

Keywords: thermodiagnosics, thermography, belt conveyors, limestone processing

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ	9
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	10
SEZNAM TABULEK.....	14
ÚVOD.....	17
1 VŠEOBECNÉ INFORMACE O ZPRACOVÁNÍ VÁPENCE.....	18
1.1 VYUŽITÍ VÁPENCE	18
1.2 TĚŽBA VÁPENCE	19
1.3 ZPRACOVÁNÍ VÁPENCE	20
1.4 ZAŘÍZENÍ PRO PŘEPRAVU VÁPENCE.....	21
2 DOPRAVNÍKY	22
2.1 PÁSOVÉ DOPRAVNÍKY.....	23
2.1.1 <i>Hlavní části pásového dopravníku.....</i>	<i>24</i>
2.1.1.1 Dopravní pás	25
2.1.1.2 Válečky.....	26
2.1.1.3 Válečkové stolice	28
2.1.1.4 Bubny pásových dopravníků	29
.....	30
2.1.1.5 Pohon pásového dopravníku	30
3 TERMODIAGNOSTIKA	32
3.1 ÚVOD.....	32
3.2 TEPLOTA	33
3.3 MĚŘENÍ TEPLoty	34
3.4 DOTYKOVÉ MĚŘENÍ TEPLoty.....	35
3.5 BEZDOTYKOVÉ MĚŘENÍ TEPLoty.....	36
3.5.1 <i>Pyrometry.....</i>	<i>37</i>
3.5.2 <i>Systémy snímání teplotních polí.....</i>	<i>37</i>
3.6 TERMOGRAFIE	39
3.6.1 <i>Termovize s opticko-mechanickým rozkladem obrazu</i>	<i>39</i>
3.6.2 <i>Termovize s elektronickým rozkladem obrazu.....</i>	<i>39</i>
3.6.3 <i>Vlivy na přesnost měření termografickou kamerou</i>	<i>41</i>
3.6.4 <i>Způsoby termografického měření</i>	<i>43</i>
4 ZÍSKÁNÍ, ZPRACOVÁNÍ A VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH DAT	44
4.1 CHARAKTERISTIKA PRACOVIŠTĚ – LB CEMIX, S.R.O. KOTOUČ VE ŠTRAMBERKU	44
4.2 POUŽITÉ METODY TECHNICKÉ DIAGNOSTIKY	45

4.3	POUŽITÉ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE	47
4.4	POSTUP MĚŘENÍ A KLASIFIKACE ZÁVAD	49
4.5	ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÍ	51
4.5.1	<i>Pásový dopravník pod drtičem – Linka A</i>	51
4.5.2	<i>Pásový dopravník pod drtičem – Linka B</i>	55
4.5.3	<i>Pásový dopravník MS14A – Třídírna</i>	59
4.5.4	<i>Pásový dopravník 1.4 – Slinková síla</i>	61
4.5.5	<i>Rebrošův pás 606 – Slinková síla</i>	74
4.5.6	<i>Šikmý pás 605 – Slinková síla</i>	75
4.5.7	<i>Šikmý pás 6121 – Sušárna – Kulový mlýn</i>	77
4.5.8	<i>Šupinový pás</i>	92
4.5.9	<i>Pásový dopravník 201</i>	95
4.5.10	<i>Pásový dopravník 205</i>	120
4.5.11	<i>Pásový dopravník 215</i>	128
4.5.12	<i>Pásový dopravník 238</i>	137
4.5.13	<i>Pásový dopravník 241</i>	150
4.6	ZHODNOCENÍ TERMOGRAFICKÉHO MĚŘENÍ A DOPORUČENÍ	154
ZÁVĚR		155
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		156

Seznam použitých značek a symbolů

°	Úhlový stupeň
Δt	Rozdíl teplot
m^3	Metr krychlový
$m \cdot s^{-1}$	Rychlost
K	Kelvin
°C	Stupeň Celsia
ε	Emisivita
μ	Mikro
μm	Mikrometr
m	Metr
mm	Milimetr
mK	Milikelvin
Mpx	Megapixel
mRad	Miliradián
IR	Infrared (infračervený)
IFOV	Instantaneous field of view (okamžité zorné pole)
CCD	Charge Coupled Device (zařízení s vázanými náboji)
FPA	Focal Plane Array (Detektor s ohniskovým polem)
SI	Système International
VDG	Van der Graaf

Seznam obrázků

OBR. 1 VÁPENEC JAKO STAVEBNÍ MATERIÁL [46]	18
OBR. 2 NEHAŠENÉ VÁPNO [45]	18
OBR. 3 POVRCHOVÁ TĚŽBA VÁPENCE [24]	19
OBR. 4 PODPOVRCHOVÁ TĚŽBA VÁPENCE [37]	19
OBR. 5 SCHÉMA ZPRACOVÁNÍ VÁPENCE [34]	20
OBR. 6 KULOVÝ MLÝN NA ZPRACOVÁNÍ VÁPENCE [24]	20
OBR. 7 PÁSOVÝ DOPRAVNÍK [36]	21
OBR. 8 DAMPR S PEVNÝM RÁMEM [24]	21
OBR. 9 NAKLÁDÁNÍ VÁPENCOVÉ SUTĚ DO VAGONŮ [24]	21
OBR. 10 ŠNEKOVÝ DOPRAVNÍK S NÁSYPKOU [27]	22
OBR. 11 KOREČKOVÝ ELEVÁTOR [26]	22
OBR. 12 SCHÉMA PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [2]	24
OBR. 13 ŘEZ OCELOKORDOVÝM PÁSEM [29]	25
OBR. 14 ŘEZ PRYŽOTEXTILNÍM PÁSEM [30]	25
OBR. 15 SPOJENÍ DOPRAVNÍHO PÁSU MECHANICKÝMI SPOJKAMI [28]	25
OBR. 16 HLAVNÍ PRVKY DOPRAVNÍKOVÉHO VÁLEČKU [41]	26
OBR. 17 VÁLEČEK S PEVNOU OSOU [43]	27
OBR. 18 VÁLEČEK BEZ HRÍDELE [42]	27
OBR. 19 VÁLEČKOVÉ STOLICE [43]	28
OBR. 20 NOSNÉ VÁLEČKOVÉ STOLICE [44]	28
OBR. 21 TVAROVACÍ VÁLEČKOVÁ STOLICE [44]	29
OBR. 22 DRÁŽKOVANÝ BUBEN PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [47]	30
OBR. 23 BUBEN OBLOŽENÝ KERAMICKÝMI DESTIČKAMI [48]	30
OBR. 24 SCHÉMA ELEKTROMOTORU S PŘEVODOVOU SKŘÍŇÍ [2]	30
OBR. 25 BUBNOVÝ ELEKTROPOHON VDG [49]	31
OBR. 26 DOPRAVNÍK POHÁNĚNÝ SPALOVACÍM MOTOREM [50]	31
OBR. 27 DOPRAVNÍK S HYDRAULICKÝM POHONEM [51]	31
OBR. 28 TERMODIAGNOSTIKA V PRŮMYSLU [25]	32
OBR. 29 MĚŘENÍ TEPLoty VE ZDRAVOTNICTVÍ [4]	32
OBR. 30 OBRÁZEK TEPLOTNÍCH STUPNIC [8]	33
OBR. 31 APLIKACE TEPLOVODIVÉ PASTY [60]	34
OBR. 32 DOTYKOVÉ TEPLOMĚRY [40]	35
OBR. 33 MĚŘENÍ TEPLoty V SILIKÁTOVÉM PRŮMYSLU [10]	36
OBR. 34 ELEKTROMAGNETICKÉ SPEKTRUM [15]	36
OBR. 35 OPTICKÝ JASOVÝ PYROMETR [13]	37
OBR. 36 RUČNÍ RADIČNÍ PYROMETR [12]	37
OBR. 37 INFRAČERVENÁ FOTOGRAFIE [14]	38

OBR. 38 KAPESNÍ TERMOKAMERA FLUKE PTi 120 [17]	39
OBR. 39 PŘÍKLAD BAREVNÉHO TERMOGRAMU [18].....	40
OBR. 40 PŘÍKLAD ČERNOBÍLÉHO TERMOGRAMU [19]	40
OBR. 41 REÁLNÉ ČERNÉ TĚLESO [20].....	41
OBR. 42 PŘÍKLAD NASTAVENÍ PARAMETRŮ MĚŘENÍ U TERMOKAMERY [21]	42
OBR. 43 VÝROBNÍ ZÁVOD KOTOUČ VE ŠTRAMBERKU [24]	44
OBR. 44 PÁSOVÝ DOPRAVNÍK PRO PŘEPRAVU VÁPENCE [AUTOR]	46
OBR. 45 OBTÍŽNĚ PŘÍSTUPNÉ VÁLEČKY PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	46
OBR. 46 TERMOKAMERA FLUKE T132 [32]	47
OBR. 47 TEPLOMĚR FLUKE T3000 FC [33]	48
OBR. 48 ANEMOMETR SCHILTKNECHT [38]	48
OBR. 49 DIGITÁLNÍ VLHKOMĚR [39].....	48
OBR. 50 PŘÍKLAD ELEKTROMOTORU SPADAJÍCÍHO DO KATEGORIE I. VÝBORNÝ STAV [AUTOR]	49
OBR. 51 PŘÍKLAD LOŽISKA VE ZHORŠENÉM STAVU [AUTOR]	50
OBR. 52 PŘÍKLAD NOSNÉ STOLICE S HLADKÝM VÁLEČKEM V NEUSPOKOJIVÉM STAVU [AUTOR]	50
OBR. 53 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU POHONU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU POD DRTIČEM – LINKA A [AUTOR]	51
OBR. 54 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	52
OBR. 55 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	53
OBR. 56 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	54
OBR. 57 TERMOGRAM POHONU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU POD DRTIČEM – LINKA B [AUTOR].....	55
OBR. 58 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	56
OBR. 59 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	57
OBR. 60 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	58
OBR. 61 TERMOGRAM PŘEVODOVÉ SKŘÍŇE A ELEKTROMOTORU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU MS14A [AUTOR].....	59
OBR. 62 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	60
OBR. 63 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	61
OBR. 64 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	62
OBR. 65 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	63
OBR. 66 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	64
OBR. 67 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	65
OBR. 68 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	66
OBR. 69 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	67
OBR. 70 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	68
OBR. 71 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	69
OBR. 72 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	70
OBR. 73 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	71
OBR. 74 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	72
OBR. 75 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	73
OBR. 76 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	74

OBR. 77 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	75
OBR. 78 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	76
OBR. 79 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	77
OBR. 80 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	78
OBR. 81 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	79
OBR. 82 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	80
OBR. 83 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	81
OBR. 84 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	82
OBR. 85 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	83
OBR. 86 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	84
OBR. 87 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	85
OBR. 88 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	86
OBR. 89 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	87
OBR. 90 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	88
OBR. 91 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	89
OBR. 92 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	90
OBR. 93 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	91
OBR. 94 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU POHONU ŠUPINOVEHO PÁSU [AUTOR]	92
OBR. 95 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU PŘEVODOVÉ SKŘÍNĚ [AUTOR].....	93
OBR. 96 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU PŘEVODOVÉ SKŘÍNĚ [AUTOR].....	94
OBR. 97 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU POHONU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU 201 [AUTOR].....	95
OBR. 98 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKŮ PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	96
OBR. 99 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	97
OBR. 100 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	98
OBR. 101 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	99
OBR. 102 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	100
OBR. 103 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	101
OBR. 104 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	102
OBR. 105 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	103
OBR. 106 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	104
OBR. 107 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	105
OBR. 108 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	106
OBR. 109 SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR].....	107
OBR. 110 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	108
OBR. 111 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	109
OBR. 112 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	110
OBR. 113 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	111
OBR. 114 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	112
OBR. 115 TERMOGRAM A SNÍMEK VE VIDITELNÉM SPEKTRU VÁLEČKU PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU [AUTOR]	113

Seznam tabulek

TABULKA 1 TABULKA EMISIVITY PRO BĚŽNÉ MATERIÁLY [22]	41
TABULKA 2 TECHNICKÉ PARAMETRY TERMOKAMERY FLUKE T132 [31]	47
TABULKA 3 TABULKA KATEGORIÍ TECHNICKÉHO STAVU STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ	49
TABULKA 4 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ.....	51
TABULKA 5 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ.....	52
TABULKA 6 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ.....	53
TABULKA 7 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ.....	54
TABULKA 8 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ.....	55
TABULKA 9 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ.....	56
TABULKA 10 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	57
TABULKA 11 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	58
TABULKA 12 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	59
TABULKA 13 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	60
TABULKA 14 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	61
TABULKA 15 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	62
TABULKA 16 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	63
TABULKA 17 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	64
TABULKA 18 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	65
TABULKA 19 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	66
TABULKA 20 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	67
TABULKA 21 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	68
TABULKA 22 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	69
TABULKA 23 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	70
TABULKA 24 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	71
TABULKA 25 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	72
TABULKA 26 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	73
TABULKA 27 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	74
TABULKA 28 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	75
TABULKA 29 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	76
TABULKA 30 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	77
TABULKA 31 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	78
TABULKA 32 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	79
TABULKA 33 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	80
TABULKA 34 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	81
TABULKA 35 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	82
TABULKA 36 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	83
TABULKA 37 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	84

TABULKA 38 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	85
TABULKA 39 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	86
TABULKA 40 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	87
TABULKA 41 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	88
TABULKA 42 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	89
TABULKA 43 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	90
TABULKA 44 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	91
TABULKA 45 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	92
TABULKA 46 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	93
TABULKA 47 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	94
TABULKA 48 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	95
TABULKA 49 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	96
TABULKA 50 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	97
TABULKA 51 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	98
TABULKA 52 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	99
TABULKA 53 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	100
TABULKA 54 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	101
TABULKA 55 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	102
TABULKA 56 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	103
TABULKA 57 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	104
TABULKA 58 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	105
TABULKA 59 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	106
TABULKA 60 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	107
TABULKA 61 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	108
TABULKA 62 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	109
TABULKA 63 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	110
TABULKA 64 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	111
TABULKA 65 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	112
TABULKA 66 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	113
TABULKA 67 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	114
TABULKA 68 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	115
TABULKA 69 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	116
TABULKA 70 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	117
TABULKA 71 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	118
TABULKA 72 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	119
TABULKA 73 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	120
TABULKA 74 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	121
TABULKA 75 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	122
TABULKA 76 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	123

TABULKA 77 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	124
TABULKA 78 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	125
TABULKA 79 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	126
TABULKA 80 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	127
TABULKA 81 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	128
TABULKA 82 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	129
TABULKA 83 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	130
TABULKA 84 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	131
TABULKA 85 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	132
TABULKA 86 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	133
TABULKA 87 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	134
TABULKA 88 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	135
TABULKA 89 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	136
TABULKA 90 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	137
TABULKA 91 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	138
TABULKA 92 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	139
TABULKA 93 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	140
TABULKA 94 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	141
TABULKA 95 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	142
TABULKA 96 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	143
TABULKA 97 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	144
TABULKA 98 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	145
TABULKA 99 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	146
TABULKA 100 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	147
TABULKA 101 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	148
TABULKA 102 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	149
TABULKA 103 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	150
TABULKA 104 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	151
TABULKA 105 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	152
TABULKA 106 PODROBNÉ INFORMACE O MĚŘENÍ	153

Úvod

Tématem této bakalářské práce je možnost využití termodiagnostického měření ke stanovení technického stavu pásových dopravníků ve vápencovém lomu.

V úvodních kapitolách teoretické části se pro sjednocení informací krátce zmiňuji o těžbě vápence a využití dopravníků při této činnosti. Následuje objasnění principu funkce dopravníků a vysvětlení, proč jsou to jedny z nejrozšířenějších dopravních zařízení, využívaných ke kontinuální dopravě sypkého i kusovitého materiálu v oblasti těžebního a zpracovatelského průmyslu. Také zde popíšu hlavní komponenty pásového dopravníku, na které se při diagnostice budu zaměřovat. Dále je teoretická část zaměřena především na termodiagnostiku a témata s ní spojená, zejména však na termografii, která je použita pro diagnostiku pásového dopravníku.

Jak jsem již naznačil, poslední kapitola této bakalářské práce se zabývá provedením, zpracováním a vyhodnocením praktického měření na pásových dopravnících ve vápencovém lomu ve Štramberku. Před samotným měřením zde uvádím pár informací o místě, kde měření probíhá, metody technické diagnostiky, které k provedení měření můžeme použít a zařízení, bez kterých se při měření neobejdeme.

Cílem termografického měření bylo najít závady a teplotní abnormality na hlavních částech pásových dopravníků, zaznamenat je, provést konkrétní vyhodnocení pro jednotlivé závady a také navrhnout řešení, pro následnou nápravu zjištěných závad.

1 Všeobecné informace o zpracování vápence

Tato kapitola je zpracována dle zdrojů [7, 24, 55, 56, 57]

1.1 Využití vápence

Vápenec je člověkem využíván pro nejrůznější účely již od doby kamenné. Hraje klíčovou roli ve stavebním průmyslu, nejen díky široké škále možností jeho použití jako stavební a dekorační materiál, ale taky proto, že je to jedna z hlavních složek při výrobě cementu a vápna.

Jedny z největších staveb lidstva, jako jsou Pyramidy v Gíze, nebo Velká čínská zeď, byly postaveny za použití Vápence.

Dále je vápenec také důležitou surovinou v procesu zpracování železné rudy, je přidáván do vysokých pecí společně s koksem a železnou rudou, kde na sebe váže nečistoty obsažené v železné rudě.

V neposlední řadě se používá i pro výrobu pitné vody, odsiřování emisí vznikajících při spalování sirnatých paliv, čištění a neutralizaci odpadních a průmyslových vod, likvidaci biologického odpadu, výrobu hnojiv a mnoho dalšího.



Obr. 1 Vápenec jako stavební materiál [46]



Obr. 2 Nehašené vápno [45]

1.2 Těžba vápence

Většina vápence se vytěží v povrchových dolech etážovým způsobem těžby, občas je ale po zohlednění ekonomických a enviromentálních aspektů zvolena podpvrchová těžba.

Mezi základní prvky povrchové těžby patří odstraňování půdy pokrývající ložisko, navrtávání a odstřel skály, přeprava uvolněného materiálu do drtírny a jeho další zpracování. Volba vhodného vybavení pro povrchovou těžbu vápence se liší podle konkrétních požadavků pro každou operaci, mezi něž patří požadovaný objem produkce, velikost a reliéf ložiska, přepravní vzdálenosti a předpokládaná životnost dané operace. Mezi další faktory, se kterými musíme počítat při povrchové těžbě patří hodnota konečného produktu, umístění ložiska vzhledem ke konkurenčním operacím a případné enviromentální a bezpečnostní rizika spojené s konkrétním ložiskem.

Podpvrchová těžba vápence je ekonomicky i časově náročnější i přesto je ale tato metoda používána. Lze ji uplatnit například v oblastech, kde by bylo velice obtížné, či nemožné odstranit povrchovou vrstvu materiálu překrývající ložisko, nebo pokud je v dané lokalitě na trhu zájem pouze o kvalitnější surovinu, lze tímto způsobem přeskočit svrchní vrstvy méně kvalitního materiálu a těžít rovnou žádanou surovinu hluboko v ložisku.



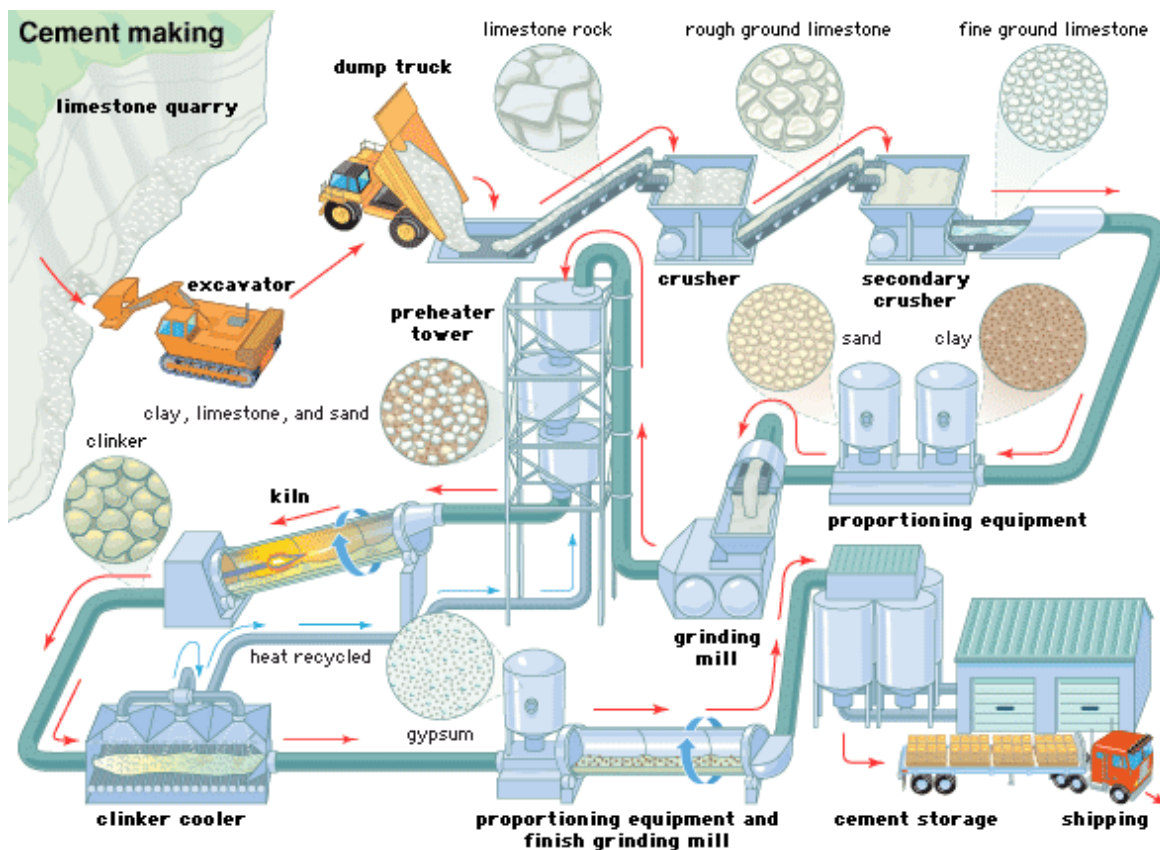
Obr. 3 Povrchová těžba vápence [24]



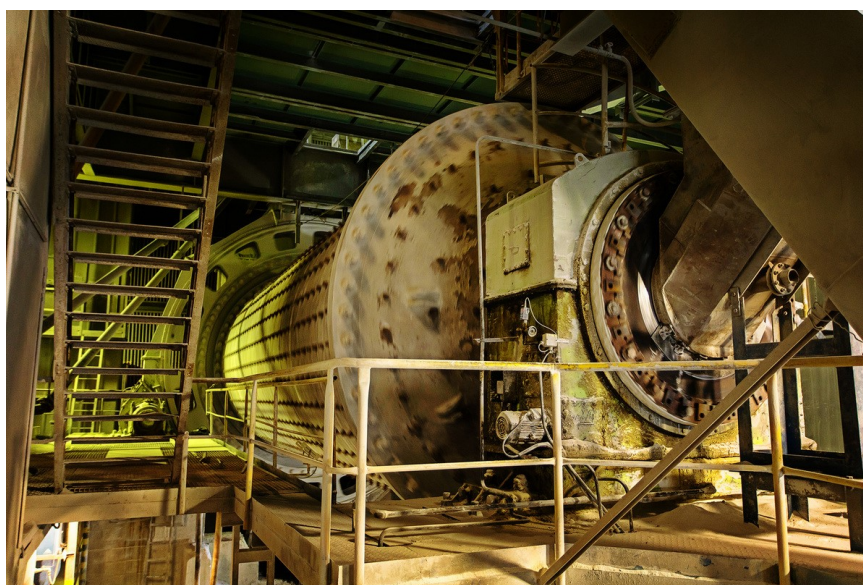
Obr. 4 Podpvrchová těžba vápence [37]

1.3 Zpracování vápence

Uvolněný surový materiál je v místě odstřelu nakládán pomocí kolových nakladačů na dampry a přepravován na místo dalšího zpracování. Následuje obvykle úprava kamene sestávající z primárního a sekundárního drcení. Poté se rozdrčená hornina třídí dle frakcí, které jsou dle konkrétního využití dále zpracovávány.



Obr. 5 Schéma zpracování vápence [34]



Obr. 6 Kulový mlýn na zpracování vápence [24]

1.4 Zařízení pro přepravu vápence

V současnosti existuje mnoho způsobů přepravy nerostných surovin. Mezi nejrozšířenější způsoby v našich podmínkách patří kolejová a silniční doprava, tyto způsoby dopravy však většinou využijeme při přepravě materiálu na delší vzdálenosti, například při přepravě surového materiálu do vzdálenějšího zpracovatelského závodu, nebo k dopravě materiálu zákazníkovi. U těchto typů dopravy využívají podniky buď svých vlastních transportních prostředků, nebo mohou využít služeb specializovaných společností.

Při přepravě materiálu na kratší vzdálenosti, obzvláště v podmínkách povrchového dolu, jsou dle typu úkonu nejlepší volbou dopravníky a kolové nakladače.

Všechny běžné způsoby dopravy mají na povrchových dolech, a při zpracování vytěženého materiálu, své využití plynoucí z technických možností daného způsobu dopravy, jeho ekonomické náročnosti a zejména typu úkonu, který je třeba zajistit.



Obr. 7 Pásový dopravník [36]



Obr. 8 Dampr s pevným rámem [24]]



Obr. 9 Nakládání vápencové sutě do vagonů [24]

2 Dopravníky

Tato kapitola je zpracována dle zdrojů [2, 7, 28, 29, 30, 41, 47, 48, 49, 55, 56, 57]

Dopravníkové systémy patří mezi zařízení umožňující konstantní pohyb přepravovaného materiálu. Tvoří nepostradatelnou část dopravních systémů ve výrobních linkách a téměř v jakémkoliv technologickém procesu výroby. Jejich použití značně zjednodušuje a urychluje práci.

Materiál přepravovaný pomocí dopravníku může být jemná sypká hmota, nebo i kusový materiál. Obvykle se tyto systémy dopravy využívají k přepravě materiálu na malé až střední vzdálenosti, pohybující se v rozmezí několika metrů až několika kilometrů, ve výjimečných případech až desítky kilometrů.

Mezi nejvíce používané typy dopravníků patří:

- Pásové dopravníky
- Lanopásové dopravníky
- Šnekové dopravníky
- Vibrační dopravníky
- Korečkové dopravníky
- Hřeblové dopravníky



Obr. 11 Korečkový elevátor [26]



Obr. 10 Šnekový dopravník s násypkou [27]

2.1 Pásové dopravníky

Pásové dopravníky jsou strojní zařízení sestavená k přepravě sypkého i kusového materiálu po přímočarých trasách. Tažným i nosným prvkem je nekonečný pás. Mezi výhody pásových dopravníků řadíme hlavně možnost pomocí nich kontinuálně dopravovat materiál, a to navíc v poměrně velkém množství dosahujícím až 12000 m³ za hodinu. K dalším přednostem řadíme vysokou efektivitu, vcelku jednoduchou konstrukci a poměrně tichý chod. Víceero dopravníků je možno spojit do dopravních celků, přičemž není nutné zachování přímého směru dopravy. Mezi nevýhody spadá omezení jejich použití při šikmé dopravě materiálu, kde maximální úhel stoupání pásu může být 12 – 23°, podle druhu dopravovaného materiálu.

Rozdělení pásových dopravníků podle tažného elementu:

- Dopravníky s gumovým pásem
- Dopravníky s ocelovým pásem
- Dopravníky s ocelogumovým pásem
- Dopravníky s pásem z drátěného pletiva

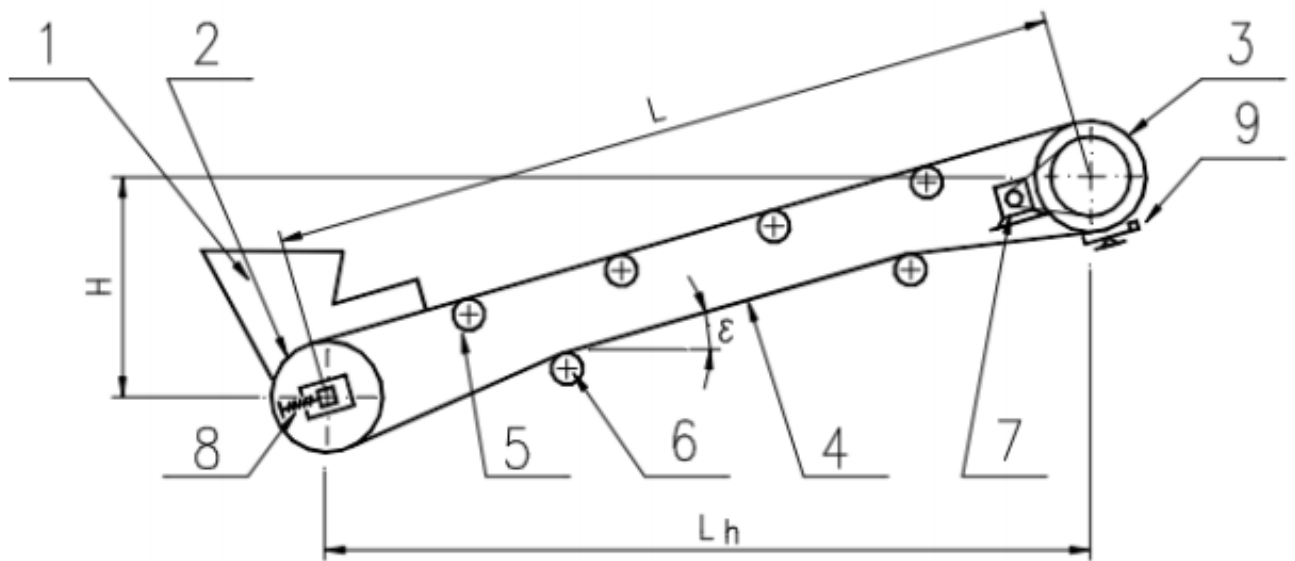
Rozdělení pásových dopravníků podle provedení nosné konstrukce:

- **Stabilní dopravníky** – dopravník vykonává funkci stále na jednom místě, není určen k přesouvání
- **Pojízdné a přenosné dopravníky** – snadno přemístitelné, obvykle však pro malé dopravní množství a malé dopravní vzdálenosti
- **Přestavitelné dopravníky** – podobné stabilním dopravníkům, jsou sestaveny ze samostatných konstrukčních celků, vhodné pro vysoké dopravní rychlosti a velké dopravní vzdálenosti

Rozdělení pásových dopravníků podle tvaru dopravní tratě:

- Vodorovné dopravníky
- Šikmé dopravníky
- Lomené dopravníky (konkávní, konvexní)

2.1.1 Hlavní části pásového dopravníku



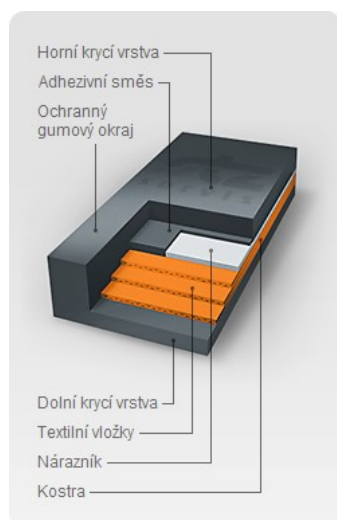
Obr. 12 Schéma pásového dopravníku [2]

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| 1. Násypka | 6. Spodní (vratné) válečky |
| 2. Napínací buben | 7. Pohon hnaného bubnu |
| 3. Hnaný buben | 8. Napínací zařízení |
| 4. Dopravní pás | 9. Čistič pásu (stěrač) |
| 5. Nosné válečky | |

2.1.1.1 Dopravní pás

Dopravní pás je nejdůležitější součástí pásového dopravníku, plní zároveň funkci tažného i nosného prvku dopravníku. Z důvodu vystavení velkému mechanickému zatížení, jsou na něj kladeny vysoké požadavky, jako vysoká odolnost proti opotřebení, nebo jinému poškození způsobenému přepravovaným materiálem, dlouhá životnost, vysoká podélná tuhost, což je schopnost zachovávat původní délku pásu i při vysokém napětí v tahu, zachování vysoké pevnosti a odolnosti vůči účinkům střídavého napětí při co nejnižší vlastní hmotnosti a co nejmenších nákladech na výrobu.

Dopravní pás se skládá z gumové horní krycí vrstvy a kostry. Kostru pásu obvykle tvoří textilní či ocelová vlákna, která plní funkci tažného elementu a krycí pryžové vrstvy chrání kostru před abrazivními účinky přepravovaného materiálu, nosných válečků a bubnů.

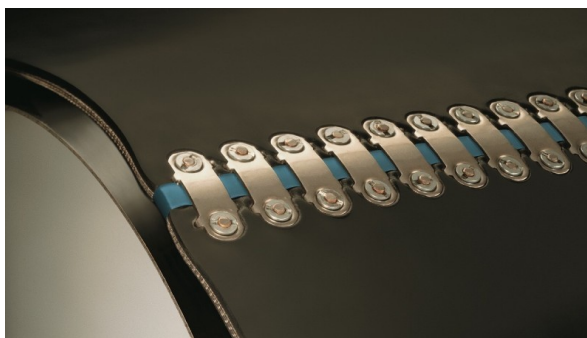


Obr. 14 Řez pryžotextilním pásem [30]



Obr. 13 Řez ocelokordovým pásem [29]

Dopravní pásy pro menší dopravníky jsou většinou dodávány celistvé (spojené), u delších pásů však spojování probíhá až na místě montáže. Pásy se spojují buďto vulkanizací za tepla, za studena, nebo mechanicky. Mezi výhody nespojených dopravních pásů patří snadnější montáž i demontáž a možnost zkrácení pásu.

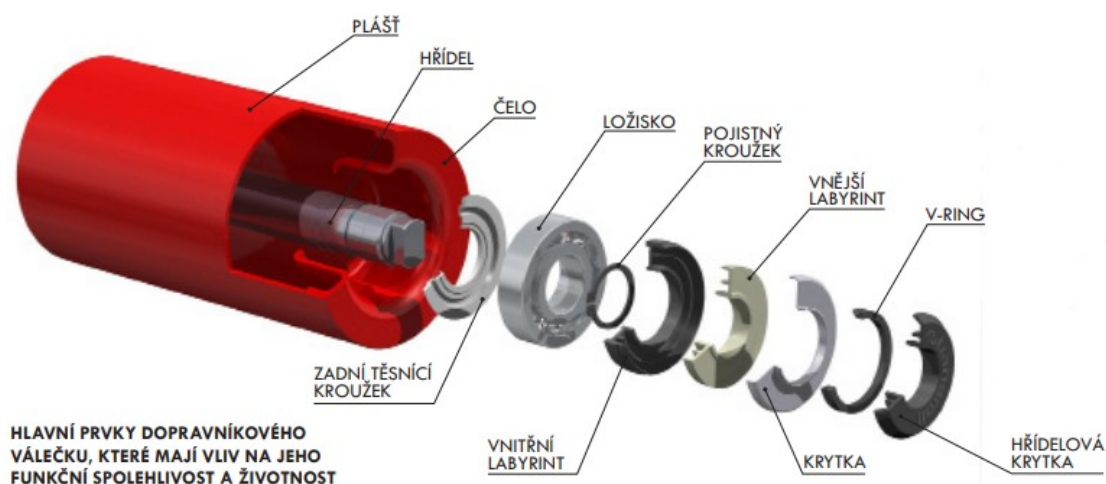


Obr. 15 Spojení dopravního pásu mechanickými spojkami [28]

2.1.1.2 Válečky

Důležitou součástí pásových dopravníků jsou válečky podpírající dopravní pás. Umístěním několika válečků do válečkových stolic lze vytvořit vhodnější ložný průřez. Válečky jsou osazeny v konstrukci dopravníku pomocí valivých ložisek, výjimku tvoří pouze lehké přenosné dopravníky, kde lze použít kluzná ložiska.

Pro správné fungování dopravníku musí mít válečky co nejmenší odpor proti otáčení, z toho důvodu musí být také ložiska válečku dokonale utěsněny proti vniknutí nečistot a kontaminaci maziva a zároveň by měly být náležitě vyváženy. K utěšňování ložisek se obvykle používají labyrintové těsnění, nebo gumové těsnící kroužky. Labyrintové těsnění se vyrábí lisováním z plechu, nebo soustružením a dochází tak k navýšení ceny těsnění. Těsnící kroužky bývají konstrukčně jednodušší a levnější na výrobu, ale způsobují větší odpor proti valení. K zachování nízkých odporů válečku přispívá i nízká hmotnost a možnost nenáročné údržby, například pomocí mazací hlavice. Pro prodloužení životnosti dopravního pásu lze povrch válečku pogumovat.

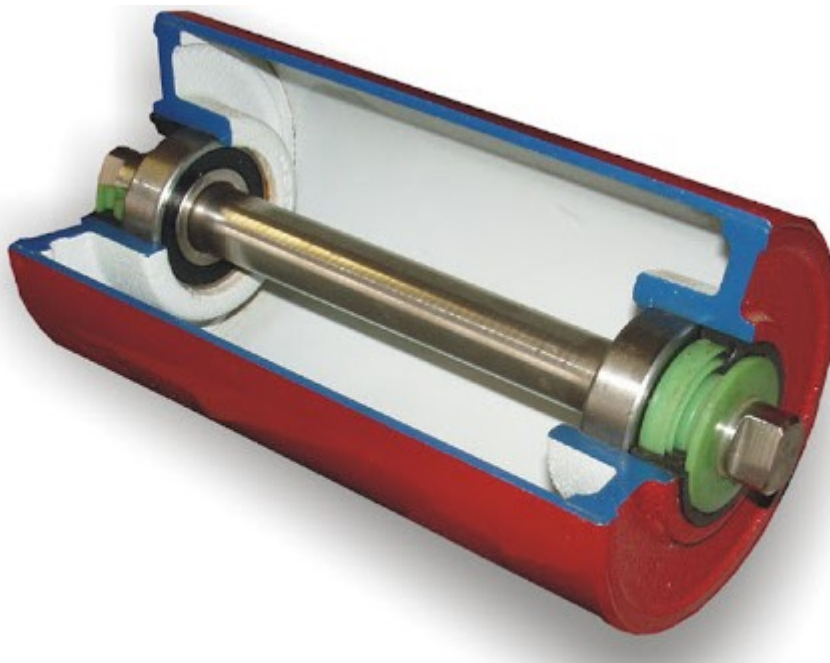


Obr. 16 Hlavní prvky dopravníkového válečku [41]

Typy válečků dle konstrukčního provedení:

a) Válečky s pevnou osou

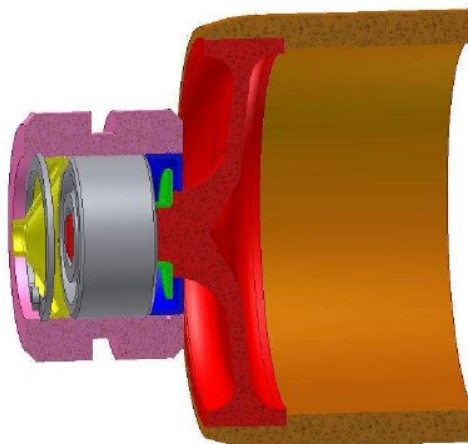
Mezi výhody válečků s pevnou osou patří jejich snadná vyměnitelnost a nižší odpory proti otáčení, mezi nevýhody zase vyšší hmotnost a pořizovací cena.



Obr. 17 Váleček s pevnou osou [43]

b) Válečky bez hřídele

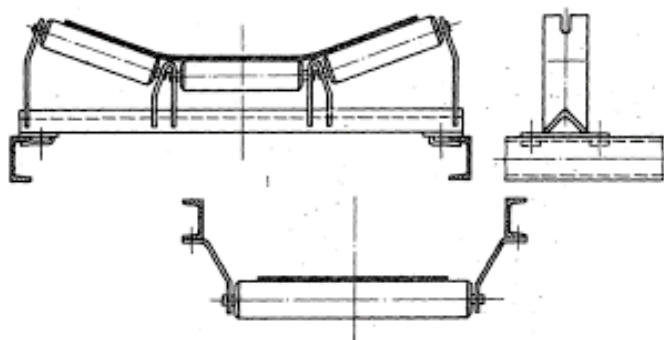
Tyto válečky jsou lehčí i levnější. Mezi jejich nevýhody patří náročná údržba a montáž, způsobená nutností přesného uložení víček válečku. Z toho důvodu jsou válečky bez pevné osy málo používané.



Obr. 18 Váleček bez hřídele [42]

2.1.1.3 Válečkové stolice

Válečky se upevňují do válečkových stolic, které slouží k vedení dopravního pásu. Nosné válečky v horní větvi jsou umístěny s menšími roztečemi, z důvodu zatížení pásu dopravovaným materiálem. Spodní větev válečků je na dopravníku umístěna pouze z důvodu zabránění průvěsu už nezatíženého pásu, stačí zde použít menší počet válečků. Nadměrná rozteč mezi válečky se projevuje velkým průvěsem pásu, vybočováním a snižováním životnosti pásu. Prověšení pásu mezi dvěma sousedními stolicemi by nemělo přesáhnout 2 % rozteče stolic.



Obr. 19 Válečkové stolice [43]

Typy válečkových stolic:

- Jednoválečkové stolice
- Dvouválečkové stolice
- Tříválečkové stolice

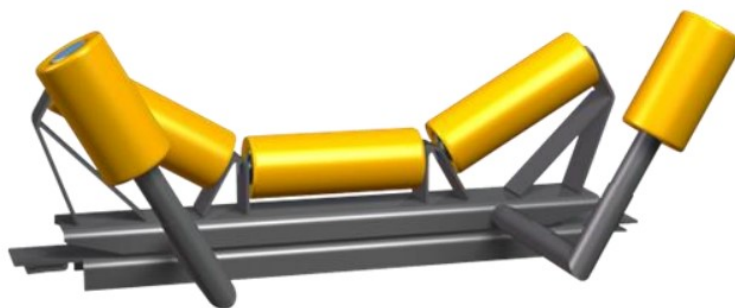
Jednoválečkové stolice jsou nejčastěji používány ve vratné větvi dopravníku pro zabránění průvěsu pásu. V horní nosné větvi jsou použity pouze při dopravě malého množství materiálu, nízkých dopravních rychlostech či při kusové dopravě.

Ostatní víceválečkové stolice, označované také jako korýtkové, slouží zejména k dopravě většího množství sypkého materiálu. Jsou složeny ze dvou, tří a více válečků. Používají se zejména v horní nosné větvi dopravníku. Odklon vnějších válečků od horizontální roviny bývá 20° až 40°.



Obr. 20 Nosné válečkové stolice [44]

Dopravní pás běžící po nosných válečkách mívá sklon vybočovat do stran. Příčinou bývá často nepřesné spojení konců pásu, nestejně zatížení pásu, nepřesná montáž nosných válečků, odvod materiálu z pásu jednostranným shrnovačem. K předcházení vybočování lze využít strážních válečků se svislou osou umístěných po obou stranách pásu v pravidelných intervalech. Nevýhodou tohoto opatření je snižování životnosti pásu, způsobené rázy a otěrem vznikajícím při dotyku pásu s těmito válečky, proto je tento postup volen u lehkých a krátkých dopravníků. U delších dopravníků využijeme tzv. samostavných stolic s možností otáčení kolem svislé osy, případně lze zvýšit odklon os krajních válečků stolice od kolmic k ose pásu.



Obr. 21 Tvarovací válečková stolice [44]

2.1.1.4 Bubny pásových dopravníků

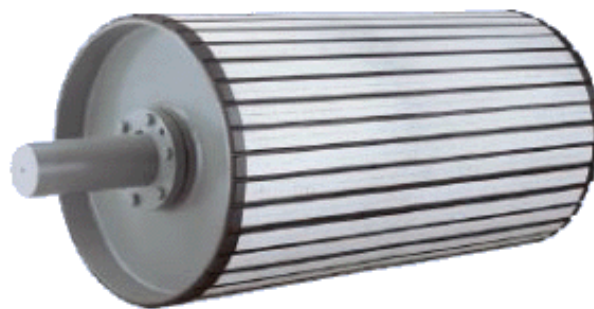
Bubny pásových dopravníků se nejčastěji vyrábí svařováním, případně odléváním. Mezi nevýhody odlévaných bubnů patří jejich vysoká hmotnost. Hnací bubny se umísťují na přepadávací stranu dopravníku, kde zabezpečují přenos sil na dopravní pás. Množství síly, kterou je buben schopen přenést na pás ovlivňuje součinitel tření mezi hnacím bubnem a pásem.

Způsoby zvýšení hodnot součinitele tření:

- Dřevěné obklady bubnu
- Pogumování, nebo pryžové obklady bubnu
- Nanášení keramických vrstev, nebo keramické obklady
- Drážkování povrchu



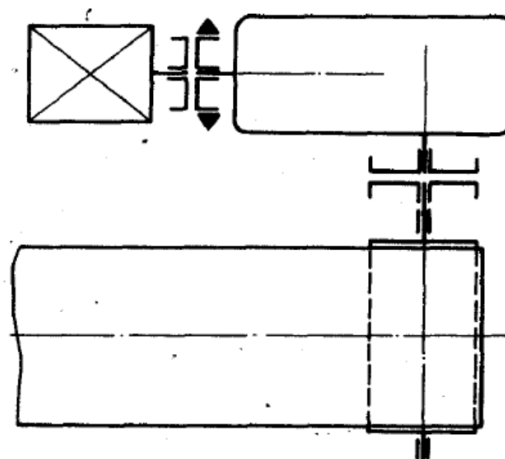
Obr. 22 Drážkovaný buben pásového dopravníku [47]



Obr. 23 Buben obložený keramickými destičkami [48]

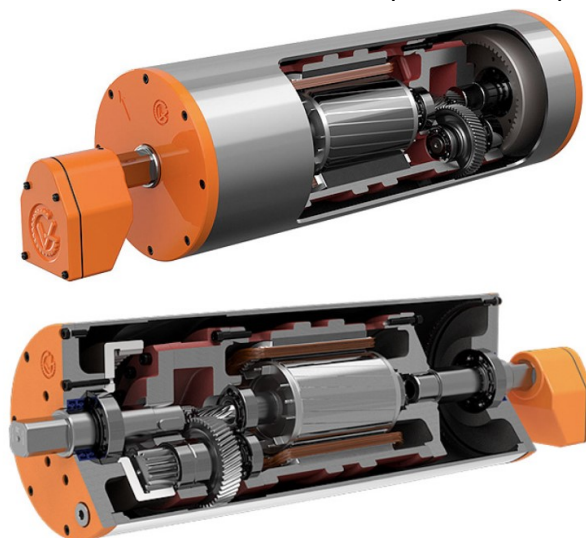
2.1.1.5 Pohon pásového dopravníku

Při výběru pohonného mechanismu pásových dopravníků máme na výběr z celé řady různých konstrukčních řešení. Nejčastěji používané provedení je s elektromotorem a převodovou skříní, pohánějící buben dopravníku. Tento způsob provedení umožňuje snadnou údržbu i případnou výměnu jednotlivých komponentů.



Obr. 24 Schéma elektromotoru s převodovou skříní [2]

Elektromotory mohou být použity i v podobě elektrobubnů, kde se převodový mechanismus i elektromotor nachází uvnitř bubnu pásového dopravníku.



Obr. 25 Bubnový elektropohon VDG [49]

Všeobecně elektromotory používáme pro jejich vysokou účinnost, spolehlivost, snadnou regulovatelnost, tichý provoz a velký rozsah otáček.

U dopravníků mimo dosah elektrické sítě se často jako pohon využívají spalovací motory.



Obr. 26 Dopravník poháněný spalovacím motorem [50]

V místech, kde může hrozit nebezpečí výbuchu používáme hydraulické pohony.



Obr. 27 Dopravník s hydraulickým pohonem [51]

3 Termodiagnostika

Tato kapitola je zpracována dle zdrojů [1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 23, 52, 53]

3.1 Úvod

Jedná se o metodu technické diagnostiky založenou na zobrazení a vyhodnocení teplotního pole povrchu měřeného objektu. K měření nejčastěji využíváme dotykových, či bezdotykových teploměrů. Měření teploty hraje důležitou roli v oboru technické diagnostiky. Na základě porovnání naměřených dat a obvyklých provozních hodnot diagnostikovaného objektu jsme schopni poukázat na možnou závadu, nebo jeho poškození, ještě před tím, než se projeví zcela patrně, například selháním objektu. Své využití tak termodiagnostika najde snad ve všech odvětvích průmyslu, od elektrotechnického, kde lze snadno detekovat a lokalizovat přetížené či vadné komponenty i ve složitých systémech a předejít tak vzniku požáru v důsledku nadměrného přehřátí daných komponentů, až po stavební průmysl, kde termodiagnostiku využijeme například pro kontrolu kvality provedených prací při rekonstrukci či zateplování budovy, lokalizaci poruch pláště budovy a mnoho dalšího.



Obr. 28 Termodiagnostika v průmyslu [25]



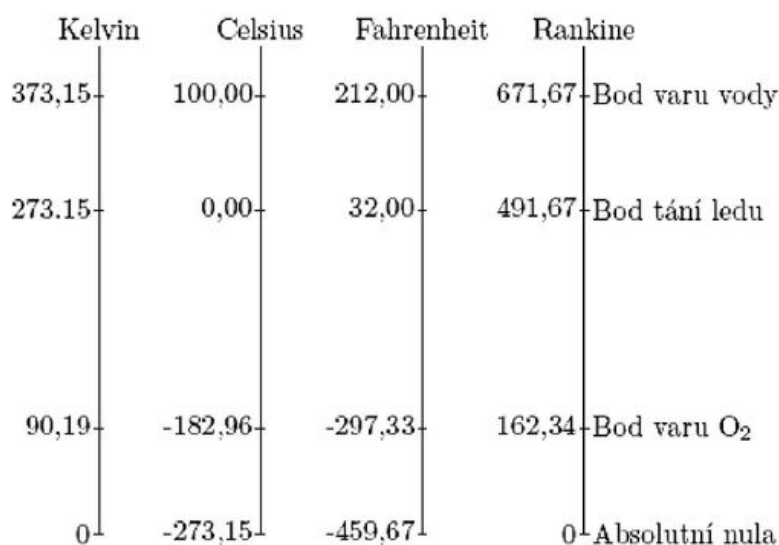
Obr. 29 Měření teploty ve zdravotnictví [54]

3.2 Teplota

Teplota patří mezi základní stavové veličiny a je považována za nejčastěji měřenou veličinu v oblasti průmyslu. Pomocí termodynamické teploty, která je shodná pro všechny části uzavřené soustavy, charakterizujeme stav termodynamické rovnováhy.

Teplotu řadíme mezi fyzikální veličiny soustavy SI se základní jednotkou kelvin [K]. Základní fyzikální teplotní stupnice se nazývá termodynamická teplotní stupnice a je definována vratným Carnotovým cyklem. Jako počátek této stupnice je brána absolutní nula, s pevně určenou hodnotou $T = 0 \text{ K} = -273,15 \text{ °C}$. Jednotka této stupnice, kelvin, byla dlouhou dobu definována pomocí dvou referenčních bodů, termodynamickou teplotou trojného bodu vody a již zmíněnou absolutní nulou, od května 2019, v rámci změny definic základních fyzikálních jednotek, k jeho definici využíváme Boltzmannovy konstanty.

Mezi další často používané stupnice patří Celsiova stupnice, odvozená od termodynamické posunutím o teplotu 273,15K, s jednotkou stupeň Celsia, dále Fahrenheitova stupnice s jednotkou stupeň Fahrenheita a Rankinova stupnice s jednotkou stupeň Rankina.



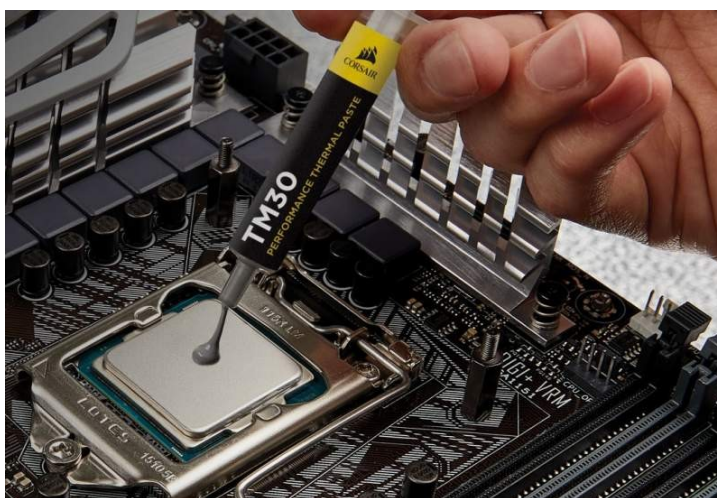
Obr. 30 Obrázek teplotních stupnic [8]

3.3 Měření teploty

Teplota se nedá měřit přímo, proto pro její určení využíváme tzv. nepřímé měření. Pomocí těchto měření využíváme závislosti vhodně zvolených fyzikálních veličin na teplotě. K těmto teplotně závislým veličinám nejčastěji řadíme objem pevných a kapalných těles, délkové rozměry, tlak plynů a mnoho dalších.

Měření teploty lze provádět dotykově pomocí kontaktních snímačů teploty, či bezdotykově za použití bezkontaktních snímačů teploty. Podrobněji můžeme snímače rozdělit například podle rozsahu měřené teploty na nízkoteplotní a vysokoteplotní snímače, nebo dle fyzikálního principu transformace výstupních dat na aktivní a pasivní snímače. Aktivní snímače teploty se v určitém pásmu teplot chovají jako zdroj elektrické energie a nevyžadují externí napájení. Pasivnímu snímači je, pro zajištění správného fungování, nutno dodávat elektrickou energii z externího zdroje.

Podmínkou přesného měření teploty je zajištění dokonalého přestupu tepla mezi snímačem teploty a měřeným objektem. U hrubých povrchů lze přenos tepla zlepšit použitím teplovodivé pasty, která vyplní nerovnosti v povrchu a zabrání vzniku vzduchových kapes narušujících vedení tepla.



Obr. 31 Aplikace teplovodivé pasty [60]

3.4 Dotykové měření teploty

Dotykové neboli kontaktní měření probíhá přímým přiložením a dotykem měřicího senzoru na povrch měřeného objektu. Jakmile jsou tyto dva objekty ve vzájemném kontaktu, dochází k přenosu tepelné energie z teplejšího tělesa na studenější, dokud se nenacházejí v tepelné rovnováze. Senzory pro kontaktní měření teploty rozdělujeme dle fyzikálních principů, na kterých jsou založeny.

Rozdělení dotykových senzorů teploty:

- **Odporové snímače** teploty využívají růstu elektrického odporu některých materiálů s teplotou.
- **Polovodičové snímače** teploty jsou založeny na změnách vlastností polovodičů se změnou teploty. Vyznačují se vysokou citlivostí.
- **Termoelektrické snímače teploty** využívají teplotní závislosti termoelektrického napětí termoelektrického článku.
- **Dilatační snímače teploty** jsou založeny na principech tepelné roztažnosti kapalin, plynů a tuhých látek.
- **Parní snímače teploty** se zakládají na teplotní závislosti tlaku syté páry teploměrové kapaliny.



Obr. 32 Dotykové teploměry [40]

3.5 Bezdotykové měření teploty

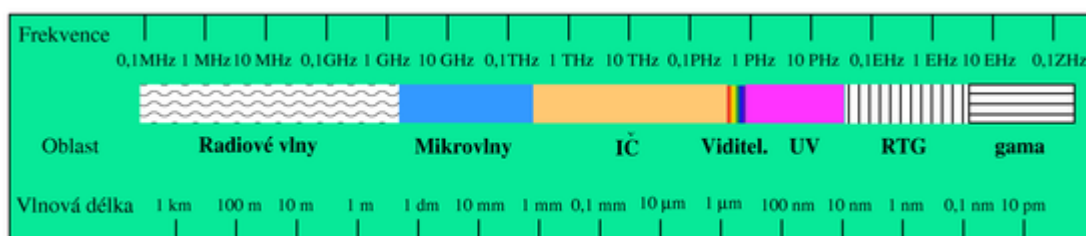
Příčina vzniku bezdotykových způsobů měření teploty, spočívala v nalezení způsobu měření teplot, které byly už příliš vysoké pro použití standartních dotykových snímačů teploty, zejména v metalurgickém, silikátovém a chemickém průmyslu. Dnes se již ovšem bezdotykové způsoby měření využívají i pro nižší teploty a nachází uplatnění v mnoha dalších průmyslových odvětvích.



Obr. 33 Měření teploty v silikátovém průmyslu [10]

Princip bezdotykového měření teploty spočívá ve stanovení povrchové teploty měřeného objektu na základě zachycení elektromagnetického záření, vysílaného tělesem, příslušným detektorem. Elektromagnetické záření je vyzařováno všemi objekty s teplotou vyšší, než je absolutní nula.

Při bezdotykovém měření využíváme vlnové délky od $0,4 \mu\text{m}$ do $25 \mu\text{m}$ elektromagnetického spektra. Nacházíme se tak z části v oblasti viditelného spektra, v rozmezí $0,4 \mu\text{m}$ až $0,78 \mu\text{m}$, a z části v oblasti infračerveného spektra, v rozmezí $0,78 \mu\text{m}$ až $25 \mu\text{m}$. Při tomto rozsahu pokrýváme oblast měření teplot přibližně od -40 °C do 10000 °C .



Obr. 34 Elektromagnetické spektrum [15]

Zařízení, pomocí kterých lze provádět bezdotykové měření teploty, můžeme rozdělit do dvou základních skupin, podle zpracování tepelného záření emitovaného měřeným objektem, na pyrometry a systémy snímání teplotních polí.

3.5.1 Pyrometry

Pomocí pyrometru můžeme provést bodové měření teploty tělesa. Existuje mnoho druhů pyrometrů, pracujících na různých principech. Například širokopásmové pyrometry, které patří k nejjednodušším a nejlevnějším, jsou teoreticky schopny vyhodnotit emitované tepelné záření v celém rozsahu spektra vlnových délek, k tomu využívají Stefan Boltzmannova zákona. Poměrové pyrometry zase pracují na principu stanovení poměru intenzity tepelného záření dvou rozdílných vlnových délek. Dříve se kvůli dvěma různým barvám, představujícím dvě rozdílné vlnové délky, poměrové pyrometry nazývaly dvoubarevné pyrometry. Dnešní poměrové pyrometry však mohou využívat i více než dvě vlnové délky.



Obr. 36 Ruční radiační pyrometr [12]



Obr. 35 Optický jasový pyrometr [13]

3.5.2 Systémy snímání teplotních polí

Systémy snímání teplotních polí rozdělujeme v zásadě na dva druhy podle zpracovávání teplotního obrazu povrchu diagnostikovaného objektu, na systémy rozkládající teplotní obraz a systémy pracující bez rozkladu teplotního obrazu.

Se systémy, které pracují bez rozkladu teplotního obrazu, se při termodiagnostice setkáváme méně.

Patří zde:

- Systémy založené na infrafotografii, využívající ke zviditelnění teplotních polí fotografický materiál, který je citlivý na infračervené záření. Používají se především pro teploty nad 250 °C.
- Obrazové měniče, které mohou využívat fotoemise a sekundární emise elektronů, nebo využívají vlastnosti luminoforů měnit intenzitu záření působením teploty.
- Evapografy, které vynikají svou rozlišovací schopností, umožňující vyobrazení objektů, jejichž teplota je rozdílná od teploty okolí třeba jen o 0,5 °C.



Obr. 37 Infračervená fotografie [14]

Systémy rozkládající teplotní obraz měřeného objektu můžeme také nazývat termovizní systémy, nebo zkráceně termovize. Vzhledem k zaměření praktické části této práce na termodiagnostiku pomocí termovizních systémů, rozeberu toto téma důkladněji v následující kapitole.

3.6 Termografie

Jedná se o metodu technické diagnostiky umožňující zobrazení infračerveného záření diagnostikovaných objektů. Metoda je založena na zobrazení a vyhodnocení teplotního pole povrchu měřeného objektu. Tato pole vznikají radiací fotonů z každého bodu povrchu do všech směrů, přičemž fotony představují zářivou energii infračerveného záření. Tok a hustota fotonů je závislá na teplotě měřeného objektu a se zvyšující se teplotou roste i zářivý tok fotonů.

Zařízení, které k těmto měřením využíváme se nazývají termovize. Podle způsobu rozkladu obrazu je můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin.

- Termovize s opticko-mechanickým rozkladem obrazu
- Termovize s elektronickým rozkladem obrazu

3.6.1 Termovize s opticko-mechanickým rozkladem obrazu

Termovize s opticko-mechanickým rozkladem obrazu fungují na principu postupného snímání jednotlivých bodů měřeného objektu pomocí řízené optické osy. Postupně probíhá zaměření okamžitého zorného pole termovize na všechny body měřeného objektu prostřednictvím pohyblivých hranolů, nebo zrcadel. Tento typ termovizí se v dnešní době už nevyužívá.

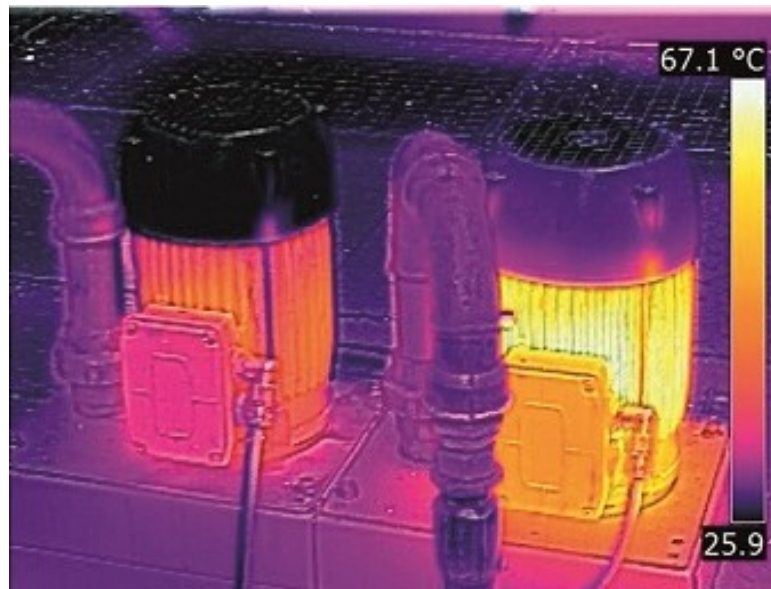
3.6.2 Termovize s elektronickým rozkladem obrazu

Termovize s elektronickým rozkladem obrazu využívají k zaznamenání a následnému zobrazení teplotního pole mikrobolometrické detektory, nebo kvantové FPA detektory podobné CCD čipům používaným v běžných kamerových systémech. Výstupem z termovizní kamery je termogram. Každý pixel termogramu odpovídá jednomu senzoru v termovizi. V současné době se u termovizí setkáváme s rozlišením od 60x60 pixelů u běžných zařízení, až po 1280x1024 pixelů i více u špičkových termokamer.



Obr. 38 Kapesní termokamera Fluke PTi 120 [17]

Na termogramu bývají zdroje infračerveného záření vyobrazeny buďto ve stupních šedi v černobílé verzi, černá reprezentující nejnižší teplotu zvoleného rozsahu, bílá zase tu nejvyšší, nebo formou barevného spektra v barevné verzi, kde černá opět reprezentuje nejnižší teplotu a bílá zase tu nejvyšší.



Obr. 39 Příklad barevného termogramu [18]



Obr. 40 Příklad černobílého termogramu [19]

3.6.3 Vlivy na přesnost měření termografickou kamerou

Při přesném měření teploty termografickou kamerou nezávisí pouze na teplotě měřeného objektu, ale i na vlivu mnoha dalších faktorů. Na přesnost při měření teploty má vliv zejména emisivita měřeného povrchu, zdánlivá odražená teplota, relativní vlhkost vzduchu, vlastní nejistota měření, povětrnostní podmínky a vzdálenost od měřeného objektu.

Černé těleso je ideálním zdrojem a pohlcovačem zářivé infračervené energie všech vlnových délek. Absolutně černé těleso má hodnotu emisivity $\varepsilon = 1$. Reálná černá tělesa, s emisivitou v rozmezí 0,95 až 0,99, se používají pro kalibraci bezkontaktních čidel měření teploty.



Obr. 41 Reálné černé těleso [20]

Emisivita se značí písmenem ε a je to poměr energie vyzařované z povrchu měřeného tělesa k energii vyzařované černým tělesem se shodnou teplotou a ve stejném spektrálním intervalu. V termografii je emisivita velmi důležitým parametrem a před měřením je třeba ji správně nastavit, dle materiálu a prostředí ve kterém se měřený objekt nachází. Pro informativní odhad emisivity může sloužit například tabulka s předepsanými hodnotami emisivity materiálů, ale emisivitu pro měření určujeme nejčastěji těmito způsoby:

- Určení emisivity pomocí kontaktního měření daného objektu.
- Určení emisivity porovnáním s referenčním povrchem se známou emisivitou.

Tabulka 1 Tabulka emisivity pro běžné materiály [22]

Materiál	Emisivita
Hliník, leštěný (100 °C)	0,09
Hliník, silně oxidovaný (93 °C)	0,2
Cihla, zeď, omítka (20 °C)	0,93
Beton (25 °C)	0,93
Sklo (90 °C)	0,94
Železo, odlitek (100 °C)	0,8
Olovo (40 °C)	0,43

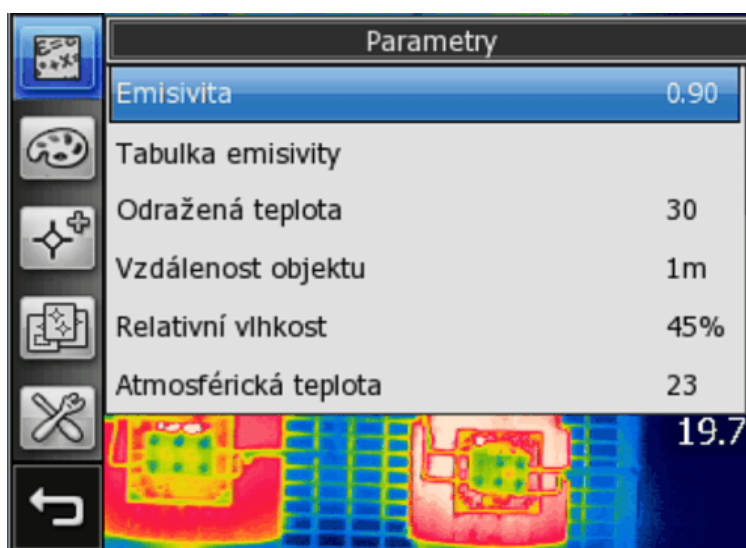
Odražená zdánlivá teplota je tepelné záření pocházející z okolí měřeného objektu, které dopadá na senzor infračervené kamery po odražení od lesklého povrchu daného objektu. Se zvyšující se hodnotou emisivity, se vliv odražené zdánlivé teploty snižuje.

Relativní vlhkost vzduchu je parametr tlumící záření měřeného objektu.

Vzdálenost od měřeného objektu je rovněž důležitým parametrem, z důvodu pohlcování infračerveného záření atmosférou mezi měřeným objektem a termovizí.

Vliv teploty okolí a atmosférická teplota jsou nezanedbatelné parametry obzvláště při provádění měření ve venkovním prostředí, kde může docházet k ovlivňování měření vlivem slunečního záření, odrážejícího se do senzorů termografické kamery, nebo vlivem radiace infračerveného záření z atmosféry. Všeobecně se doporučuje neprovádět termografické měření za špatných povětrnostních podmínek, jako je déšť, mlha, nebo sněžení.

Moderní zařízení umí některé tyto vlivy, správným zadáním vstupních parametrů, částečně kompenzovat.



Obr. 42 Příklad nastavení parametrů měření u termokamery [21]

Vlastní chyba termokamery je stanovena výrobcem. Jde o chybu, která je způsobena metodikou měření a nelze ji snížit. V současné době jde u většiny běžných termokamer o hodnotu $\pm 2^\circ\text{C}$ nebo $\pm 2\%$ z měřeného údaje.

3.6.4 Způsoby termografického měření

V technické praxi je nejpoužívanější metodou termografického měření komparativní metoda, pomocí které vyhodnocujeme změny v naměřených teplotách zkoumaného objektu. Tuto metodu dále rozdělujeme na dva způsoby měření.

- **Kvantitativní srovnávací termografie** je metoda, při které zjišťujeme přibližnou teplotu měřeného zařízení a srovnáváme ji s teplotami podobných zařízení, nebo se základními hodnotami. Případná odchylka v naměřené teplotě značí pravděpodobné poškození zařízení.
- **Kvalitativní srovnávací termografie** je metoda, jejímž principem je porovnání termogramu měřeného objektu s termogramem stejného nebo podobného objektu, přičemž se zaměřujeme na porovnávání teplotních map jedné konkrétní komponenty.

4 Získání, zpracování a vyhodnocení naměřených dat

Tato kapitola je zpracována dle zdrojů [1, 2, 3, 4, 5, 7, 23, 24, 56, 57, 58, 59]

V praktické části této bakalářské práce se zaměřuji na diagnostiku pásových dopravníků pro přepravu mletého vápence. Měření probíhalo v areálu firmy LB Cemix, s.r.o. ve výrobním závodě Kotouč Štramberk. Při měření jsem asistoval panu Ing. Janu Blatovi, Ph.D. a panu Ing. Davidu Šeděnkovi. Pro zhodnocení stavu a kontrolu hlavních částí pásových dopravníků byla využita termodiagnostika pomocí infračervené termografické kamery. Měření probíhalo za plného provozu, při standartním zatížení dopravních pásů.

4.1 Charakteristika pracoviště – LB Cemix, s.r.o. Kotouč ve Štramberku

LB Cemix, s.r.o. je přední výrobce a dodavatel materiálů pro stavební průmysl. Mezi hlavní produkty společnosti patří malty, stěrky, omítky, potěry, penetrace, lepidla, podlahové stěrky, sanační systémy a příslušenství k zateplování.

Výrobní závod Kotouč ve Štramberku patří mezi přední české výrobce stavebního materiálu a vápenných produktů, které jsou využívány k odsiřovacím procesům v tepelných elektrárnách a teplárnách. Mezi další činnosti závodu patří výroba surovin pro hutní a chemickou výrobu. Z celkové produkce společnosti směřuje nemalé množství do oblasti ekologie, u vápencové horniny je to přibližně 60 % z celkového objemu a v případě vápna zhruba 30 %. Ekologické činnosti spojené s vápencem mohou být například výroba pitné vody, odsiřování emisí vznikajících při spalování sirnatých paliv, čištění a neutralizace odpadních a průmyslových vod, likvidace biologického odpadu, výroba hnojiv a mnoho dalšího.



Obr. 43 Výrobní závod Kotouč ve Štramberku [24]

4.2 Použité metody technické diagnostiky

Při diagnostickém měření pásového dopravníku se zaměřujeme zejména na kontrolu ložisek válečků v podpůrných stolicích dopravního pásu a pohonu dopravního pásu, který se v tomto případě u všech kontrolovaných dopravníků skládal z třífázového elektromotoru a převodové skříně.

Jednou z nejdůkladnějších a nejpřesnějších metod kontroly válečků pásového dopravníku by byla demontáž a následná inspekce válečků, ale vzhledem k časovým i ekonomickým nákladům, které by tato metoda vyžadovala při kontrole pásových dopravníků dlouhých i desítky metrů, se stovkami válečků, ji nelze doporučit. Kontrola tedy bude probíhat s dopravním pásem ve stavu, v jakém se nyní nachází a pro zviditelnění závad na dopravníku, bude probíhat za plného provozu, při standardním zatížení dopravního pásu. S ohledem na bezpečnost práce při měření za plného provozu a špatné dostupnosti některých komponent pásového dopravníku, je nutno vynechat i většinu kontaktních metod měření.

Vzhledem k podmínkám a prostředí, ve kterých se měřené objekty nacházely, jsme se rozhodli, pro zhodnocení stavu a kontrolu hlavních částí pásových dopravníků, využít metodu termodiagnostiky – měření teplotních polí bezkontaktním způsobem pomocí infračervené termografické kamery. Pro kompenzaci chyb termografického měření bylo použito dotykové měření kalibrovaným teploměrem a následná kompenzace v infračervené termografické kameře.

Výhody bezdotykového měření teploty:

- Možnost měření a zpracování celého povrchu měřeného objektu
- Měření lze provádět z bezpečné vzdálenosti
- Měření lze provádět i na pohybujících se objektech
- Měřicí technika nemá vliv na měřený objekt

Nevýhody bezdotykového měření:

- Měříme pouze povrchovou teplotu objektu
- Nepřesnosti v měření způsobené neznalostí přesné emisivity povrchu měřeného objektu a nesprávnou korekcí okolního záření



Obr. 44 Pásový dopravník pro přepravu vápence [autor]



Obr. 45 Obtížně přístupné válečky pásového dopravníku [autor]

4.3 Použité měřicí přístroje

K termografickému měření bylo využito termokamery Fluke Ti32. Jedná se o přenosnou termokameru se snadno vyměnitelnou baterií. Termokamera je schopna změřit a zaznamenat teplotu v rozsahu od -20 °C do 600 °C . Ovládání termokamery probíhá pomocí funkčních tlačítek u displeje o velikosti 91 mm a rozlišení 640x480 pixelů. Tlačítka slouží k navigaci v menu a nastavení parametrů měření. Podrobné technické parametry uvádím v následující tabulce.

Tabulka 2 Technické parametry Termokamery Fluke Ti32 [31]

Teplotní parametry	
Teplotní rozsah	-20 až 600°C
Přesnost měření	$\pm 2\%$ nebo $\pm 2\text{ °C}$, hodnota vždy
Teplotní citlivost	45 mK
Provozní parametry	
Nastavení emisivity	0,1 až 1 v krocích po 0,01
Kompenzace teploty pozadí	-50°C až 460°C
Relativní vlhkost	10 – 95 % nekondenzující
Skladovací teplota	-25 až 70°C
Doporučený kalibrační cyklus	2 roky
Optické parametry	
Zorné pole	23°x 17°
Mechanismus ostření	Ruční, možnost obsluhy jednou
Optická kamera	Průmyslový výkon, 2 Mpx
Spektrální charakteristika	7,5 μm až 14 μm (dlouhé vlny)
Prostorové rozlišení (IFOV)	1,25 mRad



Obr. 46 Termokamera FLUKE Ti32 [32]

Pro kompenzaci chyb termografického měření bylo použito dotykové měření kalibrovaným teploměrem FLUKE t3000 FC s teplotním rozsahem $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $1372\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obr. 47 Teploměr FLUKE t3000 FC [33]

Pro informativní měření rychlosti proudění vzduchu byl použit anemometr Schiltknecht FV A915-S140.



Obr. 48 Anemometr Schiltknecht [38]

Pro informativní měření relativní vlhkosti vzduchu byl použit vlhkoměr ZAD 9462 AK SN: 11060095.



Obr. 49 Digitální vlhkoměr [39]

4.4 Postup měření a klasifikace závad

Termografické měření bylo prováděno při postupné obchůzce všech příslušných pásových dopravníků. Před samotným měřením byly u každého dopravníku stanoveny vstupní parametry, pro kompenzaci chyb termografického měření, jako jsou emisivita, relativní vlhkost a teplota ovzduší. Následně byly tyto parametry náležitě upraveny v termokameře. Při termografickém měření jsem se zaměřoval zejména na ložiska válečků v podpůrných stolicích a pohon dopravníku, jelikož závada, nebo špatný stav těchto komponentů, se jednoznačně projeví ve výsledném termogramu. Případné nálezy byly zaznamenány a náležitě označeny i v konkrétním místě na dopravníku, pro usnadnění lokalizace nálezu, při budoucích opravách.

Klasifikace závad:

Zhodnocení technického stavu strojních zařízení proběhne jejich rozdělením do tří kategorií, dle závažnosti nalezených závad – viz. následující tabulka.

Tabulka 3 Tabulka kategorií technického stavu strojních zařízení

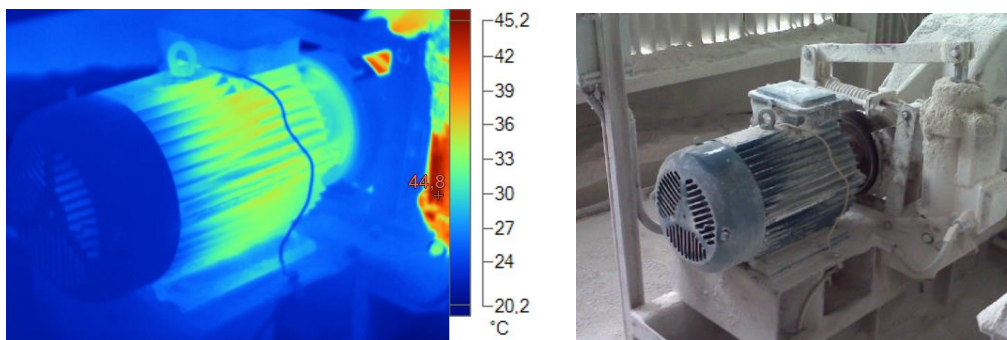
Stav zařízení	Termín nápravy	Stupeň oteplení (interval v °C)
I. Výborný stav	Bez opatření	0 °C <Δt< 10 °C
II. Zhoršený stav	Oprava při plánované revizi	10 °C <Δt< 20 °C
III. Neuspokojivý stav	Oprava ihned	20 °C <Δt<

Poznámky k jednotlivým technickým stavům:

I. Výborný stav

Je stav bez závad, případně s drobnými závadami nebo odchylkami nevyžadujícími další opatření. Zařízení se adekvátně opotřebovává. Jsou to nová a provozovaná zařízení s přípustnou odchylkou sledovaných indikátorů.

Omezení provozu: Dlouhodobý provoz bez omezení.



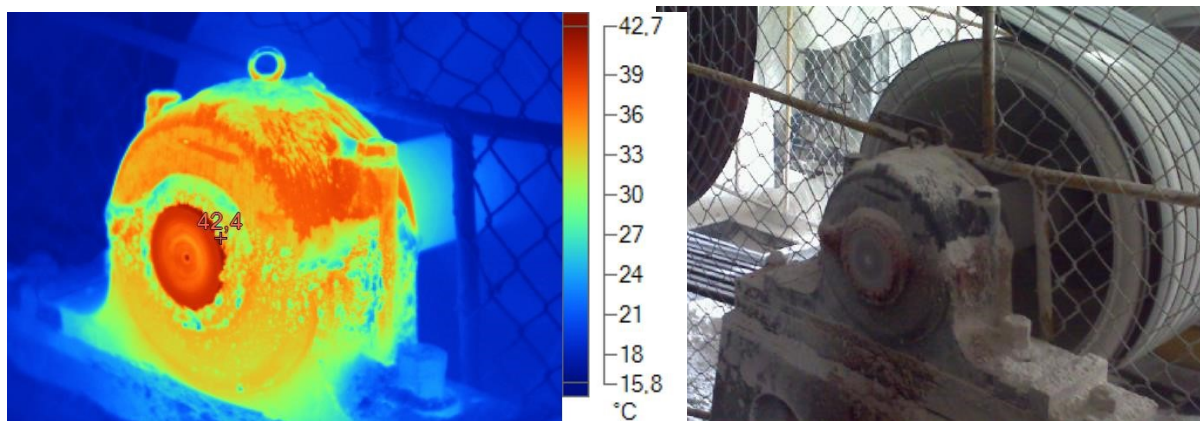
Obr. 50 Příklad elektromotoru spadajícího do kategorie I. Výborný stav [autor]

II. Zhoršený stav

U zařízení se vyskytuje závada nebo odchylka vyžadující zásah s možným krátkodobým odkladem, vážná poškození vyžadující podrobnou /rozšířenou diagnostiku, příp. provedení rozboru trendu sledovaných vlastností zařízení.

Omezení provozu:

Provoz "časově" omezen do plánované odstávky, případně provedení jednoduchého zásahu při pravidelné údržbě.



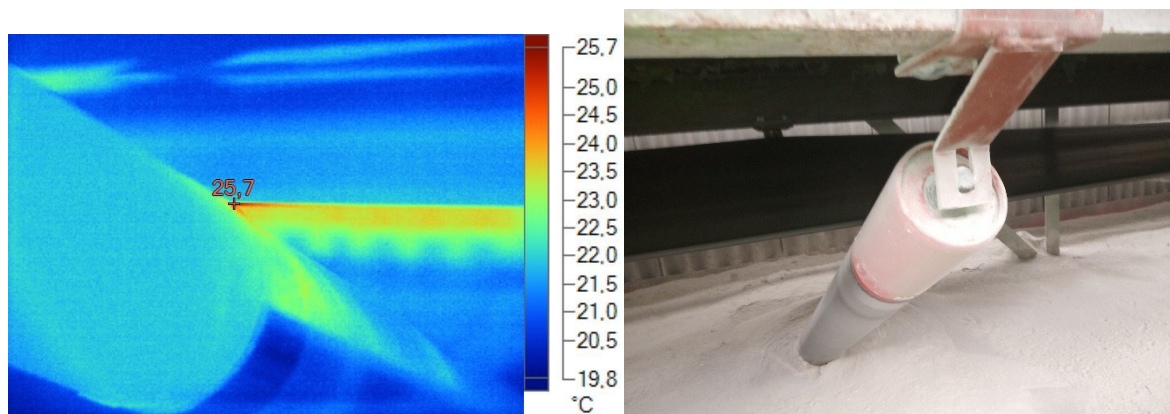
Obr. 51 Příklad ložiska ve zhoršeném stavu [autor]

III. Neuspokojivý stav

Je stav blížící se havarijnímu, eventuálně porucha bránící dalšímu provozu. Patří mezi ně vážná poškození vyžadující vynucená opatření pro provoz, potřebná doplňková diagnostika, nutnost oprav / výměn apod.

Omezení provozu:

Nutné okamžité odstranění závady, vyměnění poškozené komponenty, odstranit závady, namazání nebo přijmout vynucená opatření, eventuálně omezení pro provoz po stanovenou dobu. V tomto případě je pak nutné pravidelně vyhodnocovat trend nárůstu sledovaného indikátoru degradace v krátkých periodách.



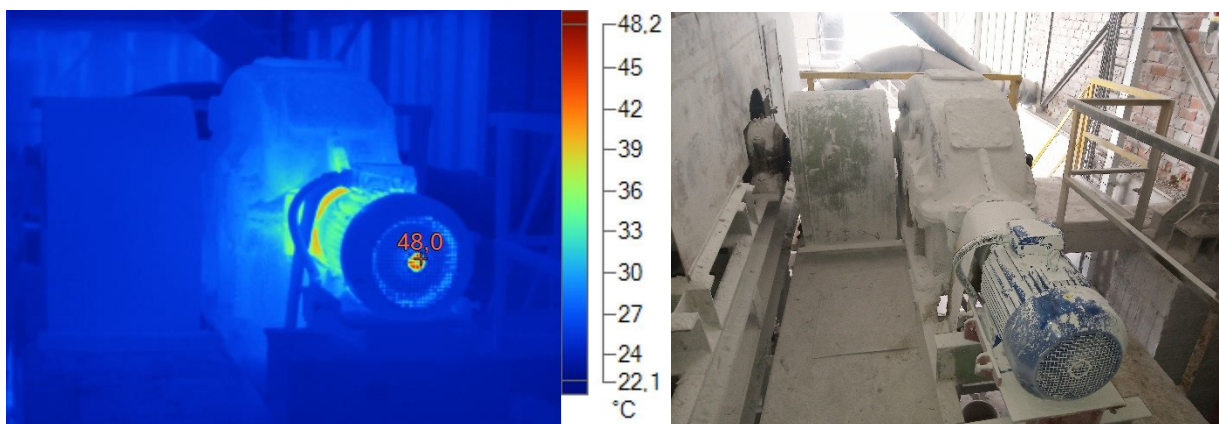
Obr. 52 Příklad nosné stolice s hladkým válečkem v neuspokojivém stavu [autor]

4.5 Zpracování měření

Zhotovené snímky z termokamery byly vyhodnoceny v počítači, za pomoci programu FLUKE – SmartView 4.3. Vzhledem k množství diagnostikovaných objektů a tím pádem i pořizovaných snímků, zde uvádím pouze ty objekty, u kterých byla zjištěna závada, nebo se dostatečně odlišují svou konstrukcí, či funkcí, od většiny.

Ke každému, zde uvedenému, termogramu je přiložen i snímek měřeného objektu ve viditelném spektru a tabulka s podrobnými informacemi o měření.

4.5.1 Pásový dopravník pod drtičem – Linka A



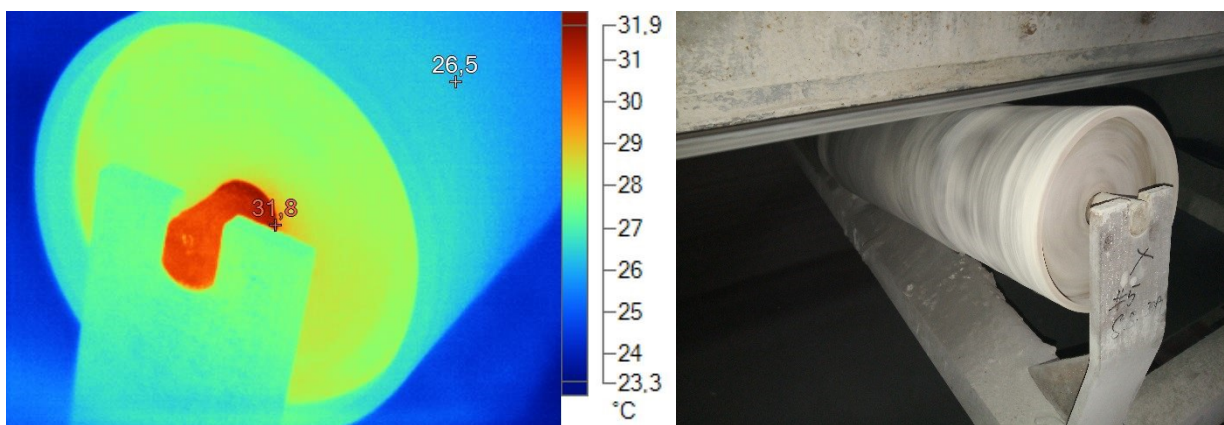
Obr. 53 Termogram a snímek ve viditelném spektru pohonu pásového dopravníku pod drtičem – Linka A [autor]

Tabulka 4 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	26,4°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	25,6°C
Relativní vlhkost	25%
Rychlost proudění vzduchu	do 2 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Pohon pásového dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.



Obr. 54 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 5 Podrobné informace o měření

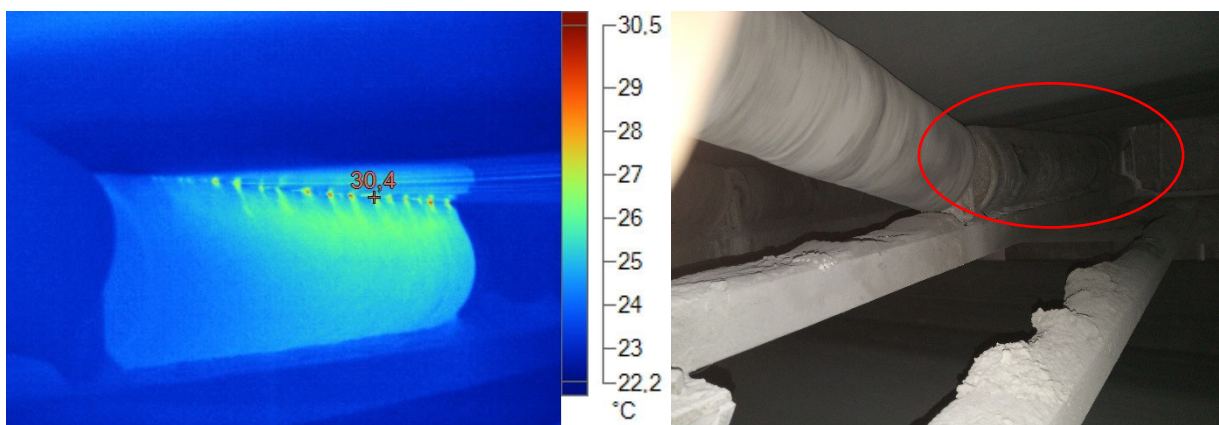
Odražená zdánlivá teplota	25,5°C
Emisivita	0,90
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,6°C
Relativní vlhkost	25%
Rychlost proudění vzduchu	do 2 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Oteplení soustavy Δt	5,3°C
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku, jedná se o váleček na pravé straně stolice, na pozici 7 od začátku pásu (dle toku materiálu), označeno #5.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 55 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 6 Podrobné informace o měření

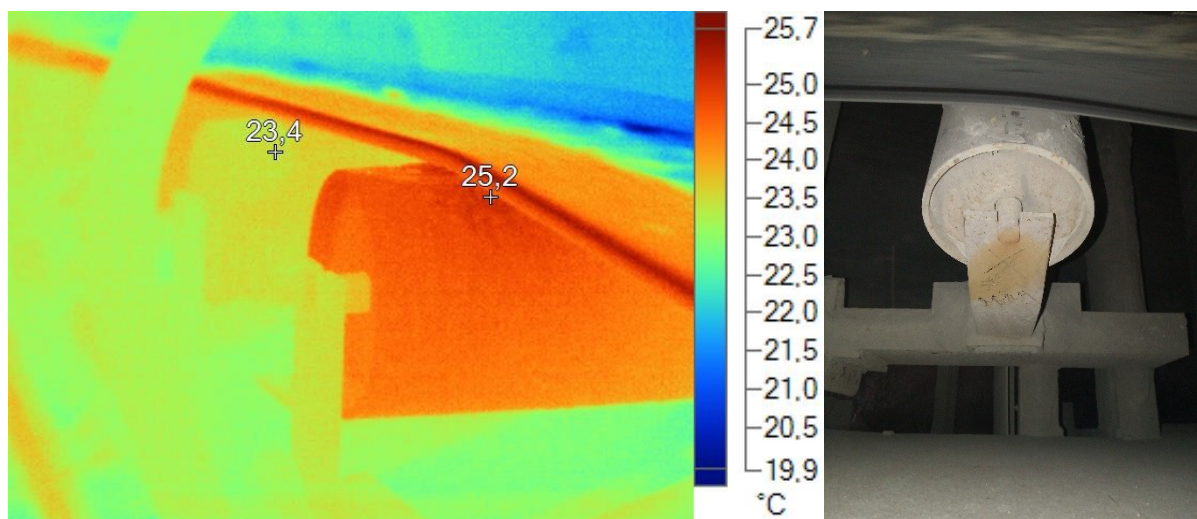
Odražená zdánlivá teplota	28,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	25,6°C
Relativní vlhkost	25%
Rychlost proudění vzduchu	do 2 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Oteplení soustavy Δt	Δt – proměnné.
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Váleček má poškozená ložiska, při odlehčení pásu dochází k jeho zastavení a tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 5 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #6.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 56 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 7 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	25,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,6°C
Relativní vlhkost	25%
Rychlost proudění vzduchu	do 2 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Oteplení soustavy Δt	Váleček je zadřený, dochází k tření o pás.
Nález	III. Neuspokojivý stav

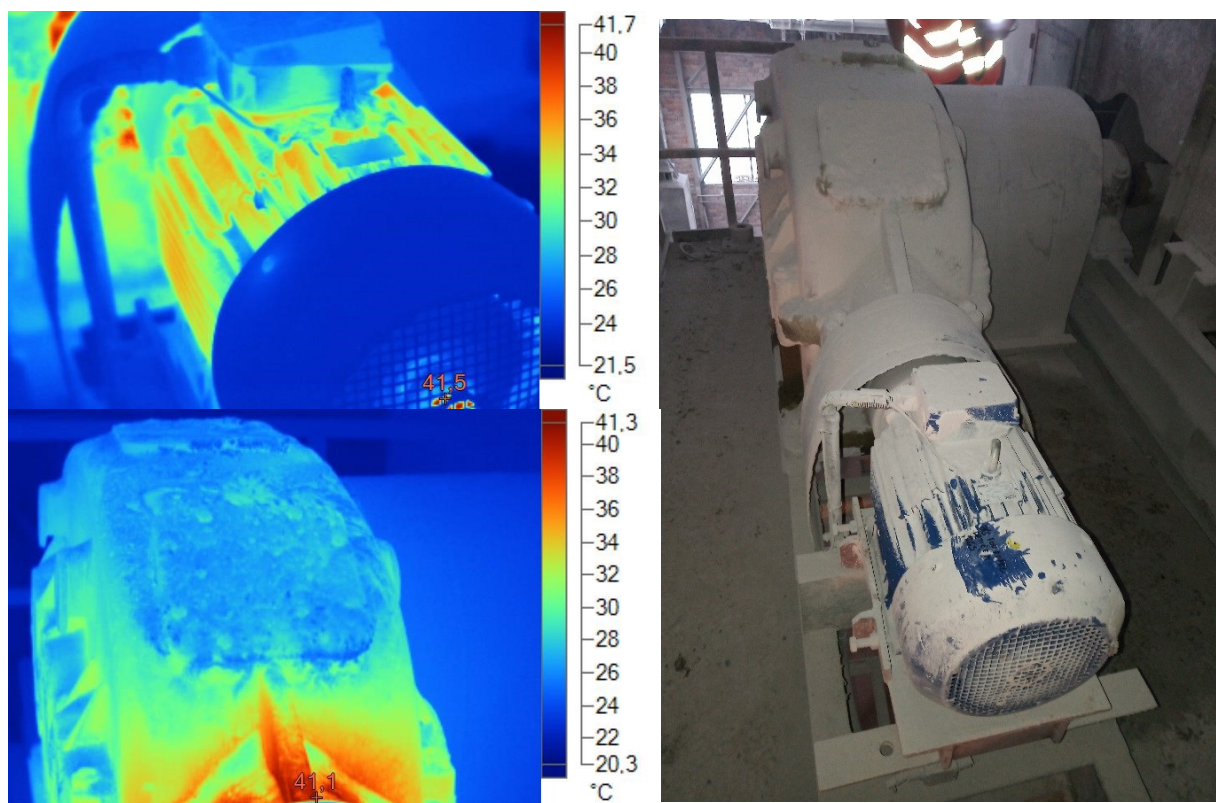
Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Pozice 1 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #7.

Doporučení:

Výměna válečku.

4.5.2 Pásový dopravník pod drtičem – Linka B



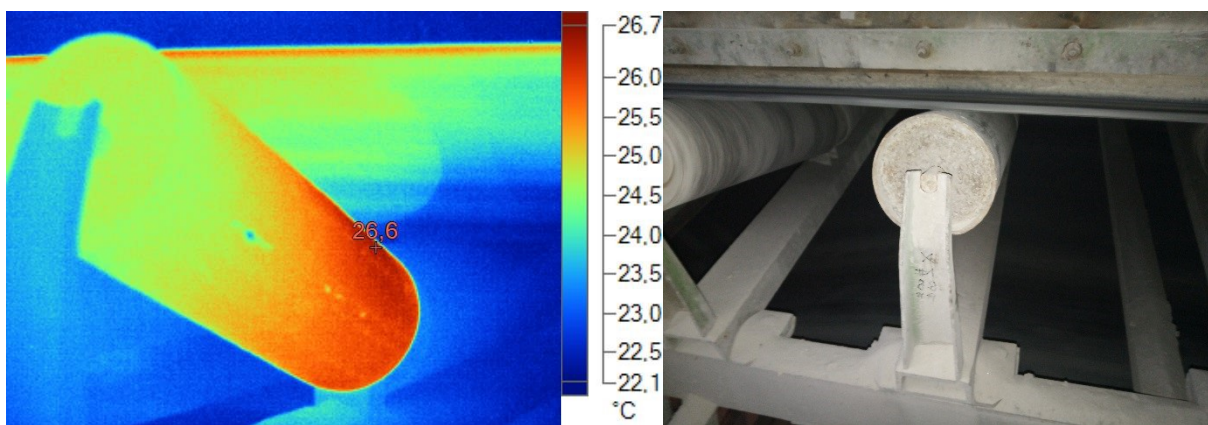
Obr. 57 Termogram pohonu pásového dopravníku pod drtičem – Linka B [autor]

Tabulka 8 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	26,4°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	25,6°C
Relativní vlhkost	25%
Rychlost proudění vzduchu	do 2 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Pohon pásového dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.



Obr. 58 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 9 Podrobné informace o měření

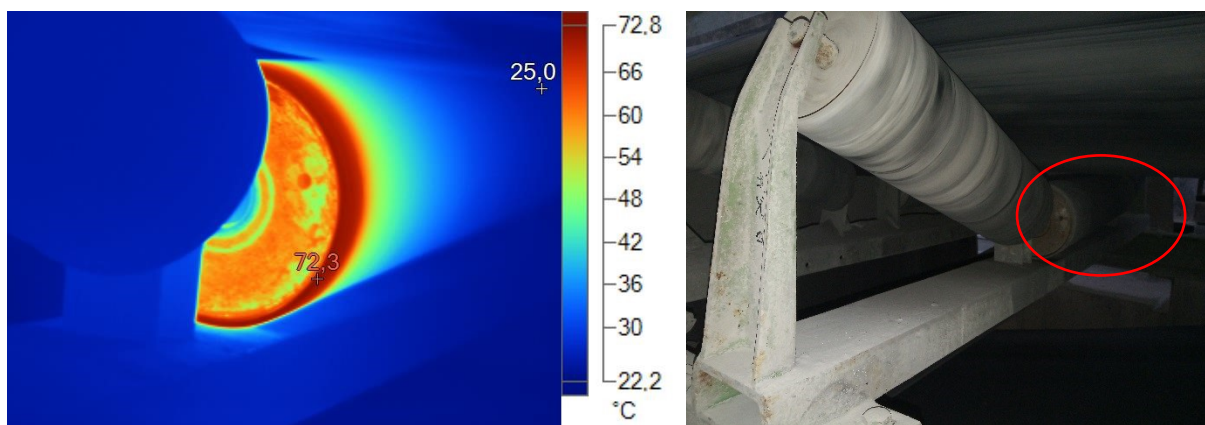
Odražená zdánlivá teplota	26,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	25,6°C
Relativní vlhkost	25%
Rychlost proudění vzduchu	do 2 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Oteplení soustavy Δt	Δt – proměnné.
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Váleček má poškozená ložiska, při odlehčení pásu dochází k jeho zastavení a tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 9 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #1.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 59 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 10 Podrobné informace o měření

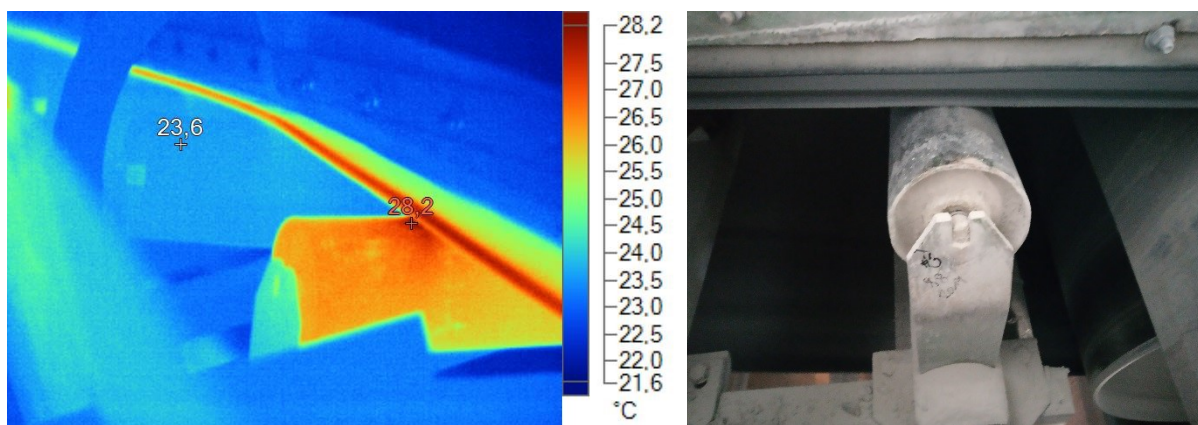
Odražená zdánlivá teplota	26,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	25,6°C
Relativní vlhkost	25%
Rychlost proudění vzduchu	do 2 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Oteplení soustavy Δt	47,3°C
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Vypadlý čep válečku ze stolice pásového dopravníku, při otáčení válečku dochází k tření o konstrukci dopravníku. Jedná se o prostřední váleček na pozici 11 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #2.

Doporučení:

Kontrola válečku a válečkové stolice, případná zpětná montáž.



Obr. 60 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 11 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	26,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	25,6°C
Relativní vlhkost	25%
Rychlost proudění vzduchu	do 2 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Oteplení soustavy Δt	4,6°C
Nález	III. Neuspokojivý stav

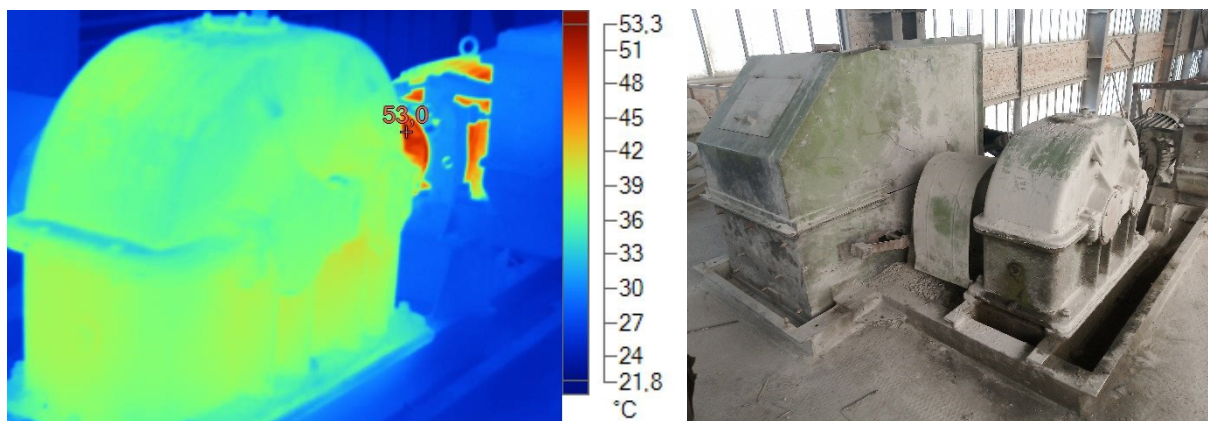
Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o pravý váleček na pozici 12 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #6.

Doporučení:

Výměna válečku.

4.5.3 Pásový dopravník MS14A – Třídírna



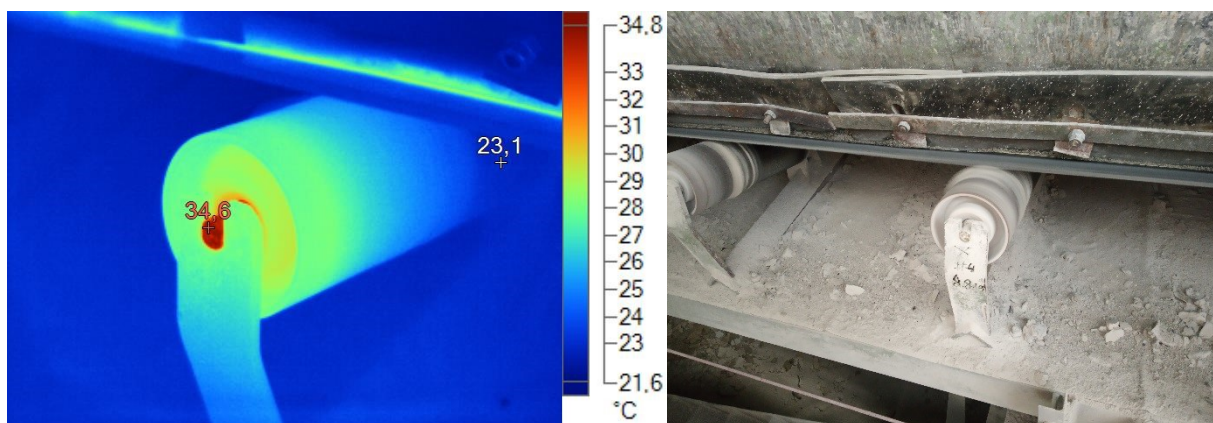
Obr. 61 Termogram převodové skříně a elektromotoru pásového dopravníku MS14A [autor]

Tabulka 12 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	26,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,6°C
Relativní vlhkost	25%
Rychlost proudění vzduchu	do 2 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Pohon pásového dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.



Obr. 62 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 13 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	27,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	26,6°C
Relativní vlhkost	25%
Rychlost proudění vzduchu	do 2 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Oteplení soustavy Δt	11,7°C
Nález	II. Zhoršený stav

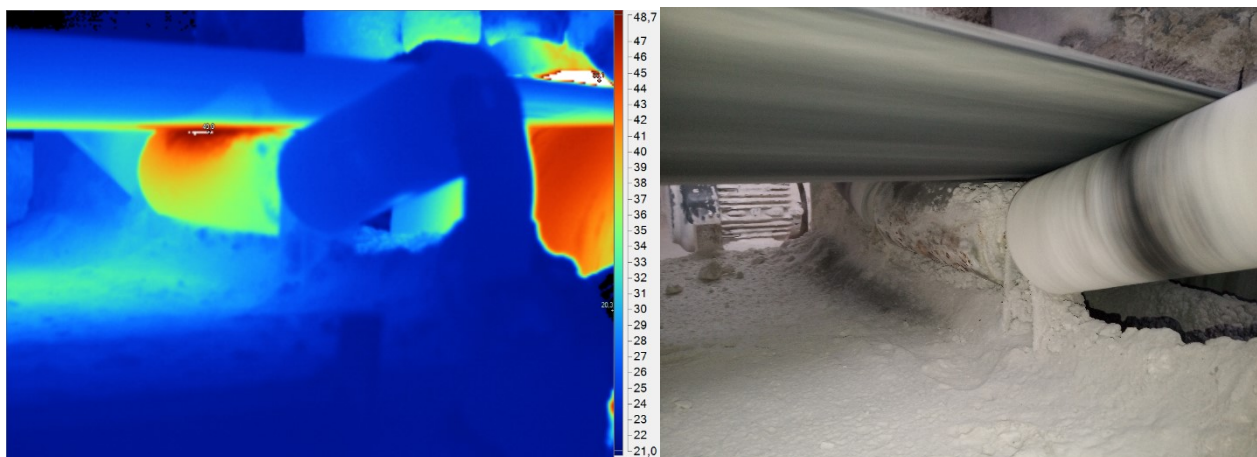
Zhodnocení stavu:

Poškozené ložiskoválečku, jedná se o váleček na pravé straně stolice, na pozici 7 od začátku pásu (dle toku materiálu), označeno #4.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.

4.5.4 Pásový dopravník 1.4 – Slinková sila



Obr. 63 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 14 Podrobné informace o měření

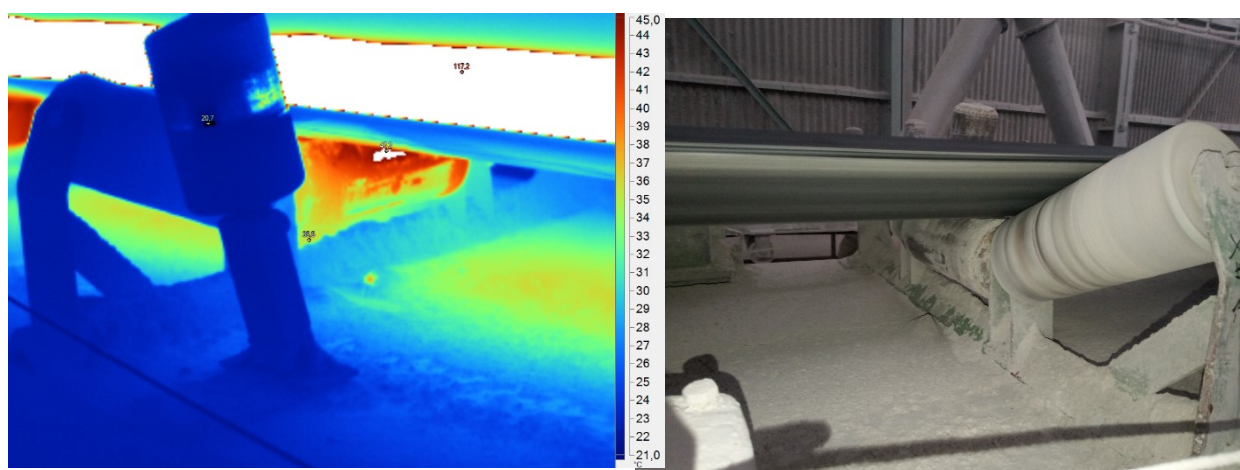
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Oteplení soustavy Δt	Poškozená ložiska válečku, váleček je zadřený
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 5 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #1.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 64 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 15 Podrobné informace o měření

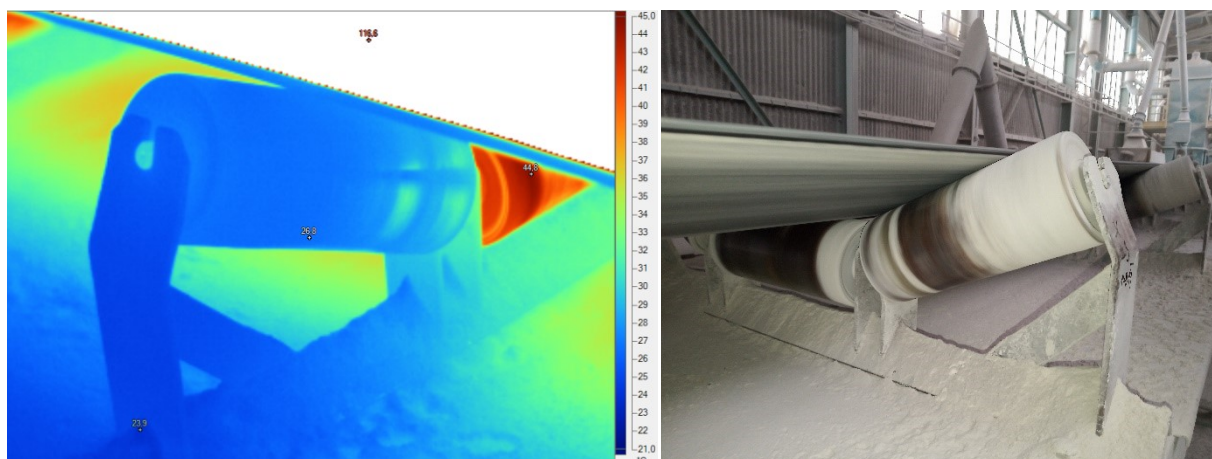
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Oteplení soustavy Δt	Poškozená ložiska válečku, váleček je zadřený
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 28 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #2.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 65 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 16 Podrobné informace o měření

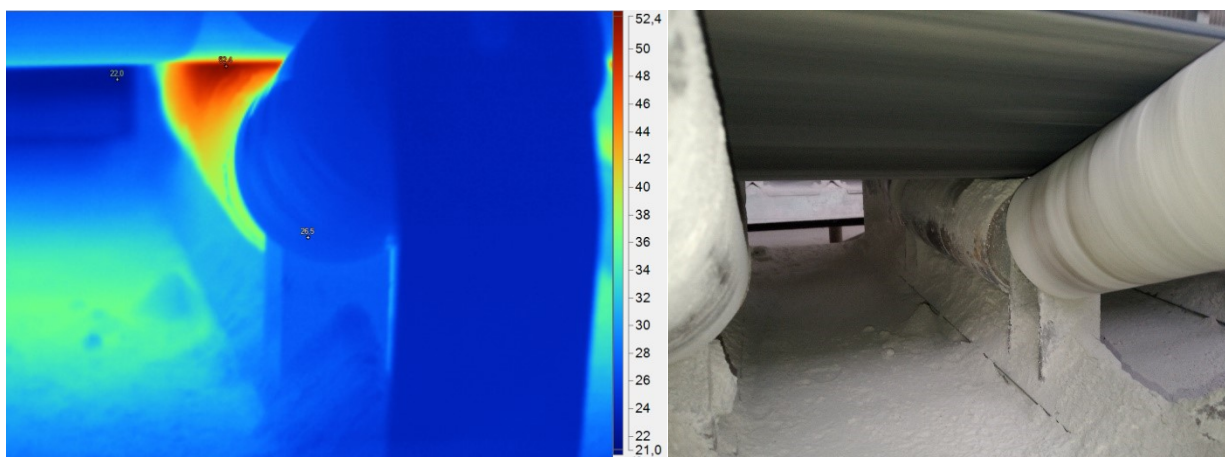
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	váleček je zadřený
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 24 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #3.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 66 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 17 Podrobné informace o měření

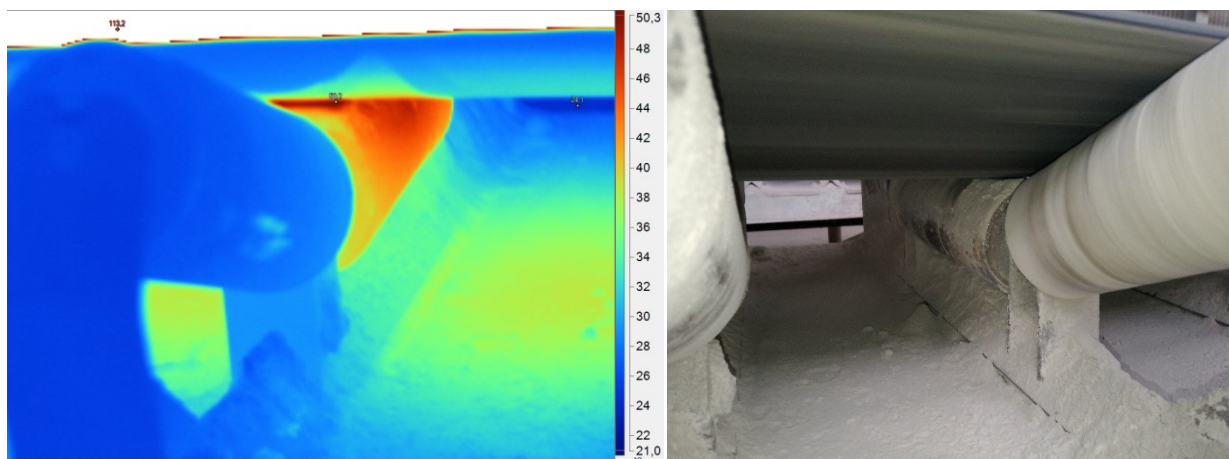
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	váleček je zadřený
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 23 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #4.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 67 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 18 Podrobné informace o měření

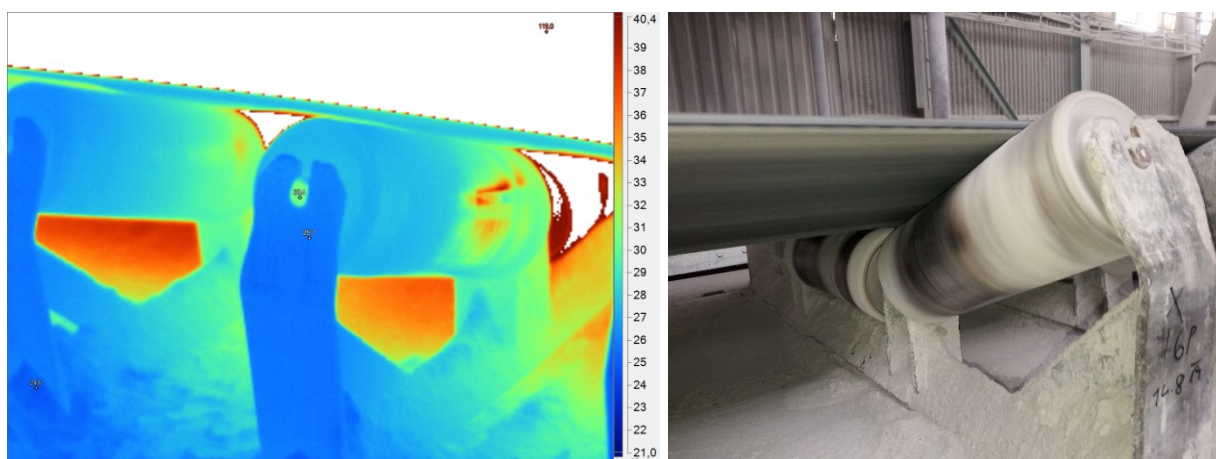
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	váleček je zadřený
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 21 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #5.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 68 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 19 Podrobné informace o měření

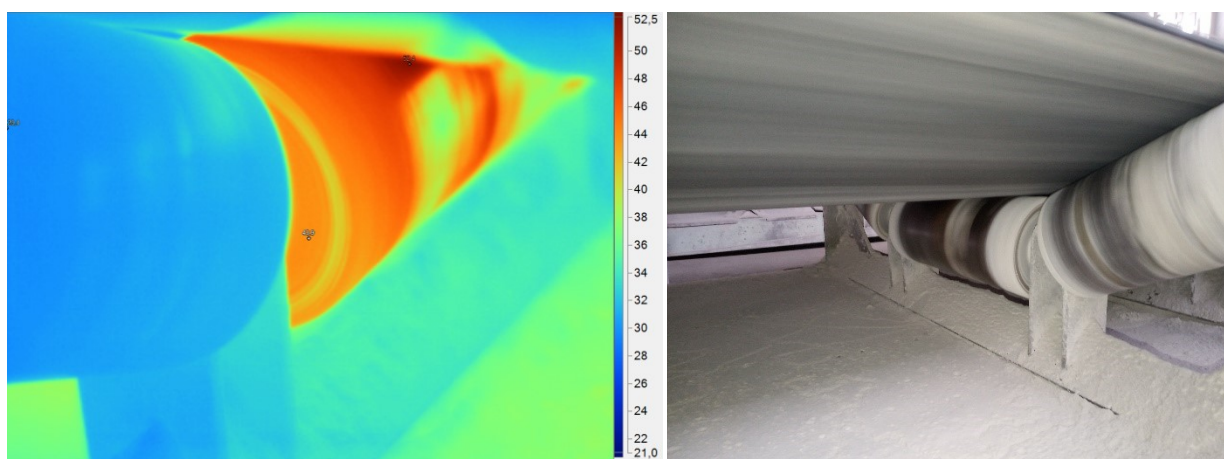
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	3,4 °C
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku, jedná se o váleček na pravé straně stolice, na pozici 19 od začátku pásu (dle toku materiálu), označeno #6.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 69 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 20 Podrobné informace o měření

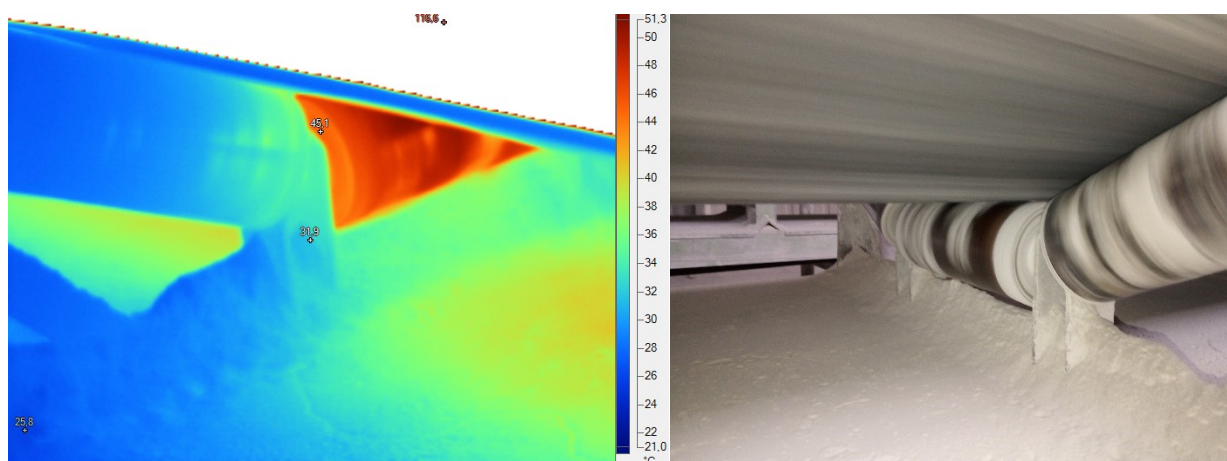
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	3,9 °C
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku, jedná se o prostřední váleček stolice, na pozici 18 od začátku pásu (dle toku materiálu), označeno #7.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 70 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 21 Podrobné informace o měření

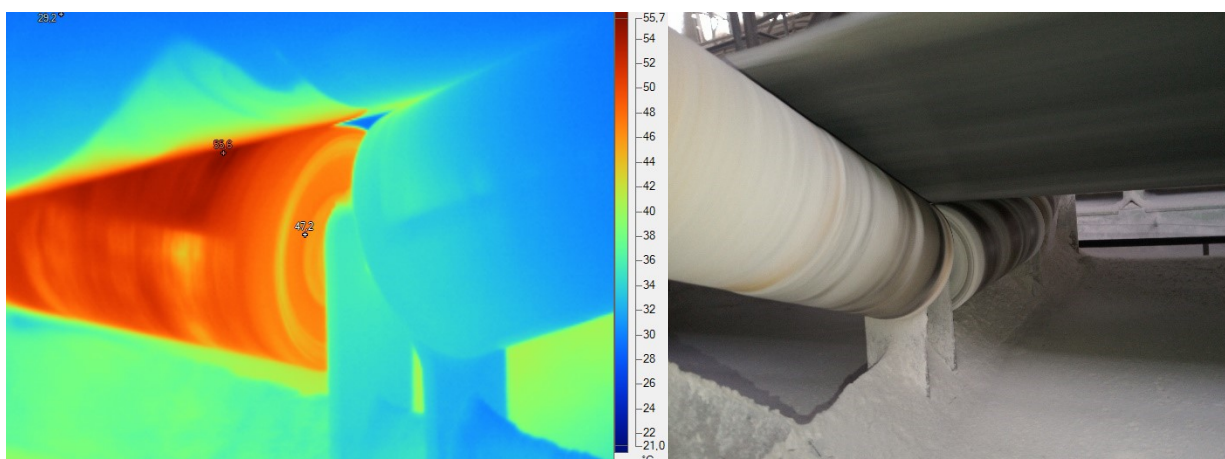
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	5,1 °C
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku, jedná se o prostřední váleček stolice, na pozici 17 od začátku pásu (dle toku materiálu), označeno #8.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 71 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 22 Podrobné informace o měření

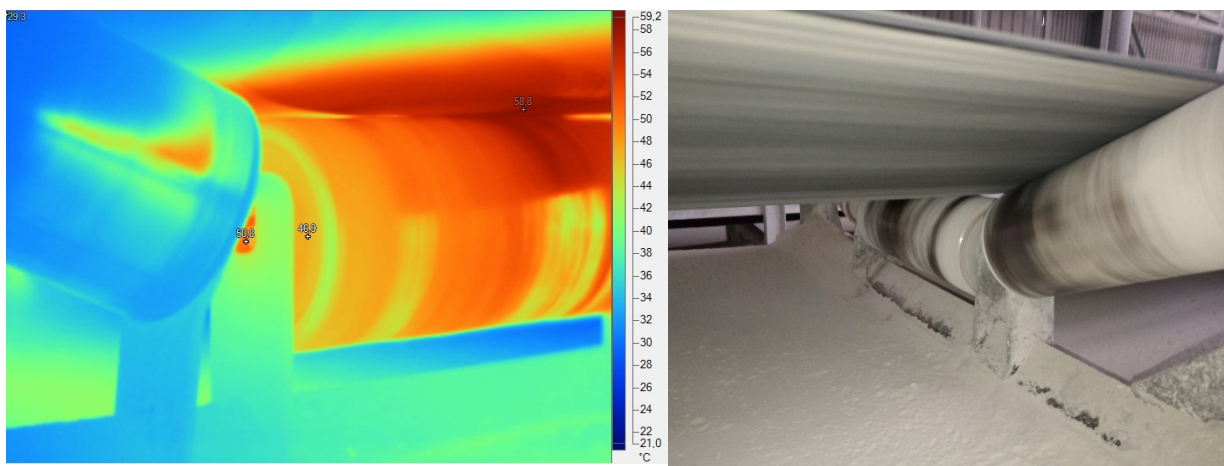
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	7,2 °C
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku, jedná se o prostřední váleček stolice, na pozici 16 od začátku pásu (dle toku materiálu), označeno #9.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 72 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 23 Podrobné informace o měření

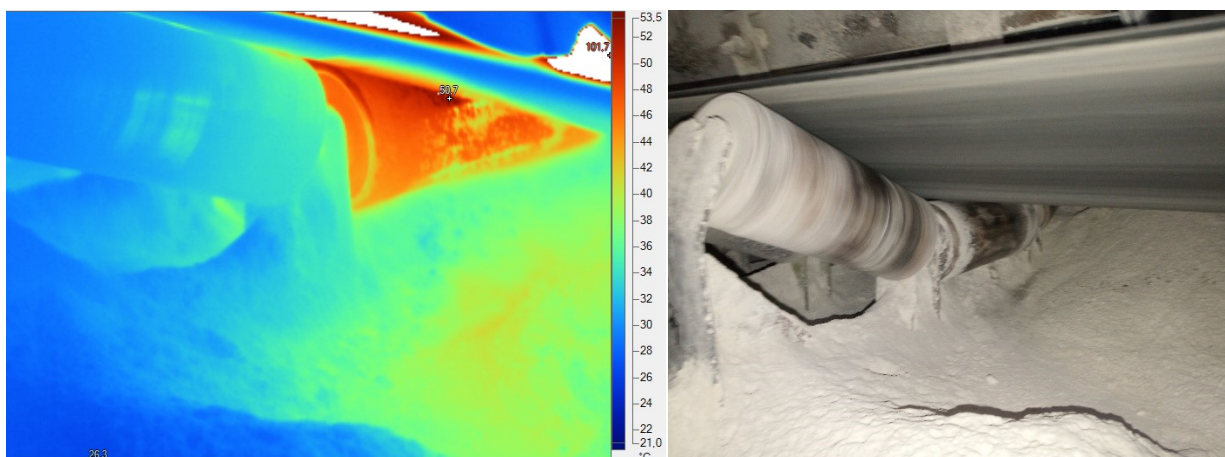
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	10,8 °C
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku, jedná se o prostřední váleček stolice, na pozici 15 od začátku pásu (dle toku materiálu), označeno #10.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 73 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 24 Podrobné informace o měření

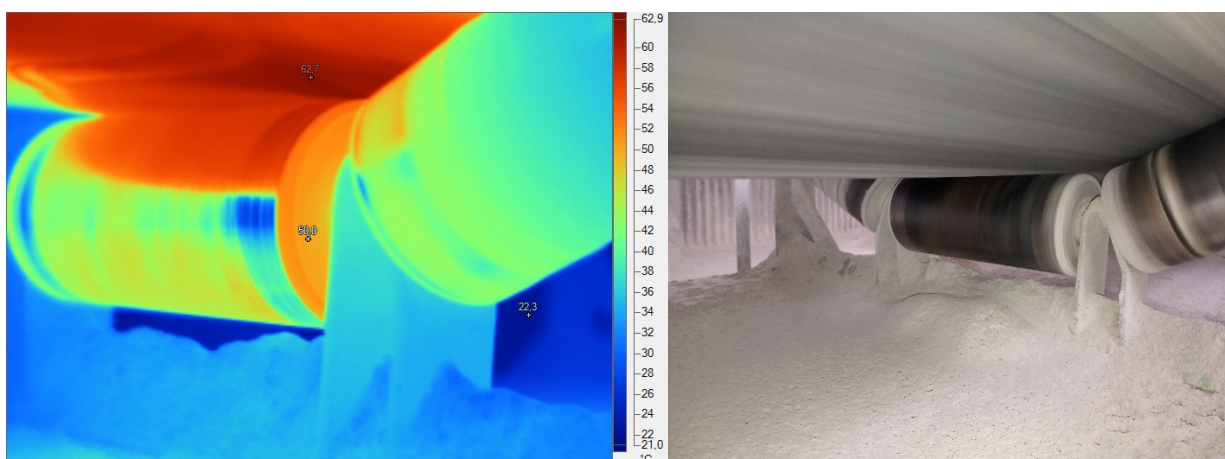
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	Zadřený váleček
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 12 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #11.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 74 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 25 Podrobné informace o měření

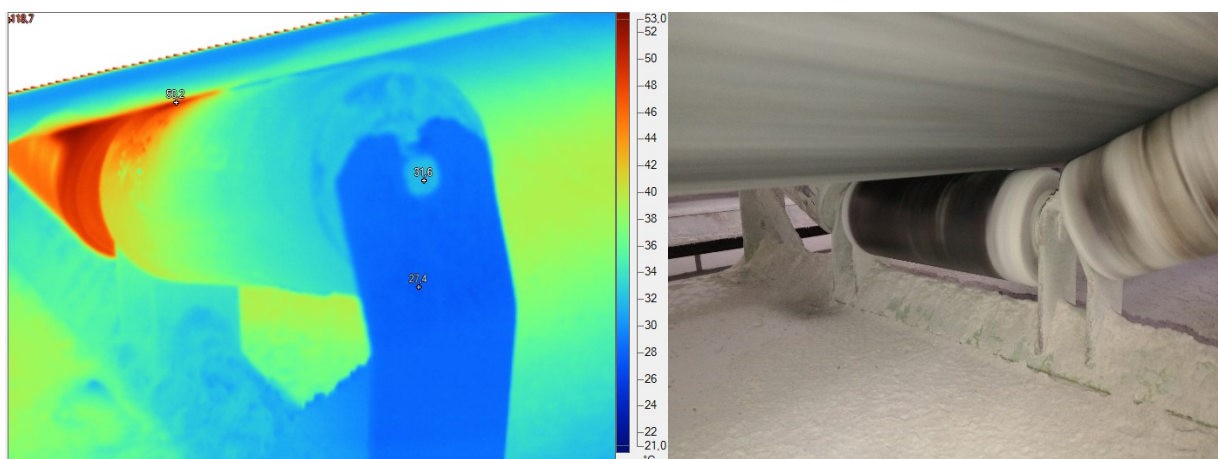
Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	9,6 °C
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Zhoršený stav ložisek válečku. Jedná se o prostřední váleček na pozici 45 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #12.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 75 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 26 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	10,2°C
Nález	III. Neuspokojivý stav

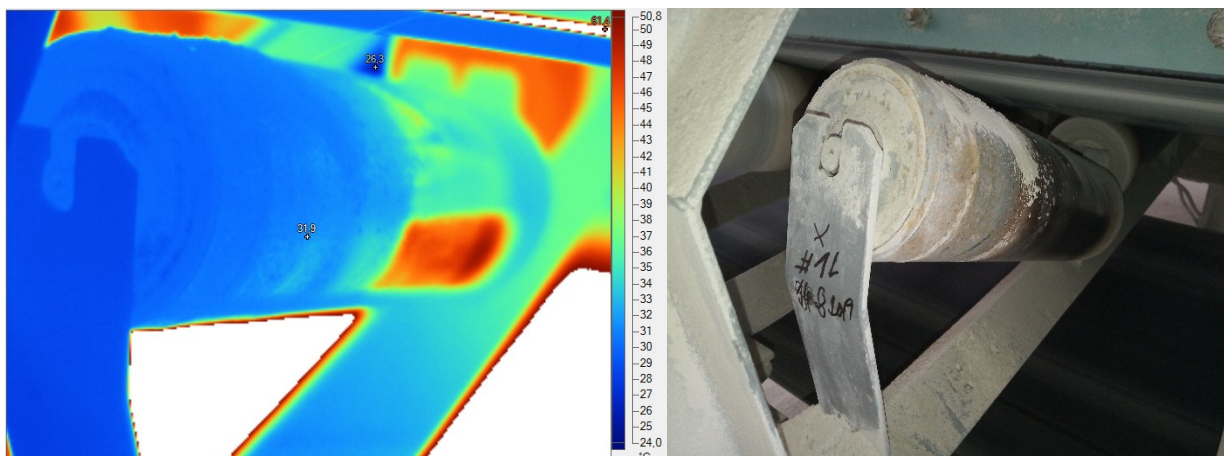
Zhodnocení stavu:

Váleček má poškozená ložiska, při odlehčení pásu dochází k jeho zastavení a tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 32 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #13.

Doporučení:

Výměna válečku.

4.5.5 Rebrošův pás 606 – Slinková sila



Obr. 76 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 27 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	20,9°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

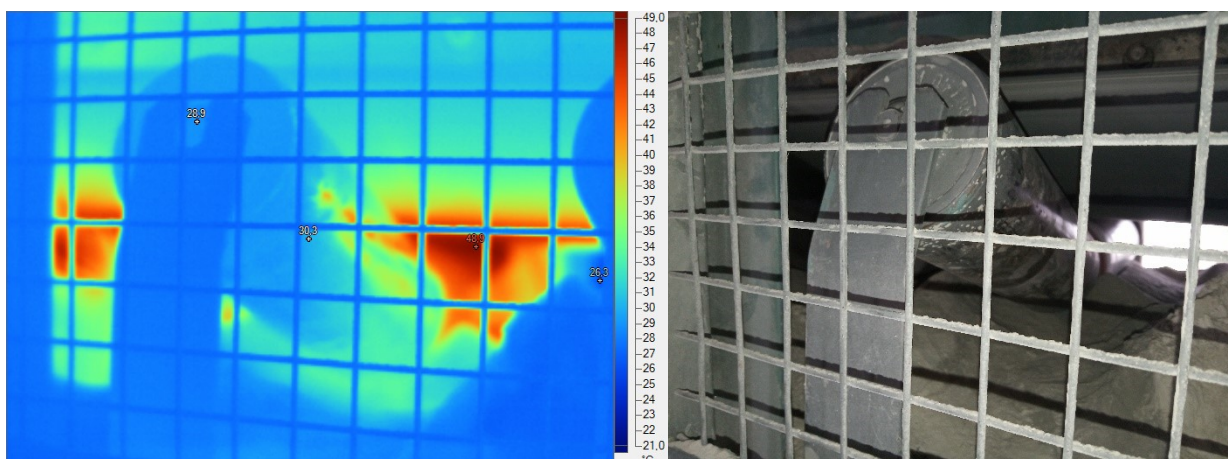
Zhodnocení stavu:

Vypadlý čep válečku ze stolice pásového dopravníku, při otáčení válečku dochází k tření o konstrukci dopravníku. Jedná se o levý váleček na pozici 4 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #1.

Doporučení:

Kontrola válečku a válečkové stolice, případná zpětná montáž.

4.5.6 Šikmý pás 605 – Slinková síla



Obr. 77 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 28 Podrobné informace o měření

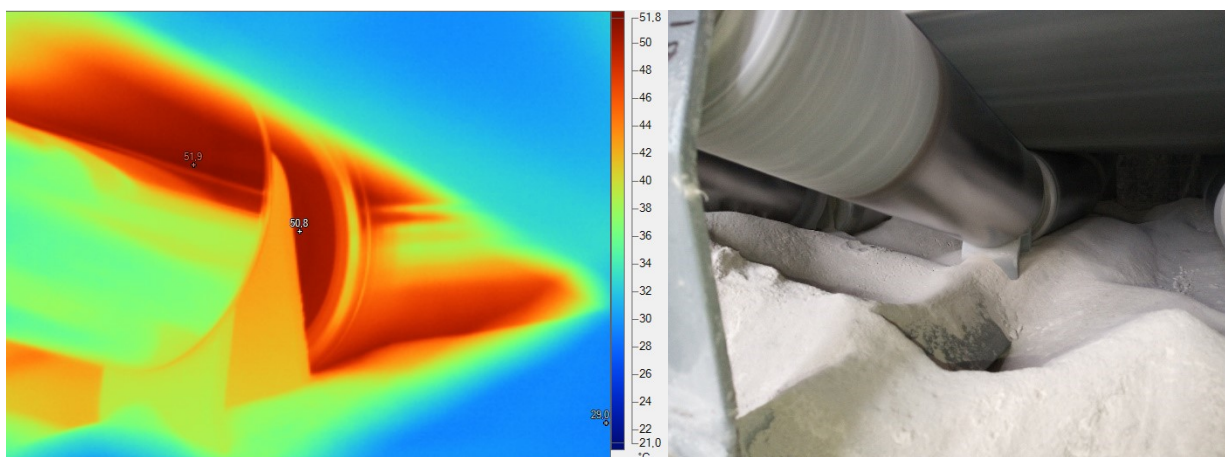
Odražená zdánlivá teplota	22,6°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	Zadřený váleček
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 8 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #1.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 78 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 29 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	24,3°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	5,3°C
Nález	II. Zhoršený stav

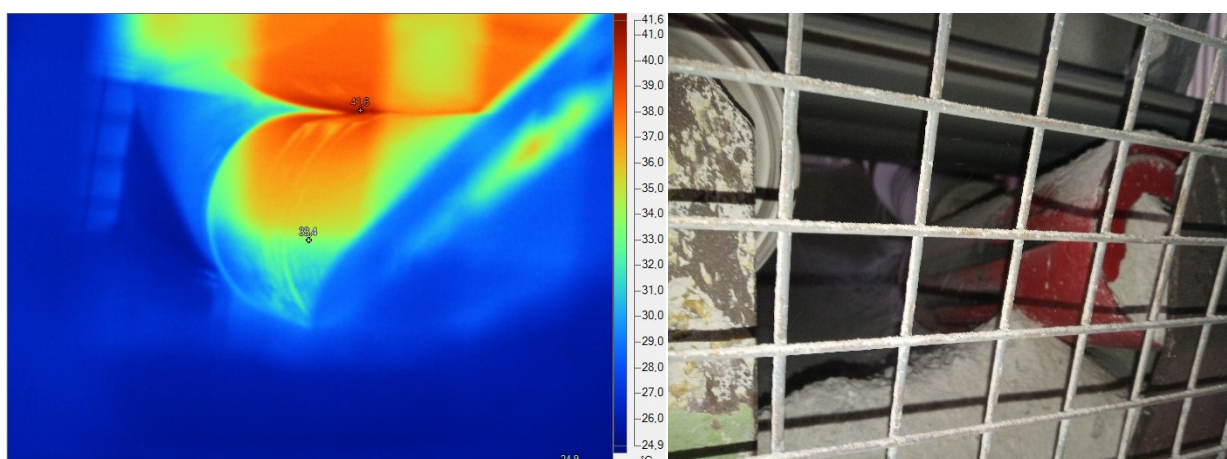
Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 8 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #2.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.

4.5.7 Šikmý pás 6121 – Sušárna – Kulový mlýn



Obr. 79 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 30 Podrobné informace o měření

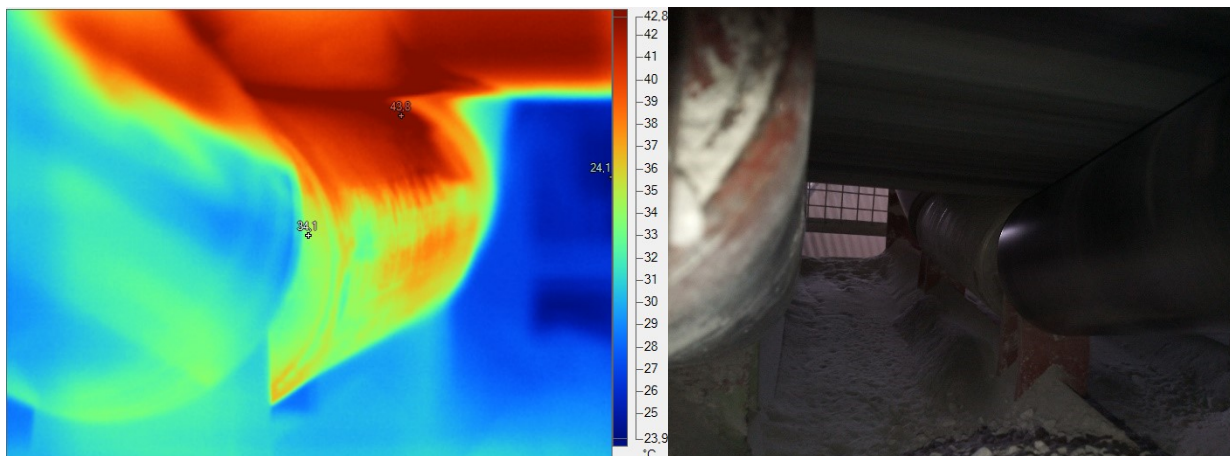
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska prostředního válečku pásového dopravníku jsou zadřené a levý váleček vypadl ze stolice, dochází k tření o pás. Jedná se o válečkovou stolici na pozici 2 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #1.

Doporučení:

Výměna obou válečků.



Obr. 80 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 31 Podrobné informace o měření

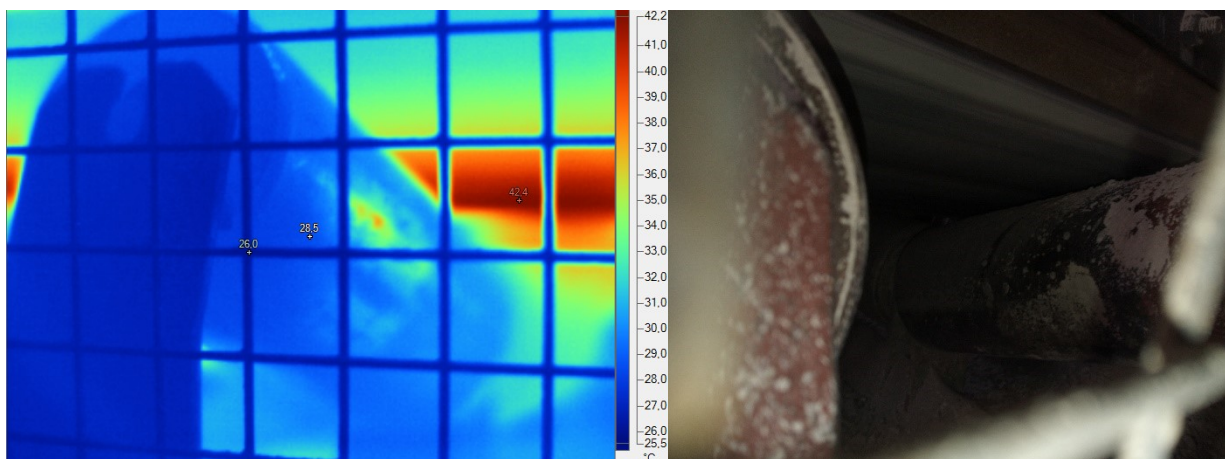
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 6 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #2.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 81 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 32 Podrobné informace o měření

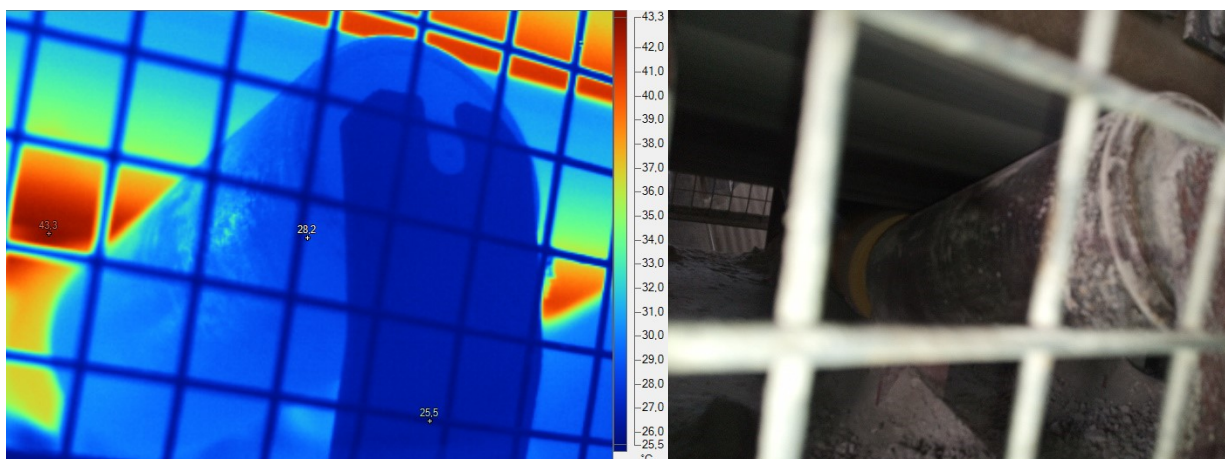
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečků pásového dopravníku jsou zadřená, válečky se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o pravý a levý váleček na pozici 7 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #3.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 82 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 33 Podrobné informace o měření

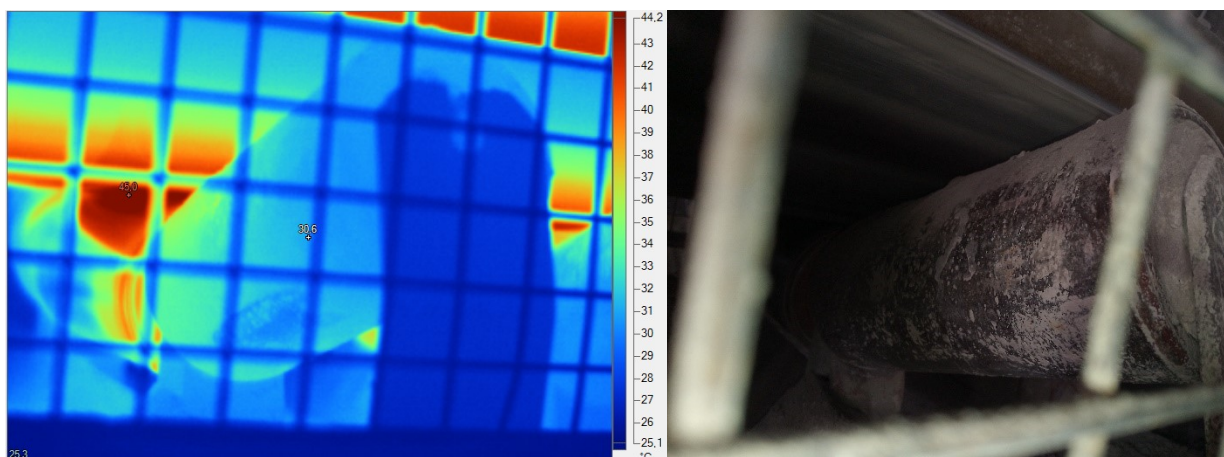
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 8 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #4.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 83 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 34 Podrobné informace o měření

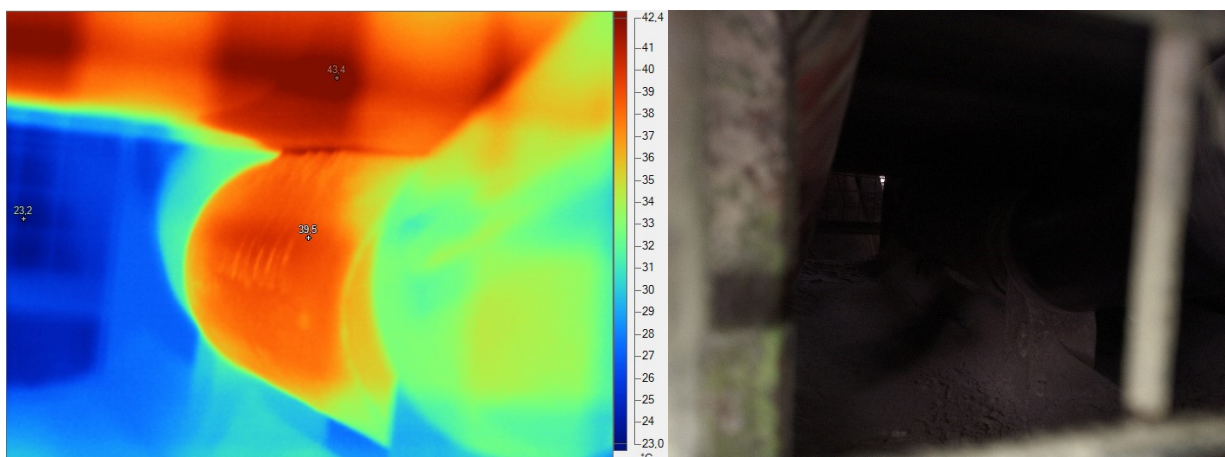
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 9 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #5.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 84 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 35 Podrobné informace o měření

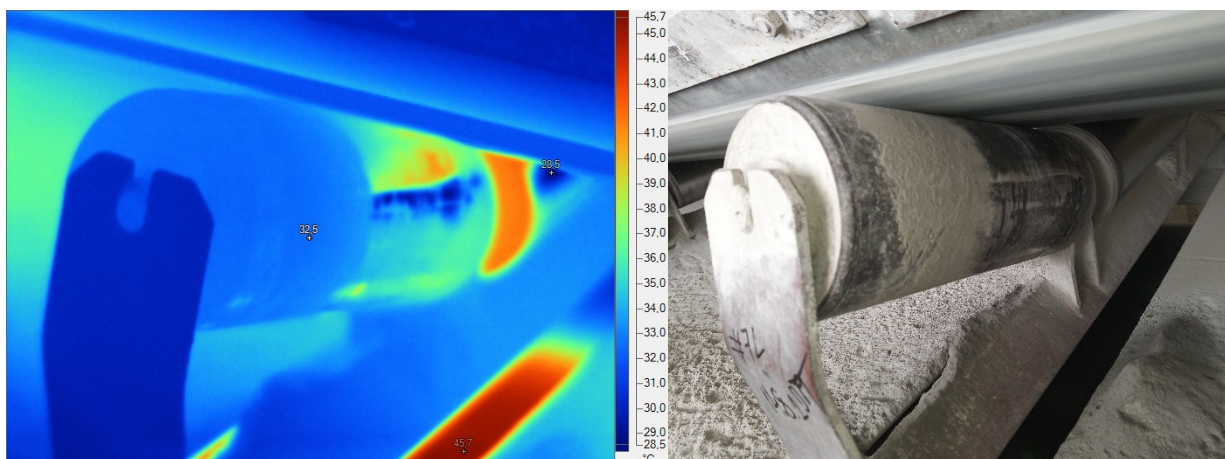
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 10 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #6.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 85 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 36 Podrobné informace o měření

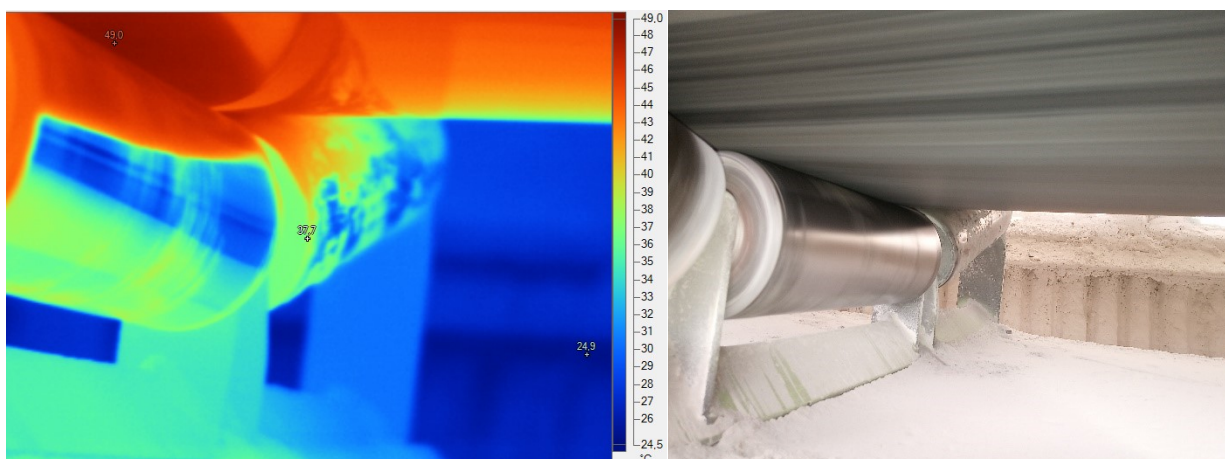
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 16 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #7.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 86 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 37 Podrobné informace o měření

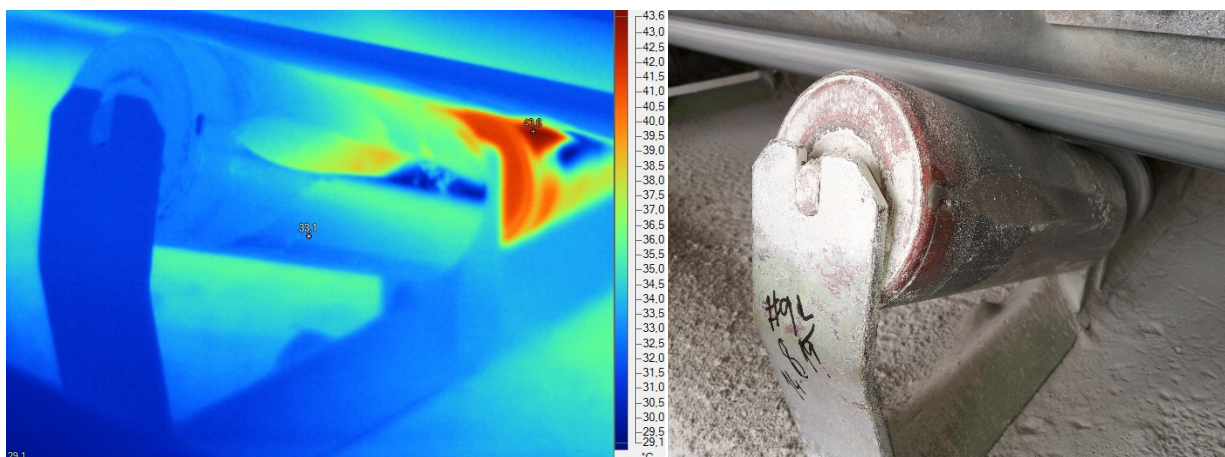
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 18 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #8.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 87 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 38 Podrobné informace o měření

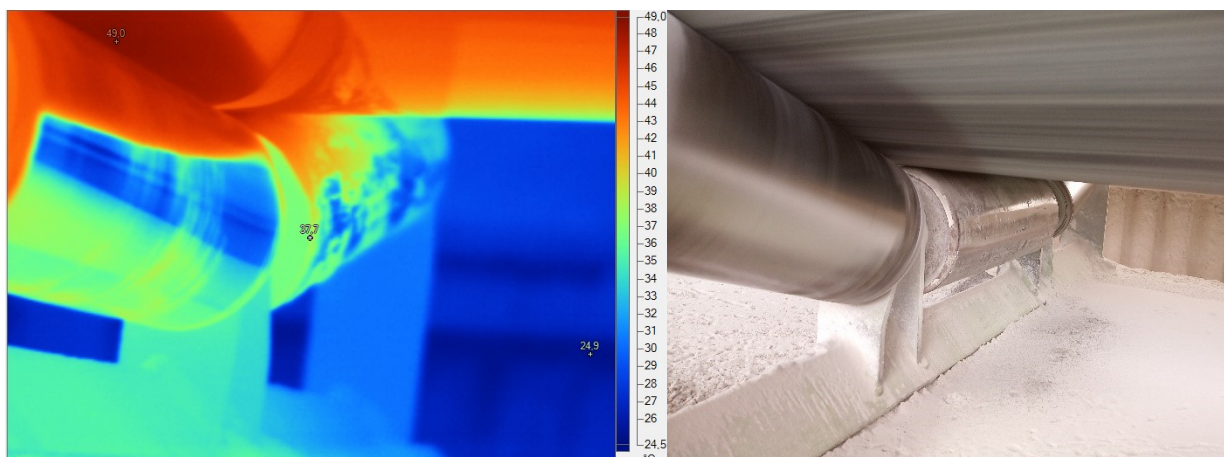
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 19 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #9.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 88 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 39 Podrobné informace o měření

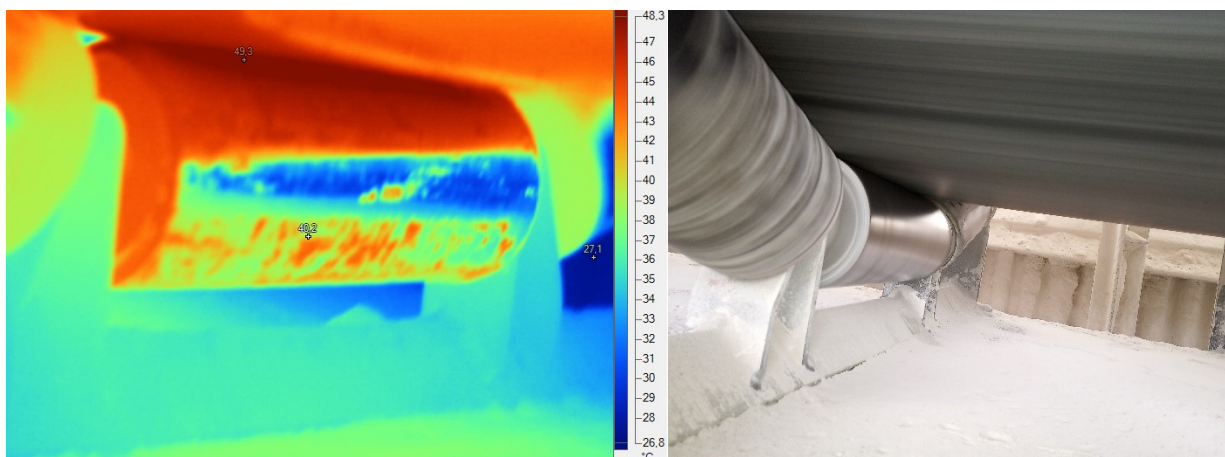
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 21 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #10.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 89 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 40 Podrobné informace o měření

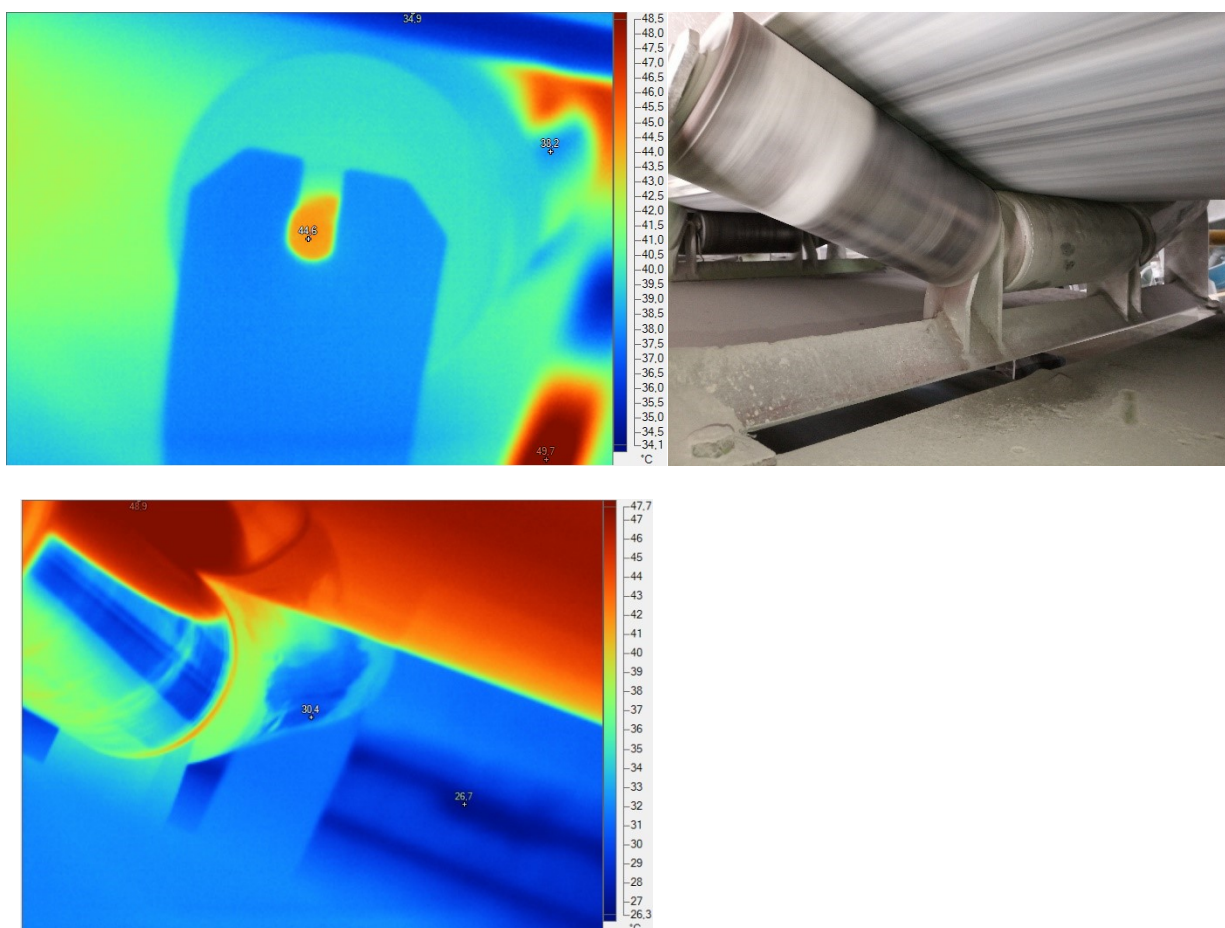
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 22 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #11.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 90 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 41 Podrobné informace o měření

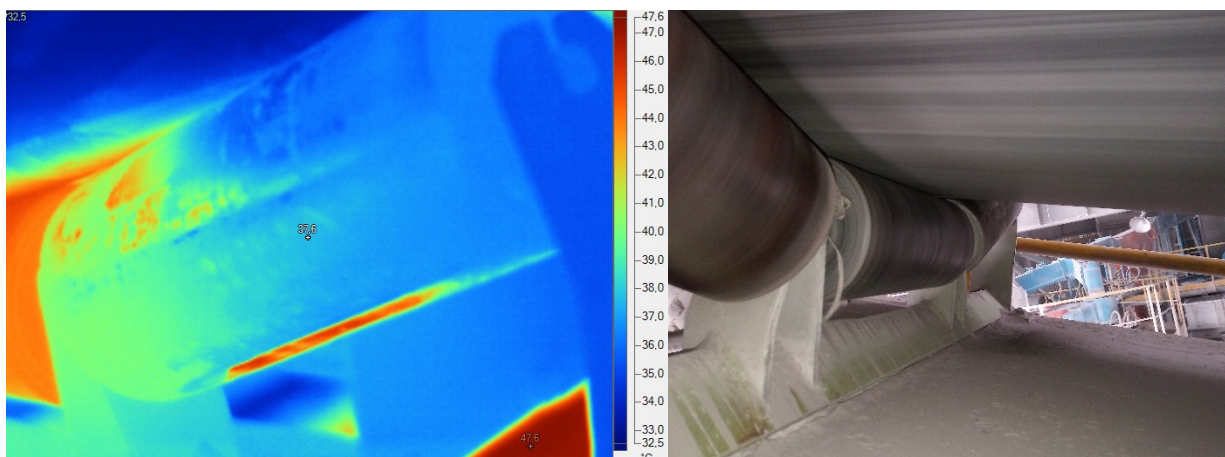
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska pravého a prostředního válečku pásového dopravníku jsou zadřené, ložiska levého válečku se nacházejí ve zhoršeném stavu. Jedná se o válečkovou stolicí na pozici 32 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #12.

Doporučení:

Výměna všech válečků.



Obr. 91 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 42 Podrobné informace o měření

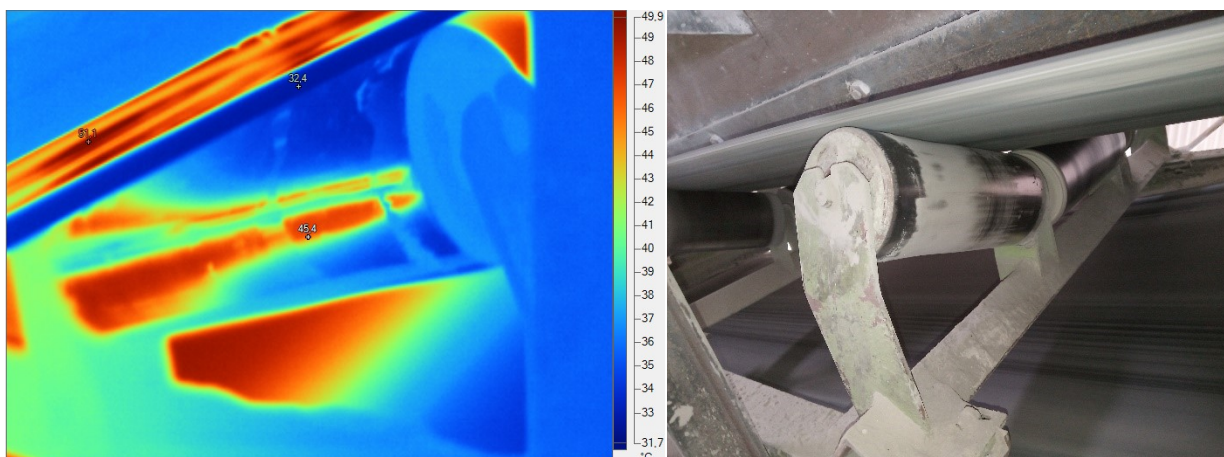
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o pravý váleček na pozici 33 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #13.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 92 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 43 Podrobné informace o měření

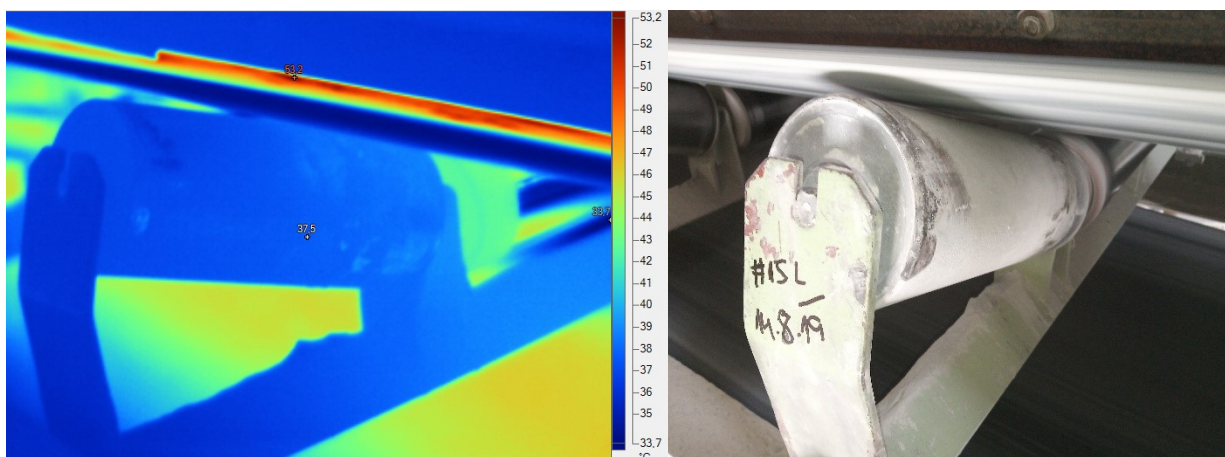
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o pravý váleček na pozici 37 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #14.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 93 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 44 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,9
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	20,1°C
Relativní vlhkost	55%
Rychlost proudění vzduchu	do 1 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Oteplení soustavy Δt	-
Nález	III. Neuspokojivý stav

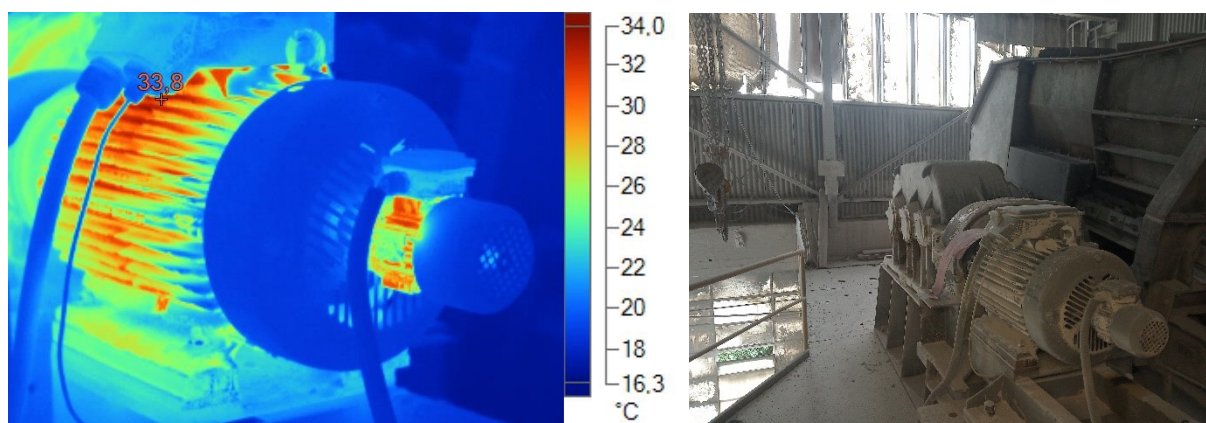
Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 36 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #15.

Doporučení:

Výměna válečku.

4.5.8 Šupinový pás



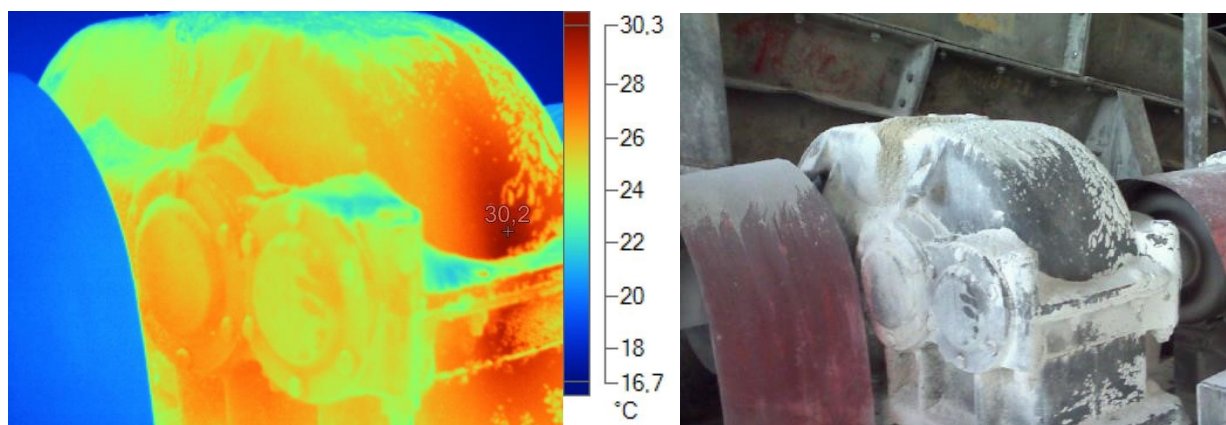
Obr. 94 Termogram a snímek ve viditelném spektru pohonu šupinového pásu [autor]

Tabulka 45 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	25,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Pohon dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.



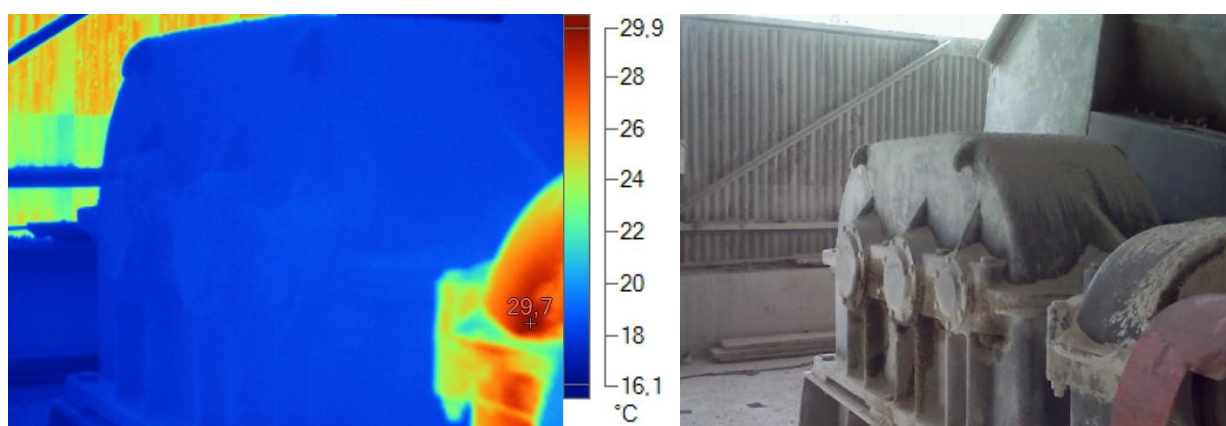
Obr. 95 Termogram a snímek ve viditelném spektru převodové skříň [autor]

Tabulka 46 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Převodová skříň dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.



Obr. 96 Termogram a snímek ve viditelném spektru převodové skříň [autor]

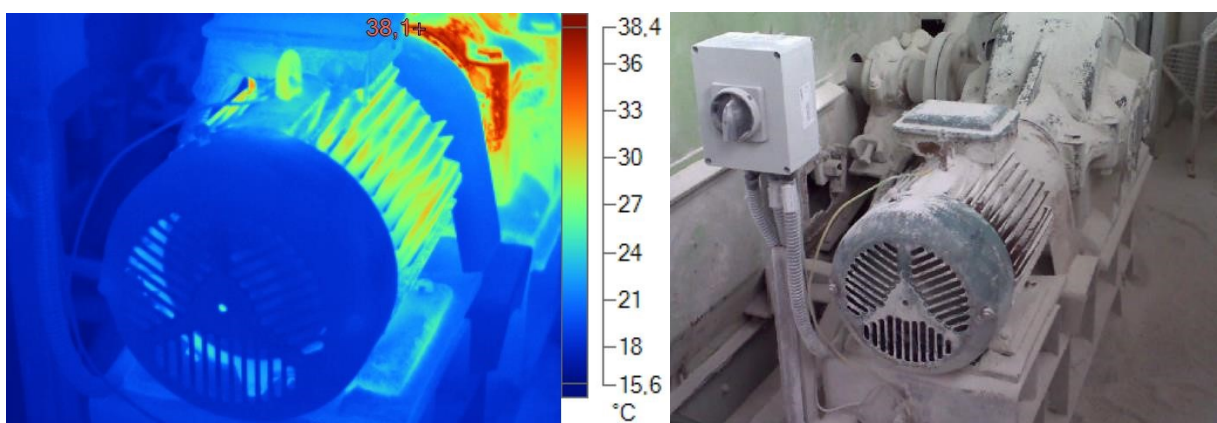
Tabulka 47 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	26,4°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Převodová skříň dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.

4.5.9 Pásový dopravník 201



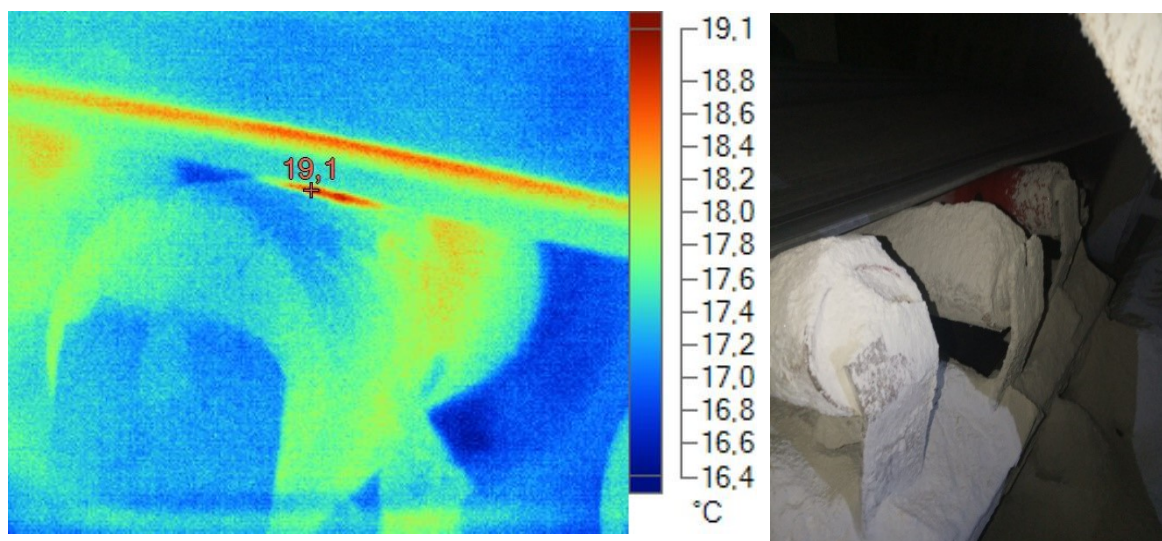
Obr. 97 Termogram a snímek ve viditelném spektru pohonu pásového dopravníku 201 [autor]

Tabulka 48 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	26,1C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Pohon pásového dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.



Obr. 98 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečků pásového dopravníku [autor]

Tabulka 49 Podrobné informace o měření

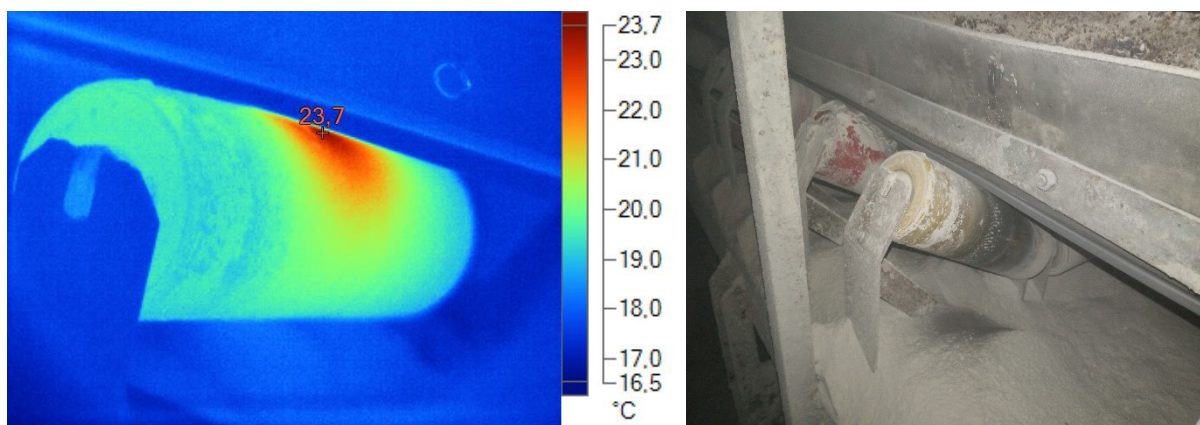
Odražená zdánlivá teplota	24,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečků pásového dopravníku na pozici 3, 4 a 6, vždy na levé straně (dle toku materiálu), jsou zadřené, válečky se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Označeno #1, #2 a #3.

Doporučení:

Výměna všech 3 válečků.



Obr. 99 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 50 Podrobné informace o měření

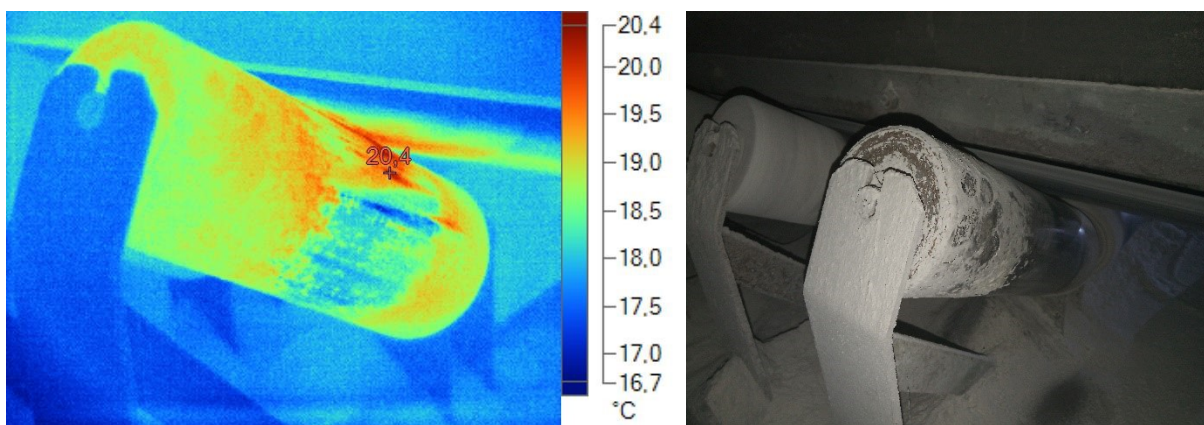
Odražená zdánlivá teplota	23,8°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 9 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #4.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 100 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 51 Podrobné informace o měření

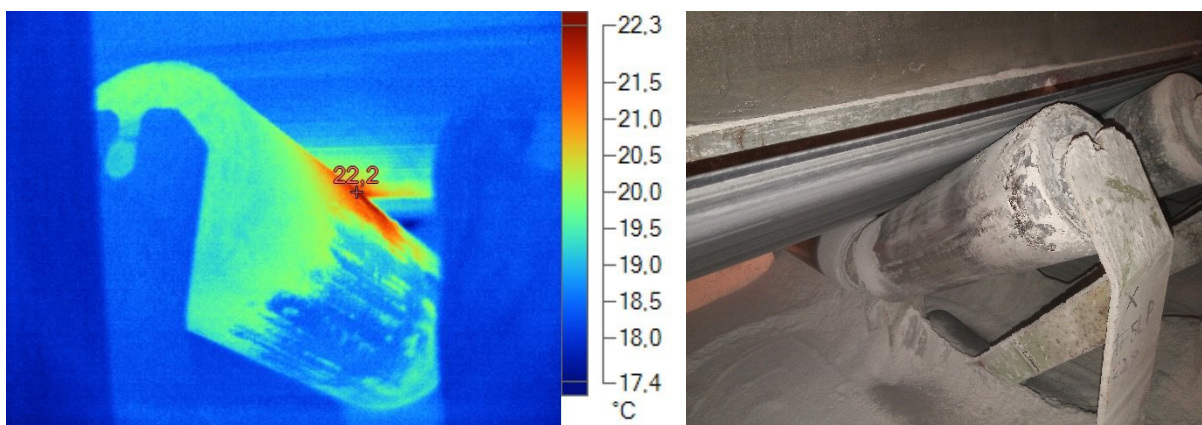
Odražená zdánlivá teplota	24,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 20 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #5.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 101 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 52 Podrobné informace o měření

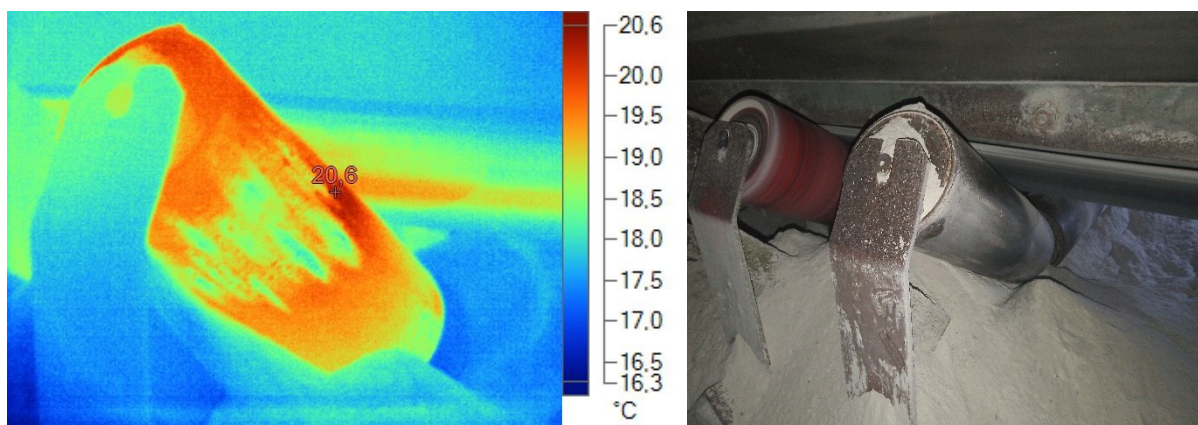
Odražená zdánlivá teplota	24,1°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o pravý váleček na pozici 20 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #5.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 102 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 53 Podrobné informace o měření

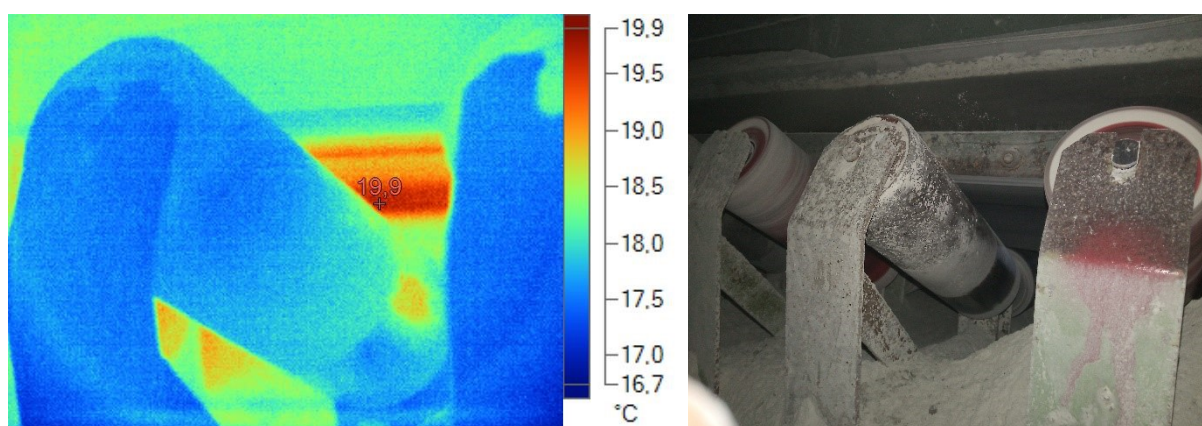
Odražená zdánlivá teplota	25,6C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 26 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #6.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 103 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 54 Podrobné informace o měření

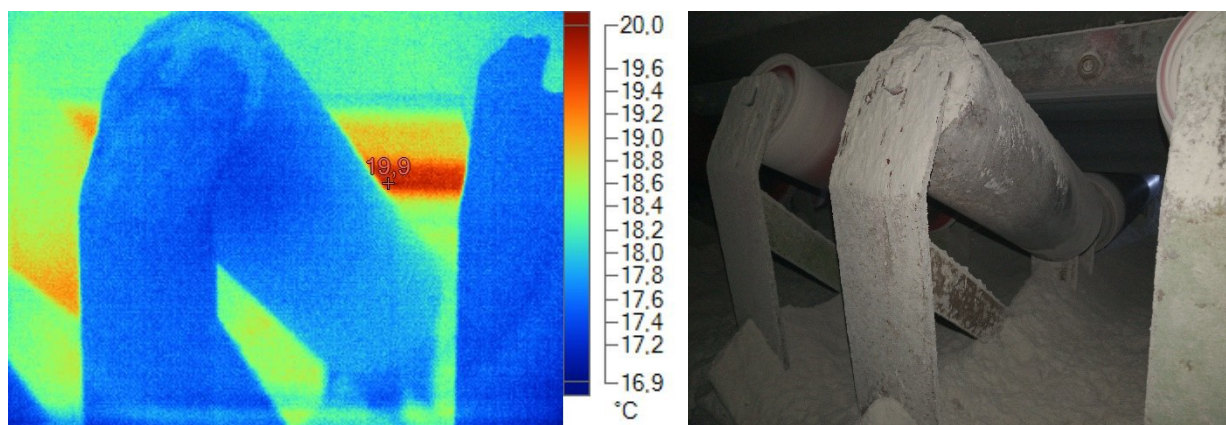
Odražená zdánlivá teplota	23,9°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 28 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #7.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 104 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 55 Podrobné informace o měření

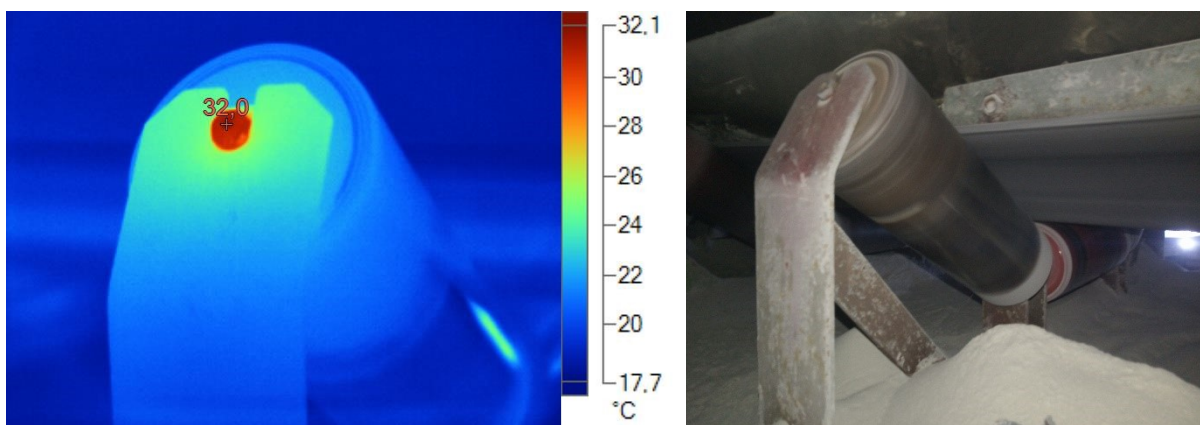
Odražená zdánlivá teplota	22,8°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 29 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #8.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 105 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 56 Podrobné informace o měření

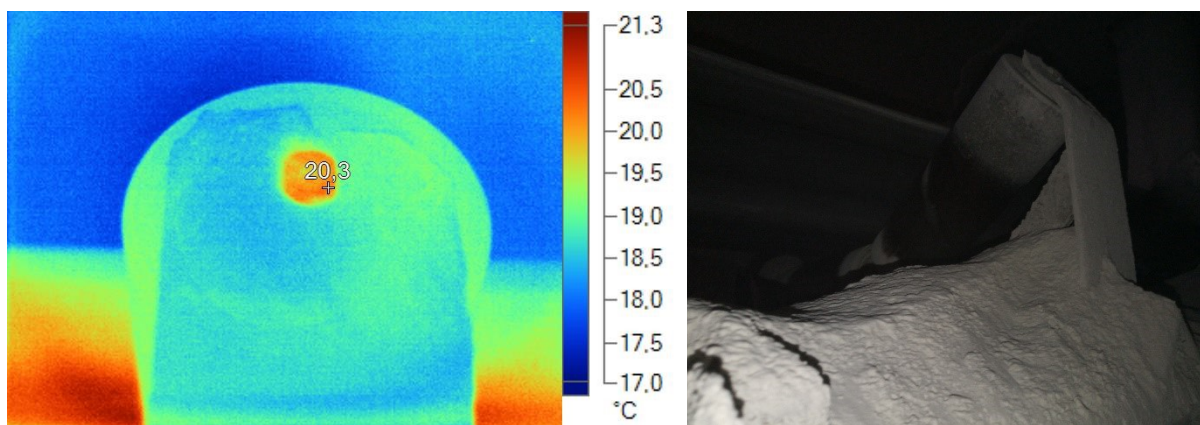
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 45 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #9.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 106 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 57 Podrobné informace o měření

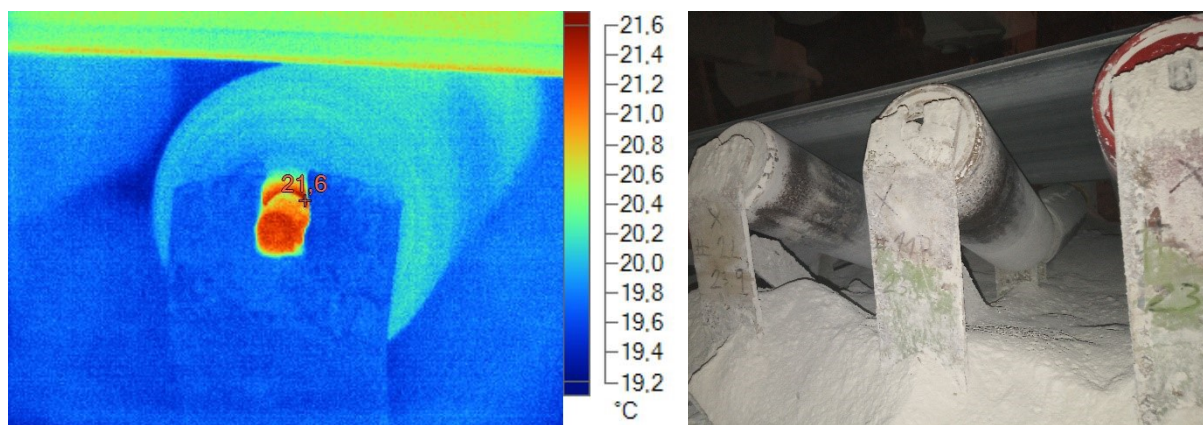
Odražená zdánlivá teplota	24,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 45 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #10.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 107 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 58 Podrobné informace o měření

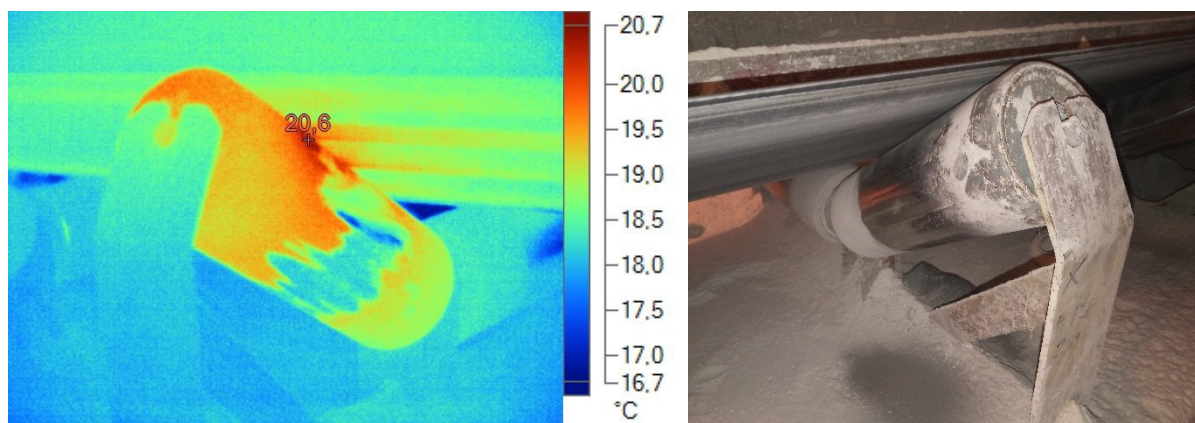
Odražená zdánlivá teplota	22,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o pravý váleček na pozici 5 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #11.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 108 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 59 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	24,9°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o pravý váleček na pozici 19 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #12.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 109 Snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 60 Podrobné informace o měření

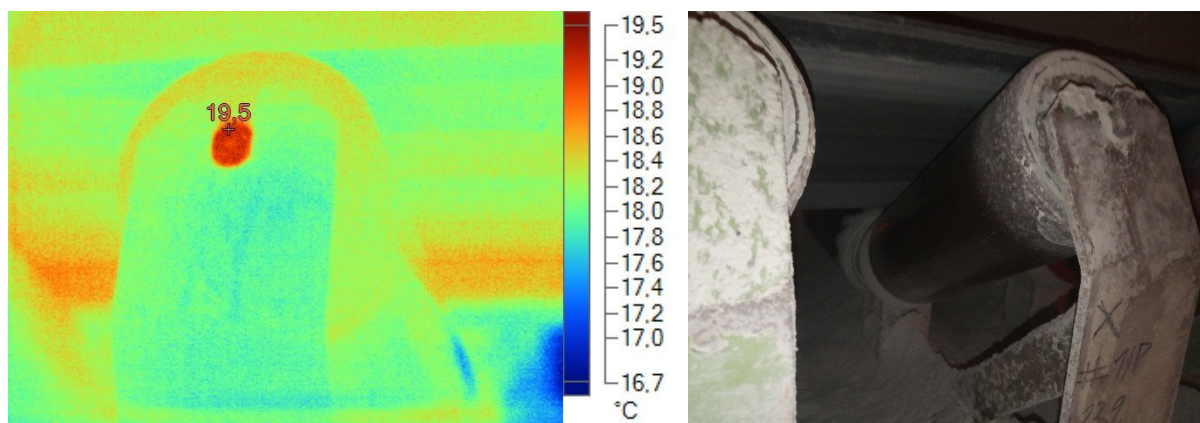
Odražená zdánlivá teplota	25,9°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o pravý váleček na pozici 27 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #13.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 110 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 61 Podrobné informace o měření

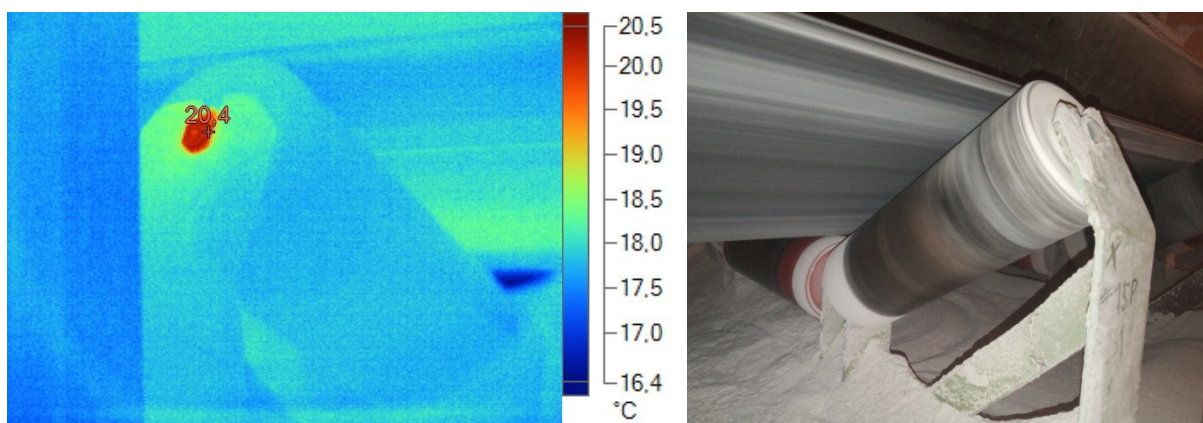
Odražená zdánlivá teplota	22,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Váleček má poškozená ložiska, při odlehčení pásu dochází k jeho zastavení a tření o pás. Jedná se o pravý váleček na pozici 30 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #14.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 111 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 62 Podrobné informace o měření

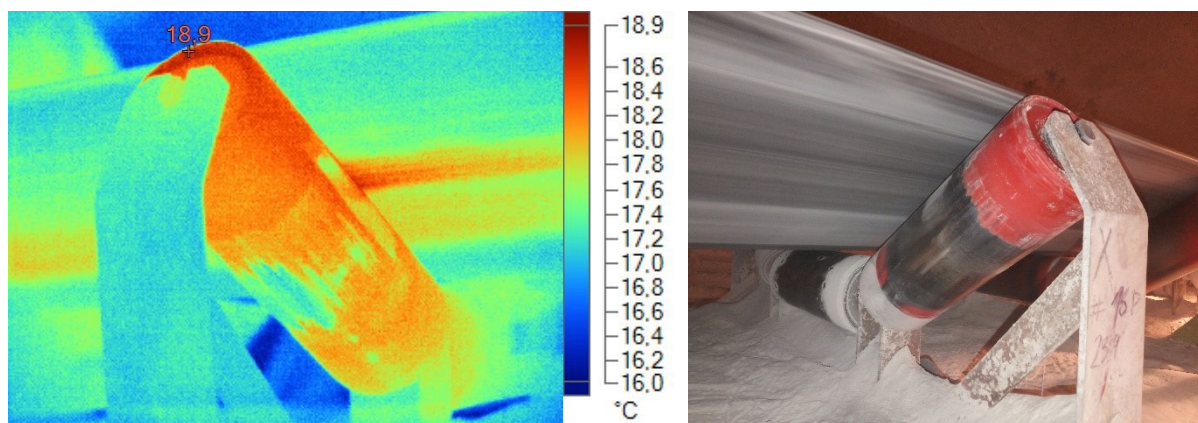
Odražená zdánlivá teplota	21,9°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o pravý váleček na pozici 32 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #15.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 112 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 63 Podrobné informace o měření

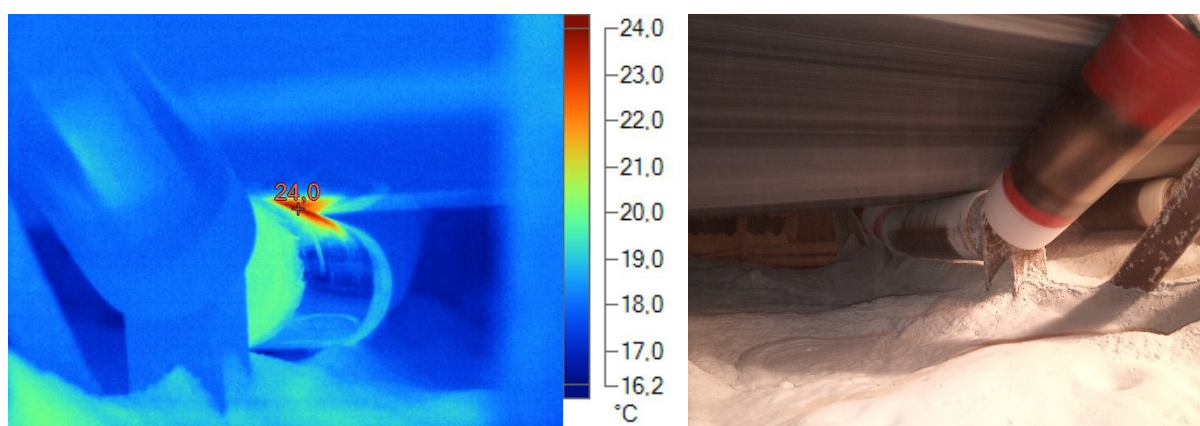
Odražená zdánlivá teplota	24,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o pravý váleček na pozici 35 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #16.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 113 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 64 Podrobné informace o měření

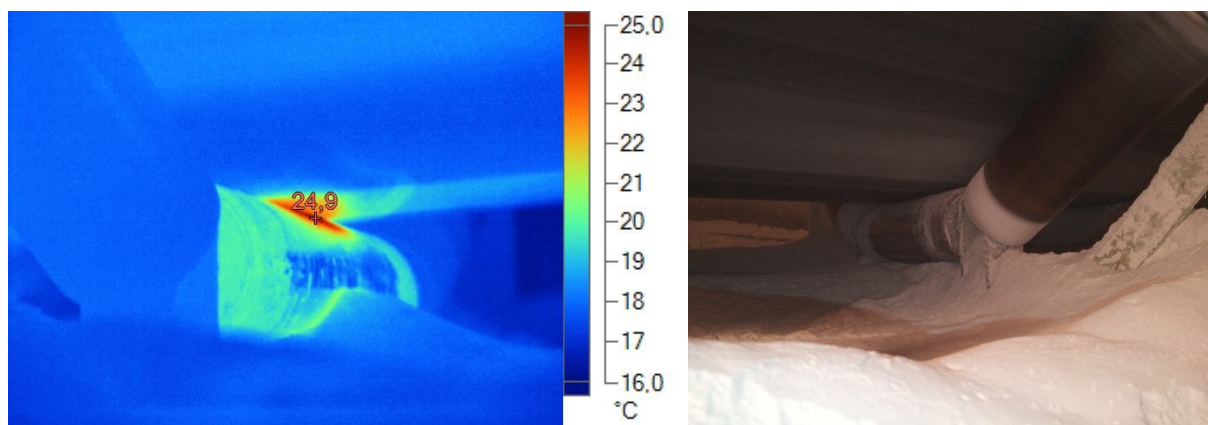
Odražená zdánlivá teplota	25,9°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 39 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #17.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 114 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 65 Podrobné informace o měření

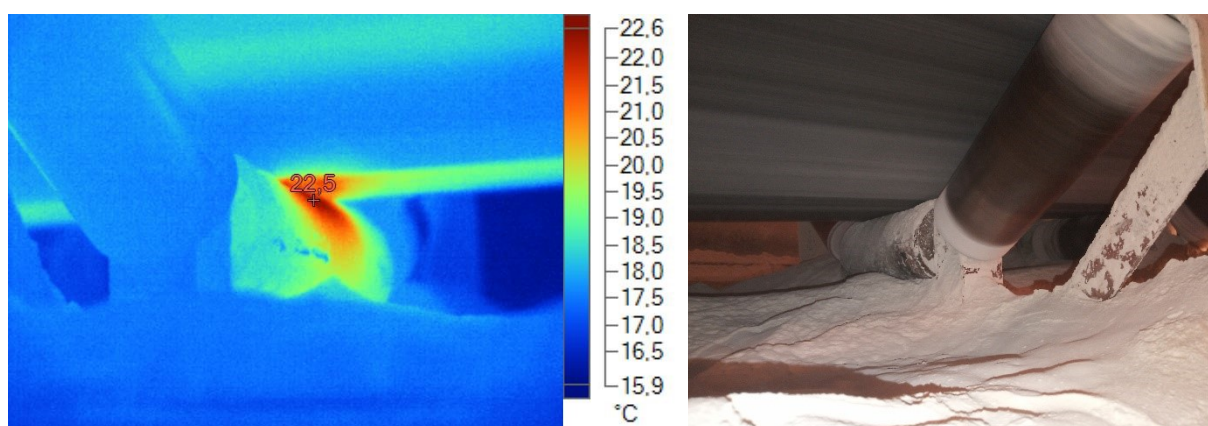
Odražená zdánlivá teplota	24,9°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 40 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #18.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 115 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 66 Podrobné informace o měření

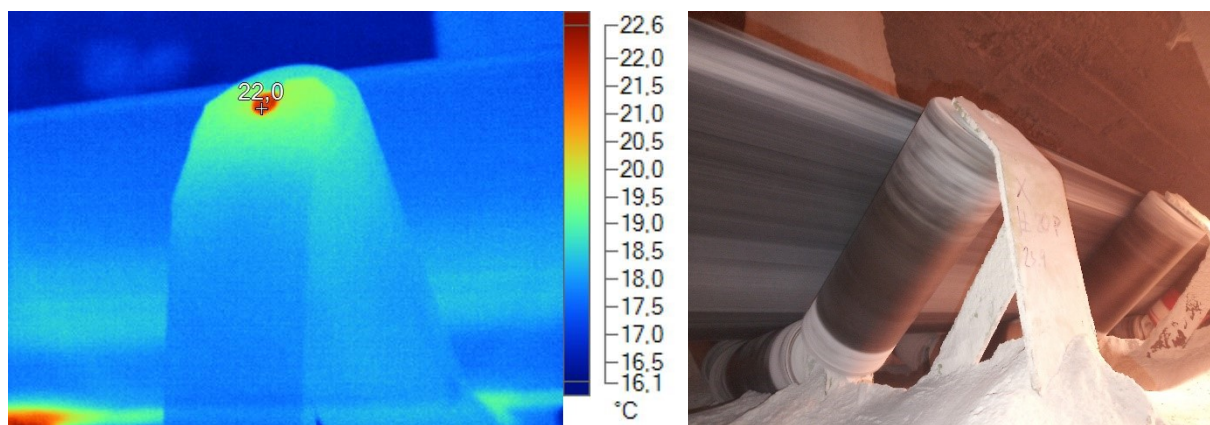
Odražená zdánlivá teplota	22,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 41 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #19.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 116 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 67 Podrobné informace o měření

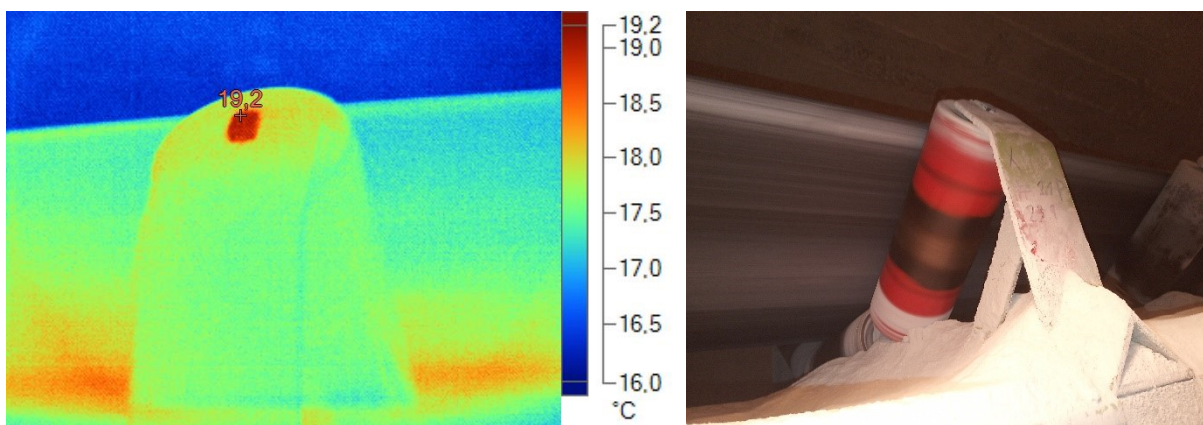
Odražená zdánlivá teplota	27,2°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o pravý váleček na pozici 42 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #20.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 117 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 68 Podrobné informace o měření

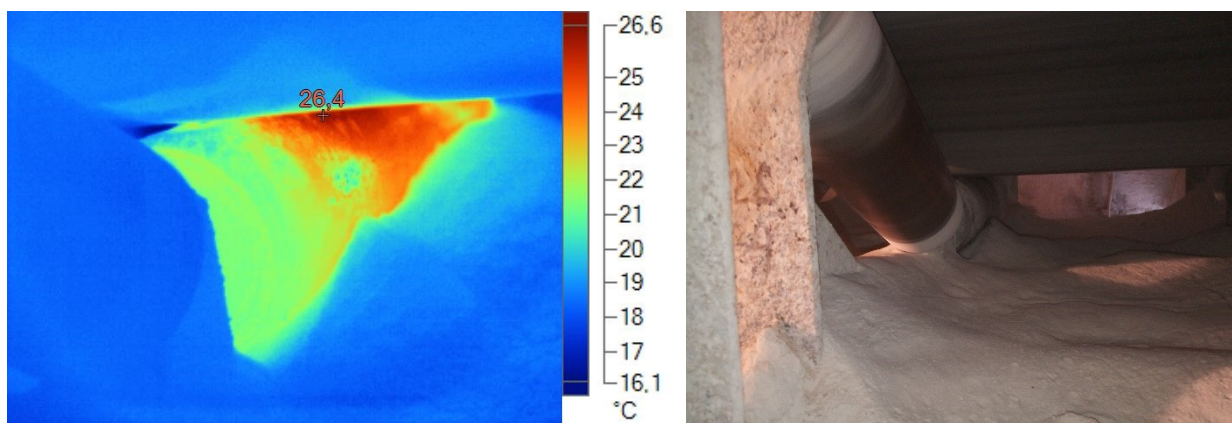
Odražená zdánlivá teplota	22,1°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o pravý váleček na pozici 44 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #21.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 118 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 69 Podrobné informace o měření

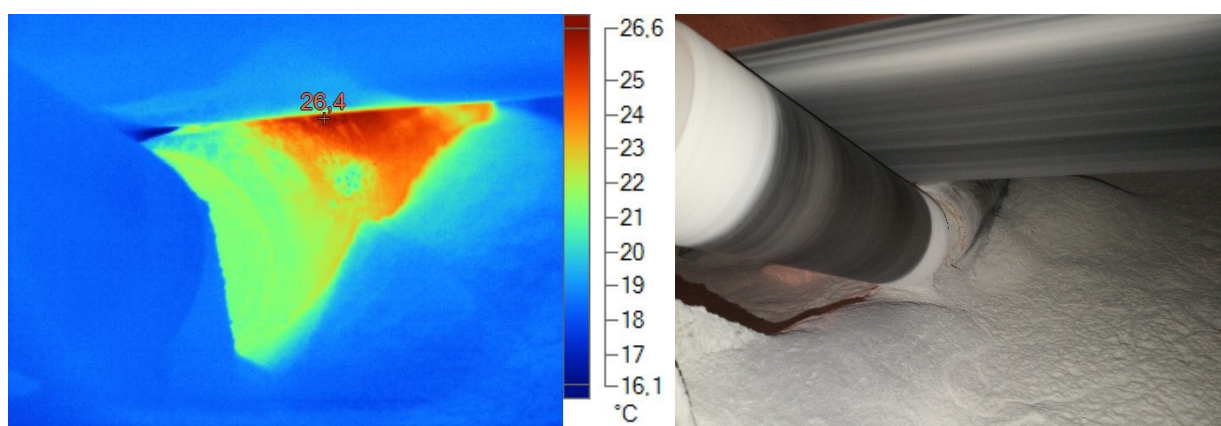
Odražená zdánlivá teplota	25,2°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 49 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #22.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 119 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 70 Podrobné informace o měření

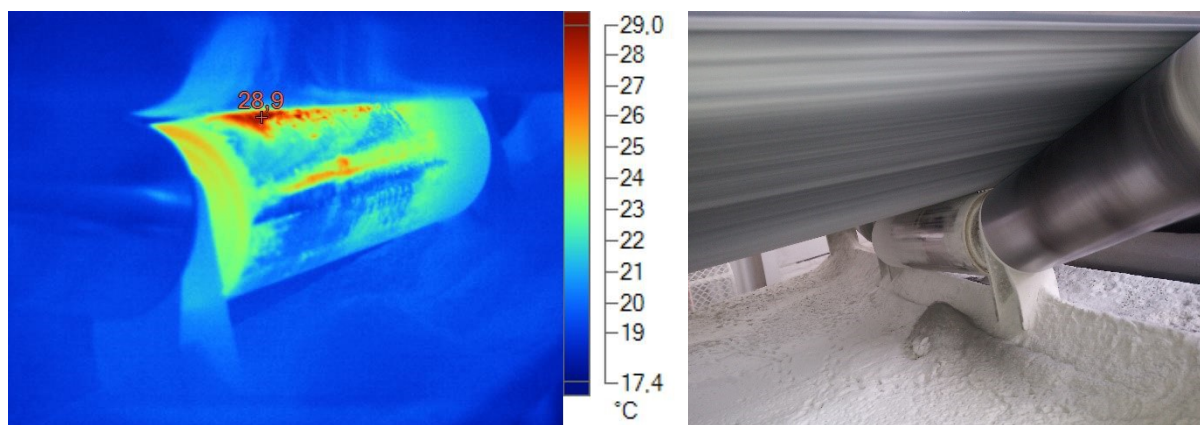
Odražená zdánlivá teplota	25,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 50 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #23.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 120 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 71 Podrobné informace o měření

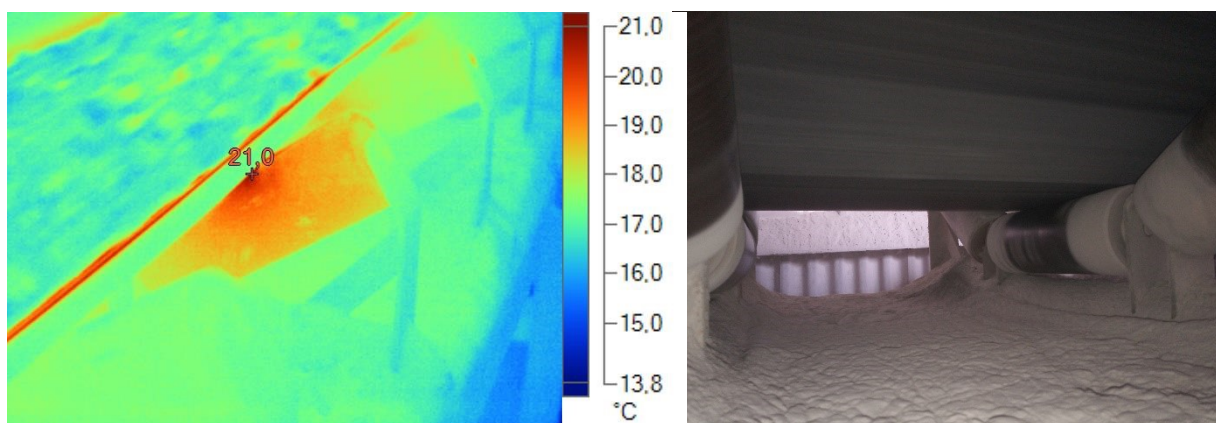
Odražená zdánlivá teplota	25,3°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 70 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #24.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 121 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 72 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	22,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

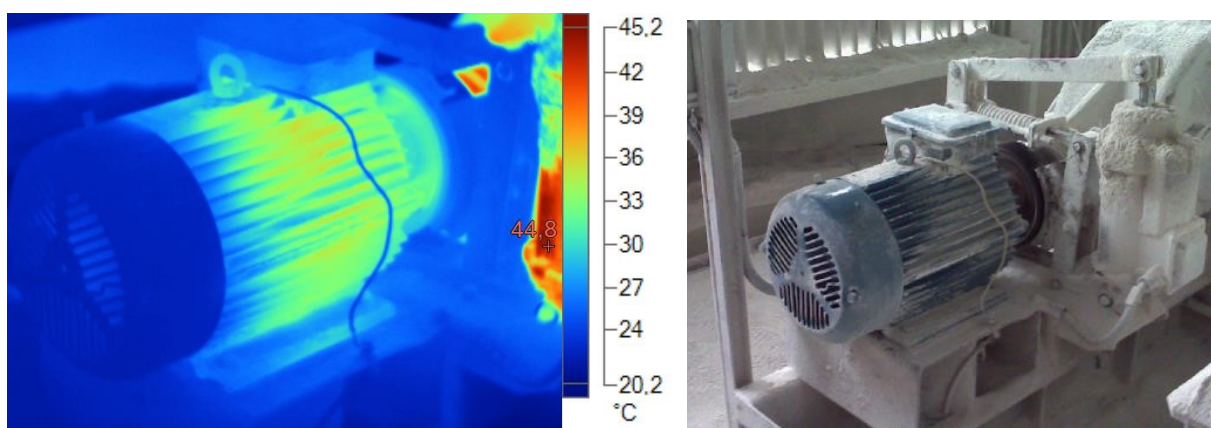
Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 54 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #25.

Doporučení:

Výměna válečku.

4.5.10 Pásový dopravník 205



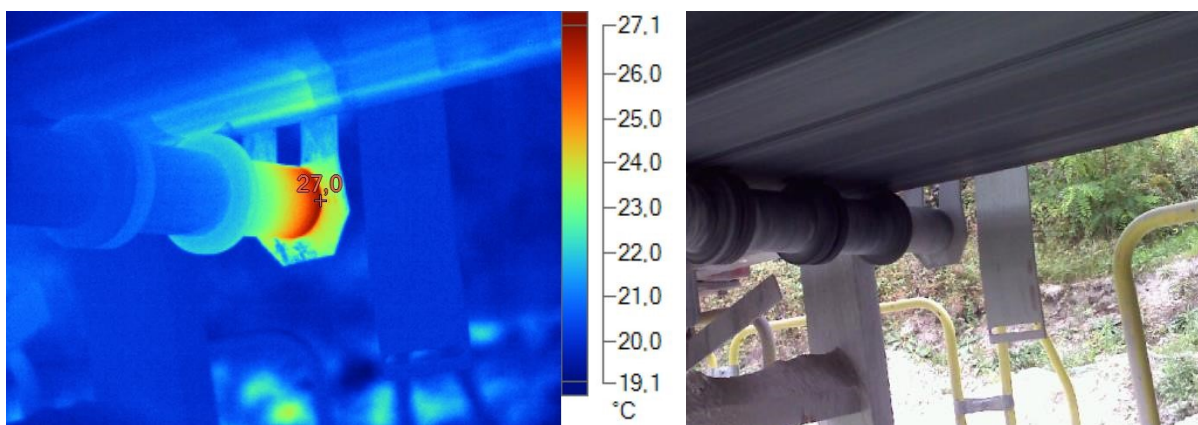
Obr. 122 Termogram a snímek ve viditelném spektru pohonu dopravníku [autor]

Tabulka 73 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	25,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Pohon pásového dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.



Obr. 123 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 74 Podrobné informace o měření

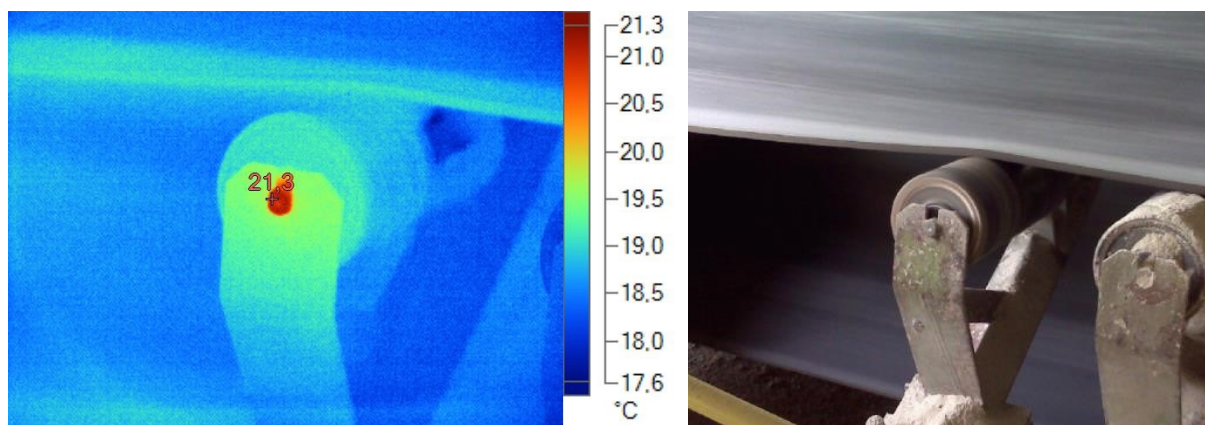
Odražená zdánlivá teplota	21,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku vratné větve pásového dopravníku se nachází ve špatném stavu. Jedná se o váleček na pozici 1 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #1.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 124 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 75 Podrobné informace o měření

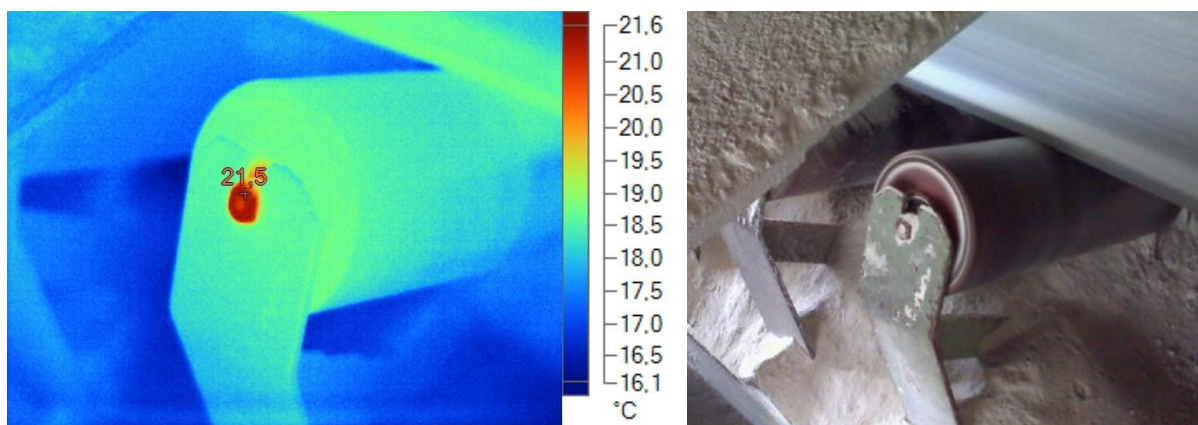
Odražená zdánlivá teplota	21,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o pravý váleček na pozici 1 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #2.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 125 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 76 Podrobné informace o měření

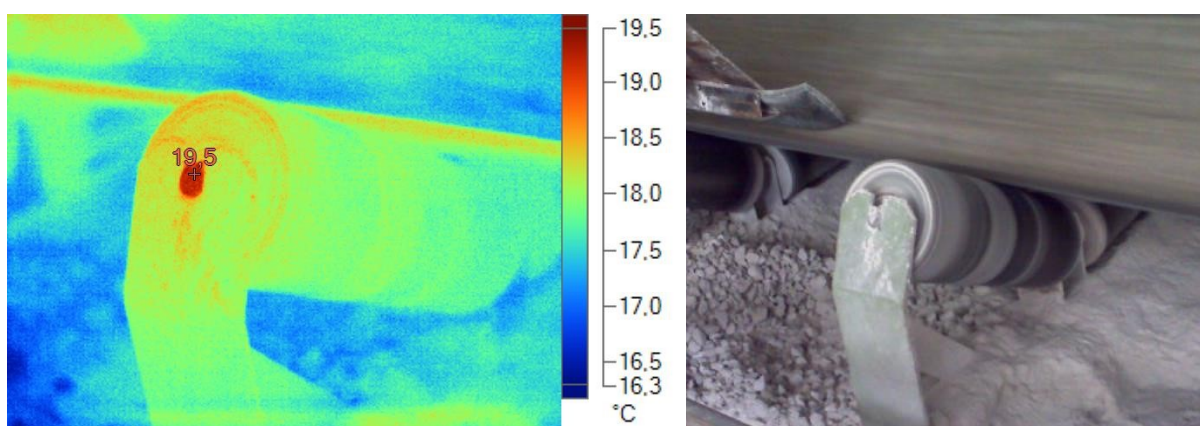
Odražená zdánlivá teplota	22,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o pravý váleček na pozici 6 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #3.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 126 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 77 Podrobné informace o měření

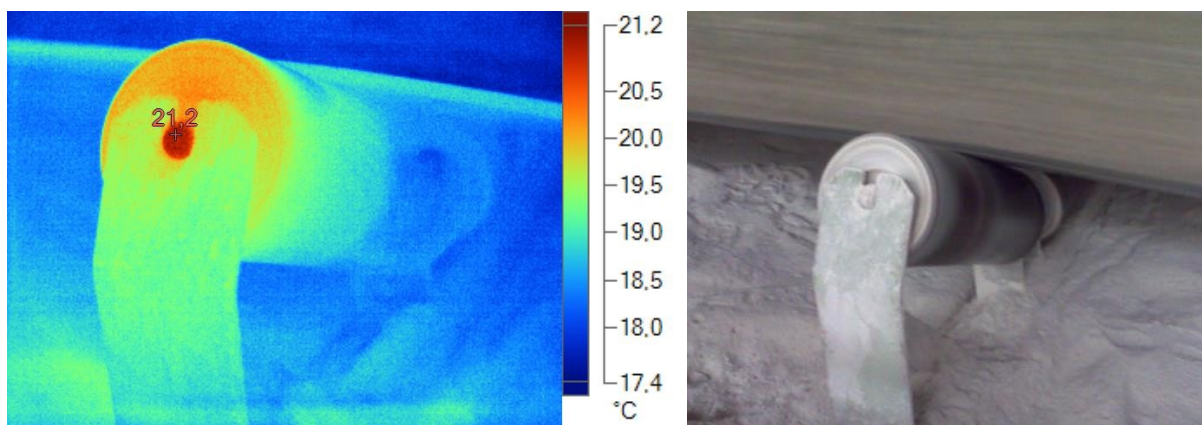
Odražená zdánlivá teplota	23,2°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o pravý váleček na pozici 12 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #4.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 127 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 78 Podrobné informace o měření

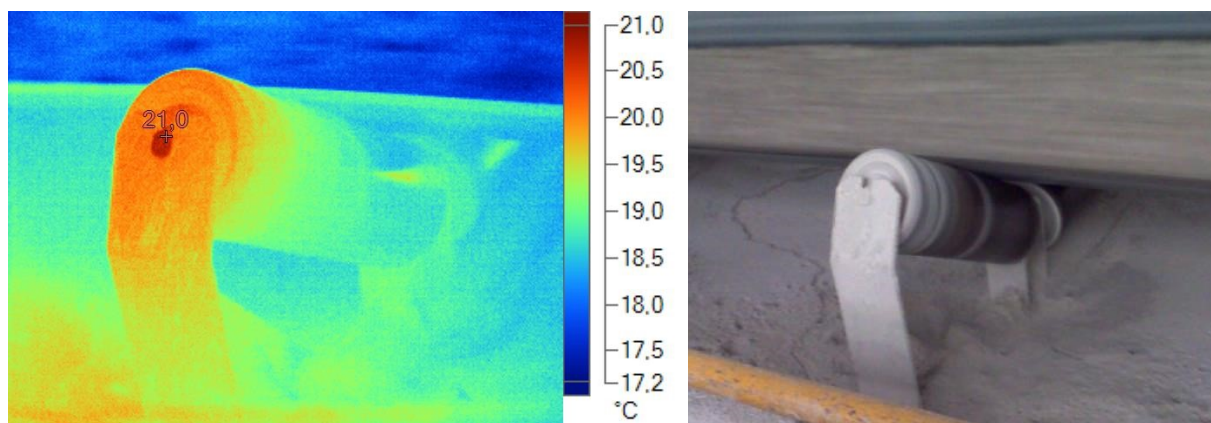
Odražená zdánlivá teplota	23,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o pravý váleček na pozici 15 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #5.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 128 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 79 Podrobné informace o měření

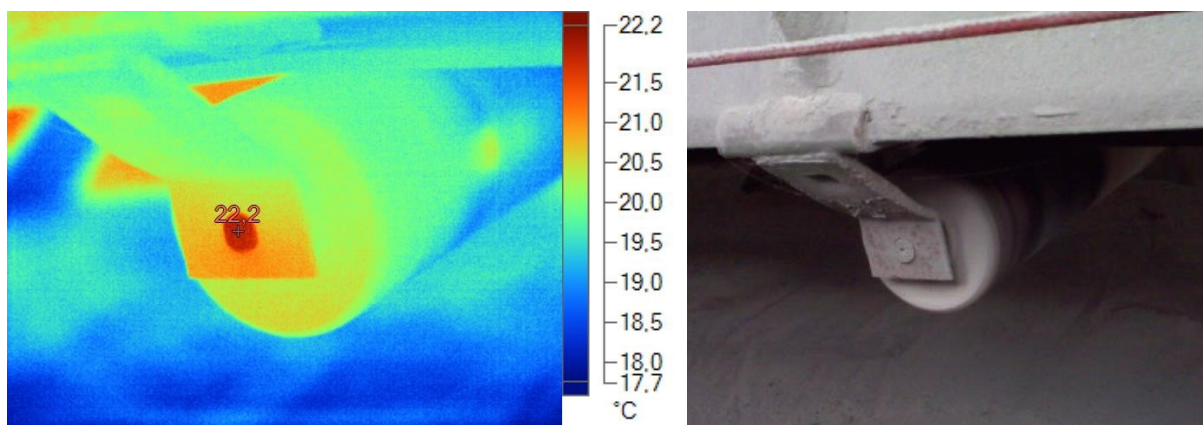
Odražená zdánlivá teplota	25,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o pravý váleček na pozici 30 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #6.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 129 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 80 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	22,1°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

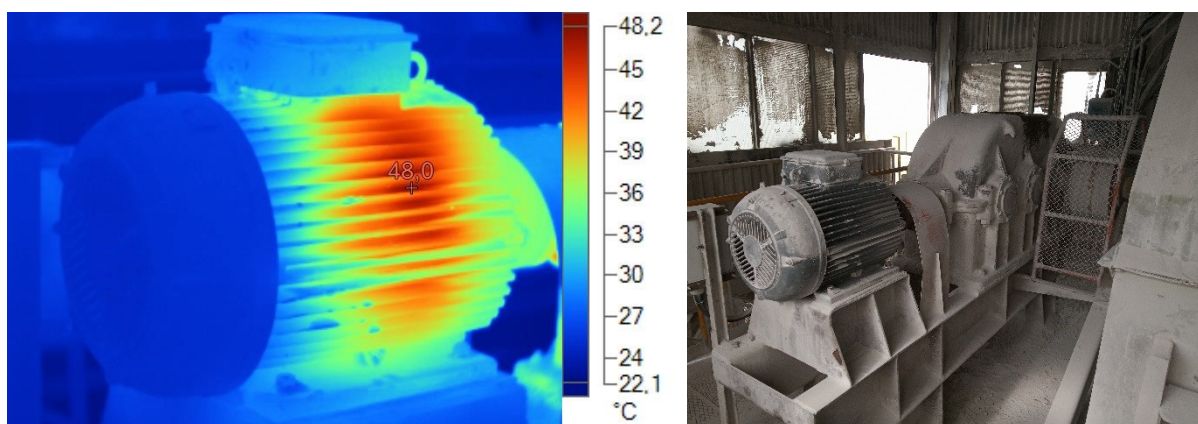
Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku vratné větve pásového dopravníku. Jedná se o váleček na pozici 37 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #7.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.

4.5.11 Pásový dopravník 215



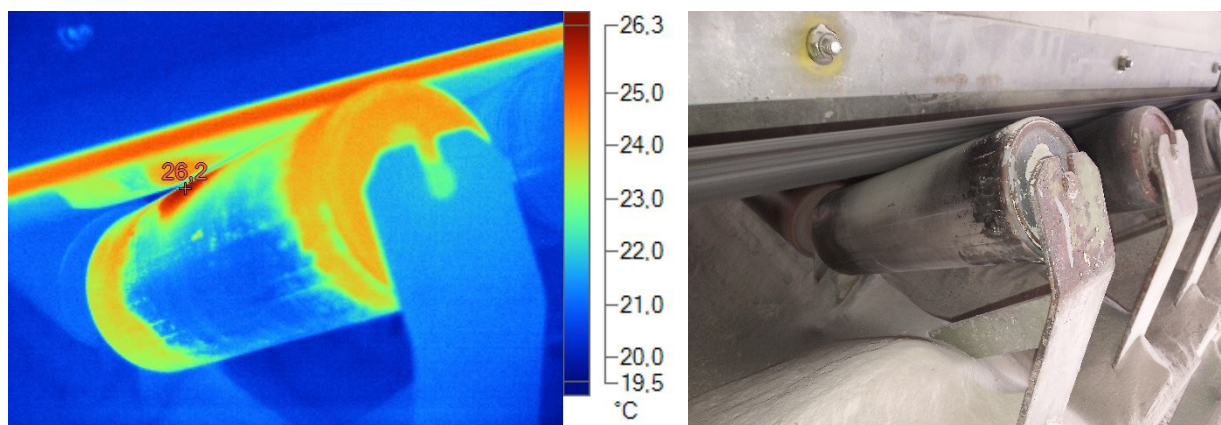
Obr. 130 Termogram a snímek ve viditelném spektru pohonu pásového dopravníku [autor]

Tabulka 81 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	25,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Pohon pásového dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.



Obr. 131 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 82 Podrobné informace o měření

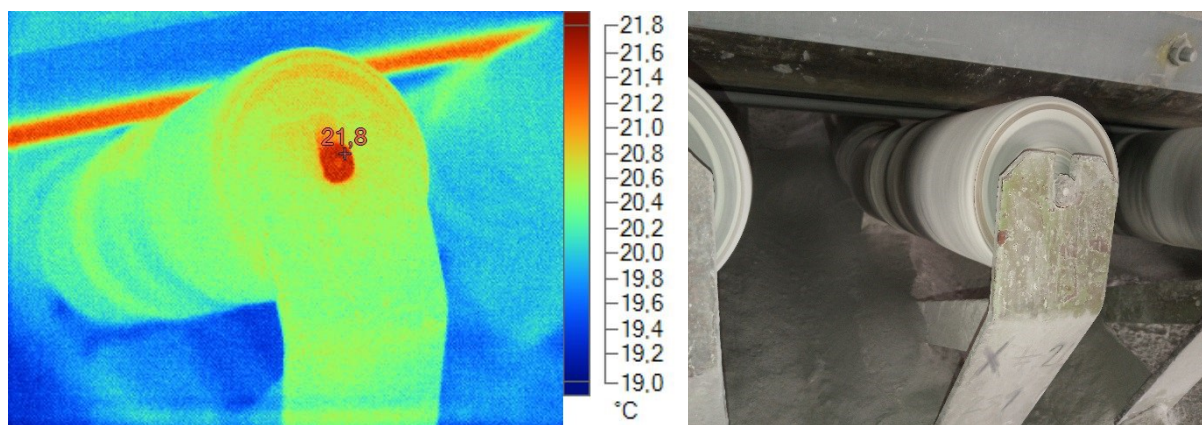
Odražená zdánlivá teplota	24,8°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o pravý váleček na pozici 8 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #1.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 132 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 83 Podrobné informace o měření

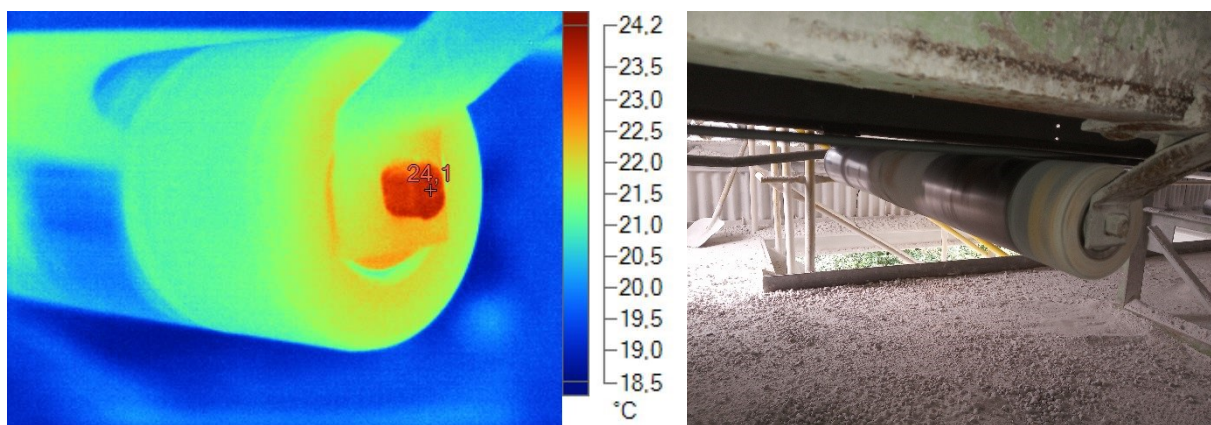
Odražená zdánlivá teplota	21,3°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 9 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #2.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 133 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 84 Podrobné informace o měření

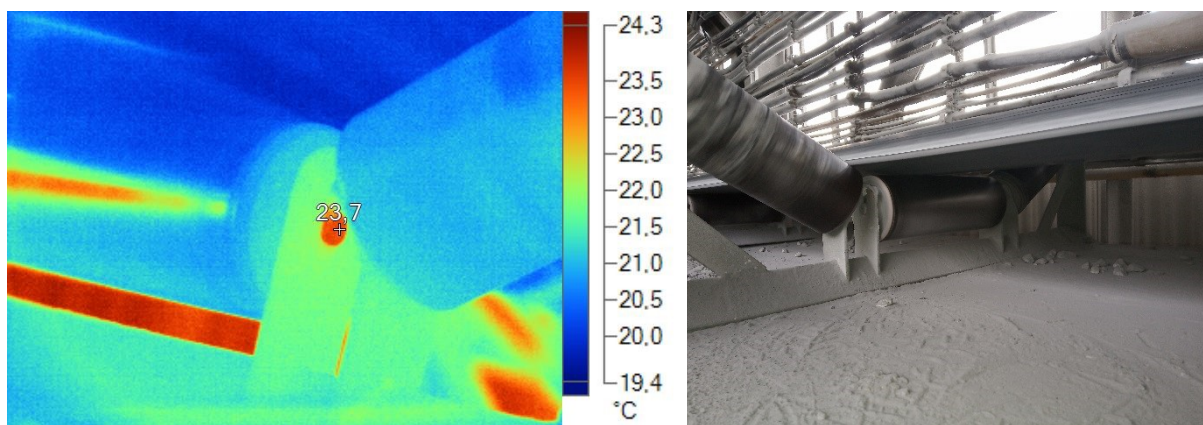
Odražená zdánlivá teplota	24,3°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku vratné větve pásového dopravníku. Jedná se o váleček na pozici 14 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #3.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 134 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 85 Podrobné informace o měření

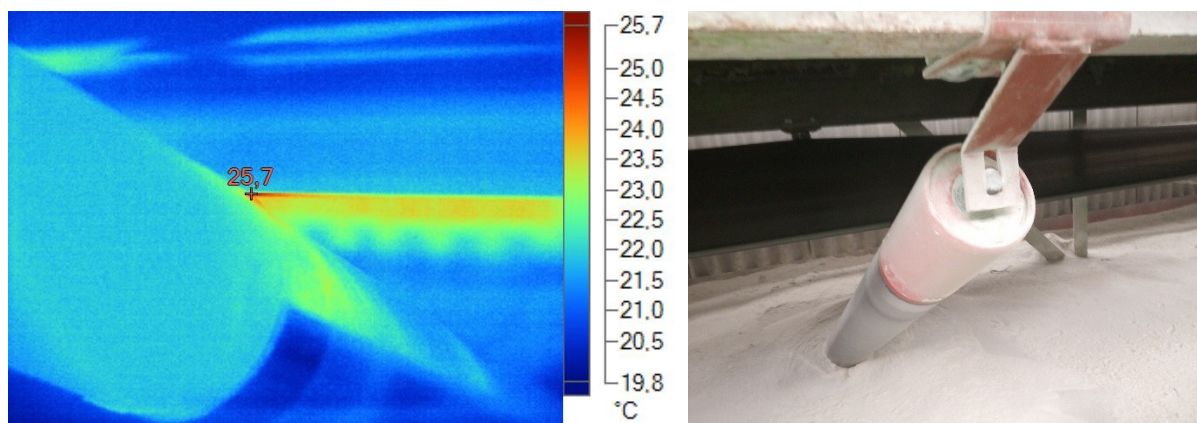
Odražená zdánlivá teplota	24,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o prostřední váleček na pozici 74 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #4.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 135 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 86 Podrobné informace o měření

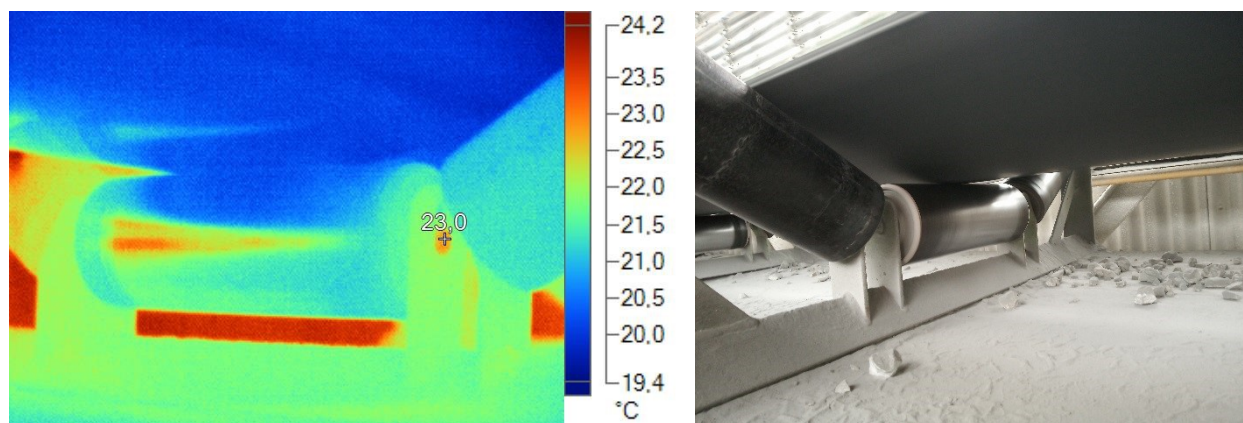
Odražená zdánlivá teplota	23,2°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Vypadlý čep ze stolice vratného válečku pásového dopravníku, při otáčení válečku dochází k tření o konstrukci dopravníku. Jedná se o váleček na pozici 81 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #5.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 136 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 87 Podrobné informace o měření

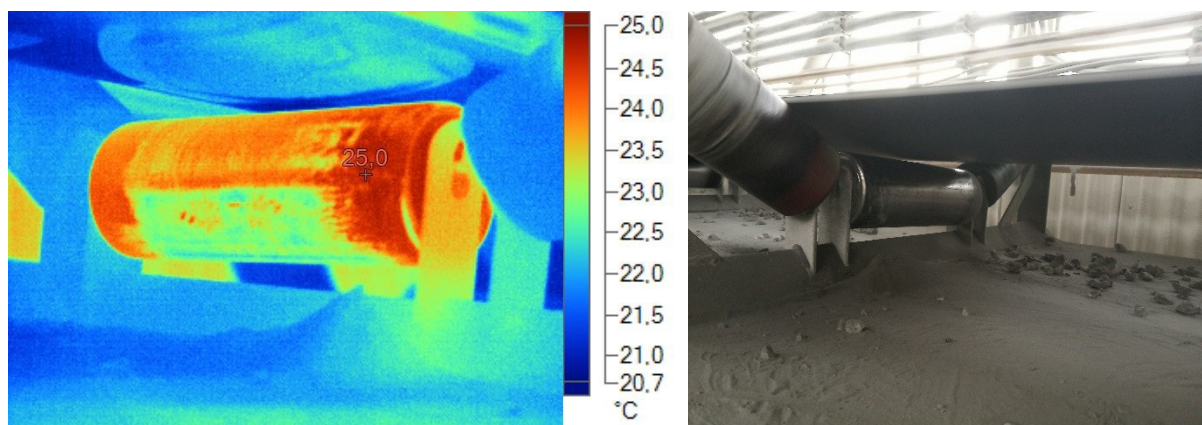
Odražená zdánlivá teplota	23,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o prostřední váleček na pozici 101 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #6.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 137 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 88 Podrobné informace o měření

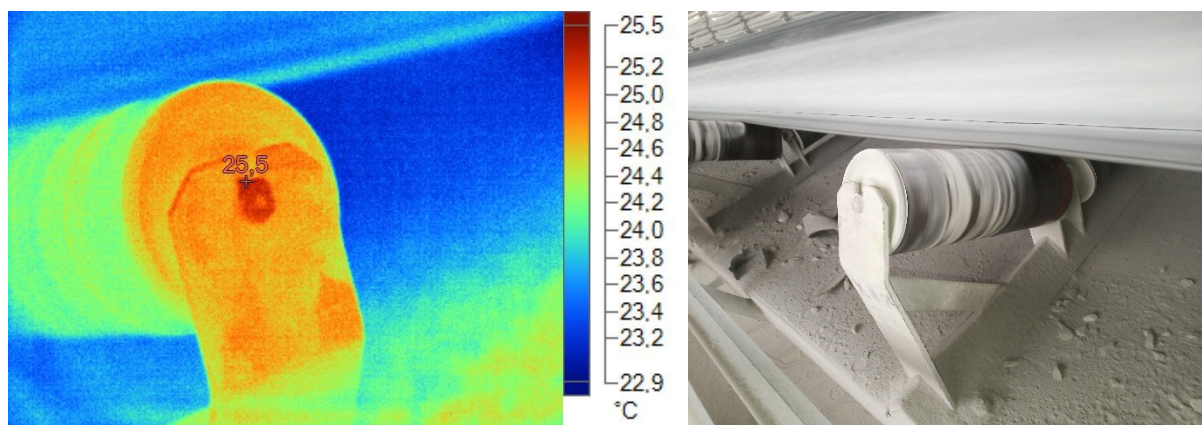
Odražená zdánlivá teplota	22,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o prostřední váleček na pozici 117 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #7.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 138 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 89 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	23,8°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

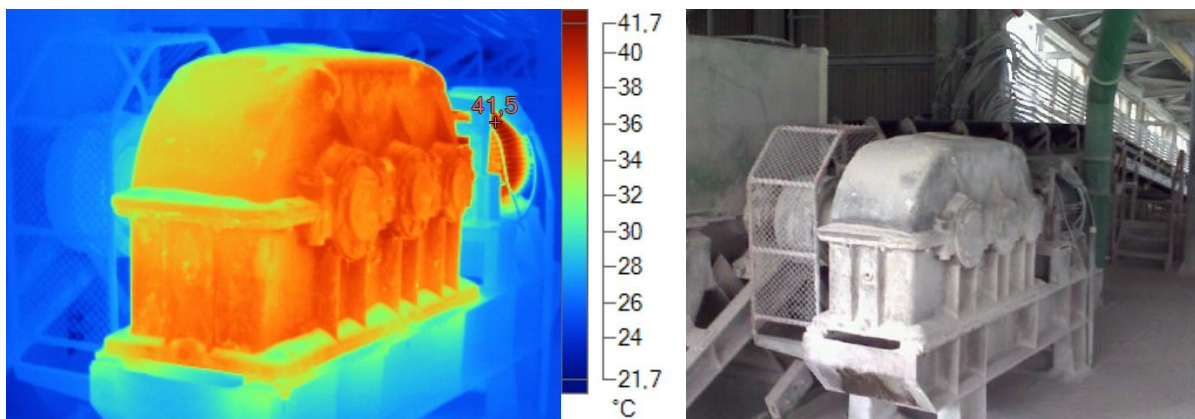
Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 133 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #8.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.

4.5.12 Pásový dopravník 238



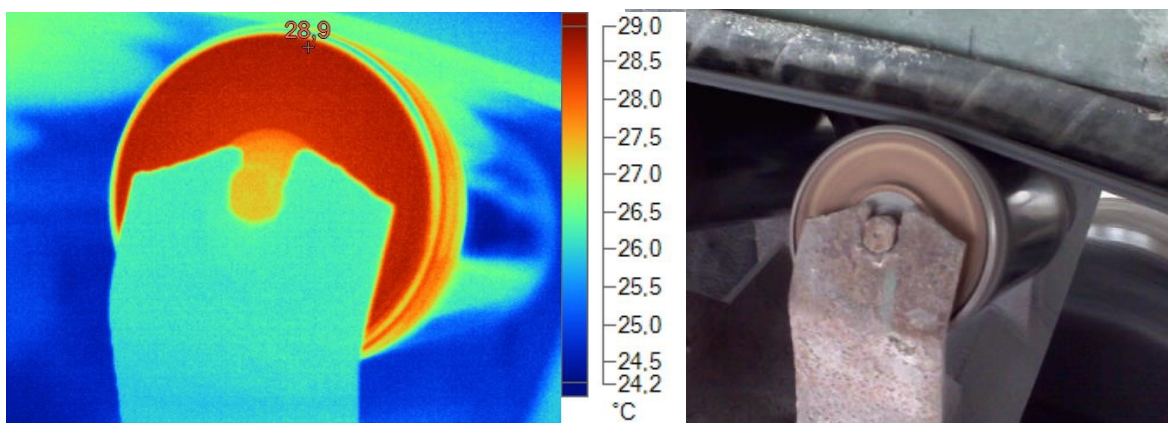
Obr. 139 Termogram a snímek ve viditelném spektru pásového dopravníku 238 [autor]

Tabulka 90 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	23,9°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Pohon pásového dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.



Obr. 140 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 91 Podrobné informace o měření

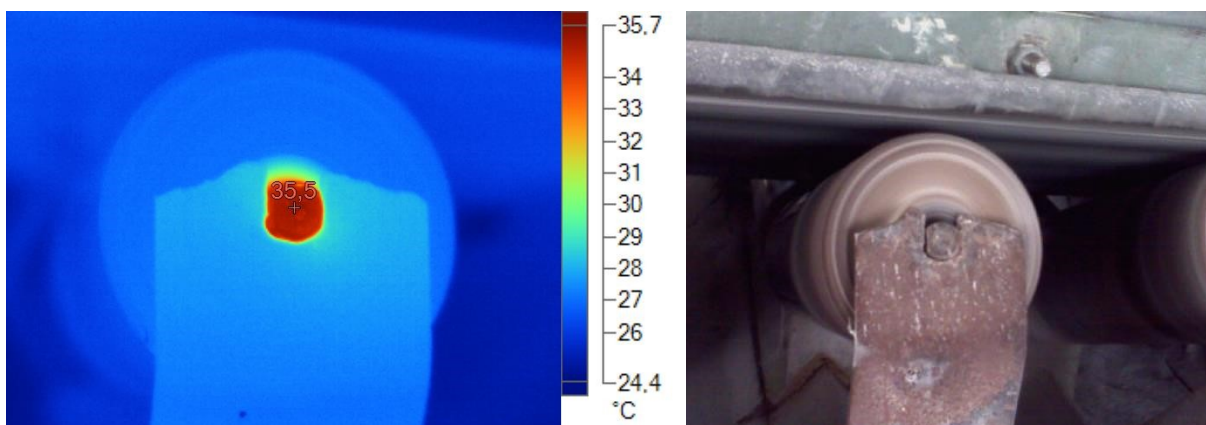
Odražená zdánlivá teplota	23,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 1 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #1.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 141 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 92 Podrobné informace o měření

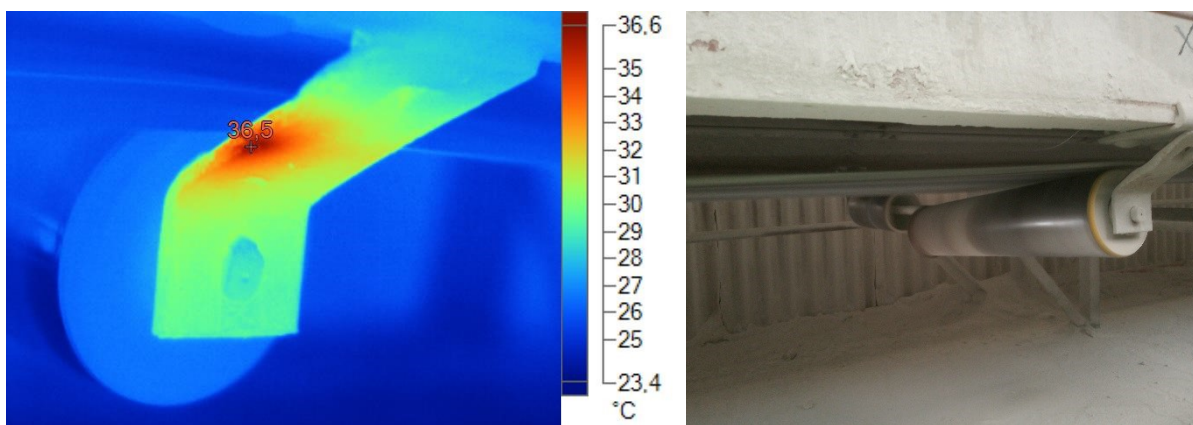
Odražená zdánlivá teplota	21,9°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Váleček má poškozená ložiska, při odlehčení pásu dochází k jeho zastavení a tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 4 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #2.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 142 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 93 Podrobné informace o měření

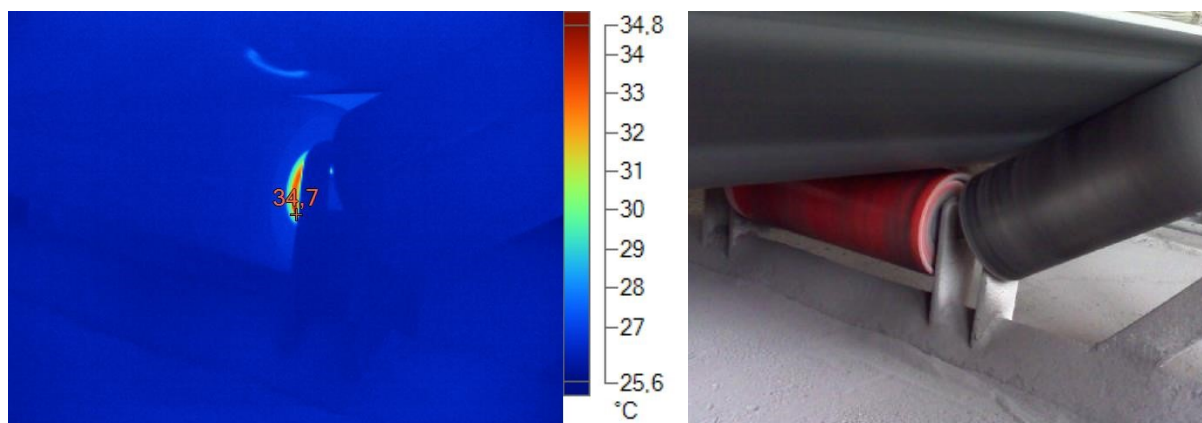
Odražená zdánlivá teplota	24,2°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Rozpad ložiska válečku vratné stolice pásového dopravníku, při otáčení válečku dochází k tření o konstrukci dopravníku. Jedná se o váleček na pozici 28 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #3.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 143 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 94 Podrobné informace o měření

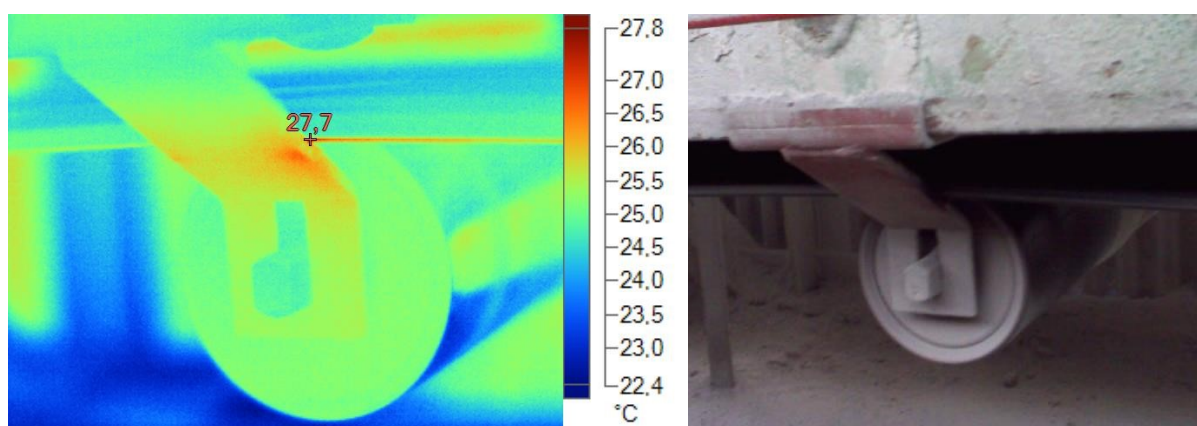
Odražená zdánlivá teplota	22,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o prostřední váleček na pozici 33 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #4.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 144 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 95 Podrobné informace o měření

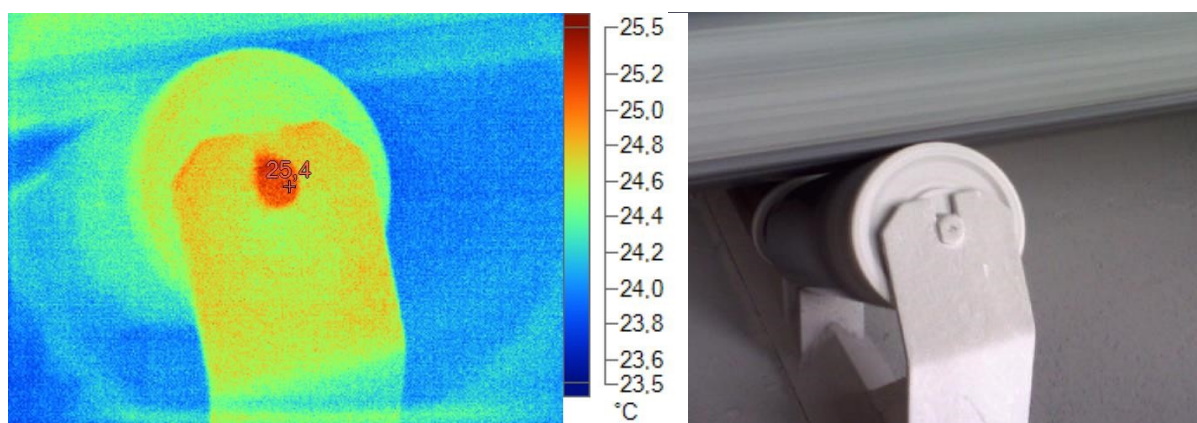
Odražená zdánlivá teplota	23,7°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené vedení válečku vratné větve pásového dopravníku. Jedná se o váleček na pozici 38 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #5.

Doporučení:

Kontrola vedení pásu.



Obr. 145 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 96 Podrobné informace o měření

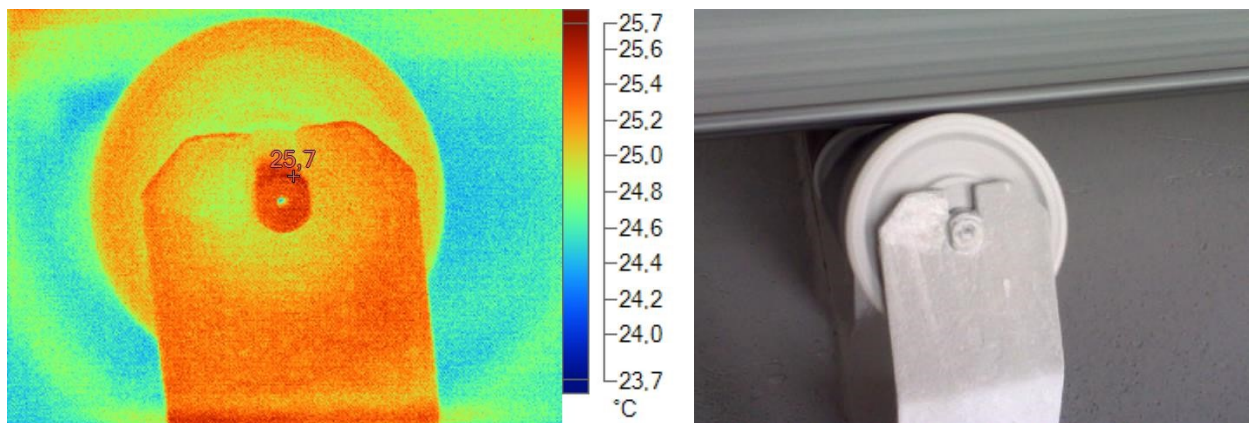
Odražená zdánlivá teplota	21,5°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 45 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #6.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 146 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 97 Podrobné informace o měření

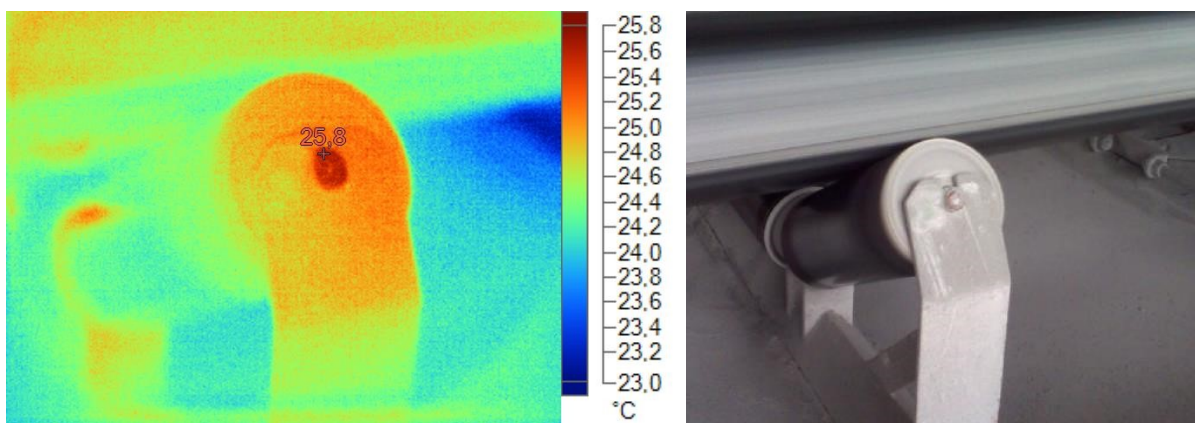
Odražená zdánlivá teplota	21,8°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 54 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #7.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 147 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 98 Podrobné informace o měření

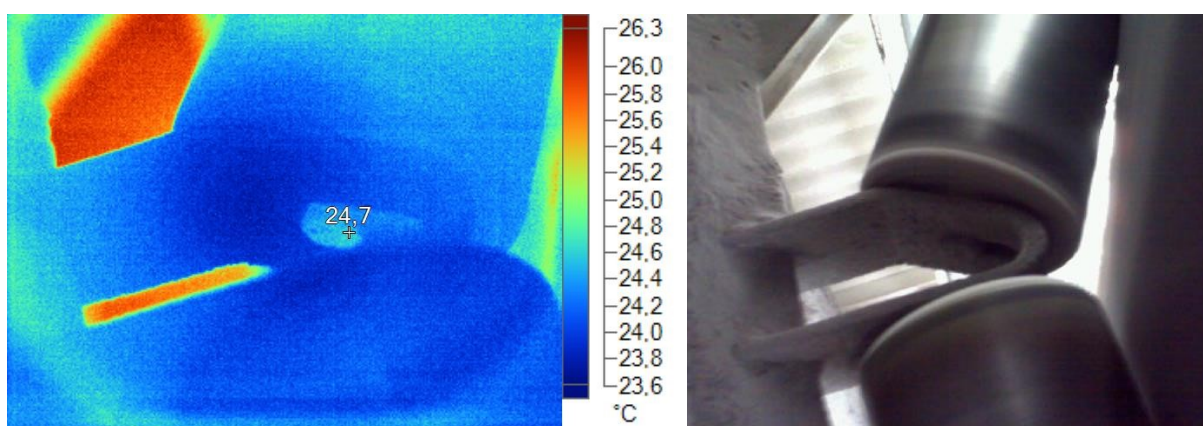
Odražená zdánlivá teplota	22,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 58 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #8.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 148 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 99 Podrobné informace o měření

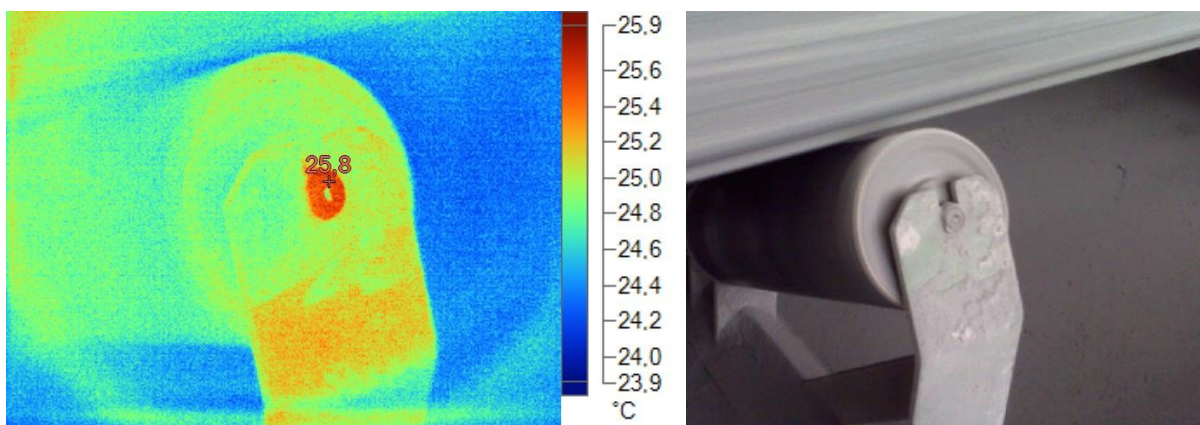
Odražená zdánlivá teplota	23,2°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o pravý váleček na pozici 67 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #9.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 149 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 100 Podrobné informace o měření

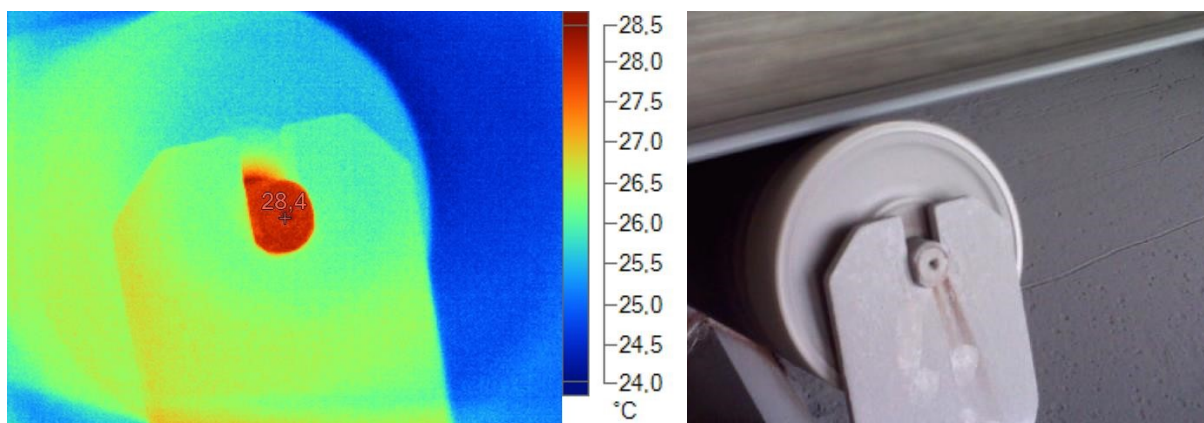
Odražená zdánlivá teplota	22,6°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 79 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #10.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 150 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 101 Podrobné informace o měření

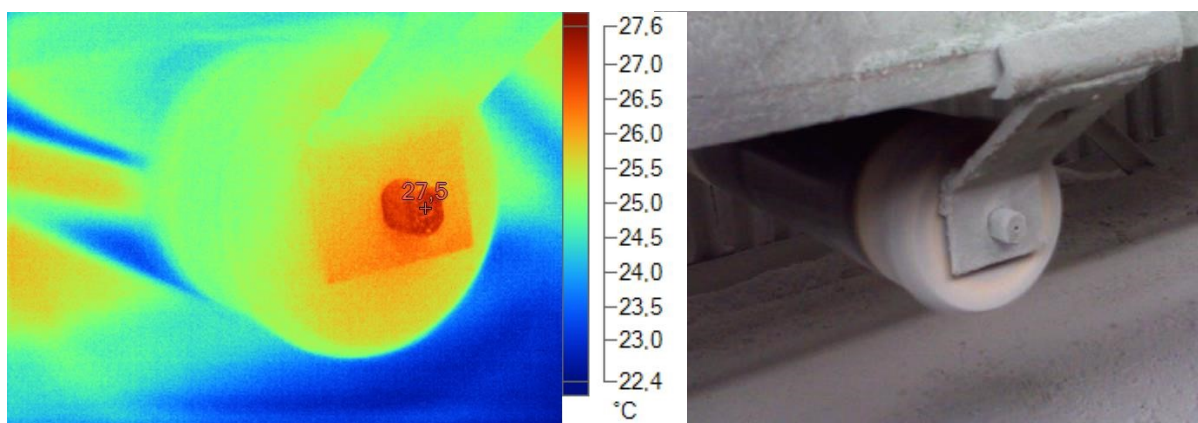
Odražená zdánlivá teplota	24,2°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 91 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #11.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 151 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 102 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	23,2°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

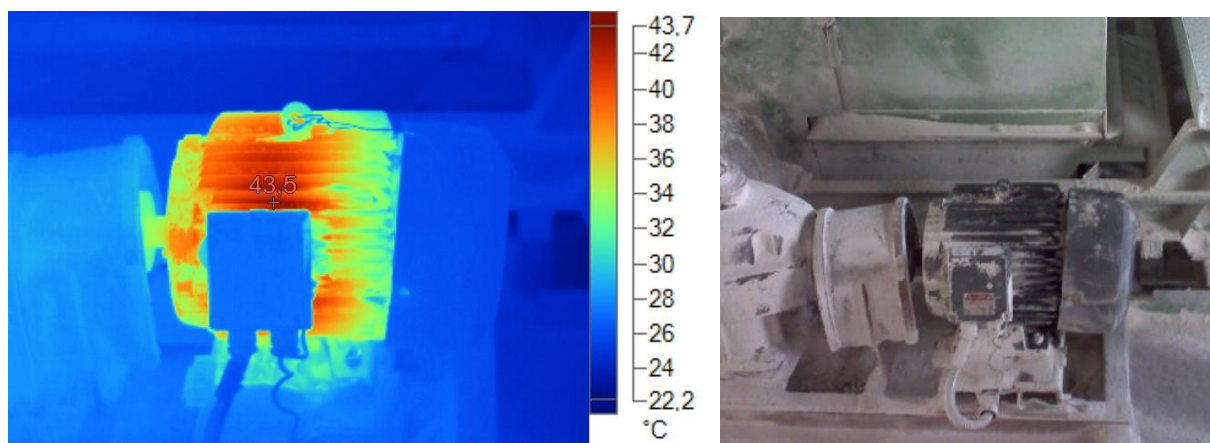
Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku vratné větve dopravníku. Jedná se o váleček na pozici 99 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #12.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.

4.5.13 Pásový dopravník 241



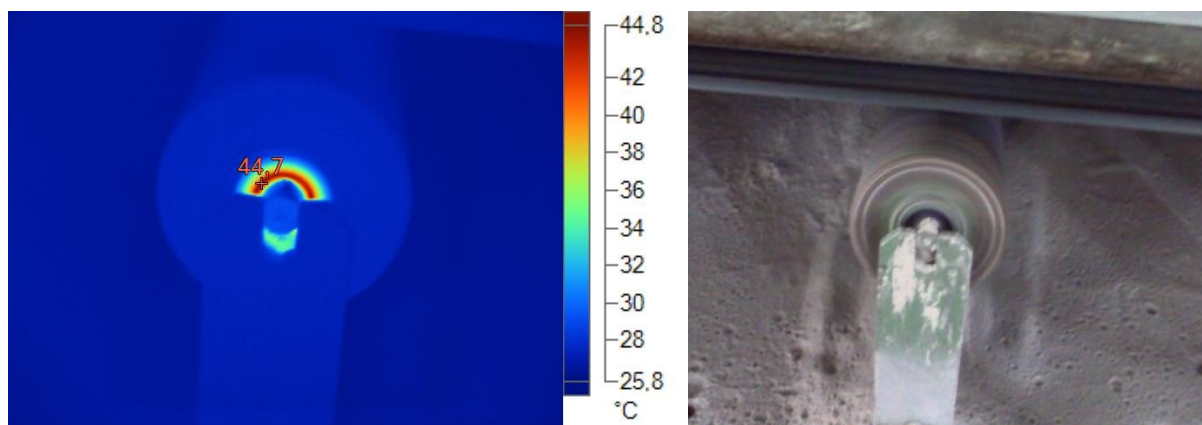
Obr. 152 Termogram a snímek ve viditelném spektru pohonu pásového dopravníku 241 [autor]

Tabulka 103 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	26,2°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 2m
Nález	I. Výborný stav

Zhodnocení stavu:

Pohon pásového dopravníku nevykazuje žádné známky poruchy.



Obr. 153 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 104 Podrobné informace o měření

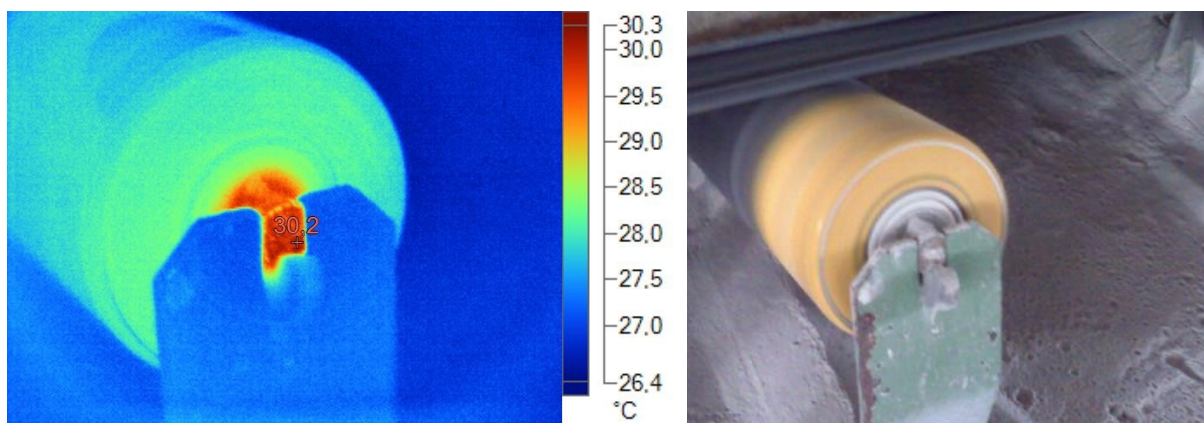
Odražená zdánlivá teplota	22,3°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Ložiska válečku pásového dopravníku jsou zadřená, váleček se při provozu dopravníku neotáčí, dochází k tření o pás. Jedná se o levý váleček na pozici 2 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #1.

Doporučení:

Výměna válečku.



Obr. 154 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 105 Podrobné informace o měření

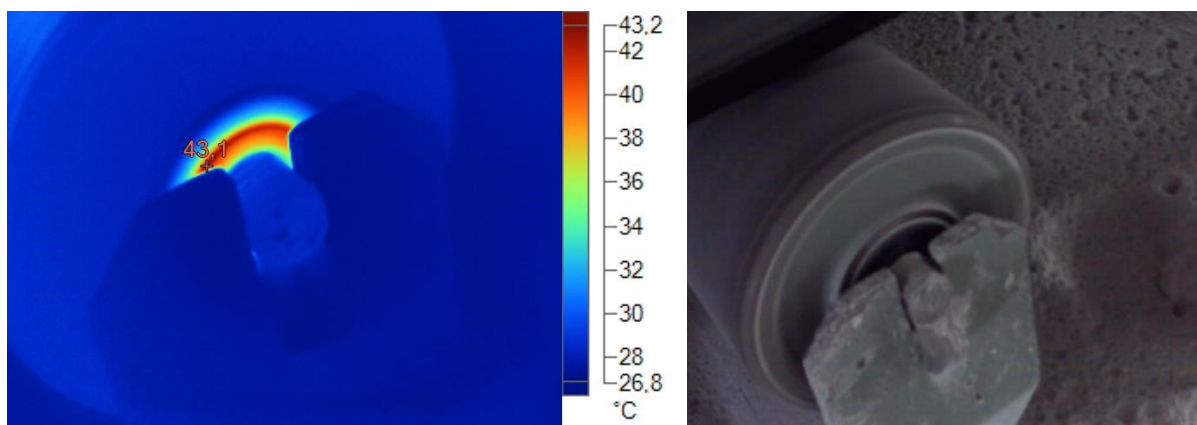
Odražená zdánlivá teplota	24,2°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	II. Zhoršený stav

Zhodnocení stavu:

Poškozené ložisko válečku. Jedná se o levý váleček na pozici 3 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #2.

Doporučení:

Sledovat stav válečku, případně výměna válečku.



Obr. 155 Termogram a snímek ve viditelném spektru válečku pásového dopravníku [autor]

Tabulka 106 Podrobné informace o měření

Odražená zdánlivá teplota	22,3°C
Emisivita	0,95
Přenos	0,99
Teplota ovzduší	22,3°C
Relativní vlhkost	41%
Rychlost proudění vzduchu	do 0,5 m.s ⁻¹
Vzdálenost IR termokamery od objektu	do 1m
Nález	III. Neuspokojivý stav

Zhodnocení stavu:

Váleček má poškozená ložiska, při odlehčení pásu dochází k jeho zastavení a tření o pás. Jedná se o pravý váleček na pozici 3 (dle toku materiálu) od násypu materiálu, označeno #3.

Doporučení:

Výměna válečku.

4.6 Zhodnocení termografického měření a doporučení

Po provedení kontroly stanovených pásových dopravníků pomocí termografického měření, byly stanoveny a kategorizovány nálezy v rozsahu od lehkých závad, nebo odchylek vyžadujících zásah, či nápravu s možným krátkodobým odkladem, přes vážná poškození vyžadující podrobnou diagnostiku a důkladné sledování možného vývoje takových závad, až po stavy blížící se havarijním, bránící dalšímu provozu objektu, vyžadující provedení okamžité nápravy, či výměny poškozené komponenty.

U každého nálezu bylo provedeno individuální zhodnocení stavu, valná většina ale souvisela s lehkým, či závažnějším poškozením ložisek podpůrných válečků pásového dopravníku. Tato poškození mohou být způsobena i samotným stářím válečků, kdy i vlivem působení běžného zatížení dochází po určité době ke skončení provozní životnosti ložisek ve válečku. Mnohem častěji však dochází ke zkrácení provozní životnosti ložisek vlivem nevyhnutelné degradace krycích těsnění, způsobené obvyklým provozem. Tato závadná těsnění poté zapříčiňují ztráty náplně plastického maziva v ložiscích, které často bývají konstruovány jako bezúdržbové čili s jedinou celoživotní náplní, bez možnosti jejího vyměnění či doplnění, což zapříčiňuje nedostatek maziva v místě valivého styku a následné selhání ložiska vlivem opotřebení materiálu při tzv. styku materiálu kov na kov, nebo naopak tato závadná těsnění umožňují vniknutí cizích částic nečistot do ložiska, které působí abrazivně na vnitřní komponenty ložiska, jež s nimi přicházejí do kontaktu a opět vedou k selhání ložiska. V tomto konkrétním případě přispívá ke zkrácení životnosti ložisek válečků i dalších komponentů pásového dopravníku velmi prašné prostředí, ve kterém jsou provozovány a často i vystaveny povětrnostním vlivům venkovního použití.

Pro bezproblémový provoz dopravníků je třeba zajistit jejich pravidelnou kontrolu a provádět údržbu, kterou nezbytně potřebují. Základní vizuální kontrolu stavu jednotlivých komponentů dopravníku lze provést i bez využití infračervené termodiagnostiky, např. při kontrole válečků, lze ty v havarijním stavu snadno odlišit od válečků ve stavu dobrém, neboť úplné selhání ložisek, na které jsem při měření opětovaně narážel, se často projevuje zadřením válečku – úplném zastavení rotačního pohybu válečku při pohybu pásu dopravníku. Touto metodou však neodhalíme částečně poškozená ložiska, která mohou kdykoliv selhat a způsobit nákladné prostoje celé výrobní linky, potřebné k opravě poruchy. Dále můžeme pásový dopravník vybavit zařízením, které nám mohou pomáhat k identifikaci poruch, například i jednoduché měření spotřeby elektrické energie, nebo otáček elektromotoru pohonu pásu, může poukázat na závadu, jako je poškození ložisek někde na dopravníku, zvýšením spotřeby či snížením otáček elektromotoru. Následně je pro zjištění přesného původu závady nutné provést podrobnější diagnostiku.

Závěr

V rámci bakalářské práce jsem se zabýval možnostmi termodiagnostického měření na pásových dopravnících pro přepravu vápencové sutě. Na začátku práce se pro uvedení do obrazu krátce zmiňuji o těžbě a zpracování vápence, dále se v teoretické části zabývám konstrukcí hlavního subjektu měření, pásového dopravníku, a také způsoby termodiagnostického měření.

Cílem praktické části této bakalářské práce bylo provedení a vyhodnocení termodiagnostického měření hlavních částí pásového dopravníku. Při měření byly nalezené závady, či abnormality, zaznamenány a patřičně označeny. Po zpracování termogramů jednotlivých závad, bylo provedeno zhodnocení stavu a kategorizace závad dle závažnosti. Následovalo doporučení pro řešení těchto závad.

Použití termodiagnostiky pomocí infračervené kamery bylo v tomto případě ideálním řešením pro správné určení stavu strojních komponent, zejména z důvodu potřeby provedení bezkontaktní diagnostiky, pro zachování bezpečnosti při měření pohybujících se součástí, které jsou navíc často špatně dostupné. Dále tato metoda umožňovala rychlé a efektivní provedení měření, bez nutnosti jakkoliv zasahovat do chodu výrobní linky.

Seznam použité literatury

- [1] HELEBRANT, F., V. MONI a J. BLATA: Studijní podklady – termografie. 1. Vydání, VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava 2010, 69s.
- [2] GAJDŮŠEK, Jaroslav a Miroslav ŠKOPÁN. Teorie dopravních a manipulačních zařízení. Brno: Vysoké učení technické, 1988. Učební texty vysokých škol.
- [3] BLATA, Jan a Janusz JURASZEK. Metody technické diagnostiky: teorie a praxe = Metody diagnostyki technicznej : teorie a praktyka. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2013. 134 s. ISBN 978-80-248-2997-5.
- [4] Termokamera.cz Chyby a omyly při měření - Termokamera.cz | Průvodcem světem termokamer. Termokamera.cz Termokamera.cz - Portál pro uživatele termokamery | Průvodcem světem termokamer [online]. Copyright © Workswell s.r.o. [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <http://www.termokamera.cz/princip-a-funkce/chyby-a-omyly-pri-mereni-termokamerou/>
- [5] LYSENKO, Vladimír. Detektory pro bezdotykové měření teplot. Praha: BEN - technická literatura, 2005. Senzory neelektrických veličin. ISBN 80-7300-180-2.
- [6] [kelvin] (K) - NPL. National Physical Laboratory - NPL - impact from science - NPL [online]. Copyright © National Physical Laboratory 2020 [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.npl.co.uk/si-units/kelvin>
- [7] Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Copyright ©OQ [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecistení/referencni-dokumenty-bref/2016/12/BREF-Cement-vapno_konecny.pdf
- [8] Měření teploty dotykové teplotoměry. Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací. [online]. Copyright © DocPlayer.cz [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/2778325-Mereni-teploty-dotykoveteplotomery.html>
- [9] INFRAČERVENÁ SPEKTROMETRIE Domovská stránka - Vysoká škola chemicko-technologická v Praze [online]. Copyright ©[cit.16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.vscht.cz/files/uzel/0005766/Infra%C4%8Derven%C3%A1+spektrometrie.pdf?redirected>

- [10] Infrakamera na sklo s řádkovou kamerou: optris PI 640 G7. Optris – Bezkontaktní měření teploty [online]. Dostupné z: <https://www.optris.cz/termokamery-optris-pi-640-g7>
- [11] Domovske stranky uzivatelu [online]. Copyright © [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~krizek4/zcu/podklady/TDS09.pdf>
- [12] Pyrometer IR Thermometer | DIT-500. Action Instruments, one stop supply store of measuring devices since 1981 [online]. Copyright © 2019 [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.aisa.co.za/product/pyrometer-ir-thermometer-dit-500/>
- [13] [online]. Dostupné z: http://www.meratechnik.sk/Stranky/jasovy_pyrometr.htm
- [14] Infrafotografie. Petr Fabián Vás vítá [online]. Dostupné z: <http://pefab.eu/cs/infrafotografie/>
- [15] [online]. Dostupné z: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e3/ElmgSpektrum.png/550px-ElmgSpektrum.png>
- [16] <https://eu.fme.vutbr.cz/file/vomm/0700.htm>
- [17] Compact Handheld Thermal Camera | PTi120 Pocket Thermal Camera | Fluke. Fluke Corporation: Fluke Electronics, Biomedical, Calibration and Networks [online]. Copyright ©1995 [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.fluke.com/en/product/thermal-cameras/pocket-pti120>
- [18] Termokamery a vysokorychlostní kamery pro zvýšení kvality a snížení nákladů ve výrobě — INFOCUBE s.r.o.. [online]. Copyright © 2019 infocube s.r.o.. All rights reserved. [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://infocube.cz/cs/termokamery-a-vysokorychlostni-kamery-pro-zvyseni-kvality-a-snizeni-nakladu-ve-vyrobe/>
- [19] Thermal Imaging Surveillance | Tech Items | THEY ARE WATCHING. They Are Watching [online]. Dostupné z: <https://theyarewatching.org/technology/thermal-imaging-surveillance>
- [20] Měření teplotních veličin : Dostmann BB500 černé těleso. Měřicí technika, etalon a kalibrátor [online]. Copyright © 2016 TH [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.thsystems.cz/katalog/mereni-teplotnich-velicin/dostmann-bb500-cerne-teleso-detail>

- [21] Jan Sova: Bezdotykové měření teplotních polí II. Aldebaran homepage [online]. Copyright © Copyright Aldebaran Group for Astrophysics [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: https://www.aldebaran.cz/bulletin/2017_19_erm.php
- [22] [online]. Copyright © [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: https://www.testo.com/cz-CZ/Hodnoty+emisivit+nejd%C5%AFle%C5%BEit%C4%9Bj%C5%A1%C3%ADch+materi%C3%A1l%C5%AF/services_knowledgeable_thermography_emissivity_table
- [23] ČSN ISO 18434-1. Monitorování stavu a diagnostika strojů: Termografie. 1.7.2009. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha, 2009.
- [24] Stavební hmoty Cemix [online]. Dostupné z: <https://www.cemix.cz/kotouc/cz>
- [25] [online]. Copyright © [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <http://maildesigner-sendgrid.s3.amazonaws.com/MailDesignerImage-D1C8ED65-128B-408A-B686-C64A5D36199C-image-8.jpg?AWSAccessKeyId=AKIAJVDUHJLLIXJNMLA&Expires=2141889262&Signature=puJrhGQphn6kxWW1tdSpvYPObVQ%3D>
- [26] Techbelt - dopravníky, dopravní pásy, servis [online]. Copyright © [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.dopravnipasy.com/cache/images/full/dsc-4034.jpg>
- [27] http://www.adaptodopravniky.cz/editor/image/produkty1_galerie/tn_zoom_obrazek_280.jpg
- [28] Lepenie a servis dopravníkových pásů - LEPPAS s.r.o. [online]. Dostupné z: <https://www.leppas.sk/assets/images/mechanicka-spona.jpg>
- [29] STZ-servis - dopravní pásy ocelokordové. STZ Servis - Dopravní pásy pryžotextilní, ocelokordové, PVC, stěrače, pogumování [online]. Copyright © 2005 [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <http://www.stzservis.cz/dopravni-pasy-ocelokordove.aspx>
- [30] STZ-servis - dopravní pásy pryžotextilní. STZ Servis - Dopravní pásy pryžotextilní, ocelokordové, PVC, stěrače, pogumování [online]. Copyright © 2005 [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <http://www.stzservis.cz/dopravni-pasy-pryzotextilni.aspx>

- [31] Fluke Ti32 Infrared Camera | Fluke. Fluke Corporation: Fluke Electronics, Biomedical, Calibration and Networks [online]. Copyright ©1995 [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.fluke.com/en-us/product/thermal-cameras/ti32>
- [32] Termokamera Fluke Ti32 - revizeshop.cz. Revizeshop.cz | Prodej měřicí techniky, termokamer, revizních přístrojů [online]. Dostupné z: <https://www.revizeshop.cz/Termokamera-Fluke-Ti32-d9.htm>
- [33] Fluke T3000 FC Wireless Temperature Module | Fluke. Fluke Corporation: Fluke Electronics, Biomedical, Calibration and Networks [online]. Copyright © [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.fluke.com/en/product/temperature-measurement/contact-thermometers/fluke-t3000-fc>
- [34] <http://zoskin.praysafeconsulting.com/limestone-flow-chart/>
- [35] White Stone Quarry Crusher, White Mercury Mining Process [online]. Dostupné z: <https://www.whitecrusher.com/images/solutions/fully-mobile-limestone-crusher.jpg>
- [36] [online]. Copyright © [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://ded2pkq5zsyd4.cloudfront.net/images/AMRRobbinsIndia/AMR-India-Large-blocks-on-the-stacker-conveyor.jpg?v=b0fad8c5f7240dea0aae306920e8bac050765dfa>
- [37] Groff Engineering & Consulting LLC | Mining & Quarry Consultants in KY [online]. Copyright © [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.groffengineering.com/wp-content/uploads/2018/05/Underground-Mining-Custom.jpg>
- [38] Schiltknecht multifunctionele thermo-anemo-hygrometer serie MiniAir20 | Hitma Instrumentatie. Object moved [online]. Copyright © 2020 [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.hitma-instrumentatie.nl/nl/producten/schiltknecht-multifunctionele-thermo-anemo-hygrometer-serie-miniair20>
- [39] PROFI digitální vlhkoměr a teploměr Dewpoint Pro TFA 31.1028 - Meteostanice.cz. :: MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE: [online]. Dostupné z: <https://www.meteostanice.cz/profi-digitalni-vlhkomer-a-teplomer-dewpoint-pro-tfa-31-1028/>

- [40] Rychlý dotykový povrchový teploměr testo 905-T2 - Meteostanice.cz. :: MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE: [online]. Dostupné z: <https://www.meteostanice.cz/rychly-dotykovy-povrchovy-teplomer-testo-905-t2/>
- [41] Hladké dopravníkové válečky | TRANSROLL - CZ, a.s.. Úvodní stránka | TRANSROLL - CZ, a.s. [online]. Copyright © 2015 TRANSROLL [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.transroll.cz/hladke-dopravni-valecky>
- [42] http://www.superiorind.com/si_listview.aspx?id=prdl
- [43] Válečky hladké - AMG Karel Pícha s.r.o.. AMG Karel Pícha s.r.o. [online]. Dostupné z: <http://www.amgpicha.cz/valecky-ocelove/hladke/>
- [44] [online]. Dostupné z: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcT1ArwZ4k6bMGnB8TK5rfwJbzpcu7_Qt0X7K0FdhrUaUoJ-ktwv&usqp=CAU
- [45] Vápno vzdušné bílé 25kg Stavebniny Vyškov. Stavebniny Vyškov [online]. Copyright © 2020 Stavebniny Dobeš. Všechna práva vyhrazena. [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <http://www.stavebninyvyskov.cz/vapno-vzduzne-bile-25kg>
- [46] Colosseum | Facts & Definition | Britannica. Encyclopedia Britannica | Britannica [online]. Copyright ©2020 Encyclop [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/topic/Colosseum>
- [47] Pásové dopravníky | GTK Tupesy s.r.o.. Pásové dopravníky | GTK Tupesy s.r.o. [online]. Copyright © GTK, s.r.o. 2020 [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.gktupesy.cz/index.php?page=bubny&language=cz>
- [48] Keramika pro bubny pásových dopravníků | DvB-AF s.r.o. - FLEXCO.CZ. FLEXCO - pásové dopravníky [online]. Copyright ©2020 [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.flexco.cz/produkty/flexco-spoje/keramika-pro-bubny-pasovych-dopravniku/>
- [49] Bubnové elektropohony | www.achenbach.cz. Jen to nejlepší je dost dobré | www.achenbach.cz [online]. Copyright © ACHENBACH CZ [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: http://www.achenbach.cz/bubnove_elektropohony
- [50] [online]. Copyright ©kY [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: https://i.ytimg.com/vi/kWsUem33_ro/maxresdefault.jpg

- [51] CRUSHKING Mobile / Track – Cone. [online]. Copyright © 2020 R.R. Equipment [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.rrequipment.com/crush-king-plants/mobile-track/crushking-mobile-track-cone/>
- [52] BIPM - SI base unit (kelvin). BIPM - BIPM [online]. Copyright © BIPM all rights reserved [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <https://www.bipm.org/metrology/thermometry/units.html>
- [53] [online]. [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <http://m.cz.cary-led.com/info/heat-sink-technology-in-modern-led-fixtures-37553492.html>
- [54] Novinykraje.cz [online]. Copyright © [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: https://www.novinykraje.cz/svetprace/wp-content/uploads/sites/15/2020/03/shutterstock_1647671977a-678x381.jpg
- [55] DRAŽAN, František a Karel JERÁBEK. Manipulace s materiálem. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1979.
- [56] How Lime is Made. The National Lime Association – NLA – NLA's mission is to represent, protect, and promote the nation's lime industry. [online]. Dostupné z: <https://www.lime.org/lime-basics/how-lime-is-made/>
- [57] Challenges in Limestone Processing. FEECO International, Inc. [online]. Dostupné z: <https://feeco.com/challenges-limestone-processing/>
- [58] Kontrola a údržba dopravníků « Strand s.r.o.. Strand s.r.o. | zakázkové zpracování oceli [online]. Dostupné z: <http://strand.cz/aktuality/kontrola-a-udrzba-dopravniku-2/>
- [59] Techmagazín.cz. Techmagazín.cz [online]. Copyright © 2010 [cit. 16.05.2020]. Dostupné z: <http://www.techmagazin.cz/46991>
- [60] Corsair TM30 Performance Thermal Paste Now Available | eTeknix. eTeknix | The Best Tech & Gaming News and Reviews! [online]. Copyright © 2008 [cit. 17.05.2020]. Dostupné z: <https://www.eteknix.com/corsair-tm30-performance-thermal-paste-now-available/>