

ESETTANULMÁNY 02 • PÉLDA

Csarnok belső hő térkép – túlmelegedő kábelcsatlakozás (példa)

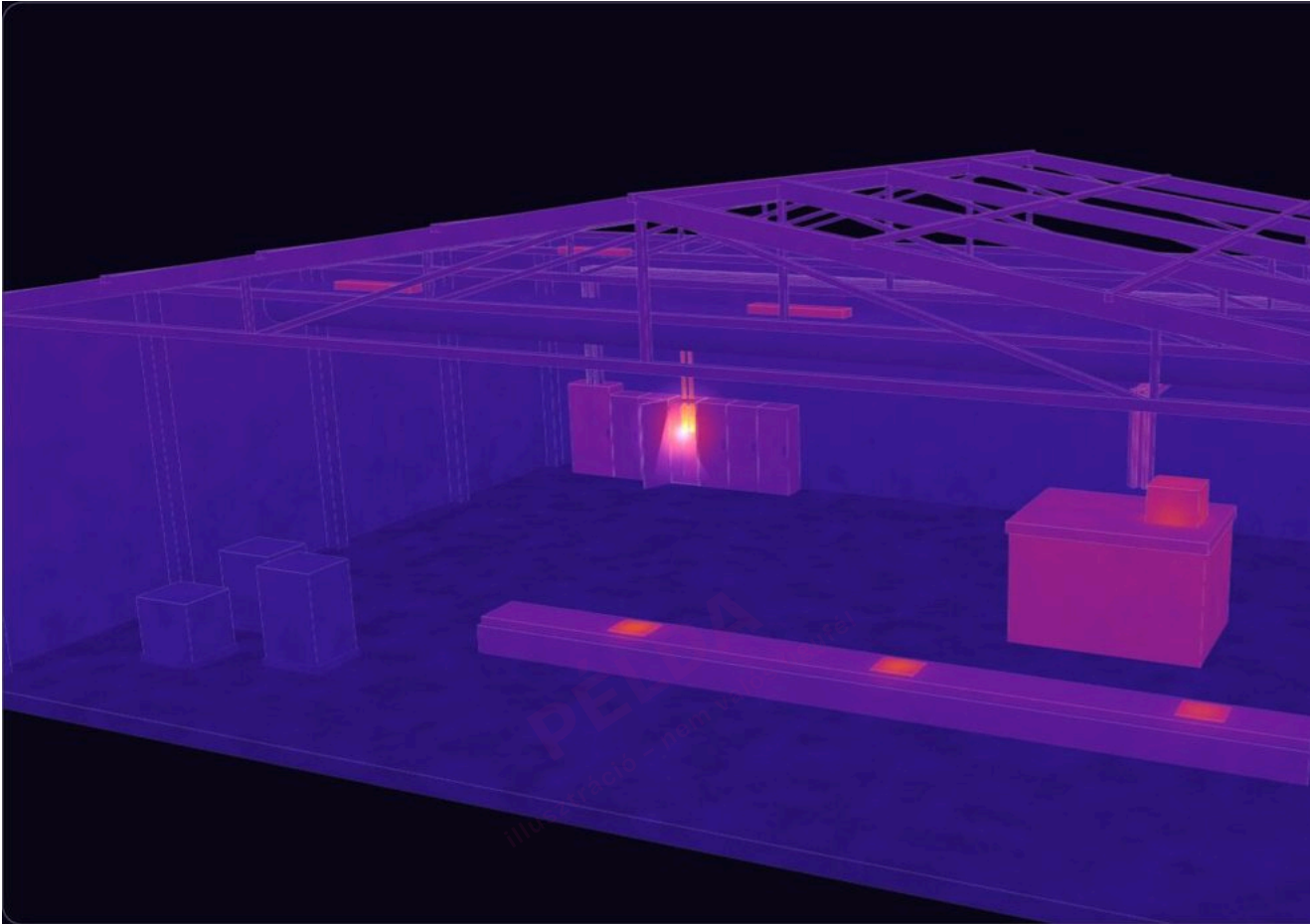
Egy lazuló kapocs néhány wattot disszipál – a hőképen mégis 78 °C-nak látszik. Ebből a példából kiderül, mire jó a korai jelzés, és mire nem.

78 °C
a lazuló kapocs a szimulált hőképen (a terem levegője ≈ 28 °C)
szimulált érték

12,8 W
a kapocs többletvesztése (160 A, +0,5 mΩ)
becslés

≈ 5 100 Ft/év
az elvesztegetett energia értéke (4 000–5 900 Ft)
becslés

45 000 Ft
kapocs-utánhúzás + ellenőrzés (25 000–90 000 Ft)
becslés



Szimulált 3D hő térkép a csarnok belsejéről: a geometria egyszerűsített (a HőKép3D saját, programozottan előállított modellje), a hőmérsékletek kitaláltak.

1 Működik, nem látszik rajta semmi

Egy kisebb gyártócsarnok egy- vagy kétműszakos üzemben jár: sajtológép, szállítószalag, légsűrítő. A gépeket egy hátsó fal mentén álló kapcsolószekrény-sor látja el árammal. Az egyik leágazás fázisvezetője 160 A-t visz, évente nagyjából 3 000 órán át (feltevés).

Semmi nem látszik hibásnak: nincs kioldás, nincs szag. A karbantartás a következő évi tervben szerepel. A kérdés az, hogy van-e a sorban olyan csatlakozás, amely még működik, de már melegszik – és ha igen, hol.

Terhelés	160 A fázisonként (feltevés)
Üzemidő ezen a terhelésen	≈ 3 000 h/év (feltevés)
A hiba	+0,5 mΩ átmeneti ellenállás egy fázison
A csarnok levegője	≈ 28 °C (szimulált)

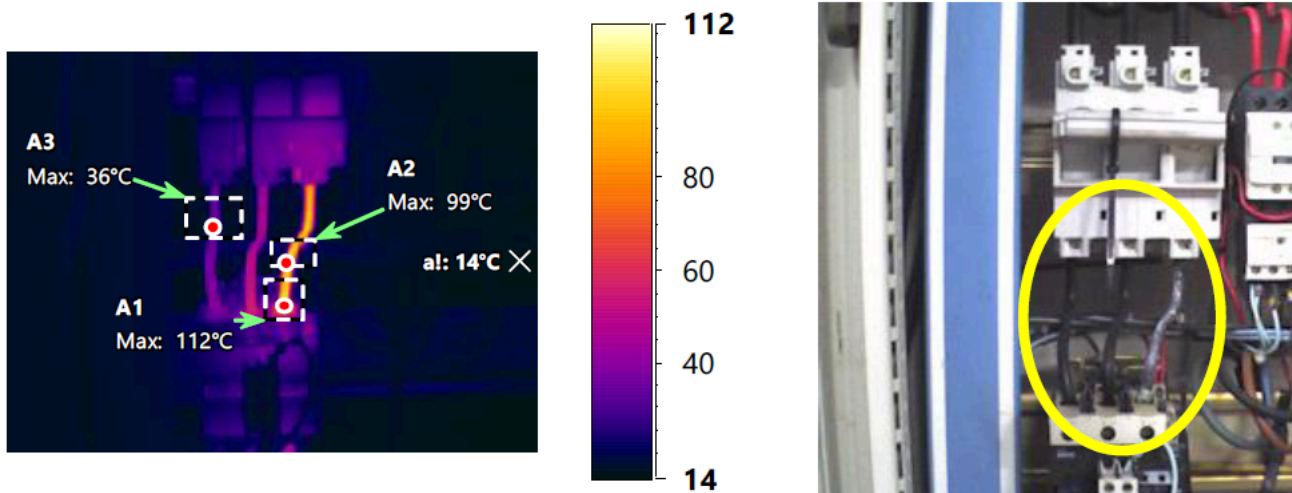
Hogyan mérnénk

1. Egyeztetés: mely szekrényeket mérjük, mikor van normál üzemi terhelés, és ki az arra jogosult villamos szakember, aki a burkolatokat megnyitja. **2. Mérés terhelés alatt,** biztonságos távolságból; feszültség alatti részhez mi nem nyúlunk. **3. Dokumentálás:** szekrényenként hőkép és látható fotó ugyanarról a kivágásról, terhelőáram, környezeti hőmérséklet, emissziós tényező. **4. Értékelés:** ΔT a hasonló alkatrészekhez és a környezethez képest, A/B/C prioritás; eltérésnél a helyszínen szólunk.

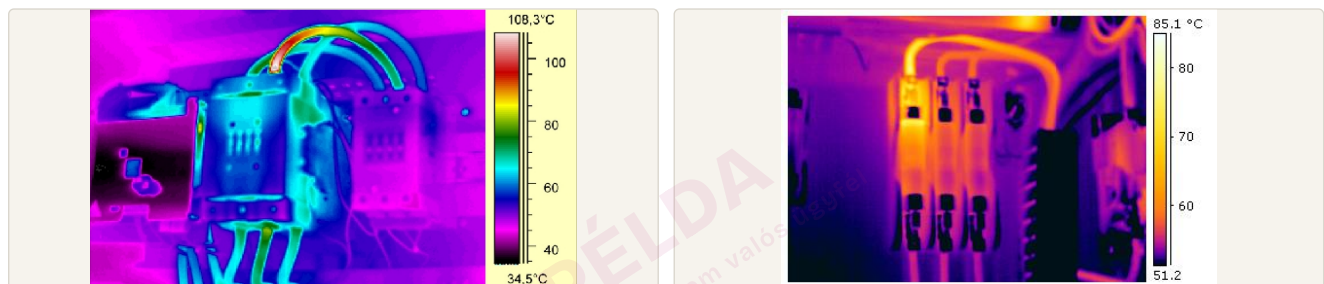
PÉLDA / ILLUSZTRÁCIÓ – Példa – illusztráció nyílt licencű képekből és szimulált adatokból, nem valós ügyfél.

2 Így néz ki a valóságban

Valós, nyílt licencű hőképek lazuló vagy túlterhelt villamos csatlakozásokról. A képeket nem módosítottuk; a hőmérsékletek a felvételek saját skáláiról és jelöléseiről származnak. Eltérő kamerával és körülmények között készültek, ezért egymással nem összehasonlíthatók.

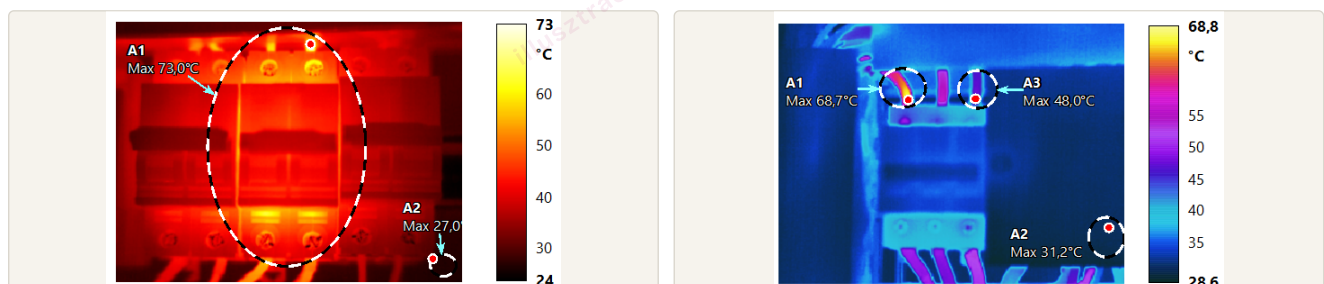


Contrôles-électriques, „Défaut de connexion porte fusibles thermographie infrarouge”, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0 – módosítatlan · A legjobb példa a jelentés felépítésére: hőkép és látható kép egymás mellett. A1 112 °C, A2 99 °C, A3 (referencia) 36 °C; A1 – A3 = 76 K.



Sönke Krüll, „Elektroschuetz”, Wikimedia Commons, CC BY 3.0 – módosítatlan · Mágneskapcsoló kábelcsatlakozása: ≈ 108 °C, a szomszédos vezetők 35–60 °C.

Hotflashhome, „Electrical fault”, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0 – módosítatlan · Az egyik fázis melegebb a másik kettőnél – a „hasonló alkatrészhez képest” összehasonlítás tankönyvi esete.



Contrôles-électriques, „Surcharge sur un disjoncteur électrique thermographie infrarouge”, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0 – módosítatlan · Hézag nélküli beépítés: A1 – A2 = 46 K; hőelvezetési probléma, nem lazuló csatlakozás.

Contrôles-électriques, „Défaut de connexion décelé grâce à la thermographie infrarouge...”, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0 – módosítatlan · Lazán meghúzott vagy rosszul krimpelt csatlakozás: A1 – A2 = 37,5 K.

Hogyan értékeljük: ΔT , nem abszolút hőmérséklet

Viszonyítás	Mivel vetjük össze	Mire kell vigyázni
ΔT a hasonló alkatrészhez	Az azonos terhelésű, azonos típusú szomszéd – pl. a másik két fázis kapcsa	Ha mindhárom fázis egyformán hibás, nincs jó referencia
ΔT a környezethez	A szekrény vagy a csarnok levegője	Terhelésfüggő: kisebb áramnál a hiba kisebbnek látszik
Abszolút hőmérséklet	A gyártó által megengedett érték	A látszólagos hőmérséklet a kibocsátástól és a tükröződéstől is függ

A példában a lazuló kapocs +38 K a szomszéd fázis kapcsához és kb. +50 K a terem levegőjéhez képest. A jelentésben A/B/C prioritást adunk: az A jelű eltérésnél a helyszínen szólunk, és a javítás nem vár a következő karbantartásig.

PÉLDA / ILLUSZTRÁCIÓ – Példa – illusztráció nyílt licencű képekből és szimulált adatokból, nem valós ügyfél.

3 Számokkal: kevés energia, nagy kockázat

$$P = n \cdot I^2 \cdot R_{\text{többlet}} = 1 \cdot (160 \text{ A})^2 \cdot 0,5 \text{ m}\Omega = 12,8 \text{ W}$$

Eset	Teljesítmény	Energia	Költség, közép (tartomány)	Helyi felmelegedés (szemléltető)
Egy fázis	12,8 W	38 kWh/év	5 100 (4 000–5 900) Ft/év	13–51 K
Mindhárom fázis	38,4 W	115 kWh/év	15 000 (12 000–18 000) Ft/év	38–154 K

Számítási példa: 160 A, +0,5 mΩ, 3 000 óra/év, villamos energia ≈ 132 Ft/kWh (104–153). Becslés, nem garancia; nettó. A helyi felmelegedés = P · R_th, R_th = 1–4 K/W: szemléltetés, nem mérés.

Miért látszik 12,8 W a hőképen? Mert a hő egy néhány négyzetcentiméteres érintkezési felületen keletkezik, és onnan alig tud elvezetődni. Az éves energiaveszteség értéke néhány ezer forint, ezért nem ez a lényeg: a kapocs idővel egyre rosszabb állapotba kerülhet – és a hőkép ezt még a hiba következménye előtt megmutatja.

4 Javasolt intézkedés

- Jelzés a helyszínen** (A prioritás: a lazuló kapocs): még a mérés napján szólunk az Ön villamos szakemberének.
- Javítás jogosult szakemberrel:** feszültségmentesítés, kapocs vizsgálata, utánhúzás vagy csere; a szomszéd kapcsok és a kábel szigetelésének ellenőrzése.
- A kábelút ellenőrzése** (B prioritás): a kapocstól induló kábelrész mérsékelt melege a terhelhetőség és a kötegelés ellenőrzésére ad okot.
- Újramérés terhelés alatt:** ugyanazt a pontot hasonló terhelésnél újra mérjük; a hőkép mutatja, hogy a ΔT megszűnt-e.

Tétel (nettó)	Összeg, közép (tartomány)
Az elvesztegetett energia (egy fázis)	5 100 (4 000–5 900) Ft/év
Kapocs-utánhúzás + ellenőrzés	45 000 (25 000–90 000) Ft
Kapocs / mágneskapcsoló cseréje	120 000 (60 000–250 000) Ft
Hőkamerás szekrényszűrés	12 000 Ft/szekrény csomag mellett; önállóan 60 000 Ft/szekrény, legalább 60 000 Ft

Amit nem forintosítunk. A valódi tét a meghibásodás, a leállás és a tűzkockázat; nincs megbízható forrásunk az állásidő költségére, és nem állítunk kitalált számot. Egyetlen forrásolt tény: a 2022-ben vizsgált 736 hazai tüzesetből 73-nál (9,9 %) villamos energiát jelöltek meg okként (OKF-minta, minden épülettípus, üzemi bontás nélkül). Korai jelzés, nem megtakarítási projekt.

Ez nem a kötelező villamos felülvizsgálat. A hőkamerás szekrényszűrés nem helyettesíti a villamos berendezések jogszabály szerinti kötelező felülvizsgálatát, a tűzvédelmi felülvizsgálatot és az energetikai tanúsítást; ezeket jogszabályban meghatározott jogosultsággal rendelkező szakemberek végzik. Korai jelzést ad, megfelelőséget nem igazol. A hőkamera csak a felületet látja; terhelés nélkül nincs melegedés; a fényes fém rosszul sugároz; a kép egy időpillanatra vonatkozik.

Köszönet és forrásjegyzék

- Contrôles-électriques – „Défaut de connexion porte fusibles thermographie infrarouge”, „Surcharge sur un disjoncteur électrique thermographie infrarouge”, „Défaut de connexion décelé grâce à la thermographie infrarouge utilisée en maintenance préventive des installations électriques” – CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons, módosítatlan
- Sönke Krüll – „Elektroschuetz” – CC BY 3.0, Wikimedia Commons, módosítatlan
- Hotflashhome – „Electrical fault” – CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons, módosítatlan
- A hőtérkép: saját, egyszerűsített geometria (three.js) és szimuláció. Számok: HőKép3D számítási példa „E” (villamos forrópont), 2026. október 9., 2 értékes jegyre kerekítve. OKF: a 2022. évi tüzesetek vizsgálata.

Mérnöki hőkamerás felmérés – nem akkreditált és nem tanúsított vizsgálat. Nem helyettesíti az energetikai tanúsítványt, az energetikai auditot, a villamos berendezések kötelező felülvizsgálatát vagy a tűzvédelmi felülvizsgálatot; ezeket jogszabályban meghatározott jogosultsággal rendelkező szakemberek végzik. A számok becslések, nem garanciák.

Kíváncsi, hol szövik el a hő az Önök létesítményében?
Kérjen ajánlatot: éjszaka mérünk, 3D modellre illesztünk, és sorrendbe tesszük, mit érdemes először megjavítani. · hokep3d.hu · info@hokep3d.hu