

## 4.1 | Tervezési és működtetési hibák okozta munkabaleset vizsgálata

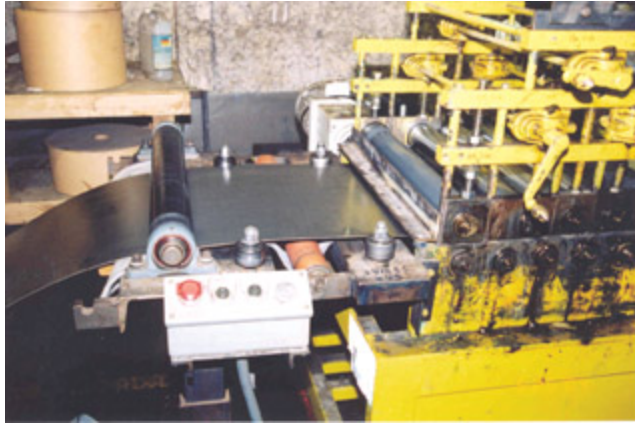
*Tárgyszavak: munkabaleset; balesetvizsgálat; hibaelemzés; balesetvédelem; tervezés; fémfeldolgozás.*

A fémfeldolgozó gyárban, amely nagy tekercsekben fémlemez vág, azt előírt méretű darabokra vágja, és értékesíti, a nap olyannak látszott, mint bármelyik másik. A tapasztalt gépkezelő, aki a hosszméretre daraboló soron dolgozott, jól ismerte az eljárást. Rendesen a lemezt a vágógépbe adagoló hengerek közelítően még egy félfordulatot tettek a leállító gomb megnyomása után. Sajnos, ebben az esetben a motor tovább működött, a munkás jobb kezét a lemezzel együtt behúzta a hengerek közé, és csuklóig összetörte.

A vészkipcsoló (E-STOP) gomb a gép olyan helyén volt, ahol az áldozat nem érhetette el a balkezevel. Végül a jobb lábával tudta megrúgni, hogy leállítsa a gépet. A hengerek közé szorulva, percekig ordított a fájdalomtól, mielőtt – a magas zajszint miatt – bárki észrevette volna, hogy mi történt. Végül néhány munkatársa az áldozat segítségére sietett, kilazították a hengert, hogy kivegyék a sérült kezét, és a segélyhelyre vitték. Mi okozta a gép váratlan működési hibáját? A válaszhoz át kell tekinteni a balesethez vezető eseményeket.

### A baleset előzményei

A szóban forgó gép a hosszméretre vágó sor része volt. A sor több berendezésből állt, amelyeket közös vezérlő rendszer működtetett. Közük volt az 1. ábrán látható egyengető, amely egymáshoz képest eltolt görgőkkel egyenesíti ki az anyagot, váltogatva hajlítva azt minden irányban, és egy olló, amely az anyagot méretre vágja. A levágott anyagot szállítószalag viszi a sor végéhez, ahol a fő vezérlő panel is található (2. ábra).



1. ábra A görgős egyengető, ahol a baleset történt.  
A felvételt a baleset után készítették. Az E-STOP gombot az eredeti helyéről, amely a gépállványon volt a fénykép jobb szélénél, oda helyezték, ahol a képen látható (a fehér dobozban).



2. ábra A fő vezérlőtábla a sor végénél van, ahol a kezelő a készterméket távolítja el.

Ezt a berendezést a tulajdonos néhány éve egy másik műhelyből helyezte ide. A táp- és vezérlő vezetéseket külső alvállalkozó szerelte fel, megfelelő módszerekkel és elfogadható szakértelemmel. Ő tervezte és készítette a fő vezérlőtáblát is, és E-STOP gombokat szerelt fel a gyár személyzetével együtt meghatározott helyeken. (Megjegyzés: Az alvállalkozó csapatából senkinek nem volt semmilyen formális képzettsége gépek biztonsági rendszereinek tervezésében.)

A baleset az egyengető bejáratánál történt (1. ábra). Amikor új tekercest tesznek fel, a kezelő lenyomja, majd felengedi az előre tolás gombját, majd az anyagot a mellső görgők közé tolja, amelyek csak anynyit fordulnak, hogy megragadják azt. A kezelő ezután a sor végére

megy, a fő táblához (2. ábra), és megkezdi a folyamatos működtetést. Az 1. ábrán látható a hengerekkel szemben egy, rendszeren a gép állványhoz csavarozott, védő szögvas.

A baleset előtti napon a soron nagyon vastag anyaggal dolgoztak. A vevő kifogásolta, hogy az anyag felületén karcolások voltak. Valaki emiatt úgy döntött, hogy vegyék le a védő szögvasat. A védőt a következő napon sem szerelték vissza, bár a sort már vékonyabb anyagra állították vissza.

## **A balesetvizsgálat eredményei**

A munkás beperelte a villamos alvállalkozót, az pedig a munkáltatót, mint alperes harmadik felet. A baleset kivizsgálása néhány helyszíni ellenőrzésből és a dokumentumok áttekintéséből állt.

A villamos rendszerről nagyon kevés dokumentáció volt, bár az alvállalkozó bemutatta a vezérlő áramkör vázlatát, amelyet a tervezés során készített. A tulajdonos változtatott a gép vezérlésén a baleset és a vizsgálat közti időben, ami nyilvánvaló a különböző időpontokban mások által készített felvételeken. A változtatások következtében a rendszer egy részét nem lehetett a baleset idején fennállott állapotában próbálni vagy vizsgálni. A vizsgálatkor a vezetékezés és a vezérlő szervek nem mutattak olyan hibákat, amelyek hozzájárulhattak a balesethez, ezért más lehetséges okokat kerestek.

## **A görgők meghajtása**

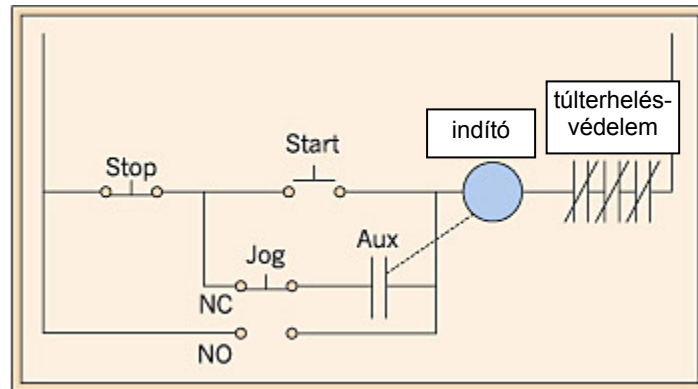
A baleset idején a görgőknek motoros, mechanikusan változtatható meghajtása volt. A fő vezérlő táblán két gomb tette lehetővé a sebesség beállítását, működtetve egy kis motort, amely változtatta a tárcsák áttételét. A sebesség megváltoztatásához viszonylag hosszú idő kellett, és ezt általában csak egyszer végezték el az üzemi sebesség beállításakor. A betolási sebességet nem lehetett változtatni.

A korszerű, változtatható frekvenciájú meghajtások azonnali sebességváltoztatásra adnak módot, lehetővé téve a sokkal lassúbb és biztonságosabb betolást kívánság szerint. A baleset utáni változtatások ilyen meghajtás beiktatására is kiterjedtek.

Az áldozat tanúsította, hogy már egy korábbi alkalommal is tovább forogtak a görgők. A felügyelő a jelentés szerint mindent megvizsgált, és nem talált problémát.

## A vezérlő áramkör

Az egyengető motorja előre és vissza is tudott tolni, vagy a folyamatos működéshez az előre irányban lehetett reteszelni. A balesettel kapcsolatban csak az előre reteszelő áramkört kellett vizsgálni (3. ábra), amely a baleset idején klasszikus indító-leállító reteszelő áramkör volt, egy JOG pillanatgomb beiktatásával. Noha az áramkör első pillantásra világosnak tűnik, olyan tervezési hibát tartalmazott, amely a gép hibás működését okozta.



3. ábra A hossz méretre vágó sor előre vezérlő áramkörének konstrukciója a baleset idején

Hivatkozva a 3. ábrára: A START gomb megnyomása zárja az áramkört a STOP és a START gombokon keresztül, feszültséget adva az indítóra és zárva a segédérintkezőt (AUX), amely az indítóval együtt működik. Ez zár egy második kört a rendszeren zárt (NC – normally closed) JOG érintkezőn és az AUX érintkezőn keresztül, így bekapcsolva tartja az indítót a START gomb felengedése után is.

A STOP gomb megnyomása megszakítja az áramkört, leveszi a feszültséget az indítóról, és nyitja az AUX érintkezőt. Az indító kikapcsolva marad a STOP gomb felengedése után is. Ha a JOG gombot megnyomják, az NC érintkező nyílik, és a rendszeren nyitott (NO – normally open) érintkező zár, feszültséget adva az indítóra. Bár ez zárja az AUX érintkezőt, a reteszelő áramkör nyitva marad, mert az NC érintkező nyitott. Amikor a kezelő felengedi a JOG gombot, az NO érintkező nyit, és az indító nyitni kezd.

E pillanatban egyfajta verseny folyik az indító és a JOG gomb között. Ha az indító megnyitja az AUX érintkezőt, mielőtt a JOG gomb zárná az NC érintkezőt, úgy a reteszelő áramkör nyitott, és az indító kikapcsolva marad, tehát a funkció a tervezettnek megfelelően működik. Más-

részt, ha a JOG gomb NC érintkezője zár, mielőtt az indító megnyitná az AUX érintkezőt, úgy a reteszelő áramkör záródik az NC és az AUX érintkezőkön keresztül, újra feszültséget adva az indítóra és továbbra is így tartja, mintha a kezelő megnyomta volna a START gombot.

Így az áramkör helyes működése két független készülék kapcsolási műveleteinek a sorrendjétől függ. Nyilván az indító többnyire gyorsabban reagált, mint a gomb. A kezelő technikájától vagy az indító csúszó felületeinek szennyeződésétől vagy kopásától függően azonban, véletlenszerűen az áramkör hibásan működhetett, lehetővé téve, hogy az indító bekapcsolva maradjon.

Az áramkör megfelelő konstrukciójának legalább két változata létezik. Az egyiknél egy vezérlő relé egyértelműen különválasztja a megszakító (JOG) és a reteszelő funkciót, kiküszöbölve a véletlen reteszelés lehetőségét.

Egy másik változat ún. "JOG-RUN" választó kapcsolót használ az aktív üzemmód kiválasztásához. Ezt a módszert ajánlja az *NFPA 79 Electrical Standard for Industrial Machinery (Villamos szabvány ipari gépekhez)*, és ez az egyik módosítás, amelyet a gépen a baleset után végrehajtottak.

## **Vészleállítás**

Az E-STOP rendszer aktiválásakor azonnal megállítja a gép működését. E biztonsági feladata teljesítéséhez a kezelő számára hozzáférhetőnek kell lennie. A hatékony E-STOP rendszer ugyan nem tudja megakadályozni a kiinduló eseményt, de gyors aktiválása esetén minimalizálhatja a bekövetkező sérülést. Az E-STOP gombot ebben az esetben a görgők közelében dolgozó kezelő nem érhet el könnyen, mint a fentiekből is kitűnik.

A szakirodalom és az USA Munkabiztonsági és Foglalkozás-egészségügyi Hivatalának (OSHA) dokumentumai legalább négy rendelkezésre álló módszert írnak le, amelyek hatékony E-STOP védelmet nyújtottak volna:

- Több E-STOP gomb elhelyezése megfelelő helyeken, a gép mindkét oldalán és a görgők felett.
- Mindkét oldal mentén terelőléc használata, hogy a kezelőnek csak előre kelljen hajolnia az E-STOP aktiválásához.
- A görgők felett függő kioldórúd használata, amelyet a kezelőnek meg kell húznia vagy nyomnia.
- E-STOP kábel használata, amely a kezelő minden lehetséges helyéről elérhető.

## Védővas

Egyszerű szögvasdarabot erősítettek két csavarral a gép állványához, a hézag magasságát nem lehetett szabályozni. A baleset után a tulajdonos távtartókat helyezett a szögvas alá. A tanúk ellentmondó nyilatkozatokat tettek arról, hogy ki vette le ezt a védőrudat, ki kérte a visszaszerelését, illetve ki döntött amellett, hogy ne tegyék vissza.

Felmerült az a kérdés, hogy nem kellett volna-e a vezérlésnek számolnia a védővas eltávolításával üzemeltetési vagy karbantartási okokból. Egy reteszelő kapcsoló megakadályozhatta volna az üzemelést levett védőrúddal. Lehetett volna korlátozottan állítható védőrudat alkalmazni, amelyet nem lett volna szükséges levenni rendes üzemeltetéshez.

## Összefoglaló megállapítások

Képzetlen személyek készítették a vezérlő rendszert, és hoztak biztonsági vonatkozású döntéseket, figyelmen kívül hagyva az ipari gyakorlatot, az elfogadott szabványokat, illetve a gép előre kalkulálható szabályos és helytelen használatát. Több, ebből következő tényező járult hozzá a balesethez és a sérüléshez:

- A vezérlő áramkör tervezési hibája, amely a görgők nem várt működését okozta.
- A görgetési sebesség megegyezett a normál működési sebességgel – kisebb sebesség mellett több idő van reagálni, illetve a baleset következményei kevésbé súlyosak.
- A védővas eltávolítása további súlyos kockázatot jelentett. Megfelelő tervezéssel ez elkerülhető lett volna.
- Az E-STOP gomb nem volt elérhető a kezelő számára a gép etetése közben. Megfelelő elhelyezéssel a gomb minden körülmény között elérhető.

A pert egyébként a vizsgálat egyértelmű eredményeinek is köszönhetően a tárgyalás előtt, kölcsönös megegyezéssel zárták le.

**Összeállította: Szende György**

Miller, B. D.: The case of the machine that malfunctioned. = The Magazine of Electrical Design, Construction and Maintenance, 104. k. 12. sz. 2005. p. 16–19.

Soranno, C.: Machine safeguarding: Risk assessment and risk reduction. = Occupational Hazards, 67. k. 3. sz. 2005.