

SZAKDOLGOZAT

Nagy János

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Ipari Gépek Biztonsága Szakmérnök Szak

**Pirotechnikai termékvizsgáló ejtőgép fejlesztésének támogatása a
CE jelölése érdekében**

Belső konzulens:	Dr. Földi László egyetemi docens tanszékvezető
Külső konzulens:	Berencsi Bence Saasco Kft, ügyvezető igazgató
Készítette:	Nagy János GGNBNQ levelező tagozat
Intézet/Tanszék:	Műszaki Intézet, Mechatronika tanszék

GÖDÖLLŐ
2024.

MŰSZAKI INTÉZET

Ipari Gépek Biztonsága szakmérnök / szakember

SAKDOLOOZAT

feladatlap

Nagy János (GGNBNQ)

részére

A szakdolgozat címe:

Pirotechnikai termékvizsgáló ejtőgép fejlesztésének támogatása a CE jelölése érdekében

Feladatkiírás:

Bevezetés, Cégbemutatás, Szakirodalom feldolgozás, A téma feldolgozása: Berendezés és releváns kockázatainak bemutatása, Elérendő biztonsági célok meghatározása, Célok megvalósíthatóságának lehetőségei, Gazdasági számítás, Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Berencsi Bence, ügyvezető, SAASCO Tanácsadó és Mérnöki Iroda Kft.*

Belső konzulens: *Dr. Földi László József egyetemi docens, MATE MI*

Beadási határidő: 2024. november 5

Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom

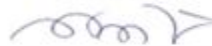


(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2024. szeptember 9



(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	6
2.	A SAASCO Tanácsadó Iroda és a CerTrust Vizsgáló és Tanúsító Kft. bemutatása	7
3.	Szakirodalom feldolgozása	8
3.1.	A tűzijátékok biztonsági vizsgálatának jelentősége	8
3.2.	A pirotechnikai biztonsági szabványok és szabályozások áttekintése	8
3.3.	A CE jelölés és nélkülözhetetlensége	10
3.4.	Az ejtőgép szerepe a pirotechnikai eszközök biztonságában	11
3.5.	Az ejtőgép tervezési és fejlesztési folyamata	11
3.6.	Az ejtőgép alapvető funkciói és működési elve	12
3.7.	A pirotechnikai eszközök mechanikai biztonsági tesztelése	12
3.8.	A biztonsági tesztek hatása a termékfejlesztésre	13
3.9.	Az ejtőgép szerepe a nemzetközi szabványok betartásában	14
3.10.	A tesztelés hatása a fogyasztói biztonságra	15
3.11.	Az ejtőgép gyártó és a megrendelő cég szerepe a projektben	15
3.12.	A tervezési folyamat során felmerülő kihívások és azok kezelése	16
3.13.	A CE jelölés jogszabályi háttere	17
3.14.	Az ejtőgép tervezésére vonatkozó szabványok	18
3.15.	Kockázatértékelés és biztonsági intézkedések	19
3.16.	A megfelelőségi nyilatkozat (DoC) és gépkönyv	20
3.17.	A felhasználói dokumentáció és gépkönyv elkészítése	20
3.18.	A megfelelőségi nyilatkozat (DoC) kiadása	20
4.	A téma feldolgozása	21
4.1.	Berendezés és releváns kockázatainak bemutatása	21
4.2.	Első tervezői elképzelés v1. rajz értékelése	26

4.3.	<i>Kockázatfelmérés a tervezési fázisban</i>	29
4.4.	<i>A gép funkciói és a határok meghatározása</i>	31
4.5.	<i>MSZ EN ISO 12100 veszélyek és kapcsolódó veszélyhelyzetek azonosítása</i>	31
4.6.	<i>Potenciális veszélyek az összenyomódási térben</i>	32
4.7.	<i>Biztonsági burkolatok tervezési folyamata</i>	32
4.8.	<i>Tervezői módosítás v2 rajz értékelése</i>	46
4.9.	<i>Tervezői módosítás v3 rajz ellenőrzése.....</i>	51
4.10.	<i>Kockázatcsökkentés egyéni védőfelszereléssel</i>	51
4.11.	<i>Figyelmeztető jelzések és használati információk.....</i>	58
5.	<i>Gazdasági számítás</i>	59
6.	<i>Összefoglalás</i>	62
7.	<i>Summary</i>	63
8.	<i>Nyilatkozat</i>	64
9.	<i>Irodalomjegyzék</i>	67

1. Bevezetés

A szakdolgozatom bemutat egy pirotechnikai vizsgáló ejtőgép tervezési folyamatát, a kapcsolódó szabványi követelményeket, valamint azt, hogy a biztonsági tanácsadás hogyan járul hozzá a szabályozási előírások teljes körű teljesítéséhez és a CE jelölés megszerzéséhez. A berendezés megrendelője a CerTrust Vizsgáló és Tanúsító Kft. A tervezési, gyártási folyamatokban ennek az ipari gépnek a biztonságaért a SAASCO Tanácsadó Iroda tette a legtöbbet tanácsaival, utasításaival.

A CE megfelelésért értékelő szervezetek, így a CerTrust Kft. is kulcsszerepet tölt be az Európai Unió piacán forgalmazott termékek biztonságának, minőségének és jogszabályi megfelelésének biztosításában. Ezeket a szervezeteket általában *kijelölt szervezeteknek* nevezzük. Ezeket a gazdasági szereplőket az Európai Unió országaiban az egyes nemzeti hatóságok akkreditálják és felügyelik. Jelentőségük a megfelelésért értékelésben és a fogyasztói bizalom megszerzésében kiemelkedő.

A megfelelésért értékelő szervezetek jelentősége a vásárlók és felhasználók szempontjából is kiemelkedő. A CE jelölés igazolása és a hozzá kapcsolódó értékelés garancia arra, hogy a termékek átestek a szükséges biztonsági vizsgálatokon, és megfelelnek az EU piacon előírt szabályoknak. Ennek köszönhetően a fogyasztók nagyobb bizalommal vásárolhatják meg az európai piacon forgalmazott termékeket, hiszen biztosítva vannak arról, hogy a termékek biztonságosak, megbízhatóak és minőségi előírásoknak is megfelelnek. A CerTrust Kft. széleskörű szolgáltatásai között elérhető a robbanóanyagok vizsgálata. A cég egy pirotechnikai vizsgálati módszerhez nélkülözhetetlen új vizsgálóberendezés – ejtőgép - tervezésében, fejlesztésében, gyártásában közreműködtem. A témaválasztás óta nem fejeződött be a projekt. A villamos rendszer és a vezérlés terveinek elkészítése még folyamatban van, így ezeket nem volt alkalmam véleményezni.

2. A SAASCO Tanácsadó Iroda és a CerTrust Vizsgáló és Tanúsító Kft. bemutatása

A SAASCO Tanácsadó Iroda országoshírű, kiváló szakértelemmel, gyors és rugalmas megoldásokkal szolgálja partnereinek a bizalmát. Három elkülöníthető divízió alkotja a tevékenységük portfólióját. A SAASCOconsulting a termékmegfelelőség támogatásával, tanácsadással, menedzsment rendszerek kiépítésével és auditálásával foglalkozik. A SAASCOMed az orvostechnikai eszközök robbanásszerű fejlődését, elterjedtségét lekövetve képviseli a gyártók, importőrök, forgalmazók érdekeit. A SAASCOMachine célja az ipari berendezésekkel kapcsolatos előrelátható veszélyek és kockázatok kiküszöbölése, a tervezők, gyártók, felhasználók biztonságának szavatolása.

A CerTrust Kft. brüsszeli notifikáció alapján, megfelelőség értékelő szervezetként világszerte nyújtja szolgáltatásait. A 2014/28/EU irányelv alapján a polgári felhasználásra szánt robbanóanyagoknak meg kell felelniük az alapvető biztonsági követelményeknek (ESR), mielőtt azokat az Európai Unió piacára helyeznék. A gyártóknak biztosítaniuk kell, hogy termékeik megfeleljenek az alapvető biztonsági követelményeknek. A bejelentett szervezetet be kell vonni a megfelelőségértékelési eljárásokba. Az irányelvben meghatározott követelmények teljesítése érdekében a CerTrust Kft. világszínvonalú szakértelemmel rendelkezik az iparág területén végzett tesztelési és tanúsítási szolgáltatások terén. A pirotechnikai eszközök biztonságos forgalmazása és használata kiemelt jelentőséggel bír, különösen az Európai Unió szigorú szabályozási környezetében. Az EN 16264 és EN 16265 szabványok szerint végrehajtott vizsgálatok célja a pirotechnikai eszközök mechanikai biztonságának és ellenálló képességének igazolása, így biztosítva, hogy ezek az eszközök megfeleljenek a legszigorúbb biztonsági előírásoknak. Ehhez egy speciálisan erre a célra kialakított ejtőgépre van szükség, amely lehetővé teszi a valós körülményekhez hasonló vizsgálatok elvégzését.

A CerTrust Vizsgáló és Tanúsító Kft. tulajdonosai, vezető, munkatársai felismerték ennek fontosságát. Döntés született, hogy egy új pirotechnikai ejtőgépet helyeznek üzembe, mely megfelel az előírt szabványok követelményeinek. Ennek megvalósítása érdekében a CerTrust a SAASCO Tanácsadó és Mérnöki Irodát bízta meg a projekt vezetésével. A SAASCO mérnöki csapata biztosította a tervezés és kivitelezés szakmai támogatását és bevont engem is a folyamatba a CE jelöléshez szükséges biztonsági tanácsadóként. Szerepem a tervezési fázisban,

valamint azon túl az egész folyamat során a biztonsági szempontok felügyeletére, tanácsadásra, valamint a vonatkozó szabványoknak való megfelelés biztosítására irányult.

3. Szakirodalom feldolgozása

3.1. A tűzijátékok biztonsági vizsgálatának jelentősége

A tűzijátékok forgalmazása során kiemelt fontosságú a termékek biztonságos kezelése és vizsgálata. A fogyasztók és a forgalmazók egyaránt bíznak abban, hogy az adott termékek megfelelnek a legszigorúbb szabványoknak és előírásoknak. Az ejtőgéppel végzett vizsgálatok lehetővé teszik, hogy a forgalmazók garantálják, hogy a tűzijátékok a forgalmazás és használat során is biztonságosak, még a nem várt helyzetekben is, mint például a leesés vagy ütközés (Green, 2020).

Az ipari szabványok szerint minden tűzijátékot le kell ejteni meghatározott magasságokból, és meg kell vizsgálni, hogy az eszközök hogyan viselkednek ilyen helyzetekben. A vizsgálatok eredményei alapján a gyártók szükség esetén módosításokat végezhetnek a termékeken, hogy azok megfeleljenek a nemzetközi biztonsági előírásoknak (World Pyrotechnics Association, 2019). Az ejtőgéppel végzett vizsgálatok tehát nemcsak a termékek biztonságát, hanem a forgalmazásra való alkalmasságukat is biztosítják, mivel ezek a tesztek az esetleges meghibásodások és balesetek minimalizálására szolgálnak (Schmidt, 2018).

3.2. A pirotechnikai biztonsági szabványok és szabályozások áttekintése

A pirotechnikai eszközök gyártására és forgalmazására vonatkozó nemzetközi szabványok és szabályozások részletesen meghatározzák, hogy milyen tesztek szükségesek ahhoz, hogy egy termék megfeleljen a biztonsági előírásoknak.

Az **EN 15947** szabvány az európai piacon forgalmazott pirotechnikai termékek biztonsági és minőségi követelményeit szabályozza, különösen a szabadon forgalmazható tűzijátékokra összpontosít. Az **EN 15947** szabvány célja, hogy minimalizálja a kockázatokat mind a felhasználók, mind a környezet számára azáltal, hogy egyértelmű biztonsági előírásokat és tesztelési követelményeket határoz meg. A szabvány legfontosabb jellemzői:

1. **Termékosztályozás** kapcsán a szabvány négy fő kategóriába sorolja a tűzijátékokat a veszélyességi szintjük szerint. (F1-F4)
2. **Biztonsági követelmények:**

- A szabvány előírja, hogy a pirotechnikai termékek nem okozhatnak váratlan veszélyt a felhasználókra vagy a környezetre.
- Követelmény a robbanóanyagok mennyiségének korlátozása, a stabil szerkezeti kialakítás és a termékek megbízhatósága.
- Tűzijátékok esetén specifikus előírásokat határoz meg a különféle pirotechnikai elemek, például a rakéták, bombetták és petárdák számára.

3. **Címkézési és jelölési előírások** kellő tájékoztatást nyújtanak a forgalmazók, felhasználók számára a legfontosabb tudnivalókról: használati utasítás, veszélyek ismertetése, származási információk, gyártási tételszám, engedélyezett használati korlát és a szakszerű tárolási információk.

4. **Vizsgálati és tesztelési követelmények:**

- Az EN 15947 szigorú tesztelési eljárásokat ír elő, amelyeket a termékek biztonságosságának igazolása érdekében kell elvégezni. Ezek közé tartoznak a termékek mechanikai és kémiai ellenőrzései.
- A tesztelési eljárások során vizsgálják a robbanás intenzitását, a tüzelési időt és a termék stabilitását különböző környezeti feltételek mellett.

5. **Szállítás és tárolás:**

- A szabvány meghatározza, hogy a pirotechnikai termékek szállítása és tárolása során milyen biztonsági előírásokat kell betartani, ideértve a hőmérsékleti és páratartalmi körülményeket is, hogy elkerüljék az anyagok degradációját vagy véletlen reakcióját.

Az ejtőgép által végzett tesztek ezek közé tartoznak, és kulcsfontosságú szerepet játszanak abban, hogy a tűzijátékok és más pirotechnikai eszközök megfeleljenek az ilyen szabványoknak (World Pyrotechnics Association, 2019).

A szabványok által előírt tesztek célja a termékek mechanikai, kémiai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata, amelyek biztosítják, hogy a termékek megfeleljenek az európai uniós biztonsági előírásainak. Az ejtőgéppel végzett vizsgálatok segítségével a gyártók képesek meghatározni, hogy a termékek képesek-e ellenállni a váratlan eseményeknek, például a leesésnek vagy ütközésnek (Schmidt, 2018).

Az EN 16256 és EN 16265 szabványban szereplő vizsgálatok általában a pirotechnikai eszközök stabilitását vizsgálják: ide tartoznak az ejtőpróbák, ütésvizsgálatok, rezgésvizsgálatok, hőmérsékleti ciklusoknak való kitettség, nedvességnek való kitettség, stb. A cél az, hogy ellenőrizzék, hogy a termék a szállítás és tárolás során felmerülő veszélyek bekövetkeztekor nem sérül meg, és megtartja stabilitását. Az EN 16263 **szabvány** szerinti eljárások a tűzijáték biztonságát vizsgálják, beleértve a nem kívánt működés lehetőségét,

A szabvány által meghatározott vizsgálati módszerek gyakran bonyolultak és speciális berendezéseket igényelnek, ami értendő a CerTrust által igényelt ejtőgépre is.

3.3. A CE jelölés és nélkülözhetetlensége

Az európai piacra szánt termékek esetében a CE jelölés nélkülözhetetlen ahhoz, hogy egy terméket forgalmazni lehessen. A CE jelölés biztosítja, hogy a termék megfelel az Európai Unió szigorú biztonsági, egészségügyi és környezetvédelmi előírásainak (European Commission, 2021). A CE jelölés különösen fontos a pirotechnikai eszközök esetében, mivel ezek a termékek fokozott kockázatot jelentenek a fogyasztók és a környezet számára.

A CE jelölés megszerzésének egyik legfontosabb követelménye, hogy a terméket a megfelelő módon teszteljék. A pirotechnikai eszközök esetében ez magában foglalja az ejtőgéppel végzett biztonsági teszteket is, amelyek biztosítják, hogy a termékek megfeleljenek a szigorú európai szabványoknak (Smith, 2020). A CE jelölés nemcsak a termék biztonságát igazolja, hanem a gyártó felelősségvállalását is mutatja a fogyasztók felé, garantálva, hogy a termék biztonságos, megbízható és a legmagasabb minőségi követelményeknek is megfelel (European Commission, 2021).

A CE jelölés megszerzésének folyamata többlépcsős, és magában foglalja a terméktervezés, gyártás és forgalmazás minden egyes szakaszának részletes vizsgálatát és ellenőrzését. A pirotechnikai eszközök esetében ez különösen fontos, mivel az ilyen termékek a nem megfelelő kezelés esetén súlyos baleseteket okozhatnak (Jackson, 2017). Az ejtőgéppel végzett tesztek így nemcsak a termékek biztonságosságát, hanem a termékkel kapcsolatos esetleges balesetek megelőzését is szolgálják, ezáltal csökkentve a gyártók és forgalmazók felelősségi kockázatát (Müller, 2019).

3.4. Az ejtőgép szerepe a pirotechnikai eszközök biztonságában

A pirotechnikai eszközök – tűzijátékok, jelzőrakéták, robbanóanyagok – különösen nagy veszélyt jelentenek, ha azok nincsenek megfelelően kezelve vagy tesztelve. Az ilyen eszközöket gyakran tárolják és mozgatják kereskedelmi körülmények között, ahol előfordulhat, hogy leesnek vagy más mechanikai hatásoknak vannak kitéve. A biztonságos kezelés és forgalmazás biztosításához elengedhetetlen, hogy az eszközöket előzetesen szigorú teszteknek vessék alá, melyek szimulálják a valós körülmények között előforduló behatásokat. Itt jön képbe Az ejtőgép használata, amelyek kifejezetten arra lettek tervezve, hogy az ilyen termékeket magasságból leejtsék és ellenőrizzék, hogy ezek a fizikai hatások hogyan befolyásolják a szerkezetet és a biztonságot (Müller, 2019).

Az ejtőgép kulcsfontosságú szereplői a pirotechnikai eszközök vizsgálatának. Ezek a gépek azt a célt szolgálják, hogy különböző magasságokból ejtsék le az eszközöket, szimulálva a valós körülményeket, például a polcra való leesést, szállítás közbeni ütődéseket, vagy raktározás közbeni véletlen baleseteket. Az ilyen tesztek lehetővé teszik, hogy az iparági szereplők biztosak legyenek abban, hogy az általuk forgalmazott termékek a legrosszabb forgatókönyvek során is biztonságosak maradnak (O'Connor, 2018).

A tűzijátékokkal kapcsolatos balesetek gyakorisága és súlyossága különösen kiemeli a megfelelő biztonsági vizsgálatok szükségességét. 2015-ben például az Európai Unió területén több mint 200 súlyos balesetet jelentettek, amelyek tűzijátékok helytelen használatához vagy kezeléséhez kapcsolódtak (European Safety Agency, 2016). Ezek az események tovább növelték az igényt az olyan berendezésekre, mint az ejtőgép, fejlesztése és alkalmazása iránt, amelyek képesek az ilyen balesetek megelőzéséhez szükséges tesztek elvégzésére.

3.5. Az ejtőgép tervezési és fejlesztési folyamata

Az ejtőgép tervezése során a mérnökök különböző tényezőket vesznek figyelembe, például a termék méreteit, súlyát és a leesési magasságot, amelyeket a gépnek képesnek kell lennie szimulálni (O'Connor, 2018). A tervezési folyamat során fontos szempont, hogy a gép a különböző tesztelési szabványoknak megfelelően legyen kialakítva, hogy a vizsgálatok eredményei megbízhatóak legyenek és megfeleljenek a nemzetközi követelményeknek.

3.6. Az ejtőgép alapvető funkciói és működési elve

Az ejtőgép olyan eszközök, amelyek mechanikai vizsgálatokat végeznek különböző sérülésre érzékeny termékeken, beleértve a pirotechnikai eszközöket is. Az ejtőgép alapvető funkciója, hogy a vizsgálni kívánt tárgyat meghatározott magasságból leejti, így szimulálják a valós körülmények között előforduló mechanikai behatásokat, például leesést vagy ütdést. Ez különösen fontos a pirotechnikai iparban, ahol a termékek gyakran kezelhetők durva körülmények között, például raktározás vagy szállítás közben (Müller, 2019).

Az ejtőgép tervezése során különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a gép pontosan és megbízhatóan működjön. A vizsgálatok során a terméket egy mechanikus tartó segítségével rögzítik, majd egy elektromos vagy hidraulikus rendszer segítségével meghatározott magasságba emelik. A rázómechanizmus kiengedésével a terméket szabadesésben engedik le, majd a vizsgálat során rögzítik a termék viselkedését és a keletkezett károkat. Ez a folyamat lehetővé teszi a mérnökök számára, hogy pontos adatokat nyerjenek a termékek mechanikai ellenállásáról és tartósságáról.

A pirotechnikai termékek esetében Az ejtőgéppel végzett vizsgálatok kulcsszerepet játszanak a biztonságos működés biztosításában. A termékeknek ellen kell állniuk a mechanikai behatásoknak anélkül, hogy robbanás vagy egyéb baleset következne be. Ez különösen fontos olyan termékeknél, mint a tűzijátékok, amelyekben a robbanóanyagokat érzékeny burkolatokban tárolják. A leesési tesztek során a termékeknek meg kell őrizniük szerkezeti integritásukat, és nem szabad, hogy a csomagolás megrepedjen vagy felnyíljon (Smith, 2020).

3.7. A pirotechnikai eszközök mechanikai biztonsági tesztelése

A mechanikai tesztelés az egyik legfontosabb vizsgálati típus a pirotechnikai eszközök esetében. Ezek a tesztek szimulálják a valós környezetben előforduló mechanikai behatásokat, mint például a leesés, ütdés, vagy a rakományok egymáshoz való ütközése. Az ejtőgép lehetővé teszi, hogy különböző magasságokból végezzenek tesztek, és különböző felületekre (pl. beton, fa, fém) ejtsék a vizsgálati tárgyakat (Green, 2020).

Az egyik legfontosabb követelmény a pirotechnikai termékekkel kapcsolatban az, hogy ezek a mechanikai behatások ne idézzenek elő nem kívánt robbanást vagy sérülést. Például egy tűzijáték esetében a teszt célja, hogy ellenőrizzék, a termék csomagolása és burkolata képes-e

megvédeni a benne lévő robbanóanyagot a sérülésektől, valamint hogy a termék ne szivárogon vagy sérüljön olyan mértékben, hogy az balesetet okozzon (European Safety Agency, 2016).

A mechanikai biztonsági tesztek során a pirotechnikai eszközöket különböző módokon tesztelik:

- **Leesési teszt:** A terméket meghatározott magasságból ejtik le, hogy szimulálják a véletlenszerű leesést. A teszt során ellenőrzik, hogy a termék sérül-e, és hogy a mechanikai sérülés milyen mértékben befolyásolja a termék biztonságos működését.
- **Ütődés teszt:** A terméket meghatározott erővel ütődik különböző anyagokhoz, például fémhez vagy fához, hogy megvizsgálják, hogyan reagál az ilyen típusú mechanikai behatásokra.
- **Nyomásvizsgálat:** A termékekre mechanikai nyomást gyakorolnak, hogy szimulálják, mi történik, ha a terméket súlyos tárgyak alá temetik, például egy raktári baleset során (Schmidt, 2018).

Ezek a vizsgálatok különösen fontosak, mivel a pirotechnikai eszközök robbanásveszélyesek, és a mechanikai sérülések súlyos következményekkel járhatnak. Az ejtőgéppel végzett tesztek lehetővé teszik a gyártók számára, hogy minimalizálják a balesetek kockázatát, és biztosítsák, hogy termékeik megfeleljenek a szigorú biztonsági előírásoknak (Jackson, 2017).

3.8. A biztonsági tesztek hatása a termékfejlesztésre

A pirotechnikai termékek fejlesztése során Az ejtőgéppel végzett biztonsági tesztek közvetlenül befolyásolják a termékek kialakítását és gyártását. A tesztelés során nyert adatok alapján a gyártók képesek módosítani a termékeket, hogy azok megfeleljenek a mechanikai és biztonsági követelményeknek. Például, ha egy tűzijáték csomagolása megreped a leesési teszt során, akkor a gyártók változtatásokat hajtanak végre a burkolat anyagán vagy vastagságán, hogy biztosítsák a termék integritását (Smith, 2020).

A biztonsági tesztek eredményei szintén fontosak a forgalmazás engedélyezése során. A CE jelölés megszerzéséhez a pirotechnikai eszközöknek meg kell felelniük a vonatkozó európai szabványoknak, beleértve a mechanikai tesztek is. A gyártóknak részletes dokumentációval kell igazolniuk, hogy termékeik biztonságosak és megfelelnek az előírásoknak. Az ejtőgéppel végzett vizsgálatok adatai kulcsszerepet játszanak ebben a dokumentációban (European Commission, 2021).

3.9. Az ejtőgép szerepe a nemzetközi szabványok betartásában

A pirotechnikai eszközök tesztelése során nemzetközi szabványokat kell követni, amelyek meghatározzák a vizsgálatok pontos menetét és követelményeit. Az ejtőgéppel végzett tesztek megfelelnek ezeknek a szabványoknak, biztosítva, hogy a termékek biztonságosak legyenek mind az európai, mind a globális piacon. Az egyik legfontosabb nemzetközi szabvány a pirotechnikai termékek mechanikai tesztelésére az ISO 25947 szabvány, amely részletesen leírja a termékek tesztelésének módját és követelményeit (World Pyrotechnics Association, 2019).

Az **ISO 25947** szabványt 2017-ben vezették be, és azóta világszerte alkalmazzák a pirotechnikai eszközök biztonsági és minőségi követelményeinek egységesítése céljából. Az ISO szabványok önmagukban nem jogi előírások, hanem ajánlott irányelvek, amelyeket nemzetközi szinten dolgoznak ki. Az ISO 25947 szabvány betartása akkor válik kötelezővé, ha egy adott ország vagy régió jogszabályai, illetve egyes piacokra történő belépési feltételek ezt előírják.

Európában például számos országban kötelező az ISO 25947 szabványnak megfelelő tűzijátékok forgalmazása, mivel az **Európai Unió** beépítette annak követelményeit a pirotechnikai termékekre vonatkozó szabályozásába (2013/29/EU irányelv). Ennek megfelelően, az EU piacán csak olyan tűzijátékokat lehet forgalomba hozni, amelyek megfelelnek az ISO 25947 előírásainak, és CE-jelöléssel rendelkeznek.

Más régiókban, például **Ázsiában** és **Amerikában**, az ISO szabványokat szintén széles körben alkalmazzák a nemzetközi kereskedelem előírásaiként, különösen azokban az országokban, amelyek az EU-val vagy más szigorú pirotechnikai szabályozással rendelkező piacokkal kereskednek. A nemzetközi forgalmazók, nagy gyártók ezért gyakran követik az ISO 25947 szabványt, hogy megfeleljenek a globális piaci követelményeknek, még ha országukban nem is lenne kötelező.

Az ejtőgéppel végzett tesztek lehetővé teszik a gyártók számára, hogy megfeleljenek ezeknek a szabványoknak, így biztosítva, hogy termékeik megfeleljenek a nemzetközi piacok követelményeinek. Az ilyen tesztek jelentős szerepet játszanak a termékfejlesztés során, mivel a nemzetközi szabványoknak való megfelelés elengedhetetlen a pirotechnikai termékek forgalmazásához (Müller, 2019).

3.10.A tesztelés hatása a fogyasztói biztonságra

Az ejtőgéppel végzett biztonsági tesztek közvetlen hatással vannak a fogyasztói biztonságra. A pirotechnikai termékek gyakran kerülnek a lakosság kezébe, különösen ünnepi alkalmakor, mint például az újév vagy nemzeti ünnepek. A termékek mechanikai tesztelése biztosítja, hogy a termékek biztonságosan kezelhetők, még akkor is, ha véletlenül leesnek vagy mechanikai behatásnak vannak kitéve (Jackson, 2017).

A pirotechnikai balesetek jelentős része a nem megfelelően kezelt vagy hibás termékek miatt következik be. Az ejtőgéppel végzett tesztek segítenek minimalizálni ezeknek a baleseteknek a kockázatát, mivel biztosítják, hogy a termékek megfelelően védettek legyenek a mechanikai behatásokkal szemben. Ezáltal csökken a fogyasztókra leselkedő veszély, és növekszik a termékek iránti bizalom (Green, 2020).

3.11.Az ejtőgép gyártó és a megrendelő cég szerepe a projektben

Az ejtőgép tervezési folyamata a kezdeti koncepció kidolgozásával kezdődik, amely során a projektben részt vevő mérnökök, tervezők és biztonsági szakértők közösen dolgoznak a gép kialakításán és specifikációin. Ebben a fázisban fontos szerepet játszik a fémipari és gépgyártó cég, amely felelős a tervek műszaki megvalósításáért, a gyártási folyamatok koordinálásáért, valamint a gép végső legyártásáért. Az ejtőgép esetében az anyagválasztás és a szerkezeti kialakítás különös figyelmet kap, hiszen a gépnek hosszú távon ellen kell állnia a terhelésnek és a mechanikai hatásoknak, amelyek a folyamatos tesztelések során jelentkeznek (O'Connor, 2018).

Az ejtőgép tervezésénél különösen fontos a tervezési specifikációk pontos meghatározása, amely meghatározza, hogy a gép milyen típusú termékeket és milyen körülmények között lesz képes tesztelni. Ez a folyamat részletes tervezést igényel a fémipari és gépépítő cég részéről, mivel a gép kialakítása során figyelembe kell venni a biztonsági követelményeket, az anyagválasztást és a gyártási technológiákat. A tervezési szakaszban különös figyelmet kell fordítani a gép szerkezeti szilárdságára, a mechanikai alkatrészek pontos illeszkedésére, valamint a gép hosszú távú megbízhatóságára (Smith, 2020).

A fémipari és gépépítő cég feladata továbbá a gép összeszerelési folyamatainak koordinálása, valamint a szükséges alkatrészek és anyagok beszerzése. Az ejtőgép tervezési folyamatának e szakasza szorosan együttműködik a biztonsági szakértőkkel, hogy biztosítsák a gép

megfelelőségét a vonatkozó biztonsági előírásoknak, és hogy a gép megfeleljen a pirotechnikai eszközök tesztelésére vonatkozó szabványoknak (Jackson, 2017).

3.12.A tervezési folyamat során felmerülő kihívások és azok kezelése

Az ejtőgép tervezési folyamatában számos kihívás merülhet fel, amelyeket a tervezőknek és mérnököknek megfelelően kezelniük kell. Az egyik legfontosabb kihívás a tervezési specifikációk pontos betartása, valamint a biztonsági előírásoknak való megfelelés biztosítása. Az ejtőgép tervezése során különös figyelmet kell fordítani a mechanikai alkatrészek pontos illesztésére és a gép szerkezeti stabilitásának biztosítására, mivel ezek kulcsfontosságúak a gép hosszú távú működőképessége szempontjából (Müller, 2019).

További kihívást jelenthet a tervezési folyamat során felmerülő költségek kezelése, mivel a pirotechnikai eszközök tesztelésére tervezett gépek összetett és drága rendszereket igényelnek. A tervezőknek és mérnököknek figyelembe kell venniük a gyártási és anyagköltségeket, valamint azt, hogy a gép megfeleljen a biztonsági előírásoknak, ugyanakkor költséghatékonyan gyártható legyen (Jackson, 2017).

Ezeknek a kihívásoknak a kezelése érdekében a tervezési folyamat során folyamatos konzultációra van szükség a projektben részt vevő mérnökök, tervezők és biztonsági szakértők között, hogy biztosítsák a tervek folyamatos fejlesztését és optimalizálását. A folyamatos kommunikáció és az együttműködés kulcsfontosságú a sikeres tervezési folyamat biztosításában, valamint a gép biztonságos és hatékony működésének garantálásában (Green, 2020).

Az ejtőgép tervezése és gyártása során a legfontosabb cél az, hogy a berendezés megfeleljen az Európai Unió által meghatározott biztonsági és egészségvédelmi követelményeknek. Ennek érdekében a tervezési és gyártási folyamat minden lépését az alkalmazandó szabványok és jogszabályok betartásával kell végezni, amelyek a CE jelölés megszerzéséhez szükségesek. A CE jelölés nem csupán egy szimbólum, hanem a gyártó felelősségvállalását is jelzi, hogy a termék megfelel a vonatkozó előírásoknak.

3.13.A CE jelölés jogszabályi háttere

Az ejtőgépre, mint ipari berendezésekre, az **Európai Unió 2006/42/EK Gépirányelv** (Machine Directive) vonatkozik. Ez az irányelv meghatározza azokat az alapvető biztonsági és egészségvédelmi követelményeket, amelyek minden gépre érvényesek, ha azt az Európai Gazdasági Térség piacán kívánják forgalomba hozni. A Gépirányelv célja, hogy minden gép biztonságos és megbízható legyen a felhasználók számára, függetlenül annak rendeltetésétől. A gépre vonatkozó kockázatcsökkentési stratégiát az ISO 12100:2010 6.1. szakasza adja meg, további útmutatás az ISO 12100:2010 6.2. (beépített tervezői intézkedések) és 6.3. (műszaki védelem és kiegészítő védőintézkedések) szakaszaiban van megadva. Ez a stratégia lefedi a gép teljes életciklusát. A gépre vonatkozó veszélyelemzési és kockázatcsökkentési folyamat megköveteli, hogy a veszélyeket az intézkedések rangsora révén kiküszöböljék, vagy csökkentsék:

- veszélykiküszöbölés vagy kockázatcsökkentés a tervező által (lásd az EN ISO 12100:2010 6.2. szakaszát)
- kockázatcsökkentés műszaki védelemmel és a lehetséges kiegészítő védőintézkedésekkel (lásd az EN ISO 12100:2010 6.3. szakaszát)
- kockázatcsökkentés a fennmaradó kockázattal kapcsolatos használati információ megadásával (lásd az EN ISO 12100:2010 6.4. szakaszát). (Dr. Földi László József, Berencsi Bence, 2022)

Az ejtőgép CE jelöléssel való ellátása előtt az alábbi főbb lépéseket kell követni:

1. **Tervezési szakaszban a szabványok alkalmazása:** A gyártóknak már a tervezési fázisban figyelembe kell venniük az irányelv és az ehhez kapcsolódó harmonizált szabványok követelményeit. Az ejtőgép esetében ez különösen a mechanikai, villamos és biztonsági követelmények figyelembevételét jelenti.
2. **Kockázatértékelés és kockázatkezelés:** A Gépirányelv szerint minden géphez részletes kockázatértékelést kell készíteni, amely során azonosítani kell a potenciális veszélyforrásokat, és meg kell határozni a megfelelő védelmi intézkedéseket. A kockázatkezelés célja, hogy a gép használata során minden kockázatot elfogadható szintre csökkentsenek.

3. **Megfelelőségi nyilatkozat (DoC):** A gyártónak ki kell adnia egy megfelelőségi nyilatkozatot, amelyben kijelenti, hogy a gép megfelel az összes vonatkozó irányelvnek, mint például a 2006/42/EK Gépirányelv, a **2014/35/EU (LVD)** az alacsony feszültséggel kapcsolatos előírások, valamint a **2011/65/EU (RoHS)**, amely a veszélyes anyagok korlátozására vonatkozik.

A CE jelölés így biztosítja, hogy az ejtőgép minden vonatkozó uniós szabályozásnak megfelel, és biztonságosan használható. A CE jelölés megléte nélkül egy gép nem kerülhet forgalomba az EU területén (European Commission, 2021).

3.14. Az ejtőgép tervezésére vonatkozó szabványok

Az ejtőgép tervezésénél elengedhetetlen, hogy a tervezők betartsák a gépekre vonatkozó harmonizált szabványokat, amelyek az európai szabályozások alapját képezik. Ezek a szabványok biztosítják, hogy a gép minden része biztonságosan és megbízhatóan működjön. Az alábbi szabványok relevánsak az ejtőgép tervezése során:

- **EN ISO 12100:** Ez a szabvány általános útmutatást ad a gépek biztonságos tervezéséhez és a kockázatértékelés végrehajtásához. A szabvány biztosítja, hogy a tervezés során minden potenciális kockázatot azonosítsanak, és megfelelő intézkedésekkel csökkentsenek. Az ejtőgép esetében ez magában foglalja a mechanikai és villamos veszélyek, valamint a kezelői hozzáférés biztonságos megtervezését (Müller, 2019).
- **EN ISO 13857:** Ez a szabvány a biztonsági távolságok és rések meghatározására vonatkozik, amelyeket a gép kialakításakor be kell tartani. Az ejtőgépnél, ahol a mozgó alkatrészek jelentős veszélyforrások lehetnek, ez a szabvány biztosítja, hogy a kezelők ne férhessenek hozzá a veszélyes részekhez, vagy azok távolsága elégséges legyen a balesetek megelőzésére (Jackson, 2017).
- **EN ISO 14120:** A burkolatokra és védőelemekre vonatkozó szabvány, amely biztosítja, hogy a gép olyan biztonsági burkolatokkal legyen ellátva, amelyek védik a kezelőt a mozgó alkatrészekről. Az ejtőgép esetében a mozgó mechanizmusokat burkolatokkal kell ellátni, amelyek csak szerszámmal nyithatók, hogy elkerüljék a véletlen hozzáférést (Green, 2020).

- **EN 60204-1:** Ez a szabvány a gép villamos rendszereinek biztonságos kialakítására vonatkozik. Az ejtőgép villamos rendszereinek tervezésénél biztosítani kell, hogy az elektromos vezérlők és kapcsolók megfelelően legyenek elhelyezve, és a kezelőelemek könnyen hozzáférhetők legyenek. A szabvány előírja, hogy a gép minden elektromos berendezése biztonságosan működjön, és megelőzze az elektromos baleseteket.

3.15. Kockázatértékelés és biztonsági intézkedések

A **kockázatértékelés** egy alapvető része a gép tervezési folyamatának, mivel a CE jelölés megszerzéséhez szükséges feltétel. A kockázatértékelés célja, hogy azonosítsák a lehetséges veszélyforrásokat a gép használata során, és meghatározzák azokat az intézkedéseket, amelyekkel ezek a kockázatok minimalizálhatók. Az ejtőgép esetében különösen az alábbi kockázatokra kell figyelni:

1. **Mechanikai kockázatok:** az ejtőgép mozgó alkatrészei, mint az emelő- és ejtési mechanizmusok, komoly veszélyforrást jelentenek. A **biztonsági burkolatok** (EN ISO 14120) és a távolságtartó megoldások (EN ISO 13857) biztosítják, hogy a kezelők ne férhessenek hozzá a veszélyes részekhez, és az eszköz megfelelően védett legyen.
2. **Villamos kockázatok:** A gép villamos rendszerei, például az elektromos hajtásrendszer és vezérlők, szintén potenciális veszélyforrást jelentenek. Az EN 60204-1 szabvány biztosítja, hogy a villamos rendszerek megfelelően legyenek kialakítva, és megfeleljenek a biztonsági előírásoknak. A gép gyártását követően el kell készíteni egy **villamos biztonsági jegyzőkönyvet**, amely részletesen dokumentálja a villamos rendszerek megfelelőségét (Jackson, 2017).
3. **Ergonómiai kockázatok:** A kezelőelemek elhelyezése és hozzáférhetősége ergonómiai szempontból is fontos. A fogantyúk és vezérlők megfelelő elhelyezésével elkerülhetők a kezelési hibák, és csökkenthető a balesetek kockázata. Az ejtőgép esetében külön figyelmet fordítottak arra, hogy a fogantyúkat csak karbantartás során használják, így csökkentve a véletlen baleseteket (Müller, 2019).

3.16.A megfeleléségi nyilatkozat (DoC) és gépkönyv

Az ejtőgép forgalomba hozatalának egyik végső lépése a **megfeleléségi nyilatkozat (DoC)** kiadása. A megfeleléségi nyilatkozatban a gyártó kijelenti, hogy a gép megfelel a vonatkozó szabványoknak és jogszabályoknak, beleértve a 2006/42/EK Gépirányelvet, a 2014/35/EU (LVD) irányelvet, és a 2011/65/EU (RoHS) irányelvet. A nyilatkozat igazolja, hogy a gép biztonságos és megbízható, és minden előírásnak eleget tesz (European Commission, 2021).

Ezen kívül a gyártónak **gépkönyvet** is kell készítenie, amely tartalmazza a gép üzemeltetésére, karbantartására és használatára vonatkozó minden szükséges információt. A gépkönyvben szerepelnie kell a gép működési leírásának, a kapcsolási rajzoknak, valamint minden egyéb dokumentációnak, amely szükséges a gép biztonságos üzemeltetéséhez és karbantartásához (Smith, 2020).

3.17.A felhasználói dokumentáció és gépkönyv elkészítése

A gép üzembe helyezése előtt el kell készíteni a **felhasználói dokumentációt** és a **gépkönyvet**, amelyek tartalmazzák a gép működésére, karbantartására és javítására vonatkozó összes szükséges információt. A felhasználói dokumentáció része egy **kapcsolási rajz**, amely bemutatja a villamos rendszerek elrendezését és a vezérlőelemeket. Ez biztosítja, hogy a felhasználók pontosan megértsék a gép működését, és képesek legyenek annak biztonságos használatára és karbantartására.

A gépkönyv tartalmazza továbbá a biztonsági figyelmeztetéseket, a rendszeres karbantartásra vonatkozó előírásokat, valamint a gép szervizelési időszakait és ajánlott alkatrészcsereit is. Ezek az információk alapvetőek a gép hosszú távú biztonságos üzemeltetése szempontjából (Smith, 2020).

3.18.A megfeleléségi nyilatkozat (DoC) kiadása

A végső vizsgálatok és ellenőrzések után a gyártó kiadja a **megfeleléségi nyilatkozatot (DoC)**, amely igazolja, hogy a gép megfelel az összes vonatkozó szabványnak és jogszabálynak, beleértve a 2006/42/EK Gépirányelvet, a 2014/35/EU (LVD) és a 2011/65/EU (RoHS)

irányelveket. A DoC kiadása biztosítja, hogy a gép CE jelöléssel látható el, és forgalomba hozható az Európai Unió területén (European Commission, 2021).

A DoC tartalmazza a gép típusát, a gyártó nevét és címét, a gyártás évét, valamint a szabványok listáját, amelyeknek a gép megfelel. A DoC alapvetően a gyártó hivatalos nyilatkozata, amely biztosítja a gép teljes megfelelőségét az összes vonatkozó előírásnak (Smith, 2020).

4. A téma feldolgozása

4.1. Berendezés és releváns kockázatainak bemutatása

Az együttműködés kezdetén a CerTrust átadta az EN 16265:2015 ANNEX C ajánlását az ejtőgép vázlatával.

Az EN 16263-4:2015 (E) szabvány szerinti pirotechnikai ejtőgép mechanikai kondicionálást biztosít ejtési tesztekhez. A szabvány A. melléklete részletesen leírja az eszköz főbb elemeit és azok specifikációit:

1. A vízszintes platform acélból készül, mérete 800 x 600 mm, vastagsága 2–3 mm, 3 mm-es peremmel, és nyolc bordával van megerősítve, amelyek biztosítják a szerkezet stabilitását.
2. A platformra egy 20 mm vastag farostlemez van rögzítve, amely szilárdan kapcsolódik a szerkezethez.
3. Középen egy 125 mm átmérőjű, 35 mm magas acél kiemelkedés található, amelyhez egy tengely csatlakozik.
4. A tengely hossza 284 mm, átmérője pedig 20 mm; ez az elem biztosítja a megfelelő függőleges irányú mozgást.
5. Az elasztomer nyomórugó, amely az ejtési energiát nyeli el, 68-as keménységű a Shore A skálán, és biztosítja a biztonságos ütközést.
6. Az acél csésze 126 mm belső átmérőjű, falvastagsága 5 mm, és egy furatot tartalmaz a rugó befogadására.
7. A tartóhenger belső PVC bélést kapott, hogy a berendezés használata során csökkentse a kopást és sérülést.
8. A szerelőlap és az alaplemez biztosítja a stabil szerkezetet; ezekhez négy, 260 mm magas tartóoszlop kapcsolódik, amelyek az egész berendezés megfelelő pozícióját rögzítik.

9. Egy villanymotor és hajtómű forgatja a büttykös hengert, amely 1 Hz-es frekvencián működik, hogy a tesztek során állandó ütemet biztosítson.

10. A gumilemez az alsó részen helyezkedik el, amely elnyeli az ejtési energia hatásait, biztosítva a tesztelt tárgyak védelmét és az ejtési tesztek pontosságát.

Ez az ejtőgép olyan pirotechnikai eszközöket tesztl, amelyek biztonságos kezelését és működését szeretnék biztosítani mechanikai sokkterhelés alatt, a szabványok előírásainak megfelelően.

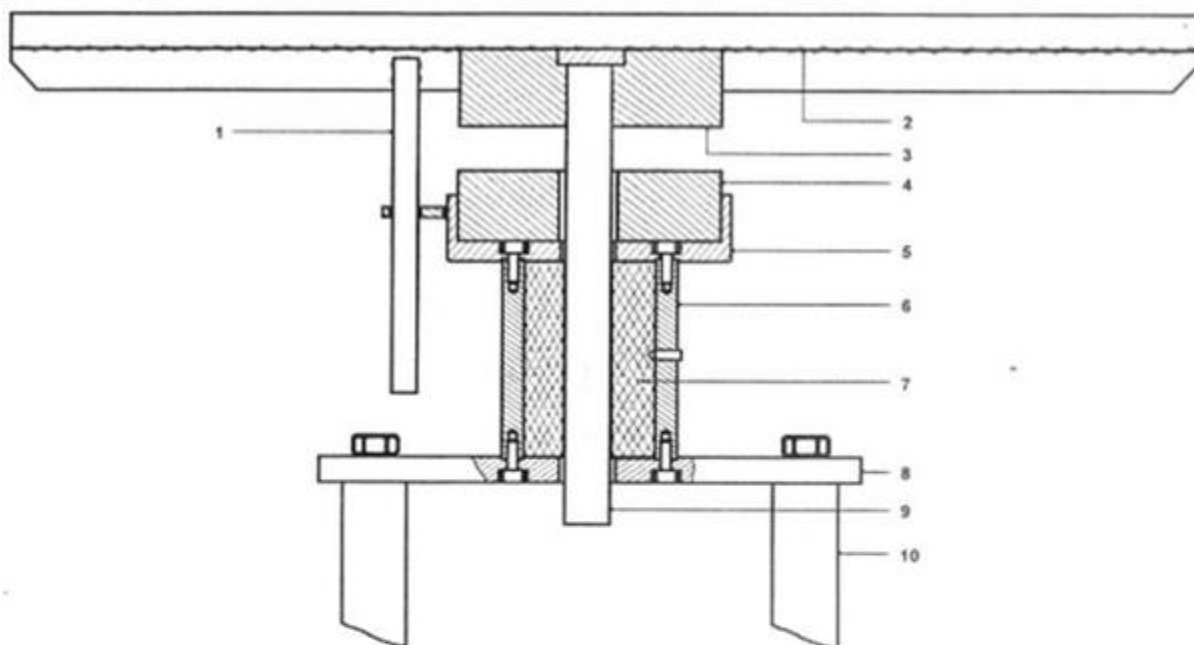


Figura A.2 – Detall de la part superior del dispositiu d'assaig per al sotragueig

Forrás: BOE Oficial del Estado, BOE 005, 2007.02.13., 1. szakasz, 663-689.

1 visszatartó csap	6 tartóhenger
2 platformon	7 PVC bélés
3 főnök	8 szerelőlap
4 nyomórugó	9 tengely
5 csésze	10 tartóoszlop

1. ábra Ejtőgép koncepció EN 14263 szerint

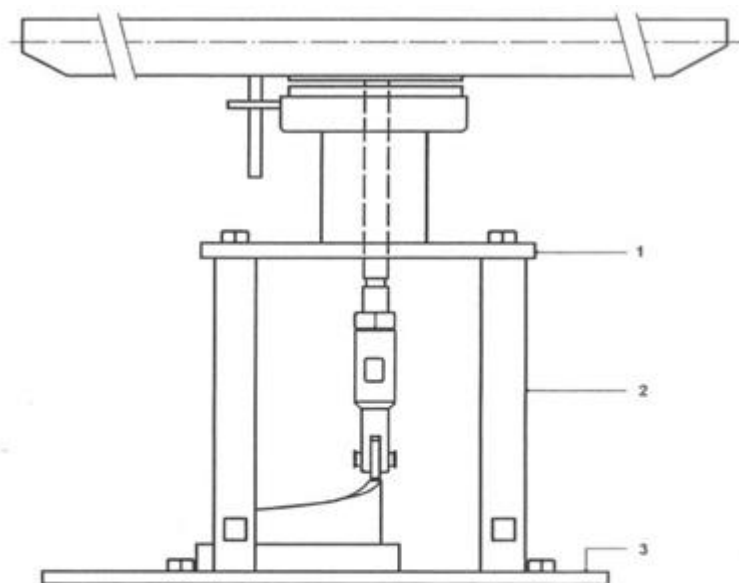


Figura A.1 – Vista general del dispositiu d'assaig per al sotragueig

Forrás: https://www.boe.es/boe_catalan/diari/2007/02/13/pdf/A00663-00689.pdf

- 1 Szerelőlap
- 2 tartóoszlop
- 3 Alaplap

2. ábra Ejtőgép mechanizmus koncepció EN 14263 szerint

Az elméleti információk megismerése után megismerkedtünk a CerTrust Kft. által bemutatott információs anyag második részével, ami videón bemutatott egy működőképes ejtőgépet.



3. ábra Ejtőgép. Korábban használt mintagép



4. ábra Ejtőgép. Korábban használt mintagép láncajtással

Az átadott képek, videó alapján a mintapéldányról a következő megállapításokat tettük:

1. Az ejtőgép váza szilárd hegesztett acélszerkezetből készült, amely megfelelő merevséget biztosít a tesztelési folyamat során.
2. A gép alaplemeze stabil és megerősített, ami hozzájárul az egész szerkezet stabilitásához.
3. A felső platform acélból készült, ami kellő szilárdságot biztosít a mechanikai igénybevételnek és a ráhelyezett tárgyak súlyának.
4. A képeken láncajtást láthatunk, amely a platform emelkedését biztosítja.
5. A gép szélei, sarkai nincsenek burkolva, túllógnak az ejtőgép vázszerkezetén, ami kiemelt figyelmet igényelhet a kezelésekor.
6. Az emelőszerkezet robusztus kivitelű, hogy ellenálljon a rendszeres ejtési műveletek által okozott igénybevételnek.
7. A képeken látható szerkezet nagy valószínűséggel alkalmas különböző méretű és súlyú teszt példányok kezelésére is.
8. A láncajtás és a motor elhelyezése könnyen hozzáférhető, ami egyszerűsíti a karbantartási feladatokat.
9. A zúzódási tér nyitott, minden irányból könnyen hozzáférhető. Az alsó és felső végtagokra egyaránt súlyos kockázatot jelent, hogy a veszélyt jelentő mozgó és forgó

alkatrészeket nem burkolták, pedig azok sérülést okozhatnak (összenyomódás, beszorulás, vágás).



5. ábra Ejtőgép. Korábban használt mintagép veszélyes géprész

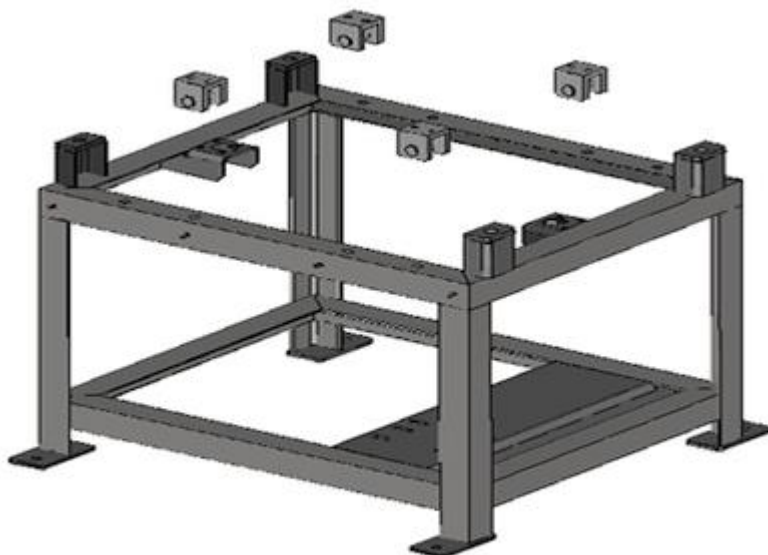


6. ábra Korábban használt ejtőgép összenyomódási tér

4.2. Első tervezői elképzelés v1. rajz értékelése

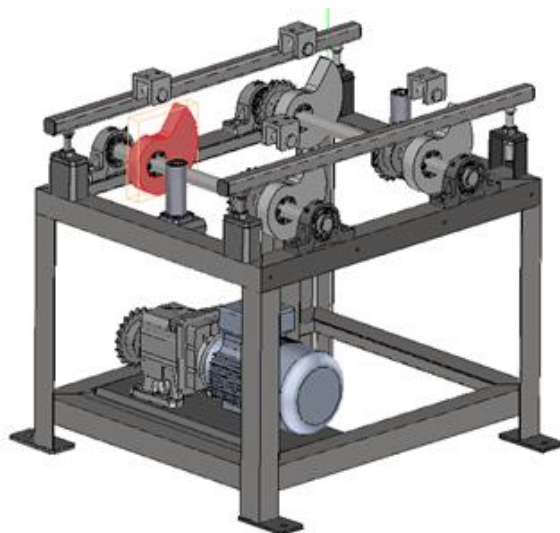
A ejtőgép gyártó vállalkozás tervezője a feladat értelmezése, az elvárások tisztázása után elkészítette és továbbította az első v1 tervrajzot a SAASCO Irodának. Az elvégzett munka alapja egy átgondolt géptervezési folyamat. A célok és feladatok pontos meghatározása után kialakult egy koncepció. Egyszerűsítve elmondhatjuk, hogy az új tervek egy variációs konstrukciót hozott létre. A mintaként használt ejtőgéphez képest: a működési elv változatlan, csak az elrendezés módosult. A tervező feladata eddig az volt, hogy a „biztos túlélés” elvét követve egy olyan szerkezetet alkosson, amely legalább 50 éves élettartamot biztosít az ejtőgép számára, anélkül, hogy az meghibásodna. A mi feladatunk pedig az, hogy a konstrukciót úgy módosítsuk, hogy az biztonságos munkavégzést tegyen lehetővé, teljesen kizárva a gépkezelő bármilyen vészhelyzetbe kerülését.

Az összeállítási rajzot több nézetből vizsgáltuk, hogy megértsük a tervező elképzelését és meg tudjuk találni a kockázatokat magában hordó problémás részeit. A tervrajz alkalmas a teljes szerkezet bemutatására. A tervben szereplő ejtőgép a minta berendezéssel megegyező működési elvet követ. Stabil vázszerkezetre épített villanymotor lánchajtás segítségével továbbítja a meghajtást két tengelyen négy emelőspirál irányába.



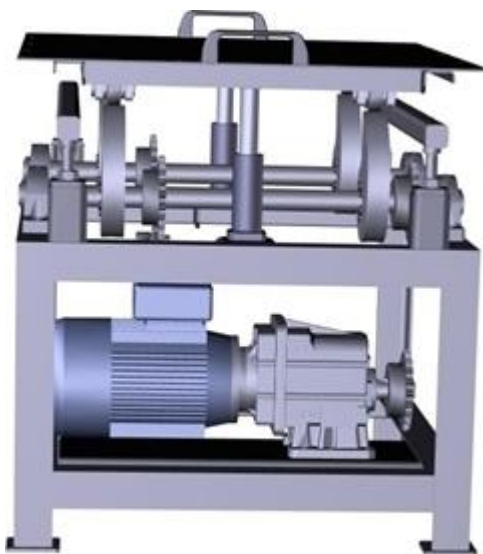
7. ábra új ejtőgép hegesztett vázszerkezet

Az emelő spirálok alakítják át a forgó mozgást alternáló mozgássá, amely az ejtőgép asztalát kellő magasságra felemeli, majd a spirál méreteiből adódóan leejti.

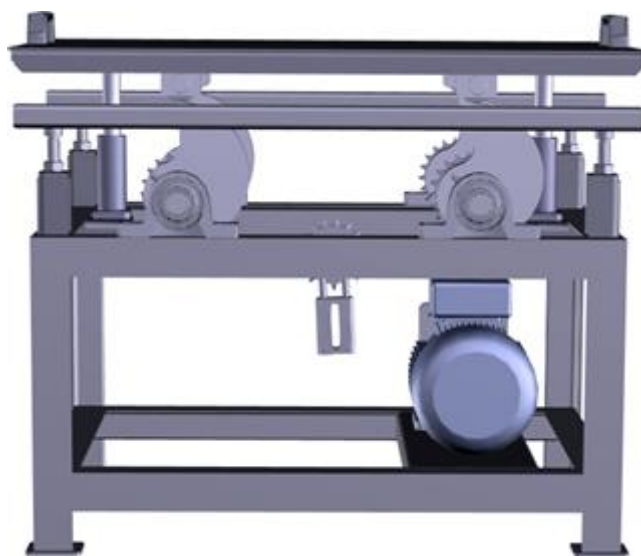


8. ábra új ejtőgép összeállítási tervrajz asztallap nélkül

A rajzok alapján megállapítható, hogy az ejtőgép alkatrészeinek elrendezése úgy lett megtervezve, hogy egy-egy alkatrész meghibásodása ne okozzon újabb problémát más szerkezeti elemekben. A rajzok és a minta ejtőgép fényképeinek összehasonlításakor szembeötlő különbség, hogy az új konstrukción már nincs a gép oldalsó síkján túlnyúló láncchajtás.



9. ábra új ejtőgép v1 tervrajz asztallappal



10. ábra új ejtőgép v1 tervrajz asztallappal oldalnézet

A tervezővel való konzultáció és az ábrák alapján az ejtőgép működése az alábbi főbb jellemzőkkel bír.

Az ejtőgép főbb jellemzői

1. **Merevített felső lemez:** A gép felső platformja egy merevített, 3 mm-es acéllemez lesz, amely 22,5 kg körüli tömeggel fog rendelkezni a csúszó elemekkel együtt. A hegesztés után a szabványok által elvárt szilárdságot fogja biztosítani.
2. **Emelési magasság és finomhangolás:** Az emelési magasságot 65-70 mm-re maximalizáljuk, de a két ütköző segítségével ez a magasság csökkenthető, így a platform mozgásának pontos beállítása biztosított.
3. **Ütközési felület és deformációmentesség:** Az asztallap alján végig futó 3 mm-es lemezből készített aszimmetrikus U-profil szolgál ütközési felületként, ami megakadályozza a deformációt, és növeli a szerkezet élettartamát.
4. **Vezetőrúd és golyóscsapágyak:** A vezetrúd az asztallaphoz van rögzítve, míg az emeléshez négy darab kétsoros golyóscsapágyat kell alkalmazni, amelyek nagy terhelést is elviselnek, biztosítva a stabil és sima emelő mozgást.
5. **Emelőspirál és rögzítés:** Az emelőspirál alakítja át a folytonos körmozgást alternáló egyenesvonalú mozgássá. A spirál nagyobb mérete biztosítja a lágyabb felfutást és a nagyobb emelési magasságot, ugyanis elvárás, hogy a spirál emelő hatása csak az asztal

kívánt mértékű ejtése után ismétlődjék. A spirálok kúpos szorítókkal rögzítettek a tengelyre, amelyek képesek átvinni a szükséges nyomatékot.

6. **Villanymotor és hajtómű:** Egy 1,1 kW-os villanymotor biztosítja a hajtást, amely egy 170 Nm-es kihajtású hajtóművel párosul, 59 1/min fordulatszám mellett. Ez a túlbiztosított rendszer garantálja a platform stabil mozgását.
7. **Láncfeszítő és burkolatok:** A két emelőtengely közé láncfeszítő van beépítve a megfelelő láncfeszítés fenntartása érdekében.

4.3. Kockázatfelmérés a tervezési fázisban

A géptervezési folyamatban a kockázatfelmérés kulcsfontosságú szakasz. Ennek célja, hogy a tervező azonosítsa a gép használatával összefüggő valamennyi potenciális vagy valós kockázatot. A tervező feladata, hogy felmérje a sérülések előfordulásának valószínűségét és azok súlyosságát, majd törekedjen arra, hogy ezeket a kockázatokat teljesen megszüntesse vagy elfogadható szintre csökkentse.

A tervezésnek ebben a szakaszában először kockázatértékelést kell végezni az MSZ EN ISO 12100 szabvány szempontjai alapján. A potenciális veszélyek súlyossága és bekövetkezési valószínűsége alapján kell a lehetséges kockázatokat meghatározni és értékelni az alkalmazandó szabványok figyelembevételével.

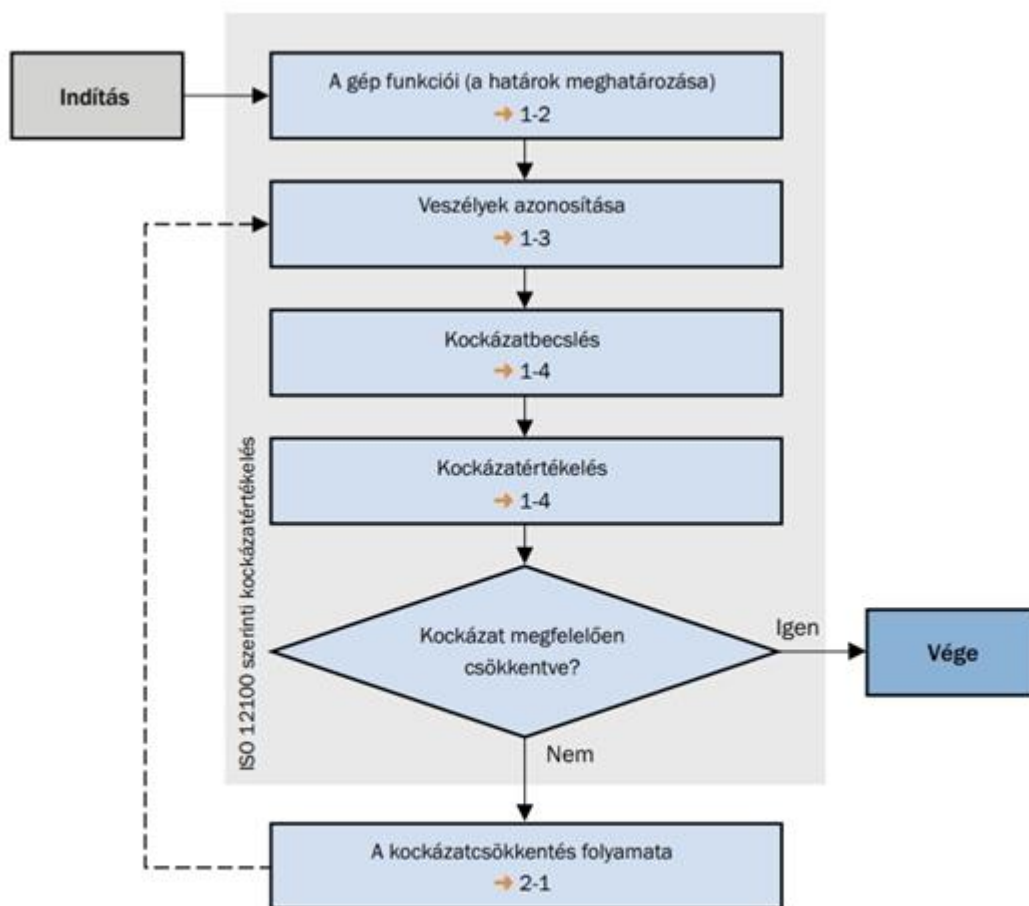
A kockázatértékelés a termék műszaki dokumentációjának részét kell, hogy képezze.

A gépek esetén elegendő a végállapotra, tehát a forgalomba hozatal vagy üzembe helyezés időpontjában aktuális állapotra vonatkozó kockázatfelmérés dokumentálása.

Az MSZ EN ISO 12100:2011 szabvány részletes útmutatást nyújt a gépek kockázatfelmérési folyamatára és a kapcsolódó módszertanra. A kockázatfelmérést és -csökkentést a szabvány szerinti lépésekben kell végrehajtani, és ismételni, amíg minden fennmaradó kockázat elfogadható szintre nem csökken. A folyamat lépései:

1. A gép határainak meghatározása, amely magában foglalja a rendeltetésszerű és az ésszerűen előre látható, nem rendeltetésszerű használatot.
2. A veszélyek és kapcsolódó veszélyhelyzetek azonosítása.
3. Minden egyes veszélyre és veszélyhelyzetre vonatkozó kockázat becslése.

4. A kockázatok értékelése és döntés a kockázatcsökkentés szükségességéről.
5. A veszélyek megszüntetése vagy a kockázat elfogadható szintre csökkentése védőintézkedésekkel.



11. ábra MSZ EN ISO 12100 kockázatértékelési folyamatára

A teljes kockátfelmérési folyamat az ábrán ismertetett dokumentálandó lépésekből áll, amelyeket addig kell ismételni, amíg csak elfogadható/ elhanyagolható kockázatok maradnak.

4.4. A gép funkciói és a határok meghatározása

A kockázatértékelés a gép funkcióinak meghatározásával kezdődik. A következő alapvetéseket kell tisztázni:

- a gép specifikálása: pirotechnikai anyagvizsgáló berendezés,
- a térbeli határok és az előrelátható alkalmazási hely: az ejtőgép önálló munkafolyamatot végez zárt térben, kizárólag pirotechnikai eszközök tesztelésére alkalmas épületben. A robbanóanyag-teszthez használt épülettel kapcsolatos elvárás, hogy az ellenálljon a tesztelés során fellépő nyomás- és ütőhatásoknak. Kialakítása robbanásbiztos legyen, ami lehetővé teszi a keletkező energiák elvezetését.
- a tervezett élettartam: nincs tervezett élettartam,
- a tervezett funkciók polgári felhasználású robbanóanyagok ejtővizsgálattal történő tesztelése folyamatosan két óra időtartamom keresztül,
- a várható működési hibák: elektromos motor meghibásodása, forgó alkatrészek kopása (lánckerék, lánc, csapágy, emelőspirál). Várható üzemzavarok: vizsgált anyag robbanása, áramszünet.
- a gépi folyamatban érintett személy: 1 fő szakképzett pirotechnikai kezelő
- a géppel összefüggésben álló termékek: vizsgált robbanóanyagok
- a rendeltetésszerű használat mellett a kezelőszemélyzet nem szándékos viselkedésére vagy a gép észszerűen előrelátható hibás használatára, visszaélésre nem kell számítani.

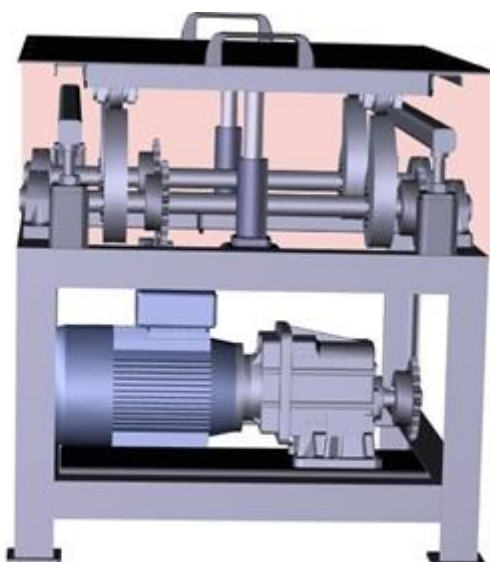
4.5. MSZ EN ISO 12100 veszélyek és kapcsolódó veszélyhelyzetek azonosítása

Az **MSZ EN ISO 12100** szabvány három szintű kockázatcsökkentési stratégiát ír elő a gépek biztonságos tervezése érdekében. A cél, hogy a gép teljes életciklusa alatt minimálisra csökkentsük a veszélyforrásokat és a baleseti kockázatokat. A szabvány által ajánlott kockázatcsökkentési megoldásokra felhívtam a gyártó figyelmét. Szükségesnek tartottam, hogy beépített biztonsági megoldásokat alkalmazzunk a tervezés során. Ez az elsődleges és legfontosabb szint, amely szerint a gépet úgy kell megtervezni, hogy a lehető legnagyobb mértékben kiküszöböljék a veszélyforrásokat már a tervezés szakaszában. Itt elsősorban a biztonságos formatervezés követelményeire kell gondolni, amit úgy érünk el, hogy az élek lekerekítésével, éles sarkok és szögletes részek mellőzésével tervezzük és készítjük el a gépet, amire felhívtuk a gépgyártó figyelmét.

A következő tervezési szempont a mechanikai veszélyek minimalizálása. Különös figyelemmel kell lenni a mozgó és forgó alkatrészek biztonságos elhelyezésére és lehetőség szerint burkolatokkal való elszigetelésére, védelmére. További fontos feladat a kockázattal járó tárolt mechanikai energia csökkentése, korlátozása a tervezés során.

4.6. Potenciális veszélyek az összenyomódási térben

Az EN ISO 13854 szabvány szerint a tervezési folyamatban meg kell határozni az összenyomódási tereket. Meg kell akadályozni, hogy a test valamely része (például ujjak, kéz, kar, láb stb.) két felület közé szorulhasson vagy összenyomódhasson az ejtőgép működése során. Az ejtőgépen több olyan terület is található, ahol egy mozgó és egy fixelem, vagy két mozgó elem közel kerül egymáshoz és a köztük lévő távolság annyira lecsökken, hogy a testrész sérülhet vagy beszorulhat.



12. ábra mozgó szerkezeti elemek összenyomódási tér

4.7. Biztonsági burkolatok tervezési folyamata

A gyártó által ismertetett minta ejtőgépen és a v1 rajzon sincs védőburkolat. A szakmai tapasztalat szerint meg kell vizsgálni, hogy indokolható-e a gazdaságossági megfontolásokkal a védőburkolatok elhagyása. A burkolat célja elsősorban a biztonság növelése. A védőburkolat megakadályozza a kezelő és más személyek véletlen érintkezését a gép mozgó alkatrészeivel, például az emelőmechanizmussal és a lánchajtással. Általánosságban elmondható, hogy a burkolat csökkenti a sérülés kockázatát és véd a leeső vagy szétszóródó anyagok okozta veszélyektől is, amelyek a pirotechnikai eszközök tesztelése során balesetet okozhatnak.

Emellett a burkolat megfelel a munkavédelmi szabályoknak, amelyek a gépek biztonságos működését szabályozzák.

Az ejtőgép működése során több veszélyes, nem elhanyagolható kockázat is fennáll, amelyek indokolják, hogy vizsgáljuk meg a burkolat alkalmazásának szükségességét:

1. **Mozgó alkatrészekkel való érintkezés:** Az ejtőgép emelő- és ejtőmechanizmusa, valamint a lánchajtás mozgásban vannak működés közben. Ezek az alkatrészek komoly sérülést okozhatnak, ha a kezelő véletlenül hozzájuk ér. A burkolat elhelyezésével megakadályozható az ilyen típusú baleset.
2. **Leeső tárgyak veszélye:** Az ejtőgép magasról ejt különféle termékmintákat (esetünkben pirotechnikai eszközöket), amelyek veszélyesek lehetnek, ha az ejtőgépről leesnek vagy szétszóródnak. A burkolat segít abban, hogy az esetlegesen leeső tárgyak ne sértsenek meg senkit, illetve megakadályozza a tesztelt eszköz szétszóródását.
3. **Pirotechnikai eszközök használata:** A pirotechnikai eszközök robbanásveszélyesek vagy gyúlékonyak lehetnek. Ha a tesztelt termék meghibásodik vagy váratlan módon reagál, a burkolat képes csökkenteni a keletkező törmelékek, szikrák vagy lángok hatását, így a kezelők biztonságát növeli.
4. **Zaj és rezgés:** Az ejtőgépek működése jelentős zajjal és rezgéssel járhat, ami hosszú távon károsíthatja a hallást, vagy kellemetlen hatásokat okozhat. A burkolat részben csökkentheti a zajszintet és tompíthatja a rezgéseket, így a munkakörnyezet barátságosabb, ergonomikusabb lesz.

Az EN ISO 12100 szabvány szerint burkolatot akkor kell tervezni a gépre, amikor a kockázatelemzés azt mutatja, hogy a veszélyeket nem lehet teljesen kiküszöbölni a tervezés során, illetve, ha a fennmaradó kockázatokat más módon (például biztonsági távolságok, védelmi intézkedések) nem lehet megfelelően kezelni. Ha a gép működése során veszélyes részek könnyen hozzáférhetők, akkor a burkolat elengedhetetlen. A burkolatok a gép mozgó, forgó, veszélyes részeihez való hozzáférés korlátozásával segítenek elkerülni a közvetlen érintkezést, így megelőzve a sérüléseket. A felsorolt kockázatok miatt a burkolat alkalmazása jelentős mértékben növeli a gép biztonságos használatát és biztosítja a munkavédelmi előírásoknak való megfelelést.

Ezen tervezési lépések és biztonsági intézkedések elvégzése biztosítja, hogy az ejtőgép megfeleljen a szabványoknak és biztonságosan használható legyen a pirotechnikai tesztek során.

Ha a kockázatelemzés megalapozza a védőburkolatok készítését, akkor fel kell hívni a gépgyártó figyelmét, hogy a burkolatokat úgy kell terveznie, hogy azok megfelelően biztosítsák a veszélyekkel szembeni védelmet, ugyanakkor ne akadályozzák a gép működtetését és karbantartását!

Veszélyek beazonosítása

A termék teljes életciklusában felmerülő feladatokra (pl. tárolás, kicsomagolás, beállítás, indítás, működési funkciók, leállítás stb.) vonatkozóan kell elvégezni.

A minimálisan figyelembe veendő veszélyek listáját egyes gépfajtáknál szabványok tartalmazzák, de nem lehet megkerülni a „józan paraszti ész” szerinti megközelítést sem, hiszen a konkrét termékek esetében nem garantált, hogy tényleg minden meghatározó veszélyre gondoltak a szabványalkotók!

Az ejtőgépen jelenlévő tényleges és potenciális veszélytípusai, veszélyforrásai, a veszélyek lehetséges következményeit táblázatos formában összegyűjtöttem.

Veszélytípusként anyagjellegű és mechanikai veszélyt lehet kimutatni. Lehetséges veszélyforrásnak a mozgó elemek gyorsulása/lassulása, a mozgó elemek közelítése fix részhez, a forgó elemek, a mozgó elemek, a kavitációs jelenségek tekinthetők. A felsorolást táblázatos formában feldolgoztam, ami az összefüggések bemutatására is alkalmas.

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)
Material/ substance hazards - Anyag/anyagjellegű veszélyek	Aerosol - Aeroszol	Explosion - Robbanás	Vizsgált anyagok robbanásveszélye
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Entanglement - Beleakadás	Ejtőgép asztal fogantyú

13. ábra veszélytípusok, források, lehetséges következmények 1. rész

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Friction or abrasion - Sűrűlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Friction or abrasion - Sűrűlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Friction or abrasion - Sűrűlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Falling objects - Eső tárgyak	Impact - Ütközés	Gép környezete
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Falling objects - Eső tárgyak	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Entanglement - Beleakadás	Ejtőgép asztal fogantyú
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Friction or abrasion - Sűrűlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal

14. ábra veszélytípusok, források, lehetséges következmények 2. rész

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Entanglement - Beleakadás	Ejtőgép asztal fogantyú
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Friction or abrasion - Sűrűlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Rotating elements - Forgó elemek	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás
Noise hazards - Zajveszélyek	Cavitation phenomena - Kavitációs jelenségek	Permanent hearing loss - Tartós halláskárosodás	Ejtőgép asztallap fel-le mozgásának zaja
Thermal hazards - Hőmérsékleti veszélyek	Explosion - Robbanás	Burn - Égés	Vizsgált anyagok robbanásveszélye

15. ábra veszélytípusok, források, lehetséges következmények 3. rész

Kockázatok becslése

Minden veszély esetén meg kell becsülni annak súlyosságát és az előfordulás valószínűségét (tekintettel az érintettek körére, az elkerülési lehetőségekre, veszélyes szituációkra).

Az egyes szempontok értékeléséhez általában nem áll rendelkezésre előírt osztályozási rendszer, azt az alkalmazott skálával együtt a gyártónak kell meghatároznia.

Mi a jól bevált gyakorlat alapján a Saasco skála szerint töltöttem ki egy táblázatot.

A kármérték kiszámítási módja:

Harm/Kármérték = károsodás mértéke x kiterjedés,

ahol a Kármérték= 1 (nem igényel orvosi ellátást); 3 (orvosi ellátást igényel, de visszafordítható); 12 (visszafordíthatatlan, végzetes), továbbá

ahol a Kiterjedés= 1 (1 fő esetén); 2 (2-5 fő esetén); 3 (5 fő felett).

A károsodás valószínűsége kiszámítási módja:

Valószínűség = Veszély fellépésének valószínűsége x Kitérhetőség,

ahol a Veszély fellépésének valószínűsége = 1 (ritkábban, mint műszakonként); 2 (műszakonként legalább egyszer); 4 (műszakonként többször, ciklikusan, vagy folyamatosan),

továbbá ahol a Kitétség = 1 (Veszély fennállása alatt nem zárható ki, de nem is szükségszerű);
2 (Veszély fennállása alatt időszakosan, pl. ciklusonként); 4 (Veszély fennállása alatt folyamatosan); továbbá

ahol Elkerülhetőség = 1 (Egyértelműveszély könnyen érzékelhető és van mód a reakcióra); 2 (Nem egyértelmű a veszély: nehezen érzékelhető vagy nincs mód a reakcióra)

Az értékmeghatározások és a számítások alapján a kockázatokat a kapott pontszámok alapján kell kiértékelni. A SAASCO gyakorlat szerint, ha a kapott pontszám kevesebb, mint 24, akkor a kockázat elhanyagolható (negligible). Ha viszont a számítás eredményeként a pontszám több mint 23, akkor a kockázat nem elhanyagolható (Not negligible)

Elements of Risk (Kockázat elemei)	
Risk =	Harm x Probability
Harm =	Severity of harm x Extension
Probability =	Probability of occurrence x Exposure x Possibility of avoiding

Kockázat =	Kár x Valószínűség
Kár =	Kár mértéke x Kiterjedése
Valószínűség =	Veszély fellépési valószínűsége x Kitétség x Elkerülési lehetőség

Evaluation of risk (Kockázat kiértékelése):	
Negligible:	1-23 points
Not negligible:	24-2304 points

Elhanyagolható :	1-23 pont
Nem elhanyagolható :	24-2304 pont

1. táblázat: Kockázat számítása, kiértékelése

A táblázat két fő részből áll. Az első rész a kiindulási állapotot vizsgálja. A kockázatok számszerűsítésével megállapítottam, hogy az adott állapotban az egyes kockázat elhanyagolható-e vagy sem. Meghatároztam a felmerülő kockázatokra vonatkozó elvárt intézkedéseket.

Initial assessment (Kezdeti értékelés)							Action required (Szükséges akció)
Severity of harm - Sérülés súlyossága (1/3/12)	Extension - Kiterjedés (1/2/3)	Probability of occurrence of hazard - A veszély bekövetkezésének valószínűsége (1/2/4)	Exposure - Kitétség (1/2/4)	Possibility of avoiding - Elkerülhetőség lehetősége (1/2)	Risk - Kockázat	Risk level - Kockázati szint	
3	1	4	2	2	48	Nem elhanyagolható	Kezelő oktatása, egyéni védőeszköz. Fej és arcvédelem, lángálló védőruha, védőkesztyű
3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Hallásvédelem, hallásvédő fültek
1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható	Gépkezelő oktatása

2. táblázat: Kezdeti kockázati szint meghatározása SAASCO szisztéma szerint (részlet)

A tervezésben résztvevők részére a mozgó alkatrészek, felületek védelmét írtam elő azzal, hogy burkolatok tervezésére tettem javaslatot. A táblázat második részében a kockázat elhárító intézkedések hatását számítottam ki. Az így kapott eredményekkel igazoltam, hogy a burkolatok alkalmazása után a gép okozta veszélyek mértékét elhanyagolható szintre sikerült csökkenteni.

Re-assessment after taking the actions (Ismételt értékelés az akciók után)						
Severity of harm - Sérülés súlyossága (1/3)(12)	Extension - Kiterjedés (1/23)	Probability of occurrence of hazard - A veszély bekövetkezésének valószínűsége (1/24)	Exposure - Kitétség (1/24)	Possibility of avoiding - Elkerülhetőség lehetősége (1/2)	Risk - Kockázat	Risk level - Kockázati szint
1	1	4	2	2	16	Elhanyagolható
1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható
1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható

3. táblázat: Ismételt kockázati szint meghatározása SAASCO szisztéma szerint (részlet)

A burkolatot rögzített, csak szerszám segítségével eltávolítható változatban kell felszerelni! Ez a megoldás a legbiztonságosabb, hiszen a kezelő kizárólag csak jól kontrolálható módon, a karbantartások alkalmával férhet hozzá a veszélyes kockázatok forrását jelentő mozgó, forgó alkatrészekhez. A karbantartások várható gyakorisága 2000 üzemóra, vagy évente egy alkalom. EN ISO 14120 ajánlása szerint, ha a gép működtetése során a védőburkolatok eltávolítására nincs szükség, úgy rögzített, zárt burkolat alkalmazása indokolt. A rögzítéshez használjunk elveszíthetetlen rögzítőelemet.

Egy ipari gép tervezési szakaszában a következő általánosságban megfogalmazható feladatokat kell végrehajtani a cél érdekében:

- Biztonsági burkolatok kialakítása:** A forgó és mozgó alkatrészek köré megfelelő burkolatokat kell tervezni, amelyek megvédik a kezelőt a sérülésektől.
- Ergonómiai szempontok fejlesztése:** Gondoskodni kell arról, hogy a kezelőelemek és a karbantartási pontok könnyen hozzáférhetőek legyenek, hogy a gép kezelése és karbantartása egyszerű és biztonságos legyen.

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)	Initial assessment (Kezdeti értékelés)							Action required (Szükséges akció)
				Severity of harm - Sérülés súlyossága (1/3/12)	Extension - Kiterjedés (1/2/3)	Probability of occurrence of hazard - A veszély bekövetkezésének valószínűsége (1/2/4)	Exposure - Kitétség (1/2/4)	Possibility of avoiding - Elkerülhetőség lehetősége (1/2)	Risk - Kockázat	Risk level - Kockázati szint	
Thermal hazards - Hőmérsékleti veszélyek	Explosion - Robbanás	Burn - Égés	Vizsgált anyagok robbanásveszélye	3	1	4	2	2	48	Nem elhanyagolható	Kezelő oktatása, egyéni védőeszköz. Fej és arcvédelem, lángálló védőruha, védőkesztyű
Noise hazards - Zajveszélyek	Cavitation phenomena Kavitációs jelenségek	Permanent hearing loss - Tartós halláskárosodás	Ejtőgép asztallap fel-le mozgásának zaja	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Hallásvédelem, hallásvédő fültok
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Friction or abrasion - Súrlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal	1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható	Gépkezelő oktatása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete	1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható	Sík felület, környezetében anyagtárolás megtiltása, SRC csúszásgátló talpú munkavédelmi lábbeli előírása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Entanglement - Beleakadás	Ejtőgép asztal fogantyú	1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható	Ejtőgép asztal fogantyúit csak a karbantartás idejére szabad felhelyezni. Előtte-utána el kell távolítani.
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal	12	1	4	2	1	96	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint

4. táblázat: Ejtőgép kockázatértékelés kezdeti állapot 1.rész

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)	Initial assessment (Kezdeti értékelés)							Action required (Szükséges akció)
				Severity of harm - Sérülés súlyossága (1/3/12)	Extension - Kiterjedés (1/2/3)	Probability of occurrence of hazard - A veszély bekövetkezésének valószínűsége (1/2/4)	Exposure - Kitétség (1/2/4)	Possibility of avoiding - Elkerülhetőség lehetősége (1/2)	Risk - Kockázat	Risk level - Kockázati szint	
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy esés	Gép környezete	1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható	Sík felület, környezetében anyag tárolás megtiltása, SRC csúszásgátló talpu munkavédelmi lábbel előírása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Falling objects - Eső tárgyak	Impact - Ütközés	Gép környezete	1	1	4	2	1	8	Nem elhanyagolható	Kezelő oktatása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Falling objects - Eső tárgyak	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy esés	Gép környezete	1	1	4	2	1	8	Nem elhanyagolható	Kezelő oktatása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Friction or abrasion - Sűrődés vagy kopás	Ejtőgép asztal	1	1	4	2	1	8	Nem elhanyagolható	Gépkezelő oktatása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy esés	Gép környezete	1	1	4	2	1	8	Nem elhanyagolható	Sík felület, környezetében anyag tárolás megtiltása, SRC csúszásgátló talpu munkavédelmi lábbel előírása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Entanglement - Beleakadás	Ejtőgép asztal fogantyú	1	1	4	2	1	8	Nem elhanyagolható	Ejtőgép asztal fogantyúit csak a karbantartás idejére szabad felhelyezni. Előtte-utána el kell távolítani.

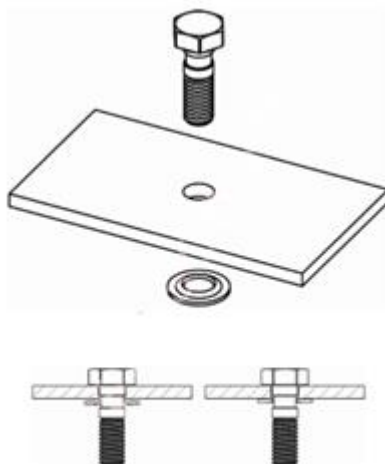
5. táblázat: Kezdeti állapot kockázatértékelés 2.rész

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)	Initial assessment (Kezdeti értékelés)							Action required (Szükséges akció)
				Severity of harm - Sérülés súlyossága (1/3/12)	Extension - Kiterjedés (1/2/3)	Probability of occurrence of hazard - A veszély bekövetkezésének valószínűsége (1/2/4)	Exposure - Kitétség (1/2/4)	Possibility of avoiding - Elkerülhetőség lehetősége (1/2)	Risk - Kockázat	Risk level - Kockázati szint	
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Falling objects - Eső tárgyak	Impact - Ütközés	Gép környezete	1	1	4	2	1	8	Nem elhanyagolható	Kezelő oktatása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Falling objects - Eső tárgyak	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete	1	1	4	2	1	8	Nem elhanyagolható	Kezelő oktatása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Friction or abrasion - Súrlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal	1	1	4	2	1	8	Nem elhanyagolható	Gépkezelő oktatása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete	1	1	4	2	1	8	Nem elhanyagolható	Sík felület, környezetében anyagtárolás megtöltása, SRC csúszásgátló talpú munkavédelmi lábbeli előírása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Entanglement - Beleakadás	Ejtőgép asztal fogantyú	1	1	4	2	1	8	Nem elhanyagolható	Ejtőgép asztal fogantyúit csak a karbantartás idejére szabad felhelyezni. Előtte-utána el kell távolítani.

6. táblázat: Ejtőgép kockázatértékelés kezdeti állapot 3. rész

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)	Initial assessment (Kezdeti értékelés)							Action required (Szükséges akció)
				Severity of harm - Sérülés súlyossága (1/3/12)	Extension - Kiterjedés (1/2/3)	Probability of occurrence of hazard - A veszély bekövetkezésének valószínűsége (1/2/4)	Exposure - Kitétség (1/2/4)	Possibility of avoiding - Elkerülhetőség lehetősége (1/2)	Risk - Kockázat	Risk level - Kockázati szint	
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Friction or abrasion - Súrlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal	1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható	Gépkezelő oktatása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete	1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható	Sík felület, környezetében anyagtárolás megtiltása, SRC csúszásgátló talpú munkavédelmi lábbeli előírása
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Entanglement - Beleakadás	Ejtőgép asztal fogantyú	1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható	Ejtőgép asztal fogantyúit csak a karbantartás idejére szabad felhelyezni. Előtte-utána el kell távolítani.
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Rotating elements - Forgó elemek	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Zárt burkolatot kell készíteni! EN 14120 szerint
Material/substance hazards - Anyag/anyagjellegű veszélyek	Aerosol - Aeroszol	Explosion - Robbanás	Vizsgált anyagok robbanásveszélye	3	1	4	2	1	24	Nem elhanyagolható	Kezelő oktatása, egyéni védőeszköz. Fej és arcvédelem, lángálló védőruha, védőkesztyű

7. táblázat: Ejtőgép kockázatértékelés kezdeti állapot 4. rész



16. ábra Elveszíthetetlen csavar

A burkolatok használatához készíteni kell utasításokat. Iránymutatást kell nyújtani a karbantartások alkalmával a burkolatok eltávolítási és visszaszerelési módjáról, a szükséges szerszámokról. Figyelmeztetni kell a kezelőt az észszerűen előre látható rendellenes használat veszélyeiről. A gépkezelőt a biztonságos üzemeltetés és karbantartás alapvető lépéseiről kell tájékoztatni. Ez magában foglalja a burkolat eltávolítását és visszahelyezését, a veszélyes területek felismerését, valamint a szükséges védőfelszerelések használatát.

A burkolat eltávolítás lépései a karbantartás megkezdése előtt:

1. **Kikapcsolás és áramtalanítás:** Mielőtt a gépkezelő megkezdi a burkolat eltávolítását, a gépet teljesen ki kell kapcsolnia és áramtalanítania kell, hogy elkerülje a véletlen indítást.
2. **Elveszíthetetlen rögzítőelemek használata:** A burkolat olyan rögzítőelemekkel van felszerelve, amelyek csak szerszámmal távolíthatók el. A gépkezelőt tájékoztatni kell arról, hogy a karbantartás megkezdése előtt kizárólag a szükséges szerszámokkal nyúljon a rögzítőkhöz.
3. **Részletes utasítások:** A burkolat eltávolítására vonatkozóan részletes utasításokat kell biztosítani, amelyek tartalmazzák a rögzítési pontok pontos helyét és az eltávolításhoz szükséges lépéseket.

4. **Figyelmeztetés a veszélyekre:** A gépkezelőt figyelmeztetni kell arra, hogy a burkolat eltávolítása után mozgó vagy forgó részek lesznek hozzáférhetőek, így a karbantartás során fokozott figyelemmel járjon el.
5. **Védőfelszerelés:** Tájékoztatni kell a gépkezelőt a szükséges védőfelszerelésekről (kesztyű, szemüveg és hallásvédő fültek), amelyek a karbantartás során az esetleges veszélyek elkerülését szolgálják.

A burkolat eltávolítási folyamatának minden lépését le kell dokumentálni, és a gépkönyvben vagy a felhasználói dokumentációban elérhetővé kell tenni a gépkezelők számára. A gép tervezésekor ki lehet használni, hogy a burkolat számos módon mérsékli a gépből származó zajt:

1. **Zajelnyelés:** A burkolat anyaga különösen ha hangszigetelő bevonattal van ellátva, elnyeli a mechanikai zajokat, például a forgó és ütköző alkatrészek által keltett hanghullámokat. Ez különösen hatásos a nagy frekvenciájú zajok csökkentésében.
2. **Zajszigetelés:** A burkolat akadályt képez a gépből kibocsátott hanghullámok számára, így azok csak minimális mértékben juthatnak ki a környezetbe. Ez főként a közepes és alacsony frekvenciájú zajok mérséklésében hasznos.
3. **Rezgéscsillapítás:** Egyes burkolatok rezgéscsillapító elemeket is tartalmazhatnak, amelyek csökkentik a zaj forrásánál keletkező rezgések továbbítását a burkolat felületére. Ezáltal a gép által keltett zaj kisebb intenzitással érkezik el a burkolaton kívülre.
4. **Légrések és tömítések alkalmazása:** A burkolat és a géptest között kialakított légrések és hangszigetelő tömítések szintén mérséklék a zajt, mivel megakadályozzák, hogy a hanghullámok közvetlenül áterjedjenek a burkolat felületére és onnan a környezetbe.

Ezek a tényezők együttvéve jelentősen csökkentik a gép működése közben keletkező zajszintet, így hozzájárulnak a munkakörnyezet csendesebb és biztonságosabb kialakításához.

A burkolat zajvédelemmel kapcsolatos tervezési, kivitelezési megoldásakor többféle bevonatot lehet alkalmazni. A következő felsorolásban megtalálható anyagokkal lehet növelni a védelem szintjét:

1. **Poliuretán hab:** A nyitott cellás poliuretán hab kiválóan elnyeli a közepes és magas frekvenciájú zajokat, így csökkenti a gépből származó zajok terjedését. Gyakran használják gépházak burkolatainak belső részén.
2. **Melamin hab:** Könnyű, jól alakítható, és kiváló hő- és hangszigetelő tulajdonságokkal rendelkezik. Ellenáll a magas hőmérsékletnek, ezért gépeknél különösen hasznos lehet, ha hőálló bevonat is szükséges.
3. **Vinyl hangszigetelő membrán:** Sűrű anyaga miatt hatékonyan blokkolja a hanghullámokat, főleg alacsony frekvenciákon. Ez a bevonat kombinálható habanyagokkal is a maximális zajcsökkentés érdekében.
4. **Üvegszálás hangelnyelő panelek:** Az üvegszálás panelek tartósak és jól ellenállnak a mechanikai hatásoknak, emellett jól elnyelik a közép- és magas frekvenciájú zajokat, így hatékonyan csökkentik a gép zajt.

A zajcsökkentésre alkalmas anyagokat különféle jelzésekkel látják el, hogy megkönnyítsék a választást a hangelnyelési igényeknek megfelelően. A tervező amikor a felhasználható anyagokat rendezi ár-érték arány szerint, akkor a paramétereket felhasználják arra, hogy az anyag teljesítményét és alkalmazhatóságát az adott hangelnyelési és környezetvédelmi igényekhez igazítsák:

1. **NRC (Noise Reduction Coefficient):** Az NRC érték mutatja meg, hogy a hab mennyire képes elnyelni a hangot, 0-tól (nem nyel el hangot) 1-ig (teljes mértékben elnyeli). A nyitottcellás poliuretán haboknál jellemzően magasabb NRC értékkel találkozunk, mivel ezek jól elnyelik a hangot közép- és magas frekvenciákon.
2. **Density (sűrűség):** A sűrűséget kilogramm/köbméter (kg/m^3) értékkel jelölik, és bár a nyitottcellás habok sűrűsége alacsonyabb a zártcellásokhoz képest, hangelnyelésük kimagasló a levegőszerkezetük révén.
3. **Sound Absorption Class (hangelnyelési osztály):** Az ISO 11654 szabvány szerint különböző osztályokba sorolják (A-tól E-ig), ahol az „A” a legmagasabb hangelnyelési képességet jelenti.
4. **ASTM C423 vagy ISO 354 minősítések:** Ezek a szabványok a hangelnyelés mérésére vonatkoznak különböző frekvenciákon, és fontosak lehetnek az akusztikai tervezéshez.

5. **Flamabilitási jelölések:** Egyes nyitottcellás habok tűzálló tulajdonságait jelölik, például az FMVSS 302 szabvány szerint, ami fontos lehet ipari és kereskedelmi alkalmazásoknál.

4.8. Tervezői módosítás v2 rajz értékelése

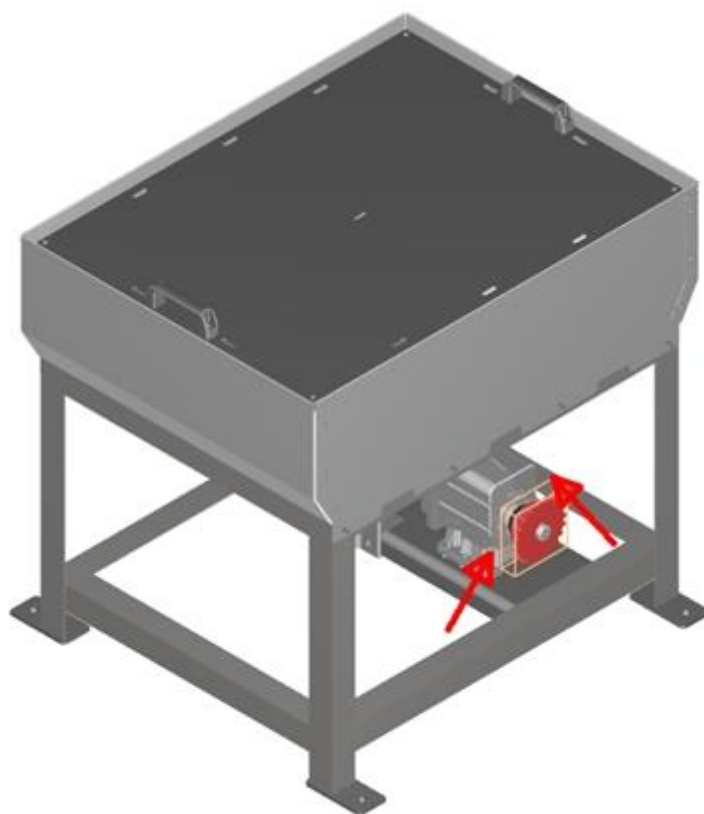
Az együttműködés következő fázisában a biztonsági módosító javaslatok figyelembevételével elkészült a v2 összeállítási rajz.



17. ábra Ejtőgép v2 összeállítási rajz alsó burkolat nélkül

A v2 rajz nem tartalmazza az alsó keretek burkolását, de ez is része a tervnek. A tervező elképzelése szerint az emelő-ejtő mechanizmus az ejtőgép oldalain körben teljes egészében burkolva lesznek.

A tervezővel folytatott egyeztetés után feltártunk egy hiányosságot. Az ejtőgép keret alján lévő rések nagysága nem zárja ki, hogy végtagokkal ne lehetne elérni a lánchajtást. Ez a kockázat a korábbiakkal megegyező intézkedést igényel.



18. ábra Ejtőgép veszély alról benyúló végtag esetén

A v2 második rajz alapján indokolt a lánchajtás burkolása, hozzáféréstől való védelme. Hasonló gép üzemeltetésekor tapasztalható, hogy a gépről leeső, vagy a berendezés környezetében lévő tárgyak, ha beesnek a szerkezet alá, akkor a kezelő a lábával vagy a kezével megpróbálja kivenni ezeket. Mivel az ejtőgépen levő oldalsó burkolat eltakarja a villanymotor és a lánchajtást, ezért felmerül annak észlelésének elmaradásából fakadó kockázat. A tervezőt felszólítottuk a lánchajtás burkolására, amit ő a keret aljára rögzített QG perforált

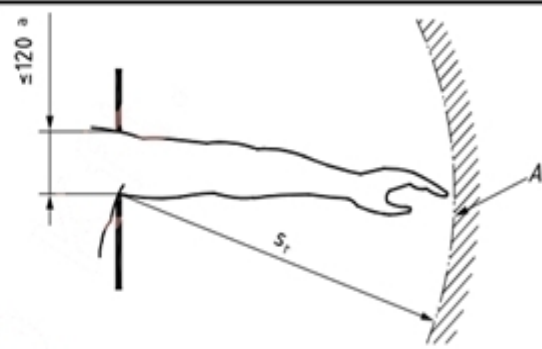
lemez rögzítésével kiváltott. A megoldása az elvárt funkciót megvalósítja, lehetetlenné teszi, hogy a kezelő az ejtőgép alsó burkolata és a talajszint között a lánckerékhez hozzáférhessen.

A v2 összeállítási rajz alapján újabb megoldandó biztonsági kérdést kell tisztázni. A felső burkolat és az ejtőgép asztala közötti rés méretét kell meghatározni az EN ISO 13857 szabvány szerinti érték választással.

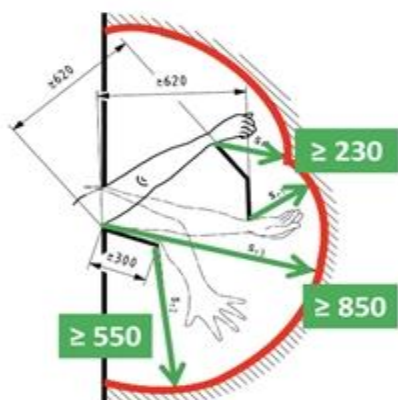
Megfelelően ki kell választani a biztonsági védőtávolságot, hogy megakadályozzuk a veszélyes zónák elérését végtagokkal. Az EN ISO 13857 szabvány alkalmazható az ejtőgép tervezéséhez, mivel ez a szabvány a gépeken lévő veszélyes mozgó részekhez szükséges biztonsági távolságok meghatározásával foglalkozik. Az EN ISO 13857 olyan távolságokat definiál, amelyek megakadályozzák, hogy a személyek végtagjai (kezek, lábak) elérhessék a veszélyes területeket vagy mozgó alkatrészeket.

Az EN ISO 13857 szabvány betartása csökkenti a balesetek kockázatát azáltal, hogy minimalizálja az emberi hozzáférés lehetőségét a veszélyes mozgó részekhez. Az ejtőgép tervezésekor fontos alkalmazni ezt a szabványt a biztonságos használat és a munkahelyi balesetek elkerülése érdekében. A felnyúlás veszélyét a 4.2.3 szakasz alapján ki lehet küszöbölni, ha a kockázatot jelentő géprésztől legalább 850 mm távolságot biztosítunk. A pirotechnikai ejtőgép esetében ez nem biztosított, de perforált lemez takarással meg lehet oldani.

Méretetek milliméterben

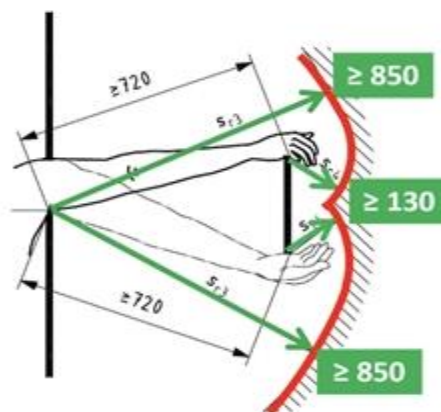
A mozgás korlátozása	Biztonsági távolság a veszélyes tértől, s_r	Ábra
A mozgás korlátozása csupán a vállnál és a hónaljban	≥ 850	

8. táblázat: Elérés körös-körül a mozgás korlátozásával



Mozgáskorlátozás a vállban és a hónaljban:
két különálló védőszerkezet – az egyik a csuklóból,
a másik a könyökből történő mozgást teszi lehetővé.

19. ábra felső végtag benyúlás kockázata



Mozgáskorlátozás a vállban és a hónaljban:
egy különálló védőszerkezet, amely lehetővé teszi a
mozgást az ujjaktól a csuklóízületig.

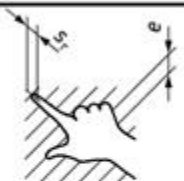
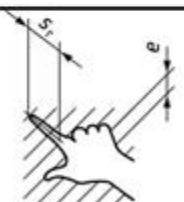
Ha az alsó végtaggal való benyúlás kockázatát vizsgáljuk, akkor kedvezőbb értéket kapunk. 180 milliméter a védőtávolság (résméret a burkolat alja és a padozat között). Ebben az esetben a nagyobb biztonsági védőtávolságra kell méretezni az alsó burkoló védőlemezt.

Méretek milliméterben

Az alsó végtag egy része	Ábra	Nyílás	Biztonsági távolság a veszélyes tértől, s_r	
			Horony	Négyzet vagy kör
Lábujjhegy		$e \leq 5$	0	0
		$5 < e \leq 15$	≥ 10	0
Lábujj		$15 < e \leq 35$	$\geq 80^a$	≥ 25
Láb		$35 < e \leq 60$	≥ 180	≥ 80
		$60 < e \leq 80$	$\geq 650^b$	≥ 180
Lábszár (lábujjhegytől a térdig)		$80 < e \leq 95$	$\geq 1100^c$	$\geq 650^b$

9. táblázat: Elérés szabályos alakú nyílásokon keresztül alsó végtagokkal

A v2 tervben az ejtőgép mozgó alkatrészeinek felső részén található védőburkolat résméretét a tervben 6 mm nagyságúra határozta meg a tervező. Az EN 13857 szabvány ez esetben is rendelkezik a veszélyes tértől való biztonságos távolságról. Az ejtőgép kezelője (aki minden bizonnyal 14 évnél idősebb személy) az ujjhegyével is érintheti a berendezést, ezért a kockázat minimalizálása érdekében a burkolat és a mozgó asztallap között 5 milliméterben határozzuk meg. Ugyan a kockázat szempontjából a lehető legkedvezőbb résméret a 4 milliméter, vagy annál kisebb érték lenne, de az 5 milliméter résmérethez tartozó 10 milliméteres biztonsági távolság betartása a kezelőtől és a körülményektől függetlenül betartható lesz. Az asztallap körüli rés 5 mm, amely megfelel az EN ISO 13857 szabványnak, amely a biztonsági távolságok és rések minimális követelményeit szabályozza a mechanikai veszélyek csökkentése érdekében. Ez a rés elegendő távolságot biztosít ahhoz, hogy megakadályozza a véletlen beszorulást, ugyanakkor biztosítja a gép működésének zavartalanságát.

Testrész	Ábra	Nyílás	Biztonsági távolság a veszélyes tértől, s_r		
			Horony	Négyzet	Kör
Ujjhegy		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Ujj az ujjtőig		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20

10. táblázat. Elérés a szabályos nyílásokon keresztül EN 13857 szerint

Méretetek milliméterben

A v2 összeállítási rajz alapján javasoltam, hogy két darab fogantyú helyett 4 db legyen az ejtőgéphez gyártva. Ennek magyarázata, hogy az asztalszerkezet tömege közel 30 kg, ezért a karbantartások idején fontos, hogy azt a lehető legkisebb erőltetés nélkül lehessen leemelni. A fogantyúk elhelyezkedésének van kockázata, ugyanis az asztal le-fel mozgása miatt a fogantyú is mozgó alkatrészek, ami beakadást, beszorulást eredményezhetnek. Ez a kockázat nem elhanyagolható. A fentiekre tekintettel javasoltam, hogy a fogantyúk leszerelhető kivitelben kerüljenek rögzítésre és kizárólag csak a karbantartás idejére kerüljenek felszerelésre.

4.9. Tervezői módosítás v3 rajz ellenőrzése

A pirotechnikai ejtőgép v2 rajzára adott észrevételek alapján elkészült a v3 rajz. A fejlesztési feladatnak ebben a szakaszában eljutottunk arra a szintre, hogy a gép összes nem elhanyagolható lehetséges biztonsági kockázatát elhárítottuk.



20. ábra Ejtőgép v3 összeállítási rajz perforált alsó burkol

4.10. Kockázatcsökkentés egyéni védőfelszereléssel

Az **MSZ EN ISO 12100** szabványban foglalt hierarchia szerint megterveztük a beépített biztonsági megoldásokat. Itt a műszaki védelmi intézkedések meghozatala a következő teendő. Csak a legvégső esetben támaszkodhatunk figyelmeztető jelzések és információk használatára. Ennek célja, hogy a kockázatcsökkentés elsősorban technikai megoldásokkal valósuljon meg, és csak akkor háruljon a kezelőre, ha ez elkerülhetetlen. Mivel a tervezési megoldások nem tudták teljesen kiküszöbölni az elhanyagolható és nem elhanyagolható kockázatokat, ezért a szabvány műszaki védelmi megoldásait kell sorra venni.

A kockázatértékelési táblázatban 36 különböző kockázatot neveztünk meg. Ezek jelentős részét a burkolatok alkalmazásával elhárítottuk, néhány esetben minimális, elhanyagolható szintre csökkentettük.

A pirotechnikai ejtőgép dokumentációjában a kezelési útmutatónak tartalmaznia kell a gépkezelő személyzet kötelezettségeit: a gépet csak lekapcsolt, áramtalanított állapotban szabad karbantartani. A gépkezelő a leeső tárgyak okozta balesetek veszélye miatt orrvédelemmel és talpátszúrás elleni védelemmel ellátott lábbelit kell, hogy viseljen! A lábvédő cipő vagy bakancs legyen csúszásgátló talpú, hiszen a munkahelyeken az egyik leggyakoribb sérülésveszély az elbotlásból, elcsúszásból adódik. A lábvédelem csökkenti a magasból a lábfejre ejtett tárgyak okozta sérülést is. A talpátszúrás elleni védelem hasznos lehet, ha a pirotechnikai anyagra rálépő kezelő elindít egy nem kívánt reakciót. Mivel az ejtőgép használata beltérre korlátozódik, ezért az **EN ISO 20345:2011** szabvány szerint az **S1P** védelmi képesség megfelel a célra. Az S1P jelölés egy munkavédelmi cipőnél azt jelenti, hogy a cipő megfelel az S1 kategória követelményeinek, plusz egy átszúródás elleni védelemmel (P) is el van látva. Az S1P védelmi kategória a következő tulajdonságokat foglalja magában:

1. Orrvédelem: Ellenáll a legalább 200 Joule erősségű ütésnek és 15 kN nyomásnak.
2. Zárt sarok: A cipő sarokrésze zárt kialakítású, ami további védelmet nyújt.
3. Antisztatikus: Csökkenti az elektrosztatikus feltöltődést.
4. Energiaelnyelő sarokrész: A sarokrész energiaelnyelő tulajdonságú, ami csökkenti az ízületekre nehezedő nyomást.
5. Olajálló talp: Ellenáll az olajoknak és szénhidrogéneknek
6. Átszúrás elleni védelem (P): Az S1P cipők olyan talpréteggel rendelkeznek, amely áthatolás elleni védelmet nyújt, például szögek vagy éles tárgyak ellen.

KÓD	KÖVETELMÉNYEK		
SB	Alap követelmények: 200 J energiájú behatás és 15 kN nyomás elleni védelmet biztosító orrmerevítő.		
S1	SB		
	+		Zárt kéregrész
	+	A	Antisztatikus tulajdonságok $0,1\text{M}\Omega < A < 1000\text{M}\Omega$
	+	FO	Fűtőolaj ellen védő járótalp
	+	E	Energiaelnyelő sarok $E \geq 20\text{ Joule}$
S1P	S1		
	+	P	Talpátszúródással, behatolással szembeni védelem Ellenáll 1100 Newton nyomásnak

11. táblázat S1P védelmi képesség által teljesített követelmények

Az ejtőgép mintájául szolgáló videón bemutatott berendezés rendkívül hangos volt, a fém felületek ütközése, csapódása jelentős zajjal jár. A kavitációs jelenségek, tartós halláskárosodás elkerülése érdekében a kezelő hallásvédő fülteket kell, hogy viseljen. Az **EN 352-1**

szabványban szerint ebben az esetben **SNR 30 dB** zajcsillapításra képes munkavédelmi eszközre van igény. Ez azt jelenti, hogy a fültek átlagosan **30 dB-lel csökkenti a zajszintet**. Az **SNR** (Single Number Rating) egy egyszerűsített értékelési rendszer, amely a hallásvédő eszköz zajcsökkentő képességét jelzi. Ez az érték azt mutatja, hogy az eszköz viselése mellett a külső zajszint 30 dB-lel alacsonyabb lesz, tehát ha például egy munkahelyi zajszint 100 dB, akkor az eszközzel a zajszint 70 dB-re csökken a hallásvédő használójánál. Az SNR értékek megkönnyítik a különböző hallásvédők összehasonlítását a védelmi szint alapján.

Az ejtőgépen vizsgált pirotechnikai anyagok, termékek robbanásveszélye miatt repülő részecskék elleni fej- és arcvédelmet továbbá égés veszélye ellen az egész testet védő lángmentes ruházat viselete az előírás. A kezelő viseljen nadrágot és munkakabátot. Ezekre legalább EN ISO 11612 A1+A2, B1, C1, F1 védelmiképesség legyen az elvárás. A jelölések értelmezéséhez segítségül az egyes betűk és számok specifikus védelmi szinteket és vizsgálati eredményeket jelentenek a ruházat különféle hőforrásokkal szembeni ellenálló képességére vonatkozóan. Az **A1+A2, B1, C1, F1** jelölés az alábbiakat takarja:

1. **A1 + A2:** Védelem korlátozott lángterjedéssel szemben.
 - **A1:** A ruházat ellenáll a lángnak külső oldalán.
 - **A2:** A ruházat ellenáll a lángnak a belső oldalán.
2. **B1:** Védelem konvektív hő ellen, azaz a hő átvitelével szemben. A B1 a legalacsonyabb szint (B1-B3 skála), ami egy alapfokú konvektív hő elleni védelmet biztosít.
3. **C1:** Védelem a sugárzó hő ellen, ahol a C1 a legalacsonyabb szint (C1-C4 skála), és így a sugárzó hő ellen nyújt alapfokú védelmet.
4. **F1:** Védelem az olvadt fém fröccsenés ellen, itt az F1 a legalacsonyabb szint (F1-F3 skála), ami minimális védelmet biztosít az olvadt fém fröccsenésekkel szemben.

A fej és arcvédelem érdekében sisak és arra csatlakoztatható polikarbonát látómező védelmére van szükség. Kombinált védőképességű termék esetén a sisakra szerelhető fültek a halláskárosodás elleni védelmet is tudja biztosítani.

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)	Re-assessment after taking the actions (Ismételt értékelés az akciók után)						
				Severity of harm - Sérülés súlyossága (1/3/12)	Extension - Kiterjedés (1/2/3)	Probability of occurrence of hazard - A veszély bekövetkezésének valószínűsége (1/2/4)	Exposure - Kitétség (1/2/4)	Possibility of avoiding - Elkerülhetőség lehetősége (1/2)	Risk - Kockázat	Risk level - Kockázati szint
Thermal hazards - Hőmérsékleti veszélyek	Explosion - Robbanás	Burn - Égés	Vizsgált anyagok robbanásveszélye	1	1	4	2	2	16	Elhanyagolható
Noise hazards - Zajveszélyek	Cavitation phenomena - Kavitációs jelenségek	Permanent hearing loss - Tartós halláskárosodás	Ejtőgép asztallap fel-le mozgásának zaja	1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Friction or abrasion - Súrlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal	1	1	4	2	1	8	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete	1	1	1	1	1	1	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Entanglement - Beleakadás	Ejtőgép asztal fogantyú	1	1	0	1	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal	1	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Acceleration/deceleration - Gyorsulás/lassulás	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható

12. táblázat: Ejtőgép kockázatértékelés megismételt vizsgálat 1.rész

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)	Re-assessment after taking the actions (Ismételt értékelés az akciók után)						
				Severity of harm - Sérülés súlyossága (1/3/12)	Extension - Kiterjedés (1/2/3)	Probability of occurrence of hazard - A veszély bekövetkezésének valószínűsége (1/2/4)	Exposure - Kitétség (1/2/4)	Possibility of avoiding - Elkerülhetőség lehetősége (1/2)	Risk - Kockázat	Risk level - Kockázati szint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Friction or abrasion - Súrlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal	1	1	1	1	1	1	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete	1	1	1	1	1	1	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Angular parts - Szögletes részek	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Friction or abrasion - Súrlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal	1	1	1	1	1	1	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete	1	1	1	1	1	1	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható

13. táblázat: Ejtőgép kockázatértékelés megismételt vizsgálat 2.rész

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)	Re-assessment after taking the actions (Ismételt értékelés az akciók után)						
				Severity of harm - Sérülés súlyossága (1/3/12)	Extension - Kiterjedés (1/2/3)	Probability of occurrence of hazard - A veszély bekövetkezésének valószínűsége (1/2/4)	Exposure - Kitétség (1/2/4)	Possibility of avoiding - Elkerülhetőség lehetősége (1/2)	Risk - Kockázat	Risk level - Kockázati szint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Approach of a moving element to a fixed part - Mozgó elem közelítése egy fix részhez	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Falling objects - Eső tárgyak	Impact - Ütközés	Gép környezete	1	1	1	2	1	2	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Falling objects - Eső tárgyak	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete	1	1	1	2	1	2	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Friction or abrasion - Súrlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal	1	1	1	1	1	1	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete	1	1	1	1	1	1	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Entanglement - Beleakadás	Ejtőgép asztal fogantyú	1	1	0	2	1	0	Elhanyagolható

14. táblázat: Ejtőgép kockázatértékelés megismételt vizsgálat 3.rész

Type or group of hazard - Veszélycsoport vagy típus	Origin of hazard / Hazardous events (Veszély forrása / veszélyes esemény)	Potential consequences (Lehetséges következmény)	Comments (Megjegyzés)	Re-assessment after taking the actions (Ismételt értékelés az akciók után)						
				Severity of harm - Sérülés súlyossága (1/3/12)	Extension - Kiterjedés (1/2/3)	Probability of occurrence of hazard - A veszély bekövetkezésének valószínűsége (1/2/4)	Exposure - Kitétség (1/2/4)	Possibility of avoiding - Elkerülhetőség lehetősége (1/2)	Risk - Kockázat	Risk level - Kockázati szint
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Kinetic energy - Kinetikai energia	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Friction or abrasion - Súrlódás vagy kopás	Ejtőgép asztal	1	1	1	1	1	1	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Slipping, tripping or falling - Megcsúszás, megbotlás vagy elesés	Gép környezete	1	1	1	1	1	1	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Entanglement - Beleakadás	Ejtőgép asztal fogantyú	1	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Crushing - Összenyomás	Ejtőgép asztal	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Cutting or severing - Vágás vagy leválasztás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Moving elements - Mozgó elemek	Shearing - Nyírás	Ejtőgép asztal és ütköző felület széle	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Mechanical hazards - Mechanikai veszélyek	Rotating elements - Forgó elemek	Drawing-in or trapping - Behúzás vagy beszorulás	Lánchajtás	3	1	0	2	1	0	Elhanyagolható
Material/substance hazards - Anyag/anyagjellegű veszélyek	Aerosol - Aeroszol	Explosion - Robbanás	Vizsgált anyagok robbanásveszélye	1	1	1	1	1	1	Elhanyagolható

15. táblázat: Ejtőgép kockázateértékelés megismételt vizsgálat 4.rész

4.11. Figyelmeztető jelzések és használati információk

Az EN ISO 12100 szabvány szerint amennyiben a tervezési megoldások és műszaki védelmi intézkedések nem elegendőek a kockázatok teljes kiküszöböléséhez, a szabvány figyelmeztető jelzéseket és részletes használati információkat javasol. Ezek célja, hogy a kezelőt tájékoztassák a fennmaradó kockázatokról, és felkészítsék a biztonságos üzemeltetésre.

- **Figyelmeztető jelzések:** Kockázatok jelölése, például figyelmeztető piktogramok elhelyezése a veszélyes részekben, mint például a mozgó és forgó alkatrészek. Például az ejtőgép asztal mozgására figyelmeztetés.



21. ábra Figyelmeztető, rendelkező, tiltó jelzések

- **Használati utasítások:** A géphez mellékelt részletes dokumentáció, amely tartalmazza a biztonságos üzemeltetésre, karbantartásra és hibaelhárításra vonatkozó utasításokat. Például a fogantyúk felszerelése csak a karbantartás idejére engedélyezett.
- **Védőfelszerelések javaslata:** Amennyiben szükséges, ajánlott egyéni védőeszközök (például védőkesztyű, szemüveg) használatára való figyelmeztetés.

5. Gazdasági számítás

Az ejtőgép biztonsági tervezéséhez kapcsolódó gazdasági számítások célja a biztonsági követelmények teljesítése mellett a költséghatékonyság vizsgálata. Ennek érdekében több tényezőt kell figyelembe venni:

1. **Költség-haszon elemzés:** A biztonsági intézkedések és a tervezés költségeit össze kell vetni a várt haszonnal. Ebbe beletartozik az, hogy a biztonságos gép által elkerült balesetekből származó költségek (pl. egészségügyi ellátás, jogi következmények, leállás) csökkenthetik a hosszú távú költségeket.
2. **Élettartam és karbantartási költségek:** Az ejtőgépet hosszú élettartamra és megbízható működésre kell tervezni. A biztonsági követelmények teljesítéséhez szükséges alkatrészek és anyagok minősége hatással van a karbantartási költségekre is. Fontos számba venni, hogy egy magasabb minőségű, tartósabb anyag kezdetben drágább lehet, de hosszú távon költséghatékonyabbá válhat a kevesebb javítás és csere révén.
3. **Megfelelőség és jogi kockázatok:** A CE jelölés megszerzése érdekében szükséges biztonsági fejlesztések hozzájárulnak a jogi megfeleléshez, amivel elkerülhetők a büntetések és a jogi problémák. A számítások során a megfeleléségi kiadások és a kockázatcsökkentő intézkedések költségeit be kell építeni.
4. **Munkabiztonság és balesetek elkerülésének költségei:** A biztonsági burkolatok, védelem és védőtávolságok kiépítése csökkenti a munkahelyi balesetek kockázatát. A számításban figyelembe kell venni a munkahelyi biztonsági fejlesztések által megspórolható költségeket, például az esetleges sérülésekből adódó kiesést és a rehabilitációs költségeket.
5. **Üzemeltetési és fenntartási költségek optimalizálása:** A megfelelő biztonsági tervezés és az automatikus védelmi megoldások alkalmazása csökkentheti a folyamatos felügyelet szükségességét, ezáltal hozzájárulhat az üzemeltetési költségek csökkentéséhez.

Ezeket az elveket figyelembe véve a biztonsági tervezés célja, hogy a befektetett biztonsági fejlesztések hosszú távon hozzájáruljanak a költségcsökkentéshez, a megbízhatósághoz, valamint a jogi és működési kockázatok minimalizálásához.

Egy gépgyártási projekt költségei két fő kategóriába sorolhatók: **anyagköltség** és **munkadíj**. Ezek részletei az alábbiak:

1. Anyagköltség

Ez a gépgyártáshoz szükséges összes nyersanyag, alkatrész és egyéb hozzávaló ára. Tartalmazza:

- **Alapanyagok:** a gép fő szerkezeti elemeihez szükséges anyagok, például acél, alumínium, műanyagok.
- **Szerszámok és eszközök:** különösen fontos az egyedi vagy speciális szerszámok, formák költsége, amelyeket egy-egy adott gép előállításához használnak.
- **Összeszerelési anyagok:** csavarok, csapágyak, tömítések, ragasztók, amelyek szükségesek a végső összeállításhoz.
- **Elektronikai és elektromos alkatrészek:** ha a gép elektromos vagy vezérlőelemeket igényel, mint például kábelek, kapcsolók, motorok, szenzorok.
- **Védő- és burkolóanyagok:** különösen fontos az ipari gépeknél a burkolatokhoz és védelmi elemekhez használt anyagok költsége.
- **Logisztika és szállítás:** az anyagok helyszínre szállítási költségei.

2. Munkadíj

Ez a gépgyártásban résztvevők munkaóráira, szakértelmére és az előállítási folyamatok végrehajtására vonatkozik. Főbb elemei:

- **Tervezési és mérnöki munka:** a gép tervezéséhez, műszaki dokumentációk kidolgozásához szükséges mérnöki munka, beleértve a 3D modellezést, tervezési szimulációkat.
- **Gyártási munkaerő:** a gyártósoron dolgozó munkások órabére, akik az egyes alkatrészeket előállítják, összeállítják, és a szükséges hegesztési, vágási, hajlítási műveleteket végzik.

- **Összeszerelés:** az előkészített alkatrészek összeállítása, a szükséges beállítások és illesztések elvégzése.
- **Minőségellenőrzés és tesztelés:** a gép funkcionális és biztonsági tesztelése, amelyet a gyártás során és a végső készre jelentés előtt végeznek.
- **Műszaki dokumentáció és adminisztráció:** minden dokumentáció, mint a gép használati és karbantartási útmutatói, megfelelőségi nyilatkozatok összeállítása.

A tervezéshez kapcsolódó munkadíjat a Magyar Mérnöki Kamara Elnöksége által meghatározott ajánlott mérnöki napidíj alapján (is) lehet kalkulálni. A jelenleg érvényes napidíjat a pirotechnikai ejtőgép projektben a SAASCO Tanácsadó Iroda szempontjából a „beosztott mérnök” díjazás (178.000 Ft + ÁFA/8 munkaóra) tűnik a leginkább érvényesíthetőnek, de ezt nagyban befolyásolhatja a projekt előkészítésére fordított folyamatok időigénye, továbbá a piaci lehetőségek.

ÚJ MÉRNÖKI DÍJ SZABÁS

(Érvényes 2024. január 1-től.)

Mérnöknap díja forintban (a táblázatban szereplő értékek nettó díjak, az áfát nem tartalmazzák)					
Kiemelt Mérnök	Irányító Mérnök	Önálló Mérnök	Beosztott Mérnök	Kezdő Mérnök	Segéd tervező szerkesztő
405.00 Ft	296.00 Ft	235.00 Ft	178.00 Ft	119.00 Ft	89.00 Ft

14. táblázat Magyar Mérnöki Kamara meghatározott mérnöknap díja

A projekt során a feladat megismerésére, a számítási, értékelési feladatok elvégzésére, a megállapítások megtételére 18 munkaóra elszámolása indokolt, aminek költsége 400.500 Ft + ÁFA Forint.

6. Összefoglalás

A szakdolgozat célja egy pirotechnikai vizsgáló ejtőgép tervezési folyamatának és a hozzá kapcsolódó biztonsági követelmények bemutatása. Ez elengedhetetlen a CE jelölés megszerzéséhez. A projekt a CerTrust Vizsgáló és Tanúsító Kft. és a SAASCO Tanácsadó és Mérnöki Iroda együttműködésével jött létre. A dolgozat hangsúlyozza a megfelelőségértékelő szervezetek, mint a CerTrust és a SAASCO, fontosságát, akik biztosítják, hogy a termékek megfeleljenek az európai biztonsági, minőségi és környezetvédelmi szabályoknak.

A tervezés és gyártás során több európai szabványt alkalmaztunk, mint az EN ISO 12100 a biztonságos tervezéshez és az EN ISO 14120 a védőburkolatokhoz. Az ejtőgép ezeknek a szabványoknak köszönhetően képes biztonságosan szimulálni a mechanikai hatásokat, például leesést és ütődést. A dolgozatban bemutatom a kockázatértékelési folyamatot is, amelyben azonosítottam és kezeltem az összes mechanikai veszélyt a tervezés során.

A munka kiemeli a biztonsági követelmények teljesítésének fontosságát, ami elengedhetetlen a pirotechnikai eszközök piaci biztonságához és a fogyasztói bizalom megteremtéséhez. Az új fejlesztés a korábban használt ejtőgép mintájára épült, de a tervező és a biztonsági szakértők közötti együttműködés lehetővé tette a veszélyek hatékony kezelését. Az elvégzett kockázatcsökkentési megoldások igazolják, hogy az új gép biztonságos és megfelel az előírásoknak, ezzel biztosítva a szabályos piaci megjelenést.

7. Summary

The purpose of this thesis is to present the design process of a pyrotechnic testing drop machine and the associated safety requirements, which are essential for obtaining the CE mark. The project was carried out in collaboration with CerTrust Testing and Certification Ltd. and SAASCO Consulting and Engineering Ltd. The thesis emphasizes the importance of conformity assessment organizations, such as CerTrust and SAASCO, which ensure that products meet European safety, quality, and environmental standards.

During the design and manufacturing process, several European standards were applied, such as EN ISO 12100 for safe design and EN ISO 14120 for protective enclosures. Thanks to these standards, the drop machine can safely simulate mechanical impacts, such as drops and collisions. The thesis also presents the risk assessment process, during which I identified and managed all mechanical hazards in the design phase.

This work highlights the importance of meeting safety requirements, which are essential for the market safety of pyrotechnic devices and the establishment of consumer trust. The new development is based on the previous drop machine model, but collaboration between the designer and safety experts has enabled the effective management of risks. The implemented risk reduction solutions demonstrate that the new machine is safe and compliant with the standards, ensuring lawful entry to the market.

8. Nyilatkozat



Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

NYILATKOZAT

Alulírott Nagy János, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllői Campus, Ipari Gépek Biztonsága szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: Gödöllő, 2024. év november hó 5. nap


Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: Gödöllő, 2024. év november hó 5. nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Nagy János (hallgató Neptun azonosítója: GGNBNQ) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2024. év november hó 5. nap



Belső konzulens

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Nagy János
A Hallgató Neptun kódja: GGNNBQ
A dolgozat címe: Pirotechnikai termékvizsgáló ejtőgép fejlesztésének támogatása a CE jelölése érdekében
A megjelenés éve: 2024
A tanszék neve: Mechatronika

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: Gödöllő, 2024. év november hó 5. nap



Hallgató aláírása

9. Irodalomjegyzék

- Az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK irányelve (2006. május 17.) a gépekről
- European Safety Agency (2016) *Pyrotechnic Safety Report*. Brussels: European Safety Agency.
- Dr. Földi László József, Berencsi Bence (2022): Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében
- Saasco Kft: „A CE jelölés lépései” tudásanyag Elérhetőség: <https://www.gepek-ce-jelolese.hu/ce-jeloeles-lepesei/> (2024.10.01)
- Green, R. (2020) *Safety Standards in Pyrotechnics*. 2nd edn. Oxford: Oxford University Press.
- Jackson, M. (2017) ‘The role of safety tests in the pyrotechnics industry’, *Safety Science*, 95(1), pp. 123–131.
- Müller, H. (2019) *Mechanical Testing of Pyrotechnic Devices*. Berlin: Springer.
- O’Connor, J. (2018) ‘The design of drop test machines for pyrotechnics’, *International Journal of Mechanical Engineering*, 24(4), pp. 234–245.
- Schmidt, P. (2018) *Pyrotechnic Testing Procedures and Standards*. New York: Wiley.
- Smith, L. (2020) ‘CE Marking in the European Pyrotechnics Market’, *Journal of Safety Regulation*, 12(2), pp. 45–50.
- World Pyrotechnics Association (2019) *Pyrotechnic Product Safety Standards*. Elérhetőség: <https://www.wpa.org/standards> (2024.10.01).
- Mérnöki díjszabás, érvényes 2024. január 1-től. Magyar Mérnöki Kamara Elnöksége. Elérhetőség: <https://mernokvagyok.hu/mernoki-dijszabas/> (2024.10.01.)
- EN ISO 13857:2008 Biztonság gépeknél - Biztonsági távolságok a felső és alsó végtagok veszélyes területektől való távol tartására.
- EN 16256:2015 Pirotechnikai termékek - Pirotechnikai tárgyak tesztelési módszerei
- EN 16263:2015 Pirotechnikai termékek – Tűzijátékok osztályozása, követelményei és megfelelőségértékelési eljárásai
- EN 16264:2015 Pirotechnikai termékek – Pirotechnikai termékek az európai piacra – Vizsgálati módszerek és követelmények
- EN 16265:2015 Pirotechnikai termékek – Pirotechnikai keverékek biztonsági vizsgálatai

- EN 15947:2015 Pirotechnikai termékek – 1., 2. és 3. kategóriájú tűzijátékok – Termékek, követelmények és vizsgálati módszerek
- EN ISO 12100:2010 Gépek biztonsága – A tervezés általános elvei – Kockázatértékelés és kockázatsökkentés
- EN ISO 14120:2015 Gépek biztonsága – A mozgó részekre vonatkozó burkolatok – Általános követelmények a tervezésre, kialakításra és szerelésre
- EN 60204:2018 Gépek biztonsága – Gépek villamos berendezései