

# Primjena mehanizacije u humanitarnom razminiranju poljoprivrednih površina u Republici Hrvatskoj

---

**Starčević, Vladimir**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Križevci college of agriculture / Visoko gospodarsko učilište u Križevcima**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:185:312319>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-08**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Križevci college of agriculture - Final thesis repository Križevci college of agriculture](#)



REPUBLIKA HRVATSKA  
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Vladimir Starčević, bacc. ing. agr.

**PRIMJENA MEHANIZACIJE U HUMANITARNOM  
RAZMINIRANJU POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA  
U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Križevci, 2016.

REPUBLIKA HRVATSKA  
VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA

Specijalistički diplomski stručni studij

*Poljoprivreda*

Usmjerenje: *Održiva i ekološka poljoprivreda*

Vladimir Starčević, bacc. ing. agr.

**PRIMJENA MEHANIZACIJE U HUMANITARNOM  
RAZMINIRANJU POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA  
U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Završni specijalistički diplomski stručni rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnog rada

1. mr. sc. Vlado Kušec, v. pred., predsjednik povjerenstva i član
2. mr. sc. Miomir Stojnović, v. pred., mentor i član povjerenstva
3. mr. sc. Lidija Firšt-Godek, v. pred., članica povjerenstva

Križevci, 2016.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PREGLED LITERATURE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIJAL I METODE .....</b>	<b>7</b>
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1. Uloga i značaj humanitarnog razminiranja .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2. Primjena mehanizacije u humanitarnom razminiranju .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3. Podjela strojeva u humanitarnom razminiranju .....</b>	<b>15</b>
<b>4.3.1. <i>Laki strojevi za razminiranje</i> .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3.2. <i>Srednji strojevi za razminiranje</i> .....</b>	<b>18</b>
<b>4.3.3. <i>Teški strojevi za razminiranje</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>4.4. Testiranje strojeva za razminiranje .....</b>	<b>23</b>
<b>4.5. Troškovi humanitarnog razminiranja po jedinici površine.....</b>	<b>25</b>
<b>5. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>28</b>
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>30</b>
<b>7. PRILOZI .....</b>	<b>31</b>

POPIS KRATICA

SAŽETAK

SUMMARY

ŽIVOTOPIS

## 1. UVOD

Predmet ovog rada su problemi zagađenosti poljoprivrednih površina minsko-eksplozivnim sredstvima (MES) i neeksplozivnim ubojitim sredstvima (NUS). Imajući na umu da su na velikom području Republike Hrvatske (RH) vođene ratne operacije, zagađenost zemljišta, a tako i poljoprivrednih površina, MES-om, možemo smatrati kao posljedicu istih. Smatra se da je u Republici Hrvatskoj još uvijek minama zagađeno oko 500 km<sup>2</sup> površine (<https://www.hcr.hr/hr/minSituac.asp>,2015.). Na poljoprivredne površine otpada oko 30% od ukupno miniranih i minsko sumnjivih površina. Problem miniranih poljoprivrednih površina u RH može se velikim dijelom riješiti primjenom mehanizacije u razminiranju. Primjena mehanizacije u razminiranju povećava radne učinke, uz smanjenje troškova razminiranja po jedinici površine. Primjena mehanizacije u razminiranju smanjuje rizik od ljudskih žrtava tijekom i nakon razminiranja. Nakon rata oko 10% površine RH proglašeno je područjem zagađenim minama. Mikulić, (2008.) navodi da postotak strojnog razminiranja u Hrvatskoj iznosi vrlo visokih 85% obrađenog područja, pri čemu nije bilo žrtava, za razliku od ručnog razminiranja gdje bilježimo znatan broj poginulih i stradalih pirotehničara. Ti podaci ukazuju na činjenicu da postoji malen postotak minski sumnjivih površina na kojima se strojevi ne mogu koristiti, a mehanizaciju koristimo gdje god je to moguće. Mehanizacija se ne upotrebljavamo na područjima koja nisu prikladna za strojno razminiranje (kamenita područja, neprohodni tereni poput močvare, šumovitih predjela, itd.). Zbog svega navedenog, dolazimo do zaključka da primjena mehanizacije u humanitarnom razminiranju ima veliki značaj u privođenju poljoprivrednog zemljišta zagađenom MES-om njegovoj svrsi, a to je poljoprivredna proizvodnja. Razminiranje poljoprivrednih površina, uz primjenu mehanizacije, omogućit će potpuno korištenje svih poljoprivrednih resursa kojima Republika Hrvatska raspolaže, bez bojazni od ozljeda i stradavanja poljoprivrednika u područjima zagađenim minama.

### 1.1 Cilj i svrha istraživanja

Svrha i cilj ovog rada je analiza učinkovitosti primjene mehanizacije u razminiranju miniranih poljoprivrednih površina u RH, kako bi se što prije mogle koristiti u poljoprivrednoj proizvodnji.

## **1.2 Hipoteze:**

1. Problem miniranih poljoprivrednih površina u RH može se velikim dijelom riješiti primjenom mehanizacije za razminiranje.
2. Primjena mehanizacije u razminiranju povećava radne učinke, uz smanjenje troškova razminiranja po jedinici površine.
3. Primjena mehanizacije u razminiranju smanjuje rizik od ljudskih žrtava tijekom i nakon razminiranja.

## 2. PREGLED LITERATURE

Republika Hrvatska se već početkom ratnih operacija na svom području suočila s problemom mina kao jednom od najtežih posljedica ratnih događanja vođenih na ovim prostorima, te se svrstala u red mnogobrojnih zemalja širom svijeta s zagađenosti životnog prostora minama i neeksplozivnim ubojnim sredstvima. Zagađenost minama u Republici Hrvatskoj uzrokuje cijeli niz gospodarskih, razvojnih, ekoloških i socijalnih poremećaja, te poglavito sigurnosnih problema stanovništvu na prostorima koji su bili u područjima ratnih djelovanja. Velike poljoprivredne površine, šumski kompleksi, granični pojasevi i dijelovi obala rijeka su i danas nedostupni zbog miniranosti ili sumnje u njihovu miniranost. (Nacionalni program protuminskog djelovanja Republike Hrvatske 2009.-2019.)

OSNOVNI CILJEVI NACIONALNOG PROGRAMA; Na temelju analize veličine i strukture minskog problema u Republici Hrvatskoj, načinu njegovog rješavanja, te čimbenicima o kojima ovisi rješavanje, Nacionalnim programom ostvarit će se sljedeći ciljevi:

1. U potpunosti do 2019. godine ukloniti minsku opasnost s područja Republike Hrvatske.
2. U svim fazama rješavanja održati obilježnost minski sumnjivog prostora. Tijekom realizacije ovog Programa Hrvatski centar za razminiranje će održavati obilježnost minski sumnjivog prostora, te prema potrebi i na zahtjev tijela lokalne uprave i samouprave, policije, šumarija, lovačkih društava i drugih subjekata izvršiti dodatno obilježavanje te zanačavanje uništenih ili iz drugog razloga nestalih oznaka opasnosti od mina.
3. Programima edukacije obuhvatiti cjelokupno stanovništvo koje živi i/ili radi u okruženju minski sumnjivog prostora ili gravitira istom. U suradnji s nadležnim tijelima državne uprave (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa), lokalne uprave i samouprave, javnim poduzećima, te nevladinim organizacijama (Hrvatski Nacionalni program protuminskog djelovanja Republike Hrvatske, Crveni križ i udruge) nastaviti s provođenjem programa edukacije o opasnosti od mina, te prema ocjeni prilagođavati programe najugroženijim skupinama stanovništva.
4. Nastaviti pružati skrb i rehabilitaciju, uključujući psiho-socijalnu rehabilitaciju i ekonomsku reintegraciju svim minskim žrtvama. Ovu zadaću izvršavati će prvenstveno tijela državne uprave nadležna za zdravstvo i socijalnu skrb (Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi) te druga tijela državne uprave, lokalne uprave i samouprave koja mogu doprinijeti potpunoj reintegraciji minskih žrtava u društvene tokove.

5. Pozicionirati i promovirati hrvatski sustav protuminskog djelovanja u međunarodnoj zajednici. Ovaj cilj realizirati će se uz aktivno uključenje Ministarstva vanjskih poslova i europskih integracija i hrvatskih diplomatskih predstavništava u svijetu kako bi se učinili potrebni preduvjeti za izlazak domaćih kapaciteta, znanja i tehnologije na međunarodno tržište, samostalno ili u okviru i u suradnji s međunarodnim institucijama. (Nacionalni program protuminskog djelovanja Republike Hrvatske 2009.-2019.)

Godišnji plan rada sadrži opći prikaz zadaća i poslova Hrvatskog centra za razminiranje u 2015. godini. Godišnji plan rada sukladno Zakonu o proračunu, sadrži i podatke o ciljevima koji se planiraju ostvariti u tekućoj godini, a koji su vezani uz opće i posebne ciljeve sadržane u Strateškom planu MUP-a i drugih institucija u funkciji zaštite i spašavanja za razdoblje 2015.-2017. godina. Svi podaci o utvrđenim rizicima koji mogu utjecati na ostvarenje planiranih ciljeva, kao i propisane mjere za njihovo smanjenje i/ili uklanjanje, bit će utvrđeni i sadržani u Registru rizika. Sukladno navedenom, Hrvatski centar za razminiranje planira ostvariti sljedeće specifične ciljeve u 2015. godini:

1. Smanjiti veličinu minski sumnjivog područja.
2. U cijelosti ukloniti minsku opasnost s područja oranica, te s većine močvarnog područja unutar Parka prirode Kopački rit.
3. Održavati obilježnost cjelokupnog minski sumnjivog područja.
4. Educirati stanovništvo o opasnostima od mina.
5. Koordinirati aktivnosti vezane uz skrb, rehabilitaciju i ekonomsku reintegraciju svih žrtava mina.
6. Promovirati hrvatski sustav protuminskog djelovanja međunarodnoj zajednici i provoditi međunarodne sporazume o suradnji. (Godišnji plan rada Hrvatskog centra za razminiranje za 2015. godinu)

### **Mine kao globalni humanitarni problem**

Eksplzivne naprave, odnosno protupješačke mine, masovno su se počele upotrebljavati u razdoblju hladnog rata na ratištima Koreje, Vijetnama, Angole i mnogima drugima. Za razliku od protutenkovskih mina koje sadržavaju nekoliko kilograma eksploziva, protupješačke mine mogu sadržavati samo 30 grama eksploziva, što je dovoljno da raznese stopalo nesretniku koji stane na takvu napravu. Malena težina omogućila je skladištenje i upotrebu protupješačkih mina u golemim količinama i na teško dostupnom području. Razvoj i jednostavna tehnologija omogućavaju njihovu jeftinu masovnu proizvodnju, a sve teže otkrivanje. Dok se konvencionalne protutenkovske mine relativno lako otkrivaju



detektorima metala, protupješačke mine mogu biti nevidljive za te detektore kad je eksploziv smješten u plastičnu kutiju. (Knapp, 2008.).

Bold (2015.), navodi da se u svijetu u razdoblju od 2009. do 2013. trošilo najmanje 450 milijuna američkih dolara godišnje na razminiranje, pri čemu je godišnje očišćeno 200 km<sup>2</sup> miniranog zemljišta i uklonjeno 300 000 protupješačkih mina i 20 000 protutenkovskih mina.

Mikulić (1999.), na temelju rezultata testiranja gusjeničnog stroja za humanitarno razminiranje Mine-Guzzler provedenog u Švedskoj prema kriterijima Hrvatskog centra za razminiranje, zaključuje da stroj za razminiranje uklanja minske opasnosti bez ljudskog rizika, da mehanizacija mora preuzeti primarnu ulogu u razminiranju Republike Hrvatske i da se može razviti i proizvoditi u domaćim uvjetima. Isti autor (2008.) navodi: „Prirodno je da se zapitamo u kojoj mjeri se strojevi mogu koristiti u humanitarnom razminiranju, imajući na umu pitanje cijene, kapaciteta i nepotrebnog gubitka života. Odgovor je izuzetno važan. Ovdje se govori o doprinosu strojnog razminiranja u Republici Hrvatskoj. Nakon rata oko 10% površine Republike Hrvatske proglašeno je područjem zagađenom minama. Godine 2005. postotak strojnog razminiranja u Hrvatskoj iznosio je vrlo visokih 85% obrađenog područja, pri čemu nije bilo žrtava. To ukazuje na činjenicu da postoji malen postotak minski sumnjive površine na kojemu se strojevi ne mogu koristiti. Ta područja nisu bila prikladna za strojno razminiranje (kamenita područja, tlo niskih nosivih karakteristika poput močvare, šumovitih predjela, itd.). Strojevi su pridonijeli povećanju kapaciteta, poboljšanju sigurnosti i kvalitete rada, kao i smanjenju cijene razminiranja. To je posljedica razumijevanja njihove uloge i razvoja za stvarne uvjete razminiranja.“

### **Primjena strojeva za razminiranje**

Strojno razminiranje se izvodi samo s testiranim strojevima u kombinaciji s ostalim metodama razminiranja. Prednosti strojnog razminiranja se vide najprije u otklanjanju rizika za pirotehničare i smanjenju njihova broja. Stalan napredak u strojnoj tehnologiji, što se tiče sigurnosti rada i veće učinkovitosti u čišćenju najmanjih ostataka mina, osigurava budućnost tehnologije za razminiranje. Postavljaju se strogi zahtjevi povećanja učinkovitosti i ekonomičnosti strojeva. Koriste se nova rješenja uređaja za razminiranje koja se testiraju. Takvi uređaji uključuju moderne mlatilice i sitnilice kao osnovne uređaje u humanitarnom minskom čišćenju. Tvrtke za razminiranje preferiraju mlatilice, kao jednostavnije i jeftinije rješenje, zbog toga što su učinkovitije i osiguravaju veću dobit (Mikulić, 2008.)

Jedna od posljedica Domovinskog rata je i golemi broj mina koje su postavljene diljem Hrvatske. Minama zagađene površine stanovnicima tih područja čine život teškim i rizičnim. Najveća opasnost kojoj su ljudi izloženi je mogućnost aktiviranja mine i sve strašne posljedice koje iz toga proizlaze. Svjedoci smo kako svako malo netko strada u minskom polju. Lovci, šetači, poljoprivrednici koji obrađuju svoja polja, djeca koja se igraju pokraj kuća. Lista ugroženih je prevelika. Druga je posljedica nemogućnost ozbiljne gospodarske djelatnosti na minama zagađenom području. Polja se ne obrađuju, šumski kompleksi se ne održavaju i sijeku, turizam i mine teško idu zajedno. Svi ti problemi tjeraju na što žurnije i učinkovitije razminiranje. Mine, tu izravnu životnu opasnost za ljude treba ukloniti, a površine očistiti i dovesti u stanje ekonomske iskoristivosti. Kao jedan od učinkovitih i brzih načina razminiranja nametnuo se strojni pristup. Primjena strojeva za razminiranje ima nekoliko prednosti, ponajprije stoga što je osoblje koje provodi razminiranje sigurnije. Druga važna prednost je povećana brzina razminiranja te mehanizacija posla koja u konačnici rezultira i nižom cijenom po jedinici razminirane površine (<http://www.v2.hrvatski-vojn timer.hr/hrvatski-vojn timer/0352005/rmka.asp>)

Suočivši se s potrebom brzog, sigurnog i jeftinog čišćenja od mina zaostalih nakon Domovinskog rata, domaći su se stručnjaci okrenuli razvoju vlastitih rješenja strojeva za razminiranje prilagođenih hrvatskim potrebama. Proučavanje stranih rješenja upozorilo je na mnoštvo problema pred kojima se nalaze konstruktori takvih strojeva. Mnoga su rješenja bila dobra na papiru, ali su u sukobu sa stvarnošću jednostavno pokleknula. Shvativši kako je tu potreban nov i originalan pristup, hrvatski su se stručnjaci okrenuli domaćoj pameti i domaćem razvoju. Uzimajući u obzir sve teškoće rada na području zagađenom minama razvijena je i obitelj strojeva za razminiranje MV. Stručnjaci tvrtke DOK-ING, u kojoj je nastala serija strojeva MV, vrijedno su radili, usavršavajući i poboljšavajući svaku novu inačicu stroja. Isprepletanje teorije i prakse, naime mogli su ideje provjeriti odmah, zamalo "u dvorištu", urodilo je stvaranjem strojnog razminiranja kao novog tehnološkog procesa razminiranja. Takav je pristup, uz mogućnost trenutačne provjere na stvarnim minskim poljima, kojima na žalost obilujemo, stvorio prepoznatljiv i kvalitetan proizvod koji je u svjetskom vrhu, a takav rezultat je morao privući pozornost stranih kupaca. Strojevi MV su dosad prodani naručiteljima iz Švicarske, Norveške, Švedske i Irske, a postoji interes i iz nekih drugih država. Uz njih, strojeve rabe i domaće tvrtke za razminiranje te inženjerija OSRH (<http://www.v2.hrvatski-vojn timer.hr/hrvatski-vojn timer/0172005/afgan.asp>).

### 3. MATERIJAL I METODE

U svrhu izrade specijalističkog diplomskog rada provedeno je više testiranja i kompariranja tehnika humanitarnog i vojnog razminiranja. Provedena je obvezna edukacija o MES-u i NUS-u kako bi znali ispravno postupati s istima. Provedena je edukacija o: MES-u, postavljanju mina, otkrivanju MES-a, označavanju miniranog i minski sumnjivog područja, izrada zemljovida s točnim položajima miniranih i minsko sumnjivih površina, razminiranje, kontrola razminiranog područja, postupanje i uništavanje MES-a i NUS-a. Takvim načinom obučavanja i edukacije stječu se osnovna znanja i vještine koje su neophodne za pravilan rad i postupanje s MES-om i NUS-om, kako bi se izbjegla stradanja ljudi, budući da se radi o osjetljivim i ubojitim sredstvima. Samo dobro obučena i educirana osoba smije raditi na poslovima humanitarnog i vojnog razminiranja.



Slika 1. Rad u minskom polju

Izvor: <http://www.poslovni.hr/tag/hrvatski-centar-za-razminiranje-hcr-226>

Nakon provedene osnovne obuke i edukacije o MES-u i NUS-u, provođena su testiranja i edukacija u humanitarnom i vojnom razminiranju upotrebom strojeva i mehanizacije za razminiranje. Obzirom da strojevi i mehanizacija koja sudjeluje u razminiranju moraju proći redovno godišnje testiranje kako bi dobili godišnji certifikat za rad (*Zakon o humanitarnom razminiranju, NN153/05, 63/07*), na testnom poligonu izvršena je

komparacija strojeva i mehanizacije za razminiranje. Na testnom poligonu korištene su sve vrste strojeva (laki, srednji i teški) od više proizvođača. Metode koje su korištene u istraživanju su: metode prikupljanja i obrade podataka, komparativna metoda, metoda analize i sinteze te metoda prezentiranja dobivenih rezultata pomoću tablica i dijagrama. Komparativna metoda korištena je kod analize podataka vezanih za problematiku razminiranja teritorija RH. Komparativnom metodom uspoređuje se mehanizacija koja se koristi u humanitarnom razminiranju te se analizira njen učinak. Značajnost razlika u učinku strojeva u različitim uvjetima i na različitim terenima utvrđena je pomoću t-testa korištenjem statističkog programskog paketa u MS Excelu. Na osnovu dobivenih rezultata izračunavaju se i troškovi razminiranja po jedinici površine. Mehanizacija se testira po nekoliko parametara: dubina obrade tla, gustoća obrade tla te učinak stroja pri postignutoj dubini obrade tla. Na osnovi dobivenih rezultata testiranja izvršena je procjena učinkovitosti te radnih karakteristika pojedinih strojeva i mehanizacije za provedbu razminiranja. Provedeno je vrednovanje učinka strojeva i mehanizacije na temelju: učinkovitosti i postotka uništenja mina, brzine rada, sigurnosti u radu, jednostavnosti rukovanja i upravljanja te otpornosti na utjecaj eksplozije MES-a.

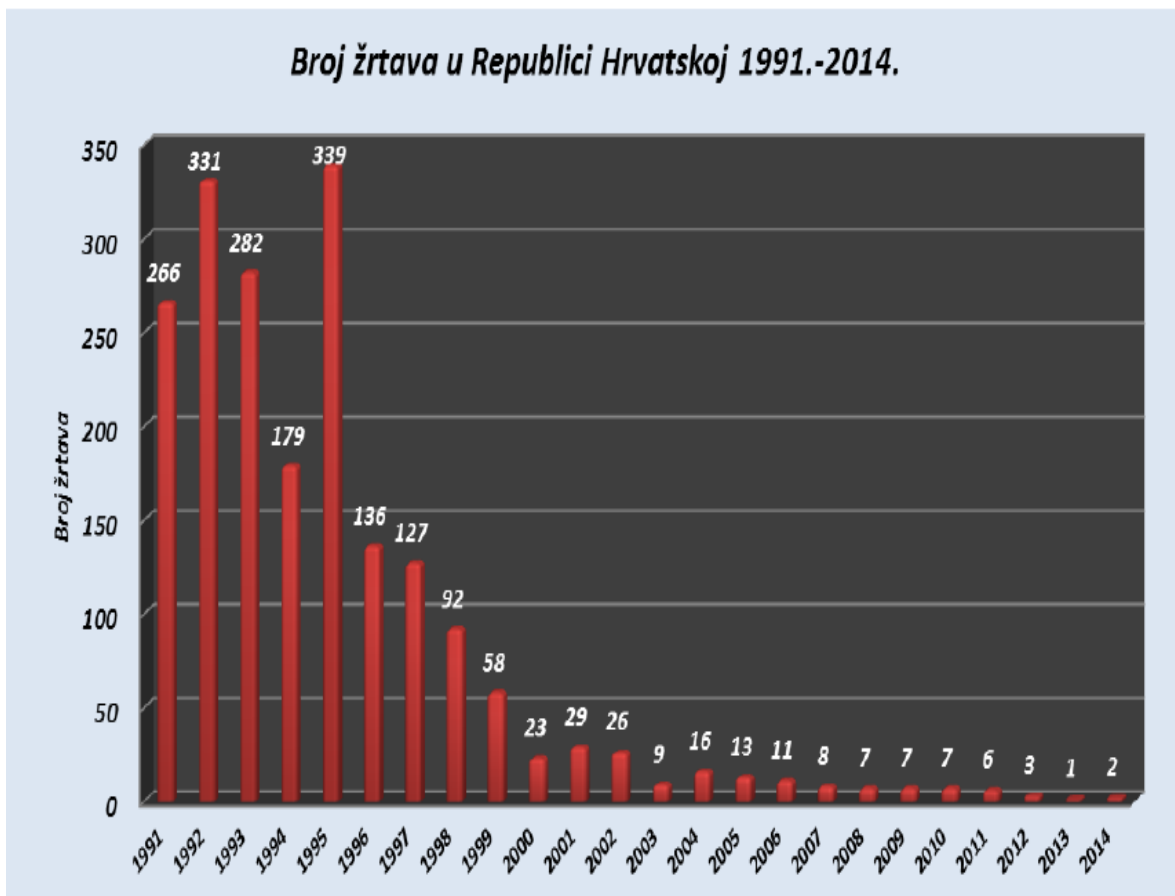
## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Republika Hrvatska se već početkom ratnih operacija na svom području suočila s problemom mina kao jednom od najtežih posljedica ratnih događanja vođenih na ovim prostorima. Republika Hrvatska svrstava se u red mnogobrojnih zemalja širom svijeta s zagađenosti životnog prostora minama i neeksplozivnim ubojnim sredstvima. Zagađenost minama u Republici Hrvatskoj uzrokuje cijeli niz gospodarskih, razvojnih, ekoloških i socijalnih poremećaja, te poglavito sigurnosnih problema stanovništvu na prostorima koji su bili u područjima ratnih djelovanja. Velike poljoprivredne površine, šumski kompleksi, granični pojasevi i dijelovi obala rijeka su i danas nedostupni zbog miniranosti ili sumnje u njihovu miniranost. Zbog situacije koja je posljedica ratnih djelovanja, a u svrhu normalizacije života pristupa se sveobuhvatnoj akciji čišćenja i razminiranja minama zagađenog područja RH. Sam način razminiranja reguliran je nizom zakonskih akata (*Zakon o humanitarnom razminiranju*, NN 153/05, 63/07), a definiran godišnjim planovima za provedbu. Glavni nositelj svih aktivnosti je Hrvatski centar za razminiranje (HCR). HCR izrađuje godišnji plan razminiranja te se određuju prioriteti i dinamika razminiranja. Dinamika i opseg razminiranja najčešće je uvjetovan količinom financijskih sredstava. Izvori financiranja su uglavnom proračunska sredstva, sredstva iz raznih fondova Europske Unije te donacijska sredstva. Iako se radi o značajnim financijskim sredstvima, posao humanitarnog razminiranja je dug i mukotrpan posao koji zahtijeva puno vremena i novca, a pretpostavlja se da bi teritorij RH trebao biti u potpunosti razminiran do 2019.godine.

### 4. 1. Uloga i značaj humanitarnog razminiranja

Humanitarno razminiranje ima veliki značaj, kako u ekonomskom, tako i u psihosocijalnom pogledu. Razminiranjem poljoprivrednih površina zemljištu vraćamo proizvodna svojstva, a stanovništvu koje živi u neposrednoj blizini omogućavamo siguran život i slobodno kretanje. Na minski sumnjivom prostoru u Republici Hrvatskoj koji se prostire u 10 županija, odnosno 111 gradova i općina, neposredno je od minske opasnosti ugroženo 921.253 stanovnika, što čini 20,8% ukupnog stanovništva Republike Hrvatske (<https://www.hcr.hr/hr/minSituac.asp>). Navedeni pokazatelji nedvosmisleno ukazuju na opasnost kojoj je dnevno izložen velik broj stanovnika Republike Hrvatske te istovremeno utvrđuju jedan od najznačajnijih prioriteta protuminskog djelovanja u periodu do 2019.

godine. U vremenu od 1991. do danas u Republici Hrvatskoj od MES-a i NUS-a ukupno je stradalo 1975 osoba, od čega 509 smrtno stradalih osoba. Zbog svega navedenog uviđamo važnost žurnog razminiranja miniranih poljoprivrednih i drugih površina u RH.



Graf 1. Prikaz broja stradalih u razdoblju 1991.-2014.

Izvor: Podaci HCR

U dosadašnjem razdoblju prioriteti razminiranja su bili obnova kuća, prometne i komunalne infrastrukture na nacionalnoj razini. Najveći problem za gospodarstvo su minirano poljoprivredno zemljište, oranice i šumske površine. Veliki dio oranica na minski sumnjivom području je u vlasništvu države, pa se programom raspolaganja državnog zemljišta želi unaprijediti poljoprivredna proizvodnja i iskoristiti programi Europske komisije te izvršiti razminiranje istih sredstvima dobivenim od Europske Unije. Drugi problem predstavlja obnova lokalne infrastrukture, posebice kanalske mreže III i IV reda. Miniranost kanala za melioraciju i odvodnju te nemogućnost njihovog održavanja, uvjetuje zarašćivanje kanala, a posljedica je plavljenje oranica. Taj problem je najizraženiji na prostoru uz hrvatsko-mađarsku granicu. Uz kanale, dijelovi obala rijeka, Kupe u

Karlovačkoj i Sisačko-moslavačkoj, Save u Brodsko-posavskoj i Vukovarsko-srijemskoj, te Drave u Osječko-baranjskoj županiji, su nedostupni zbog minske zagađenosti i onemogućena je provedba zaštite od poplave. Jedan od prioriteta na početku procesa razminiranja bio je stvoriti uvjete za siguran boravak turista u Republici Hrvatskoj. Tako su u tu svrhu razminirani prostori uz turističke prometnice te je minski sumnjivi prostor odmaknut od istih, što je omogućilo siguran dolazak turista na željena odredišta. Također su razminirani dijelovi nacionalnih parkova i parkova prirode. Problem s kojim se sada suočavaju pogotovo kontinentalne županije je minski sumnjivi prostor koji je prije rata korišten za lovni turizam, što je bio značajan izvor prihoda za pojedine gradove i općine. Razvojem prometne infrastrukture, poglavito autocesta, jača i gospodarstvo, te županije kroz koje prolazi autocesta Zagreb-Dubrovnik otvaraju poslovne zone uz istu. Razminiranje preostalog prostora koji će se koristiti za poslovne zone jedan je od glavnih prioriteta u tim županijama. Sukladno gore navedenom, HCR je, u suradnji s resornim ministarstvima, državnim agencijama i pravnim osobama kojima minska zagađenost površina i/ili objekata u vlasništvu otežava poslovanje, izradio kriterije za određivanje prioriteta u razminiranju za područja koja su važna sa sigurnosnog, socio-ekonomskog i ekološkog aspekta (grupe prioriteta). Kriteriji za izradu prioriteta su pomoć lokalnoj i regionalnoj samoupravi za izradu prijedloga (prioriteta) za humanitarno razminiranje, odnosno godišnja planiranja. U razdoblju od 2009. do 2019. godine aktivnostima razminiranja i redukcije planira se razminirati i reducirati 756,5 km<sup>2</sup> minski sumnjivog prostora. Najveće aktivnosti se planiraju u razdoblju od 2012. do 2015. godine. Nacionalni program protuminskog djelovanja Republike Hrvatske trebati će osigurati oko 2.060 milijuna kuna. Da bi se ostvarili planirani ciljevi potrebno je povećati broj pirotehničara počevši od 2010. godine. Najveće povećanje broja pirotehničara očekuje se u 2012. godini. Najveći broj pirotehničara očekuje se u 2013. godini. Od 2015. godine broj pirotehničara će se postupno smanjivati. U istom razdoblju neće biti potrebe za povećanjem broja strojeva za razminiranje i pasa za otkrivanje MES-a i NUS-a i taj trend nastaviti će se do 2019. godine(<ps://wwhttpw.hcr.hr/pdf/Strategija%20hrv.pdf>)

Tablica 1. Veličina i raspored površina zagađenih MES-om i NUS-om po županijama

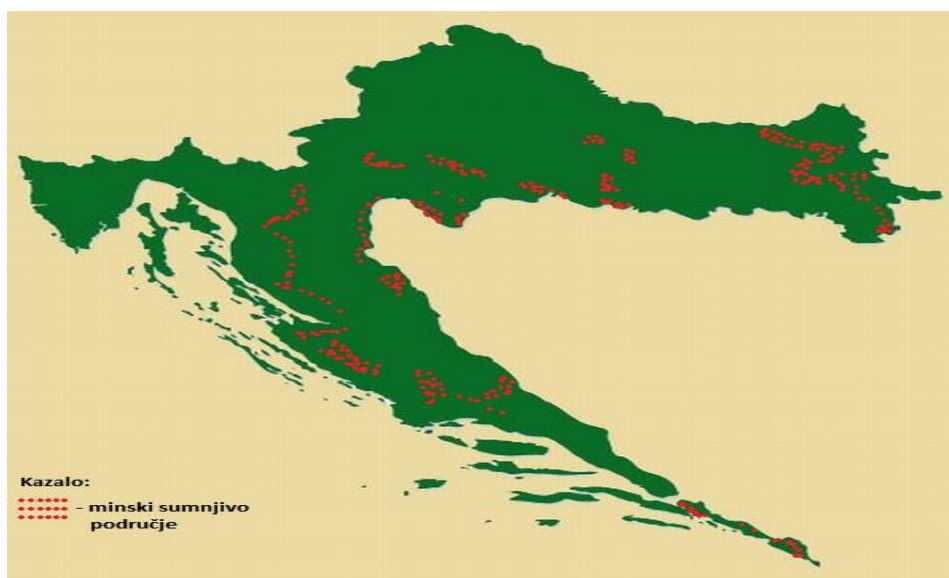
Red.br.	Županija	Površina	Stanovnici	Stanovnici/km <sup>2</sup>	Zagađenost MES-om i NUS-om
		km <sup>2</sup>	Broj	Broj	km <sup>2</sup>
1.	Brodsko-posavska	2.030	158.575	78	9,6
2.	Karlovačka	3.626	128.899	36	59,3
3.	Ličko-senjska	5.353	50.927	10	143,0
4.	Osječko-baranjska	4.155	305.032	73	73,6
5.	Požeško-slavonska	1.823	78.034	43	32,4
6.	Sisačko-moslavačka	4.540	172.439	39	96,4
7.	Splitsko-dalmatinska	4.468	454.789	100	24,5
8.	Šibensko-kninska	2.984	109.375	37	30,8
9.	Vukovarsko-srijemska	2.454	179.521	73	14,6
10.	Zadarska	3.646	170.017	47	45,9
Ukupno:		35.079	1.807.608		530,2

Izvor: Podaci HCR; 2015.

Eksplozivne naprave, odnosno minsko eksplozivna sredstva, masovno su se počele upotrebljavati u razdoblju hladnog rata na ratištima Koreje, Vijetnama, Angole i mnogima drugima. Zbog relativno niske proizvodne cijene, jednostavne konstrukcije, velikog



psihološkog djelovanja na protivnika te relativno teškog otkrivanja sve veća je upotreba minsko-eksplozivnih sredstava na ratom zahvaćenim područjima. Takva područja zagađena minsko-eksplozivnim sredstvima završetkom ratnih sukoba ostaju opasna minirana i minski sumnjiva područja gdje je bez provedbe humanitarnog razminiranja gotovo nemoguće uspostaviti i normalizirati civilni život. Zbog svega navedenog uviđamo ulogu i značaj provedbe humanitarnog razminiranja na cjelokupnom teritoriju RH, kako iz ekonomskog, tako i iz psiho- socijalnog aspekta.



Slika 2. Minski sumnjivo područje u RH

Izvor: [www.istrazivac.hr](http://www.istrazivac.hr)

#### 4.2. Primjena mehanizacije u humanitarnom razminiranju

Primjena mehanizacije u humanitarnom razminiranju bitna je iz više razloga. Osnovni razlog zašto upotrebljavamo mehanizaciju je sigurnosne prirode. Razminiranje upotrebom strojeva i mehanizacije puno je sigurnije za neposredne provoditelje. U prilog tome govori podatak da niti jedan pirotehničar nije stradao prilikom izvođenja strojnog razminiranja. Drugi razlog je ekonomske prirode. Gdje god je to moguće, primjenjivati ćemo strojno razminiranje jer je puno brže, efikasnije i jeftinije od ručnog razminiranja. Strojno razminiranje se izvodi samo s testiranim strojevima u kombinaciji s ostalim metodama razminiranja. Prednosti strojnog razminiranja se vide najprije u otklanjanju rizika za pirotehničare i smanjenju njihova broja. Stalan napredak u strojnoj tehnologiji, što se tiče

sigurnosti rada i veće učinkovitosti u čišćenju najmanjih ostataka mina, osigurava budućnost tehnologije za razminiranje. Postavljaju se strogi zahtjevi povećanja učinkovitosti i ekonomičnosti strojeva. Koriste se nova rješenja uređaja za razminiranje koja se testiraju. Takvi uređaji uključuju moderne mlatilice i sitnilice kao osnovne uređaje u humanitarnom minskom čišćenju. Tvrtke za razminiranje preferiraju mlatilice, kao jednostavnije i jeftinije rješenje, zbog toga što su učinkovitije i osiguravaju veću dobit (Mikulić, 2008.).



Slika 3. Razminiranje na kraškom terenu

*Izvor: arhiva slika HCR*

U odnosu na ručno razminiranje, strojno razminiranje značajno skraćuje vrijeme potrebno za razminiranje. Veća radna efikasnost stroja smanjuje prijetnju od mina, ali povećava nabavne troškove za strojeve za razminiranje i ostalu mehanizaciju. Međutim, zbog značajno skraćenog vremena za razminiranje, povećane sigurnosti pirotehničara i amortizacije opreme, korištenje mehanizacije smanjuje ukupni trošak razminiranja. Sama učinkovitost kod strojnog razminiranja kreće se do visokih 99.6%, a taj postotak je praktički nemoguće ostvariti ručnim razminiranjem (Mikulić, 2008.). Mehanizacija za razminiranje do punog izražaja dolazi baš prilikom razminiranja poljoprivrednih površina. To su relativno ravne površine s manjim raslinjem. Sama struktura tla omogućuje primjenu raznih tipova radnih alata te relativno veliku dubinu obrade tla. Nakon takve mehaničke obrade tla te kontrole detektorom, sa sigurnošću možemo garantirati očišćenost od MES-a i NUS-a.



Slika 4. Razminiranje poljoprivrednih površina

Izvor: [www.lupiga.com](http://www.lupiga.com)

#### **4. 3. Podjela strojeva u humanitarnom razminiranju**

Zavisno o vrsti i konfiguraciji terena na kojem provodimo razminiranje, upotrebljavamo različite vrste strojeva za humanitarno razminiranje. Moderno strojno razminiranje dostiže visoki stupanj učinkovitosti razminiranja minskih polja, a samo razminiranje ima trend sve veće upotrebe mehanizacije. Sam način djelovanja strojeva je raznolik. Neki strojevi su konstruirani da koriste teške metalne ježeve ili diskove, drugi rotirajuće kugle i lance, a treći doslovno prekopavaju zemlju pod sobom. Mogu se upotrebljavati i plugovi posebno za vojnu namjenu. Strojeve za humanitarno razminiranje dijelimo na više skupina i to:

U odnosu na masu stroja:

- Laki strojevi za razminiranje
- Srednji strojevi za razminiranje
- Teški strojevi za razminiranje
- Pomoćni strojevi i mehanizacija

U odnosu na radni alat stroja:

- Mlatilice
- Freze (sitnilice)
- Skidač-rezač vegetacije
- Kombinacija alata
- Ostali

U odnosu na način vođenja stroja:

- Izravno upravljanje iz kabine stroja
- Uređajem na daljinsko vođenje
- Izravno upravljanje iz kabine i daljinsko vođenje
- Daljinsko vođenje s video nadzorom

U odnosu na obradu tla:

- Dubina obrade tla (200-300 mm)
- Gustoća obrade tla (broj udaraca po jedinici površine)
- Učinak stroja pri postignutoj dubini obrade tla (učinkovitost uništenja MES-a)

Sama radna učinkovitost stroja je oko 1000 puta veća od ljudske. Dnevni radni učinak stroja iznosi oko 20 000 m<sup>2</sup> ili 2 hektara, a čovjeka oko 20 m<sup>2</sup>. Strojevi znatno povećavaju brzinu čišćenja te smanjuju trošak do 50 % (Mikulić, 1999.).

#### **4. 3. 1. Laki strojevi za razminiranje**

Laki strojevi za razminiranje, imaju masu do 5 t te nešto slabije motore. Najčešće su na gusjenicama, imaju veliku prohodnost, a namijenjeni su za razminiranje zemljišta od protupješačkih mina i minsko-eksplozivnih naprava koje sadrže do 0,5 kg eksploziva. Prije uporabe takvog stroja potrebno je provjeriti da teren nije miniran protuoklopnim minama. Laki strojevi su jako pokretljivi te imaju veliku prohodnost i mogućnost savladavanja velikih nagiba. Zbog takvih karakteristika upotrebljavaju se na svim vrstama zemljišta. Upravljanje se vrši daljinskim vođenjem jer bi čovjek koji bi upravljao takvim strojem bio izložen životnoj opasnosti. Laki strojevi odlikuju se visokom učinkovitošću te dnevno mogu razminirati oko 2 500-3 500 m<sup>2</sup>.



Slika 5. MV-4 Laki stroj za razminiranje

Izvor: [www.cro-ponuda.eu](http://www.cro-ponuda.eu)

Laki MV-4 sustav za razminiranje, daljinski je upravljani stroj dizajniran za čišćenje svih vrsta protupješačkih mina i NUS-a. Zbog svojih malih dimenzija i upravljivosti, pogodan je za razminiranje okućnica, voćnjaka, šumskih putova, riječnih obala i drugih vrsta terena koji su nedostupni većim strojevima. Različiti radni alati za razminiranje i obradu tla uništiti će čak i najmanje protupješačke mine. Stroj daljinski kontrolira čovjek iz oklopnog vozila ili sa sigurne udaljenosti. Laki strojni MV-4 sustav prvenstveno je namijenjen za uništenje protupješačkih mina, ali uvijek postoji mogućnost susreta sa protutenkovskim minama tijekom rada. Iako spada u kategoriju lakih strojeva za razminiranje, MV-4 posjeduje sposobnost da izdrži detonaciju protutenkovskih mina. Strojem daljinski upravlja operator s udaljenosti do 2000 m. MV-4 sustav zadovoljava sve kriterije sigurnosti osoblja. U više od 15 godina rada nije zabilježeno stradanje neposrednih rukovatelja strojem. Produktivnost odlikuje vrlo dobra upravljivost, velike snage motora i nisko težište stroja, što omogućuje MV-4 sustavu rad tijekom cijele godine u gotovo svim uvjetima. Na ravnim i čistim terenima produktivnost ide do 2200 m<sup>2</sup> po satu. MV-4 pokreće šest cilindrični turbo-diesel motor marke Perkins 1106C-E60 TA, snage 129 kW. Radni alat koji koristi za razminiranje je mlatilica širine obrade 1725 mm, a dubina obrade, zavisno o tlu, iznosi do 25 cm. Broj rotirajućih čekića je 34. Zbog zaštite čeličnim pločama

HARDOX, MV-4 otporan je na detonacije mina. Stroj je u mogućnosti proći kroz jarak širine 50 cm i 30 cm dubine te savladavati vertikalne prepreke oko 30 cm visine. Osim toga, u mogućnosti je obaviti samo-oporavak od nagiba jarka / kanala pomoću svoje hidrauličke ruke. MV-4 može voziti i raditi na vrlo nagnutom terenu. Savladava poprečne nagibe od 35 ° te uzdužne nagibe od 45 °. MV-4 može savladati vodenu zapreku dubine od 45 cm bez posebne radnje poduzete od strane operatora te izvršiti okretanje od 360 ° u mjestu. Zbog svog niskog profila, MV-4 otporan je na fragmentarna oštećenja, a većina popravaka može se provesti od strane operatora i mehaničara na terenu. Sve sekcije koje su oštećene eksplozijama mogu se lako zamijeniti.

#### **4. 3. 2. Srednji strojevi za razminiranje**

Srednji strojevi za razminiranje imaju masu od 5-20 t te puno jače motore nego laki strojevi. Zbog slične konstrukcije kao i laki strojevi, odlikuju se visokom pokretljivošću na svim vrstama terena. Upravljanje može biti iz kabine (čovjek), ali i upravljanje daljinskim vođenjem. Namijenjeni su za mehaničku obradu ravnih i blago brežuljkastih terena. Kao radni alat koriste mlatilice i freze. Zbog veće mase i robusnosti otporniji su na djelovanje protuoklopnih mina. Stroj se odlikuje visokom učinkovitošću s mogućnošću dnevnog razminiranja do 7 500 m<sup>2</sup>.



Slika 6. Srednji stroj RM KA

Izvor: [http://dds.hr/razminirac\\_1.html](http://dds.hr/razminirac_1.html)

Brojnim se svjetskim proizvođačima strojeva za razminiranje priključila itvrtka "Đuro Đaković - Specijalna vozila" (ĐĐSV) srednjim strojem za razminiranje RM KA 02. ĐĐSV ima dugogodišnje iskustvo u konstruiranju i proizvodnji specijalnih vozila koje jamči stručan i učinkovit pristup. Proučivši stanje i potrebe u procesu strojnog razminiranja, tvrtka je konstruirala srednji stroj za razminiranje s radnim alatom tipa mlatilice. Ideja kojom se vodio ĐĐSV bila je konstruirati stroj koji će pomiriti razlike između velikih i malih strojeva te razviti stroj srednje veličine i nastojati zadržati sve dobre strane obje kategorije strojeva. U definiranju polaznih elemenata primijenjena su iskustva korisnika, njihovi zahtjevi te dostupni podaci o ponašanju drugih strojeva u uporabi. Stroj za razminiranje RM-KA-02 je razvijen i proizveden u ĐĐ Specijalna vozila d.d. tijekom 2003. godine, a osnova za njegov razvoj bio je prethodno proizvedeni stroj RM-KA-01. Polazni zahtjevi postavljeni pred konstruktore bili su da osnovni alat treba biti mlatilica, što će omogućiti primjenu stroja i na kamenitom terenu. Brzina okretanja vratila mlatilice treba biti oko 500 do 600 o/min uz radnu brzinu kretanja od 0,3 - 1 km/h, kako bi se smanjila mogućnost "preskakanja" ili nepokrivanja površine koja se obrađuje. Stroj mora biti pogodan za rad i na teškom zemljištu, obraslom vegetacijom, bez posebnih ograničenja dubina obrade tla i to minimalno 20 cm u III i IV kategoriji zemljišta. Važno je i da stroj bude kompaktan, malih dimenzija i pokretljiv, a pritom robustan i otporan na mehanička oštećenja. Motor mora dati dovoljno snage za rad mlatilice. Kako bi se sve to postiglo, treba ugraditi pouzdane komponente kako bi stroj mogao raditi najmanje 8 - 10 sati dnevno i time omogućiti rad u dvije smjene. Mora raditi u otežanim uvjetima, kao što su visoke temperature i mnogo prašine. Stroj naravno treba biti zaštićen od djelovanja eksplozivnih naprava, protupješačkih i protuoklopnih mina. Treba ga uskladiti s IMAS 09.10 - Specifikacija kvalitete očišćenosti. Predviđena masa srednjeg stroja je 12,5 tona. Rezultat tih zahtjeva je izrada srednjeg stroja za razminiranje RM-KA-02 koji zadovoljava nacrt međunarodnih specifikacija za testiranje i evaluaciju - CEN WS 12. Stroj je prošao testiranja i certificiranje CROMAC-a (Croatian Mine Action Centre) za protupješačke i protuoklopne mine. Testiran je u Hrvatskoj na raznim terenima, od slavonskih ravnica pa do kamenjara dalmatinskog zaleđa. Prošao je i testiranja u švedskom središtu za razminiranje SWEDEC te kanadskom središtu za razminiranje CCMAT. Strojem se upravlja daljinski, na udaljenosti većoj od 700 m, čime se znatno umanjuje opasnost za ljude. Izveden je na gusjeničnom podvozju, mase je 14,5 tona. Napravljen je od oklopnih čeličnih ploča ARMOX, debljine 10 mm. Svi vitalni dijelovi su posebno zaštićeni. Pogoni ga motor Cummins QSC 8.3 type 240, snage 179 kW pri 2200 okretaja u

minuti i maksimalnog okretnog momenta od 841 Nm pri 1600 o/min. Spremnik za gorivo prima 420 litara i omogućava rad od 10 sati neprekidno. Stroj je dugačak 5215 mm, širok 2500 mm i visok 1800 mm. Čisti područje širine 2000 mm. Mlatilica je promjera 900 mm i širine 2000 mm. Dubina čišćenja iznosi više od 200 mm. Radni alat se sastoji od 36 udarača, svaki mase 1 kg, pričvršćen za rotirajuću osovinu lancem dužine 400 mm. Brzina rotacije mlatilice iznosi 600 o/min, a može se okretati u oba smjera. Pokreću je dva hidraulička motora Rexroth radnog pritiska do najviše 250 bara. Spremnik za ulje ima zapreminu od 260 litara. Prostor oko mlatilice zaštićen je posebno dizajniranim zaštitnim pločama koje štite ostatak vozila u slučaju eksplozije. Mogu se jednostavno skinuti i postaviti pa je popravak moguć i u terenskim uvjetima. Umjesto mlatilice moguće je postaviti i razne druge alate. Tijekom sata rada može obraditi površinu od 1800 m<sup>2</sup>.

### **Tehnologija rada stroja za razminiranje RM KA 02**

Osovina mlatilice, pokretana hidrauličkim motorom, okreće se brzinom od 600 o/min. Na osovinu su posebnim, vrlo jakim lancima pričvršćeni udarači, ukupno 36. Udarači tijekom rada na sumnjivoj površini udaraju u površinu te lome i uništavaju ili aktiviraju mine svih tipova. Radna brzina stroja iznosi od 0,3 do 1,2 km/h što naravno ovisi o tipu terena. Ravna livada će se brže obrađivati od kamenjara obraslog makijom ili šumovitog predjela. Tijekom rada udarači će, zahvaljujući brižljivoj i promišljenoj konstrukciji optimalno pokriti teren i doslovno prekopati do dubine od 200 mm ili više. Iza stroja ostaje rahla, raskopana zemlja, gusto i temeljito obrađena. Nakon što stroj obradi teren obvezna je primjena druge metode deminerskog pregleda (ručna metoda, psi), kao kontrole učinkovitosti rada. Male dimenzije i jednostavna konstrukcija jamac su lakog održavanja stroja RM-KA-02. Troškovi operativne uporabe su prihvatljivi, a malene dimenzije omogućavaju prijevoz običnom prikolicom odgovarajuće nosivosti. Tvrtka ĐĐSV osigurava potporu kupcima, rezervne dijelove i tehničku potporu. Tvrtka je također spremna izvesti modifikacije i prilagodbe stroja, prema željama i potrebama kupca.

### **4. 3. 3. Teški strojevi za razminiranje**

Teški strojevi imaju masu veću od 20 tona i snažne motore. Pokreću se na gusjenicama (povećana mobilnost na teškim i vlažnim terenima). Upravljanje je moguće iz kabine (čovjek), ali i daljinskim vođenjem. Teški strojevi prvenstveno su namijenjeni za razminiranje područja miniranih protuoklopnim minama koje sadrže velike količine eksploziva. Oklopna zaštita stroja i kabine izrađena je od višeslojnih materijala koji štite



rukovatelja stroja od aktivacija protuoklopnih mina. Za radni alat koriste se mlatilice i freze. Namijenjeni su za razminiranje velikih ravnih površina. Zbog velike mase, ova vrsta strojeva ne odlikuje se velikom mobilnošću te zahtijeva veće zahvate prilikom premještanja. Stroj se odlikuje visokom učinkovitošću, s mogućnošću dnevnog razminiranja od 6 000-25 000 m<sup>2</sup>



Slika 7. Teški stroj ORACLE

Izvor: <http://www.ctro.hr/hr/ispiticanje-i-certifikacija/strojevi/teski-strojevi/oracle>

Stroj za humanitarno razminiranje ORACLE sastoji se od osnovnog stroja i prikolice. Osnovni stroj je oklopni gusjenični utovarivač Caterpillar 973 TTL MCAP na kojem je, umjesto utovarne lopate, postavljen radni uređaj -freza za razminiranje. Drugi dio je vučena gusjenična prikolica na kojoj je ugrađen diesel-motor od 1000 KS koji služi za hidrauličko okretanje rotora freze na osnovnom stroju. Rotor freze je u stvari glodalo koje tijekom glodanja miniranog tla uništava protupješačke i protutenkovske mine, čime se u procesu razminiranja osigurava kakvoća čišćenja tla. Osnovni stroj ima pogonski diesel-motor snage 210 KS koji omogućava kretanje osnovnog stroja i vuču prikolice te dizanje i spuštanje rotora freze. Masa osnovnog stroja s radnim uređajem freze iznosi 35 t, a masa prikolice 18 t. Svi dijelovi stroja su zaštićeni pancirnim limom zbog zaštite od minskih krhotina. Strojem se upravlja iz kabine osnovnog stroja. Rotorfreze ima originalno oblikovane nosače zubi (tzv. Spitfirefreza), čija glava oblika "lavlje šape" nosi tri zuba s karbidnom oštricom za razbijanje mina u komadiće. Cijeli rotorfreze se sastoji od tri dijela; segmenta međusobno spojena vijcima, zbog lakše izradbe i popravka na terenu. Osnovne

značajke rotora su: promjer rotora 1200 mm, broj okretanja oko 200 min<sup>-1</sup>, dubina kopanja 20 (30 - 45) cm te širina čišćenja 3.20 m. Straga - duž rotora je postavljen rotorski nož za osiguranje čistoće tla od propusta mina. Moguća je brza zamjena rotora freze s dodatnom opremom za obavljanje pomoćnih poslova, pripreme terena za razminiranje, prilaznih putova, uklanjanja vegetacije i slično. To je slijedeća oprema: standardna utovarna lopata 2.6 m<sup>3</sup>, lopata za razaranje i rušenje, minske grablje, utovarne vilice i dozerski nož širine 3.66 m.

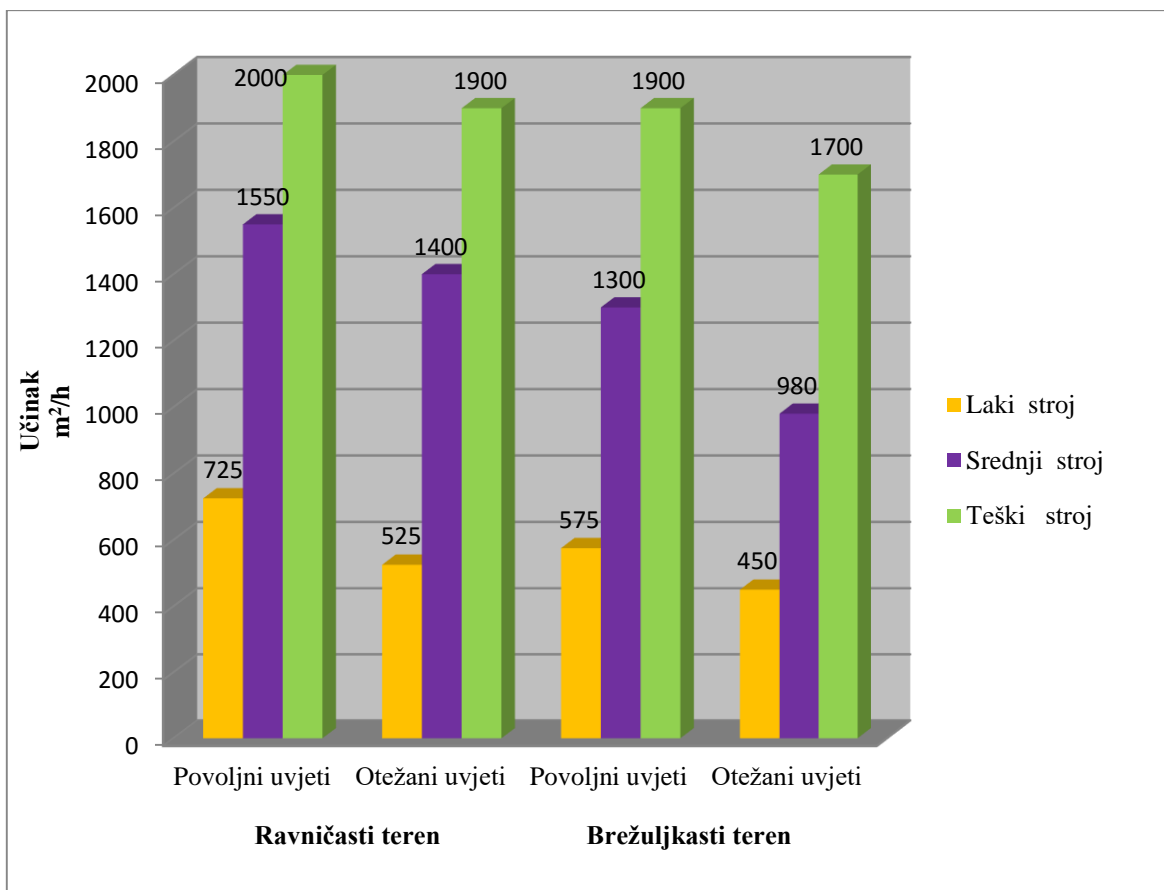
Temeljni zahtjevi koji su postavljeni pred razvoj stroja ORACLE:

- Mehaničko čišćenje zemljišta od svih vrsta ukopanih i površinskih mina od 100 posto, uglavnom zapuštenoga i neravnog poljoprivrednog zemljišta. Nakon čišćenja zemljište treba biti spremno za poljoprivredno korištenje, zasađivanje, pošumljivanje i slično.
- Modularni oblik radnog uređaja freze koji se može priključiti na građevinske strojeve tipa utovarivača. Tlo se kopa i usitnjava okretanjem rotora po načelu glodala. Pronađene mine se uništavaju drobljenjem ili detoniranjem. Glava alata za razbijanje mina treba imati standardne karbidne zube.
- Izdržljivost rotora freze na udar eksplozije dvije protutenkovske mine.
- Prohodnost i pokretljivost stroja u najtežim uvjetima kretanja. Specifični pritisak na podlogu oko 0.8 N/cm<sup>2</sup>. Radi povećanja prohodnosti stroj treba imati mogućnost opremanja širim gusjenicama.
- Radni učinak 0.5 ha/h, odnosno 3 ha/dan (30.000 m<sup>2</sup>/6h).
- Brzina rada 1 - 5 km/h, najmanja širina rada 3.20 m, osnovna dubina 20 (30) cm, najviše 45 cm - ovisno o uvjetima rada.
- Upravljanje s vozačem iz kabine stroja. Sigurno praćenje dubine kopanja tla.
- Vozač stroja mora biti zaštićen od udara minskih krhotina i buke (nadtlaka zraka). Stroj mora biti oklopom zaštićen sa svih strana od krhotina iznenadne eksplozije.

Za razminiranje na nekim zemljištima koristi se kombinacija raznih strojeva; npr. laki i srednji, srednji i teški. Takvo kombiniranje uporabe strojeva omogućava nam maksimalnu iskoristivost mogućnosti svih vrsta strojeva.

#### **4.4. Testiranje strojeva za razminiranje**

Sva mehanizacija i strojevi koji su bili na testiranju ispunili su uvjete za dobivanje ili produženje godišnjeg certifikata. Iako su svi strojevi ispunili zahtjeve, najveća efikasnost strojnog razminiranja ostvaruje se mlatilicama za razminiranje zbog velike gustoće obrade tla. Lake i srednje mlatilice imaju prednosti na vrlo zahtjevnim terenima, šumama i urbanom području. Konstrukcija takvih strojeva omogućava im visoku učinkovitost i sigurnost u radu. Doprinos strojnog razminiranja humanitarnom razminiranju u Republici Hrvatskoj najbolje se može prepoznati na temelju rezultata strojnog razminiranja. Strojno razminiranje preuzelo je primarnu ulogu u humanitarnom razminiranju. Bez stvarne mehaničke obrade tla praktički nema sigurnog razminiranja. Zbog toga se trenutno u Republici Hrvatskoj pomoću strojeva i mehanizacije razminira oko 85% svih miniranih površina. Mehaničko ili strojno razminiranje u zadnjih 20 godina bilježi veliki rast. Taj rast omogućen je velikim tehnološkim napretkom na polju robotike, daljinskog upravljanja te daljinskog upravljanja s video nadzorom. Takav sofisticiran način primjene tehnologije u razminiranju je relativno skup, ali strojevi se odlikuju visokom učinkovitošću te visokom razinom sigurnosti za neposredne rukovatelje. Republika Hrvatska je iz nužde postala jedan od najznačajnijih svjetskih proizvođača visoko sofisticiranih strojeva za humanitarno razminiranje. Posebno se to odnosi na DOK-ING i „Đuro Đaković“ specijalne strojeve i mehanizaciju za humanitarno razminiranje. Osim za vlastite potrebe, strojevi za razminiranje postali su važan izvozni proizvod Republike Hrvatske. Godišnje se na raznim svjetskim tržištima prodaje 50 do 60 tehnološki visoko sofisticiranih strojeva za razminiranje.



Graf 2. Učinak strojeva za razminiranje

Izvor: Podaci HCR

Grafikon prikazuje komparaciju između vrsta strojeva za razminiranje te njihovu učinkovitost po raznim vrstama terena u različitim uvjetima rada. Iz grafikona je vidljivo da učinkovitost strojeva za razminiranje raste s veličinom radnog stroja i povoljnijim radnim uvjetima. Testiranje razlika u učinku strojeva za razminiranje pomoću t-testa pokazalo je da su razlike u učinku s obzirom na konfiguraciju terena (ravničarski i brežuljkasti teren) statistički značajne uz razinu značajnosti  $P < 0,01$ , kao i s obzirom na radne uvjete (povoljni i otežani uvjeti) i na ravničarskom i brežuljkastom terenu ( $P < 0,05$ ).



Slika 8. Rad na testnom poligonu

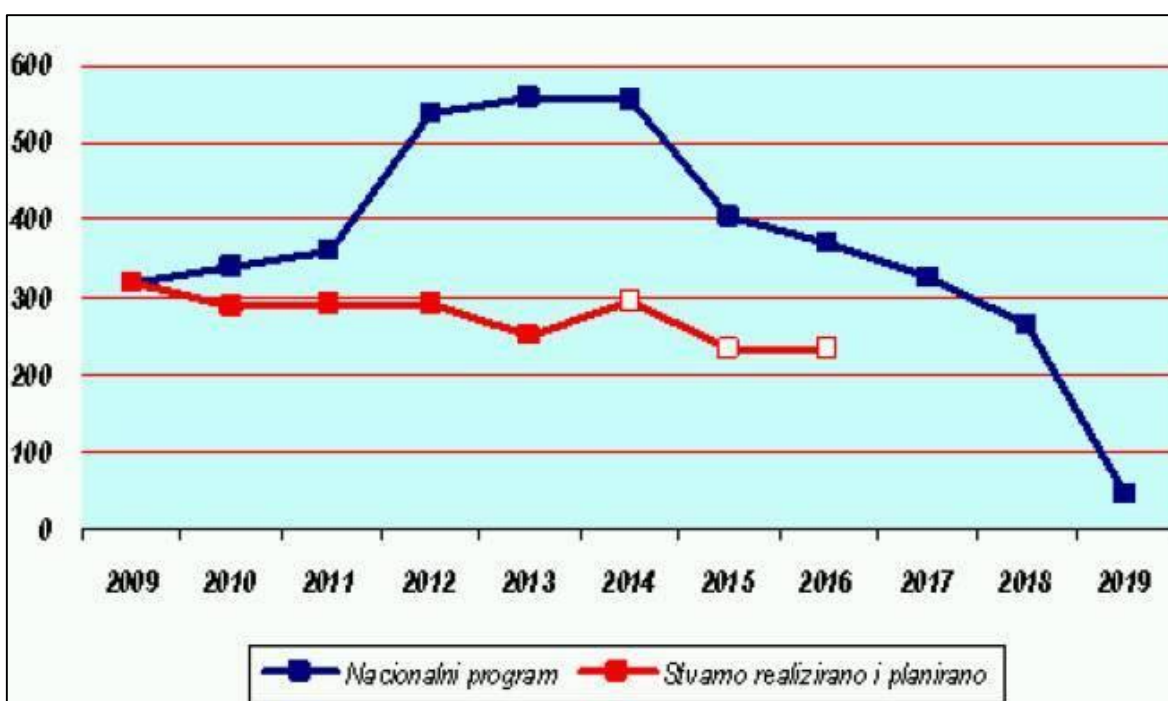
Izvor: <http://dds.hr/razminirac.html>

#### 4.5. Troškovi humanitarnog razminiranja po jedinici površine

Humanitarno razminiranje vrlo je dugotrajan i skup proces. Ako se mora provoditi ručno razminiranje, osim visoke cijene samo razminiranje jako dugo traje. Poslovi razminiranja u Republici Hrvatskoj obavljaju se na tržišnom principu, a ustupaju se pravnim osobama ovlaštenim za obavljanje poslova razminiranja, sukladno Zakonu o javnoj nabavi. (<https://www.hcr.hr/hr/kapaciteti.asp>).

Prosječna cijena razminiranja u Republici Hrvatskoj u 2014. godinu iznosila je 6.73Kn/m<sup>2</sup> bez PDV, odnosno 8.41Kn/m<sup>2</sup> sa PDV. Prosječna cijena razminiranja odnos je između razminirane površine i novca predviđenog za kalendarsku godinu. Prosječna cijena u najvećoj mjeri ovisi o vrsti razminiranja. Ako u kalendarskoj godini provodimo više ručnog razminiranja, cijena će biti viša, a ako provodimo više strojnog razminiranja, cijena će biti niža. Osim navedenih razloga, na visinu cijene razminiranja utječu: cijena rada,

cijena goriva, troškovi zaštitne opreme, cijena nabave i održavanja mehanizacije, transportni i manipulativni troškovi, troškovi prehrane, smještaja (ljudstvo i tehnika) i drugi troškovi. Značajan udio u troškovima provedbe humanitarnog razminiranja otpada na samu provedbu kontrole i inspekcije provedenog razminiranja. Kako navodi Gasser (2015.), savjetnik Međunarodnog centra za humanitarno razminiranje u Ženevi (GICHD), studija iz 2012. utvrdila je da se na svakih milijun dolara uloženi u inspeksijski nadzor provedenog razminiranja pronađe jedna neotkrivena i neeksplozivna mina. HCR je donio „Nacionalni program protuminskog djelovanja RH“ iz kojega je vidljiv omjer planiranih i provedenih financijskih aktivnosti. Taj podatak je objavljen u američkom časopisu *The Journal of ERW and mine action*, July 2015, Issue 19.2



Graf 3. Usporedba Nacionalnim Programom utvrđenih financijskih sredstava sa ostvarenjem u razdoblju 2009.-2015. godine

Izvor: [www.lupiga.com](http://www.lupiga.com)

Za donošenje godišnjeg plana razminiranja, ali i financijskog plana za tekuću godinu odgovoran je HCR. Nakon završene kalendarske godine HCR izrađuje financijsko izvješće iz kojega je vidljivo koliko je financijskih sredstava utrošeno i koji su planovi realizirani.

Tablica 2. Pregled sredstava za protuminsko djelovanje iz Državnog proračuna za 2015.

Aktivnost	OPIS	Planirana novčana sredstva (Kn) za 2015.
40	MINISTARSTVO UNUTARNJIH POSLOVA	217.836.300,00
4035	Hrvatski centar za razminiranje	217.836.300,00
A672032	UPRAVLJANJE I ADMINISTRACIJA	34.070.600,00
11	Opći prihodi i primici	34.070.600,00
A672007	RAZMINIRANJE	176.899.400,00
11	Opći prihodi i primici	174.399.400,00
52	Ostale pomoći	500.000,00
61	Donacije	2.000.000,00
K672008	INFORMATIZACIJA	130.000,00
11	Opći prihodi i primici	130.000,00
A672033	IPA 2013 RAZMINIRANJE SOCIO-EKONOMSKE INFRASTRUKTURE U LSŽ, SMŽ, ZŽ	148.000,00
12	Sredstva učešća za pomoći	0,00
51	Pomoći EU	148.000,00
T672034	IPA I 2010 RAZMINIRANJE RATOM POGOĐENIH PODRUČJA U OBŽ I ZŽ	712.000,00
12	Sredstva učešća za pomoći	0,00
51	Pomoći EU	712.000,00
T672036	IPA I 2011 RAZMINIRANJE RATOM POGOĐENIH PODRUČJA	5.876.300,00
12	Sredstva učešća za pomoći	882.000,00
51	Pomoći EU	4.994.300,00

Izvor: Podaci HCR; 2015.

Iz same tablice vidljiva je raspodjela sredstava za protuminsko djelovanje iz Državnog proračuna. Vidljivo je da su najveći pojedinačni korisnici MUP i HCR. Osim proračunskih sredstava dio financijskih sredstava dolazi kao pomoć iz EU ili u vidu donacija.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu je obrađena problematika zagađenja poljoprivrednih površina u Republici Hrvatskoj MES-om i NUS-om. Osim što se radi o značajnim poljoprivrednim proizvodnim površinama koje nisu u proizvodnoj funkciji, još je veći psihološki utjecaj na stanovništvo koje živi u blizini ili u okruženju koje je zagađeno MES-om. Od završetka rata u minskim poljima i minski sumnjivim područjima stradalo je 1975 osoba, od čega 509 smrtno. Zbog takvih poražavajućih podataka, kao i činjenice da je od kraja rata prošlo 20 godina, potrebno je posao humanitarnog razminiranja što prije privesti kraju kako bi se na tim područjima mogao uspostaviti normalan život. Osim direktnih šteta koje na poljoprivrednu proizvodnju imaju minirane površine, javljaju se i indirektno štete. Obradive površine koje se nalaze u blizini miniranih područja postaju potencijalno sumnjiva minska područja. Takve površine često se ne obrađuju nego se zapuštaju. Takvo ponašanje vodi u ekonomske gubitke, dolazi do obrastanja poljoprivrednih proizvodnih površina u šikare i šume, što potencijalno u velikoj mjeri otežava i poskupljuje samo razminiranje. Osim negativnih ekonomskih i psiholoških efekata, često su izražene i trajne migracije stanovništva koje ne želi živjeti u potencijalno opasnom životnom okruženju. Problem razminiranja potrebno je što prije riješiti, a to je moguće upravo upotrebom mehanizacije. Doprinos mehaničkog razminiranja u Republici Hrvatskoj se najbolje može prepoznati na temelju rezultata strojnog razminiranja, koje je preuzelo primarnu ulogu u humanitarnom razminiranju. Bez stvarne mehaničke obrade tla, praktički nema sigurnog razminiranja. Prednosti strojnog razminiranja se vide najprije u otklanjanju rizika za pirotehničare i smanjenju potrebnog broja pirotehničara, a samim time i u nižoj cijeni rada koja proizlazi iz velike učinkovitosti strojeva za razminiranje u usporedbi s ručnim razminiranjem. Stalan napredak u strojnoj tehnologiji, što se tiče sigurnosti rada i veće učinkovitosti u čišćenju miniranih poljoprivrednih površina vidljiv je u postotku primjene mehanizacije u humanitarnom razminiranju. Strojno se obrađuje više od 85% svih miniranih površina, a kod poljoprivrednih površina taj postotak prelazi 95%, uz garantiranu učinkovitost od 99.6%. Na temelju ispitivanja učinka strojeva za provedbu humanitarnog razminiranja na testnom poligonu, provedena je usporedba između istih i to po: kategoriji strojeva, dubini obrade, kapacitetu obrade i vrsti terena. Dobiveni rezultati su:



### **Teški strojevi;**

Dubina obrade: 20 – 35 cm

Kapacitet obrade: 2000 – 3000 m<sup>2</sup>/h

Vrsta terena: ravničarski tereni

### **Srednji strojevi;**

Dubina obrade: 20 – 30 cm

Kapacitet obrade: 1000 – 2000 m<sup>2</sup>/h

Vrsta terena: ravničarski i brežuljkasti tereni

### **Laki strojevi;**

Dubina obrade: 20 – 25 cm

Kapacitet obrade: 600 – 1000 m<sup>2</sup>/h

Vrsta terena: sve vrste terena

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da teški strojevi za razminiranje imaju najveći kapacitet obrade, najotporniji su na djelovanje mina, ali nisu pogodni za rad na brežuljkastim i teže pristupačnim terenima zbog svoje veličine i velike mase. Srednji strojevi za razminiranje imaju nešto manji kapacitet obrade, ali su manje mase te kao takvi prilagođeni za rad na ravničarskim i brežuljkastim terenima. Laki strojevi za razminiranje imaju najmanji kapacitet obrade, ali su prilagođeni za sve vrste terena. Zbog svoje prilagodljivosti za rad u svim uvjetima, kao i proizvodne cijene laki strojevi za razminiranje preuzimaju vodeću ulogu među strojevima za humanitarno razminiranje. Iz svega navedenog dolazimo do zaključka da je zagađenje životnog prostora kao i poljoprivrednih proizvodnih površina MES-om i UBS-om veliki problem koji iziskuje puno rada, velika financijska sredstva te odgovarajuće tehnološke i ljudske resurse.

## 6. LITERATURA

1. Bold, M. (2015.): Information Management and Technology Development in Mine Action. The 12<sup>th</sup> International Symposium „MINE ACTION 2015“ – 27<sup>th</sup> to 30<sup>th</sup> April 2015, Biograd, Croatia, 33-34, HCR-CTRO, Zagreb.
2. Financijski plan Hrvatskog centra za razminiranje za 2015.godinu; dostupno na <https://www.hcr.hr/pdf/FinPlan2015.pdf>
3. Gasser (2015.): The Journal of ERW and Mine Action; dostupno na <http://www.jmu.edu/cisr/journal/19.2/index.shtml>
4. Godišnji plan rada Hrvatskog centra za razminiranje za 2015.godinu; dostupno na [https://www.hcr.hr/pdf/God\\_plan\\_rada\\_2015.pdf](https://www.hcr.hr/pdf/God_plan_rada_2015.pdf)
5. Hrvatski centar za razminiranje, (Plan razminiranja za 2015.godinu); dostupno na <https://www.hcr.hr/pdf/Plan2015.pdf>
6. Hrvatski vojnik , dostupno na <http://www.v2.hrvatski-vojnik.hr/hrvatski-vojnik/0352005/rmka.asp> (19.11.2015.)
7. Hrvatski vojnik , dostupno na <http://www.v2.hrvatski-vojnik.hr/hrvatski-vojnik/0172005/afgan.asp> (19.11.2015.)
8. Knapp V. (2008.): Problem protupješačkih mina - Odziv javnosti i znanosti – Hrvatski centar za razminiranje – Centar za testiranje, razvoj i obuku d.o.o., Zagreb.
9. Mikulić D. (1999.): Tehnika za razminiranje, - Hrvatski centar za razminiranje Sisak-Zagreb.
10. Mikulić, D. (1999.): Testiranje stroja za humanitarno razminiranje u Švedskoj, Mine Guzzler Celsius Bofors Weapon System. Hrvatski vojnik (1330-500X) IX (1999.), 53; 16-22. Ministarstvo obrane Republike Hrvatske, Zagreb.
11. Mikulić D. (2008.): Doprinos mehaničkog razminiranja, - Hrvatski centar za razminiranje- Centar za testiranje, razvoj i obuku d.o.o., Zagreb.
12. Mikulić D. (2009.): Design&testing of demining machines: - Geneva International Centre for Humanitarian Demining.
13. Nacionalni program protuminskog djelovanja RH 2009.-2019.godine; dostupno na <https://www.hcr.hr/pdf/Strategija%20hrv.pdf>
14. Vojno stručna literatura (MORH, Priručnik za inženjerske postrojbe, 2002.)
15. Zakon o humanitarnom razminiranju, Hrvatski Sabor 2005. (NN 153/5 , NN 63/07)

## **7. PRILOZI**

Prilog 1. Rekapitulacija

Prilog 2. Planirano smanjenje MSP-a po županijama

Prilog 3. Aktiviranje mine

Prilog 4. Ručno humanitarno razminiranje

Tablica 1. Rekapitulacija

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Ukupno
Razminiranje km <sup>2</sup>	37,4	35,5	35,5	53,5	54,5	54,5	33,5	30,4	26	20	3,5	384,3
Redukcija km <sup>2</sup>		10	21	49	53	53	52	46	44,2	37	7	372,2
Opći izvid km <sup>2</sup>	20	30	30	32	32	25	19	10	0	0	0	198
Ukupno km <sup>2</sup>	57,4	75,5	86,5	134,5	139,5	132,5	104,5	86,4	70,2	57	10,5	954,5
Sredstva u mil. Kuna	326,2	347,9	371	555,5	572,5	572,4	414,6	379	333	271	43,9	4.187,00
Potreban broj pirotehničara	570	600	620	1000	1100	1100	750	650	570	400	100	

Izvor: Podaci HCR

Tablica 2. Planirano smanjenje MSP-a po županijama

Red.br.	Županija	Ukupna zagađenost MES-om i NUS-om	Planirano smanjenje MSP-a u 2015. godini	Udio planiranog smanjenja MSP-a u odnosu na ukupan MSP Županije
		km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	%
1.	Brodsko-posavska	9,6	9,6	100,0
2.	Karlovačka	59,3	12,8	21,6
3.	Ličko-senjska	143	9,7	6,8
4.	Osječko-baranjska	73,6	12,2	16,6
5.	Požeško-slavonska	32,4	8,7	26,7
6.	Sisačko-moslavačka	96,4	24,8	25,7
7.	Splitsko-dalmatinska	24,5	1,5	6,1
8.	Šibensko-kninska	30,8	4,0	13,0
9.	Vukovarsko-srijemska	14,6	14,6	100,0
10.	Zadarska	45,9	6,6	14,8
Ukupno:		530,2	104,5	19,7

Izvor: Podaci HCR



Slika 1. Aktiviranje mine

*Izvor: [www.njuskalo.hr](http://www.njuskalo.hr)*



Slika 2. Ručno humanitarno razminiranje

*Izvor: [www.ezadar.hr](http://www.ezadar.hr)*

## Popis kratica

- MES – Minsko-eksplozivno sredstva
- NUS – Neeksplozirana ubojita sredstva
- RH – Republika Hrvatska
- MUP – Ministarstvo unutarnjih poslova
- HCR – Hrvatski centar za razminiranje
- OSRH – Oružane snage Republike Hrvatske
- NN – Narodne novine
- ĐĐSV – „Đuro Đaković“ specijalna vozila
- MSP – Minski sumnjivo područje
- UBS – Ubojita bojna sredstva
- GICHD – Međunarodni centar za humanitarno razminiranje u Ženevi
- IMAS – Međunarodni standardi minskog djelovanja



## SAŽETAK

U ovom radu istražena je primjena mehanizacije u humanitarnom razminiranju poljoprivrednih površina u Republici Hrvatskoj. Nakon rata oko 10% površine Republike Hrvatske proglašeno je područjem zagađenim minama. Godine 2005. postotak strojnog razminiranja u Hrvatskoj iznosio je vrlo visokih 85% obrađenog područja, pri čemu nije bilo žrtava. To ukazuje na činjenicu da postoji malen postotak minski sumnjive površine na kojemu se strojevi ne mogu koristiti. Ta područja nisu bila prikladna za strojno razminiranje (kamenita područja, tlo niskih nosivih karakteristika poput močvare, šumovitih predjela, itd.). Strojevi su pridonijeli povećanju kapaciteta, poboljšanju sigurnosti i kvalitete rada, kao i smanjenju cijene razminiranja. To je posljedica razumijevanja njihove uloge i razvoja za stvarne uvjete razminiranja. Sukladno raznolikosti zadaća razminiranja, dizajnirano je nekoliko kategorija strojeva: laki, srednji i teški. U većini slučajeva strojevi s mlatilicom bolje razminiraju od strojeva s frezom. Lake i srednje mlatilice imaju svoje prednosti u veoma zahtjevnim ispresijecanim područjima, u lakšem pristupu području, u šumama i oko uništenih kuća. Na temelju teorije o obradi tla, učinka eksplozije mina na ljudsku sigurnost i performansi strojeva, konstruirani su originalni modeli strojeva, što omogućava održiva tehnička rješenja.

## SUMMARY

Here is given the contribution of machine demining in the Republic of Croatia. After the war around 10% of Croatia's surface area was declared mine-polluted territory. In the year 2005. the percentage of machine demining in Croatia amounted to a very high 85% of treated area, while there were no casualties. This points out that there is only a very small percentage of the mine suspected areas where machines could not have been used. These areas were not suitable for machine demining (rocky areas, soil of low bearing characteristics such as marsh land, forest areas etc.). Machines have contributed to higher performance, improved safety and quality of work as well as lower price of demining. This is the result of understanding their role and development for the actual demining conditions. According to the diversity of the ground clearing tasks, machines are designed in several categories: light, medium and heavy. In most cases machines with flails perform demining better than machines with a tiller. Especially light and medium flails have advantages in very demanding intersected regions, in easier access to the areas, in forests and around demolished houses. Based on the theory of soil treating, effects of mine explosions on human safety and machine performance, the original machine models are designed, allowing feasible technical solutions.

## ŽIVOTOPIS

Rođen sam 26. 02. 1972. godine u Bjelovaru. U Bjelovaru pohađam i završavam osnovnu školu. U Zagrebu 1991. godine završavam Tehničku srednju vojnu školu. Nakon završetka škole napuštam JNA te se početkom kolovoza 1991. priključujem ZNG RH. Sudionik sam Domovinskog rata od kolovoza 1991. do kraja rata. Nakon završetka rata postajem zaposlenik MORH- a na neodređeno vrijeme gdje radim i danas. Godine 1998. upisujem se na studij poljoprivrede na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima te 2002. godine završavam isti i stječem zvanje bacc.ing.agr. Nakon toga 2006. godine upisujem Specijalistički diplomski stručni studij poljoprivrede na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima smjer Održiva i ekološka poljoprivreda. Na radnom mjestu susretao sam se s MES-om te stekao ovlaštenje i certifikat za rukovanje UBS-om. Upravo je to bio razlog odabira teme za Završni specijalistički diplomski stručni rad.