

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Jurij Pokovec

**Uporaba brezpilotnih letalnikov v sistemu zaščite in reševanja**

Diplomsko delo

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Jurij Pokovec

Mentor: red. prof. dr. Marjan Malešič

Somentor: doc. dr. Uroš Svete

**Uporaba brezpilotnih letalnikov v sistemu zaščite in reševanja**

Diplomsko delo

Ljubljana, 2014

Zahvala

Za strokovne nasvete in pomoč pri izdelavi  
diplomskega dela se zahvaljujem mentorju  
red. prof. dr. Marjanu Malešiču in somentorju  
doc. dr. Urošu Svetetu.

## **Uporaba brezpilotnih letalnikov v sistemu zaščite in reševanja**

V sistemu zaščite in reševanja sta ključna dejavnika, ki odločata o poteku in uspešnosti izvajanja ukrepov, hitrost in čim boljša informiranost. Zato je potrebno vedno iskati nove in boljše načine, ki bi omogočali hitrejša in učinkovitejša delovanja v takih primerih. Kot posledica napredka tehnologije in njene večje dostopnosti se v zadnjih letih kaže vedno več primerov uporabe brezpilotnih letalnikov na območjih, ki so jih prizadele velike naravne in druge nesreče. V nesrečah, kot so poplave v Bosni in Hercegovini ter Koloradu, požari v Kaliforniji, potresa na Kitajskem in Japonskem, so bili uporabljeni različni brezpilotni letalniki, ki pa so imeli podoben namen uporabe; čim prej zagotoviti čim več svežih podatkov, ki bi bili uporabni za učinkovitejša in hitrejša vodenja delovanja ob nesrečah. Na podlagi primerov uporabe iz tujine pa lahko predpostavimo tudi možnost uporabe brezpilotnih letalnikov v sistemu zaščite in reševanja v Sloveniji.

**Ključne besede:** brezpilotni letalnik, zaščita in reševanje

## **The use of unmanned aerial vehicles (UAV) in the disaster management system**

Two key factors, that determine the progress and effectiveness of implemented measures in the disaster management system, are speed and the best possible information. Therefore it is necessary to always look for new and better ways that would enable faster and more efficient performance in such cases. Technological progress and its increasing availability in recent years have brought about the increase in the use of unmanned aerial vehicles in areas affected by severe natural and other disasters. Different kinds of unmanned aerial vehicles were used in the rescue and relief activities during the floods in Bosnia and Herzegovina and Colorado, the wildfires in California, and the earthquakes in China and Japan. All these UAVs had a similar purpose: providing, in the shortest possible time, as much new information to be used for more efficient and faster rescue and relief activities. Based on the examples of the use of UAVs abroad we can assume about the possibility of the use of unmanned aerial vehicles in the disaster management system in Slovenia.

Key words: unmanned aerial vehicle, disaster management system

## KAZALO

1 UVOD .....	6
2 METODOLOŠKO-HIPOTETIČNI OKVIR.....	8
2.1 PREDMET IN CILJI NALOGE.....	8
2.2 HIPOTEZE .....	8
2.3 METODE PREUČEVANJA .....	8
3 OPREDELITEV POJMOV .....	9
3.1 BREZPILOTNI LETALNIK.....	9
3.2 SISTEM ZAŠČITE IN REŠEVANJA V SLOVENIJI.....	11
4 PRIMERI UPORABE BREZPILOTNIH LETALNIKOV .....	14
4.1 POPLAVE V KOLORADU 2013 .....	14
4.2 POPLAVE IN PLAZOVI V BOSNI IN HERCEGOVINI 2014 .....	14
4.3 GOZDNI POŽAR V KALIFORNIJI 2013 .....	15
4.4 POTRES V POKRAJINI JUNAN 2014.....	16
4.5 POTRES, CUNAMI IN JEDRSKA NESREČA NA JAPONSKEM 2011.....	17
4.6 ISKANJE IN REŠEVANJE ( SEARCH AND RESCUE) V KANADI 2013 .....	19
5 OGROŽENOST SLOVENIJE .....	20
5.1 POPLAVNA OGROŽENOST .....	20
5.2 POTRESNA OGROŽENOST .....	21
5.3 POŽARI V NARAVNEM OKOLJU .....	22
5.4 DRUGE NARAVNE NESREČE .....	23
5.4.1 ZEMELJSKI PLAZOVI .....	23
5.4.2 SNEŽNI PLAZOVI.....	23
5.4.3 SUŠA.....	24
5.4.4 ŽLED.....	24
5.5 DRUGE NESREČE.....	24
6 MOŽNOST UPORABE BPL V SLOVENIJI.....	26
7 ZAKLJUČEK.....	28
8 LITERATURA.....	30

## 1 UVOD

Do nedavnega je veljalo, da so brezpilotni sistemi predvsem in samo v domeni oboroženih sil velikih in tehnološko razvitih držav. Tehnološki napredek na področju računalništva, tehnike in novih materialov ter nižanje cene proizvodnje pa omogočajo vedno večji in hitrejši preboj te tehnologije tudi na civilne trge, kjer se ponuja veliko novih možnosti za njihovo uporabo. Brezpilotni letalniki se vedno več uporabljajo v znanosti, pri arheologiji, geodeziji, športu, nadzorovanju onesnaževanja okolja in naravnih rezervatov, nadzoru meja, plinovodov, elektrovodov, kmetijstvu ter ne nazadnje tudi v sistemu zaščite in reševanja. Poleg tega je proizvodnja brezpilotnih sistemov sektor z največjo rastjo v letalski industriji. Iz sedanjih 6.4 milijarde dolarjev letnega dohodka v letu 2014 naj bi do leta 2024 potrošnja za brezpilotne sisteme narasla na 91 milijard dolarjev. Trenutno je trg brezpilotnih sistemov razdeljen na 89 % za vojaški sektor in 11 % za civilni sektor. Pred koncem leta 2024 pa naj bi civilni trg brezpilotnih letalnikov narasel na 14 % (Teal Group Predicts Worldwide UAV Market Will Total \$ 91 Billion in Its 2014 UAV Market Profile and Forecast 2014).

Vedno hitrejši gospodarski razvoj in posledično povečevanje onesnaževanja in izpusta toplogrednih plinov so vzroki, da se človeštvo v zadnjih desetletjih sooča z vedno večjimi in hitrejšimi spremembami v okolju, ki sprožajo povečano število ekstremnih vremenskih pojavov. Slovenija pri tem ni nobena izjema, na kar kaže število naravnih nesreč, kot so suše, požari v naravi, poplave, vetrolomi, neurja z vetrom in točo ter žled, v zadnjih desetletjih. Poleg naravnih nesreč so vir ogrožanja v Sloveniji tudi druge nesreče, ki so posledica človeškega delovanja, kot so na primer industrijske nesreče, požari na objektih, jedrske nesreče, iztirjenja vlakov, razlitja strupenih snovi ipd. Tudi zaradi omenjenih razlogov se pri nas in v svetu vse bolj poudarja nevojaški del nacionalne varnosti, največjo vlogo pri tem ima sistem varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami (SVPNDN), v okviru katerega upravne in nekatere strokovne naloge izvaja *Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje* (URSZR)

Za nesreče je značilno, da ogrožajo temeljne vrednote, da je v času nesreče omejen čas za sprejemanje odločitev, da odločevalci delujejo pod velikim pritiskom, samo sprejemanje odločitev pa poteka v negotovih razmerah. Zato na področju zaščite in reševanja obstaja nenehna potreba po kar se da svežih podatkih in informacijah, še najbolj med samimi kriznimi dogodki. Trenutno se veliko podatkov o razsežnostih nesreče in dogajanju med nesrečami zbira s helikopterji ali letali, ki pa imajo omejene zmogljivosti, kar se tiče višine in trajanja poleta, problem se pojavlja tudi v sami varnosti izvajanja naloge za pilota. Zato se kot ena od

možnih alternativ za hitro, dolgotrajno in varno zbiranje informacij pojavlja v obliki brezpilotnih sistemov. Pravzaprav ravno lastnosti, kot sta delovanje v dolgih časovnih intervalih in letenje v razmerah, ki bi bile za pilota prenevarne, kažeta, da so brezpilotni letalniki (BPL) izredno primerni tudi za delovanje v kriznih razmerah na področju varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami.

Sistem varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, znotraj njega pa tudi sistem zaščite reševanja in pomoči, se sooča s številnimi situacijami, ki so lahko katastrofične za človeško populacijo. Nekatere nesreče, kot so na primer požari ali poplave, lahko trajajo dneve in prizadenejo zelo velika področja. Odločevalci se v krizi zanašajo na podatke, ki jih dobijo s kraja nesreče, da se lahko na najboljši možni način odzovejo z izdajanjem opozoril, načrtovanjem reševanja in evakuacije, zagotavljanjem pomoči in do določene mere nadzorom škode. Čeprav različne nesreče zahtevajo različno ukrepanje, se da veliko situacij izboljšati s slikami in drugimi podobnimi podatki, zbranimi na daljavo.

Izbira BPL z ustreznimi lastnostmi za delovanje na območju nesreče ponuja možnost vplivanja na sam potek krize, ker lahko organom kriznega upravljanja v kratkem času ponudi ustrezne informacije o dogajanju na terenu. Da pa bi tak sistem postal operativen, je potrebno poiskati ustrezno platformo BPL z ustreznimi senzorji za delovanje nad območjem nesreče z namenom zbiranja informacij v realnem času.

## 2 METODOLOŠKO-HIPOTETIČNI OKVIR

### 2.1 PREDMET IN CILJI NALOGE

V diplomskem delu se bom posvetil možnostim uporabe brezpilotnih letalnikov v sistemu zaščite in reševanja. Osrednja tema naloge bo pregled in analiza različnih primerov uporabe brezpilotnih letalnikov v konkretnih primerih naravnih in drugih nesreč. S pregledom in analizo primerov uporabe bom poskušal ugotoviti, kakšna je bila vloga BPL v teh situacijah in kako ter kje bi te izkušnje lahko uporabil v delovanju sistema zaščite in reševanja v Sloveniji.

### 2.2 HIPOTEZE

Za preučevanje izbrane teme sem postavil dve hipotezi:

H1: Uporaba brezpilotnih letalnikov poveča hitrost in učinkovitost ukrepanja v primeru naravnih in drugih nesreč

H2: V Sloveniji bi bila uporaba brezpilotnih letalnikov smotrna predvsem na Primorskem, kjer je območje največje požarne ogroženosti.

### 2.3 METODE PREUČEVANJA

Pri izdelavi naloge bom uporabil sistematično zbiranje primarnih in sekundarnih virov s področja brezpilotnih sistemov in primerov nesreč, kjer so bili uporabljeni. Med primarne vire spadajo zakonodaja in predpisi z obravnavanega področja, med sekundarne pa razni članki in knjige. Za predstavitev osnovnih pojmov bom uporabil pojasnjevalno metodo. Na podlagi študije primerov bom zbrane primarne in sekundarne vire o nesrečah in uporabi brezpilotnih sistemov analiziral in interpretiral. Po pregledu in analizi primerov uporabe in vloge BPL v teh situacijah bom na podlagi primerjalne metode poskušal ugotoviti, kateri načini uporabe so bili najbolj pogosti in najbolj uspešni, nato pa bom predpostavil, kako in kje bi tuje izkušnje lahko aplicirali na delovanje sistema zaščite in reševanja v Sloveniji. Prav tako bom deskriptivno metodo uporabil pri predstavitvi ogroženosti Slovenije.



### 3 OPREDELITEV POJMOV

#### 3.1 BREZPILOTNI LETALNIK

Tovrstne sisteme poznamo pod različnimi poimenovanji, na primer trot, brezpilotno letalo, daljinsko vodeni letalniki, brezpilotni letalniki, brezpilotni sistemi. Vsa poimenovanja so bolj ali manj posrečene izpeljanke tujih, predvsem angleških izrazov, kot so: Drone, UAV – Unmanned Aerial Vehicle, RPA – Remotely Piloted Aircraft, UAS – Unmanned Aerial System, RPAS – Remotely Piloted Air System. V tej diplomski nalogi bom zaradi jasnosti in konsistentnosti uporabljal termin brezpilotni letalnik (BPL), ker gre za različne vrste letočih naprav brez pilota v samem letalniku.

Opredelitev brezpilotnih letalnikov se spreminja. Prvi so bili prostoleteči modeli s pogonom motorja na elastiko. Med drugo svetovno vojno in po njej so se razvijali sistemi BPL na daljinsko vodenje. Danes pa je letalnik robot, ki lahko avtonomno leti od točke do točke po vnaprej določenem načrtu in zajema različne vrste podatkov. Sodoben brezpilotni letalnik deluje kot sistem, ki ga navadno sestavljajo zračno plovilo z avtopilotom in senzorji visoke ločljivosti za zajem podatkov, zemeljska postaja za pridobivanje in obdelavo informacij, brezžični sistem za izmenjavo podatkov v realnem času ter vozila z lansirnimi in pristajalnimi napravami.

Osnovna senzorja večine brezpilotnih letalnikov za opazovanje površja Zemlje sta videokamera za dnevno in infrardeča kamera za nočno opazovanje. Na letalniku je lahko nameščena še vrsta »opazovalnih« sensorjev, kot so multi- ali hiperspektralna kamera, termokamera, laserski skener itd. Vojaški brezpilotni letalniki imajo dodatno opremo, s katero pokrivajo opazovanje večjega območja: umetno odprtinski radar, radarski sistem za izogibanje trčenju v zraku in laserski označevalec za vodenje izstrelkov.

Za navigacijo letalnika skrbi satelitski navigacijski sistem s pomožnimi senzorji, kot so inercialna merska enota, žiroskopi in pospeškometri, kompas, barimetrično tipalo pritiska. V prihodnosti bo navigacija izboljšana z vidom kamere. Pilot spremlja polet posredno na zaslonu zemeljske postaje in v realnem času pregleduje zajete podatke ter po potrebi spremeni polet oziroma usmerjenost senzorjev prek radijske oziroma satelitske zveze (Maja Bitenc 2014).

Ker so se BPL že od samega začetka razvijala v več različnih smereh, lahko uporabimo več različnih načinov klasifikacije. Osnovna tipa letalnika sta letalo in kopter – VTOL (običajno s štirimi ali osmimi navzgor obrnjenimi propelerji). Prvi v splošnem dosega večje hitrosti in lahko preleti večja območja, drugi imajo prednost predvsem na območjih z omejenim prostorom za vzlet in pristane (urbana območja) (Maja Bitenc 2014).

Delitev glede na namen uporabe:

- izvidniška BPL;
- BPL za elektronsko delovanje;
- bojna BPL;
- večnamenska, modularna BPL;
- radijsko relejna BPL;
- BPL kot tarče v bojnih simulacijah (Tirnanić 2001).

Glede na tehnične lastnosti jih lahko delimo po:

- velikosti; BPL imajo odvisno od uporabe lahko razpon kril od nekaj centimetrov do nekaj metrov;
- hitrosti letenja; tudi hitrost letenja je odvisna od namena BPL, hitrosti se gibljejo od nekaj 10 km/h do večkratne hitrosti zvoka;
- trajanju poleta; polet lahko traja od nekaj minut pa do več dni;
- pogonu; BPL imajo lahko reakcijski ali propelerski pogon z motorji na različne vrste goriv;
- načinu upravljanja; BPL lahko leti avtonomno, brez kontrolorja, po vnaprej določeni poti; polavtomatsko, kjer je del leta avtonomen, del pa upravlja operater; lahko pa ga vodi samo operater;
- načinu vzleta in pristanka; vzlet se lahko izvede ročno z lansirne rampe ali pa je običajen. Pristanek je lahko klasičen ali pa s pomočjo mrež oziroma padala (Tirnanić 2001).

BPL se delijo tudi glede na višino, ki jo dosežejo, in njihov akcijski radij. Po teh kriterijih se delijo na:

- BPL za velike višine in dolgim časom leta (HALE-High Altitude, Long Endurance), ki delujejo na višinah nad 10.000 m z dosegom nad 1000 km in vsaj 24 urami neprekinjenega delovanja. Njihova nosilnost je več kot 300 kg,

uporabljajo pa se za telekomunikacijske naloge in opazovanje zemeljskega površja. Primer: Global Hawk podjetja Northrop Grumman.

- BPL za srednje višine z dolgim časom leta (MALE-Medium Altitude, Long Endurance) deluje do višine 10000 m z doletom do 200 km in nosilnostjo do 300 kg. Primer: Heron podjetja IAI in Predator podjetja General Atomics.
- Taktični BPL (TUAV Tactical Unmanned Aerial Vehicle) se delijo na taktične BPL srednjega in kratkega dosega. BPL srednjega dosega imajo dolet 200 km z maksimalno višino leta do 6000 m in nosilnostjo do 150 kg. Primer je BPL Hermes 450 proizvajalca Elbit. Taktični BPL kratkega dosega ima dolet od 50 do 150 km z maksimalno višino leta na 4500 metrih in nosilnostjo do 100 kg. Predstavnik slednjih je Sperwer podjetja Sagem. Taktični BPL lahko neprekinjeno letijo od 4 do 12 ur.
- Mini BPL imajo dolet največ 10 km in maksimalno višino leta do 2000 m, njihova nosilnost je nekaj kilogramov, običajno je to kamera visoke ločljivosti ali pa termalna kamera. Primer: Bird Eye, podjetja IAI.
- Mikro BPL so prenosni, večinoma vzletajo tako, da jih vržemo z roko. Njihov doseg je okrog 2 km z maksimalno višino do 600 m in nosilnostjo manj kot en kilogram. Primer: Aladin podjetja EMT (Skrzypietz 2012).

### 3.2 SISTEM ZAŠČITE IN REŠEVANJA V SLOVENIJI

Temeljni cilj zaščite, reševanja in pomoči je obvarovati, ljudi, živali, materialne in druge dobrine ter okolje pred nesrečami oziroma uničenjem, poškodbami in drugimi posledicami nesreč ter ublažiti njihove posledice (Doktrina zaščite, reševanja in pomoči 2002).

V Sloveniji sistem zaščite, reševanja in pomoči spada na področje varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, ki spada pod pristojnost Ministrstva za obrambo Republike Slovenije (Grizold 2005).

Upravne in določene strokovne naloge varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, ki so v pristojnosti države, opravlja Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR) in njenih trinajstih regijskih izpostav. Regije so določene na podlagi geografskih, urbanih, intervencijskih in drugih danosti. Pri ustanavljanju je bila upoštevana ocena ogroženosti in možnosti za pravočasno ter učinkovito ukrepanje ob možnih nesrečah. Vsaka regija ima

organe vodenja civilne zaščite, logistični center, regijski center za obveščanje in ostale zmogljivosti (Grizold 2005).

URSZR opravlja predvsem naloge, ki se nanašajo na načrtovanje razvojnega in raziskovalnega dela, izdelavo ocen ogroženosti ter državnih načrtov zaščite in reševanja, organiziranje, opremljanje in usposabljanje sil za zaščito, reševanje in pomoč, organiziranje informacijskega in telekomunikacijskega sistema, izvajanje opazovanja, obveščanja in alarmiranja, izdelavo programov izobraževanja in usposabljanja ter njihovo izvajanje, oblikovanje in vzdrževanje državnih rezerv. Uprava je tudi skrbnik državnih načrtov zaščite in reševanja (Ušeničnik 2002).

Z namenom zaščite, reševanja in pomoči ob naravnih ali drugih nesrečah delujejo sile za zaščito, reševanje in pomoč. Sestavljajo jih razpoložljive človeške zmogljivosti društev, gospodarskih družb, zavodov, lokalnih skupnosti, države ali drugih organizacij. Organizirajo jih država, lokalne skupnosti ter določene gospodarske družbe. Lokalne skupnosti in država organizirajo svoje sile glede na ogroženost njihovega območja, gospodarske družbe, zavodi in druge organizacije pa glede na tveganje v dejavnosti, ki jo opravljajo (Sile za zaščito, reševanje in pomoč 2014c). V državni pristojnosti so tako normativna ureditev, programiranje in načrtovanje, zahtevane oblike usposabljanja, telekomunikacijski in informacijski sistem, specializirane sile za zaščito, reševanje in pomoč ter vzdrževanje pripravljenosti. Težišče zaščite in reševanja pa je v lokalni skupnosti (Grizold 2005).

Struktura reševalnih služb, enot in drugih sestav je na državni, regijski in lokalni ravni sestavljena iz poklicnega, prostovoljnega in dolžnostnega sestava. V sistemu je največ prostovoljcev: prostovoljni gasilci, gorski in jamarski reševalci, potapljači, kinologi, taborniki, skavti, itd. Med poklicne reševalne službe spadajo poklicni gasilci, javna zdravstvena služba, ekološki laboratorij, javna veterinarska služba, rudarske reševalne enote, enote za reševanje ob nesrečah s klorom, javne službe državnega in regijskega pomena ter organizacije po pogodbi. V sklop civilne zaščite spadajo enote za prvo pomoč, enote za prvo veterinarsko pomoč, tehnične reševalne enote, enote in službe za RKB zaščito, enote za varstvo pred neeksploziranimi ubojnimi sredstvi, službe za vzdrževanje in uporabo zaklonišč ter službe za podporo. V civilno zaščito je razporejenih še okoli 15.000 pripadnikov na podlagi državljanske dolžnosti (Grizold 2005).

Naloge zaščite, reševanja in pomoči v skladu s svojo organizacijo in opremljenostjo izvajata tudi Slovenska vojska in policija.

Ob nesrečah policija varuje osebno varnost, življenja in premoženje ljudi, preprečuje, odkriva in preiskuje kazniva dejanja in prekrške, odkriva in prijema storilce kaznivih dejanj in prekrškov ter druge iskane osebe ter jih izroča pristojnim organom, vzdržuje javni red, nadzira in ureja promet in gibanje oseb, sodeluje pri zavarovanju območja nesreče ali nevarnosti, opravlja določene naloge povezane s tujci ter po potrebi sodeluje v reševalnih akcijah (Doktrina zaščite, reševanja in pomoči 2002).

O uporabi Slovenske vojske pri izvajanju nalog zaščite, reševanja in pomoči v miru odloči Vlada, v nujnih primerih pa minister, pristojen za obrambo, ali načelnik Generalštaba na predlog poveljnika Civilne zaščite Republike Slovenije. Slovenska vojska se vključi v zaščito, reševanje in pomoč po predpisanem postopku. V vojnem stanju odloča o sodelovanju SV pri nalogah zaščite, reševanja in pomoči poveljnik brigade, njej enake ali višje enote. Slovenska vojska se za zaščito, reševanje in pomoč uporabi le, če z drugimi silami in sredstvi ni mogoče uspešno izvajati zaščite, reševanja in pomoči oziroma, če ni zadržana pri opravljanju obrambnih nalog. Slovenska vojska sodeluje pri zaščiti, reševanju in pomoči z letalskimi, inženirskimi in določenimi drugimi enotami, ki jih ministrstvo za obrambo namensko opremlja in usposablja za izvajanje zaščite in reševanja. Vojska skrbi za zaščito in reševanje vojaškega premoženja (Doktrina zaščite, reševanja in pomoči 2002).

## **4 PRIMERI UPORABE BREZPILOTNIH LETALNIKOV**

### **4.1 POPLAVE V KOLORADU 2013**

9. septembra 2013 je v počasi premikajočo se hladno fronto, ki se je zadrževala nad Koloradom, trčil topel in vlažen monsunski zrak z juga. Posledica tega je bilo močno deževje, ki je trajalo od 9. do 15. septembra in je prizadelo 17 okrožij zvezne države Kolorado. Deževje je bilo najintenzivnejše v 36 urah med poldnevom 11. septembra in zgodnjim jutrom 13. septembra. V okrožju Boulder, kjer so bile padavine najhujše, je v enem tednu padlo 430 mm padavin na kvadratni meter, medtem ko je običajna letna količina padavin za to območje 525 mm na kvadratni meter. Poplavljenih je bilo več kot 5000 kvadratnih kilometrov območja dolgega okrog 320 kilometrov na vzhodnem delu Skalnega gorovja (Historic Rainfall and Floods in Colorado 2013). Preseljenih je bilo več kot 11.000 prebivalcev. Poškodovanih je bilo okoli 17.500 domov, 1500 je bilo uničenih. Umrlo je 9 ljudi, skupna škoda pa je ocenjena na 2 milijardi dolarjev (Coffman 2013).

Med 12. in 14. septembrom, ko so bile padavine na območju okrožja Boulder najhujše in so bila letala in helikopterji nacionalne garde prizemljeni, je lokalno podjetje Falcon Unmanned z letalnikom Falcon prostovoljno sodelovalo s kriznim operativnim centrom okrožja Boulder (Boulder County Emergency Operations Center) in njihovo ekipo kriznega menedžmenta. Z BPL so izvajali polete nad sotočjem reke St. Vrain in njenim desnim pritokom ter nad mestoma Longmont in Lyons. S kamero z visoko resolucijo so ocenili škodo na infrastrukturi, prevoznost cest in kartirali trenutno stanje na terenu. Obdelani podatki so bili v manj kot eni uri na voljo kriznemu centru, karta območja je bila skoraj istočasno na voljo tudi ostalim prebivalcem na spletni strani podjetja in na Google maps. Tretji dan je zvezna agencija za krizni menedžment (FEMA, Federal Emergency Management Agency) izdala prepoved letenja BPL zaradi skrbi, da bi BPL zašel v rotor katerega od reševalnih helikopterjev in povzročil nesrečo (Ackerman 2013).

### **4.2 POPLAVE IN PLAZOVI V BOSNI IN HERCEGOVINI 2014**

Med 14. in 18. majem je ciklonsko območje zajelo velik del jugovzhodne in srednje Evrope ter z obilnim deževjem, na nekaterih območjih z več kot 200 litri na kvadratni meter, v 36 urah povzročilo hude poplave in sprožilo veliko število zemeljskih plazov. Velika količina dežja, največja v 120 letih uradnega beleženja padavin, je povzročila velikansko škodo v Srbiji in BIH. V BIH je bilo poplavljenih 23.000 kvadratnih kilometrov površine, kar je 40

odstotkov ozemlja države, več kot milijon prebivalcev tako ali drugače prizadetih. 90.000 ljudi je bilo razseljenih, zabeleženih pa je bilo 25 smrtnih žrtev. Močno deževje je sprožilo okoli 2100 zemeljskih plazov. Poplave in plazovi so prizadeli 75.000 domov, od katerih je bilo 25.000 resno poškodovanih ali uničenih. Ocena povzročene škode znaša 2 milijardi evrov (Bosnia and Herzegovina - Flood disaster situation report no. 3 2014).

V Bosno in Hercegovino je bil skupaj z belgijsko ekipo za prvo pomoč in podporo v okviru projektov *ICARUS (Unmanned Search and Rescue)* in *TIRAMISU (Humanitarian Demining Toolbox)*, ki ju sponzorira Evropska komisija, koordinira pa Belgijska kraljeva vojaška akademija, nameščen usposobljen pilot BPL z namenom zračnega kartiranja, iskanja poškodb na nasipih, ocene škode na infrastrukturi in lociranja minskih polj. Na prošnjo vlade Bosne in Hercegovine so z BPL Microdrone MD4-1000 identificirali lokacije minskih polj, ki so bila premaknjena zaradi poplav in zemeljskih plazov. Kot se je pokazalo, so bile nekatere mine premaknjene tudi za 23 km. Ko so se vode umaknile in so se prebivalci vrnili na svoje domove, se večina ni zavedala nevarnosti, ki je ostala za poplavami v obliki neeksplozivnih ostankov vojne, ki so jih voda in plazovi zanesli na polja, ceste in vasi. Na podlagi z BPL zbranih slik in posnetkov, ki so jih zbrali na dvajsetih poletih, so izdelali 3D zemljevide prizadetih območij in poskušali na podlagi geostatističnega modeliranja določiti, kam bi lahko zaneslo mine. Z BPL so poleg slik plazov na minskih poljih dobili še informacije o poškodbah protipoplavnih nasipov in ostale infrastrukture (De Cubber in drugi 2014).

#### 4.3 GOZDNI POŽAR V KALIFORNIJI 2013

Gozdni požar na jugu Kalifornije na območju Sierra Nevade, ki je zagorel 17. avgusta 2013 in bil dokončno pogašen 24. oktobra 2013, je bil tretji največji požar v zgodovini Kalifornije. Vzrok požara je bil taborni ogenj, ki je ušel izpod nadzora skupini lovcev v času prepovedi kurjenja v naravi. Ko je bil požar odkrit, je bil razširjen na 16 hektarjih površine, v naslednjih 36 urah se je razširil na 40 kvadratnih kilometrov, po 4 dneh pa je gorelo že na 400 kvadratnih kilometrih. Vzrok za tako hitro širjenje požara so bili dolgotrajna suša, vročinski val, izredno gosta podrast in krčenje proračuna za gozdne službe, ki so nadzirale in vzdrževale gozd na tem območju. Požar je ogrožal predvsem naravno dediščino zaradi bližine nacionalnega parka Yosemite, ogrožen je bil glavni zbiralnik vode za San Francisco, poškodovana je bila energetska infrastruktura za oskrbo območja Bay Area, zaradi katere sta prenehali delovati dve od treh hidroelektrarn na območju. S požarom se je borilo več kot 5000 gasilcev, skupaj

je pogorelo več kot 1040 km<sup>2</sup> površine, uničenih je bilo 112 objektov, 10 ljudi je bilo poškodovanih. Ocenjena škoda po požaru znaša 127,3 milijona dolarjev (Cone 2013).

28. avgusta je z dovoljenjem ameriškega ministra za obrambo, Chucka Hagla, na pomoč v boju s požarom poletel BPL MQ-1 Predator 163. izvidniškega polka kalifornijske nacionalne garde. Čeprav je bil BPL na voljo vodji kriznega menedžmenta, je bil ves čas pod vojaškim nadzorom. Naloga BPL je bila identificirati lokacije, kjer je požar aktiven, in ugotoviti smer gibanja, določiti območja, kjer je požar že pod nadzorom, določiti varne koridorje za umik gasilcev in iskanje novih žarišč požara, ki so nastala zaradi udara strel ali leteče žerjavice. Dolgoročneje napovedovanje obnašanja požara je bilo nemogoče, saj je požar zaradi svoje velikosti nad območjem ustvarjal svoje vremenske vzorce. Letala in helikopterji, ki so bili običajno uporabljeni v takšnih situacijah, so omejeni z rednim dotakanjem goriva, utrujenostjo posadke, gostim dimom in nezmožnostjo letenja ponoči. BPL Predator pa je nepretrgoma deloval v 22 urnih intervalih direktno nad žarišči požara z IR kamero in v realnem času zagotavljal informacije o dogajanju na tleh. Informacije zbrane z BPL so pomagale vodji kriznega menedžmenta, da je bil sprotno seznanjen s spreminjajočimi se razmerami na terenu, in mu omogočalo hitro, učinkovito organizacijo in uporabo sredstev, ki so mu bila na voljo (Miles 2013).

#### 4.4 POTRES V POKRAJINI JUNAN 2014

3. avgusta 2014, ob 13:30 po lokalnem času, je potres z magnitudo 6.5 po Richterjevi potresni lestvici prizadel provinco Junan na jugozahodu Kitajske. Žarišče potresa je bilo 11 km zahodno od mesta Venping na globini 10 km. V provinci s skoraj 47 milijoni prebivalcev je v potresu je umrlo 617 ljudi, 3.143 je bilo poškodovanih, 114 je pogrešanih. Uničenih je bilo 80.900 hiš, resno poškodovanih več kot 120.100, lažje poškodovanih pa 466.100 hiš. Posredno ali neposredno je bilo prizadetih 210.000 gospodinjstev in skoraj milijon prebivalcev, 237.000 ljudi je bilo preseljenih. Pri reševanju je sodelovalo več kot 4000 pripadnikov Kitajske ljudske armade in več kot 7000 policistov, gasilcev ter ostalih pripadnikov organizacij za pomoč, reševanje in zaščito. Velike težave pri reševanju in zagotavljanju pomoči so povzročali deževno obdobje, ki traja od maja do oktobra, z močnim dežjem, slabe prometne povezave, porušeni mostovi, zemeljski plazovi in hribovito področje province. Ocena škode znaša najmanj 6,4 milijard dolarjev (ACAPS Briefing Note 2014).

Uporaba BPL po potresu v pokrajini Junan avgusta 2014 je bil prvi primer uporabe BPL v nesrečah na Kitajskem in istočasno prvi primer 3D modeliranja in kartiranja z BPL po naravni



nesreči. Kitajska organizacija za krizno reševanje (ang. CADERM – China Association for Disaster and Emergency Rescue Medicine) je pri svojem delu uporabila dva različna sistema podjetja DJI, S900 in Phantom 2 Vision+. Z delovanjem so pričeli 4. avgusta po močnem dežju in od 13.00 do 15.00 dobili 417 slik 30 km<sup>2</sup> velikega območja z ločljivostjo 0,2 m. BPL so reševalcem na območju epicentra v Longtoušanu omogočili pogled na prizadeto območje s ptičje perspektive, saj je bilo natančnejše ocenjevanje in organiziranje na terenu otežkočeno zaradi ruševin in vegetacije. Z informacijami v realnem času so reševalne ekipe lahko prioritizirale območja, iskanja in reševanja morebitnih preživelih ter katere poti je potrebno očistiti najprej; npr. z BPL so določili, katere predele ceste med vasjo Guangming in mostom Tianšeng bi najlažje in najhitreje očistili, da bi omogočili prevoznost. Zaradi uporabe BPL, ki so jih uporabljali za ocenjevanje škode, opazovanje in kartiranje območja krize, so lahko helikopterje namenili za prevažanje ponesrečencev in humanitarne pomoči (Humanitarian UAVs Fly in China After Earthquake 2014).

#### 4.5 POTRES, CUNAMI IN JEDRSKA NESREČA NA JAPONSKEM 2011

Japonsko je 11. marca 2011 ob 14:46 po lokalnem času prizadel potres z močjo 9. stopnje po Richterjevi lestvici. Epicenter je bil 370 km severovzhodno od Tokia s hipocentrom 24.5 km pod površjem. Potresu so sledili cunami z valovi višine do 38 m, požari, plazovi in jedrska nesreča 7. stopnje na 7 stopenjski INES (ang. International Nuclear and Radiological Event Scale) lestvici. Posledica nesreče je bila okoli 15.800 mrtvih, 5.800 poškodovanih in 3.450 pogrešanih oseb. 450.000 ljudi je bilo evakuiranih (200.000 zaradi jedrske nesreče), 350.000 ljudi je ostalo brez domov. Največ škode (92.5 %) je povzročilunami. V nesreči je bilo porušeni 127.290 zgradb, 272.788 je bilo delno porušeni, 747.989 pa delno poškodovanih. Poškodovanih je bilo še 580 cest, 30 mostov, 43 železniških prog, uničeni je bilo 18.800 ribiških čolnov in ladij, 326 ribiških pristanišč, z morsko vodo onesnaženih je bilo 236 km<sup>2</sup> obdelovalnih površin, uničeni so bili mnogi kulturni spomeniki. Skupna materialna škoda zaradi posledic nesreče in izpada proizvodnje znaša 235 milijard dolarjev, kar je 4 odstotke japonskega BDP iz leta 2010. Pri reševanju je sodelovalo 100.000 pripadnikov obrambnih sil, 190 letal, 45 ladij in čolnov, 62 ekip Rdečega križa, 289 specializiranih zdravstvenih ekip in mednarodne reševalne ekipe (Jonkman in drugi 2012, 12–18).

Najresnejša nesreča, ki se je zgodila, je bilo uničenje jedrske elektrarne v Fukušimi, kjer so v času potresa delovali trije od šestih reaktorjev. Potres je kot eno od prvih posledic povzročil popolno ustavitev delovanja jedrske elektrarne in izgubo zunanjega napajanja, ki bi

zaustavljeni elektrarni zagotavljalo napajanje z električno energijo. Čez slabo uro pa je elektrarno prizadel še cunami, ki je uničil zasilni sistem napajanja in vodne črpalke ob morju. V treh dneh po potresu in cunamiju so se zaradi nezmožnosti vzpostavitve vira za napajanje z električno energijo stalile reaktorske sredice v reaktorjih 1–3, kar je povzročilo uhajanje sevanja iz elektrarne (Barle in Cizelj 2011).

Pri odpravi posledic katastrofe na Japonskem je sodelovalo več vrst BPL. V sklopu pomoči ameriškega ministrstva za obrambo je iz baze Anderson na otoku Guam 22 ur po potresu poletel BPL RQ-4 Global Hawk. Namen misije je bil pomagati prizadevanjem japonske vlade pri odpravi posledic katastrofe. BPL je bil uporabljen za pomoč pri ocenjevanju škode v mestih, na industrijskih objektih in ostali infrastrukturi, ki je bila prizadeta med potresom in cunamijem. S pomočjo informacij v realnem času, ki jih je posredoval Global Hawk, so lahko določili možna območja in poti za čim lažji in hitrejši dostop reševalcev na prizadeta območja, določili območja, kjer so najbolj nujno potrebovali pomoč, določili območja za zasilno pristajanje helikopterjev in letal, določena so bila potencialno nevarna območja, z IR kamerami so nadzirali dogajanje v jedrski elektrarni Fukušima in spremembe v temperaturi v okolici elektrarne, s čimer so lahko določili, da prihaja do taljenja reaktorske sredice. V dveh mesecih je Global Hawk opravil 20 poletov, 300 ur poletov je bilo opravljenih samo nad jedrsko elektrarno, posnetih je bilo več kot 3000 posnetkov z različnimi tehnikami slikanja (Fontaine 2011).

Za nadzor nad stopnjo sevanja v jedrski elektrarni Fukušima v združenem projektu Japonske agencije za jedrsko energijo in Japonske vesoljske agencije uporabljajo BPL B Type Machine II, podjetja Fuji IMVAC. BPL je stacioniran 6,5 km od elektrarne in s 30 minutnimi poletmi zagotavlja znanstvenikom informacije o stopnji radioaktivnosti v realnem času. Ta sistem je do decembra 2014 še v poizkusni fazi, v redno uporabo bo prišel najkasneje v začetku leta 2015. Pred tem so že od 15. aprila 2011 za nadzor stanja v elektrarni uporabljali štiri mikro BPL z rotorjem, RQ-16 T-Hawk, ki so bili prilagojeni za nošenje senzorjev za zaznavanje stopnje sevanja. BPL so priskrbeli fotografije in videoposnetke notranjosti uničene elektrarne, ohišja reaktorjev, turbin, bazenov z izrabljenim jedrskim gorivom. S temi informacijami so lahko natančneje določili, kje prihaja do uhajanja radioaktivnega sevanja in kako se s tem najbolje soočiti (Siminski 2014).

Poleg misije na Japonskem je bil Global Hawk uporabljen še za podporo reševalcem pri potresu na Haitiju januarja 2010, kjer je v 122 urah zbral 3607 posnetkov prizadetega

območja. Januarja 2014, ko je Filipine prizadel tajfun Haiyan, so s pomočjo tega BPL zbrali več kot tisoč posnetkov, ki so bili skoraj v realnem času posredovani Filipinskim oblastem v pomoč pri načrtovanju reševanja in ocenjevanju škode. Poleg naštetega je bil Global Hawk uporabljen še po orkanu Ike, septembra 2008, in v seriji požarov, ki so prizadeli Kalifornijo leta 2007 (Pamiljans 2013).

#### 4.6 ISKANJE IN REŠEVANJE ( SEARCH AND RESCUE) V KANADI 2013

V začetku maja 2013 je kanadska policija kot prva, po uradno znanih podatkih, našla izgubljeno osebo s pomočjo BPL Draganfly X4-ES.

Reševanje je potekalo 9. maja 2013 v kanadski provinci Saskatchewan, 35 km vzhodno od mesta Saskatoon. Ob 00.20 uri se je zgodila prometna nesreča, v kateri je avto zapeljal s ceste in se prevalil na streho. Ob prihodu reševalcev in policije ni bilo na kraju nesreče nobenega človeka, vendar pa so po preiskavi sklepali, da je bila v vozilu ena oseba. Najprej so reševalci preiskali 200 metrov v vse smeri v okolici vozila, ker so bili neuspešni, so na pomoč poklicali reševalni helikopter, opremljen z napravami za nočno gledanje in močnim reflektorjem, ki je neuspešno preiskal območje v radiju enega kilometra od kraja nesreče. Po eni uri neuspešnega iskanja so se odločili uporabiti še BPL, tik pred poletom ob 2:10 pa jih je poklicala pogrešana oseba, ki je bila že podhlajena in tudi ni mogla določiti svoje lokacije. Reševalci so z GPS lociranjem odkrili, da je pogrešani 3,2 km južno od kraja nesreče, zato so še enkrat uporabili helikopter, ki spet ni bil uspešen pri iskanju. Šele ob 3:00 so se odločili uporabiti BPL z IR kamero, ki je kmalu odkril majhen vir toplote 200 m stran od točke, kjer je bil nazadnje lociran signal s pomočjo GPS. Osebo so našli neodzivno, zvito v klopčič pod drevesom. Po navedbah policije bi brez uporabe BPL pogrešano osebo našli šele, ko bi se zdanilo, do takrat pa bi pogrešani zaradi nizkih temperatur že umrl (Weidlich 2013).

Poleg tega poteka še veliko drugih študij in celo tekmovanj s področja iskanja pogrešanih. Primera sta The UAV Challenge – Outback Rescue, kjer se simulira iskanje pogrešanega v avstralskem Outbacku in Search and Rescue challenge v Teksasu. Novozelandska televizija 3 news je marca 2014 posnela prispevek o razvoju in uporabi BPL za iskanje pogrešanih na težko dostopnem terenu in na morju. Uporablja se več različnih letalnikov, predvsem takšnih s fiksnimi krili, ki lahko preiščejo večja območja. Informacije v realnem času prek zemeljske postaje dobijo reševalci na terenu, ki so napoteni na območje, kjer bi se lahko nahajala pogrešana oseba. Reševalci na terenu so še dodatno opremljeni z lahкими, prenosnimi, mikro BPL za iskanje in pregled bližnje okolice (Sellwood 2014).

## 5 OGROŽENOST SLOVENIJE

Slovenija leži na stičišču Alp, Panonske nižine, dinarsko-kraškega sveta in Sredozemlja. Kras obsega okoli 9000 km<sup>2</sup> ali 44 % vsega ozemlja. Omenjeni pokrajinski tipi zaznamujejo življenjski prostor Slovenije z izjemno pokrajinsko pestrostjo in naravnimi lepotami, obenem pa tudi s številnimi naravnimi nesrečami. Davek, ki ga vsako leto poberejo poletna neurja, vodne ujme, žled, zemeljski plazovi in druge naravne nesreče, v povprečju presega dva odstotka bruto domačega proizvoda (BDP). V posameznih letih je škoda, ki jo povzročijo te nesreče, še znatno večja; leta 1990 je na primer škoda, ki jo je povzročila vodna ujma, presegla petino BDP. Gospodarski razvoj pa je ob vse večjih in bolj nasilnih posegih v okolje, z graditvijo industrijskih obratov, jedrskih objektov, velikih vodnih zbiralnikov, kemizacijo okolja, naraščajočim prometom tudi v Slovenijo prinesel številne nevarnosti civilizacijskih nesreč (Ogroženost Slovenije z naravnimi in drugimi nesrečami 2014a).

### 5.1 POPLAVNA OGROŽENOST

Geografski položaj Slovenije na jugovzhodnem robu Alp in severu Sredozemskega morja prispeva k živahnemu vodnemu in padavinskemu režimu. Na področju se prepletajo trije različni podnebni tipi (kontinentalni, sredozemski in alpski), kar povzroča vremenske nestabilnosti. Zračni tokovi pod vplivom zahodnih in jugozahodnih vetrov iz Sredozemlja stalno pritekajo v višje predele Slovenije, kar povzroča kondenzacijo in posledično velike količine padavin (Prezelj in Dolšček 2004).

Slovenija zaradi svojih geografskih lastnosti spada med območja z največ padavinami v Evropi, saj večji del ozemlja letno prejme preko 1200 mm padavin. Do majhnih poplav prihaja vsako leto, predvsem zaradi močnih nalivov, ki so najpogostejši v spomladanskem, poletnem in jesenskem obdobju (Natek 2005).

Poplave ogrožajo več kot 300.000 ha, kar je 15 % površja Slovenije. Na območjih, kjer so poplave običajne, živi 7 % prebivalcev, na območjih velikih poplav pa kar 24 % prebivalcev. Najobsežnejša poplavna območja so v nižinsko-ravninskih predelih severovzhodne in subpanonske Slovenije, v predalpskih dolinah in kotlinah, ki odmakajo Šavrinsko gričevje in hribovje ter na ravninah ob Ledavi, Muri in Ščavnici. Drava pod Mariborom je obdana s prostranim poplavnim svetom, tudi vsi njeni pritoki (Pesnica, Polskava, Dravinja) na široko preplavljajo kmetijske površine. Vzhodna in osrednja Dolenjska z Belo krajino ima več

manjših poplavnih predelov ob Kolpi, Krki, Temenici, Mirni in ob njihovih pritokih. Ljubljansko barje, ki je na meji med alpskim in dinarskim gorskim sistemom, pa je najboljše poplavno območje (Poplave 2014b).

Vsakoletne poplave zalijejo okrog 2.300 hektarjev površin. Več kot polovica (54 %) vsega poplavnega sveta je v porečju Save, ki mu pripada 58 % ozemlja države. V porečju Drave je 42 % poplavnih površin, v porečju Soče in pritokov pa 4 % (Poplave 2014b).

Iz zgodovinskih virov ter poznejših sistematičnih opazovanj so znane katastrofalne poplave na slovenskih tleh. Večje poplave so bile leta 1550 na celjskem, leta 1851 na Radeljskem polju, Falski pečini, na Lentu v Mariboru in na Ptujju, leta 1901 na celotnem območju Slovenije, leta 1910 na Štajerskem, leta 1923 v povodju Soče, Save in Savinje, leta 1925 v Pomurju ter na Štajerskem in Koroškem, leta 1926 na Celjskem, leta 1933 na Ljubljanskem barju, Cerkniški in Ribniški ter Dobropoljski in Struški dolini, dolini Krke, spodnje Save ter v Celjski kotlini, leta 1954 v Celjski kotlini in Krškem, leta 1972 na območju Ledave in Ščavnice s pritoki, leta 1990 v večjem delu Slovenije, leta 1998, ko je pas močnih padavin zajel območje od Koprškega primorja čez kraške planote, Ljubljansko barje, prek Tuhinjske doline in porečja Drete do širšega območja Celja in naprej čez Haloze do sosednje Hrvaške, leta 2007 na območju Davče in Železnikov, leta 2009 v zahodni, osrednji in južni Sloveniji in leta 2010 na Ljubljanskem barju, v Vipavski dolini, na povodju Krke in v spodnjem toku Save (Poplave 2014b).

## 5.2 POTRESNA OGROŽENOST

Ozemlje Slovenije spada po številu in moči potresov med dejavnejša območja, saj leži na potresno dejavnem južnem robu Evrazijske tektonske plošče, na severozahodnem robu sredozemsko-himalajskega seizmičnega pasu, ki je eden od potresno najdejavnejših na Zemlji. Na slovenskem prostoru se stikajo tri regionalne tektonske enote: na severu in zahodu Alpe, na južnem, jugozahodnem in osrednjem delu Dinaridi in na severovzhodu Panonski bazen. Premikanja plošč povzročajo na ozemlju Slovenije napetosti v smeri sever-jug, ki se sprošča v potresih ob prelomih severozahod-jugovzhod (dinarska smer) in severovzhod-jugozahod (prečnodinarska smer) ter ob narivnih strukturah, ki potekajo v smeri vzhod-zahod. Na območjih, kjer so možni potresi VIII. in IX. stopnje po potresni lestvici MCS, prebiva okoli 830.000 ali dobrih 44 % vseh prebivalcev Slovenije (Potresi 2014b).

Seizmografi zabeležijo vsako leto nekaj sto šibkih potresnih sunkov. Zgodovinski viri navajajo, da je bilo v preteklosti na slovenskih tleh več kot 60 rušilnih potresov. Poleg velike gmotne škode so zahtevali tudi človeška življenja. Potresno najbolj ogrožena območja so ljubljansko, idrijsko, tolminsko in krško-brežiško. Od slovenskih mest so potresno najbolj ogrožena Idrija, Ljubljana, Krško, Brežice, Tolmin, Ilirska Bistrica in Litija. Potresna žarišča so na celotnem ozemlju Slovenije. Še najmanj jih je na njenem skrajnem severovzhodnem delu (Andrejek 2010).

V 20. stoletju je bilo na slovenskem več kot 20 potresov, katerih intenziteta je presegla VII. stopnjo po potresni lestvici EMS. Najmočnejši znani potresi do konca 20. stoletja so bili koroški potres leta 1348, idrijski potres leta 1511 in ljubljanski potres leta 1895. Potres v zgornjem Posočju aprila 1998 je bil z 8. stopnjo po evropski potresni lestvici najmočnejši potres v Sloveniji v 20. stoletju (Potresi 2014).

### 5.3 POŽARI V NARAVNEM OKOLJU

Do obsežnih in uničujočih požarov lahko pride med sušnimi obdobji in po njih, lahko so posledica udara strele ali pa človeške malomarnosti. Požari uničujejo gozdove, travnike in pridelke, ubijajo živino in divje živali, poškodujejo ali uničijo naselja in ogrožajo življenja prebivalcev (Naravne in druge nesreče 2014a).

Okoli tretjina požarov se razširi z odprtih kurišč, največkrat jih razpiha veter. Zaradi samovžigov nastane le okoli 3,4 % požarov. V polovici primerov gozdnih požarov pa njihov vzrok ni poznan. V Sloveniji so požarno najbolj ogroženi gozdovi v submediteranskem delu države. Število požarov je največje februarja, marca, julija in avgusta. Pogostost gozdnih požarov je zelo različna po posameznih gozdnogospodarskih območjih. Največ požarov je na sežanskem gozdnogospodarskem območju. Na tem območju je 90 % vseh zaradi požara opustošenih gozdnih površin (Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami 2002).

Največ požarov do sedaj je bilo v letu 1998, ko je bilo 2466 požarov na površini 3490 ha. Leta 1992 je bilo manj požarov, skupaj je bilo 1118 požarov na rekordni površini 8101 ha. Velika površina požarov je bila tudi leta 1993. Takrat je bilo 1853 požarov na površini 6920 ha. Do sedaj največji požar je bil med 2. in 8. marcem 1992 v visokogorju nad Breginjem na tolminskem. Zajel je 1800 ha predvsem travniških površin (Andrej Pečenko 2005).

Med leti 1995 in 2010 je bilo povprečno 86 gozdnih požarov na leto, povprečna letna površina pogorišč je bila 495 ha. Največji gozdni požari so bili leta 2003 v bližini Sel na Krasu, ko je pogorelo 1.049 ha površine, od tega 748 ha gozda, leta 2006 na območju Šumka–Železna vrata–Trstelj, kjer je pogorelo 950 ha površin, od tega 459 ha gozda (Varstvo gozdov pred požari 2014).

## 5.4 DRUGE NARAVNE NESREČE

### 5.4.1 ZEMELJSKI PLAZOVI

Zemeljski plazovi se dogajajo na približno tretjini površine Slovenije in se razlikujejo glede na hitrost in globino. Po nepopolnih podatkih je v Sloveniji preko 600 velikih in 6000 malih zemeljskih plazov. Plazovi predstavljajo eno večjih finančnih bremen lokalnih skupnosti in države, saj se za sanacije namenja velik del proračunov. Do plazenja v glavnem prihaja zaradi velike namočenosti in neustreznih posegov v prostor. V Sloveniji najdemo zemeljske plazove skoraj povsod, razen na območju primorskega in dolenjskega krasa ter debelozrnatih prodnatih in morenskih nanosih ob Soči, Savi, Savinji, Dravi in Muri. Ena največjih naravnih nesreč v Sloveniji je bil plaz v Logu pod Mangartom 15. in 17. novembra 2000, kjer je umrlo 7 ljudi (Andrejek 2010).

### 5.4.2 SNEŽNI PLAZOVI

Snežni plazovi sodijo med naravne nesreče, ki zahtevajo razmeroma veliko smrtnih žrtev. Pred več desetletji so v snežnih plazovih v glavnem umirali ljudje, ki so bili stalno naseljeni ob plazovitih krajih ali so tam delali. Kasneje pa je bilo med žrtvami vse več ljudi, ki so jih plazovi zajeli pri hoji v gorah, smučanju, lovu ipd. Sodoben način preživljanja prostega časa v naravi se kaže v vse večji množičnosti. Ker pa so ti nemalokrat preslabo telesno pripravljene, ne dovolj izkušeni ali ne upoštevajo pravil varnega gibanja ter vremenskih in drugih razmer, se povečuje možnost nesreč zaradi snežnih plazov. Na območju Slovenije je evidentiranih več kot 500 večjih in okoli 1500 manjših stalnih snežnih plazov na približno 16.000 ha površine. Po večletnem spremljanju snežnih plazov se ugotavlja, da ogroža magistralne ceste okoli 90 snežnih plazov, regionalne ceste več kot 275 snežnih plazov, lokalne ceste okoli 300 snežnih plazov, gozdne ceste pa okoli 30 snežnih plazov. Znani snežni plazovi ogrožajo še stanovanjske in gospodarske objekte, železniško in energetska infrastrukturo ter smučišča (Andrejek 2010).

### 5.4.3 SUŠA

V Sloveniji v glavnem vsako leto pade dovolj padavin, tako da je suša razmeroma redka, pojavljajo pa se poznopoletne relativne suše in poznozimske oziroma zgodnjepomladanske suše. Razsežnosti naravne nesreče pri suši so odvisne od kamninske osnove, prsti, izbora kmetijske kulture in letne razvojne faze rastlin. Posebej je treba opozoriti, da so v naravnem okolju v Sloveniji suše izjemno redke, drugače pa je pri kulturnih rastlinah, še posebno tam, kjer je izbor kulture neustrezen glede na kamninsko osnovo, vrsto in debelino prsti ter splošne padavinske razmere. Poletna suša povzroča tudi težave pri oskrbi s pitno vodo, saj presahnejo izviri in zmanjka kapnice. Ob višku suše leta 1992 je bilo npr. od dovažanja pitne vode odvisnih več kot 40.000, ob suši leta 1993 pa celo 54.000 prebivalcev (Andrejek 2010).

### 5.4.4 ŽLED

Žled se najpogosteje pojavlja novembra. Srednje močan žled se v Sloveniji pojavlja vsakih nekaj let, močan žled, ki povzroča veliko gospodarsko škodo, pa približno na 50 let. Žled povzroča največjo škodo na drevju ter na električnih in telefonskih napeljavah. V Sloveniji je značilen predvsem za jugozahodno Slovenijo. Najbolj je razširjen na Visokem krasu in njegovem obrobju, bodisi na celinski ali primorski strani. Žled se pojavlja tudi v kotlinah, kjer se zadržuje hladen zrak. V Sloveniji najpogosteje prizadene Brkine, Senožeško hribovje z Vremščico, Zgornjo Pivko, vznožja in pobočja Visokega krasa, Snežnik, Javornik, Hrušico, Nanos, Trnovski gozd in Čičarijo (Andrejek 2010).

## 5.5 DRUGE NESREČE

Nesreče v cestnem, železniškem in zračnem prometu, požar, rudniška nesreča, porušitev jezu, nesreče, ki jih povzročijo aktivnosti na morju, jedrska nesreča in druge ekološke ter industrijske nesreče. Najbolj pogoste pri nas so nesreče v cestnem prometu, požari, in industrijske nesreče. Od nesreč, povezanih z industrijskimi dejavnostmi, so za okolje in zdravje ljudi najnevarnejše nesreče z nevarnimi kemikalijami. Te imajo lahko celo škodljivejše posledice kakor naravne nesreče (Naravne in druge nesreče 2014a).

V Sloveniji so nepremični viri tveganja za ljudi in okolje zaradi večjih nesreč z nevarnimi kemikalijami precej enakomerno porazdeljeni po celotnem ozemlju države. Pri tem gre za dejavnosti, kot so skladiščenje utekočinjenih naftnih plinov, za proizvodnjo osnovnih kemikalij, za proizvodnjo farmacevtskih izdelkov, za proizvodnjo barv, lakov, premazov, eksplozivov in podobne industrijske dejavnosti.



Po prepeljanih nevarnih kemikalijah največji delež v Sloveniji obsegajo vnetljive tekočine, predvsem nafta in njeni derivati (75 do 80 % vseh cestnih prevozov nevarnih snovi), manjši delež pa strupene in eksplozivne snovi. Letno se v povprečju zgodi ena prometna nesreča, v kateri se razlije večja količina teh snovi, najpogosteje nafte oziroma njenih derivatov, poleg nafte pa so se v zadnjih letih razlile še manjše količine očetne kisline, klorovodikove kisline, različnih barv in lakov ter butana. Največja verjetnost, da pride do razlitja vnetljivih tekočin, je na cestah iz pristanišč Koper in Reka proti notranjosti Slovenije (Naravne in druge nesreče 2014a).

Večje nesreče so bile razlitje nafte v Ortneku, oktobra 1998, požara v Gorenju v Velenju in podjetju Dar v Kopru, septembra 2000, požar na ladji Atlantic Star v Izoli, decembra 2001, požar v Termah Čatež, decembra 2001, požar v skladišču Mobitela v Ljubljani, decembra 2002, požar v skladišču Tomosa v Kopru, decembra 2002, požar v proizvodnih in skladiščnih prostorih v Stojncih, julija 2003, požar v stavbi Zavoda za zdravstveno varstvo v Mariboru, marca 2005, prometna nesreča s požarom, aprila v bližini Poljan pri Mirni Peči, 2005 (Naravne in druge nesreče 2014a).

## **6 MOŽNOST UPORABE BPL V SLOVENIJI**

Na podlagi pregleda namenov in načinov uporabe BPL v obravnavanih primerih različnih vrst nesreč iz tujine lahko dobljene ugotovitve uporabim za aplikacijo možnosti uporabe BPL v sistemu zaščite in reševanja v Sloveniji.

Splošna uporabnost BPL v primeru naravne ali druge nesreče je, da lahko odločevalcem in reševalcem, ki so prvi na prizadetem območju, hitro zagotovi dodatne informacije o stanju na kraju dogodka. BPL, opremljeni z različnimi senzorji, omogočajo zajem slike in drugih podatkov z območja iz ptičje perspektive in s tem odgovornim v kratkem času omogočijo boljšo preglednost, informiranost in nadzor nad dogajanjem.

V primerih zaščite in reševanja pred poplavami v Sloveniji bi se BPL lahko uporabljali za hiter pregled in oceno velikosti in stanja prizadetega območja, za lažjo in hitrejšo določitev prednostnih območij reševanja, pregled najustreznejših pristopov do prizadetih območij, za oceno stanja infrastrukture, kot so mostovi in ceste. Uporabljali bi se lahko za nadzorovanje stanja protipoplavnih nasipov na območjih ob Muri, Dravi in drugih rekah, za spremljanje dviganja ali upadanja vodostaja, lociranje oseb, ki potrebujejo pomoč, hiter pregled stanja v krajih, kamor je onemogočen dostop. BPL lahko letijo nizko in na omejenem prostoru, zato so primerni tudi za delovanje na območjih, kot je Zasavje. Ker je večji del Slovenije potresno ogrožen, bi bila uporaba BPL možna tudi v primeru močnega potresa. BPL bi bil prav tako lahko uporabljen za hitro oceno stanja, pomoč pri določitvi prednostnih območij reševanja, določitev potencialno nevarnih območij, oceno strukturne trdnosti različne infrastrukture. BPL, opremljeni z ustreznimi senzorji, bi bili lahko še dodatno uporabljeni za pomoč pri iskanju ponesrečenih med ruševinami, saj zaradi svoje majhnosti ne dvigujejo prahu in delujejo na omejenih območjih, kot so mesta. Poplave in potrese skoraj vedno spremljajo tudi plazovi; in ker je tretjina Slovenije plazovite, bi bili BPL uporabni za oceno in spremljanje stanja plazov, območji, ki so jih prizadeli, določitev možnih poškodb in zapor cest, pregled in oceno stanja v prizadetih in odrezanih krajih na hribovitih območjih Slovenije ter pregled poškodb ostale vitalne infrastrukture, kot so električni daljnovodi in podobno.

V primeru večjih požarov v naravi bi bili BPL, ki jim dim ne predstavlja takšne nevarnosti kot helikopterjem s posadko, primerni za odkrivanje žarišč požarov z IR kamero v začetni fazi in kasnejših prikritih žarišč. Pripomogli bi k hitrejšemu in učinkovitejšemu usmerjanju gasilcev na terenu na takšna območja. Spremljanje dogajanja v realnem času bi omogočalo določanje nevarnih območij in koridorjev za varen umik. Omogočeno bi bilo spremljanje požarov na

težko dostopnih krajih zaradi terena ali vegetacije, kot je bil primer leta 1992 v gorah nad Breginjem in požar na Sveti gori pri Gorici leta 2014. BPL bi bili lahko uporabljeni pri gašenju požarov na industrijskih objektih za spremljanje dogajanja iz ptičje perspektive za nadzor stabilnosti strešne konstrukcije, nudili bi boljši pregled nad učinkovitostjo gašenja in odkrivanje žarišč. Uporaba bi bila mogoča tudi pri uhajanju ali razlitju nevarnih snovi. BPL so lahko opremljeni s senzorji za zaznavanje količine nevarnih snovi v okolju v primeru razlitja kemikalij ali ob jedrski nesreči, prizadeto območje se lahko pregleda in nadzoruje brez nevarnosti za pilota in pomaga pri določitvi prostorske razsežnosti nesreče. Pri razlitju nafte bi bilo mogoče uporabiti BPL za iskanje morebitnih naftnih madežev na rekah, potokih ali drugih vodnih telesih. Potencialna uporaba BPL za nadzor dogajanja iz zraka bi bila mogoča ob večjih železniških in avtomobilskih nesrečah s požarom ali razlitjem nevarnih snovi, tudi v Luki Koper bi pri razlitju nevarnega tovora v morje za nadzor dogajanja v realnem času in ocenjevanju razsežnosti onesnaženja uporabili BPL.

Našle bi se še druge možnosti uporabe BPL v primerih nesreč. Možnost kartiranja prizadetih območij, nevarnih območij in sestavljanje ažurnih zemljevidov z obstoječim stanjem, ki bi bili v kratkem času tudi na voljo javnosti. Takšni bi bili 3D kartiranje območja plazov, iskanje v gorah in podobno. Poleg tega bi pripomogli k varčevanju in racionalizaciji sredstev, ker bi bili lahko helikopterji uporabljeni za druge naloge, kot so evakuacije, transport humanitarne pomoči in podobno.

V Sloveniji bi bile z BPL za delovanje ob nesrečah lahko opremljene gasilske enote, enote civilne zaščite, policije ali vojske. Trenutno je v srednjeročnem obrambnem programu Republike Slovenije 2013-2018 predvidena nabava osmih sistemov mini BPL. Uvedeni bodo v 5. obveščevalno-izvidniški bataljon, ki deluje na Vrhniki (Podgoršek 2008). Že leta 2006 pa je Ministrstvo za obrambo v okviru Ciljnih raziskovalnih programov objavilo natečaj za projekt študije uporabe brezpilotnih letalnikov v Slovenski vojski, na katerega se je prijavilo več skupin. Izbrani sta bili dve, ki sta projekta tudi uspešno dokončali (Podgoršek 2008).

Ta projekta sta splošneje znana kot BPL Karantanija in Bramor. Konceptna zasnova brezpilotne Karantanije je rezultat sodelovanja Fakultete za pomorstvo in promet ter podjetja Mibo modeli d. o. o. iz Logatca, ki je Karantanijo tudi načrtovalo in izdelalo skupaj s kalupi ter integriralo letalne podsisteme. Vgradnja in osnovne nastavitve avtopilota Karantanije so v domeni Fakultete za strojništvo ter Fakultete za elektrotehniko. Z njo je testiran kanadski avtopilot in ugotovitve kažejo nujne smeri razvoja slovenskega avtopilota. Nosilec projekta

BPL Bramor pa je Univerza v Novi Gorici. Konstrukcijo platform je prevzela skupina C-ASTRAL, ki se je ukvarjala s celotno rešitvijo aerodinamike, konstrukcije, izdelave, komunikacijskih povezav, zakonodajo in integracijo končnega prototipa. Fakulteta za elektrotehniko iz Ljubljane je razvila svoj oddajnik za prenos žive slike na frekvenci 5,7 GHz in modul za snemanje slike na letalniku v kompresiranem formatu mpg4 na spominsko kartico. Fotona je na področju termovizije naredila temeljito študijo, v kateri je bila analizirana senzorska stabilizirana glava izraelske proizvodnje in pripravljena podlaga za integracijo senzorja IR v stabilizirano glavo domače proizvodnje (Podgoršek 2008).

## **7 ZAKLJUČEK**

Ena od petih kritičnih strateških nalog kriznega vodenja je sprejemanje odločitev. Značilnosti dogodkov kakršne so naravne in druge nesreče pa so, da imajo odločevalci omejen čas za sprejemanje odločitev, da delujejo pod velikim stresom, sprejemanje odločitev pa poteka v negotovih razmerah, kjer dogodki prehitevajo eden drugega, zato je ključnega pomena izkoristiti vse možne vire, ki bi ta proces olajšali (Malešič 2002). S tem namenom sem se v diplomski nalogi osredotočil na to, kako tehnologija BPL, ki šele v zadnjih letih močnejše prodira z vojaškega na civilno področje, že vpliva na delovanje sistema zaščite in reševanja v svetu ter kako bi te ugotovitve prenesel v okvire delovanja sistema ZiR v Sloveniji.

V ta namen sem v začetku diplomske naloge postavil dve hipotezi; prva hipoteza je, da bi uporaba BPL v sistemu zaščite in reševanja povečala hitrost in učinkovitost delovanja v primeru naravnih in drugih nesreč. Druga zastavljena hipoteza pa je, da bi bila uporaba BPL za zaščito in reševanje v Sloveniji najbolj smiselna na območju Primorske, kjer največkrat prihaja do večjih požarov v naravi.

Prvo hipotezo lahko na podlagi informacij iz preučeni primerov potresov, poplav, plazov in iskanja ter reševanja pogrešanih potrdim. BPL kot dopolnilo klasičnim oblikam delovanja ob nesrečah res poveča hitrost in učinkovitost odločanja in ukrepanja. Mini in mikro BPL se lahko na območju nesreče v roku nekaj minut pripravi za polet in v zelo kratkem času so na voljo posnetki iz ptičje perspektive o stanju na terenu. Večji in kompleksnejši sistemi z bolj sofisticiranimi senzorji potrebujejo nekaj več časa za polet, vendar pa lahko ostanejo v zraku nad prizadetim območjem več ur v razmerah, ki bi bile za klasična letala in helikopterje prenevarne. Odločevalci in organizatorji delovanja v nesrečah tako hitro dobijo podatke, kot so: lokacije oseb, ki potrebujejo pomoč, informacije o stanju infrastrukture, možnih nevarnih

območjih, zaporah cest, velikosti prizadetega območja, žariščih požarov in podobno. S pomočjo informacij, zbranimi z BPL, v realnem času na območju dogodka lahko pristojni določi prednostne naloge reševanja, hitreje in učinkoviteje organizira ter nadzoruje potek delovanja.

Drugo hipotezo lahko potrdim in dopolnim. Uporaba BPL zaradi svoje praktičnosti in širokega spektra uporabnosti ni smiselna samo na območju velike požarne ogroženosti na Primorskem. Glede na ogroženost celotnega ozemlja Slovenije s strani naravnih in drugih nesreč je uporaba BPL v sistemu zaščite in reševanja smiselna po celi državi. Na območjih rednih poplav v vzhodni in severovzhodni Sloveniji na kraških poljih ter v ljubljanski kotlini. V primerih na tretjini ozemlja, kjer plazovi ogrožajo prebivalstvo in vitalno infrastrukturo, v primeru potresov, ki ogrožajo velik del ozemlja, v primeru industrijskih nesreč, kjer je možna njihova uporaba brez skrbi za zdravje in življenje pilota.

Diplomsko nalogo zaključujem z ugotovitvijo, da so BPL s svojo praktičnostjo in možnostjo zagotavljanja podatkov o dogajanju na terenu lahko koristna in vsestransko uporabna pridobitev in dopolnitev klasičnim načinom delovanja v sistemu zaščite in reševanja. Seveda pa bo za praktično uporabo v Sloveniji še prej potrebno zakonsko urediti področje BPL.

## 8 LITERATURA

1. Ackerman, Evan. 2013. *UAV provides Colorado flooding assistance until FEMA freaks out*. Dostopno prek: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/aerial-robots/falcon-uav-provides-colorado-flooding-assistance-until-fema-freaks-out> (11. september 2014).
2. *ACAPS Briefing Note - China/Yunnan*. Dostopno prek: <http://acaps.org/> (11. september 2014).
3. Agencija Republike Slovenije za okolje. 2014a. *Naravne in druge nesreče*. Dostopno prek: <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%C4%8Dila/poro%C4%8Dila%20o%20ostanju%20okolja%20v%20Sloveniji/nesrece.pdf> (11. september 2014).
4. --- 2014b. *Potresi*. Dostopno prek: <http://www.arso.gov.si/potresi/> (11. september 2014).
5. Andrejek, Olga in Andreja Lavrič, ur. 2010. *Priročnik za učitelje izbirnega predmeta varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami*. Ljubljana: Uprava RS za zaščito in reševanje
6. Barle, Anže in Leon Cizelj. 2011. Nesreča v jedrski elektrarni Fukušima. *Življenje in tehnika* 62 (7–8): 12–24.
7. Bitenc, Maja. 2014. Brezpilotni letalniki – od igrače do večnamenskih robotov. *Geodetski vestnik* 58 (1): 155–158.
8. United Nations. Office of the Resident Coordinator. 2014. *Bosnia and Herzegovina - Flood disaster situation report no.3*. Dostopno prek: <http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Situation%20Report%20May2014.pdf> (11. september 2014).
9. Coffman, Keith. 2013. *Property losses from Colorado Flood projected at about \$2 billion*. Reuters, 19. september. Dostopno prek: <http://www.reuters.com/article/2013/09/19/us-usa-colorado-flooding-idUSBRE98H1BA20130919> (11. september 2014).
10. Cone, Tracie. 2013. *Following Yosemite Rim fire regeneration begins*. Huffington post, 28. september. Dostopno prek: [http://www.huffingtonpost.com/2013/09/28/yosemite-rim-fire-regeneration\\_n\\_4007885.html](http://www.huffingtonpost.com/2013/09/28/yosemite-rim-fire-regeneration_n_4007885.html) (11. september 2014).

11. De Cubber, Gert, Haris Balta, Daniela Doroftei in Yvan Baudoin. 2014. *UAS deployment and data processing during the Balkan flooding*. Dostopno prek: [http://www.microdrones.com/uploads/tx\\_news/SSRR2014\\_proj\\_XXX.pdf](http://www.microdrones.com/uploads/tx_news/SSRR2014_proj_XXX.pdf) (11. september 2014).
12. Državni zbor Republike Slovenije. 2002. *Nacionalni program varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami*. Dostopno prek: <http://www.uradni-list.si/1/content?id=36416> (11. september 2014).
13. Fontaine, Scott. 2011. *Global Hawk served new role in Japan aftermath*. Airforce Times, 14. avgust. Dostopno prek: <http://www.airforcetimes.com/article/20110814/NEWS/108140323/Global-Hawk-served-new-role-Japan-aftermath> (11. september 2014).
14. Grizold, Anton. 2005. *Slovenija v spremenjenem varnostnem okolju*. Ljubljana: FDV
15. Irevolution. 2014. *Humanitarian UAVs Fly in China After Earthquake*. Dostopno prek: <http://irevolution.net/2014/08/25/humanitarian-uav-china-earthquake/> (11. september 2014).
16. Malešič, Marjan, ur. 2004. *Krizno upravljanje in vodenje v Sloveniji*. Ljubljana: FDV
17. --- 2002. Teorija kriznega upravljanja. *Ujma* 15 (16): 401–427
18. Miles, Donna. 2013. *California Guard Deploys Predator to Support Firefighters.U.S.* Department of Defense, 29. avgust. Dostopno prek: <http://www.defense.gov/News/NewsArticle.aspx?ID=120691> (11. september 2014).
19. Natek, Karel. 2005. *Poplavna območja v Sloveniji*. Geografski obzornik 52 (1). Dostopno prek: [http://zgs.zrc-sazu.si/Portals/8/Geografski\\_obzornik/go\\_2005\\_1.pdf](http://zgs.zrc-sazu.si/Portals/8/Geografski_obzornik/go_2005_1.pdf) (11. september 2014).
20. Pamiljans, Janis. 2013. *California's Leadership In UAVs: The View from 60,000 Feet*. Northrop Grumman, 27. marec. Dostopno prek: <http://goo.gl/u6DZzW> (11. september 2014).
21. Pečenko, Andrej. 2005. *Požari v naravi – Požarna ogroženost naravnega okolja*. Dostopno prek: [http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/dr%C5%BEavna%20slu%C5%BEba/Pozari\\_v\\_naravnem\\_okolju.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/dr%C5%BEavna%20slu%C5%BEba/Pozari_v_naravnem_okolju.pdf) (11. september 2014).
22. Podgoršek, Borut. 2008. Projekti brezpilotnih sistemov v SV. *Revija Slovenska vojska* (10). Dostopno prek: [http://www.mo.gov.si/fileadmin/mo.gov.si/pageuploads/revija\\_sv/2008/sv08\\_10.pdf](http://www.mo.gov.si/fileadmin/mo.gov.si/pageuploads/revija_sv/2008/sv08_10.pdf) (11. september 2014).

23. Scott, Michon. 2013. *Historic Rainfall and Floods in Colorado*. Dostopno prek: <http://www.climate.gov/news-features/event-tracker/historic-rainfall-and-floods-colorado> (11. september 2014).
24. Sellwood, John. *UAV drones changing the face of Search & Rescue*. 31. marec. Dostopno prek: <http://www.3news.co.nz/tvshows/campbelllive/uav-drones-changing-the-face-of-search--rescue-nz-2014033118> (11. september 2014).
25. Siminski, Jacek. 2014. *Fukushima plant's radiation levels monitored with an UAV*. Dostopno prek: <http://theaviationist.com/2014/01/29/fukushima-japan-uav/> (11. september 2014).
26. Skrzypietz, Therese. 2012. *Unmanned Aircraft Systems for Civilian Missions*. BIGS Policy Paper, 1. februar. Dostopno prek: [http://www.bigs-potsdam.org/images/Policy%20Paper/PolicyPaper-No.1\\_Civil-Use-of-UAS\\_Bildschirmversion%20interaktiv.pdf](http://www.bigs-potsdam.org/images/Policy%20Paper/PolicyPaper-No.1_Civil-Use-of-UAS_Bildschirmversion%20interaktiv.pdf) htm (11. september 2014).
27. Teal Group Corporation. 2014. *Teal Group Predicts Worldwide UAV Market Will Total \$ 91 Billion in Its 2014 UAV Market Profile and Forecast*. 2014. Dostopno prek: <http://www.tealgroup.com/index.php/about-teal-group-corporation/press-releases/118-2014-uav-press-release> (11. september 2014).
28. Tirnanić, Slobodan. 1992. *Bespilotne letelice*. Beograd: Vojnoizdavački zavod.
29. Tsimopoulou, Vana, ur. 2012. *The Great Eastern Japan earthquake and tsunami: Facts and implications for flood risk management*. Dostopno prek: [http://www.hkv.nl/site/hkv/upload/publication/The\\_Great\\_Eastern\\_Japan\\_Earthquake\\_and\\_Tsunami\\_VT\\_BK.pdf](http://www.hkv.nl/site/hkv/upload/publication/The_Great_Eastern_Japan_Earthquake_and_Tsunami_VT_BK.pdf) (11. september 2014).
30. Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje. 2014a. *Ogroženost Slovenije z naravnimi in drugimi nesrečami*. Dostopno prek: <http://www.sos112.si/slo/page.php?src=og1.htm> (11. september 2014).
31. --- 2014b. *Poplave*. Dostopno prek: <http://www.sos112.si/slo/page.php?src=og12.htm> (11. september 2014).
32. --- 2014c. *Sile za zaščito, reševanje in pomoč*. Dostopno prek: <http://www.sos112.si/slo/page.php?src=sz1.htm> (11. september 2014).
33. Ušeničnik, Bojan. 2002. *Varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami v RS. V Nesreče in varstvo pred njimi*, ur. Bojan Ušeničnik, 462–498. Ljubljana: Uprava RS za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo
34. Vlada Republike Slovenije. 2002. *Doktrina zaščite, reševanja in pomoči*. Dostopno prek: <http://www.sos112.si/db/priloga/p125.pdf> (11. september 2014).



35. Weidlich, John. 2013. *Aerial drone locates Sask. CBCnews*, 9.maj. Dostopno prek: <http://www.cbc.ca/news/canada/saskatchewan/aerial-drone-locates-sask-man-injured-in-rollover-crash-1.1398942> (11. september 2014).
36. Zavod za gozdove Slovenije. 2014. *Varstvo gozdov pred požari*. Dostopno prek: <http://www.zgs.si/slo/delovna-podrocja/varstvo-gozdov/varstvo-gozdov-pred-pozari/index.html> (11. september 2014).
37. Zupančič, Maja. 2006. *Naravne nesreče*. Dostopno prek: [http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/NARAVNE\\_NESRECE.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/NARAVNE_NESRECE.pdf) (11. september 2014).