

Goldammer, J.G., E. Brunn, S. Hartig, J. Schulz, F. Meyer. 2016. razvoj tehnologija i metoda za primjenu propisanog požara za upravljanje pustare *Calluna vulgaris* zagađene neeksploziranim ubojnim sredstvima (NUS): problemi i prva iskustva stečena u istraživačkom i razvojnog projektu u Njemačkoj. Očuvanje i biodiverzitet 152, 87-122. DOI 10.19213 / 973152; ISBN 978-3-7843-4052-4.

## **Razvoj tehnologija i metoda za primjenu propisanog požara za upravljanje pustarama *Calluna vulgaris* zagađene neeksploziranim ubojnim sredstvama (NUS)**

**Johan Georg Goldamer, Egbert Brun, Stefen Hartig, Joakim Šulc i Frank Mejer**

### **Sažetak**

Aktivne i napuštene zone vojne obuke u Nemačkoj, neke od njih u upotrebi više od jednog veka, podvrgnute su mehaničkim poremećajima kao posledica kretanja vojnih vozila i tenkova, kao i direktnih i indirektnih uticaja artiljerijskog snimanja i vježbi bombardovanja koji su često povezani sa divljim požarima započetih eksplozivnim ubojnim sredstvima. Ova područja za obuku pružaju staništa i pribježište ugroženim vrstima i otvorenim kopnenim ekosistemima. Obustavljena ili smanjena uzinemirivanja vojnom obukom rezultirali su ustupanjem biljke za formiranje šuma, što je rezultiralo gubicima staništa ugroženih vrsta zavisnih od ekosistema otvorenog kopna, naročito pustare *Calluna vulgaris*. U nekim oblastima željeni efekti napuštenih vojnih aktivnosti i šumske požare su podstaknuti ciljanom pašom, mehaničkim tretmanom ili propisanim spaljivanjem. Međutim, u Nemačkoj ukupna površina veličinom od približno 250.000 ha sa visokom vrednosću konzervacije zagađena je neeksploziranim ubojnim sredstvima (NUS). Iako paša jedino ne može održati otvorenost u svim slučajevima, mehaničko liječenje i propisano spaljivanje se ne mogu uvek smatrati komplementarnim merama zbog opasnosti od eksplozije NUS-a. Koncept i tehnologije razvijeni su u projektu istraživanja i razvoja u zaštićenom prostoru Heidehof-Golmberg, napuštenom vojnom području za obuku u Brandenburgu u Njemačkoj, kako bi se sigurno primijenilo propisano spaljivanje koristeći preuređene vojne tenkove kao oklopna vozila za propisano spaljivanje i aparat za suzbijanje požara. Propisane operacije spaljivanja podržavani su bespilotnim vazdušnim sistemima (BVS) za praćenje napretka i podrške odlučivanju. Prva eksperimentalna spaljivanja sprovedena su tokom 2012. i 2013. godine, nakon čega sledi praktična primena, uključujući i suzbijanje požara na teritoriji kontaminiranoj NUS-om, između 2013. i 2015. godine.

Ključne riječi: područja vojne obuke, ustupanje, *Calluna vulgaris*, neeksplozirana ubojna sredstva, propisani požar, propisano spaljivanje.

### **1 Uvod: Stanje upotrebe propisanog požara u zaštiti i upravljanje krajolikom u Nemačkoj**

Proširena ruralna područja umereno-borealne Eurasije su pod uticajem promjene korištenja zemljišta i/ili napuštanjem poljoprivrednih i pašnjarskih površina. Ovakav razvoj ugrožava održivost i opstanak otvorenih kulturnih predela sa njihovim staništi-

ma ovisnih o otvorenog prostora. Napušteno zemljište prolazi kroz brzu sukcesiju. Mere supstitucije, koje se na nekim mestima praktikuju za sukcesiju i održavanje staništa otvorenog prostora, često su visoko subvencionisane u zemljama zapadne Evrope. Međutim, mehaničke mjere ili ciljana ispaša ograničene su samom veličinom površine zemljišta koja se tretira i brzim povećanjem troškova. Od devedesetih godina prošlog veka u Nemačkoj se istražuje i primjenjuje upotreba propisanog požara u nizu pilot projekata kao moguća zamjena u očuvanja otvorenih prirodnih staništa (GOLDAMMER i dr., 1997a, b, 2004, 2009, 2012, MEYER 2015). Konkretno, u sledećim ekosistemima ovisnih o uznemiravanju, propisano spaljivanje je sastavni dio upravljanja staništima:

- Podatlantske pustelije u Rezervatu prirode Lunenburg Heath (KEIENBURG & PRÜTER 2004),
- Atlantska pješčana pustara *Calluna* u državi Šlezvig-Holštajn (HOFFMANN 2004),
- Kontinentalna pustara *Calluna* na napuštenim područjima za vojne vežbe bez ili isčišćena od neeksploiranih ubojnih sredstava (NUS) u Brandenburgu, Rajnu-Pfalzu i Severnoj Porh-Vestfaliji (BRUNN 2009a, b, GOL-DAMMER i sar. 2009, MAUSE 2009),
- Otvoren krajolik bivših terena vojne obuke na kojem preovlađuju travnice nezagаđene NUS-om kao što je Münsingen (država Baden-Württemberg) (GOLDAMMER i sar., 2009, NITTEL 2016),
- padine između vinogradarskih terasa u Kaiserstuhlu, Baden-Württemberg (PAGE & GOLDAMMER 2004, LANDSCHAFTSERHALTUNGSVERBAND EMMENDINGEN 2006, RIETZE 2009),
- Planinske livade u Crnoj šumi, država Baden-Württemberg (TIM GCUP-a & PAGE 2009), i
- Mavrinska staništa u severozapadnoj Nemačkoj (NIEMEYER 2004).

Nemačkoj savezno i državno zakonodavstvo, a naročito zakoni i podzakonski propisi koji regulišu očuvanje prirodnih dobara i smanjenje emisije, uopšte zabranjuju korištenje vatre pri upravljanju vegetacijama, uključujući korištenje vatre za odlaganje poljoprivrednih ostataka i drugih organskih materijala. Međutim, izuzeća od opšte zabrane primjene vatre su moguća i općenito prikazana sa strane GOLDAMMER-a i sar. (2012). U praksi, propisano spaljivanje sprovodi ovlašćeno i obučeno osoblje. U vinogradarstvu i praksi upravljanja otvorenim zemljištem u Baden-Württemberg-u, lokalni zemljoradnici i proizvođači vina su obučeni i sertifikovani za primjenu propisanih požara i moraju poštovati godišnje objavljena pravila izuzeća na nivou županije. Na aktivnim i napuštenim mjestima za vojne vježbe i streljanje nezagаđeni NUS-om, lokalna vojna vatrogasna služba i Federalna nemačka šumska služba preuzima odgovornost za obavljanje propisanih postupaka spaljivanja na osnovu pojedinačnih pravila izuzeća (GOLDAMER i sar., 2012, GLOBALNI CENTAR ZA UPRAVLJANJE POŽARIMA 2014).

Upotreba propisanog požara u susednim zemljama umereno-borealne Evroazije odražava se brojnim neformalno povezanim aktivnostima u okviru "Evroazijske mreže za zaštitu prirode požarima" (EMZPP) (GCUP 2004, 2009, EMZPP 2015). U evro-mediterskom regionu, naglasak propisane vatrogasne upotrebe je smanjenje opasnosti od požara i upotreba vatre u suzbijanju požara (protivpožarenje) (POŽARNI PARADOKS 2010). Obrazloženje, principi i postulati za napredak u primeni propisanog

požara u evropskoj bioti manifestovali su se u "Bijeloj knjizi o korištenju propisanog požara u upravljanju zemljištem, očuvanju prirode i šumarstvu u umjereno-borealnoj Evroaziji" (GCUP & ISTRAŽIVAČKA GRUPA POŽARNE EKOLOGIJE 2009) i monografija "Propisano spaljivanje u Rusiji i susednoj smerno-borealnoj Eurasiji" (GOLDAMMER 2013).



Slike 1-3: Pustara *Calluna* podvrgnuta invaziji i sukcesiji od strane breze i bora (levo) i prvih propisanih testova spaljivanja u Pustari Zschorno početkom 2000-ih (srednja i desna) (Fotografije: Projektni tim).



Slike 4-6: Oporavak lokacija za testiranje propisanog spaljivanja u Pustari Zschorno odmah posle požara (levo), godinu dana (sredina) i dve godine nakon spaljivanja (desno) (Fotografije: Projektni tim)

## 2 Požari uzrokovani neeksplođiranim ubojnim sredstvima i vegetacijski požari u Njemačkoj

### 2.1 Uvod

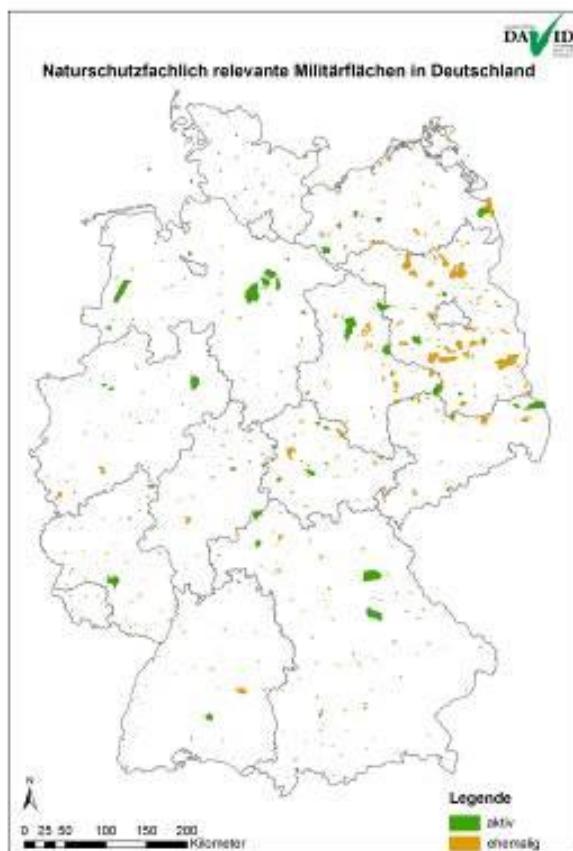
Neeksplođirana ubojna sredstva (NUS) obuhvataju ubojita sredstva (US) (bombe, čahure, granate, kopnene i morske mine, kasetna municija itd.) koja nisu eksplodirala kada su bila upotrebljena i još uvek predstavljaju rizik od detonacije, potencijalno do nekoliko decenija ili čak vek nakon upotrebe ili odbacivanja. U Nemačkoj se NUS nalaze kao ostanak rata na bivšim borbenim terenima i na ili oko urbanih i industrijskih lokacija koje su podvrgnute vazdušnom bombardovanju tokom svjetskih ratova. NUS i neiskorištena odložena municija kao ostaci oružanih sukoba i vojnih obuka nalaze se u ogromnim oblastima prirodnih i kulturnih pejzaža Nemačke i susednih evropskih zemalja. U kombinaciji sa vegetacijskim požarima (požarima za korišćenje zemljišta i šumskim požarima) NUS predstavljaju značajnu pretnju po zdravlje ljudi i bezbednosti.

Aktivne i napuštene oblasti vojnih obuka u Nemačkoj su popisane, mapirane i klasifikovane prema vrednosti zaštite i uključene u bazu podataka "Zaštita prirode i vojska". Prema najnovijem ažuriranju, mnoge od 632 aktivnih i napuštenih vojnih područja, koje pokrivaju približno oko 685.000 hektara (ha), imaju visoku vrijednost očuvanja (NATURSTIFTUNG DAVID 2014, 2016). Više od polovine ovih područja registrirano je u okviru mreže Natura 2000.

Oskudne su informacije o prisustvu eksplozivnih i drugih vojnih ubojnih sredstava na aktivnim i napuštenim mjestima za vojne vježbe i streljanje. Ovo se posebno odnosi na

oblasti za obuku koje potiču iz kraja 19. i početka 20. veka i na lokacije koje je koristila Sovjetska armija između 1945. i 1994. godine. Dostupne informacije, međutim, koje bi mogле biti izvedene iz baze podataka, navode da je oko 250.000 ha trenutno aktivnih i napuštenih oblasti za obuku, koje imaju visoku vrijednost očuvanja, zagađene NUS-om. Međutim, ova vrijednost se ne može potvrditi upravo zbog nedostatka statusa kontaminacije NUS-a i raščišćavanje NUS-a (NATURSTIFTUNG DAVID 2016).

Ova baza podataka ne uključuje bivša borbena pozorišta svjetskih ratova. U državi Brandenburg - nemačkoj državi sa najvećom gustinom aktivnih i napuštenih oblasti za vežbanje (slika 7) - 89% područja za vojnu obuku danas su napuštena. Veličina područja za vojnu obuku vrijednosti visoke konzervacije u Brandenburgu od oko 1.95.000 ha (ova vrijednost se ne može precizno potvrditi, uporediti sa NATURSTIFTUNG DAVID [2016]). 400.000 ha bivših borbenih pozorišta i lokacija ciljnih bombardovanja Drugog svetskog rata oko Berlina, sa sumnjivim NUS-om (REINHARDT 2004).



Slika. 7: Njemačka ima oko 685.000 ha aktivnih ili bivših mjestima za vojne vježbe i streljanje sa visokom vrijednošću konzervacije. Oko 250.000 ha ovih zemljišta je kontaminirano US/NUS. Izvor ažurirane mape i procjene kontaminacije: NATURSTIFTUNG DAVID (2016). Legenda: Zeleno - aktivne vojne oblasti; oker - napuštena vojna područja.

Posmatranja timova za odlaganje eksplozivnih sredstava (OES) u državi Brandenburg pokazuju da korodirana NUS ili odložena municija, naročito čaure i mala kalibra (<20 mm), koji sadrže fosfor i izloženi su kiseoniku i visokim letnjim temperaturama mogu dovesti do samopaljenja i uzrokovati divlje požare (REINHARDT 2004). Nasuprot tome, požari na vegetacijskom terenu, u kojima su ugrađena NUS u površinski sloj tla,

mogu podići temperaturu kontejnera NUS-a i detonatora do kritične tačke i pokrenuti nekontrolisane eksplozije, što dovodi do povreda i smrtnih slučajeva. Prema eksperimentalnim zapažanjima timova OES iz države Brandenburg, čaure ručnog oružja koji se nalaze na površini tla pod vegetacijskim pokrivačem eksplodiraju nakon 2 do 3 minute izlaganja vatri; granate kalibra 2-3 cm detoniraju nakon 10 do 15 minuta izlaganja sporo pokretnoj vatri. Krhotine koje oslobođaju bojne glave od 20-30 mm su smrtonosni do udaljenosti od približno 100 m. NUS koja se nalaze ispod površine mineralnog zemljišta manje su izložena toploti koja je nastala gorenjem vegetacije. Međutim, toplotnoizolacijski efekat zemljišta može se prevazići požarima koji gore sa dugim vremenom preostanka, npr. sagorevanja, drvene šipove ili inače visoko akumulirana goriva (zapaljiva organska materija). Takvi dugotrajni požari mogu povećati temperaturu zemljišta i mogu dovesti do zagrevanja NUS-a do nivoa aktiviranja detonacije.

## **2.2 Požari na područjima zagađenim NUS-om sa visokom vrijednošću konzervacije: Prijetnje divih požara poljudsku sigurnost i ograničenja upotrebe propisanog požara**

U Nemačkoj nema standardizovanih procedura izvešćivanja ili statistike za šumske ili požare na otvorenim terenima zagađenim NUS-om. Kao primer može poslužiti izveštaj vatrogasne sezone 2003. od strane komesara za požare okruga Teltow-Fläming (država Brandenburg) (HEINE 2004). Od ukupne površine okruga za oko 200.000 hektara oko 49.000 ha se sumlja da je zemljište zagađeno NUS-om. 2003 godine je na 48 dana postignuta najviši meteorološki indeks opasnosti od požara IV. Ukupna šumska i otvorena kopnena vegetacija pogodena divljim požarima iznosila je 327 ha, od čega 275 ha zagađenih NUS-om.

Stoga, divlji požari koji gore tokom izuzetno suvih i vrelih dana tokom proljeća i leta nose visok rizik od povreda i smrtnosti vatrogasaca i civilnog stanovništva. Ovo je posebno slučaj u Brandenburgu, najugroženijoj državi Njemačkoj, gdje se sela, farmi i druge strukture nalaze na rubu ili raspršene su po kontaminiranim zemljištima. Stoga su javne vlasti uvijek prioritizovali zaštitu ljudskog zdravlja i sigurnosti kada se desio požar na područjima poznatih ili sumnjivih zagađenja NUS-om. Međutim, ni profesionalne niti dobrovoljne službe za gašenje niti nemačke oružane snage (koje se mogu aktivirati u slučajevima prijavljenih vanrednih situacija) posjeduju oklopnu protipožarnu opremu, koja pruža zaštitu osoblja od direktnog ili daljinskog udara eksplozivnih sredstava. Poslednja privatna vatrogasna služba Nemačke, koja je upravljala avionima sa fiksним krilima (PZL Dromader) u Nemačkoj, zatvorila je radnju u avgustu 2014 godine.

S obzirom na nedostatak odgovarajuće opreme i kako bi se prioretizirala zaštita ljudskih života, nekoliko okruga države Brandenburg odlučilo je 2012 godine da zaustave borbu protiv požara na zagađenom terenu i koncentrišu se na evakuacije. Vatrogasnim službama se striktno preporučuje da zadrže minimalnu sigurnosnu udaljenost od 1000 m do bilo kakvog požara na mestima zagađenim ili pod sumnje zagađenja NUS-om. Prateći ova pravila, nemoguće je da se borimo protiv bilo kakvih divljih vatri na terenima zagađenim NUS-om. Pošto je sigurnosna udaljenost od 1000 m takođe primjenjiva na vazdušnom prostoru iznad površini zagađene NUS-om, odnosno vertikalno, upotreba aerodinamičkih sredstava sa posadom (helikoptera, aviona sa fiksnim krilima) za gašenje požara iz zraka je zabranjeno jer bacanje vode ili retardante uključujući punu sa nadmorske visine  $> 1000$  m nad zemljom, je neefikasno.

Međutim, nasleđeno zagađenje NUS-om nije samo problem za nekontrolisane uzroke i

nemogućnost - ne reći nemogućnost - kontroliranje divljih požara, već i za upotrebu propisanog požara za održavanje ili obnavljanje karakteristika ekosistema otvorenog zemljišta.

Kao što je već objašnjeno, mnoga bivša područja vojne obuke su klasifikovana kao područja vrijednosti visoke konzervacije zbog mehaničkih poremećaja ekosistema uzrokovanih kretanjem guseničnih i neguseničnih vojnih vozila, uključujući tenkove, kao i eksplozije terenskih i vazdušnih sredstava. Požari prouzrokovani treninzima, naročito streljišta, predstavljaju još jedan karakterističan faktor uznemiravanja i koji je odgovoran za genezu i dinamičko održavanje tipova vegetacije kao što su pustare *Cal-luna vulgaris*.

Potencijalne prijetnje i ograničenja za korištenje propisanog požara zavise od vrste municije koja se koristi na specifičnim streljištima i tačnosti registracije korištene municije, uključujući i neeksploziranje ispaljenih eksplozivnih sredstava.

Propisani požar može se relativno sigurno koristiti na streljištima gdje su korišteni sljedeći tipovi municije:

- municija za vežbanje (praksi) malih kalibara (prazni kertridži)
- vježbovna municija (granate, rakete) sa neeksplozivnim bojnim glavama (čelik, beton ...)
- vježbovne vazdušne bombe i kopnene mine bez eksploziva

Neke oblasti u Nemačkoj, gde su korišćena eksplozivna sredstva, očišćene su do dubine od nekoliko metara. Ovde se propisani požar upotrebljava bez problema i ograničenja. Primjeri primjene propisanog požara niskog rizika dokumentovani su u Brandenburgu od BRUNN-a (2009a, b), Rhineland-Palatinate i Sjeverne Rhineland-Vestfalije (GOLDAMMER i sar., 2009, MAUSE 2009).

Međutim, na mnogim streljištima, gde je eksploziv bio u upotrebi više od jednog veka, nedostaje detaljni popisi i mape NUS-a. Ovo je naročito slučaj na streljištima bivših sovjetskih oružanih snaga. Na tim područjima postoji ozbiljna pretnja eksplozija od strane ovih vrsta NUS-a:

- Živa municija (granate, rakete sa neeksploziranim bojnim glavama) uključujući svijetleću municiju koja sadrži fosfor
- Neeksplozirane bombe i kopnene mine
- Svaka municija sa neaktiviranim punjačem koji je izgubljen ili odložen na područjima obuke.

Kontrola divljih požara ili upotreba propisanog požara na tim terenima moguća je samo tehničkom opremom koja obezbeđuje sigurnost osoblja od udara detonacije.

### **3 Propisano spaljivanje na terenu zagađenog NUS-om: pilot u državi Brandenburg, Njemačka**

#### **3.1 Uvod: Značaj pustare patuljastog grmlja *Calluna vulgaris* u državi Brandenburg za očuvanje biodiverziteta**

Što se tiče postojećih tipova staništa (TS) iz Aneksa I Direktive o staništima EU, država Brandenburg ima značaj na nivou zemlje i EU, posebno sa evropskim suvim puštrama (TS kod 4030). Napuštene zone vojne obuke u državi Brandenburg pokrivaju ukupnu površinu od okolo 71.000 ha Natura 2000 lokacija sastoji se od 38 specijalnih područja konzervacije (SPK) i devet specijalnih područja zaštite (SPZ). Više detalja opisuje NATUR & TEXT (2007).

Glavna prepreka za održavanje ili obnavljanje napuštenog zemljišta pustara patuljastih grmlja je nedostatak znanja o stepenu i pretnjama od NUS-a. Ovo je jedan od razloga zašto se ciljane mere sprovode samo na delimičnim mestima za zaštitu. Pilot projekat je imao za cilj testiranje sigurnih i efikasnih metoda upotrebe propisanog požara na terenu zagađenog NUS-om i izabrao lokaciju Natura 2000 i rezervat prirode "Heidehof-Golmberg" (GOLDAMMER i sar. 2012) (Slika 8-9).



Slika 8-9: Prirodni rezervat Heidehof-Golmberg karakteriše otvoreni pokrivač pustare patuljaka *Calluna vulgaris*, u kom sve više prodiraju breza i borovi (lijevo) i meša se s otvorenim peskovitim mestima i dunama (desno) (Fotografije: Projektni tim).

#### **3.2 Ciljevi projekta i partneri projekta**

Projekat "Razvoj i testiranje metoda za primjenu propisanog požara za upravljanje pustarama zagađenim NUS-om u rezervatu prirode Heidehof-Golmberg (okrug Teltow-Fläming)" je pripremljen od 2006. godine i sproveden između 2010 i 2014-te<sup>1</sup> godine. Projekat su finansirali NaturschutzFonds Brandenburg (Brandenburški Fond Prirode) i subvencija Evropske komisije preko Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (Državna agencija za ruralni razvoj Brandenburga). Glavni ciljevi projekta bili su:

- Razvijanje principa za sigurno, efektivno i efikasno korištenje propisanog požara na područjem visoke konzervacije zagađenog NUS-om za ispunjavanje obaveze očuvanja Natura 2000 za ugrožene vrste staništa

<sup>1</sup> Potpuni izveštaj projekta (PROJECT TEAM 2014) je dostavljen finansijskim sponzorima NaturschutzFonds Brandenburg i vlastima države Brandenburške, odnosno županije Teltow-Fläming. Projektni tim je na raspolaganju za pružanje više detalja o rezultatima projekta.

- Proučavanje efekata propisanog požara na regeneraciju podkontinentalnog podtipa pustare *Calluna vulgaris* i njene faune
- Integriranje aspekata smanjenja opasnosti od požara putem redukcije goriva koristeći propisane požare
- Razvoj pilot principa i tehnika koji bi omogućili replikaciju metoda i tehnologija razvijenih na drugim zagađenim lokacijama kako bi revitalizirali degenerisane *Calluna vulgaris*
- Aktivno informisanje javnosti o unapređenju prihvatanja javnosti, administracija i vlasnika zemljišta za korišćenje propisanog požara kao alternativnog sredstva mjere za očuvanje
- Kvalifikovano prateće istraživanje koje bi obezbedilo efikasnost i optimizaciju upotrebe propisanog požara na predelima konzervacije

Pored toga, projekat treba da razvije kolateralne sinergije isticanjem značaja i prihvatanja očekivanih ishoda za sticanje uvida i dalje razvijanje principa i metoda upravljanja požarom na terenu zahađenog NUS-om, za uklanjanje NUS-a nakon požara ili upotreboru propisanih požara za detoniranje ili izloživanje NUS-a koji su ugrađeni u i prekriveni vegetacijskim pokrovom i time nevidljivi. Nakon požara, NUS se mogu identifikovati i ukloniti po niskoj ceni (Slika 10 i 11).

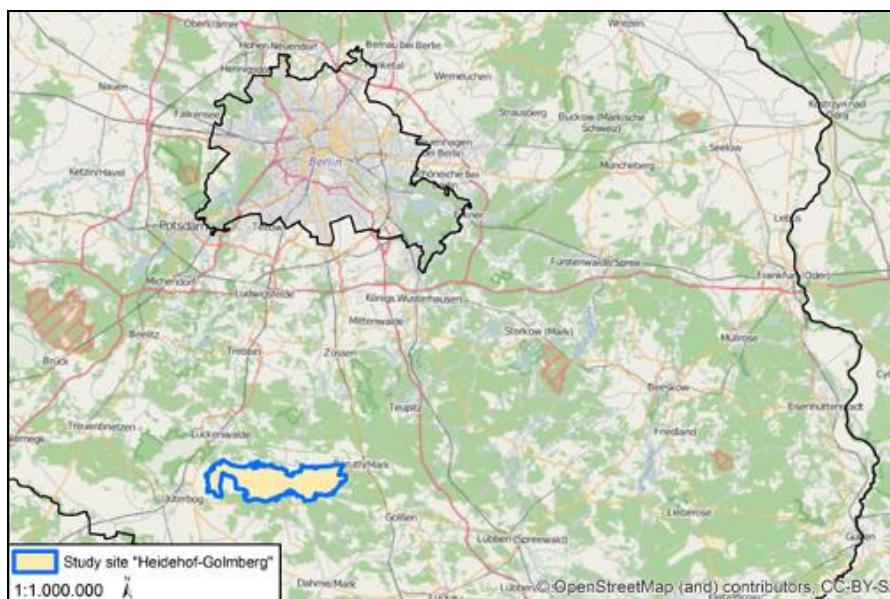


Slika 10-11: Iskučak kod otvorenih pješčanih predela: većina NUS-a ugrađena su u vegetaciju ili delimično u mineralnom tlu. NUS će eksplodirati tokom primene propisanog požara. Druga ne-detonirana NUS će postati vidljiva nakon požara i a timovi za OES će ih bezbedno otkloniti nakon spaljivanja (Fotografije: Projektni tim).

Konzorcijum projekta sastojao se od organa administracije za zaštitu okruga Teltow-Fläming (odgovoran za koordinaciju projekata), Istraživačke grupe za vatrogasnu ekologiju (IGVE)/ Globalni Centar za Upravljanje Požarima (GCUP) (odgovornog za aktivnosti propisanog spaljivanja), konsultantska kompanija za očuvanje prirode RANA (odgovorna za praćenje i ocjenu aspekata vezanih za konzervaciju) i kompanije DTF GmbH / Dienstleistungen im Brand- und Katastrophenschutzfall (DiBuKa) (odgovorna za razvoj oklopnih tehnologija), uz tehničku i praktičnu savjetodavnu podršku g. Egbert-a Brunn-a (Savezna nemačka služba za šume, okrug Laušitz, država Brandenburg). Komponentu BL/dron je pridonela kompanija Crvena tipka d.o.o. (Hrvatska). Lokalne i državne uprave odgovorne za očuvanje, upravljanje zemljištem, javno zdravstvo i sigurnost, vlasnike zemljišta i interesne grupe građanskog društva učestvovale su u savjetodavnoj grupi koja je pratila projekat pružanjem smernica i/ili aktivnim uključivanjem u planiranje i implementaciju probe.

### 3.3 Lokacija i zagađenje projektnog područja NUS-om

Rezervat prirode i lokacija Natura 2000 Heidehof-Golmberg nalazi se 50 kilometara južno od Berlina u županiji Teltow-Fläming i dio je napuštene oblasti za vojnu obuku "Jüterbog Ost". Lokacija projekta karakteriše kontinentalna klima sa prosečnim godišnjim padavinama od 530 mm, prosečnom temperaturom od  $8,7^{\circ}\text{C}$ , relativno topim i suvim letima i zimama sa perzistentnim periodima mraza. Vojna upotreba počela je u 19.-om veku. Od 1945 do 1992 godine ova je lokacija korišćena kao artiljerijsko i vazdušno streljište sa strane sovjetskih oružanih snaga. Na lokaciji se nalazi i municija koja je odbijena na kraju Drugog svjetskog rata, uključujući svijetleću municiju koja sadrži fosfor, koje sada korodiraju i lako se zapale visokim letnjim dnevnim temperaturama ili vatrom. Stepen zagađenja neeksplođiranim ubojnim sredstvima i dalje nije poznat u širim područjima. U sklopu projekta istraživanja i razvoja, trebalo je biti odgovoreno na pitanje na koji način upotreba propisanog požara vatre za upravljanje zemljištem može se primijeniti na područjima zagađenim NUS-om sa dovoljno sigurnosti.



Slika 12: Lokacija Prirodnog rezervata Heidehof-Golmberg južno od Berlina (izvor mape: RANA, na osnovi ©Open Street Map)



Slika 13: Fotografija sa vaduha testnih lokacija prije požara 10 (u sredini) i 4 (gornjem desnom uglu) u rezervatu prirode Heidehof-Golmberg uslikana dronom (Fotografija: Projektni tim)

Da bi se ispitala gustina zagađenja NUS-om, mala probna površina od 0,5ha bila je očišćena od NUS-a između površine tla i dubine 20 cm. U ovom slučaju pronađeno je ukupno 68 NUS-a na ovoj lokaciji. Osim toga, sigurnosne staze koje služe kao barijere za vatru i sigurnosne staze za oklopna vozila počišćene su na ukupnoj dužini od 2,2 km, širine 7 m i dubine klizanja NUS-a od 2 m, što odgovara površini od 15.500 m<sup>2</sup>; utvrđeni teren obuhvatao nekoliko razgranatih parcela od 20x20 m utvrđenih kao tačke okretanja/manevrisanja vozila (kada se gusjenična vozila okretaju, obično vrše prilično visok pritisak na zemlji, probijaju površinu zemlje i mogu prouzrokovati eksplozije NUS-a ispod staza), komandne i kontrolne tačke i lokacije za lansiranje BL-a (3.000 m<sup>2</sup>). Na ukupno ca. 1,85 ha očišćene površine otklonjeni su 375 NUS i drugii delovi municije. Tipični tipovi odstranjenih NUS-a prikazani su na Slici 14 i 15. Troškovi po jedinici površine za obezbeđivanje bezbednog propisanog spaljivanja ovise o dužini sigurnosnih staza, okretnih tačaka vozila i veličine parcele koja treba biti spaljena. Ekonomска procjena projekta otkrila je da bi pokrivanje parcele od 25 ha koštalo 340 €/ha.



Slika 14-15: Tipična NUS odstranjena tokom čišćenja staže dužine 7 m koja okružuje mesto testiranja 10: (a) 125 milimetarske kumulativne granate; (b) lake kasetne rasprskivačke bombe (70 kg)) (Fotografije: Projektni tim)

### **3.4 Sigurnosni preduslovi, tehnički koncept i tehnološki zahtevi za propisano spaljivanje na terenu zagadenog NUS-om**

Sigurnosni preduslovi i tehnički koncept uključili su sljedeća razmatranja za sigurne i efikasne operacije propisanog spaljivanja:

- Svo osoblje uključeno u paljenje i suzbijanje propisanog požara je radilo u oklopnim vozilima; sve drugo osoblje moralo je da zadrži minimalnu sigurnosnu udaljenost od 1000 m.
- Osoblje koje upravlja oklopnim vozilama za paljenje i suzbijanje požara biće povezano sa komandom, neprekidanom bežičnom komunikacijom i imati vidljivost na sve strane.
- Detaljan monitoring u realnom vremenu o napretku operacije dobija se bespilotnim vazdušnim sistemom (BVS) i prenosi se na operativni komandni položaj i dalje na operativna oklopna vozila.
- Sve procedure propisanog spaljivanja će pratiti/biti usklađeni nacionalnim i međunarodnim standardima uključujući zakonske, tehničke i druge relevantne zakone i propise.

Projekat je ima zadatak da uspostavi i - ako još nije dostupan na tržištu - razvije tehnologije i operativne postupke koji bi zadovoljili sigurnosne zahtjeve i zakonske standarde.<sup>2</sup>

#### **Tehnike oklopног paljenja**

Zaštićeno vozilo za paljenje mora biti projektovano i izgrađeno. Odlučeno je da se koristi deaktivirani nenaoružani laki komandni tenk tipa BMP OT-R5 koji je nabavljen od strane DiBuKa na trošak kompanije. BMP OT-R5 je proizveden kao komandno vozilo pod licencem bivše Čehoslovačke zasnovanoj na dizajnu BMP-1 plutajućeg oklopног nosioca osoblja, okretnog, robusnog i lakog za održavanje. Debljina čeličnog oklopa između 12 i 20 mm je u stanju da zaštiti osoblje od šrapnela i krhotina bombi. Saglasno nemačkom zakonu o spoljnoj trgovini (ZST) i Zakonu o kontroli ratniog oružja, potrebno je dobiti dozvolu za uvoz i rad potpuno funkcionalnog BMP OT-R5 (Slika 16 and 17).

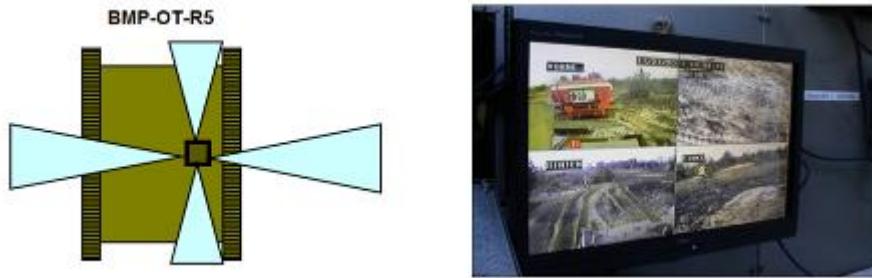


Slika 16-17: BMP OT-R5, deaktiviran sa strane oružanih snaga Češke (levo), pretvoren je u tenk za paljenje od strane DiBuKa (Fotografije: projektni tim).

U cilju poboljšanja orijentacije posade BMP-a i omogućavanje vidljivosti za posmatranje požara prilikom vožnje zatvorenim poklopцима, postavljene su četiri vo-

<sup>2</sup> Detalji o zakonskim zahtjevima i administrativnim procedurama, kao i o mjerama odnosa s javnošću, sumira GOLDAMMER i sar. (2012)

donepropusne vanjske kamere. Uz rezoluciju od 700 TV linija do prednje strane i 420 TV linija sa zadnje strane i boka, slike u realnom vremenu se prenose na plosnati ekran visoke rezolucije na radno mesto komandanta tenka. Prikaz slike se može promeniti pomoću funkcije dodirnog ekrana, npr. biranje između četiri slike i jednog prikaza slike (Slika 18 i 19). Unutrašnje komunikacijske linije unutar tenka i spoljne radio veze sa drugim vozilima (npr. tenk za gašenje požara), kao i komandno mjesto incidenta, obezbeđuju neprekidnu razmenu informacija sa svim jedinicama uključenim u operacije.



Slika 18-19: Četiri kamere instalirane na BMP-u pružaju pogled na teren iz unutrašnjosti tenka dok vozi zatvorenim poklopcom (Grafikon i fotografije: Projektni tim).

Dva tipa tehnologija paljenja su testirana i uspešno primenjena:

- 1) **Privremeno i prostorno odloženo paljenje:** BMP je opremljen Pyroshot Green Dragon®-om (Slika 20). To je automatizovani lansirni uređaj dizajniran i projektovan za upotrebu u šumarskim i programima upravljanja divljih požara kao što su spaljivanje ili propisano spaljivanje. Kao potpuno automatizovani alat za paljenje na pogonu CO<sub>2</sub>, uređaj nudi promenljivu brzinu ispaljivanja koja se može podešavati za snimanje više od 30 sfera paljenja u minuti do 70 metara. Kugle od polistirenske plastike visokog udara su napunjene sa tri grama kalijum permanganata. U momentu ispaljivanja, etilen glikol ubrizgava se u sferu iglom, što inicira egzotermičku reakciju. Nakon kašnjenja od otprilike 30 sekundi, sagorevanje počinje bijelim dimom koji se proterava iz rupe igle, a zatim i paljenjem sfere. Kada se zapali, plastična se oplata troši kao gorivo. Ukupno vreme sagorevanja, posle paljenja, je oko 80 sekundi. Ispaljivanje sfere kontroliše osoblje sa boka BMP-a. Protok vremena između ispaljivanja sfere i paljenja vegeterijacije kao i kretanja BMP-a napred, rezultira povećanjem intenziteta vatre i opasnosti od eksplozije NUS-a u trenutku kada je BMP dostigao sigurno rastojanje, tj. je van dometa direktnog uticaja detonacije.
- 2) **Direktno paljenje:** Pored toga, BMP je opremljen sa bakjom, koja se koristi za paljenje propisanog požara ili spaljivanja sa terenskih vozila, a takođe ga upravlja i osoblje unutar BMP-a (Slika 21). Foxfire Trail-Blazer ATV bakja ima spremnik od 40 l sa mešavinom dizel-benzina i pumpom goriva 12 V. Gorionik može projektovati plamen od 0,5 do 5 m. Vožnja po stazama očišćenim NUS-a koje okružuju područje za spaljivanje paljenja pomoću ATV-a je efikasna ako je pokrivač za vegetaciju nadohvat plamenobacača.



Slika 20-21: Pyroshot Green Dragon (lijevo i sredina) i Foxfire Trail-Blazer ATV baklja (desno) montirani na konvertiranom BMP OT-R5 (Fotografije: projektni tim).

### Oklopna tehnika za suzbijanje vatre

Sa vatrogasnim spremnikom SPOT 55, DiBuKa pruža snažnu armiranu vatrogasnu tehnologiju koja omogućava efikasno i sigurno gašenje požara na područjima zagađenim NUS-om. SPOT 55 je projektovan i sagrađen u bivšoj Čehoslovačkoj na bazi srednjeg borbenog tenka T 55 Varšavskog pakta, koji je, kako je poznato, kako i BMP, izuzetno robustan i relativno jednostavne gradnje.

Oklopni trup SPOT 55 je ostao kompletan i čitav, što obezbeđuje odgovarajuću zaštitu osoblja. SPOT 55 ima dva spremnika za vodu ukupnog kapaciteta 11.000 litara. Za bolju penetraciju vode u zapaljivi materijal (suha goriva, uključujući mrtve slojeve i mrtve organske materije), može se ubrzgati sredstvo za vlaženje/penjenje (kapacitet spremnika za aditive: 2000 l). Na prednjoj strani se nalaze dva rotirajuća vodna monitora visokog pritiska (Slika 22 i 23). Kapacitet pumpe je max. 1250 l/min, a razdaljina za bacanje vode je do 60 m. U akciji protiv intenzivne vatre, SPOT 55 se može hladiti vodenom maglom, koju generišu brojni mlaznici na površini vozila. Takođe ispod ratraka su odgovarajući vodeni mlaznici. Ovo obezbeđuje bezbednu vožnju kroz niskotragnu vatu bez zapaljivanja materijala. Posada čine vozač i komandir koji takođe upravlja vodnim monitorirom. Kao i BMP, SPOT 55 se vozi zatvorenim pokolpcima i opremljen je video kamerama, kao i sa unutrašnjom i spoljnom komunikacijom.



Slika 22-23: SPOT-55 u terenskim operacijama tokom probe 2012. godine. Fotografija iz vazduha koju je snimilo BL pokazuje kontrolu požara koji prelazi sigurnosnu barijernu stazu (Fotografije: projektni tim).

### Praćenje bespilotnim vazdušnim sistemima (BVS)

Tokom pripremne faze ispitivanja na terenu, ispitivana je upotreba bespilotnih letala/važduđnih sistema (BL/BVS) za sigurno vođenje, nadzor i nadgledanje postupa-

ka propisanog spaljivanja. Ovo je bilo neophodno kako bi se prevazišla ograničenja bezbednog propisanog sagorevanja na terenu zagađanog NUS-om posmatranjem (a) sigurnosne daljine nezaštićenog osoblja od 1000 m do požara i (b) disperzije oklopnih vozila preko nekoliko hektara i udaljenosti od nekoliko stotina metara pod uslovima ograničene vidljivosti zbog dima.

Ispitana su tri mala bespilotna sistema monitoring platforme - privezan balon, helikopter i zrakoplovi sa fiksnim krilom. Tokom poligonskih ispitivanja u 2012. godini, daljinski kontrolisani oktokopter CT Bee 6B® je obezbeđivao i video snimke (Slika 24 i 25). Potrebna je bila dozvola za upravljanje oktokopterom (vidi sledeći odeljak).



Slika 24-25: Mali bežični drone tipa CT Bee 6B upravlja partner projekta Crvena tipka d.o.o. (Hrvatska) pružio je slike u realnom vremenu (fotografije i video snimke) operacija propisanog spaljivanja koje omogućavaju sigurno i precizno paljenje i suzbijanje izmicajućih požara (Fotografije: projektni tim).

### Tehnike propisanog spaljivanja

Upotreba specijalno osmišljenih sredstava za propisano spaljivanje na zagadenom terenu pratila su općenito primjenjene metode i najbolje prakse, tj.

- Sleđenje naloga za dobijanje ekološki pouzdanih rezultata za regeneraciju ciljnih vrsta (spaljivanje tokom kasne zime u vreme vegetacije mirovanje faune)
- Najsavremenije tehnike paljenja kako bi se obezbedilo zadržavanje propisanog požara na ciljani teren (vidi EuroFire standarde paljenja i treninge) (EUROFIRE 2015)
- Sleđenje pravila upravljanja dima, tj. sleđenje odgovarajućih meteoroloških uslova i tehnike ispaljivanja kako bi se izbeglo da emisije dima direktno dejstvuju na ljudi, kritičnu infrastrukturu i promet osetljiv na dim

### 3.5 Pravne i administrativne odredbe

Pravne i administrativne odredbe koje se moraju poštovati za operacije propisanog spaljivanja detaljno su opisane od strane GOLDAMMER-a i dr. (2012). Ukratko, trebalo je poštovati sledeće savezne i državne propise Nemačke i dobijene dozvole:

1. Izuzeće zabrane korištenja požara u područjima zaštite u državi Brandenburg (Zakon o zaštiti prirode države Brandenburg)
2. Izuzeće zabrane korištenja požara u vezi sa zakonom o kontroli emisija iz države Brandenburg (Zakon o kontroli emisija države Brandenburg)
3. Izuzeće zabrane korištenja požara unutar ili u blizini šume u državi Brandenburg (Zakon o šumama države Brandenburg)

4. Zapažanje propisa koji se odnose na sigurnost područja zagađenih NUS-om u državi Brandenburg (Odredba države Brandenburg da smanji rizik za područja zagađenih NUS-om)
5. Koordinacija sa lokalnim/komunalnim vatrogasnim službama (Zakon o zaštiti od požara i nesreće države Brandenburg)
6. Uvoz ratnog oružja (u pogledu uvoza BMP iz Češke u Njemačku) (Zakon o federalnoj spoljnoj trgovini i Zakon o kontroli ratnih oružanih sukoba)
7. Uvoz Pyroshot Green Dragon-a i sfere za paljenje koje sadrže kalijum permanganat kao ključnu supstancu za proizvodnju kokaina (Savezna nemačka agencija za opijum zahteva dozvolu)
8. Prevoz teških vozila kao SPOT 55 i BMP na javnim putevima (Opšte administrativne odredbe o javnom saobraćaju i transportu teških tereta)
9. Bezbednost vazdušnog prostora u vezi sa mogućim eksplozijama: izdavanje dozvola, upozorenje o plovidbi i obaveštenje o vazduhoplovima (OOV (procedure uskladene sa nemačkom kontrolu zračnog prostora [Deutsche Flugsicherung GmbH]))
10. Bezbednost vazdušnog prostora u vezi sa operacijama BV (Savezni zakon o vazdušnom saobraćaju i propisi Organa za kontrolu vazdušnog saobraćaja Berlina-Brandenburga)

Količina dozvola potrebnih za sprovođenje propisanog spaljivanja uopšte, a naročito na terenu zagađenog NUS-om, otkriva da je neophodna pažljiva priprema takvih operacija. Osim detaljnih brifinga federalnih i državnih vlasti u okviru prijave za dozvole, neophodno je obavestiti i javnost. U slučaju eksperimentalnih poduhvata, lokalna zajednica u kojoj se nalazi lokacija za propisano spaljivanje, kao i druge zajednice koje graniču sa bivšim terenima za vojne obuke, bile su usko uključene i održavanje nekoliko okruglih stolova i javnih saslušanja

#### **4 Tehnički pregled terenskih testova u 2012. i 2013. godini**

Na osnovu razvoja gore opisanih tehnologija i dobijenih dozvola, provedena su dva eksperimentalna terenska ispitivanja u 2012. i 2013. godini na lokaciji projekta. Lekcije naučene iz razvoja i primene bezbednih propisanih tehnologija i tehnika spaljivanja na terenu zagađenog NUS-om sumirane su na sljedeći način:

1. 1. Principi, tehnike i postupci primjene propisanog požara za odžavanje i restauraciju ugroženih pustara *Calluna vulgaris* su primjenjivi na terenu zagađenog NUS-om.
2. Stvaranje javno-privatnog partnerstva između državnih organa (vlasti), akademskih institucija (istraživačkih institucija) i privatnih (komercijalnih preduzeća) omogućilo je projektnom timu da razvije koordiniran pristup upotrebi postojećih i razvoju novih tehnologija za sigurno i efikasno propisano spaljivanje na zagađenom terenu.
3. Razvoj integrisanog sistema za sigurnosno oklopno paljenje i supresiju požara i korištenje BL/BVS za praćenje operacija i podrška odlučivanju zatvorili su kritičnu prazninu.
4. Operacije spaljivanja u 2012. i 2013. godini sprovedene su bez ikakvog incidenta ili povreda.

5. Izvršene su ekonomске procjene korištenja oklopnih tehnologija za propisano spaljivanje. Uzimajući u obzir troškove transporta i rada teške opreme, preporučuje se spaljivanje na teritorij minimalne veličine ca. 20-25 ha po operativnom danu kako bi se smanjili troškovi po spaljenoj ha.
6. Spin-off projekta rezultirao je dostupnošću tehnologija i procedura za upravljanje terenom sazagađenog NUS-om u odnosu na
  - Smanjenje opasnosti od divljih požara
  - Sigurna i ekonomična identifikacija i odlaganje ostataka NUS-a posle požara
  - Korišćenje tehnologija za sigurno suzbijanje divljih požara
7. Posle inicijalnih kontroverznih procena i presuda javnih uprava i razgovora s civilnim društvom, bilo je moguće pribaviti saglasnost da se treba riješiti problem očuvanja područja zagađenih NUS-om Natura 2000 i drugih zaštićenih i nezaštićenih terena i da je projekat pružao rešenje.

Specifični rezultati vezani za ciljeve očuvanja eksperimentalnih ispitivanja su sažeti u sledećem odeljku. Vizuelni utisci ispitivanja su prikazani na slikama 26 do 38.



Slika 26-28: Napredovanje paljenja sa ATV Drip Torch (Fotografije: Projektni tim).



Slika 29-30: Pogled sa zemlje na tačke paljenja pomoću Pyroshot Green Dragon-om (levo) i pogled sa vazduha sa BL-om na napredak paljenja (desno) (Fotografije: Projektni tim).



Slika 31-32: Pogled sa vazduha sa BL-a: SPOT 55 prikazuje kontroliranje požara koji prelazi sigurnosnu stazu (levo) i praćenje ponašanja požara i napredak spaljivaja (desno) (Fotografije: Projektni tim).



Slika 33-35: Intenzitet požara varirao je u zavisnosti od količine goriva i tehnike sagorevanja (Fotografije: projektni tim).



Slika 36: Smjernice za upravljanje dima su odredile poželjne vremenske i atmosferske uslove, kao i tehniku propisanog spaljivanja. Vatra visokog intenziteta omogućila je razvoj konvektivnog dima i vertikalnog dimljenja, čime se izbjegava zagađivanje dimom u blizini (Fotografija: projektni tim).



Slika 37-38: Pogled sa vazduha i sa zamlje na mesto ispitivanja nakon požara otkrivaju da je moguće da oklopna vozila bezbedno upravljaju propisanim požarom. (Fotografija: Projektni tim)

## 5 Ekološki monitoring

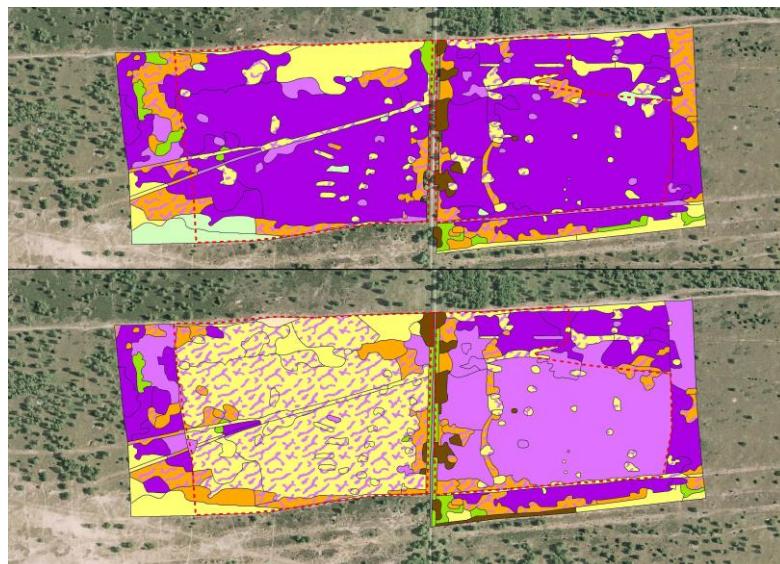
Upotreba požara kao sredstvo upravljanja staništem je dugih godina izostajalo na napuštenim bivšim terenima za vojne obuke. Gubitak iskusnog osoblja i metodologije nakon povlačenja trupa doveli su do pada tradicije spaljivanja. Među boraca za zaštite okoliša, strahovi od pravilne kontrole požara bili su pomešani sa ozbiljnim sumnjama u

pogledu njegovih pozitivnih efekata na ekosistem pustare ili moguće štete, posebno na faunu.

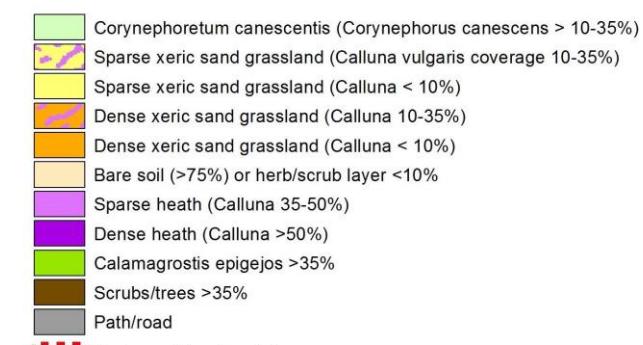
Dakle, trenutni projekat je praćen intenzivnim programom ekološkog monitoringa koji se sastoji od sledećih delova

- Analiza struktura biotopa i vegetacije uključujući vrste staništa pustare Natura 2000
- Starosna struktura *Calluna vulgaris*
- Vegetativno i reproduktivno regenerisanje *Calluna vulgaris* posle požara
- Skladištenje biomase i izvoz mase izazvan požarom
- Bilans elementa hranjivih materija
- Mapiranje ključnih taksonomiova faune, kao što su pauci, skakavci i ptice
- Photo praćenje

Dizajn studije sastojao se od različitih parcela koje pokrivaju spaljene i netretirane (referentne) parcele, gdje su prije mjereni i mapirani različiti parametri, tokom i nakon korištenja požara (Slika 39). Rezultati su dokumentovani u projektnog izveštaja (PROJECT TIM 2014). Rezultati praćenja ptica, skakavaca i trčaka (*Carabidae*) (MEYER i sar. 2016); detalji će biti objavljenju uskoro u drugim izdanjima.



**Biotopes 2010 (above) and 2013 (below)**



0      50      100 Meters      Scale 1:4.000

Slika 39: Biotopna struktura spaljenih parcela prije (2010) i nakon spaljivanja (2013) (Izvor mape: RANA).

Ovde rezimiramo neke od ključnih nalaza i tumačenja.

- *Calluna vulgaris* brže stari u subkontinentalnim klimatskim uslovima u odnosu na atlantske klimatske uslove. Naše analize pokazale su prosečnu starost od samo 14,8 godina kada su dostigle fazu starenja u svom životnom ciklusu, nasuprot životnom ciklusu od 30 do 40 godina u Pustari Lunenburg (PETERSEN 1990). Ovaj kraći životni vijek takođe znači da su potrebni kraći ciklusi upravljanja!
- Pokrivenost konkurenčkih trava, pre svega *Deschampsia flexuosa*, povećava se nakon spaljivanja i pretpostavlja se da se efikasno potiskivanje takvih konkurenčnih vrsta može ostvariti samo uz požara silnog intenziteta. *Calamagrostis epigejos* nije pokazao jasne promjene u svojoj frekvenciji.
- Nije došlo do povećanog rasta drveća i grmova kao rezultat povećanog odnosa golog tla, tako da početne zabrinutosti nisu neopravdane.
- Propisano sagorijevanje dovelo je do izvoza 15,2 na 25,7 tona biomase po hektaru (srednja vrijednost od 21,2 t/ha ili 76% biomase), što je u skladu sa objavljenim podacima o sagorenjem 10-godišnjem i 15-godišnjem pustarom *Calluna* u Pustari Lunenburg (72% ili 84% izvoza biomase) (NIEMEYER i sar. 2005).
- Količina ukupnog azota (N) kvantifikovana je kao 209 ili 193 kg / ha na dvije različite parcele. Ovdje je primjena propisanog požara dovela do izvoza od 73% od prvobitnog iznosa N, tj. u prosjeku 145 kg/ha. Pod pretpostavkom da će ciklus upravljanja trajati 15 godina, ova količina je gotovo dovoljna da nadoknadi više od polovine godišnjeg atmosferskog N intenziteta od 15 kg/ha, kako je određeno za ovaj dio Njemačke (GAUGER 2011). CHAPMAN (1967) je objavio još veći izvoz od 95% ili 173 kg N/ha za zdravlje u Južnoj Engleskoj.
- Upravljanje požarima, kada se koristi krajem zime, ima veoma pozitivan efekat na zajednice beskičmenjaka, naročito na ciljne vrste pustare *Calluna* i peščane dine koje su često visoko ugrožene. Recolonizacija spaljenih parcela može se snimiti odmah nakon spaljivanja, često je spremna za nekoliko dana. Razvoj vrsta i pojedinačnih brojeva skoro se ne razlikuje između spaljenih i referentnih parcela neposredno nakon spaljivanja, ali se viši porast vidi na spaljenim mestima kasnije. Rezultirajuće veliko povećanje gustine artropoda očigledno ide u prilog snabdevanje plena za gmizavce i ptice.

## 6 Transfer iz istraživanja i razvoja u praksi: Razvoj koncepata o integriranom upravljanju požarima (IUP) na nivou krajolika

Opšti cilj istraživačko-razvojnog projekta (I&R) bio je pružanje inovativnih rješenja za prevazilaženje nerešenog problema održavanja i restauracije ugroženih vrsta na područjima zagađenim NUS-om Natura 2000 i drugim zaštićenim područjima. Iako su ovi specifični ciljevi dobijeni, postoje i proizlasci, koji su stvorili dodatnu vrijednost i inspiracije za buduća srodnna događanja.

Završna faza projekta poklopila se sa sve većom svjesnošću o složenosti pitanja koja se odnose na požare u državi Brandenburg i potrebama za višestrukom interakcijom zainteresovanih strana odgovornih za upravljanje zemljištem (šumarstvo, kon-

zervaciju), životnu sredinu i javnu sigurnost. Na kraju projekta održan je okrugli sto "Integrисано управљање поžарима на државном нивоу у Немачкој - Држава Brandenburg" на којим су државни органи и представници civilног друштва (nevladine организације укључене у конзервацију, предузетници као што је пројектни партнер DiBuKa) закљуčили да је тема управљање поžарима, од употребе поžара у конзервацији до спречавања и контроле поžара који горе на опасним теренима заслужује координирани и интегрисани приступ на државном нивоу. У закључном извештају, који је достављен влади државе Brandenburg, предлоžено је да се, на једној страни, предузму проактивне мјере за suočavanje са све већим pretnjama od klimatskih promjena i kolateralnih šteta prouzrokovanih поžарима који горе на загађеном terenu, i, sa друге strane, opcije korišćenja benignih efekata propisanih поžara i nekih (kontrolisanih) поžara u koristi konzervacije.

### **Proizlazak I: Koncept integrisanog sistema za upotrebu požara u konzervaciji pustare i uklanjanju NUS-a**

Tokom propisanog спалjivanja u hladnoj (зимској) сезони неексплодирана municija, која је обично уgrađена у vegetacijski prekrivač i често невидljива, открива се и постаје видљива (Slika 40). Ниске temperature земљишта и површина tokom zimske sezone drže NUS u hladnom stanju. Grejni efekat municije predviđenim zimskim поžарима, naročito поžарима који се брзо шире уз ветар и са kratким временом боравка, је прilično низак и што rezultira smanjenjem експлозије у односу на поžаре tokom лета. Tokom vruće letnje sezone propisani i dilji поžар довели су до експлозија виших стопа, jer su NUS bili prethodno zagrejani povećanim temperaturama земљишта и sunčanim zračenjem.



Slika 40: Tokom propisanog спалjivanja u hladnoj zimskoj сезони неки NUS, који су претходно били уgraђени у vegetacijski prekrivač можда не би експлодирали, али су изложени OES тимови ih olako, и по ниским трошковима могу одložiti. (Фотографија: пројектни тим).

Tokom пројекта одржане су обимне консултације са тимовима за OES из државе Brandenburg. Дуготрајна посматрана тимовима за OES откривају да је већина NUS-а, која је у почетку била покопана испод површине земље, постепено прелазила на површину земљишта због ефекта мраза (pedoturbacija). Време које је протекло између површинског чиšćenja NUS-а и "следеће генерације" NUS-а које се појављује на површини тла чини се у времетрајању од 15 година. Овај период се slučajno поклапа са naučnim dokazima da пустаре *Calluna vulgaris* захтевају regeneraciju najmanje svakih 15 godina.

Predložena je izrada integriranog plana za obnavljanje pustare i čišćenje i NUS-a, što će zahtijevati korištenje propisanog požara za regeneraciju pustare Calluna vulgaris na zagađenim područjima u roku od 15 godina. Nakon požara, timovi za OES bi očistili i uklonili izloženu munciju po niskoj ceni.

Ekonomска procjena troškova korištenja oklopnih tehnologija za postavljanje i kontrolu propisanih požara u praksi ukazuje na to da u jednodnevnom radu treba tretirati područje od najmanje 20-25 ha kako bi se osolje transportni troškovi oklopnih vozila najbolje iskoristili. U 2012. godini troškovi su bili oko 500 € / ha za takav scenario (bez troškova za nadgledanje BVS/BL i za gore navedene troškove čišćenja NUS-a po sigurnosnim stazama).

## **Proizlazak II: Koncept sprečavanja požara koji se šire sa terenima kontaminiranih NUS-om**

Velicina problema sa divim požarima na terenu zagađenog NUS-om u regionu Brandenburg i drugim državama Nemacke sa jedne strane, kao i prijetnje eksplozije NUS-a u slučajima divljih požara s druge strane, pozivaju na rješenja koja razmatraju broj aspekata koji se moraju rješavati u integriranom pristupu za upravljanje požarima na nivou krajolika:

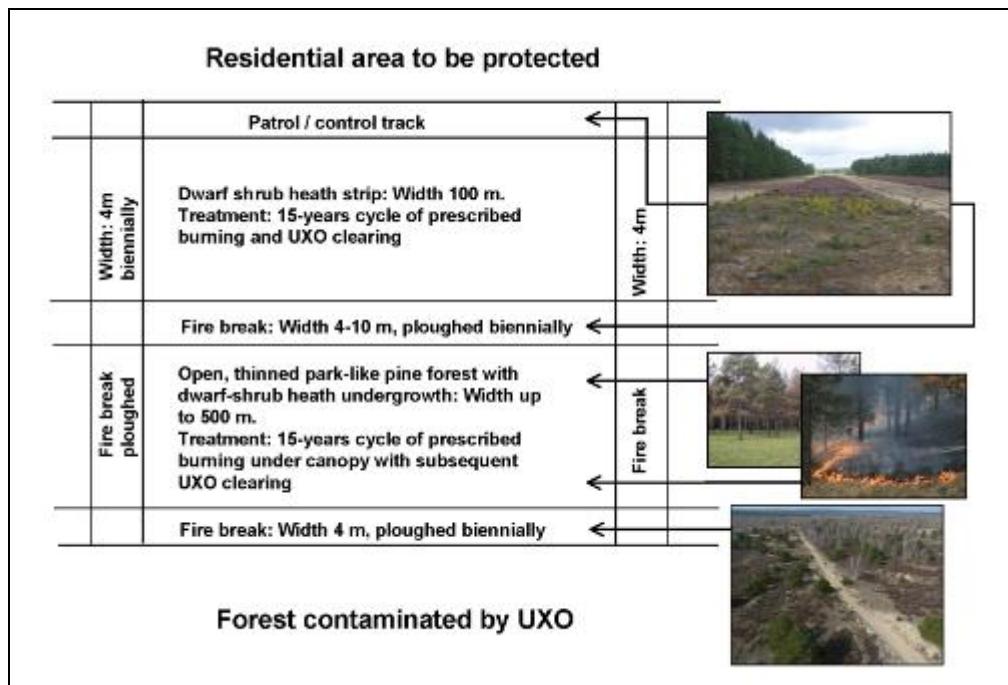
- **Prijetnja lokalnom stanovništvu:** U veći dio zagađenih područja u državi Brandenburg, sela, farme i druga stambena područja nalaze se unutar ili na granici sa šumama, područjima divljine, područja konzervacije kao što su pustare patuljastih grmova, napuštene ili aktivne vojne oblasti zabranjenog pristupa. Pretnja od divljih požara na terenu kontaminiranog NUS-om do ljudske bezbednosti je izuzetno velika.
- **Sigurnosni propisi za gašenje požara i upravljanje zagđenim terenom:** Navedeni propisi o bezbednosti (paragraf 2.2) zahtevaju snage za zaštitu od vatre da zadrže sigurnosnu udaljenost od 1.000 m (na tlu i u vazduhu) do požara na terenu zagađenog NUS'om, ako nije zaštićen. To onemogućava vatrogasnju pomoći upotrebu konvencionalne opreme.
- **Zaštita divljih područja i susednih zemljišta:** U različitim dijelovima Njemačke, uključujući i državu Brandenburg, izgrađena su područja divljine koja su ugrađena u kulturne predele i u kojima je dozvoljena prirodna sukcesija, a sve aktivnosti šumarstva ili upravljanja zemljištem su zabranjene. Neki od njih uključuju bivše vojne oblasti zagađene NUS-om. Ovdje zakana opasnih požara postepeno se povećava tokom vremena zbog povećanja količine goriva - što dovodi do povećane opasnosti od požara - u kojem su ugrađena NUS i nemoguće ih je uklaniti/odložiti. Drugim riječima: područja divljine zagađene NUS-om predstavljaju izuzetno visok rizik od teških i opasnih požara.
- **Razvijanje politike "Neka gori":** Uzimajući u obzir prijetnje divljih požara s jedne strane i potrebe za požari da zadrže neka zaštićena područja - uglavnom napuštena vojna područja - u zdravom stanju s druge strane, predлага se razvijanje koncepti koji će omogućiti divlji požari da se ostave da gore. Ovaj koncept bi se primenjivao na područja u kojima je požar (a) poželjan sa stanovišta konzervacije, (b) ne bi prouzrokovao degradaciju ili uništavanje ekoloških i ekonomski vrijednih vegetacionih resursa, i (c) mogao bi se ugasiti na bezbedne granice bez ugrožavanja javne bezbednosti.

Iskustva u stvaranju prekida goriva (zaštitnih zona) u bivšim vojnim područjima od Federalne nemačke službe za šume (Bundesanstalt für Immobilienaufgaben, Sparte Bundesforst) i oko područja divljine od Fondacije prirodnih predela (Stiftung Naturlandschaften Brandenburg) otkrivaju da se mogu planirati veliki prekini goriva u kombinovanom naporu zaštite od divljih požara i uspostavljanju lokacija za očuvanje visoke vrijednosti (Slika 41).



Slika 41: Razdvajanje goriva (zaštitna zona) osnovana u Zschorno Heath, nemačkom saveznom šumarskom okrugu Lausitz, u državi Brandenburg (Fotografija: E. Brunn)

U nastavku projektnih aktivnosti, dizajniran je koncept za prekid goriva, koji uključuje primjenu propisanog požara pomoću oklopnog paljenja i kontrolnim tehnikama za održavanje koridora *Calluna vulgaris* i propisanog spaljivanja ispod krošnjama u borovim štandovima (*Pinus sylvestris*) radi smanjenja opterećenja gorivima i potencijalnog intenzitetu/opasnost divljeg požara (Slika 42).



Slika 42: Predlog za projektovanje prekida goriva (Izvor: Projektni tim)

### **Spin-off III: Koncept suzbijanja požara na terenu zagađenog NUS-om**

U Njemačkoj je suzbijanje požara u nadležnosti država i sprovodi se od dobrovoljnih vatrogasnih i spasilačkih službi, kojih organizuju, nadziraju i koordiniraju okružni vatrogasni komesari. U slučajevima većih požara, pomoći i ojačanje pružaju stručna gradska vatrogasna služba, lokalne (dobrovoljne) jedinice Federalne agencije za pomoći pri katastrofu (Bundesanstalt Technisches Hilfswerk) i - u slučaju proglašenih katastrofa/izvanrednih situacija - Oružane snage (Bundeswehr). Nijedna od službi ili institucija nije opremljena i obučena za kontrolu požara na terenu zagađenog NUS-om. U 2012. godini - tokom trajanja projekta - nekoliko zajednica u Brandenburgskoj državi, primjenjivale su pravila i nametale stroge zabrane vatrogasnim i spasilačkim službama da pristupe bilo kakvim požarima na zagađenom terenu bliže od potrebnog sigurnosnog rastojanja od 1000 metara.

Iste godine požar na zagađenom terenu natjerao je vlasti da pozovu projektnog partnera DiBuKa da se bori protiv požara (Slika 43). Posle obavljanja i uspjeha operacije usledili su sporazumi između županijskih vlasti i partnera projekta da pruže usluge u cilju podrške vlastima da budu dostupni za borbu protiv ovih opasnih požara. U 2015. godini sporazumom je usledila zajednička vježba za kontrolu požara u županije Teltow-Fläming. (Slika 44).



Slika 43-44: 2012. godine, državne vlasti Brandenburga prvi put su pozvali projektnog tim partnera DiBuKa da se bori sa šumskim požarom na terenu zagađenog NUS-om (levo). Desna fotografija pokazuje sprovođenje javno-privatnog partnerstva u pripremi za borbu protiv požara na zagađenim terenu u državi Brandenburg početkom 2015. (Fotografije: Projektni tim i S. Gragert).

Izgradnja kapaciteta specijalizovanog osoblja u korišćenju propisanog požara za očuvanje i primjenu suzbijanja (požarom protiv požara, povratnih požara) u borbi protiv požara bile su na dnevnom redu partnera projekta GCUP i Federalne šumarske službe Njemačke. U Njemačkoj je u 2014. godini uveden veliki program za obuku osoblja Federalne šumarske službe za obavljanje sigurne i efektivne upotrebe vatre u konzervaciji (GCUP 2014).

### **Spin-off IV: Međunarodne implikacije projekta**

Napredak u korišćenju propisanog požara u borbi protiv divljih požara na terenu zagađenog NUS-om zabeležen je na međunarodnom nivou. 16. oktobra 2013. vojna vježba na Poligonu Marrangaroo u blizini Lithgowa, New South Walesa (NSW), Australija, aktivitala je neeksplodirano sredstvo uzrokujući jak požar koji je gorio više od mjesec dana. Neeksplodirana ubojna sredstva su bili razlog zašto je vatrogascima bilo previše opasno se približe plamenu i da ga nisu oficijalno ugasili do 20. novembra 2013. Požar je uništo pet kuća i pokrio više od 50.000 ha. Oštećenja železničkih instalacija Zig Zag procenjena su na oko 30 miliona USD. Tokom izvanredne situacije,

GCUP je pružao podršku Vatrogasnemu komesaru NSW-a tako što je povezao DiBuKa da pruži odgovarajuću podršku. Nakon incidenta, Državni istražni sudija i Odeljenje za pravosuđe u NSW-u osnovali su Istražnu komisiju za utvrđivanje uloge Odjeljenja odbrane u vatri, i pozvali projektnog partnera GCUP da podrži saslušanje u 2016. godine pružanjem savjeta od projektne ekspertize.

Organizacija za evropsku bezbjednost i saradnju (OEBS) je 2014. godine organizirala studiju projektnog partnera GCUP radi istraživanja i izvještavanja o najboljim praksama i preporukama za suzbijanje požara u zagađenim područjima, sa fokusom na radioaktivni teren. Studija je pokazala da su razvijene tehnologije i iskustva stečena tokom projekta značajna za dalje razvijanje najsavremenije prakse upravljanja požarima na zagađenom terenu (GOLDAMMER i sar. 2014).

Trenutno GCUP sarađuje sa Projektnim timom i međunarodnim partnerima kako bi istražio korisnost korištenja BL za vazdušna paljenja i gašenje vatre, kao i bespilotna kopnena vozila (BKV) za stvaranje barijere u podršci oklopnim vozilima za gašenje vatre (GOLDAMMER i sar., 2014).

## **7 Rezime i zaključci**

Projekat se bavio višestrukim izazovima upravljanja požarima u predelima, koji predstavljaju uslove drugih regiona Evrope koji su izloženi visokom riziku od požara uopšte, a posebno u vezi sa požarima koji gore na terenu zagađenim municipijom koja potiče iz istorijskih oružanih sukoba i vojne obuke. Koncept korišćenja propisanog požara u održavanju i obnavljanju pustare patuljastih grmlja dobija povećano prihvatanje vlasti za zaštitu i javnosti. Razvojem inovativnih tehničkih i konceptualnih rješenja prevaziđena su ograničenja primjene propisanog požara na zagađenom terenu. Razumijevanje principa i prijetnja korištenja propisanog požara u konzervaciji na zagađenim terenom je od suštinskog značaja za razvoj sposobnosti za upravljanje opasnim požarima za kojih do sada nije bilo rješenja. Ciljane mjere za sprečavanje širenja, borbe i mogućnosti puštanja divljih požara da gore pod kontrolisanim uslovima - ukoliko bi uticaj ovih požara bio u skladu sa ciljevima upravljanja /čuvanja zemljišta - predloženi su kao proizlazni proizvodi. Projektni tim je uspostavio javno-privatno partnerstvo (JPP) u kojem veštine vatrogasne i konzervatorske nauke, upravljanje požarima i staništem, javna uprava i privatni preduzetnici razvili su neophodne energije koje nisu mogle biti stvorene na drugi način. Na kraju su postignuta rešenja za integrисано upravljanje požarima (IUP) na nivou krajolika.

## **8 Zahvalnost**

Autori su zahvalni administraciji županije Teltow-Fläming za preuzimanje vodstva u primeni i upravljanju projektom, a na Na-turSchutzFonds Brandenburg (Brandenburški Prirodni Fond) i Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (Državna agencija za ruralni razvoj Brandenburga) za pružanje finansijskih sredstava za projekat. Projektni partneri DTF/ DiBuKa i Istraživačka grupa za požarnu ekologiju. Globalni centar za praćenje požara (GCPP), Institut za hemiju Max Planck, obezbedili su oklopna vozila, uređaje za paljenje i drugu opremu za istraživanje na terenu. Gradonačelnik, administracija i angažovani stanovnici Jänickendorf i Nuthe-Ustromtal-a bili su predusretljivi pri posredovanju u diskusiji o prihvatanju spaljivanja na teritoriji zajednice. Županijska vatrogasnja služba Nuthe-Ustromtal-a obezbedila je sva sredstva tehničke i logističke podrške za obezbeđivanje pokusa. Odaje se priznanje

doprinosu SEI Industries-a za obezbeđivanje uređaja za paljenje Pyroshot Green Dragon za ispitivanje propisanog požarnog kontakta pod pretnjom eksplozije NUS-a i podrške UAV-a koju pruža tim Crvene tipke d.o.o. Priznaju se doprinosi članova Projektnog tima i onih koji su uključeni u planiranje, implementaciju na terenu i evaluaciju projekta, Philipp Brade, Alexander C. Held, Stefan Klein, Dirk Lämmel, Martin Schulze i Thomas Süßmuth. Zahvalnost Jani Planek i Katarini Kuhlmei, Naturstiftung Davidu za ažuriranje mape aktivnim i napuštenim vojnim područjima (slika 7) i pružanje vrednih komentara i ažuriranih informacija o obimu ovih područja i njihovom statusu u pogledu vrednosti konzervacije.

## 9 Literatura

- BRUNN, E. (2009a): Upravljanje požarom na područjima za vojne obuke u Brandenburgu. – Očuvanje prirode i biodiverziteta 73: 165-178.
- BRUNN, E. (2009b): Upravljanje požarima na federalnoj nekretnini u Brandenburgu. – Međunarodni izveštaji o šumskim požarima Br. 38: 67-74.
- CHAPMAN, S. B. (1967): Budžeti hranljivosti ekosistema suvih pustara na jugu Engleske. - Časopis za ekologiju 55 (3): 677-689.
- EURASIAN FIRE IN NATURE CONSERVATION NETWORK (EMZPP) (2015): Evroazijske mreže za zaštitu prirode požarima" (EMZPP) –  
URL: <http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/natcon/natcon.htm> (poslednji pristup: 5. decembar 2015).
- EUROFIRE (2015): "Vegetation ignition techniques" (EF6) –  
URL: <http://www.euro-fire.eu/> (poslednji pristup: 5. decembar 2015).
- POŽARNI PARADOKS (2010): Borba protiv vatre sa vatrom. – URL: <http://www.fireparadox.org/> (zadnji pristup: 5. decembar 2015).
- GAUGER, T. (2011): Kartierung von Deposition Loads 2004 bis 2007. – In: „Erfassung, Prognose und Bewertung von Stoffeinträgen und ihren Wirkungen in Deutschland - Anhang XI: Textteil und Ergebnis-Statistik“, MAPESI-Projekt (Modelling of Air Pollutants and EcoSystem Impact). Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes (BMU/UBA 3707 64 200). 154 p –  
URL:  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/414\\_1\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/414_1_0.pdf) (poslednji pristup: 5. decembar 2015).
- GFMC (GLOBAL FIRE MONITORING CENTER) (ed.) (2004): Prescribed burning in Northwest Europe and the Baltic Region. – Special Issue. Međunarodni izveštaji o šumskim požarima Br. 30: 102 p. –  
URL: [http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn\\_30/content30.htm](http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn_30/content30.htm) (poslednji pristup: 5. decembar 2015).
- GFMC (GLOBAL FIRE MONITORING CENTER) (ed.) (2009): Fire management in cultural and natural landscapes, nature conservation and forestry in temperate-boreal Eurasia. – Special issue. Međunarodni izveštaji o šumskim požarima Br. 38: 152 p. –  
URL: [http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn\\_38/content38.htm](http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn_38/content38.htm) (poslednji pristup: 5. decembar 2015).
- GFMC (GLOBAL FIRE MONITORING CENTER) TEAM & PAGE, H. (2009): The LIFE Rohrhardsberg Fire Management Project: The use of prescribed fire in maintaining

endangered habitats and landscape features in the foothills of the Black Forest. – Međunarodni izveštaji o šumskim požarima Br. 38: 84-87.

GFMC (GLOBAL FIRE MONITORING CENTER) (2014): Nationwide training sessions for the use of prescribed fire in conservation by the German Federal Forest Service. An online presentation. –

URL: <http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/natcon/GFMC-Bundesforst-Trainings-2014.html> (poslednji pristup: 5. decembar 2015).

GFMC (GLOBAL FIRE MONITORING CENTER) & FIRE ECOLOGY RESEARCH GROUP (ed.) (2009): White paper on use of prescribed fire in land management, nature conservation and forestry in temperate-boreal Eurasia. – Međunarodni izveštaji o šumskim požarima Br. 38: 133-152. –

URL: [http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn\\_38/19-IFFN-38-White-Paper.pdf](http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn_38/19-IFFN-38-White-Paper.pdf) (poslednji pristup: 5. decembar 2015).

GOLDAMMER, J.G. (ed.) (2013): Prescribed burning in Russia and neighbouring temperate-boreal Eurasia. – A publication of the Global Fire Monitoring Center (GFMC). Kessel Publishing House: 326 pp.

GOLDAMMER, J.G., KASHPAROV, V., ZIBTSEV, & ROBINSON, S. (2014): Best practices and recommendations for wildfire suppression in contaminated areas, with focus on radioactive terrain. Report of the Global Fire Monitoring Center (GFMC), Ukrainian Institute of Agriculture Radiology (UIAR), National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NUBiP of Ukraine), Regional Eastern European Fire Monitoring Center (REEFMC) and Green Cross Switzerland, commissioned by the Organization for Security and Cooperation in Europe (OSCE). Freiburg – Basel – Kyiv, 53 p. –

URL: <http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/SEEurope/OSCE-GFMC-Report-Fire-Management-Contaminated-Terrain-2014-ENG.pdf> (poslednji pristup: 5. decembar 2015).

GOLDAMMER, J.G., BRUNN, E., HELD, A., JOHST, A., KATHKE, S., MEYER, F., PAHL, K., RESTAS, A., & SCHULZ, J. (2012): Kontrolliertes Brennen zur Pflege von Zwergstrauchheiden (*Calluna vulgaris*) auf munitionsbelasteten Flächen: Problemstellung, bisherige Erfahrungen und geplantes Vorgehen im Pilotvorhaben im Naturschutzgebiet „Heidehof-Golmberg“ (Landkreis Teltow-Fläming). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 127: 65-95.

GOLDAMMER, J.G., BRUNN, E., HOFFMANN, G., KEIENBURG, T., MAUSE, R., PAGE, H., PRÜTER, J., REMKE, E. & SPIELMANN, M. (2009): Einsatz des Kontrollierten Feuers in Naturschutz, Landschaftspflege und Forstwirtschaft – Erfahrungen und Perspektiven für Deutschland. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 73: 137-164.

GOLDAMMER, J.G., HELD, A. & NAGY, D. (2004): Stand und Perspektiven der Anwendung von kontrolliertem Feuer in Naturschutz und Landschaftspflege in Deutschland. – Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen. NNA-Berichte 17(2): 13-17.

GOLDAMMER, J.G., MONTAG, S. & PAGE, H. (1997a): Nutzung des Feuers in mittel- und nordeuropäischen Landschaften. Geschichte, Methoden, Probleme, Perspektiven. – Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz, Schneverdingen. NNA-Berichte 10(5): 18-38.

GOLDAMMER, J.G., PRÜTER J. & PAGE, H. (1997b): Feuereinsatz im Naturschutz in Mitteleuropa. Ein Positionspapier. – Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz,

Schneverdingen. NNA-Berichte 10(5): 2-17.

- HEINE, G. (2004): Erfahrungsbericht des Kreisbrandmeisters des LK Teltow-Fläming zu den Waldbränden in den ehemalig militärisch genutzten Liegenschaften im Sommer 2003 in Jüterbog. – Fachseminar Waldbrandschutz auf munitionsbelasteten Flächen im Land Brandenburg. Götz, Brandenburg, 25. März 2004. – Landeschule und Technische Einrichtung für Brand- und Katastrophenschutz, Land Brandenburg (unpublished presentation).
- HOFFMANN, G. (2004): Conservation methods for *Calluna* heathlands by prescribed fire in Schleswig-Holstein State, Germany. – Međunarodni izveštaji o šumskim požarima Br. 30: 36-39.
- KEIENBURG, T. & PRÜTER, J. (2004): Feuer und Beweidung als Instrumente zur Erhaltung magerer Offenlandschaften in Nordwestdeutschland. Ökonomische und soziökonomische Grundlagen des Heidemanagements auf Sand- und Hochmoorstandorten. – Alfred-Toepfer-Akademie für Naturschutz, Schneverdingen. NNA-Berichte 17(2): 221 S.
- LANDSCHAFTSERHALTUNGSVERBAND EMMENDINGEN E.V. (2006): Böschungspflege und Feuereinsatz im Rebgebiet. Leitfaden für die Praxis. – Emmendingen (Landschaftserhaltungsverband Emmendingen e.V.): 24 S.
- MAUSE, R. (2009): The use of prescribed fire for maintaining open *Calluna* heathlands in North Rhine-Westphalia, Germany. – Međunarodni izveštaji o šumskim požarima Br. 38: 75-80.
- MEYER, F. (2015): Stand und Perspektiven für das Offenland-Management auf Flächen des Nationalen Naturerbes in Deutschland – unter besonderer Beachtung von *Calluna* Heiden. – Natur und Landschaft 90 (3): 131-138.
- MEYER, F., SCHULZE, M. & A. THUROW (2016): Management of *Calluna* heathland by prescribed burning and its effects on bird and invertebrate communities. – Naturschutz und Biologische Vielfalt (this volume).
- NATUR & TEXT GMBH (2007): Landesweite Konzeption zum Umgang mit Offenlandlebensräumen auf Truppenübungsplätzen. – (Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz): 142 S. + Anhang (7 Karten).
- NATURSTIFTUNG DAVID (2014): Naturschutzfachliche Bedeutung aktuell freiwerdender Militärflächen für die Umsetzung der Nationalen Biodiversitätsstrategie. DBU-Az 31320. Bearbeiter: Kathke, S., Johst, A. and K. Kuhlmeij. – URL: <http://www.naturstiftung-david.de/index.php?pageid=29> (last access: 5 December 2015).
- NATURSTIFTUNG DAVID (2016): Correspondence with the Global Fire Monitoring Center (GFMC) on the state of active and abandoned military areas in Germany with regards to conservation value and UXO contamination (available on file at GFMC).
- NIEMEYER, F. (2004): Prescribed burning of moorlands in the Diepholzer Moorniederung, Lower Saxony State, Germany. – Međunarodni izveštaji o šumskim požarima Br. 30: 43-44.
- NIEMEYER, T., NIEMEYER, M., MOHAMED, A., FOTTNER, S. & W. HÄRTLE (2005): Impact of prescribed burning on the nutrient balance of heathlands with particular reference to nitrogen and phosphorus. – Applied Vegetation Science 8: 183-192.

Opulus Press, Uppsala.

- NITTEL, L. (2016): Nature conservation and landscape preservation of a former military training area at the Swabian Alb, Germany. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 152 (this volume).
- PAGE, H. & GOLDAMMER, J.G. (2004): Prescribed burning in landscape management and nature conservation: The first long-term pilot project in Germany in the Kaiserstuhl Viticulture Area, Baden-Württemberg, Germany. – Međunarodni izveštaji o šumskim požarima Br. 30: 49-58.
- PETERSEN, J. (1990): Die Entwicklung von *Calluna vulgaris* im Naturschutzgebiet “Lüneburger Heide” auf Flächen, die zur Umwandlung in Heide abgetrieben wurden. – Göttingen (Diplomarbeit, Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität Göttingen).
- PROJECT TEAM (2014): Final report of the project „Development and Tests of Methods for Heath Management on UXO-contaminated Sites by Prescribed Burning in Heidehof-Golmberg Nature Reserve (Teltow-Fläming County)“. – Luckenwalde, Freiburg, Halle (Abschlussbericht zum Projekt „Erprobung und Entwicklung von Methoden zur Heidepflege durch kontrolliertes Feuer auf munitionsbelasteten Flächen im NSG Heidehof-Golmberg, Landkreis Teltow-Fläming“): 220 pp. (in German).
- REINHARDT, H. (2004): Zone zagađene municijom u državi Brandenburg. Potencijalne opasnosti sa stanovišta službe za oporavak državne municije. Specijalistički seminar o šumskim požarima na područjima koja su zagađena municijom u državi Brandenburg. Götz, Brandenburg, 25. marta 2004. – Državni školski i tehnički centar za vatru i civilnu zaštitu, država Brandenburg (neobjavljena prezentacija).
- RIETZE, J. (2009): Ekološki monitoring strminske vegetacije pomoću propisanog spaljivanja u regionu Kaiserstuhl, Njemačka. – Međunarodni izveštaji o šumskim požarima Br. 38, 63-67.

**Adrese autora:**

Johann Georg Goldammer  
Radna grupa Vatrogasna ekologija / Globalni centar za praćenje požara (GCPP)  
Max Planck Institut za hemiju, Univerzitet Ujedinjenih nacija  
c / o Albert-Ludwigs-University Freiburg  
Georges-Köhler-Allee 75  
D-79110 FreiburgNjemačka  
E-Mail: [fire@fire.uni-freiburg.de](mailto:fire@fire.uni-freiburg.de)

Egbert Brunn  
Federalna agencija za poslove sa nekretninama  
Savezni šumarski pogon Lausitz  
Funkcionalna površina - Zaštita prirode - A + E  
Muskauer Forst 01D-02957 Weißkeiβel  
Njemačka

Joachim Schulz i Steffen Hartig  
DTF GmbH/Usluge u vatri i  
Predmet civilne zaštite (DiBuKa)  
Ispred kamene kapije 1  
D-39615 Seehausen / AltmarkNjemačka

Frank Meyer  
RANA - Kancelarija za ekologiju i zaštitu prirode  
Mühlweg 39  
D-06114 Halle / SaaleNjemačka