Goldammer, JG, E. Brunn, S. Hartig, J. Schulz, и F. Meyer. 2016. Развој на технологии и методи за примена на пропишан пожар во управување со пустари обраснати со Calluna vulgaris и контаминирани со неексплодирани направи (НЕН): Проблеми и први искуства стекнати во истражувачки и развојни проекти во Германија. Naturschutz und Biologische Vielfalt 152, 87-122. DOI 10.19213 / 973152; ISBN 978-3-7843-4052-4.

Развој на технологии и методи за примена на пропишан пожар за управување со пустари обраснати со *Calluna vulgaris*, контаминирани со неексплодирани направи (НЕН)

Johann Georg Goldammer, Egbert Brunn, Steffen Hartig, Joachim Schulz and Frank Meyer

Абстракт

Во Германија постојат активни и напуштени воени полигони, од кои дел се во употреба повеќе од еден век. Тие биле и се подложени на механички оштетувања како последица од движењата на воените возила и тенкови, како и од директниот и индиректниот удар од вежбите за артилериски напад и бомбардирање, кои честопати се поврзани со пожарите настанати од експлозивни направи. Овие полигони за обука всушност стануваат живеалиште и прибежиште на загрозени видови кои зависат од екосистеми на отворено. Кога повеќе нема или е намалено механичкото оштетување од воените вежби доаѓа до растителна сукцесија и формирање на шума, што резултира со загуба на живеалиштата на загрозените видови, зависни од екосистеми на отворено, особено пустарите со *Calluna vulgaris*. Во некои области, саканите ефекти од тоа што веќе нема активност на воените полигони и нема шумски пожари се заменуваат со планско пасење, механички третман или пропишан пожар. Меѓутоа, севкупно, во Германија, територија од 250.000 ха со висока конзерваториска вредност е контаминирана со неексплодирани направи (НЕН). Додека само пасењето не може да ја одржи отвореноста на територијата во сите случаи, механичкиот третман и пропишаното горење не може секогаш да се сметаат за комплементарни мерки поради заканата од експлозии на НЕН. Со цел безбедна примена на пропишани пожари со употреба на воени тенкови конвертирани како оклопни возила за пропишано палење на оган и апарати за гаснење, проектот R&D разви концепт и технологии во конзервирана област Heidehof-Golmberg (напуштен воен полигон во Бранденбург, Германија). Операции за пропишано горење се поддржани од беспилотни воздушни системи (UAS) за следење на напредокот и поддршка во одлучувањето. Првите експериментални палења беа спроведени во 2012 и 2013 година, по што следеше практична примена, вклучувајќи го гаснењето на шумски пожари на терен контаминиран со НЕН, меѓу 2013 и 2015 година.

Клучни зборови: воени полигони, сукцесија, *Calluna vulgaris*, неексплодирани направи, пропишан пожар, пропишано горење

1 Вовед: Статус на употребата на пропишан пожар при заштита и управување со отворени простори во Германија

Проширените рурални области на умерено-бореална Евроазија се погодени од промените во користењето на земјиштето и / или напуштањето на земјоделските површини и пасиштата. Овие промени ја загрозуваат одржливоста и опстанокот на култури кои растат на отворено и растителни видови кои зависат од живеалишта на отворен простор. Напуштените површини се подложени на брза растителна сукцесија. Мерките за плодоред, кои се практикуваат во некои места за да се помогне растителната сукцесија и да се одржуваат неконтролирани површини без култивирани растенија, честопати се добро субвенционирани во земјите од Западна Европа. Меѓутоа, механичките мерки или планското пасење се ограничени од самата големина на површините што треба да се третираат и од брзото зголемување на трошоците. Од 1990-тите години во Германија се истражува и применува употребата на пропишан пожар во голем број пилот-проекти како можна замена за одржување на неконтролирани површини без култивирани растенија (GOLDAMMER et al. 1997a, b, 2004, 2009, 2012, MEYER 2015). Особено во следниве екосистеми подложни на оштетување, пропишаното горење е составен дел од управувањето со живеалиштата:

- Суб-атлантските пустари во природниот резерват Луненбург Хит (Lunenburg Heath Nature Reserve) (KEIENBURG & PRÜTER 2004),
- *Calluna* дина пустарите на Атлантикот во Шлезвиг-Холштајн (HOFFMANN 2004),
- Континентална *Calluna* пустара на напуштените воени полигони за обука без или прочистени од неексплодирани направи (НЕН) во Бранденбург, Рајнска област-Пфалц и Северна Рајна-Вестфалија (BRUNN 2009a, б, GOLDAMMER et al. 2009, MAUSE 2009),
- Отворени предели со трева на поранешни воени полигони за обука без контаминација со НЕН, како што е Минсинген (покраина Баден-Виртемберг) (GOLDAMMER et al. 2009, NITTEL 2016),
- Падини меѓу лозови тераси во Кајзерстухл, покраина Баден-Виртемберг (PAGE & GOLDAMMER 2004, LANDSCHAFTSERHALTUNGSVERBAND EMMENDINGEN 2006, RIETZE 2009),
- Планински ливади во Шварцвалд, покраина Баден-Виртемберг (GFMC TEAM & PAGE 2009), и
- Пустари во Северозападна Германија (NIEMEYER 2004).

Во законите на Сојузна република Германија и покраините, особено законите и подзаконските акти што ја регулираат заштитата на природата и намалувањето на емисиите, воопшто се забранува употреба на пожар при управувањето со вегетацијата, како и употреба на пожар за отстранување на земјоделски остатоци и други органски материјали. Меѓутоа, исклучоци од општата забрана за примена на пожар се можни и се детализирани од GOLDAMMER et al. (2012). Во пракса, пропишано горење спроведува овластен и обучен персонал. Во областа на лозарството и праксата од управување со неконтролирани површини без култивирани растенија во покраината Баден-Виртемберг, локалните земјоделци и лозарите се обучени и сертифицирани за примена на пропишани пожари и треба да ги почитуваат годишните објави на правила за изземање на ниво на окрузи. На активни и напуштени воени полигони за обука и стрелање, без контаминација од

НЕН, локалните воени противпожарни служби и Федералната германска служба за шуми ја преземаат одговорноста за спроведување на пропишани операции за горење врз основа на поединечни правила за изземање (GOLDAMMER et al. 2012, GLOBAL FIRE MONITORING CENTER 2014).

Употребата на пропишан пожар во соседните земји на умерено-бореална Евроазија се рефлектира со голем број неформално поврзани активности во рамките на "Евро-азиска мрежа на пожари при заштита на природата" (EFNCN) (GFMC 2004, 2009, EFNCN 2015). Во евро-медитеранскиот регион, акцентот на пропишаната примена на пожари е со цел намалувањето на опасноста од шумски пожари и употребата на пожар при сузбивање на шумските пожари (сузбивачко палење) (FIRE PARADOX 2010). Резонот, принципите и постулатите за напредокот во примената на пропишаниот пожар во европската биотка, се испишани во "Белата книга за употреба на пропишан пожар во управувањето со земјиште, заштитата на природата и шумарството во умерено бореална Евроазија" (GFMC & FIRE ECOLOGY RESEARCH GROUP 2009) и монографијата "Пропишано горење во Русија и соседната умерено-бореална Евроазија" (GOLDAMMER 2013).

Слики 1-3: Пустари со *Calluna* се предмет на инвазија и растителна сукцесија со бреза и бор (лево) и првите пропишани тестови за горење во пустарата Zschorno во раните 2000ти (средина и десно) (Слики: Проектен тим).

Слика 4-6: Обновување на локациите за тестови за пропишано горење во пустарата Zschorno Heath веднаш по пожарот (лево слика 4), една година (средината) и две години по горењето (десно) (Слики: Проектен тим)

2 Неексплодирани направи и вегетациски пожари во Германија

2.1 Вовед

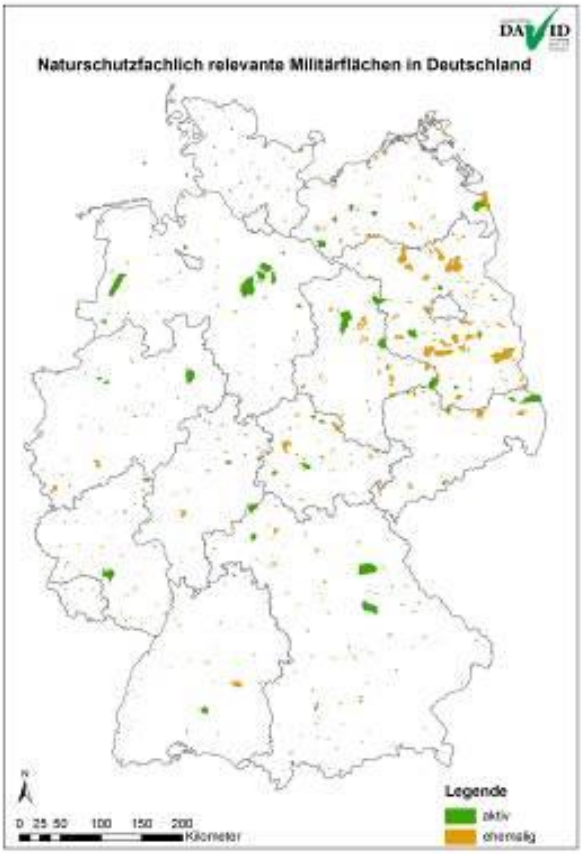
Во неексплодирани направи (НЕН) спаѓаат: експлозивни направи (ЕН) (бомби, проектили, гранати, копнени и поморски мини, кластерска муниција и сл.) кои не експлодирале кога биле употребени и сè уште претставуваат ризик од детонација, потенцијално до неколку деценции или дури еден век откако биле искористени или исфрлени. Во Германија НЕН се наоѓаат како остатоци од војни на поранешни воени полиња во или околу урбаните и индустриските локации подложени на воздушни напади во текот на светските војни. НЕН и неискористената депонирана муниција како остатоци од вооружени конфликти и

воени обуки може да се најдат во огромни области на природни и културолошки региони на Германија и соседните европски земји. Заедно со вегетациските пожари (пропишаните пожари и шумските пожари), НЕН претставуваат голема закана за здравјето и безбедноста на луѓето.

Активните и напуштени воени полигони за обука во Германија се евидентирани, мапирани и класифицирани според конзерваторската вредност и се внесени во базата на податоци за "Заштита на природата и војската". Според најновото ажурирање, многу од 632 активни и напуштени воени региони, кои опфаќаат околу 685.000 хектари, имаат висока конзерваторска вредност (NATURSTIFTUNG DAVID 2014, 2016). Повеќе од половина од овие региони се регистрирани во мрежата Natura 2000 network.

Информациите за присуството на експлозивни и други оружја на активни и поранешни полигони за воена обука и стрелишта се навистина оскудни. Ова особено се однесува на воени полигони за обука кои датираат од крајот на 19 век и почетокот на 20 век, како и на локациите кои биле користени од Советската армија помеѓу 1945 и 1994 година. Меѓутоа, расположливите информации, кои би можеле да се извлечат од базата на податоци, покажуваат дека приближно 250.000 ха активни и напуштени реони за обука, кои имаат висока конзерваторска вредност, се контаминирани со НЕН. Оваа бројка, сепак, не може да се потврди токму поради недостиг на статус на контаминација со НЕН и прочистеност од НЕН (NATURSTIFTUNG DAVID, 2016).

Оваа база на податоци не ги вклучува поранешните борбени театри од светските војни. Во покраината Бранденбург, Германија со највисока густина на активни и напуштени воени полигони за вежбање (Слика 7) - 89% од воените полигони за обука се напуштени денес. Големината на воените региони со висока конзерваторска вредност во Бранденбург е приближно 195.000 ха (оваа бројка не може точно да се потврди, cf. NATURSTIFTUNG DAVID [2016]) а се споредува со приближно 400.000 ха поранешни борбени театри и цели за бомбардирање од Втората светска војна околу Берлин, со сомнеж дека постои контаминација со НЕН (REINHARDT 2004).



Слика 7: Германија има околу 685.000 ха активни или поранешни воени полигони за обука и стрелишта со голема конзерваторска вредност. Можеби 250.000 ха од овие површини се контаминирани со ЕН / НЕН. Извор на ажурирани мапи и проценка за контаминација: NATURSTIFTUNG DAVID (2016). Легенда: зелено-активни воени реони; окер - напуштени воени реони.

Набљудувањата на Екипите за уништување на експлозивни направи (УЕН) во покраината Бранденбург откриваат дека кородирањето на НЕН или депонираната муниција, особено касети и мал калибар (<20 mm) боеви глави, кои содржат фосфор и се изложени на кислород и високи летни температури, може да доведат до самозапалување и да предизвикаат пожари (REINHARDT 2004). Тоа оди и во спротивна насока, пожарите што горат на површини со растителен свет, во кои НЕН се вкопани во површинскиот слој на почвата, може да ја покачат температурата на детонаторите и контејнерите на НЕН до критична точка и да предизвикаат неконтролирани експлозии и да предизвикуваат човечки повреди и смртни случаи. Според експерименталните набљудувања на тимовите за уништување на експлозивни направи УЕН на покраината Бранденбург, патроните кои се наоѓаат на површината на почвата под вегетациската покривка експлодираат по две до три минути изложеност на оган; гранатите со калибар 2-3 см детонираат по 10 до 15 минути изложеност на бавен пожар. Делови ослободени од боеви глави од 20-30 мм се смртоносни до растојание од околу 100м. НЕН лоцирани под површината на минерална почва се помалку изложени на топлина генерирана од вегетациски пожар. Сепак, ефектот на изолација од топлина на почвата може да се надмине со пожари кои горат подолго време, на пр., со горење сува трева, дрвени купови или на друг начин високо акумулирани горива (согорлива органска материја). Таквите долготрајни пожари може да ја

покачат температурата на почвата и може да доведат до загревање на НЕН до степен да се предизвика детонација.

2.2 Горење на пожари на места контаминирани со НЕН со висока конзерваторска вредност: Шумски пожари како закана по човековата безбедност и ограничување во употребата на пропишан пожар

Во Германија не постојат стандардизирани постапки за известување или достапни статистички податоци за шумски пожари во шумите и на отворени површини контаминирани со НЕН. Извештајот од сезоната на пожари од 2003 година од Комесарот за пожари на округот Телтов-Флеминг (покраина Бранденбург) може да служи како пример (HEINE 2004). Од са. 200.000 ха вкупна површина на округот за са. 49.000 ха постои сомнеж дека се контаминирани со НЕН. Во 2003 година цели 48 дена беше постигнат највисокиот метеоролошки Индекс за опасност од пожар IV. Вкупната шумска и отворена површинска вегетација која беше погодена од шумски пожари изнесува 327 ха, од кои 275 ха се контаминирани со НЕН.

Така, пожарите што горат во екстремно суви и топли денови во текот на пролетта и летото, носат висок ризик од повреди и смртни случаи кај пожарникарите и цивилно население. Ова е особено случај во Бранденбург, најконтаминираната покраина во Германија, каде што селата, фармите и други структури се наоѓаат на сврзна точка или се распространети низ самите контаминирани површини. Поради тоа властите секогаш даваат приоритет на заштитата на здравјето и безбедноста на луѓето откако ќе се случи шумски пожар во областите каде што е познато или постои сомнеж од контаминација со НЕН. Меѓутоа, ни професионалните ниту пак доброволните пожарникарски служби, ниту Германските вооружени сили (кои можат да бидат активирани во случај на итни случаи) не поседуваат оклопна опрема за противпожарна заштита, која обезбедува заштита на персоналот од директни или оддалечени удари на експлозивни направи. Последната приватна служба за противпожарна заштита во Германија, која управуваше со авиони за гаснење пожари со фиксни крилја (PZL Dromader) во Германија, ја затвори фирмата во август 2014 година.

Со оглед на недостигот од соодветна опрема и со цел да се даде приоритет на заштитата на човечките животи, неколку окрузи од покраината Бранденбург во 2012 година одлучија да ја прекинат борбата со шумски пожари на контаминиран терен и да се концентрираат на евакуација. На противпожарните служби строго им се препорачува се држат на минимум безбедна далечина од 1000 метри од кој било пожар кој гори на места каде што има или постои сомнеж дека има НЕН. Следејќи ги овие правила, невозможно е да гаснеме какви било пожари на терен контаминиран со НЕН. Бидејќи правилото за безбедносно растојание од 1000 m исто така се применува и за воздушен простор на локациите контаминирани со НЕН, т.е. вертикално, праќањето на воздухоплови со екипаж (хеликоптери, авиони со фиксни крила) за гаснење пожари од воздух е забрането бидејќи исфрлањето вода или retardants вклучувајќи пена од надморска височина > 1000 m над земјата нема ефект.

Меѓутоа, наследената контаминација со НЕН не е само проблем во однос на неконтролираните причини и невозможноста - да не речам неможноста – да се контролираат шумските пожари, туку и во однос на употребата на пропишан пожар за одржување или обновување на отворените земјишни екосистеми и

нвните својства.

Како што е елаборирано погоре, многу поранешни полигони за воена обука се класифицирани како области со висока конзерваторска вредност поради механичките екосистемски оштетувања предизвикани од движењата на воени возила, вклучувајќи тенкови, и од експлозии на копнени и воздушни направи. Пожарите предизвикани од воени вежби, особено на воени стрелишта, се друг карактеристичен фактор кој оштетува и се одговорни за генезата и динамичкото одржување на видовите вегетација како што се пустарите со *Calluna vulgaris*.

Потенцијалните закани и ограничувања во однос на употребата на пропишан пожар зависат од видовите на муниција што се употребувале во специфичните воени полигони за стрелање и точноста на евиденцијата за употребената муниција, вклучувајќи и НЕН.

Пропишан пожар може да се користи релативно безбедно на воени полигони каде што се користеле следниве видови на муниција:

- Мал калибар (вежби) муниција за вежби (празни патрони)
- Муниција за вежби (гранати, ракети) со неексплозивни боеви глави за вежби (челик, бетон ...)
- Воздушни бомби и копнени мини без експлозиви за вежби

Некои области во Германија, каде што биле употребувани експлозивни направи, се исчистени до длабочина од неколку метри. Тука употребата на пропишаниот пожар е без проблеми и ограничувања. Примерите за нискоризична употреба на пропишана примена на пожари е документирана во Бранденбург од страна на BRUNN (2009а, б), Рајнска област-Пфалц и Северна Рајнска Вестфалија (GOLD-AMMER et al. 2009, 2012, MAУC 2009).

Сепак, на многу воени полигони за обука и стрелање, во кои експлозивот бил во употреба повеќе од еден век, недостасува детална евиденција и мапи на НЕН. Ова е особено случај на полигоните за стрелање на поранешните Советски вооружени сили. Во овие области, постои неминовна закана од експлозии од следниве типови на НЕН:

- Муниција (гранати, ракети со неексплодирани боеви глави), вклучувајќи светлечка муниција со фосфор
- Не експлодирани бомби и копнени мини
- Секоја муниција со неактивиран погонски полнеж кој бил изгубен или отстранет на полигоните за обука

Контролата на шумски пожари или употребата на пропишан оган на овие терени е можна само со техничка опрема која обезбедува безбедност на персоналот од ударот од детонациите.

3 Пропишан пожар на терен контаминиран со НЕН: раководено од пилот во покраината Бранденбург, Германија

3.1 Вовед: Значењето на пустарите со *Calluna vulgaris* ниските грмушки во покраината Бранденбург во однос на зачувување на биодиверзитетот

Што се однесува до појавите на Видови на живеалишта (ВЖ) од Анекс I од ЕУ Директивата за живеалишта, покраината Бранденбург има значење на национално и европско ниво, особено со сувите европски пустари (HT Code 4030). Напуштените воени полигони за обука во покраината Бранденбург опфаќаат вкупна површина од околу 71.000 ха од Natura 2000 локалитетите кои се состојат од 38 Специјални подрачја за конзервација (СПК) и девет Специјални подрачја за заштита (СПЗ). Повеќе детали се опишани во NATUR & TEXT (2007).

Главната пречка за одржување или обновување на напуштените пустари со ниски грмушки е недостиг од знаење за степенот и заканите од НЕН. Ова е една од причините зошто целните мерки се спроведуваат само на дел од конзерваторските локации. Пилот проектот има за цел тестирање на безбедни и ефикасни методи за користење на пропишан пожар на терен контаминиран од НЕН при што беше избран локалитет од Натура 2000 и природниот резерват "Хајдехоф-Голмберг" (GOLDAMMER et al. 2012) (Слики 8-9).

Слики 8-9: Природниот резерват Хајдехоф-Голберг се карактеризира со отворени ниски грмушки *Calluna vulgaris*, каде што сè повеќе растат брези и борови (лево) и се мешаат со отворени песочни површини и дини (десно) (Слики: Проектен тим).

3.2 Цели и партнери на проектот

Проектот "Развој и тестирање на методи за управување со здравјето на локалитети контаминирани со НЕН со пропишано опожарување во природниот резерват Хейдехоф-Голмберг" (округ Телтов-Флеминг) беше подготвен во 2006 година, а беше спроведен меѓу 2010 и 2014 година.[1] Проектот беше финансиран од NaturschutzFonds Brandenburg (Фонд за природата на Бранденбург) и со субвенции од Европската комисија преку Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (Агенција за рурален развој на Бранденбург).

[1] Целосниот извештај за проектот (ПРОЕКТЕН ТИМ 2014) е доставен до донаторите NaturschutzFonds Brandenburg и властите на покраината Бранденбург и покраината Телтов-Флеминг. Тимот на проектот ви стои на располагање да ви обезбеди повеќе детали за резултатите од проектот.

Главните цели на проектот беа:

- Развој на принципи за безбедна, ефективна и ефикасна употреба на пропишан пожар на подрачја контаминирани со НЕН со висока конзерваторска вредност со цел исполнување на обврските за заштита според Натура 2000 за високо загрозени видови на живеалишта
- Проучување на ефектите од пропишан пожар врз регенерацијата на субконтиненталниот подвид на *Calluna vulgaris*, како и на животинскиот свет на пустарите
- Интегрирање на аспекти за намалување на опасноста од пожари со намалување на согорливиот материјал со користење на пропишан пожар
- Развој на пилот принципи и техники кои ќе овозможат реплицирање на развиените методи и технологии на други контаминирани места за да се ревитализираат пустарите со *Calluna vulgaris*
- Активни односи со јавноста за подобро прифаќањето од страна на јавноста, властите и сопствениците на земјиштето на употребата на пропишан пожар како алтернативна мерка за конзервација
- Дополнителни стручни истражувања кои ќе обезбедат ефикасност и оптимизација на употребата на пропишан пожар во локалитетите за конзервација

Понатаму, од проектот треба да се развијат колатерални синергии, со нагласување на значењето и прифаќањето на очекуваните резултати со цел стекнување увид и понатамошно развивање на принципи и методи за управување со пожари на терен контаминиран со НЕН, за отстранување на НЕН после шумски пожари или примена на пропишани пожари за детонирање или отстранување на НЕН кои се вкопани и покриени со растенија и поради тоа невидливи. По опожарувањето, НЕН може да се идентификуваат и отстранат со ниски трошоци (Слика 10 и 11).

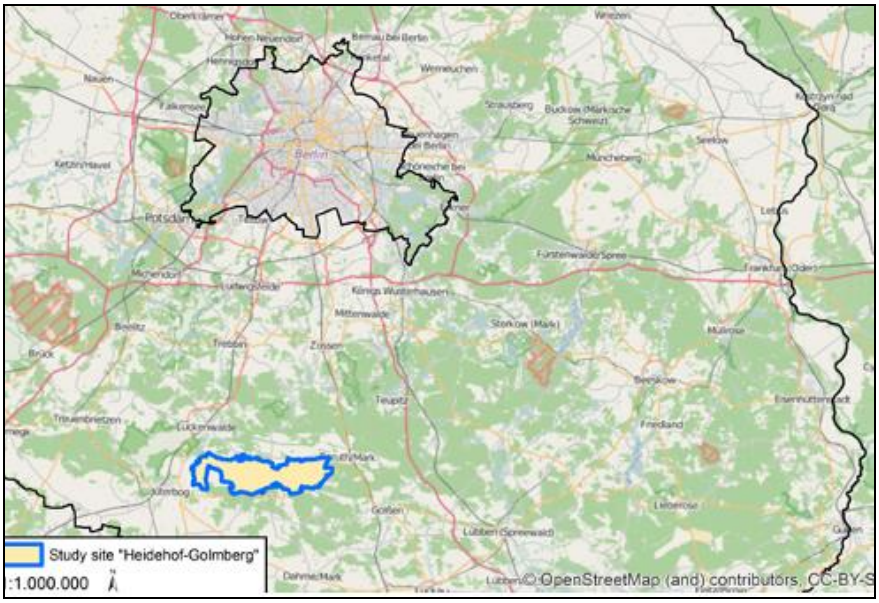
Слика 10-11: Изземање на отворени песочни локалитети: поголемиот дел од НЕН се вкопани во вегетацијата или делумно во минералната почва. Некои НЕН ќе експлодираат за време на пропишаниот пожар. Други недетонирани НЕН ќе станат видливи по пожарот и ќе може безбедно да се отстранат од екипите за ОЕН после горењето (Слики: Проектен тим)

Проектниот конзорциум се состоеше од следниве ентитети: надлежните за конзервација од покраината Телтов-Флеминг (одговорни за координација на проектот), Истражувачка група за пожари и екологијата (FERG) / Глобален

центар за следење пожари (ГЦСП) (одговорен за пропишаните активности за горење), консултантска компанија RANA за заштита на природата (одговорна за следење и евалуација на аспектите поврзани со конзервација) и компанија DTF GmbH / Dienstleistungen im Brand-und Katastrophenschutzfall (DiBuKa) (одговорна за развој на оклопни технологии), со техничка и практична консултантска поддршка од г. Егберт Брун (Федерална германска служба за шуми, округ Lausic, покраина Бранденбург). UAV/дронот беше дониран од компанијата Црвена типка ДОО (Хрватска). Локалната и централната власт одговорна за конзервација, управување со земјиштето, јавно здравје и безбедност, сопственици на земјиште и интересни групи од граѓанското општество учествуваа во советодавната група која го надополнуваше проектот преку насоки и / или беа активно вклучени во планирањето и спроведувањето на испитувањата.

3.3 Локација и контаминација на проектната област со неексплодирани направи

Природниот резерват и локација на Натура 2000, Хајдехоф-Голмберг се наоѓа 50 километри јужно од Берлин, на округот Телтов-Фламинг и е дел од напуштениот воен полигон за обука Јутербог Ост. Проектната локација се карактеризира со континентална клима со просечно годишни врнежи од 530 мм, просечна температура од 8.7°C, релативно топли и суви лета и зими со постојани периоди на мраз. Воената употреба започна во 19 век. Од 1945 до 1992 година, местото било користено како артилериско и воздухопловно стрелиште од Советските вооружени сили. На локалитетот исто така има муниција што била фрлена на крајот од Втората светска војна, вклучувајќи ја и светлечката муниција која содржи фосфор, која сега кородира и лесно се запалува од високи летни дневни температури или од оган. Степенот на контаминација со неексплодирани направи сè уште е непознат во широки области. Како дел од проектот за истражување и развој, требаше да се одговори како употребата на контролиран оган за управување со пустари може да се примени на области контаминирани со неексплодирани направи со доволно безбедност.



Слика 12: Локација на природниот резерват Хајдехоф-Голмберг, јужно од Берлин (Извор на мапа: RANA, базирано на ©Open Street Map)

Слика. 13: Фотографија сликана од авион на подрачја за тестирање, пред пожар 10 (средина) и 4 (горен десен агол) во природниот резерват Хајдехоф-Голмберг сликана со дрон (Фотографија: Проектен тим)

Со цел да се истражи густината на контаминација со неексплодирани направи, мала тест област од 0.5 хектари беше исчистена од неексплодирани направи помеѓу површината на почвата и 20 см. длабочина. Во овој случај беа најдени вкупно 68 неексплодирани направи на овој локалитет. Понатаму, безбедносните патеки што служат како расчистени терени и патеки за безбедно возење за оклопните возила беа исчистени на вкупна должина од 2,2 км со ширина од 7 m и длабочина на расчистување на неексплодирани направи од 2 m, што соодветствува на расчистена површина од 15.500 м2; расчистениот терен вклучуваше неколку обележани 20x20м парцели утврдени како точки на вртење / маневрирање на возилото (кога вртењето на гасеничките возила има тенденција да врши прилично висок притисок на земјата и да пробива низ површината на земјата и може да предизвика експлозии на неексплодирани направи под патеките), командните и мониторинг точки и места за лансирање на безпилотни летала (3.000 м2). На вкупно, приближно 1.85 хектари расчистена област, беа најдени 375 неексплодирани направи и други делови од муниција. Типичните видови на најдени неексплодирани направи се прикажани на сликите 14 и 15. Трошоците по единица површина за обезбедување на безбедно пропишано горење со расчистување на безбедносните патеки и точките/места на вртење на возилото зависат од должината на патеките и бројот на точки/места на вртење и големината на парцелата што треба да се изгори. Економската проценка на проектот покажа дека обезбедувањето на парцела од 25 хектари ќе чини 340 € / хектар.

Слика. 14-15: Типична НЕН најдена за време на расчистување на воз широк 7м-околу местото на тестирање 10: (а) 122 милиметарски гранати со обликувано експлозивно полнење; (б) експлозивни бомби со светла обвивка (70 кг) (Слики: Проектен тим)

3.4 Безбедносни предуслови, технички концепт и технолошки барања за пропишано горење на терен контаминиран со неексплодирани направи

Безбедносните предуслови и техничкиот концепт ги вклучуваа следниве размислувања за безбедно и ефикасно пропишани операции на горење:

- Сиот персонал вклучен во палењето и задржувањето на пропишаниот пожар управуваа во оклопни возила; Сиот друг персонал требаше да оддржува минимално безбедносно растојание од 1000 м.
- Персоналот што управуваше со оклопните возила за палење и гаснење на огнот беше поврзан со командата преку континуирана безжична комуникација и имаа видливост/поглед на сите страни.
- Детален мониторинг во реално време на напредувањето на операцијата се постигна со воздухопловен систем без екипаж (UAS) и се пренесе на оперативниот команден центар и понатаму на оклопните возила кои беа управувани.
- Сите пропишани постапки за горење ги запазија/ се придржуваа кон националните и меѓународните стандарди вклучувајќи правни, технички и на друг начин потребни закони и регулативи.

Проектот беше соочен со предизвик да постави и - ако сеуште не се достапни на пазарот, да развие технологии и оперативни процедури кои ќе ги задоволат барањата за безбедност и правните стандарди.[2]

Оклопни технологии за палење

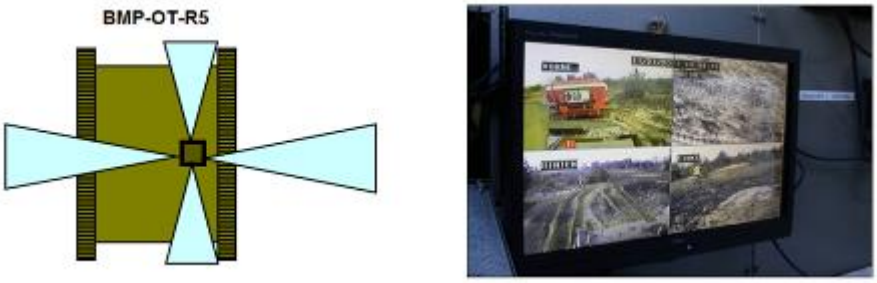
Требаше да се дизајнира и конструира заштитено возило за палење. Беше одлучено да се користи деактивиран лесен невооружен команден тенк од типот BMP OT-R5, кој беше набавен од страна на DiBuKa на трошок на компанијата. BMP OT-R5 беше произведен како командно возило под лиценца во поранешна Чехословачка, врз основа на дизајнот на пловниот оклопен транспортер на персонал BMP-1, брзо, робустно и лесно за одржување возило. Дебелината на челичниот оклоп помеѓу 12 и 20 мм е во состојба да го заштити персоналот од шрапнели и бомби. Согласно Законот за надворешна трговија на Германија

[2] Деталите за законските барања и административните процедури, како и мерките за јавни односи се сумирани од страна на GOLDAMMER et al. (2012)

(AWG) и Законот за контрола на военото оружје, требаше да се добие дозвола за увоз и управување на целосно функционалниот BMP OT-R5 (Слика 16 и 17).

Слика. 16-17: BMP OT-R5, повлечен од Вооружените сили на Република Чешка (лево), беше конвертиран во тенк за палење оган од DiBuKa (Слики: Проектен тим).

Со цел да се подобри ориентацијата на екипажот на BMP и да се обезбеди поглед за набљудување на пожарот додека се вози со затворени капаци, беа поставени четири водоотпорни камери на отворено. Со резолуција од 700 TB линии напред и 420 TB линии во задниот дел и на страните, сликите во реално време се пренесуваат до рамен екран со висока резолуција до работното место на одговорното лице на тенкот. Приказот на слики може да се смени со функција на екран на допир, на пр. избирајќи помеѓу екран со четири-слики и екран со една слика (Слика 18 и 19). Внатрешните линии за комуникација во тенкот и надворешните радио-врски со други возила (на пример, тенкот за гаснење на пожар), како и командното место за инциденти, обезбедуваат континуирана размена на информации со сите единици вклучени во операциите.



Слика 18-19: Четири камери инсталирани на БМП обезбедуваат поглед на теренот од внатрешноста на тенкот се вози со затворен капак (графика и фотографија: Проектниот тим).

Два типа на технологии за палење беа тестирани и успешно применети:

1) **Времено и просторно одложено палење:** BMP е опремен со Pyroshot Green Dragon® (Слика 20). Уредот е автоматизиран земјен фрлач дизајниран и конструиран за употреба во апликации за шумарство и управување со шумски пожари, како што се иницирано и контролирано горење или пропишано горење. Како уред придвижуван од CO_2, целосно

автоматско средство за палење, нуди променлива стапка на палење која може да се прилагоди за пукање на повеќе од 30 сфери на палење во минута до 70 метри одалеченост. Сферите направени од полистирен пластика со висока отпорност на удари се исполнети со три грама од калиум перманганат. Во моментот на палење на сферите, етилен гликол се вбризгува со игла, кој иницира егзотермичка реакција. По доцнење од приближно 30 секунди, започнува горењето со бел чад, кој се исфрла од дупчето на иглата, проследено со палење на сферата. Штом ќе се запали, пластичниот проектил се троши како гориво. Вкупното време на горење, по палењето, е околу 80 секунди. Палењето на сферите го контролира персонал внатре во ВМР. Временскиот интервал помеѓу палењето(испукувањето) на сферите и палењето на вегетацијата, како и движењето напред на ВМР резултира со засилување на интензитетот на огнот и закана од експлозија на неексплодирани направи во време кога ВМР достигнува безбедно растојание. т.е. надвор од опсегот на целосен директен удар од детонација на експлозивни направи.

2) **Директно палење**: Покрај тоа, ВМР е опремен со ATV – посипувач на запалива течност, кој се користи за да се запали пропишаниот оган или иницираното и контролирано горење од теренските возила, и исто така се управува од персонал внатре во ВМР (Слика 21). Foxfire Trail-Blazer ATV посипувач на запалива течност има резервоар од 40 литри со мешавина на дизел-бензин и пумпа за гориво од 12 V. Факелот може да проектира пламен од 0,5 до 5 m. Возењето по патеки расчистени од НЕН околу област која треба да се запали, палењето со ATV е ефикасно ако вегетацијата е во опсегот на палење на пламено фрлачот.

Слика. 20-21: Pyroshot Green Dragon (лево и во средина) и Foxfire Trail-Blazer ATV посипувач на запалива течност (десно) монтирани на конвертиран ВМР ОТ-R5 (Слики: Проектен тим)

Оклопна техника за сузбивање на оган

Со тенкот за гаснење пожар SPOT 55, DiBuKa обезбедува моќна оклопна технологија за гаснење пожар која овозможува ефикасно и безбедно гаснење пожар на локации контаминирани со НЕН. SPOT 55 е дизајниран и изграден во поранешна Чехословачка врз основа на борбениот тенк со средна големина Т 55 од Варшавскиот пакт, кој исто како и ВМР е познат како исклучително робустен и со релативно едноставна конструкција.

Оклопното тело на SPOT 55-остана целосно и нескратено, што обезбедува соодветна заштита на персоналот. SPOT 55 има два резервоари за вода со вкупен капацитет од 11.000 литри. За подобра пенетрација на водата во запаливиот материјал (сув запалив материјал, вклучувајќи и бескорисни слоеви и мртви органски материи) може да се инјектира агенс за влажнење / пенење (содржина на резервоарот за адитиви: 2000 л). На предниот дел се инсталирани два ротирачки монитори за вода под висок притисок (Слика 22 и 23). Капацитетот на пумпање е макс. 1250 л / мин а растојанието на фрлање вода достигнува до 60 m. Во акција против интензивен пожар, SPOT 55 може да се олади со водена пареа, која се создава од голем број на млазници на површината на возилото. Исто така, под сечилото на дозирот се наоѓаат соодветни водни млазници. Ова овозможува безбедно возење врз низок оган или натрупан материјал за горење. Екипажот го сочинуваат возачот и одговорното лице, кој исто така управува со мониторите за вода. Исто како и BMP, SPOT 55 се управува со затворени капаци и е опремен со видео камери, како и со внатрешна и надворешна комуникација.

Слика. 22-23: SPOT-55 во теренски операции во текот на тестирањата во 2012 година. На фотографијата сликана од беспилотно летало е прикажана контрола на пожар кој ја поминува безбедносната патека. (Слики: Проектен тим).

Мониторинг со беспилотен воздушен систем / беспилотни летала

Во текот на подготвителната фаза на теренските тестови, беше испитувана употребата на беспилотни воздушни возила / системи (UAV / UAS) за безбедно спроведување, надгледување и мониторинг на пропишаните операции на горење. Ова беше неопходно за да се надминат ограничувањата на безбедни пропишани операции на горење на теренот контаминиран со НЕН, со следење (а) безбедносното растојание на незаштитениот персонал од 1000 м до пожарите и (б) дисперзија на оклопни возила на површина од повеќе хектари и растојание од неколку стотици метри под услови на ограничена видливост поради чад. Беа тестирани три беспилотни системи со мали платформи за мониторинг - врзан балон, хеликоптер и авион со фиксни крила. За време на тестирањата во 2012 година, далечински контролираниот октокоптер CT Bee 6B® обезбеди и видео снимки (Слика 24 и 25). Мораше да се добие дозвола за управување на октокоптер (види следен дел).

Слика. 24-25: Малиот октокоптер тип дрон CT Bee 6B управувано од проектниот партнер Crvena tipka d.o.o. (Хрватска) обезбеди слики во реално време (слики и видеа) на пропишаните операции на горење, што обезбедуваат безбедно и прецизно палење и сузбивање на пропишан пожар наменет за горење на целиот запалив материјал (Слики: Проектен тим).

Пропишани техники на горење

Употребата на специјално дизајнираните средства за пропишано горење на контаминиран терен ги следеше општо применуваните методи и најдобри практики, т.е.

- Придржување кон препораки за добивање еколошки солидни резултати за регенерирање на целните видови (горење во доцна зима во време на неактивност на флора и фауна)
- Најсовремени техники за палење за да се обезбеди ограничување на пропишаниот пожар на целниот терен (видете ги EuroFire стандардите за палење и материјали за обука) (EUROFIRE 2015)
- Придржување кон правилата за управување со чад, т.е. запазување на соодветни временски услови и техники на палење за да се избегне директно влијание на емисиите од чад врз луѓето, критичната инфраструктура и сообраќајот чувствителен на чад.

3.5 Законски и административни одредби

Законските и административните одредби кои мораше да се почитуваат за пропишаните операции на горење се наведени детално од Goldammer et al. (2012). Накратко, следниве сојузни и државни регулативи на Германија требаше да се почитуваат и да се добијат дозволи:

1. Ослободување од забраната за употреба на оган во заштитените области во покраината Бранденбург (Закон за заштита на природата на покраината Бранденбург)
2. Ослободување од забраната за употреба на оган во однос на Законот за контрола на емисии на покраината Бранденбург (Закон за контрола на емисии на покраината Бранденбург)
3. Ослободување од забраната за употреба на оган во или во близина на шума во покраината Бранденбург (Закон за шуми на покраината Бранденбург)
4. Придржување кон регулативите во врска со безбедноста на областите контаминирани со НЕН во покраината Бранденбург (Уредба на

покраината Бранденбург за намалување на ризиците во областите контаминирани со НЕН)

5. Координација со локалните / комунални противпожарни служби (Закон за заштита од пожари и катастрофи на покраината Бранденбург)
6. Увоз на воено оружје (во однос на увозот на BMP од Република Чешка во Германија) (сојузен Закон за надворешна трговија и сојузен Закон за контрола на воено оружје)
7. Увоз на Pyroshot Green Dragon и на сферите за палење кои содржат калиум перманганат како клучна супстанца за производство на кокаин (дозвола што ја бара Сојузната германска агенција за опиум)
8. Транспорт на тешки возила како SPOT 55 и BMP на јавни патишта (Општи административни одредби за јавен сообраќај и транспорт на тешки товарни возила)
9. Безбедност на воздушниот простор во однос на можни експлозии: издавање на дозволи, навигациски предупредувања, Известување за воздухопловци (NOTAM) (процедури координирани со Германската контрола на воздушниот простор [Deutsche Flugsicherung GmbH])
10. Безбедност на воздушниот простор во однос на операциите на беспилотните летала (Сојузен закон за воздушен сообраќај и регулативите од страна на Органот за контрола на воздушниот сообраќај на Берлин-Бранденбург)

Бројот на дозволи потребни за спроведување на пропишано горење воопшто, а особено на теренот контаминиран со НЕН, открива дека е потребна внимателна подготовка на вакви операции. Освен деталните брифинзи на сојузните и државните органи во рамките на барањето за дозволи, исто така беше неопходно да се информира јавноста. Во случај на експерименталните проби, локалната заедница во која се наоѓа пропишаното место за горење, како и други заедници кои граничат со поранешниот воен полигон, беа тесно вклучени и се одржаа неколку тркалезни маси и јавни расправи.

4. Технички преглед на теренски тестови во 2012 и 2013 година

Врз основа на развојот на технологиите опишани погоре и добиените дозволи, во 2012 и 2013 година беа спроведени две експериментални теренски испитувања на локацијата на проектот. Лекциите научени од развојот и примената на безбедни и пропишани технологии и техники за горење на теренот контаминиран со НЕН (неексплодирани направи), се сумирани на следниов начин:

1. Принципите, техниките и постапките за примена на пропишан пожар за одржување и реставрација на ледините со загрозениот вид *Calluna vulgaris* се применливи на теренот контаминиран од НЕН.
2. Создавањето на јавно-приватно партнерство помеѓу јавните власти (администрацијата), академиската заедница (научните институции) и приватните субјекти (трговските друштва) овозможи проектниот тим да развие координиран пристап кон користењето на постојните и развојот на нови технологии за безбедно и ефективно пропишано горење на контаминиран терен.

3. Развој на интегриран систем за безбедно палење со оклопни возила и гаснење на пожар и употреба на дронови/ за следење на операциите и за поддршка на одлуките, го затвори критичкиот јаз.
4. Операциите на палење во 2012 и 2013 година беа безбедно спроведени без инциденти или повреди.
5. Економски проценки се направени за употреба на оклопни технологии за пропишано палење на пожари. Со оглед на трошоците за транспорт и работење на тешката опрема, се препорачува да се согори една минимална површина од околу 20-25 ха за еден оперативен ден со цел да се намалат трошоците по еден хектар.
6. Нуспроизводите на проектот резултираа со достапност на технологии и постапки за управување со теренот контаминиран со НЕН во однос на
    - Редукција на опасност од шумски пожари
    - Безбедно и економско идентификување и отстранување на останатите НЕН после пожар
    - Употреба на технологии за безбедно гаснење на шумските пожари
7. По првичните контроверзни проценки и пресудувања од страна на јавните администрации и разговори со граѓанското општество, беше можно да се добие согласност дека треба да се реши проблемот со зачувување на локации на Натура 2000 контаминирани со НЕН и дека и други заштитени и незаштитени терени и локации треба да се земат предвид и дека проектот обезбеди решение.

Специфичните резултати поврзани со целите на заштита при експерименталните испитувања се сумирани во следниот дел. Визуелните впечатоци од испитувањата се дадени на сликите 26 до 38.

Слики 26-28: Прогресивно палење со факел (Слики: Проектен тим)

Слики 29-30: Теренски приказ на точките на палење со апаратот Pyroshot Green Dragon (лево) и изглед од воздух на прогресот на палењето снимено со дрон (десно) (Слики: Проектен тим)

Слики 31-32: Воздушен поглед од дрон: противпожарното возило тип SPOT 55 ја покажува контролата на пожар што ја минува безбедносната патека (лево) и следењето на однесувањето на огнот и прогресот на самото горење (десно) (Слики: Проектен тим).

Слики 33-35: Интензитетот на пожарот варира во зависност од запаливоста на материјалот и техниките на горење (Слики: Проектен тим).

Слика 36: Размислувањата за управување со чадот ги одредуваат најпосакуваните временски и атмосферски услови, како и техниката на контролираното горење. Пожарот со висок интензитет го дозволи развојот на конвективен облак на чад и вертикален излез на чад, со што се избегнува загадување со чад врз самата почва (Фото: Проектен тим).

Слика 37-38: Послепожарните воздушни и теренски прегледи на местото на тестирање откриваат дека е можно безбедно да се локализира контролираниот пожар со употреба на оклопните противпожарни возила (Фото: Проектен тим).

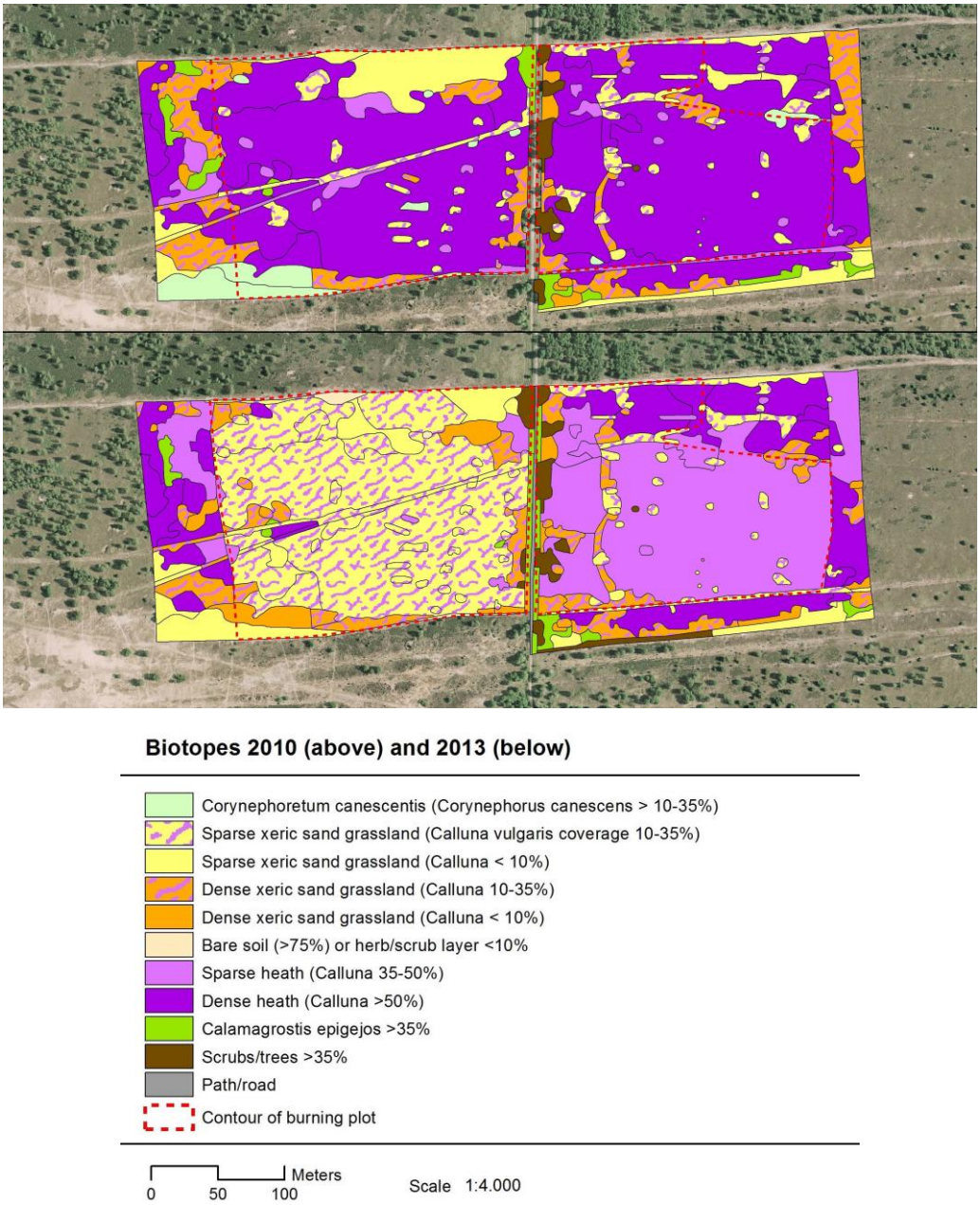
5 Еколошки мониторинг

Употребата на оган како средство за управување со животната средина и на хабитати, беше отсутна подолг период на напуштените поранешни воени полигони. Загубата на искусен персонал и потребното знаење по повлекувањето на војската, доведоа до една празнина и пауза во традицијата на палење на контролирани пожари. Меѓу екологистите, стравувањата за соодветна контрола на пожаротите беа помешани со сериозни сомневања во врска со ваквите позитивни ефекти врз екосистемот на лединиите или можните штети, особено врз фауната.

Оттука, сегашниот проект беше проследен со интензивна еколошка програма за следење која се состоеше од следните аспекти:

- Анализа на биотопските и вегетациските структури вклучувајќи ги и видовите на хабитатите Натура 2000
- Возрасна структура на видот *Calluna vulgaris*
- Послепожарна вегетативна и репродуктивна регенерација на видот *Calluna vulgaris*
- Складирање на биомаса и масовни последици предизвикани од пожари
- Баланс на хранливи материи
- Мапирање на главните фаунски таксони, како пајаци, скакулци и птици
- Фото-мониторинг

Дизајнот на студијата се состоеше од различни парцели кои ги вклучуваа опожарените, како и неуправуваните (референтни) парцели, каде што различни параметри биле измерени и мапирани пред, за време и по употребата на контролиран пожар (Слика 39). Резултатите се документирани како такви во извештајот на проектот (Проектен тим 2014). Резултати од мониторингот на птици, скакулци и бубачки (Carabidae) (Meyer et al. 2016); дополнителни детали ќе бидат објавени на друго место во блиска иднина.



Слика 39: Биотопска структура на опожарени парцели пред (2010) и после пожар (2013) (Извор на мапата: RANA)

Тука, ги сумираме некои од клучните наоди и толкувања.

- Видот *Calluna vulgaris* старее побрзо во субконтиненталните климатски услови во споредба со атлантските климатски услови. Нашите анализи откриваат средна старост од само 14,8 години на растенијата од овој вид кога ја достигнале фазата на стареење на својот животен циклус, спротивно на животниот циклус од 30 до 40 години на ваквите растенија во лединаta Луненбург (Petersen 1990). Овој пократок животен век исто така значи дека се потребни пократки управувачки циклуси!

- Покриеноста со конкурентните треви, пред се оние од видот *Deschampsia flexuosa*, се зголемува по пожарите и се претпоставува дека ефективното сузбивање на таквите конкурентни видови може да се постигне само со пожари од висок интензитет. Видот *Calamagrostis epigejos* не покажа некои поспецифични промени во својата фреквенција.

- Некој поголем растеж на дрвјата и грмушките како резултат на зголемениот сооднос со голата почвата не се случи, така што првичната загриженост беше неоправдана.
- Пропишаното и контролирано горење доведе до зголемување од 15,2 до 25,7 тони биомаса по ха (средно 21,2 т / ха или 76% од биомасата), што е во согласност со објавените податоци за изгорени 10- и 15-годишни примероци од видот *Calluna* во ледината Луленбург (72% или 84% зголемување на биомаса) (Niemeyer et al. 2005).
- Износот на вкупниот азот (N) беше квантифициран како 209 или 193 kg / ha на две различни мерни парцели. Тука, примената на пропишаниот и контролиран пожар доведе до зголемување од 73% од оригиналниот износ на N, односно во просек од 145 kg / ha. Претпоставувајќи еден 15-годишен циклус на управување, овој износ е речиси доволен за да се компензира повеќе од половина од годишниот внес на атмосферски N од 15 кг / ха, како што е определено за овој дел од Германија (Gauger 2011). Chapman (1967) објави уште поголемо зголемување од 95% или 173 кг N / ha за ледините лоцирани во јужна Англија.
- Управувањето со контролираниот пожар, кога се практикува кон крајот на зимата, има многу позитивно влијание врз заедниците на без'рбетниците, особено на целните видови на *Calluna* лоцирани на ледините и песочните дини кои често се многу загрозени. Реколонизацијата на опожарените парцели може да се забележи веднаш по палењето, често веќе во рок од неколку дена. Развојот на видовите и поединечните броеви речиси не може да се разликува помеѓу опожарените и референтните парцели веднаш по палењето, но повисокиот пораст се забележува и во изгорените места подоцна. Резултатот на силниот раст на густината на инсектите, очигледно е придобивка во снабдувањето со плен за локалните рептили и птиците.

6 Пренос од истражување и развој кон пракса: Развој на концепти за Интегрирано управување со пожари (ИУП) на ниво на отворен терен

Главната цел на проектот за истражување и развој беше да се обезбедат иновативни решенија за надминување на нерешениот проблем со одржување и реставрација на загрозени и заштитени видови на локации Натура 2000 контамнирани со НЕН и во други заштитени подрачја. Додека овие специфични цели се реализирани, постојат корисни нуспроизводи, кои создадоа дополнителна вредност и инспирации за идните поврзани снастани.

Конечната фаза на проектот се совпадна со зголемената свест за комплексноста на прашањата поврзани со пожарите во покраината Бранденбург и потребата за повеќекратна интеракција на засегнатите страни одговорни за управување со земјиштето (шумарство, заштита), животната средина и јавната безбедност. На крајот од проектот, се одржа тркалезна маса на тема "Интегрирано управување со пожари на покраинско ниво во Германија - покраина Бранденбург"; на тркалезната маса, покраинските агенции и претставниците на граѓанското општество (НВО кои се вклучени во заштитата на животната средина, како и претприемачите како што е проектниот партнер DiBuKa), заклучија дека темата за управување со пожари, почнувајќи од употреба на пожар од заштита па до спречување и контрола на пожари што горат на опасни терени, заслужуваат да

имаат координиран и интегриран пристап на ниво на една покраина во Германија. Во заклучниот извештај, кој беше доставен до Владата на покраината Бранденбург, се предложи да се преземат проактивни мерки за справување со зголемените закани од климатските промени и колатералните штети предизвикани од шумските пожари кои горат на контаминиран терен, од една страна, и можностите за користење на бенигните последици од пропишаниот пожар и од некои (контролирани) шумски пожари во корист на заштитата на животната срединаа и хабитатите, од друга страна.

Корисни нуспроизводи I: Концепт за интегриран систем за употреба на пожар во заштитата на лединиите и расчистувањето на НЕН

За време на пропишаното палење во студената (зимска) сезона, неексплодираната муниција, која обично е под вегетациска покривка и често невидлива, е изложена и станува видлива (Слика 40). Ниските температури на почвата и на површината за време на зимската сезона ги одржуваат НЕН во услови на ниски температури. Ефектот на загревањето на муницијата од пропишаните и контролирани зимски пожари, особено од пожари кои брзо се шират со ветерот и се со кусо времетраење, е прилично низок; ова пак резултира со помал број на експлозии во споредба со пожарите што се случуваат во текот на летото. За време на жешката летна сезона, пропишаните и контролираните пожари и големите шумски пожари доведоа до поголем број на експлозии, бидејќи НЕН беа претходно загреани со покачените температури на почвата и поголемото сончево зрачење.

Слика 40: За време на пропишаните и контролирани горења во студената зимска сезона, некои од НЕН, што претходно биле под вегетациска покривка, не можат да експлодираат како такви, но се изложени и лесно можат да се отстрануваат од специјалните тимови за деминирање и тоа со ниски трошоци (Фото: Проектен тим).

За време на проектот, се одржаа екстензивни консултации со тимовите за деминирање на покраината Бранденбург. Долгорочните набљудувања на екипите на деминирање откриваат дека поголемиот дел од НЕН, кој првично бил закопан подземно, се движи постепено до површината на почвата поради ефектот на мраз (т.н. педотурбација). Временскиот период поминат од површинското расчистување на НЕН и следната ‘генерација‘ на НЕН кои се појавуваат на површината на почвата генерално, се чини дека е во распон од околу 15 години

како таков. Овој период случајно се совпаѓа со научните докази дека видот *Calluna vulgaris* на лединиите бара палење заради регенерација најмалку на секои 15 години.

Предложен е развој на интегриран план за обновување на состојбата на дадена локација и план за уништување на НЕН, за што ќе биде потребно користење на пропишан и контролиран пожар за регенерација на видот *Calluna vulgaris* на места контаминирани со НЕН во интервали од 15 години. По контролираниот пожар, екипите на деминирање ќе ја отстранат и ќе ја уништат пронајдената муниција со ниски трошоци.

Со економската проценка на трошоците за користење на технологии со оклопни возила за иницирање и контрола на пропишаните пожари во пракса, се заклучи дека површина од најмалку 20-25 ха треба да се третира во еднодневна операција, а со цел најдобро да се искористат персоналот и трошоците за превоз на оклопни противпожарни возила до саканата локација. Во 2012 година, трошоците беа околу 500 € / ха за такво сценарио (без трошоци за употреба на дронови и за горенаведените трошоци за расчистување на НЕН на безбедносните патеки и патишта).

Корисни нуспроизводи II: Концепт за спречување на шумски пожари што се шират од терен контаминиран со НЕН

Сериозноста на проблемите со шумски пожари на теренот контаминиран со НЕН во Бранденбург и други покраини во Германија од една страна и заканите од експлозии на НЕН во ситуации на шумски пожари, од друга страна, бараат решенија кои разгледуваат голем број аспекти кои треба да се решат со интегриран пристап кон управувањето со пожари на отворено:

- **Закана за локалното население**: Во најконтаминираните области на покраината Бранденбург, селата, селските стопанства и другите зони на домување, се помешани со или се лоцирани до шумите, дивината, заштитените области како што се областите со ниска вегетација, напуштени или забранети активни и поранешни воени реони и полигони. Заканата од шумски пожари на теренот контаминиран со НЕН по човечката безбедност, е исклучително голема.

- **Правила за безбедност за противпожарна заштита и управување со контаминиран терен**: Горенаведените безбедносни правила (став 2.2) наложуваат противпожарните единици да го задржат безбедносното растојание од 1.000 м (на теренот и од/во воздухот) во однос на пожар што гори на терен контаминиран со НЕН, ако нема соодветна заштита. Ова оневозможува секаква противпожарна активност со конвенционална опрема.

- **Заштита на дивината и придружните земјишта**: Во различни делови на Германија, вклучувајќи ја и покраината Бранденбург, се создадени заштитени зони на дивина, кои се вградени во т.н. културните природни пејсажи и каде е дозволено природното наследство и се забрануваат активности поврзани со управување со шумите или земјиштето. Некои од нив вклучуваат и поранешни воени зони сега контаминирани со НЕН. Овде ризикот од и третманот на опасни шумски пожари последователно се зголемува со текот на времето, поради зголемувањето на вегетацијата и материјалите кои се лесно запаливи - а што пак резултира со зголемена опасност од пожар - каде самите НЕН се скриени во таквата вегетација и

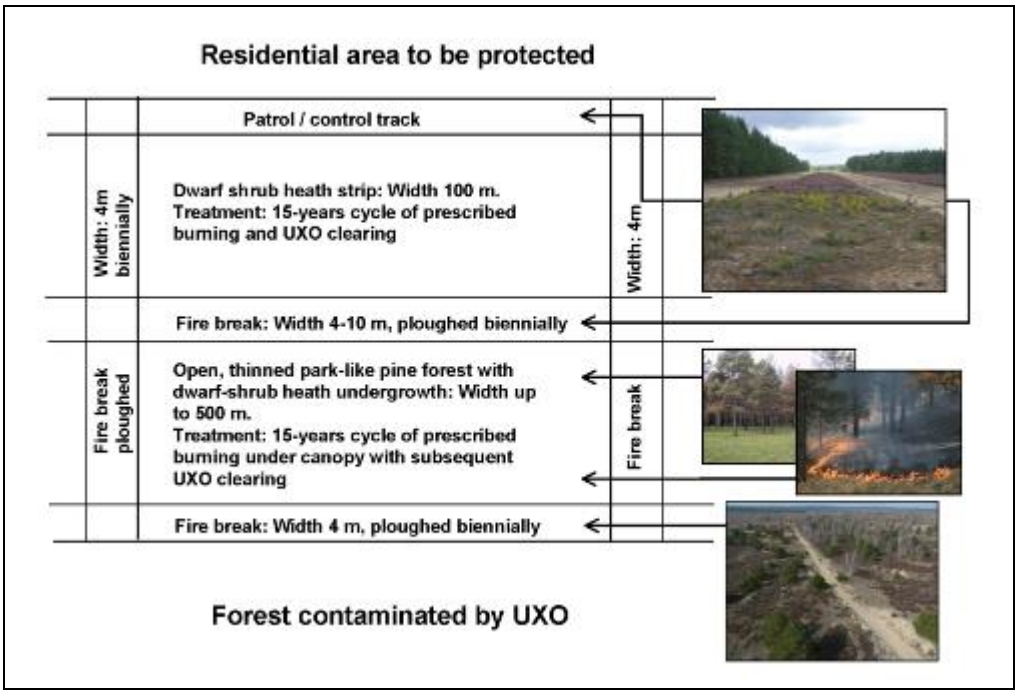
невозможно е да се отстранат / уништат. Со други зборови: дивите области контаминирани со НЕН претставуваат исклучително висок ризик од тешки и опасни пожари.

- **Развој на "Политиката - пушти да гори"**: Со оглед на заканите од шумските пожари од една страна и потребата со пожар да се задржат некои заштитени зони - главно напуштени воени подрачја и воени полигони - во здрава состојба, од друга страна, тука се предлага да се елаборираат посебни концепти со кои ќе дозволи да се пушти шумските пожари да горат. Овој концепт ќе се применува за области каде пожарот: (а) е посакуван од аспект на заштита, (б) нема да предизвика деградација на локацијата или уништување на еколошки и економски вредни ресурси за локалната вегетација, и (в) може да изгори/гори до самите безбедни граници без загрозување на јавната безбедност.

Искуствата во создавањето на т.н. тампон зони во поранешните воени подрачја и воени полигони од страна на Сојузната германска шумска служба (Bundesanstalt für Immobilienaufgaben, Sparte Bundesforst) и околу областите на дивината од Фондацијата Природни пејсажи од Бранденбург (Stiftung Naturlandschaften Brandenburg), откриваат дека може да се планираат вакви поголеми тампон зони во заеднички напори за заштита од шумски пожари и воспоставување на заштитени локации со висока вредност (Слика 41).

Слика 41: Тампон зона утврдена на локацијата Зшорно, германски Сојузен шумски округ Лаусиц, покраина Бранденбург (Фото: Е. Брун)

Во продолжение на проектните активности, беше дизајниран концепт на т.н. тампон зона; овој концепт вклучува примена на пропишан пожар со употреба на техники на палење од оклопно возило и техники на контрола за одржување на коридорите со видот *Calluna vulgaris* и пропишано горење на зоната под крошната на дрвата во боровите шуми (*Pinus sylvestris*) за намалување на запаливоста на локалната вегетација и на потенцијалниот интензитет / опасност од шумскиот пожар (Слика 42).



Слика 42: Предлог за дизајн на тампон зона (Извор: Проектниот тим)

Корисни нуспроизводи III: Концепт за гаснење на шумски пожари на теренот контаминиран од НЕН

Во Германија гаснењето на пожарите е одговорност на самите германски покраини и се спроведува од страна на доброволните служби за спасување и заштита од пожари, кои се организирани, надгледувани и координирани од страна на окружните комисии за заштита од пожари. Во случај на поголеми пожари, помошта и зајакнувањето се обезбедени од професионални градски противпожарни служби, локалните (доброволни) единици на Федералната агенција за помош при катастрофи (Bundesanstalt Technisches Hilfswerk) и - во случај на прогласена состојба на катастрофа / вонредна ситуација - германските вооружени сили (Бундесверот). Ниту една од агенциите или институциите нема посебен персонал кој опремен и обучен за контрола на пожарите на теренот контаминиран со НЕН. Во 2012 година - за време на траењето на проектот - неколку општини во германската покраина Бранденбург, ги спроведуваа правилата и им наметнуваа строги забрани на службите за противпожарна заштита и спасување за да пристапат до било кој пожар што гори на контаминиран терен поблиску од потребното безбедносно растојание од 1000 метри.

Во истата година, шумски пожар на контаминиран терен ги поттикна властите да го повикаат проектниот партнер DiBuKa за борба против пожарот (Слика 43). По извршувањето и успешноста на операцијата, беа направени последователни договори меѓу окружните органи и партнерот на проектот за да се обезбедат услуги во поддршка на властите да бидат достапни за борба против овие опасни пожари. Во 2015 година, договорот беше проследен со заедничка меѓуагенциска вежба за контрола на пожарите во Округот Телтов-Фламинг (Слика 44).

Слики 43-44: Во 2012 година првпат беше повикан партнерот на Проектниот тим DiBuKa од страна на покраината Бранденбург и нејзините институции да се борат сопротив шумски пожар на теренот контаминиран со НЕН (лево). Десната слика покажува остварување на вежба на јавно-приватно партнерство во обуката на подготвеноста за борба против пожари на контаминиран терен во покраината Бранденбург во почетокот на 2015 година (Слики: Проектен тим и С. Грагерт).

Градењето капацитети на специјализиран персонал за користење на пропишан пожар за зачувување на теренот и примена на мерки на палење за сузбивање на големи пожари (контра-пожари, иницирани и контролирани пожари) за борба против шумските пожари беа на агендата на партнерите на проектот на ГЦСП и германската Сојузна шумарска служба. Една главна програма за обука беше имплементирана во Германија во 2014 година да ги обучи вработените во Сојузната шумарска служба да спроведат безбедна и ефективна употреба на пожарот во контекст на заштита на отворен терен (ГЦСП 2014).

Корисен нуспроизвод IV: Меѓународни импликации на проектот

Напредокот во користењето на пропишан пожар и борбата против големите шумските пожари на теренот загаден од неексплодирани направи беа забележани и на меѓународно ниво. На 16 октомври 2013 година, при воена вежба на полигонот за обука во Марангару во близина на Литгоу, Нов Јужен Велс, Австралија, се запалија неексплодирани воени направи и ова прерасна во огромен пожар што траеше повеќе од еден месец. Неексплодираните направи на локацијата предизвикаа да биде премногу опасно за пожарникарите да се приближат до самиот пожар и истиот не беше прогласен за угасен се до 20 ноември 2013 година. Пожарот уништи пет куќи и опфати површина поголема од 50.000 ха. Оштетувањата на инсталации на пругата Zig Zag беа проценети на околу 30 милиони австралиски долари. За време на овој итен случај, ГЦСП понуди помош на Комесарот за пожари на Нов Јужен Велс преку поврзување со DiBuKa за обезбедување на соодветна поддршка. По инцидентот, Анкетна комисија за улогата на Министерството за одбрана во пожарот беше основана од страна на Државниот јавен обвинител, и Министерството за правда на Нов Јужен Велс; Комисијата го повика ГЦСП како проектен партнер, да даде помош при сослушувањето во 2016 година, давајќи совети од експертизата од доменот на проектот.

Во 2014 година, Организацијата за безбедност и соработка во Европа (ОБСЕ) нарача една студија од ГЦСП како проектен партнер за истражување и известување за најдобрите практики и препораки за гаснење на шумски пожари во контаминирани области, со фокус на радиоактивниот терен. Студијата покажа дека развиените технологии и искуствата стекнати за време на проектот, се значајни за понатамошен развој на најсовремена практика во управувањето со

пожари врз контаминиран терен (Goldammer et al. 2014).

Во моментов, ГЦСП соработува со Проектниот тим и меѓународните партнери за да ја испита корисноста при употреба на дронови за воздушно палење и противпожарна заштита, како и на теренски возила без екипаж за создавање на дупки во линијата на огнот, а во поддршка на противпожарни оклопни возила со екипаж (Goldammer et al. 2014).

7 Резиме и заклучоци

Проектот се осврна на повеќе предизвици за управување со пожари на отворен терен, кое пак ги претставува условите во другите региони на Европа што се изложени на висок ризик од шумски пожари воопшто, а особено во поглед на шумски пожари кои горат на терен контаминиран со муниција и слични направи што потекнуваат од поранешни вооружени конфликти и воени активности поврзани со обука. Концептот за користење на пропишан и контролиран пожар во одржувањето и рехабилитацијата на терените со ниска вегетација добива зголемено прифаќање од страна на еколошките органи и од пошироката јавност. Со развивање на иновативни технички и концепциски решенија, се надминати ограничувањата за примена на пропишан и контролиран пожар на контаминиран терен. Разбирањето на принципите и ризиците при користење на пропишан и контролиран пожар во заштита на контаминиран терен, е од суштинско значење за развој на капацитети за управување со опасни шумски пожари за кои досега немаше соодветни решенија. Целните мерки за спречување на ширењето, борбата и можностите за дозволување на пожари под контролирани услови - ако влијанијата на овие пожари се во согласност со целите за управување со земјиштето / заштитата - се предлагаат како корисни нуспроизводи. Проектниот тим воспостави јавно-приватно партнерство (ЈПП) во кое вештините на науката за пожари и заштита од истите, управувањето со пожари и хабитатите, јавната администрација и приватните претприемачи, ги развија неопходните синергии што не можеа да бидат создадени на друг начин. На крајот, решенијата за Интегрирано управување со пожари (ИУП) на ниво на дадена локација на отворен терен, се постигнати.

8 Благодарност

Авторите се благодарни на администрацијата на округот Телтов-Флеминг што го презела водството во спроведувањето и администрирањето на проектот, како и на NaturSchutzFonds Бранденбург (Фонд за природа на Бранденбург) и Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (Државна агенција на Бранденбург за рурален развој) за обезбедување на финансиски средства за проектот. Проектните партнери DTF / DiBuKa и Групата за истражување на пожари врз животната средина / Глобалниот центар за следење на пожари (ГЦСП), Институтот за хемија Макс Планк, обезбедија оклопни возила, уреди за палење и друга теренска истражувачка опрема. Градоначалникот, администрацијата и ангажираните жители на Јаникендорф и Нуте-Нуте-Урстромтал помогнаа да се посредува во дискусијата во врска со прифаќањето на тестирањата на пожари на територијата на општината. Комуналната противпожарна служба на Нуте-Урстромтал ги обезбеди сите средства за техничка и логистичка поддршка за заштита на при пожарите. Благодарност до SEI Industries за обезбедување на уред за палење од типот *Pyroshot Green Dragon* за тестирање на палење на пропишан пожар под закана од експлозија на НЕН

(неексплодирани направи) и за поддршката на беспилотното летало обезбедено од тимот на Crvena tipka doo. Благодарност за придонесот на членовите на Проектниот тим и оние кои беа вклучени во планирањето, спроведувањето на терен и оценувањето на проектот, како што се Филип Браде, Александар К. Хелд, Стефан Клајн, Дирк Ламел, Мартин Шулце и Томас Сусмут. Благодарност и до Јана Плалек и Катарина Кулмеј, од Naturstiftung David, што ја ажурираа картата со активни и напуштени воени подрачја (Слика 7) и обезбедија вредни коментари и ажурирани информации за степенот на овие области и нивниот статус во однос на вредноста на конзервација.

9 Користена литература

Brunn, E. (2009a): Feuermanagement auf Truppenübungsplätzen in Brandenburg. – Naturschutz und Biologische Vielfalt 73: 165-178.

Brunn, E. (2009b): Fire management on federal real estate property in Brandenburg. – International Forest Fire News No. 38: 67-74.

Chapman, S. B. (1967): Nutrient budgets for a dry heath ecosystem in the South of England. – The Journal of Ecology 55 (3): 677-689.

Eurasian Fire in Nature Conservation Network (EFNCN) (2015): Eurasian Fire in Nature Conservation Network (EFNCN) –
URL: http://www.fire.uni-freiburg.de/programmes/natcon/natcon.htm (last access: 5 December 2015).

EuroFire (2015): "Vegetation ignition techniques" (EF6) –
URL: http://www.euro-fire.eu/ (last access: 5 December 2015).

Fire Paradox (2010): Combating fire with fire. – URL: http://www.fireparadox.org/ (last access: 5 December 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/4141_0.pdf (last access: 05 December 2015).

GFMC (Global Fire Monitoring Center) (ed.) (2004): Prescribed burning in Northwest Europe and the Baltic Region. – Special Issue. International Forest Fire News No. 30: 102 p. –
URL: http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn_30/content30.htm (last access: 5 December 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. International Forest Fire News No. 38: 152 p. –
URL: http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn_38/content38.htm (last access: 5 December 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. –

International Forest Fire News No. 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 (last access: 5 December 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. – International Forest Fire News No. 38: 133-152. –
URL: http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/iffn_38/19-IFFN-38-White-Paper.pdf (last access: 5 December 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 (last access: 5 December 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. – Landesschule 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. – International Forest Fire News No. 30: 36-39.

Keienburg, T. & Prüter, J. (2004): Feuer und Beweidung als Instrumente zur Erhaltung magerer Offenlandschaften in Nordwestdeutschland. Ökonomische und sozioökonomische 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. – International Forest Fire News No. 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 Auftrage 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. Kuhlmey. –
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. – International Forest Fire News No. 30: 43-44.

Niemeyer, T., Niemeyer, M., Mohamed, A., Fottner, S. & W. Härdtle (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 mili-tary 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. – International Forest Fire News No. 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): Munitionsbelastete Flächen im Land Brandenburg. Gefährdungspotentiale aus der Sicht des staatlichen Munitionsbergungsdienstes. Fachseminar Waldbrandschutz auf munitionsbelasteten Flächen im Land Brandenburg. Götz, Brandenburg, 25. März 2004. – Landesschule und Technische Einrichtung für Brand- und Katastrophenschutz, Land Brandenburg (unpublished presentation).

Rietze, J. (2009): Ecological monitoring of slope vegetation by managed by prescribed burning in the Kaiserstuhl region, Germany. – International Forest Fire News No. 38, 63-67.

Адреси на авторите:

Johann Georg Goldammer

Arbeitsgruppe Feuerökologie / Global Fire Monitoring Center (GFMC)

Max-Planck-Institut für Chemie, United Nations University

c/o Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Georges-Köhler-Allee 75

D-79110 Freiburg

Germany

E-Mail: fire@fire.uni-freiburg.de

Egbert Brunn

Bundesanstalt für Immobilienaufgaben

Bundesforstbetrieb Lausitz

Funktionsbereich Liegenschaften - Naturschutz - A+E

Muskauer Forst 01

D-02957 Weißkeißel

Germany

Joachim Schulz und Steffen Hartig
DTF GmbH / Dienstleistungen im Brand- und
Katastrophenschutzfall (DiBuKa)
Vor dem Steintor 1
D-39615 Seehausen/Altmark
Germany

Frank Meyer
RANA – Büro für Ökologie und Naturschutz
Mühlweg 39
D-06114 Halle/Saale
Germany