

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Analýza dostupnosti a využitelnosti vodních zdrojů
k hašení lesních požárů v CHKO Brdy**

Diplomová práce

Autor: Bc. Jan Jelen

Vedoucí práce: prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Jelen

Lesní inženýrství

Název práce

Analýza dostupnosti a využitelnosti vodních zdrojů k hašení lesních požárů v CHKO Brdy

Název anglicky

Analysis of availability and useability of water supply points for forest fire suppression in Protected Landscape Area Brdy

Cíle práce

Analyzovat dostupnost zdrojů požární vody pro hašení lesních požárů v zájmovém území při využívání různých typů nádrží.

Metodika

Výzkum bude zaměřen na lokalitu CHKO Brdy. Z dostupných mapových podkladů a nejrůznějších databází (Dibavod, databáze HZS aj.) bude vytvořen seznam všech vodních zdrojů nacházejících se v zájmovém území a v okruhu 5 km od hranice zájmového území. Bude osloveno krajské operační a řídicí středisko s cílem zjistit, které vodní zdroje jsou aktuálně využívány jako zdroje požární vody v rámci HZS ČR. Všechny vodní zdroje zájmového území budou následně v terénu rekognoskovány.

V rámci rekognoskace bude hodnocena jejich využitelnost jako zdroje pro odběr požární vody. Jednotlivé vodní zdroje budou zařazeny do čtyř kategorií – vodní zdroje využívané HZS ČR, vodní zdroje vhodné (nevyužívané HZS ČR), vodní zdroje potenciálně vhodné, vodní zdroje nevhodné. V rámci terénních prací bude pořízen fotografický záznam každého vodního zdroje a budou zjištěny souřadnice odběrného místa (do 31.8.2022).

Následně budou vytvořeny podklady pro analýzu v prostředí GIS software. Na základě rekognoskovaných vodních nádrží bude vytvořena vrstva vodních zdrojů se studovanými parametry. Dále bude pomocí GIS vektorizována veškerá cestní síť sjízdná hasičskou technikou a vytvořena vrstva cestní sítě. Také budou vytvořeny vrstvy lesních porostů, digitálního modelu terénu zájmového území, případně další specifikující studovanou lokalitu (do 31.10.2022).

Připravené podklady budou následně analyzovány v prostředí Grass GIS, do kterého budou naimportovány vstupní vektorové a rastrové vrstvy. Vektorové vrstvy budou konvertovány na rastrovou reprezentaci s rozlišením 25 m.

Vzdálenosti k vodním nádržím budou optimalizovány vzhledem na minimální délku pohybu vozidel mimo cestní síť. Překrytím výstupních rastrových vrstev s vrstvou lesních porostů bude zjištěna výměra nejbližšího lesa podle typu využití nádrží, výměra nejbližšího lesa pro jednotlivé nádrže a taktéž průměrné vzdálenosti lesních porostů od vodních nádrží.

Kromě vzdálenosti porostů od vodní nádrže bude uvažováno i o dostupném objemu vody. Dostupnost bude vyjádřena množstvím vody (m³) na hektar nejbližších lesních porostů k danému zdroji (do 31.1.2023).

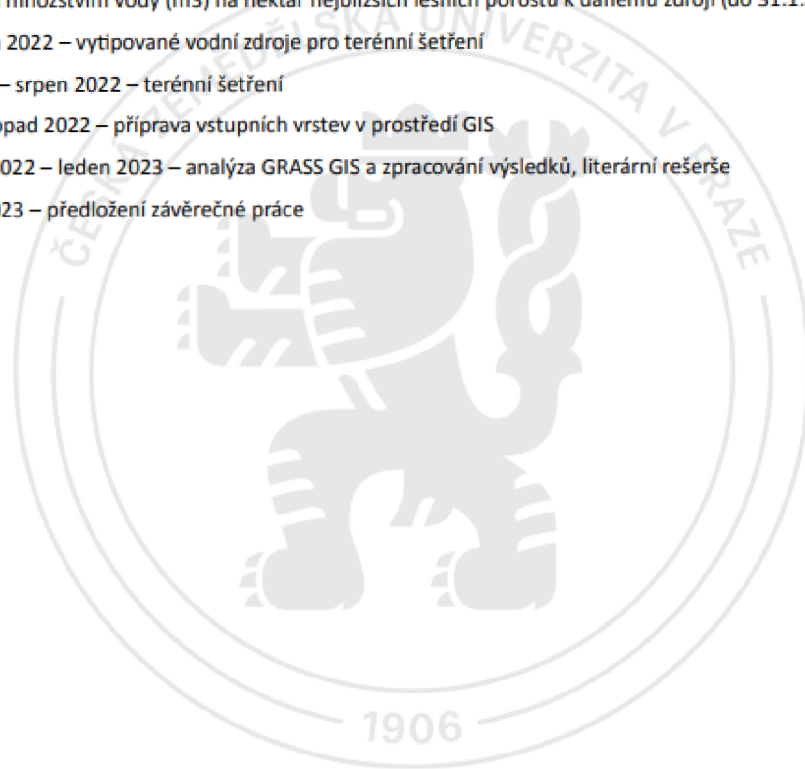
do června 2022 – vytipované vodní zdroje pro terénní šetření

červenec – srpen 2022 – terénní šetření

září – listopad 2022 – příprava vstupních vrstev v prostředí GIS

listopad 2022 – leden 2023 – analýza GRASS GIS a zpracování výsledků, literární rešerše

březen 2023 – předložení závěrečné práce



Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

dálková doprava vody, vodní zdroje, hašení

Doporučené zdroje informací

- Berčák, R., Holuša, J., Lukášová, K., Hanuška, Z., Agh, P., Vaněk, J., Chromek, I. (2018). Lesní požáry v České republice—Charakteristika, prevence a hašení. *Zprávy lesnického výzkumu*, 63(3), 184-194.
- ČSN 75 2411. (2004). *Zdroje požární vody*. Praha: Český normalizační institut, 20 s.
- Holuša, J., Koreň, M., Berčák, R., Resnerová, K., Trombik, J., Vaněk, J., Chromek, I. (2021). A simple model indicates that there are sufficient water supply points for fighting forest fires in the Czech Republic. *International Journal of Wildland Fire*, 30(6), 428-439.
- Mostafa, M., Shataee Jouibary, S., Lotfalian, M., Sadoddin, A. (2017). Watershed road network analysis with an emphasis on fire fighting management. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(4), 342-353.
- Pecl, J., Berčák, R., Vaněk, J. (2021) *Hašení požárů v přírodním prostředí*. Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství Hasičského a záchranného sboru České republiky. Praha.
- Zambon, I., Cerdà, A., Cudlin, P., Serra, P., Pili, S., Salvati, L. (2019). Road Network and the Spatial Distribution of Wildfires in the Valencian Community (1993–2015). *Agriculture*, 9(5), 100.
- Zeferino, J. A. (2020). Optimizing the location of aerial resources to combat wildfires: a case study of Portugal. *Natural Hazards*, 100(3), 1195-1213.
-

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Konzultant

Ing. Roman Berčák

Elektronicky schváleno dne 6. 4. 2022

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza dostupnosti a využitelnosti vodních zdrojů k hašení lesních požárů v CHKO Brdy" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Hořovicích dne 1. dubna 2023

Bc. Jan Jelen _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu profesoru Ing. Jaroslavu Holušovi za výbornou spolupráci, podnětné rady a vstřícnost při vedení této práce. Taktéž děkuji Ing. Romanu Berčákovi za odbornou pomoc a Ing. Janu Vaňkovi za rady při terénním šetření.

Analýza dostupnosti a využitelnosti vodních zdrojů k hašení lesních požárů v CHKO Brdy

Abstrakt

Vzhledem k měnícím se klimatickým změnám a růstu teplot se zvyšuje riziko požárů v našich lesích. Z tohoto důvodu je důležité být na tuto skutečnost připraven a mít tak dostatek hasebního materiálu – vody. Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit využitelnost vodních zdrojů pro hašení lesních požárů v CHKO Brdy. Hodnotila se nejen vhodnost těchto nádrží z hlediska objemu požární vody, ale i z pohledu její dostupnosti (hustota cestní sítě a její kvalita).

Po identifikaci všech vodních zdrojů se tyto zdroje rozdělily do čtyř kategorií: využívané HZS ČR, vodní zdroje vhodné, potenciálně využitelné a nevhodné. V rámci terénního šetření se hodnotila i cestní síť. Následně v prostředí ArcGIS byla vektorizována všechna cestní síť využitelná pro hasičskou techniku a podle souřadnic odběrných míst vytvořena vrstva vodních zdrojů. Byla též vytvořena vrstva lesních porostů. Poté se podklady analyzovaly v prostředí Grass GIS, kam byly importovány vstupní vektorové a rastrové vrstvy. Pomocí překrytí rastrových vrstev s vrstvou lesních porostů byla zjištěna výměra nejbližšího lesa podle typu využití nádrží, dále také výměra nejbližšího lesa pro jednotlivé nádrže a průměrné vzdálenosti lesních porostů od vodních nádrží včetně dostupného objemu vody.

Celkem bylo vybráno 589 vodních zdrojů a z toho 268 se řadí do kategorií, které HZS může využít. Využívaných nádrží je 51 a vhodných nádrží, které se vyskytují na území CHKO Brdy i mimo něj, je 200. Ještě je doplňuje několik potenciálně vhodných nádrží, které po náležité úpravě mohou sloužit jako vhodný zdroj vody k hašení.

Bylo zjištěno, že ve studované oblasti se nachází dostatek vodních zdrojů a že nedostatek v určitém území lze redukovat dálkovou dopravou vody s využitím vodních zdrojů mimo CHKO Brdy.

Klíčová slova: dálková doprava vody, vodní zdroje, hašení

Analysis of availability and useability of water supply points for forest fire suppression in Protected Landscape Area Brdy

Abstract

The changing climatic conditions and the growth of temperatures increase the risk of fires in our forests. It is therefore important to be ready and have enough fire suppression resources – water. The objective of the Diploma Thesis is to evaluate the usability of water resources for the suppression of forest fires in the Brdy Protected Landscape Area. The thesis evaluates the suitability of these reservoirs of fire suppression water both in terms of their volume and availability (density and quality of paths).

Following their identification, all water resources were divided into four categories: used by the Czech Fire Rescue Service, suitable, potentially usable and unsuitable. The fieldwork also evaluated the network of paths. All paths usable for fire-fighting equipment were then vectorized in ArcGIS and a water resource layer was created using the coordinates of water supply points. A forest cover layer was also created. The materials were then analysed in Grass GIS, where input vector and raster layers were imported. The area of the nearest forest based on the type of use of the reservoirs, as well as the area of the nearest forest for individual reservoirs and the average distance of the forest stands from the water reservoirs, including the available volume of water, were determined by overlaying the raster layers with the forest cover layer.

A total of 589 water resources were selected, of which 268 are in categories usable by fire rescue services. 51 reservoirs are already used and 200 reservoirs located inside and outside the Brdy Protected Landscape Area are suitable. They are supplemented by several potentially suitable reservoirs, which, after proper modifications, can serve as suitable sources of fire suppression water.

It has been found that there are enough water resources in the area of interest and that their shortage in a specific area can be mitigated by long-distance water transport from water resources outside the Brdy Protected Landscape Area.

Keywords: long-distance water transport, water resources, firefighting

Obsah

1 Úvod	13
2 Cíl práce.....	14
3 Literární rešerše.....	15
3.1 Lesní požáry v ČR	15
3.1.1 Definice a charakteristika lesního požáru	16
3.1.2 Druhy požáru	16
3.2 Trojúhelník hoření	17
3.3 Předvídání vývoje požárů	19
3.4 Preventivní opatření	20
3.4.1 Prevence lesních požárů v legislativě	21
3.4.2 Další preventivní opatření	22
3.5 Taktika nasazení sil a prostředků požární ochrany	23
3.6 Hašení požáru - význam a dostupnost odběrných míst vody	23
3.6.1 Termíny a definice	23
3.6.2 Vyhláška č. 298/2018 Sb.	24
3.6.3 Dostupnost odběrných míst	24
3.7 Význam cestní sítě	25
3.8 Systém dopravy vody	26
3.8.1 Dálková doprava vody	26
4 Charakteristika oblasti	28

5 Metodika	30
5.1 Výpočet vzdálenosti zásobování vodou	31
5.2 Dostupnost vody pro hašení požárů.....	32
6 Výsledky.	33
6.1 Využití nádrží pro hašení	33
6.2 Vyhodnocení ohroženosti porostů	37
6.3 Výpočet nejkratších vzdáleností k vodním nádržím	41
7 Diskuze	43
8 Závěr	47
9 Literatura	48
10 Samostatné přílohy	53

Seznam použitých zkratk a symbolů

- AOPK** – Agentura ochrany přírody a krajiny
- CAS** – cisternová automobilová stříkačka
- ČSN** – původně Československá státní norma, nyní česká technická norma
- GIS** – Geografický informační systém
- HZS ČR** – Hasičský záchranný sbor České republiky
- CHKO** – Chráněná krajinná oblast
- JPO** – Jednotka požární ochrany
- LHS** – Letecká hasičská služba
- LS PČR** – Letecká služba Policie České republiky
- LiDAR** – Light Detection and Ranging
- MŽP** – Ministerstvo životního prostředí
- n1** – nádrže využívané HZS ČR
- n12** – nádrže využívané HZS ČR a vhodné
- n123** – nádrže využívané HZS ČR, vhodné a potenciálně vhodné
- NP** – národní park
- SLT** – soubor lesních typů
- ÚHUL** – Ústav pro hospodářskou úpravu lesů
- VHJ** – Vojenská hasičská jednotka
- VLS** – Vojenské lesy a statky ČR, s.p.

1 Úvod

V dnešní době, s ohledem na zpřístupňování čím dál větší plochy na území CHKO Brdy turistům a měnící se klima, lze očekávat, že požárů by mohlo přibývat. Současné riziko požárů je jednak na poslední využívané dopadové ploše Brda, tak i z ohnišť, která po sobě zanechávají neukáznění turisté (Jelen 2021).

Zvyšující se riziko požárů má více příčin vyplývající z již zmiňované globální klimatické změny – zvyšování průměrné roční teploty vzduchu způsobuje dlouhá období sucha a mírné zimy, což zapříčiní oslabení lesních porostů a zvýšený výskyt hmyzích škůdců (Bentz et al. 2010). To vše ještě s abiotickými faktory, např. ničivým větrem, může způsobit kalamitní plochy a zvýšit hořlavost lesního prostředí (Xiao a Zhuang 2007).

Pokles počtu malých lesních požárů zvyšuje pravděpodobnost vzniku katastrofických lesních požárů, k jakým došlo například v Portugalsku, Španělsku, Chorvatsku a Řecku v létě 2017 a 2018 (San-Miguel-Ayanz et al. 2019). Ve střední Evropě lesní požáry neohrožují lidskou populaci, ale mohou způsobit velké ekonomické a environmentální ztráty (De Rigo et al. 2017).

Důležitou podmínkou k zdolání lesního požáru je pak dostatek hasebního materiálu – vody. Zmapování odběrných míst vody v CHKO Brdy je zásadní z hlediska ochrany lesa.

2 Cíl práce

Cílem této práce je vyhodnotit využitelnost vodních zdrojů při hašení lesních požárů na území CHKO Brdy. Dále je cílem zjistit, zda je dostupný objem požární vody dostatečný pro hašení lesních porostů.

3 Literární rešerše

3.1 Lesní požáry v ČR

V České republice bylo zaregistrováno v letech 2016-2021 celkem 9 452 lesních požárů (tab. 1) o celkové rozloze 2 218 ha a celkové škodě (na porostu a dřevní hmotě) 70,8 mil. Kč (HZS ČR ©2021).

Tab. 1 Lesní požáry v ČR v letech 2016-2021 (Zpráva 2021)

rok	2016	2017	2018	2019	2020	2021
počet požárů	892	966	2 033	1 963	2 081	1 517

celkem požárů 2016–2021
9 452

Lesní požár v Národním parku České Švýcarsko, který vypukl 23. července 2022, postupně zasáhl více než 1 600 ha plochy parku. Nejenže to byl nejničivější přírodní požár v historii ČR, ale byla zde využita i dálková doprava vody na rekordní vzdálenost 7 km (HZS ČR ©2022 a).

Z celkového počtu lesních požárů v roce 2021 bylo 1 381 požárů se známou příčinou vzniku, z toho zřetelně převažovalo lidské zavinění (96 %): zejména lidská nedbalost (94 %; z toho kouření bylo důvodem 3,6 % požárů) a také žhářství (1,6 %). Dále bylo zaznamenáno 1,2 % požárů z přírodních příčin (úder blesku). Příčinu se nepodařilo určit u 136 požárů. Z celkové požárem zničené plochy bylo cca 7 % lesa vysokokmenného (především smíšeného nebo jehličnatého), cca 12 % lesa výmladkového a cca 81 % plochy činily jiné lesní pozemky, jak uvádí Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR v roce 2021 (2022).

3.1.1 Definice a charakteristika lesního požáru

Lesní požár lze definovat několika způsoby. Jedna z uznávaných a nej přesnějších definic říká, že lesním požárem se rozumí nežádoucí a nekontrolované hoření, které vznikne a šíří se v lese, nebo vznikne mimo les a rozšíří se do lesa, jenž má minimální plochu 0,5 ha a kde korunový zápoj tvoří alespoň 10 %, resp. 5 % (Holuša et al. 2018).

U každého lesního požáru rozlišujeme ohnisko, čelo (frontu), tyl a pásy požáru, obvod, ostrovy a bod požáru (Thomas, McAlpine 2010). Některé zmiňované části se nemusí utvořit. Toto rozdělení má význam při hašení požáru – např. hašení po celé frontě, po stranách. Lesní požár lze současně členit na tři pásma – pásmo hoření, pásmo přípravy a pásmo zadýmení (Chromek 2006).

3.1.2 Druhy požáru

V současné době se rozlišují pouze tři druhy lesních požárů: pozemní, korunový a podzemní.

Pozemní požár se v podmínkách střední Evropy vyskytuje nejčastěji (Krakovský 2004). Zdrojem požáru bývá suchá tráva, opadlé listí, suché jehličí a kůra, ležící větve, nízké stromy, nárosty, kmeny a suché dřevo (Roy 2003; Krakovský 2004). Pozemním požárem začíná a končí většina lesních požárů (Thomas, McAlpine 2010). Pozemní požáry se dále dělí na rychlé, které se objevují hlavně na jaře, a vytrvalé, které lze zaznamenat v letním období.

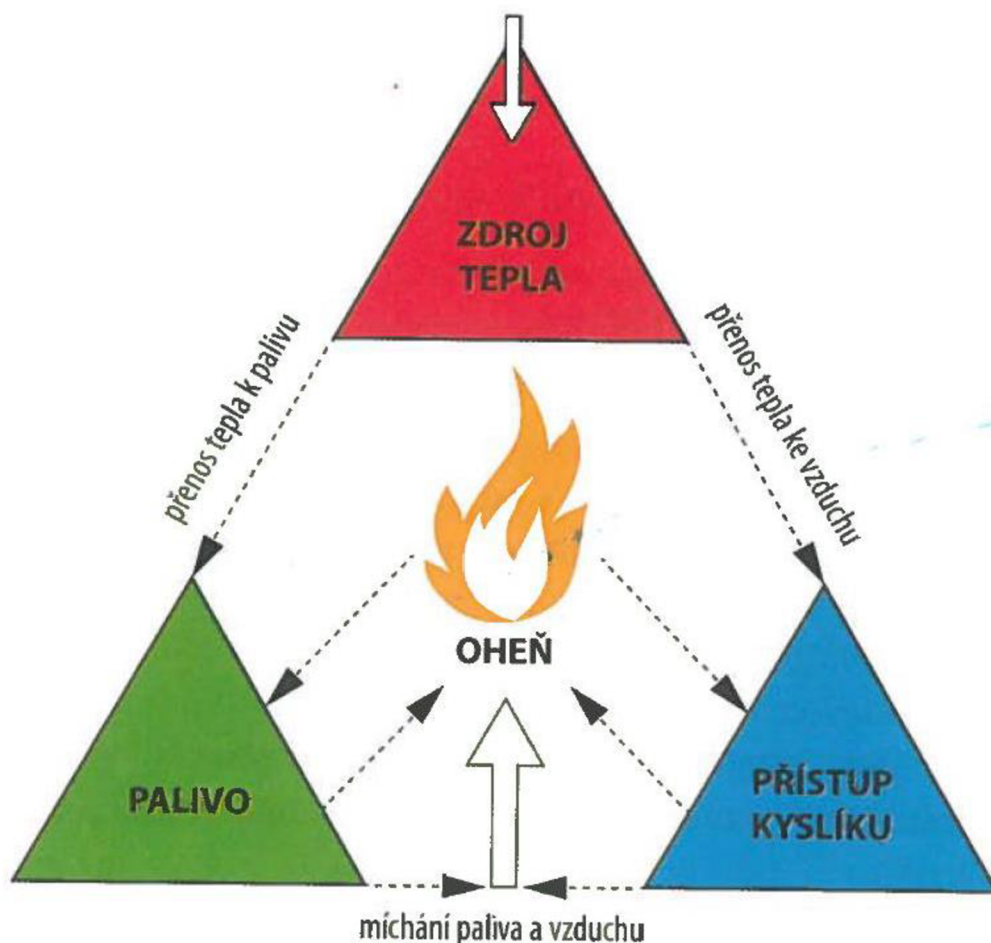
Korunový požár se řadí k nejnebezpečnějším (zejména u jehličnanů) lesním požárům, protože se velmi rychle šíří a těžko zvládá (Krakovský 2004). Vzniká v porostech s hluboko zavětvenými stromy, v podrostech s vysokou buřeni, s keři a mlazinou (Kunt 1967). Šíření tohoto požáru v korunách je ve vlnách (Krakovský 2004). Tyto požáry nejsou příliš časté, např. u Bzence roku 2012 (Mařáková 2012), ale postihují velké plochy.

Podzemní požár se objevuje obvykle v oblastech s vysokou zásobou surového humusu v ložiscích rašeliny, aktivního vápence atd. (Roy 2003, Krakovský 2004,

Thomas, McAlpine 2010). Podzemní požár nevytváří v podstatě žádný plamen (Roy 2003). K jeho obtížné lokalizaci lze využít termokamery. Pomůže také výskyt nepříliš hustého dýmu vycházejícího kolem kořenů a pařezů (Thomas, McAlpine 2010). Zvláště při hašení požárů rašelinišť hrozí propad do prohořelých dutin. Tento druh požáru může trvat i měsíce a může přejít do požáru pozemního (Kunt 1967). Jeho rychlost je 2-5 m za den (Krakovský 2004).

3.2 Trojúhelník hoření

Obr. 1 Trojúhelník hoření (Pecl et al. 2021)



K hoření je pokaždé potřebné vzájemné působení tří činitelů, tzv. trojúhelníku hoření (obr. 1). Mezi tyto činitele se zařazují zdroj tepla, palivo a kyslík. Hoření nevznikne, jestliže jeden z těchto činitelů hoření není přítomen. Z toho vyplývá i

protipožární ochrana. Pokud se z lesního prostoru odstraní jedna z těchto podmínek hoření, zabrání se vzniku požáru (Berčák et al. 2018).

Zabránit přístupu kyslíku nelze, může se však z lesního prostředí odstranit zdroj tepla, například zákazem vstupu do lesa. Analýzy lesních požárů ukázaly jejich vyšší počet o víkendu, což je patrně zapříčiněno vyšší návštěvností lesa (Berčák et al. 2018). Z hlediska statistiky je člověk vyhodnocen jako nejčastější příčina lesních požárů. Snížení množství paliva kontrolovaným vypalováním je další možností, jak ovlivnit trojúhelník hoření.

Rozšiřování přírodního požáru je přímo vázané na tři stěžejní faktory:

- meteorologické podmínky,
- topografie terénu,
- struktura paliva v prostoru požářiště (Pecl et al. 2021).

Meteorologické podmínky jsou obtížně anticipovány a navíc se mohou rychle měnit a značně působit na chování požáru. Délka a intenzita slunečního záření, venkovní teplota a úhrn srážek způsobují nejen dlouhotrvající sucho, ale také ovlivňují průběh a taktiku hašení lesních požárů (Bojový řád jednotek požární ochrany 2017). Je nutno upozornit na to, že příznivé podmínky pro vznik lesního požáru se dostavují už třetí den po předešlém dešti a s dalšími dny bez deště nebezpečí požáru roste. Kritická doba přichází jedenáctý den (Pecl et al. 2021). Rychlost a síla větru, případně změna jeho směru má významný vliv na požár v přírodě. V pásmu přípravy hoření dochází k odpařování vody a k rychlejší přípravě paliva. Rozbor lesních požárů v Libereckém kraji v období 2011-2015 ukázal, že se zvyšující se relativní vlhkostí vzduchu klesá plocha lesního požáru (Berčák et al. 2018). Nejčastější výskyt lesních požárů je mezi 14. a 17. hodinou, neboť v té době je i nejnižší relativní vlhkost vzduchu (Berčák et al. 2018).

Směr a rychlost šíření požáru dále ovlivňuje sklon svahu. Čím je sklon svahu větší, tím rychleji se požár šíří. Směrem dolů se požár šíří pomaleji. Na jižních svazích převládají suchomilné a slunné dřeviny s podílem bylinného a travního krytu. Tato skutečnost tvoří ideální podmínky pro vznik a šíření požáru. Svoje chování mění požár na hřebenech a vrcholech svahů, nebo v rokli. Významnou roli

hraje i nadmořská výška. V nižších polohách vysychá palivo rychleji a sněhová pokrývka bývá menší. Na druhou stranu ve vyšších nadmořských výškách je horší dostupnost vodních zdrojů a sjízdnost lesních cest. Topografie terénu (složitý terén, masivní skalní útvary) sehrála také významnou roli při požáru v NP České Švýcarsko (MŽP ©2022).

3.3 Předvídání vývoje požárů

Chování požáru je výsledkem počasí, topografie, lidského zásahu a především vlastností paliva v době vzniku požáru (Byram 1959; Fuller 1991). A právě na palivo se v nedávné době zaměřil výzkum. V případě lesních požárů se jedná o živou i mrtvou rostlinnou hmotu (Keane 2015). Zejména mrtvá jemná paliva reagují na počasí v krátkém časovém měřítku (Matthews 2013). Vznik, rychlost a intenzitu hoření ovlivňují tyto vlastnosti paliva – chemické složení, hustota částic a jejich velikost, tvar, uspořádání a vlhkost (Rothermel 1972). Právě vlhkosti paliva se přisuzuje hlavní role při vznícení a rychlosti šíření lesního požáru (Pecl et al. 2021). Velmi nízká vlhkost dřevní hmoty a lesní hrabanky, vzduchu a půdy spolu s vysokou rychlostí větru a také vysokou teplotou vzduchu v prvních třech dnech požáru v Národním parku České Švýcarsko v roce 2022 byly příčinou rychlého a v prvních dnech nezvladatelného šíření požáru (MŽP ©2022).

Předvídání vývoje požárů vyžaduje vytváření palivových map. Pro mapování paliv v širokém měřítku lze použít tři hlavní přístupy: přímý (kdy metody přímo měří zájmové vlastnosti - např. měření struktury korun stromů pomocí LiDAR), nepřímý (kdy metody využívají přímé měření zástupné vlastnosti - např. použití snímků k vytvoření tříd na základě druhů dřevin v porostu jako zástupné vlastnosti pro strukturu paliva) nebo odvozený (kdy jsou hodnoty odvozeny statisticky z řady zdrojů) (Ferrier 2002; Thomas et al. 2014).

Nezbytným předpokladem pro proces modelování chování lesních požárů jsou informace o prostorovém rozložení povrchových lesních paliv, jejich výšce a objemu. Pro klasifikaci palivových modelů ve Slovenské republice byl zvolen soubor lesních typů (SLT). Lesní krajina Slovenské republiky byla rozdělena do 10

modelových palivových tříd. Podle výsledků je nejčastějším palivovým modelem FM (fuel model) 2 Trávy do výšky 30 cm, následuje FM 3 Trávy a byliny (i keře) do výšky 30 cm, ale také FM 7 Vysoké trávy do výšky 100 cm a FM 8 Bez dominance bylinné synusie (Majlingová et al. 2018). FARSITE je matematický model pro časovou a prostorovou simulaci šíření a chování požáru s ohledem na různé typy terénu, paliva a počasí (Sedliak, Majlingová 2014).

V Evropě jsou obecně za dřeviny odolné vůči požáru považovány některé druhy borovic: borovice kanárská (*Pinus canariensis*), borovice pinie (*Pinus pinea*) a borovice přímořská (*Pinus pinaster*) (Berčák et al. 2018).

3.4 Preventivní opatření

Pochopení příčin požárů je důležité pro účelnou prevenci a jejich rychlé zdolávání. Nejčastější příčinou vzniku požáru je člověk a jeho neopatrná manipulace s ohněm.

Ve dnech s vysokou teplotou vzduchu, v delších obdobích sucha bez srážek, je nutné v pravidelných časových intervalech sledovat požáry, zpřísnit kontrolu dodržování bezpečnostních pravidel, omezit práce prováděné lesními dělníky a regulovat či zakázat vstup turistů do ohrožených lokalit (Tuček, Majlingová 2009).

Ve vojenském prostoru navíc hrozí výbuch výbušných látek a pyrotechnických směsí, které se používají při výcviku.

Z pohledu protipožární ochrany je po větrných kalamitách nevyhnutelné opravit nejdřív cestní síť a přístupy ke zdrojům požární vody před zpracováním samotné kalamity. V porostech kůrovcové kalamity lze předpokládat intenzivnější hoření a rychlejší šíření lesního požáru (Pecl et al. 2021).

3.4.1 Prevence lesních požárů v legislativě

Z historie si připomeňme například zákaz rozdělávání ohňů v lesích v době sucha podle lesního řádu z roku 1754, a to v době od sv. Jiří (24. dubna) do sv. Havla (16. října) (Kunt 1967).

Zákon č. 289/1995 (Lesní zákon):

Podle § 20 Zákaz některých činností v lesích je v lesích zakázáno:

kouřit, rozdělávat nebo udržovat otevřené ohně a tábořit mimo vyhrazená místa,

odhazovat hořící nebo doutnající předměty,

narušovat vodní režim a hrabat stelivo,

znečišťovat les odpady a odpadky.

Rozdělávat nebo udržovat otevřené ohně je zakázáno také do vzdálenosti 50 m od okraje lesa.

§ 32 Ochrana lesa

(1) Vlastník lesa je povinen provádět taková opatření, aby se předcházelo a zabránilo působení škodlivých činitelů na les, zejména

c) provádět preventivní opatření proti vzniku lesních požárů podle zvláštních předpisů (Lesní zákon 1995).

Zákon č. 133/1985 Sb. Zákon České národní rady o požární ochraně:

§ 7

(1) Vlastník nebo uživatel zdrojů vody pro hašení požárů je povinen tyto udržovat v takovém stavu, aby bylo umožněno použití požární techniky a čerpání vody pro hašení požárů.

(2) Vlastník nebo uživatel lesů v souvislých lesních porostech o celkové výměře vyšší než 50 hektarů je povinen zabezpečit v době zvýšeného nebezpečí vzniku požáru, nad rámec povinností stanovených v § 5, opatření pro včasné zjištění

požáru v lesích a proti jeho rozšíření pomocí hlídkové činnosti s potřebným množstvím sil a prostředků požární ochrany, pokud tak neučiní Ministerstvo zemědělství podle zvláštního zákona (§ 46 písm. g) a i) zákona č. 289/1995 Sb.).

(3) Vlastník nebo uživatel nástupní plochy pro požární techniku je povinen ji označovat a udržovat v takovém stavu, aby bylo umožněno použití požární techniky (Požární zákon 1985).

Zákon č. 114/1992 Sb. Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny

Podle § 26

Základní ochranné podmínky chráněných krajinných oblastí

(1) Na celém území chráněných krajinných oblastí je zakázáno

b) tábořit a rozdělovat ohně mimo místa vyhrazená se souhlasem orgánu ochrany přírody,

c) vjíždět a setrvávat s motorovými vozidly a obytnými přívěsy mimo silnice a místní komunikace a místa vyhrazená se souhlasem orgánu ochrany přírody, kromě vjezdu a setrvávání vozidel orgánů státní správy, vozidel potřebných pro lesní a zemědělské hospodaření, obranu státu a ochranu státních hranic, požární ochranu a zdravotní a veterinární službu (Zákon o ochraně přírody 1992)

Dále je nutno zmínit ještě zásady „Problematika pálení klestu, těžebních zbytků a kůry v lesních porostech a na lesních pozemcích“ vydané HZS Karlovarského kraje v roce 2017 (HZS ČR ©2017).

3.4.2 Další preventivní opatření

Mezi další preventivní opatření je kromě cíleného působení na veřejnost (lesní pedagogika, informační tabule) nutno uvést ještě protipožární hlídky a zapojení elektronických protipožárních monitorovacích systémů. Letecká hasičská služba bohužel už od roku 2017 hlídkovou činnost nevykonává, využívá se pouze pro hašení lesních požárů (HZS ČR ©2023 a).

K prevenci se dají také využít portály Intersucho a informace Českého hydrometeorologického ústavu, dále lze nalézt množství informací na internetových stránkách www.klimatickazmena.cz nebo www.firerisk.cz.

K přesnější, a tím k rychlejší lokalizaci lesních požárů slouží i tzv. body záchrany (rescue point). Jak je zmíněno dále, zrychlení zásahu o 1 minutu sníží škody, které požár způsobí.

3.5 Taktika nasazení sil a prostředků požární ochrany

Podle Bojového řádu jednotek požární ochrany (2017) mají na průběh a taktiku hašení lesních požárů vliv nejen klimatické podmínky, ale i hořlavost lesních porostů, půdní kryt, výšková členitost terénu, samozřejmě dostupnost pro požární techniku a vzdálenost vodních zdrojů.

Při průzkumu během jízdy na místo zásahu se zjišťují například zdroje požární vody, vhodné příjezdové cesty pro ostatní jednotky požární ochrany (JPO) nebo pro kyvadlovou dopravu vody. Cílem požárního útoku je ukončit šíření požáru, redukovat jeho plochu a intenzitu, s následným odstraněním požáru. Druhou základní formou zásahové činnosti je požární obrana, což je soustava aktivit s cílem zastavit, případně zpomalit šíření požáru, a to ve směru očekávaného postupu jeho fronty (Pecl et al. 2021).

3.6 Hašení požáru - význam a dostupnost odběrných míst vody

3.6.1 Termíny a definice (ČSN 75 2411)

Zdroj požární vody – zdroj, který poskytuje požární vodu

Požární voda – voda používaná k hašení požáru

Zdroj požární vody přirozeného původu – vodní zdroj, který nebyl záměrně vybudován pouze pro požární účely (řeka, potok, vodní strouha, rybník, jezero apod.)

Umělý zdroj požární vody – vodní zdroj, který byl vybudován záměrně pro požární účely

Víceúčelový zdroj požární vody – vodní zdroj, který kromě k jiným účelům slouží také k požárním účelům (vodní nádrže pro rekreační využití, koupaliště a plavecký bazén, vodovod pro veřejnou potřebu a zásobní vodojem apod.)

Čerpací stanoviště; odběrné místo – zpevněná plošina u vodního zdroje, upravená pro bezpečné umístění požárního čerpadla nebo mobilní požární techniky

U vodních zdrojů přirozeného původu se místo k odběru požární vody vybere tak, aby vyhovovalo zejména těmto podmínkám:

- možnost příjezdu a zřízení čerpacího stanoviště pro zásahový požární automobil nebo alespoň pro přenosné požární čerpadlo;
- minimální hladina vodního zdroje nesmí klesat pod úroveň 1 m nade dnem zdroje;
- odběrné místo požární vody musí být bez nežádoucích nánosů.

3.6.2 Vyhláška č. 298/2018 Sb.

Vyhláška o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů uvádí, že Oblastní plány rozvoje lesů (OPRL 2018) musejí také obsahovat: přehled o přirozených nebo umělých zdrojích požární vody, které jsou dostupné a přístupné pro požární techniku k čerpání vody pro hašení lesních požárů.

3.6.3 Dostupnost odběrných míst

Zdroje vody a přístup k ní jsou jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují lesní požáry (Jaiswal et al. 2002), a zároveň důležitým faktorem, který brání šíření lesních požárů (Češljar, Stevović 2015). Jako zdroj požární vody u lesních požárů se uvažuje vodní nádrž, rybník, jezírko, tůň, koupaliště, vodní tok nebo uzpůsobená vodovodní síť. Dostupnost odběrných míst s dostatkem požární vody je klíčovým

předpokladem pro hašení rozsáhlých lesních požárů. Propracovaný systém mají v Polsku, kde každá lokalita v lese musí být vzdálena do 3-5 km (v závislosti na kategorii rizika lesního požáru) od místa zásobování vodou o minimálním objemu 50 m³ (Szczygiel et al. 2020). V České republice je povinnost mít na každém katastrálním území jednu vodní nádrž (Požární zákon 1985). Bohužel v současné době chybí dokument, který by zahrnoval základní informace o požárních nádržích (v lese i mimo les) s dostupnou cestní sítí včetně informací o existujících lesem vedených liniových stavbách a dalších objektech, které je třeba přednostně chránit před šířícím se lesním požárem (Berčák et al. 2018). Již byl vyvinut model založený na vzdálenosti pro výpočet optimální kyvadlové dopravy vody a využití různých typů zásobovacích míst pro hašení lesních požárů (Holuša et al. 2021).

3.7 Význam cestní sítě

K efektivnímu zdolávání lesních požárů patří také dostatečná cestní síť. Hustota lesní cestní sítě je v současnosti v České republice nízká (cca 16 m/ha). V některých případech může zkrácení doby zásahu o 1 minutu významně zmírnit následky požáru (Holuša et al. 2021). Silniční síť v CHKO Brdy jako celku je tvořena jednou silnicí I. třídy a jednou silnicí II. třídy. Další tři silnice II. třídy tvoří hranici CHKO Brdy v menších úsecích. Zbytek tvoří silnice III. třídy a místní účelové komunikace (Tuček 2017).

Význam silnic v souvislosti s požáry je pro prevenci a řízení požárů značný, protože silnice jsou jak místem vzniku požáru, tak dopravním/zásahovým koridorem (Syphard 2007). Je třeba dbát na údržbu silnic a snížení množství palivové vegetace podél nich.

Při zdolávání lesních požárů se dají využít i lesní cesty (obr. 2). Samozřejmě nejlépe lesní cesty pro celoroční provoz (1L), případně pro sezónní provoz (2L). V nouzi se použijí i trasy pro lesní dopravu – lesní svážnice (3L), eventuálně technologické linky (4L).

Obr. 2 Příklady lesních cest, které mohou být použity hasičskými vozidly



1L - pro celoroční provoz



2L - pro sezónní provoz



3L - lesní svážnice



4L - technologická linka

3.8 Systém dopravy vody

Po lokalizaci požáru je při prvotním zásahu použita hasební voda z cisternové automobilové stříkačky (CAS). Následujícím krokem je co nejdříve vyhledat další zdroje požární vody (vodní nádrže, rybníky, jezera, koupaliště, vodní toky) a zajistit jejich dopravu na místo zásahu (Pecl et al. 2021).

3.8.1 Dálková doprava vody

Kyvadlovou dopravou se rozumí doprava hasební vody na místo zásahu pomocí CAS (obr. 3), jejíž plnění probíhá na vzdálenějších plnicích stanovištích (Pecl et al. 2021). Při kyvadlové dopravě vody je třeba regulovat dopravu, průběžně kontrolovat stav komunikací a vytvořit manipulační prostor pro cisterny, jak uvádí Bojový řád jednotek požární ochrany (2017).

Další možností je doprava vody pomocí hadicového vedení v případě, že vodní zdroj je vzdálen méně než jeden kilometr od místa zásahu nebo pokud nelze použít mobilní požární techniku. Tato metoda využívá zpravidla několik požárních čerpadel (např. PS 12, plovoucí motorové čerpadlo, systém SOMATI – čerpadlo HFS-Hydrosub). Třetím způsobem je kombinace obou předchozích metod (Pecl et al. 2021).

V případě zhoršeného přístupu a ztížené orientace v rozsáhlém prostoru, nedostatečné cestní sítě, vlivu počasí se využívá k hašení letecká hasičská služba (LHS). Hašení pomocí letadel či vrtulníků je však pouze doplňkové zdolávání požáru. Zásahu se vždy účastní i pozemní jednotky. Využití vrtulníků se závěsným vakem je v současnosti nejčastějším leteckým hašením. Plnění je prováděno pomocí noření nebo pomocí požární techniky (Pecl et al. 2021).

LHS byla v roce 2021 zajišťována kombinací hasebních letounů i vrtulníků, a to prostřednictvím LS PČR (po jednom vrtulníku umístěném na základnách Praha-Ruzyně a Brno-Tuřany) a prostřednictvím soukromých leteckých provozovatelů (po jednom hasebním letounu na základnách Mnichovo Hradiště, Jihlava a Plasy), jak uvádí Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR v roce 2021 (2022).

Obr. 3 Hasičská vozidla běžně používaná HZS ČR (Holuša 2021)



CAS 24 - Mercedes-Benz

CAS 32 Tatra 815

CAS 30 Tatra 815 - 7

4 Charakteristika oblasti

Oblast Chráněné krajinné oblasti Brdy se rozkládá na území Středočeského a Plzeňského kraje (obr. 4). Území Brd je pokryto převážně jehličnatými lesními porosty. Většinou se jedná o dřevinu smrk ztepilý (*Picea abies*). Nalezneme zde ovšem i místa s převahou dubu (*Quercus spp.*) a buku (*Fagus sylvatica*), která jsou v dnešní době vyhlášena i přírodními rezervacemi (Cílek et al. 2005).

Brdy jsou z hlediska geologického řazeny do Barrandienské oblasti a jsou součástí Středočeského plutonu. Podloží je zde tvořeno ze slepenců a pískovců hlavně v příbramskojinecké pánvi. Z mladšího období nalezneme jílové břidlice, které tvoří větší část Brd. Půdy v Brdech jsou tvořeny převážně kambizeměmi dystrickými, které ovšem mohou přecházet k podzolizaci, pseudoglejení až rašelinění (Cílek et al. 2005).

Na území Brd nikdy nedošlo k rozsáhlému požáru, který by poškodil několik tisíc hektarů. Ve 20. století největší škody způsobila bekyně mniška a v roce 2007 orkán Kyrill. Z minulosti je známo, že se zde požáry vyskytovaly jen na dopadových plochách, které využívala Armáda České republiky, potažmo využívá.

Nadmořská výška charakteristická pro centrální část CHKO Brdy se pohybuje od 400-600 m n. m. a polohy od 600-900 m n. m. zaujímají jen 30,8 % plochy Brd. Nejvyšším bodem Brd je Tok s 865 m n. m. (ÚHUL ©2022).

CHKO Brdy se rozkládá na rozloze 345 km². Lesy zaujímají 86 % z celkové rozlohy Brd. Jedná se převážně o hospodářské lesy a je zde velmi malý podíl bučin a jedlobučin. Největší část Brd je ve vlastnictví státu a to konkrétně 76 % ve vlastnictví Vojenských lesů a statků s. p., další část připadá k Arcibiskupským lesům 20 %, obecní lesy 1,8 %, soukromé vlastnictví 1,3 % a necelé 1 % připadá Lesům České republiky (AOPK ©2016).

Průměrné roční teploty se pohybují v nízkých polohách od 8,3 °C a na vrcholcích do 5,5 °C. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje od 550 mm do 800 mm. Vesměs po celém území Brd převládá západní až jihozápadní proudění větru (Cílek et al. 2005).

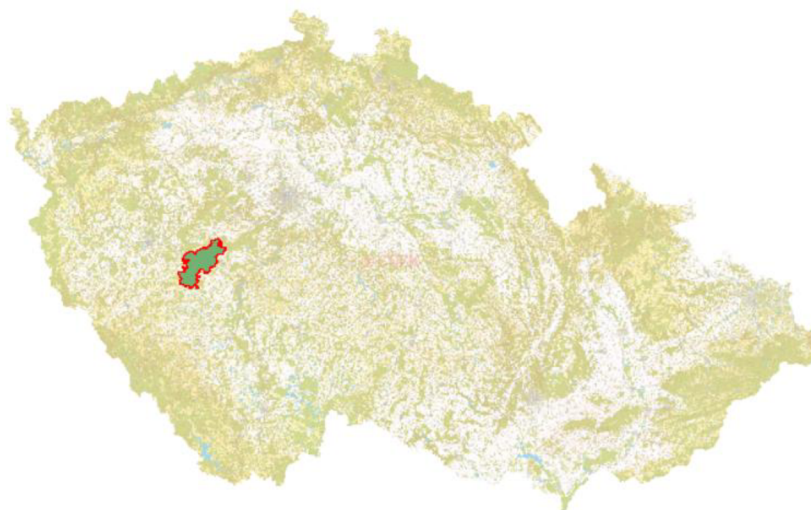
CHKO Brdy je specifická tím, že se zde vyskytovaly a vyskytují požáry způsobené dělostřeleckým výcvikem. Rozvoj turismu v této oblasti se ještě na počtu požárů neprojevil. V dokumentaci požárů HZS na území středních Brd je často uváděn špatně přístupný terén.

Podle grafu znázorňujícího lesní požáry v letech 2001 až 2020 vyplývá, že od roku 2016 je zaznamenáno méně požárů. Zhodnotíme-li četnost výskytu lesních požárů v průběhu roku, zjistíme, že největší výskyt je v měsíci květnu, následovaný dubnem (Jelen 2021).

Posledním rozsáhlým požárem v Brdech byl požár z 25. března 2015, který vznikl od svítilního střeliva na dopadové ploše Brda. Tehdy hořel suchý travní porost, vřesoviště, dřevinný nálet včetně několika vzrostlých stromů. Po příjezdu hasičské jednotky hořelo zhruba 10 ha, celkem shořelo cca 75 ha. Jako zdroj požární vody sloužila vodní nádrž Velcí (HZS Hořovice 2021).

Nedohašené ohniště od civilisty bylo příčinou požáru dne 28. března 2017 na bývalé dopadové ploše Jordán, kde hořelo vřesoviště v I. zóně CHKO Brdy v rozsahu do 3 ha. Z důvodu nedostatku vody v této oblasti hasil i vrtulník s bambi vakem, pomohla i místní Vojenská hasičská jednotka 13. dělostřeleckého pluku Jince (VHJ 2021).

Obr. 4 Vyznačené území CHKO Brdy



5 Metodika

Za zájmové území bylo vybráno CHKO Brdy a 5km okruh od hranice tohoto území. Nejprve se identifikovaly všechny vodní zdroje v zájmovém území. Seznam vodních nádrží vycházel jak z informací Hasičského záchranného sboru ČR, tak z mapových snímků. Následně se tyto zdroje rozdělily do čtyř kategorií: využívané HZS ČR, vodní zdroje vhodné, potenciálně využitelné a nevhodné (příloha 1).

Využívané vodní zdroje mají HZS ČR zaevidované jako například požární nádrže, případně nádrže, které jsou k tomu uzpůsobené. Vhodné vodní zdroje nemají HZS v systému, ale lze z nich odebírat vodu v případě požáru. Využitelné zdroje jsou takové, které se v případě dovybudování cesty, případně zpevnění břehů, dají použít k čerpání vody. Jako nevhodné jsou označeny velmi špatně přístupné nádrže nebo nádrže s nedostatečným objemem požární vody.

Následovalo terénní šetření jednotlivých vodních nádrží, posuzování stavu a jejich vhodnosti a zařazování jednotlivých nádrží do určených kategorií. Objem a přesné souřadnice odběrného místa byly zjištěny z terénního průzkumu a pomocí softwaru GIS (příloha 2). Byla posuzována přístupová cesta k vodnímu zdroji a obratiště pro hasičská vozidla, bezpečné místo pro přečerpání vody ze zdroje do cisternové techniky a fakt, že hloubka vody v místech zásobování vodou nesmí být dlouhodobě nižší než 1 m a odběrné místo požární vody musí být bez nežádoucích nánosů (ČSN 75 2411 (ČSN 2021)).

Následně v prostředí ArcGIS byla vektorizována veškerá cestní síť využitelná pro hasičskou techniku, a tím byla vytvořena vrstva cestní sítě. Podle souřadnic odběrných míst byla vytvořena vrstva vodních zdrojů. Byla též vytvořena vrstva lesních porostů, digitálního modelu terénu zájmového území.

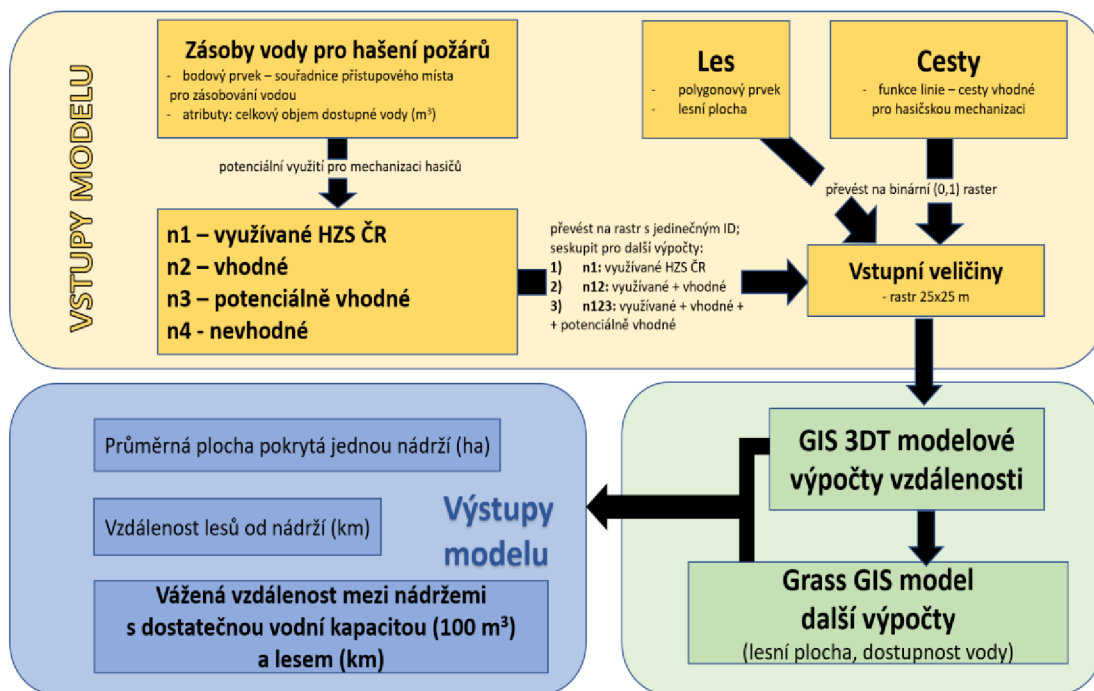
Poté se podklady analyzovaly v prostředí Grass GIS, kam byly importovány vstupní vektorové a rastrové vrstvy. Vektorové vrstvy byly konvertovány na rastrovou reprezentaci s rozlišením 25 m. Pomocí překrytí rastrových vrstev s vrstvou lesních porostů byla zjištěna výměra nejbližšího lesa podle typu využití nádrží, dále také výměra nejbližšího lesa pro jednotlivé nádrže a průměrné vzdálenosti lesních porostů od vodních nádrží včetně dostupného objemu vody. Dostupnost byla vyjádřena množstvím vody (m^3) na hektar nejbližších lesních

porostů k danému zdroji. Uvedený postup je znázorněn na vývojovém diagramu (obr. 5).

V diplomové práci byl využit program WSDistance pro výpočet dostupnosti vodních zdrojů k hašení lesních požárů. Výpočet dostupnosti vody pro hašení lesních požárů je opakující se proces. V každém kroku se vypočítávají vzdálenosti k místům zásobování vodou, v nichž je voda ještě k dispozici, a pokrytí nejbližší lesní oblasti vodou z těchto míst zásobování vodou. Požadovaný objem vody na hašení lesa je standardně nastavený na 100 m³/ha (Holuša et al. 2021).

5.1 Výpočet vzdálenosti zásobování vodou

Obr. 5 Vývojový diagram (Holuša 2021)



5.2 Dostupnost vody pro hašení požárů

Objem potřebné vody byl vypočten v poměru k velikosti buňky rastru.

$$V_{cell} = A_{cell} \cdot V_{ha}$$

A_{cell} – plocha buňky rastru (ha)

V_{ha} – objem vody potřebný k uhašení lesního požáru (m^3/ha)

(WSDistance 2019)

Výpočet dostupnosti vody pro hašení lesních požárů je iterativní proces. V každém kroku se hodnotí doposud nepokrytý požadovaný objem na hašení lesních požárů a zůstatek objemu vody v nádržích. Celkový objem hasební vody se vypočítá jako součet objemů dostupné vody ze všech nádrží.

Dostupnost vody v procentech ($V\%$) se vypočítá na základě objemu dostupné vody a objemu vody požadované ve studii:

$$V_{\%} = 100 \cdot \frac{V_{dostupná}}{V_{požadovaná}}$$

(WSDistance 2019)

V některých případech je na hašení lesního požáru potřeba vody z více nádrží. V tomto případě se vzdálenost k nádržím (d_w) vypočítá jako průměr vzdáleností k nádržím (d_i) váženým objemem získané vody (V_i):

$$d_w = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}$$

kde n je počet potřebných odběrných míst.

Vážený aritmetický průměr vzdálenosti tedy zohledňuje vzdálenost k místům zásobování vodou i množství vody. Pokud je voda získána pouze z jedné nádrže, vážený průměr vzdálenosti se rovná vzdálenosti k nádrži (Holuša et al. 2021).

6 Výsledky

Celkem bylo zjištěno 589 vodních zdrojů a z toho 268 se řadí do kategorií, které HZS může využít (tab. 2). Využívaných nádrží je 51 a vhodných nádrží, které se vyskytnou na území CHKO Brdy i mimo něj, je 200. Ještě je doplňuje několik potenciálně vhodných nádrží, které po náležité úpravě mohou sloužit jako vhodný zdroj vody k hašení.

Tab. 2 Základní charakteristiky nádrží

Tabulka nádrží se zásobou vody			
	Využívané HZS	Vhodné	Potenciálně vhodné
min. hodnota	288 m ³	336 m ³	95 m ³
max. hodnota	2 750 000 m ³	1 500 000 m ³	488 925 m ³
průměrná hodnota	194 575 m ³	69 382 m ³	32 722 m ³
celkem nádrží	51	200	17

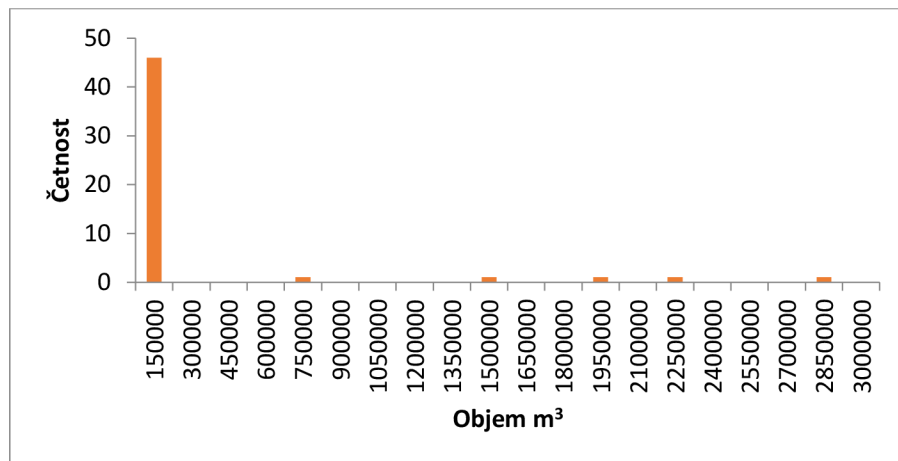
6.1 Využití nádrží pro hašení

Většina využívaných nádrží má objem vody do 150 000 m³ (obr. 6-7), ale nalézá se zde i několik nádrží, které mají objem přes 1 000 000 m³ (tab. 3; obr. 8).

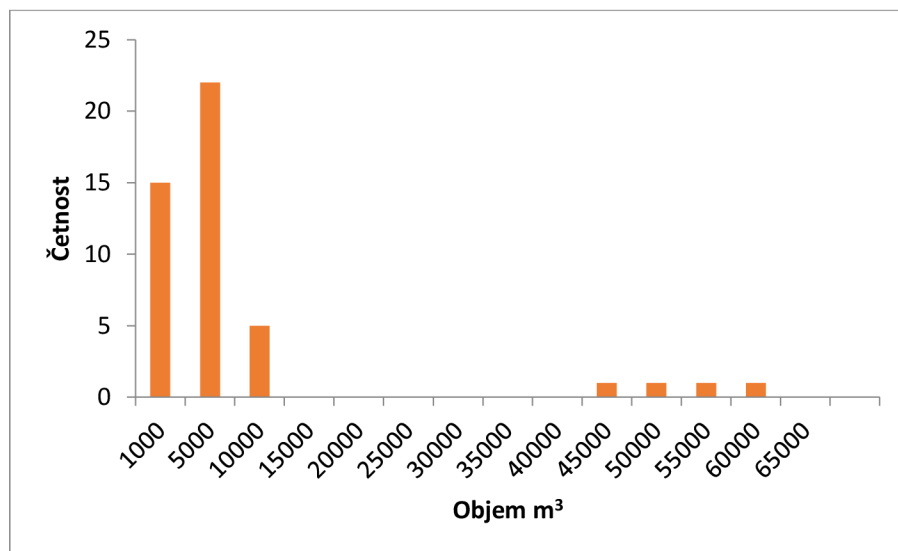
Tab. 3 Využívané HZS nádrže na území Brd s objemy vyššími než stovky tisíc m³

Název	Objem m³
vodní nádrž Láz	2 110 000
vodní nádrž Pilská	1 870 000
Hořejší Padrťský rybník	2 750 000
Dolejší Padrťský rybník	1 480 000
vodní nádrž Záskauská	740 000

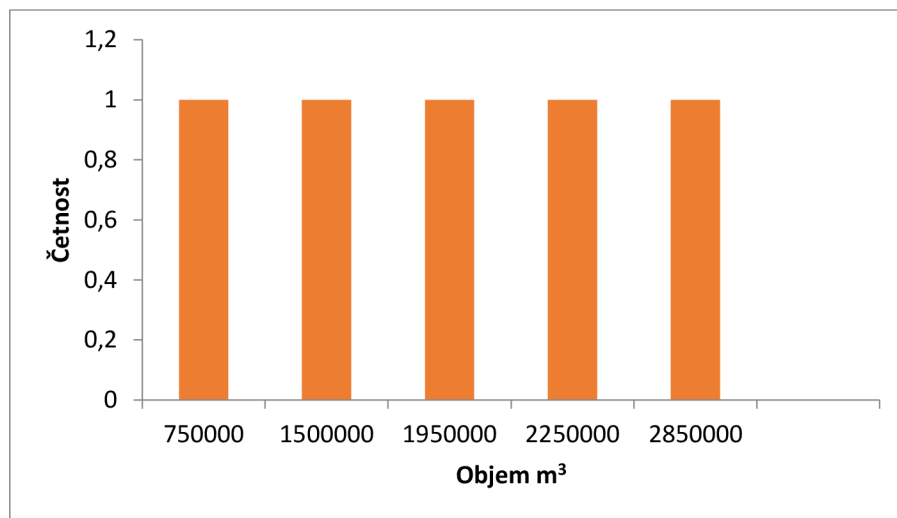
Obr. 6 Počty nádrží využívané HZS ČR na území Brd podle objemu



Obr. 7 Počty nádrží využívané HZS ČR na území Brd s objemy do 100 000 m³

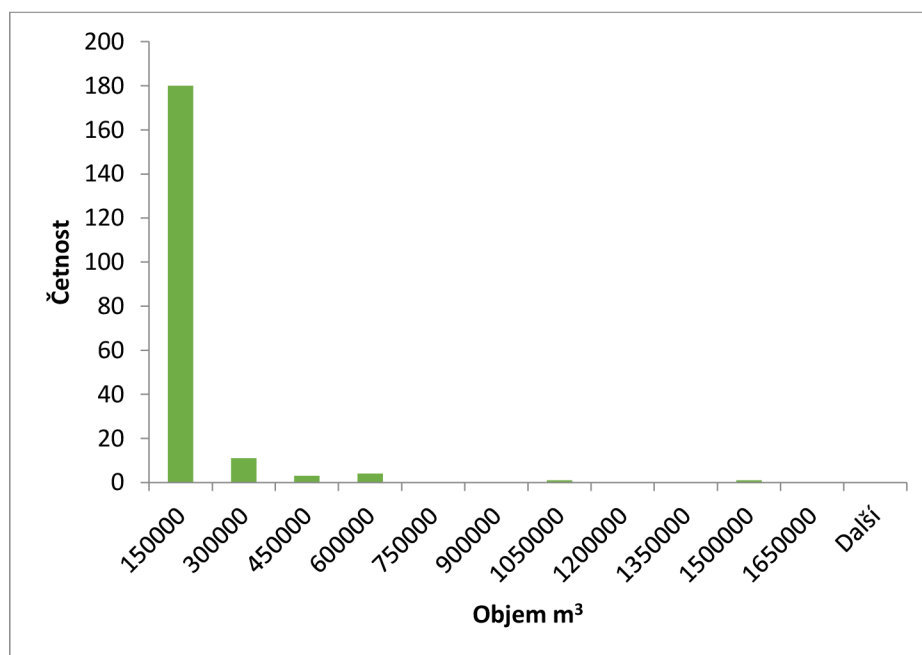


Obr. 8 Počty využívaných nádrží HZS ČR na území Brd s objemy většími než 100 000 m³

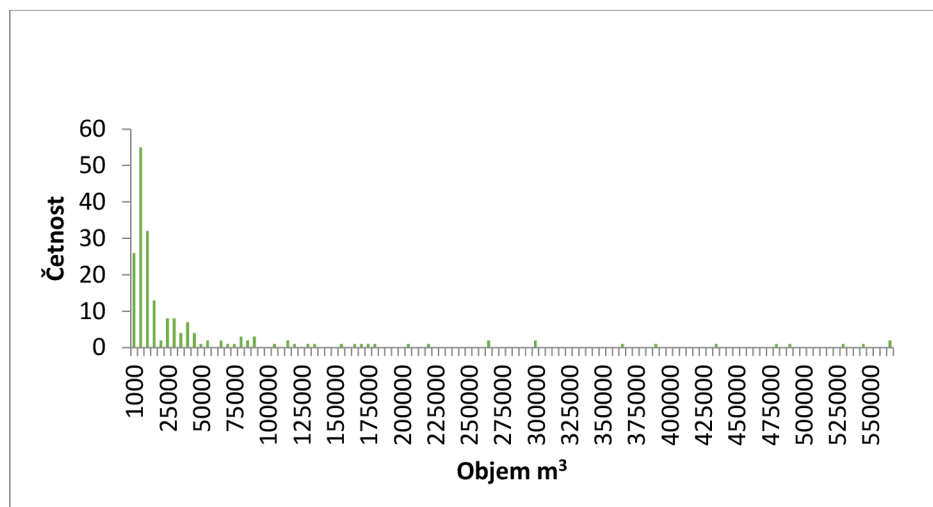


Vhodné nádrže mají podobné rozložení objemu vody, které lze zaznamenat u využívaných. Nejvíce je zde nádrží s objemem do 150 000 m³ (obr. 9). Konkrétně převažují nádrže do 25 000 m³ (obr. 10).

Obr. 9 Počty vhodných nádrží na území Brd podle objemu

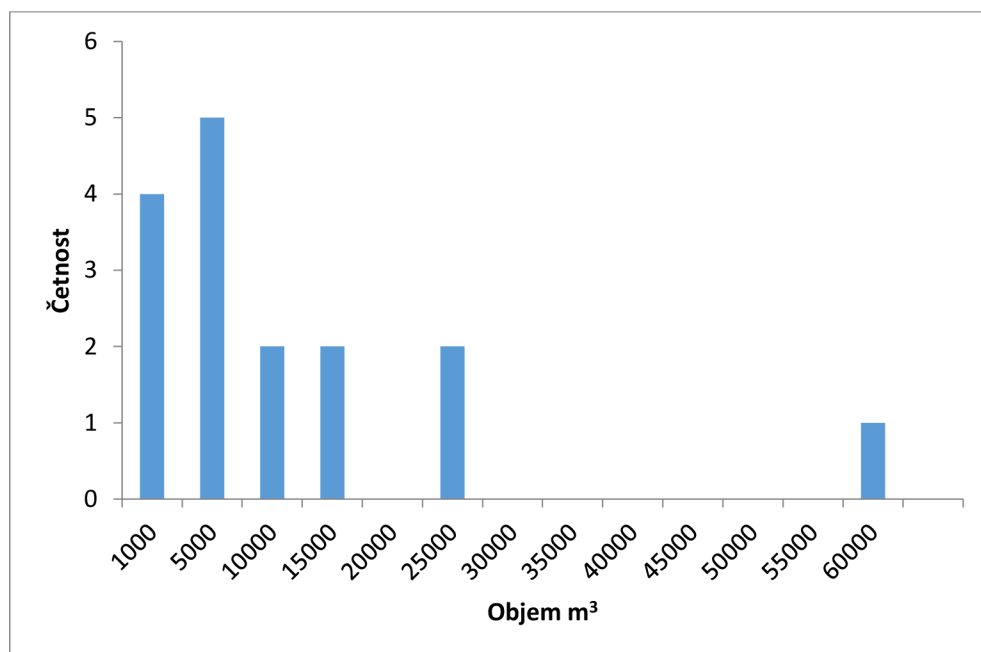


Obr. 10 Počty vhodných nádrží na území Brd s objemy do 600 000 m³



Potenciálně vhodných nádrží není mnoho, ale nádrže s menším objemem vody opět převažují. Také zde je největší počet nádrží, které mají objem do 10 000 m³ (obr. 11).

Obr. 11 Počty potenciálně vhodných nádrží na území Brd podle objemu



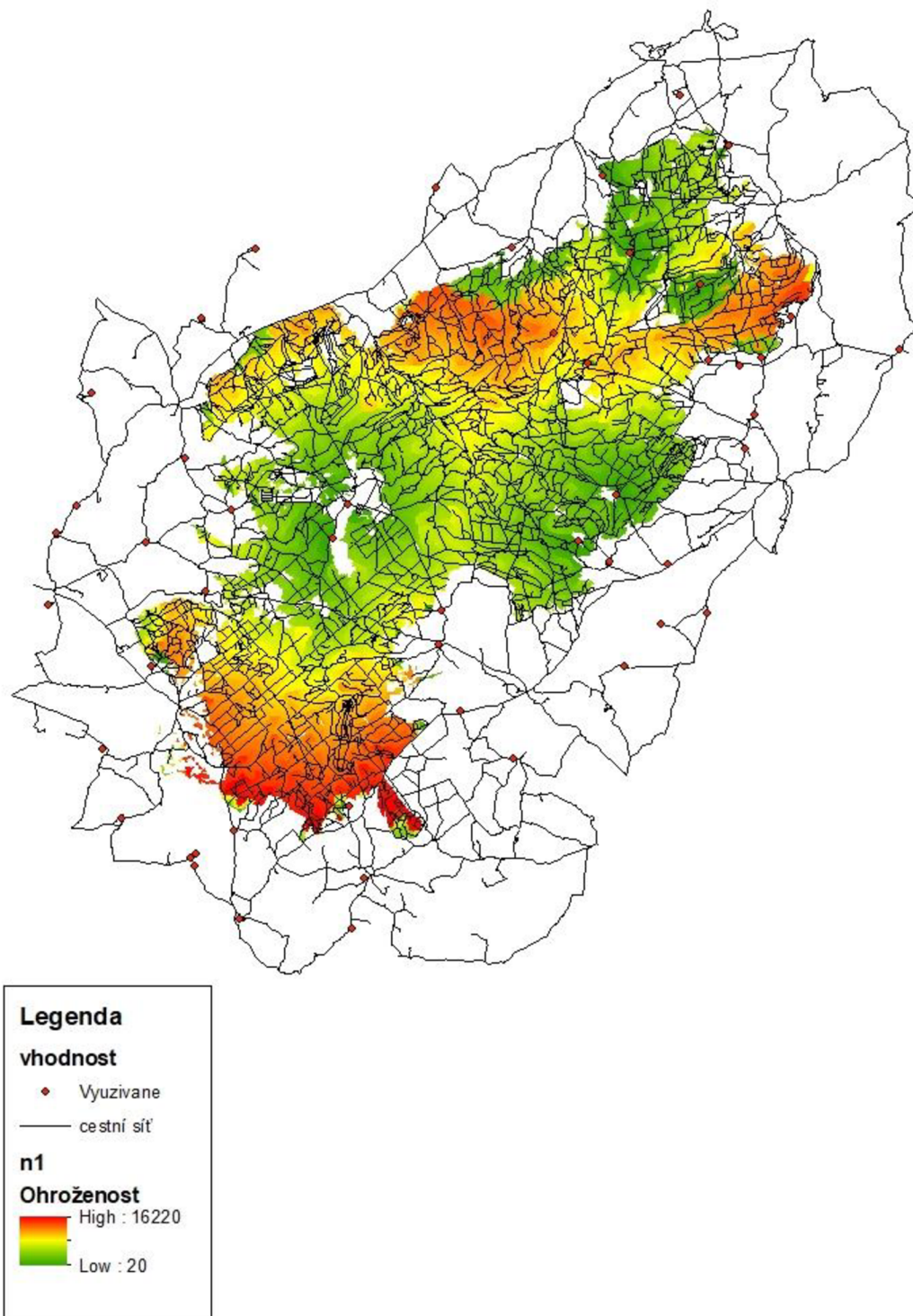
6.2 Vyhodnocení ohroženosti porostů

V případě, že by se využívaly jen nádrže využívané HZS ČR (obr. 12), je patrné na části území CHKO Brdy, že v jižní části a severnější části sledované oblasti se nacházejí lokality, kde je zhoršená dostupnost hasební vody, i když cestní síť je dostatečná. Především v jižní části studovaného území neleží žádný velký zdroj vody v lesích, který by zajistil dostatek vody pro hašení požáru.

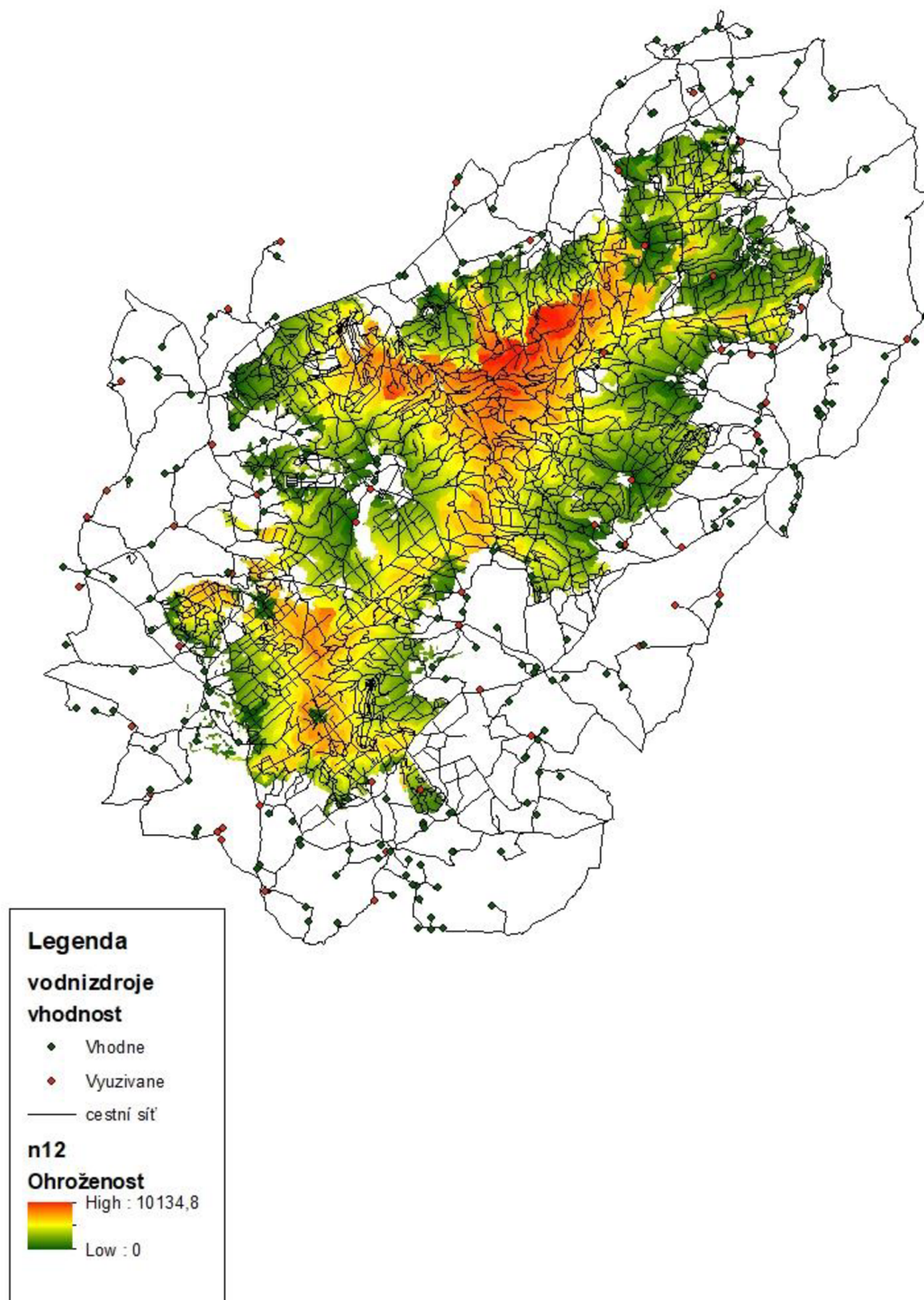
Zatímco když se přidají i vhodné nádrže k využívaným (obr. 13), lze vidět výraznější zlepšení, a tím i snížení ohroženosti lesů v jižní části Brd. Jediná část území, která má horší dostupnost vody, je v severní části. Jedná se o území v okolí dopadové plochy Jordán.

Po zahrnutí k využívaným a vhodným nádržím potenciálně vhodné nádrže, které se nacházejí i uvnitř CHKO, ohroženost v severní části Brd se nemění (obr. 14).

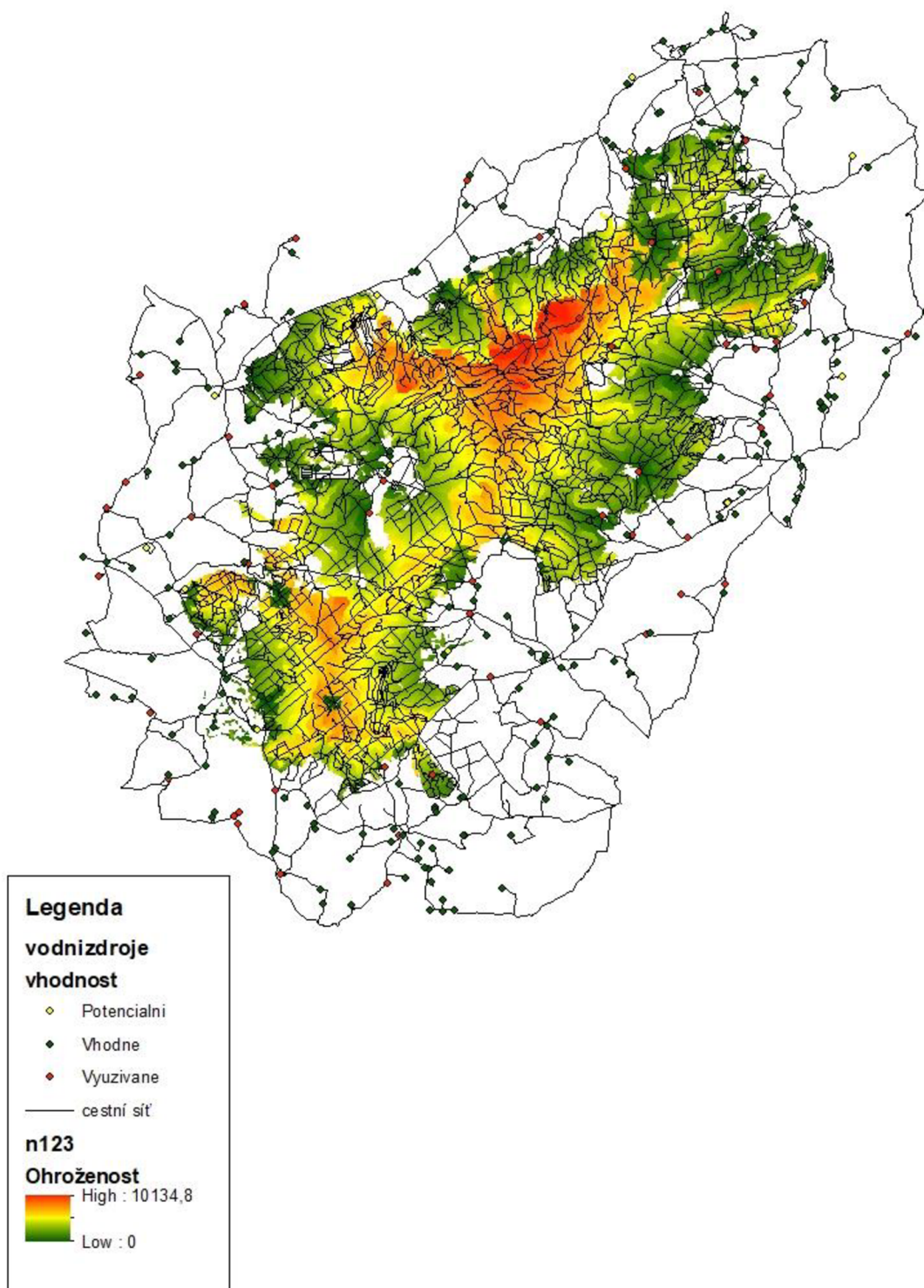
Obr. 12 Pokrytí studovaného území Brdy hasební vodou při využití nádrží využívaných HZS ČR



Obr. 13 Pokrytí studovaného území Brdy hasební vodou při využití nádrží využívaných HZS ČR a vhodných



Obr. 14 Pokrytí studovaného území Brdy hasební vodou při využití nádrží využívaných HZS ČR, vhodných a potenciálně vhodných



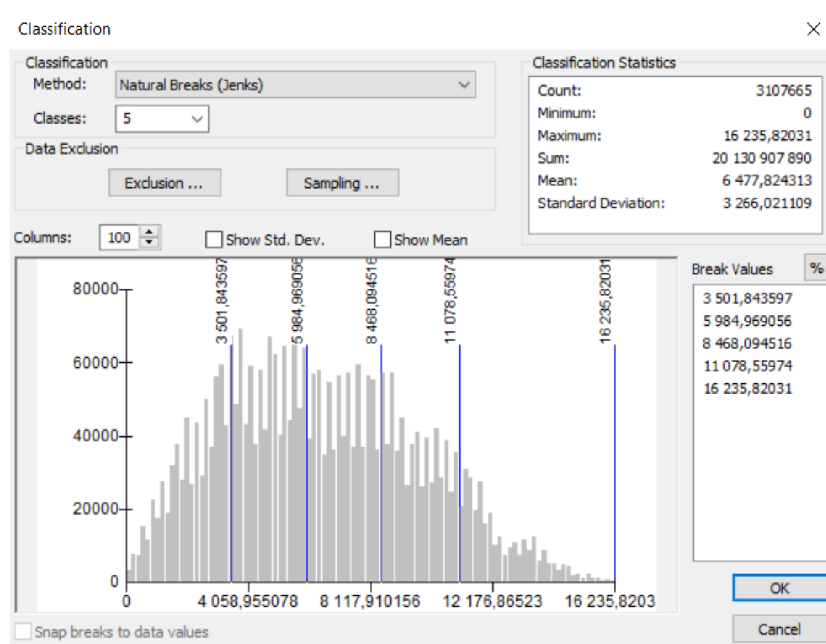
6.3 Výpočet nejkratších vzdáleností k vodním nádržím

Vzdálenosti vodních zdrojů od lesních porostů jen u využívaných nádrží se v průměru pohybují okolo 6 478 m a jejich maximální vzdálenost je 16 236 m (obr. 15).

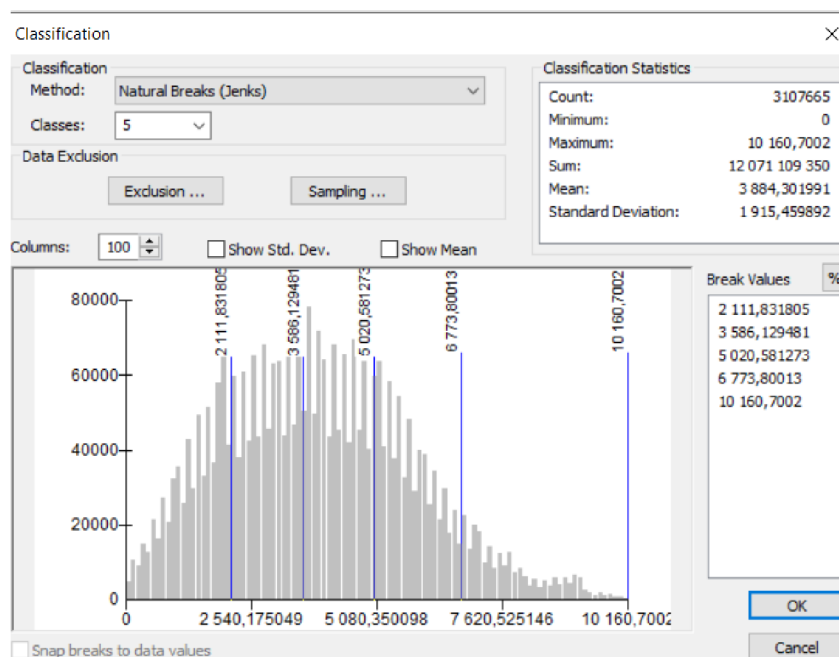
Z uvedeného grafu je patrné, že když se přidají k využívaným nádržím vhodné nádrže, sniží se vzdálenost vodních zdrojů od lesních porostů na průměrnou vzdálenost 3 884 m a maximální vzdálenost se také sniží na 10 161 m (obr. 16).

U vzdáleností vodních zdrojů od lesních porostů, kdy se uvažují nádrže využívané, vhodné a potenciálně vhodné, není rozdíl, protože potenciální nádrže tvoří velký počet. Průměrná vzdálenost je proto 3 884 m a maximální vzdálenost je 10 161 m (obr. 17).

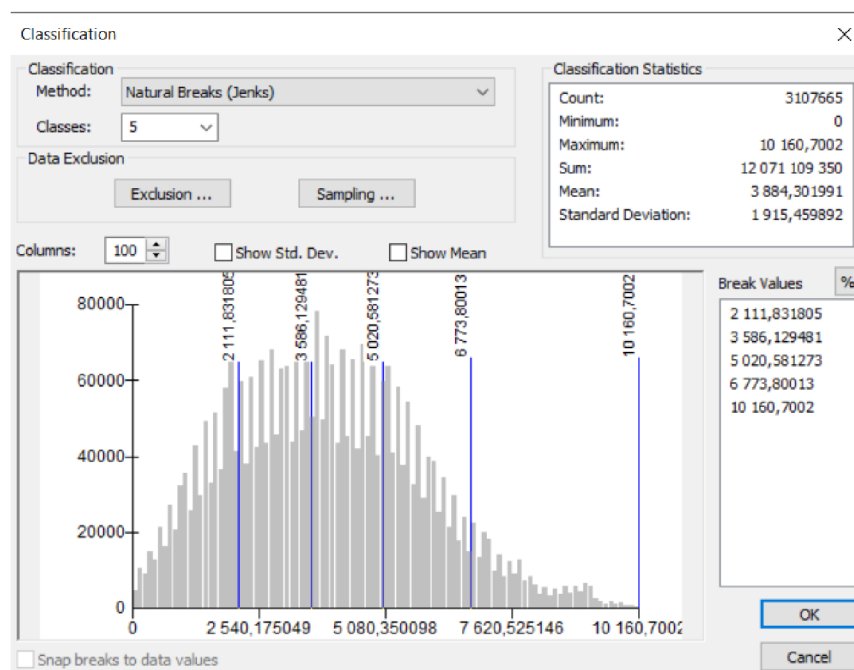
Obr. 15 Vzdálenost vodních zdrojů od lesních porostů na území Brd při využití nádrží využívaných HZS ČR (na ose x jsou zobrazeny vzdálenosti, na ose y četnosti)



Obr. 16 Vzdálenost vodních zdrojů od lesních porostů na území Brd při využití nádrží využívaných HZS ČR a vhodných (na ose x jsou zobrazeny vzdálenosti, na ose y četnosti)



Obr. 17 Vzdálenost vodních zdrojů od lesních porostů na území Brd při využití nádrží využívaných HZS ČR, vhodných a potenciálně vhodných (na ose x jsou zobrazeny vzdálenosti, na ose y četnosti)



7 Diskuze

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit dostupnost vody k hasebnímu účelům a využitelnost cestní sítě. Následně bylo důležité tyto informace porovnat se vzdáleností lesních porostů a konkrétních nádrží. Z výsledků vyplývá, že na většině studovaného území je dostatek vody k hašení. Ovšem vyskytuje se zde i oblast, která i v případě využití vhodných nádrží je nadále ve větším ohrožení. Na druhou stranu v CHKO Brdy zatím nikdy nevznikl rozsáhlý požár a vždy, pokud vznikl požár na dopadových plochách, byl včas uhašen. Dalo by se tak říct, že vody byl vždy dostatek.

Kromě nádrží ve studované oblasti byly zařazeny i nádrže, které se nacházejí v pětakilometrovém okruhu od hranice CHKO Brdy. Okruh pěti kilometrů je nově přidán oproti původnímu modelu (Holuša et al. 2021), a tím je analýza dostupnosti vodních zdrojů vylepšena, je komplexnější a odpovídá realitě. V dřívější práci, která se zabývala lesy na Rakovnicku, Liberecku a Černokostecku tato okolní oblast nebyla ještě uvažována (Holuša et al. 2021). Zahnutí pětakilometrového okruhu vně CHKO Brdy je z toho důvodu, že se v tomto rozšířeném pásmu mohou nacházet velké nádrže, které by byly následně využity k hašení lesního požáru. Jako příklad lze uvést vodní nádrž Záskalská, která se nachází těsně u hranice CHKO a byla by využita například k leteckému hašení pomocí vrtulníku se závěsným vakem.

Důležitou součástí preventivních opatření je udržovat kvalitní cestní síť. V současné době je hustota lesní cestní sítě (1L + 2L) v České republice nízká (cca 16 m/ha) (Holuša et al. 2021). V porovnání se Slovenskem je sice vyšší, ale nižší než například ve Švýcarsku (26,2 m/ha) nebo Rakousku (35,4 m/ha). Významně vyšší hustotu lesní dopravní sítě vykazuje Německo. Síť lesních cest (1L + 2L) v CHKO Brdy se podle ÚHUL pohybuje do 70 % požadovaných hodnot hustoty cest (Bystrický, Sirota 2013). V případě hašení lesního požáru v této lokalitě bude nutno využít i cesty 3L, případně 4L.

Plánované dělostřelecké střelby jsou prováděny za přítomnosti Vojenské hasičské jednotky 13. dělostřeleckého pluku Jince, která zajistí prvotní hašení (VHJ

2021). Vzhledem k tomu, že hlavním iniciátorem vzniku požáru je člověk, jak uvádí Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR v roce 2021 (2022), narůstající turismus představuje hrozbu, která může vést k vyššímu počtu požárů. Počet a délka značených turistických tras se zvyšuje (VLS 2023). Cyklotrasy začínají ve větší míře využívat cyklisté na elektrokolech, a tím se do dříve těžko přístupných lokalit, z hlediska vzdálenosti od okraje CHKO, dostává stále větší počet turistů. Brdy jsou také vyhlášenou houbařskou, borůvkářskou a brusinkovou oblastí. Rozdělávání ohňů v lese i v suchém letním období, odhazování skleněných lahví a nedopalků cigaret zvyšuje riziko vzniku lesních požárů.

K tomu všemu předpokládané globální oteplování uvedené riziko ještě zvyšuje, protože potenciální palivo vysušuje (Matthews 2013; Keane 2015). Bohužel i tato oblast je zasažena významným biotickým škodlivým činitelem – lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus* (Linnaeus, 1758)). Sucho a kůrovec vedou k navýšení suché biomasy, která tvoří ideální palivo pro požáry (Szczygieł et al. 2016). V neposlední řadě je třeba zmínit málo zpevněných cest v dopadových plochách, i hůře přístupný terén, kdy například při nutnosti hadicového vedení vody při hašení požáru ve studované oblasti v roce 2015 se hadice omotávaly kolem náletů a vysokého vřesu (VHJ 2021). Proto je důležitou součástí preventivních opatření udržovat kvalitní cestní síť k lepší dostupnosti a sjízdnosti lesa hasební technikou.

Místa, která se ukázala nejvíce ohrožena, se nacházejí v severocentrální části území v okolí bývalé dopadové plochy Jordán. Tato plocha je turisticky velmi navštěvovaná a vzhledem k pokryvu dopadové plochy (vřesoviště, hasivka orličí, suchá tráva, borůvčí, brusinka, bříza se snadno zápalným betulinem, v okolí výskytu smrku) je zde i větší možnost vzniku či rozšíření požáru. Navíc v těchto místech šíření požáru pozitivně ovlivňuje také rychlost větru, která se na dopadových plochách celoročně pohybuje kolem 5 m/s (Tuček 2017). I kdyby se zahrnuly potenciálně vhodné nádrže k již využívaným nádržím HZS ČR a vhodným nádržím, nevyřešilo by to ohroženost severocentrální části území, neboť objemy potenciálních nádrží nejsou příliš velké.

Ke snížení ohroženosti tohoto území se dají vytvořit, nebo obnovit protipožární pásy bez vegetace nebo využít listnatých protipožárních pásů z těžkozápálních a těžkohořlavých dřevin (lípa, olše osika, vrba) (Szczygiel et al. 2020).

Na druhou stranu, kromě běžně vybavených stanic HZS, lze ke zdolávání lesního požáru v lokalitě CHKO Brdy využít Pohotovostní jednotku II. pro dislokaci Zbiroh Záchraného útvaru HZS ČR, která disponuje dvěma zodolněnými (před požáry či výbuchy) cisternovými stříkačkami – průzkumnou či velitelskou stříkačkou Triton (nádrž 2 000 litrů vody) a stříkačkou Titan (nádrž 12 000 litrů vody) (HZS ČR ©2023 b).

Vylepšení techniky a prostředků HZS v brdské lokalitě je otázkou financí. Na trhu je několik vozidel – lesní speciál Renault Camiva (nádrž 4 000 litrů vody), CAS 20 Tatra v provedení pro lesní požáry (nádrž 4 000 litrů), přepravní pásové vozidlo PV-Hägglunds (v přední a zadní části dokáže přepravit až 18 osob), velkokapacitní čerpadlo Somati, spolu s nimi terénní čtyřkolka Arctic Cat (HZS ČR ©2022 b), která je nasazována u větších lesních požárů. K monitoringu skrytých ohnisek požáru by se dal pořídit speciální dron s termovizí (HZS ČR ©2022 b).

S ohledem na malé objemy vodních nádrží potenciálně využitelných by se dostupnost a využitelnost vodních zdrojů v ohrožené lokalitě nezlepšila. Dalším preventivním prvkem by proto byla pouze výstavba nových požárních nádrží k snížení ohroženosti tohoto území. Přicházely by v úvahu vodní nádrže například na Červeném nebo Mourovém potoku. K tomu by byly nutné finanční zdroje a vyjádření zástupců AOPK ČR a VLS. Z dlouhodobého hlediska je využití vodotečí a přehrážek pro zajištění požární vody tím nejlepším řešením.

Vhodné je také zapojit do prevence požáru lesní správce. Je žádoucí dlouhodobě udržovat nádrže, které jsou již využívané HZS ČR. Také je důležité jejich stav aktualizovat. Například nedaleko obce Skořice u bývalé dopadové plochy Kolvín je nádrž zcela prázdná a zarostlá (viz fotografie č. 4 v příloze č. 1).

V případě, že by došlo k rozsáhlému požáru jako například v loňském roce v Národním parku České Švýcarsko, bylo by nutné využít i jiné způsoby přepravy vody. Kromě kyvadlové dopravy vody lze využít i hadicové vedení, případně

leteckou hasičskou službu (Pecl et al. 2021). Určitě by byla vhodná i pomoc ze zahraničí, kde v určitých oblastech mají velké zkušenosti s hašením požárů ve špatně přístupných terénech.

Jestliže se sečte objem vody v Hořejším a Dolejším Padrtském rybníku, vodních nádržích Láz, Pílská a Zásalská, teoreticky by jejich souhrnný objem měl stačit na hašení rozsáhlého požáru. Limitem ovšem zůstává cestní síť, o které se v této hypotéze neuvažuje.

Průměrná vzdálenost vodních zdrojů od lesního komplexu se při současném využívání vodních nádrží pohybuje okolo 6,5 km. Maximální vzdálenost nádrže od lesních porostů je cca 16,2 km. V případě zařazení vhodných zdrojů požární vody do databáze vodních nádrží využitelných pro hašení se průměrná vzdálenost sníží na cca 3,9 km s největší vzdáleností 10,2 km. S rostoucím počtem využitelných nádrží se zkracuje vzdálenost od vodního zdroje k případnému požářišti. Přidáním potenciálních zdrojů požární vody zůstane průměrná vzdálenost cca 3,9 km a maximální vzdálenost 10,2 km, neboť počet a objem těchto nádrží je malý.

Zkrácení vzdálenosti má pozitivní vliv na množství času potřebného pro pohyb vozidel při dopravě vody mezi nádrží a požářištěm, a také v úspoře množství techniky potřebné k zajištění této neustálé dodávky hasební vody (Holuša et al. 2021).

Pokud se uvažuje 51 nádrží využívaných HZS ČR ve sledovaném území, připadne na jedno odběrné místo vody v průměru 676,47 ha plochy CHKO Brdy. V porovnání s Polskem, kde na každých 3 000 ha lesa musí být alespoň jedno odběrné místo vody (Szczygiel et al. 2020), výsledek vychází příznivě. V případě zařazení vhodných zdrojů požární vody do databáze se průměrná plocha lesa sníží téměř pětinasobně na 137,45 ha. Přidáním potenciálních nádrží se průměrná plocha lesa sníží nepatrně na 128,73 ha.

8 Závěr

Cílem práce bylo zjistit vzdálenosti vodních zdrojů od lesních porostů a zároveň jejich objemy, které lze využít. Byla hodnocena i dostupnost cestní sítě využitelné pro dopravu hasební vody k požáru. Zjistilo se, že v případě využití nádrží využívaných a vhodných, lze toto území označit za území dostatečně pokryté hasební vodou. Kromě části území, ve kterém se nenachází žádná větší nádrž, i když cestní síť je zde dostatečná.

Je však třeba říci, že je nutné dbát na to, aby všechny využitelné vodní zdroje byly zároveň v databázích HZS a aby u těchto vodních zdrojů byla pravidelně kontrolována jejich okamžitá využitelnost. Čím je více zdrojů požární vody, tím je menší potřeba prostředků na dálkovou dopravu vody, což se v konečném důsledku může projevit například na možnosti nasazení většího množství hasičů do požárního útoku.

Při zjišťování vhodnosti a objíždění jednotlivých nádrží lze konstatovat, že není příliš časově náročné. Celková rekognoskace všech nádrží, tím pádem i nevhodných, trvala 14 dnů. Proto lze mapování vodních zdrojů doporučit veškerým vlastníkům lesního majetku, aby se zlepšila požární ochrana v České republice.

Nejvíce ohrožené prostory v CHKO Brdy jsou kvůli dělostřeleckému cvičení Armády ČR na dopadové ploše Brda. Okolí dopadové plochy je dobře zásobeno vodou a nebezpečí vzniku rozsáhlého požáru šířícího se do okolí je nízké.

Kruciálním okamžikem hašení požárů je včasná detekce vzniku. V období vysokého nebezpečí vzniku požárů je vhodné zvýšit intenzitu protipožárních hlídek, eventuálně využívat dronů, protože letecká hlídková činnost byla od roku 2017 zrušena.

9 Literatura

- BENTZ, B.J., RÉGNIÈRE, J., FETTIG, C.J., HANSEN, E.M., HAYES, J.L., HICKE, J.A., SEYBOLD, S.J. 2010. Climate change and bark beetles of the western United States and Canada: direct and indirect effects. *Bioscience* 60, 602-613. doi:10.1525/BIO.2010.60.8.6
- BERČÁK, R., HOLUŠA, J., LUKÁŠOVÁ, K., HANUŠKA, Z., AGH, P., VANĚK, J., CHROMEK, I. 2018. Lesní požáry v České republice – Charakteristika, prevence a hašení. *Zprávy lesnického výzkumu*, 63(3), 184-194.
- BYRAM, G.M. Combustion of forest fuels. In *Forest Fire: Control and Use*; Davis, K.P., Ed.; McGraw Hill Book Company Inc.: New York, NY, USA, 1959; pp. 61-89.
- BYSTRICKÝ, R., SIROTA, I. 2013. Lesní dopravní síť v ČR, stav a budoucnost. [Forest roads in the Czech Republic, state and future]. *Lesnická práce* 92, 17-19.
- CÍLEK, V. (ed.). *Střední Brdy*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2005. ISBN 80-7084-266-0.
- ČEŠLJAR, G., STEVOVIĆ, S. 2015. Small reservoirs and their sustainable role in fires protection of forest resources, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 47: 496-503. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.071>
- DE RIGO, D., LIBERTÀ, G., HOUSTON DURRANT, T., ARTÉS VIVANCOS, T., SAN-MIGUEL-AYANZ, J. 2017. *Forest fire danger extremes in Europe under climate change: variability and uncertainty*. (Publications Office of the European Union: Luxembourg).
- FERRIER, S. Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: Where to from here? *Syst. Biol.* 2002, 51, 331-363. [CrossRef] [PubMed]
- FULLER, M. *Forest Fires: An Introduction to Wildland Fire Behaviour, Management, Firefighting and Prevention*; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA, 1991.
- HOLUŠA, J., BERČÁK, R., LUKÁŠOVÁ, K., HANUŠKA, Z., AGH, P., VANĚK, J., KULA, E., CHROMEK, I. 2018. Lesní požáry v České republice – definice a rozdělení: review. *Zprávy lesnického výzkumu*, 63: 102-111.
- HOLUŠA, J., KOREŇ, M., BERČÁK, R., RESNEROVÁ, K., TROMBIK, J., VANĚK, J., CHROMEK, I. 2021. A simple model indicates that there are sufficient water supply points for fighting forest fires in the Czech Republic. *International Journal of Wildland Fire*, 30(6), 428-439.

- CHROMEK, I. 2006. *Využitie leteckej techniky pri hasení lesných požiarov*. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene [CD ROM].
- JAISWAL, R. K., MUKHERJEE, S., RAJU, D. K., SAXENA, R. 2002. Forest fire hazard zone mapping from satellite imagery and GIS, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 4: 1-10. [https://doi.org/10.1016/S0303-2434\(02\)00006-5](https://doi.org/10.1016/S0303-2434(02)00006-5)
- JELEN, J. *Požáry a požární ochrana v centrálních Brdech dříve a nyní*. Praha. 2021. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Katedra ochrany lesa a entomologie. Vedoucí práce Petr Šrůtka.
- KEANE, R.E. *Wildland Fuel Fundamentals and Applications*; Springer: New York, NY, USA, 2015; p. 183.
- KRAKOVSKÝ, A. 2004. *Lesné požiare*. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 78 s.
- KUNT, A., 1967: *Lesní požáry*. Praha: Československý svaz Požární ochrany, Svazek 28
- KOLEKTIV AUTORŮ. *Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu* [online], Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky. 2017. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/bojovy-rad-jednotek-pozarni-ochrany-v-dokumentech-491249.aspx>
- KOLEKTIV AUTORŮ. *Jaké faktory ovlivnily vznik a šíření požáru v NP České Švýcarsko?* Ministerstvo životního prostředí. 2022. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20220106-Vedci-zmapovali-pozar-v-Ceskem-Svycarsku-Majitele-lesu-se-z-nej-musi-ponaucit-Pro-prirodu-ale-znamena-probihajici-obnova-velkou-sanci/\\$FILE/Studie_faktoru_pozaru_Narodni_park_Ceske_Svycarsko.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20220106-Vedci-zmapovali-pozar-v-Ceskem-Svycarsku-Majitele-lesu-se-z-nej-musi-ponaucit-Pro-prirodu-ale-znamena-probihajici-obnova-velkou-sanci/$FILE/Studie_faktoru_pozaru_Narodni_park_Ceske_Svycarsko.pdf)
- KOLEKTIV AUTORŮ. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021*. Ministerstvo zemědělství, Praha, 2022 140 s. ISBN 978-80-7434-669-9
- KOREŇ, M., HOLUŠA, J., RESNEROVÁ, K., TROMBIK, J., BERČÁK, R. 2019. *WSDistance: Program pro výpočet dostupností vodních zdrojů k hašení lesních požárů*. Uživatelský manuál. 14 s.
- MAJLINGOVÁ, A., SEDLIAK, M., SMREČEK, R. 2018. Spatial distribution of surface forest fuel in the Slovak Republic, *Journal of Maps*, 14:2, 368-372, DOI: 10.1080/17445647.2018.1480973
- MAŘÁKOVÁ, M. 2012. Jak se vypořádáme s následky velkého požáru lesa na lokalitě Moravská Sahara u Bzence. *Lesu zdar*, 11-12: 10-21.

- MATTHEWS, S. Dead fuel moisture research: 1991-2012. *Int. J. Wildland Fire* 2013, 23, 78-92. [CrossRef]
- PECL, J., BERČÁK, R., VANĚK, J. 2021. *Hašení požárů v přírodním prostředí*. Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství Hasičského a záchranného sboru České republiky. Praha. ISBN 978-80-7616-098-9
- ROTHERMEL, R.C. *A Mathematical Model for Predicting Fire Spread in Wildland Fuels*; Forest Service, U.S. Department of Agriculture: Ogden, UT, USA, 1972.
- ROY, P.S. 2003. Forest fire and degradation assessment using satellite remote sensing and Geographic Information System. In: Sivakumar, M.V.K. (ed.): *Satellite remote sensing and GIS applications in agricultural meteorology*. Proceedings of a training workshop. Indie, Dehra Dun, 7-11 July 2003. Geneva, World Meteorological Organisation: 361-400.
- SAN-MIGUEL-AYANZ, J., DURRANT, T., BOCA, R., LIBERTA, G., BRANCO, A., DE RIGO, D., FERRARI, D., MAIANTI, P., ARTES VIVANCOS, T., PFEIFFER, H., LOFFLER, P., NUIJTEN, D., LERAY, T., JACOME Felix Oom D. 2019. *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2018*. EUR 29856 EN (Publications Office of the European Union: Luxembourg)
- SEDLIAK, M., MAJLINGOVÁ, A. 2014. *Surface forest fuel spatial and volume distribution – case study from Slovakia*. SGEM2014 Conference Proceedings, June 19-25, 2014, Book 3, Vol. 2, pp. 447-454. doi:10.5593/SGEM2014/B32/S14.060
- SYPHARD, A. D., RADELO, V. C., KEELEY, J. E., HAWBAKER, T. J., CLAYTON, M. K., STEWART, S. I., HAMMER, R. B. HUMAN INFLUENCE ON CALIFORNIA FIRE REGIMES. *Ecol. Appl.* 2007, 17, 1388-1402.
- SZCZYGIEL, R., KWIATKOWSKI, M., KOŁAKOWSKI, B. 2016. Zagrożenie pożarowe Puszczy Białowieskiej (Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza). 2016, 43, 143-160
- SZCZYGIEL, R., KWIATKOWSKI, M., PIWNICKI, J., KOŁAKOWSKI, B. 2020. Instrukcja ochrony przeciwpożarowej lasu (Centrum Informacyjne Lasów Państwowych: Warszawa).
- THOMAS, E.A., MCALPINE R.S. 2010. *Fire in the forest*. New York, Cambridge University Press: 225 s.
- THOMAS, P.B.; WATSON, P.J.; BRADSTOCK, R.A.; PENMAN, T.D.; PRICE, O.F. Modelling surface fine fuel dynamics across climate gradients in eucalypt forests of south-eastern Australia. *Ecography* 2014, 37, 827-837. [CrossRef]

- TUČEK, J., MAJLINGOVÁ, A. 2009. Forest Fire Vulnerability Analysis. In: Strelcova K. et al. (Eds.) *Bioclimatology and Natural Hazards*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8876-6_19
- TUČEK, J. *Zabezpečení požární ochrany Chráněná krajinná oblast Brdy*, operativně taktická studie, verze 10/2017. 32 s.
- XIAO, J., ZHUANG, Q. 2007. Drought effects on large fire activity in Canadian and Alaskan forests. *Environmental Research Letters* 2, 044003. doi:10.1088/1748-9326/2/4/044003
- ČESKOSLOVENSKO. Zákon č. 133 ze dne 17. prosince 1985 České národní rady o požární ochraně ve znění pozdějších změn a novelizací (požární zákon). In: *Sbírka zákonů*. 1985, částka 34.
- ČESKO. Zákon č. 114 ze dne 19. února 1992 České národní rady o ochraně přírody a krajiny (zákon o ochraně přírody). In: *Sbírka zákonů*. 1992, částka 28.
- ČESKO. Zákon č. 289 ze dne 3. listopadu 1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In: *Sbírka zákonů*. 1995, částka 76.
- ČESKO. Vyhláška č. 298 ze dne 11. prosince 2018 o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. In: *Sbírka zákonů*. 2018, částka 149.
- ČSN 75 2411. 2021. *Zdroje požární vody*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 20 s.
- AOPK 2016. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/chranena-krajinna-oblast-brdy/>
- Hasičský záchranný sbor České republiky 2017. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/metodicke-navody-a-pomucky-problematika-paleniklestu-tezebnich-zbytku-a-kury-v-lesnich-porostech-a-na-lesnich-pozemcich.aspx>
- Hasičský záchranný sbor České republiky 2021. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskeho-zachranneho-sborucr.aspx>
- Hasičský záchranný sbor České republiky 2022 a. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/podekovani-vsem-kdo-se-podileli-na-zasahu-v-np-ceske-svycarsko.aspx>
- Hasičský záchranný sbor České republiky 2022 b. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/hasici-predvedli-na-dnech-nato-techniku-pro-lesni-pozary-a-prevzali-vozidla-od-mv.aspx>
- Hasičský záchranný sbor České republiky 2023 a. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/letecka-hasicska-sluzba.aspx>

Hasičský záchranný sbor České republiky 2023 b. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/technika-a-prostredky-zachranneho-utvaru-hzs-cr-847147.aspx>

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů 2022. Dostupné z: <https://www.uhul.cz/nase-cinnost/prirodni-lesni-oblast-c-7-brdska-vrchovina/>

Vojenské lesy a statky ČR, s.p. 2023. Dostupné z: <https://www.vls.cz/cs/divize/divize-horovice#turistika>

HZS Hořovice, náměstí Boženy Němcové 811, 268 01 Hořovice. Interní materiály (záznamy o požárech). 2021.

VHJ Jince, VÚ 7935 Jince - Vojenský újezd Brdy, 262 23 Jince. Interní materiály (záznamy o požárech). 2021.

10 Samostatné přílohy

Příloha č. 1 Fotografie čtyř kategorií vodních zdrojů

Fotografie č. 1 Vodní zdroj využívaný HZS ČR



Název vodního zdroje	Parmova nádržka
GPS souřadnice	49.7336119N; 13.8634500E

Fotografie č. 2 Vodní zdroj vhodný



Název vodního zdroje	vodní nádrž Obecnice
GPS souřadnice	49.7164692N; 13.9259061E

Fotografie č. 3 Vodní zdroj potenciálně vhodný



Název vodního zdroje	Šindelka
GPS souřadnice	49.6672572N; 13.7643519E

Fotografie č. 4 Vodní zdroj nevhodný



Název vodního zdroje	bývalá dopadová plocha Kolvín
GPS souřadnice	49.6705156N; 13.7376439E

Příloha č. 2 Vodní zdroje využívané HZS

Název	Souřadnice		Objem m ³
	X	Y	
Valdecký rybník	49.7667403N	13.8992661E	55 345
	49.5513836N	13.8161661E	1 305
v.n. Láz	49.6596494N	13.8941067E	2 110 000
v.n. Pílská	49.6784747N	13.9111128E	1 870 000
v.n. Velcí	49.7589117N	13.9414853E	48 600
Hořejší padrtský ryb.	49.6476078N	13.7564697E	2 750 000
Dolejší padrtský ryb.	49.6607425N	13.7620167E	1 480 000
p.n. Alianka	49.7243194N	13.8845858E	1 098
Parmova nádržka	49.7336119N	13.8634500E	300
Velká Dražovka	49.8262433N	13.9143542E	43 557
v.n. Zásalská	49.7933336N	13.8778894E	740 000
Heřman	49.7625100N	13.8327447E	54 692
Cheznovice	49.7799906N	13.7854839E	2 688
Hůrky	49.7483317N	13.6897525E	3 010
Pavlovsko	49.7202956N	13.6654186E	8 832
Nevid	49.6874736N	13.6100667E	1 732
Příkosice	49.6686417N	13.6674869E	3 578
Pančava	49.6525633N	13.6977789E	2 596
Lipnice (u nádraží)	49.6456397N	13.6111436E	4 750
Lipnice	49.6346708N	13.6016061E	8 901
Lučičtě	49.6365653N	13.6528864E	1 924
Borovno	49.6220115N	13.6901475E	288
Spálené Poříčí	49.6086661N	13.6032469E	6 272
Mítov	49.5919183N	13.6654008E	3 572
Přešín	49.5593719N	13.6457544E	600
Zahrádka	49.5353039N	13.6616336E	1 656
Dožice	49.5246111N	13.7033419E	1 092
Dožice	49.5220139N	13.7060778E	1 184
Dožice	49.5264250N	13.7057289E	1 000
Radošice	49.5371219N	13.7254186E	608
Mladý Smolinec	49.5054672N	13.7358192E	2 100
Březí	49.5078908N	13.7991400E	5 245
Hvožd'any	49.5268058N	13.8015939E	4 536
zámek Roželov	49.5519828N	13.7873542E	690
Bezděkov p. Třemšínem	49.5778289N	13.8748642E	718
Voltuš	49.5918878N	13.8415719E	837
Věšín	49.6147700N	13.8239961E	2 506
Buková	49.6274308N	13.8225992E	857
Veský rybník	49.6167997N	13.9298325E	1 814
Bacák	49.6341814N	13.9468603E	857
Narysov	49.6403972N	13.9710781E	330
Láz (obec)	49.6538978N	13.9125517E	2 700
Bohutín	49.6561114N	13.9454261E	2 016
Nové Podlesí	49.7020600N	13.9791928E	432
Václav	49.7147614N	13.9817833E	6 791
Malý Drahlín	49.7318464N	13.9520092E	749
Drahlín	49.7317803N	13.9698406E	1 440
Sádek	49.7354025N	13.9811417E	352
Pičín	49.7457467N	14.0577322E	2 236
Dominikální Paseky	49.7518669N	13.9944392E	302
Felbabka	49.8105908N	13.9460964E	1 806

Příloha č. 3 Vodní zdroje vhodné

Název	Souřadnice		Objem m ³
	X	Y	
Černé jezírko	49.8067833N	13.9248336E	2 215
Hejl	49.7992447N	13.9007742E	1 500
	49.6702200N	13.7218058E	990
	49.6622381N	13.7222467E	9 588
Koukalka	49.6145069N	13.7097392E	8 275
Nové Mitrovce	49.5839672N	13.6825211E	8 775
Kolářík	49.5763611N	13.6866756E	103 320
Dožín	49.5705617N	13.6860144E	128 616
Ouličky	49.5576197N	13.6832539E	475 020
Chynín	49.5592858N	13.7077928E	8 060
Velký kotelský rybník	49.5979767N	13.8124806E	297 192
	49.6368881N	13.8616583E	3 036
v.n. Obecnice	49.7164692N	13.9259061E	543 000
Mlýnský rybník	49.7708356N	13.9610386E	110 100
obec Velcí	49.7680811N	13.9639353E	1 710
Pstruhový rybník	49.7636119N	13.9542669E	1 885
Rybníček	49.5719258N	13.7088089E	1 344
	49.5711822N	13.7134256E	8 692
Moricka	49.5737444N	13.7478125E	3 720
Výtažník	49.6638483N	13.7637031E	14 342
Gricák	49.6706997N	13.7641633E	6 534
Ledvinka	49.6725794N	13.7634186E	8 556
Kašparák	49.8151886N	13.9187569E	44 376
Malá Dražovka	49.8282650N	13.9186072E	9 928
Lázeňský rybník	49.8420344N	13.9015844E	44 070
Nohavice	49.8387422N	13.9335981E	21 175
Valcverk	49.8498378N	13.9161464E	39 627
Sklenářka	49.8436397N	13.8886969E	3 385
Velký Krejčárek	49.8163175N	13.8922814E	12 012
Prostřední Krejčárek	49.8168139N	13.8935397E	2 430
Novinský rybník	49.8015275N	13.8898231E	9 072
rybník Žák	49.8254897N	13.8711689E	24 424
Dráteník	49.8014611N	13.8684492E	364 736
Červený rybník	49.8027014N	13.8642822E	110 979
Panenský rybník	49.7650117N	13.8392433E	28 013
Olešná	49.7722525N	13.8087100E	9 455
Žlebecké rybníky	49.7707931N	13.7871247E	34 398
Drátovenský rybník	49.7819200N	13.7867567E	9 676
Nový rybník	49.7551272N	13.8172878E	45 203
Těně	49.7505531N	13.7960808E	2 580
Těně	49.7461117N	13.7934694E	1 232
Tisý	49.7385700N	13.7796875E	84 045
Dvorský rybník	49.7421956N	13.7641028E	25 441
Pod kostelem	49.7418525N	13.7605828E	4 300
Hůrky (uprostřed)	49.7426947N	13.6883761E	9 500
Huťský rybník	49.7198517N	13.6931631E	51 040
Hrádek	49.7164139N	13.6561542E	13 362
Veselá	49.7024700N	13.6305411E	166 725
Dvorský (Lorský) rybník	49.6951031N	13.6731175E	132 840

Cihelský rybník	49.6920272N	13.6750219E	75 480
Dolní rybník	49.6940842N	13.6302353E	38 514
Horní rybník	49.6910097N	13.6311131E	13 910
Horní veselský rybník	49.6951567N	13.6089836E	6 296
Mírošov (Ux)	49.6864503N	13.6513353E	2 837
Hliniště	49.6778756N	13.7167617E	5 508
Myť	49.6765864N	13.6777164E	1 538
Myť	49.6765336N	13.6783339E	536
Horní rybník	49.6729522N	13.6970383E	33 000
Mešenský mlýn	49.6508608N	13.6233292E	3 965
Příkosický rybník	49.6555700N	13.6429233E	69 090
Moulisův rybník	49.6580153N	13.6492417E	3 515
Pančava	49.6536461N	13.6999086E	2 160
Trokavec	49.6464289N	13.7027053E	923
Záluží	49.6279864N	13.6415833E	1 710
Borovno	49.6220042N	13.6876597E	3 276
Hvižďalka	49.6133017N	13.6220206E	264 250
Spálené Poříčí (zámek)	49.6142319N	13.6069478E	10 238
Karáskův mlýn	49.6149925N	13.5926589E	9 085
Hořehledy	49.6080250N	13.6454675E	5 753
Palaska	49.5962628N	13.6489489E	3 029
Struhaře	49.5860242N	13.6010103E	4 388
Nechanice	49.5800342N	13.6410975E	4 028
Pod kostelem	49.5787856N	13.6851392E	6 675
Louňová	49.5630381N	13.6122003E	1 170
Krahulice (Louňová)	49.5632667N	13.6231994E	3 087
Krahulice	49.5643447N	13.6330894E	1 848
Železný Újezd	49.5644122N	13.6752647E	896
	49.5521089N	13.6602344E	704
Čížkov	49.5425094N	13.6822394E	23 212
Zahrádka	49.5367300N	13.6616453E	2 940
Kubovský rybník	49.5253011N	13.6915347E	29 753
Pilský rybník	49.5231131N	13.6909364E	62 123
Radošice	49.5342817N	13.7316128E	8 600
Struhový rybník	49.5145639N	13.7302981E	87 120
Kostelní rybník	49.5133031N	13.7290900E	26 508
Starý Smolinec	49.5327286N	13.7453775E	7 592
Drážský rybník	49.5264069N	13.7509825E	10 449
Konšelský rybník	49.5244131N	13.7516939E	13 440
Metelský rybník	49.5014414N	13.7605097E	1 500 000
Divák	49.4964439N	13.7626167E	389 704
Velký Háj	49.4973561N	13.7798644E	117 493
Melín	49.5151475N	13.7747425E	219 538
Hajnice	49.5109547N	13.8087403E	488 925
Velký Zlatohlav	49.5000403N	13.8260542E	1 012 095
Újezdec	49.4999781N	13.8337778E	3 519
Luh	49.5011369N	13.8406767E	161 700
Honýs	49.5043975N	13.8328875E	296 352
Podtisořský rybník	49.5105339N	13.8247508E	152 594

Prostřední Jamky	49.5159367N	13.8338711E	9 088
Obecnáček	49.5154958N	13.8221275E	6 178
Jordán	49.5159689N	13.8192192E	39 079
Mlýnský tisový rybník	49.5186072N	13.8147858E	37 191
Kočí	49.5236944N	13.8221331E	29 753
Kněžský rybník	49.5248183N	13.8149039E	203 762
Háj	49.5237278N	13.7979503E	72 726
Pacholecký rybník	49.5289806N	13.7980603E	20 010
Hvoždány	49.5268053N	13.8039753E	690
Březinský rybník	49.5251194N	13.7803506E	62 307
Planiny	49.5442997N	13.7755911E	1 782
Roželovský rybník	49.5463119N	13.7971683E	4 590
v Rybníčkách	49.5392636N	13.8202350E	8 288
v Rybníčkách	49.5385775N	13.8206964E	4 342
v Rybníčkách	49.5377247N	13.8216617E	7 700
Raputovský rybník	49.5304550N	13.8401047E	89 231
Leletický rybník	49.5300900N	13.8389956E	8 360
Polívka	49.5120983N	13.8667328E	13 248
Jedelský rybník	49.5327681N	13.8669986E	51 594
Vacíkov	49.5442206N	13.8346117E	4 693
Vacíkov	49.5447197N	13.8361833E	2 205
Volenice	49.5486478N	13.8844064E	1 110
Nouzov	49.5526022N	13.8783964E	95
Vševily (lom)	49.5638772N	13.8947881E	36 480
Vševily	49.5645661N	13.8827361E	456
Bezděkov p. Třemšíne	49.5696456N	13.8733742E	9 870
Bezděkov p. Třemšíne	49.5689319N	13.8732139E	4 366
Bezděkov p. Třemšíne	49.5767531N	13.8791261E	408
Bezděkov p. Třemšíne	49.5804061N	13.8824300E	36 855
Kašparovský rybník	49.5894564N	13.8589853E	23 680
Přední Huť pod Třem	49.5943755N	13.8214136E	599
Obžera	49.6078381N	13.8358203E	263 375
Podzámecký rybník	49.6039519N	13.8636686E	529 023
Jez	49.6015008N	13.8712328E	28 964
Sadoňský rybník	49.6033672N	13.8724808E	42 352
Rožmitál p. Tremšinen	49.5992617N	13.8822461E	3 108
Novodvorský rybník	49.6012972N	13.8897456E	19 314
Uhelnice	49.6163328N	13.8112575E	578
Věšín (koupaliště)	49.6200419N	13.8253928E	4 104
Nový rybník	49.6159686N	13.8464256E	172 550
Horní bukovský rybník	49.6258781N	13.8260344E	17 400
Nepomuk	49.6442528N	13.8380117E	1 120
Malý hoděmyšský ryb	49.6156553N	13.8875975E	20 276
Nesvačily	49.6047392N	13.9126439E	3 625
Namnice	49.6010464N	13.9231056E	1 365
Hořejší rybník	49.6174706N	13.9316972E	6 451
Narysov	49.6371225N	13.9712161E	2 862
Láz (obec)	49.6535339N	13.9100669E	14 159
Bohutín (koupaliště)	49.6608711N	13.9343989E	3 294
Vysokopecký rybník	49.6657225N	13.9625781E	434 340

Vokačovský rybník	49.6672989N	13.9715881E	178 483
Cedník	49.6721397N	13.9667003E	1 073
Luční oko	49.6763936N	13.9734100E	3 618
Orlov	49.6885486N	13.9587406E	483
Fialův rybník	49.6681497N	14.0024133E	89 607
Nový rybník	49.6764303N	14.0056233E	81 054
Čekalíkovský rybník	49.6812294N	14.0076683E	6 696
Hořejší obora	49.6892914N	14.0060761E	34 800
Dolejší obora	49.6918211N	14.0034217E	25 048
Příbram (Podlesí)	49.6906947N	13.9792814E	468
Kášův rybník	49.6963631N	13.9844136E	11 664
Příbram (Podlesí)	49.6993272N	13.9818317E	500
Rezervo	49.7071792N	13.9787933E	39 005
Hlinovka	49.7095922N	13.9436139E	806
Velký Veský rybník	49.7172278N	13.9447403E	9 260
Obecnice	49.7180497N	13.9444997E	4 385
Lhota u Příbramě	49.7128942N	13.9791167E	710
Vrchní Sázka	49.7124394N	14.0136169E	3 730
Spodní Sázka	49.7133017N	14.0147333E	2 236
Trhové Dušníky	49.7144853N	14.0119419E	627
Trhové Dušníky	49.7148086N	14.0122869E	125
Malý Drahlín	49.7309025N	13.9573833E	14 651
Sádek	49.7328144N	13.9808731E	292
Spálený rybník	49.7175869N	14.0202200E	12 700
Trhové Dušníky	49.7177167N	14.0163817E	2 128
Kardavec	49.7310342N	14.0186633E	1 357
Žírovy	49.7286622N	14.0487061E	336
Pičín	49.7380597N	14.0462664E	13 992
Antonín	49.7452053N	14.0623464E	77 190
Bratkovice	49.7381853N	14.0099114E	1 210
Bratkovice	49.7408122N	13.9989361E	945
Jesenice	49.7396744N	14.0162492E	6 739
Buková u Příbramě	49.7550750N	14.0674017E	759
Bílá Huť (rybník)	49.7662681N	14.0071800E	27 594
Kopáčovský rybník	49.7818942N	13.9905950E	75 799
Nový rybník	49.7838261N	13.9817394E	24 369
Pecovák	49.7878069N	13.9807778E	41 510
Běštín (koupaliště)	49.8069017N	14.0202933E	2 800
Ohrazenice	49.7846728N	13.9547514E	2 415
Ohrazenice	49.7804433N	13.9458150E	9 801
Křešín	49.7995928N	13.9483714E	1 518
Křešín	49.7996975N	13.9461428E	353
Felbabka	49.8143536N	13.9395550E	787
Brodí	49.8308106N	13.9661658E	22 310
Lhotka	49.8348722N	13.9937992E	3 109
Lhotka	49.8316903N	13.9951944E	143
Obora	49.8430828N	13.9722469E	7 257
Rpety	49.8284022N	13.9413342E	342
Rpety	49.8286631N	13.9375714E	5 366
Rpety	49.8339322N	13.9462939E	34 408
Netolice (Pohodnice)	49.8515264N	13.9414133E	3 339
Tihava	49.8520369N	13.9237639E	1 163

Příloha č. 4 Vodní zdroje potenciálně vhodné

Název	Souřadnice		Objem
	X	Y	m3
Kousek splav	49.6084614N	13.6554228E	40 cm
Chynín	49.5591061N	13.7092575E	495
Malý kotelský rybník	49.5996356N	13.8145233E	21 822
Drahota	49.5772856N	13.7022750E	57 112
Šindelka	49.6672572N	13.7643519E	14 625
Bor	49.6876753N	13.8543853E	2 220
Skelná huť	49.6696581N	13.8792736E	655
u pneuservisu	49.8283108N	13.8740883E	11 160
Mrtník - zemědělec	49.7997975N	13.8785092E	1 330
Strašice ryb.	49.7310769N	13.7422256E	24 675
Mirošov (školní)	49.6836439N	13.6557481E	1 008
Těnovice	49.6218672N	13.6286547E	6 396
Želví rybník	49.6714303N	13.9653822E	3 339
Prostřední rybník	49.6716653N	13.9661136E	759
Kardavec (Nový Svět)	49.7258586N	14.0225792E	5 304
Bezdědičky	49.8106039N	14.0103556E	468
Křešín	49.8008308N	13.9495883E	1 044