Chránené územia SLOVENSKA 97

2021

ŠTÁTNA OCHRANA PRÍRODY SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Časopis Štátnej ochrany prírody Slovenskej republiky

Obsah

Prehľad vývoja stavu právnej ochrany chránených území národnej sústavy v roku 2021
(B. Faško) 2

Prehodnocovanie národnej sústavy chránených stromov
(M. Krištof) 5

Krasové pramene – zabudnuté a ohrozené hotspoty biodiverzity
(J. Cíbik, T. Derka) 8

Nálezy vzácnej huby *Climacodon pulcherrimus* (zubček teplomilný) v CHKO Malé Karpaty
(M. Jurča) 13

Pyštek alpínsky (*Linaria alpina* L.) – významný druh vegetácie na území TANAP-u
(B. Sedláková) 16

Flóra podhorodského hradného vrchu
(M. Danilák) 18

Pijavica *Hirudo verbana* – potenciálny inváznydruh v našich vodách
(J. Májsky) 21

Monitorovali sme Hrušovskú zdrž počas mimoriadnej manipulácie s vodnou hladinou
(J. Hajdú, I. Havranová) 25

Výsledky monitoringu plazov v roku 2021
(I. Havranová) 30

Úbytok populácie belorítky obyčajnej (*Delichon urbicum*) v Košiciach v rokoch 1983 – 2016 a jeho možné príčiny
(S. Pačenovský) 33

K akčnému plánu eradikácie nutrie riečnej
(D. Valachovič, M. Mráz) 43

Zásahový tím pre medveďa hnedého v roku 2021
(J. Slašťan) 53

45. výročie vyhlásenia prírodnej rezervácie Svetlianska cerina
(L. Papáčová, M. Péliová, V. Rízová) 58

Územia európskeho významu vo vojenskom výcvikovom priestore Záhorie
(M. Mráz) 60

Autorizácia primeraného hodnotenia vplyvov na územia sústavy Natura 2000
(R. Žiačiková, A. Saxa) 65

Environmentálna výchova v čase pandémie COVID 19, alebo všetko zlé je na niečo dobré
(A. Badurová) 66

Predstavujeme náučný chodník Plavecký kras
(A. Lačný) 68

Po náučnom chodníku Ruské
(I. Buraľová) 74

Interpretačné hodnotenie náučného chodníka Diery v Národnom parku Malá Fatra
(A. Badurová) 76

Návštevnosť v NP Slovenský raj za roky 2017 – 2021
(K. Škorvánková) 80

Otvorenie zelenej strechy v areáli SEV Prvosienka Správy NP Slovenský raj
(M. Pisarčík, Š. Bryndzová, T. Dražil) 81

Tipy na výlet v Slovenskom krase
(J. Kilík, A. Balážová) 84

Varín a okolie. Z každého rožku trošku alebo každý si príde na svoje
(A. Badurová) 86

Svetový kongres IUCN o ochrane prírody 2020
(J. Kadlečík, A. Lešová) 89

Medzinárodná konferencia o chránených územiach Karpát
(J. Kadlečík, Z. Okániková, R. Považan) 93

UNESCO Program MAB – 50. výročie jeho vzniku
(V. Fabriciusová, L. Miňová) 97

Spomienka na Asociáciu karpatských národných parkov
(J. Burkovský) 105

Místo vody v krajině máme suché lesy. Inovativní metoda „jáma-hráz-jáma“
(M. Kubín, O. Vala, Š. Vaľo) 107

Porada anorganikov trochu inak
(N. Kušniráková) 115

SVS 2021 – do tretice všetko dobré!
(D. Šácha) 117

XXVI. ročník Stretnutia seniorov ochrany prírody Slovenska
(J. Burkovský) 119

Ochrana a rozvoj riečnych biotopov v Alpsko-karpatskom koridore
(D. Valachovič) 120

Projekt Ecoregion SK-AT – realizácia aktivít pokračuje aj v roku 2021
(B. Slováková) 127

Potenciál rozvoja biosférických rezervácií na Slovensku v nadväznosti na realizáciu projektu Implementácia Agendy 2030 prostredníctvom biosférických rezervácií
(M. Mrázová, Z. Guziová) 129

V hre je naša budúcnosť. Zastavme zmenu klímy!
(A. Kušíková) 131

- *Predná strana obálky: NPP Vodopád Bystrého potoka,* foto: M. Turayová

Místo vody v krajině máme suché lesy
Inovativní metoda „jáma-hráz-jáma“

Les je úžasné místo. Chodíme do něj na houby, na výlety nebo za prací. Když les postihne kalamita v podobě přemnoženého kůrovce, orkánu nebo požáru, jsme z této situace nešťastni. Naše oblíbená místa na dobro zanikla a zůstaly nám po nich jen vzpomínky. Po každé pohromě stojíme před zásadní otázkou, co s kalamitní plochou udělat? Buď ji necháme přírodě, ať si s ní poradí sama nebo na holiny pošleme pily a harvestory. V takovém případě dochází ve většině případů k vytváření nové šedé sítě lesních cest a přibližovacích linek, které nenápadně ale systematicky odvádějí z krajiny naše největší bohatství: VODU. Tento článek je zaměřen na popis inovativní metody obnovující vsakovací schopnost utužených půd, které byly na dlouhou dobu poškozeny pojezdy těžkých mechanizmů při zpracování dřeva.

Úvod

Les byl po většinu historie lidstva vnímán jako nenahraditelný zdroj materiálu pro ekonomický vývoj moderní společnosti člověka [1]. Až teprve v posledním století byly zkoumány i mimoprodukční funkce lesa ve formě ekosystémových služeb [2]. Pravděpodobně nejzásadnější pro většinu lidí je jejich rekreační funkce [3], která se ukázala být zvláště důležitá během koronavirové pandemie [4]. Neméně opomíjenou službou stromů a lesa jsou například zdravotní benefity coby „lapače“ škodlivých emisí [5]. Už méně známý je vliv lesa na hydrologický cyklus skrze zvyšování oblačnosti [6] nebo snižování odtoku vody do řek [7]. Příkladů pozitivního působení lesa na množství a kvality vody v krajině [8, 9] však nalezneme v literatuře celou řadu. Odborné studie nám kromě těchto dobrých zpráv přináší i ty nepříliš příjemné. Při nesprávném a nešetrném využívání lesů můžeme lehce o mnohé pozitivní benefity přijít a co více, můžeme i vzniklé negativní procesy prohloubit.

Zhutněná půda: neviditelný nepřítel

V posledních dekádách se v rámci intenzifikace lesnického manažmentu exponenciálně zvýšilo množství používané těžké techniky jako nástroje k efektivnějšímu hospodaření v lesích. Vliv těžké techniky na půdu je dobře popsaným jevem zejména v prostředí zemědělských pozemků. Tento fenoménu se bohužel nevyhýbá ani lesním pozemkům. Lesní půdy jsou vysoce náchylné ke zhutnění [10]. Vlivem pojezdu těžebních strojů na lesní přibližovací linky dochází ke stlačení půdy [11, 12]. Zhutnění půdy je doprovázeno narušením či zcela zaniknutím půdních cestiček – pórů a zánikem jejich kontinuity (návaznosti) [13]. V nenarušeném prostředí mají póry důležitou funkci jako „tunely“ pro převod jak živin, tak i vody. Svým působením tak lesní cesty narušují podpovrchový odtok napříč svahem [14, 15], který je důležitý pro zásobování lesa vodou a živinami. V sušších obdobích pak může tato voda v lese chybět, čímž se zvyšuje stres rostlin. Naopak ve srážkově bohatším období fungují cesty jako koncentrované odvodňovací kanály. Na zhutněném povrchu cest se většina dešťové srážky transformuje na povrchový odtok [16]. Lesní cesty se tak často chovají spíše jako občasné vodní toky (vádí) v aridních oblastech. Ty jsou totiž (stejně jako cesty) zvodnělé jen po tu část roku, kdy prší. Pokud takovou přibli-

Obr. 1: Zahlubující se linka na stahování dřeva

Obr. 2: Kalamitní holina v Chráněné krajinné oblasti Beskydy

žovací linku navštívíte během srážkové události, pravděpodobně vás překvapí, kolik vody po ní odtéká. Pokud se vám však nechce do lesa během deště, nevadí – Slovenská akademie věd totiž zjistila, že většina – přes 80 % vody, která dopadne na lesní cestu, se mění na povrchový odtok [14] a odtéká z lesa. Nezřídka se u takovýchto cest setkáte i s odnosem půdy vlivem vodní eroze a tvorbu hlubokých erozních rýh [17], viz obr. č. 1. Voda v sevření lesní cesty pak končí v nejbližší kanalizaci nebo ve vodním toku. Kromě toho, že těmito procesy dochází k poškozování vodních toků, odtok z cest také navyšuje kulminační průtoky při povodních [18], které způsobují v údolí nemalé finanční škody.

Jak vrátit vodu lesu?

Každá kapka vody se v lese počítá. Nejlepší je taková kapka, která dopadne na zem a hned vsákne do půdy. Na zhutněném povrchu však vsákne méně než jedno procento objemu srážky [14]. Co s tím? – toť otázka, která je v řešení na mnoha místech světa. V zahraničí praktikují již desítky let různorodé metody rekultivací cest, které mají za účel snížit odtok vody a s ním spojenou erozi půdy. Jako nejlevnější a nejméně náročnou variantou se zdá být nedělat nic – nepoužívané přibližovací linky uzavřít a „nechat je přírodě". Dlouholetý výzkum [19–21] však ukázal, že ani po desítkách let nedochází k obnovení půdních vlastností do původního stavu a obnova vegetace je pomalá, někdy až nulová. Naopak odborný zásah člověka se ukázal být jako efektivnější řešení. Přidání organické složky do půdy (např. mulčováním) nebo diverzifikace odtoku pomocí přehrážek funguje, ale jen v omezené míře [22]. Ačkoliv na takto ošetřených lokalitách je zaznamenáno zlepšení půdních podmínek, stále dochází ke vzniku odtoku a erozním procesům [23]. Oproti tomu rozrytí půdy pomocí podrývváku se naopak ukázalo být efektivní pro eliminaci povrchového odtoku. Tento design však není vhodný do strmých sklonů a míst blízko vodních toků, jelikož i na takto upravené ploše může docházet k vodní erozi [24].

Jako možné a efektivní řešení revitalizace kalamitních holin (viz obr. 2) se nabízí narušení utlačeného povrchu inovativní metodou jáma-hráz-jáma (viz obr. 3). Otcem této myšlenky je spoluautor článku Štefan Vaľo. Své experimentální realizace zahájil již v roce 2011 ve východoslovenských obcích Ťahanovce, Olka, Košice a Repejov, kde úspěšně sanoval okolo 20 kilometrů nepotřebných a silně erodovaných přibližovacích linek, které způsobovaly tamním obcím nemalé problémy.

Obr. 3: Inovativní metoda jáma-hráz-jáma

O devět, deset let později se Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Správa CHKO Beskydy rozhodla na tato opatření navázat a vyzkoušet je na svém území. Bez dobrých a dlouholetých vztahů s vlastníky půdy by to šlo velmi

špatně. Vzhledem k tomu, že se Biskupství ostravsko-opavské pokoušelo v minulých letech najít efektivní způsob, jak na kalamitních holinách po kůrovci efektivně zadržovat vodu v půdě, nabízely se jejich pozemky pro realizaci inovativní metody jako ideální. Hlavním iniciátorem realizací byl lesní dělník Ondřej Brož, dnes předseda spolku Voda pro les, voda pro lidi, z. s., který se tématu vody v krajině dlouhodobě věnuje. Později se přidaly s realizacemi i Lesy České republiky, s. p., Městské lesy Rožnov, s. r. o., nebo Kofola Česko-Slovensko, a. s.

Inovativní metoda jáma-hráz-jáma

Inovativní metoda slouží k obnově vsakovací schopnosti půdy a podpoře biodiverzity především na kalamitních lesních pozemcích poškozených těžkou technikou. Technologický postup lze vykonávat bagrem o váze min. 20 tun, ne lehčím, na pásovém podvozku. Mechanizmus musí mít krátkou strojovnu, která nebude přesahovat přes hranici pásu.

Pro revitalizaci poškozených půd používáme tři metody:

1. Metoda pro svahy s větším sklonem (až 43°).
Opatření se skládá z vyhloubených jam o průměrných rozměrech 3 x 2 x 1,5 m (viz obr. 4). Mezi jednotlivými vsakovacími jámami je ponechána bagrem nenarušená část původní linky o délce 0,7 – 1,5 m, která slouží jako stabilizační prvek. Délka stabilizačního prvku se odvíjí od sklonu terénu. Čím větší sklon svahu, tím delší prvek. V rámci revitalizace jsou upravovány i boční svahy takzvanými vrypy. Ty jsou realizovány lžíci bagru. Tímto doplňkovým opatřením dojde k přerušení kapilárního systému a zamezení vtoku vody do revitalizovaného prostoru.

2. Metoda pro svahy s mírným sklonem (do 20°).
Opatření se skládá z vyhloubených vsakovacích jam o průměrných rozměrech 3 x 2 x 1,1 m. V úsecích s menším sklonem svahu dojde v místě jámy pouze k rozvolnění půdy pomocí lžíce bagru, a to podebráním zeminy a zpětným uložením do téhož místa. Mezi jednotlivými vsakovacími jámami

Obr. 4: Inovativní metodu lze realizovat ve velmi prudkých svazích (až 43°). Na snímku je vidět srovnání linky se zásahem a bez zásahu.

Obr. 5: Metoda podporující lokální biodiverzitu. Jámy jsou celoročně naplněné vodou.

je opět ponechána bagrem nenarušená část původní linky o délce 0,7 – 1,5 m, která slouží jako stabilizační prvek.

3. Metoda podporující lokální biodiverzitu. Tuto metodu lze použít na nepoužívaných přibližovacích linkách ve svazích s mírným sklonem do 15˚. U této metody nejde o vsakovací jámy, ale o jámy, které jsou po většinu roku naplněné vodou. Rozměr jam je podobný jako u předchozích metod (3 x 2 m) s tím rozdílem, že jejich hloubka je menší. Pohybuje se od 0,3 do 0,5 m. U této metody lze využít i lehčí mechanizmus. Viz obr. č. 5.

Kolik vody jsme už zadrželi?

Na východním Slovensku se na revitalizovaných plochách (71 200 m^2) podaří ročně při průměrném úhrnu srážek 620 mm/m^2 vrátit do půdy minimálně 52 000 m^3 dešťové vody, což je 52 000 000 litrů vody. Za uplynulých 10 let by bez vodozádržných opatření odteklo z krajiny až 520 000 m^3 vody, čili 520 000 000 litrů vody.

V roce 2020 jsme pilotně vyzkoušeli tato opatření na třech místech CHKO Beskydy: Na Jablůnkovsku, Frenštátsku a Rožnovsku. Celkově se nám podařilo zadržet v půdě 16 500 000 litrů vody. V letošním roce jsme se zaměřili na obnovu vsakovací schopnosti půdy na kalamitních holinách po kůrovci, a to nad Starým Zubřím, nad Hutiskem a nad obcí Veřovice a Bordovice. Celkové množství zadržené vody jsme odhadli na 20 200 000 litrů vody za rok. Na první pohled se může zdát, že se jedná o velké množství vody, ale není tomu úplně tak. Odhadujeme, že se v Beskydech nachází vyšší stovky kilometrů nepotřebných přibližovacích linek, po kterých odtéká voda po každém dešti do nejbližšího potoka. Před námi je ještě velký kus práce.

Většinu opatření v minulém a letošním roce hradila ze svých zdrojů Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky z Programu péče o krajinu. Jednu realizaci si minulý rok zaplatily ze svého rozpočtu Městské lesy Rožnov. Celkové náklady se ročně pohybují kolem 1,2 milionu korun (46 000 €), tzn., že odhadem zadržíme za 70,-Kč (3 €) 1 m^3 vody. V případě, že bychom chtěli zadržet stejné množství vody v nové nádrži, tak by nás 1 m^3 zadržené vody stál kolem 1 000,-Kč (39 €). Letos jsme metodicky i prakticky pomáhali realizovat inovativní vodozádržnou metodu kole-

gům v CHKO Jizerské hory. V příštím roce plánujeme ukázkové realizace na Jesenicku, v Brdech a na dalších lokalitách v ČR. Pevně doufáme, že své aktivity rozšíříme i na území Slovenska.

Co na naše realizovaná opatření říkají lidé?

Někteří lidé nám posílají děkovné dopisy, že jim z lesních cest neteče po každém dešti na zahradu bláto a voda. Jiní lidé nám vytýkají, že jim z důvodu provedené realizace mizí voda ve studnách. V tomto případě se jedná o nepochopení principu opatření a voda ze studní jim mizí ze zcela jiných důvodů. Námi realizovaná opatření naopak podporují vsakování vody do hlubších částí půdy, která se pak rychleji dostává do okolních studní. Dále nám píšou a volají kolegové lesníci, proč že

Obr. 6: Workshop v CHKO Jizerské hory byl uspořádán pro lesníky, ochranáře, úředníky a politiky

jim chceme ničit lesní cesty. Lesníky vždy ujišťujeme, že jim žádné lesní cesty nechceme ničit. Naše aktivity jsou zaměřeny na sanaci nově vzniklých linek (cest) na kalamitních holinách nebo silně erodovaných lesních cest, které se už nedají pro svůj nepříznivý stav používat. Dále se setkáváme s názory, že lesníci nemají žádné zbytečné přibližovací linky, které by potřebovali revitalizovat. Mnohdy se jedná jen o nedorozumění, jaký typ přibližovacích linek máme na mysli.

Ukázky realizací a workshopy

Ideální způsobem, jak vše důležité lidem vysvětlit, jsou ukázky přímo v terénu. Za poslední dva roky jsme v Česko-Slovensku zrealizovali na deset odborných workshopů pro lesníky, ochranáře, státní správu, samosprávu a veřejnost. Setkali jsme se s velmi pozitivními ohlasy. Některé věci musejí být jednoduše probrány přímo v terénu. Viz obr. č. 6.

Co na to věda?

Bez patřičných vědeckých důkazů by však všechno snažení bylo jen teoretické uvažování „coby kdyby". Proto byla účinnost opatření vytvořených pomocí bagru testována již v roce 2011 nad slovenskou obcí Ťahanovce Slovenskou akademií věd. Pomocí simulace srážek srovnávali neupravenou cestu s cestou vybavenou přehrážkami a cestou, jejíž povrch byl narušen bagrem. Výzkum prokázal, že na cestách vhodně rekultivovaných těžkou technikou nevzniká povrchový odtok, a naopak výrazně podporuje odtok půdními póry a odtok vody do horninového prostředí [14].

V České republice jsme se rozhodli výzkum těchto opatření rozšířit o další poznatky. Letošním rokem jsme pod vedením pedologa doktora Matěje Horáčka z Katedry fyzické geografie a geoekologie ostravské univerzity zahájili pod Velkým Javorníkem (CHKO Beskydy) výzkum, ve kterém jsme se zaměřili na kvantifikaci vlivu tohoto typu opatření na půdní hydrologii v okolním lese. Pomocí půdního vrtáku jsme od začátku května až do poloviny listopadu odebírali vzorky půdy na lokalitě, kde proběhla rekultivace a na lokalitě kontrolní, kde je přibližovací linka v původním stavu. Na odběru se podílela celá řada studentů a mimo jiné také Ondřej Brož, předseda spolku Voda pro les, voda pro lidi. Vysušením půdního vzorku a zvážením jsme pak zjistili, kolik vody se v daném bodu nachází. Ačkoliv se ukázalo, že každý z bodů je

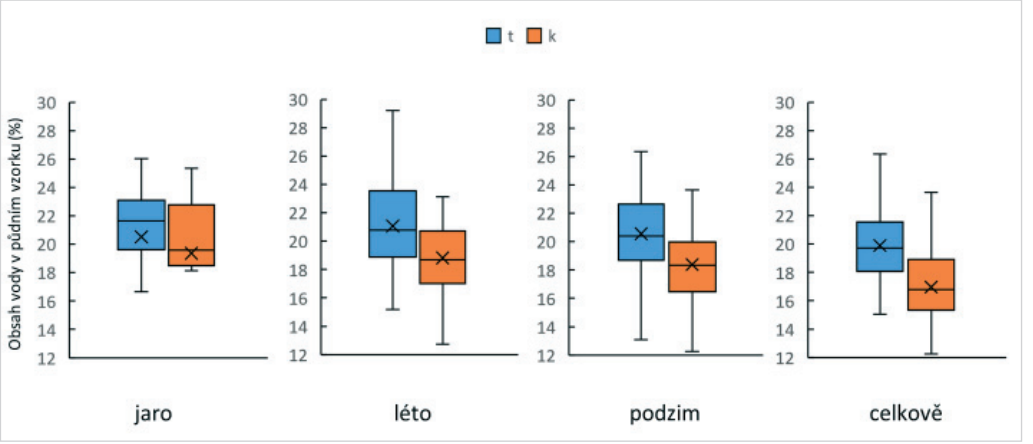
opatřením ovlivněný jinak, zásahové lokality (t) vykazovaly v průměru vyšší vlhkost (statisticky ověřeno), než lokality bez zásahu (k). Výjimkou bylo jarní období (resp. květen), kdy byly srážkové úhrny nadnormální a půda byla dostatečně nasycena. Při porovnání všech období byl zaznamenán vyšší pokles vlhkosti na kontrolní lokalitě s poklesem srážek. Znamená to tedy, že v sušších obdobích bude voda zachycena tímto opatřením zásobovat okolní les. Letošní výzkum nám částečně ukázal, jak ovlivňuje tento typ opatření vodu v lese. Na příští rok už chystáme výzkum, který nám pomůže kvantifikovat množství vody, které odtéká po přibližovacích linkách.

Na své si přijdou ohledně výzkumu vodozádržných opatření i zoologové. Pokud navštívíte lokalitu, která byla upravena způsobem jáma-hráz-jáma, vašemu zraku pravděpodobně neujde fakt, že v některých jámách se celoročně drží voda, a právě tato místa se stala útočištěm pro vzácné obojživelníky. Proto zde také v současnosti probíhá výzkum pod záštitou Katedry ekologie a životního prostředí v Olomouci, který má za úkol zjistit, které druhy tento nový typ biotopu preferují.

Závěr

Ačkoliv je šedá síť dočasných přibližovacích linek, viz obr. č. 7, na kalamitních holinách problémem mnoha území, nebyla do současné doby vyvinuta dostatečná snaha o zlepšení této neuspokojivé situace. Jedním z aktuálních úkolů lesních správců a majitelů lesa by měla být kontrola všech nově vzniklých linek po kalamitní těžbě dřeva a jejich odborné vyhodnocení, které z linek budou do budoucna skutečně potřebné. Ty ostatní by měly být ještě před vysazením sazenic spolu se zhutněnou půdou sanovány vodozádržnými opatřeními. Dále by bylo vhodné se zaměřit na revizi již existující sítě lesních cest a přibližovacích linek. Zkušenost z posledních let též ukazuje, že minimálně jedna třetina svážnic a přibližovacích linek je pro lesní manažment nepotřebná. A do třetice je nutné v září výše uvedených poznatků změnit náš úhel pohledu při plánování nových cest na stahování dřeva. Předejdeme tím zbytečné erozi půdy a odvodňování lesa.

Dalším, o to těžším úkolem lesních správců a majitelů lesa, by měla být změna v pohledu na způsob hospodaření v lese. Kdy jindy, než po velkých kalamitách by mělo k této introspekci dojít. Nejenže je zapotřebí minimalizovat hustou síť lesních cest, je také zapotřebí myslet na ochranu pramenišť, zvýšit množství odumírajícího dřeva v lesích a podpořit druhovou pestrost lesních společenstev. Nový pohled na hospodaření v lese se nám do budoucna určitě vyplatí. Snížíme nadbytečný odtok vody z krajiny, lépe ochráníme zdroje pitné vody, zamezíme degradaci a erozi lesní půdy, zadržíme vodu v krajině, podpoříme



Krabicový graf půdní vlhkosti (%) v jednotlivých obdobích měření zásahové (t) a kontrolní lokality (k)

Obr. 7: Nově vzniklá síť přibližovacích linek odvodňuje krajinu

biodiverzitu a připravíme les na čím dál častější výkyvy počasí. V následujících letech bude opravdu záležet jen na nás, v jakém stavu předáme lesy a lesní půdu našim potomkům. Každá kapka vody se počítá.

Seznam citované literatury

[1] R. Zon, "Forests and Human Progress," *Geogr. Rev.*, vol. 10, no. 3, p. 139, 1920, doi: 10.2307/207748.

[2] S. O. Apsalyamova, B. O. Khashir, O. Z. Khuazhev, M. B. Tkhagapso, and Y. K. Bgane, "The economic value of forest ecosystem services," *J. Environ. Manag. Tour.*, vol. 6, no. 2, pp. 291–296, 2015, doi: 10.14505/jemt.v6.2(12).01.

[3] M. Zandersen and R. S. J. Tol, "A meta-analysis of forest recreation values in Europe," *J. For. Econ.*, vol. 15, no. 1, pp. 109–130, 2009, doi: https://doi.org/10.1016/j.jfe.2008.03.006.

[4] H. Weinbrenner *et al.*, "'The Forest Has Become Our New Living Room' – The Critical Importance of Urban Forests During the COVID-19 Pandemic," *Front. For. Glob. Chang.*, vol. 4, no. June, pp. 1–19, 2021, doi: 10.3389/ffgc.2021.672909.

[5] D. J. Nowak, S. Hirabayashi, A. Bodine, and E. Greenfield, "Tree and forest effects on air quality and human health in the United States," *Environ. Pollut.*, vol. 193, pp. 119–129, 2014, doi: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028.

[6] G. Duveiller, F. Filipponi, A. Ceglar, J. Bojanowski, R. Alkama, and A. Cescatti, "Revealing the widespread potential of forests to increase low level cloud cover," *Nat. Commun.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–15, 2021, doi: 10.1038/s41467-021-24551-5.

[7] A. R. Hibbert, "Forest Treatment Effects on Water Yield," *Int. Symp. Hydrol.*, pp. 527–543, 1967.

[8] M. M. Kreye, D. C. Adams, and F. J. Escobedo, "The value of forest conservation for water quality protection," *Forests*, vol. 5, no. 5, pp. 862–884, 2014, doi: 10.3390/f5050862.

[9] C. Wang, C. Y. Zhao, Z. L. Xu, Y. Wang, and H. H. Peng, "Effect of vegetation on soil water retention and storage in a semi-arid alpine forest catchment," *J. Arid Land*, vol. 5, no. 2, pp. 207–219, 2013, doi: 10.1007/s40333-013-0151-5.

[10] S. T. Lacey and P. J. Ryan, "Cumulative management impacts on soil physical properties and early growth of Pinus radiata," *For. Ecol. Manage.*, vol. 138, no. 1–3, pp. 321–333,

2000, doi: 10.1016/S0378-1127(00)00422-9.
[11] S. Shetron, J. Sturos, E. Padley, and C. Trettin, "Forest Soil Compaction: Effect of Multiple Passes and Loadings on Wheel Track Surface Soil Bulk Density," *North. J. Appl. For.*, vol. 5, pp. 120–123, Jun. 1988, doi: 10.1093/njaf/5.2.120.
[12] P. W. Adams, "Soil Compaction on Woodland Properties," *For. Prot.*, no. March, pp. 1–8, 1998.
[13] B. Schäffer, M. Stauber, R. Müller, and R. Schulin, "Changes in the macro-pore structure of restored soil caused by compaction beneath heavy agricultural machinery: a morphometric study," *Eur. J. Soil Sci.*, vol. 58, no. 5, pp. 1062–1073, Oct. 2007, doi: https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2007.00886.x.
[14] T. Orfánus, "SAV správa o výsledkoch overenia protipovodňovej a protieróznej účinnosti technických opatrení.pdf," 2011.
[15] C. Megahan, F., Walter; James, L., "Soil Science Society of America," *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol. 47, no. 6, pp. 1063–1067, 1983, doi: 10.2136/sssaj1940.03615995000400c0132x.
[16] J. J. Zemke, M. Enderling, A. Klein, and M. Skubski, "The influence of soil compaction on runoff formation. A case study focusing on skid trails at forested andosol sites," *Geosci.*, vol. 9, no. 5, 2019, doi: 10.3390/geosciences9050204.
[17] A. Safari, A. Kavian, A. Parsakhoo, I. Saleh, and A. Jordán, "Impact of different parts of skid trails on runoff and soil erosion in the Hyrcanian forest (northern Iran)," *Geoderma*, vol. 263, pp. 161–167, 2016, doi: 10.1016/j.geoderma.2015.09.010.
[18] J. L. La Marche and D. P. Lettenmaier, "Effects of forest roads on flood flows in the Deschutes River, Washington," *Earth Surf. Process. Landforms*, vol. 26, no. 2, pp. 115–134, Feb. 2001, doi: https://doi.org/10.1002/1096-9837(200102)26:2<115::AID-ESP166>3.0.CO;2-O.
[19] M. A. Rab, "Recovery of soil physical properties from compaction and soil profile disturbance caused by logging of native forest in Victorian Central Highlands, Australia," *For. Ecol. Manage.*, vol. 191, no. 1–3, pp. 329–340, 2004, doi: 10.1016/j.foreco.2003.12.010.
[20] M. Busse, J. Zhang, G. Fiddler, and D. Young, "Compaction and organic matter retention in mixed-conifer forests of California: 20-year effects on soil physical and chemical health," *For. Ecol. Manage.*, vol. 482, no. August 2020, p. 118851, 2021, doi: 10.1016/j.foreco.2020.118851.
[21] H. Sohrabi *et al.*, "Soil recovery assessment after timber harvesting based on the sustainable forest operation (SFO) perspective in iranian temperate forests," *Sustain.*, vol. 12, no. 7, 2020, doi: 10.3390/su12072874.
[22] M. Jourgholami, S. Khajavi, and E. R. Labelle, "Mulching and water diversion structures on skid trails: Response of soil physical properties six years after harvesting," *Ecol. Eng.*, vol. 123, no. August, pp. 1–9, 2018, doi: 10.1016/j.ecoleng.2018.08.023.
[23] A. Solgi, R. Naghdi, E. K. Zenner, V. Hemmati, F. K. Behjou, and A. Masumian, "Evaluating the Effectiveness of Mulching for Reducing Soil Erosion in Cut Slope and Fill Slope of Forest Roads in Hyrcanian Forests," pp. 1–11, 2014.
[24] C. H. Luce, "Effectiveness of Road Ripping in Restoring Infiltration Capacity of Forest Roads," *Restor. Ecol.*, vol. 5, no. 3, pp. 265–270, Sep. 1997, doi: https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.1997.09731.x.

Miroslav Kubín, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Regionální pracoviště Správa chráněné krajinné oblasti Beskydy, Nádražní 36, 756 61 Rožnov pod Radhoštěm, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, Šlechtitelů 241/27, 783 71 Olomouc – Holice

Ondřej Vala, Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě, Chittussiho 10, 710 00 Ostrava – Slezská Ostrava

Štefan Vaľo, OZ Voda je život, Južná trieda 74, 040 17 Košice