



SOIL:OurInvisibleAlly

DVOJNA RABA KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ V ALPAH V
ZIMSKO-ŠPORTNE NAMENE

*OKOLJSKI VPLIVI, SINERGIJE IN PRIPOROČILA NA PRIMERU
PLANICE*

Izdal

Kmetijski inštitut Slovenije

Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire

Hacquetova ulica 17, Ljubljana

Direktor dr. Andrej Simončič

Urednika

Nastja Mesarec, dr. Borut Vrščaj

Avtorji

Nastja Mesarec, dr. Borut Vrščaj, Eva Zagorac, Klemen Kramar

Fotografije

Vse fotografije so posneli avtorji

Pregledala in recenzirala

dr. Irena Bertoncelj, dr. Branko Lukač

Elektronska izdaja

Publikacija bo dostopna na strani www.alpinesoils.org

Ljubljana 2026

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID 289642243

ISBN 978-961-6998-92-5 (PDF)

Splošne informacije

Projekt	SOIL:OurInvisibleAlly
Projekt ID	ASP0500310
Trajanje projekta	2024-2027 (36 mesecev)
Prioriteta	Alpska regija, odporna na podnebne spremembe
Posebni cilji	SO1.2 – Krepitev varstva in ohranjanja narave, biotske raznovrstnosti in zelene infrastrukture, tudi v mestnih območjih, ter zmanjšanje vseh oblik onesnaževanja
Skupna upravičena sredstva	2.849.646 EUR
ESRR sredstva	2.137.235 EUR

Partnerji projekta

Slovenian Forestry Institute (SI) • Art and Nature Foundation (DE) • Agricultural Institute of Slovenia (SI) • Salzburg Institute for Regional Planning and Housing (AT) • Climate Alliance Tyrol (AT) • National Research Institute for Agriculture, Food and the Environment (FR) • University of Torino (IT) • County Administration Landsberg a. Lech (DE) • Autonomous Region of Aosta Valley (IT) • Consulting for Naturland (Association for Organic Agriculture, DE) • Slovenia Forest Service (SI) • Orobie Valtellinesi Parc (IT)

Vsebina

IZVLEČEK	7
ABSTRACT.....	7
Slovar izrazov in kratic	8
UVOD	10
1.1. Namen, obseg in pristop publikacije.....	10
1.2. Kmetijska zemljišča, trajnostno kmetijstvo in agroekologija	10
1.3. Kmetijska zemljišča in travinja v alpskem prostoru	10
1.4. Dvojna raba kmetijskih zemljišč v alpskem prostoru	11
1.4.1. Pojem in pomen dvojne rabe kmetijskih zemljišč v Alpah.....	11
1.4.2. Osnovna izhodišča trajnostne dvojne zimsko-športne rabe kmetijskih zemljišč.....	12
1.5. Možnosti dvojne rabe kmetijskih zemljišč v zimsko-športne namene v Alpah.....	13
1.5.1. Tek na smučeh	13
1.5.2. Alpsko smučanje	13
1.5.3. Turno smučanje.....	13
1.6. Upravljanje z vodo na kmetijskih zemljiščih z dvojno zimsko-športno rabo	14
1.6.1. Namakanje alpskih travinj	14
1.6.2. Tehnično zasneževanje	14
2. Morebitni okoljski vplivi in tveganja upravljanja z vodo pri dvojni zimsko-športni rabi kmetijskih zemljišč v Alpah.....	16
2.1. Tveganja za fizikalne lastnosti in kakovost tal.....	16
2.1.1. Pašno-košna kmetijska raba travinj z namakanjem	16
2.1.2. Zimsko-športna raba travinj s tehničnim zasneževanjem.....	17
2.1.3. Skupni vplivi in priporočila	17
2.2. Tveganja za vodni režim ter kakovost površinskih in podzemnih voda.....	18
2.2.1. Pašno-košna kmetijska raba travinj z namakanjem	18
2.2.2. Zimsko-športna raba travinj s tehničnim zasneževanjem.....	19
2.2.3. Skupni vplivi in priporočila	19
2.3. Vplivi na biotsko pestrost flore in favne travinj	20
2.3.1. Pašno-košna kmetijska raba travinj z namakanjem	20
2.3.2. Zimsko-športna raba travinj s tehničnim zasneževanjem.....	21
2.3.3. Skupni vplivi in priporočila	21

3.	Sinergistični učinki in priložnosti dvojne rabe kmetijskih zemljišč v Alpah	23
4.	Kazalniki in priporočila za pregled vplivov dvojne rabe	25
4.1.	Kazalniki trajnostne pridelave alpskih travinj v dvojni rabi.....	26
4.2.	Kazalniki količine in kakovosti pridelka alpskih travinj v dvojni rabi	27
4.3.	Kazalniki kakovosti in stanja tal alpskih travinj v dvojni rabi.....	30
4.4.	Kazalniki biotske pestrosti talnih organizmov alpskih travinj v dvojni rabi	33
4.5.	Kazalniki vodnega režima in kakovosti voda alpskih travinj v dvojni rabi	34
4.6.	Kazalniki po okviru smernic BEST	36
5.	Primer prakse: Dvojna raba kmetijskih zemljišč v zimsko-športne namene na območju Rateče – Planica	38
5.1.	Opis območja in naravnih razmer	38
5.2.	Primeri obstoječih upravljaljskih pogojev in varovalnih ukrepov v Nordijskemu Centru Planica	38
5.3.	Pričakovani vplivi in sinergije dvojne rabe na zemljišču pod Domom Planica.....	39
6.	Povzetek ugotovitev in priporočila	42
6.1.	Povzetek morebitnih tveganj in sinergij dvojne zimsko-športne rabe kmetijskih zemljišč v Alpah	42
6.2.	Povzetek ključnih ukrepov in priporočil za trajnostno rabo alpskih kmetijskih zemljišč v dvojni rabi	44
6.2.1.	Ohranjanje fizikalnih lastnosti tal in travne ruše	45
6.2.2.	Upravljanje namakanja, taline in vodnega režima.....	45
6.2.3.	Ohranjanje biotske pestrosti in stanja travne ruše.....	46
6.2.4.	Pregledi stanja in morebitno prilagajanje upravljanja zemljišča.....	46
VIRI IN LITERATURA		48

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Priporočeni parametri oz. vegetacijski kazalniki za pregled stanja trajnostne pridelave na alpskih travinjah v dvojni rabi	26
Preglednica 2: Priporočeni parametri oz. kazalniki pregleda stanja količine in kakovosti pridelane krme na alpskih travinjah v dvojni rabi	28
Preglednica 3: Priporočeni parametri oz. kazalniki pregleda kakovosti in stanja tal alpskih travinj v dvojni rabi	30
Preglednica 4: Možni parametri za pregled kakovosti uporabljenega vodnega vira, površinskih in podzemnih voda na oziroma v neposredni bližini območja z dvojno rabo v Alpah.	35
Preglednica 5: Pregled morebitnih tveganj in sinergij dvojne rabe kmetijskih zemljišč v Alpah po posameznih področjih.	42

IZVLEČEK

Publikacija obravnava dvojno rabo kmetijskih zemljišč za pašno-košno kmetijsko rabo in zimsko-športne dejavnosti, natančneje tek na smučeh, s poudarkom na alpskih travinjih in primeru zemljišča na območju Nordijskega centra Planica. Posebna pozornost je namenjena dodatnim vplivom upravljanja z vodo, tj. namakanju površin v vegetacijskem obdobju ob tehničnem zasneževanju v zimskem obdobju, ter morebitnim skupnim vplivom obeh praks. Namen publikacije je opredeliti morebitna okoljska tveganja in sinergije takšne rabe ter podati priporočila za ohranjanje kakovosti tal, vodnega režima, biotske pestrosti in pridelovalne funkcije zemljišč. Publikacija temelji na pregledu znanstvene in strokovne literature, analizi primera Rateče–Planica ter upoštevanju obstoječih upravljaljskih pogojev, terenskega ogleda zemljišča in informacij deležnikov. Podan je tudi predlog nabora kazalnikov za pregled stanja tal, vode, travne ruše, talne biote in kmetijske pridelave. Pregled kaže, da so ključna tveganja povezana predvsem z morebitnimi mehanskimi obremenitvami preveč vlažnih tal, poškodbami travne ruše, spremembami trajanja snežne odeje in vodnega režima, morebitnim izpiranjem hranil ter spremembami biotskih združb. Dvojna raba lahko ob ustreznem upravljanju hkrati omogoča časovno dopolnjevanje kmetijske in zimsko-športne rabe, večnamensko uporabo vodne infrastrukture, namenjene tehničnemu zasneževanju ter podporo ohranjanju aktivne kmetijske rabe travinj. Ključni pogoji za dolgoročno vzdržnost in trajnostno upravljanje so prilagajanje pašno-košnih in zimsko-športnih dejavnosti dejanskim snežnim, talnim in vegetacijskim razmeram, ciljno namakanje ter izvedba celovitega pregleda stanja izbranih okoljskih in pridelovalnih kazalnikov na vsakih 3–5 let. Čas izvedbe posameznih meritev se pri tem prilagodi vrsti kazalnika in sezonski rabi zemljišča.

Ključne besede: agroekologija, kmetijska zemljišča, travinja, dvojna raba, trajnostna raba kmetijskih zemljišč, tek na smučeh, vpliv na okolje

ABSTRACT

This publication examines the dual use of agricultural land for grazing and mowing during the growing season and for winter sports activities, specifically cross-country skiing, with a focus on Alpine grasslands and the case study of land within the Planica Nordic Centre. Special attention is given to the additional effects of water management, namely irrigation during the growing season in combination with technical (additive-free) snowmaking in winter, as well as to the potential combined effects of both practices. The aim of the publication is to identify potential environmental risks and synergies associated with such land use and to provide recommendations for maintaining soil quality, the hydrological regime, biodiversity, and the agricultural production function of the land. The publication is based on a review of scientific and technical literature, an analysis of the Rateče–Planica case study, consideration of existing management conditions, a field inspection of the site, and information provided by relevant stakeholders. It also proposes a set of indicators for assessing the condition of soil, water, grass sward, soil biota, and agricultural production. The review indicates that the main potential risks are associated with potential mechanical loading of excessively wet soils, damage to the grass sward, changes in snow-cover duration and the water regime, potential nutrient leaching, and changes in biotic communities. With appropriate management, dual use may also provide synergies through the seasonal complementarity of agricultural and winter sports use, multipurpose use of water infrastructure designed for technical snowmaking, and support for maintaining active agricultural use

of grasslands. Key conditions for long-term sustainability include adapting grazing, mowing, and winter sports activities to actual snow, soil, and vegetation conditions, targeted irrigation, and a comprehensive assessment of selected environmental and production indicators every 3–5 years. The timing of individual assessments should be adapted to the type of indicator and the seasonal use of the land.

Keywords: agroecology, agricultural land, grasslands, dual land use, sustainable use of agricultural land, cross-country skiing, environmental impact

Slovar izrazov in kratic

Agrogozdarstvo	trajnostni ali sonaraven način rabe zemljišč, ki združuje gojenje dreves ali grmovnic, poljščin in živine na isti površini
Agroturizem	oblika turizma, ki združuje kmetijstvo in turizem
Agrovoltaika	tehnologija, ki združuje kmetijstvo in proizvodnjo energije
BEST	bistvene ekosistemske storitve tal
CPVO	celovito poročilo o vplivih na okolje
Denitrifikacija	proces, pri katerem se s pomočjo mikrobov nitrat reducira in na koncu tvori molekularni dušik
DR KZ	dvojna raba kmetijskih zemljišč
DZŠR	dvojna zimsko-športna raba
EST	ekosistemske storitve tal
Evaporacija	ali izhlapevanje je fizikalni proces prehoda snovi iz tekočega v plinasto stanje
Evapotranspiracija	proces, ki združuje izhlapevanje vode iz tal (evaporacija) in transpiracijo oz. izhlapevanje vode iz rastlin
Evtrofikacija	prekomerno bogatenje oz. onesnaženje vodnega telesa s hranili, predvsem z dušikom in fosforjem
Hipoksija tal	pomanjkanje kisika v tleh
KZ	kmetijska zemljišča
Nitrifikacija	proces biološke oksidacije amonijaka v nitrite in nato nitrate
Tehnični sneg	sneg, proizveden z zasneževalnimi napravami iz vode in zraka brez dodatkov

Travinje

kmetijsko zemljišče, na katerem prevladuje travna ruša, sestavljena predvsem iz trav, metuljnic in drugih zelnatih rastlin, in se uporablja zlasti za košnjo in/ali pašo

UVOD

1.1. Namen, obseg in pristop publikacije

Publikacija obravnava morebitne dodatne vplive poletnega namakanja na alpskih travinjah v pašno-košni rabi, ki se v zimskem obdobju uporabljajo tudi za tek na smučeh in tehnično zasnežujejo. Namen publikacije ni celovito vrednotenje že vzpostavljene pašno-košne in zimsko-športne rabe na zemljišču, temveč presoja morebitnih dodatnih vplivov in sinergij, ki bi nastali ob uvedbi poletnega namakanja na površinah, kjer se pozimi že izvaja tehnično zasneževanje.

Publikacija in priporočila temeljijo na pregledu strokovne in znanstvene literature, študiji primera zemljišča pod Domom Planica, obstoječih upravljavskih dokumentih, terenskem ogledu obravnavanega zemljišča, informacijah ključnih deležnikov ter strokovno oblikovanem predlogu kazalnikov v poglavju 4.

1.2. Kmetijska zemljišča, trajnostno kmetijstvo in agroekologija

Tla imajo osrednjo vlogo v kopenskih ekosistemih in predvsem omogočajo življenje na kopnem. Kmetijska zemljišča so po Zakonu o kmetijskih zemljiščih tista zemljišča, ki so primerna za kmetijsko pridelavo (ZKZ, 2025). Njihov glavni pomen je zagotavljanje prehranske varnosti, ohranjanje kulturne krajine, varovanje biotske pestrosti in trajnostna raba prostora (MKGP, 2024).

Trajnostno kmetijstvo je pristop k pridelavi hrane in upravljanju kmetijskih zemljišč, ki dolgoročno ohranja ekonomsko vzdržnost in družbeno sprejemljivost. Temelji na uravnoteženju produktivnosti z varovanjem naravnih virov ter zdravjem ljudi in ekosistemov. Glavne značilnosti trajnostnega kmetijstva so: ohranjanje rodovitnosti tal (preprečevanje erozije, povečanje vsebnosti organske snovi v tleh, ohranjanje biotske pestrosti, uravnoteženo gnojenje), varstvo vode, integrirano varstvo rastlin ter ekonomska in socialna vzdržnost. V tem okvirju agroekologija predstavlja celosten in integriran pristop, ki združuje ekološka in družbena načela pri razvoju in preoblikovanju trajnostnih kmetijsko-prehranskih sistemov (FAO, 2026).

Prehranska varnost pomeni, da je hrane količinsko dovolj, da je stalno dostopna, cenovno dosegljiva, varna in hranljiva. Prehranska varnost je dolgoročno mogoča le, če kmetijski sistemi ohranjajo naravne vire, zlasti tla, vodo in biotsko pestrost. To je bistvo trajnostnega kmetijstva, saj predstavlja temelj prehranske varnosti, s tem, da omogoča dolgoročno stabilno pridelavo hrane ob hkratnem ohranjanju rodovitnosti tal, vodnih virov in biotske pestrosti. Degradacija tal, izguba organske snovi in zmanjšanje talne biotske pestrosti neposredno zmanjšujejo pridelovalni potencial agroekosistemov, kar ogroža količino, kakovost in stabilnost preskrbe s hrano (FAO, 2025).

1.3. Kmetijska zemljišča in travinja v alpskem prostoru

Tla v Alpah se zelo razlikujejo od tal v drugih krajinah, predvsem zaradi raznolikosti geoloških procesov. Alpski ekosistemi so večnamenski, saj omogočajo/zagotavljajo tako turistične, rekreacijske in druge

storitve, nudijo zaščito pred naravnimi nesrečami, urejajo vodne vire in zagotavljajo mnogo ekosistemskih storitev tal, ki so pomembne tako za gorska kot ravninska območja (EEA, 2010).

Kmetijska zemljišča v alpskih območjih srednje in jugovzhodne Evrope so večinoma pašniki in mozaična kmetijska zemljišča (travinja), ki se uporabljajo za pridelavo krme. Takšne pokrajine ustvarjajo polnaravna življenjska okolja, za katera so značilni nizka intenzivnost kmetijstva, visoka biotska pestrost in bogata krajinska estetika (Tasser in sod., 2007). Biotski pestrosti in raznolikosti teh območij močno grozi opuščanje kmetijske rabe in zaraščanje travinj, zlasti na nedostopnih, strmih in drugih terenih, kar vodi v izgubo mozaične kmetijske, polnaravne ter naravne krajine, s tem pa tudi biotske pestrosti.

Travinja pa lahko imajo tudi sekundarno funkcijo in pomen, kar prihaja v zadnjih letih vse bolj do izraza, osnovni način rabe travinj za zagotavljanje krme za prehrano prežvekovalcev pa se v nekaterih okoljih nekoliko zmanjšuje. Lukač in sod. 2013 ugotavljajo, da so sekundarne funkcije travinj prav tako pomembne za ekosistem in ohranjanje kakovosti okolja. Travinja lahko:

- delujejo kot biološki filtri pred spiranjem topnih hranil,
- vežejo težke kovine ali pline,
- delujejo kot blažilci hrupa v okolici urbanih predelov,
- predstavljajo pomemben ponor atmosferskega ogljika,
- imajo izrazito mikroklimatsko funkcijo zaradi nižjih temperatur v primerjavi z urbaniimi območji, ter
- delujejo kot prostor za druge dejavnosti, ki niso neposredno povezane s kmetijstvom (npr. pohodništvo in zimsko-športne aktivnosti).

1.4. Dvojna raba kmetijskih zemljišč v alpskem prostoru

1.4.1. Pojem in pomen dvojne rabe kmetijskih zemljišč v Alpah

Dvojna raba kmetijskih zemljišč (DR KZ) v Alpah oz. v hribovitih in goratih predelih, je praksa sočasne ali izmenične uporabe iste površine za dva različna namena, pri čemer se ohranja primarna funkcija zemljišča kot kmetijskega prostora. V okviru dvojne zimsko-športne rabe (DZŠR) ta pristop predstavlja sezonsko kombinacijo kmetijske pridelave v vegetacijskem obdobju (npr. njivske površine, travinja, pašniki, sadovnjaki) in rekreacijsko-športnih dejavnosti v zimskem času (npr. tek na smučeh, sankanje, smučanje). Takšna raba omogoča izkoriščenost prostora in naravnih danosti skozi vso leto, omogoča turistično dejavnost in hkrati prispeva k večji ekonomski učinkovitosti kmetijskih gospodarstev.

V zadnjih letih je koncept dvojne rabe vse bolj v ospredju zaradi potrebe po trajnostnem upravljanju zemljišč, nadgradnji rabe prostora v okviru drugega, nekmetijskega sektorja in s tem dodatnih prihodkov na podeželju. Med najpogostejše obravnavanimi oblikami dvojne rabe so agrovoltaika, agrogozdarstvo in agroturizem, ki združujejo kmetijsko pridelavo z energetskimi, ekološkimi ali turističnimi rabami. V tem kontekstu DZŠR predstavlja specifično obliko časovno ločene dvojne rabe, pri kateri se kmetijska površina uporablja za pašno-košne dejavnosti poleti in zimsko-športne aktivnosti pozimi.

V sodobnem času je kmetijska raba kot sekundarni vir prihodka vse pogostejša, medtem ko so kmetje in lastniki zemljišč primorani zagotoviti tudi druge vire prihodka, ki lahko hkrati ohranjajo mozaičnost pokrajine in s tem biotsko pestrost (tako imenovana »dvojna raba kmetijskih zemljišč«). Ker so alpski prostori neločljivo povezani s turizmom, je način upravljanja alpskih pašnikov pomembno vprašanje,

kjer iščemo ravnovesje med virom preživetja za manjše kmete in vse večjo vrednostjo kulturne dediščine v okviru cvetoče turistične industrije. Izzivi so predvsem razdrobljena lastnina, prevladujoče kmetovanje v prostem času, odsotnost dobičkonosnega kmetijstva, nizka produktivnost zemljišč, potreba po dopolnjevanju kmetijskega dohodka z drugimi viri ter neugodna starostna in izobrazbena struktura lastnikov zemljišč (Urbanc in sod., 2026). Preživetje gorsko pašnih območjih je na nek način delno odvisno tudi od količine kmetij, ki bo to dejavnost opravljalo, zato je treba najti ravnovesje med tradicionalnimi praksami, tehnološkim napredkom in finančnim dohodkom iz drugih virov.

V tem kontekstu je lahko dvojna raba kmetijskih zemljišč v Alpah v zimsko-športne namene dobra strategija za ohranjanje kulturne dediščine, tradicije in ekološkega pomena pašnih travinj, hkrati pa lahko prispeva k večji ekonomski stabilnosti kmetij, višjemu dohodku ter dolgoročni vzdržnosti gorskega kmetijstva. Ne glede na vrsto zimskega športa ima dvojna zimsko-športna raba KZ številne prednosti. Omogoča boljšo sezonsko uporabo kmetijskih zemljišč, ki bi bila sicer v zimskem obdobju »neaktivna«, ter prispeva k dopolnilnim prihodkom kmetijskih gospodarstev. Poleg neposrednih ekonomskih koristi (npr. najem zemljišč, turistične storitve) ima tudi pomembne posredne učinke na lokalno skupnost, saj spodbuja razvoj turizma kot panoge, povečuje prepoznavnost območja ter ustvarja dodatne zaposlitvene priložnosti. Hkrati lahko takšna raba prispeva k ohranjanju kulturne krajine in preprečevanju opuščanja kmetijske dejavnosti v manj ugodnih območjih.

1.4.2. Osnovna izhodišča trajnostne dvojne zimsko-športne rabe kmetijskih zemljišč

Trajnostna raba kmetijskih zemljišč v okviru DZŠR temelji na štirih ključnih zahtevah:

a) Neškodljivost za tla in ekosistem

Zimsko-športne aktivnosti imajo ob zadostni snežni odeji praviloma manjši vpliv na tla in talne organizme. Ustrezno debela snežna plast deluje kot zaščitni sloj, ki preprečuje mehanske poškodbe in zbitost tal. Tveganja se povečajo predvsem ob tanki snežni odeji ali intenzivni rabi (npr. teptanje, umetno zasneževanje), zato je za trajnostno izvajanje DZŠR ključna prilagoditev aktivnosti naravnim razmeram.

b) Ohranjanje ali celo širjenje ekosistemskih storitev tal

Tla omogočajo rast rastlin, s tem pa tudi življenje živali in človeka (Vrščaj, 2017). Tla alpskih območji tako zagotavljajo številne ekosistemske storitve (EST), kot so rekreacijske in duhovne storitve, predstavljajo habitat za biotsko pestrost, zadrževanje in filtriranje vode, uravnavanje mikroklimе, produkcija biomase ter kroženje ogljika in hranil (Lesjak in sod., 2020). Pri namenski rabi tal pogosto prihaja do kompromisa, kjer so nekatere EST zmanjšane na račun drugih, ki so v določeni rabi poudarjene (Vrščaj, 2017). Zato je ključno, da DZŠR ne zmanjšuje kmetijskih in okoljskih funkcij travinj, temveč jih ob ustreznem upravljanju ohranja oziroma v določenih vidikih celo krepi.

c) Morebitno povečanje prihodkov kmetijskih gospodarstev

DZŠR lahko omogoča dodatne vire dohodka, bodisi neposredno (najem zemljišč za urejanje prog, organizacija rekreacijskih dejavnosti, turistične storitve) bodisi posredno (prodaja lokalnih produktov, gostinske storitve). Takšna diverzifikacija prihodkov lahko povečuje ekonomsko stabilnost kmetij, zlasti v marginalnih ali gorskih območjih, kjer je kmetijska pridelava omejena.

d) Posredni učinki na lokalno skupnost

Zimsko-športne aktivnosti na kmetijskih zemljiščih prispevajo k razvoju podeželskega turizma, povečujejo prepoznavnost območja ter ustvarjajo priložnosti za razvoj spremljajočih dejavnosti (nastanitve, gostinstvo, lokalne storitve). S tem DZŠR podpira celostni razvoj podeželja in ohranjanje poseljenosti v ruralnih regijah.

1.5. Možnosti dvojne rabe kmetijskih zemljišč v zimsko-športne namene v Alpah

Dvojna zimsko-športna raba vključuje predvsem nizko-intenzivne rekreacijske dejavnosti, kot so tek na smučeh, sankanje in turno smučanje, redkeje pa tudi bolj intenzivne oblike, kot je alpsko smučanje. Posebej razširjena je v alpskem prostoru, kjer se travinja in pašniki poleti uporabljajo za kmetijsko dejavnost, pozimi pa za športno-rekreacijske namene. Izbira ustrezne dejavnosti je odvisna predvsem od reliefa, tipa kmetijskega zemljišča in snežnih razmer.

1.5.1. Tek na smučeh

Tek na smučeh je oblika zimske aerobne vadbe, pri kateri se uporabljajo posebne dolge in lahke smuči, ki omogočajo drsenje po urejenih zasneženih progah. Te so pogosto v naravnem okolju (doline, gozdne proge), lahko pa so zgrajeni tudi notranji kompleksi. Proge so strojno urejene s teptalniki snega, ter glede na vremenske razmere tudi umetno ali tehnično zasnežene.

Za ureditev prog za tek na smučeh so najprimernejše ravne ali rahlo valovite površine, kot so travinja in pašniki. Ključni pogoj za trajnostno izvajanje te dejavnosti je zadostna debelina snežne odeje, ki deluje kot zaščitni sloj med mehansko obdelavo proge (npr. s teptalniki snega) in tlemi. Nezadostna debelina snežne odeje lahko vodi do mehanskih poškodb tal, zbitosti tal in trajnih poškodb travne ruše, zato je v takih primerih potrebna previdnost ali omejitev rabe (Freppaz in sod., 2013).

1.5.2. Alpsko smučanje

Podobno je mogoče kmetijska zemljišča uporabiti tudi za alpsko smučanje, vendar gre v tem primeru za intenzivnejšo obliko rabe, ki zahteva večje prostorske posege in infrastrukturno opremljenost (npr. smučarske proge, vlečnice, sistemi za zasneževanje). Takšna raba je pogostejša na območjih z izrazitim reliefom, predvsem v gorskih in hribovitih regijah, kjer se travinja in pašniki sezonsko preoblikujejo v smučarske površine. Zaradi večje intenzivnosti dejavnosti so tudi vplivi na okolje lahko izrazitejši, ki se zlasti kažejo kot zbitost tal, spremembe v vegetaciji ter potencialni vplivi na vodni režim. Zato je za trajnostno izvajanje alpskega smučanja ključnega pomena uporaba praks, ki zmanjšujejo vplive na tla, biotsko pestrost in kakovost voda.

1.5.3. Turno smučanje

Turno smučanje je oblika zimskega športa, ki najpogosteje poteka izven urejenih prog – združuje vzpon z lastno močjo in spust po neurejenih terenih. Ta šport zahteva prilagojeno turno opremo, smučarska in gorniška znanja, ter prilagojene tehnike smučanja. Spust poteka največkrat po naravnem, neurejenem snegu na strmem terenu, lahko pa tudi po smučarskih progah.

1.6. Upravljanje z vodo na kmetijskih zemljiščih z dvojno zimsko-športno rabo

1.6.1. Namakanje alpskih travinj

Suša v kmetijstvu pomembno vpliva na rastline in predstavlja nevarnost za obsežno izgubo pridelka, saj zmanjša vlažnost tal in s tem omeji fotosintetsko zmogljivost in rast rastlin, hkrati pa tudi mikrobno aktivnost in s tem razpoložljivost hranil v tleh. Podnebne spremembe in vse pogostejši pojavi ekstremnih vremenskih razmer predstavljajo dodatno grožnjo za biotsko raznovrstnost v Alpah (Pogačar in sod., 2022), ter za samo kmetijsko pridelavo. Zlasti poletne suše v letih 2003, 2015 in 2018 so vzbudile zaskrbljenost glede ranljivosti evropskih vodnih virov in vodne bilance zaradi podnebnih sprememb (Pogačar in sod., 2022). Tudi aktualni kazalci za Slovenijo kažejo, da se pogostost kmetijske suše v zadnjih desetletjih povečuje, pri čemer se suša pojavlja z večjo jakostjo ter tudi na območjih in v letnih časih, kjer v preteklosti ni bila tako izrazita (Sušnik in sod., 2025).

Že v raziskavi Vanham iz leta 2012 se je predvidevalo, da se bo povprečni pretok vode v poletnih in jesenskih mesecih zmanjšal zaradi povečane evapotranspiracije, manjše količine snega in zmanjšanih padavin. Tako so predvideli, da se bo moral del kmetijstva, ki je odvisen od dežja, preusmeriti v namakalne sisteme, kar pa je možno optimizirati s primernimi naložbami, trajnostno rabo zemljišč in ustreznim upravljanjem namakanja.

Namakanje travinj sicer predstavlja enega izmed procesov intenzifikacije rabe travnikov, z namenom kljubovanja suši in povečanjem pridelka v sušnih notranjih alpskih dolinah. Ker pa podnebne spremembe prinašajo dvig temperatur okolja v vseh letnih časih in zmanjšanje količine padavin poleti in zgodnji jeseni, postaja namakanje vse bolj razširjeno tudi v alpskih travnikih in je s tem ključno razumevanje dolgoročnega vpliva na travno rušo in biotsko pestrost.

1.6.2. Tehnično zasneževanje

Ponekod se kot redni ali dopolnilni ukrep uporablja tudi umetno ali tehnično zasneževanje, ki omogoča daljšo sezono, vendar lahko predstavlja dodatno obremenitev za vodne vire, tla in skrajša vegetacijsko obdobje rastlin. Vpliv podnebnih sprememb se na alpskih območjih že kaže v zmanjševanju količine snega in krajšanju trajanja snežne odeje, kar povzroča zgodnejši odtok taline v alpske reke in s tem pričakovano zmanjšanje deleža spomladanskega in poletnega odtoka vode. S tem bo Alpsko gorovje izgubilo del svoje funkcije sezonskega zadrževanja vode (Vanham, 2012). V raziskavi Matiu in sod. (2021), v kateri so spremljali trende snežne odeje v Alpah med letoma 1971 in 2019, so ugotovili izrazit trend zmanjševanja povprečne globine snega, in sicer za 8,4 % na desetletje, medtem ko se je trajanje snežne odeje zmanjšalo v povprečju za 5,6 % na desetletje. Podnebne spremembe so zato vse bolj obravnavane kot grožnja zimskemu turizmu zaradi skupnega učinka zmanjševanja količine naravnega snega in krajšanja obdobja, primernih za umetno zasneževanje (Spandre in sod., 2019).

Kot odziv na zmanjšano zanesljivost naravne snežne odeje se je v zadnjih desetletjih povečala uporaba sistemov za zasneževanje, katerih namen je zagotavljanje zadostne snežne podlage za izvajanje zimskih športnih dejavnosti in podaljševanje oziroma zagotavljanje zimske sezone. K večji uporabi zasneževanja prispevajo tako spreminjajoče se podnebne razmere kot zahteve po zagotavljanju ustreznih snežnih razmer že na začetku in skozi celotno zimsko sezono. Hkrati pa proizvodnja dodatnega snega pomeni

dodatno rabo vode in energije ter lahko spremeni količino, gostoto in trajanje snežne odeje, zato so njeni morebitni vplivi na okolje predmet številnih raziskav.

V strokovni literaturi se za strojno proizveden sneg uporabljajo izrazi umetni, tehnični oziroma strojno proizvedeni sneg. Izraza umetni in tehnični sneg se pri tem ne uporabljata dosledno za dve različni vrsti snega, zato v tem dokumentu izraz »tehnični sneg« uporabljamo za sneg, proizveden z zasneževalnimi napravami iz vode in zraka brez dodatkov. Pri nekaterih postopkih zasneževanja se lahko uporabljajo tudi dodatki za pospeševanje nastajanja ledenih kristalov. Tovrstni dodatki lahko temeljijo na bakterijah z ledotvornimi lastnostmi, katerih uporaba zaradi njihovega potencialnega vpliva na nekatere alpske rastlinske vrste predstavlja dodatno okoljsko vprašanje (Rixen in sod., 2003). V nadaljevanju se obravnava tehnično zasneževanje brez uporabe takšnih dodatkov.

2. Morebitni okoljski vplivi in tveganja upravljanja z vodo pri dvojni zimsko-športni rabi kmetijskih zemljišč v Alpah

Okoljski vplivi rabe travinj so odvisni predvsem od načina in intenzivnosti upravljanja zemljišč v poletnem in zimskem obdobju. Poleti jih določajo zlasti intenzivnost paše, pogostost košnje, gnojenje in morebitna obnova travne ruše, ki skupaj vplivajo na stanje, rodovitnost in produktivnost travinja. Dodaten vpliv poleti lahko predstavlja namakanje zemljišč. Po drugi strani ima vpliv tudi raba prostora za zimsko-športne aktivnosti, tj. priprava in uporaba prog za tek na smučeh, kjer lahko dodaten vpliv predstavlja tehnično zasneževanje prog.

Ker sta tako pašno-košna kmetijska raba poleti in zimsko-športna raba s tehničnim zasneževanjem pozimi na obravnavanem območju že vzpostavljeni, je namen te publikacije opredeliti morebitne dodatne vplive na okolje, ki bi nastali zaradi dodatnega namakanja površin poleti ob že obstoječih praksah rabe zemljišča. Pri presoji je smiselno najprej ločeno oceniti vplive posameznega načina vnosa vode na elemente okolja, tj. predvsem na tla, biotsko pestrost, vodni režim ter kakovost podzemnih in površinskih voda, nato pa oceniti njihov skupen, celosten vpliv.

Podnebne spremembe lahko okrepijo okoljska tveganja, ker povečujejo vremensko spremenljivost (izmenjavanje sušnih in zelo mokrih obdobj) ter negotovost snežnih razmer. V takih razmerah se lahko poveča pritisk na intenzivnejše gospodarjenje s travinji (Mayel in sod., 2021) ter hkrati poveča potreba po (dodatnem) zasneževanju v zimskem času, saj se količina naravnega snega zmanjšuje (Cegnar in sod., 2022), pritisk turizma pa je vedno večji. To pomeni, da je upravljanje časa in intenzivnosti namakanja poleti še pomembnejše, zlasti na vodovarstvenih območjih.

2.1. Tveganja za fizikalne lastnosti in kakovost tal

2.1.1. Pašno-košna kmetijska raba travinj z namakanjem

Okoljska tveganja, povezana s poletno kmetijsko rabo travinj, izhajajo predvsem iz mehanskih obremenitev tal zaradi paše ter uporabe kmetijske mehanizacije pri košnji in spravilu pridelka. Namakanje samo po sebi ne povzroča zbijanja, lahko pa podaljša obdobje povečane vlažnosti, v katerem so tla manj nosilna in bolj dovzetna za poškodbe. Tveganje je zato največje, kadar se paša ali prehodi mehanizacije izvajajo neposredno po namakanju oziroma na že močno navlaženih tleh.

Gaženje pašnih živali lahko povzroča zbijanje tal, pri čemer je obseg sprememb odvisen od vsebnosti organske snovi, vode, strukture in teksture tal (Nawaz in sod., 2013). Zbijanje vodi v povečano gostoto tal, zaradi česar se spreminjajo štiri fizikalne lastnosti tal – volumska gostota, trdnost, porazdelitev velikosti por in zračnost tal (Vidrih in Hopkins, 1996). To posledično vpliva na kemijske in biološke lastnosti tal, vključno z ogolelostjo (nastankom zaplat golih tal), poškodbami travne ruše ter posrednimi spremembami v vrstni sestavi rastlin.

Neustrezno vodena paša živali lahko vodi tudi do neenakomernega vnosa hranil oziroma živinskih gnojil v tla, zaradi česar je že pri ustaljenih praksah pomembno ustrezno upravljanje pašnika (prestavljanje napajališč, krmišč ipd.). Tudi gnojenje vpliva na vnos hranil ter lahko spreminja kislost in prevodnost tal,

vendar je v praksi praviloma vezano na gnojilni načrt. Uporaba kmetijske mehanizacije lahko povzroča tudi zbijanje tal in poveča tveganje za erozijo že na nerazmočenih tleh, tveganja pa so večja, kadar se košnja, spravilo pridelka ali paša izvajajo neposredno po namakanju oziroma v času, ko so tla še slabo nosilna. Posledice so odvisne od mase mehanizacije, obremenitve pnevmatik, števila prehodov ter trenutnega stanja tal. Čas namakanja je zato treba uskladiti s pašo, košnjo in spraviлом pridelka ter med namakanjem in naslednjo mehansko obremenitvijo zagotoviti dovolj časa, da se tla ustrezno odcedijo.

Trajnostno in strokovno namakanje travinj lahko v sušnih obdobjih prispeva k stabilnejši pridelavi krme in s tem k večji zanesljivosti kmetijske rabe. Pri alpskih travinjah je njegova vrednost največja takrat, ko prepreči izpad prve ali druge košnje, zmanjša potrebo po dokupu krme in poveča zanesljivost preskrbe živali z domačo krmo. Tveganja nastanejo pri prekomernem namakanju, namakanju slabo odcednih ali že zasičenih tal ter pri kombinaciji namakanja z visokim vnosom hranil. V takih razmerah se lahko povečajo izpiranje nitratov, površinski odtok vode, zamočvirjenost, slabša prezračevanost tal ter anaerobni procesi v tleh (FAO, b. d.; Singh, 2015; Quemada in sod., 2013), zaradi česar mora biti namakanje prilagojeno dejanskemu primanjkljaju vode, sposobnosti tal za zadrževanje vode in načrtovanim kmetijskim opravilom.

2.1.2. Zimsko-športna raba travinj s tehničnim zasneževanjem

Pri zimsko-športni rabi je treba razlikovati med vplivom priprave in vzdrževanja tekaške proge ter dodatnim vplivom tehničnega zasneževanja. Tekiške proge se pripravljajo s teptalnimi stroji, kjer se snežna odeja izravna in utrdi za tek na smučeh. Zaradi velike teže teptalnih strojev nastane velik pritisk predvsem na snežno odejo; sneg se stisne, postane kompakten in slabše prepusten, kar lahko pospešuje nastajanje ledenih plasti v snegu ter omejuje izmenjavo plinov med tlemi in zrakom (Rixen in sod., 2003). Ob dovolj debeli snežni odeji pritisk strojev deluje predvsem na sneg, medtem ko so neposredne poškodbe travne ruše in tal verjetnejše pri pripravi proge ob pretanki ali prekinjeni snežni odeji.

Posledično se lahko v tleh pod gosto snežno odejo pojavi primanjkljaj kisika (hipoksija), ki spreminja procese v dušikovem ciklu (npr. zavira nitrifikacijo in lahko vodi v relativno večjo prisotnost amonija), hkrati pa poveča tveganje za pojav bolezni, kot je snežna plesen (*Microdochium nivale*) (Rixen in sod., 2003).

Stisnjena snežna odeja praviloma spremeni temperaturni režim na površju in v tleh; pri enaki debelini snega ima zbiti sneg manjšo izolativnost in večjo toplotno prevodnost kot naravni sneg, zato temperatura na površini tal bolj niha (Keller in sod., 2004). Končni vpliv pa je odvisen tudi od debeline snežne odeje, saj je ta pri tehničnem zasneževanju pogosto večja. Debelejša snežna odeja lahko tla bolje izolira, medtem ko večja zbitost njeno izolativnost zmanjšuje.

Tehnični sneg se zaradi večje debeline in drugačnih lastnosti lahko tali pozneje kot naravni sneg. Posledično so lahko tla spomladi dalj časa hladna, razmočena ali slabo nosilna, kar lahko vpliva na začetek vegetacijske sezone in izvajanje kmetijskih dejavnosti.

2.1.3. Skupni vplivi in priporočila

Ker se lahko tla pri dvojni rabi zbijajo tako v poletnem kot zimskem času, lahko kombinacija paše, košnje, vožnje s kmetijsko mehanizacijo, priprave tekaških prog, tehničnega zasneževanja in namakanja površin poveča tveganje za zbijanje tal, slabšo poroznost, zmanjšano infiltracijo vode, površinski odtok vode in lokalno erozijo tal. Zato je pri takšni rabi ključno preprečevati zbijanje tal, ohranjati neprekinjeno

travno rušo in vzdrževati dobro poroznost ter zračnost tal. Priporočamo, da se priprava tekaške proge še naprej izvaja le ob dovolj debeli snežni odeji, ki preprečuje neposreden stik teptalnih strojev s travno rušo in tlemi ter s tem zmanjšuje tveganje za mehanske poškodbe.

Vplivi poletne in zimske rabe se lahko med seboj prepletajo predvsem v prehodnih obdobjih. Daljše zadrževanje snega zaradi tehničnega zasneževanja, večja gostota snežne odeje in večja zasičenost tal z vodo po taljenju lahko povzročijo, da so tla spomladi dlje časa razmočena, hladna ali slabo nosilna. V takih razmerah svetujemo prilagoditev začetka paše, košnje in spravila sena, saj prezgodnja raba še vlažnih tal poveča tveganje za poškodbe travne ruše, nastanek kolesnic, zbitost tal ter zmanjša pridelovalni potencial. Zakasnitev paše je priporočljiva tudi zaradi daljšega obdobja zamrznjenosti ali razmočenosti tal, saj lahko živali z gaženjem in rednim obtrgavanjem mlade vegetacije poškodujejo tla in travno rušo, kar poveča možnost razvoja plevelnih vrst (Strgulec in sod., 2024).

Pri poletni pašno-košni rabi z namakanjem je v skladu z običajnimi trajnostnimi kmetijskimi praksami priporočljivo omejiti število prehodov težke mehanizacije, se izogibati vožnji po mokrih tleh ter po možnosti uporabljati stalne vozne poti oziroma vnaprej določene koridorje. Namakanje naj se izvaja ciljno, glede na dejanski primanjkljaj vode v tleh, in ne na že zasičenih ali slabo odcednih tleh. Če se za poletno namakanje uporablja obstoječa infrastruktura za zasneževanje, mora biti voda primerne kakovosti, raba pa mora biti skladna z vodovarstvenim režimom območja.

V primeru ponavljajočih se poškodb tal ali travne ruše so smiselni ciljni ukrepi, kot so zmanjšanje mehanskih obremenitev, sprememba poti mehanizacije ter po potrebi časovna omejitve ali prilagoditev časa izvajanja paše, košnje in spravila pridelka. Pri obstoječih vizualnih ogledih zemljišča je smiselno pozornost nameniti morebitnemu pojavu kolesnic, golih zaplat, površinskega odtoka vode in stanju travne ruše po zaključku zimske in vegetacijske sezone.

2.2. Tveganja za vodni režim ter kakovost površinskih in podzemnih voda

2.2.1. Pašno-košna kmetijska raba travinj z namakanjem

Kmetijska pašno-košna raba travinj lahko vpliva na kakovost površinskih in podzemnih voda predvsem zaradi morebitnega prekomernega vnosa oziroma spiranja hranil (npr. nitratov) v tla ob prekomernem namakanju površin. Hranila se čez leto v tla vnašajo z organskimi ali mineralnimi gnojili ter z iztrebki in urinom pašnih živali. Če vnos hranil presega potrebe rastlin, se lahko njihov presežek kopiči v tleh oziroma se ob pronicanju vode premika v globlje plasti tal in proti podzemni vodi (Buckthought in sod., 2015).

Namakanje samo po sebi ne povzroča nujno povečanega izpiranja hranil. Tveganje se poveča predvsem takrat, ko skupna količina namakalne vode in padavin preseže potrebe vegetacije ter sposobnost tal za zadrževanje vode. Na obseg izpiranja vplivajo tudi čas in količina gnojenja, vsebnost mineralnega dušika v tleh, globina in prepustnost tal ter stanje vegetacije. Namakanje je zato treba prilagoditi dejanskemu primanjkljaju vode in ga časovno uskladiti z gnojenjem (Vogeler in sod., 2019).

Ker lahko tako paša živali kot uporaba kmetijske mehanizacije vodita v zbijanje tal in s tem zmanjšanja deleža por v tleh, se lahko zmanjšata poroznost in infiltracijska sposobnost tal, kar lahko poveča površinski odtok vode (Nawaz in sod., 2013). Ob intenzivnem namakanju ali močnejših padavinah se

lahko zato poveča tudi tveganje za lokalno erozijo. Ponovno sta tu pomembni ustrezna intenziteta paše, prilagojeno število košenj, ter strokoven vnos gnojil v tla, ki je primerljiv/usklajen z odvzemom hranil s pridelkom.

2.2.2. Zimsko-športna raba travinj s tehničnim zasneževanjem

Ker se ob tehničnem zasneževanju poveča količina vode na zemljišču, lahko del te vode pronica v tla in s tem prispeva k nasičenosti profila tal z vodo in napajanju podzemne vode. Če so tla zmrznjena ali nasičena, se lahko zmanjšata infiltracija in pronicanje vode v tla, zaradi česar lahko talina zastaja ali odteka po površju. Ob dolgotrajni nasičenosti tal se lahko pojavita pomanjkanje kisika in denitrifikacija. Zaradi podaljšanega zadrževalnega časa snežne odeje lahko talina deluje kot »namakalni« vir za zgodnjo rast rastlin spomladi. Se pa pri proizvodnji tehničnega snega del uporabljene vode izgubi zaradi evaporacije oziroma sublimacije, odnašanja z vetrom in odtekanja nezamrznjene vode (Grünwald in Wolfsperger, 2019).

Zaradi podnebnih sprememb in segrevanja ozračja ter potencialnega primanjkljaja vode v alpskih ekosistemih je problematika pomanjkanja vode v spomladanskih in poletnih mesecih vedno bolj v ospredju, dejanska vodna bilanca pa je na zemljiščih odvisna od lokalnih razmer (temperature v času zasneževanja, temperature in količine padavin pozimi, hidrografskih razmer porečja na lokaciji). Pri presoji vplivov je treba zato upoštevati tako količino odvzete vode kot količino vode, ki po taljenju dejansko doseže tla.

2.2.3. Skupni vplivi in priporočila

Pri presoji vplivov dvojne rabe na vodni režim ter kakovost površinskih in podzemnih voda je treba skupaj upoštevati poletno namakanje, zimsko tehnično zasneževanje in obstoječo kmetijsko rabo zemljišča. Tveganja so povezana predvsem s prekomernim vnosom vode, morebitnim izpiranjem hranil skozi talni profil, površinskim odtokom vode in s tem morebitno erozijo tal ter primerno kakovostjo vode, uporabljene za namakanje in zasneževanje.

Namakanje naj se izvaja glede na dejanski primanjkljaj vode v tleh in potreb travne ruše. Izogibati se je treba namakanju že nasičenih ali slabo odcednih tal ter namakanju neposredno pred obilnejšimi padavinami. Čas namakanja je treba uskladiti tudi z gnojenjem in pašo, saj se lahko ob večji količini vode poveča premikanje hranil iz gnojil, urina in iztrebkov živali skozi talni profil ali po površini tal.

Tako pri tehničnem zasneževanju kot pri namakanju je pomembno spremljati kakovost uporabljenega vodnega vira. Kemijske lastnosti vode je treba upoštevati pri presoji morebitnega vnosa hranil in drugih raztopljenih snovi v tla ter površinske in podzemne vode.

Pri tehničnem zasneževanju je potrebno spremljati morebitno odtekanje taline in preprečevati njeno dolgotrajno zastajanje na progi. Če se po kopnenju snega pojavljajo zastajanje vode, površinski odtok ali erozija, je priporočljivo prilagoditi količino in prostorsko razporeditev tehničnega snega.

Pri presoji skupnega vpliva je treba upoštevati tudi letno vodno bilanco, vključno s količino vode, odvzeto za poletno namakanje in zimsko zasneževanje, izgubami med zasneževanjem ter količino vode, ki se kot talina ali namakalna voda dejansko infiltrira v tla oziroma odteče z območja.

2.3. Vplivi na biotsko pestrost flore in favne travinj

2.3.1. Pašno-košna kmetijska raba travinj z namakanjem

Tveganja za izgubo biotsko pestrih travinj v splošnem predstavljajo opuščanje tradicionalne rabe zemljišč in posledično zaraščanje z gozdovi ter na drugi strani intenzivno kmetijstvo z gnojenjem, zgodnjo in večkratno košnjo ter baliranjem. Paša predstavlja dober način trajnostnega ohranjanja kulturne krajine in biotske pestrosti travinj, le-ta pa je ključna za opraševalce rastlin in kakovost krme za živino (Bavcon in sod., 2024).

Številne študije poročajo o kriteriju prisotnosti in številčnosti talnih členonožcev (npr. taksonomske skupine Collembola, Acari, itd.) kot kazalniku za opredelitev kakovosti tal (Menta in sod., 2020). Pestrost in številčnost le-teh je neposredno odvisna od vrstne pestrosti, biomase in sestave rastlinske združbe, čeprav še vedno poteka razprava, kateri izmed teh faktorjev ima največji vpliv nanje (Andrey in sod., 2014). Na samo botanično sestavo travne ruše v prvi vrsti vpliva več faktorjev: tla (sposobnost zadrževanja vode, količina hranil v tleh, nagib, položaj površine), raba tal (čas in način košnje, število košenj, višina košnje, vrsta in število živali na paši, trajanje paše), hranila v tleh (kislost tal, založenost in dostopnost s hranili, vrsta gnojil) in oskrba (poškodba ruše, osuševanje površin in namakanje) (Otoničar in sod., 2021).

Tudi pašne živali vplivajo na sestavo travne ruše, saj selektivno objedajo rastje (manj »okusne« rastline živina izpušča ali popase kasneje), kar vodi v nastanek prehranjevalnih zaplat in posledično v spremembe biotske pestrosti flore in favne travinja, spremembe v fiziologiji rastlin in lastnostih tal (Mayel in sod., 2021). Potencialna težava, ki jo dodatno prinašajo podnebne spremembe so tudi poletne in spomladanske suše na travinjah, kar lahko vodi v intenzivnejšo gospodarjenje v za-to vremensko ugodnih obdobjih oziroma letnih časih. To lahko negativno vpliva na ekosistem in lastnosti tal (Mayel in sod., 2021), posledično pa tudi na biotsko pestrost talnih organizmov.

Raziskave na gorskih in vrstno bogatih košnih travinjah kažejo, da zmerno oziroma tradicionalno namakanje pogosto nima izrazitega negativnega vpliva na vrstno bogastvo rastlin ali nevretenčarjev, lahko pa vpliva na talne lastnosti in vrstno sestavo rastlinskih združb, predvsem v smeri razvoja bolj vlagoljubnih oziroma rastlinskih vrst z boljšim pridelovalnim potencialom (Boch in sod., 2021; Gerlach in sod., 2023; Schirmel in sod., 2014). Kratkoročno namakanje ekstenzivnih gorskih travnikov povečuje razpoložljivost vode in s tem razvoj vegetacije, kar je lahko povezano tudi z večjim vrstnim bogastvom rastlin ter večjo številčnostjo in biomaso talnih členonožcev (Andrey in sod., 2014). V petletnem poskusu na gorskih košnih travnikih namakanje ni pomembno spremenilo sestave rastlinske združbe, medtem ko je imel po drugi strani izrazitejši vpliv povečan vnos hranil z gnojenjem (Boch in sod., 2021).

Z vidika ohranjanja biotske pestrosti zato največje tveganje ne predstavlja nujno zmerno namakanje ob dejanskem pomanjkanju vode, temveč predvsem dolgotrajno povečevanje vlažnosti tal in kombinacija namakanja z intenzivnejšim gnojenjem, košnjo ali pašo. Takšne spremembe lahko postopoma spremenijo konkurenčna razmerja med rastlinskimi vrstami in sestavo travne ruše ter posledično tudi habitatne razmere za talne nevretenčarje, kar lahko posledično vpliva in vodi v spremembo pestrosti, številčnosti in sestave združb talnih nevretenčarjev.

2.3.2. Zimsko-športna raba travinj s tehničnim zasneževanjem

Podobno kot pri vplivu na tla lahko opredelimo vpliv priprave proge za tek na smučeh in zasneževanja kot dva ločena vpliva tudi na biotsko pestrost flore in favne. Najvažnejši dejavnik, ki vpliva na vegetacijo, ni samo urejanje ali zasneževanje proge, temveč tudi vlažnost in gostota tal (Steinbauer in sod., 2018), ki se ob teh praksah lahko spremenita v primerjavi z naravnimi površinami.

Kadar imamo trajni travnik s kmetijsko rabo, je vegetacija praviloma bolj prilagojena in na splošno relativno odporna na motnje oz. degradacije (Steinbauer in sod., 2018), ki jih prinašajo kmetijska mehanizacija, košnja in paša. Dodatna raba travinj pozimi (ko se travnik pokosi, snežna odeja pa stepta za namene tekaške proge) lahko vpliva predvsem na fenologijo rastlin (kasnejši čas cvetenja) ter do neke mere tudi na vrstno sestavo in biomaso travne ruše. Ker teptanje poveča gostoto snega in s tem okrepi zmrzovanje tal, se upočasni taljenje snega, s čimer je bilo cvetenje rastlin v povprečju zamaknjeno za približno dva dni. Kljub temu po več desetletjih uporabe tekaške proge niso ugotovili pomembnih sprememb skupne biomase, vrstnega bogastva ali celotne vrstne sestave vegetacije (Steinbauer in sod., 2018). Ker v tej raziskavi tehničnega zasneževanja niso uporabljali, rezultati predstavljajo predvsem vpliv priprave tekaške proge.

Znaten učinek na fenologijo rastlin se pokaže, kadar dodatno zasnežujemo proge s tehničnim ali umetnim snegom. Ker je snežna odeja debelejša, karakteristike snega pa drugačne od naravnega snega, se taljenje snega lahko podaljša do štiri tedne, s čimer se zakasni tudi začetek vegetacijske sezone in cvetenje rastlin (Rixen in sod., 2003). Raziskave alpskih smučišč sicer kažejo, da so vplivi samega tehničnega zasneževanja praviloma manj izraziti kot vplivi neposrednih posegov v tla in odstranjevanja vegetacije, vendar lahko kljub temu dodatni vnos vode vpliva na vrstno sestavo vegetacije (Roux-Fouillet in sod., 2011).

Spremembe trajanja snežne odeje, temperature in vlažnosti tal lahko vplivajo tudi na življenjske razmere za talne nevretenčarje in mikroorganizme, vendar je neposrednih raziskav vpliva tehničnega zasneževanja nanje malo. Vpliv daljšega zadrževanja oziroma lokalnega kopičenja snežne odeje na talne členonožce prikazuje raziskava Kašák in sod. (2013), izvedena na alpskih smučarskih progah brez tehničnega zasneževanja in neposrednih posegov v vegetacijski pokrov, vendar z umetno akumuliranim snegom in sosednjih območij. Na teh mestih so ugotovili zmanjšanje številčnosti večine preučevanih vrst epigeičnih hroščev ter spremembe v sestavi njihovih združb. Kot pomemben dejavnik teh sprememb so avtorji izpostavili predvsem poznejše taljenje akumuliranega snega, povečano zmrzovanje zgornje plasti tal in posledično zakasnitev ter skrajšanje vegetacijske sezone. Čeprav rezultatov alpskih smučišč ni mogoče neposredno prenesti na tekaške proge, kažejo na možnost, da lahko tudi lokalno daljše zadrževanje večje količine snega vpliva na združbe talnih členonožcev (Kašák in sod., 2013).

2.3.3. Skupni vplivi in priporočila

Pri dvojni rabi lahko na biotsko pestrost flore in favne travinja vplivajo predvsem spremembe vodnega in temperaturnega režima tal ter spremenjeno trajanje vegetacijske sezone. Poleti lahko ponavljajoče se namakanje spreminja razmere za rast rastlin in postopoma vpliva na vrstno sestavo travne ruše v razvoj bolj vlagoljubnih vrst (Kammer, 2002), zlasti če povzroča dolgotrajno povečanje vlažnosti tal. Pozimi lahko priprava tekaških prog in tehnično zasneževanje podaljšata trajanje snežne odeje ter zakasni začetek vegetacijske sezone in cvetenja rastlin. Posledično se lahko spremeni tudi čas primernosti zemljišča za začetek paše oziroma prve košnje.

Namakanje naj se zato izvaja glede na dejanski primanjkljaj vode v tleh in tako, da ne povzroča morebitne dolgotrajne zasičenosti tal z vodo. Posebno pozornost je treba nameniti morebitnim postopnim spremembam vrstne sestave v smeri večje zastopanosti vlagoljubnih rastlinskih vrst, predvsem ob dolgotrajnem ali intenzivnejšem namakanju v sušnih obdobjih.

Pri zimski rabi je najpomembnejši ukrep, da se tekaške proge še naprej pripravljajo ob le zadostni snežni odeji, kar preprečuje neposreden stik teptalnih strojev s travno rušo in tlemi. Ker lahko tehnično zasneževanje podaljša trajanje snežne odeje na progi in s tem zakasni začetek vegetacijske sezone, je treba prilagoditi začetek paše in košnje dejanskemu času taljenja snega, razvoju vegetacije ter nosilnosti tal.

Pomemben ukrep je tudi, da se travna ruša jeseni primerno pokosi oziroma popase pred začetkom zimske sezone. Namreč, nizka in enakomerna ruša zmanjšuje tveganje za poleganje rastlinske mase, pojav snežne plesni in s tem poškodb vegetacije pod dolgotrajno snežno odejo.

3. Sinergistični učinki in priložnosti dvojne rabe kmetijskih zemljišč v Alpah

Dvojna raba kmetijskih zemljišč v Alpah lahko ob ustreznem upravljanju omogoča tudi sinergije med kmetijsko, rekreacijsko, vodno-gospodarsko, ekološko in krajinsko funkcijo prostora. Njena glavna prednost je časovna dopolnitev rab: v vegetacijskem obdobju se zemljišča uporabljajo za košnjo, pašo in pridelavo krme, v zimskem obdobju pa za športno-rekreacijske dejavnosti, ko je rast vegetacije prekinjena.

Pomembna sinergija DZŠR je ohranjanje odprte kulturne krajine. Redna košnja in zmerna paša preprečujeta zaraščanje travinj z grmovnimi in lesnatimi vrstami, ohranjata pridelovalno funkcijo zemljišč ter prispevata k ohranjanju krajinske pestrosti, rekreacijske vrednosti prostora in polnaravnih travniških razmer. Ustrezno namakanje lahko v sušnih obdobjih tudi omili vpliv pomanjkanja vode na rast travne ruše in stabilnost pridelave. Z vidika tal je pomembno, da lahko dvojna raba prispeva k ohranjanju travinja, če kmetom zagotavlja dodaten dohodek in s tem zmanjšuje pritisk na opuščanje rabe ali spremembo namembnosti zemljišč. Ob nizko do zmerno intenzivni rabi lahko takšno upravljanje podpira ohranjanje travne ruše in biotske pestrosti talnih organizmov.

Poletna kmetijska raba ima hkrati neposreden pomen za zimsko rabo. Nizka in enakomerno vzdrževana travna ruša omogoča lažje urejanje tekaških prog ter manjše tveganje za poleganje ali gnitje rastlinske mase pod dolgotrajno snežno odejo (snežna plesen). Tudi ustrezno pokošena oz. popasena in mulčena travna ruša lahko pred zimo pomembno prispeva k enakomernejši površini ter zmanjšuje količino pogle rastlinske mase pod snežno odejo.

Dodatna sinergija je povezana z vodno infrastrukturo. Obstoječa vodna infrastruktura za tehnično zasneževanje lahko ob ustrezni tehnični in upravljavski prilagoditvi predstavlja osnovo tudi za poletno namakanje oziroma učinkovitejše sezonsko upravljanje vodnih virov (Liu in sod., 2024). Zajetja, črpališča, cevovodi in zadrževalniki, ki so prvotno namenjeni tehničnemu zasneževanju, lahko tako prispevajo k večji stabilnosti kmetijske pridelave in zanesljivejši pridelavi krme na travniških površinah. Pomembna prednost takšnega sistema je sezonsko dopolnjevanje uporabe prostora in infrastrukture: površine imajo poleti primarno kmetijsko, pozimi pa rekreacijsko funkcijo, vodna infrastruktura pa se lahko ob ustrezni tehnični zasnovi uporablja za različne namene v različnih delih leta.

Talina tehničnega snega predstavlja dodaten spomladanski vnos vode v tla in lahko ob ugodni časovni razporeditvi prispeva k vodni zalogi za začetek vegetacijske sezone spomladi. Učinek je sicer odvisen od časa taljenja, nasičenosti tal z vodo in vremenskih razmer, lahko pa povečana razpoložljivost vode omogoči enakomernejšo rast travne biomase. Posledično se lahko povečata predvidljivost in stabilnost pridelave, kar ima lahko neposreden ekonomski pomen za kmetijska gospodarstva. Ta sinergija pa je pozitivna le, če talina ne povzroča dolgotrajnega zastajanja vode, površinskega odtoka ali izpiranja hranil.

Hkrati lahko vključitev zemljišč v sistem zimsko-turistične rabe lastnikom zemljišč omogoča dodaten vir prihodka, na primer preko najemnin, nadomestil za uporabo zemljišč ali drugih oblik sodelovanja z upravljavcem infrastrukture. S tem se lahko povečuje skupna ekonomska učinkovitost in večnamenska vrednost prostora. Za lokalno skupnost lahko dvojna raba pomeni boljše izkoriščenost obstoječe infrastrukture, razvoj turizma ter večjo prepoznavnost območja. Ob ustreznem upravljanju lahko takšna raba prispeva k usklajevanju interesov kmetijstva, turizma, rekreacije in varstva okolja.

Dodaten pozitiven vidik oz. upravljavska priložnost/korist dvojne rabe je lahko tudi bolj usklajeno upravljanje zemljišča ter možnost pregleda njegovega stanja na podlagi skupnega nabora kazalnikov. Takšen pregled omogoča zaznavanje morebitnih nezaželenih sprememb in pravočasno prilagoditev upravljanja, kar lahko ob doslednem in pravočasnem ukrepanju dolgoročno podpira kakovost tal, stabilnost travne ruše in pridelovalno sposobnost zemljišča.

Navedene sinergije so dosegljive le, če ena raba ne zmanjšuje sposobnosti zemljišča za drugo rabo in hkrati ohranja ali celo širi njegove ekosistemske funkcije. V ta namen morajo biti zimsko-športne aktivnosti prilagojene snežnim in talnim razmeram, poletna kmetijska raba z namakanjem pa stanju travne ruše, vlažnosti tal in morebitnemu zamiku vegetacijske sezone po daljšem zadrževanju snežne odeje.

4. Kazalniki in priporočila za pregled vplivov dvojne rabe

Za presojo morebitnih vplivov DR KZ na elemente okolja v Alpah **je priporočljivo na vsakih 3–5 let izvesti celovit pregled stanja zemljišča**, na katerem se dvojna raba izvaja. Pregled vključuje več sklopov kazalnikov kakovosti tal in kmetijske kakovosti zemljišč, ki zajemajo stanje tal, biološko komponento tal, kakovost površinskih in podzemnih voda ter stanje, sestavo, odpornost in pridelek travinja.

Posamezen pregled stanja ne predstavlja nujno enkratnega pregleda vseh kazalnikov v istem času, temveč sklop terenskih pregledov, vzorčenj in analiz, izvedenih v času, ki je najprimernejši za posamezno skupino kazalnikov. **V letu, ko se izvede pregled stanja, se zato posamezni kazalniki ocenijo v različnih delih leta glede na njihov namen in sezonsko rabo zemljišča.** Stanje travne ruše in morebitne posledice zimske rabe je smiselno oceniti po zaključku zimske sezone oziroma ob začetku rasti vegetacije po kopnenju snega, količino in kakovost pridelka v času košnje oziroma spravila, stanje tal pa ob vsakem zaporednem pregledu v istem oziroma primerljivem delu leta. Pri podzemnih in površinskih vodah se čas pregleda prilagodi pričakovanim vplivom, npr. obdobju taljenja snega, uporabi namakanja ali večjim padavinskim dogodkom.

Za primerljivost rezultatov je pomembno, da se ob vsakem naslednjem pregledu stanja uporabljajo primerljiva vzorčna mesta, čas izvedbe vzorčenja in metode. Poleg načrtovanega pregleda na 3–5 let je priporočljivo ob pojavu večjih poškodb, izrednih vremenskih dogodkov ali pomembnejši spremembi načina namakanja oziroma zasneževanja izvesti tudi **ciljni pregled posameznega prizadetega elementa okolja.**

Pri kazalnikih, pri katerih želimo ločiti morebitne vplive namakanja in tehničnega zasneževanja od naravne prostorske in medletne variabilnosti, je koristna tudi primerjava s primerno referenčno površino. Kot primarna referenčna površina je najprimernejše primerljivo zemljišče z enako pašno-košno in zimsko-športno rabo s tehničnim zasneževanjem, vendar brez namakanja, saj omogoča presojo dodatnega vpliva uvedbe namakanja. Če je na voljo primerljiva površina brez namakanja in tehničnega zasneževanja, jo je mogoče vključiti kot dodatno referenčno površino za presojo skupnega vpliva obeh načinov upravljanja z vodo.

Referenčna površina naj bo čim bolj primerljiva z obravnavanim zemljiščem glede matične podlage oziroma geoloških razmer, tipa in globine tal, reliefa in naklona, odcednosti oziroma hidroloških razmer ter načina kmetijske rabe. Po možnosti naj se nahaja v bližini obravnavane površine in v primerljivih mikroklimatskih razmerah. Primerjava z referenčno površino je posebej priporočljiva pri presoji sprememb tal, travne ruše in talne biote, saj omogoča lažje ločevanje morebitnih vplivov namakanja in tehničnega zasneževanja od naravne prostorske in medletne variabilnosti. Zelo koristna je lahko tudi pri presoji količine in kakovosti pridelka, vendar se pri tem lahko kot osnovna primerjava uporabijo tudi podatki iste površine iz preteklih let ob upoštevanju vremenskih razmer in časa kmetijske rabe. Pri presoji vodnega režima in kakovosti voda referenčna površina praviloma ni potrebna; pomembnejša so ustrezno izbrana vzorčna mesta glede na poti odtoka in hidrološke povezave.

4.1. Kazalniki trajnostne pridelave alpskih travin v dvojni rabi

Kazalniki trajnostne pridelave se pri travniških in pašnih površinah nanašajo predvsem na stanje travne ruše, njeno odpornost na rabo ter sposobnost zagotavljanja stabilnega pridelka krme. Spodnji priporočeni parametri pregleda stanja trajnostne pridelave so bili določeni na podlagi literature Strgulec in sod. 2024, Verbič in Verbič, 2021, Rixen in sod., 2003, ter Steinbauer in sod., 2018.

Priporočamo, da se terenski del pregleda stanja izvede enkrat na 3-5 let po zaključku zimske sezone oziroma ob začetku rasti vegetacije ali pred prvo košnjo ali pašo. Pregledi naj se izvajajo na obravnavani površini ter na primerljivi referenčni površini.

Preglednica 1: Priporočeni parametri oz. vegetacijski kazalniki za pregled stanja trajnostne pridelave na alpskih travinjah v dvojni rabi

Kazalnik / parameter	Enota	Priporočena metoda pregleda stanja
Pokrovnost travne ruše	% površine	Vizualna ocena v stalnih popisnih ploskvah ali vzdolž transektov; po možnosti fotodokumentacija iz stalnih točk.
Delež golih tal	% površine	Vizualna ocena golih zaplat v popisnih ploskvah; evidentiranje večjih golih površin z GPS
Delež odmrle ali polegle vegetacije	% površine	Vizualna ocena po koncu zime in pred prvo rabo; posebej na območjih daljšega zadrževanja snega.
Višina travne ruše	cm	Meritev z ravnilom ali ploščnim merilnikom na več stalnih točkah pred košnjo oziroma pašo.
Višina košnje	cm	Meritev z ravnilom ali merilno letvijo na več naključno izbranih oziroma stalnih točkah po košnji; izračun povprečne višine.
Botanična sestava travne ruše	% pokrovnosti vrst ali funkcionalnih skupin	Popis dominantnih vrst in ocena deleža trav, metuljnic in zeli; priporočljivo na stalnih ploskvah.
Razvojna faza vodilnih vrst	opisno / datum	Ocena fenološke faze, npr. razraščanje, začetek latenja, polno latenje oziroma začetek cvetenja.

Začetek vegetacijske sezone	datum	Zapis datuma začetka vidne rasti oziroma primerjava z referenčno površino.
Čas prve košnje ali paše	datum	Zapis dejanskega začetka rabe in morebitnega zamika zaradi mokrih ali slabo nosilnih tal.
Mehanske poškodbe travne ruše	% površine / opis	Vizualna ocena poškodb, kolesnic, stisnjene ruše, izpuljenih rastlin ali poškodb zaradi mehanizacije.
Znaki erozije, plazenja ali površinskega odtoka	prisotnost / opis / površina	Terenski pregled po taljenju snega in po intenzivnejših padavinah; evidentiranje problematičnih mest.
Znaki zamočvirjenosti ali zastajanja vode	prisotnost / opis / površina	Terenski pregled po taljenju snega in pred prvo kmetijsko rabo.

Pri oceni trajnostne pridelave je pomembno, da se kazalniki ne vrednotijo le enkratno, temveč da se pregled stanja izvede na vsakih nekaj let, stanja pa med seboj primerjajo. Posebej pomembne so spremembe med posameznimi pregledi stanja, razlike med zemljiščem z dvojno rabo in referenčno površino ter povezava med stanjem travne ruše, začetkom rasti vegetacije, časom prve košnje ali paše in količino pridelane krme. Če se na istih mestih ponavljajo gole zaplate, poškodbe ruše, kolesnice, slabša rast rastlin ali zastajanje vode, to kaže na potrebo po prilagoditvi rabe, sanaciji ruše ali spremembi trase oziroma načina priprave tekaške proge.

4.2. Kazalniki količine in kakovosti pridelka alpskih travinj v dvojni rabi

Pri oceni vpliva dvojne rabe kmetijskih zemljišč na pridelavo je priporočljivo poleg stanja travne ruše spremljati tudi količino in kakovost pridelane krme. Spodnji priporočeni parametri pregleda stanja količine in kakovosti pridelka so bili določeni na podlagi literature Verbič in Verbič, 2021 ter Babnik in Verbič, 2000. Mnenja in opažanja kmetov so pomemben dopolnilni vir informacij, vendar jih je priporočljivo kombinirati z merljivimi kazalniki pridelka in laboratorijsko analizo krme. Tako je mogoče ugotoviti, ali dvojna raba vpliva le na časovni zamik poletne rabe ali tudi na količino, hranilno vrednost in uporabnost pridelane krme.

Količino pridelka je smiselno spremljati ločeno po posameznih košnjah oziroma pašnih ciklih in nato tudi kot skupni letni pridelek. Kakovost krme se spremlja z reprezentativnim vzorcem krme iz posamezne košnje oziroma iz pridelanega sena. Pri senu se vzorec odvzame po končanem sušenju oziroma ob spravilu, pri zeleni krmi pa pred košnjo oziroma ob spravilu. Če je možno je priporočljivo dobljene rezultate primerjati tudi s primerno referenčno površino.

Preglednica 2: Priporočeni parametri oz. kazalniki pregleda stanja količine in kakovosti pridelane krme na alpskih travinjih v dvojni rabi

Kazalnik / parameter	Enota	Priporočena metoda pregleda stanja
Pridelek sveže krme	t sveže mase/ha	Tehtanje pridelka ali ocena na podlagi števila, mase in sušine bal oziroma prikolic.
Botanična sestava travne ruše	% pokrovnosti vrst ali funkcionalnih skupin	Popis dominantnih vrst in ocena deleža trav, metuljnic in zeli; priporočljivo na stalnih ploskvah.
Pridelek sušine	t SS/ha	Določitev sušine v vzorcu in preračun pridelka na suho snov.
Število košenj ali pašnih ciklov	število/leto	Evidenca kmetijske rabe po posameznih parcelah.
Datum košnje ali paše	datum	Evidenca začetka in konca posamezne rabe.
Zamik prve košnje ali paše	št. dni	Primerjava s preteklimi leti in po možnosti z referenčno površino.
Način spravila krme	opis	Evidenca načina spravila: sušenje na tleh, obračanje, primerna vlažnost sena, dosuševanje, bale, nakladalna prikolica, sušilnica.
Mehanske izgube pri spravilu	% pridelka / opis	Po potrebi ocena izgub zaradi drobljenja, zlasti pri obračanju, grabljanju in spravilu sena.
Vsebnost sušine (SS)	% ali g/kg	Vzorec krme; določitev v laboratoriju ali z ustrezno umerjeno hitro metodo.
Organska snov (OS)	g/kg SS	Laboratorijska analiza oziroma NIR ocena.
Surove beljakovine (SB)	g/kg SS	Laboratorijska analiza oziroma NIR ocena.

Surova vlaknina (SVI)	g/kg SS	Laboratorijska analiza oziroma NIR ocena.
Surove maščobe (SM)	g/kg SS	Laboratorijska analiza oziroma NIR ocena.
Surovi pepel (SP)	g/kg SS	Laboratorijska analiza oziroma NIR ocena.
Brezdušični izvlečki (BNI)	g/kg SS	Izračun iz osnovne kemijske sestave.
Vlakninske frakcije: NDV/NDF, KDV/ADF, KDL/ADL	g/kg SS	Laboratorijska analiza oziroma NIR ocena; pomembno za oceno prebavljivosti in kakovosti voluminozne krme.
Prebavljivost organske snovi (pOS)	%	Ocena z validiranimi regresijskimi enačbami, NIR metodo ali po potrebi z in vitro metodo.
Presnovljiva energija (ME)	MJ/kg SS	Izračun na podlagi kemijske sestave, prebavljivosti oziroma validiranih regresijskih enačb.
Neto energija za laktacijo (NEL)	MJ/kg SS	Izračun iz ME oziroma z validiranimi regresijskimi enačbami.
Senzorična uporabnost krme	opis	Ocena barve, vonja, plesnivosti, zaprašnosti, onesnaženosti z zemljo in splošne uporabnosti.
Opazanja kmetov	Opis / letna anketa	Strukturiran intervju o količini krme, kakovosti, začetku rabe, težavah pri spravilu in primerjavi s preteklimi leti.

Za praktično spremljanje kakovosti krme je najpomembneje, da se ob vsakem pregledu stanja uporablja primerljiv način vzorčenja, isti tip analize in po možnosti isti laboratorij. S tem so rezultati med pregledi stanja primerljivi.

Podatke o pridelku in kakovosti krme je treba razlagati skupaj z vremenskimi razmerami, datumom košnje, razvojno fazo rastlin, načinom sušenja in spravila ter stanjem tal po zimski sezoni. Tako je mogoče ločiti vplive dvojne rabe od običajnih letnih nihanj v pridelavi krme. Če se na območju dvojne rabe več let zapored pojavlja manjši pridelek, zamik prve košnje, slabša kakovost krme ali več težav pri spravilu, je smiselno preveriti vzroke in prilagoditi način upravljanja.

4.3. Kazalniki kakovosti in stanja tal alpskih travinj v dvojni rabi

Vplive zimsko-športnih in poletnih aktivnosti na tla je priporočljivo spremljati s kombinacijo terenskih opazovanj, standardnih laboratorijskih analiz in primerjave s primerno referenčno površino, opredeljeno v uvodu. Takšen pristop omogoča spremljanje morebitnih sprememb fizikalnih, kemijskih in bioloških lastnosti tal ter ločevanje vplivov dvojne rabe od običajnih razlik med leti.

Terenski del, ki se izvede ob pregledu zemljišča, vključuje:

- izkop in opis pedološkega profila na reprezentativnih mestih; opis naj se izvede po standardiziranem terenskem obrazcu,
- odvzem porušenega vzorca tal iz posameznega horizonta oziroma sloja,
- (po potrebi) odvzem neporušenega vzorca s Kopeckym cilindrom za določitev volumnske gostote tal,
- vizualno oceno strukture tal, vlažnosti, skeletnosti, morebitnih znakov zbitosti, erozije, zastajanja vode ali poškodb travne ruše,
- (po potrebi) oceno zbitosti tal z merjenjem penetracijske odpornosti s penetrometrom, predvsem na mestih, kjer potekajo vožnje, teptanje snega ali se pojavljajo kolesnice.

Laboratorijske analize porušenih vzorcev tal naj vključujejo osnovne pedološke in agro-kemijske parametre, ki se uporabljajo tudi pri spremljanju stanja kmetijskih tal. Priporočljivo je, da analize izvaja akreditiran laboratorij, ki uporablja standardizirane oziroma medsebojno primerljive laboratorijske metode. Spodnji priporočeni parametri pregleda stanja in kakovosti tal zemljišča so bili določeni na podlagi Klasifikacije tal Slovenije 2025 (Vrščaj in sod., 2026). Pri dejanski izvedbi analiz naj se uporabijo trenutno vpeljane oziroma akreditirane laboratorijske metode, primerljive z navedenimi metodami pri izbranem akreditiranem laboratoriju.

Preglednica 3: Priporočeni parametri oz. kazalniki pregleda kakovosti in stanja tal alpskih travinj v dvojni rabi

Kazalnik / parameter	Enota	Priporočena metoda pregleda stanja
Profil / Izkop in opis	Morfološki opis	World Reference Base for Soil Resources, 4th edition 2022, Errata 24. 09. 2024; Annex I. Field Guide Guidelines for Soil Description. Fourth edition. 2006. Rome; FAO: str. 97 SIST ISO 10381-1 Kakovost tal – Vzorčenje – 1. del: Navodilo za načrtovanje vzorčenja SIST ISO 10381-2 Kakovost tal – Vzorčenje – 2. del: Navodilo za tehnike vzorčenja

		SIST ISO 10381-3 Kakovost tal – Vzorčenje – 3. del: Varnostna navodila ISO 10381-4 Soil Quality – Sampling – Part 4: Guidance on the procedure for investigation of natural, near-natural and cultivated sites SIST ISO 10381-5 Kakovost tal – Vzorčenje – 5. del: Navodilo za postopek preiskave onesnaženosti tal urbanih in industrijskih območij SIST-TP 11074 Kakovost tal – Slovar – Izrazi in definicije v zvezi z vzorčenjem SIST ISO 11259 Kakovost tal – Osnovni opis tal
Priprava vzorcev	Brez enote	SIST ISO 11464 Kakovost tal – Priprava vzorcev za fizikalno-kemijske analize
Suha snov	%	SIST ISO 11465 Kakovost tal – Ugotavljanje suhe snovi in vsebnosti vode na osnovi mase – Gravimetrijska metoda
pH v CaCl ₂	Brez enote	ISO 10390
Vsebnost organskega ogljika (TOC)	g/kg suhe snovi	ISO 14235 Soil Quality - Determination of Organic Carbon by Sulfochromic Oxidation (prilagojena metoda po Walkely-Blacku)
Organska snov	%	SIST ISO 14235 – prilagojeno po Walkely-Blacku
Skupni dušik (N)	g/kg suhe snovi	SIST ISO 13878 Kakovost tal - Določevanje celotnega dušika s suhim sežigom (elementna analiza)
Razmerje C/N	Brez enote	Soil survey laboratory method manual, 1992

P ₂ O ₅ (dostopni)	mg/100 g tal	Egner MT, Riehm H, Domingo WR (1960) Untersuchungen über die chemische boden-analyse als grundlage für die beurteilung des nährstoffzustandes der boden. II. Chemische extraktionsmethoden zur phosphor und kaliumbestimmung kungl. K Lantbrukshögskolans Ann 26:199–215
K ₂ O (dostopni)	mg/100 g tal	Egner MT, Riehm H, Domingo WR (1960) Untersuchungen über die chemische boden-analyse als grundlage für die beurteilung des nährstoffzustandes der boden. II. Chemische extraktionsmethoden zur phosphor und kaliumbestimmung kungl. K Lantbrukshögskolans Ann 26:199–215
Izmenljivi Ca, Mg, K, Na	mmol+/100 g tal	ISO/DIS 22171:2023 Soil quality — Determination of potential cation exchange capacity (CEC) and exchangeable cations buffered at pH 7, using a molar ammonium acetate solution
Skupna izmenljiva kislost	mmol+/100 g tal	Melichova metoda, prilagojena po Peechu, Soil survey laboratory method manual, 1992
Kationska izmenjalna kapaciteta (KIK)	mmol+/100 g tal	ISO/DIS 22171:2022 Soil quality — Determination of potential cation exchange capacity (CEC) and exchangeable cations buffered at pH 7, using a molar ammonium acetate solution
Tekstura (pesek, melj, glina)	%	SIST ISO 11277 Kakovost tal - Določanje porazdelitve velikosti delcev v mineralnem delu tal - Metoda s sejanjem in usedanjem
Teksturni razred	opisno	Ameriška teksturna klasifikacija; Soil survey laboratory methods manual, 1992

Navidezna specifična teža (volumska gostota tal)	g/cm ³	ISO 11272 Soil quality — Determination of dry bulk density
Vsota izmenljivih bazičnih kationov	mmol+/100 g tal	Seštevek bazičnih kationov, Soil survey laboratory method manual, 1992
Stopnja nasičenosti z bazičnimi kationi	%	Stopnja nasičenosti z bazami, Soil survey laboratory methods manual, 1992

Če obstaja tveganje za onesnaženje tal, na primer zaradi strojnih olj, uporabe utrjevalcev snega, bližine prometnic, infrastrukture ali vnosa vode neznane kakovosti, je smiselno osnovni nabor analiz dopolniti še z izbranimi anorganskimi in organskimi onesnaževali. Nabor dodatnih analiz naj bo prilagojen dejanskim virom tveganja na lokaciji.

Za zagotavljanje primerljivosti rezultatov med posameznimi pregledi stanja je pomembno, da se vzorčenje izvaja na primerljivih vzorčnih mestih, v istem oziroma primerljivem delu leta ter z enako laboratorijsko metodologijo. Osnovno informacijo o dolgoročnem vplivu na tla predstavlja primerjava rezultatov zaporednih pregledov stanja na isti površini. Pomembna je tudi sočasna primerjava s primerno referenčno površino, saj omogoča lažje ločevanje morebitnih vplivov namakanja oziroma tehničnega zasneževanja od naravne prostorske in medletne variabilnosti tal.

4.4. Kazalniki biotske pestrosti talnih organizmov alpskih travinj v dvojni rabi

Dodatni kazalnik stanja tal predstavlja biološka komponenta tal, kjer lahko ocenjujemo številčnost ter sestavo skupin talnih organizmov oziroma talnih členonožcev, kar omogoča vpogled v dolgoročne spremembe v ekosistemu in kakovosti tal. Pregled stanja talne biote naj se v vsakem ciklu izvede v primerljivem delu leta in ob primerljivih razmerah vlažnosti tal, da so rezultati med posameznimi pregledi čim bolj primerljivi. Vzorčenje za oceno talne biote je smiselno časovno in prostorsko uskladiti z vzorčenjem tal. Če se vzorci tal odvzamejo tudi na referenčni površini, je priporočljivo na isti površini in ob istem času odvzeti tudi vzorce za oceno talne biote, ter rezultate primerjati z rezultati izhodiščne površine.

Terenski del, ki se izvede ob pregledu biološke komponente tal, vključuje:

- odvzem morfoloških vzorcev talne biote (na podlagi QBS-ar indeksa)
- odvzem vzorcev tal za analizo okoljske DNK

Za spremljanje biološke kakovosti tal se lahko poleg fizikalno-kemijskih kazalnikov uporabijo tudi biološki kazalniki, kot sta QBS-ar indeks in analiza okoljske DNK (eDNK). QBS-ar indeks je ekološki kazalnik, ki temelji na prisotnosti in stopnji prilagojenosti talnih členonožcev na življenje v tleh, zato omogoča hitro oceno stanja talne favne in posredno tudi stopnje motenosti oziroma degradacije tal (Menta in sod., 2018). Analiza eDNK pa omogoča molekularno zaznavanje organizmov oziroma njihovih sledi v tleh ter s tem dopolnjuje morfološke metode, saj lahko poda širši vpogled v sestavo talnih združb in njihove spremembe zaradi rabe zemljišč ali drugih pritiskov na tla.

4.5. Kazalniki vodnega režima in kakovosti voda alpskih travinj v dvojni rabi

Z vidika upravljanja z vodo je pri dvojni rabi smiselno preverjati predvsem, ali dodaten vnos vode zaradi namakanja ob tehničnem zasneževanju povzroča spremembe vodnega režima zemljišča, kot so dolgotrajnejše zastajanje vode, povečan površinski odtok, spiranje talnih delcev ali lokalna erozija, ter ali obstaja tveganje za vpliv na kakovost površinskih oziroma podzemnih voda. Obseg pregleda kakovosti voda je zato treba prilagoditi dejanskim hidrološkim razmeram in povezavi obravnavanega zemljišča z vodnimi telesi.

Po zaključeni zimski sezoni je priporočljivo na terenu prvotno pregledati znake, ki kažejo na morebitno spremenjen vodni režim ali spiranje snovi z območja dvojne rabe. V primeru pojava je smiselno evidentirati:

- morebitno zamočvirjenost in zastajanje vode na zemljišču,
- pojav površinskega odtoka vode,
- spiranje talnih delcev,
- motnost vode v jarkih ali vodotokih po taljenju snega,
- lokalno erozijo zemljišča,
- nanos sedimenta na nižje ležečih delih,
- poškodbe travne ruše, ki povečujejo možnost odtoka in spiranja hranil.

Pregled stanja na 3-5 let lahko tako vključuje več tipov vzorčnih mest:

- vodo iz vodnega vira za zasneževanje oz. namakanje za preverbo primerne kakovosti vodnega vira,
- talino oziroma površinski odtok s površine tekaške proge oz. zemljišča,
- vodo v odvodnih jarkih ali najbližjem vodotoku dolvodno od območja,
- po potrebi podzemno vodo v obstoječih piezometrih, vrtinah ali izvirih, če je območje hidrogeološko občutljivo oziroma se nahaja na vodovarstvenem območju.

Spodnji priporočeni parametri pregleda stanja kakovosti površinskih in podzemnih voda so bili določeni na podlagi *Programa monitoringa kemijskega in ekološkega stanja voda, ARSO 2022* ter Lenart-Boron in sod. 2023, priporočamo pa, da dejanski nabor parametrov monitoringa kakovosti voda določi ustrezno usposobljena oziroma pooblaščen osebja glede na vrsto vzorčnega mesta, hidrološke razmere območja in dejanske vire tveganja. Nabor analiz ni nujno enak za vsa vzorčna mesta, temveč se prilagodi namenu pregleda. Pri vodi, uporabljeni za namakanje in tehnično zasneževanje, je pomembna predvsem osnovna fizikalno-kemijska in ionska sestava ter vsebnost hranil, saj ta določa morebiten vnos snovi na zemljišče. Pri talini oziroma površinskem odtoku so pomembni predvsem kazalniki spiranja talnih delcev in hranil, kot so motnost, suspendirane snovi ter dušikove in fosforjeve spojine. Pregled podzemne ali površinske vode je smiselno predvsem tam, kjer obstaja hidrološka povezava z obravnavano površino, nabor analiz pa se prilagodi dejanskim virom tveganja za kakovost le-teh.

Preglednica 4: Možni parametri za pregled kakovosti uporabljenega vodnega vira, površinskih in podzemnih voda na oziroma v neposredni bližini območja z dvojno rabo v Alpah.

Kazalnik / parameter	Enota	Priporočena metoda pregleda stanja
Temperatura vode	°C	Terenska meritev z večparametrsko sondo
pH	Brez enote	Terenska meritev oziroma laboratorijska analiza
Električna prevodnost	μS/cm	Terenska meritev; dober kazalnik skupne mineralizacije oziroma ionske obremenitve
Raztopljeni kisik	mg/L ali % nasičenosti	Terenska meritev z optično ali elektrokemijsko sondo
Redoks potencial	mV	Terenska meritev, zlasti pri zastajanju vode ali hipoksičnih razmerah
Motnost	NTU	Terenska ali laboratorijska meritev; kazalnik spiranja delcev in erozije
Suspendirane snovi	mg/L	Laboratorijska analiza, zlasti pri površinskem odtoku
BPK ₅ , KPK ali TOC	mg O ₂ /L oziroma mg/L	Laboratorijska analiza organske obremenitve; po potrebi / ob tveganju organske obremenitve
Amonij, nitrit, nitrat	mg/L	Laboratorijska analiza; kazalniki dušikovih spojin in možnega spiranja hranil
Skupni dušik	mg/L	Laboratorijska analiza, kadar želimo celovitejšo oceno dušikove obremenitve
Ortofosfat in skupni fosfor	mg/L	Laboratorijska analiza; pomembno pri tveganju eutrofikacije
Klorid, sulfat, fluorid	mg/L	Laboratorijska analiza osnovne ionske sestave

Ca, Mg, Na, K	mg/L	Laboratorijska analiza glavnih kationov oziroma mineralne sestave vode
Mineralna olja	µg/L ali mg/L	Dodatna možna analiza ob tveganju onesnaženja s strojnimi olji ali gorivi
Kovine, npr. Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, Hg	µg/L	Dodatna možna analiza glede na lokalna tveganja in vire onesnaženja
Pesticidi oziroma ostanki FFS	µg/L	Dodatna možna analiza, če se na prispevnem območju izvajajo kmetijske dejavnosti z uporabo FFS
Mikrobiološki kazalniki, npr. <i>Escherichia coli</i>	št./100 mL	Smiselno pri vodi, ki bi se lahko uporabljala za namakanje, ali kadar obstaja tveganje fekalnega onesnaženja
Biološki kazalniki površinskih voda	sestava združb	Po potrebi: ribe, fitobentos, makrofiti, fitoplankton ali bentoški nevretenčarji, predvsem pri vplivih na vodotoke ali stoječe vode

Za dolgoročno spremljanje stanja zemljišča je pomembno, da se vzorčna mesta, čas vzorčenja, način odvzema in uporabljene metode med posameznimi pregledi čim manj spreminjajo. Tako je mogoče ugotovljene spremembe z večjo zanesljivostjo razlikovati od razlik, ki bi nastale zgolj zaradi različnega načina izvedbe pregleda. Kadar se območje nahaja na vodovarstvenem območju, je pomembno pregled stanja uskladiti tudi z zahtevami vodovarstvenega režima in pristojnimi službami za varstvo voda.

4.6. Kazalniki po okviru smernic BEST

Kot nadgradnja posameznih meritev se lahko za celovitejšo presojo vplivov dvojne rabe uporabi tudi okvir BEST - ocena bistvenih ekosistemskih storitev tal (Vrščaj in sod., 2023). Okvir BEST je bil razvit kot poenostavljen pristop za vključevanje tal v postopke celovite presoje vplivov na okolje, pri čemer se širok nabor ekosistemskih storitev tal strne v štiri prednostna področja: voda, hrana, zdravje in podnebje. Ta področja vključujejo sposobnost tal za filtriranje in čiščenje voda ter napajanje podzemnih vodnih virov, zagotavljanje pridelave hrane oziroma krme, zadrževanje oziroma nevtralizacijo škodljivih snovi ter vezavo atmosferskega ogljika v tleh.

V primeru dvojne rabe travniških kmetijskih zemljišč BEST ne predstavlja dodatnega ločenega pregleda stanja, temveč način interpretacije že zbranih podatkov. Za oceno BEST so posebej pomembne lastnosti tal, ki jih je mogoče pridobiti z morfološkim opisom tal, terenskimi opazovanji in laboratorijskimi analizami. Minimalni nabor lastnosti vključuje globino tal, količino organske snovi v

zgornjih 30 cm, filtracijsko sposobnost tal, vsebnost osnovnih hranil, kot sta fosfor in kalij, kislost tal ter neonesnaženost tal. Te lastnosti se nato s strokovno interpretacijo prevedejo v oceno sposobnosti tal za zagotavljanje bistvenih ekosistemskih storitev tal na opazovanem zemljišču.

Oceno BEST lahko izvede pedolog oziroma strokovnjak za tla na podlagi obstoječih meritev, izkopa oziroma opisa talnih profilov, laboratorijskih analiz in terenskega pregleda. Smiselno jo je izvesti predvsem kot izhodiščno oceno stanja ter nato občasno ponoviti, na primer po več letih rabe, po večjih posegih, ob spremembi načina zasneževanja ali namakanja oziroma ob ponavljajočih se poškodbah travne ruše. Namen ocene ni nadomestiti izvedenih pregledov stanja, temveč preveriti, ali dvojna raba kot celota dolgoročno ohranja ključne funkcije tal: pridelavo krme, ohranjanje biotske pestrosti, varovanje vode, neonesnaženost tal, vezavo ogljika in stabilnost travniškega ekosistema.

5. Primer prakse: Dvojna raba kmetijskih zemljišč v zimsko-športne namene na območju Rateče – Planica

5.1. Opis območja in naravnih razmer

Nordijski center Planica se nahaja v Zgornjesavski dolini pri Ratečah na nadmorski višini približno 900–1000 m. Planica je alpska dolina v Julijskih Alpah, širše območje Rateč in Zelencev pa leži med Julijskimi Alpami na jugu in Karavankami na severu (ZRSVN, 2013). Za območje je značilno gorsko podnebje z dolgimi, hladnimi zimami ter razmeroma veliko letno količino padavin.

Dolinsko dno Planice in območje Rateče–Zelenci sta povezana s hudourniški in ledeniški nanosi. Vode iz Planice tvorijo hudourniški vršaj, v katerega voda ponikne, kar kaže na prisotnost grobozrnatih naplavin; predvsem apnenega in dolomitnega grušča. Na širšem območju se pojavljajo različni kvartarni nanosi, med drugim naplavine, proluvij in nesprijeti morenski sedimenti (ZRSVN, 2013).

Na karbonatnih vršajskih in morenskih nanosih so razviti različni tipi tal. Na širšem območju Zelencev so med drugim evidentirane rendzine, vključno z rendzino na karbonatnem produ in pesku (ZRSVN, 2013), razvoj rendzin na starejšem karbonatnem grušču pa je bil ugotovljen tudi na vršajih v sami dolini Planice (Lovrenčak, 2002). Ker se geološke, pedološke in hidrogeološke razmere znotraj območja prostorsko spreminjajo, je treba konkretne lastnosti tal na zemljišču pod Domom Planica, vključno z njihovo prepustnostjo, opredeliti na podlagi podatkov za obravnavano zemljišče oziroma terenskega pregleda.

5.2. Primeri obstoječih upravljaljskih pogojev in varovalnih ukrepov v Nordijskemu Centru Planica

V okviru 1. faze izgradnje Nordijskega centra Planica (NC Planica) je bilo leta 2009 pripravljeno »Celovito poročilo o vplivih na okolje za NC Planica« (CPVO; Čebašek in sod., 2009), ki poleg vplivov na okolje ob samih gradbenih posegih vključuje tudi vplive na okolje, ki bodo nastajali v času obratovanja objekta. CPVO zato podaja že kar nekaj dobrih praks za omejitev vplivov na okolje oz. omilitvenih ukrepov, iz katerih smo izpostavili tiste, ki so relevantni za dvojno rabo kmetijskih zemljišč, specifično za zemljišče pod Domom Planica:

- a) V CPVO je določeno, da snežni teptalci ne smejo delovati, dokler na površini ni zagotovljena zadostna debelina snežne odeje, ki učinkovito varuje tla pred mehanskimi poškodbami. Snežna plast mora biti dovolj debela, da preprečuje neposreden stik strojev s talno površino in s tem zmanjšuje tveganje za poškodbe travne ruše ter zbitost tal.
- b) Glavni vir hrupa, ki nastaja v času obratovanja so predvsem snežne žirafe za umetno/tehnično zasneževanje, ki lahko obratujejo v dnevnem, večernem in nočnem času. Zaradi zagotovitve ravni hrupa pod mejnimi vrednostmi na meji TNP, je treba pri zasneževanju uporabljati maksimalno 5 snežnih žiraf hkrati, posamezna snežna žirafa pa ne sme na izvoru povzročati hrupa večjo od 78 dBA (zvočni tlak).

- c) Površine športnih igrišč morajo biti osvetljene s svetilkami, kot so asimetrični reflektorji. Razsvetljavo športnih igrišč je treba izklopiti najpozneje do 22:00 ure ali najpozneje eno uro po koncu prireditve. Če je možno se vgradijo stikala za samodejni vklop in izklop svetil, (svetila so prižgana le v prisotnosti uporabnikov).
- d) Na celotnem območju posega in v njegovi okolici ni dovoljeno zasajati tujerodne in gensko spremenjene vegetacije in vnašati drugih tujerodnih in gensko spremenjenih organizmov.
- e) Po zaključku smučarske sezone in po končanem kopnenju je treba celoten teren pregledati ter sanirati vse poškodovane površine. Sanacija se izvaja s sejanjem avtohtonih travnih mešanic in uporabo mehanskih postopkov, pri čemer uporaba kemičnih sredstev (fitofarmaceutskih sredstev in mineralnih gnojil) ni dovoljena, saj se območje nahaja znotraj vodovarstvenega območja.
- f) V primeru uporabe uree (ki jo štejemo za mineralno gnojilo) za utrjevanje snega je treba dosledno upoštevati maksimalni dovoljeni vnos dušika v tla. Ker se območje nahaja na vodovarstvenem območju, se dovoljene količine dušika izračunajo po predpisanih formulah. Pred uporabo je treba izmeriti obstoječo oskrbljenost tal z dušikom, da se prepreči preseganje dovoljenih vrednosti in zmanjša tveganje za izpiranje dušikovih spojin v podzemne vode.

5.3. Pričakovani vplivi in sinergije dvojne rabe na zemljišču pod Domom Planica

Tekaška proga na zemljišču oz. travinju pod Domom Planica večinoma poteka po ravninskem reliefu oziroma območjih z blagimi nagibi, zato je splošna erozijska ogroženost nizka. Travnna ruša dodatno učvrsti in ščiti površinski sloj tal in tako omejuje površinski odtok vode na zemljišču. Lokalni erozijski procesi so mogoči predvsem ob morebitnih mehanskih poškodbah tal oziroma pretrganju sklenjene travne ruše. Raziskave smučarskih površin kažejo, da so izrazitejše erozijske spremembe povezane predvsem z neposrednimi posegi v tla ob vzdrževalnih delih in odstranitvi vegetacijskega pokrova (Freppaz in sod., 2013) manj pa so posledica samega smučanja. Ker na tekaških progah takšnih posegov običajno ni, pa tudi naklon in obseg prog je veliko manjši, takšnih vplivov ob ohranjanju sklenjene travne ruše na obravnavanem območju ne pričakujemo.

Po podatkih upravljavca se v NC Planica za tehnično zasneževanje praviloma uporablja voda iz reke Save. Okoljski vpliv tehničnega snega z vidika vnosa hranil je zato odvisen predvsem od dejanske kemijske sestave savske vode, saj v sam tehnični sneg ne dodajajo aditivov. Če kemijska sestava uporabljene savske vode kaže večje koncentracije Ca in Mg od padavinske vode, predstavlja namakanje z le-to sicer skromen, a kljub vsemu potencialen manjši dodaten vnos hranil Ca in Mg v tla, kar je lahko pozitiven posreden vpliv. Če ima uporabljena voda nizke koncentracije hranil in se ne uporabljajo dodatki k tehničnemu snegu, pomembnejši dodaten vnos hranil ni pričakovan (Křenová in sod., 2020), tehnični sneg se pa od naravnega snega razlikuje predvsem po večji gostoti in večji vsebnosti vode, zaradi česar se sneg bolj zbije in se praviloma tudi tali počasneje (Rixen in sod., 2003).

Ker je posledica tega daljše zadrževanje snežne odeje in zamik taljenja snega, lahko podoben pojav pričakujemo tudi na tekaških progah pod Domom Planica. Snežna odeja deluje kot izolator, vendar ima zbit sneg zaradi večje gostote tudi večjo toplotno prevodnost oz. manjšo izolativnost kot rahel sneg. Daljša pokritost tal s tehničnim snegom lahko zato tudi v NC Planica upočasni spomladansko segrevanje tal in s tem začetek razvoja vegetacije, kar lahko predstavlja omejitev za zgodnji začetek

kmetijske rabe. Hkrati pa se poveča spomladanski vnos vode v tla. Ob ugodnem času taljenja in ustrezni odcednosti tal lahko ta dodatni vnos vode pozitivno prispeva tudi k večji razpoložljivosti vode za začetno rast travne ruše.

Z vidika fizikalnih lastnosti tal je pomembno predvsem nadaljnjo preprečevanje neposrednega stika teptalnih strojev s travno rušo in tlemi. Ob dovolj debeli in neprekinjeni snežni odeji mehanska obremenitev deluje predvsem na sneg, medtem ko se tveganje za poškodbe travne ruše in tal morebitno poveča pri tehnični pripravi proge ob nezadostni debelini snega. Zaradi morebitnega poznejšega taljenja tehničnega snega so lahko posamezni deli zemljišča spomladi dalj časa vlažni in slabše nosilni, zato je treba tudi začetek paše in uporabe kmetijske mehanizacije prilagoditi dejanskemu stanju in nosilnosti tal.

Spremembe trajanja snežne odeje, temperature in vlažnosti tal lahko vplivajo tudi na življenjske razmere in habitat talnih organizmov. Zmerno namakanje ob dejanskem pomanjkanju vode samo po sebi ne predstavlja nujno negativnega vpliva, saj raziskave na gorskih travinjah kažejo tudi nevtralne oziroma kratkoročno pozitivne odzive rastlin in talnih členonožcev na povečano razpoložljivost vode v tleh (Andrey in sod., 2014; Boch in sod., 2021). Se pa lahko postopoma ob dolgotrajnem povečanju vlažnosti tal in morebitni intenzifikaciji rabe vrstna sestava travne ruše spremeni v smeri večje zastopanosti bolj vlagoljubnih vrst, kar pa lahko vpliva tudi na habitatne razmere za talne organizme.

Pri zimski rabi je vpliv na biotsko pestrost flore in favne povezan predvsem z daljšim zadrževanjem in večjo akumulacijo snežne odeje. Raziskave na tekaških progah brez tehničnega zasneževanja kažejo, da lahko priprava proge zakasni taljenje snega in s tem cvetenje rastlin, vendar tudi po več desetletjih rabe niso ugotovili pomembnih sprememb skupne biomase, vrstnega bogastva ali celotne vrstne sestave vegetacije (Steinbauer in sod., 2018). Po drugi strani so na alpskih smučarskih površinah z večjo lokalno akumulacijo snega ugotovili zmanjšanje številčnosti večine preučevanih vrst epigeičnih hroščev in spremembe sestave njihovih združb, kar so povezali predvsem s poznejšim taljenjem snega, spremenjenimi temperaturnimi razmerami in skrajšano vegetacijsko sezono (Kašák in sod., 2013), vendar raziskav na alpskih smučiščih ne moremo neposredno prenesti na območja tekaških prog. Ker neposrednih raziskav vpliva tehničnega zasneževanja tekaških prog na talno bioto ni veliko, smeri in velikosti dolgoročnih vplivov za obravnavano lokacijo ni mogoče zanesljivo napovedati. Morebitne postopne spremembe je smiselno preverjati s pregledi stanja travne ruše in talne biote na vsakih nekaj let (opredeljeno v poglavju 4).

Glede na kmetijsko zimsko-športno dvojno rabo prostora ima obstoječa dvojna raba zemljišča pod Domom Planica tudi več pozitivnih sinergijskih učinkov. Kmetijska in zimsko-športna raba sta časovno ločeni, saj se v vegetacijskem obdobju površina uporablja predvsem za pašo in košnjo, v zimskem obdobju pa za tek na smučeh. Pomembna priložnost je predvsem možnost večnamenske oz. dvojne uporabe že vzpostavljene vodne infrastrukture, primarno namenjene tehničnemu zasneževanju. Ta sistem napeljave vode se lahko ob ustrezni tehnični prilagoditvi in razpoložljivosti vode poleti uporablja tudi za namakanje travinja. S tem se lahko poveča stabilnost kmetijske pridelave in hkrati izboljša sezonska izkoriščenost obstoječe infrastrukture. Ohranjanje aktivne pašno-košne rabe in sklenjene travne ruše je koristno tudi za zimsko-športno rabo površine (tek na smučeh). Ob ustreznem prilagajanju začetka paše in košnje (glede na morebitno razmočenost tal) pa se lahko kmetijska in rekreacijska funkcija prostora medsebojno dopolnjujeta.

Na podlagi ugotovljenih sprememb priporočamo ustrezno prilagoditev izvajanja zasneževanja, namakanja in kmetijske rabe. V ta namen je priporočljivo po 3-5 letih preveriti stanje fizikalnih in kemijskih lastnosti tal, stanje in botanično sestavo travne ruše, pojav morebitnih mehanskih poškodb

tal in morebitno zastajanja vode/površinski odtok vode, količino in kakovost pridelka, kakovost uporabljenega vodnega vira ter stanje združbe talne biote (glej poglavje 4). V kolikor ni ugotovljenih negativnih vplivov, je priporočljivo z takšno dvojno rabo nadaljevati. V kolikor so ugotovljene degradacije tal, pa je potrebno prilagoditi ukrepe, ki tla poškodujejo.

6. Povzetek ugotovitev in priporočila

6.1. Povzetek morebitnih tveganj in sinergij dvojne zimsko-športne rabe kmetijskih zemljišč v Alpah

Dvojna raba alpskih travinj, ki združuje pašno-košno kmetijsko rabo z namakanjem v vegetacijskem obdobju ter zimsko-športno rabo s tehničnim zasneževanjem v zimskem obdobju, je ob ustreznem upravljanju smiselno združljiva z ohranjanjem kmetijske in okoljske funkcije smučarsko-kmetijskih zemljišč (tek na smučeh). Ključna tveganja so povezana predvsem s povečano vlažnostjo in zbitostjo tal, možnimi poškodbami travne ruše, spremembami vodnega režima, morebitnim spiranjem hranil ter spremembami rastlinskih in talnih nevretenčarskih združb. Obseg tveganj je v veliki meri odvisen od načina in časa izvajanja namakanja, zasneževanja ter kmetijskih aktivnosti.

Dvojna raba hkrati omogoča tudi več potencialnih sinergij, predvsem časovno dopolnjevanje kmetijske in zimsko-športne rabe, večnamensko uporabo obstoječe vodne infrastrukture za zasneževanje kot namakanje površin ter ohranjanje aktivne kmetijske rabe travinj. Za dolgoročno vzdržnost sistema je zato ključno prilagajanje rabe dejanskim razmeram na zemljišču ter kontrolni pregled stanja tal, travne ruše, biotske pestrosti, voda in pridelka po 3-5 letih delovanja dodatnega namakalnega sistema.

Pregled ključnih morebitnih tveganj in negativnih vplivov ter sinergij za dvojno rabo kmetijskih zemljišč v Alpah je prikazan v Preglednici 5.

Preglednica 5: Pregled morebitnih tveganj in sinergij dvojne rabe kmetijskih zemljišč v Alpah po posameznih področjih.

Področje vpliva	Sinergijski oz. pozitivni učinki dvojne rabe	Morebitna tveganja in negativni vplivi dvojne rabe
Tla (fizikalne lastnosti)	• ohranjanje sklenjene travne ruše ob nadaljnji aktivni rabi ščiti površinski sloj tal in omejuje tveganje lokalne erozije	• povečano tveganje za zbijanje tal, nastanek kolesnic, ugrezov in poškodb travne ruše v primeru, da se paša ali prehodi mehanizacije izvajajo na preveč vlažnih in slabo nosilnih tleh; • morebitno zmanjšanje poroznosti, zračnosti in infiltracijske sposobnosti tal zaradi zbijanja; • morebitna lokalna erozija ob poškodovani ali prekinjeni travni ruši; • zbita in slabo prepustna snežna odeja lahko omeji izmenjavo plinov med tlemi in ozračjem ter spremeni kisikove (primanjkljaj kisika) in temperaturne razmere v površinskem sloju tal.

Tla (kemijske lastnosti in hranila)	• Če kemijska sestava uporabljene savske vode kaže večje koncentracije Ca in Mg od padavinske vode, lahko namakanje tal s to vodo pomeni manjši dodaten vnos Ca in Mg v tla	• ob dolgotrajni nasičenosti tal z vodo je možna slabša prezračevnost in okrepitev anaerobnih procesov v tleh.
Vodni režim ter kakovost površinskih in podzemnih voda	• talina tehničnega snega lahko ob ugodnem času taljenja in ustrezni odcednosti tal prispeva k spomladanski zalogi vode v tleh; • poletno namakanje omogoča ciljno nadomeščanje primanjkljaja vode v sušnih obdobjih; • ista vodna infrastruktura se lahko ob ustrezni tehnični prilagoditvi sezonsko uporablja tako za zasneževanje kot namakanje.	• morebiten površinski odtok vode in zastajanje taline pri zamrznjenih, nasičenih ali slabo prepustnih tleh, kar lahko vodi v erozijo tal; • morebitno povečano izpiranje hranil (npr. nitratov) ob prekomernem namakanju ali časovnem sovpadanju namakanja z večjimi vnosi hranil v podzemne ali površinske vode; • povečana skupna potreba po vodi za poletno namakanje in zimsko zasneževanje.
Travna ruša	• namakanje ob dejanskem pomanjkanju vode lahko podpira rast in ohranjanje sklenjene travne ruše v sušnih obdobjih; • vzdrževana travna ruša predstavlja bolj odporno travno podlago tudi za zimsko uporabo površine.	• poznejše taljenje tehničnega snega lahko zakasni začetek cvetenja rastlin in s tem pričetek vegetacijske sezone (pašno-košnih dejavnosti); • dolgotrajno oziroma prekomerno namakanje lahko postopoma spremeni vrstno sestavo v smeri bolj vlagoljubnih rastlinskih vrst; • poškodbe travne ruše ob izvajanju kmetijskih aktivnosti na prevlažnih tleh lahko povzročijo gole zaplate in spremembe vegetacije; • dolgotrajna in zbita snežna odeja lahko poveča tveganje za pojav snežne plesni.
Talna biota	• ohranjanje trajne, sklenjene travne ruše in zmerne kmetijske rabe lahko ohranja habitat talnih organizmov; • kratkoročno povečana razpoložljivost vode ob zmernem namakanju je lahko povezana z večjo številčnostjo in biomaso talnih členonožcev.	• večja akumulacija in poznejše taljenje snega lahko zaradi spremenjenih temperaturnih razmer in zamika vegetacijske sezone zmanjšata številčnost nekaterih skupin epigeičnih členonožcev ter spremenita sestavo njihovih združb; • povečana vlažnost tal lahko ob izvajanju paše ali prehodih mehanizacije v neprimernih

		razmerah poveča tveganje za zbijanje tal, zmanjšanje poroznosti in zračnosti tal ter poškodbe travne ruše, s čimer se poslabšajo habitatne razmere za talne organizme.
Kmetijska pridelava	● ciljno namakanje lahko zmanjša vpliv sušnih obdobj ter poveča stabilnost pridelave krme; ● ohranjanje sklenjene in produktivne travne ruše podpira nadaljnjo kmetijsko rabo zemljišča; ● poletna kmetijska in zimska športna raba se časovno dopolnjujeta.	● poznejše taljenje snega lahko zamakne začetek paše ali prve košnje; ● potencialno razmočena oziroma slabo nosilna tla zaradi dodatnih vnosov vode lahko otežijo košnjo, pašo in spravilo pridelka; ● morebitne ponavljajoče se poškodbe ali zbitost razmočenih tal lahko zmanjšajo produktivnost travne ruše in zahtevajo sanacijo poškodovanih površin.
Infrastruktura, gospodarjenje in ekonomski vidik	● možnost uporabe sistema za zasneževanje tudi za poletno namakanje ob ustrezni tehnični prilagoditvi; ● dvojna raba omogoča dodatno funkcijo zemljišča ob ohranjanju njegove kmetijske namembnosti; ● morebitna nadomestila oziroma dodatni prihodki lastnikov zemljišč zaradi zimsko-športne rabe.	● potreba po usklajevanju izvajanja namakanja, paše in košnje zaradi spremenjenega vodnega režima (in s tem primernosti stanja tal za posamezno rabo); ● morebitni stroški sanacije morebitno poškodovanih površin in vzdrževanja infrastrukture; ● omejitve, povezane z razpoložljivostjo vode in vodovarstvenim režimom.
Upravljanje in pregledi stanja	● skupna raba spodbuja usklajen pregled stanja tal, travne ruše, vodnega režima in pridelka ter omogoča zaznavo morebitnih neželenih sprememb in s tem hitrejše ukrepanje; ● pregled stanja na 3-5 let omogoča sprotno prilagajanje namakanja, zasneževanja in kmetijske rabe dejanskim razmeram na zemljišču.	● brez pregledov stanja se lahko postopne spremembe tal, vegetacije ali vodnega režima zaznajo šele, ko so vplivi izrazitejši; ● neustrezno časovno usklajevanje posameznih rab lahko poveča sicer obvladljiva tveganja.

6.2. Povzetek ključnih ukrepov in priporočil za trajnostno rabo alpskih kmetijskih zemljišč v dvojni rabi

Na podlagi ugotovljenih potencialnih vplivov in sinergij dvojne rabe travinj so v nadaljevanju podana ključna priporočila za usklajevanje pašno-košne kmetijske rabe z namakanjem ter zimsko-športne rabe

s tehničnim zasneževanjem na obravnavanem zemljišču pod Domom Planica, Rateče. Priporočila so usmerjena predvsem v preprečevanje zbitosti in poškodb tal ter travne ruše, ustrezno upravljanje vode, ohranjanje biotske pestrosti in ustrezno časovno usklajevanje posameznih dejavnosti. Njihovo izvajanje je treba prilagajati dejanskim vremenskim, snežnim, talnim in vegetacijskim razmeram, priporočila pa so do neke mere prenosljiva tudi na druga zemljišča s podobno geologijo, lego in rabo prostora.

6.2.1. Ohranjanje fizikalnih lastnosti tal in travne ruše

Ključno priporočilo z vidika tal je preprečevanje zbitosti tal ter ohranjanje sklenjene oz. neprekinjene travne ruše, dobre poroznosti in zračnosti tal. Tveganje za zbitost tal je največje takrat, ko se paša ali prehod kmetijske mehanizacije (npr. baliranje, košnja) izvajajo na **prevlažnih ali slabo nosilnih tleh**.

Tekaške proge naj se še naprej pripravljajo ob **dovolj debeli in neprekinjeni snežni odeji**, kar preprečuje neposreden stik teptalnih strojev s travno rušo in tlemi, ter s tem morebitno tveganje za zbitost tal, mehanske poškodbe travne ruše in lokalne poškodbe tal. Ob koncu zimske sezone oziroma ob kopnenju snega (tanjšanju snežne odeje) je potrebna dodatna previdnost na mestih, kjer obstaja večje tveganje neposrednih mehanskih poškodb tal ali travne ruše.

Zimska raba, zlasti teptanje snega in tehnično zasneževanje, lahko podaljša zadrževanje snežne odeje in zakasni začetek vegetacijske sezone. Zato je treba **začetek paše, košnje in spravila krme prilagoditi dejanskemu stanju tal in travne ruše**, ne zgolj koledarskemu terminu.

Na razmočenih oziroma slabo nosilnih tleh je treba uporabo mehanizacije in intenzivnejšo pašo začasno omejiti. Priporočamo, da se spomladanska paša ali košnja začne šele, ko so tla dovolj nosilna, travna ruša dovolj obnovljena in ko ni več nevarnosti poškodb zaradi razmočenosti ali zmrznjenosti tal. Prezgodnja paša ob veliki razmočenosti tal lahko poškoduje mlado vegetacijo, poveča delež golih zaplat in spodbudi razvoj manj vrednih rastlinskih vrst. Podobno lahko prezgodnje spravilo krme povzroči nastanek kolesnic, zbitost tal in zmanjšanje pridelovalnega potenciala.

Pred zimo je priporočljivo travno rušo primerno pokositi oz. popasti in mulčiti. Nizka in enakomerna ruša omogoča bolj enakomerno nalaganje snega, lažje urejanje tekaških prog ter zmanjšuje tveganje za poganjanje rastlinske mase, gnitje in pojav snežne plesni. Pridelava naj se še naprej izvaja na podlagi trajnostnih kmetijskih praks in strokovnih smernic.

Ker se lahko tla zbijajo tako poleti kot pozimi je v skladu z običajnimi trajnostnimi praksami rabe tal priporočljivo še naprej **omejevati število prehodov težke mehanizacije, se izogibati vožnji po mokrih tleh ter uporabljati stalne vozne poti ali vnaprej določene koridorje**. Obračanje strojev naj bo omejeno na robne dele površin ali obstoječe poti, odvoz biomase pa naj ne poteka naključno po celotni površini. Košnja, spravilo sena in odvoz biomase naj se ne izvajajo po obilnih padavinah, na vodonasičenih tleh ali takrat, ko nastajajo vidne kolesnice. Če se med delom pojavijo kolesnice ali vidne poškodbe ruše priporočamo, da se delo na tem delu prekine in nadaljuje šele, ko so tla dovolj nosilna. Na ponavljajoče problematičnih mestih se naj spremeni smer vožnje, določi nova vozna pot ali izvede lokalna sanacija tal in travne ruše.

6.2.2. Upravljanje namakanja, taline in vodnega režima

Tehnično zasneževanje pozimi in namakanje poleti predstavljata dodaten sezonski vnos vode v agroekosistem. Ta je lahko pozitiven, če talina prispeva k boljši razpoložljivosti vode v začetku rastne sezone ali če se obstoječa vodna infrastruktura za tehnično zasneževanje uporablja za ciljno namakanje

v sušnih obdobjih. Izogibati se je treba namakanju že nasičenih ali slabo odcednih tal ter, kadar je mogoče, namakanju neposredno pred napovedanimi obilnejšimi padavinami. S tem se zmanjša tveganje za morebitni presežek vode v tleh, površinski odtok in izpiranje hranil.

Priporočamo, da se **namakanje izvaja le ciljno, glede na dejanski primanjkljaj vode v tleh**. Voda mora biti primerne kakovosti, uporaba pa skladna z vodovarstvenim režimom. Priporočljivo je spremljati vsaj osnovne fizikalno-kemijske lastnosti vode, predvsem kislost, električno prevodnost, hranila in morebitne kazalnike organske obremenitve.

Namakanje je treba **časovno uskladiti tudi z morebitnim gnojenjem**. Vnos hranil naj še naprej temelji na gnojilnem načrtu, da se količina mineralnega dušika in drugih hranil v tleh, ki bi se lahko ob povečanem pronicanju vode premikala v globlje plasti tal oziroma proti podzemni vodi ne povečajo.

Pri tehničnem zasneževanju je treba upoštevati, da večja količina in daljše zadrževanje snežne odeje pomenita tudi večji spomladanski vnos taline. Na območjih, kjer se po taljenju snega ponavljata zastajanje vode ali izrazitejši površinski odtok vode, je smiselno **preveriti količinsko in prostorsko razporeditev tehničnega snega ter jo po potrebi prilagoditi v naslednji sezoni**.

Pri presoji skupnega vpliva je potrebno upoštevati skupno vodno bilanco, vključno s količino vode, odvzeto za poletno namakanje in zimsko zasneževanje, izgubami med zasneževanjem ter količino vode, ki se kot talina ali namakalna voda dejansko infiltrira v tla oziroma odteče z območja.

6.2.3. Ohranjanje biotske pestrosti in stanja travne ruše

Tudi z vidika biotske pestrosti naj se **namakanje izvaja ciljno glede na dejanske potrebe in primanjkljaj vode v tleh**, s čemer je pomembno, da ne povzroča dolgotrajne zasičenosti tal z vodo. Pri pregledu stanja je smiselno nameniti posebno pozornost morebitnim postopnim spremembam vrstne sestave rastlinske združbe, predvsem morebitnemu povečanju zastopanosti vlagoljubnih vrst na območjih, kjer se namakanje izvaja pogosteje oziroma intenzivneje.

Pri zimski rabi ostaja ključen ukrep **priprava tekaških prog ob dovolj debeli snežni odeji**. S tem se omejujejo neposredne mehanske poškodbe travne ruše in tal, ki bi lahko posledično vplivale tudi na habitatne razmere talnih organizmov in na samo travno rušo.

Ker lahko večja akumulacija in poznejše taljenje snežne odeje zakasni začetek vegetacijske sezone ter vplivata tudi na združbe nekaterih skupin talnih členonožcev, je treba **začetek paše in košnje prilagoditi dejanskemu času taljenja snega, razvoju vegetacije in nosilnosti tal**, tudi iz vidika biotske pestrosti.

Pred začetkom zimske sezone naj bo travna ruša primerno pokošena oz. popasena in **mulčena**, saj primerna višina in enakomerna travna ruša zmanjšujeta pleganje rastlinske mase pod dolgotrajno snežno odejo ter s tem tveganje za pojav snežne plesni in poškodbe travne ruše.

6.2.4. Pregledi stanja in morebitno prilagajanje upravljanja zemljišča

Za dolgoročno trajnost dvojne rabe je pomembno, da se dejavnosti ne izvajajo po nespremenjenem režimu ne glede na razmere, temveč se sproti prilagajajo stanju zemljišča. V okviru obstoječega upravljanja se naj tudi po zaključku zimske sezone oziroma kopnenju snega še naprej izvajajo vizualni

pregledi stanja travne ruše in tal ter sanacija morebitnih poškodb skladno z obstoječimi upravljavskimi pogoji.

Celovitejši pregled stanja je priporočljivo izvesti na vsakih 3–5 let v skladu z naborom kazalnikov iz poglavja 4. Posamezni deli pregleda se izvedejo v času, ki je glede na posamezni kazalnik najprimernejši.

Posebej pomembno je spremljanje sprememb skozi čas in primerjava rezultatov z izhodiščnim stanjem in ustrezno referenčno površino. **Na podlagi ugotovljenih sprememb se po potrebi prilagodijo količina in čas namakanja, priprava in obseg tehničnega zasneževanja ter čas začetka paše in košnje.** Ob večjih poškodbah, izrednih vremenskih dogodkih ali pomembnejši spremembi načina rabe se lahko pred naslednjim načrtovanim pregledom izvede dodatni ciljni pregled prizadetega elementa okolja. Takšno prilagodljivo upravljanje omogoča, da se koristi dvojne rabe ohranjajo, hkrati pa se pravočasno omejujejo morebitni negativni vplivi na tla, vodni režim, travno rušo in biotsko pestrost travinja.

VIRI IN LITERATURA

Agencija Republike Slovenije za okolje. »Program monitoringa kemijskega in ekološkega stanja voda: Program za obdobje 2022 do 2027.« Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje (2022). Dostopno na: <https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/ARSO/Vode/Stanje-voda/Program-monitoringa-voda-2022-do-2027.pdf>

Andrey, Aline, Humbert, Jean-Yves, Pernollet, Claire in sod. "Experimental Evidence for the Immediate Impact of Fertilization and Irrigation upon the Plant and Invertebrate Communities of Mountain Grasslands." *Ecology and Evolution* 4, no. 12 (2014): 2610–23. <https://doi.org/10.1002/ece3.1118>.

Babnik, Drago, Verbič, Jože. "Ocenjevanje Energijske Vrednosti Krme s Travinja." *Acta agriculturae Slovenica* (2000). <https://doi.org/10.14720/aas.2000.76.2.15801>.

Bavcon, Jože, Malovrh, Katja, Tomšič, Maja in sod. "In Situ Conservation of Dry Meadows." *Land* 13, no. 3 (2024). <https://doi.org/10.3390/land13030315>.

Boch, Steffen, Kurtogullari, Yasemin, Allan, Eric, in sod. "Effects of Fertilization and Irrigation on Vascular Plant Species Richness, Functional Composition and Yield in Mountain Grasslands." *Journal of Environmental Management* 279 (2021): 111629. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111629>.

Buckthought, L. E., T. J. Clough, K. C. Cameron, in sod. "Urine Patch and Fertiliser N Interaction: Effects of Fertiliser Rate and Season of Urine Application on Nitrate Leaching and Pasture N Uptake." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 203 (2015): 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.019>.

Cegnar, Tanja, Bolte, Tanja, Bernard Vukadin, Barbara in sod. »Poročilo o okolju v Republiki Sloveniji 2022«. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, (2022). Dostopno na: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MNVP/Dokumenti/porocilo_o_okolju_2022.pdf, (citirano 24.2.2026)

Čebašek, Diana, Markun, Alenka, Roblek, Maja in sod. »Celovito poročilo o vplivih na okolje za Nordijski center Planica«. Ministrstvo za šolstvo in šport RS, Direktorat za šprt, Ljubljana. (2009).

European Environment Agency (EEA). »Europe's ecological backbone: Recognising the true value of our mountains.« Publications Office of the European Union (2010). Dostopno na: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/europes-ecological-backbone> (citirano 18.3.2026)

FAO. b. d. »Environmental considerations in irrigation development. Food and Agriculture Organization of the United Nations.« Dostopno na: <https://www.fao.org/4/w4347e/w4347e10.htm> (citirano 1.6.2026)

FAO. »Global Soil Partnership«. 2025. Dostopno na: <https://www.fao.org/global-soil-partnership/areas-of-work/soil-biodiversity/en/> (citirano 19.12.2025)

FAO. »Agroecology Knowledge Hub«. 2026. Dostopno na: <https://www.fao.org/agroecology/en> (citirano: 11.8.2026)

Freppaz, M., Filippa, G., Corti, G. in sod. "“Soil Properties on Ski-Runs” The Impacts of Skiing on Mountain Environments.” BENTHAM SCIENCE PUBLISHERS, 45-64, Chapter 3 (2013). DOI: 10.2174/9781608054886113010006

Gerlach, Rebekka, Buhk, Constanze, Schirmel, Jens in sod. "Exploration of the Response of Soil Properties and Plant Species Composition to Centuries-Old Traditional Meadow Irrigation.” *Journal of Plant Ecology* 16, no. 2 (2023): rtac072. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtac072>.

Grünewald, Thomas, Wolfsperger, Fabian. "Water Losses During Technical Snow Production: Results From Field Experiments.” *Frontiers in Earth Science* 7 (2019). <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00078>.

Kammer, P. "Floristic changes in subalpine grasslands after 22 years of artificial snowing.” *Journal for Nature Conservation* 10, 109-123 (2002). <https://doi.org/10.1078/1617-1381-00012>

Kašák, J., Mazalová, M., Šipoš, J. in sod. "The Effect of Alpine Ski-Slopes on Epigeic Beetles: Does Even a Nature-Friendly Management Make a Change?” *Journal of Insect Conservation* 17, no. 5 (2013): 975–88. <https://doi.org/10.1007/s10841-013-9579-3>.

Keller, Thomas, Pielmeier, Christine, Rixen, Christian in sod. "Impact of Artificial Snow and Ski-Slope Grooming on Snowpack Properties and Soil Thermal Regime in a Sub-Alpine Ski Area.” *Annals of Glaciology* 38 (2004): 314–18. <https://doi.org/10.3189/172756404781815310>.

Křenová, Zdenka, Bílek, Ondřej, Zýval, Vladimír. "Does Artificial Snow Fertilise the Soil of Mountain Meadows in the Krkonoše National Park?” *EUROPEAN JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCES* 10, no. 1 (2020): 32–41. DOI: <https://doi.org/10.14712/23361964.2020.5>

Lenart-Boroń, Anna, Bojarczuk, Anna, Żelazny, Mirosław. "Impact of Construction and Functioning of a Newly Built Ski Slope on the Quality of Nearby Stream Water.” *Applied Sciences* 13, no. 2 (2023): 763. <https://doi.org/10.3390/app13020763>.

Lesjak, Jurka, Čebin, Ana, Šinkovec, Marjan in sod. "Prakse upravljanja s tlemi: smučišče Vogel in Kranjska gora. Izvleček iz knjige »SOIL MANAGEMENT PRACTICES IN THE ALPS, A selection of good practices for the sustainable soil management in the Alps«. (2020). https://www.alpinesoils.org/index.php/best-soil-management-practices/#flipbook-df_2287/3/

Liu, J., Bai, X., Zhang, Y. in sod. "Construction of a quantitative model for ski resort water demand and preliminary exploration of drainage irrigation pathways”. *Scientific reports*, (2024). 14:24850. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-76006-8>

Lovrenčak, F. »Povezave med prstjo in rastlinstvom na vršajih v Planici.« *Geografski vestnik*, 74(1), 57–63. (2002). Dostopno na: <https://www.dlib.si/details/URN%3ANBN%3ASI%3Adoc-JJXVLVOZ>

Lukač, Branko, Verbič, Janko, Kramberger, Branko in sod. »Pol-naravno travinje kot vir semena za obnovo ruše velike naravne vrednosti«. *Acta agriculturae Slovenica*, 101 - 1, (2013) str. 149 – 158. Dostopno na: <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-FD2XRNEV/4be65e55-d6e2-40ea-aa4f-6b329e1cacb6/PDF>

Matiu, M., Crespi, A., Bertoldi, G. in sod. »Observed snow depth trends in the European Alps: 1971 to 2019«. (2021). *The Cryosphere*, 15, 1343–1382. <https://doi.org/10.5194/tc-15-1343-2021>

Mayel, Sonia, Jarrah, Mahboube, Kuka, Katrin. "How Does Grassland Management Affect Physical and Biochemical Properties of Temperate Grassland Soils? A Review Study." *Grass and Forage Science* 76, no. 2 (2021): 215–44. <https://doi.org/10.1111/gfs.12512>.

Menta, Cristina, D. Conti, Federica, Pinto, Stefania in sod. "Soil Biological Quality Index (QBS-Ar): 15 Years of Application at Global Scale." *Ecological Indicators* 85 (2018): 773–80. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.030>.

Menta, Cristina, Remelli, Sara. "Soil Health and Arthropods: From Complex System to Worthwhile Investigation." *Insects* 11, no. 1 (2020): 54. <https://doi.org/10.3390/insects11010054>.

MKGP. 2024. »Za prehransko varnost je potrebno zavarovati njen ključni steber – kmetijska zemljišča«. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, GOV.SI. Dostopno na: <https://www.gov.si/novice/2024-10-17-za-prehransko-varnost-je-potrebno-zavarovati-njen-kljucni-steber-kmetijska-zemljisca/> (citirano 19.12.2025)

Nawaz, Muhammad Farrakh, Bourrié, Guilhem, Trolard, Fabienne. "Soil Compaction Impact and Modelling. A Review." *Agronomy for Sustainable Development* 33, no. 2 (2013): 291–309. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0071-8>.

Otoničar, Klara, Klavž, Dominika, Kos, Irena in sod. »Priročnik za seneno prirejo«. KGZS (2021). https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/prirocnik-za-senene-kmetije.pdf

Pogačar, Tjaša, Žnidaršič, Zala, Vlahović, Živa in sod. "Grassland Model Based Evaluation of Drought Indices: A Case Study from the Slovenian Alpine Region." *Agronomy* 12, no. 4 (2022): 936. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040936>.

Quemada, M., Baranski, M., Nobel-de Lange, M. N. J. in sod. "Meta-Analysis of Strategies to Control Nitrate Leaching in Irrigated Agricultural Systems and Their Effects on Crop Yield." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 174 (2013): 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.018>.

Rixen, Christian, Stoeckli, Veronika, Ammann, Walter. "Does Artificial Snow Production Affect Soil and Vegetation of Ski Pistes? A Review." *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 5, no. 4 (2003): 219–30. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00036>.

Roux-Fouillet, Philippe, Wipf, Sonja, Rixen, Christian. "Long-Term Impacts of Ski Piste Management on Alpine Vegetation and Soils." *Journal of Applied Ecology* 48, no. 4 (2011): 906–15. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.01964.x>.

Schirmel, Jens, Alt, Martin, Rudolph, Isabell in sod. "Effects of Traditional Flood Irrigation on Invertebrates in Lowland Meadows." *PLOS ONE* 9, no. 10 (2014): e110854. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110854>.

Singh, Ajay. "Soil Salinization and Waterlogging: A Threat to Environment and Agricultural Sustainability." *Ecological Indicators* 57 (2015): 128–30. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.04.027>.

Spandre, Pierre, François, Hugues, Verfaillie, Deborah, in sod. "Winter Tourism under Climate Change in the Pyrenees and the French Alps: Relevance of Snowmaking as a Technical Adaptation." *The Cryosphere* 13, no. 4 (2019): 1325–47. <https://doi.org/10.5194/tc-13-1325-2019>.

Steinbauer, Manuel J., Kreyling, Juergen, Stöhr, Carolin in sod. "Positive Sport–Biosphere Interactions? — Cross-Country Skiing Delays Spring Phenology of Meadow Vegetation." *Basic and Applied Ecology* 27 (2018): 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.10.003>.

Strgulec, M., Jesenko, T., Pevec, T. in sod. "TEHNOLOŠKA NAVODILA - Zagotavljanje kakovostne travne ruše na ekoloških kmetijah", Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije (2024). Dostopno na: https://www.kgzs.si/uploads/dokumenti/strokovna_gradiva/Kakovostna_travna_ru%C5%A1a_na_ekolo%C5%A1kih_kmetijah_2024.pdf (citirano 15.8.2026)

Sušnik, A., Vlahović, Ž., Moderc, A. in sod. »Kmetijske suše. Kazalci okolja, Agencija Republike Slovenije za okolje 2025.« Dostopno na: <https://kazalci.arso.gov.si/index.php/sl/content/kmetijske-suse-1> (citirano 14.8.2026)

Tasser, Erich, Walde, Janette, Tappeiner, Ulrike in sod. "Land-Use Changes and Natural Reforestation in the Eastern Central Alps." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118, no. 1 (2007): 115–29. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.05.004>.

Urbanc, Mimi, Ledinek Lozej, Špela, Šmid Hribar, Mateja. »Mountain Pastures in the Slovenian Alps: Their Role in Shaping and Sustaining the Cultural Landscape«. Poglavlje 12. *Historical Geography and Geosciences*. Springer, Cham. (2026). https://doi.org/10.1007/978-3-031-99017-5_12

Vanham, D. "The Alps under Climate Change: Implications for Water Management in Europe." *Journal of Water and Climate Change* 3, no. 3 (2012): 197–206. <https://doi.org/10.2166/wcc.2012.032>.

Verbič, Jože, Verbič, Janko. "Pridelovanje kakovostnega sena in uporaba sena v prehrani goved". Kmetijski inštitut Slovenije (2021). Dostopno na: <https://seneno.si/wp-content/uploads/2021/12/Priro%C4%8Dnik-seno-KIS-I.pdf> (citirano 16.7.2026)

Vidrih, T., Hopkins, A. "The Effect of Soil Environment on White Clover Persistence and Productivity under Grazing." (1996). <https://www.fao.org/4/v9968e/v9968e02.htm>

Vogeler, Iris, Thomas, Steve, van der Weerden, Tony. "Effect of Irrigation Management on Pasture Yield and Nitrogen Losses." *Agricultural Water Management* 216 (2019): 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.01.022>.

Vrščaj, Borut. »Lastnosti, pestrost in ekosistemske storitve tal.« Kmetijski inštitut Slovenije (2017). Dostopno na: <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-QCQCGXKZ> (citirano 8.7.2026)

Vrščaj, Borut, Gerlušnik, Anej, Gričnik, Monika. »Izdelava smernic za obravnavo tal v okviru priprave prostorskih aktov in celovite presoje vplivov na okolje - Javna predstavitev rezultatov naloge – Poglavlje TLA«. Program strokovnih nalog s področja okolja za Ministrstvo za okolje in prostor v letu 2020 (2023). Dostopno na: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MNVP/Dokumenti/Voda/Nitratna-direktiva/Gradiva-in-predstavitve-2022/4_Vrscaj_SmerniceTLA_CPVO.pdf (citirano 4.6.2026)

Vrščaj, Borut, Kralj, Tomaž, Grčman, Helena. "Klasifikacija tal Slovenije 2025". Ljubljana. 2026. Interni dokument.

Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o kmetijskih zemljiščih (ZKZ-H). 2025. Neuradno prečiščeno besedilo št. 20. Uradni list RS, št. 59/96 s spremembami in dopolnitvami. Dostopno na: <https://pisrs.si/api/datoteke/integracije/413922425> (citirano 15.5.2026)

Zavod Republike Slovenije za varstvo narave (ZRSVN). »Načrt upravljanja Zelencev – območje naravnega rezervata, naravne vrednote in Natura 2000. Priloga 1: Opis območja in strokovna izhodišča.« Projekt WETMAN, LIFE09 NAT/SI/000374. (2013). Dostopno na: <https://abcdocz.com/doc/2715312/na%C4%8Drt-upravljanja-zelencev-%E2%80%93-osnutek>

O projektu SOIL:OurInvisibleAlly

Cilj projekta je zagotoviti dolgoročno vitalnost alpskih tal in s tem trajno zagotavljanje ekosistemskih storitev tal s spodbujanjem ozaveščenosti o tleh ter premostitvijo vrzeli med obstoječim znanjem o ukrepih za trajnostno gospodarjenje s tlemi in njihovim izvajanjem. V tem procesu bodo izpostavljena tudi pilotna območja, ki prikazujejo primere najboljših praks. Poleg tega projekt močno poudarja umetniško izražanje in (znanstveno) kulturne dogodke kot močna orodja za ozaveščanje, ki lahko pomagajo vzbuditi radovednost in naklonjenost do teme tal.

Partnerji projekta

Slovenian Forestry Institute (SI) • Art and Nature Foundation (DE) • Agricultural Institute of Slovenia (SI) • Salzburg Institute for Regional Planning and Housing (AT) • Climate Alliance Tyrol (AT) • National Research Institute for Agriculture, Food and the Environment (FR) • University of Torino (IT) • County Administration Landsberg a. Lech (DE) • Autonomous Region of Aosta Valley (IT) • Consulting for Naturland (Association for Organic Agriculture, DE) • Slovenia Forest Service (SI) • Orobie Valtellinesi Parc (IT)

Zahvale

Projekt SOIL:OurInvisibleAlly sofinancira Evropska unija v okviru programa Interreg Alpski prostor.

Kontakt

Spletna stran
projekta



www.alpine-space.eu/project/soilourinvisibleally



LinkedIn



www.linkedin.com/company/soil-ourinvisibleally-project



©SOIL:OurInvisibleAlly
Kmetijski inštitut Slovenije
Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana, Slovenija

Vodilni partner
Gozdarski inštitut Slovenije
Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija