

ROŚLINNOŚĆ I POKRYWA GLEBOWA W OBRĘBIE TRAS ZJAZDOWYCH NA BUKOVELU (GORGANY, KARPATY WSCHODNIE, UKRAINA)

Vegetation and soil cover within mountain skiing routes in Bukovel
(Gorgany, Eastern Carpathians, Ukraine)

Abstract: The estimations of overgrown and soil formation processes in terms of species composition of plant cover, physico-chemical and agrochemical parameters of soil within the different exposures of downhill skiing routes of tourist-recreation complex “Bukovel” located in Gorgany (Ukrainian Carpathians) near the village Polyanytsya (Ivano-Frankivsk region) are presented. Basing on the results received the proposals upon optimization of the formation of plant and soil covers on the mountain skiing routes were developed.

Key words: Ukrainian Carpathians, Gorgany, Bukovel, downhill skiing routes, plant and soil cover.

Wstęp

W ciągu ostatnich dwudziestu lat w Karpatach Wschodnich, przy tworzeniu tras narciarskich, normą stało się sztuczne kształtowanie podłoża z użyciem ciężkiego sprzętu. W odróżnieniu od praktyk XX wieku, kiedy przygotowanie tras zjazdowych w górach polegało przeważnie na wykorzystaniu istniejących „pól śnieżnych” i wiązało się co najwyżej z eliminacją pojedynczych drzew i krzewów, współczesne trasy są wręcz „budowlami inżynieryjnymi” (Trofimiv, Zyling 1996). Tworzą one specyficzne strefy oddziaływania na środowisko, którego skutkiem są istotne zmiany wszystkich lub części komponentów ekosystemów górskich, przede wszystkim szaty roślinnej i pokrywy glebowej (Goshovsky i in. 2002).

Bezpośrednie oddziaływanie narciarstwa zjazdowego ujawnia się poprzez uszkodzenie mechaniczne roślinności i gleb kantami nart oraz w wyniku ubijania śniegu ratrakami. Uszkodzenia najbardziej wyraźnie uwidaczniają się w przypadku niskich świerków, rosnących na poboczach tras zjazdowych, co powoduje kształtowanie się tzw. „narciarskiej formy pokroju świerka” spowodowanej deformacjami jego konarów. W rejonie Doliny Goryczkowej w Tatrach stwierdzono podobne znaczne uszkodzenia mechaniczne kosodrzewiny,

rosnącej w obrębie głównego przebiegu trasy zjazdowej. Według danych Skawińskiego i współautorów, w obrębie tej doliny w 1979 r. ponad 10% powierzchni było poddane intensywnemu destrukcyjnemu oddziaływaniu narciarstwa, które w ciągu 15 lat zwiększyło swe natężenie niemal dwukrotnie (Skawiński i in. 1993). Gromadzenie się dużych ilości ubitego śniegu na górskich trasach zjazdowych powoduje opóźnienie jego topnienia, a w konsekwencji skrócenie sezonu wegetacyjnego. Silne wiatry powodują usuwanie lżejszych komponentów gleby, wymywanych również przez opady, co przyspiesza rozwój erozji oraz powierzchniowej degradacji szaty roślinnej runa (Radwańska-Paryska, Paryski 1995). Wycinanie drzew i krzewów, zlokalizowanych na poboczach tras, powoduje zmiany struktury zbiorowisk roślinnych i zmniejsza zdolność szaty roślinnej do zapobiegania lawinom (Skawiński 1993; Skawiński, Krzan 1996).

Ze względu na skalę rozpowszechnienia procesów erozyjnych na stokach górskich, będących pod wpływem różnych form antropopresji (rekreacja, wypas i inne), w Karpatach Ukrainińskich od lat kontynuowane są badania dotyczące możliwości wykorzystania gatunków roślin zdolnych do zapobiegania erozji, w celu efektywnego utrzymania pokrywy glebowej (Komendar, Pekar 2002).

W celu zapobiegania niszczenia gleb na skutek procesów erozyjnych utworów glebowych na trasach współczesnych ośrodków narciarstwa górskiego Austrii, Włoch i Niemiec, a w ciągu ostatnich 10 lat również i na Ukrainie, wykorzystuje się sztucznie kształtowane pokrywy trawiaste. Ogólnie biorąc, owa procedura prawie nie różni się od zadarniania skarp i nasypów wzdłuż poboczy dróg i torów kolejowych oraz rurociągów. Skład gatunkowy mieszanek traw jest uzależniony zarówno od ekspozycji i nachylenia stoków, jak i warunków glebowo-klimatycznych (w górach – od wysokości nad poziomem morza), determinujących długość okresu wegetacyjnego. Dla takich trawników najlepsze są wieloskładnikowe mieszanki traw (5–7 gatunków), do których dodaje się gatunki rodzime (Kost' o i in. 1978).

Celem niniejszej pracy była charakterystyka szaty roślinnej i pokrywy glebowej muraw w obrębie tras zjazdowych turystyczno-rekreacyjnego kompleksu „Bukovel” (TRK Bukovel), położonego w Karpatach Ukrainińskich oraz opracowanie propozycji optymalizacji procesów zadarniania i kształtowania poziomów glebowych.

Obszar badań i metody

Teren badań zlokalizowany jest w obrębie największego na Ukrainie ośrodka narciarstwa górskiego TRK „Bukovel”, znajdującego się na północno-wschodnich stokach Karpat Ukrainińskich w Gorganach, w pobliżu wioski Polyanycia (rejon Jaremce, obwód iwano-frankowski). Ośrodek ten powstał w 2002 r. i zajmuje obecnie powierzchnię około 1000 ha, z czego 25% stanowi 56 tras zjazdowych o łącznej długości 50 km, w przedziale wysokości od 860 do 1371 m n.p.m., 14 wyciągów o łącznej przepustowości powyżej 36 tys. osób/godz. (www.bukovel.com).

Do czasu powstania TRK „Bukovel” szata roślinna terenu była reprezentowana przeważnie przez sztuczne świerczyny, mieszane lasy świerkowo-bukowe, lite buczyny oraz wtórne zbiorowiska łąkowe (Gensiruk 2002), a pokrywa glebowa stanowiła mozaikę różnych jednostek taksonomicznych gleb brunatnych kwaśnych (Andruščenko 1970). W ramach sztucznego kształtowania prawie wszystkich tras zjazdowych ośrodka dokonano wyrębu i karczowania drzew oraz wyrównania powierzchni tras z wykorzystaniem ciężkiego sprzętu, co spowodowało praktycznie całkowite zniszczenie dotychczasowego profilu glebowego.

W celu monitoringu procesów zarastania i powstawania gleby w obrębie sztucznie ukształtowanych pokryw trawiastych na trasach zjazdowych TRK „Bukovel”, w latach 2006–2010 przeprowadzono badania tych procesów w obrębie 5 wyznaczonych powierzchni, z których 3 stanowią trasy o mechanicznie wyrównanej powierzchni, na których wysiewano mieszanki traw, czwarta to trasa z niemal nienaruszoną podczas tworzenia roślinnością (usunięto wyłącznie drzewa i krzewy), a piąta (kontrolna) wytyczona jest w obrębie półnaturalnej łąki charakterystycznej dla Gorganów (Ryc. 1).

Powierzchnia 1. Górny odcinek trasy zjazdowej 12A o nachyleniu 45°, położony na stoku góry Dowha (1240 m n.p.m.) o ekspozycji zachodniej. Kształtowanie trasy: mechaniczne wyrównanie powierzchni stoku i wysiew w 2006 r. nasion życicy trwałej *Lolium perenne* L. wraz z mieszanką nawozu sztucznego (NPK) i substancji organicznej (torf), zawierającej wapno. Od 2008 r. prowadzi się wysiew mieszanek *Lolium perenne* – *Festuca rubra* – *Poa annua* w stosunku 50:45:5%. Ogólne zwarcie warstwy runa z przewagą *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis* wynosi 70–80%. Profil glebowy jest w stadium kształtowania: na powierzchni obserwuje się słabo zwietrzały piaskowiec podłoża fliszowego, a poziom próchniczny nie ujawnia się morfologicznie. Od 2010 r. powierzchnia trasy jest ekstensywnie wypasana przez stado owiec i kóz (około 40 sztuk), od 20 maja do końca sierpnia.

Powierzchnia 2. Dolny odcinek trasy zjazdowej 12A o nachyleniu 15°, położony na stoku góry Dowha (1210 m n.p.m.) o ekspozycji zachodniej. Kształtowanie trasy: takie samo, jak na powierzchni 1. Ogólne zwarcie runa wynosi 90–95%, dominującymi gatunkami są *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens*, spotyka się również *Rumex alpinus*, *Ranunculus acris* L. oraz kępy *Veratrum lobelianum* Bernh. Powierzchnia gleby zadarniona, fragmentarycznie kształtuje się poziom próchniczny o miąższości 0,5–1,0 cm.

Powierzchnia 3 (kontrolna). Łąka półnaturalna o nachyleniu 3–5°, położona na stoku góry Dowha (1210 m n.p.m.) o ekspozycji zachodniej. Szata roślinna o ogólnym zwarciu runa 100% ukształtowana przez gatunki charakterystyczne dla półnaturalnych łąk Gorganów z dominacją *Nardus stricta* L., *Festuca rubra*, *Poa*

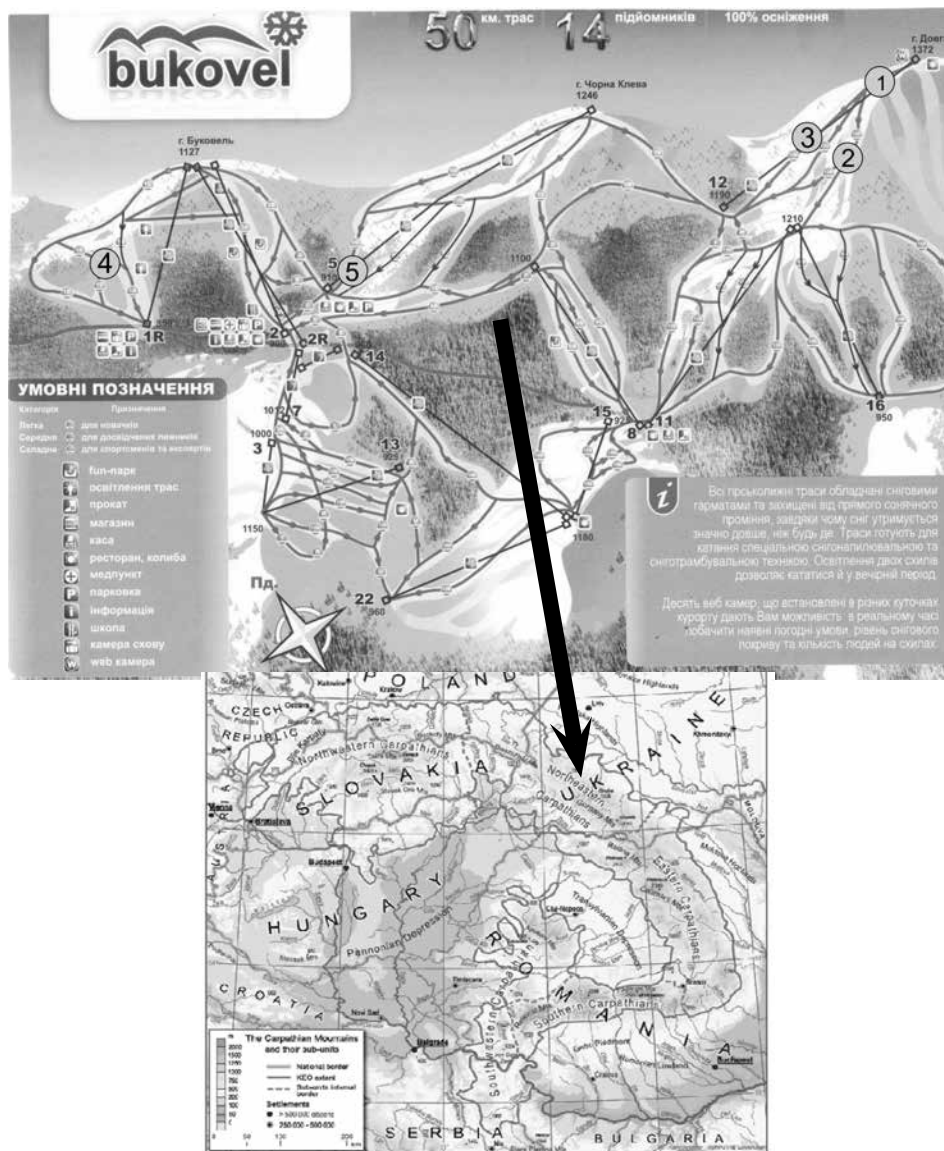


Рис. 1. Локалізація поверхні дослідних на трасах зjazdowych TRK „Bukovel” w Gorganach (Karpaty Українські): 1 – гóрны оdcіnek трасы 12A, 2 – доlны оdcіnek трасы 12A, 3 – лąка пóлнатурална (pow. контроlnа), 4 – шрódkowy оdcіnek трасы 1A, 5 – доlны оdcіnek трасы 5G.

Fig. 1. Localization of monitoring plots on downhill skiing routes of tourist and recreational complex “Bukovel” in the Gorgany Mts. (Ukrainian Carpathians): 1 – upper part of route 12A, 2 – lower part of route 12A, 3 – semi-natural meadow (control plot), 4 – middle part of route 1A, 5 – lower part of route 5G.

annua, *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. Często występują również *Trollius europaeus* L., *Veratrum lobelianum*, *Ranunculus acris*, *Rumex alpinus*, *Plantago lanceolata* L. Warstwa mszaków zajmuje do 20% powierzchni. Gleba – brunatna kwaśna oglejona.

Powierzchnia 4. Dolny odcinek trasy zjazdowej 1A o nachyleniu 15°, położony na stoku góry Bukovel (1210 m n.p.m.) o ekspozycji północnej. Ze względu na to, że przy tworzeniu tej pierwszej na terenie TRK „Bukovel” (2004 r.) trasy maksymalnie wykorzystano występujące na stoku „pola śnieżne”, wycinając tylko pojedyncze drzewa i krzewy, zachowała się tu szata roślinna półnaturalnej łąki o ogólnym zwarciu runa 90–95%, z dominacją *Festuca rubra*, *Nardus stricta*, *Poa annua*, *Trifolium repens*, *Ranunculus acris* oraz warstwy mchów o zwarciu 10%. Gleba – brunatna kwaśna oglejona. Od 2010 r. prowadzi się tu ograniczony wypas bydła (około 40 sztuk). Punktowa eutrofizacja przez odchody zwierząt zaznacza się na powierzchni trasy przez ciemnozielone plamy traw.

Powierzchnia 5. Dolny odcinek trasy zjazdowej 5G o nachyleniu 10°, położony na stoku góry Czarna Klewa (910 m n.p.m.) o ekspozycji zachodniej. Kształtowanie trasy: takie samo, jak na powierzchniach 1 i 2, ale bez wykorzystania torfu z wapnem. Ogólne zwarcie runa wynosi 90–95%, dominującymi gatunkami są *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens*, spotyka się również *Rumex alpinus*, *Ranunculus acris* oraz kępy *Veratrum lobelianum*. Powierzchnia gleby zadarniona (miąższość darni – do 1 cm), fragmentarycznie kształtuje się oglejony poziom próchniczny o miąższości 1,0–1,5 cm.

Fizyczne i chemiczne właściwości gleb oznaczano według przyjętych na Ukrainie metod (Arinushkina 1970; Vadyunina, Korchagina 1973), mineralizację azotu (amonifikacja, nitryfikacja) – przez inkubację próbek w ciągu 21 dni przy 25°C (Ross, Tate 1993).

Wyniki

Szata roślinna

Obserwacja w ciągu 4 lat (2006–2010) szaty roślinnej w obrębie powierzchni badawczych tras zjazdowych 12A i 5G wskazuje na ogólną tendencję do zwiększenia różnorodności gatunkowej oraz zmniejszenia udziału życicy trwałej. W maju 2010 trawa ta występowała w pojedynczych kępach, o łącznej powierzchni nie przekraczającej 10–20% ogólnego pokrycia (w 2006 r. wskaźnik ten wynosił od 50 do 80%). Na trasach wzrasta udział gatunków łąkowych (*Festuca rubra*, *Trifolium repens*, *Poa pratensis*, *P. annua*), które zaczynają kształtować poziom darniowy.

W górnym odcinku trasy zjazdowej 12A (powierzchnia 1) zwarcie szaty roślin naczyniowych w latach 2006–2010 wzrosło od 50–60 do 70–80%, a w dolnym (powierzchnia 2) od 80 do 95%. Spotyka się tu również *Ranunculus acris* s.s., *Trifolium pratense* L. oraz *Taraxacum officinale* F.H.Wigg. W dolnym odcinku trasy 5G zwarcie szaty trawiastej w 2010 r. pozostało na tym samym poziomie co w 2006 r. (90%), ale podczas gdy w 2006 r. powierzchnia była zdominowana przez życię trwałą, o tyle teraz współdominują gatunki łąkowe (*Festuca rubra*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*, *Ranunculus acris*, *Cirsium arvense* (L.) Scop. *Plantago lanceolata* L.), leśne – *Luzula sylvatica* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Poa nemoralis* L., *Fragaria vesca* L. oraz ruderalne – *Rumex acetosa* L., *Tussilago farfara* L., *Urtica dioica* L. W lukach pozostałych po zanikaniu osobników *Lolium perenne* stwierdzono również występowanie mchów: *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. oraz *Bryum argenteum* Hedw. Na trasie 1A (powierzchnia 4) w ciągu 4 lat obserwacji nie stwierdzono zmian w składzie gatunkowym zbiorowiska roślinnego. To samo dotyczy powierzchni 3 w obrębie półnaturalnej łąki (powierzchni kontrolnej).

Stwierdzono, że na badanych powierzchniach obserwuje się proces przenikania do sztucznie ukształtowanych darni gatunków łąkowych – przede wszystkim *Agrostis tenuis* Sibth., *Deschampsia caespitosa*, przedstawicieli rodziny *Fabaceae* (*Trifolium repens*) oraz gatunków leśnych (*Luzula sylvatica*, *Dryopteris filix-mas*, *Athyrium filix-femina*, *Poa nemoralis*, *Fragaria vesca*). Zmiany składu gatunkowego szaty roślinnej na trasach zjazdowych do pewnego stopnia spowodowane są tym, że w odróżnieniu od lat 2004–2006, kiedy na stokach TRK „Bukovel” wysiewano wyłącznie nasiona *Lolium perenne*, od 2008 r. prowadzi się wysiew mieszanek *Lolium perenne* – *Festuca rubra* – *Poa annua*. Taki skład gatunkowy mieszanek jest o wiele korzystniejszy dla tych terenów ze względu na rolę kostrzewy czerwonej oraz wiechliny rocznej w kształtowaniu poziomu darniowego, który będzie chronić trasy przed erozją, zmywaniem gleby oraz wczesnym przemarzaniem. Uważamy jednocześnie, że poważnym problemem jest wykorzystywanie nierodzimych mieszanek traw (nasiona sprowadzane z Austrii), co może z czasem spowodować zanieczyszczenie biologiczne przez przenikanie tych odmian gatunków do innych zbiorowisk łąkowych. Oprócz tego, pozytywnym zjawiskiem, które oddziałuje na rozwój sztucznie ukształtowanej pokrywy trawiastej tras zjazdowych, jest wypas bydła, owiec i kóz, który warto kontynuować, z zachowaniem średniej intensywności wypasu.

Pokrywa glebowa

Zgodnie ze wskaźnikami potencjalnej żyzności gleb, dominujące na terenie Gorganów gleby brunatne kwaśne zaliczają się do grupy gleb mezotroficznych (Milkina 1993), które charakteryzują się zadowalającymi warunkami dla rozwoju

większości gatunków łąkowych. Według naszych materiałów na terenie TRK „Bukovel” w obrębie nienaruszonych powierzchni (drzewostany leśne, łąki półnaturalne lub wtórne) dla poziomu próchniczego stopień nasycenia zasadami wynosi w granicach 20–50%, odczyn w górnej części profilu glebowego jest średnio kwaśny (pH H₂O 4,6–5,2), kwasowość hydrolityczna – od 14,1 do 18,2 cmol(+) \cdot kg⁻¹, zawartość Ca²⁺ i Mg²⁺ w kompleksie sorpcyjnym wynosi odpowiednio 2,2–7,5 oraz 1,2–1,9 cmol(+) \cdot kg⁻¹, a substancji organicznej w poziomach A, Bbr oraz Bbr/C nie przekracza 6,0; 1,0 oraz 0,2% (Zvit... 2006).

Po mechanicznym ukształtowaniu tras zjazdowych TRK „Bukovel” (wycinka drzew i krzewów, karczowanie pni oraz wyrównanie powierzchni z wykorzystaniem ciężkiego sprzętu), warstwy glebowe prawie 90% tras są mieszaniną gruzu utworów szkieletowych, rozłazowujących się łupków ilastych oraz fragmentów poziomów gleb wytworzonych naturalnie na stokach. Takie zróżnicowanie w dużym stopniu oddziałuje na tempo przebiegu procesów glebotwórczych, wpływa na warunki rozwoju gatunków trawiastych oraz na kształtowanie poziomu darniowego i inne właściwości gleby.

Pod względem wskaźników takich właściwości fizycznych gleb, jak wilgotność polowa, gęstość objętościowa oraz fazy stałej, porowatość (ogólna i aeracji), górne warstwy gleb antropogenicznych w obrębie powierzchni badawczych tras zjazdowych istotnie różnią się od strefowych gleb brunatnych kwaśnych. Na przykład gęstość objętościowa na trasach zjazdowych jest o 50–75% wyższa niż na łące półnaturalnej, co w pewnym stopniu utrudnia przenikanie korzeni gatunków trawiastych (Tab. 1). Pod względem wskaźnika gęstości fazy stałej brunatne gleby kwaśne pod zbiorowiskami łąkowymi zalicza się do grupy gleb z niską zawartością próchnicy (2,5–2,64 g \cdot cm⁻³), na trasach 12A oraz 5G wskaźnik ten waha się w przedziale od 2,68 do 2,72 g \cdot cm⁻³, co odpowiada grupie gleb mineralnych (Počvi... 1979). Orientacyjne wielkości ogólnej porowatości oraz porowatości aeracji gleby wg optymalnych warunków fizycznych dla rozwoju roślin w glebach brunatnych kwaśnych szacuje się odpowiednio na poziomie 40–50% oraz >10%. Pod względem tych wskaźników warstwa gleb 0–10 cm na zbadanych trasach zjazdowych charakteryzuje się dość sprzyjającymi warunkami dla odnawiania się szaty roślinnej (Tab. 1).

W porównaniu z 2006 r., przez 4 lata obserwacji w obrębie powierzchni badawczych stwierdzono ogólną tendencję do zmniejszenia wskaźnika odczynu górnej warstwy gleb (pH 5,1–5,4), chociaż na trasie zjazdowej 12A pozostaje on nadal zasadowy, co jest skutkiem wykorzystania oprócz nawozu sztucznego również wapna. Średnia zawartość węgla organicznego na wszystkich trasach jest niska i nie przekracza 2,53% (Tab. 2). Ogółem, brunatne gleby kwaśne charakteryzują się niską zawartością głównych biogenów. Zawartość przyswajalnych dla roślin związków fosforu wynosi 8,0–10,1 w górnych oraz 1,2–1,8 mg P₂O₅ \cdot 100 g⁻¹ w dolnych horyzontach gleb brunatnych kwaśnych

Tabela 1. Właściwości fizyczne 0-10 cm warstwy gleb antropogenicznych na trasach zjazdowych ośrodka narciarstwa górskiego “Bukovel” (Gorgany, Karpaty Ukraińskie), czerwiec 2010.

Table 1. Physical properties of anthropogenic soils (0-10 cm layer) on downhill skiing routes of the mountain ski resort “Bukovel” (Gorgany, Ukrainian Carpathians), 06.2010.

Powierzchnie badawcze <i>Investigated plots</i>	Polowa wilgotność <i>Field moisture</i>	Gęstość <i>Density</i>		Porowatość <i>Porosity</i>	
		fazy stałej <i>solid phase</i>	objętościo- wa <i>bulk</i>	ogólna <i>total</i>	aeracji <i>aeration</i>
		g·cm ⁻³		%	
Górny odcinek trasy zjazdowej 12A <i>Upper part of downhill skiing route 12A</i>	26,70	2,7086	1,19	56,21	24,57
Dolny odcinek trasy zjazdowej 12A <i>Lower part of downhill skiing route 12A</i>	28,54	2,7267	1,33	49,29	22,75
Środkowy odcinek trasy zjazdowej 1A <i>Middle part of downhill skiing route 1A</i>	24,11	2,5583	1,40	45,29	11,58
Dolny odcinek trasy zjazdowej 5G <i>Lower part of downhill skiing route 5G</i>	31,00	2,6866	1,30	51,12	11,14
Powierzchnia kontrolna <i>Control plot</i>	65,26	2,6350	0,79	69,91	18,09

(Počvi...1979). Stwierdzono, że powierzchnie badawcze, na których były sztucznie ukształtowane pokrywy trawiaste, charakteryzują się dość szeroką skalą zawartości związków przyswajalnego fosforu: od 0,47 do 10,02 mg 100 g⁻¹. Uważa się przy tym, że dostateczna dla roślin trawiastych jest ich zawartość na poziomie 8,0–15,0, a niska – poniżej 8,0 mg P₂O₅·100 g⁻¹ (Myakina, Arinushkina 1979). Zawartość przyswajalnych związków fosforu poniżej 3 mg / 100 g⁻¹ świadczy o bardzo niskim poziomie nasycenia gleb tym pierwiastkiem, co powoduje osłabienie rozwoju systemu korzeniowego życicy trwałej na powierzchniach

Tabela 2. Właściwości fizyko-chemiczne 0-10 cm warstwy gleb antropogenicznych na trasach zjazdowych ośrodka narciarstwa górskiego "Bukovel" (Gorgany, Karpaty Ukraińskie), czerwiec 2010.

Table 2. Physical and chemical properties of anthropogenic soils (0-10 cm layer) on downhill skiing routes of the mountain ski resort "Bukovel" (Gorgany, Ukrainian Carpathians), 06.2010.

Powierzchnie badawcze <i>Investigated plots</i>		pH H ₂ O	C org. %	Przyswajalne formy związków N i P <i>Availability forms of N and P</i>		
				N-NH ₄ ·	N-NO ₃ ·	P ₂ O ₅ ·
				mg 100 g ⁻¹		
Górny odcinek trasy zjazdowej 12A <i>Upper part of downhill skiing route 12A</i>	\bar{X}	7,2	0,74	0,31	2,05	6,41
	<i>min-max</i>	7,1-7,3	0,61- 0,89	0,26- 0,35	0,69-3,10	1,88- 10,02
Dolny odcinek trasy zjazdowej 12A <i>Lower part of downhill skiing route 12A</i>	\bar{X}	7,1	2,53	0,28	1,72	2,94
	<i>min-max</i>	6,1-7,6	1,67- 3,55	0,19- 0,42	1,59-1,88	2,24-3,87
Środkowy odcinek trasy zjazdowej 1A <i>Middle part of downhill skiing route 1A</i>	\bar{X}	5,1	0,65	0,20	0,50	8,02
	<i>min-max</i>	5,1-5,2	0,49- 0,92	0,13- 0,31	0,46-0,55	2,86- 14,04
Dolny odcinek trasy zjazdowej 5G <i>Lower part of downhill skiing route 5G</i>	\bar{X}	5,4	1,00	0,16	0,43	0,63
	<i>min-max</i>	5,2-5,5	0,45- 2,23	0,09- 0,25	0,27-0,56	0,47-0,80
Powierzchnia kontrolna <i>Control plot</i>	\bar{X}	5,0	3,48	0,93	0,91	1,78
	<i>min-max</i>	4,8-5,1	2,86- 4,65	0,36- 2,08	0,64-1,26	1,31-2,27

badawczych 2 i 4 oraz spowalnia tempo kształtowania się pokrywy trawiastej ze zwartą darnią (Tab. 2).

Dostępne dla roślin związki azotu na zbadanych powierzchniach występują przeważnie w formie azotanów ($0,43\text{--}2,05\text{ mg N-NO}_3\cdot 100\text{ g}^{-1}$), wówczas zawartość form amonowych jest o wiele niższa ($0,16\text{--}0,31\text{ mg N-NH}_4\cdot 100\text{ g}^{-1}$, Tab. 2). Stosunek $\text{N-NH}_4/\text{N-NO}_3$ na tych trasach jest o wiele niższy od 1, co świadczy o przewadze procesu nitryfikacji nad amonifikacją, co nie jest charakterystyczne dla gleb brunatnych kwaśnych (Tab. 2). W porównaniu z 2006 r., kiedy procesy amonifikacji przeważały nad nitryfikacją (stosunek $\text{N-NH}_4/\text{N-NO}_3$ wynosił 7–8, Zvit... 2006), przez 4 lata zaobserwowano przebudowę kompleksów organizmów glebowych, przede wszystkim mikroorganizmów, co może powodować wymywanie łatwo rozpuszczalnych azotanów w warunkach dużej ilości opadów oraz znaczne ługowanie gleb na terenie badań. Na łące półnaturalnej zawartość form amonowych azotu jest wyższa niż zawartość form azotanowych, co jest charakterystyczną cechą gleb brunatnych kwaśnych.

Tendencje, określone pod kątem zawartości przyswajalnych związków azotu, potwierdzone są również przez dane dotyczące specyfiki biologicznej transformacji związków azotu, jako wypadkowej intensywności procesów amonifikacji, nitryfikacji oraz mineralizacji azotu (Tab. 3). Stwierdzono, że intensywność mineralizacji azotu była maksymalna w 0–10 cm warstwie gleb na trasie 12A (powierzchnie 1 i 2) oraz na łące półnaturalnej (9,21; 11,54 oraz 8,11 mg N ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$)). Przy tym, o ile w pierwszym przypadku wskaźnik ten był powiązany z przewagą procesów nitryfikacji, o tyle na łące półnaturalnej odwrotnie – z uwagi na przewagę procesów amonifikacji, co jest charakterystyczną cechą gleb brunatnych kwaśnych (Maryshevych, Shpakivska 2011). Prawie trzykrotnie niższa intensywność mineralizacji związków azotu na powierzchniach 3 i 4 (Tab. 3), w porównaniu z trasą 12A świadczy o bardzo zróżnicowanych warunkach dostępności związków azotu dla roślin w obrębie różnych tras zjazdowych. Z tego względu stwarzanie warunków rozwoju półnaturalnych muraw zbliżonych do górskich łąk, będzie wymagać zastosowania nawozów sztucznych.

Tabela 3. Intensywność procesów transformacji azotu w 0–10 cm warstwie gleby antropogenicznej na trasach zjazdowych ośrodka narciarstwa górskiego “Bukovel” (Gorgany, Karpaty Ukraińskie), 06.2010.

Table 3. Intensity of nitrogen transformation processes in anthropogenic soils (0–10 cm layer) on downhill skiing routes of the mountain ski resort “Bukovel” (Gorgany, Ukrainian Carpathians), 06.2010.

Powierzchnie badawcze <i>Investigated plots</i>		Intensywność <i>Intensity</i>		
		amonifikacji <i>amonification</i>	nitryfikacji <i>nitrification</i>	mineralizacji <i>mineralization</i>
		mg N-NH ₄ ⁺	mg N-NO ₃ ⁻	mg N (NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻)
		100 g gleby / <i>soil</i>		
Górny odcinek trasy zjazdowej 12A <i>Upper part of downhill skiing route 12A</i>	\bar{X}	2,05	6,98	9,21
	<i>min-max</i>	<i>1,98-2,18</i>	<i>5,87-9,01</i>	<i>8,05-11,0</i>
Dolny odcinek trasy zjazdowej 12A <i>Lower part of downhill skiing route 12A</i>	\bar{X}	2,26	9,28	11,54
	<i>min-max</i>	<i>2,17-2,37</i>	<i>6,95-10,89</i>	<i>9,32-13,12</i>
Środkowy odcinek trasy zjazdowej 1A <i>Middle part of downhill skiing route 1A</i>	\bar{X}	2,71	0,97	3,68
	<i>min-max</i>	<i>2,49-3,07</i>	<i>0,92-1,01</i>	<i>3,47-4,08</i>
Dolny odcinek trasy zjazdowej 5G <i>Lower part of downhill skiing route 5G</i>	\bar{X}	2,42	1,51	3,93
	<i>min-max</i>	<i>2,35-2,49</i>	<i>0,46-2,05</i>	<i>2,89-4,50</i>
Powierzchnia kontrolna <i>Control plot</i>	\bar{X}	4,28	3,83	8,11
	<i>min-max</i>	<i>3,69-4,73</i>	<i>0,60-9,01</i>	<i>5,03-13,74</i>

Podsumowanie

1. Czteroletnie obserwacje zmian szaty roślinnej i pokrywy glebowej w obrębie sztucznych upraw trawiastych na trasach zjazdowych TRK „Bukovel”, położonego w Gorganach, wykazują ogólną tendencję wzrostu stopnia zwarcia warstwy zielnej, wzrostu wskaźnika różnorodności roślin naczyniowych oraz spadku udziału zycicy trwałej *Lolium perenne* – gatunku, który był podsiewany na trasach 12A oraz 5G w 2006 r. Na tych powierzchniach *Lolium perenne* zachowuje się wyłącznie w pojedynczych, wyodrębnionych płatach (10–20% ogólnego zwarcia warstwy runa).

2. W składzie gatunkowym obserwuje się wzrost udziału gatunków łąkowych – *Festuca rubra*, *Trifolium repens*, *Poa pratensis* i *P. annua*, które zaczynają kształtować poziom darniowy. W składzie runa wraz ze zmniejszaniem się udziału typowych gatunków ruderalnych (*Rumex acetosa*, *Tussilago farfara*, *Urtica dioica*, *Plantago lanceolata*) zaobserwowano wkraczanie szeregu rodzimych gatunków leśnych (*Luzula sylvatica*, *Juncus effusus*, *Poa nemoralis*, *Fragaria vesca*, *Dryopteris dilatata*, *Athyrium distentifolium* i innych). Na zmianę składu gatunkowego roślinności sztucznych muraw w obrębie obserwowanych tras zjazdowych pozytywnie wpłynęło zastosowanie w 2008 r. podsiewu mieszanek 3 gatunków traw (*Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*), które kształtują poziom darniowy oraz chronią pokrywę glebową przed rozwojem procesów erozji oraz wcześniejszego zamrażania. Problemem pozostaje wykorzystanie nierodzimych mieszanek traw (nasiona sprowadzane z Austrii), co może z czasem spowodować wnikanie nierodzimych genotypów i odmian do półnaturalnych zbiorowisk łąkowych.

3. Pod względem wskaźników określających właściwości fizyczne gleb, takich jak wilgotność polowa, gęstość objętościowa i fazy stałej, porowatość (ogólna i aeracji), górne warstwy gleb antropogenicznych w obrębie powierzchni badawczych istotnie różnią się od gleb brunatnych kwaśnych (Tab. 1). Obserwuje się tendencję spadku wskaźnika odczynu gleb w 0–10 cm warstwie gleb w obrębie powierzchni badawczych ze sztucznymi uprawami traw; zawartość przyswajalnych związków fosforu jest zadowalająca dla rozwoju gatunków trawiastych, z wyjątkiem dolnego odcinka trasy zjazdowej 5G; dostępne dla roślin związki azotu występują przeważnie w formach azotanowych, wówczas zawartość form amonowych jest o wiele niższa, stosunek $N-NH_4/N-NO_3$ na trasach ze sztucznymi uprawami traw jest o wiele niższy od 1, co świadczy o przewadze procesu nityfikacji nad amonifikacją i nie jest charakterystyczne dla gleb brunatnych kwaśnych (Tab. 2, 3).

4. Ważnym elementem eksploatacji tras zjazdowych ze sztucznymi uprawami traw w obrębie TRK „Bukovel” w sezonie wiosenno-jesiennym (od 20 maja do 20 września) jest wypas bydła, owiec i kóz, który należy kontynuować pod warunkiem utrzymania średniej intensywności wypasu.

Literatura

- Andrushchenko G.O. 1970. Grunti zahidnih oblastei URSS. Lwow-Dublany; ss.: 1–114.
- Arinushkina E.V. 1970. Rukovodstvo po chimičeskomu analizu počv. Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moskva; ss.: 1–487.
- Gensirik S.A. 2002. Lisy Ukrainy. Ukrains'kyi deržavnyi lisotehničnyi universytet, Lwów; ss.: 1–496.
- Goshovskyy S., Rud'ko G., Presner B. 2002. Ekologična bezpeka tehnopryrodnyh geosystem u zv'âzku z katastrofičnym rozvytkom geologičnyh procesiv. ZAT Ničlava, Kyiv; ss.: 1–624.
- Komendar V.I., Pekar Ya.P. 2002. Zahody po borot'bi z eroziêu ta zsumami na shylah gir lisovoi zony Zakarpattâ. W: Pripoloninni lisy Karpat. Uzhorod; 54 ss.
- Kost'o I.F., Yushchak V.S., Êmec G.S. 1978. Girs'ke pol'ove travosiânnâ. Karpaty, Uzhorod; ss.: 1–65.
- Maryskevych O., Shpakivska I. Wpływ użytkowania pasterskiego na właściwości gleb w Beskidach Skolskich (ukraińska część Karpat Wschodnich). Roczniki Bieszczadzkie 19: 349–358.
- Milkina L.I. 1993. Grunti. W: Priroda Karpats'kogo nacional'nogo parku. Naukova dumka, Kyiv; ss.: 40–47.
- Myakina N.B., Arinushkina E.V. 1979. Metodičeskie posobie dlâ čteniâ rezul'tatov himičeskih analizov počv. Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, Moskva; ss.: 1–62.
- Počvi karpatskoj burozemno-lesnoj oblasti. 1979. W: Atlas počv Ukrainskoj SSR. Urožaj, Kiev; ss.: 119–138.
- Ross D.J., Tate K.R. 1993. Microbial C and N in litter and soil of a southern beech (Nothofagus) forest; comparison of measurement procedures. Soil Biology and Biochemistry 25: 467–475.
- Skawiński P. 1993. Oddziaływanie człowieka na przyrodę kopuły Kasprowego Wierchu oraz Doliny Goryczkowej w Tatrach. W: Ochrona Tatr w obliczu zagrożeń. Wyd. Muzeum Tatrzańskiego, Zakopane; ss.: 197–226.
- Skawiński P., Krzan Z. 1996. Narciarstwo W: Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego. Wyd. Muzeum Tatrzańskiego, Kraków–Zakopane; ss.: 697–716.
- Skawiński P., Krzan Z., Kot M., Evans R. 1993. Dynamika miąższości pokrywy śnieżnej w rejonie Kasprowego Wierchu w latach 1990–1992. Parki Narodowe i Rez. Przym. 12(2): 53–62.
- Radwańska-Paryska Z., Paryski W.H. 1995. Wielka encyklopedia tatrzańska. Wyd. Górskie Poronin; 1553 ss.
- Trofimov V.T., Zilling D.G. 1996. Geoekologiâ. Êkologičeskaâ geologiâ I inženernaâ geologiâ – sootnošenie soderžaniâ, ob'ektov, predmetov i zadač. Geoekologiâ 6: 43–45.
- Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. 1973. Metodi issledovaniâ fizičeskih svoistv počv i gruntov. Viššaâ škola, Moskva; ss.: 1–399.
- Zvit pro naukovo-doslidnu robotu "Formuvannâ roslynnogo i gruntovogo pokryviv u mežah tras turystyčnogo kompleksu Bukovel" (peršij etap) za Dogovorom N18-IEK-2006 miž Instytutom Ekologii Karpat NAN Ukrainy ta TzOV "Skorzonera". 2006. Instytut Ekologii Karpat NAN Ukrainy: 1–34 (reprint).

Summary

According to the results of 4-years long monitoring of the present state of the vegetation and soil cover within artificial grasslands on downhill skiing slopes of TRC “Bukovel”, located in the Gorgany Mts. (Ukrainian Carpathians), a general upward trends have been observed in the level of grass layer density and in the rate of vascular plant diversity, and a decline in the share of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) – a species, which had been used in 2006 for artificial cultivation of grasslands on slopes 12A and 5G. *Lolium perenne* occurs on surfaces studied exclusively in single, easy to determine patches (10–20% of the total ground layer density). An increase of share of the meadow species which begin to shape the turf level – *Festuca rubra*, *Trifolium repens*, *Poa pratensis* and *P. annua* in the species composition of the vegetation on slopes has been observed. In the composition of the vascular plant ground flora with the simultaneously decreasing share of common ruderal and meadow species (*Rumex acetosa*, *Tussilago farfara*, *Urtica dioica*, *Plantago lanceolata*) the occurrence of a number of native forest species (*Luzula sylvatica*, *Juncus effusus*, *Poa nemoralis*, *Fragaria vesca*, *Dryopteris dilatata*, *Athyrium distentifolium*, etc.) has been observed. The change in the species composition of artificial grass vegetation within the observed slopes has been positively influenced by the application in 2008 of grass species seed mixtures (*Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*), which shape the turf level and protect the soil cover from the development of erosion processes and early freezing. Another problem is the use of non-native grass mixtures (seeds imported from Austria), which may eventually lead to the biological contamination by the penetration to other meadow plant communities.

In terms of soil physical properties indicators such as soil moisture, bulk density and density of the solid phase, the porosity (general and aeration porosity), the upper layer of anthropogenic soils within the monitoring surfaces on ski slopes significantly differ from zonal acid brown soils (Table 1), although some of them are satisfactory for the development of the majority of grass species native in the Ukrainian Carpathians. A general decline trend has been noticed in soil pH in the 0–10 cm soil layer on monitoring surfaces with artificial grass cultivation. The content of available forms of P is satisfactory for the development of grass species, with the exception of the lower part of the ski slope 5G. Nitrogen compounds available for plants usually occur in nitrate forms, thus the contents of the ammonium forms is much lower – the ratio $N-NH_4/N-NO_3$ on slopes with artificial grass cultivation is much lower than 1, which demonstrates the predominance of the nitrification process over the ammonification, and is characteristic for acid brown soils (Tables 2, 3). The factors that can slow down the rate of dense grass cover formation and the turf grass level on downhill skiing slopes include high rates of solid phase density and bulk soil density, and the predominance of the nitrification process over the ammonification.

We believe that an important element of maintenance of the ski slopes with artificial grass cultivation in TRC "Bukovel" in the spring and autumn (from May 20 to September 20) is the grazing of cattle, sheep and goats, which should be continued, provided that the medium-intensity grazing is maintained, with the objective to shape the optimal height of plant vegetation and supplementing the soil with nutritional compounds.