

Stanisław Twardy

*Institut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach
Małopolski Ośrodek Badawczy w Krakowie*

TENDENCJE ZMIAN UŻYTKOWANIA PRZESTRZENI ROLNICZEJ OBSZARÓW KARPACKICH

Wstęp

Karpaty są największymi górami w środkowej Europie. Ich długość wynosi około 1300 km, przy szerokości zróżnicowanej od 60 do ponad 350 km. Rozprzestrzeniają się na terytorium Czech, Słowacji, Polski, Ukrainy i Rumunii. Niewielkimi fragmentami te górskie obszary wcinają się też w terytorium Austrii i Węgier. Idąc od zachodu, w swoim ogólnym przebiegu dzielą się na: Karpaty Zachodnie, Karpaty Wschodnie oraz Karpaty Południowe.

Karpaty Polskie zajmują obszar 19,6 tys. km², co stanowi około 9,3% całkowitej powierzchni tych gór i niewiele ponad 6,0% terytorium naszego kraju. W znacznej większości (17,1 tys. km²) leżą one w obrębie Karpat Zachodnich, których wschodnią granicę wyznacza Przełęcz Łupkowska. Tylko około 2,5 tys. km² (to jest ok. 13%) znajduje się poza tą przełęczą i zaliczane jest do Karpat Wschodnich.

Obszary karpackie wyróżniają się znacznymi deniwelacjami, które w połączeniu z bogactwem form terenowych, zróżnicowanymi ekspozycjami i spadkami, gęstą siecią hydrograficzną, a także bogatą i różnorodną szatą roślinną tworzą swoistą odrębność, szczególnie wyraźnie zauważalną w odniesieniu do czynników klimatycznych, edaficznych lub krajobrazowych. Równocześnie są to obszary wodorodne, z uwagi na występowanie na nich dużej ilości opadów atmosferycznych, jak też znacznej ilości źródeł dających początek licznym potokom łączącym się później w rzeki górskie. Odmienność ta determinuje sposób użytkowania ziemi, wśród którego przeważają uprawy o niskich wymaganiach klimatycznych, a także lasy. Specyfika ta w znacznym stopniu determinuje sposób rolniczego wykorzystania ziemi, ograniczając jednak możliwości produkcyjne w porównaniu z obszarami niżowymi.

Niekorzystne warunki gospodarowania na tych obszarach wynikają zarówno z surowych i zmiennych czynników klimatycznych, jak i małej zasobności gleb w składniki pokarmowe i próchnicę. Duże znaczenie odgrywa tu również rzeźba terenu, wyniesienie n.p.m. oraz ekspozycja istotnie rzutujące na możliwości produkcyjne, a także relacje kosztów do przychodów przy użytkowaniu tych obszarów. Przykładem mogą być plony zbóż i ziemniaka, które na wysokości 600-700 m n.p.m. są już o około 50%

mniejsze od uzyskiwanych u podnóża Karpat, czyli na wysokości 250-300 m n.p.m. (15, 21). Wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza istotnie zmieniają się warunki siedliskowe; obniża się średnia roczna temperatura powietrza (przeciętnie o 0,55°C na każde 100 m wysokości n.p.m.), a równocześnie zwiększa suma opadów atmosferycznych, na ogół o 30-50 mm oraz częstotliwość występowania tzw. opadów poziomych, tworzonych z rosy i mgieł (1, 2, 4, 5). Stan ten decyduje o ogólnych zasobach wodnych, a zwłaszcza o dużej dostępności wody dla roślinności zielnej, drzewiastej oraz występującej w uprawach polowych. Należy jednak wspomnieć, że wraz ze wzrostem wysokości n.p.m. pogarsza się jakość gleb. Zmniejsza się bowiem ich poziom próchniczny i miąższość, a zwiększa zakwaszenie oraz udział frakcji szkieletowych (19). Ponadto nasilają się zagrożenia erozyjne, co pozostaje w związku ze zwiększoną ilością opadów atmosferycznych oraz ich natężeniem, a także wzrastającą stocznością terenu. (14, 17). W wyniku tych zmian skraca się okres wegetacyjny, przeciętnie o 8-10 dni na każde kolejne 100 m wzniesienia terenu oraz – przy obniżających się plonach – zwiększa ryzyko strat w odniesieniu do roślin polowych (12, 13). Zmiany te dodatkowo różnicuje położenie fizycznogeograficzne i w jego obrębie lokalizacja danego użytku, a zwłaszcza ekspozycja stokowa (8).

Z przedstawionych danych charakteryzujących środowisko jednoznacznie wynika, że warunki gospodarowania w polskich obszarach karpaccich są trudne, a niekiedy nawet można je oceniać jako bardzo trudne, a działalność rolnicza nieuzasadniona rachunkiem ekonomicznym. Z innej strony patrząc istnieje jednak na tych terenach silne społeczne zapotrzebowanie na prowadzenie niskonakładowej działalności gospodarczej, co związane jest nie tylko z ochroną środowiska wodnego i glebowego, ale także ochroną występującego tu bogactwa gatunkowego w odniesieniu do roślin i zwierząt. Dlatego też społeczność europejska ustanowiła dla tych ziem różne dodatkowe formy wsparcia finansowego do gospodarowania rolniczego. Poprawiają one sytuację materialną rolników oraz stanowią zachętę do utrzymywania ekstensywnych form gospodarki rolnej. Często zbliżają ją też swoim charakterem do gospodarstw ekologicznych (22, 23), niezależnie od faktu braku odpowiedniej certyfikacji.

Karpaty Polskie to również ostoja bioróżnorodności świata roślinnego i zwierzęcego, a także walorów przyrody nieożywionej, przestrzennych układów rolno-leśnych i kulturowo-krajobrazowych. Z tego punktu widzenia patrząc, powszechnie uznaje się, że są one obszarem unikatowym o wyjątkowych cechach środowiskowych. Wymienione wartości przyrodnicze zostały docenione w Ramowej Konwencji o ochronie i zrównoważonym rozwoju Karpat, która została sporządzona w Kijowie w 2003 r., a ogłoszona w naszym kraju (Dz. U., nr 96, poz. 634 z dnia 31.05.2007 r.). Konwencja ta dotyczy całego obszaru karpacciego, a realizacja jej ustaleń ochronnych wymagać będzie od administratorów państw, na terytoriach których występują Karpaty proekologicznego planowania przestrzennego, w tym zwłaszcza zrównoważonego i zintegrowanego zarządzania wodami, gospodarką rolną, leśną oraz turystyką.

Obecnie parametryzacja struktury ziem karpaccich wraz z ilościową oceną zmian, jakie wystąpiły w wyniku transformacji gospodarczej oraz trendów, które ciągle jesz-

cze zachodzą w różnych strefach ich wysokości jest niezbędna dla zobiektywizowania relacji pomiędzy obszarami rolnymi, leśnymi oraz znajdującymi się pod zabudową wiejską i infrastrukturą techniczną. Chodzi bowiem o wszechstronną analizę aktualnego stanu, która umożliwi zasadne, tj. kryterialne i naukowe wyznaczenie kierunków dalszego rozwoju tych obszarów z uwzględnieniem zrównoważonego, a więc trwałego ich wykorzystywania.

Przyczynkiem do przybliżenia problematyki przeobrażeń strukturalno-przestrzennych zachodzących w ostatnich kilkunastu latach w obszarach karpackich może być niniejsza praca. Przedstawiono w niej uwarunkowania środowiskowe decydujące o sposobie użytkowania ziemi oraz użytków rolnych, ze szczególnym uwzględnieniem zmian strukturalnych, jakie zaszły w tym zakresie w ciągu ostatnich kilkunastu lat.

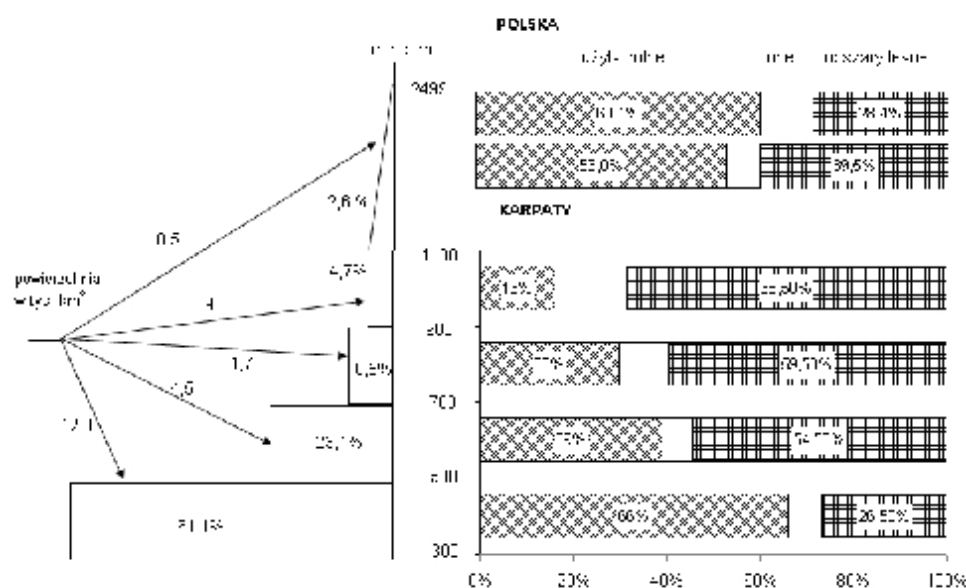
Z uwagi na fakt, że Małopolski Ośrodek Badawczy IMUZ od wielu lat zajmuje się tematyką racjonalnej i przyjaznej środowisku gospodarki rolnej oraz wodnej w obszarach urzeźbionych, zwłaszcza karpackich, niniejsze opracowanie oparto w znacznej mierze na wynikach pochodzących z tej jednostki badawczo-rozwojowej. Wiele prac realizowano w Stacji Badawczej IMUZ w Jaworkach (gmina Szczawnica, powiat Nowy Targ), które dotyczyły harmonizacji społeczno-gospodarczych funkcji, a więc zrównoważonego użytkowania i rozwoju terenów górskich.

Wyniki i dyskusja

Relacje między obszarami rolnymi a zalesionymi, jak też rozmieszczenie tych obszarów i ich udział w poszczególnych piętrach wysokości Karpat były w minionym półwieczu przedmiotem wielu badań, zwłaszcza naukowców wywodzących się ze środowiska krakowskiego. Prowadzono je w aspekcie optymalizacji użytkowania obszarów rolniczych, korekty zasięgu występowania głównych upraw oraz zmian strukturalno-przestrzennych uwzględniających w równej mierze potrzeby gospodarcze, jak i środowiskowe (6, 15, 20, 24). Prowadzono je również z myślą o ochronie ilości i jakości zasobów wód powierzchniowych, prognozując, że zasoby te będą w przyszłości warunkowały dalszy rozwój społeczno-gospodarczy nie tylko regionu, ale i całego naszego kraju (3, 11, 16, 21, 25). Stąd też wiele tematów i zadań statutowych realizowanych w IMUZ MOB Kraków dotyczyło właśnie harmonizacji działań gospodarczo-produkcyjnych i wiązania ich z przedsięwzięciami ochronnymi w tak bardzo wartościowej przestrzeni przyrodniczej, jakimi są obszary karpackie. W tym miejscu należy jednak przypomnieć, że obszary te były przez wiele lat nadmiernie eksploatowane rolniczo, co zaowocowało wadliwą strukturą użytkowania ziemi w poszczególnych strefach ich wysokości.

Okolo 12 tys. km² powierzchni Karpat mieści się w najniższej strefie, tj. 300-500 m n.p.m. Stanowi to ponad 61% ogólnej ich powierzchni. W przedziale od 500 do 1100 m n.p.m. znajduje się już tylko 7,1 tys. km² (36,6%), a powyżej tej strefy zaledwie 0,5 tys. km², tj. okolo 2,6% całego obszaru karpackiego. W najniższych położeniach karpackich (300-500 m n.p.m.) dominują użytki rolne, które jeszcze na przełomie lat

80 i 90. minionego stulecia zajmowały około 66% ogólnej powierzchni tej strefy wysokości. W tym czasie lasy występowały na 26,5% jej powierzchni, a pozostałe (oznaczone jako „inne”) zajmowały około 7,5% tej powierzchni (21). W wyższych położeniach udział użytków rolnych zmniejszał się na rzecz obszarów leśnych tak istotnie, że na wysokości 900-1100 m n.p.m. rejestrowano wówczas 16% użytków rolnych i 68,5% obszarów leśnych. Zróżnicowanie użytkowania ziem karpaccich w poszczególnych strefach wysokości przedstawiono na rysunku 1.



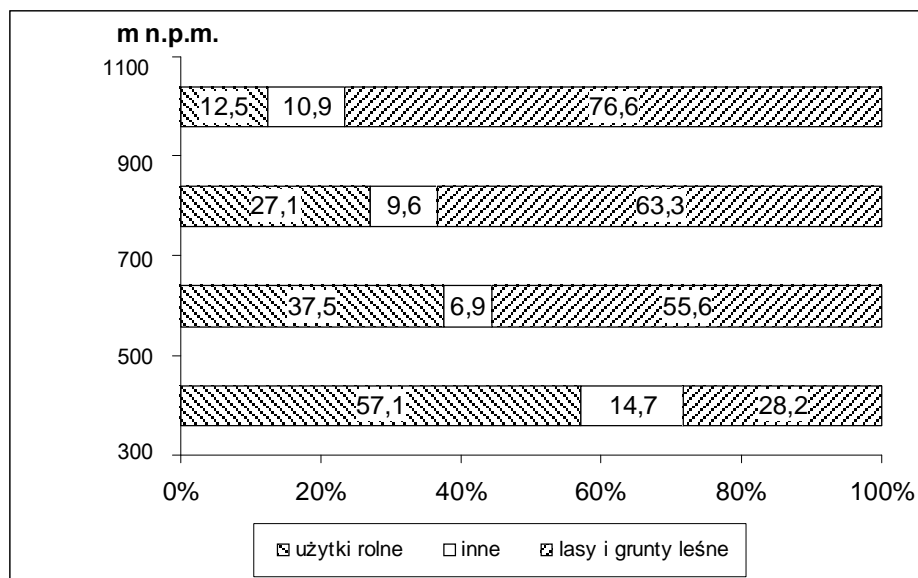
Rys. 1. Zróżnicowanie obszarowe Karpat Polskich oraz struktura użytkowania ziemi przed transformacją ustrojową (1990–1993)

Źródło: Twardy S., 1993 (21).

Z początkiem XXI wieku na omawianych obszarach odnotowano już bardzo wyraźne przesunięcia strukturalne (23). Zmniejszyła się powierzchnia użytkowana rolniczo, zwłaszcza wykorzystywana jako grunty orne, a równocześnie zwiększyła się powierzchnia lasów i gruntów leśnych (rys. 2).

Wraz ze wzrostem wysokości n.p.m. udział użytków rolnych stopniowo maleje, głównie na korzyść lasów. W strefie 300-500 m n.p.m. użytki rolne zajmują ponad 57% ogólnej powierzchni, podczas gdy w strefie 900-1100 m n.p.m. ich udział wynosi już tylko 12,5%. W tych samych przedziałach wysokości udział obszarów leśnych wynosi odpowiednio: 28,2 oraz 76,6%. Zmniejszanie się udziału obszarów rolnych wraz ze wzniesieniem terenu n.p.m. można opisać równaniem regresji prostej:

$$y = -0,0721x + 84,02,$$



Rys. 2. Struktura użytkowania obszarów karpackich w określonych strefach wysokości n.p.m. (dane z wybranych gmin z lat 1999–2003)

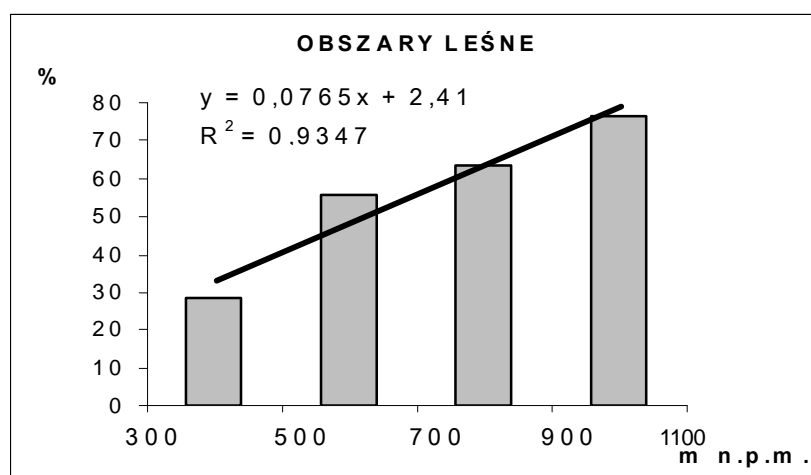
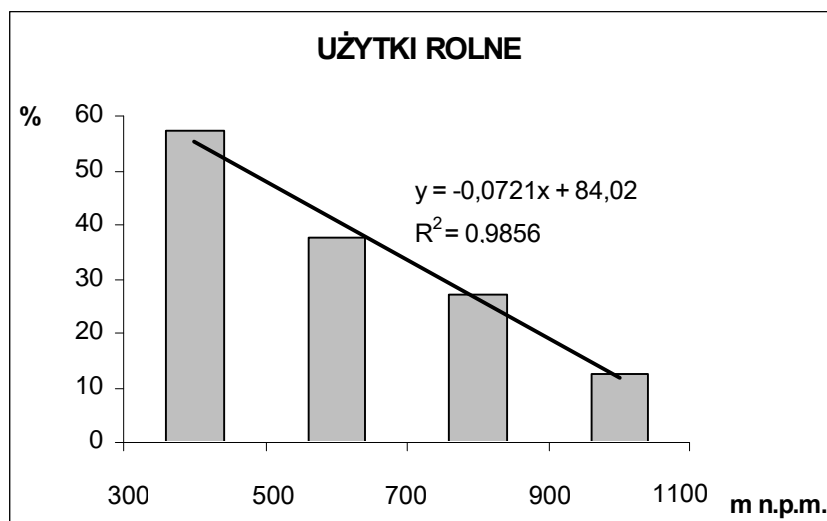
Źródło: Twardy S., 2008 (23).

a zwiększanie się karpackich obszarów leśnych występujących w tych samych strefach wysokościowych równaniem (rys. 3):

$$y = 0,0765x + 2,41.$$

W omawianym okresie zmieniała się też sama struktura użytków rolnych. Zmiany, jakie zaistniały w ciągu kilkunastu lat, tj. od początku okresu transformacji do 2004 r. przedstawiono w tabeli 1. Należy podkreślić, że najsilniej uwidoczniły się one w ostatnich latach ubiegłego stulecia i były kontynuowane na początku obecnej dekady.

Strukturę użytków rolnych w latach 1988–1991 określono na podstawie syntezy danych zgromadzonych ze wszystkich (tj. ponad 200) gmin leżących w obszarach karpackich (21). Natomiast w latach 2002–2004 na podstawie danych pochodzących z 72 gmin dobranych ilościowo proporcjonalnie do wielkości powierzchni występujących w danej strefie wysokości. Przy opracowywaniu materiałów z tego zakresu uwzględniano nie tylko informacje statystyczne, ale również wyniki własnych badań i obserwacji, a także dane pozyskane z różnych źródeł literaturowych, w tym też ankiet i wywiadów przeprowadzonych w wybranych reprezentatywnych gminach (23). Takie podejście metodyczne wynikało z dużej w każdym roku zmienności udziału poszczególnych roślin uprawnych w analizowanych gminach, często niezobrazowanej wyrażenie przez dane statystyczne na poziomie województw. Dlatego pozyskane w wyżej opisany sposób dane przedstawiano w postaci średnich wartości dla 3–4-letnich okresów. Z własnych obserwacji wynika też, że zadarnione nieużytki lub tylko samo-



Rys. 3. Udział obszarów rolnych i leśnych w zależności od położenia n.p.m. średnio w latach 1999–2003

Źródło: Twardy S., 2008 (23).

zadarniające się pola orne są niekiedy traktowane jako użytki zielone, zwłaszcza ekstensywne łąki, i wprowadzane jako takie do danych statystycznych, co zniekształca faktyczny obraz przestrzenny występujących układów strukturalnych.

Obecnie udział gruntów ornych w strukturze użytków rolnych jest znacznie mniejszy niż na przełomie lat 80 i 90. minionego stulecia. Szacuje się, że na wysokości 300-700 m n.p.m. zmniejszył się on o 35-38%, na wysokości 700-900 m n.p.m. o 65-68%, a powyżej 900 m n.p.m. o około 75-78%. W wyniku tych zmian w całym obszarze karpackim grunty orne zmniejszyły swój udział o blisko 40% w stosunku do stanu wyjściowego. Oczywiście w poszczególnych strefach wysokości, jednostkach fizycz-

Tabela 1

Zmiany w strukturze użytków rolnych obszarów karpackich

Przedział wysokości (m n.p.m.)	Udział powierzchni użytków rolnych (%)					
	grunty orne		użytki zielone		pozostałe (łącznie z nieużytkami)	
	1988–1991	2002–2004	1988–1991	2002–2004	1988–1991	2002–2004
300-500	68,6	47,4	18,5	30,2	12,9	22,4
500-700	52,3	30,3	30,6	50,2	17,1	19,5
700-900	48,5	16,3	38,6	65,4	12,9	18,3
900-1100	22,7	5,6	55,7	68,7	21,6	25,7
> 1100	-	-	43,0	44,6	57,0	55,4
Razem	62,3	37,4	23,1	40,1	14,6	22,5

Źródło: Twardy S., 1993 (21), 2008 (23).

nogeograficznych lub gminach często obserwowano szerszy przedział zmian. Jednak zachowany jest bardzo mocno trend wyraźnego zmniejszania się udziału gruntów ornych wraz ze wzniesieniem nad poziom morza. Stąd też w najwyższej strefie wysokości, tj. powyżej 1100 m n.p.m., udział gruntów ornych w strukturze jest znikomy, a w granicach 950-1050 m n.p.m. użytki te prawie całkowicie zanikły, rejestruje się je tylko w formie niewielkich działek przydomowych, na których uprawia się niemal wyłącznie warzywa, w tym zwłaszcza ziemniaka, wykorzystywane głównie na tzw. samozaopatrzenie. Redukcja gruntów ornych spowodowała wzrost udziału niskowydajnych, zazwyczaj zaniedbanych użytków zielonych, a także samozadarniających się pól przejściowo lub trwale odłogowanych, z których część przekształca się w nieużytki.

Z prezentowanych w tabeli 1 danych dotyczących zmian strukturalnych wyraźnie wynika, że w rozpatrywanych latach w przedziale wysokości 300-900 m n.p.m. odnotowano w strukturze użytków rolnych bardzo duże zwiększenie (o 60-70%) udziału użytków zielonych. Tylko powyżej linii hipsometrycznej 900 m n.p.m. – z uwagi na wcześniejszą dominację w tej strefie użytków zielonych – dalszy wzrost ich udziału był już dużo mniejszy i kształtował się w granicach 4-23%. Na całym obszarze Karpat udział użytków zielonych zwiększył się o ponad 73% w stosunku do stanu wyjściowego. Zwiększyły się też powierzchnie pozostałych form wykorzystania użytkowania ziemi, w tym nieużytków, łącznie o około 54%.

Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy wynika, że w Karpatach w omawianym ciągu czasowym zaszły pozytywne zmiany w odniesieniu do struktury użytkowania ziemi, a także użytków rolnych. Za korzystne należy uznać zwiększanie lesistości terenu z równoczesnym zmniejszaniem powierzchni użytków rolnych, zwłaszcza intensywnie użytkowanych jako grunty orne. Korzystna jest również transformacja gruntów ornych na użytki zielone z uwagi na ich ochronne funkcje w stosunku do ubogich gleb górskich.

W wyniku tych zmian obserwuje się też korzystniejszą lokalizację poszczególnych form użytkowania ziemi. Obecnie grunty orne zajmują na ogół partie dolinowe i podnóża stoków, cechujące się lepszymi glebami i mniejszymi spadkami, użytki zielone – zbocza górskie o większych nachyleniach stokowych i rzadziej partie wododziałowe, a lasy wyżej położone zbocza i grzbiety. Często też spotyka się specyficzny układ mozaikowaty; enklawy trawiaste w obszarach leśnych lub na odwrót, kliny leśne wchodzące w użytki zielone, zazwyczaj wyżej położone pastwiska.

Obecnie w całych Karpatach Polskich grunty orne zajmują 37,4%, użytki zielone 40,1%, a pozostałe tereny rolnicze (łącznie z nieużytkami i odłogami) 22,5% powierzchni użytków rolnych. Podana struktura jest istotnie zróżnicowana w odniesieniu do stref wysokościowych, jednak powoli zbliża się do optymalnej z ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia. Należy równocześnie brać pod uwagę fakt, że zmiana strukturalno-użytkowa następowała równocześnie ze zmianą intensywności gospodarowania, a zwłaszcza redukcją nawożenia mineralnego oraz zmniejszeniem pogłowia zwierząt gospodarskich, co niewątpliwie poprawiło jakość środowiska wodno-glebowego.

Wskaźnikiem opisanych zmian jest stan wód powierzchniowych, który w omawianych latach ulegał stopniowej poprawie, na co wskazują dość liczne prace monitoringu i badawcze z zakresu chemizmu wód powierzchniowych (9, 10, 18). Wprowadzone zmiany strukturalne wpłynęły też pozytywnie na tonowanie procesów erozyjnych w odniesieniu do gleb (7, 14).

Kolejny etap poprawy stanu środowiska przyrodniczego – realizowany na drodze harmonijnej transformacji struktury użytkowania ziemi i użytków rolnych – powinien wiązać się z dalszą redukcją powierzchni ornych i zamienianiu ich na łąki oraz pastwiska. Pośrednio nastąpi to w wyniku przekształcania drobnotowarowych gospodarstw rolniczych na agroturystyczne lub ekologiczne. Natomiast niektóre mało wydajne lub zbyt oddalone od gospodarstw wiejskich użytki zielone powinny być przeznaczane do zalesienia i objęte specjalnym wsparciem finansowym, podobnie jak zalesiane grunty orne.

Zachodzące procesy zmian strukturalnych w obszarach karpaccich są stymulowane różnego rodzaju dopłatami. Zalicza się do nich nie tylko dopłaty bezpośrednie, stosowane do wszystkich użytków rolnych, ale również dopłaty wspierające działalność rolniczą prowadzoną na terenach o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW), które służą zachowaniu funkcji krajobrazowych obszarów wiejskich. Obecnie działania te są realizowane w ramach PROW 2007–2013. Stąd też należy przyjąć, że korzystny trend zmian strukturalnych utrzymać się będzie co najmniej do 2018–2020 roku. Później tendencja ta najprawdopodobniej już osłabnie, gdyż osiągnięty zostanie poziom optymalnej struktury przestrzenno-użytkowej dla obszarów karpaccich. Należy jednak przewidywać, że po tym okresie znowu zaczną wzrastać zagrożenia dla karpacciego środowiska przyrodniczego, głównie w wyniku nadmiernego obciążenia tych terenów zabudową mieszkalną i rekreacyjną, a także związaną z inwestycjami turystycznymi, sportowymi, hotelowymi i usługowymi. W związku z tym

nastąpi również wyraźna redukcja powierzchni wykorzystywanych obecnie przez rolnictwo górskie.

Literatura

1. Brzeźniak E.: Tendencje zmian opadów atmosferycznych w karpackim wschodnim regionie opadowym. *Probl. Zagosp. Ziem Górsk.*, 2007, **54**: 71-82.
2. Ermich K., Bednarz Z., Feliksiak E.: Badania nad ilością osadów z mgły w Beskidzie Małym, Sądeckim i Górcach. *Probl. Zagosp. Ziem Górsk.*, 1972, **10**: 173-193.
3. Figuła K.: Badania nad gospodarką wodną zlewni górskich zalesionych i niezalesionych. Cz. I i II. *Rocz. Nauk Rol.*, 1966, **D, 118**: 11-89.
4. Hess M.: Piętra klimatyczne w Polskich Karpatach Zachodnich. *Zesz. Nauk. UJ, Pr. Geogr.* 1965, **11**: 258.
5. Hess M.: Główne problemy klimatyczne Karpat. *Zesz. Nauk. UJ, Pr. Geogr.*, 1969, **25**: 7-47.
6. Jagła S., Kostuch R., Kurek S., Pawlik-Dobrowolski J.: Analiza użytkowania ziemi w Karpatach na tle środowiska przyrodniczego. *Probl. Zagosp. Ziem Górsk.*, 1981, **22**: 39-65.
7. Klim a K.: Glebochronność roślin uprawianych w warunkach górskich. *Probl. Zagosp. Ziem Górsk.*, 2007, **54**: 131-139.
8. Kondracik J.: Geografia regionalna Polski. *Wyd. Nauk. PWN Warszawa*, 2000, 440.
9. Kopacz M., Twardy S.: Zmiany użytkowania ziemi w zlewni górnego Dunajca w aspekcie wybranych parametrów jakościowych wód powierzchniowych. *Woda Środ. Obsz. Wiejsk.*, 2006, **6(2)**: 191-202.
10. Kopacz M., Twardy S., Kowalczyk A.: Analiza wskaźników użytkowania w wybranych zlewniach górnego Dunajca w latach 1995-2005 na tle jakości wód powierzchniowych. *Probl. Zagosp. Ziem Górsk.*, 2007, **54**: 101-109.
11. Kopeć S.: Ochronne działanie użytków zielonych przed utratą składników nawozowych wymywanych do wód w warunkach górskich. *Wiad. IMUZ*, 1992, **17(2)**: 383-399.
12. Kostuch R.: Przyrodnicze podstawy gospodarki łąkowo-pastwiskowej w górach. *PWRiL Warszawa*, 1976, ss. 151.
13. Kostuch R., Twardy S.: Badania produktywności użytków zielonych w Karpatach Polskich. *Woda Środ. Obsz. Wiejsk.*, 2004, **4(1)**: 247-258.
14. Kowalczyk A.: Obliczenia wielkości erozji wodnej gleb na obszarach górskich. *Woda Środ. Obsz. Wiejsk.*, 2007, **7(1)**: 91-103.
15. Kurek S., Głuszecki K., Jagła S., Kostuch R., Pawlik-Dobrowolski J.: Przyrodnicze podstawy użytkowania ziemi w Karpatach. *IMUZ Falenty, Mat. Instr.*, 1978, **25**: 44.
16. Kurek S.: Użytkowanie ziemi a ochrona wód. W: *Ochrona wód przed wpływem rolniczych zanieczyszczeń obszarowych*. IMUZ Falenty, Mat. Semin., 1990, **27**: 83-94.
17. Kuźniar A., Twardy S.: Warunki przyrodniczo-gospodarcze Karpat Polskich z uwzględnieniem niedoborów wodnych. *Praca zbior. pod red. H. Jankowskiej-Huflejt i J. Zastawnego*, IMUZ Falenty, 2001, 33-43.
18. Kuźniar A., Twardy S., Kostuch M., Janota D.: Tendencje zmian w użytkowaniu ziemi w obszarach przygranicznych Karpat (na przykładzie zlewni Sanu). *Probl. Zagosp. Ziem Górsk.*, 2007, **54**: 111-119.
19. Skiba S.: Pokrywa glebowa. W: *Karpaty Polskie. Przyroda człowieka i jego działalność*. Praca zbior., UJ Kraków, 1995, 69-76.
20. Twardy S.: Organizacja wielkostadnej gospodarki pasterskiej w górach przy uwzględnieniu mechanicznego dojenia owiec. *IMUZ Kraków-Falenty*, 1991, ss. 84.
21. Twardy S.: Warunki przyrodnicze a użytkowanie ziemi w Karpatach. *Post. Nauk Rol.*, 1993, **3**: 51-60.

22. T w a r d y S.: Zasady dofinansowania rolnictwa na obszarze Karpat. Wiad. Melior., 2006, **410(3)**: 129-133.
23. T w a r d y S.: Karpackie użytki rolne jako obszary o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW). Woda Środ. Obsz. Wiejsk., 2008, **8(2b)**: 191-202.
24. T w a r d y S., K o p a c z M., J a g u ś A.: Charakterystyka przyrodnicza zlewni Grajcarka ze szczególnym uwzględnieniem środowiska wodnego i użytkowania terenu. IMUZ Falenty-Kraków, 2002, 88.
25. T w a r d y S., K o p a c z M., L i p s k i Cz.: Wpływ okrywy darniowo-leśnej na stosunki hydrologiczne i wynoszenie materiału skalnego w wodach potoków górskich. W: Czynniki wpływające na erozję mechaniczną i chemiczną oraz depozycję materiału dennego w korytach rzecznych wybranych zlewni górskich w Karpatach Zachodnich. Praca zbior. pod red. Cz. Lipskiego. AR Kraków, 2004, 79-98.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Stanisław Twardy
Małopolski Ośrodek Badawczy w Krakowie
ul. Ułanów 21B
31-450 Kraków
tel. (12) 4118146
e-mail: imuzkrak@kki.pl