

Grzegorz Koziański

*Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wydział Biologii i Nauk o Ziemi*

ZASTOSOWANIE FOTOINTERPRETACJI SATELITARNEJ I ŚWIATOWEGO SYSTEMU LOKALIZACYJNEGO (GPS) DO OCENY DEGRADACJI LASÓW GÓRSKICH

**The use of satellite imagery and Global Positioning System for the assessing of
mountain forest degradation**

Na podstawie zdjęć z satelitów Landsat 4 i SPOT 2 oraz kartowania terenu za pomocą GPS określano rozmieszczenie i powierzchnie wylesień w kompleksie leśnym Pasmo Policy w zachodniej części Beskidów. Powierzchnię przyjęto jako miarę stopnia degradacji drzewostanu. Określono przyczyny i skutki procesów degradujących oraz dynamikę zmian wylesień w latach 1992-1997 w odniesieniu do czynników środowiskowych.

Na podstawie danych satelitarnych z różnych lat stwierdzono szybkie powiększanie się powierzchni wylesionych, zwłaszcza na wierzchołkach oraz stokach południowych i wschodnich o znacznym nachyleniu. Stwierdzono też związki pomiędzy postępującą degradacją a lokalnymi warunkami klimatycznymi, w szczególności szkodami wyrządzonymi przez gradacje szkodników oraz różnymi formami antropopresji. W wypadku nie podjęcia działań naprawczych pasmo Policy trzeba będzie wkrótce uznać za rejon kłęski ekologicznej.

1. WPROWADZENIE

Lasy Beskidów Zachodnich podlegały, szczególnie w ostatnim stuleciu, silnemu wpływowi człowieka. Jego skutkiem są między innymi spadek lesistości, zniekształcenie struktury lasów i degradacja siedlisk leśnych. W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych proces ich degradacji przybrał na sile, doprowadzając niektóre regiony prawie do stanu kłęski ekologicznej. Obszary te degradowane były głównie na skutek wiatrołomów. Do najbardziej zagrożonych zaliczyć należy wierzchołki pasm Baraniej Góry i Skrzycznego (Beskid Śląski). W latach dziewięćdziesiątych proces wylesiania wystąpił w części masywu dotychczas nim nie objętej, tj. w paśmie Policy w Beskidzie Żywieckim (Troll, 1999; Kozak i in., 1999a).

Degradację lasu, która objęła swym zasięgiem pasmo Policy badano wykorzystując obrazy satelitarne oraz technikę GPS. Analizując powierzchnię obszarów wylesionych w latach 1992-1998 wykorzystano zdjęcia satelitarne Landsat TM 5 i SPOT 2. Wylesienie to obszar, na którym las został wycięty przez

człowieka lub zginął pośrednio na skutek antropopresji i procesów naturalnych. Jest więc ono skutkiem degradacji lasu, zaś wielkość powierzchni wylesionej może być miernikiem stopnia jego degradacji (Kozłowski, 2000).

Celem niniejszej pracy była analiza mechanizmów procesów zachodzących na terenie wylesionym, poznanie przyczyn zjawiska i skutków jakie niesie ze sobą pomniejszenie powierzchni leśnej w terenie górskim. Przedmiotem badań była także analiza tempa zmian, jakie zachodziły na danym obszarze w rozpatrywanym okresie oraz wykazanie zależności pomiędzy orografią pasma Policy a stopniem jego wylesienia. Analizowano w szczególności zależności pomiędzy ukształtowaniem terenu, lokalnymi warunkami klimatycznymi a stopniem i tempem degradacji lasów.

Za przyczyny degradacji lasu uważa się zanieczyszczenie środowiska i inne oddziaływania człowieka, a także czynniki biotyczne i środowiskowe. Jej efektem jest pogorszenie stanu zdrowotnego drzewostanów i zmiany w zachowaniu całych ekosystemów leśnych. W pojęciu degradacja lasu mieści się zarówno chwilowe i niewielkie, czasem odwracalne obniżenie stanu zdrowotnego, jak i ciężkie niedomaganie kończące się śmiercią drzewostanu (Kozak i in., 1999a).

2. POŁOŻENIE I CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Polica razem z masywami Babiej Góry, Pilskiem i Wielką Raczą, wchodzi w skład Beskidu Żywieckiego. Pasma Policy leży w północno-wschodniej części Pasma Babiogórskiego. Obszar, który uległ wylesieniu obejmuje południowy fragment stoków Policy, z jej kulminacją (1369 m n.p.m.) wraz ze szczytem Czryńca (1318 m n.p.m.). Przebiega przez nie granica powiatów suskiego i nowotarskiego oraz gmin: Zawoja, Jabłonka i Bystra – Sidzina (województwo małopolskie). Powierzchnia wydzielonego fragmentu wynosi 1003,68 ha.

Pasma Policy w całości zbudowane jest z piaskowców magurskich wieku eoceńskiego. Pokrywają je eluwialne gruzowe osady czwartorzędowe, pokrywy zwietrzelinowe, które na stokach przemieszczane są przez procesy grawitacyjne (Gerlach i in. 1981; Starkel 1972). Gleby pasma Policy zaliczane są do gleb górskich, tzw. kamienistych. Są one płytkie. Mają charakter gleb szkieletowych i ponadto jako gleby powstałe z piaskowca magurskiego charakteryzują się odczynem kwaśnym. Ich pH waha się w granicach 4,0 – 7,3.

Badany masyw górski odznacza się spłaszczonymi, łagodnymi i zaokrąglonymi formami szczytowymi, stromymi stokami, przechodzącymi w dolnej części w łagodnie nachylone zbocza. Północne stoki pasma są bardziej strome od stoków południowych, wskutek wcinania się licznych źródłiskowych dopływów Skawicy. Przeważające spadki od 10° do 25° zajmują łącznie 80% powierzchni. Ponad 36% badanego obszaru posiada ekspozycję południową. Po 25% obszaru zajmują ekspozycje północna i wschodnia (Gerlach i in., 1981; Starkel, 1972). Sieć wodna Policy należy do dwu zlewisk: bałtyckiego i czarnomorskiego. Pasma Policy ze względu na różnice w przebiegu odpływu w poszczególnych porach roku należy do makroregionu zachodniego Polskich Karpat Zachodnich, a w jego obrębie zaś do subregionu beskidzkiego i do Beskidu Żywieckiego (Ziemońska, 1973).

Badany masyw obejmują swoim pionowym zasięgiem trzy następujące piętra klimatyczne: umiarkowanie ciepłe ze średnią roczną temperaturą 6-8°C,

umiarkowanie chłodne ze średnią roczną temperaturą 4-6°C, chłodne ze średnią roczną temperaturą 2-4°C (Hess, 1965). Okres wegetacyjny trwa tu 120-160 dni (IV - IX). Roczna suma opadów waha się od 1300 do 1500 mm. Przeważają tu wiatry SW 16,1% i S 12,7%. Duże znaczenie mają też deszczonośne wiatry wiejące z N - 7,6% i z NW - 6,7%. Największe znaczenie dla południowych stoków Policy i Czryńca mają wiatry z kierunkiem S, które stanowią blisko 30% ogółu wiatrów. Wiatr halny wieje w tym rejonie około 20-24 razy do roku (Klimaszewska, 1972).

Na terenie pasma Policy można wyróżnić trzy następujące piętra roślinności:

I° piętro pogórza sięgające od podnóża pasma do wysokości 550-600 m n.p.m., z charakterystycznymi dla niego słabo zachowanymi dziś dębami i lipami drobnoolistnymi oraz zespoły lasów dębowo-grabowych *Tilio-Carpinetum typicum*. Właściwy dla tego piętra zespół *Querceto-Carpinetum* uległ prawie całkowitemu zniszczeniu (Troll, 1999).

II° piętro regła dolnego sięgające na Policy od 550-600 m do 1140-1220 m n.p.m., gdzie dominują sztucznie nasadzone lasy świerkowe. Pierwotne lasy mieszane jodłowo-bukowe zaliczane do zespołu *Fagetum Carpathicum* i lasy jodłowe określane jako zespół *Piceetum abietetosum* są mniej rozpowszechnione i straciły swój pierwotny charakter.

III° piętro regła górnego to obszary położone powyżej 1150 m n.p.m. Przeważają tu lasy świerkowe należące do zespołu *Piceetum tatricum subnormale*. Najniższej położone zbiorowiska świerczyny górmoreglowej występują na północno - zachodnich stromych, bo o nachyleniu około 60° zboczach pasma Policy na wysokości 1050 m n.p.m. Naturalne drzewostany świerkowe o bogatym podszyciu spotkać można jeszcze na północnych stokach pasma. Wchodzą one w skład rezerwat faunistycznego im. Prof. Z. Klemensiewicza (Stuchlikowa i Stuchlik, 1962). W 1999 roku rezerwat został powiększony i objął południowe stoki Policy.

3. CHARAKTERYSTYKA DANYCH ŹRÓDŁOWYCH I METODY

Praca powstała w całości przy użyciu Systemów Informacji Geograficznej (GIS). Posłużono się głównie programem IDRISI wersji 2.0 dla Windows. Wykorzystano także program Pathfinder w wersji dla DOS i Windows i pakiet MS Office. Użyto też stacji bazowej stacji korekcyjnej Wydziału BiNOZ UJ: MX 9400R DGPS Reference Station „Leica”.

Wykorzystane w pracy zdjęcie satelitarne zostało wykonane 6 sierpnia 1995 roku, przez satelitę Landsat 4, przy pomocy skanera wielospektralnego TM (Thematic Mapper). Satelita ten dostarcza zdjęcia o rozdzielczości 30 x 30 m, obrazując teren w siedmiu kanałach. Drugie wykorzystane zdjęcie satelitarne z satelity SPOT 2 wykonane zostało 6 sierpnia 1992 roku w kanale panchromatycznym o rozdzielczości 10 x 10 m.

Do badań wykorzystano również dane uzyskane ze Światowego Systemu Lokalizacyjnego GPS. Do pomiarów położenia obszarów wylesionych, w czasie kartowania terenowego, posłużono się odbiornikiem „GeoExplorer II” firmy TRIMBLE.

Dane o ukształtowaniu terenu – wysokościach bezwzględnych, ekspozycji, nachyleniach i odległości od linii grzbietowej – pochodzą z przetworzenia cyfrowego modelu wysokości (Kozak i in., 1999b). W pracy użyto DEM wykonany w Zakładzie GIS IG UJ, poprzez digitalizację podkładu poziomicowego, z map w skali 1:50 000.

Oprócz ww. materiałów w pracy posłużono się także mapami topograficznymi i leśnymi w skali 1:10 000 i 1:50 000 oraz danymi meteorologicznymi z wieloletnia (m.in. prędkości i kierunku wiatrów) pochodzącymi z IMGW Kraków.

Po skartowaniu obszaru wylesienia w terenie dane poddano obróbce przy pomocy oprogramowania Pathfinder. Pozyskano pliki korekcyjne z serwera stacji korekcyjnej IGUJ. Korekcja danych pozwoliła na uzyskanie dokładności około 5 m. Skorygowane wartości dla poszczególnych skartowanych obszarów wylesionych pogrupowano w poligony przedstawiające granice wylesienia w 1997 r. Następnie przekształcono uzyskane poligony do formatu użytecznego w programie IDRISI.

Celem uzyskania map wylesień analizowanego terenu pasma Policy, utworzono kompozycję barwną złożoną z surowych kanałów spektralnych TM5, TM4, TM7 zdjęcia Landsat TM 1995. Na tej kompozycji utworzono następujące sygnatury: lasy, hale, wylesienia i młodniki. Do klasyfikacji wylesień z roku 1992 użyto kanału panchromatycznego zdjęcia satelitarnego SPOT. W tym przypadku kartowanie terenów wylesionych i mapy tematyczne stanowiły główne kryterium przy wyborze wyżej wymienionych pól. Zestawienie skartowanych i przetworzonych numerycznie danych GPS, z różnymi kombinacjami kanałów spektralnych zdjęć satelitarnych, pozwoliło na optymalną lokalizację pól wzorcowych na zdjęciu satelitarnym. Następnie wykonano klasyfikację wzorcową z zastosowaniem algorytmu maksymalnego podobieństwa. Otrzymało mapę wylesień dla roku 1992 i 1995, zawierające kategorie lasu i wylesienia. Do kategorii obszarów niewylesionych włączono też młodniki.

W następnym etapie dokonano połączenia przetworzonych obrazów satelitarnych z materiałami kartograficznymi pochodzącymi z cyfrowego modelu wysokości. Wykorzystując mapy wyżej wymienionych cech środowiska przyrodniczego pasma Policy i powstałe wcześniej mapy satelitarne i z danych GPS Dokonano klasyfikacji krzyżowej. Uzyskano w ten sposób nowe mapy przedstawiające poszczególne cechy środowiska w odpowiednich klasach i przedziałach ze znajdującymi się na ich obszarze powierzchniami wylesionymi. Używając standardowych algorytmów programu IDRISI obliczono powierzchnie powstałych obszarów pozabawionych lasów.

Wyniki zgromadzone w tabelach przedstawiają przyrost powierzchni wylesionej w ciągu 6 lat badań (1992-1997) wyrażony w hektarach i procentach. Tabele zawierają też średni roczny przyrost dla okresu trzech lat (1992-1995) i dwóch lat (1995-1997), w każdym z analizowanych przedziałów wysokościowych, ekspozycji, nachyleń i odległości od linii grzbietowej.

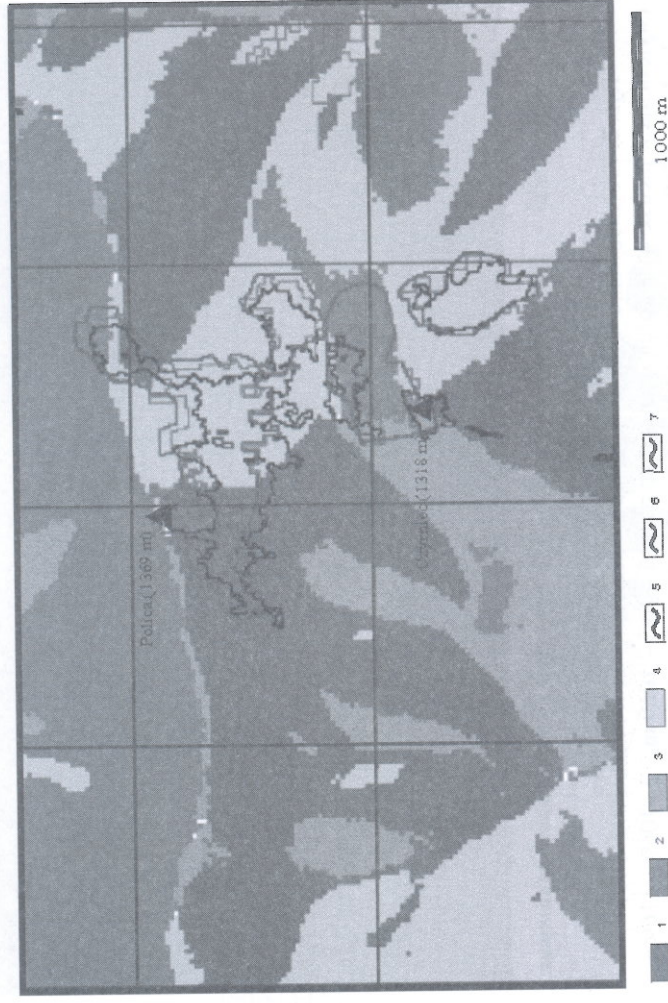
4. WYNIKI BADAŃ

Uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić zależność stopnia degradacji lasu od warunków środowiskowych. Za najważniejszą zmienną środowiskową warunkującą powstanie wylesień uznano ekspozycję i wysokość bezwzględna.

Przeważająca część wylesień położona była na stokach o ekspozycji w kwadrantach wschodnim i południowym, z przewagą tych pierwszych. Na stokach zachodnich wylesienia zajmują od kilku do kilkunastokrotnie mniejsze powierzchnie niż na stokach północnych i wschodnich (ryc. 1) Średnie tempo przyrostu powierzchni o ekspozycji wschodniej i południowej wahało się od 2% w latach 1995-1997 do 8-10 % w latach w 1992-1995 (tab. 1).

Tabela 1. Tempo zmian przyrostu powierzchni wylesionych w zależności od ekspozycji.

Okres:	Ekspozycja:		N		S		E		W	
	Zmiana:		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1992-1997	W ciągu 6 lat		12,5	31,5	3,9	31	10,5	34	1,4	85
1992-1995	Średnia roczna		2,5	62	1,0	8	2,9	10	0,2	10
1995-1997	Średnia roczna		2,6	22	0,4	2	0,8	2	0,5	21

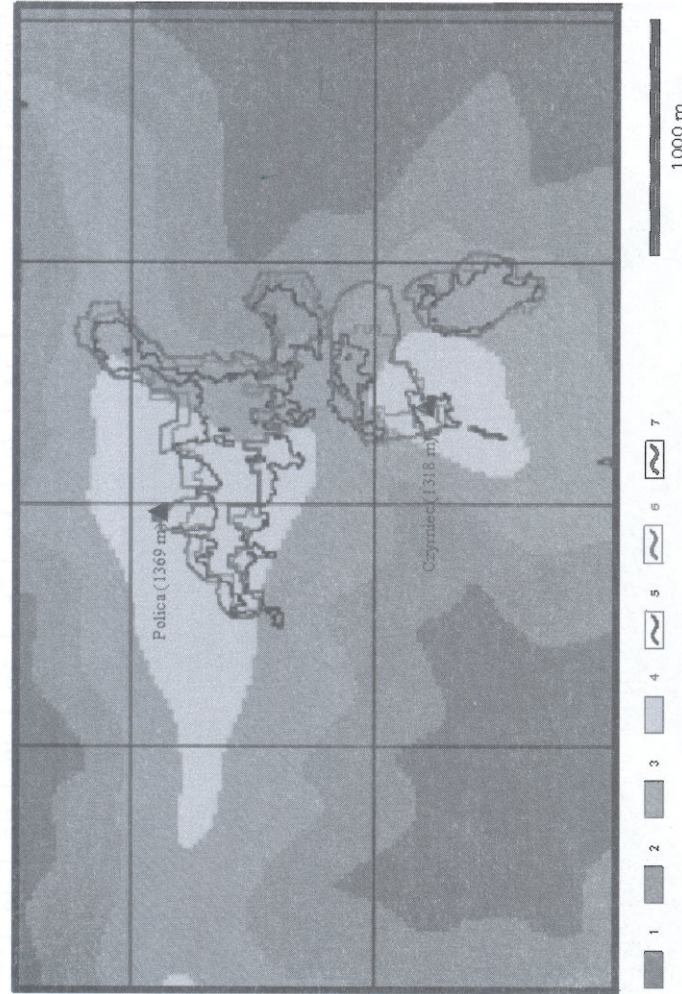


Rys. 1. Zróżnicowanie wylesień a ekspozycja w latach 1992-1997. (wylesienia na stokach o ekspozycji: 1 - południowej, 2 - północnej, 3 - zachodniej, 4 - wschodniej; granica wylesienia z roku: 5 - 1992, 6 - 1995, 7 - 1997)

Zależność degradacji lasów od wysokości bezwzględnej wykazywała wyraźną tendencję wzrostu powierzchni wylesionych wraz z wysokością w badanym okresie. Powierzchnia wylesień zwiększyła się w tym czasie dwukrotnie. Największymi arealami wylesionych powierzchni charakteryzowało się piętro podszczytowe 1169-1269 m n.p.m. Zarówno górna jak i dolna granica wylesień przesuwały się w kierunku wierzchołowy (ryc. 2). Najbardziej dynamicznymi zmianami charakteryzowały się piętra najniższe, gdzie wylesienia w latach 1992-1997 podwoiły swoją powierzchnię (tab. 2).

Tabela 2. Tempo zmian powierzchni wylesionych w zależności od wysokości bezwzględnej.

Okres:	Piętro wysokościowe [m n.p.m.]:		1269-1369		1169-1269		1069-1169	
	Zmiana:		ha	%	ha	%	ha	%
1992-1997	W ciągu 6 lat		7,2	38	17,4	66	3,9	116
1992-1995	Średnia roczna		0,7	2	2,3	9	0,4	12
1995-1997	Średnia roczna		2,5	12	5,2	16	1,3	29



Rys. 2. Zróżnicowanie wylesień a wysokość bezwzględna w latach 1992-1997 (wylesienia w piętrze wysokościowym [m n.p.m.]: 1 - 845 - 1069 m, 2 - 1069 - 1169 m, 3 - 1169-1269 m, 4 - 1269-1369 m; granica wylesienia z roku: 5 - 1992, 6 - 1995, 7 - 1997)

Mniejsze znaczenie dla procesów wylesiania miały jak się wydaje nachylenie i odległość od linii grzbietowej. Udział wylesień w poszczególnych przedziałach odległości prawie nie wykazuje zmienności. Największe arealy wylesień

odnotowano w partiach grzbietowych pasma Policy. W miarę oddalania się od linii grzbietu powierzchnia wylesienia zmniejsza się. Można by więc zaryzykować stwierdzenie, że rozkład wylesień nawijazuje też do odległości od linii grzbietowej. W odległości 0-100 m od niej znajdowało się średnio 28% ogólnej powierzchni wylesionej. Największe tempo przyrostu rocznego w tym przedziale, wynoszące 17% zanotowano w okresie 1995-1997 (tab. 3).

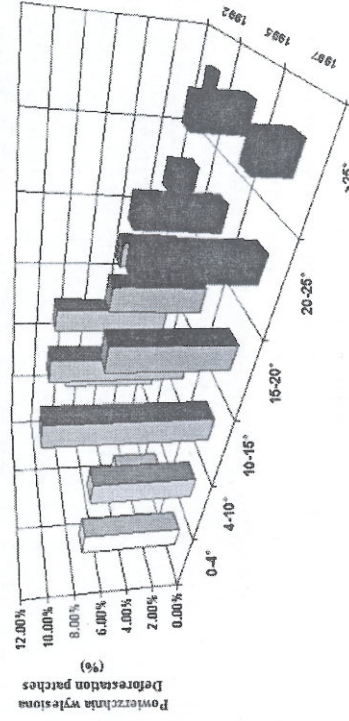
Tabela 3. Tempo zmian powierzchni wylesionych w zależności od odległości od linii grzbietowej.

Okres:	Odległość od linii grzbietowej:		0-100 m		100-200 m		200-300 m		300-400 m	
	Zmiana:		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1992-1997	W ciągu 6 lat		5,3	34	5,4	56	2,6	28	5,2	92
1992-1995	Średnia roczna		0,0	0	1,1	11	0,5	5	0,6	11
1995-1997	Średnia roczna		2,6	17	1,1	9	0,6	5	1,7	22

Największą koncentrację zdegradowanych powierzchni leśnych stwierdzono na stokach o nachyleniach od 10° do 25°. Wraz z nachyleniem wzrastał odsetek powierzchni wylesionych. Jedynie w przypadku terenów o największych nachyleniach (>25°) ich ilość maleje (ryc. 3). W okresie 1992-1995 zauważalny jest względny bardzo szybki przyrost powierzchni wylesienia na tych stokach. Powierzchnia wylesień zwiększała się tu średnio w tempie 2,5 razy/rok (tab. 4).

Tabela 4. Tempo zmian powierzchni wylesionych w zależności od nachylenia terenu.

Okres:	Nachylenie terenu:		0-4°		4-10°		10-15°		15-20°		20-25°		>25°	
	Zmiana:		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1992-1997	W ciągu 6 lat		0,1	20	-0,3	-5	5,2	23	10,8	71	10,7	284	2,02	505
1992-1995	Średnia roczna		-0,1	-13	-0,1	-2	0,9	4	2,11	14	2,61	69	1,11	277
1995-1997	Średnia roczna		0,2	49	0	0	1,27	5	2,21	10	1,41	12	-0,7	-17



Ryc. 3. Zróżnicowanie powierzchni wylesionych w klasach nachyleń w latach 1992-1997

Jak wynika z danych meteorologicznych na badanym obszarze przeważają wiatry zachodnie i południowe, wiejące ze szczególnie dużą prędkością - powyżej 20 m/s - w okresie wiosny i jesieni. Stwierdzono tu także występowanie chłodnych i wilgotnych zastoiskowych mas powietrza w okresach poprzedzających zjawiska fenuwe. Wydaje się, że oba czynniki mogą mieć wpływ na powstawanie wylesień.

5. DYSKUSJA WYNIKÓW

Zebrany materiał pozwala na wysnucie wniosku o bardzo silnym powiązaniu procesów wylesiania z warunkami środowiskowymi. Za najważniejsze uznano ekspozycję i wysokość bezwzględna. Z ekspozycją związany jest czynnik wystawienia na oddziaływanie wiatrów, ich kierunek i prędkość, oraz lokalne i regionalne warunki klimatyczne. Podobną rolę odgrywa wysokość bezwzględna, która wpływa na szereg czynników od których zależy jest bezpośrednio proces degradacji lasów. Zmiana wysokości determinuje warunki klimatyczne, które ograniczają występowanie określonych gatunków drzew. Czynnikiem ten wpływa także pośrednio występowanie szkodników i rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Lasy położone najniżej poddawane są silnemu wpływowi antropopresji, zaś w położeniach najwyższych stosunkowo zdrowy drzewostan narażony jest na bodźce klimatyczne i emisje dalekiego zasięgu (Kozak i in. 1999a). W badanym terenie proces degradacji lasów zaczął się już w latach osiemdziesiątych, w trakcie trwania gradacji kornika i szkód wyrządzonych przez okiślenie¹. W latach 1992-1995 zmniejszanie się powierzchni leśnej na Policy wystąpiło szczególnie w części stoków o ekspozycji w kwadrantach: południowym i wschodnim. W okresie tym degradacja lasów wskutek działania wiatrów miała mniejsze znaczenie na omawianych stokach Policy. Dopiero w listopadzie 1997 roku na skutek bardzo silnych wiatrów wylesieniu w partiach podszczytowych Policy uległa znaczna powierzchnia 140-200-letniego drzewostanu (rys. 4). Był on osłabiony inwazją szkodników. Znotowano wtedy następujące kierunki fenów: S, W i S-W, o prędkościach od 10 do 20 m/s (IMGW 1999). Od tego momentu tempo zwiększania się powierzchni wylesionej znacznie wzrosło.

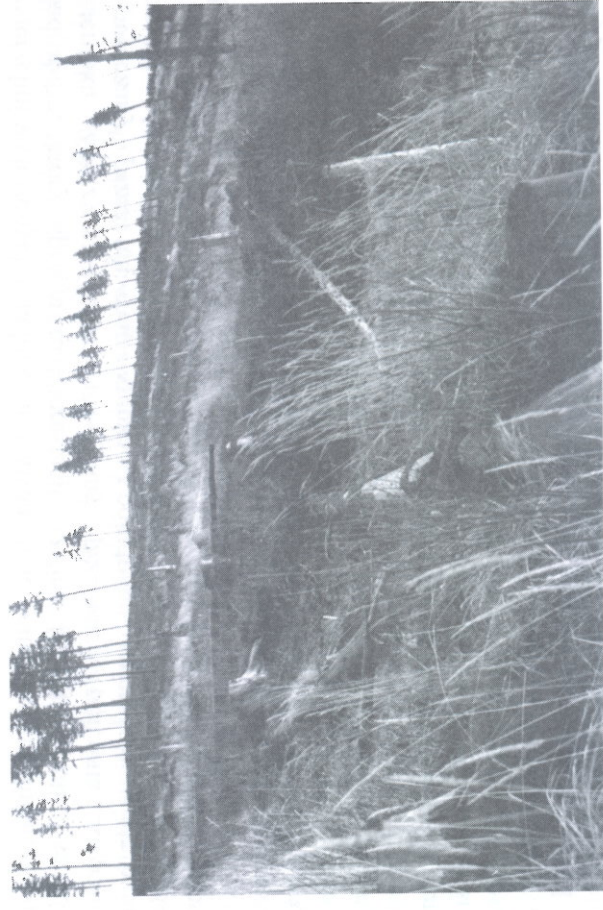
Degradacja lasów na skutek antropopresji dotyczyła w badanym terenie także obszarów najwyższej położonych. Nieprzemysłana gospodarka leśna spowodowała duże straty powierzchni leśnej na Czyrńcu. Po wycięciu w roku 1995 szczytowej partii lasów porastających stoki Czyrńca o ekspozycji w kwadrancie zachodnim i południowym powierzchnia wylesienia zwiększyła się na skutek wiatrów południowych i południowo-zachodnich. Wiatrołom powstały w tym rejonie objął swym zasięgiem partie szczytowe Czyrńca o ekspozycji w kwadrancie północnym i południowym. Wycięcie lasów na jednych stokach, może powodować zatem katastrofalne skutki na stokach za załomem grani (rys. 5).

Gospodarka leśna prowadzona była tu w wydzieleniach leśnych położonych nisko na stokach, najprawdopodobniej z powodu łatwiejszej dostępności transportowej. Poza tym po okresie małych lub znikomych zniszczeń do 1995 roku następowały coraz to nowe wylomy w partiach wyższych. Złomy powstałe

¹ Informacja uzyskana z wywiadu terenowego w leśnictwach



Rys. 4. Wylesienia na południowych i wschodnich stokach Policy w 1997 roku (Piech, 1998)



Rys. 5 Wylesienia na południowych i zachodnich stokach Czyrńca w masywie Policy w 1997 roku (Piech, 1998)

w dolnych partiach stoków, jak również wydzielaający się posusz były usuwane przez służby leśne i prywatnych właścicieli lasów. Tereny wylesione w najniższych partiach były jednak podsadzane młodnikami. Widoczny mały udział powierzchni wylesionych w przedziale 1069-1169 m n.p.m. spowodowany był zaliczeniem w trakcie reklasyfikacji jego kategorii do obszarów niewylesionych.

Lokalne i regionalne warunki meteorologiczne a także geomorfologiczne miały tu niebagatelny wpływ na powstawanie wiatrołomów. Świadczyć o tym może przewaga stoków wylesionych o ekspozycji w kwadrancie wschodnim nad resztą obszaru. Przewagę tę można wyjaśnić, gdy weźmie się pod uwagę kierunki wiatrów dominujących na badanym terenie (dane IMGW 1999) oraz przebieg dolin i grzbietów. Można więc wnioskować o tym, że związana jest ona z rolą jaką odgrywają zastoiska chłodnych mas powietrza na odwiertnych stokach – w tym wypadku właśnie wschodnich. Występują one w okresie poprzedzającym zjawiska fenowe. Na takich stokach następuje szczególnie mocne wylesianie (Kwiatkowski, 1969). Prądy fenowe o kierunkach S i SW, napływające na zimne masy zastoiskowe, mieszając się z nimi i wzajemnie na siebie oddziałując, powodowały wzrost porywistości i prędkości wiatru oraz formowanie się wirów powietrznych (Crowe, 1987). Dało to efekt powstania większych wiatrołomów na stokach odwiertnych.

Ekspozycja wpływa na stan zdrowotny lasów poprzez bilans cieplny i wodny stoków. Południowe i wschodnie stoki Policy i Czryńca narażane były w okresie suchych lat na okresowe niedobory wilgoci, co mogło warunkować mniejszą odporność na szkodniki (Kozak i in., 1999a). Drugi co do wielkości udział powierzchni wylesionych o położeniu w kwadrancie południowym tłumaczyć może układ dolin, który sprzyja tu deforestacji. Dolina Białego Potoku schodząca w kierunku Zubrzycy Górnej ma ogólny przebieg z południa ku północy. „Wpuszczany” przez nią wiatr wiejący z południa – najczęściej wiatr halny – dewastuje drzewostan występujący na jego drodze (Rutkowski, 1991). Potwierdza to występowanie wylesień zarówno na dowietrznych jak i zawietrznych stokach Policy i Czryńca.

Wpływ nachylenia stoków na stopień degradacji lasów zaznacza się niezbyt wyraźnie. Z pewnością determinuje ono dostępność stoków dla działań człowieka. Z kolei im większe są nachylenia stoków porośniętych przez las, tym większe jest odsłonięcie i narażenie koron drzew na działanie wiatru. Od nachylenia zależą też właściwości pokryw roślinnej i glebowej, stosunki wodne, intensywność i charakter ruchów masowych (Kozak i in., 1999a). Założenia te potwierdzają stan i genezę procesów wylesiania w paśmie Policy. Duży stopień degradacji powierzchni leśnych na stokach nachylonych pod kątem 10-15° i 15-20° świadczyć może o słabszym ukorzenieniu, związanym na przykład z mniejszą zwięzłością gleb na tak pochyłych zboczach (Bocheński i in., 1966). Osłabienie systemów korzeniowych drzew rosnących na stromych zboczach przez zintensyfikowane ruchy masowe, wpływ powierzchniowy może prowadzić do większej podatności drzew na działanie wiatrów, zanieczyszczeń i chorób. Do tego może dołączać się słaby stan sanitarny lasów związany z ich mniejszą dostępnością na stromych stokach (Capecki, 1991).

Czynniki środowiskowe wraz z antropopresją mogą w sposób pośredni jak i bezpośredni wpływać na stan zdrowotny lasów badanego obszaru. Ich wzajemne

oddziaływanie, nakładanie się, uzupełnianie się i osłabianie wskazuje na złożoność procesów prowadzących do degradacji drzewostanu. Czynniki środowiskowe wpływają na różnicowanie bodźców degradujących i jednocześnie na odporność drzew na ich działania (Kozak i in., 1999a).

6. WNIOSKI

Z przedstawionych poniżej analiz wynika, iż podstawowymi przyczynami wylesień w paśmie Policy było zarówno oddziaływanie czynników naturalnych jak i antropogenicznych. Te pierwsze podzielić można na pierwotne i wtórne. Do pierwotnych zaliczyć należy przede wszystkim zainicjowanie w latach osiemdziesiątych osłabienia drzewostanów przez zasnę świerkowa, wskazać modrzewiankę oraz zasnę wysokogórską (Capecki, 1994). Do osłabienia drzewostanu przyczyniły się tu też śniegołomy, wiatrołomy oraz okiść (Piech, 1998).

Do czynników wtórnych zaliczyłbym zjawiska fenowe, mające szczególnie silny przebieg w okresie wczesnej wiosny i późnej jesieni i spotęgowanie ich działań przez niekorzystny przebieg dolin, powodujący zjawisko skanalizowania fenów. Czynnikiem wtórnym jest tu duże nachylenie stoków sprzyjające osłabieniu systemów korzeniowych drzew.

Także położenie lasów na stokach o ekspozycji południowej i wschodniej wystawia je na oddziaływanie silnych wiatrów i zanieczyszczeń. Na stokach tych spodziewany niedobór wilgoci warunkuje występowanie większej ilości szkodników (Capecki, 1978).

Z czynników antropogenicznych największe miały pierwotne przemysłowe zanieczyszczenie powietrza (Piech, 1998) degradujące lasy w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. Za nim postępowały skutki cięć sanitarnych wymuszonych degradacją lasu, a w konsekwencji, wielkopowierzchniowe zręby zupełne. Ponawianie procesów wylesiania postępujące od odsłoniętych w wyniku cięć sanitarnych ścian lasu spowodowało dalszą degradację drzewostanu.

Skutkami wylesień są zmiany położenia ściany lasu i jej wędrowka w kierunku wierzchowy. Procesy deforestacyjne prowadzą do odsłonięcia wierzchniej warstwy gleby i zwiększenia jej podatności na erozję, spłukiwania, intensyfikacji procesów degradacyjnych i przesuszanie gleb. Obniżają się zatem zdolności retencyjne gleb. Następuje sukcesja roślin łąk i hal na wylesionych obszarach. Na skutek zintensyfikowania zrywki drewna zwiększa się użytkowanie ścieżek i duktów leśnych. Powstają holwegi. Następuje intensyfikacja spłukiwania oraz ruchów masowych, potęguje się proces niszczenia runa i podszytu leśnego.

7. PODSUMOWANIE

Podsumowując dotychczasowe tempo zmian procesów przypuścić można, że w następnych latach wystąpią dalsze wylesienia, będące kontynuacją wiatrołomów powstałych uprzednio. Zważywszy na powtarzalność fenów wiejących tu na wiosnę i jesienią, a w szczególności na przełomie października i listopada, wnioskować można o sukcesywnym wyniszczaniu powierzchni leśnej w partiach szczytowych

pasma Policy. W ostateczności może dojść do zatrzymania procesu, na skutek zupełnego braku lasu na stokach najbardziej narażonych na degradację.

Ratunkiem dla tego rejonu, objętego klęską wiatrolomów i rabunkowej gospodarki leśnej, prowadzonej przez właścicieli lasów, byłoby zaprzestanie ich działalności i ukierunkowanie jej na racjonalne gospodarowanie pozostałymi jeszcze zasobami. Takie działania są już podejmowane². Następuje stopniowa odbudowa pierwotnego składu gatunkowego drzewostanu w partiach lasu regla dolnego Policy od strony Psiej Doliny. Zwiastunami nadchodzącej poprawy może być powiększenie ostatnio Rezerwatu Ścisłego im. Profesora Klemeniewicza o szczyt pasma Policy oraz jego południowe i wschodnie stoki. Nie bez znaczenia jest też poszerzenie granic Żywieckiego Parku Krajobrazowego i ograniczenie emisji zanieczyszczeń. Rokującym nadzieję na polepszenie odporności drzewostanu jest również fakt odnotowanego na początku lat dziewięćdziesiątych wzrostu udziału buka i jodły w piętrach regla dolnego i pogórzy (Capecki, 1994).

LITERATURA

- Bocheński A., Lewińska J., Rzymkowski A., 1966. Wpływ rzeźby terenu na powstawanie wiatrolomów w górach. *Sylvan* 110: 15-27.
- Capecki Z., 1978. Badania nad owadami kambio - ksylofagicznymi rozwijającymi się w górskich lasach świerkowych uszkodzonych przez wiatr i okiślenie. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa* 563: 37-117.
- Capecki Z., 1991. O zagrożeniu lasów wysoko położonych. *Las Polski* 11: 5-6.
- Capecki Z., 1994. Rejonowy Zdrotność lasów zachodniej części Karpat. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria A* 781: 61 - 125.
- Crowe P.R., 1987. *Problemy klimatologii ogólnej*. PWN, Warszawa.
- Gerlach T., Kaszowski L., Niemirowski M., Zięta T., 1981. Współczesne procesy geomorfologiczne. W: *Atlas województwa bielskiego*. PAN, Oddział w Krakowie. Urząd Wojewódzki w Bielsku Białej.
- Hess M., 1965. Piętra Klimatyczne Karpat Zachodnich. *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne* CXV.
- IMGW, 1999. *Dane pogodowe z wielolecia 1991-1998*. IMGW, Kraków.
- Klimaszewska M., 1972. *Klimat powiatu Sucha*. Praca Magisterska, Arch. Zakładu Klimatologii, Instytut Geografii UJ, Kraków.
- Klimaszewski M., Starkel L., 1972. *Karpaty Polskie*. W: *Geomorfologia Polski*. t.1. PWN, Warszawa.
- Kozak J., Troll M., Widacki W., 1999a. Degradacja Lasów. W: W. Widacki (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego zachodniej części Beskidów pod wpływem antropopresji*. Zakład Systemów Informacji Geograficznej, Instytut Geografii UJ, Kraków: 33-84.
- Kozak J., Troll M., Widacki W., 1999b. Semi-natural Landscapes of the Western Beskidy Mts. *Ekologia (Braislava)* 18: 53-62.
- Koziński G., 2000. *Degradacja lasów Paśmie Policy w Beskidzie Żywieckim*. Praca Magisterska, Zakład Systemów Informacji Geograficznej, Instytut Geografii UJ, Kraków.
- Kwiatkowski J., 1969. Klimatologiczna geneza wylomów leśnych w Karkonoszach. *Czasopismo Geograficzne* XL: 364-370.

² Informacja z wywiadu terenowego w leśnictwach

Piech P., 1998. *Stan zdrowotny lasów świerkowych Beskidu Żywieckiego i jego uwarunkowania środowiskowe*. Praca Magisterska. Instytut Geografii UJ, Zakład Systemów Informacji Geograficznej, Kraków.

Rutkowski W., 1991. Wpuszczanie wiatru. *Las Polski* 5: 4-5.

Starkel L., 1972. Charakterystyka rzeźby Polskich Karpat (i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej). *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich* 10: 75-150.

Stuchlik L., 1968. Zbiorowiska leśne i zaroślowe pasma Policy w Karpatach Zachodnich. *Fragm. Floristica et Geobotanica* 14: 441-484.

Stuchlikowa B., Stuchlik L., 1962. Geobotaniczna charakterystyka pasma Policy w Karpatach Zachodnich. *Fragm. Floristica et Geobotanica* 8: 229-396.

Troll M., 1994. *Zależność degradacji lasów w masywie Skrzycznego (Beskid Śląski)*. Praca Magisterska, Zakład Systemów Informacji Geograficznej, Instytut Geografii UJ, Kraków.

Troll M., 1999. Lasy, ich przemiany i przestrzenne zróżnicowanie. W: W. Widacki (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego zachodniej części Beskidów pod wpływem antropopresji*. Zakład Systemów Informacji Geograficznej, Instytut Geografii UJ, Kraków: 15 - 32.

SUMMARY

Using Landsat 4 and SPOT 2 images and a mapping of the terrain by means of GPS, an assessment has been made of the distribution and area of deforested patches in forest complex of the range of Polica in the western part of the Beskidy Mts. The area of deforested patches has been accepted as measure of treestand degradation degree. The causes and effects of degradation processes have been defined as well the dynamics of the deforestation process in the years 1992-1997 relatively to environmental factors. On the basis of satellite multitemporal data it has been found that deforestation is spreading rapidly, particularly on the mountain tops and southern and eastern slopes of considerable inclination. Moreover, relationships have been revealed between the progressing forest degradation and local climate condition, earlier pest gradation and all kinds of anthropopressure. Unless reparatory activities are undertaken to save the treestand, the range of Polica will soon have to be declared a region of ecological disaster.

Grzegorz Koziński

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska

ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń

e-mail: kozi@biol.uni.torun.pl

**GIS I TELEDETEKCJA W BADANIACH
STRUKTURY I FUNKCJONOWANIA
KRAJOBRAZU**

**GIS AND REMOTE SENSING IN STUDIES
OF LANDSCAPE STRUCTURE AND
FUNCTIONING**

POD REDAKCJĄ

ANDRZEJA NIENARTOWICZA I MIECZYŚLAWA KUNZA

EDITED BY

ANDRZEJ NIENARTOWICZ & MIECZYŚLAW KUNZ



UNIWERSYTET MIKOŁAJA KOPERNIKA
TORUŃ 2001