

¹ Katedra Botaniki, Narodowy Uniwersytet Leśno-Techniczny Ukrainy, 79057 Lwów

² Katedra Herbologii i Technik Uprawy Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, e-mail: andrzej.wozniak@up.lublin.pl

MIROSŁAWA SOROKA¹, ANDRZEJ WOŹNIAK², EDYTA KUTNIK²

**Osobliwości demutacji roślinności
na stokach o różnej ekspozycji
kamieniołomu w Kazimierzu Dolnym nad Wisłą**

Peculiarities of demutation vegetation on the slopes of different exposures
quarry in Kazimierz Dolny on the Vistula River

Streszczenie. W kamieniołomie położonym na południowo-zachodnim skraju Kazimierza Dolnego (Małopolski Przełom Wisły) oceniono fitosocjologicznie (metodą Braun-Blanqueta) i syntaksonomicznie występujące tam zbiorowiska roślinne. Na wyznaczonych powierzchniach zidentyfikowano 100 gatunków roślin, w tym 3 gatunki mchów. Wśród syntaksonomicznych jednostek roślinności zidentyfikowano 3 zespoły uformowane w różnych wariantach oraz 2 zbiorowiska roślinności, identyfikowane na poziomie wyższych jednostek syntaksonomicznych. Formowanie się zbiorowisk roślinnych w kamieniołomie zależało od ekspozycji stoku, jego nachylenia, położenia próby w odniesieniu do podnóża ściany kamieniołomu oraz składu mechanicznego podłoża, który kształtuje się w zależności od sposobu pozyskiwania kamienia.

Słowa kluczowe: kamieniołom, zbiorowiska roślin, metoda Braun-Blanqueta, ocena fitosocjologiczna, demutacja

WSTĘP

Kamieniołom w Kazimierzu Dolnym zlokalizowany jest w strefie nabrzeżnej południowo-zachodniej części miasta. Powstał w wyniku wielowiekowej eksploatacji złóż kamienia wapiennego, wykorzystywanego do budowy kazimierskich kamienic oraz innych obiektów położonych nad Wisłą. Jego eksploatację zakończono w latach 80. XX w. Obecnie kamieniołom jest cennym geologicznym stanowiskiem dokumentacyjnym, dlatego powinien być chroniony i pozostawiony w stanie nienaruszonym [Michalska i Niedźwiedz 2010]. Mimo to, z uwagi na estetyczne walory kamieniołomu, planowane jest przeznaczenie tego terenu do rekreacyjnego zagospodarowania. Jak podają Michalska i Niedźwiedz [2010], działania te wymagają szczególnie starannie przemyślanych decyzji i przeprowadzonych prac.

Na stokach i koronie kamieniołomu występują drzewa, krzewy oraz rośliny zielne, które pojawiły się samoczynnie z samosiewu. W kamieniołomie w Nasiłowie, położonym po drugiej stronie Wisły, Święs [1999] stwierdził obecność 5 fragmentarycznie wykształco-

nych zespołów i 8 fitosocjologicznie nieokreślonych zbiorowisk roślin. Prawie wszystkie zbiorowiska występują na siedliskach typu kserotermicznego sztucznie utworzonych [Święs 1999] i położonych na opokach i wapieniach górnego mastrychu [Kowalska 2012].

Celem badań była ocena fitosocjologiczna zbiorowisk roślinnych oraz weryfikacja stadium rozwoju roślinności w ciągu sukcesji na przeciwległych stokach kamieniołomu w Kazimierzu Dolnym nad Wisłą.

METODYKA BADAŃ

Położenie i warunki miejsca badań

Badany kamieniołom położony jest na południowo-zachodnim ($51^{\circ}18'N$, $21^{\circ}55'E$) skraju Kazimierza Dolnego, w obrębie wysokiej prawobrzeżnej skarpy pradoliny Wisły. Ściana wyrobiska ma około 500 m długości i powstała w wyniku tradycyjnego sposobu pozyskiwania kamienia lub eksploatacji maszynowej, która ukształtowała ją tarasowo [Michalska i Niedźwiedź 2010]. W okolicy Kazimierza Dolnego występuje gruba pokrywa lessowa, a skały wapienne odsłonięte są tylko w kilku miejscach, m.in. w badanym kamieniołomie [Michalska i Niedźwiedź 2010]. Pod względem geomorfologicznym ten obszar znajduje się w mezoregionie Małopolskiego Przełomu Wisły [Kondracki 1994], między Annapolem i Puławami. Od wschodu graniczy z Wyżyną Lubelską, a od zachodu z Przedgórzem Iłżeckim i Równiną Radomską [Kowalska 2012]. Pod względem podłoża geologicznego przeważają opoki i wapień górnego mastrychu [Kowalska 2012]. Badany obszar jest pod wpływem klimatu kontynentalnego. Jak podaje Święs [1999], średnia roczna suma opadów wynosi 650 mm, a średnia roczna temperatura powietrza wynosi $7,5^{\circ}C$. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec (średnio $16^{\circ}C$), a najchłodniejszym styczeń ($-5^{\circ}C$). Termiczna wiosna zaczyna się między 30 marca a 5 kwietnia, natomiast jesień między 30 września a 5 października [Kowalska 2012].

Założenia metodyczne

W latach 2013–2015 w kamieniołomie położonym na peryferiach Kazimierza Dolnego założono powierzchnie badawcze o różnych wymiarach w zależności od szerokości strefy roślinności – od $2\text{ m} \times 5\text{ m}$ do $10\text{ m} \times 10\text{ m}$. Lokalizacja wyznaczonych powierzchni znajdowała się na przeciwległych stokach kamieniołomu. Roślinność kształtuje się strefowo w zależności od nachylenia stoku, odległości od wierzchołka, sposobu pozyskiwania kamienia, czasu wyłączenia stoku z eksploatacji oraz odległości obszarów rekultywowanych od powierzchni roślinności naturalnej. Powierzchnie badawcze wytyczono po 3 na każdym stoku – wzdłuż pasa roślinności i łącząc transekty. W sumie na obu stokach kamieniołomu na różnych wysokościach założono po 9 prób. Powierzchnie te o różnym stopniu zmian demutacyjnych obejmowały płyty roślinności: 1) o charakterze pionierskim na odsłoniętych obszarach ściany kamieniołomu z kamieniami wapiennymi różnych rozmiarów; 2) z cechami demutacji na porastających obszarach; 3) naturalnej na rekultywowanych tarasach w miejscach mało przekształconych. Trzy wyodrębnione lokalne typy siedlisk jednocześnie prezentują fazy rozwoju szaty roślinnej kamieniołomu.

Ocenę fitosocjologiczną i syntaksonomiczną zbiorowisk przeprowadzono zgodnie z metodą Braun-Blanqueta [1964]. Ilościową charakterystykę gatunków wyrażono w skali Braun-Blanqueta [1964] zgodnie z oznaczeniami: 5 – liczba okazów dowolna, pokrycie powierzchni $>75\%$; 4 – liczba okazów dowolna, pokrycie $50\text{--}75\%$; 3 – liczba

okazów dowolna, pokrycie 25–50%; 2 – liczba okazów duża, pokrycie 5–25%; 1 – liczba okazów duża (od 5 do 50), pokrycie około 5%; „+” – liczba okazów niewielka (od 2 do 5), pokrycie <5%; r – jeden okaz. Do oceny stopni stałości występowania gatunków posłużono się skalą: V (81–100%), IV (61–80%), III (41–60%), II (20–40%), I (<20%). Nazwy łacińskie gatunków roślin naczyniowych podano według Flora Europaea [1964–1980]. Nazwy łacińskie gatunków mchów podano według Corley i in. [1981]. Nazwy i strukturę syntaksonów, a także syntaksonomiczny schemat podano za Matuszkiewiczem [2001] i Soroką [2008]. W opracowaniu metodyki badań posłużono się pracami Soroki [2012] oraz Woźniaka i in. [2014].

WYNIKI BADAŃ

Na 18 wyznaczonych powierzchniach zidentyfikowano 100 gatunków roślin, w tym 3 gatunki mchów. Na podstawie analizy zdjęć fitosocjologicznych zidentyfikowano je jako 3 zespoły uformowane w różnych wariantach oraz 2 zbiorowiska roślinne wykształcone także w różnych wariantach, identyfikowane na poziomie wyższych jednostek syntaksonomicznych. Fitocenozy te uformowane są z gatunków roślin reprezentujących 12 klas syntaksonomicznych (tab. 1, 2).

Wyodrębnione jednostki roślinności zaklasyfikowano do systemu fitosocjologicznego:

Cl.: *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg. et R.Tx. 1950

SubCl.: *Galio-Urticenea* Pass. 1967

Ord.: *Glechometalia hederaceae* R.Tx. in R.Tx. et Brun-Hool 1975

Com. *Impatiens parviflora*

Cl.: *Molinio-Arrhenatheretea* R.Tx.1937

Ord.: *Arrhenatheretalia* Pawł. 1928

All.: *Arrhenatherion elatioris* (Br.-Bl.1925) Koch 1926

Ass. *Arrhenatheretum elatioris* Br.-Bl. et Scherr. 1925

var. *muscosus*

Cl.: *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R.Tx.1943

Ord.: *Festucetalia valesiacae* Br.-Bl. et R.Tx. 1943

Com. *Salvia verticillata*

var. *typicum*

var. *Poa compressa*

All.: *Cirsio-Brachypodion pinnati* Hadać et Klika 1944 em Krausch 1961

Ass. *Origano-Brachypodietum* Medw.-Korn. et Kornaś 1963

var. *muscosus*

var. *Cichorium intybus*

var. *Solidago gigantea*

Cl.: *Rhamno-Prunetea* Rivas Goday et Carb. 1961

Ord.: *Prunetalia spinosae* R.Tx.1952

All.: *Berberidion* Br.-Bl. (1947) 1950

Ass. *Rhamno-Cornetum sanguinei* (Kais. 1930) Pass. (1957) 1962

var. *typicum*

var. *Crataegus monogyna*

var. *Solidago gigantea*

Tabela 1. Fitosocjologiczna ocena stadium roślinności północno-zachodniego stoku kamieniołomu: faza inicjalna (zbirowisko z *Salvia verticillata* w wariantach: 1 – typowym, 2, 3 – var. *Poa compressa*), faza demutacyjna (4 – *Arrhenatheretum elatioris*, 5, 6 – *Origano-Brachypodietum pinnati*), faza zaroślowa (7, 8, 9 – *Rhamno-Cornetum sanquinei*)

Table 1. Phytosociological evaluation stage of vegetation north-west slope of the quarry: initialised phase (community with *Salvia verticillata* with variants: 1 – typical 2, 3 – var. *Poa compressa*), demutation phase (4 – *Arrhenatheretum elatioris*, 5, 6 – *Origano-Brachypodietum pinnati*), scrub habitats phase (7, 8, 9 – *Rhamno-Cornetum sanquinei*)

Faza Phase	Faza inicjalna Initialised phase			Faza demutacyjna Demutation phase			Faza zaroślowa Scrub habitats phase			Stopnie statosci Constancy degree
Zbirowisko Community	<i>Salvia verticillata</i>			<i>Arrhenatheretum elatioris</i>	<i>Origano-Brachypodietum pinnati</i>		<i>Rhamno-Cornetum sanquinei</i>			
Number opisu Description number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Powierzchnia (m ²) Area (m ²)	10	10	10	50	50	50	100	100	100	
Ekspozycja terenu Exposition of ground	N	N	NW	N	N	NW	N	N	NW	
Powierzchnia pokrycia (%) Area coverage (%)	10	30	30	60	50	70	100	100	100	
Liczba gatunków Number species	8	10	16	42	36	48	47	46	53	
ChAss. <i>Arrhenatheretum elatioris</i>										
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	.	3	+	1	.	+	+	III
<i>Pastinaca sativa</i>	.	.	.	1	+	+	+	+	1	IV
ChAss. <i>Origano-Brachypodietum pinnati</i>										
<i>Agrimonia eupatoria</i>	+	+	+	+	III
<i>Clinopodium vulgare</i>	.	.	+	.	+	+	+	+	1	IV
<i>Origanum vulgare</i>	.	.	.	+	1	+	+	+	+	IV
<i>Swida sanguinea</i>	.	.	+	+	+	1	5	4	4	IV
<i>Rhamnus catharticus</i>	+	+	+	1	III
<i>Lonicera xylosteum</i>	+	.	.	I
ChCl.: a – <i>Rhamno-Prunetea</i> , <i>Prunetalia spinosae</i> ; b – <i>Pruno-Rubion fruticosi</i> ; c – <i>Berberidion</i>										
a <i>Clematis vitalba</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	+	III
a <i>Crataegus monogyna</i>	2	4	3	II
a <i>Euonymus verrucosus</i>	+	+	+	II
a <i>Prunus spinosa</i>	+	+	1	II
a <i>Rosa canina</i>	+	.	.	+	+	II
b <i>Rubus plicatus</i>	+	.	I
b <i>Viburnum opulus</i>	+	.	+	II
c <i>Berberis vulgaris</i>	+	.	.	I
c <i>Ligustrum vulgare</i>	+	+	+	II

ChCl.: a – <i>Festuco-Brometea</i> ; b – <i>Festucetalia valesiacae</i>										
a <i>Anthyllis vulneraria</i>	.	.	.	1	+	+	.	.	.	II
a <i>Acinos arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	II
a <i>Brachypodium pinnatum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I
a <i>Carlina vulgaris</i>	+	+	+	+	+	.	.	+	+	IV
a <i>Centaurea stoebe</i>	.	+	.	+	+	+	+	.	+	IV
a <i>Euphorbia cyparissias</i>	+	.	+	+	+	+	+	+	+	IV
a <i>Plantago media</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	II
a <i>Poa compressa</i>	.	1	1	+	1	1	.	.	.	III
a <i>Poterium minor</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	II
b <i>Achillea setacea</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	II
b <i>Anthemis tinctoria</i>	.	+	.	.	+	+	.	+	+	III
b <i>Campanula sibirica</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	II
b <i>Hieracium cymosum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
b <i>Potentilla arenaria</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I
b <i>Salvia verticillata</i>	1	+	+	+	+	1	+	+	+	V
ChCl.: a – <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> ; b – <i>Plantaginetalia majoris</i> , <i>Poligonion avicularis</i> ; c – <i>Trifolio fragiferae-Agrostietalia stoloniferae</i> , <i>Agropyro-Rumicion crispis</i> ; d – <i>Molinietalia caeruleae</i> , <i>Molinion caeruleae</i> ; e – <i>Calthion palustris</i> ; f – <i>Arrhenatheretalia</i> ; g – <i>Arrhenatherion elatioris</i> ; h – <i>Cynosurion</i>										
a <i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	II
a <i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	II
a <i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	+	III
a <i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	+	.	2	.	+	+	III
b <i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	III
b <i>Plantago major</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	+	II
c <i>Deschampsia caespitosa</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	II
d <i>Cnidium dubium</i>	.	.	.	+	+	.	+	.	.	II
d <i>Linum catharticum</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	II
e <i>Trifolium hybridum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	II
f <i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	IV
f <i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	IV
f <i>Daucus carota</i>	.	+	+	+	+	1	+	+	1	IV
f <i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	+	III
f <i>Trifolium dubium</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	+	II
g <i>Knautia arvensis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	II
h <i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	III
ChCl.: a – <i>Artemisietea vulgaris</i> ; b – <i>Onopordetalia acanthii</i> , <i>Onopordion acanthii</i> ; c – <i>Onopordenion acanthii</i> ; d – <i>Dauco-Melilotenion</i> ; e – <i>Artemisietalia vulgaris</i> , <i>Arction lappae</i> ; f – <i>Galio-Urticenea</i> ; g – <i>Glechometalia hederaceae</i> , <i>Alliarion</i> ; h – <i>Convolvuletalia sepium</i> , <i>Convolvulion sepium</i>										
a <i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	+	.	+	+	+	1	III
a <i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
b <i>Cichorium intybus</i>	.	+	+	+	+	+	+	.	+	IV
b <i>Echium vulgare</i>	.	.	+	.	+	+	.	.	.	II
b <i>Melilotus albus</i>	+	.	+	+	.	.	+	+	+	IV
b <i>Picris hieracioides</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	II
c <i>Cynoglossum officinale</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
d <i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	.	.	.	+	+	1	1	III
e <i>Arctium lappa</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II

<i>f Rubus caesius</i>	1	.	+	+	.	.	+	.	.	III
<i>g Geranium robertianum</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	II
<i>g Impatiens parviflora</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
<i>h Solidago gigantea</i>	.	.	.	.	.	.	+	1	2	II
ChCl.: <i>a – Stellarietea mediae, Sisymbrietalia, Sisymbrium officinalis</i>										
<i>a Tussilago farfara</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
<i>a Xanthium strumarium</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
ChCl.: <i>a – Agropyretea intermedio-repentis, Agropyretalia intermedio-repentis, Convolvulo-Agrophyron repens</i>										
<i>a Elytrigia repens</i>	.	.	+	+	.	.	+	+	+	III
ChCl.: <i>a – Koelerio glaucae-Coryneporetea canescentis, Coryneporetalia canescentis, Vicio lathyroidis-Potentillion argenteae</i>										
<i>a Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	1	.	+	+	+	III
<i>a Hypochaeris radicata</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	.	II
ChCl.: <i>a – Nardo-Callunetea; b – Nardetalia, Violion caninae</i>										
<i>a Hieracium pilosella</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	II
<i>b Pimpinella saxifraga</i>	.	.	+	1	.	+	+	1	+	IV
<i>b Thymus pulegioides</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I
ChCl.: <i>a – Trifolio-Geranietea sanguinei, Origanetalia; b – Geranion sanguinei; c – Trifolion medii</i>										
<i>a Coronilla varia</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	IV
<i>a Galium verum</i>	.	.	.	+	+	+	.	.	+	III
<i>b Medicago falcata</i>	.	.	.	+	+	.	+	1	+	III
<i>c Galium mollugo</i>	.	.	.	.	.	.	1	2	1	II
ChCl.: <i>a – Epilobieteae angustifolii, Atropetalia; b – Atropion belladonnae; c – Sambuco-Salicion</i>										
<i>a Calamagrostis epigeios</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>b Torilis japonica</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
<i>c Betula pendula</i>	.	+	+	.	.	.	+	.	.	II
ChCl.: <i>a – Vaccinio-Piceetea, Cladonio-Vaccinietalia</i>										
<i>a Pinus sylvestris</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.	II
ChCl.: <i>a – Quercu-Fagetea; b – Fagetalia sylvatica, Tilio platyphyllis-Acerion pseudoplatani, Lunario-Acerion pseudoplatani</i>										
<i>a Corylus avellana</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	II
<i>b Campanula rapunculoides</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	.	II
<i>b Cerasus avium</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	II
<i>b Tilia cordata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
Pozostałe/ Others										
<i>Barbula unquiculata</i>	5	.	.	5	.	.	.	.	.	II
<i>Campyllum chrysophyllum</i>	.	.	.	5	.	.	.	.	.	I
<i>Cardaminopsis arenosa</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	+	I
<i>Cerintho minor</i>	.	.	.	.	.	.	+	2	+	II
<i>Cirsium setosum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
<i>Erodium cicutarium</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	.	II
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	+	II
<i>Ononis spinosa</i>	.	.	.	+	.	+	.	+	.	II
<i>Salvia pratensis</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	+	I
<i>Senecio jacobae</i>	.	.	.	+	+	+	.	.	.	II
<i>Stenactis annua</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	+	III
<i>Thuidium abietinum</i>	.	.	.	5	2	5	.	.	.	II

Tabela 2. Fitosocjologiczna ocena stadium roślinności południowo-wschodniego stoku kamienio-
łomu: faza inicjalna (zbiorowisko z *Impatiens parviflora* w wariacie typowym), faza demutacyj-
na (*Origano-Brachypodietum pinnati* w wariantach: 4 – var. *Cichorium intybus*,
5, 6 – var. *Solidago gigantea*), faza zaroślowa (7, 8, 9 – *Rhamno-Cornetum sanquinei* var.
Solidago gigantea)

Table 2. Phytosociological evaluation stages of vegetation south-eastern slope of quarry: initia-
lised phase (community with *Impatiens parviflora* in a typical variant), demutation phase (*Ori-
gano-Brachypodietum pinnati* with variants: 4 – var. *Cichorium intybus*, 5, 6 – var. *Solidago
gigantea*), scrub habitats phase (7, 8, 9 – *Rhamno-Cornetum sanquinei* var. *Solidago gigantea*)

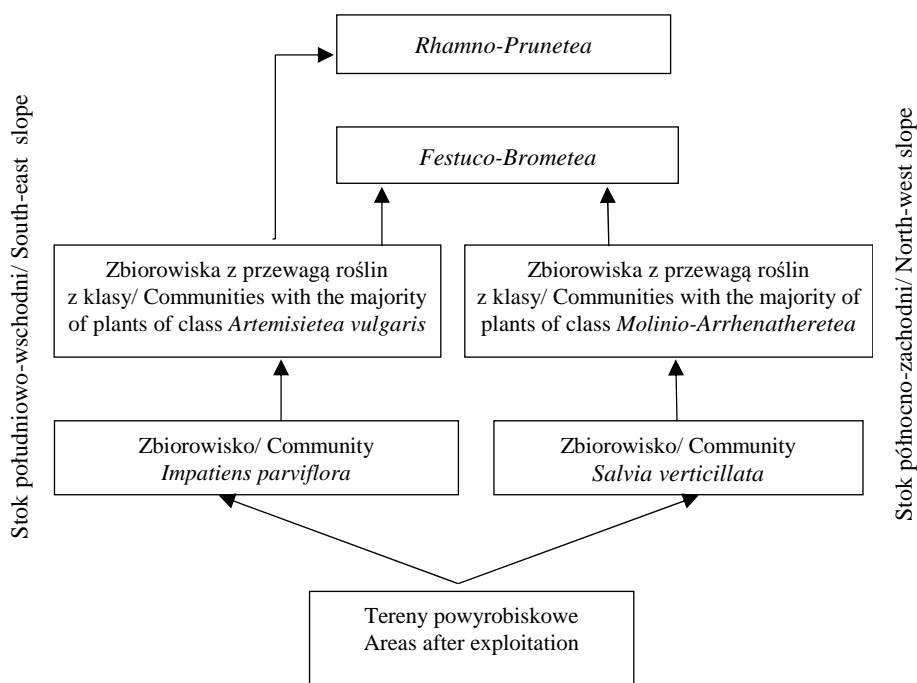
Faza Phase	Faza inicjalna Initialised phase			Faza demutacyjna Demutation phase			Faza zaroślowa Scrub habitats phase			statości Constancy
Zbiorowisko Community	<i>Impatiens parviflora</i>			<i>Origano- Brachypodietum pinnati</i>			<i>Rhamno- -Cornetum sanquinei</i>			
Number opisu Description number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Powierzchnia (m ²) Area (m ²)	10	30	30	50	50	50	100	100	100	
Ekspozycja terenu Exposition of ground	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	
Powierzchnia pokrycia (%) Area coverage (%)	20	30	50	70	60	70	100	100	100	
Liczba gatunków Number species	3	4	12	41	35	42	67	47	49	
ChAss. <i>Origano-Brachypodietum pinnati</i>										
<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	+	II
<i>Clinopodium vulgare</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	+	IV
<i>Origanum vulgare</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	1	IV
ChAss. <i>Rhamno-Cornetum sanquinei</i>										
<i>Swida sanguinea</i>	.	.	.	1	+	+	2	4	2	IV
<i>Rhamnus catharticus</i>	.	.	.	.	+	+	1	+	1	III
<i>Lonicera xylosteum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I
ChCl.: a – <i>Rhamno-Prunetea</i>, <i>Prunetalia spinosae</i>; b – <i>Pruno-Rubion fruticosi</i>; c – <i>Berberidion</i>										
a <i>Clematis vitalba</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	+	II
a <i>Crataegus monogyna</i>	.	.	.	.	.	+	5	1	2	II
a <i>Euonymus verrucosus</i>	.	.	.	.	.	.	+	2	1	II
a <i>Prunus spinosa</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	1	II
a <i>Rosa canina</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	II
b <i>Viburnum opulus</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	II
c <i>Ligustrum vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	+	II
ChCl.: a – <i>Festuco-Brometea</i>; b – <i>Festucetalia valesiacae</i>										
a <i>Acinos arvensis</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	II
a <i>Carlina vulgaris</i>	.	.	.	+	+	+	+	.	+	III
a <i>Centaurea stoebe</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	.	III
a <i>Euphorbia cyparissias</i>	+	.	+	+	+	+	+	+	+	IV
a <i>Plantago media</i>	.	.	.	+	.	+	+	+	.	II
b <i>Anthemis tinctoria</i>	.	.	.	+	+	+	.	+	.	II
b <i>Hieracium cymosum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
b <i>Salvia verticillata</i>	+	+	+	+	+	+	1	1	+	V

ChCl.: <i>a</i> – <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> ; <i>b</i> – <i>Plantaginetalia majoris</i> , <i>Polygonion avicularis</i> ; <i>c</i> – <i>Molinietalia caeruleae</i> ; <i>d</i> – <i>Calthion palustris</i> ; <i>e</i> – <i>Arrhenatheretalia</i> ; <i>f</i> – <i>Arrhenatherion elatioris</i> ; <i>g</i> – <i>Cynosurion</i>										
<i>a</i> <i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	II
<i>a</i> <i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	+	III
<i>a</i> <i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	II
<i>a</i> <i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	II
<i>b</i> <i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	III
<i>b</i> <i>Plantago major</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	.	III
<i>c</i> <i>Deschampsia caespitosa</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
<i>d</i> <i>Trifolium hybridum</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	I
<i>e</i> <i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	IV
<i>e</i> <i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	IV
<i>e</i> <i>Daucus carota</i>	.	.	.	+	+	+	+	1	+	IV
<i>e</i> <i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	II
<i>e</i> <i>Trifolium dubium</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	II
<i>f</i> <i>Knautia arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>f</i> <i>Pastinaca sativa</i>	.	.	.	2	+	+	.	1	+	III
<i>g</i> <i>Trifolium repens</i>	.	.	+	.	+	+	2	+	+	IV
ChCl.: <i>a</i> – <i>Artemisietea vulgaris</i> ; <i>b</i> – <i>Onopordetalia acanthii</i> , <i>Onopordion acanthii</i> ; <i>c</i> – <i>Dauco-Melilotenion</i> ; <i>d</i> – <i>Artemisietalia vulgaris</i> , <i>Arction lappae</i> ; <i>e</i> – <i>Galio-Urticenea</i> ; <i>f</i> – <i>Glechometalia hederaceae</i> , <i>Alliarion</i> ; <i>g</i> – <i>Convolvuletalia sepium</i> , <i>Convolvulion sepium</i>										
<i>a</i> <i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	1	III
<i>a</i> <i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	+	II
<i>b</i> <i>Cichorium intybus</i>	.	.	.	4	+	+	+	+	+	IV
<i>b</i> <i>Echium vulgare</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	IV
<i>b</i> <i>Melilotus albus</i>	.	.	.	+	+	1	1	+	+	IV
<i>c</i> <i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	.	+	+	1	1	+	1	IV
<i>d</i> <i>Arctium lappa</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	II
<i>e</i> <i>Rubus caesius</i>	.	+	1	+	.	.	1	+	+	IV
<i>f</i> <i>Geranium robertianum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	II
<i>f</i> <i>Impatiens parviflora</i>	4	3	2	+	+	+	+	.	.	IV
<i>f</i> <i>Lapsana communis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	II
<i>g</i> <i>Epilobium roseum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
<i>g</i> <i>Solidago gigantea</i>	.	.	+	+	1	1	3	4	2	IV
ChCl.: <i>a</i> – <i>Stellarietea mediae</i> , <i>Polygono-Chenopodietalia</i> ; <i>b</i> – <i>Polygono-Chenopodion</i> ; <i>c</i> – <i>Sisymbrietalia</i> , <i>Sisymbrium officinalis</i>										
<i>a</i> <i>Setaria glauca</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	II
<i>b</i> <i>Sonchus oleraceus</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
<i>c</i> <i>Tussilago farfara</i>	.	.	+	+	.	.	+	.	+	III
ChCl.: <i>a</i> – <i>Agropyretea intermedio-repentis</i> , <i>Agropyretalia intermedio-repentis</i> , <i>Convolvulo-Agropyrrion repentis</i>										
<i>a</i> <i>Elytrigia repens</i>	.	.	.	+	+	.	+	.	.	II
ChCl.: <i>a</i> – <i>Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis</i> , <i>Corynephoretalia canescentis</i> , <i>Vicio lathyroidis-Potentillion argenteae</i>										
<i>a</i> <i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	+	III
<i>a</i> <i>Hypochoeris radicata</i>	.	.	.	1	.	.	+	.	.	II

ChCl.: a – <i>Nardo-Callunetea</i> ; b – <i>Nardetalia</i> , <i>Violion caninae</i>											
a <i>Hieracium pilosella</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
b <i>Pimpinella saxifraga</i>	.	.	+	1	+	+	1	+	.	IV	
b <i>Thymus pulegioides</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I
ChCl.: a – <i>Trifolio-Geranietea sanguinei</i> , <i>Origanetalia</i> ; b – <i>Geranion sanguinei</i> ; c – <i>Trifolion medii</i>											
a <i>Coronilla varia</i>	.	+	.	.	+	+	+	+	.	III	
a <i>Galium verum</i>	.	.	.	1	+	.	.	.	.	II
b <i>Medicago falcata</i>	.	.	+	+	+	+	1	+	.	IV	
c <i>Galium mollugo</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	II
ChCl.: a – <i>Epilobietea angustifolii</i> , <i>Atropetalia</i> ; b – <i>Atropion belladonnae</i>											
a <i>Calamagrostis epigeios</i>	+	+	.	+	II
b <i>Torilis japonica</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	.	II	
ChCl.: a – <i>Vaccinio-Piceetea</i> , <i>Cladonio-Vaccinietalia</i>											
a <i>Pinus sylvestris</i>	+	.	I
ChCl.: a – <i>Quercio-Fagetea</i> ; b – <i>Fagetalia sylvaticae</i> , <i>Tilio platyphyllis-Acerion pseudoplatani</i> , <i>Lunario-Acerion pseudoplatani</i>											
a <i>Corylus avellana</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	+	III	
b <i>Campanula rapunculoides</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	II
b <i>Cerasus avium</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	II
b <i>Tilia cordata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II
Pozostałe/ Others											
<i>Agrostis tenuis</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	II
<i>Barbula unquiculata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
<i>Cardaminopsis arenosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II
<i>Cerintho minor</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	2	II
<i>Erodium cicutarium</i>	.	.	+	.	+	.	+	.	.	II	
<i>Lathyrus tuberosus</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	II
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	III
<i>Ononis spinosa</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	.	II	
<i>Salvia pratensis</i>	.	.	.	.	+	+	.	+	+	III
<i>Senecio jacobae</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	II
<i>Stenactis annua</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	+	IV	
<i>Thuidium abietinum</i>	.	.	.	2	1	2	.	.	.	II	

Stwierdzono, że na naprzeciwległych stokach kamieniołomu roślinność kształtuje się według różnego schematu i formują się tam różne stadia sukcesyjne w ciągu demutacji. Budowa podłoża, która ukształtowała się na skutek różnych sposobów pozyskiwania kamienia, odgrywa istotną rolę w zarastaniu stoków. Obszary z drobnymi okruchami skał wapiennych poddane presji wiatru oraz z dużą ilością utworów pylasto-piaszczystych zarastają trawiastymi roślinami charakterystycznymi dla muraw kserotermicznych klasy *Festuco-Brometea*. Natomiast obszary z dużymi okruchami skał są prawie pozbawione roślinności. Nieliczne gatunki, które można tutaj spotykać, to antropofity. W koronie kamieniołomu oraz na rekultywowanych tarasach, a także w jego dolnej części występują zbiorowiska roślin, których skład gatunkowy jest podobny do naturalnej roślinności zaroślowej *Rhamno-Prunetea* z niektórymi cechami zespołów łąkowych oraz łąkowo-stepowych. Wśród nich stwierdzono także antropofity, zwłaszcza *Solidago gigantea*.

Ocena fitosocjologiczna roślinności kamieniołomu wskazuje, że każda sieć transektów reprezentuje stadium demutacji (tab. 1 i 2). Roślinność inicjalna (pionierska) na analizowanych stokach formuje się w odmienny sposób: na północno-zachodnim stoku zarastanie inicjowane jest gatunkami charakterystycznymi dla muraw nawapiennych *Festuco-Brometea*. Kształtuje się tutaj zbiorowisko z *Salvia verticillata* w wariacie typowym (tab.1, opis 1) oraz z *Poa compressa* (tab.1, opisy 2–3). Ponadto z niewielkim udziałem występują charakterystyczne dla zbiorowisk roślinnych z tej klasy gatunki: *Carlina vulgaris*, *Centaurea stoebe*, *Euphorbia cyparissias*, *Poterium minor*. Na południowo-wschodnim stoku roślinność inicjalną tworzą nieliczne gatunki antropofitów. Pierwsze stadium – pionierskie na dużych okruchach wapienia tworzą gatunki z klasy *Artemisietea vulgaris*, m.in. zbiorowisko z *Impatiens parviflora* w wariacie typowym. Później wkraczają *Rubus caesius*, *Tussilago farfara*, *Medicago falcata* reprezentujące klasę *Rhamno-Prunetea* i nieliczne gatunki z klasy *Festuco-Brometea*: *Salvia verticillata*, *Euphorbia cyparissias*, które w tych warunkach nie wytrzymują konkurencji z antropofitami (tab. 2, opisy 1–3).



Rys. 1. Schemat demutacji roślinności na stokach kamieniołomu o różnej ekspozycji
Fig. 1. Scheme of demutation vegetation on the slopes of different exposures quarry

Roślinność późniejszego stadium zarastania również ma swoje osobliwości w odniesieniu do różnych ekspozycji stoków. Zbiorowiska roślinności o cechach demutacji na północno-zachodnim stoku mają w swoim składzie dużo gatunków łąkowych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, w wielu przypadkach identyfikuje się tutaj fragmentarycznie

uformowany zespół *Arrhenatheretum elatioris* w wariacie z mchami, który wyraźnie nawiązuje się do zbiorowisk z klasy *Festuco-Brometea* (tab. 1, opis 4). Późniejsze stadium zarastania wykazuje cechy nawapiennych muraw kserotermicznych i identyfikuje się jako uformowany w różnym stopniu zespół *Origano-Brachypodietum pinnati* w wariacie z kserotermicznymi gatunkami mchów, które zachowują podłoże od zarastania trawami (tab. 1, opisy 5–6). Jednak dzięki gatunkom z klasy *Trifolio-Geranietea sanguinei* roślinność ta wykazuje wyraźne cechy przejścia do roślinności zaroślowej (tab. 1, opisy 4–6). Na południowo-wschodnim stoku roślinność demutacyjna uformowana jest w inny sposób, ponieważ duże okruchy wapienia ograniczają wzrost muraw nawapiennych. Ponadto ma ona w swoim składzie gatunki antropofitów, które doskonale przystosowały się do takich warunków siedliska. Również na tym stoku występuje fragmentarycznie uformowany zespół *Origano-Brachypodietum pinnati* w antropogenicznych wariantach z *Cichorium intybus* (tab. 2, opis 4) i *Solidago gigantea* (tab. 2, opisy 5–6). *Solidago gigantea* nie daje możliwości rozwoju roślinności trawiastej, dlatego następną fazą zarastania związana jest z udziałem krzaków (tab. 2, opisy 4–6).

Obszary pokryte roślinnością zaroślową na obu stokach kamieniołomu identyfikuje się jako zespół *Rhamno-Cornetum sanguinei*, chociaż w różnych wariantach. Na północno-zachodnim stoku oraz koronie i starych tarasach kamieniołomu *Rhamno-Cornetum sanguinei* formuje się w wariacie z *Crataegus monogyna* i ma bardziej charakterystyczne cechy, które przejawiają się w dużej liczbie gatunków z klasy *Rhamno-Prunetea*. Sukcesja roślinności prowadząca do tworzenia zarośli ze znacznym udziałem gatunków z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. Zwraca na siebie uwagę także odmienny sposób zarastania roślinnością drzewiasto-krzewiastą – występują tutaj osobniki *Betula pendula*, których brak na przeciwległym stoku (tab. 1, opisy 7–9). Na południowo-wschodnim stoku roślinność zaroślowa utrzymuje dużo gatunków antropogenicznych oraz kształtuje się najczęściej przez *Rhamno-Cornetum sanguinei* var. *Solidago gigantea* (tab. 2, opisy 8–9). Ogólny schemat demutacji roślinności przedstawiono na rysunku 1.

PODSUMOWANIE

Na wyznaczonych powierzchniach kamieniołomu w Kazimierzu Dolnym nad Wisłą zidentyfikowano 100 gatunków roślin, w tym 3 gatunki mchów. Wśród jednostek roślinności zidentyfikowano 3 zespoły uformowane w różnych wariantach oraz 2 zbiorowiska roślinności identyfikowane na poziomie wyższych jednostek syntaksonomicznych. Fitocenozy te uformowane są z gatunków roślin należących do 12 klas syntaksonomicznych. Formowanie się zbiorowisk roślinnych w kamieniołomie zależało od ekspozycji stoku oraz rodzaju podłoża. Procesy demutacyjne roślinności na stokach o różnych ekspozycjach przebiegają według różnych schematów. Na północno-zachodnim stoku zarastanie terenu powyrobiskowego jest najbardziej podobne do naturalnej sukcesji roślinności, inicjowane gatunkami charakterystycznymi dla muraw nawapiennych. Na południowo-wschodnim stoku roślinność demutacyjna kształtowana jest przez liczne stadia roślinności antropogenicznej.

PIŚMIENNICTWO

- Braun-Blanquet J., 1964. Pflanzensozologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Springer, Wien–New York.
- Corley M.F.V., Crundwell A.C., Düll R., Hilland M.O., Smith A.J.E., 1981. Mosses of Europe and the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J. Bryol.* 11, 609–689.
- Flora Europaea, 1964–1980. T.G. Tutin, V.H. Heywood, N.A. Burges et al. (eds), Cambridge, Univ. Press, vol. 1–5.
- Kondracki J., 1994. Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne. Wyd. PWN, Warszawa.
- Kowalska A., 2012. Kompleksy roślinności i krajobrazy roślinne doliny środkowej Wisły. *Prace Geograficzne PAN* 232, 1–110.
- Matuszkiewicz W., 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. PWN, Warszawa.
- Michalska G., Niedźwiedz J., 2010. Kamieniołom kazimierski – ochrona krajobrazu kulturowego. *Bud. Architekt.* 6, 71–76.
- Soroka M.I., 2008. *Rosłynnictwo Ukrainy*, Swit, Lwów, 432 s.
- Soroka M.I., 2012. Łuczno-stepowa roślinność Hawryłowej Hory (Ukraińskie Roztocze). *Naukowy wisk NLTU Ukrainy: zb. nauk.-techn. Prac.*, Lwów: RWW NLTU Ukrainy, 22.03.2012, 15–22.
- Święs F., 1999. Roślinność kamieniołomu w Nasiłowie (Małopolski Przełom Doliny Wisły). *Annales UMCS, sec. C, Biologia*, 54, 7–35.
- Woźniak A., Soroka M., Batoczenko V., Szowhan J., 2014. Roślinność stepowa Góry Cymbał (Park Narodowy „Północne Podole”, Ukraina). *Zarządzanie Ochroną Przyrody w Lasach* 8, 246–260.

Summary. Phytosociological and syntaxonomic plant communities were evaluated in a quarry located on the south-western edge of Kazimierz Dolny. In the designated areas 100 plant species were found, including 3 species of mosses. Among the units of 3 communities fully formed in different variants and 2 communities identified at the level of major syntaxonomic units were identified. The formation of plant communities in the quarry depends on the location and type of substrate.

Key words: quarry, plant communities, Braun-Blanquet method, phytosociological evaluation, demutation