



THE ROLE OF BIOTIC ELEMENTS OF ENVIRONMENT IN INANIMATE NATURE CONSERVATION — AN EXAMPLE OF THE OPOLE SILESIA, SW POLAND

Arkadiusz NOWAK¹, Krzysztof BADORA²

Abstract. Based on the investigation of 25 geosites, the authors determined the relationship between geomorphological and floristic values. They found that vegetation types and flora species were of crucial importance in strengthening of the geosite conservation effectiveness.

Key words: geodiversity, biodiversity, geosite conservation, Opole Silesia.

Abstrakt. Na podstawie badań 25 geostanowisk autorzy określili związek między walorami geomorfologii i flory. Ustalili, że rodzaje wegetacji i gatunków flory miały decydujący wpływ na wzmocnienie efektywności konserwacji geostanowisk.

Słowa kluczowe: georóżnorodność, bioróżnorodność, konserwacja geostanowisk, Śląsk Opolski.

INTRODUCTION

The analyse of inanimate nature values of Opole Silesia shows that extraordinary abiotic nature values are often accompanied by remarkable biotic ones and *vice versa* (e.g. Badora *et al.*, 2001). This phenomenon is known also from other parts of Poland, especially from the mountain and upland areas. This connection is seen in cases of both natural geological character, like moraines, kames and rock outcrops, and of anthropogenic origin, like quarries or mines.

Conservation of abiotic as well as biotic elements of environment encounters many difficulties and constraints. Insufficient financing of passive and active conservation of legally protected areas, lack of currently updated data bases (because of early termination of the inventory projects) and, finally, prolonged procedures of implementation of legally based protection, resulting often in depreciation of newly discovered sites are some of the examples. Therefore, integration of strategies of animate and inanimate nature heritage protection seems to

be of crucial importance. This postulate should be implemented starting from the field research stage when the inventory teams should obligatorily consists of zoologists, botanists and also geologists and geographers. Afterwards, during preparation of the protective system and submitting the project to the regional authorities, co-operation of specialists on both biotic and abiotic environments is necessary.

Therefore, the role of biotic values should increase the total nature worth and conservation demand. Biotic elements of the environment could play the role of final, convincing argument to implement the legal protection.

The main aim of the investigation was to find relationship between biotic, mainly floristic, and abiotic values of the chosen geosites. Recognised vegetation values were supposed to be a base for strengthening the geosite conservation effectiveness and for promoting of integrated approach to geosite conservation.

¹ University of Opole, Department of Biosystematics, ul. Oleska 48, 45-052 Opole, Poland; e-mail: anowak@uni.opole.pl

² University of Opole, Department of Landcover Protection, ul. Oleska 48, 45-052 Opole, Poland; e-mail: kbadora@uni.opole.pl

STUDY AREA

Opole Voivodeship covers 9,500 km² and is situated in the south-western part of Poland, between E 16°53'40''–18°41'50'' and N 49°58'05''–51°18'20'' (Fig. 1). This region lies in the mesothermal climatic zone, with an average annual temperature of 7.5–8.6°C. Average daily maximum temperatures range from –2°C in January to 18°C in July, and annual rainfall is about 650 mm (Nowak *et al.*, 1996). Snow cover lasts about 40 days per year.

In upper geological layers, Tertiary deposits covered by sediments of Pleistocene glaciations, are dominant. Older than Cainozoic layers occur in few places, in particular in southern and eastern outskirts of the region. The voivodeship is inhabited by 1.091 million people, i.e. about 115 per square kilometre, with the highest density of human population in the central part of the region. Natural vegetation of most of the region's lowland part is broad-leaved forest (*Tilio-Carpinetum*, *Galio-Carpinetum*). In uplands and in the Opawskie Mts. (400–889 m a.s.l.), beech forests (*Fagion sylvaticae*) are dominant and, in the highest parts, coniferous forests (*Vaccinio-Abietenion*). The region is characterised by agricultural lands which cover almost 63% of the voivodeship, forests occupy about 26%, communication areas — 3.8%, open waters — 2.2%, urbanised, housing and industrial areas — about 5%. The investigation was conducted in 25 quarries, gravel, clay and sand pits, and also on natural rock outcrops scattered all over the voivodeship area (Fig. 1).

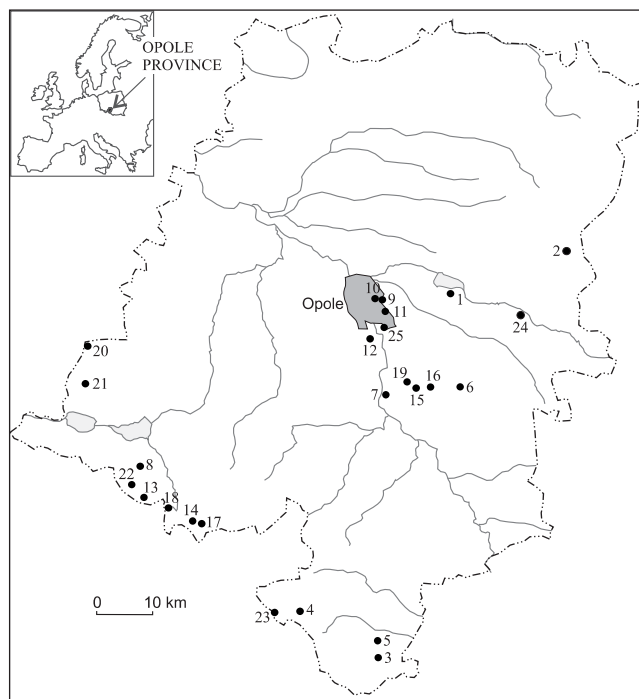


Fig. 1. The location map of the chosen geosites

Numbers consistent with text

METHODS

The field work was conducted in 2000–2001 vegetation seasons. The representative objects of the geodiversity of the voivodeship were chosen for the investigation. In each screening and mapping of the geological as well as floristic values, were conducted. The syntaxonomical classification is given due to Matuszkiewicz (2001). The nomenclature of the species follows Mirek *et al.* (1995), and the physico-geographical units are given with regards to Kondracki (1998). Risk categories

were allocated following the latest regional red list of vascular plants (A. Nowak *et al.*, 2003). The sozofloristic value was ascertained using the approach of Nowak (2002). The three basic components of the species sozofloristic value are: the value resulting from the endangerment status of the taxon, supraregional importance of the given species and its phytogeographical value.

RESULTS

Some examples of abiotic sites with the remarkable biotic values, located in Opole Province, suggested for legal protection, are listed below. Risk categories are given in accordance with, based on IUCN methodology (IUCN, 2001). Protection status is given following Polish Species Conservation Ordinance (Polish..., 2001).

Dunes in Pustków

Region: Opole Lowland.

Inanimate values: dunes of Pleistocene/Holocene (Pernarowski, 1968; Trzepla, 1988).

Flora: *Chimaphila umbellata* (Ch³, VU), *Lilium martagon* (Ch, LR), *Lycopodium clavatum* (Ch, LR), *Anthericum ramosum*

³ **Abbreviations:** Ch — strict protection, ch — partial protection; risk categories: EX — extinct, CR — critically endangered, EN — endangered, VU — vulnerable, LR — lower risk, DD — date deficient.

(LR), *Vinca minor* (Ch, LR), *Hypericum montanum* (CR), *Moneses uniflora* (LR), *Gypsophila fastigiata* (EN), *Dianthus gratianopolitanus* (Ch, CR).

Sand-pit in Rędzina

Region: Woźniki–Wieluń Upland.

Inanimate values: kame sands and gravel profile of Pleistocene (Riss Glaciation) (Haisig *et al.*, 1981).

Flora: *Pyrola rotundifolia* (LR), *Drosera rotundifolia* (Ch, VU), *Lycopodiella inundata* (Ch, EN), *Lycopodium clavatum* (Ch, LR), *Utricularia minor* (EN).

Sand-pit in Kozłówki

Region: Głubczyce Plateau.

Inanimate values: fluvio-glacial sand and gravel profile of Pleistocene (Riss Glaciation) (Badura *et al.*, 1994).

Flora: *Verbascum phoeniceum* (EN), *Centaurium erythraea* (ch, LR), *Festuca valesiaca* (EN), *Ajuga genevensis* (VU), *Allium scorodoprasum* (EN), *Rosa gallica* (LR), *Carlina acaulis* (Ch, VU), *Asperula tinctoria* (EN)

Quarry in Braciszów

Region: Opawa Mountains.

Inanimate values: profile of grey sandstones and shale of Lower Carboniferous (e.g. Sawicki *et al.*, 1974; Urung, 1974; Krzyż *et al.*, 1994, 1996).

Flora: *Carlina acaulis* (Ch, VU), *Ajuga genevensis* (VU), *Platanthera bifolia* (Ch, VU), *Centaurium erythraea* (ch, LR), *Polypodium vulgare* (ch, LR), *Hedera helix* (Ch),

Quarry in Polska Cerekiew

Region: Głubczyce Plateau.

Inanimate values: outcrops of Tertiary basalts (e.g. Śliwa, 1974; I. Kornaś, J. Kornaś, 1979; Badura *et al.*, 1994; Przybylski, Badura, 2001).

Flora: *Centaurium erythraea* (ch, LR), *Petasites albus* (LR).

Quarry in Otmice

Region: Chełm Upland.

Inanimate values: profile of Middle Triassic limestone and dolomites (e.g. Kłapciński, 1959; Kotlicki, 1971; Kotlicki, Kubicz 1974; Kotlicki, Radek, 1975; Niedźwiedzki 2000; Kowal, 2003).

Flora: *Gymnocarpium robertianum* (EN), *Polystichum aculeatum* (VU), *Asplenium trichomanes* (VU), *Primula veris* (LR).

Vegetation: xerothermic grasses (*Festuco-Brometea*), pioneer grasses on rocks and sands (*Sedo-Scleranthetea*).

Quarry in Malnie

Region: Chełm Upland.

Inanimate values: profile of limestone and dolomites of Middle Triassic (e.g. Kłapciński, 1959; Popiel, 1967; Kotlicki, Kubicz, 1974; Zawadzka, 1974; Gajewski, Podstolski, 1979; Trzepla, 1993; Niedźwiedzki, 2000; Kowal, 2003).

Flora: *Anthericum ramosum* (Ch, LR), *Orobancha lutea* (DD), *Ajuga genevensis* (VU), *Teucrium botrys* (VU), *Petrorhagia prolifera* (EN), *Dianthus cartusianorum* (ch).

Quarry in Nadziejów

Region: Paczków Foreland.

Inanimate values: granite profile of Upper Carboniferous (e.g. Baraniecki *et al.*, 1970; Kościówko, 1979; Badura, Przybylski, 1994, 1996).

Flora: *Cystopteris fragilis* (LR), *Asplenium trichomanes* (VU), *Petasites albus* (LR), *Polypodium vulgare* (ch, LR), *Aruncus sylvestris* (Ch, EN), *Hedera helix* (Ch).

Vegetation: pioneer grasses on rocks and sands (*Sedo-Scleranthetea*).

Quarry in Opole-Chabry

Subregion: Opole Plateau.

Inanimate values: profile of Upper Cretaceous limestone and marls (e.g. Biernat, 1960a, b; Alexandrowicz, 1974, 1979; Alexandrowicz *et al.*, 1974).

Flora: *Epipactis palustris* (Ch, VU), *Equisetum variegatum* (EN), *Eriophorum latifolium* (VU), *Carex oederi* (LR).

Quarry in Opole-Luboszycka

Subregion: Opole Plateau; inanimate values: profile of Upper Cretaceous limestone and marls (e.g. Biernat, 1960a, b; Alexandrowicz, 1974, 1979; Alexandrowicz *et al.*, 1974).

Flora: *Epipactis palustris* (Ch, VU), *Adonis aestivalis* (EN), *Petasites albus* (LR), *Centaurium pulchellum* (DD), *Eriophorum latifolium* (VU).

Quarry in Opole-Piast

Subregion: Opole Plateau.

Inanimate values: profile of Upper Cretaceous limestone and marls (e.g. Biernat, 1956, 1960a; Alexandrowicz, 1974, 1979; Alexandrowicz *et al.*, 1974).

Flora: *Eleocharis acicularis* (VU), *Ononis spinosa* (ch, VU), *Potamogeton obtusifolius* (EN), *Potamogeton pectinatus* (EN), *Typha angustifolia*, *Centaurium pulchellum* (DD), *Epipactis palustris* (Ch, VU), *Scirpus taberneamontani*, *Triglochin palustre* (VU), *Equisetum variegatum* (EN).

Quarry in Chrzowice

Subregion: Opole Plateau.

Inanimate values: profile of Upper Cretaceous limestone and marls (e.g. Biernat, 1956, 1960a; Alexandrowicz, 1974, 1979; Alexandrowicz *et al.*, 1974).

Flora: *Cerintho minor* (EN), *Adonis aestivalis* (EN), *Thlaspi perfoliatum* (LR), *Gagea arvensis* (DD), *Melampyrum arvense* (VU), *Ononis spinosa* (ch, VU), *Cirsium canum* (VU), *Equisetum variegatum* (EN), *Centaurium pulchellum* (DD), *Triglochin palustre* (VU), *Potamogeton obtusifolius* (EN), *Potamogeton pectinatus* (EN), *Scirpus taberneamontani*.

Quarry in Sławniowice

Region: Paczków Foreland.

Inanimate values: profile of Devonian and Upper Proterozoic crystalline limestone (e.g. Bereś *et al.*, 1966; Baraniecki *et al.*, 1970; Sawicki, 1970; Badura, Przybylski, 1994).

Flora: *Polygonatum verticillatum* (VU), *Polypodium vulgare* (Ch, LR), *Petasites hybridus* (LR), *Primula elatior* (LR), *Cystopteris fragilis* (LR), *Asplenium trichomanes* (VU),

Listera ovata (Ch, LR), *Epipactis helleborine* (LR), *Veratrum lobelianum* (VU).

Vegetation: broad-leaved forest (*Galio sylvatici-Carpinetum*).

Quarry in Jarnołtówek

Region: Opawa Mountains.

Inanimate values: profile of Upper Devonian–Lower Carboniferous greystones and shale (e.g. Sawicki, 1955; Miszewski, 2003).

Flora: *Centaurium erythraea* (ch, LR), *Pyrola rotundifolia* (LR), *Pyrola minor*, *Carlina acaulis* (VU), *Dactylorhiza majalis* (Ch, VU), *Polypodium vulgare* (Ch, LR), *Centaurium pulchellum* (DD).

Vegetation: pioneer grasses on rocks and sands (*Sedo-Scleranthetea*).

Rock outcrops in Ligota Dolna

Region: Chelm Upland.

Inanimate values: outcrops of Middle Triassic limestone and dolomites (e.g. Trzepla, 1993).

Flora: *Carlina acaulis* (Ch, VU), *Anthericum ramosum* (LR), *Asplenium trichomanes* (VU), *Teucrium botrys* (VU), *Allium montanum* (EN), *Polypodium vulgare* (Ch, LR).

Rock outcrops in nature reserve Biesiec

Region: Chelm Upland.

Inanimate values: outcrops of Middle Triassic limestone and dolomites (e.g. Trzepla, 1993).

Flora: *Corallorhiza trifida* (CR), *Cystopteris fragilis* (LR), *Asplenium trichomanes* (VU), *Cephalanthera damasonium* (CR), *Epipactis helleborine* (LR), *Hedera helix* (Ch), *Polypodium vulgare* (Ch, LR).

Rock outcrops Karliki in Jarnołtówek

Region: Opawa Mountains.

Inanimate values: outcrops of Upper Devonian–Lower Carboniferous greystones and shales (e.g. Sawicki, 1955; Dubel, 1992).

Flora: *Asplenium septentrionale* (DD), *Asplenium trichomanes* (VU), *Polypodium vulgare* (Ch, LR).

Rock outcrops in Biała Głucholańska river gap

Region: Opawskie Mountains.

Inanimate values: outcrops of Upper Devonian metamorphic sandstones and shales (e.g. Sawicki, 1970, 1972).

Flora: *Aruncus sylvestris* (Ch, EN), *Asplenium trichomanes* (VU), *Prenanthes purpurea* (LR).

Quarry in Górazdze

Region: Chelm Upland.

Inanimate values: profile of Middle Triassic limestone and dolomites (e.g. Kłapciński, 1959; Kotlicki, Kubicz, 1974; Zawadzka, 1974; Gajewski, Podstolski, 1979; Niedźwiedzki 2000; Darski, 1986).

Flora: *Vinca minor* (Ch, LR), *Melittis melissophyllum* (ch, VU), *Cerintho minor* (EN), *Hypericum montanum* (CR), *Potamogeton pectinatus* (EN), *Stachys germanica* (EN), *Teucrium botrys* (VU), *Aquilegia vulgaris* (Ch, VU), *Ajuga genevensis* (VU), *Equisetum variegatum* (EN), *Inula conyza* (EN), *Centaurium erythraea* (ch, LR), *Sorbus torminalis* (Ch, DD).

Vegetation: xerothermic grasses (*Festuco-Brometea*), oligotrophic water reservoirs with *Chara* sp. associations.

Quarry in Wilemowice

Region: Niemcza–Strzelin Hills.

Inanimate values: outcrops of Tertiary basalts (e.g. Wroński, 1970, 1973, 1975; Śliwa, 1974; I. Kornaś, J. Kornaś, 1979; Cwojdzński, Jodłowski, 1982).

Flora: *Vinca minor* (Ch, LR), *Daphne mezereum* (Ch, LR), *Polypodium vulgare* (Ch, LR), *Asarum europaeum* (ch), *Lilium martagon* (Ch, LR), *Epipactis helleborine* (Ch, LR), *Primula elatior* (ch, LR), *Galium odoratum* (ch), *Hedera helix* (Ch), *Convallaria majalis* (Ch), *Asplenium trichomanes* (VU), *Anthriscus nitida* (LR), *Vicia sylvatica* (LR), *Melica uniflora* (LR).

Vegetation: broad-leaved forest (*Galio sylvatici-Carpinetum*).

Quarry in Lipniki

Region: Niemcza–Strzelin Hills.

Inanimate values: profile of Upper Proterozoic gneisses and amphibolites (e.g. Morawski, 1973; Badura, 1985).

Flora: *Cephalanthera longifolia* (Ch, EN), *Polypodium vulgare* (Ch, LR), *Primula elatior* (ch, LR), *Hedera helix* (Ch), *Asplenium trichomanes* (VU).

Vegetation: broad-leaved forest (*Galio sylvatici-Carpinetum*).

Quarry in Jarnołtów

Region: Paczków Foreland; inanimate values: profile of Upper Carboniferous granites (e.g. Baraniecki, 1957).

Flora: *Polypodium vulgare* (Ch, LR), *Asarum europaeum* (ch), *Primula elatior* (ch, LR), *Hedera helix* (Ch), *Convallaria majalis* (Ch), *Asplenium trichomanes* (VU), *Petasites albus* (LR).

Vegetation: broad-leaved forest (*Galio sylvatici-Carpinetum*), pioneer grasses on rocks and sands (*Sedo-Scleranthetea*).

Rocks in Chomiąza

Region: Opawskie Mountains; inanimate values: profile of Lower Carboniferous sandstones, greystones, silt-slates, and fyllitic slates (Krzyż *et al.*, 1994).

Flora: *Dianthus carthusianorum* (ch), *Carlina acaulis* (Ch, VU).

Vegetation: pioneer grasses on rocks and sands (*Sedo-Scleranthetea*).

Clay-pit in Krasiejów

Region: Opole Lowland.

Inanimate values: a late Triassic tetrapod graveyard, Carnian flora, profile of Upper Triassic silt-stones, mudstones and slates (e.g. Kotlicki, 1971; Sobol, 1992; Dzik *et al.*, 2000; Zaton, Piechota, 2003).

Flora: *Epipactis palustris* (Ch, VU), *Gentiana pneumonanthe* (Ch, EN), *Dactylorhiza majalis* (Ch, VU).

Quarry Opole-Groszowice

Subregion: Opole Plateau; inanimate values: profiles of Upper Cretaceous limestone and marls (e.g. Biernat, 1956, 1960a; Alexandrowicz, 1974, 1979; Alexandrowicz *et al.*, 1974).

Flora: *Ornithogallum umbellatum* (Ch, CR), *Hippuris vulgaris* (VU), *Potamogeton pectinatus* (EN), *Erysimum hieracifolium* (LR), *Thlaspi perfoliatum* (LR), *Thalictrum minus* (EN), *Festuca trachyphylla* (VU), *Carex divulsa*, *Camelina microcarpa* (LR), *Bromus erectus* (VU), *Barbarea stricta* (VU), *Astragalus cicer* (LR), *Centaurium pulchellum* (DD).

RESULTS

1. 25 geosites were investigated and over 80 zoophytes legally protected, threatened and rare species were found.

2. 5 types of legally protected biotopes were confirmed.

3. The average zoofloristic value of the chosen geosites equals 184.1 points per sq. km, so the zoofloristic richness of the chosen sites is about 20 x higher than average value for the voivodeship area (Fig. 2).

4. Increase of the floristic values did not depend on the types of geomorphology and geological structure of the investigated area (quarries, rock outcrops etc.).

5. Geosites in the heterogenic landscape play a role as a biodiversity centers.

6. The biotic values could play an important supporting role in implementation of the legal geosite conservation.

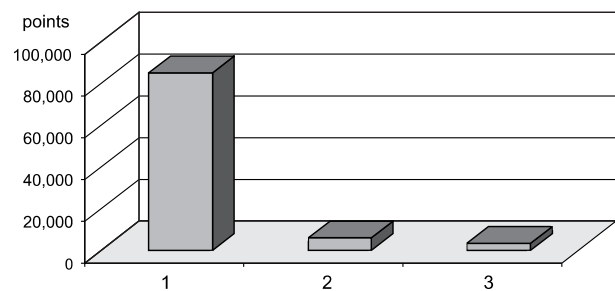


Fig. 2. The zoofloristic value of the chosen geosites in comparison with the total value of the province

1 — total zoofloristic value of the Opole Voivodeship; 2 — the zoofloristic value of the, so called, wastelands; 3 — the zoofloristic value of the chosen geosites

REFERENCES

- ALEXANDROWICZ S.W., 1974 — Kreda opolska. Przew. XLVI Zjazdu PTG, Opole: 29–38.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1979 — Kreda. In: Surowce mineralne województwa opolskiego: 107–119. Wyd. Geol., Warszawa.
- ALEXANDROWICZ S.W., RADWAN D., JERZYKIEWICZ T., BIRKENMAJER K., MAŁOSZEWSKI S., 1974 — Górna kreda i bazalty trzeciorzędowe rejonu Opola. In: Przew. XLVI Zjazdu PTG, Opole: 178–210.
- BADURA K., KANTORCZYK J., NOWAK S., NOWAK A. (ed.), SPAŁEK K., WYSZYŃSKI M., 2001 — Ostoje przyrody NATURA 2000 w województwie opolskim (konceptja regionalna). Pr. Opol. Tow. Przyj. Nauk., Opole.
- BADURA J., 1985 — Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25 000, ark. Lipniki. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BADURA J., PRZYBYLSKI B., 1994 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Nysa. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BADURA J., PRZYBYLSKI B., 1996 — Objaśnienia do szczegółowej mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Nysa. Państw. Inst. Geol., Warszawa, 1–32.
- BADURA J., PRZYBYLSKI B., BOBIŃSKI W., KRZYŻ A., 1994 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Baborów–Wiechowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BARANIECKI L., 1957 — Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25 000, ark. Jasienica Górna. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BARANIECKI L., BEREZOWSKA B., MORAWSKI T., 1970 — Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25 000, ark. Kijów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BEREŚ B., DUMICZ M., KOZŁOWSKI S., 1966 — Wapienie krystaliczne (marmury) ze Sławniowic na Dolnym Śląsku. *Biul. Inst. Geol.*, **201**: 121–147.
- BIERNAT S., 1956 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Opole Południe. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BIERNAT S., 1960a — Budowa geologiczna kredy opolskiej. *Biul. Inst. Geol.*, **152**: 173–228
- BIERNAT S. 1960b — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Opole. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CWOJZDIŃSKI S., JODŁOWSKI S., 1982 — Plamowe koncentracje bazaltowe Masywu Czeskiego i Dolnego Śląska. *Biul. Inst. Geol.*, **341**: 201–229.
- DARSKI J., 1986 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Tarnów Opolski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DUBEL K., 1992 — Stanowiska dokumentacyjne – proponowane pomniki przyrody nieożywionej. *Stud. i Monogr. Wyzsz. Szk. Pedag. Opole*, **209**: 95–97.
- DZIK J., SULEJ T., KAIM A., NIEDŹWIEDZKI R., 2000 — Późnotriasowe cementarzysko kręgowców lądowych w Krasiejowie na Śląsku Opolskim. *Prz. Geol.*, **48**: 226–235.
- GAJEWSKI Z., PODSTOLSKI R., 1979 — Surowce węglanowe – trias. In: Surowce mineralne województwa opolskiego: 94–107. Wyd. Geol., Warszawa.
- HAISIG J., WILANOWSKA H., WILANOWSKI S., ŻUREK W., 1981 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Lubliniec. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- IUCN, 2001 — IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + 30.
- KŁAPCINIŃSKI J., 1959 — Trias na północny wschód od Wału Przedśudeckiego. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **28**: 361–399.
- KONDRACKI J., 1998 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- KORNAŚ I., KORNAŚ J., 1979 — Bazalty. In: Surowce mineralne województwa opolskiego: 68–78. Wyd. Geol., Warszawa.
- KOŚCIEWKO H., 1979 — Granity. In: Surowce mineralne województwa opolskiego: 61–68. Wyd. Geol., Warszawa.
- KOTLICKI S., 1971 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Strzelce Opolskie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOTLICKI S., KUBICZ A., 1974 — Trias Śląska Opolskiego. Przew. XLVI Zjazdu PTG, Opole: 18–26.
- KOTLICKI S., RADEK R., 1975 — Profil dolnego wapienia muszlowego w okolicy Strzelce Opolskich. *Biul. Inst. Geol.*, **282**: 449–464.
- KOWAL M., 2003 — Stan badań nad litostratygrafia i sedymentacją formacji gogolińskiej (dolny wapień muszłowy, trias środkowy)

- na Śląsku Opolskim. *In: Streszczenia referatów wygłoszonych w 2001 r.*, Państw. Inst. Geol. *Inst. Geol. Uniw. Pozn.*, **11**: 73–85.
- KRZYŻ A., BOBIŃSKI W., BADURA J., PRZYBYLSKI B., 1994 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Pietrowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KRZYŻ A., BOBIŃSKI W., BADURA J., PRZYBYLSKI B., 1996 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Pietrowice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MATUSZKIWEICZ W., 2001 — Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIREK H., ZAJĄC A., ZAJĄC M., 1995 — Vascular plants of Poland – a checklist. *Polish Bot. Stud., Guideb. Ser.*, **15**: 3–303.
- MISZEWSKI K., 2003 — Złoże pierwotne i wtórne Głucholasko-Złatohorskiego zagłębia złotonośnego. *In: Śląsk Opolski w warunkach integracji europejskiej – sesje terenowe. Mater. Zjazdu PTG, Opole*: 39–45.
- MORAWSKI T., 1973 — Granity Masywu Strzelin–Żulowa. *Kwart. Geol.*, **17**: 924–925.
- NIEDŹWIEDZKI R., 2000 — Litostratygrafia formacji górażdżańskiej i formacji dziewkowskiej na Śląsku Opolskim. *Acta Univer. Wratisl. Pr. Geol.-Minea.*, **71**: 1–72.
- NOWAK A. (ed.), 1996 — Przyroda województwa opolskiego. Urząd Wojewódzki w Opolu, Opole.
- NOWAK A., 2002 — Charakterystyka sozoflorystyczna województwa opolskiego. *Stud. i Monogr. Uniw. Opolsk.*, 325: 1–103.
- NOWAK A., NOWAK S., SPAŁEK K., 2003 — Red list of vascular plants of Opole province. *Nature Journal, Opole Sci. Soc.*, **36**: 5–20.
- PERNAROWSKI L., 1968 — Obszary wydmowe Opolszczyzny. *Studia geograficzno-fizyczne z obszaru Opolszczyzny*, **1**: 102–133.
- POLISH Species Conservation Ordinance from 11th September 2001. Vol. No 106, pos. 1176 from 29th September 2001.
- POPIEL J.S., 1967 — Litologia i stratygrafia dolnego wapienia muszlowego okolic Malni (Śląsk Opolski). *Ann. UMCS, Lublin*, **22**: 191–213.
- PRZYBYLSKI W., BADURA J., 2001 — Kenozoiczny wulkanizm na obszarze południowej Opolszczyzny oraz problem wieku osadów podścielających i przykrywających bazalty. *In: Serie rzeczne i lodowcowe Opolszczyzny – VIII Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski*: 127–129. Państw. Inst. Geol. Oddz. Dolnośl., Wrocław.
- SAWICKI L., 1955 — Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25 000, ark. Głucholazy. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SAWICKI L., 1970 — Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25 000, ark. Podlesie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SAWICKI L., 1972 — Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów 1:25 000, ark. Podlesie. Wyd. Geol., Warszawa.
- SAWICKI L., MAJEROWICZ A., GRODZICKI A., URUNG R., 1974 — Osady fliszowe kulmu Sudetów Wschodnich. Przewod. XLVI Zjazdu PTG, Opole: 142–153.
- SOBOL K., 1992 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Dobrodzień. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŚLIWA Z., 1974 — Bazalty województwa opolskiego i ich znaczenie gospodarcze. *Mater. i Stud. Op.*, **30**: 175–195.
- TRZEPLA M., 1988 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Jełowa. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TRZEPLA M., 1993 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, ark. Kędzierzyn-Koźle. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- UNRUG R., 1974 — Dolny karbon w facji fliszowej (kulm) w południowej części Opolszczyzny. Przewod. XLVI Zjazdu PTG, Opole, 142–153.
- WROŃSKI J., 1970 — Przejawy plejstoceńskiego wulkanizmu bazaltowego w Dębowcu koło Szklar na Dolnym Śląsku. *Kwart. Geol.*, **14**: 535–545.
- WROŃSKI J., 1973 — Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1:25 000, ark. Ziębice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WROŃSKI J., 1975 — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Sudetów 1:25 000, ark. Ziębice. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ZAWIDZKA K., 1974 — Stratygrafia triasu opolskiego na podstawie konodontów. Przewod. XLVI Zjazdu PTG, Opole, 27–29.
- ZATON M., PIECHOTA A., 2003 — Carnian (Late Triassic) charophyte flora of the Paleorhinus biochron at Krasiejów (SW Poland). *Freiberger Forschungshefte C 499: Paleontologie, Stratigraphie, Fazies*, **11**: 43–51.