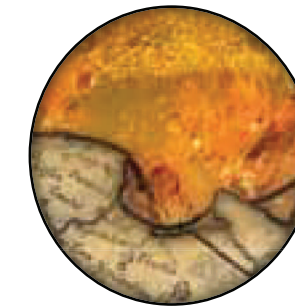


BURSZTYN BAŁTYCKI – SKARB ZATOKI GDAŃSKIEJ
BALTIC AMBER – TREASURE OF THE BAY OF GDAŃSK





BURSZTYN BAŁTYCKI – SKARB ZATOKI GDAŃSKIEJ
Bursztyn bałtycki w nauce, kulturze, jubilerstwie i promocji regionu

BALTIC AMBER – TREASURE OF THE BAY OF GDAŃSK
Baltic amber in science, culture, jewellery and promotion of the region

Redakcja / Edited by
Ryszard Szadziwski, Robert Pytlos, Jacek Szwedo

Jak dotąd istnieje 17 nazw rodzajowych i gatunkowych związanych z Gdańskiem, ale kolejne są w trakcie oficjalnego nadawania. Jedną z pierwszych formalnie opisanych inkluzji jest karaluch gdański, obecnie znany pod nazwą *Ischnoptera gedanensis* (Germar i Berendt, 1856). Bardzo rzadko opisywanymi inkluzjami z bursztynu bałtyckiego są ślimaki, ale nawet wśród nich znajdziemy „gdański” gatunek – *Strobilops gedanensis* (Klebs, 1886).

To date, there are 17 generic and species names associated with Gdańsk, with more in the process of being officially coined. One of the first inclusions to be formally described was the Gdańsk cockroach, today known as *Ischnoptera gedanensis* (Germar & Berendt, 1856). Snails are very rarely described from Baltic amber inclusions, but even they have a “Gdańsk” species: the *Strobilops gedanensis* (Klebs, 1886).



1. *Culicoides gedaniensis*, fot. Muzeum Inkluzji w Bursztynie
1. *Culicoides gedaniensis*, photo: Museum of Amber Inclusions

FAUNA LASU BURSZTYNOWEGO

RYSZARD SZADZIEWSKI,
JACEK SZWEDO,
ELŻBIETA SONTAG

Uniwersytet Gdański, Katedra Zoologii Bezkręgowców i Parazytologii, ul. Wita Stwosza 59, 80-308 Gdańsk

Fauna lasu, w którym powstawał bursztyń bałtycki, należy do najlepiej poznanych regionalnych faun kopalnych na świecie. Przez ponad 200 lat badań naukowych opisano ponad 4,3 tys. gatunków zwierząt. Jest to liczba wysoka, zwłaszcza jeśli uwzględnimy fakt, iż we współczesnej śródlądowej faunie Europy liczba znanych gatunków wynosi ponad 132 tys. (Fauna Europaea 2017), w Polsce 35,4 tys., a intensywnie badana fauna Puszczy Białowieskiej liczy tylko 11,4 tys. (Gutowski i Jaroszewicz 2001).

Bogatsza niż współczesna fauna Polski

Interesujące jest pytanie, ile gatunków mogła liczyć cała fauna lasu bursztynowego, uwzględniając fakt, iż różnorodność gatunkowa zakonserwowana w burszynie obejmuje jedynie niewielki fragment ówczesnej fauny, dosyć mocno wypaczony przez selektywną pułapkę bursztynową (Szadziwski 2006a). Pułapka ta była głównie pułapką lepową preferującą drobne formy latające, takie jak muchówki (Diptera), których udział (1248 gatunków) wynosi aż 29,56% całej fauny „inkluzjowej”. W faunie Puszczy Białowieskiej udział muchówek jest znacznie mniejszy i stanowi 14,85%, w śródlądowej faunie Polski 19,83%, a w śródlądowej faunie Europy 14,39%. W faunie światowej obejmującej 1 200 000 gatunków (Grimaldi i Engel 2005) muchówki liczące 125 000 gatunków stanowią zaledwie 10,4% (Tab. 1, Ryc. 2). Przyjmując, że proporcjonalny udział muchówek w faunach współczesnych i faunie lasu bursztynowego jest podobny, można w prosty sposób obliczyć, że w lesie bursztynowym żyło od 6 000 do 12 000 gatunków zwierząt. Są to jednak liczby zdecydowanie zaniżone, zwłaszcza jeśli wziąć pod uwagę najważniejsze

FAUNA OF THE AMBER FOREST

RYSZARD SZADZIEWSKI,
JACEK SZWEDO,
ELŻBIETA SONTAG

University of Gdańsk, Department of Invertebrate Zoology and Parasitology, ul. Wita Stwosza 59, 80-308 Gdańsk, Poland

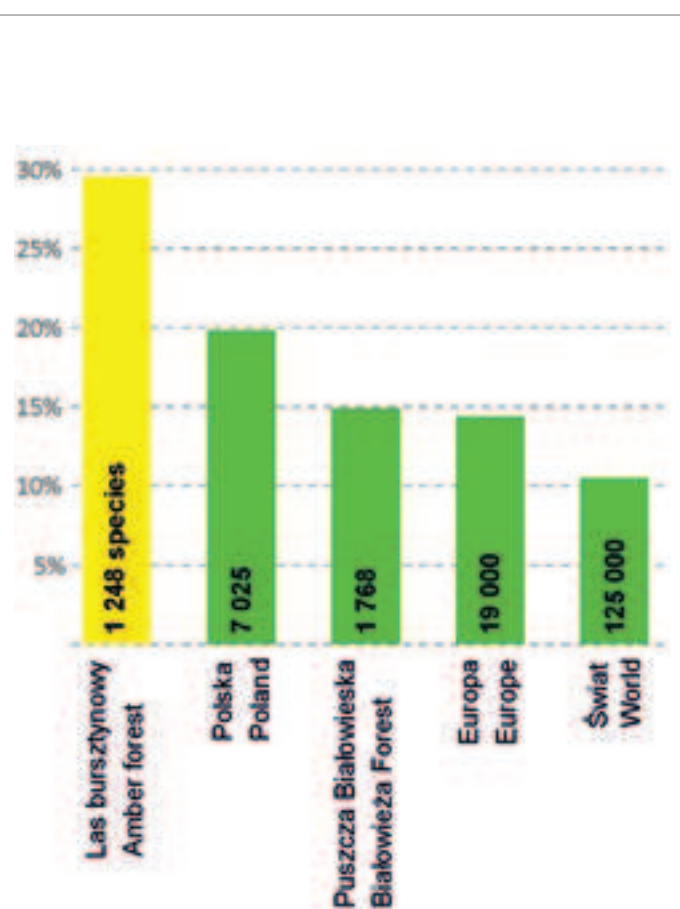
The fauna of the forest in which Baltic amber was formed is one of the best known regional fossil faunas in the world. Over more than 200 years of research, more than 4,300 animal species have been described. It is a substantial number, especially considering the fact that there are over 132,000 known species of Europe’s contemporary inland fauna (Fauna Europaea 2017), 35,400 in Poland and only 11,400 in the intensely researched Białowieża Forest (Puszcza Białowieska) (Gutowski & Jaroszewicz 2001).

More abundant than the fauna of present-day Poland

It is an interesting question how many species there may have been in the entire fauna of the amber forest, considering the fact that the diversity of species preserved in amber only covers a small section of the then existing fauna, rather highly distorted by the selective amber trap (Szadziwski 2006a). This trap was mainly of the flypaper variety, with a preference for small flying creatures, such as dipterans (Diptera), with their share (1,248 species) being as much as 29.56% of the entire inclusion fauna. The share of dipterans in the Białowieża Forest fauna is much lower at 14.85%, in Poland’s inland fauna at 19.83% and in Europe’s inland fauna at 14.39%. In the world’s fauna, which has 1,200,000 species (Grimaldi & Engel 2005), dipterans constitute just 10.4% with 125,000 (Table 1, Fig. 2). Assuming that the ratio of dipterans in present-day faunas is similar to that of the amber forest fauna, it can be simply calculated that the amber forest was inhabited by 6,000 to 12,000 animal species. However, these figures are greatly underestimated, especially when considering the most important factors which influence the

| | Las bursztynowy Baltic amber forest | | Puszcza Białowieża Białowieża Forest | | Polska Poland | | Świat World | |
|---------------|--|--------|---|--------|------------------|--------|----------------|--------|
| | Count | % | Count | % | Count | % | Count | % |
| Arachnida | 783 | 18,08% | 933 | 8,07% | 4 000 | 11,29% | 98 000 | 8,17% |
| Insecta s.l. | 3 475 | 80,23% | 9 352 | 80,87% | 2 6582 | 75,05% | 925 000 | 77,08% |
| inne / other | 73 | 1,69% | 1 279 | 11,06% | 4 837 | 13,66% | 178 000 | 14,80% |
| razem / total | 4331 | | 11564 35419 | | | | 1 200 000 | |
| Diptera | 1248 | 29,56% | 1768 | 14,85% | 7025 | 19,83% | 125 000 | 10,48% |

Tabela 1. Bogactwo gatunkowe wybranych taksonów w różnych faunach
Table 1. Species richness of selected taxa in various faunas



2. Udział gatunków muchówek (Diptera) w różnych faunach
2. Rate of Diptera species in selected faunas

abundance of any fauna: the size of the research area, along with the habitat and floristic diversity (Trojan 1992). In our opinion, the fauna of the huge area taken up by the Eocene amber forests was more abundant than that of present-day Poland and may have included at least 40,000 species. This is indicated by well-researched insect groups, such as the biting midges family (Diptera: Ceratopogonidae), which was represented by more genera in the amber forest fauna than in present-day Poland (Szadziewski 2017, in press). It is also probable that the Eocene fauna of the amber forest evolved continuously for at least 10 million years and, in this long period which also involved climate changes, was enriched as species were being superseded.

The fauna of the amber forest has been the subject of multiple faunal and ecological analyses. The more important studies of this kind include those by the following authors: Ander (1942), Bachofen-Echt (1949), Larsson (1978), Poinar (1992), Krzemińska & Krzemiński (1993), Weitschat & Wichard (1998), Ross (1998), Szadziewski & Sontag (2001), Janzen (2002), Wichard *et al.* (2009), Gröhn (2015).

Taxonomic groups

A total of 4,331 species from all of the more numerous groups of inland animals have been described from Baltic amber. The species are classified as extinct (fossil) genera and as extant genera. Today, zoologists agree that all the species from the Eocene amber forest are extinct. Previous reports about extant

czynnik, które mają wpływ na bogactwo fauny: wielkość badanego obszaru oraz zróżnicowanie siedliskowe i florystyczne (Trojan 1992). Naszym zdaniem fauna olbrzymich terenów zajętych przez eoceńskie lasy bursztynowe była bogatsza niż współczesna fauna Polski i liczyć mogła co najmniej 40 tys. gatunków. Wskazują na to dobrze poznane grupy owadów, np. rodzina kuczmanów (Diptera: Ceratopogonidae), która w faunie lasu bursztynowego była reprezentowana przez większą liczbę rodzajów niż współcześnie w Polsce (Szadziewski 2017, w druku). Jest również prawdopodobne, że eoceńska fauna lasu bursztynowego ewoluowała bez przerwy przez co najmniej 10 mln lat i w tym długim okresie, związanym także ze zmianami klimatycznymi, była wzbogacana przez zastępowane gatunki.

Fauna lasu bursztynowego była przedmiotem wielu analiz faunistycznych i ekologicznych. Do ważniejszych opracowań tego rodzaju należą pozycje następujących autorów: Ander (1942), Bachofen-Echt (1949), Larsson (1978), Poinar (1992), Krzemińska i Krzemiński (1993), Weitschat i Wichard (1998), Ross (1998), Szadziewski i Sontag (2001), Janzen (2002), Wichard i in. (2009), Gröhn (2015).

Grupy taksonomiczne

Z bursztynu bałtyckiego opisano 4331 gatunków należących do wszystkich liczniejszych grup zwierząt śródłądowych. Gatunki te są zaliczone do rodzajów wymarłych, czyli kopalnych, oraz rodzajów współczesnych. Obecnie zoologowie są zgodni, że wszystkie gatunki eoceńskiego lasu bursztynowego są wymarłe. Wcześniejsze doniesienia o gatunkach współczesnych były oparte na inkluzjach fałszowanych, jak *Fannia scalaris* (patrz *Falsyfikaty i stwierdzenia wątpliwe*), albo wynikały z założenia, że jeśli nie można odróżnić gatunku z bursztynu bałtyckiego od podobnego współczesnego, to nie ma powodów, aby traktować go jako odrębny gatunek fosylowy.

W tabeli 2 podsumowano aktualne dane o zanotowanych taksonach i liczbie opisanych dotąd gatunków. Do taksonów najliczniejszych pod względem liczby nazwanych gatunków należą muchówki (Diptera), pająki (Araneida), chrząszcze (Coleoptera),

species were either based on fake inclusions, such as the *Fannia scalaris* (see Fakes) or resulted from the assumption that if a Baltic amber species could not be distinguished from a similar extant species, there was no reason to treat it as a separate fossil species.

Table 2 sums up the current data on the recorded taxa and the number of species described to date. The most numerous taxa in terms of the named species include true flies (Diptera), spiders (Araneida), beetles (Coleoptera), membrane-winged insects (Hymenoptera) and true bugs (Hemiptera) (Fig. 3). According to research by Sontag (2003), in terms of the number of specimens, inclusions are dominated by true flies (Diptera), mites (Acari), membrane-winged insects (Hymenoptera), springtails (Collembola), true bugs (Hemiptera), spiders (Araneida), caddis flies (Trichoptera) and beetles (Coleoptera) (Fig. 4).

Common taxa

The taxa with the largest number of described species (Table 2) include true flies (Diptera) – 1,248 species, followed by spiders (Araneida) – 613, beetles (Coleoptera) – 574, membrane-winged insects (Hymenoptera) – 569 and true bugs (Hemiptera) – 343 species. Other groups are much less numerous. They include: mites (Acari), springtails (Collembola), caddis flies (Trichoptera), thrips (Thysanoptera), butterflies (Lepidoptera), barklice (Psocoptera), cockroaches (Blattodea), termites (Isoptera), myriapods (Myriapoda), jumping bristletails (Archeognatha), orthopterans (Orthoptera), pseudoscorpions (Pseudoscorpionida) and harvestmen (Opilionida) (Table 2, Fig. 3). We shall address in more detail only true flies, as the largest group among inclusions, and the less numerous true bugs.

True flies (Diptera)

True flies are a taxon that is most numerously represented in Baltic amber, in terms of both the number of species (Table 2) and the number of specimens recorded among zooinclusions (Fig. 4).

They first appeared in the fossil record in the Triassic (the Mesozoic), ca. 240 Ma. In terms of ecology, they are the most diverse group of insects, with their

| | Gatunki Species | | Gatunki Species |
|------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| Turbellaria (?) | 1 | Ephemeroptera | 36 |
| Nematoda | 24 | Odonata | 4 |
| Rotatoria (?) | + | Plecoptera | 17 |
| Polychaeta (?) | + | Embioptera | 1 |
| Oligochaeta | 1 | Dermaptera | 8 |
| Gastropoda | 10 | Mantodea | 1 |
| Onychophora (?) | 1 | Blattodea | 35 |
| Arthropoda | 4275 | Isoptera | 12 |
| Crustacea | 17 | Phasmatodea | 7 |
| Isopoda | 9 | Notoptera | 4 |
| Amphipoda | 8 | Orthoptera | 20 |
| Ostracoda | + | Psocoptera | 37 |
| Arachnida | 783 | Hemiptera | 343 |
| Acari | 111 | Thysanoptera | 116 |
| Araneae | 613 | Neuroptera | 32 |
| Opilionidea | 16 | Raphidioptera | 6 |
| Pseudoscorpionidea | 31 | Megaloptera | 7 |
| Scorpionidea | 11 | Coleoptera | 574 |
| Solifugae | 1 | Strepsiptera | 12 |
| Myriapoda | 17 | Hymenoptera | 569 |
| Chilopoda | 7 | Aphaniptera | 4 |
| Symphyla | 2 | Trichoptera | 250 |
| Diplopoda | 7 | Lepidoptera | 81 |
| Paupopoda | 1 | Mecoptera | 12 |
| Insecta | 3475 | Diptera | 1248 |
| Diplura | 1 | Chordata | |
| Collembola | 19 | Reptilia | 2 |
| Archeognatha | 17 | Aves | + |
| Zygentoma | 2 | Mammalia | +++ |
| RAZEM/TOTAL | | 4331 | |

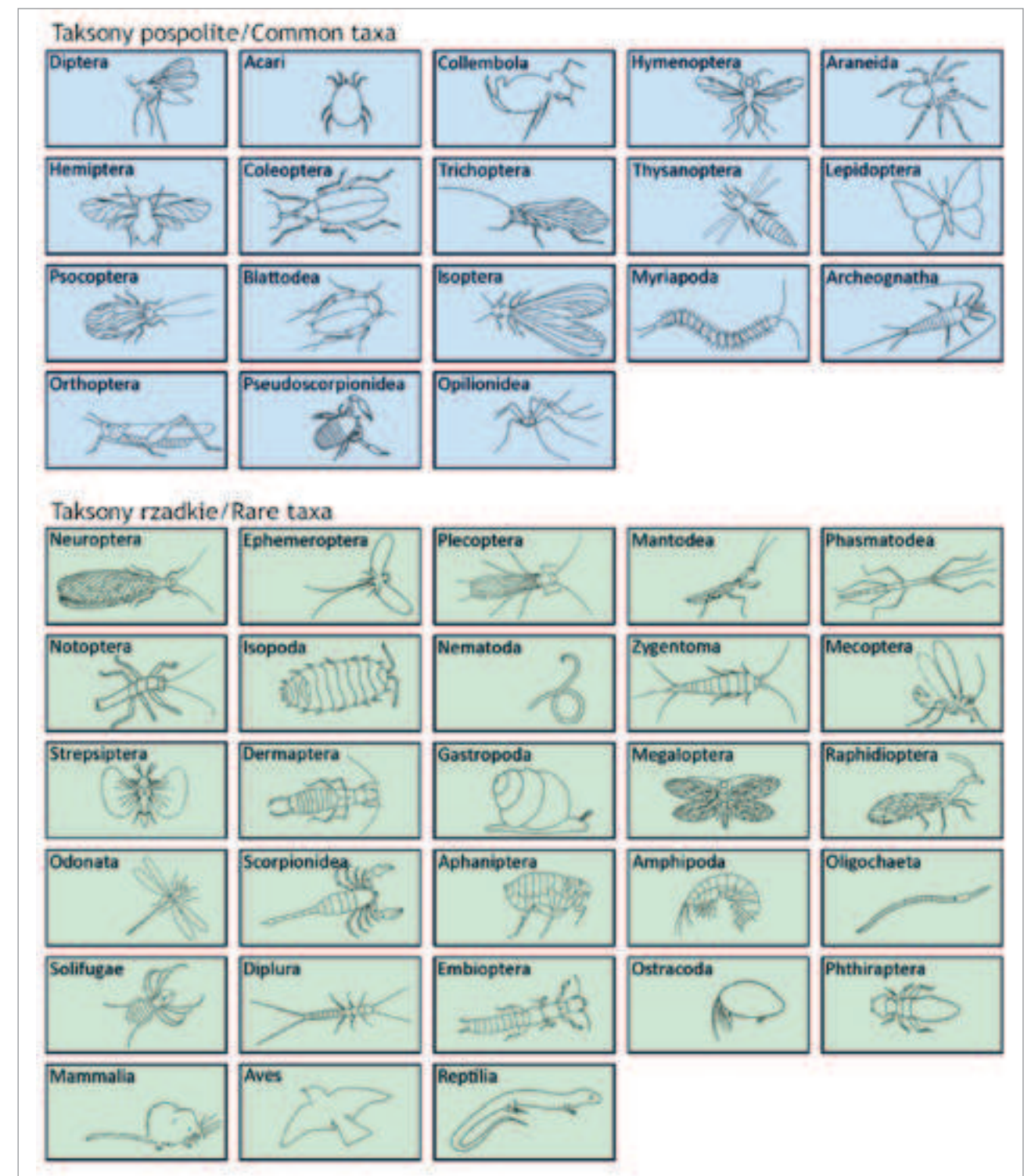
Tabela 2
Taksony wykazane z bursztynu bałtyckiego. Dane w oparciu
głównie o Paleobiology Database – <http://fossilworks.org>
(czerwiec 2016)

Table 2
Taxa reported from Baltic amber. Data based mostly
on Paleobiology Database – <http://fossilworks.org>
(June 2016)

evolutionary success owed mainly to being able to adjust to using ephemeral sources of food. Their ontogenetic development, next to the egg and several larval stages, includes a pupa. Adult dipterans live only on land, whereas the larvae develop in aquatic, terrestrial-aquatic, and terrestrial environments. Ca. 125,000 species have been described worldwide and 7,025 in Poland's extant fauna (Szadziewski & Gilka 2012).

Adult flies eat only liquid food; however, they often have atrophied mouthparts and do not take any food. Larvae and adult forms usually live in different environments and feed differently. For example, the larvae of mosquitoes (Culicidae) live in water and eat microorganisms (bacteria, protozoans, algae, fungi) and detritus, the pupae live in water and do not take any food, adult females feed on the blood of vertebrates and the nectar produced by flowers, whereas males take no protein food but only drink nectar instead.

Most dipteran species in the larval stage are saprophages (detritivores) which feed on the dead remains of plants and animals, rotting algae and fungi, and animal faeces. They play an important part in decomposing organic matter. Saprophages include the larvae of dark-winged fungus gnats (Sciaridae), fungus gnats (Mycetophilidae s. l.), winter crane flies (Trichoceridae), March flies (Bibionidae), some gall midges (Cecidomyiidae) and many other families. The ecological group of phytophages (herbivores) includes the dipterans with their larvae producing galls (cecidia) on various parts of plants: some gall midges (Cecidomyiidae), fruit flies (Tephritidae) and some grass flies (Chloropidae), or mining by burrowing into the tissue of vascular plants: leaf-miner flies (Agromyzidae), some root-maggot flies (Anthomyiidae). To date, no galls or mines produced by dipterans have been found in the amber forest, nor have the families Agromyzidae or Tephritidae. Adult dipterans are often visitors to flowers where they feed on nectar or pollen. Higher dipterans with sucking and lapping mouthparts often partake of sweet honeydew produced by true bugs (Hemiptera). Honeydew is rarely used by the dipterans



3. Taksony pospolite i rzadkie wśród inkluzji w bursztynie bałtyckim
3. Common and rare taxa among inclusions of Baltic amber

blonkówki (Hymenoptera) i pluskwiaki (Hemiptera) (Ryc. 3). Według badań Sontag (2003) wśród inkluzji pod względem liczby okazów dominują muchówki (Diptera), roztocze (Acari), blonkówki (Hymenoptera), skoczogonki (Collembola), pluskwiaki (Hemiptera), pająki (Araneida), chrząściki (Trichoptera) i chrząszcze (Coleoptera) (Ryc. 4).

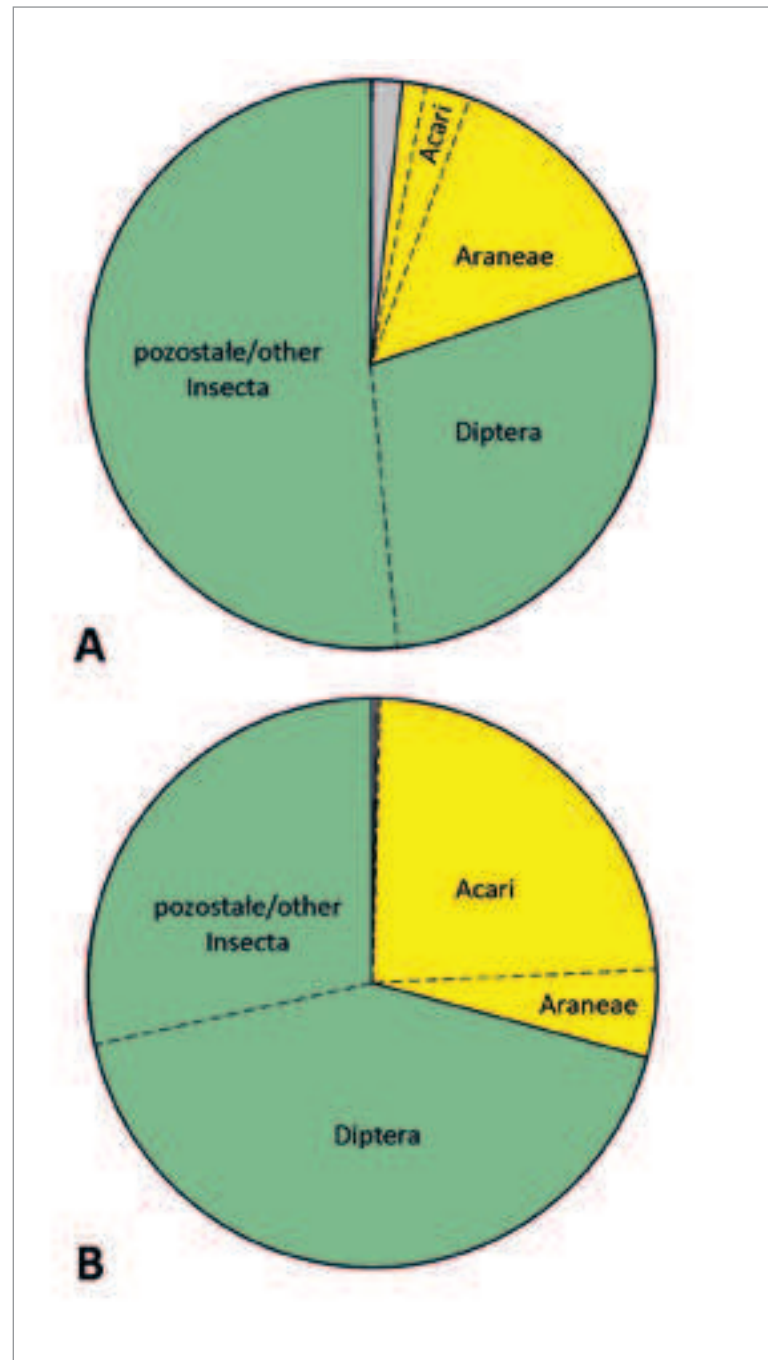
Taksony pospolite

W grupie taksonów najbogatszych w opisane gatunki (Tab. 2) na pierwszym miejscu znalazły się muchówki (Diptera) – 1248 gatunków, następnie pająki (Araneida) – 613 gatunków, chrząszcze (Coleoptera) – 574 gatunki, (Hymenoptera) – 569 gatunków oraz pluskwiaki (Hemiptera) – 343 gatunki. Inne grupy są zdecydowanie mniej liczne. Należą do nich: roztocze (Acari), skoczogonki (Collembola), chrząściki (Trichoptera), przyłżeńce (Thysanoptera), motyle (Lepidoptera), psotniki (Psocoptera), karaczany (Blattodea), termity (Isoptera), wije (Myriapoda), przerzutki (Archeognatha), prostoskrzydłe (Orthoptera), zaleszczotki (Pseudoscorpionidea) i kosarze (Opilionidea) (Tab. 2, Ryc. 3). Bliżej omawiamy jedynie najliczniejszą wśród inkluzji grupę muchówek oraz mniej liczne pluskwiaki.

Muchówki (Diptera)

Muchówki to takson zwierząt najliczniej reprezentowany w bursztynie bałtyckim, zarówno pod względem liczby gatunków (Tab. 2), jak i liczby osobników notowanych wśród zooinkluzji (Ryc. 4).

W zapisie kopalnym pojawiły się w triasie (era mezozoiczna) około 240 mln lat temu. Pod względem ekologicznym stanowią najbardziej różnorodną grupę owadów, a swój sukces ewolucyjny zawdzięczają głównie przystosowaniom do korzystania z efemerycznych źródeł pokarmu. W rozwoju ontogenetycznym oprócz jaja i kilku stadiów larwalnych występuje poczwarka. Dorosłe muchówki są wyłącznie lądowe, natomiast larwy rozwijają się w środowiskach wodnych, ziemnowodnych i lądowych. Na świecie opisano około 125 000 gatunków, a we współczesnej faunie Polski – 7025 (Szadziewski i Giłka 2012).



4. Proporcje liczniejszych grup wśród inkluzji zwierzęcych. A – na podstawie nazwanych gatunków, B – na podstawie liczebności osobników w nieselekcyonowanym bursztynie (Sontag 2003)
4. Proportions of common taxa among animal inclusions. A – based on named species, B – based on number of specimens in unselected sample of amber (Sontag 2003)

Dorosłe muchy odżywiają się wyłącznie pokarmem płynnym; często jednak mają zmarniałe aparaty gębowe i nie pobierają pokarmu. Larwy i postacie dorosłe żyją zwykle w innych środowiskach i odżywiają się w odmienny sposób. Na przykład larwy komarów (Culicidae) żyją w wodzie i żywią się mikroorganizmami (bakterie, pierwotniaki, glony, grzyby) oraz detrytusem, poczwarki żyją w wodzie i nie pobierają żadnego pokarmu, dorosłe samice odżywiają się krwią kręgowców i nektarem wytwarzanym przez kwiaty, natomiast samce nie pobierają pokarmu białkowego i piją jedynie nektar.

Większość gatunków muchówek w stadium larwalnym to saprofagi odżywiające się martwymi szczątkami roślin i zwierząt, gnijącymi glonami i grzybami oraz odchodami zwierząt. Odgrywają istotną rolę w rozkładzie materii organicznej. Saprofagami są larwy ziemiorek (Sciaridae), grzybiarek czyli bedliszek (Mycetophilidae s. l.), pozmrozkwatych (Trichoceridae), leniowatych (Bibionidae), części pryszczarkowatych (Cecidomyiidae) i wielu innych rodzin. Do grupy ekologicznej fitofagów zaliczane są muchówki, których larwy wytwarzają galasy (wyośla, cecidia) na różnych częściach roślin – część pryszczarkowatych (Cecidomyiidae), nasionnicowate (Tephritidae), niektóre niezmiarkowate (Chloropidae) – albo minują, drążąc kanały w tkance roślin naczyniowych – miniarkowate (Agromyzidae), niektóre śmietkowate (Anthomyiidae). Dotychczas nie stwierdzono w lesie bursztynowym galasów i min wywoływanych przez muchówki oraz rodzin: Agromyzidae i Tephritidae. Dorosłe muchówki są częstymi gośćmi na kwiatkach, gdzie odżywiają się nektarem lub pyłkiem. Muchówki wyższe posiadające ssąco-liżący aparat gębowy często korzystają ze słodkiej rosy miodowej, czyli spadzi wytwarzanej przez pluskwiaki (Hemiptera). Rzadko wykorzystują spadź muchówki posiadające kłująco-ssący aparat gębowy, np. kuczmany (Ceratopogonidae). Wśród muchówek jest wiele gatunków drapieżnych w stadium larwalnym lub imaginalnym. Drapieżne dorosłe muchówki występują w rodzinach błyskleniowatych (Dolichopodidae), wujkowatych (Empididae), łowikowatych (Asilidae),

Naukowe nazwy organizmów opisywanych na podstawie inkluzji muszą pochodzić z języka łacińskiego lub mieć przynajmniej zlatynizowaną formę. Odkrywca nowego gatunku ma przywilej nadania mu oficjalnej nazwy, a jego nazwisko jest zawsze z nią skojarzone.

The scientific names of the organisms described from inclusions have to come from Latin or at least have a Latinised form. The discoverer of a new species has the right to give it an official name and their surname is always associated with it.

with piercing and sucking mouthparts, for example biting midges (Ceratopogonidae). Many true fly species are predators in their larval or imaginal stages. Predatory adult true flies can be found in the families of long-legged flies (Dolichopodidae), balloon flies (Empididae), robber flies (Asilidae), snipe flies (Rhagionidae), some biting midges (Ceratopogonidae) and many others. Only females are predators in the group of lower dipterans, i.e. Nematocera, whereas both genders are predators in higher dipterans, i.e. Brachycera. The tissue of the prey is eaten in liquid form: first a predatory true fly injects the captured prey with its saliva containing proteolytic enzymes and then sucks out the pre-digested tissue.

Predatory larvae are found in all phantom flies (Chaoboridae), awl flies (Xylophagidae), Asilidae, stiletto flies (Therevidae), horse and deer flies (Tabanidae), Rhagionidae, Empididae, in some midges (Chironomidae), Ceratopogonidae, Dolichopodidae, scuttle flies (Phoridae), hover flies (Syrphidae) and in many other families. There are many parasitoids among true flies, with their larvae being endoparasites/endopredators which gradually consume the body of the host leading to its death. Apart from insects, their hosts include earthworms, snails, myriapods, scorpions, spiders and terrestrial isopods

kobyliczkowatych (Rhagionidae), części kuczmanów (Ceratopogonidae) i wielu innych. W grupie muchówek niższych, czyli Nematocera, drapieżne są jedynie samice, natomiast u wyższych muchówek Brachycera obie płcie. Tkanki ofiar są konsumowane w postaci płynnej. Odbywa się to w ten sposób, że najpierw drapieżna muchówka wprowadza do wnętrza złowionej ofiary ślinę zawierającą enzymy proteolityczne, a następnie wysysa nadtrawione tkanki.

Drapieżne larwy występują u wszystkich wodzieni (Chaoboridae), dziupleniowatych (Xylophagidae), Asilidae, dziewierkowatych (Therevidae), bąków (Tabanidae), Rhagionidae, Empididae, u części ochotkowatych (Chironomidae), Ceratopogonidae, Dolichopodidae, zadrowatych (Phoridae), bzygowatych (Syrphidae) i wielu innych rodzinach. Wśród muchówek liczne są pasożytniki, których larwy są pasożytami/drapieżnikami wewnętrznymi – zjadają one stopniowo ciało gospodarza, doprowadzając do jego śmierci. Ich żywicielami są oprócz owadów dżdżownice, ślimaki, wiję, skorpiony, pająki i lądowe równonogi (Isopoda). Rodzinami występującymi w lesie bursztynowym i skupiającymi wyłącznie pasożytniki są wysiępkowate (Conopidae), Pyrgotidae, Pipunculidae, opękowate (Acroceridae) i Cryptochetidae.

W lesie bursztynowym występowały także muchówki, które pasożytowały w stadium dorosłym. Samice prawie wszystkich gatunków komarów (Culicidae), meszek (Simuliidae), Corethrellidae odżywiają się krwią kręgowców, głównie stałocieplnych (ssaki, ptaki). W rodzinie kuczmanów są znane gatunki w rodzaju *Forcipomyia* i *Atrichopogon*, które odżywiają się hemolimfą ważek (Odonata), siatkoskrzydłych (Neuroptera), motyli (Lepidoptera) czy nawet chrząszczy (Coleoptera).

Wiele muchówek w stadium larwalnym żyje w środowiskach wodnych. W faunie dennej wód śródlądowych dominują one pod względem liczby gatunków, liczebności i biomasy. Ze środowiskiem wodnym i ziemnowodnym są związane larwy wszystkich lub części gatunków ochotkowatych (Chironomidae), nikłoni (Dixidae), wodzieni (Cha-

Isopoda). The families which lived in the amber forest and included almost exclusively parasitoids are: thick-headed flies (Conopidae), light flies (Pyrgotidae), big-headed flies (Pipunculidae), small-headed flies (Acroceridae) and scale parasite flies (Cryptochetidae).

The amber forest also included true flies which were parasites in their adult stage. The females of almost all species of mosquitoes (Culicidae), black flies (Simuliidae) and frog-biting midges (Corethrellidae) feed on the blood of vertebrates, mainly warm-blooded ones (mammals, birds). There are species such as *Forcipomyia* and *Atrichopogon* in the biting midges family which feed on the hemolymph of dragonflies (Odonata), net-winged insects (Neuroptera), butterflies (Lepidoptera) or even beetles (Coleoptera).

Many true flies live in aquatic environments in their larval stage. They predominate in terms of the number of species, population size and biomass in the benthic fauna of inland waters. The larvae of all or some of the following family species are associated with aquatic and terrestrial-aquatic environments: non-biting midges (Chironomidae), meniscus midges (Dixidae), phantom flies (Chaoboridae), mosquitoes (Culicidae), biting midges (Ceratopogonidae), limoniid crane flies (Limoniidae), phantom crane flies (Ptychopteridae), balloon flies (Empididae), long-legged flies (Dolichopodidae), soldier flies (Stratiomyiidae), black flies (Simuliidae), Nymphomyiidae, moth flies and sand flies (Psychodidae), frog-biting midges (Corethrellidae), primitive crane flies (Tanyderidae), large crane flies (Tipulidae), cylindrotomid crane flies (Cylindrotomidae), snipe flies (Rhagionidae) and hover flies (Syrphidae). The larvae of true flies are an important soil fauna component, especially in forests, second only in terms of quantity to mites (Acari) and springtails (Collembola). In soil fauna, there are numerous saprophagous and zoophagous larvae of gall midges (Cecidomyiidae), dark-winged fungus gnats (Sciaridae), March flies (Bibionidae), large crane flies (Tipulidae), balloon flies (Empididae), scuttle flies (Phoridae), fungus gnats (Mycetophilidae *s.l.*) and many more.

oboridae), komarów (Culicidae), kuczmanów (Ceratopogonidae), kreślowatych (Limoniidae), wachlarzynowatych (Ptychopteridae), wujkowatych (Empididae), błyskleniowatych (Dolichopodidae), lwinowatych (Stratiomyiidae), meszek (Simuliidae), Nymphomyiidae, ćmiankowatych (Psychodidae), Corethrellidae, Tanyderidae, komarnic (Tipulidae), Cylindrotomidae, kobyliczek (Rhagionidae) i bzygów (Syrphidae). Larwy muchówek są ważnym składnikiem fauny glebowej, zwłaszcza leśnej, ustępując pod względem liczebności jedynie roztoczom (Acari) i skoczogonkom (Collembola). W faunie glebowej liczne są saprofagiczne lub zoofagiczne larwy pryszczarków (Cecidomyiidae), ziemiórek (Sciaridae), leni (Bibionidae), komarnic (Tipulidae), wujkowatych (Empididae), zadrowatych (Phoridae), grzybiarek (Mycetophilidae *s.l.*) i wielu innych.

Muchówki zanotowane w bursztynie bałtyckim należą do prawie 80 rodzin (Tab. 3). Do najliczniej reprezentowanych należą ochotkowate (Chironomidae) (Ryc. 12D), związane z wodami śródlądowymi, oraz Sciaridae (Ryc. 14D) i Mycetophilidae *s.l.* (Ryc. 14B), związane z lasami. W lesie bursztynowym prawie nie było dużych i krępych muchówek z grupy Calyptratae, bowiem okres eocenu był początkiem ich gwałtownej ewolucji. Dopiero kilkanaście lat temu (Michelsen 2000) odkryto pierwszy i dotąd jedyny gatunek Calyptratae należący do rodziny śmietkowatych (Anthomyiidae) – *Protanthomyia minuta*. Obecnie ta grupa dużych much zaliczanych do Calyptratae licząca ponad 20 tysięcy gatunków jest bardzo częsta w środowiskach związanych z hodowlą zwierząt (symbowile) i ludźmi (synantropy). Pełnią ważną funkcję sanitarną, przyspieszając rozkład martwej materii organicznej, a ich robakowate larwy występują pospolicie na śmietnikach, w odchodach i padlinie.

Pluskwiaki (Hemiptera)

Pluskwiaki to jeden z rzędów owadów „Wielkiej Piątki”, które są najbogatsze w gatunki. To bardzo stara grupa, której początki sięgają okresu karbońskiego, 330 milionów lat temu (Grimaldi i Engel 2005, Nel i in. 2013). Cechą łączącą tak rozmaite

| | | | |
|----------------------------|------------|-------------------------|----------|
| Nematocera | 874 | Chyromyidae | 1 |
| Anisopodidae | 5 | Clusiidae | 3 |
| Bibionidae | 14 | Conopidae | 3 |
| Cecidomyiidae | 128 | Cryptochetidae | 1 |
| Ceratopogonidae | 109 | Cypselosomatidae | 1 |
| Chaoboridae | 7 | Diopsidae | 2 |
| Chironomidae | 111 | Dolichopodidae | 70 |
| Corethrellidae | 4 | Drosophilidae | 1 |
| Culicidae | 5 | Dryomyzidae | 2 |
| Cylindrotomidae | 2 | Empididae | 70 |
| Dixidae | 4 | Heleomyzidae | 8 |
| Hesperinidae | 3 | Hoffeinsmyiidae | 1 |
| Limoniidae | 162 | Lauxaniidae | 2 |
| Mycetophilidae <i>s.l.</i> | 182 | Megamerinidae | 1 |
| Nymphomyiidae | 1 | Micropezidae | 2 |
| Pediciidae | 7 | Milichiidae | 2 |
| Psychodidae | 26 | Mythicomyiidae | 10 |
| Ptychopteridae | 1 | Natalimyziidae | + |
| Scatopsidae | 5 | Neurochaetidae | 2 |
| Sciaridae | 54 | Odiniidae | 1 |
| Simuliidae | 9 | Pallopteridae | 3 |
| Tanyderidae | 3 | Periscelididae | 1 |
| Tipulidae | 23 | Phoridae | 43 |
| Trichoceridae | 9 | Pipunculidae | 9 |
| Brachycera | 365 | Platypezidae | 1 |
| Acartophthalmidae | 1 | Protoneottiophilidae | 1 |
| Acroceridae | 5 | Pseudomyzidae | 2 |
| Anthomyiidae | 1 | Psilidae | 1 |
| Anthomyzidae | 12 | Pyrgotidae | + |
| Apsilocephalidae | 1 | Rhagionidae | 15 |
| Asilidae | 5 | Sciomyzidae | 6 |
| Asteiidae | 1 | Sepsidae | 1 |
| Athericidae | 2 | Stratiomyidae | 2 |
| Aulacigastridae | 1 | Syrphidae | 34 |
| Bolbomyiidae | 1 | Tabanidae | 8 |
| Bombyliidae | 4 | Therevidae | 4 |
| Camillidae | 2 | Vermileonidae | 1 |
| Campichoetidae | 3 | Xylophagidae | 1 |
| Carnidae | 1 | Xylomyiidae | 6 |
| Chamaemyiidae | 1 | Diptera unplaced | 9 |
| Chloropidae | 2 | | |

RAZEM/TOTAL 1248

Tabela 3

Gatunki muchówek wykazane z bursztynu bałtyckiego. Dane ilościowe oparte głównie o oparciu o Paleobiology Database – <http://fossilworks.org/> (czerwiec 2016)

Table 3

Diptera species reported from Baltic amber. Data based mostly on Paleobiology Database – <http://fossilworks.org/> (June 2016)



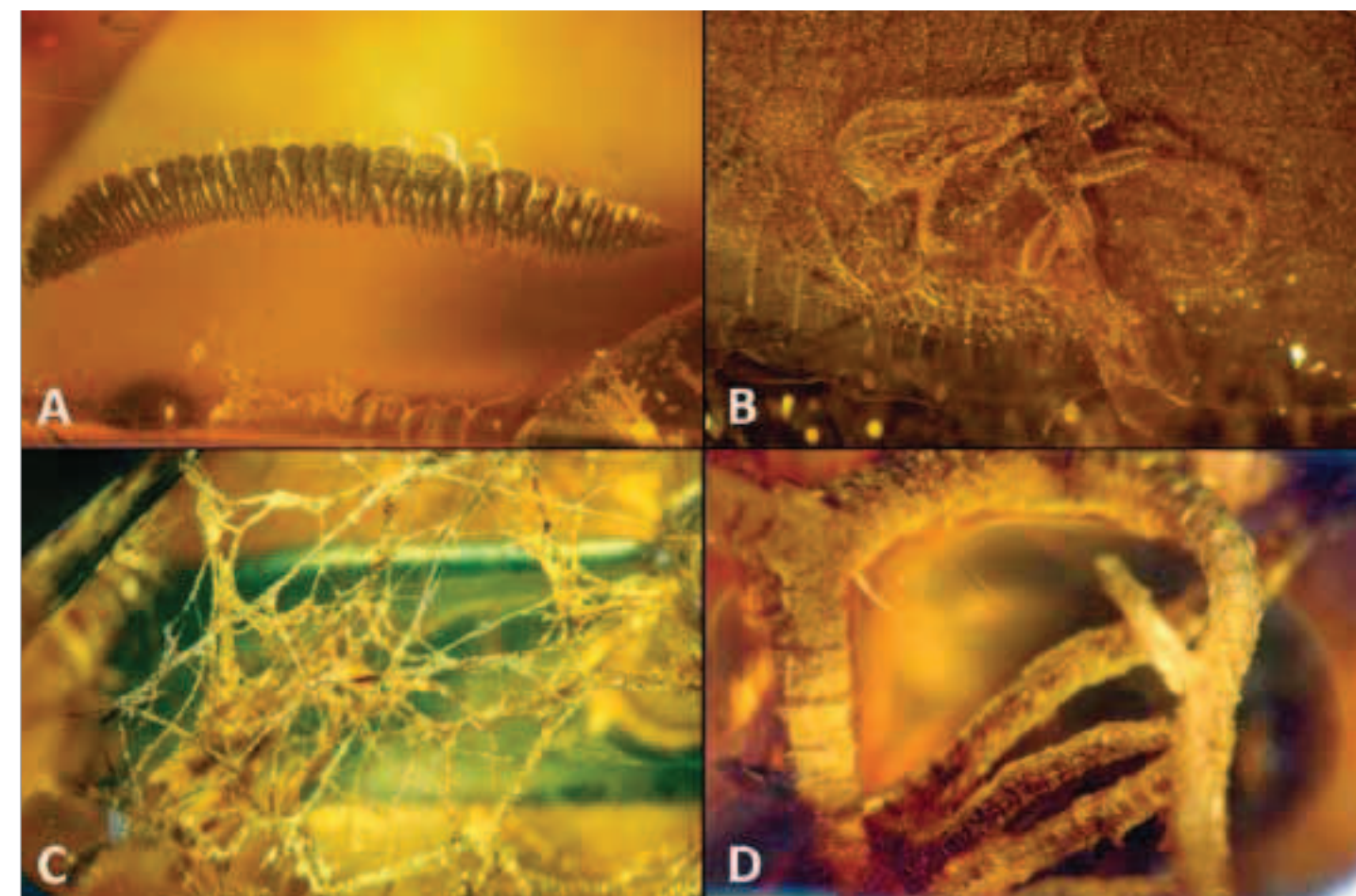
5. Najstarszy rysunek fałszywej inkluzji żaby (wg Hermannusa 1583)
5. The oldest drawing of forged frog inclusion (after Hermannus 1583)

owady jak np. mszyce, czerwce, cykady czy zajadki jest wyspecjalizowany kłująco-ssący aparat gębowy. Mimo tak zunifikowanego aparatu gębowego rozmaite grupy pluskwiaków mogą pobierać pokarm roślinny (soki roślinne z floemu i ksylemu, także bezpośrednio zawartość komórek roślinnych), pokarm zwierzęcy (płyny i rozpuszczone tkanki innych zwierząt) czy nawet krew kręgowców (Grimaldi i Engel 2005, Beutel i in. 2014). W tym rzędzie owadów wyróżniono dotychczas 302 rodziny, podzielone pomiędzy sześć podrzędów: wymarłe Paleorrhyncha, Sternorrhyncha (mszyce, czerwce, koliszki, mączliki i pokrewne grupy wymarłe), Fulgoromorpha (piewiki fulgorokształtne), Cicadomorpha (m.in. cykady, pieniki, skoczki, zgarby),

True flies recorded in Baltic amber belong to almost 80 families (Table 3). The ones with the strongest representation are non-biting midges (Chironomidae) (Fig. 12D) associated with inland waters, as well as Sciaridae (Fig. 14D) and Mycetophilidae *s. l.* (Fig. 14B) associated with forests. In the amber forest, there were almost no large and stocky dipterans of the Calyptratae group because the Eocene marked the beginning of their rapid evolution. Only a dozen or so years ago, Michelsen (2000) discovered the first and so far only Calyptratae species of the root-maggot fly family (Anthomyiidae) – *Protanthomyia minuta*. At present, this group of large true flies classified as Calyptratae, with more than 20,000 species, is very frequent in the environments associated with animal farming (symboviles) and humans (synanthropes). They play a very important sanitary role by accelerating the decomposition of dead organic matter, with their worm-like larvae commonly found in waste bins, in faeces and in carrion.

True bugs (Hemiptera)

True bugs are an order of the “Big Five” insects, which have the largest number of species. It is a very ancient group, with its origins going back to the Carboniferous, 330 Ma (Grimaldi & Engel 2005, Nel *et al.* 2013). The common feature shared by such diverse insects as aphids, scale insects, cicadas or assassin bugs are their specialised mouthparts used for piercing and sucking. Despite such uniform mouthparts, the diverse hemipteran groups are able to take vegetal food (plant sap from the phloem and xylem, also the contents of plant tissue directly), animal food (fluids and the dissolved tissue of other animals) or even vertebrate blood (Grimaldi & Engel 2005, Beutel *et al.* 2014). This insect order has 302 families distinguished to date, divided into 6 suborders: the extinct Paleorrhyncha, Sternorrhyncha (aphids, scale insects, jumping plantlice, whiteflies and related extinct groups), Fulgoromorpha, Cicadomorpha (including cicadas, froghoppers, leafhoppers, treehoppers), Coleorrhyncha (moss bugs) and Heteroptera (true bugs). So far, ca. 104,000 species of extinct and extant hemipterans have been described



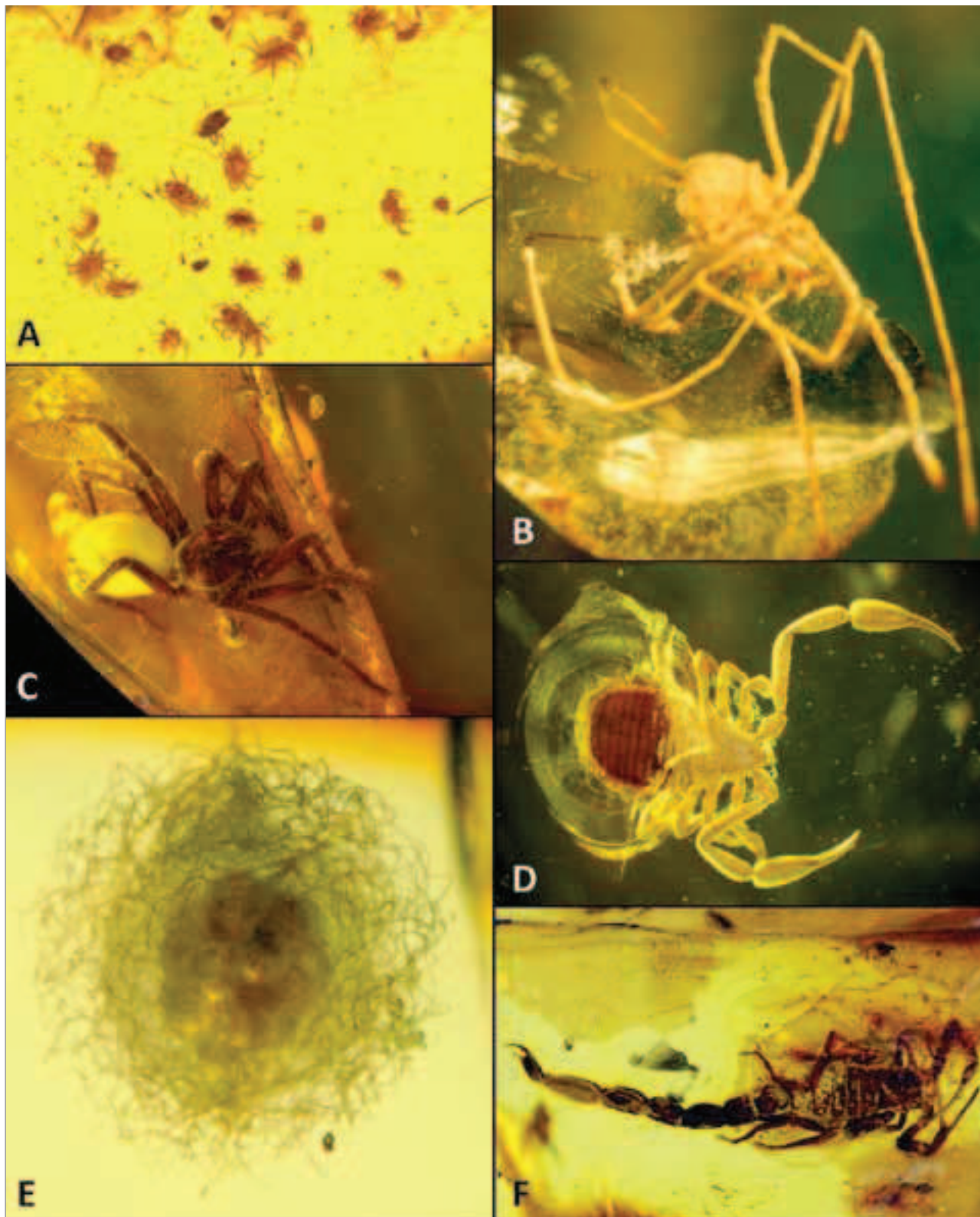
6. Pseudoinkluzja (A) i inkluzje „cukrowe” (B–D). A – pseudoinkluzja niby-wija, B – „cukrowa” muchówka, C – „cukrowa pajęczyna”, D – „cukrowe” coś
6. Pseudoinclusion (A) and “sugar” inclusions (B–D). A – pseudoinclusion of a pseudo-myriapod, B – “sugar” fly, C – “sugar” spider net, D – “sugar” thing

Coleorrhyncha oraz Heteroptera (pluskwiaki różnoskrzydłe). Dotychczas opisano około 104 000 gatunków wymarłych i współczesnych pluskwiaków (Beutel i in. 2014, EDNA 2015), ale liczba ta wydaje się bardzo zaniżona, bowiem szacuje się, że co najmniej drugie tyle gatunków wciąż czeka na formalny opis (Dietrich 2013).

Inkluzje pluskwiaków w bursztynie bałtyckim reprezentują niemal wszystkie grupy systematyczne pluskwiaków, za wyjątkiem Paleorrhyncha (wymarły pod koniec permu) i Coleorrhyncha (obecnie występują w Australii, na Nowej Kaledonii, Nowej Zelandii i na południu Ameryki Południowej), oraz niemal wszystkie grupy ekologiczne tych owadów: rozmaite fitofagi, formy drapieżne, pluskwiaki

(Beutel *et al.* 2014, EDNA 2015) but this number still seems understated: it is estimated that at least as many species are still waiting for formal description (Dietrich 2013).

Hemipteran inclusions in Baltic amber represent almost all systematic groups of hemipterans, except for the Paleorrhyncha (went extinct in the late Permian) and Coleorrhyncha (extant, currently found in Australia, New Caledonia, New Zealand and in the southern part of South America), along with almost all ecological groups of these species: various phytophages, predatory forms, water bugs, terrestrial ones which feed on shrubs and trees in various environments (Gröhn 2015). Phytophages are strongly represented by aphids (Aphidomorpha) (Fig. 15C)



7. Inkluzje pajęczaków (Arachnida). A – roztocze (Acari), B – kosarz (Opilionidea), C – pająk (Araneae), D – zaleszczotek (Pseudoscorpionidea), E – kokon z jajami pająka, F – skorpion (Scorpionidea) (F; fot. A. Damzen www.amberinclusion.eu)

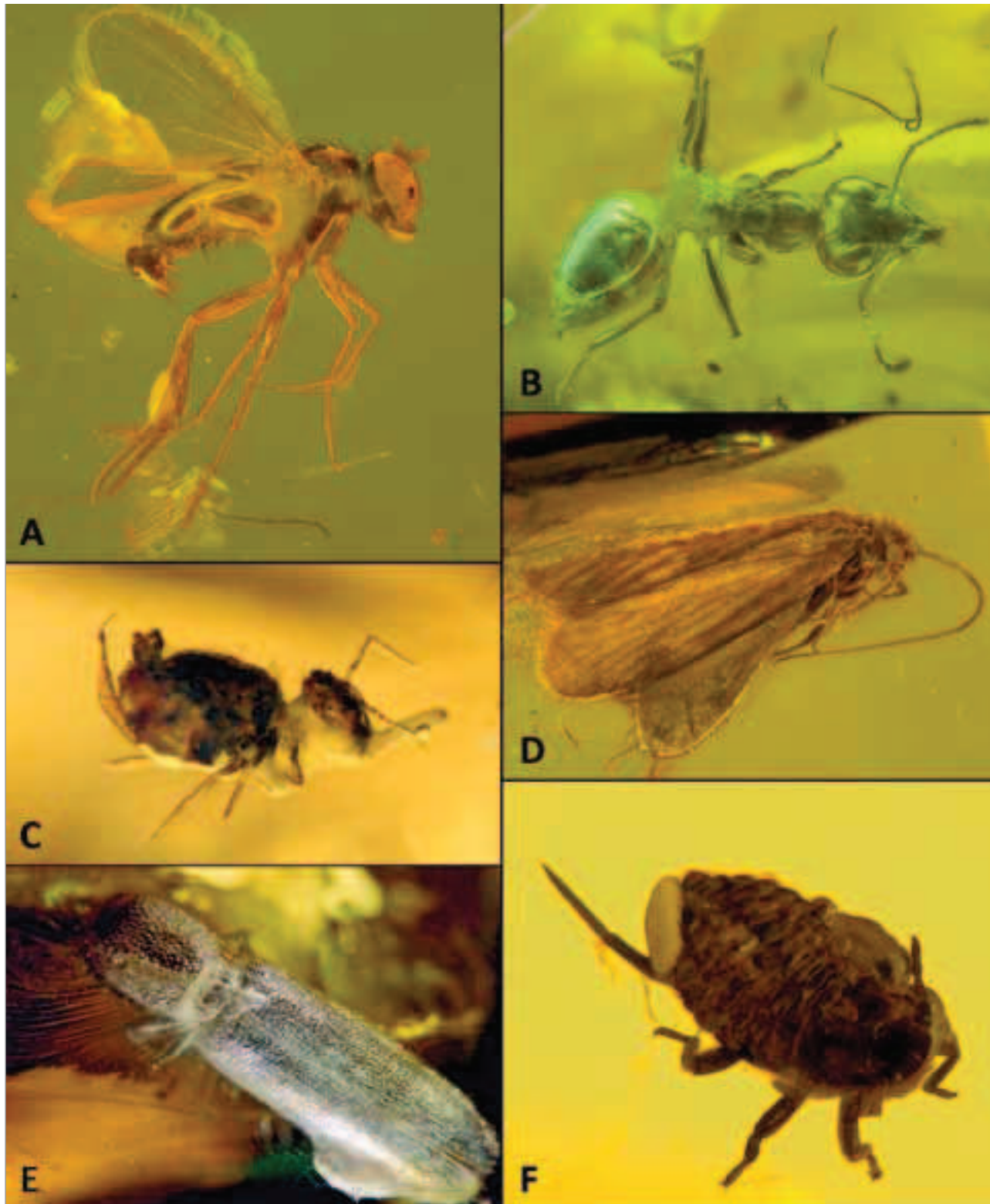
7. Inclusions of arachnids (Arachnida). A – mites (Acari), B – harvestmen (Opilionidea), C – spider (Araneae), D – Pseudoscorpionidea, E – cocoon with spider eggs, F – scorpion (Scorpionidea) (F; photo A. Damzen www.amberinclusion.eu)

wodne i lądowe, żerujące na krzewach i drzewach w rozmaitych środowiskach (Gröhn 2015). Wśród fitofagów licznie reprezentowane są mszyce (Aphidomorpha) (Ryc. 15C) z następujących rodzin: Adelgidae, Elektraphididae (Adelgoidea), Phylloxeridae (Phylloxeroidea), Anoeciidae, Aphididae, Drepanosiphidae, Eriosomatidae, Greenideidae, Hormaphididae, Thelaxiidae (Aphidoidea). Z wyjątkiem Elektraphididae wszystkie te rodziny znane są także w faunie współczesnej; Elektraphididae pojawiły się w zapisie kopalnym w górnej kredzie, najliczniej reprezentowane są w inkluzjach bursztynu bałtyckiego, zaś ich zapis kopalny sięga końca oligocenu (Heie i Wegierek 2011). Kolejną grupą niewielkich fitofagów wykazujących ogromne zróżnicowanie w inkluzjach bursztynu bałtyckiego są czerwce (Coccidomorpha) (Ryc. 15E). Te niewielkie owady cechują się ogromnym dymorfizmem płciowym – samce są drobne, najczęściej uskrzydłone, z długimi czułkami, podczas gdy samice przypominają wyglądem stadia młodociane, są bezskrzydłe i większe od samców. Wśród inkluzji czerwców w bursztynie bałtyckim znane są zarówno rodziny współczesne: Ortheziidae, Matsucoccidae, Putoidae, Pityococcidae, Monophlebidae, Eriococcidae, jak i rodziny wymarłe, znane wyłącznie z bursztynu bałtyckiego: Arnoldidae, Grohnidae, Lithuanicoccidae czy Serafinidae (Vea i Grimaldi 2015). Mączliki (Aleyrodidae) z bursztynu bałtyckiego znane są wciąż słabo, chociaż ostatnio opisano szereg nowych form, a nawet interesujący przykład zachowania tych owadów zachowany w bursztynie (Szwedo i Drohojowska 2016). Koliszki (Psylloidea) w bursztynie bałtyckim są spotykane rzadko, znane są tylko inkluzje koliszków z rodziny Aphalaridae.

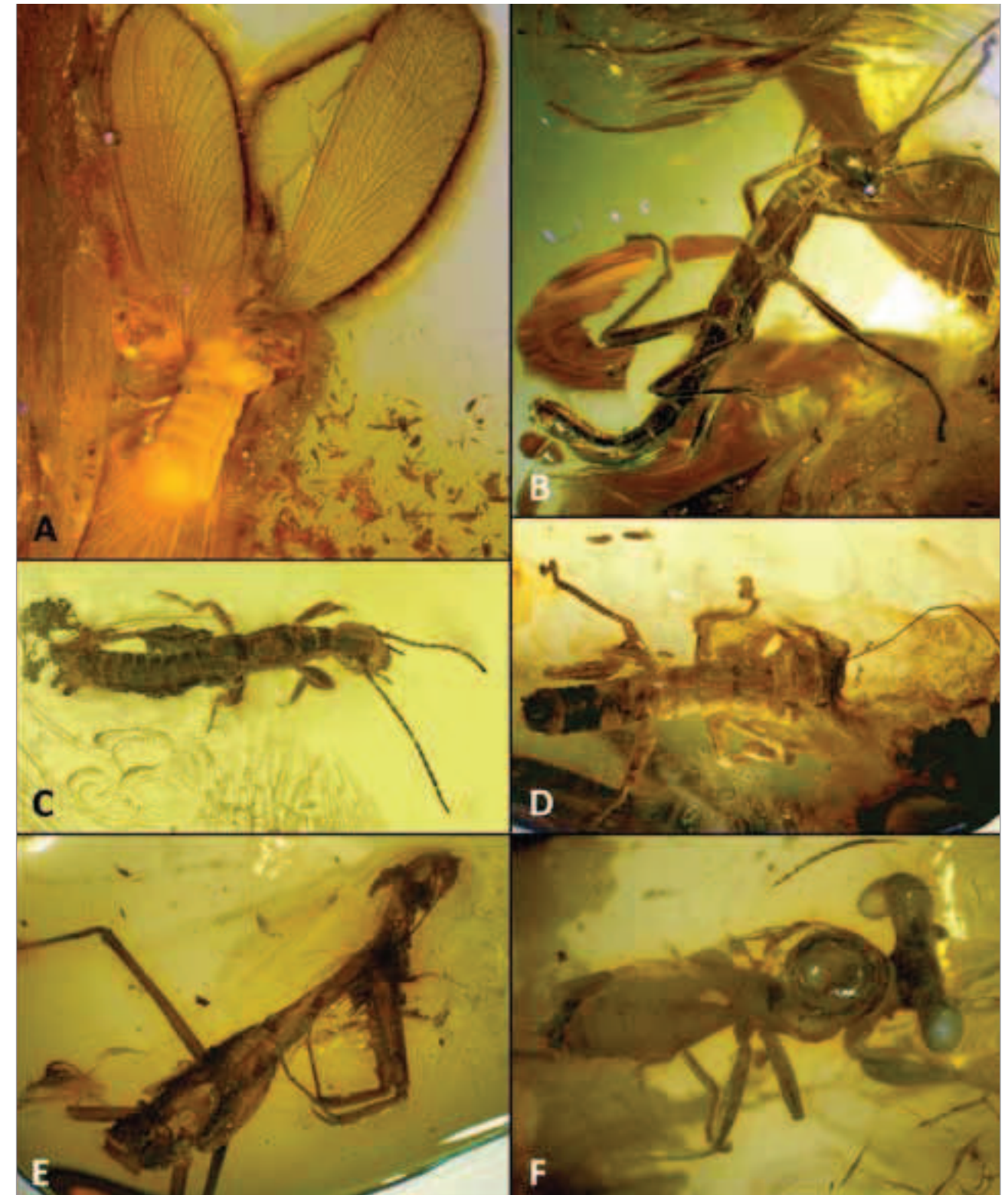
Fulgoromorpha były rozpoznane wśród inkluzji w bursztynie bałtyckim i formalnie opisane jako jedne z pierwszych owadów kopalnych (Berendt 1830, Germar i Berendt 1856). Te fitofagi obecnie najliczniejsze i najbardziej zróżnicowane są w strefach subtropikalnych i tropikalnych. W faunie współczesnej można spotkać przedstawicieli ponad 20 rodzin tych piewików. W bursztynie bałtyckim zachowani i opisani są przedstawiciele rodzin: Achilidae,

from the following families: Adelgidae, Elektraphididae (Adelgoidea), Phylloxeridae (Phylloxeroidea), Anoeciidae, Aphididae, Drepanosiphidae, Eriosomatidae, Greenideidae, Hormaphididae, Thelaxiidae (Aphidoidea). Except for Elektraphididae, all these families are also known in present-day fauna; Elektraphididae first appeared in the fossil record in the Upper Cretaceous, they are most numerous represented in Baltic amber inclusions and their fossil record goes as far as the end of the Oligocene (Heie & Wegierek 2011). Scale insects (Coccidomorpha) (Fig. 15E) are the next group of smallish phytophages which are hugely diversified in Baltic amber inclusions. These smallish insects are characterised by enormous sexual dimorphism: the males are small, most often winged, with long antennae, whereas the females resemble the appearance of early development (nymphal) stages, they have no wings and are larger from males. Inclusions of scale insects in Baltic amber have yielded both extant families: Ortheziidae, Matsucoccidae, Putoidae, Pityococcidae, Monophlebidae, Eriococcidae, and extinct families known from Baltic amber only: Arnoldidae, Grohnidae, Lithuanicoccidae or Serafinidae (Vea & Grimaldi 2015). Baltic amber whiteflies (Aleyrodidae) are still very poorly known, although a number of new forms have been described recently, including an interesting example of these insects' behaviour in Baltic amber (Szwedo & Drohojowska 2016). Jumping plantlice (Psylloidea) are very rarely found in Baltic amber, with only the family Aphalaridae inclusions known to date.

Fulgoromorpha (planthoppers) were recognised among Baltic amber inclusions and formally described as some of the first fossil insects ever (Berendt 1830, Germar & Berendt 1856). These phytophages are currently the most numerous and most diverse in subtropical and tropical areas. The extant fauna includes representatives of over 20 plant-hoppers families. Representatives of the following families are preserved in Baltic amber and described: Achilidae, Cixiidae, Delphacidae, Derbidae, Dictyopharidae, Issidae, Tropiduchidae. Many of these fulgoromorphs have been included in groups



8. Inkluzje pospolitych owadów. A – samiec Dolichopodidae (Diptera), B – robotnica mrówki (Hymenoptera: Formicidae), C – skoczogonek (Collembola), D – chrzączik (Trichoptera), E – chrząszcz (Coleoptera), F – mszyca *Germaraphis* (Hemiptera: Aphidoidea)
 8. Inclusions of common insects. A – male of Dolichopodidae (Diptera), B – worker of ant (Hymenoptera: Formicidae), C – springtail (Collembola), D – Trichoptera, E – beetle (Coleoptera), F – aphid *Germaraphis* (Hemiptera: Aphidoidea)



9. Zwierzęta klimatów ciepłych. A – termit (Isoptera), B – straszak (Phasmatodea), C – nogoprządka (Embioptera), D – gladiator (Notoptera: Mantophasmatodea), E – modliszka (Mantodea), F – Diopsidae (Diptera) (C; fot. A. Damzen www.amberinclusion.eu)
 9. Animals of warm climates A – termite (Isoptera), B – Phasmatodea, C – Embioptera, D – Mantophasmatodea (Notoptera), E – Mantodea, F – Diopsidae (Diptera) (C; photo A. Damzen www.amberinclusion.eu)

Cixiidae, Delphacidae, Derbidae, Dictyopharidae, Issidae, Tropiduchidae. Wiele z tych piewików włączonych jest do grup (plemion) nieobecnych w faunie współczesnej, inne z kolei są znacznie bardziej różnorodne morfologicznie i taksonomicznie wśród inkluzji niż pomiędzy przedstawicielami współczesnymi (Gröhn 2015). Inkluzje Fulgoromorpha w bursztynie bałtyckim reprezentują zarówno stadia młodociane (nimfy), jak i formy dorosłe, które żerując na roślinach żywicielskich (a przynajmniej niektóre na grzybach), w tym na drzewach produkujących żywice, były względnie często więzione w żywicznej pułapce. Stąd też niektóre grupy, jak Cixiidae i Achilidae, pomimo względnie dużych rozmiarów są relatywnie często spotykane.

Piewiki cykadokształtne (Cicadomorpha) to obecnie najliczniejsza i niesamowicie różnorodna grupa pluskwiaków. W bursztynie bałtyckim niedawno odnaleziono prawdziwe cykady, przedstawiciele rodziny Cicadidae, obecnie występującej w strefie subtropikalnej i tropikalnej. Pieniki (Aphrophoridae) i krasanki (Cercopidae) to dwie kolejne rodziny wykazane jako inkluzje w bursztynie bałtyckim. Pierwsza z nich znana jest z zaledwie kilku inkluzji i dość rzadko spotykana w bursztynie bałtyckim. Obecność Cercopidae w inkluzjach bursztynu bałtyckiego wymaga potwierdzenia. Obie rodziny są fitofagiczne, odżywiają się sokiem z ksylemu krzewów i drzew, rzadziej roślin zielnych, obie najliczniej reprezentowane są w strefach klimatu ciepłego, subtropikalnego i tropikalnego. Najliczniej wśród inkluzji Cicadomorpha w bursztynie bałtyckim reprezentowana jest największa współczesna rodzina skoczkwatych (Cicadellidae) (Gröhn 2015). Cicadellidae (Ryc. 15D) to ogromna i różnorodna rodzina, z niemal 50 wydzielanymi podrodzinaми, zasiedlająca wszystkie środowiska lądowe, rozmieszczona na całym świecie. Do dnia dzisiejszego opisano z inkluzji w bursztynie bałtyckim przedstawiciele kilku podrodzin skoczkwatych: Aphrodinae, Bathysmatophorinae, Ledrinae, Macropsinae, Megophthalminae, Mileewinae, wymarłą podrodzinę Nastlopiinae, Typhlocybinae z wymarłym plemieniem Protodikraneurini (Gröhn 2015).

(tribes) which do not exist in extant fauna, others in turn are much more diverse morphology- and taxonomy-wise among inclusions than among present-day representatives (Gröhn 2015). Planthoppers inclusions in Baltic amber represent both early development stages (nymphs) and adult forms which, due to feeding on host plants (at least some on fungi), including on resin producing trees, got relatively frequently caught in the resinous trap. This is why, despite their comparatively large size, some groups, including Cixiidae and Achilidae, can be found relatively often.

Cicadomorphans (Cicadomorpha) are currently the largest and extraordinarily diverse group of bugs. Singing cicadas have recently been found in Baltic amber: representatives of the family Cicadidae, currently found in the subtropical and tropical zone. Spittlebugs (Aphrophoridae) and froghoppers (Cercopidae) are two other groups indicated as Baltic amber inclusions. The first one is known from only several inclusions and is quite rarely found in Baltic amber. The presence of Cercopidae in Baltic amber inclusions requires confirmation. Both families are phytophagous: they feed on the sap from the xylem of trees and shrubs, less frequently of herbaceous plants, both are represented in greatest numbers in warm, subtropical and tropical climates. Cicadomorphans inclusions are mostly represented in Baltic amber by the largest extant family of leafhoppers (Cicadellidae) (Gröhn 2015). Cicadellidae (Fig. 15D) is a huge and diverse family, with nearly 50 separate subfamilies, living in all terrestrial environments and distributed all over the world. To date, individuals from several leafhopper subfamilies have been described from Baltic amber inclusions: Aphrodinae, Bathysmatophorinae, Ledrinae, Macropsinae, Megophthalminae, Mileewinae, the extinct subfamily Nastlopiinae, Typhlocybinae with the extinct tribe Protodikraneurini (Gröhn 2015). Inclusions of individuals from this family are quite frequent in Baltic amber but this group is difficult taxonomy-wise, which is why only a minor share of inclusions are described.

Inkluzje przedstawiciele tej rodziny są dość częste w bursztynie bałtyckim, jednak grupa ta jest trudna taksonomicznie, stąd tylko bardzo niewielka część inkluzji jest opisywana.

Pluskwiaki różnoskrzydłe (Heteroptera) to podrząd, którego przedstawiciele zasiedlają rozmaite środowiska lądowe i wodne, a nawet morskie (Grimaldi i Engel 2005, Beutel i in. 2014). Podrząd ten dzielony jest na osiem infrarzędów: Aradimorpha, Enicocephalomorpha, Cimicomorpha, Dipsocoromorpha, Gerromorpha, Nepomorpha, Leptopodomorpha i Pentatomomorpha. Przedstawiciele wszystkich tych grup są notowani w bursztynie bałtyckim. Do dnia dzisiejszego z tego bursztynu odnaleziono przedstawiciele 24 współczesnych rodzin Heteroptera. Niektóre rodziny współcześnie są ograniczone w zasięgu do strefy subtropikalnej i tropikalnej, jak np. Enicocephalidae, Schizopteridae, Hysipterygidae czy Thaumastocoridae (Schuh i Slater 1995, Schaefer i Panizzi 2000, Panizzi i Grazia 2015). Do bardzo interesujących inkluzji należą Heteroptera wodne, jak żyjące i polujące na powierzchni wody plesicowate (Veliidae) czy nartnikowate (Gerridae), oraz polujące na zdobycz w toni wodnej poślizgowate (Hydrometridae), płoszczykowate (Nepidae), pluskolcowate (Notonectidae) i wioślakowate (Corixidae). Współczesne Saldidae żyją w strefie przybrzeżnej wód; formy zachowane jako inkluzje w bursztynie bałtyckim prowadziły z dużą dozą prawdopodobieństwa podobny tryb życia.

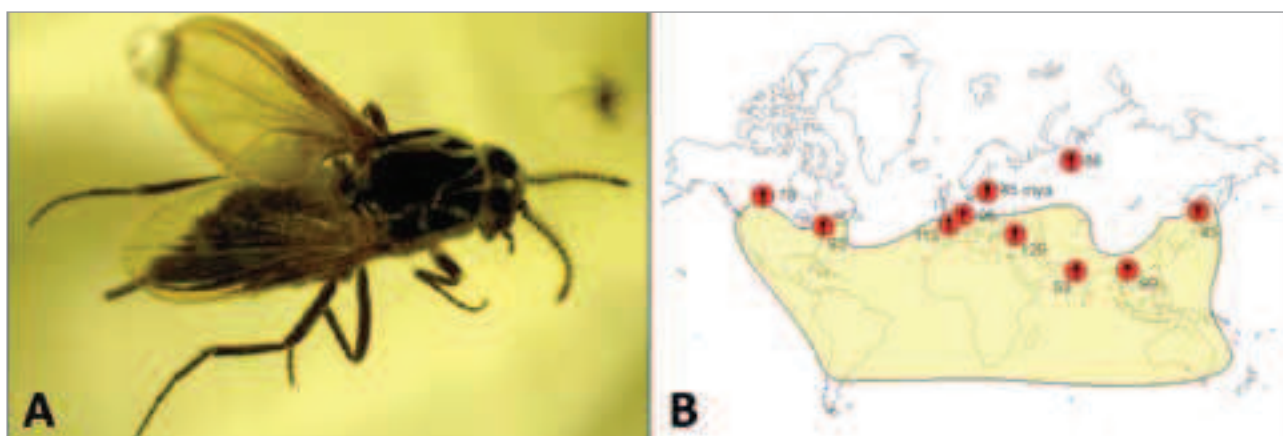
Wśród lądowych przedstawiciele pluskwiaków różnoskrzydłych znajdziemy liczne formy drapieżne, jak np. dziobałkowate (Anthocoridae), zajadkowate (Reduviidae), zażartkowate (Nabidae), formy wtórnie roślinożerne, jak np. tasznikowate (Miridae), prześwielnikowate (Tingidae), zwińcowate (Lygaeidae), tarczówkowate (Pentatomidae), w większości żerujące na powierzchni roślin, ale także silnie spłaszczony i przystosowany do życia pod łuskami kory korowcowate (Aradidae), których większość występuje obecnie w regionach tropikalnych i subtropikalnych (Schuh i Slater 1995, Schaefer i Panizzi 2000, Panizzi i Grazia 2015).

True bugs (Heteroptera) are a suborder with its representatives living in various terrestrial, aquatic and even marine environments (Grimaldi & Engel 2005 Beutel *et al.* 2014). This suborder is divided into 8 infraorders: Aradimorpha, Enicocephalomorpha, Cimicomorpha, Dipsocoromorpha, Gerromorpha, Nepomorpha, Leptopodomorpha and Pentatomomorpha. Representatives of all these groups have been recorded in Baltic amber. Individuals from 24 extant Heteroptera families have been discovered in Baltic amber to date. Among them there are true bugs of the families restricted nowadays in their range to the subtropical and tropical zone, e.g. Enicocephalidae, Schizopteridae, Hysipterygidae or Thaumastocoridae (Schuh & Slater 1995, Schaefer & Panizzi 2000, Panizzi & Grazia 2015). Aquatic true bugs make for very interesting inclusions, along with those which live and hunt on water surfaces: smaller water striders (Veliidae) or water striders (Gerridae) and those which hunt for their prey in the water: water measurers (Hydrometridae), water-scorpions (Nepidae), backswimmers (Notonectidae) and water boatmen (Corixidae). Extant shore bugs (Saldidae) live in shoreline areas; with a high degree of probability, the forms preserved as Baltic amber inclusions had a similar lifestyle.

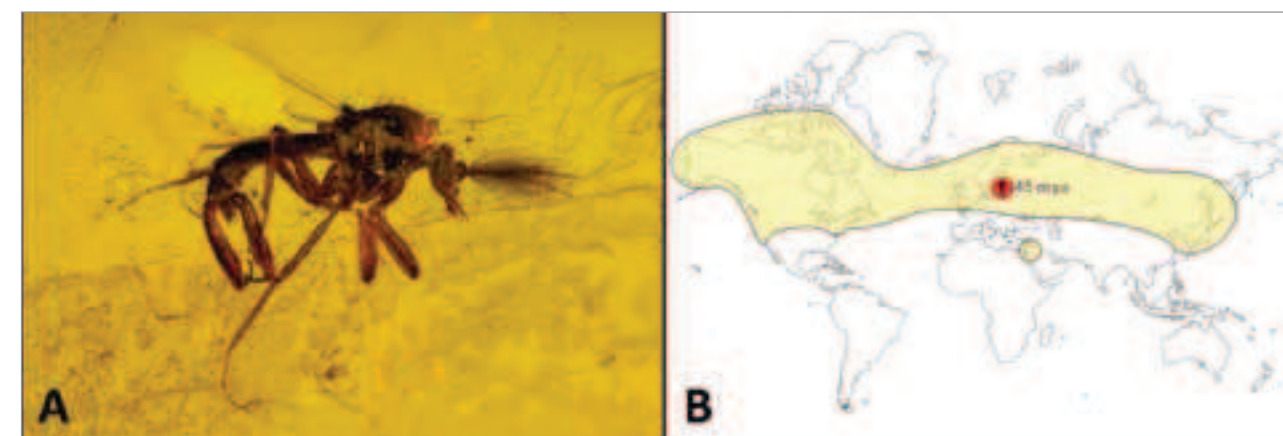
The terrestrial representatives of heteropterans include multiple predatory forms, such as minute pirate bugs (Anthocoridae), assassin bugs (Reduviidae), damsel bugs (Nabidae), secondarily herbivorous forms, such as plant bugs (Miridae), lace bugs (Tingidae), seed bugs (Lygaeidae), stink bugs (Pentatomidae), mostly hunting on the surface of plants, but also bugs that are heavily flattened and adapted to living under bark flakes: flat bugs (Aradidae) which are today mainly found in tropical and subtropical regions (Schuh & Slater 1995, Schaefer & Panizzi 2000, Panizzi & Grazia 2015).

True bugs are relatively often found among Baltic amber inclusions but their real diversity in amber forest habitats was certainly much greater than that preserved in the fossil resin.

Hemipterans are a group that is quite often found as inclusions in Baltic amber and is very important



10. Kuczmany rodzaju *Leptoconops* (Diptera: Ceratopogonidae). A – inkluzja samicy z bursztynu bałtyckiego, B – współczesne i dawne geograficzne rozmieszczenie rodzaju
 10. Biting midges of the genus *Leptoconops* (Diptera: Ceratopogonidae). A – inclusion of a female from Baltic amber, B – recent and past geographic distribution of the genus



11. Kuczmany rodzaju *Ceratopogon* (Diptera: Ceratopogonidae). A – inkluzja samca, B – współczesne i dawne geograficzne rozmieszczenie rodzaju
 11. Biting midges of the genus *Ceratopogon* (Diptera: Ceratopogonidae). A – inclusion of male, B – recent and past geographic distribution of the genus

Heteroptera są względnie często odnajdywane wśród inkluzji w bursztynie bałtyckim, jednak ich rzeczywista różnorodność w siedliskach lasu bursztynowego była z pewnością znacznie większa niż zachowana w kopalnej żywicy.

Pluskwiaki to grupa dość często znajdowana jako inkluzje w bursztynie bałtyckim i bardzo ważna dla zrozumienia procesów ekologicznych, zależności i związków pomiędzy roślinami żywicielskimi i zwierzętami, drapieżnikami i ich ofiarami, grupa istotna w rekonstrukcji warunków środowiskowych i klimatycznych siedlisk lasu bursztynowego, ważna dla badań nad dawnym i współczesnym rozmieszczeniem owadów.

Taksony rzadkie

Pospolitość lub rzadkość wśród inkluzji bursztynu bałtyckiego powinna być rozpatrywana na poziomie gatunku (Szadziewski i Sontag 2001). Dla przykładu ponad połowa gatunków Ceratopogonidae ze 109 gatunków opisanych z bursztynu bałtyckiego należy do bardzo rzadkich reprezentowanych zaledwie przez 1 lub 2 okazy, natomiast do bardzo częstych należą tylko dwa gatunki liczące po 104–116 osobników (Szadziewski 1988). Jednak zwyczajowo

in understanding environmental processes, relationships and ties between host plants and animals, predators and their prey, a group that is important in reconstructing the environmental and climatic conditions of amber forest habitats, and important to research on the ancient and present-day distribution of insects.

Rare taxa

The commonness or rarity of Baltic amber inclusions should be analysed at the species level (Szadziewski & Sontag 2001). For example, more than half of the Ceratopogonidae species out of the 109 species described from Baltic amber are very rare, represented by only 1–2 specimens, whereas very common ones have only two species with 104–116 specimens each (Szadziewski 1988). However, customarily the rarity or commonness of inclusions is evaluated at the level of easily identifiable taxa of at least the rank of order. Therefore, 23 taxonomic groups can be classified as rare (Fig. 3, Table 3):

- vertebrates (Vertebrata): Mammalia, Aves and Reptilia,
- arachnids (Arachnida): Scorpionidea (Fig. 7F), Solifugae,

rzadkość czy pospolitość inkluzji oceniana jest na poziomie łatwo identyfikowanych taksonów co najmniej rangi rzędu. Zatem do rzadkich możemy zaliczyć następujące 23 grupy taksonomiczne (Ryc. 3, Tab. 2):

- kręgowce (Vertebrata): Mammalia, Aves i Reptilia,
- pajęczaki (Arachnida): Scorpionidea (Ryc. 7F), Solifugae,
- skorupiaki (Crustacea): Ostracoda, Amphipoda, Isopoda,
- mięczaki (Mollusca): Gastropoda (Ryc. 15F),
- pierścienice (Annelida): Oligochaeta,
- nicienie (Nematoda),
- owady (Insecta): siatkoskrzydłe (Neuroptera), jętki (Ephemeroptera) (Ryc. 12A), widelnice (Plecoptera) (Ryc. 12B), modliszki (Mantodea) (Ryc. 9E), patyczaki (Phasmatodea) (Ryc. 9B), gladiatorki (Notoptera) (Ryc. 9D), rybiki (Zygentoma), wojsilki (Mecoptera), wachlarzokrzydłe (Strepsiptera), skorki (Dermaptera), wielkoskrzydłe (Megaloptera), wielbłądki (Raphidioptera), ważki (Odonata), pchły (Aphaniptera) (Ryc. 16B), widłogonki (Diplura), nogoprządki (Embioptera) (Ryc. 9C), wszy i wszoły (Phthiraptera).

- crustaceans (Crustacea): Ostracoda, Amphipoda, Isopoda,
- molluscs (Mollusca): Gastropoda (Fig. 15F),
- annelids (Annelida): Oligochaeta,
- nematodes (Nematoda),
- insects (Insecta): net-winged insects (Neuroptera), mayflies (Ephemeroptera) (Fig. 12A), stoneflies (Plecoptera) (Fig. 12B), mantids (Mantodea) (Fig. 9E), stick insects (Phasmatodea) (Fig. 9B), ice crawlers and heelwalkers (Notoptera) (Fig. 9D), silverfish (Zygentoma), scorpionflies, hangingflies and allies (Mecoptera), twisted-winged insects (Strepsiptera), earwigs (Dermaptera), alderflies, dobsonflies and fishflies (Megaloptera), snakeflies (Raphidioptera), dragonflies (Odonata), fleas (Aphaniptera) (Fig. 16B), two-pronged bristletails (Diplura), webspinners (Embioptera) (Fig. 9C), lice (Phthiraptera).

Expected taxa

There are many taxa which should have occurred in the Eocene amber forest but have not been discovered to date. They include tailless amphibians (Anura) represented by frogs, true toads, tree frogs and allies. In the fossil record, these amphibians are



12. Owady wodne. A – jętka (Ephemeroptera), B – widelnica (Plecoptera), C – larwa chrząszcza z rodziny pływakowatych (Coleoptera: Dytiscidae), D – kopulująca para ochotkowatych (Diptera: Chironomidae), E – samica meszki (Diptera: Simuliidae), F – samica niktłonia (Diptera: Dixidae)
 12. Aquatic insects. A – mayfly (Ephemeroptera), B – Plecoptera, C – beetle larva of the family Dytiscidae (Coleoptera), D – pair of copulating midges (Diptera: Chironomidae), E – female of black fly (Diptera: Simuliidae), F – female of dixid (Diptera: Dixidae)

Taksony oczekiwane

Wiele jest taksonów, które powinny występować w eoceńskim lesie bursztynowym, a do tej pory nie zostały odkryte. Do nich należą płazy bezogonowe (Anura), reprezentowane przez żaby, ropuchy i rzekotki. Te płazy w zapisie kopalnym znane są już w jurze i stwierdzono je w młodszym miocenie bursztynie dominikańskim. Nie znamy powodów, dla których dotąd nie znalazły się wśród inkluzji w bursztynie bałtyckim. Lista taksonów oczekiwanych różnej rangi może być bardzo długa i mogłaby objąć większość współczesnych taksonów rangi rodzajowej. Można nawet spekulować, że w żywicy mogły zostać zatopione fragmenty ciał ryb (np. łuski), nawet ryb morskich, przyniesione do lasu bursztynowego przez ptaki rybożerne. Lepiej zatem czekać na realne inkluzje.

Falsyfikaty i stwierdzenia wątpliwe

Duża wartość materialna inkluzji w bursztynie bałtyckim była i jest powodem preparowania falsyfikatów (Szadziwski 2006). W dawnych czasach, gdy wiedza przyrodnicza była na niskim poziomie, a mikroskop niedostępny, produkowano inkluzje dużych zwierząt widocznych gołym okiem. Wydaje się, że wówczas udział falsyfikatów był znacznie większy niż współcześnie (por. Sendel 1742). Dawne falsyfikaty trafiały jako cenne prezenty ofiarowywane przy różnych okazjach dostojnym gościom odwiedzającym miasta bursztynowe. Z reguły wszelki ślad po nich zaginął.

Jedyną sfalszowaną inkluzją, która „zrobiła karierę”, jest zatopiony w bursztynie okaz współczesnej muchy latrynowej *Fannia scalaris* (Diptera: Muscidae). Trafiła ona do Muzeum Przyrodniczego w Londynie w 1922 roku jako część zakupionego zbioru inkluzji niemieckiego dipterologa Hermanna Loewa (1807–1879). Ta współczesna muchówka, oznaczona później przez znakomitego dipterologa Willy’ego Henniga (1966), przez długie lata była dowodem na występowanie współczesnych gatunków owadów w bursztynie bałtyckim. Dopiero w 1993 roku Andrew Ross odkrył, że jest to z pewnością wykonany falsyfikat muchówki latrynowej, pospolitej

known to have occurred already in the Jurassic and have been found in the younger Miocene Dominican amber. We know of no reason why they have not yet been found among Baltic amber inclusions. The list of expected taxa of various ranks can be very long and could cover the majority of extant taxa at the rank of genus. One may even speculate that pieces of fish bodies (for example scales), even of sea fish, brought to the amber forest by fish-eating birds, may have been embedded in the resin. Therefore, it is better to wait for real inclusions.

Fakes and dubious finds

The high financial value of Baltic amber inclusions has always been the reason for fakes being produced (Szadziwski 2006). In olden times, when the knowledge of natural science was poor and microscopes were unavailable, inclusions of large animals visible to the naked eye would be faked. It seems that at the time the share of fakes was much higher than today (see Sendel 1742). Those old fakes would be gifted as valuables on various occasions to celebrated visitors to amber cities. Generally, they disappeared without a trace.

The only faked inclusion which “has made it” is a specimen of the extant latrine fly *Fannia scalaris* (Diptera: Muscidae) embedded in amber. It found its way to the Natural History Museum, London in 1922 as part of a collection of inclusions purchased from the German dipterologist Hermann Loew (1807–1879). This contemporary dipteran was later described by the outstanding dipterologist Willy Hennig (1966) and for many years served as proof that extant insect species were to be found in Baltic amber. Only in 1993 did Andrew Ross discover it to be a cleverly made fake of a latrine fly common in the 19th century cities of Central Europe (Grimaldi *et al.* 1994).

Much more confusion is caused in science by pseudo-inclusions (Fig. 6A) or poorly preserved inclusions (Fig. 6B–D) thought to be very rare taxa, described on purpose, for lack of knowledge or due to excessive imagination. They are usually published in magazines without review and the described

w XIX-wiecznych miastach Europy Środkowej (Grimaldi i in. 1994).

Zdecydowanie więcej zamieszania w nauce powodują pseudoinkluzyje (Ryc. 6A) lub słabo zachowane inkluzyje (Ryc. 6B–D), uznane za taksony bardzo rzadkie, opisywane celowo, z braku wiedzy lub z nadmiernej wyobraźni. Są one zwykle publikowane w czasopismach bez recenzji, a opisane okazy nie są udostępniane do weryfikacji lub giną.

Plazy (Amphibia)

Najstarsze ilustrowane opisy inkluzyj zwierzęcych z bursztynu bałtyckiego opublikował pochodzący z Prus Królewskich poddany króla polskiego Daniel Hermannus w Krakowie w 1583 roku na podstawie fałszyfikatów z Gdańska. Okazy opisane przez Hermannusa pochodziły z kolekcji gdańskiego senatora Pawła (Paulusa) Jaskego z Gdańska. Rysunki żaby i jaszczurki przedstawiają zwierzęta kompletne, symetryczne, „pozujące” (Ryc. 5). Nie ma wątpliwości, że były to fałszywe inkluzyje spreparowanych i wysuszonych kręgowców zatopione w płynnej żywicy w wydrążonej komorze dużej dwuczęściowej bryłki bursztynu. Dotąd w bursztynie bałtyckim nie stwierdzono autentycznej inkluzyj płaza.

Ssaki (Mammalia)

Szczęka z zębami świniowatych (Suiformes), zbliżonymi kształtem i wielkością do zębów współczesnych *Pecari* (Kosmowska-Ceranowicz i Kulicka 1995), to fragment bursztynu od długości 4,8 cm, na którym są dobrze widoczne dwie zębopodobne bursztynowe struktury uznane za zęby trzonowe. Fotografie pokazują, że ten bursztyn długo przebywał w środowisku morskim i był modelowany przez czynniki zewnętrzne, których efektem są te niezwykle artefakty. Pochodzący ze zbiorów prywatnych okaz obecnie jest niedostępny do badań.

Tropy ssaków w bursztynie bałtyckim zostały opisane przez Kulicką i Sikorską-Pirowską (1999). Opisane zostały trzy ichno-gatunki i rodzaje zaliczone do rodziny złotokretów (Insectivora: Chrysochloridae) oraz rodziny górkowatych (Hyracoidea: Procaviidae). Wyplukane kształty na powierzchni

specimens are either unavailable for verification or go missing.

Amphibians (Amphibia)

The oldest illustrated descriptions of animal inclusions in Baltic amber were based on fakes from Gdańsk and were published in Cracow in 1583 by Daniel Hermannus of Royal Prussia descent, subject of the Polish king. The specimens described by D. Hermannus came from a collection of the Gdańsk senator Paul Jaski. The drawings of a frog and a lizard present complete, symmetrical animals “striking a pose” (Fig. 5). There is no doubt that these were fake inclusions of dissected and dried up vertebrates embedded in liquid resin in a cavity scooped out of a large two-part piece of amber. No genuine inclusion of an amphibian has been found in Baltic amber so far.

Mammals (Mammalia)

A jaw with suiform (Suiformes) teeth, close in shape and size to the teeth of the extant *Pecari* (Kosmowska-Ceranowicz & Kulicka 1995), is a 4.8 cm long piece of amber on which there are two clearly visible amber structures resembling teeth, deemed to be molars. Photographs show that this amber spent a lot of time in a marine environment and was modelled by external factors, which resulted in those unusual artefacts. The specimen, which comes from a private collection, is currently unavailable for tests.

Mammal tracks in Baltic amber were described by Kulicka & Sikorska-Pirowska (1999). Three ichnospecies and genera were described, classified as the golden mole family (Insectivora: Chrysochloridae) and the hyrax family (Hyracoidea: Procaviidae). The washed out shapes on the surface of Baltic amber are remarkably diverse and, with a little imagination, can be perceived as traces of life of old. The problem is that their scientific value is slight as they cannot be verified. The International Code of Zoological Nomenclature does not recognise ichnotaxa (i.e. taxa that were described based on tracks).

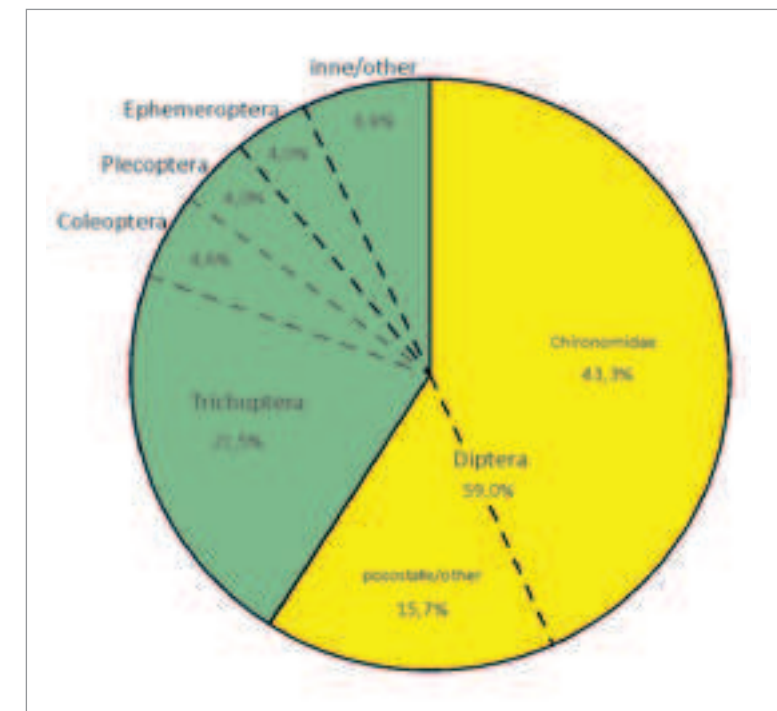
bursztynu bałtyckiego są nadzwyczaj różnorodne i przy odrobinie fantazji można widzieć w nich ślady dawnego życia. Problem w tym, że ich wartość naukowa jest niska, ponieważ nie mogą być poddane weryfikacji. Międzynarodowy kodeks nomenklatury zoologicznej nie uznaje ichnotaksonów (tzn. opisanych na podstawie śladów).

Robak płaski (Platyhelminthes): wirek (Turbellaria)

Poinar (2003) opisał wirka *Palaeosoma balticus* na podstawie jednego okazu. Nazwa rodzajowa ze względu na homonimie została zmieniona na *Micro-palaesomona* Poinar, 2004. Wg oryginalnych ilustracji jest to stwierdzenie wątpliwe, bowiem jaja widoczne na rysunku i fotografii są raczej pęcherzykami powietrza na powierzchni elipsoidalnego zagłębienia o długości 1,5 mm uznanego za dolną stronę ciała wirka, a nie jajami widocznymi poprzez wór powłokowo-mięśniowy. Gdyby tak dobrze były widoczne struktury anatomiczne wewnątrz ciała, to w pierwszej kolejności byłby widoczny przewód pokarmowy.

Pratchawiec (Onychophora)

Poinar (2000) opisał z bursztynu bałtyckiego nowy gatunek pratchawca *Succinopatopsis balticus* Poinar, który umieścił w nowym rodzaju, nowej rodzinie Succinopatopsidae, nowej nadrodzinie Tertiatopatoidea, nowym rzędzie Ontonychophora i nowej gromadzie Udeonychophora. Grimaldi i in. (2002) usunęli dwa ostatnie taksony, włączając je do młodszych synonimów pratchawców z grupy Euonychophora, zaś status taksonomiczny nowego gatunku i rodziny uznali za wątpliwy. Istotnie, okaz opisany przez Poinara (2000) z bursztynu bałtyckiego jest słabo zachowany i nie posiada pazurków na zakończeniach wyrostków uznanych za odnóża, które są charakterystyczne dla pratchawców i nazywane także pazurkami. Okaz ten przypomina silnie zniekształconą inkluzyję zwaną „cukrową”, która powstaje na skutek drobnych spękań otoczki powietrznej lub wodnej pokrywającej ciało i wyrostki inkluzyj. W naszym przekonaniu to, co opisał Poinar



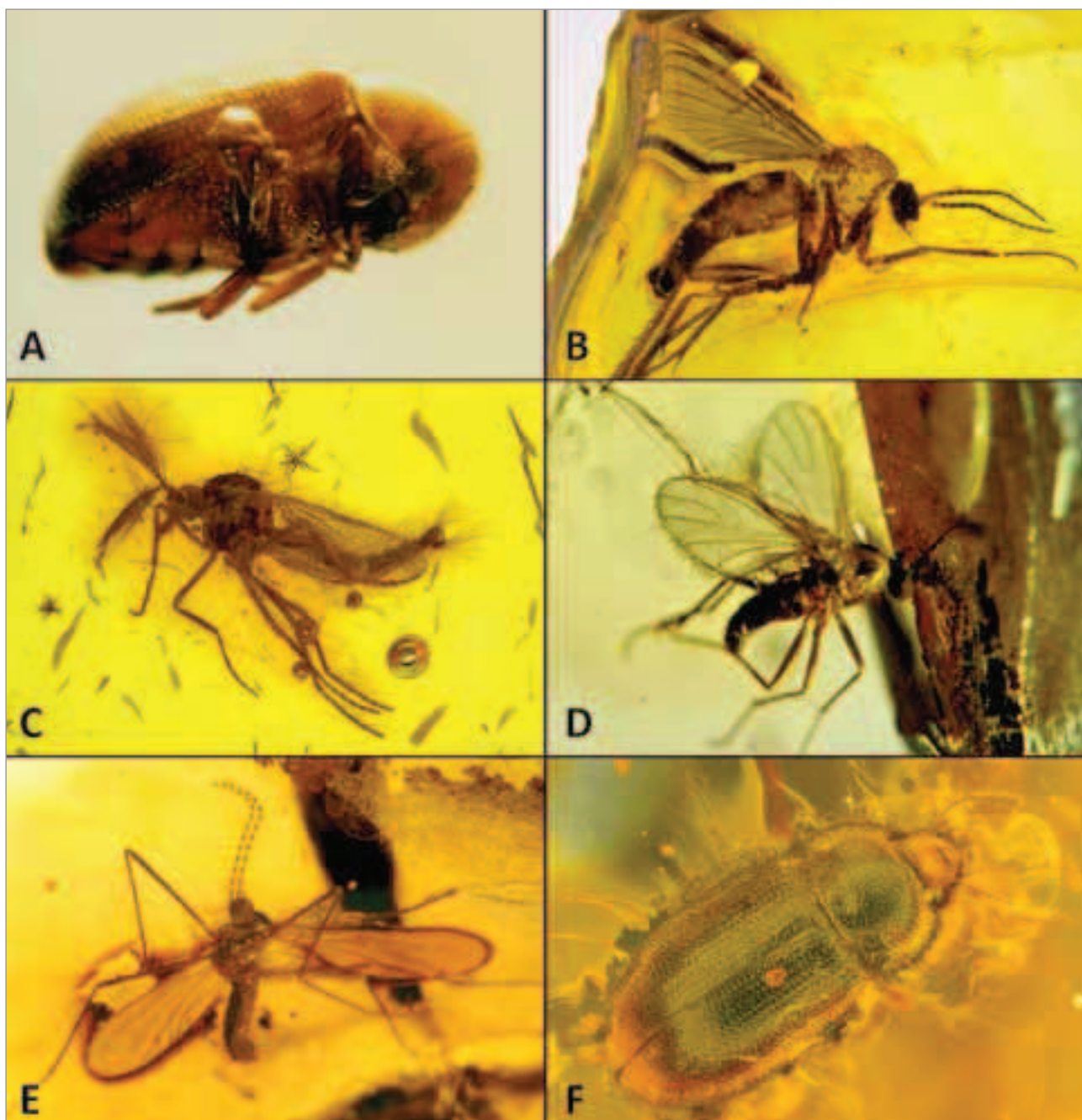
13. Ilościowe proporcje owadów wodnych wśród inkluzyj
13. Proportions of aquatic insects among inclusions

Flatworm (Platyhelminthes): the turbellarian flatworm (Turbellaria)

Poinar (2003) described the turbellarian flatworm *Palaeosoma balticus* on the basis of a single specimen. Due to its homonymy, its generic name was changed to *Micro-palaesomona* Poinar, 2004. Given the original illustrations, it is a dubious claim as the eggs represented in the drawing and the photograph are more like air bubbles on the surface of a 1.5 mm long ellipsoidal dent, considered to be the bottom part of the flatworm's body, rather than eggs visible through the epidermal-muscle layer. If the anatomical structures were so clearly visible inside the body then the digestive tract would be the first to be seen.

The velvet worm (Onychophora)

Poinar (2000) described a new velvet worm species from Baltic amber, *Succinopatopsis balticus* Poinar, which he placed in a new genus, a new family



14. Inkluzje owadów leśnych. A – kornik Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae), B – muchówka z rodziny Myceophilidae s. l., C – kuczman z rodzaju *Forcipomyia* (Diptera: Ceratopogonidae), D – muchówka z rodziny Sciaridae, E – mykofagiczny pryszczarek z podrodziny Porricondylinae (Diptera: Cecidomyiidae), F – chrząszcz z rodziny Mycetophagidae (det. K. Szawaryn)

14. Inclusions of forest insects. A – Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae), B – midge from the family Myceophilidae s. l., C – biting midge of the genus *Forcipomyia* (Diptera: Ceratopogonidae), D – midge of the family Sciaridae, E – mycophagous gall midge of the subfamily Porricondylinae (Diptera: Cecidomyiidae), F – beetle of the family Mycetophagidae (det. K. Szawaryn)

(2000), nie jest przednią częścią ciała pratchawca, a tylną częścią ciała wija parecznika (Chilopoda). Jest też duże prawdopodobieństwo, że to, co opisał Poinar, nie jest w ogóle inkluzją zwierzęcia. W tzw. „cukrowej” inkluzji z reguły są zupełnie niewidoczne struktury zewnętrzne i wewnętrzne (Ryc. 6D).

Wrotki (Rotifera)

Moczóń i Kulicka (1999) oraz Kulicka i Kosmowska-Ceranowicz (1999) opublikowali fotografie i opisy dwóch wrotków ze zbiorów Muzeum Ziemi, zaliczając je do współczesnego rodzaju *Brachionus*. W istocie te „wrotki” są płaskie, a nie obłe, i prawdopodobnie są pozostałością wody, która została uwięziona między dwiema warstwami żywicy, a po wyschnięciu dała obraz przypominający podręcznikowego wrotka. Okaz nie jest osiągalny do weryfikacji.

GRUPY EKOLOGICZNE ZWIERZĄT W LESIE BURSZTYNOWYM

Elementy faunistyczne ciepłolubne

Tereny Fenno-Sarmacji porastały lasy bursztynowe; w części południowej o klimacie subtropikalnym z dużym udziałem roślinności wiecznie zielonej, a w części północnej o klimacie umiarkowanym z roślinnością zrzucającą liście w okresie zimowym. Granicę pomiędzy obiema strefami wyznacza zasięg ciepłolubnych palm.

Grupy ciepłolubne, tropikalne i subtropikalne, które spotykamy w lesie bursztynowym, są rzadkie lub bardzo rzadkie. Należą do nich następujące taksony w randze rzędów i podrzędów: termity (Isoptera) (Ryc. 9A), nogoprządki (Embioptera) (Ryc. 9C), modliszki (Mantodea) (Ryc. 9E), straszki (Phasmatodea) (Ryc. 9B), skorpiony (Scorpioniidae) (Ryc. 7F), solfugi (Solifugae), gladiatorki (Notoptera: Mantophasmatodea) (Ryc. 9D). W innych grupach występują ciepłolubne rodziny lub rodzaje. Z reguły wymagania termiczne tych zwierząt nie są zbyt wysokie, gdyż współcześnie większość z nich występuje w Europie Południowej: termity, nogoprządki, modliszki (nawet w Polsce), skorpiony

Succinopatopsidae, a new superfamily Tertiatopatoidea, a new order Ontonychophora and a new phylum Udeonychophora. Grimaldi *et al.* (2002) removed the two last taxa, including them in the younger synonyms of velvet worms from the Euonychophora group, while considering the taxonomic status of the new species and family as dubious. Indeed, the specimen described from Baltic amber by Poinar (2000) is poorly preserved and has no claws at the ends of the appendages deemed to be limbs, which are typical for velvet worms, with their scientific name meaning “claw bearers”. This specimen resembles a highly deformed “sugar crystallized” inclusion which is formed when the air or water film which covers the inclusion’s body and appendages develops fine crackles. It is our belief that what Poinar (2000) described is not the front part of a velvet worm’s body but the rear part of a centipede (Chilopoda). It is highly probable that what Poinar described is not an animal inclusion at all. In this kind of “sugar crystallized” inclusion, the external and internal structures are generally completely invisible (Fig. 6D).

Wheel animals (Rotifera)

Moczóń & Kulicka (1999) and Kulicka & Kosmowska-Ceranowicz (1999) published photographs and descriptions of two wheel animals from the PAS Museum of the Earth’s collection, classifying them as the extant genus *Brachionus*. In fact these “wheel animals” are flat, not round, and are probably some remnant of water which had been trapped between two layers of resin and, having dried up, produced an image which resembles a textbook wheel animal. The specimen is not available for verification.

ECOLOGICAL GROUPS IN THE AMBER FOREST

Thermophilic (warmth-loving) fauna

Fenno-Sarmatia was covered with the amber forest: in the southern part with a subtropical climate and a large share of evergreen plants, in the northern part with a temperate climate and deciduous vegetation.

i solfugi. Jedynie straszki mają większe wymagania termiczne i nie występują w Europie. Taką w pełni tropikalną grupą owadów jest rodzina muchówek Corethrellidae, której samice odżywiają się krwią żab. Warto nadmienić, że krwio pijne samice Corethrellidae mają zdolność lokalizowania żywiciela, reagując na jego rechot. W lesie bursztynowym rodzina ta była reprezentowana przez cztery gatunki, a współcześnie najbliższe stanowiska znajdują się w Nigerii i Korei. Taksony ciepłolubne w randzie rzędów lub podrzędów: termity, nogoprządki, modliszki, skorpiony, gladiatorki, solfugi czy rodzina gekonów (Lacertilia: Gekkonidae) są związane głównie z terenami otwartymi (nieleśnymi) typowymi dla klimatu zwrotnikowego. Jedynie straszki można traktować jako leśne i tropikalne.

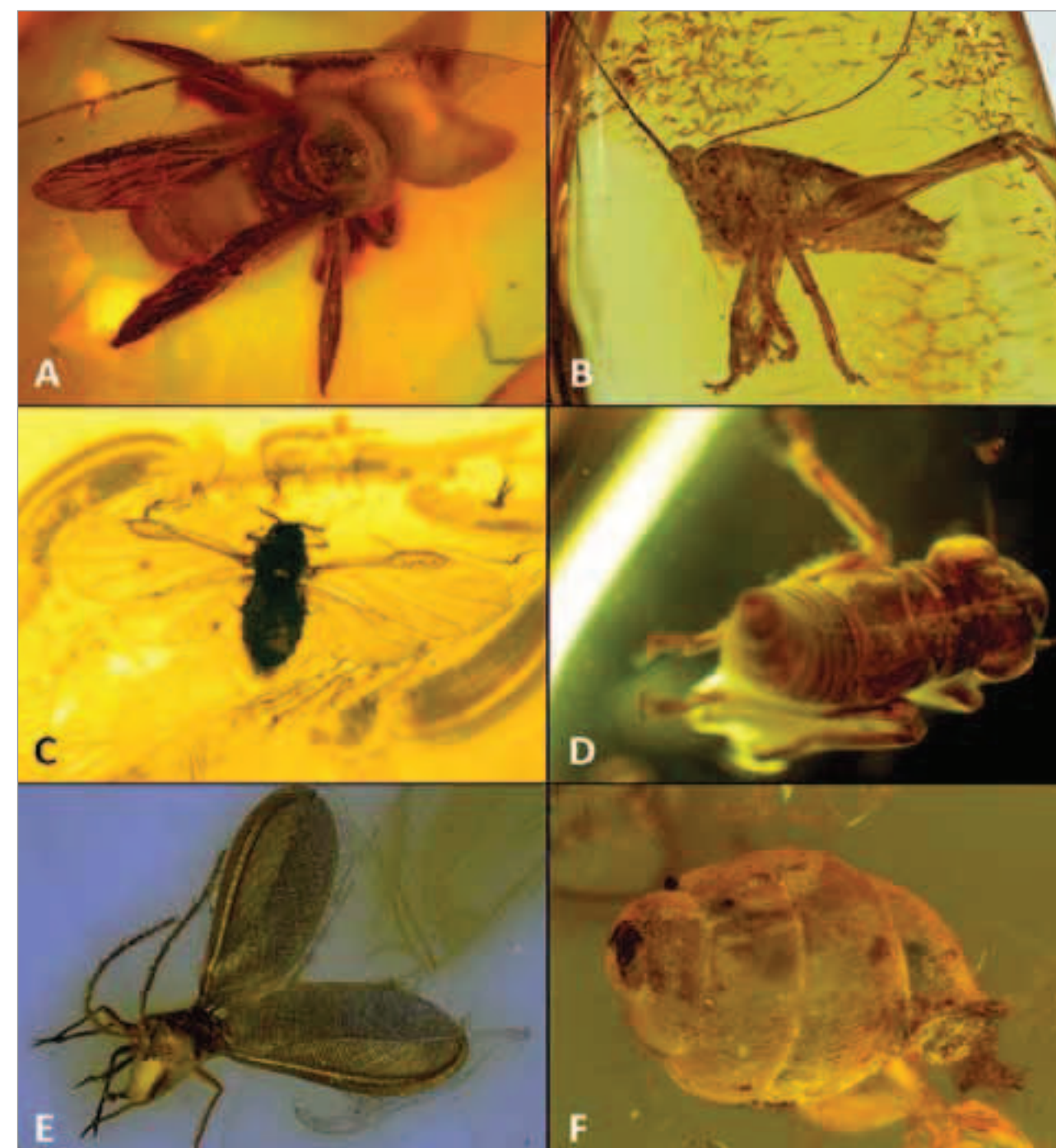
Drapieżne gladiatorki (Ryc. 9D) są grupą subtropikalną. Ten niedawno opisany takson został włączony do reliktoowego rzędu Notoptera. Zatem znalazły się w nim dwa niewielkie podrzędy: świerszczokaraczanów (Grylloblattodea) oraz gladiatorów (Mantophasmatodea). Grylloblattodea (26 gat.) żyją obecnie w lasach górskich półkuli północnej: w Ameryce Północnej, na Syberii, w Korei i Chinach. Natomiast znane z bursztynu bałtyckiego (4 gatunki) gladiatorki (Arillo i Engel 2006) współcześnie występują jedynie w Afryce Południowej o klimacie zwrotnikowym (Namibia i Tanzania) (16 gat.). Występują tam w suchych i nisko roślinnych biotopach o bardzo zimnych nocach (Naskręcki 2012).

Do ciepłolubnych muchówek należy cała rodzina Diopsidae (Ryc. 9F) oraz współczesne rodzaje *Leptoconops* (Ryc. 10), *Meunierohalea* i *Metahelea* z rodziny Ceratopogonidae (Szadziwski 2008a). Także niektóre rodziny pluskwiaków różnoskrzydłych (Heteroptera) współcześnie są ograniczone w zasięgu do strefy subtropikalnej i tropikalnej, jak np. Enicocephalidae, Schizopteridae, Hysipterygidae czy Thaumastocoridae (Schuh i Slater 1995, Schaefer i Panizzi 2000, Panizzi i Grazia 2015). Do ciepłolubnych chrząszczy należą występująca w Afryce podrodzina Paussinae (Carabidae) oraz pantropikalna rodzina Jacobsoniidae.

The borderline between the two zones is designated by the range of thermophilic palm trees.

Thermophilic, tropical and subtropical groups which can be found in the amber forest are rare or very rare. They include the following taxa at the rank of order and suborder: termites (Isoptera) (Fig. 9A), webspinners (Embioptera) (Fig. 9C), mantids (Mantodea) (Ryc. 9E), stick insects (Phasmatodea) (Fig. 9B), scorpions (Scorpionidea) (Fig. 7F), sun spiders (Solifugae), heelwalkers (Notoptera: Mantophasmatodea) (Fig. 9D). Other groups include thermophilic families or genera. In principle, the thermal requirements of these animals are not very great as, at present, most of them live in Southern Europe: termites, webspinners, mantids (even in Poland), scorpions and sun spiders. Only stick insects have greater thermal requirements and are not found in Europe. The true fly family of frog-biting midges (Corethrellidae), with its females feeding on frog blood, are such a fully tropical insect group. It is worth mentioning that the bloodsucking Corethrellidae females have the ability to locate a host by responding to its croaking. In the amber forest, this family was represented by four species; today its closest sites are found in Nigeria and Korea. Thermophilic taxa at the rank of order or suborder: termites, webspinners, mantids, scorpions, heelwalkers, sun spiders or the gecko family (Lacertilia: Gekkonidae) are mainly associated with open (unforested) areas typical of the tropical climate. Only stick insects can be treated as forest and tropical animals.

Predatory gladiators (Fig. 9D) are a subtropical group. This recently described taxon has been included in the relic order of Notoptera. Therefore, it has come to include two small suborders: ice crawlers (Grylloblattodea) and heelwalkers, rock crawlers or gladiators (Mantophasmatodea). Grylloblattodea (26 species) currently live in the mountainous forests of the northern hemisphere: North America, Siberia, Korea and China. Gladiators, in turn, known from Baltic amber (4 species) (Arillo & Engel 2006) are currently found only in southern Africa in a tropical climate (Namibia and Tanzania) (16 species). They



15. Bezkęgowce roślinożerne. A – pszczoła (Hymenoptera: Apidae), B – prostoskrzydły (Orthoptera), C – mszyca (Hemiptera: Aphidomorpha), D – larwa piewika Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha), E – samiec czerwca (Hemiptera: Sternorrhyncha), F – ślimak (Gastropoda) (B; fot. A. Damzen www.amberinclusion.eu)
 15. Phytophagous invertebrates. A – bee (Hymenoptera: Apidae), B – orthopteran (Orthoptera), C – aphid (Hemiptera: Aphidomorpha), D – larva of Cicadellidae (Hemiptera: Cicadomorpha), male of Coccoidea (Hemiptera: Sternorrhyncha), F – slug (Gastropoda) (B; photo A. Damzen www.amberinclusion.eu)

Elementy faunistyczne borealne, chłodnolubne

Taksony borealne dobrze ilustruje współczesny rodzaj *Ceratopogon* (Diptera: Ceratopogonidae), który w faunie lasu bursztynowego jest reprezentowany przez 20 gatunków. Obecnie jest on bardzo rzadko notowany w chłodnych rejonach borealnych i górach (Ryc. 11). Naszym zdaniem jest to grupa, która powstała w paleogenie, w okresie eocenu przeszła radiację, a obecnie jest grupą reliktową reprezentowaną przez 44 gatunki żyjące w górach i chłodniejszych obszarach Holarktyki. Fauna lasu bursztynowego składa się głównie z taksonów przystosowanych do życia w klimacie umiarkowanym, z niewielką domieszką form ciepłolubnych oraz zimnolubnych. Czasami formy ciepłolubne występują razem z obecnie zimnolubnymi rodzajami jako syninkluzje. Ta niezrozumiała dla M. Wheelera mieszanka faunistyczna rodzajów tropikalnych i chłodnolubnych mrówek została później nazwana dylematem Wheelera (Archibald i Farrell 2003).

W faunie lasu bursztynowego występowały także chłodnolubne muchówki z rodziny Trichoceridae, których postacie dorosłe pojawiają się w chłodnych porach roku od jesieni do wiosny.

Elementy faunistyczne górskie

Dzisiejszą Europę Środkową i Południową pokrywało Morze Tetydy, z licznymi różnej wielkości wyspami tworzącymi skomplikowane systemy archipelagów. Nie było wówczas ani Alp ani Karpat, które powstały wiele milionów lat później w okresie miocenu i pliocenu. Dużymi górami w ówczesnej Europie Środkowej i Północnej były stare (paleozoiczne) Góry Skandynawskie, Góry Kambryjskie, Highlands (Wyżyny Szkockie), Sudety, Góry Świętokrzyskie czy Góry Szwarzwaldzkie. O obecności gór na obszarach zajętych przez lasy bursztynowe świadczą muchówki z rodziny Nymphomyiidae (Diptera) (Wagner i in. 2000). Obecnie ta reliktowa, wybitnie górską rodzina jest ograniczona do gór wschodniej Azji oraz północno-wschodniej części Ameryki Północnej. Obecność tego samego gatunku *Nymphomyia succinea* w burszynie bałtyckim z Zatoki Gdańskiej i z Bitterfeldu świadczy o tym,

że bursztyń bitterfeldzki został przetransportowany z tych samych rejonów górskich co bursztyń z Zatoki Gdańskiej, zapewne z gór dawnej Fennoskandii.

Thermophilic dipterans include the entire family Diopsidae (Fig. 9F) and the extant genera *Leptocnops* (Fig. 10), *Meunierohelea* and *Metahelea* of the family Ceratopogonidae (Szadziewski 2008a). Also some families of true bugs (Heteroptera) today are restricted in their range to the subtropical and tropical zone, for example Enicocephalidae, Schizopteridae, Hypsipterygidae or Thaumastocoridae (Schuh & Slater 1995, Schaefer & Panizzi 2000, Panizzi & Grazia 2015). Thermophilic beetles include the subfamily Paussinae (Carabidae) found in Africa and the pantropical family Jacobsoniidae.

Boreal, cool-loving fauna

Boreal taxa are well illustrated by the extant genus *Ceratopogon* (Diptera: Ceratopogonidae), which is represented by 20 species in the amber forest fauna. Currently, it is recorded very rarely in cool boreal regions and in the mountains (Fig. 11). In our opinion, it is a group which originated in the Palaeogene, went through radiation in the Eocene and is now a relic group represented by 44 species living in the mountains and the cooler areas of the Holarctic. The amber forest fauna consisted mainly of taxa which were adapted to living in a temperate climate, with some warmth-loving or cold-loving forms thrown in. Sometimes, the warmth-loving forms are found together with currently cold-loving genera as syninclusions. This faunal mixture of tropical and cool-loving genera of ants, which was incomprehensible to M. Wheeler, was later named Wheeler's dilemma (Archibald & Farrell 2003).

The amber forest fauna also included cool-loving dipterans of the family Trichoceridae, with their adult forms appearing in the cool seasons of the year, from autumn to spring.

Mountain fauna

Today's Central and Southern Europe used to be covered with the Tethys Sea with numerous, variously sized islands creating complex archipelago systems. There were no Alps or Carpathians at the

time, as they were formed many million years later in the Miocene and Pliocene. The large mountains of what is now Central and Northern Europe included the old (Palaeozoic) Scandinavian Mountains, Cambrian Mountains, Scottish Highlands, Sudetes, Holy Cross (Świętokrzyskie) Mountains and the Black Forest (Schwarzwald). The presence of mountains in the areas taken up by the amber forest is evidenced by true flies of the family Nymphomyiidae (Diptera) (Wagner *et al.* 2000). Today, this highly mountainous relic family is restricted to the mountains of East Asia and the north-eastern part of North America. The presence of the same species *Nymphomyia succinea* in Baltic amber from the Bay of Gdańsk and Bitterfeld is evidence that Bitterfeld amber was transported from the same mountainous areas as the Bay of Gdańsk amber, no doubt from the mountains of ancient Fennoscandia.

Fauna wód stojących

Wśród inkluzji liczne są inkluzje wodnych bezkręgowców żyjących w różnego typu zbiornikach wód śródlądowych, jak jeziora, stawy, kałuże, bagna, estuaria, rzeki, strumienie i źródła.

Fauna wód śródlądowych jest licznie reprezentowana przez wodne owady oraz skorupiaki (Wichard i in. 2009). Należą do niej wszystkie ważki (Odonata), jętki (Ephemeroptera) (Ryc. 12A), widelnice (Plecoptera) (Ryc. 12B), chruściki (Trichoptera) (Ryc. 8D), wielkoskrzydłe (Megaloptera) oraz skorupiaki (Ostracoda, Amphipoda, wodne Isopoda). Do wodnych należą niektóre Diptera: Chironomidae (Ryc. 12D), Ceratopogonidae (Ryc. 11A), Corethrellidae, Chaoboridae, Culicidae (Ryc. 16D), Dixidae (Ryc. 12F), Psychodidae, Limoniidae, Nymphomyiidae, Tabanidae (Ryc. 16F), Empididae, Dolichopodidae, Coleoptera: krętakowate (Gyrinidae), pływakowate (Dytiscidae) (Ryc. 12C), Scirtidae, osuszkowate (Elmidae), Neuroptera, pluskwiaki (Hemiptera): wioślakowate (Corixidae), poślizgowate (Hydrometridae), plesicowate (Veliidae), nartnikowate (Gerridae). Wśród inkluzji chrząszczy dominuje rodzina chrząszczy z rodziny Scirtidae (Weitschat i Wichard 2002), których larwy i dorosłe zasiedlają jeziora, stawy i okresowe kałuże (Wichard i in. 2009).

Około 25% wszystkich inkluzji zwierzęcych stanowią owady wodne (Wichard i in. 2009). Wśród nich najliczniejsze są muchówki (59%), w tym ochotki (Chironomidae) (43,3%) oraz chruściki (Trichoptera) stanowiące 21,5% (Ryc. 13).

Fauna wód płynących

Grupą owadów w całości związaną z wodami płynącymi jak rzeki i strumienie są meszki (Diptera: Simuliidae) (Ryc. 12E, 16C). Ich larwy i poczwarki żyją wyłącznie w wodach płynących; larwy, podobnie jak poczwarki, są przytwierdzone do zanurzonych przedmiotów. Postacie dorosłe mogą migrować na duże odległości. W górach w wartko płynących

time, as they were formed many million years later in the Miocene and Pliocene. The large mountains of what is now Central and Northern Europe included the old (Palaeozoic) Scandinavian Mountains, Cambrian Mountains, Scottish Highlands, Sudetes, Holy Cross (Świętokrzyskie) Mountains and the Black Forest (Schwarzwald). The presence of mountains in the areas taken up by the amber forest is evidenced by true flies of the family Nymphomyiidae (Diptera) (Wagner *et al.* 2000). Today, this highly mountainous relic family is restricted to the mountains of East Asia and the north-eastern part of North America. The presence of the same species *Nymphomyia succinea* in Baltic amber from the Bay of Gdańsk and Bitterfeld is evidence that Bitterfeld amber was transported from the same mountainous areas as the Bay of Gdańsk amber, no doubt from the mountains of ancient Fennoscandia.

Stagnant water fauna

There are many amber inclusions of aquatic invertebrates living in various types of inland water bodies, such as lakes, ponds, puddles, swamps, estuaries, rivers, streams and springs.

The fauna of inland waters is strongly represented by aquatic insects and crustaceans (Wichard *et al.* 2009). It includes all dragonflies (Odonata), mayflies (Ephemeroptera) (Fig. 12A), stoneflies (Plecoptera) (Fig. 12B), caddis flies (Trichoptera) (Fig. 8D), alderflies, dobsonflies and fishflies (Megaloptera) and crustaceans (Ostracoda, Amphipoda, aquatic Isopoda). Aquatic fauna also includes dipterans: Chironomidae (Fig. 12D), Ceratopogonidae (Fig. 11A), Corethrellidae, Chaoboridae, Culicidae (Fig. 16D), Dixidae (Fig. 12F), Psychodidae, Limoniidae, Nymphomyiidae, Tabanidae (Fig. 16F), Empididae, Dolichopodidae, coleopterans: whirligig beetles (Gyrinidae), predaceous diving beetles (Dytiscidae) (Fig. 12C), marsh beetles (Scirtidae), riffle beetles (Elmidae), neuropterans, true bugs (Hemiptera): water boatmen (Corixidae), water measurers (Hydrometridae), smaller water striders (Veliidae), water striders (Gerridae). Beetle inclusions are dominated by marsh beetles of the family Scirtidae (Weitschat

zimnych strumieniach żyły larwy Nymphomyiidae (Diptera) (Wagner i in. 2000).

Fauna leśna

Do grupy ekologicznej zwierząt leśnych można zaliczyć w całości jedynie rząd tropikalnych owadów zwanych straszakami (Phasmatodea) (Ryc. 9B) i skoczogonki (Collembola) (Ryc. 8C). Straszaki są głównie owadami nadrzewnymi i liściożernymi. Natomiast skoczogonki obok roztoczy (Ryc. 7A) i przyszczarkowatych (Cecidomyiidae) (Ryc. 14E) są najliczniejszą grupą stawonogów w glebach leśnych. W innych grupach taksonomicznych dopiero na poziomie rodzin można określać preferencje do występowania w środowisku leśnym.

Glebę lasu bursztynowego pokrywała warstwa ściółki i rozkładającego się drewna, stanowiąc dogodne środowisko dla rozwoju larw saprofagicznych muchówek z rodzin Sciaridae (Ryc. 14D), Mycetophilidae s.l. (Ryc. 14B) oraz części Cecidomyiidae (Ryc. 14E). Do grupy zwierząt ściółkowych należy zaliczyć także roztocze (Acari) (Ryc. 7A) i wspomniane powyżej skoczogonki (Collembola). Duży udział ilościowy Sciaridae i Mycetophilidae wśród inkluzji świadczy o bogatej warstwie ściółki leśnej, podobnie jak we współczesnych lasach mieszanym i liściastym klimatu umiarkowanego. Do grupy zwierząt ściółkowych można zaliczyć chrząszcze kusakowate (Staphylinidae).

Owady ksylofagiczne związane z drzewami i lasem należą głównie do chrząszczy Coleoptera. Wśród nich liczne są sprężkowata Elateridae, kołatkowate Anobiidae (pokarm: twarde i suche drewno), Eucnemidae, korniki Scolytinae (Curculionidae) (Ryc. 14A), Bostrichidae, Mycetophagidae (Ryc. 14F), Ciidae (mykofagi), Cerambycidae i inne. Dobrymi wskaźnikami lasów są kuczmany podrodzaju *Forcipomyia* s. str. (Diptera: Ceratopogonidae) (Ryc. 14C), ponieważ ich larwy i poczwarki żyją pod korą obumierających drzew. Są one dosyć pospolite w bursztynie bałtyckim, stanowiąc prawie 16% wszystkich kuczmanów (Szadziewski 1988). Pod korą obumarłych drzew rozwijały się

& Wichard 2002), with their larvae and adult forms living in lakes, ponds and temporary puddles (Weitschat & Wichard *et al.* 2009).

Ca. 25% of all animal inclusions are aquatic insects (Wichard *et al.* 2009). Among them, the largest groups are true flies (59%), including non-biting midges (Chironomidae) (43.3%) and caddis flies (Trichoptera) at 21.5% (Fig. 13).

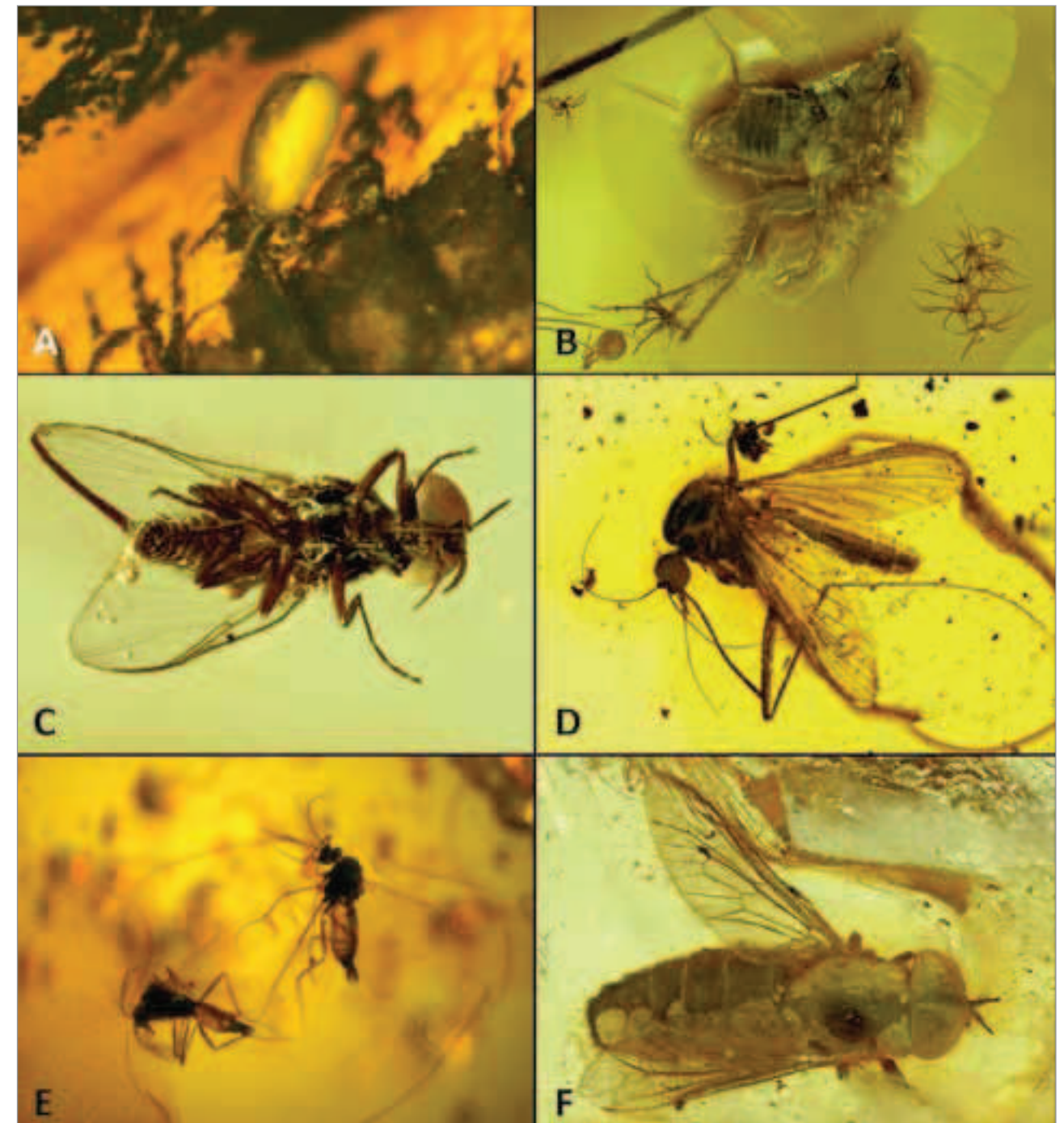
Flowing water fauna

Black flies (Diptera: Simuliidae) (Fig. 12E, 16C) are a group of insects associated in its entirety with flowing water, such as rivers and streams. Their larvae and pupae live only in flowing water; both the larvae and the pupae are attached to immersed objects. Adult forms can migrate over large distances. The larvae of Nymphomyiidae (Diptera) lived in swiftly flowing cold mountain streams (Wagner *et al.* 2000).

Forest fauna

Only one entire order of tropical insects known as stick insects (Phasmatodea) (Fig. 9B) as well as springtails (Collembola) (Fig. 8C) can be included in the ecological group of forest animals. Stick insects mainly live on trees and eat leaves. Springtails, in turn, next to mites (Fig. 7A) and gall midges (Cecidomyiidae) (Fig. 14E), are the largest group of arthropods living in the forest soil. For other taxonomic groups, it is only on the level of the family that a preference for living in a forest environment can be determined.

The soil of the amber forest was covered with a layer of litter and decomposing wood to create a favourable environment for the growth of the larvae of saprophagous dipterans of the family Sciaridae (Fig. 14D), Mycetophilidae s. l. (Fig 14B) and some Cecidomyiidae (Fig. 14E). Mites (Acari) (Fig. 7A) and springtails (Collembola), referred to above, should also be classified as animals living in forest litter. The high quantitative share of Sciaridae and Mycetophilidae among inclusions is evidence of an abundant layer of litter, much like in present-day mixed and deciduous forests of the temperate



16. Stawononogi krwiopijne. A – inkluzja larwy kleszcza (Acari: Ixodidae) na brzuchu jaszczurki, B – pchła (Aphaniptera), C – meszka (Diptera: Simuliidae), D – samica komara (Diptera: Culicidae), E – krwiopijne kuczmany z rodzaju *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae), F – bąk (Diptera: Tabanidae) (B–D, F; fot. A. Damzen www.amberinclusion.eu)
16. Blood sucking arthropods. A – inclusion of tick (larva) (Acari: Ixodidae) on belly of a lizard, B – flea (Aphaniptera), C – black fly (Diptera: Simuliidae), D – female mosquito (Diptera: Culicidae), E – blood feeding biting midges of the genus *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae), F – horse fly (Diptera: Tabanidae). (B–D, F; photo A. Damzen www.amberinclusion.eu)

W bursztynie zwierzęta i rośliny zachowały się często w idealnej trójwymiarowej postaci. Dzisiaj, po ponad 40 milionach lat możemy badać je z taką samą dokładnością, z jaką badamy okazy współczesne. Jak na razie w inkluzjach nie odnaleziono dających się wykorzystać do dalszych badań fragmentów DNA.

In amber, plants and animals are often preserved in a perfect three-dimensional form. Today, over 40 million years later, we can examine them as thoroughly as present-day species. So far, no DNA fragments usable for further research have been found in the inclusions.

mykofagiczne pluskwiaki rodziny korowcowatych (Hemiptera: Aradidae) oraz żerujące na drewnie błonkówki z rodziny trzpiennikowatych Siricidae (Hymenoptera).

Z drzewami i krzewami tworzącymi lasy były związane owady fitofagiczne reprezentowane głównie przez pluskwiaki (Hemiptera), przylżeńce (Thysanoptera), stonkowate (Coleoptera: Chrysomelidae), błonkówki rośliniarki (Hymenoptera: Tenthredinidae). Do fitofagów, o których można powiedzieć, że były leśne, z pewnością należą mszyce z rodzaju *Germaraphis* (Aphidoidea) (Ryc. 8F) oraz liściożerne straszki (Phasmatodea) (Ryc. 9B).

Fauna środowisk nieleśnych

Do lądowych środowisk nieleśnych można zaliczyć różnego typu biotopy „otwarte” – niezacienione przez drzewa, takie jak łąki, niezalesione tereny górskie czy brzegi dużych zbiorników wodnych.

Do fauny terenów nieleśnych można zaliczyć wszystkie owady prostoskrzydłe (Orthoptera) (Ryc. 15B), modliszki (Mantodea), gladiatorki (Notoptera: Mantophasmatodea), skorpiony (Scorpionidea). Spośród innych grup do fauny tej należą między innymi heliofilne pająki, błonkówki i muchówki. Warto podkreślić, że błonkówki żdzieblarzewate (Hymenoptera: Cephidae) wykazane z bursztynu bałtyckiego to rośliniarki związane głównie z trawami.

climate. Rove beetles (Staphylinidae) can also be classified as animals living in forest litter.

Xylophagous insects associated with trees and forests mainly belong to Coleoptera beetles. They include many click beetles Elateridae, furniture beetles Anobiidae (hard and dry wood as food), false click beetles Eucnemidae, bark and ambrosia beetles Scolytinae (Curculionidae) (Fig. 14A), horned powder-post beetles Bostrichidae, hairy fungus beetles Mycetophagidae (Fig. 14F), minute tree-fungus beetles Ciidae (mycophages; fungivores), long-horned beetles Cerambycidae and others. Biting midges of the subgenus *Forcipomyia* s. str. (Diptera: Ceratopogonidae) (Fig. 14C) are a good forest indicator because their larvae and pupae live under the bark of dying trees. They were quite common in Baltic amber, constituting almost 16% of all biting midges (Szadziewski 1988). The insects which developed under the bark of dead trees were mycophagous true bugs of the flat bug family (Hemiptera: Aradidae) and hymenopterans of the horntail family Siricidae (Hymenoptera) feeding on trees.

Phytophagous insects associated with trees and shrubs which grew in forests were represented mainly by true bugs (Hemiptera), thrips (Thysanoptera), leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae), common sawflies (Hymenoptera: Tenthredinidae). Phytophages which may be described as living in forest habitats certainly include aphids of the genus *Germaraphis* (Aphidoidea) (Fig. 8F) and leaf insects (Phasmatodea) (Fig. 9B).

Fauna of non-forest environments

Terrestrial non-forest environments include various types of “open” biotopes, unshaded by trees, such as meadows, non-forest mountainous areas or the shores of large water bodies.

The fauna of non-forest areas includes all grasshoppers, crickets and katydids (Orthoptera), (Fig. 14B), mantids (Mantodea), gladiators (Notoptera: Mantophasmatodea) and scorpions (Scorpionidea). Among all other groups, this fauna also includes, for example, heliophilous spiders, membrane-winged insects and true flies. It is worth emphasising that the

Taką grupą, która jest częsta w otwartych siedliskach łąkowych, są błyskieniowate (Diptera: Dolichopodidae) (Ryc. 8A).

Fauna siedlisk przyziemnych

Wśród zwierząt śródłądowych niewiele jest takich, które są wskaźnikowe dla zasolonych siedlisk przyziemnych. Do nich można jedynie zaliczyć gatunki kuczmanów z rodzaju *Leptoconops* (Diptera: Ceratopogonidae) (Ryc. 10A), które są dobrymi wskaźnikami piaszczystych brzegów morskich oraz środowisk estuariowych, gdyż ich larwy zwykle żyją w zasolonym wilgotnym piasku brzegów morskich i estuariów. Liczebność rodzaju *Leptoconops* wśród inkluzji jest niewielka – znamy kilka okazów zaliczonych do dwóch gatunków, co świadczy, że siedliska przyziemne były odległe od lasów bursztynowych.

Stawonogi krwio pijne

Wiele gatunków stawonogów korzystało w lesie bursztynowym z pokarmu w postaci krwi kręgowców. Nazywamy je krwio pijnymi albo hematofagicznymi. Wśród zwierząt występujących w lesie bursztynowym są to 44 nazwane gatunki należące do kleszczy (Acari: Ixodidae), (1 gat.) (Ryc. 16A), pcheł (Aphaniptera) (4 gat.) (Ryc. 16B) oraz muchówek z następujących rodzin: Ceratopogonidae (12 gat.): *Culicoides* (9 gat.) (Ryc. 16E), *Leptoconops* (2 gat.) (Ryc. 10A), *Forcipomyia* (*Lasiohelea*) (1 gat.), Simuliidae (9 gat.) (Ryc. 12E, 16C), Culicidae (5 gat.) (Ryc. 16D), Corethrellidae (4 gat.), Psychodidae: Phlebotominae (2 gat.), Tabanidae (8 gat.) (Ryc. 16F). Trzeba też wspomnieć o gnidach zanozowanych na włosach ssaka, które być może należą do hematofagicznych wszy z rzędu Phthiraptera. Wśród wymienionych powyżej hematofagicznych muchówek krwią kręgowców odżywiają się jedynie dorosłe samice, u pcheł dorosłe samce i samice, podczas gdy u kleszczy krwią odżywiają się wszystkie stadia rozwojowe. W bursztynie bałtyckim stwierdzono obecność na jaszczurce larwy kleszcza (Ryc. 16A). Jest to jedyny w zapisie kopalnym przypadek występowania hematofaga na żywicielu.

stem sawflies (Hymenoptera: Cephidae) discovered in Baltic amber are sawflies that are mainly associated with grass. Long-legged flies (Diptera: Dolichopodidae) (Fig. 8A) are a group which is frequent in open meadow habitats.

Fauna of littoral habitats

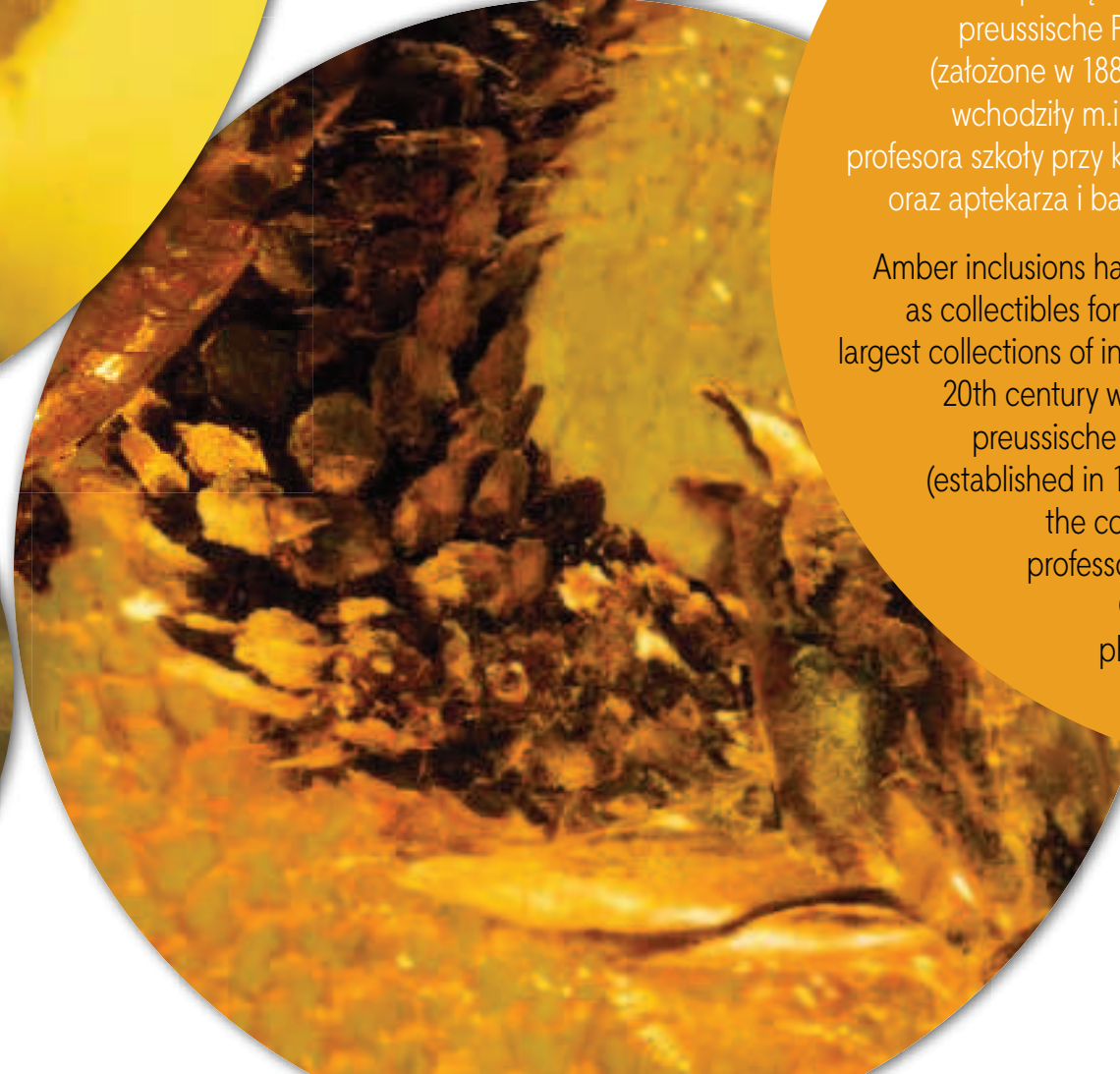
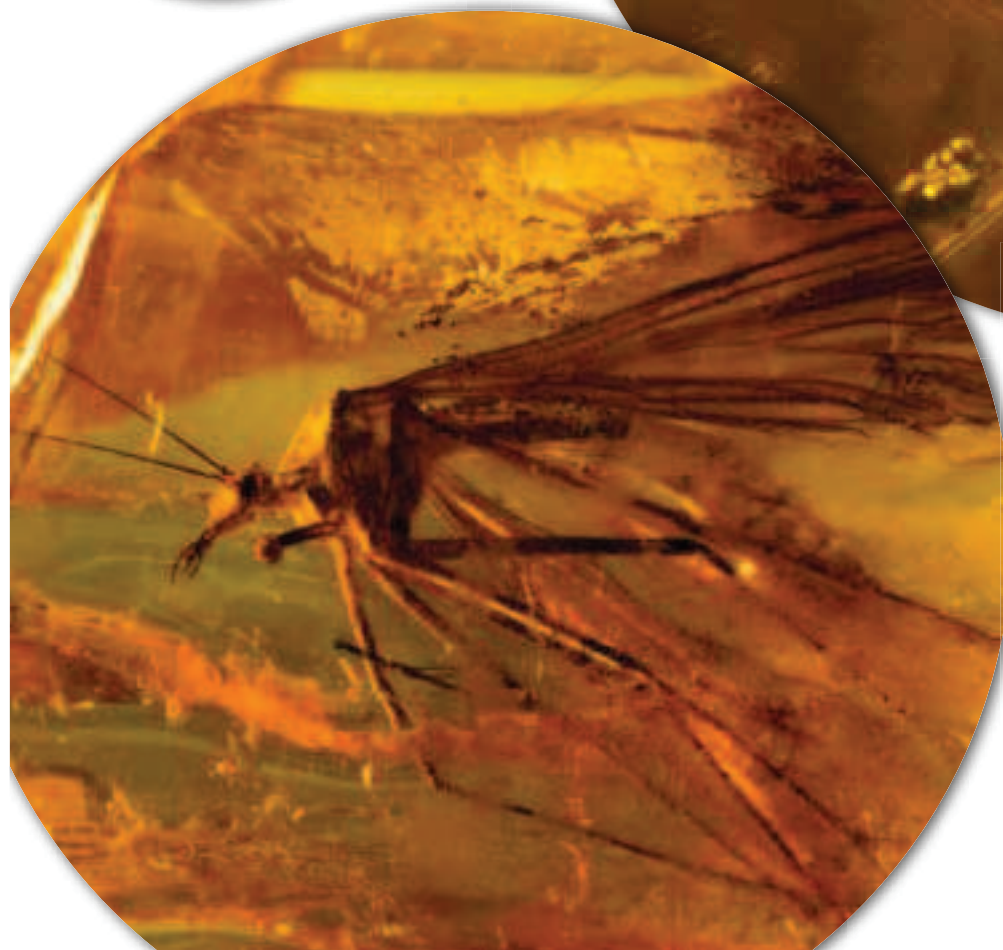
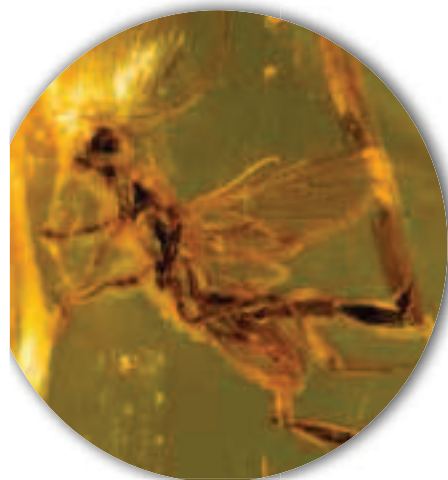
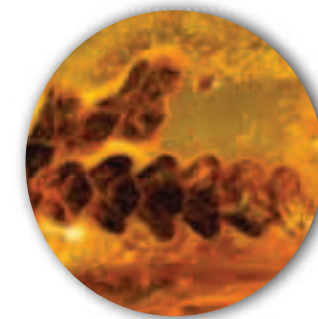
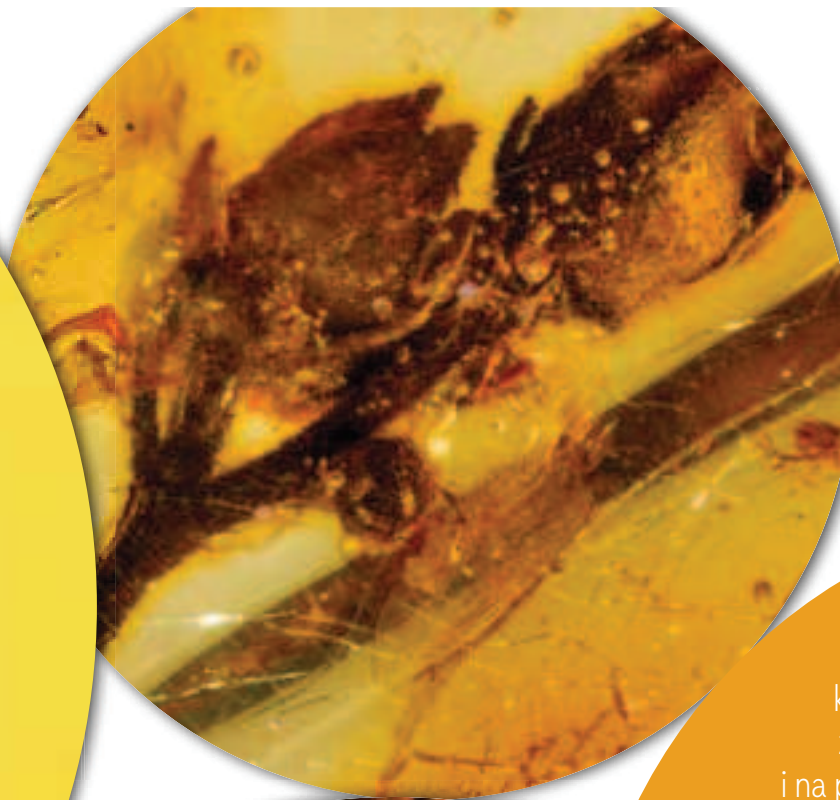
Among inland animals, there are few that indicate salty littoral habitats. The only species that fit this description are biting midges of the genus *Leptoconops* (Diptera: Ceratopogonidae) (Fig. 10A); they are a good indicator of sandy seashores and estuary environments because their larvae usually live in salty wet sand on seashores and in estuaries. There are not many examples of the genus *Leptoconops* among inclusions: we know of only a few specimens classified as two species, which demonstrates that littoral habitats were situated far from the amber forests.

Bloodsucking arthropods

Many arthropod species used vertebrate blood as their food in the amber forest. We call them blood-sucking or hematophagous animals. The animals found in the amber forest include 44 named species of hematophages, classified as hard ticks (Acari: Ixodidae) (1 species) (Fig. 16A), fleas (Aphaniptera) (4 species) (Fig. 16B) and true flies from the following families: biting midges Ceratopogonidae (12 species): *Culicoides* (9) (Fig. 16E), *Leptoconops* (2) (Fig. 10A), *Forcipomyia* (*Lasiohelea*) (1), black-flies Simuliidae (9) (Fig. 12E, 16C), mosquitos Culicidae (5) (Fig. 16D), frog-biting midges Corethrellidae (4), sand flies Psychodidae: Phlebotominae (2 species), horse-flies Tabanidae (8) (Fig. 16F). The nits recorded on mammal hair also need mentioning: they may have been laid by hematophagous lice of the order Phthiraptera. Among the bloodsucking dipterans listed above, only adult females feed on vertebrate blood, in fleas – both adult males and females, whereas in hard ticks all the development stages feed on blood. A hard tick larva has been found on a lizard in Baltic amber (Fig. 16A). It is the only fossil record of a hematophage found on its host.

Inkluzje w bursztynie bałtyckim,
ze zbiorów Muzeum Bursztynu
w Gdańsku, fot. Michał Kosma
Szczerek

Inclusions in Baltic amber,
from the collection of the Amber
Museum in Gdańsk, photo:
Michał Kosma Szczerek

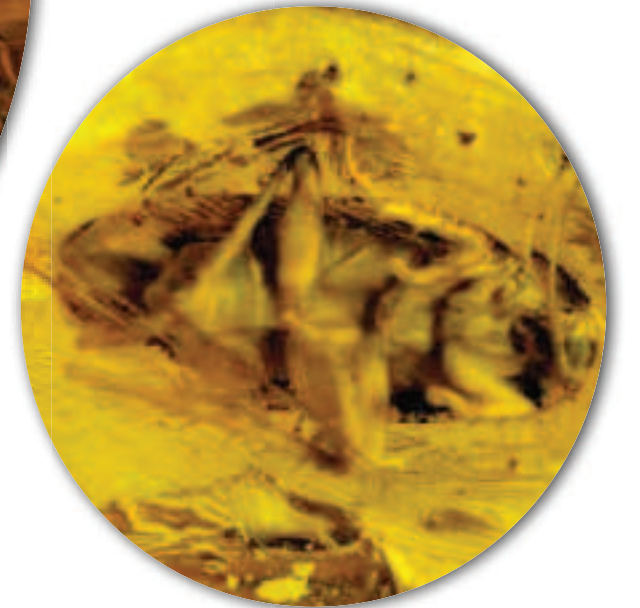


Inkluzje w bursztynie uważano od wieków za cenne przedmioty kolekcjonerskie. Jeden z największych zbiorów inkluzji w świecie w XIX wieku i na początku XX wieku zgromadziło Westpreussische Provinzial Museum w Gdańsku (założone w 1880 roku). W skład jego zbiorów wchodziły m.in. kolekcja Antona Mengego, profesora szkoły przy kościele św. Piotra w Gdańsku, oraz aptekarza i badacza bursztynu Otto Helma.

Amber inclusions have been considered valuable as collectibles for centuries. One of the world's largest collections of inclusions of the 19th and early 20th century was accumulated by the Westpreussische Provinzial Museum in Gdańsk (established in 1880). The collection included the collectibles from Anton Menge, professor at St Peter's Church school, Gdańsk, and from Otto Helm, pharmacist and amber scholar.



Inkluzje w bursztynie bałtyckim, ze zbiorów Christel i Hansa Wenera Hoffeinsów, fot. Polska Biżuteria
Inclusions in Baltic amber, from the collection of Christel and Hans Werner Hoffeins, photo: Polska Biżuteria



Inkluzje w bursztynie bałtyckim, ze zbiorów Lucjana Myrty, fot. Marek Żak Oficyna Wydawnicza Excalibur
Inclusions in Baltic amber, from the collection of Lucjan Myrta, photo: Marek Żak Oficyna Wydawnicza Excalibur

Cenne zbiory inkluzji w bursztynie znajdują się w Muzeum Inkluzji w Bursztynie w Gdańsku. Placówka działa jako pracownia w Katedrze Zoologii Bezkręgowców Uniwersytetu Gdańskiego. Własne zbiory inkluzji posiada także Muzeum Bursztynu, Oddział Muzeum Gdańska. Lucjan Myrta jest właścicielem zawrotnej liczby 20 400 oszlifowanych bryłek bursztynu różnej wielkości, z których każda zawiera co najmniej jedną wyraźną inkluzję roślinną lub zwierzęcą. Ciekawą kolekcją inkluzji w bursztynie bałtyckim dysponują Cristel i Hans Werner Hoffeinsowie w Hamburgu (prawie 16 000 okazów).

Today, a valuable collection of amber inclusions can be seen at the Museum of Amber Inclusions in Gdańsk. The institution operates as a laboratory at the University of Gdańsk's Department of Invertebrate Zoology. The Amber Museum Branch of the Gdańsk Museum also has its own amber inclusion collection. Lucjan Myrta owns a staggering amount of 20,400 cut amber nuggets of various sizes, every one of which contains at least one clearly visible plant or animal inclusion. The Baltic amber and inclusion collection of Cristel and Hans Werner Hoffeins in Hamburg (almost 16,000 pieces).



**CZWARTORZĘDOWE ZŁOŻA BURSZTYNU BAŁTYCKIEGO
NAD ZATOKĄ GDAŃSKĄ / QUATERNARY BALTIC AMBER
DEPOSITS BY THE BAY OF GDAŃSK**
Barbara Kosmowska-Ceranowicz, Regina Kramarska

- Bilans zasobów kopalin w Polsce wg stanu na dzień 31 grudnia 2014, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- Błaszak M., 1987: *Bursztyn w osadach trzeciorzędowych w okolicy Możdzanowa koło Słupska*. „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego”, 356: 103–119.
- Gierłowski W., 2008: *Wahania podaży surowca bursztynowego w latach 1981–2006*: 27–32. W/In: *Materiały XV seminarium Amberif*. MTG S.A., Muzeum Ziemi PAN, Gdańsk–Warszawa.
- Jórczak W., 1974: *Sprawozdanie z badań geologiczno-zwiadowczych dla określenia perspektyw występowania bursztynu w rejonie Ostrowo, pow. Puck, woj. gdańskie*. CAG PIG-PIB.
- Jurys L., Kramarska R., Oller M., Cylkowska H., 2008: *O metodyce dokumentowania i eksploatacji holoceńskich złóż bursztynu w delcie Wisły*. „Górnictwo Odkrywkowe”, 2–3: 111–118.
- Karczewska I., 1976: *Zestawienie materiałów dotyczących występowania bursztynu w rejonie Jeziora Żarnowieckiego, gmina Wierzchucino, woj. gdańskie*. Wojewódzkie Archiwum Geologiczne w Gdańsku.
- Katinas V., 1971: *Yantar i yantarenosnye otlozheniya yuzhnoi Pribaltiki*. „Nauczne Issledovaniya Geologicheskogo Instituta”, 20: 1–150.
- Klebs R., 1883: *Gewinnung und Verarbeitung des Bernstein*. Hartungsche Buchdruckerei, Königsberg.
- Kosmowska-Ceranowicz B. (red.), 2002: *Znaleziska i dawne kopalnie bursztynu w Polsce Od Bałtyku przez Kurpie do Karpat*. „Biblioteka Kurpiowska im. Stacha Konwy”, 2: 158 + 16 map wojewódzkich. Warszawa.
- Kosmowska-Ceranowicz B., 2004a: *Amber deposits in the Pomeranian Province*. „Prace Muzeum Ziemi”, 47: 63–72.
- Kosmowska-Ceranowicz B., 2004b: *Holoceńskie nagromadzenia bursztynu w rejonie Gdańska*. „Prace Muzeum Ziemi”, 47: 57–62.
- Kosmowska-Ceranowicz B., 2006: *Polska. Opowieść o burszynie*. Wydawnictwo Sport i Turystyka, Muza, Warszawa.
- Kosmowska-Ceranowicz B., 2012: *Bursztyn w Polsce i na świecie. Amber in Poland and in the World*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Kosmowska-Ceranowicz B., Pietrzak T., 1985: *Z dziejów rozwoju wiedzy o znaleziskach bursztynu i ich prezentacji na mapach dawnych i współczesnych*. „Prace Muzeum Ziemi”, 37: 27–66.
- Kramarska R., 2015: *Geologiczne warunki występowania i eksploatacji złóż bursztynu nad Zatoką Gdańską*: 133–147. W/In: *Gazda L. (red./ed.), Lubelski bursztyn. Znaleziska, geologia, złoża, perspektywy*. Wydawnictwo M. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie, Kraków–Chełm.
- Kramarska R., Kasiński J., 2008: *Prognozy zasobowe bursztynu w Polsce*. CAG PIG-PIB.

- Kramarska R., Zachowicz J., 2003: *Holoceńskie zmiany linii brzegowej morza i nagromadzenia bursztynu na obszarze delty Wisły*: 16–21. W/In: *Kosmowska-Ceranowicz B., Gierłowski W., (red./ed.) 2005, Bursztyn. Poglądy, opinie. Materiały z seminariów Amberif 1994–2004*. Tom 1. Gdańsk–Warszawa.
- Kramarski A., 1979: *Charakterystyka wystąpień bursztynu na tle eksploatacji w rejonie Gdańska-Stogi*. CAG PIG-PIB, Gdańsk.
- Listkowski W., Łazowski L., 1975: *Wyniki badań złóż bursztynu w okolicach Gdańska*. „Przegląd Geologiczny”, 23 (8): 385–388.
- Łazowski L., 2004: *Stan poszukiwań bursztynu w osadach holoceńskich Pobrzeża Bałtyckiego*. „Prace Muzeum Ziemi”, 47: 43–56.
- Łazowski L., Bujakowska K., 2004a: *Dokumentacja geologiczna złoża bursztynu „Stegna”*. Kat. D. Wojewódzkie Archiwum Geologiczne, Gdańsk, nr 2417.
- Łazowski L., Bujakowska K., 2004b: *Dokumentacja geologiczna złoża bursztynu „Smoldzino”, „Sztutowo” – pole I i „Sztutowo” – pole II*, w kat. D. Wojewódzkie Archiwum Geologiczne, Gdańsk, nr 2418.
- Łazowski L., Parecki A. 2004: *Prace geologiczno-poszukiwawcze i rozpoznawcze złóż unikatowych w przypowierzchniowych osadach okruchowych (bursztynu i piasków ilmenitowo-rutyłowo-cyrkonowych)*. „Górnictwo Odkrywkowe”, 3–4: 103–107.
- Matuszewski A., 1995: *Złoża bursztynu w Wiślinie*. „Muzeum Ziemi / Konferencje naukowe / Streszczenia”, 5.
- Nieć M., Kramarska R., Sałaciński R., 2010: *Perspektywy poszukiwań złóż bursztynu w Polsce*. „Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN”, 79: 345–362.
- Sylwestrzak U., 1975: *Orzeczenie geologiczne o występowaniu nagromadzenia bursztynu w rejonie miejscowości Sobieszewo-Komary*. CAG PIG-PIB.
- Sylwestrzak U., 1976: *Sprawozdanie z geologiczno-poszukiwawczych badań złóż bursztynu na terenie województw: słupskiego, gdańskiego, elbląskiego*. CAG PIG-PIB.
- Tomczak A., 1995: *Budowa geologiczna strefy brzegowej (II). Półwysep Helski i Mierzeja Wiślana*. W/In: *Mojski J.E. (red./ed.), Atlas geologiczny południowego Bałtyku*. Państwowy Instytut Geologiczny, Sopot–Warszawa.
- Tomczak A., Mojski J.E., Krzywińska J., Michałowska M., Pikies R., Zachowicz J., 1989: *Nowe dane o budowie geologicznej Mierzei Wiślanej*. „Kwartalnik Geologiczny”, 33 (2): 277–300.
- Tomczak A., Krzywińska J., Michałowska M., Pikies R., Zachowicz J., 1990: *Geological position of amber bearing deposits on the Vistula Bay Bar, Poland*. „Prace Muzeum Ziemi”, 41, 160.

WIEK BURSZTYNU BAŁTYCKIEGO / AGE OF BALTIC AMBER
Frauke Stebner

- Engel M.S., Ortega-Blanco J., Nascimbene P.C., Singh H., 2013: *The bees of early Eocene Cambay amber (Hymenoptera: Apidae)*. „Journal of Melittology”, 25: 1–12.

- Ritzkowski S., 1997: *K-Ar-Altersbestimmungen der bernstein-führenden Sedimente des Samlandes (Paläogen, bezirk Kaliningrad)*. „Metalla” (Sonderheft), 66: 19–23.
- Rust J., Singh H., Rana R.S., McCann T., Singh L., Anderson K., Sarkar N., Nascimbene P.F., Stebner F., Thomas J.C., Solórzano-Kraemer M., Williams, C.J., Engel M.S., Sahní A., Grimaldi D., 2010: *Biogeographic and evolutionary implications of a diverse paleobiota in amber from the early Eocene of India*. „Proceedings of the National Academy of Sciences”, 107: 18360–18365.
- Standke G., 2008: *Bitterfelder Bernstein gleich Baltischer Bernstein? Eine geologische Raum-Zeit-Betrachtung und genetische Schlussfolgerungen*. „Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften”, 236: 11–33.
- Stebner F., Szadziewski R., Wang B., 2016: *Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) in Fushun amber reveal further biotic links between Asia and Europe during the Eocene*. „Palaeontologia Electronica”, 19.3.31A: 1–9.
- Szadziewski R., 1988: *Biting midges (Diptera, Ceratopogonidae) from Baltic amber*. „Polish Journal of Entomology”, 58: 3–283.
- Szwedo J., Sontag E., 2013: *The flies (Diptera) say that amber from the Gulf of Gdańsk, Bitterfeld and Rovno is the same Baltic amber*. „Polish Journal of Entomology”, 82: 379–388.
- Wang B., Rust J., Engel M.S., Szwedo J., Dutta S., Nel A., Fan Y., Meng F., Shi G., Jarzembowski E.A., Wappler T., Stebner F., Fang Y., Mao L., Zheng D., Zhang H., 2014: *A diverse paleobiota in early Eocene Fushun amber from China*. „Current Biology”, 24: 1606–1610.
- Wappler T., Engel M.S., 2003: *The middle Eocene bee faunas of Eckfeld and Messel, Germany (Hymenoptera: Apoidea)*. „Journal of Paleontology”, 77: 908–921.
- Weitschat W., Wichard W., 2010: *Baltic Amber*: 80–115. W/In: *Penney D. (red./ed.), Biodiversity of Fossils in Amber from the Major World Deposits*. Siri Scientific Press, Manchester.
- Weitschat W., Wichard W., 2002: *Atlas of Plants and Animals in Baltic Amber*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.
- Wolfe A.P., McKellar R.C., Tappert R., Sodhi R.N.S., Muehlenbachs K., 2016: *Bitterfeld amber is not Baltic amber: Three geochemical tests and further constraints on the botanical affinities of succinate*. „Review of Palaeobotany and Palynology”, 255: 21–31.

**ENIGMATYCZNY LAS BURSZTYNU BAŁTYCKIEGO: NOWE
ODKRYCIA I SPOSTRZEŻENIA Z ZAKRESU INKLUZJI ROŚLINNYCH /
THE ENIGMATIC “BALTIC AMBER FOREST”: NEW DISCOVERIES
AND INSIGHTS FROM PLANT INCLUSIONS**
Eva-Maria Sadowski, Alexander R. Schmidt,
Leyla J. Seyfullah, Lutz Kunzmann

- Ander K., 1942: *Die Insektenfauna des Baltischen Bernsteins nebst damit verknüpften zoogeographischen Problemen*. „Lunds Universitets Årsskrift”, 38, 1–82.
- Bachofen-Echt A., 1949: *Der Bernstein und seine Einschlüsse*. Springer, Wien.
- Caspary R., Klebs R., 1907: *Abhandlungen der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt. Die Flora des Bernsteins und anderer Harze des ostpreussischen Tertiärs*, Band I. Berlin.
- Conwentz H., 1886a: *Die Flora des Bernsteins und ihre Beziehungen zur Flora der Tertiärformation und der Gegenwart. Die Angiospermen des Bernsteins*. Engelmann, Danzig.

- Conwentz H., 1886b: *Die Bernsteinfichte*. „Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft”, 4: 375–377.
- Conwentz H., 1890: *Monographie der baltischen Bernsteinbäume: vergleichende Untersuchungen über die Vegetationsorgane und Blüten, sowie über das Harz und die Krankheiten der baltischen Bernsteinbäume*. Engelmann, Danzig.
- Czczcott H., 1959: *The flora of the Baltic amber and its age*. „Prace Muzeum Ziemi”, 4: 119–145.
- Dolezych M., 2005: *Coniferous wood from the Second Lusatian Seam (Brandenburg, Saxony) and their ecological significance*. Ph.D Thesis, University of Utrecht.
- Dolezych M., Schneider W., 2007: *Taxonomy and taphonomy of coniferous woods and cuticulae dispersae in the Second Lusatian coal seam (Miocene) of the Senftenberg area*. „Palaeontographica, Abteilung B”, 276: 1–95.
- Dolezych M., Fischer T., Gröschke A., 2011: *Pinuxylon succiniferum (Goeppert) Kraeusel emend. Dolezych – amberized wood from Goeppert’s type material restudied*. „Mauritiana”, 22, 43–60.
- Eckenwalder J.E., 2009: *Conifers of the world: the complete reference*. Timber Press, Portland.
- Farjon A., 2005: *A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys*. Royal Botanic Gardens Kew.
- Florin R., 1922: *On the geological history of the Sciadopitineae. A preliminary note*. „Svensk Botanisk Tidskrift”, 16: 260–270.
- Goeppert H.R., 1853: *Über die Bernsteinflora*. „Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin”: 450–476.
- Goeppert H.R., Berendt G.C., 1845: *Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. Der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt*. Berlin.
- Goeppert H.R., Menge A., 1883: *Die Flora des Bernsteins und ihre Beziehung zur Flora der Tertiärformation und der Gegenwart. Von den Bernstein-Coniferen, insbesondere auch in ihren Beziehungen zu den Coniferen der Gegenwart*. Engelmann, Danzig.
- Gothan W., 1936: *Nochmals die „Graskohle”: Nadeln der Schirmtanne (Sciadopitys)*. „Zeitschrift für Gewinnung und Verwertung der Braunkohle”, 35: 736–738.
- Grimaldi D.A., 1996: *Amber – Window to the past*. Harry N. Abrams and the American Museum of Natural History, New York.
- Jurasky K.A., 1928: *Paläobotanische Braunkohlen-Studien. Ein neuer Fund von Sciadopitys (Konif.) in der Braunkohle (Sciadopityoxylon wettsteini n. sp.)*. „Senckenbergiana”, 10: 255–264.
- Kasiński J.R., Kramarska R., 2008: *Sedimentary environment of amber-bearing association along the Polish-Russian Baltic coastline*. „Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften”, 236: 46–57.
- Kirchheimer F., 1937: *Beiträge zur Kenntnis der Flora des baltischen Bernsteins I*. „Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Abteilung B”, 58: 441–482.
- Kohlman-Adamska A., 2001: *A graphic reconstruction of an „amber” forest*: 15–18. W/In: *Kosmowska-Ceranowicz B. (red./ed.) The Amber Treasure Trove. The Tadeusz Giecwicz’s collection at the Museum of the Earth, Polish Academy of Sciences, Warsaw*. Oficyna Wydawnicza Sadyba, Warszawa.
- Kosmowska-Ceranowicz B., Kohlmann-Adamska A., Grabowska I., 1997: *Erste Ergebnisse zur Lithologie und Palynologie der bernsteinführenden Sedimente im Tagebau Primorskoje*.

- „Metalla Sonderheft – Neue Erkenntnisse zum Bernstein”, 66: 5–17.
- Kükenthal G., 1949: *Vorarbeiten zu einer Monographie der Rhynchosporideae*. „Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie”, 74 (3): 375–509.
- Langenheim J., Beck C., 1965: *Infrared Spectra as a Means of Determining Botanical Sources of Amber*. „Science”, 149: 52–54.
- Mai D.H., 1967: *Die tertiären Arten von Trigonobalanus FORMAN (Fagaceae) in Europa*. „Jahrbuch für Geologie”, 3: 381–409.
- Mai D.H., 2003: *A flower of Quercus (Fagaceae) included in the Bitterfeld amber*. „Sofia”, 9 (2): 157–164.
- Mai D.H., 2004: *The Miocene and Pliocene floras from Northeast-Brandenburg and Southwest-Mecklenburg*. „Palaeontographica B”, 269: 1–130.
- Menzel P., 1913: *Beitrag zur Flora der Niederrheinischen Braunkohlenformation*. „Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt zu Berlin”, 34: 1–98.
- Philippe M., Méon H., Lambert G., Erdei B., Thevenard F., Gomez B., 2002: *A palm-tree and Sciadopitys swamp-forest from the Neogene of Bresse (eastern France)*. „Comptes Rendus Palevol”, 1: 221–225.
- Rüffle L., Helms J., 1970: *Waldsteppe und Insektenwelt im Bernstein, Beispiele aus der Bernsteinsammlung des Paläontologischen Museums*. „Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe”, 19: 243–249.
- Sadowski E.-M., Schmidt A.R., Kunzmann L., Gröhn C., Seyfullah L.J., 2016a: *Sciadopitys cladodes from Eocene Baltic amber*. „Botanical Journal of the Linnean Society”, 180: 258–268.
- Sadowski E.-M., Schmidt A.R., Rudall P.J., Simpson D.A., Gröhn C., Wunderlich J., Seyfullah L.J., 2016b: *Graminids from Eocene Baltic amber*. „Review of Palaeobotany and Palynology”, <http://dx.doi.org/10.1016/j.revpalbo.2016.02.05>.
- Sadowski E.-M., Seyfullah L.J., Sadowski F., Fleischmann A., Behling H., Schmidt A.R., 2015: *Carnivorous leaves from Baltic amber*. „Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA”, 112: 190–195.
- Schneider W., 2004: *A leaf-bearing taphocoenosis in the 2nd Miocene seam from Nochten (Lusatia): taxonomy, taphonomy and phytostratigraphy*. „Palaeontographica B”, 268: 1–74.
- Schneider W., 2008: *Retinit und Bernstein als Komponenten phytogener Taphocoenosen in Kohlenflözen und kohligem Begleitschichten*. „Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften”, 236: 77–87.
- Schubert K., 1953: *Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Einschlüsse im Bernstein – 2. Teil: Rinden und Borke*. „Palaeontographica Abteilung B”, 93: 103–119.
- Schubert K., 1961: *Neue Untersuchungen über das Leben und Bau der Bernsteinkiefer [Pinus succinifera (Conwentz) emend.]*. „Beihefte zum Geologischen Jahrbuch”, Heft 45, Hannover.
- Standke G., 1998: *Die Tertiärprofile der samländischen Bernsteinküste bei Rauschen*: 93–133. W/In: Schroeder R.S., Storr M. (red./ed.): *Schriftenreihe für Geowissenschaften, Beiträge zur Geologie des nördlichen Ostpreußen (Kaliningrader Gebiet)*. Gesellschaft für Geowissenschaften e.V., Berlin.
- Standke G., 2008: *Bitterfelder Bernstein gleich Baltischer Bernstein? – Eine geologische Raum- Zeit- Betrachtung und genetische Schlussfolgerungen*. „Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften”, 236: 11–33.
- Thiergart F., 1949: *Die Sciadopityszone und der Sciadopitys-Vorstoß in der niederrheinischen Braunkohle*. „Braunkohle, Wärme und Energie”, 1: 153–156.
- Ueno O., Koyama T., 1987: *Distribution and evolution of C₂ syndrome in Rhynchospora (Rhynchosporaceae-Cyperaceae)*. „The Botanical Magazine Tokyo”, 100: 63–85.
- Weitschat W., 1997: *Bitterfelder Bernstein – ein eozäner Bernstein auf miozäner Lagerstätte*. „Metalla”, 66: 71–84.
- Weitschat W., 2008: *Bitterfelder und Baltischer Bernstein aus paläoklimatischer und paläontologischer Sicht*. „Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften”, 236: 88–97.
- Weitschat W., Wichard W., 2010: *Baltic Amber*: 80–115. W/In: Penney D. (red./ed.), *Biodiversity of fossils in amber from the major world deposits*. Siri Scientific Press, Manchester.
- Weyland H., Kilpper K., Berendt W., 1967: *Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter VII. Nachträge zu früheren Arbeiten über Epidermen aus der niederrheinischen Braunkohle und neue Arten*. „Palaeontographica B”, 120: 151–168.
- Wichard W., Grohn C., Seredszus F., 2009: *Aquatic Insects in Baltic Amber*. Verlag Kessel.
- Wolfe A.P., Tappert R., Muchlenbachs K., Boudreau M., McKellar R.C., Basinger J.F., Garrett A., 2009: *A new proposal concerning the botanical origin of Baltic amber*. „Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences”, 276: 3403–3412.
- FAUNA LASU BURSZTYNOWEGO / FAUNA OF THE AMBER FOREST**
Ryszard Szadziewski, Jacek Szwedo, Elżbieta Sontag
- Ander K., 1942: *Die Insektenfaunades baltischen Bernsteinsnebst damit verknüpften zoogeographischen Problemen*. „Lunds Universitets Arsskrift”, N.F. Avd. 2, Bd 38, Nr 4: 1–83.
- Archibald B., Farrell B.D., 2003: *Wheeler's dilemma*. „Acta Zoologica Cracoviensia”, 46 (Suppl.), „Fossil Insects”: 17–23.
- Arillo, A., Engel, M., 2006: *Rock Crawlers in Baltic Amber (Notoptera: Mantophasmatodea)*. „American Museum Novitates”, 3539: 1–10.
- Bachofen-Echt A., 1949: *Der Bernstein und seine Einschlüsse*. Reprint: J. Wunderlich Verlag 1996.
- Berendt G.C., 1830: *Die Insekten im Bernstein, ein Beitrag zur Thiergeschichte der Vorwelt*. Danzig: 1–39.
- Beutel R.G., Friedrich F., Ge S.-Q., Yang X.-K., 2014: *Insect morphology and phylogeny. A textbook for students of entomology*. Walter de Gruyter GmbH, Berlin–Boston.
- EDNA 2015. *The EDNA Fossil Insect Database by Tony Mitchell*. <http://edna.palass-hosting.org/> [2017.05.20].
- Forero D., 2008: *The systematics of the Hemiptera*. „Revista Colombiana de Entomología”, 34: 1–21.
- Germar E.F., Berendt G.C., 1856: *Die im Bernstein befindlichen Hemipteren und Orthopteren der Vorwelt*. W/In: Berendt, G.C. (red./ed.) *Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt*, Berlin.
- Grimaldi D., Engel M.S., 2005: *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press, New York.
- Grimaldi D.A., Shedrinsky A., Ross A., Baer N.S., 1994: *Forgeries of fossils in „amber”: history, identification and case studies*. „Curator. The Museum Journal”, 37: 251–274.
- Gröhn C., 2015: *Einschlüsse im baltischen Bernstein*. C. Gröhn & Wachholtz Verlag – Murmanns Publishers, Kiel–Hamburg.
- Gutowski J., Jaroszewicz B. (red./eds.), 2001: *Katalog Puszczy Białowieckiej. Catalogue of the fauna of Białowieża Primeval Forest*, Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Heie O.E., Wegierek P., 2011: *A list of fossil aphids (Hemiptera, Sternorrhyncha, Aphidomorpha)*. „Monographs of the Upper Silesian Museum”, 6: 1–82.
- Hennig W., 1966: *Fannia scalaris Fabricius, eine rezente Art im Baltischen Bernstein? (Diptera: Muscidae)*. „Stuttg. Beitr. Naturkd.”, 127: 1–10.
- Hermannus D., 1583: *De rana et lacerta: succino Prussiaco insist*, Cracoviae.
- Janzen J.-W., 2002: *Arthropods in Baltic amber*. Ampyx-Verlag Dr. Andreas Stark, Haale (Saale).
- Kosmowska-Ceranowicz B., Kulicka R., 1995: *Amber molars*. „Amber & Fossils”, 1: 38–41.
- Krzemińska E., Krzemiński W., 1993: *W pulapce bursztynowej*. Muzeum Przyrodnicze Instytutu Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, Kraków.
- Kulicka R., Kosmowska-Ceranowicz B., 1999: *Rare organic inclusions in the Baltic amber*. „Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Alava”, 14: 155–160.
- Kulicka R., Sikorska-Piwowska Z., 1999: *Mammalian ichnites in amber*: 83–87. W/In: *Investigations into amber. Proceedings of the International Interdisciplinary Symposium Baltic amber and other fossil resins*, Gdańsk.
- Larsson S.G., 1978: *Baltic amber – a paleobiological study*: 1–192. W/In: Lyneborg L. (red./ed.), *Entomonograph. Vol 1. Scandinavian Science Press Ltd., Klampenborg*.
- Michelsen V., 2000: *Oldest authentic record of a fossil calyptrate fly (Diptera): a species of Anthomyiidae from early Cenozoic Baltic amber*. „Studia Dipterologica”, 7: 11–18.
- Moczoł T., Kulicka R., 2008: *Bdelloid rotifers in the late Eocene Baltic amber*. „Prace Muzeum Ziemi”, 49: 73–76.
- Naskręcki P., 2012: *Gladiatoriki – Mantophasmatodea*: 156–159. W/In: Błaszak Cz. (red./ed.), *Zoologia*, tom 2, cz. 2, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Nel A., Roques P., Nel P., Prokin A.A., Bourgoin T., Prokop J., Szwedo J., Azar D., Desutter-Grandcolas L., Wappler T., Garrouste R., Coty D., Huang D.-Y., Engel M.S., Kirejtshuk A.G., 2013: *The earliest known holometabolous insects*. „Nature”, 503 (7475): 257–261.
- Paleobiology Database – <http://fossilworks.org> [2016.06].
- Panizzi A.R., Grazia J. (red./ed.), 2015: *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics*. W/In: *Entomology in Focus. Vol. 2*. Springer, Dordrecht–Heidelberg–New York–London.
- Poinar G., 1992: *Life in amber*. Stanford University Press.
- Poinar G., 2000: *Fossil onychophorans from Dominican and Baltic amber: Tertiapatus dominicanus n. g., n. sp. (Tertiapatidae n. fam.) and Succinipatopsis balticus n. g., n. sp. (Succinipatopsidae n. fam.) with a proposed classification of the subphylum Onychophora*. „Invertebrate Biology”, 119: 104–109.
- Poinar G., 2003: *A rhabdocelid turbellarian (Platyhelminthes, Typhloplanoidea) in Baltic amber with a review of fossil and sub-fossil platyhelminths*. „Invertebrate Biology”, 122: 308–312.
- Ross A., 1998: *Amber. The natural time capsule*. The Natural History Museum, London.
- Schaefer C.W., Panizzi A.R. (red./eds.), 2000: *Heteroptera of Economic Importance*. CRC Press, Boca Raton–London–New York–Washington, D.C.
- Sendel N., 1742: *Historia succinorum corpora aliena involventium et naturae opere pictorum et caelatorum ex regiis Augustorum cimeliis Dresdae conductis aeri insulptorum conscripta*. Leipzig.
- Schuh R.T., Slater J.A., 1995: *True bugs of the world (Hemiptera: Heteroptera). Classification and natural history*. Cornell University Press, Ithaca–New York.
- Sontag E., 2003: *Animal inclusions in a sample of unselected Baltic amber*. „Acta Zoologica Cracoviensia”, 46: 431–440.
- Szadziewski R., 2006a: *Animal inclusions in Baltic amber*: 46–51. W/In: *Amber – views, opinions*. The International Amber Association, The Museum of the Earth, Gdansk International Fair Co., Gdańsk–Warszawa.
- Szadziewski R., 2006b: *Forgeries of Baltic amber inclusions*: 92–97. W/In: *Amber – views, opinions*. The International Amber Association, The Museum of the Earth, Gdansk International Fair Co., Gdańsk–Warszawa.
- Szadziewski R., 2008a: *Age and recent distribution of extant genera of Ceratopogonidae (Diptera) present in the fossil record*. „Alavesia”, 2: 87–99.
- Szadziewski R., 2008b: *Znaczenie materiałów kopalnych w badaniach nad filogenezą i biogeografią historyczną owadów*. „Wiadomości Entomologiczne”, Supl., 27: 5–20.
- Szadziewski R., 2017: *Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) as indicators of biostratigraphy, ecological reconstructions and identification of amber deposits*. „Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh” (in press).
- Szadziewski R., Giłka W., 2012: *Rząd: muchówki – Diptera*: 390–418. W/In: Błaszak Cz. (red./eds.), *Zoologia*, tom 2, cz. 2, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Szadziewski R., Sontag E., 2001: *Tieren*: 51–71. W/In: Krumbiegel G., Krumbiegel B. (red./ed.), *Faszination Bernstein: Kleinod aus der Wunderkammer der Natur*. Weinstedt: Goldschneck-Verlag, Korb.
- Szadziewski R., Szwedo J., Sontag E., 2015: *Znaczenie inkluzji zwierzęcych w paleorekonstrukcjach klimatu, ekologii lasów bursztynowych oraz identyfikacji bursztynow. Chelms*.
- Szwedo J., Drohojowska J., 2016: *A swarm of whiteflies—the first record of gregarious behavior from Eocene Baltic amber*. „The Science of Nature”, 103, 35: 1–6.
- Trojan P., 1992: *Analiza struktury fauny*. „Memorabilia Zoologica”, 47.
- Vea I.M., Grimaldi D.A., 2015: *Diverse new scale insects (Hemiptera: Coccoidea) in amber from the Cretaceous and Eocene with a phylogenetic framework for fossil Coccoidea*. „American Museum Novitates”, 3823: 1–80.
- Wagner R., Hoffeins C., Hoffeins H.W., 2000: *A fossil nymphomyiid (Diptera) from the Baltic and Bitterfeld amber*. „Systematic Entomology”, 25: 115–120.
- Weitschat W., Wichard W., 1998: *Atlas der Pflanzen und Tiere in baltischen Bernstein*. F. Pfeil, München.
- Wichard W., Gröhn C., Seredszus F., 2009: *Aquatic insects in Baltic amber. Wasseinsekten im Baltischen Bernstein*. Verlag Kessel, Remagen–Oberwinter.
- Wichard W., Weitschat W., 1996: *Wasserinsekten im Bernstein. Eine palaeobiologische Studie*. „Entomologische Mitteilungen aus dem Loebbecke Museum + Aquazoo”, 4: 1–122.

BURSZTYN BAŁTYCKI W KULTURZE / BALTIC AMBER IN CULTURE
Anna Sobocka

- Chętnik A., 1973: *Jantar w sztuce kurpiowskiej*. „Polska Sztuka Ludowa”, 27, 4: 191–198.
- Chodyński A.R., 1981: *Spis bursztyńników gdańskich od XVI do początku XIX wieku*. „Rocznik Gdański”, XLI, z. 1: 193–214.
- Cortés Perruca J.L., Mañas Ballestín F., 2012: *Il Peinador de La Reina*: 392–399. W/In: *Joyas de un Patrimonio. Estudios*, IV. Área de Cultura y Patrimonio de la Diputación de Zaragoza, Zaragoza.
- Clark N.D.J., 2010: *Amber. Tears of the Gods*. Glasgow.
- Czebreszuk J., 2011: *Bursztyn w kulturze mykeńskiej*. Poznań.
- Erichson U., Weitschat W., 2008: *Baltic Amber*. Ribnitz-Damgarten.
- Falcke J., 2006: *Studien zur Geschenkwesen am brandenburgisch-preussischen Hof im 17. und 18. Jahrhundert*. Berlin.
- Fijałkowski S., 2008: *Top Amber*. Gdańsk.
- Grabowska J., 1982: *Polski bursztyn*. Warszawa.
- Joachim E. (Hrsg.), 1896: *Das Marienburger Tresslerbuch der Jahre 1399–1409*. Königsberg.
- Jucewicz L.A., 1842: *Wspomnienie Żmudzi*. Wilno.
- King R., 2009: *Whale's Sperm, Maiden's Tears and Lynx's Urine. Baltic Amber and the Fascination for It in Early Modern Italy*. „Ikonotheke”, 22: 167–179.
- Kosmowska-Ceranowicz B. (red./ed.), 1978: *Ambra oro del Nord*. Palazzo Ducale, Venezia.
- Kosmowska-Ceranowicz B., Gierłowski W. (red.), 2005: *Bursztyn. Poglądy, opinie, Materiały seminariów Amberif*. Gdańsk–Warszawa.
- Kosmowska-Ceranowicz B., Gierłowski W. (red./eds.), 2010: *Bursztyn. Poglądy, opinie, Materiały seminariów Amberif*, 2. Gdańsk–Warszawa
- Kosmowska-Ceranowicz B., 2012: *Bursztyn w Polsce i na świecie. Amber in Poland and in the World*. Warszawa.
- Klebs R., 1882: *Der Bernsteinschmuck der Steinzeit von der Baggerei bei Schwarzort und anderen Lokalitäten Pressens*. W/In: *Beiträge zur Naturkunde Preussens*. Königsberg.
- Klein J.T., 1738: *Museum Kleinianum I, Succini Collectio*. Uniwersytet Erlangen, Ms 2680.
- Križ B., Turk P., 2003: *Bernstein- und Glasschmuck aus Nove Mesto Slowenien. Schriftenreihe des Keltenmuseums Hochdorf/Enz*, 5. Kranj.
- Kulicka R., 1998: *Bursztyn w wierzeniach i medycynie ludowej*: 20–21. W/In: *Bursztyn skarb dawnych mórz*. Warszawa.
- Makauskiene R., 2015: *Baltischer Bernstein*. Vilnius.
- Mandel C., 2000: *Santi di Tito's Creation of Amber in Francesco I's Scrittoio: A Swan Song for Lucrezia Medici*. „Sixteenth Century Journal”, XXXI/3: 719–752.
- Mazurkevič A.N., 2010: *Jantar' v drevnich kul'turach/Amber in ancient Cultures. Masterpieces from the Hermitage Museum Collection*. Sankt Petersburg.
- Mazurowski R.F., 2014: *Prehistoryczne bursztyńiarstwo na Żuławach Wiślanych. Późnoneolityczne centrum pozyskiwania i obróbki bursztynu w niedźwiedziowickim mikroregionie osadniczym (3300–2400) l. p.n.e*. Malbork.
- Mierzwińska E., 1998: *Bursztyn w sztuce*. Malbork.
- Mierzwińska E. (red./ed.), 1999: *Bursztyn. Magiczny kamień*. Malbork.

- Pelka O., 1920: *Bernstein*. Berlin.
- Pęczalska A., 1981: *Złoto Północy. Opowieści o bursztylinie*. Katowice.
- Pomian K., 2012: *Zbieracze i osobliwości. Paryż–Wenecja XVI XVII wiek*. Gdańsk.
- Sendel N., 1742: *Historia Succinorum corpora aliena....* Leipzig.
- Sobocka A., 2011: *Bursztyn w muzeum*: 15–26. W/In: Hochleitner J. (red./ed.), *Bursztyn jako przedmiot ochrony dziedzictwa kulturowego*. Jantar.
- Sobocka A., 2014: *Kontekst – kolekcja – reinterpretacja*: 79–97. W/In: Hochleitner J. (red./ed.), *Bursztyn i żuławskie konteksty kulturowe*. Malbork.
- Sobocka A., 2015: *Bursztyn i forma/Amber and form*. Gdańsk.
- Sobocka A., 2016: *Bursztynowe przemiany/Amber Metamorphosis*. Gdańsk.
- Rohde A., 1937: *Bernstein. Ein deutscher Werkstoff. seine künstlerische Verarbeitung vom Mittelalter bis zum 18. Jahrhundert*. Berlin.

BURSZTYN W PREHISTORYCZNEJ EUROPIE – PROCES ROZPOWSZECHNIANIA/ AMBER IN PREHISTORIC EUROPE – PROCESS OF DISSEMINATION
Janusz Czebreszuk

- Beck C.W., Loze I., Todd J.M. (red./eds.), 2003: *Amber in the Archaeology*. Riga.
- Beck C.W., Shennan S., 1991: *Amber in Prehistoric Britain*. Oxford.
- Bonfante L., 2009: *Observation on Amber Artifacts in Italy and the „Orientalizing” Period*: 220–237. W/In: Palavestra A, Beck C.W., Todd J.M. (red./eds.), *Amber in Archaeology. Proceedings of the Fifth International Conference on Amber in Archaeology, Belgrade 2006*. National Museum of Serbia, Belgrade.
- Cwaliński M., 2014: *Influx of amber to the circum-Adriatic areas during the Bronze Age. Proposition of interpretative model*. „Fontes Archeologici Posnaniensium”, 50: 183–200.
- Czebreszuk J., 2002: *Neolityczna ikona słońca*: 68–71. W/In: *Sztuka pradziejowa ziem polskich*. Gniezno.
- Czebreszuk J., 2003: *Bell Beakers from West to East*: 476–485. W/In: Bogucki P., Crabtree P.J. (red./eds.), *Ancient Europe 8000 B.C. – A.D. 1000: Encyclopedia of the Barbarian World*. Charles Scribner's Sons, New York.
- Czebreszuk J., 2009: *Ways of Amber in the Northern Pontic Area. An Outline of Issues*. „Baltic-Pontic-Studies”, 14: 87–102.
- Czebreszuk J., 2011: *Bursztyn w kulturze mykeńskiej. Zarys problematyki badawczej*. Poznań.
- Czebreszuk J., Szmyt M., in press: *Bell Beakers and Amber. On the study of amber use in Bell Beakers*. W/In: *Proceedings of the International Conference „Bell Beaker International Conference: from Atlantic to Ural”*, Galicia, Spain 2011, in press.
- Ebbesen K., 1995: *Die nordischen Bernsteinhorde der Trichterbecherkultur*. „Praehistorische Zeitschrift”, 70/1: 32–89.
- Ernee M., 2012: *Jantar v české únětické kultuře – k počátkům jantarové stezky*. „Památky Archeologické”, CIII: 71–172.
- Kasiński J.R., Tolkanowicz E., 1999: *Amber in the northern Lublin Region – origin and occurrence*: 41–52. W/In: Kosmowska-Ceranowicz B., Paner H. (red./eds.), *Investigations into Amber, Proceedings of the International Interdisciplinary Symposium „Baltic Amber and other Fossil Resins” 2–6 September 1997*. Gdańsk.

- Kristiansen K., Larsson Th.B., 2005: *The Rise of Bronze Age Society. Travels, Transmissions and Transformations*. Cambridge.
- Loze I., 1988: *Poselenija kamiennogo veka Lubanskoj Niziny. Mezolit, rannij i srednij neolit*. Riga.
- Markova K., 2003: *Austauschentwicklung in Karpatenbecken in Licht der Bernsteinfunde. (Vorläufige Anmerkungen)*: 339–352. W/In: Kacsó C. (red./ed.), *Bronzezeitlich Kulturerscheinungen im karpatischen Raum. Die Beziehungen zu den benachbarten Gebieten*. Baia Mare.
- Mazurowski R., 1983: *Bursztyn w epoce kamienia na ziemiach polskich*. „Materiały Starożytne i Wczesnośredniowieczne”, V: 7–130.
- Negróni Catacchio N., 2009: *Amber as Prestige and Social Indicator in Late Prehistoric Italy*: 190–209. W/In: Palavestra A, Beck C.W., Todd J.M. (red./eds.), *Amber in Archaeology. Proceedings of the Fifth International Conference on Amber in Archaeology, Belgrade 2006*. National Museum of Serbia, Belgrade.
- Palavestra A., 1993: *Praistorijski Čilibar na centralnom i zapadnom Balkanu*, Brograd.
- Palavestra A, Beck C.W., Todd J.M. (red./eds.), 2009: *Amber in Archaeology. Proceedings of the Fifth International Conference on Amber in Archaeology, Belgrade 2006*. National Museum of Serbia, Belgrade.
- Stahl Ch., 2006: *Mitteuropäische Bernsteinfunde von der Frühbronzezeit bis zur Frühlatènezeit. Ihre Verbreitung, Formgebung, Zeitstellung und Herkunft*. Würzburg.
- Szmyt M., 1999: *Between West and East. People of the Globular Amphora Culture in Eastern Europe: 2950–2350 BC*. „Baltic-Pontic-Studies”, Vol. 8, Poznań.
- Tutskij W., Stepanjuk L., 1999: *Geologie und Mineralogie des Bernsteins von Klessow, Ukraine*: 53–60. W/In: Kosmowska-Ceranowicz B., Paner H. (red./eds.), *Investigations into Amber, Proceedings of the International Interdisciplinary Symposium „Baltic Amber and other Fossil Resins” 2–6 September 1997*. Gdańsk.
- Wielowiejski J., 1980: *Główny szlak bursztynowy w czasach Cesarstwa Rzymskiego*. Wrocław.

KOPALNIE BURSZTYNU NA WSCHODNIM WYBRZEŻU ZATOKI GDAŃSKIEJ W OBWODZIE KALININGRADZKIM / AMBER MINES ON THE EASTERN COAST OF THE BAY OF GDAŃSK IN THE KALININGRAD REGION
Zoja Kostiaszowa

- Erichson U., Tomczyk L., 1998: *Die Staatliche Berstein-Manufaktur Königsberg. 1926–1945*. Ribniz-Damgarten.
- Ganzelewski M., 1996a: *Aufbereitung und Verarbeitung von Bernstein im Samland bis 1945*: 215–236. W/In: Ganzelewski M., Slotta R. (red/eds.), *Bernstein. Tränen der Götter*. Bochum.
- Ganzelewski M., 1996b: *Bernstein – Ersatzstoffe und Imitationen*: 475–482. W/In: Ganzelewski M., Slotta R. (eds.), *Bernstein. Tränen der Götter*. Bochum.
- Gierłowska G., 2005: *O dawnych kolekcjach bursztynu i gdańskiej jaszczurce*. Gdańsk.
- Gierłowski W., 2000: *Bursztyn i gdańscy bursztyńnicy*. Gdańsk.
- Gierłowski W., 2006: *Tylko delta Wisły może nas uratować*. „Polski Jubiler”, nr 5 (37): 10–14.
- Grimaldi D.A., 1996: *Amber: window to the past*. New York.

- Katinas V., 1971: *Jantar i jantarenosnyje otlozenija juznoj Pribaltiki*. Vilnius.
- Kosmowska-Ceranowicz B., 1995: *Das Bernsteinführende Tertiär des Chlapowo-Samland Delta*: 180–190. W/In: Weidert W.K. (red./ed.), *Klassische Fundstellen der Paläontologie*, Bd. III. Korb.
- Kosmowska-Ceranowicz B., 2012: *Bursztyn w Polsce i na świecie. Amber in Poland and in the World*, 1–299. Warszawa.
- Kosmowska-Ceranowicz B., Leciejewicz K., 2005: *Złoże bursztynu na południowym brzegu morza eoceńskiego*: 32–35. W/In: *Bursztyn – poglądy, opinie. Materiały seminariów Amberif 1994–2004*. Gdańsk–Warszawa.
- Kosmowska-Ceranowicz B., Pietrzak T., 1985: *Z dziejów rozwoju wiedzy o znaleziskach bursztynu i ich prezentacji na mapach dawnych i współczesnych*. „Prace Muzeum Ziemi”, nr 37: 27–66.
- Kostiaszow J. (red.), 2002: *Vostochnaya Prussia glazami sovetskich pereselencev*. Petersburg.
- Kostiaszowa Z., 1995: *Powojenna historia kombinatu eksploatacji i obróbki bursztynu na Sambii*. „Przegląd Geologiczny”, t. 43, nr 4: 364–365.
- Kostiaszowa Z., 1996: *Die Nachkriegsgeschichte des Kombinats für Gewinnung und Bearbeitung von Bernstein in Jantarnyi/Palnmicken*: 237–238. W/In: Ganzelewski M., Slotta R. (red./eds.), *Bernstein. Tränen der Götter*. Bochum.
- Kostiaszowa Z., 1998: *Wywiad głównego geologa kombinatu Władimira Borysenko [rękopis]*. W/In: Archiwum Kaliningradzkiego Muzeum Bursztynu, 1–9 (w języku rosyjskim/in Russian).
- Kostiaszowa Z., 1999: *Kłopoty z przemysłem bursztynowym na Sambii*. „Przegląd Geologiczny”, t. 47, nr 8: 702–703.
- Kostiaszowa Z., 2003: *Iz istorii stanovleniya yantarnoj promyshlennosti v Kaliningradskoj oblasti (1945–1953)*. „Kaliningradskie archivy”, nr 4: 185–192.
- Kostiaszowa Z., 2005: *Kryzys przemysłu bursztynowego w obwodzie kaliningradzkim Federacji Rosyjskiej*: 226–228. W/In: *Bursztyn – poglądy, opinie. Materiały seminariów Amberif 1994–2004*. Gdańsk–Warszawa.
- Kostiaszowa Z., 2007a: *Istoriya Kaliningradskogo Yantarnogo Kombinata*. Kaliningrad.
- Kostiaszowa Z., 2007b: *Intervyu V.N. Rozhkova, direktora Kaliningradskogo Yantarnogo Kombinata*: 102–107. W/In: *Baltijskij yantar: Nauka. Kultura. Ekonomika*, (w języku rosyjskim/in Russian). Kaliningrad.
- Kostiaszowa Z., 2007c: *Kaliningradzki Kombinat Bursztynu – historia i perspektywy*. „Przegląd Geologiczny”, t. 55, nr 10: 843–844.
- Kostiaszowa Z., 2010a: *Perspektywy rozwoju Kaliningradzkiego Kombinatu Bursztynu*: 45–47. W/In: *Światowa Rada Bursztynu. World Amber Council*, Gdańsk.
- Kostiaszowa Z., 2010b: *Kolekcja rzeźb współczesnych w kaliningradzkim Muzeum bursztynu*: 157–160. W/In: *Bursztyn – poglądy, opinie. Materiały z seminariów Amberif 2005–2009*. Gdańsk–Warszawa.
- Kostiaszowa Z., 2011: *Branża bursztynowa w obwodzie kaliningradzkim w roku 2010*: 27–30. W/In: *Światowa Rada Bursztynu. World Amber Council*, Gdańsk.
- Kostiaszowa Z., 2015: *Aktualności bursztynowe z Kaliningradu*: 73–74. W/In: *Światowa Rada Bursztynu. World Amber Council*. Gdańsk.
- Kwiatkowska K., 2001a: *Bursztynowe wyroby königsberskie w zbiorach muzealnych*. „Polski Jubiler”, nr 2 (13): 28–29.

Kwiatkowska K., 2001b: *Wyroby Manufaktury Króleweckiej w zbiorach Muzeum Ziemi PAN w Warszawie*. „Prace Muzeum Ziemi”, nr 46: 121–123.

Małka A., 2010a: *A historical overview of the mining of Baltic amber deposits*. „Bursztynisko”, nr 32: 31–33.

Małka A., 2010b: *Dawne kopalnie i metody eksploatacji złóż bursztynu bałtyckiego*. „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego”, nr 439: 491–506.

Savkevich S.S., 1969: *Razvitie sposobov dobychi yantarya v Pribaltike*. „Voprosy istorii estestvoznaniya i tehniki”, nr 2 (27): 40–45.

Savkevich S.S., 1970: *Jantar*. Leningrad.

Slotta R., 1996: *Die Bernsteingewinnung im Samland (Ostpreussen) bis 1945*: 169–214. W/In: Ganzelewski M., Slotta R. (red./eds.), *Bernstein. Tränen der Götter*. Bochum.

DIAGNOZOWANIE BURSZTYNU BAŁTYCKIEGO / DIAGNOSTICS OF BALTIC AMBER

Zofia Komosa, Urszula Maciołek, Ewaryst Mendyk

Bakaev K.A., Chimenti R.V., 2013: *Pros and Cons of Using Correlation versus Multivariate Algorithms for Material Identification via Handheld Spectroscopy*. „European Pharmaceutical Review”, online White Paper, July 15. <https://www.europeanpharmaceuticalreview.com/19813/whitepapers/material-identification-using-handheld-spectroscopy/> [2018.06.19]

Beck C.W., Wilbur E., Meret S., Kossove D., Kemani K., 1965: *The infrared spectra of amber and identification of Baltic amber*. „Archeometry”, 8: 96–109.

Champagne A.B., Emmel.V., 2011: *Rapid screening test for adulteration in raw materials of dietary supplements*. „Vibrational Spectroscopy”, 55: 216–223.

Griffiths P.R., de Haseth J., 2007: *Spectral searching in Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Second Ed. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken.

Gryniewicz-Ruzicka C.M., Rodriguez J.S., Arzantsev S., Bushe L.F., Kauffman J., 2013: *Libraries, Classifiers, and Quantifiers: A Comparison of Chemometric Methods for the Analysis of Raman Spectra of Contaminated Pharmaceutical Materials*. „Journal Of Pharmaceutical And Biomedical Analysis”, 61: 191–198.

Guiliano M., Asia L., Onoratini G., Mille G., 2007: *Application of diamond crystal ATR FTIR spectroscopy to the characterization of ambers*. „Spectrochimica Acta. Part A”, 67: 1407–1411.

Kauffman J., Rodriguez J., Bushe L. F., 2011: *Spectral Pre-processing for Raman Library Searching*. „American Pharmaceutical Review”, 14 (4): 34–40.

Kosmowska-Ceranowicz B., Wagner-Wysiecka E., Calka S., 2012: *Diagnostyczne pasma IRS po modyfikacji bursztynu*. „Prace Muzeum Ziemi”, nr 50: 57–64.

Lowry S.R., 2002: *Automated Spectral Searching in Infrared, Raman and Near-Infrared Spectroscopy: 1948–1960*. W/In: Chalmers J.M., Griffiths P.G. (red./eds.) *Handbook of Vibrational Spectroscopy*, Vol. 3. Wiley.

Matuszewska A., Wrzalik R., Hacura A., 2001: *Reflection micro FT-IR spectroscopy of fossil resins and synthetic polymers*. „Prace Muzeum Ziemi”, nr 46: 67–74.

McCreery R.L., Horn A.J., Spencer J., Jefferson E., 1998: *Noninvasive identification of materials inside USP vials with Raman spectroscopy*

and a Raman spectral library. „Journal of Pharmaceutical Science”, 87: 1–8.

Mendyk E., Komosa Z., Sofińska-Chmiel W., Strzelczyk Z., 2011: *Identyfikacja bursztynów bałtyckich metodą FTIR-ATR*: 63–73. W/In: *Nauka i przemysł – metody spektroskopowe w praktyce, nowe wyzwania i możliwości*. UMCS. Lublin.

Shashoua Y., Degn Bertelsen M.L., Nielsen F., 2005: *Raman and ATR-FTIR spectroscopies applied to the conservation of archeological Baltic amber*. „Journal of Raman Spectroscopy”, 37: 1221–1227.

Smith B.C., 2011: *Spectral Library Searching*: 77–85. W/In: Smith B.C., *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. Second Ed. Taylor & Francis Group, LLC.

BURSZTYN BAŁTYCKI W SZTUCE WSPÓŁCZESNEJ / BALTIC AMBER IN MODERN ART

Sławomir Fijałkowski

Raymond M., 2013: *The Trend Forecaster's Handbook*. London.

Vejlgaard H., 2008: *Anatomia trendu*. Kraków.

Astfalck J., Broadhead C., Derrez P., 2005: *New Directions in Jewellery*. London.

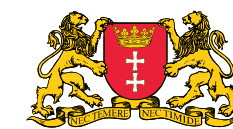
Cheung L., Clarke I., Clarke B., 2005: *New Directions in Jewellery II*. London.

Hara K., 2007: *Designing Design*. Baden.

Fijałkowski S., 2009: *Top Amber*. Gdańsk.



Światowa Stolica
Busztynu



GDAŃSK

World Capital
of Amber

Wydawca/Publisher:
Związek Miast i Gmin Morskich
ul. Waly Jagiellońskie 1
80-803 Gdańsk
e-mail: biuro@zmigm.org.pl
www.zmigm.org.pl



Redakcja/Editors:
Ryszard Szadziewski, Robert Pytlos, Jacek Szwedo

Współpraca/Cooperation:
Anita Dmowska

Projekt graficzny/Graphic Design:
Małgorzata Gliwińska-Radwańska

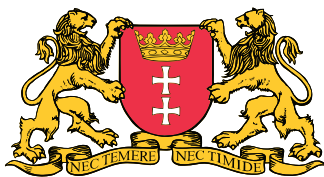
Tłumaczenie/Translation:
Piotr Łuba, Dorota Górak-Łuba

Korekta polska/Polish proofreading:
Piotr Salewski

Druk/Print:
Apla Gdańsk

ISBN 978-83-906791-9-8

Gdańsk 2018



GDAŃSK

city of freedom