

Instytut Biologii UMCS
Zakład Systematyki Roślin

KAZIMIERZ KARCZMARZ, MAREK SZAROWSKI

Roślinność murów starej zabudowy miasta Lublina

Vegetation of walls of old urban area of Lublin

WSTĘP

Rośliny murowanej i kamiennej zabudowy miast tworzą typowe i powtarzające się zbiorowiska rozwijające się na podobnych typach siedlisk. Ich specyfikę podkreśla również ekologiczne przystosowanie roślin kwiatowych, mchów i porostów o nazwach gatunkowych *muralis* i *murorum* do podłoża, jakim są mury, bloki piaskowcowe, granitowe czy nawet spojenia cementowe (zaprawa wapienna). W literaturze stwierdza się je jako występujące jeszcze na terenach przemysłowych (3, 5, 11) i zwartej zabudowy dużych miast (3 a-c, 10, 19, 27, 28, 30). Ponadto niektóre kosmopolityczne gatunki naskalne rosną na głazach narzutowych i skałach wapiennych (15). Wyjątkowo na powierzchniach kamiennych i cementowych murków rosną gatunki występujące także na pniach drzew, jak: *Homalothecium sericeum*, *Leskea polycarpa* i *Orthotrichum diaphanum* o cechach umiarkowanie eurytopowych (tab. 13).

Podobne przywiązanie do typu podłoża wykazują zbiorowiska porostów. Rydzak (23) wymienia z terenu miasta 33 gatunki naskalnych porostów, z których na 50 powierzchniach obecnych badań stwierdzono tylko 6 (*Caloplaca citryna*, *Candelariella vitellina*, *Lecanora dispersa*, *L. muralis*, *Lepraria aeruginosa*, *Physcia orbicularis* jako *Ph. vinella*). Pozostałych 8 porostów stwierdzonych przez nas należy określić jako nowe.

Opracowany materiał pozwolił na wyróżnienie 9 (tab. 2–10) zbiorowisk mszaków i roślin naczyniowych oraz 1 zespołu poliedaficznego z grupy synantropijnej — *Sagino-Bryetum argentei* Diesn., Siss. et Westh (tab. 11).

Autorzy wyrażają wdzięczność dr Hannie Wójciak za oznaczenia porostów.

CEL I METODY

Celem badań było opracowanie składu flory epilitycznej i zbiorowisk roślin zarodnikowych zabudowy staromiejskiej Lublina i Ogrodu Botanicznego na Sławinku. Badania i obserwacje terenowe prowadzono w latach 1993–1994. W miejscach najbogatszych w gatunki wykonano 73 zdjęcia fitosocjologiczne, z których w opracowaniu zbiorowisk uwzględniono 51 (ryc. 1) ze względu na ich typowość i wielkość powierzchni.

Wielkość powierzchni wykonywanych zdjęć na dużych blokach skalnych wynosiła ok. 1 m², na małych zaś lub niekształtnych blokach granitowych w Ogrodzie Botanicznym 50×50 cm lub 60×50 cm. Stopnie pokrycia gatunków mchów i porostów określono w 5-stopniowej skali Braunna-Blanqueta (2). Wszystkie okazy roślin małych rozmiarów zbierano do numerowanych torebek z zapisem stopnia pokrycia, a ich oznaczenia mikroskopowe wykonano w pracowni.

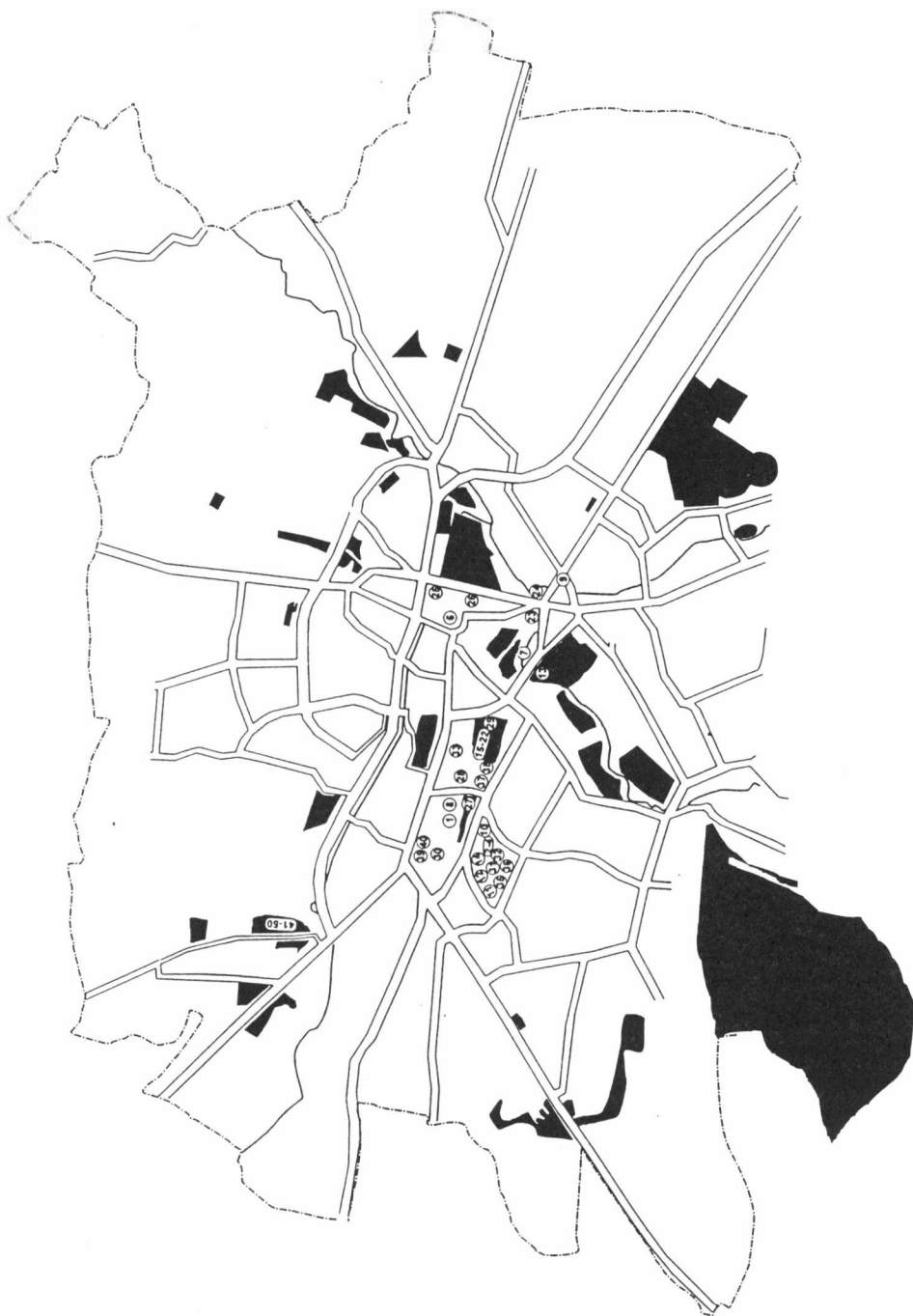
Zakres czynników ekologicznych podanych w tabelach opracowano przy opisach poszczególnych płatów podczas eksploracji terenowej.

POŁOŻENIE TERENU BADAŃ

Lublin w obecnych granicach administracyjnych rozciąga się między 51°8' a 51°18' szerokości geograficznej północnej oraz 22°27' a 22°41' długości geograficznej wschodniej. Skrajne odległości miasta z południa na północ wynoszą 17,7 km, a z zachodu na wschód 15,5 km (ryc. 1).

Szczególną rolę w kształtowaniu warunków przyrodniczych i klimatycznych miasta odgrywa dolina Bystrzycy. Zmienia swój przebieg w jego części południowej z południowego, od Zalewu Zemborzyckiego do mostu kolejowego na Wrotkowie w kierunku SW-NE w części północnej, rozcinając na dwie części ten obszar. Szerokość doliny waha się w granicach 1000–1500 m, a w rejonie wspomnianego mostu, gdzie przybiera charakter przełomu — 300 m.

Lublin wykazuje duże zróżnicowanie pod względem hipsometrycznym. Najwyższy punkt, o rzędnej 233,7 m n.p.m. znajduje się na Węglinie, najniższy zaś, o rzędnej 162,5 m n.p.m., w dolinie Bystrzycy na terenie Trześniowa. Deniwelacje terenu przekraczają więc 70 m.



Ryc. 1. Plan Lublina przedstawiający badane stanowiska (nr stanowisk na stronach 122, 124, 126, 128, 129, 131–132)
A map of Lublin showing places of records (no of records on pages 122, 124, 126, 128, 129, 131–132)

GŁÓWNE DANE KLIMATYCZNE

Według *Atlasu klimatycznego woj. lubelskiego 1951–1960* (27) Lublin należy do dziedziny klimatycznej lubelsko-chełmskiej, według zaś bardziej szczegółowego podziału — do jednostki mezoklimatycznej nałęczowsko-lubelskiej (29).

Charakterystykę wybranych elementów meteorologicznych w postaci średnich pomiarów z okresu 30 lat (1951–1980), reprezentujących jak dotychczas najnowsze dane syntetyczne dla Lublina, oparte na pomiarach uzyskanych w Obserwatorium Meteorologicznym Uniwersytetu Marii Curie Skłodowskiej, przedstawiają *Badach i inni* (1).

W okresie trzydziestolecia (1951–1980) najzimniejszym miesiącem był styczeń $-3,6^{\circ}\text{C}$, a najcieplejszym lipiec $18,6^{\circ}\text{C}$. Amplituda wynosiła $22,2^{\circ}\text{C}$. Średnia roczna temperatura powietrza osiągała $7,9^{\circ}\text{C}$.

W stosunku do danych z pięćdziesięciolecia (1881–1930) średnia roczna temperatura powietrza podniosła się o $0,9^{\circ}\text{C}$ (z $7,0^{\circ}\text{C}$ do $7,9^{\circ}\text{C}$).

Zima na omawianym terenie jest chłodniejsza i dłuższa niż w Polsce centralnej, a wiosna zaczyna się dość późno i jest chłodna, szczególnie w początkowym okresie.

Liczba dni letnich (z temperaturą dobową powyżej 15°C) wynosi 97,7; najwięcej w lipcu — 26,5, a najmniej w październiku — 13.

Liczba dni gorących (z temperaturą powyżej 25°C) wynosi 39,9, z maksimum w sierpniu. Według trzydziestoletnich pomiarów prężność pary wodnej w Lublinie wynosiła: średnia $9,4\text{ hPa}$, a w poszczególnych miesiącach: maksymalna w lipcu $15,9\text{ hPa}$, minimalna w styczniu $4,3\text{ hPa}$.

Wilgotność względna powietrza atmosferycznego w obszarze opracowania kształtuje się na poziomie średnim do innych regionów Polski i wynosi średnio w roku 79%. W poszczególnych miesiącach: maksymalna w grudniu i styczniu 87% i 88%, minimalna w maju 70%.

W porach roku: zima charakteryzuje się największą wilgotnością względną 87%, lato i wiosna najniższą, po 74%. W przebiegu dobowym minimum wilgotności przypada na wczesne godziny popołudniowe. W godzinach nocnych i rannych następuje znaczny jej wzrost w wyniku spadku temperatury, największy wzrost wilgotności względnej występuje więc na terenach o najniższej temperaturze.

Mgły występują średnio około 40 dni w roku. Najwięcej dni mglistych przypada na jesień i zimę, maksimum w listopadzie i minimum w lipcu. Odpowiednie warunki do powstawania mgieł występują szczególnie na terenie Lublina ze względu na dużą koncentrację pary wodnej z przemysłu i mieszkalnictwa.

Opady mają podstawowe znaczenie dla rozwoju mszaków, roczna suma opadów wynosi 566,1 mm. Suma ta rozkłada się nierównomiernie w ciągu roku.

Zdecydowanie przeważają opady letnie z wartością 218,7 mm, nad pozostałymi porami roku. Wiosna i jesień wykazują wartości zbliżone (123,7 i 126,2). Najmniejsze opady — 97,5 mm występują zimą. Najbardziej obfity w opady jest lipiec — 77,0 mm, a najuboższy styczeń — 29,6 mm. Liczba dni w roku z opadem w latach 1951–1980 wynosiła średnio 185. Opady w poszczególnych porach roku różnią się intensywnością i czasem trwania. Opady zimowe i jesienne są najczęściej długotrwałe, natomiast letnie krótsze i bardziej intensywne. Opadom często towarzyszą burze. Występują one średnio 25–30 razy w roku. Średnia liczba dni z opadem 1 mm wynosi około 50.

EMISJE SKAŻEŃ PRZEMYSŁOWYCH

Aktualny stan pomiaru emisji na podstawie danych WSSE zawiera *Raport o stanie środowiska miasta Lublina* (17). Zanieczyszczenia powietrza pochodzą ze źródeł, które można podzielić na trzy rodzaje: stałe zorganizowane — zakłady produkcyjne i kotłownie; stałe niezorganizowane — paleniska domowe; ruchome — różnego rodzaju pojazdy.

Na terenie Lublina, orientacyjnie, procentowy podział emisji z poszczególnych rodzajów źródeł wynosi: zakłady produkcyjne i kotłownie — ok. 55%, paleniska domowe — ok. 15%, pojazdy — ok. 30%.

Głównymi składnikami zanieczyszczenia powietrza są substancje gazowe, tj.: dwutlenek siarki, tlenki azotu, tlenek węgla oraz pyły powstające podczas spalania paliw stałych i pyły metalurgiczne (tab. 1).

Liczba źródeł zorganizowanych emisji zanieczyszczeń na terenie miasta jest znaczna, choć ustalenie aktualnej wielkości wymaga przeprowadzenia inwentaryzacji. Według raportu *Aktualny stan oraz program ochrony środowiska i gospodarki wodnej w Lublinie do 2010 roku* w 1987 było ich 338.

Zanieczyszczenia, pochodzące z tych źródeł, stanowią zasadniczą część całkowitej emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

Udział procentowy poszczególnych typów skażeń w emisji lubelskich zakładów wynosił: emisja pyłów — ok. 91%, emisja gazów — ok. 84%, w tym SO_2 ok. 91%. Zakładem wprowadzającym największy ładunek zanieczyszczeń do atmosfery jest Fabryka Samochodów — w 1991 r. ok. 45% całej emisji zakładów Lublina.

Źródłem największych zanieczyszczeń są zakłady przemysłowe zlokalizowane głównie w obszarach przemysłowo-składowych, tj. w dzielnicach: Tatary, Hajdów, Zadębie i Wrotków. Natomiast większość małych, niezorganizowanych źródeł emisji stanowią paleniska domowe znajdujące się w Śródmieściu. Ze względu na charakter zabudowy tej dzielnicy i niewielką wysokość emitorów emisje te

Tab. 1. Wyniki pomiarów średniorocznych: stężenie zapylenia, SO₂, NO₂ i NH₃ w latach 1990 i 1991 (wg WSSE w Lublinie, zmienione)
 Results of tests average years: concentration of air pollution, SO₂, NO₂ and NH₃ in 1990 and 1991 years (according to Health Station Lublin, modified)

Stanowisko pomiarowe / rejon Place of test / area	Średnie stężenie (g/m ³) Average concentration (g/m ³)							
	zapylenia air pollution		SO ₂		NO ₂		NH ₃	
	1990	1991	1990	1991	1990	1991	1990	1991
ul. Staszica (Śródmieście)	0,026	0,036	0,021	0,024	0,021	0,026	–	0,010
ul. Faraona (LSM)	0,020	0,016	0,012	0,009	0,020	0,018	–	0,014
ul. Maszynowa (Tatary)	0,036	0,038	0,013	0,011	0,021	0,028	–	0,009
ul. Jankowskiego (Węglin)	0,017	0,020	0,005	0,011	0,019	0,028	–	0,017
ul. Nadrzeczna (Abramowice)	0,038	0,023	0,004	0,010	–	0,026	–	0,013
Norma (Norm)	0,050		0,032		0,032		0,051	

są szczególnie uciążliwe dla mieszkańców i w znacznym stopniu pogarszają stan powietrza w tym rejonie miasta.

Badania zakresu i specyfiki zanieczyszczenia powietrza (1991 r.) na terenie Lublina prowadzone były przez Wojewódzką Stację Sanitarно-Epidemiologiczną (WSSE) w Lublinie. Nie wykazano przekroczeń normy średniorocznego opadu pyłu na tym terenie, wynoszącej 200 g/m²/rok. Największą wartość średniorocznego opadu pyłu, przekraczającą 150 t/km²/rok, stwierdzono w rejonach: Śródmieścia aż po Rogatkę Warszawską, Wrotkowa, Hajdowa i Tatar. W niektórych przypadkach, w porównaniu do 1990 r. nastąpił spadek tej wartości. Były również miejsca, gdzie wystąpił wzrost opadu pyłu (np. w rejonie Zalewu Zemborzyckiego był on największy).

Oznaczenia zawartości metali ciężkich w pyłe opadowym, zebrany przez WSSE, wykonano w Pracowni Chemii Środowiskowej Wydziału Chemii UMCS. Spośród uwzględnionych w pomiarach punktów poboru prób, najwyższa koncentracja metali w pyłe i największy opad pyłu występuje w rejonie ulicy Niecałej, czyli w centrum miasta. Tam także odnotowano nieznaczne przekroczenia dopuszczalnego opadu ołowiu i aż trzykrotnie kadmu. Wielkości opadu wynosiły bowiem w przypadkach skrajnych 105 mg Pb i 33,9 mg Cd, przy dopuszczalnym opadzie Pb i Cd wynoszącym odpowiednio — 100 i 10 mg/m²/rok.

Uzyskane wyniki wskazują, że opad kadmu w Lublinie jest wysoki, a jego przekroczenia stwierdzono w 4 punktach na 6 badanych stanowisk poboru pyłów.

Średnioroczne stężenia dla SO₂, NO₂ i NH₃ mieszczą się w granicach

dopuszczalnej normy (17 do 76%), a dla poszczególnych substancji wynoszą: SO₂ — 32–76%, NO₂ — 44–62%, NH₃ — 17–33% (tab. 1).

W przypadku stopnia zapylenia, mierzonego zawartością pyłu zawieszonego i SO₂, w miesiącach letnich stwierdzono znaczne obniżenie ich stężeń. Wartości stężeń NO₂ i NH₃ utrzymują się natomiast na stałym i podobnym poziomie w ciągu roku. W 1991 r. jedynie parametry charakteryzujące zapylenie w rejonie Hajdów — Tatary i Abramowice przekroczyły dopuszczalną normę (120 µg/m³). Nie odnotowano przekroczeń normy dobowej stężeń SO₂, NO₂ i NH₃.

W 1990 r. na terenie miasta prowadzone były również pomiary średniodobowe stężeń formaldehydu. Na wszystkich stanowiskach pomiarowych stwierdzono przekroczenie norm — średniodobowej i średniorocznej stężeń tego składnika, które wynoszą odpowiednio: 20 i 3,8 µg/m³.

Skażenie SO₂ atmosfery w centrum miasta, uznawane za najgroźniejsze dla mchów i porostów, mieści się w VI i VII strefie skali, zaproponowanej przez Hawksworth i Rose (11).

TYPY SIEDLISK

a. Tynki cementowe

Głównie są to otynkowane murki oporowe powierzchni chropowatej, która ułatwia przytwierdzenie się roślin. Gdy miejsca te są lekko ocienione, to warunki siedliska sprzyjają bytowaniu mchów i porostów, a często tylko porostów. W niewielkim ocienieniu nie następują bardzo szybkie ubytki wody, która jest głównym czynnikiem warunkującym życie roślin.

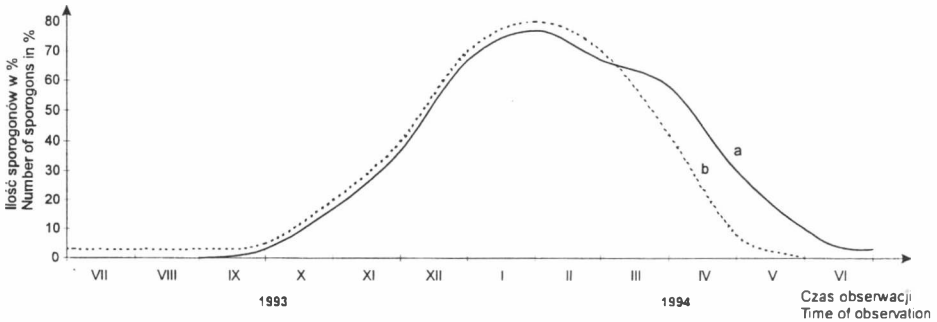
Duże znaczenie ma także ekspozycja siedliska, np. miejsca o wystawie północnej są niezbyt usłoneczone, dlatego też można w nich spotkać wiele higrofilnych gatunków natynkowych.

Miejsca połączeń bloków cementowych, bądź spękania tynku, gdzie łatwiej osadzają się cząstki gleby lub ścieka woda, są również kolonizowane przez mchy i porosty.

Murki oporowe, które mają bezpośredni kontakt z ziemią, zasobną w wilgoć, co powoduje, że są one dłużej wilgotne, sprzyjają porastaniu przez mchy, porosty i rośliny naczyniowe (m.in.: *Diplotaxis muralis*, *Geranium columbinum*, *Erodium cicutarium*, *Lepidum ruderales*, *Poa annua*, *Sagina procumbens*, *Sedum acre*, *Veronica serpyllifolia*).

Nie bez znaczenia jest również wiek siedliska. Na tynkach starych, popękanych, bardziej zniszczonych, flora jest bogatsza.

Zanieczyszczenie środowiska substancjami chemicznymi powoduje zubożenie flory. Na przykład w centrum miasta przy ulicach o dużym natężeniu ruchu pojazdów liczba gatunków jest bardzo mała, aczkolwiek tak pospolite gatunki, jak: *Tortula muralis*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticium*, często dominują, mimo słabej kondycji, co odzwierciedla obfity rozwój sporogonów (ryc. 2).



Ryc. 2. Liczba dojrzałych sporogonów *Tortula muralis* w cyklach rocznych; a — ul. Pana Tadeusza, ocienione, pionowe bloki piaskowcowe o pow. 2 m², wys. 0,8 m, eksp. NE; b — Dzielnica Uniwersytecka (obok Chatki Żaka), bloki piaskowcowe o pow. 2 m², wys. 0,5 m, eksp. NE
Number of mature sporogons of *Tortula muralis* in annual cycles a — Pan Tadeusz Street, shaded, vertical, sandstone blocks, surface 2 m², 0,8 m high, exposition NE; b — University's Campus (near Chatka Żaka building), sandstone blocks, surface 2 m², 0,5 m high, exposition NE

b. Piaskowce

Piaskowce stanowią często materiał budulcowy nagrobków cmentarnych.

Niektóre zbiorowiska porastają nagrobki piaskowcowe o szorstkiej powierzchni najstarszego cmentarza Lublina (ul. Lipowa). Wiek tych płyt ocenia się na około 100 lat. Szorstka powierzchnia nagrobków pozwala łatwiej przytwierdzać się roślinom i ułatwia im dostęp do wilgotnego podłoża. W zagłębieniach rzeźbionych liter flora była bardziej zróżnicowana.

Ważną rolę odgrywa również ekspozycja i ocienienie płatu roślinnego (zjawisko analogiczne jak na podłożach cementowych). Ekspozycja północna pozwala na utrzymanie na danym miejscu większej wilgotności. Osłona od wiatru zapobiega też szybkiej utracie wody, gdyż wiatr zwiększa transpirację.

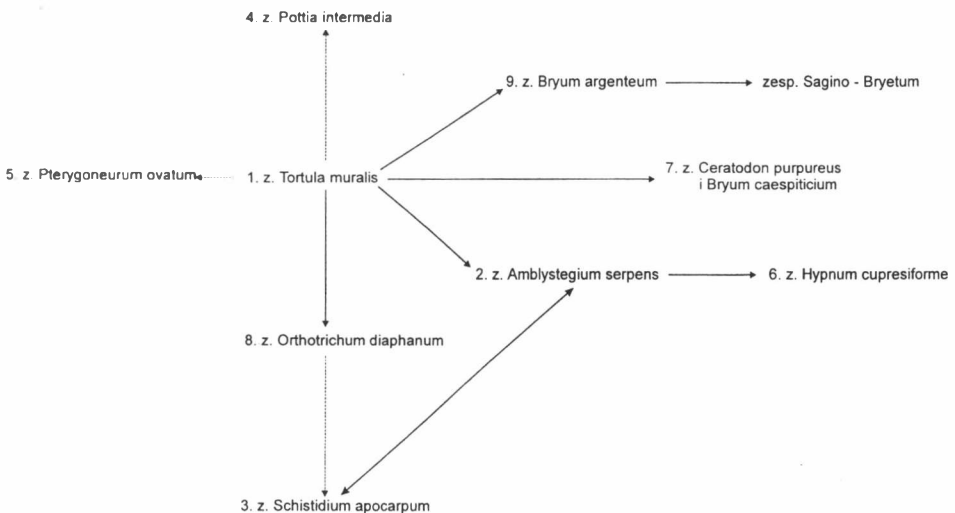
Mchy i porosty nie tylko porastały na płytach nagrobkowych z piaskowca, ale również na innych blokach piaskowcowych pełniących funkcje ozdobne, np. w Parku Akademickim, przy skrzyżowaniu ulic Głębokiej i Filaretów oraz w alpinarium Ogrodu Botanicznego na Sławinku. Powierzchnie takich bloków były znacznie pofałdowane, przy czym znajdowały się zwykle w miejscach lekko ocienionych.

c. Granity

Bloki granitowe o powierzchni niewygładzonej są siedliskiem występowania mchów i porostów w Ogrodzie Botanicznym UMCS na Sławinku. Znajdują się one na południowo-wschodnim stoku wzniesienia. Są także częściowo ocienione, dzięki czemu na tych siedliskach dłużej utrzymuje się wilgoć, a co za tym idzie, są dobre warunki dla gatunków epipetrycznych (18). Stare granitowe pomniki cmentarza mają zwykle dominację 1–2 gatunków: *Schistidium apocarpum* i *Ceratodon purpureus*, a więc odmiennie niż w innych częściach Polski (12).

Stadia sukcesyjne

Wśród wyróżnionych dziewięciu zbiorowisk mchów i jednego zespołu mszystego (ryc. 3) można określić wyodrębniające się ze zbiorowiska podstawowego główne kierunki sukcesji (por. poziomy: 7–9–2 oraz pionowy: 8–3). Ponadto na podłożu miękkich lub twardych wapieni i rozkruszonego betonu rozwijają się wyraźnie zaznaczone różne kierunki stadiów sukcesji. Niemal we wszystkich jej stadiach gatunki wykazują wyraźną żywotność, o czym świadczy intensywne tworzenie od jesieni do wiosny dojrzałych sporogonów (ryc. 2) oraz rozmnożeń wegetatywnego rozmnażania. Należy zaznaczyć, że w zbiorowisku (nr 8) z *Orthotrichum diaphanum* gatunek wyróżniający może występować przy osłabionej emisji także na korze przydrożnych drzew liściastych, natomiast zbioro-



Ryc. 3. Schemat możliwych stadiów sukcesyjnych zbiorowisk mszystych
The schema of possible succession stages of moss communities

wisko (nr 5) z *Pterygoneurum ovatum* występuje w środowisku naturalnym na skałach kredowych i zboczach lessowych w najbliższych okolicach Lublina (15).

Główne kierunki sukcesji wyraźnie zależą od rodzaju podłoża, stopnia pokrycia warstwy pyłu, odległości od powierzchni gleby, ekspozycji i wilgotności. W dogodnych warunkach zwarcie warstwy mszystej na powierzchniach zajętych przez najczęstsze zbiorowiska, może osiągać nawet 100%. Znaczny udział wykazują w nich również porosty (średnio 2–5 gatunków na powierzchni spisu). Dowodzi to znacznej czystości powietrza, związanej z małym zapyleniem północno-zachodniej części zabudowy miasta.

PRÓBA OKREŚLENIA ODPORNOŚCI I TOLERANCJI EKOLOGICZNEJ MCHÓW EPIPETRYCZNYCH

Ze względu na właściwości fizjologiczne, anatomiczne i ekologiczne mszaki, tuż po porostach, zajmują ważne miejsce w bioindykacji (licheno- i briindykacji) skażeń środowiska naturalnego. Stąd ich duża rola w monitoringu ekologicznym, określającym czystość powietrza (wskaźnik AP — Air Pollution) i podłoża.

W warunkach naturalnych, tj. okresie poprzedzającym działanie emisji, istniała kumulacja dużych zapasów wody w warstwie mszaków i porostów w lasach (długotrwała rosa, utrzymywanie zasobów wilgotności powietrza w niższych warstwach). Obecnie zanik gatunków, które tworzą dane struktury, spowodował wyraźne osuszenie siedlisk zbiorowisk leśnych, niemal wszystkich warstw, a zwłaszcza mszysto-porostowej i ziemnej. Stało się to bezpośrednią przyczyną przerwania naturalnego bilansu wodnego. Ten sam proces spowodował zanik głównie epifitów, a w konsekwencji również zubożenie natynkowej i naskalnej flory miast (tab. 12, 13).

Düll (4, 5) podał 9 (AP₀–AP₈) stopni, określających strefy występowania odpornych gatunków mchów i niektórych porostów według wartości średnich rocznych stężeń SO₂ Duisburga.

Porównanie danych dla miasta Lublina z jego wartościami liczbowymi (wyższymi blisko 10-krotnie) przedstawia się następująco:

AP₀ — SO₂ — 0,024 mg, SO₂ > 0,16 mg, maksymalne zanieczyszczenie powietrza i podłoża z *Bryum argenteum*,

AP₁ — SO₂ > 0,024 mg, SO₂ — 0,16 mg do 0,55 mg; tylko cieniolubne mszaki,

AP₂ — SO₂ — 0,024 mg do 0,011 mg, SO₂ < 0,16 mg do 0,55 mg; *Schistidium apocarpum*,

AP₃ — SO₂ ≈ 0,011 mg, SO₂ — 0,15 mg do 0,50 mg; *Hypnum cupressiforme*,

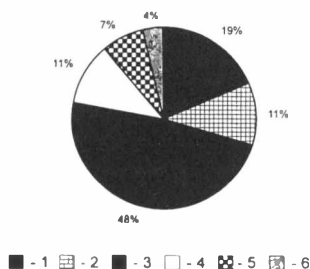
AP₄ — SO₂ — 0,011 mg do 0,009 mg, SO₂ — 0,13 mg do 0,46 mg; *Orthotrichum diaphanum*,

- AP₅ — SO₂ ≈ 0,009 mg, SO₂ — 0,085 mg do 0,4 mg; plechy porostów,
 AP₆ — SO₂ ≈ 0,004 mg, wyraźny spadek emisji w mieście; *Orthotrichum anomalum*, *Physcia adscendens*,
 AP₇ — SO₂ > 0,004 mg, wysoka czystość powietrza; *Racomitrium canescens* (brak w badanej części miasta).
 AP₈ — brak skażeń; duże epifity, mszaki i porosty.

Maksymalne skażenie powietrza AP₀ wytrzymują gatunki kosmopolityczne: *Bryum argenteum*, *Tortula muralis*, *T. muralis* var. *aestiva*. Brak skażeń określa stopień AP₈. Takie warunki istnieją w górskich parkach narodowych i na wybrzeżach morskich klimatu atlantyckiego. W miastach w najkorzystniejszych warunkach występują stopnie AP₅ i AP₆. W badanej części Lublina stwierdzono stopnie skażeń od AP₀ do AP₆.

Jednakże układ stref skażeń nie jest zgodny z układem typów siedlisk. Należy zaznaczyć, że stopnie AP₂–AP₆ są zlokalizowane w strefie zacienienia, tj. na starym cmentarzu (ul. Lipowa), w Dzielnicy Akademickiej i alpinarium Ogrodu Botanicznego (dzielnica Sławinek). Na tych terenach zapylenie, wyraźnie niższe niż na terenach odstępionych, wynosi poniżej 100 t/km²/rok.

Gatunki siedlisk nie objętych wpływami zanieczyszczeń, mieszczące się w niższych klasach częstotliwości (ryc. 4), raczej rzadkie, jak: *Bryoerythrophyllum recurvirostre*, *Pottia intermedia* i *Pterygoneurum ovatum*, rosną na rozkruszonym betonie i piaskowcu w miejscach silnie ocienionych i wilgotnych. Tylko pierwszy gatunek był stwierdzony w zbiorowisku z *Tortula muralis* i *Schistidium apocarpum*, a trzy pozostałe tworzą zbiorowiska odrębne.



Ryc. 4. Procentowy udział badanych mszaków Lublina w klasach częstotliwości występowania; 1 — gatunki sporadyczne (wystąpiły tylko jeden raz), 2 — gatunki bardzo rzadkie (na dwóch stanowiskach), 3 — gatunki rzadkie (na 3–7 stanowiskach), 4 — gatunki częste (na 12–17 stanowiskach), 5 — gatunki bardzo częste (na 19–21 stanowiskach), 6 — gatunki pospolite (na więcej niż 21 stanowiskach)

The relative frequency of bryophyte species of Lublin in classes of frequency; 1 — sporadic species (occurred only once), 2 — very rare species (1–2 stations), 3 — rare species (3–7 stations), 4 — frequent species (12–17 stations), 5 — very frequent species (19–21 stations), 6 — common species (more than 21 stations)

ZBIOROWISKA MSZYSTE BLOKÓW CEMENTOWYCH I NASKALNYCH

Skróty w tabelach nr 2–11, 13: A — *Algae*, L — *Lichenes*, M — *Musci*, Ph — *Phanerogamae*

1. Zbiorowisko z *Tortula muralis* (tab. 2)

Jest to zgrupowanie mchów na terenie miasta bardzo częste. Gatunkiem dominującym jest *Tortula muralis*, często występują również *Bryum caespiticium*, *B. argenteum*. Do gatunków najrzadziej podawanych należą: *Tortula muralis* var. *aestiva*, *Bryum capillare*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Brachythecium albicans*, *Ceratodon purpureus*, *Bryoerythrophyllum recurvirostre*. Z porostów stwierdzono: *Caloplaca holocarpa*, *C. murorum*, *C. citryna*, *Lecanora dispersa*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia dubia*, *Ph. adscenens*, z roślin naczyniowych: *Sedum acre*, *Veronica serpyllifolia*, a z glonów *Protococcus viridis*.

Gatunki tworzące to zbiorowisko porastają otynkowane, nie ocienione murki, o powierzchniach chropowatych. Wysokość powierzchni od ziemi, na której występowały te gatunki, była bardzo zróżnicowana (od 0 do 160 cm).

Spis zdjęć (ryc. 1):

8. Miasteczko akademickie, obok zdj. 1, 30.07.93.

1. Murek z bloków piaskowcowych przy „Chatce Żaka” w Miasteczku Akademickim, 30.07.93.

3. Obok zdj. 2.

42. Blok piaskowcowy splekany nieregularnie, alpinarium Ogrodu Botanicznego na Sławinku, 14.05.94.

2. Murek oporowy przy ul. Pana Tadeusza, LSM, 15.08.93.

4. Obok zdj. 3.

46. Blok granitowy, alpinarium Ogrodu Botanicznego na Sławinku, 14.05.94.

5. Murek oporowy przy ul. Gazowej, 13.03.94.

6. Fundamenty kościoła św. Michała na Starym Mieście, 28.11.93.

10. LSM, duży blok piaskowcowy na skraju skweru przy ul. Pana Tadeusza i ul. Filaretów, 6.06.94.

9. Murek oporowy przed frontowym wejściem do kościoła św. Michała przy ul. Fabrycznej, 26.03.94.

7. Murek oporowy oddzielający stadion „Startu” od Al. Piłsudskiego, 6.03.94.

2. Zbiorowisko z *Amblystegium serpens* (tab. 3)

Zbiorowisko to jest spotykane na terenie miasta niezbyt często. Gatunki dominujące to: *Amblystegium serpens*, *Bryum argenteum*, *Tortula muralis*. Gatunki rzadkie to: *Brachythecium salebrosum*, *Eurhynchium hians*, *Ceratodon purpureus*, porosty: *Lecanora dispersa*, *Lecidea stigmatea*, *Lepraria incana*, *L. aeruginosa* oraz glon *Protococcus viridis*.

Luźne jego darenki porastały murki oporowe otynkowane, nieznacznie ocieplone, na wysokości 40 i 60 cm nad powierzchnią ziemi. W jednym przypadku gatunki porastały spojenie bloków, z których zbudowany był murek.

Tab. 3. Zbiorowisko z *Amblystegium serpens*
Community with *Amblystegium serpens*

Nr zdjęcia (No. of record)		14	48	11	12	13	49	
Ekspozycja (Exposition)		W	NW	SE	SE	N	N	
Wysokość nad powierzchnią ziemi w cm		60	0	60	60	40	0	
Height over the soil surface in cm								
	M	6	7	4	4	3	3	
Liczba gatunków w zdjęciu	L	5	4	2	2	–	–	Stołość
Number of species in record	Ph	–	–	–	–	–	–	Constancy
	A	1	–	–	–	–	–	
Łączna liczba gatunków w zdjęciu		12	11	6	6	3	3	
Total number of species in record								
<i>Musci:</i>								
<i>Amblystegium serpens</i>		2	3	4	3	3	1	V
<i>Bryum argenteum</i>		.	+	+	+	+	.	IV
<i>Tortula muralis</i>		+	.	+	1	.	.	III
<i>Bryum capillare</i>		+	.	+	.	.	.	II
<i>B. caespiticium</i>		+	.	.	.	2	.	II
<i>Ceratodon purpureus</i>		1	.	.	1	.	.	II
Gatunki sporadyczne (Sporadic species): <i>Homalothecium sericeum</i> 49 ² , <i>Barbula unguiculata</i> 49 ¹ , <i>Leskea polycarpa</i> 48 ¹ , <i>Brachythecium salebrosum</i> 14 ² , <i>Eurhynchium hians</i> 14 ¹ , <i>Grimmia pulvinata</i> 48 ⁺ , <i>Schistidium apocarpum</i> 48 ¹ , <i>Orthotrichum diaphanum</i> 48 ¹								
<i>Lichenes:</i>								
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		+	.	+	+	.	.	III
<i>Caloplaca holocarpa</i>		.	.	+	+	.	.	II
Gatunki sporadyczne (Sporadic species): <i>Caloplaca murorum</i> 48 ⁺ , <i>Candelariella vitellina</i> 48 ⁺ , <i>Lecanora dispersa</i> 14 ⁺ , <i>L. murorum</i> 48 ⁺ , <i>Lecidea stigmataea</i> 14 ⁺ , <i>Lepraria incana</i> 14 ⁺ , <i>L. aeruginosa</i> 14 ⁺ , <i>Physcia adscendens</i> 48 ⁺ ,								
<i>Algae:</i>								
Gatunki sporadyczne (Sporadic species): <i>Protococcus viridis</i> 14 ²								

Spis zdjęć (ryc. 1):

14. LSM, murek oporowy, ul. Wajdeloty przy Szkole Podstawowej nr 29, 30.07.93.
48. Blok piaskowcowy, alpinarium w Ogrodzie Botanicznym na Sławinku, 14.05.94.
11. Obok zdj. 14.
12. Obok zdj. 11.
13. Murek oporowy przy wejściu do Parku Ludowego od Al. Piłsudskiego, 10.03.94.
49. Obok zdj. 48.

3. Zbiorowisko z *Schistidium apocarpum* (tab. 4)

Jest to nader częsty typ zbiorowiska złożonego głównie z mchów. Dominują tu *Schistidium apocarpum* i *Ceratodon purpureus*. Do gatunków sporadycznie występujących w tej biocenozie należą: *Amblystegium serpens*, *Bryum caespiticium*, *Brachythecium reflexum*, *Bryoerythrophyllum recurvirostre*, *Tortula muralis*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Homalothecium sericeum*, a z roślin kwiatowych *Geranium columbinum*. Jest to najprostsza struktura zbiorowiska w całym związku *Schistidium apocarpi* Jeek & Vondrek (18).

Opisany układ florystyczny opanowuje głównie nagrobkowe płyty piaskowcowe o powierzchni niezbyt chropowatej, przeważnie na wysokości 60 cm nad powierzchnią ziemi.

Spis zdjęć (ryc. 1):

15–22. Płyty nagrobkowe z piaskowca, Cmentarz Rzymskokatolicki przy ul. Lipowej, 5.08.93.
45–47, 50. Bloki piaskowcowe w alpinarium Ogrodu Botanicznego na Sławinku, 14.05.94.

4. Zbiorowisko z *Pottia intermedia* (tab. 5)

Wykształca się ono rzadko na terenie Lublina. Gatunki dominujące to *Pottia intermedia* i *Tortula muralis*. Mniejsze pokrycie cechuje w kolejności gatunki: *Ceratodon purpureus*, *Bryum argenteum*, *Barbula fallax*, *Amblystegium serpens* i *Homalothecium sericeum*.

Gatunki porastały bloki piaskowcowe o chropowatej powierzchni na wysokości ok. 50 cm nad powierzchnią ziemi. Miejsca te były częściowo ocienione przez inne rośliny.

Spis zdjęć (ryc. 1):

26. Murek oporowy na brzegu skarpy Starego Miasta przy ul. Podwale, 28.11.93.
27. Blok piaskowcowy w Parku Akademickim, Dzielnica Uniwersytecka, 24.03.94.

5. Zbiorowisko z *Pterygoneurum ovatum* (tab. 6)

Zbiorowisko to wykształca się na terenie miasta jedynie wyjątkowo. Gatunki współdominujące to: *Pterygoneurum ovatum* i *Bryum argenteum*. Występują również: *Bryum caespiticium*, *Barbula fallax*, *B. unguiculata* i *Ceratodon purpureus*. Stwierdzone jedynie na deptanych, częściowo kruszejących płytach chodnikowych, leżących przy usypanym, nasłonecznionym stoku przydrożnej skarpy.

Spis zdjęć (ryc. 1):

28. Udeptywane częściowo, kruszejące płyty chodnikowe, Dzielnica Uniwersytecka przy Akademii Rolniczej.
37. Obok zdjęcia 28.
38. Obok zdjęć 28, 37.

Tab. 5. Zbiorowisko z *Pottia intermedia*
Community with *Pottia intermedia*

Nr zdjęcia (No. of record)	26	27	
Ekspozycja (Exposition)	NE	S	
Wysokość nad powierzchnią ziemi w cm	50	50	
Height over the soil surface in cm			
	M	5	5
Liczba gatunków w zdjęciu	L	1	–
Number of species in record	Ph	–	–
	A	–	–
Łączna liczba gatunków w zdjęciu	6	5	2 ⁵⁻⁶
Total number of species in record			
<i>Musci:</i>			
<i>Pottia intermedia</i>	3	1	2 ¹⁻³
<i>Ceratodon purpureus</i>	1	2	2 ¹⁻²
<i>Bryum argenteum</i>	1	.	1 ¹
<i>Tortula muralis</i>	2	.	1 ²
<i>Didymodon fallax</i>	+	.	1 ⁺
<i>Amblystegium serpens</i>	.	1	1 ¹
<i>Homalothecium sericeum</i>	.	+	1 ⁺
<i>Bryum caespiticium</i>	.	2	1 ²
<i>Lichenes:</i>			
<i>Caloplaca mirrorum</i>	+	.	1 ⁺

Tab. 6. Zbiorowisko z *Pterygoneurum ovatum*
Community with *Pterygoneurum ovatum*

Nr zdjęcia (No. of record)	28	37	38
Ekspozycja (Exposition)	S	–	–
Wysokość nad powierzchnią ziemi w cm	0	0	0
Height over the soil surface in cm			
	M	4	4
Liczba gatunków w zdjęciu	L	–	–
Number of species in record	Ph	–	–
	A	–	–
Łączna liczba gatunków w zdjęciu	4	4	3
Total number of species in record			3 ³⁻⁴
<i>Musci:</i>			
<i>Pterygoneurum ovatum</i>	3	2	+
<i>Bryum argenteum</i>	2	3	3
<i>Ceratodon purpureus</i>	.	+	1
<i>Barbula unguiculata</i>	+	.	.
<i>Bryum caespiticium</i>	+	.	.
<i>Didymodon fallax</i>	.	+	.

6. Zbiorowisko z *Hypnum cupressiforme* (tab. 7)

Jest ono rzadko spotykane w zabudowanej części miasta. Gatunkiem dominującym na zajmowanych powierzchniach jest *Hypnum cupressiforme*. Występuje tu również *Tortula muralis* oraz rzadziej *Schistidium apocarpum*, *Brachythecium salebrosum* i *Ceratodon purpureus*.

Tab. 7. Zbiorowisko z *Hypnum cupressiforme*
Community with *Hypnum cupressiforme*

Nr zdjęcia (No. of record)	29	51	
Ekspozycja (Exposition)	S	SE	
Wysokość nad powierzchnią ziemi w cm	50	50	Liczba występowania Number of frequency
Height over the soil surface in cm			
	M	5	5
Liczba gatunków w zdjęciu	L		
Number of species in record	Ph		
	A	–	–
Łączna liczba gatunków w zdjęciu	5	5	
Total number of species in record			
<i>Musci:</i>			
<i>Hypnum cupressiforme</i> s. l.	4	3	2 ³⁻⁴
<i>Tortula muralis</i>	1	2	2 ¹⁻²
<i>Schistidium apocarpum</i>	+	+	2 ⁺
<i>Brachythecium salebrosum</i>	+	+	2 ⁺
<i>Ceratodon purpureus</i>	+	+	2 ⁺

Gatunki tworzące to zbiorowisko porastały od strony południowej dobrze rozkruszoną płytę z piaskowca na wys. 50 cm nad powierzchnią ziemi.

Spis zdjęć (ryc. 1):

29. Płyta z piaskowca, Cmentarz Rzymskokatolicki przy ul. Lipowej, 5.08.93.

51. Obok zdjęcia 29.

7. Zbiorowisko z *Ceratodon purpureus* i *Bryum caespiticium* (tab. 8)

Jest ono spotykane na terenie miasta rzadko, zapewne z powodu braku dużych powierzchni betonowych i żwirowych. Gatunki współdominujące to: *Ceratodon purpureus* i *Bryum caespiticium*. Uzupełniają je: *Amblystegium serpens*, *Bryum argenteum*. Na tych powierzchniach występuje również porost *Caloplaca holocarpa*.

Zbiorowisko porasta plac wyłożony płytami betonowymi i murek przy ulicy o dużym natężeniu ruchu samochodowego.

Tab. 8. Zbiorowisko z *Ceratodon purpureus* i *Bryum caespiticium*
Community with *Ceratodon purpureus* and *Bryum caespiticium*

Nr zdjęcia (No. of record)	39	40	
Ekspozycja (Exposition)	–	–	
Wysokość nad powierzchnią ziemi w cm	50	50	
Height over the soil surface in cm			
	M	4	4
Liczba gatunków w zdjęciu	L	1	1
Number of species in record	Ph	–	–
	A	–	–
Łączna liczba gatunków w zdjęciu		5	5
Total number of species in record			
<i>Musci:</i>			
<i>Ceratodon purpureus</i>		4	4
<i>Bryum caespiticium</i>		4	3
<i>B. argenteum</i>		+	+
<i>Amblystegium serpens</i>		+	1
<i>Lichenes:</i>			
<i>Caloplaca murorum</i>		+	+
			2 ⁴
			2 ³⁻⁴
			2 ⁺
			2 ^{±1}
			2 ⁺

Spis zdjęć (ryc. 1):

39. Murek oporowy przy Liceum Ogólnokształcącym im. Stanisława Staszica, Al. Racławickie, 30.04.94.

40. Plac wyłożony płytami betonowymi, obok kotłowni na terenie Miasteczka Akademickiego, 25.04.94.

8. Zbiorowisko z *Orthotrichum diaphanum* (tab. 9)

Wykształca się na terenach parkowych miasta. Dominuje w tej biocenozie *Orthotrichum diaphanum*, występuje też *Leskea polycarpa* oraz porosty: *Caloplaca holocarpa*, *Phaeophyscia orbicularis* i *Physcia nigricans*. Mchy i porosty, tworzące to zgrupowanie, porastają bloki piaskowcowe na zboczu wzniesienia o ekspozycji południowej w miejscu ocienionym przez klon. Jednakże skład ekologiczny siedlisk mchów jest w zabudowie parkowej silnie zróżnicowany (18).

Spis zdjęć (ryc. 1):

43. Blok piaskowcowy, Ogród Botaniczny UMCS na Stawinku, 14.05.94.

44. Sąsiedni blok skalny obok zdjęcia 43.

9. Zbiorowisko z *Bryum argenteum* (tab. 10)

Występuje na terenie miasta rzadko. Gatunkiem dominującym jest *Bryum argenteum*, a towarzyszy mu: *Tortula muralis* var. *aestiva*, *Ceratodon purpureus* i *Funaria hygrometrica*.

Tab. 9. Zbiorowisko z *Orthotrichum diaphanum*
Community with *Orthotrichum diaphanum*

Nr zdjęcia (No. of record)	43	44	
Ekspozycja (Exposition)	S	S	
Wysokość nad powierzchnią ziemi w cm	0	0	
Height over the soil surface in cm			
	M	2	2
Liczba gatunków w zdjęciu	L	3	3
Number of species in record	Ph	-	-
	A	-	-
Łączna liczba gatunków w zdjęciu	5	5	
Total number of species in record			
<i>Musci:</i>			
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	1	+	2 ^{±1}
<i>Leskea polycarpa</i>	1	1	2 ¹
<i>Lichenes:</i>			
<i>Caloplaca murorum</i>	+	+	2 ⁺
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	+	+	2 ⁺
<i>Physcia nigricans</i>	1	+	2 ^{±1}

Tab. 10. Zbiorowisko z *Bryum argenteum*
Community with *Bryum argenteum*

Nr zdjęcia (No. of record)	25	23	24
Ekspozycja (Exposition)	N	E	SE
Wysokość nad powierzchnią ziemi w cm	20	110	0
Height over the soil surface in cm			
	M	4	2
Liczba gatunków w zdjęciu	L	-	-
Number of species in record	Ph	-	-
	A	-	-
Łączna liczba gatunków w zdjęciu	4	2	2
Total number of species in record			
<i>Musci:</i>			
<i>Bryum argenteum</i>	3	2	+
<i>Tortula muralis</i> var. <i>aestiva</i>	3	4	3
<i>Ceratodon purpureus</i>	.	.	1
<i>Bryum caespiticium</i>	+	.	.
<i>Funaria hygrometrica</i>	+	.	.

Gatunki tworzące to zbiorowisko opanowują głównie murki betonowe, o chropowatej i nieocienionej powierzchni, rosną też na różnych wysokościach nad powierzchnią ziemi (0 cm, 20 cm, 110 cm). Na innych typach podłoża, takich jak: gleba, kamienie i żużel, może wykształcić się zespół *Ceratodontetum purpurei*, opisany przez Nickl-Navrátil (21, 30).

Spis zdjęć (ryc. 1):

25. Fundamenty kościoła św. Michała, Stare Miasto, 7.12.93.

23. Otynkowana bariera mostu na Bystrzycy przy ul. Zamojskiej, 6.03.94.

24. Betonowa podstawa mostu na Bystrzycy przy ul. Zamojskiej, 6.03.94.

10. Zespół *Sagino-Bryetum argentei* Diesn., Siss. et Westh (tab. 11)

Jest to zespół nader częsty na terenie miasta, zwłaszcza w miejscach silnie udeptywanych, między płytami betonowymi. Dominuje w nim *Bryum argenteum*. W jego płatach występują także: *Ceratodon purpureus* i *Funaria hygrometrica* oraz często towarzyszące gatunki roślin kwiatowych, takich jak: *Sagina procumbens*, *Lepidium ruderales*, *Poa annua* i *Diplotaxis muralis*, rzadziej inne.

Siedliskiem tego zbiorowiska były głównie udeptywane place o zwirowej lub brukowej nawierzchni oraz chodniki z płyt cementowych i ich pobocza.

Tab. 11. Zespół *Sagino-Bryetum argentei*
Association of *Sagino-Bryetum argentei*

Nr zdjęcia (No. of record)	35	31	32	33	34	30	36	
Ekspozycja (Exposition)	-	-	-	NE	-	-	-	
Wysokość nad powierzchnią ziemi w cm Height over the soil surface in cm	0	0	0	30	0	0	0	
	M	3	2	1	4	3	2	2
Liczba gatunków w zdjęciu Number of species in record	L	-	-	-	-	-	-	Stażność
	Ph	2	2	3	1	1	2	1
	A	-	-	-	-	-	-	Constancy
Łączna liczba gatunków w zdjęciu Total number of species in record		5	4	4	5	4	4	3
I Ch. <i>Sagino-Bryetum</i> :								
<i>Sagina procumbens</i>		+	+	+	.	.	+	.
III <i>Bryum argenteum</i>		3	3	3	3	4	4	3
<i>Funaria hygrometrica</i>		+	.	.	+	.	+	.
II Ch. <i>Polygonion avicularis</i> :								
<i>Poa annua</i>		.	.	+	.	+	+	.
III Gatunki towarzyszące:								
Accompanying species								
<i>Ceratodon purpureus</i>		1	+	.	+	+	.	+
<i>Amblystegium serpens</i>		.	.	.	+	+	.	.
IV Gatunki sporadyczne (Sporadic species): <i>Diplotaxis muralis</i> 33 ⁺ , 36 ⁺								

Spis zdjęć (ryc. 1):

35. LSM, zwirowy plac licznie porośnięty roślinami ruderalnymi w rejonie kościoła św. Józefa, 24.02.94.

31. LSM, ul. Świtezianki, brukowy plac między garażami, 12.11.93.

32. Obok zdjęcia 31.

33. Spękania muru cementowego, Dzielnica Uniwersytecka, ul. Akademicka, 6.04.94.

34. Wyżwirowany plac, Dworzec Północny PKP, 1.09.93.
 30. Udeptywany, wyżwirowany plac w rejonie Szkoły Podstawowej nr 6, ul. Weteranów,
 4.08.93.
 36. Obok zdjęcia 35.

Tab. 12. Wykaz gatunków z uwzględnieniem typów siedlisk
 List of species in compliance with types of habitats

Gatunek Species	Siedlisko Kind of habitat
<i>Musci:</i>	
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) B. S. G.	sax, terr, hum (cor)
<i>Streblotrichum convolutum</i> Hedw.	terr-ar
<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) Zander	sax
<i>D. rigidulus</i> Hedw.	sax
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.	sax, bas, terr
<i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) B. S. G.	terr-ar
<i>B. populeum</i> (Hedw.) B. S. G.	sax
<i>B. salebrosum</i> (Web. & Mohr) B. S. G.	terr
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostre</i> (Hedw.) Chen	sax, terr
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	sax, polied.
<i>B. caespiticium</i> Hedw.	terr, polied.
<i>B. capillare</i> Hedw.	sax, terr, cor
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	terr, polied.
<i>Eurhynchium hians</i> (Turn.) Curnow	terr (sax)
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	terr, polied.
<i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm.	sax
<i>Homalothecium sericeum</i> B. S. G.	sax, cor
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. s. l.	sax
<i>Leskea polycarpa</i> Ehrh.	cor, sax
<i>Orthotrichum anomalum</i> Hedw.	sax
<i>O. diaphanum</i> Schrad.	sax, cor
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) Kop.	terr (polied.)
<i>Pottia intermedia</i> (Turn.) Fűrnr.	sax
<i>Pterygoneurum ovatum</i> (Hedw.) Dix.	terr, sax
<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) B. S. G.	sax
<i>Tortula muralis</i> Hedw. var. <i>muralis</i>	sax
<i>T. muralis</i> var. <i>aestiva</i> Hedw.	sax
<i>Lichenes:</i>	
<i>Caloplaca citryna</i> (Hoffm.) Th. Fr.	sax, cor
<i>C. decipiens</i> (Arnold) H. Magn.	sax, cor
<i>C. holocarpa</i> H. Magn.	sax
<i>C. murorum</i> (Hoffm.) Th. Fr.	sax
<i>Candelariella vitellina</i> (Ehrh.) Müll. Arg.	sax, cor
<i>Lecanora dispersa</i> (Pers.) Sommerf.	sax
<i>L. muralis</i> (Schreb.) Rabenh.	sax, cor
<i>Lecidea stigmatea</i> Ach. emend. H. Magn.	sax
<i>Lepraria aeruginosa</i> (Wigg.) Sm	sax, cor
<i>L. incana</i> (L.) Ach.	sax, cor

<i>Phaeophyscia orbicularis</i> Neck Poetsch. em. DR.	sax, cor
<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) Oliv. emend Frey	sax, cor
<i>P. dubia</i> (Hoffm.) Lett. emend. Lyngé	sax, cor
<i>P. nigricans</i> (Flk.) Stieb.	sax, cor
<i>Phanerogamae:</i>	
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.	terr, sax
<i>Geranium columbinum</i> L.	terr, sax
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L' Hér.	terr, sax
<i>Lepidium ruderales</i> L.	terr, sax
<i>Poa annua</i> L.	terr, sax
<i>Sagina procumbens</i> L.	terr, sax
<i>Sedum acre</i> L.	terr, sax
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	terr, sax
<i>Algae:</i>	
<i>Protococcus viridis</i> Ag.	cor, sax

WNIOSKI

1. Szczegółne właściwości bioindykacyjne mszaków i porostów — duży udział liczby naskalnych i natynkowych mchów, obejmujących grupę 29 gatunków i 14 porostów, które tworzą 10 ugrupowań mszystych, pozwala przyjąć, że badany obszar Lublina jest silnie zanieczyszczony przez emisję skażeń chemicznych typu przemysłowego.

2. Stan ograniczonego zanieczyszczenia miasta przez emisje mikro- i makropylów przemysłowych potwierdzają także cechy żywotności mchów. Tworzą one bardzo obficie sporogony w cyklu jesienno-zimowo-wiosennym, np. u najbardziej pospolitego mchu *Tortula muralis* (ryc. 2), jak również niektórych porostów tworzących obficie apotecja.

3. Najbogatsze w gatunki zbiorowiska mszyste występują na murach w gęsto zadrzewionym rejonie leżącym w południowo-zachodniej części miasta.

4. Obecność ciepłolubnych gatunków mchów, jak *Pottia intermedia* (na blokach piaskowcowych) i *Pterygoneurum ovatum* (na pokruszonych płytach cementowych), jest związana z przyczynami typu klimatycznego, specyfiką podłoża, jakie kolonizują, oraz łatwym przenoszeniem ich zarodników.

WYNIKI

1. Trudności zbadania epipetrycznej flory miast wynikają z braku syntetycznego stanu opracowania syntaksonomicznego ruderalnej brioflory w skali Europy Środkowej, pomimo istnienia licznych prac cząstkowych, przygotowanych z użyciem różnych metod. Opisana struktura florystyczna briocenozy jest bardzo typowa

Tab. 13. Ekologiczna tolerancja flory na blokach cementowych i skalnych
Ecological tolerance of flora on cements and rocky blocks

Grupa ekologiczna Ecological group Gatunek (Species)	Epilityczne Epilitic	Terrestryczne Terrestrial	Epiksyliczne Epixylic	Epifityczne Epiphytic	Liczba siedlisk ekologicznych Number of types of habitats
<i>Musci:</i>					
<i>Didymodon fallax</i>	-----				1
<i>Bryoaerophyllum recurvirostrum</i>	-----				1
<i>Orthotrichum anomalum</i>	-----				1
<i>Pottia intermedia</i>	-----				1
<i>Schistidium apocarpum</i>	-----				1
<i>Grimmia pulvinata</i>	-----				1
<i>Tortula muralis</i> var. <i>muralis</i>	-----				1
<i>T. muralis</i> var. <i>aestiva</i>	-----				1
<i>Didymodon rigidulus</i>	-----	-----			2
<i>Barbula unguiculata</i>	-----	-----			2
<i>Brachyhegium albicans</i>	-----	-----			2
<i>B. populeum</i>	-----	-----			2
<i>Bryum argenteum</i>	-----	-----			2
<i>B. caespitium</i>	-----	-----			2
<i>Ceratodon purpureus</i>	-----	-----			2
<i>Pterygoneurum ovatum</i>	-----	-----			2
<i>Amblystegium serpens</i>	-----	-----	-----	-----	4
<i>Brachyhegium salebrosum</i>	-----	-----	-----	-----	4
<i>Bryum capillare</i>	-----	-----	-----	-----	4
<i>Hypnum cupressiforme</i> s. l.	-----	-----	-----	-----	4
<i>Plagiommium cuspidatum</i>	-----	-----	-----	-----	4
<i>Homalothecium sericeum</i>	-----	-----	-----	-----	2
<i>Leskea polycarpa</i>	-----	-----	-----	-----	2
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	-----	-----	-----	-----	2
<i>Sreblotrichum convolutum</i>	+	-----	-----	-----	2

Tab. 13. Ekologiczna tolerancja flory na blokach cementowych i skalnych
Ecological tolerance of flora on cements and rocky blocks

Grupa ekologiczna Ecological group	Epilityczne Epilitic	Terrestryczne Terrestrial	Epiksyliczne Epixylic	Epifityczne Epiphytic	Liczba siedlisk ekologicznych Number of types of habitats
Gatunek (Species)					
<i>Musci:</i>					
<i>Didymodon fallax</i>	-----				1
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i>	-----				1
<i>Orthotrichum anomalum</i>	-----				1
<i>Pottia intermedia</i>	-----				1
<i>Schistidium apocarpum</i>	-----				1
<i>Grimmia pulvinata</i>	-----				1
<i>Tortula muralis</i> var. <i>muralis</i>	-----				1
<i>T. muralis</i> var. <i>aestiva</i>	-----				1
<i>Didymodon rigidulus</i>	-----	-----			2
<i>Barbula unguiculata</i>	-----	-----			2
<i>Brachythecium albicans</i>	-----	-----			2
<i>B. populeum</i>	-----	-----			2
<i>Bryum argenteum</i>	-----	-----			2
<i>B. caespitium</i>	-----	-----			2
<i>Ceratodon purpureus</i>	-----	-----			2
<i>Pterigoneurum ovatum</i>	-----	-----			2
<i>Amblystegium serpens</i>	-----	-----	-----	-----	4
<i>Brachythecium salebrosum</i>	-----	-----	-----	-----	4
<i>Bryum capillare</i>	-----	-----	-----	-----	4
<i>Hypnum cupressiforme</i> s. l.	-----	-----	-----	-----	4
<i>Plagiommium cuspidatum</i>	-----	-----	-----	-----	4
<i>Homalohectium sericeum</i>	-----	-----	-----	-----	2
<i>Leskea polycarpa</i>	-----	-----	-----	-----	2
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	-----	-----	-----	-----	2
<i>Sirebtorichum convolutum</i>	+	-----	-----	-----	2

<i>Eurhynchium hians</i>	+	-----								2
<i>Funaria hygrometrica</i>	+	-----								2
Lichenes:										
<i>Catoplaea murorum</i>	-----									1
<i>C. holocarpa</i>	-----									1
<i>Lecanora dispersa</i>	-----									1
<i>Lecidea stigmatea</i>	-----									1
<i>Lepraria aeruginosa</i>	-----									3
<i>L. incana</i>	-----									3
<i>Paeophyscia orbicularis</i>	-----									3
<i>Physcia dubia</i>	-----									3
<i>Candelariella vitellina</i>	-----									3
<i>Physcia nigricans</i>	-----									2
<i>Catoplaea citryna</i>	-----		+							3
<i>Lecanora muralis</i>	-----		+							3
<i>Catoplaea decipiens</i>	-----		+							2
<i>Physcia adscendens</i>	+									3
Phanerogame:										
<i>Diptotaxis muralis</i>	-----									2
<i>Sagina procumbens</i>	-----									2
<i>Sedum acre</i>	-----									2
<i>Geranium columbinum</i>	-----									2
<i>Erodium cicutarium</i>	-----									2
<i>Lepidium ruderales</i>	-----									2
<i>Poa annua</i>	-----									2
<i>Veronica serpyllifolia</i>	-----									2
Algae:										
<i>Protococcus viridis</i>	-----									3
Razem	M L Ph A	M L Ph A	M L Ph A	M L Ph A	M L Ph A	M L Ph A	M L Ph A	M L Ph A	M L Ph A	M L Ph A
	26+ 14+ 8 + 1	15+ 0 8 + 0	6+ 9+ + 1	8+ 9+ 0 1	55+ 31+ 16+ 3					

----- — gatunek diagnostyczny, diagnostic species; + — gatunek sporadyczny, sporadic species

dla siedlisk o zwartej zabudowie urbanistycznej starych miast, w których procesy degradujące szatę roślinną potęgują takie czynniki, jak uboczne efekty motoryzacji (skażenie metalami ciężkimi oraz tlenkami SO_x , NH_2 i in.), a także wpływ czynników mechanicznych (deptanie itp.). Dlatego siedliska te cechuje monotonia, niewielkie zróżnicowanie jakościowe briocenozy i ubogi skład gatunkowy. Tworzą je głównie najbardziej odporne toksykoneutralne gatunki eurytopowe o szerokich przystosowaniach względem zajmowanego podłoża. W przeważającej mierze są to cenozy jedno lub kilkugatunkowe, które wyróżnia panowanie jednego składnika lub współdominacja 2, rzadko większej liczby mszaków czy porostów. Wyjątkowo natomiast jest w nich ograniczony udział synantropijnych roślin naczyniowych.

2. Na terenie zabudowy miasta Lublina wyróżniono 9 dość wyraźnie odgraniczających się zbiorowisk ze znacznym udziałem porostów oraz jeden zespół z udziałem synantropijnych roślin kwiatowych: *Sagino-Bryetum argentei* (tab. 2–11).

3. Wyjątkowo wysoka frekwencja porostów w płatach mszystych (średnio 6–7 gatunków) świadczy o ich wysokiej odporności. Spośród 33 gatunków porostów natynkowych, odnotowanych przez Rydzak (23), na badanych powierzchniach stwierdzono tylko 14. Powodem jest eliminujące działanie głównie stężeń SO_2 (kwaśne deszcze) i opadu pyłów, którego wielkość na obszarze miasta jest znaczna (tab. 1). Zjawisko ubożenia brioflory jest powodowane przez wyższe stężenie SO_2 , zapylenie i wysuszenie podłoża. Potwierdza to fakt ograniczonego rozwoju kosmopolitycznych gatunków mchów, takich jak: *Amblystegium serpens*, *Bryum argenteum*, *Tortula muralis*, oraz porostów w miejscach występowania maksymalnych stężeń SO_2 i największego zapylenia, jakie stwierdzono w rejonie stacji PKP i ul. Niecałej (ryc. 1).

4. Dwa zbiorowiska — z *Pottia intermedia* i *Pterygoneurum ovatum* — mają charakter półnaturalny, gdyż środowiska naturalne ich obydwu gatunków diagnostycznych są zlokalizowane na podłożach kredowych i lessowych w najbliższym obszarze Wyżyny Lubelskiej (15).

5. Procentowy udział badanych mszaków we florze Lublina zawiera się w sześciu klasach częstotliwości występowania (ryc. 4).

6. Cechy różniące brioflorę murów Lublina i miast Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego obejmują obecność większej liczby zbiorowisk i gatunków, w tym hygrofitów oraz pospolitych wątrobowców (12, 14). W Oświęcimiu liczba gatunków metahemorobowych na murach jest mniejsza, a zgrupowania mszyste reprezentuje tylko zespół *Ceratodontetum purpurei* i jedno zbiorowisko — *Schistidium apocarpum-Ceratodon purpureus-Grimmia pulvinata* (30). W stosunku zaś do Szczecina, głównie z powodu różnic klimatycznych, w skład flory mchów Lublina nie wchodzi liczne gatunki *Orthotrichum*, *Tortula*, *Brachythecium* (7, 9) oraz wątrobowców.

7. W badanych miastach poza Lublinem brakuje danych o florze ruderalnej porostów naskalnych, towarzyszącej mchom.

PIŚMIENICTWO

1. Badach A. i in.: Charakterystyka warunków meteorologicznych w roku 1980 w Lublinie na tle danych z okresu 1951–1980. *Ann. Univ. Maria Curie-Skłodowska, sectio B* **35/36**, 121–138 (1980/1981).
2. Braun-Blanquet J.: *Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetationskunde*. 3 Aufl. Springer Verl., Wien–New York 1964.
3. Bystrek J., Karczmarz K.: Epifityczna flora i jej zanikanie pod wpływem zanieczyszczeń powietrza. II. Strefy skażeń środowiska w woj. chełmskim na podstawie licheno- i brioindykacji. *Ann. Univ. Maria Curie-Skłodowska, sectio C* **43**, 185–213 (1988).
4. Düll R.: Neuere Untersuchungen über Moose als abgestufte ökologische Indikatoren für die SO₂-Immisionen im Industriegebiet zwischen Rhein und Ruhr bei Duisburg veröff. VDJ — Kommission Rheinhaltung der Luft Düsseldorf, Düsseldorf 1974, s. 1–23.
5. Düll R., Düll J.: Zur Bryogeographie und Ökologie des Burgholzes bei Wuppertal (MB 4708/4 — Rheinland) und seiner näheren Umgebung Jahresb. Naturwiss. Ver. in Wuppertal **30**, 21–48 (1977).
6. Fudali E.: Species diversity and spatial distribution of bryophytes in urban areas — a case study of the city of Szczecin. *Fragm. Flor. Geobot.* **39** (2), 563–570 (1994).
7. Fudali E.: Brioflora Szczecina: I. Mszaki centrum miasta, *Fragm. Flor. Geobot. Ser. Polonica* **3**, 103–116 (1996).
8. Fudali E.: Distributions of bryophytes in various urban-use complexes of Szczecin (NW Poland), *Fragm. Flor. Geobot.* **41** (12), 717–745 (1996).
9. Fudali E.: Ekologiczne aspekty występowania mszaków w Szczecinie, *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 174, Rol. Ser. Przyr. **64**, 105–119 (1996).
10. Gilbert O. L.: Urban bryophyte communities in north-east England, *Trans. Br. Bryol. Soc.* **6** (2), 306–316 (1971).
11. Hawksworth D. L., Rose F.: Lichens as pollution monitors. *Stud. Biol.* **66**, 1–59 (1976).
12. Jędrzejko K.: Brioflora i zbiorowiska mszyste Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego na tle zróżnicowania ekologicznego siedlisk i szaty roślinnej. *Acta Biol. Siles. Prace Nauk. Uniw. Śl.* **802** (2, 19), 7–45 (1986).
13. Jędrzejko K.: Mszaki i przewodnie zbiorowiska mszyste na siedliskach synantropijnych w GOP. Cz. I Siedliska ruderalne, *Arch. Ochr. Środ.* **1–2**, 47–162 (1989).
14. Jędrzejko K.: Mchy (*Bryopsida*) Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego i leśnego pasa ochronnego wobec antropopresji. PAN, Wrocław–Warszawa–Kraków 1990, s. 1–264.
15. Karczmarz K.: Mchy okolic Lublina. *Fragm. Flor. Geobot.* **6** (4), 573–592 (1960).
16. Kiszka J.: Wpływ emisji miejskich i przemysłowych na florę porostów (*Lichenes*) Krakowa i Puszczy Niepołomickiej. *Wyd. Nauk. WSP, Kraków* 1977, s. 1–132.
17. Kuc W.: Powietrze. [w:] Raport o stanie środowiska miasta Lublina. Red. J. Stochlak. Miejski Insp. Ochr. Środ. UM w Lublinie, Lub. Fund. Rozwoju, Lublin 1993, s. 96–114.
18. Kwiecień A.: Mszaki Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Warszawskiego. *Wiad. Bot.* **15** (3), 227–230 (1971).

19. Müller F.: Studien zur Moos- und Flechtenflora der Stadt Halle/S. *Limprichtia* **1**, Duisburg 1993, s. 1–111.
20. Marstaller R.: Die Moosgesellschaften des Verbandes *Schistidium apocarpum* Jeek & Vondrek 1962. 6. Beitrag zur Moosvegetation Thüringens. *Feddes Repert.* **91**, 337–361 (1980).
21. Nickl-Navrátil H.: Mooskleingellschaften der Städte. *Nova Hedvigia* **2** (3), 425–462 (1960).
22. Nowak J., Tobolewski Z.: *Porosty Polskie*. PWN, Warszawa–Kraków 1975, s. 1177.
23. Rydzak J.: Rozmieszczenie i ekologia porostów miasta Lublina. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C* **8**, 234–356 (1953).
24. Schaepe A.: Veränderungen der Moosflora von Berlin (West). *Bryoph. Bibl.* **33**, 1–392 (1986).
25. Seaward M. R. D.: Lower plants and the urban landscape, *Urban Ecology* **4**, 217–225 (1979).
26. Stochlak J.: Ogólna przyrodnicza charakterystyka miasta. [w:] Raport o stanie środowiska miasta Lublina. Red. J. Stochlak. Miejski Insp. Ochr. Środ. UM w Lublinie, Lub. Fund. Rozwoju, Lublin 1993, s. 25–188.
27. Sukopp H.: Die Großstadt als Gegenstand ökologischer Forschung. *Schr. Ver. Verbreit. naturw. Kenntnisse in Wien* **113**, 128–131 (1973).
28. Tadde H.: Bryophytes in the urban ecosystem. [w:] Numata M. (red.) Tokyo Project, Interdisciplinary studies of urban ecosystems in the metropolis of Tokyo. Chiba 1977, s. 99–115.
29. Zinkiewicz W., Zinkiewicz A.: Atlas klimatyczny województwa lubelskiego 1951–1960. LTN, Lublin 1975.
30. Żarnowiec J.: Zbiorowiska mszaków Oświęcimia. *Arch. Ochr. Środow.* **3–4**, 145–164 (1996).

SUMMARY

The moss epipetric communities on the studied area agglomeration of Lublin (Fig. 1) occurs on cement walls, sandstone or granite blocks. In that communities structure the main part have common epipetric lichens and synanthropic vascular plants (Tab. 12, 13). In phytosociological analysis of the materials from the studied area there were classified 9 moss communities and 1 association of *Sagina-Bryetum argentei*. The community with *Pterygoneurum ovatum* was unnoted in the cities. The main species of bryophytes which make initial stages of the succession are: *Tortula muralis*, *Ceratodon purpureus*, *Schistidium apocarpum*, *Bryum argenteum*, *B. caespitium* and among lichens: *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Ph. nigricans*, *Caloplaca holocarpa* and *C. murorum*.

The intensive development of epipetric communities with frequently occurring polyedaphic species, with many lichens and lack of hepatics proves the respectively low concentration of SO₂, NO₂, NH₃ and low air pollution on the studied urban area of Lublin (Tab. 1). In agreement with Düll and others' (4, 5) theory there are only six degrees of air pollution at the simultaneous lack of 7th and 8th degrees (AP). Despite higher value of air pollution on the Silesia's (12, 13) area and in Cracow city (14), on the Lublin area there are similar conditions of moss development.