



Radosław Dzieciołowski, Grzegorz Wojtaszyn,  
Krystyna Laskowska-Dzieciołowska, Wojciech Stephan,  
Radosław Jaros, Tomasz Rutkowski, Grzegorz Lesiński

## ZIMOWANIE NIETOPERZY W TWIERDZY KOSTRZYN - SKŁAD GATUNKOWY, ZAGROŻENIA I DZIAŁANIA OCHRONNE

### Bats wintering in Kostrzyn Fortress - species composition, threats and protective measures

**ABSTRAKT:** Regularne badania nad zimowaniem nietoperzy w obiektach podziemnych Twierdzy Kostrzyn prowadzono w latach 2000–2019 na 9 stanowiskach (8 na terenie Polski i 1 na terenie Niemiec). Badano fortyfikacje i inne podziemia na terenie Kostrzyna nad Odrą (bastiony i piwnice) oraz forty otaczające miasto. Wykazano 11 gatunków nietoperzy. Do najliczniej hibernujących należały: nocek Natterera *Myotis nattereri* (56,8%), nocek rudy *M. daubentonii* (19,6%), nocek duży *M. myotis* (13,1%), gacek brunatny *Plecotus auritus* (5%) i mopek zachodni *Barbastella barbastellus* (2,6%). Stwierdzono zimowanie rzadkich gatunków: nocka Bechsteina *M. bechsteini* i nocka łydkowłosego *M. dasycneme*. Zwrócono uwagę na zagrożenia i konieczność objęcia ochroną ważnych elementów Twierdzy.

**SŁOWA KLUCZOWE:** nietoperze, fortyfikacje, zimowanie, zabiegi ochronne, monitoring, Kostrzyn nad Odrą

**ABSTRACT:** Regular research on wintering bats in underground roosts of Kostrzyn Fortress was conducted in 2000–2019 at 9 sites (8 in Poland and 1 in Germany). Fortifications and other objects in the area of Kostrzyn nad Odrą (bastions and cellars) and forts surrounding the city were studied. Eleven bat species were found. The most numerous hibernating species were: Natterer's bat *Myotis nattereri* (56.8%), Daubenton's bat *M. daubentonii* (19.6%), greater mouse-eared bat *M. myotis* (13.1%), brown long-eared bat *Plecotus auritus* (5%) and western barbastelle *Barbastella barbastellus* (2.6%). Wintering of rare species: Bechstein's bat *M. bechsteini* and pond bat *M. dasycneme* was recorded. Attention was drawn to threats and the need to protect important parts of the Fortress.

**KEY WORDS:** bats, fortifications, hibernation, protective treatments, monitoring, Küstrin-Kietz

### Wstęp

Znajdujące się na terenie Polski rozległe systemy fortyfikacyjne to często ważne zimowiska nietoperzy. Liczne zimowanie tych ssaków stwierdzono np. w Twierdzy Modlin (Lesiński 1988, Fuszara i Fuszara 2002), fortach w Toruniu i Grudziądzu (Kasprzyk et

al. 2002), Poznaniu (Jurczyszyn et al. 2002) czy Osowcu (Lesiński i Kowalski 2002). Do miejsc licznego przebywania nietoperzy zaliczyć należy także Twierdzę Kostrzyn znajdującą się w północno-zachodniej części woj. lubuskiego. Pierwsze dane na temat zimowania nietoperzy w fortyfikacjach tej Twierdzy pochodzą z początku lat 90. XX wieku (Gólski i Urbańczyk 1992). Ponadto

skrótowe podsumowanie wyników monitoringu w tych obiektach zaprezentowano na Ogólnopolskiej Konferencji Chiropterologicznej (Dzięciołowska et al. 2013), a analizę trendów zmian liczebności zawarto w pracy Dzięciołowskiego et al. (w druku).

Celem niniejszej pracy jest określenie składu i dominacji gatunkowej nietoperzy zimujących w Twierdzy Kostrzyn, a także ocena, które obiekty należą do najważniejszych zimowisk tych ssaków. Ponadto zidentyfikowano główne zagrożenia dla hibernujących nietoperzy i określono ogólne zasady ich ochrony.

### **Teren badań**

Twierdzę Kostrzyn tworzy zespół fortyfikacji wzniesionych i użytkowanych pomiędzy XV a XX wiekiem w Kostrzynie nad Odrą i jego okolicach. Obejmuje głównie fortyfikacje bastionowe w obrębie miasta oraz pierścień fortów zbudowanych w jego otoczeniu. Badania nietoperzy prowadzono w Kostrzynie nad Odrą oraz w fortach otaczających miasto (ryc. 1). Monitoringiem objęto pochodzące z XVI i XVII wieku elementy umocnień leżące na terenie Kostrzyna: Bastion Król, Bastion Filip i Rawelin August oraz zabudowania Starego Miasta, takie jak piwnice zrujnowanego pałacu, poczty i kilku innych dawnych zabudowań oraz krypty. Piwnice Starego Miasta w dalszych analizach traktowano łącznie. Badaniami objęto również XIX-wieczne Forty: Sarbinowo, Żabice, Czarnów i Gorgast leżące w odległości do 10 kilometrów od Kostrzyna. Dodatkowo kontrolowano schron w sąsiedztwie Fortu Sarbinowo, wybudowany w XX wieku. Większość badanych obiektów znajduje się w Polsce, przy zachodniej granicy państwa, jedynie Fort Gorgast leży na obszarze Niemiec.

Objęte badaniami obiekty położone są w okolicach ujścia Warty do Odry na Nizinie Wielkopolsko-Kujawskiej, w makroregionie

Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka, mezoregionie Kotlina Freienwaldzka (Oderbruch) oraz w makroregionie Pojezierze Lubuskie, mezoregionie Pojezierze Łagowskie (Kondracki 2001, Solon et al. 2018). Obiekty na terenie miasta Kostrzyn: Bastion Król, Bastion Filip, Rawelin August oraz piwnice Starego Miasta znajdują się w obszarze Natura 2000 Ujście Warty PLC080001 (SDF 2001). W 2019 roku do obszaru Natura 2000 włączono teren, na którym znajduje się Fort Sarbinowo (Uchwała 2019). W sąsiedztwie przebiega granica Parku Narodowego Ujście Warty. Pozostałe budowle forteczne nie są objęte żadną formą ochrony przyrody.

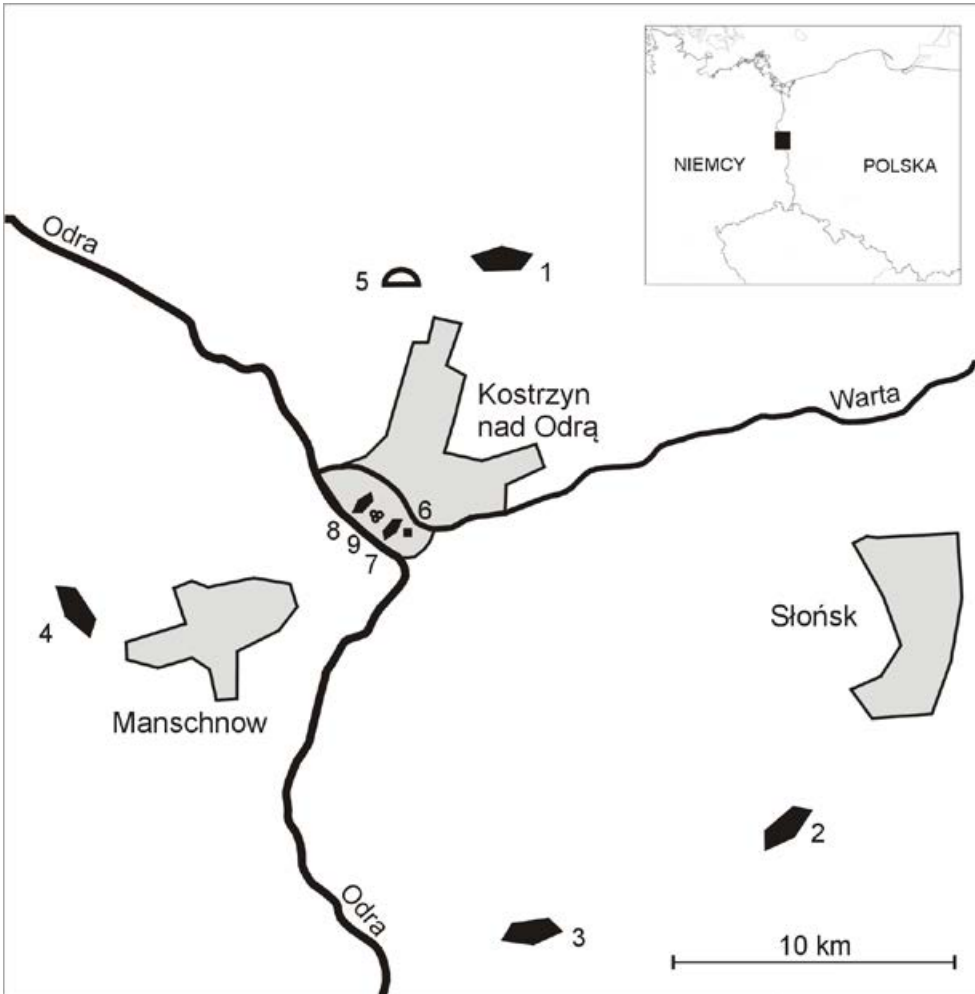
### **Opis badanych obiektów Twierdzy i ich stanu**

Fort Sarbinowo (fort główny) – trójpoziumowy obiekt z licznymi pomieszczeniami. Budowla w znacznym stopniu zniszczona. Koszary szyi i częściowo czoła mają uszkodzone niektóre ściany i stropy (fot. 1). W obiekcie zachowały się liczne głębokie kominy wentylacyjne, szczelnie zamknięte od góry, stanowiące kryjówki dla nietoperzy.

Fort Czarnów – fort pomocniczy, jest najsilniej zniszczony spośród badanych fortów. Zachowała się jedynie poterna główna i szyb windy amunicyjnej.

Fort Żabice – dobrze zachowany fort pomocniczy z licznymi, rozległymi pomieszczeniami (fot. 2). Był wykorzystywany przez wiele lat jako „mogilnik” - składowisko niebezpiecznych środków chemicznych. W 2001 roku odpady usunięto (Anonymous 2001). Obecnie w otoczeniu fortu znajduje się strzelnica, pomieszczenia fortu są zimną w niewielkim stopniu użytkowane. Fort ten ma zachowane praktycznie w całości wszystkie pomieszczenia pierwotnego planu obiektu, zniszczony został jedynie fragment koszar.

Fort Gorgast – fort główny znajdujący się na zachód od Odry. Większa część obiektu



Ryc. 1. Rozmieszczenie obiektów Twierdzy Kostrzyn, w których prowadzono badania 1 – Fort Sarbinowo, 2 – Fort Czarnów, 3 – Fort Żabice, 4 – Fort Gorgast, 5 – schron koło Sarbinowa, 6 – Ravelin August, 7 – Bastion Filip, 8 – Bastion Król, 9 – Stare Miasto

Fig. 1. Localization of the surveyed objects of the Kostrzyn Fortress. 1 – Fort Sarbinowo, 2 – Fort Czarnów, 3 – Fort Żabice, 4 – Fort Gorgast, 5 – shelter near Sarbinowo, 6 – Ravelin August, 7 – Bastion Filip, 8 – Bastion Król, 9 – Old Town

została wyremontowana, szczególnie w części koszar szyi (fot. 3). Nietoperze zimują przede wszystkim w niewielkim fragmencie pozostawionym bez remontu, w prawym barku czoła fortu, ale pojedyncze osobniki również w koszarach czoła, które wykorzystywane są jako ekspozycyjne, lecz w niewielkim stopniu

użytkowane (mały ruch zimą, brak ogrzewania).

Schron koło Sarbinowa – znajduje się w sąsiedztwie Fortu Sarbinowo. Obiekt wybudowany prawdopodobnie w okresie II Wojny Światowej. Jedyny spośród opisywanych schron w konstrukcji żelbetonowej (a nie



Fot. 1. Zdewastowane wnętrze Fortu Sarbinowo. Fot. W. Stephan.  
Photo 1. Devastated interior of Fort Sarbinowo. Photo by W. Stephan.



Fot. 2. Fort Żabice. Fot. W. Stephan.  
Photo 2. Fort Żabice. Photo by W. Stephan.

ceglanej). Budowla zachowana w dobrym stanie.

Rawelin August – pozostałość tej budowli stanowił korytarz o wymiarach około 1,5 metra szerokości i dwóch metrów wysokości, który przez 15 lat badań popadał w ruinę przez stopniowe zapadanie się stropu. Obiekt był słabo izolowany od warunków zewnętrznych, lecz posiadał relatywnie dużą liczbę szczelin stanowiących kryjówki dla nietoperzy. W 2016 roku znaczna część stropu uległa zapadnięciu i obecnie brak jest możliwości prowadzenia tam monitoringu.

Bastion Filip – składa się z kilku pomieszczeń na jednej kondygnacji (fot. 4). W obiekcie tym w 2011 roku został zakończony remont i rekonstrukcja uszkodzonych elementów (Pikulik 2011). Wewnątrz zainstalowano ekspozycję muzealną (fot. 5). Obiekt jest w większości ogrzewany, a jedynym fragmentem, w którym nie wyremontowano ścian oraz stropu, pozostawiając tym samym część mikro-ukryć między cegłami, jest kilkumetrowy korytarz wejściowy.

Bastion Król – składa się z wielu rozległych pomieszczeń położonych na dwóch kondygnacjach (fot. 6), w których przez ostatnie 20 lat przeprowadzono jedynie drobne prace porządkowe, częściowo usuwając zalegający w tym obiekcie gruz. Stan większej części budowli nie wskazuje na zagrożenie jej trwałości, choć w niewielkich fragmentach obserwowane są uszkodzenia (jedno z pomieszczeń ma niekompletny strop łukowy, z odpadającymi cegłami, w niektórych pomieszczeniach obecne są pęknięcia ścian i stropów). Charakterystyczne dla Bastionu Król są wykruszone fugi na obu kondygnacjach. Sprzyjającymi dla nietoperzy elementami są liczne pomieszczenia o dużej kubaturze i zróżnicowanym mikroklimacie.

Stare Miasto – wśród ruin Starego Miasta (znajdujących się pomiędzy Bastionem Filip i Bastionem Król) zachowały się fragmenty piwnic. Największą kubaturę posiadają pozostałości piwnic pałacu, spośród których

najcenniejsze dla zimowania nietoperzy jest skrzydło zachodnie (biegnące wzdłuż Odry), gdyż tam znajdują się pomieszczenia najmniej zniszczone i stosunkowo dobrze izolowane od warunków panujących poza obiektem, a jednocześnie z dużą liczbą kryjówek (wykruszone fugi, pęknięcia i szczeliny w ścianach). Pozostałe dostępne do inwentaryzacji piwnice są niewielkich rozmiarów, częściowo zasypane gruzem i narażone na silne wpływy zmian pogodowych. Kontrole prowadzono również w trzech piwnicach pod budynkami (pozostałościami kamienic), a także w kryptach pod pozostałościami kościoła (zlokalizowanego w sąsiedztwie pałacu).

## Metody

Badania prowadzono w latach 2000-2019, z wyjątkiem roku 2005, kiedy nie wykonano inwentaryzacji. W części budowli nie wykonano badań w niektórych latach, ze względu na brak dostępu do obiektu lub brak zgody na wejście od administratorów budynków. Były to następujące obiekty i lata: Bastion Filip: 2009, 2012, 2014; Bastion Król: 2012, 2013; Rawelin August: 2007, 2012, 2016-2019 (zapadnięty strop i brak dostępu); Fort Czarnów: 2000, 2001; Fort Żabice: 2000-2003, 2006; Fort Sarbinowo: 2006, schron koło Sarbinowa: 2006, 2012. W Forcie Gorgast prowadzono badania w latach 2008-2012 i 2016-2019. Obserwacje każdorazowo prowadzono w lutym, dokładne daty kontroli zawiera tabela 1. Każdego roku uzyskiwano stosowne zezwolenia od administratorów i właścicieli fortyfikacji. Nie mierzono warunków klimatycznych w badanych obiektach.

Gatunki zimujących nietoperzy oznaczano na podstawie cech zewnętrznych, bez wybudzania zwierząt. Gdy nie było możliwości pewnego oznaczenia gatunku, osobniki ukryte głęboko w szczelinach określano jako *Chiroptera indeterminata* (indet). Karliki





Fot. 3. Brama wjazdowa do Fortu Gorgast w Niemczech. Fot. W. Stephan.  
Photo 3. Entrance gate to Fort Gorgast in Germany. Photo by W. Stephan.



Fot. 4. Wejście do Bastionu Filip. Fot. W. Stephan.  
Photo 4. Entrance to Bastion Filip. Photo by W. Stephan.



Fot. 5. Ekspozycja muzealna wewnątrz Bastionu Filip. Fot. W. Stephan.  
Photo 5. Museum exhibition inside Bastion Filip. Photo by W. Stephan.



Fot. 6. Wnętrze Bastionu Król. Fot. W. Stephan.  
Photo 6. Interior of Bastion Król. Photo by W. Stephan.

oznaczano tylko do rodzaju *Pipistrellus* sp., gdyż hibernujące osobniki nie były brane do ręki, a niewykluczona jest obecność wszystkich trzech gatunków karlików: malutkiego *Pipistrellus pipistrellus*, drobnego *P. pygmaeus* i większego *P. nathusii*, które stwierdzono zimą w Polsce (Wojtaszyn et al. 2004, Sachanowicz et al. 2006). Również gatunki nocków: wąsatka, Brandta i Alkatoe traktowane były łącznie i określane jako *Myotis mystacinus complex*.

W wynikach przedstawiono zmiany liczebności poszczególnych gatunków nietoperzy w kontrolowanych obiektach w kolejnych latach. Dla całego okresu badań obliczono dominację poszczególnych gatunków, według wzoru:  $D\% = (N_i/N) \times 100\%$ , gdzie:  $N_i$  – liczba osobników gatunku „i”,  $N$  – liczba osobników wszystkich gatunków.

## Wyniki

We wszystkich obiektach łącznie stwierdzono przynajmniej 11 gatunków nietoperzy: nocek duży *Myotis myotis*, nocek Bechsteina *M. bechsteini*, nocek Natterera *M. nattereri*, nocek rudy *M. daubentonii*, nocek łydkowłosa *M. dasycneme*, nocek wąsatek, Brandta lub Alkatoe *M. mystacinus complex*, mroczek późny *Eptesicus serotinus*, gacek brunatny *Plecotus auritus*, gacek szary *P. austriacus*, mopek zachodni *Barbastella barbastellus*, karlik *Pipistrellus* spp. Najwyższą liczebność stwierdzono w 2019 roku, kiedy wykazano łącznie 831 osobników. Biorąc pod uwagę wszystkie obiekty łącznie, dominowały nocki: Natterera, rudy i duży, udział innych gatunków nie przekroczył 5% (tab. 2). Szczegółowe wyniki zawiera tabela 1.

## Wykaz gatunków

Nocek duży – stwierdzony we wszystkich obiektach Twierdzy poza Rawelinem August. Najwyższy udział osiągnął w Forcie Sarbinowo i schronie koło Sarbinowa – ponad 45% oraz w Forcie Żabice – 30%, w pozostałych obiektach jego udział był znacznie niższy. Biorąc pod uwagę wszystkie obiekty, osiągnął około 13% całkowitej liczebności (tab. 2). Najwyższe liczby osobników podczas pojedynczych kontroli wynosiły 135 w Forcie Sarbinowo i 35 w Bastionie Król (fot. 7). Pod jedną ze zniszczonych klatek schodowych w Forcie Gorgast w części czołowej koszar w ostatnich kilku latach obserwowano odchody nietoperzy. W tym miejscu znajdują się prawdopodobnie niewielkie ugrupowania godowe nocków dużych, których obecność jest również prawdopodobna w kominach wentylacyjnych w Forcie Sarbinowo.

Nocek Bechsteina – gatunek stwierdzany rzadko, jego udział wśród wszystkich gatunków wyniósł 0,1% (tab. 2). Pojedyncze nocki Bechsteina obserwowano w Bastionie Filip, w Forcie Gorgast i w piwnicach Starego Miasta, a dwa osobniki w Bastionie Król (fot. 8).

Nocek Natterera – obserwowany we wszystkich obiektach Twierdzy, w których łącznie jego udział wyniósł 56,8%. Dominował liczebnie w większości obiektów, w Bastionie Filip stanowił ponad 74%, a w Bastionie Król 69,9% (tab. 2). Maksymalnie podczas jednej kontroli stwierdzono 389 osobników w Bastionie Król.

Nocek rudy – biorąc pod uwagę wszystkie podziemia Twierdzy łącznie, udział nocka rudego wyniósł 19,6%, stanowił więc drugi dominujący gatunek (po nocku Natterera). W poszczególnych budowlach jego udział wahał się od 7 do 46% (tab. 2). Maksymalnie podczas jednej kontroli zimowało 137 osobników tego gatunku w Bastionie Król.





Fot. 7. Grupa nocków dużych zimujących w Bastionie Król. Fot. W. Stephan.  
Photo 7. Group of greater mouse-eared bats wintering in Bastion Król. Photo by W. Stephan.



Fot. 8. Nocek Bechsteina w towarzystwie nocków Natterera w Bastionie Król. Fot. W. Stephan.  
Photo 8. Bechstein's bat and a group of Natterer's bats in Bastion Król. Photo by W. Stephan.

Tab. 1. Wyniki monitoringu nietoperzy w Twierdzy Kostrzyn w latach 2000-2019.

Tab. 1. Results of bat monitoring in Kostrzyn Fortress in the years 2000-2019.

MYM – *Myotis myotis*, MBE – *M. bechsteini*, MYN – *M. nattereri*, MDS – *M. dasycneme*, MDA – *M. daubentonii*, ESE – *Eptesicus serotinus*, PAR – *Plecotus auritus*, PAS – *P. austriacus*, BAR – *Barbastella barbastellus*, PIP sp. – *Pipistrellus species*, MYS com. – *M. mystacinus complex*, IND – Chiroptera indeterminata (za Wołoszyn 1992, zmienione).

Stanowisko/ Locality	Data/ Date	MYM	MDA	MYN	MBE	MDS	ESE	PIP sp.	PAR	PAS	BAR	MYS com.	IND	Razem/ Total
Bastion Filip	12.02.2000	10	5	110			1		7		1		3	137
	3.02.2001	4	13	129	1				9		2		17	175
	9.02.2002	9	38	87			1		9	21				165
	6.02.2003	2	27	121			1		17		5		13	186
	6.02.2004	4	17	89					23				10	143
	16.02.2006		28	114			1		9	1			18	171
	17.02.2007		18	72					3				2	95
	11.02.2008	1	25	83							1		11	121
	10.02.2010		7	45			4		7				3	66
	11.02.2011		4	44					4				3	55
	14.02.2013		6	21					2					29
	12.02.2015		7	47										54
	10.02.2016		5	21					4				8	38
	10.02.2017		2	30					1				3	36
	12.02.2018		1	32									1	34
08.02.2019			16										16	
Rawelin August/ Ravelin August	12.02.2000			5					3					8
	3.02.2001		2	6					5		1			14
	9.02.2002		5	9					11		2			27
	6.02.2003		2	9					6		1			18
	6.02.2004		6	3					5					14
	16.02.2006		9	7					3					19
	11.02.2008		3	13					1				1	18
	4.02.2009		7	7					3					17
	10.02.2010			6					3				1	10
	11.02.2011		2	5					3					10
	14.02.2013		7	3					1					11
	12.02.2014		6	11					1					18
12.02.2015			3					1					4	

Bastion Król	12.02.2000	9	55	110				8		2		26	210
	3.02.2001	11	105	191	1			4			1	41	354
	9.02.2002	10	95	136				3				34	278
	6.02.2003	13	70	133				8			1	36	261
	6.02.2004	20	128	260				7				32	447
	16.02.2006	25	59	113				4				6	207
	17.02.2007	2	41	165				2				20	230
	11.02.2008	22	137	328			1	5				43	536
	4.02.2009	26	66	267				7				30	396
	10.02.2010	3	17	111				5				9	145
	11.02.2011	35	45	188				9				18	295
	10.02.2012	1	15	76				1				17	110
	12.02.2014	33	54	223				1				21	332
	12.02.2015	31	62	235								74	402
	10.02.2016	26	62	352			1	2			1	79	523
	10.02.2017	22	42	225	1			2			2	57	351
	12.02.2018	21	52	260			1	2				51	387
	08.02.2019	25	94	389	2			2				84	596
Stare Miasto/ Old Town	12.02.2000	1	23	28				9		1		1	63
	3.02.2001	1	11	19				9		2	1		43
	9.02.2002		26	13				3		1		4	47
	6.02.2003		12	18	1			14				2	47
	6.02.2004		24	33				10				8	75
	16.02.2006		14	23	1			5		1		6	50
	17.02.2007		15	30				8				8	61
	11.02.2008		15	24	1			4				2	46
	4.02.2009		9	41				12				6	68
	10.02.2010	1	4	2			1	1					9
	11.02.2011		2	7				1				2	12
	10.02.2012		6	19				4				8	37
	14.02.2013		13	14			1	6				8	42
	12.02.2014		11	22	1			6				17	57
	12.02.2015		21	38				4				6	69
	10.02.2016		24	36				4				6	70
	10.02.2017		18	33				10				9	70
	12.02.2018		23	55				8				5	91
08.02.2019		21	47				5				6	79	

Fort Czarnów	9.02.2002	2	8	1								1	12
	6.02.2003	2	13	4				1				2	22
	6.02.2004	3	9	1									13
	16.02.2006	1		1								1	3
	17.02.2007		7	1									8
	11.02.2008		4					1					5
	4.02.2009	3	1										4
	10.02.2010	1		6									7
	11.02.2011	6	2	1									9
	10.02.2012	1		1									2
	14.02.2013		1										1
	12.02.2014	2	1	1									4
	12.02.2015		1										1
	10.02.2016	1	1										2
	10.02.2017	8	1										9
	12.02.2018											0	0
	08.02.2019			1									
Fort Żabice	6.02.2004							2		2			4
	16.02.2006	1	1	1									3
	17.02.2007	1							1			1	3
	11.02.2008	3	2					1		1			7
	4.02.2009		7	17				7					31
	10.02.2010		1	2			2	6		1			12
	11.02.2011	2		1			1	2	7	1		1	15
	10.02.2012	3							5	1			9
	14.02.2013	3	2	6				3	3	2			19
	12.02.2014	2	2	6			1	3		3		1	18
	12.02.2015	3	2	8			1	1	1	2			18
	10.02.2016	3	1	4				1	3				12
	10.02.2017			1				2	1		2		6
	12.02.2018	2	3	8			2	1	6		5		27
08.02.2019			6			1	1	4		2		14	



Fort Gorgast	4.02.2009		2	16					4		7		1	30
	10.02.2010		1	13	1				3		7			25
	11.02.2011		2	16							1			19
	10.02.2012		3	5					3		9		1	21
	10.02.2016	1	5	18			3		1		3		2	33
	10.02.2017	5	1	16			2		4	3	7			38
	12.02.2018	6	7	26			4		2		4		1	50
	08.02.2019	2	3	13			1		1		3		1	24
Fort Sarbinowo	12.02.2000	22	2	1			1		3		19		4	52
	3.02.2001	3	5	18			1	2	4		11	1	4	49
	9.02.2002	7	7	10										24
	6.02.2003	21	4	13			4	1	8		21		10	82
	6.02.2004	13	7	29			4	2	12		15		19	101
	16.02.2006	5	2	3			3				5		1	19
	17.02.2007	19	8	13			7	5	5		10		18	85
	11.02.2008	26	9	13				1	4		9		22	84
	4.02.2009	24	4	15			3	2	3		11		47	109
	10.02.2010	38	6	14			1	5	6		8		16	94
	11.02.2011	51		7			6	5	6		4		8	87
	10.02.2012	65	9	2			1		2		3		17	99
	14.02.2013	137	4	16			6	16	7		16		26	228
	12.02.2014	83	4	12			1	24	2		2		51	179
	12.02.2015	79	15	17			4	18	5		4		40	182
	10.02.2016	53	2	22			3	20	9		7		20	136
10.02.2017	38	10	22			5	17	8		12		20	132	
12.02.2018	60	6	23				1			4		3	97	
08.02.2019	40	9	14			5	14	2	1	5		8	98	

Bunkier koło Sarbinowa /Shelter near Sarbinowo	12.02.2000	1												1
	3.02.2001							1		4				5
	9.02.2002						4	6	12		1	1		24
	6.02.2003	1	1	2					5		1			10
	6.02.2004		1	1										2
	17.02.2007	3	4	1					1					9
	11.02.2008	10		1					1					12
	4.02.2009	5	1	2					3		4		1	16
	10.02.2010	9	1	1					1		7			19
	11.02.2011	1							1		1			3
	14.02.2013	2									2			4
	12.02.2014	8	3	2									1	14
	12.02.2015	11												11
	10.02.2016	5	1											6
	10.02.2017	5	1	1							1			8
	12.02.2018	9	2	1							1		1	14
08.02.2019	2	1											3	

Nocek hydrowłosa – gatunek stwierdzony tylko raz, w piwnicach Starego Miasta (1 osobnik).

Nocek wąsatek, Brandta lub Alkatoe – ich udział wyniósł 0,1% wszystkich stwierdzonych nietoperzy w całym kompleksie (tab. 2). Obserwowano pojedyncze lub maksymalnie dwa osobniki w Bastionie Król, Forcie Sarbinowo, schronie koło Sarbinowa oraz piwnicach Starego Miasta.

Mroczek późny – nie przekroczył 1% wszystkich zimujących nietoperzy w Twierdzy, choć w niektórych obiektach jego udział był wyższy: w schronie koło Sarbinowa, Forcie Sarbinowo, Forcie Żabice i Forcie Gorgast – od 2,5 do 4,3% (tab. 2).

Gacek brunatny – stwierdzono go we wszystkich budowlach Twierdzy, w których łącznie stanowił 5% wszystkich hibernujących nietoperzy. Najniższy udział miał w Bastionie Król (1,3%), a najwyższy w Forcie Żabice (20%) (tab. 2). Maksymalnie podczas jednej kontroli stwierdzono 23 osobniki – w Bastionie Filip.

Gacek szary – udział tego gatunku wśród wszystkich stwierdzonych nietoperzy w Twierdzy wyniósł 0,5%. Osobniki tego gatunku obserwowano w pięciu spośród dziewięciu badanych zimowisk, w których jego udział wynosił od 0,1 do 2,1%, a jedynie w Forcie Żabice stanowił ponad 9% (tab. 2). Podczas jednej kontroli maksymalnie stwierdzono 21 osobników w Bastionie Filip oraz 7 osobników w Forcie Żabice.

Mopek zachodni – występował w większości badanych podziemi – poza Fortem Czarnów i Bastionem Król. Biorąc pod uwagę wszystkie podziemia Twierdzy, łącznie stanowił 2,6% hibernujących nietoperzy, lecz w czterech obiektach jego udział wynosił ponad 10% (w Fortcie Żabice – 10,3%, w Fortcie Sarbinowo – 10,4%, w schronie koło Sarbinowa – 13,9%, w Fortcie Gorgast – 17,5%) (tab. 2). Najwięcej osobników podczas jednej kontroli stwierdzono w Fortcie Sarbinowo – 21.

Karliki – osobniki z tego rodzaju obserwowano w trzech obiektach Twierdzy: w Fortcie Żabice – 3,1%, w schronie koło Sarbinowa – 3,8% i w Fortcie Sarbinowo – 8,3%. W Fortcie Sarbinowo podczas jednej kontroli stwierdzono maksymalnie 23 osobniki.

#### ***Zimowanie nietoperzy w poszczególnych budowlach Twierdzy***

Poniżej przedstawiono maksymalne liczebności i udział gatunków nietoperzy w poszczególnych zimowiskach.

##### **Fort Sarbinowo**

Maksymalnie stwierdzono tu 228 osobników z 9 gatunków. Struktura dominacji była inna niż w większości badanych obiektów Twierdzy, gdyż dominował nocek duży (48,9%). Stwierdzono także nocka Natterera, mopka zachodniego, nietoperze z rodzaju karlik, nocka rudego, gacka brunatnego, nocki wąsatki/Brandta/Alkatoe, gacki szare i mrocza późnego (tab. 2).

##### **Fort Czarnów**

W obiekcie stwierdzono maksymalnie 22 osobniki. Obserwowano cztery gatunki: nocka rudego, nocka dużego, nocka Natterera i gacka brunatnego (tab. 2).

##### **Fort Żabice**

W tym fortcie obserwowano do ośmiu gatunków i maksymalnie stwierdzono 31 osobników. Podobnie jak w większości obiektów Twierdzy Kostrzyn, dominował tu nocek Natterera, stosunkowo licznie występowały też gacki: brunatny i szary, a także nocek duży, nocek rudy i mopek zachodni. Ponadto stwierdzany był mroczek późny i karliki (tab. 2).

##### **Fort Gorgast**

Maksymalnie obserwowano tu 50 osobników należących do 8 gatunków. Najliczniej zimowały: nocek Natterera i mopek zachodni. Mniej liczne były: nocek rudy, gacek brunatny, gacek szary, nocek duży i mroczek późny. Udział pozostałych gatunków nie przekroczył łącznie 2%. Na uwagę zasługuje stwierdzenie nocka Bechsteina, ze względu na rzadkie występowanie tego gatunku (tab. 2).

##### **Schron koło Sarbinowa**

Maksymalnie zimowały tu 24 osobniki. Stwierdzono osiem gatunków: nocek duży, gacek brunatny, mopek zachodni, nocek rudy, nocek Natterera, nietoperze z rodzaju karlik, mroczek późny i nocek wąsatki/Brandta/Alkatoe (tab. 2).

##### **Rawelin August**

Maksymalnie stwierdzono tu 27 osobników. Zimowało pięć gatunków: nocek rudy, nocek Natterera, gacek brunatny i szary oraz mopek zachodni (tab. 2).

##### **Bastion Filip**

Maksymalnie stwierdzono 186 nietoperzy. W tym bastionie dominował nocek Natterera – 74,2%, stosunkowo licznie występowały też nocek rudy i gacek brunatny. Udział pozostałych gatunków (gacka szarego, mopka zachodniego, mrocza późnego i nocka Bechsteina) był niski (tab. 2). Na uwagę zasłu-

guje obecność nocka Bechsteina, ze względu na nieliczne występowanie w tej części Polski.

#### Bastion Król

Obiekt, w którym stwierdzono najliczniejsze zimowanie nietoperzy. Wykazano tu maksymalnie 596 osobników z siedmiu gatunków. Najliczniej zimowały: nocek Natterera, nocek rudy, nocek duży. Udział pozostałych gatunków (gacka brunatnego, mrocza późnego, nocka wąsatka/Brandta/Alkatoe i nocka Bechsteina) nie przekroczył w sumie 2% (tab. 2). Na uwagę zasługuje obecność nocka Bechsteina.

#### Stare Miasto

W obiektach Starego Miasta wykazano maksymalnie 91 osobników. W okresie objętym badaniami stwierdzono dziewięć gatunków nietoperzy. Dominowały: nocek Natterera i nocek rudy, poza tym występowały też: gacek brunatny, nocek duży, nocek Bechsteina, nocek łydkowłosy, nocek wąsatek/Brandta/Alkatoe, mroczek późny i mopek zachodni (tab. 2). Na uwagę zasługuje obecność nocka Bechsteina i nocka łydkowłosego, ze względu na ich nieliczne występowanie w tej części Polski (tab. 2).

### Zagrożenia zimowisk

Badane obiekty podlegają obecnie różnorodnym typom oddziaływań, które mogą powodować istotne zagrożenia dla zimujących nietoperzy. Fort w Sarbinowie jest niezabezpieczony przed niekontrolowaną penetracją i ulega dewastacji, obiekt nie jest konserwowany i według wiedzy autorów nie są w nim prowadzone jakiegokolwiek działania z zakresu ochrony zabytków. W tym obiekcie liczne są natomiast ślady wandalizmu (niszczenia elementów budowli, palenia ognisk, śmiecenia itp.). Fort Czarnów nie jest użytkowany i nie obserwuje się w nim obecnie istotnych zagrożeń dla hibernujących nietoperzy. Fort Żabice

jest od kilkunastu lat użytkowany, jednak dotychczasowe obserwacje wskazują, iż sposób wykorzystania obiektu zimą jest ekstensywny i nie stwarza istotnego zagrożenia dla zimowania nietoperzy. W Forcie Gorgast nietoperze zimują przeważnie we fragmencie nieużytkowanym i nieremontowanym. Według wyjaśnień personelu opiekującego się tym obiektem, tę część budowli pozostawiono w celu ochrony zimujących nietoperzy. Poza tym w części koszarowej (wyremontowanej) nietoperze występują pojedynczo, rozproszone w obiekcie. W schronie koło Sarbinowa nie zdiagnozowano poważniejszych zagrożeń dla nietoperzy (obiekt jest ukryty w lesie i dość trudny do odnalezienia). Rawelin August od czasu zapadnięcia się stropu, w 2016 roku, nie jest dostępny dla chiropterologów. W Bastionie Filip wykonane dotychczas prace remontowe, przy jednoczesnym braku uwzględnienia potrzeb nietoperzy (brak działań łagodzących i kompensacyjnych), spowodowały radykalny spadek liczebności nietoperzy. Bastion Król wymaga wykonania zabiegów z zakresu ochrony zabytków (Kordyjalik 2021). Niewłaściwe podejście i wykonanie tych prac może stanowić poważne zagrożenie dla licznie zimujących w obiekcie nietoperzy. W części piwnic Starego Miasta od kilku lat prowadzone są prace eksploracyjne, polegające między innymi na odgruzowywaniu podziemi. Tego typu działania z jednej strony powodują zwiększenie dostępnych fragmentów piwnic (co może skutkować zwiększeniem liczby zimujących nietoperzy w pewnych ich częściach), ale zmieniają także mikroklimat innych fragmentów podziemi (temperaturę i wilgotność), co może wpłynąć na opuszczenie niektórych miejsc przez nietoperze.



Tab. 2. Dominacja (D%) poszczególnych gatunków nietoperzy w Twierdzy Kostrzyn w latach 2000–2019 (bez nietoperzy nieznaczonych do gatunku).

Tab. 2. Domination (D%) of each bat species found in the Kostrzyn Fortress in 2000–2019 (Chiroptera indeterminata not included).

MYM – *Myotis myotis*, MBE – *M. bechsteinii*, MYN – *M. nattereri*, MDS – *M. dasycrème*, MDA – *M. daubentonii*, ESE – *Eptesicus serotinus*, PAR – *Plecotus auritus*, PAS – *P. austriacus*, BAR – *Barbastella barbastellus*, PIP sp. – *Pipistrellus species*, MYS com. – *M. mystacinus complex*, IND – Chiroptera indeterminata (za Wołoszyn 1992, zmienione), N – łączna liczba osobników, N - total number of individuals

Lp.	Stanowisko/ Locality	MYM	MBE	MYN	MDA	MDS	MYS com.	ESE	PAR	PAS	BAR	PIP sp.	Razem/ Total	N
1	Fort Sarbinowo	48,9	0	16,5	7,0	0	0,1	3,4	5,4	0,1	10,4	8,3	100,0	1603
2	Fort Czarnów	30,3	0	18,2	49,5	0	0	0	2,0	0	0	0,0	100,0	99
3	Fort Żabice	11,8	0	30,8	10,8	0	0	4,1	20,0	9,2	10,3	3,1	100,0	195
4	Fort Gorgast	6,0	0,4	52,6	10,3	0	0	4,3	7,7	1,3	17,5	0	100,0	234
5	Schron koło Sarbinowa/ Shelter near Sarbinowo	45,6	0,0	7,6	10,1	0	0,6	2,5	15,8	0	13,9	3,8	100,0	158
6	Rawelin August/ Rawelin August	0	0	26,1	46,3	0	0	0	24,5	2,1	1,1	0	100,0	188
7	Bastion Filip	2,1	0,1	74,2	14,2	0	0	0,6	6,6	1,5	0,6	0	100,0	1429
8	Bastion Król	6,2	0,1	69,9	22,3	0	0,1	0,1	1,3	0	0,0	0	100,0	5382
9	Stare Miasto/ Old Town	0,3	0,4	53,9	31,3	0,1	0,1	0,1	13,2	0	0,5	0	100,0	932
	Razem/Total	13,1	0,1	56,8	19,6	0,0	0,1	0,9	5,0	0,5	2,6	1,4	100,0	10220

## Dyskusja

W obrębie Twierdzy Kostrzyn najcenniejsze zimowisko stanowi Bastion Król, w którym stwierdzono niemal 600 osobników. Ważnymi obiektami są też Fort Sarbinowo, w którym wykazano maksymalnie 228 osobników oraz Bastion Filip, z najwyższą liczebnością ponad 180 osobników (stan populacji sprzed remontu). W pozostałych obiektach liczba hibernujących nietoperzy nie przekroczyła 100.

Porównując skład gatunkowy nietoperzy zimujących w Twierdzy z największym zimowiskiem w Polsce – rezerwatem Nietoperek, oddalonym o około 60 kilometrów – wykazano inną strukturę gatunkową. W Nietopereku zdecydowanie najliczniejszy był nocek duży (Kokurewicz et al. 2019, Cichocki et al. 2020). Zbliżony do kostrzyńskiego skład gatunkowy, z dominacją nocka Natterera oraz wysokim udziałem nocka rudego i nocka dużego, obserwowano natomiast w kilku innych zimowiskach w zachodniej Polsce, np. w Poznaniu (Jurczyszyn et al. 2002), w Strzalinach (Bernard, Samoląg 2002, Bernard et al. 2019) czy w Pile (Wojtaszyn et al. 2010, 2013a). W innych fortach na terenie Polski skład gatunkowy był odmienny od obserwowanego w kostrzyńskich fortyfikacjach. W Twierdzy Modlin dominował mopek zachodni (ponad 75% zimujących nietoperzy), licznie zimował nocek rudy (około 11%), a nocek Natterera stanowił jedynie 7% wszystkich stwierdzonych nietoperzy (Fuszara i Fuszara 2002). Zdecydowaną dominację mopka zachodniego wykazano również w twierdzy w Osowcu (Lesiński i Kowalski 2002).

Podczas analiz zmian liczebności poszczególnych gatunków nietoperzy wykonanych w pracy Dzięciołowskiego et al. (w druku) wykazano wyraźne wahania liczebności nietoperzy w Twierdzy Kostrzyn, choć statystycznie istotne zależności stwierdzono tylko w przypadku nocka dużego i gacka

brunatnego. U nocka dużego obserwowano trend wzrostowy, a u gacka brunatnego trend malejący. Długookresowe trendy liczebności badanych gatunków nie były jednakowe w poszczególnych zimowiskach. Istotne statystycznie spadki odnotowano w Bastionie Filip i Forcie Czarnów, natomiast wzrost liczebności nietoperzy odnotowano w Forcie Sarbinowo. Blisko granicy istotności był trend wzrostowy w Forcie Żabice. Zmiany liczebności w poszczególnych obiektach miały zróżnicowane przyczyny. W Bastionie Filip obserwowany spadek liczby zimujących nietoperzy po 2006 roku spowodowany był wykonywanymi w obiekcie pracami z zakresu konserwacji zabytków. Po ich zakończeniu zmniejszyła się liczba kryjówek dostępnych dla nietoperzy. Nadal zimują one jedynie w krótkim korytarzu wejściowym, gdzie pozostawiono głębokie szczeliny w stropie i ścianach, poza tym obecnie ich zimowanie należy uznać za akcydentalne. Wyraźne zmiany liczebności notowane były też w Bastionie Król. Niewykluczone jest jednak, iż podczas niektórych kontroli, część osobników hibernowała w miejscach niedostępnych dla badaczy, gdyż w obiekcie występuje duża liczba kryjówek, szczelin i wąskich nisz. Taka sytuacja została udokumentowana w fortach w Poznaniu (Jurczyszyn 1998). Również Fort Sarbinowo obfituje w niedostępne zakamarki, w których mogą ukrywać się nietoperze, zwłaszcza podczas niższych temperatur, co może wyjaśniać zaobserwowane wahania liczebności. Charakterystyczne dla Fortu Sarbinowo są wysokie, niedrożne kominny wentylacyjne, w których nietoperze znajdują dogodne schronienia. Miejsca te prawdopodobnie stanowią także kryjówki godowe nocka dużego, gdyż stwierdzano duże skupiska odchodów pod kominami. Potwierdzenie tych przypuszczeń wymaga jednak szczegółowych badań. Podobne skupiska odchodów stwierdzono w Forcie Gorgast.

W pozostałych obiektach obserwowana dynamika liczebności jest podobna do stwierdzanej w wielu innych zimowiskach w kraju - także obiektów fortecznych (Lesiński 1988, Jurczyszyn et al. 2002, Kasprzyk et al. 2002). Może ona wynikać, poza trendami populacyjnymi, również ze zmiennych warunków pogodowych w poszczególnych latach, bądź z przemieszczania się osobników pomiędzy różnymi zimowiskami, jednak przyczyny tych zmian są zapewne złożone.

Objęte badaniami obiekty są cenne ze względu na wysoką liczbę zimujących nietoperzy, ale też obecność gatunków rzadkich i zagrożonych. Na uwagę zasługuje stwierdzenie nocka Bechsteina (osobniki tego gatunku były obserwowane w Bastionie Król, Bastionie Filip, piwnicach Starego Miasta i w Forcie Gorgast w Niemczech) oraz nocka łydkowłosego (w piwnicach Starego Miasta, nasze badania oraz Wojtaszyn et al. 2014a, b). Oba gatunki wymienione zostały w załączniku II dyrektywy siedliskowej (Dyrektywa 1992) i należą do rzadko spotykanych w kraju i w tej części Europy (Schmidt 1980, Ciechanowski et al. 2007, Hutson et al. 2008). Występowanie gacka szarego (w pięciu obiektach Twierdzy) również jest godne odnotowania (patrz także Wojtaszyn et al. 2014a, b), gdyż stanowiska te znajdują się na skraju zasięgu gatunku (Sachanowicz et al. 2006). Ze względu na osiadły tryb życia oraz regularną obecność i wysoki udział tego gatunku w Forcie Żabice, wysoce prawdopodobne jest, iż w okolicy znajduje się kolonia rozrodcza. Interesujące są też obserwacje nocków wąsatka, Brandta lub Alkatote (nie rozróżnianych podczas badań), gdyż w zimowiskach, w tej części kraju, spotykane są niezbyt licznie (Sachanowicz et al. 2006). Forty Sarbinowo, Żabice i schron koło Sarbinowa są ponadto kolejnymi miejscami zimowania karlików w zachodniej Polsce. Obserwacje te są interesujące, gdyż nadal niewiele jest informacji na temat zimowania tych gatunków w regionie (Wojtaszyn et al. 2004). W większości obiektów obserwowany był

też mopek zachodni – gatunek z załącznika II dyrektywy siedliskowej (Dyrektywa 1992). Obiekty Twierdzy są także ważnym miejscem zimowania nocka dużego – również umieszczonego w załączniku II dyrektywy siedliskowej. Ten gatunek szczególnie licznie występował w Forcie Sarbinowo. Kompleks Twierdzy stanowi jedno z ważniejszych zimowisk nocka dużego w zachodniej Polsce.

Poszczególne obiekty Twierdzy tworzą kompleks zimowisk wykorzystywanych przez gatunki o różnych preferencjach siedliskowych. Maksymalnie stwierdzono 831 osobników reprezentujących przynajmniej 11 gatunków, co sprawia, że Twierdza Kostrzyn jest ważnym w skali kraju i trzecim największym zimowiskiem w województwie lubuskim – po rezerwacie Nietoperek (Kokurewicz et al. 2019, Cichocki et al. 2020) i obszarze Natura 2000 Mopkowy tunel koło Krzystkowic (Wojtaszyn et al. 2013b).

W obiektach twierdzy regularnie spotykane są pojedyncze oznakowane obrączkami nocki duże. Jeden z osobników, któremu udało się odczytać obrączkę, został zaobrączkowany na terenie Niemiec i odbył migrację do zimowiska na odległość 55 km, w kierunku południowo-wschodnim (Wojtaszyn et al. 2021). Osobniki, które zimują w Twierdzy, przylatują zapewne ze znacznie oddalonych obszarów, po obu stronach polsko-niemieckiej granicy. W związku z tym Twierdza Kostrzyn stanowi istotne transgraniczne zimowisko.

### **Ochrona nietoperzy w Twierdzy Kostrzyn**

Ze względu na rangę Twierdzy jako zimowiska nietoperzy, niezbędny jest stały nadzór chiropterologiczny i monitoring obiektów. Szczególnie ważna jest współpraca i wypracowanie właściwych metod podczas planowania konserwacji zabytków. Uwzględnienie obecności nietoperzy i potrzeb chronionych prawem krajowym i europejskim gatunków

jest niezbędne dla zachowania walorów przyrodniczych obiektu.

W przypadku Fortu Sarbinowo najważniejszym celem jest powstrzymanie dewastacji budowli. W sytuacji planowania ewentualnych prac konserwatorskich, podjęcie wszelkich działań powinno być ustalane ze specjalistami z zakresu ochrony nietoperzy. W tym obiekcie priorytetem jest zachowanie wykorzystywanych przez nietoperze wysokich kominów wentylacyjnych szczelnie zamkniętych od góry. Wydaje się, iż utrzymanie w stanie niezmiennym tych miejsc nie powoduje zagrożenia dla obiektu, jeśli chodzi o odprowadzenie wilgoci, ponieważ wentylacja odbywa się poprzez niezabezpieczone otwory okienne. Ze względu na liczne występowanie nocka dużego, powiększono obszar Natura 2000 Ujście Warty o ten obiekt (SDF 2001, Uchwała 2019). Potrzeba taka była sygnalizowana zarówno przez organizacje pozarządowe, jak i wykonawców planu zadań ochronnych obszaru Natura 2000. Włączenie Fortu Sarbinowo do sieci może ułatwić zabezpieczenie obiektu przed dewastacją oraz uwzględnienie obecności i potrzeb ochrony nietoperzy w przypadku ewentualnych zamiarów zagospodarowania lub przekształcania obiektu.

W Bastionie Filip, w którym zaobserwowano znaczny spadek liczby zimujących nietoperzy wywołany pracami konserwatorskimi, należy w miarę możliwości zachować nadal istniejące szczeliny w stropie i ścianach. Celowe byłoby także zainstalowanie tablicy informacyjnej, opisującej występowanie nietoperzy w obiekcie. Tego typu działanie byłoby dobrym przykładem możliwości współistnienia cennych obiektów architektonicznych oraz walorów przyrodniczych, a także dodatkowym urozmaicheniem istniejącej ekspozycji muzealnej.

Najliczniej zasiedlany przez nietoperze i najcenniejszy obiekt Twierdzy – Bastion Król jest bardzo atrakcyjnym hibernakulum ze względu na grube ściany, brak dużych

otworów wentylacyjnych, stabilną temperaturę, wysoką wilgotność oraz bardzo dużą liczbę odpowiednich kryjówek. Niezbędne jest uwzględnienie występowania nietoperzy i zapewnienie ich ochrony zarówno podczas planowania, jak i wykonywania koniecznych prac konserwacyjnych. Przede wszystkim prace muszą być przeprowadzone poza okresem hibernacji, w czasie, gdy nietoperze opuszczą zimowisko (od maja do końca sierpnia). Należy zachować możliwie jak największą liczbę szczelin, nisz i przestrzeni między cegłami, wykorzystywanych przez nietoperze. W przypadku konieczności wykonania prac, które powodowałyby zmniejszenie liczby kryjówek, niezbędne jest zastosowanie kompensacji, polegającej na instalacji dodatkowych schronień wewnątrz Bastionu. Obiekt znajduje się w obszarze Natura 2000 Ujście Warty, a zimujące nocki duże, mopki zachodnie i nocki Bechsteina są celem ochrony tego obszaru (SDF 2001). Wszelkie prace muszą być uzgodnione z Regionalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska w Gorzowie Wielkopolskim i obligatoryjnie poddane procedurze oceny oddziaływania na środowisko, gdyż każda zmiana na terenie obiektu niesie za sobą ryzyko znaczącego negatywnego wpływu na faunę nietoperzy. Zmiany, które potencjalnie mogłyby pogorszyć warunki dla zimowania nietoperzy, obejmują nie tylko likwidowanie mikro-ukryć (np. poprzez zaklejenie wykruszonych fug), ale również obniżenie wilgotności, podwyższenie temperatury wewnątrz obiektów i inne typy ingerencji w mikroklimat tej budowli. Podobnie jak w Bastionie Filip, celowe byłoby zainstalowanie tablicy zawierającej informacje o walorach przyrodniczych obiektu. Najbezpieczniejszym dla nietoperzy sposobem ochrony w tym obiekcie byłaby ochrona bierna (bez wprowadzania jakichkolwiek zmian). Dostępne informacje dotyczące planowanych prac w Bastionie Król (Kordyjalik 2021) świadczą, iż istnieje poważne zagrożenie trwałą utratą



celów ochrony i zniszczeniem zimowiska. W takim przypadku należy zaplanować z wyprzedzeniem działania łagodzące i kompensacyjne. Być może w sytuacji konieczności poważnej ingerencji w miejsca zimowania nietoperzy jedynym sposobem utrzymania tak ważnego hibernakulum w Twierdzy Kostrzyn byłoby wybudowanie obiektu zastępczego, korzystając z doświadczeń m.in. z Poznania (Łukaszewski 2016, Kepel et al. 2018).

Ważne jest również ustalanie terminów i zakresu dalszych eksploracji piwnic Starego Miasta, tak aby prace te nie powodowały strat w populacji zimujących nietoperzy i pogorszenia warunków mikroklimatycznych tych budowli, szczególnie w trakcie zimowania tam nietoperzy. Przede wszystkim prace eksploracyjne nie powinny odbywać się podczas zimy, kiedy w piwnicach hibernują nietoperze.

W pozostałych obiektach nie zaobserwowano istotnych zagrożeń i prawdopodobnie nie ma potrzeby wdrażać działań łagodzących.

### Podziękowania

Serdecznie dziękujemy wszystkim osobom, które uczestniczyły w liczeniach nietoperzy. Dziękujemy dyrektorowi Muzeum Twierdzy Kostrzyn Ryszardowi Skałbie, pracownikom Muzeum Twierdzy Kostrzyn oraz pracownikom Urzędu Miejskiego w Kostrzynie za umożliwienie inwentaryzacji i współpracę. Dziękujemy również właścicielowi Fortu Żabice za możliwość wykonywania corocznych inwentaryzacji. Maurycemu Ignaczakowi dziękujemy za sporządzenie mapy do niniejszej publikacji. Niniejszy artykuł dedykujemy ś.p. Januszowi Wieczorkowi, który zainicjował badania monitoringowe nietoperzy w Twierdzy Kostrzyn i w pierwszych latach wspierał organizacyjnie to przedsięwzięcie.

### LITERATURA

- ANONYMOUS. 2001. Mogilnik zamknięty. Wyborcza.pl. Dostęp 06.01.2022. [<https://gorzow.wyborcza.pl/gorzow/7,36844,526911.html?disableRedirects=true%20%20>].
- BERNARD R., JAROS R., SAMOŁĄG J., KOSICKI J.Z. 2019. Long-term monitoring of a winter bat assemblage revealed large fluctuations and trends in species abundance. *Eur. J. Ecol.* 5: 72-78.
- BERNARD R., SAMOŁĄG J. 2002. Dekady Spisu Nietoperzy 1993-1999 w Strzalinach (północno-zachodnia Polska). *Nietoperze* 3, 1: 17-25.
- CICHOCKI J., BATOR-KOCOŁ A., JURGA R. M., WARCHAŁOWSKI M., CIEBIERA O., BOCHENŃSKI M., JERZAK L. 2020. Nietoperze Rezerwatu Nietoperek. Badania, zagrożenia, ochrona. Instytut Nauk Biologicznych, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra.
- CIECHANOWSKI M., SACHANOWICZ K., KOKUREWICZ T. 2007. Rare or underestimated? – The distribution and abundance of the pond bat (*Myotis dasycneme*) in Poland. *Lutra* 50:107-134.
- DZIĘCIOŁOWSKA K., DZIĘCIOŁOWSKI R., JAROS R., WOJTASZYN G. 2013. Nietoperze Twierdzy Kostrzyn nad Odrą. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Chiropterologicznej: Krynica Zdrój 22-24 marca 2013: 76.
- DZIĘCIOŁOWSKI R., WOJTASZYN G., LASKOWSKA-DZIĘCIOŁOWSKA K., STEPHAN W., RUTKOWSKI T., LESIŃSKI G. Changes in bat abundance in winter roosts close to the Polish-German border in the years 2000-2019: Are the increasing trends continued in Central Europe? *Acta. Zool. Bulg.* (w druku).
- Dyrektywa Rady nr 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (Dz. U. UE L z dnia 22 lipca 1992 r.).

- FUSZARA E., FUSZARA M. 2002. Zimowy monitoring liczebności nietoperzy zasiedlających forty modlińskie na Mazowszu w latach 1989-1999. *Nietoperze* 3: 89-99.
- GÓLSKI Z., URBAŃCZYK Z. 1992. O ochronę zimowiska w Kostrzynie nad Odrą. *Przegl. Przyr.* 3, 4: 25-28.
- HUTSON A.M., AULAGNIER S., NAGY Z. 2008. *Myotis dasycneme*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Dostęp 02.12.2021. [www.iucnredlist.org].
- JURCZYSZYN M. 1998. The dynamics of *Myotis nattereri* and *Myotis daubentonii* (Chiroptera) observed during hibernation season is an artefact in some type of hibernacula. *Myotis* 36: 85-91.
- JURCZYSZYN M., GAWLAK A., DZIEĆCIOŁOWSKI R., KEPEL A. 2002. Zimowe spisy nietoperzy w Poznaniu w latach 1979-1999. *Nietoperze* 3: 77-87.
- KASPRZYK K., RUCZYŃSKA I., WOJCIECHOWSKI M. 2002. Zimowy spis nietoperzy na Pomorzu Nadwiślańskim w latach 1996-1999. *Nietoperze* 3: 39-52.
- KEPEL A., JAROS R., DZIEĆCIOŁOWSKI R., KEPEL M., STEPHAN W., KOŃCZAK J., JURCZYSZYN M., RÓŻYCKA M. 2018. Zastępcze zimowisko dla nietoperzy na Kobylimpolu w Poznaniu – przykład skutecznego środka kompensacyjnego. Materiały Konferencyjne. XXVII Ogólnopolska Konferencja Chiropterologiczna. Białowieża: 32-33.
- KOKUREWICZ T., APOZNAŃSKI G., GYSELINGS R., KIRKPATRICK L., DE BRUYN L., HADDOW J., GLOVER A., SCHOFIELD H., SCHMIDT CH., BONGERS F., TORRENT L., RACHWALD A. 2019. 45 years of bat study and conservation in Nietoperek bat reserve (Western Poland). *Nyctalus* (N. F.) 19, 3: 252-269.
- KONDRACKI J. 2001. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa: 1-441.
- KORDYJALIK S. 2021. Na ratunek Królowi. Radio Zachód. Dostęp 01.01.2022. [https://www.zachod.pl/278849/na-ratunek-krolowi/].
- LESIŃSKI G. 1988. Skład gatunkowy i liczebność nietoperzy w fortach modlińskich w ciągu roku. *Przegl. Zool.* 32: 576-587.
- LESIŃSKI G., KOWALSKI M. 2002. Zimowy monitoring nietoperzy w Dolinie Narwi i Biebrzy w latach 1992-1999. *Nietoperze* 3: 53-60.
- ŁUKASZEWSKI J. 2016. Drugi Stary Browar w Poznaniu. *Gazeta Wyborcza*. Dostęp 06.01.2022. [https://nickel.com.pl/upload/pictures/gazeta-wyborcza-2016-06-03-jpg.pdf].
- PIKULIK J. 2011. Bastion Filip w Kostrzynie w remoncie. Po jego zakończeniu zabytek będzie perełką. *Gazeta Lubuska*. Dostęp 06.01.2022. [https://gazetalubuska.pl/bastion-flip-w-kostrzynie-w-remontcie-po-jego-zakonczeniu-zabytek-bedzie-perelka/ar/10233826].
- SACHANOWICZ K., CIECHANOWSKI M., PIKSA K. 2006. Distribution patterns, species richness and status of bats in Poland. *Vespertilio* 9-10:151-173.
- SACHANOWICZ K., CIECHANOWSKI M. 2006. First winter record of the migratory bat *Pipistrellus nathusii* (Keyserling and Blasius 1839) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Poland: yet more evidence of global warming? *Mammalia* 70 (1-2): 168-169.
- SCHMIDT A. 1980. Zum Vorkommen der Fledermäuse im Süden des Bezirkes Frankfurt/O. *Nyctalus* (N. F.) 1, 3: 209-226.
- SDF 2001. Standardowy Formularz Danych obszaru Natura 2000 Ujście Warty PLC080001. 2001, aktualizacja 2021. Dostęp 06.01.2022. [http://crfop.gdos.gov.pl/CRFOP/widok/viewnatura2000.jsf?fop=PL.ZIPOP.1393.N2K.PLC080001.B].
- SOLON J., BORZYSZKOWSKI J., BIDŁASIK M., RICHLING A., BADORA K., BALON J., BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T., CHABUDZIŃSKI Ł., DOBROWOLSKI R., GRZEGORCZYK I., JODŁOWSKI M., KISTOWSKI M., KOT R., KRĄŻ P., LECHNIO J., MACIAS A., MAJCHROWSKA A., MALINOWSKA E., MIGOŃ P., MYGA-PIĄTEK U., NITA J., PAPIŃSKA E., RODZIK J., STRZYŻ M., TERPIŁOWSKI S., ZIAJA W. 2018. Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geogr. Polon.* 91, 2. Dostęp 15.02.2022. [https://www.geographiapolonica.pl/article/item/11299.html].
- UCHWAŁA Rady Ministrów nr 155 w sprawie wyrażenia zgody na przekazanie Komisji Europejskiej dokumentu „Lista zmian w sieci obszarów Natura 2000” z 10.12.2019 r. (M.P. 2019 poz. 1179). Dostęp 06.01.2022. [http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WMP20190001179/O/M20191179.pdf].

- WOJTASZYN G., DZIĘGIELEWSKA M., IGNASZAK K., RUTKOWSKI T., BERNARD R., HEISE G., BLOHM T., SCHMIDT A., OLDENBURG W., ITTERMANN L., OLEJNIK P., OHLENDORF B. 2021. Migration of the greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*) between Poland and Germany. *Nyctalus* (N. F.) 19, 4-5: 356-365.
- WOJTASZYN G., KRYZA K., STANILEWICZ A. 2010. Zimowisko nietoperzy w kanalizacji burzowej w Pile. *Nietoperze* 11: 45-47.
- WOJTASZYN G., RUTKOWSKI T., CIECHANOWSKI M., STEPHAN W., WIEWIÓRA D., KEPEL A., DZIĘGIELEWSKA M. 2004. Zimowe stanowiska karlika malutkiego *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) i karlika drobnego *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825) w północno-zachodniej Polsce. *Nietoperze* 5, 1-2: 107-115.
- WOJTASZYN G., RUTKOWSKI T., STEPHAN W., JAROS R. 2014a. Nowe stanowiska gacka szarego *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829) na granicy zasięgu. *Nietoperze* 13, 1-2: 47-49.
- WOJTASZYN G., RUTKOWSKI T., STEPHAN W., KOZIRÓG L. 2013a. Urban drainage systems as important bat hibernacula in Poland. *Fragm. Faun.* 56, 1: 83-88.
- WOJTASZYN G., RUTKOWSKI T., STEPHAN W., WIEWIÓRA D., JAROS R. 2013b. The largest hibernaculum of *Barbastella barbastellus* in Central Europe (Chiroptera: Vespertilionidae). *Lynx* 44: 185-188.
- WOJTASZYN G., STEPHAN W., RUTKOWSKI T., JAROS R., IGNASZAK K., DZIĘGIELEWSKA M., DZIĘCIOŁOWSKI R., LASKOWSKA-DZIĘCIOŁOWSKA K. 2014b. Występowanie nocka łydkowłosego *Myotis dasycneme* (Boie, 1825) na zimowiskach w północno-zachodniej Polsce. *Nietoperze* 13, 1-2: 49-51.
- WOŁOŻYŃ B.W. 1992. Akronimy nietoperzy. *Wszechświat* 91: 267-268.

### Summary

The Kostrzyn Fortress is a 16-19th century fortification system in Western Poland. Study of hibernating bats in this fortress has been carried out in 2000-2019. The following objects have been surveyed: Bastion Król, Bastion Filip, Ravelin August and the cellars of the ruined buildings of the Old Town within Kostrzyn. Bats were also studied in the forts within a radius of 10 km from Kostrzyn: Fort Sarbinowo, Fort Żabice, Fort Czarnów, shelter near Sarbinowo, as well as Fort Gorgast (located in Germany). Eleven hibernating bat species have been found here and the maximum total number of wintering population was 831 individuals in 2019. The maximum numbers of bats in each site were as follow: Bastion Król – 596 individuals in 2019, Fort Sarbinowo – 228 individuals in 2013, Bastion Filip – 186 individuals in 2003, the Old Town – 91 individuals in 2018, Fort Żabice – 31 individuals in 2009, Fort Gorgast – 50 individuals in 2018, Ravelin August – 27 individuals in 2002, Fort Czarnów – 22 individuals in 2003 and shelter near Sarbinowo – 24 individuals in 2002. Altogether in all investigated premises of the Fortress the most numerous were: Natterer's bat *Myotis nattereri* (56.8%), Daubenton's bat *M. daubentonii* (19.6%) and greater mouse-eared bat *M. myotis* (13.1%). Brown long-eared bat *Plecotus auritus* constituted 5.0%, Barbastelle bat *Barbastella barbastellus* 2.6%, Pipistrelle bat *Pipistrellus sp.* 1.4%. Other species: Bechstein's bat *M. bechsteinii*, pond bat *M. dasycneme*, whiskered/Brandt's/Alcathoe bats *M. mystacinus/brandtii/alcathoe*, serotine bat *Eptesicus serotinus* and grey long-eared bat *P. austriacus* constituted less than 1%. Due to its location on both sides of the German-Polish border, the Fortress is an important site in a cross-border context. Distinct variations in abundance of wintering bats were found. The basic risks include restoration work from the scope of the protection of monuments, as well as devastation and vandalism. It is necessary to apply environmental supervision and agreeing on the scope and timing of repairs of individual objects, as well as the protection of unsecured important parts of the Fortress (Fort Sarbinowo).

Adresy autorów:

Radosław Dzięciołowski, Grzegorz Wojtaszyn, Krystyna Laskowska-Dzięciołowska,  
Wojciech Stephan, Radosław Jaros  
Polskie Towarzystwo Ochrony Przyrody „Salamandra”  
ul. Stolarska 7/3, 60-788 Poznań  
e-mail: dzieciol@salamandra.org.pl  
e-mail: grzegwojt2@wp.pl  
e-mail: dzieciolina@tlen.pl  
e-mail: wssteven@wp.pl  
e-mail: radek@salamandra.org.pl

Tomasz Rutkowski  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
Zakład Zoologii Ogólnej  
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 6, 61-614 Poznań  
e-mail: pardosa@gazeta.pl

Grzegorz Lesiński  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Instytut Nauk o Zwierzętach  
ul. Ciszewskiego 8, 02-786, 02-787 Warszawa  
e-mail: grzegorz\_lesinski@sggw.edu.pl