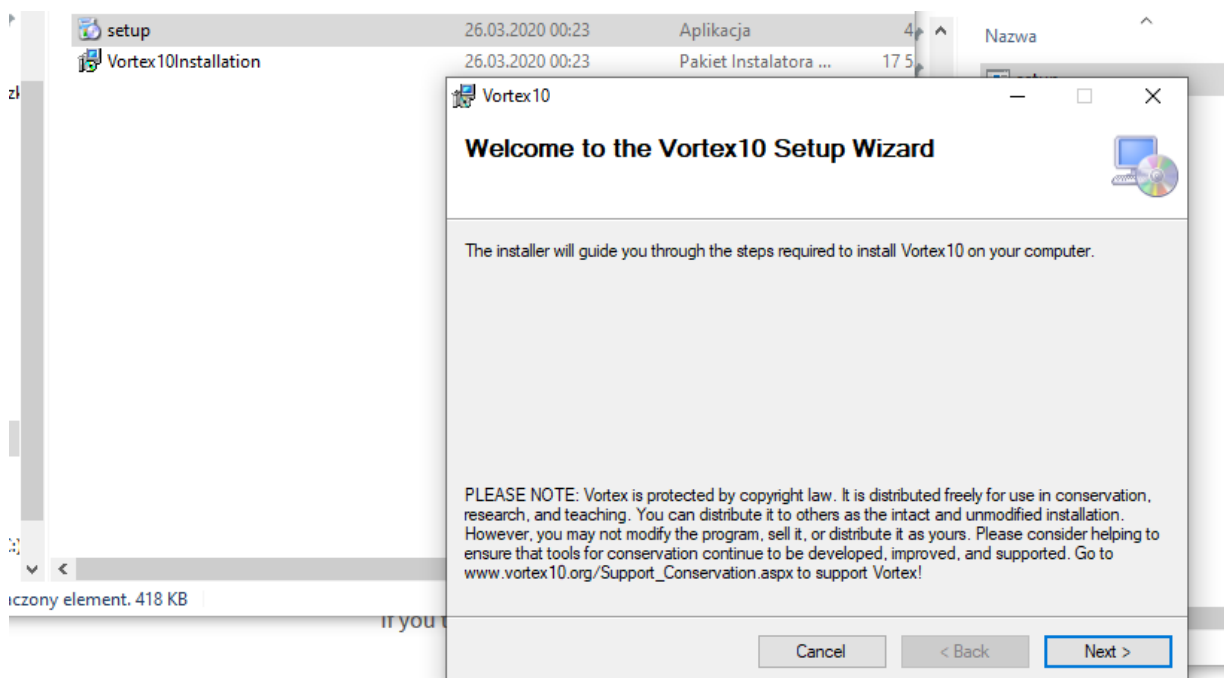


Vortex – narzędzie do prognozowania rozwoju populacji. Instrukcja do ćwiczeń.

Program jest dostępny bezpłatnie do użytku edukacyjnego i można go pobrać ze strony :

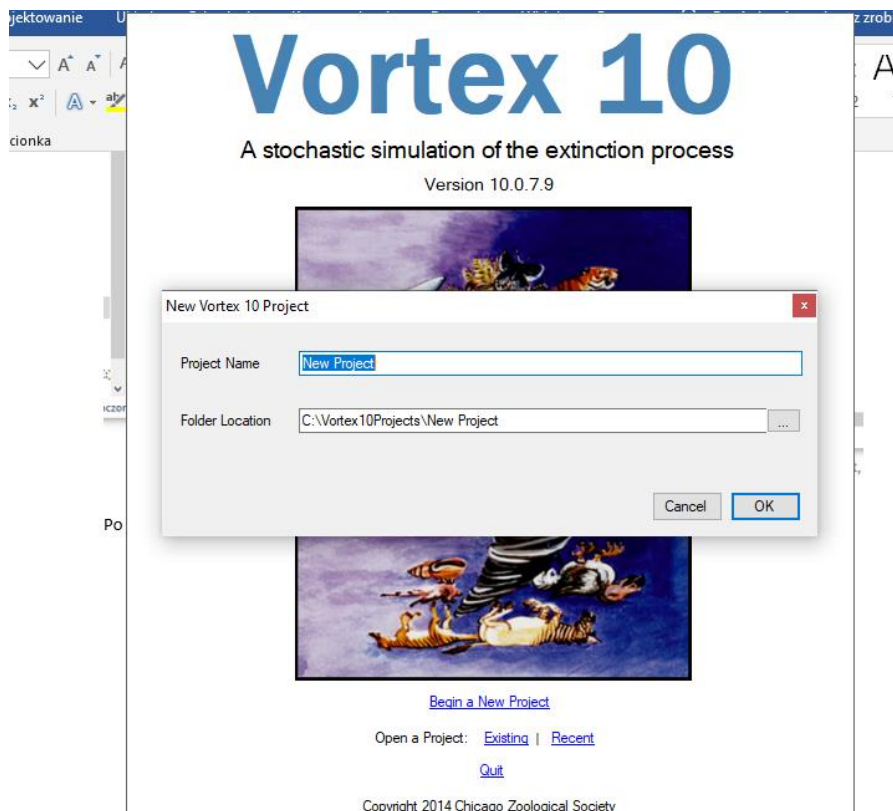
<https://www.cpsg.org/download-vortex>

a następnie zainstalować

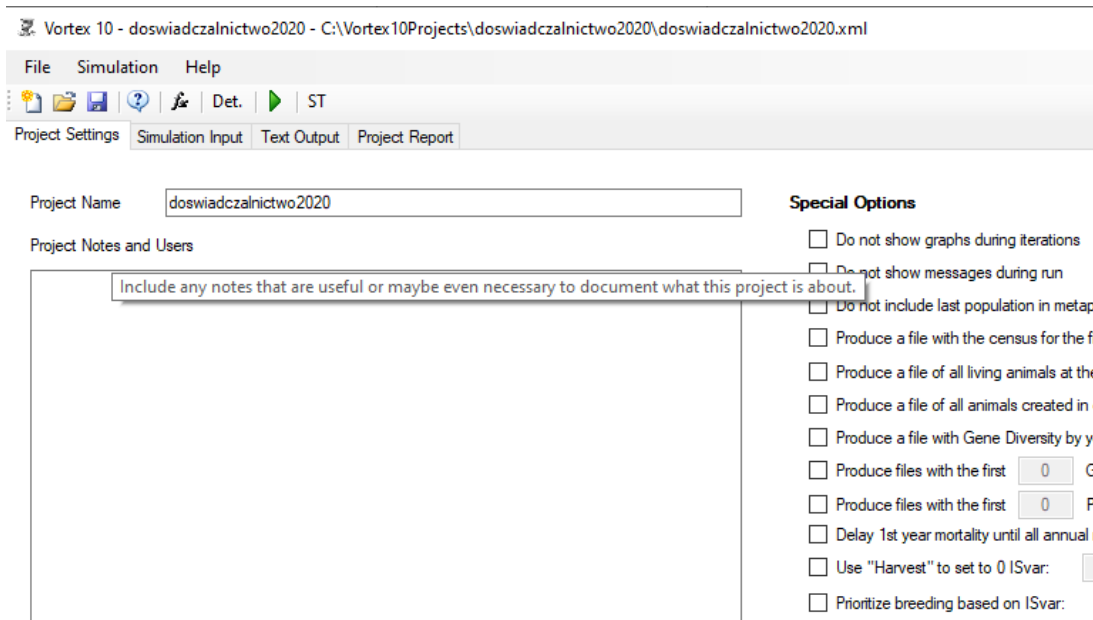


If you experience problems using *Vortex*, we encourage you to check the manual first, email us at help@scti.tools.

Po instalacji i uruchomieniu programu należy **Rozpocząć nowy projekt** nazwać go i zapisać (w trakcie działania pamiętajcie Państwo o regularnym zapisywaniu wyników pracy, gdyż program potrafi się nagle zamknąć w wyniku jakiegoś błędu i trzeba wszystko zaczynać od nowa).



Tak powinno to wyglądać kiedy utworzymy nasz projekt

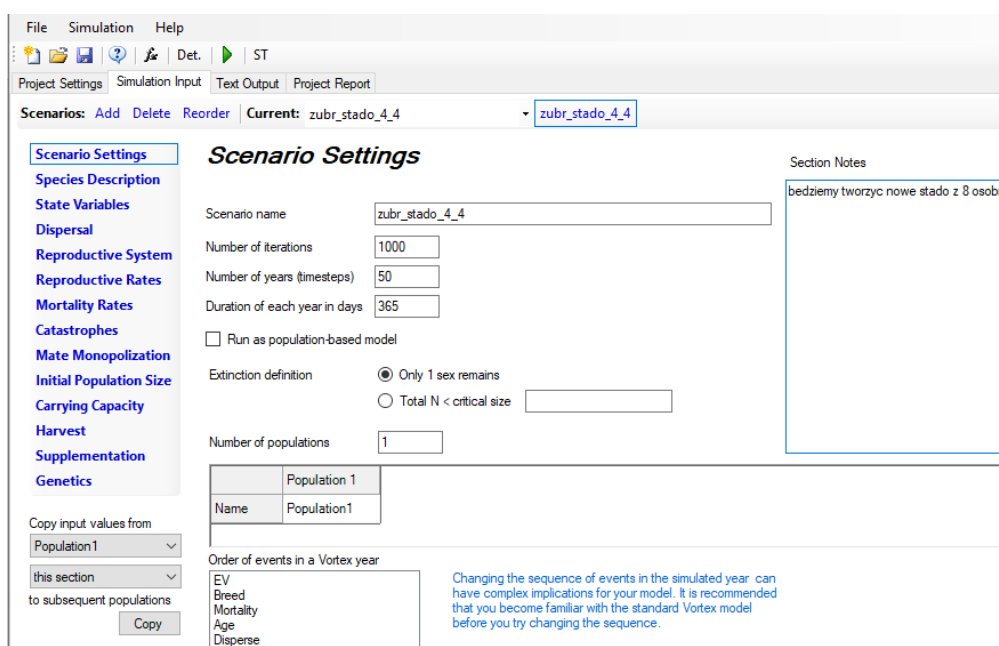


U góry mamy „karty/zakładki”:

- Project Settings
- Simulation Input
- Text Output
- Project Report

Większość opcji, które znajdują się zarówno w ogólnych ustawieniach w karcie Project Settings jak i pozostałych kartach projektu jest objaśniona - a opis wyświetla się po zatrzymaniu kursora na danym elemencie, tak jak na powyższej ilustracji. W notatkach na tej karcie można np. opisać skrótowo czego dotyczą konkretne analizy – np. wpływ śmiertelności w klasach wiekowo-płciowych na tempo rozwoju populacji, wpływ proporcji płci w grupie początkowej na ryzyko wymarcia itd. – nie zawsze sama nazwa projektu jest wystarczająco jednoznaczna. Po prawej stronie jest lista ustawień zaawansowanych, z których na tym etapie nie będziemy korzystać (ale poczytać zawsze można).

Po przejściu do karty **Simulation Input** musimy wprowadzić szereg danych, aby przeprowadzić symulację rozwoju populacji/ stada.



Scenario Settings

scenariusz warto nazwać tak abyśmy łatwo mogli sobie skojarzyć czym różni się od pozostałych (tu np. 4_4 będzie oznaczać proporcje płci w grupie założycielskiej). Co do widocznych powyżej ustawień:

liczba powtórzeń symulacji – powinna być możliwie duża (tu sprawdza się reguła "im więcej tym lepiej"), program pozwala przeprowadzić nawet 10 tys. powtórzeń danego scenariusza – to daje nam bardziej wiarygodne wyniki.

Liczba lat – to my decydujemy jaki okres nas interesuje, ale z zasady im dłuższy okres prognozowany tym mniejsza pewność prognoz (tak jak z długoterminową prognozą pogody – pewne rzeczy da się przewidzieć, ale im dalej od punktu „0” oddalają się nasze prognozy tym mniejsza ich sprawdzalność).

Długość roku w dniach – żubr, który będzie dla nas zwierzęciem modelowym jest długowieczny, a zatem długość roku 365 dni jest OK (do przemyślenia: w przypadku jakich gatunków należałoby zmienić tę wartość? i dłaczego?)

Definicja wymarcia – na nasze potrzeby zakładamy, że populacja jest wymarła gdy stado składa się z osobników tylko jednej płci (do przemyślenia: kiedy takie założenie może być błędne?) W praktyce możemy nie chcieć dopuścić do aż tak dramatycznej sytuacji i tu możemy ustalić limit przy jakim uznamy, że populacja dalej nie przetrwa (bądź my nie zdecydujemy się na kontynuację eksperymentu i wszystkie zwierzęta przeniesiemy do hodowli ex situ).

The screenshot shows the 'Species Description' settings window. On the left is a sidebar with a list of categories: Scenario Settings, Species Description (selected), State Variables, Dispersal, Reproductive System, Reproductive Rates, Mortality Rates, Catastrophes, Mate Monopolization, Initial Population Size, Carrying Capacity, Harvest, Supplementation, and Genetics. The main area is titled 'Species Description' and contains the following settings:

- Inbreeding depression
 - Lethal equivalents: 6.29
 - Percent due to recessive lethal alleles: 50

Default value of 6.29 for Lethal Equivalents is the combined mean effect of inbreeding on fecundity and first year survival reported by O'Grady et al. (2006. Realistic levels of inbreeding depression strongly affect extinction risk in wild populations. Biological Conservation 133: 42-51). Note that inbreeding can also affect later survival and other aspects of demography. To model effects on other demographic rates, enter rates as functions of inbreeding.
- EV concordance of reproduction and survival
 - EV correlation among populations: 0.5

On the right side, there is a 'Section Notes' text area.

Species Description

Inbreeding depression - W tej części mamy możliwość uwzględnienia aspektu genetycznego w naszych prognozach – ponieważ wiele gatunków zagrożonych wyginięciem (a dla takich przeprowadza się właśnie symulacje) jest dotkniętych negatywnymi skutkami kojarzenia w pokrewieństwie (w wyniku skrajnego zawężenia liczebności w przeszłości, tzw. Bottleneck – efekt szyjki od butelki). Oddziaływanie inbrodu uwzględnia się poprzez wprowadzenie wartości ekwiwalentu letalności, który informuje nas o mocy negatywnego oddziaływania inbrodu na reprodukcję (również poprzez zwiększoną śmiertelność potomstwa w pierwszym roku życia). Jeśli nie mamy oszacowanej tej wartości, to zostawiamy sugerowaną 6,29 (skąd ta wartość – wyjaśniono).

EV – okienko zaznaczamy – dla naszego gatunku dobre „lata” to te w których i reprodukcja i przeżywalność jest na wysokim poziomie.

Project Settings | Simulation Input | Text Output | Project Report

Scenarios: Add Delete Reorder | Current: zubr_stado_4_4 | **zubr_stado_4_4**

Reproductive System

Monogamous
 Polygynous
 Hermaphroditic
 Long-term monogamy
 Long-term polygyny
 (Note that "long-term" pairs can be separated under conditions entered in the Genetics input section.)

Age of first offspring females: Maximum age of female reproduction:
 Age of first offspring males: Maximum age of male reproduction:
 Maximum lifespan:
 Maximum number of broods per year:
 Maximum number of progeny per brood:
 Sex ratio at birth -- in % males:

	Population1
Density dependent reproduction	<input type="checkbox"/>
% Breeding at low density, P(0)	50
% Breeding at carrying capacity, P(K)	25

Reproductive System

Mamy do wyboru opcje: mono-, poligamiczność, długo- i krótkoterminowa oraz hermafrodytyzm.

W kolejnych krokach musimy określić wiek uzyskania pierwszego potomstwa przez samice i samce (u żubrów jest to 4 i 5 lat), wiek do jakiego uczestniczą w rozrodzie – zasadniczo samice żubrów dają potomstwo do końca życia tj. do ok. 22 lat, samce choć potencjalnie mogą zostać ojcami do końca życia z wiekiem mają na to coraz mniejsze szanse – o prawo dostępu do samic muszą walczyć z młodszymi bykami (do ok. 15 roku życia w warunkach naturalnych), ale tu również wstawiamy wartość 22 lata (do przemyślenia: dlaczego nie wstawiamy 15 lat?).

Liczba „miotów” w roku oraz liczba potomstwa w „miocie” – obie te wartości =1. Cięża u żubrów trwa ok 9 m-cy, samica rodzi młode nie częściej niż raz w roku (przeciętnie co drugi rok). Bliźnięta u żubrów są rzadkością i z reguły nie przeżywają. Proporcja płci przy urodzeniu jest zbliżona do 1:1.

Scenarios: Add Delete Reorder | Current: zubr_stado_4_4 | **zubr_stado_4_4**

Reproductive Rates

	Population1
% adult females breeding	47,2
SD in % breeding due to EV	9,7

Distribution of broods per year (enter as percents; last row filled automatically)

	Population1
0 Broods	0
1 Broods	100

Specify the distribution of number of offspring per female per brood

Use normal distribution
 Specify exact distribution (enter as percents; last row filled automatically)

	Population1
Mean	2,5
Standard Dev	1

	Population1
1 Offspring	100

Reproductive rates

Należy określić % samic w populacji, które w danym roku dają potomstwo – jest to 47,2% (sd 9,7%) wg danych pochodzących z wieloletnich obserwacji stada w Puszczy Białowieskiej. W tej sekcji należy też zaznaczyć okienko aby określić rozkład liczby potomstwa – już wiemy, że 100% urodzeń jest pojedynczych, a program domyślnie sugeruje użycie rozkładu normalnego.

Project Settings Simulation Input Text Output Project Report

Scenarios: Add Delete Reorder Current: zubr_stado_4_4 zubr_stado_4_4

Scenario Settings
Species Description
State Variables
Dispersal
Reproductive System
Reproductive Rates
Mortality Rates
Catastrophes
Mate Monopolization
Initial Population Size
Carrying Capacity
Harvest
Supplementation
Genetics

Copy input values from
this section
to subsequent populations
Copy

Mortality Rates

Mortality of females as %

	Population1
Mortality from age 0 to 1	10,32
SD in 0 to 1 mortality due to EV	5,98
Mortality from age 1 to 2	3,53
SD in 1 to 2 mortality due to EV	3
Mortality from age 2 to 3	6,55
SD in 2 to 3 mortality due to EV	5,53
Mortality from age 3 to 4	3,87
SD in 3 to 4 mortality due to EV	2,68
Annual mortality after age 4	2,74

Mortality of males as % Copy values from females

	Population1
SD in 1 to 2 mortality due to EV	3,29
Mortality from age 2 to 3	3,72
SD in 2 to 3 mortality due to EV	3,66
Mortality from age 3 to 4	5,42
SD in 3 to 4 mortality due to EV	5,85
Mortality from age 4 to 5	5,87
SD in 4 to 5 mortality due to EV	5,19
Annual mortality after age 5	2,03
SD in mortality after age 5	

Mortality Rates

W tej części należy wprowadzić informacje na temat poziomu śmiertelności w poszczególnych klasach wiekowo-płciowych (śmiertelność w procentach wraz z odchyleniem standardowym). Tabelę z danymi odnośnie śmiertelności żubrów znajdziecie Państwo w pierwszej prezentacji – są to parametry oszacowane na podstawie wieloletnich danych na temat śmiertelności zwierząt w populacji w Puszczy Białowieskiej).

Project Settings Simulation Input Text Output Project Report

Scenarios: Add Delete Reorder Current: zubr_stado_4_4 zubr_stado_4_4

Scenario Settings
Species Description
State Variables
Dispersal
Reproductive System
Reproductive Rates
Mortality Rates
Catastrophes
Mate Monopolization
Initial Population Size
Carrying Capacity
Harvest
Supplementation
Genetics

Copy input values from
this section
to subsequent populations
Copy

Catastrophes

Number of types of catastrophes

Select for which catastrophe you want to set rates:

Catastrophe Label

Frequency and extent of occurrence

	Population1
Local	
Frequency %	

Severity (proportion of normal values)

	Population1
Reproduction	
Survival	

Section Notes

The frequency and severity of catastrophes can be difficult to estimate. The review by Reed et al. (2003, The frequency and severity of catastrophic die-offs in vertebrates. Animal Conservation 6:109-114) indicates that severe die-offs (50% or greater decrease in population size) of vertebrate populations occur at a frequency of approximately 14% per generation.

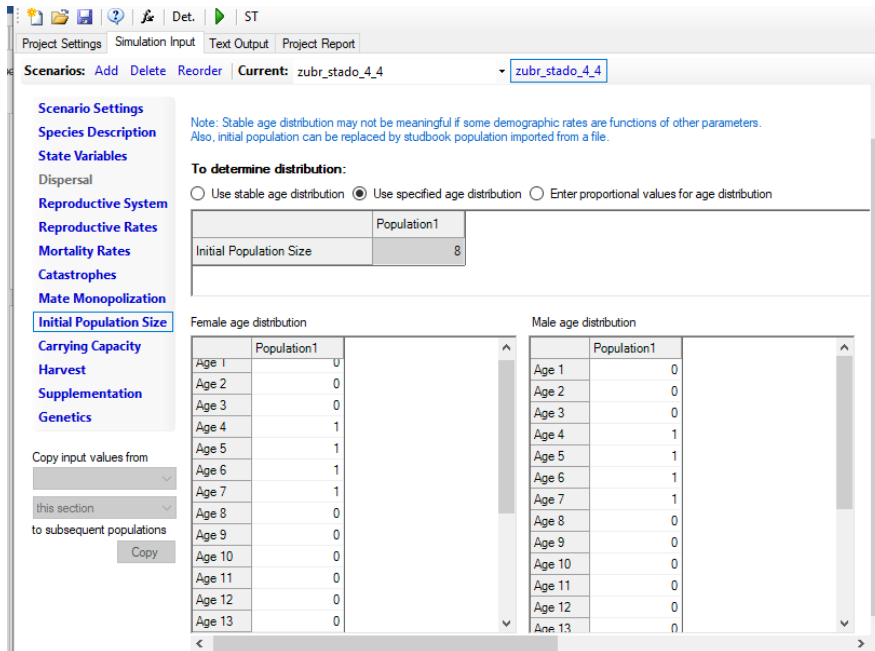
Catastrophes

W tej części uwzględniamy zdarzenia losowe – „katastrofy”, które mogą dotknąć populację, np. gwałtowne lub długotrwałe zjawiska pogodowe (zarówno trąby powietrzne jak i susze czy powodzie), epidemie (nomen omen my jako populacja ludzka właśnie tego doświadczamy i pewnie w ostatnich dniach nie raz słyszeliście Państwo o modelach rozwoju epidemii itp.). Generalnie chodzi o zjawiska, które powodują zwiększenie śmiertelności oraz spadek poziomu reprodukcji a zdarzają się rzadko. Jednak gdy modelujemy rozwój bardzo małego stada taką „katastrofą” może być kłusownictwo lub kolizje zwierząt z pojazdami (w zderzeniu z dużym samochodem ciężarowym może zginąć lub zostać rannych kilka żubrów przemieszczających się w ugrupowaniu).

W panelu możemy określić liczbę i rodzaj katastrof na jakie narażona jest populacja, określić ich częstotliwość (np. 2% to katastrofa zdarzająca się przeciętnie raz na 50 lat, 5% - raz na 20 lat). Negatywny wpływ katastrofy na populację określamy przez ustawienie wartości mnożnika dla reprodukcji i przeżywalności względem lat bez „katastrofy”, np. 0,7 wskazuje że wartość w roku z „katastrofą” będzie wynosiła 70% normalnej wartości (z lat bez „katastrofy”).

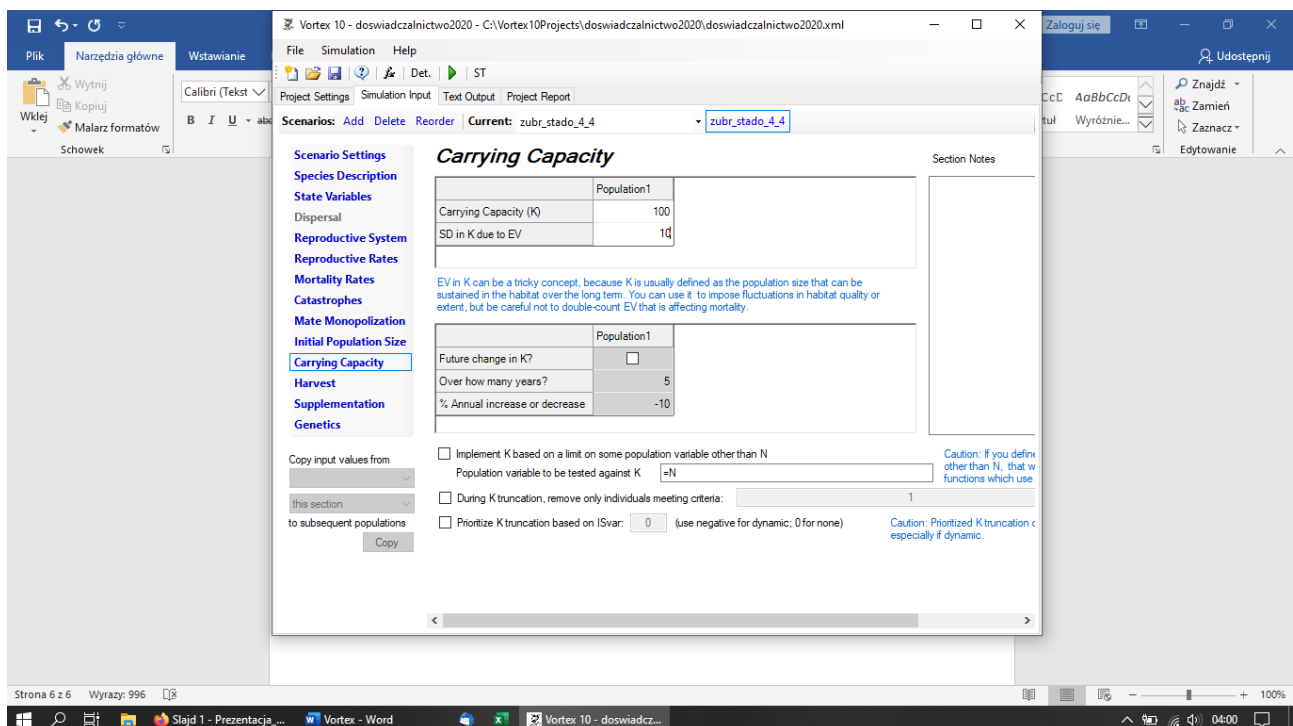
Mate monopolization

Pozostawiamy wartość domyślną 100%.



Initial Population Size

Zależnie od scenariusza bądź danych rzeczywistych należy uzupełnić w tabeli informacje dotyczące liczby osobników danej płci w danym wieku. Można też skorzystać z funkcji w której po określeniu liczebności całkowitej populacji program ustali liczebność w poszczególnych klasach płci i wieku dla populacji o stabilnym rozkładzie.



Carrying Capacity

W tej części określamy pojemność siedliska (to zagadnienie wcale nie jest proste i w przypadku takich gatunków jak żubr można wpływać na jego wartość np. poprzez dokarmianie, ale w przypadku wielu innych mimo pozornie „dużego” terenu, pojemność siedliska jest ograniczona np. liczbą miejsc odpowiednich do odbycia toków lub założenia gniazda). Pojemność siedliska należy podać z odchyleniem standardowym. W panelu możemy też planować zwiększenie pojemności w kolejnych latach, bądź jej zmniejszenie.

Harvest oraz Supplementation

Możliwość zabierania zwierząt z populacji lub uzupełniania jej. W przypadku wybrania tych opcji należy określić od jakiego momentu rozpocznie się działanie, w jakich interwałach czasowych oraz jakich zwierząt będzie dotyczyło.

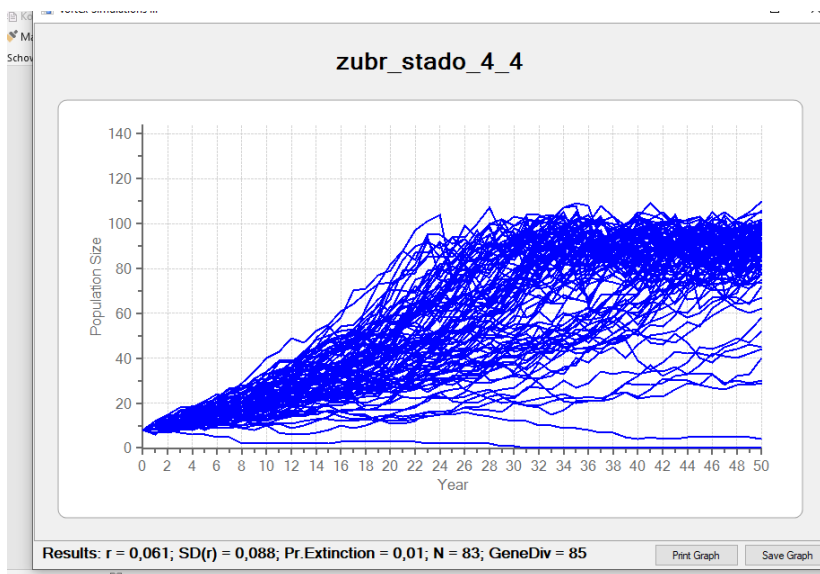
Dispersal oraz Genetics

Z tych zakładek nie będziemy korzystać podczas ćwiczeń.

Po wprowadzeniu niezbędnych danych do programu należy zapisać plik i uruchomić symulację przez naciśnięcie zielonego trójkątka.



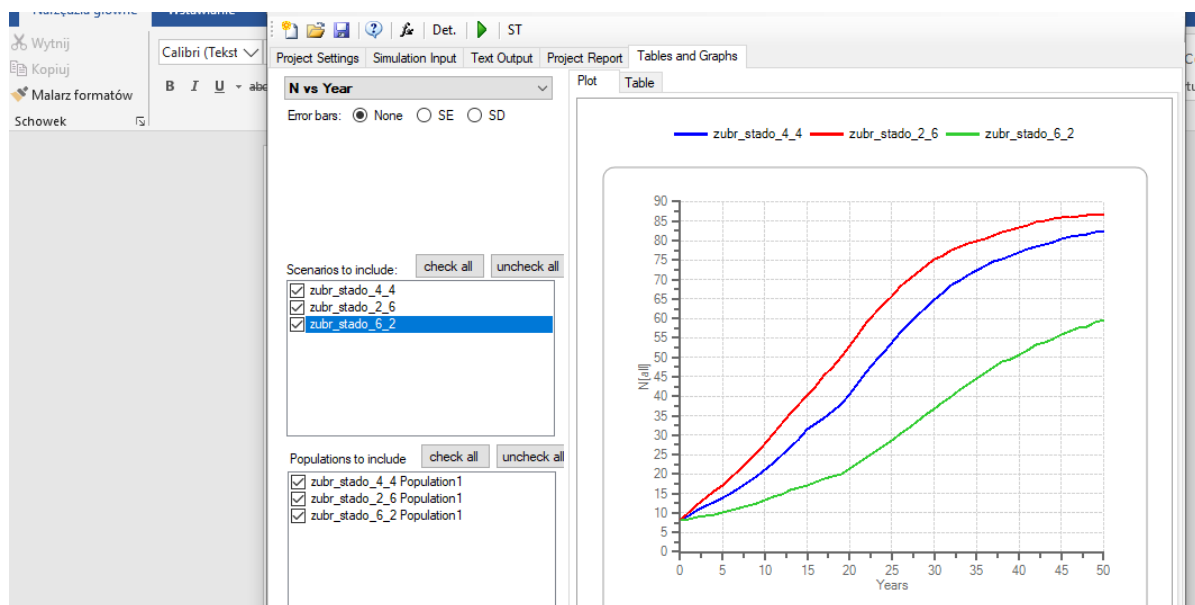
Po pojawieniu się okienka należy wybrać odpowiedni scenariusz i zatwierdzić. Efektem będzie mniej lub bardziej podobny obrazek:



W zakładce **Text Output** są interesujące nas wyniki symulacji, ale znajdują się tam też kolejno podsumowane nasze dane wejściowe – łatwe do przekopiowania jako całość, wyniki deterministyczne (te z logistyczną krzywą wzrostu), podsumowanie wyników wyjściowych (dotyczące wszystkich kolejnych lat istnienia naszej populacji), tabele z wynikami.

Scenario	#Runs	Population	det-r	stoch-r	SD(r)	PE	N-extant	SD(Next)	N-all	SD(Nall)	GeneDiv	SD(GD)	AI
zubr_stado_4_4	1000	Population1	0,087	0,061	0,088	0,009	83,20	19,65	82,45	21,06	0,8487	0,0549	1
zubr_stado_2_6	1000	Population1	0,087	0,068	0,089	0,002	87,03	14,77	86,86	15,24	0,8489	0,0460	1
zubr_stado_6_2	1000	Population1	0,087	0,041	0,101	0,090	65,41	30,58	59,55	34,61	0,7905	0,0935	1

Wygodne do szybkiej wstępnej interpretacji wyników symulacji, a szczególnie porównania różnych scenariuszy są **Tables and Graphs** (wykresy mogą też ilustrować np. odchylenie standardowe (SD)).



UWAGA

Aby utworzyć nowy scenariusz należy użyć ikony **Add** w zakładce **Simulation Input**, po utworzeniu odpowiedniej liczby kopii scenariusza należy nazwać je (najlepiej „znacząco”) a następnie zmienić w nich parametr, którym mają się różnić od pierwotnego scenariusza.

Zadanie 1.

Sprawdź jak proporcja samic i samców w stadzie początkowym utworzonym z 8 dojrzałych zwierząt wpłynie na tempo rozwoju populacji, która z nich osiągnie w tym samym czasie największą liczebność (N) (przynajmniej 3 scenariusze, minimum 30 lat, K=150). Kiedy ryzyko wymarcia (PE) jest najmniejsze? Czy proporcja płci w grupie założycielskiej ma wpływ na poziom zmienności genetycznej zachowanej na koniec badanego okresu?

Zadanie 2.

Przeprowadź 3 symulacje z wystąpieniem katastrof o różnej częstotliwości i różnej sile oddziaływania na przeżywalność i śmiertelność. Opisz wnioski z przeprowadzonych symulacji. Czy jakiś rodzaj katastrofy powoduje drastyczny wzrost ryzyka wymarcia populacji? (jej siła, częstotliwość występowania).

Zadanie 3 – dla chętnych

Przeprowadź symulację dla stada liczącego 100 osobników (przy stabilnej strukturze wiekowo-płciowej, K=250, okres 20 lat), w którym dochodzi do obniżenia poziomu reprodukcji. Sprawdź manipulując tą wartością jaki jest poziom krytyczny, który zahamuje wzrost populacji. Przy jakim poziomie reprodukcji populacja zacznie się kurczyć a ryzyko jej wymarcia przekroczy 5%?