

## Il modello delle femmine

$$\begin{aligned}n_1(t+\Delta t) &= r(f_1(t)n_1(t) + f_2(t)n_2(t) + \dots + \underline{f_{N-1}(t)n_{N-1}(t)} + \underline{f_N(t)n_N(t)}) + d_1(t) \\n_2(t+\Delta t) &= \underline{(1-m_1(t))n_1(t)} + d_2(t) \\n_3(t+\Delta t) &= \underline{(1-m_2(t))n_2(t)} + d_3(t) \\&\dots \qquad \dots \qquad \dots \qquad \dots \qquad \dots \qquad \dots \qquad \dots \\n_N(t+\Delta t) &= \underline{(1-m_{N-1}(t))n_{N-1}(t)} + \underline{(1-m_N(t))n_N(t)} + d_N(t)\end{aligned}$$

- $n_i(t)$  popolazione della classe di età  $i$  (es. 0-4) nell'anno  $t$
- $\Delta t$  passo temporale della simulazione (5 anni)
- $r$  rapporto sessi alla nascita (femmine/totale)
- $f_i(t)$  fertilità (=numero di figli per donna) della classe  $i$  al tempo  $t$
- $d_i(t)$  immigrati/emigrati della classe  $i$  al tempo  $t$
- $m_i(t)$  mortalità della classe  $i$  al tempo  $t$

# Il modello dei maschi

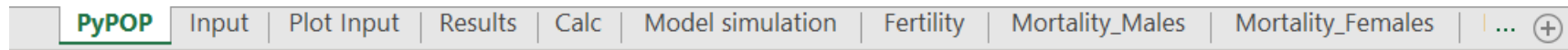
$$\begin{aligned} n_1(t+\Delta t) &= \underline{u(t)} && + d_1(t) \\ n_2(t+\Delta t) &= (1-m_1(t))\underline{n_1(t)} && + d_2(t) \\ n_3(t+\Delta t) &= && \underline{(1-m_2(t))n_2(t)} && + d_3(t) \\ & \dots && \dots && \dots && \dots && \dots \\ n_N(t+\Delta t) &= && \underline{(1-m_{N-1}(t))n_{N-1}(t)} && + (1-m_N(t))\underline{n_N(t)} && + \underline{d_N(t)} \end{aligned}$$

- $u(t)$  numero di maschi nati nell'anno  $t$ , cioè  $(1-r)$ \*numero di nascite totali

Matrice triangolare -> tutti autovalori nulli tranne l'ultimo che è quello dominante

# Implementazione Excel: PyPop

Cartella con fogli bloccati tranne *Input* e *Calc*



## Input

- Estremi simulazione, passo temporale (=dimensione classe di età), numero classi, rapporto sessi alla nascita

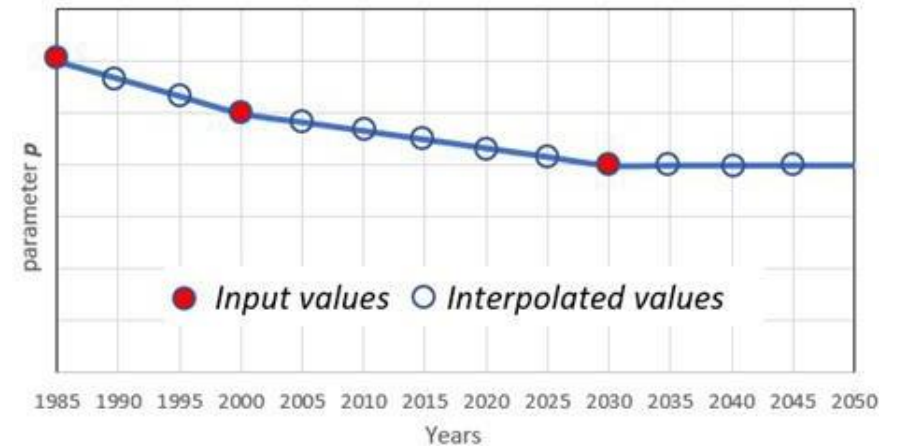
Model Configuration					
Start year	End year	Size of age group (years)	Number of age groups	Immigration mode	Female ratio at birth
1983	2100	5	19	Absolute	0,5
	<small># timesteps: 24 - Max: 150</small>	<small>Age group size coincide with model timestep</small>	<small>Max. 50 groups</small>		

- Popolazione iniziale (maschie e femmine)
- Fertilità
- Mortalità (maschi e femmine)
- Immigrazione/emigrazione (maschi e femmine)

# Dinamica dei parametri

I parametri (fertilità, mortalità, migrazione) possono variare nel tempo secondo una funzione lineare a tratti, i cui cambi di pendenza sono definiti dall'utente (al più, 4).

Evolution of parameter  $p$



Dati dell'utente

Necessario inserire dati

Starting Population in 1983		
Age Groups	Males	Females
0 - 4		
5 - 9		
10 - 14		
15 - 19		
20 - 24		
25 - 29		
30 - 34		
35 - 39		
40 - 44		
45 - 49		
50 - 54		

Fertility

Age Groups	Change 1		Change 2	
	1983	2018		
0 - 4	0	0		
5 - 9	0	0		
10 - 14	0	0		
15 - 19	0,079	0,03416667		
20 - 24	0,436	0,1243		
25 - 29	0,536	0,30857		
30 - 34	0,328	0,44613		
35 - 39	0,128	0,30116		
40 - 44	0,027	0,08107	eded	
45 - 49	0,001	0,00719		
50 - 54	0	0		

Menu a tendina tra cui scegliere

Errore di input

# Il compito di oggi

Determinare un possibile andamento dell'immigrazione per far sì che la popolazione calcolata dal modello sia simile a quella rilevata nel 2023.

Net Immigration / Emigration (# of individuals every 5 years)

Negative values indicate emigration

Males				Females			
Age Groups	Change			Age Groups	Change		
	1985	2010	2040		1985	2010	2040
0 - 4	0	0	0	0 - 4	0	0	0
5 - 9	0	30000	50000	5 - 9	0	30000	50000
10 - 14	0	30000	50000	10 - 14	0	30000	50000
15 - 19	10000	30000	50000	15 - 19	10000	30000	50000
20 - 24	10000	30000	50000	20 - 24	10000	30000	50000
25 - 29	10000	30000	50000	25 - 29	10000	30000	50000
30 - 34	10000	30000	50000	30 - 34	10000	30000	50000
35 - 39	10000	30000	50000	35 - 39	10000	30000	50000
40 - 44	10000	30000	50000	40 - 44	10000	30000	50000
45 - 49	10000	30000	50000	45 - 49	10000	30000	50000
50 - 54	0	30000	50000	50 - 54	0	30000	50000
55 - 59	0	30000	50000	55 - 59	0	30000	50000
60 - 64	0	0	50000	60 - 64	0	0	50000
65 - 69	0	0	50000	65 - 69	0	0	50000
70 - 74	0	0	0	70 - 74	0	0	0
75 - 79	0	0	0	75 - 79	0	0	0
80 - 84	0	0	0	80 - 84	0	0	0
85 - 89	0	0	0	85 - 89	0	0	0
90+	0	0	0	90+	0	0	0

Il criterio di similitudine è la radice della somma delle differenze al quadrato tra popolazione calcolata per ogni classe  $i$  ( $M_i^*$ ,  $F_i^*$ ) e popolazione reale ( $M_i$ ,  $F_i$ ): Root Mean Square Error - RMSE

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^{19} (M_i^* - M_i)^2} + \sqrt{\sum_{i=1}^{19} (F_i^* - F_i)^2}$$

In Excel: RADQ(SOMMA.Q.DIFF(vet1;vet2))

Caricare il risultato finale sul modulo Forms:

