

## Η μεταβλητή "χρόνος" στη δημογραφική ανάλυση-το διάγραμμα του Lexis (B. Κοτζαμάνης)

### Η αναφορά στο χρόνο

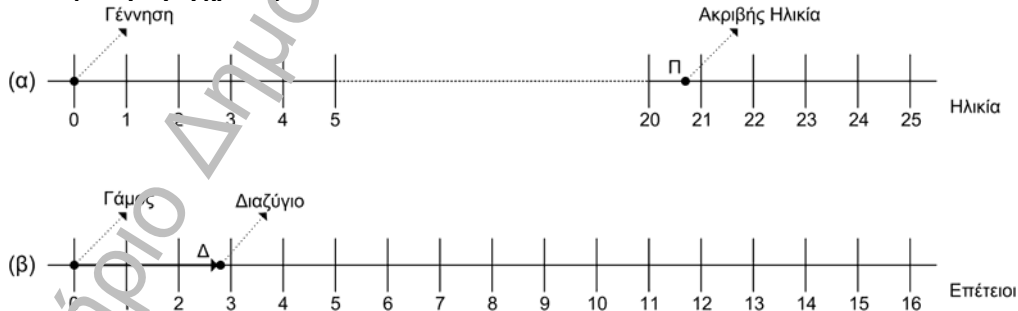
Αναφερόμενοι στο "χρόνο", θα πρέπει κατ' αρχάς να τονίσουμε ότι αυτός μπορεί να είναι είτε το ημερολογιακό έτος, είτε η διάρκεια που έχει παρέλθει από την έλευση ή πραγματοποίηση κάποιου γεγονότος. Συνήθως, στο σύνολο σχεδόν των δημογραφικών στατιστικών οι δύο χρησιμοποιούμενοι τύποι συνυπάρχουν με αποτέλεσμα να φαίνεται αρκετά περίπλοκη η επεξεργασία των δημογραφικών δεδομένων. Μπορούμε π.χ. να εξετάσουμε τη θνησιμότητα των ατόμων ηλικίας 64 ετών (γεγονός που μας επιβάλλει να ορίσουμε σαφώς τα άτομα που έχουν την ηλικία αυτή σε ένα δεδομένο έτος) ή ακόμη να μελετήσουμε τα διαζύγια της ομάδας γάμων που έγιναν μετά την πάροδο 1, 2, 3 ή 10 ετών από τη τέλεση του γάμου τους (ανατρέχοντας υποχρεωτικά στο σημείο αφετηρίας των γάμων αυτών στο χρόνο, στο έτος δηλαδή που αυτοί τελέστηκαν).

Από την άλλη πλευρά, για να μελετήσουμε ένα οποιοδήποτε δημογραφικό φαινόμενο (θνησιμότητα, γονιμότητα, γαμηλιότητα, μετανάστευση) είμαστε συνήθως υποχρεωμένοι να ανατρέξουμε σε ομαδοποιήσεις, δημιουργώντας σειρές (ηλικιακές ή άλλες) για τις οποίες πρέπει να συγκεντρώσουμε και τα απαραίτητα για τη μελέτη αυτών στατιστικά στοιχεία.

Η μεταβλητή "χρόνος" επομένως, υπεισέρχεται στη μελέτη όλων των δημογραφικών φαινομένων. Εδώ θα διευκρινίσουμε ορισμένες έννοιες που θεωρούνται σημαντικές και στη συνέχεια θα παρουσιασθεί το *διάγραμμα του Lexis* το οποίο, μας επιτρέπει να απεικονίσουμε τη διάσταση «χρόνος» σε γραφική παράσταση, εντοπίζοντας τις αντιστοιχίες ανάμεσα στο χρόνο παρατήρησης (τα ημερολογιακά δηλ. έτη) των δημογραφικών γεγονότων και την ιστορία των πληθυσμιακών συνόλων (*γενεών και κοορτών*).

Ο χρόνος μπορεί να αναφέρεται είτε σε ημερολογιακό έτη (2001, 2002, 2003) είτε σε διάρκεια (π.χ. 0, 1, 2, 3, 4 έτη από την στιγμή που έλαβε χώρα ένα γεγονός: γάμος, διαζύγιο, γέννηση κ.τ.λ). Για την καλύτερη κατανόηση των προηγούμενων θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε μια απλούστατη γραφική μέθοδο (*Σχήματα 1α/β*): αν θέσουμε το χρόνο  $t$  σε έναν οριζόντιο άξονα, ένα σημείο επί του άξονα αυτού απεικονίζει μια στιγμή από τη ζωή ενός ατόμου, ενώ ένα διάστημα μια διάρκεια (μια περίοδο ζωής του ίδιου ατόμου). Για παράδειγμα (*Σχήμα 1α*), στο σημείο 0 έχουμε τη γέννηση ενός ατόμου και στο Π τη σημερινή του ηλικία. Το άτομο αυτό μπορεί να είναι π.χ. σήμερα 20 ετών, 9 μηνών και 7 ημερών ακριβώς. Στο *Σχήμα 1β* θέτουμε στο σημείο 0 τη στιγμή του γάμου του ίδιου ατόμου και στο σημείο Δ τη στιγμή του διαζυγίου του. Κατ' επέκταση, η διάρκεια του έγγαμου βίου του ατόμου αυτού αποτυπώνεται γραφικά στο διάστημα ΟΔ και είναι 2 χρόνια, 9 μήνες και 7 ημέρες ακριβώς. Όμως στη δημογραφία μπορούμε να έχουμε χιλιάδες εκατοντάδες γραμμές (ως  $\infty$  άτομα) και είναι αδύνατον σε κάθε στιγμή να ορίζουμε κάθε μέλος με την ακριβή του ηλικία ή αλλιώς κάθε γεγονός με την ακριβή του διάρκεια. Συμβατικά λοιπόν, για να απλοποιήσουμε και να διευκολύνουμε τους υπολογισμούς μας, ομαδοποιούμε τις ηλικίες.

Σχήμα 1: Η μεταβλητή χρόνο



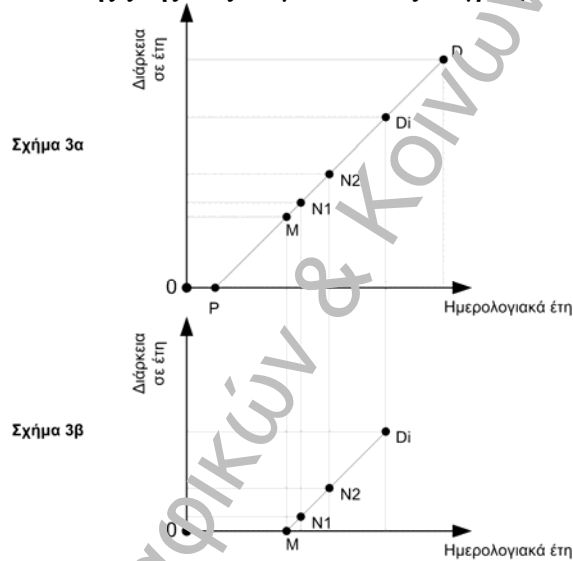
Πηγή: R. Pressat (1973)

### Το διάγραμμα του Lexis

Το διάγραμμα του Lexis είναι ένα πολύ απλό διάγραμμα (Σχήμα 2) όπου στον οριζόντιο άξονα  $Ox$  έχουμε τα ημερολογιακά έτη (π.χ. 2000, 2001, 2003) και στον κάθετο άξονα  $Oy$  τη διάρκεια των διαφόρων γεγονότων της ζωής ενός ατόμου (γέννηση, γάμος, θάνατος, διαζύγιο) από την στιγμή που αυτά συνέβησαν.

Ένα άτομο που γεννιέται μια οποιαδήποτε στιγμή (Σχήμα 2α - σημείο  $P$ ) μετακινείται προοδευτικά στο χρόνο επί της ευθείας  $PD$ , με κλίση  $45^\circ$  από τον οριζόντιο άξονα, καθώς ο χρόνος κυλά με τον ίδιο τρόπο είτε μετريέται σε ημερολογιακά έτη (άξονας  $Ox$ ) είτε σε διάρκεια (άξονας  $Oy$ ). Έτσι, πάνω σε αυτή τη γραμμή ζωής του συγκεκριμένου ατόμου μπορούμε να σημειώσουμε το γάμο του  $M$ , τη γέννηση του πρώτου ( $N1$ ) και δεύτερου ( $N2$ ) παιδιού του, τη λύση του γάμου  $Di$  και τέλος το θάνατό του  $D$  (Σχήμα 2α). Με την ίδια λογική μπορούμε να παρακολουθήσουμε τη γονιμότητα μετά το γάμο του ατόμου αυτού, θέτοντας στον άξονα  $Ox$  τα ημερολογιακά έτη και στον άξονα  $Oy$  τη διάρκεια του γάμου του. Στο Σχήμα 2β π.χ. το σημείο  $M$  συμβολίζει το γάμο, τα σημεία  $N1$  και  $N2$  τα δύο παιδιά που γεννήθηκαν μέσα σε αυτόν και το σημείο  $Di$  το διαζύγιο.

Σχήμα 3: Τα διάφορα γεγονότα της ζωής ενός ατόμου επί ενός διαγράμματος δύο αξόνων



Πηγή: R. Pressat, *op.cit.*

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να ορίσουμε και τις έννοιες *γενεά* και *κοορτή*: *Γενεά* ορίζεται το σύνολο των ατόμων που γεννήθηκαν το ίδιο ημερολογιακό έτος ενώ *κοορτή* το σύνολο των ατόμων στα οποία συνέβη το ίδιο γεγονός<sup>1</sup> στη διάρκεια της ίδιας χρονικής περιόδου, στη διάρκεια δηλαδή ενός ημερολογιακού έτους ή μιας ομάδας ημερολογιακών ετών (π.χ. τα άτομα που παντρεύτηκαν το 2000 αποτελούν την κοορτή γάμων του 2000, αυτά που χώρισαν το 2005 την κοορτή διαζυγίων του 2005, κ.ο.κ.) Τοιούτοτρόπος γίνεται κατανοητό (Σχήμα 3) ότι οι γραμμές ζωής  $t$  και  $u$  είναι και οι οριακές γραμμές ζωής της γενεάς του 2000 (δηλ. των ατόμων που στο παράδειγμά μας γεννήθηκαν το 2000). Τα άτομα της γενεάς αυτής συμπληρώνουν ένα έτος ζωής ακριβώς ανάμεσα στην 1/1/2001 και την 31/12/2001. Τα ίδια “οριακά” άτομα της γενεάς αυτής θα έχουν συμπληρώσει ακριβώς 2 έτη ζωής, το πρώτο από αυτά την 1/1/2002 και το τελευταίο την 31/12/2002, 3 έτη αντίστοιχα την 1/1/2003 και 31/12/2003, κ.ο.κ. Αν από τον κάθετο άξονα όπου έχουμε σημειώσει και τις διαδοχικές διάρκειες ζωής (δηλ. ηλικίες 0, 1, 2, 3...έτη), φέρουμε τις παράλληλες προς τον οριζόντιο άξονα και από τα σημεία A, B, Γ, Δ, E, Z, που αντιστοιχούν στην 1/1 κάθε ημερολογιακού έτους, τις καθέτους, το σχήμα που προκύπτει είναι το διάγραμμα του Lexis. Με βάση τα παραφερθέντα, μπορούμε να έχουμε δύο τύπους ταξινόμησης των παρατηρήσεών μας ανάλογα με το αν αυτές αναφέρονται σε μια γενεά ή σε ένα ημερολογιακό έτος παρατήρησης. Ειδικότερα, έχουμε:

- Γεγονότα που ταξινομούνται σύμφωνα με το ημερολογιακό έτος στο οποίο συνέβησαν και αφορούν άτομα της ίδιας ηλικιακής ομάδας, τα οποία ανήκουν σε δύο διαδοχικές γενεές. Τα γεγονότα αυτά αποθηκεύονται γραφικά εντός του τετράγωνου ΙΑΜΚ. Για παράδειγμα, το 2002 τα γεγονότα (π.χ.

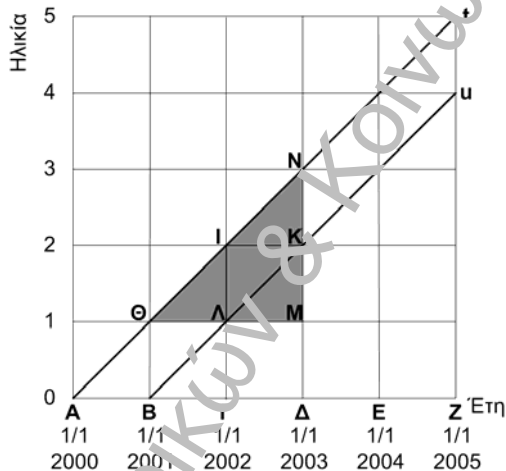
θάνατοι) που εμπεριέχονται στο τετράγωνο ΙΛΜΚ (Σχήμα 3) αφορούν άτομα ίδιας ηλικίας του προέρχονται από διαφορετικές γενεές (γενεά του 2000 και του 2001). Τα άτομα αυτά, κατά σύμβαση, έχουν ηλικία ενός έτους σε συμπληρωμένα έτη (ή άλλως ένα έτος στα τελευταία τους γενέθλια).

β) Γεγονότα που ταξινομούνται σύμφωνα με τη γενεά και χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

β1) Σε αυτά που καταγράφονται σε ένα ημερολογιακό έτος παρατήρησης. Για παράδειγμα (Σχήμα 3), τα γεγονότα που καταγράφονται το 2002 και εμπεριέχονται στο παραλληλόγραμμο με κάθετες διατομές ΙΛΚΝ αφορούν αποκλειστικά τα άτομα της γενεάς 2000. Όλα τα άτομα της γενεάς αυτής την 1/1/2002 γραφικά βρίσκονται επί της διατομής ΙΛ και στις 31/12/2002 επί της ΝΚ. Η ηλικία στην περίπτωση αυτή υπολογίζεται ως η διαφορά ανάμεσα στο έτος παρατήρησης και στο έτος γέννησης και τα άτομα αυτά έχουν στη συγκεκριμένη περίπτωση, κατά σύμβαση, ηλικία δύο συμπληρωμένα έτη.

β2) Σε αυτά που καταγράφονται σε δύο διαδοχικά ημερολογιακά έτη παρατήρησης. Για παράδειγμα (Σχήμα 3), τα γεγονότα, που εμπεριέχονται στο παραλληλόγραμμο με κλαγές διατομές ΘΙΚΛ στα ημερολογιακά έτη παρατήρησης 2001 και 2002, αναφέρονται σε άτομα που ανήκουν όλα στη γενεά του 2000 και έχουν συμπληρώσει όλα το 2001 και 2002 το πρώτο έτος από τη γέννησή τους. Τα άτομα της γενεάς αυτής έχουν, κατά σύμβαση, ηλικία ένα συμπληρωμένο έτος.

Σχήμα 3: Το διάγραμμα του Lexis

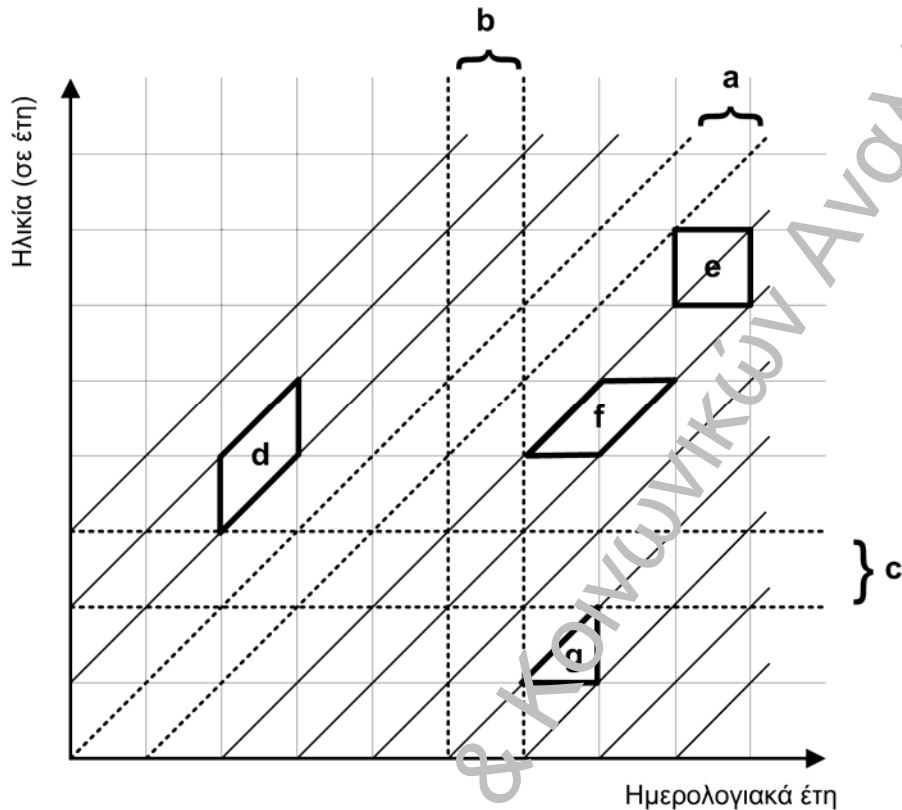


Οι ανωτέρω διευκρινήσεις θεωρούνται σημαντικές στο βαθμό που στη δημογραφική ανάλυση έχουμε την αναγωγή των συμβάντων δηλαδή των γάμων, των γεννήσεων, των θανάτων και των διαζυγίων κ.ο.κ σε γενεές (ή κοορτές) και σε ημερολογιακά έτη στη διάρκεια των οποίων αυτά συμβαίνουν.

Επομένως, το διάγραμμα του Lexis είναι μια γραφική παράσταση η οποία μας επιτρέπει να εντάσσουμε τα δημογραφικά γεγονότα και τους πληθυσμούς σε συνάρτηση με τη μεταβλητή «χρόνος». Υπενθυμίζουμε ότι στο διάγραμμα αυτό, στον οριζόντιο άξονα x θέτουμε πάντα τα ημερολογιακά έτη και στον άξονα y τις διάρκειες (ηλικία ή διάρκεια από την έλευση ενός γεγονότος) οι οποίες μετρούνται με την ίδια χρονική μονάδα (συνήθως ένα έτος). Τα δημογραφικά γεγονότα που μπορούν να τεθούν στο διάγραμμα του Lexis συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Δημογραφικές μονάδες	Δημογραφικό γεγονός	Φαινόμενο	Πληθυσμός αναφοράς	Χρονική διάρκεια από το αρχικό δημογραφικό γεγονός
Γυναίκα/άνδρας	Θάνατος	Θνησιμότητα	γενεά	Από την γέννηση (έτη)
Γυναίκα/άνδρας	Έξοδος/είσοδος	Μετανάστευση	γενεά	Από τη μετακίνηση (έτη)
Γυναίκα/άνδρας	Γάμος	Γαμηλιότητα	κοορτή	Από το 15 <sup>ο</sup> έως και το 49 <sup>ο</sup> έτος (ή ανά διάρκεια γάμου με σημείο εκκίνησης το έτος τέλεσης του γάμου)
Γυναίκα	Γέννηση	Γονιμότητα	γενεά	Από το 15 <sup>ο</sup> έως και το 49 <sup>ο</sup> έτος
Γυναίκα/άνδρας	Διαζύγιο	Διαζευγσιμότητα	Κοορτή εγγάμων	Από την τέλεση του γάμου (έτη)

Σχήμα 4: Γραφικές επεξηγήσεις του διαγράμματος Lexis



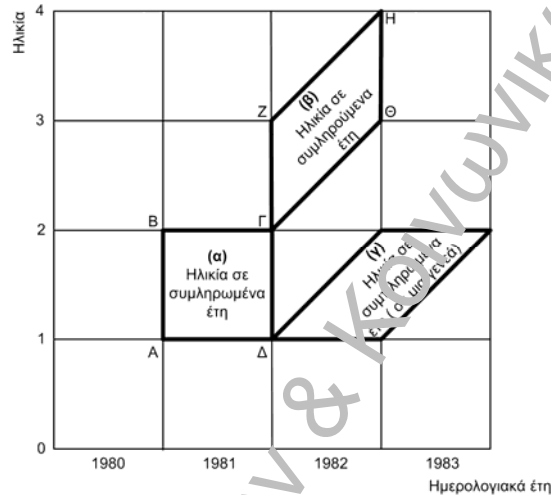
Ανακεφαλαιώνοντας, σε ένα διάγραμμα Lexis (Σχήμα 4) τα σημειούμενα εμβαδά, που αντιστοιχούν σε μονάδες που ορίζονται από τα ημερολογιακά έτη και τα κλιμάκια ηλικιών (βλέπε ανωτέρω σχήμα), περιέχουν τα ακόλουθα δεδομένα/ πληθυσμούς.

- *Πλάγιες διατομές (a)*: άτομα που γεννήθηκαν σε ένα ημερολογιακό έτος (δηλ. άτομα που ανήκουν σε μια γενεά).
- *Κατακόρυφες διατομές (b)*: γεγονότα που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια ενός έτους και αφορούν άτομα που ζουν στην αρχή του συγκεκριμένου ημερολογιακού έτους και έχουν διαφορετικές ηλικίες.
- *Οριζόντιες διατομές (c)*: άτομα που έχουν την ίδια ηλικία σε διαφορετικά ημερολογιακά έτη (προφανώς τα άτομα αυτά ανήκουν σε διαφορετικές γενεές).
- *Πλάγια παραλληλόγραμμα με κάθετες διατομές (d)*: γεγονότα που αφορούν τα άτομα μιας γενεάς και συμβαίνουν στη διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους.
- *Τετράγωνα (e)*: γεγονότα που συμβαίνουν σε ένα ημερολογιακό έτος και αφορούν άτομα δύο διαδοχικών γενεών ή κοορτών
- *Πλάγια παραλληλόγραμμα με οριζόντιες διατομές (f)*: γεγονότα που αφορούν άτομα μιας γενεάς και συμβαίνουν στη διάρκεια δύο συνεχόμενων ημερολογιακών ετών.
- *Ορθογώνια τρίγωνα (g)*: γεγονότα που αφορούν άτομα ηλικίας  $x$  μιας γενεάς στη διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους, ταξινομημένα αναλόγως της ηλικίας των ατόμων αυτών και του έτους γέννησής τους (διπλή κατανομή).

Ο τρόπος ταξινόμησης των δημογραφικών γεγονότων σε σχέση με τη διάρκεια (χρόνο) οδηγεί σε ένα ακόμη σημείο διαφοροποίησης στην ανάλυσή τους. Αφορά τις διάφορες αναλογίες (λόγους) που χρησιμοποιούνται στη μελέτη των δημογραφικών φαινομένων με τη δημιουργία πινάκων έχοντας ως αριθμητή τα γεγονότα και ως παρονομαστή τους υπο μελέτη πληθυσμούς. Ειδικότερα, όταν έχουμε ως παρονομαστή τον πληθυσμό στη μέση του έτους (ή το μέσο πληθυσμό μιας περιόδου ετών) τότε η αναλογία ορίζεται ως *συντελεστής* (ειδικός δείκτης ή ποσοστό γονιμότητας, θνησιμότητας κ.τ.λ), ενώ, αντίθετως, όταν στον παρονομαστή θέτουμε τον πληθυσμό που υπόκειται αποκλειστικά στον «κίνδυνο» να

αποβιώσει, να μεταναστεύσει, να τεκνοποιήσει, κ.ο.κ στη διάρκεια της περιόδου παρατήρησης, τότε η αναλογία αυτή ορίζεται ως *πιθανότητα*. Επομένως, για τον υπολογισμό των πιθανοτήτων στους διάφορους πίνακες (θνησιμότητας, γονιμότητας, γαμηλιότητας κ.ο.κ.) ανάγουμε το πλήθος των δημογραφικών γεγονότων που συνέβησαν στη διάρκεια μιας περιόδου στους πληθυσμούς στην αρχή της περιόδου και οι δείκτες που υπολογίζουμε δίδουν την πιθανότητα εμφάνισης των γεγονότων σε πληθυσμούς, οι οποίοι, στην αρχή της περιόδου δεν έχουν υποστεί την επίδραση των μελετώμενων δημογραφικών φαινομένων. Αντιθέτως, για τον υπολογισμό των ποσοστών (συντελεστών ή δεικτών) ανάγουμε το πλήθος των δημογραφικών γεγονότων που συνέβησαν στη διάρκεια μιας περιόδου στους πληθυσμούς στη μέση της περιόδου και οι δείκτες που υπολογίζουμε στην περίπτωση αυτή δίδουν απλώς τη συχνότητα εμφάνισης των εξεταζόμενων φαινομένων στους μελετώμενους πληθυσμούς.

**Σχήμα 5: Ταξινόμηση των γεγονότων στο διάγραμμα αναλόγως της ηλικίας των ατόμων (συμπληρωμένα έτη, συμπληρούμενα έτη και συμπληρωμένα έτη σε μια γενεά)**



Από παράδειγμα της διαφοράς ανάμεσα στα ποσοστά (συντελεστές ή κατά ηλικία δείκτες) και τις πιθανότητες έχουμε στη μελέτη της θνησιμότητας. Όταν π.χ σε ένα δεδομένο έτος μας δίδονται οι θάνατοι ηλικίας  $x$  σε συμπληρούμενα έτη (ΓΖΗΘ στο *Σχήμα 5*) και ο πληθυσμός ηλικίας  $x$  στην αρχή του έτους (επί της ΓΖ) μπορούμε να υπολογίσουμε την πιθανότητα θανάτου για την ηλικία αυτή (ή άλλως την αποκαλούμενη προβολική πιθανότητα θανάτου) καθώς ο πληθυσμός στην αρχή του έτους είναι αυτός που υπόκειται αποκλειστικά και μόνον στον “κίνδυνο” του θανάτου (από τον πληθυσμό αυτό και μόνον αυτόν προήλθαν όλοι οι θάνατοι που καταγράφηκαν εντός του παραλληλογράμμου με κάθετες διατομές ΓΖΗΘ). Αντιθέτως, αν τα δεδομένα των θανάτων δίδονται για ένα ημερολογιακό έτος σε συμπληρωμένα έτη (π.χ στο τετράγωνο ΑΒΓΔ) είναι δυνατόν να υπολογισμός του ποσοστού θνησιμότητας (λόγος των θανάτων του τετραγώνου / μέσο πληθυσμό του έτους) αλλά όχι και της πιθανότητας θανάτου γιατί δεν γνωρίζουμε ακριβώς τον πληθυσμό αναφοράς (δηλαδή τον ακριβή πληθυσμό από τον οποίο προήλθαν οι θανόντες που γραφικά τοποθετούνται εντός του τετραγώνου αυτού: ένα τμήμα τους προήλθε από τον πληθυσμό που βρίσκεται επί της διατομής ΑΒ και ένα άλλο τμήμα τους από τον πληθυσμό που βρίσκεται επί της ΑΔ). Επομένως, πιθανότητες δυνάμεθα να υπολογίσουμε μόνον όταν η ταξινόμηση των δεδομένων μας γίνεται στις γενεές, ενώ ποσοστά (συντελεστές) δυνάμεθα να υπολογίσουμε σε όλες τις περιπτώσεις. Τα ποσοστά έχουν πάντοτε ετήσια διάσταση και όταν υπολογίζονται για διάρκεια μεγαλύτερη του έτους, ο δημογράφος οφείλει να τους προσδώσει ετήσια διάσταση.

<sup>i</sup> Τα βασικά δημογραφικά γεγονότα είναι η γέννηση, ο θάνατος, ο γάμος, το διαζύγιο και οι έξοδοι -είσοδοι. Τα γεγονότα αυτά εκφράζουν τα αντίστοιχα μελετώμενα από την δημογραφία φαινόμενα δηλ. την θνησιμότητα, την γονιμότητα, την γαμηλιότητα και την μετανάστευση.