

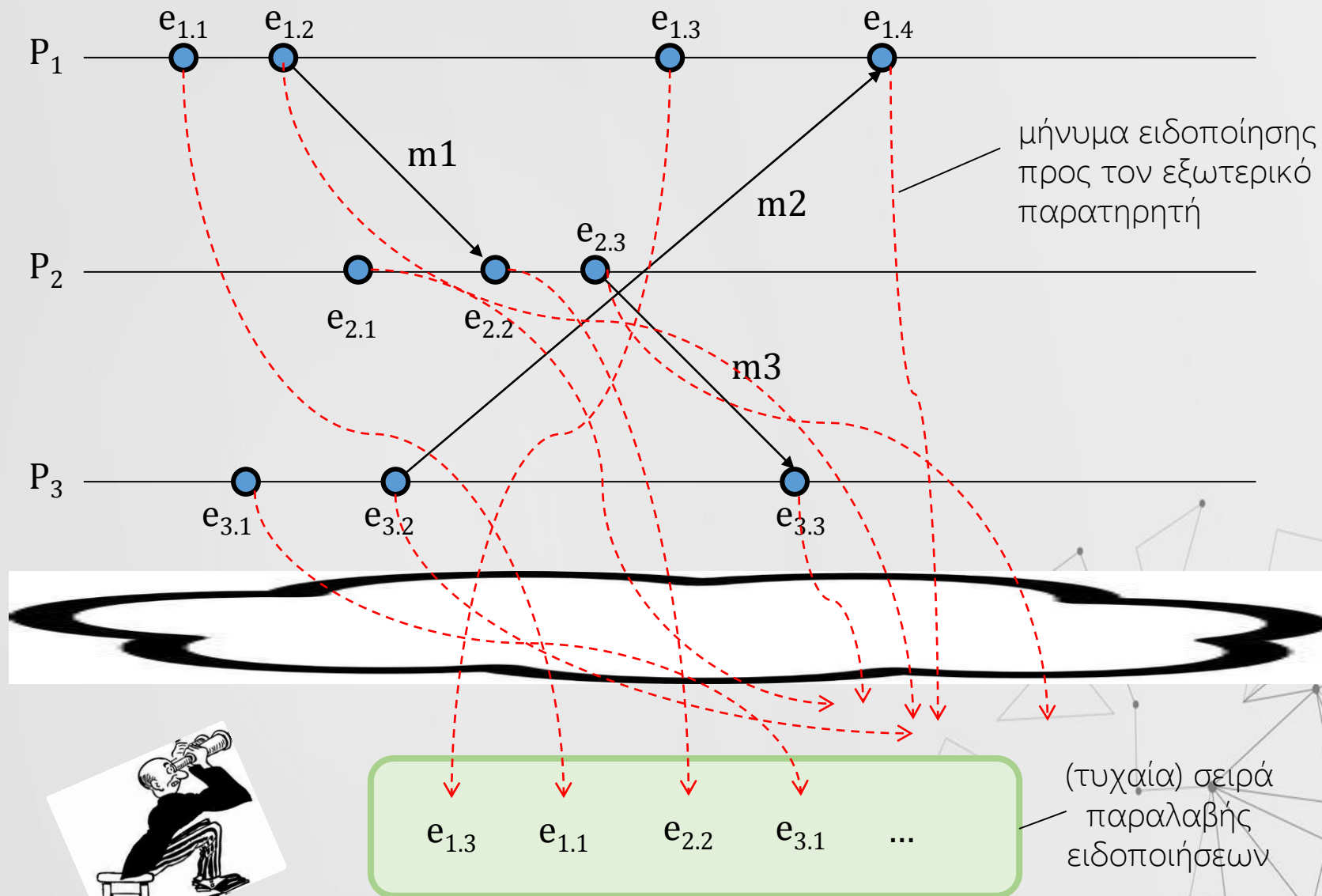
14

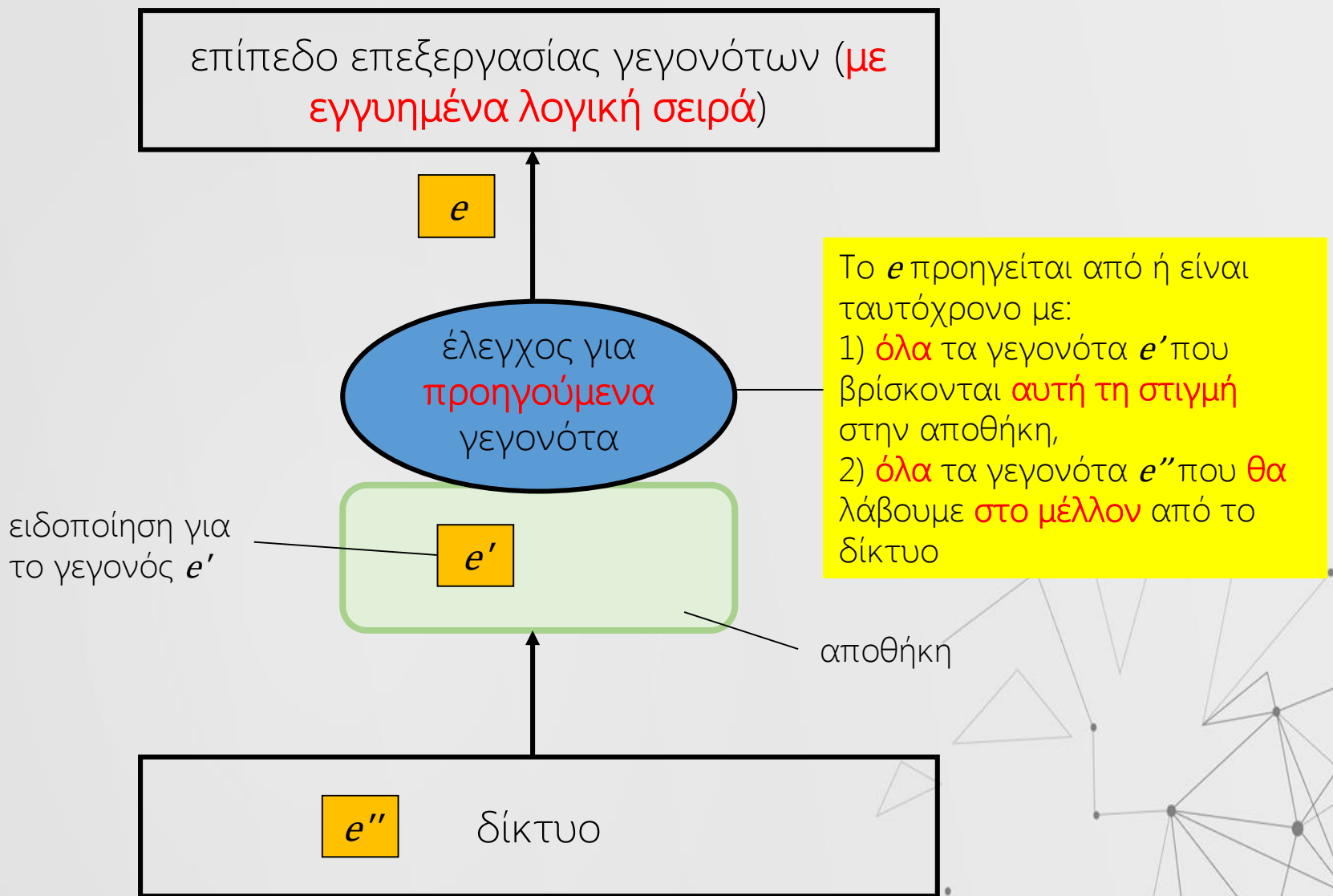
Κατανεμημένα Συστήματα

Παρατήρηση γεγονότων με
λογική/χρονολογική σειρά

Μέθοδος εξωτερικής παρατήρησης

- Κάθε διεργασία επισυνάπτει στα τοπικά γεγονότα ένα timestamp με βάση την τιμή του ρολογιού της.
- Στέλνει στον παρατηρητή ειδοποιήσεις (μηνύματα) για κάθε τοπικό γεγονός, με την χρονοσφραγίδα του.
- Ο εξωτερικός παρατηρητής συλλέγει τις ειδοποιήσεις.
 - δεν χάνονται ειδοποιήσεις/μηνύματα, όμως μπορεί να γίνουν προσπεράσματα, και τα μηνύματα να αργούν να φτάσουν.
- Ο εξωτερικός παρατηρητής πρέπει να αποθηκεύει τις ειδοποιήσεις που φτάνουν για τα διάφορα γεγονότα.
- Πρέπει να αποφασίζει αν και ποιο επόμενο γεγονός θα βγάλει από την αποθήκη για να το επεξεργαστεί.
- Η σειρά που αφαιρούνται τα γεγονότα από την αποθήκη πρέπει να είναι συνεπής με την λογική σειρά.



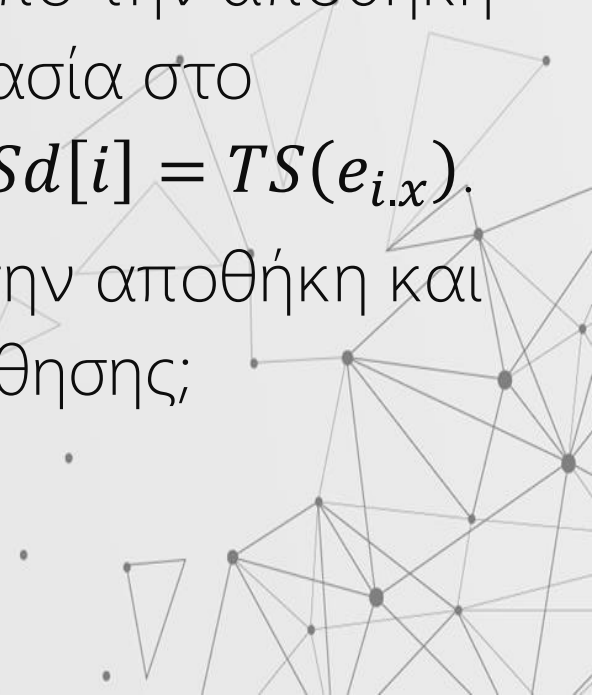


Ανίχνευση χάσματος

- Έστω δύο γεγονότα $e_{i.x}, e_{j.y}$ με $TS(e_{i.x}) < TS(e_{j.y})$.
- Ανίχνευση χάσματος: με βάση τις χρονοσφραγίδες των γεγονότων (και γνωρίζοντας την διεργασία όπου έλαβε χώρα κάθε γεγονός), μπορούμε να ξέρουμε με σιγουριά αν υπάρχουν άλλα γεγονότα $e_{i.z}$ για τα οποία ισχύει $TS(e_{i.x}) < TS(e_{i.z}) < TS(e_{j.y})$.
- Φυσικά ρολόγια: δεν παρέχουν ανίχνευση χάσματος για την χρονολογική σειρά.
- Λογικά ρολόγια Lamport: δεν παρέχουν ανίχνευση χάσματος για την αιτιολογική σειρά.
- Λογικά διανυσματικά ρολόγια: παρέχουν ανίχνευση χάσματος για την αιτιολογική σειρά.

Καταγραφή χρονοσφραγίδων προηγούμενων γεγονότων

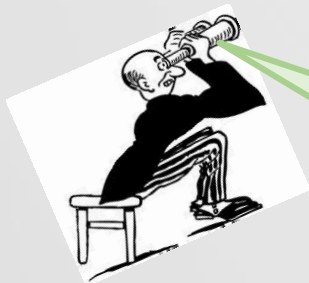
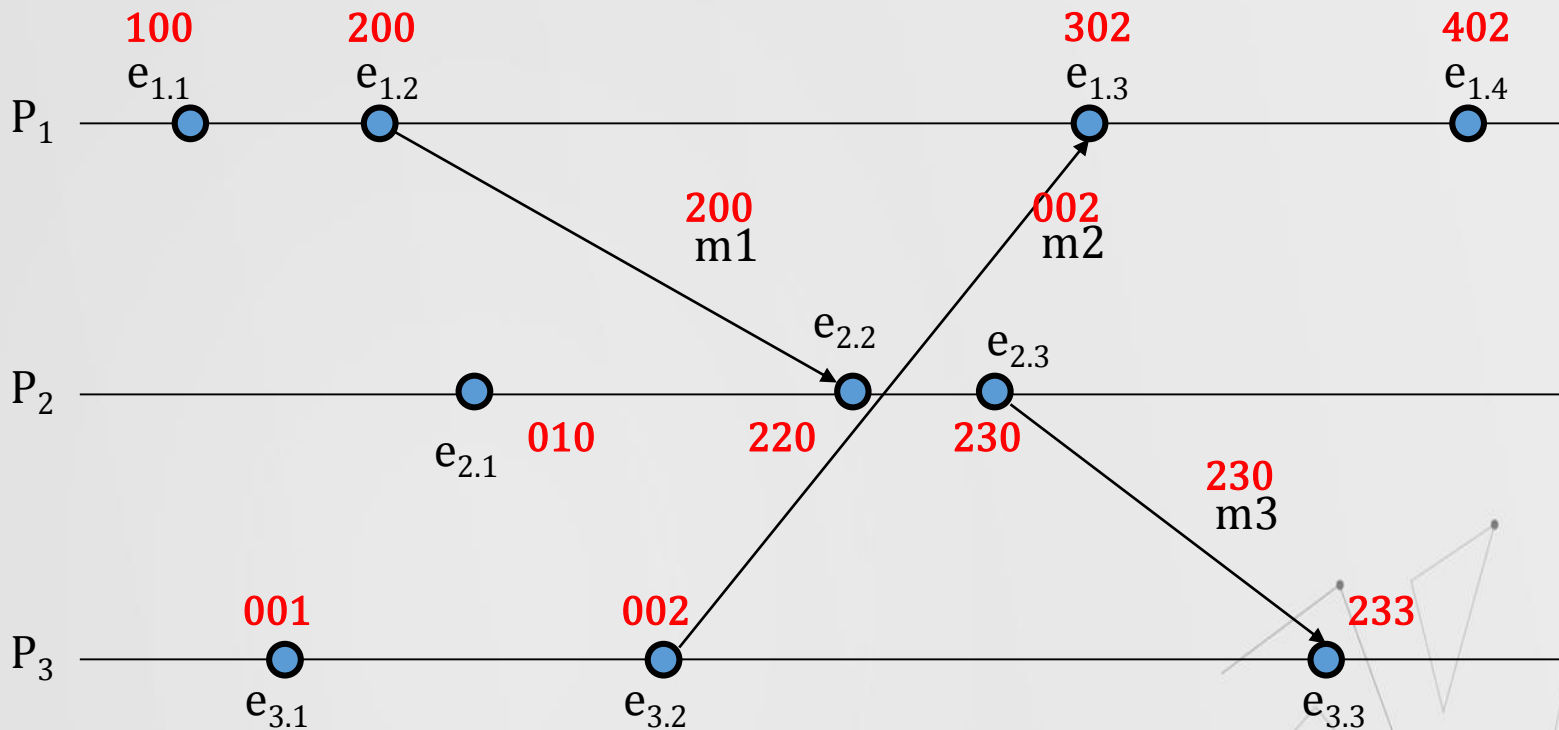
- $TSd[i]$: η χρονοσφραγίδα του τελευταίου γεγονότος της P_i που απομακρύνθηκε από την αποθήκη και προωθήθηκε/παραδόθηκε για επεξεργασία στο παραπάνω επίπεδο.
- Όταν ένα γεγονός $e_{i.x}$ απομακρυνθεί από την αποθήκη και προωθηθεί/παραδοθεί για επεξεργασία στο παραπάνω επίπεδο, ανανεώνεται το $TSd[i] = TS(e_{i.x})$.
- Πότε μπορεί να απομακρυνθεί e_i από την αποθήκη και να παραδοθεί στο επίπεδο παρακολούθησης;



Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (1)

- Ένα γεγονός $e_{i.x}$ μπορεί να παραδοθεί αν:
- $TS(e_{i.x})[i] = TSd[i][i] + 1$
- $\forall j \neq i : TS(e_{i.x})[j] \leq TSd[j][j] + 1$
- Αν ισχύουν οι παραπάνω συνθήκες, σίγουρα δεν υπάρχει e' (στην αποθήκη ή καθοδόν) με $e' \mapsto e_{i.x}$.
- Αν δεν ισχύουν οι παραπάνω συνθήκες, σίγουρα υπάρχει e' (στην αποθήκη ή καθοδόν) με $e' \mapsto e_{i.x}$.
- Ο έλεγχος γίνεται με βάση τα $TS(e_{i.x})$ και $TSd[\quad]$.
- Δεν χρειάζεται να ελέγξουμε την υπόλοιπη αποθήκη!
- Δεν χρειάζεται να περιμένουμε για άλλες ειδοποιήσεις που πιθανώς να βρίσκονται καθοδόν!

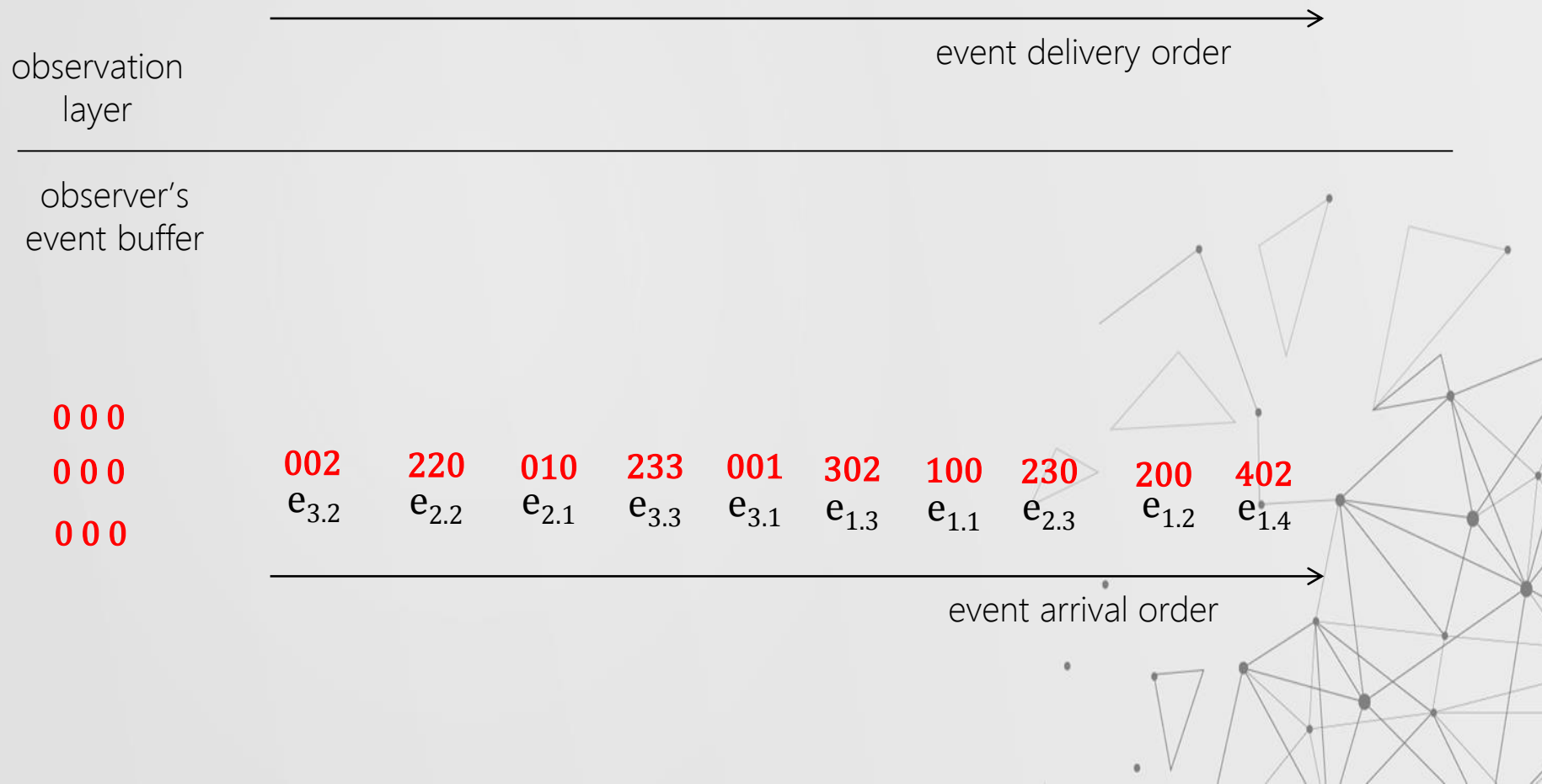
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (2)



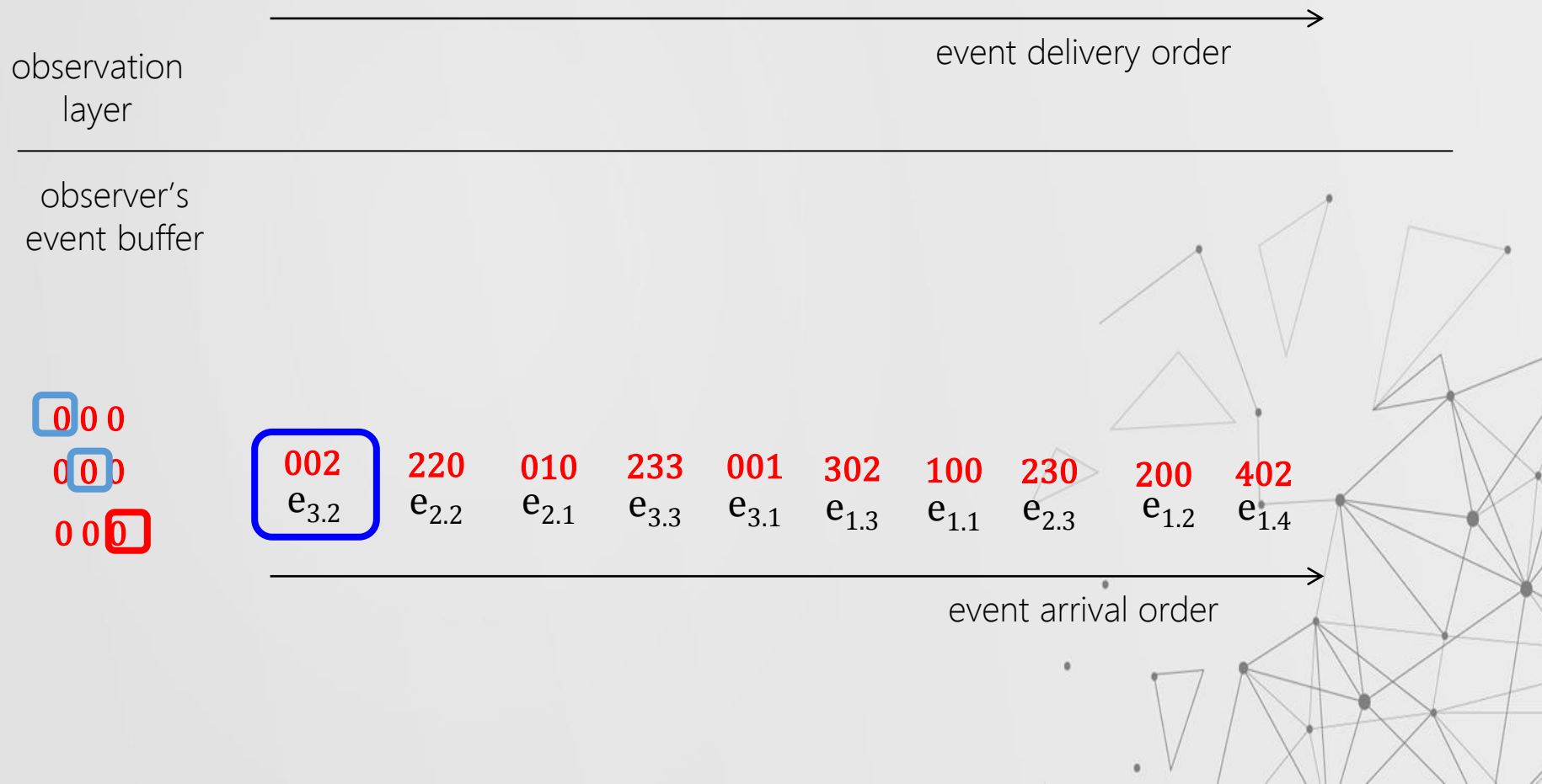
302 $e_{1.3}$ 100 $e_{1.1}$ 220 $e_{2.2}$ 001 $e_{3.1}$ 402 $e_{1.4}$...

(τυχαία) σειρά
παραλαβής
ειδοποιήσεων

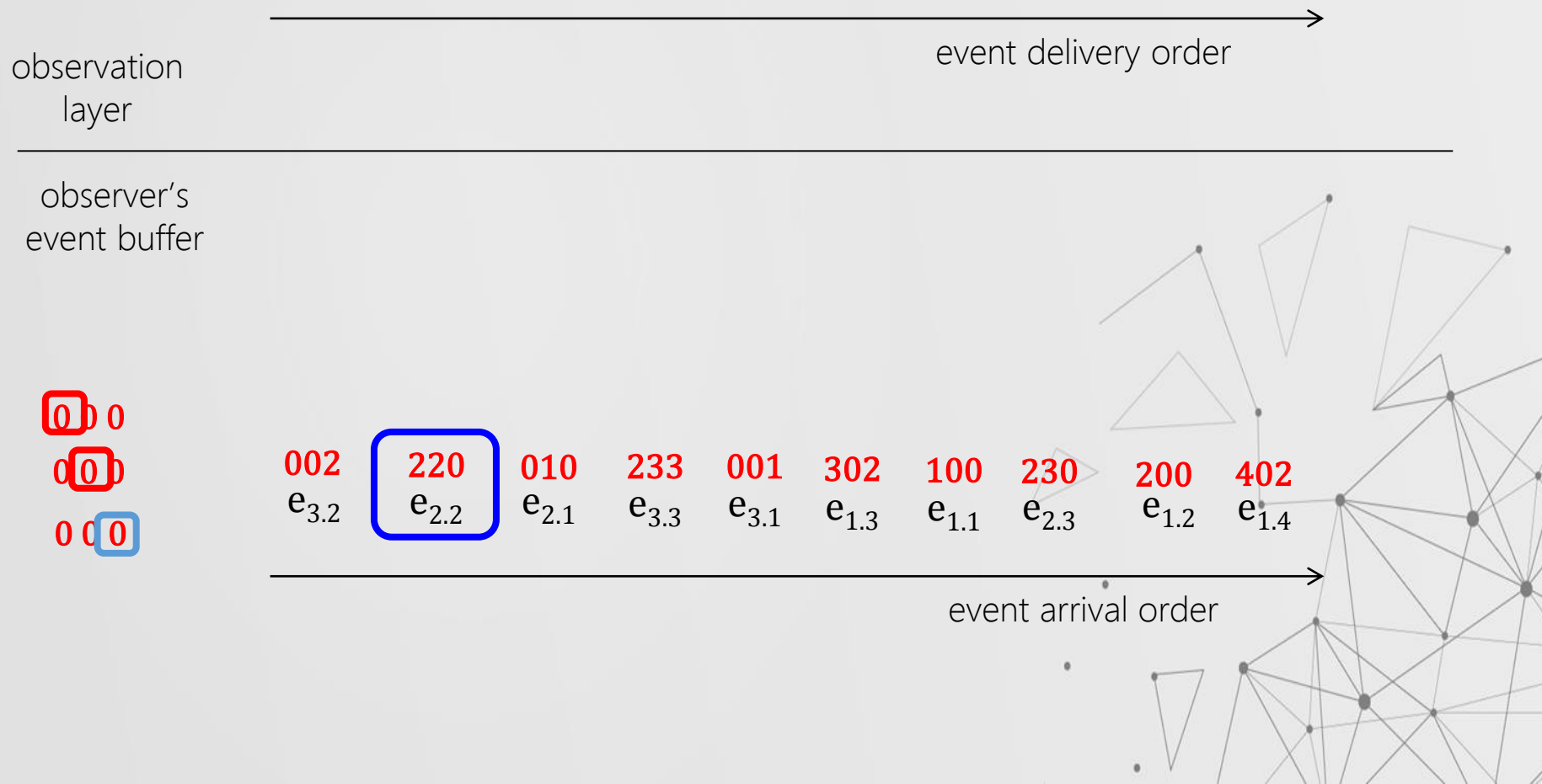
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (3)



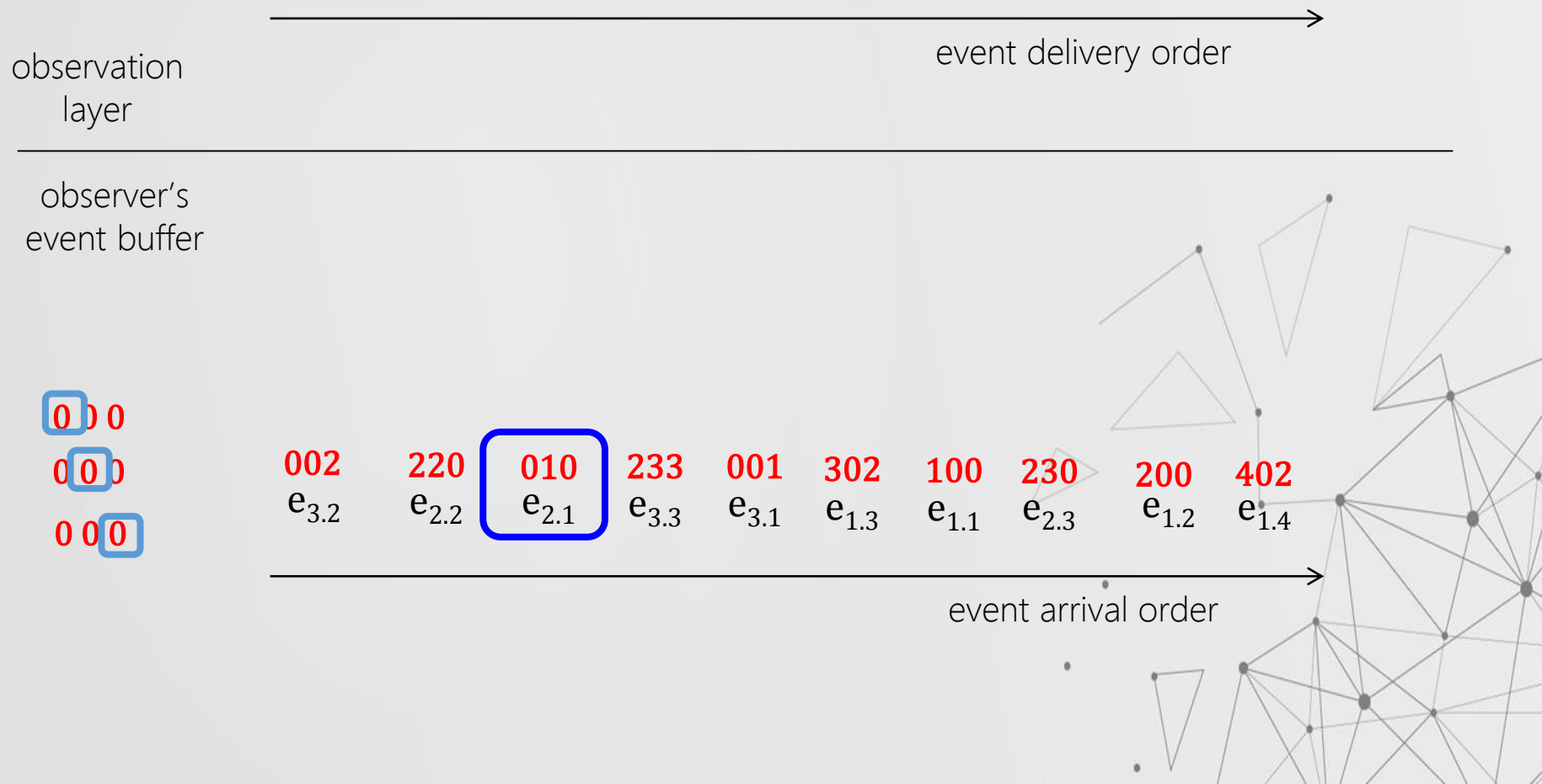
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (4)



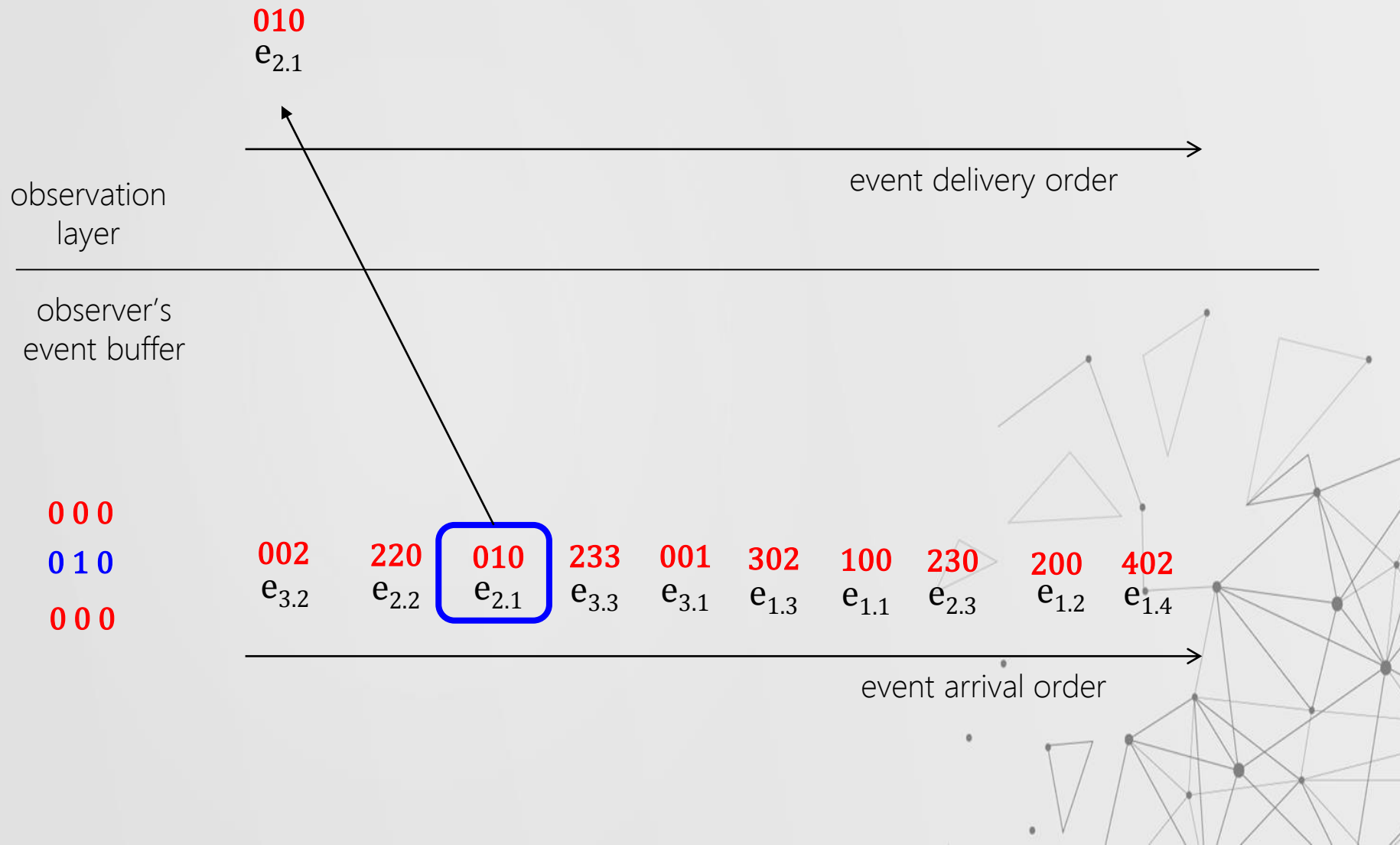
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (5)



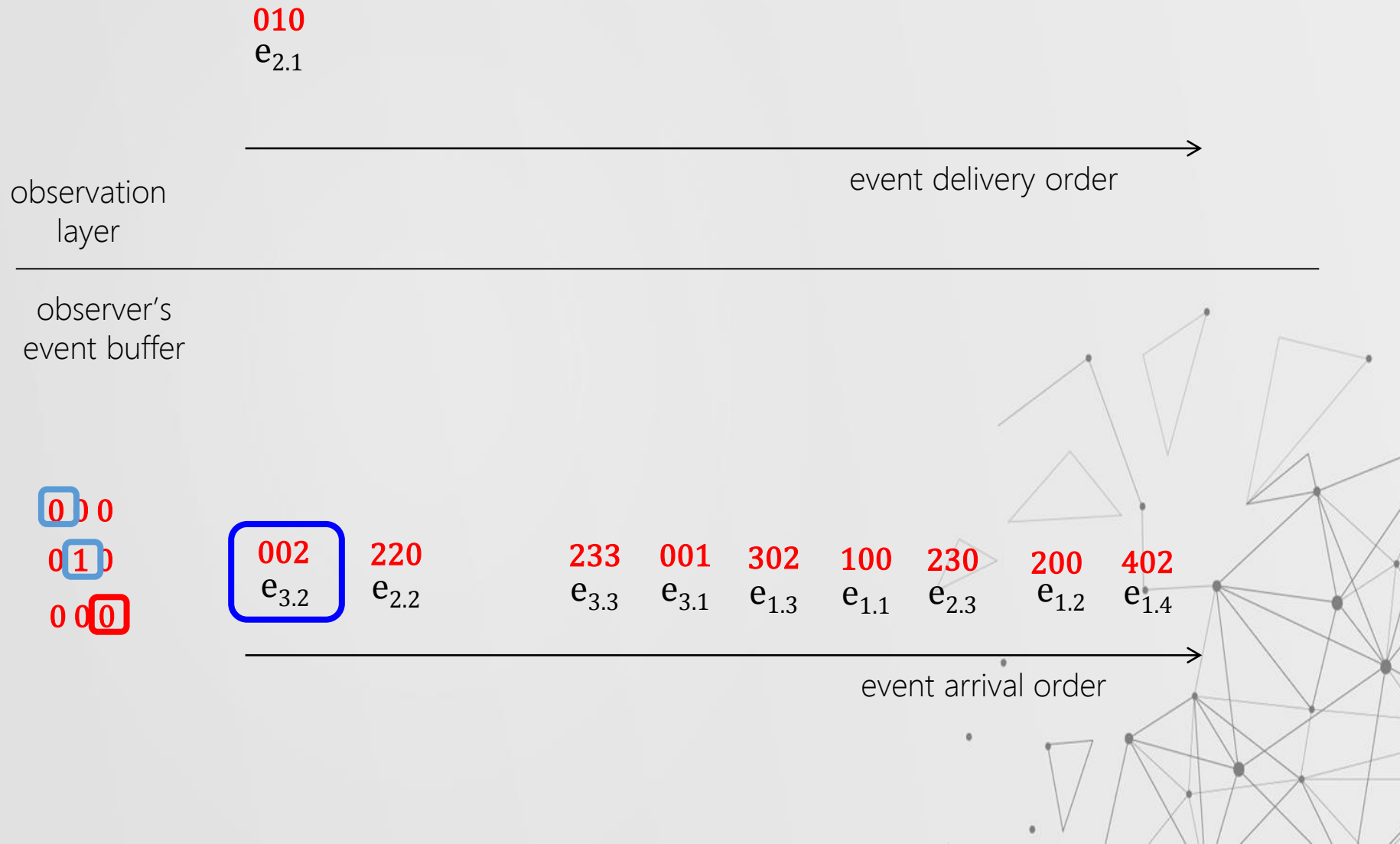
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (6)



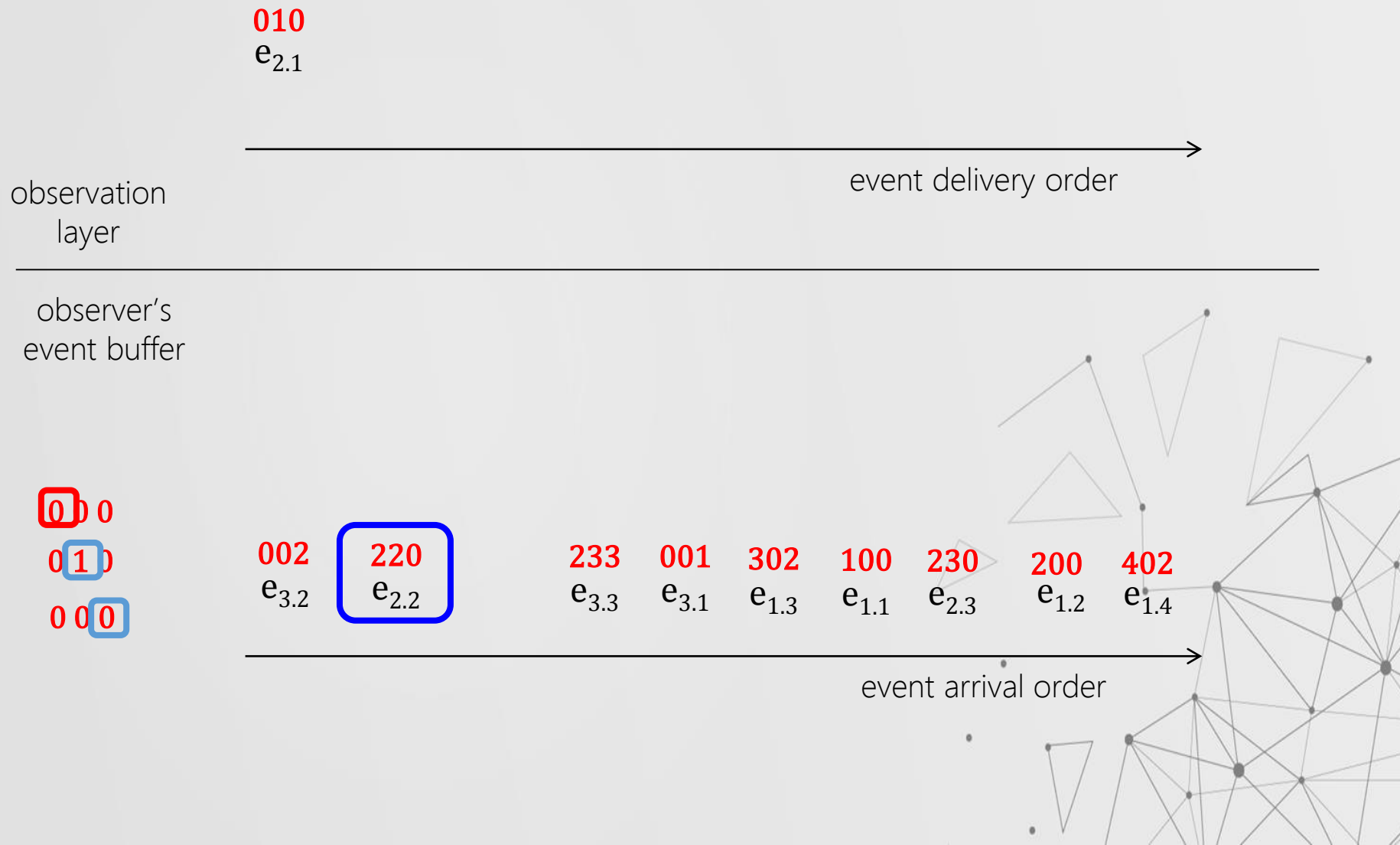
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (7)



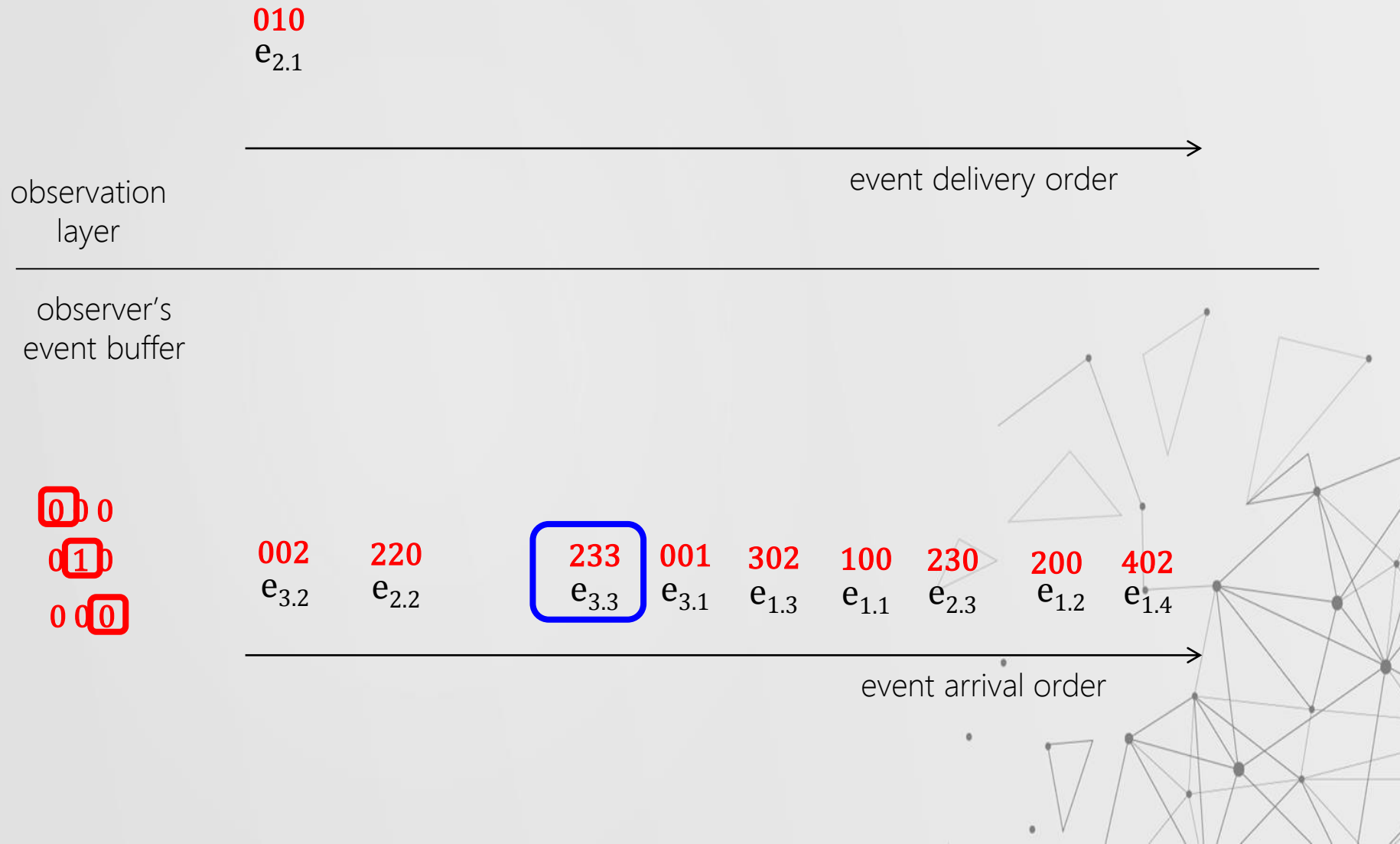
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (8)



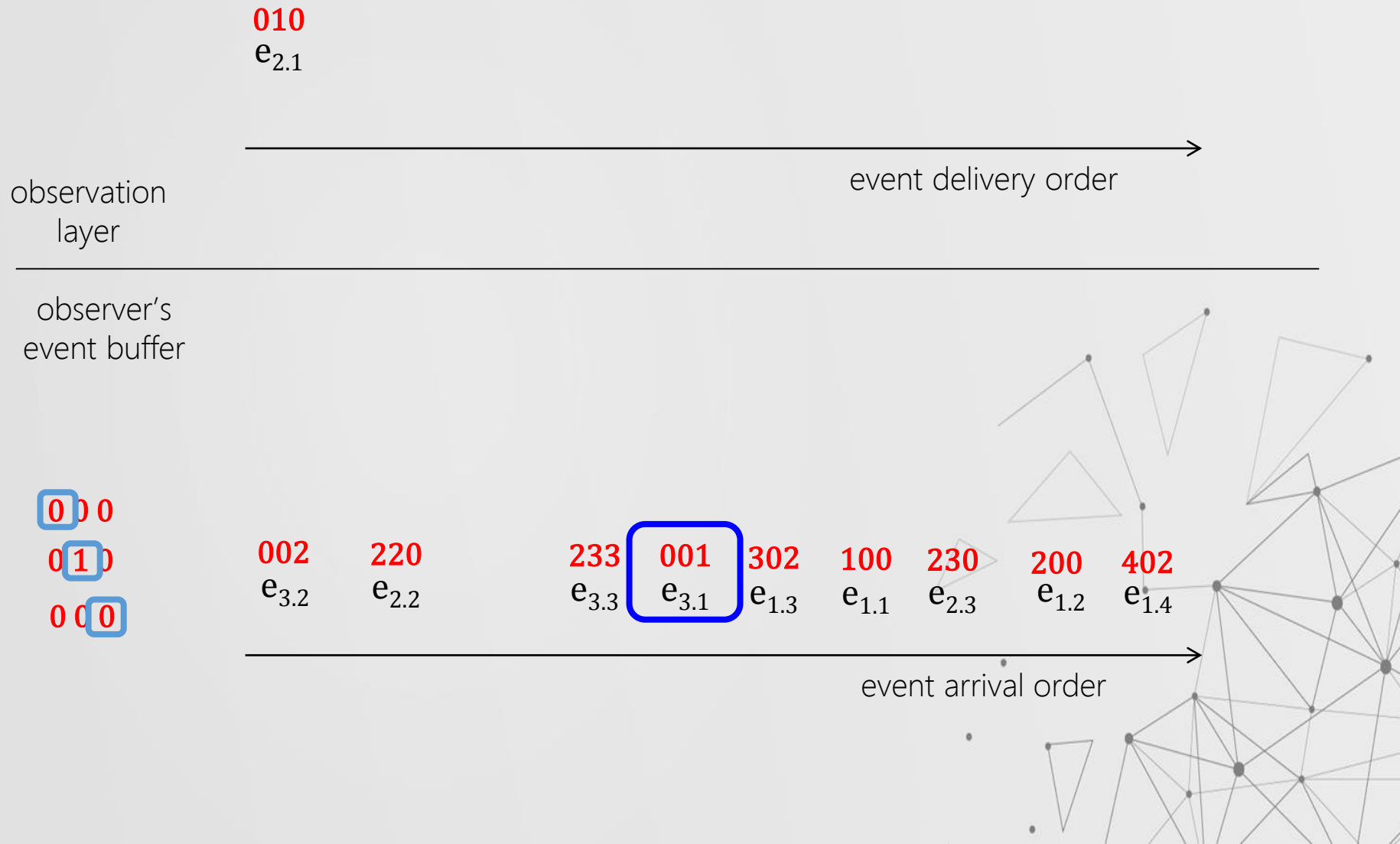
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (9)



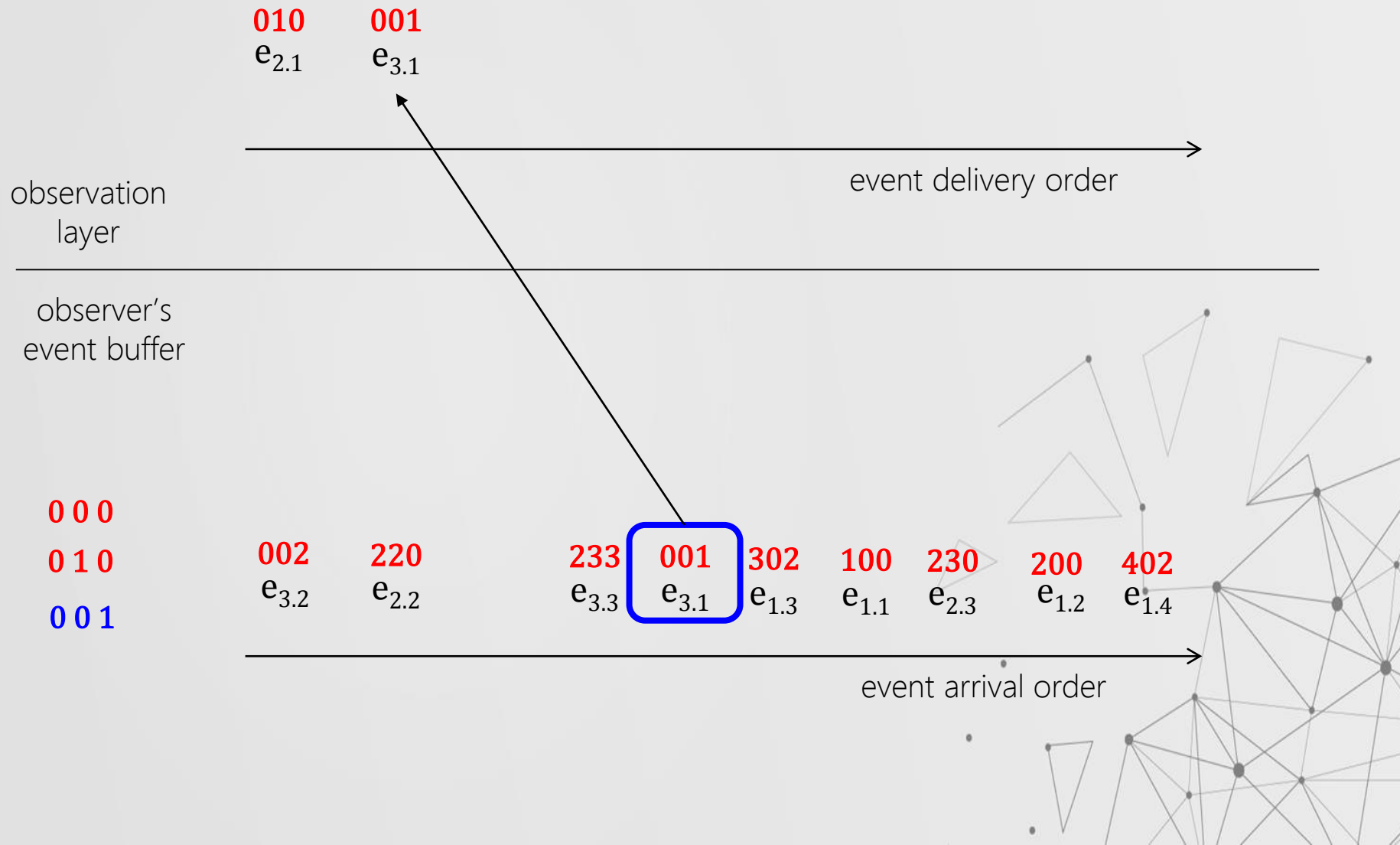
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (10)



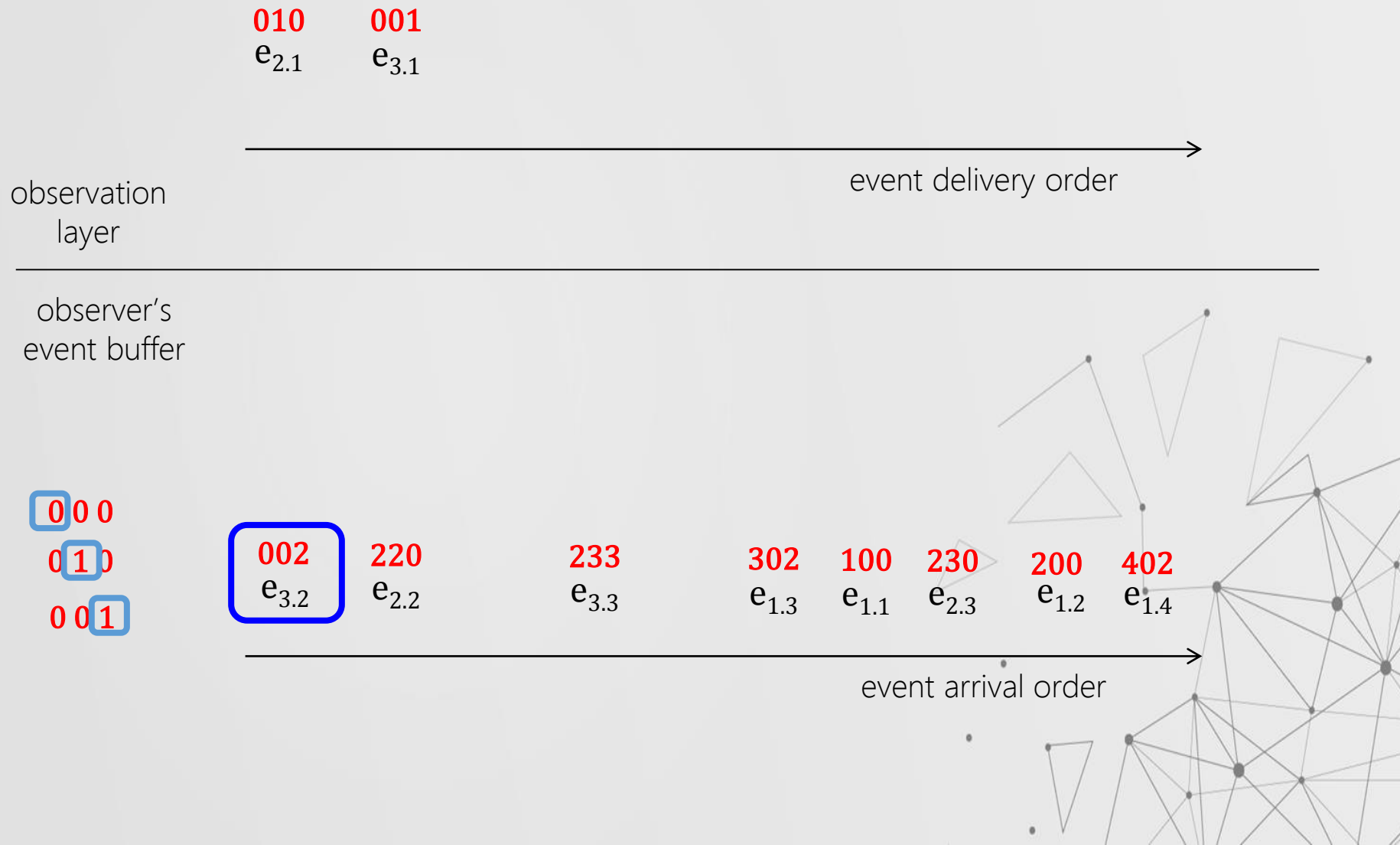
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (11)



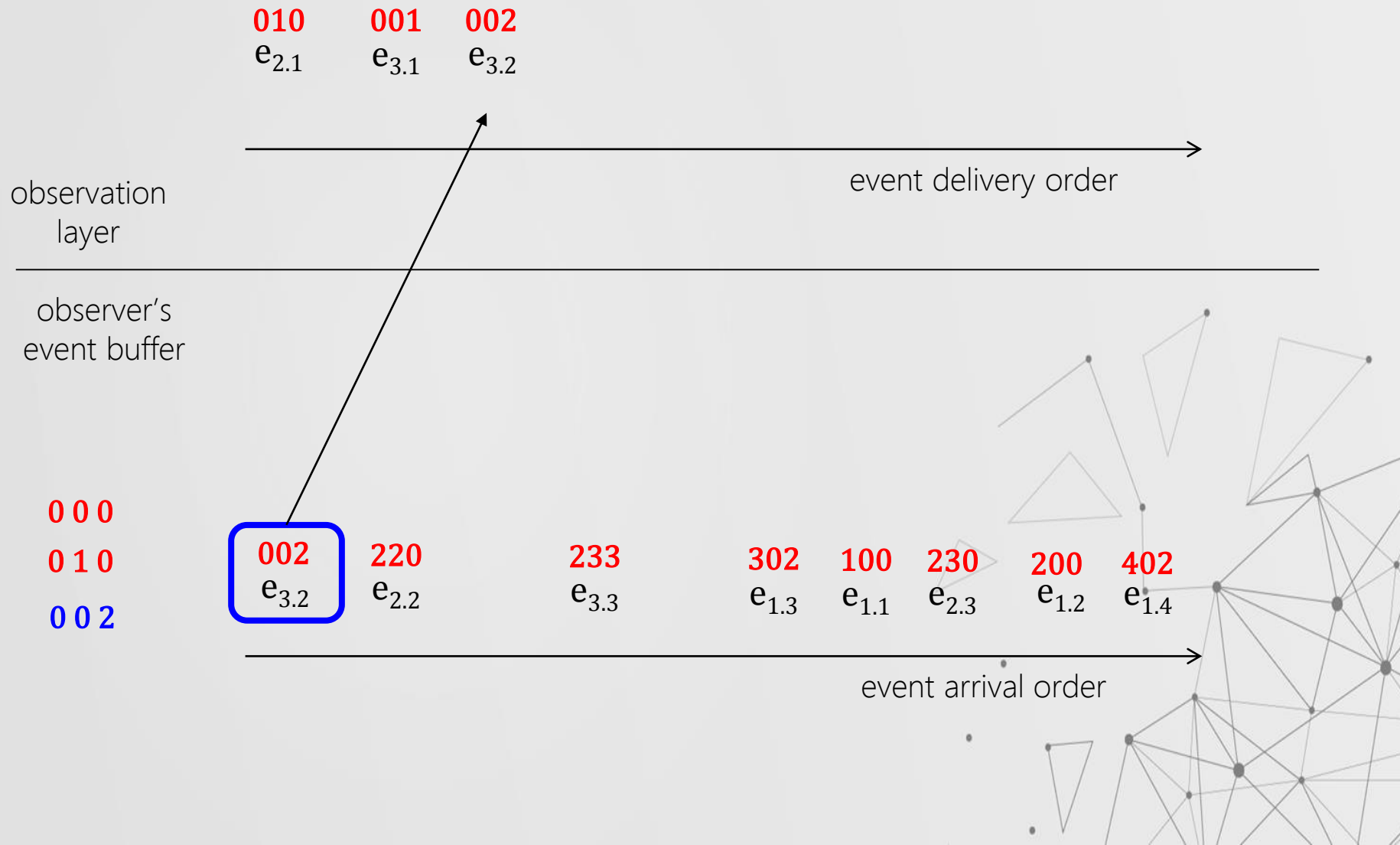
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (12)



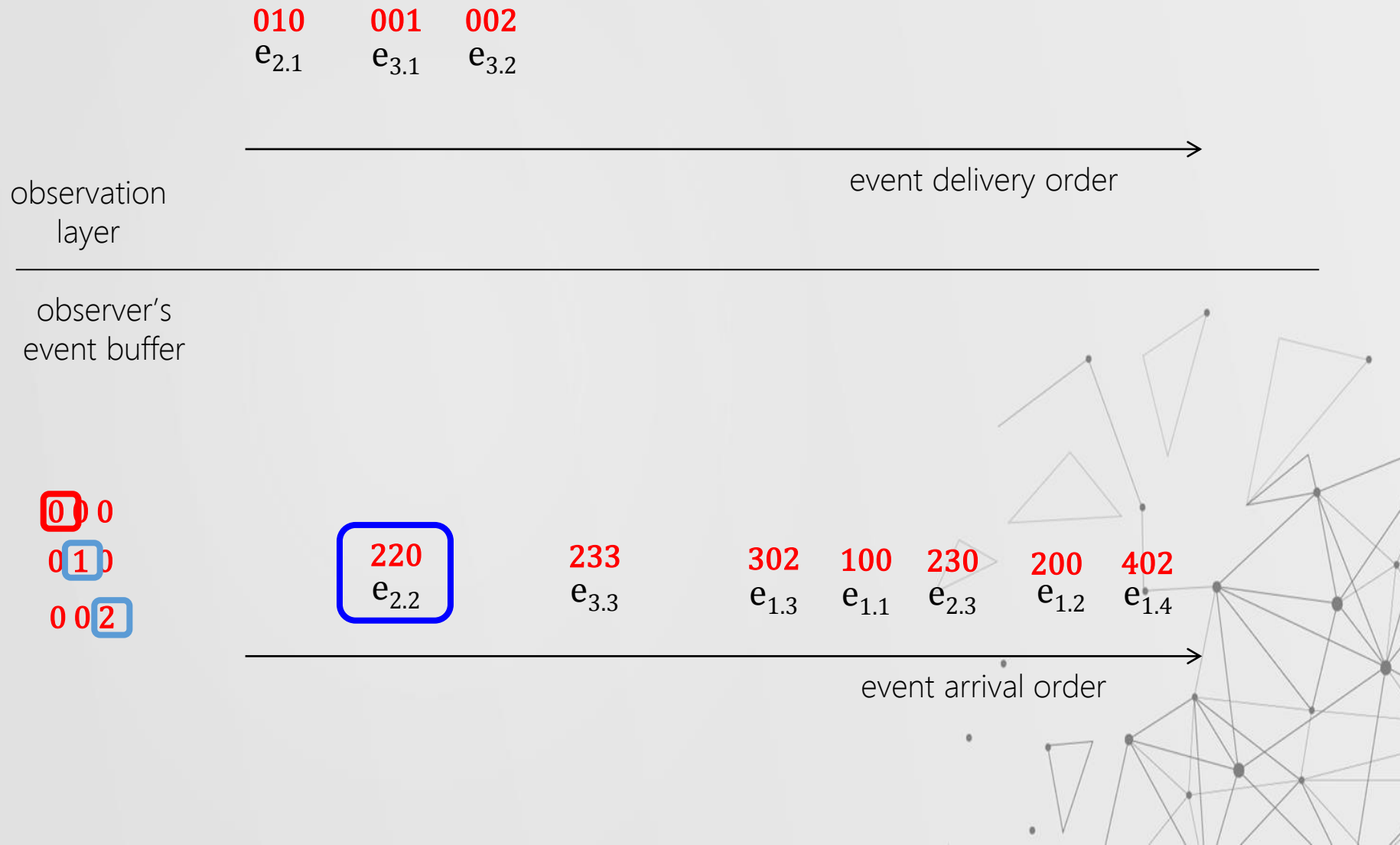
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (13)



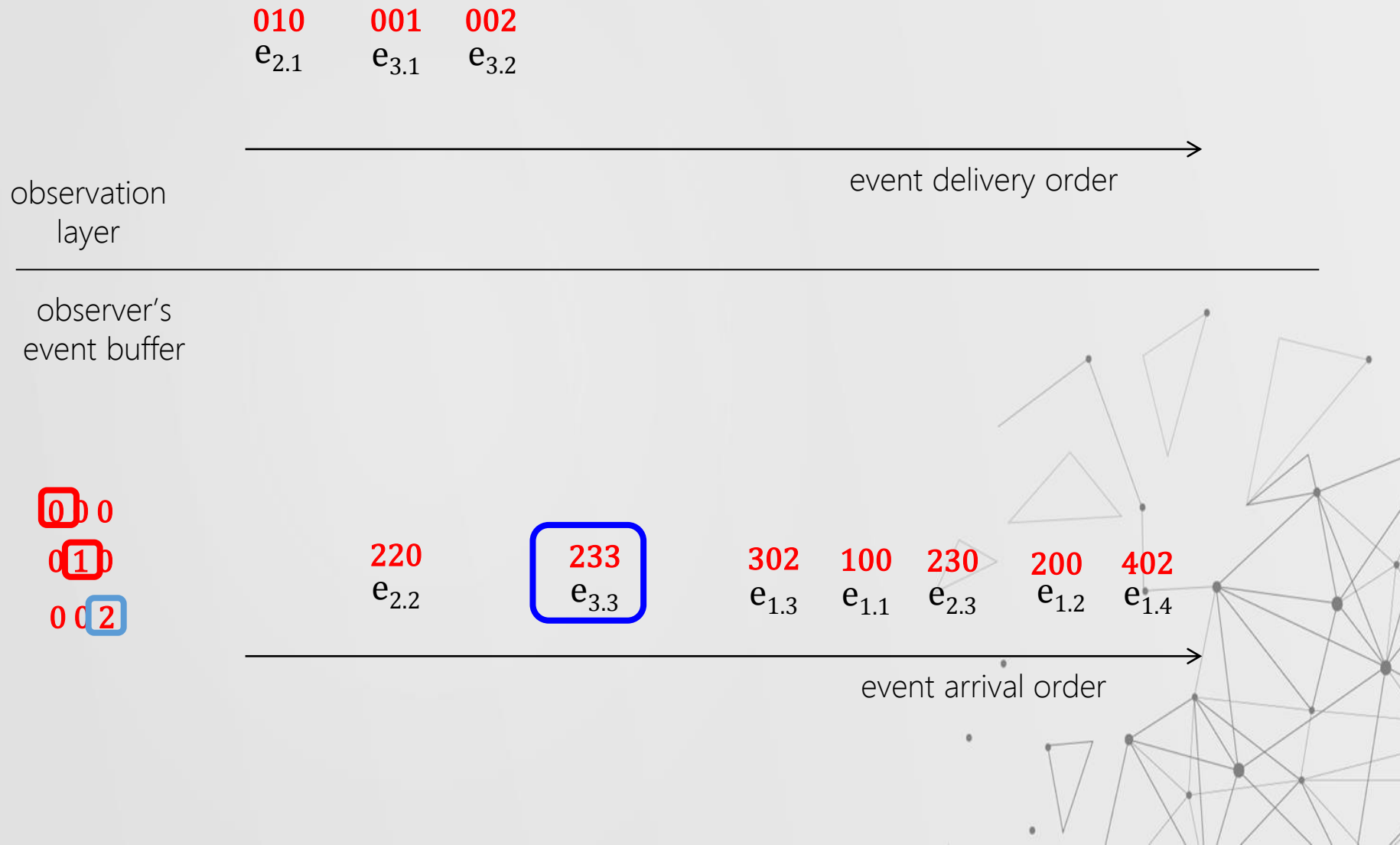
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (14)



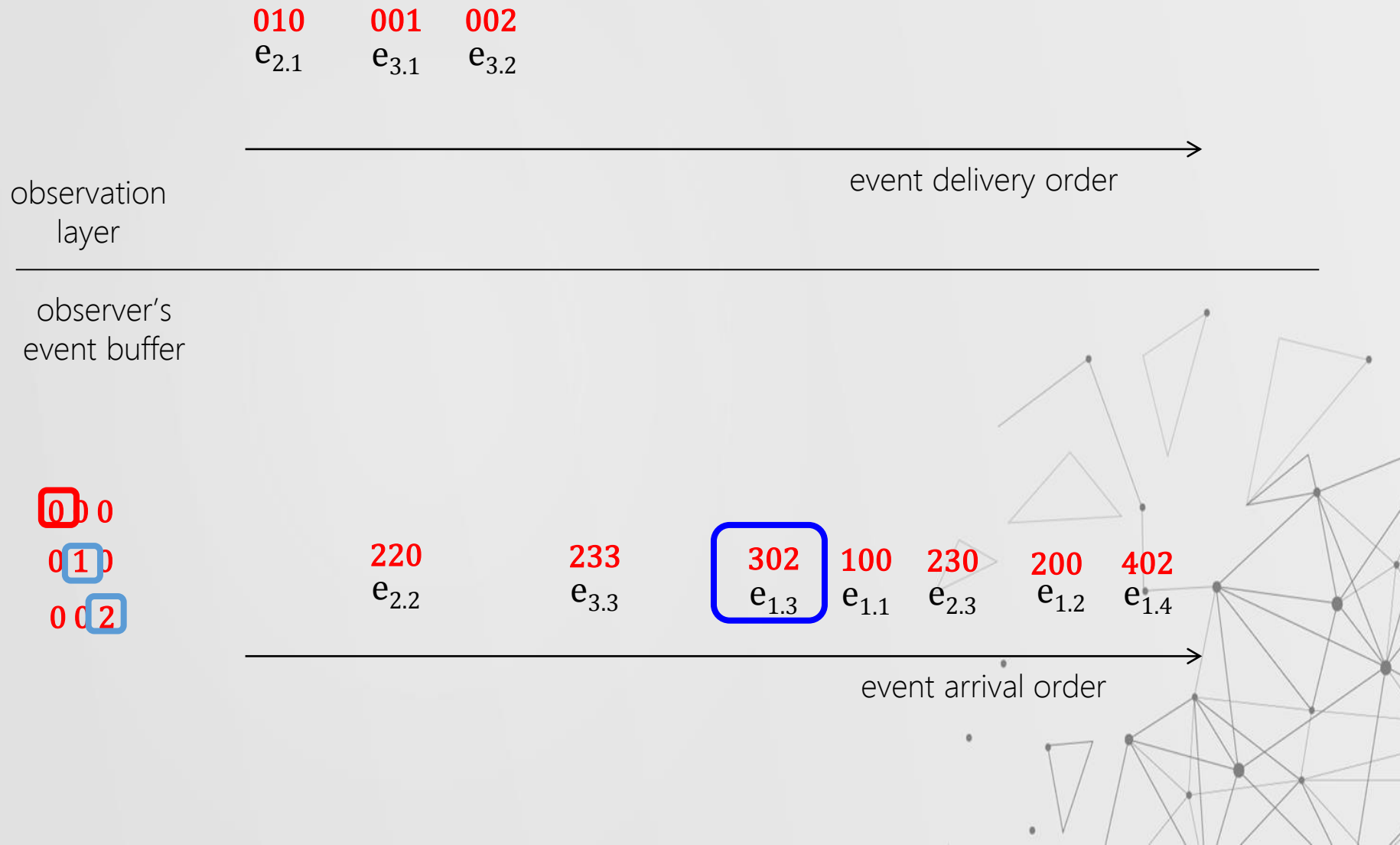
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (15)



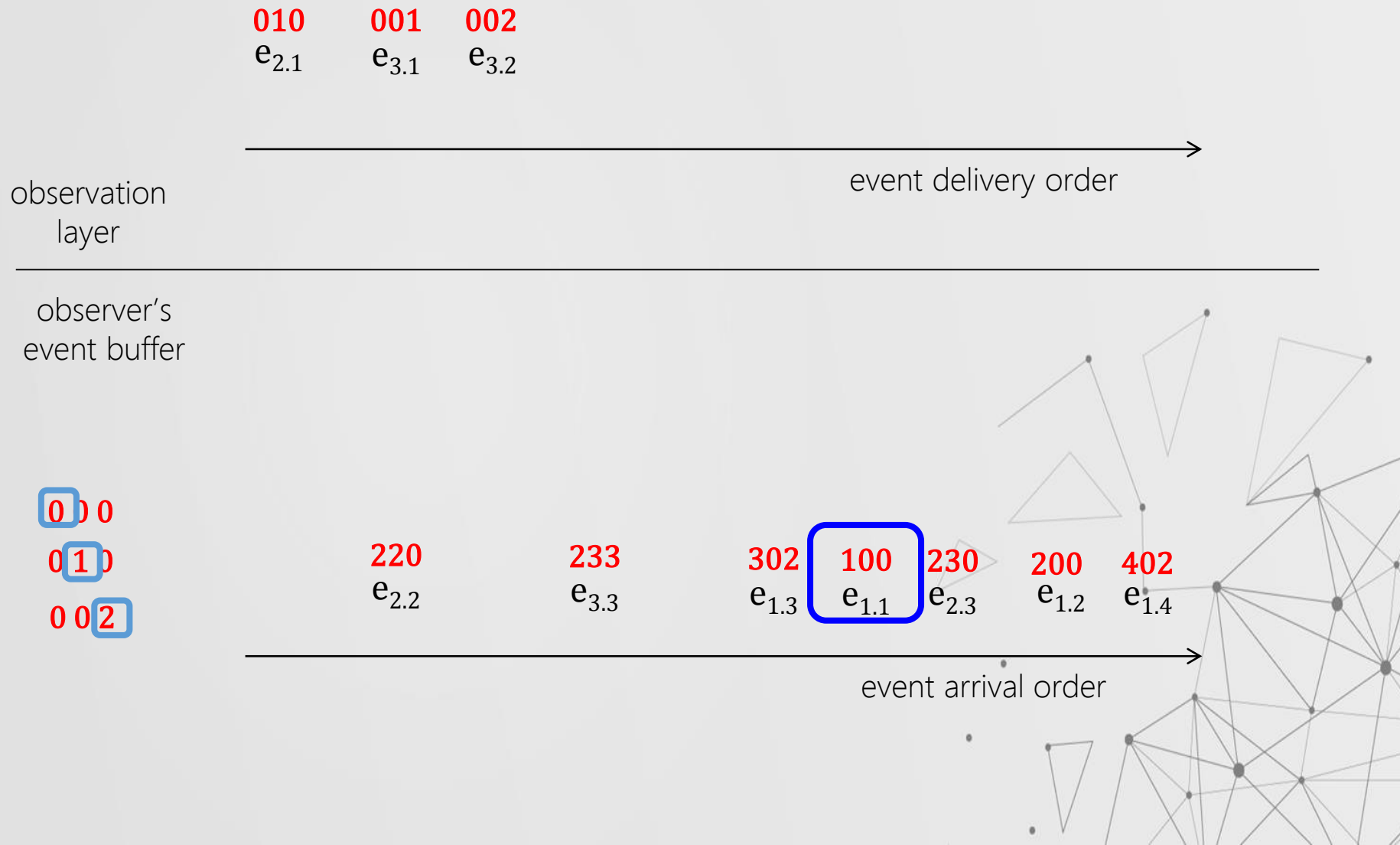
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (16)



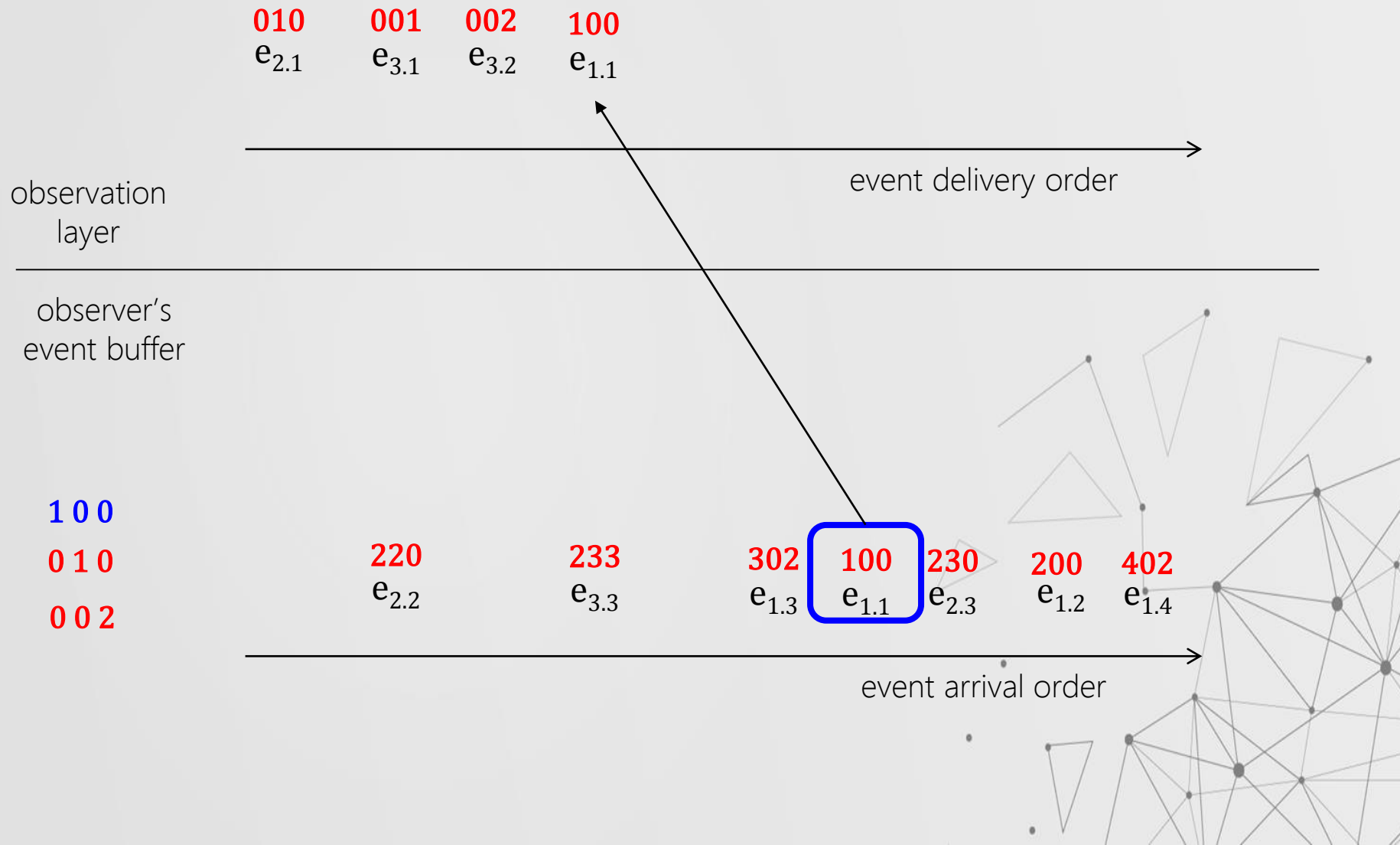
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (17)



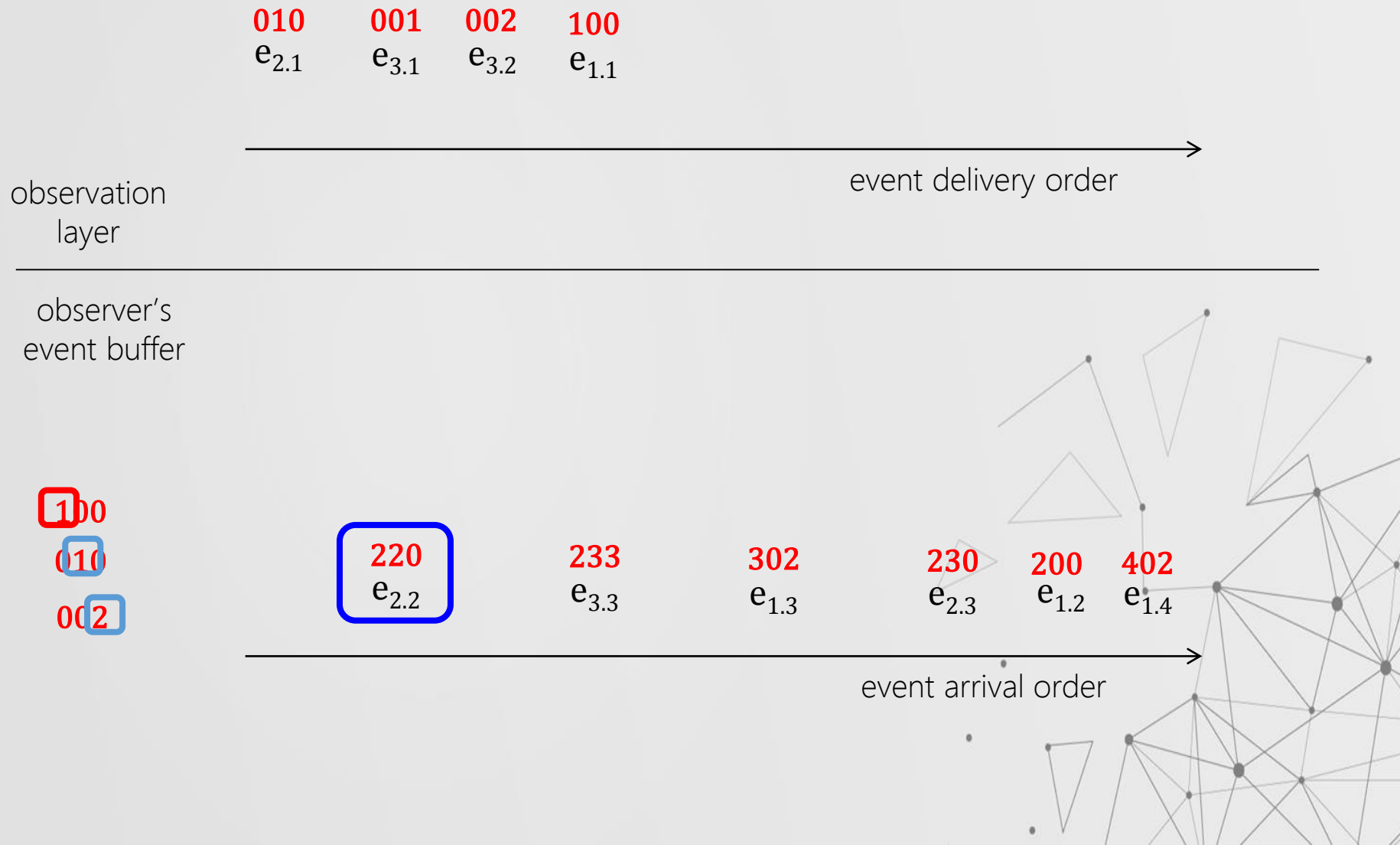
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (18)



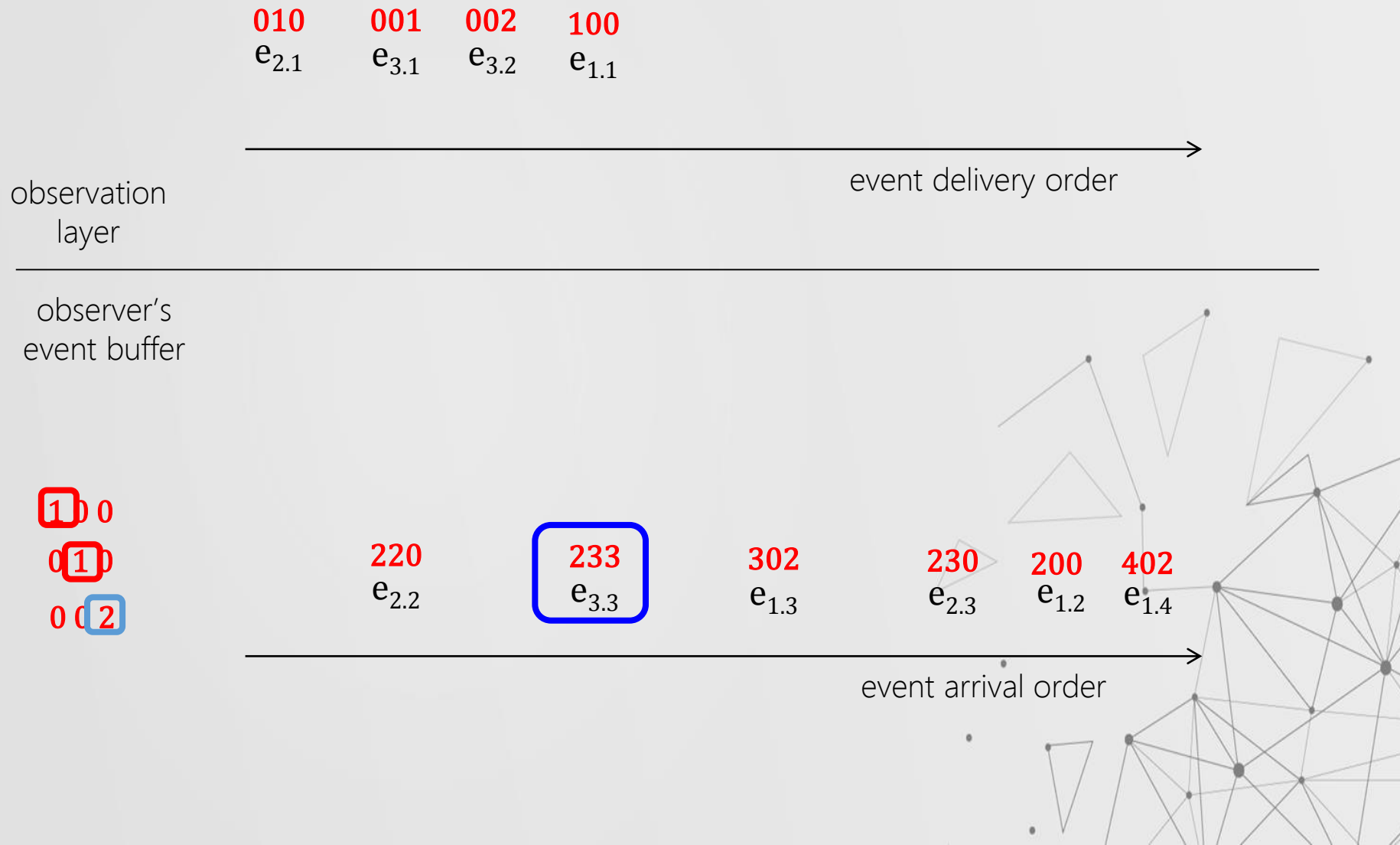
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (19)



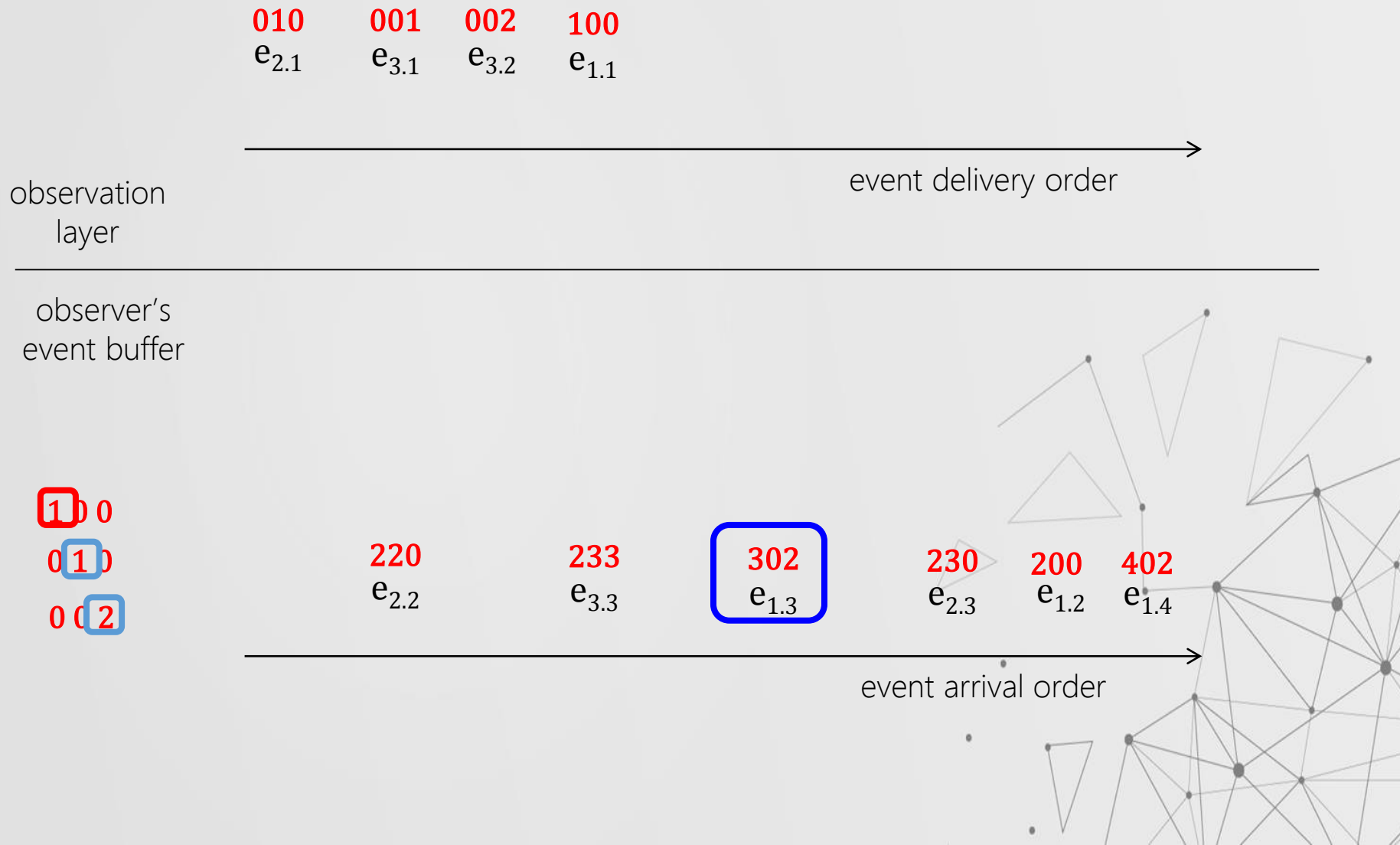
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (20)



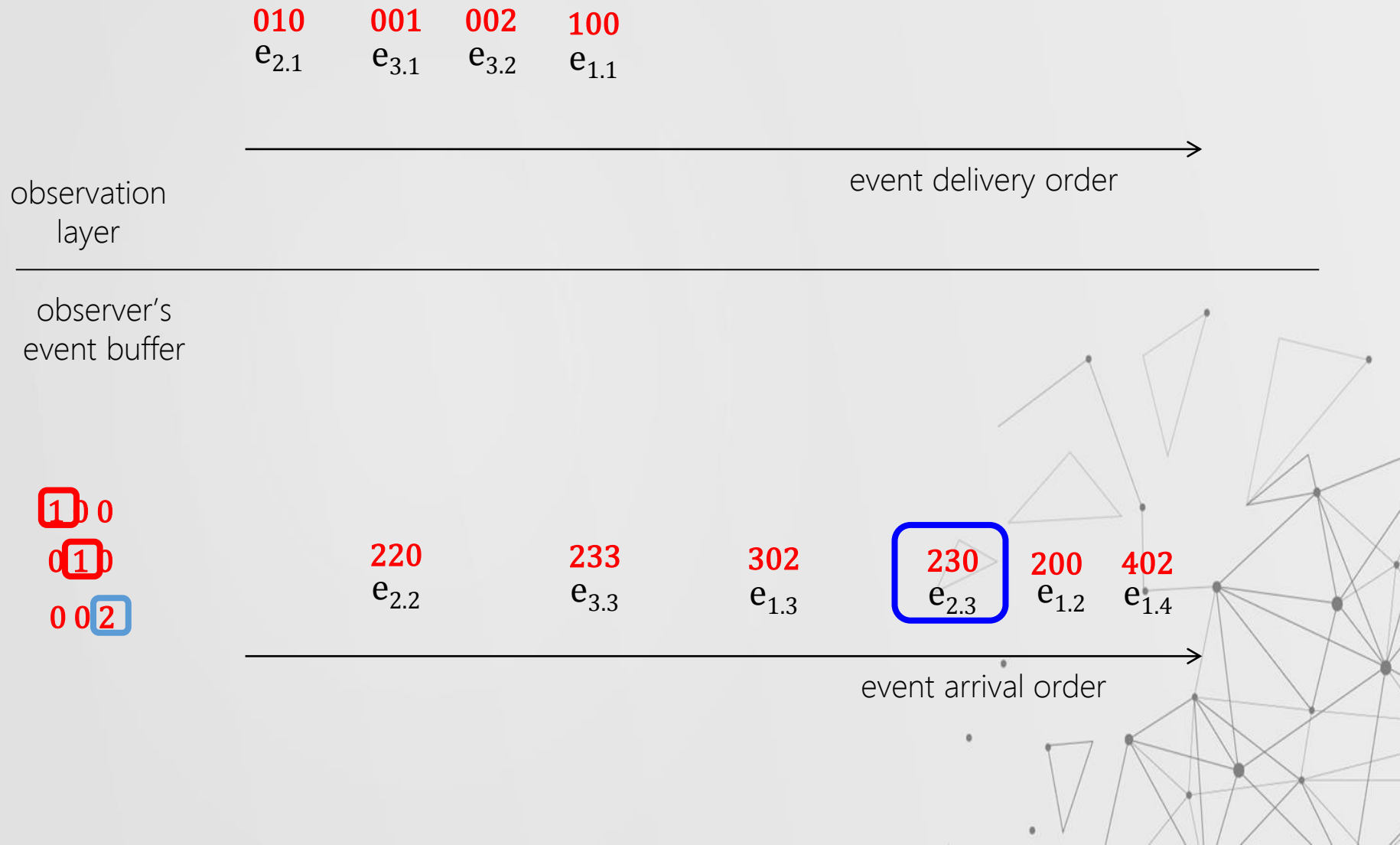
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (21)



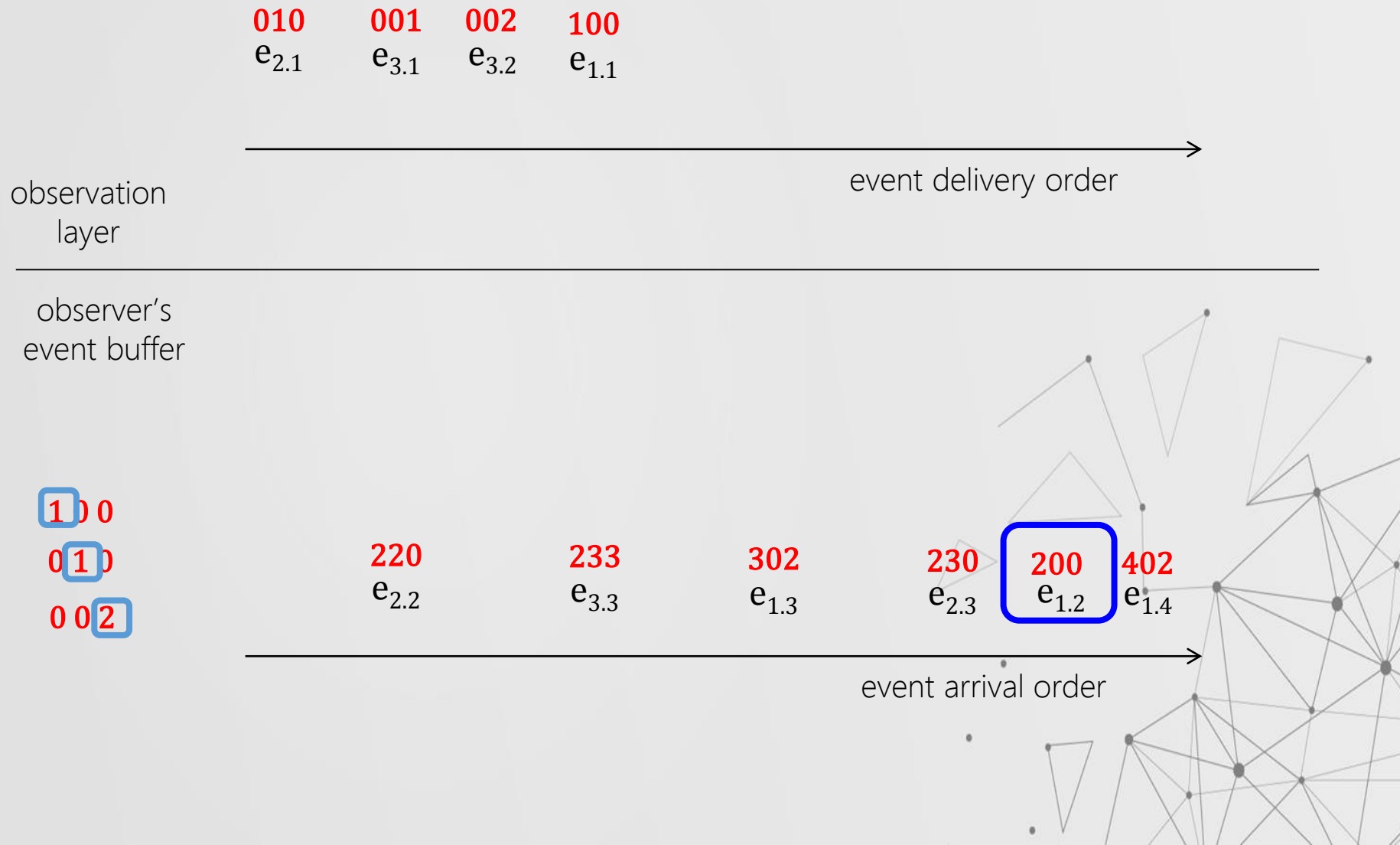
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (22)



Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (23)



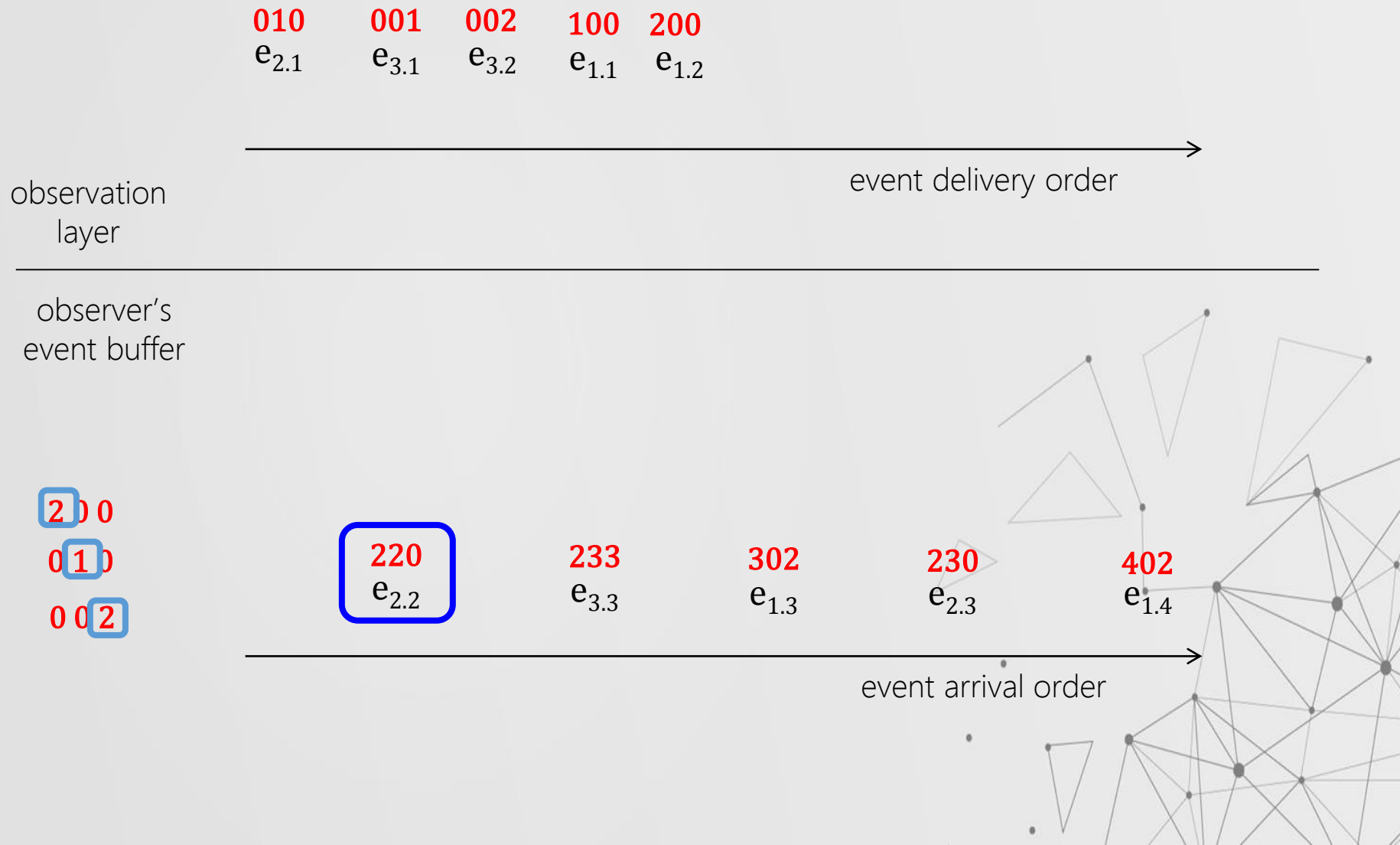
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (24)



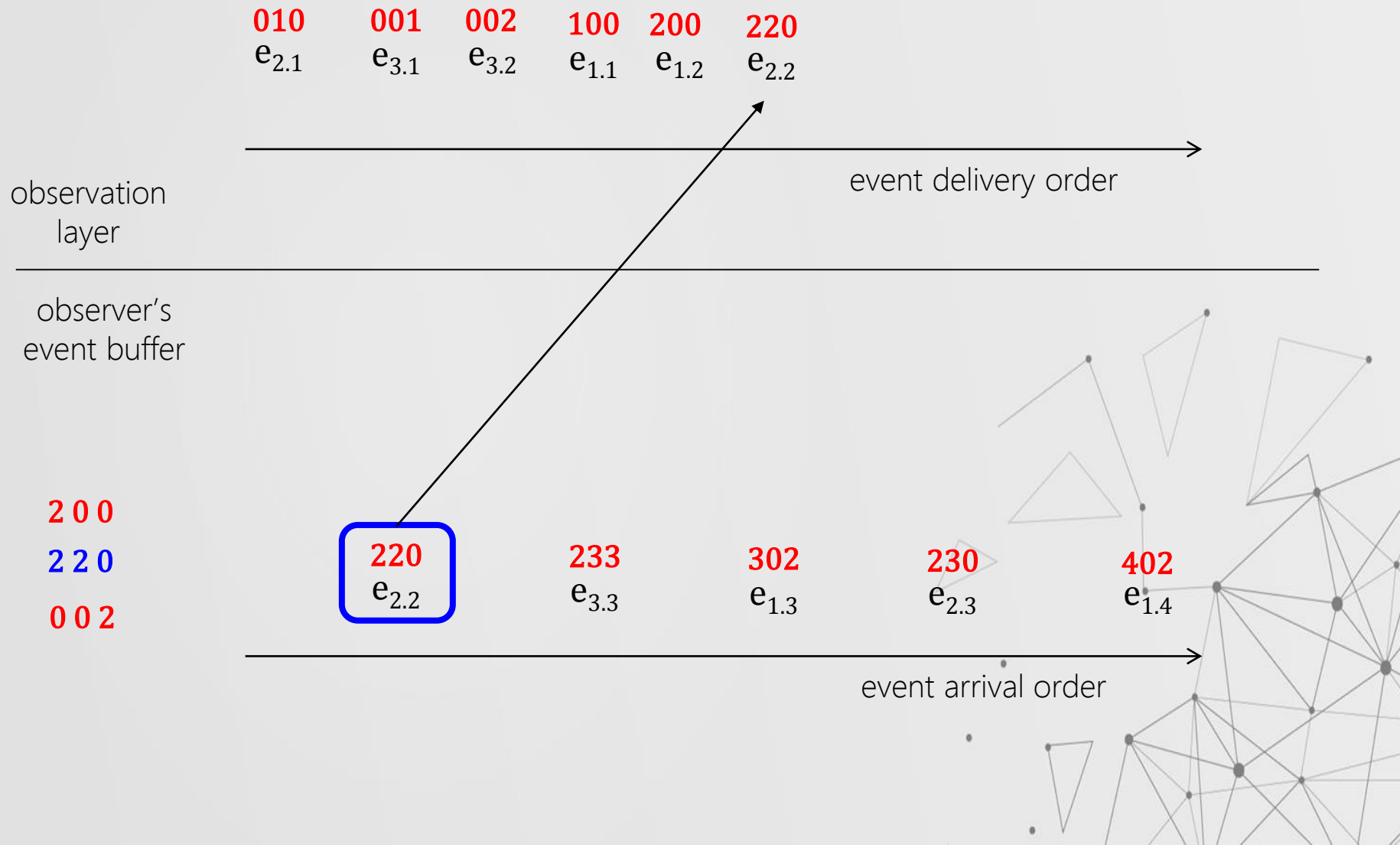
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (25)



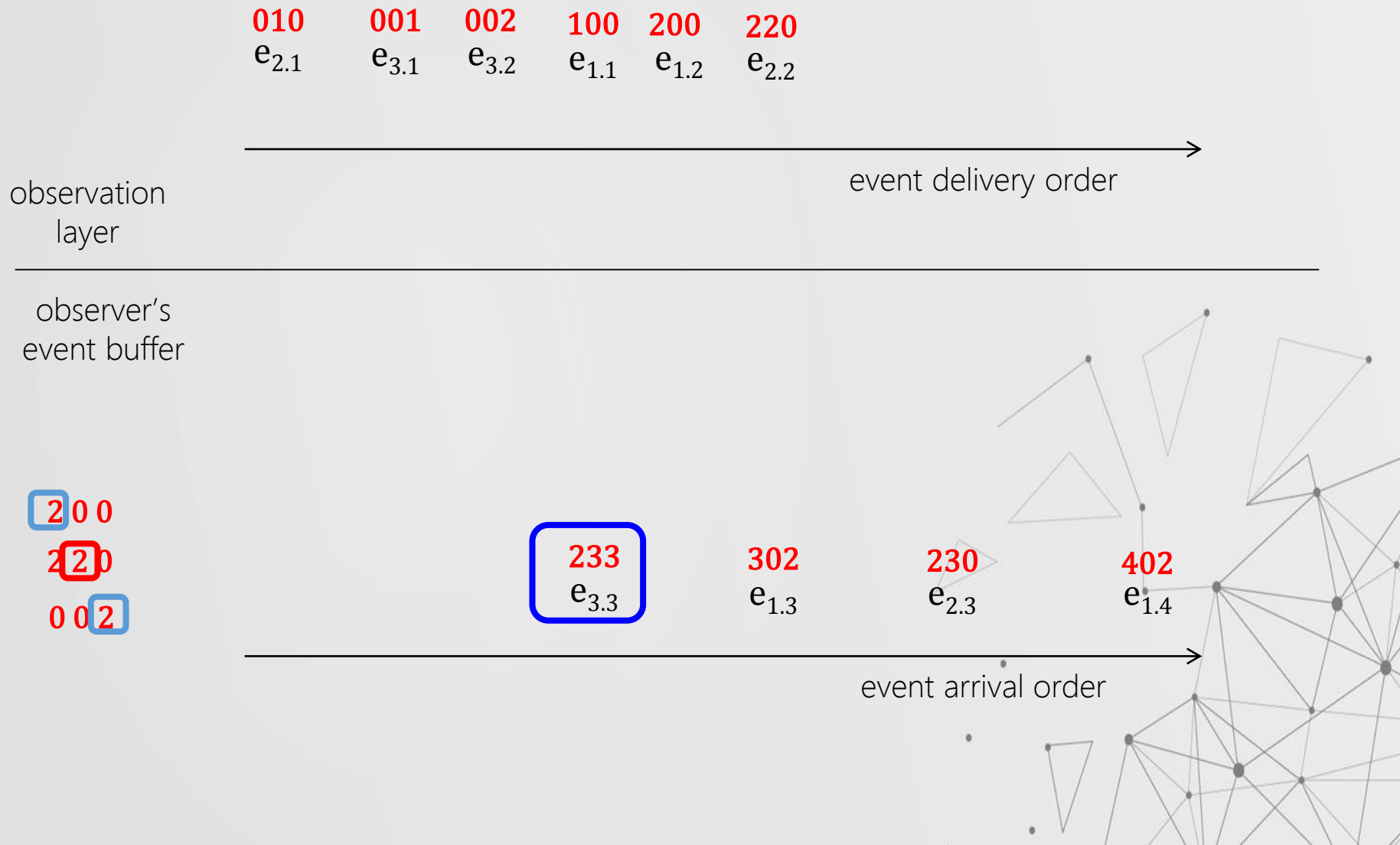
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (26)



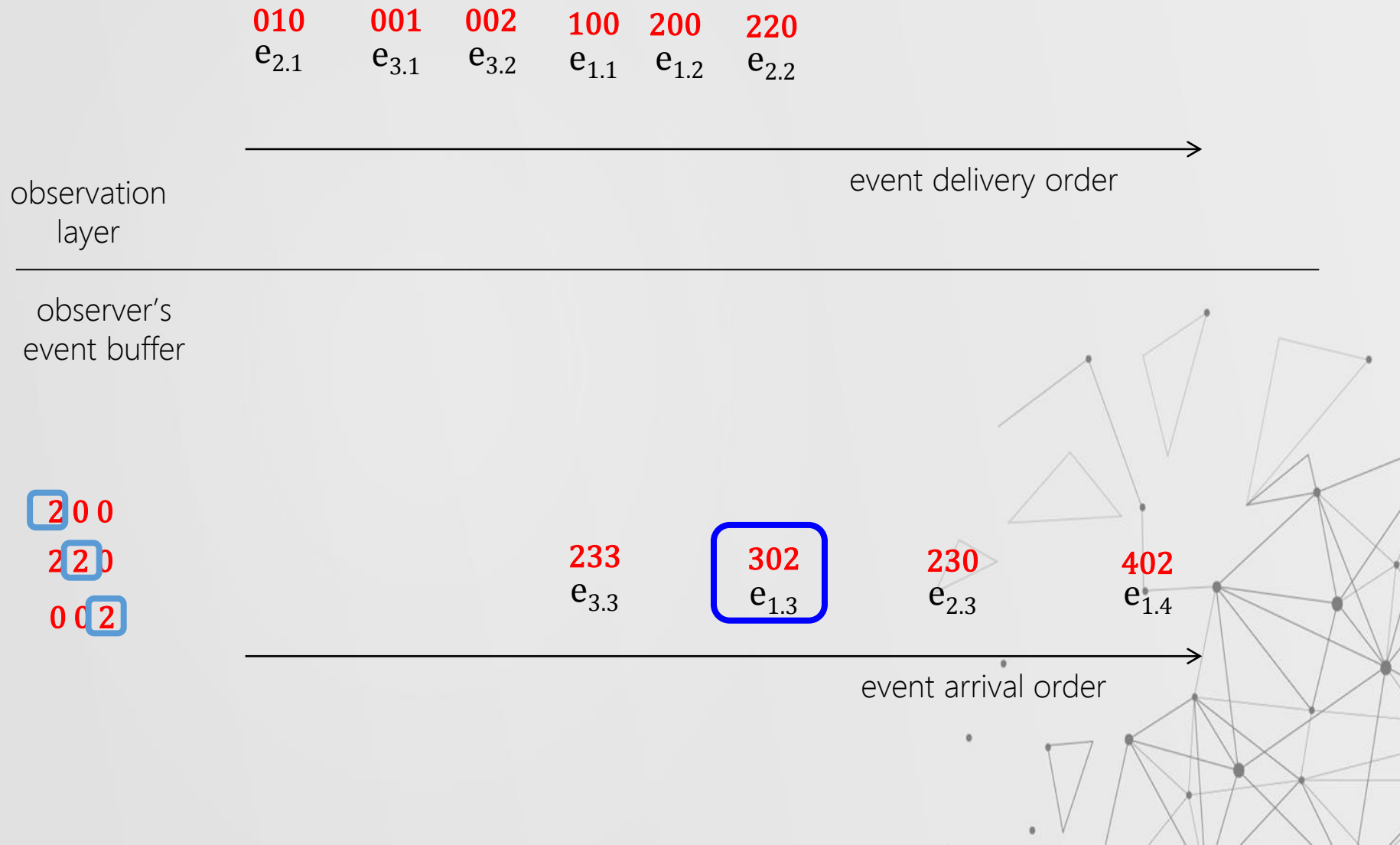
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (27)



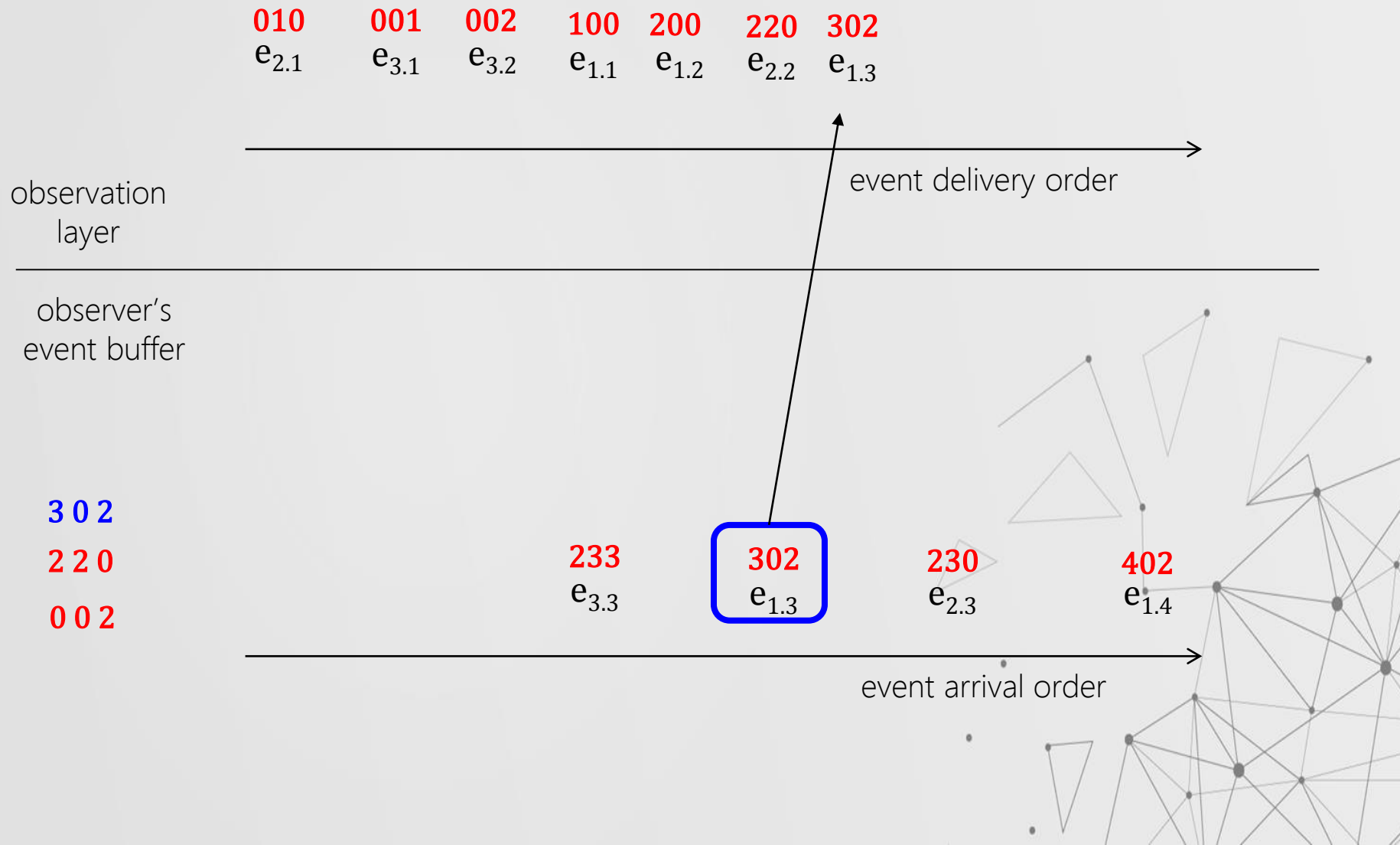
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (28)



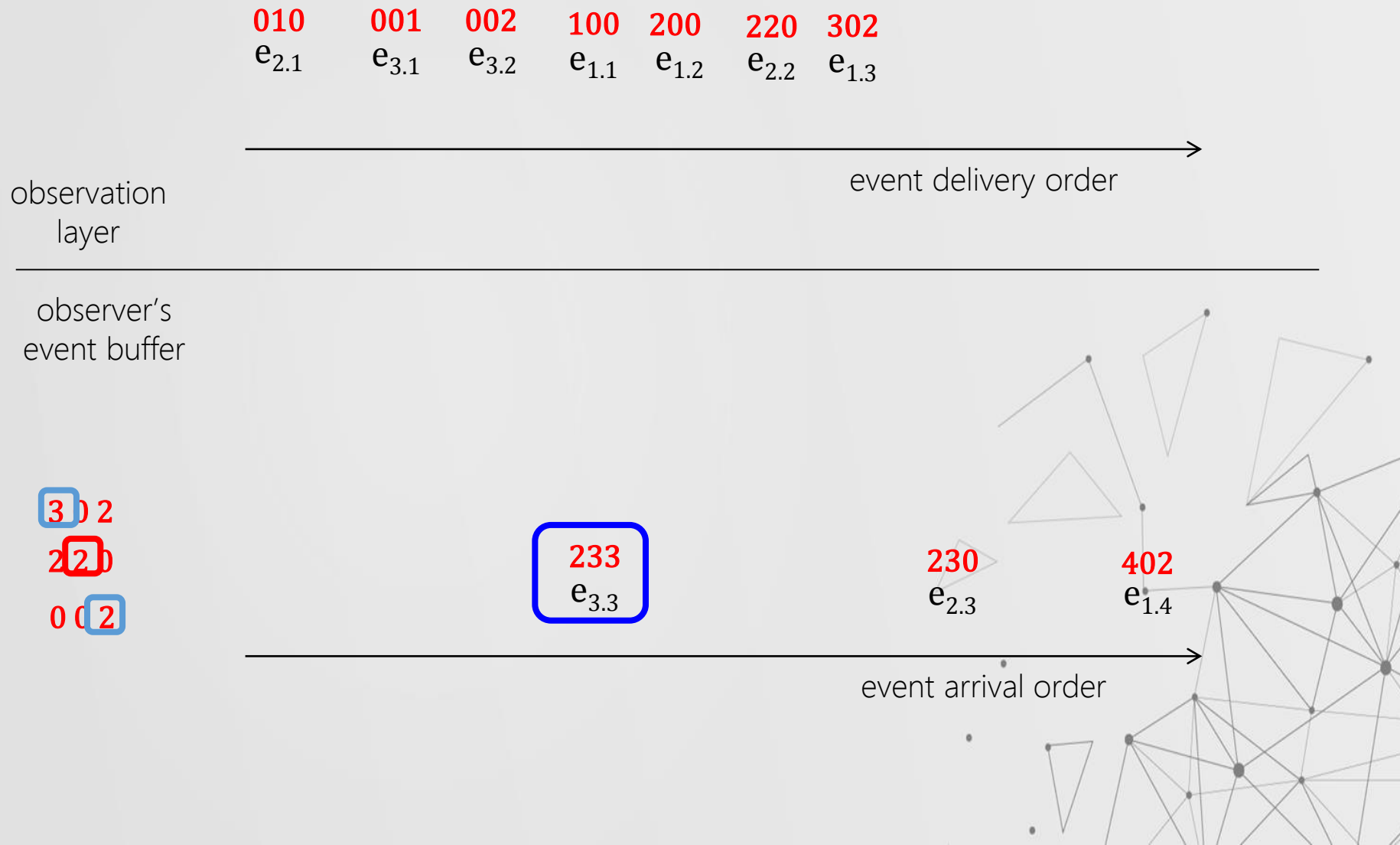
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (29)



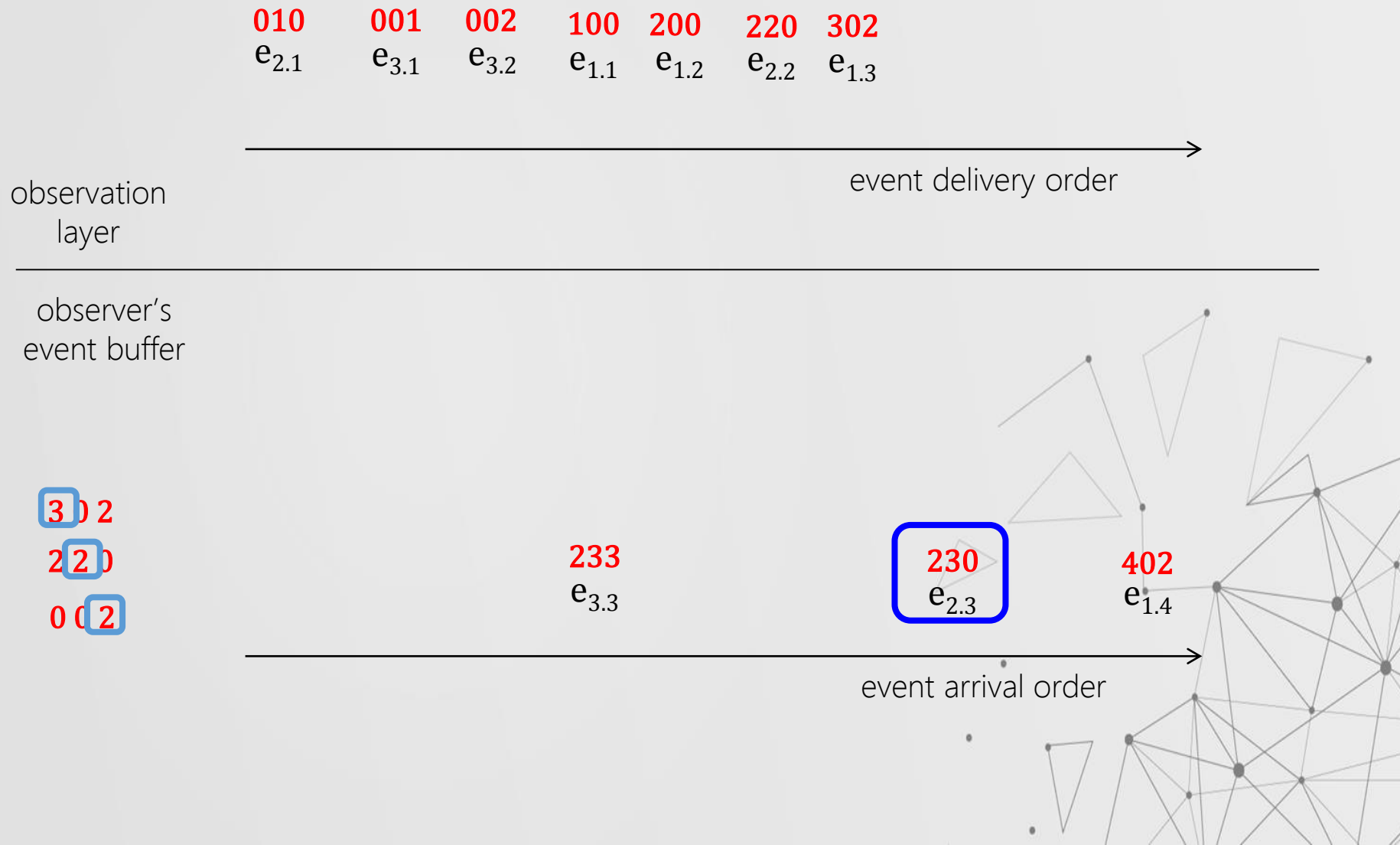
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (30)



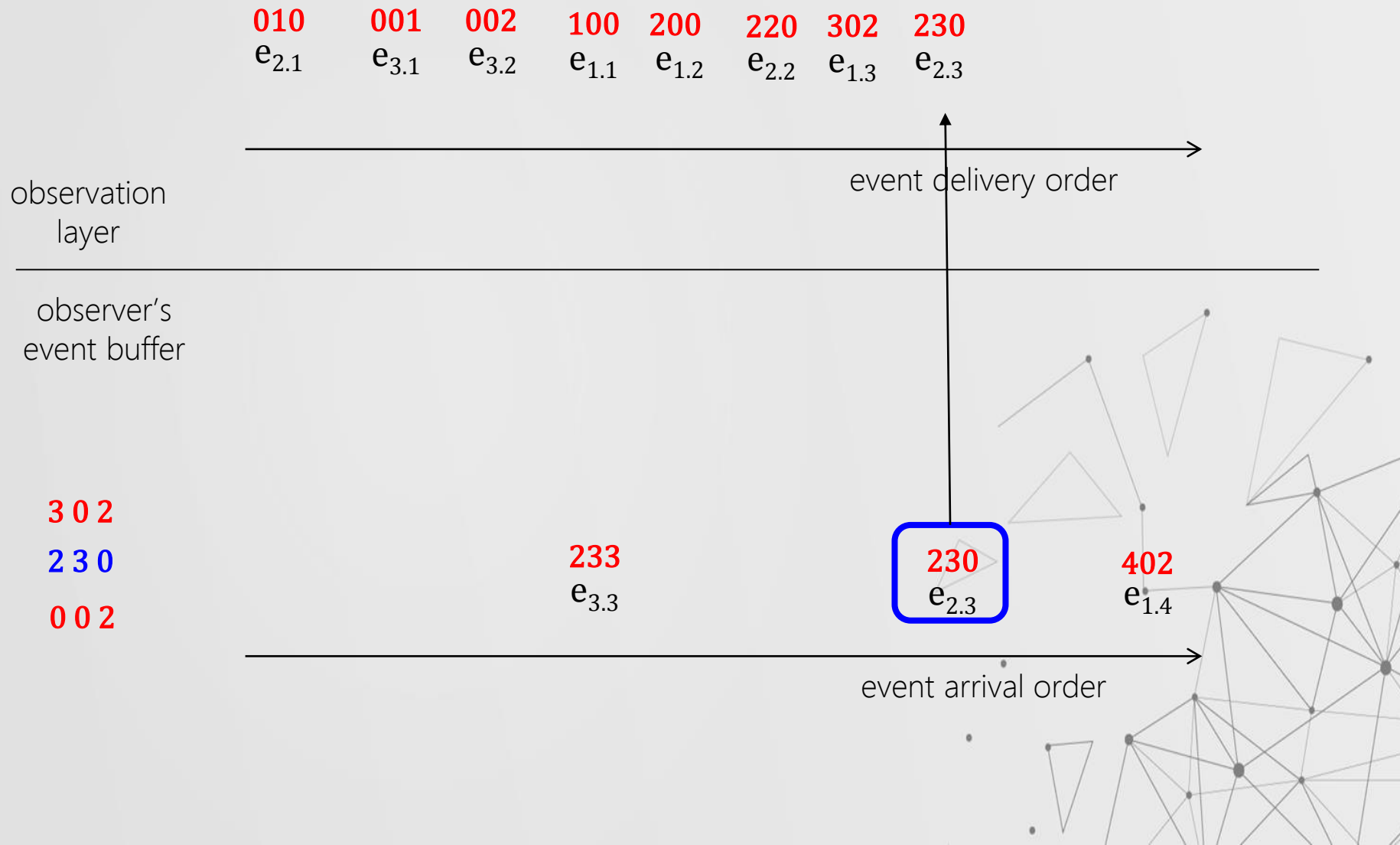
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (31)



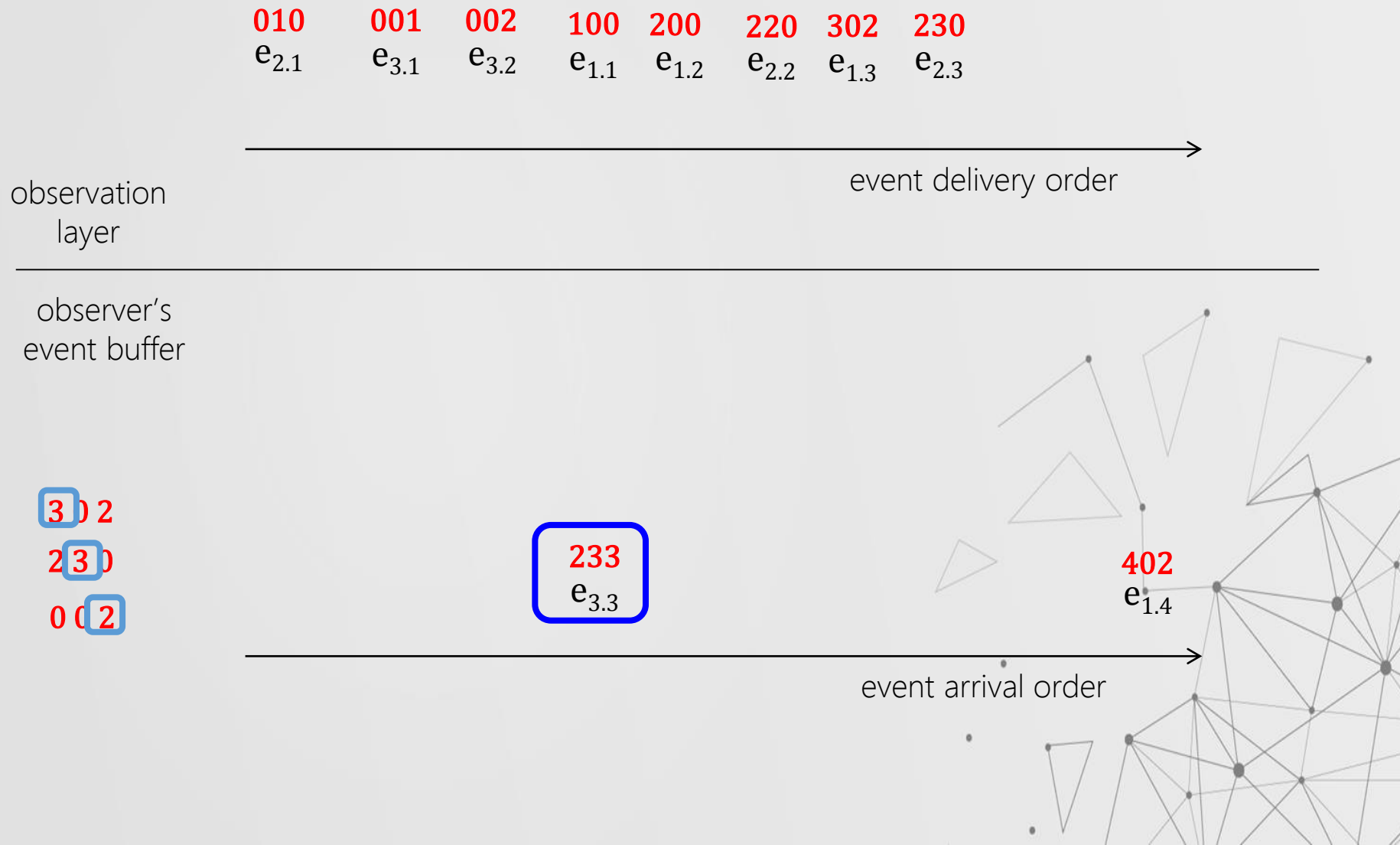
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (32)



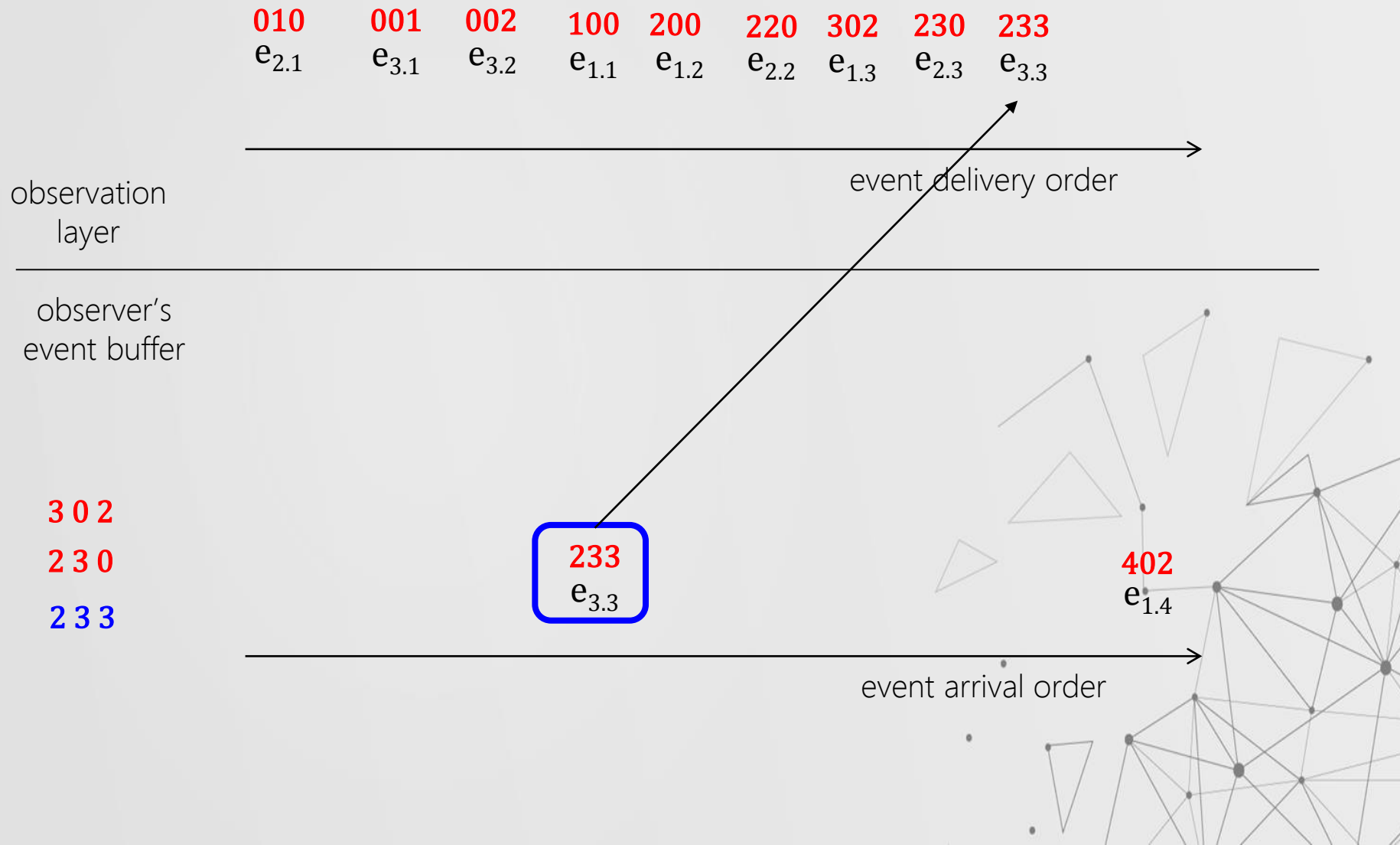
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (33)



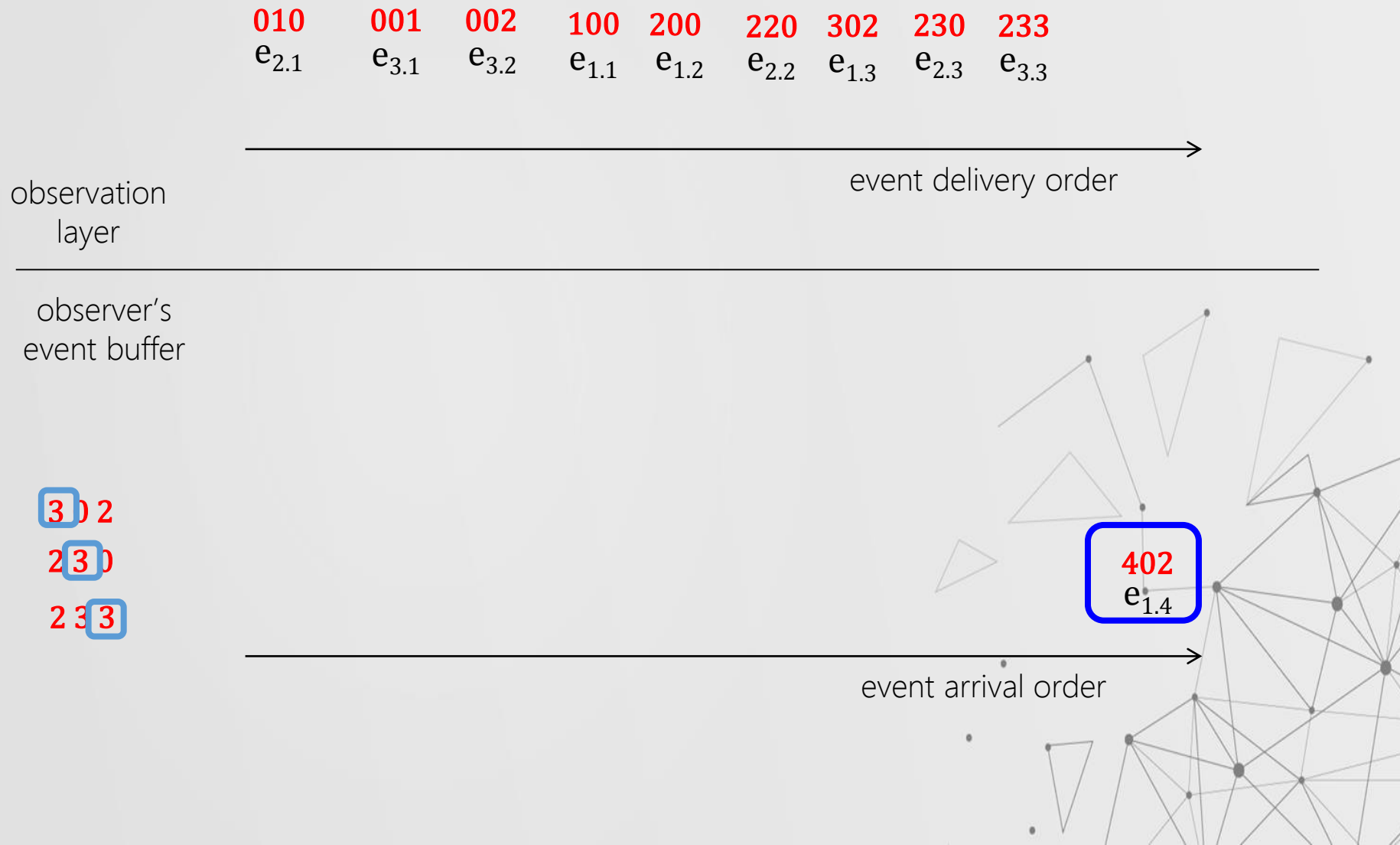
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (34)



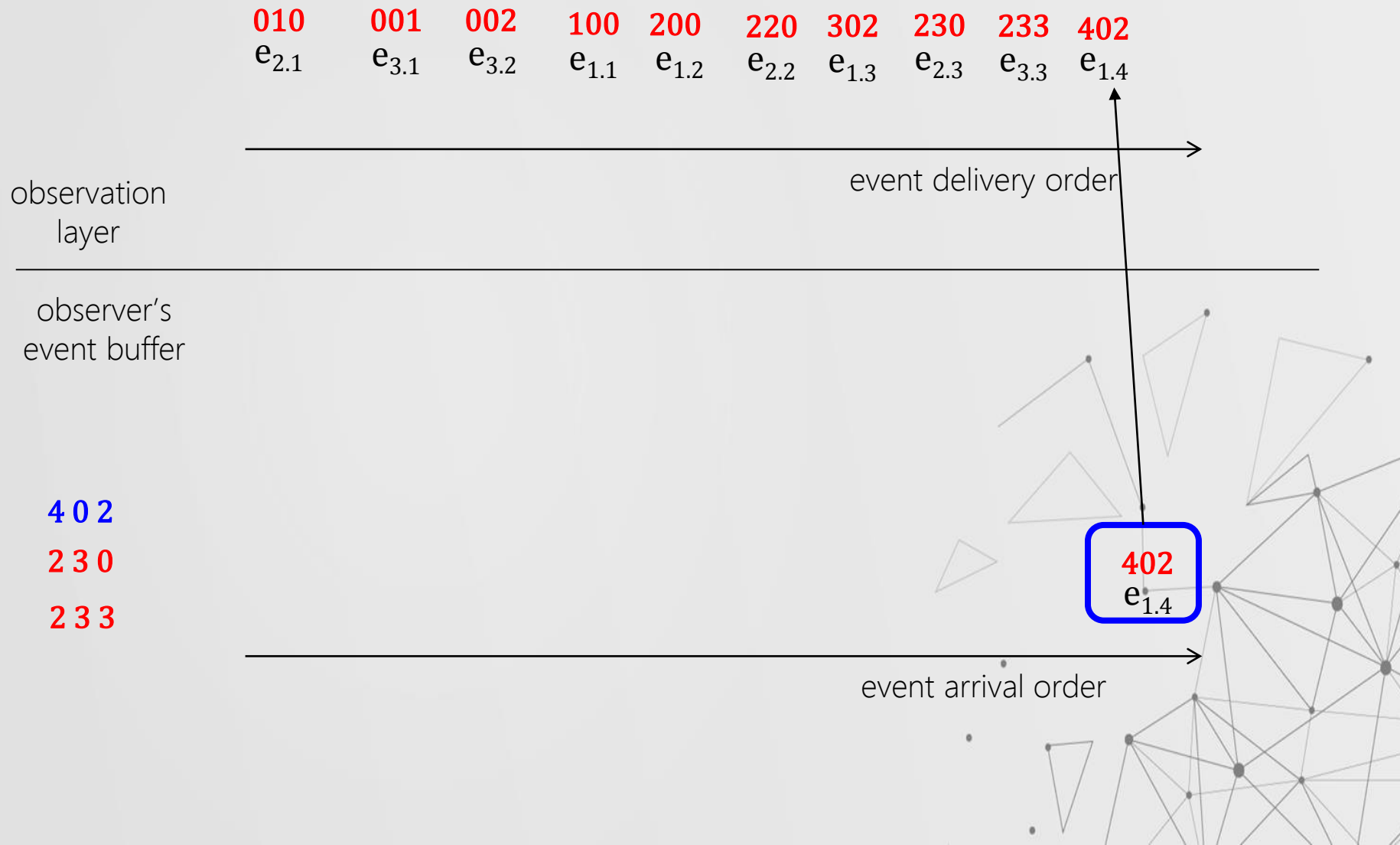
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (35)



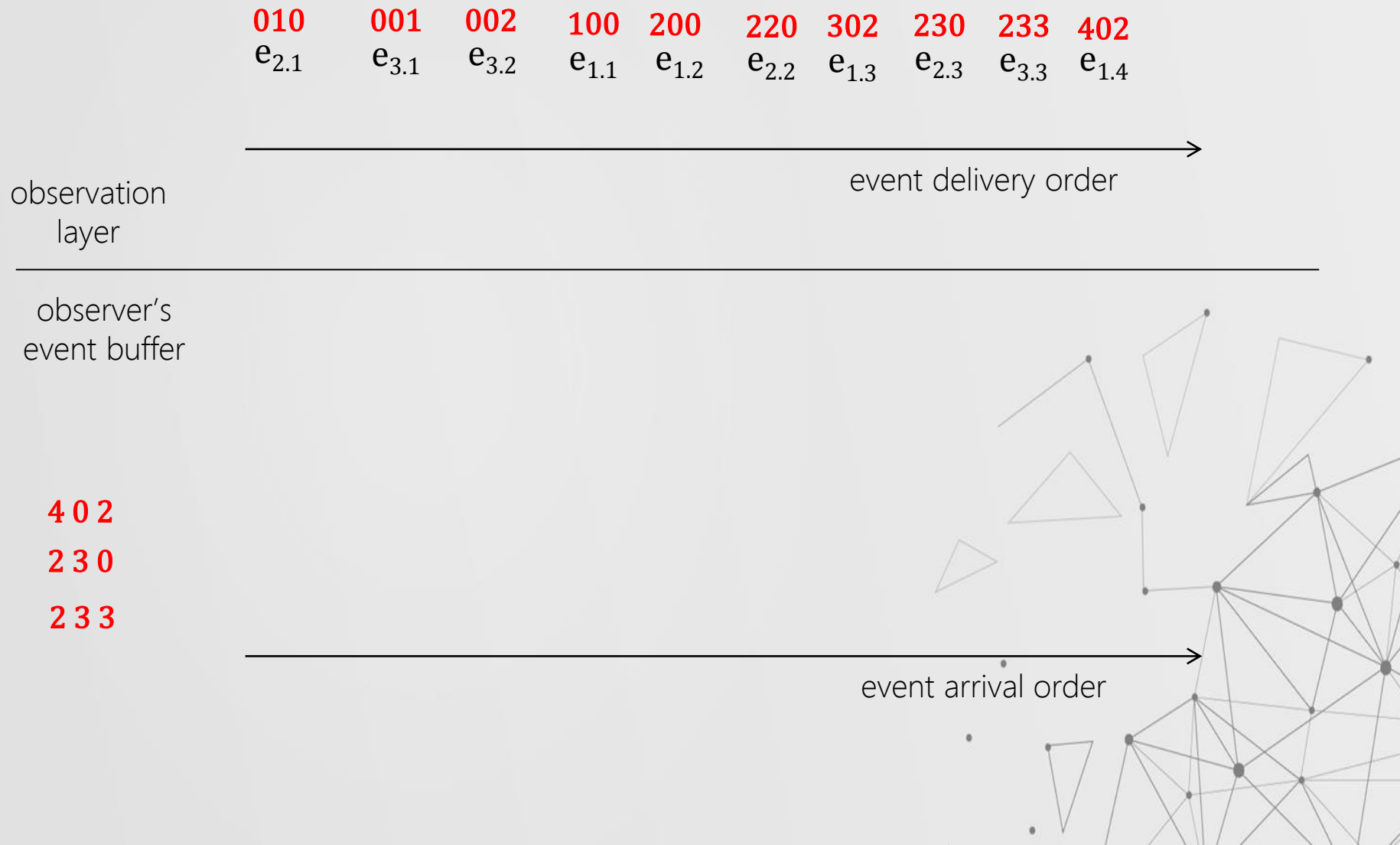
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (36)



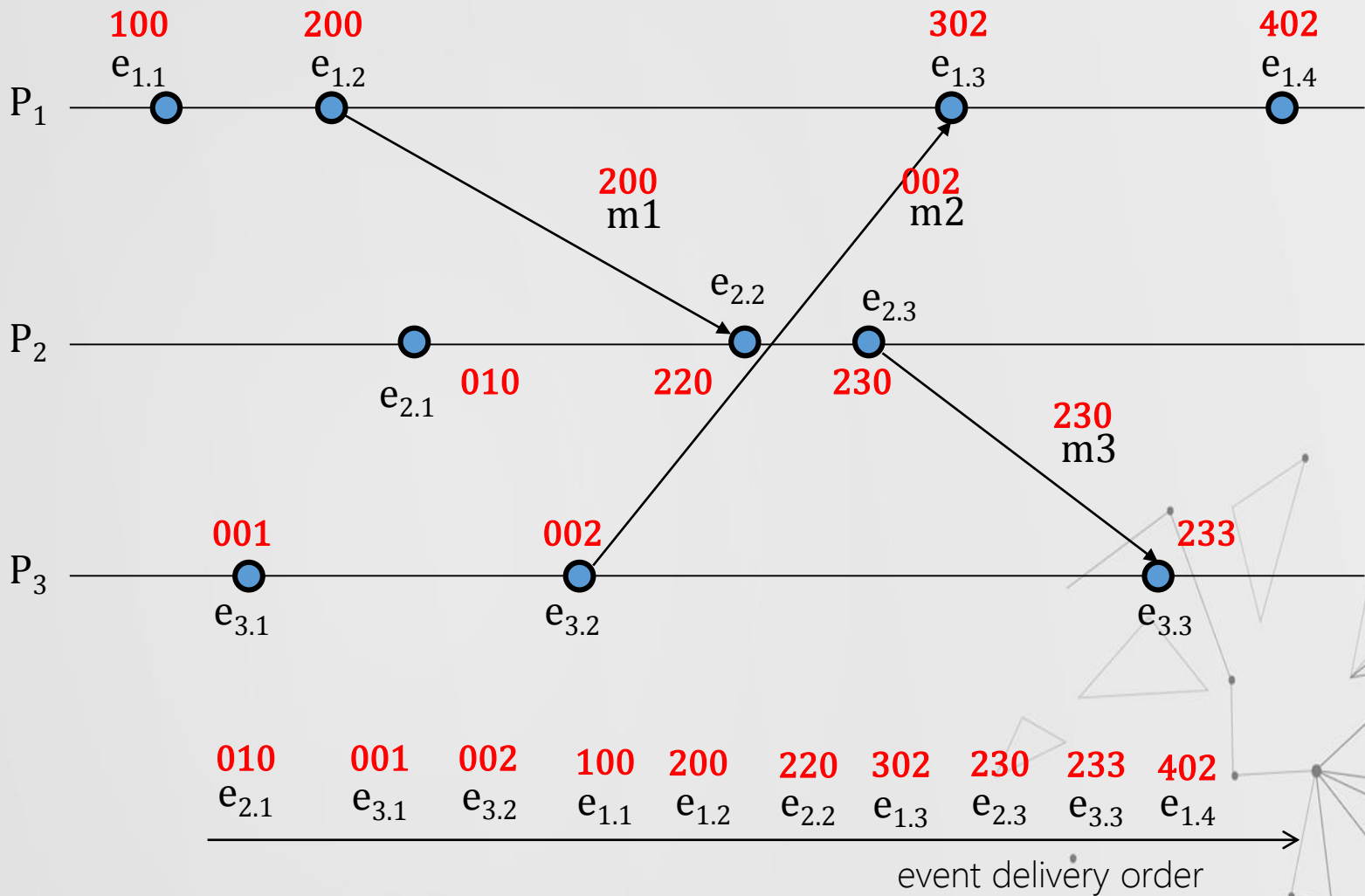
Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (37)



Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (38)

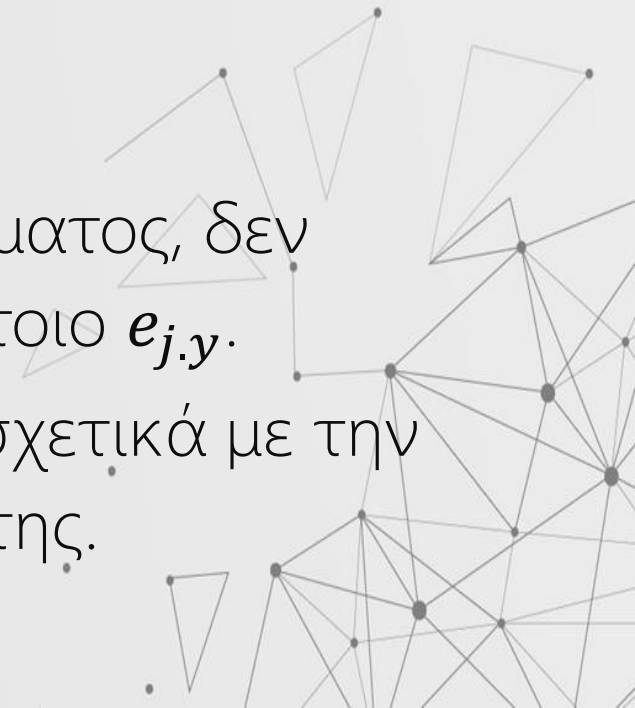


Έλεγχος με διανυσματικά timestamp (39)



Έλεγχος με χρονοσφραγίδες Lamport

- Ένα γεγονός $e_{i.x}$ μπορεί να παραδοθεί αν:
$$\forall j : TS(e_{i.x}) \leq TSd[j] + 1$$
- Αν $\exists j : TS(e_{i.x}) > TSd[j] + 1$, τότε ίσως να υπάρχει ένα $e_{j.y} : TS(e_{j.y}) < TS(e_{i.x})$.
- Άρα ίσως υπάρχει $e_{j.y} : e_{j.y} \mapsto e_{i.x}$.
- Λόγω της αδυναμίας εντοπισμού χάσματος, δεν γνωρίζουμε αν όντως υπάρχει ένα τέτοιο $e_{j.y}$.
- Χρειαζόμαστε επιπλέον πληροφορία σχετικά με την διεργασία P_j και τα τοπικά γεγονότα της.

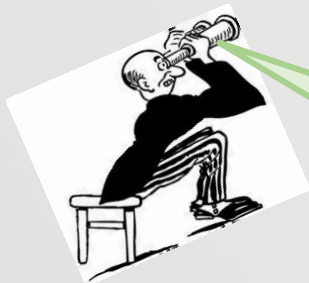
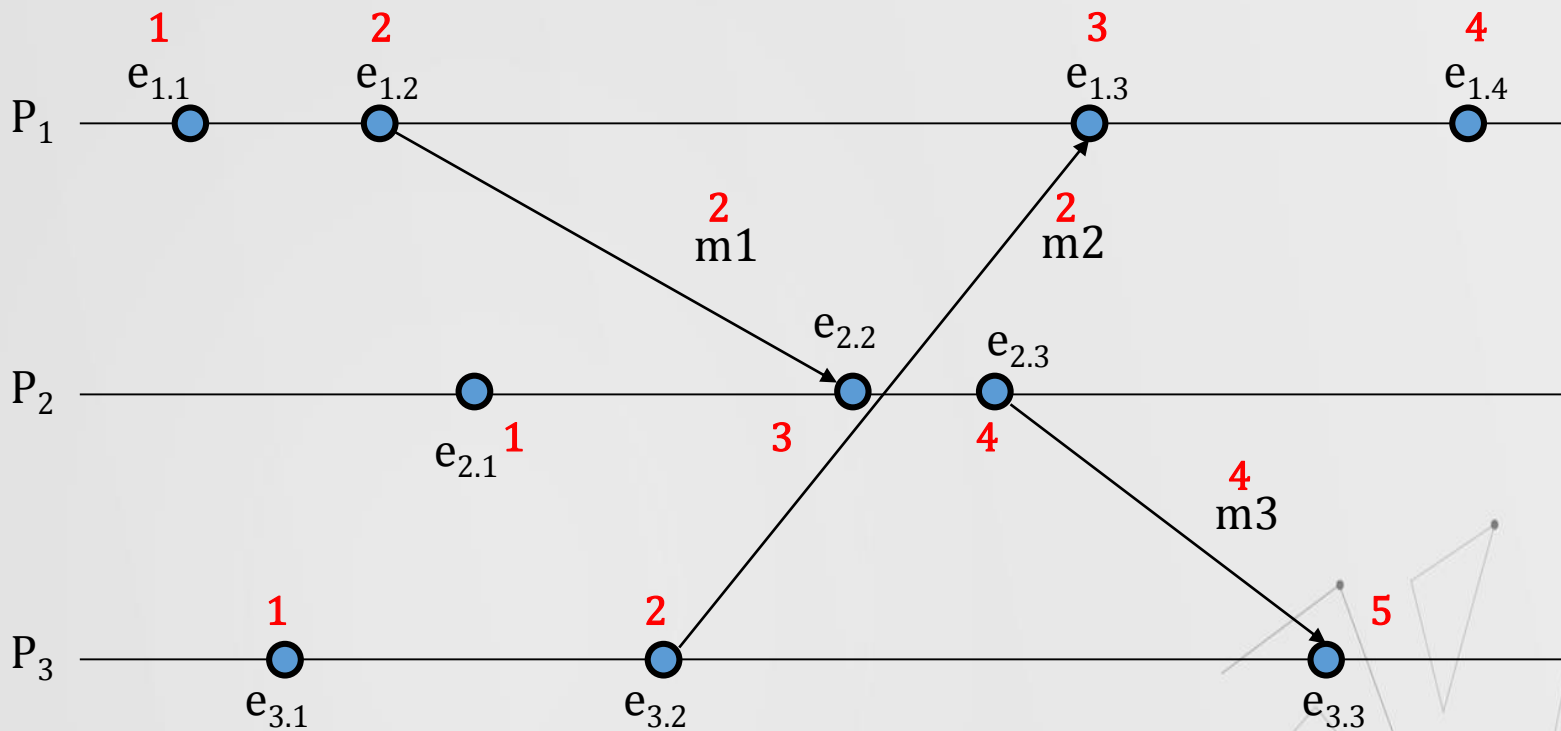


Επίλυση αδυναμίας εντοπισμού χάσματος με μετάδοση FIFO

- Αν $\exists j : TS(e_{i.x}) > TSd[j] + 1$ τότε:
- Αν $\exists e_{j.y} \in \text{buf} : TS(e_{j.y}) < TS(e_{i.x})$ τότε προφανώς το $e_{i.x}$ δεν μπορεί να παραδοθεί στο επίπεδο επεξεργασίας.
- Αν $\nexists e_{j.y} \in \text{buf} : TS(e_{j.y}) < TS(e_{i.x}) \wedge e_{j.y'} \in \text{buf} : TS(e_{j.y'}) \geq TS(e_{i.x})$ τότε λόγω FIFO σίγουρα δεν υπάρχει καθοδόν ειδοποίηση για $e_{j.y} : TS(e_{j.y}) < TS(e_{i.x})$, οπότε το $e_{i.x}$ μπορεί να παραδοθεί χωρίς να παραβιάζεται η λογική σειρά ως προς την P_j .
- Αν $\nexists e_{j.y} \in \text{buf}$ τότε δεν μπορεί να παρθεί απόφαση για την παράδοση του $e_{i.x}$, και πρέπει να περιμένουμε μέχρι να λάβουμε μια ειδοποίηση από την P_j .

Επίλυση αδυναμίας εντοπισμού χάσματος με άνω όριο μετάδοσης ειδοποιήσεων $T_{\max}$

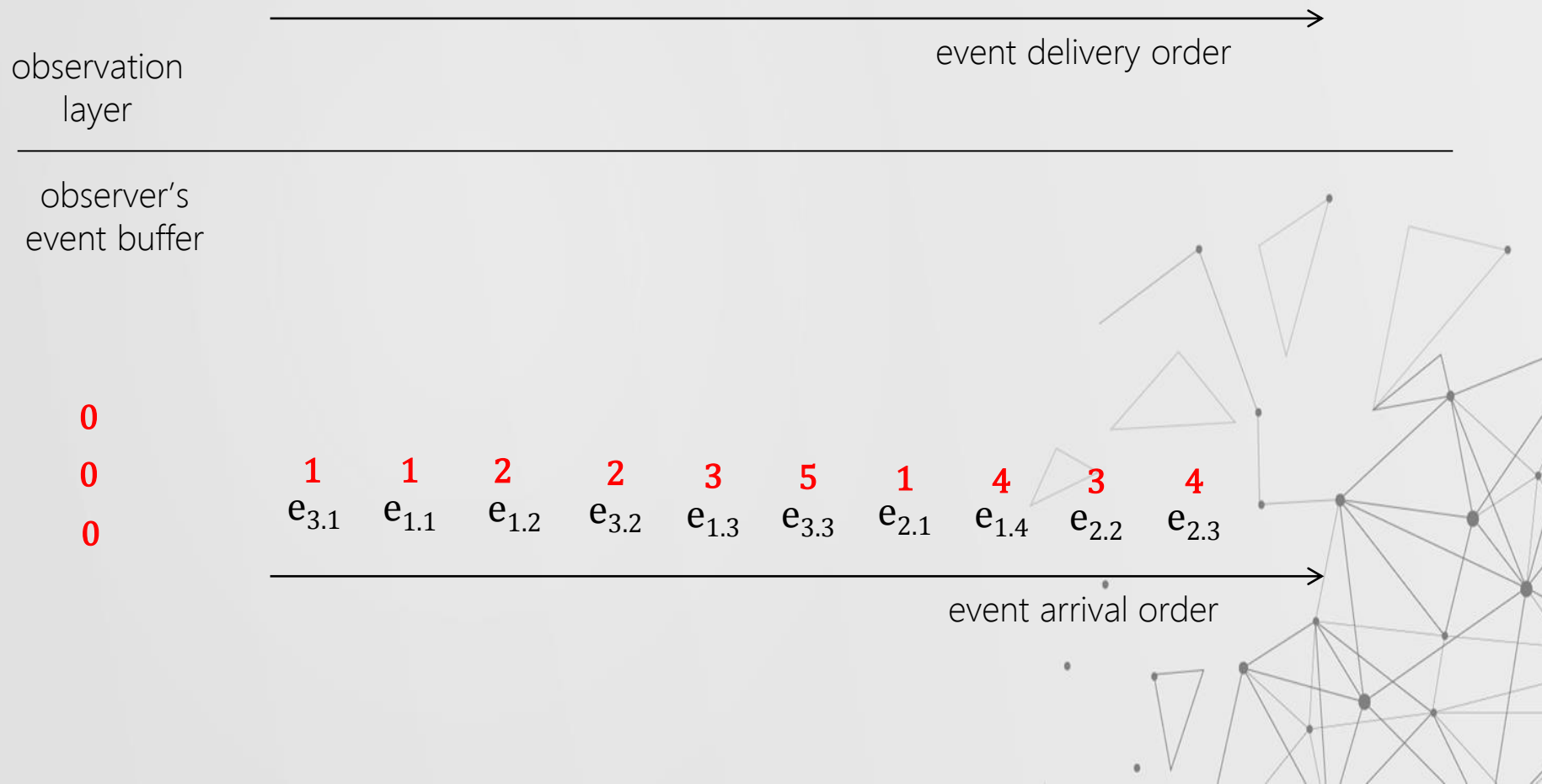
- Αν $\exists j : TS(e_{i.x}) > TSd[j] + 1$ τότε:
- Περιμένουμε να περάσει διάστημα $T_{\max}$ από την στιγμή που λάβαμε από το δίκτυο την ειδοποίηση για το $e_{i.x}$.
- Αν μετά την πάροδο του χρονικού διαστήματος $T_{\max}$ $\nexists e_{j.y} \in \text{buf} : TS(e_{j.y}) < TS(e_{i.x})$, λόγω του άνω ορίου καθυστέρησης μετάδοσης των ειδοποιήσεων, σίγουρα δεν υπάρχει καθοδόν ειδοποίηση για κάποιο γεγονός $e_{j.y} : e_{j.y} \mapsto e_{i.x}$.
- Σημείωση: μπορεί να υπάρχει καθοδόν ειδοποίηση για ένα γεγονός $e_{j.y} : TS(e_{j.y}) < TS(e_{i.x})$ αλλά σε αυτή την περίπτωση σίγουρα δεν μπορεί να ισχύει $e_{j.y} \mapsto e_{i.x}$.



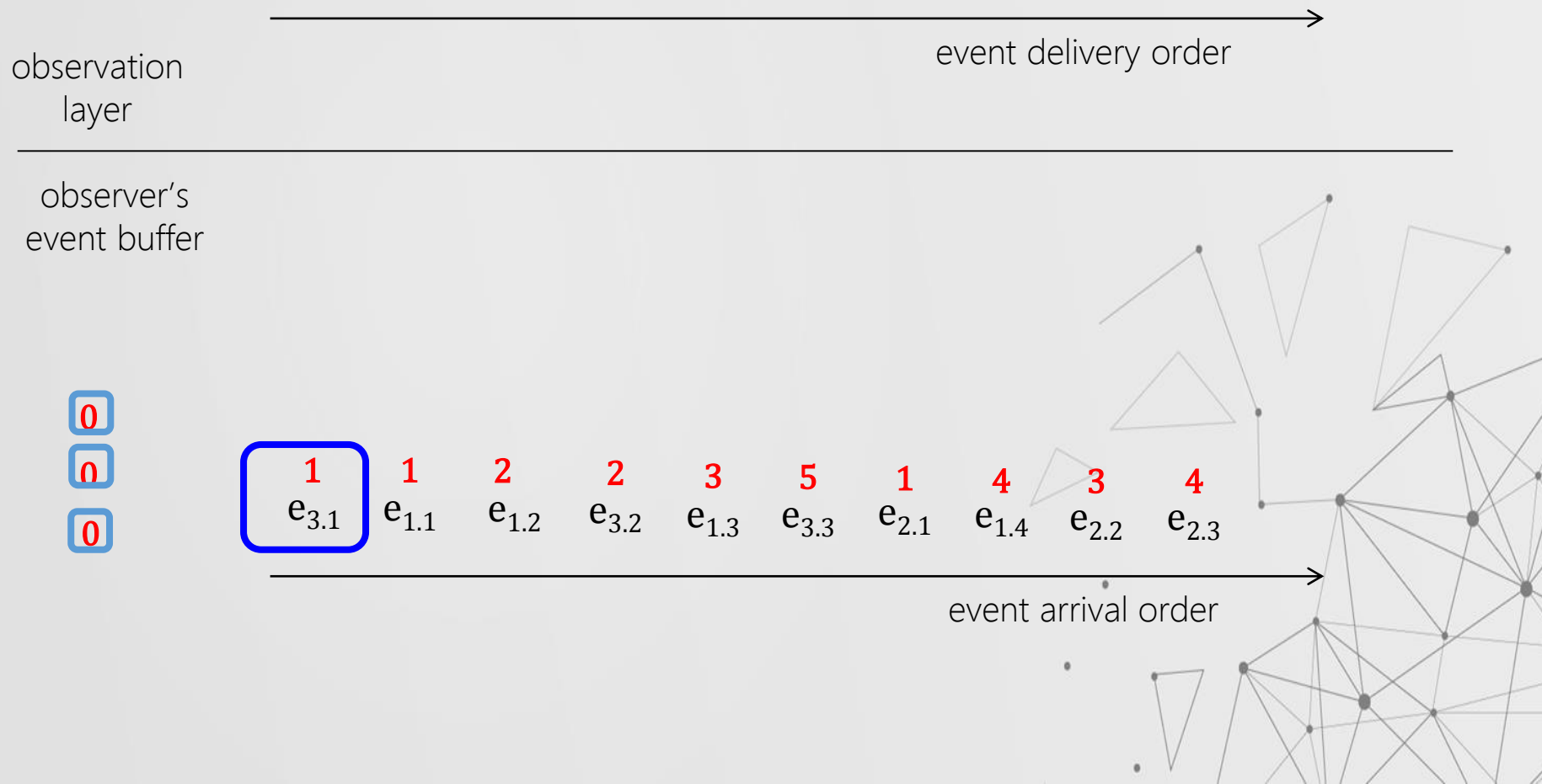
3 $e_{1.3}$ 1 $e_{1.1}$ 3 $e_{2.2}$ 1 $e_{3.1}$ 4 $e_{1.4}$...

(τυχαία) σειρά
παραλαβής
ειδοποιήσεων

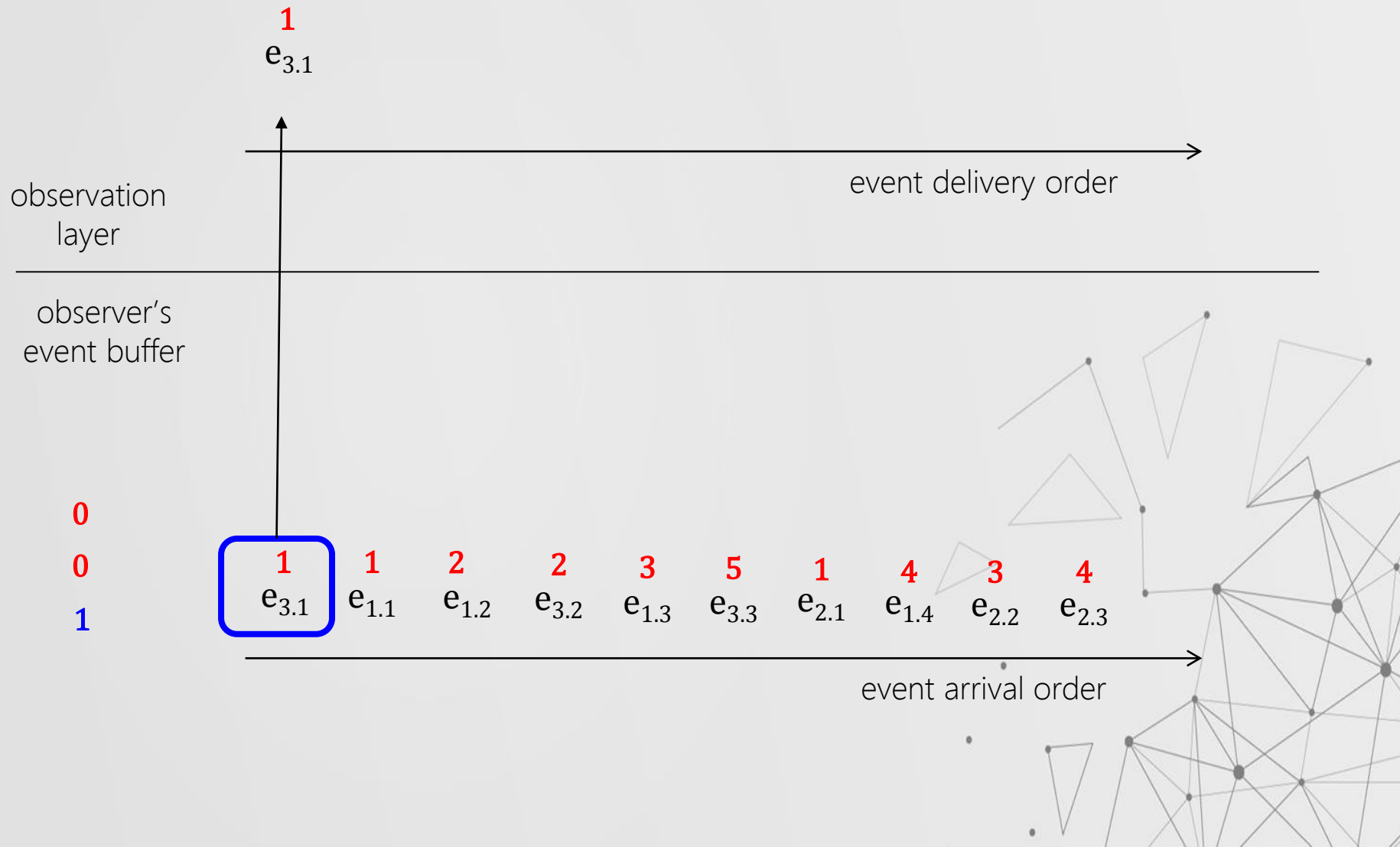
Ρολόγια Lamport με FIFO (1)



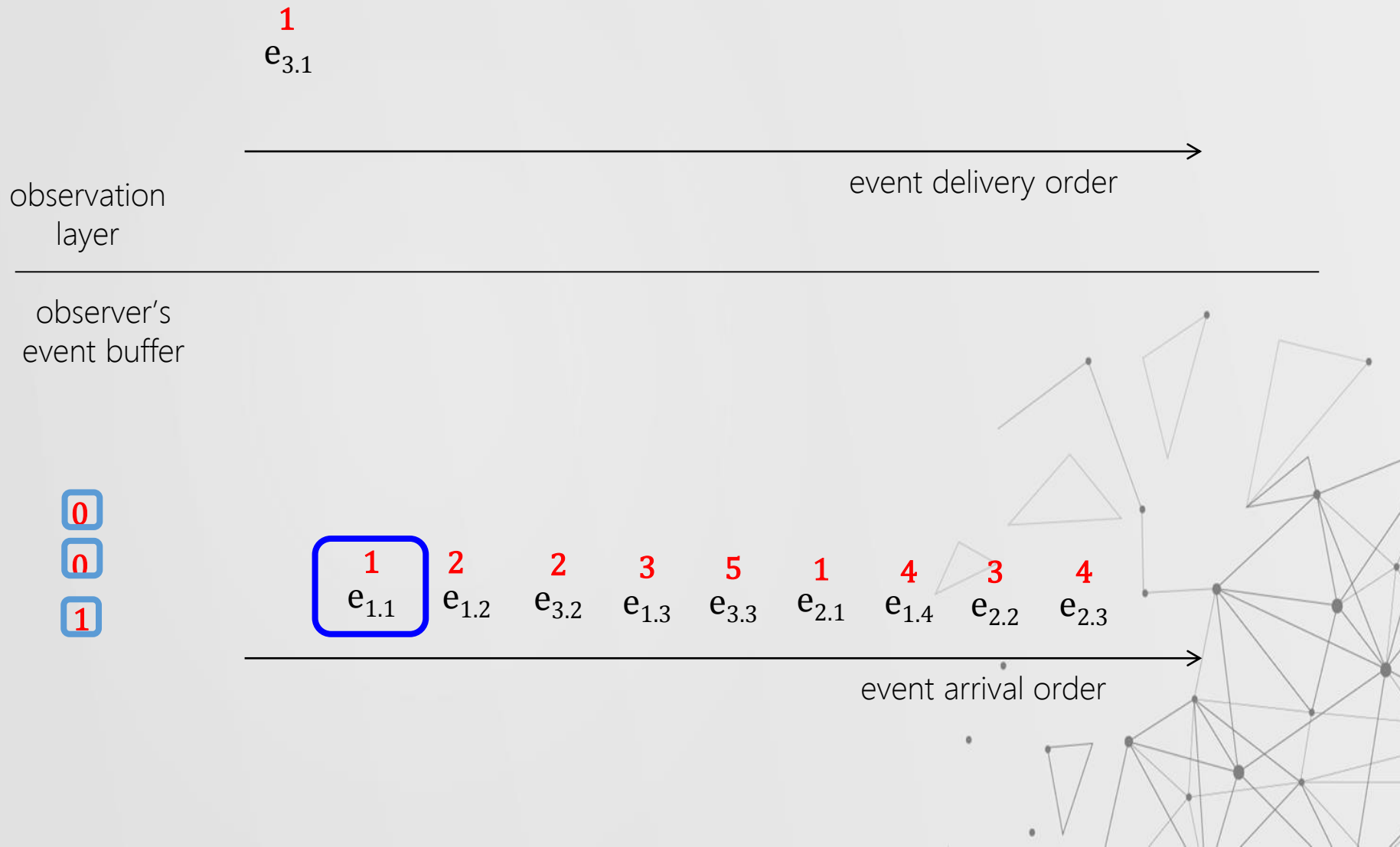
Ρολόγια Lamport με FIFO (2)



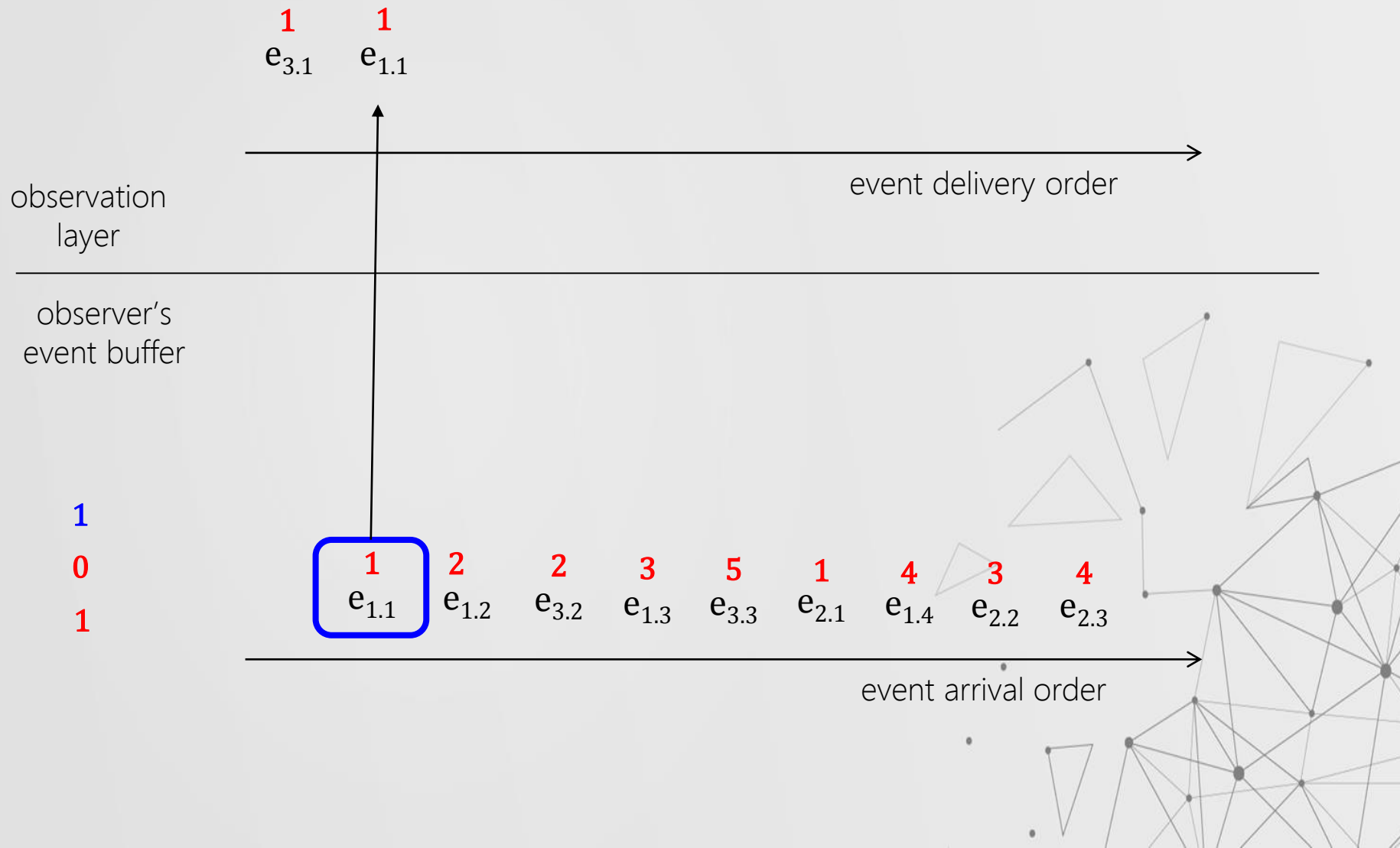
Ρολόγια Lamport με FIFO (3)



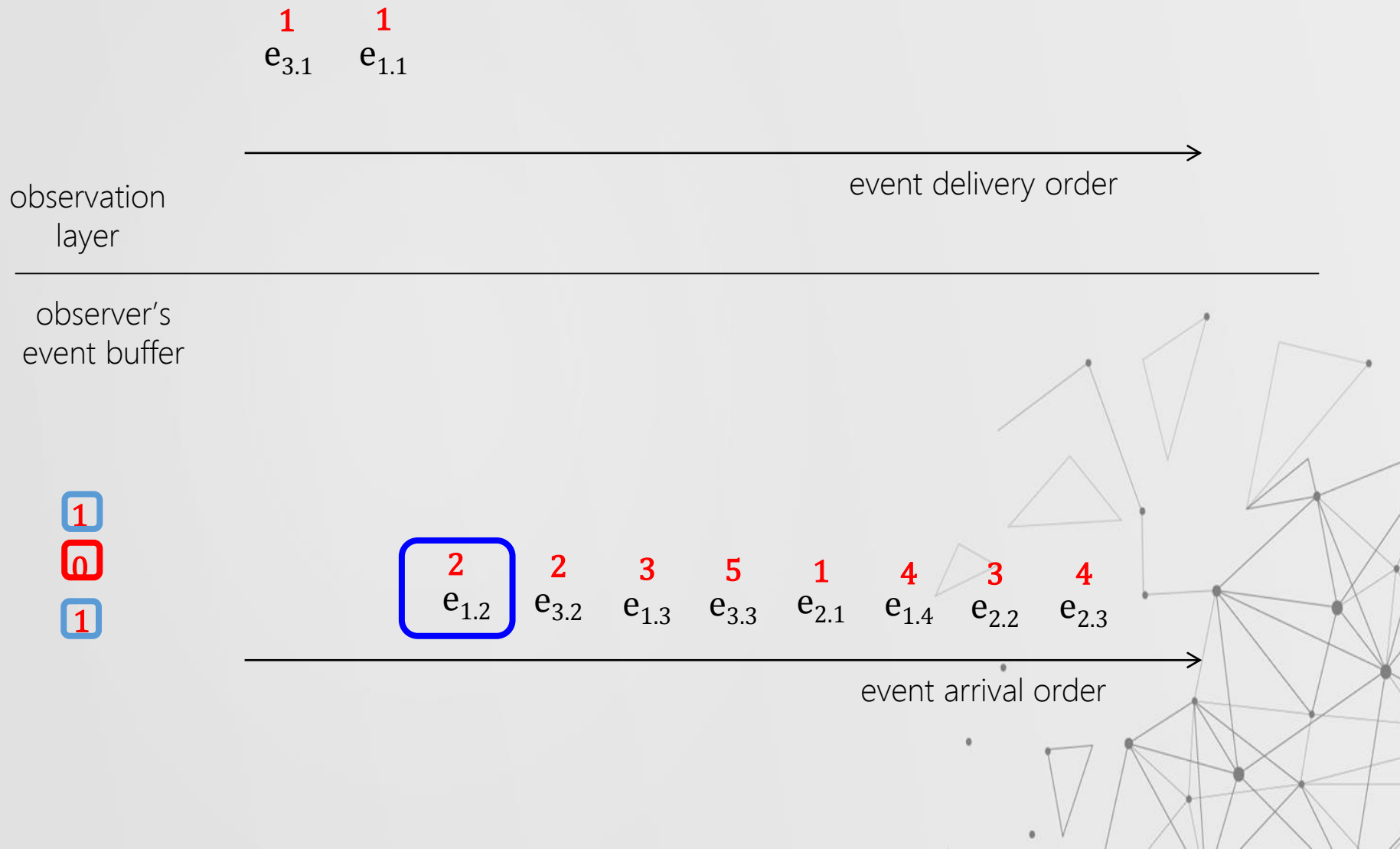
Ρολόγια Lamport με FIFO (4)



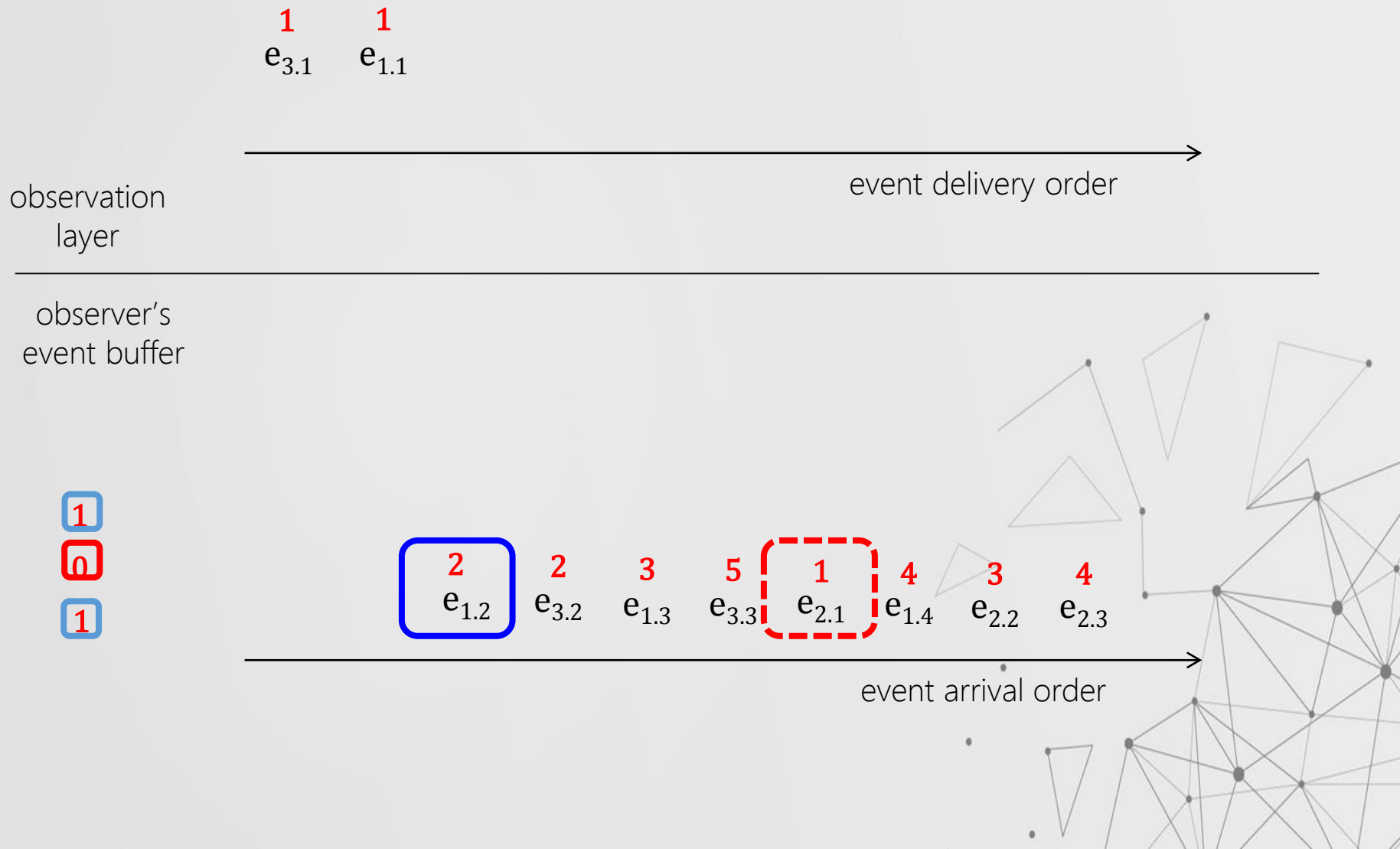
Ρολόγια Lamport με FIFO (5)



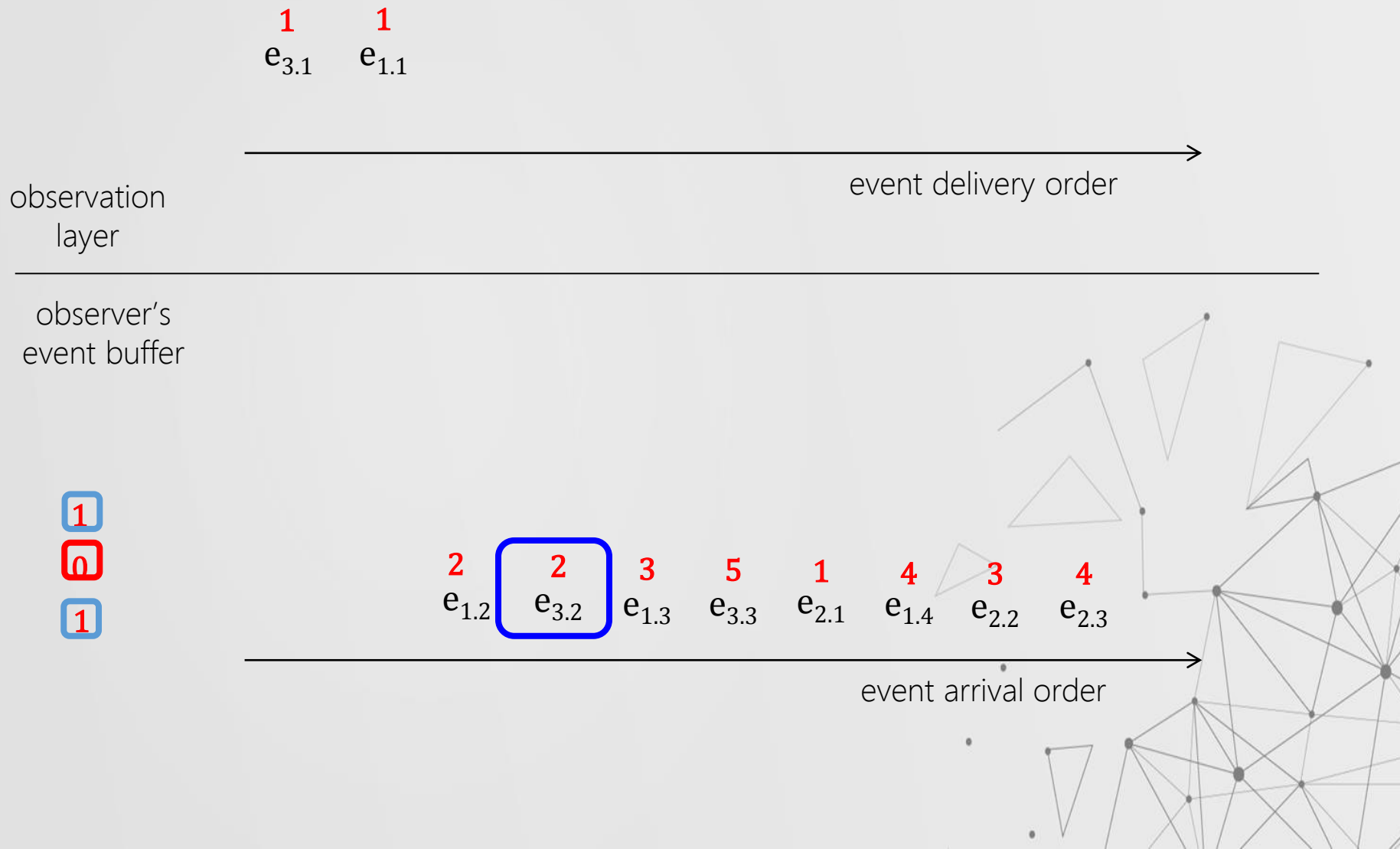
Ρολόγια Lamport με FIFO (6)



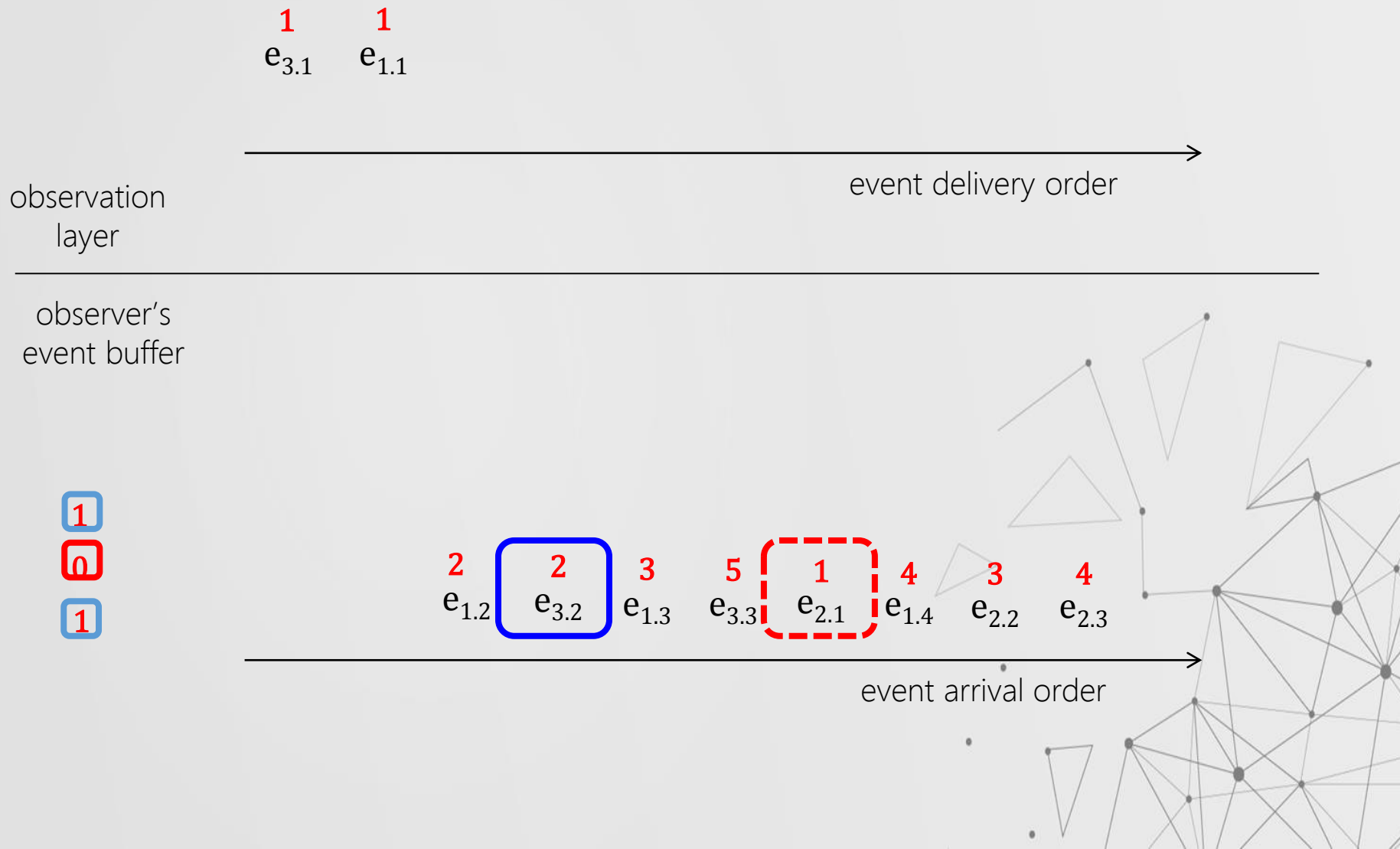
Ρολόγια Lamport με FIFO (7)



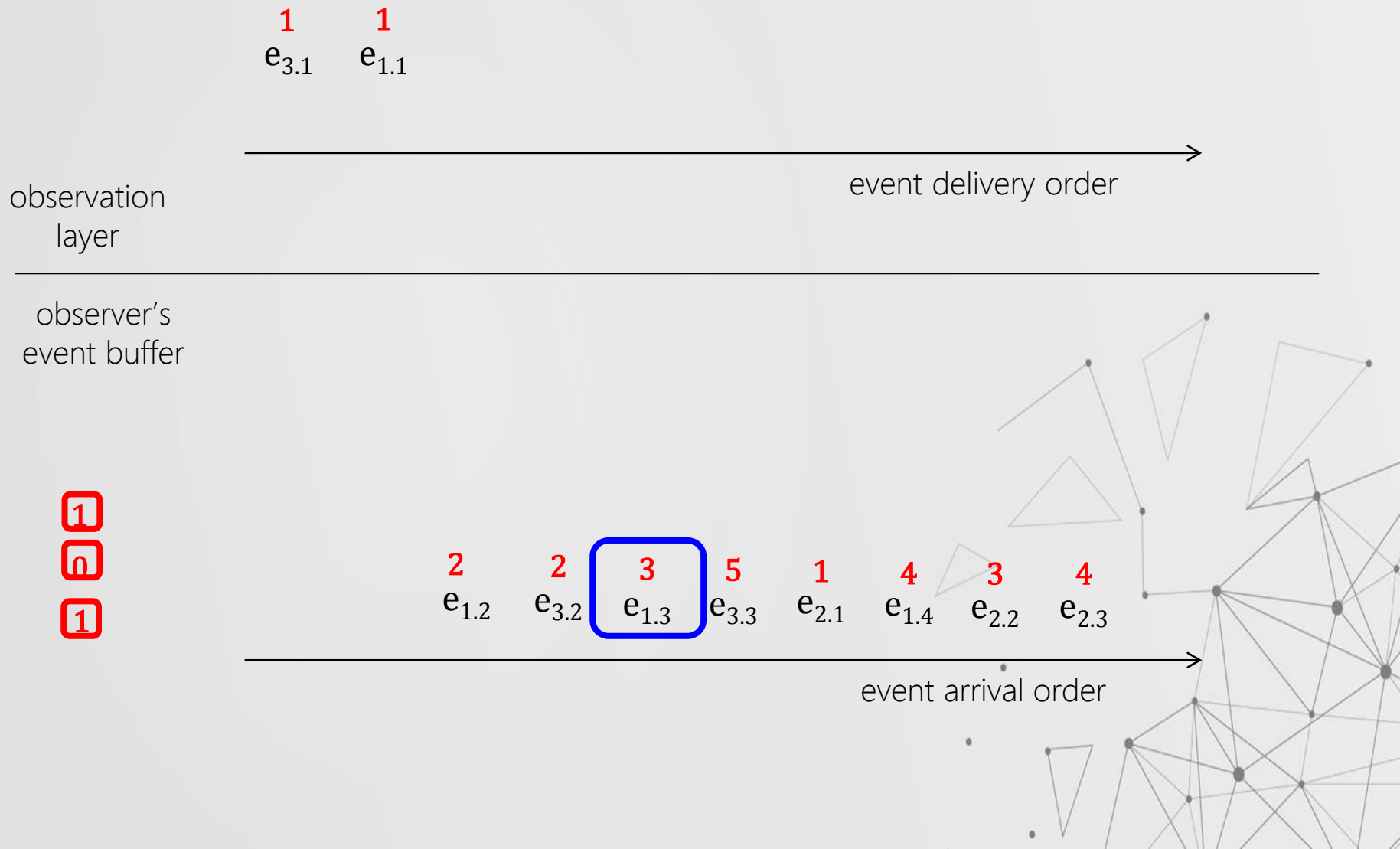
Ρολόγια Lamport με FIFO (8)



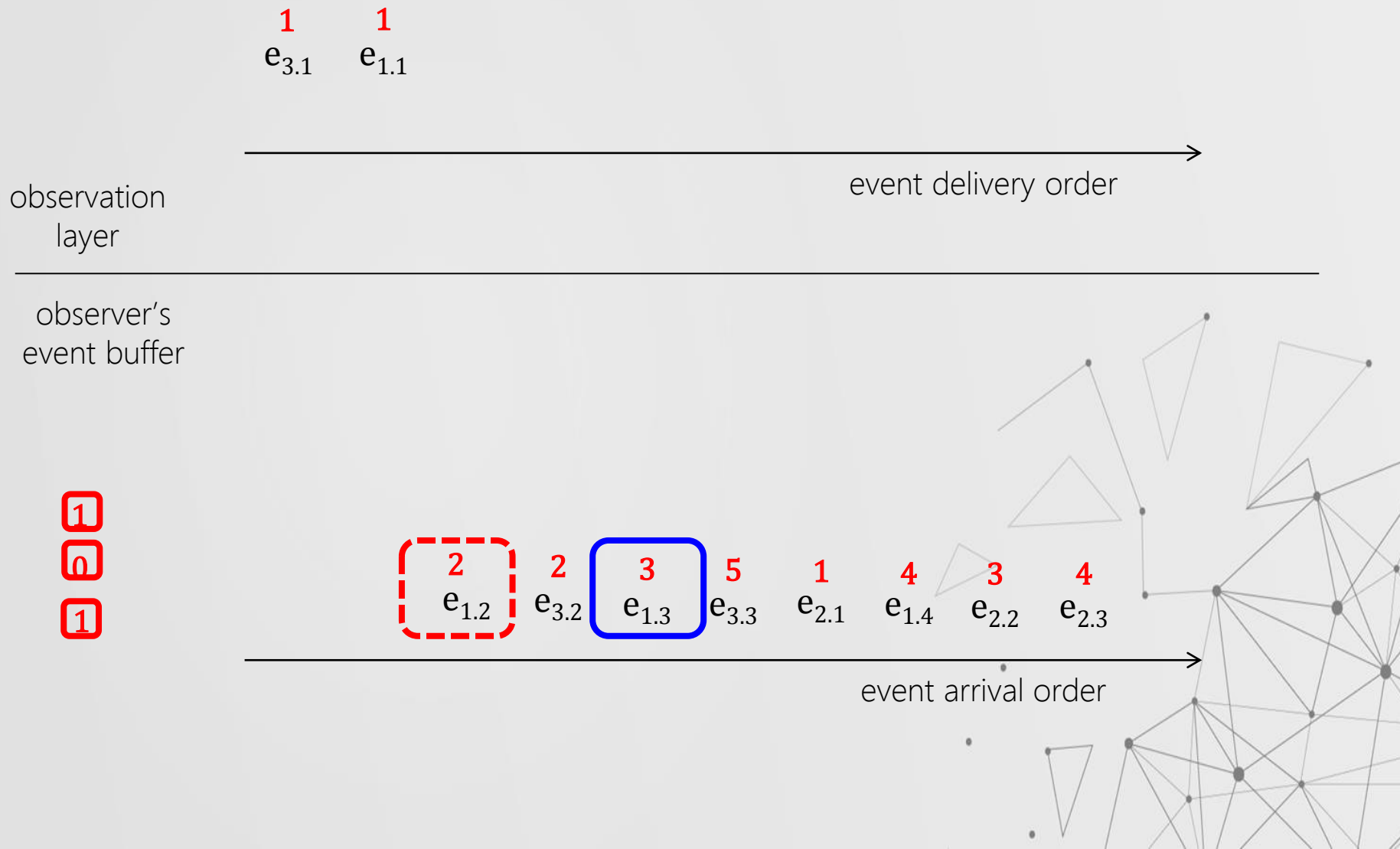
Ρολόγια Lamport με FIFO (9)



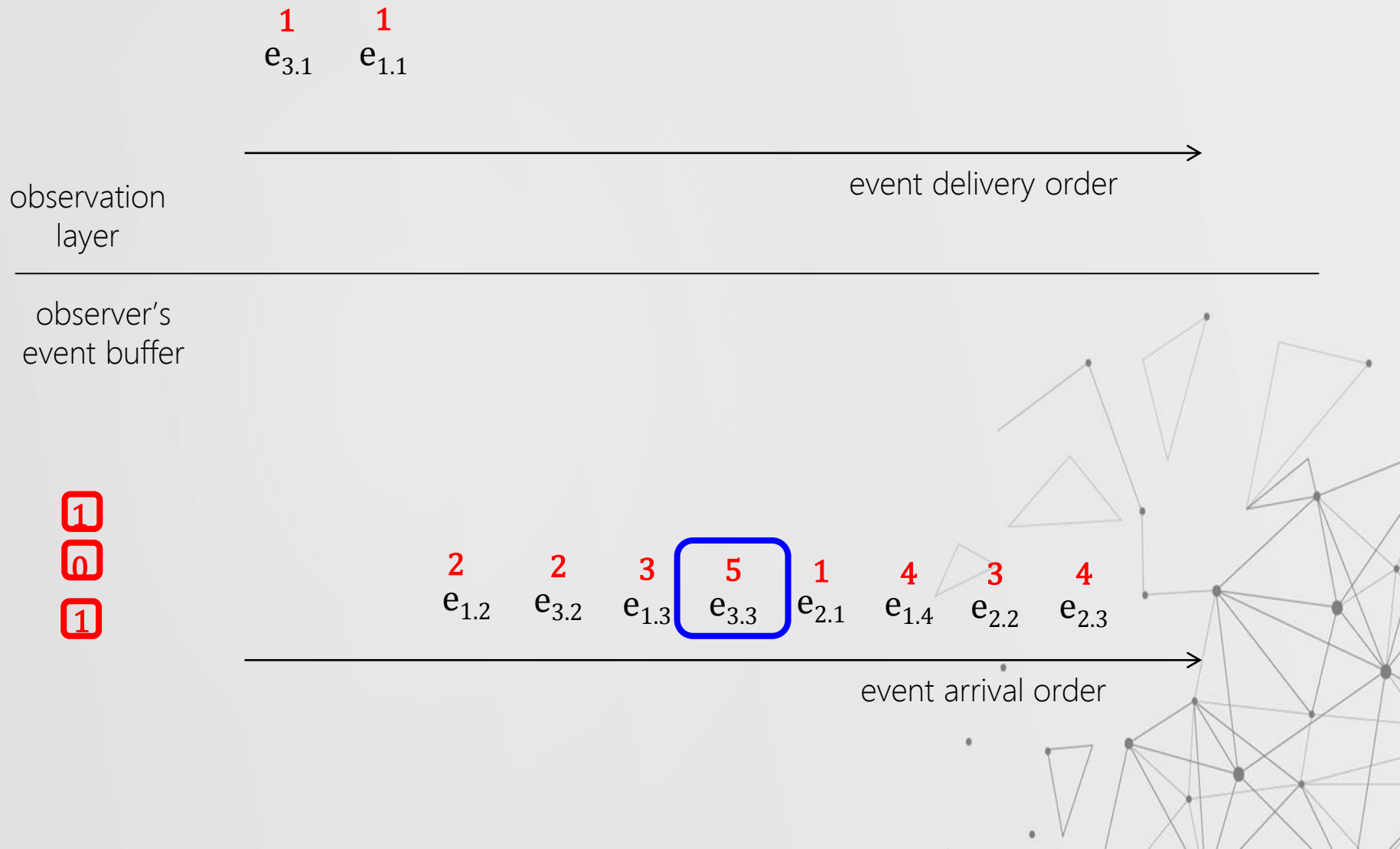
Ρολόγια Lamport με FIFO (10)



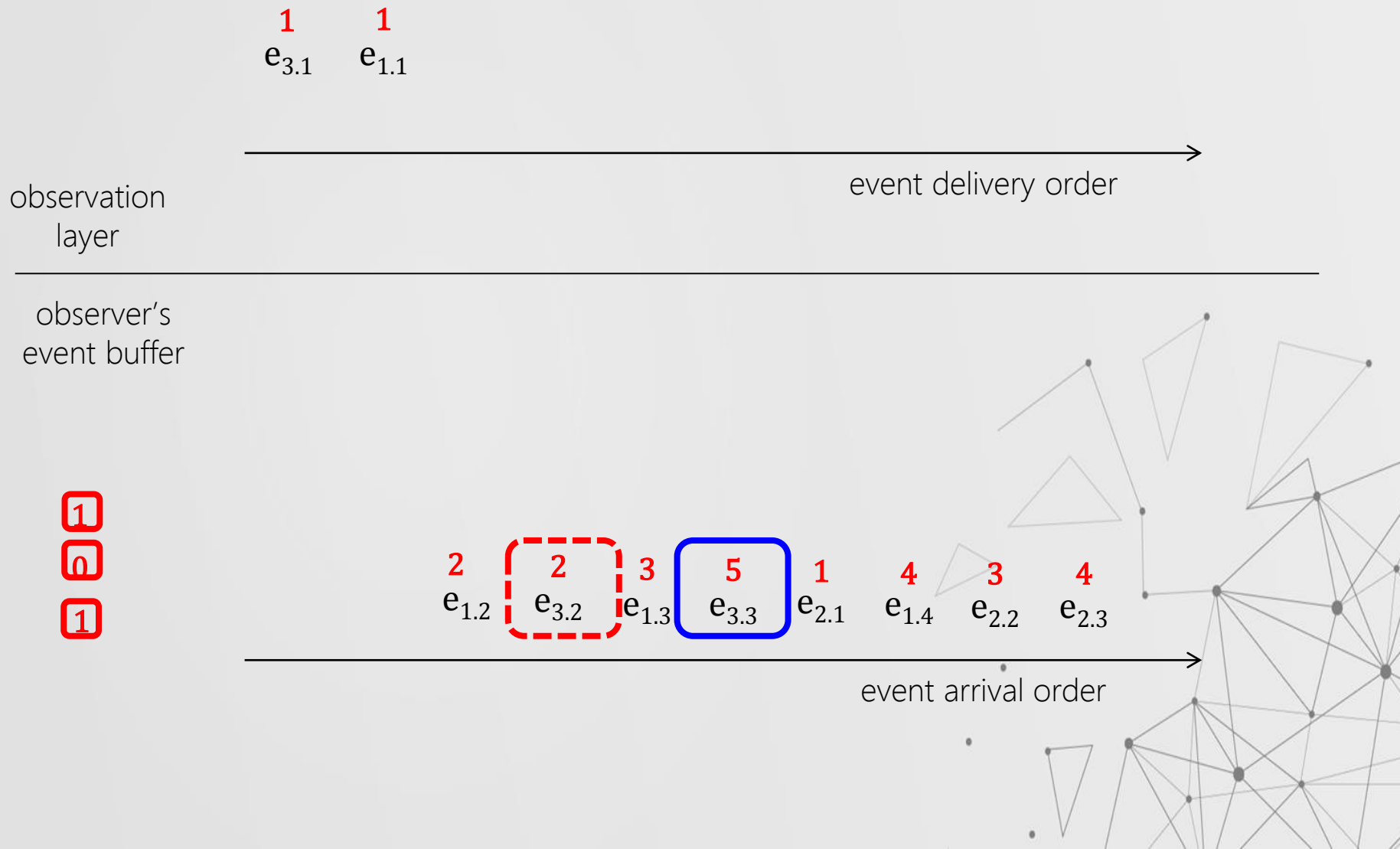
Ρολόγια Lamport με FIFO (11)



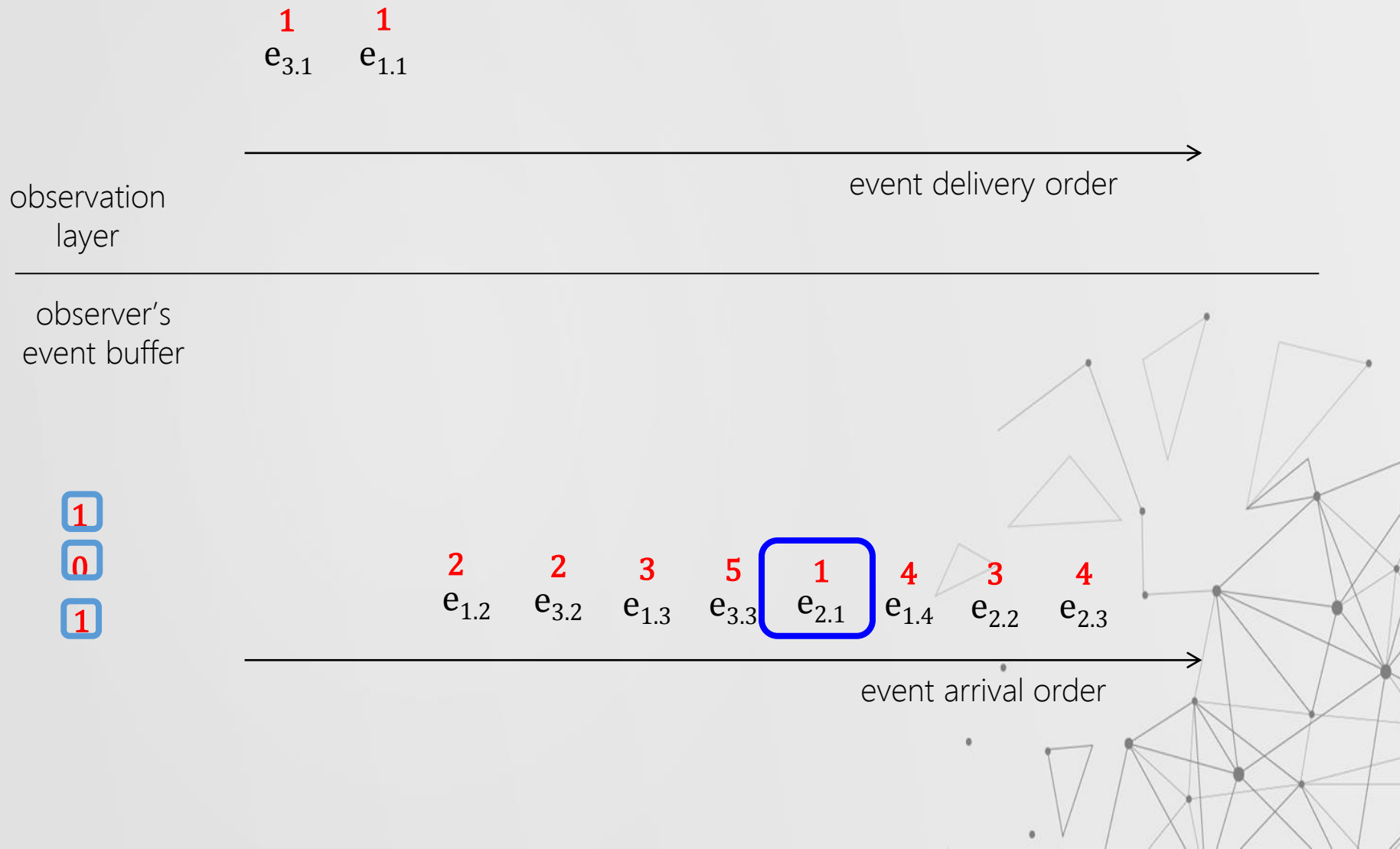
Ρολόγια Lamport με FIFO (12)



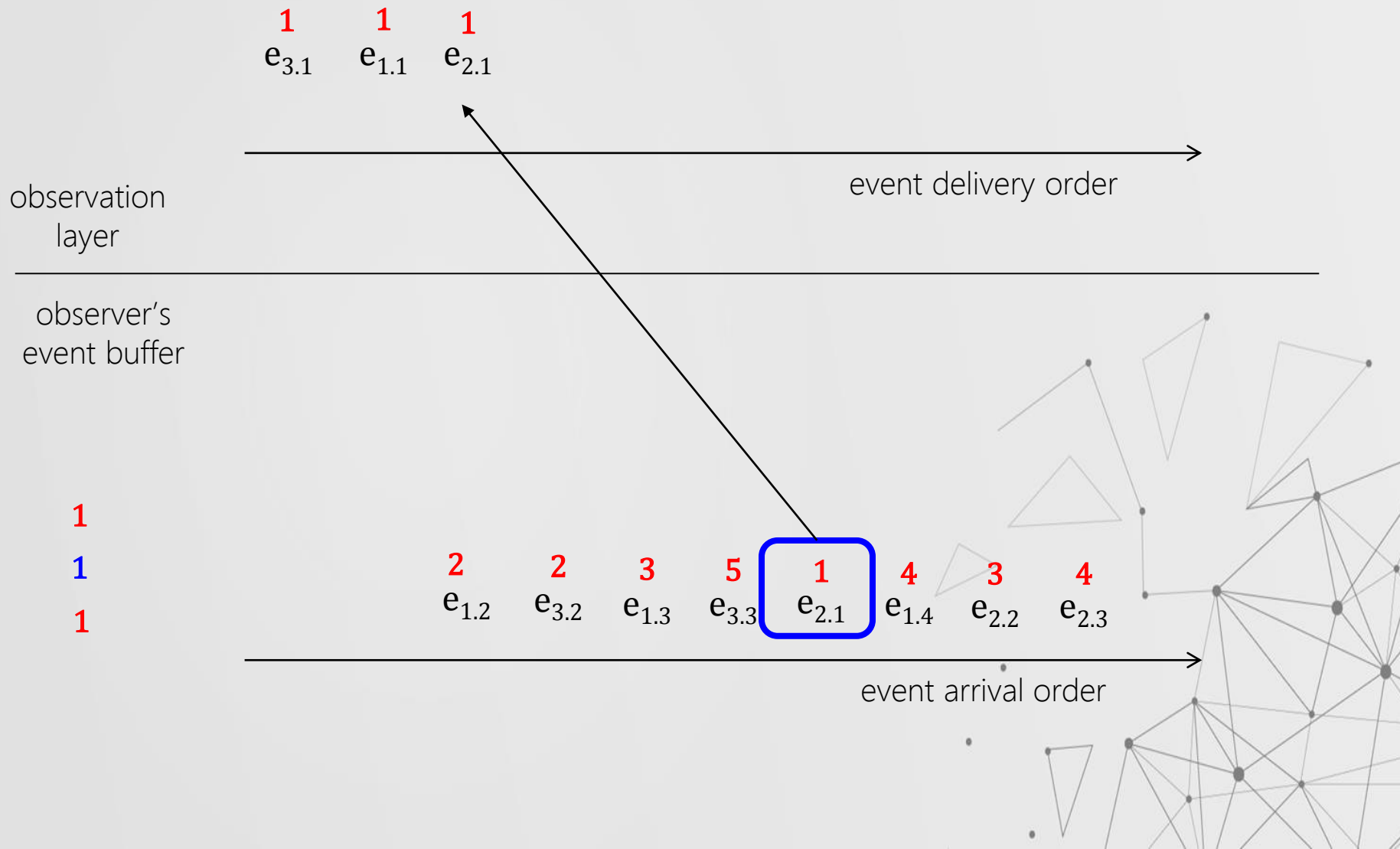
Ρολόγια Lamport με FIFO (13)



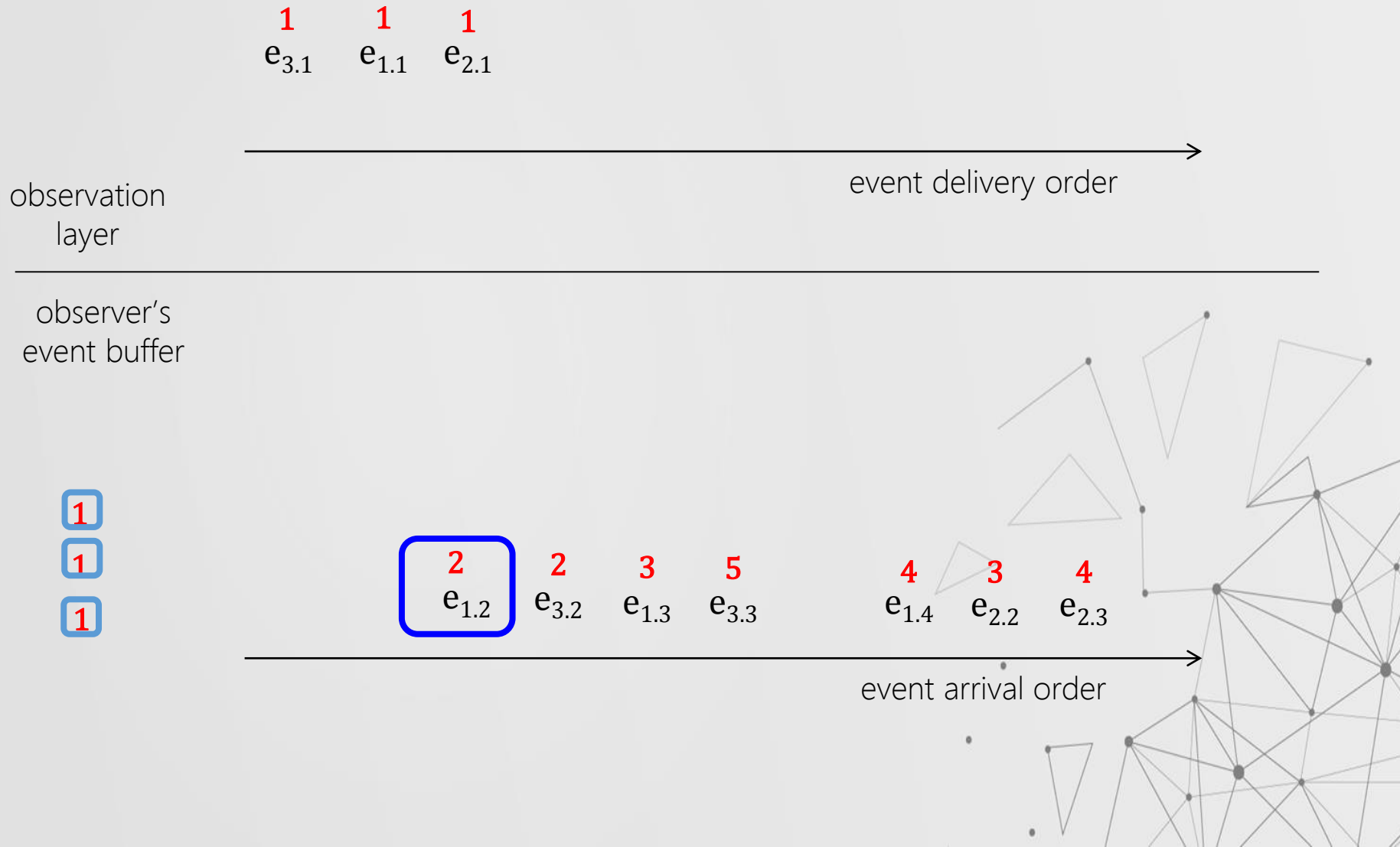
Ρολόγια Lamport με FIFO (14)



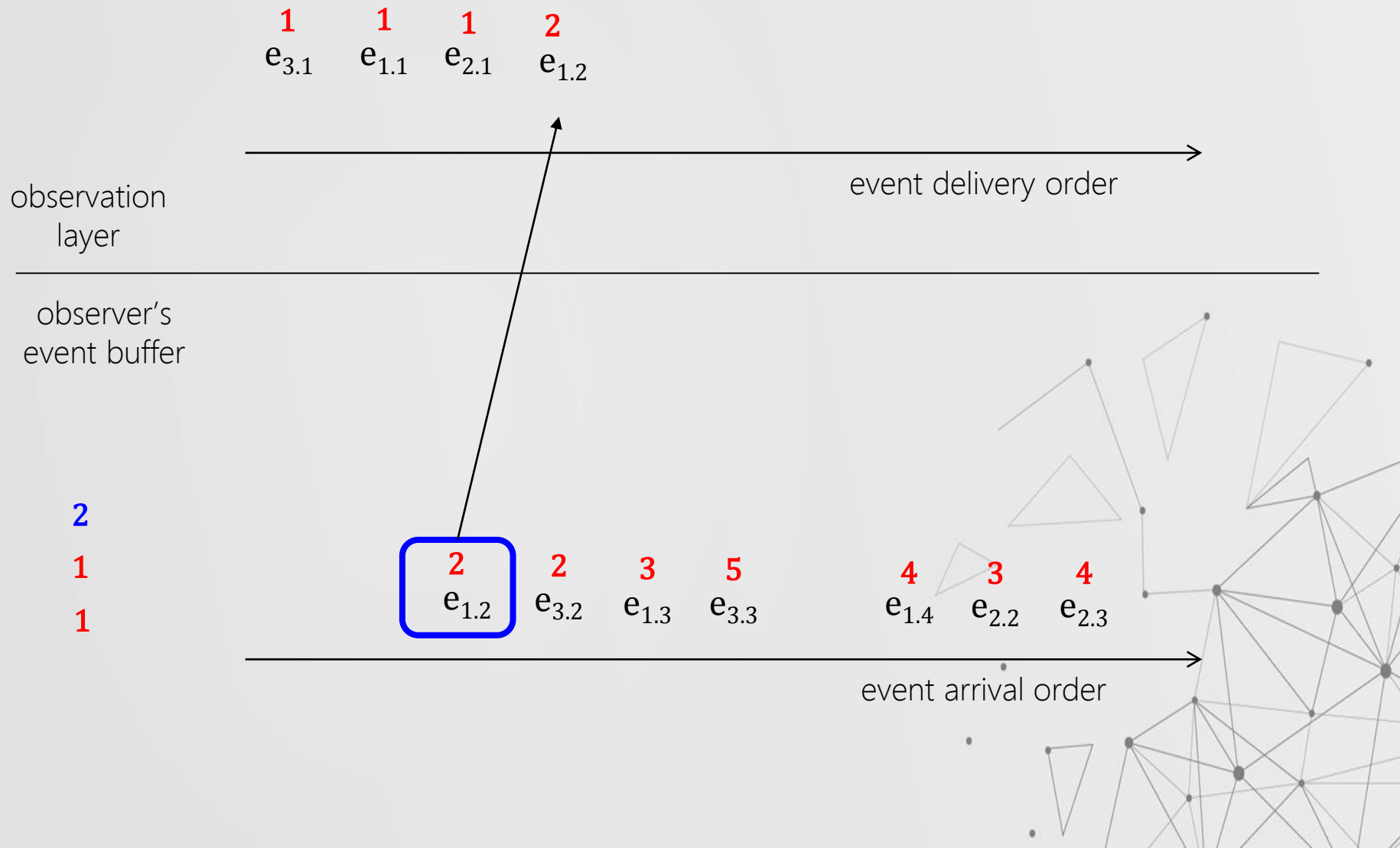
Ρολόγια Lamport με FIFO (15)



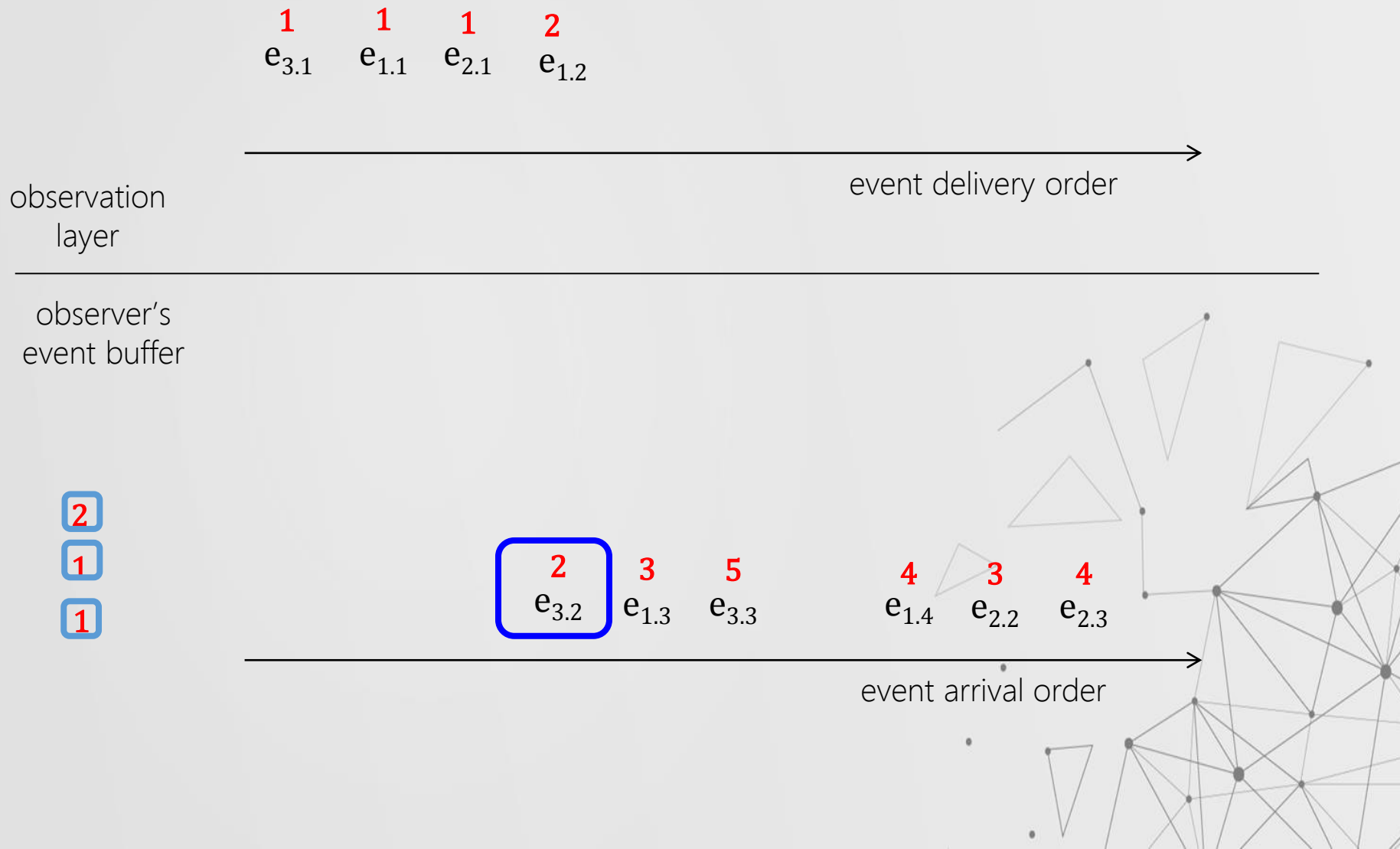
Ρολόγια Lamport με FIFO (16)



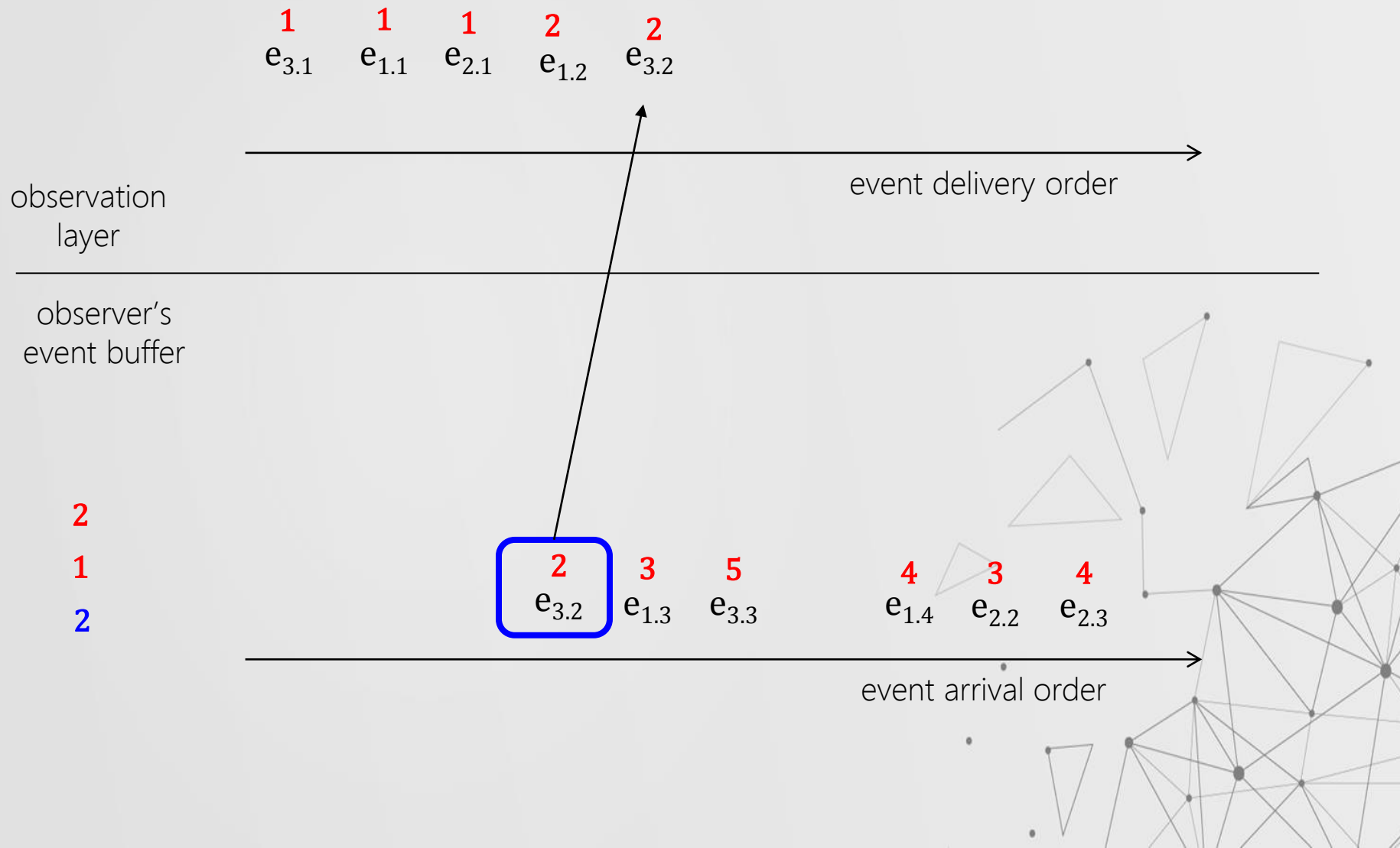
Ρολόγια Lamport με FIFO (17)



Ρολόγια Lamport με FIFO (18)



Ρολόγια Lamport με FIFO (19)



Ρολόγια Lamport με FIFO (20)

1 **1** **1** **2** **2**
 $e_{3.1}$ $e_{1.1}$ $e_{2.1}$ $e_{1.2}$ $e_{3.2}$

observation
layer

event delivery order

observer's
event buffer

2

1

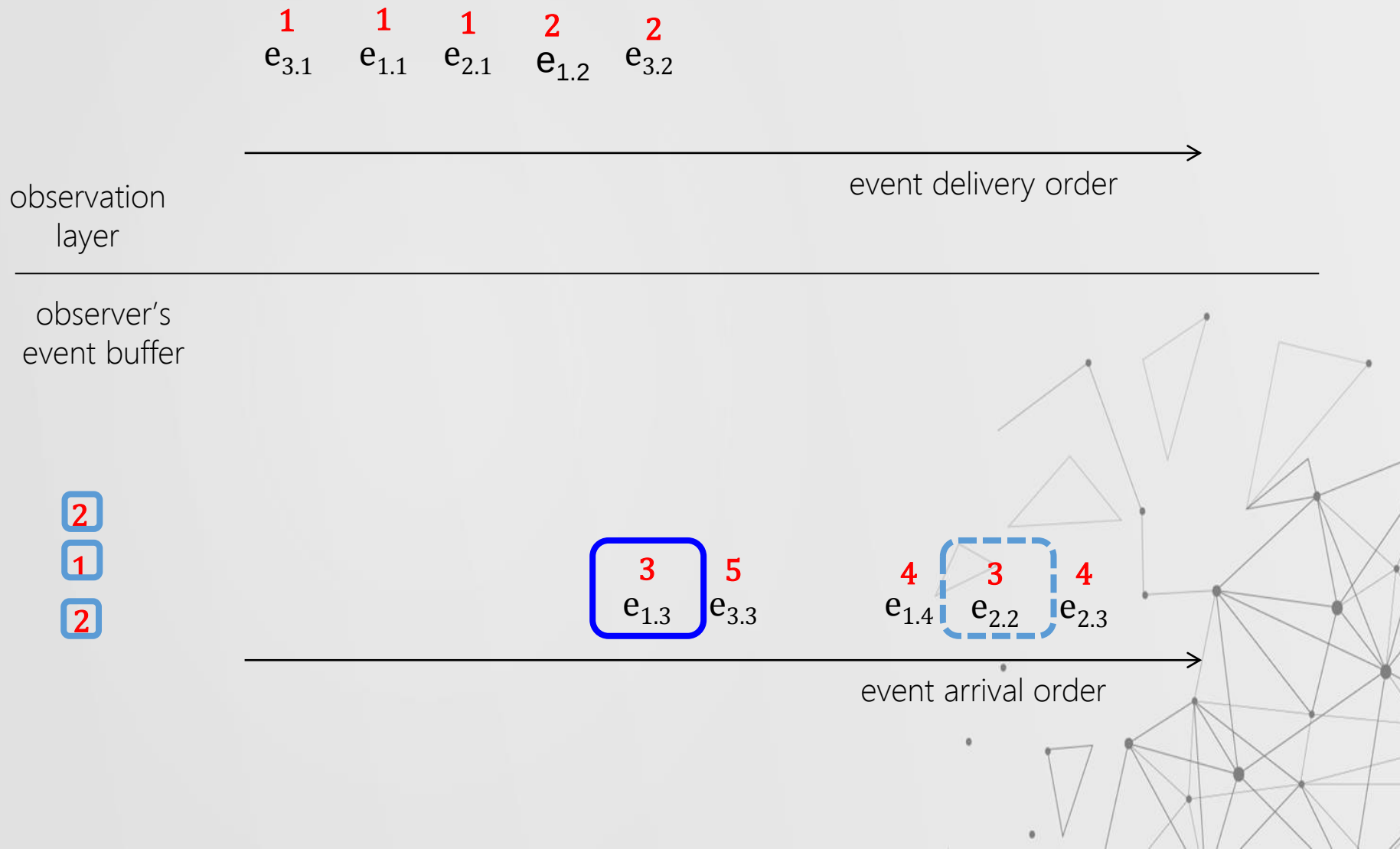
2

3 **5**
 $e_{1.3}$ $e_{3.3}$

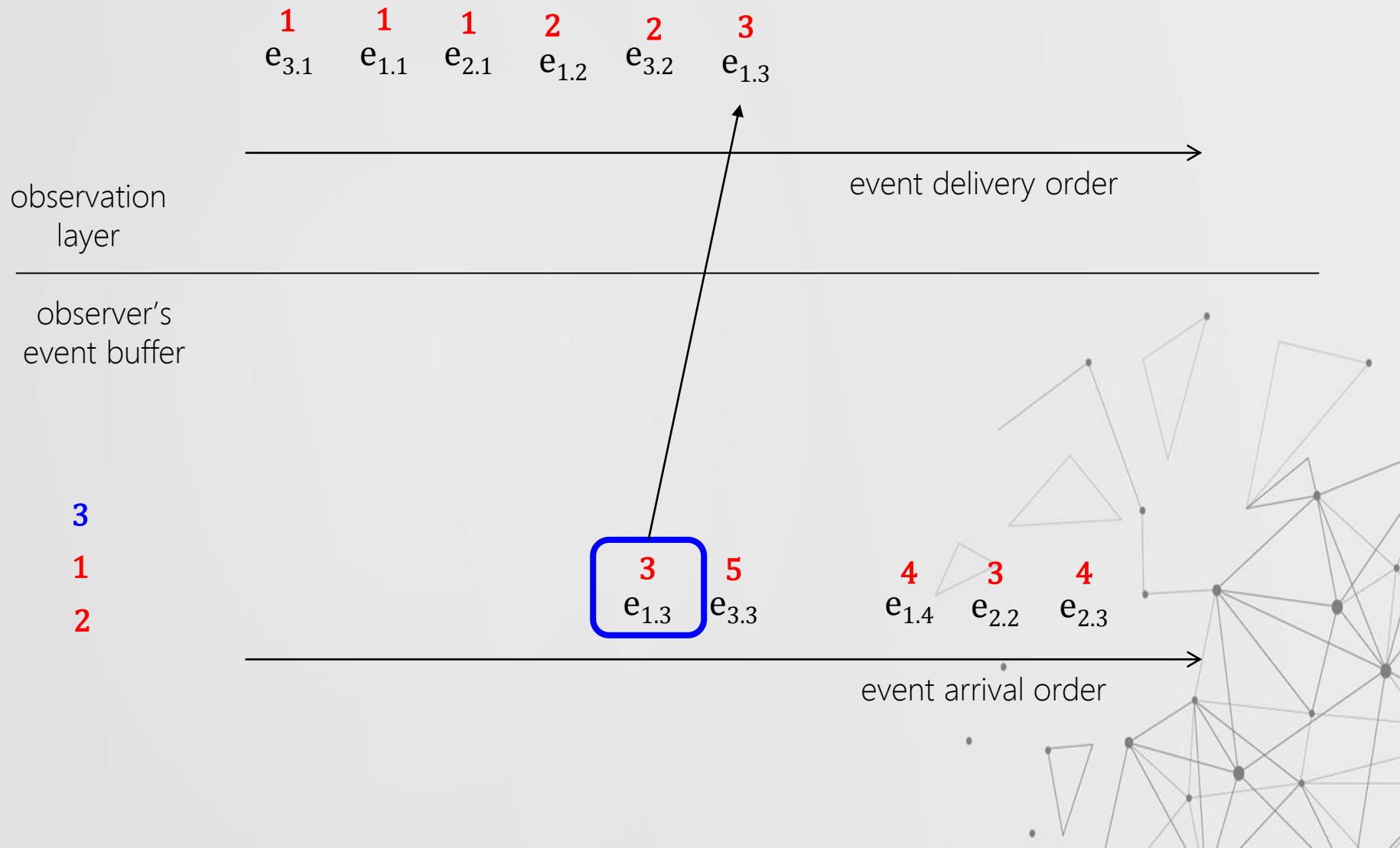
4 **3** **4**
 $e_{1.4}$ $e_{2.2}$ $e_{2.3}$

event arrival order

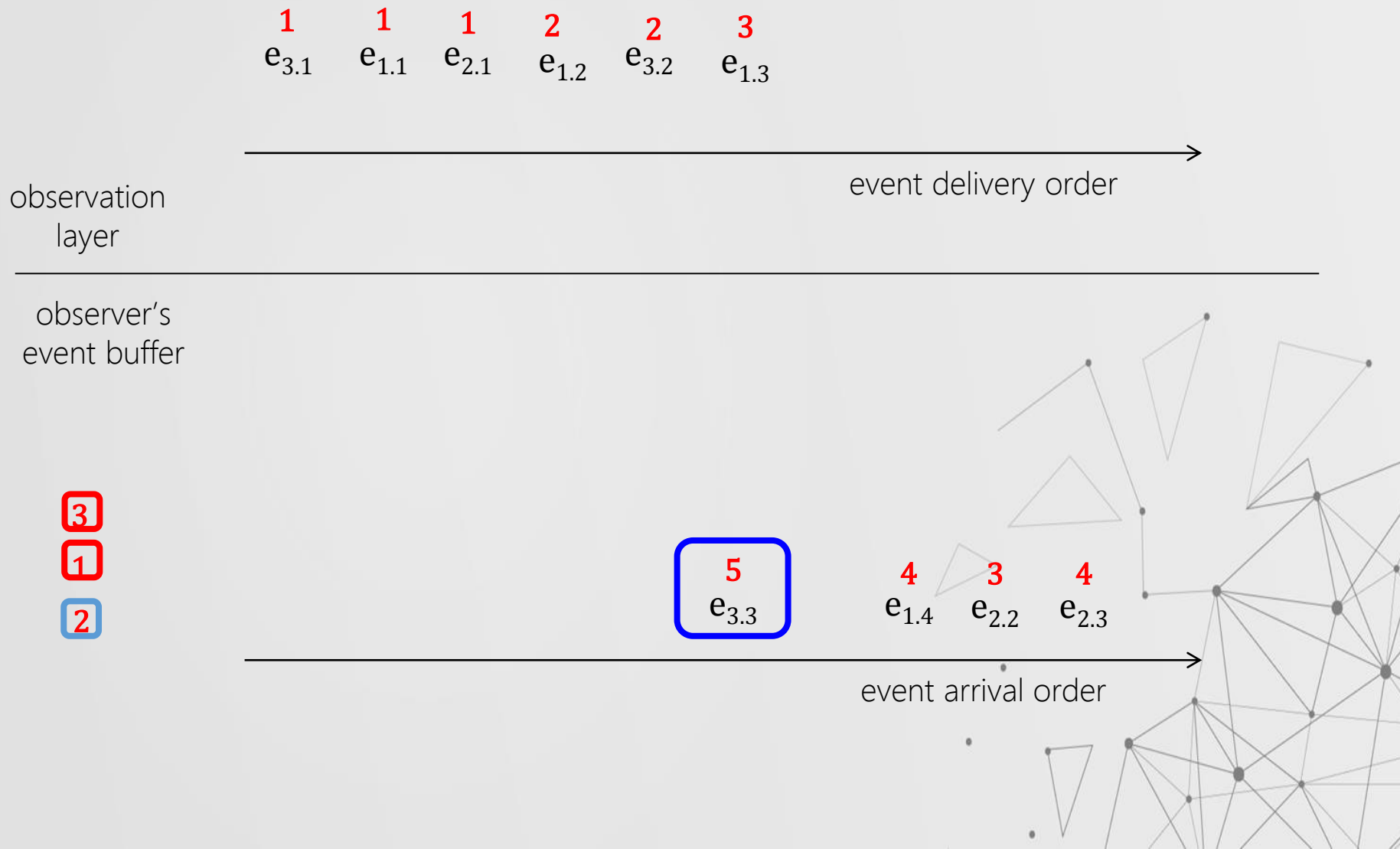
Ρολόγια Lamport με FIFO (21)



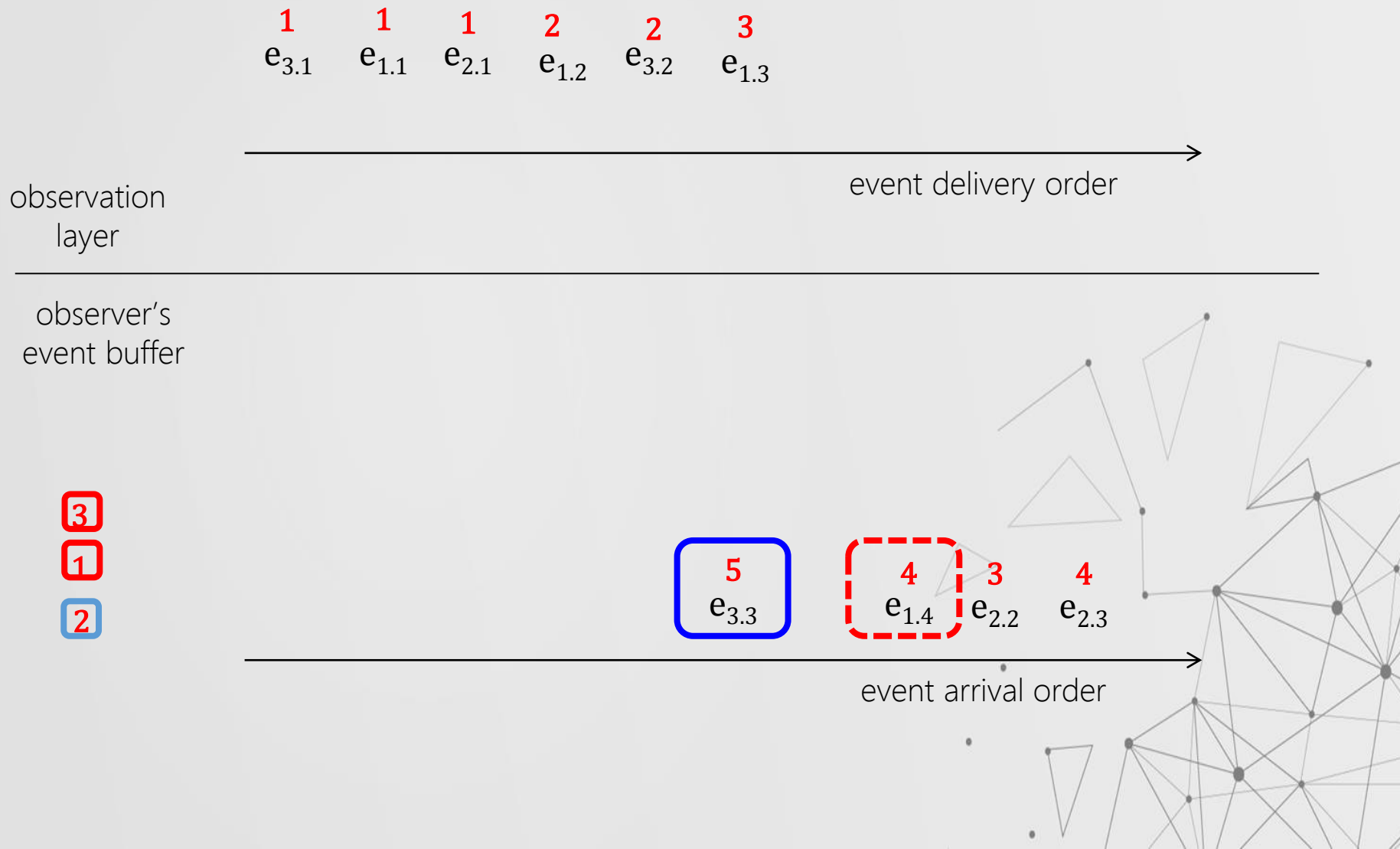
Ρολόγια Lamport με FIFO (22)



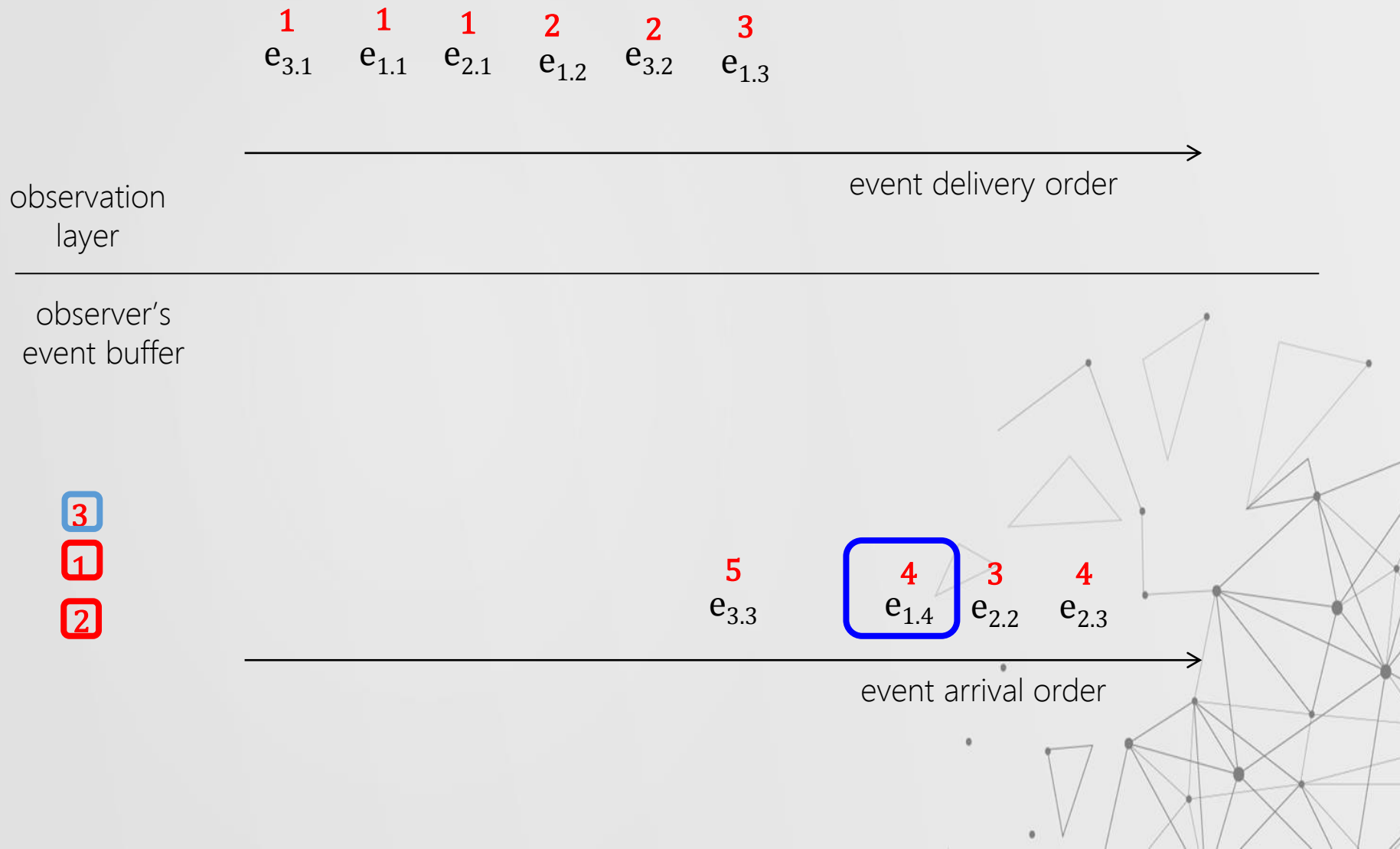
Ρολόγια Lamport με FIFO (23)



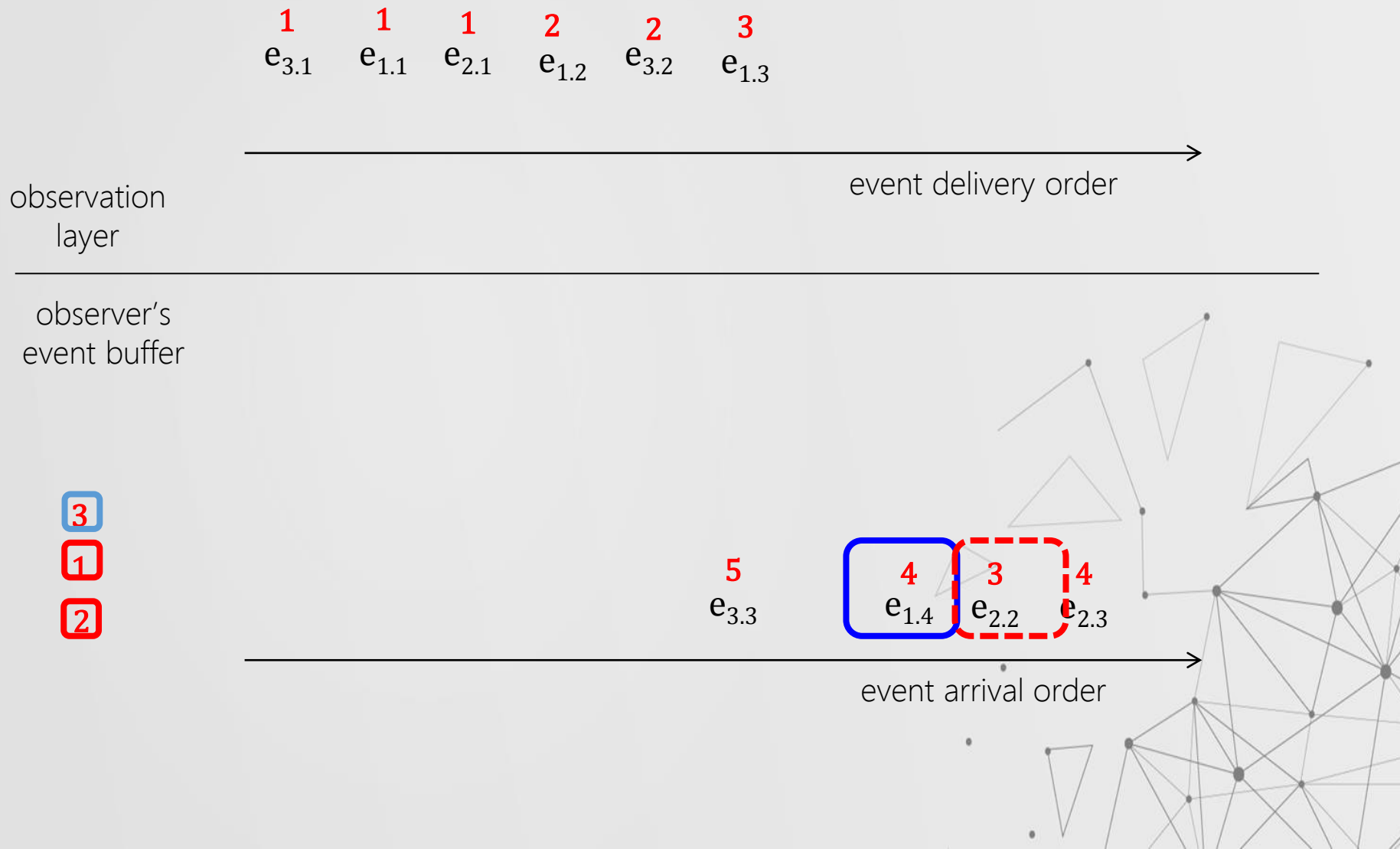
Ρολόγια Lamport με FIFO (24)



Ρολόγια Lamport με FIFO (25)



Ρολόγια Lamport με FIFO (26)



Ρολόγια Lamport με FIFO (27)

1 **1** **1** **2** **2** **3**
 $e_{3.1}$ $e_{1.1}$ $e_{2.1}$ $e_{1.2}$ $e_{3.2}$ $e_{1.3}$

observation
layer

event delivery order

observer's
event buffer

3
1
2

5
 $e_{3.3}$

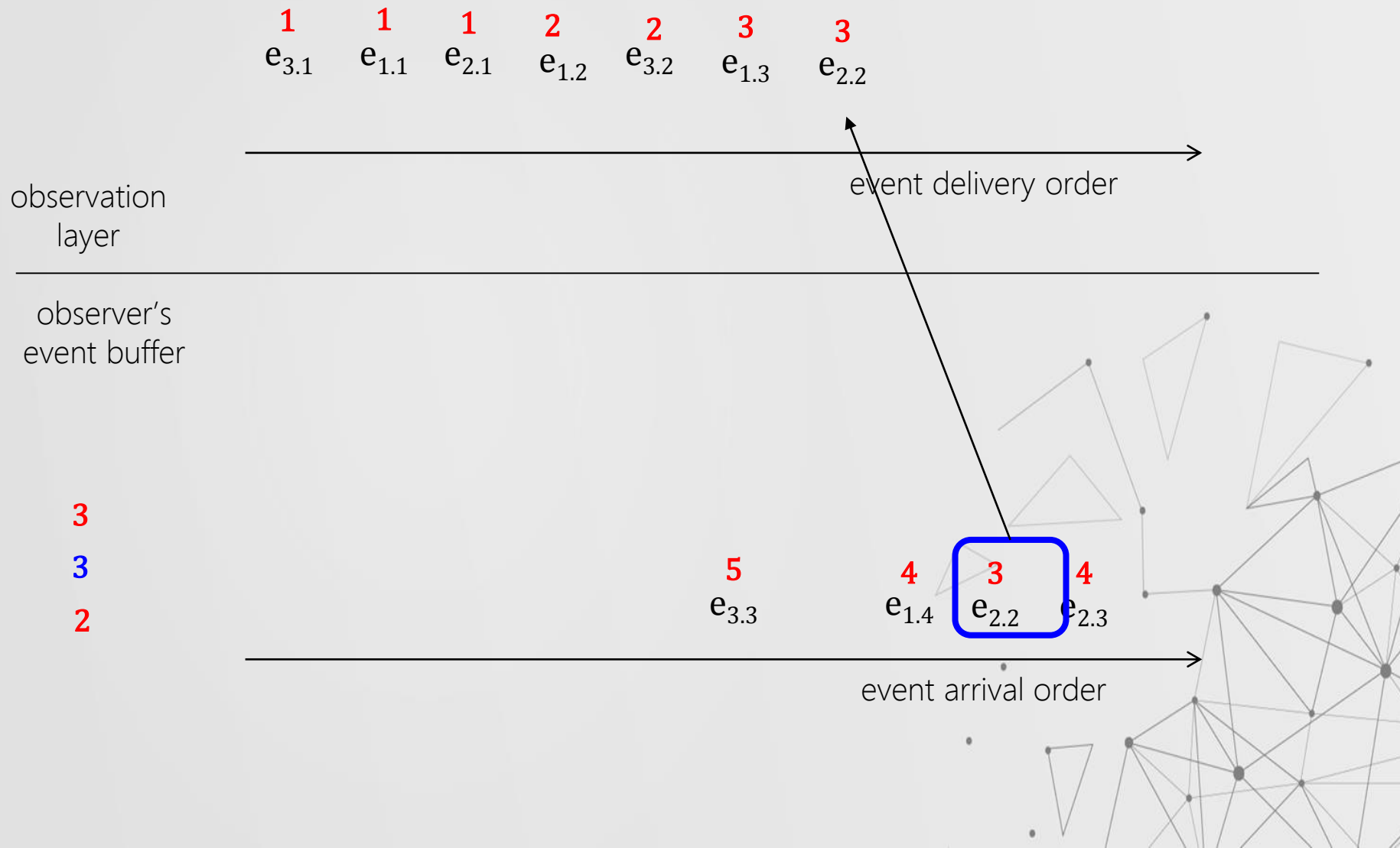
4
 $e_{1.4}$

3
 $e_{2.2}$

4
 $e_{2.3}$

event arrival order

Ρολόγια Lamport με FIFO (28)



Ρολόγια Lamport με FIFO (29)

1 **1** **1** **2** **2** **3** **3**
 $e_{3.1}$ $e_{1.1}$ $e_{2.1}$ $e_{1.2}$ $e_{3.2}$ $e_{1.3}$ $e_{2.2}$

observation
layer

event delivery order

observer's
event buffer

3

3

2

5

$e_{3.3}$

4

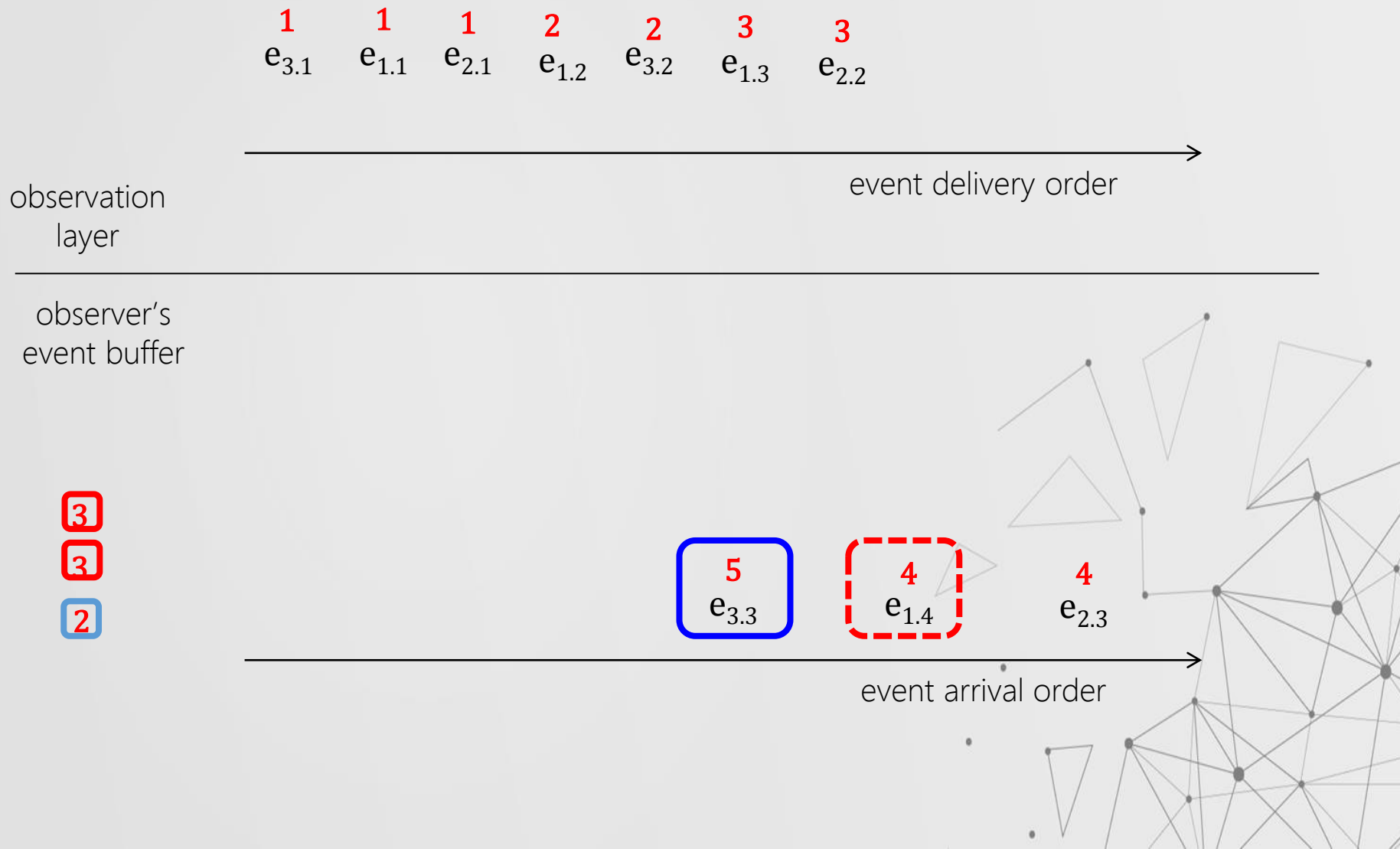
$e_{1.4}$

4

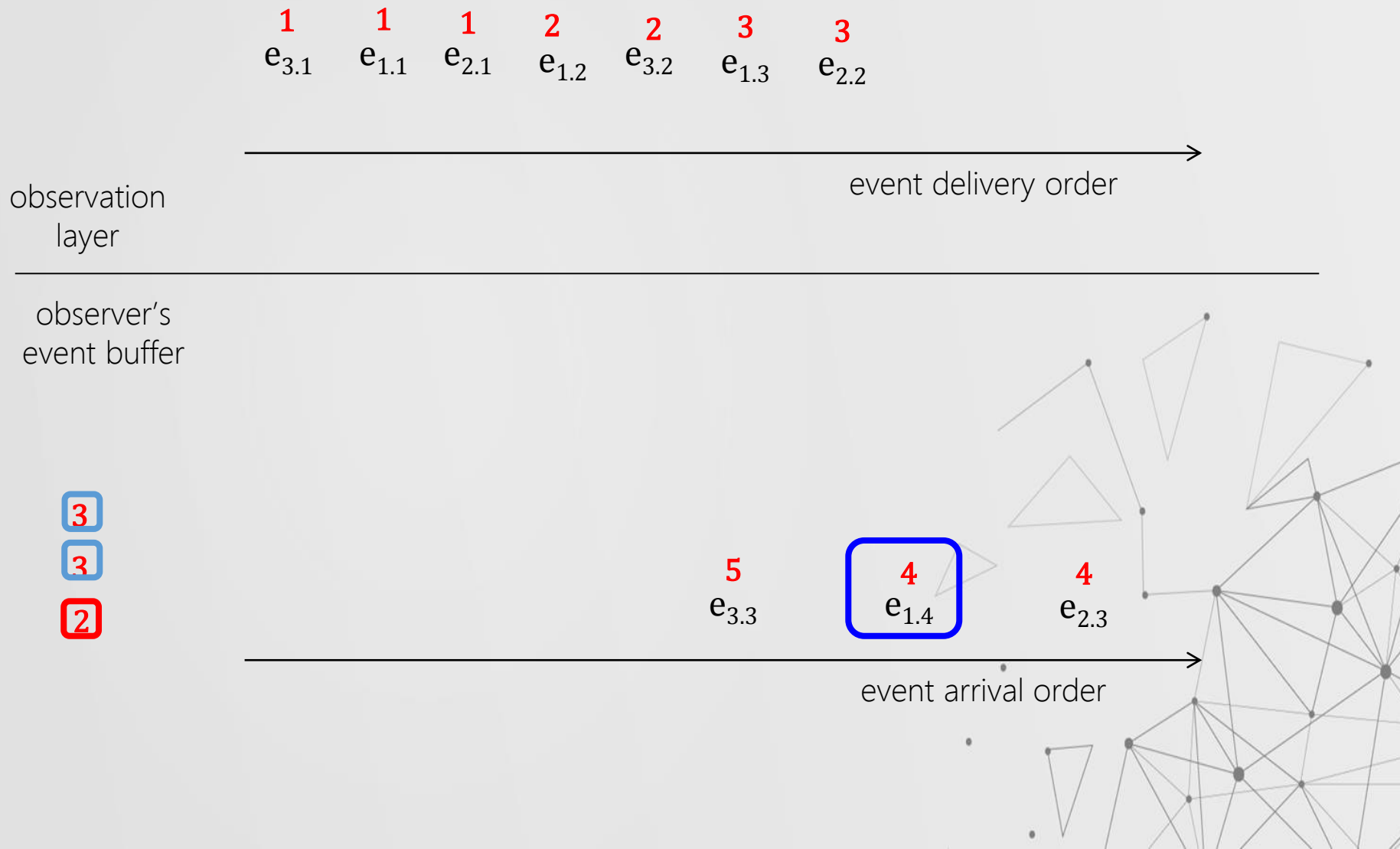
$e_{2.3}$

event arrival order

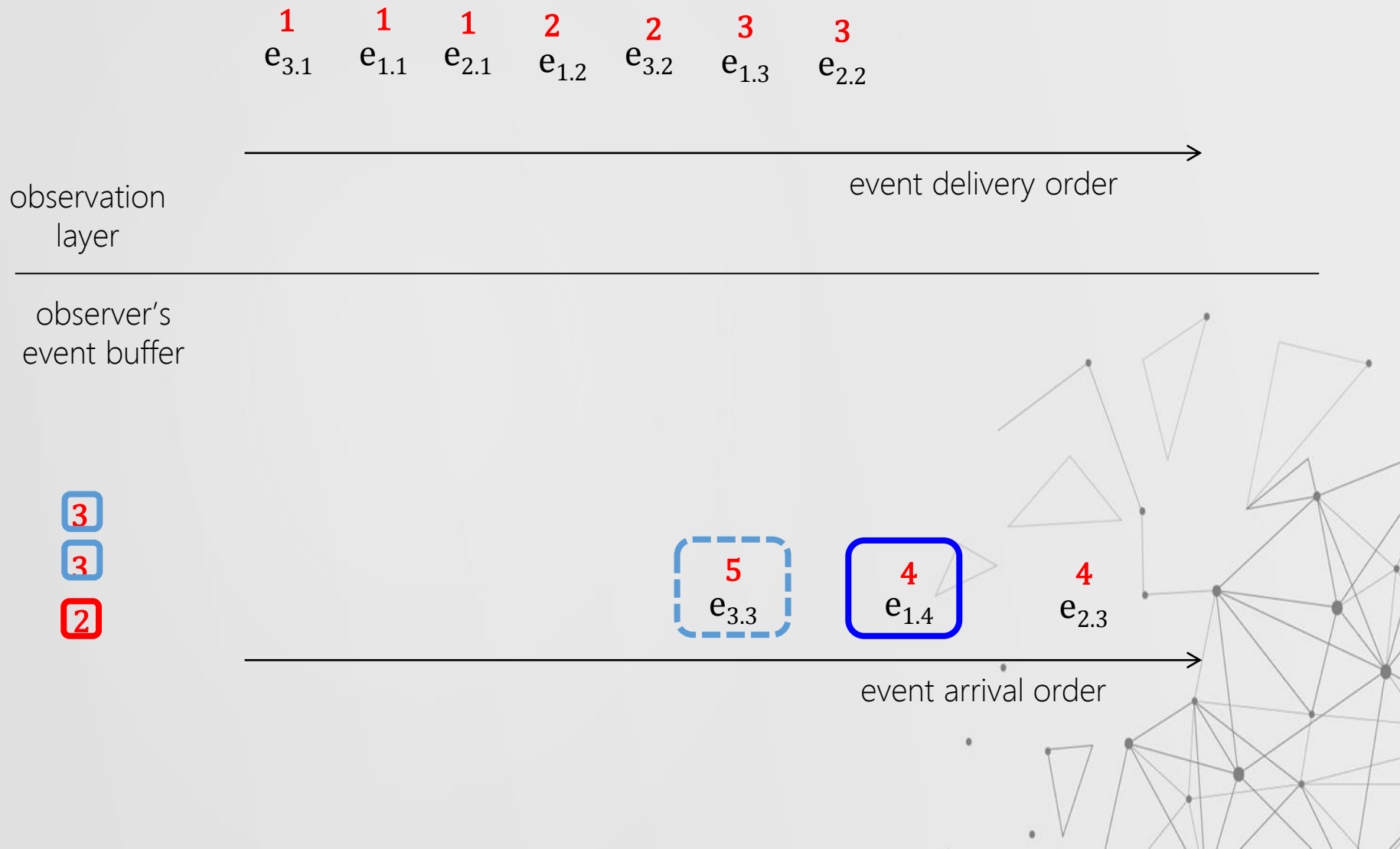
Ρολόγια Lamport με FIFO (30)



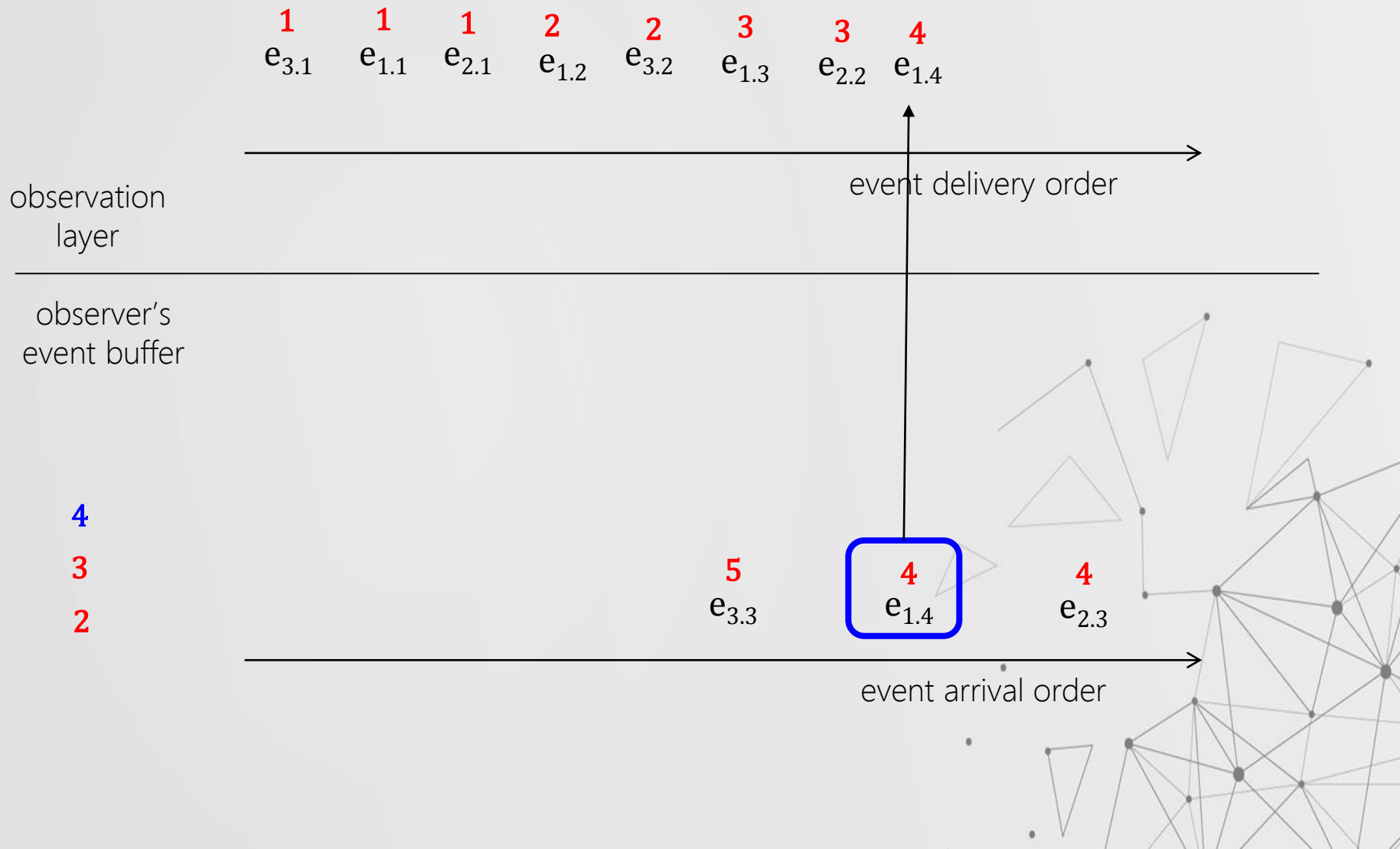
Ρολόγια Lamport με FIFO (31)



Ρολόγια Lamport με FIFO (32)



Ρολόγια Lamport με FIFO (33)



Ρολόγια Lamport με FIFO (34)

1 **1** **1** **2** **2** **3** **3** **4**
 $e_{3.1}$ $e_{1.1}$ $e_{2.1}$ $e_{1.2}$ $e_{3.2}$ $e_{1.3}$ $e_{2.2}$ $e_{1.4}$

observation
layer

event delivery order

observer's
event buffer

4

3

2

5

$e_{3.3}$

4

$e_{2.3}$

event arrival order

Ρολόγια Lamport με FIFO (35)

1 **1** **1** **2** **2** **3** **3** **4**
 $e_{3.1}$ $e_{1.1}$ $e_{2.1}$ $e_{1.2}$ $e_{3.2}$ $e_{1.3}$ $e_{2.2}$ $e_{1.4}$

observation
layer

event delivery order

observer's
event buffer

4

3

2

5

$e_{3.3}$

4

$e_{2.3}$

event arrival order

Ρολόγια Lamport με FIFO (36)

1 **1** **1** **2** **2** **3** **3** **4**
 $e_{3.1}$ $e_{1.1}$ $e_{2.1}$ $e_{1.2}$ $e_{3.2}$ $e_{1.3}$ $e_{2.2}$ $e_{1.4}$

observation
layer

event delivery order

observer's
event buffer

4

3

2

5
 $e_{3.3}$

4
 $e_{2.3}$

event arrival order

Ρολόγια Lamport με FIFO (37)

1 **1** **1** **2** **2** **3** **3** **4**
 $e_{3.1}$ $e_{1.1}$ $e_{2.1}$ $e_{1.2}$ $e_{3.2}$ $e_{1.3}$ $e_{2.2}$ $e_{1.4}$

observation
layer

event delivery order

observer's
event buffer

4

3

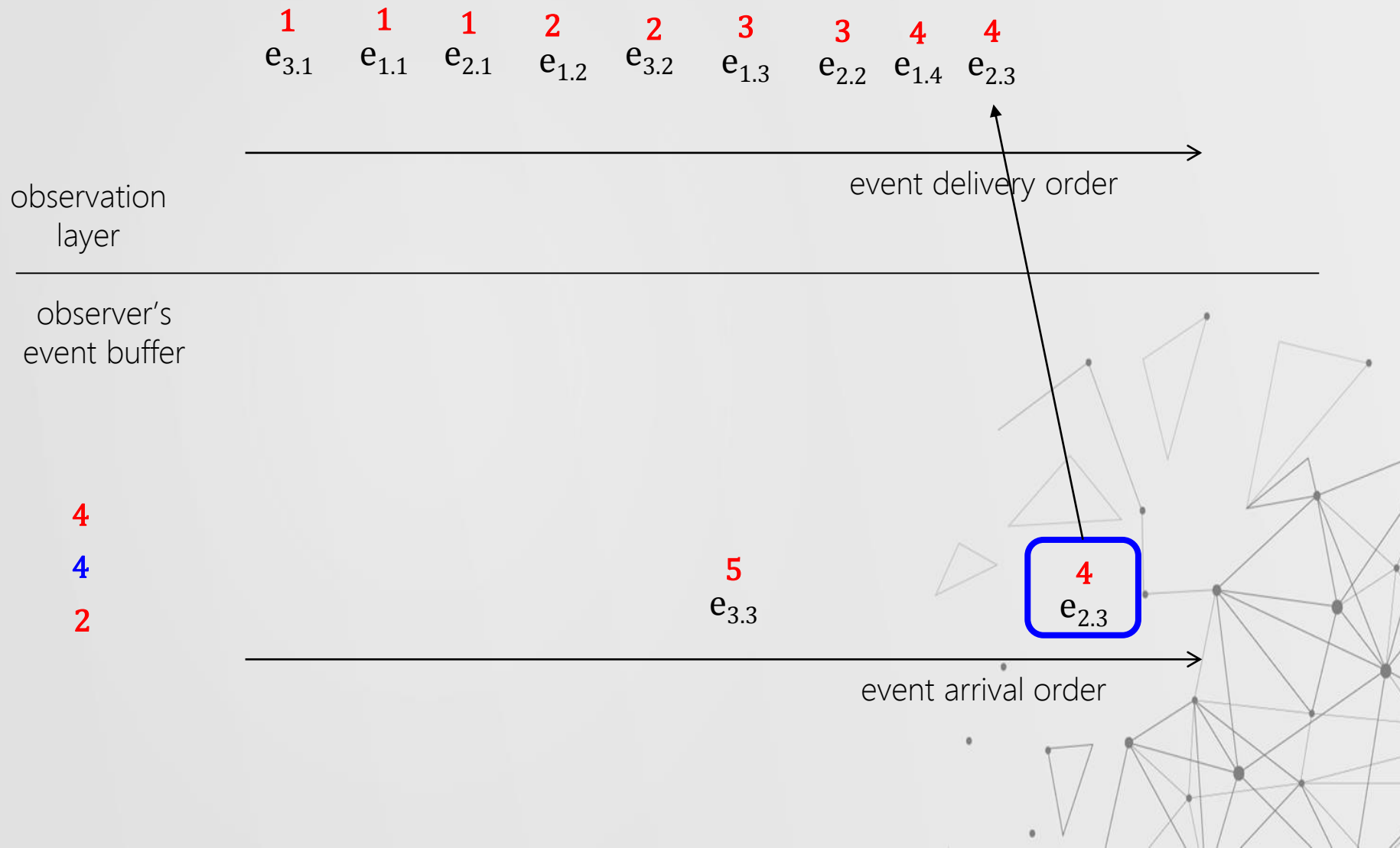
2

5
 $e_{3.3}$

4
 $e_{2.3}$

event arrival order

Ρολόγια Lamport με FIFO (38)



Ρολόγια Lamport με FIFO (39)

1 **1** **1** **2** **2** **3** **3** **4** **4**
 $e_{3.1}$ $e_{1.1}$ $e_{2.1}$ $e_{1.2}$ $e_{3.2}$ $e_{1.3}$ $e_{2.2}$ $e_{1.4}$ $e_{2.3}$

observation
layer

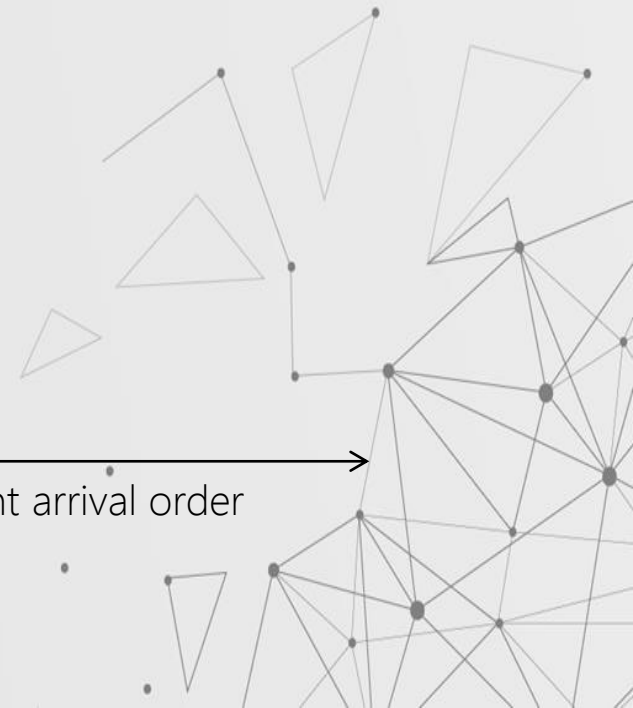
event delivery order

observer's
event buffer

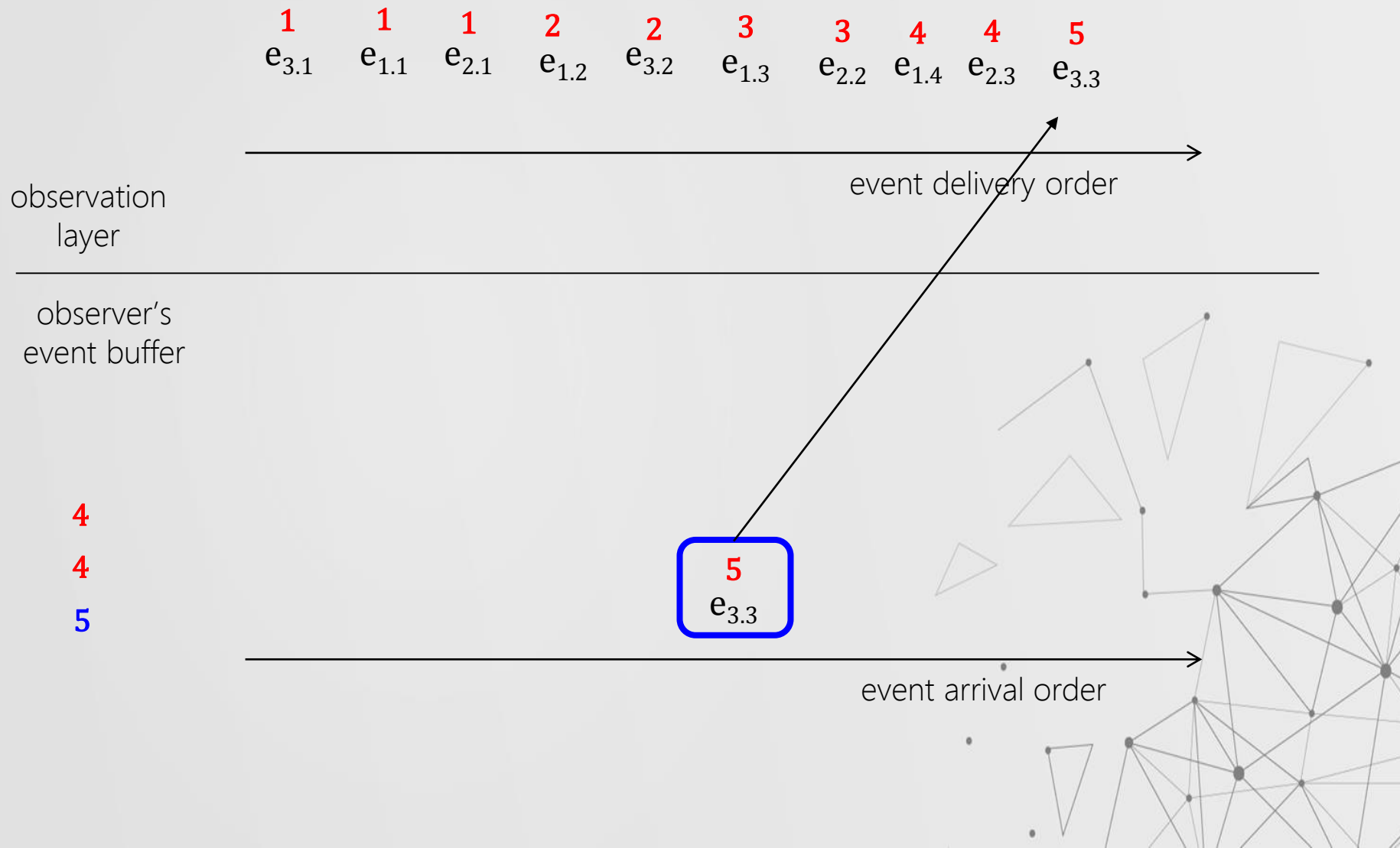
4
4
2

5
 $e_{3.3}$

event arrival order



Ρολόγια Lamport με FIFO (40)



Ρολόγια Lamport με FIFO (41)

1 **1** **1** **2** **2** **3** **3** **4** **4** **5**
 $e_{3.1}$ $e_{1.1}$ $e_{2.1}$ $e_{1.2}$ $e_{3.2}$ $e_{1.3}$ $e_{2.2}$ $e_{1.4}$ $e_{2.3}$ $e_{3.3}$

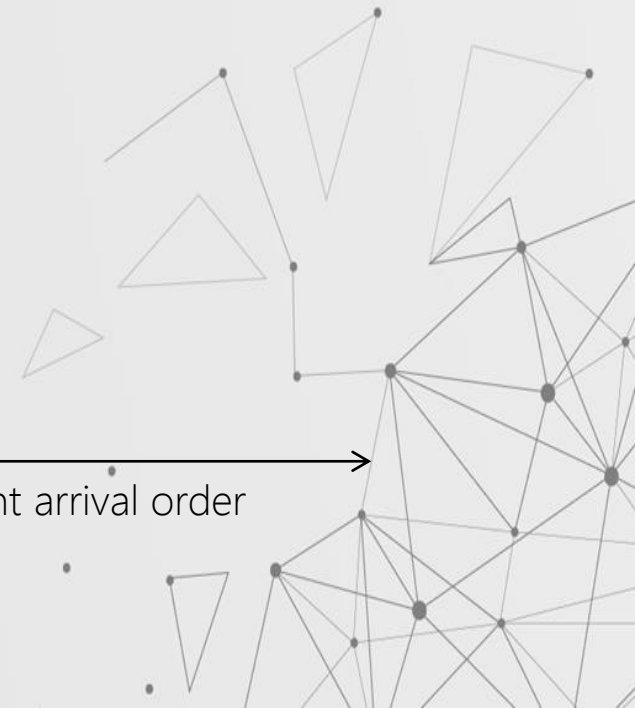
observation
layer

event delivery order

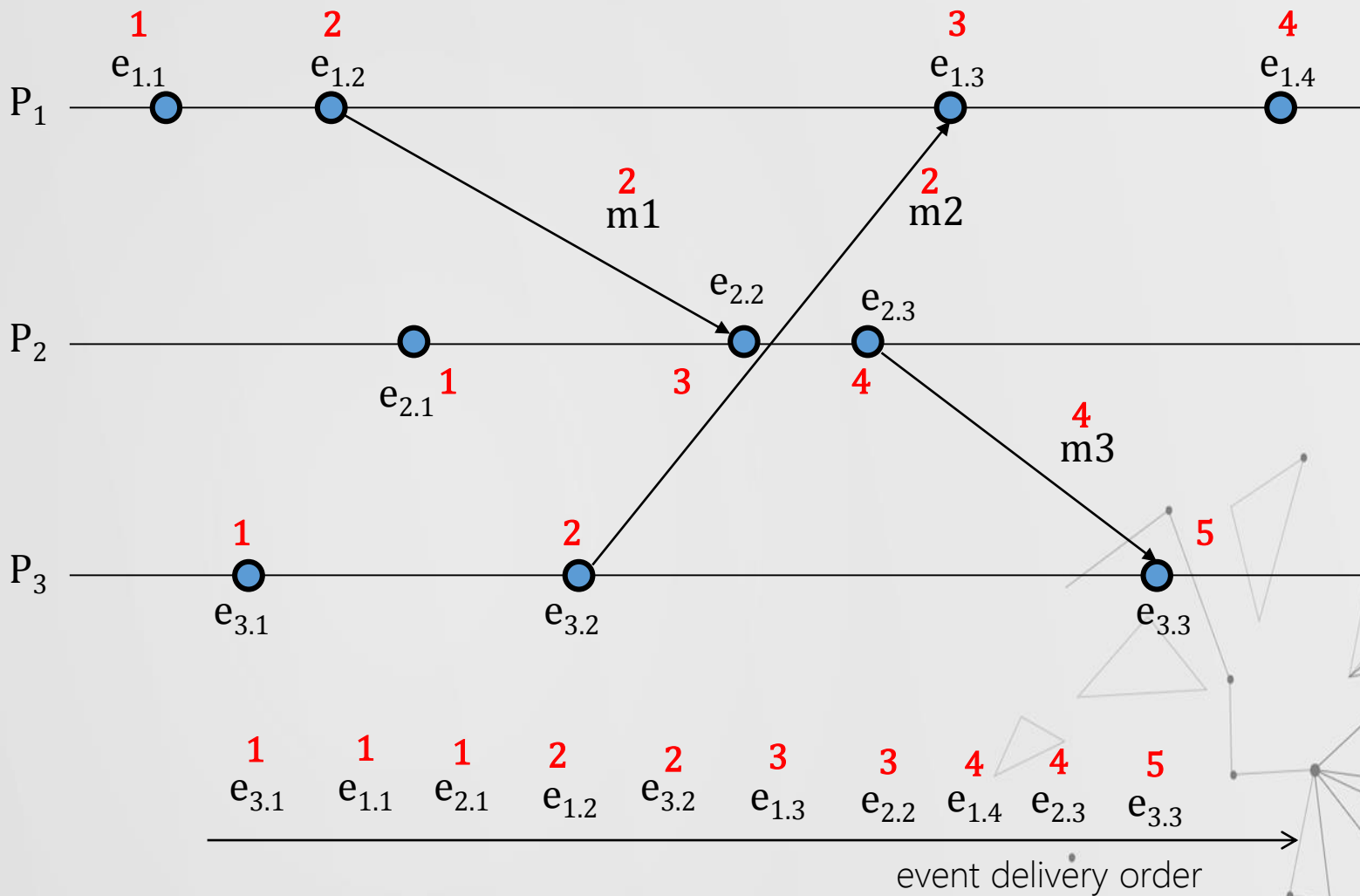
observer's
event buffer

4
4
5

event arrival order



Ρολόγια Lamport με FIFO (42)

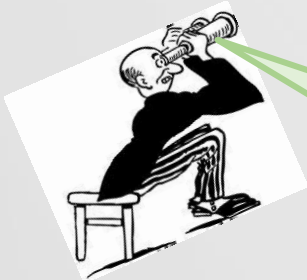
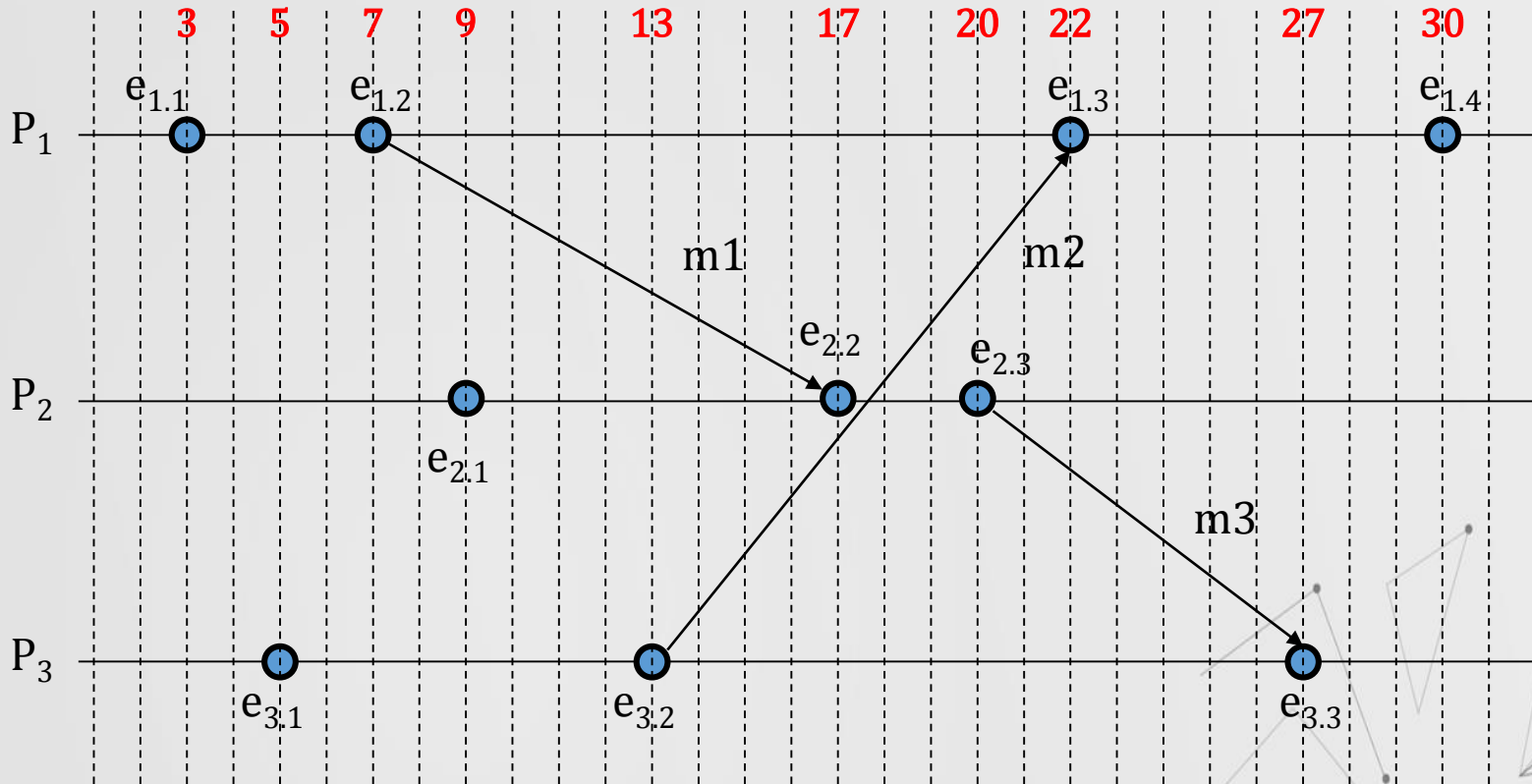


Έλεγχος με φυσικά ρολόγια

- Ακόμα και αν τα φυσικά ρολόγια έχουν τέλεια ακρίβεια και είναι τέλεια συγχρονισμένα μεταξύ τους, εξακολουθούν να μην είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για την παρατήρηση μιας εκτέλεσης με βάση την λογική σειρά.
- Έχουν αδυναμία εντοπισμού χάσματος.
 - βλέπε λύσεις για Lamport clocks.
- Η χρονολογική ταξινόμηση των γεγονότων επιφέρει καθολική σειριοποίηση.
 - πιθανώς πολύ πιο αυστηρή από αυτήν της λογικής σειράς.



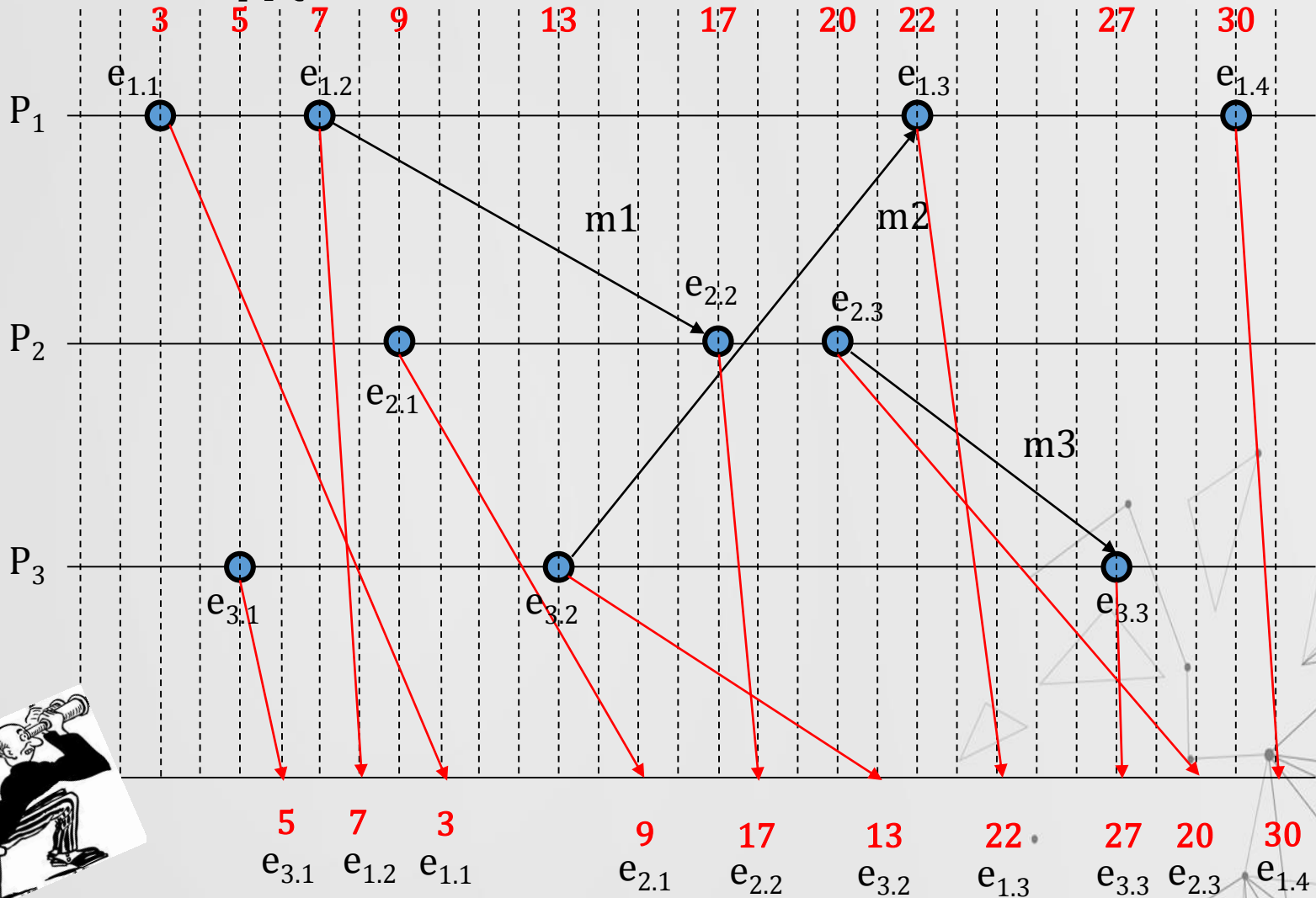
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια



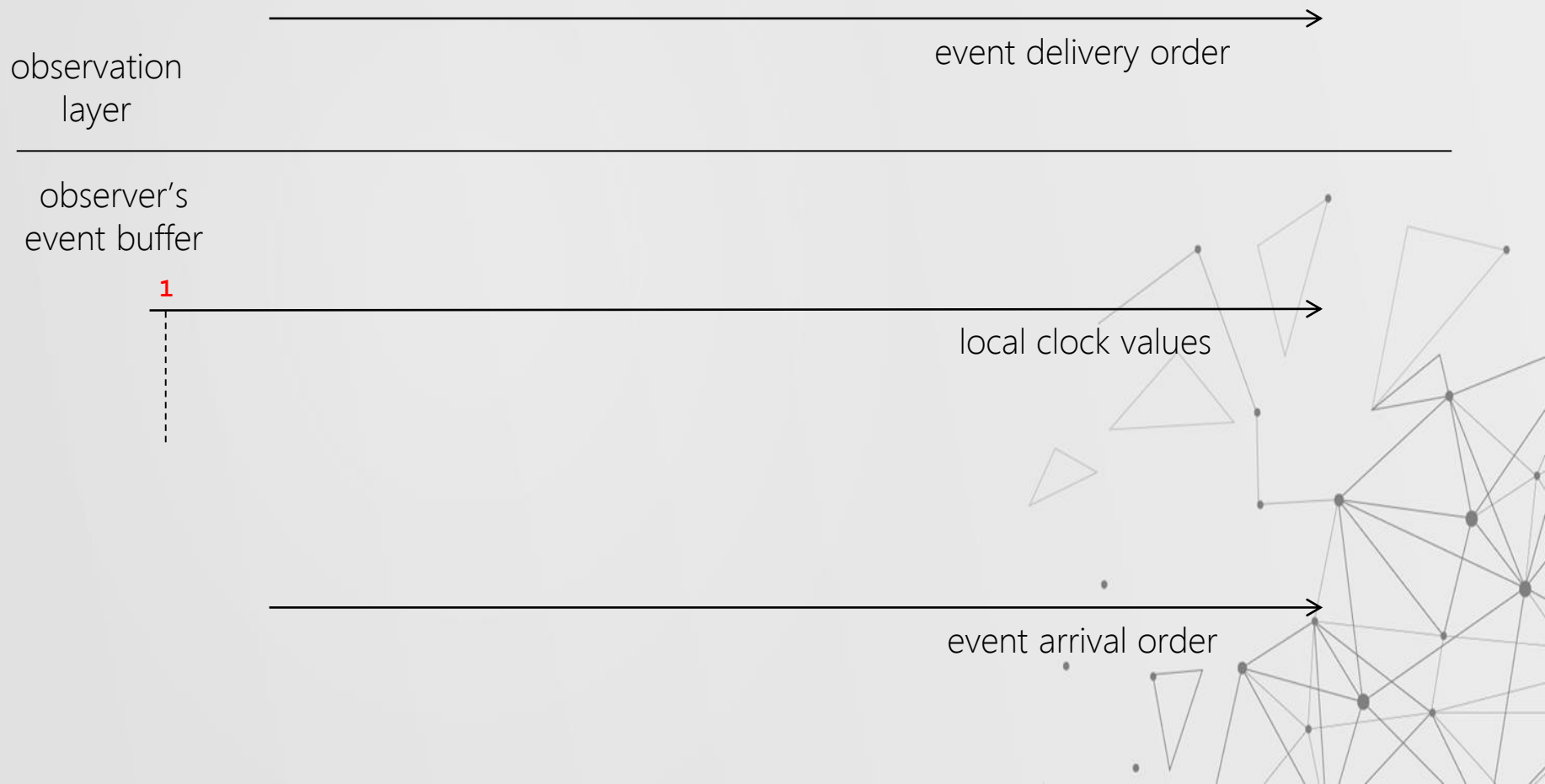
22 $e_{1.3}$ 3 $e_{1.1}$ 17 $e_{2.2}$ 5 $e_{3.1}$ 30 $e_{1.4}$...

(τυχαία) σειρά
παραλαβής
ειδοποιήσεων

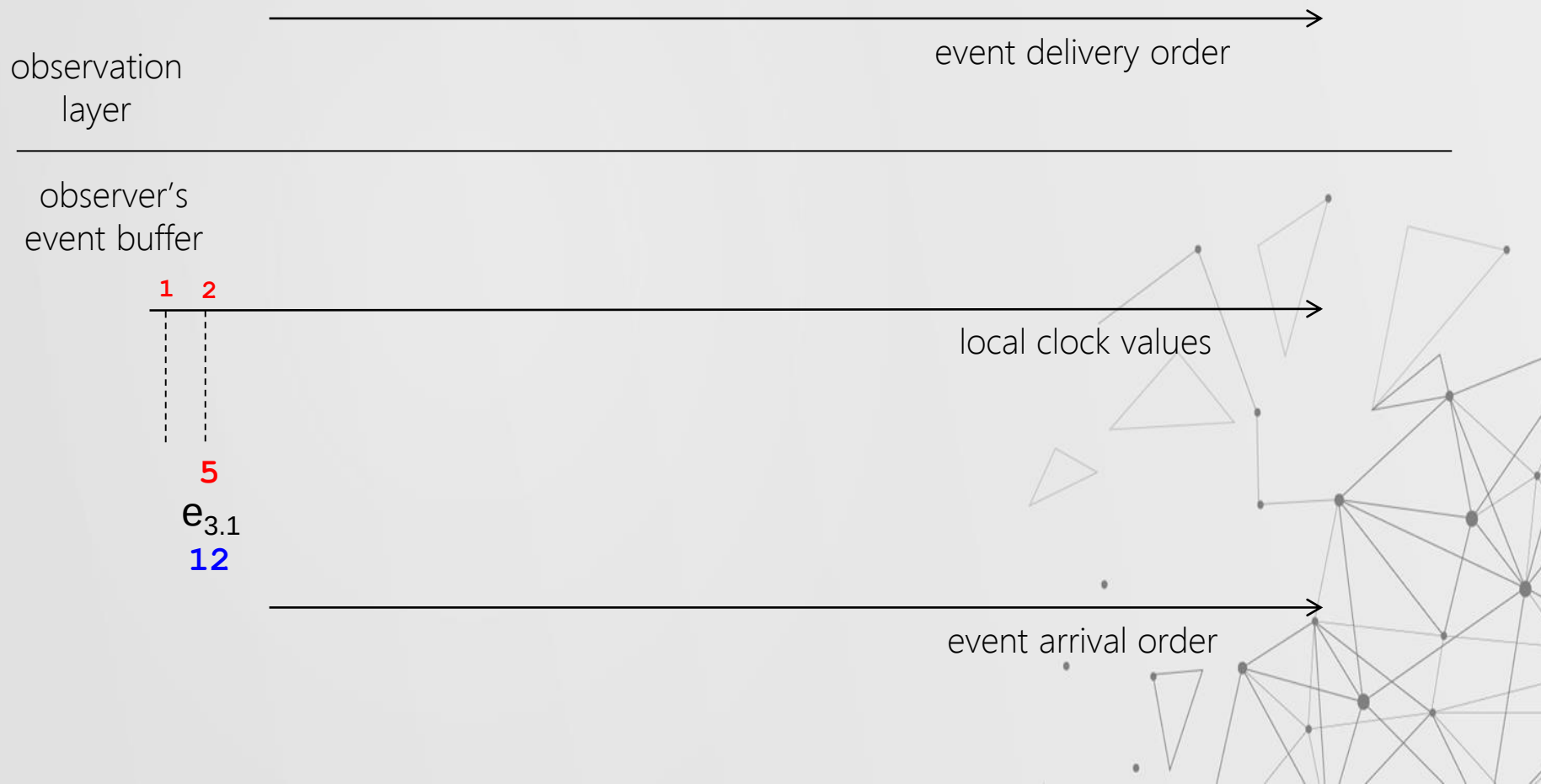
Φυσικά ρολόγια με $T_{\max} = 10$ (ακριβές αλλά ασυγχρόνιστο ρολόι παρατηρητή)



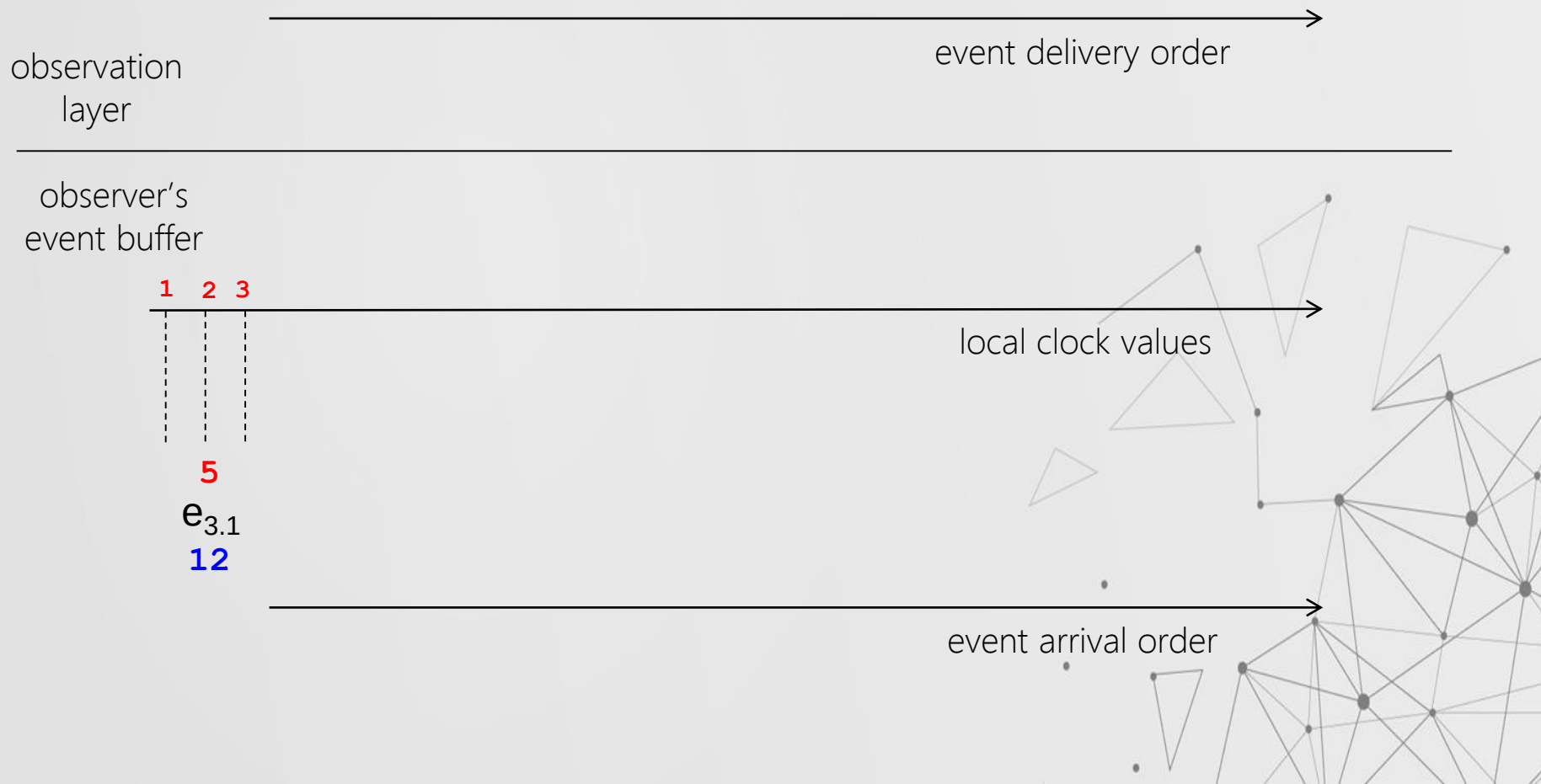
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (1)



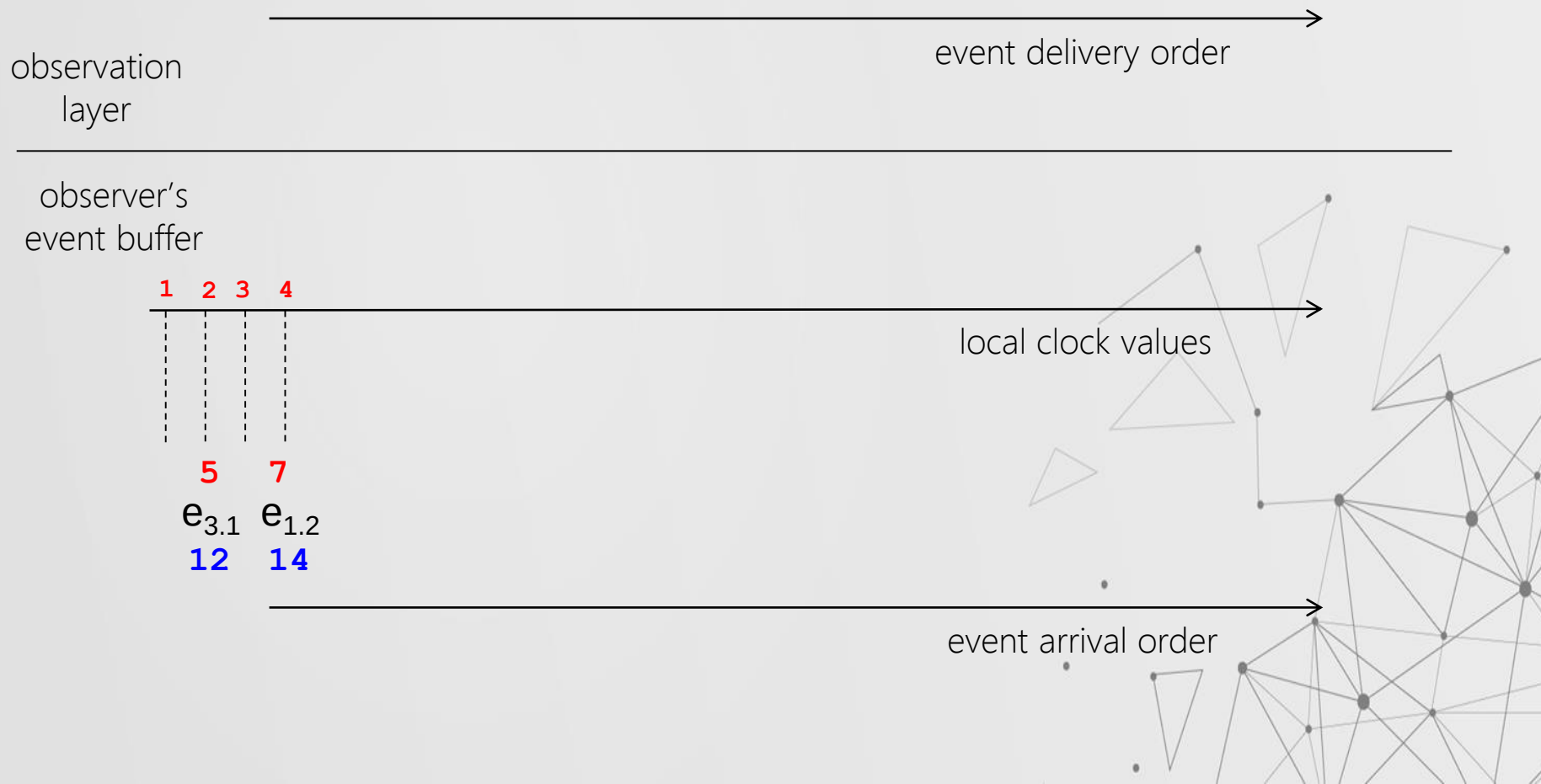
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (2)



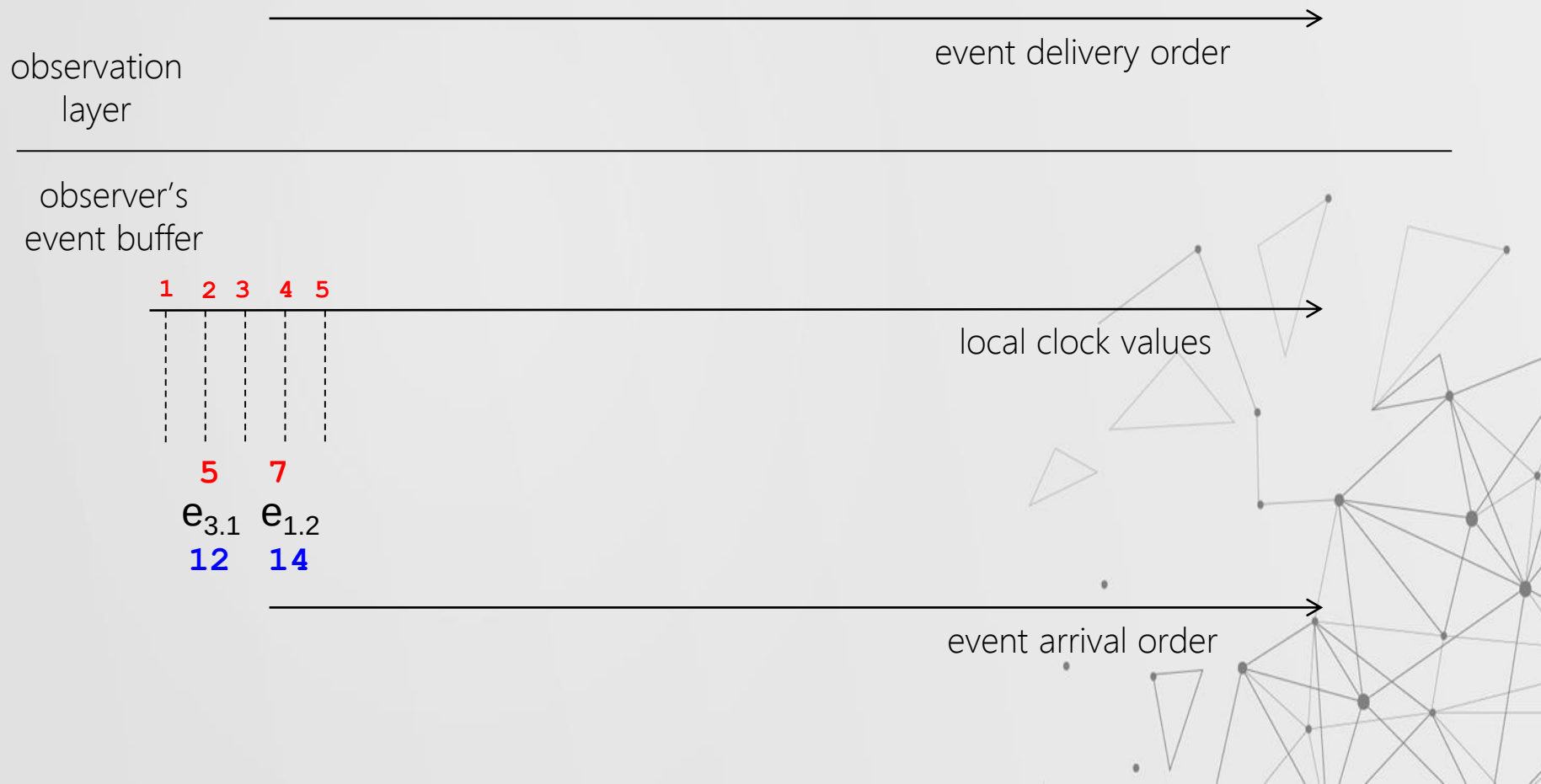
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (3)



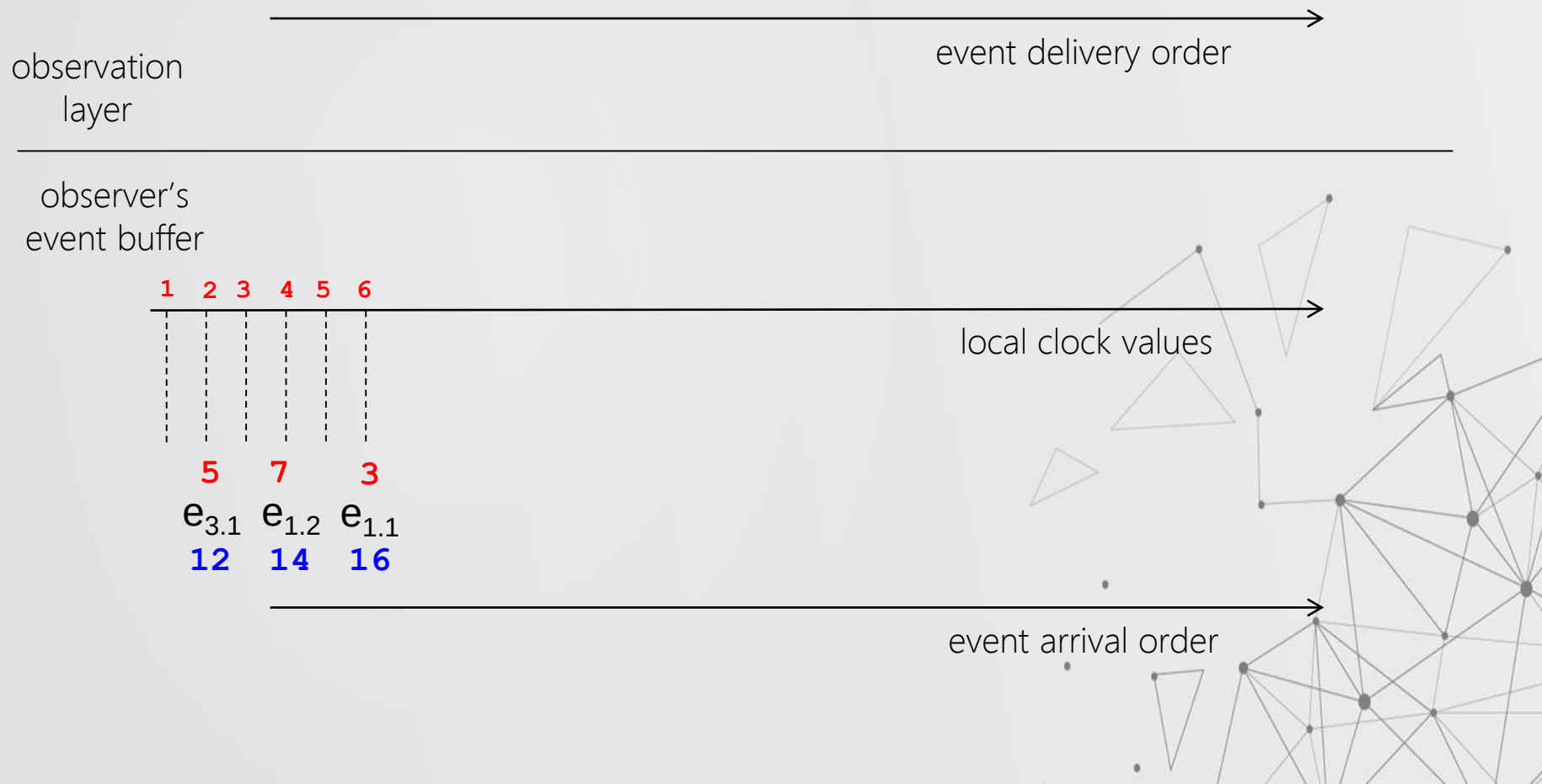
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (4)



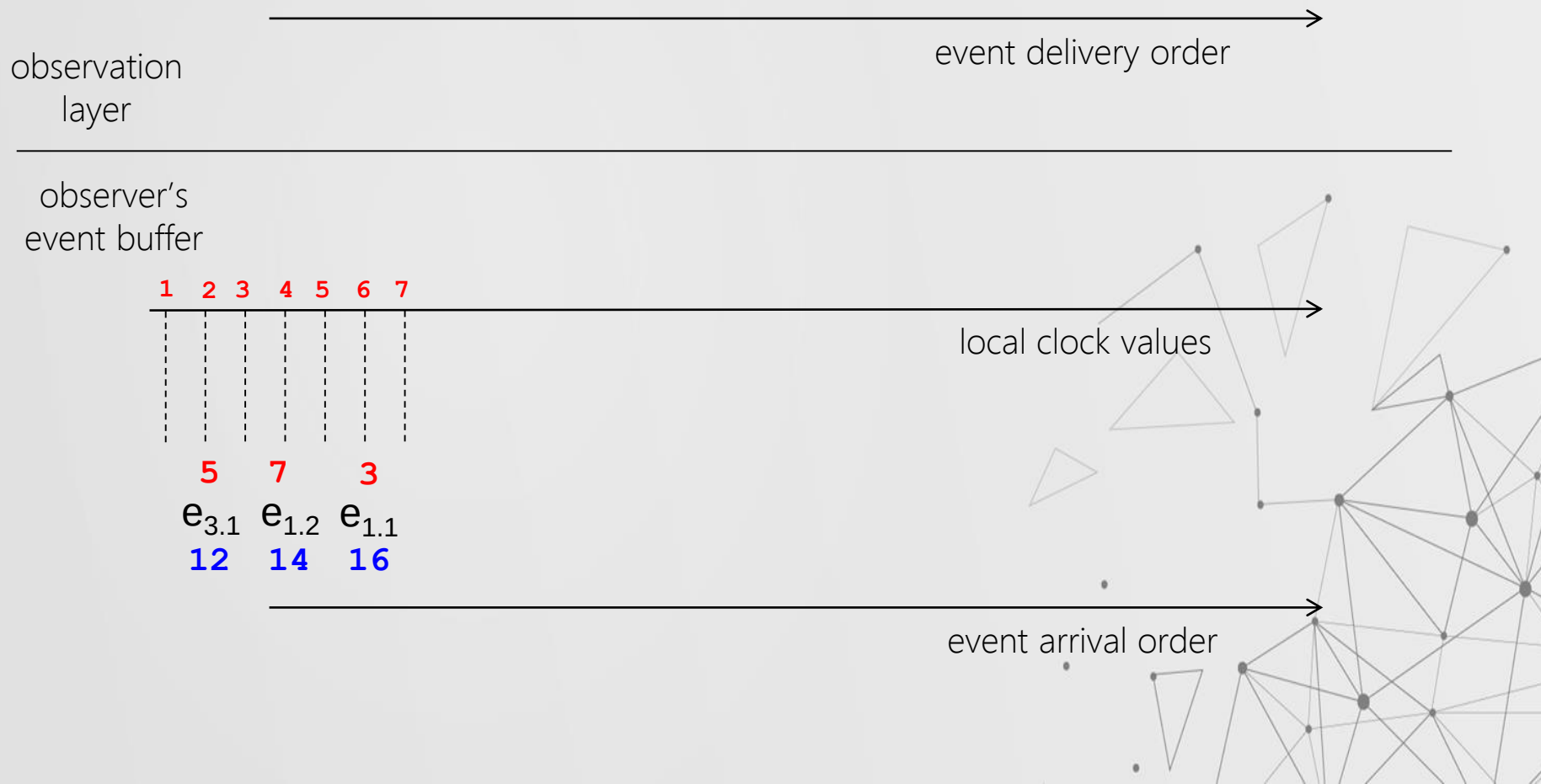
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (5)



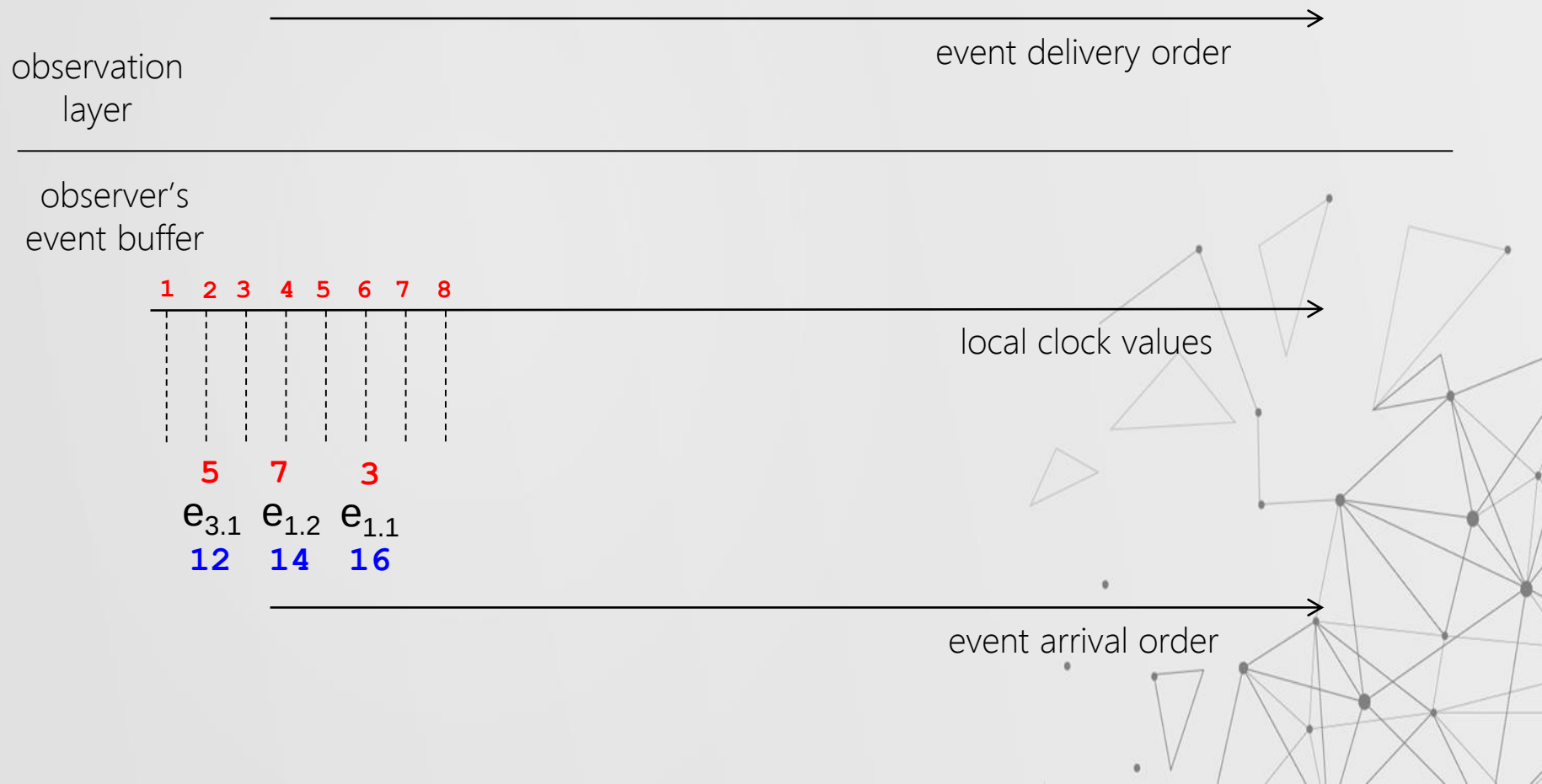
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (6)



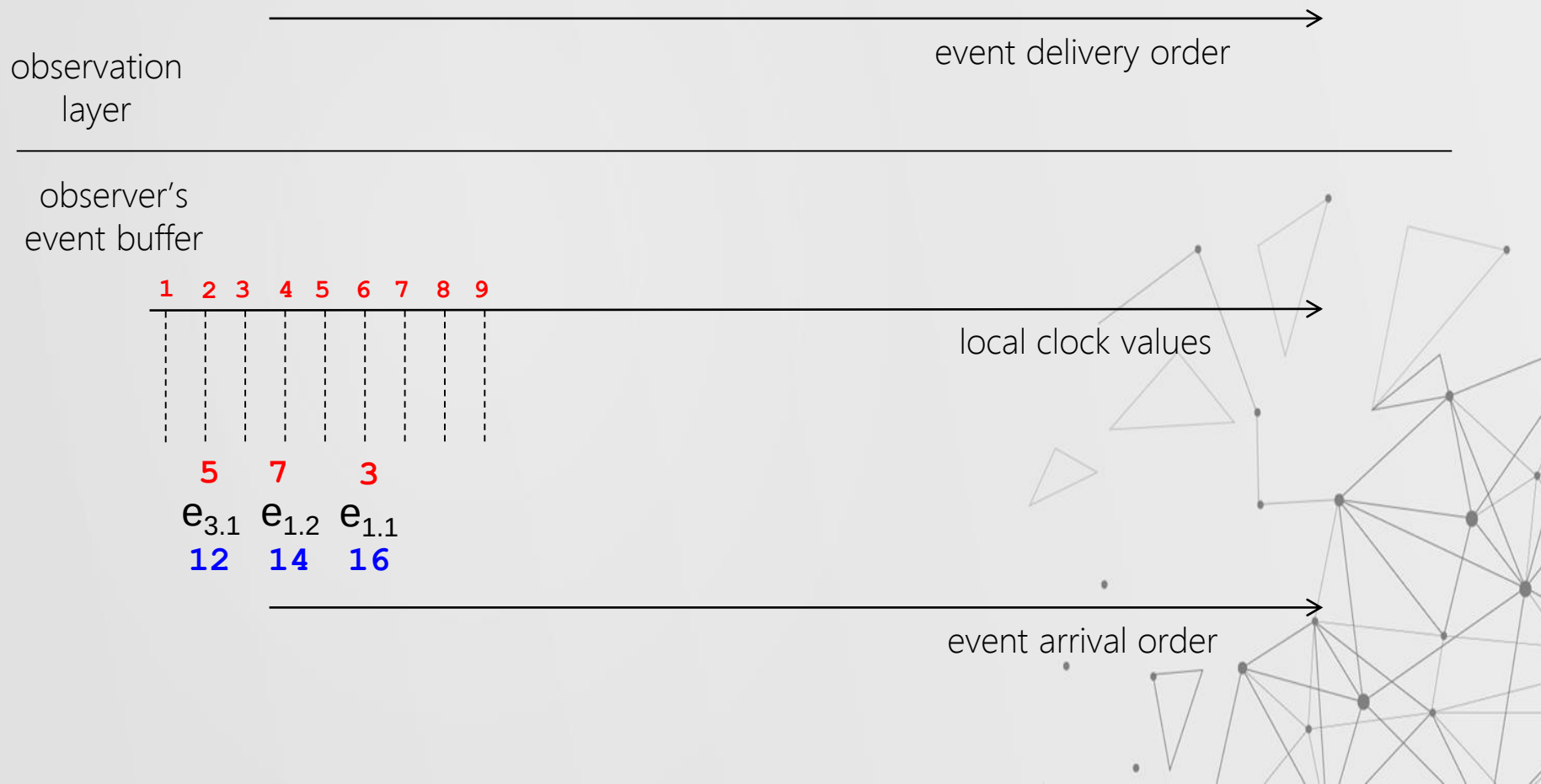
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (7)



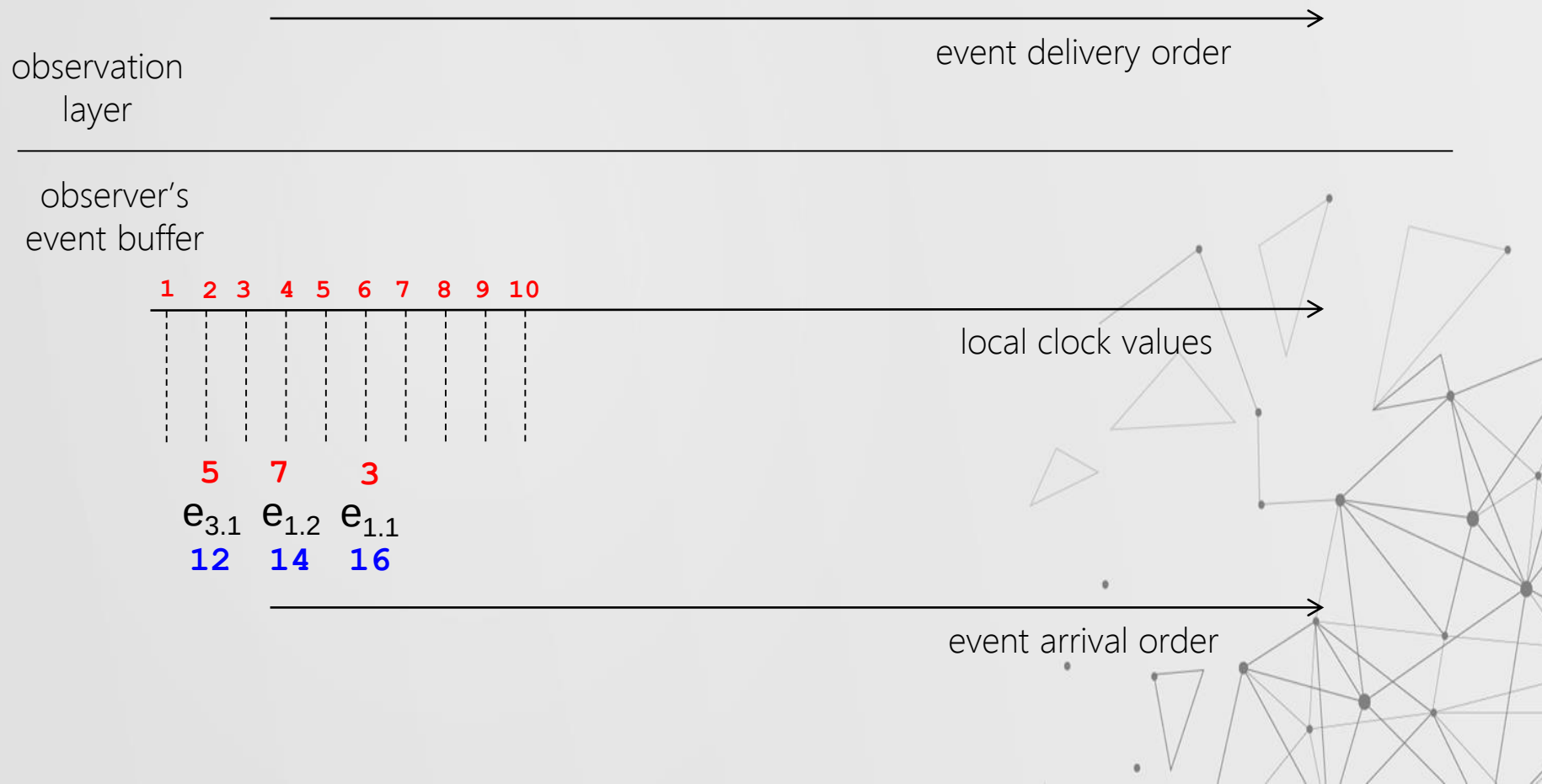
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (8)



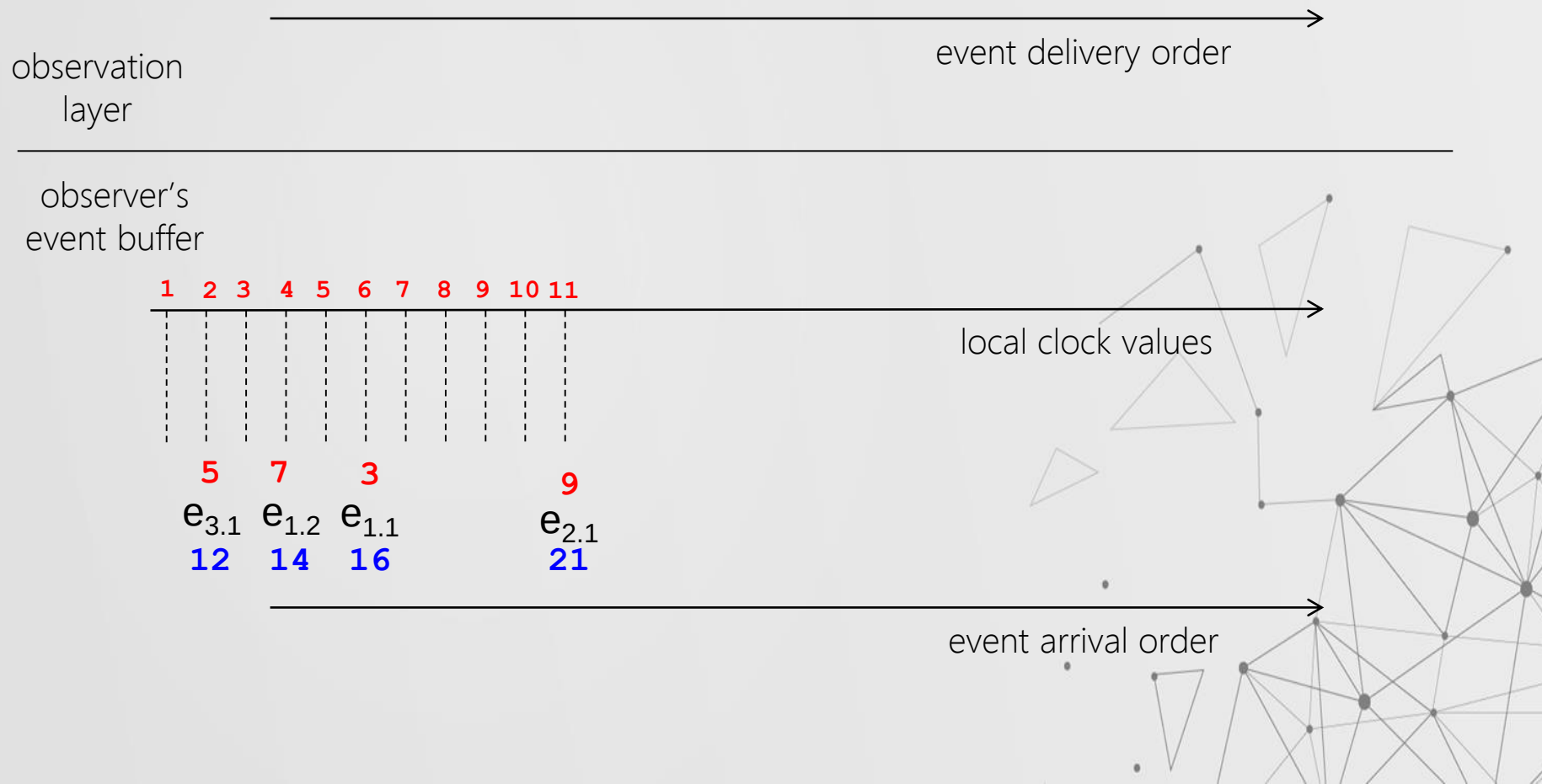
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (9)



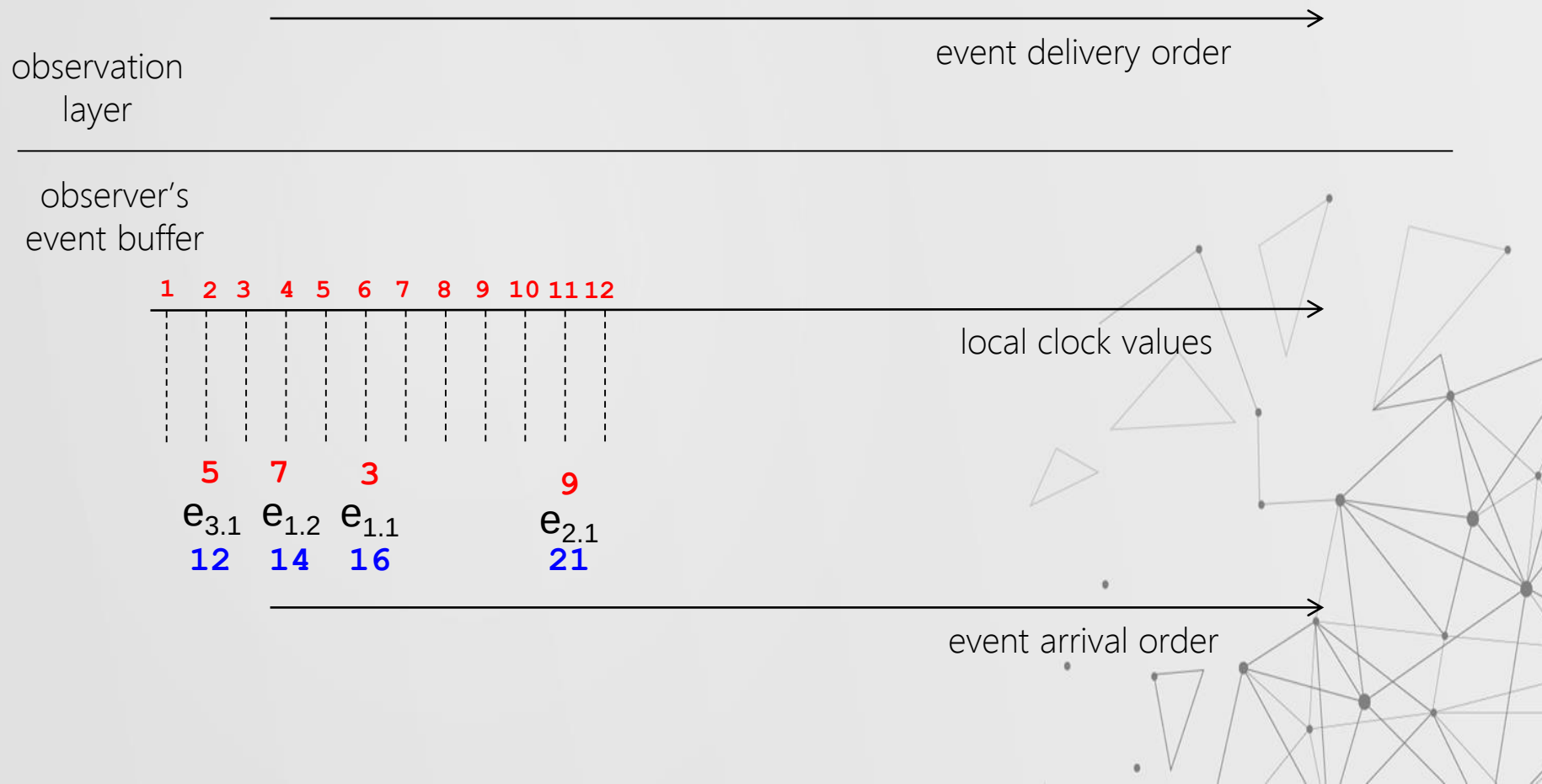
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (10)



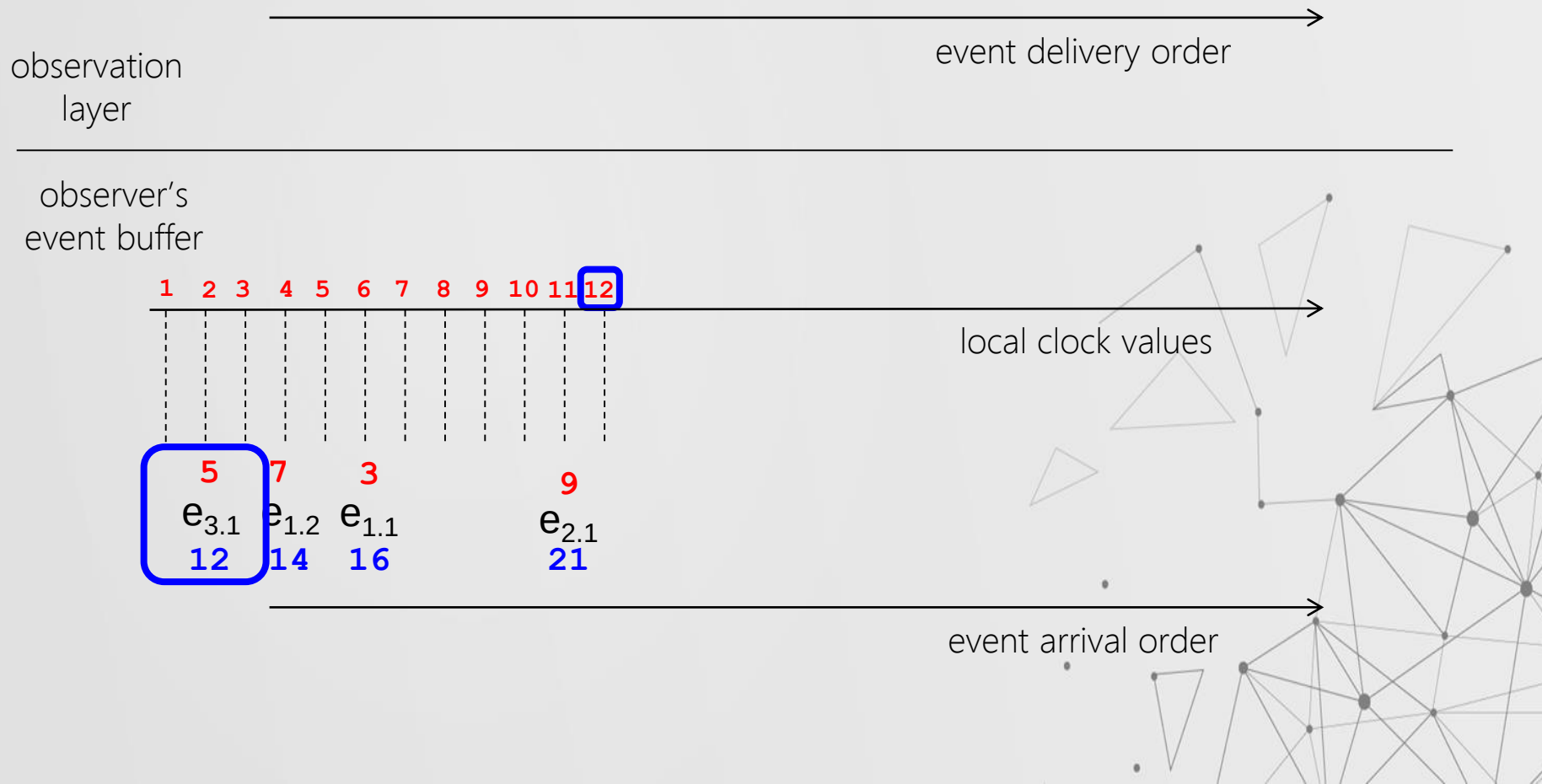
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (11)



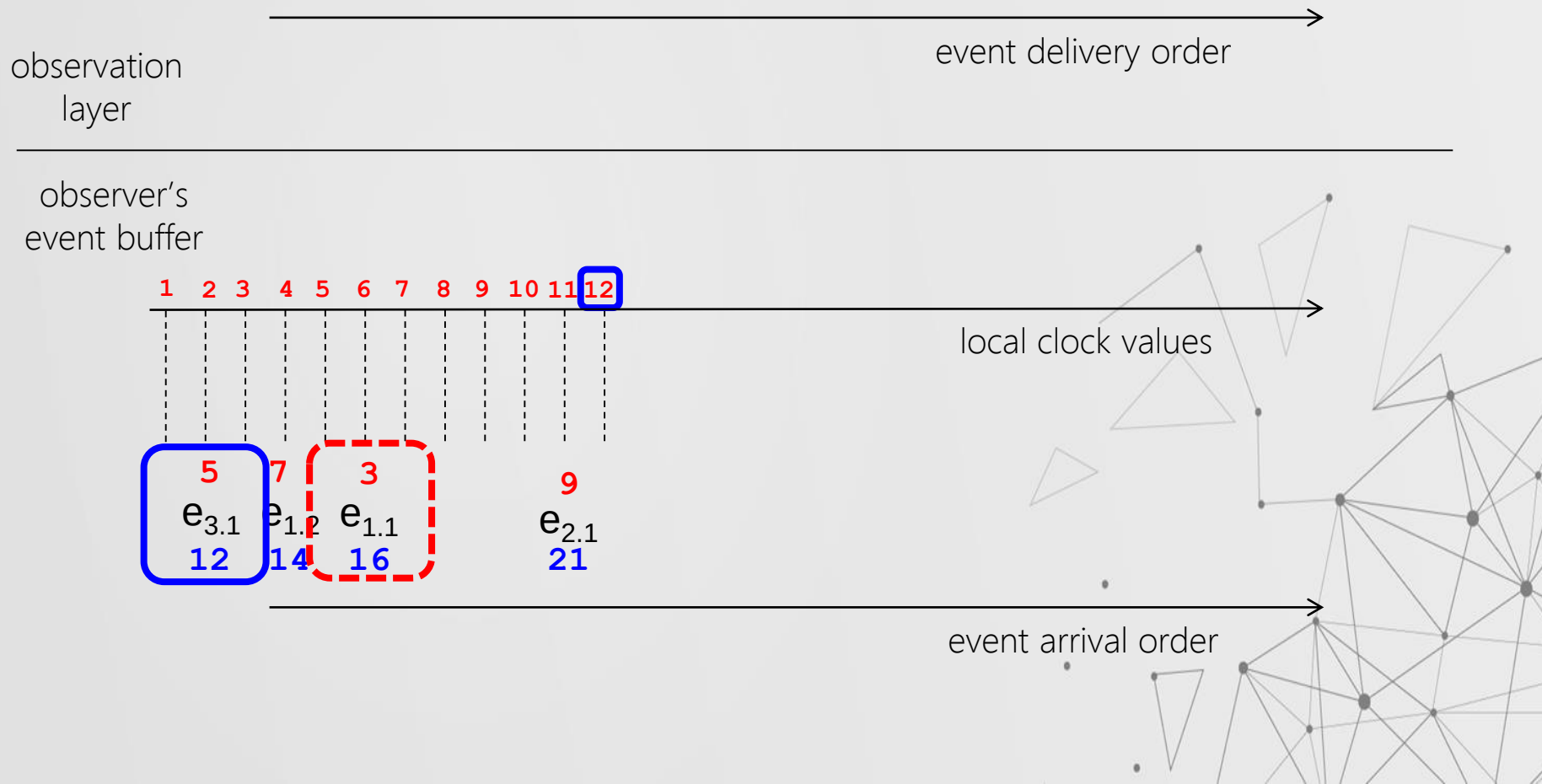
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (12)



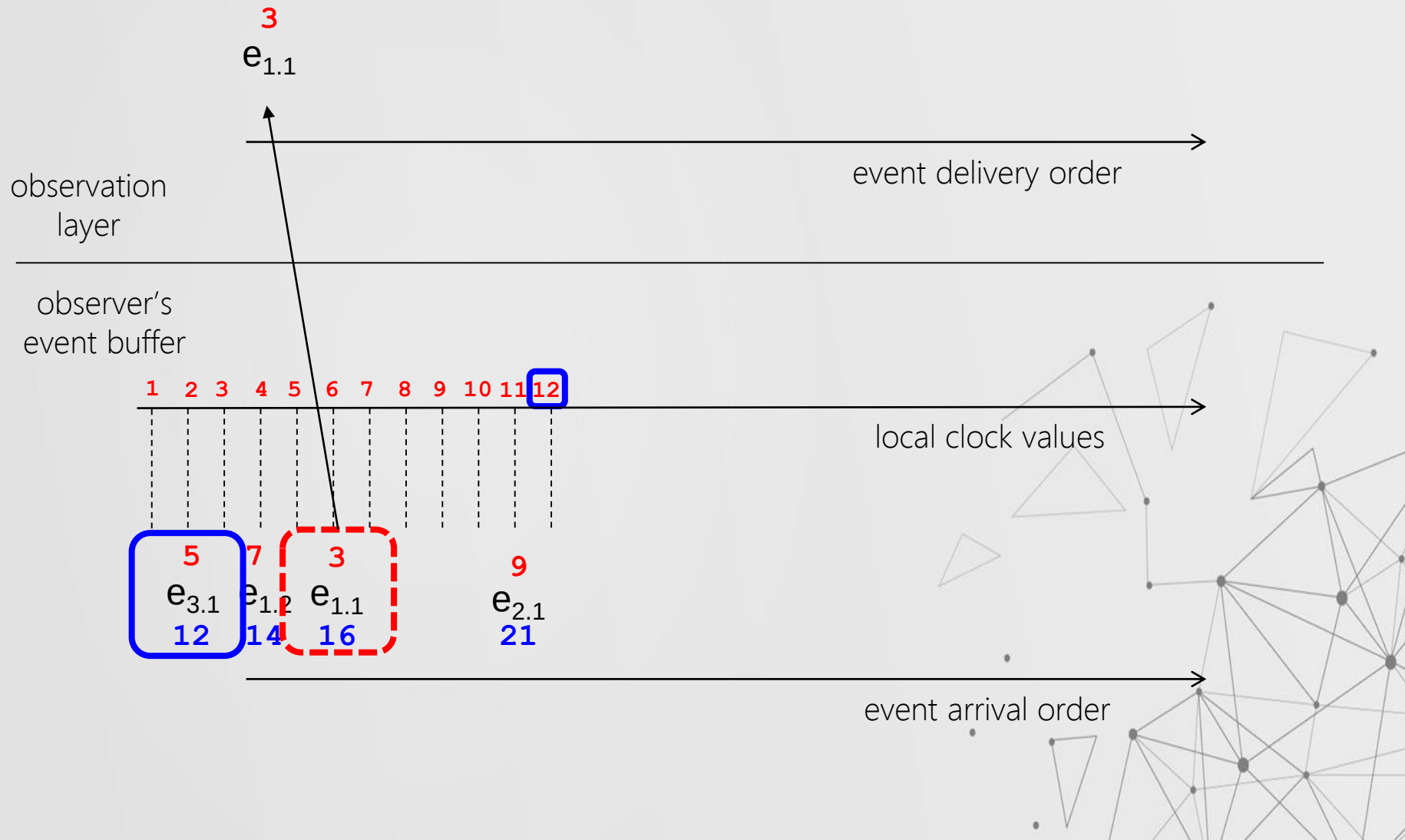
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (13)



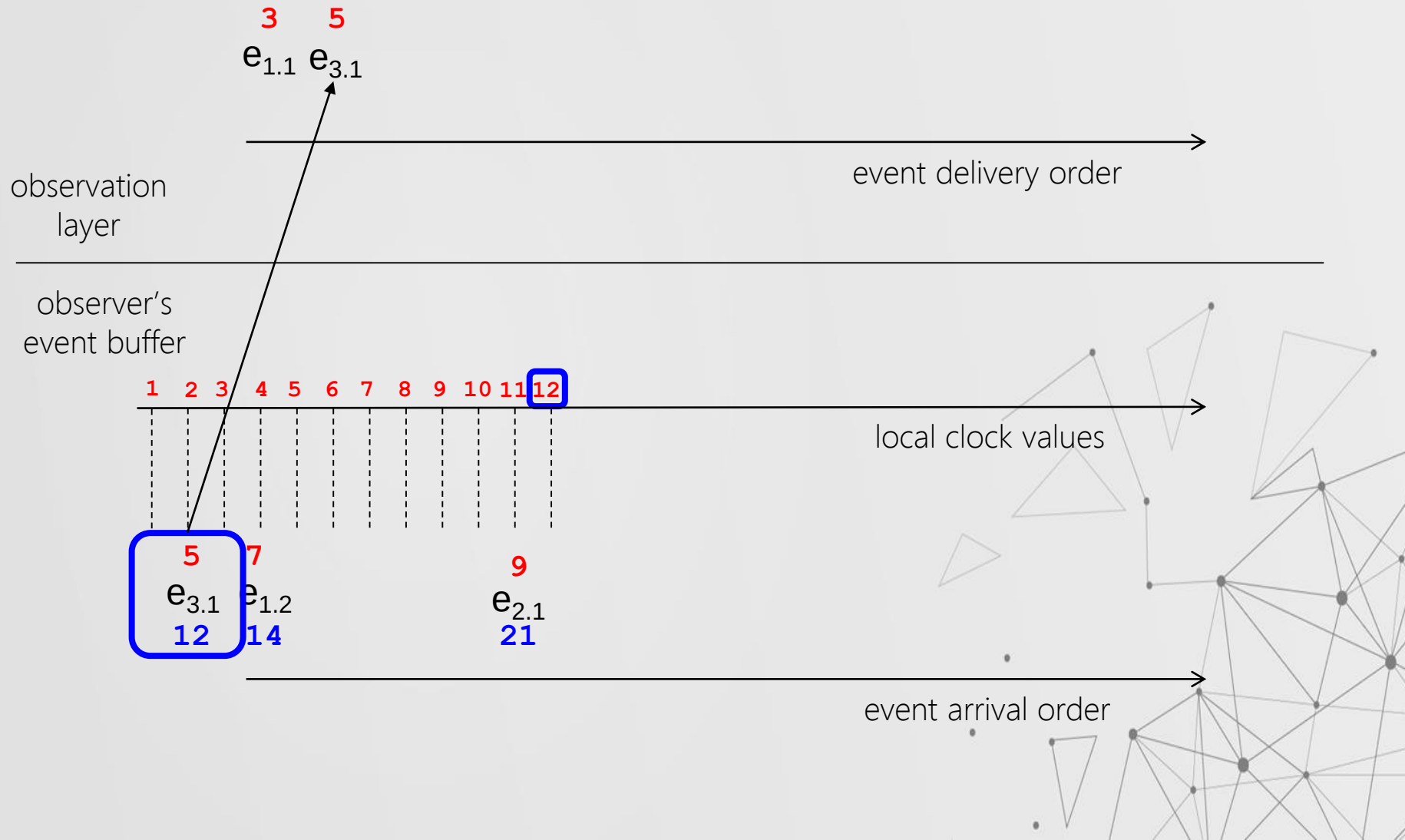
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (14)



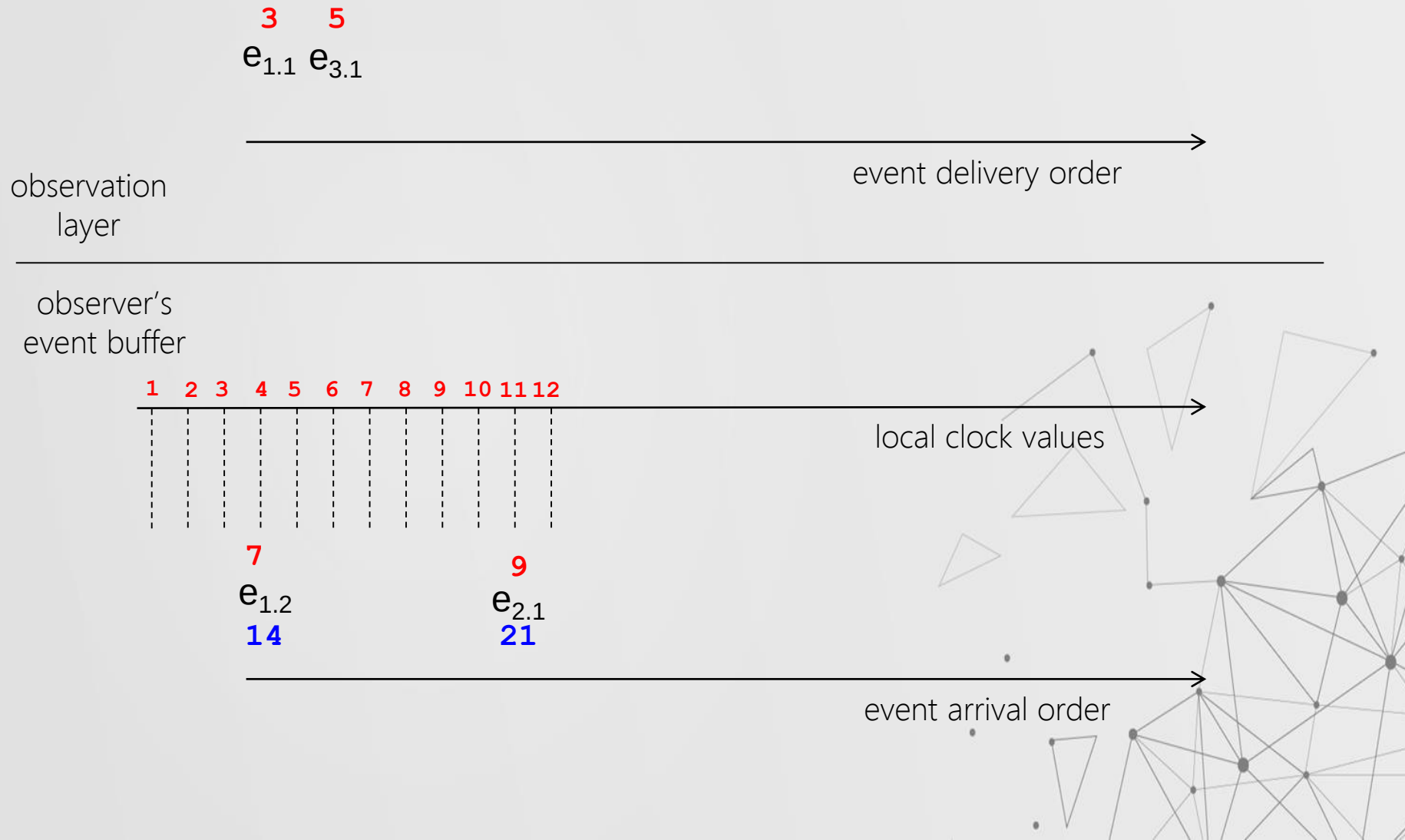
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (15)



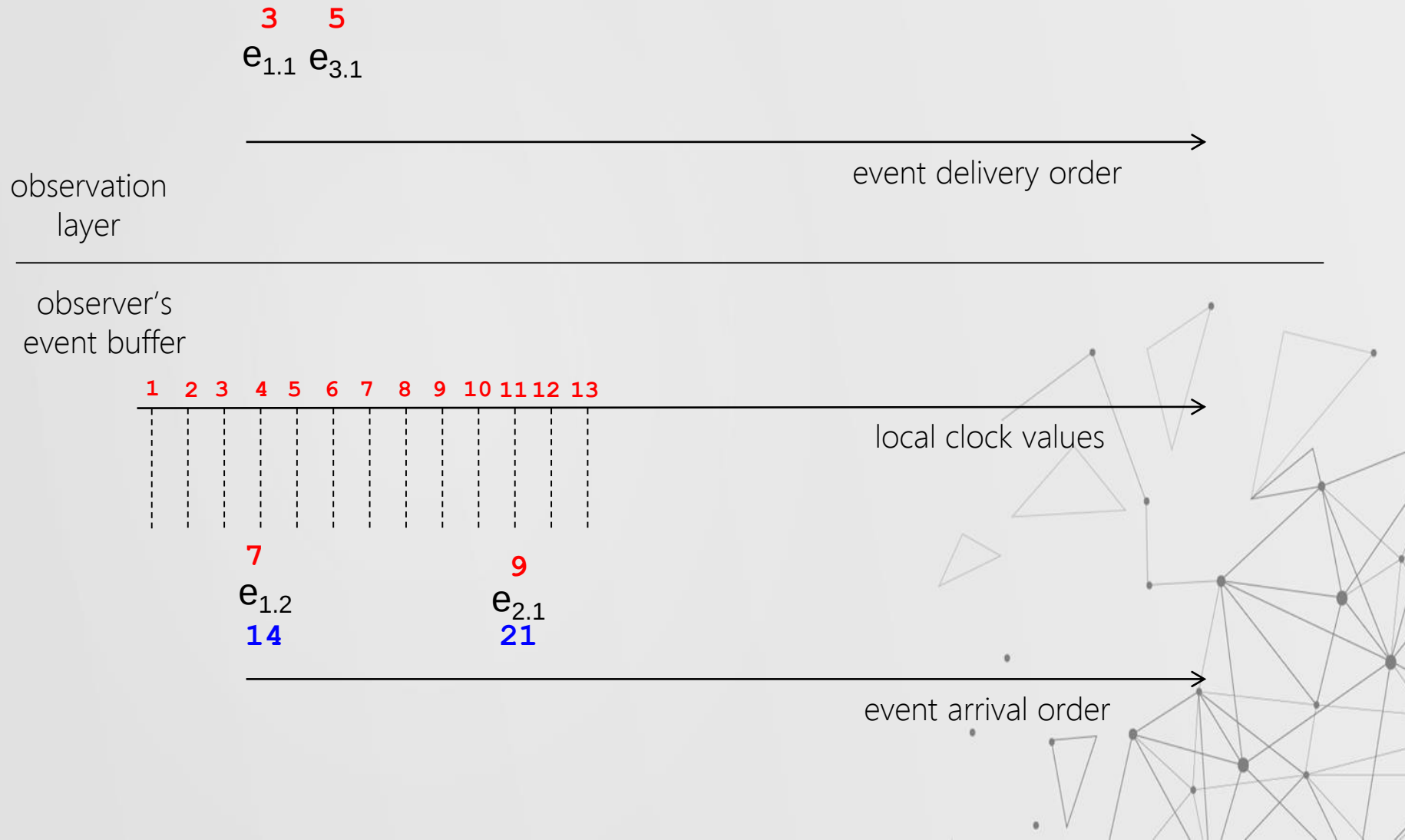
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (16)



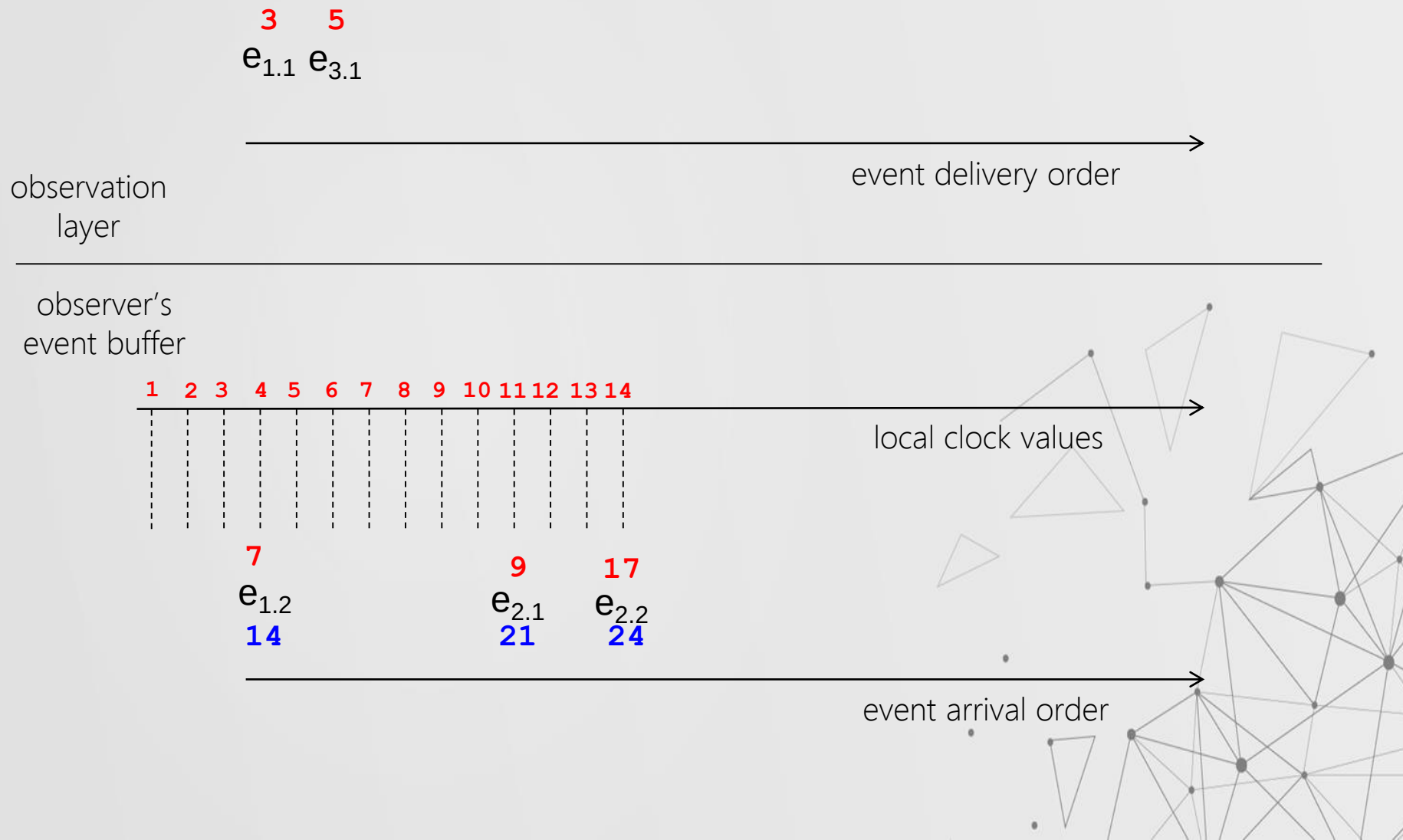
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (17)



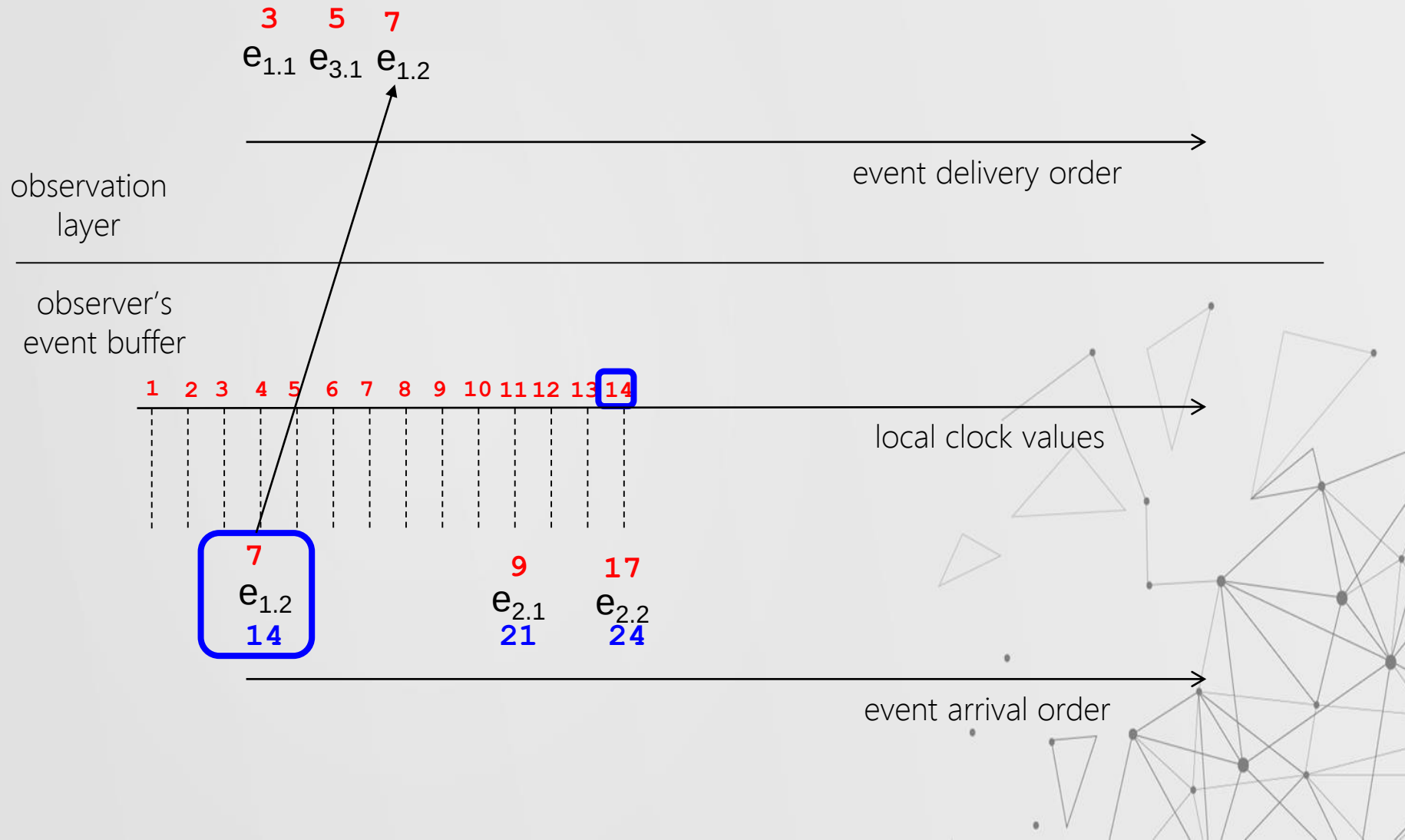
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (18)



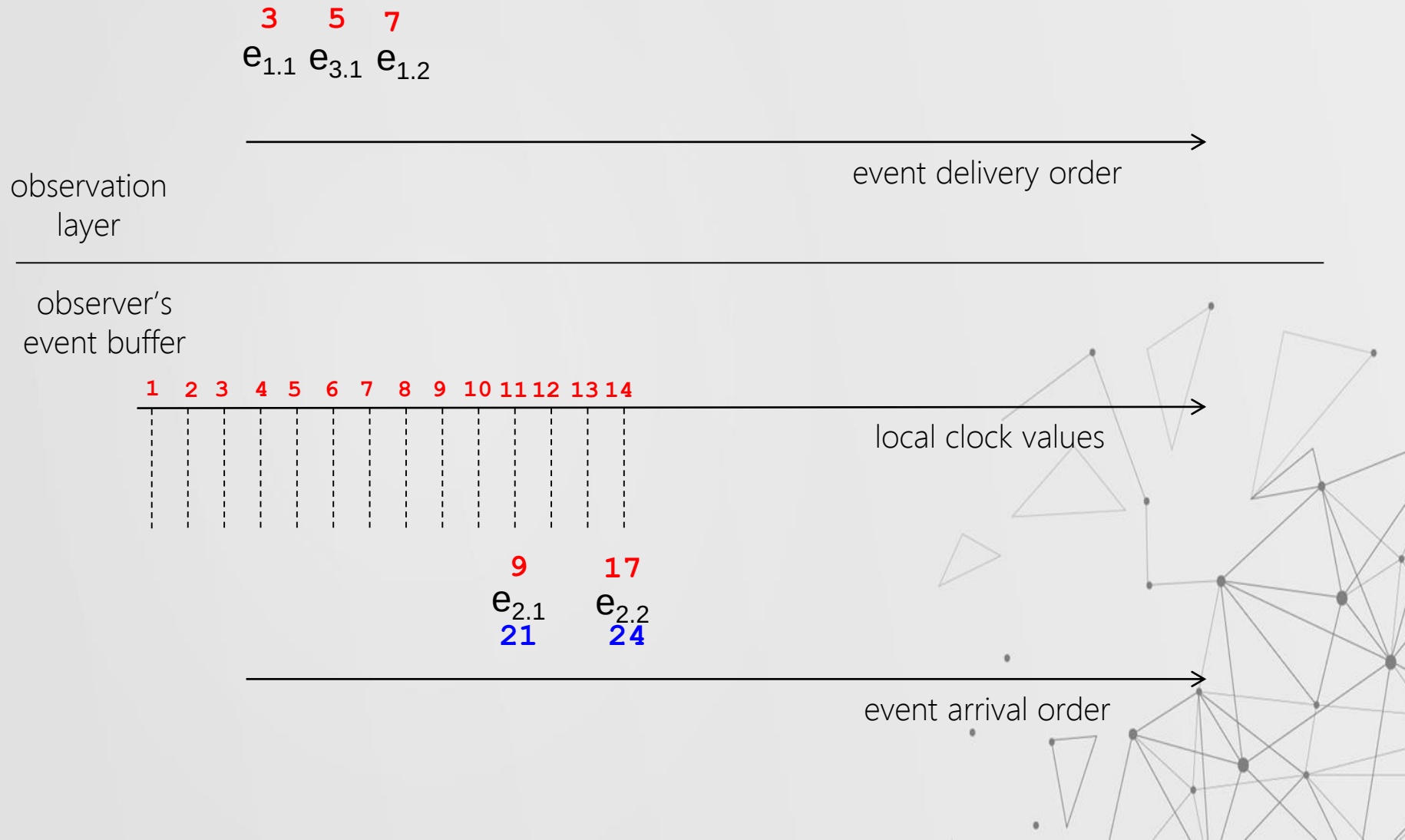
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (19)



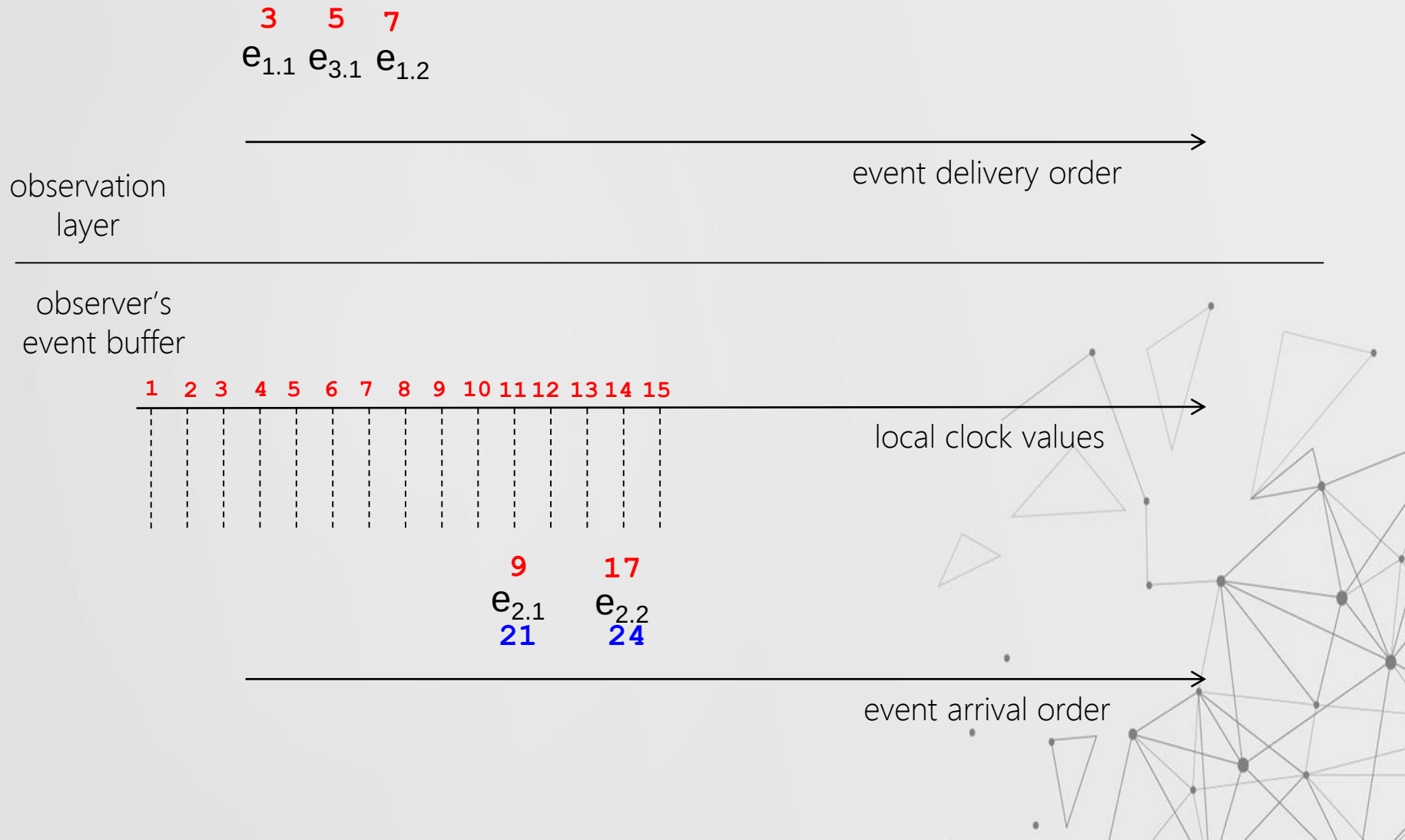
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (20)



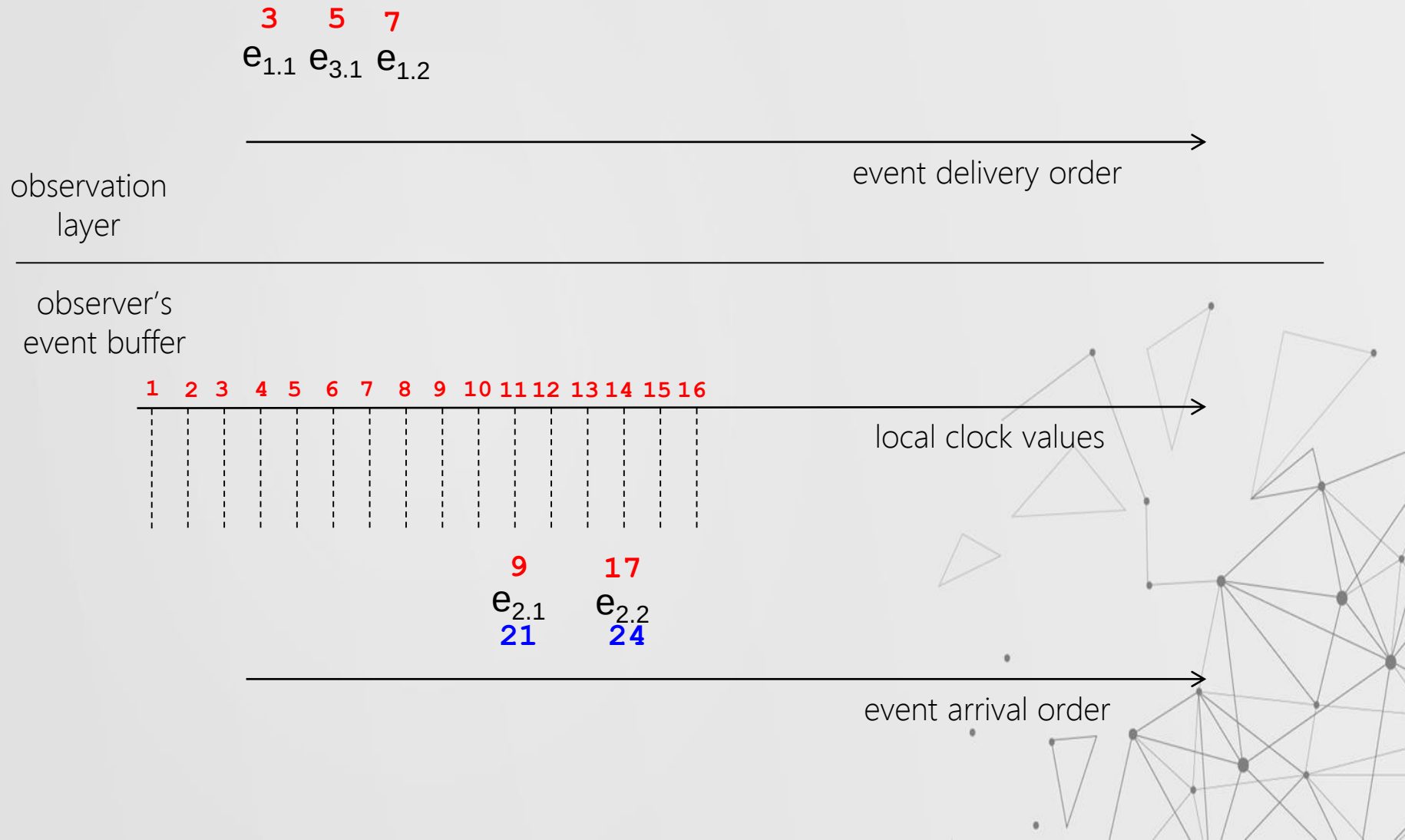
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (21)



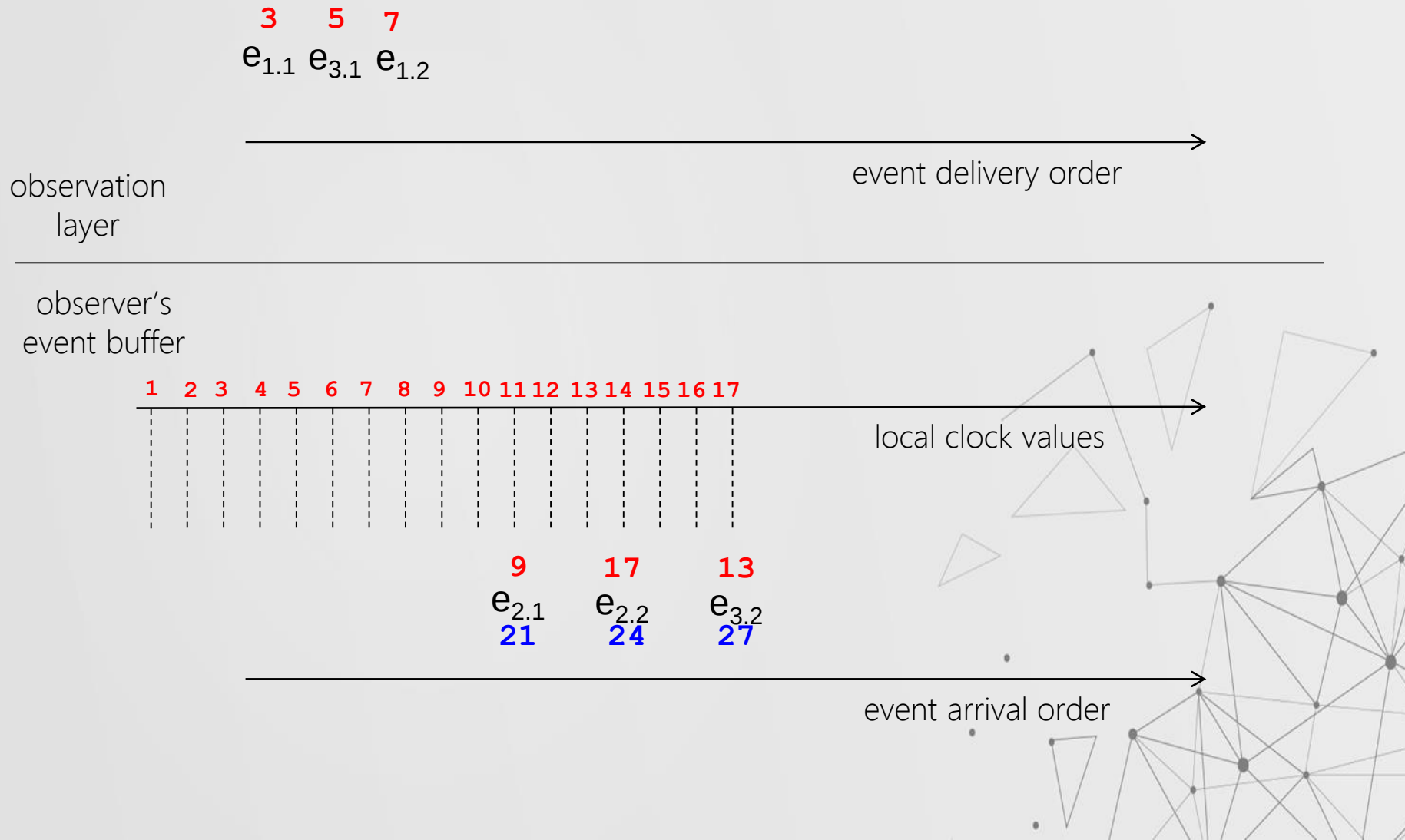
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (22)



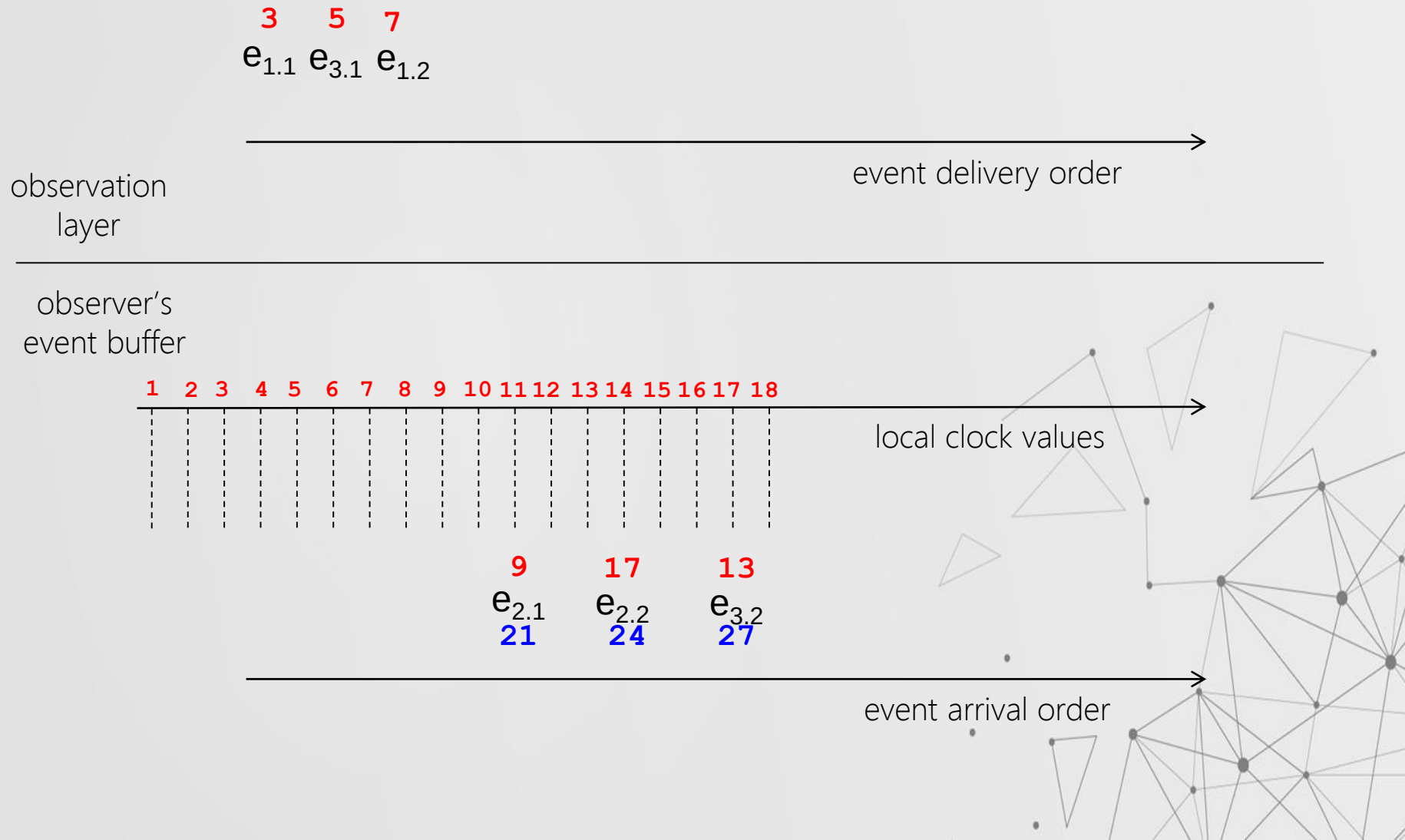
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (23)



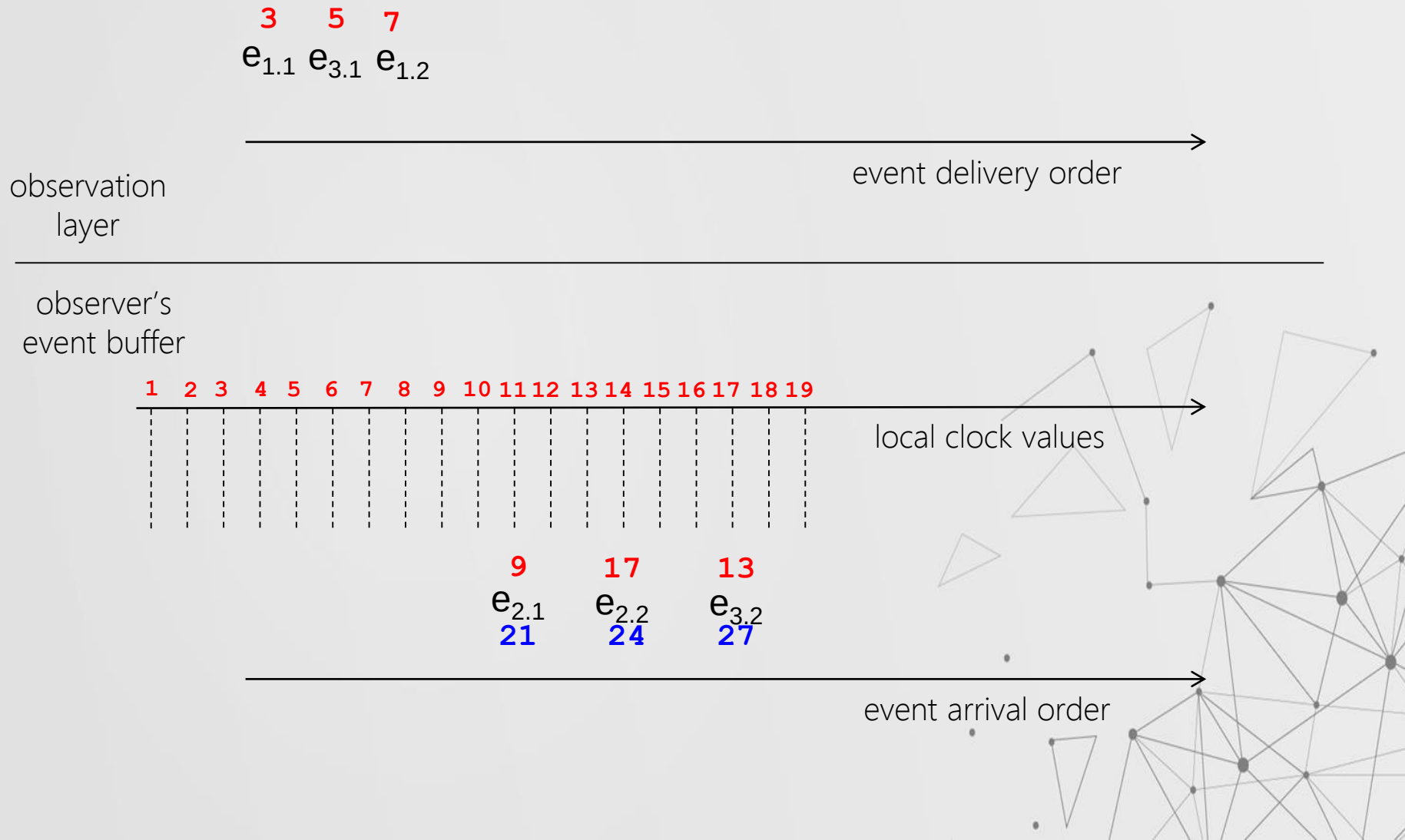
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (24)



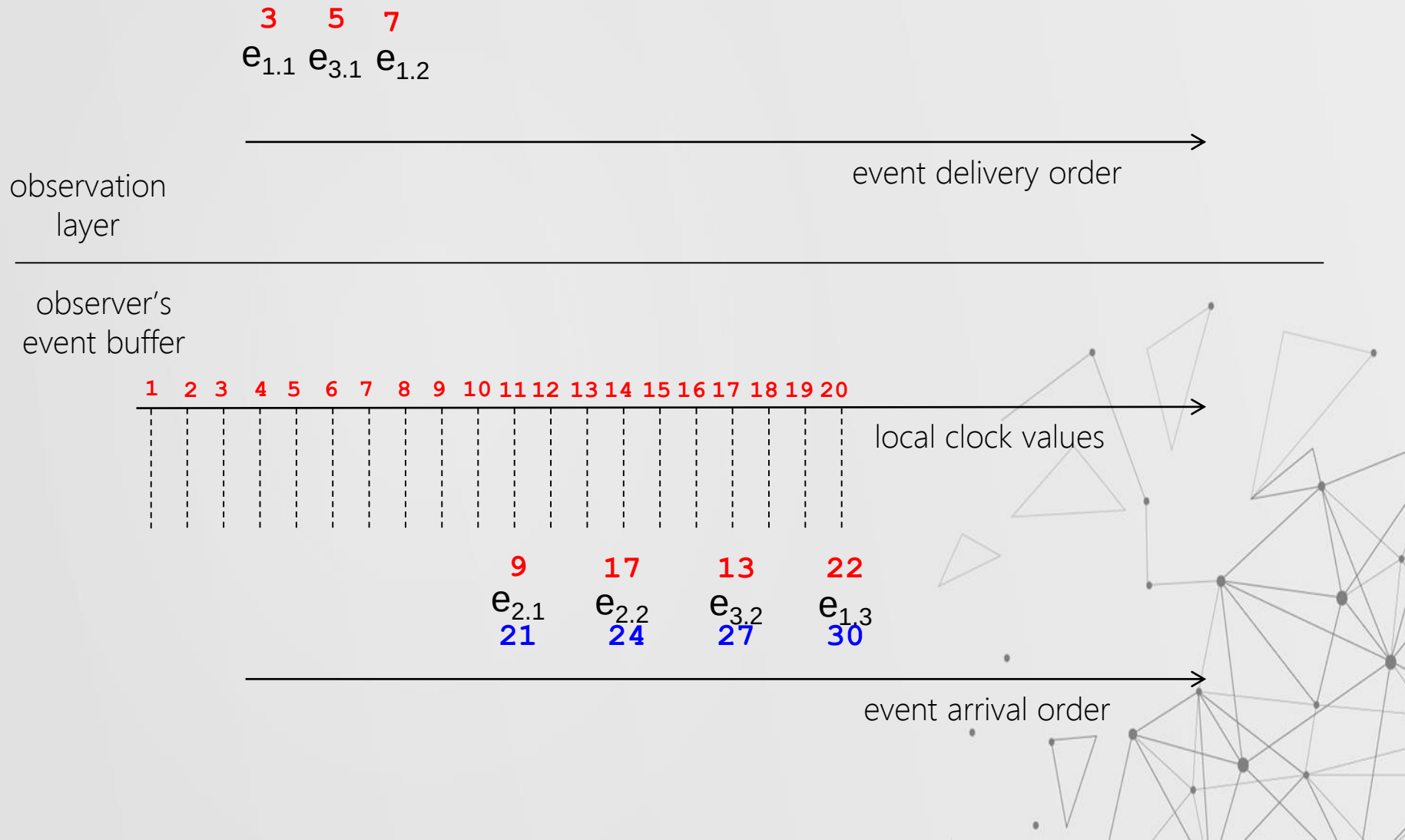
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (25)



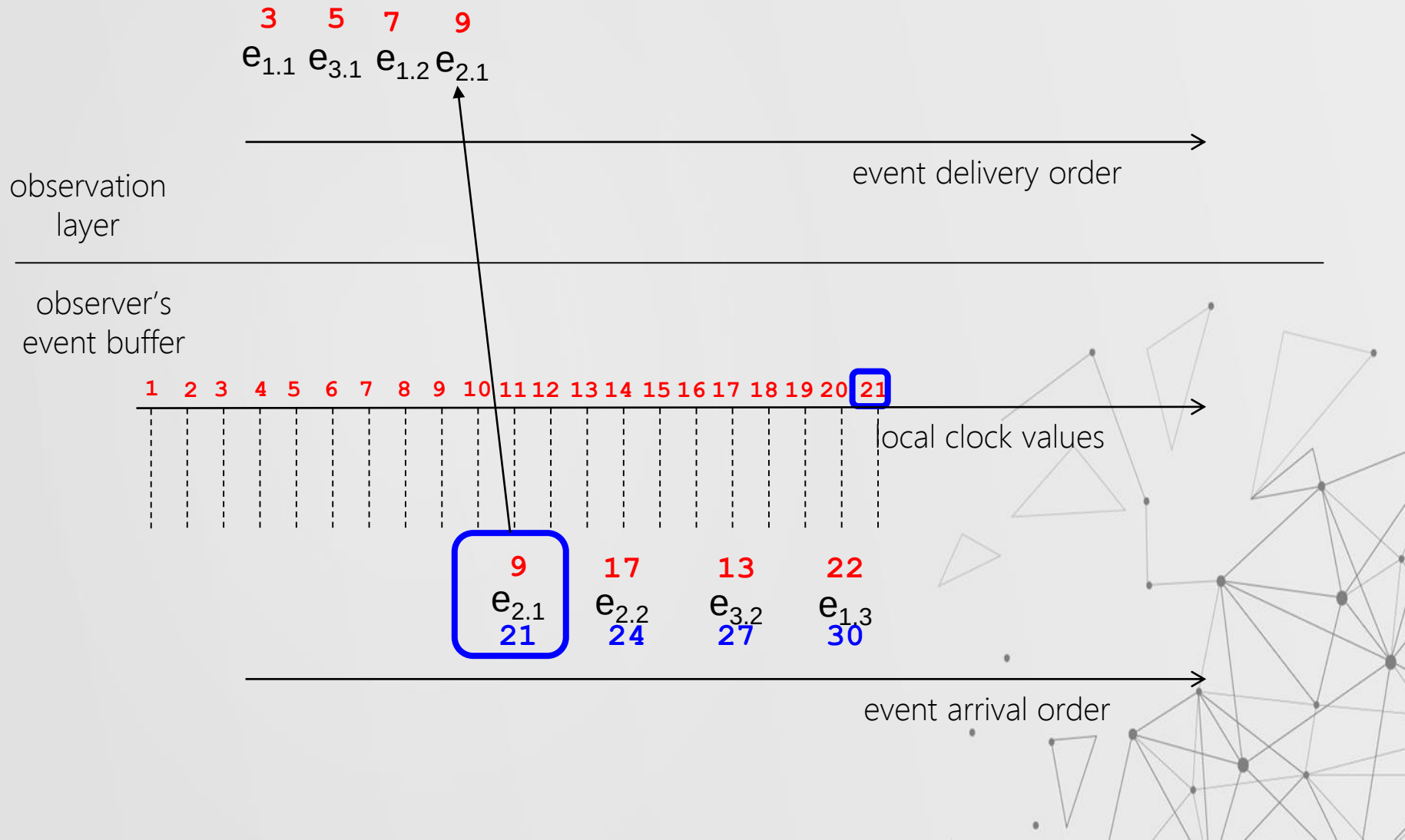
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (26)



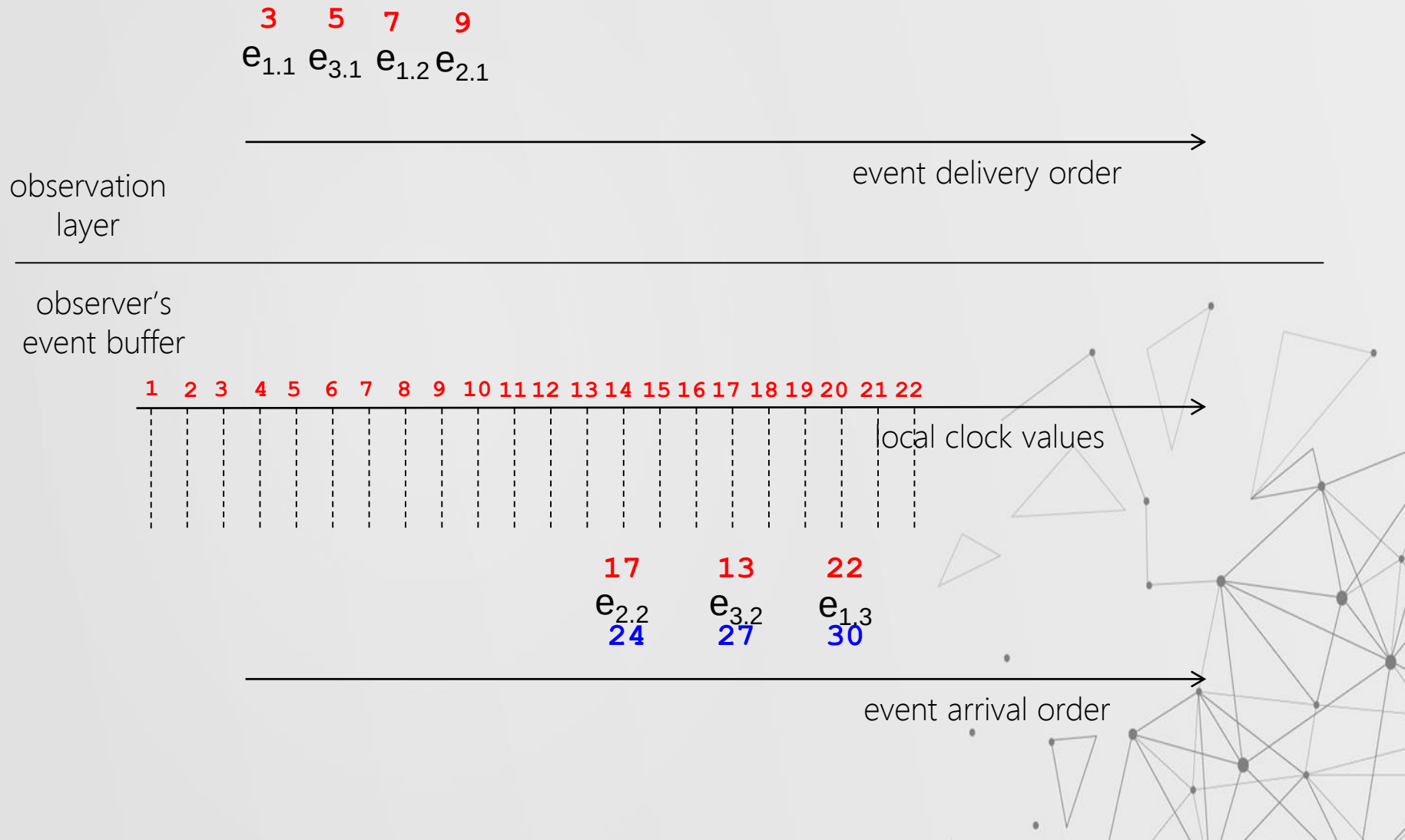
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (27)



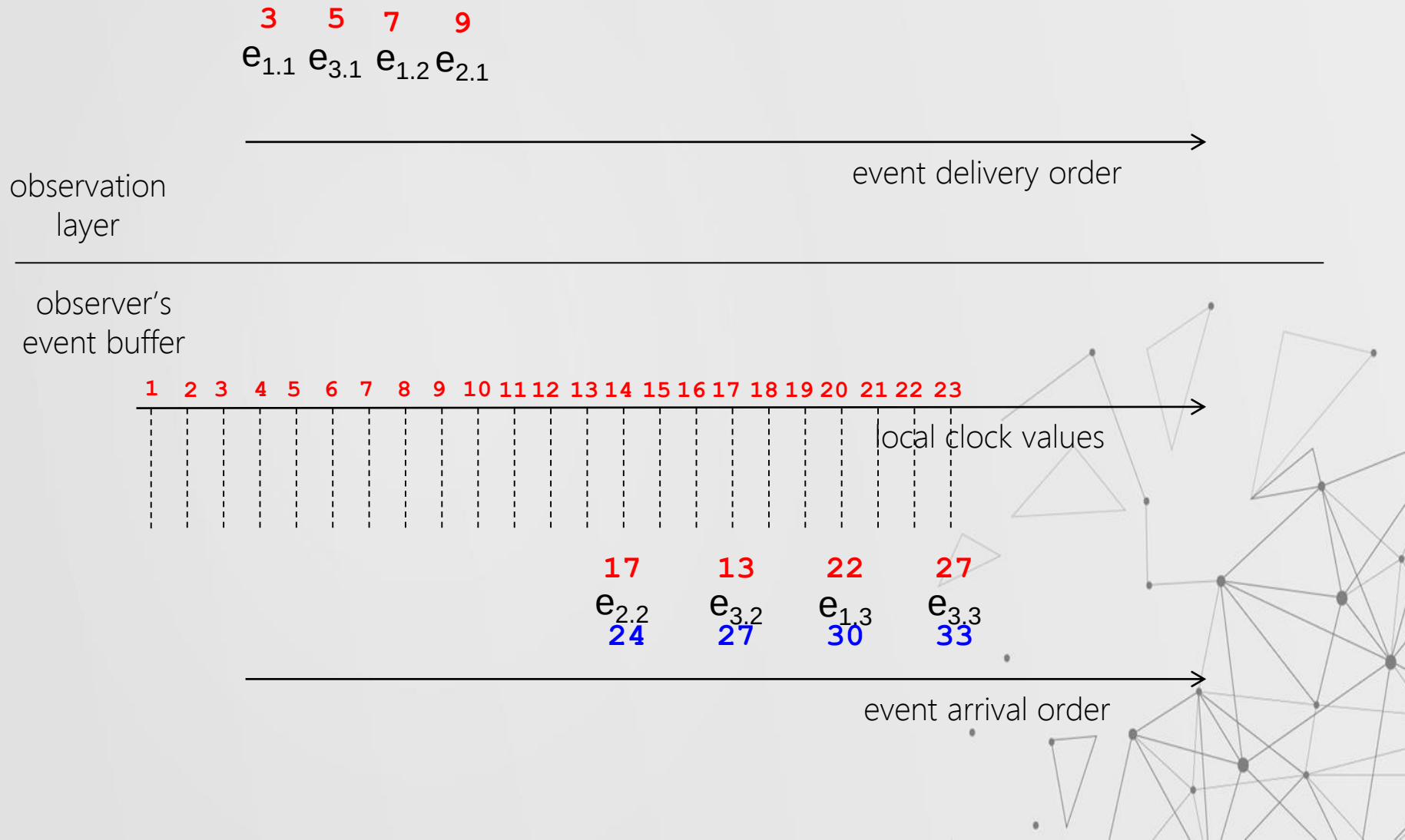
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (28)



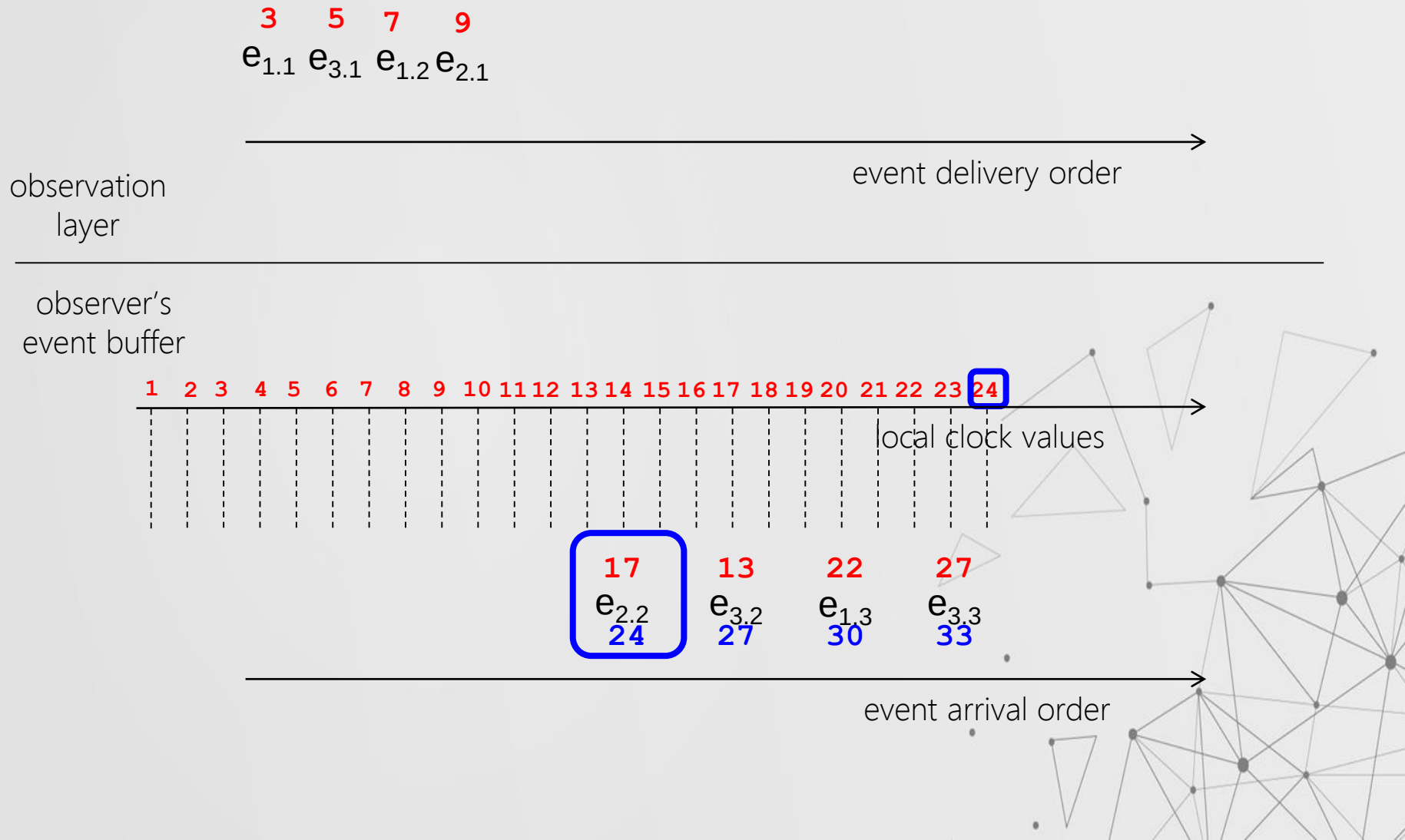
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (29)



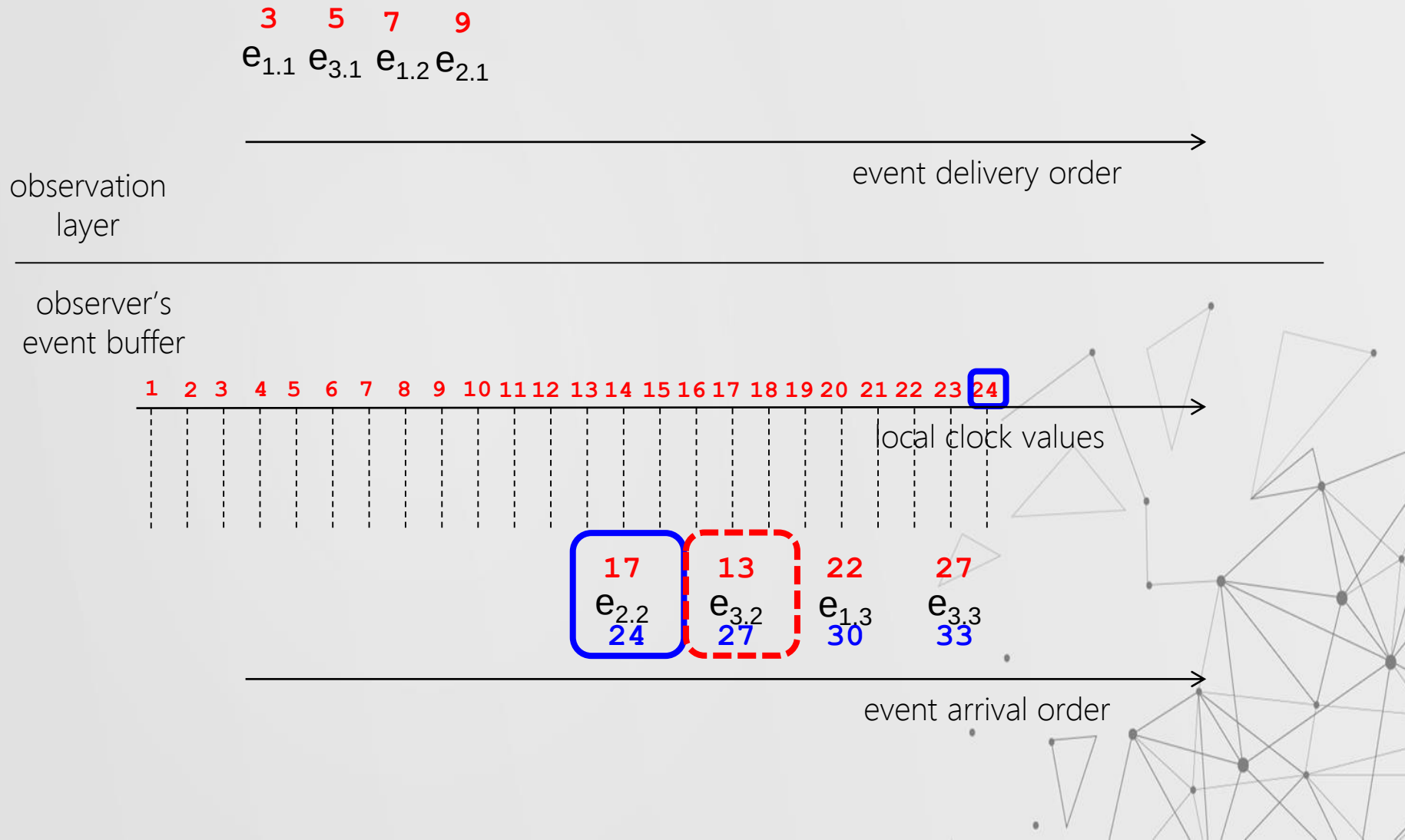
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (30)



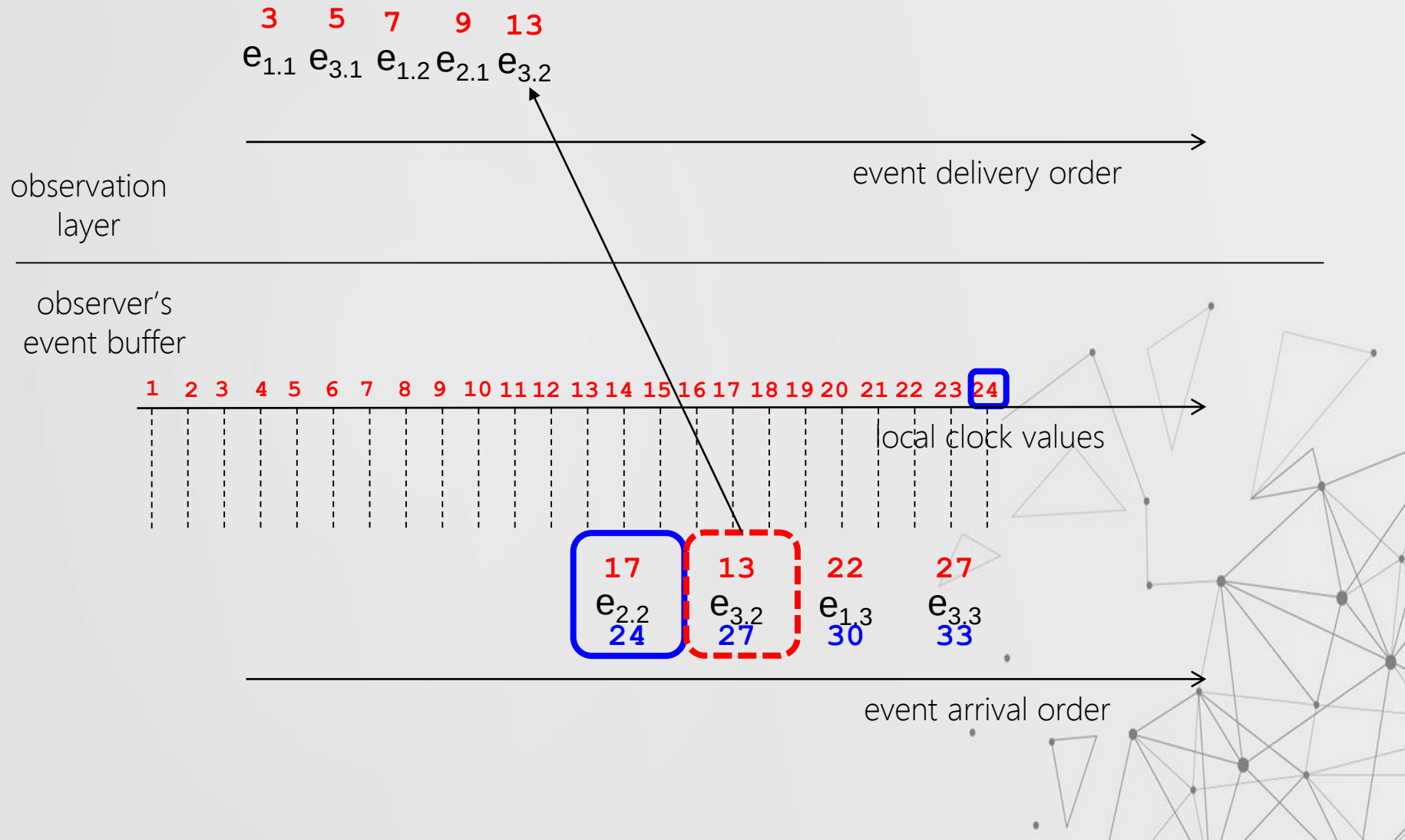
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (31)



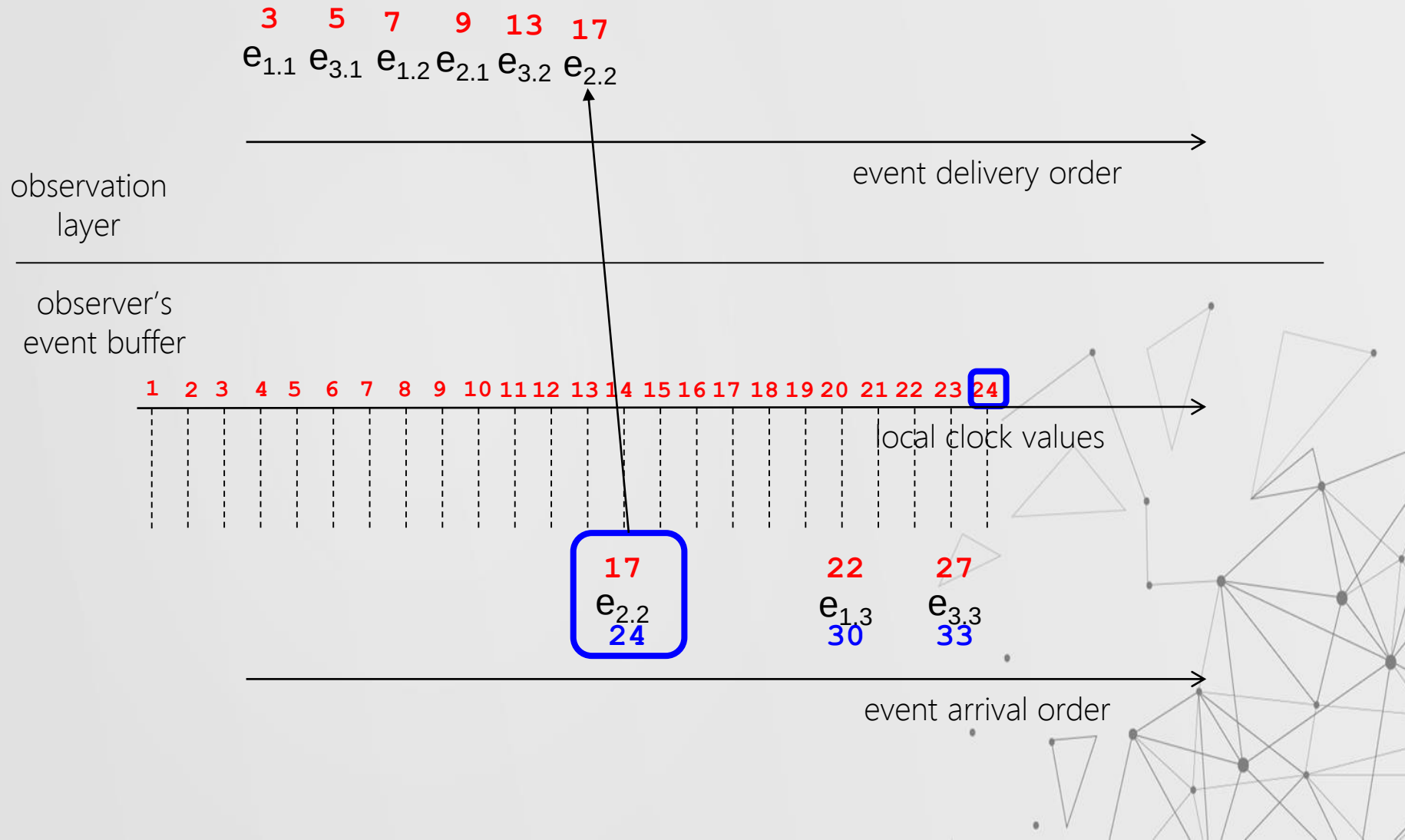
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (32)



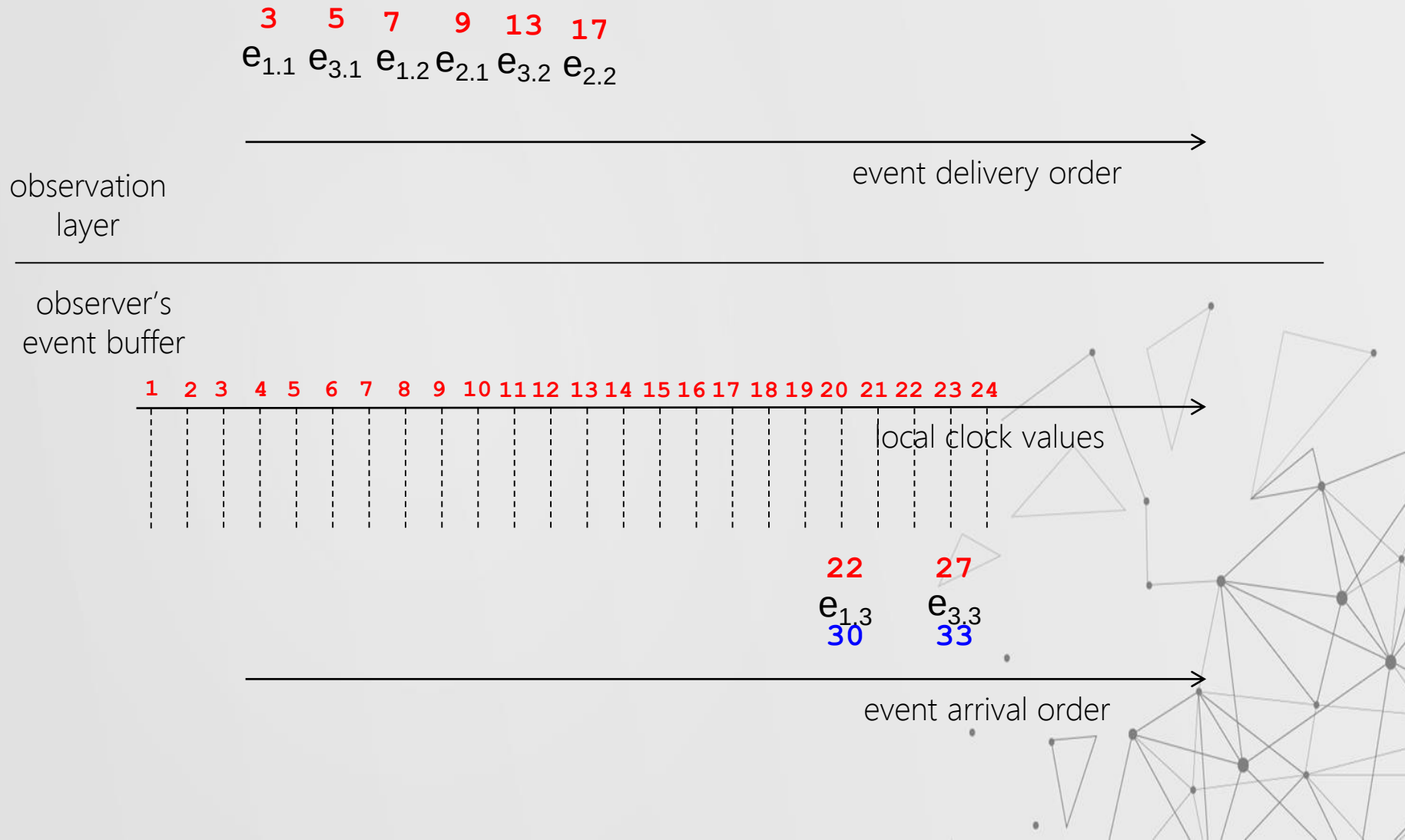
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (33)



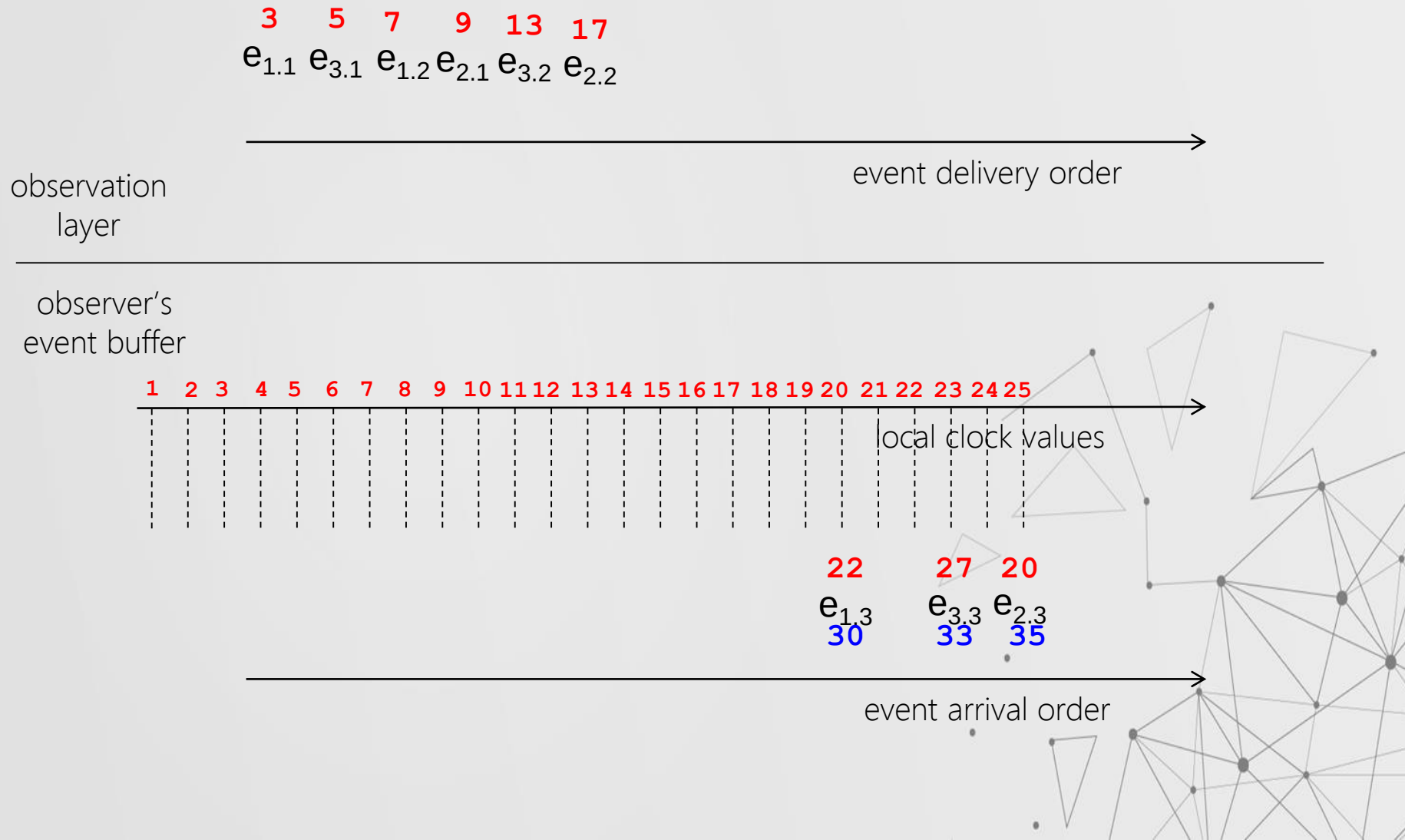
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (34)



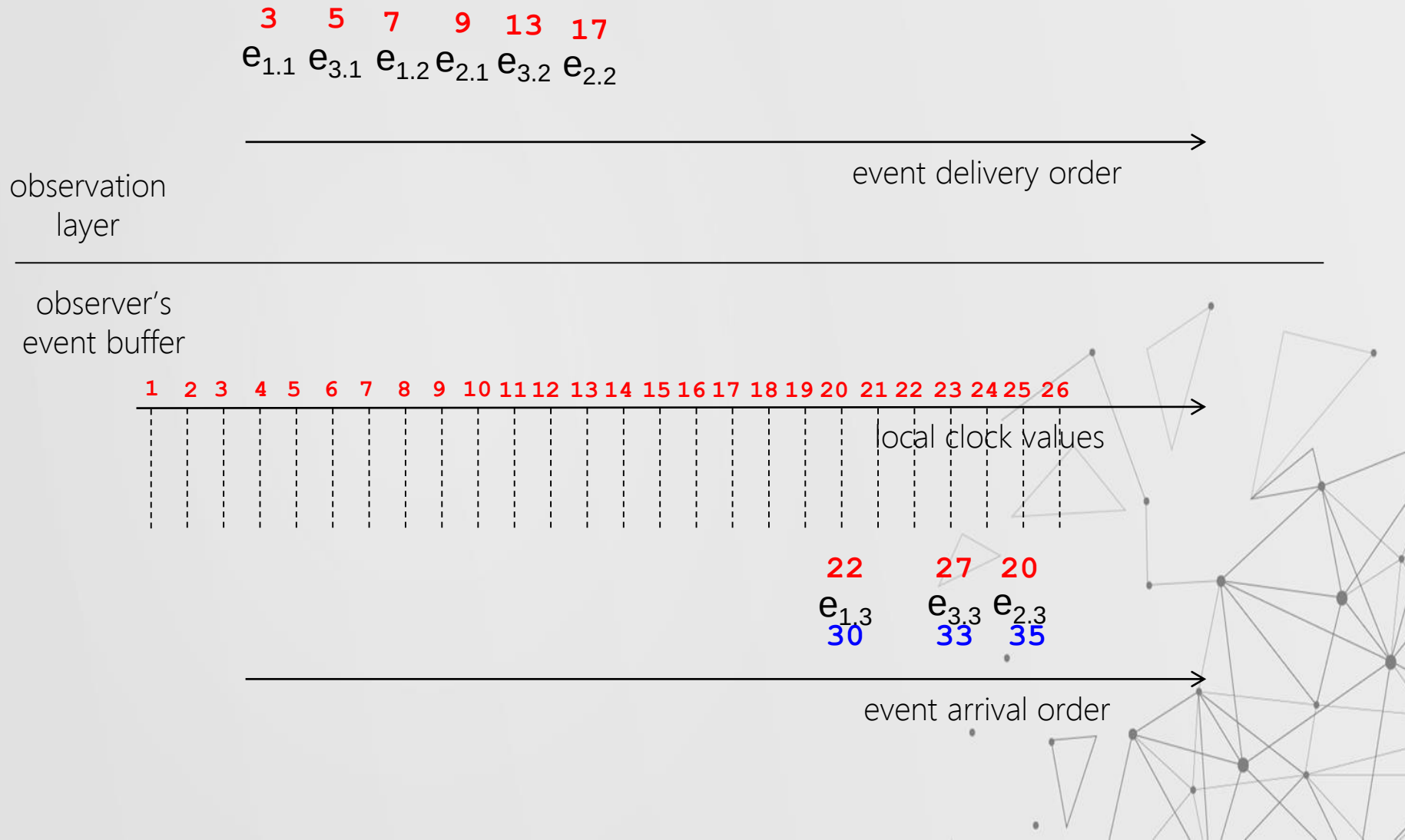
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (35)



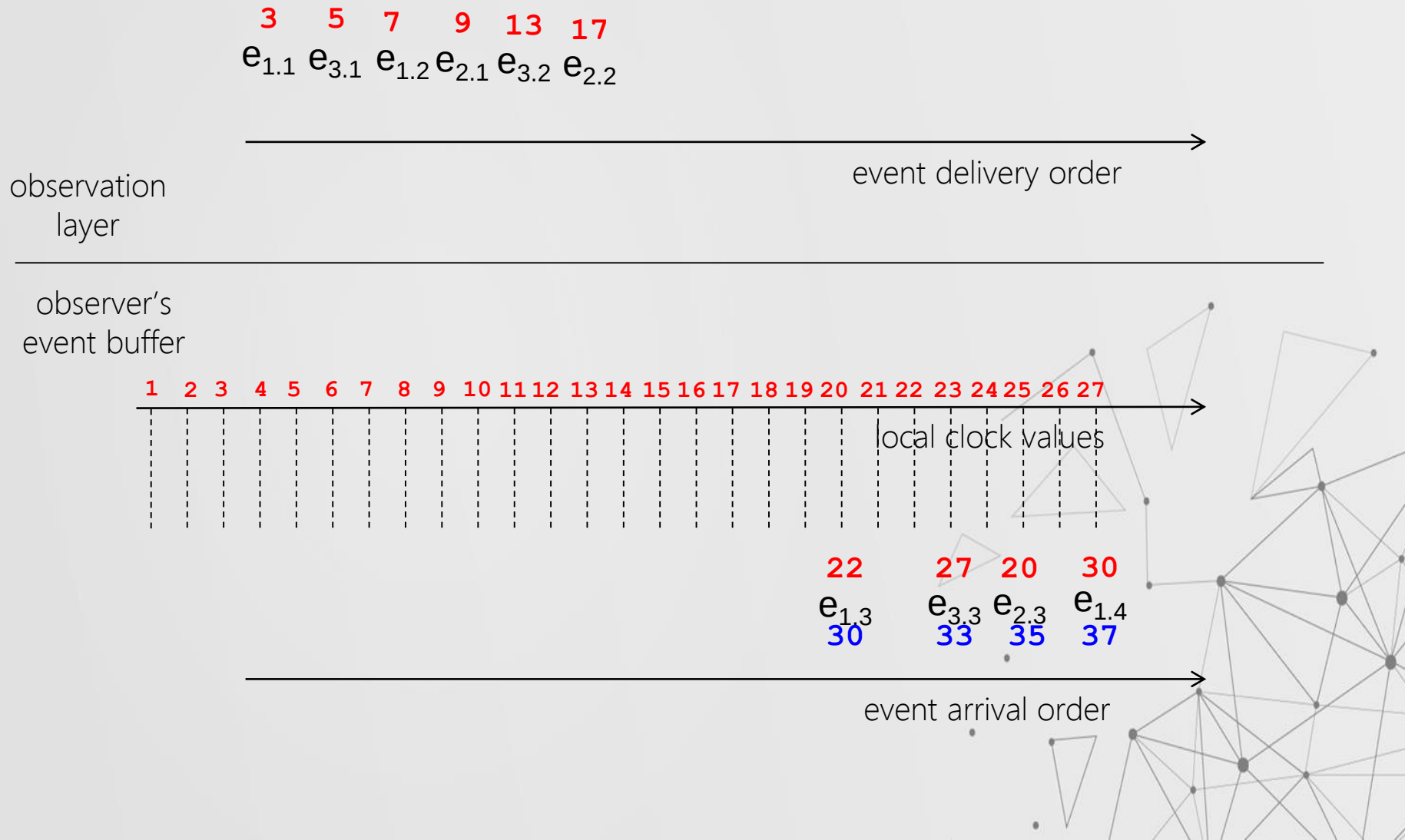
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (36)



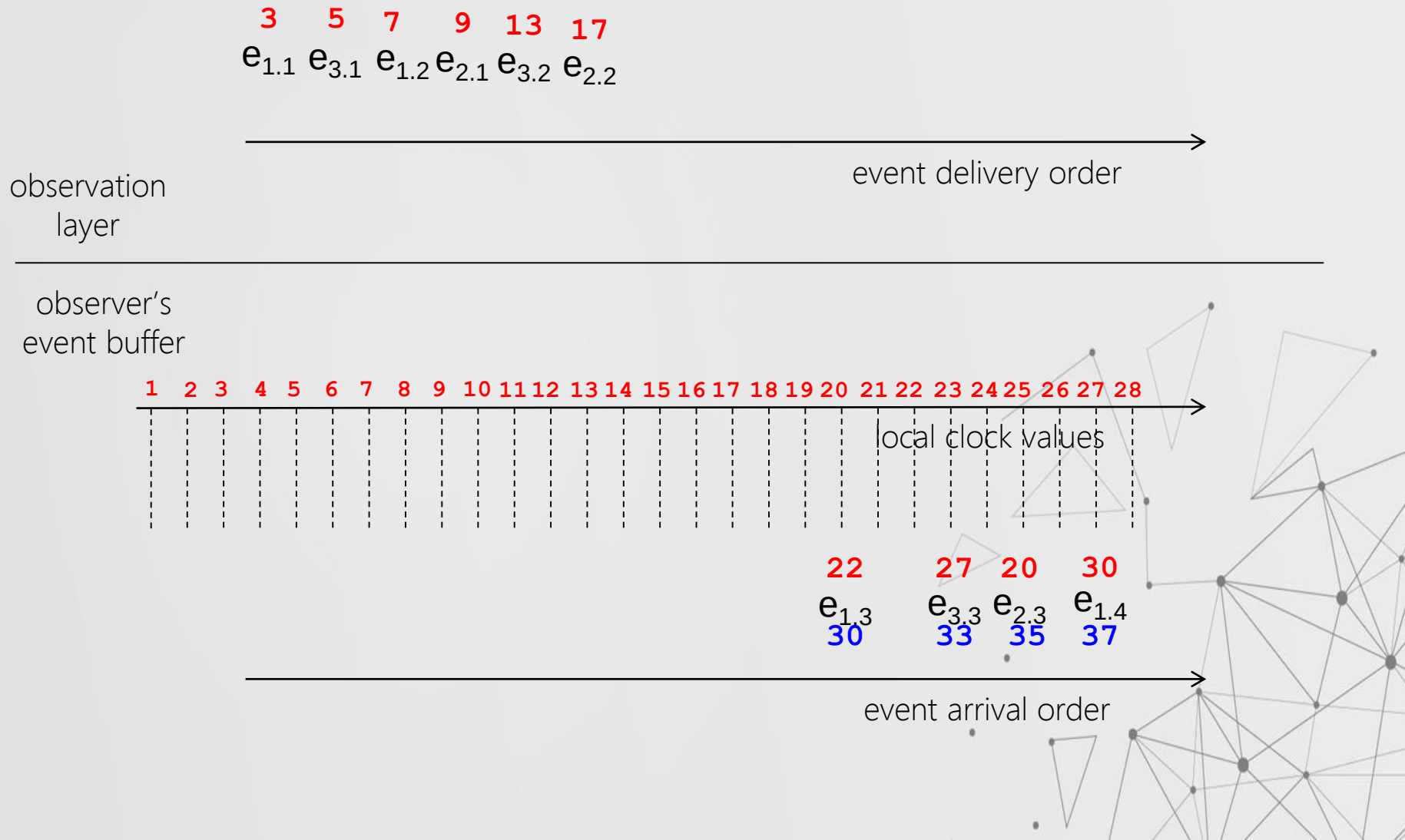
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (37)



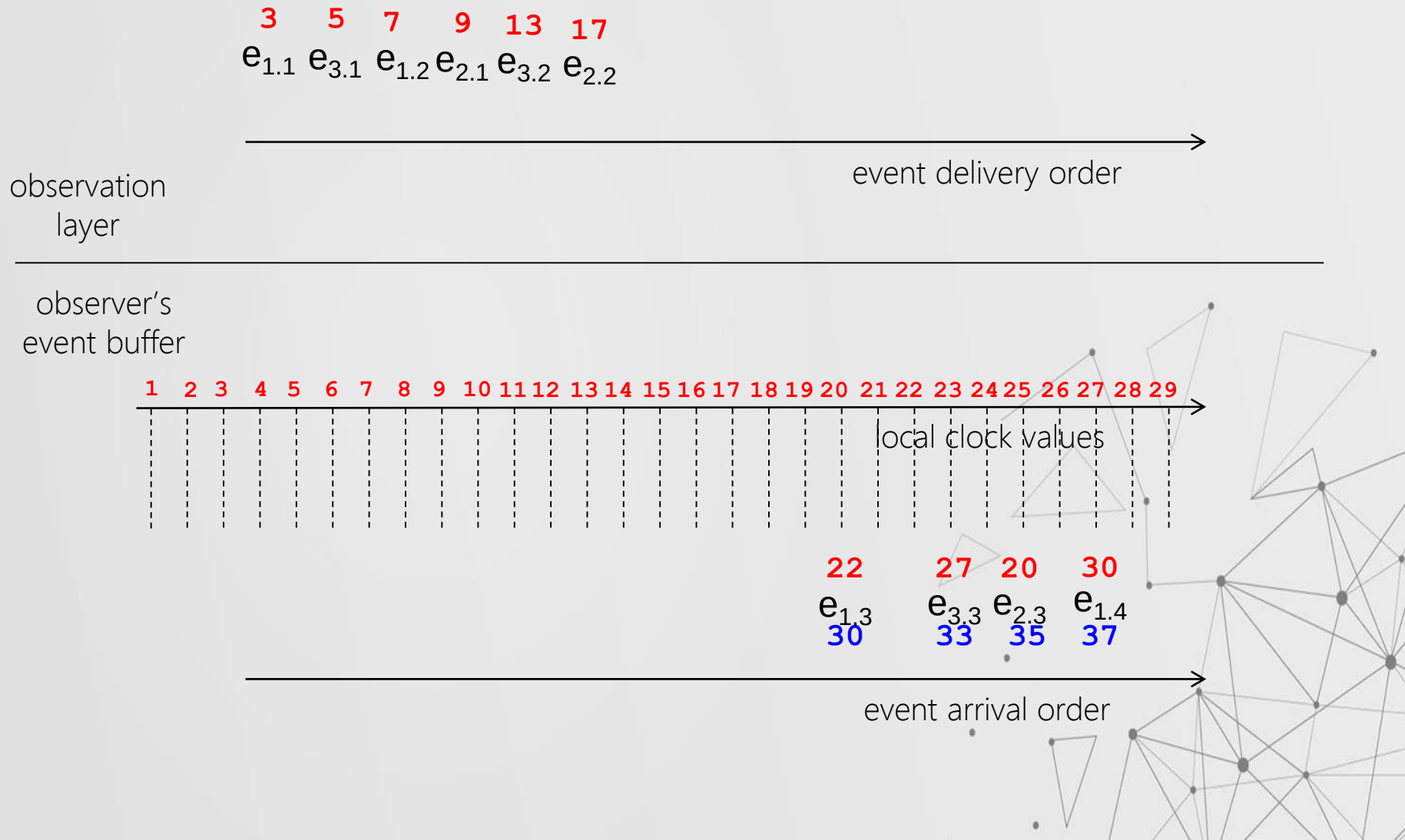
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (38)



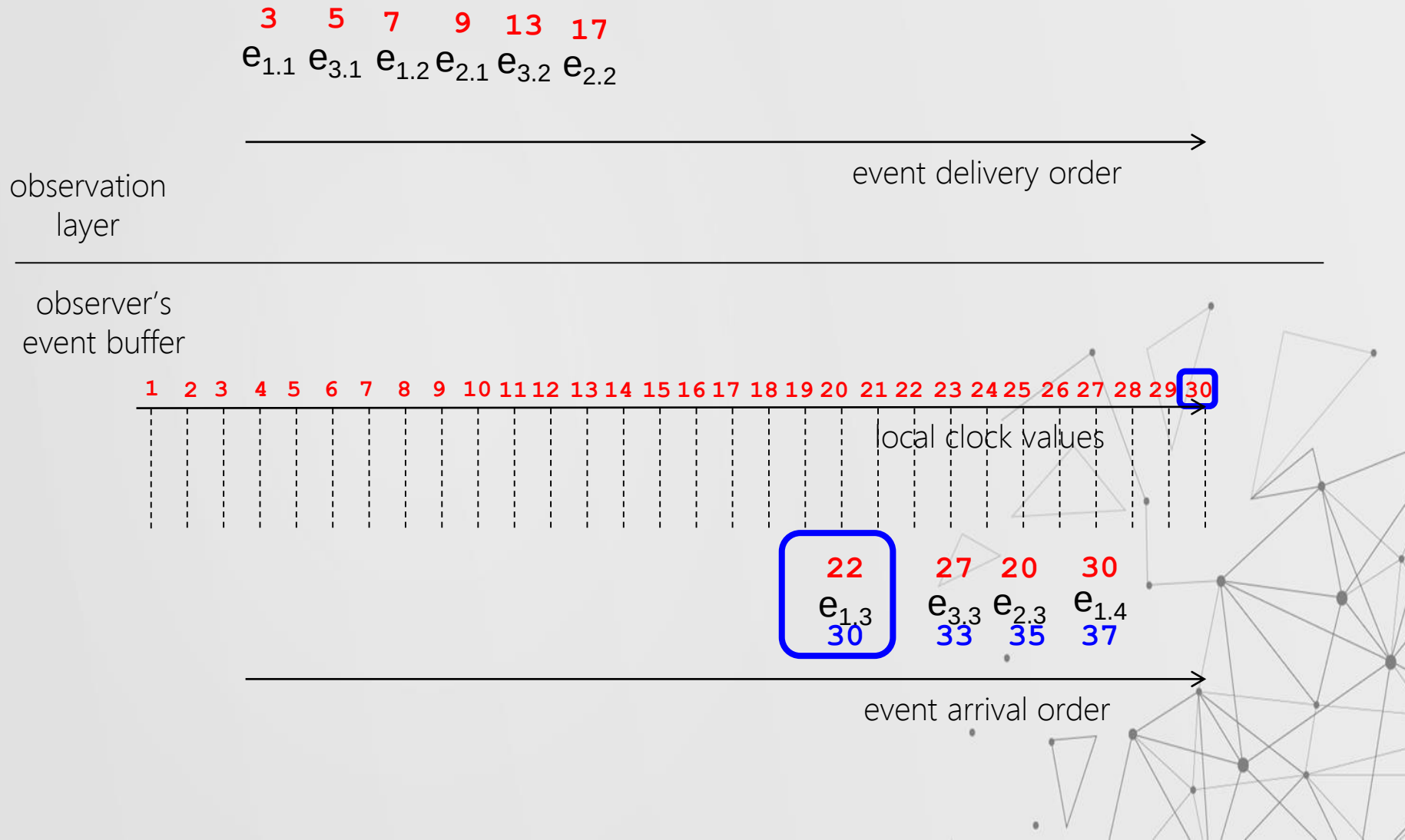
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (39)



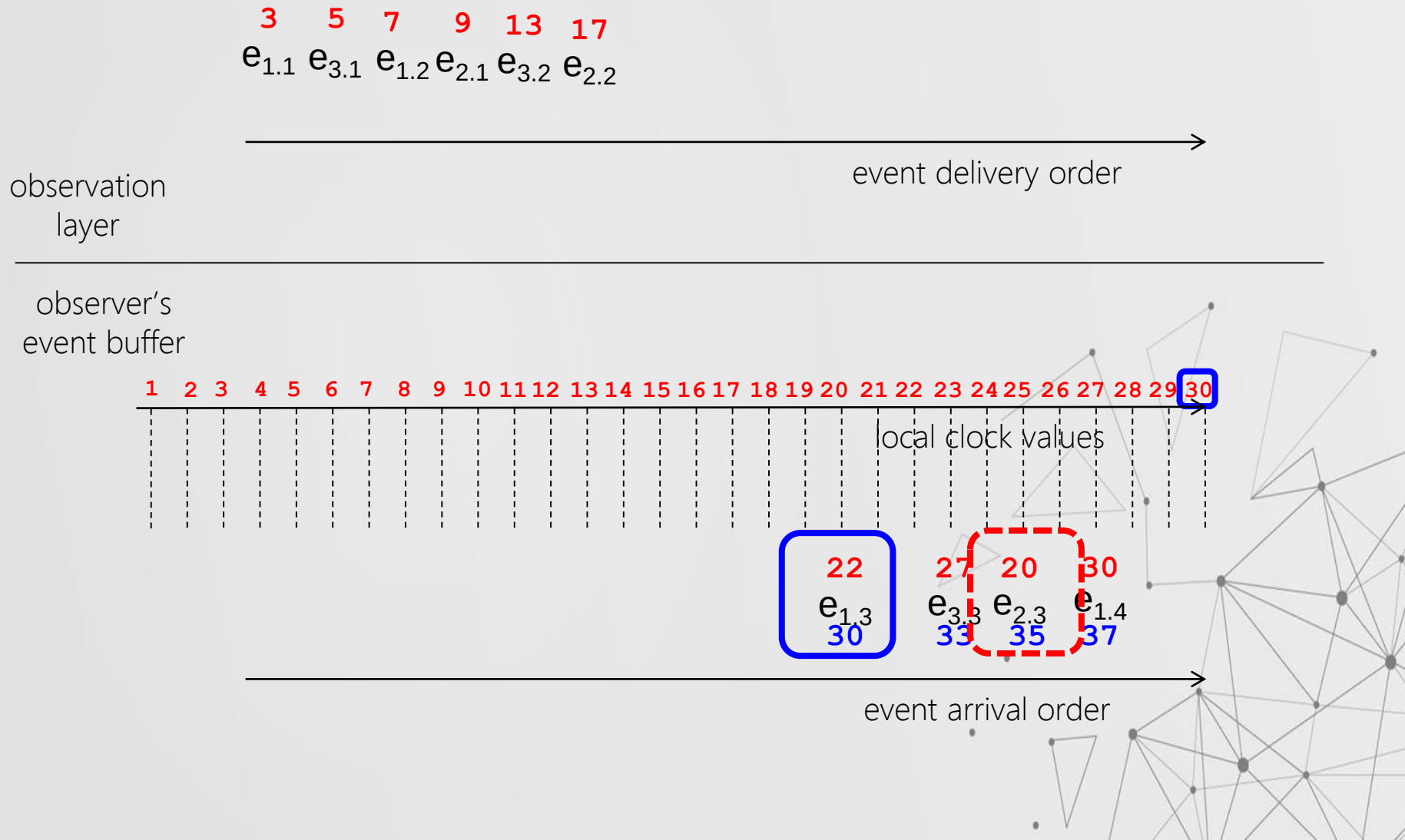
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (40)



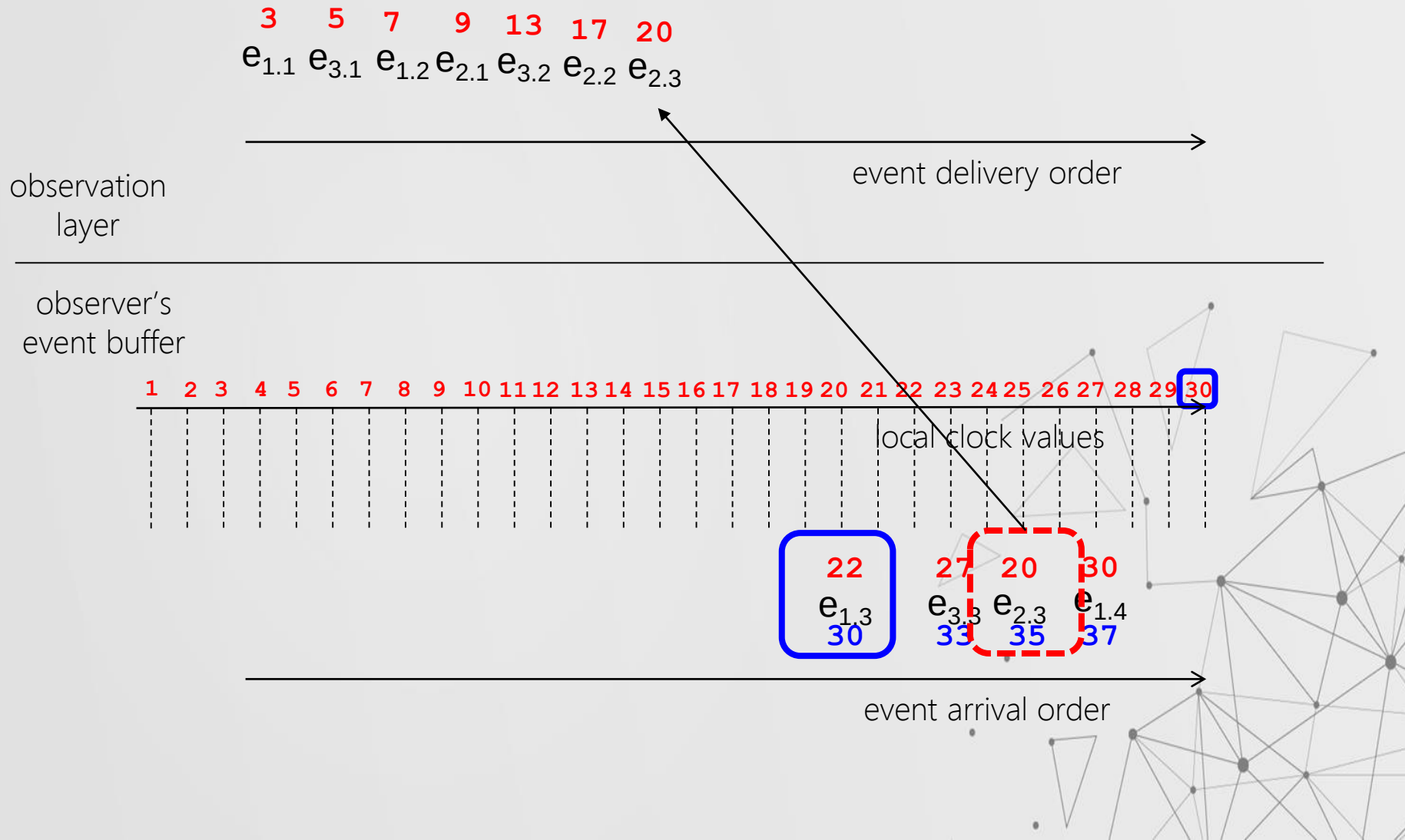
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (41)



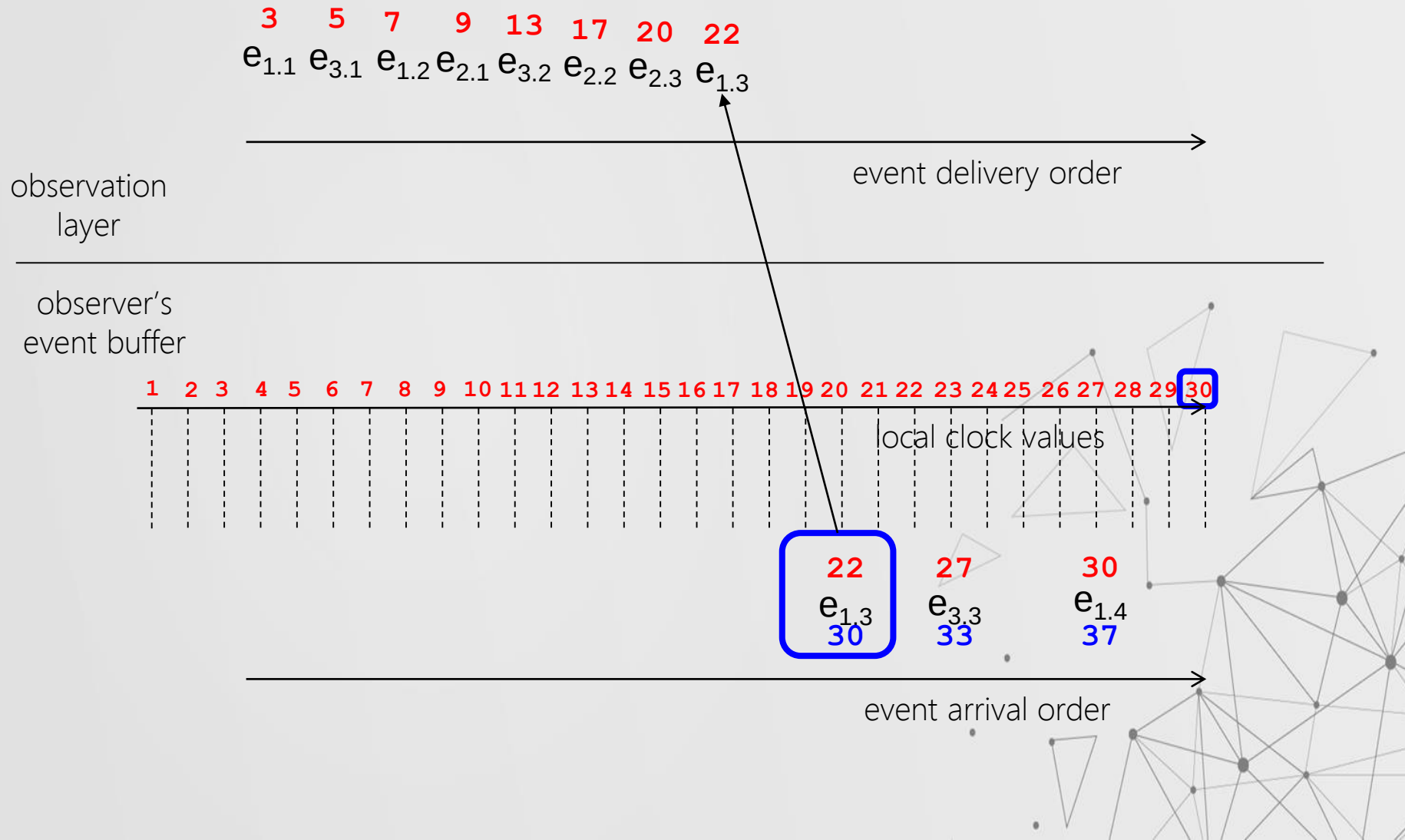
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (42)



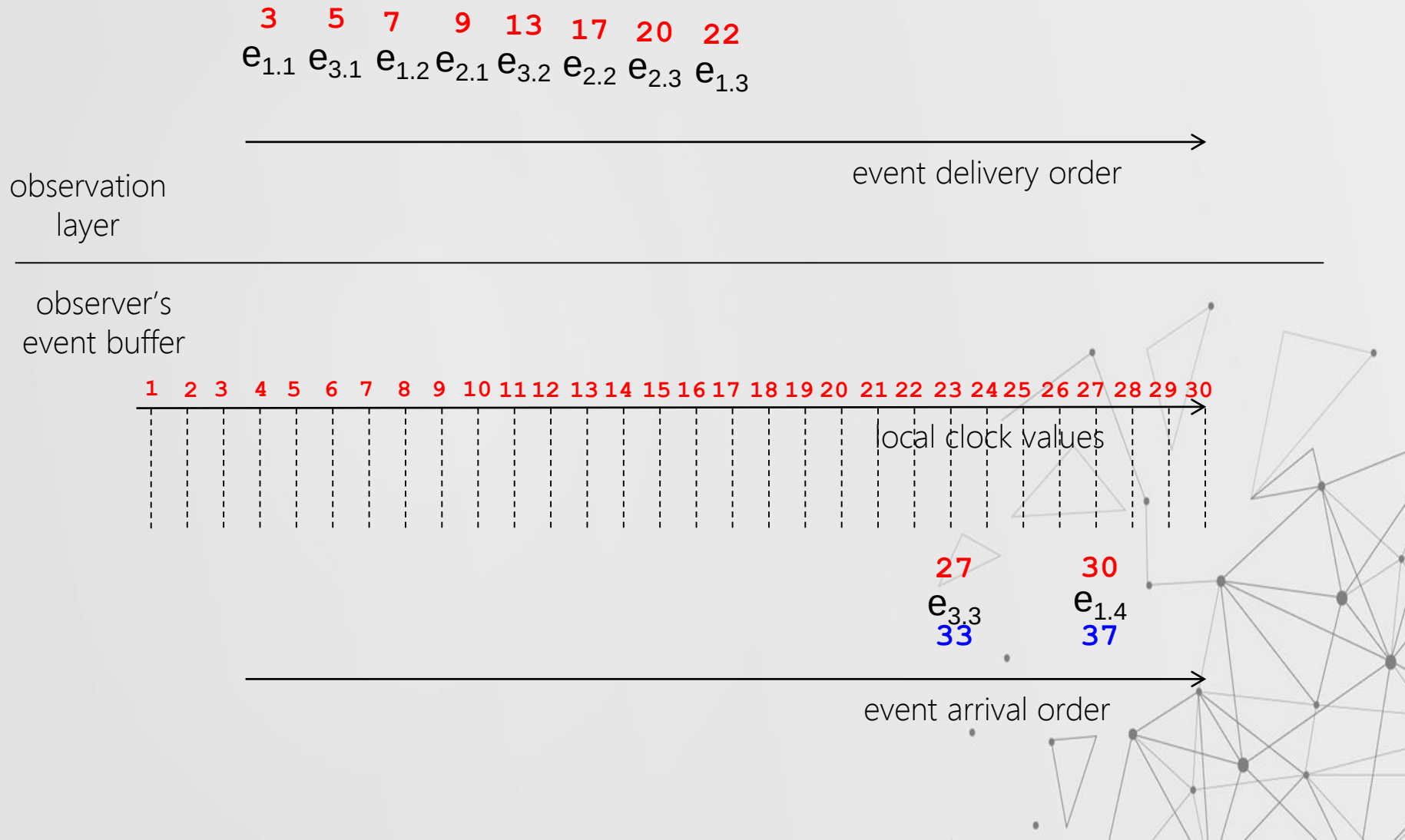
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (43)



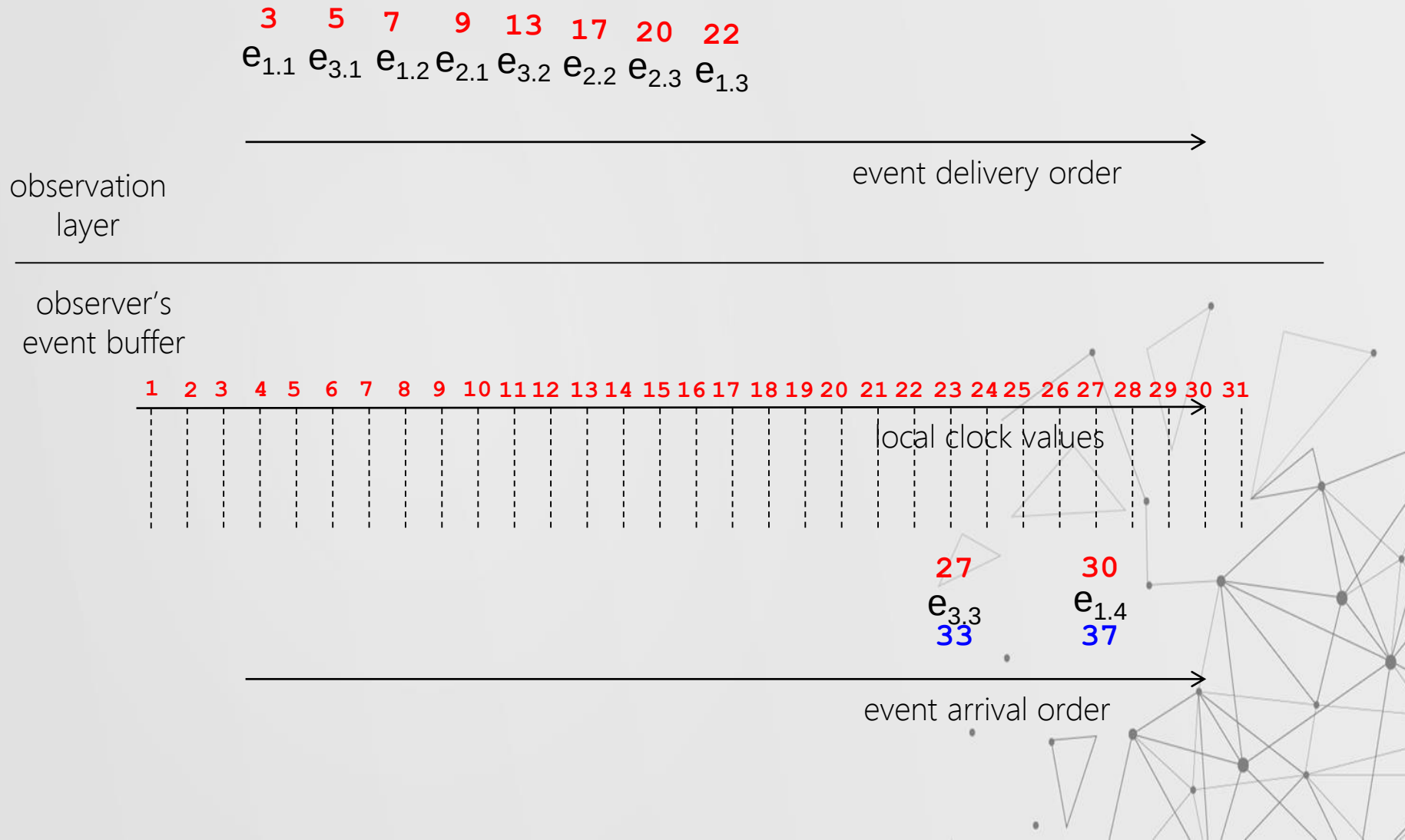
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (44)



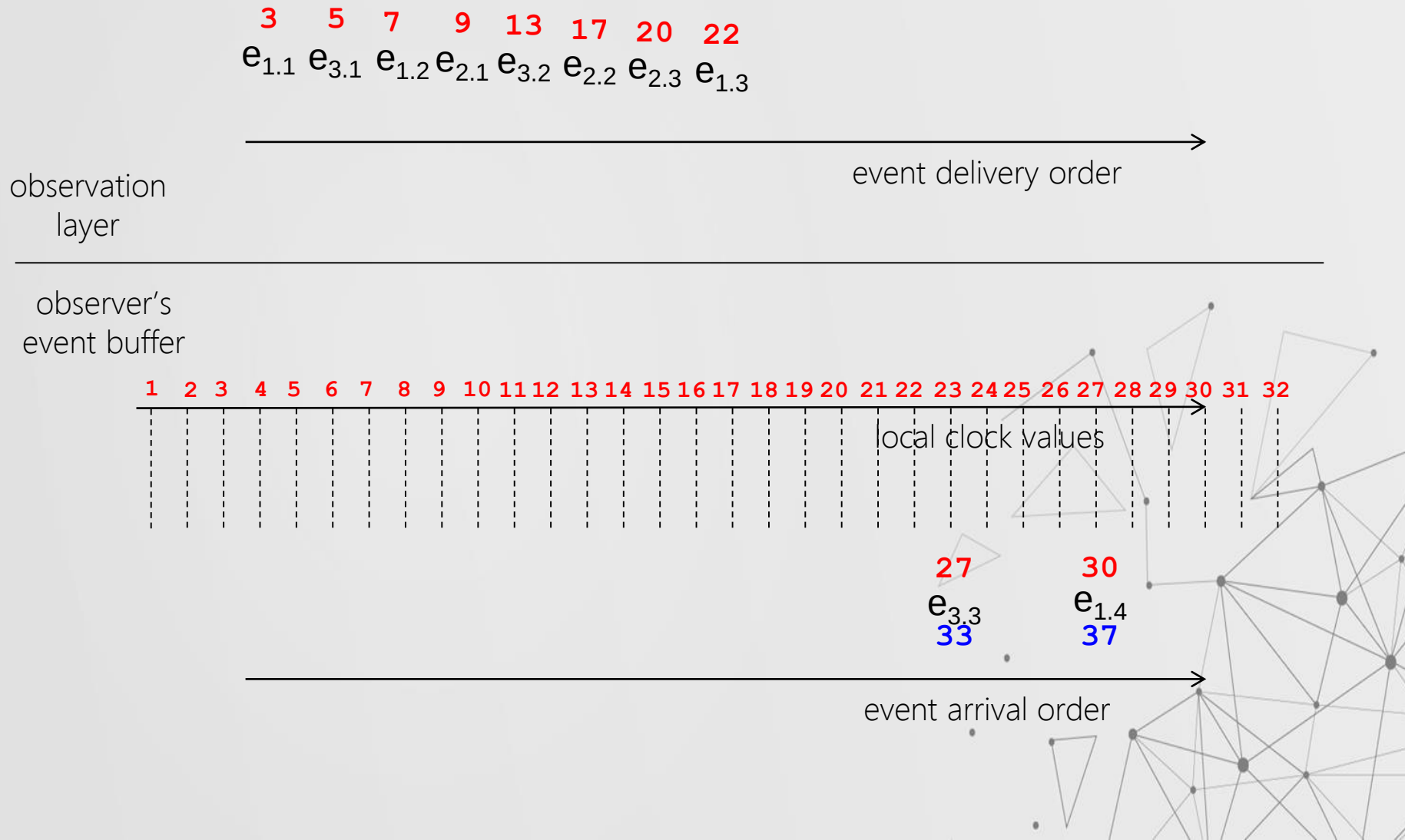
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (45)



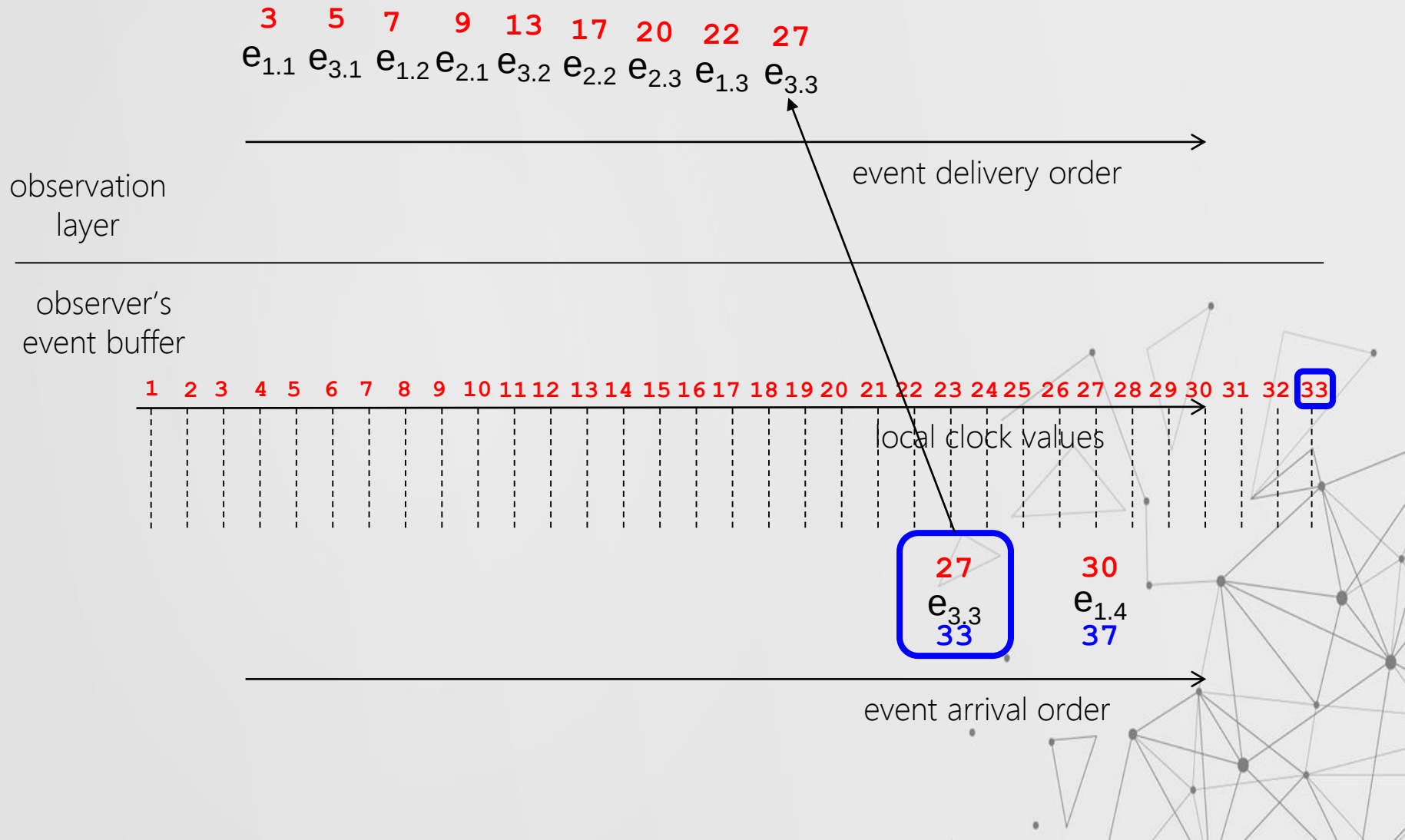
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (46)



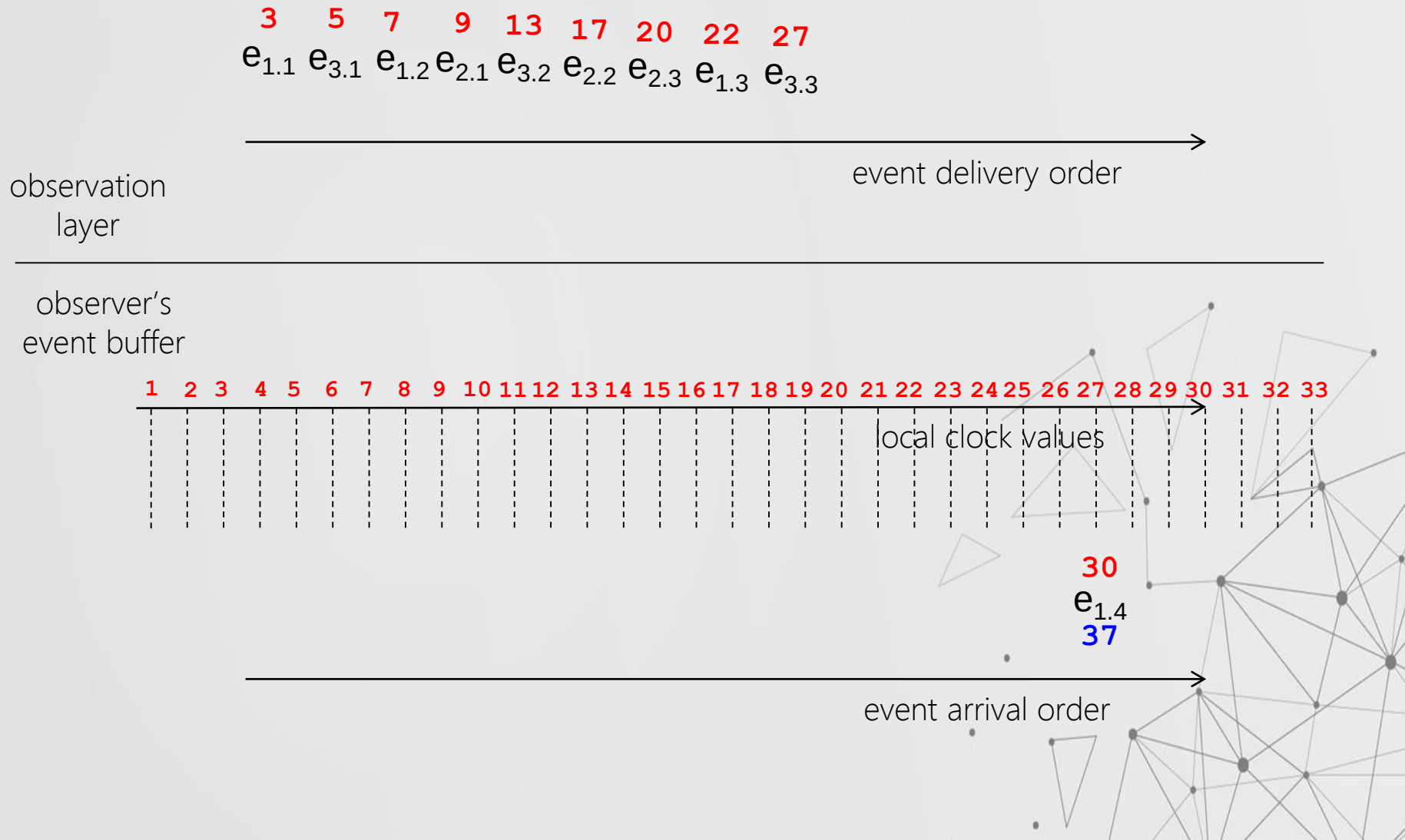
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (47)



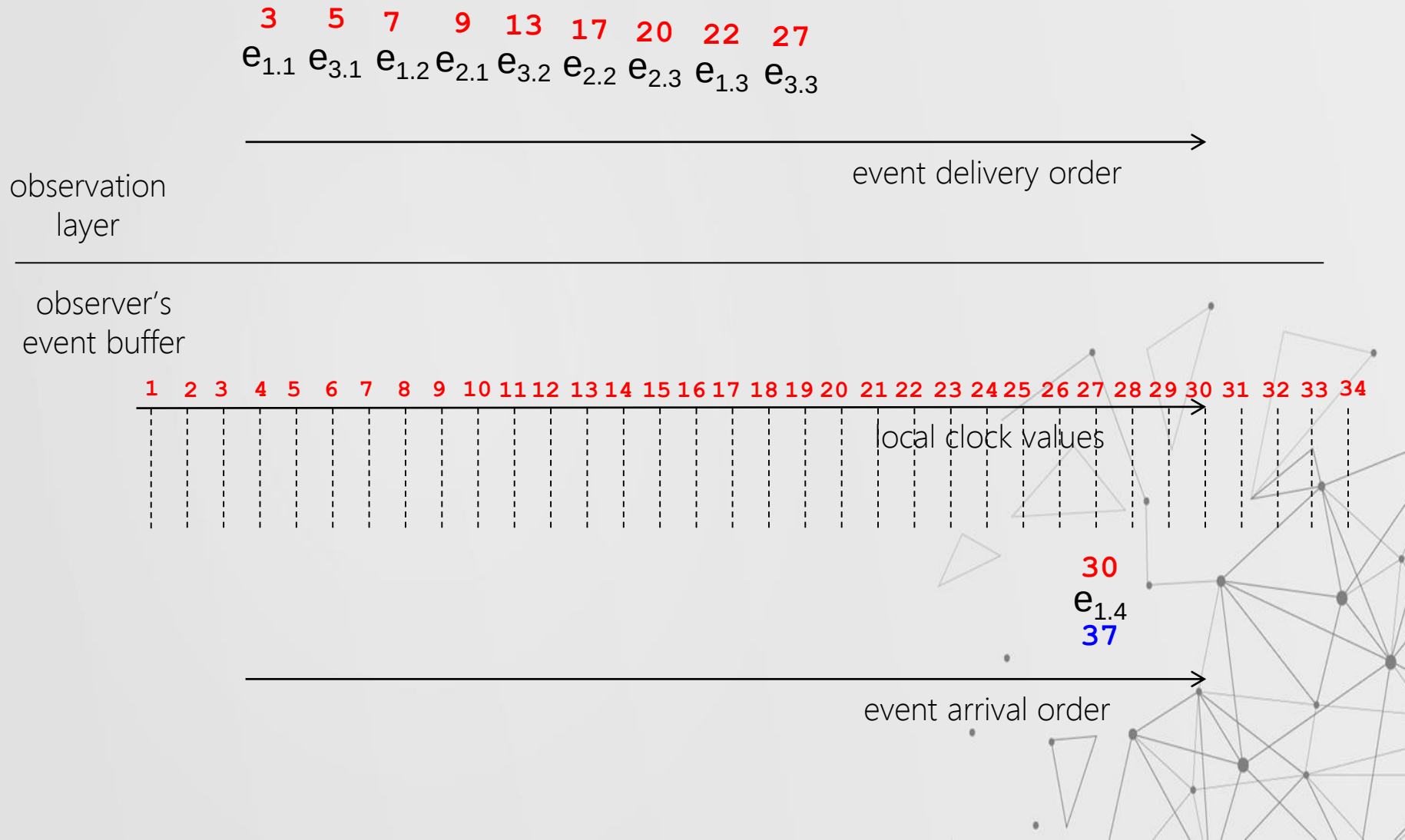
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (48)



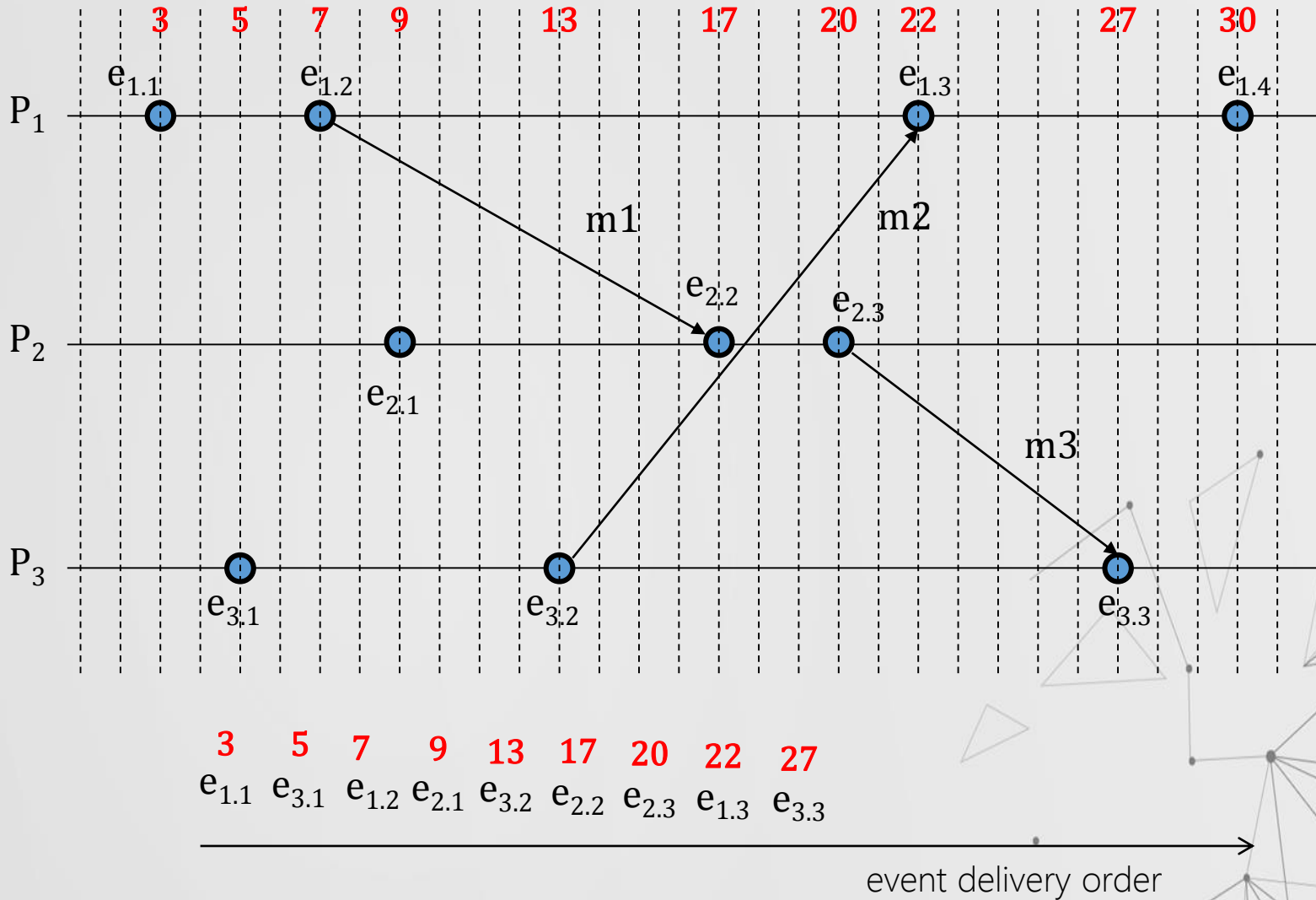
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (49)



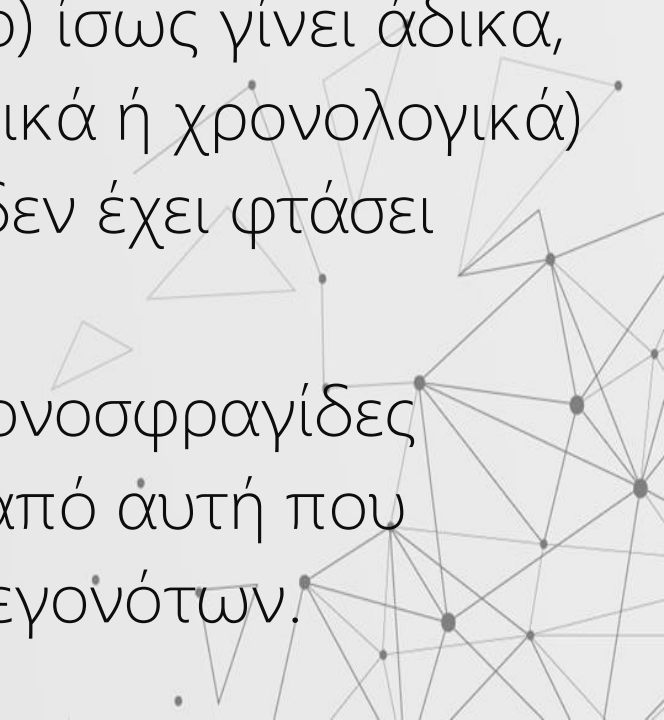
Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (50)



Έλεγχος με φυσικά ρολόγια (51)



Αναμονή για ειδοποιήσεις γεγονότων

- Ανίχνευση χάσματος (διανυσματικά ρολόγια).
 - Η αναμονή για λογικά προηγούμενα γεγονότα γίνεται μόνο όταν πραγματικά υπάρχουν τέτοια.
 - Αδυναμία ανίχνευσης χάσματος (ρολόγια Lamport και φυσικά ρολόγια).
 - Η αναμονή (με βάση FIFO / τον χρόνο) ίσως γίνει άδικα, χωρίς τελικά να υπάρχει κάποιο (λογικά ή χρονολογικά) προηγούμενο γεγονός για το οποίο δεν έχει φτάσει ακόμα η σχετική ειδοποίηση.
 - Επίσης, η σειριοποίηση με τέτοιες χρονοσφραγίδες μπορεί να είναι (πολύ) πιο αυστηρή από αυτή που αντιστοιχεί στην λογική σειρά των γεγονότων.
- 

Καθολική και λογική σειρά παράδοσης μηνυμάτων στην ομαδική επικοινωνία

- Οι τεχνικές σειριοποίησης γεγονότων με βάση τα φυσικά/λογικά ρολόγια και αντίστοιχες χρονοσφραγίδες μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για την παράδοση μηνυμάτων ανάμεσα σε διεργασίες.
 - Παραλλαγές των τεχνικών που συζητήθηκαν εδώ μπορεί να χρησιμοποιηθούν στο πλαίσιο της ομαδικής επικοινωνίας (CATOC), όπου γεγονότα = μηνύματα και παρατηρητής = τοπική εφαρμογή σε κάθε διεργασία.
 - Το ρολόι προσαρμόζεται όταν μια διεργασία στέλνει ή/και λαμβάνει ένα μήνυμα προς/από την ομάδα.
 - Η παράδοση μηνυμάτων στην εφαρμογή γίνεται με βάση τις χρονοσφραγίδες των μηνυμάτων.
- 