

Λογικός Προγραμματισμός

Μανόλης Μαρακάκης, Καθηγητής
mmarak@cs.hmu.gr

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
Σχολή Μηχανικών
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

Λογικός Προγραμματισμός

Μάθημα 9

- **Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική στον Κατηγορηματικό Λογισμό.**

Αναπαράσταση Γνώσης και Συλλογιστική στον Κατ. Λογισμό (Μέρος Ε)

- ✓ 4.1 Εισαγωγή. (Μέρος Α)
- ✓ 4.2 Σύνταξη της Κατηγορηματικής Λογικής. (Μέρος Α)
- ✓ 4.3 Ερμηνείες. (Μέρος Α)
- ✓ 4.4α. Λογικές ισοδυναμίες & Σημασιολογική Συνέπεια Τύπων. (Μέρος Β)
- ✓ 4.4β. Λογικές ισοδυναμίες & μετασχ. τύπων. (Μέρος Β)
- ✓ 4.5 Τυπικά συστήματα & εξαγωγή συμπερ. (Μέρος Β)
- ✓ 4.6 Κανονικές μορφές τύπων. (Μέρος Β)
 - a) Δεσμευμένη Εμπρός Κανονική Μορφή. b) Συναρτήσεις Skolem. c) Προτάσεις (Clauses). d) Προτάσεις Horn.
- ✓ 4.7 Αντικατάσταση. (Μέρος Γ)
- ✓ 4.8 Ενοποίηση. (Μέρος Γ)
- ✓ 4.9 Η Μέθοδος της (Διαδικής) Επίλυσης. (Μέρος Δ)
- ✓ 4.10 Επίλυση & Στρατηγικές απόδειξης. (Μέρος Δ)
- ✓ 4.11 Η στρατηγική της γραμμικής επίλυσης. (Μέρος Ε)
- ✓ 4.12 Μετασχηματισμοί Λογικών Προγραμμάτων (Μέρος ΣΤ)

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

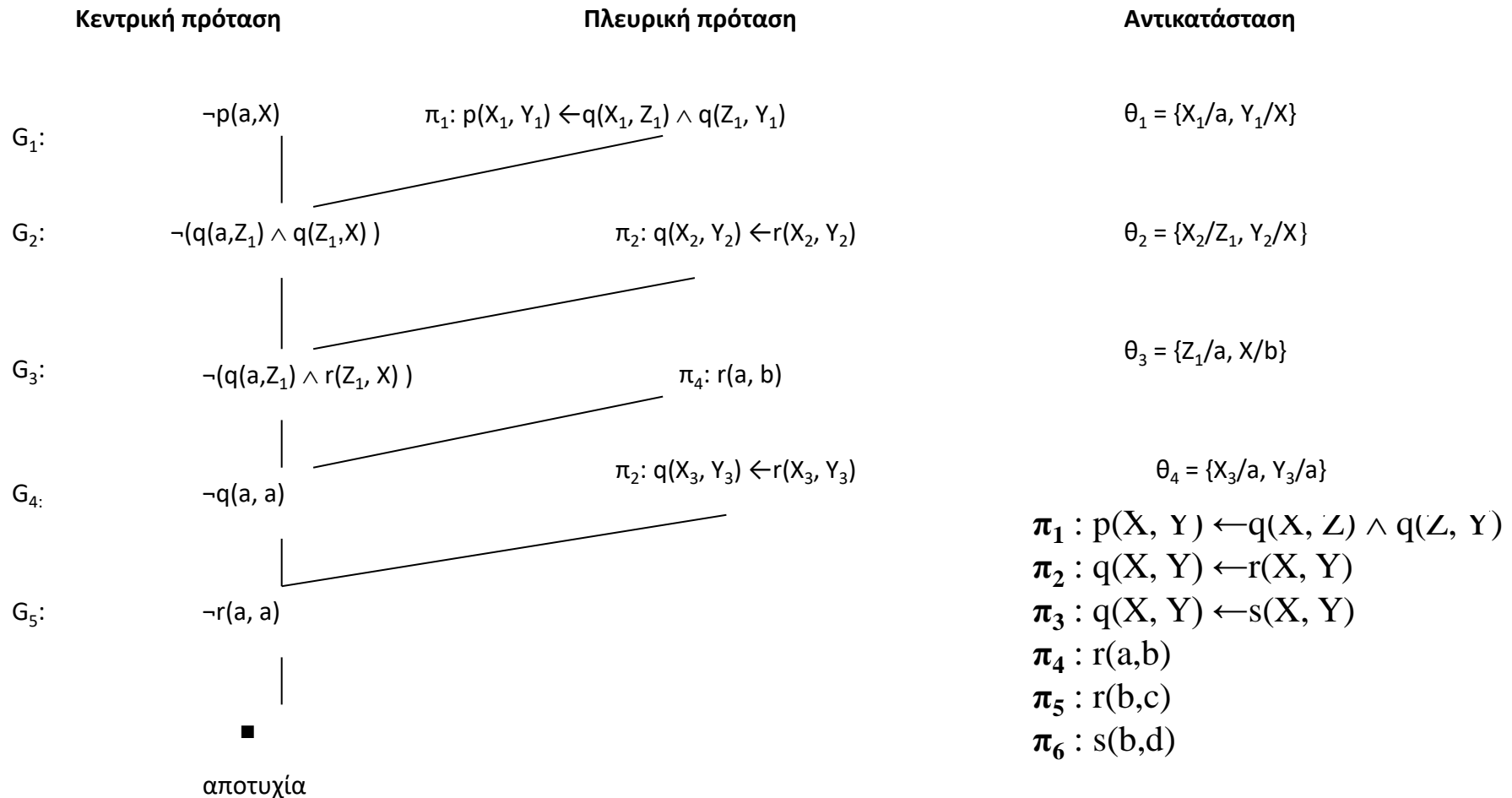
4.11.3 SLD παραγωγή με κανόνα υπολογ. «ο πλέον δεξιός στοιχ. τύπος».

- ❑ **Κανόνας υπολογισμών B: Επιλογή του πλέον δεξιού στοιχειώδους τύπου.**
- ❑ Ο αρχικός στόχος G_0 είναι $\neg p(a, X)$. Δεν υπάρχει καμία πρόταση από το πρόγραμμα με την οποία να ενοποιείται ο επιλεχθείς στοιχειώδης τύπος $\neg r(a, a)$. Η **SLD-εξαγωγή** φαίνεται στο σχήμα **Σχήμα 3.6**.

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

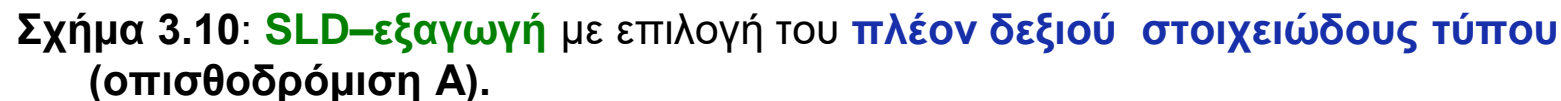
4.11.3 SLD παραγωγή με κανόνα υπολογ. «ο πλέον δεξιός στοιχ. τύπος».



Σχήμα 3.9: **SLD–εξαγωγή** με επιλογή του **πλέον δεξιού στοιχειώδους τύπου**.

4.11.3 SLD παραγωγή με κανόνα υπολογ. «ο πλέον δεξιός στοιχ. τύπος».

Αντικατάσταση



4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

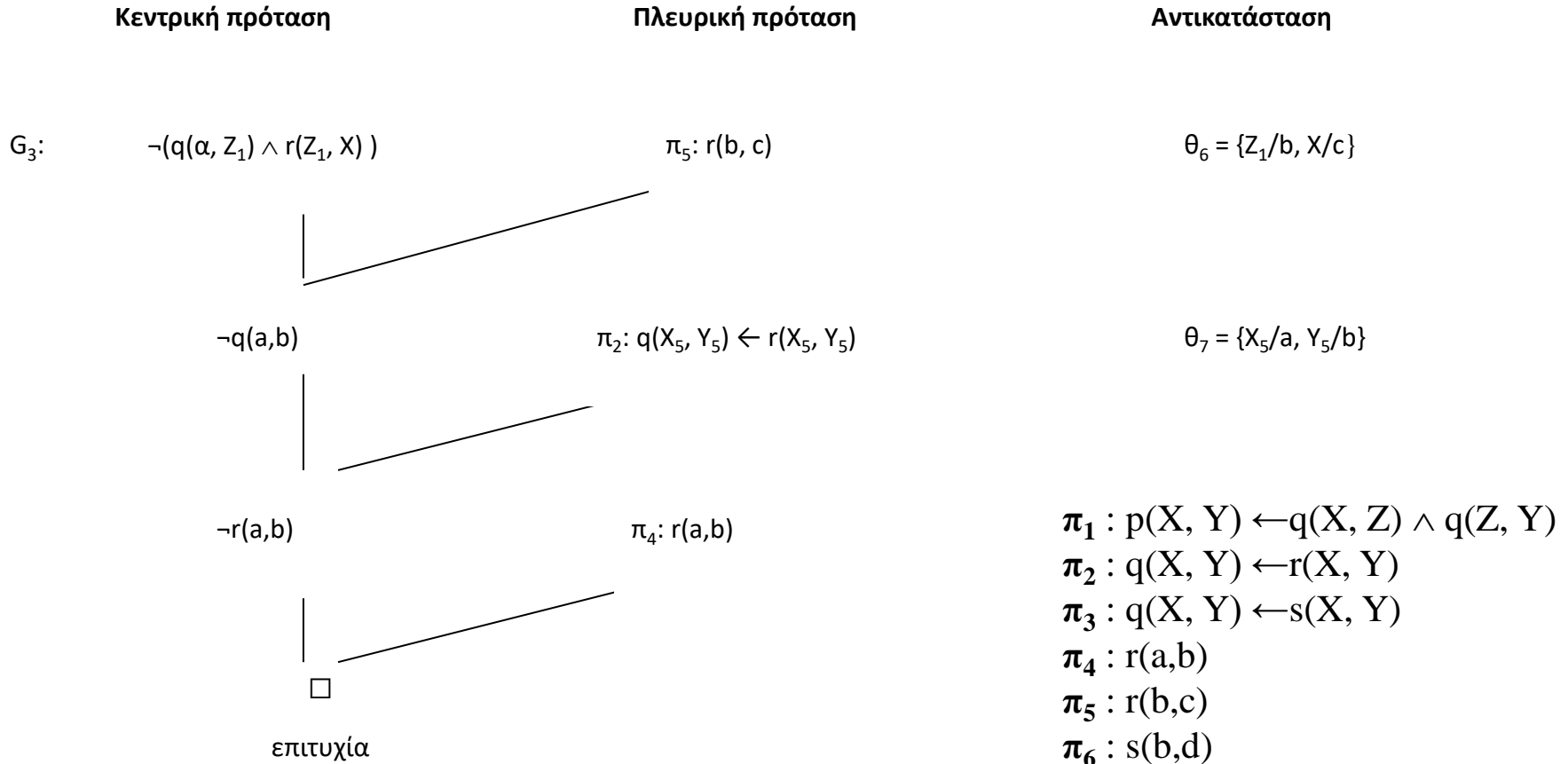
4.11.3 SLD παραγωγή με κανόνα υπολογ. «ο πλέον δεξιός στοιχ. τύπος».

- ❑ Έχουμε ξανά **αποτυχία**, οπότε **οπισθοδρομεί στην προηγούμενη κεντρική πρόταση G_4 ακυρώνοντας την ενοποίηση που έκανε.**
- ❑ Επειδή δεν υπάρχει άλλη πρόταση στο πρόγραμμα η κεφαλή της οποίας να ταιριάζει με τον επιλεχθέντα στοιχειώδη τύπο, **οπισθοδρομεί στην κεντρική πρόταση G_3 ακυρώνοντας την ενοποίηση που έκανε.**
- ❑ Συνεχίζοντας από την κεντρική πρόταση G_3 έχουμε την **SLD-απόρριψη** του σχήματος **Σχήμα 3.8**. Αυτή η **SLD-εξαγωγή** οδήγησε σε **SLD-απόρριψη**.
- ❑ Η υπολογισθείσα απάντηση αντικατάστασης είναι $\theta_1 \circ \theta_2 \circ \theta_6 \circ \theta_7 = \{X_1/a, Y_1/c, X_2/b, Y_2/c, Z_1/b, X/c, X_5/a, Y_5/b\}$ **περιοριζόμενη στις μεταβλητές του $\neg p(a, X)$ δηλαδή $\{X/c\}$.**

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

4.11.3 SLD παραγωγή με κανόνα υπολογ. «ο πλέον δεξιός στοιχ. τύπος».



Σχήμα 3.11: SLD–εξαγωγή με επιλογή του πλέον δεξιού στοιχειώδους τύπου (οπισθοδρόμηση B).

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

4.11.4 SLD δέντρο και στρατηγικές αναζήτησης.

- ❑ Ορισμός: Έστω P ένα σύνολο από προγραμματικές προτάσεις, R ένας κανόνας υπολογισμών και G μία πρόταση στόχος. Όλες οι δυνατές SLD-εξαγωγές μπορούν να επιδειχθούν σε ένα SLD-δέντρο. Το SLD-δέντρο του G (χρησιμοποιώντας το P και τον R) ορίζεται ως εξής:
 - Η ετικέτα στη ρίζα του δέντρου είναι ο αρχικός στόχος G .
 - Εάν το δέντρο περιέχει ένα κόμβο με ετικέτα τον στόχο G_i και υπάρχει μια μετονομασμένη προγραμματική πρόταση $C_i \in P$ τέτοια ώστε ο G_{i+1} εξάγεται από τον G_i (κεντρική πρόταση) και την C_i (πλευρική πρόταση) μέσω του R τότε ο κόμβος G_i έχει παιδί τον κόμβο G_{i+1} . Η ακμή που τους συνδέει έχει ως ετικέτα την πρόταση C_i .
- ❑ Έστω P ένα πρόγραμμα και G ένας στόχος. Εάν διαφορετικοί κανόνες υπολογισμών εφαρμόζονται στο $\{P, G\}$, τότε θα δημιουργηθούν διαφορετικά SLD-δέντρα αλλά αυτά τα δέντρα θα συμφωνούν στις υπολογισθείσες απαντήσεις αντικατάστασης.
- ❑ Κάθε μονοπάτι σε ένα SLD-δέντρο είναι μια SLD-εξαγωγή. Μία SLD-εξαγωγή μπορεί να είναι πεπερασμένη ή μη-πεπερασμένη.

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

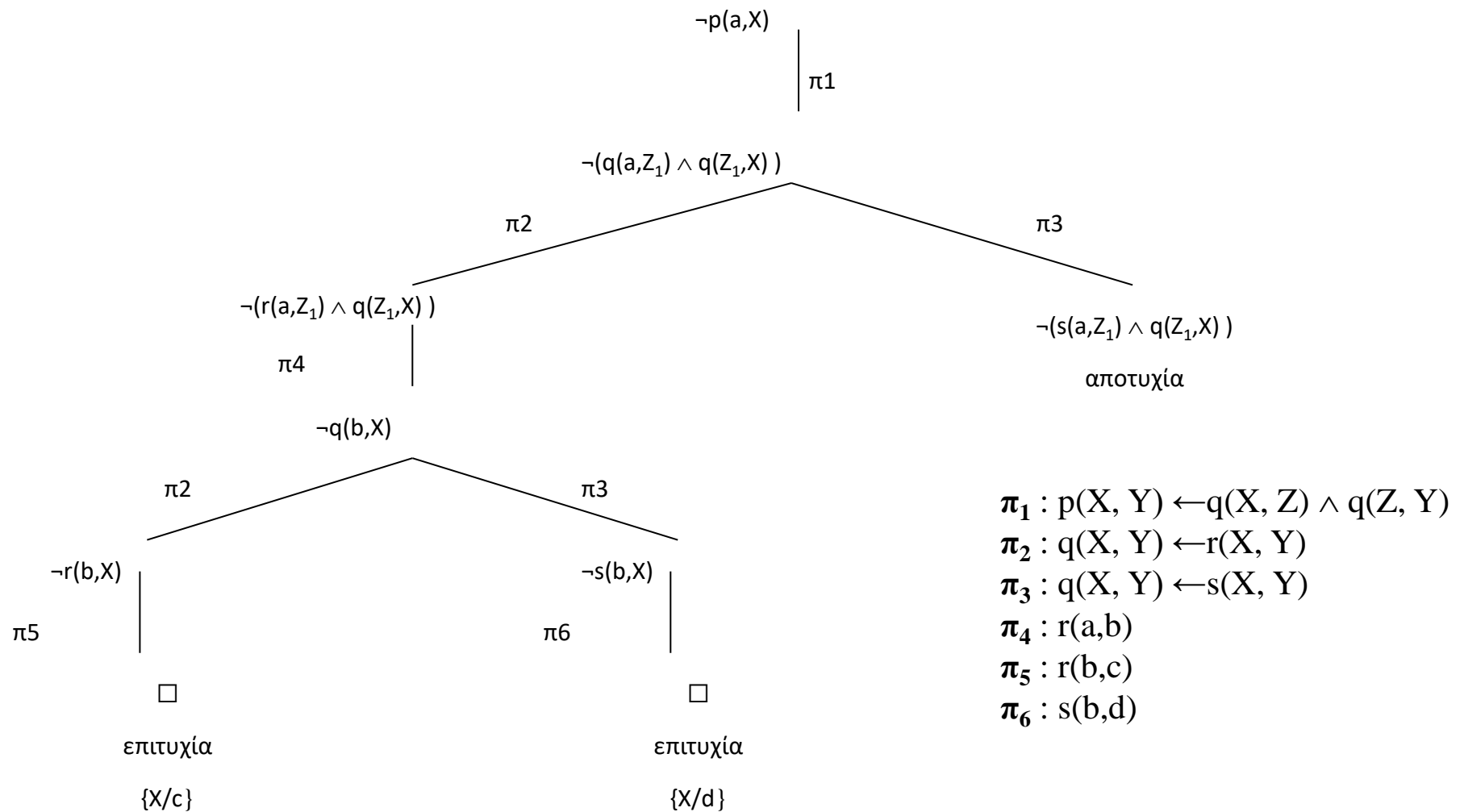
4.11.4 SLD δέντρο και στρατηγικές αναζήτησης.

- ❑ Ορισμός: Ένα μονοπάτι το οποίο τελειώνει σε άδεια πρόταση είναι μια **SLD-απόρριψη**. Μία **SLD-απόρριψη** είναι μια **επιτυχής SLD-εξαγωγή**. Μία **ανεπιτυχής SLD-εξαγωγή** είναι μια **εξαγωγή η οποία τελειώνει σε ένα μη κενό στόχο G_K** με την ιδιότητα ο επιλεχθείς από τον G_K στοιχειώδης τύπος να μην ενοποιείται με την κεφαλή καμίας πρότασης του προγράμματος.
- ❑ Σε ένα **SLD-δέντρο** το κλαδί που αντιστοιχεί σε **επιτυχή εξαγωγή** ονομάζεται **επιτυχής κλάδος**. Το κλαδί που αντιστοιχεί σε **ανεπιτυχή εξαγωγή** ονομάζεται **ανεπιτυχής κλάδος**. Το κλαδί που αντιστοιχεί σε **μη-πεπερασμένη εξαγωγή** ονομάζεται **μη-πεπερασμένος κλάδος**.
- ❑ Παραδείγματα:
 - 1. Το **SLD-δέντρο** για το προηγούμενο παράδειγμα με **κανόνα υπολογισμών** τον **πλέον αριστερό στοιχειώδη τύπο** φαίνεται στο **Σχήμα 3.12**.
 - 2. Το **SLD-δέντρο** για το προηγούμενο παράδειγμα με **κανόνα υπολογισμών** τον **πλέον δεξιό στοιχειώδη τύπο** φαίνεται στο **Σχήμα 3.13**.

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

4.11.4 SLD δέντρο και στρατηγικές αναζήτησης.

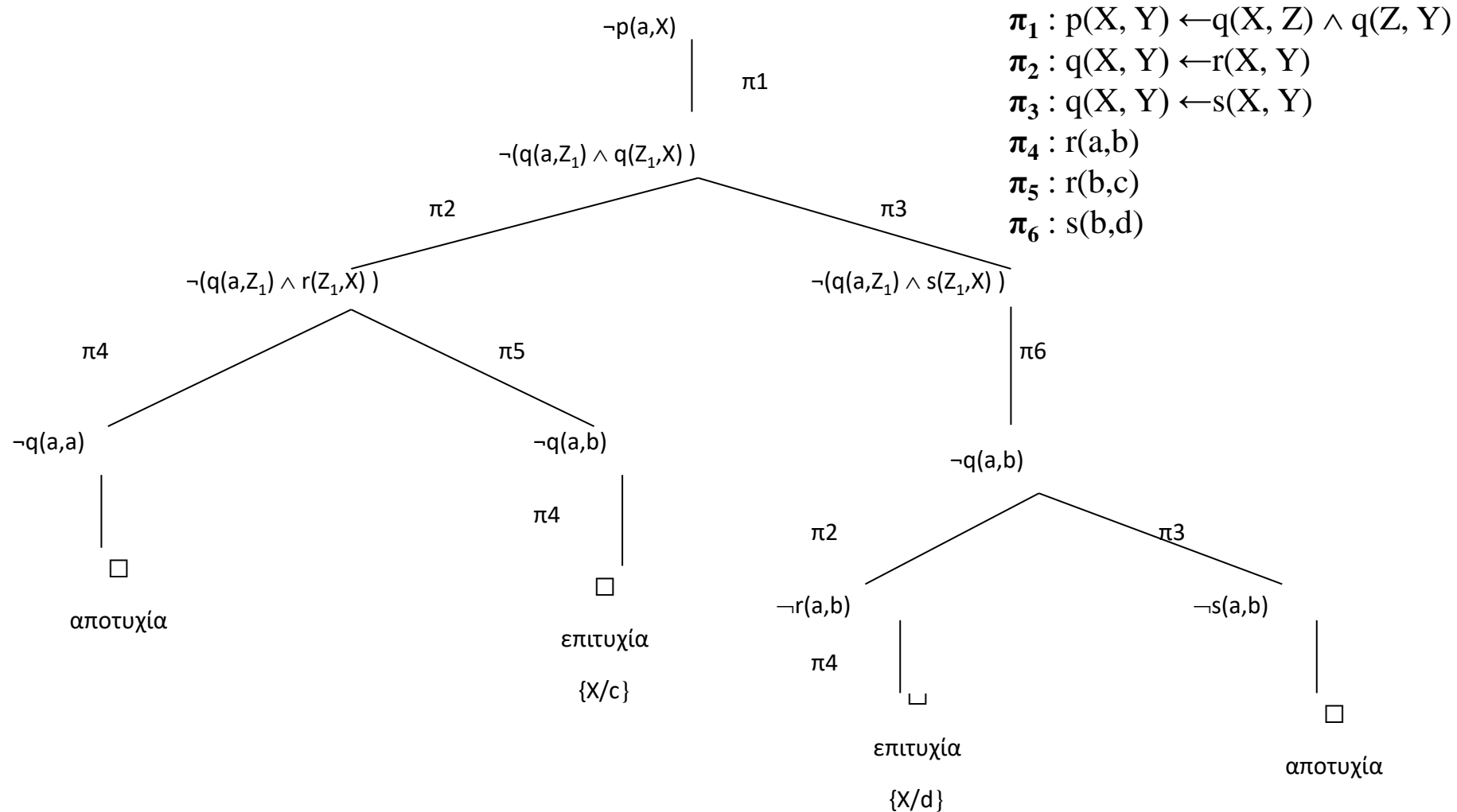


Σχήμα 3.12: SLD–δέντρο αναζήτησης με **κανόνα υπολογισμών** τον **πλέον αριστερό στοιχειώδη τύπο**.
 Θεωρία Λογικού Προγραμματισμού

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

4.11.4 SLD δέντρο και στρατηγικές αναζήτησης.



Σχήμα 3.13: SLD-δέντρο αναζήτησης με κανόνα υπολογισμών τον πλέον δεξιό στοιχειώδη τύπο.

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

4.11.4 SLD δέντρο και στρατηγικές αναζήτησης.

- ❑ Ορισμός: Ένας **κανόνας αναζήτησης** (*search rule*) είναι μια **στρατηγική αναζήτησης ενός SLD-δέντρου για εύρεση επιτυχόντων κλάδων**.
- ❑ Ορισμός: Μία **διαδικασία SLD-απόρριψης** είναι ο **αλγόριθμος της SLD-επίλυσης** μαζί με τον καθορισμό **ενός κανόνα υπολογισμών** και **ενός κανόνα αναζήτησης**.
- ❑ Από ένα **SLD-δέντρο** θέλουμε να βρούμε τις **υπολογισθείσες απαντήσεις αντικατάστασης**.
 - Το **σύνολο των απαντήσεων αντικατάστασης** είναι **ανεξάρτητο** από **τον κανόνα υπολογισμών**.
 - Η επιλογή του **κανόνα αναζήτησης** είναι **σημαντική**.

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

4.11.4 SLD δέντρο και στρατηγικές αναζήτησης.

- ❑ Θα συγκρίνουμε δύο στρατηγικές αναζήτησης, την **πλάτος–πρώτα** και την **βάθος–πρώτα**.
- ❑ 1. Η **πλάτος–πρώτα αναζήτηση** εγγυάται ότι θα βρει **τους επιτυχείς κλάδους εάν υπάρχουν**.
- ❑ Αυτή η στρατηγική **θα βρει τις σωστές απαντήσεις αντικατάστασης σε κάθε περίπτωση**. Ακόμα και αν υπάρχουν μη-πεπερασμένες εξαγωγές.
- ❑ Όμως το μέγεθος του δέντρου αναζήτησης το οποίο πρέπει να κατασκευαστεί **μεγαλώνει εκθετικά με το βάθος**. Δηλαδή, αυτή η στρατηγική
 - **έχει μεγάλες απαιτήσεις μνήμης** και
 - **δεν είναι αποτελεσματική**.

4. ΑΓ και Συλλογιστική στο Κατηγορηματικό Λογισμό (ΛΠΤ).

4.11 Η Γραμμική Επίλυση στον Λογικό Προγραμματισμό.

4.11.4 SLD δέντρο και στρατηγικές αναζήτησης.

- ❑ 2. Η **βάθος–πρώτα αναζήτηση** εγγυάται ότι θα βρει όλους τους επιτυχείς κλάδους εάν υπάρχουν μόνο όταν το **SLD–δέντρο είναι πεπερασμένο**. Δηλαδή, το SLD-δέντρο δεν έχει μη-πεπερασμένα μονοπάτια.
- ❑ Επιπλέον, η μέθοδος είναι **γρήγορη** και **έχει μικρές απαιτήσεις μνήμης**.
- ❑ Εάν το **SLD–δέντρο δεν είναι πεπερασμένο** τότε η μέθοδος δεν εγγυάται ότι θα βρει όλες τις σωστές απαντήσεις αντικατάστασης.
- ❑ Η πρότυπη (standard) Prolog χρησιμοποιεί :
 - για **κανόνα υπολογισμών** τον κανόνα που **επιλέγει τον πλέον αριστερό στοιχειώδη τύπο του στόχου** και
 - για **στρατηγική αναζήτησης** την **βάθος–πρώτα**.

Ευχαριστώ!

Ερωτήσεις;