

---

Department of Electrical and Computer Engineering  
Technical University of Crete  
Autonomous Agents  
Instructor: M.G.Lagoudakis  
Christos Ziskas  
Register Number: 2014030191  
February 23, 2020-”Project Report”

---

## KLONDLIKE SOLITAIRE

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ζητούμενο της μελέτης, είναι η κατασκευή του πράκτορα που υλοποιεί το παιχνίδι της πασιέντζας. Ο πράκτορας κατασκευάζει το γραφικό περιβάλλον του παιχνιδιού. Επιπλέον υπάρχουν features για παράσταση ενός ολοκληρωμένου παιχνιδιού.

- Γραφική απεικόνιση καρτών, ταμπλό
- Αρχικό Menu και λοιπές σκηνές
- Εμφάνιση σκορ
- Εμφάνιση αριθμού κινήσεων
- Διάρκεια παιχνιδιού
- Φόντο νίκης/ήττας
- Συνοδεία ήχου
- Κίνηση Καρτών

Παρέχει στο παίκτη δυνατότητες για επίλυση του παιχνιδιού, αλλά και αναγνώριση της ήττας του, μέσω κουμπιών.

1. Hint - Εύρεση διαθέσιμης κίνησης
2. Quit - Αναγνώριση ήττας

## 1.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ

Το παιχνίδι της πασιέντζας παίζεται με συνήθως 1-2 τράπουλες. Η συγκεκριμένη εκδοχή αποτελεί το βασικό παιχνίδι που παίζεται με μια τράπουλα.

### 1.1.1 Σκοπός Του Παιχνιδιού

Ο απώτερος στόχος είναι να μετατραπεί ολόκληρη η τράπουλα σε στοίβες και αν αυτό επιτευχθεί, το παιχνίδι Solitaire κερδίζεται. Αυτό συνήθως γίνεται με την απελευθέρωση των καρτών και την δημιουργία χώρου για να τοποθετηθούν οι στοίβες.

### 1.1.2 Ιεραρχία χαρτιών

Η κατάταξη των χαρτιών στο παιχνίδι είναι: K (ψηλό), Q, J, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, A (χαμηλό).

### 1.1.3 Δια μοίρασμα

Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τύποι στοίβων:

1. Tableau
2. Θεμέλια
3. Απόθεμα
4. Talon

**Tableau:** Επτά στοίβες που αποτελούν το κύριο τραπέζι.

**Θεμέλια:** Τέσσερις σωροί στους οποίους πρέπει να δημιουργηθεί γεμάτη φυλή ή σειρά. Στα περισσότερα παιχνίδια Solitaire, οι τέσσερις άσσοι είναι η πρώτη κάρτα ή η βάση των θεμελίων. Οι 4 σωροί θεμελίωσης είναι καρδιές, διαμάντια, μπαστούνια και κλαμπ.

**Απόθεμα (ή “χέρι”):** Εάν ολόκληρη η τράπουλα δεν είναι τοποθετημένη σε Tableau στην αρχή ενός παιχνιδιού, οι υπόλοιπες κάρτες αποτελούν το σωρό αποθέματος από το οποίο παίζονται πρόσθετες κάρτες σύμφωνα με τους κανόνες.

**Talon (ή “Απορρίμματα”):** Κάρτες από το σωρό αποθέματος που δεν έχουν θέση στον πίνακα ή στα θεμέλια τοποθετούνται μπροστά στο σωρό απόβλητων.

Για να δημιουργηθεί ο Tableau, πρέπει να δημιουργηθούν επτά σωροί. Ξεκινώντας από τα αριστερά προς τα δεξιά, τοποθετείται η πρώτη κάρτα με την όψη προς τα πάνω για να γίνει η πρώτη σωρός, βάζοντας μια κάρτα προς τα κάτω για τους επόμενους έξι σωρούς. Ξεκινώντας εκ νέου από αριστερά προς τα δεξιά, τοποθετείται μια κάρτα με την όψη προς τα επάνω στο δεύτερο σωρό και μια όψη προς τα κάτω στους σωρούς από τρεις έως επτά. Αρχίζοντας πάλι από αριστερά προς τα δεξιά, τοποθετείται μια κάρτα με την όψη προς τα επάνω στον τρίτο σωρό και μία κάρτα με την όψη προς τα κάτω στους σωρούς 4 έως 7. Συνεχίζεται το πρότυπο μέχρι η έβδομη σωρός να έχει μία κάρτα στραμμένη επάνω σε ένα σωρό από έξι φύλλα προς τα κάτω.

Οι υπόλοιπες κάρτες αποτελούν το σωρός αποθέματος (ή “χέρι”) και τοποθετούνται πάνω στο τραπέζι. Όταν ξεκινάει το παιχνίδι, τα θεμέλια και ο σωρός αποβλήτων δεν έχουν κάρτες.

#### 1.1.4 Παιχνίδι

Ο αρχικός πίνακας μπορεί να αλλάξει με “κτίσιμο” – μεταφορά καρτών ανάμεσα στις κάρτες με την όψη προς τα πάνω στο Tableau. Ορισμένες κάρτες του πίνακα μπορούν να παιχτούν άμεσα, ενώ άλλες ενδέχεται να μην παίζονται μέχρι να αφαιρεθούν ορισμένες κάρτες οι οποίες αποτελούν εμπόδιο. Για παράδειγμα, από τα επτά φύλλα που βλέπουν στο τραπέζι, αν κάποιος είναι ένα εννιά και το άλλο είναι δέκα, η μεταφορά γίνεται άμεσα στο σωρό με το μικρότερο να μεταφέρεται στο μεγαλύτερο για να αρχίσει να χτίζετε ο σωρός στη σειρά. Δεδομένου ότι μετακινείται χαρτί από έναν από τους επτά σωρούς, ξεμπλοκάρει τώρα μια κάρτα που είναι προς τα κάτω. Αυτή η κάρτα μπορεί να γυρίσει και μπαίνει στο παιχνίδι.

Καθώς μεταφέρονται κάρτες στο τραπέζι και αρχίζουν να δημιουργούνται σειρές, αν αποκαλυφθεί άσος, ο άσος πρέπει να τοποθετηθεί σε έναν από τους σωρούς των θεμελίων. Τα θεμέλια χτίζονται με φυλή και σε σειρά από άσσο σε βασιλιά. Η μεταφορά καρτών στους σωρούς συνεχίζεται στο Tableau.

Αν δεν μπορεί να μετακινήθούν κάρτες με πρόσωπο προς τα πάνω, χρησιμοποιείται ο σωρός αποθέματος γυρίζοντας την πρώτη κάρτα. Αυτή η κάρτα μπορεί να παιχτεί στα θεμέλια ή στον Tableau. Εάν δεν μπορείτε να παιχτεί η κάρτα στο Tableau ή στους σωρούς των θεμελίων, η κάρτα μετακινείται στο σωρό σχουπιδιών και γυρίζει μια άλλη.

Κενή θέση στο Tableau δημιουργείται από την αφαίρεση των χαρτιών αλλού και ονομάζεται «χώρος». Ο χώρος έχει μεγάλη σημασία στη διαχείριση του Tableau. Εάν δημιουργηθεί ένας χώρος, μπορεί να συμπληρωθεί μόνο με έναν βασιλιά. Η πλήρωση ενός χώρου με έναν βασιλιά ενδεχομένως ξεμπλοκάρει μία από τις κάρτες με την όψη προς τα κάτω σε ένα άλλο σωρό στο τραπέζι. Η μεταφορά καρτών στο τραπέζι συνεχίζεται και εισάγονται κάρτες από το σωρό αποθέματος έως ότου όλες οι κάρτες χτιστούν σε ακολουθίες φυλών στους σωρούς θεμελίωσης. Αν αυτό το σενάριο δεν πραγματοποιηθεί, το παιχνίδι χάνεται.

## 2 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε σε στάδια:

- Menu
- Λοιπές Σκηνές
- Περιβάλλον παιχνιδιού

Σε κάθε στάδιο πραγματοποιήθηκαν εκάστοτε εργασίες για την διαμόρφωση της τελικής υλοποίησης. Αυτά τα στάδια ουσιαστικά αποτελούν τις καταστάσεις στις οποίες μεταβαίνει το περιβάλλον κατά τη διάρκεια ενός παιχνιδιού

## 2.1 Κατασκευή Menu

Σε αυτό το στάδιο λήφθηκαν υπόψη τα μηνύματα που πρέπει να εμφανίζονται στο αρχικό screen και αποτελούν ουσιαστικά τις επιλογές του παιχνιδιού.

Το screen Menu διαθέτει 3 επιλογές.

1. Επιλογή παιχνιδιού #1 - Τράβηγμα ανά 1 κάρτα από το σωρό αποθέματος
2. Επιλογή παιχνιδιού #2 - Τράβηγμα ανά 3 κάρτα από το σωρό αποθέματος
3. Έξοδος



Figure 1: Αρχικό Μενου

Το menu, διαθέτει fonts για να σχηματιστούν τα menu items και να εμφανίζονται στην οθόνη. Σχηματίζεται ο τίτλος στο κέντρο του screen και με συγκεκριμένη διάταξη, παρατάσσονται τα items στην υπόλοιπη οθόνη. Η επιλογή item καθώς και η διάσχιση τους, πραγματοποιείται με το πάτημα κουμπιών του πληκτρολογίου. Με την επιλογή οποιασδήποτε από τις 2 επιλογές παιχνιδιού, το περιβάλλον μεταβαίνει στην κατάσταση play. Με την έξοδο, το παιχνίδι τερματίζει - κατάσταση exit(none). Η υπόλοιπη οθόνη διαμορφώνεται από λευκό background που επικαλύπτεται από το επιθυμητό image.

## 2.2 Λοιπές Σκηνές

Υπάρχουν δυο εκδοχές σκηνών:

1. Στάδιο Προετοιμασίας
2. Στάδιο τελικού αποτελέσματος (Νίκη/Ήττα)

Σε αυτό το σημείο σε οποιαδήποτε υπο-στάδιο βρεθεί το σύστημα παρουσιάζονται όμοια αποτελέσματα ανάλογα με την έκβαση του αποτελέσματος. Η κάθε σκηνή διαρκεί ένα ορισμένο διάστημα και στη συνέχεια ακολουθεί μετάβαση σε επόμενη κατάσταση. Συγκεκριμένα, το στάδιο προετοιμασίας διαρκεί 2 seconds και έπειτα υπάρχει μετάβαση στην κατάσταση παιχνιδιού. Τα τελικά στάδια έχουν απεριόριστο χρόνο διαρκείας. Καθώς ο χρόνος διάρκειας είναι απεριόριστος δεν γίνεται μετάβαση σε κάποια κατάσταση. Σε αυτά απαιτείται έξοδος του προγράμματος.



Figure 2: Στάδιο Προετοιμασίας

Οι πληροφορίες σε αυτό το σημείο, είναι ανάλογα το στάδιο(Μήνυμα προετοιμασίας/αποτελέσματος) συνοδευόμενο από το σκορ, τις κινήσεις και το χρόνο περάτωσης. Στο στάδιο προετοιμασίας, τα δεδομένα έχουν τις αρχικές τιμές. Τα μηνύματα εμφανίζονται χρησιμοποιώντας fonts και η διάταξη τους είναι κεντρική, το ένα κάτω από το άλλο.



Figure 3: Στάδιο Αποτελέσματος/Νίκη

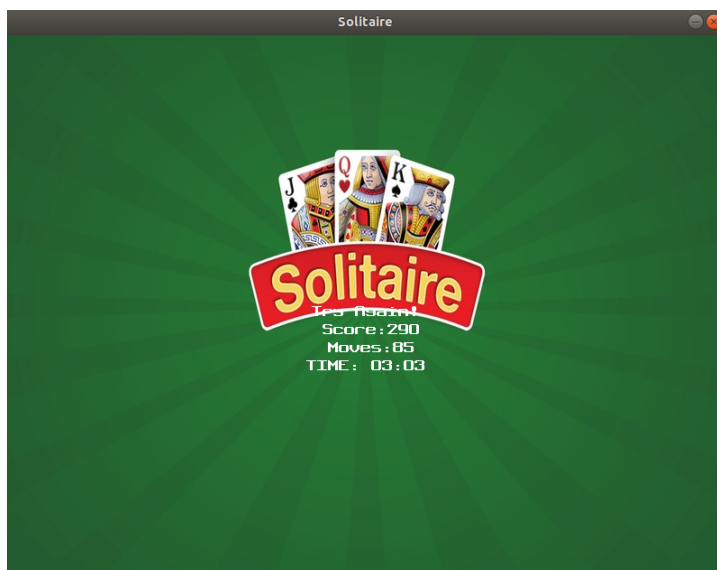


Figure 4: Στάδιο Αποτελέσματος/Ήττα

## 2.3 Περιβάλλον Παιχνιδιού

Το παιχνίδι μπορεί και αυτό με τη σειρά του να χωριστεί σε τμήματα



κατασκευής:

1. Αρχικοποίηση
2. Σχεδίαση
3. Ενημέρωση

## 2.4 Αρχικοποίηση

Η αρχικοποίηση του παιχνιδιού περιλαμβάνει:

1. Δημιουργία καρτών
2. Δημιουργία των θέσεων των καρτών στην οθόνη
3. Δημιουργία ηχητικής υπόκρουση

Επιπλέον, γίνεται αρχικοποίηση μεταβλητής που χρησιμοποιείται για την αναγνώριση των διαθέσιμων κινήσεων. Η τιμή της ορίζεται ως τον αριθμό των καρτών στη σωρό αποθέματος. Η χρησιμότητα της, θα αναλυθεί παρακάτω.

### 2.4.1 Δημιουργία Καρτών

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται κάνοντας ανάγνωση των images των καρτών. Αποθηκεύονται σε μορφή pixels. Έπειτα αποθηκεύονται σε dictionary με κλειδί ένα string που ορίζεται ως τη φυσική ύπαρξη της κάρτας(π.χ 8\_spades). Τα κλειδιά του dictionary δημιουργούν μια λίστα η οποία γίνεται shuffle. Αυτή η ενέργεια πραγματοποιεί το ανακάτεμα της τράπουλας και σε κάθε παρτίδα, υπάρχουν διαφορετικές κάρτες στο ταμπλό.

### 2.4.2 Δημιουργία των θέσεων των καρτών στην οθόνη

Η κατασκευή του ταμπλό γίνεται με την δημιουργία κλάσεων που αποτυπώνουν τις σωρούς πλέον ως οντότητες. Η σωρός έχει το χαρακτηριστικό, ότι παρέχει το σύνολο καρτών και καταγράφεται η επιφάνεια που καλύπτει κάθε κάρτα. Υπάρχουν οι οντότητες/σωροί του Tableau, του αποθέματος, και τα θεμέλια με τα πρόσθετα χαρακτηριστικά τους. Επομένως δημιουργείται μια οντότητα αποθέματος, τέσσερις οντότητες θεμελίων και επτά οντότητες Tableau οι οποίες κάνουν inheritance της οντότητας σωρού. Αρχικά γίνεται initialization της σωρού αποθέματος και ακολουθεί το tableau και τα θεμέλια. Έπειτα γίνεται η εισαγωγή των καρτών στις σωρούς - η αλλιώς εισαγωγή στις λίστες των κλάσεων.

Η σωρός Tableau διαθέτει δομή που αποθηκεύει τις κρυφές κάρτες καθώς και το ύψος στο οποίο βρίσκεται η σωρός, ώστε να τοποθετηθούν οι κάρτες η μία κάτω από την άλλη. Επιπλέον, υπάρχουν και οι ανοιχτές κάρτες στη σωρό στη βασική δομή. Γίνεται έτσι η ορθή διάταξη του παιχνιδιού καθώς λαμβάνεται υπόψη η απόσταση που πρέπει να καλύπτουν οι σωροί.

Η σωρός Αποθέματος διαθέτει δομή για τις κρυφές κάρτες. Αρχικά η δομή αυτή είναι γεμάτη. Με το άνοιγμα της σωρού οι κρυφές κάρτες ελαττώνονται και τοποθετούνται στη σωρό Talon. Μοντελοποιείται από δομή λίστας μέσα στη κλάση. Πέρα από τη λίστα αυτή, διατηρούνται και σε άλλη λίστα που θα διατηρηθούν όλες οι κάρτες με το άνοιγμα του αποθέματος ώστε να γίνεται επαναληπτικά η διαδικασία και να διατηρούνται στη σωρό. Η διάταξη εισόδου λαμβάνεται υπόψη για να τηρηθούν οι κανόνες του παιχνιδιού.

Η σωρός θεμελίων αποτελείται από τη δομή που διατηρεί τις κάρτες που τοποθετούνται πάνω της. Αρχικά η δομή είναι άδεια. Κάθε φορά που εισέρχεται κάποιο δεδομένο εισέρχεται στην τέλος της λίστας και στην επιφάνεια του παιχνιδιού εμφανίζεται το στοιχείο στο τέλος της λίστας.

Γίνεται πρώτα η εισαγωγή των καρτών στο Tableau. Οι κάρτες που αποθηκεύονται στο Tableau διαγράφονται από τη δομή των καρτών ώστε να μην γίνει δεύτερη επιλογή της κάρτας σε άλλη σωρό. Οι κάρτες που περισσεύουν αποθηκεύονται στη σωρό αποθέματος.



Figure 5: Αρχικοποίηση παιχνιδιού

Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό να σημειωθεί πως υπάρχει μια επιπλέον κλάση στην υλοποίηση που αφορά τις κάρτες που μετακινεί ο παίκτης. Κάνει inheritance τη βασική σωρό.

### 2.4.3 Δημιουργία ηχητικής υπόκρουση

Αποτελεί τη δημιουργία ενός καναλιού που παίζει ήχο στο background του παιχνιδιού σε επαναληπτική ροή.

## 2.5 Σχεδίαση

Σε αυτό το στάδιο, γίνεται η μοντελοποίηση και η σχεδίαση των καρτών πάνω στην επιφάνεια του παιχνιδιού. Κάθε κλάση διαθέτει μεθόδους για την σχεδίαση των καρτών όποτε, ανάλογα την οντότητα που αναπαριστά, γίνεται και η αντίστοιχη σχεδίαση. Το λεξιλόγιο που περιέχει ως κλειδιά τα string των καρτών και τιμές τα pixel των εικόνων, αποτυπώνονται στην καταγραφή και ανάλογα την λογική που διαθέτει κάθε σωρός γίνεται η αντίστοιχη εμφάνιση. Λαμβάνονται υπόψη τα ύψη των σωρών και των καρτών καθώς και οι διαστάσεις των καρτών. Καταγράφονται στην επιφάνεια τα fonts που παρουσιάζουν τον αριθμό των score, τις κινήσεις και τη διάρκεια του παιχνιδιού. Επιπλέον, σχεδιάζεται το κουτί hint που περιέχει λειτουργικότητα για εύρεση πιθανής κίνησης. Αν ο πράκτορας αντιληφθεί την βέβαιη επίλυση του παιχνιδιού, σχηματίζεται button που οδηγεί στο state αποτελέσματος/νίκης. Αν ο πράκτορας αντιληφθεί ότι δεν υπάρχουν διαθέσιμες κινήσεις, τότε σχηματίζεται button που οδηγεί στο state αποτελέσματος/ήττας. Ακολούθως γίνεται draw και για κάρτα που μετακινείται από σωρό.

## 2.6 Ενημέρωση

Σε αυτό το γεγονός περιλαμβάνονται:

1. Μετακίνηση καρτών
2. Λειτουργικότητα Hint Button
3. Έλεγχος για Διαθεσιμότητα Hint

## 2.7 Μετακίνηση καρτών

Η μετακίνηση των καρτών αποτελείται από τις κινήσεις drag n drop. Drag γίνεται από κάθε κλάση σωρού. Drop γίνεται μόνο από το moving object. Το drag αναφέρεται σε μέθοδο που αφορά αρπαγή κάποιας κάρτας από σωρό, ενώ

το drop αφορά σε μέθοδο αντικειμένου που κινείται και αφήνεται σε σωρό. Η κάρτα που γίνεται drag εισάγεται στις πληροφορίες του μετακινούμενου αντικειμένου. Λαμβάνονται υπόψη όλες οι τροποποιήσεις στα μεγέθη των σωρών, στην απαλοιφή των δεδομένων από τις σωρούς αναχώρησης. Κατά το drop το μετακινούμενο στοιχείο αποδεσμεύεται. Αν γίνει με επιτυχία τότε μετακινείται στη λίστα των ανοιχτών καρτών στη νέα σωρό. Αλλιώς επανέρχεται στη σωρό που βρίσκονταν. Η μετακίνηση καρτών από τη σωρό θεμελίων δεν είναι επιτρεπτή.

## 2.8 Λειτουργικότητα Hint Button

Το κουμπί λειτουργεί ως μέσο ώστε ο παίκτης να αναγνωρίζει πιθανές κινήσεις στο tableau που αντιμετωπίζει. Η βοήθεια έχει πιθανή προέλευση, είτε από τη σωρό του tableau, είτε από τη σωρό του αποθέματος. Η μέθοδος είναι αρμοδιότητα του πράκτορα και προσφέρει υπηρεσία προς τον παίκτη. Ο πράκτορας ακολουθεί πολιτική για την ανάδειξη της πιθανής κίνησης:

- Μετακίνηση καρτών στους σωρούς του tableau με έλεγχο από αριστερά προς τα δεξιά
- Μετακίνηση καρτών από το tableau στα θεμέλια
- Μετακίνηση καρτών από το απόθεμα στα tableau
- Μετακίνηση καρτών από το απόθεμα στα θεμέλια

Η υλοποίηση της ξεκινάει ελέγχοντας τις ανοιχτές κάρτες που βρίσκονται στις σωρούς του tableau. Ο έλεγχος εύρεσης πιθανής κίνησης γίνεται ελέγχοντας τις σωρούς από αριστερά προς τα δεξιά. Αν υπάρχει κάποια κίνηση διαθέσιμη, τότε οι δυο κάρτες χρωματίζονται περιμετρικά για την διάρκεια που το κουμπί διατηρείται πατημένο. Διαφορετική πολιτική ακολουθείται για τα φύλλα του άσσου και το K που βρίσκονται σε σωρούς στο tableau. Τα φύλλα του άσσου στο tableau, οδηγούνται στα θεμέλια. Τα φύλλα του K στο tableau, οδηγούνται σε κενές θέσεις στο tableau. Για την εύρεση διαθέσιμης κίνησης, ελέγχονται τα δυο ανοιχτά φύλλα που βρίσκονται στο πάτο των σωρών. Αν έχουν διαφορετικά suit και έχουν διαφορά μονάδας, τότε η κίνηση είναι διαθέσιμη. Αυτό γίνεται επαναληπτικά για κάθε συνδυασμό σωρών στο tableau. Έπειτα γίνεται έλεγχος αν υπάρχει διαθέσιμη κίνηση από το tableau στα θεμέλια. Η διαθεσιμότητα κίνησης σε αυτή τη περίπτωση ελέγχεται αν στα θεμέλια υπάρχει η κάρτα με το suit και με αριθμό μικρότερα κατά μια μονάδα από το φύλλο που εξετάζεται. Αν δεν βρεθεί κάποια κίνηση από το tableau τότε ξεκινάει η αναζήτηση κίνησης από το απόθεμα.



Figure 6: Παρουσίαση Hint

Η υλοποίηση συνεχίζει με το απόθεμα. Ελέγχεται αν οι κάρτες αποθέματος είναι ανοιχτές. Ανάλογα το τράβηγμα από το απόθεμα γίνεται και ο έλεγχος (στο τράβηγμα 3 χαρτιών πρώτα ελέγχεται η κάρτα στο πάτο των ανοιχτών καρτών του αποθέματος). Η διαδικασία είναι όμοια με την αναζήτηση κίνησης όταν η κάρτα βρίσκεται στο tableau.

## 2.9 Έλεγχος για Διαθεσιμότητα Hint

Κατά την αρχικοποίηση του παιχνιδιού, γίνεται αρχικοποίηση μεταβλητής που βοηθάει σε αυτή τη διαδικασία. Η μεταβλητή έχει αρχική τιμή τόση όσος είναι ο αριθμός των καρτών στη σωρό αποθέματος. Επομένως έχει τιμή 24. Όταν η σωρός αποθέματος ανοίχτεί ολόκληρη τότε ελέγχεται ο αριθμός των καρτών που ανοίχτηκαν. Ο έλεγχος αυτός γίνεται ώστε να εξεταστεί αν αποχώρησαν φύλλα από τη σωρό αποθέματος.

Αν δεν αποχώρησαν τότε για να μην υπάρχει διαθεσιμότητα κίνησης πρέπει να ισχύουν δυο συνθήκες:

1. Μη διαθεσιμότητα κίνησης καρτών από tableau
2. Μη διαθεσιμότητα Κίνησης καρτών από απόθεμα

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται ο έλεγχος κίνησης καρτών από σωρό tableau έχει αναλυθεί προηγουμένως. Ο έλεγχος κίνησης από απόθεμα είναι αληθής αρκεί μια και μόνο κίνηση να είναι εφικτή - ανάλογα και με το τύπο του τραβήγματος. Οπότε χωρίζεται το απόθεμα σε slice ανάλογα τον αριθμό καρτών που γίνεται το τράβηγμα. Από το slice ελέγχεται το χαρτί στο πάτο με κάποιο από το tableau. Αρκεί να ολοκληρωθεί η διαδικασία για κάθε slice και να μην υπάρχει κάποιο διαθέσιμο φύλλο.



Figure 7: Μη διαθεσιμότητα Hint

Όταν η στοίβα αποθέματος φτάσει ολοκληρώσει τον κύκλο, να μην υπάρχουν διαθέσιμες κινήσεις και να πατηθεί το κουμπί, τότε εμφανίζεται το κατάλληλο μήνυμα ανυπαρξίας κινήσεων. Τότε, στο παιχνίδι εμφανίζεται νέο κουμπί το οποίο οδηγεί το παιχνίδι σε τελική κατάσταση ήττας.

Αν το παιχνίδι φτάσει σε σημείο όπου ο πράκτορας αντιληφθεί ότι η επίλυση είναι εφικτή, τότε δημιουργείται κουμπί που οδηγεί το πρόγραμμα σε τελική κατάσταση νίκης.



Figure 8: Επίλυση παιχνιδιού

### 3 Μελλοντικά Features

Σημειώθηκαν σχέδια που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν:

1. Ενέργεια Undo
2. Ένδειξη διαφορετικών hint με το επανειλημμένο πάτημα του button
3. Διαφορετική βαθμολογία ανάλογα την κίνηση και ποινή χρόνου
4. Βελτιστοποίηση του αλγορίθμου εύρεσης πιθανής κίνησης

Η εργασία υλοποιήθηκε στο εργαλείο PyCharm