

# ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

## Φθορές οδοστρωμάτων

Υπεύθυνος διδασκαλίας: Αθανάσιος Χασιακός  
Επιμέλεια παρουσίασης: Παναγιώτης Φαρμάκης



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ & ΣΤΟΧΟΙ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Παρουσίαση των κυριότερων τύπων φθορών στα οδοστρώματα, των χαρακτηριστικών τους και των αιτιών που τις προκαλούν.

## ΣΤΟΧΟΣ

Η δυνατότητα αναγνώρισης του τύπου των φθορών που εντοπίζονται σε ένα οδόστρωμα, η εκτίμηση της έκτασης και του βαθμού σοβαρότητας τους καθώς και ο καθορισμός των αιτιών εμφάνισής τους.

# Φθορές οδοστρωμάτων

**Φθορές / Ατέλειες (distress / defect):** Οι ατέλειες ή καταπονήσεις του οδοστρώματος που εμφανίζονται και εξελίσσονται προοδευτικά κατά την περίοδο χρήσης της οδού και μειώνουν το επίπεδο της παρεχόμενης λειτουργικότητας, ασφάλειας και άνεσης στους χρήστες.

Η υποβάθμιση εμφανίζεται με (κάποιες από) τις ακόλουθες μορφές:

- μείωση ταχύτητας κίνησης (αύξηση χρόνου διαδρομής)
- αύξηση λειτουργικού κόστους οχήματος (κατανάλωση καυσίμου, συντήρηση οχήματος, κλπ)
- αύξηση ατυχημάτων (αριθμού ή/και σοβαρότητας)
- αύξηση εκπομπών ρύπων (επιβράδυνση-επιτάχυνση)
- υποβάθμιση άνεσης μετακίνησης

Οι φθορές είναι συνήθως εμφανείς στην επιφάνεια του οδοστρώματος, πολλές φορές όμως οι αιτίες εμφάνισης & εξέλιξης τους βρίσκονται στα κατώτερα στρώματα (πχ ελλιπής συμπίκνωση).

# Παράγοντες ανάπτυξης φθορών

- **Κυκλοφορία** (αριθμός διελεύσεων, αξονικά φορτία)
- **Περιβαλλοντικές συνθήκες** (θερμοκρασία, παγετός, υγρασία)
- **Υποδιαστασιολόγηση** στη φάση της μελέτης
- **Χρήση ακατάλληλων υλικών & κακοτεχνίες** στη φάση της κατασκευής
- **Καθυστέρηση της κατασκευής των διάφορων στρώσεων**

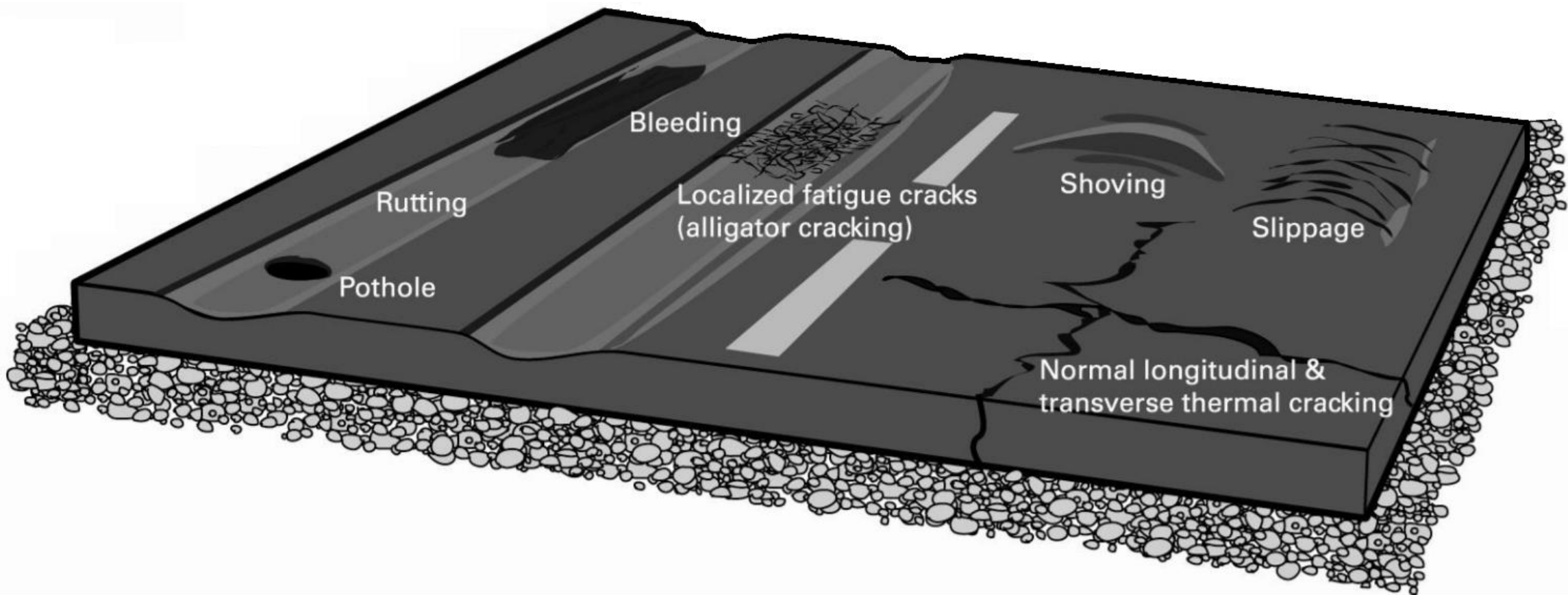
Η έγκαιρη και σωστή αναγνώριση των παραγόντων επιρροής σε κάθε περίπτωση αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο για την αποτελεσματική αντιμετώπιση και συντήρηση κυρίως δε με προληπτικό χαρακτήρα.

# Παράμετροι χαρακτηρισμού φθορών

- **Είδος:** Περιλαμβάνει την ονομασία, την περιγραφή και την κατάταξη σε ομάδες φθορών.
- **Σοβαρότητα (severity):** Η εκτίμηση της σφοδρότητας της φθοράς ή ο βαθμός δυσλειτουργικότητας ή επικινδυνότητας που ενέχει. Ανάλογα με τη σφοδρότητα που εμφανίζουν κατατάσσονται σε χαμηλού, μεσαίου και υψηλού βαθμού σοβαρότητας.
- **Έκταση (extent)** Η ποσοτική εκτίμηση του εύρους εμφάνισης της φθοράς σε δεδομένη επιφάνεια οδοστρώματος. Ανάλογα τον τύπο της φθοράς μπορεί να μετριέται σε μονάδες μήκους, εμβαδόν κάλυψης ή πλήθος εμφάνισης φθορών συγκεκριμένου τύπου.

# Τύποι φθορών

- 1. Ρηγματώσεις:** Φθορές που προκαλούν διακοπή της συνέχειας στη επιφάνεια του οδοστρώματος.
- 2. Παραμορφώσεις:** Φθορές που οδηγούν στην απώλεια της επιπεδότητας της επιφάνεια τους οδοστρώματος, οδηγούν σε μείωση ασφάλειας και άνεσης των μετακινουμένων & καταπόνηση των οχημάτων.
- 3. Αποσαθρώσεις:** Θρυμματισμός του οδοστρώματος σε μικρά ασύνδετα κομμάτια, αποκόλληση των αδρανών από την επιφάνεια.
- 4. Λείανση της επιφάνειας κύλισης:** Λειτουργική φθορά (μη δομική) μείωση των επιπέδων ασφάλειας και άνεσης των μετακινουμένων.





# 1. ΡΗΓΜΑΤΩΣΕΙΣ

1.1 Ρωγμές τύπου αλιγάτορα

1.2 Διαμήκεις ρωγμές

1.3 Διαμήκεις ρωγμές που δε σχετίζονται με τη διέλευση οχημάτων

1.4 Εγκάρσιες ρωγμές

1.5 Ρωγμές ανάκλασης

1.6 Ρωγμές από ολίσθηση ταπήτων


1.7 Ρωγμές συστολής ή συρρίκνωσης

1.8 Ελικοειδείς ρωγμές ή ρωγμές τύπου D



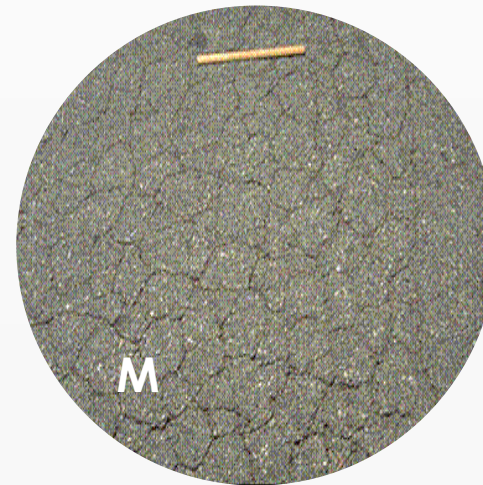
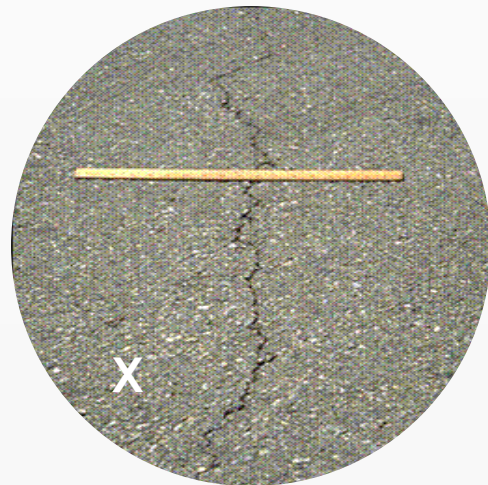
# 1.1 Ρωγμές τύπου αλιγάτορα

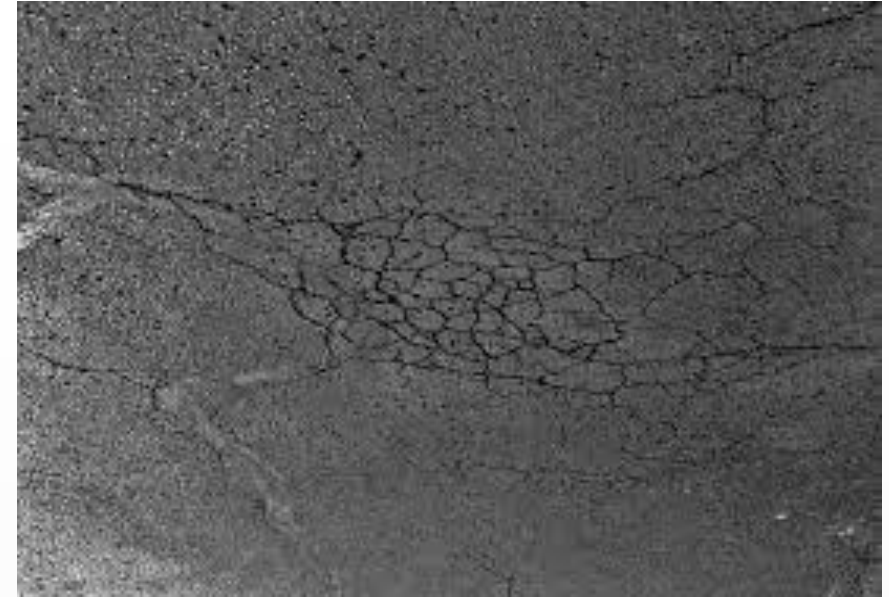


- 
- **Ρωγμές τύπου αλιγάτορα (alligator cracks):** Πλέγμα διακλαδιζόμενων αλληλοσυνδεόμενων ρωγμών στο οδόστρωμα που προσομοιάζει τις φολίδες στη ράχη του αλιγάτορα.
  - Το φαινόμενο εξελίσσεται προοδευτικά με διαμήκεις ρωγμές στα αρχικά στάδια οι οποίες κατόπιν διακλαδώνονται και αρχίζουν να ενώνονται μεταξύ τους για να καταλήξουν σε προχωρημένα στάδια να αλληλοσυνδέονται και να διαπλέκονται.
  - Οφείλονται κυρίως σε δομική ανεπάρκεια του οδοστρώματος (μειωμένη αντοχή υπεδάφους, υποδιαστασιολόγηση), ανεπαρκή συμπύκνωση και μη ικανοποιητική επίτευξη επιπεδότητας στις υποκείμενες στρώσεις οδοστρώσεως (δημιουργία κοιλωμάτων - κυρτωμάτων) με αποτέλεσμα την ανεπαρκή έδραση και την εμφάνιση ρηγματώσεων των ασφαλτικών στρώσεων εξαιτίας των κυκλοφοριακών φορτίων και της κόπωσης (fatigue).
  - Συνήθως εκτείνονται στις λωρίδες που δέχονται τα φορτία κατά μήκος του άξονα της οδού (τροχοαυλακώσεις) .

➤ **Βαθμός σοβαρότητας :**

- 1. Χαμηλός:** Διακλαδιζόμενες, διαμήκεις, ασυνεχείς και περιορισμένου εύρους. Αρχίζουν να σχηματίζουν το μοτίβο αλιγάτορα χωρίς αποφλοιώση οδοστρώματος
- 2. Μεσαίος:** Πλέγμα που ακολουθεί ξεκάθαρα το μοτίβο του αλιγάτορα παρουσιάζοντας, πιθανώς, σημεία αποφλοιώσης στις παρυφές της ρηγματωμένης περιοχής.
- 3. Υψηλός:** Καλοσχηματισμένο μοτίβο ρωγμών με έντονες αποφλοιώσεις. Κομμάτια έχουν πλήρως αποκολληθεί ή και εκτοπιστεί ενώ λεπτόκοκκο υλικό από το υπόστρωμα βγαίνει στην επιφάνεια.





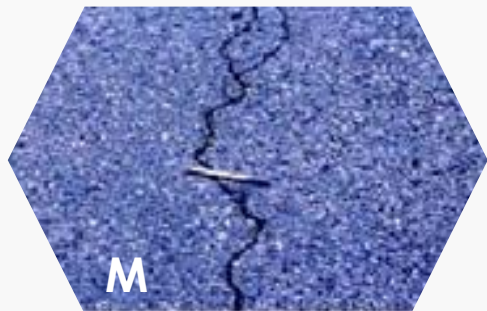
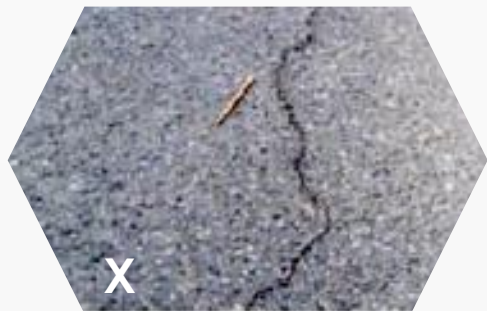
## 1.2 Διαμήκεις ρωγμές



**Διαμήκειες ρωγμές (longitudinal cracks):** Ρωγμές οι οποίες διατρέχουν το οδόστρωμα περίπου παράλληλα με τον άξονα της οδού, είναι διακεκομμένες, εμφανίζονται συνήθως στις τροχοαυλακώσεις και σχετίζονται με την απαρχή ρωγμών τύπου αλιγάτορα.

### **Βαθμός σοβαρότητας :**

- 1. Χαμηλός:** Καθόλου ή περιορισμένη αποφλοιώση των άκρων τους, εύρος < 0,6 cm.
- 2. Μέσος:** Καθόλου ή περιορισμένη αποφλοιώση των άκρων τους, εύρος > 0,6 cm. Ανάπτυξη δευτερευουσών ρωγμών γύρω από τις κύριες
- 3. Υψηλός:** Θρυμματισμένο οδόστρωμα με αποκολλήσεις κομματιών κατά μήκος των κύριων ρωγμών, προοδευτικά εξελίσσονται σε ρωγμές τύπου αλιγάτορα.



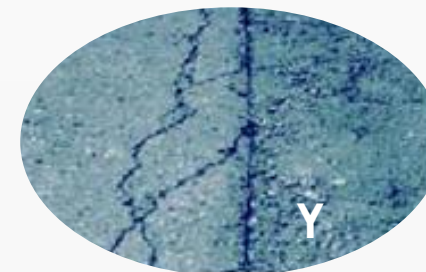
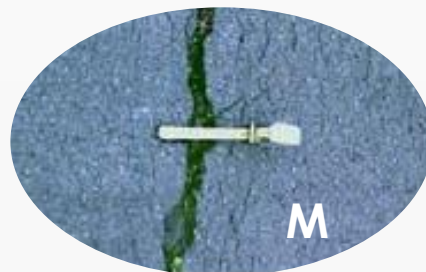
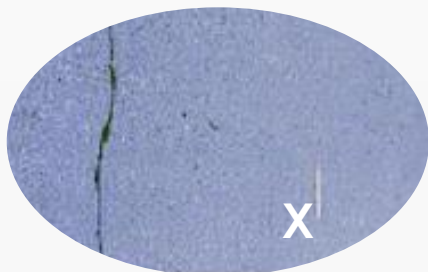
1.3 Διαμήκεις  
ρωγμές που  
δε σχετίζονται  
με τη διέλευση  
οχημάτων



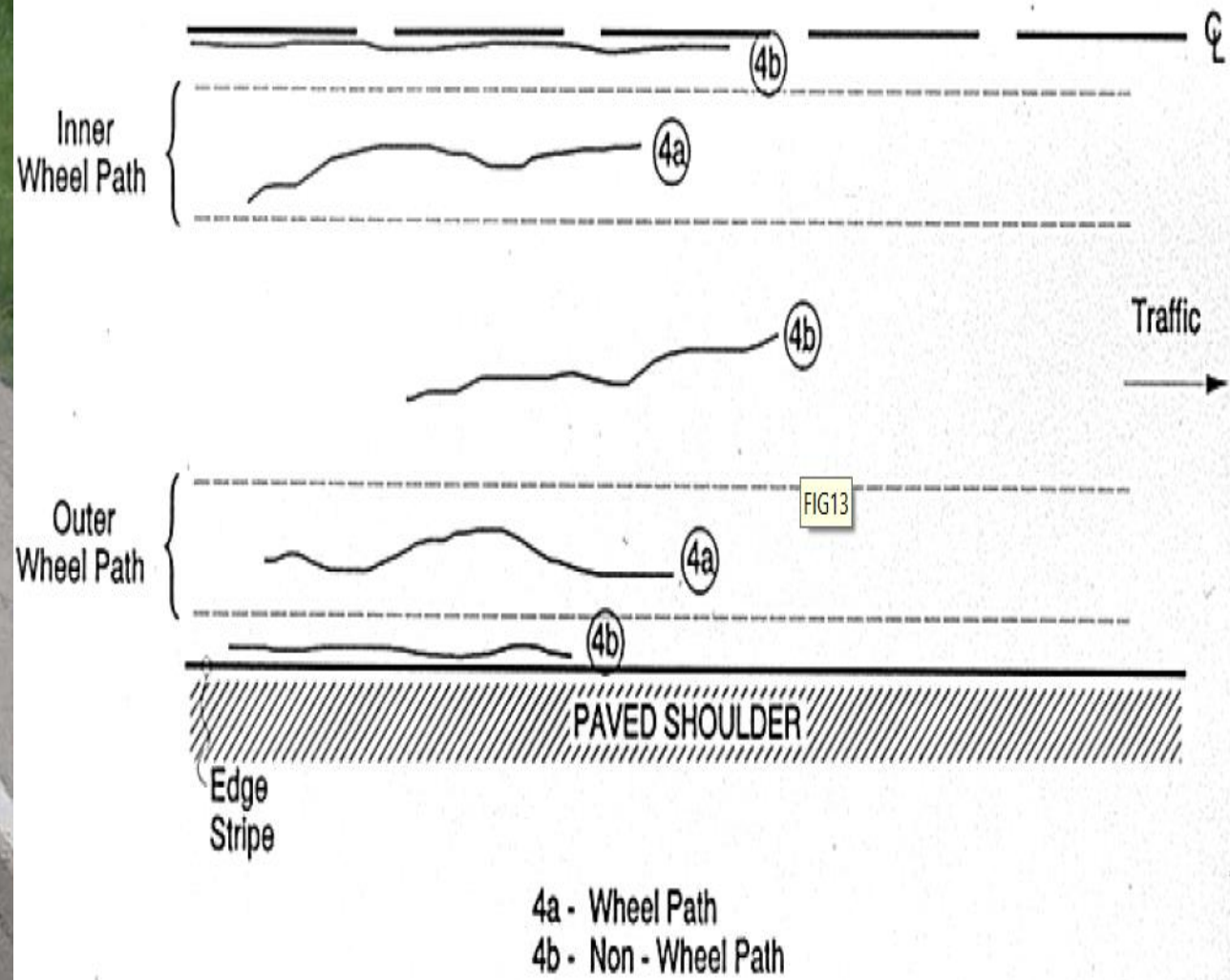
**Διαμήκειες ρωγμές που δε σχετίζονται με τη διέλευση οχημάτων (nonwheel path longitudinal cracks):** Σχετίζονται με εσωτερικές ρηγματώσεις στις θέσεις επαφής των υλικών στρώσης (συναρμογές) ή εμφανίζονται στις ακμές της οδού (edge cracks) εξαιτίας ανεπαρκούς απορροής, φτωχής πλευρικής υποστήριξη του οδοστρώματος κλπ. Οφείλονται συνήθως σε κατασκευαστικές κακοτεχνίες.

### **Βαθμός σοβαρότητας :**

- 1. Χαμηλός:** Καθόλου ή περιορισμένη αποφλοιώση των άκρων τους, εύρος < 0,6 cm.
- 2. Μέσος:** Καθόλου ή περιορισμένη αποφλοιώση των άκρων τους, εύρος > 0,6 cm. Ανάπτυξη δευτερευουσών ρωγμών γύρω από τις κύριες
- 3. Υψηλός:** Θρυμματισμένο οδόστρωμα με αποκολλήσεις τεμαχιδίων







## 1.4 Εγκάρσιες ρωγμές



➤ **Εγκάρσιες ρωγμές (transverse cracks):** Ρωγμές που διατρέχουν το οδόστρωμα σχεδόν κάθετα με τον άξονα της οδού. Συνήθως οφείλονται σε συρρίκνωση της επιφάνειας λόγω χαμηλών θερμοκρασιών, σκλήρυνση της ασφάλτου ή ρηγματώσεις υποκείμενων στρώσεων.

➤ **Βαθμός σοβαρότητας:**

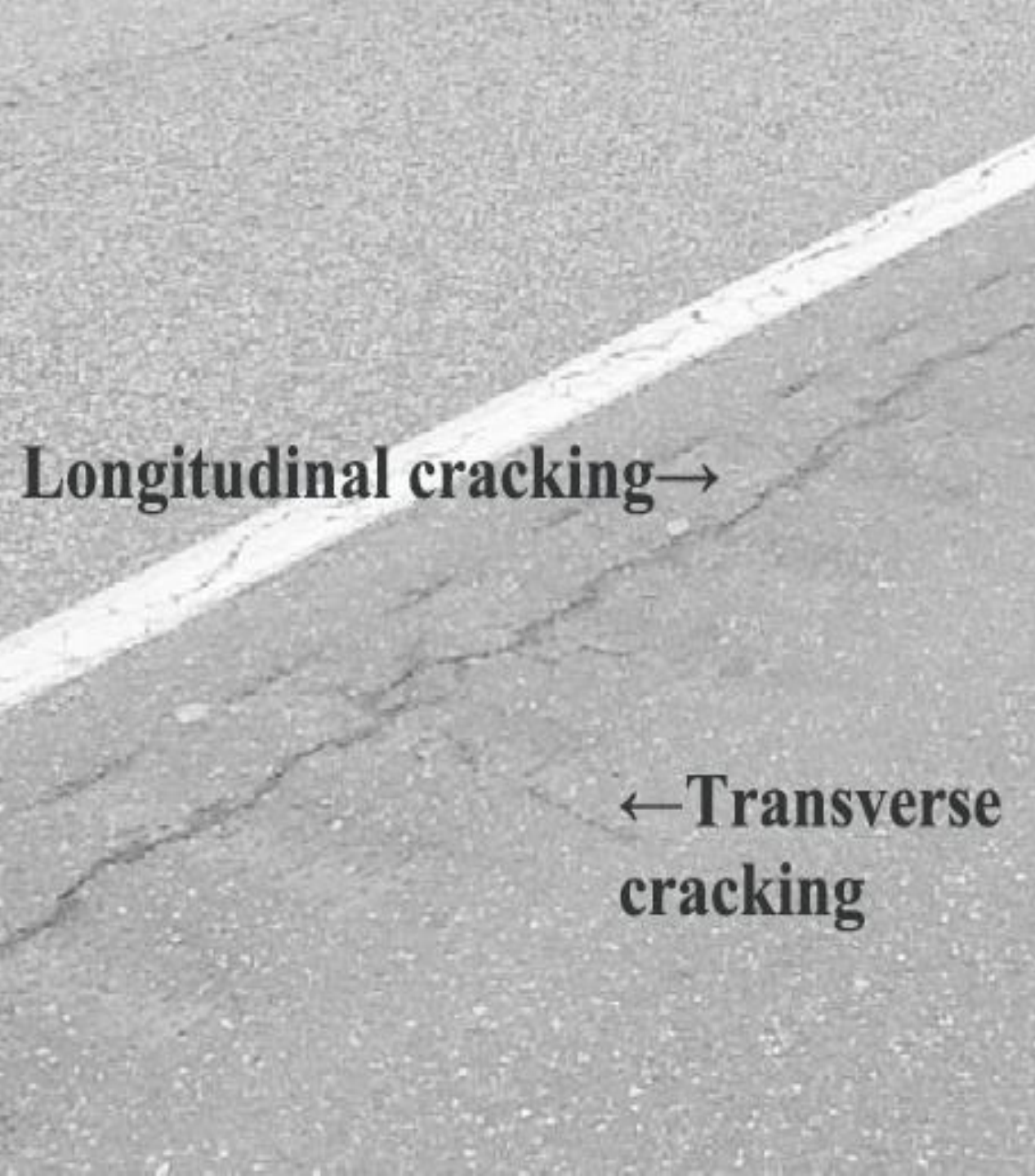
1. **Χαμηλός:** Καθόλου ή περιορισμένη αποφλοιώση των άκρων τους, εύρος < 0,6 cm.

2. **Μέσος:** Καθόλου ή περιορισμένη αποφλοιώση των άκρων τους, εύρος > 0,6 cm.

3. **Υψηλός:** Θρυμματισμένο οδόστρωμα με αποκολλήσεις κομματιών

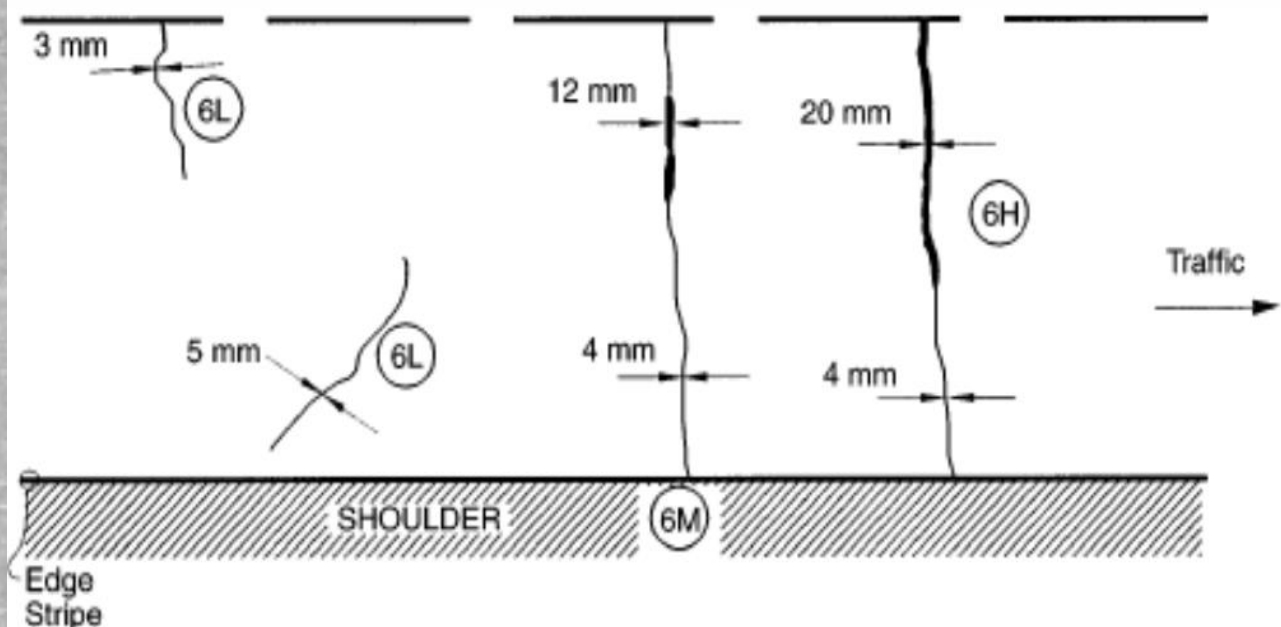
➤ **Έκταση φθοράς:** (ρωγμές / 30 μ.μ.) α) μικρή < 4, β) μεσαία 5 – 9, γ) μεγάλη > 10





Longitudinal cracking →

← Transverse cracking




Note: Rate entire crack at highest level present for 10% or more of total crack length

6L Distress type 6, Low severity

# 1.5 Ρωγμές ανάκλασης



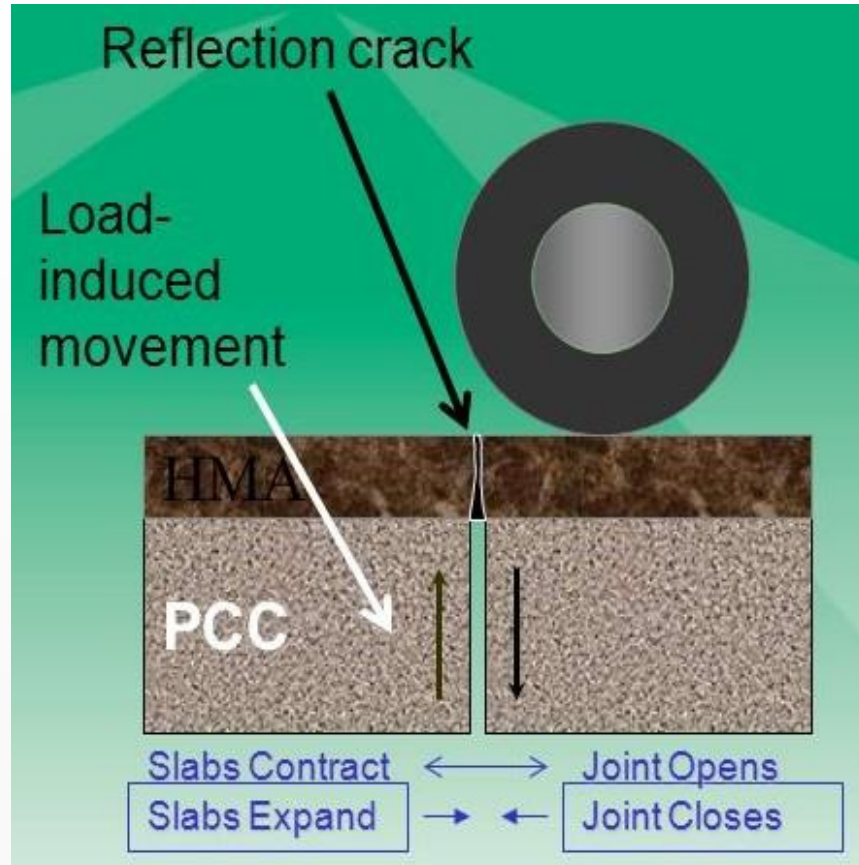
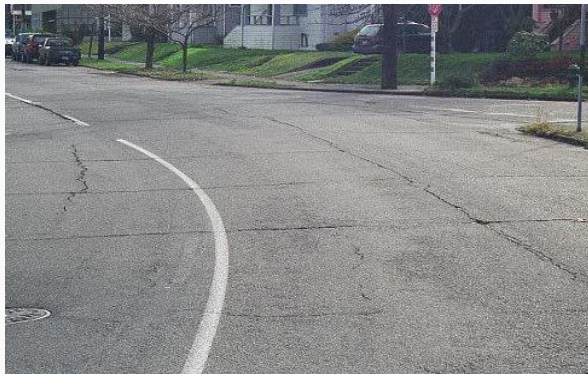


➤ **Ρωγμές ανάκλασης (reflection cracks):** Ρωγμές ποικίλων μορφών και κατευθύνσεων στην επιφανειακή ασφαλτική στρώση δύσκαμπτων οδοστρωμάτων κατά μήκος των αρμών της υποκείμενης στρώσης σκυροδέματος. Σε εύκαμπτα οδοστρώματα μπορεί να οφείλονται σε διογκώσεις, συρρικνώσεις ή μετακινήσεις του υπεδάφους, διαφορετική υψομετρική μετακίνηση λόγω ασυνεχειών στο οδόστρωμα, π.χ. ύπαρξη φρεατίων, κλπ.

➤ **Βαθμός σοβαρότητας:**

1. **Χαμηλός:** ρωγμές πλάτους 2-6 mm με μικρή ή καθόλου θραύση.
2. **Μέσος:** ρωγμές πλάτους 10-13 mm με μέση θραύση.
3. **Υψηλός:** ρωγμές ελαχίστου πλάτους 13 mm με σοβαρή θραύση.


➤ **Έκταση φθοράς:** (% ρωγμών στην επιφάνεια) α) μικρή < 15, β) μεσαία 15 - 50, γ) μεγάλη > 50



1.6 Ρωγμές από  
ολίσθηση  
ταπήτων







➤ **Ρωγμές από ολίσθηση ταπήτων (slippage cracks):** Ρωγμές σε σχήμα μισοφέγγαρου, οφείλονται σε ολίσθηση του τάπητα κυκλοφορίας επί της υποκείμενης στρώσης λόγω κακής συνοχής. Οφείλονται κυρίως σε ανεπάρκεια συγκολλητικής επάλειψης ή πλημμελή καθαρισμό της διεπιφάνειας των στρώσεων και σπανιότερα σε μεγάλη περιεκτικότητα του μίγματος σε λεπτόκοκκα υλικά ή ανεπαρκή συμπύκνωση της επιφανειακής στρώσης ώστε να εξασφαλιστεί ικανοποιητική συγκόλληση με την υποκείμενη στρώση.

➤ **Βαθμός σοβαρότητας:**

1. **Χαμηλός:** πλάτος ρωγμής έως 1 cm.

2. **Μέσος:** πλάτος ρωγμής 1-2 cm.


3. **Υψηλός:** πλάτος ρωγμής μεγαλύτερο των 2,5 cm και έναρξη απόσπασης τεμαχιδίων

➤ **Έκταση φθοράς:** (% ρωγμών στην επιφάνεια) α) μικρή < 15, β) μεσαία 16 - 50, γ) μεγάλη > 50



1.7 Ρωγμές  
συστολής ή  
συρρίκνωσης





➤ **Ρωγμές συστολής ή συρρίκνωσης (shrinkage / block cracks):** Διακλαδιζόμενες ρωγμές (τέμνονται σχεδόν κάθετα μεταξύ τους) που προκαλούνται από τις ημερήσιες θερμικές μεταβολές. Σχετίζονται με την γήρανση του οδοστρώματος κι όχι τόσο με τα φορτία, αν και η διέλευση τους τις επιδεινώνει. Για οδοστρώματα με χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο και τάπητα μικρού πάχους (5 εκ) είναι πιθανόν να οφείλονται και σε συρρίκνωσή του υπεδάφους.


➤ **Βαθμός σοβαρότητας :**

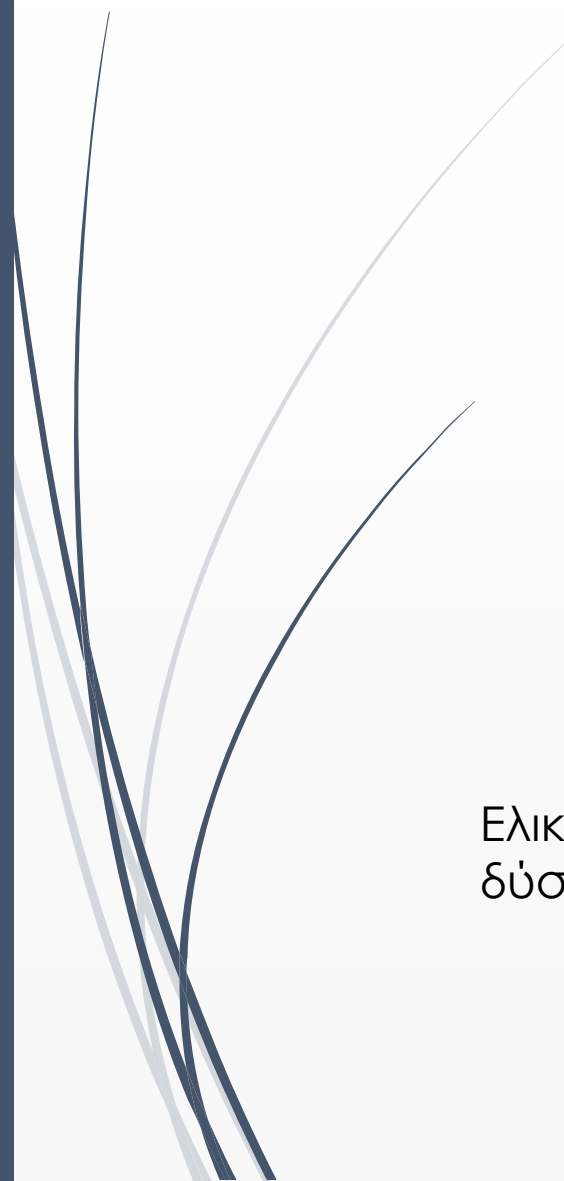

1. **Χαμηλός:** συνήθως μόνο εγκάρσιες ρωγμές πλάτους 2 mm, χωρίς σημάδια θραύσης και απόσταση παράλληλων ρωγμών κυμαίνεται μεταξύ 3-6 m.
2. **Μέσος:** ρωγμές πλάτους περίπου 6 mm που σχηματίζουν ορθογώνια εμβαδού 1 m<sup>2</sup> ή μεγαλύτερου, με ή χωρίς θραύσεις & απόσταση των παράλληλων ρωγμών 1,5 έως 6 m.
3. **Υψηλός:** ρωγμές πλάτους τουλάχιστον 13 mm, με θραύσεις, που σχηματίζουν ορθογώνια εμβαδού 0,2-1 m<sup>2</sup> και απόσταση των παράλληλων ρωγμών κυμαίνεται μεταξύ 30-60 cm.



1.8 Ελικοειδείς ή  
ρωγμές  
τύπου D



- 
- **Ελικοειδείς ρωγμές ή ρωγμές τύπου D (D-cracks):** Μη διακλαδιζόμενες ρωγμές, κατά μήκος του οδοστρώματος και όχι σε συγκεκριμένη θέση. Οφείλονται συνήθως στην κόπωση του οδοστρώματος και τον παγετό. Εμφανίζονται συνηθέστερα στα δύσκαμπτα οδοστρώματα στις θέσεις των αρμών.
    1. **Χαμηλός:** άνοιγμα ρωγμής έως 1 cm.
    2. **Μέσος:** άνοιγμα ρωγμής 1-2 cm (απλή ή πολλαπλή ρηγματώση).
    3. **Υψηλός:** άνοιγμα ρωγμής μεγαλύτερο των 2 cm και έναρξη απόσπασσης τεμαχίων
  - **Έκταση φθοράς:** (% ρωγμών στην επιφάνεια) α) μικρή < 15, β) μεσαία 16 - 50, γ) μεγάλη > 50



Ελικοειδείς ρωγμές σε  
δύσκαμπτο οδόστρωμα







## 2. ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

2.1 Αυλάκωση & αλλοίωση υφής οδοστρώματος


2.2 Κατά πλάτος αυλακώσεις - κυματώσεις

2.3 Κοιλώματα και κυρτώματα οδοστρώματος

2.4 Τοπικές επισκευές - μπαλώματα οδοστρώματος

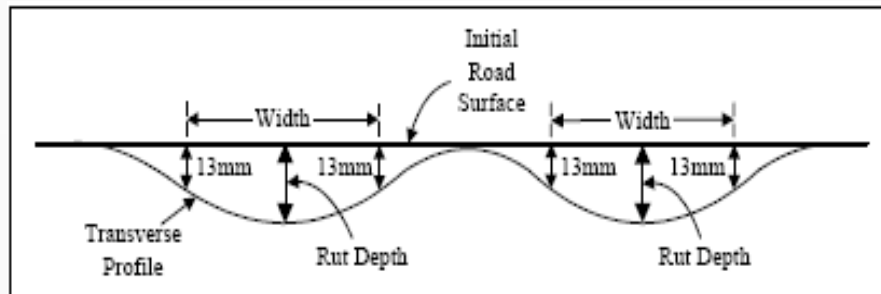
## 2.1 Αυλάκωση & αλλοίωση υφής οδοστρώματος

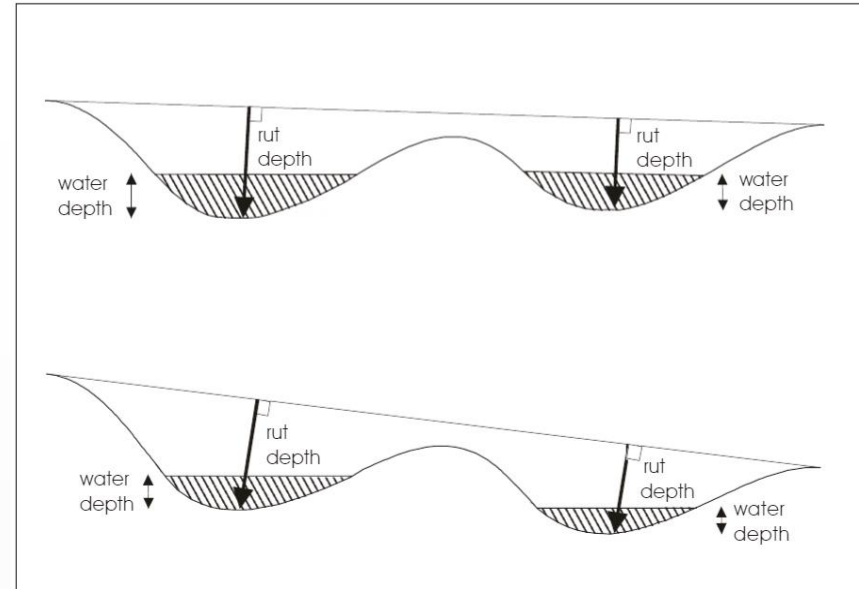
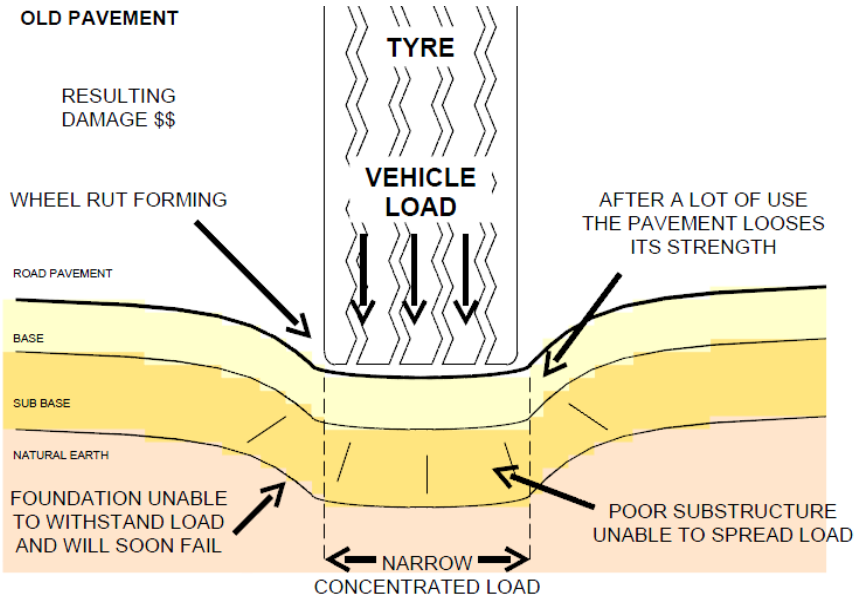


- 
- **Αυλάκωση οδοστρώματος (Rutting):** Υποχώρηση (βαθούλωμα) της επιφάνειας του κατά μήκος των τροχοαυλακώσεων (wheelpaths).
  - Προκαλείται από παραμένουσα παραμόρφωση της επιφάνειας εξ' αιτίας της συμπίεσης που δέχεται το οδόστρωμα από τα φορτία κυκλοφορίας ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες.
  - Σε προχωρημένα στάδια παρουσιάζονται ανυψώσεις στις παρυφές της αυλάκωσης.
  - Συνηθέστερα το βάθος της αυλάκωσης αυξάνει εγκάρσια από τα άκρα προς το κέντρο.
  - Μετά από βροχοπτώσεις συγκεντρώνονται όμβρια (κίνδυνος υδρολίσθησης)
  - **Αλλοίωση της υφής του οδοστρώματος (Wear):** Βαθούλωμα που προκαλείται από την τριβή στο ίχνος των τροχών των οχημάτων (απόξεση).

**Βαθμός σοβαρότητας:** ανάλογος της μέσης κατακόρυφης υποχώρησης του οδοστρώματος κατά μήκος των τροχοαυλακώσεων για δεδομένο μήκος οδού.


1. **Χαμηλός:** 0,6 cm έως 1,3 cm
2. **Μεσαίος:** 1,3 cm έως 1,9 cm
3. **Υψηλός:** μεγαλύτερο από 1,9 cm





## 2.2 Κατά πλάτος αυλακώσεις - κυματώσεις

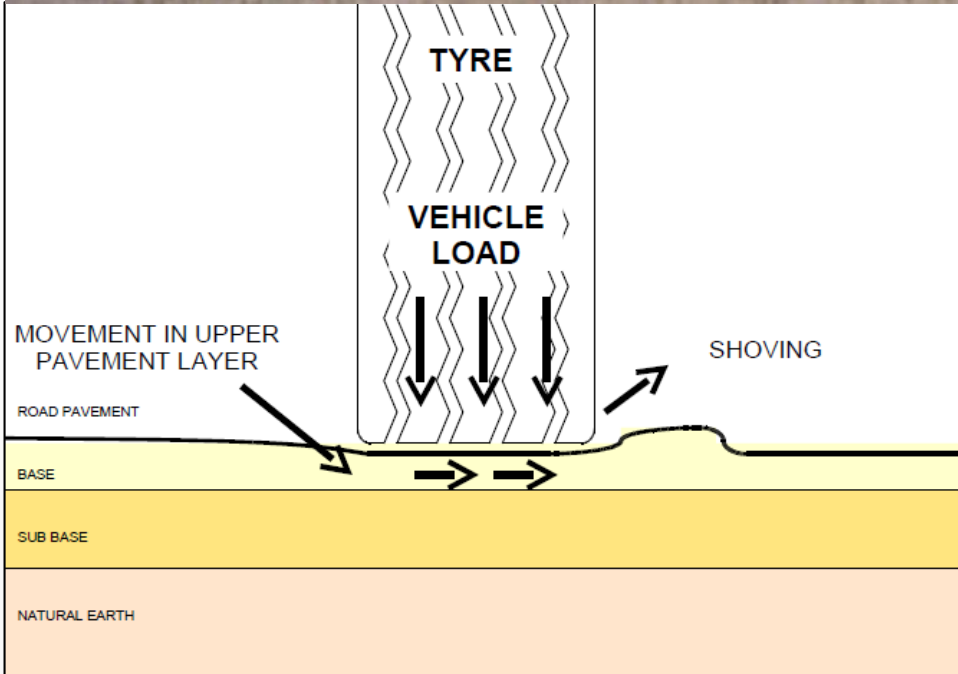


- 
- **Κατά πλάτος αυλακώσεις (corrugation):** Τοπικές εξογκώσεις κάθετα στον άξονα της οδού σε σημεία ανάπτυξης εντόνων διατμητικών τάσεων (διασταυρώσεις, στάσεις λεωφορείων, σηματοδότες, ανωφέρειες - κατωφέρειες, roundabouts).
  - **Ωθήσεις (shoving):** Περιπτώσεις όπου οι πλαστικές παραμορφώσεις έχουν τοπικό χαρακτήρα.
  - **Κυματώσεις (waves):** Πλαστικές παραμορφώσεις που αναπτύσσονται σε όλη τη λωρίδα κυκλοφορίας, οφείλονται αποκλειστικά στη χαμηλή ευστάθεια του ασφαλτομίγματος (μαλακή άσφαλτος, υψηλή περιεκτικότητα ασφάλτου ή άμμου έναντι χονδρόκοκκων υλικών, χρήση φυσικών αδρανών με προσμίξεις αργίλου, κλπ).

- **Βαθμός σοβαρότητας :** μέγιστη κατακόρυφη απόκλιση για απόσταση 3 m.
  1. **Χαμηλός:** 0,3 – 5 cm. Καλός έλεγχος οχήματος & ελαφρά αίσθηση τινάγματος.
  2. **Μέσος:** 5 – 10 cm. Μέτριος έλεγχος οχήματος & αξιοσημείωτη αίσθηση τινάγματος.
  3. **Υψηλός:** > 10 cm. Κακός έλεγχος οχήματος & έντονη αίσθηση τινάγματος.
- **Έκταση φθοράς:** (% της επιφάνειας) α) μικρή < 9%, β) μεσαία 10 – 24%, γ) μεγάλη > 25%








## 2.3 Κοιλώματα και κυρτώματα οδοστρώματος



- 
- **Κοιλώματα και κυρτώματα του οδοστρώματος (sags & humps):** Τοπικού χαρακτήρα υποχωρήσεις (βαθούλωματα) ή ανυψώσεις που οφείλεται σε καθίζηση ή μετακίνηση του οδοστρώματος λόγω διόγκωσης του υπεδάφους ή μετακίνηση από ρίζες δένδρων κλπ.
  - **Βαθμός σοβαρότητας:** μέγιστη κατακόρυφη απόκλιση για απόσταση 3 m.
    1. **Χαμηλός:** 0,3 – 5 cm.
    2. **Μέσος:** 5 – 10 cm.
    3. **Υψηλός:** > 10 cm.
  - **Έκταση φθοράς:** (% της επιφάνειας για κάθε λωρίδα κυκλοφορίας).
    1. **Μικρή:** < 9 %
    2. **Μεσαία:** 10 – 24 %
    3. **Υψηλός:** > 25 %

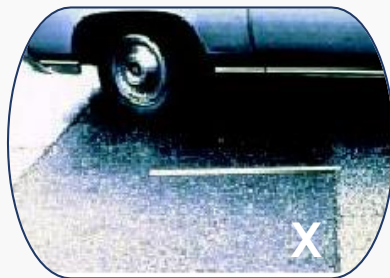
## 2.4 Τοπικές επισκευές - μπαλώματα οδοστρώματος



➤ **Τοπικές επισκευές / μπαλώματα (patches):** Τμήματα του οδοστρώματος που αντικαταστάθηκαν με καινούργιο υλικό προκειμένου να επιδιορθωθεί αυτό τοπικά. Θεωρούνται ατέλειες του οδοστρώματος (ανεξάρτητα από την κατάσταση στην οποία βρίσκονται) και συχνά εμφανίζουν χαρακτηριστικά τοπικών διογκώσεων/υποχωρήσεων

➤ Βαθμός **σοβαρότητας:**

1. **Χαμηλός:** όταν αποκαθιστούν μικρής σημασίας και έκτασης φθορές.
2. **Μέσος:** όταν αποκαθιστούν μέτριας σημασίας και έκτασης φθορές.
3. **Υψηλός:** όταν αποκαθιστούν υψηλής σημασίας και έκτασης φθορές.






3.1 Γήρανση οδοστρώματος και αποκόλληση αδρανών

3.2 Λακκούβες

## 3. ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΕΙΣ

### 3.1 Γήρανση οδοστρώματος & αποκόλληση αδρανών



- 
- **Γήρανση (aging):** Το οδόστρωμα με το χρόνο χάνει τη λεία επιφάνειά του και αρχίζει να φαίνεται τραχύ & πορώδες. Σχετίζεται με την οξείδωση της ασφάλτου η οποία οδηγεί σε ένα πιο σκληρό & ιξώδες υλικό . Η γήρανση συναρτάται με τη αποκόλληση αδρανών από το οδόστρωμα.
  - **Αποκόλληση αδρανών (ravelling):** η κατάσταση κατά την οποία αποκολλώνται αδρανή από το οδόστρωμα με αποτέλεσμα η υφή της επιφάνειάς του να γίνεται τραχεία & ανώμαλη.
  - Πέραν της γήρανσης και άλλοι παράγοντες οδηγούν στην αποκόλληση αδρανών
    - χαμηλή περιεκτικότητα του μίγματος σε ασφαλτο,
    - χρήση μη καθαρών αδρανών (προσμίξεις αργίλου)
    - χαμηλές θερμοκρασίες διάστρωσης,
    - υπερθέρμανση του ασφαλτομίγματος (το ασφαλτόμιγμα γίνεται ψαθυρό),
    - μη επαρκή συμπύκνωση (για ψυχρά ασφαλτομίγματα) κλπ.



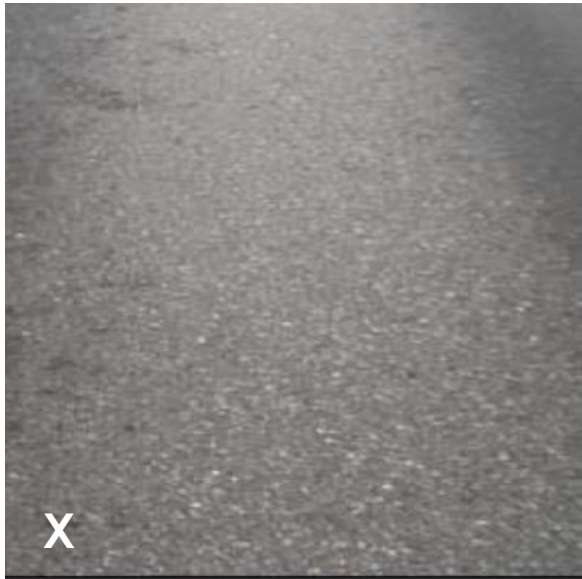
## ➤ Βαθμός σοβαρότητας:

1. **Χαμηλός:** Έναρξη φθοράς, εμφάνιση σημείων τράχυνσης της επιφάνειας.
2. **Μέσος:** Σημαντική φθορά, υφή επιφάνειας αρκετά τραχεία & λακκουβωτή. Πιθανές αποκολλήσεις τμημάτων, εμφάνιση λεπτοκόκκου υλικού επιφανειακά .
3. **Υψηλός:** Εκτεταμένη φθορά, υφή επιφάνειας ιδιαίτερα λακκουβωτή και πολύ τραχεία. Απομάκρυνση λεπτόκοκκων, λακκάκια μεγέθους μέχρι το μισό αυτού των σκύρων.

## ➤ Έκταση φθοράς:


1. **Χαμηλή:** σποραδικές αποκολλήσεις, συνήθως στις τροχοαυλακώσεις.
2. **Μέσος:** Κατά μήκος (στο μεγαλύτερο μέρος) των τροχοαυλακώσεων.
3. **Υψηλός:** Σε όλη τη λωρίδα κυκλοφορίας .





## 3.2 Λακκούβες



- 
- **Λακκούβες (potholes):** Οπές διάφορων μεγεθών σε μορφής λεκάνης στο οδόστρωμα.

Πιθανές αιτίες:

- μειωμένη περιεκτικότητα μίγματος σε άσφαλτο,
  - μικρό πάχος ασφαλτικής στρώσης,
  - τοπική αστοχία των στρώσεων βάσης – υπόβασης,
  - βλάβες σε δίκτυα ύδρευσης,
  - ανεπαρκής αποστράγγιση.
- Επιβαρύνονται από τις βροχοπτώσεις και τα φορτία κυκλοφορίας.
- **Βαθμός σοβαρότητας:**
1. **Χαμηλός:** άνοιγμα λακκούβας μικρότερο των 8 cm και βάθος όχι μεγαλύτερο από 5 cm.
  2. **Μέσος:** άνοιγμα λακκούβας 8-30 cm και βάθος από 5 cm μέχρι 10 cm.
  3. **Υψηλός:** άνοιγμα λακκούβας μεγαλύτερο από 30 cm και βάθος μεγαλύτερο 10 cm.

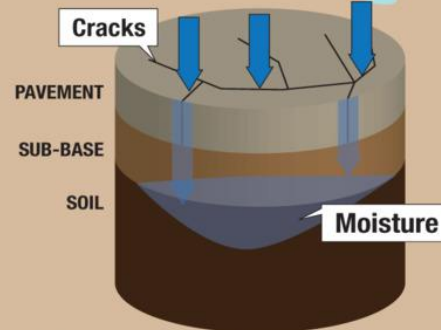


Λακκούβες που δημιουργήθηκαν από διαφορετικές αιτίες

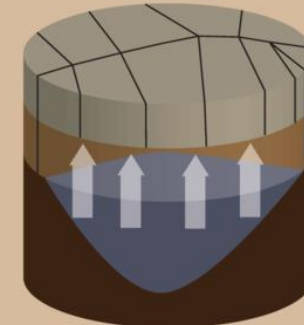


<https://www.youtube.com/watch?v=rg5Hwety4RU>

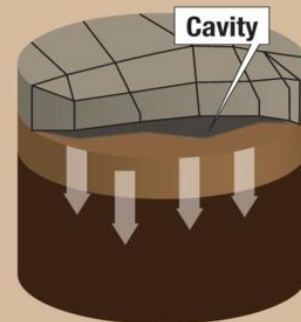
# How to create a pothole



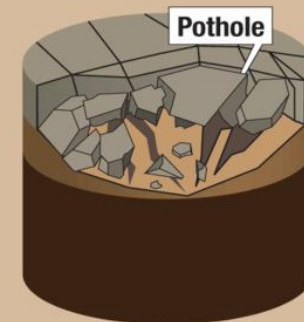
1. Allow pavement to become damaged, especially cracked. Moisture will work its way into the cracks and material beneath the surface will become saturated.




2. When wet material beneath the pavement freezes it expands, pushing the pavement surface up, weakening the pavement.



3. As temperatures rise, the frozen material contracts, leaving a space beneath the pavement surface. The weakened surface is unsupported.



4. The weakened surface collapses into the space beneath it, often as a result of traffic. The pothole is now created and without proper repair will expand.



## 4. ΛΕΙΑΝΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΥΛΙΣΗΣ

4.1 Εξίδρωση οδοστρώματος - ανάδυση ασφάλτου

4.2 Λείανση αδρανών



4.1 Εξίδρωση  
οδοστρώματος -  
ανάδυση  
ασφάλτου



➤ **Εξίδρωση του οδοστρώματος (flushing / bleeding):** Εκχείλιση ή εφίδρωση ασφαλτικού υλικού στην επιφάνεια από περίσσια ασφαλτικού υλικού η οποία εμφανίζεται γυαλιστερή σαν καθρέπτης ενώ σε υψηλές θερμοκρασίες γίνεται κολλώδης.

➤ **Βαθμός σοβαρότητας:**

1. **Χαμηλός:** Μικρά τμήματα των σκύρων καλύπτονται από πλεονάζουσες ποσότητες ασφάλτου.
2. **Μέσος:** Σημαντικά τμήματα των σκύρων καλύπτονται από πλεονάζουσες ποσότητες ασφάλτου.
3. **Υψηλός:** Στο μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειας, τα σκύρα καλύπτονται από πλεονάζουσες ποσότητες ασφάλτου. Η επιφάνεια δείχνει να είναι υγρή ενώ σε ζεστό καιρό γίνεται κολλώδης.





**Zero bleeding in the wheel path**

(a)



**Low level bleeding in the wheel path**

(b)



**High level bleeding in the wheel path**

(c)




**High level bleeding in the wheel path**

(d)

## 4.2 Λείανση αδρανών





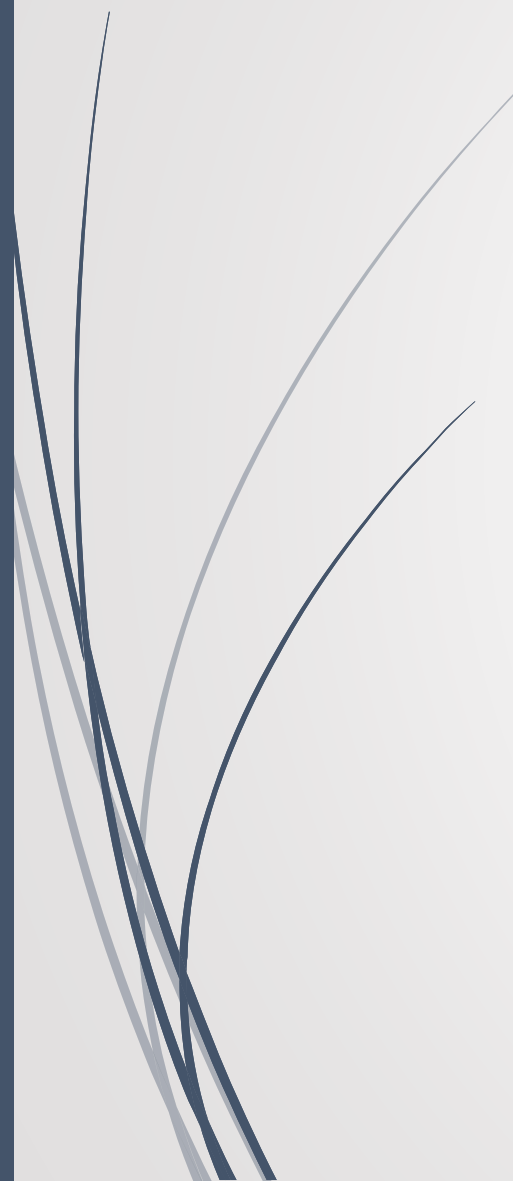
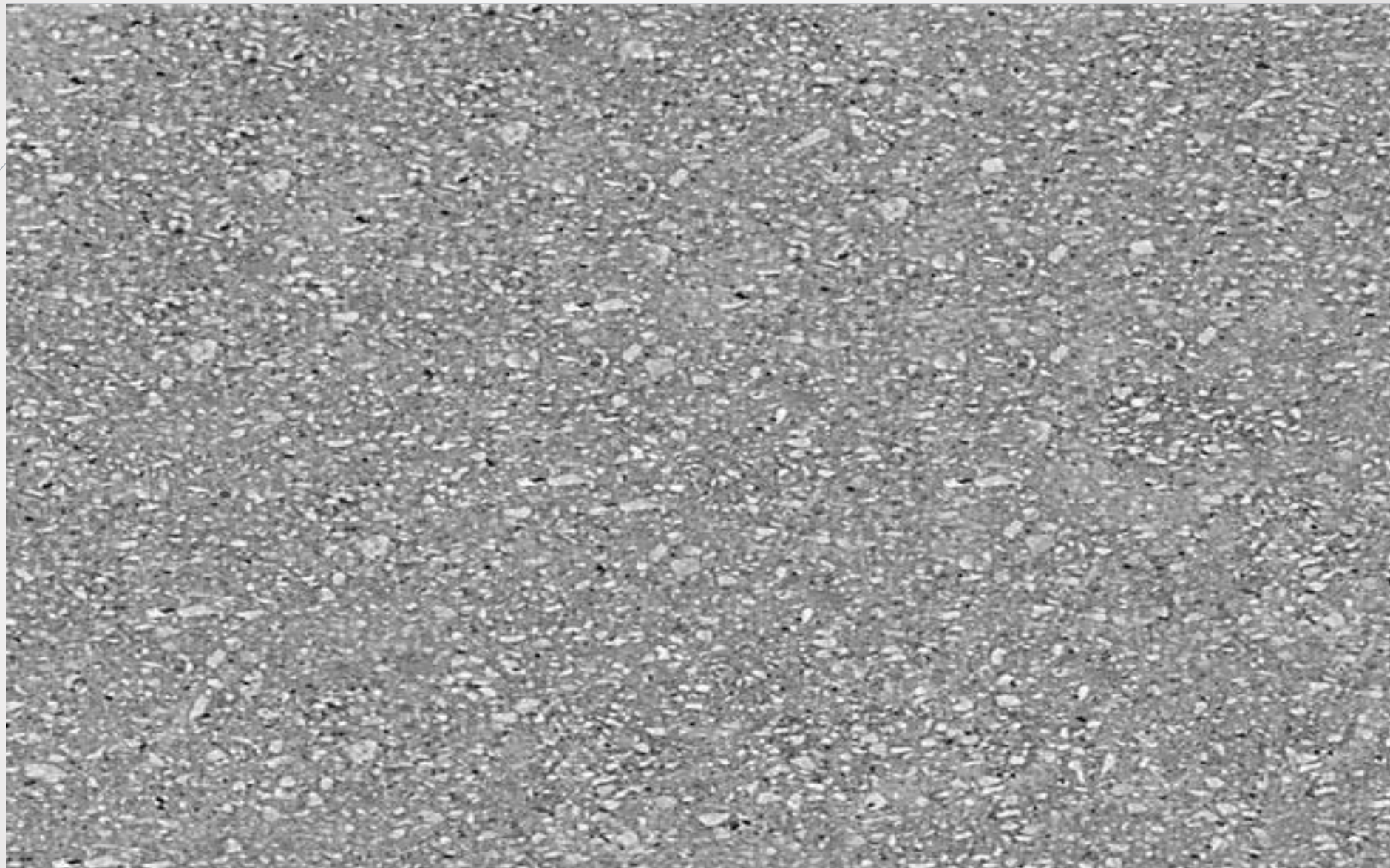
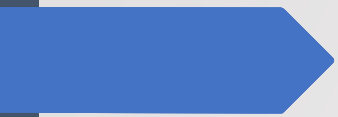
➤ **Λείανση αδρανών (polished aggregates):** Εμφάνιση λείας και ολισθηρής επιφάνειας στο οδόστρωμα υπό την επίδραση της κυκλοφορίας. Οφείλεται κυρίως σε χρήση ακατάλληλων (μαλακών) αδρανών ή σε βύθιση των χονδρόκοκκων αδρανών στο κατώτερο τμήμα της ασφαλτικής στρώσης.

➤ **Βαθμός σοβαρότητας:**

1. **Χαμηλός:** λείανση αδρανών σε ποσοστό 10-25 % της επιφάνειας του τμήματος.
2. **Μέσος:** λείανση αδρανών σε ποσοστό 25-50 % της επιφάνειας του τμήματος.
3. **Υψηλός:** λείανση αδρανών σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50 % της επιφάνειας του τμήματος.


➤ **Έκταση φθοράς:**

1. **Μικρή:** φθορά μόνο στην τροχιά των τροχών.
2. **Μεσαία:** φθορά κυρίως στην τροχιά των τροχών.
3. **Μεγάλη:** φθορά σε ολόκληρη την λωρίδα κυκλοφορίας.





# Καταγραφή φθορών οδοστρωμάτων



Η αξιολόγηση της κατάστασης των οδοστρωμάτων αποβλέπει στην καταγραφή και τεκμηρίωση των φθορών καθώς και του ρυθμού επιδείνωσής τους και πραγματοποιείται με:

- **απλή παρατήρηση (ανθρώπινο μάτι):** πεζή ή επί αυτοκίνητου κινουμένου με χαμηλή ταχύτητα (10-15 χλμ/ώρα). Προτιμητέα η κίνηση με κατεύθυνση αντίθετη της κίνησης των οχημάτων και η επισκόπηση από διάφορες οπτικές γωνίες, την ίδια εποχή του χρόνου (σε στεγνό οδόστρωμα). Υπεισέρχεται η υποκειμενικότητα του ανθρώπινου παράγοντα.
- **με αυτοματοποιημένες μεθόδους** και χρήση ιδιαίτερα ακριβού εξοπλισμού όπως:
  - Laser Profilometer (LP)
  - Falling weight deflectometer (FWD)
  - Γεωραντάρ - Ground Penetration Radar (GPR)
  - 3D Laser Scanner
  - Ολισθηρόμετρο - Pavement Friction Tester (PFT)

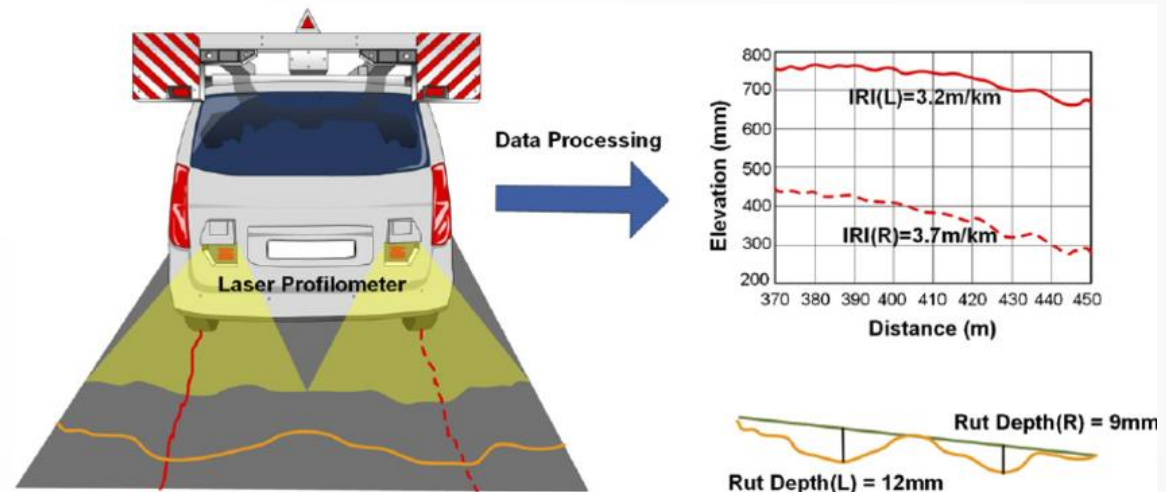


# Laser profilometer

Μέθοδος χαρτογράφησης επιφανειών με χρήση αισθητήρων τεχνολογίας Laser.

Καταγράφονται κατακόρυφες μετατοπίσεις και επιταχύνσεις των αισθητήρων καθώς και ο χρόνος και η απόσταση λήψης των μετρήσεων αυτών.

Προσδιορίζεται ο διεθνής δείκτης τραχύτητας του οδοστρώματος (International Roughness Index, IRI)



# Laser profilometer

[https://www.youtube.com/watch?v=rcDFVxcb\\_Q](https://www.youtube.com/watch?v=rcDFVxcb_Q)

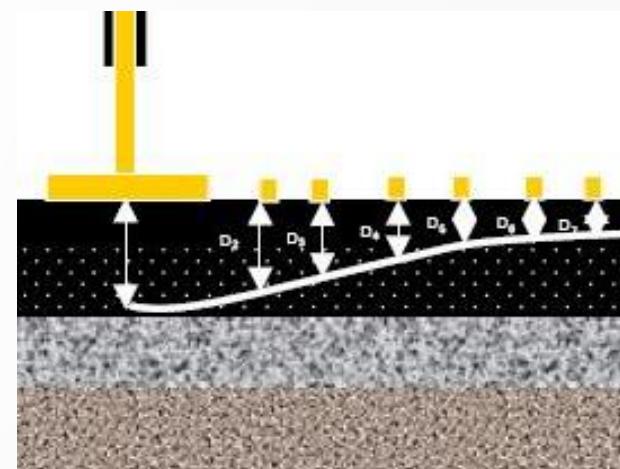
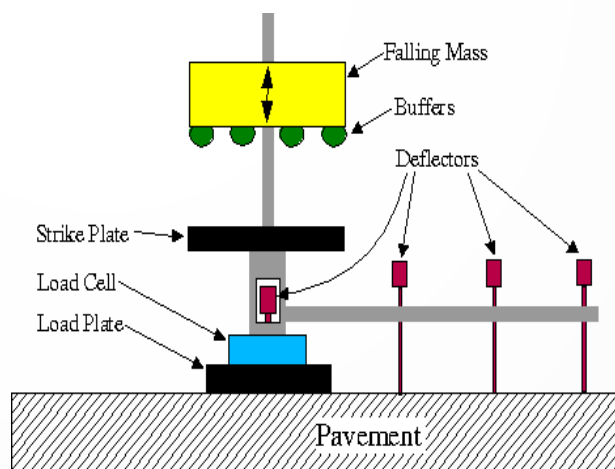


# Falling weight deflectometer

Συσκευή μη καταστροφικού ελέγχου για εκτίμησης της φέρουσας ικανότητας ενός οδοστρώματος.

Δημιουργία παλμικής φόρτισης από πρόσκρουση βάρους που πέφτει από μεγάλο ύψος σε ειδικά σχεδιασμένη πλάκα.

Κατά τη διάρκεια της δοκιμής καταγράφονται οι μέγιστες ελαστικές υποχωρήσεις ( $D_i$ ) κάτω από το φορτίο και σε ορισμένες αποστάσεις από αυτό.



# Falling weight deflectometer

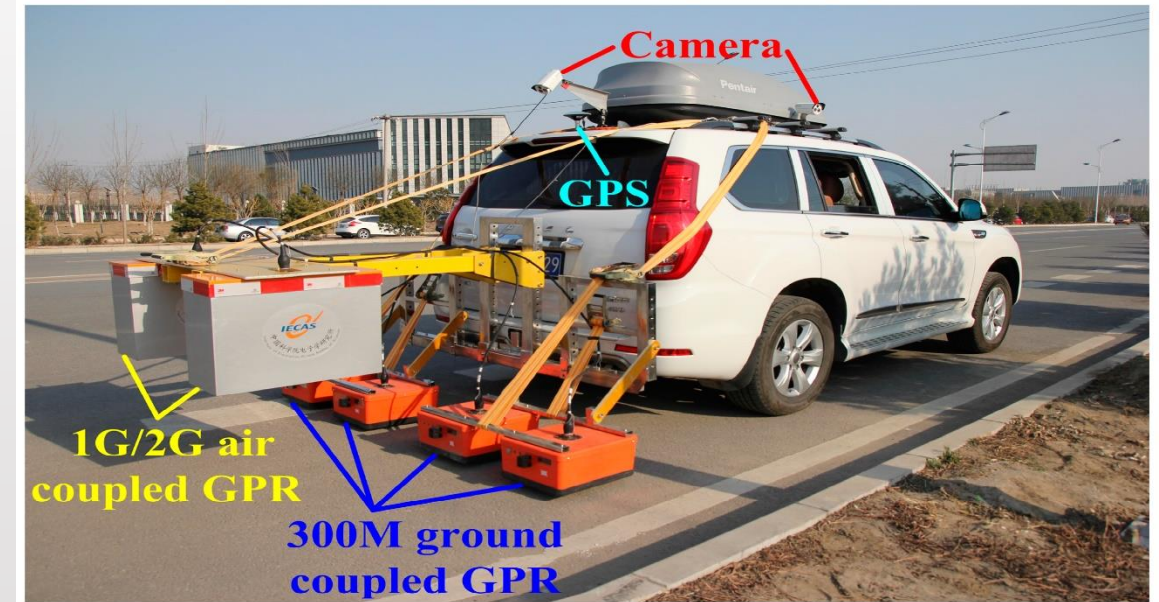
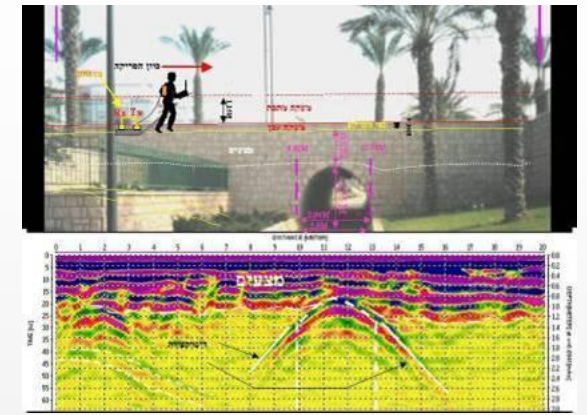
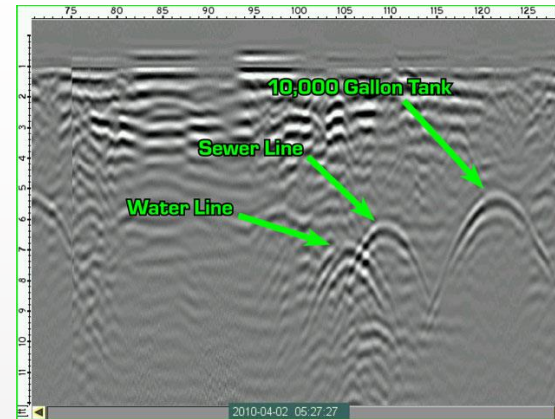
<https://www.youtube.com/watch?v=0KDpIKQwOAAQ>



# Γεωραντάρ – Ground Penetrating Radar

Γεωφυσική μέθοδος χαρτογράφησης του εδάφους.

Δέσμη βραχέων ηλεκτρομαγνητικών παλμών εκπέμπονται προς το έδαφος (πομπός), εκεί ανακλώνται - διαθλώνται και με την επιστροφή τους καταγράφονται (δέκτης).



# Γεωραντάρ – Ground Penetrating Radar

<https://www.youtube.com/watch?v=tQHV0K5I5X8>

<https://www.youtube.com/watch?v=qKI33exTVSg>



# Mobile 3D Laser Scanner

Δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου εδάφους μέσω της συλλογής νέφους σημείων.

Διαθέτει συνδυασμό ελεγχόμενου συστήματος διεύθυνσης ακτίνων λέιζερ & μετρήσεων απόστασης.

Ένας περιστροφικός κωδικοποιητής ελέγχει την κίνηση σάρωσης προσαρμόζοντας τα πολλαπλά κάτοπτρα σάρωσης για να καθοδηγήσει τις δέσμες.



# Mobile 3D Laser Scanner

[https://www.youtube.com/watch?v=A\\_8l4TQ8Fh4](https://www.youtube.com/watch?v=A_8l4TQ8Fh4)





# Ολισθηρόμετρο - Pavement Friction Tester (PFT)

Μέθοδος μέτρησης “υγρής αντίστασης τριβής” που υπολογίζει την αντίσταση σε ολίσθηση της επιφάνειας.

Συντελεστής τριβής: Ο λόγος της οριζόντιας δύναμης μεταξύ τροχού και οδοστρώματος προς το κατακόρυφο φορτίο του τροχού.

Το όχημα φέρει ειδικό τροχό μέτρησης (συνεχούς κίνησης ή μπλοκαριζόμενο), δεξαμενή νερού & καταγραφικό σύστημα.



# Ολισθηρόμετρο - Pavement Friction Tester (PFT)

<https://www.youtube.com/watch?v=79OxZFm7-ME>





Τέλος παρουσίασης