

## Διατομή τύπου 2+1: Πλεονεκτήματα & κριτήρια εφαρμογής

Δ. Κάτσιος

*Τοπογράφος Μηχανικός – Συγκοινωνιολόγος*

Γ. Σοϊλεμέζογλου

*Τοπογράφος Μηχανικός – Συγκοινωνιολόγος*

Β. Ψαριανός

*Καθηγητής ΕΜΠ – Τμήμα Αγρ. Τοπογράφων Μηχανικών*

### Περίληψη

Οι διατομές τύπου 2+1 αποτελούν ουσιαστική λύση στην αντιμετώπιση προβλημάτων ασφάλειας και κυκλοφοριακής λειτουργίας, όταν η εφαρμογή διατομής με διαχωρισμένο οδόστρωμα αποδεικνύεται μη εφικτή λόγω οικονομικών, ή περιβαλλοντικών περιορισμών.

Πολλές ευρωπαϊκές χώρες αλλά και οι ΗΠΑ προχωρούν σταδιακά στη μετατροπή υφιστάμενων δίχων οδών, σε οδούς διατομής 2+1 λωρίδων κυκλοφορίας, για την αύξηση της οδικής ασφάλειας και τη βελτίωση της κυκλοφοριακής ποιότητας και ικανότητας.

Επίσης αυξάνεται παγκοσμίως και ο αριθμός νέων οδών όπου υιοθετείται η τυπική διατομή 2+1 λωρίδων κυκλοφορίας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να:

- Παρουσιάσει την εν λόγω τυπική διατομή.
- Μεταφέρει την εμπειρία από την εφαρμογή αυτής της διατομής σε τέσσερις ευρωπαϊκές χώρες (Γερμανία, Φιλανδία, Σουηδία και Δανία).
- Αναφέρει τα προβλεπόμενα στις ΟΜΟΕ-Δ χαρακτηριστικά της διατομής β2+1 για εφαρμογή στην Ελλάδα.
- Περιγράφει τον τρόπο εφαρμογής αυτής της διατομής στη μελέτη τμήματος του οδικού άξονα Ηράκλειο – Ιεράπετρα..
- Συνοψίζει τα συμπεράσματα που προκύπτουν και να διαμορφώσει προτάσεις για την αποτελεσματική εφαρμογή της διατομής τύπου 2+1 στην Ελλάδα.

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι υπεραστικές οδοί μιας λωρίδας κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση που κατασκευάστηκαν στο παρελθόν για την εξυπηρέτηση της μηχανοκίνητης κυκλοφορίας, είναι κυρίως οι εξής:

- Οδοί μιας λωρίδας κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση με σταθεροποιημένα ερείσματα μεγάλου πλάτους για την εξυπηρέτηση οχημάτων εκτάκτου ανάγκης και βραδυπορούντων οχημάτων (π.χ. αγροτικά μηχανήματα).
- Οδοί με λωρίδες κυκλοφορίας μεγάλου πλάτους (~5 m), που επιτρέπουν στα οχήματα που κινούνται αργά να μετακινηθούν στη δεξιά πλευρά της λωρίδας, ώστε να προσφέρουν χώρο στα ταχύτερα κινούμενα οχήματα, για προσπέραση.

Αυτοί οι τύποι διατομών υπεραστικών οδών αποδείχθηκε ότι λειτουργούν ανεπαρκώς ως προς την ασφάλεια, επειδή πολλοί οδηγοί δεν τις χρησιμοποιούν όπως προβλέπεται, με αποτέλεσμα να λειτουργούν ως οδοί δύο λωρίδων κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, δημιουργώντας συνθήκες για πρόκληση σοβαρών ατυχημάτων. Επίσης έχει παρατηρηθεί ότι μικρή αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου σε αυτές τις οδούς συνεπάγεται σημαντική μείωση της κυκλοφοριακής λειτουργίας.

Η βελτίωση της ασφάλειας, της κυκλοφοριακής ποιότητας και της κυκλοφοριακής ικανότητας αυτών των οδών, με χαμηλό κόστος επένδυσης, οδήγησε στη δημιουργία οδών διατομής τύπου 2+1 λωρίδων κυκλοφορίας.

Η διατομή αυτή, όπως προκύπτει από τη διεθνή εμπειρία, μπορεί να αποτελέσει ελκυστική εναλλακτική δίχνης διατομής ή ακόμα (σε ορισμένες περιπτώσεις) και διατομής τεσσάρων λωρίδων κυκλοφορίας με διαχωρισμένο οδόστρωμα.

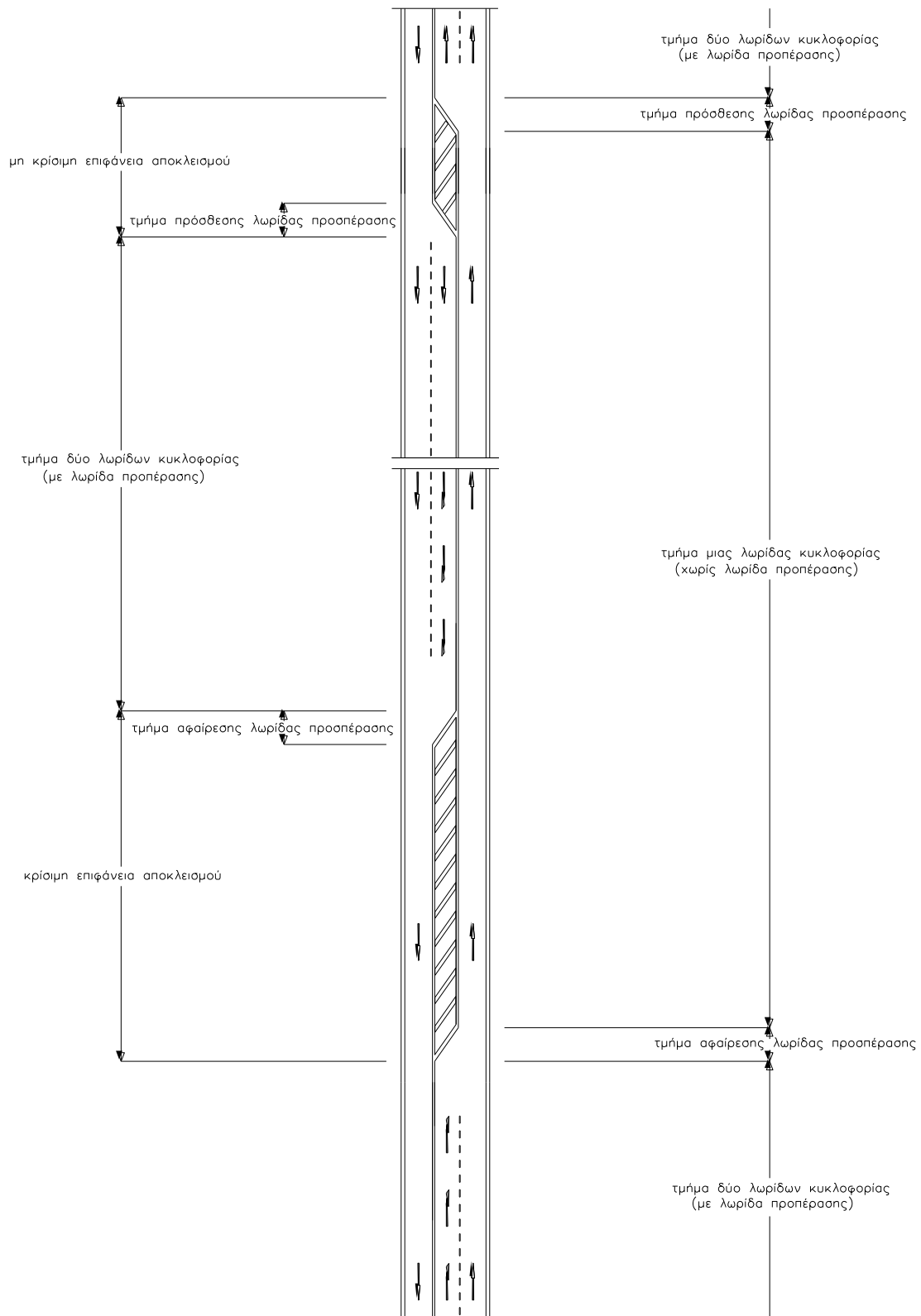
## 2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ «2+1» ΟΔΟΥ

Οδός διατομής 2+1 είναι αυτή που έχει συνεχώς τρεις λωρίδες κυκλοφορίας, με εναλλακτική στις δυο κατευθύνσεις διάθεση της μεσαίας λωρίδας, για προσπέραση. Η διατομή αυτή απαιτεί πλάτος οδοστρώματος 11 έως 14 m.

Σκοπός της διατομής 2+1 είναι να:

- Βελτιώσει σε μια οδό τη δυνατότητα προσπέρασης και επομένως να διευκολύνει τη ροή της κυκλοφορίας.
- Βελτιώσει την οδική ασφάλεια μέσω της αναμενόμενης μείωσης των ατυχημάτων λόγω προσπέρασης.
- Δημιουργήσει ισχυρότερο αίσθημα ασφάλειας και να μειώσει το άγχος των χρηστών της οδού.
- Αυξήσει το επίπεδο εξυπηρέτησης της οδού συγκριτικά με οδό δυο λωρίδων κυκλοφορίας, για τον ίδιο κυκλοφοριακό φόρτο.

Τα τμήματα που απαρτίζουν μια οδό διατομής 2+1, παρουσιάζονται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Επιμέρους τμήματα οδού διατομής 2+1

Η τυπική διατομή 2+1 χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεση. Ως «ενδιάμεσες τυπικές διατομές» ορίζονται οι διατομές που καλύπτουν το κενό που παρατηρείται μεταξύ της κυκλοφοριακής ικανότητας μιας τυπικής δίχνης διατομής με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (περίπου 12 000 οχ/24h) και μιας τυπικής διατομής με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας και τέσσερις συνολικά λωρίδες κυκλοφορίας (περίπου 24 000 οχ/24h).

Έχει αποδειχθεί ότι μια οδός διατομής 2+1 παρέχει επίπεδο εξυπηρέτησης τουλάχιστον δύο βαθμίδες υψηλότερο από μια συμβατική υπεραστική οδό δίχνης διατομής, για κάθε κυκλοφοριακό φόρτο ο οποίος δεν υπερβαίνει τη χωρητικότητα της οδού δίχνης διατομής.

Η εφαρμογή της διατομής 2+1 προτείνεται ακόμα και για οδούς με κυκλοφοριακό φόρτο μεγαλύτερο από 1200 οχ/h σε μια κατεύθυνση κυκλοφορίας, καθώς και για ευρύ φάσμα κυκλοφοριακής σύνθεσης, συμπεριλαμβανομένων οδών με σημαντικό ποσοστό βαρέων οχημάτων.

Οι λωρίδες προσπέρασης στις οδούς τύπου 2+1 έχουν συνήθως μήκος 1.0 έως 1.6 km. Το υπόλοιπο τμήμα της λωρίδας προσπέρασης πέραν των 1.6 km, έχει παρατηρηθεί ότι δε χρησιμοποιείται για ελιγμούς προσπέρασης. Εντούτοις σε οδούς με κυκλοφοριακό φόρτο μεγαλύτερο από 700 οχ/h σε μια κατεύθυνση κυκλοφορίας, έχει παρατηρηθεί ότι λωρίδες προσπέρασης με μήκος μεγαλύτερο από 3.2 km, παραμένουν κυκλοφοριακά λειτουργικές.

Έχει αποδειχθεί ότι οδοί διατομής 2+1 μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά και με ασφάλεια σε περιοχές όπου δευτερεύοντες κόμβοι και συνδετήριες οδοί συμβάλλουν απ' ευθείας σε αυτές. Οι σημαντικού φόρτου κόμβοι θα πρέπει να τοποθετούνται στα τμήματα όπου οι λωρίδες προσπέρασης διακόπτονται, ενώ θα πρέπει σε αυτούς να προβλέπονται λωρίδες αριστερής στροφής.

Οι οδοί διατομής 2+1 μπορούν να λειτουργούν με ασφάλεια χωρίς χρήση διαχωριστικού στηθαίου ασφαλείας μεταξύ των αντίθετης κατεύθυνσης λωρίδων κυκλοφορίας. Η χρήση όμως διαχωριστικού στηθαίου αν και απαιτεί μεγαλύτερο εύρος διατομής, συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των ατυχημάτων. Η επιρροή του διαχωριστικού στηθαίου στην ταχύτητα των οχημάτων που κινούνται στα τμήματα της μιας λωρίδας κυκλοφορίας, είναι ασήμαντη (μείωση περίπου 2 km/h σχετικά με την ταχύτητα των οχημάτων που κινούνται στα τμήματα αυτά χωρίς εφαρμογή στηθαίου).

Το πλέον σύνηθες διαχωριστικό στηθαίο μεταξύ των αντίθετης κατεύθυνσης λωρίδων κυκλοφορίας που χρησιμοποιείται στις οδούς τύπου 2+1 είναι το καλωδιωτό στηθαίο ασφαλείας (cable barrier). Για την εφαρμογή αυτού του τύπου στηθαίου απαιτείται πλάτος κεντρικής νησίδας 1.25 έως 2.0 m. Επισημαίνεται ότι στη Γερμανία η χρήση του καλωδιωτού στηθαίου ασφαλείας θεωρείται ανεπιθύμητη.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η εμπειρία που έχει αποκτηθεί σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες από την εφαρμογή της διατομής τύπου 2+1.

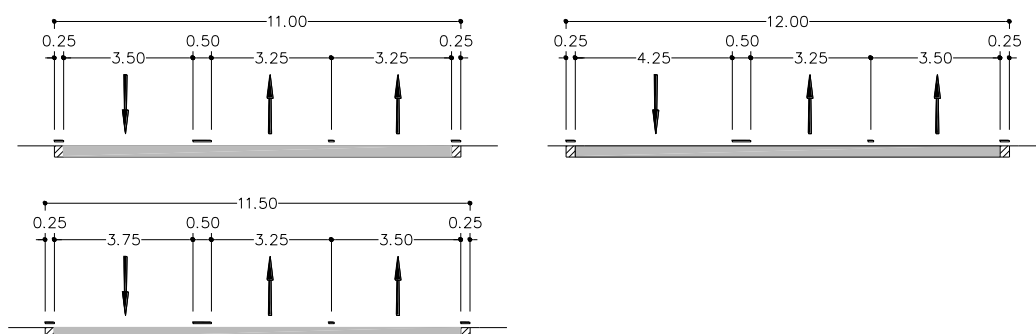
### 3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΥΠΟΥ 2+1 ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΪΚΕΣ ΧΩΡΕΣ

#### 3.1 Γερμανία

##### 3.1.1 Γενικές πληροφορίες

Στη Γερμανία λειτουργούν σήμερα περισσότερα από 400 km υπεραστικών οδών διατομής 2+1. Το ένα τρίτο αυτών των οδών προέρχεται από μετατροπή υφιστάμενων δίκλων οδών, ενώ τα υπόλοιπα δυο τρίτα αποτελούν νέες χαράξεις κυρίως παρακαμπτήριων οδών.

Παρά το γεγονός ότι οι τυπικές διατομές 2+1 που συστήνονται από τις σχετικές οδηγίες δεν προβλέπουν εφαρμογή διαχωριστικού στηθαίου ασφαλείας (βλ. Σχήμα 2), υπάρχουν οδικά τμήματα στα οποία έχει εφαρμοστεί τέτοιο στηθαίο (οδός Aachen-Monschau).



Σχήμα 2. Τυπικές διατομές οδών τύπου 2+1 που εφαρμόζονται στη Γερμανία

Το μήκος της κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού που εφαρμόζεται είναι 180 m ενώ το μήκος της μη κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού είναι 30 έως 50 m.

Το τυπικό μήκος της λωρίδας προσπέρασης είναι 1.0 έως 1.4 km ενώ συνήθως δεν υπερβαίνει τα 2 km.

Η ζώνη διαχωρισμού μεταξύ των αντίθετα κινούμενων λωρίδων κυκλοφορίας, έχει πλάτος 0.50 m. Όμως διερευνάται η αύξηση αυτού του πλάτους σε 1.00 m με εφαρμογή ανάγλυφων ραβδώσεων (rumble stripes).

Σε όλες τις σε λειτουργία οδούς, η 2+1 διατομή διατηρείται σε όλο το μήκος τους, ανεξαρτήτως γεωμετρίας χάραξης.

Οι κόμβοι με κάθετες οδούς διαμορφώνονται ισόπεδα ή ανισόπεδα αναλόγως των συνθηκών. Στις θέσεις αυτές, το όριο ταχύτητας μειώνεται στα 70 km/h.

Οι 2+1 διατομές διαμορφώνονται ως μονοκλινείς.

##### 3.1.2 Ασφάλεια

Στον Πίνακα 1 δίνονται οι δείκτες ατυχημάτων για οδούς διαφόρων τυπικών διατομών στη Γερμανία.

Πίνακας 1. Τυπικοί δείκτες ατυχημάτων για οδούς διαφόρων τυπικών διατομών στη Γερμανία

Τύπος οδού	ΕΜΗΚ [οχ/24h]	Δείκτης ατυχημάτων [ανά 10 <sup>6</sup> οχηματοχιλιόμετρα]	
		Ατυχήματα θανατηφόρα και με τραυματισμό	Ατυχήματα θανατηφόρα, με τραυματισμό και μόνο με σοβαρές υλικές ζημιές
Αυτοκινητόδρομος 6 λωρίδων κυκλοφορίας	61 000	0.13	0.35
Αυτοκινητόδρομος 4 λωρίδων κυκλοφορίας	31 000	0.13	0.39
Οδός ταχείας κυκλοφορίας 4 λωρίδων με διαχωρισμένο οδόστρωμα και ΛΕΑ	19 500	0.15	0.37
Οδός ταχείας κυκλοφορίας 4 λωρίδων με διαχωρισμένο οδόστρωμα	16 600	0.19	0.39
Οδός ταχείας κυκλοφορίας 4 λωρίδων με ενιαίο οδόστρωμα	12 100	0.21	0.39
Οδός διατομής 2+1	14 100	0.16	0.28
Οδός ταχείας κυκλοφορίας 2 λωρίδων μεγάλου πλάτους	11 900	0.28	0.49
Οδός ταχείας κυκλοφορίας 2 λωρίδων με σταθεροποιημένο έρεισμα μεγάλου πλάτους (ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για προσπέραση)	9800	0.19	0.35
Οδός ταχείας κυκλοφορίας 2 λωρίδων τυπικού πλάτους	10 300	0.25	0.39
Οδός ταχείας κυκλοφορίας 2 λωρίδων περιορισμένου πλάτους	3500-6300	0.22-0.44	0.39-0.71

Από αυτόν τον πίνακα προκύπτει ότι οι οδοί 2+1 διατομής παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια από τις συμβατικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

Στις περιοχές των κρίσιμων επιφανειών αποκλεισμού, δεν έχουν παρατηρηθεί προβλήματα ασφάλειας.

### 3.1.3 Κυκλοφοριακή λειτουργία

Οι γερμανικές προδιαγραφές συνιστούν εφαρμογή 2+1 διατομής σε νέες οδούς με φόρτο σχεδιασμού ΕΜΗΚ από 8000 έως 22 000 οχ/24h.

Στις οδούς διατομής 2+1 σε λειτουργία, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι κυμαίνονται από 15 000 έως 25 000 οχ/24h. Προσδιορισμός της κυκλοφορικής ικανότητας αυτής της διατομής δεν έχει γίνει ακόμα.

Το όριο ταχύτητας στις οδούς διατομής 2+1 στη Γερμανία, είναι 100 km/h.

Πρόσθετες πληροφορίες για την κυκλοφοριακή λειτουργία των οδών τύπου 2+1 στη Γερμανία, συνοψίζονται ακολούθως:

- Έχει παρατηρηθεί ότι οδοί διατομής 2+1 παρέχουν υψηλότερο επίπεδο εξυπηρέτησης από τις οδούς δυο λωρίδων κυκλοφορίας.
- Για να λειτουργήσουν ικανοποιητικά αυτές οι οδοί, απαιτείται να έχουν ελάχιστο συνολικό μήκος 4 έως 6 km.
- Χωρίς να έχουν γίνει επισήμως αξιολογήσεις, θεωρείται ότι η ταχύτητα κίνησης των οχημάτων σε οδούς 2+1 είναι μικρότερη από την ταχύτητα κίνησης σε οδούς με λωρίδες μεγάλου πλάτους.

- Τα περιορισμένα ερείσματα που απομένουν κατά την ανακατασκευή μιας συμβατικής δίδυνης οδού σε οδό διατομής 2+1, αποτελούν πρόβλημα για τη συντήρηση και τα εργοταξιακά οχήματα καθώς επίσης και για τα οχήματα που παρουσιάζουν πρόβλημα και αναγκάζονται να σταματήσουν παρά την οδό.
- Το 92% των Γερμανών οδηγών θεωρούν τις οδούς διατομής 2+1 καλλίτερες από τις οδούς δύο λωρίδων, ενώ το 75% των ερωτηθέντων οδηγών θεωρούν αυτές τις οδούς ασφαλείς. Τέλος το 80% των οδηγών θεωρούν ότι στις οδούς τύπου 2+1 μπορούν να κινούνται ταχύτερα.

### 3.2 Φιλανδία

#### 3.2.1 Γενικές πληροφορίες

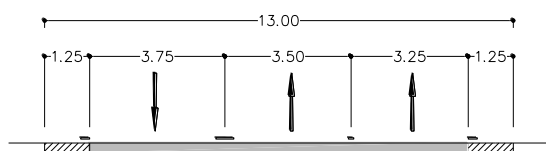
Η φιλανδική πολιτεία θέλοντας να βελτιώσει την κυκλοφοριακή ποιότητα υφιστάμενων οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας, τις μετέτρεψε σε οδούς διατομής τύπου 2+1. Θεωρήθηκε ότι αυτός ο τρόπος βελτίωσης είναι ο οικονομικότερος, εφόσον οι κυκλοφοριακοί φόρτοι δε δικαιολογούν εφαρμογή τετράιχνης διατομής.

Η πρώτη υπεραστική οδός τύπου 2+1 λειτούργησε στη Φιλανδία το 1991. Έκτοτε λειτούργησαν συνολικά 5 οδοί διατομής 2+1, αλλά τρεις από αυτές μετατράπηκαν σε οδούς τεσσάρων λωρίδων κυκλοφορίας όταν οι φόρτοι αυξήθηκαν.

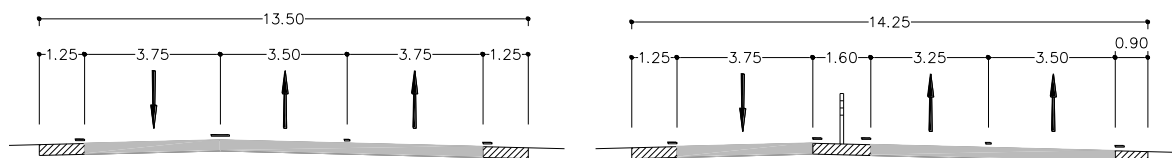
Σήμερα λειτουργούν δυο τέτοιες υπεραστικές οδοί, συνολικού μήκους 48 km, οι οποίες προέκυψαν από υφιστάμενες δίδυμες οδούς πλάτους 13 m. Εντούτοις σχεδιάζεται να εφαρμοστεί η διατομή 2+1 και σε νέες οδούς.

Οι οδοί διατομής 2+1 που λειτουργούν σήμερα δεν έχουν διαχωριστικό στηθαίο μεταξύ των αντίθετης κατεύθυνσης λωρίδων κυκλοφορίας. Υπάρχει όμως η θεώρηση για τις οδούς που θα λειτουργήσουν μελλοντικά να προβλεφθεί η τοποθέτηση καλωδιωτού στηθαίου ασφαλείας. Η διατομή 2+1 στις ευθυγραμμίες διαμορφώνεται ως αμφικλινής.

Η τυπική διατομή 2+1 των οδών που λειτουργούν στη Φιλανδία, παρουσιάζονται στο Σχήμα 3. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται οι εξεταζόμενες τυπικές 2+1 διατομές που προτείνονται για μελλοντική εφαρμογή, χωρίς και με καλωδιωτό στηθαίο ασφαλείας.



Σχήμα 3. Τυπική διατομή τύπου 2+1 υφιστάμενων οδών στη Φιλανδία



Σχήμα 4. Εξεταζόμενες τυπικές διατομές τύπου 2+1 για μελλοντική εφαρμογή στη Φιλανδία

Το μήκος της κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού που εφαρμόζεται είναι 500 m ενώ το μήκος της μη κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού είναι 50 m, συμπεριλαμβανομένων των μηκών των τμημάτων αφαίρεσης και πρόσθεσης αντίστοιχα της λωρίδας προσπέρασης.

Σε καμία από τις υπάρχουσες οδούς διατομής 2+1 δεν υπάρχουν ισόπεδες διασταυρώσεις. Όμως στις οδούς που θα κατασκευαστούν μελλοντικά εξετάζεται να επιτρέπεται η ύπαρξη περιορισμένου αριθμού ισόπεδων κόμβων, χωρίς να έχουν διατυπωθεί όμως συγκεκριμένες οδηγίες.

Το τυπικό μήκος της λωρίδας προσπέρασης είναι 1,5 km.

### 3.2.2 Ασφάλεια

Το ζήτημα της ασφάλειας στις δύο υφιστάμενες οδούς τύπου 2+1 στη Φιλανδία, είναι συγκεχυμένο. Στη μια οδό η ασφάλεια χαρακτηρίζεται ικανοποιητική. Στην άλλη οδό έχει σημειωθεί σημαντικός αριθμός ατυχημάτων ιδιαίτερα τους χειμερινούς μήνες (βλ. Πίνακα 3).

Η πολιτεία εκτιμά ότι η ασφάλεια των οδών διατομής 2+1 χωρίς διαχωριστικό στηθαίο ασφαλείας δεν είναι καλλίτερη από την ασφάλεια των οδών με δυο λωρίδες κυκλοφορίας. Επίσης θεωρεί ότι με τις λωρίδες προσπέρασης αυξάνεται η κυκλοφοριακή ροή χωρίς όμως να βελτιώνεται ουσιαστικά η ασφάλεια.

Δεδομένου ότι τα μισά από τα θανατηφόρα ατυχήματα αφορούν μετωπικές συγκρούσεις, η Φιλανδία προτίθεται να εφαρμόσει καλωδιωτά στηθαία ασφαλείας στις μελλοντικές οδούς διατομής 2+1. Οι Φιλανδοί πιστεύουν πως η εφαρμογή διαχωριστικού στηθαίου ασφαλείας θα μειώσει τις μετωπικές συγκρούσεις κατά 80%.

Στον Πίνακα 2 δίνονται οι εκτιμώμενοι δείκτες ατυχημάτων για οδούς διαφόρων τυπικών διατομών στη Φιλανδία, ενώ στον Πίνακα 3 δίνονται οι δείκτες ατυχημάτων με βάση δεδομένα ατυχημάτων που συνέβησαν στη Φιλανδία μεταξύ 1996 και 2000.

Πίνακας 2. Εκτιμώμενοι δείκτες ατυχημάτων για οδούς διαφόρων τυπικών διατομών στη Φιλανδία

Τύπος οδού	Δείκτης ατυχημάτων με τραυματισμό	Δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων
	[ατυχήματα ανά 10 <sup>8</sup> οχηματοχιλιόμετρα]	
Αυτοκινητόδρομος*	4	0.3
Οδός ταχείας κυκλοφορίας*	6	1.5
Οδός διατομής 2+1 χωρίς κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	8	1.3
Οδός διατομής 2+1 με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας	7	0.7
Οδός 2 λωρίδων κυκλοφορίας μεγάλου πλάτους	8	1.3
Οδός 2 λωρίδων κυκλοφορίας με ερείσματα μεγάλου πλάτους	7	1.1
Οδός 4 λωρίδων κυκλοφορίας περιορισμένου πλάτους	6	0.5
Τυπική οδός 2 λωρίδων κυκλοφορίας*	9	1.3

\* Βάσει μετρήσεων ατυχημάτων



Πίνακας 3. Δείκτες ατυχημάτων βάσει μετρήσεων ατυχημάτων στη Φιλανδία (1996-2000)

Τύπος οδού	Μήκος οδού [km]	Δείκτης ατυχημάτων με τραυματισμό	Δείκτης θανατηφόρων ατυχημάτων
		[ατυχήματα ανά 10 <sup>8</sup> οχηματοχιλιόμετρα]	
Αυτοκινητόδρομος	356	4.3	0.3
Οδός ταχείας κυκλοφορίας	152	6.2	1.5
Υπεραστική οδός 2 λωρίδων κυκλοφορίας	10 339	8.7	1.3
Οδός 2 λωρίδων κυκλοφορίας μεγάλου πλάτους (ταχείας κυκλοφορίας)			
Θέση Α	6	5.9	5.9
Θέση Β	16	4.3	0.8
Θέση Γ	13	5.3	3.5
Οδός διατομής 2+1 (ταχείας κυκλοφορίας)			
Θέση Δ	26	5.5	0.8
Θέση Ε	22	8.9	3.1
Οδός 2 λωρίδων κυκλοφορίας με λωρίδες προσπέρασης	277	8.8	1.1

Σημείωση: Λόγω ανεπαρκών δεδομένων ατυχημάτων, δεν μπορούν να εξαχθούν τελικά συμπεράσματα

Στις θέσεις των κρίσιμων επιφανειών αποκλεισμού έχουν παρατηρηθεί προβλήματα ασφάλειας. Ελιγμοί προσπέρασης ακριβώς πριν από το τέλος της λωρίδας προσπέρασης έχουν προκαλέσει μερικές μετωπικές συγκρούσεις.

### 3.2.3 Κυκλοφοριακή λειτουργία

Οι δύο σε λειτουργία οδοί διατομής 2+1 στη Φιλανδία έχουν ΕΜΗΚ πάνω από 14 000 οχ/24h.

Η χωρητικότητα στη μια οδό μετρήθηκε το 1993 περίπου 1900 οχ/η σε μια κατεύθυνση. Η χωρητικότητα στην άλλη οδό μετρήθηκε το 2001 και βρέθηκε 1600 έως 1700 οχ/η σε μια κατεύθυνση. Τα Σαββατοκύριακα οι φόρτοι σε αυτές τις οδούς είναι 20 000 έως 25 000 οχ/24h. Όταν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι πλησιάζουν τη χωρητικότητα της οδού, τότε δημιουργούνται ορισμένα προβλήματα. Για παράδειγμα όταν οι φόρτοι γίνονται 1200 έως 1400 οχ/η, αρχίζουν να σχηματίζονται ουρές αναμενόντων στις περιοχές των κρίσιμων επιφανειών αποκλεισμού, από οδηγούς που εγκαταλείπουν τη δεξιά λωρίδα προκειμένου να βελτιώσουν τη θέση τους στην ουρά.

Πρόσθετες πληροφορίες για την κυκλοφοριακή λειτουργία των οδών διατομής τύπου 2+1 στη Φιλανδία, συνοψίζονται ακολούθως:

- Το βέλτιστο μήκος της λωρίδας προσπέρασης σε οδούς τύπου 2+1 εκτιμάται μεταξύ 1.0 και 1.5 km.
- Το όφελος λόγω ύπαρξης λωρίδας προσπέρασης από τη μείωση του ποσοστού του χρόνου που δαπανάται ακολουθώντας βραδυπορών όχημα, εξαντλείται περίπου 3,3 km κατάντη του τέλους της λωρίδας προσπέρασης. Το όφελος από την αύξηση της ταχύτητας στη λωρίδα προσπέρασης, εξαντλείται περίπου 2.7 km κατάντη του τέλους της λωρίδας προσπέρασης.
- Το κόστος κατασκευής οδού διατομής 2+1 είναι κατά μέσο όρο περίπου 10% υψηλότερο, σχετικά με το κόστος κατασκευής τυπικής δίκυρης οδού. Το κόστος κατασκευής οδού διατομής 2+1 με διαχωριστικό στηθαίο ασφαλείας, εκτιμάται ότι είναι 15 έως 30% υψηλότερο από το κόστος κατασκευής τυπικής δίκυρης οδού.

- Το 80% των ερωτηθέντων Φιλανδών οδηγών προτιμούν τις οδούς τύπου 2+1 συγκριτικά με τις τυπικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Επίσης η αστυνομία είναι ικανοποιημένη με αυτόν τον τύπο της οδού, ενώ οι οδηγοί προσαρμόστηκαν στο περιβάλλον της διατομής αυτής σε σύντομο χρονικό διάστημα.

### 3.3 Σουηδία

#### 3.3.1 Γενικές πληροφορίες

Πριν από την εφαρμογή οδών διατομής 2+1, το οδικό δίκτυο της Σουηδίας περιελάμβανε περίπου 3600 km οδών δυο λωρίδων κυκλοφορίας πλάτους 13 m (2800 km με σταθεροποιημένα ερείσματα μεγάλου πλάτους και 800 km με λωρίδες μεγάλου πλάτους), Η ΕΜΗΚ αυτών των οδών κυμαίνεται από 4000 έως 20 000 οχ/24h.

Η κυκλοφοριακή λειτουργία των δίχων οδών ήταν καλή, όμως η ασφάλεια ήταν απογοητευτική. Κάθε χρόνο συνέβαιναν περίπου 100 θανατηφόρα και 300 με σοβαρούς τραυματισμούς ατυχήματα σε αυτές τις οδούς, εξαιτίας της αύξησης του κυκλοφοριακού φόρτου.

Περισσότερα από το 50% των θανατηφόρων ατυχημάτων συνέβαιναν λόγω εκτροπής οχημάτων από την οδό (είτε προς το αντίθετο ρεύμα είτε προς τα δεξιά), πιθανώς λόγω απροσεξίας ή κούρασης των οδηγών ή λόγω του μονότονου περιβάλλοντος που υπήρχε σε πολλές από αυτές τις οδούς.

Δεδομένου ότι τα κονδύλια επένδυσης στο οδικό δίκτυο μειώθηκαν σημαντικά, η σουηδική πολιτεία αποφάσισε να βελτιώσει την οδική ασφάλεια στις υφιστάμενες δίχες οδούς πλάτους 13 m, εφαρμόζοντας μέτρα χαμηλού κόστους. Αποφασίστηκε να εφαρμοστεί σε αυτές τις οδούς διατομή τύπου 2+1 με διαχωριστικό καλωδιωτό στηθαίο, καθώς και να γίνουν βελτιώσεις στο υφιστάμενο περιβάλλον εκατέρωθεν των οριογραμμών της οδού, όπου ήταν εφικτό.

Με τα προαναφερόμενα μέτρα, υπήρχε προσδοκία μείωσης όλων των σοβαρών ατυχημάτων κατά 50%. Η βελτίωση της ασφάλειας της πρώτης οδού διατομής 2+1 με καλωδιωτά στηθαία ασφαλείας ήταν τόσο επιτυχής, που η σουηδική πολιτεία αποφάσισε να επεκτείνει την εφαρμογή αυτής της διατομής και σε άλλες οδούς.

Σήμερα η Σουηδία έχει πάνω από 400 km υπεραστικές οδούς διατομής 2+1. Σε μερικές περιπτώσεις, μια οδός μπορεί να είναι στο μεγαλύτερο μήκος της τύπου 2+1 με ενδιάμεσα τμήματα δύο ή και τεσσάρων λωρίδων κυκλοφορίας. Η πολιτεία επιθυμεί να συνεχίσει τη μετατροπή δίχων οδών σε οδούς διατομής 2+1, με ρυθμό 200 έως 250 km το χρόνο.

Τα δυο τρίτα των σε λειτουργία οδών διατομής 2+1, είναι οδοί ταχείας κυκλοφορίας με ανισόπεδους κόμβους και απαγόρευση εισόδου αγροτικών οχημάτων, πεζών και ποδηλάτων. Το υπόλοιπο δίκτυο έχει ισόπεδους κόμβους και επιτρέπει την απευθείας πρόσβαση.

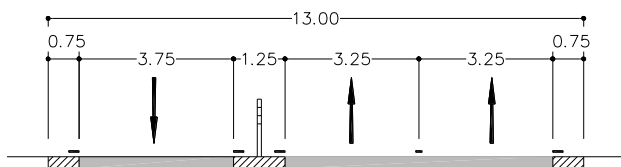
Όλες οι σε λειτουργία οδοί τύπου 2+1 στη Σουηδία, προέρχονται από μετατροπές υφιστάμενων οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας και μόνο μία αφορά νέα χάραξη οδού.

Σε όλες τις οδούς τύπου 2+1 έχει εφαρμοσθεί διαχωριστικό καλωδιωτό στηθαίο διαφόρων τύπων.

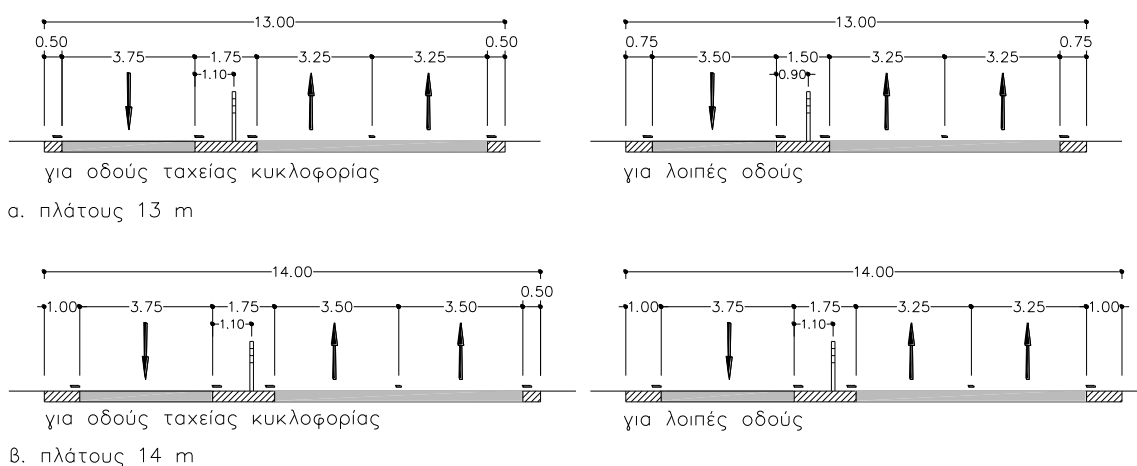
Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται η τυπική 2+1 διατομή των υφιστάμενων οδών στη Σουηδία, η οποία προσφάτως αναθεώρησε τις οδηγίες μελέτης οδών, προτείνοντας:

- σε μετατροπές δίχων οδών σε οδούς διατομής 2+1, το συνολικό πλάτος του οδοστρώματος να παραμένει 13 m ή σε ορισμένες περιπτώσεις να αυξάνεται στα 14 m,
- σε νέες οδούς, να εφαρμόζεται πλάτος οδοστρώματος 14 m.

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζονται οι τυπικές διατομές τύπου 2+1 που προβλέπονται στις προσφάτως αναθεωρημένες οδηγίες μελετών της Σουηδίας.



Σχήμα 5. Τυπική διατομή υφιστάμενων οδών διατομής 2+1 στη Σουηδία



Σχήμα 6. Προτεινόμενες τυπικές διατομές οδών διατομής 2+1, στις αναθεωρημένες οδηγίες της Σουηδίας

Το μήκος της κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού που εφαρμόζεται είναι 300 m ενώ το μήκος της μη κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού είναι 100 m.

Το τυπικό μήκος της λωρίδας προσπέρασης είναι 1.0 έως 2.0 km. Σε θέσεις μεγάλων γεφυρών, σε τμήματα με διαδοχικές οδούς πρόσβασης, με συχνές διαβάσεις πεζών και ποδηλάτων καθώς και σε θέσεις όπου η εφαρμογή του διαχωριστικού στηθαίου δεν είναι εφικτή, εφαρμόζεται διατομή δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

Σε αποστάσεις κάθε 3 έως 5 km προβλέπονται ανοίγματα στα διαχωριστικά στηθαία ώστε να είναι δυνατή η αναστροφή οχημάτων εκτάκτου ανάγκης.

Έχει εφαρμοστεί πλάτος κεντρικής νησίδας για τοποθέτηση διαχωριστικού στηθαίου, από 1.25 έως 2.0 m.

### 3.3.2 Ασφάλεια

Όπως προαναφέρθηκε, η πολιτεία προσδοκούσε από τη μετατροπή συμβατικών δίχων οδών σε οδούς διατομής 2+1, μείωση των ατυχημάτων κατά 50%. Όμως η αύξηση της ασφάλειας των οδών τύπου 2+1 ήταν καλλίτερη από την προσδοκώμενη.

Στο Πίνακα 4 γίνεται σύγκριση του αριθμού των προβλεπόμενων ατυχημάτων συμβατικών δίχων οδών με πλάτος 13 m, με τον αριθμό των παρατηρούμενων ατυχημάτων μετά από τη μετατροπή τους σε οδούς διατομής 2+1.

Πίνακας 4. Σύγκριση προβλεπόμενων ατυχημάτων οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας και παρατηρούμενων ατυχημάτων οδών διατομής τύπου 2+1

Τύπος ατυχήματος	Αριθμός ατυχημάτων	
	Προβλεπόμενος (οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας)	Παρατηρούμενος (οδών διατομής τύπου 2+1)
Θανατηφόρα	9	1
Με σοβαρό τραυματισμό και θανατηφόρα	36	14
Με τραυματισμό	120	91
Θανατηφόρα, με τραυματισμό και μόνο με υλικές ζημιές	188	248

Από τη σύγκριση των αριθμών του Πίνακα 4, προκύπτει ότι με τη μετατροπή μιας οδού δύο λωρίδων κυκλοφορίας σε οδό τύπου 2+1 με διαχωριστικό καλωδιωτό στηθαίο, έχει αποφευχθεί ένας σημαντικός αριθμός θανατηφόρων και με σοβαρό τραυματισμό ατυχημάτων. Όμως η αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων μόνο με υλικές ζημιές σημαίνει ότι η σύγκρουση με το διαχωριστικό στηθαίο ασφαλείας είναι συχνή. Ο δείκτης αυτών των ατυχημάτων είναι 0.5 συγκρούσεις ανά εκατομμύριο ζεύγη αξονοχιλιομέτρων, όπου μεταφράζεται σε μια σύγκρουση ανά εβδομάδα. Το 60% αυτών των συγκρούσεων συμβαίνει στα τμήματα της μιας λωρίδας κυκλοφορίας, το 55% κατά τους χειμερινούς μήνες και περίπου το 8% συμβαίνει στις περιοχές της κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού. Συνήθως όμως οι συγκρούσεις αυτές αφορούν μόνο υλικές ζημιές του εμπλεκόμενου οχήματος.

Τέλος έχει παρατηρηθεί ότι οι οδηγοί στις περιοχές των κρίσιμων επιφανειών αποκλεισμού συμπεριφέρονται με προσεκτικό και υπεύθυνο τρόπο.

### 3.3.3 Κυκλοφοριακή λειτουργία

Όταν η πολιτεία της Σουηδίας αποφάσισε να μετατρέψει τις συμβατικές δίχων οδούς σε οδούς διατομής 2+1, αντιμετώπισε κριτική σχετικά με το περιορισμένο πλάτος της μονής λωρίδας κυκλοφορίας και τη συνέπεια που αυτό θα έχει στην ταχύτητα κίνησης των οχημάτων. Εντούτοις, η μέση ταχύτητα κίνησης αυξήθηκε κατά περίπου 2 km/h.

Το επίπεδο εξυπηρέτησης των οδών διατομής 2+1 στη Σουηδία είναι καλλίτερο από το αρχικώς προσδοκώμενο. Η κυκλοφορική ικανότητα οδών 2+1 εκτιμάται σε 1600 έως 1700 οχ/h σε μια κατεύθυνση, κατά τη διάρκεια 15-λεπτης περιόδου. Η τιμή αυτή είναι περίπου κατά 300 οχ/h μικρότερη από την ικανότητα συμβατικών οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Έρευνες έχουν επιβεβαιώσει ότι ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης παρέχεται ακόμα και σε φόρτους πάνω από 1300 έως 1400 οχ/h σε μια κατεύθυνση.

Διατομές τύπου 2+1 μπορούν να εφαρμοσθούν σε οδούς με ΕΜΗΚ από 400 έως 20 000 οχ/24h.

Πρόσθετες πληροφορίες για την κυκλοφοριακή λειτουργία των οδών διατομής 2+1 στη Σουηδία, συνοψίζονται ακολούθως:

- Οι στιγμιαίες ταχύτητες επιβατικών αυτοκινήτων στην αρχή των τμημάτων της μιας λωρίδας κυκλοφορίας, μετρήθηκαν από 93 έως 100 km/h για φόρτους μεταξύ 1200 και 1350 οχ/h.
- Οι στιγμιαίες ταχύτητες επιβατικών αυτοκινήτων στα τμήματα δύο λωρίδων κυκλοφορίας μετρήθηκαν μεταξύ 110 και 120 km/h, με νομοθετημένο όριο ταχύτητας τα 90 km/h.
- Κατά μέσο όρο, υπάρχει διαφορά 5 km/h στην ταχύτητα κίνησης των επιβατικών οχημάτων μεταξύ των τμημάτων της μιας και των δύο λωρίδων κυκλοφορίας.
- Έχουν παρατηρηθεί προβλήματα που αφορούν στην ασφάλεια κατά μήκος των εργοταξίων συντήρησης των οδών διατομής 2+1 και κυρίως κατά την επισκευή του διαχωριστικού στηθαίου ασφαλείας.
- Οι υπηρεσίες διαχείρισης οχημάτων έκτακτης ανάγκης και ρυμούλκησης έχουν παραπονεθεί ότι οι συνθήκες εργασίας τους είναι δυσμενείς στις οδούς τύπου 2+1. Λόγω του περιορισμένου εύρους, το προσωπικό αυτών των υπηρεσιών εργάζεται στο όριο της κυκλοφορίας.
- Μια επισκευή διαχωριστικού καλωδιωτού στηθαίου ασφαλείας, απαιτεί κατάληψη της λωρίδας προσπέρασης για περίπου 2h.
- Υπάρχει η θεώρηση ότι το οδόστρωμα των οδών τύπου 2+1 θα απαιτεί συχνότερη επισκευή, εξαιτίας των περιορισμένου εύρους λωρίδων κυκλοφορίας. Συνέπεια αυτού είναι τα βαρέα οχήματα να κινούνται πλησιέστερα στο όριο του οδοστρώματος το οποίο συνήθως είναι ανεπαρκώς συμπίεσμένο.
- Οι Σουηδοί οδηγοί προσαρμόστηκαν γρήγορα στον τύπο των οδών διατομής 2+1, ενώ οι οδοί αυτοί έγιναν δημοφιλείς στο δημόσιο, στα ΜΜΕ και στους πολιτικούς.

### 3.4 Δανία

#### 3.4.1 Γενικές πληροφορίες

Το 1993 η πολιτεία της Δανίας λαμβάνοντας υπόψη τη θετική εμπειρία από τη λειτουργία οδών διατομής 2+1 σε άλλες χώρες, μετέτρεψε τρία τμήματα υπεραστικών οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας, σε οδούς διατομής 2+1. Η μετατροπή αυτή έγινε με αφαίρεση της υφιστάμενης οριζόντιας σήμανσης, εφαρμογή νέας ασφαλτικής στρώσης κυκλοφορίας και εφαρμογή οριζόντιας σήμανσης οδού διατομής 2+1.

Το πρώτο τμήμα έχει μήκος 5.2 km. Παλαιότερα είχε διαγραμμασθεί τμηματικά είτε ως οδός τριών λωρίδων είτε ως οδός δύο λωρίδων κυκλοφορίας. Το όριο ταχύτητας ήταν 80 km/h. Σήμερα το τμήμα αυτό λειτουργεί σε όλο το μήκος του ως οδός τύπου 2+1, αποτελούμενη από επτά τμήματα με λωρίδα προσπέρασης, μήκους από 400 έως 750 m το καθένα. Η ΕΜΗΚ της εν λόγω οδού είναι μικρότερη από 7000 οχ/24h, με ποσοστό βαρέων οχημάτων 11%.

Το δεύτερο τμήμα έχει μήκος περίπου 10 km. Είναι οδός ταχείας κυκλοφορίας με όριο ταχύτητας 90 km/h. Παλαιότερα είχε διαγραμμασθεί ως οδός τύπου 2+1, αποτελούμενη από έξι τμήματα με λωρίδα προσπέρασης, μήκους από 0,7 έως 1,8 km το καθένα. Η οδός αυτή επανασχεδιάστηκε, και σήμερα αποτελείται από επτά τμήματα με λωρίδα προσπέρασης, μήκους από 0.9 έως 1.4 km. Η ΕΜΗΚ αυτής της οδού είναι περίπου 14 000 οχ/24h, με ποσοστό βαρέων οχημάτων 6 έως 8%.

Το τρίτο τμήμα έχει μήκος περίπου 9 km και όριο ταχύτητας 80 km/h. Παλαιότερα είχε διαγραμμιστεί τμηματικά είτε ως οδός τριών λωρίδων είτε ως οδός δύο λωρίδων κυκλοφορίας μεγάλου πλάτους. Σήμερα το τμήμα αυτό λειτουργεί ως οδός τύπου 2+1, αποτελούμενη από οκτώ τμήματα προσπέρασης μήκους από 0.35 έως 1.55 km. Η ΕΜΗΚ αυτής της οδού είναι περίπου 11500 οχ/24h με ποσοστό βαρέων οχημάτων 10 έως 12%. Σε περιόδους αιχμής καλοκαιρινών διακοπών, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι του εν λόγω τμήματος αυξάνονται πάνω από 16 400 οχ/24h.

### 3.4.2 Ασφάλεια

Το 1996 διεξήχθη μια προκαταρκτική έρευνα ατυχημάτων σε αυτά τα τρία τμήματα, την οποία ακολούθησε δεύτερη, το 1999. Το συμπέρασμα που προέκυψε από τις σχετικές αναλύσεις είναι ότι στις οδούς διατομής 2+1 δεν παρατηρείται μείωση του αριθμού των ατυχημάτων με τραυματισμό ή με μόνο υλικές ζημιές. Όμως, και στα τρία εξεταζόμενα τμήματα παρατηρείται μείωση του αριθμού των θανατηφόρων ατυχημάτων. Στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται αθροιστικά και για τα τρία τμήματα, ο αριθμός των ατυχημάτων πριν και μετά από τη μετατροπή τους σε οδούς διατομής 2+1.

Πίνακας 5. Αριθμός ατυχημάτων οδών πριν και μετά από τη μετατροπή τους σε οδούς διατομής 2+1, στη Δανία

Τύπος ατυχήματος	Παρατηρούμενα		Αναμενόμενα, μετά από τη μετατροπή σε οδούς 2+1
	Πριν από τη μετατροπή σε οδούς 2+1	Μετά από τη μετατροπή σε οδούς 2+1	
Με τραυματισμό	61	49	50
Με τραυματισμό και μόνο με υλικές ζημιές	103	99	85
Με τραυματισμό και θανατηφόρα	100	83	83
Θανατηφόρα	11	3	9

### 3.4.3 Κυκλοφοριακή λειτουργία

Τα συμπεράσματα από τις μετρήσεις ταχύτητας και συμπεριφοράς οδηγών που διεξήχθησαν για να αξιολογήσουν τις τρεις οδούς τύπου 2+1 στη Δανία, συνοψίζονται ακολούθως:

- Οι μετρούμενες ταχύτητες πριν και μετά από τη μετατροπή των δίχων οδών σε οδούς διατομής 2+1, είναι πάνω από το όριο ταχύτητας και στα τρία τμήματα.
- Οι ταχύτητες είναι σημαντικά υψηλές στα τμήματα με λωρίδα προσπέρασης.
- Οι ταχύτητες είναι υψηλότερες στα τμήματα με λωρίδα προσπέρασης από τις ταχύτητες που παρατηρούνται στα τμήματα μιας λωρίδας κυκλοφορίας.
- Οι ταχύτητες στα τμήματα με λωρίδα προσπέρασης, αυξάνουν στις περιοχές των κρίσιμων επιφανειών αποκλεισμού.
- Περίπου 2 έως 6% των οχημάτων προσπερνούν στα τελευταία 100 m της λωρίδας προσπέρασης.
- Αύξηση στον κυκλοφοριακό φόρτο οδηγεί σε αύξηση του ποσοστού των οχημάτων που εκτελούν ελιγμό προσπέρασης στα τελευταία 100 m της λωρίδας προσπέρασης.
- Στις δύο (από τις τρεις) οδούς διατομής 2+1 με όριο ταχύτητας 80 km/h, το 60% περίπου των οχημάτων τοποθετούνται στη δεξιά λωρίδα πριν από το μεταβατικό τμήμα αφαίρεσης της λωρίδας της κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού, το 30% περίπου τοποθετούνται δεξιά εντός του μεταβατικού τμήματος και το 12 έως 14% περίπου παραβιάζουν τη διαγράμμιση της κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού για την είσοδό τους στη δεξιά λωρίδα.

- Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, η μετάβαση στη δεξιά λωρίδα στο τέλος της λωρίδας προσπέρασης συμβαίνει χωρίς προβλήματα.
- Όταν οι φόρτοι είναι υψηλοί (π.χ. σε πρωινές ώρες αιχμής) έχει παρατηρηθεί τα οχήματα που βρίσκονται στη λωρίδα προσπέρασης να δημιουργούν ουρές, περιμένοντας ευκαιρία να επιστρέψουν στη δεξιά λωρίδα.
- Η πλειοψηφία των Δανών οδηγών πιστεύει ότι είναι ευκολότερο να εκτελέσει ελιγμό προσπέρασης σε οδούς τύπου 2+1.
- Η πλειοψηφία των Δανών οδηγών θεωρεί τις οδούς διατομής 2+1 ασφαλέστερες από τις συμβατικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας.
- Πάνω από το 80% των ερωτηθέντων οδηγών στη Δανία, είχαν γενικά θετική άποψη για τις οδούς τύπου 2+1.

#### 4 Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

##### 4.1 Γενικές πληροφορίες

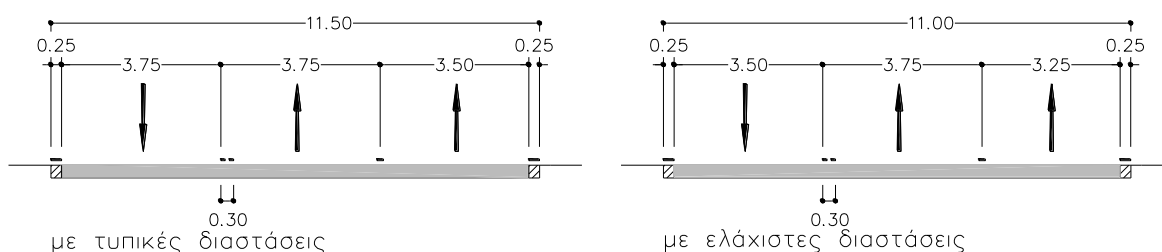
Η έννοια της διατομής τύπου 2+1, εισήχθη στην Ελλάδα για πρώτη φορά με τις ΟΜΟΕ-Δ, ως «ενδιάμεση τυπική διατομή β2+1».

Σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Δ, η διατομή αυτή εφαρμόζεται σε οδούς κατηγορίας ΑΙ και ΑΙΙ (αποκλειστικά για μηχανοκίνητη κυκλοφορία) με επιτρεπόμενη ταχύτητα έως 90 km/h, στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος σχεδιασμού κυμαίνεται μεταξύ 5000 και 10 000 οχ/24h, μόνον όταν αναμένεται να αυξηθεί στο μέλλον.
- Όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος σχεδιασμού κυμαίνεται μεταξύ 10 000 και 15 000 οχ/24h, με διαμόρφωση ισόπεδων ή και ανισόπεδων κόμβων.
- Όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος σχεδιασμού κυμαίνεται μεταξύ 15 000 και 20 000 οχ/24h, με διαμόρφωση ανισόπεδων κόμβων.

Στις ίδιες οδηγίες αναφέρεται ότι η διατομή β2+1 είναι κατάλληλη όχι μόνο για την κατασκευή νέων οδών, αλλά συνιστάται ιδιαίτερα για την ανακατασκευή ή βελτίωση υφιστάμενων συμβατικών οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζονται οι τυπικές διατομές β2+1 που προβλέπονται στις ΟΜΟΕ-Δ.



Σχήμα 7. Προβλεπόμενες (από ΟΜΟΕ-Δ) τυπικές διατομές τύπου 2+1 στην Ελλάδα (τυπικές διατομές β2+1)

Στην Ελλάδα (όπως και στη Γερμανία), δεν προβλέπεται εφαρμογή διαχωριστικού στηθαίου ασφαλείας.

Το μήκος της κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού ορίζεται κατ' ελάχιστον ίσο με 120 m και κατά προτίμηση ίσο με 180 m. Το μήκος της μη κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού ορίζεται κατ' ελάχιστον ίσο με 30 m και κατά προτίμηση ίσο με 50 m.

Το τυπικό μήκος τμημάτων με λωρίδα προσπέρασης, συστήνεται από 0.8 έως 2 km. Εφόσον το ποσοστό συμμετοχής των βαρέων οχημάτων στην κυκλοφορία είναι έως περίπου 15%, το μήκος των τμημάτων χωρίς λωρίδα προσπέρασης, συστήνεται μεταξύ 1.0 και 1.4 km, ενώ υψηλότερα ποσοστά συμμετοχής βαρέων οχημάτων επιβάλλουν μείωση των προαναφερόμενων μηκών, ώστε στο αντίθετο ρεύμα με τη μία λωρίδα κυκλοφορίας να μη δημιουργούνται ουρές οχημάτων που ωθούν τους οδηγούς στην παραβίαση της απαγόρευσης προσπέρασης.

Επίσης, σε θέσεις οριζόντιων καμπυλών με μικρή ακτίνα, προβλέπεται υπό συνθήκες η διακοπή των τριών λωρίδων κυκλοφορίας πριν από την καμπύλη, με διαγράμμιση της μεσαίας λωρίδας ως επιφάνειας αποκλεισμού, ή ακόμα και η τοποθέτηση διαχωριστικού στηθαίου ασφαλείας.

Εφαρμογή της εν λόγω διατομής δεν έχει γίνει ακόμα στην Ελλάδα. Επομένως δεν έχουν προκύψει στοιχεία για την ασφάλεια και την κυκλοφοριακή λειτουργία, ώστε να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση και η εξαγωγή συμπερασμάτων συγκριτικά με τις υφιστάμενες οδούς δίχνης διατομής του ελληνικού οδικού δικτύου.

#### 4.2 Εφαρμογή της διατομής β2+1 στη μελέτη τμήματος του οδικού άξονα Ηράκλειο-Ιεράπετρα

Η μελέτη αφορούσε στην αναθεώρηση της εγκεκριμένης οριστικής μελέτης οδοποιίας με βάση τα αποτελέσματα των γεωτεχνικών ερευνών, των μελετών γεφυρών και σηράγγων και της υδραυλικής μελέτης για το τμήμα Αγ. Βαρβάρα-Καστέλι του οδικού άξονα Ηράκλειο-Ιεράπετρα.

Η νέα χάραξη του τμήματος Ηράκλειο-Καστέλι, πρόκειται να αποτελέσει το βασικότερο οδικό άξονα της Κρήτης με κατεύθυνση βορρά-νότου, θα συνδέσει το βόρειο με το νότιο άξονα του νησιού καθώς και τα νότια παράλια με το κυριότερο αστικό κέντρο της Κρήτης, το Ηράκλειο. Η εκτιμώμενη ΕΜΗΚ αυτής της οδού για το έτος 2020 είναι 18 500 οχ/24h, ενώ ο φόρτος σχεδιασμού για το ίδιο έτος εκτιμάται σε 2200 οχ/h και στις δυο κατευθύνσεις.

Στην εν λόγω οδό μήκους ~16 km, προβλέπονται τρεις σήραγγες: Αγ. Βαρβάρας μήκους L=1200 m, Απομαρμά μήκους L=530 m και Πλουτή μήκους L=320 m και δυο ανισόπεδοι κόμβοι (Αγ. Βαρβάρας και Γέργερης).

Στο τέλος της οδού που τοποθετείται γεωγραφικά στην περιοχή του Καστελίου, προβλέπεται διαμόρφωση ισόπεδου κόμβου με την οδό προς Ιεράπετρα..

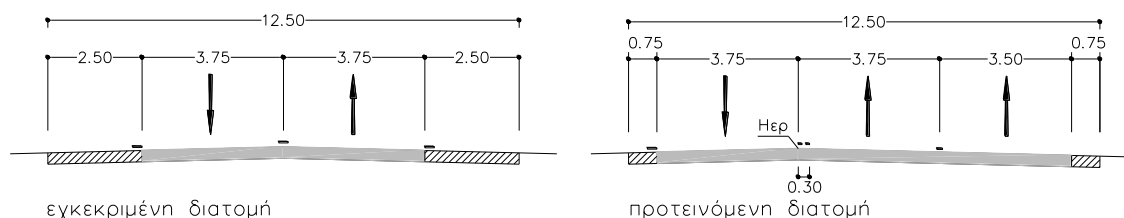
Η εγκεκριμένη οριστική μελέτη οδοποιίας προέβλεπε εφαρμογή τυπικής διατομής δύο λωρίδων κυκλοφορίας, συνολικού πλάτους οδοστρώματος 12.5 m (=2 × 3.75 + 2 × 2.50, βλ. Σχήμα 8).

Στο τμήμα Σήραγγα Πλουτή-Καστέλι, λόγω ύπαρξης συνεχούς κατά μήκος κλίσης 6% σε μήκος 2.3 km, η ίδια μελέτη προέβλεπε εφαρμογή πρόσθετης λωρίδας ανωφέρειας, οπότε το συνολικό πλάτος του οδοστρώματος αυξάνονταν σε 14.5 m

Στις θέσεις των τριών σηράγγων, για τη μείωση του κόστους κατασκευής, προβλέπονταν τυπική διατομή πλάτους οδοστρώματος 7.5 m.



Για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας και της κυκλοφοριακής λειτουργίας της οδού, ο Μελετητής πρότεινε για το τμήμα Αγ. Βαρβάρα-Σήραγγα Πλουτή εφαρμογή της τυπικής διατομής β2+1 των ΟΜΟΕ-Δ πλάτους οδοστρώματος ίσο με της εγκεκριμένης τυπικής διατομής 12.5m (βλ. Σχήμα 8), ενώ για το τμήμα Σήραγγα Πλουτή-Καστέλι εφαρμογή της περιορισμένης τετράιχνης τυπικής διατομής γ4ν\* των ΟΜΟΕ-Δ. Στις θέσεις των σηράγγων, διατηρήθηκε η δίχην διατομή πλάτους 7.5 m.



Σχήμα 8. Εγκριμένη και προτεινόμενη τυπική διατομή οδού Αγ. Βαρβάρα-Σήραγγα Πλουτή

Στα τμήματα διατομής β2+1, τα μήκη των λωρίδων προσπέρασης κυμαίνονταν από 1.1 έως 4.3 km, εξαρτώμενα από την κατά μήκος κλίση της οδού.

Η διατομή β2+1 προτάθηκε να εφαρμοσθεί ως αμφικλινής, έχοντας υψηλό σημείο στην εσωτερική οριογραμμή της μονής λωρίδας κυκλοφορίας (βλ. Σχήμα 8).

Στην ίδια θέση προτάθηκε να εφαρμοσθεί και το ερυθρό υψόμετρο της μηκοτομής. Η μετατόπιση του υψηλού σημείου κατά την εναλλαγή της λωρίδας προσπέρασης από τη μια κατεύθυνση στην αντίθετη, προβλέπονταν να γίνεται εντός του μήκους της κρίσιμης και της μη κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού.

Είναι προφανές ότι η εφαρμογή τυπικής διατομής β2+1 συγκριτικά με την εγκεκριμένη δίχην διατομή, δε θα επιφέρει ουδεμία επίπτωση:

- στη χάραξη της εγκριθείσας οριστικής μελέτης,
- στο εύρος της ζώνης απαλλοτριώσης,
- στις ποσότητες των χωματουργικών εργασιών,
- στις ποσότητες των εργασιών οδοστρωσίας ασφαλτικών,

δεδομένου ότι δεν απαιτείται πρόσθετο πλάτος οδοστρώματος, ενώ αντίθετα η βελτίωση της οδικής ασφάλειας και της κυκλοφοριακής λειτουργίας της οδού θα είναι ουσιώδης.

## 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### 5.1 Γεωμετρικός σχεδιασμός

#### 5.1.1 Τυπική διατομή

Οι τυπικές διατομές τύπου 2+1 που αναφέρονται στις ΟΜΟΕ-Δ στην Ελλάδα, ακολουθούν τις αντίστοιχες τυπικές διατομές που εφαρμόζονται στη Γερμανία, οι οποίες έχουν πλάτος οδοστρώματος 11.0 και 11.5 m. Οι διατομές αυτές έχουν το μικρότερο πλάτος από όλες τις

διατομές που εξετάστηκαν (πλάτος οδοστρώματος τυπικών διατομών 2+1 λοιπών χωρών: 13 έως 15 m).

Δεδομένου ότι στη Γερμανία εξετάζεται η αύξηση του πλάτους της ζώνης διαχωρισμού των λωρίδων αντίθετης κατεύθυνσης κυκλοφορίας κατά 0.5 m, συστήνεται να εξεταστεί αντίστοιχη αύξηση του πλάτους και στις τυπικές διατομές των ΟΜΟΕ-Δ.

Οι διατομές τύπου 2+1 λειτουργούν ή σχεδιάζονται είτε ως μονοκλινείς (Γερμανία, υφιστάμενες οδοί Φιλανδίας) είτε ως αμφικλινείς με υψηλό σημείο εντός του πλάτους της μεσαίας λωρίδας κυκλοφορίας (υφιστάμενες οδοί Σουηδίας), είτε ως αμφικλινείς με υψηλό σημείο σε άκρο λωρίδας κυκλοφορίας (προτεινόμενες για εφαρμογή στις νέες οδούς στη Φιλανδία). Σύμφωνα με την εμπειρία ευρωπαϊκών χωρών και ΗΠΑ, η ασφάλεια μιας οδού δεν επηρεάζεται από τη θέση του υψηλού σημείου επί της διατομής. Εντούτοις, στο σχεδιασμό νέων οδών διατομής 2+1 είναι προτιμότερη η εφαρμογή του υψηλού σημείου στο άκρο λωρίδας κυκλοφορίας. Στις περιπτώσεις όμως μετατροπής μιας υφιστάμενης δίχνης οδού σε οδό διατομής 2+1, η εφαρμογή του υψηλού σημείου εντός του πλάτους της λωρίδας κυκλοφορίας, συστήνεται να επιτρέπεται.

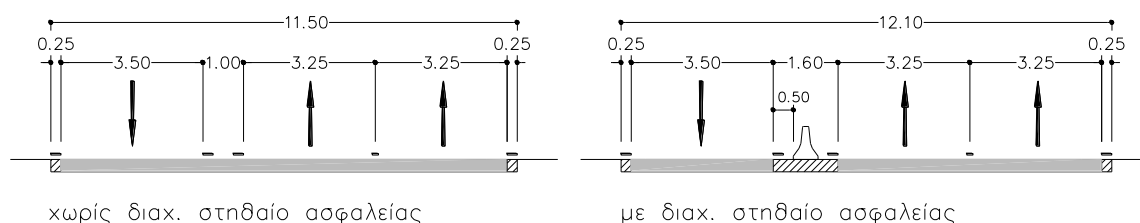
### 5.1.2 Διαχωριστικό στηθαίο ασφαλείας

Οι ΟΜΟΕ-Δ (όπως και οι γερμανικές οδηγίες), δεν προτείνουν σε καμία περίπτωση εφαρμογή διαχωριστικού στοιχείου (παρά το γεγονός ότι στη Γερμανία εφαρμόζεται), σε αντίθεση με τις οδηγίες άλλων χωρών (Φιλανδία, Σουηδία), οι οποίες προβλέπουν εφαρμογή καλωδιωτού στηθαίου. Με δεδομένη όμως την ουσιαστική βελτίωση της ασφάλειας οδών με διαχωριστικό στηθαίο ασφαλείας (βλ. παράγραφο 5.3), συστήνεται να εξεταστεί και για την Ελλάδα η υπό συνθήκες εφαρμογή του.

Η χρήση όμως καλωδιωτού στηθαίου ασφαλείας λόγω της απαίτησης για συχνή συντήρηση και επισκευή (περίπου μια επισκευή ανά εβδομάδα ανά οδό σύμφωνα με τη σουηδική εμπειρία), δε συστήνεται προς εφαρμογή.

Προτείνεται εφαρμογή στηθαίου που να απαιτεί ελάχιστη συντήρηση ή επισκευή μετά από πρόσκρουση, όπως σκυροδέματος (αμφίπλευρο, τύπου New Jersey), το οποίο να κατασκευάζεται με προκατασκευασμένα τεμάχια συνδεδεμένα μεταξύ τους, ώστε να είναι δυνατή η αφαίρεσή τους όταν παρουσιαστεί ανάγκη. Στη βάση τους αυτά τα στηθαία θα πρέπει να έχουν οπές ώστε να μην εμποδίζεται η απορροή των ομβρίων υδάτων του οδοστρώματος της οδού.

Σύμφωνα και με τα αναφερόμενα στην παράγραφο 5.1.1, προτείνονται οι ακόλουθες αναθεωρημένες τυπικές διατομές τύπου 2+1 για την Ελλάδα:



Σχήμα 9. Προτεινόμενες τυπικές διατομές τύπου 2+1 για την Ελλάδα

### 5.1.3 Κρίσιμη επιφάνεια αποκλεισμού

Το μήκος της κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού που προβλέπουν οι ΟΜΟΕ-Δ (όπως και οι γερμανικές οδηγίες), είναι 180 m. Το αντίστοιχο μήκος που προβλέπουν οι σουηδικές είναι 300 m,

ενώ οι Φιλανδικές είναι 500 m (θεωρώντας μήκος απόσβεσης της λωρίδας προσπέρασης ίσο με 200 m σε κάθε κατεύθυνση). Δεδομένης της συμπεριφοράς των Ελλήνων οδηγών, συστήνεται να διερευνηθεί ενδεχόμενη αύξηση του εν λόγω μήκους.

#### 5.1.4 Μήκος λωρίδας προσπέρασης

Οι ΟΜΟΕ-Δ αναφέρουν (όπως εφαρμόζεται και στη Γερμανία) τυπικό μήκος λωρίδας προσπέρασης 1.0 έως 1.4 km και συνήθως όχι μεγαλύτερο από 2 km. Στη Φιλανδία το βέλτιστο μήκος της λωρίδας προσπέρασης εκτιμάται σε 1.0 έως 1.5 km, εφαρμόζοντας τυπικό μήκος ίσο με 1.5 km. Η Σουηδία προβλέπει μήκος λωρίδας προσπέρασης 1.0 έως 2.0 km. Σε κάθε περίπτωση αυτό το μήκος εξαρτάται από τις εκάστοτε συνθήκες (γεωμετρία οδού, θέσεις κόμβων, κυκλοφοριακός φόρτος, ποσοστό βαρέων οχημάτων κλπ.).

Για τον προσδιορισμό του εκάστοτε μήκους της λωρίδας προσπέρασης, συστήνεται η μέγιστη χρονική απόσταση εναλλαγής από μία λωρίδα κυκλοφορίας σε δύο, να μην υπερβαίνει τα 100 sec. Εφόσον αυτή η χρονική απόσταση εφαρμόζεται συστηματικά, γίνεται αντιληπτή από τον οδηγό μειώνοντας σημαντικά τις πιθανότητες αυτός να προβεί σε επικίνδυνο ελιγμό προσπέρασης.

#### 5.2 Κυκλοφοριακή λειτουργία

Στις ΟΜΟΕ-Δ προβλέπεται εφαρμογή διατομής 2+1 εφόσον ο κυκλοφοριακός φόρτος σχεδιασμού είναι από 5000 έως 20 000 οχ/24h.

Στη Γερμανία, ο κυκλοφοριακός φόρτος σχεδιασμού των οδών διατομής 2+1 κυμαίνεται από 15000 έως 25 000 οχ/24h. Ο μέγιστος παρατηρούμενος φόρτος είναι 30 000 οχ/24h.

Στη Φιλανδία οι οδοί τύπου 2+1 εξυπηρετούν φόρτους μεγαλύτερους από 14 000 οχ/24h, ενώ τα σαββατοκύριακα οι φόρτοι αυξάνονται σε 20 000 έως 25 000 οχ/24h.

Στη Σουηδία οι οδοί διατομής 2+1 έχουν κυκλοφοριακό φόρτο 4000 έως 20 000 οχ/24h.

Με αναφορά σε ωριαίους φόρτους, η ικανότητα μιας οδού τύπου 2+1 στη Φιλανδία, μετρήθηκε περίπου 1900 οχ/h σε μια κατεύθυνση, ενώ η ικανότητα δεύτερης οδού τύπου 2+1 μετρήθηκε 1600 έως 1700 οχ/h σε μια κατεύθυνση.

Στη Σουηδία, η ικανότητα μιας 2+1 οδού εκτιμήθηκε σε 1600 έως 1700 οχ/h σε μια κατεύθυνση, στη διάρκεια 15λεπτης περιόδου.

Οι ΟΜΟΕ-Δ προτείνουν εφαρμογή διατομής 2+1 εφόσον ο κυκλοφοριακός φόρτος κυμαίνεται από 1050 έως 2300 οχ/h και στις δυο κατευθύνσεις.

Με βάση την εμπειρία της Φιλανδίας όπου με φόρτους μεγαλύτερους από 1200 οχ/h στη μια κατεύθυνση αρχίζουν να σχηματίζονται ουρές αναμενόντων στην περιοχή της κρίσιμης επιφάνειας αποκλεισμού, συστήνεται εφαρμογή διατομής 2+1 όταν ο φόρτος σχεδιασμού δεν υπερβαίνει τα 1200 οχ/h σε μια κατεύθυνση.

Μια διατομή τύπου 2+1 προσφέρει στάθμη εξυπηρέτησης τουλάχιστον, δύο επίπεδα υψηλότερη σε σύγκριση με μια συμβατική δίχνη διατομή, για δεδομένο κυκλοφοριακό φόρτο, φτάνοντας ή ξεπερνώντας τη στάθμη εξυπηρέτησης Γ κάτω από ιδανικές (ή σχεδόν ιδανικές) συνθήκες.

#### 5.3 Ασφάλεια

Οι οδοί διατομής 2+1 αποδείχθηκε ότι παρέχουν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα ασφάλειας, συγκριτικά με τις συμβατικές δίχνες οδούς. Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα εκτιμώμενα ποσοστά μείωσης του αριθμού των ατυχημάτων των οδών τύπου 2+1, συγκριτικά με τα ατυχήματα

που συμβαίνουν σε υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας, στη Γερμανία, τη Φιλανδία, τη Σουηδία και τις ΗΠΑ.

Πίνακας 6. Εκτιμώμενα ποσοστά μείωσης της συχνότητας των ατυχημάτων σε οδούς τύπου 2+1, συγκριτικά με τις οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

Χώρα	Τύπος οδού	Διαχωριστικό στηθαίο ασφαλείας	Θανατηφόρα ατυχήματα	Ατυχήματα με τραυματισμό	Θανατηφόρα ατυχήματα και ατυχήματα με τραυματισμό	Ατυχήματα κάθε είδους
			Ποσοστά μείωσης [%]			
Γερμανία	Οδός 2+1	όχι	-	-	36	28
Φιλανδία	Οδός 2+1 *	όχι	0	13	11	-
	Οδός 2+1 *	ναι	46	22	25	**
Σουηδία	Οδός 2+1 ταχείας κυκλοφορίας	ναι	60-70	-	40-55***	**
	Υπεραστική οδός 2+1	ναι	45-55	-	30-50	**
	Υπεραστική οδός 2+1	όχι	-	-	5-10	**
ΗΠΑ	Οδός 2+1	όχι	24	24	24	24

\* Αποτελούν εκτίμηση από περιορισμένα δεδομένα.

\*\* Δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για ατυχήματα μόνο με υλικές ζημιές. Αυτά αναμένεται να αυξηθούν εξαιτίας της ύπαρξης διαχωριστικού καλωδιωτού στηθαίου ασφαλείας.

\*\*\* Αφορούν θανατηφόρα ατυχήματα και ατυχήματα μόνο με σοβαρό τραυματισμό.

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 6, η εκτιμώμενη μείωση των ατυχημάτων σε οδούς τύπου 2+1 με διαχωριστικό στηθαίο ασφαλείας είναι εντυπωσιακή. Η ύπαρξη όμως διαχωριστικού στηθαίου ασφαλείας, συνεπάγεται:

- Αυξημένο πλάτος οδοστρώματος κατά 1.0 έως 1.7 m.
- Αυξημένο κόστος κατασκευής κατά 15 έως 30% σε σχέση με οδό χωρίς διαχωριστικό στηθαίο ασφαλείας.
- Αυξημένο κόστος συντήρησης, λόγω των συχνά παρατηρούμενων προσκρούσεων των οχημάτων σε αυτό το στηθαίο.

Όμως οι οδοί διατομής 2+1 λειτουργούν με μεγαλύτερη ασφάλεια από τις συμβατικές οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας, ακόμα και χωρίς διαχωριστικό στηθαίο ασφαλείας, δεδομένου ότι μειώνεται σημαντικά ο αριθμός των επικίνδυνων ελιγμών προσπέρασης.

Στις περιπτώσεις μετατροπής συμβατικών δίχων οδών σε οδούς διατομής 2+1, η τοποθέτηση διαχωριστικού στηθαίου ασφαλείας αποτελεί σημαντικό έργο, ιδιαίτερα εάν απαιτείται και διαπλάτυνση του οδοστρώματος. Στην περίπτωση αυτή, η βελτίωση της υφιστάμενης οδού σε οδό διατομής 2+1 θα έχανε το πλεονέκτημα της επέμβασης χαμηλού κόστους.

Σε νέες όμως οδούς συστήνεται η εξέταση εναλλακτικά εφαρμογής διατομής 2+1, με διαχωριστικό στηθαίο ασφαλείας (βλ. Σχήμα 9).

Σε κάθε περίπτωση, θεωρείται ότι η εφαρμογή διατομής τύπου 2+1 πρέπει να αποτελέσει για την ελληνική πολιτεία μέτρο πρώτης προτεραιότητας, αλλά και για τους Έλληνες μελετητές πρώτη

επιλογή για τη βελτίωση της ασφάλειας και της κυκλοφοριακής ποιότητας σε υφιστάμενες ή νέες οδούς.

## 6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Bergh T. and Carlsson A., 2000. 2+1 Roads with and without Cable Barriers: Speed Performance. Proceedings of the Fourth International Symposium on Highway Capacity, Transportation Research Board of the National Academies. Maui, Hawaii.

Herrstedt L., 2001. 2+1 Roads – Danish Experiences. Danish Transport Research Institute. Copenhagen, Denmark.

Lamm R., Psarianos B. and Mailaender T., 1999. Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook. Mc Craw Hill.

Transportation Research Board, 2003. National Cooperative Highway Research Program. Application of European 2+1 Roadway Designs. Research Results Digest, Number 275.

ΥΠΕΧΩΔΕ, ΓΓΔΕ, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001. Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 2: Διατομές (ΟΜΟΕ-Δ).