

Υπολογισμός φόρτων.

Με βάση τον Πίνακα 3 της Εγνατίας

3. Συντελεστές ισοδυναμίας οχημάτων με ισοδύναμο τυπικό άξονα

Κατηγορία οχήματος		Συντελεστής ισοδυναμίας (ΣΙ)
1	Λεωφορεία	1,3
2	Ημιφορτηγά (ελαφριά φορτηγά)	0,34
3	Φορτηγά	1,5
4	Βαριά φορτηγά	3,025
5	Λοιπά οχήματα	0,026
6	Επιβατικά αυτοκίνητα	0,0

Έχουμε για αυτοκινητόδρομο 2Χ2 κυκλοφοριακή πρόβλεψη ΕΜΗΚ 20.000 οχήματα με σύνθεση κφ: 1% λεωφορεία, 5% ημιφορτηγά, 2% φορτηγά, 2% βαριά φορτηγά 10% λοιπά οχήματα και 80% ΙΧ.

Για 20ετία και με αύξηση 0% στα λεωφορεία, 3% σε όλα και 4% στα ΙΧ να υπολογισθεί ο συνολικός ΣΙ στη λωρίδα σχεδιασμού.

Βάσει Πίνακα δεν με ενδιαφέρουν τα ΙΧ καθόλου.

Ανά κατεύθυνση είναι τα μισά.

Η πλέον επιβαρυνόμενη λωρίδα από άποψης φορτίων είναι η βραδεία.

Υποθέτω ότι εκεί κυκλοφορεί το 100% των λεωφορείων/φορτηγών, το 90% των ημιφορτηγών και το 80% των λοιπών οχημάτων.

Άρα έχω ανά κατεύθυνση 10000 ΕΜΗΚ, 100 λεωφορεία, 500 ημιφ, 200 φ 200 βαριά φ και 1000 λοιπά και στην βραδεία λωρίδα: 100 λεωφορεία, 0,9Χ500=450 ημιφ, από 200 φ και βαριά και 0,8Χ1000=800 λοιπά.

Ανάγοντάς τα βάσει Πίνακα σε τυπικές καταπονήσεις έχω:

$$100 \times 1,3 + 450 \times 0,34 + 200 \times 1,5 + 200 \times 3,025 \text{ και } 800 \times 0,026 = 1396$$

Αυτός είναι ο ημερήσιος αριθμός διέλευσης τυπικών καταπονήσεων (αξόνων).

Για έτος θα πολλαπλασιασθεί Χ 365 και για την 20ετία θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η προσαύξηση.

Εδώ η ετήσια προσαύξηση δεν είναι η ίδια. Τα ΙΧ δεν μας ενδιαφέρουν, αλλά στα λεωφορεία είναι μηδενική σε σύγκριση με το 3% στα άλλα οχήματα.

Άρα θα πρέπει να βρω ξεχωριστά τις τυπικές καταπονήσεις τις οφειλόμενες στα λεωφορεία από εκείνες που οφείλονται στα άλλα.

Έχουμε 130 οφειλόμενες στα λεωφορεία και 1266 στα άλλα.

Ετησίως (Χ365) = 47459 και

$$1266 \times 365 = 462090 \text{ στα λοιπά.}$$

Για τα λεωφορεία με τη σταθερότητα των φόρτων για όλη την 20ετία θα έχουμε $47459 \times 20 = 950580$ ισοδύναμες διελεύσεις.

Για τα λοιπά. Αντί για Χ 20 θα έχουμε πολλαπλασιασθεί Χ $((1+0,03)^{20}-1)/0,03 = 26,87$

Βλέπουμε ότι λόγω της ετήσιας αύξησης κατά 3% ο συνολικός φόρτος 20ετίας είναι > από Χ 20.

Έχουμε: $950580 + 462090 \times 26,87 = 13367000$ διελεύσεις.

Συνήθως το εκφράζουμε σε εκατομμύρια διελεύσεις, άρα πάμε στα 13-13,5 εκατομμύρια.

Συνεχίζουμε για δεδομένα **διαστασιολόγησης**

Εξίσωση διαστασιολόγησης

Τι σημαίνει το παραπάνω;

Ο υπολογισμός του πάχους των διαφόρων στρώσεων, υπόβασης/βάσης και ασφαλτοτάπητα.

Από τι εξαρτάται;

1. από την αντοχή του εδάφους η οποία εκφράζεται συνήθως με τον δείκτη CBR
2. από τα φκ, όπως έχουν ήδη υπολογιστεί ως αθροιστικός αριθμός τυπικών αξόνων
3. από τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, κυρίως αναφερόμαστε στην ποιότητα (δείκτης pen) της ασφάλτου. Στην ποιότητα των υλικών εντάσσεται και ο ποιοτικός έλεγχος της κατασκευής
4. από τις καιρικές συνθήκες (κυρίως αναφερόμαστε στη θερμοκρασία, αλλά και το νερό επηρεάζει). Η θερμοκρασία επηρεάζει την παραμόρφωση/ρηγμάτωση του ασφαλτοτάπητα, τη διαστολή του νερού πόρων, αλλά και τα παγόπληκτα εδάφη. Η υγρασία επηρεάζει τη μηχανική συμπεριφορά κυρίως των λεπτόκοκκων κλασμάτων, αλλά και το πάγωμα.
5. από την αξιοπιστία της ανάλυσης. Συνήθη επίπεδα αξιοπιστίας είναι τα 80 – 90 – 95 – 98 – 99%. Το ποιο θα επιλέξουμε είναι συνάρτηση του πλούτου, και της σημασίας της οδού.

Ο Πίνακας 4 μας δίνει, ανάλογα με το CBR, τα πάχη βάσης/υπόβασης και τυχόν εξυγιαντικής στρώσης.

4. Απαιτούμενα και συνιστώμενα πάχη βάσης/υπόβασης

CBR Υπεδάφους (%)	Εξυγιαντική στρώση (mm)	Πάχος Βάσης/υπόβασης (mm)
	Απαιτούμενο πάχος	
≤ 2,5	600	400
2,6 - 5,0	300	400
5,1 - 10,0	0	400
	Συνιστώμενο πάχος	
10,1 - 20,0	0	300
>20,0	0	200

Έστω ότι έχουμε CBR 4, θα επιλέξουμε εξυγιαντική στρώση 300mm επί της οποίας θα κατασκευάσουμε 200mm υπόβασης και 200mm βάσης (=400).

Κατόπιν πάμε στη θερμοκρασία (ΜΕΘ). Εδώ δίνονται 2 επιλογές, η μία που αναφέρεται στη βόρειο Ελλάδα και τις ορεινές περιοχές της υπόλοιπης χώρας (13°) και η άλλη για όλη την υπόλοιπη χώρα (16°),

Κατόπιν επιλέγουμε την ποιότητα της ασφάλτου, κατά τρόπο συμβατό με την ΜΕΘ.

Τέλος από τα νομογραφήματα πάμε στον υπολογισμό του πάχους του ασφαλτοτάπητα.

Υπάρχουν 9 νομογραφήματα

Παράδειγμα 1. Ο παραπάνω δρόμος ως ΒΟΑΚ

Ως ΒΟΑΚ πάμε σε ΜΕΘ 16°

Λόγω ζέστης επιλέγουμε τη σκληρή άσφαλτο των 40/50

Προκύπτει συνολικό πάχος ασφαλτικών στρώσεων:

Πώς θα κατανεμηθεί αυτό; Βάσει του πίνακα 6

6 Καθορισμός πάχους επιμέρους ασφαλτικών στρώσεων

Συνολικό πάχος ασφ/κών στρώσεων (mm)	Τάπητας κυκλοφορίας		Συνδετική στρώση		Ασφαλτική βάση	
	Πάχος (mm) ^(1,2)	Τύπος ασφαλ/τος	Πάχος (mm)	Τύπος ασφαλ/τος ⁽³⁾	Πάχος (mm)	Τύπος ασφαλ/τος ⁽³⁾
100			-	-	60	A260Δ (N19,0)
125			-	-	85	A260Δ (N19,0)
150	40mm ή λιγότερο, ανάλογα με τον τύπο του ασφ/τος που χρησιμοποιείται ⁽¹⁾	Βλέπε Πίνακα 7	50	A265Γ/Συνδ. (N12,5)	60	A260Δ (N19,0)
200			50	A265Γ/Συνδ. (N12,5)	110	A260Δ (N19,0)
250			50	A265Γ/Συνδ. (N12,5)	160	A260Δ (N19,0)
300			100	A265B/Συνδ. (N19,0)	160	A260Γ (N25,0)
350			100	A265B/Συνδ. (N19,0)	210	A260Γ (N25,0)
400			100	A265B/Συνδ. (N19,0)	260	A260Γ (N25,0)
450			100	A265B/Συνδ. (N19,0)	310	A260Γ (N25,0)
500			100	A265B/Συνδ. (N19,0)	360	A260Γ (N25,0)
550		100	A265B/Συνδ. (N19,0)	410	A260Γ (N25,0)	

Για ενδιάμεσες τιμές συνολικού πάχους ασφαλτικών στρώσεων, το υπολειπόμενο πάχος προστίθεται στην ασφαλτική βάση

(1) Το πάχος του τάπητα κυκλοφορίας με αντιολισθηρές ιδιότητες μπορεί να είναι μέχρι και 10mm, περίπου. Αν, σε κάθε περίπτωση, το πάχος του τάπητα κυκλοφορίας είναι <30mm τότε απλά προστίθεται στην επιφάνεια, αυξάνοντας το συνολικό πάχος του οδοστρώματος. Η υποκείμενη στρώση σ' αυτές τις περιπτώσεις είναι 40mm πυκνού ασφαλτικού σκυροδέματος A265B (N12,5). Αν το πάχος της αντιολισθητής στρώσης είναι ≥30mm, το υπολειπόμενο πάχος (≤10mm) προστίθεται στο πάχος της συνδετικής στρώσης ή στο πάχος της ασφαλτικής βάσης. Όλα αυτά ισχύουν σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις του Πίνακα 7.

(2) Το πάχος του ασφαλτικού σκυροδέματος για αντιολισθηρή στρώση, του πορώδους τάπητα και των ανοικτής διαβάθμισης ασφαλτικών μίγμάτων, για νέα κατασκευή, συνιστάται να είναι 40mm σε κάθε περίπτωση.

(3) Τα μίγματα που χαρακτηρίζονται με το γράμμα N είναι προτεινόμενα νέα μίγματα.

Τα βασικά νομογραφήματα διαστασιολόγησης ονοματίζονται με βάση τα χαρακτηριστικά τους.

Τα χαρακτηριστικά τους είναι:

1. (ανάλογα με το CBR εδάφους) σε τι πάχος υπόβασης/βάσης (αθροιστικά) αναφέρονται, σε 200 ή 300 ή 400 mm.
2. ανάλογα με την ποιότητα ασφάλτου που είναι διαθέσιμη και πρόκειται αν χρησιμοποιηθεί. Υπάρχουν νομογραφήματα για 2 ποιότητες ασφάλτου, την σκληρή 40/50 (διείσδυση μόλις 4,5mm) και την κανονική 50/70. Μαλακές άσφαλτοι (πχ 100/120), λόγω του θερμού κλίματος στην Ελλάδα, δεν χρησιμοποιούνται.
3. Ανάλογα με την ΜΕΘ (για την ακρίβεια ανηγμένη ΜΕΘ = ΜΕΘΑ 13° αι 16°. Σε αυτό θε πρέπει να γίνεται η κατάλληλη εκτίμηση.

Παράδειγμα 2. Εγνατία στα Γιάννενα σε έδαφος με CBR = 5,5 διαθέσιμη άσφαλτο 50/70 και για τα 13 εκ. SA, που υπολογίστηκαν.

Λόγω CBR >5,1 δεν χρειάζεται εξυγιαντική στρώση και το πάχος βάσης + υπόβασης θα είναι 400mm. Τα Γιάννενα ανήκουν στην ομάδα της ΜΕΘ 13°.

Συνεπώς επιλέγω το νομογράφημα 400 5070 13.

Από αυτό προκύπτει πάχος ασφαλτοτάπητα 280mm.

Προσοχή σε στοιχειώδεις παρεμβολές και στη λογαριθμική κλίμακα.

Πάω τέλος, στον Πίνακα 6.

Ο Πίνακας υποδεικνύει στρογγυλοποίηση προς τα 300mm. Τα 300mm θα κατανεμηθούν σε 40mm αντιολισθηρά στρώση (αυτοκινητόδρομος) τάπητα κυκλοφορίας + 100mm ασφαλτική συνδετική στρώση τύπου A265B και 160mm ασφαλτική βάση τύπου 260Γ.

Υπάρχει η επιλογή τα 40mm του τάπητα κυκλοφορίας να μην είναι αντιολισθηρά.

Τότε θα πρέπει να επικαλυφθούν με 10-20mm αντιολισθηρό λεπτοτάπητα, ο οποίος δεν αθροίζεται στα πάχη των ασφαλτικών στρώσεων.

Παράδειγμα 3. Αττική οδός 100 εκ. SA συνολικά. CBR = 10+.

Εδώ δεν δίνονται άλλα στοιχεία.

Τα 100 εκ είναι 50 εκ ανά κατεύθυνση. Αλλά η Αττική οδός έχει 3 λωρίδες ανά κατεύθυνση, συνεπώς, ποιος θα είναι ο φόρτος στην βραδεία λωρίδα, που είναι η πλέον καταπονούμενη και αποτελεί τη λωρίδα σχεδιασμού;

Μπορούμε να υποθέσουμε ότι στην ταχεία λωρίδα κινούνται μόνο ΙΧ με αμελητέα συνεισφορά στην καταπόνηση του οδοστρώματος.

Στη μεσαία λωρίδα, ωστόσο, κινείται ικανό ποσοστό φορτηγών. Μπορούμε να υποθέσουμε ότι η κατανομή με τη βραδεία είναι 30-70%, οπότε στη λωρίδα σχεδιασμού έχουμε το 0,7X50 = 35 εκ. SA.

Μπορούμε να επιλέξουμε την ποιότητα ασφάλτου 40/50, λόγω του θερμού κλίματος και σίγουρα ΜΕΘ 16°.

Για CBR = 10+ δεν χρειάζεται εξυγιαντική στρώση και από τον Πίνακα 3 προκύπτει πάχος βάσης + υπόβασης – 300mm. Το κατανέμω σε 200mm υπόβαση και 100mm βάση.

Συνεπώς επιλέγεται το νομογράφημα: 300 4050 16.

Προκύπτουν 310mm ασφαλτοταπήτων, που κατανέμονται όπως στο προηγούμενο παράδειγμα.

Στρογγυλοποίηση στα 300 ή στα 350;

Επίλυση και με κατανομή φκ 25-75%.

Πάλι προκύπτουν 300.

Συνεπώς, είναι αποδεκτή η στρογγυλοποίηση στα 300, για λόγους οικονομίας.