

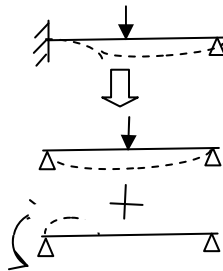
1. ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΥΠΕΡΣΤΑΤΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗΣ ΤΟΥΣ

1.1 Διαφοροποιήσεις στα Στατικά Μεγέθη των Υπερστατικών Φορέων

Όπως φαίνεται στο Σχ. 1.1 τα στατικά μεγέθη ενός υπερστατικού φορέα είναι:

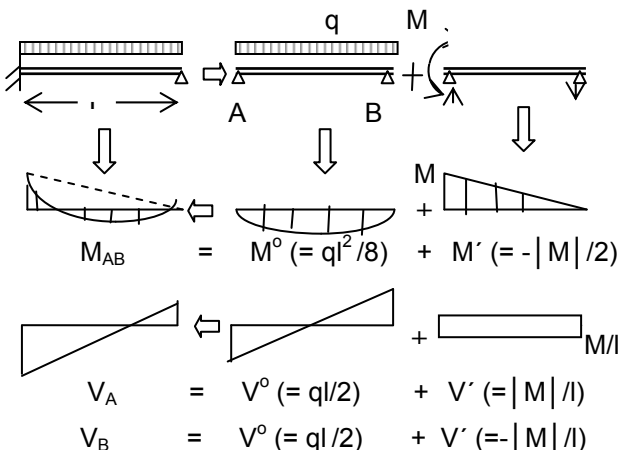
- τα μεγέθη του αντίστοιχου ισοστατικού φορέα M^o και V^o
- συν κάποια **συμπληρωματικά** (ή παρασιτικά) μεγέθη M' και V' που προκύπτουν επιλύοντας τον ισοστατικό φορέα με τις ροπές που αναπτύσσονται στις υπερστατικές στηρίξεις.

Όπως φαίνεται στο σχήμα, σ'έναν μονόπακτο φορέα για να προκύψει μηδενική στροφή του στη θέση της πάκτωσης (θέση υπερστατικής στήριξης) πρέπει να ασκηθεί αρνητική ροπή στη θέση αυτή για να προκαλέσει ίση και αντίθετη στροφή απ'αυτήν που προκαλεί το φορτίο στον ισοστατικό φορέα.



Λόγω των συμπληρωματικών στατικών μεγεθών προκύπτουν οι παρακάτω διαφοροποιήσεις σε σύγκριση με τους ισοστατικούς φορείς:

1. Μικρότερες ροπές στα ανοίγματα
2. Περισσότερες κρίσιμες διατομές σε κάμψη
3. Μεγαλύτερες τέμνουσες στη θέση των ισοστατικών στηρίξεων
4. Μικρότερες τέμνουσες στις θέσεις των ισοστατικών στηρίξεων



Σχ. 1.1 Στατικά μεγέθη υπερστατικού φορέα

1.2 Τα Πλεονεκτήματα των Παραπάνω Διαφοροποιήσεων

Μικρότερες ροπές στα ανοίγματα επιτρέπουν **μικρότερα ύψη** των φορέων.

Περισσότερες κρίσιμες διατομές επιτρέπουν **ανακατανομή** της έντασης του φορέα και **μεγαλύτερη φέρουσα ικανότητα**.

Παράδειγμα:

Στην περίπτωση μιας αμφίπακτης δοκού στην ελαστική περιοχή (για μικρή επιπόνηση) είναι:

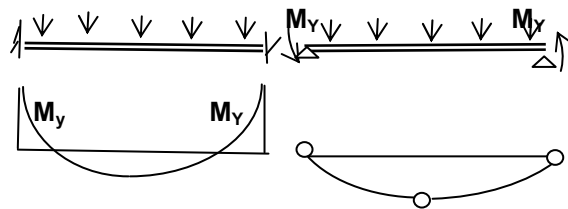
- $M = ql^2/12$ στις στηρίξεις
- $M = l^2/24$ στο μέσον του ανοίγματος

Όταν η ροπή στις ακραίες διατομές φθάσει την τιμή διαρροής M_y το φορτίο θα είναι:

$$\diamond q = 12 M_y/l^2 \quad (1)$$

Με περαιτέρω αύξηση της ροπής στις διατομές αυτές σχηματίζονται πλαστικές αρθρώσεις και ο φορέας συμπεριφέρεται, όπως φαίνεται στο Σχ. 2, ως αμφιέριστος επιπνούμενος στις αρθρωτές στηρίξεις του με ροπές ίσες με M_y .

Αν ο φορέας έχει ικανή πλαστιμότητα, θα μπορέσει να συνεχίσει να δέχεται φορτίο.



Σχ. 1.2 Δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων στις στηρίξεις αμφίπακτου φορέα

Με την αύξηση του φορτίου η ροπή στις πλαστικές αρθρώσεις παραμένει περίπου σταθερή, ενώ αυξάνεται η ροπή στο μέσον του ανοίγματος του έως ότου σχηματιστεί και εκεί πλαστική άρθρωση, οπότε ο φορέας καθίσταται μηχανισμός και δεν μπορεί ν'αντέξει άλλο φορτίο.

Στην οριακή αυτή κατάσταση από την ισορροπία του φορέα προκύπτει:

$$2M_y = q_u \cdot l^2/8 \quad (2)$$

Από τη σχέση (2) προκύπτει:

$$\diamond q_u = 16 M_y/l^2 \quad (3)$$

Συγκρίνοντας τις τιμές στη σχέση (1) και (3) προκύπτει:

$$\ast \quad q_u / q = 16/12 = 1.33 \quad (4)$$

Από τη σχέση (4) προκύπτει ότι:

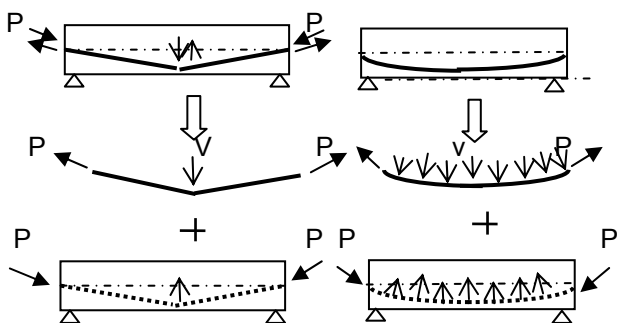
- ❖ **Χάρης στην δυνατότητα ανακατανομής της έντασης** που επιτρέπει η πλαστιμότητα του φορέα, η **φέρουσα ικανότητα του φορέα αυξάνεται κατά 33%**.

1.3 Τα Μειονεκτήματα της Προέντασης των Υπερστατικών Φορέων

1.3.1 Η Μειωμένη Απόδοση της Προέντασης

Όπως φαίνεται στο Σχ. 3 και αιτιολογείται στο κεφ. Β1, ο ενιαίος προεντεταμένος φορέας ισοδυναμεί με:

- τον **εφελκούμενο** φορέα του **τένοντα** στον οποίο στα σημεία καμπής της χάραξης ασκούνται (από το σκυρόδεμα) **δυνάμεις άντυνας** και
- τον **θλιβόμενο φορέα σκυροδέματος** στον οποίο στα σημεία καμπής της χάραξης ασκούνται (από τον τένοντα) **αντιφορτία** (ίσα και αντίθετα από τις δυνάμεις άντυνας).



Σχ. 1.3 Φορτία σε προεντεταμένο φορέα

Η τιμή των αντιφορτίων, όπως σχολιάζεται στο κεφ. Δ2.3, και φαίνεται στο Σχ. 4, είναι ανάλογη της P και της γωνίας 2α των εφαπτόμενων στο σημείο καμπής ή στα άκρα του καμπύλου τμήματος της χάραξης.

Επιλύοντας τον φορέα με τα αντιφορτία προκύπτει αντιροπή και αντιτέμνουσα.

Συγκρίνοντας έναν ισοστατικό και έναν υπερστατικό φορέα με ίδιες διαστάσεις και **ίδια τιμή**

των αντιφορτίων v , δηλαδή με ίδια χάραξη τένοντα και ίδια τιμή της P προκύπτει, όπως σχολιάστηκε στο κεφ. 1, ότι:

- ❖ Η **τιμή της αντιροπής είναι μικρότερη στον υπερστατικό φορέα.**
- ❖ Η **τιμή της αντιτέμνουσας είναι μικρότερη στην ισοστατική στήριξη του υπερστατικού φορέα.**

Λόγω της μικρότερης τιμής της αντιροπής M_P και της αντιτέμνουσας V_P στον υπερστατικό φορέα απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη προέντασης P απ' ό,τι στον αντίστοιχο ισοστατικό φορέα με ίδια δρώσα ροπή M_S και τέμνουσα V_S .

1.3.2 Διαφορές στη Μορφή του Διαγράμματος των Αντιροπών και την Τιμή των Τελικών Αντιδράσεων του Φορέα

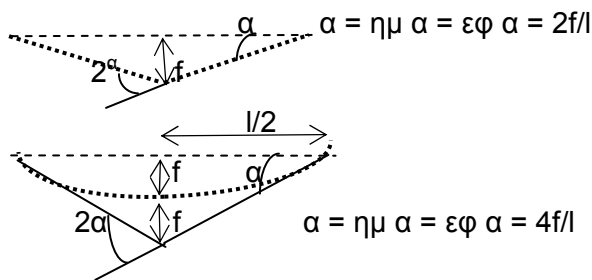
Στους ισοστατικούς φορείς, όπως εντοπίστηκε στο κεφ. Δ3.2 και φαίνεται στο Σχ. 5(α), από την επίλυσή τους με τα αντιφορτία προκύπτουν τα παρακάτω:

- Η τιμή της αντιροπής είναι ίση με $M_P = P \cdot y_P$
- Η συνισταμένη των αντιφορτίων και των δυνάμεων P_Y στις ακραίες θέσεις είναι μηδενική.

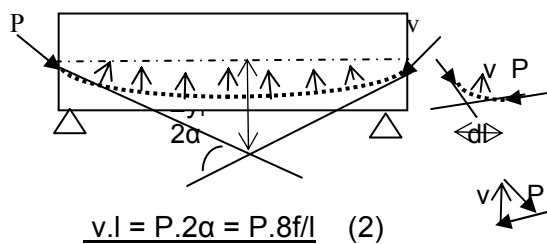
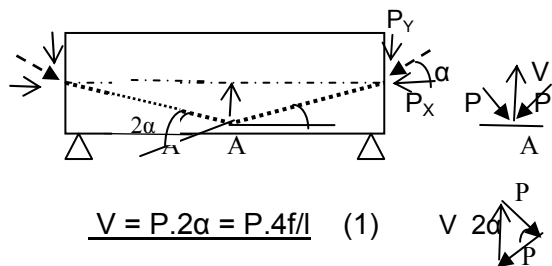
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι στους φορείς αυτούς:

- ❖ Το διάγραμμα των αντιροπών M_P έχει τη μορφή του διαγράμματος των y_P . (θεωρώντας αμελητέες τις μειώσεις της προέντασης). Δηλαδή είναι το διάγραμμα της χάραξης με άξονα αναφοράς τον κ.β. άξονα του φορέα.
 - ❖ Η χάραξη των τενόντων (δηλ. η τιμή των y_P) πρέπει να ακολουθεί τη μορφή του διαγράμματος των ροπών M_S
 - ❖ Η δράση της προέντασης δεν μεταβάλλει τις αντιδράσεις του φορέα λόγω των φορτίων του (αυτεντατική κατάσταση).
- Όπως φαίνεται δε από την τιμή του αντιφορτίου στο Σχ. 4:
- ❖ **Παραβολική χάραξη** είναι προτιμότερη της τεθλασμένης γιατί δίνει 2πλάσιο ολικό αντιφορτίο (λόγω της 2πλάσιας γωνίας εκτροπής της δύναμης προέντασης).

ο **Συνολική γωνία εκτροπής της P**



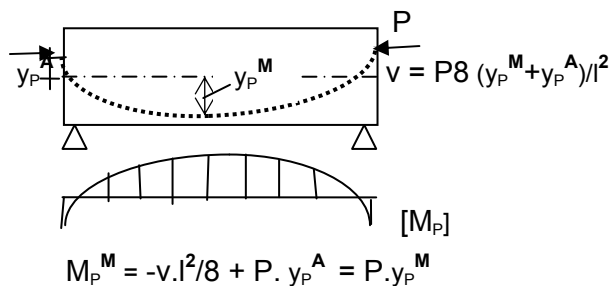
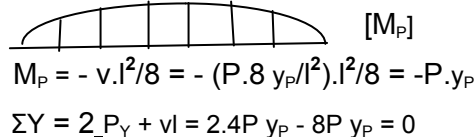
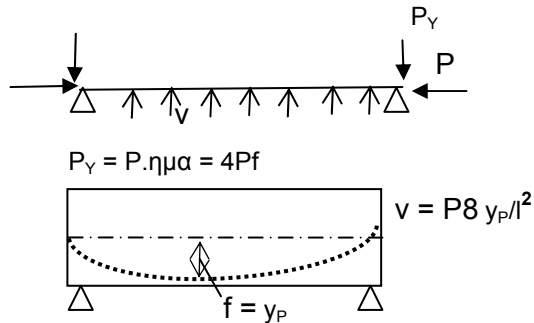
ο **Τιμή Αντιφορτίων (βλ. κεφ. Δ3.2)**



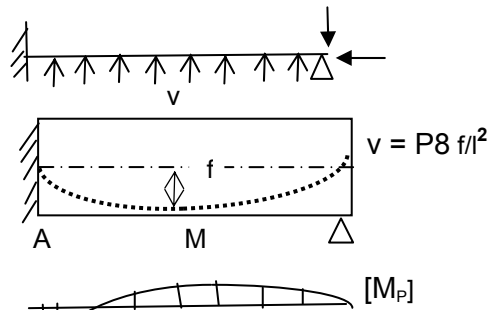
Σχ. 1.4 Γωνία εκτροπής δύναμης P και τιμή αντιφορτίου για τεθλασμένη και παραβολική χάραξη

Στους υπερστατικούς φορείς, όπως φαίνεται από τη μορφή του διαγράμματος των ροπών M_p στο Σχ. 5(β), δεν ισχύουν τα παραπάνω.

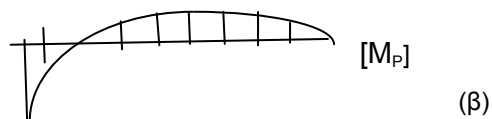
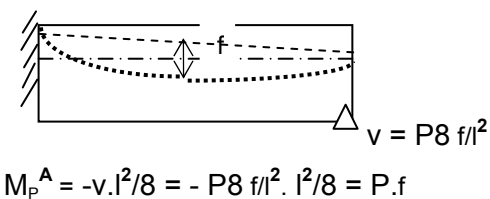
Η χάραξη είναι καλό να ακολουθεί τη μορφή του διαγράμματος των ροπών στις θέσεις των στηρίξεων για να προκύπτει μεγαλύτερη τιμή του αντιφορτίου στο άνοιγμα (μεγαλύτερη τιμή του f).



(α)



$M_p^M = -v.l^2/8 + M_p^A/2 =$



(β)

Σχ. 1.5 Αντιρροπές για (α) ισοστατικούς και (β) υπερστατικούς φορείς