



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Παράλληλη στην ακτή
ιζηματομεταφορά

*Αντώνης Βελεγράκης
Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας*



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΘΑΛΑΣΣΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑ 9
Παράλληλη στην ακτή ιζηματομεταφορά

Α.Φ. Βελεγράκης

9 Παράλληλη στην ακτή ιζηματομεταφορά

9.1 Μεταφορά ιζημάτων παράλληλα προς την ακτή

9.2 Η ποσοτικοποίηση της ιζηματομεταφοράς

9.2.1 Η καθαρή και συνολική ιζηματομεταφορά

9.2.2 Μέθοδοι μέτρησης

9.3 Ο υπολογισμός της ιζηματομεταφοράς

9.3.1 Η έκφραση της κυματικής ενέργειας (wave power)

9.3.2 Η έκφραση του R.A. Bagnold

9.4. Οι τρόποι (modes) της ιζηματομεταφοράς

9.1 Μεταφορά ιζημάτων παράλληλα προς την ακτή

Η ιζηματομεταφορά (στερεοπαροχή) παράλληλα προς την ακτή (longshore littoral drift) είναι μια από τις πλέον σημαντικές διεργασίες στην παράκτια ζώνη

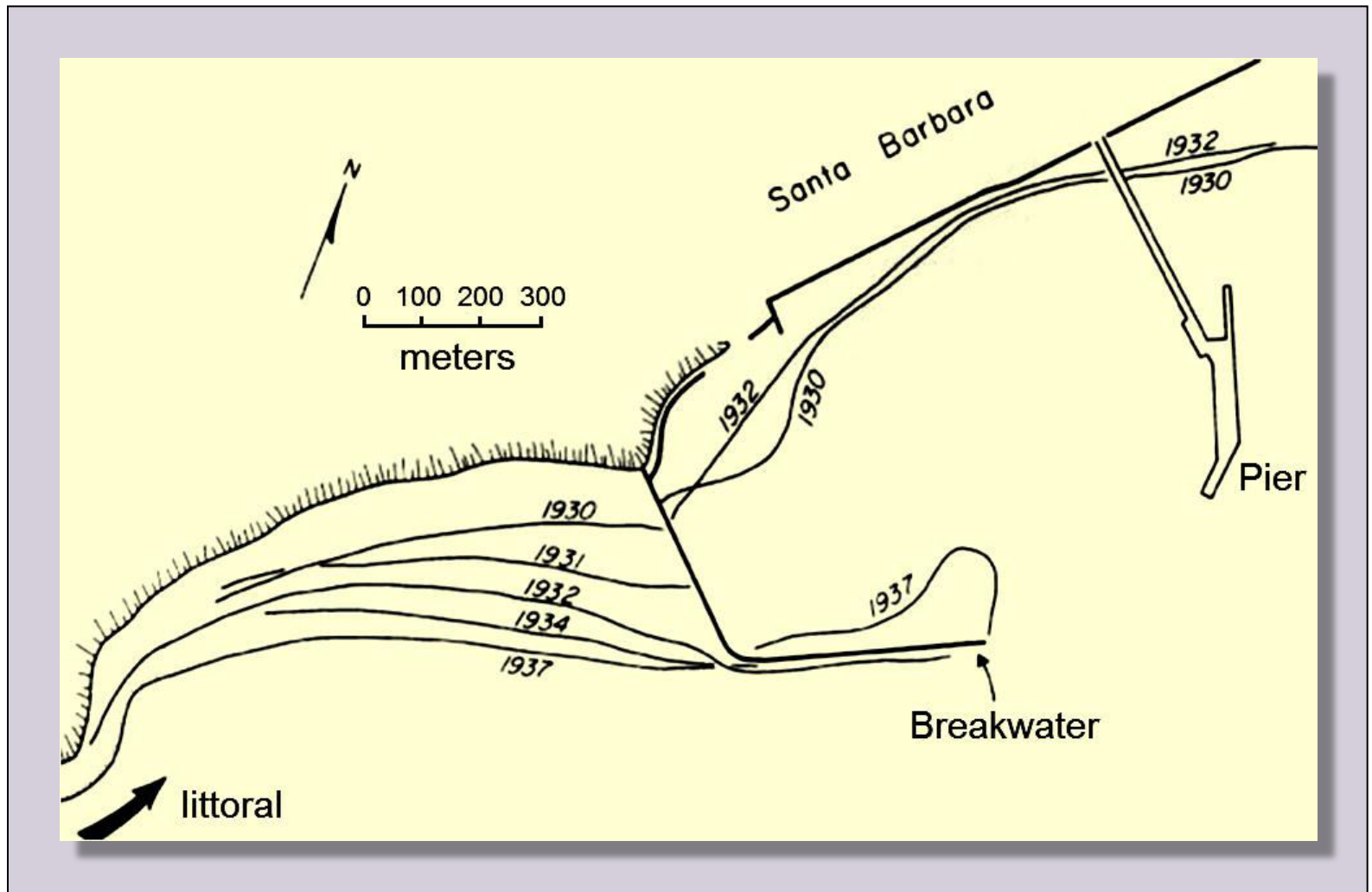
Η μεταφορά οφείλεται στην δράση των κυμάτων τα οποία

- (α) αναδεύουν / επαναιωρούν τα παράκτια ιζήματα, τα οποία κατόπιν παραλαμβάνονται από τα ρεύματα παράλληλα στην ακτή (στην ζώνη του σέρφ) και μεταφέρονται κατάντη (surf zone littoral drift)
- (β) δημιουργούν μεταφορά στην ζώνη διαβροχής λόγω της χαρακτηριστικής «ζιγκ-ζαγκ» μεταφοράς των ιζηματογενών κόκκων, μεταφέροντας τους επίσης προς τα κατάντη (swash zone littoral drift).

Η διεργασία αυτή μπορεί να μεταφέρει εκατομμύρια τόνους άμμου τον χρόνο



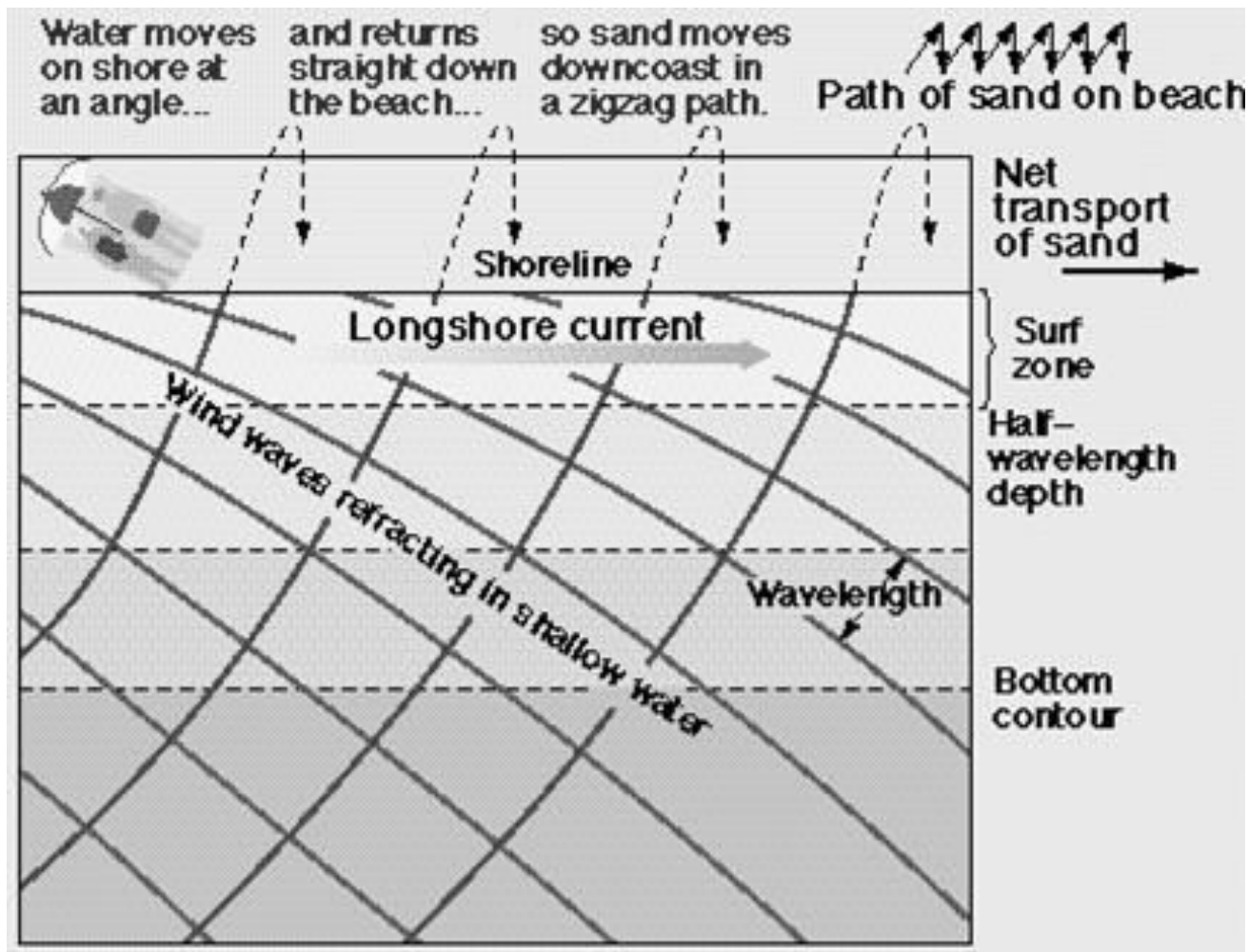
Σχήμα 9.1. Απόθεση λόγω μεταφοράς παράλληλα προς την ακτή.
(Τροποποιημένο από SEPМ, 1996).



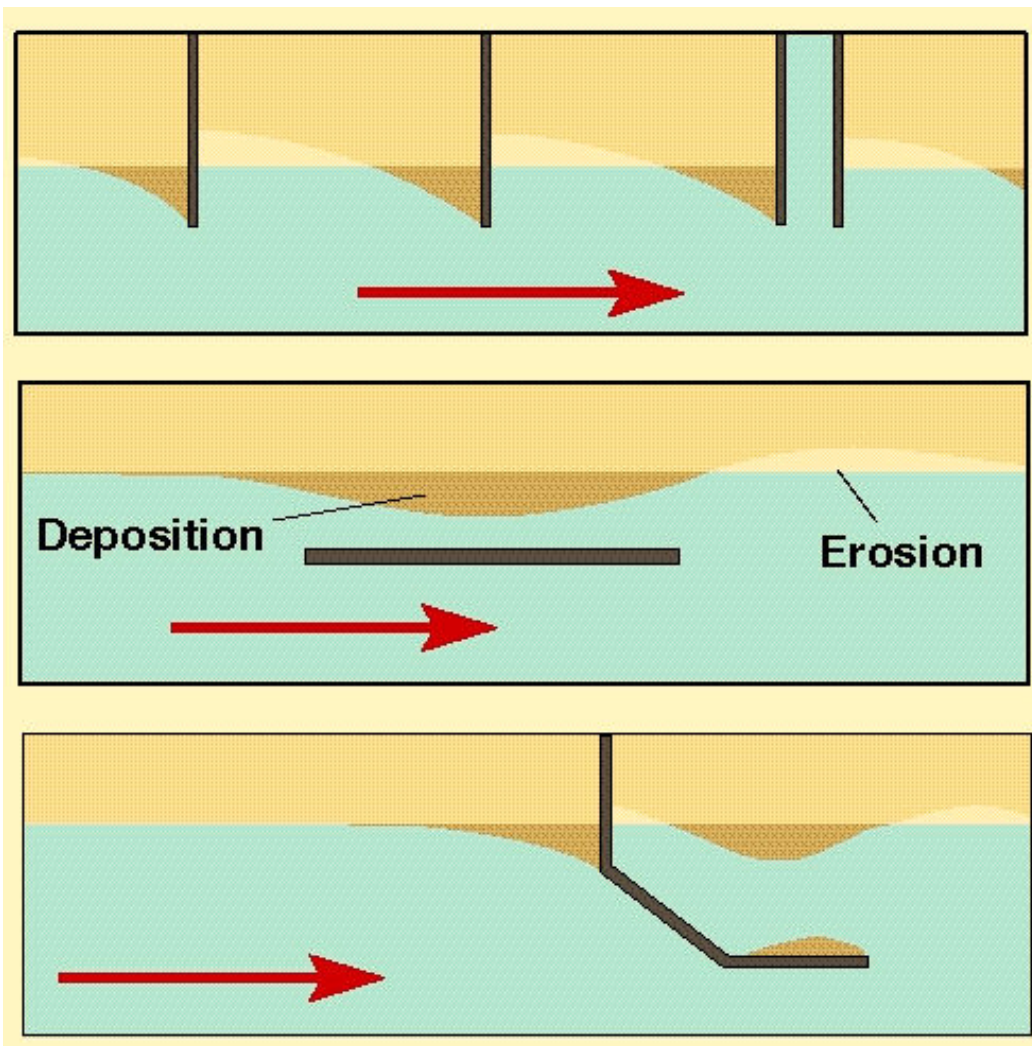
Σχήμα 9.2 Απόθεση λόγω μεταφοράς παράλληλα προς την ακτή.
Βασισμένο στον Komar, 1998



Σχήμα 9.3 Marin Headlands, California. Θραύση μεγάλου κύματος. Το προσπίπτον jet του νερού είναι πολύ αποτελεσματικό στη ανάδευση των ιζημάτων. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 9.4 Τα ρεύματα παράλληλα στην ακτή και μεταφορά στην ζώνη διαβροχής. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 9.5 Το αποτέλεσμα των προβολών στην παγίδευση της ιζηματομεταφοράς παράλληλα προς την ακτή (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 9.6 N. Carolina coast. Το αποτέλεσμα των προβολών στην παγίδευση της ιζηματομεταφοράς παράλληλα προς την ακτή (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 9.7 N. Carolina coast. Το αποτέλεσμα των προβολών στην παγίδευση της ιζηματομεταφοράς παράλληλα προς την ακτή (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 9.8 Α. ακτή της Β. New Zealand. Αποτέλεσμα την ιζηματομεταφοράς παράλληλα στη ακτή στην εκβολή του μικρού ποταμού. Προσέξτε επίσης τα ανυψωμένα τμήματα της ακτής (uplifted marine terrace (Pleistocene-Recent)) λόγω τεκτονικής ανύψωσης. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



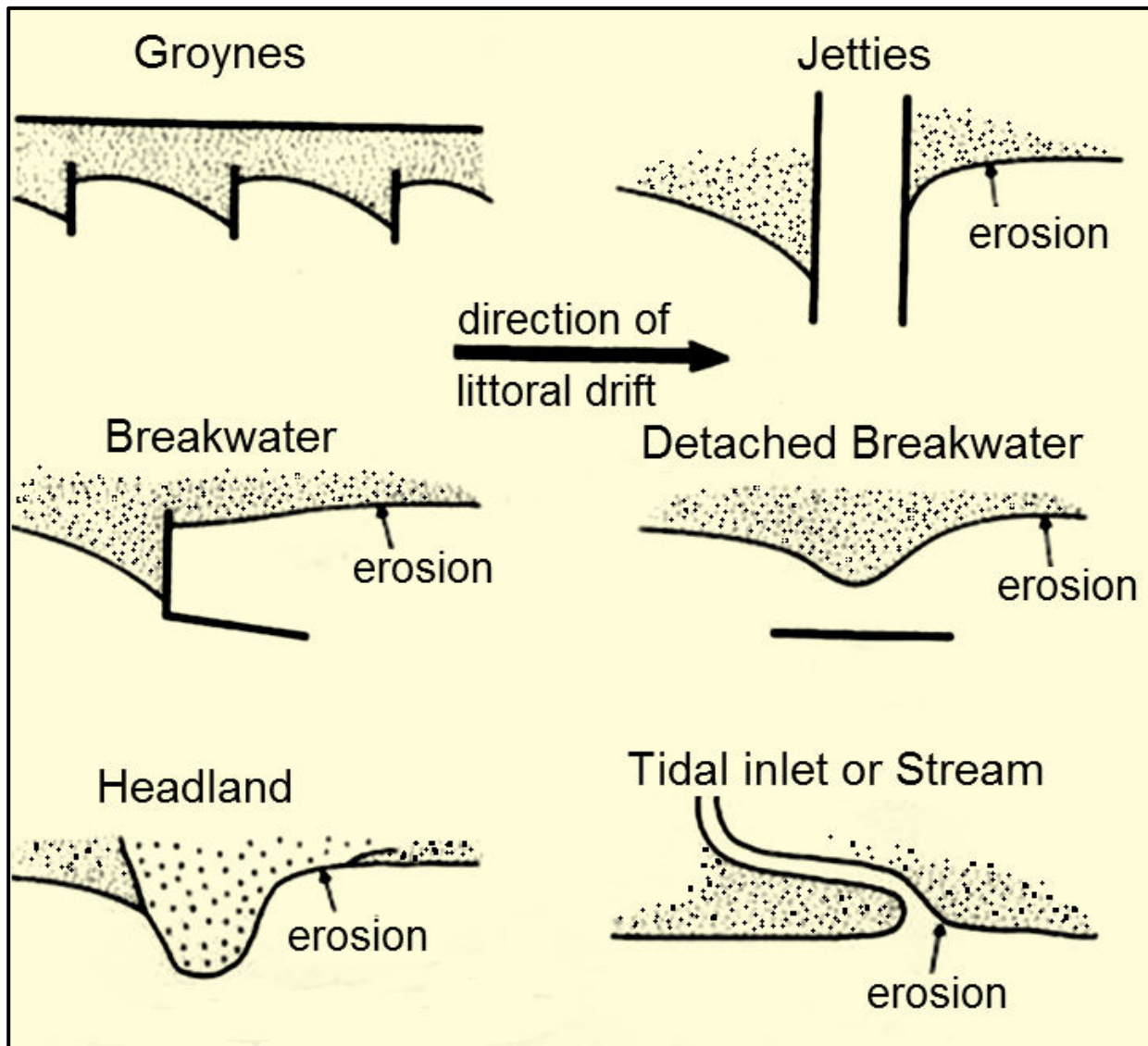
Σχήμα 9.9 Cape May, New Jersey, U.S.A. Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από μεγάλη ιζηματομεταφοράς παράλληλα στην ακτή. Προσέξτε την οπισθοχώρηση της ακτής (1000 m) μετά από το τελευταίο πρόβολο (groin-groyne). (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 9.10 Sea Bright, New Jersey, US. Αποτέλεσμα ιζηματομεταφοράς παράλληλα στην ακτή (Τροποποιημένο από SEPМ, 1996).



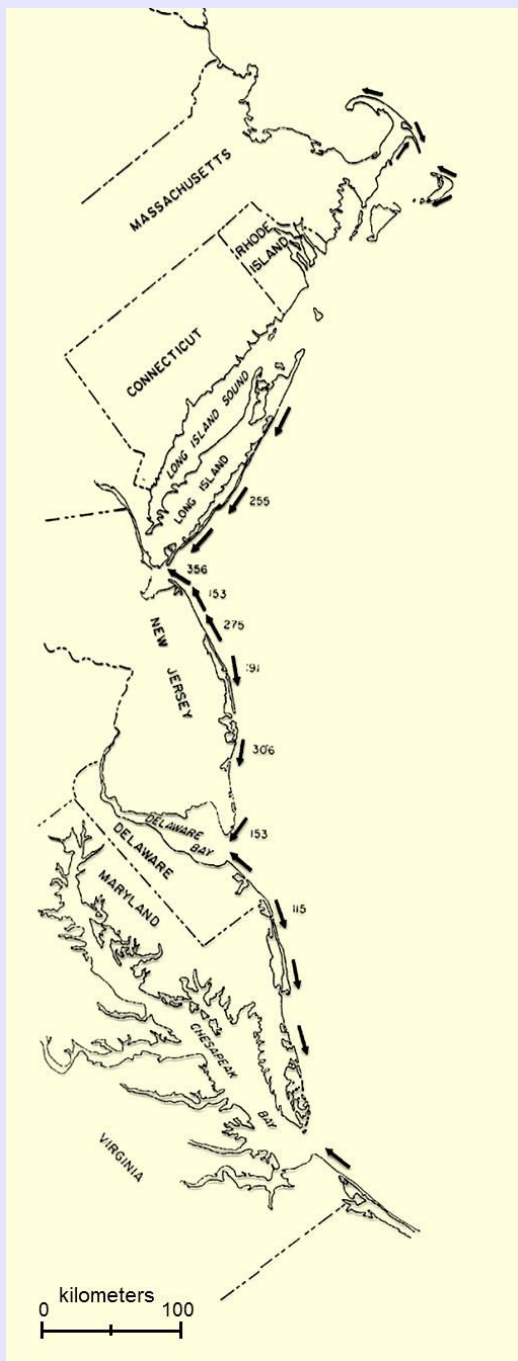
Σχήμα 9.11 Redington Shores, Florida, USA. Ο κυματοθραύστης κτίσθηκε το 1988 και έχει παγιδεύσει αρκετή άμμο με αποτέλεσμα να δημιουργεί διάβρωση στα κατάντη (downdrift). (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 9.12 Επιπτώσεις τεχνητών και φυσικών προβόλων στη ακτή. Βασισμένο στον Komar, 1998

Location	Transport Rate (m ³ /yr)	Predominant Direction	Years of Record
<i>U.S. Atlantic Coast</i>			
Suffolk Co., N.Y.	255,000	W	1946-1955
Sandy Hook, N.J.	377,000	N	1885-1933
Sandy Hook, N.J.	334,000	N	1933-1951
Asbury Park, N.J.	153,000	N	1922-1925
Shark River, N.J.	255,000	N	1947-1953
Manasquan, N.J.	275,000	N	1930-1931
Barneget Inlet, N.J.	191,000	S	1939-1941
Absecon Inlet, N.J.	306,000	S	1935-1946
Ocean City, N.J.	306,000	S	1935-1946
Cold Springs Inlet, N.J.	153,000	S	—
Ocean City, Md.	115,000	S	1934-1936
Atlantic Beach, N.J.	22,600	E	1850-1908
Hillsboro Inlet, Fla.	57,000	S	—
Palm Beach, Fla.	115,000- 172,000	S	1925-1930
<i>Gulf of Mexico</i>			
Pinellas Co., Fla.	38,000	S	1922-1950
Perdido Pass, Ala.	153,000	W	1934-1953
Galveston, Texas	334,700	E	1919-1934
<i>U.S. Pacific Coast</i>			
Santa Barbara, Calif.	214,000	E	1932-1951
Oxnard Plain Shore, Calif.	756,000	S	1938-1948
Port Hueneme, Calif.	382,000	S	1938-1948
Santa Monica, Calif.	207,000	S	1936-1940
El Segundo, Calif.	124,000	S	1936-1940
Redondo Beach, Calif.	23,000	S	—
Anaheim Bay, Calif.	115,000	E	1937-1948
Camp Pendleton, Calif.	76,000	S	1950-1952
<i>Great Lakes</i>			
Milwaukee Co., Wis.	6,000	S	1894-1912
Racine Co., Wis.	31,000	S	1912-1949
Kenosha, Wis.	11,000	S	1872-1909
Ill. State line to Waukegan	69,000	S	—
Waukegan to Evanston, Ill.	44,000	S	—
South of Evanston, Ill.	31,000	S	—
<i>Outside of the U.S.</i>			
Monrovia, Liberia	383,000	N	1946-1954
Port Said, Egypt	696,000	E	—
Port Elizabeth, South Africa	459,000	N	—
Durban, South Africa	293,000	N	1897-1904
Madra, India	566,000	N	1886-1949
Mucuripe, Brazil	327,000	N	1946-1950

Σχήμα 9.13 Εκτιμηθείσα μεταφορά παράλληλα προς την ακτή. Από Komar, 1998



Σχήμα 9.14 Μεταφορά παράλληλα προς την ακτή στην Ανατ. Ακτή των ΗΠΑ. Βασισμένο στον Komar, 1998

9.2.1 Η καθαρή και συνολική ιζηματομεταφορά παράλληλα στην παραλία

Μην ξεχνάτε ότι αν και η ιζηματομεταφορά συμβαίνει «συνεχώς».

Έχει επίσης και πρόσημο, δηλ. μπορεί να συμβαίνει και προς τις δυο διευθύνσεις παράλληλα προς την ακτή.

Έτσι κάθε είδος ακτής χαρακτηρίζεται από

(α) συνολική μεταφορά (gross)

(β) και καθαρή (net), δηλ. το αλγεβρικό άθροισμα των δυο μεταφορών

9.2.2 Μέθοδοι μέτρησης

Με δείκτες ιζηματομεταφοράς (tracers) όπως

(α) Ραδιοϊσότοπα (Radioactive tracers) τώρα απαγορευμένα,

(β) φωσφορίζουσα άμμο (fluorescent sand tracers),

(γ) χαλίκια αλουμινίου (aluminium pebbles),

(δ) ηλεκτρονικά χαλίκια (electronic pebbles)

Με όργανα που μετρούν άμεσα την μεταφορά όπως όργανα που συνδυάζουν διάφορους σένσορες όπως

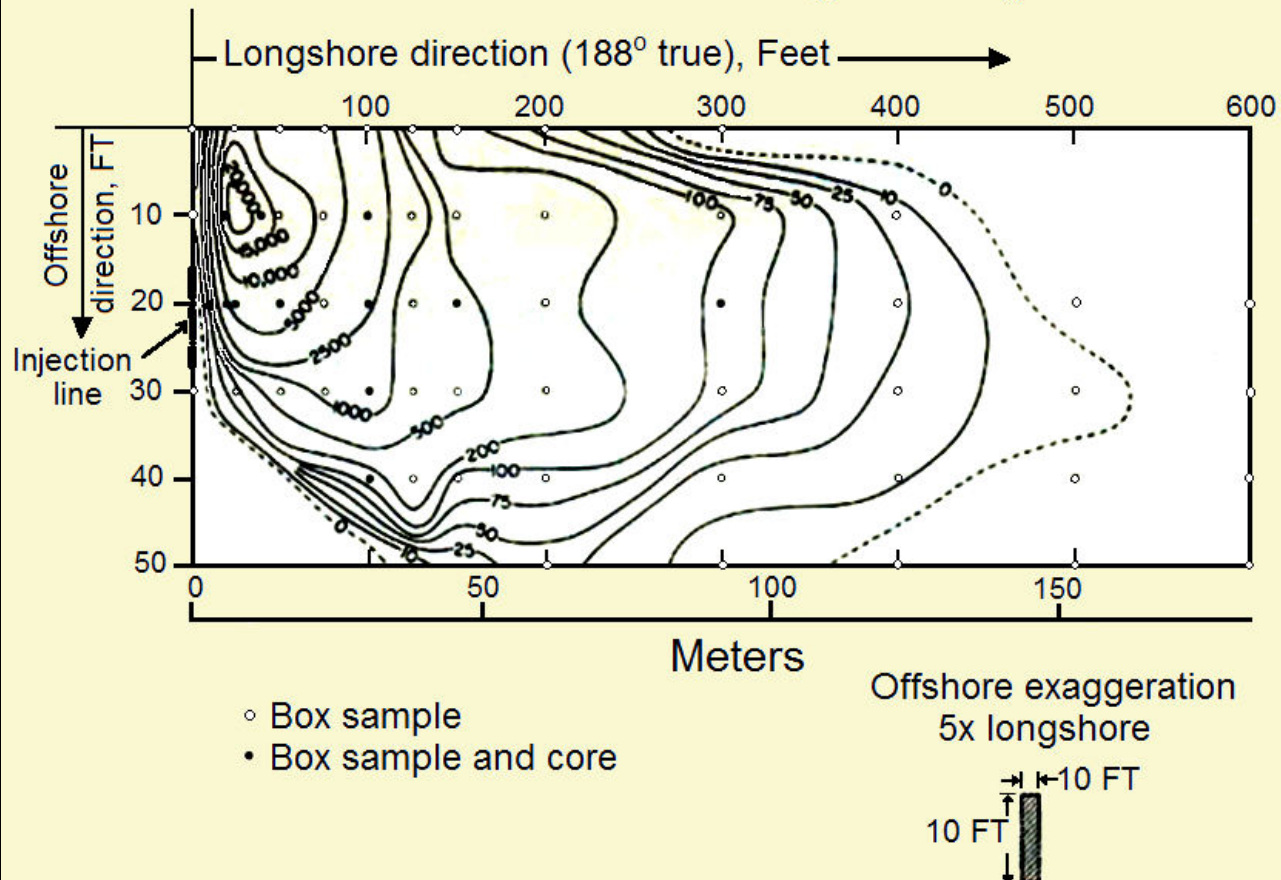
(α) ρευματογράφους,

(β) κυματογράφους,

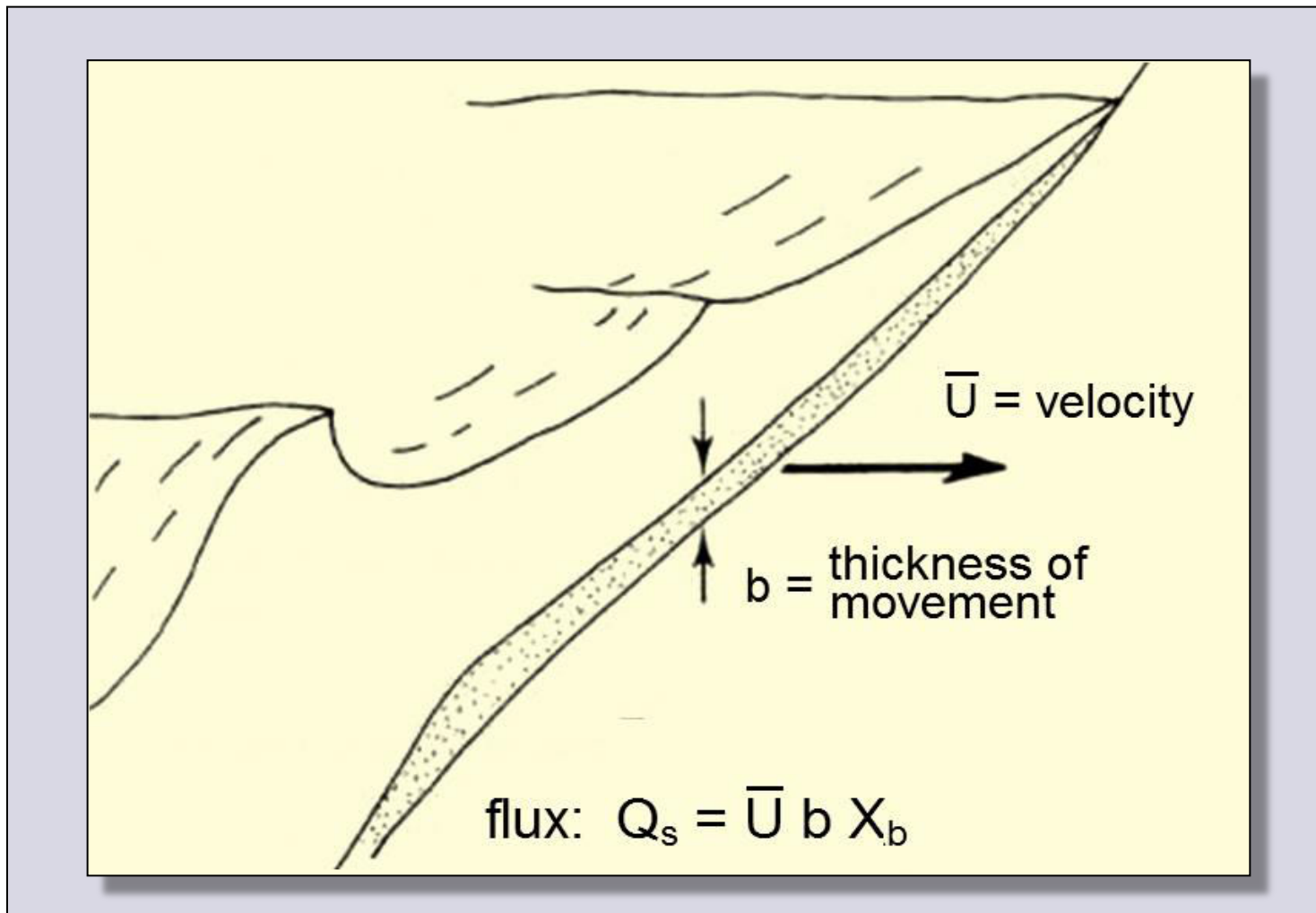
(γ) ιζηματοπαγίδες

(δ) όργανα που καταγράφουν ιζήματα σε αιώρηση

El Moreno, Baja California, Mexico
11 October 1966
Time 4.0 hours (low tide)
Concentrations in tracer grains/kilogram



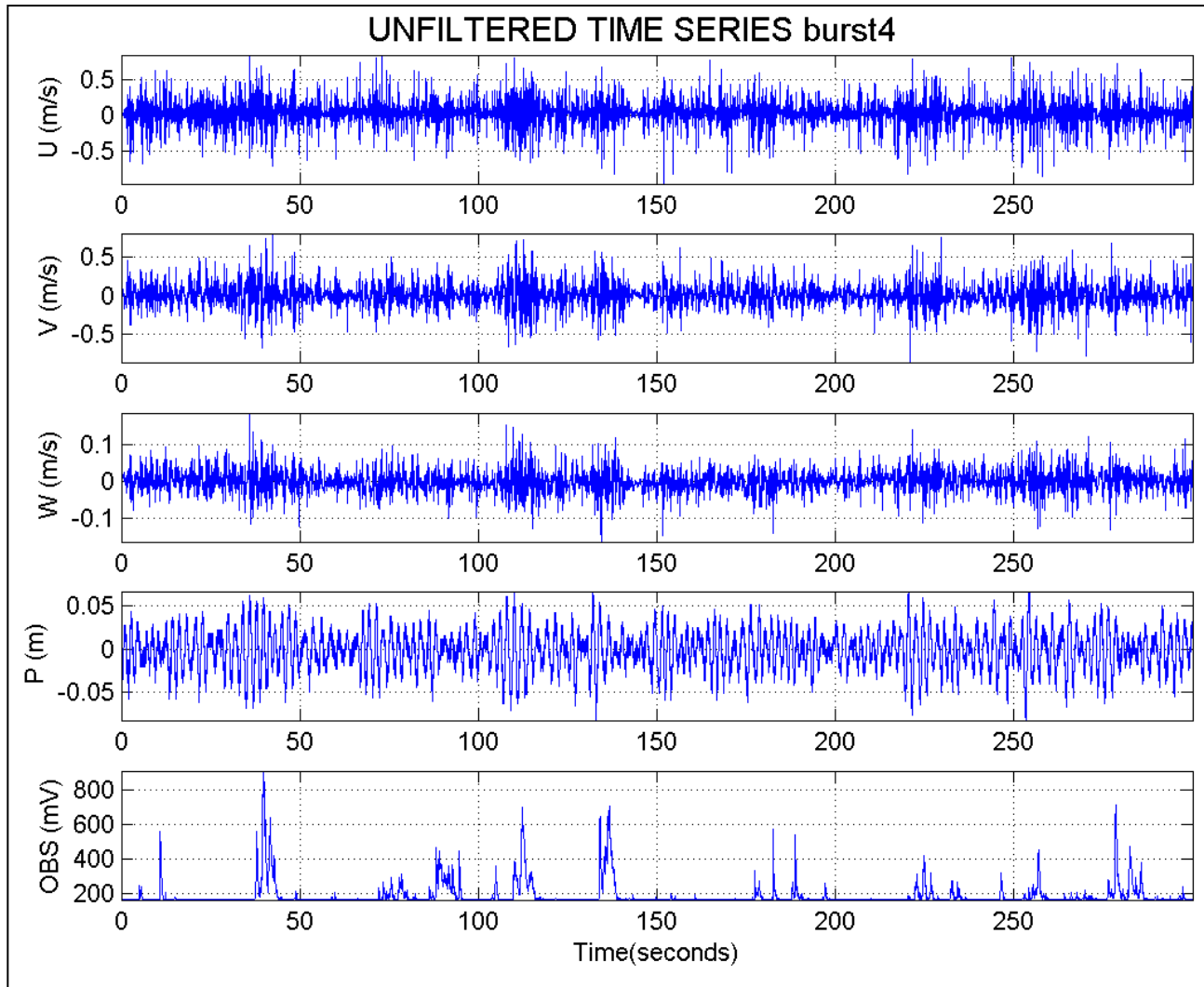
Σχήμα 9.15 Εκτίμηση μεταφοράς ιζημάτων με την βοήθεια tracers.
Βασισμένο στον Komar, 1998



Σχήμα 9.16 Εκτίμηση μεταφοράς ιζημάτων με την βοήθεια tracers. Ο όγκος του μεταφερόμενου ιζήματος είναι το γινόμενο της ταχύτητας μεταφοράς \bar{U} επί το πάχος του κινούμενου στρώματος b επί το μήκος του κινούμενου στρώματος κάθετα στην παραλία. X_b . Βασισμένο στον Komar, 1998



Σχήμα 9.17 Ολοκληρωμένα όργανα για παρατήρηση ιζηματομεταφοράς στην παράκτια ζώνη (α) VALEPORT 808 και (β) ADV και ADP.



Σχήμα 9.18 Υδροδυναμικές μετρήσεις και μετρήσεις επαναιώρησης

9.3.1 Η έκφραση της κυματικής ενέργειας (wave power)

Η ιζηματομεταφορά παράλληλα στην ακτή είναι ανάλογος του P_1 (ροή κυματικής ενέργειας παράλληλα προς την ακτή-longshore wave energy flux), η οποία δίδεται από:

$$P_1 = (ECn)_b \sin\alpha_b \cos\alpha_b$$

Όπου

E είναι η πυκνότητα της κυματικής ενέργειας ($E=1/8\rho gH_b^2$),

Cn είναι η ταχύτητα ομάδας (δηλ. η ταχύτητα με την οποία μεταφέρεται η ενέργεια η οποία στα βαθιά νερά είναι η μίση της ταχύτητας φάσης ($Cn = 1/2 C$) ενώ στα ρηχά νερά γίνεται ίση με την ταχύτητα φάσης ($Cn = C$),

α είναι η γωνία κυματικής πρόσπτωσης στο σημείο θραύσης

Η H ιζηματομεταφορά παράλληλα στην ακτή δίδεται από:

$$I_1 = KP_1 = K(ECn)_b \sin\alpha_b \cos\alpha_b \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = K (1/8 \rho gH_b^2) (\sqrt{2gH_b}) \sin\alpha_b \cos\alpha_b$$

Όπου

I_1 είναι το βυθισμένο βάρος του ιζήματος (immersed weight) και K είναι ο συντελεστής αναλογίας της ιζηματομεταφοράς παράλληλα στην ακτή.

Η τιμή του K είναι φυσικά πολύ σημαντική και πολλές έρευνες έχουν γίνει για την εκτίμησή του. Ο K εκτιμάται από δεδομένα πεδίου, και η πλέον συνηθισμένη τιμή του έχει βρεθεί να είναι 0.7 (Komar, 1998).

9.3.1 Η έκφραση της κυματικής ενέργειας (wave power) (συν.)

Το I_i (βυθισμένο βάρος του ιζήματος (immersed weight) είναι μια παράμετρος που χρησιμοποιείται ευρύτατα στις μελέτες δυναμικής ιζηματολογίας / παράκτιας γεωλογίας.

Η σχέση του με το όγκο της παράλληλης προς την ακτή ιζηματομεταφοράς Q_i (μετρούμενο σε κυβικά μέτρα την ημέρα (m^3/day)) δίνεται από:

$$I_i = (\rho_s - \rho) g \alpha' Q_i$$

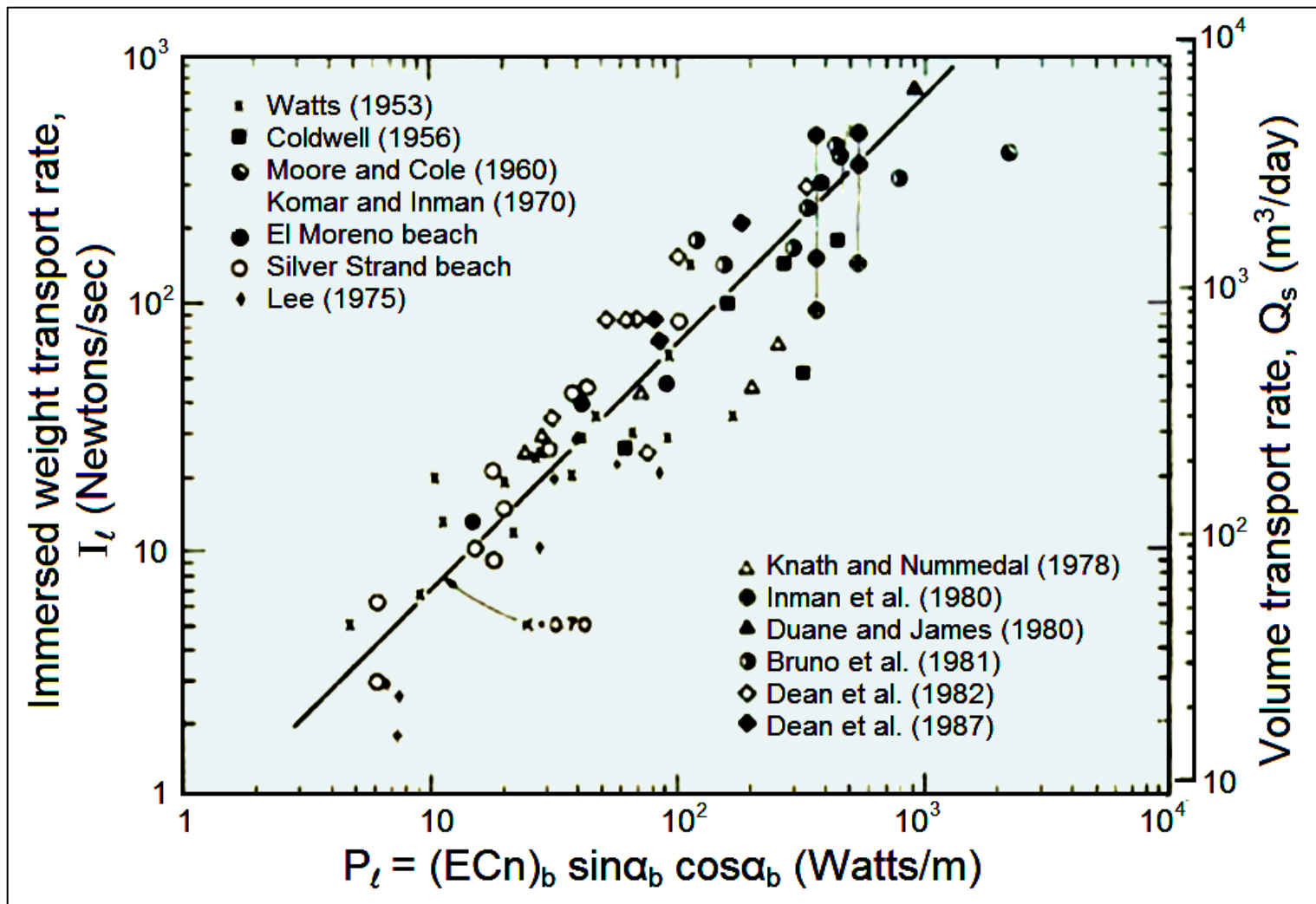
Όπου

ρ_s είναι η πυκνότητα του ιζηματογενούς υλικού (2650 kg/m^3 για την χαλαζιακή άμμο (quartz sand)),

ρ είναι η πυκνότητα του θαλάσσιου νερού ($\rho \approx 1020 \text{ kg/m}^3$ –προσοχή όμως γιατί αυτή εξαρτάται από τη θερμοκρασία και αλατότητα),

g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας (9.81 m/s^2) και

α' είναι ο συντελεστής πορώδους του υλικού, έτσι ώστε $\alpha' Q_i$ να είναι ο όγκος της καθαρής άμμου.



Σχήμα 9.19 Σχέση μεταξύ P_l και I_l από δεδομένα πεδίου που επιτρέπουν την εκτίμηση του κ . Βασισμένο στον Komar, 1998

Σημαντική παρατήρηση

Στις εφαρμογές της παράκτιας γεωλογίας/ δυναμικής ιζημάτων θα πρέπει να δίνετε εξαιρετική σημασία στις μονάδες των παραμέτρων.

Αυτό δεν έχει σημασία μόνον για τον σωστό υπολογισμό των μεγεθών· είναι επίσης απαραίτητη προϋπόθεση στην διαστατική ανάλυση (dimensional analysis) η οποία χρησιμοποιείται κατά κόρον στην εξαγωγή των εκφράσεων.

9.3.2 Η έκφραση του Bagnold

Η έκφραση αυτή του Brigadier R.A. Bagnold έχει πιο σίγουρο πάτημα στις πραγματικές διεργασίες.

Η μεταφορά των ιζημάτων κοντά στην ακτή δεν μπορεί παρά να οφείλεται τόσο στα κύματα όσο και στα ρεύματα, δηλ. τα κύματα επαναιωρούν τα ιζήματα και το ρεύμα τα μεταφέρει.

Έτσι το 1963 προτάθηκε η ακόλουθη έκφραση για την μεταφορά παράλληλα στην ακτή (Inman and Bagnold, 1963. *The Sea*, M.N. Hill (Ed.) 6, 529-553):

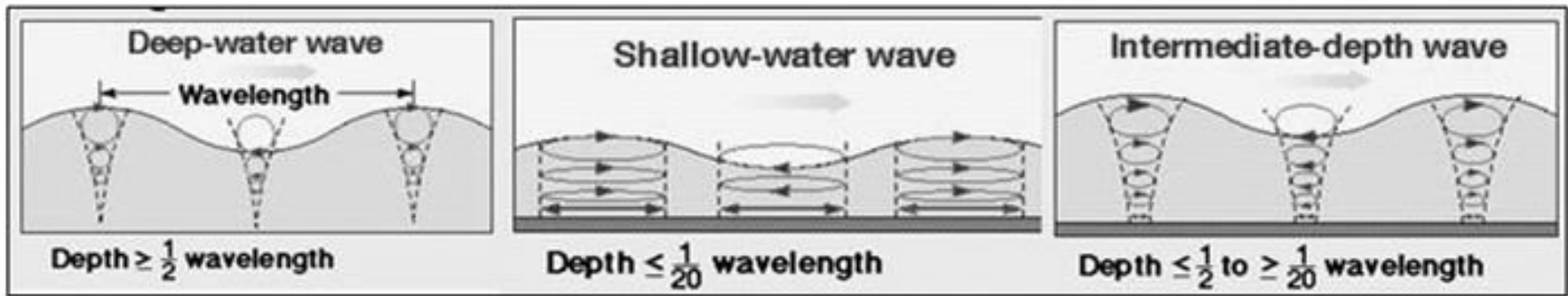
$$I_l = K'(ECn)_b V_l/u_m$$

Όπου I_l είναι το βυθισμένο βάρος του ιζήματος (immersed weight),

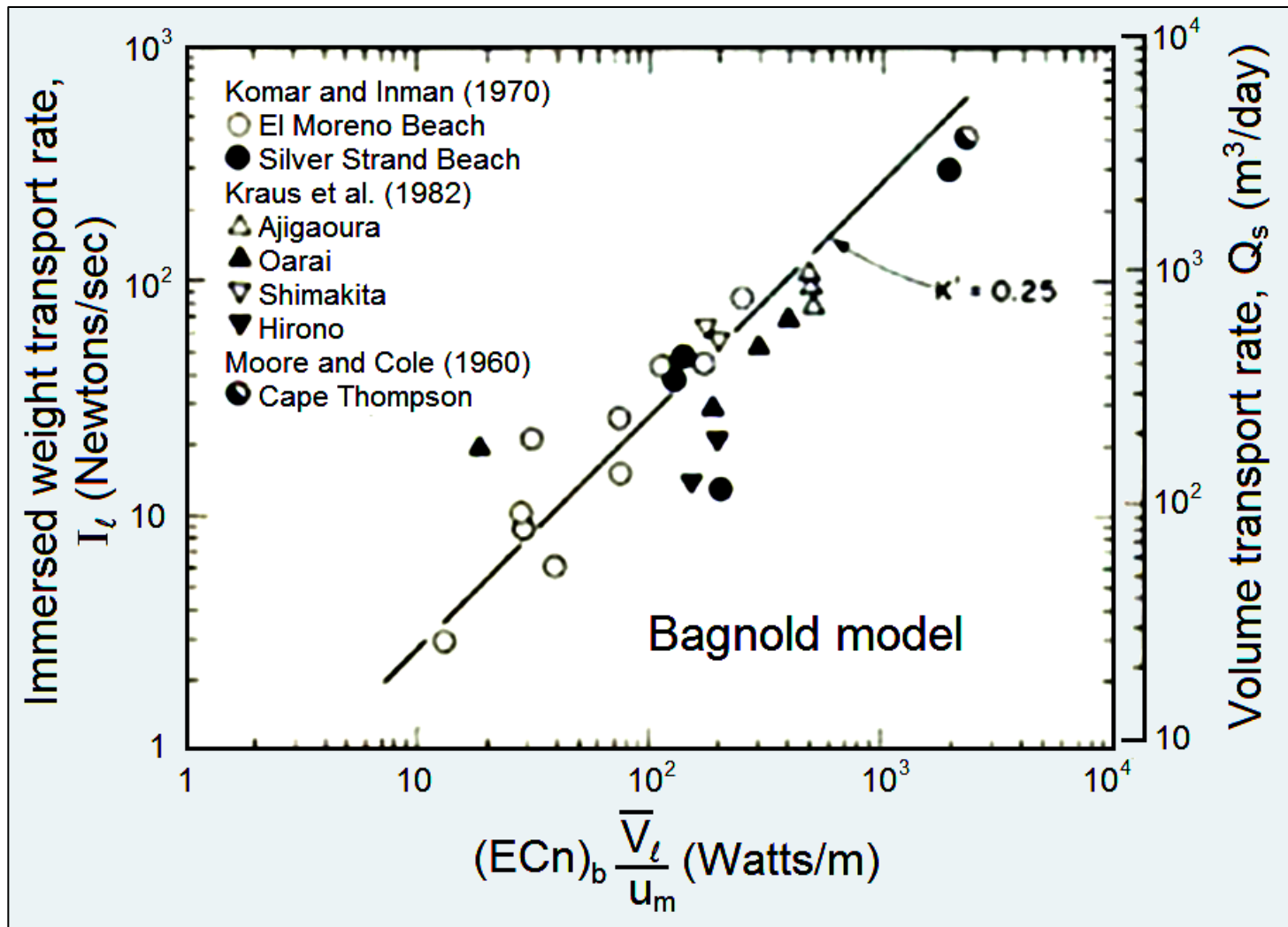
V_l είναι η ταχύτητα των ρευμάτων παράλληλα στην ακτή (στο μέσον της ζώνης του σερφ),

u_m είναι η μέγιστη οριζόντια τροχιακή ταχύτητα των κυμάτων στην ζώνη θραύσης ($u_m = \pi H / T \sinh(kh)$) και

K' είναι αδιάστατος συντελεστής που βρίσκεται από μετρήσεις (αλλά προσεγγίζεται με 0.25 (βλ. Kraus et al., 1982, Proc. 18th Coastal Engineering Conference, ASCE, 969-988)).



Σχήμα 9.20. Προοδευτικά κύματα σε (a) Βαθιά νερά (b) αβαθή νερά (c) ενδιάμεσα νερά. Προσέξτε ότι η τροχιακή κίνηση αλλάζει σημαντικά ανάλογα με το βάθος και την σχέση βάρους μήκους κύματος (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 9.21 Σχέση μεταξύ του δεύτερου όρου της σχέσης του Bagnold και του I_l από δεδομένα πεδίου που επιτρέπουν την εκτίμηση του κ' . Βασισμένο στον Komar, 1998

9.3.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την ιζηματομεταφορά

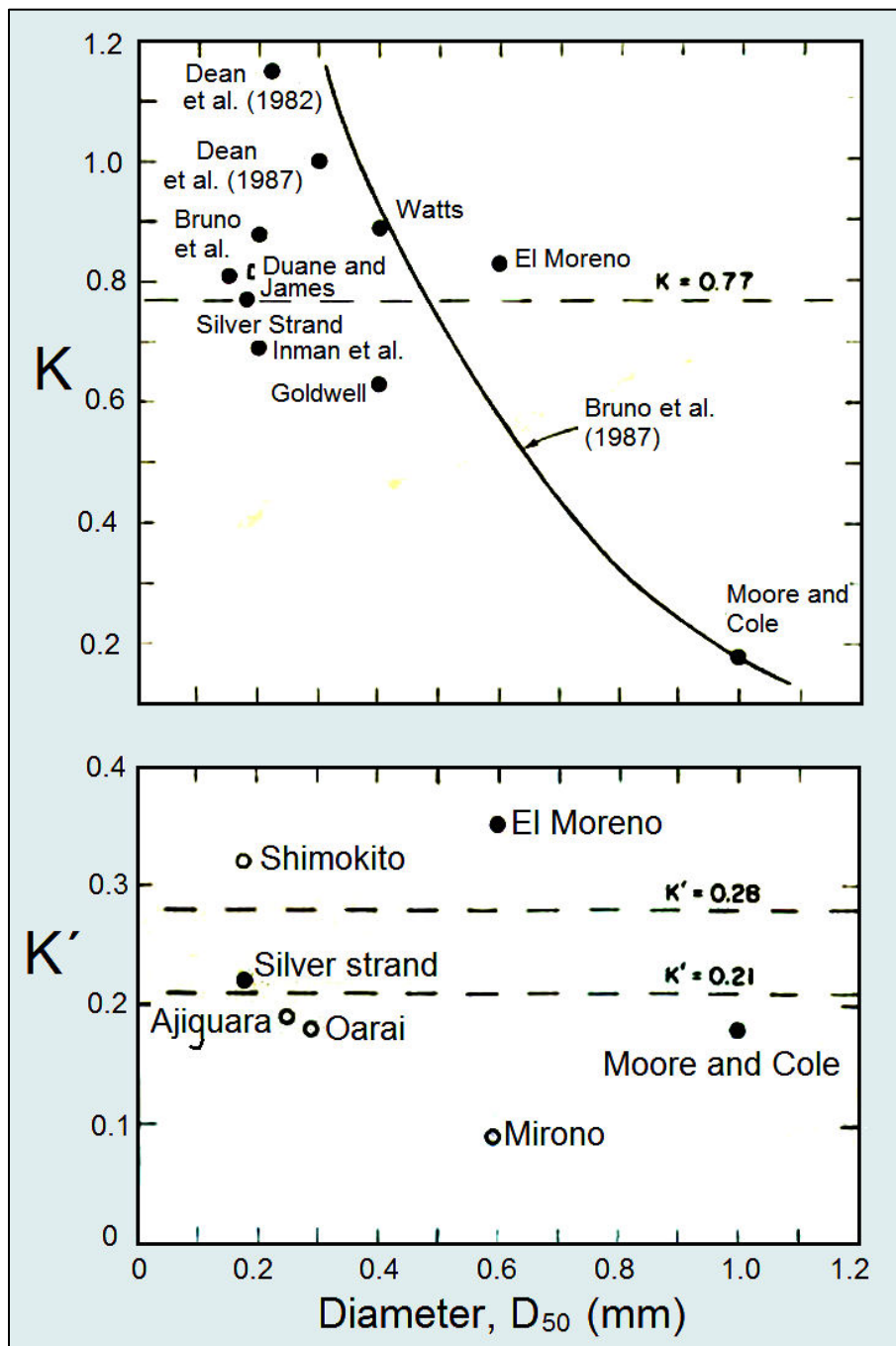
Η μελέτη και των δυο εκφράσεων (βλ. 9.3.1 και 9.3.2) δείχνει ότι στον δεξιό τους μέρος όλοι οι όροι συνδέονται με τη υδροδυναμική με την μοναδική εξαίρεση τους συντελεστές K και K' .

Αφού οι εκφράσεις αναφέρονται στην μεταφορά ιζημάτων (η οποία πρέπει να ελέγχεται από το μέγεθος των ιζημάτων) οι συντελεστές πρέπει και αυτοί να ελέγχονται από την κοκκομετρική σύσταση.

Πράγματι, πολλές μελέτες έχουν δείξει (Komar, 1998) ότι τόσο ο K όσο και ο K' εξαρτώνται από το μέγεθος των μεταφερομένων ιζημάτων D (π.χ. από το D_{50} , το μεσαίο μέγεθος (median size) των ιζημάτων) με τις τιμές των συντελεστών να μειώνονται πολύ σημαντικά αντίστροφα με το μέγεθος.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την μεταφορά είναι

- (α) η κλίση της παραλίας S (μεγαλύτερες κλίσεις δίνουν μεγαλύτερη μεταφορά **(γιατί;)** και
- (β) η κλίση του κύματος (steepness, H_b/L_∞)



Σχήμα 9.22 Σχέση των K και K' με το μέγεθος των ιζημάτων. Βασισμένο στον Komar, 1998

TABLE 9-2 FIELD DATA FOR LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT RATES [Used with permission of Gulf Publishing Company, from P. D. Komar, Littoral Sediment Transport, *Handbook on Coastal and Ocean Engineering*, Copyright © 1990 Gulf Publishing Co.]

Source	Location	D_{50} (mm)	Number of Points	K	K'
Watts (1953a) ¹	Ft. Lake Worth Inlet, Fla.	0.40	4	0.89(0.73–1.03)	
Caldwell (1956)	Anaheim, Calif.	0.40	6	0.63(0.16–1.65)	
Moore and Cole (1960)	Cape Thompson, Alaska	1.00	1	0.18	0.18
Komar and Inman (1970)	El Moreno, Mexico	0.60	8	0.82(0.49–1.15)	
	Silver Strand, Calif.	0.18	4	0.77(0.52–0.92)	
Lee (1975)	Lake Michigan	?	8	0.42(0.24–0.72)	
Knuth and Nummedal (1977)	Bull Island, S.C.	?	5	0.62(0.23–1.0)	
Inman et al. (1980)	Torrey Pines, Calif.	0.20	2	0.69(0.26–1.34)	
Duane and James (1980)	Pt. Mugu, Calif.	0.15	1	0.81	
Bruno et al. (1981) ²	Channel Islands Harbor, Calif.	0.20	7	0.87(0.42–1.5)	
Kraus et al. (1982)	Ajigaura	0.25	3		0.19 (0.16–0.22)
	Shimokita	0.18	2		0.32 (0.29–0.36)
	Hirono	0.59	2		0.091(0.09–0.10)
	Oarai	0.29	4		0.18 (0.16–0.19)
Dean et al. (1982)	Santa Barbara, Calif.	0.22	7	1.15(0.32–1.63)	
Dean et al. (1987)	Rudee Inlet, Va.	0.30	3	1.00(0.84–1.09)	

¹Only the monthly averaged data of Watts (1953a) are used in the analysis.

²Includes only the data where the wave data are based on measurements by gauges, not those that are based on LEO visual observations.

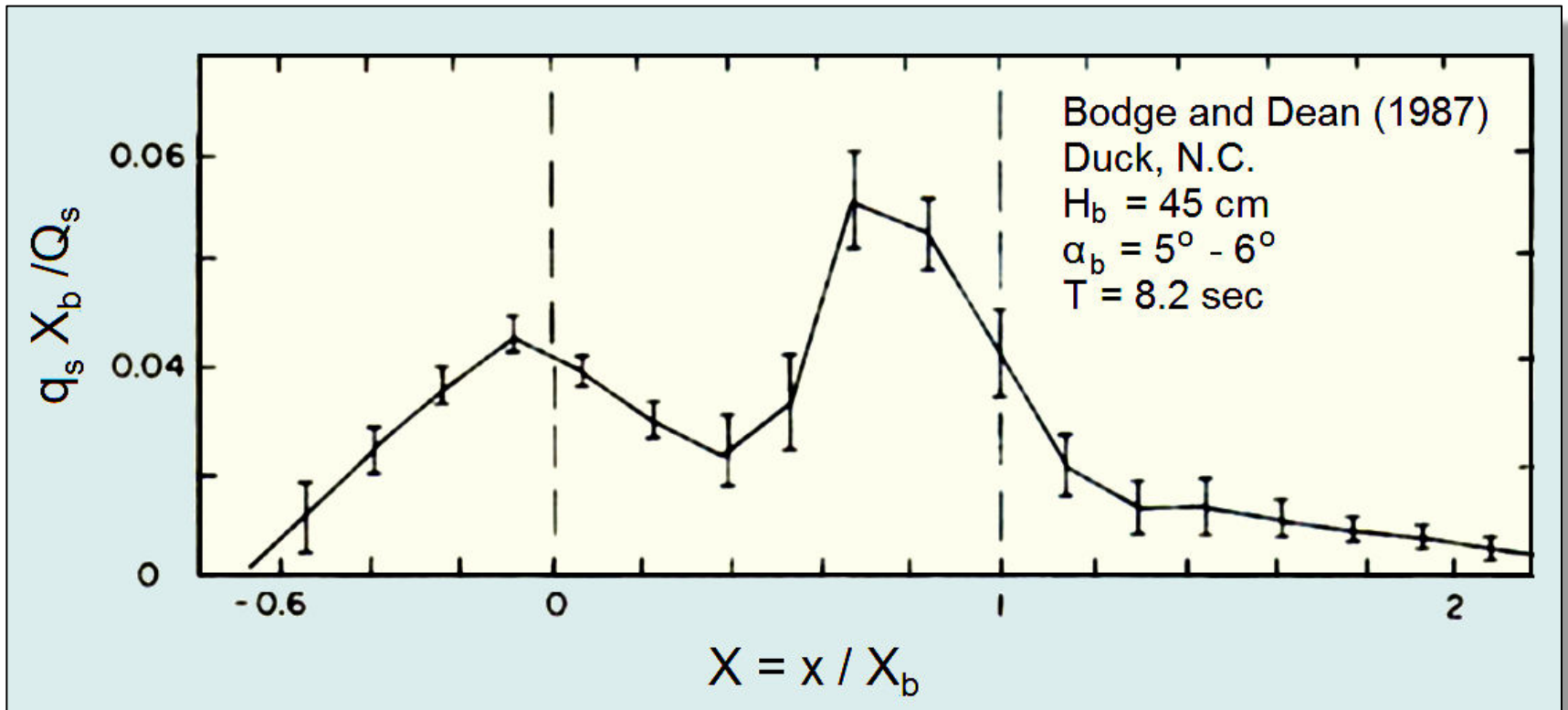
Σχήμα 9.23 Σχέση των K και K' με το μέγεθος των ιζημάτων. Από Komar, 1998

Η μεταβλητότητα της παράλληλης μεταφοράς κάθετα στην παραλία

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η παράλληλη προς την ακτή μεταφορά συμβαίνει τόσο στην ζώνη του σέρφ όσο και στην ζώνη διαβροχής.

Πολλές απόπειρες έχουν γίνει για τον προσδιορισμό της αναλογίας των δύο αυτών μεταφορών στην συνολική μεταφορά, με την πλέον επιτυχημένη αυτή Bodge and Dean (1987) (Coastal Sediments '87, ASCE).

Οι Bodge and Dean (1987) βρήκαν με την βοήθεια μορφολογικών μετρήσεων ότι η μεγαλύτερη μεταφορά συμβαίνει στην ζώνη του σέρφ, αμέσως μετά την ζώνη θραύσης και δευτερευόντως στην ζώνη διαβροχής,



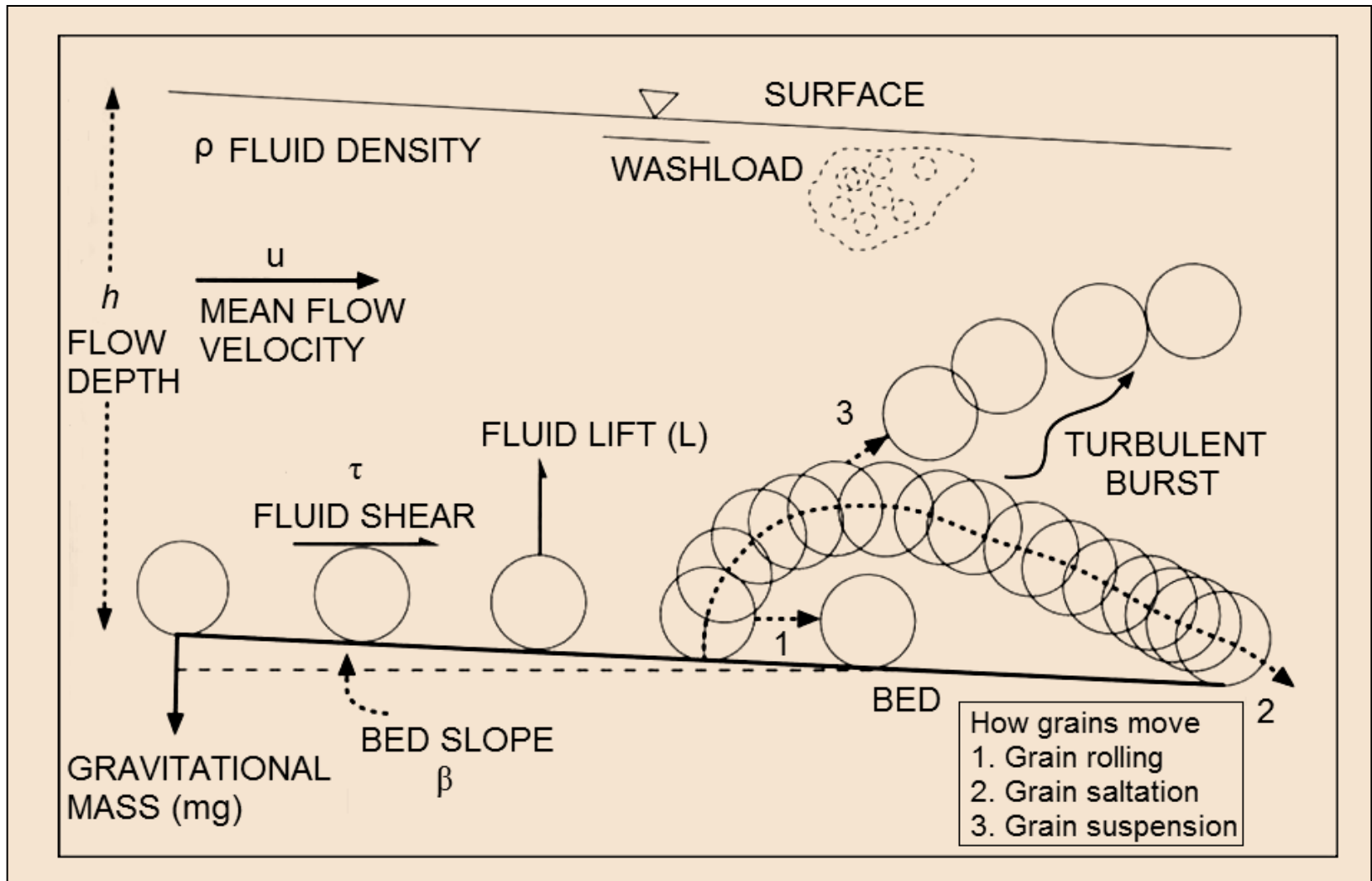
Σχήμα 9.24 Η μεταβλητότητα της παράλληλης μεταφοράς κάθετα στην παραλία Bodge and Dean (1987). Το X είναι 0 στην ακτογραμμή και η άλλη διακεκομμένη γραμμή σημειώνει το σημείο θραύσης. Βασισμένο στον Komar, 1998

9.4. Οι τρόποι (modes) της ιζηματομεταφοράς

Η ιζηματομεταφορά στην παράκτια ζώνη (αλλά και σε όλα τα υδάτινα και αερολικά περιβάλλοντα) συμβαίνει με δυο βασικούς τρόπους

- (α) μέσα στην υδάτινη στήλη (suspended load) και
- (β) πάνω στον πυθμένα (bed load)

Η πρώτη αναφέρεται στα ιζήματα που μεταφέρονται σε αιώρηση ενώ η δεύτερη στην μεταφορά κόκκων που κυλίνονται/σύρονται πάνω στον πυθμένα, ή μεταφέρονται με άλματα.



Σχήμα 9.25 Οι διάφοροι τρόποι μεταφοράς ιζημάτων. Βασισμένο στον Leeder, 2000

9.4. Οι τρόποι (modes) της ιζηματομεταφοράς (συν.)

Το θέμα των τρόπων μεταφοράς είναι από τα πλέον βασικά της δυναμικής ιζημάτων και δεν μπορεί να διαπραγματευθεί εδώ με λεπτομέρεια.

Όμως πρέπει να θυμάστε τα ακόλουθα

- (1) Το μέγεθος των κόκκων καθορίζει το τρόπο μεταφοράς, με τα χονδρόκοκα ιζήματα να μεταφέρονται (εκτός από εξαιρετικές περιπτώσεις) με κύλιση/σύρση ή άλματα πάνω στον πυθμένα
- (2) Για την ίδια κοκκομετρία, απαιτείται μεγαλύτερη ενέργεια για την επαναιώρηση (resuspension) και μεταφορά μέσα στην υδάτινη στήλη
- (3) Στην παράκτια ζώνη η μεταφορά συμβαίνει και με τους δυο τρόπους. Όμως η συμμετοχή (το σχετικό ποσοστό) των 2 τρόπων στην ολική μεταφορά δεν είναι εύκολο να υπολογισθεί και είναι ένα ανοικτό θέμα στην έρευνα.