

Stranden, Zeewering en Natuur : een moeilijk huwelijk

M. Vincx

magda.vincx@ugent.be



Gebaseerd op onderzoek van S. Degraer, J. Speybroeck, S. Vanden Eede, J. Van Tomme, U. Braeckman, M. Rabaut, P. Grootaert, S. Provoost, K. Sabbe, E. Stienen, *et al.*

“The natural Sea”



De Panne



Exposure of European regions to coastal erosion

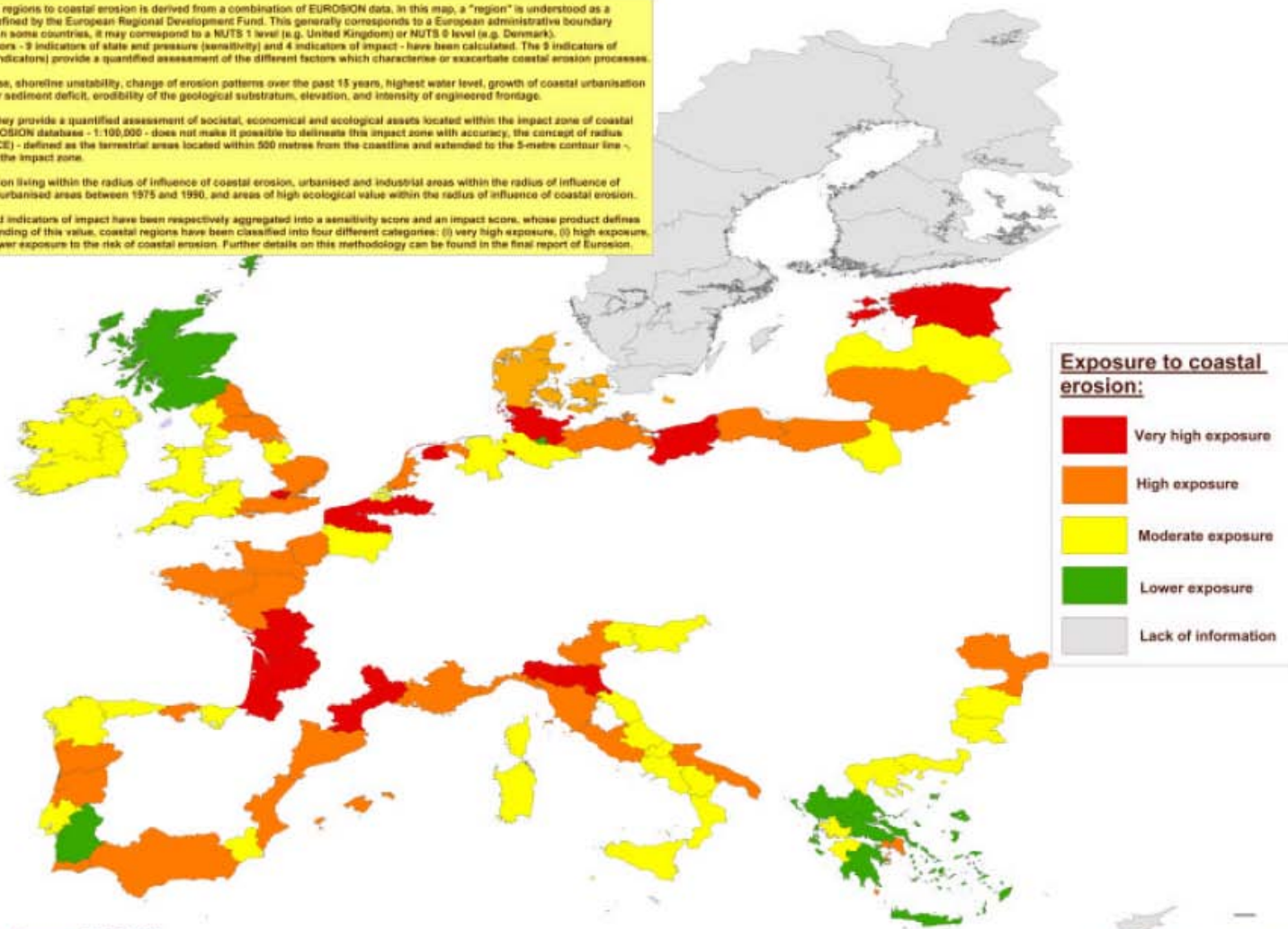
This map of exposure of European regions to coastal erosion is derived from a combination of EUROSION data. In this map, a "region" is understood as a regional administrative entity as defined by the European Regional Development Fund. This generally corresponds to a European administrative boundary of level 2 (NUTS2 level). However, in some countries, it may correspond to a NUTS 1 level (e.g. United Kingdom) or NUTS 3 level (e.g. Denmark). For each region, a set of 13 indicators - 9 indicators of state and pressure (sensitivity) and 4 indicators of impact - have been calculated. The 9 indicators of state and pressure (or sensitivity indicators) provide a quantified assessment of the different factors which characterise or exacerbate coastal erosion processes.

These factors include: sea level rise, shoreline instability, change of erosion patterns over the past 15 years, highest water level, growth of coastal urbanisation areas between 1975 and 1990, river sediment deficit, erodibility of the geological substratum, elevation, and intensity of engineered frontage.

As for the 4 indicators of impact, they provide a quantified assessment of societal, economical and ecological assets located within the impact zone of coastal erosion. Because the scale of EUROSION database - 1:100,000 - does not make it possible to delineate this impact zone with accuracy, the concept of radius of influence of coastal erosion (RICE) - defined as the terrestrial areas located within 500 metres from the coastline and extended to the 5-metre contour line -, has been introduced as a proxy of the impact zone.

Impact indicators include: population living within the radius of influence of coastal erosion, urbanised and industrial areas within the radius of influence of coastal erosion, growth of coastal urbanised areas between 1975 and 1990, and areas of high ecological value within the radius of influence of coastal erosion.

In turn, indicators of sensitivity and indicators of impact have been respectively aggregated into a sensitivity score and an impact score, whose product defines the "risk of coastal erosion". Depending of this value, coastal regions have been classified into four different categories: (i) very high exposure, (ii) high exposure, (iii) moderate exposure, and (iv) lower exposure to the risk of coastal erosion. Further details on this methodology can be found in the final report of EuroSION.



Nederland



België



Frankrijk



Doelstelling recente Zeewering :

'bescherming' van de kustbevolking op een
'natuur - vriendelijke'
en
'socio-economisch vriendelijke'
manier

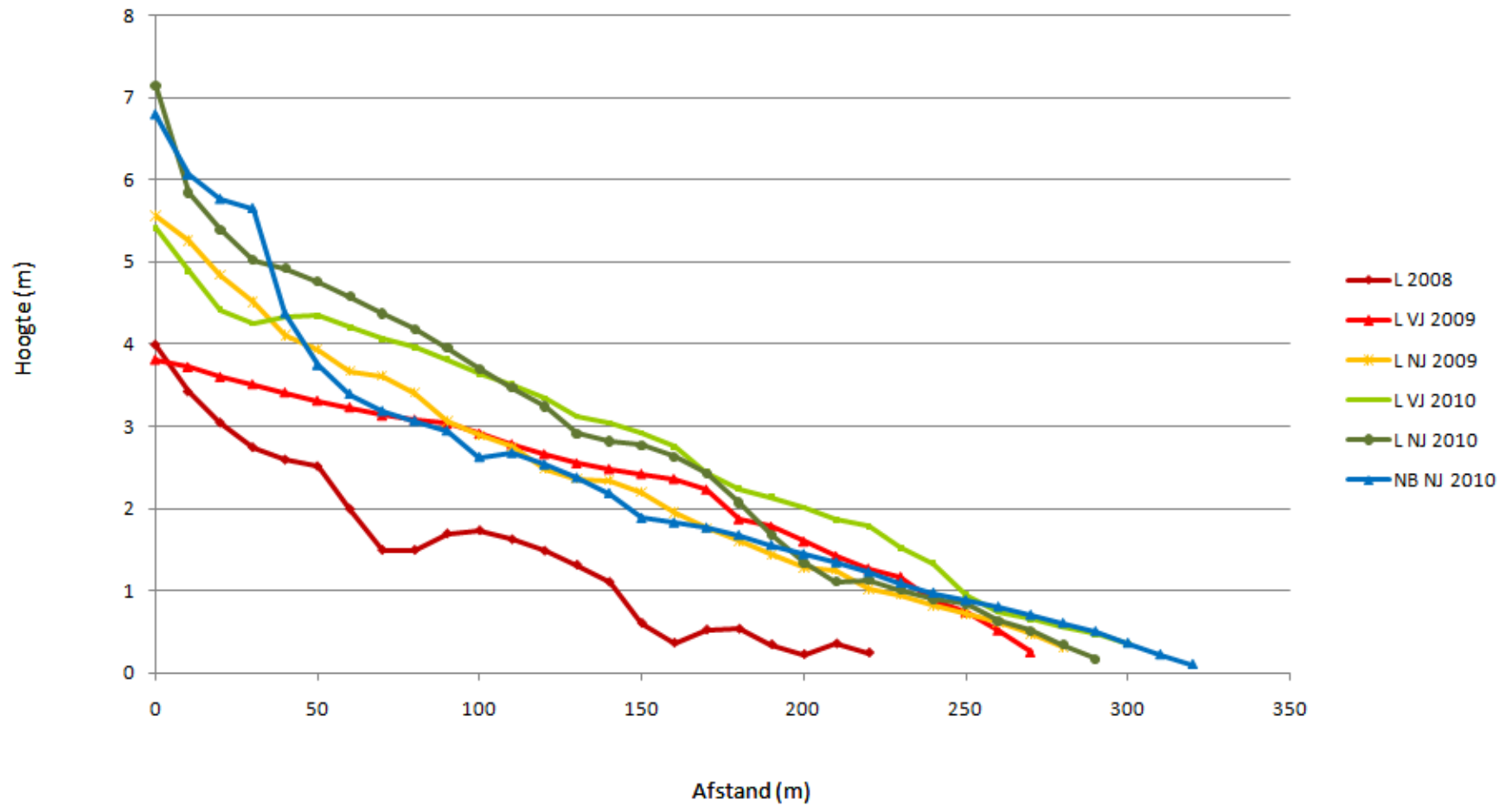
EEN DUURZAME OPLOSSING ??
MoeilijkNiet evident



Ecologische opvolging (situatie 2010) van de **zandsuppletie** in zomer 2009 op strand van **Lombardsijde** :

- 650.000 m³ *in situ* over een afstand van 1200 m
- afkomstig van de nieuwe vaargeul naar Oostende
- korrelgrootte 200-250 µm werd opgespoten (zomer 2009)

Strandprofielen Lombardsijde en Nieuwpoort-Bad

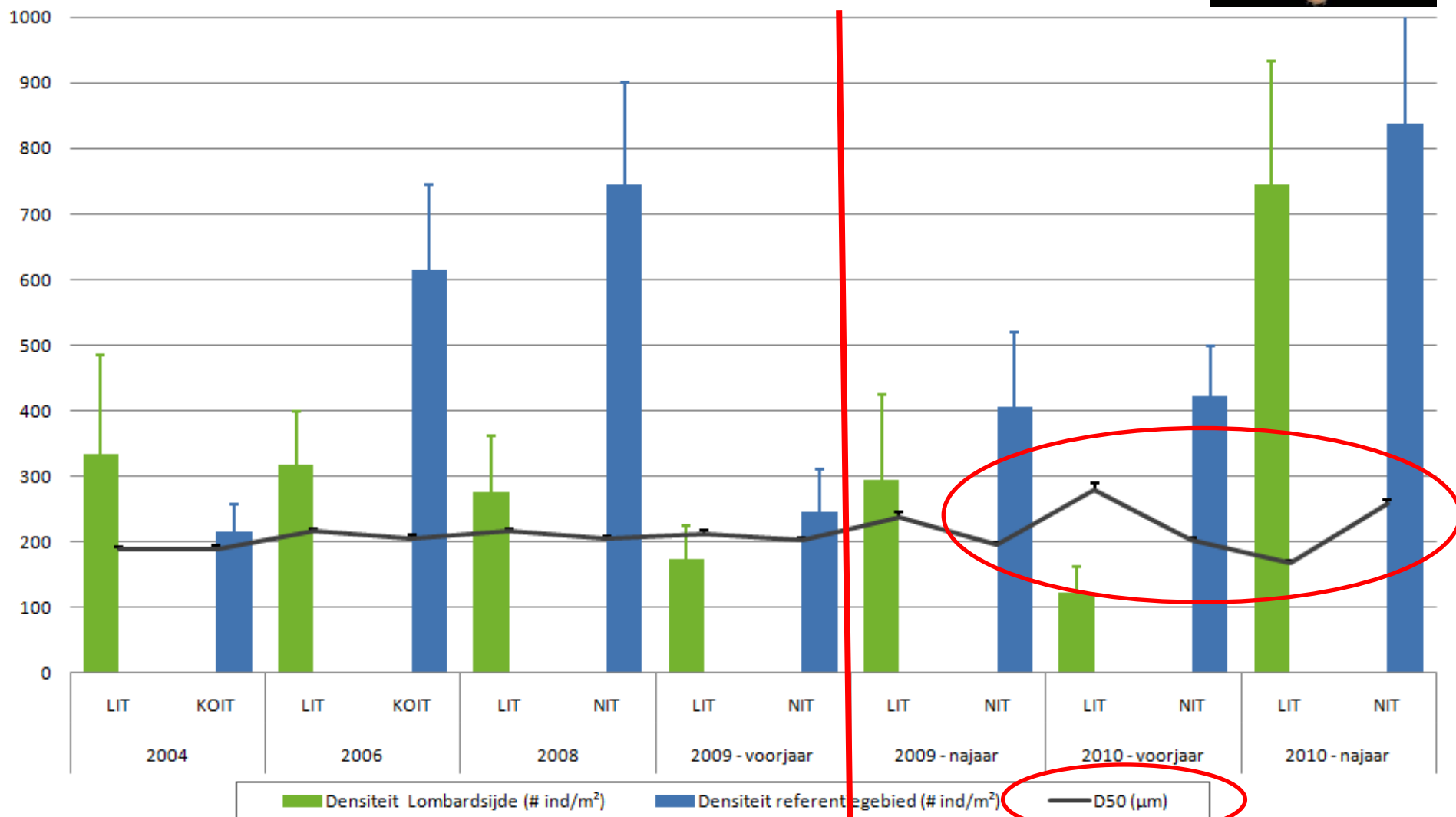




Aantallen MACROBENTHOS en Korrelgrootte



Lombardsijde (L) en referentiegebieden - intertidaal (IT)

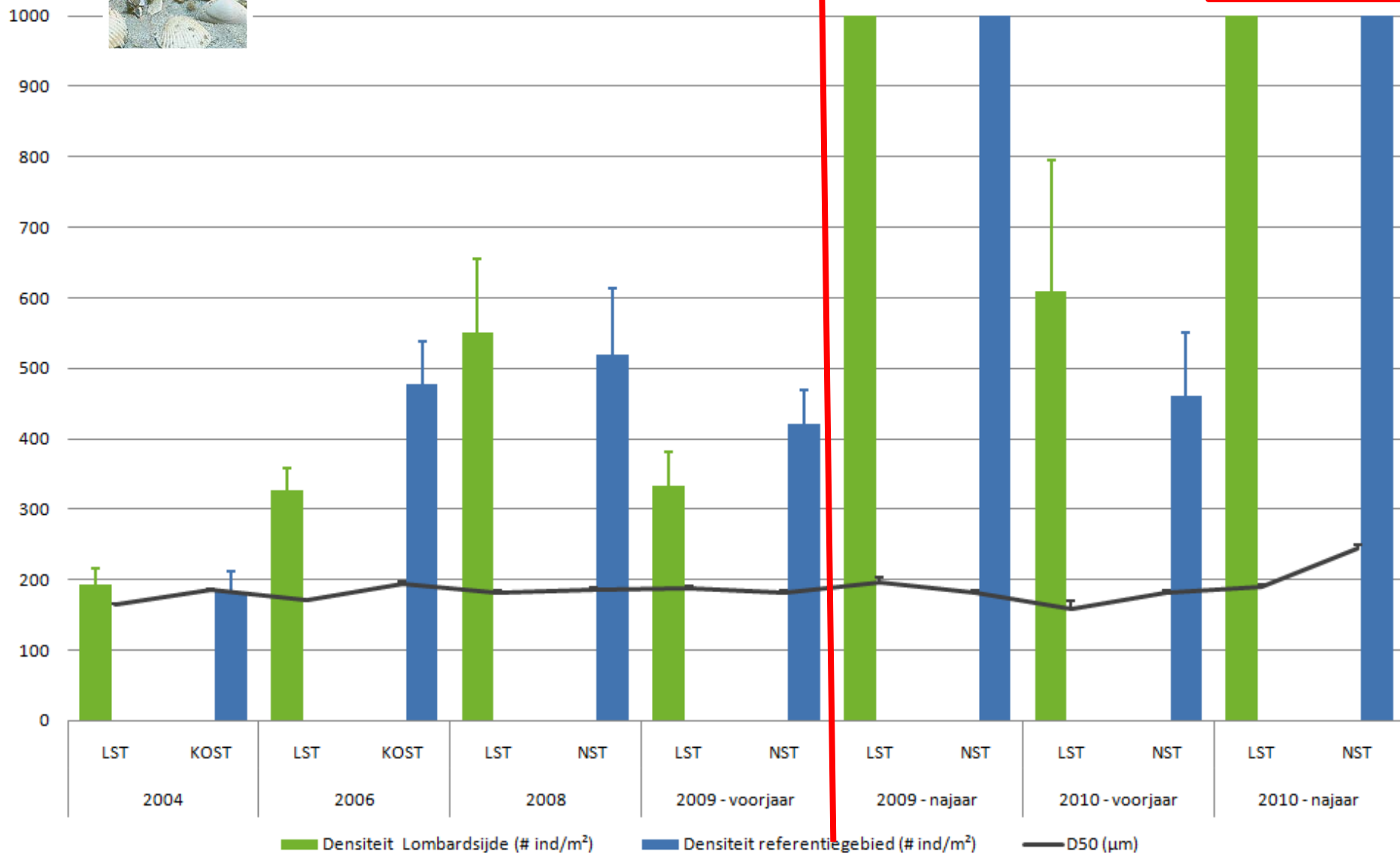


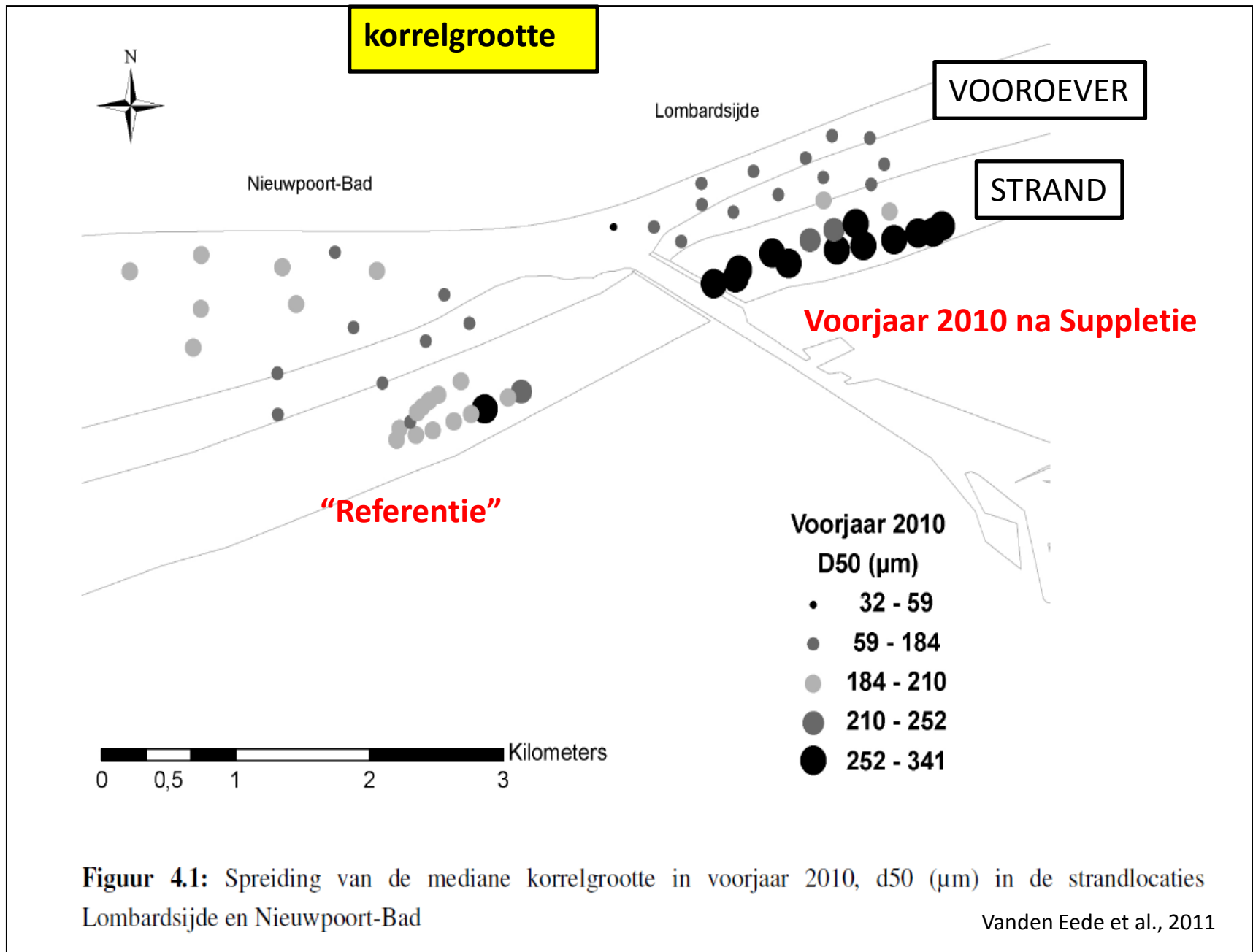


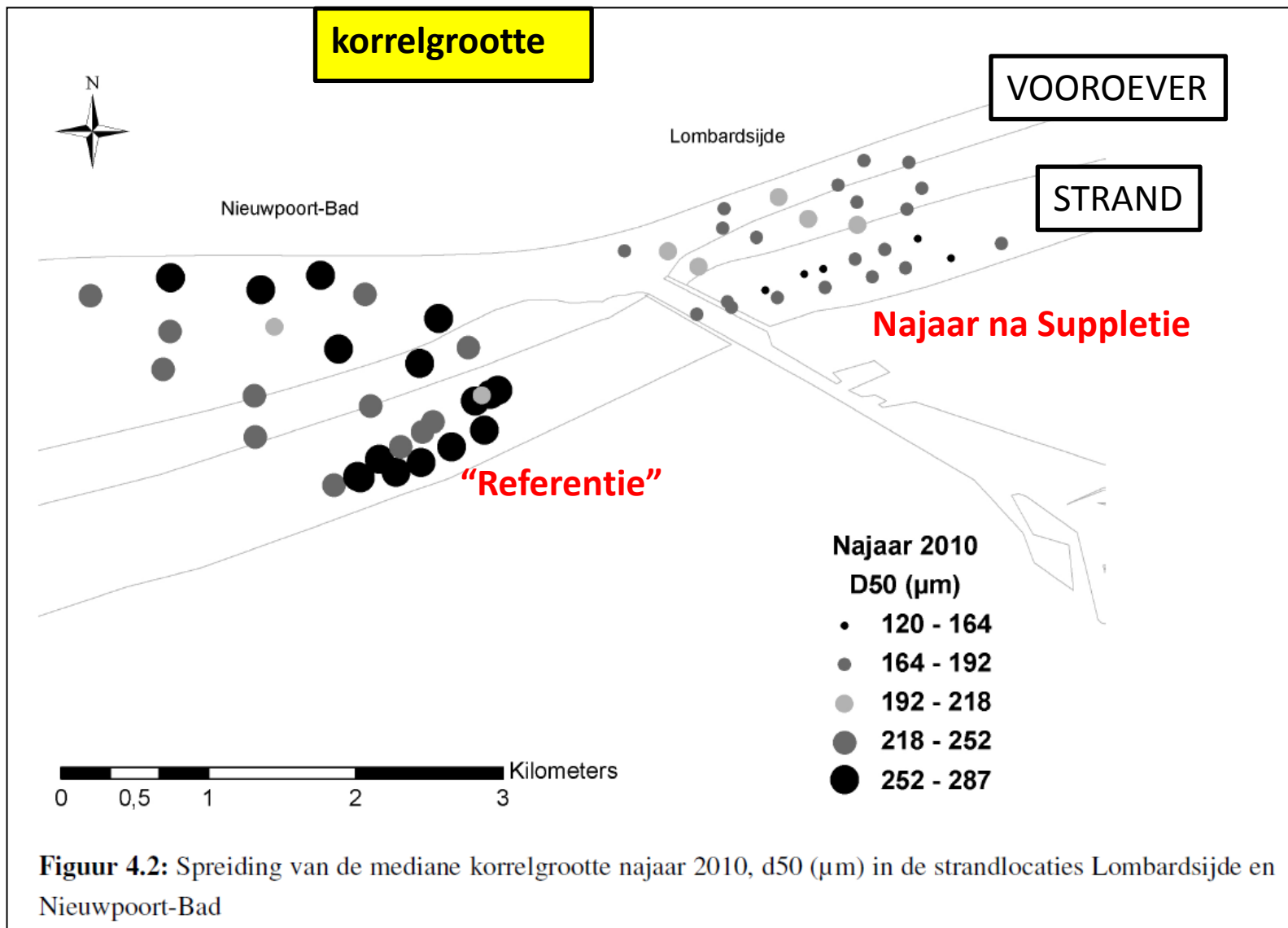
Aantallen MACROBENTHOS en Korrelgrootte

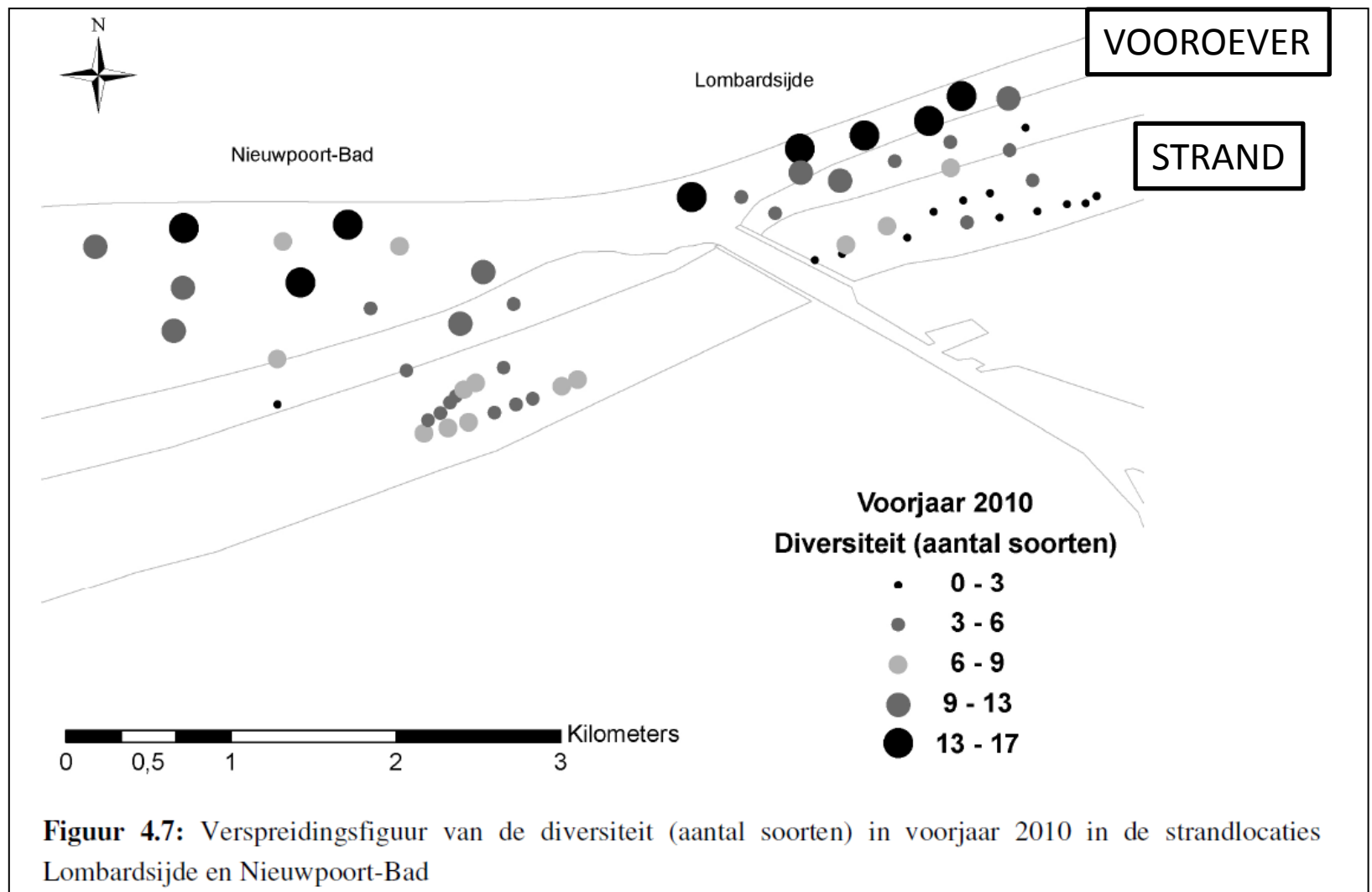
Lombardsijde (L) en referentiegebieden - subtidaal (ST)

+ 30.000 ind/m²

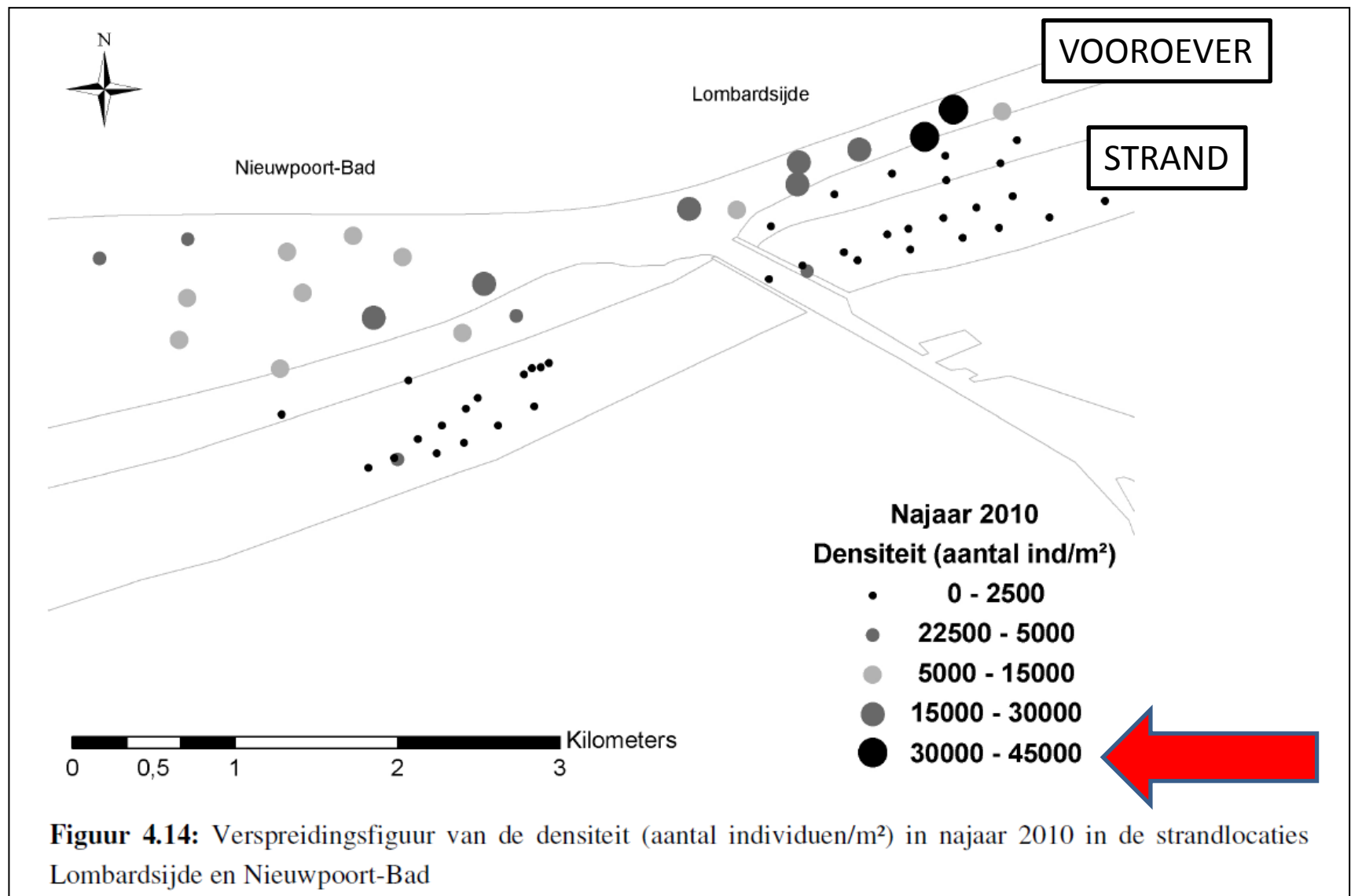








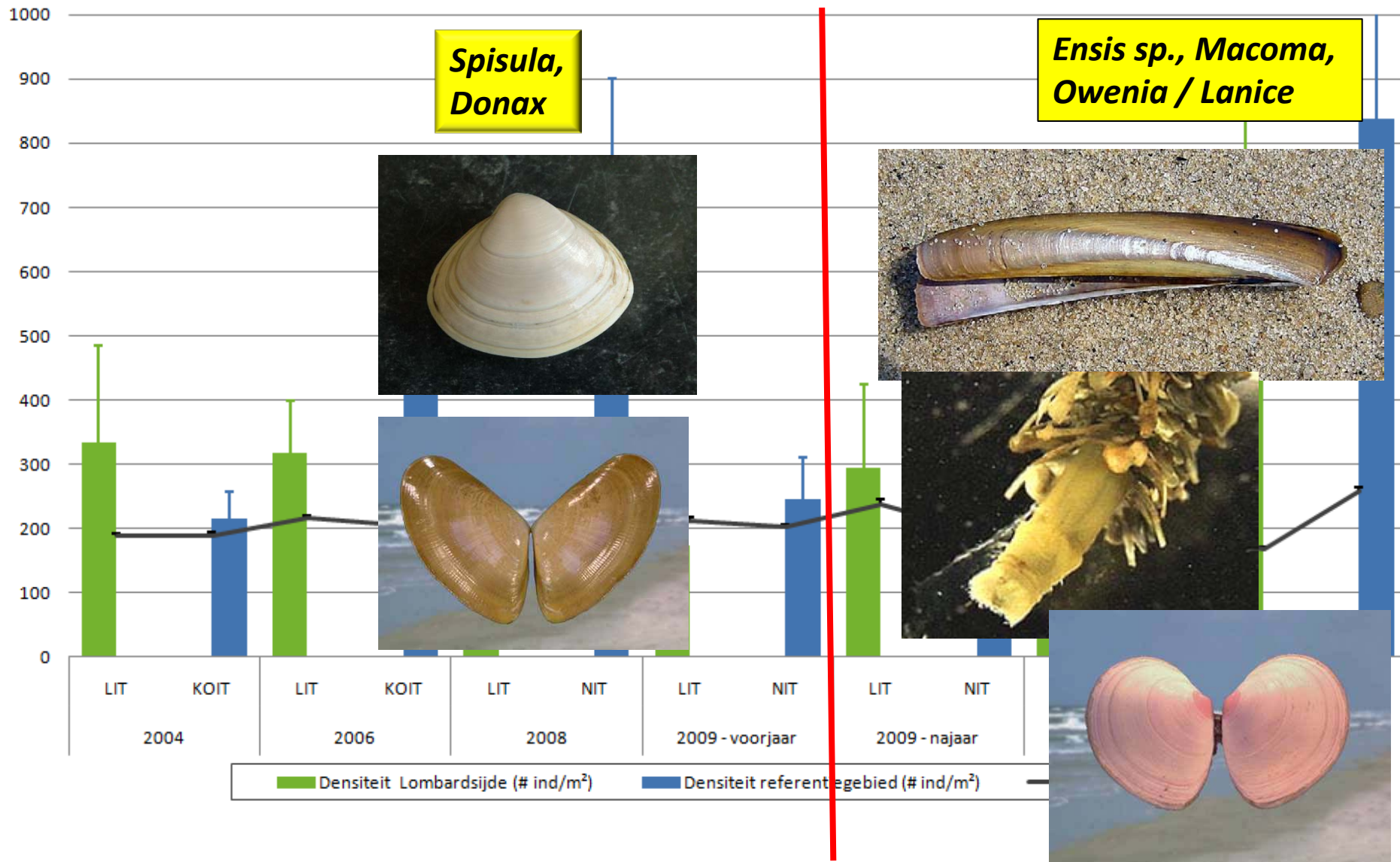
MEER soorten macrobenthos aan de vooroever (ook in najaar)



MEER aantallen ind. macrobenthos aan de vooroever (najaar)

Aantallen MACROBENTHOS en Korrelgrootte

Lombardsijde (L) en referentiegebieden - intertidaal (IT)





Ensis spp. (invasieve soort)



2009 - Suppletie in Lombardsijde lijkt een “positief” ecologische impact te hebben

doch : **zelfde positieve trends in referentiegebieden**

Grote rijkdom van de vooroever !

Impact studies van zandsuppleties : niet altijd eenduidig ...

➤ korte termijn vaststelling : natuurlijke variabiliteit “groter” dan impact ???

- Onzekerheden :

- ‘Echte’ referentiegebieden ?
- Natuurlijke variabiliteit : nood aan lange termijn monitoring !
- Voorspelbaarheid ?

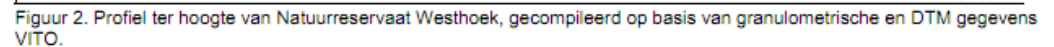
- Lange termijn impact ? :

- global change, eutrofiëring, verzuring,

- Korte termijn impact ? :

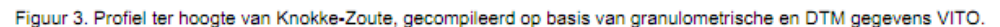
- stormen, zeewering, strandopruiming, betreding,

The diagram illustrates the process of coastal erosion and sediment transport. It shows a cross-section of the coastline with three main areas: the **vooroevers** (forebeach), the **strand** (beach), and the **zeewerende duinen** (sea-defending dunes). The water level is shown at three states: **laagwaterstand** (low water level), **hoogwaterstand** (high water level), and **waterstand bij storm** (water level during a storm). The **vooroevers** area is labeled **vooroever** and shows a yellow area of **vooroeveraanwas** (forebeach accretion) during low water. The **strand** area is labeled **strand** and shows a yellow area of **strand-suppletie** (beach accretion) during high water. The **zeewerende duinen** area is labeled **zeewerende duinen** and shows a yellow area of **duinaanwas** (dune accretion) during storm water level. The diagram also shows the **vooroevererosie** (forebeach erosion) and **stranderosie** (beach erosion) areas during high water and storm water level.



Profielsuppletie ??

Vooroeversuppletie ??



Welke ecologische kennis hebben we nodig ?

1. **Inventaris** van de soorten (veldstudie) en van de omgevingskenmerken van de stranden (korrel, profiel, ...)
2. **Ecosysteembenadering** : niet beperkt tot benthos, OF vogels, OF vissen, OF (kiezel)wieren, OF ... maar zoveel als mogelijk en met interacties tussen de soorten !
3. **Ecologie van de sleutelsoorten** (habitatkenmerken, preferenties voor korrelgrootte, reproductie, (veldstudie)
4. **Tolerantie** van de sleutelsoorten ivm korrelgrootte (experimenten)
5. **Functionele rol** van de sleutelsoorten (experimenten)
6. **Nichemodel** om effecten van suppleties te kunnen voorspellen aan de hand van de fundamentele ecologische kennis (zie 1-5)

1. Inventaris van de biologische soorten (+ stranden)

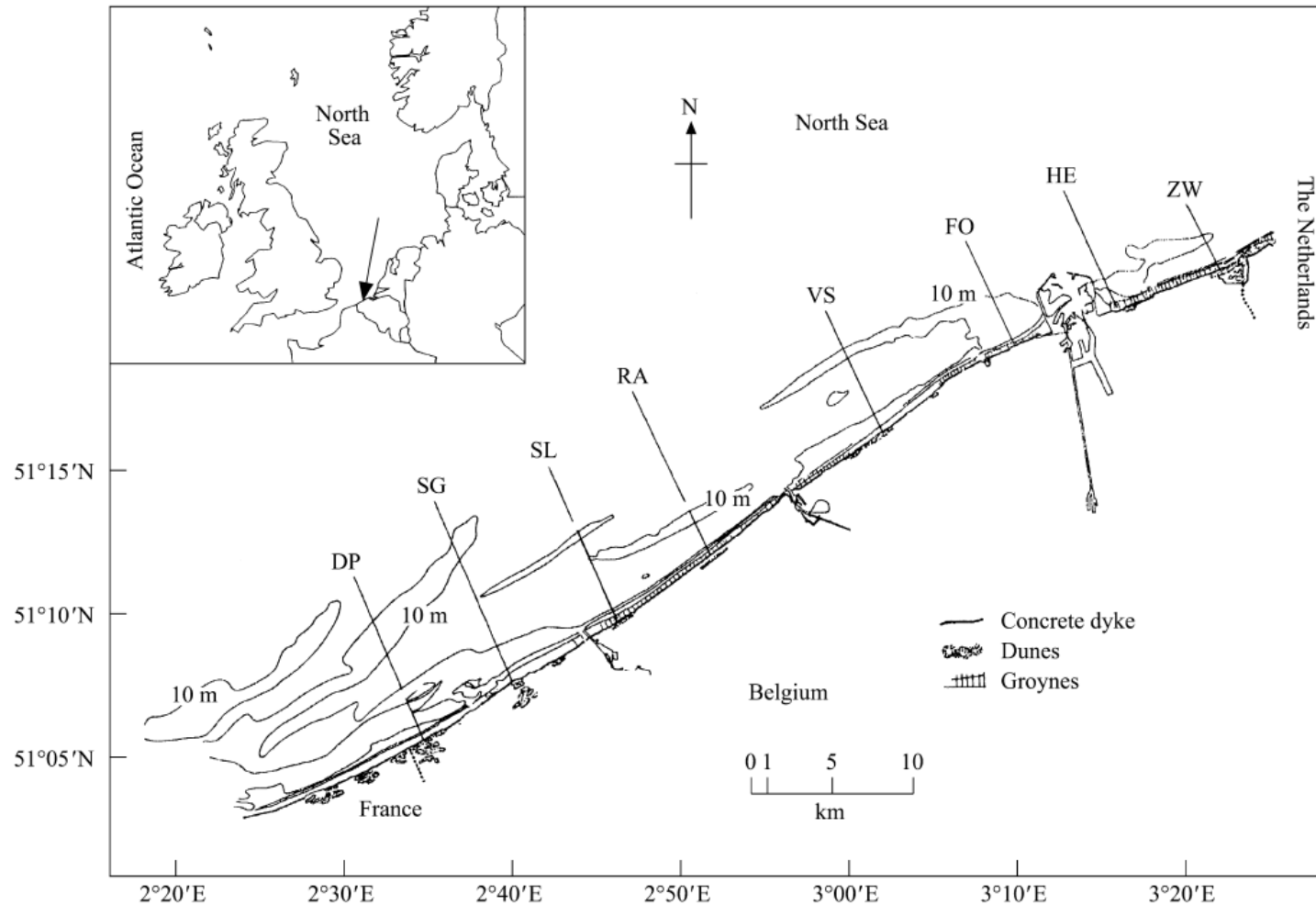


Fig. 1. Geographical situation of the eight sampling sites along the Belgian coast. DP, De Panne; SG, Schipgatduinen; SL, St-Laureins; RA, Raversijde; VS, Vosseslag; FO, Fonteintjes; HE, Heist; ZW, Zwin.

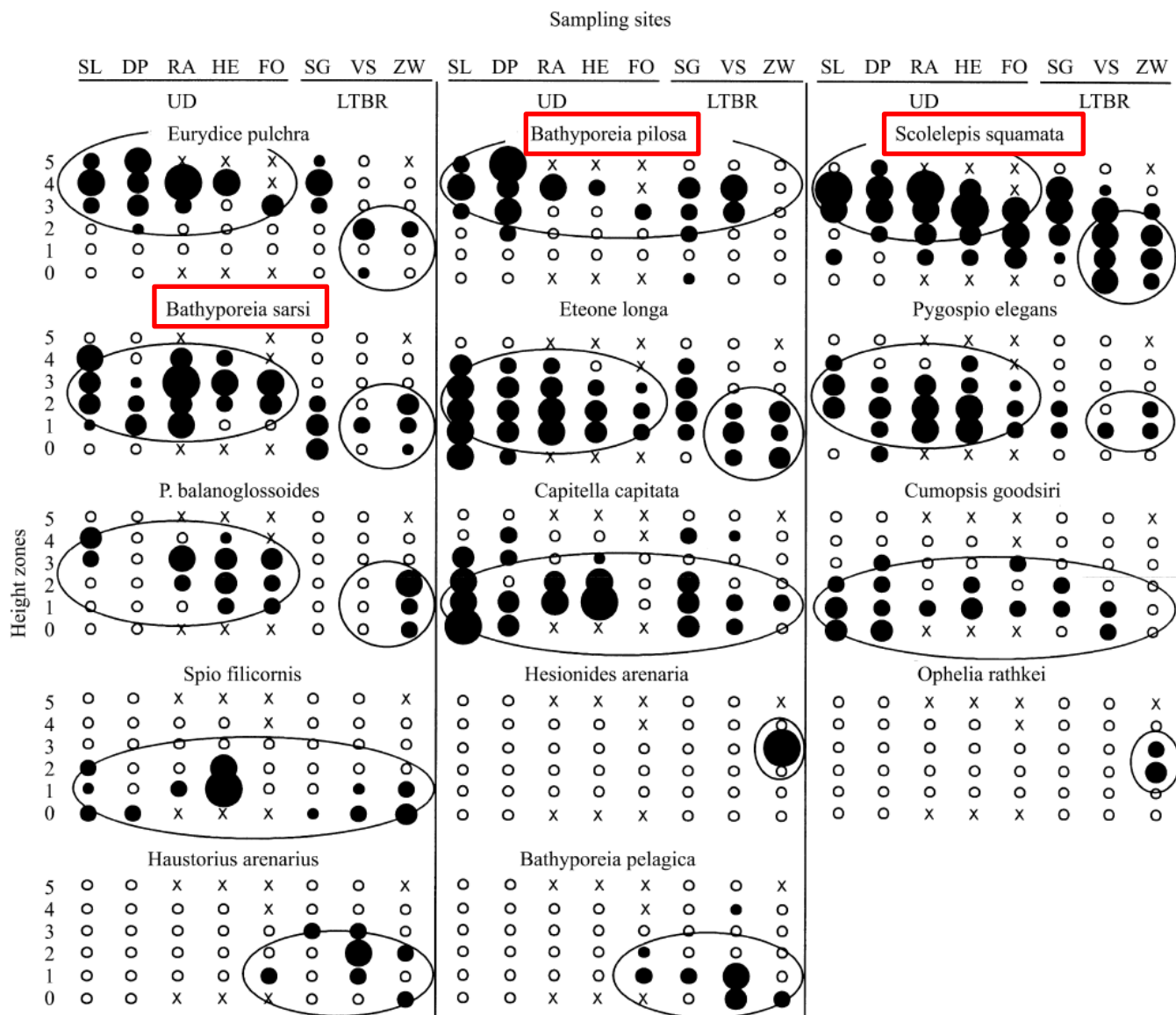
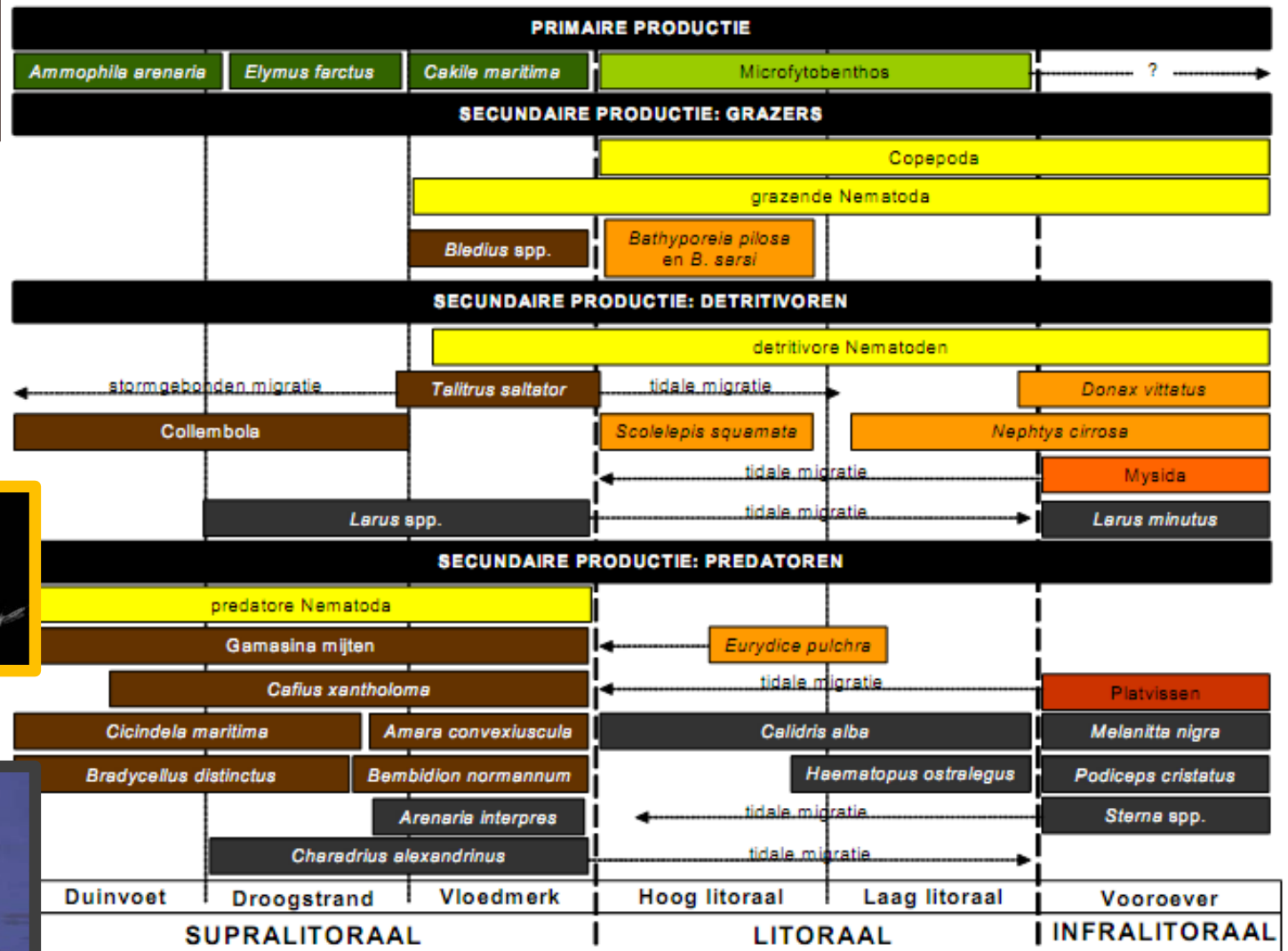


Fig. 6. Zonation of 14 dominant species. Height zones; 0, 0–1 m; 1, 1–2 m; 2, 2–3 m; 3, 3–4 m; 4, 4–5 m; 5, 5–6 m above MLWS. Density classes: ○, absent; ●, 0–1 ind. m⁻²; ●, 1–20 ind. m⁻²; ●, 20–100 ind. m⁻²; ●, 100–500 ind. m⁻²; ●, >500 ind. m⁻²; ×, no data available. The sampling sites are ordered from UD (left) to LTBR (right) beaches. The ellipses indicate the specific peak responses at the UD and the LTBR beaches (except SG).

2. ECOSYSTEEMBENADERING





Kokmeeuw



Drieteenstrandloper



Steenloper

voedt zich met ...



voedt zich met ...



voedt zich met ...



Grijze garnaaal

Scolelepis squamata



Fucellia marina



Strandvlo

zoekt beschutting van...

Vaatplanten



voedt zich met ...



voeden zich met ...



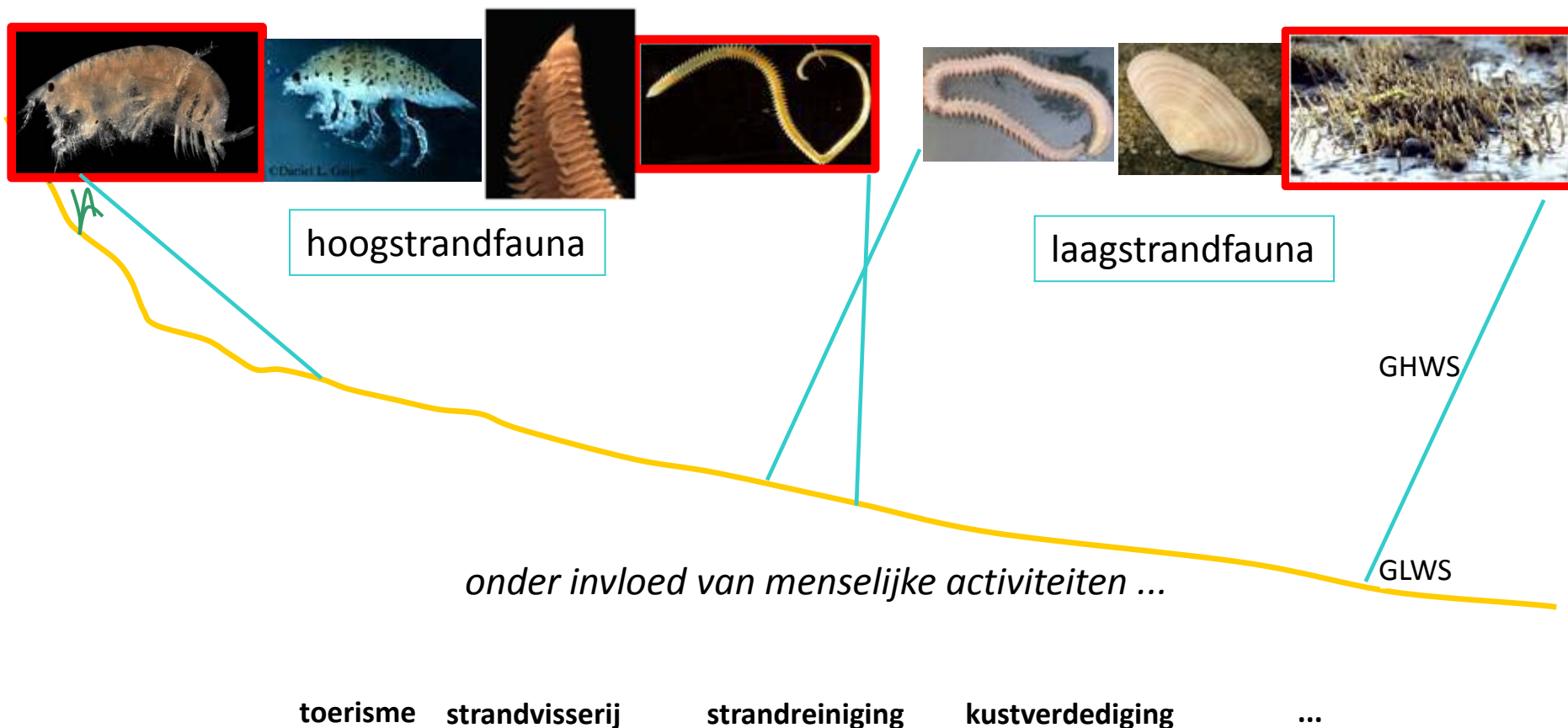
Microfytobenthos

Bathyporeia sarsi en
B. pilosa



Cf. verschillende referenties ...

3. Ecologie van de sleutelsoorten



grootschalige ingrepen zoals
strandsuppletie

Onderzoek naar de impact van strandsuppletie op typische strandfauna:
(1) ecologie van sleutelsoorten en (2) experimenten omtrent herstel

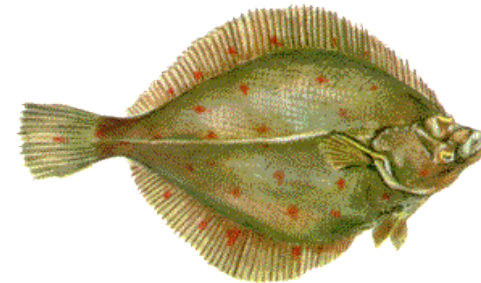
Speybroeck et al.

3. Ecologie van de sleutelsoorten

Veldstudie : vb. *Scoelelepis squamata*
gemshoornworm



⇒ Zeer hoge aantallen en biomassa (e.g. Degraer *et al.*, 2003)
=> functioneel belang voor jonge pladijs en steltlopers
(e.g. Dankers *et al.*, 1983; Lasiak, 1983; McLachlan, 1983; Beyst *et al.*, 1999)



Pladijs (*Pleuronectes platessa*)

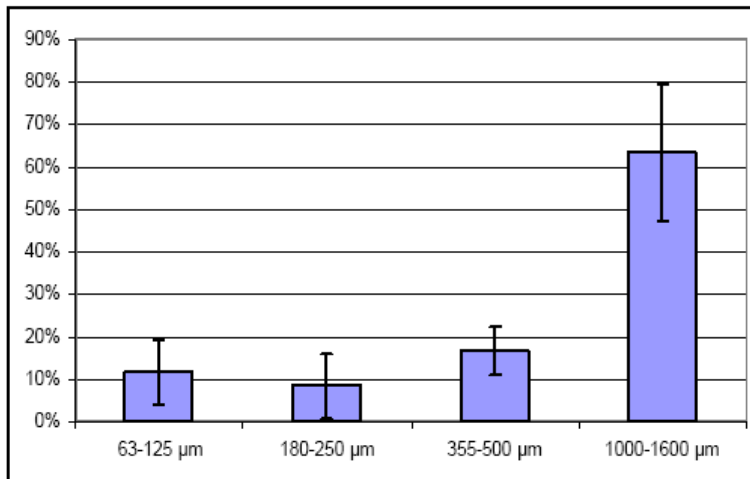
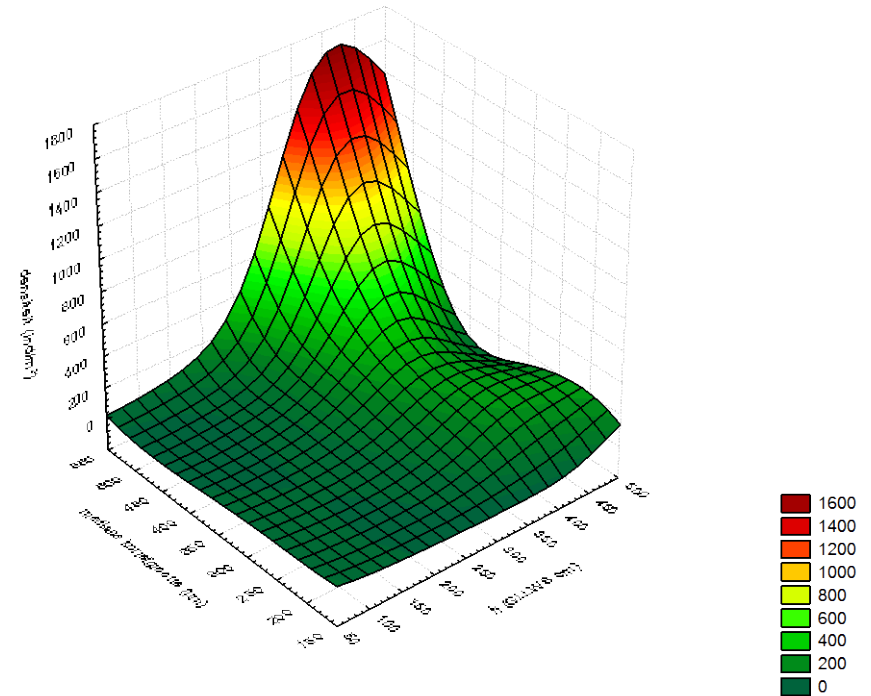
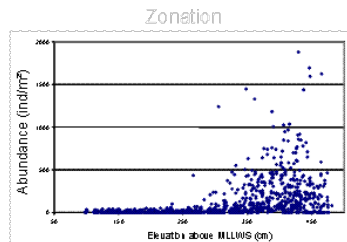
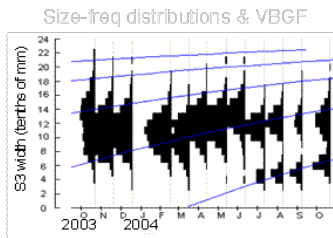
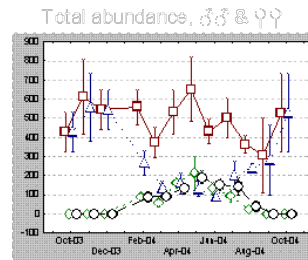
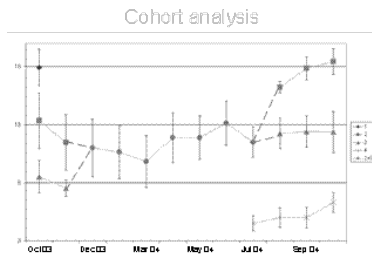
⇒ 'typische strandsoort' ; *Scoelelepis squamata* – *Eurydice pulchra* community (Van Hoey *et al.*, 2004)



Drieteenstrandloper

⇒ ?? Kennis van de ecologie (levenscyclus, korrelgrootte preferenties, populatie dynamiek ,)

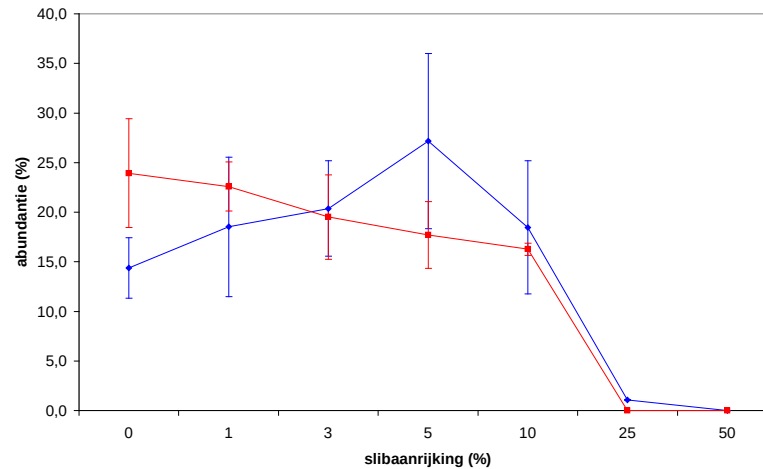
Veldstudie *Scolelepis squamata*



Figuur 4.30 Korrelselectie in vier verschillende sedimenttypes. Foutenvlaggen zijn standaarddeviaties.

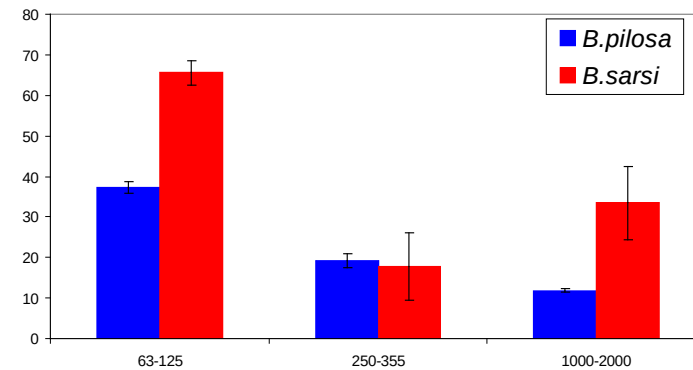
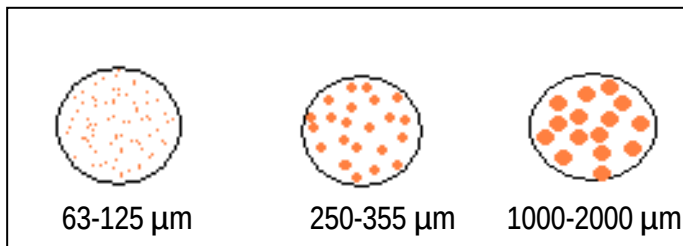
4. Tolerantie van sleutelsoorten

Preferentie experimenten



Bathyporeia pilosa and *B. sarsi*

Tolerantie



5. Functionele rol van sleutelsoorten

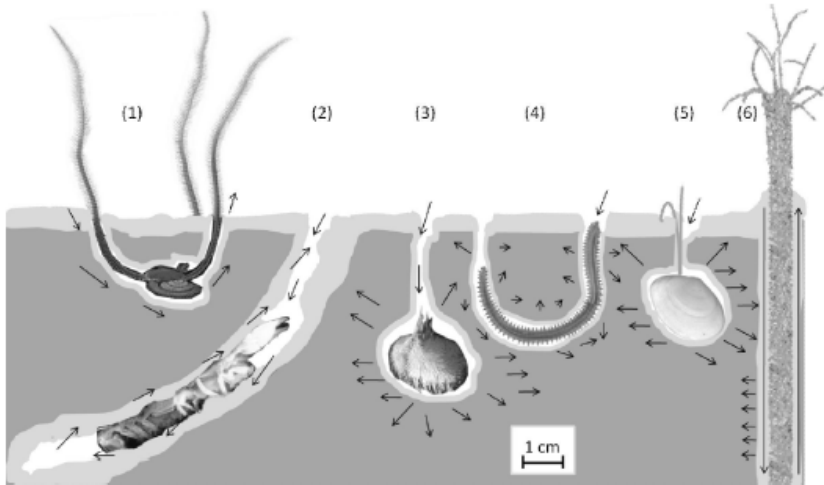


Figure 3. Burrowing macrofauna in a fine sandy sediment in the Belgian part of the North Sea: (1) brittle stars like *Amphiura filiformis* (animaldiversity.ummz.umich.edu); (2) burrowing shrimp like *Callinassa subterranea* (maulwuerfiges.de); (3) sea urchins like *Echinocardium cordatum* (planet-terre.ens-lyon.fr); (4) errant polychaetes such as *Nephtys hombergii*; (5) bivalves like *Abra alba* and (6) tube dwelling polychaetes such as *Lanice conchilega*. Lighter areas indicate the depth of the mixed zone, hence enhanced oxygen availability. Arrows indicate direction of transport



Lanice conchilega
(schelpkokerworm)



Macrobenthische activiteit



Bioturbatie en bio-irrigatie

- Benthische respiratie
- Zuurstof in de bodem
- Nutrientenfluxen
- Denitrificatie

5. Functionele rol van sleutelsoorten

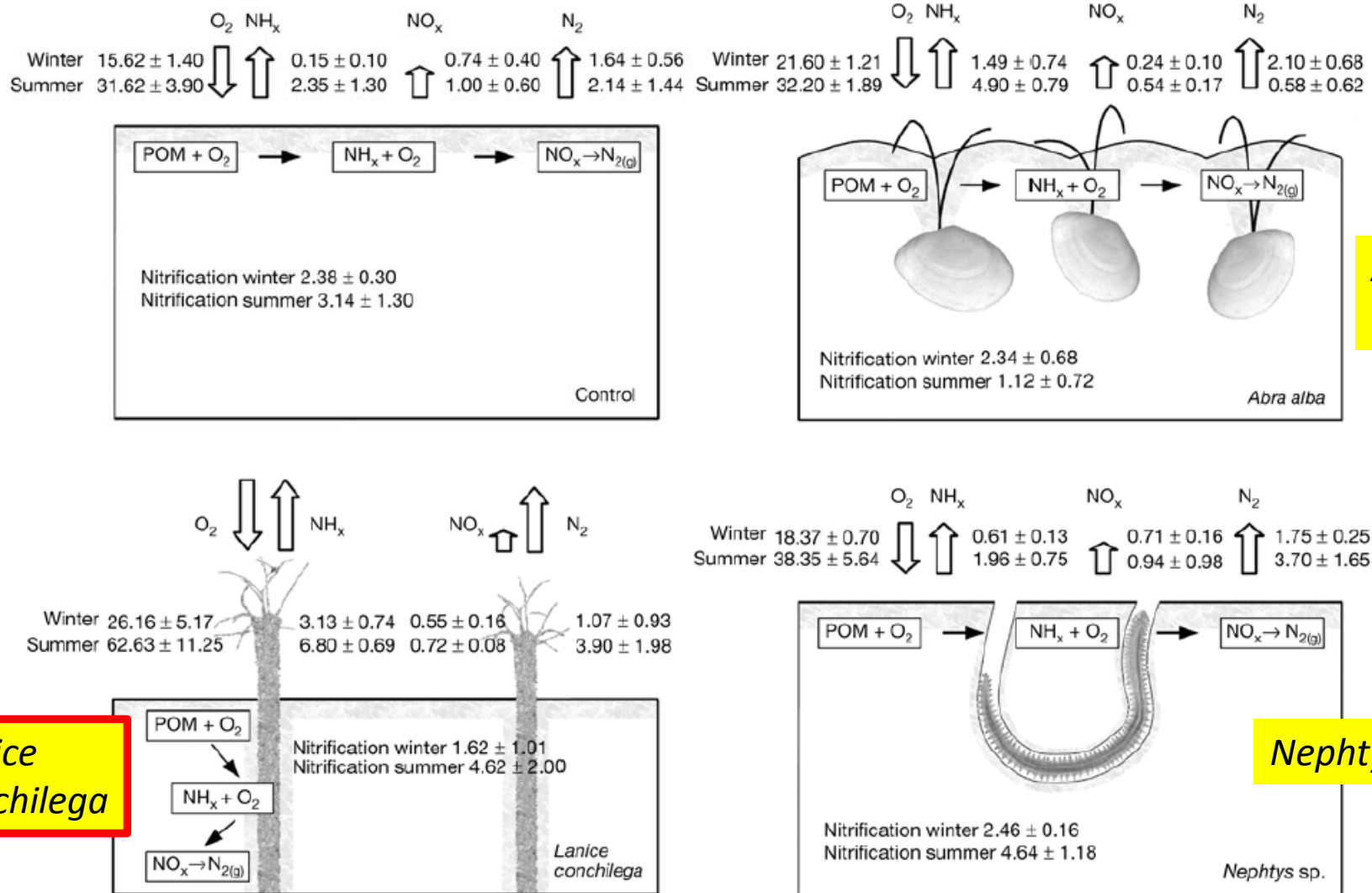


Fig.7. *Abra alba*, *Lanice conchilega* and *Nephtys* sp. Schemes of mass balanced processes at natural density for each species treatment. O_2 fluxes are indicated in $mmol O_2 m^{-2} d^{-1}$. NH_x^- , NO_x fluxes, nitrification and N_2 fluxes are given in $mmol N m^{-2} d^{-1}$ (multiply by 0.8 to express in $mmol C$ or $O_2 m^{-2} d^{-1}$)

Lanice conchilega



6. Nichemodel

- Een simulatiemodel om de effecten van strandsuppletie in te schatten
- Data :
 - biota (aantallen, biomassa, aan/afwezigheid);
 - habitat (korrelgrootte, strandprofiel, organische stof)
- Assumptie/ kennis : de biota hebben een optimum voor korrelgrootte, hoogteligging en hoeveelheid organisch materiaal

vb :



- Origineel strandprofiel zoveel mogelijk behouden
- Korrelgrootte tussen 180 – 355µm

Bonte et al., in prep

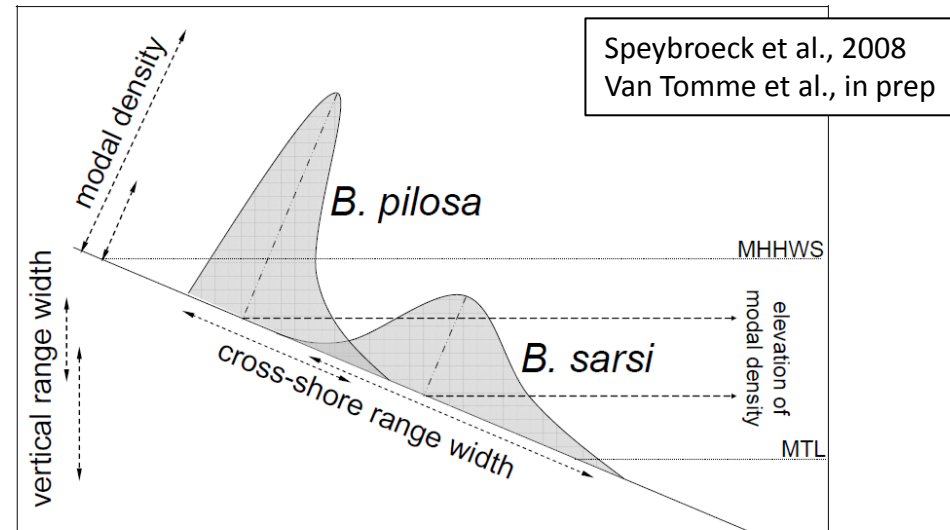
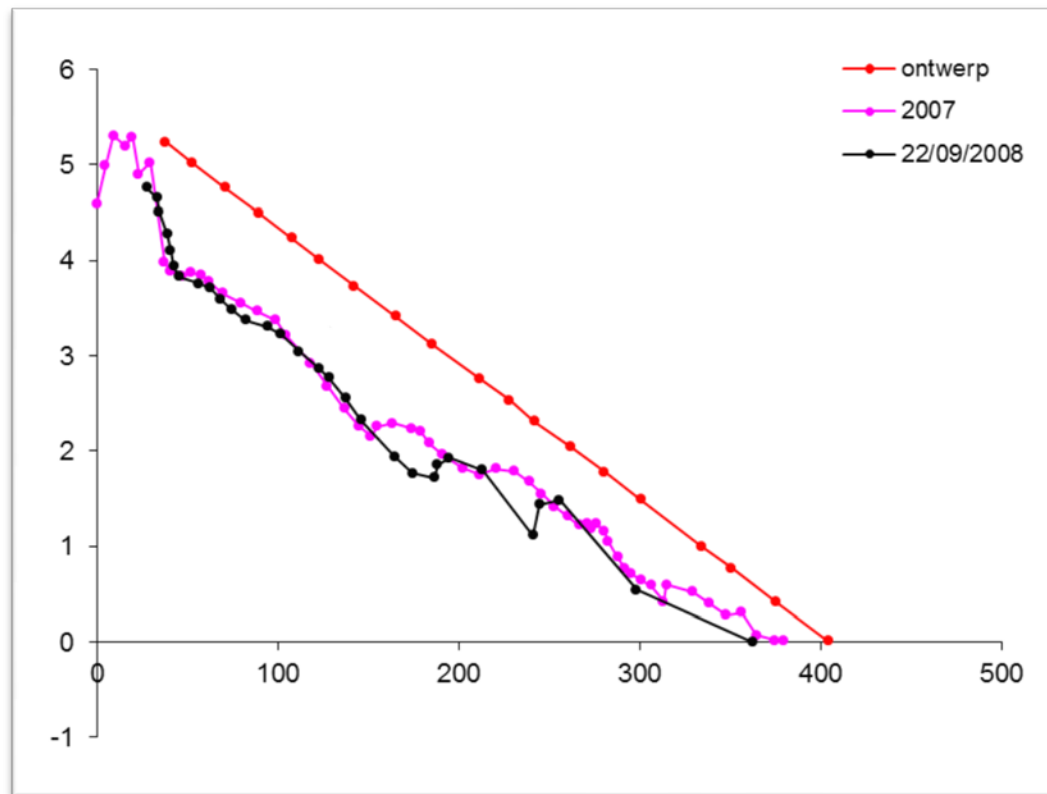


Figure 7. Schematic overview of cross-shore distribution of *Bathyporeia pilosa* and *B. sarsi* across the intertidal gradient. MHHWS = level of mean highest high water at spring tide; MTL = mid-tidal level.

Simulatiemodel: input abiotiek

- Veranderingen in strandprofiel

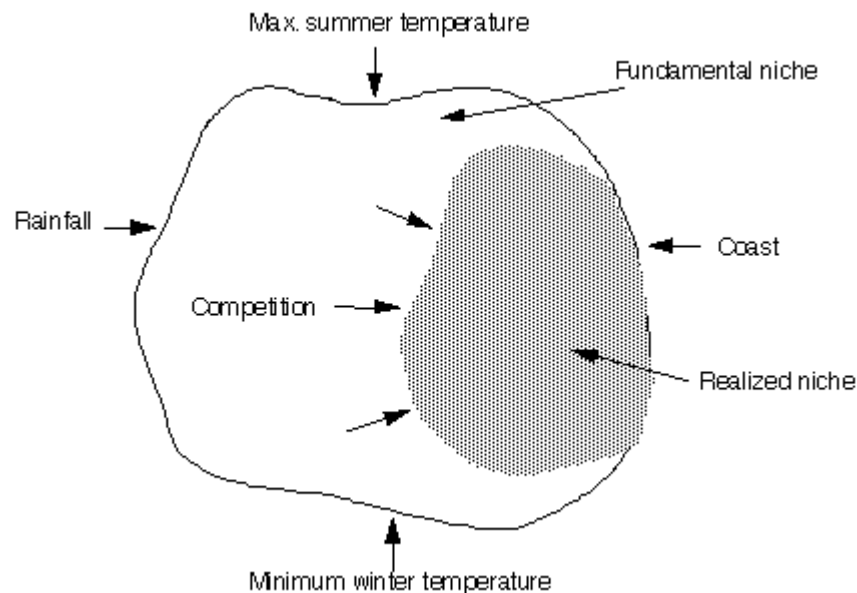


Simulatiemodel: input abiotiek

- Geassocieerde veranderingen in korrelgrootte en organisch materiaal
 - Korrelgrootte suppletie (300 μm)
 - Korrelgrootte evenwicht $\sim$ GLLWS
 - Time Till Equilibrium: tijd nodig voordat profiel het evenwichtsprofiel benadert (=uitgangssituatie) $\sim$ dikte suppletie
 - Organisch materiaal: is gecorreleerd met korrelgrootte

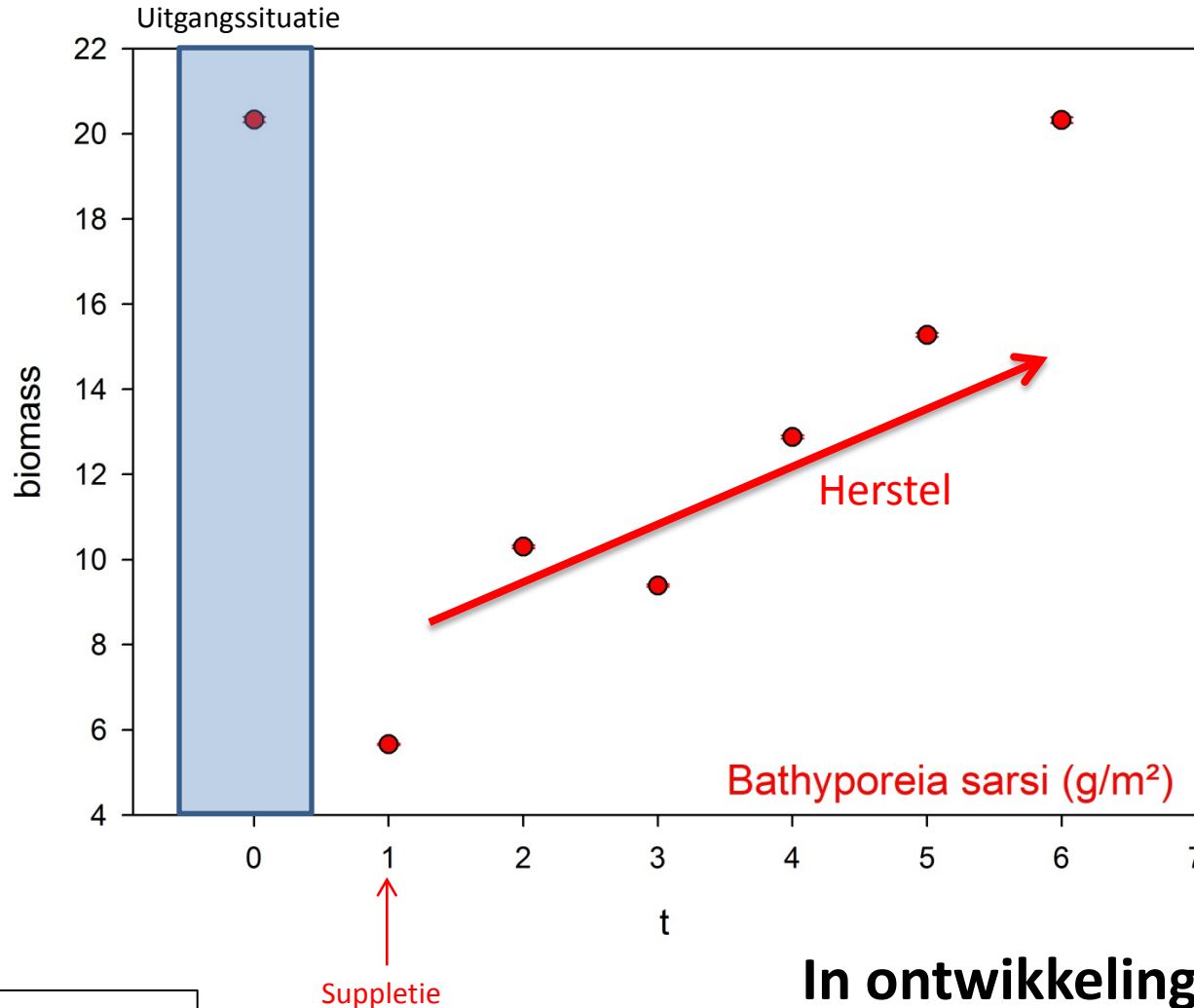
Simulatiemodel: input

- Assumpties
 - Dispersie is niet limiterend: onmiddellijke kolonisatie
 - Mortaliteit na suppletie is absoluut
- Nichemodel = gerealiseerde niche, dus biotische interacties (competitie, predatie) zijn per definitie ingesloten



Output *Bathyporeia sarsi*

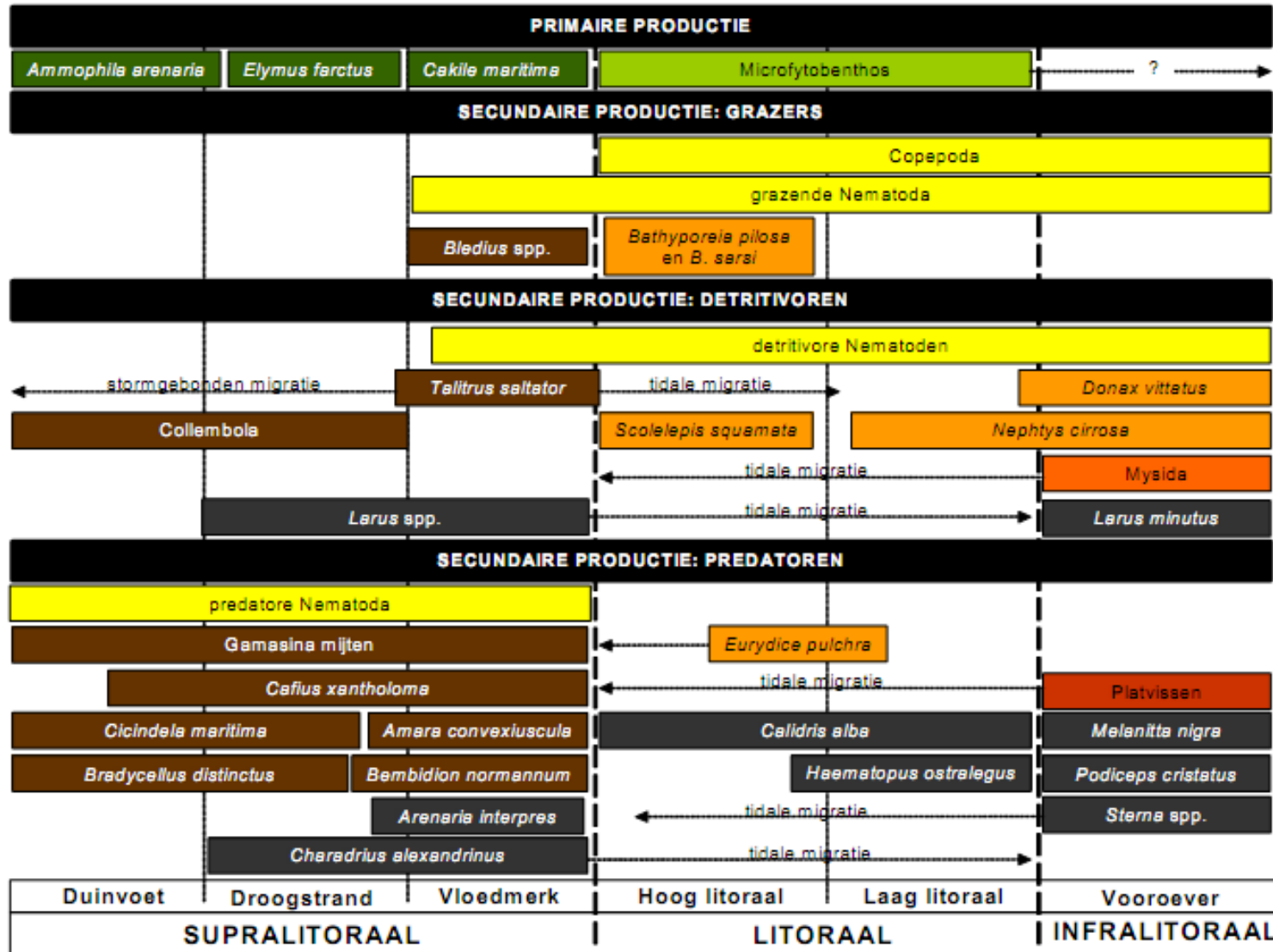
(1000 simulaties)



Profielsuppletie ??

Droogzandsuppletie ??

Vooroeversuppletie ??



AANBEVELINGEN voor strandsuppletie langsheen de Vlaamse Kust :

DROOGZANDSUPPLETIE

Terrestrische arthropoden : Suppleties met natuurlijk, water(over-)verzadigd sediment is wenselijk om directe mortaliteit; als wierpakketten blijven liggen na suppletie, zal herstel van deze strandfauna sneller gebeuren; een zachthellend strandprofiel nodig voor herstel van terrestrische arthropoden

Duinplanten : Algemene richtlijn : zandsuppleties dienen het hoogstrand zoveel mogelijk te ontzien. In strandzones met hoge recreatiedruk biedt de aanplant van (milieuvriendelijke) rijshouthagen vestigingsmogelijkheden voor hoogstrandvegetaties.

PROFIELSUPPLETIE

Winterperiode (om snel herstel benthos mogelijk te maken)

Kiezelwieren : snel herstel mogelijk; korrel moet $< 400 \mu\text{m}$

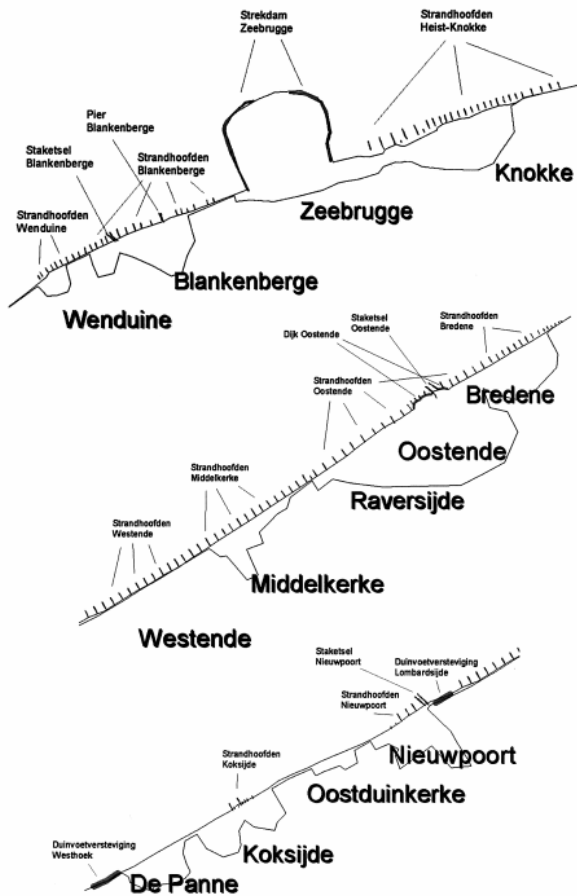
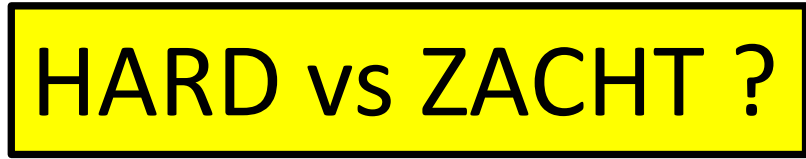
Benthos : profiel behouden; fijnere korrel (tss 180 en $350 \mu\text{m}$) optimaal

Vogels : aandeel nat strand zal afnemen waardoor bijv. de Drieteenstrandloper over een kleiner foerageergebied zal beschikken zowel in ruimte als in tijd.

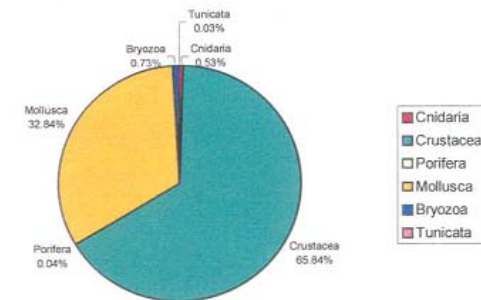
VOOROEVERSUPPLETIE

‘beter’ voor de typische strandfauna (*Bathyporeia* spp; *Eurydice*, *Scolecopsis*, ...);

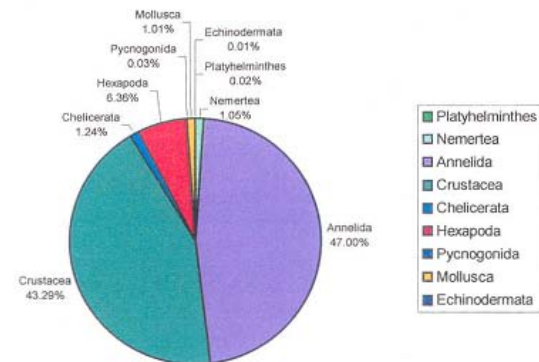
Alhoewel “Vooroever”benthos veel rijker is dan de strandfauna; zal de connectiviteit voor de verspreiding van de soorten via zeewater sneller kunnen (als korrel OK is); over welke afstanden ??



HARD



ZACHT

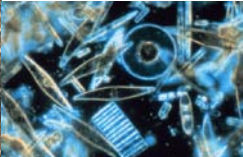


Engledow et al., 2001

70-80 spp.

HARD vs ZACHT ?

70-80 spp.



WELKE PRIORITEITEN ?

Stranden, zeewering en natuur ...

Moeilijk huwelijk !

