Mangrove RESCUE

Mangrove Resilience for Enhanced Safety of Coastal Urbanisations and Environments

Dr. Erik Horstman

UNIVERSITY OF TWENTE.

WHO'S ERIK

- PhD biophysical interactions in mangroves
  University of Twente &
  National University of Singapore
- PostDoc sediment dynamics in mangroves
  University of Waikato

- Focus on ecosystem engineering
- Combining field observations,
  flume studies and numerical modelling

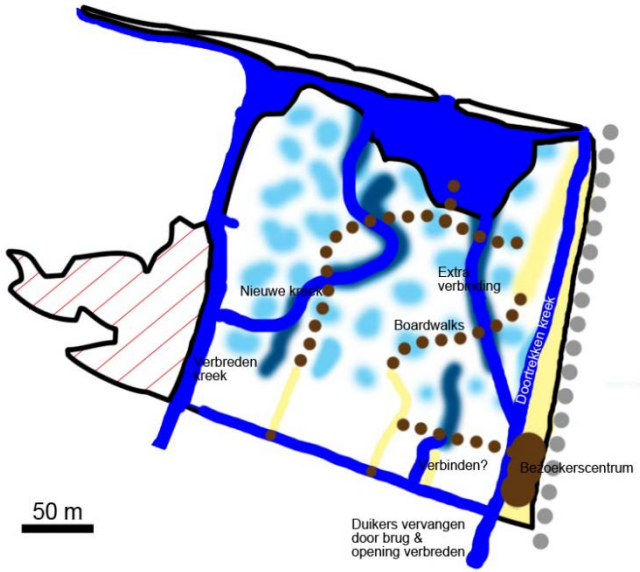
TODAY'S TALK

- **Ecosystem Services**
- Wave Attenuation
- Sediment Trapping
- Mangrove Resilience
- Mangrove Management

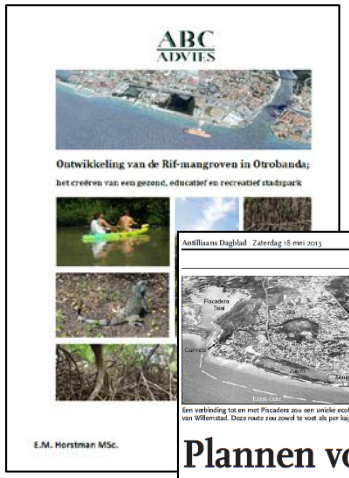
MANGROVE ECOSYSTEM SERVICES

- Ecologically important habitats
- Providing food, wood, etc.
- Recreation, education & spiritual relevance

RIF MANGROVES - CURAÇAO



RIF MANGROVES



Curaçao reportage

Mangroven zijn cruciaal voor het onderwaterleven en kustvogels. Toch verdwijnen op Curaçao meer mangroven dan erbij komen. Recent heeft het eiland een mangrovebos nieuw leven ingeblazen.

Wat voorheen een stinkende rioolovorstort aan de kust van Willemstad was, is nu een mangrovepark met helder water, vissen en vogels.

Mangrovepark in plaats van muskietenbroeinest

tekst **Jeannette van Ditzhuijzen**
foto's **Sinaya Wolfert**

Hee zijn fascinerende bomen. De rode mangrove met zijn karakteristieke stelewurtels; en de witte en de zwarte met bovengronse, portiekvormige luchtwortels. Die fatte wortels groeien niet voor niksze hoog boven de grond. De bomen staan namelijk met hun voeten in het zuurstofarme zilte water en daarom 'ademen' ze via deze luchtwortels.

De bomen zijn cruciaal: ze houden niet alleen het sediment vast dat van het land komt en anders de zee in spoelt en het koraalrif verstikt, ze beschermen ook de kust tegen te hoge golven bij bijvoorbeeld orkanen.

Maar dat is nog niet alles. De broedkamerfunctie maakt de aanwezigheid van mangroven van groot belang voor het koraalrif. Talloze rifvissen en andere zeedieren groeien op in de beschutting van mangrovewortels voordat ze naar het koraalrif of de open zee vertrekken. Ze leven van algen en plankton die op en tussen de mangrovewortels groeien. Bovendien hebben deze dieren in het ondiepe water vlak voor de kust weinig of geen last van roofvissen. Met de broedkamerfunctie zijn mangroven dus ook van groot belang voor de visserij. En dan zijn er nog de kustvogels die in de boomkruinen ideale nestplekken vinden.

Maar ja, die bomen staan soms wel in de weg. Bijvoorbeeld als je luxevilla's aan zee wilt bouwen met bijbehorende aanlegsteigers. Dan vormen de mangroven een barrière, dus hup, weg ermee. Ook voor hotels of commerciële houtkap moesten mangroven vaak wijken. Wereldwijd is alleen al in de laatste twintig jaar van de vorige eeuw 27 procent van alle mangrovegebieden verdwenen.

Op Curaçao is 0,12 procent van het eiland begroeid met mangroven: een miezerige 55 hectare. Ooit was dat veel meer en waren de vele baaien aan de zuidkust omzoomd met mangroven. Toerisme en woningbouw eisten ook hier hun tol.

Strikt juridisch zijn mangroven op Curaçao niet beschermd, vertelt Jeffrey Sybesma, biholoog en jurist. "Maar Curaçao is wel verdragspartij bij de Cartagena Conventie inzake de bescherming van het mariene milieu in het wijdere Caribische gebied. Op grond van het Protocol inzake speciaal beschermde gebieden en wilde soorten (Spaw) kunnen mangroven niet zonder meer worden gekapt of anderszins beschadigd." Dit gebeurt desondanks. "De overheid van Curaçao treedt zelden of helemaal niet op tegen illegale kap van mangrovebossen", weet Sybesma.

> De bomen staan in de weg als je luxevilla's aan zee wilt bouwen

Maar onlangs heeft Curaçao een gebied van 7,5 hectare mangroven herstald. Daar, aan het Rifwater ten zuiden van Curaçaos oude stadswijk Otrobanda, lag traditioneel een gnoot open water. Sinds eind jaren veertig van de vorige eeuw het riool werd aangelegd, spoelde het rioolwater een paar keer per jaar bij stortingen in het pompthuis het Rifwater in. De voedingsstoffen bleven achter en daardoor konden mangroven ontkiemen en uitgroeien tot enorme hoogten, hoger dan elders.

Iedereen blij zou je zeggen, maar dat valt tegen. Door de dichte begroeiing kwam er nauwelijks licht bij de bodem. Het stonk en de muskieten verleden fiest in het vrijwel stilstaande water. Geen prosje voor de bewoners van de volkswijk aan de overkant van de weg, of voor de patiënten in het nabijgelegen ziekenhuis.

Er moest dus iets gebeuren, temeer daar twee hotels een oogje hadden op de ruimte aan weerszijden van dit mangrovebos. Zo'n ikden wel bouwen, mits er iets aan die stinkende mangroven vol muskietenbroedplaatsen werd gedaan.

In 2012 schreef Erik Horstman, mangrowonderzoeker aan de Universiteit Twente, opvrzoek van milieuorganisatie Amigu di Tera een uitgebreid plan om van de plek een stadspark te maken. Essentieel bleek een goede verbinding met zee ter bevordering van de wateruitwisseling. Hij stelde voor enkele nieuwe kanalen naar zee te graven, maar ook kanalen in het park zelf, zodat het aantrekkelijk wordt voor kajakkers en wandelaars.

Dat park is nu realiteit geworden. De architect, Iyongo Juliana, heeft op Horstmans rapport voortgeborduurd. "Daarvoor moest ik eerst wachten op de technische doorrekening. Want het is cruciaal dat de eb- en vloedwerking teruggekeerde, iets waarvan mangroven afhankelijk zijn."

Vervolgens heeft Juliana esthetische aspecten toegevoegd aan de technische oplossing, zodat het een echt park is geworden, waarvan niet alleen de natuur profiteert, maar ook de mens. Zo kun je via slingerende vlonderpaden verschillende rondjes door het park lopen, terwijl meandrerende waterwegen voor een afwisselend kajakparcours zorgen. Juliana: "Omdat het water overwoekerd was, hebben we een deel van de mangroven weggehaald voor de doorbraken naar zee en de vaarroutes in het park."

Nu worden de (water)wegen omzoomd door meterhoge mangroven en zie je links en rechts diverse jonge mangroven opschieten. Die krijgen vóór de sanering geen kans door het gebrek aan licht. Ongewijfeld zullen deze jonkies optrekken richting de vlonderpaden, waardoor het jungegevoel straks alleen maar sterker zal zijn. Juliana: "Door de slechte waterkwaliteit zag je amper vissen. Nuz ijn het er zoveel, dat ze soms in de boot springen. We hebben een veel gezondere mangrove-epopulatie."

Wie een rondje door het park maakt, ziet witte reigers opvliegen, die hier hun nesten maken. Tijdens de aanleg zijn zelfs een paar koet flamingo's waargenomen. En de stinkende, bruine smurrie van weleer is nu helder water geworden.

> Wie een rondje door het park maakt, ziet witte reigers opvliegen

Volgens critici schoomt er bij stortingen nog steeds rioolwater naar de mangroven. Paul Stokkermans, directeur van Carmabi (Caribbean Research and Management of Biodiversity Foundation) dat dit park gaat beheren, vertelt dat dit rioolwater nu in een apart bassin terechtkomt, waardoor het direct kan worden verwijderd. "Maar op den duur moet er wel een nieuw rioleringssysteem komen."

Het park biedt een unieke kans om van mangroven en de bijbehorende fauna te genieten. Iyongo Juliana is heel trots dat hij heeft mogen helpen dit stukje natuur te beschermen en gezonder te maken. "Nergens anders in de binnenstad vind je een groen gebied van deze afmeting."

Protest tegen mangrovekap

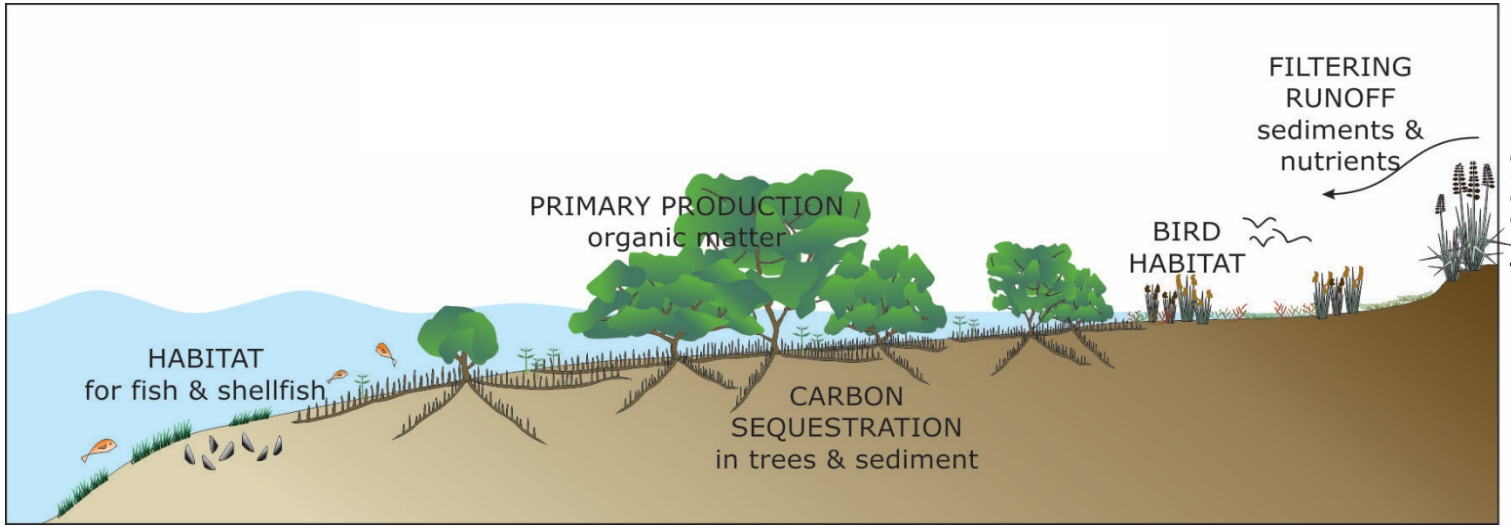
Niet iedereen is tevreden over het nieuwe stadspark. Zes partijen, waaronder Amigu di Tera, hebben elkaar gevonden in hun **bezwaren**. Die gaan voornamelijk over een weg die langs het park is aangelegd waarover cruisetoeristen per bus of taxi worden vervoerd. Pal achter het park liggen twee grote pieren voor cruiseschepen.

Voor de nieuwe weg moest tot verdriet van de actievoerders **een klein deel van de mangroven wijken**. Een tracé dat de mangroven spaarde, bleek over grond van het nog te bouwen Marriott Hotel te lopen. Volgens de actievoerders bestaan er alternatieven, maar daar is de overheid niet op ingegaan.

Architect Iyongo Juliana begrijpt de kritiek niet. "Het gebied is juist ontwikkeld **om de natuur te beschermen**. Als we niks hadden gedaan, waren die hotels er niet gekomen. Of ze hadden alle mangroven gekapt om van de stank en de muskieten af te zijn."

MANGROVE ECOSYSTEM SERVICES

- Ecologically important habitats
- Providing food, wood, etc.
- Recreation, education & spiritual relevance
- Mitigating water quality & carbon sequestration



Horstman et al., 2018

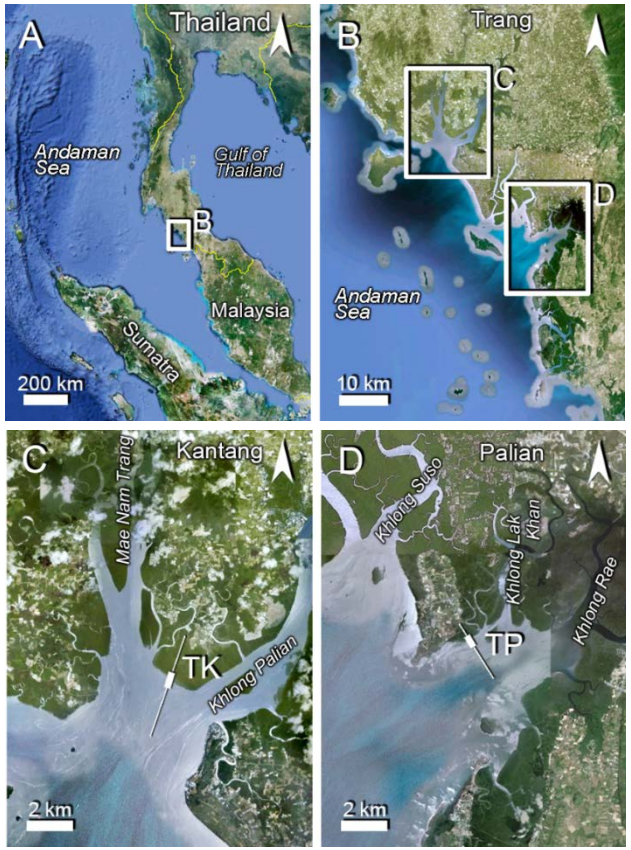
TODAY'S TALK

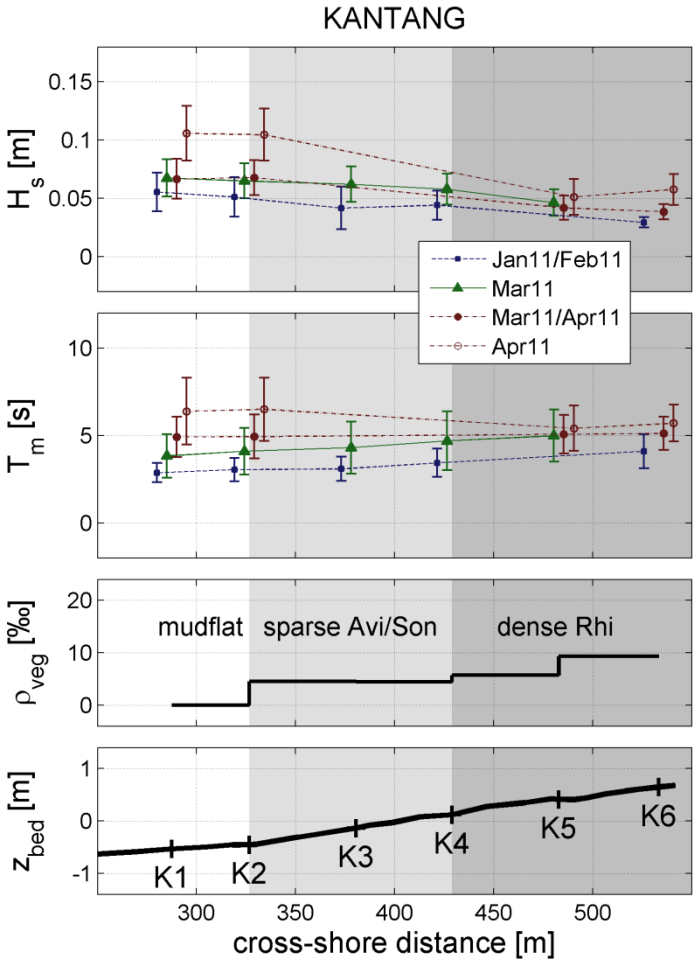
- Ecosystem Services
- **Wave Attenuation**
- Sediment Trapping
- Mangrove Resilience
- Mangrove Management

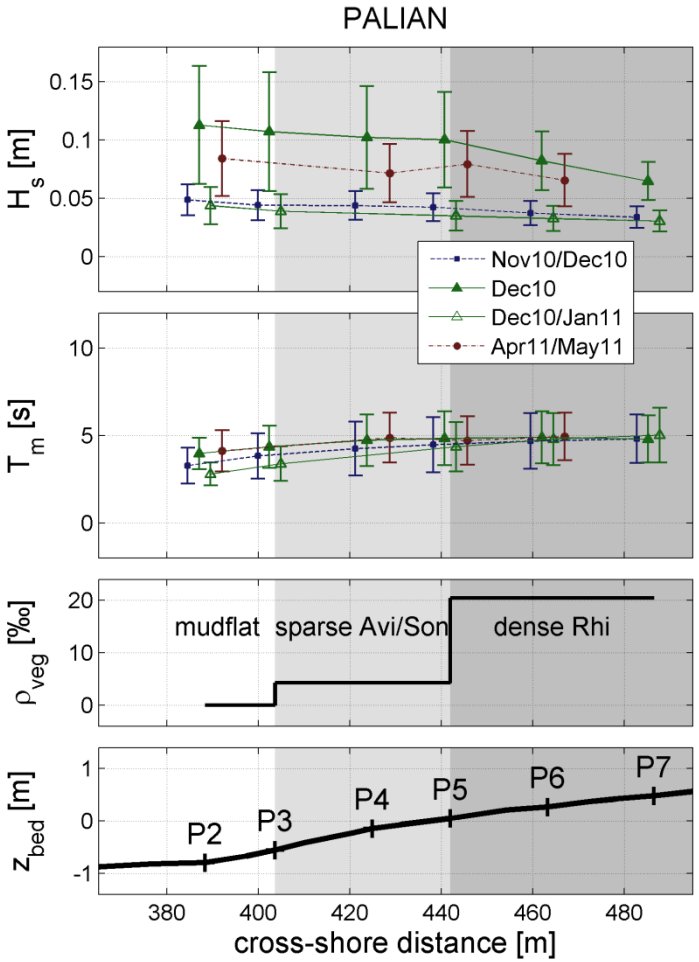
WIND WAVE ATTENUATION IN MANGROVES

Trang, Thailand

WIND WAVE ATTENUATION IN MANGROVES

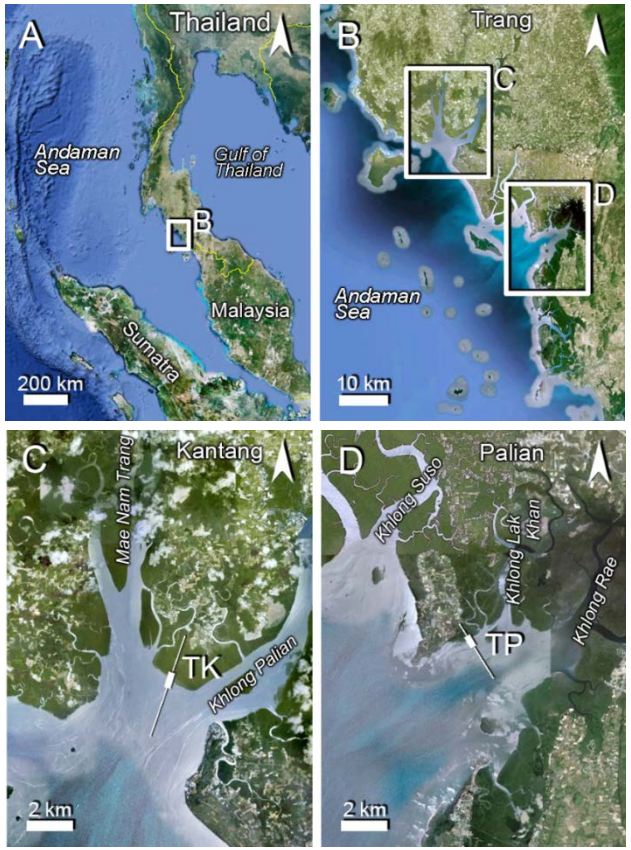


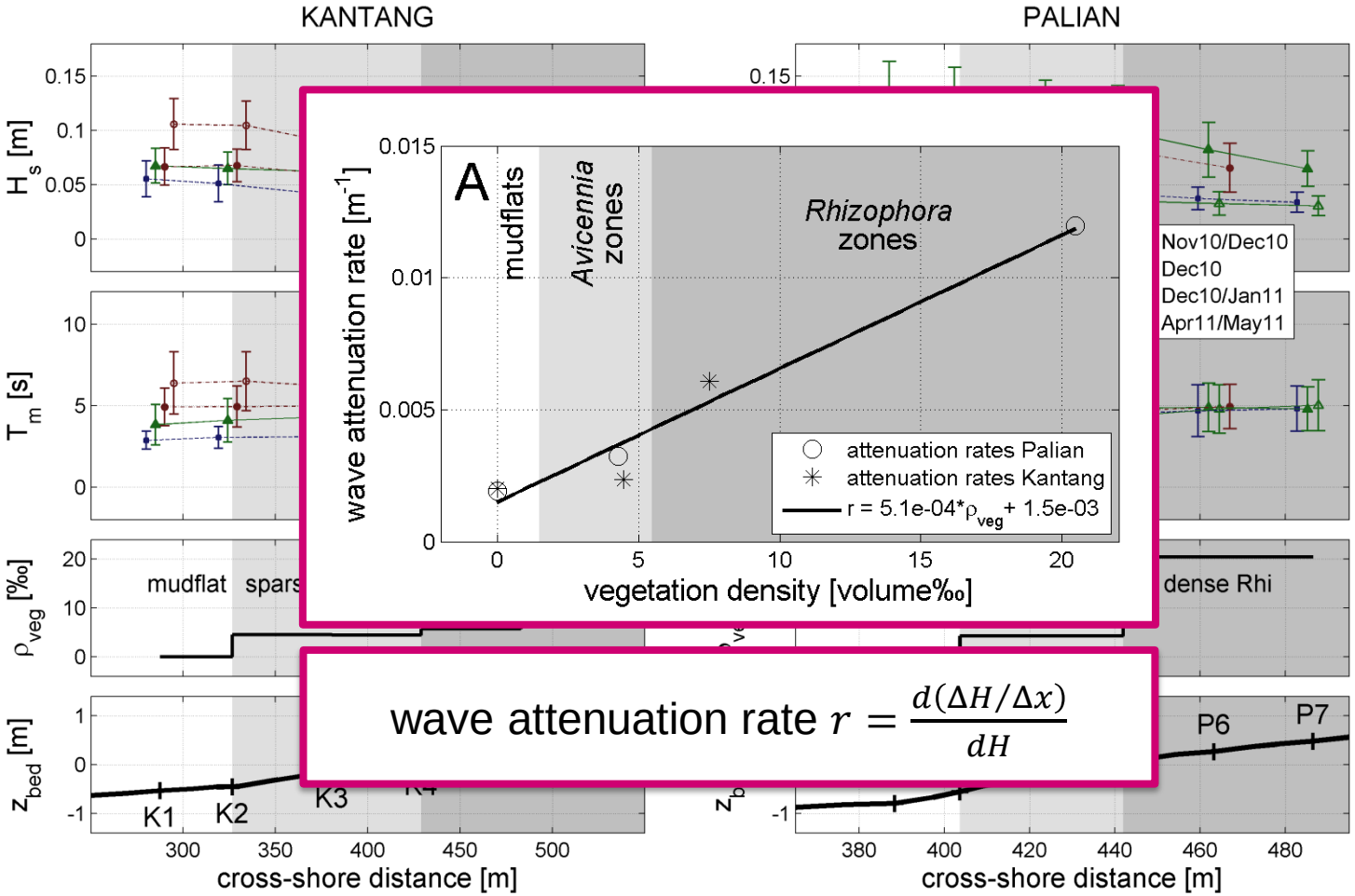




Horstman et al., 2014

WIND WAVE ATTENUATION IN MANGROVES

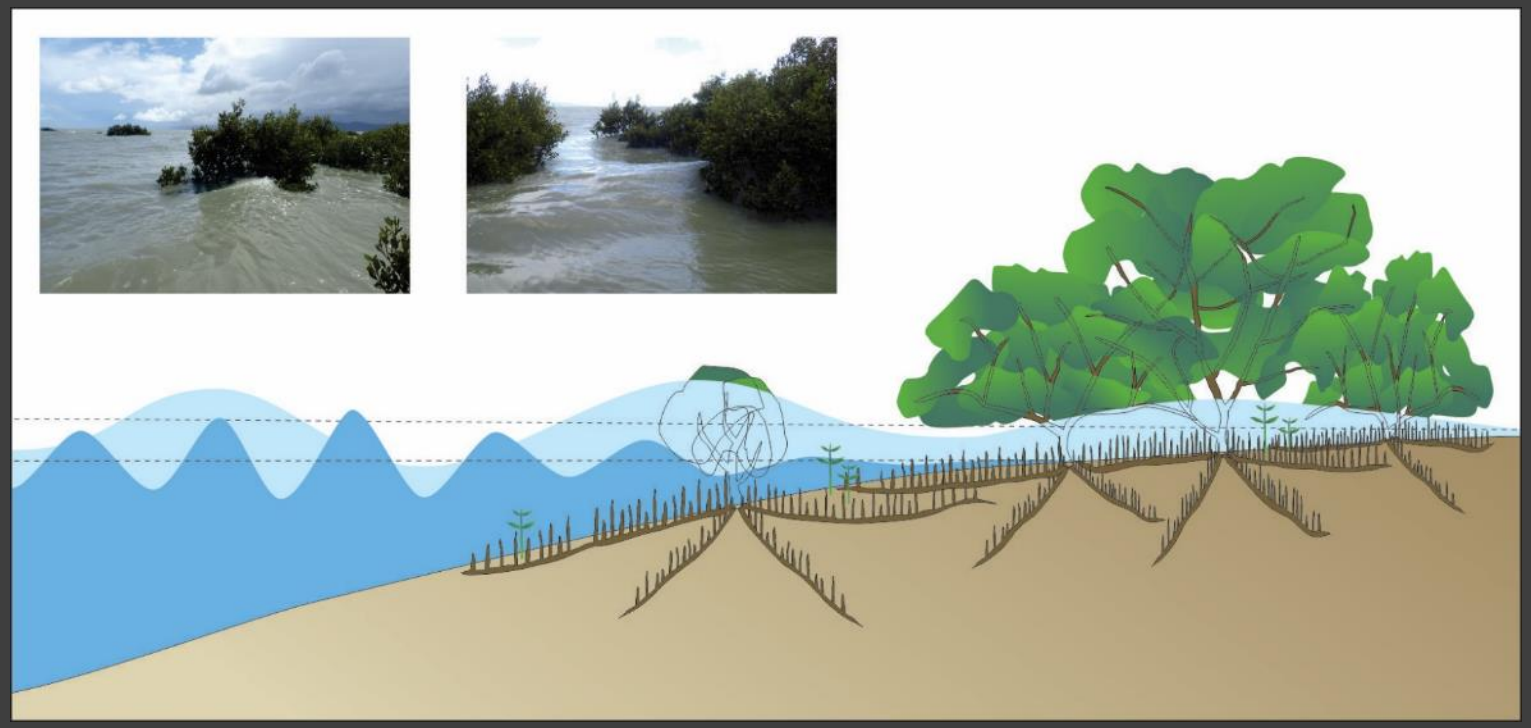




wave attenuation rate $r = \frac{d(\Delta H/\Delta x)}{dH}$

Horstman et al., 2014

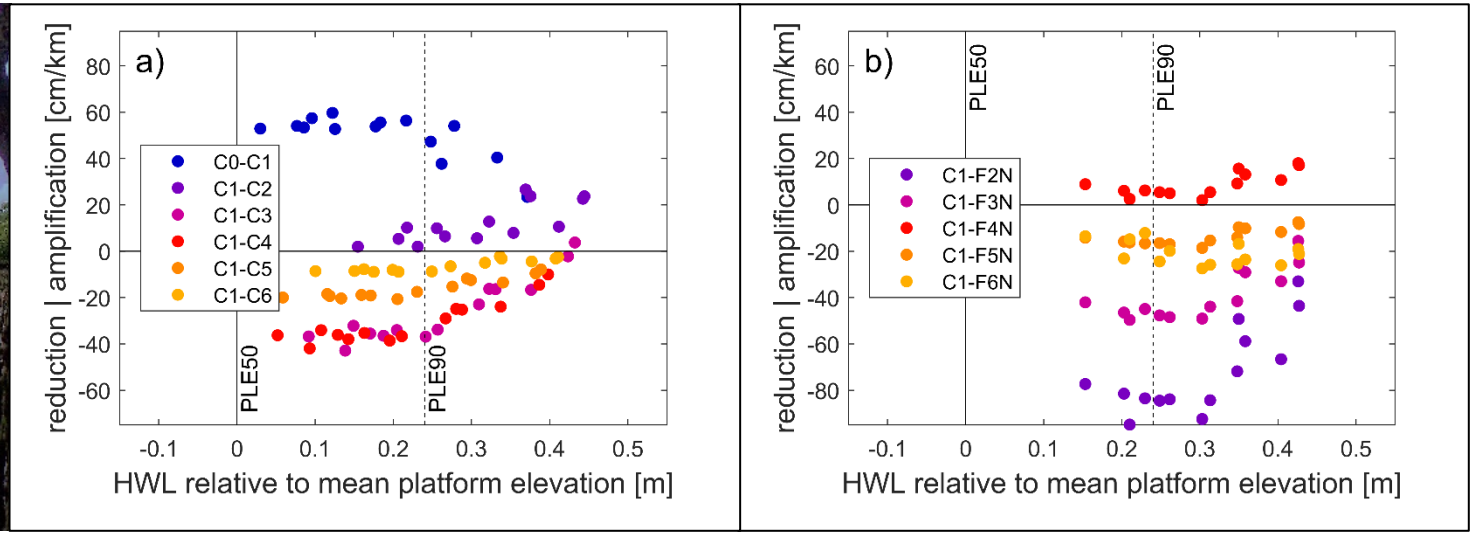
WHAT IF THE WAVE PERIOD INCREASES?



Horstman et al., 2018

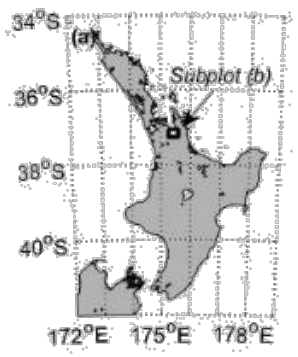
TIDAL ATTENUATION IN MANGROVES

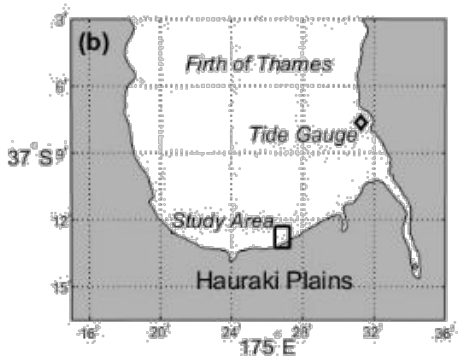
- High-water level reduction varies along ~1 km creek system
- Reduction of 9 cm/km within the creek over the full system length
- Reduction of 27 cm/km within the forest along the full system length

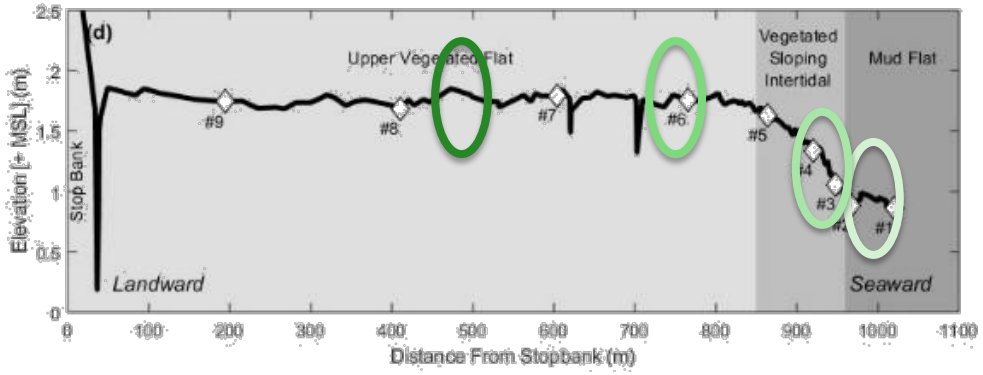


Horstman et al., 2021

STORM SURGE ATTENUATION IN MANGROVES

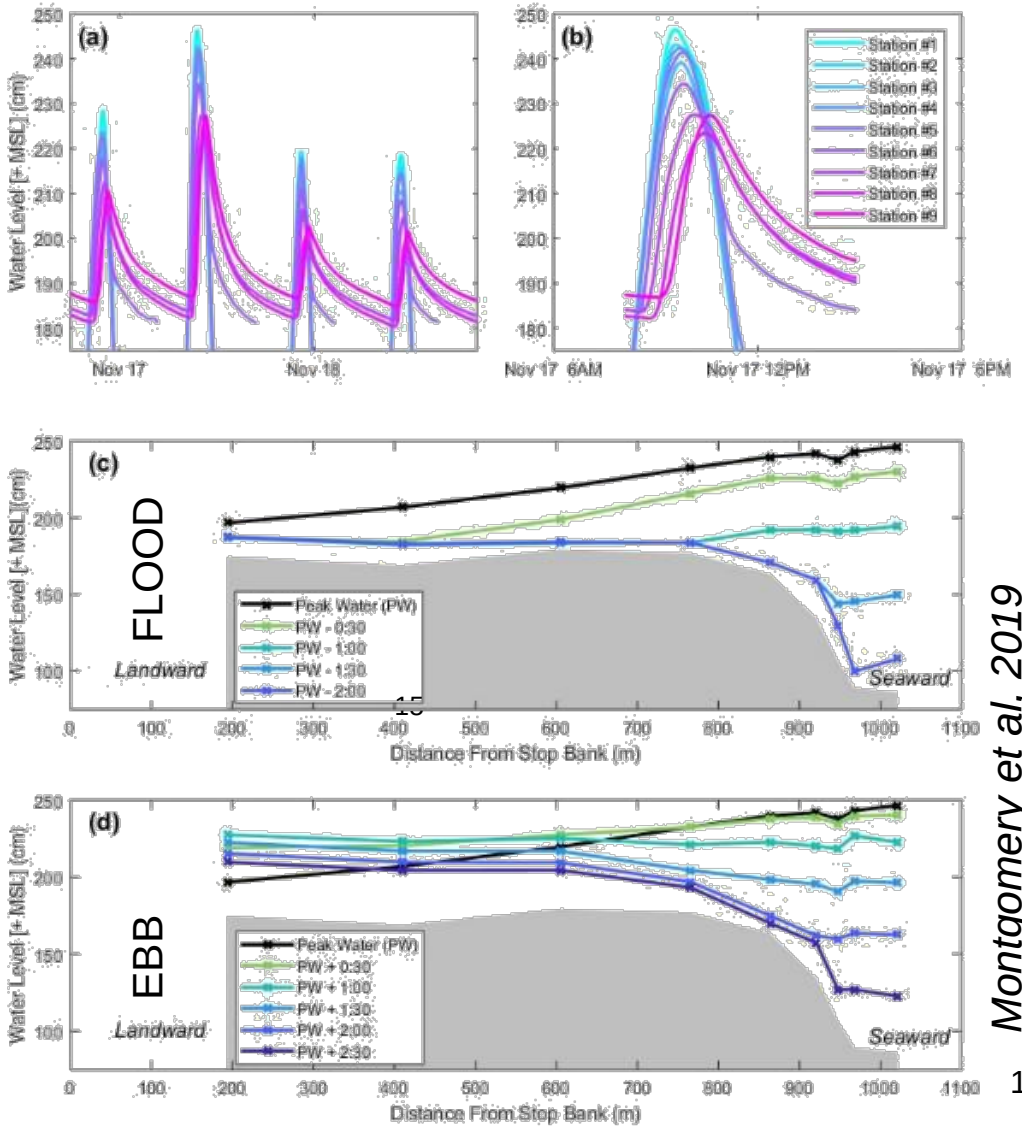






STORM SURGE ATTENUATION IN MANGROVES

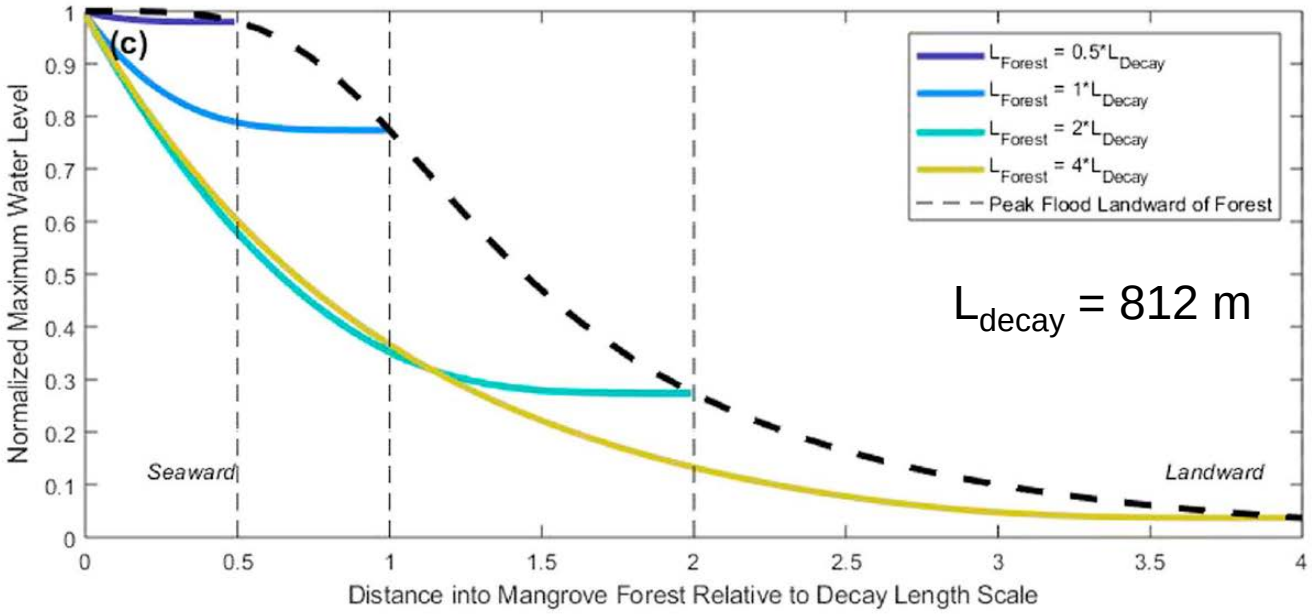
- Mangroves slow down and attenuate storm surge
- Increasing storm duration diminishes attenuating effect
- This study:
  -19 cm over 800 m of mangroves (or -24 cm/km)
- USACE rule of thumb:
  -1 m per 14.5 km of salt marsh (or -7 cm/km)



Montgomery et al, 2019

STORM SURGE ATTENUATION IN VEGETATION

- Storm surge attenuation critically depends on:
  - Wetland width (100s-1,000s meters needed!)
  - Vegetation density
  - Flood duration
  - Peak water level



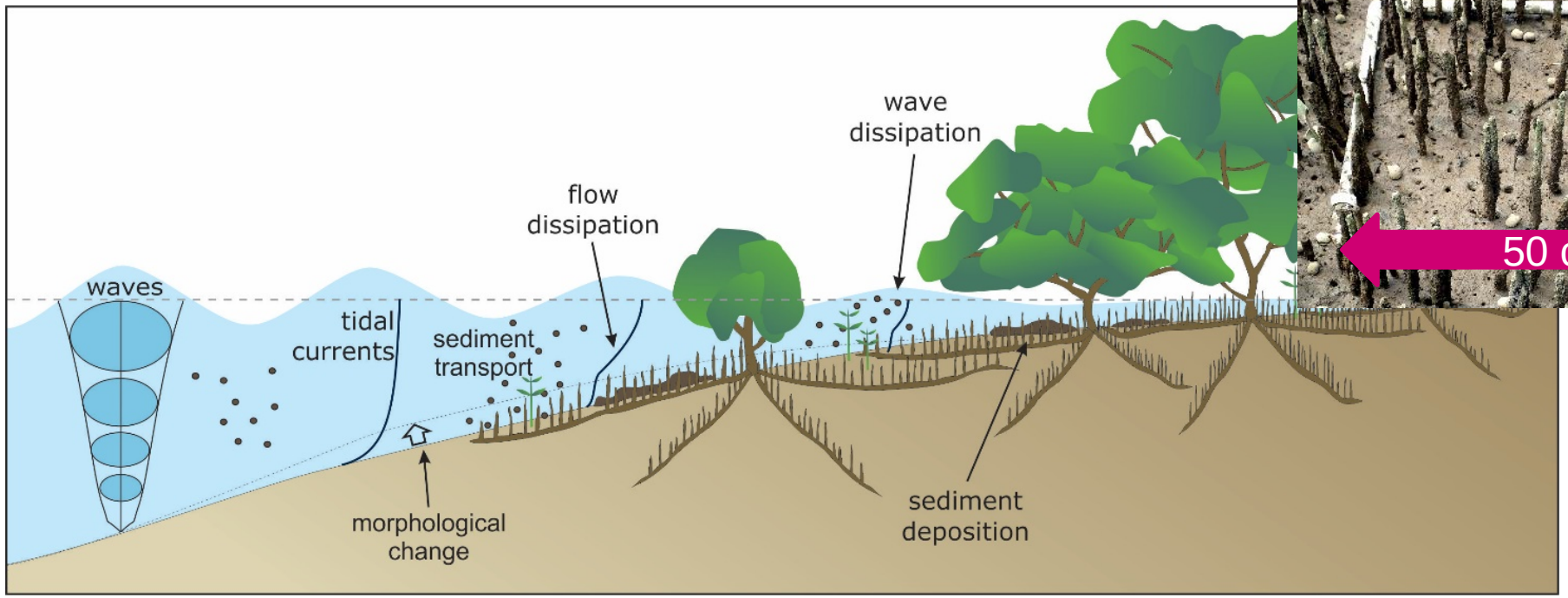
Montgomery et al, 2019

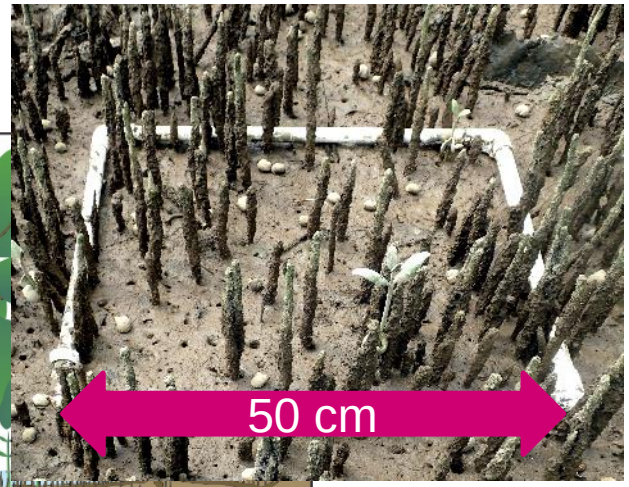
TODAY'S TALK

- Ecosystem Services
- Wave Attenuation
- **Sediment Trapping**
- Mangrove Resilience
- Mangrove Management

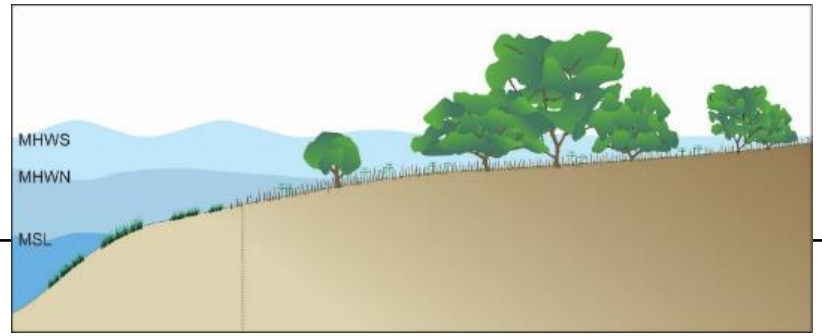
SEDIMENT TRAPPING IN VEGETATION

- Attenuation of currents, waves & turbulence in vegetation
- Cohesive sediments form flocs that settle rapidly



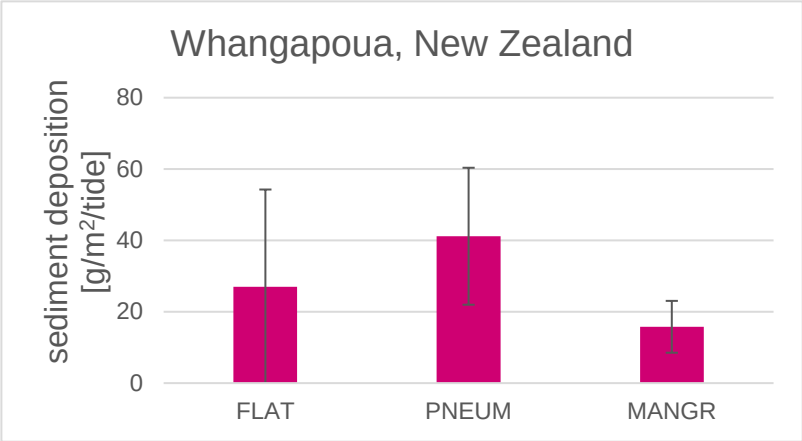


SEDIMENT TRAPPING IN MANGROVES

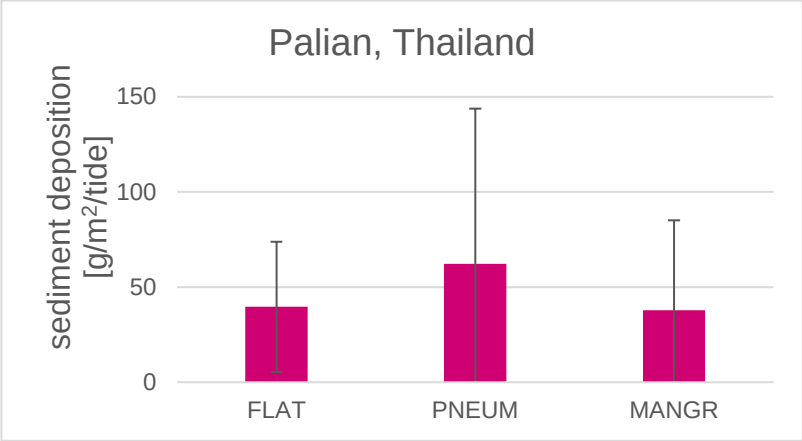


- Rapid sediment deposition at forest fringe
- Reduced turbulence in very dense pneumatophores allows for sediment deposition

Whangapoua - NZ



Palian - Thailand



SEDIMENT PRODUCTION AND STABILIZATION

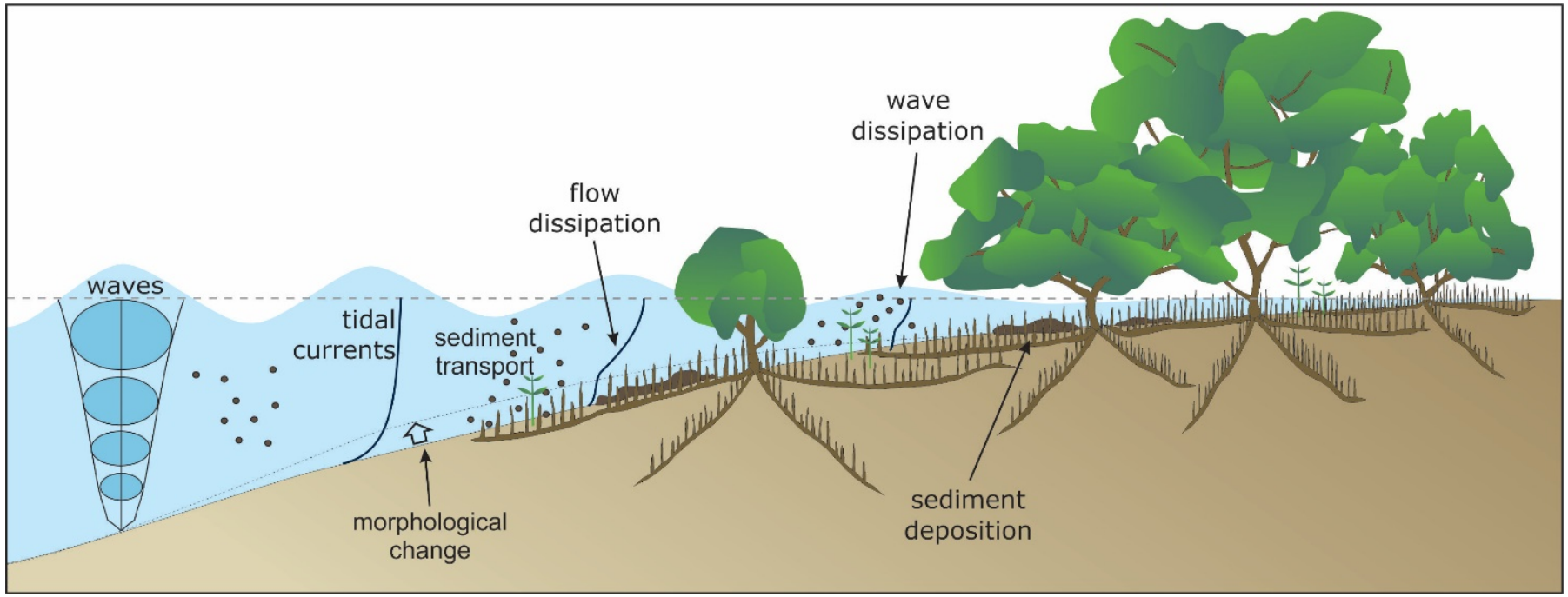
- Organic sediment sources
  - Leaf litter accumulation
  - Root growth
  - Benthic production

- Roots increase soil strength

Horstman et al., 2018

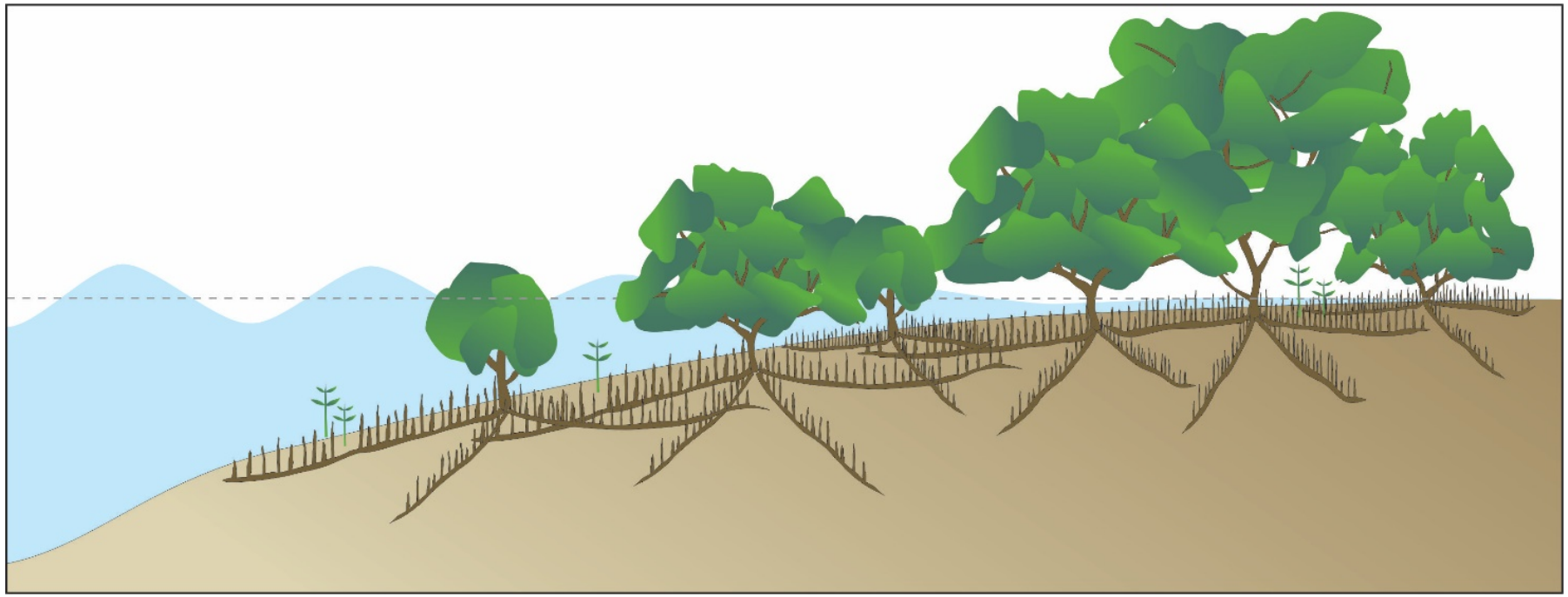
SEDIMENT ACCUMULATION IN MANGROVES

- Increasing elevation of vegetated platform
- Seaward expansion of vegetation



SEDIMENT ACCUMULATION IN MANGROVES

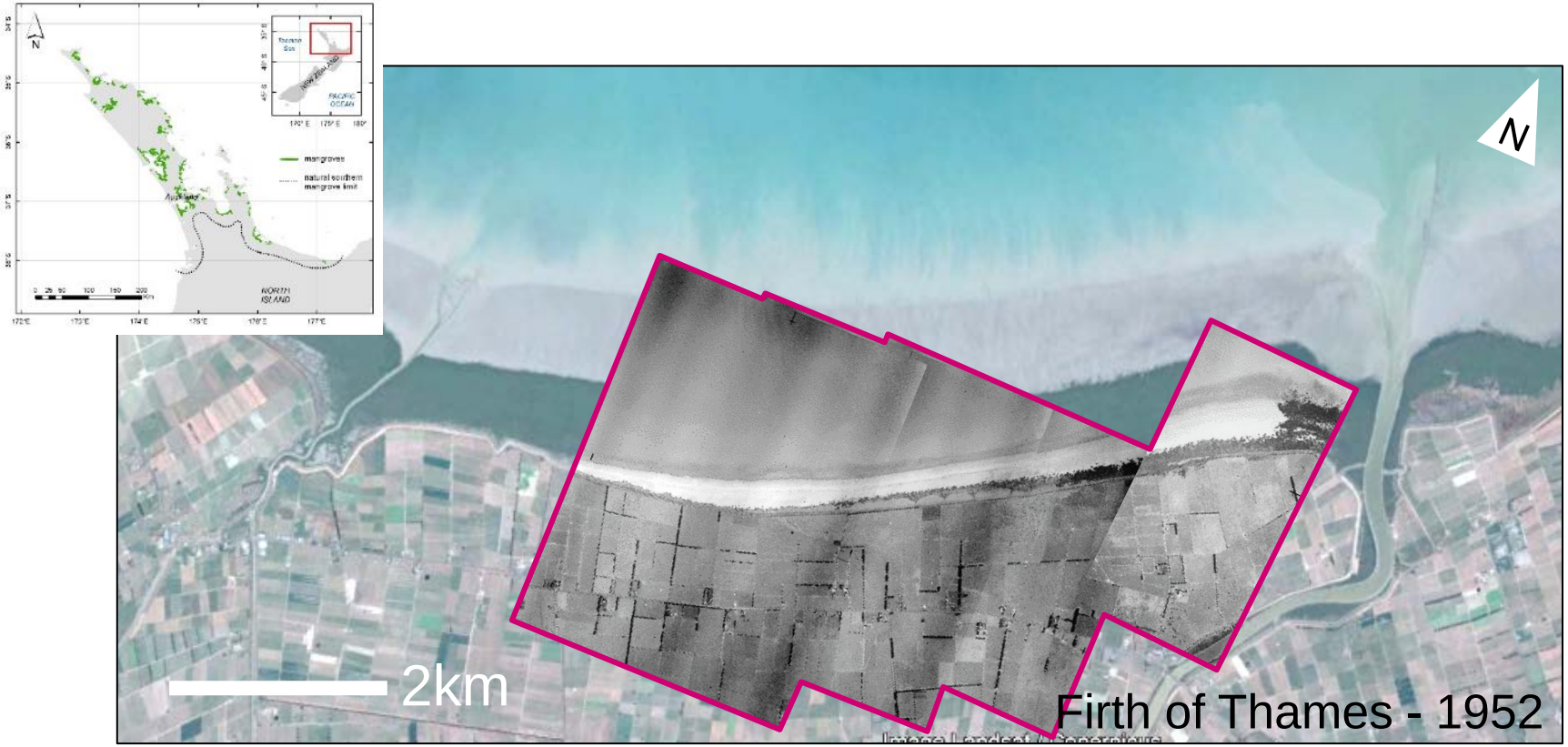
- Increasing elevation of vegetated platform
- Seaward expansion of vegetation



EXPANDING MANGROVES

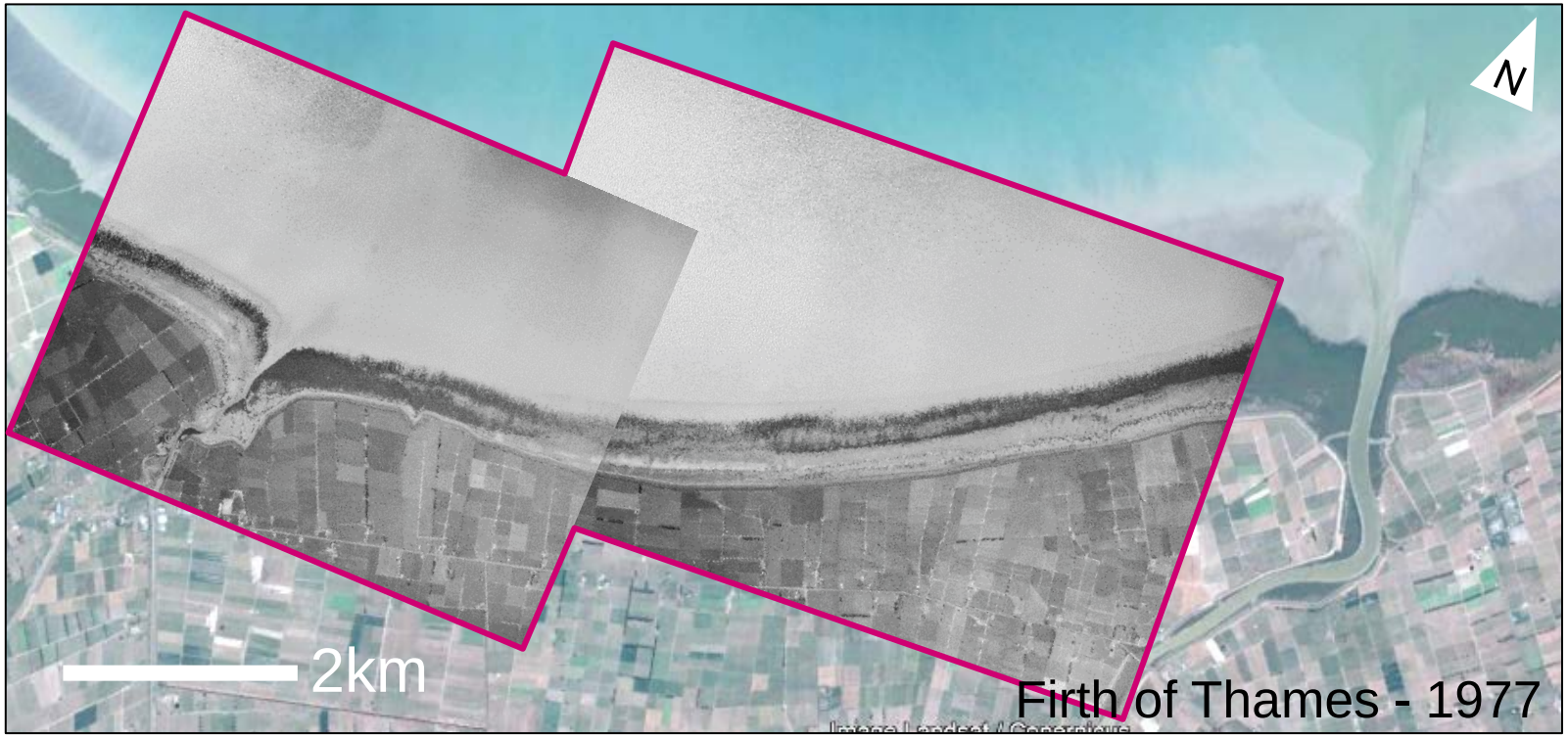
Firth of Thames, NZ

EXPANDING MANGROVES



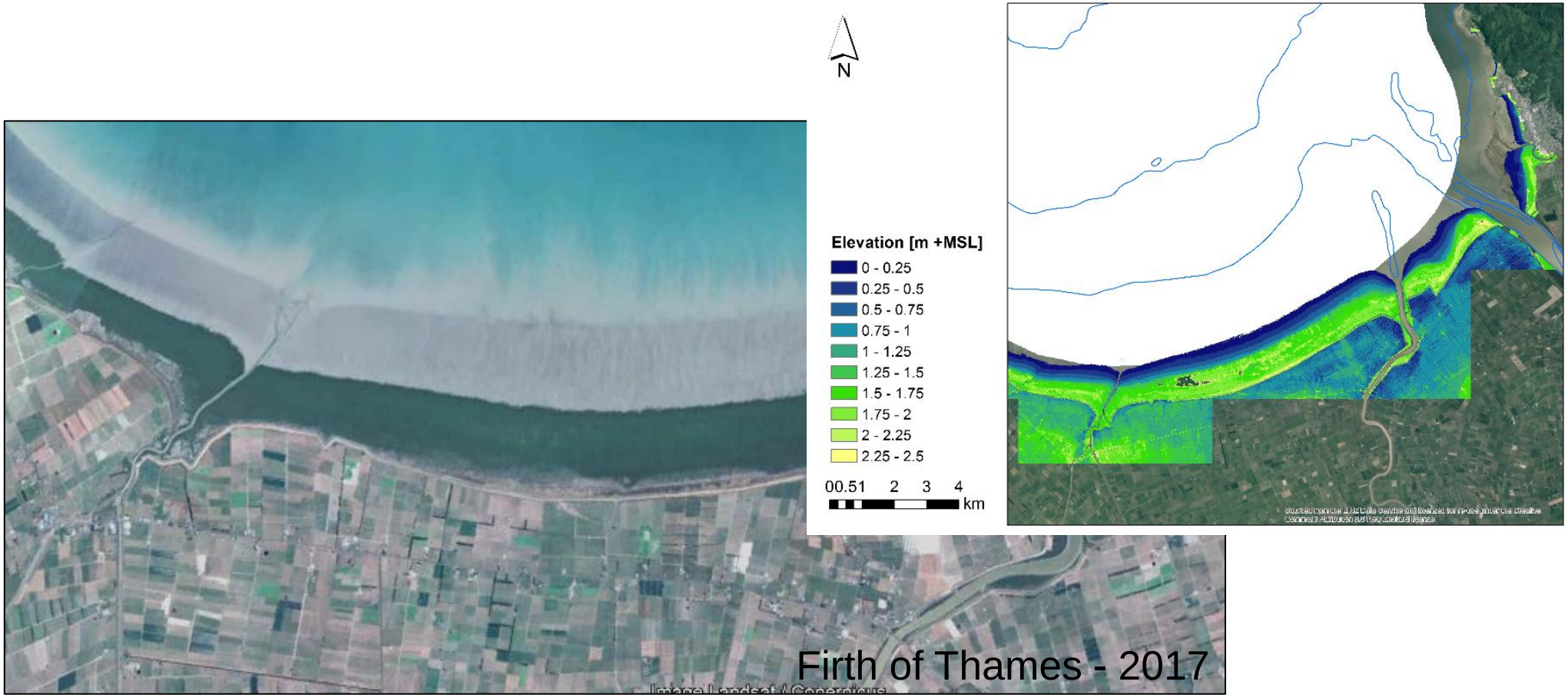
Google Earth (CNES/Airbus) & retrolens.nz (LINZ)

EXPANDING MANGROVES



Google Earth (CNES/Airbus) & retrolens.nz (LINZ)

EXPANDING MANGROVES



Google Earth (CNES/Airbus)

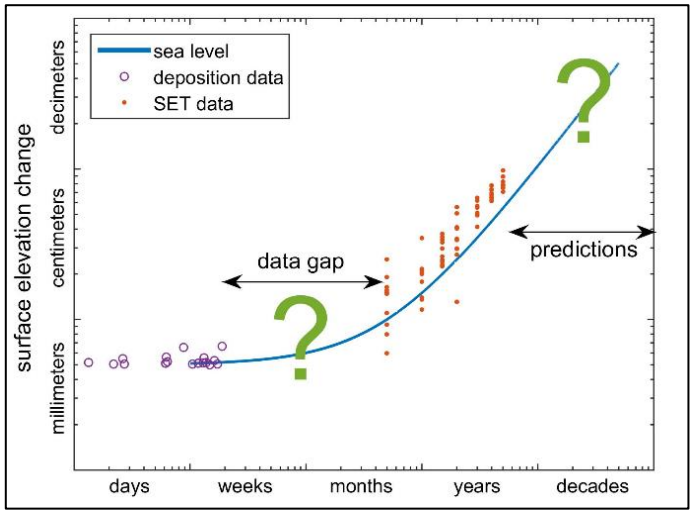
TODAY'S TALK

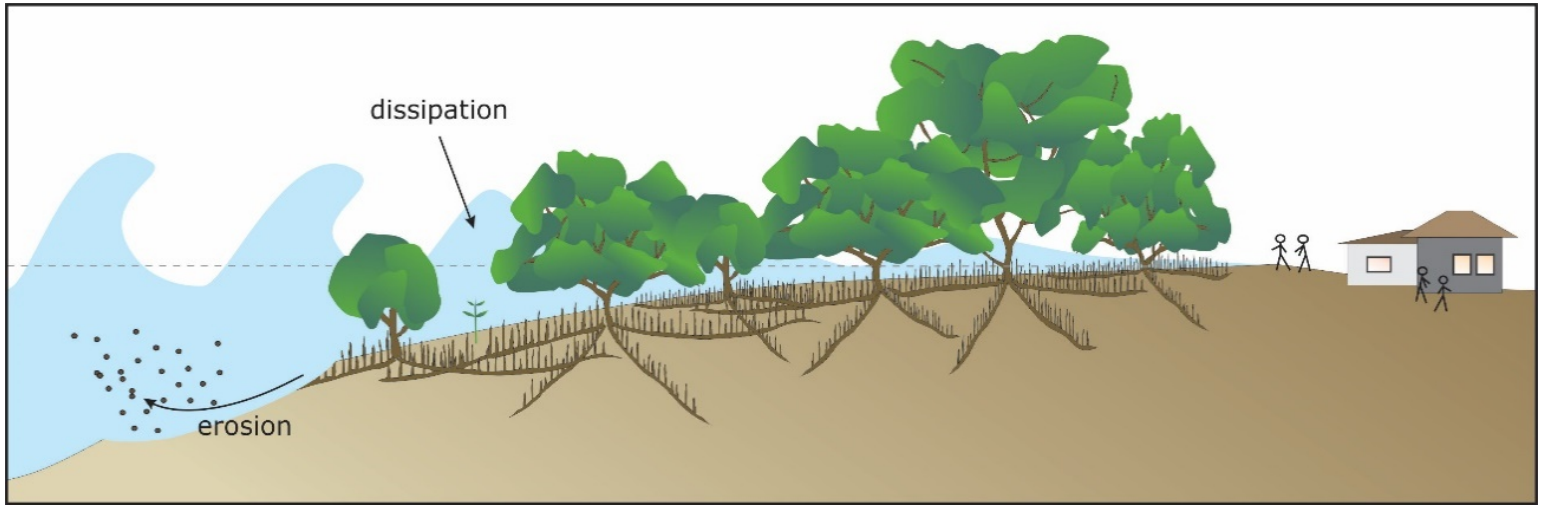
- Ecosystem Services
- Wave Attenuation
- Sediment Trapping
- **Mangrove Resilience**
- Mangrove Management

MANGROVE RESILIENCE

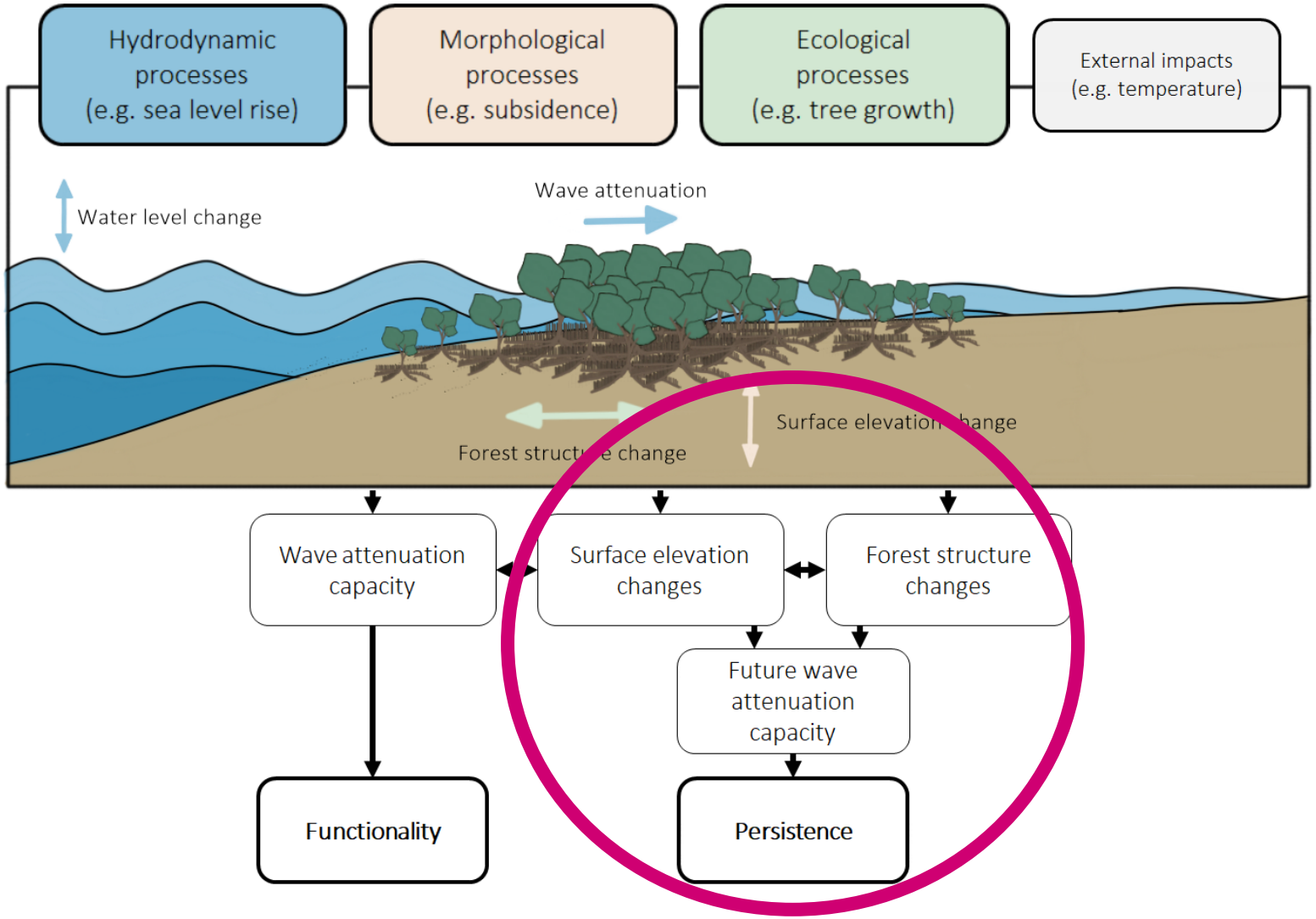
Mangroves can:

- Protect against storm waves/surges and erosion
- Trap sediments and recover from storm damage
- Keep up with sea level rise?





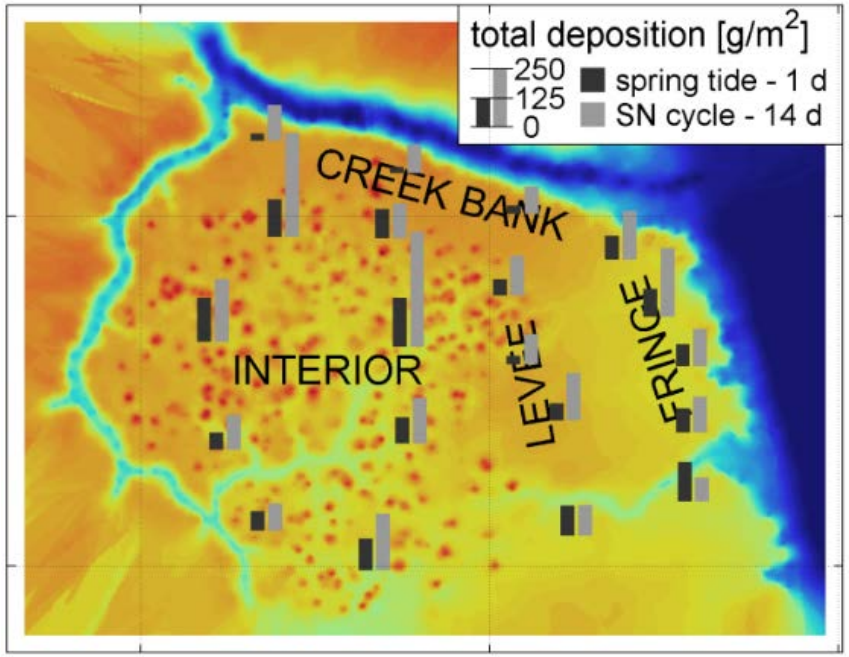
MANGROVE RESILIENCE

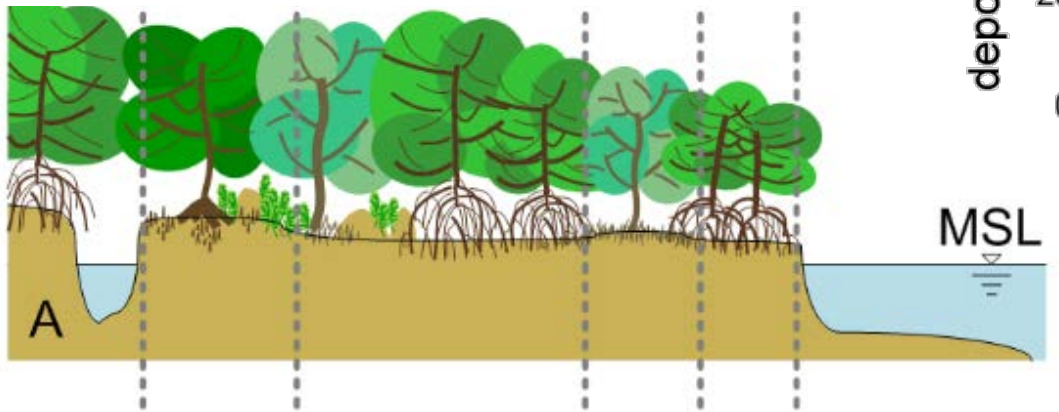


Gijsman et al., 2021

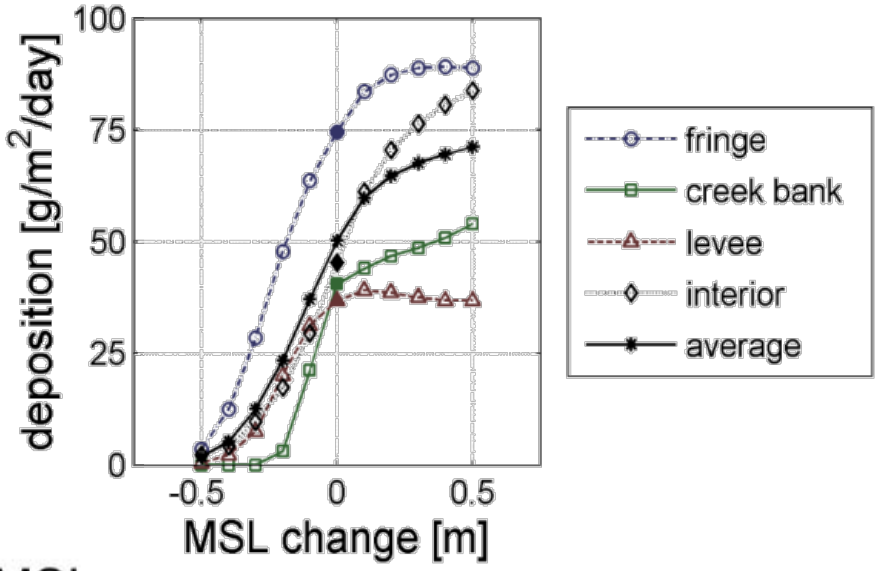
MODELLING MANGROVE RESILIENCE

Trang - Thailad



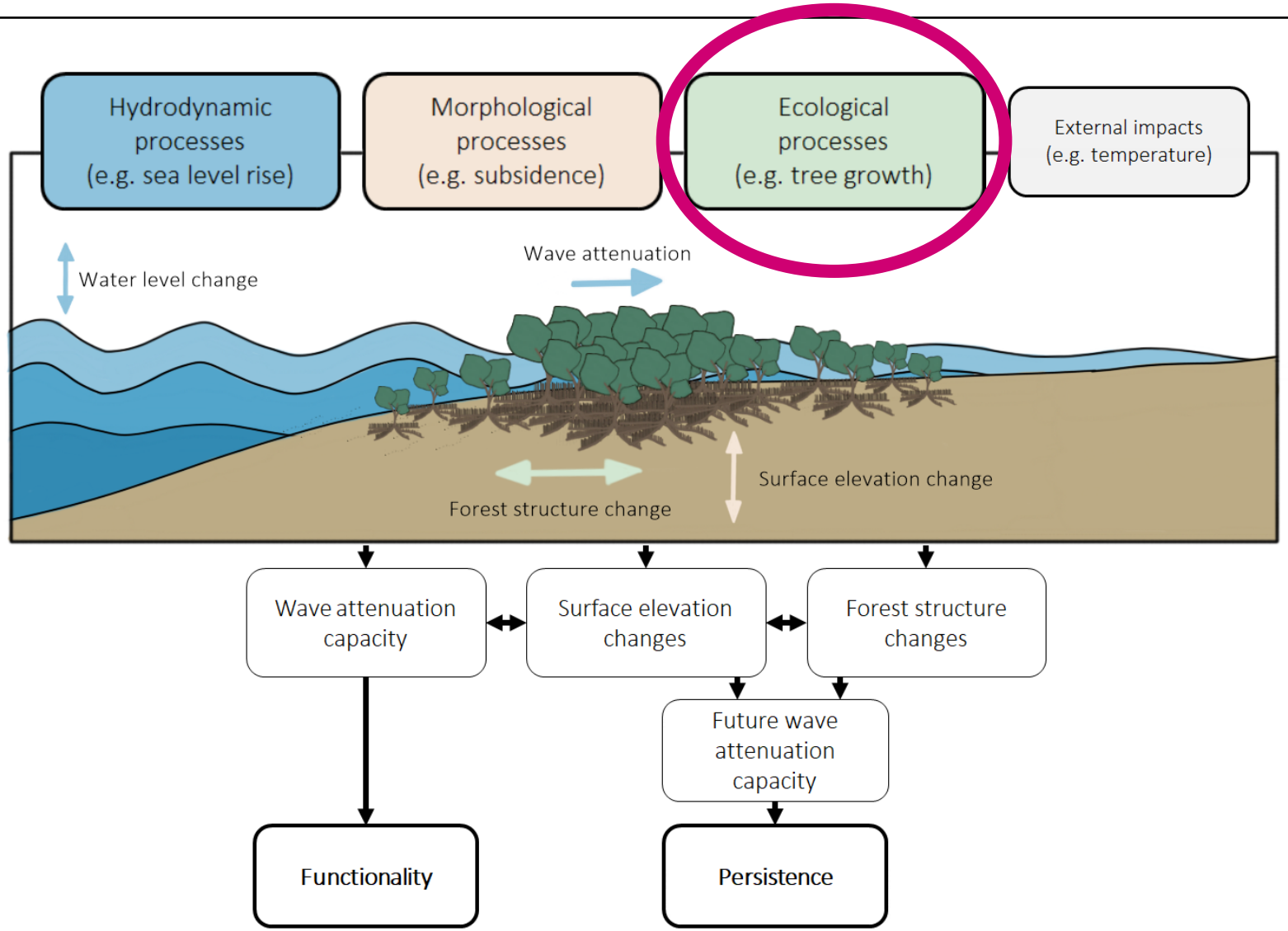


Delft3D MODEL



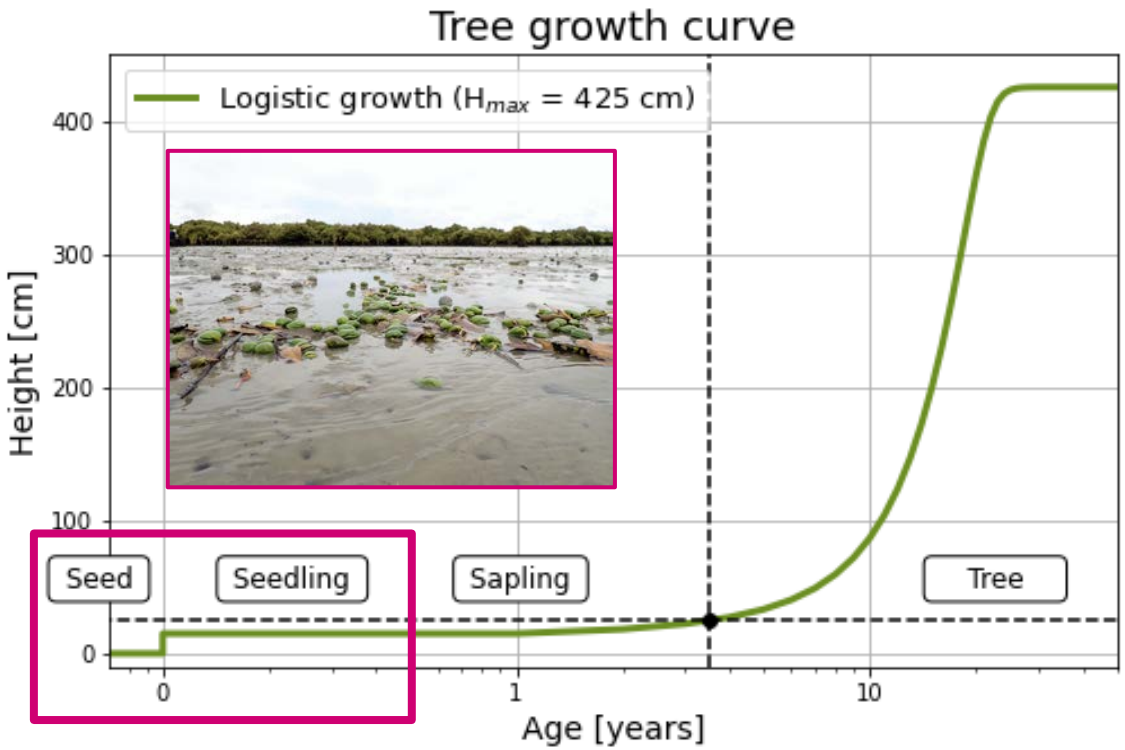
Horstman et al., 2015

MANGROVE RESILIENCE

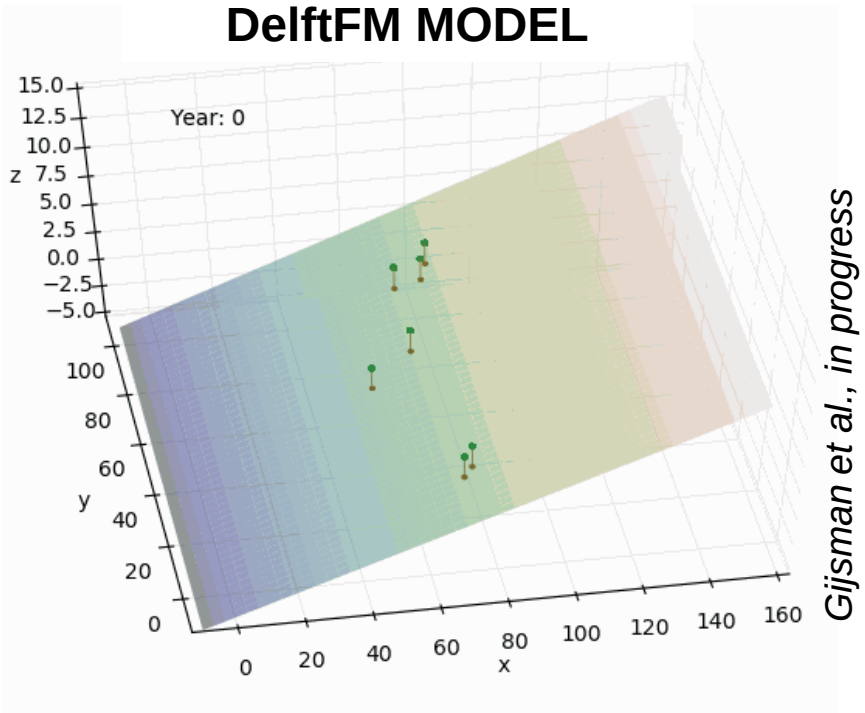


Gijsman et al., 2021

MODELLING MANGROVE RESILIENCE



DelftFM MODEL



Gijsman et al., in progress

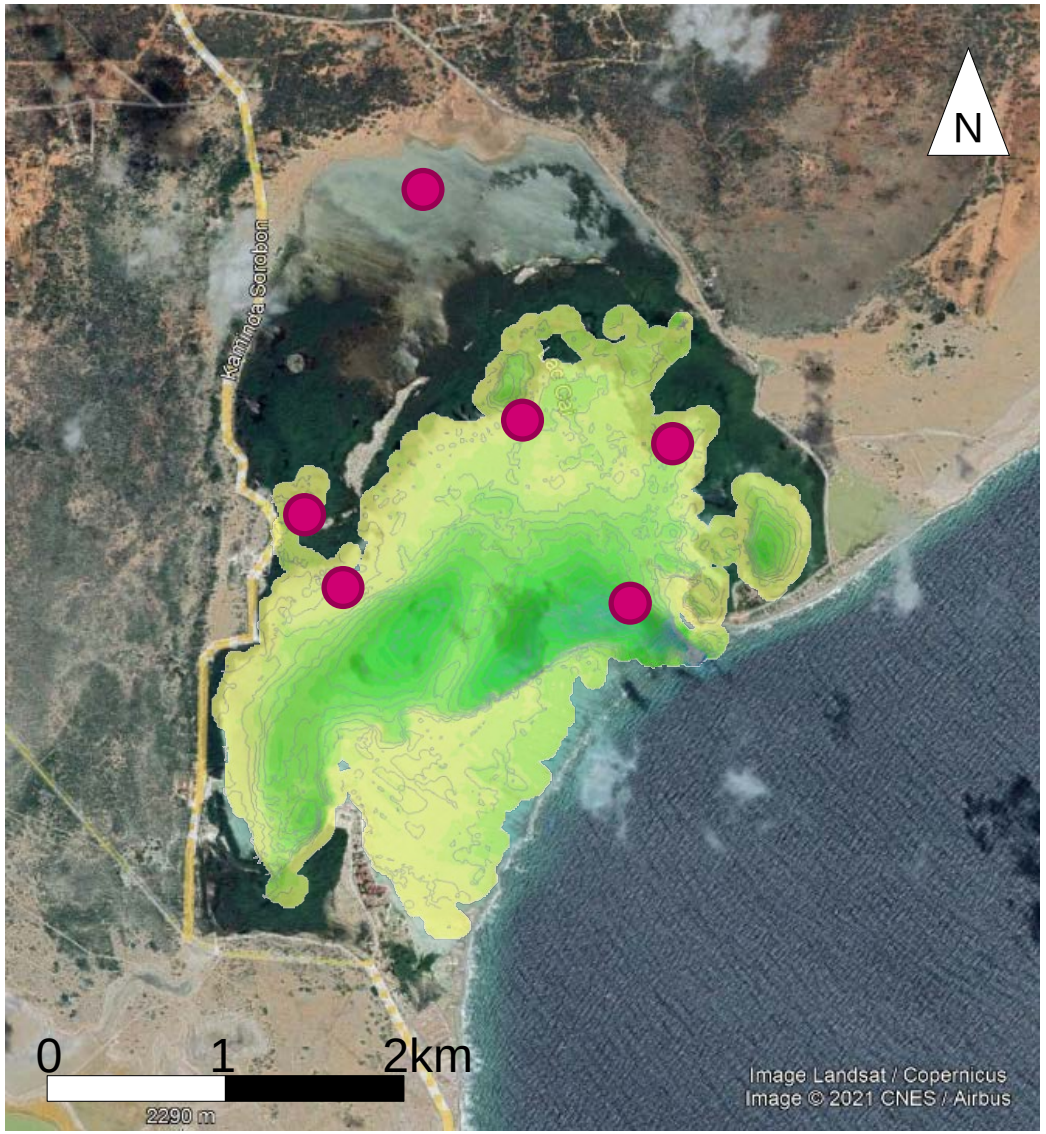
UNIVERSITY OF TWENTE.

Skyview Bonaire

MODELLING MANGROVE DYNAMICS IN LAC BAY

MODELLING MANGROVE DYNAMICS IN LAC BAY

- Mapping
  - Forest floor elevation
  - Mangrove properties
- Monitoring
  - Water levels
  - Current speeds
  - Sediment concentrations
  - Surface elevation changes
  - Propagule dynamics

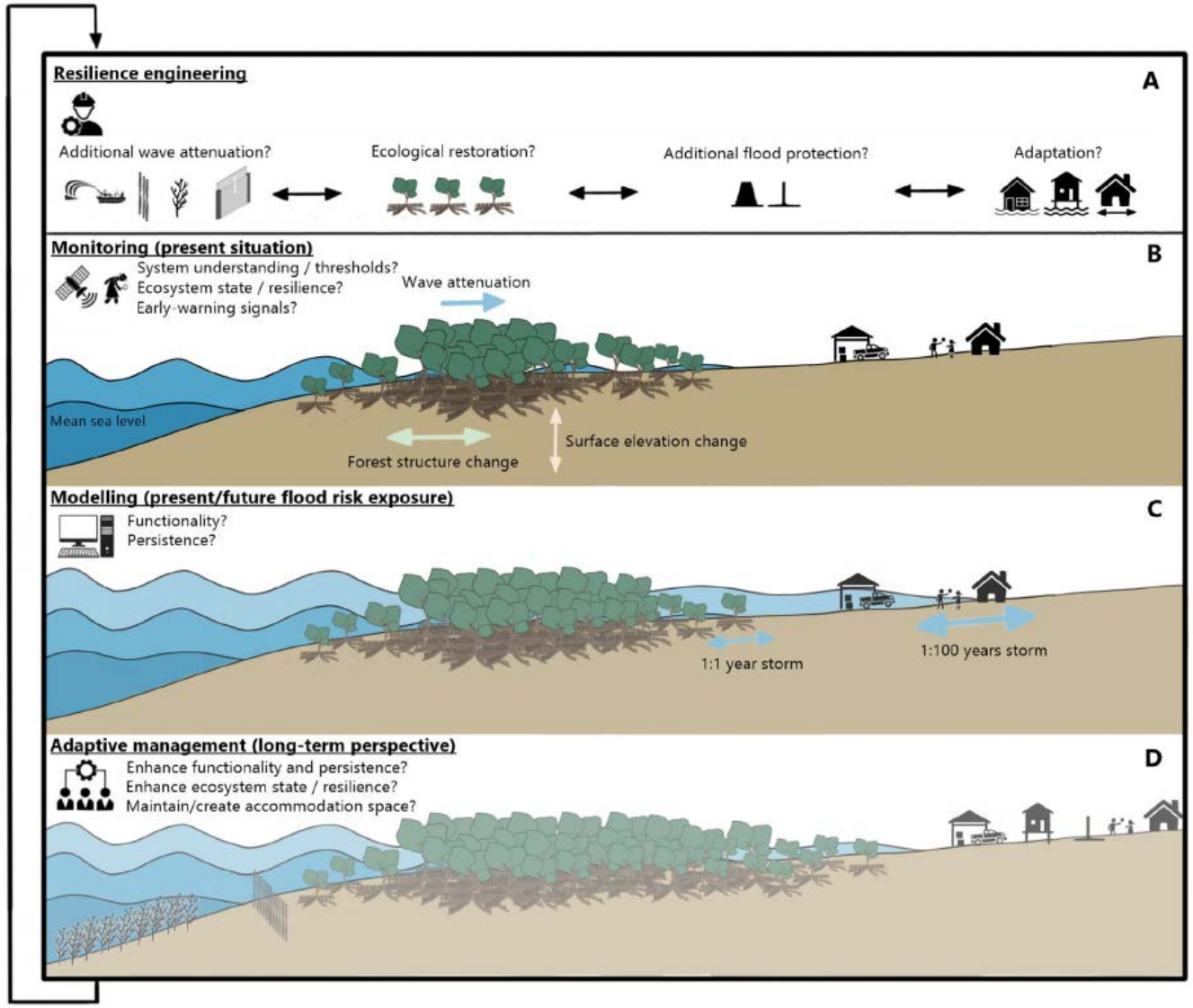


Google Earth / Engel, 2017

TODAY'S TALK

- Ecosystem Services
- Wave Attenuation
- Sediment Trapping
- Mangrove Resilience
- **Mangrove Management**

ADAPTIVE MANGROVE MANAGEMENT



Gijsman et al., 2021

Acknowledgements

The work presented here is obtained in projects funded by the Dutch Research Council NWO (grant 15899), the Royal Society of New Zealand's Marsden Fund (grant 14-UOW-011) and the Singapore-Delft Water Alliance (R-264-001-024-414). I am thankful for the great team of people that I have collaborated with over the years and who spent endless hours in the field with me (shine or rain, hot or cold, day or night), you all rock!

NWO | Applied and Engineering Sciences

singapore-delft water alliance

MARSDEN FUND
TE PŪTEA RANGAHAU A MARSDEN

UNIVERSITY OF TWENTE.

Mangrove RESCUE

Mangrove Resilience for Enhanced Safety of Coastal Urbanisations and Environments

Dr. Erik Horstman
E.M.Horstman@utwente.nl

REFERENCES

Gijsman, R., E. M. Horstman, D. van der Wal, D. A. Friess, A. Swales, and K. M. Wijnberg (2021), Nature-Based Engineering: A Review on Reducing Coastal Flood Risk With Mangroves, *Frontiers in Marine Science*, *8*(825), https://doi.org/10.3389/fmars.2021.702412

Horstman, E.M. (2012), *Ontwikkeling van de Rif-mangroven in Otrobanda; het creëren van een gezond, educatief en recreationeel park*, 45 pp, Stichting ABC Advies, Willemstad, Curaçao.

Horstman, E. M., C. M. Dohmen-Janssen, P. M. F. Narra, N. J. F. Van den Berg, M. Siemerink, and S. J. M. H. Hulscher (2014), Wave attenuation in mangroves: A quantitative approach to field observations, *Coastal Engineering*, *94*, 47-62, https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2014.08.005

Horstman, E. M., C. M. Dohmen-Janssen, T. J. Bouma, and S. J. M. H. Hulscher (2015), Tidal-scale flow routing and sedimentation in mangrove forests: Combining field data and numerical modelling, *Geomorphology*, *228*, 244-262, https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.08.011

Horstman, E. M., C. J. Lundquist, K. R. Bryan, R. H. Bulmer, J. C. Mullarney, and D. J. Stokes (2018), The dynamics of expanding mangroves in New Zealand, in *Threats to Mangrove Forests: Hazards, Vulnerability, and Management*, edited by C. Makowski and C. W. Finkl, pp. 23-51, Springer International Publishing AG, https://doi.org/10.1007/978-3-319-73016-5_2

Horstman, E. M., K. R. Bryan, and J. C. Mullarney (2021), Drag variations, tidal asymmetry and tidal range changes in a mangrove creek system, *Earth Surface Processes and Landforms*, *46*(9), 1828-1846, https://doi.org/10.1002/esp.5124

Montgomery, J. M., K. R. Bryan, J. C. Mullarney, and E. M. Horstman (2019), Attenuation of Storm Surges by Coastal Mangroves, *Geophys. Res. Lett.*, *46*(5), 2680-2689, https://doi.org/10.1029/2018gl081636