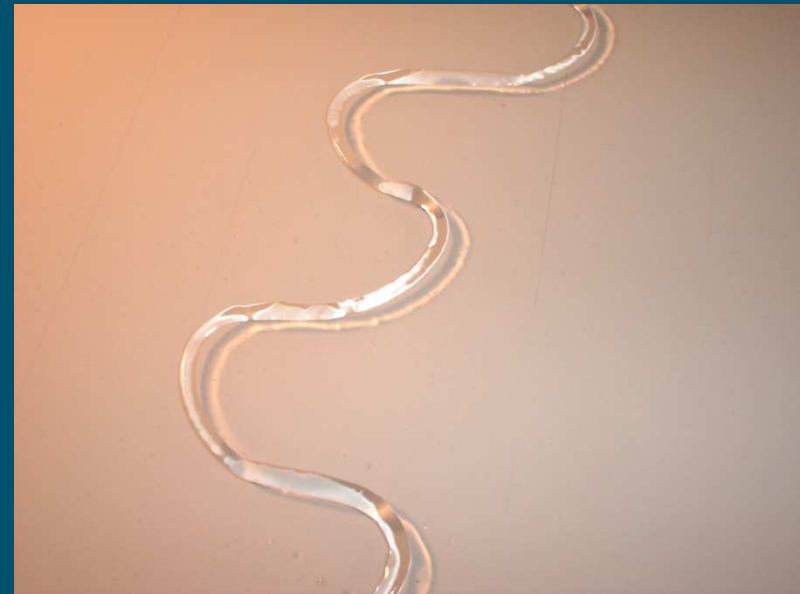




Morfologische en ecologische aspecten van hermeanderen

Ton Hoitink
Joris Eekhout
Piet Verdonschot
Bart Makaske
Henk Wolfert



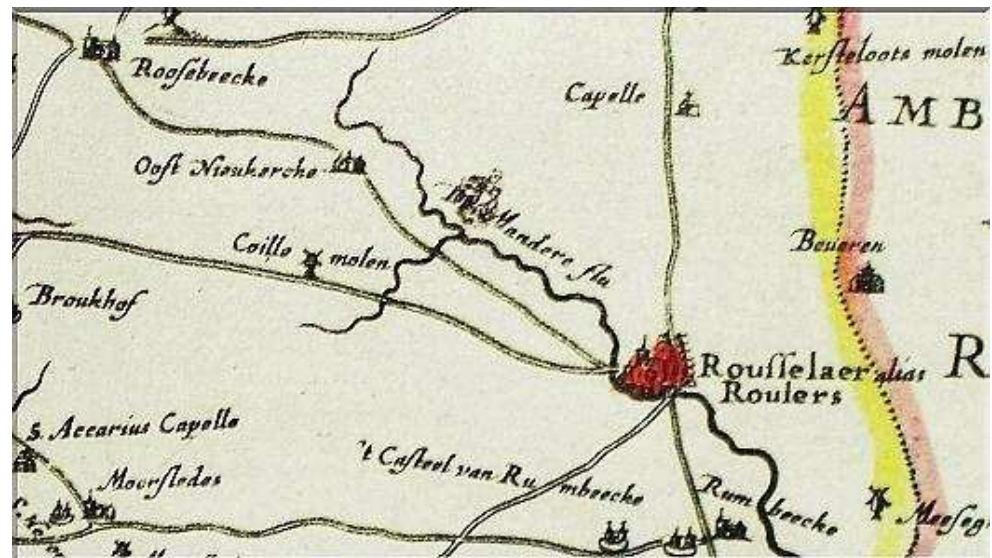
Inhoud

- Beschouwing huidige praktijk en visie op hermeandering
- Simulatie van beekmeandering door computermodellen
- Simulatie van beekmeandering door schaalmodellen
- Mogelijkheden van monitoring
- Analyse van meander planimetrie
- Conclusies



Huidige praktijk

- Uitgraven van oude lopen op basis van historische kaarten
- Statische meander als ideaal
- Ecologie en in mindere mate hydrologie staan centraal
- Morfologie slechts relevant voor beheersbaarheid
- Geen prioriteit voorspelling morfologisch gedrag



Beek, kanaal of plas?



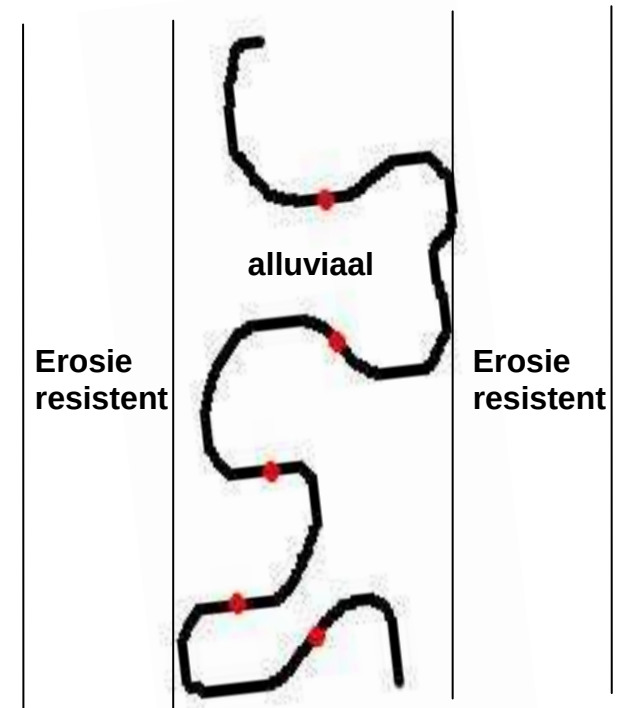
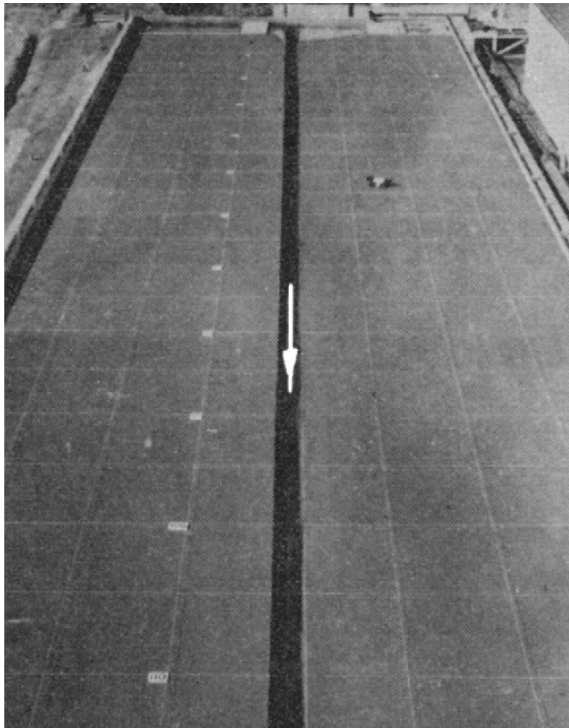
Kanttekeningen huidige praktijk

- Hydrologisch regime veranderlijk in ruimte en tijd
- Beken slechts gedeeltelijk vernatuurlijkt
- Beperkingen credo 'neerslag vasthouden'
- Abiotische natuur geen intrinsieke waarde?
- Toestaan morfodynamiek kan biodiversiteit in de hand werken



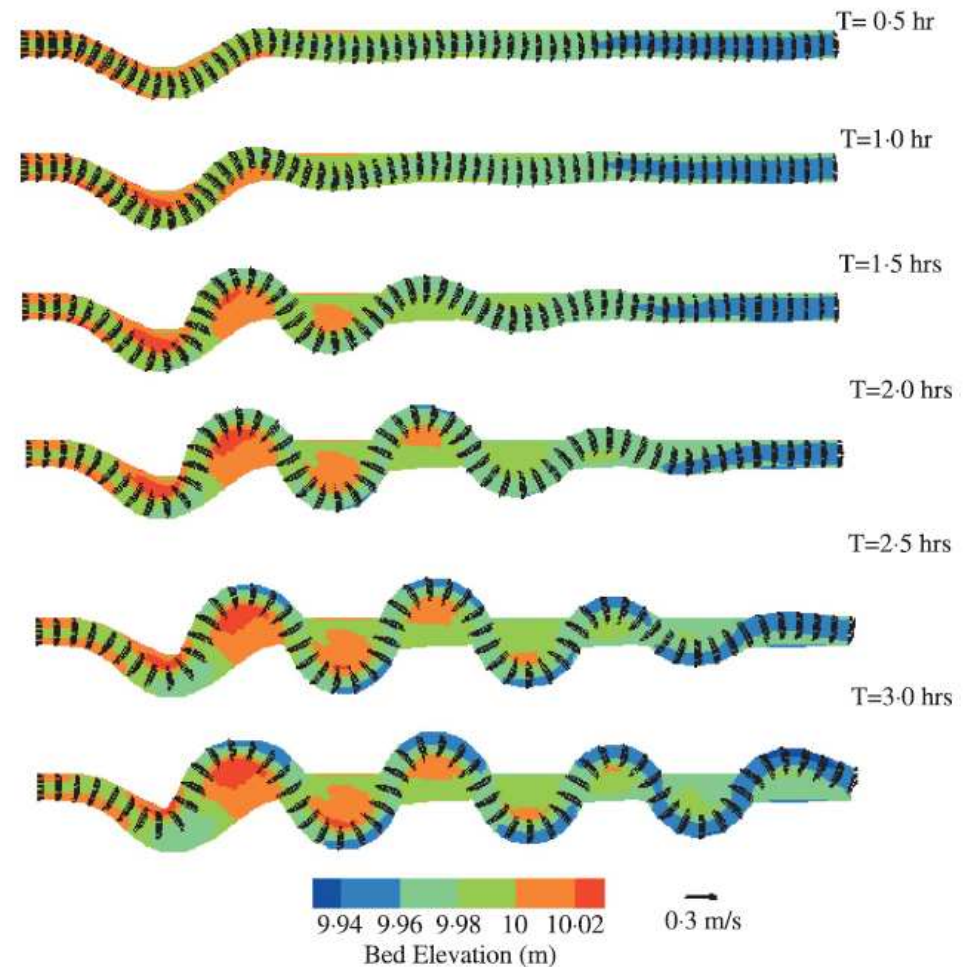
Gecontroleerde morfodynamiek

- Laat meandering natuurlijk ontstaan vanuit een rechte beekloop (Friedkin, 1945)
- Gebruik van erosie-resistent materiaal voor manipulatie planimetrische dynamiek



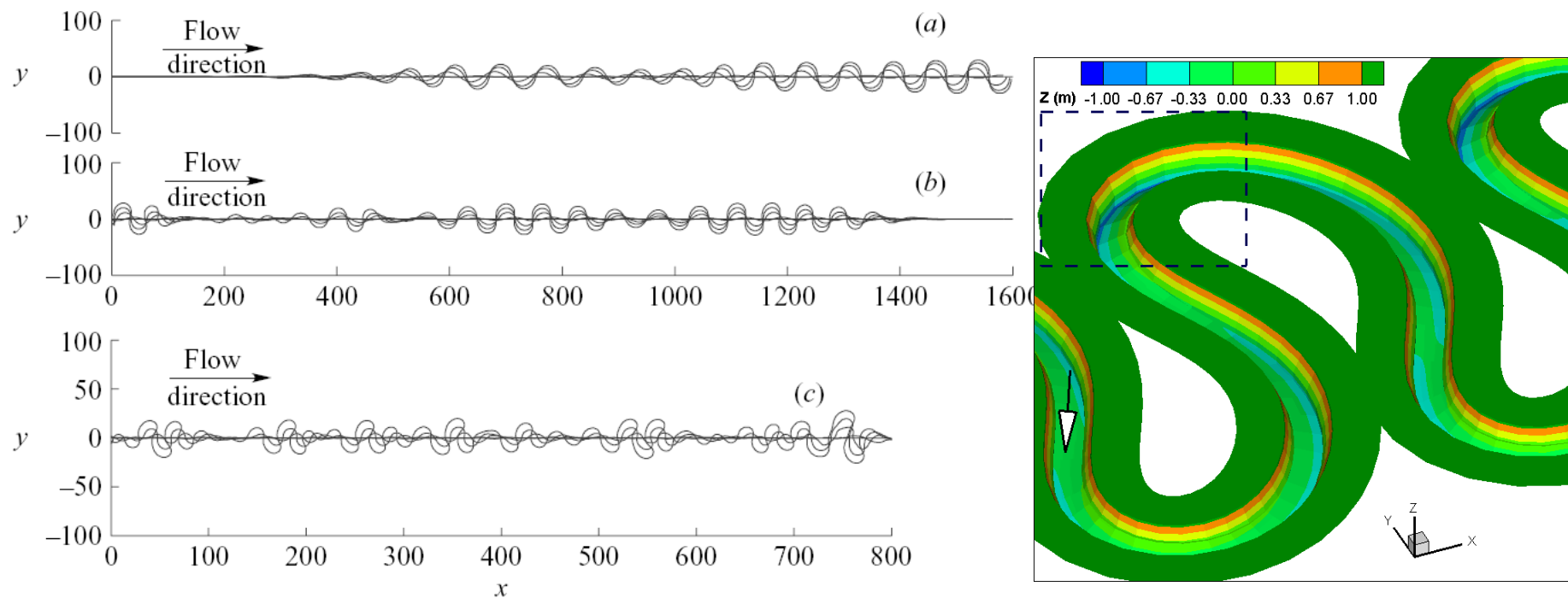
Computersimulatie: 2D fysisch-gebaseerde modellen

- Bv Delft3D
- Simulatie morfodynamiek binnen de oevers
- Doen recht aan geografische heterogeniteit
- Modellerings oevererosie en -aanzanding problematisch
- Nog ongeschikt voor simulatie laterale ontwikkeling



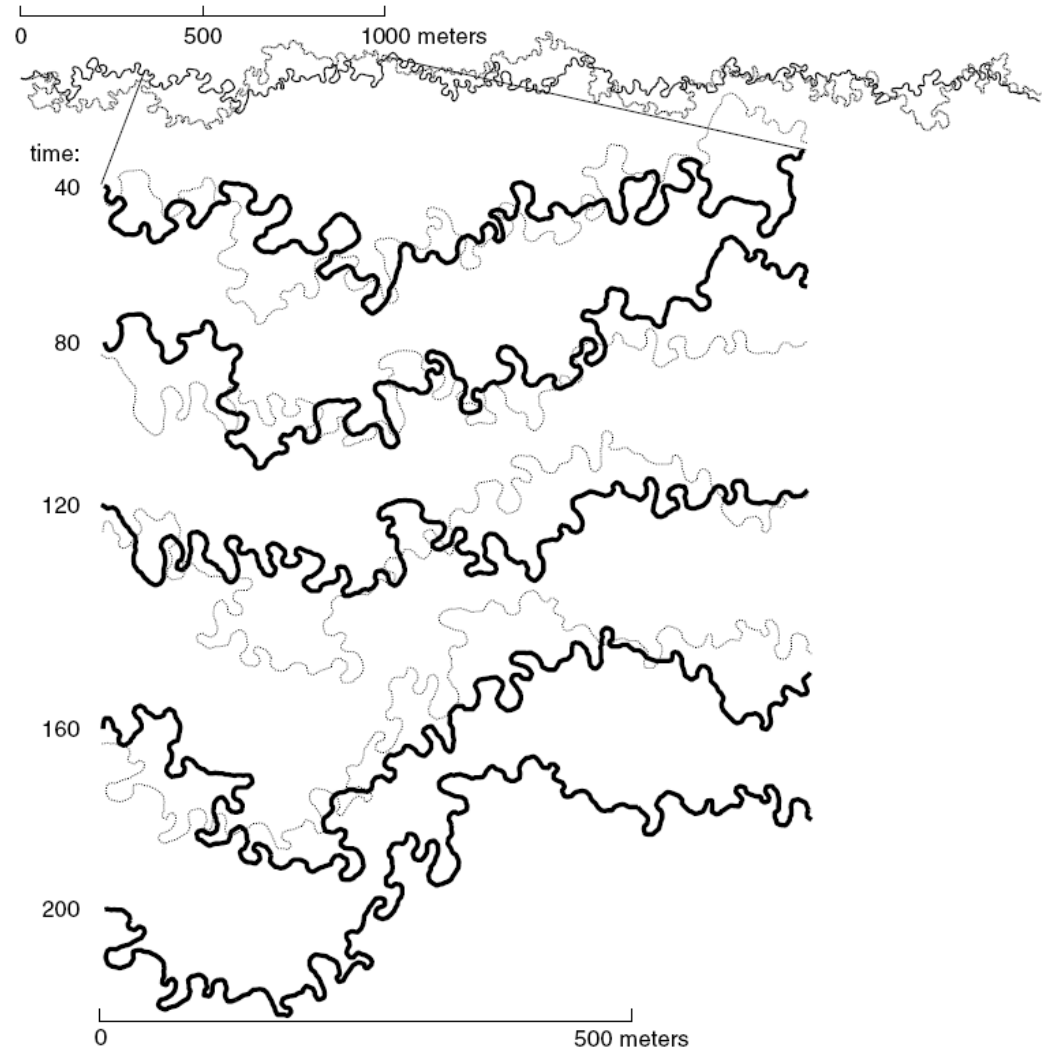
Computersimulatie: 1D fysisch-gebaseerde modellen

- Analytisch
- Geschikt voor lange-termijnsimulatie laterale ontwikkeling
- Belangrijkste aanname: constante breedte



Computersimulatie: conceptuele modellen

- Bv PC Raster
- Simulatie planimetrische ontwikkeling
- Doen recht aan geografische heterogeniteit
- Simpele fysica: wel simulatie, geen voorspelling



Schaalmodellen rivieren

- Breedte-diepteverhouding prototype groter dan schaalmodel
- Dichtheid / cohesie van sediment en viscositeit water moeilijk manipuleerbaar
- Hydraulische ruwheid door bodemvormen gekarakteriseerd door discrete regimes
- Theorie 'dynamische gelijkheid' biedt soelaas voor modellering grind rivieren

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + g \frac{\partial a + z_b}{\partial x} = - \frac{g}{C^2} \frac{u^2}{R}$$
$$\frac{n_U}{n_T} = \frac{n_U^2}{n_L} = n_g \frac{n_A}{n_L} = \frac{n_g}{n_C^2} \frac{n_U^2}{n_A}$$
$$\frac{\partial a}{\partial t} + a \frac{\partial u}{\partial x} + u \frac{\partial a}{\partial x} = 0$$
$$\frac{n_A}{n_T} = \frac{n_A n_U}{n_L}$$



Kennis van rivieren uit schaalmodellen

- Heeft inzicht opgeleverd in de rol van cohesie van sediment
- Oeveraggradatie vereist suspensief sediment transport
- Levert inzicht in de rol van vegetatie, door gebruik van levende alfalfa in de stroomgoot



Schaalmodellen van beken

- Bestaan tot op heden niet
- Beken eenvoudiger vanwege veel kleinere schaalratios
- Relatief korte duur schaalmodelexercities
- Beken onderscheiden zich mogelijk fundamenteel van rivieren
- Sediment recirculatiegoten in **Wageningen** 1.2 / 2.6 m x 18 m



Mogelijkheden van monitoring

- DGPS metingen
 - Zeer nauwkeurig
 - Arbeidsintensief
 - Mogelijk verstorend
- Luchtfoto's met modelvliegtuig
 - Totaalbeeld vegetatiegroei
 - Fotobewerking arbeidsintensief
 - Succesvolle missie niet gegarandeerd
- Permante videomonitoring
 - Monitoring processen tijdens afvoerpieken
 - Vereist een mast van ca 15 m



ARGUS video beeldopnames

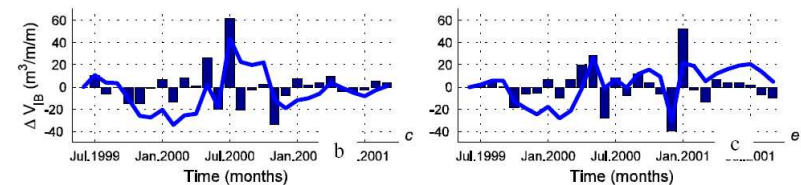
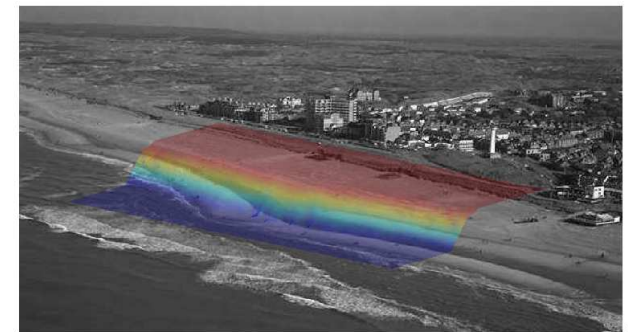
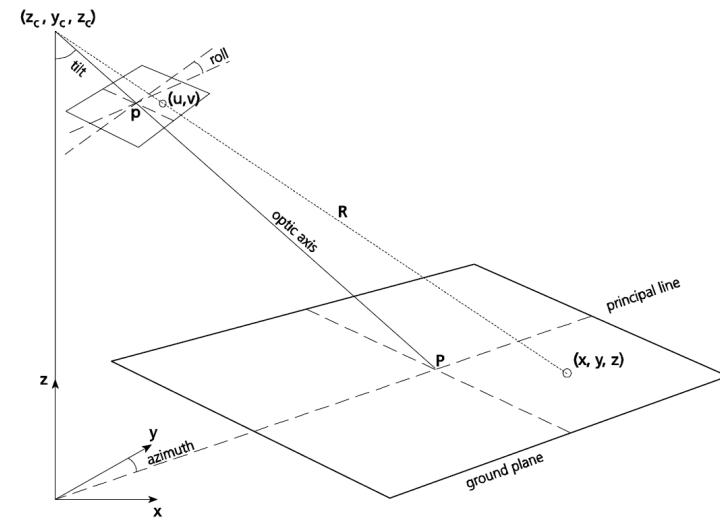
- Wordt mondiaal gebruikt voor kustmonitoring
- Ruimteschalen van minder dan meter tot enkele kilometers
- Tijdschalen van secondes tot jaren
- Hèt budget alternatief voor luchtfoto's



Conversie software is beschikbaar bij Deltares



- Hoogte uit stereobeelden
- Waterdiepte uit variabele dieptepenetratie per kleur



Project Hooge Raam



- Doel: randvoorwaarden verschaffen voor autonome meanderontwikkeling
- Ondiepe, brede, rechte loop
- Initiele geometrie gebaseerd op 'hydraulische geometrie relaties'
- Monitoringsplan in wording

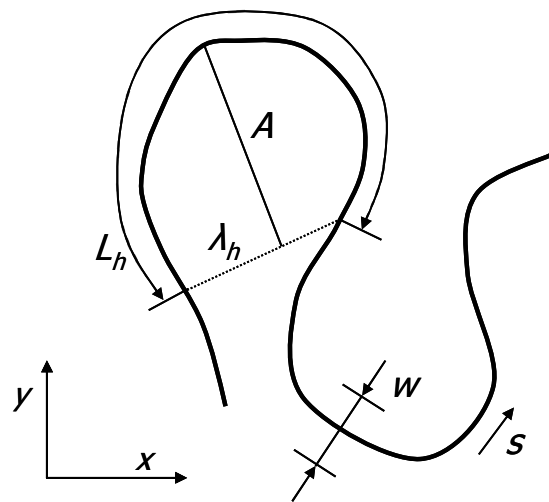


Stroomsnelheidsmetingen en echo-lodingen

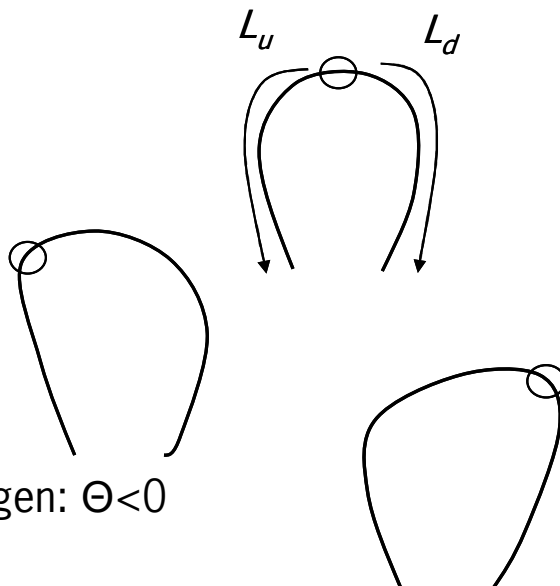


Analyse van een meanderbovenaanzicht (=planimetrie)

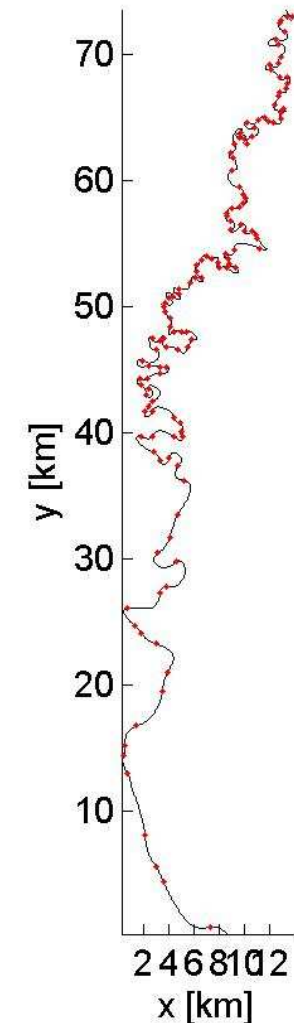
- Half-meander sinuositeit: $\mu_h = L_h / \lambda_h$
- Half-meander asymmetrie: $\Theta = (L_u - L_d) / L_h$
- Totale sinuositeit: $\mu_T = \sum_{i=1}^n L_{h,i} / L_{total}$



bovenstrooms gebogen: $\Theta < 0$

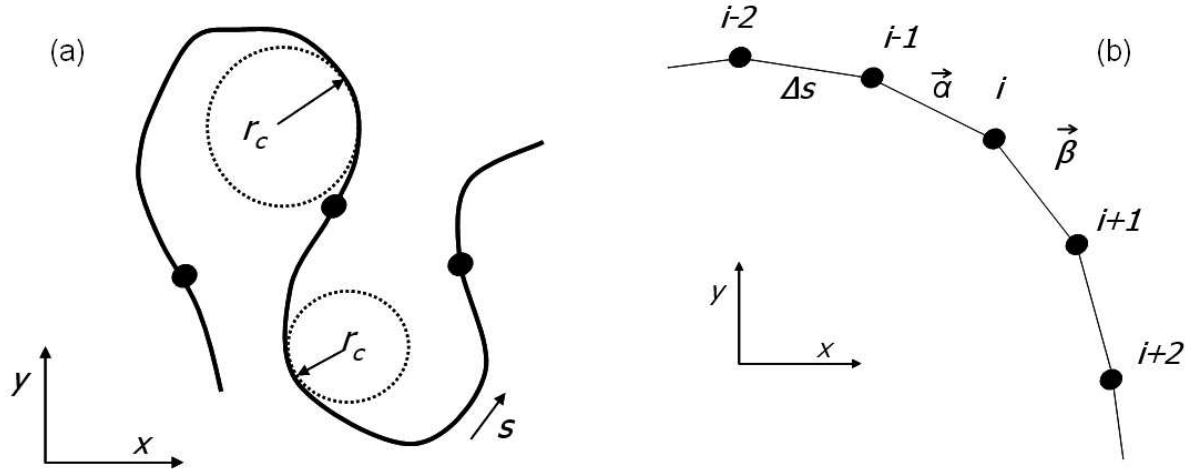


Benedenstrooms gebogen: $\Theta > 0$

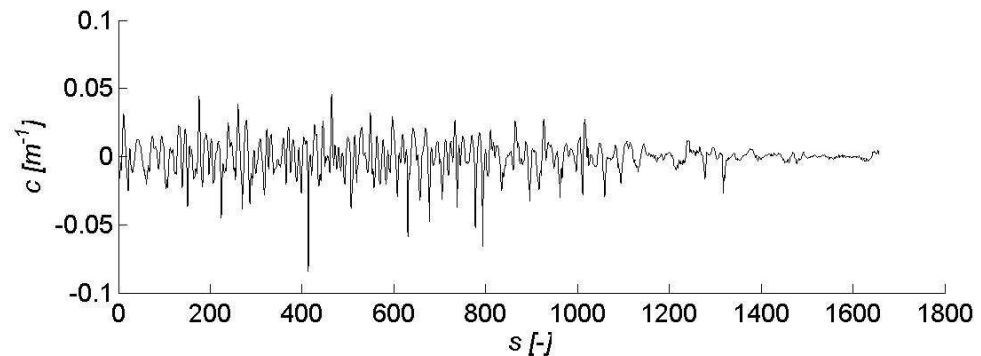
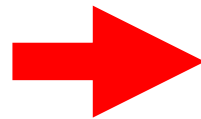
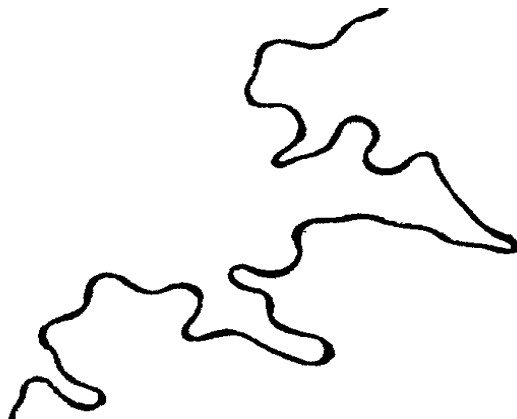


Meanderplanimetrie transformatie naar kromteserie

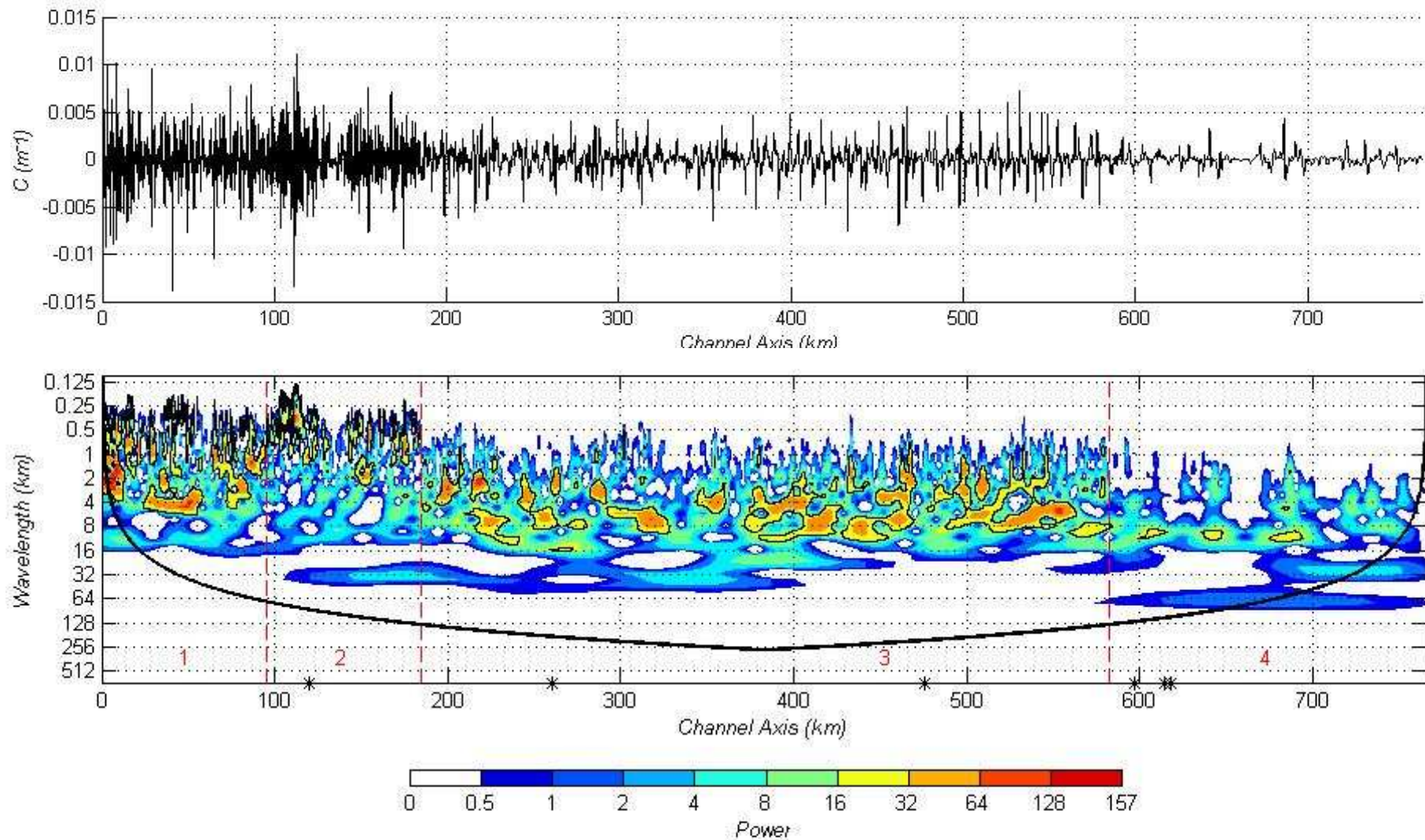
- Kromteserie is een **reversibele** transformatie van een meander planimetrie



$$c = -\frac{\partial \theta}{\partial s} = \frac{1}{r_c} \cong -\frac{(\arcsin \alpha \wedge \beta)}{|\alpha||\beta|\Delta s} \cong \frac{\alpha_y \beta_x - \alpha_x \beta_y}{\Delta s^3}$$



Wavelet analyse geschikt voor beschrijving van beken



Conclusies

- Erosie en aanzanding zijn onderdeel van de natuur
- Morfologie onderbelicht in huidige praktijk van beekherstel
- Scala aan computer modellen beschikbaar om beekgedrag te verkennen
- Laboratoriumonderzoek naar beken biedt gunstige perspectieven door relatief kleine schaalratio's
- Videosysteem en ADCP meting aantrekkelijke opties voor monitoring beekontwikkeling
- Wavelet analyse van kromteseries geschikt voor analyse van meanders



Stellingen

- Abiotische natuur heeft geen intrinsieke waarde
- Het ideaal van een statische meander moet op de schop
- Laboratorium- of computersimulatie dient vooraf te gaan aan elk project dat geomorfodynamiek tot doel heeft
- Er vindt in Nederland te weinig monitoring van beekontwikkeling plaats

