



Online Symposium - toepassing resultaten
TKI-project Pepijn van Denderen
Andries Paarlberg – 18 juni 2020

Verificatie van hydrodynamische en morfologische modellen

INLEIDING EN DOEL

- Morfologische patronen ontstaan door variaties in:
 - Bodemsamenstelling
 - Sedimenttoevoer
 - Rivierafvoer
 - Riviergeometrie
- Afvoerverdeling tussen hoofdgeul/uiterwaard

Deze presentatie:

- Evenwichtsbodem obv theoretisch model
- Evenwichtsbodem uit bodemhoogtemetingen
- Focus op middelgrote schaal (500 m – 10 km)

THEORETISCH MODEL

- Laten we beginnen met wat formules ...
- Bepaling evenwichtsdiepte (en –helling)

Transportvergelijking
obv stroomsnelheid / afvoer

$$S = Wmu^n \text{ with } u = \frac{Q}{hW}$$

S = sedimenttransport
W = breedte hoofdgeul
u = stroomsnelheid
m, n = coefficienten
Q = afvoer hoofdgeul
h = waterdiepte
b = breedte hoofdgeul

THEORETISCH MODEL

- Laten we beginnen met wat formules ...
- Bepaling evenwichtsdiepte (en –helling)

Transportvergelijking
obv stroomsnelheid / afvoer

$$S = Wmu^n \text{ with } u = \frac{Q}{hW}$$

S = sedimenttransport
W = breedte hoofdgeul
u = stroomsnelheid
m, n = coëfficiënten
Q = afvoer hoofdgeul
h = waterdiepte
b = breedte hoofdgeul

Jaartransport =
Som van transport per *Q* (*S(Q)*)

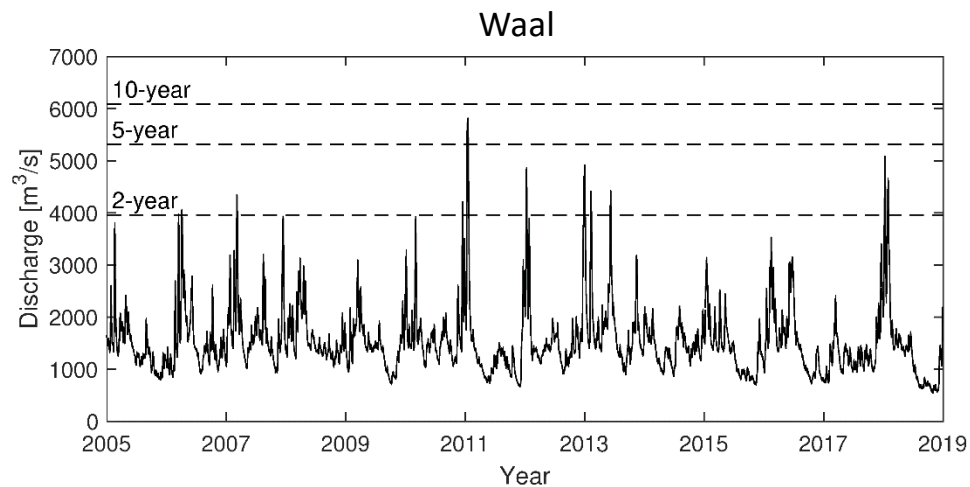
$$\overline{S}_{yr} = \int_0^{\infty} S(Q) f_w(Q) dQ$$

S_{yr} =
jaartransport

f_w =
kans voorkomen *Q*

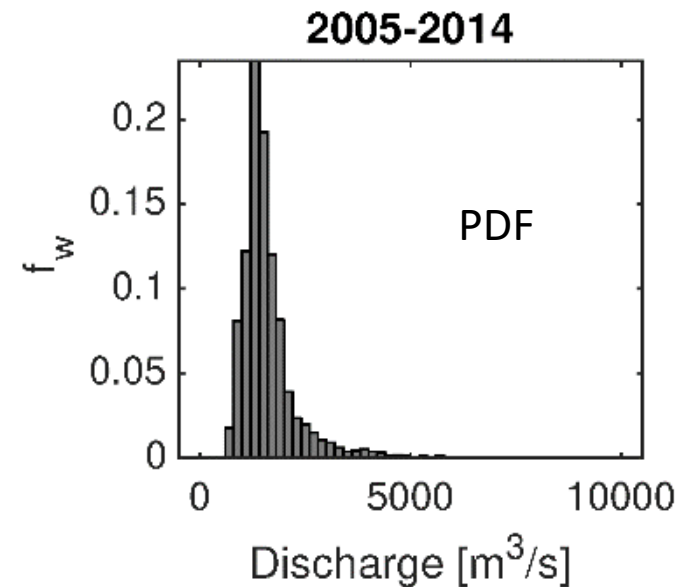
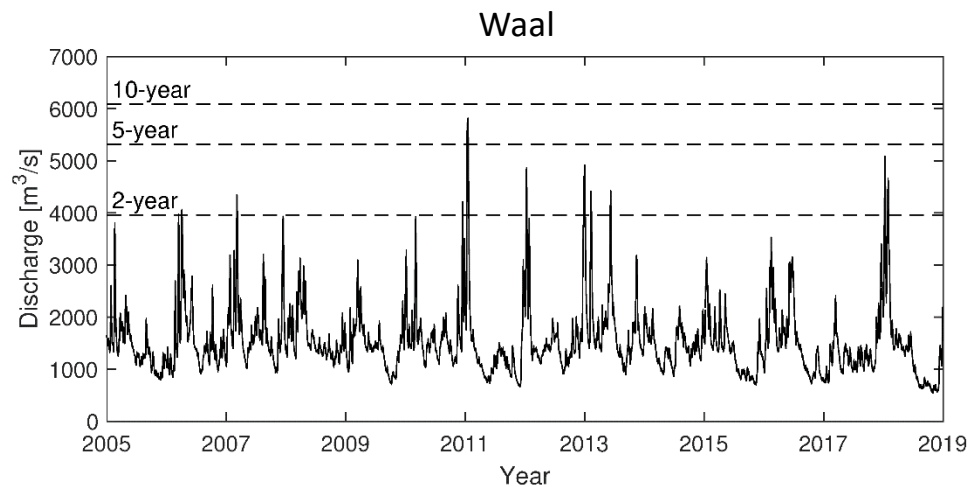
AFVOER WAAL

- Afvoervariatie als functie van de tijd



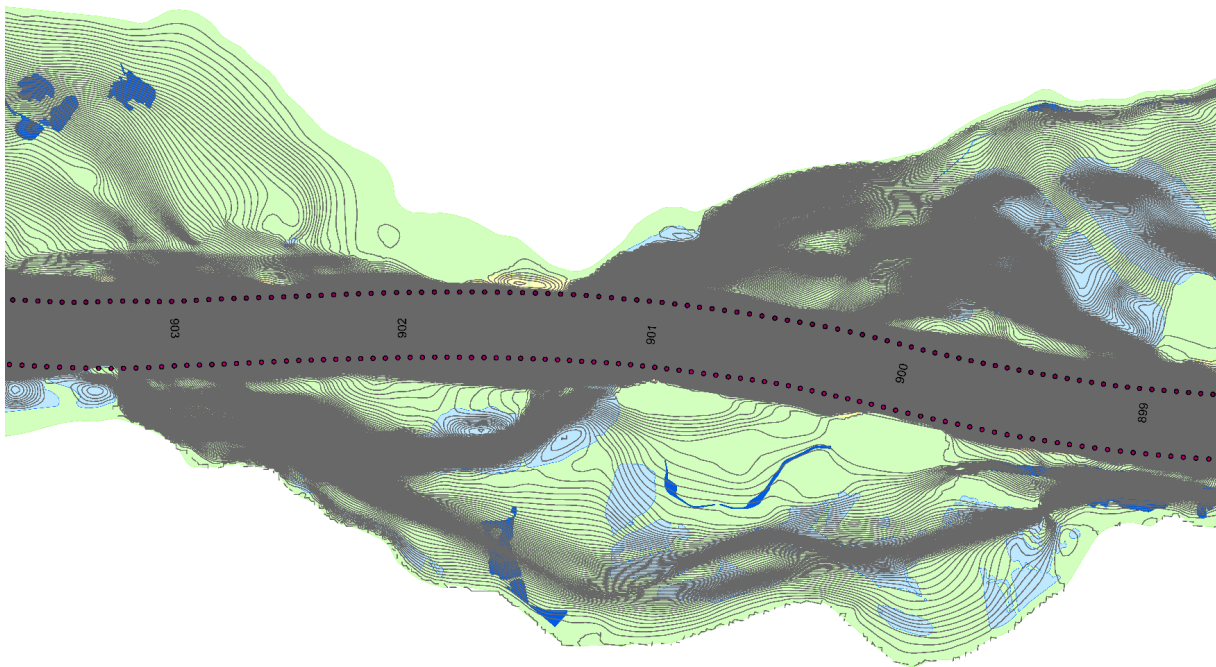
AFVOER WAAL

- Afvoervariatie als functie van de tijd
- Vertalen naar kans van voorkomen (PDF)

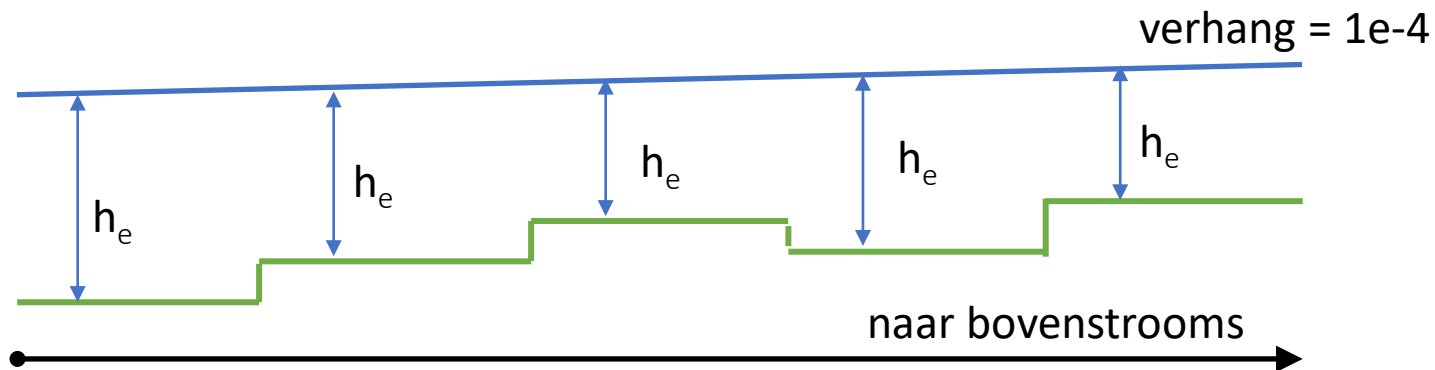


FRACTIE VAN AFVOER DOOR HOOFDGEUL

- Ruimtelijke variatie van de afvoer door de hoofdgeul (sediment (zand/grind) transporterende afvoer)



HET REKENPROCES



- Kiezen waterstand benedenstrooms
- Aanname verhang
- Bereken voor ieder “stukje” rivier de evenwichtsdiepte
- Geeft de (evenwichts)bodemligging
- Vergelijk **gemeten** evenwicht en **berekend** evenwicht

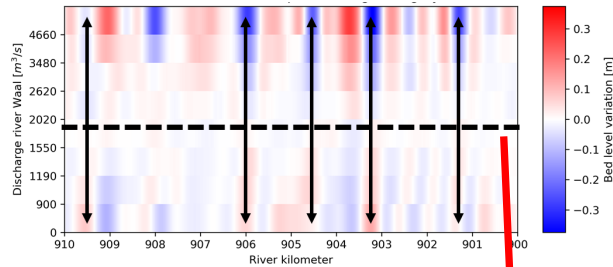
$$\bar{s}_{yr} = \int_0^{\infty} s(Q) f_w(Q) dQ$$

$$S = Wmu^n$$

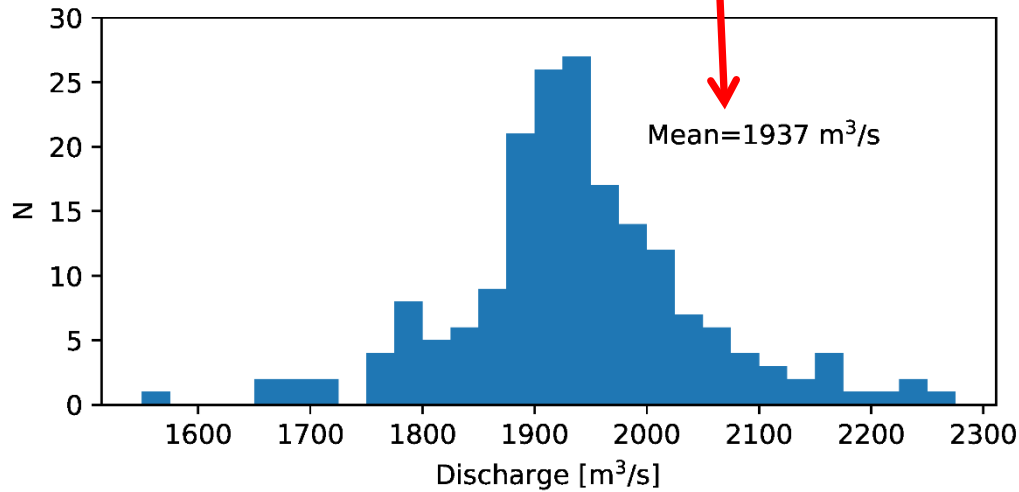
$$u = \frac{Q}{hW}$$

INTERMEZZO: KANTELPUNT = EVENWICHT

VERIFICATIE MODEL

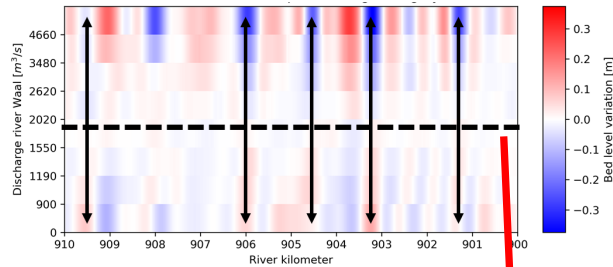


Metingen:

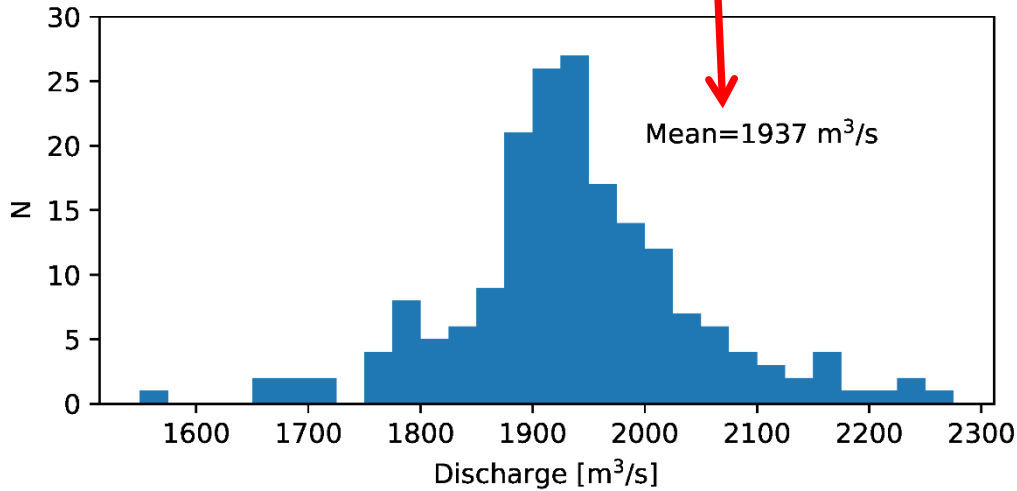


INTERMEZZO: KANTELPUNT = EVENWICHT

VERIFICATIE MODEL

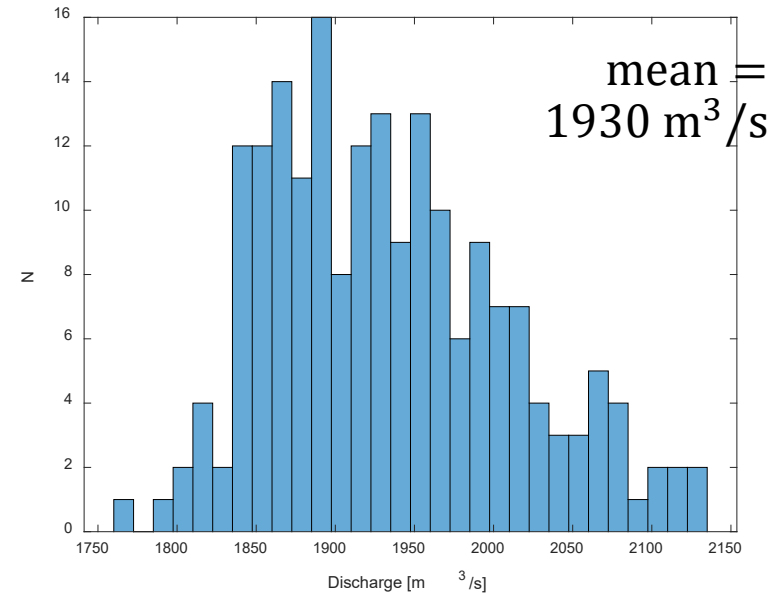


Metingen:

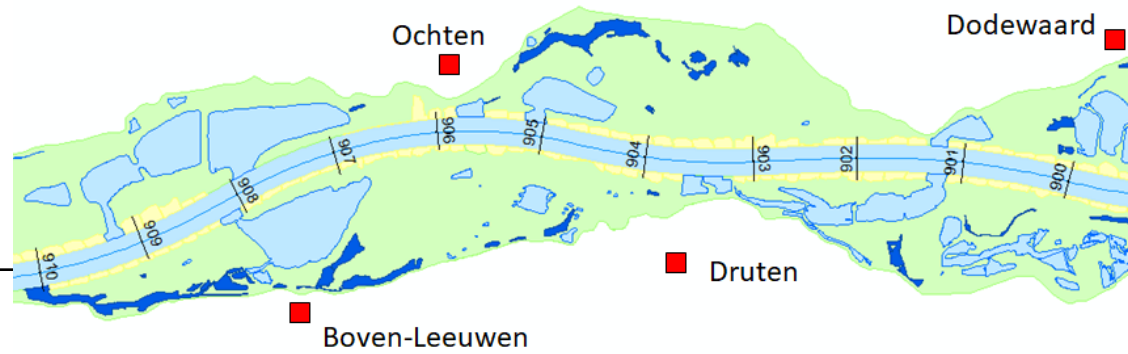


Analytisch:

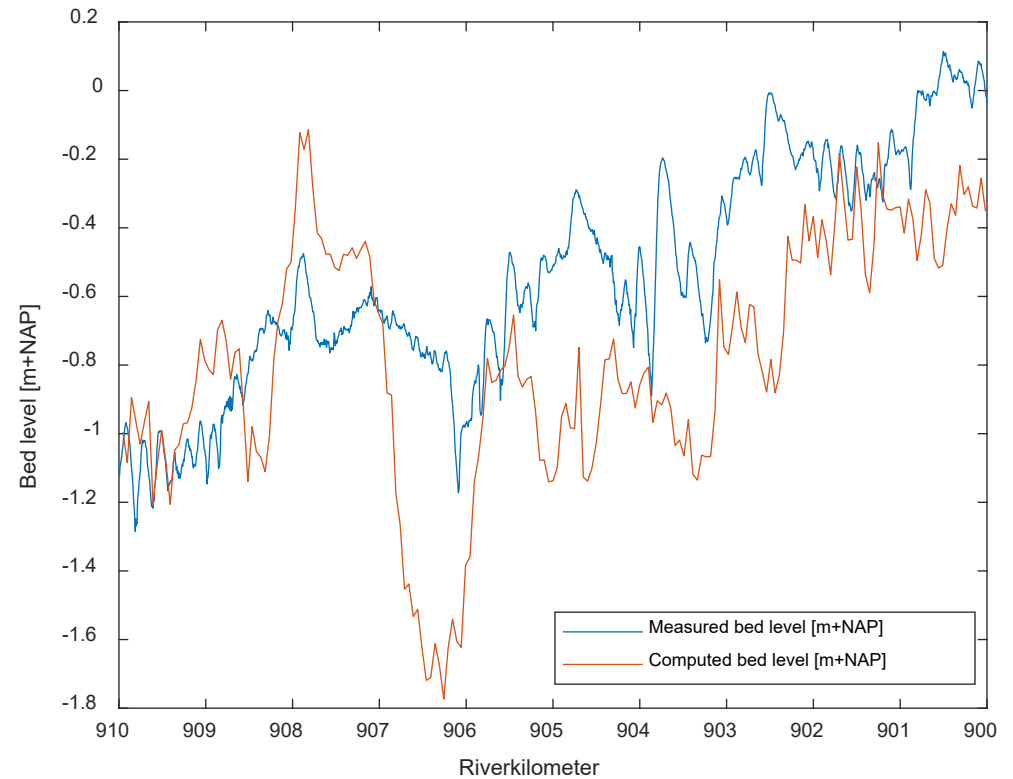
$$Q_{\{dom,depth\}} = \left[\int_0^{\infty} Q^n f_w(Q) dQ \right]^{1/n}$$



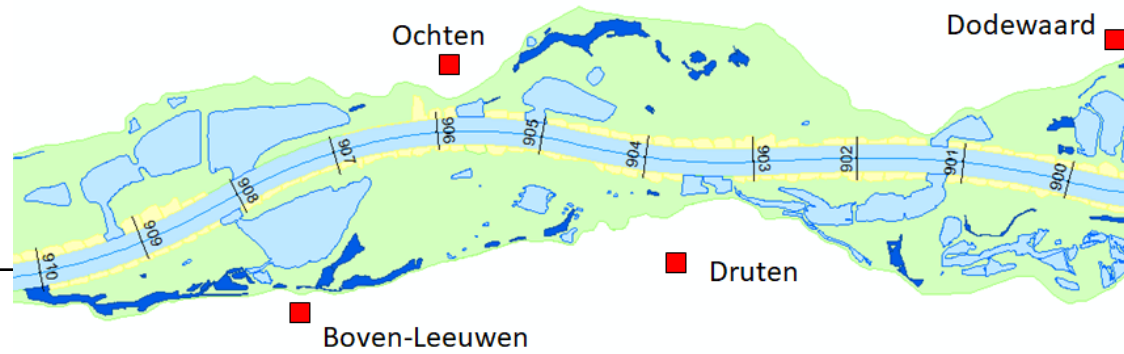
TOEPASSING



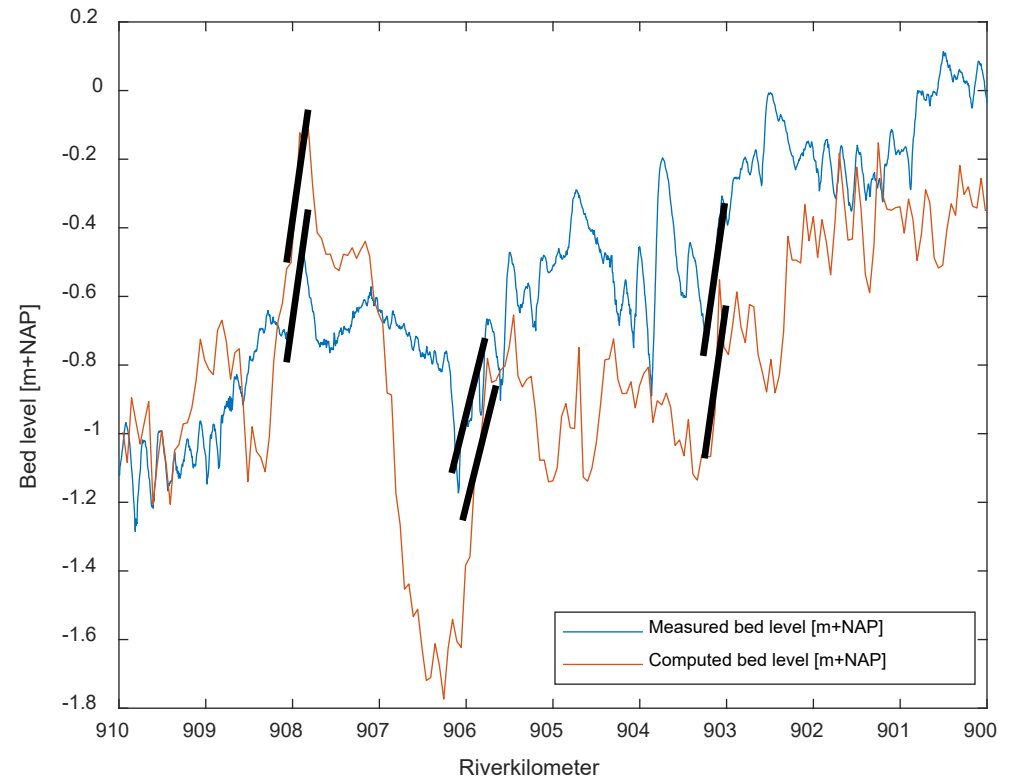
- Eerste test
- KM 900 – 910 Waal
- Grote verschillen



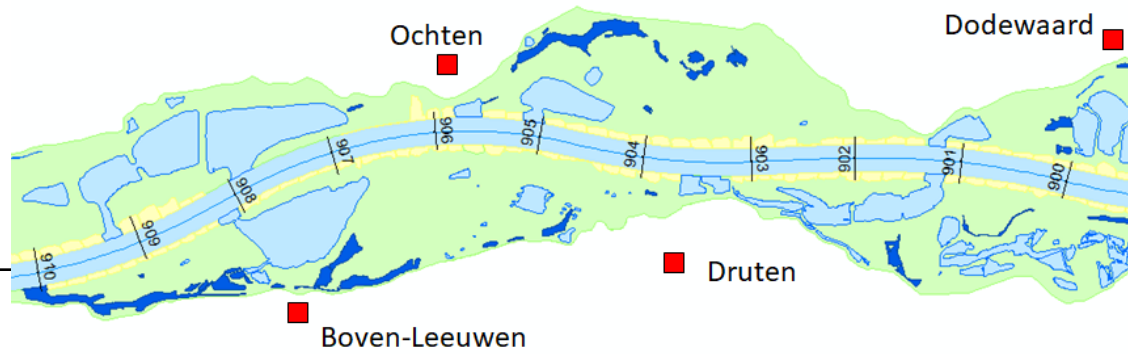
Bed slope is assumed to be $1e-4$



- Gradienten komen op veel plekken overeen

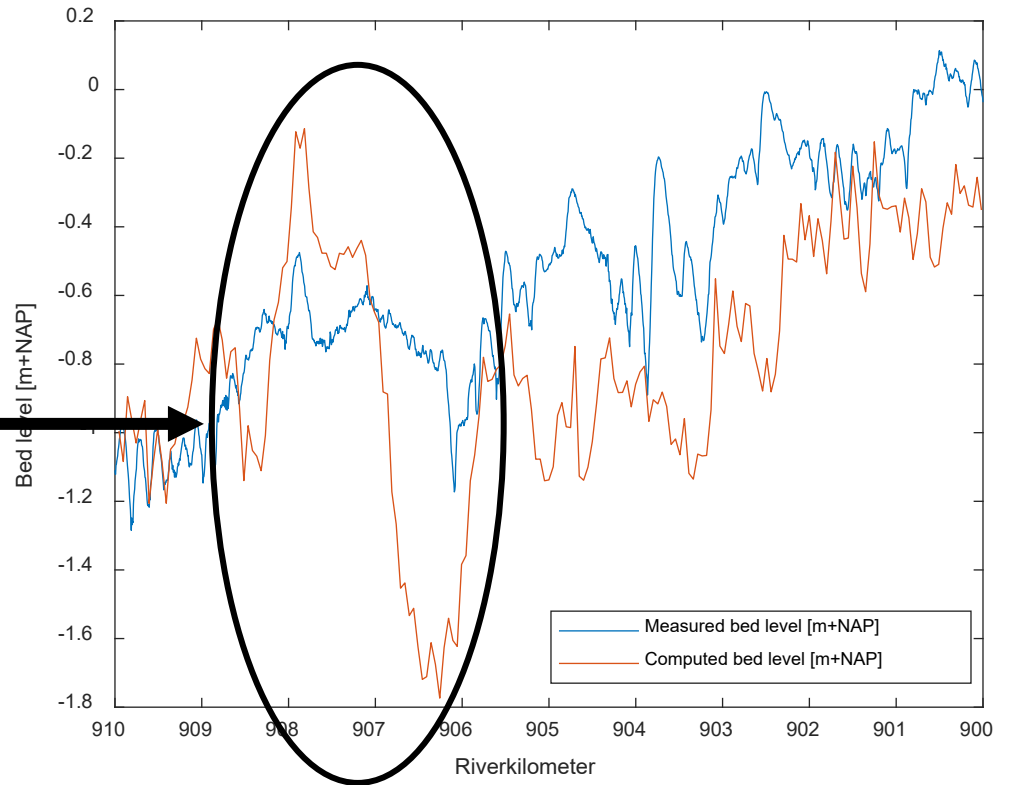


Bed slope is assumed to be $1e-4$

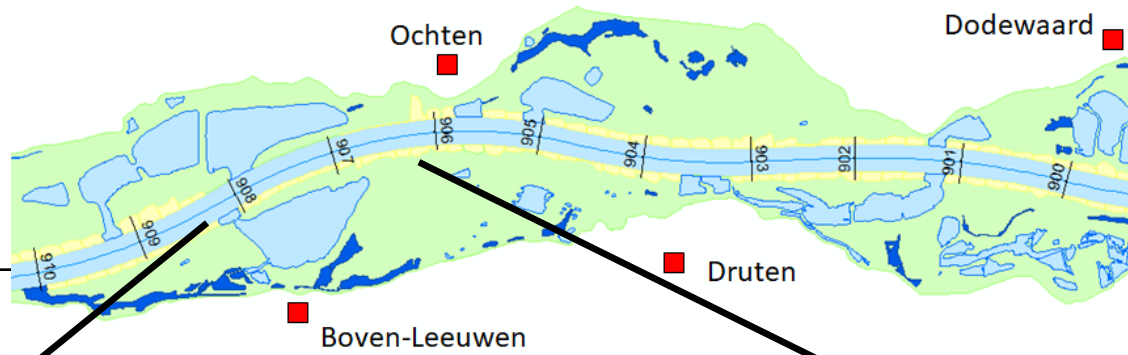


Maar ...

Wat gebeurt hier?



Bed slope is assumed to be $1e-4$

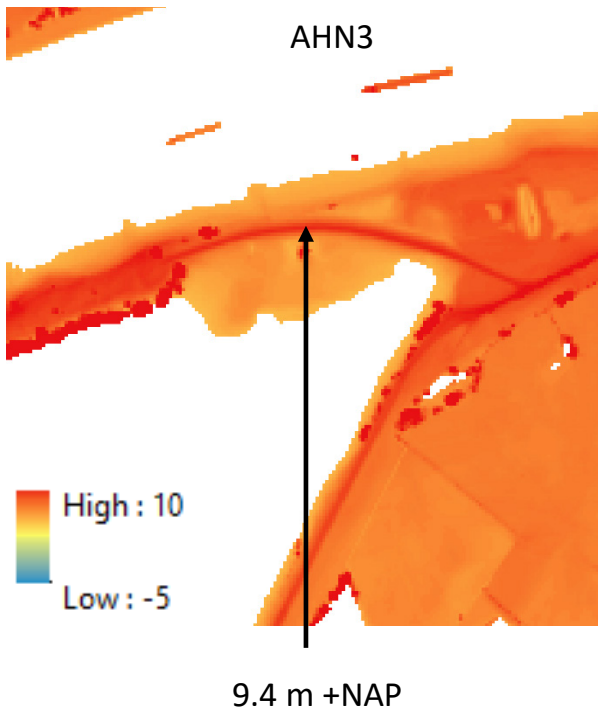


- KM 906-908



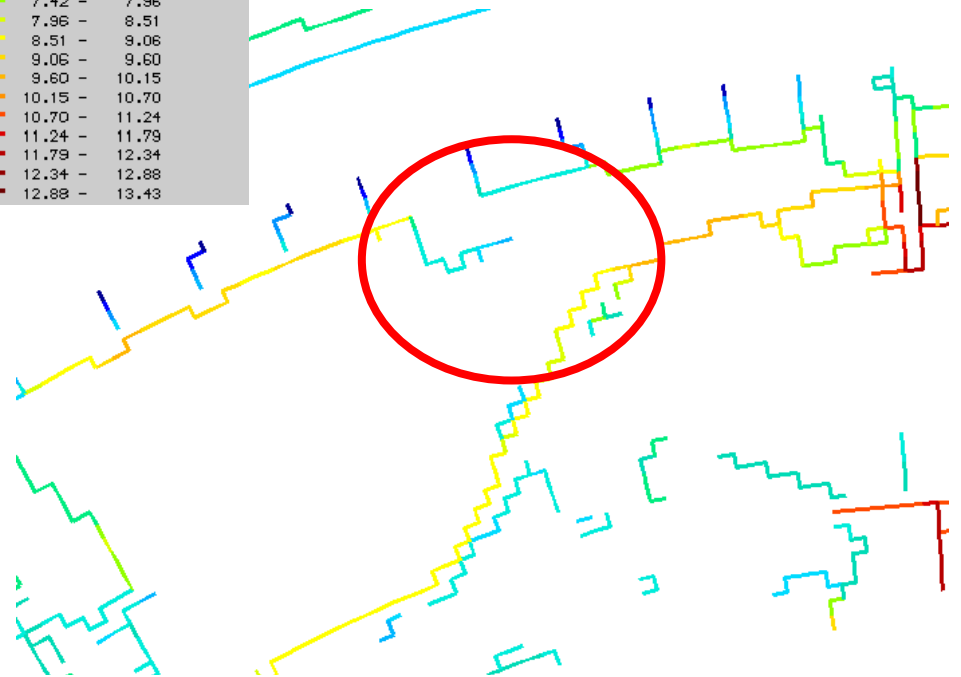
MODELLERING KADE IN WAQUA

■ KM 906-908



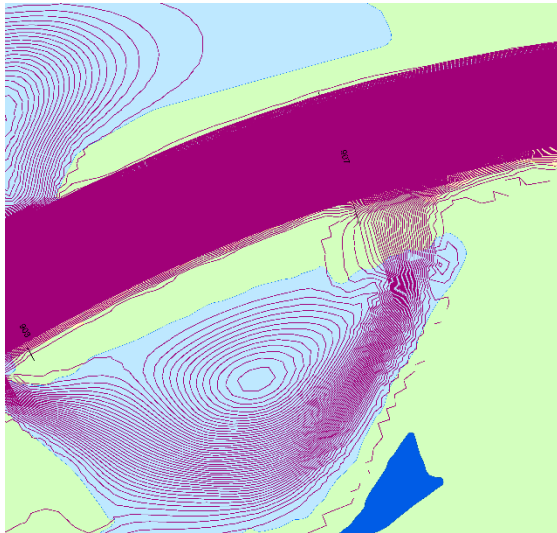
Weir, crest height (m +NAP)	
2.50 - 3.05	
3.05 - 3.59	
3.59 - 4.14	
4.14 - 4.69	
4.69 - 5.23	
5.23 - 5.78	
5.78 - 6.33	
6.33 - 6.87	
6.87 - 7.42	
7.42 - 7.96	
7.96 - 8.51	
8.51 - 9.06	
9.06 - 9.60	
9.60 - 10.15	
10.15 - 10.70	
10.70 - 11.24	
11.24 - 11.79	
11.79 - 12.34	
12.34 - 12.88	
12.88 - 13.43	

j2019:
SDS-js__4000
Grid: 40x20

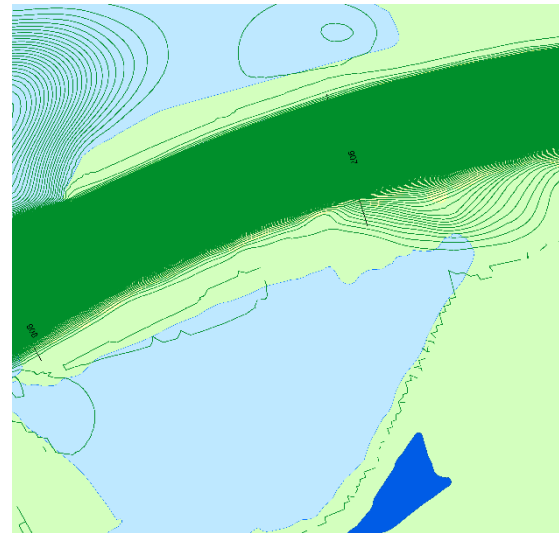


STROOMBEELD BANKVULLENDE AFVOER

Zonder kade (fout)

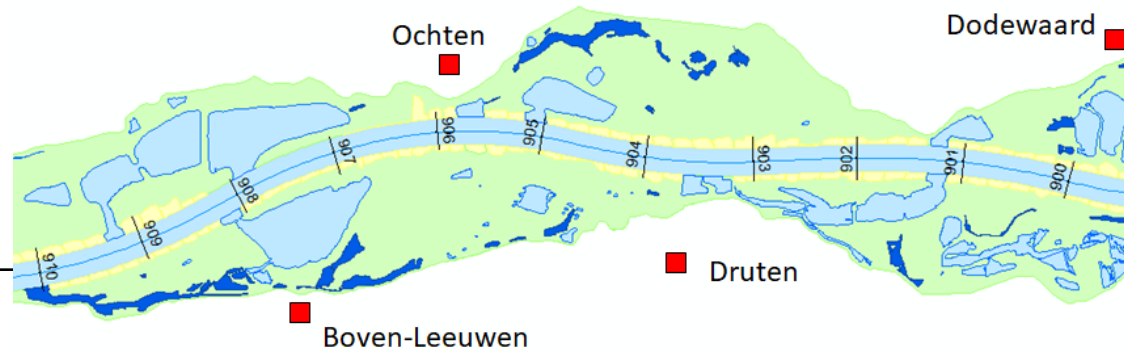


Met kade (goed)



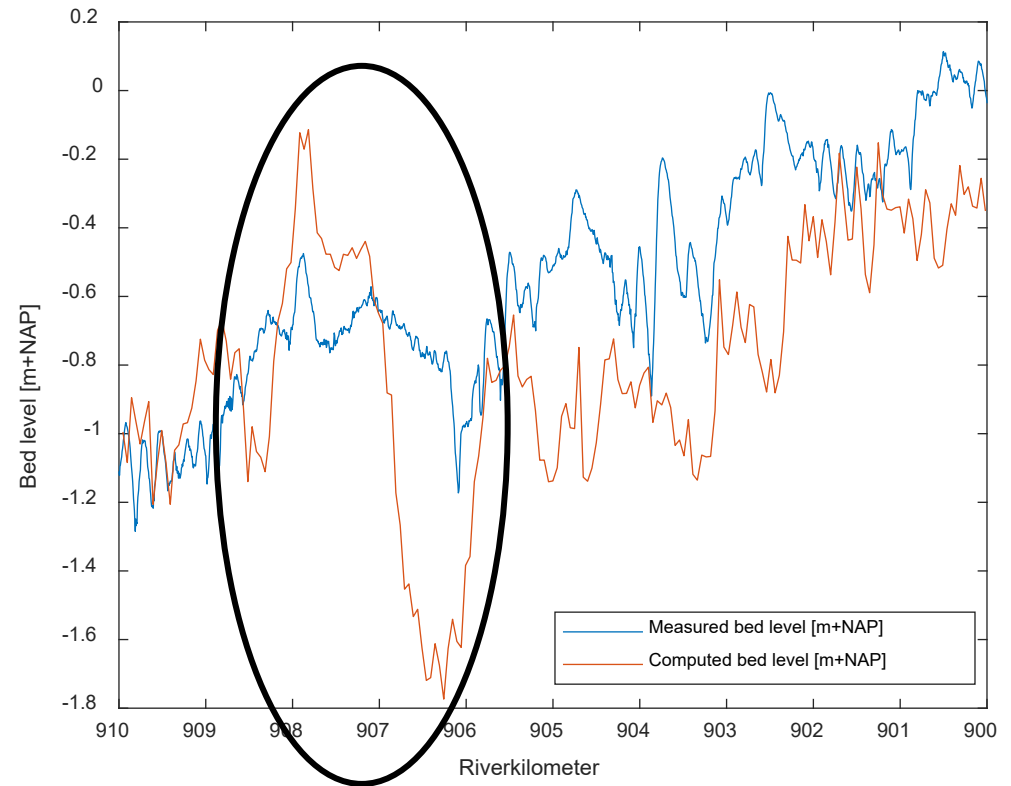
- Door “afwezigheid” kade stroomt plas in bij een te lage afvoer

EFFECT HIERVAN



- Berekening:
 - Aanzanding ter hoogte van plas
 - Erosie bovenstroomse door stuwkromme

- Tekortkoming in modelschematisatie



DISCUSSIE

- WAQUA modellen primair voor hoogwaterveiligheid
- Voorspelling bodemverandering obv hydraulica uit WAQUA →
0.5 tot 1 m onrealistische bodemverandering
- Waarschijnlijk ook gevolgen voor:
 - WAQmorf
 - SOBEK via WAQ2prof
 - Delft3D
- Vaak verschilberekeningen

ADVIES

- Model uitbreiden en (verder) testen
- Verificatie hydrodynamische– en morfologische modelschematisaties:
 - Baseline/WAQUA
 - WAQ2prof (SOBEK)
 - WAQmorf
 - Delft3D
- Essentie: klopt afvoerverdeling hoofdgeul/winterbed bij alle afvoeren?
- Model(concept) ook toe te passen voor effecten maatregelen

EINDE PRESENTATIE DEEL 3