Handboek geomorfologisch beekherstel

Gilbert Maas & Bart Makaske

ALTERRA
WAGENINGEN UR

Doelstelling handboek

1. Ontwerpregels voor geomorfologisch beekherstel
2. Overzicht van te verwachten morfodynamische processen na herstel
3. Richtlijnen voor beheer en monitoring

ALTERRA
WAGENINGEN UR

Filosofie handboek

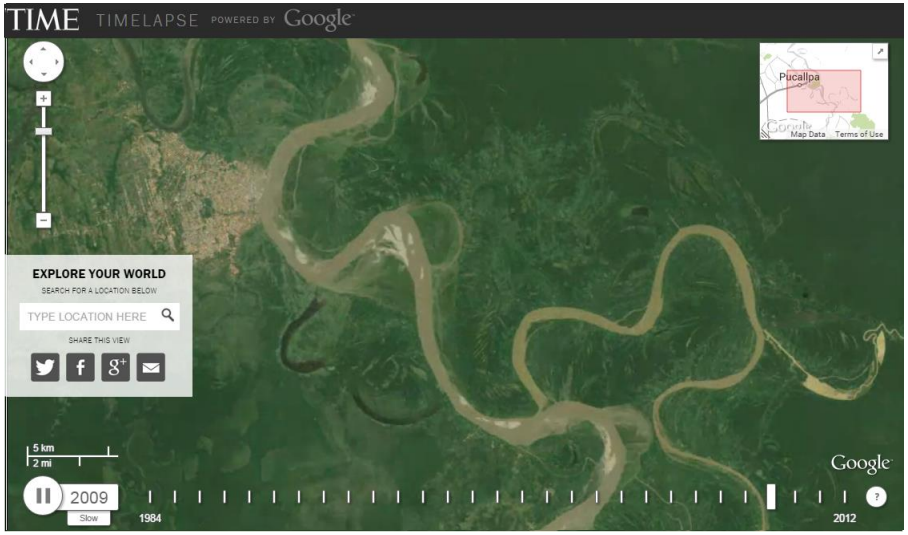
Procesgeomorfologische benadering:

"...met morfologische maatregelen beek en beekdal in een (natuurlijk) dynamisch evenwicht brengen, aangepast aan het actuele functioneren van het landschap, zodanig dat de beek een motor voor ecologisch herstel wordt."

Dynamisch morfologisch evenwicht

Beekvormen en patroon:

- In aard en afmetingen min of meer constant
- Migreren/veranderen omdat erosie- en/of sedimentatie-processen blijven optreden



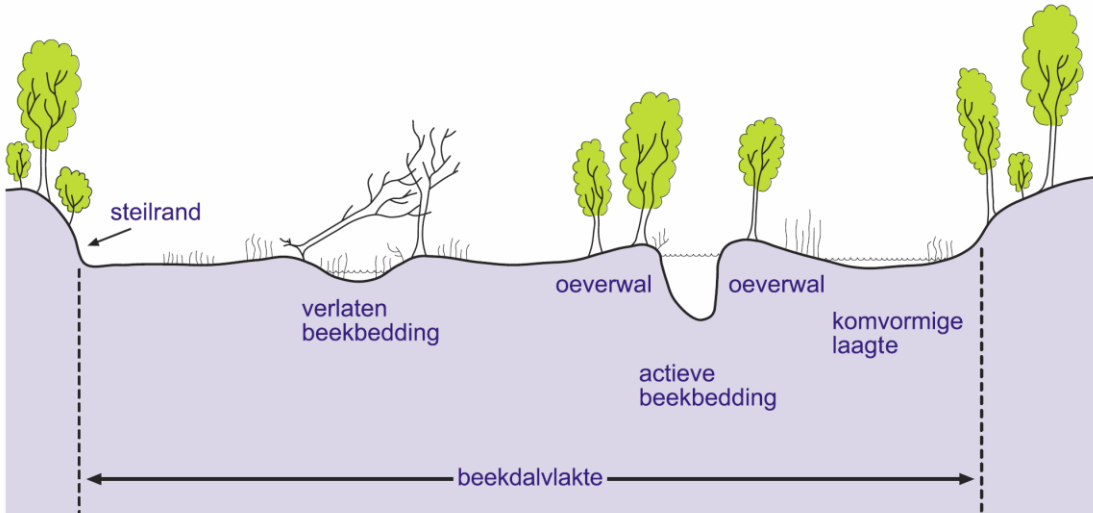
ALTERRA
WAGENINGEN UR

Procesgeomorfologische benadering

- Sleutelfactoren huidige morfologie beken: (1) hydrologie, (2) ondergrond, (3) reliëf, (4) vegetatie en (5) mens
- Relaties tussen sleutelfactoren en de morfologie van beken gebruiken om de vorm (na aanpassing) te kunnen verklaren en voorspellen
- Voorspelling betreft een evenwichtssituatie waarin sleutelfactoren constant blijven
- Wanneer sleutelfactoren veranderen zal de vorm van de beek veranderen in de richting van een nieuw evenwicht
- Tijd nodig om na verandering van sleutelfactoren een evenwicht te bereiken: morfologische aanpassingstijd

Geomorfologisch beekherstel

- Integrale landschappelijke beekdalbrede benadering
- Vormgeven van de beekbedding zodat dimensies en het patroon van de herstelde bedding passen bij de afvoer en de 'natuurlijke' terreingesteldheid
- Reconstructie historisch beeld van de beek is niet het uitgangspunt
- Beperken menselijke invloed op de vorm van de beek



ALTERRA WAGENINGEN UR

Geomorfologisch beekherstel in praktijk

STAP 1 - RUIMTELIJKE ANALYSE

Theorie
- Paragraaf 2.1
- Bijlage 2

Benodigde gegevens
- Historische topografische kaarten
- Geomofologische kaart van Nederland
- Bodemkaart van Nederland
- Dalverhang (AHN)
- Geologische kaart van Nederland

STAP 2 - PATROONVOORSPELLING

Theorie
- Paragraaf 2.2
- Paragraaf 2.3
- Paragraaf 2.4

Benodigde gegevens
- Afvoergegevens
- Dalverhang (AHN)
- Mediane korrelgrootte beddingmateriaal

STAP 3 - EVALUATIE VAN HET VOORSPELDE GEULPATROON

Theorie
- Paragraaf 2.1
- Paragraaf 2.2
- Paragraaf 2.3
- Bijlage 2

Benodigde gegevens
- Gegevens en analyse van stap 1

Informatiestroom in cyclisch ontwerpproces

STAP 4 - ONTWERP VAN MORFOMETRIE

Theorie
- Paragraaf 2.5

Benodigde gegevens
- Afvoergegevens
- Sedimentgegevens beddingsmateriaal (mediane korrelgrootte, sortering)

STAP 5 - RUIMTELIJKE INPASSING

Theorie
- Paragraaf 2.1
- Paragraaf 2.6
- Bijlage 2

Benodigde gegevens
- Gegevens stappen 1 t/m 4
- Actueel kaartmateriaal
- Ruimtelijke plannen andere sectoren
- Ruimtelijk gegevens over landschappelijke waarden (aardkundig, ecologisch, cultuurhistorisch)

STAP 6 - HYDRAULISCHE EN HYDROLOGISCHE TOETSING

Theorie
- Paragraaf 2.7
- Paragraaf 2.8
- Paragraaf 2.9

Benodigde gegevens
- Afvoergegevens
- Sedimentgegevens beddingsmateriaal
- Morfometrisch ontwerp
- Hydraulische en hydrologische modellen
- Evt. een sedimenttransportmodel

STAP 7 - PLANNEN VAN MONITORING EN BEHEER

Theorie
- Paragraaf 2.9
- Paragraaf 2.10
- Paragraaf 3.2
- Paragraaf 3.3

Benodigde gegevens
- Ruimtelijk uitgewerkt plan (resultaat stap 5)

ALTERRA
WAGENINGEN UR

Stap 1 Ruimtelijke analyse

- Welk type beek?
- Ligt de beek ingesneden in het landschap of heeft zij een natuurlijke overstromingsvlakte en hoe breed is deze?
- Zijn er oude beddingen te herkennen; welk patroon hebben die?
- Wat is de textuur en opbouw van de ondergrond in het beektraject en komen verkitte lagen voor?
- Morfodynamiek?

STAP 1 - RUIMTELIJKE ANALYSE

Theorie
- Paragraaf 2.1
- Bijlage 2

Benodigde gegevens
- Historische topografische kaarten
- Geomofologische kaart van Nederland
- Bodemkaart van Nederland
- Dalverhang (AHN)
- Geologische kaart van Nederland

ALTERRA WAGENINGEN UR

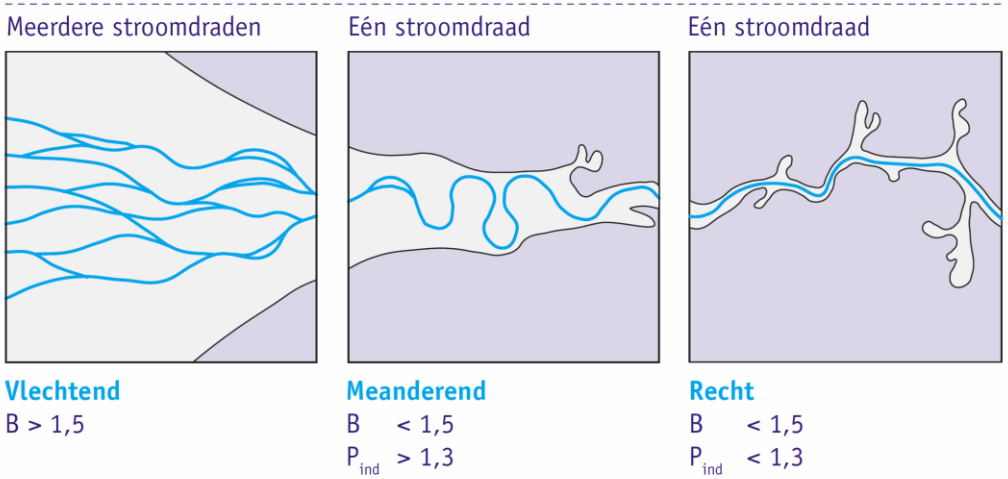
Landschappelijke beektypologie

ALTERRA
WAGENINGEN UR

Stap 2 Patroonvoorspelling

Factoren die de morfologische toestand van een geul in evenwicht bepalen:

- dominante afvoer
- terreinhelling
- sediment in de geul



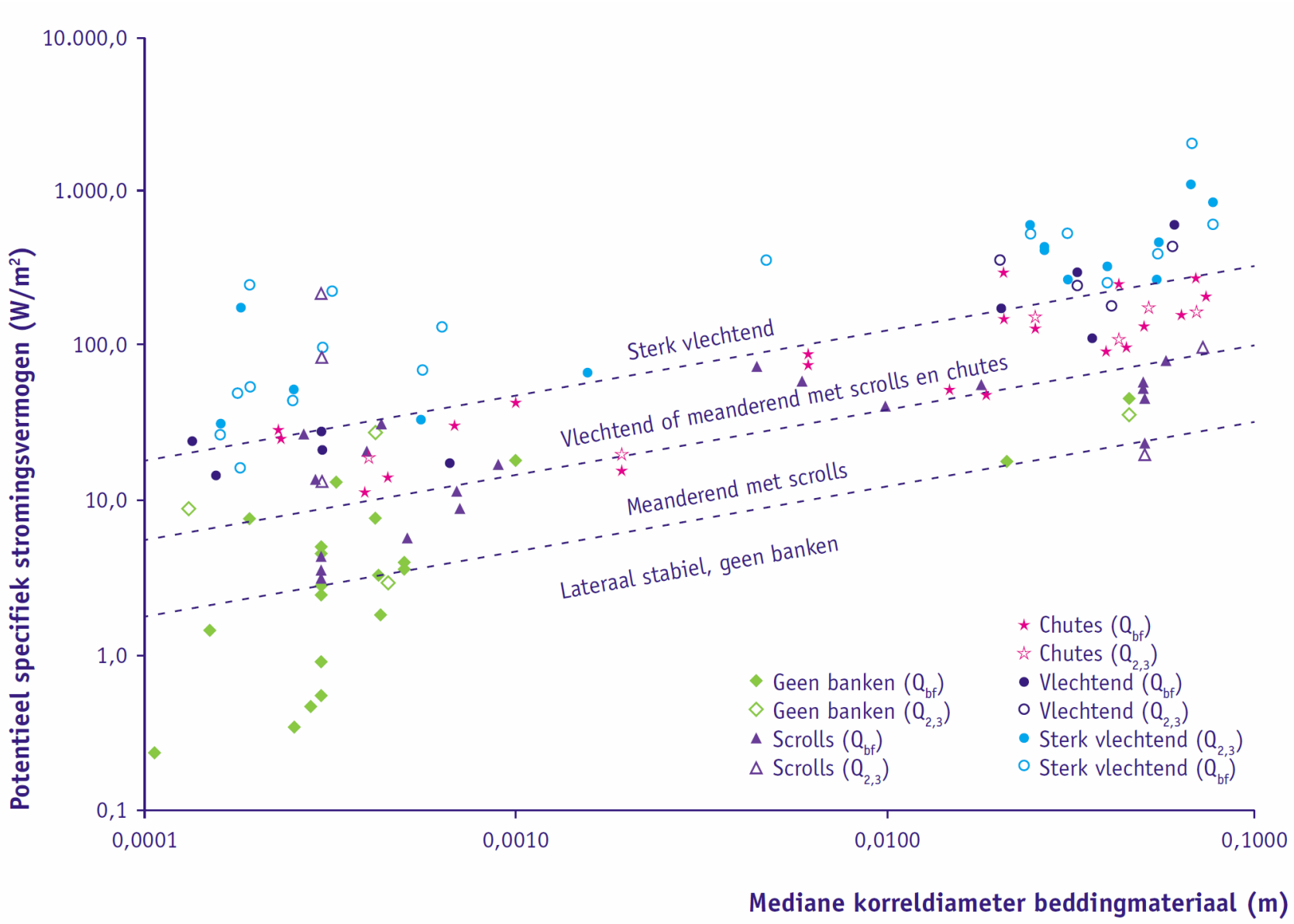
STAP 2 - PATROONVOORSPELLING

Theorie
- Paragraaf 2.2
- Paragraaf 2.3
- Paragraaf 2.4

Benodigde gegevens
- Afvoergegevens
- Dalverhang (AHN)
- Mediane korrelgrootte beddingmateriaal

ALTERRA WAGENINGEN UR

Stabiliteitsdiagram



Stap 3 Evaluatie van het geulpatroon

- Positie stabiliteitsdiagram is een indicatie van het geulpatroon en de morfodynamiek
- Alle scheidingslijnen zijn ondergrenzen! Bij indicatie meanderen kunnen er stabiliteitsverhogende omstandigheden zijn die het meanderingsproces remmen
- Evaluatie aan de hand van in stap 1 verkregen informatie noodzakelijk

STAP 3 - EVALUATIE VAN HET VOORSPELDE GEULPATROON

Theorie
- Paragraaf 2.1
- Paragraaf 2.2
- Paragraaf 2.3
- Bijlage 2

Benodigde gegevens
- Gegevens en analyse van stap 1

ALTERRA WAGENINGEN UR

Stap 4 Ontwerp van morfometrie (I)

"Onderdimensioneren is beter dan overdimensioneren"

- Breedte geul volgens 'hydraulic geometry':

  $W = a\ Q^b$ (a is afhankelijk van oeverstabiliteit)

- Diepte met formule van Brownlie:

  $R = S^{-0,2542}\ 0,3724\ D_{50}\ Q_*^{0,6539}\ \sigma_s^{0,1050}$

- Relaties gelden in alle bereiken van het stabiliteitsdiagram

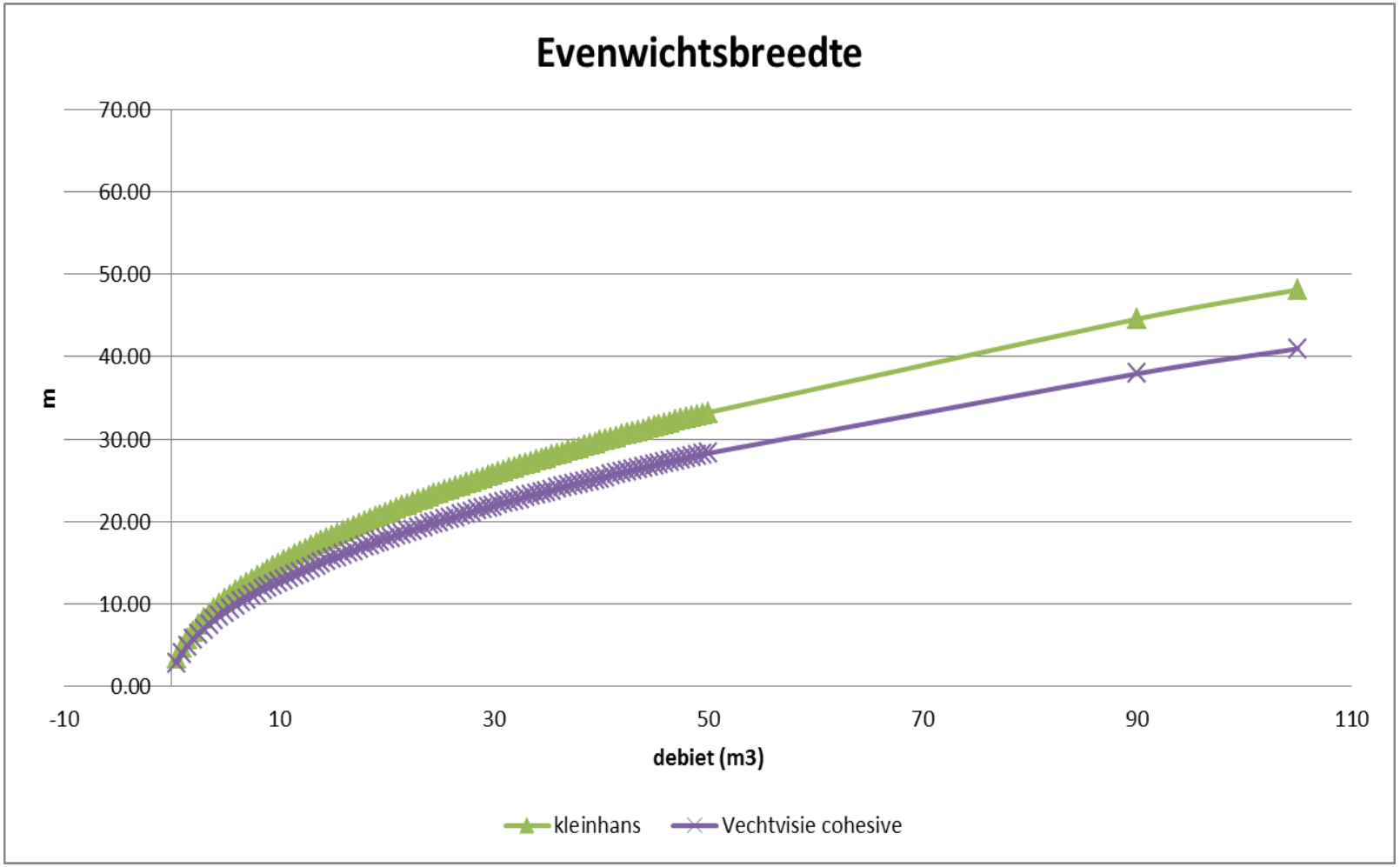
STAP 4 - ONTWERP VAN MORFOMETRIE

Theorie
- Paragraaf 2.5

Benodigde gegevens
- Afvoergegevens
- Sedimentgegevens beddingsmateriaal (mediane korrelgrootte, sortering)

ALTERRA WAGENINGEN UR

Ontwerp geulbreedte evenwichtssituatie



ALTERRA
WAGENINGEN UR

Stap 4 Ontwerp van morfometrie (II)

Is er potentie voor meandering volgens stappen 2 en 3?

- Ja: meandergolflengte en amplitude berekenen

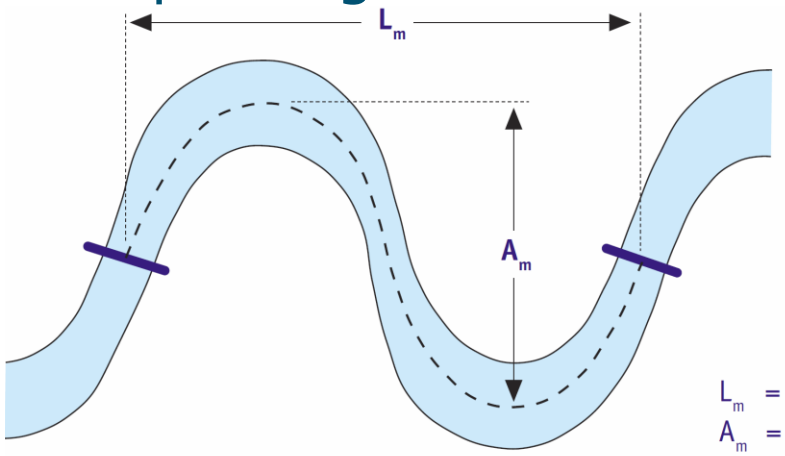
  $L_m = 12{,}6W$ (Carlston, 1965)

  $L_m = 7{,}5W^{1,12}$ (Williams, 1986)

  $A_m = 3{,}0W^{1,1}$ (Leopold & Wolman, 1960)

  (vuistregel 0,5 tot 1,5 x meandergolflengte)

- Nee: berekening niet van toepassing



L_m = Meandergolflengte
A_m = Meanderamplitude

ALTERRA WAGENINGEN UR

Stap 5 Ruimtelijke inpassing

Uitgangspunten:

- Berekende morfometrische karakteristieken sturend
- Beekloop binnen natuurlijke beekdal/overstromingsvlakte
- Oude verlaten beeklopen opnemen in het ontwerp mits morfometrische ontwerpkarakteristieken voldoen
- Voldoende ruimte voor morfodynamische processen
- Inpassing in de bestaande infrastructuur (wegen, kades, leidingen, etc.)

STAP 5 - RUIMTELIJKE INPASSING

Theorie
- Paragraaf 2.1
- Paragraaf 2.6
- Bijlage 2

Benodigde gegevens
- Gegevens stappen 1 t/m 4
- Actueel kaartmateriaal
- Ruimtelijke plannen andere sectoren
- Ruimtelijk gegevens over landschappelijke waarden (aardkundig, ecologisch, cultuurhistorisch)

ALTERRA WAGENINGEN UR

Stap 6 Hydraulisch- hydrologische toetsing

- Afvoercapaciteit van de herstelde beek (SOBEK)
  - hydraulische ruwheid (vegetatiesuccessie)
  - afvoerpieken in de herstelde situatie (stroomgebied)

↓

vaak lokale knelpunten

- Effecten op grondwaterstanden en sedimenttransport-capaciteit

STAP 6 - HYDRAULISCHE EN HYDROLOGISCHE TOETSING

Theorie
- Paragraaf 2.7
- Paragraaf 2.8
- Paragraaf 2.9

Benodigde gegevens
- Afvoergegevens
- Sedimentgegevens beddingsmateriaal
- Morfometrisch ontwerp
- Hydraulische en hydrologische modellen
- Evt. een sedimenttransportmodel

ALTERRA WAGENINGEN UR

Stap 7 Plannen monitoring en beheer

- Beheer oefent invloed uit op de snelheid en richting van de morfologische ontwikkelingen
- Systematische monitoring:
  - Vaststellen van maatregel-effect-relaties om succes van project te beoordelen
  - Informatie waarmee het beheer bijgestuurd kan worden (adaptief beheer)
  - Cyclisch ontwerpproces: gebruik van gegevens uit eerdere (deel)projecten om geulontwerp te optimaliseren

STAP 7 - PLANNEN VAN MONITORING EN BEHEER

Theorie
- Paragraaf 2.9
- Paragraaf 2.10
- Paragraaf 3.2
- Paragraaf 3.3

Benodigde gegevens
- Ruimtelijk uitgewerkt plan (resultaat stap 5)

ALTERRA WAGENINGEN UR

Monitoring

- Geomorfologische monitoring is meten aan een dynamisch systeem dat richting een evenwicht beweegt
- BACI-systematiek (before-after-control-impact)
  - Gegevensvergaring t.b.v. ruimtelijke analyse (pre-nulfase)
  - Situatie direct na uitvoering (nulfase)
  - Morfologische ontwikkeling in de tijd (periodieke gegevensvergaring 1, 3, 6 en 10 jaar)

ALTERRA WAGENINGEN UR

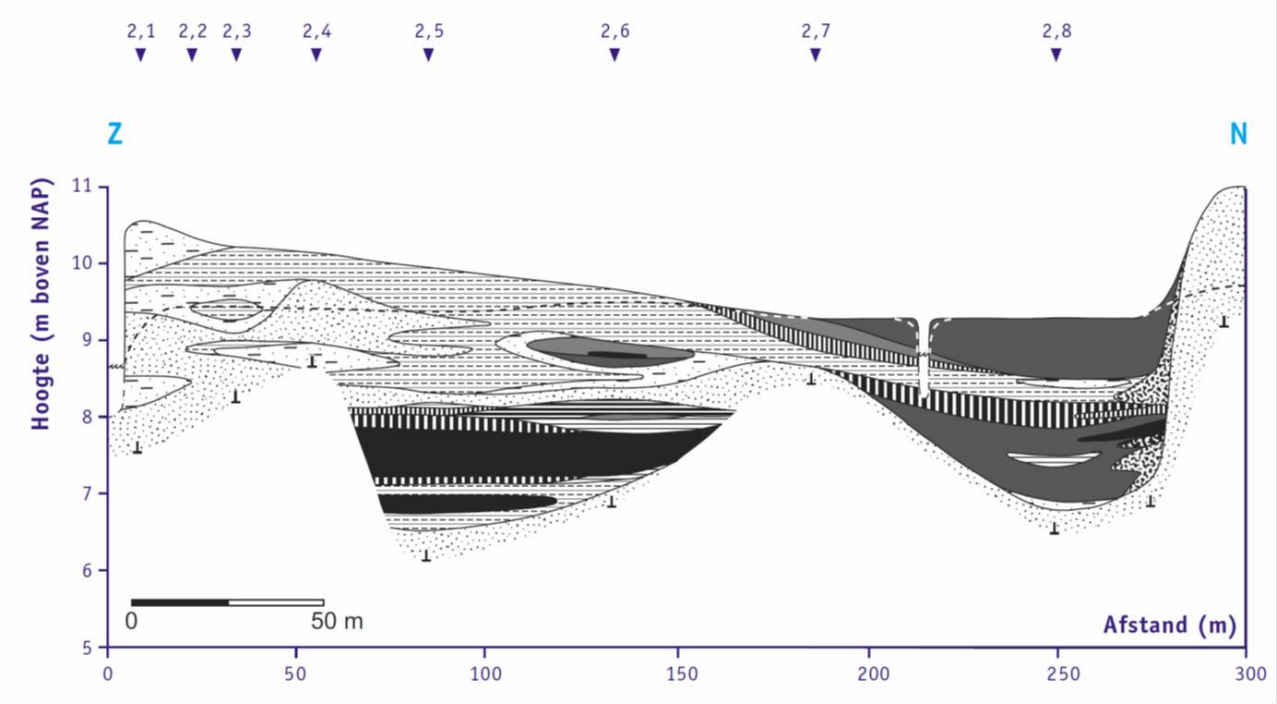
Voorbeeld van een morfologisch meetplan

	PRE-NULFASE	PROJECT-UITVOE-RING	NUL-FASE	NA 1 JAAR	NA 3 JAAR	NA 6 JAAR	NA 10 JAAR
Lange dwarsdoorsnedes door overstromingsvlakte/dal	x						
Lithologische/bodemkundige opbouw in overstromings-vlakte/dal en oevers	x		x				
→ Dalverhang	x		x				
Korte dwarsprofielen door bedding	x		x	x	x	x	x
→ D_{50} beddingmateriaal	x		x	x	x	x	x
→ Jaarlijkse afvoerverdeling/ waterstanden	x		x	x	x	x	x
Stijghoogte grondwater	x		x	x	x	x	x
Geulpatroon			x	x	x	x	x
Substraatmozaïeken			x	x	x	x	x
Vegetatiestructuren			x	x	x	x	x

ALTERRA WAGENINGEN UR

‘Before-monitoring’ (pre-nulfase)

- Betreft grotendeels data die benodigd zijn voor het ontwerp volgens het stappenplan:
  - Geomorfologische en bodemkundig/geologische context
  - Invoerdata voor morfometrische ontwerprelaties en stabiliteitsdiagram



ALTERRA
WAGENINGEN UR

‘After-monitoring’ (nulfase en later)

- Evaluatie van ontwerp (daarom maakt planning van monitoring en beheer deel uit van de ontwerpfase)
- Goede duiding/interpretatie van de monitoringsgegevens is cruciaal om uiteindelijke ligging van het morfologisch evenwicht te kunnen inschatten
- Direct na uitvoering zal veelal verhoogde morfodynamiek worden gemeten; dit heeft nog weinig zeggingskracht over de uiteindelijke ligging van het morfologisch evenwicht
- Morfologische aan-passingstijd is van belang om de minimale duur van monitorings-programma in te schatten

Afsluitende opmerkingen

- Handboek is geen keurslijf, maar een handreiking
- Geomorfologisch-landschappelijke context is een uitgangspunt
- Niet terug naar het verleden, maar inzetten op een nieuw geomorfologisch evenwicht
- Doel is een veerkrachtig ontwerp dat mee kan bewegen met toekomstige veranderingen in condities
- Leidraad voor gerichte geomorfologische monitoring in het kader van adaptief ontwerpen

ALTERRA
WAGENINGEN UR