



# Anisotropie in D-Geo Flow

---

# Introductie



Ir. Nick Stoop  
Adviseur Waterbouw  
Fugro

- '17 Master thesis "The effects of anisotropy and heterogeneity"
- '18 KPP Piping - anisotropie  
*(Deltares, Fugro en HKV lijn in water)*
- '18/'19 Onderzoeksproject anisotropie – HPT-AMPT techniek  
*(Waterschap Hollandse Delta, Fugro en Deltares)*

---

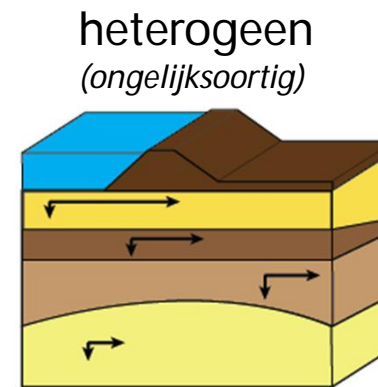
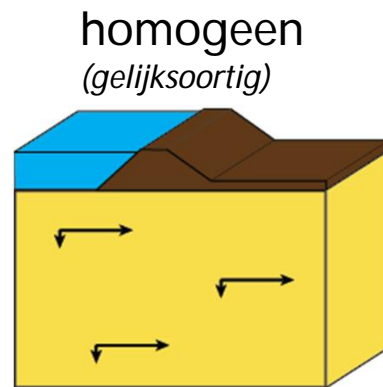
# Inhoud

1. Anisotropie
2. Anisotropie in D-Geo Flow
3. Het effect van anisotropie
4. Praktijkvoorbeelden
5. Opgedane kennis
6. Vraagstukken/problemen

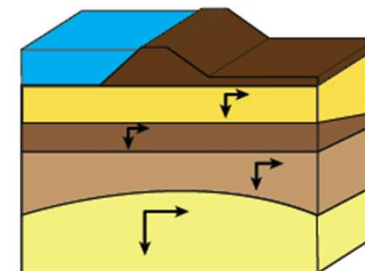
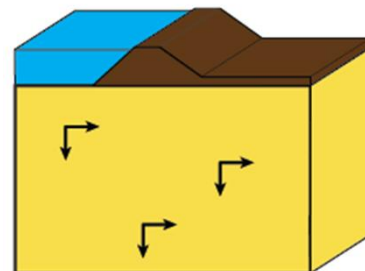
# Anisotropie

Een anisotrope grondeigenschap is richtingsafhankelijk

anisotropie  
(richtings-afhankelijkheid)



isotropie  
(richtings-onafhankelijkheid)



# Anisotropie

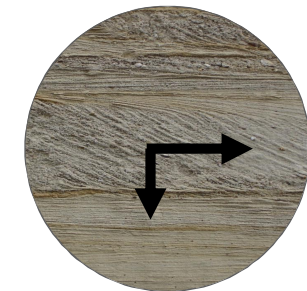
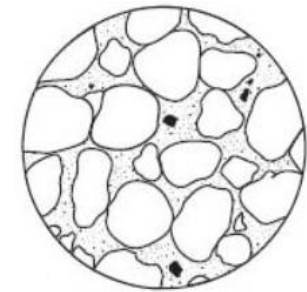
Anisotropie in doorlatendheid speelt op verschillende schaalniveaus:

1. Korrelstructuur:
2. Heterogeniteit (micro- en macro-gelaagdheid):

Beoordelings- en ontwerppraktijk

Anisotropie beschouwen als formatie, WTI-SOS of bulk-eenheid

- Meetbaarheid → HPT-AMPT®
- Uitvoerbaarheid → D-Geo Flow, PlaxFlow



$$\text{Anisotropie (A)} = K_h/K_v$$

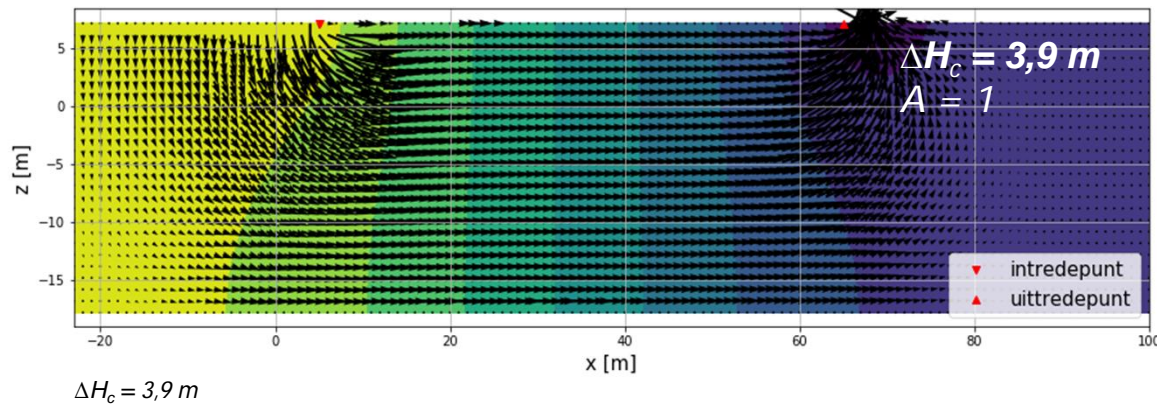
# Anisotropie in D-Geo Flow

The screenshot displays the DGeo-Flow (BETA) software interface. The main window shows a cross-section of a soil profile with various layers. The 'Project' panel on the left lists soil types: Zand\_1, Klei\_1, Waalre, Kreftenheye, deklaag\_voorland, dijk, voorland\_sloot, deklaag2, deklaag\_achterland, deklaag4, voorland\_zand, achterland\_sloot, Copy of Kreftenheye, Copy of Waalre, and Water. The 'Map' panel shows the 'DgFlow Model' and 'CrossSection' options. The 'Properties' panel on the right shows the 'Soil Properties' for 'Kreftenheye'. The 'Permeability' section is highlighted, showing 'Hydraulic Conductivity,  $83.600013467$ ' and 'Hydraulic Conductivity,  $30.599999158$ '. Two blue arrows point from these values to the labels  $K_h$  and  $K_v$  on the right.

Property	Value
Name	Kreftenheye
Color	232, 181, 0
Porosity, $n$ [-]	0.36
Compressibility, $\alpha$ [ $m^2/t$ ] 0	0
Grain Particle Density, $\rho$ 2650	2650
Particle diameter, $D_{70}$ [ $r$ ] 0.000348	0.000348
White's constant, $\eta$ [-] 0.25	0.25
Bedding angle, $\theta$ [deg] 37	37
Hydraulic Conductivity, $K_h$	83.600013467
Hydraulic Conductivity, $K_v$	30.599999158
Name	Name of the soil

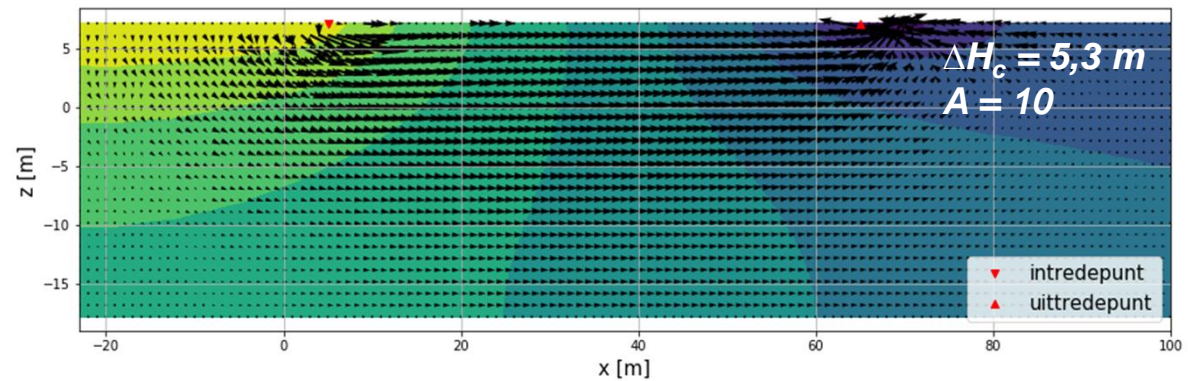


# Het effect van anisotropie



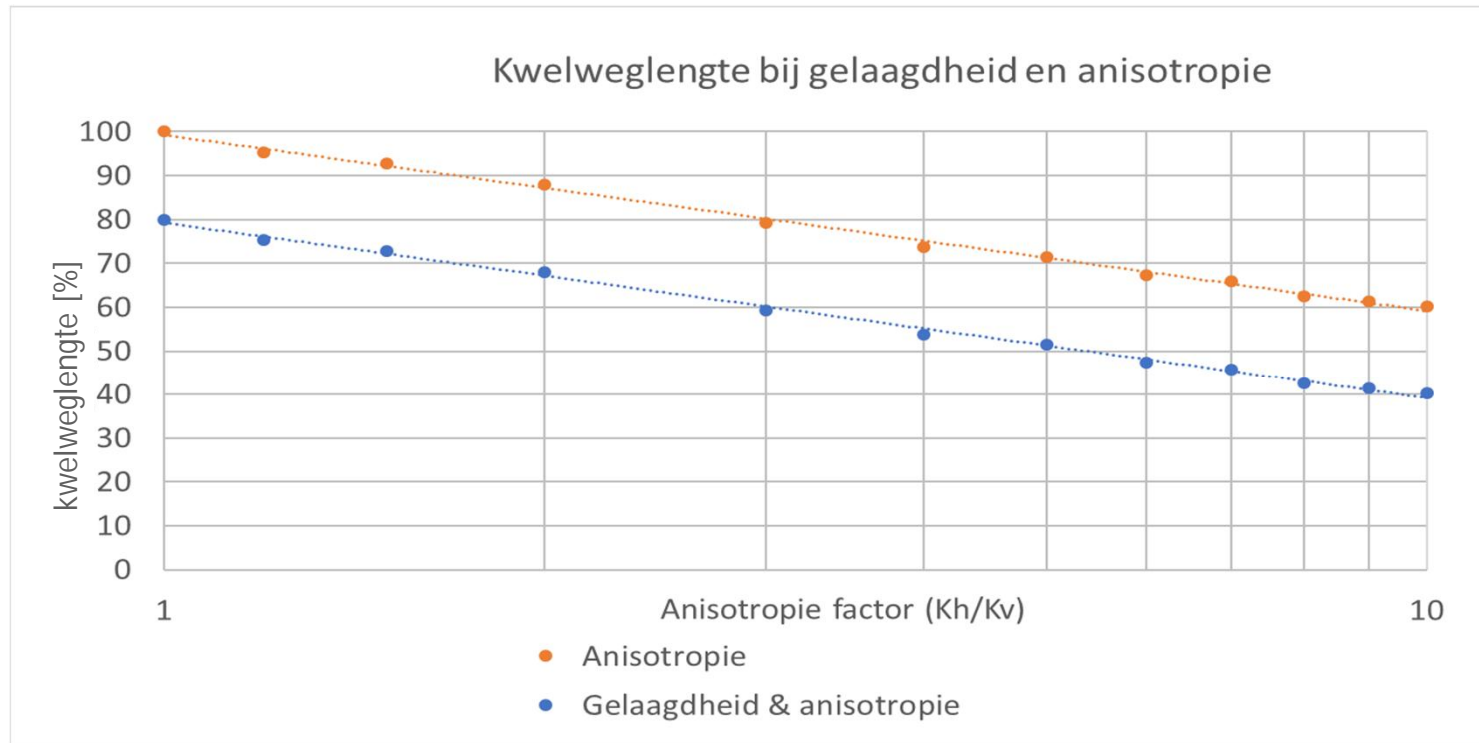
Uitgangspunten:

- $K(h) = 30$  m/dag
- Kwelweglengte  $L = 60$  m
- Dikte WVP = 25 m
- $\Delta H = 2$  m



# Het effect van anisotropie

- Uitgangspunten:
- $K(h) = 25$  m/dag
  - Basis  $L = 47$  m
  - Dikte WVP = 40 m
  - $d_{70} = 150$   $\mu\text{m}$





# Praktijkvoorbeelden

Case	Spui	Wolferen-Sprok	Leuvenheim	Cuijk - Ravenstein
Gebied	Delta	Bovenrivieren	Bovenrivieren	Bovenrivieren
Waterschap	WSHD	WSRL	WSVV	WSAM
Anisotropiefactor (A) [-]	5,6	2,7	1,9	2,7
Dikte WVP [m]	23	22	12,0	42,3
Kwelweglengte	72	90	31,5	42,5
$\Delta H_c$ [m] <i>(zonder anisotropie of meerlaagsheid)</i>	3,56	4,55	1,77	2,73
$\Delta H_c$ [m] <i>(met anisotropie en/of *meerlaagsheid)</i>	4,54*	4,67	1,86*	3,18*
Absolute verschil [m]	0,98	0,12	0,09	0,45
Relatieve verschil [%]	27,5	2,6	5,1	16,5

---

# Opgedane ervaring

Het effect van anisotropie en meerlaagsheid is sterk afhankelijk van de bodemopbouw en geometrie: ca. 20-60% kwelweglengte reductie

- Bodemopbouw
  - Mate van anisotropie bovenste grondlaag
  - Meerlaagsheid, slecht doorlatende laag bovenin
- Geometrie
  - Dikte watervoerende pakket
  - Kwelweglengte


---

# Vraagstukken/problemen

1. Eigenschappen grondsoorten worden soms gereset
2. Schematisatie vrijheid in D-Geo Flow
  - Verticale ruimtelijke variatie
3. Inzicht in stroompatroon d.m.v. pijlen
4. Anisotropie meenemen in de beoordeling of ontwerp (veiligheidsfilosofie)



# Thank you

 +316 18198292

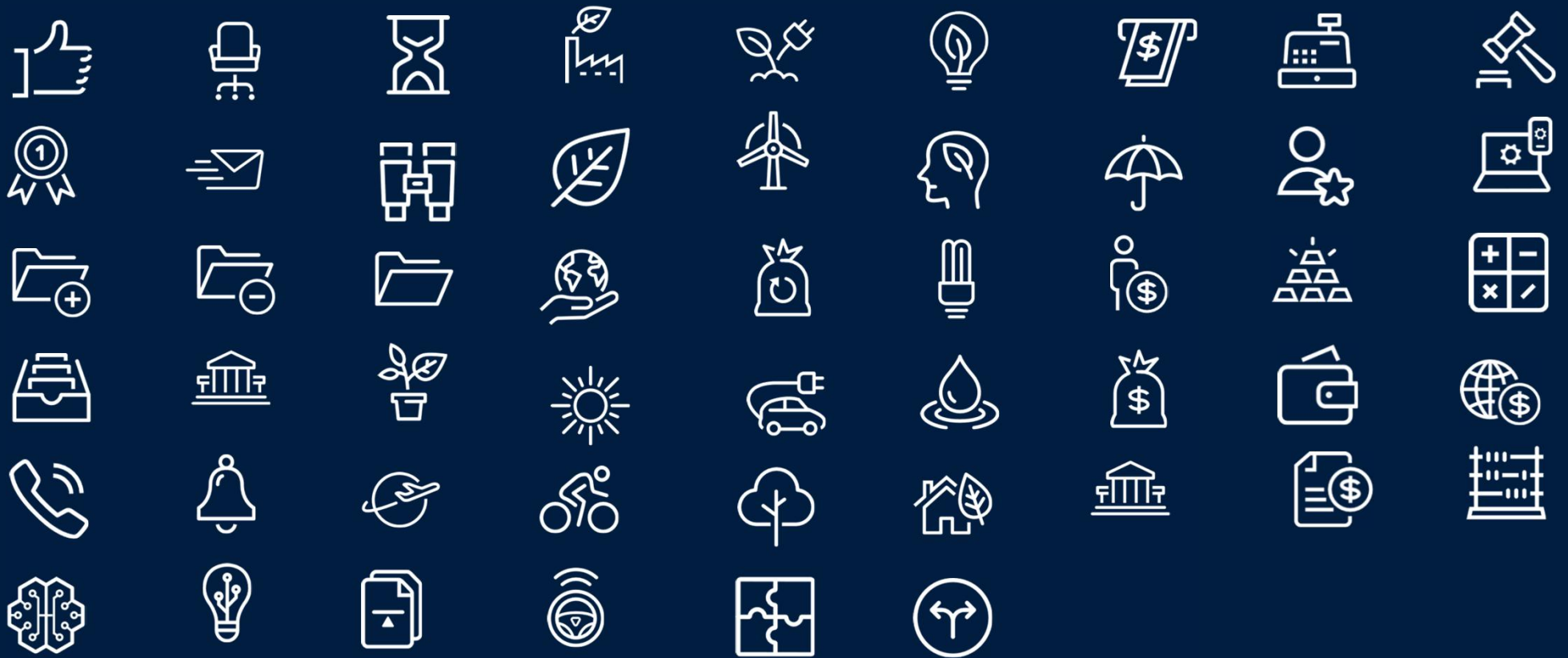
 n.stoop@fugro.com

 fugro.com

# Icons | Set 1



# Icons | Set 2





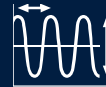
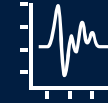
# Icons | Set 3



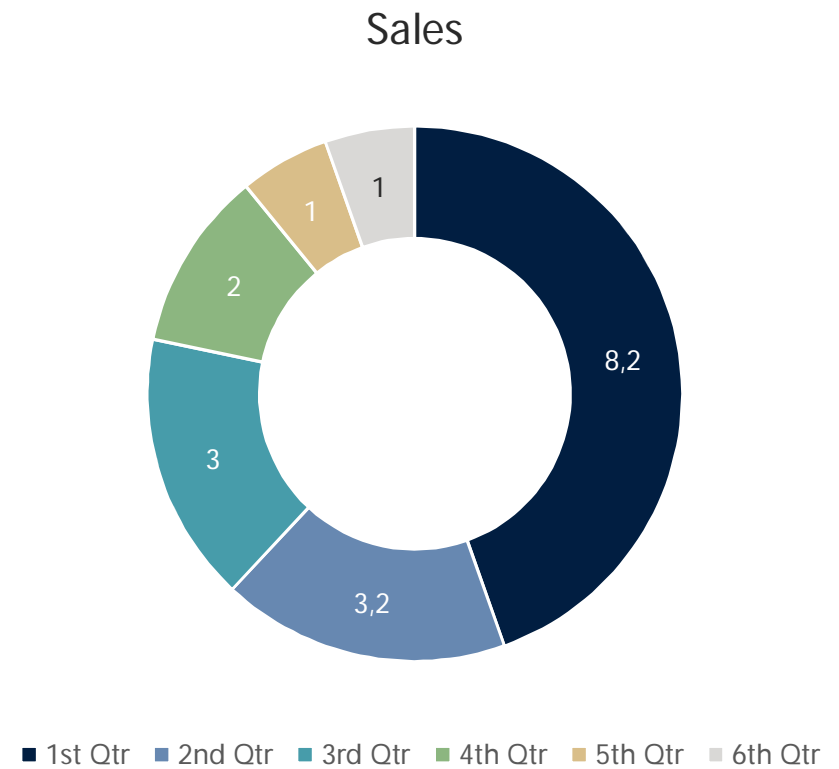
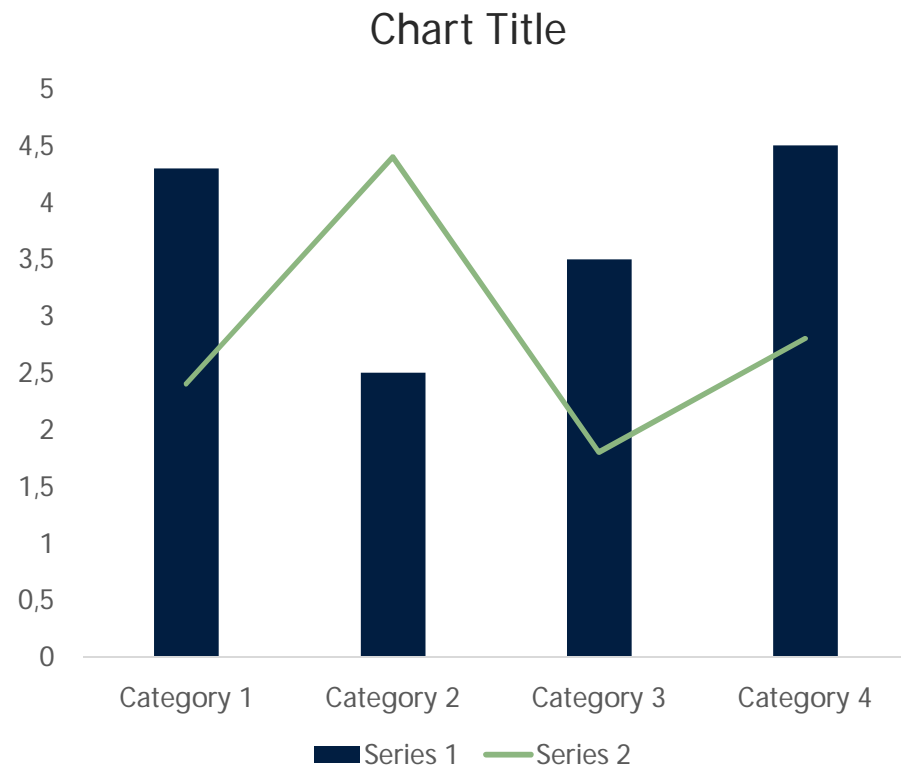
# Icons | Set 4



# Icons | Set 5

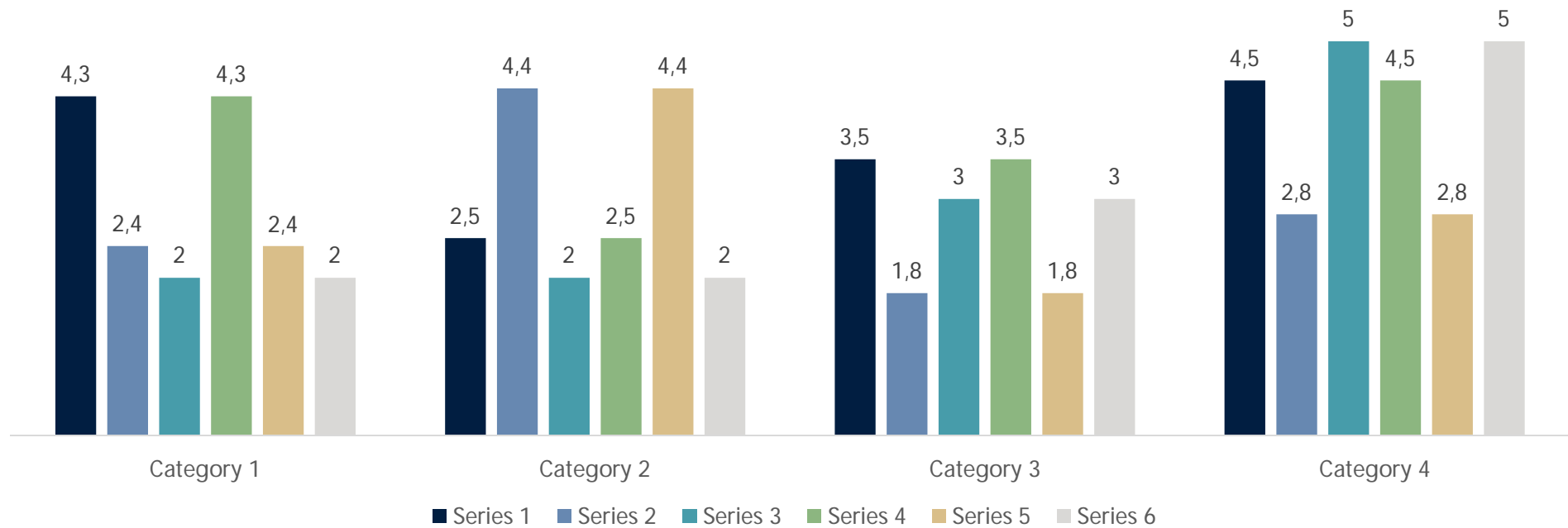


# Chart example



# Chart example

Chart Title



# Table example

Column heading	Column heading	Column heading	Column heading
Row heading	Table text	Table text	Table text
Row heading	Table text	Table text	Table text
Row heading	Table text	Table text	Table text
Row heading	Table text	Table text	Table text
Row heading	Table text	Table text	Table text
Row heading	Table text	Table text	Table text
Row heading	Table text	Table text	Table text
Row heading	Table text	Table text	Table text
Row heading	Table text	Table text	Table text

HIGHLIGHTED ROW



---

# Map | Countries



---

# Map | Regions

