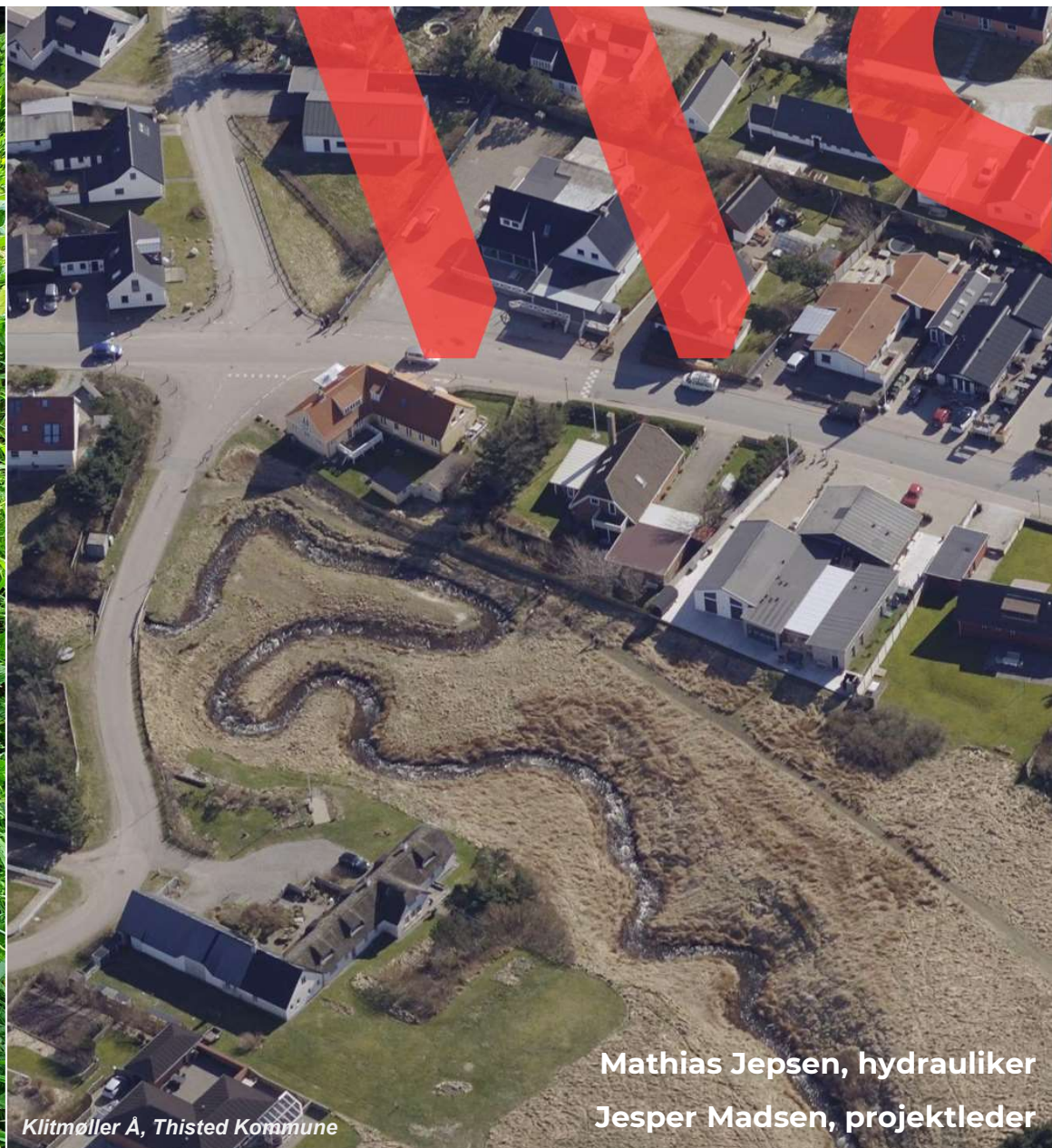


11/11/2022

Workshop: Beregninger i naturgenopretnings- projekter

Øster Torslev Bæk, Randers Kommune



Klitmøller Å, Thisted Kommune

Mathias Jepsen, hydrauliker
Jesper Madsen, projektleder

Indhold af workshop

30 min. præsentation → 60 min. workshop

1. Genslyngning af vandløb

- Data og dimensionering
- "Det naturlige vandløb" – længde, fald og slyngningsgrad
- Naturlig dybde og terrænnærhed
- Skitsefasen – intro til arbejdsgange i SCALGO

2. Gydebanker – dimensionering og placering

- Den gode gydebanke
- Placering og stuvning
- Beregning i VASP - benyttelse af det nye værktøj "MORF"

3. Volumenberegninger

4. Afvandingsklassekort

- Intro til metoder, usikkerheder og faldgruber



Giber Å, Aarhus Kommune

Case: Genslyngning

"Det naturlige vandløb"

Naturlige vandløb ændrer form - vandet bestemmer!

Dannelse af stryg, høl, undergravning, aflejringer m.v.

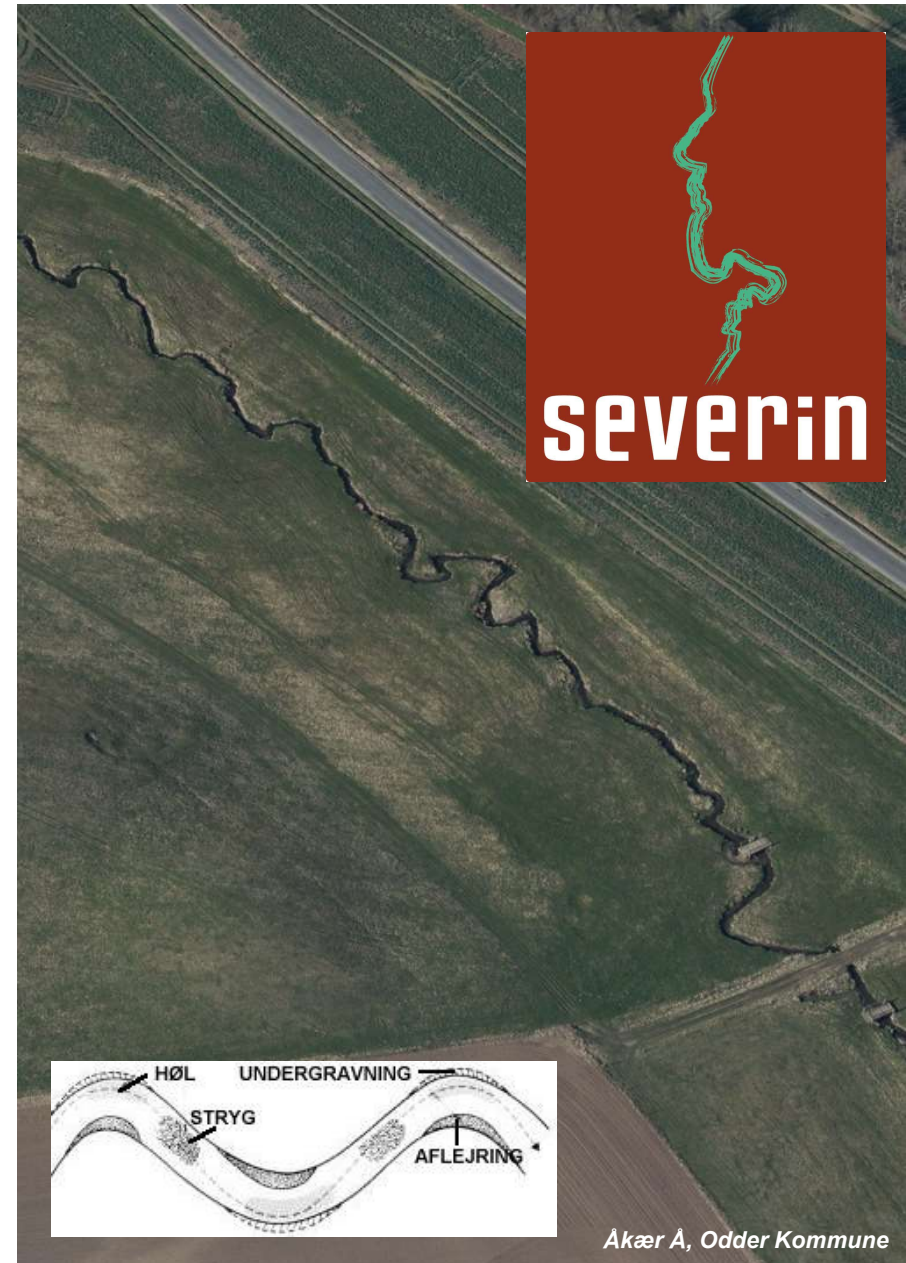
Faldforhold kan variere, og vil være forskellige afhængigt af vandløbets type, opland, afstrømningsvariationer m.v.

- Små vandløb (<10 km² opland): **3 – 5 promille**
- Mellemstore vandløb (10 – 100 km² opland): **2 – 3 promille**
- Store vandløb (>100 km² opland): **1 – 2 promille**

Naturlige vandløb har regelmæssige slyngninger med vekslen mellem stryg og høl. Afstanden mellem to nabostryg er **typisk 5-7 gange** så langt, som vandløbet er bredt.

De høje afstrømninger om vinteren former vandløbet:

Vintermedianmaksimum afstrømning = brinkfyldte vandløb



Akær Å, Odder Kommune

Case: Genslyngning

Genslyngning af vandløb med bedste forhold for fiskeoptræk

Hvilket fald skal vandløbet have? Hvad er muligt? Bindinger?

Hvor lang skal genslyngningen være? Hvad er der plads til?

Hvor terrænnært skal vandløbet være?

Enkelt profil

Parametre

☐ Bundbredde [m] 1.000

☐ Skrånings anlæg [1:?] 1.000

☐ Bundhældning [0/00] 1.000

☐ Manningtal 25.000

☐ Vandføring [m³/s] 0.500

☒ Dybde [m] 0.693

Radius type

☒ Hydraulisk ☐ Modstand

Beregn

Beregnings resultat

Tværsnitsareal m² : 1.17

Perimeter m : 2.96

Vandspejlsbredde m : 2.39

Hydraulisk radius m : 0.40

Modstands radius m : 0.58

Hastighed m/s : 0.43

Kritisk dybde m : 0.27

Froudes tal : 0.19

Reynolds tal : 160000.00

Strømningstype : Turbulent

Radius type	Bredde m	Anlæg	Grad.	VNF m³/s	MAN	Dybde m	T.Areal m²	Peri. m	Hyd.Rad	Mod.Rad	Mid.Hast m/s	K



Hem Bæk, Skive Kommune

Case: Genslyngning

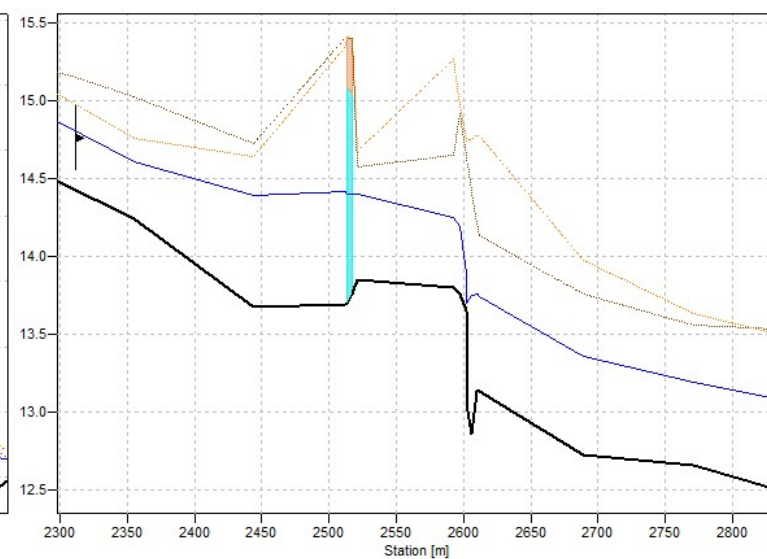
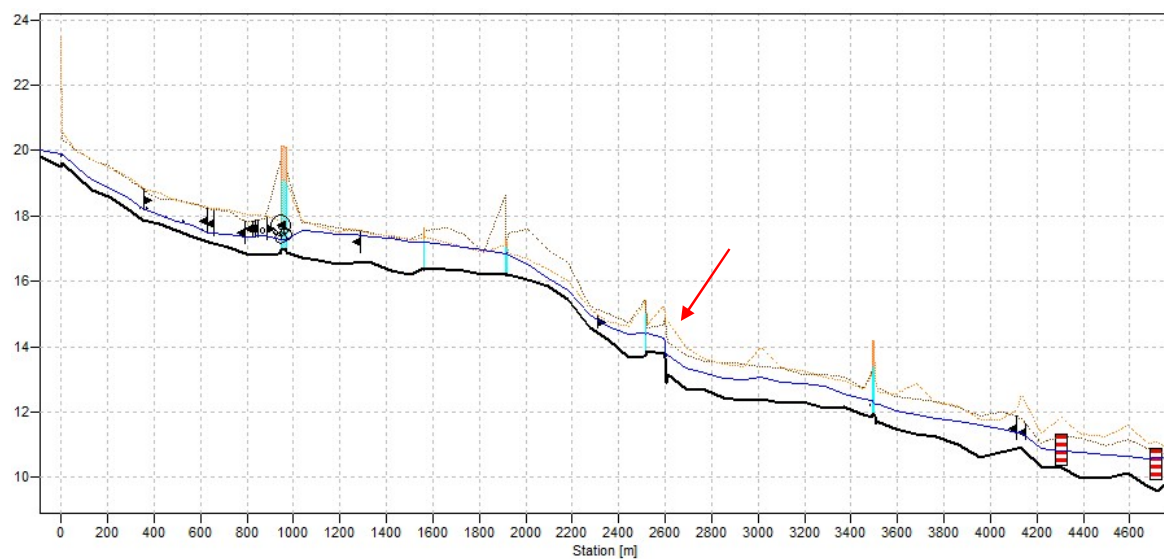
Råsted Bæk, Randers Kommune

Stemmeværk skal nedlægges

Faldet skal udjævnes

Vandløbet skal genslynges

Eksisterende bygning skal bevares og sikres mod påvirkning.



Case: Genslyngning

LIVE 😊

Vi hopper i SCALGO og VASP



Case: Genslyngning

Fysiske parametre for genslyngningen, Råsted Bæk

Længde = 370 meter

Fald = ~ 2,5 promille

Bundbredde = 1,5 meter

Anlæg = 1:2 (mulighed for lokale ændringer i sving)

Vintermedianmaksimum afstrømning = 1.300 l/s

Vandløbsdybde = ?? cm

Case: Udlægning af gydebanker

"Den gode gydebanke"

Fald

- Små vandløb (< 3 m bredde): ~ 5 promille
- Mellemstore vandløb (3 – 8 m bredde): ~ 3 promille
- Store vandløb (8 – 15 m bredde): ~ 2 promille
- Meget store vandløb (> 15 m bredde): ~ 1 – 2 promille

Længden kan variere, men den skal holde balance mellem erosion og tilsanding

- Svært at lave en endegyldig opskrift.
- Generelt, mindst 2 – 3 gange vandløbets bredde i små vandløb og op til 10 gange vandløbets bredde i store vandløb.

Stenblanding

- Vandløb < 3 m bredde: 85% nøddesten + 15% singels/håndsten
- Vandløb > 3 m bredde: 75% nøddesten + 25% singels/håndsten

Tykkelse af gydegrus mindst 20 – 30 cm

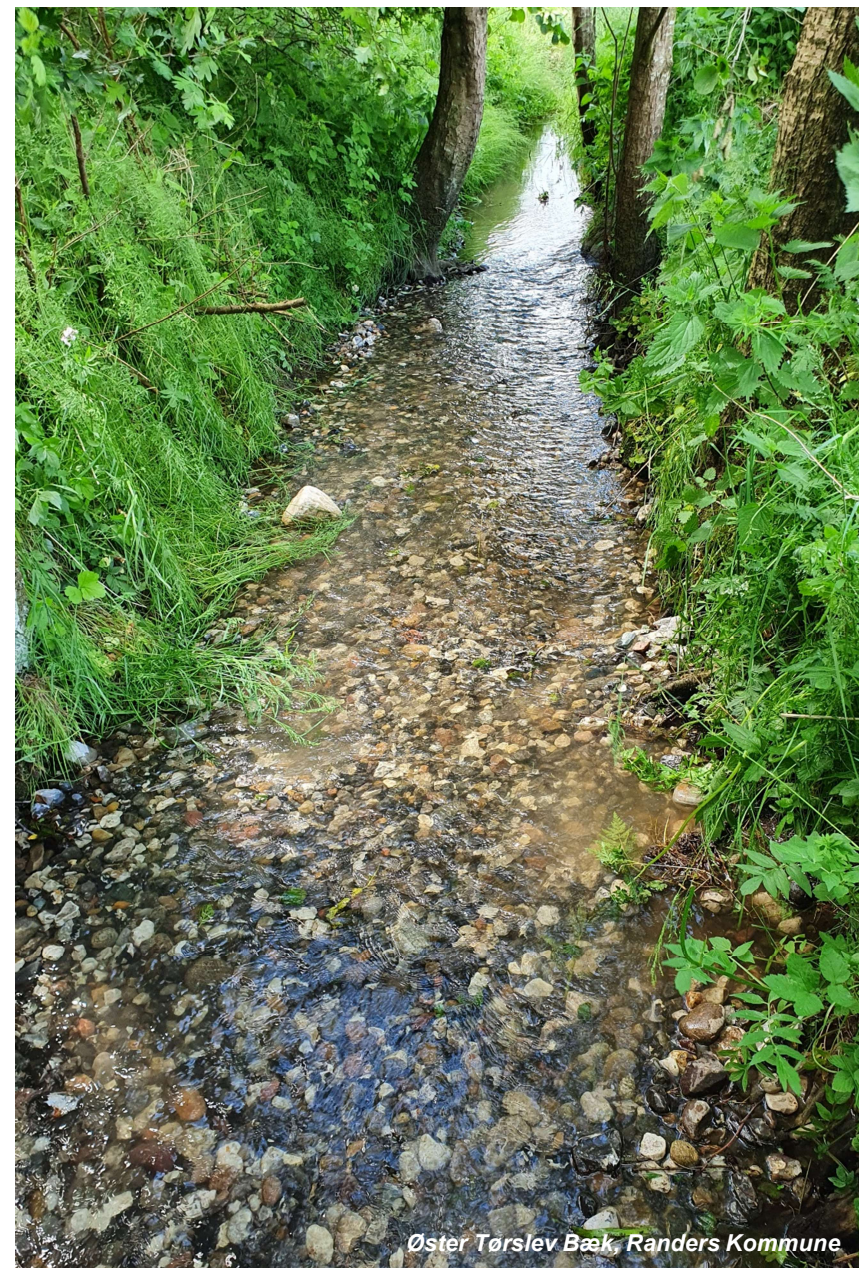
Vandhastighed ca. 0,25 – 1,0 m/s

Opstuvning skal forhindres på opstrømsliggende gydebanker (så de ikke sander til) og ofte også lodsejeres dræn (spar hovedpinen)

Udlægning i hele bundens bredde. Undgå erosion på bankens sider.

Placering af gydebanker i vandløbets naturlige stryg imellem svingninger.

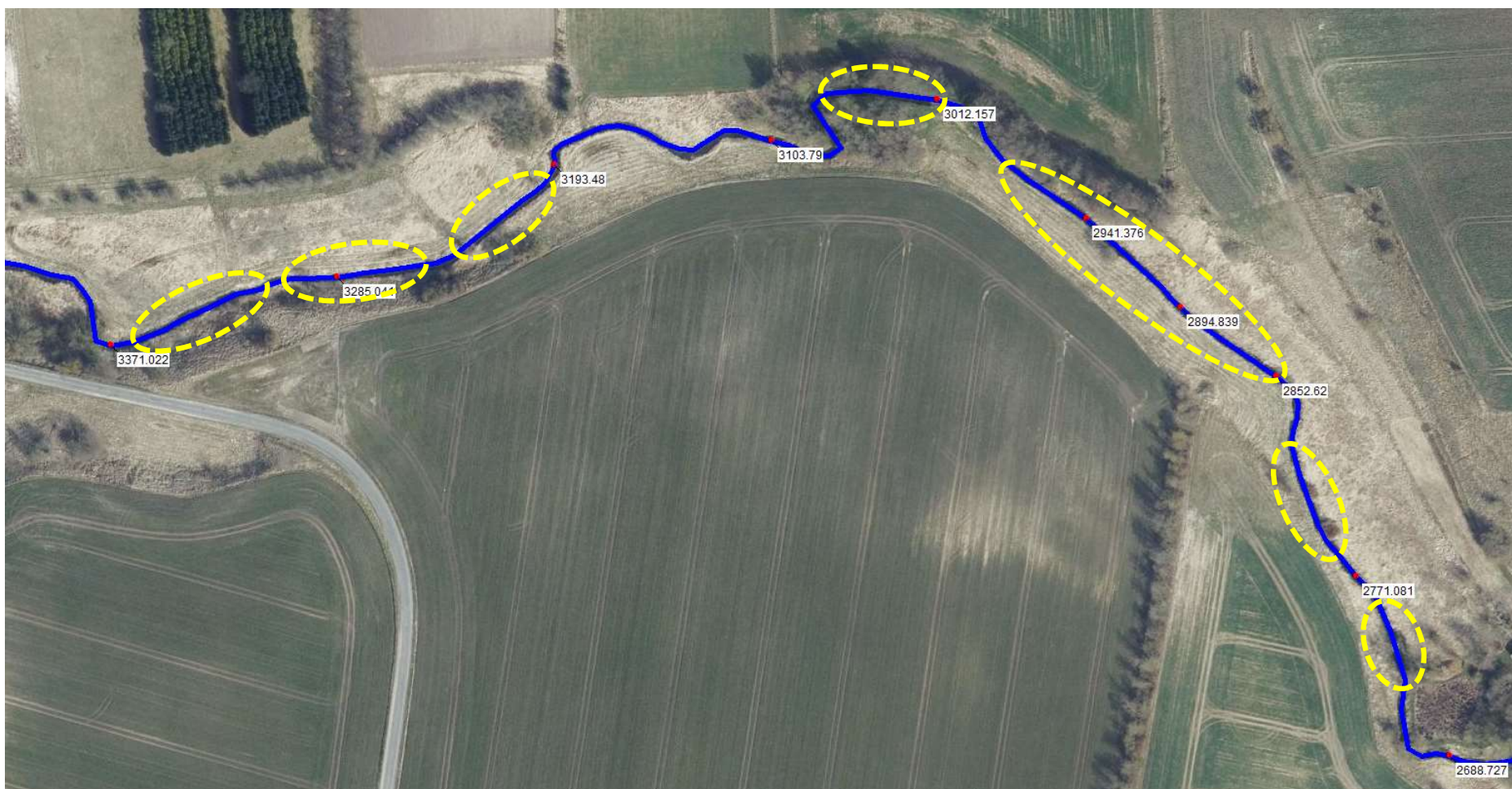
Stabil vanddybde egnet til yngel. Gør vandløbet bredere omkring gydestryg!



Øster Tørslev Bæk, Randers Kommune

Case: Udlægning af gydebanker

Identificer strygene, Råsted Bæk nedstrøms stemmeværket



Case: Udlægning af gydebanker

LIVE 😊

Vi hopper i VASP



Case: Volumenberegning

Foretages typisk i GIS, men kan på simpel form laves i SCALGO

Modellering af højdemodeller

- Forståelse af rastere og hvordan de kan modificeres
- Overførsel fra vektorlag (punkter, linjer, polygoner) med kendte dimensioner til raster
- ”Sammensmeltning” af projektelementerne i højdemodellen.
- Bruges typisk ved genslyngning, opfyldning, afskrab, etablering af jorddiger, bassiner m.v.

Almindelig geometrisk volumenberegning

- Længde, dybde, bredde, areal, hældning, anlæg m.v.
- Typisk håndberegnet, men hjælp fra værktøjer i VASP
- Bruges typisk ved grusudlægning, brinkjustering, gydebanker.
- Kan også bruges ved genslyngning og opfyldning af vandløb (men varsomt!)

Ådalsanalyser

Eksportering af vandstande fra VASP

OBS: Afstand imellem beregnede vandspejl skal reduceres i opsætningen. Ellers bliver der for langt imellem punkterne!

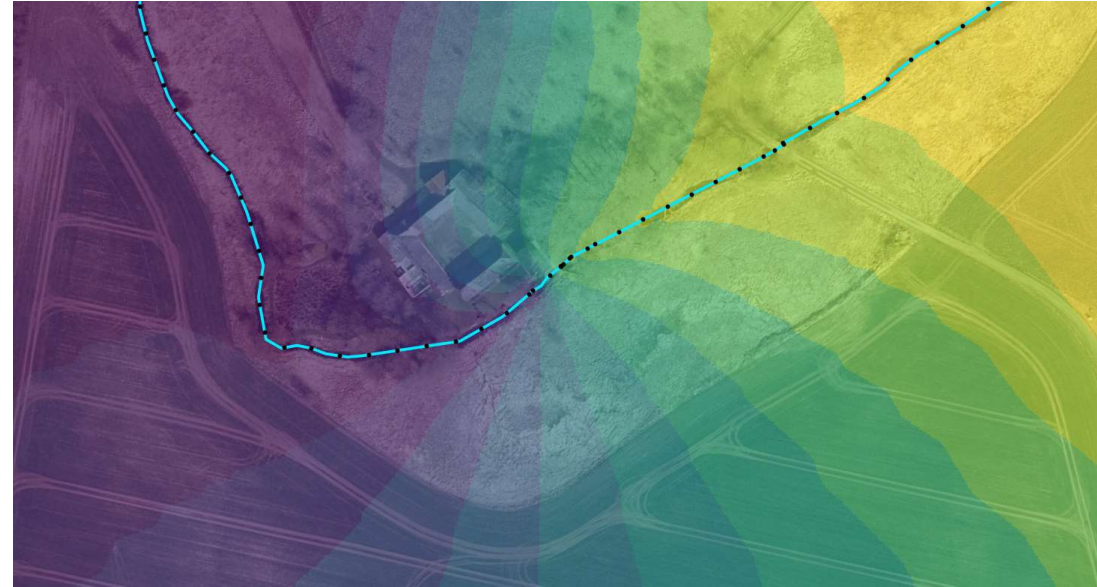
Vandspejlene skydes ud i terræn med i et GIS-værktøj ved IDW. Anbefalede programmer:

- SAGAGIS (er installeret hvis i har QGIS)
- ArcMap / ArcGis Pro
- MapInfo Vertical Mapper
- Surfer

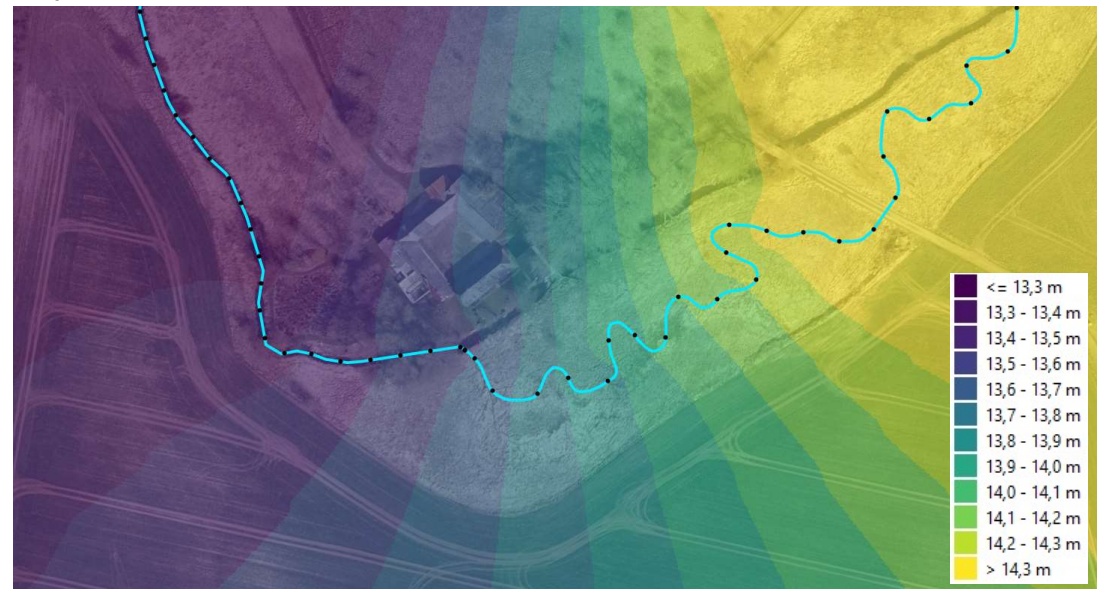
Vær opmærksom på opsætningen af IDW'en

- Udbredelse af rasteren
- Opløsningen på rasteren (cellestørrelse)
- Søgeradius og max. antal punkter i analyse

Nuværende forhold



Projekterede forhold



<= 13,3 m
13,3 - 13,4 m
13,4 - 13,5 m
13,5 - 13,6 m
13,6 - 13,7 m
13,7 - 13,8 m
13,8 - 13,9 m
13,9 - 14,0 m
14,0 - 14,1 m
14,1 - 14,2 m
14,2 - 14,3 m
> 14,3 m

Ådalsanalyser

Ekstrapolering med IDW (Inverse Distance Weighted):

Formlen:

$$Z_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Z_i}{d_i^p} \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^p} \right)}$$

Eksemplet:

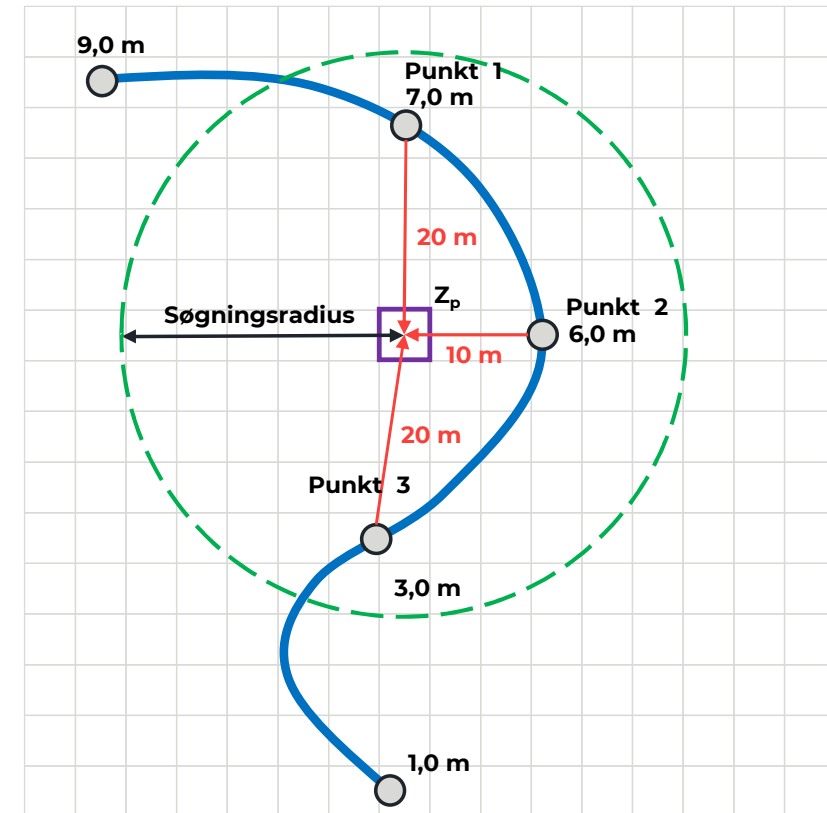
$$Z_p = \frac{\left(\left(\frac{Z_1}{d_1^2} \right) + \left(\frac{Z_2}{d_2^2} \right) + \left(\frac{Z_3}{d_3^2} \right) \right)}{\left(\left(\frac{1}{d_1^2} \right) + \left(\frac{1}{d_2^2} \right) + \left(\frac{1}{d_3^2} \right) \right)}$$

$$Z_p = \frac{\left(\left(\frac{7,0}{20^2} \right) + \left(\frac{6,0}{10^2} \right) + \left(\frac{3,0}{20^2} \right) \right)}{\left(\left(\frac{1}{20^2} \right) + \left(\frac{1}{10^2} \right) + \left(\frac{1}{20^2} \right) \right)} = 5,67 \text{ m}$$

Der findes rigtig mange værktøjer til interpolering/ekstrapolering, som kan benyttes til en ådalsanalyse. WSP har sin egen helt unikke metode som er indbygget i VASP.

For at nævne nogle få og mest almindelige:

- Inverse Distance Weighted (IDW) **anbefales*
- Triangulering (kun interpolering, så kræver 'egen ekstrapolering')
- Natural Neighbor (kun interpolering, så kræver 'egen ekstrapolering')



Ådalsanalyser

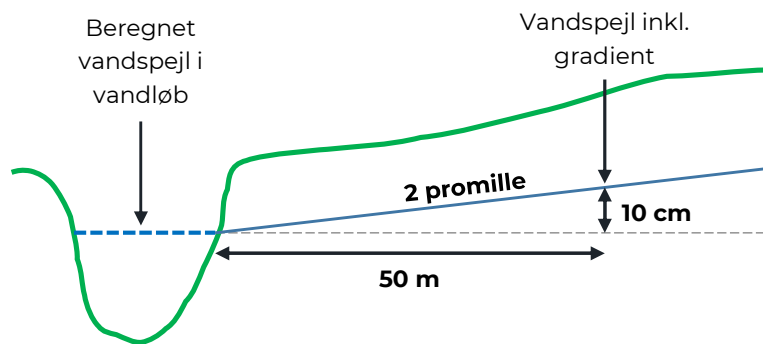
Tillægning af gradient på vandspejlet ud i terræn

Beregn afstanden fra vandløbet ud i terræn

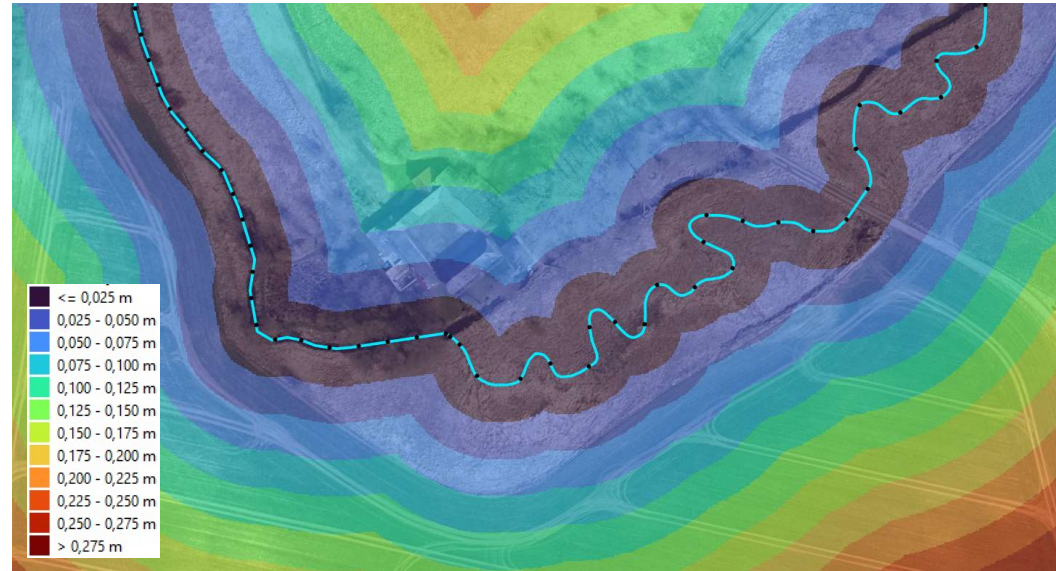
- SAGAGIS (Proximity værktøjet)
- ArcMap / ArcGIS Pro (Euclidean Distance)
- QGIS (Proximity)

Tillæg af afstanden en gradient (f.eks. 2 promille) via en rasterberegner

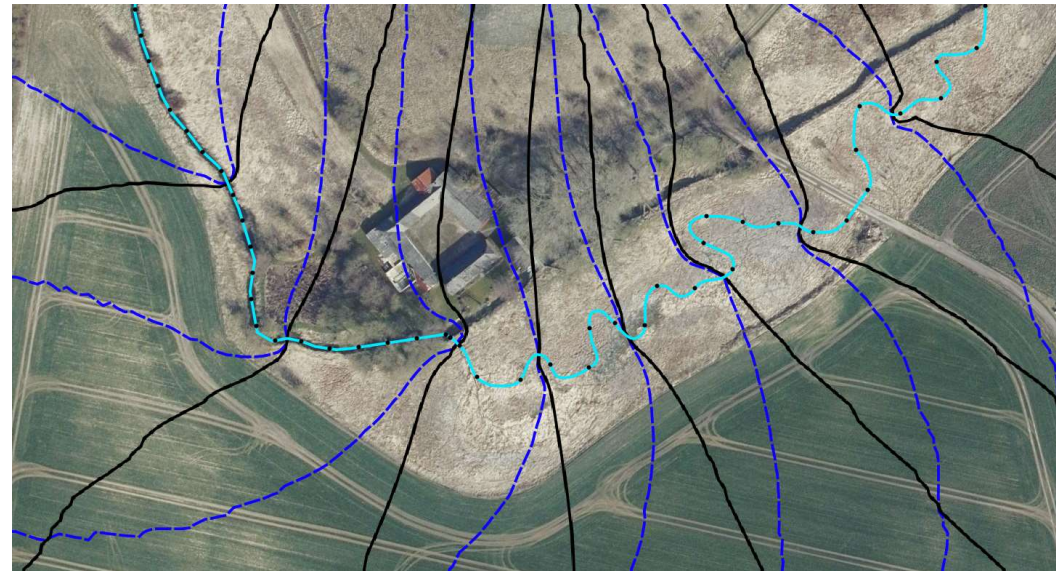
- Afstand fra vandløb * Gradient = Vandstand
- Eksemplet nedenfor: 50 m * 0.002 = 10 cm



Ændring i vandspejlshøjden iht. afstanden fra vandløbet (2 promilles gradient)



Konturkurver for det ekstrapolerede vandspejl uden (sort) og med (blå) gradient



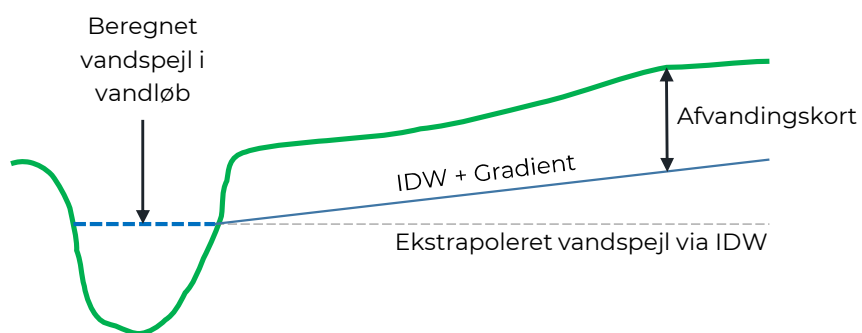
Ådalsanalyser

Udarbejdelse af afvandingskort

Afvandingskort beskriver afstanden fra terræn til nærmeste vandspejl.

Afvandingen beregnes ved følgende formel

Terrænmodel – Vandspejl (IDW) - Gradient



Nuværende forhold



Projekterede forhold



Ådalsanalyser

Usikkerheder, kompleksitet og faldgruber

Vand løber ikke i jorden med en fast gradient.

Resultaterne af afvandingskortet sikrer, at konsekvenserne fra et projekt som minimum kan sikre en afvandingsdybde uden for "projektområdet" på 1,25 m

En ådal er sjældent defineret af ét afvandende element (fx vandløb/dræn). - Inklusion af dræn, søer, grøfter, pumper.

