



Silkeborg Kommune

Silkeborg Kommune kortlægning bund øvre endeTange Sø

RAPPORT VEDR. OPMÅLING OG ANALYSE AF STRØMRENDE I ØVRE DEL

AF TANGE SØ

Rekvirent Silkeborg Kommune

Rådgiver Orbicon A/S
Jens Juuls Vej 16
8260 Viby J

Projektnummer 1321700298

Projektleder Eva Marcus

Kvalitetssikring Christian Petersen

Revisionsnr. 1

Godkendt af Anette Marqvardsen

Udgivet 23-01-2018

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Indledning	4
2. Opmåling nov. 2017	5
2.1. Kortlægningsområdet	5
2.2. Databehandling	5
2.2.1 Sejlroute og databehandling	5
2.2.2 Kotesætning og dybdekontrol	7
2.3. Resultater fra opmålingen	8
2.3.1 Kortlægning af dybdeforhold	8
2.3.2 Bearbejdning af model i VASP	13
2.3.3 Kortlægning af strømningsmønster	15
2.4. Konklusion og sammenfatning vedr. opmåling	17
3. Analyse af opgravning i strømrende	19
3.1. Volumenberegninger	19
3.1.1 Grundlag og resultat	20
3.2. Konsekvensberegninger for 2 scenarier	20
3.2.1 Beregningsgrundlag	20
3.2.1.1. Bestemmelse af Manningtal	20
3.2.1.2. Beregningsprofiler	22
3.2.1.3. Hydrauliske data	23
3.3. Resultat af beregninger	23
3.3.1 Plan 1a	23
3.3.2 Plan 2a	24
3.4. Konklusion og sammenfatning vedr. analyse af opgravning	24

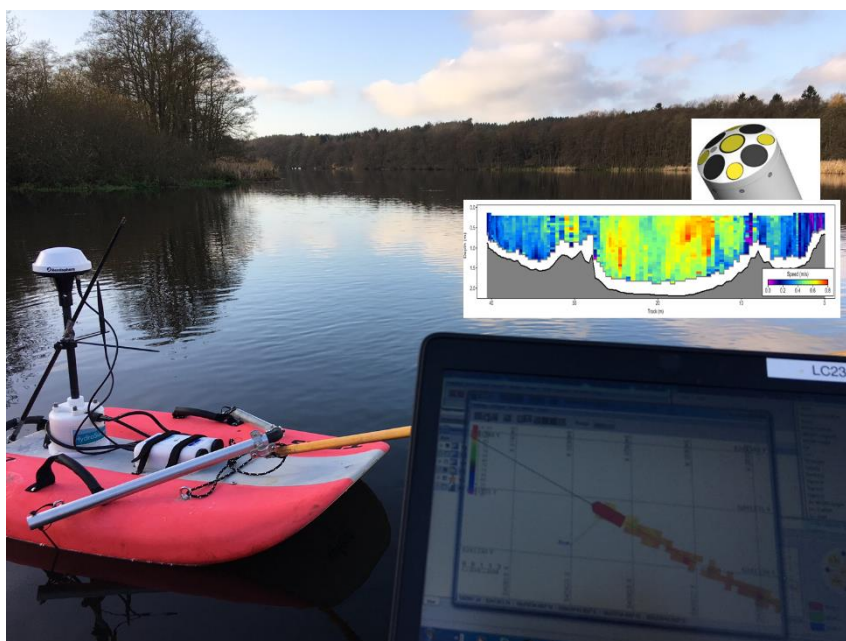
BILAGSFORTEGNELSE

1. Model af søbund med grundlag i opmåling den 8. og 9. november 2017. Øvre undersøgelsesområde
2. Model af søbund med grundlag i opmåling den 8. og 9. november 2017. Hele undersøgelsesområdet.
3. Kort over hastighedsfordelingen for øvre undersøgelsesområde
4. VASP længdeprofil med dybeste bundpunkt fra hver udtrukket tværprofil fra sø-modellen.
5. Længdeprofil med Plan 1 og Plan 2
6. Oversigtskort med angivelse af bl.a. afgravningsdybder ved Plan 1.
7. Oversigtskort med angivelse af bl.a. afgravningsdybder ved Plan 2.
8. Anvendte oplande.
9. Resultat af konsekvensberegninger for plan 1 a.
10. Resultat af konsekvensberegninger for plan 2 a.

1. INDLEDNING

Silkeborg Kommune har rekvireret Orbicon til at gennemføre en bathymetrisk opmåling, omfattende en kortlægning af vandløbsforløb og hastighedsfordelinger. Opmålingen er foretaget på strækningen af Gudenåen opstrøms Tange sø, samt den tilstødende smalle del af Tange sø.

Målingerne blev foretaget den 8. og 9. november 2017 med en Accustisk Doppler Current Profiler (ADCP). Figur 1



Figur 1 ADCP-måleren som ses til venstre er anvendt til opmålingen. Øverst til højre er vist sensor hovedet med multibeam, herunder ses data fra en hastighedsmåling i et tværprofil.

ADCP-måleren udmærker sig ved at kunne måle både dybder og hastigheder. Med 9 sensorer med variable frekvenser, kan instrumentet måle dybder og hastigheder fra 0.2 til 40 meter og 0 til 20 m/s.

I aktuelt tilfælde er ADCP'en trukket langs en båd. Den høstede erfaring viste dog, at man med fordel kunne have brugt en fjernstyret båd, der lettere kunne navigere og få adgang til de helt lave vanddybder.

På måledagen den 9. november blev vandføringen med samme instrument målt ved Gudenåen opstrøms Borreå målt til 23 m³/s.

2. OPMÅLING NOV. 2017

2.1. Kortlægningsområdet

Orbicon har målt i to områder, se Figur 2, med prioritet 1 for den øvre del og såfremt tiden tillod det, nedre område som prioritet 2.



Figur 2 Undersøgelsesområder, østlige øverst til højre er prioritet 1, vestlige som er ude i Tange Sø er prioritet 2.

2.2. Databehandling

2.2.1 Sejlroute og databehandling

Det er et kendt fænomen, at vandplanter med luftindhold kan forhindre lydbølger i at trænge ned til den faste bund. På dybere vand kan det løses ved at anvende lavere frekvenser, men på lavere vand har man sjældent denne mulighed. Det anvendte instrument viste, at med minimum 5 aktive stråler ad gangen var der som regel en eller flere stråler, der ramte bunden. Sejlruten på nedenstående Figur 3, er et godt eksempel på en situation med passage af en grøde-ø, hvor instrumentet reflekterer både overfladen af grøden og bunden af vandløbet.



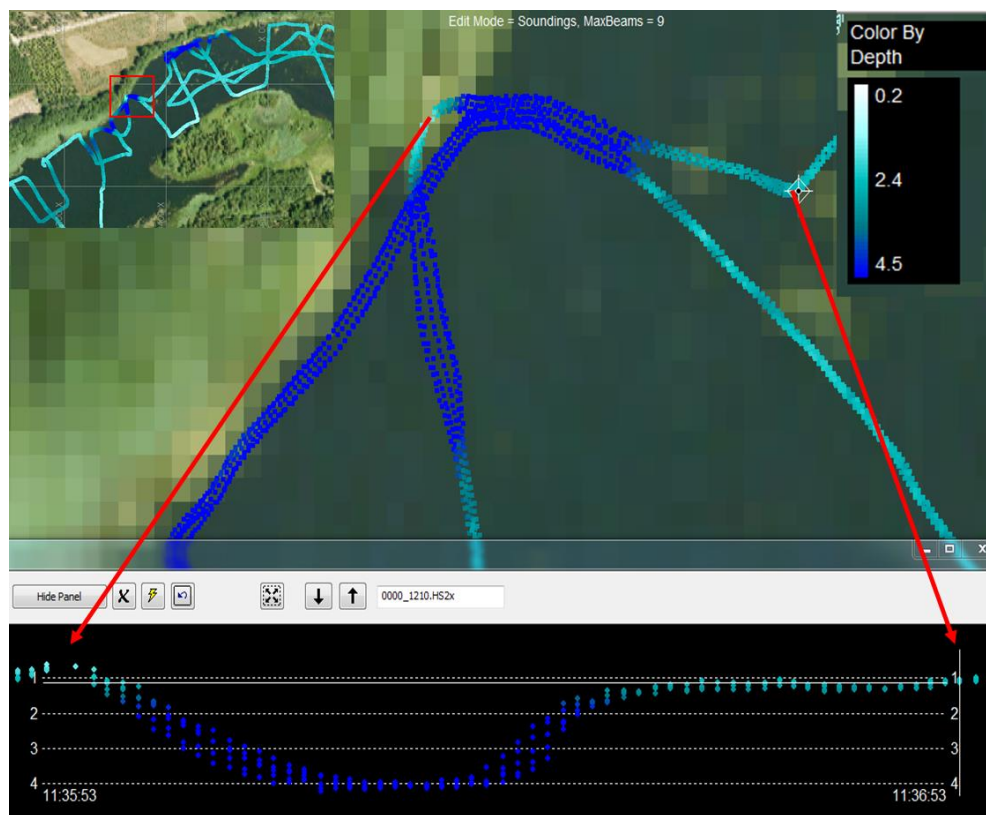
Figur 3 Eksempel hvor sejlruen passerer et område med grøde. Det hvide trådkors på kortet er samme position som vist i dybdeprofilen nederst.

For at fjerne grøden fra bundprofilen er der i efterbehandling af data brugt filtreringsværktøjer og resultatet heraf kan ses i Figur 4 hvor grøden er fjernet.



Figur 4 Eksemplet viser hvordan grøde området er filtreret væk således at bunden fremgår.

Nedenstående Figur 5 viser tydeligt, hvordan de 5 refleksioner laver et større fingeraftryk, når der bliver dybere. Årsagen er, at instrumentet skyder strålerne ud i en kegleform med 25 graders vinkel.



Figur 5 Eksempel hvor sejladsen krydser det gamle Gudenå-løb i Tange sø. De to røde pile indikerer start og slut på viste tværprofil. Venstre side af profilplottet svarer til der hvor sejladsen nærmer sig brinken.

Det fremgår også, at der bliver noget større afstand mellem refleksionerne, når der måles på skråningerne. Eksemplet er en krydsning af det gamle Gudenå-løb, hvor vanddybden ændrer sig fra 1 til 4 meter på relativt kort afstand. Forskellene i dybde-refleksionerne ned ad skrånningen skyldes, at nogle stråler peger fremad, mens andre peger bagud eller til siden. Selve dybden under instrumentet bliver beregnet som en korrigeret vanddybde, der i store træk er middelværdien af alle stråler. Læg mærke til hvor tæt målingerne ligger, når båden passerer det lavvandede område (de lyseblå farver).

2.2.2 Kotesætning og dybdekontrol

På måledagene blev den aktuelle vandstand målt med GPS for at kunne omsætte dybdemålingerne til kote, DVR90.

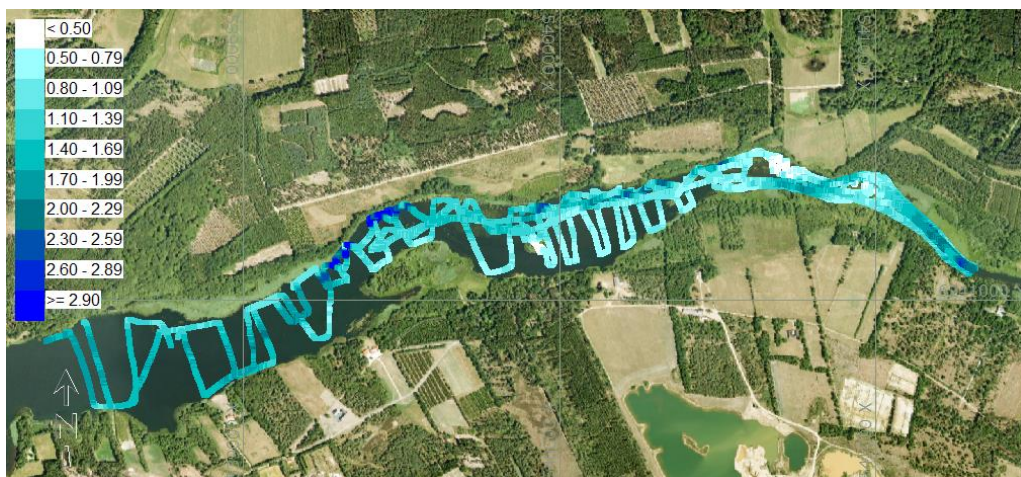
Der blev målt vandstand i 4 punkter på strækningen. Ved den hydrometriske station ved Borre Å's udløb blev skalaen aflæst og de øvrige punkter blev målt med GPS. Se



Figur 6 Vandspejlsmålinger foretaget den 8. november.

2.3. Resultater fra opmålingen

Figur 7 viser sejlruen for hele undersøgelsesområdet, farverne angiver dybder i meter målt i traceet.

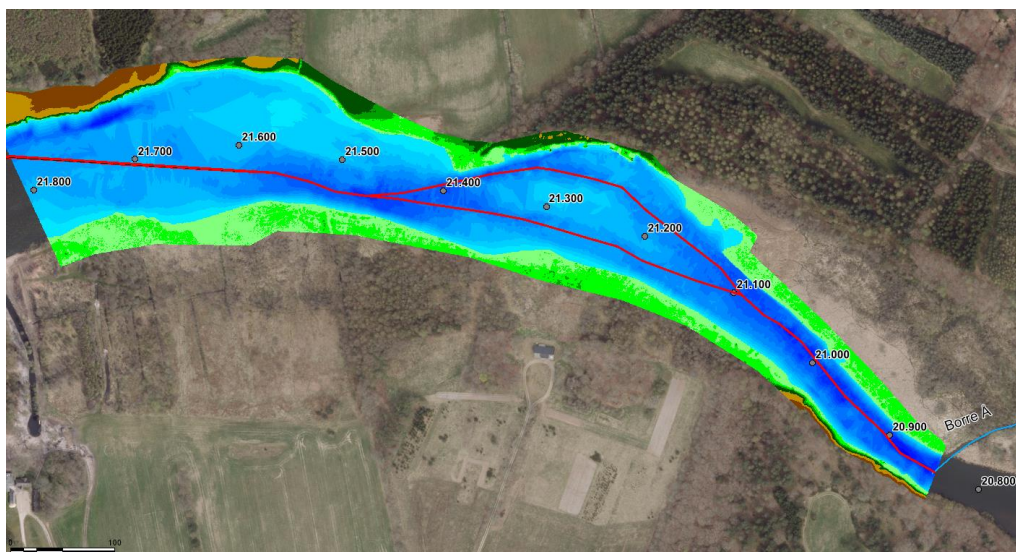


Figur 7 Sejlroute inkl. dybdeangivelse i meter (dybde ift. Målt vandspejl?)

Ovennævnte figur er udelukkende vist for illustration af, hvor der er sejlet. Detaljer om dybdeforholdene fremgår af de følgende afsnit.

2.3.1 Kortlægning af dybdeforhold

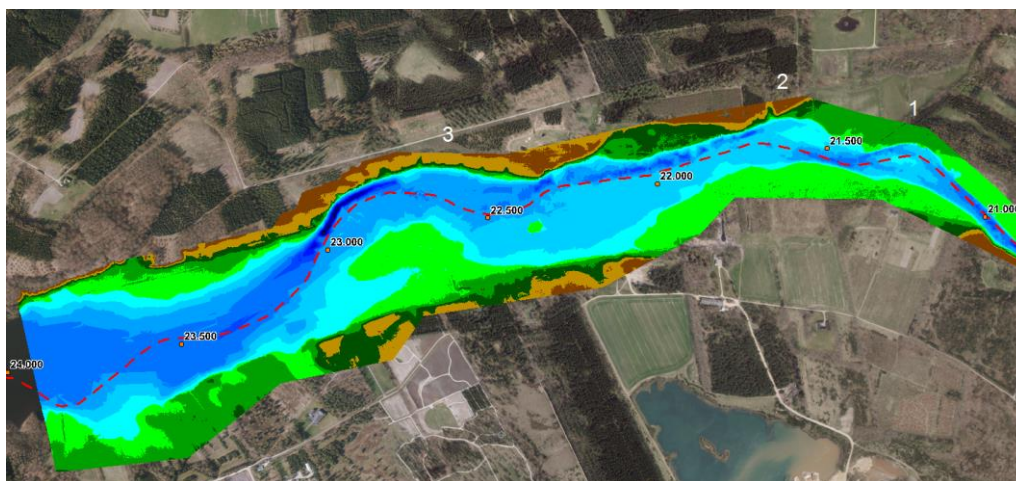
Nedenstående Figur 8 viser dybdeforholdene i Gudenåen ned mod Tange sø. Figuren er også medtaget som bilag 1, hvor detaljer samt legende fremgår.



Figur 8 Dybdekort for øvre undersøgelsesområde med skitseret dybeste render.

De røde linjer på figuren er medtaget for at skitsere åforløbets dybeste render. Vær opmærksom på, at det kun er de blå nuancer, der er vand, se i øvrigt legende mv. i detaljer i bilag 1. Det gamle Gudenå-løb følger i store træk den nordlige rende, dog kan det ses at det er delvist sandet til så den nordvestlige del er afsnøret.

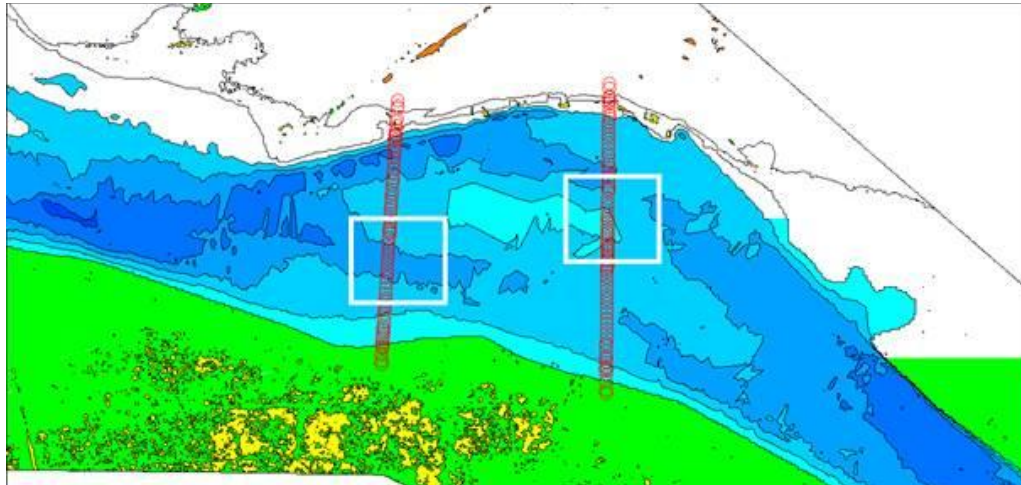
Figur 9 viser den bathymetriske opmåling for hele undersøgelsen.



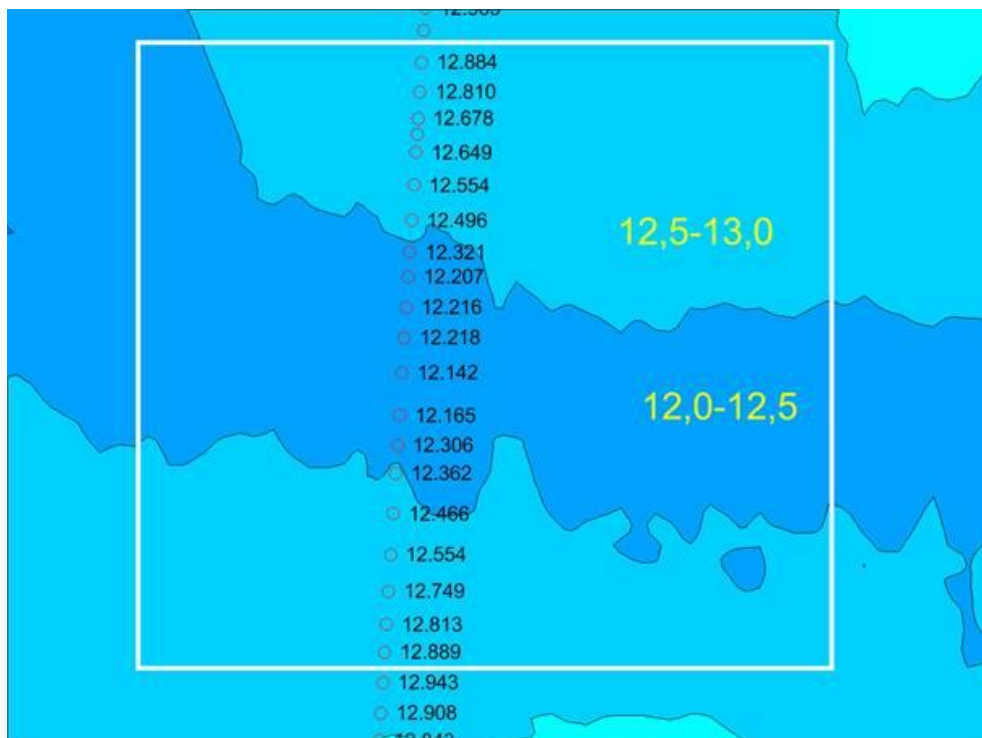
Figur 9 Dybdekort for hele undersøgelsesområdet. Detaljer og legende kan ses i bilag 2.

Af Figur 9 ses, at det gamle åløb er synligt på store strækninger. Den stiplede linje tegnet ind over kortet angiver det gamle åløb, som også kan ses i de meget mørkeblå nuancer. Det fremgår også, at der er specielt tre områder, hvor åløbet forsvinder formentlig pga. sandaflejringer som følge af reduceret vandhastighed. De tre områder er angivet med tallene 1 til 3.

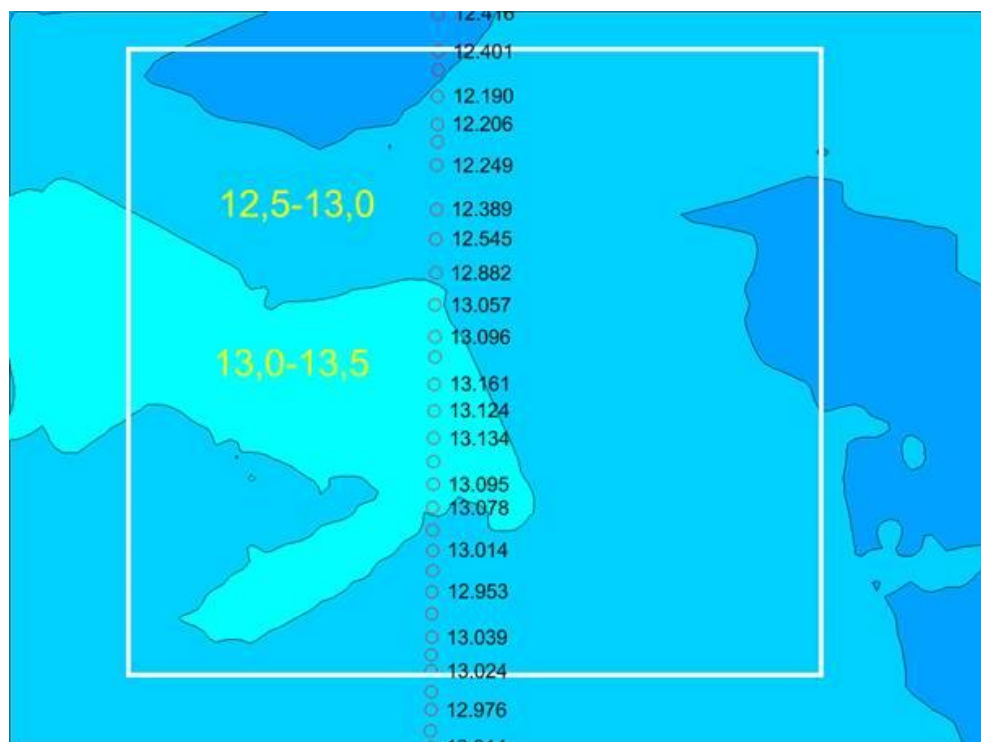
For at verificere opmålingen er der i denne undersøgelse sammenlignet med tidligere tværsnitsopmålinger gennemført september 2016 og august 2017. Se nedenstående figurer.



Figur 10 Vandløbstværsnit opmålt med GPS. Angivet med røde cirkler. De hvide firkanter angiver detailudsnit vist på de efterfølgende to figurer.



Figur 11 - Detailudsnit af den interpolerede bathymetriske opmåling sammenholdt med GPS opmålingen. Nedstrøms tværsnit.



Figur 12 Detailudsnit af den interpolerede bathymetriske opmåling sammenholdt med GPS opmålingen. Opstrøms tværsnit.

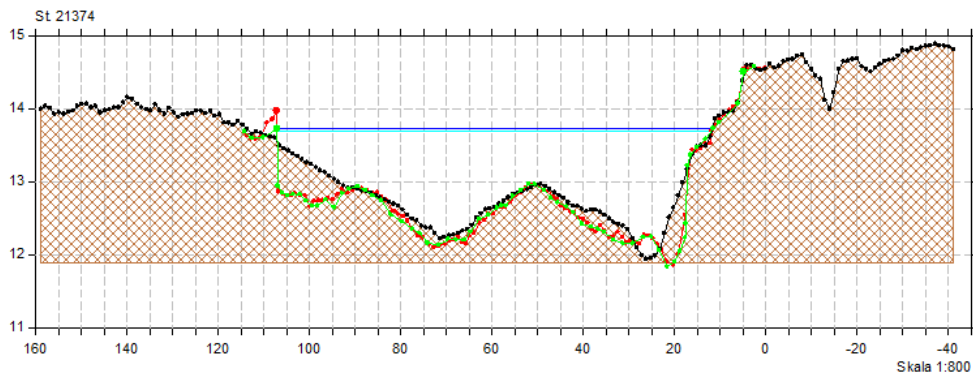
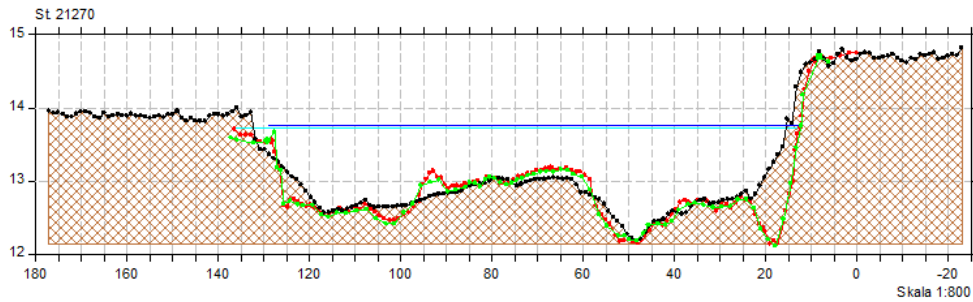
Gudenå OS Tange Sø

Kortlægning bund øvre ende af Tange Sø- 2017

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:200

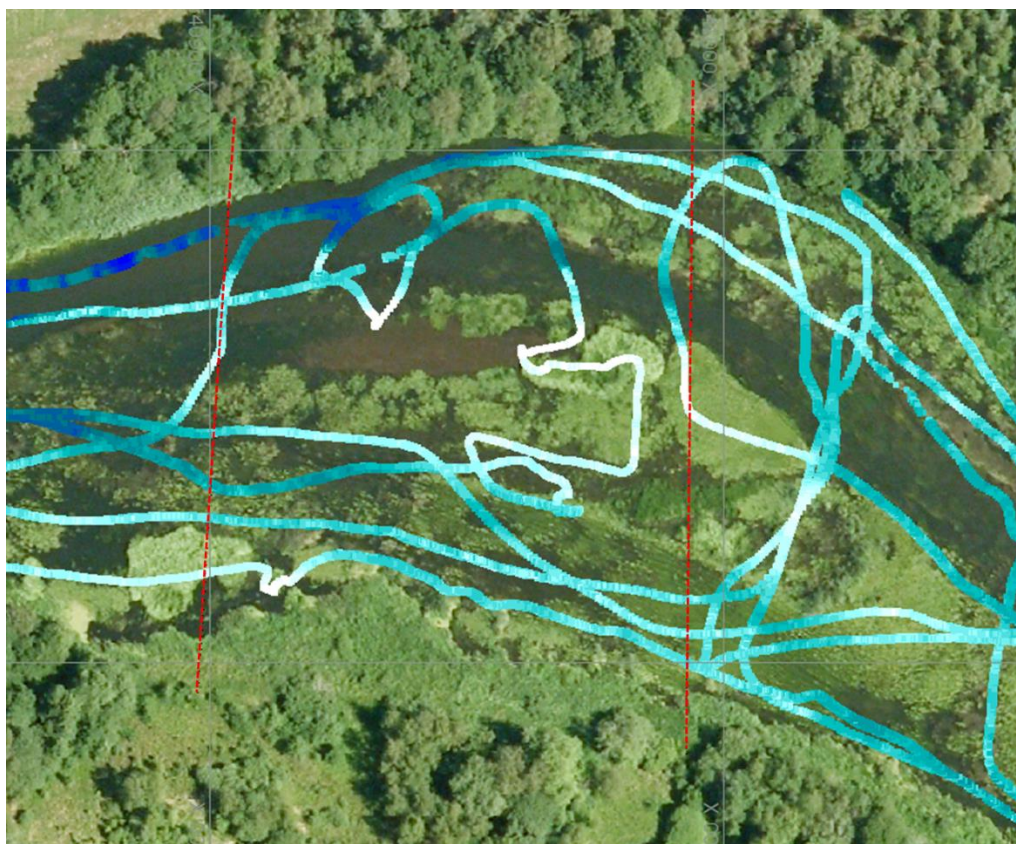
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

- Opmålt august 2017
- Opmålt sep 2016
- Udsnit af model, nov 2017



Figur 13 Sammenligning af tværprofil og profil udtaget fra den bathymetriske opmåling. Skraveret angiver det interpolerede tværnsnit, rød stiplede angiver GPS opmåling fra sep. 2016 lysegrøn angiver GPS opmåling 2017. Øverste figur er det opstrøms tværnsnit og nederste det nedstrøms. Højre side svarer til vandløbets højre side set i nedstrøms retning.

Da denne opmålingsmetode med sejlruter benytter sig af interpolation for umålte områder vil der uundgåeligt være uoverensstemmelser med detailopmålingen foretaget i de to tværnsnit. Specielt ses uoverensstemmelser for områder tæt på brinkerne, hvor der ikke nødvendigvis er sejlet. Se også Figur 14, hvor de to opmålingstværnsnit er tegnet ind sammen med sejlruterne.



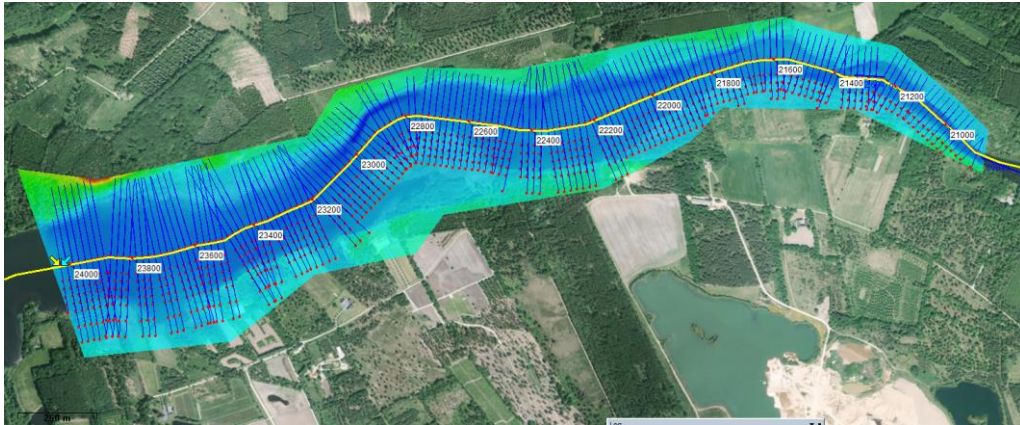
Figur 14 GPS-opmålingstværsnit markeret med røde stiplede linjer. Sejlruiter med blå nuancer.

2.3.2 Bearbejdning af model i VASP

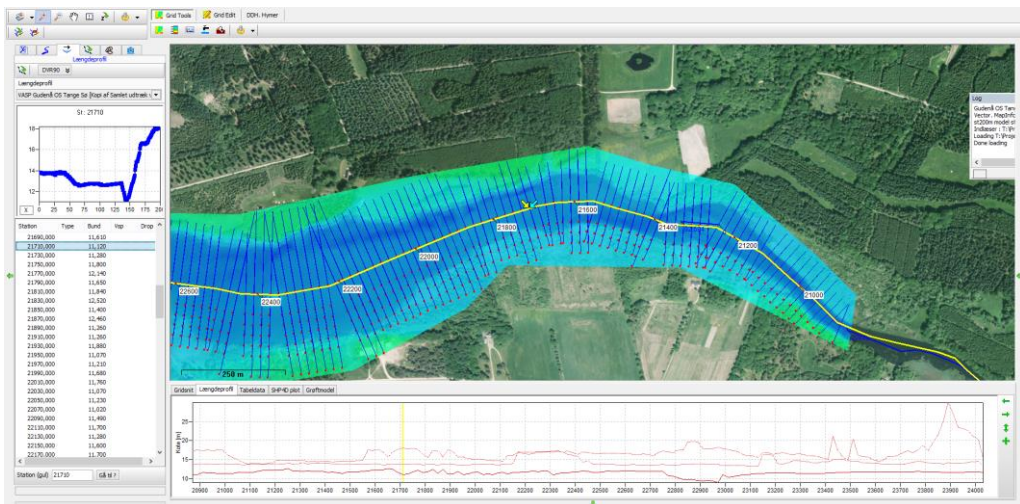
Orbicon har ud fra den genererede model af øvre del af Tange Sø udtrukket et antal tværprofiler for hver 20 m ud fra en midterlinje i søen.

På Figur 15 nedenfor er det angivet, hvor tværprofilerne er udtrukket. De udtrukne profiler ligger så tæt og er så brede, at de nogle steder overlapper hinanden.

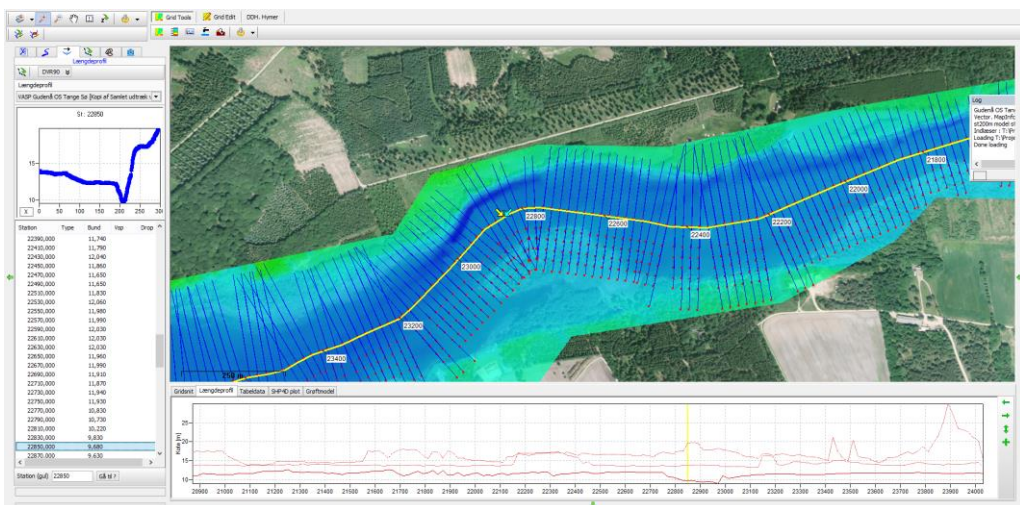
Af de udtrukne tværprofiler ses det gamle åløb tydeligt. Eksempler herpå ses af figurerne 16 og 17 nedenfor.



Figur 15. Markering af udtrukne tværprofiler til VASP.



Figur 16. Eksempel på markant gl. åforløb i VASP-profilet.



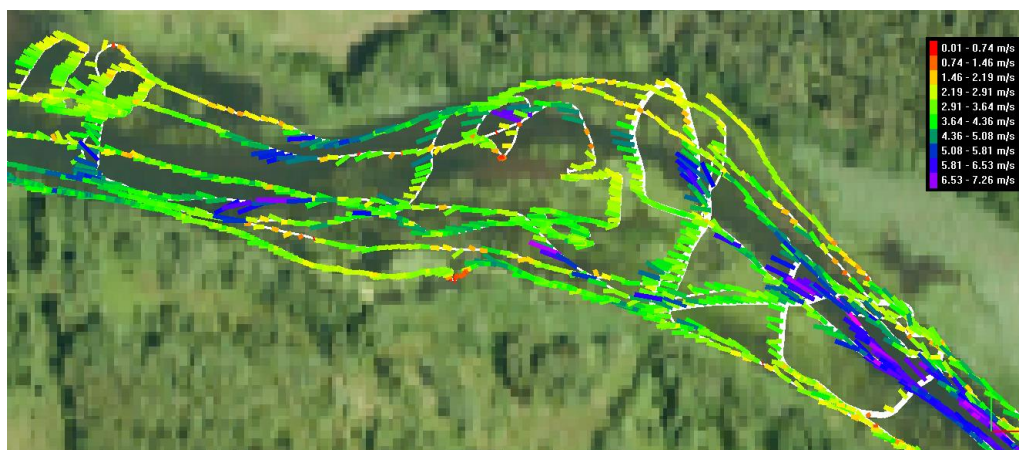
Figur 17 Eksempel på markant gl. åforløb i VASP-profilet

I Bilag 4 er dybeste bundpunkt fra hver udtrukket tværprofil fra modellen, plottet op mod dels pejlinger fra 1997, opmåling fra 2011, opmåling fra 2017 og regulativbund.

2.3.3 Kortlægning af strømningmønster

Instrumentet som blev anvendt til opmålingen var en ACDP (Accoustic Current Doppler Profiler), hvilket vil sige, at under sejladserne var det muligt at måle vandhastigheder i en vertikal under båden, bestående af flere profilerende celler. På den måde har det været muligt at detektere hastigheden som middel for hele dybdeprofilen så vel som lige over bunden og lige under overfladen.

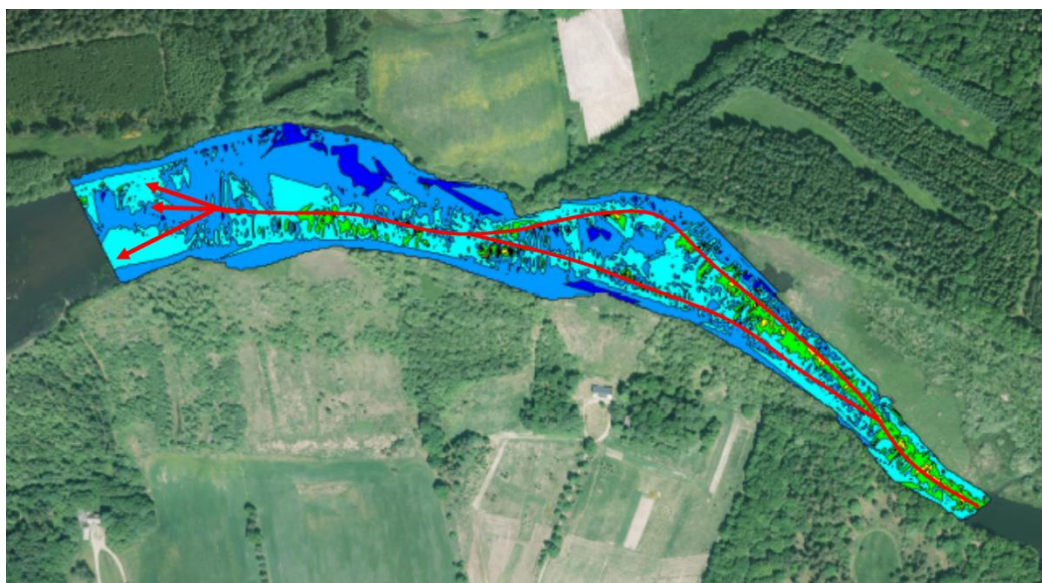
Figur 18 viser målte hastigheder for områdets øverste strækning.



Figur 18 Målte hastigheder vist med sejlroute og vektorstørrelse og retning for flowet.

Hastighederne varierer mellem 10 og 70 cm/s. De gule og orange nuancer er mellem 0 og 20 cm/s, de grønne mellem 20 og 50 cm/s og de blå er over 50 cm/s. Hastighederne som er vist er middelhastighederne for hele dybden.

På baggrund af hastighedsmålingerne har det været muligt at fremstille et hastighedsfordelingskort for selve Gudenåen, Figur 19, og det smalleste stykke ud i Tange sø. Efterhånden som målingen strakte sig ud i søen faldt hastigheden så meget, at det ikke var teknisk muligt at måle den tilstrækkeligt nøjagtigt. Årsagen var bl.a. bølger og det faktum at der blev sejlet med relativt høj fart på 1 knob, sidstnævnte for at kunne nå at gennemføre undersøgelsen. Af den grund er øverste strækning vist som interpoleret kort, mens mellemste strækning kun er vist som hastighedsvektorer. Området ude i Tange sø er ikke vist



Figur 19 Målte hastigheder i Gudenåen. Mørkeblå angiver hastigheder fra 0-15 cm/s, blå og lyseblå 15 til 45 cm/s, mens grøn gul svarer til 45 til 75 cm/s

Det fremgår af Figur 19, at hastigheden er størst i de løb som bathymetrien viser som strømrender. Det er tydeligt, at hastighederne er lavest de steder hvor der sker sedimentation.

Hastighedsfordeling for strækningen fra øvre område og ud i Tange sø er vist i Figur 20.



Figur 20 Hastigheder midlet for dybden er vist med henholdsvis vektorretning og størrelse. Farverne angiver intervallerne. Rød til orange er 0 til ca. 20 cm/s, Lysegrøn og grøn er hastigheder på 20 til 40 cm/s. Højere værdier er enkelt målinger som kan være støj.

På Figur 20 ses, at hastigheden, når vandet løber ud fra Gudenåen, ligger omkring 30 til 40 cm/s, der ses et skift og et fald i hastigheden i specielt den sydlige del, hvilket skyldes vandet løber over et fladt område for efterfølgende at nå et dybere område. Der ses også en tendens til større hastigheder i den nordlige dybe del af området mens den sydlige lavvandede del har lavere hastigheder. Det kan derfor konkluderes at størsteparten af vandføringen sker langs det nordlige dybe område.

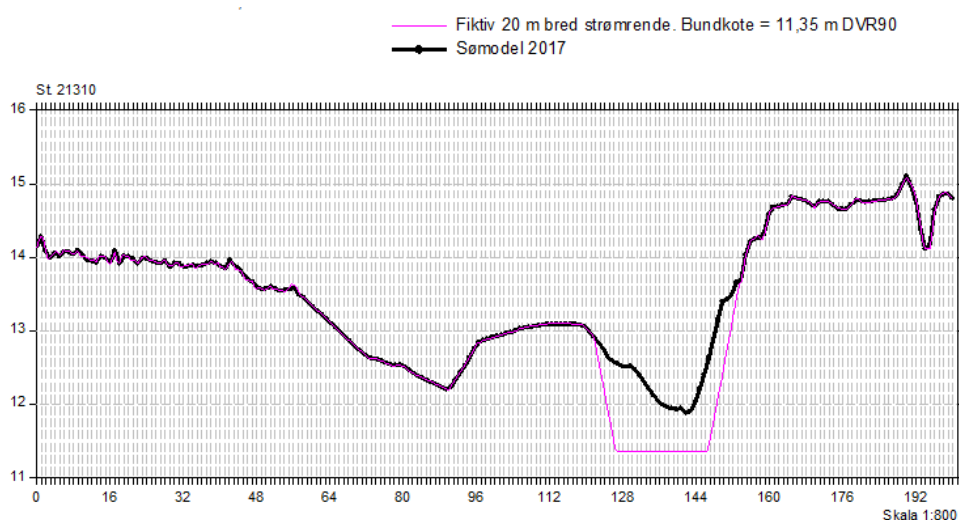
2.4. Konklusion og sammenfatning vedr. opmåling

Der er genereret en model for den øvre del af Tange Sø med baggrund i en bathymetrisk opmåling. Modellen er verificeret ved sammenstilling af to tidligere opmålte profiler nedstrøms Borre Ås udløb, og viser her god overensstemmelse. Dog er der usikkerheder nær brinkerne, hvor målebåden ikke har kunnet sejle. Generelt er der større usikkerheder, hvor sejlintensiteten er mindre.

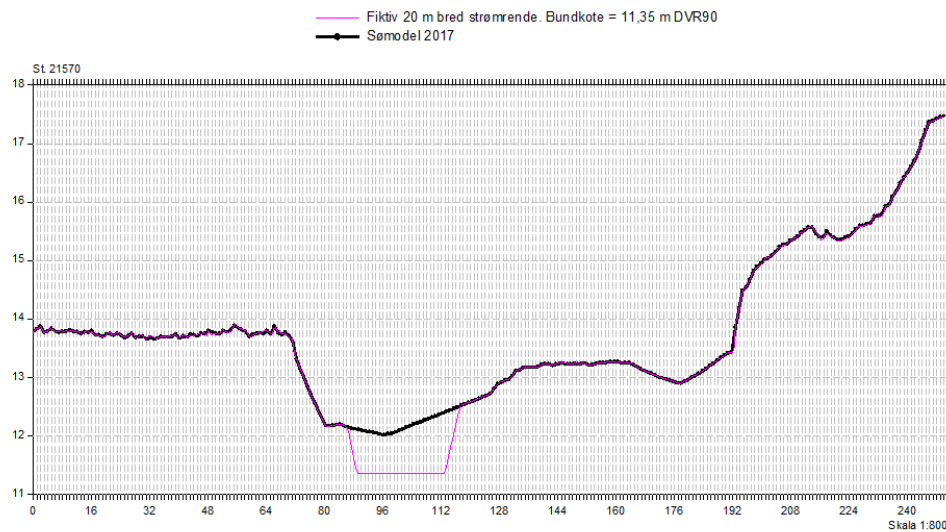
Det gamle åløb fremgår tydeligt af den nye sømodel. Det fremgår også, at der specielt er tre områder, hvor åløbet forsvinder formentlig pga. sandaflejringer som følge af reduceret vandhastighed.

Der er således målt op til ca. 1,2 m højere bundniveau ved lokalitet nr. 1 og nr. 2 i figur 9 i forhold til regulativmæssig bundkote ved Borre Ås udløb (11,35 m, DVR90). Ved lokalitet nr. 3 er forskellen op til ca. 0,7 m. Se også bilag 4.

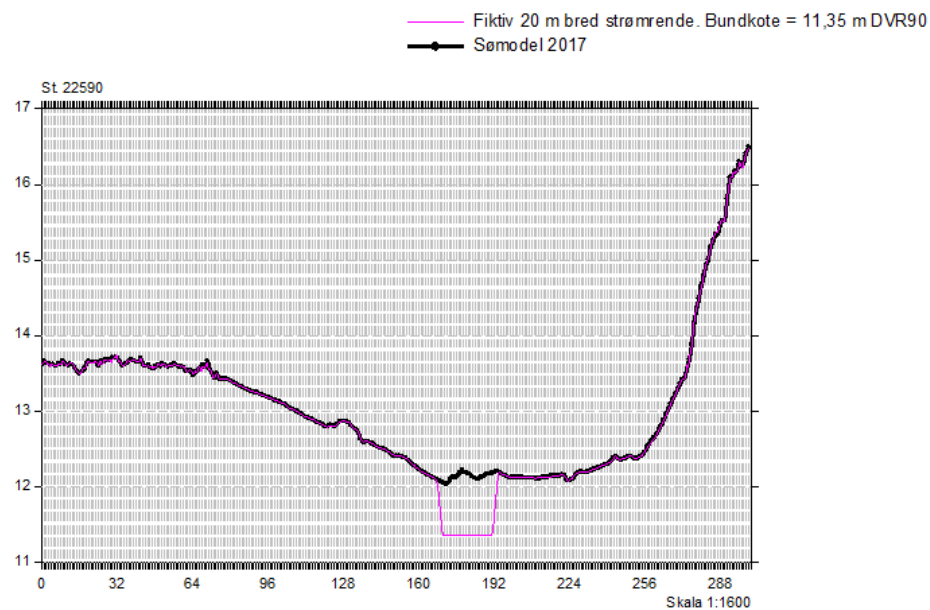
I øvrigt er bredden for de målte dybeste bundniveauer i et tværsnit generelt smallere end 20 m (Strømrønden gennem Tange Sø). Eksempler herpå fra hhv. omkring lokalitet nr. 1, 2 og 3 ses af nedenstående figurer.



Figur 21. Eksempel på tværprofil af ny sømodel sammenholdt med fiktivt profil med 20 m bred bund i kote 11.35 m DVR90 (Regulativbund ved Borre Å). Nær lokalitet nr. 1 på figur 9.



Figur 22. Eksempel på tværprofil af ny sømodel sammenholdt med fiktivt profil med 20 m bred bund i kote 11.35 m DVR90, (Regulativbund ved Borre Å). Nær lokalitet nr. 2 på figur 9.



Figur 23. Eksempel på tværprofil af ny sømodel sammenholdt med fiktivt profil med 20 m bred bund i kote 11.35 m DVR90, (Regulativbund ved Borre Å). Nær lokalitet nr. 3 på figur 9.

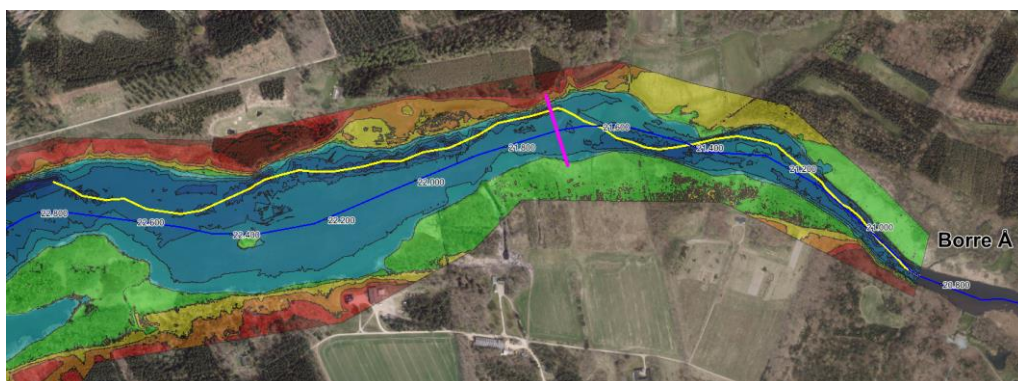
I den øvre del af undersøgelsesområdet er der målt hastigheder mellem 10 og 70 cm/s. Der ses tendens til en todelt strømrende på den øvre strækning. Det er tydeligt, at hastighederne er lavest de steder, hvor der sker sedimentation. Det kan også konkluderes, at størsteparten af vandføringen i den øvre del af undersøgelsesområdet, sker langs det nordlige dybe område.

3. ANALYSE AF OPGRAVNING I STRØMRENDE

3.1. Volumenberegninger

Ud fra opmåling af øvre del af Tange Sø i november 2017 har Orbicon beregnet opgravningsvolumener ved 4 scenarier.

Af nedenstående figur 24 ses det strømrendeforløb, der er analyseret på, som en gul streg. Strømløbet er tegnet med grundlag i de målte dybder.



Figur 24. Gul streg angiver det strømrendeforløb, der er anvendt i analysen. Pink streg angiver grænsen for beregningsscenarierne Plan 1a/Plan 2a.

Der er udført volumenberegninger på 4 scenarier.

Plan 1: 20 m bred strømrende, med anlæg 3 og fald på 0,33 ‰, langs den gule streg på figur 24. (Faldet svarer til regulativfald i Gudenåen opstrøms Tange Sø)

- a: Fra st. 20.856 (udløb Borre Å) til st. 21690 (pink streg på figur xxx).
- b: Fra st. 20.856 (udløb Borre Å) til st. 22823 (gul stregs længde).

Plan 2: 20 m bred strømrende, med anlæg 3 og fald på 0 ‰, langs den gule streg på figur 24.

- a: Fra st. 20.856 (udløb Borre Å) til st. 21690 (pink streg på figur xxx).
- b: Fra st. 20.856 (udløb Borre Å) til st. 22823 (gul stregs længde).

Der er valgt et fladt anlæg på 3. Et stejlere anlæg formodes ikke at kunne holde, da søbundes materiale er ustabil.

Længdeprofil med Plan 1 og Plan 2 ses af bilag 5.

3.1.1 Grundlag og resultat

Med udgangspunkt i den model, der er lavet for øvre del af Tange Sø, har Orbicon genereret to modeller for hhv. plan 1 og plan 2 ved at nedskære de planlagte skikkelser i den nye sømodel.

De to planmodeller er derefter trukket fra den nye sømodel over eksisterende forhold.

Med baggrund i de to fremkomne differensmodeller har Orbicon herefter beregnet opgravningsvolumener for de fire omtalte scenarier, se tabel 1.

Scenarie	Volumen, m ³
Plan 1 a	22104
Plan 1 b	54062
Plan 2 a	18374
Plan 2 b	36478

Tabel 1. Beregnede volumener ud fra genererede sømodeller.

Af bilag 6 og 7 ses desuden oversigtskort med angivelse af bl.a. afgravningsdybder ved hhv. plan 1 og plan 2.

3.2. Konsekvensberegninger for 2 scenarier

Det er valgt at analysere på konsekvenserne af hhv. scenarie 1a og 2a.

Det er således i denne opgave, efter dialog med Silkeborg Kommune, fravalgt en analyse på scenarie 1 b og 2 b, da de beregnede volumener for disse scenarier betyder, at en afgravning vil være meget bekostelig.

Konsekvensberegningerne er foretaget ved sammenlignende beregninger for hhv. eksisterende forhold og planforhold.

Beregninger på planforhold indebærer desuden, at der ved sommersituationer er regnet med differentieret manningtal i søens tværprofiler, således at der inden for den afgravede strømrønde (20 m) regnes med mindre modstand, dvs. der anvendes et højere manningtal end uden for strømrønden.

Den øgede dybde inden for strømrønden forventes nemlig at medføre mindre grødevækst. Uden for strømrønden regnes fortsat med "eksisterende" påvirkning fra grødevækst, altså et mindre manningtal.

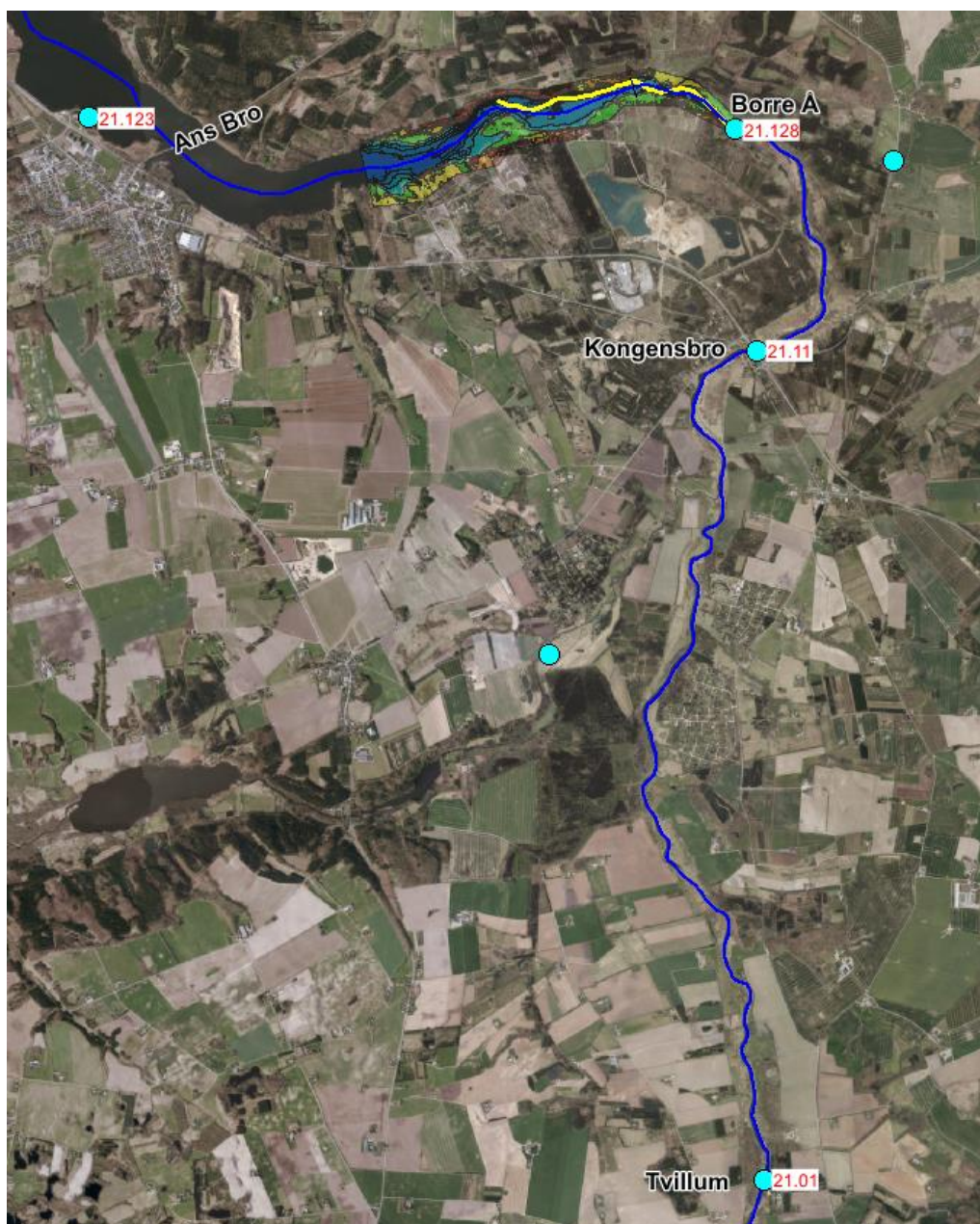
3.2.1 Beregningsgrundlag

3.2.1.1. Bestemmelse af Manningtal

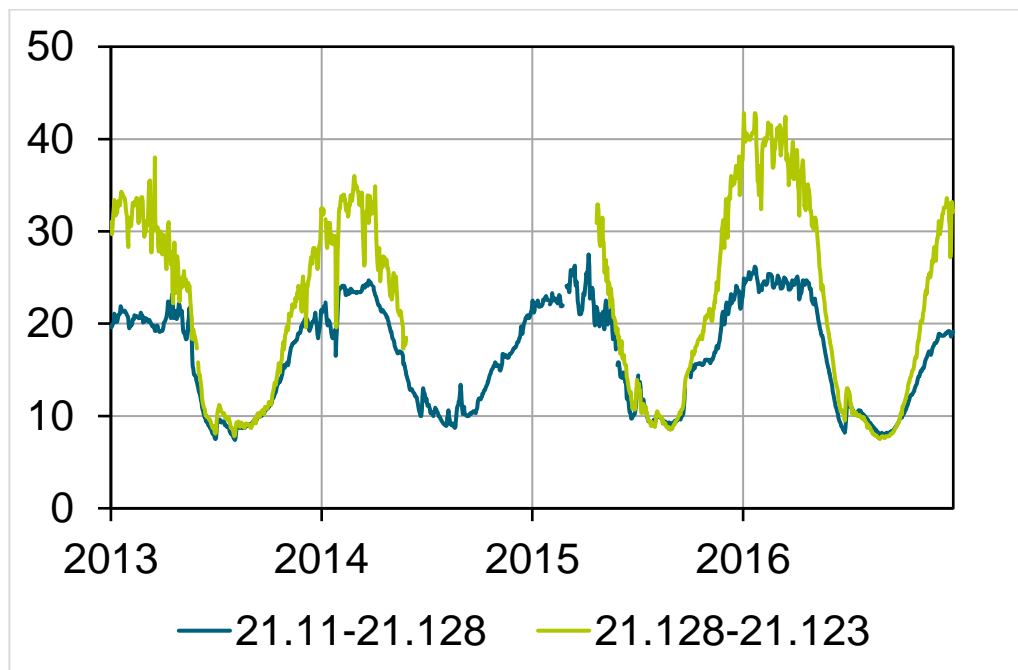
Orbicon har ud fra måledata ved hymer-mlst. 21.11 (Kongensbro), 21.128 (Borre Å) og 21.123 (Ans Bro) samt afstrømningsdata fra målestation 21.01 (Tvilumbro) bestemt

manningtalserie for de to strækninger fra hhv. Kongensbro til Borre Ås udløb og Borre Ås udløb til Tange Sø, nedstrøms Ans Bro.

Se oversigtskort i figur 25 og resultat i figur 26.



Figur 25. Oversigt over anvendte Hymer- målestationer til analyse.



Figur 26. Mørk grøn: Manningtal fra Kongensbro til Borre Å. Lys grøn: Manningtal fra Borre Å til Ans Bro.

Orbicon vurderer umiddelbart, at særligt grunddata fra station ved Ans Bro har perioder, hvor data ikke er troværdige. De høje beregnede M-værdier kan derfor skyldes sådanne fejlbehæftede grunddata. Generelt er det dog troværdigt, at manningtallet når ned på omkring 8 om sommeren, både på strækningen mellem Kongensbro og Borre Å og Borre Å og Ans Bro.

For en sommersituation anvendes derfor manningtallet 8 for eksisterende forhold samt for planforhold uden for opgravet strømrønde. Inden for strømrønden (plan) anvendes et manningtal på 12.

For en vintersituation anvendes et manningtal på 25 i hele profilet.

3.2.1.2. Beregningsprofiler

Eksisterende forhold:

Med udgangspunkt i den model, der er lavet for øvre del af Tange Sø, har Orbicon som beskrevet i afsnit 2.3.2 udtrukket tværprofiler for hver 20. meter. Nedstrøms den nye model, er dette ligeledes gjort på en ældre model af søen (fra sidst i 1990'erne). Profiler fra de to sømodeller samt nyeste opmålinger af Guden Å, op - og nedstrøms Tange Sø, udgør det samlede beregningsprofil for eksisterende forhold.

Plan 1a:

Beregningsprofilet for plan 1a er som tidligere nævnt udarbejdet ved af nedskære en 20 m bred skikkelse langs den gule linje vist på figur 24 i den nye sømodel. Den nedskårne skikkelse har et anlæg på 3 og et fald på 0,33 ‰ (svarende til regulativfald i Gudenåen opstrøms Tange Sø). Herefter er der udtrukket tværprofiler ved samme lokaliteter som for eksisterende forhold.

Plan 2a:

Beregningsprofilen for plan 2a er på samme vis udarbejdet ved at nedskære en 20 m bred skikkelse langs den gule linje vist på figur 24 i den nye sømodel. Den nedskårne skikkelse har et anlæg på 3 og et fald på 0 ‰. Herefter er der igen udtrukket tværprofiler ved samme lokaliteter, som for eksisterende forhold.

3.2.1.3. Hydrauliske data

Anvendte karakteristiske afstrømninger fremgår af tabel 2.

Karakteristisk afstrømning	l/s/km ²
Sommermiddel	9,4
Vintermiddel	16,6
Sommer median maksimum	12

Tabel 2. Afstrømningerne har grundlag i data fra hymer-målestation 21.01 ved Tvillum, fra år 1986 til 2015.

Anvendte oplande fremgår af bilag 8

Der er i beregningerne anvendt et startvandspejl ved Ans Bro, st. 25.570, på 13.57 m DVR90, svarende til gældende flodemålskote i Tange Sø.

Orbicon er bekendt med, at gældende flodemålskote er juridisk gældende for hele Tange Sø, -helt op til Borre Å. Det fremgår både af seneste tilladelse (som ligger i ankenævnen) og tidligere tilladelse. I denne opgave er det dog aftalt med Silkeborg Kommune, at der ikke regnes med gældende flodemålskote helt op til Borre Å, fordi den øvre del af Tange Sø reelt har karakter af vandløb.

3.3. Resultat af beregninger

3.3.1 Plan 1a

Resultat af konsekvensberegninger for plan 1 a ses af bilag 9.

I nedenstående tabel 3 er der angivet beregnede forskelle i vandspejl mellem nuværende forhold og planforhold ved udvalgte lokaliteter.

Lokalitet	Sommermiddel	Sommer median maks.	Vintermiddel
Kongensbro	ca. 5 cm	ca. 5 cm	ca. 3 cm
Borre Ås udløb	ca. 12 cm	ca. 15 cm	ca. 4 cm
Ans Bro	0 cm	0 cm	0 cm

Tabel 3. Beregnede vandspejlsforskelle mellem eksisterende forhold og plan 1a ved 3 forskellige afstrømningssituationer.

3.3.2 Plan 2a

Resultat af konsekvensberegninger for plan 2 a ses af bilag 10

I nedenstående tabel 4 er der angivet beregnede forskelle i vandspejl mellem nuværende forhold og planforhold ved udvalgte lokaliteter.

Lokalitet	Sommermiddel	Sommer median maks.	Vintermiddel
Kongensbro	ca. 4 cm	ca. 4 cm	ca. 3 cm
Borre Ås udløb	ca. 9 cm	ca. 13 cm	ca. 4 cm
Ans Bro	0 cm	0 cm	0 cm

Tabel 4. Beregnede vandspejlsforskelle mellem eksisterende forhold og plan 2a ved 3 forskellige afstrømningssituationer.

3.4. Konklusion og sammenfatning vedr. analyse af opgravning

Der er regnet på effekter af en afgravning af en 20 m bred strømrrende med anlæg på 3 og med fald på hhv. 0,33 ‰ og 0‰. Opgravningsscenariet er fra Borre Ås udløb til st. 21.690 m.

Ikke overraskende giver scenariet med 0,33 ‰ fald den største effekt. Her opnås en beregnet reduktion af vandspejl på ca. 12 cm ved sommer middel afstrømning ved Borre Ås udløb, og ca. 5 cm reduktion ved Kongensbro. Dette er ca. 3 cm mindre ved Borre Å og ca. 1 cm mindre ved Kongensbro i forhold til scenariet med 0 ‰.

For øvrige resultater se tabel 3 og 4.

Scenariet med 0,33 ‰ fald vil dog også blive den dyreste løsning af de to beregnings-scenarier, idet der ved denne løsning er beregnet, at der skal afgraves 22.104 m³ sand mod 18.374 m³ for det andet beregnings-scenarie.

For øvrige resultater vedr. volumenberegninger se tabel 1.

Der er i forbindelse med denne analyse ikke redegjort for, hvorledes afgravning og efterfølgende håndtering af sediment kan gennemføres.

Det skal også pointeres, at der kan være udfordringer med at holde en skikkelse på en afgravet strømrrende gennem Tange Sø, da aflejret materialet kan være meget ustabil, og at det kan være nødvendigt med løbende vedligeholdelse for at opretholde den ønskede strømrrende.