

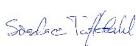

NOTAT

KUNDE / PROSJEKT Norges Vassdrags- og energidirektorat Nidelva Bunnkartlegging for NVE	PROSJEKTLEDER Capucine Thomas-Lepine	DATO 04.01.2022
PROSJEKTNUMMER 10227687	OPPRETTET AV Capucine Thomas-Lepine	REV. DATO 08.03.2022
UTFØRT AV Capucine Thomas-Lepine Sindre Toftdahl	KONTROLLERT AV Sindre Toftdahl Markus Först	

DISTRIBUSJON: **FIRMA**
TIL: NVE

NAVN
Asbjørn Osnes



REV	DATO	KOMMENTAR	UTFØRT	KONTROLLERT
00	04.01.2022	Første utgave	Capucine Thomas-Lepine,	Sindre Toftdahl
01	08.03.2022	Revisjon av hvordan terrenget genereres	Sindre Toftdahl  Digitally signed by Sindre Toftdahl Date: 2022.03.08 09:05:41 +01'00'	Markus Först  Digitally signed by Markus Foerst Date: 2022.03.08 10:00:57 +01'00'

Innholdsfortegnelse

Innledning	4
Oppmåling: Metode og utstyr	7
Etterbehandling	8
Kontroll og usikkerhet	8
Vedlegg 1 – Oversiktskart, oppmålinger	9
Vedlegg 2 – Oversiktskart, raster	10

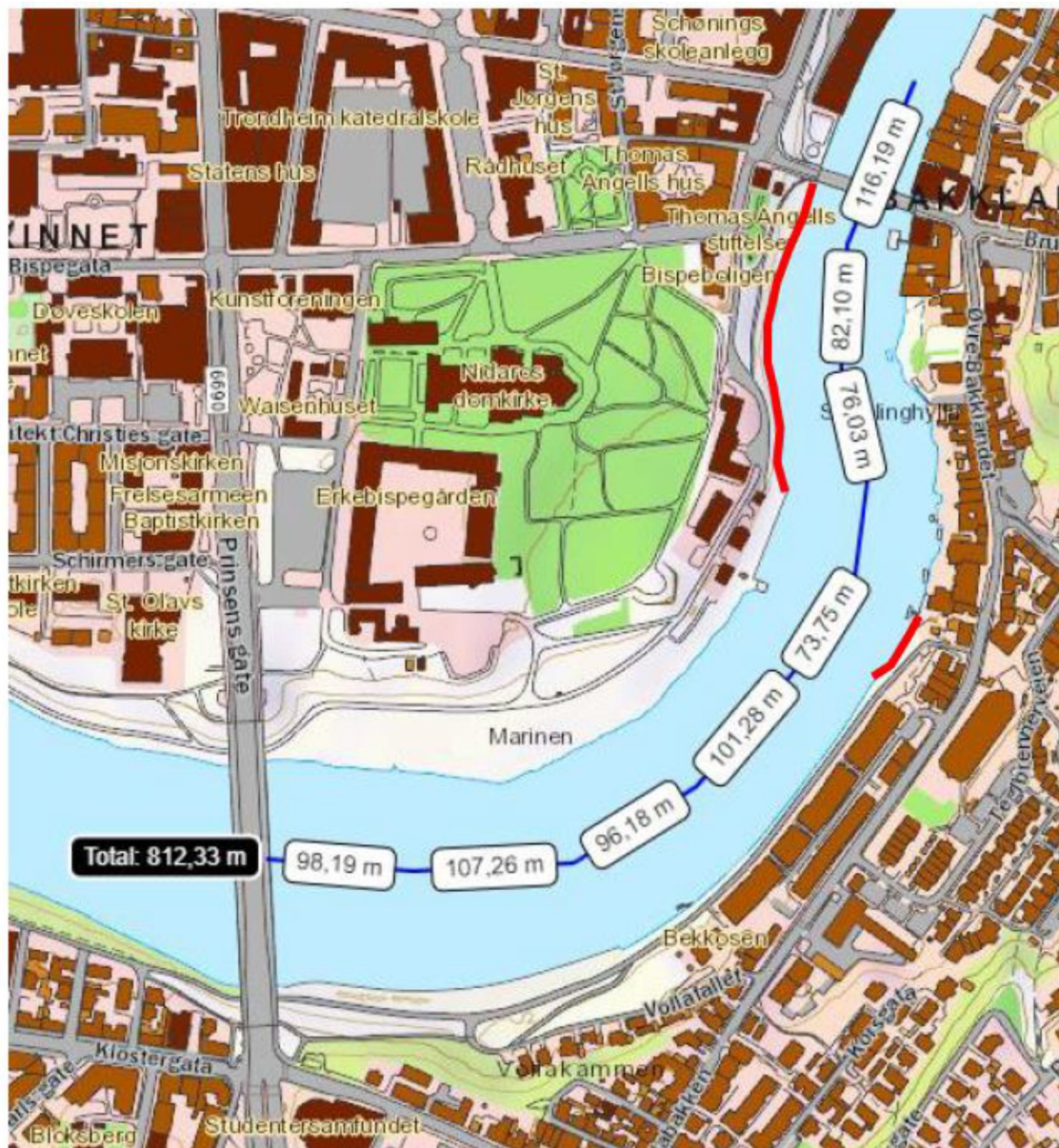
Innledning

I forbindelse med oppdraget «Bunntkartlegging Nidelva», har Sweco gjennomført befaringer og oppmålinger for NVE av batymetrien (bunntopografi) i Nidelva. Oppmålingen ble utført på hele strekningen fra Spektrum til 75 m nedstrøms Gamle Bybro i Trondheim sentrum. Formålet med oppmålingen har vært kartlegging for erosjonssikring av elvebreddene og oppfølging av djupåler i elva. Oppmålingen ble gjennomført den 12., 17. og 22. november 2021 av Sindre Toftdahl, Capucine Thomas-Lepine og Markus Peter Först.

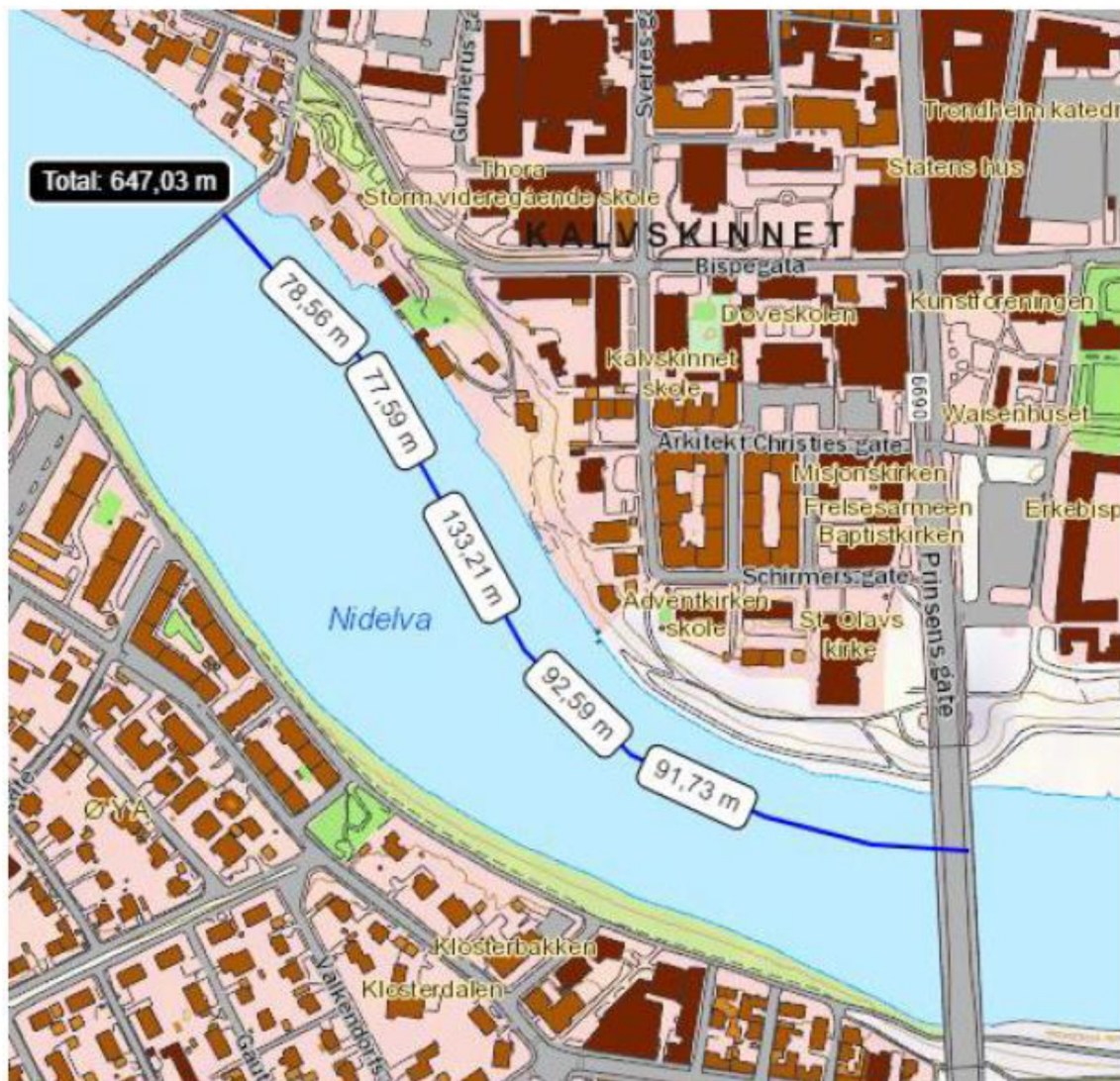
Følgende lokasjoner var gjenstand for oppmåling:

- Strekning 1 (ca. 810 m) begynner ca. 75 meter nedstrøms Gamle Bybro og går opp til Elgeseter bro. Se Figur 1
- Strekning 2 (ca. 650 m) fra Elgeseter bro til Gangbrua (Kalvskinnet - Trondheim Stadion). Se Figur 2.
- Strekning 3 (ca. 900 m) fra Gangbrua (Kalvskinnet – Trondheim Stadion) til ca. 475 meter oppstrøms gangbrua ved Ila kirke. Se Figur 3.

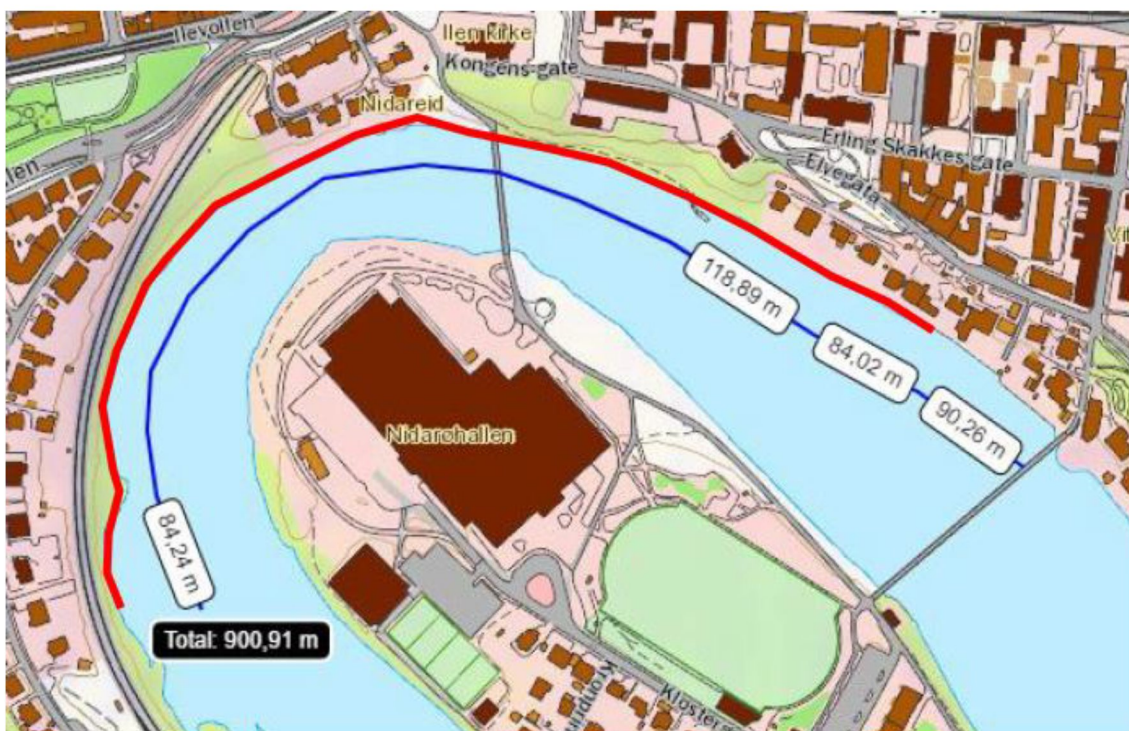
Det var behov for større nøyaktighet i strekningene 1 og 3 enn i strekningen 2. Hovedfokus være å få bunntkartlagt nært land hvor det skal planlegges sikringstiltak (markert med rødt i Figur 1 og Figur 3). Samtidig ble djupålene nedstrøms Gamle Bybro og oppstrøms Gamle Bybro ved Gåsaparken kontrollert.



Figur 1 Strekning 1: 75 meter nedstrøms Gamle Bybro og opp til Elgeseter bro. Fokus områdene er markert med rødt.



Figur 2 Strekning 2 fra Elgeseter bro til Gangbrua (Kalvskinnet - Trondheim Stadion)



Figur 3 Strekning 3 fra Gangbrua (Kalvskinnet – Trondheim Stadion) til ca. 475 meter oppstrøms gangbrua ved Ila kirke. Fokus områdene er markert med rødt.

Dette notatet oppsummerer metode, utstyr og resultat fra oppmålingen. Leveransen består av oversiktskart i vedlegg og shape- og sosi-filer med etter-prosesserte oppmålingsdata. Alle data er i høydesystemet NN2000 og koordinatsystemet WGS 1984 UTM Zone 33N. Vedlegg 1 viser en oversikt over oppmålte områder. Vedlegg 2 viser en oversikt over etter-prosesserte raster.

Oppmåling: Metode og utstyr

Oppmåling av batymetrien ble utført med ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) festet til en fjernstyrt båt. ADCP-utstyr fungerer mye likt et ekkolodd, men sender ut flere stråler i motsetning til ekkoloddets ene stråle. ADCP bruker Doppler-teknologi til å måle vanddybden. Den sender ut ultralydbølger, og måler tiden til lydbølgen reflekterer tilbake fra bunnen basert på lydhastigheten i vann. Et innebygd kompass korrigerer for slingring og stamping (sideveis og forover/bakover rotasjon).

Utstyret brukt under oppmåling var en Sontek M9 sammen med programvaren HydroSurveyor. M9 har 5 sensorer som brukes for oppmåling ved vanddybder mellom 0,4 og 30 meter. På dybder mellom 30-60 m (under gode forhold opp til 80 m) brukes bare én sensor. Usikkerheten til ADCP-målingene øker med økende dybde. ADCP-utstyret er påmontert en differensiell GPS (DGPS) for registrering av posisjon. Utstyret gir en nøyaktighet på under 0,3 meter for X-Y koordinater.

Lydhastigheten i vann påvirkes av vannets temperatur og salinitet (saltinnhold). ADCP-en har en temperaturmåler med nøyaktighet +/- 0.1 grader C som korrigerer oppmålte data med

temperaturendringer i vannet. I innsjøer med temperaturforskjeller i vannsøylen eller i områder med salt- eller brakkvann, må det tas målinger av salinitet og temperatur for korrigerende av måledata. Sontek CastAway er et måleinstrument som måler vanntemperatur og salinitet nedover i vannsøylen. Temperaturen og saliniteten i de ulike lagene i vannsøylen interpoleres mellom målepunktene. Sammen med programvaren HydroSurveyor korrigeres oppmålte data automatisk. Siden Nidelva munner ut i Trondheimsfjorden og saltvannskillet går oppover elva, ble det tatt målinger med CastAway ved Nidareid brua, ved Gangbrua (Kalvskinnet – Trondheim Stadion), ved Gamle Bybro samt ovenfor og nedenfor Gamle Bybro. I disse målingene ble det oppmålt salinitet i vannet. Det er i tillegg tatt noen målinger fra kajakk oppstrøms Nidareid brua hvor det ikke ble målt noe salt. Lokasjon av saltmålingene er vist i Vedlegg 1.

I tillegg til målingene med ADCP ble det tatt målinger med RTK-GPS på land for å måle vannoverflaten i oppmålingsområdet. RTK-GPS tar imot korreksjonssignaler i sanntid fra en basestasjon, og gir målinger med nøyaktighet på centimeternivå. På steder der det var for grunt for bruk av ADCP ble det også tatt målinger med RTK-GPS. Med ulik vannføring i elva fra ulike oppmålingsdager, og endringer med flo og fjære, brukes GPS-målingene til å korrigere oppmålingene mot hverandre.

Vedlegg 1 viser en oversikt over områdene oppmålt med GPS og ADCP, basert på planlagt oppmåling vist i Figur 1, Figur 2 og Figur 3.

Etterbehandling

Dybdemålingene ble behandlet og etter-prosessert i GIS-programvaren ArcGIS Pro. Oppmålte data ble importert og korrigeret med hensyn til vannstand hentet fra GPS-målinger, i tillegg til temperatur- og salinitetsmålinger tatt med CastAway.

Basert på punktene ble det laget en raster med cellestørrelse på 1x1 meter i Arcgis Pro. Rasteren ble glattet ut med funksjonen «Focal Statistics», med et kvadrat med sider på 10x10 meter. Det er i tillegg eksportert punktsky fra rasteren med en tetthet av 1 punkt per m².

Produsert raster er vist i Vedlegg 2.

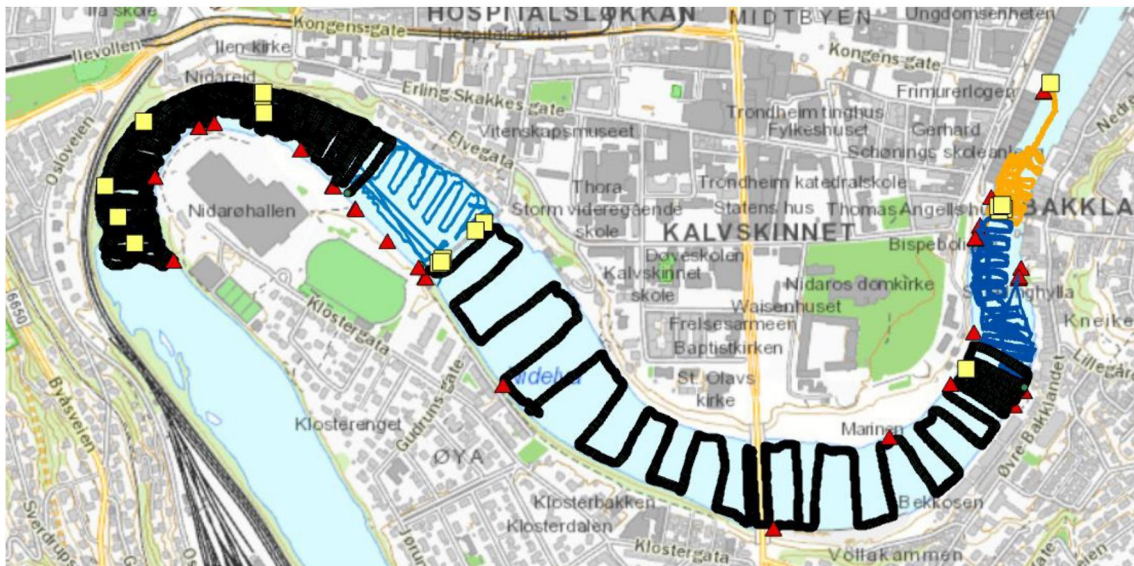
Kontroll og usikkerhet

Oppmålingene ble gjennomført over tre dager. Sammenligning mellom oppmålingene fra ulike dager viser god overenstemmelse mellom oppmålte punkter.

I de fleste områdene er interpolering pålitelig fordi det var stor tetthet mellom punktene. Det ligger usikkerhet i områdene hvor det er større avstand mellom punktene. Disse områdene er hovedsaklig i strekning 2, som hadde lavere prioritet. Det er ikke gjort manuell justering når interpolering ser mindre pålitelig, slik at i noe områdene er konturlinje åpenbart mindre nøyaktig.

Ved Arildslokken er oppmåling sammenlignet med tidligere oppmåling fra 1999 til 2018. Resultatet er presentert i et eget notat og sammenligning viser god overenstemmelse mellom oppmålte punkter.

Vedlegg 1 – Oversiktskart, oppmålinger



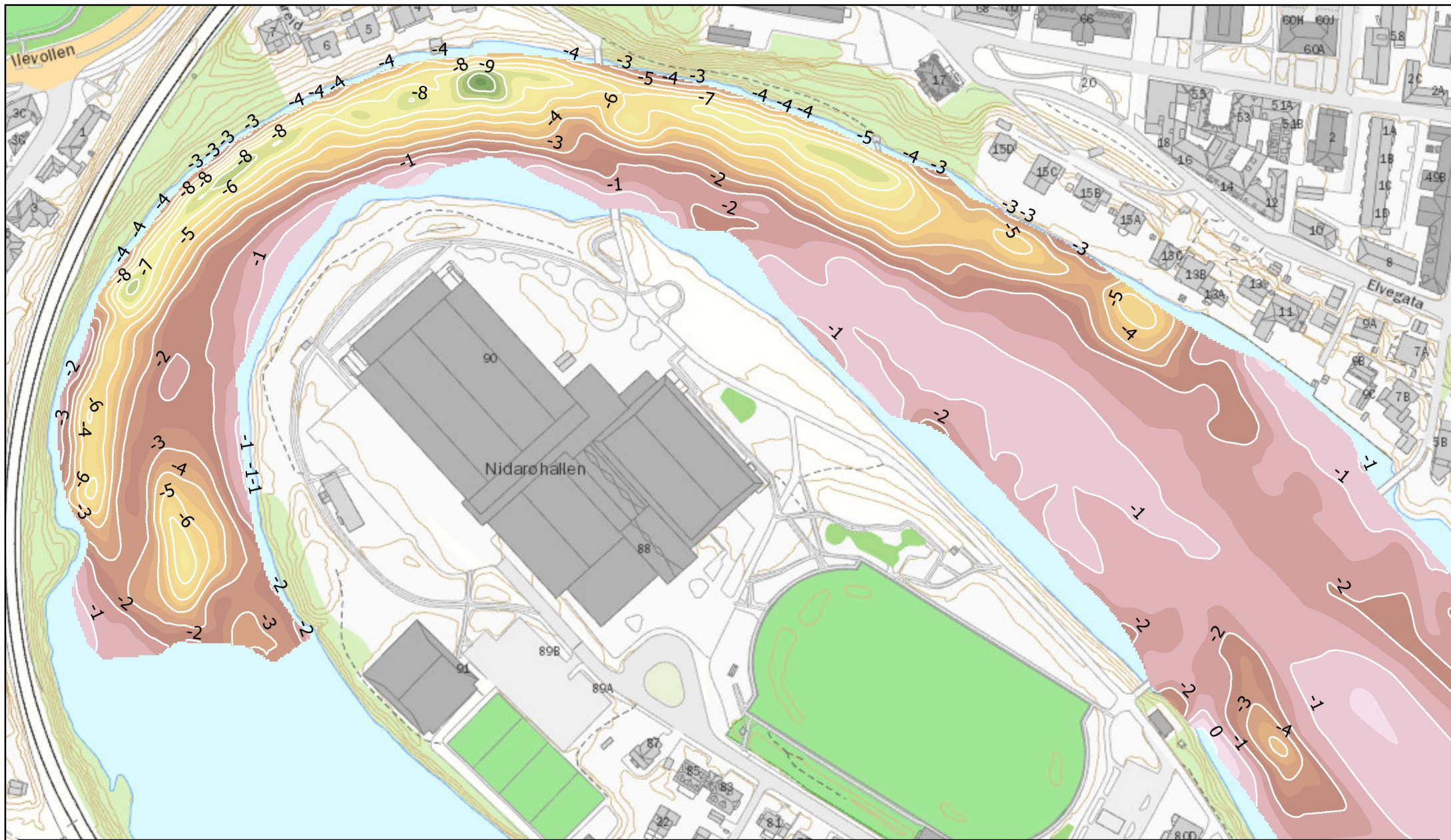
Sweco, November 2021

GPS punktene er vist med rødt trekanted.

ADCP punktene er vist med svart (12.11.2021), blå (17.11.2021) og oransje (22.11.2021) punktene.

Castaway punktene (salinitet) er vist med gule firkanter.

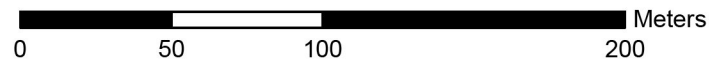
Vedlegg 2 – Oversiktskart, raster

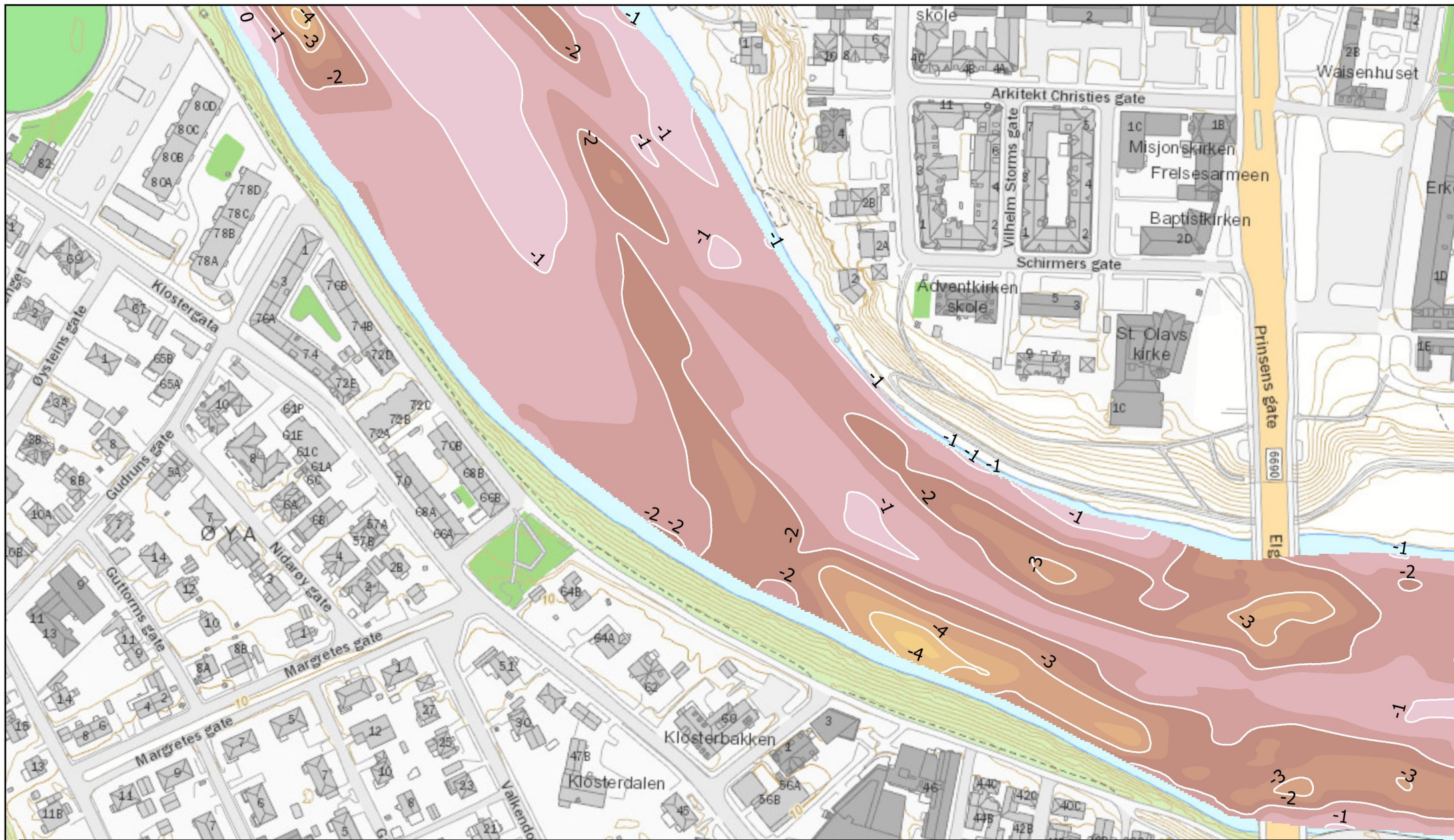


Utarbeidet av: Sindre Toftdahl
 Kontrollert av: Markus Foerst
 Prosjekt nr.: 10227687
 Dato: 04/03/2022



0.5 m kote [moh]	≤ -8.5	≤ -7.0	≤ -5.5	≤ -4.0	≤ -2.5	≤ -1.0
	≤ -9.5	≤ -8.0	≤ -6.5	≤ -5.0	≤ -3.5	≤ -2.0
	≤ -9.0	≤ -7.5	≤ -6.0	≤ -4.5	≤ -3.0	≤ -1.5
						≤ -0.5
						≤ 0.0

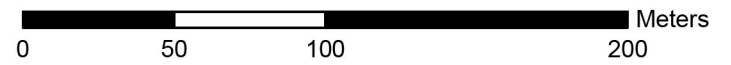




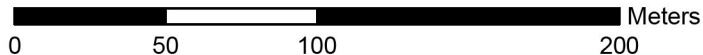
Utarbeidet av: Sindre Toftdahl
 Kontrollert av: Markus Foerst
 Prosjekt nr.: 10227687
 Dato: 04/03/2022



0.5 m kote [moh]	
Dark Green	≤ -9.5
Light Green	≤ -9.0
Green	≤ -8.5
Light Green	≤ -8.0
Yellow-Green	≤ -7.5
Yellow	≤ -7.0
Light Yellow	≤ -6.5
Yellow	≤ -6.0
Light Orange	≤ -5.5
Orange	≤ -5.0
Light Orange	≤ -4.5
Orange	≤ -4.0
Light Brown	≤ -3.5
Brown	≤ -3.0
Light Brown	≤ -2.5
Brown	≤ -2.0
Light Brown	≤ -1.5
Pink	≤ -1.0
Light Pink	≤ -0.5
White	≤ 0.0



Utarbeidet av: Sindre Toftdahl
 Kontrollert av: Markus Foerst
 Prosjekt nr.: 10227687
 Dato: 04/03/2022



0.5 m kote [moh]		
	≤ -9.5	
	≤ -9.0	
	≤ -8.5	
	≤ -8.0	
	≤ -7.5	
	≤ -7.0	
	≤ -6.5	
	≤ -6.0	
	≤ -5.5	
	≤ -5.0	
	≤ -4.5	
	≤ -4.0	
	≤ -3.5	
	≤ -3.0	
	≤ -2.5	
	≤ -2.0	
	≤ -1.5	
	≤ -1.0	
	≤ -0.5	
	≤ 0.0	

