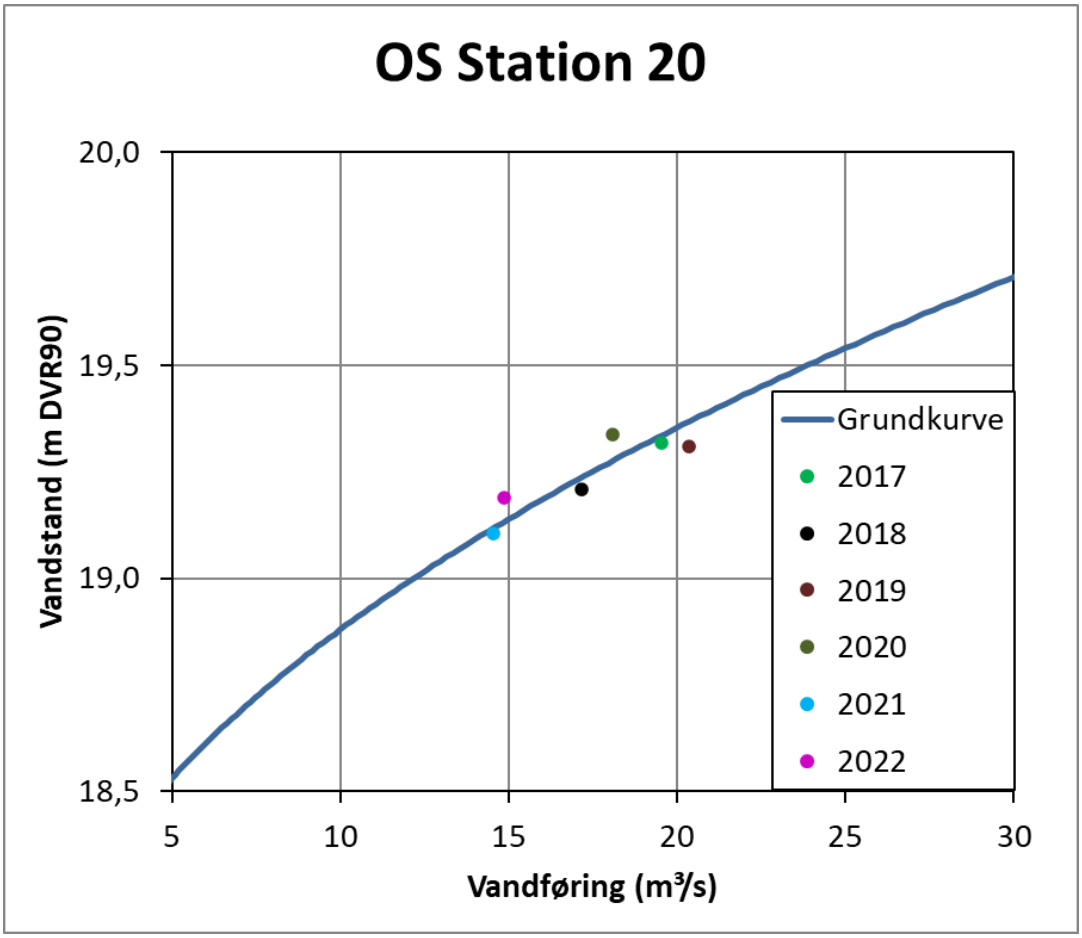
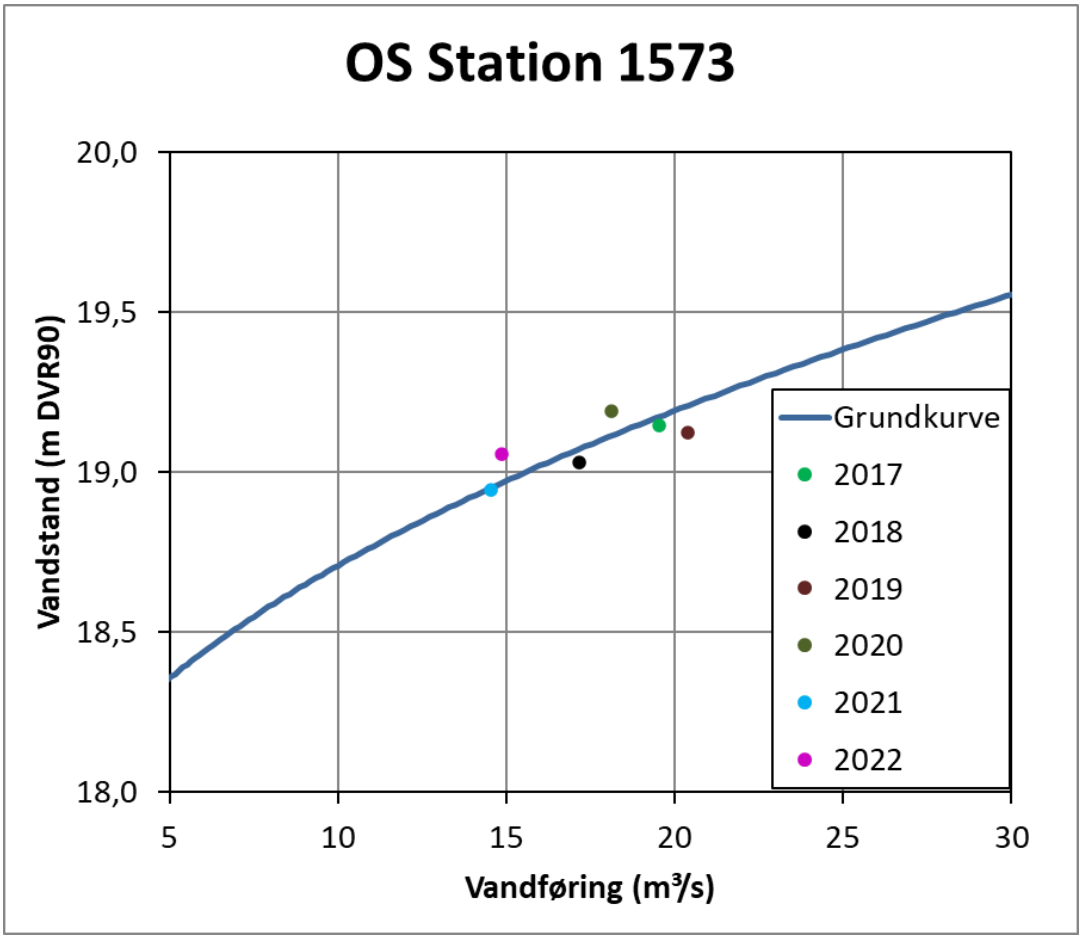
Regulativ Gudenåen 2023
Teknisk redegørelse

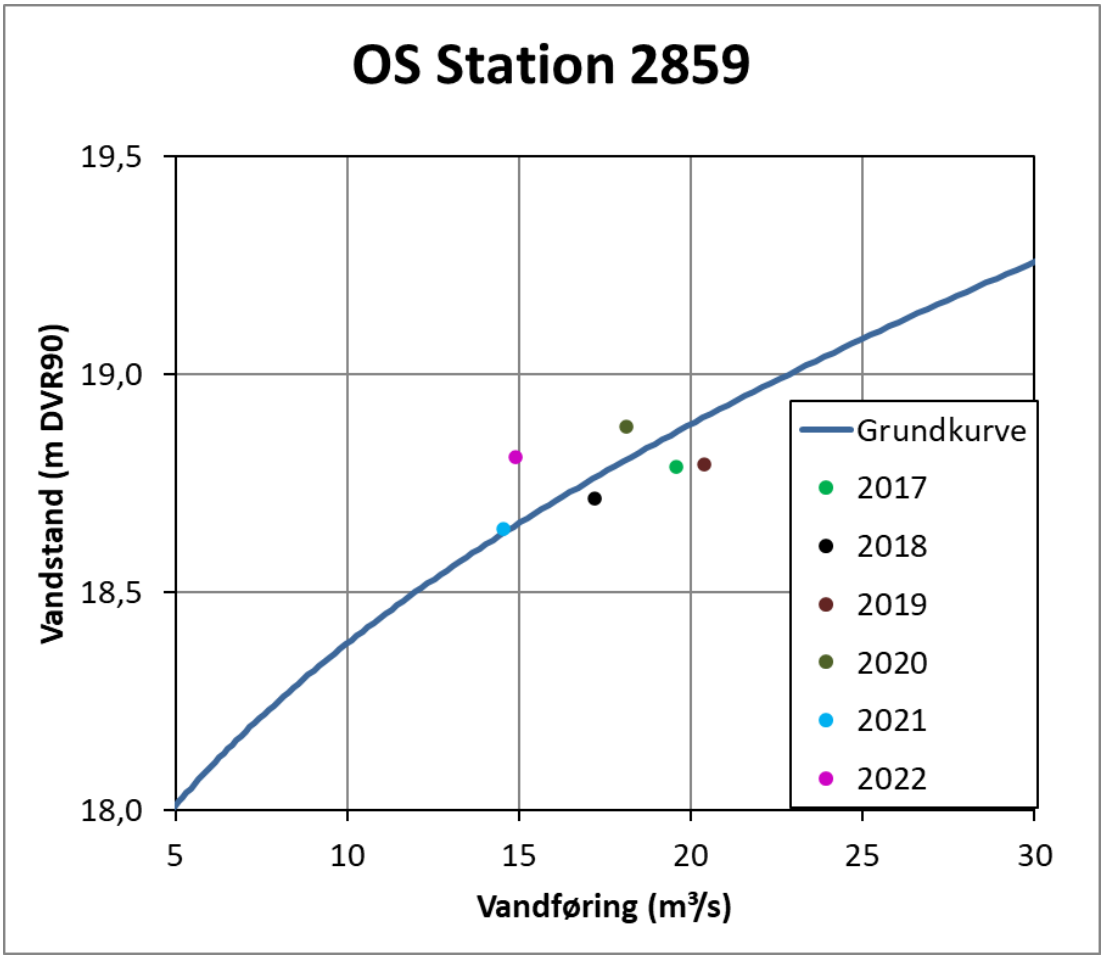
Bilag A
Grundkurver (vedligeholdelseskurver)
Opstrøms Tange Sø

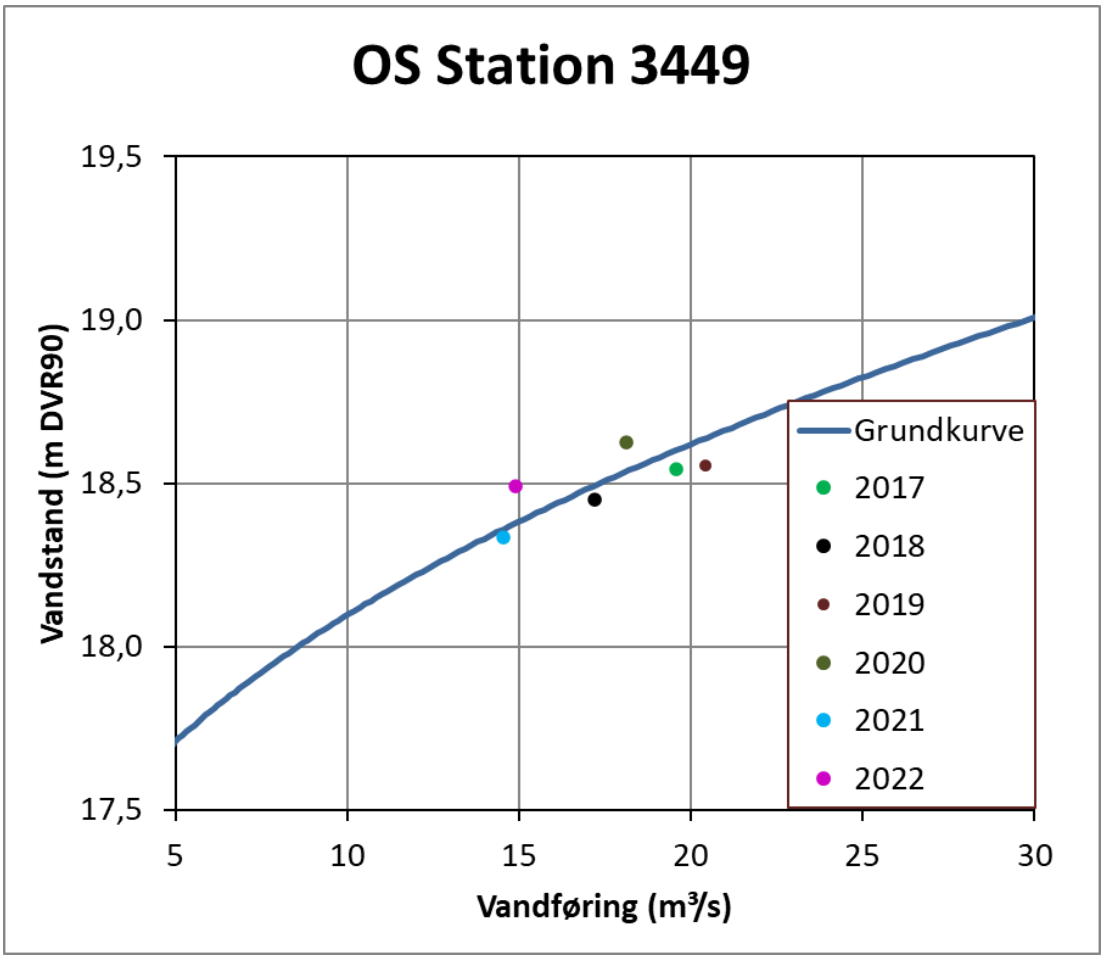
Med kontrolpunkter fra

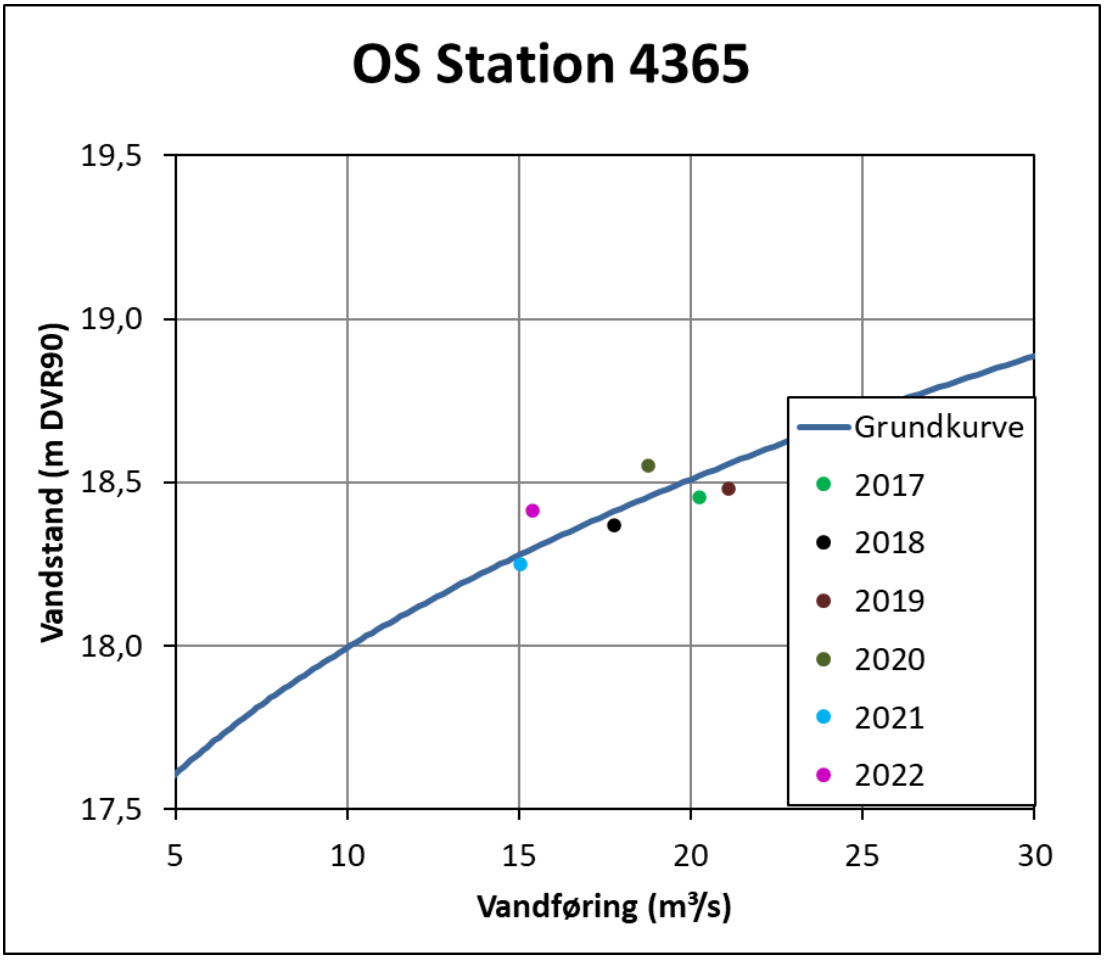
perioden 2017 - 2022

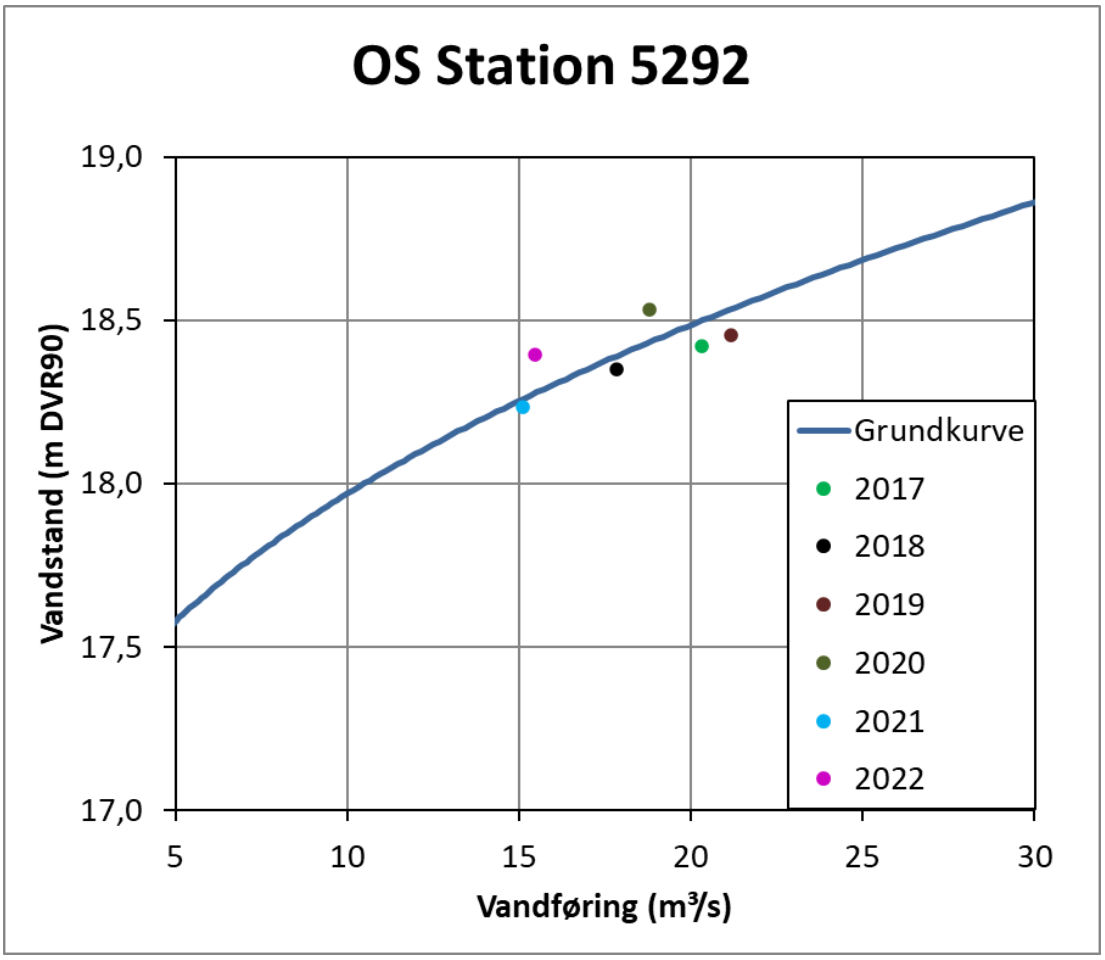

OS Station 20
20,0
19,5
19,0
18,5
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

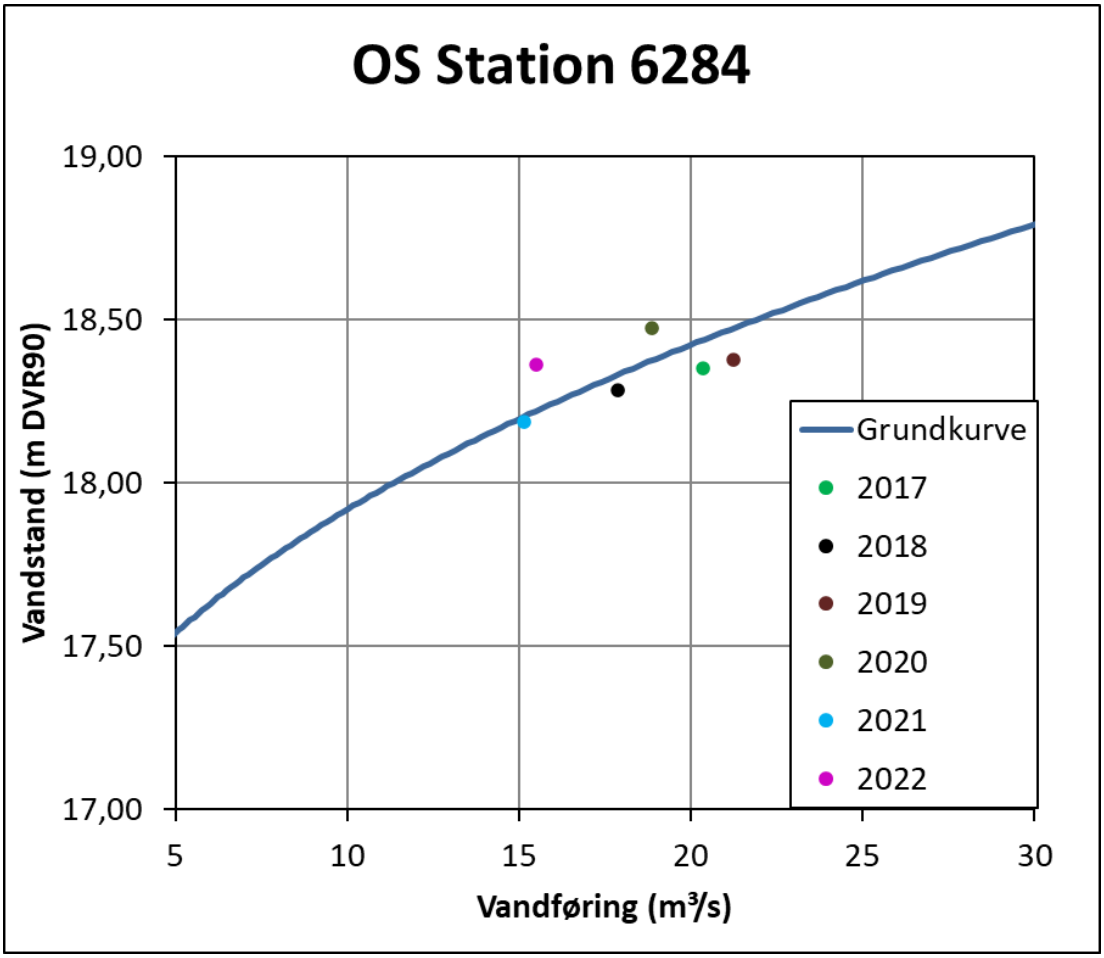

OS Station 1573
20,0
19,5
19,0
18,5
18,0
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

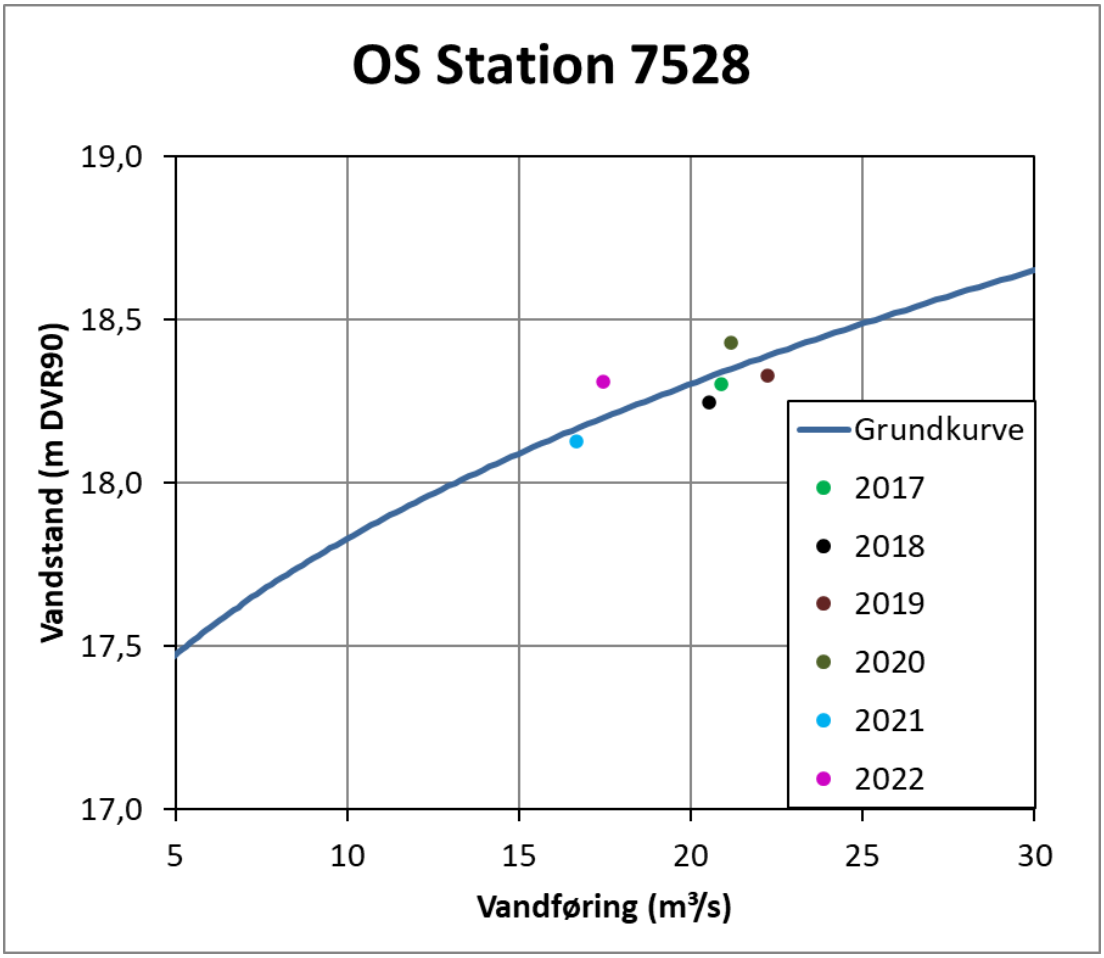

OS Station 2859
19,5
19,0
18,5
18,0
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

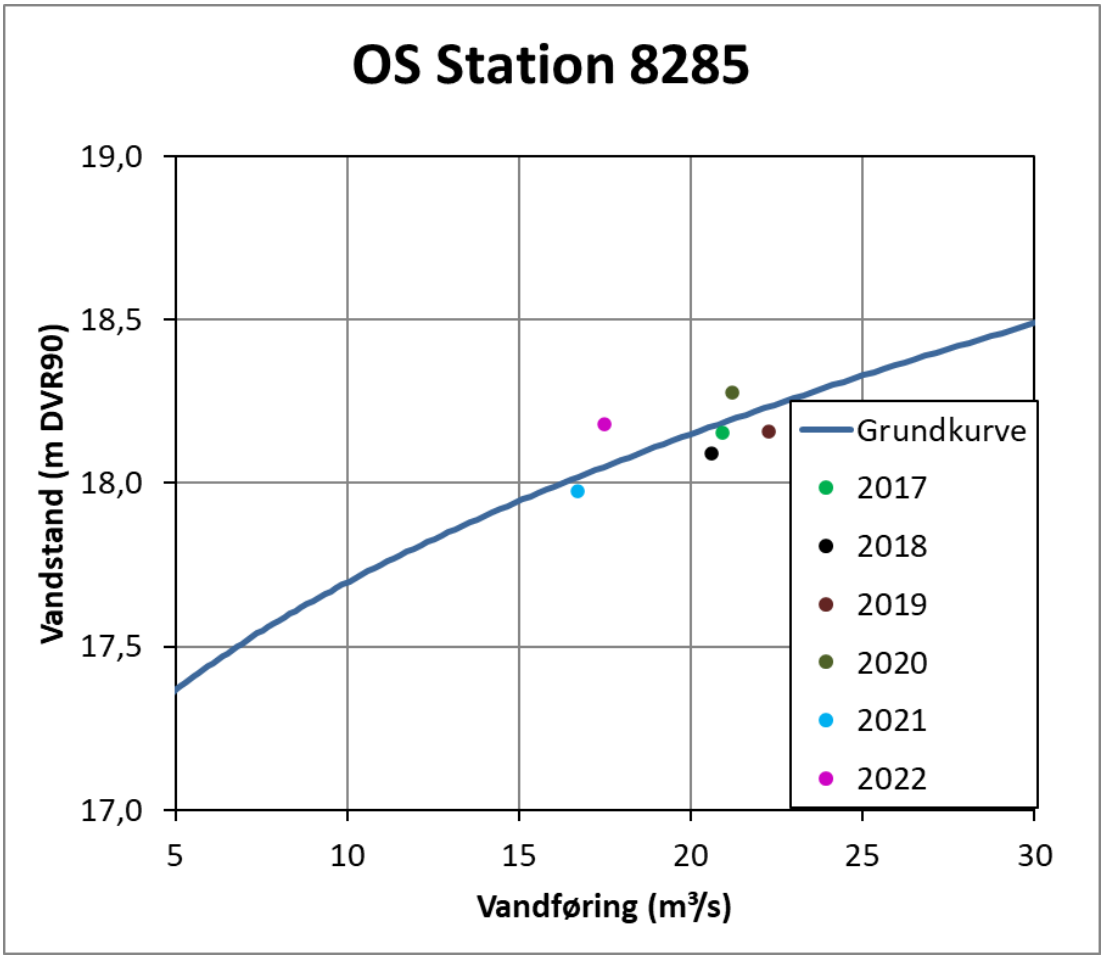

OS Station 3449
19,5
19,0
18,5
18,0
17,5
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

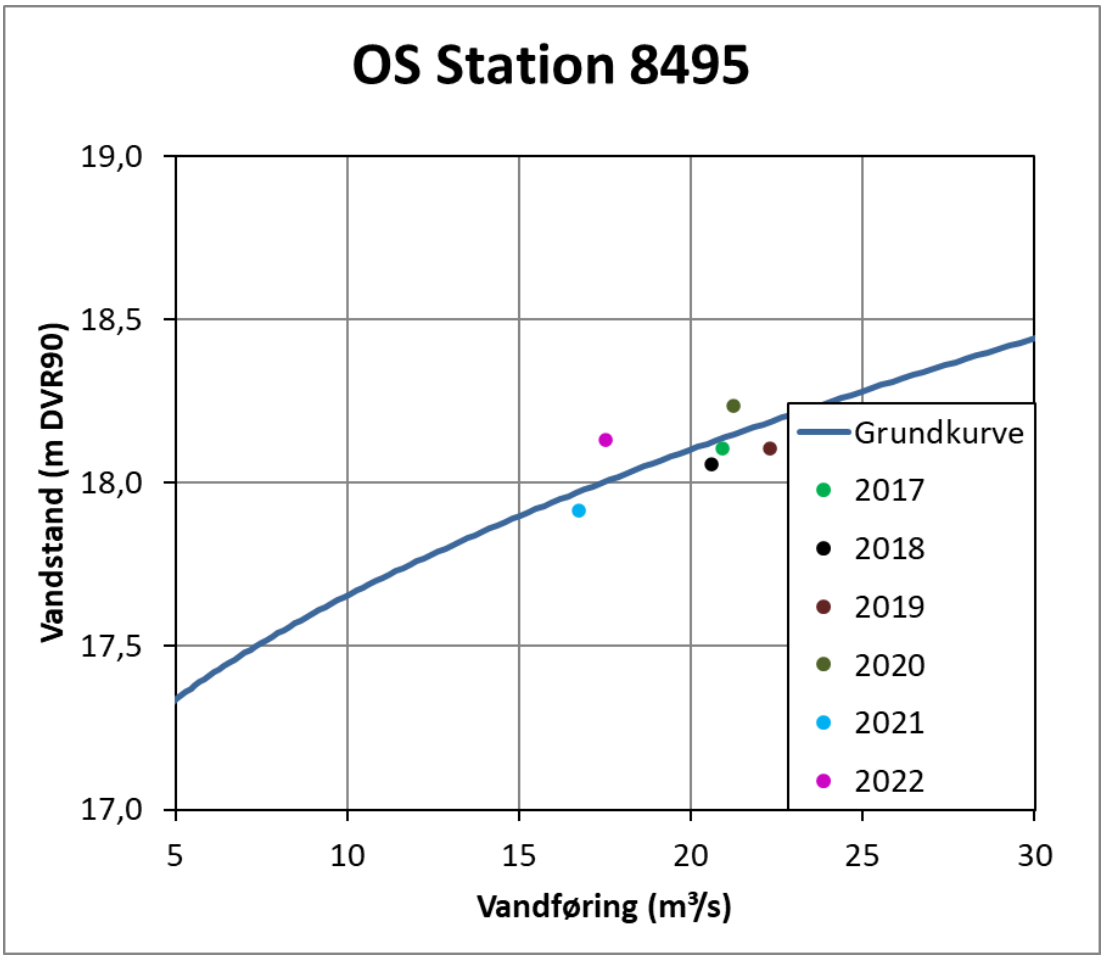

OS Station 4365
19,5
19,0
18,5
18,0
17,5
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

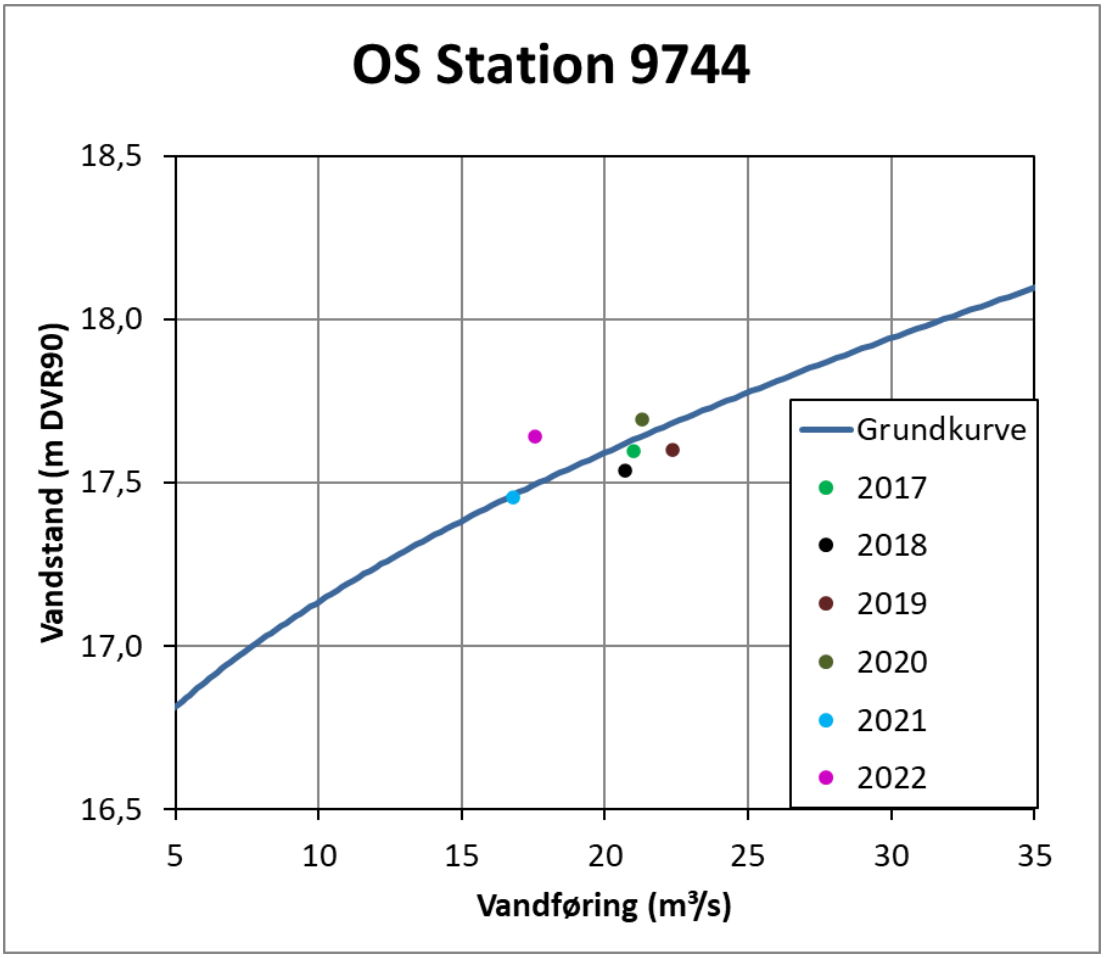

OS Station 5292
19,0
18,5
18,0
17,5
17,0
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

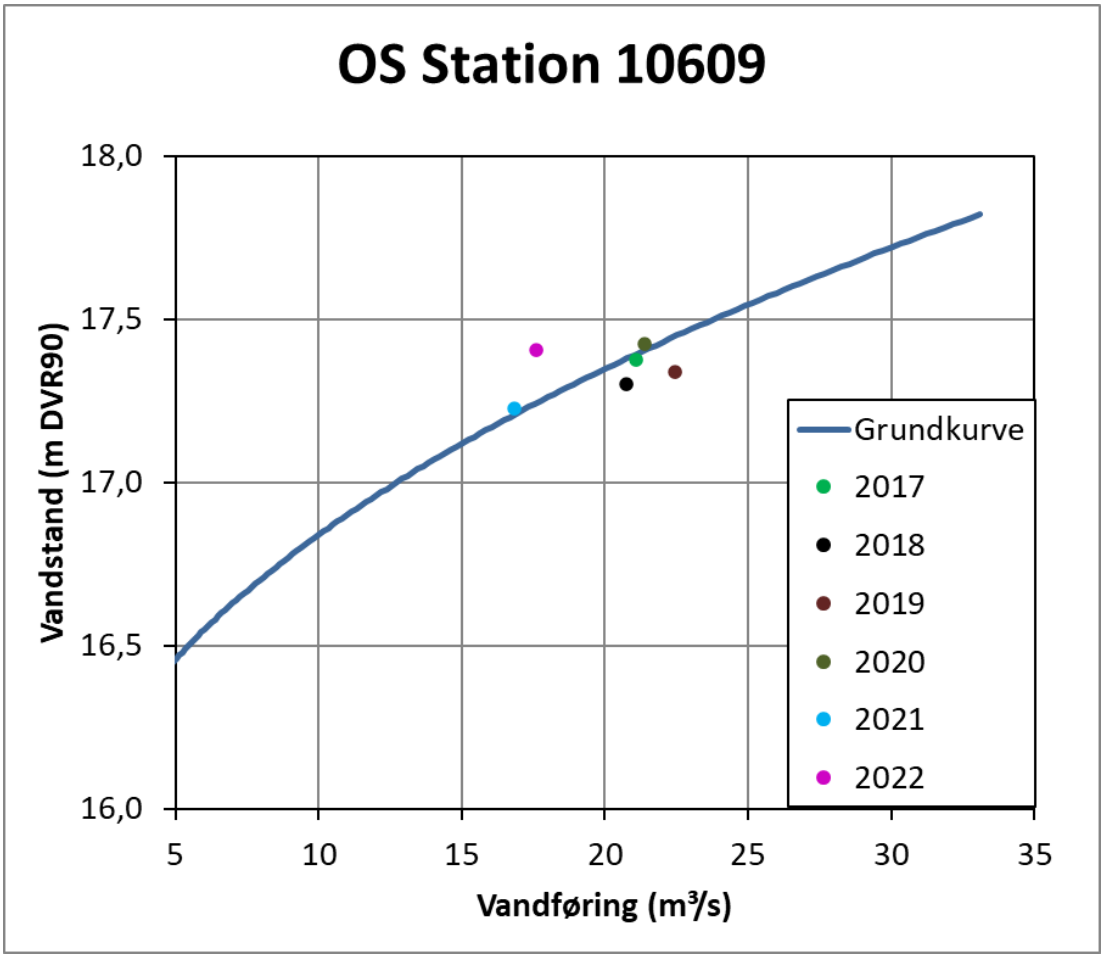

OS Station 6284
19,00
18,50
18,00
17,50
17,00
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

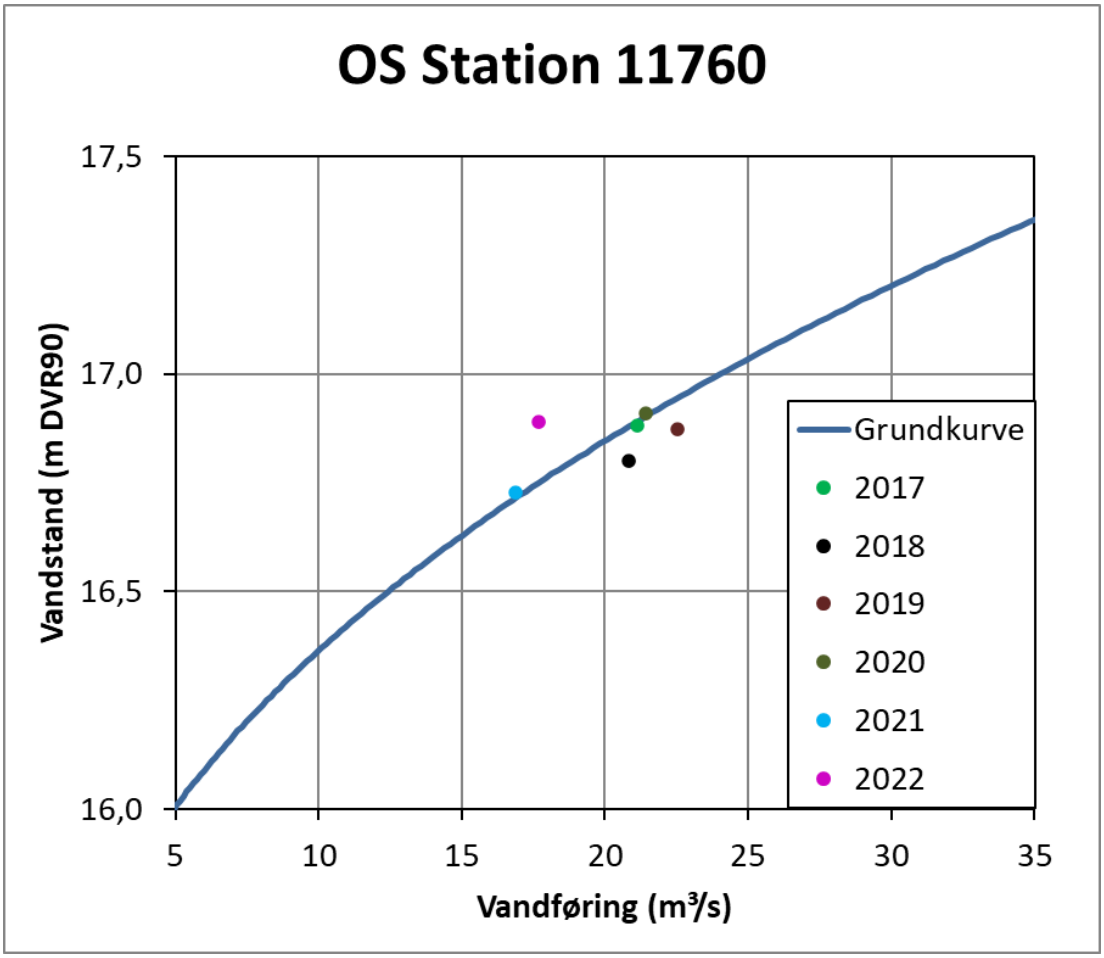

OS Station 7528
19,0
18,5
18,0
17,5
17,0
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

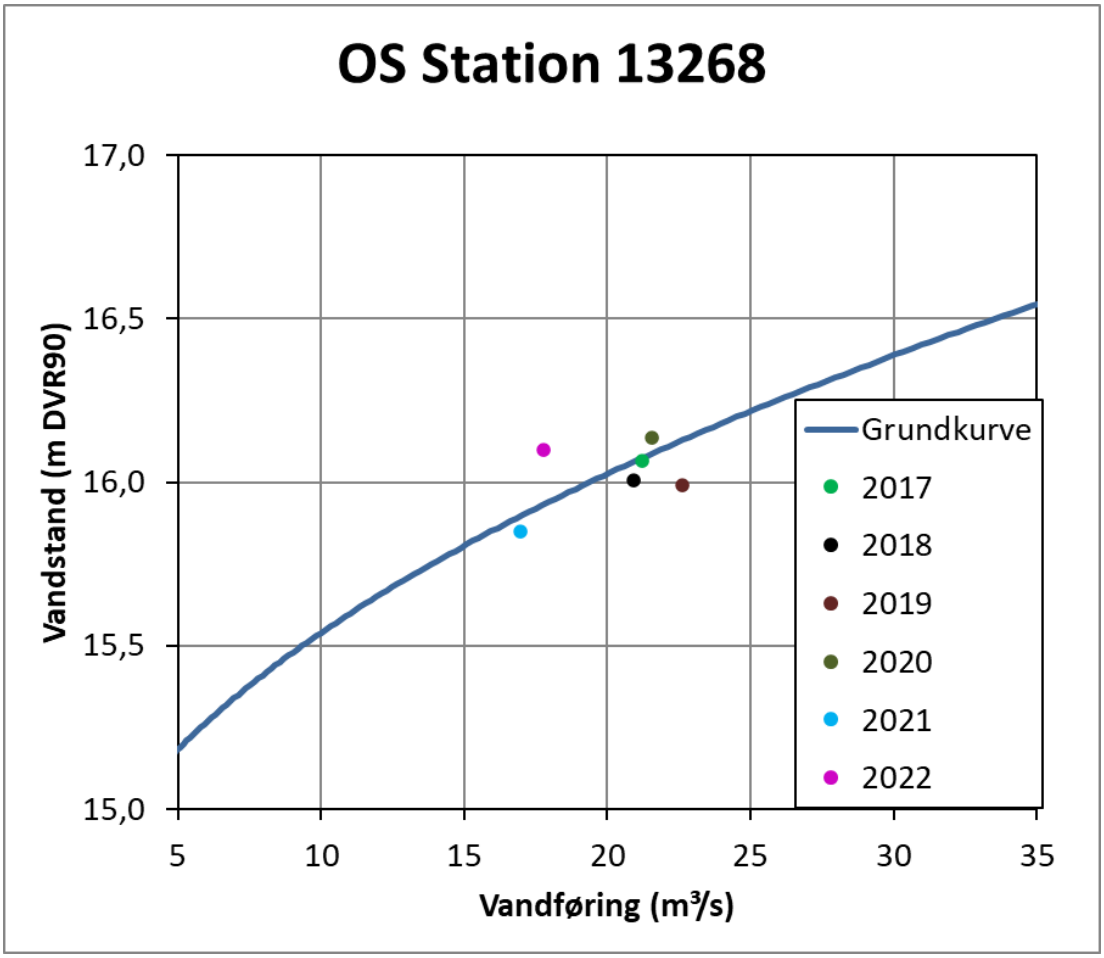

OS Station 8285
19,0
18,5
18,0
17,5
17,0
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

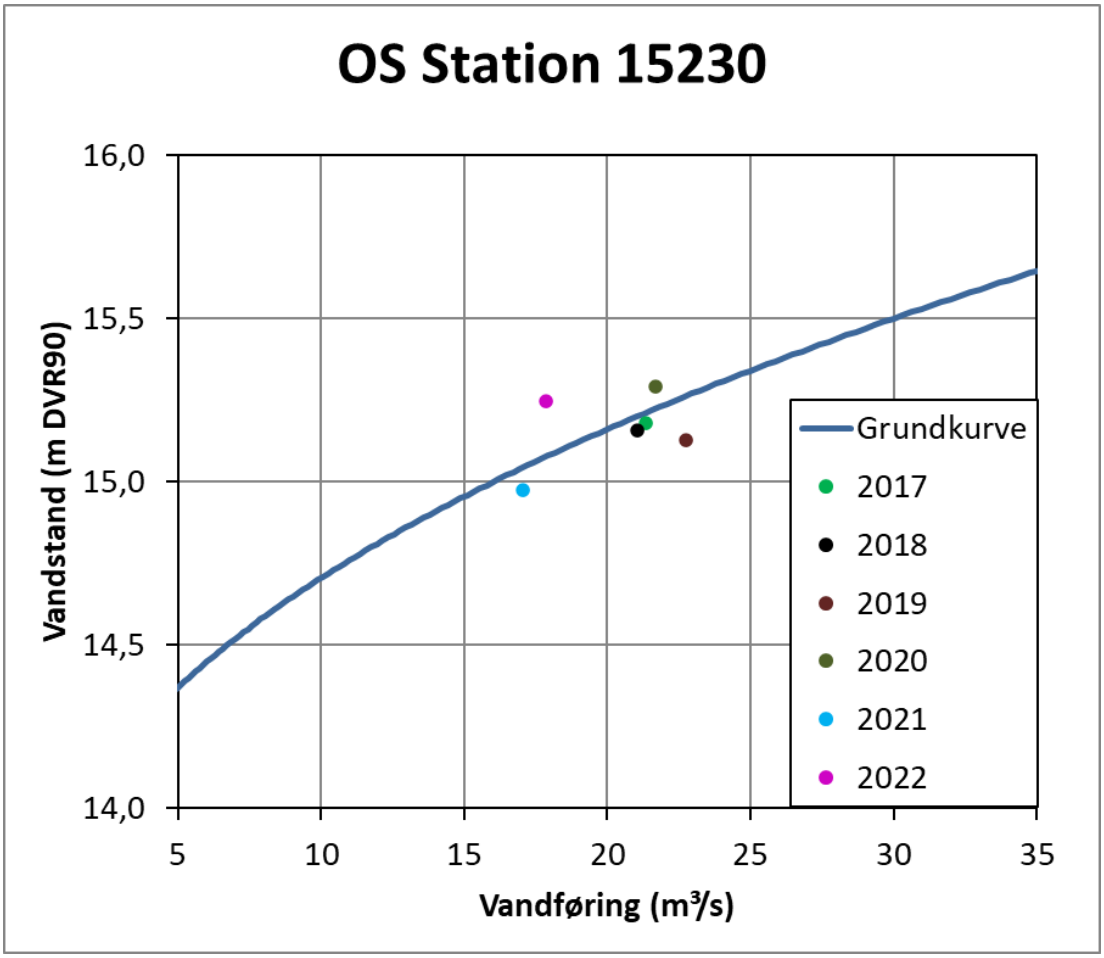

OS Station 8495
19,0
18,5
18,0
17,5
17,0
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

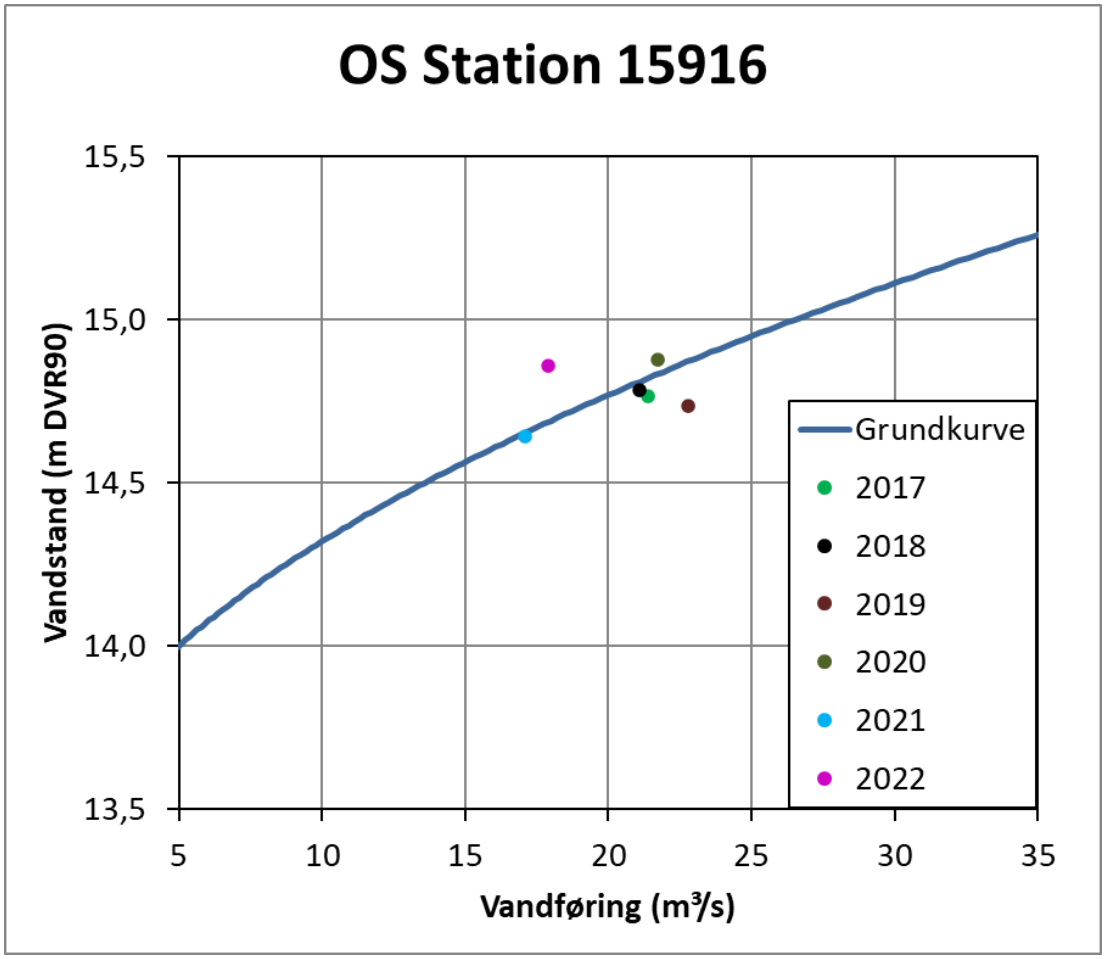

OS Station 9744
18,5
18,0
17,5
17,0
16,5
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
35
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022


OS Station 10609
18,0
17,5
17,0
16,5
16,0
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
35
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022


OS Station 11760
17,5
17,0
16,5
16,0
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
35
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022


OS Station 13268
17,0
16,5
16,0
15,5
15,0
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
35
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022


OS Station 15230
16,0
15,5
15,0
14,5
14,0
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
35
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022


OS Station 15916
15,5
15,0
14,5
14,0
13,5
Vandstand (m DVR90)
5
10
15
20
25
30
35
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2017
2018
2019
2020
2021
2022

Gudenå OS Tange Sø

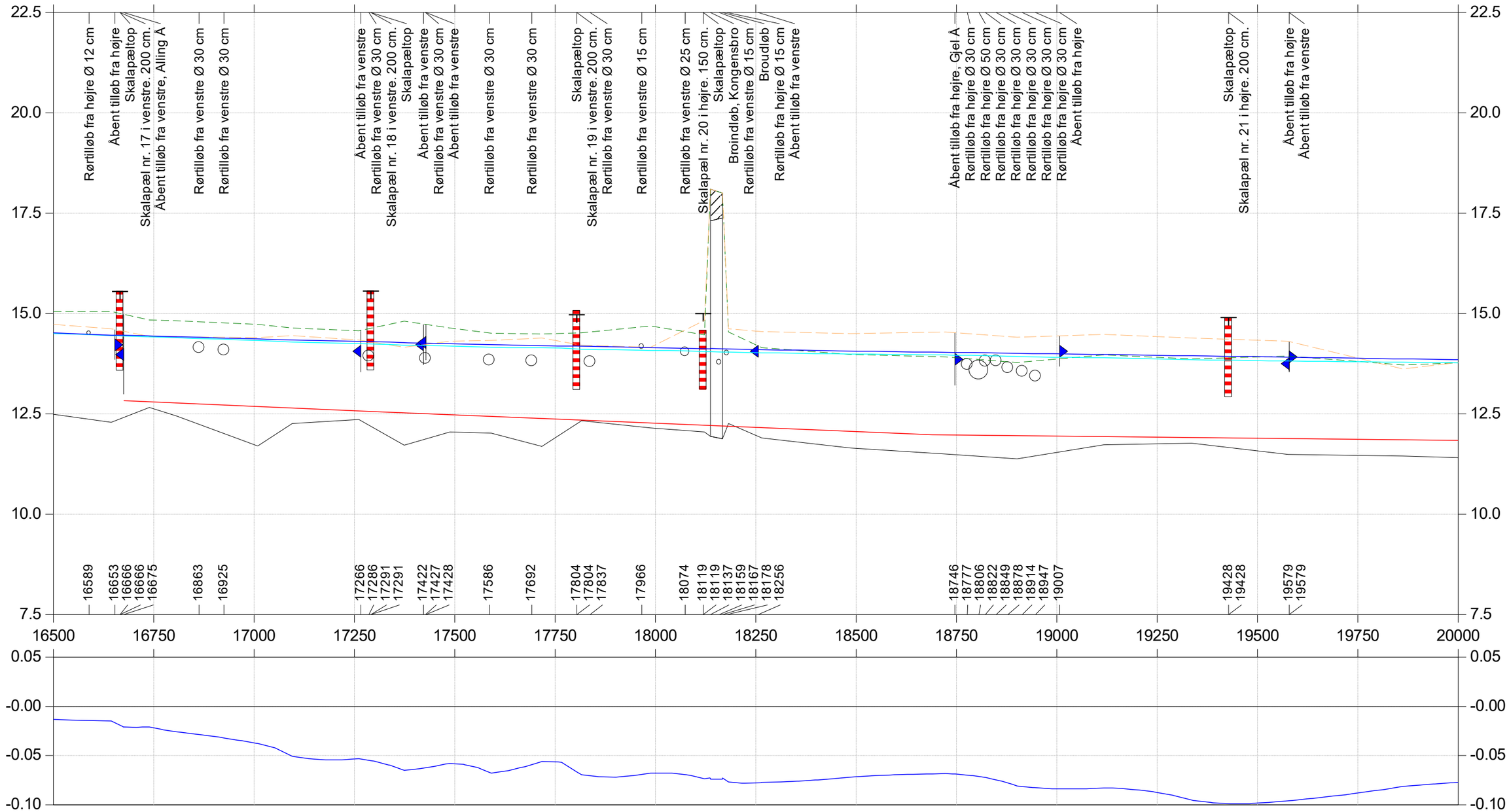
2023 Regulativ

Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Teoretisk skikkelse 2023
Vintermiddel

Teoretisk skikkelse 2023
Terræn højre
Terræn venstre
Bund, opmålt 2020
Teoretisk skikkelse 2023, vintermiddel
Opmåling 2020, vintermiddel

Bilag B, side 1

Kote i m DVR90 1:100



Forskel i m. — Beregnet vandspejl vintermiddel: opmåling minus skikkelse

VASP 27-11-2023 / JMAD ProjektID : 3039-15294

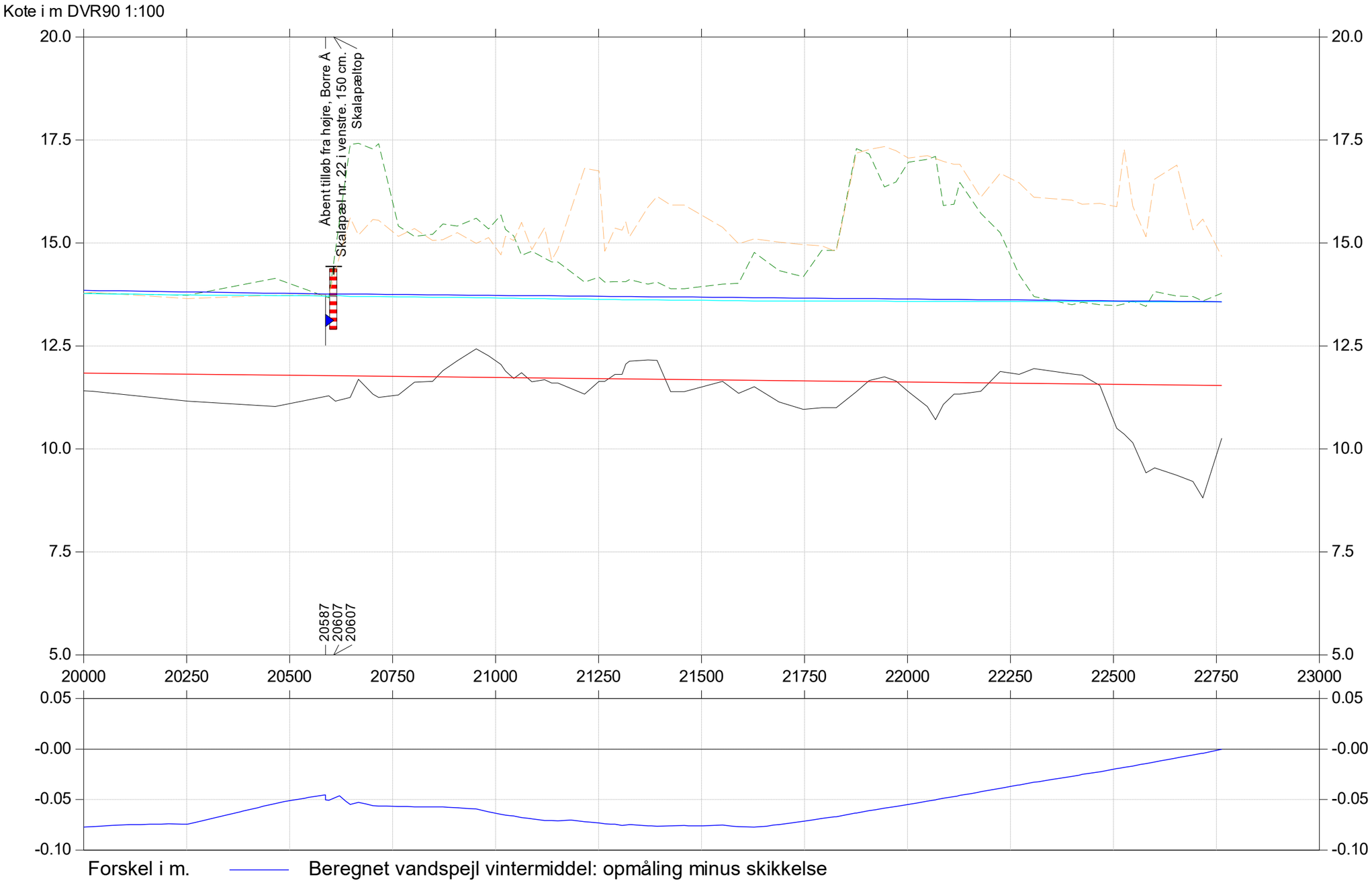
Station i m 1:10000

Gudenå OS Tange Sø

2023 Regulativ

Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Teoretisk skikkelse 2023
Vintermiddel

Bilag B, side 2



VASP 27-11-2023 / JMAD ProjektID : 3039-15294

Station i m 1:10000

Teknisk notat

Vurdering af 1997-opmålingens egnethed til bestemmelse af vandføringsevnen i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø

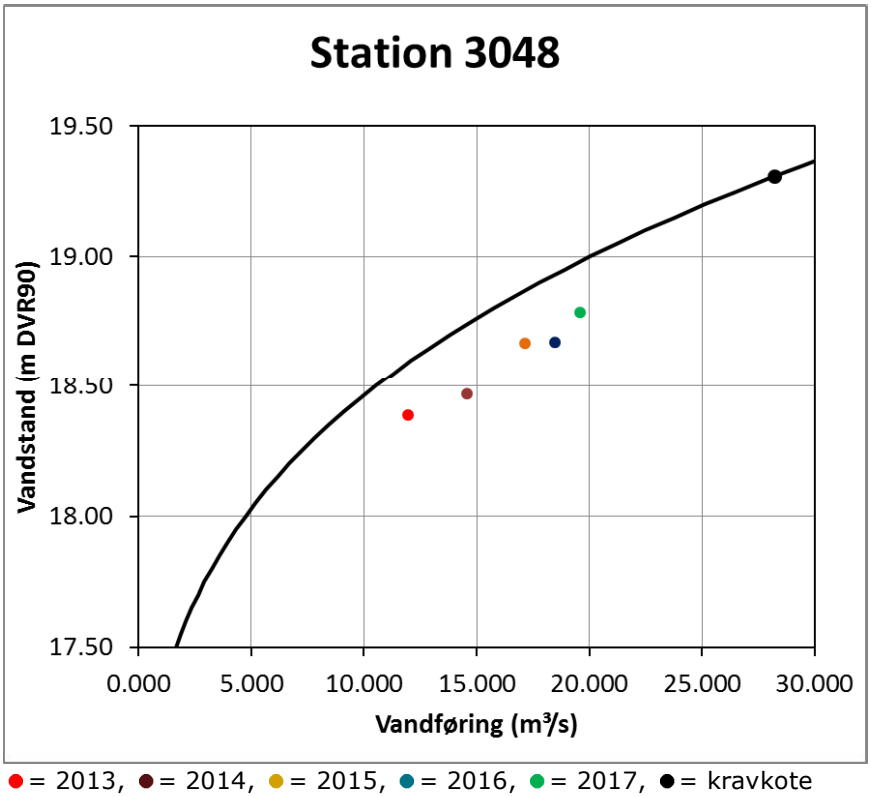
Rekvirent	Silkeborg Kommune att. Charlotte Højbjerre
Projektnummer	1322100039
Tekst	Anders Lund Jensen og Christian Petersen
Kvalitetssikret af	Bjarne Moeslund
Godkendt af	Rasmus Bang
Version	03
Versionsdato	27-09-2021
Første udgivelsesdato	16-08-2021

Baggrund for nærværende notat omkring 1997-opmålingens egnethed til bestemmelse af vandføringsevnen i Gudenåen

I henhold til Vandløbsloven skal regulativer for offentlige vandløb indeholde bestemmelser om vandløbenes skikkelse eller vandføringsevne.

I det gældende regulativ for Gudenåen, som blev udarbejdet af Århus Amt i 2000, er kravet til den regulativbestemte vandføringsevne angivet efter *styrekoteprincippet*, hvor vandspejlet i Gudenåen ved medianmaksimumsvandføringen ikke må overstige givne koter på udvalgte stationer.

Denne form for beskrivelse af den regulativbestemte vandføringsevne betyder, at *vandføringsevnen* alene kan kontrolleres, hvis enten de regulativbestemte kravkoter eller den specifikke medianmaksimum-vandføring er til stede i vandløbet. Gudenåens vandføringsevne er gennem årene blevet kontrolleret ved for hver af regulativets kravstationer at sammenholde målte vandstande og vandføringer med en konstrueret Q/h-kurve, som går gennem den i regulativet angivne kravkote, se eksempel på Figur 1 for kravkotestation 3048.



Figur 1. Den sorte linje viser den kurve (Q/H-kurve), der er konstrueret til at gå gennem det punkt, der er defineret af regulativets kravkote og medianmaksimumsvandføringen, her i regulativets kravkotestation 3048. De konstruerede Q/h kravkurver er konstrueret ved først at kalibrere et Manningtal, således at en vandspejlsberegning på den målte geometri af åen vil gå gennem det i regulativet angivne kravpunkt ved medianmaksimum afstrømning. Herefter gennemføres en række vandspejlsberegninger ved varierende vandføringer, men med samme vandløbsgeometri og Manningtal. Q/h kravkurven afsættes som bedste kurve gennem de beregnede Q/h punkter. De farvede punkter viser de vandspejlskoter og vandføringer, der er målt ved regulativkontrollen i årene 2013-2017

Fremgangsmåden med konstruktion af en Q/H-kurve gennem hver af regulativets kravkoter er valgt, fordi der ved kontrollen af den regulativbestemte vandføringsevne aldrig har optrådt en vandføringsevne =

medianmaksimumsvandføringen. En Q/H-kurve, der går gennem den regulativbestemte kravkote ved den stationsspecifikke medianmaksimumsvandføring, gør det muligt at kontrollere vandføringsevnen ved andre vandføringer end medianmaksimumsvandføringen, idet det antages, at forholdet mellem vandstand og vandføring er, som beskrevet af Q/H-kurven.

I en afgørelse fra Miljø- og Fødevareklagenævnet den 10. juni 2021 har klagenævnet skrevet, at vandføringsevnen i Gudenåen ikke kan kontrolleres efter styrekoteprincippet eller de anvendte konstruerede Q/h-kravkurver.

I følge klagenævnets afgørelse bør Gudenåens vandføringsevne i stedet kontrolleres ved at gennemføre en vandløbsopmåling og en vandspejlsberegning ved middelvandføring, og efterfølgende sammenholde resultatet med en tilsvarende vandspejlsberegning baseret på 1997-opmålingen, som derved vil udgøre en ”teoretisk skikkelse”, der anvendes som reference for den regulativmæssige vandføringsevne.

Problemstilling
Afgørelsen fra Miljø- og Fødevareklagenævnet af 10. juni 2021 konflikter imidlertid med en tidligere afgørelse fra Natur- og Miljøklagenævnet af 24. oktober 2012 (Sag NMK-43-0018), hvor Natur- og Miljøklagenævnet bla. bemærker at opmålingen i 1997 er mindre detaljeret end opmålingen i 2011, og opmålingerne kan ikke umiddelbart sammenholdes. Natur- og Miljøklagenævnet finder derfor, at en sammenligning af opmålinger af Gudenåen i 1997 og 2011 ikke kan lægges til grund for en vurdering af, hvorvidt der er sket en bundhævning af den omtalte strækning i perioden mellem de to opmålinger.

Samme problemstilling er i øvrigt beskrevet i en række tidligere tekniske notater, herunder Orbicon notat nr. 2011-2 og notat nr. 2011-6.

Med udgangspunkt i eksisterende materiale gennemgås følgende forhold:

- En redegørelse for Gudenåens formudvikling siden 1922, bl.a. ud fra opmålinger, vandspejlsberegninger, viden om Gudenåens tilstand og vedligeholdelsespraksis. I redegørelsen henvises til tidligere tekniske udredninger.

- Gennemgang af 1997-opmålingen i relation til at kunne beskrive åens vandføringsevne, herunder tætheden af tværprofiler og tætheden af målepunkter i de enkelte tværprofiler samt usikkerheden i forhold til stationering og betydningen af opmålingen i forhold til gældende standarder for vandløbsopmåling.

Gudenåens formudvikling

Den regulativmæssige vandføringsevne henviser til den vandføringsevne, som alene er bestemt vandløbets fysiske skikkelse og form. Ved kontrol af vandføringsevnen på grundlag af opmåling er der således reelt tale om en kontrol af, om der er sket en formudvikling, fx sedimentaflejringer på bunden eller indsnævringer, som ændrer vandføringsevnen. Eller sagt på en anden måde, om der er sket profilforandringer, der for en given vandføring resulterer i andre vandstande.

Et vandløbs formudvikling kan bedst beskrives og vurderes ved tværprofilopmålinger i faste stationer med års mellemrum. Gudenåen er blevet opmålt i 1922, 1997, 2011 og 2020, men det har ikke ved disse opmålinger været muligt at måle tværprofiler i eksakt de samme stationer, idet disse ikke er forsynet med fysiske markeringer i åbrinken eller angivet med de nøjagtige koordinater.

Der er meget stor variation i danske vandløbs formstabilitet. Typisk vil der i regulerede vandløb eller vandløb med stor materialetransport foregå en løbende aflejring af sedimenter i bund og på brinker, hvorved vandføringsevnen reduceres over tid, og hvorfor en tilbagevende og regelmæssig opgravning vil være nødvendig for at opretholde den regulativbestemte skikkelse eller vandføringsevne. Sedimenttransporten i vandløb kan stamme dels fra intern erosion i vandløbet eller fra eksterne kilder, fx erosion af marker ved store afstrømninger.

Naturlige og uregulerede vandløb er ofte i en dynamisk ligevægtstilstand mellem erosionskræfter og aflejringer af sediment. Ved en dynamisk ligevægtstilstand kan et naturvandløb udvise store profilmæssige forandringer i faste punkter, uden at det betyder ændret vandføringsevne.

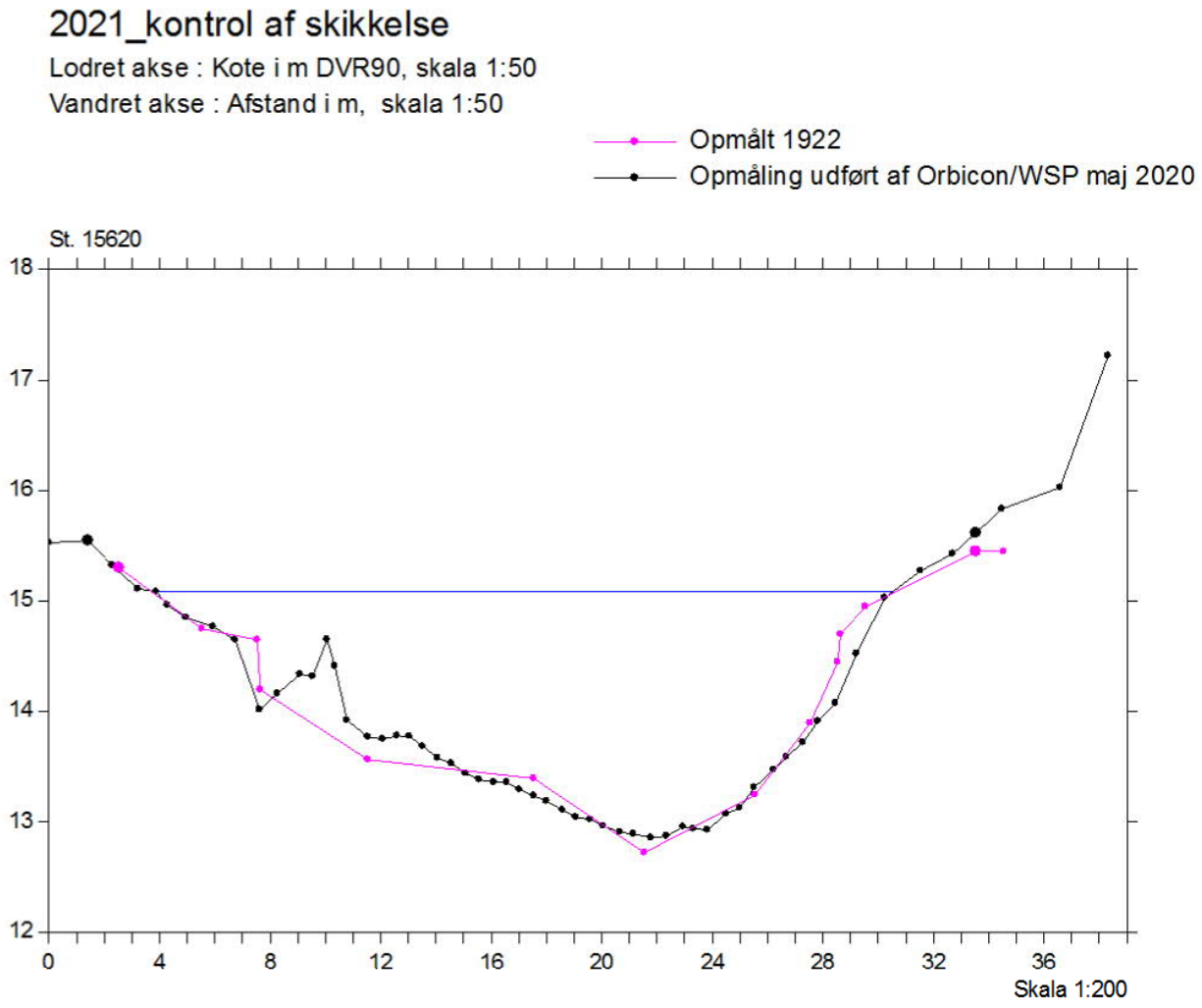
Gudenåen mellem Silkeborg og ned til stuvningszonen fra Tange Sø, har et ureguleret forløb med et generelt lavt fald, der ikke medfører stor erosion i vandløbet. Desuden fungerer de store søer på Gudenåen som enorme sandfang. Derfor er der generelt en kun meget lille transport af sand i Gudenåen, og der har ikke tidligere været behov for at foretage opgravninger af sediment i Gudenåen på denne strækning.

Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø har altovervejende en fast sten- og grusbund, hvilket senest er registreret i forbindelse med en vegetationsundersøgelse i september 2021 (WSP). Selv strækningen gennem Porskær, hvor bunden naturligt er mere sandet, har ved kontrolopmålinger vist stor formstabilitet.

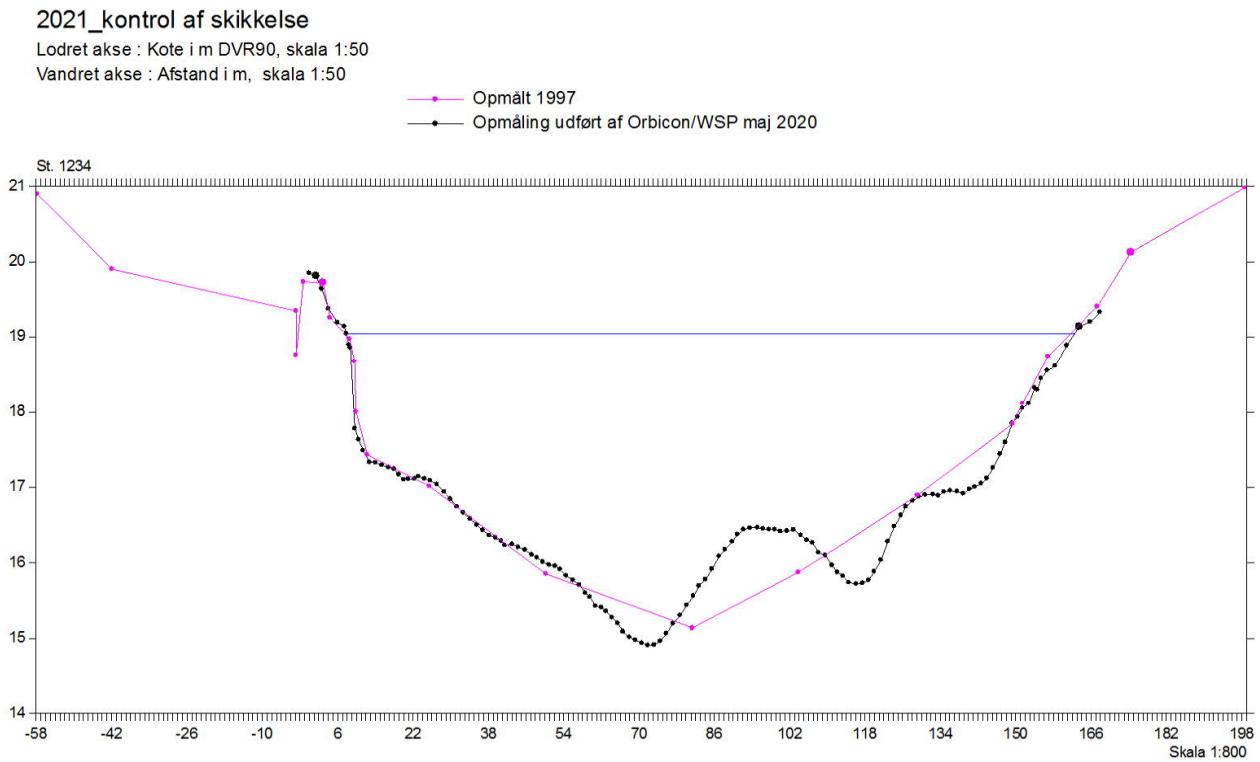
De forskelle, der imidlertid kan observeres imellem tværprofilerne i opmålingerne fra de forskellige år, kan udover problemet med nøjagtig stedfæstelse af profilerne forklares med forskelle i detaljeringsgraden, dvs. afstanden mellem de enkelte målepunkter i tværprofilerne. På Figur 2 og 3 er givet eksempler på nærliggende tværsnit, der er opmålt i henholdsvis 1922 og 2020 og 1997 og 2020. I 2020-opmålingen blev der målt punkter for hver ca. 0,5 meter i tværprofilet, mens der i 1922 og 1997 har været op mod 5 meter mellem målepunkterne på strækninger, hvor åen er 30-40 meter bred.

Nogle af målepunkterne i tværprofilerne fra 1922- og 1997-opmålingen stemmer fint overens med nogle af punkterne i tværprofilerne i 2020-opmålingen. I de tværprofiler, hvor der observeres store forskelle, er årsagen typisk, at der er for langt imellem målepunkterne i de gamle opmålinger til, at de beskriver profilformen retvisende.

Denne observation stemmer overens med tidligere analyser. I forbindelse med opmålingen i 2011 gennemførte Orbicon en analyse af udviklingen af Gudenåens form og vandføringsevne ved at sammenligne med opmålingerne fra 1922 og 1997 (Orbicon notat 2011-2). Konklusionen af denne analyse var at strækningens vandføringsevne i grødefri tilstand i al væsentlighed var uforandret i 2011 i forhold til 1922. Til gengæld var der flere steder, særligt på den øverste del, en større afvigelse mellem vandføringsevnen i 2011 og vandføringsevnen i 1997. Samme konklusion fremgik af Orbicon notat nr. 2011-6, hvor de beregnede vandføringsevner fra 1922 og 2011 var påfaldende ens, men afvigede fra den beregnede 1997-vandføringsevne. Forskellen blev i notatet henført til, at opmålingen i 1997 er gennemført med større afstand mellem målepunkterne, som medførte, at 1997-opmålingen ikke gav en retvisende beskrivelse af vandløbets bund, og dermed ikke et retvisende billede af vandføringsevnen, hvor 1997-opmålingen gav et billede af en lavere liggende bund end i virkeligheden, og giver dermed grundlag for beregning af en bedre vandføringsevne end i virkeligheden.



Figur 2. Sammenligning af tværprofil fra 2020-opmåling og 1922-opmåling.



Figur 3. Sammenligning af tværprofil fra 2020-opmåling og 1997-opmåling.

Gennemgang af 1997-opmålingen i relation til at kunne beskrive åens vandføringsevne

Guideline for opmåling af vandløb af 2013

En vandløbsopmålings evne til at kunne beskrive de faktiske forhold i vandløbet har været et tilbagevendende tema i dialogen og til tider konflikten mellem afvandingsinteresser og vandløbsmyndigheder.

I 2013 blev der derfor af flere kommuner, interessent- og brancheorganisationer og specialister på vandløbsområdet udarbejdet en fælles *Guideline for opmåling af vandløb*, som siden har fungeret som en form for dansk standard for vandløbsopmåling. Denne guideline beskriver en *traditionel opmåling af vandløb*, hvor der i vandløbet opmåles tværprofiler med en passende indbyrdes afstand, og hvor der bl.a. er fastlagt forskrifter for måleudstyr og placering samt tæthed af tværprofiler og målepunkter.

Standarderne for tæthed og placering af tværprofiler i forhold til vandløbenes fysisk variation mv. bygger på et omfattende erfaringsgrundlag for profilopmålingernes betydning for validiteten af vandløbsmodeller og vandspejlsberegninger.

Vurdering af 1997-opmåling

Opmålingen af Gudenåen fra 1997 udviser mange og væsentlige mangler og afvigelser i forhold til *Guideline for opmåling af vandløb*. De vigtigste er oplistet nedenfor:

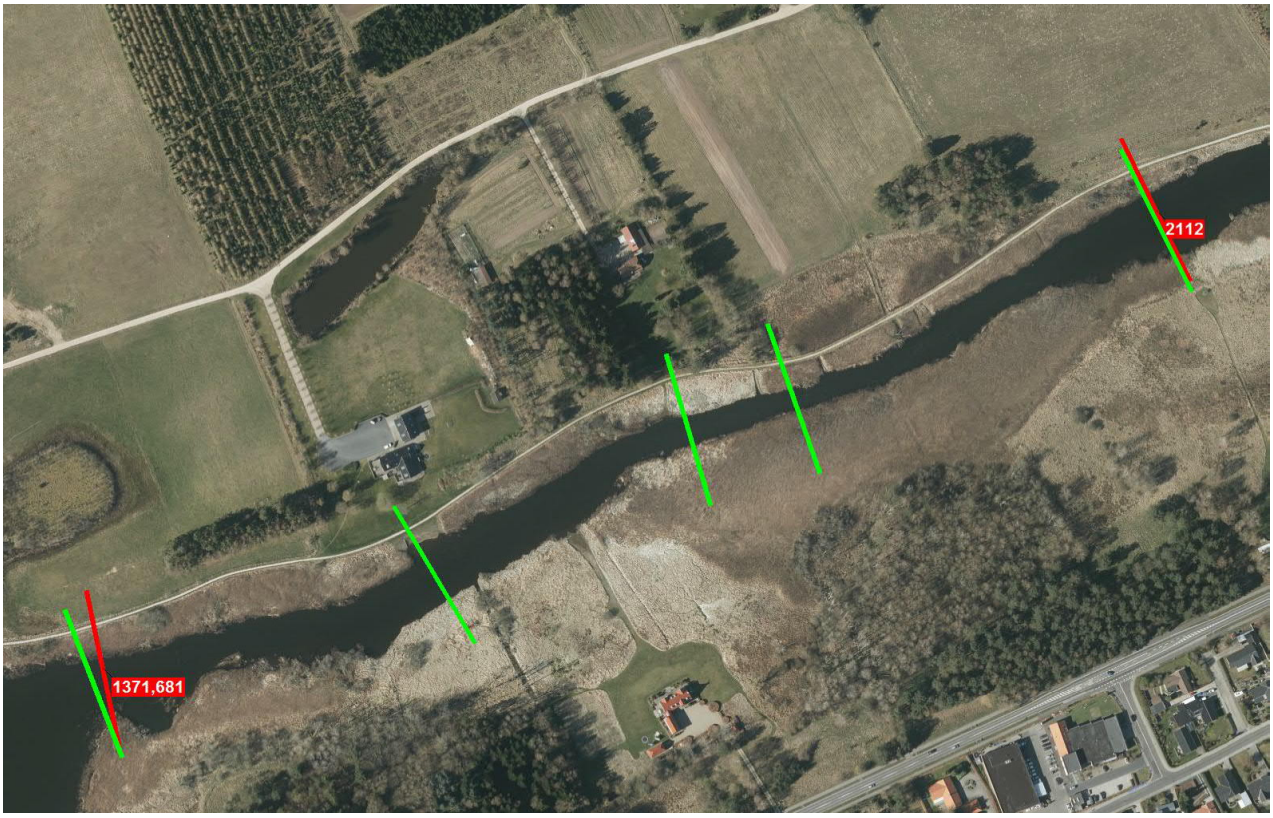
- Tætheden af tværprofiler er for lav.
- Der er foretaget ukritisk placering af tværprofiler ift. hvilke, der er bestemmende for vandføringsevnen i Gudenåen.
- Tætheden af målepunkter i de enkelte tværprofiler er for lav.
- Der er ikke foretaget opmåling af et sammenhængende vandspejl til kvalitetskontrol af opmålingen.

Gudenåen kræver, på grund af sin størrelse, en særlig tilgang til såvel udvælgelse og placering af de enkelte tværprofiler, som til den praktiske gennemførelse og efterfølgende kvalitetssikring af opmålingen. Der er behov for en tilgang, som baserer sig på erfaring og kendskab til Gudenåen.

Med udgangspunkt i ovenstående er det WSP's klare vurdering, at der kun kan foretages sammenlignende vandspejlsberegninger på to eller flere opmålinger af Gudenåen, hvis opmålingerne er udført på præcis samme måde hvad angår antal og placering af tværsnit, antal målepunkter i tværsnittene samt ikke mindst samme start- og slutpunkter på venstre og højre brink.

Ved at anvende 1997-opmålingen, med ovenstående mangler, til fastsættelse af krav til vandføringsevnen, vil fastsættelse af en regulativbestemt vandføringsevne, der er baseret på 1997-opmålingen, i udgangspunktet være behæftet med de fejl og den usikkerhed, der knytter sig til opmålingens fejl og mangler. De afvigelser, der ved efterfølgende opmålinger og dertil knyttede beregninger af vandføringsevnen måtte forekomme, vil kunne indikere behov for oprensninger, uagtet at aflejringerne og/eller profilindsnævringerne ikke med sikkerhed kan lokaliseres og oprensningsbehovet kvantificeres.

Et eksempel på en strækning af Gudenåen, hvor der fejlagtigt vil blive vurderet behov for oprensning baseret på sammenligninger af vandspejl beregnet på baggrund af 1997-opmålingen og den seneste opmåling, er strækningen mellem Ringvejsbroen og Resenbro. På Figur 2 ses opmålte tværprofiler i 1997 (rød) og 2020 (grøn) på den strækning, der er bestemmende for vandstanden i Silkeborg Langsø. Gudenåen har været indsnævret på denne strækning siden mindst 1954, hvilket fremgår af sammenligningen af luftfoto årgang 1954 og 2019. Vandspejlsberegningerne antyder, at der på strækningen er en større vandføringsevne baseret på 1997-opmålingen end vandføringsevnen baseret på opmålingerne fra hhv. 2020 og 1922. Forskellen skyldes imidlertid, at opmålingen fra 1997 har en mindre detaljeringsgrad og samtidig en større afstand mellem tværprofilerne, set i forhold til de efterfølgende opmålinger. I opmålingen fra 1997 er der således ikke målt tværprofiler mellem ca. st. 1.370 og 2.110 m, på hvilken strækning Gudenåen snævrer synligt ind, hvorimod der i 2020 er målt 3 profiler på den mellemliggende strækning. 1997-opmålingen overvurderer dermed profilbredden for hele strækningen mellem de to stationer, hvilket i sagens natur resulterer i en bedre beregnet vandføringsevne, end der i virkeligheden er tale om. 2020-opmålingen beskriver de faktiske forhold mere retvisende, og fordi der er tale om en indsnævring mellem de to stationer, resulterer 2020-opmålingen i en mindre beregnet vandføringsevne end vandføringsevnen baseret på 1997-opmålingen. Den umiddelbare konklusion, der skal drages i medfør af klagenævnets afgørelse, vil være, at der skal ske en profiljustering (oprensning) mellem de to stationer, uagtet at luftfotos godtgør, at der ikke er tale om en stedfunden indsnævring i tidsrummet 1997-2020, men at der derimod er tale om en ikke-retvisende opmåling i 1997, og at der dermed er tale om et fejlbehæftet/mangelfuldt grundlag for beregning af den vandføringsevne, der i følge nævnets afgørelse skal anvendes ved reference for efterfølgende kontroller af vandføringsevnen.



Figur 4. Opmålte tværprofiler i Gudenåen i 1997 (rød) og 2020 (grøn) mellem Ringvejsbroen og Resenbro på strækningen, der er bestemmende for vandstanden i Silkeborg Langsø. Luftfoto årgang 1954 øverst og 2019 nederst.

Konklusion

Gudenåen er et formstabilt vandløb.

Granskningen af 1997-opmålingen godtgør, at denne er behæftet med for væsentlige mangler til at kunne tjene som grundlag for fastlæggelse af den vandføringsevne, der knytter sig til regulativet fra 2000.

WSP vurderer på den baggrund, at 1997-opmålingen ikke er anvendelig som regulativmæssig reference for kontrol af vandføringsevnen i Gudenåen, og at anvendelse af 1997-opmålingen vil kunne føre til krav op oprensninger, der ikke har rod i reelt stedfundne profilforandringer.

Referencer:

Orbicon Notat nr. 2011-2: Resultater af opmåling af Gudenåen i 2011 på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø Analyse af udviklingen af fysisk tilstand og vandføringsevne ved sammenligning med opmålinger fra 1922 og 1997.

Orbicon Notat nr. 2011-6: Vurdering af vandføringsevenen i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø i relationen til Niras' korrigerede kravkoter og forslag til tilsynsstrategi.

Bo Rasmussen & Carsten Kragh I/S m. fl. (2013): Guideline for opmåling af vandløb

Silkeborg Kommune

Opmåling af Gudenå 2020

Rapport om opmåling af strækningen fra Silkeborg til Tange Sø

08-07-2020

ORBICON | wsp

Silkeborg Kommune

Opmåling af Gudenå 2020

Rapport om opmåling af strækningen fra Silkeborg til Tange Sø

Kunde	Silkeborg Kommune Teknik og Miljø Søvej 1 8600 Silkeborg
Rådgiver	Orbicon WSP Jens Juuls Vej 16 8260 Viby
Projektnummer	1322000034
Dokument ID	Opmåling af Gudenå 2020_Afrapportering.docx
Projektleder	Christian Petersen
Databearbejdning og beregninger	Anders Lund Jensen Klaus Schlünsen
Kvalitetssikret af	Bjarne Moeslund
Godkendt af	Rasmus Bang
Version	1
Udgivet	08-07-2020

Indholdsfortegnelse

1. Indledning 5

2. Metode 6

2.1 Udvælgelse af tværprofiler 6

2.2 Tværprofilopmåling med GPS 7

2.3 Tværprofilopmåling med dronebåd 7

2.4 Opmåling af vandspejl 8

3. Resultater af opmålingen 9

3.1 Tværprofilopmåling med GPS 9

3.2 Tværprofilopmåling med dronebåd 11

3.3 Opmåling af vandspejl med drone 12

4. Betydning af profilændringer og grødevækst 13

4.1 Ændring af vandføringsevnen fra 2011 til 2020 13

4.2 Ændringer i bundniveau 1922-2020 13

4.3 Grødens betydning for vandstanden 14

5. Konklusion 15

Bilagsfortegnelse

Bilag 1 **1**
Sammenligning af tværprofiler 2011 og 2020

Bilag 2 **2**
Opmåling af grøde mellem Svostrup Bro og Tvilum Bro

Bilag 3 **3**
Opmåling af grøde mellem Nebelgårde og Alling Å

Bilag 4 **4**
Længdeprofil 2020 med beregnet og opmålt vandspejl

Bilag 5 **5**
Længdeprofil 2020 med betydning af profilændringer og antal tværprofiler

Bilag 6 **6**
Længdeprofil 2020 med opmålt bund i 1997 og 1922

Bilag 7 **7**
Længdeprofil med grøde mellem Nebelgårde og Alling Å

Bilag 8 **8**
Tværprofiler med fiktiv indsnævring og bundhævning ved Svostrup

Bilag 9 **9**
Længdeprofil med fiktiv indsnævring og bundhævning ved Svostrup

1. Indledning

Silkeborg Kommune har besluttet at lade gennemføre en opmåling af Gudenå på strækningen fra Ringvejsbroen i Silkeborg til Borre Å i den opstrøms ende af Tange Sø, svarende til den regulativmæssige strækning opstrøms Tange Sø, st. 0 – 20.849 m.

Opmålingen blev gennemført i perioden fra den 14. april til den 29. maj 2020. Opmålingen blev gennemført som bådopmåling med deltagelse af en gruppe på 3 personer bestående af 1 landmåler fra Orbicon/WSP samt 1 måleassistent og 1 bådfører udlånt af Randers Kommune.

På baggrund af opmålingen har Orbicon/WSP i denne rapport foretaget analyser og vurderinger af profilændringerne siden opmålingen af strækningen i 2011 og deres betydning for vandføringsevnen. I tillæg hertil er der foretaget vurderinger af de mulige årsager til de konstaterede forhøjede vandstande i Gudenåen i de senere år.

2. Metode

Orbicon/WSP's opmåling af Gudenåen i foråret 2020 blev gennemført efter de samme principper, som har ligget til grund for vandløbsopmåling i mere end 100 år, nemlig detaljerede tværprofilopmålinger med en tæthed, der under iagttagelse af vandløbets fysiske variation kan sammenstykkes til et retvisende billede af vandløbet i forhold til vandføringsevnen.

En opmålings evne til at kunne beskrive de faktiske forhold i vandløbet retvisende er et tilbagevendende tema i dialogen og til tider konflikten mellem lodsejere og vandløbsmyndigheder. I 2013 blev der derfor af flere kommuner, interessent- og brancheorganisationer og specialister på vandløbsområdet udarbejdet en fælles *Guideline for opmåling af vandløb*, som siden har fungeret som en form for dansk standard for vandløbsopmåling. Denne guideline beskriver en *traditionel opmåling af vandløb*, hvor der i vandløbet opmåles tværprofiler med en passende indbyrdes afstand, og hvor der bl.a. fastlægges forskrifter for måleudstyr og placering samt tæthed af tværprofiler og målepunkter. Orbicon/WSP's opmåling af Gudenåen i foråret 2020 er som udgangspunkt gennemført i fuld overensstemmelse med denne *Guideline for opmåling af vandløb*. Gudenåen kræver dog, på grund af dens størrelse, en særlig tilgang til både udvælgelse af placering af de enkelte tværprofiler, til den praktiske gennemførelse og til den efterfølgende kvalitetssikring af opmålingen, en tilgang der i meget vid udstrækning baserer sig på både erfaring og kendskab til Gudenåen.

2.1 Udvælgelse af tværprofiler

Standarderne for placering af tværprofiler bygger på erfaring med profilopmålingernes betydning for kvaliteten af de vandspejlsberegninger, der gennemføres i forbindelse med regulativer med bestemmelser om vandføringsevnen. Vandløb er imidlertid forskellige med hensyn til forhold, der spiller ind på vandføringsevnen, hvorfor kvaliteten af opmålingen beror på viden om de form- og faldforhold, som er af betydning for vandløbets vandføringsevne.

Der ligger en længere proces bag udvælgelsen og placeringen af tværprofilerne i 2020-opmålingen. På den ene side er det vigtigt, at der netop er nok profiler til at kunne redegøre for vandløbets skikkelse og beskrive vandføringsevnen retvisende, og på den anden side er det ressourcekrævende at opmåle profiler i et så stort vandløb, hvorfor der ikke skal opmåles flere profiler end nødvendigt.

Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø blev senest målt op i 2011. Alle tværprofilerne fra 2011 er blevet målt igen i 2020, hvorved det ved direkte sammenligning er muligt at vurdere Gudenåens formstabilitet, det vil sige vurdere, hvor meget Gudenåens skikkelse (fysiske form) har ændret sig i tidsrummet mellem de to opmålinger.

På grundlag af hydrauliske analyser på grundlag af 2011-opmålingen, gennemgang af luftfotos og opmåling af vandspejl med en flyvende drone, blev der forud for opmålingen i 2020 udpeget steder til opmåling af supplerende tværprofiler.

Der er i tillæg til tværprofilerne gennemført opmåling af alle fem broer på strækningen og målt tværprofiler ca. 10 meter før og efter bygværket i de enkelte broer. Der er ligeledes gennemført indmåling af eksisterende skalapæle og måling af bundkote og rørdimensioner af tilløb.

Der er i 2020-opmålingen opmålt i alt 165 tværprofiler på strækningen mellem Ringvejsbroen i Silkeborg og Borre Å i den øvre ende af Tange Sø, svarende til en gennemsnitlig afstand mellem tværprofilerne på ca. 130 m. Ved opmålingen i 2011 var den gennemsnitlige afstand mellem tværprofilerne ca. 200 m.

Inden målearbejdets gennemførelse blev der udarbejdet et oversigtskort over placeringen af de tværprofiler, der skulle måles op. Placeringen af tværprofiler blev derudover overført til landmålerens felt-tablet. Positionen for de 2011-tværprofiler, der blev genopmålt, blev ikke genfundet med GPS i felten, men derimod visuelt lokaliseret ved brug af oversigtskortet. Dette indebærer, at der ikke i alle tilfælde er foretaget genopmåling i præcist samme tværprofiler. Usikkerheden ved denne fremgangsmåde er dog meget begrænset i et vandløb som Gudenåen og beskrives nærmere i Afsnit 3.1.

2.2 Tværprofilopmåling med GPS

Der blev anvendt Leica differential-GPS-udstyr til opmålingen af Gudenå. På kortere strækninger medførte høj trævegetation langs Gudenåens bredder, at det ikke var muligt at modtage tilstrækkeligt nøjagtigt GPS-signal. På disse strækninger blev tværprofilerne i stedet opmålt ved anvendelse af Leica totalstation ud fra kendte fikspunkter.

Tværprofilopmålingen blev gennemført ved, at der blev spændt en stramt opspændt wire over vandløbet vinkelret på strømretningen, og langs denne blev bundkoten målt for hver ca. 0,5 meter. Hvert tværprofil blev opmålt med nulpunkt i venstre side af vandløbet svarende til niveauet af Trækstien. På højre side blev der målt til 1-2 m ud over kronekanten/brinkkanten. Det er generelt ikke prioriteret at måle den brede ådal op, da det vil være for tidskrævende at opnå en nøjagtighed, der er større end den, der kan opnås ved at beskrive forlængelsen af opmålte tværprofiler ved brug af den digitale højdemodel.

Opmålingsdata er efterfølgende bearbejdet i programmet VASP-GPS og importeret i programmet VASP. Opmålingen er leveret til Silkeborg Kommune i VASP-format (vex-fil), hvilket betyder, at tværprofilerne og andre opmålte punkter alle er geokodede. Ved opmålingen havde vandløbet omtrent samme længde som angivet i det gældende regulativ, men stationeringen for broer, skalapæle og tilløb afviger en anelse fra regulativstationeringen. I den leverede opmåling er stationeringen tilpasset stationeringen i regulativet.

2.3 Tværprofilopmåling med dronebåd

I forbindelse med opmålingen i 2020 blev to udvalgte strækninger af vandløbet samtidig opmålt med en M9-dronebåd, som ved hjælp af ekkolod scanner bunden. Denne opmålingsmetode giver brugbar information om bundens topografi og grødeforekomsterne. Ulempen ved denne metode i forhold til den traditionelle GPS-opmåling er, at der kræves en subjektiv tolkning af måledata. Specielt er der store udfordringer forbundet med vurderingerne af, hvad der er grøde og hvad der er fast/løs bund. Da de fleste danske vandløb, Gudenåen inklusive, er grøderige, er teknologien endnu langt fra at kunne erstatte den traditionelle GPS-opmåling. Den kan dog supplere en samtidig traditionel opmåling med information i forhold til grødens udbredelse og højde.

De to strækninger, hvor der er foretaget opmåling med M9-dronebåd, er Svostrup – Tvilum (St. 8.700 – 10.800) og Nebelgårde – Alling Å (St. 13.500 – 16.800). Opmålingerne er foretaget i de

tværprofiler, hvor der også er foretaget traditionel GPS-opmåling. Droneopmålingen af tværprofiler på de to strækninger er sammenlignet med de GPS-opmålte tværprofiler.

2.4 Opmåling af vandspejl

For at sikre, at den resulterende opmåling er fyldestgørende i henseende til en retvisende beskrivelse af vandløbets vandføringsevne, blev vandspejlet nivelleret i hvert tværprofil, så det målte vandspejl efterfølgende kan sammenholdes med det vandspejl, som kan beregnes på grundlag af de opmålte tværprofiler. Afvigelser kan betyde, at fysiske forhold af betydning for vandføringsevnen ikke er blevet opmålt tilstrækkelig detaljeret, det være sig ved f.eks. broer, stryg eller profilindsnævringer.

Opmålingen af Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø er foregået i løbet af 1,5 måned, hvorfor åens vandstand og vandføring har varieret i løbet af opmålingen. Derfor kan det vandspejl, som nivelleres i forbindelse med opmålingen af tværprofiler, ikke danne grundlag for en traditionel kontrol og kvalitetssikring af, om opmålingen er fyldestgørende.

Både som grundlag for planlægning af opmålingen og som grundlag for den efterfølgende kvalitetssikring af opmålingen mht. antal og placering af tværprofilerne, blev der d. 7. maj 2020 i samarbejde med DTU og firmaet Dronesystems gennemført en kortlægning af vandspejlet på strækningen fra Silkeborg Langsø til Tange Sø under anvendelse af en helt ny radarteknologi fra en flyvende drone. En sådan drone-opmåling kan gennemføres i løbet af så kort tid, at vandføringen kan antages at være konstant, hvorfor knæk på vandspejlet kan relateres til fysiske eller andre forhold i vandløbet. En sådan kortlægning af vandspejlet kan dermed give en indikation af, hvor tværprofiler bør placeres for at kunne beskrive de forhold, der afføder knæk på vandspejlet.

3. Resultater af opmålingen

3.1 Tværprofilopmåling med GPS

Med henblik på at belyse, hvorvidt der er sket en udvikling af vandløbsprofilet, er der foretaget en sammenligning af den nye opmåling i 2020 med 2011-opmålingen.

I Bilag 1 ses et samplot af tværprofilerne fra 2020-opmålingen og 2011-opmålingen. Vandspejlet på tværprofilerne er fra 2020-opmålingen og er gældende for opmålingsdagen. Vandspejlet er kun indtegnet mellem de afsatte kantmærker i vandløbsprofilet.

I Tabel 1 er oplistet en række forskelle, som er blevet konstateret ved gennemgangen af tværprofilerne. Nogle af forskellene gør sig også gældende i andre tværprofiler end de nævnte, men disse er udvalgt som repræsentative i forhold til at kunne forklare årsagerne.

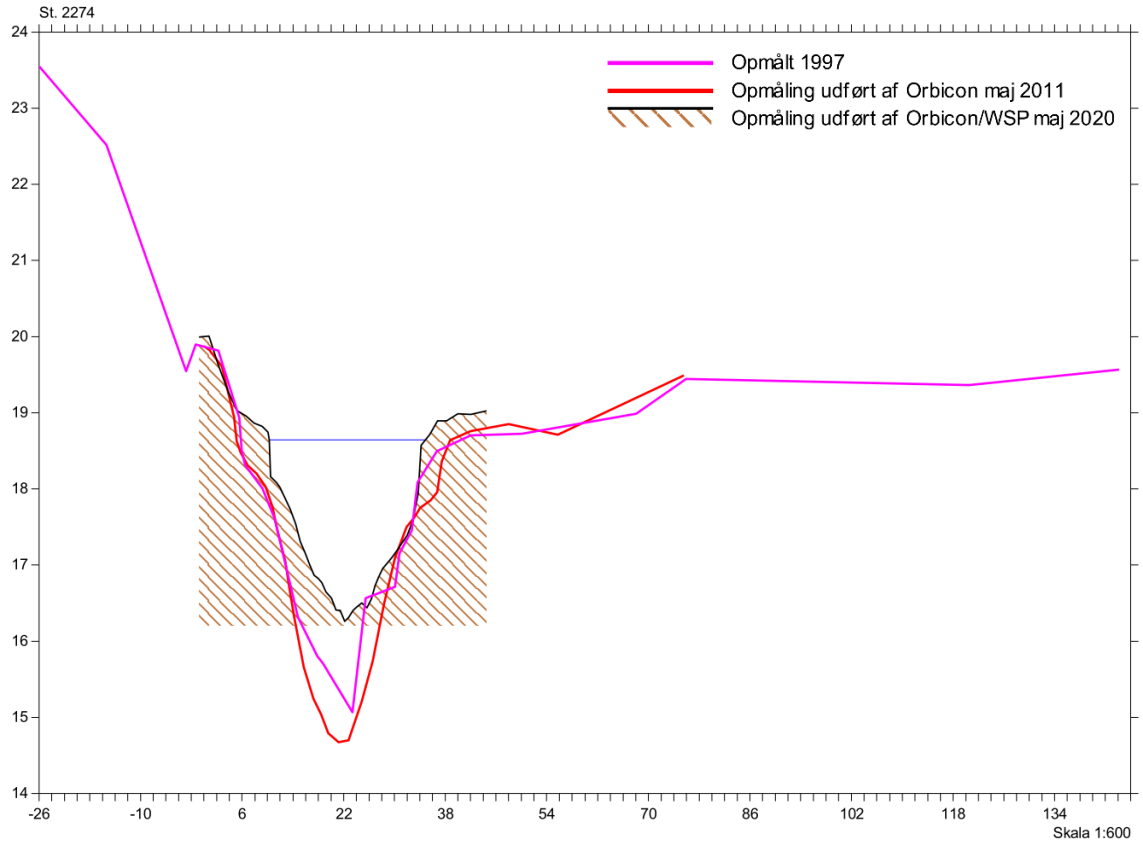
Tabel 1. Konstaterede forskelle mellem opmåling 2020 og 2011.

Tværprofil	Forhold
St. 2.274	Mulig aflejring af sediment siden 2011
St. 2.743	Mulig brinkfod i venstre side
St. 5.749	Terrænmæssig forhøjning i højre side
St. 6.019	Terrænmæssig forhøjning i højre side
St. 6.453	Afvigelser i profiludformning
St. 6.622	Afvigelser i profiludformning
St. 14.681	Ændringer på vandløbets bund

De observerede forskelle blev for nogles vedkommende undersøgt i forbindelse med kontrollen af grødeskæringen d. 24. juni 2020. Nedenfor forklares de observerede forskelle mellem opmålingen i 2020 og 2011. I Afsnit 4.1. redegøres for de vandføringsevnemæssige konsekvenser af de observerede forskelle.

St. 2.274

Tværprofilet i St. 2.274 m var i 2011 næsten 1,5 m dybere end i 2020, hvilket er en væsentlig forskel. Ved sammenligning med regulativopmålingen af Gudenåen i 1997, se Figur 1, viser det sig, at profilet i 1997 var i niveau med profilet i 2011. Det er således ikke usandsynligt, at forskellen mellem 2011 og 2020 kan skyldes aflejring af sediment i profilet.



Figur 1. Sammenligning af tværprofil i St. 2.274 m i år opmåling 2020, 2011 og 1997.

St. 2.743

Der er er en brinkfod i venstre side i 2020-opmålingen, der ikke blev observeret i 2011. Der er på strækningen omkring denne station meget tætte og veludviklede bevoksninger af tagrør. Disse har med de senere års forhøjede vandstande i åen fået forbedrede vækstbetingelser, og det er efter visuel undersøgelse af tværprofilet vurderingen, at den konstaterede ændring kan skyldes dannelse af en meget kompakt ”rodkage”. På grund af den kompakte struktur er det vanskeligt/umuligt at pejle den underliggende mineralske vandløbsbund. Dertil kommer, at fronten af ”rodkagen” er meget ujævn, hvorfor der ikke skal megen afvigelse mellem placeringen af de to profiler til, for at der registreres en forskel i profilformen.

St. 5.749 og 6.019

De senere års forhøjede vandstand i åen har bevirket en markant ændring af vækstbetingelserne for sumpvegetationen langs åens bredder. Hvor den tidligere var begrænset til en bræmme i profilet, vokser den nu mange steder langt ind på de vandløbsnære arealer. Foruden tagrør består denne sumpvegetation også af arter af dunhammer samt sø-kogleaks m.fl., og de danner alle, i lighed med tagrør, en tyk og kompakt ”rodkage”, dels i og dels oven på den faste, mineralske jordbund. Hertil kommer, at disse højere og kraftige sumpplanter hvert år aflejrer betydelige mængder døde plantedele i bunden af bevoksningerne. På grund af den kompakte struktur er det vanskeligt/umuligt at pejle den underliggende mineralske bund, hvorfor oversiden af ”rodkagen” og dens aflejringer af dødt plantemateriale registreres som terrænets overflade i sådanne bevoksninger. Fænomenet er vidt udbredt langs åen, men er særlig udtalt, hvor de ånære arealer ligger lavt i

forhold til åens vandspejl, og hvor der derfor er de bedste muligheder for udvikling af højtvoksende sumpvegetation på de ånære arealer.

Det kan for fuldstændighedens skyld nævnes, at denne af sumpvegetationen skabte terrænhævning er en naturlig respons på våde forhold, og den vil med tiden forårsage fortsatte hævninger, indtil der opstår en balance i forhold til de ændrede vandstandsforhold. Det skal også nævnes, at når vandstanden i sådanne organiske lag sænkes, så sker der sætninger som følge af mikrobiologisk omsætning af lagene, det vil sige sænkninger af terrænoverfladen.

St. 6.453 og 6.622

Ved eftersynet er der ikke fundet nogen forklaring på, hvorfor profilerne afviger fra hinanden på disse stationer. For alle observerede forskelle i tværprofiler gør det sig dog gældende, at de kan være resultater af, at tværprofilerne ikke er opmålt i eksakt samme position. Dette kan særligt give forskelle på strækninger, hvor vandløbet ændrer form, f.eks. ved indsnævringer og før og efter et høl (dybt parti i sving). Selvom Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø overordnet set har vist sig at være meget formstabil over tid, så er den også meget formvariabel, både på langs og på tværs. Det betyder, at selv to tætliggende tværprofiler vil kunne udvise forskelle, som, med det foreliggende kendskab til åen, blot må karakteriseres som naturlige.

St. 14.681

I forbindelse med kontrollen af grødeskæringen den 24. juni blev der foretaget en grundig undersøgelse af de mulige årsager til de konstaterede forskelle i dette tværprofil. Der er på strækningen omkring tværprofilet konstateret forekomst af mellemstore sten på bunden, og det er vurderingen, at disse kan være årsagen til forskellene, idet der ikke har kunnet konstateres andre forhold, der kan forklare disse. Forekomsten af sten indikerer ligeledes, at det ikke er sandsynligt, at der vil aflejres sand på denne strækning.

3.2 Tværprofilopmåling med dronebåd

På strækningerne Svostrup – Tvilum (d. 15. april 2020) og Nebelgårde – Alling Å (d. 5. maj 2020) blev der foretaget supplerende opmåling af tværprofiler med ekkolod (M9-dronebåd). Strækningerne var udvalgt ud fra tidligere konstateringer af, at grøden her er særlig veludviklet og tætvoksende.

I Bilag 2 og 3 er vist samplot af GPS-opmålte tværprofiler og M9-opmålte tværprofiler på de to strækninger. Der er både vist rådata og udtyndende data fra M9-dronebåden for at illustrere den effekt, grøden har på opmålingsresultatet.

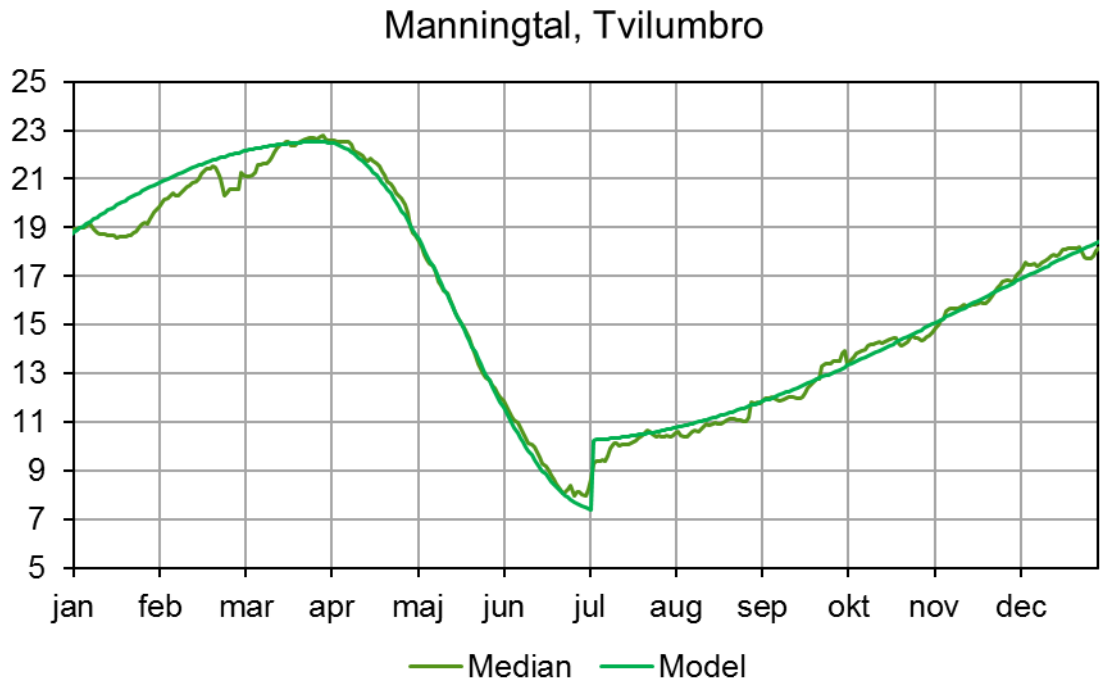
Droneopmålingerne bekræfter med stor tydelighed, at der er meget grøde i Gudenåen på netop disse to strækninger, særlig mellem Nebelgårde og Alling Å. Det forhold, at der er registreret mere grøde på denne strækning end på strækningen Svostrup – Tvilum, kan dog også skyldes, at droneopmålingen mellem Nebelgårde og Alling Å blev foretaget 20 dage senere end mellem Svostrup og Tvilum, idet der i den mellemliggende periode må formodes at være sket en markant stigning i grødens vækst. Ved kontrollen af grødeskæringen den 24. juni var der ingen synlige forskelle i grødens udvikling mellem de to strækninger, og der er derfor ingen grund til at antage, at der er grundlæggende forskelle mellem de to strækningers grødetilstand.

Resultaterne bekræfter, at det ikke med droneopmåling er muligt at skelne mellem den faste bund og overfladen af grøden. Droneopmåling kan derfor ikke erstatte traditionel opmåling for så vidt angår beskrivelse af det fysiske profil, men kan i modsætning til den traditionelle opmåling kortlægge den vertikale udbredelse af grøden. Til sammen kan de to opmålinger til gengæld give et mere detaljeret billede af forholdene i profilet, end de to typer opmålinger kan hver for sig.

3.3 Opmåling af vandspejl med drone

Det drone-opmålte vandspejl i Gudenå d. 7. maj 2020 er vist på længdeprofilet i Bilag 4. Afstrømningen i Gudenåen var denne dag relativt stabil på hele den opmålte strækning (11 l/s/km^2), hvilket muliggør direkte sammenligning af det opmålte vandspejl med det beregnede vandspejl. Vandspejlsberegningerne er udført på grundlag af de opmålte tværprofiler fra 2020 henholdsvis 2011. Der er anvendt et fast Manningtal på 17 på hele strækningen, svarende til medianværdien for de seneste 8 års Manningtal primo maj ved Tvilum, se Figur 2. De beregnede vandspejl fremgår ligeledes af Bilag 4. Forskellen mellem de to modelberegnede vandspejle er diskuteret i Afsnit 4.1.

Det fremgår af beregningerne, at der på særligt to strækninger er stor forskel mellem de beregnede vandspejle og det droneopmålte vandspejl d. 7. maj 2020. Det drejer sig om strækningerne St. 5.000 – 12.000 og St. 14.000 – 17.000, det vil sige også de to delstrækninger, hvor der er konstateret meget tæt og veludviklet grøde i forbindelse med M9-droneopmålingen. Forskellen mellem det beregnede vandspejl og det opmålte vandspejl er diskuteret i Afsnit 4.3.



Figur 2. Årsvariation for Manningtal (median og model) for Gudenåen ved Tvilum. Grødeskæringen ligger primo juli.

4. Betydning af profilændringer og grødevækst

4.1 Ændring af vandføringsevnen fra 2011 til 2020

De konstaterede profilændringer på strækningen, se Afsnit 3.1, betyder en mindre beregnet vandføringsevne, udtrykt som en lidt højere vandstand i 2020 end i 2011 ved samme vandføring. Ved hjælp af sammenlignende vandspejlsberegninger er det muligt at beregne ændring i vandføringsevne fra 2011 til 2020 som følge af profilændringer.

Ved de sammenlignende vandspejlsberegninger anvendes en afstrømning på 11 l/s/km^2 og et Manningtal på 17, der omtrentligt giver et vandspejl svarende til brinkfyldt vandløbsprofil. Indledningsvis er der foretaget en frasortering af de tværprofiler fra 2020-opmålingen, der ikke blev opmålt i 2011, så sammenligningen foretages på samme grundlag. Det vil således ikke være retvisende at benytte alle tværprofiler fra 2020-opmålingen til at vurdere ændring i vandføringsevne fra 2011 til 2020, da det ikke vides, hvordan de nye tværprofiler i 2020 så ud i 2011.

Resultatet af de sammenlignende vandspejlsberegninger er vist i Bilag 5. Det grønne differenceplot angiver ændringen af vandføringsevnen som følge af de profilmæssige ændringer fra 2011 til 2020, angivet som cm forhøjet vandstand. Det fremgår heraf, at forskellen er maksimalt 7 cm mellem St. 14.000 og St. 15.000. Netop på denne strækning blev der jf. Afsnit 3.1 konstateret bundhævning i perioden fra 2011 til 2020, som ved visuel gennemgang dog ikke vurderes at skyldes aflejring af sand.

Effekten af at supplere med ekstra tværprofiler i 2020-opmålingen i forhold til 2011-opmålingen er vist med blåt differenceplot i Bilag 5. De supplerende tværprofiler bidrager til en mere fyldestgørende og retvisende fysisk beskrivelse af Gudenåen på strækningen. På flere strækninger viser vandspejlsberegninger under anvendelse af de supplerende tværprofiler op til 10 cm højere vandstand, sammenlignet med beregninger på grundlag alene af de i 2020 genopmålte profiler fra 2011-opmålingen.

Som det fremgår af det blå differenceplot i Bilag 5, er effekten af de supplerende tværprofiler på det beregnede vandspejl generelt lille, om end varierende fra -5 cm til + 10 cm. De supplerende profiler giver således nogle steder en lavere beregnet vandstand, mens de andre steder giver en højere vandstand. Selvom de supplerende profiler således har givet et mere detaljeret billede af vandstandsforholdene, er der tale om små ændringer, set i forhold til den forhøjelse af vandstanden, der er registreret i de senere år. Opmåling af de supplerende profiler i 2020 kan dermed ikke bekræfte antagelser om, at profilændringer (indsnævringer og bundhævninger) har betydende andel i de forhøjede vandstande, der er registreret i de senere år.

4.2 Ændringer i bundniveau 1922-2020

Den seneste opmåling af Gudenåen blev, som tidligere nævnt, udført i 2011. Derudover blev Gudenåen opmålt i 1997 i forbindelse med udarbejdelsen af det gældende regulativ fra 2000. Der blev foretaget opmåling af bygværker og tilløb i både 2011 og 1997.

Desuden foreligger der en opmåling fra 1922 af strækningen fra St. 0 til St. 18.300 (opstrøms Kongensbro). Tværprofiler er i denne opmåling opmålt med en tæthed på ca. 100 – 300 m, men der er ikke opmålt bygværker eller tilløb.

Der er udtegnet et længdeprofil med samplot af det dybeste punkt i tværprofilerne for den nye opmåling fra 2020 og opmålingerne fra henholdsvis 1997 og 1922, se Bilag 6.

Det fremgår af længdeprofilet, at Gudenåens bundniveau overordnet set er meget stabilt. Umiddelbart nedstrøms Ringvejsbroen, ca. St. 1.000 – 3.000, ser det dog ud til, at der er sket en bundhævning fra 1997 til 2020. Bunden i 1922 lå dog i samme niveau som i 2020.

4.3 Grødens betydning for vandstanden

Ved sammenligning af opmålt vandspejl med beregnet vandspejl ved et fast Manningtal på 17, jf. Afsnit 3.3, kan det anskueliggøres, hvordan ruheden i forhold til vandets frie løb varierer. Hvis ruheden var den samme på hele strækningen, ville der være en konstant forskel mellem det opmålte og det med Manningtal 17 beregnede vandspejl. Hvis forskellen varierer, er det udtryk for, at den varierende ruhed på strækningen altovervejende skyldes grøde og ikke indsnævringer eller bundhævninger i profilet. For at illustrere dette er der udført to beregninger:

Eftervisning af grødens effekt på vandstand:
På strækningen Nebelgårde – Alling Å er de GPS-opmålte tværprofiler i opmålingen fra 2020 udskiftet med de droneopmålte tværprofiler, hvori gennemstrømningsarealet er reduceret pga. stor grødevækst. Der er efterfølgende udført en vandspejlsberegning med det modificerede længdeprofil ved en afstrømning på 11 l/s/km^2 og et Manningtal på 17 svarende til en antagelse om, at der ikke strømmer vand gennem grøden. De indlagte tværprofiler med grøde kan med stor nøjagtighed forklare den forhøjede vandstand på strækningen, se længdeprofil med beregnet og målt vandspejl på Bilag 7. Det vil sige, at denne tætte grøde på strækningen har en effekt på vandføringsevnen, der er større end hvad der svarer til Manningtal 17. Eller sagt på en anden måde, så skulle der ved vandspejlsberegningerne på grundlag af opmålingen i 2020 anvendes et mindre Manningtal end 17, for på denne strækning at nå op på det faktisk målte vandspejl. Dermed er det vist, at den altovervejende årsag til, at der i 2020 er forhøjede vandstande i åen, på nogle strækninger tilmed mere forhøjede vandstande end på andre, er den mere veludviklede og tætvoksende grøde. Disse beregninger bekræfter dermed rigtigheden af de observationer af stedvis særlig veludviklet grøde, som er gjort ved flere lejligheder, og de antagelser om særlig veludviklet, overvintrende grøde, der er gjort om årsagen til stedvise overskridelser af regulativets kravkoter.

Analyse af mulig effekt af indsnævring og bundhævning:
Det har været påpeget, at profilet nedstrøms Svostrup Bro er indsnævret i en grad, så det må formodes at forringe vandføringsevnen og bevirke forhøjet vandstand.

Til belysning af dette mulige problem er der i opmålingen fra 2020, nedstrøms Svostrup, indlagt en fiktiv og meget markant indsnævring og bundhævning på en 500 m lang strækning, se tværprofiler i Bilag 8. Der er efterfølgende udført en vandspejlsberegning med det således modificerede profil ved benyttelse af en afstrømning på 11 l/s/km^2 og et Manningtal på 17.

Den indlagte indsnævring og bundhævning kan isoleret set forklare den forhøjede vandstand ved Svostrup Kro, se længdeprofil med beregnet og målt vandspejl på Bilag 9. Det er imidlertid ikke muligt at overse en indsnævring af denne størrelse i forbindelse med opmålingsarbejdet. Indsnævring og bundhævning kan derfor udelukkes som årsag til den forhøjede vandstand ved Svostrup Kro, mens denne, i overensstemmelse med gentagne konstateringer af meget stor tæthed af grøde på strækningen, må tilskrives grøden og dermed lave Manningtal på strækningen.

5. Konklusion

Sammenligning af 2020-opmålingen med 2011-opmålingen viser en meget høj grad af overensstemmelse, hvilket ses som en bekræftelse af opfattelsen af Gudenåen som et meget formstabilt vandløb.

Dermed udelukker 2020-opmålingen ved direkte sammenligning med 2011-opmålingen profilforandringer og aflejringer som de primære årsager til de forhøjede vandstande, der har kunnet registreres i de senere år.

Sammenlignende vandspejlsberegninger på grundlag af de to opmålinger bekræfter sammenligningen af de fysiske profiler ved de to opmålinger og viser, at kun en lille brøkdel af den forhøjede vandstand, der er registreret i de senere år, kan tilskrives profilforandringer i perioden 2011-2020. Betydende aflejringer og profilforandringer er ikke identificeret gennem opmålingen i 2020. På baggrund af opmålingen kan det derfor afvises, at der optræder aflejringer, der medfører overskridelser af regulativets kravkoter, som kan udløse oprensning efter regulativets bestemmelser på den opmålte strækning af Gudenåen.

Tilbage står grøden og grødeudviklingen som den primære og eneste betydende årsag til de forhøjede vandstande. Der er med dronebådsopmålinger tilvejebragt data, der viser forekomsten af grøde direkte, tilmed så tidligt i vækstperioden, at der for en stor dels vedkommende er tale om overvintrende grøde. De tilvejebragte data udpeger, når de lægges til grund for vandspejlsberegninger, grøden som den enkeltfaktor, der i langt højere grad end profilændringer er den primære årsag til de forhøjede vandstande, der har kunnet registreres i de senere år.

De beregninger og analyser, der har kunnet gennemføres på grundlag af opmålingerne i 2020 og 2011, viser og dokumenterer dermed samlet set, at grøden er den helt afgørende årsag til de forhøjede vandstande på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø. Beregningerne bekræfter dermed de observationer af grøden som værende meget tæt og veludviklet, der er gjort både i vækstperioden og i vinterperioden.

Gudenå OS Tange Sø

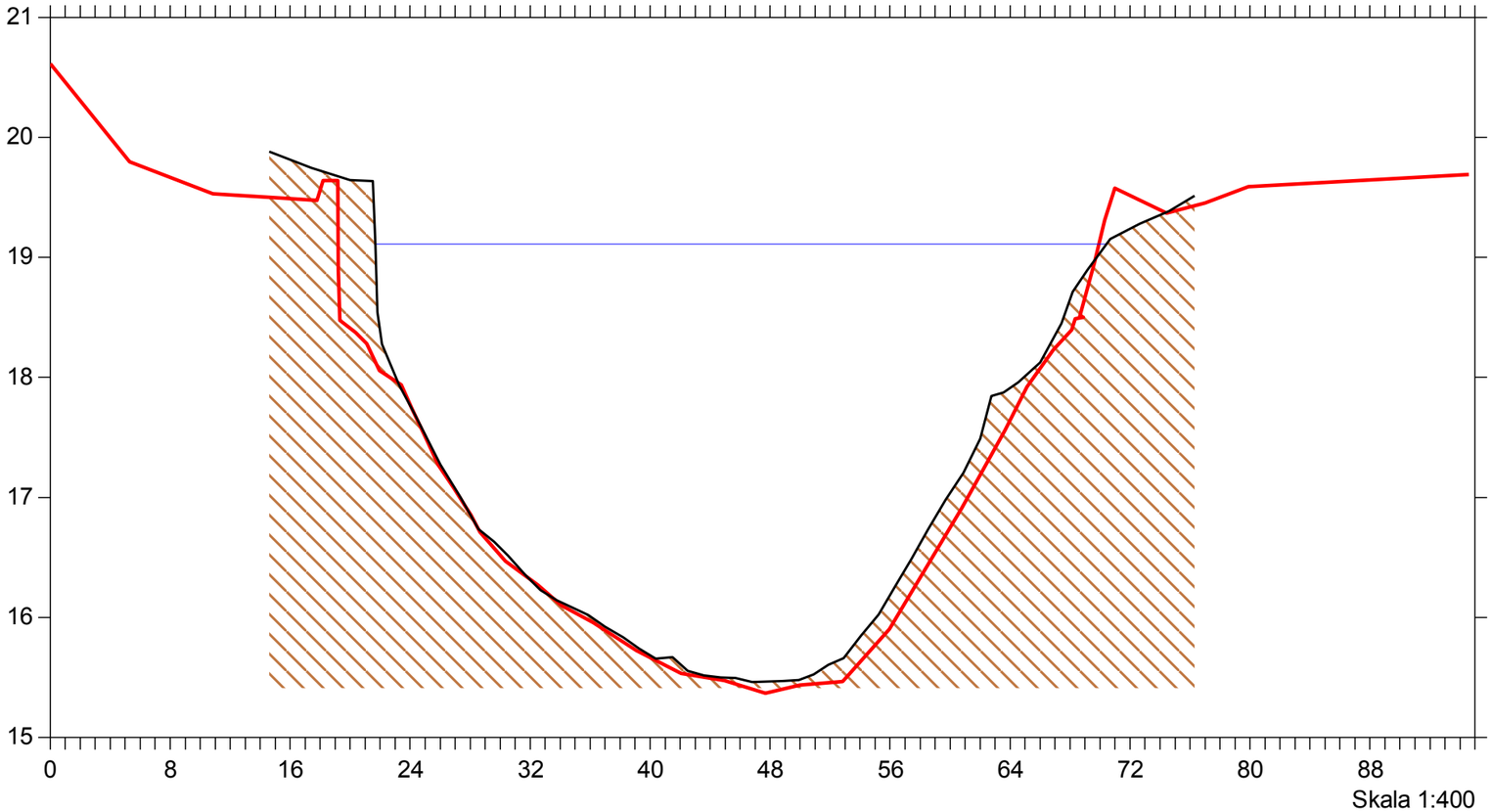
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 139



Gudenå OS Tange Sø

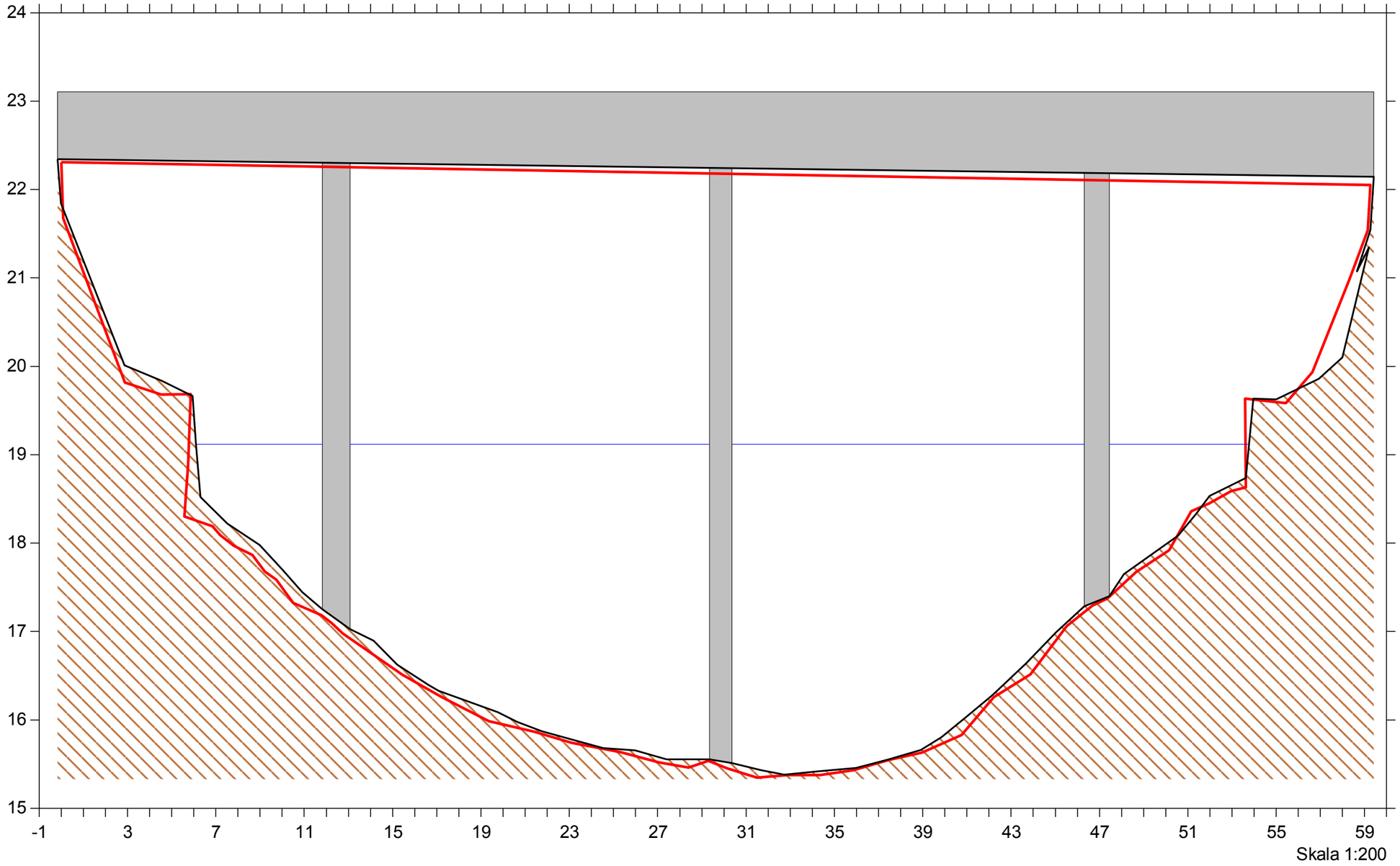
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 152



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

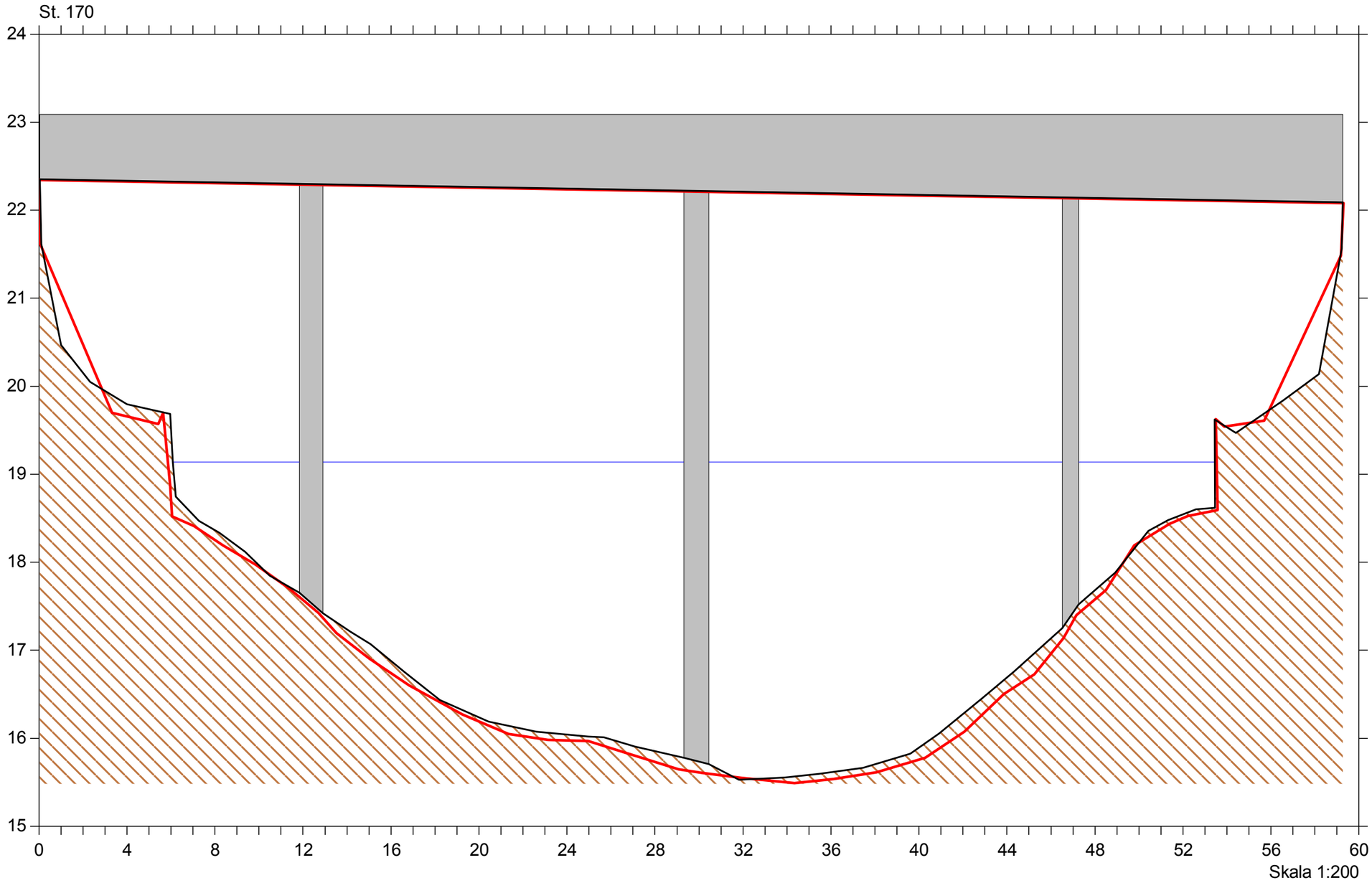
Gudenå OS Tange Sø

Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020



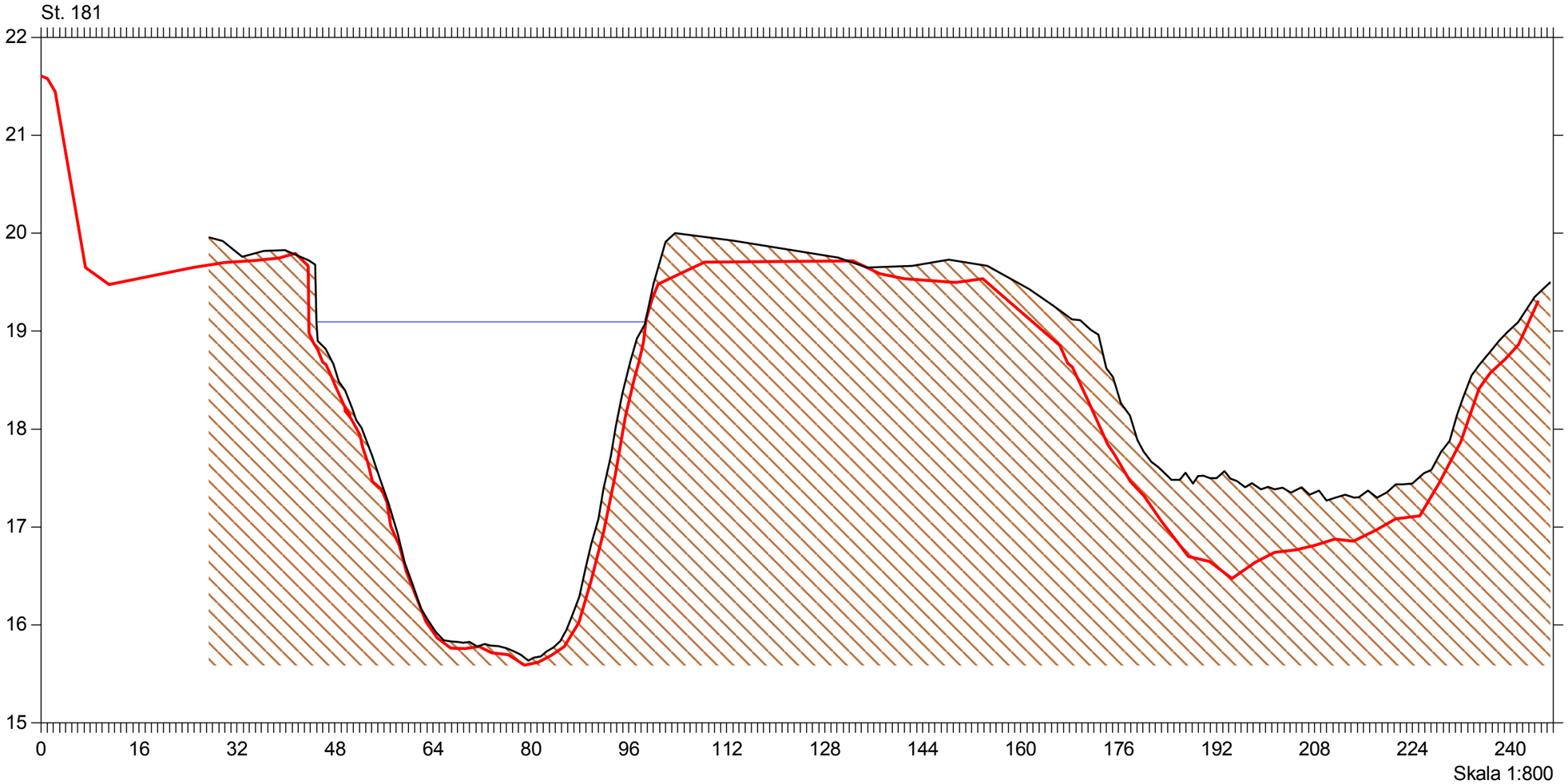
Gudenå OS Tange Sø

Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020



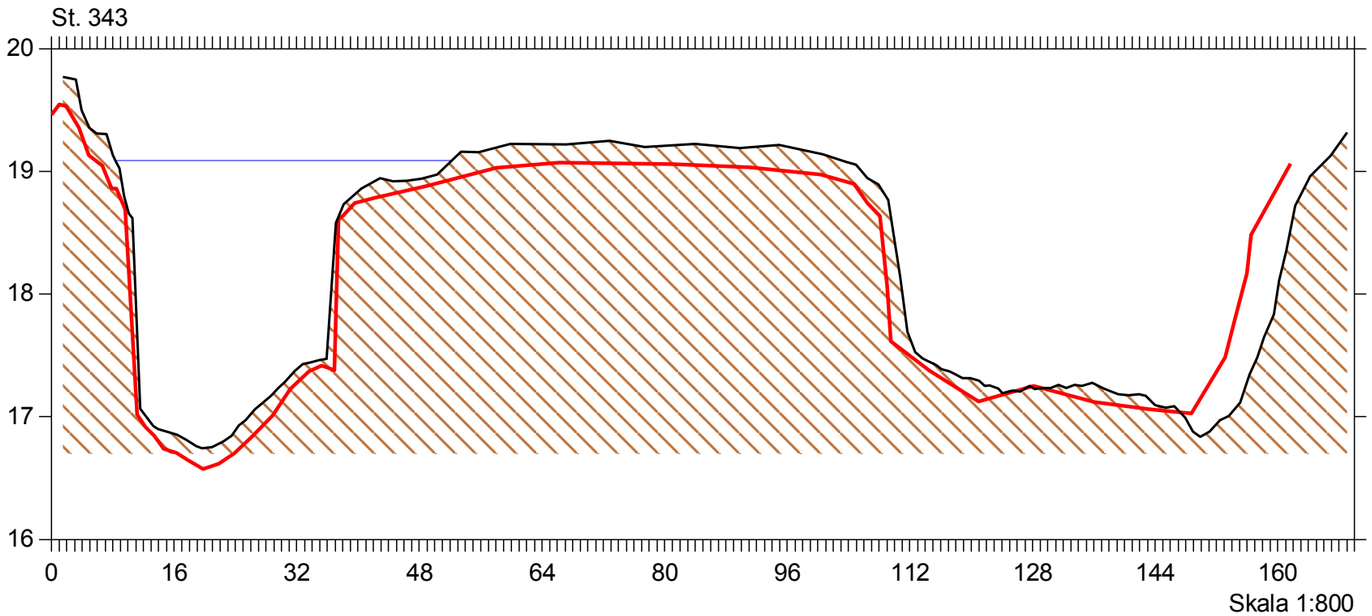
Gudenå OS Tange Sø

Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020



Gudenå OS Tange Sø

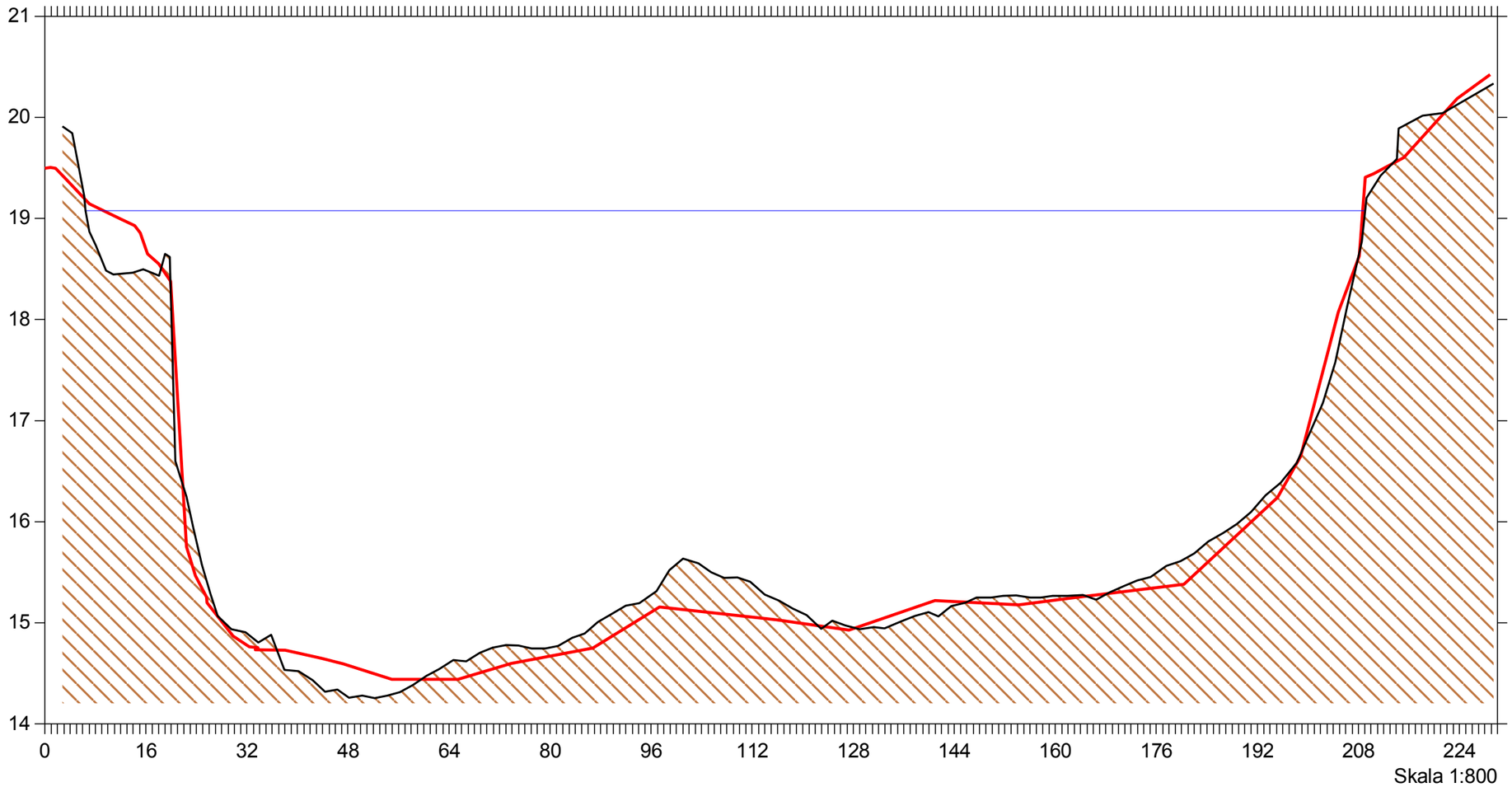
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 591



Gudenå OS Tange Sø

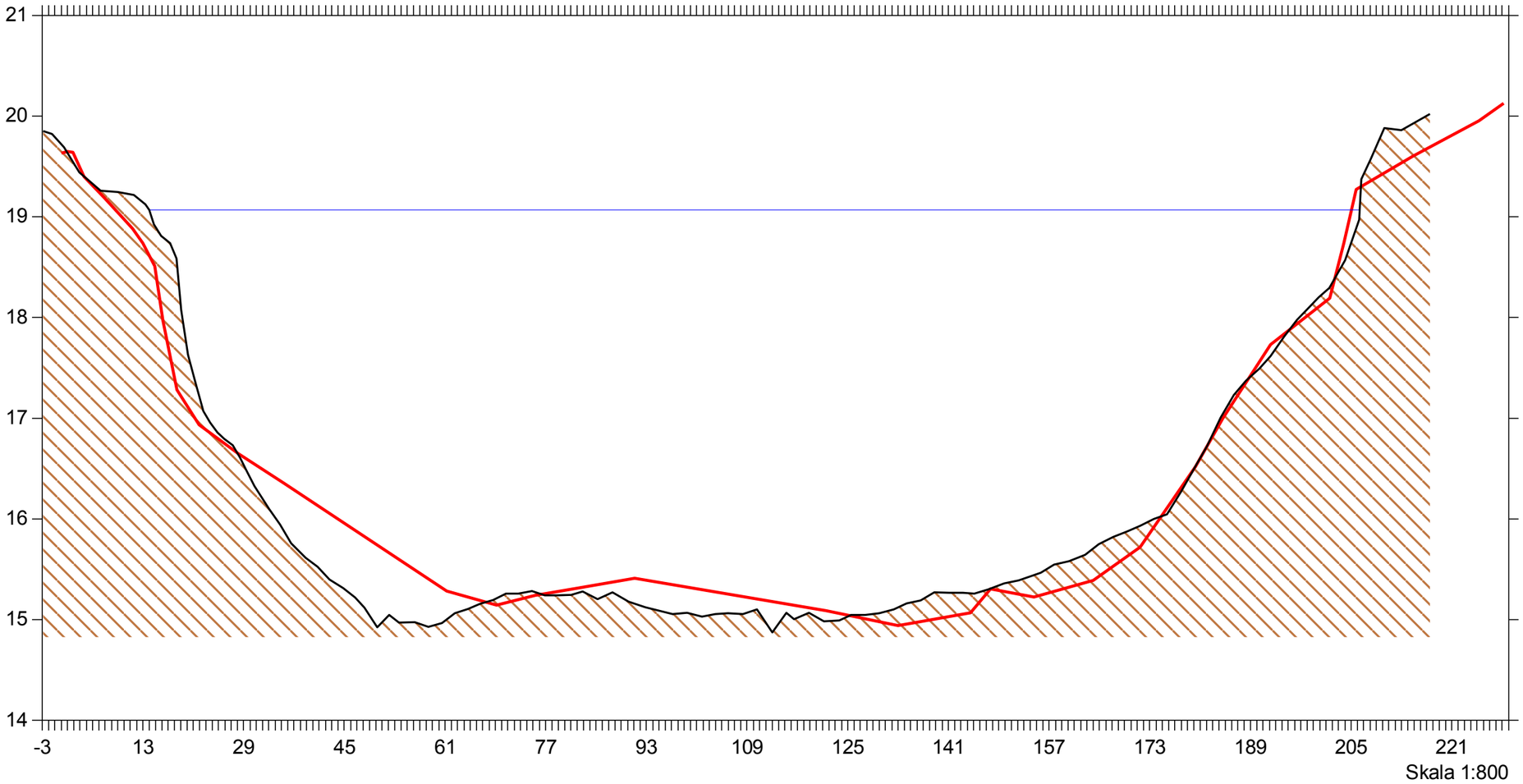
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 751



Gudenå OS Tange Sø

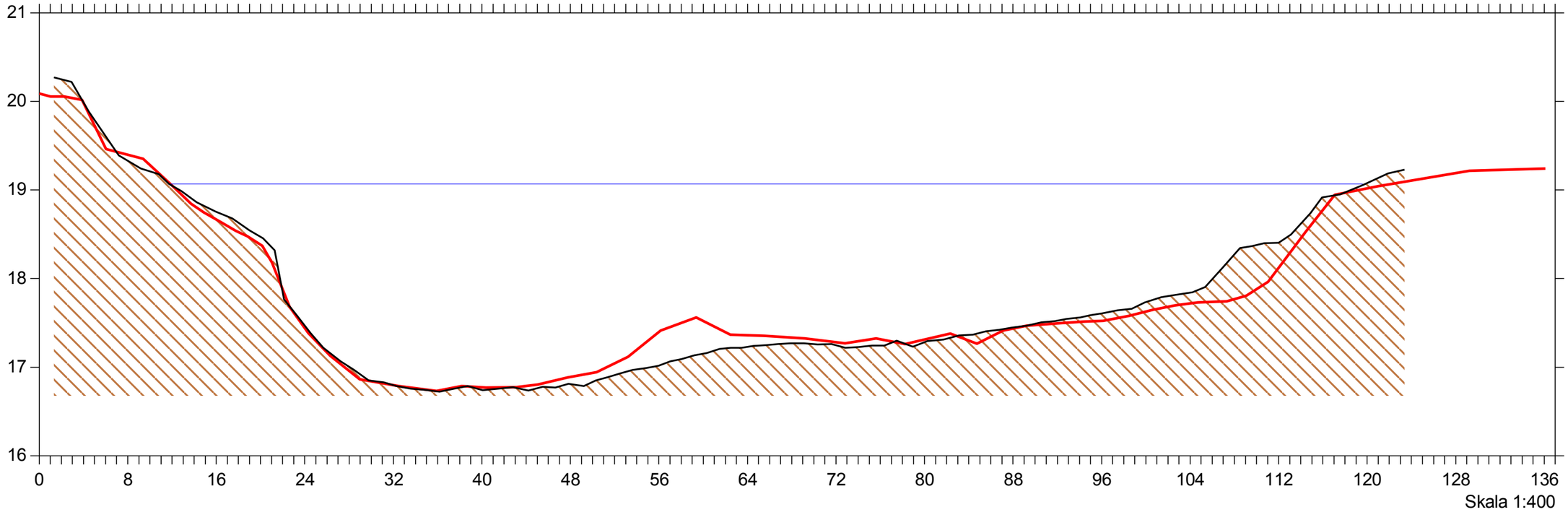
Bilag 1

Opmåling 2020

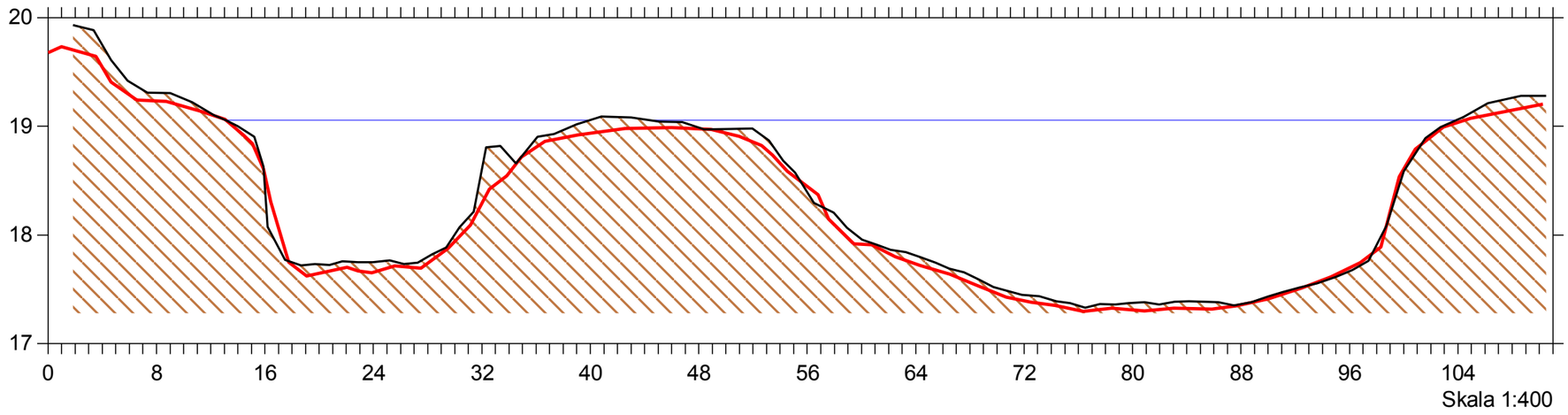
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 986



St. 1057



Gudenå OS Tange Sø

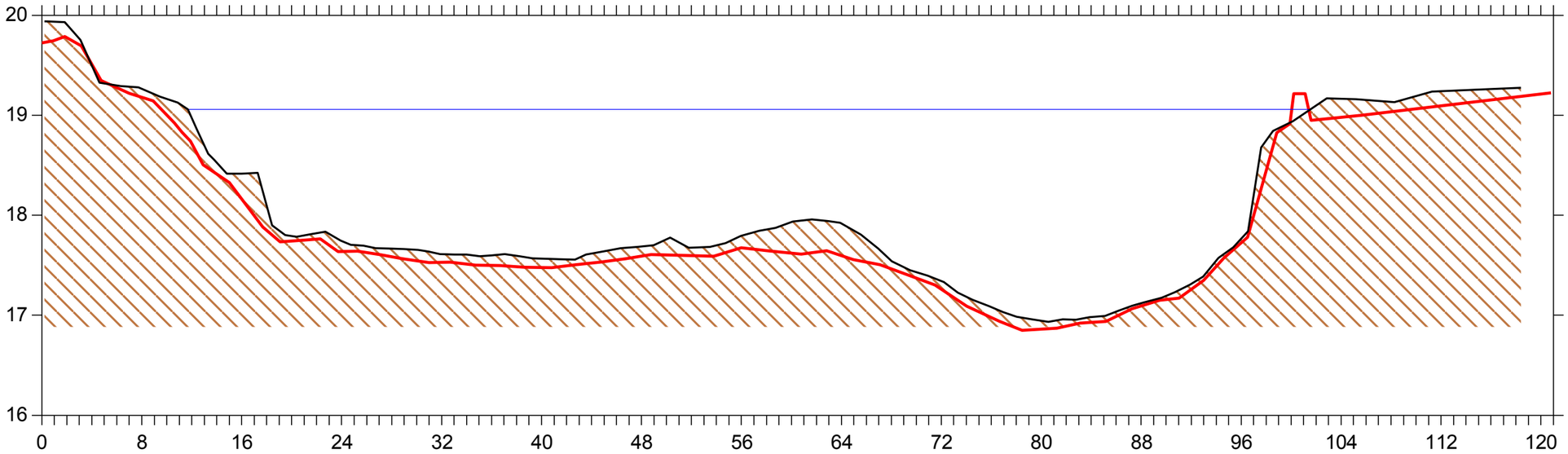
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 1154



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

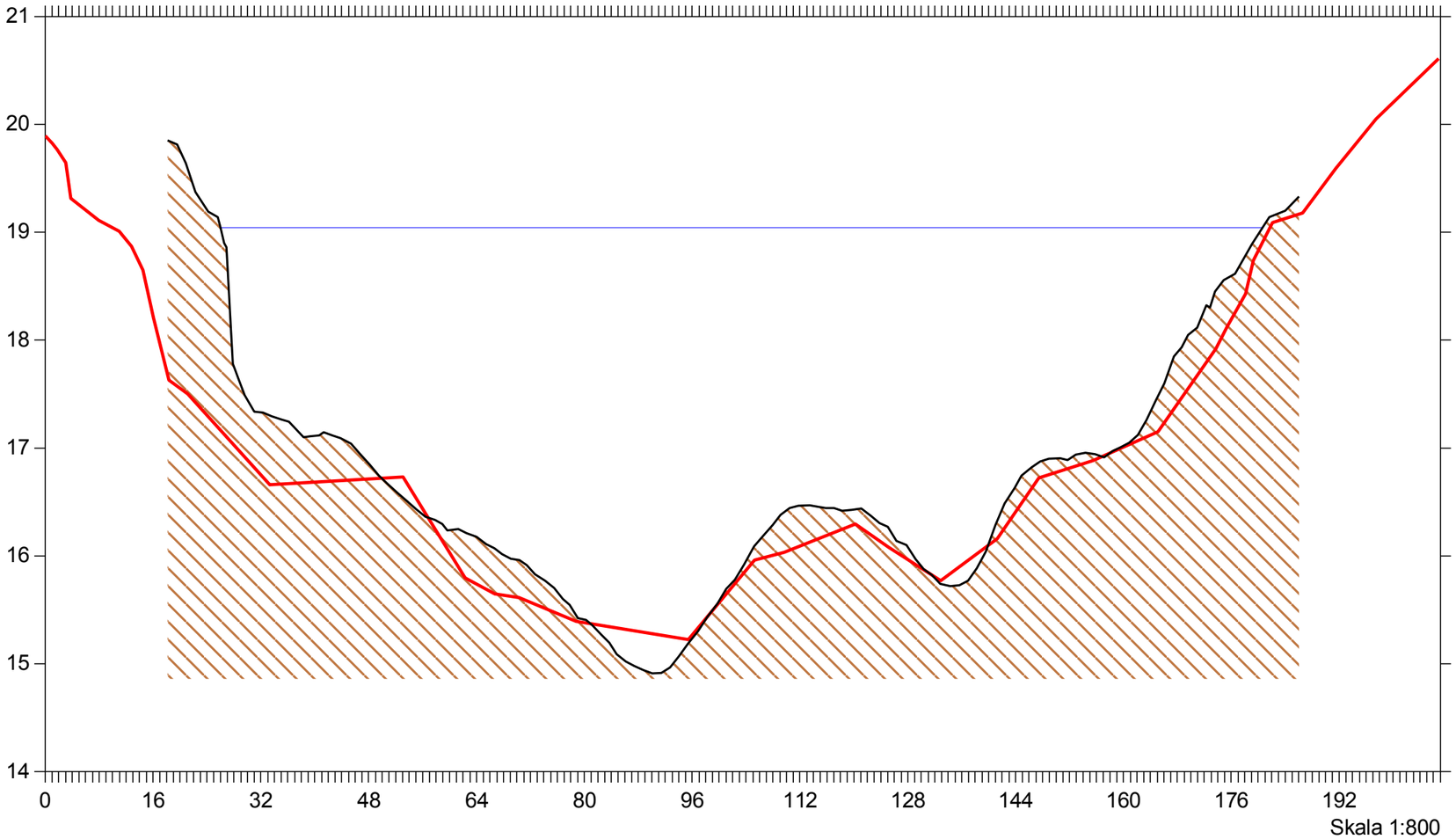
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 1245



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

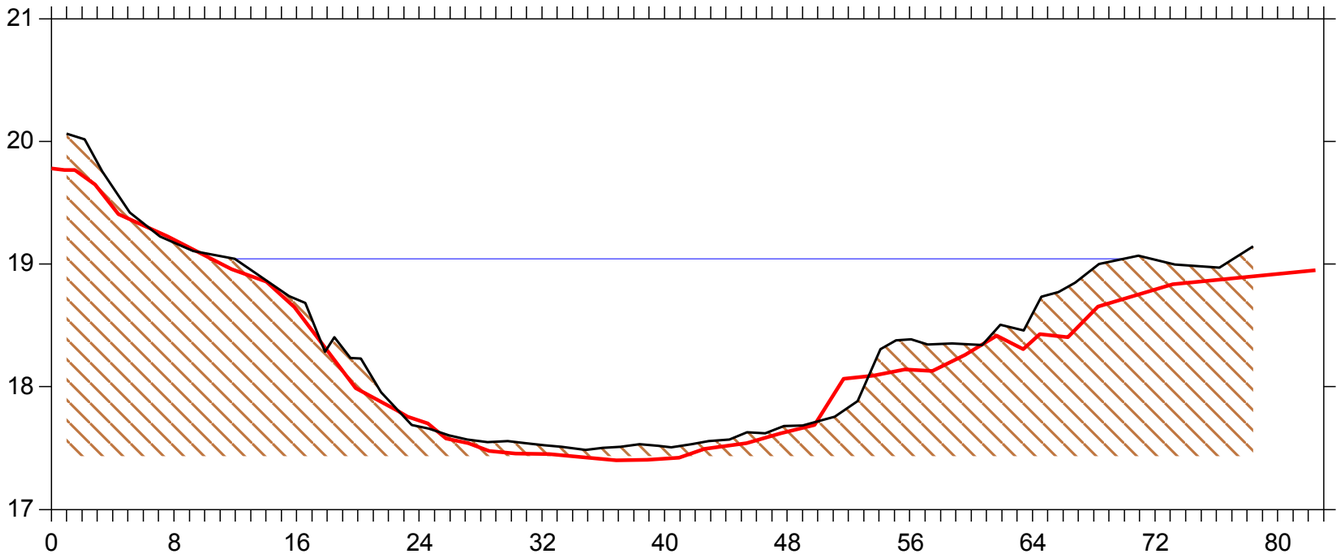
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

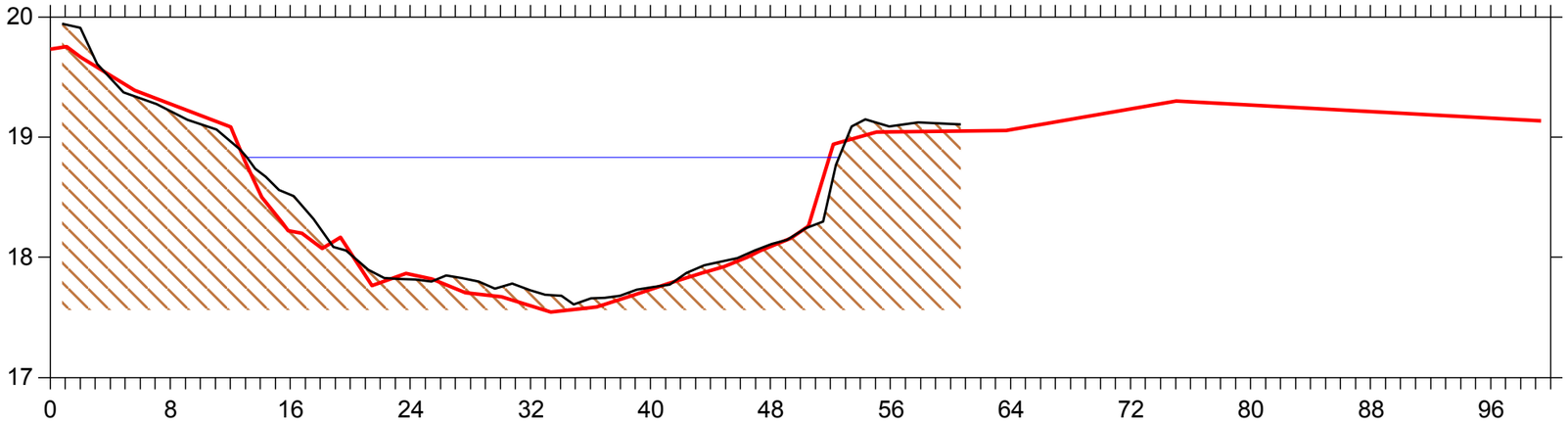
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 1372



Skala 1:400

St. 1605



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

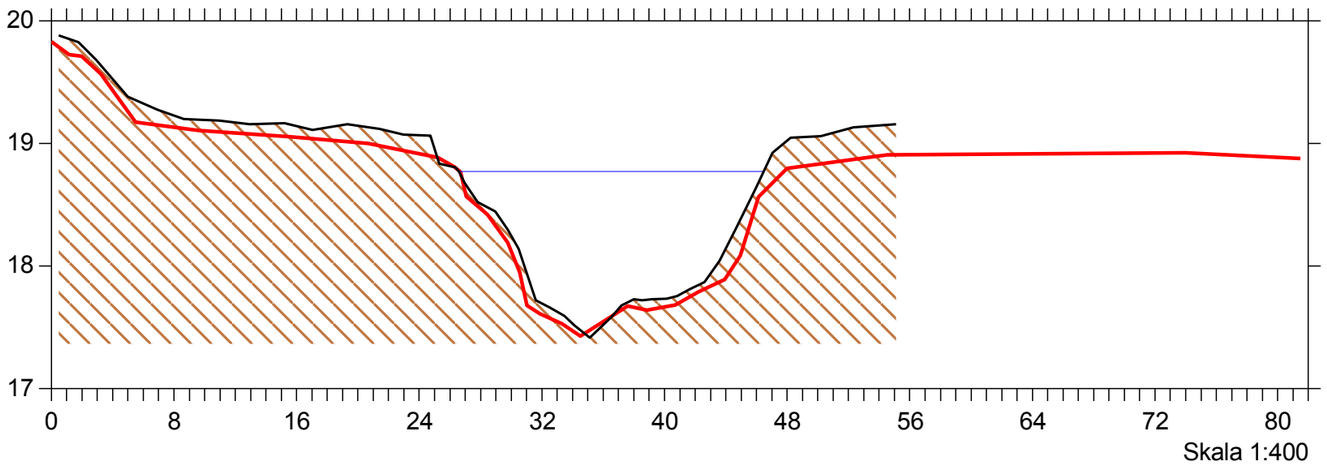
Bilag 1

Opmåling 2020

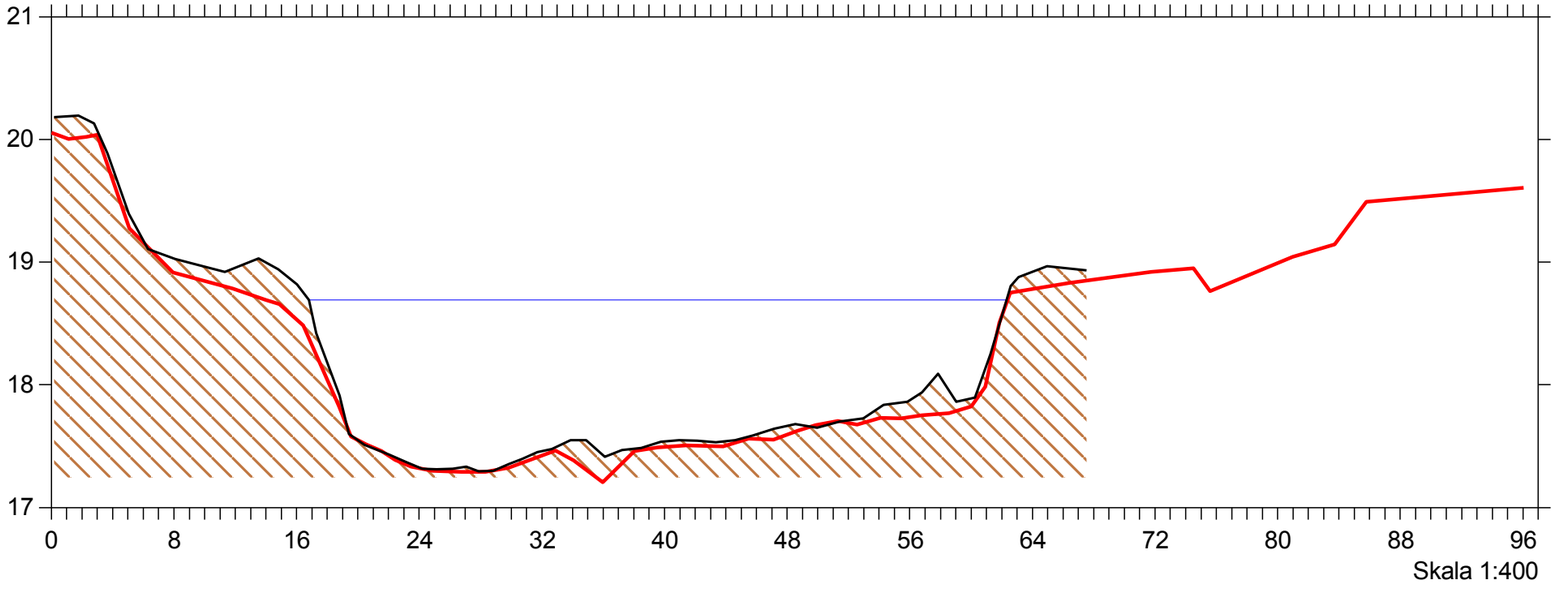
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 1793



St. 2107



Gudenå OS Tange Sø

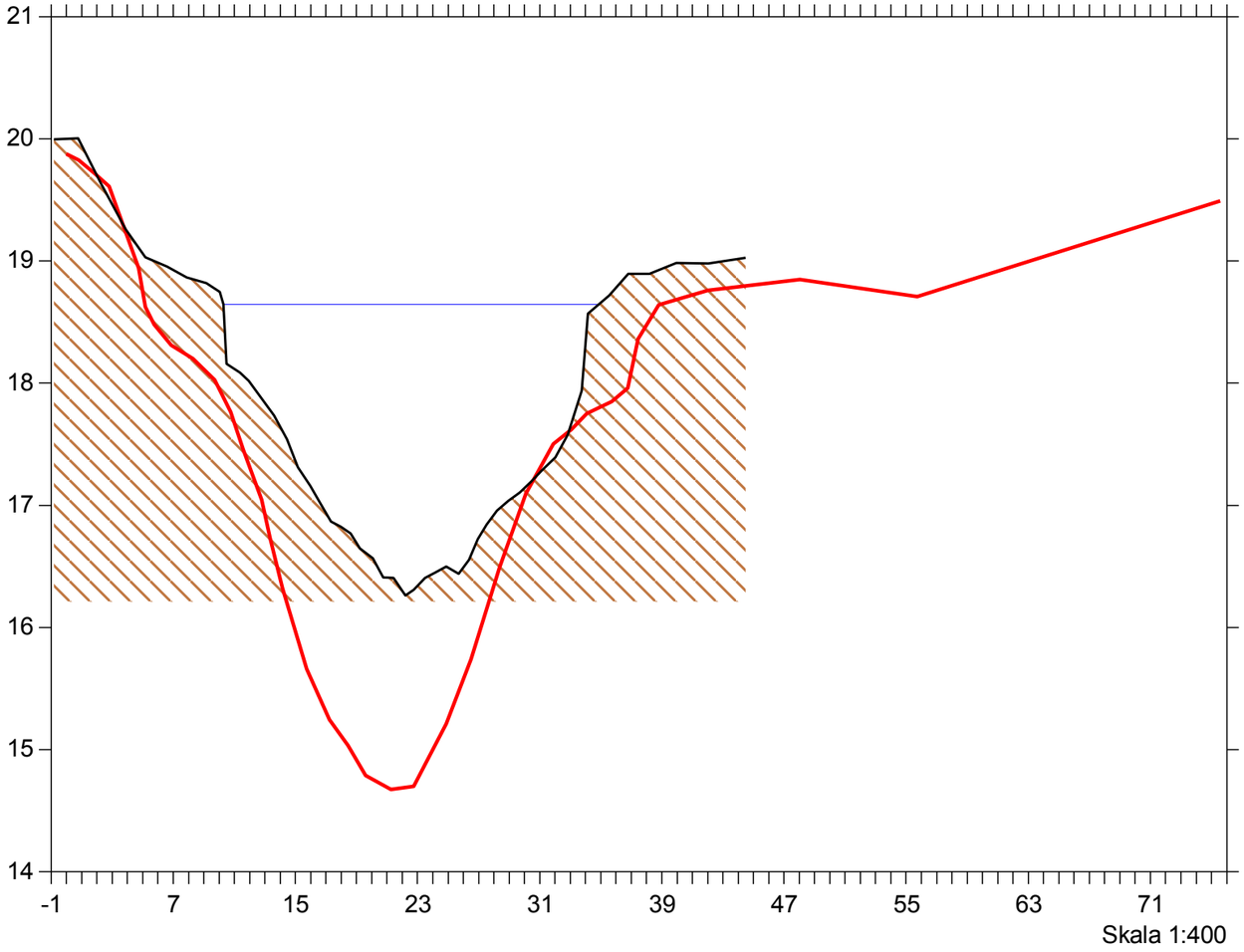
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 2274



Gudenå OS Tange Sø

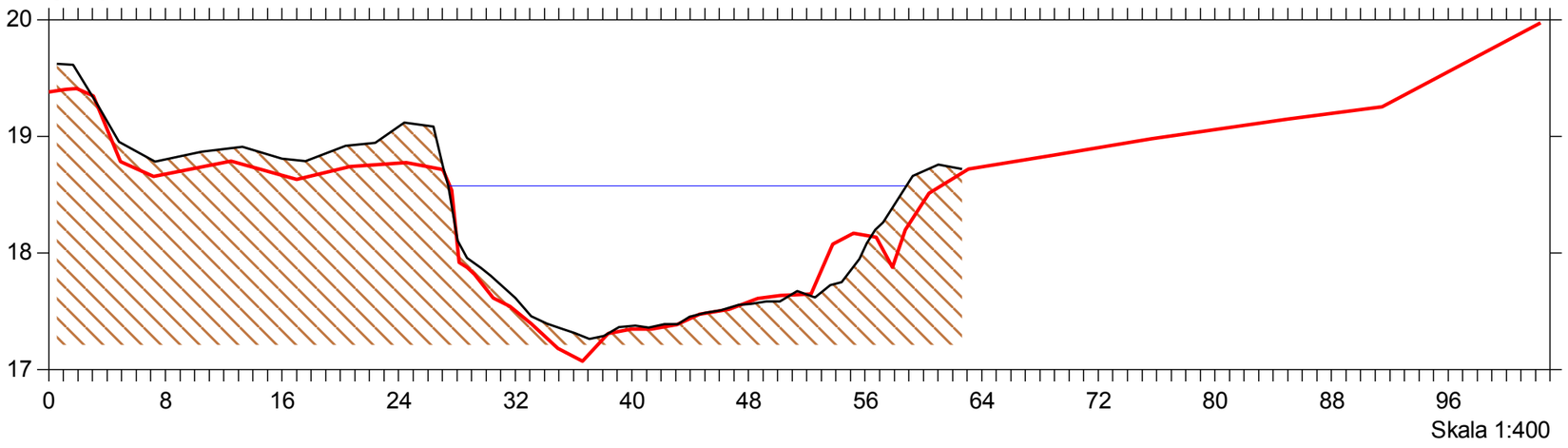
Bilag 1

Opmåling 2020

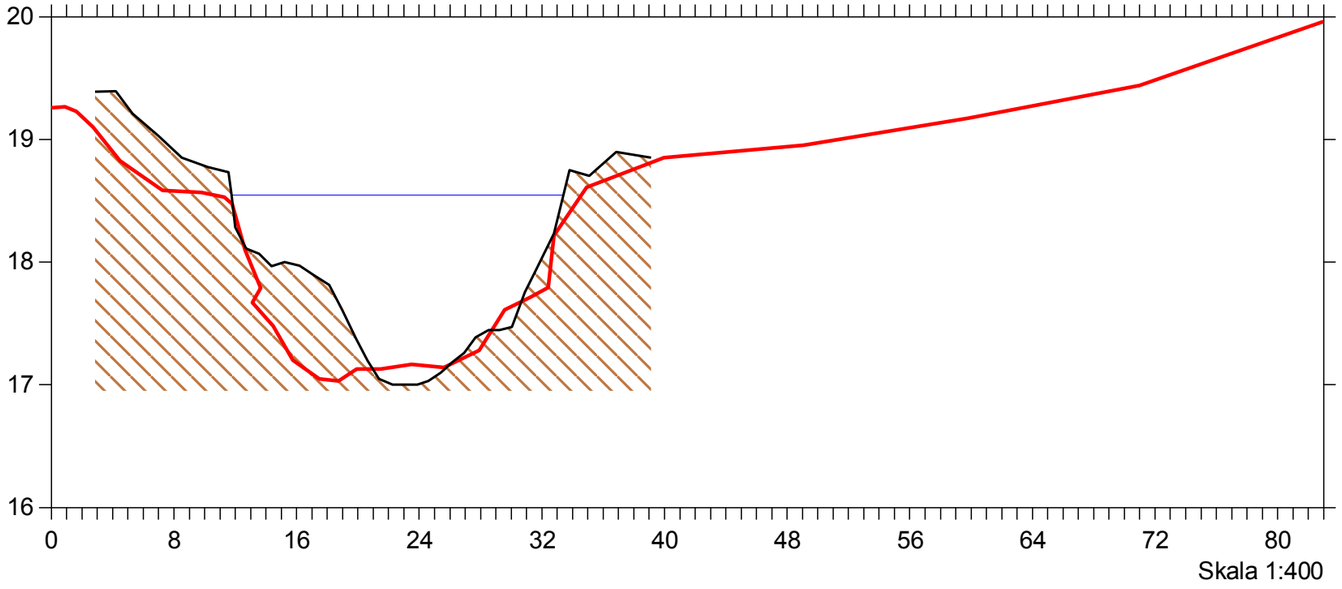
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 2511



St. 2743



Gudenå OS Tange Sø

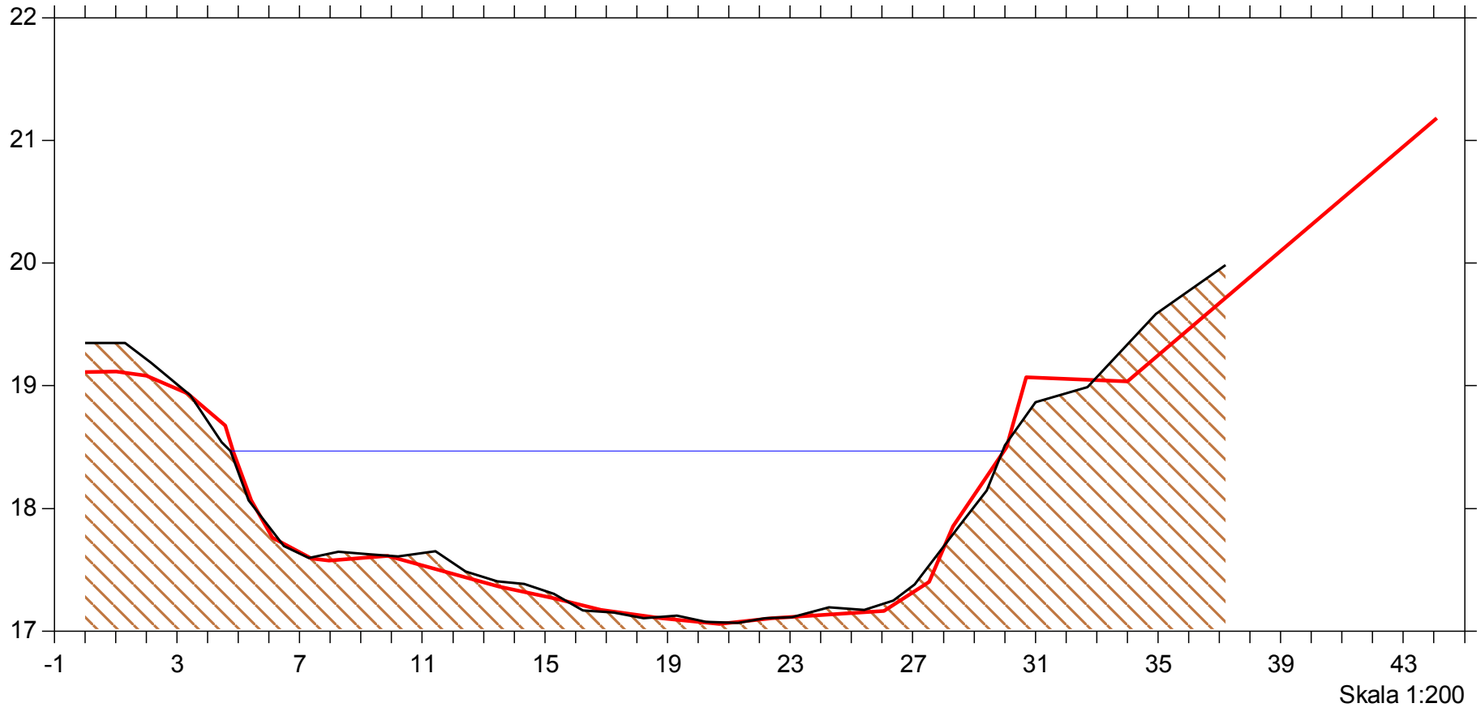
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 2940



Gudenå OS Tange Sø

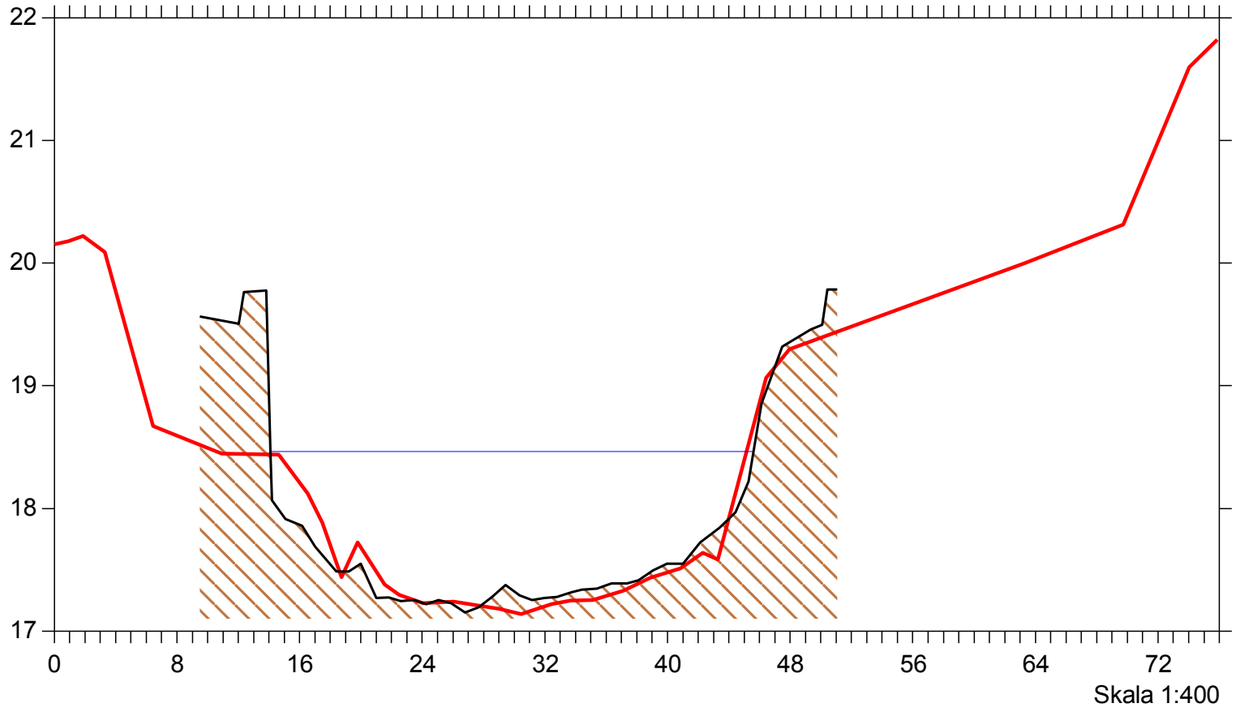
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 3028



Gudenå OS Tange Sø

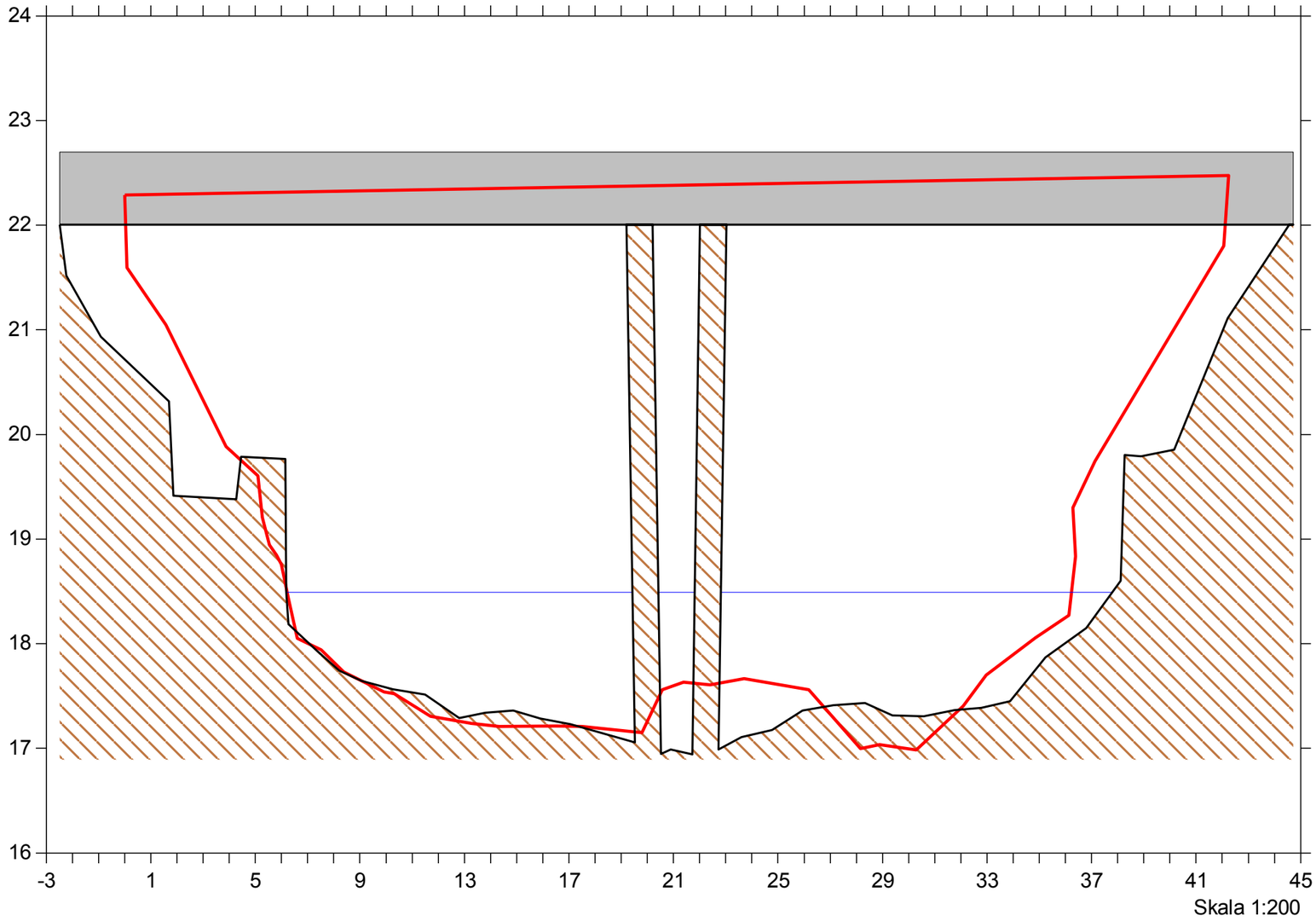
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 3043



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

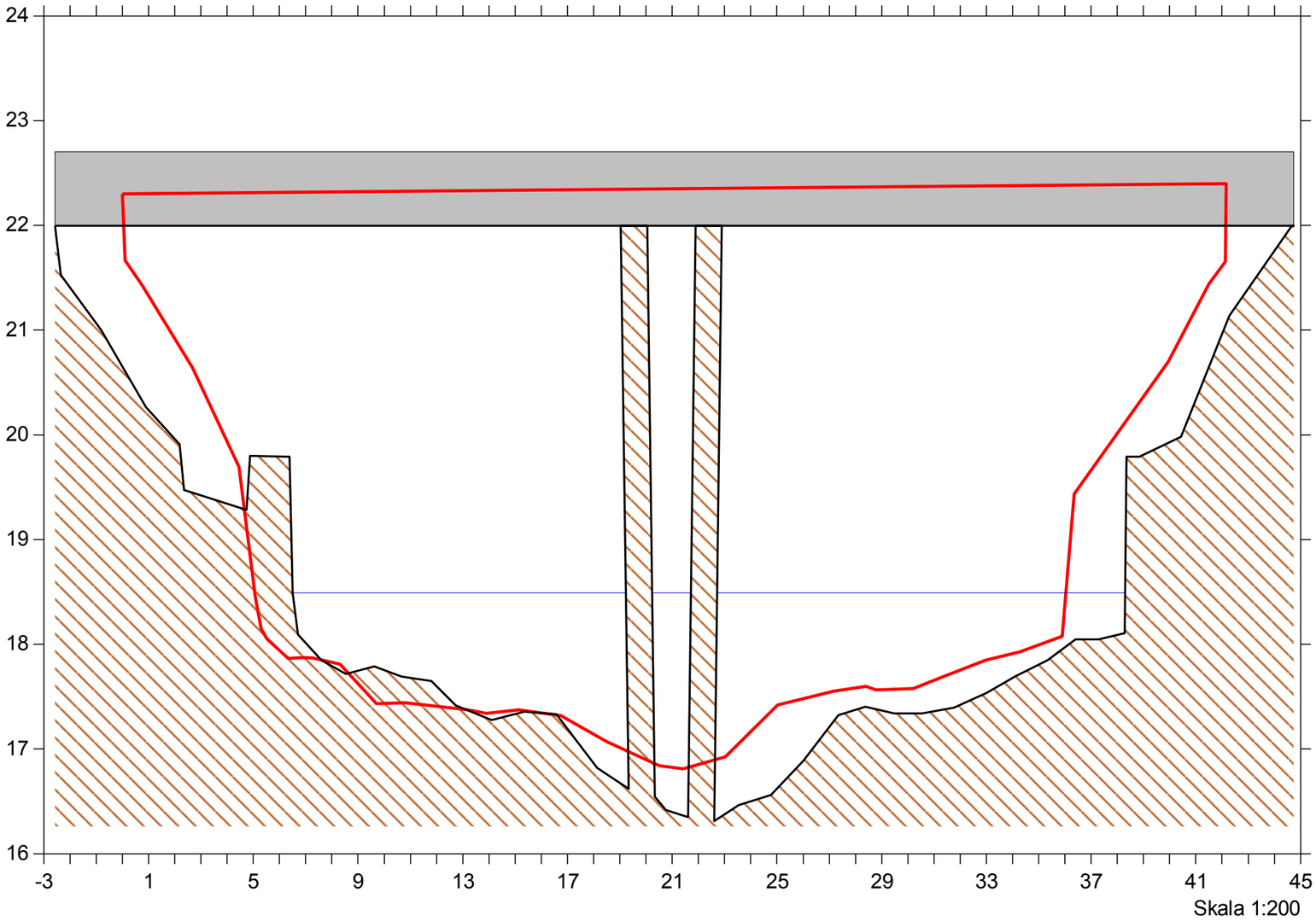
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 3050



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

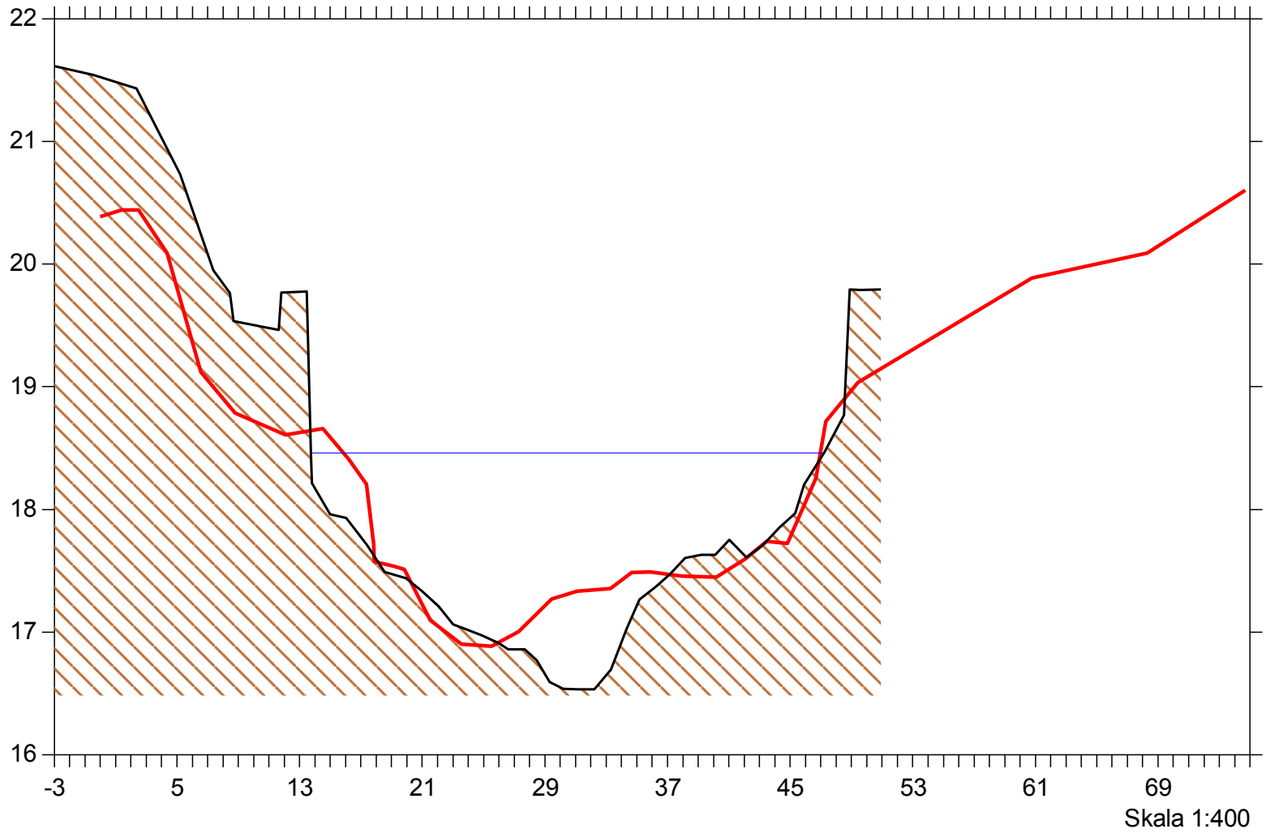
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 3061



Gudenå OS Tange Sø

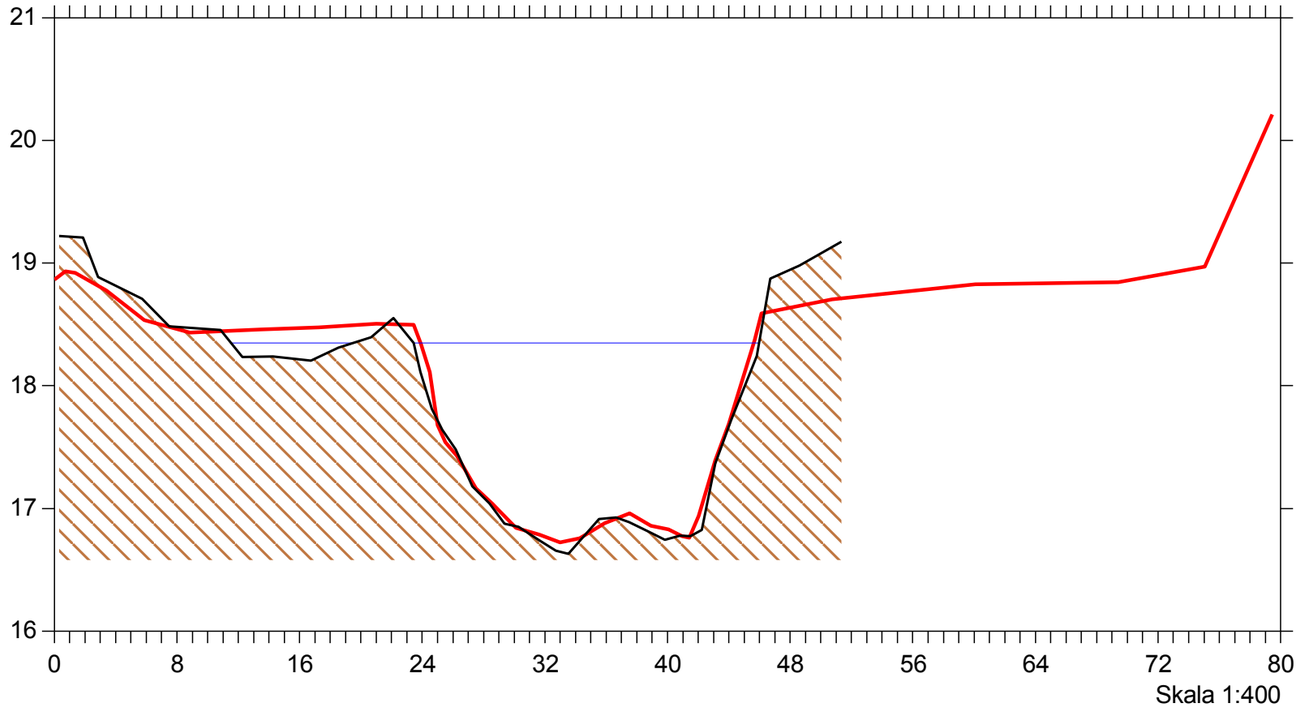
Bilag 1

Opmåling 2020

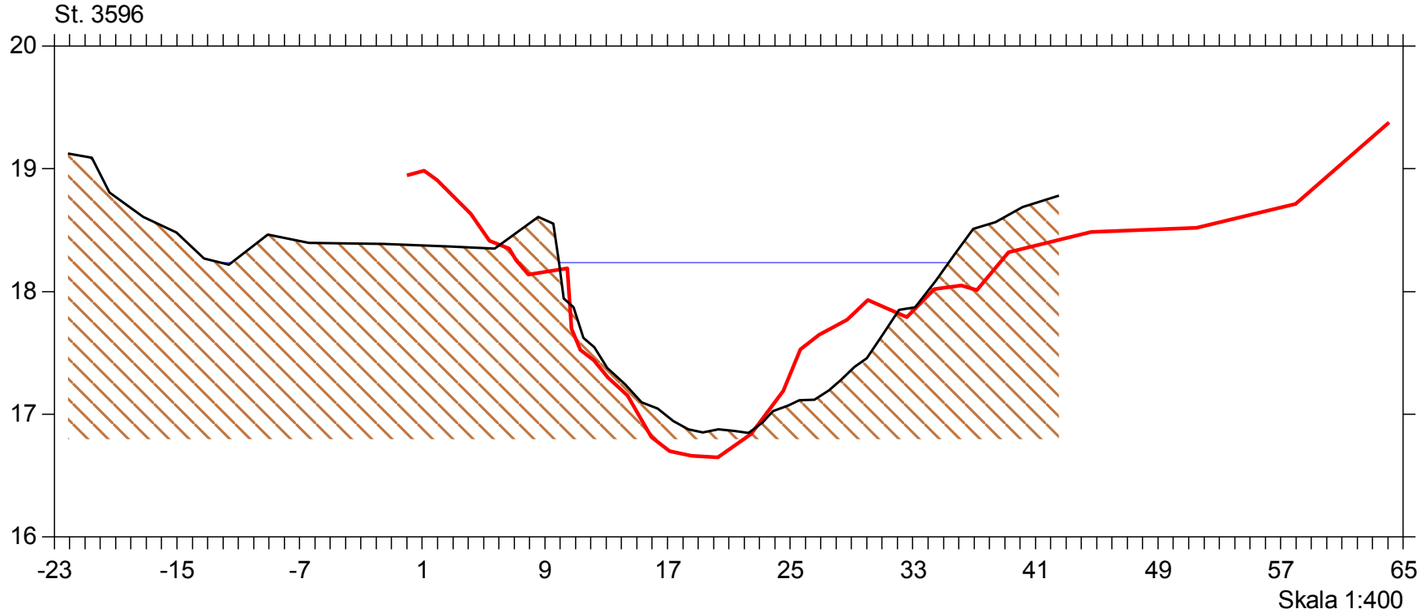
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 3301



St. 3596



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

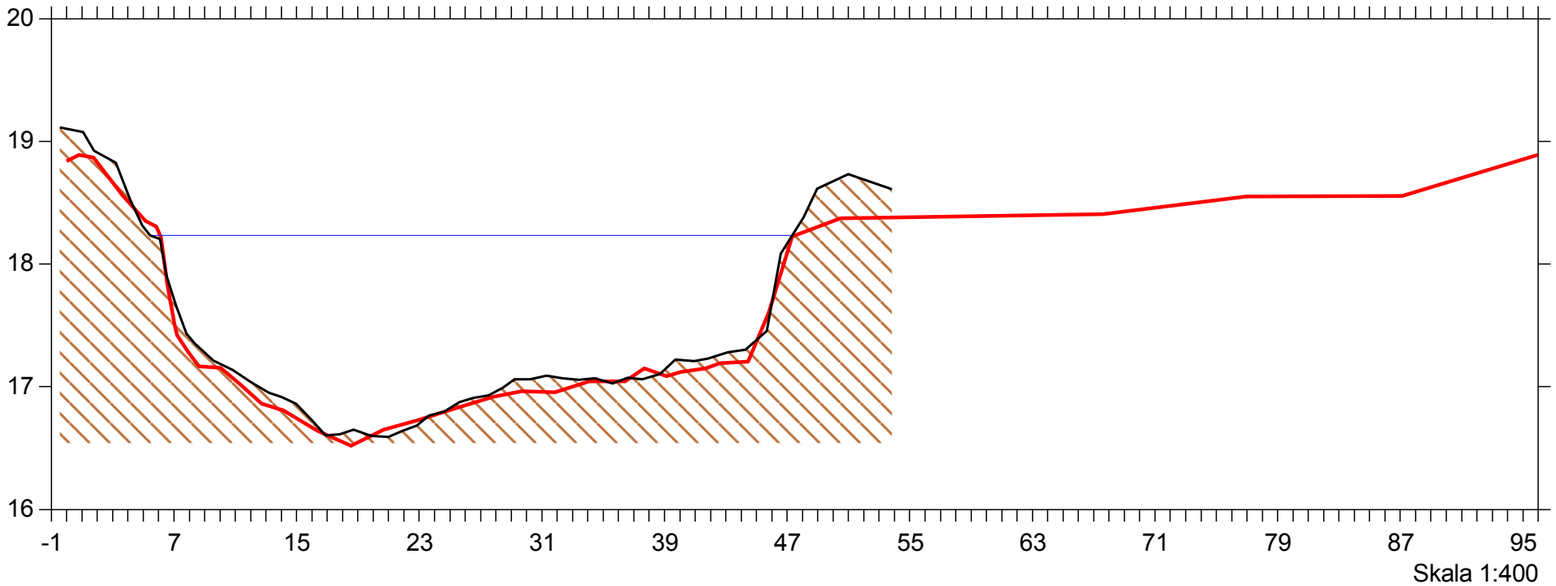
Bilag 1

Opmåling 2020

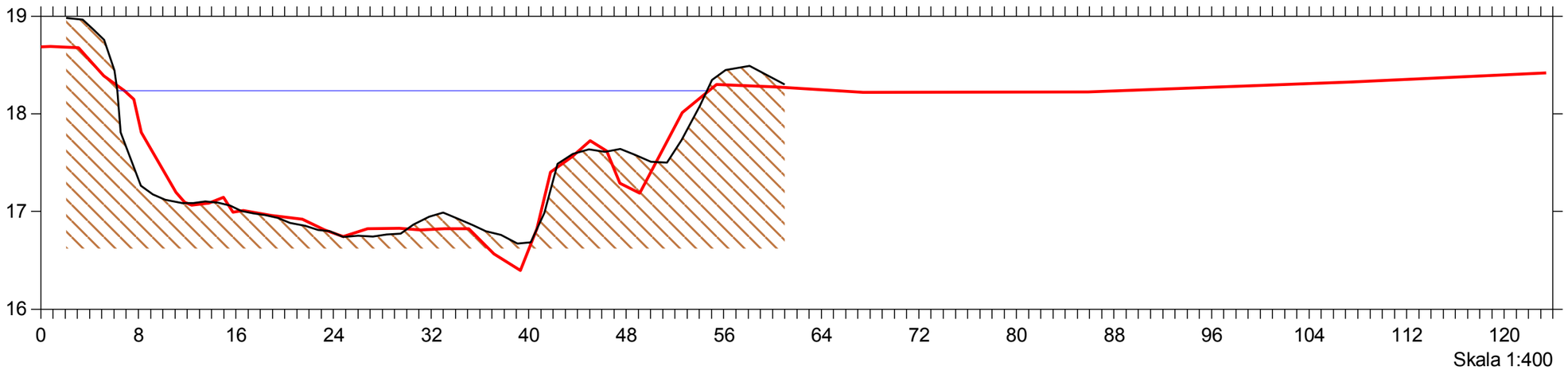
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 3777



St. 3988



Gudenå OS Tange Sø

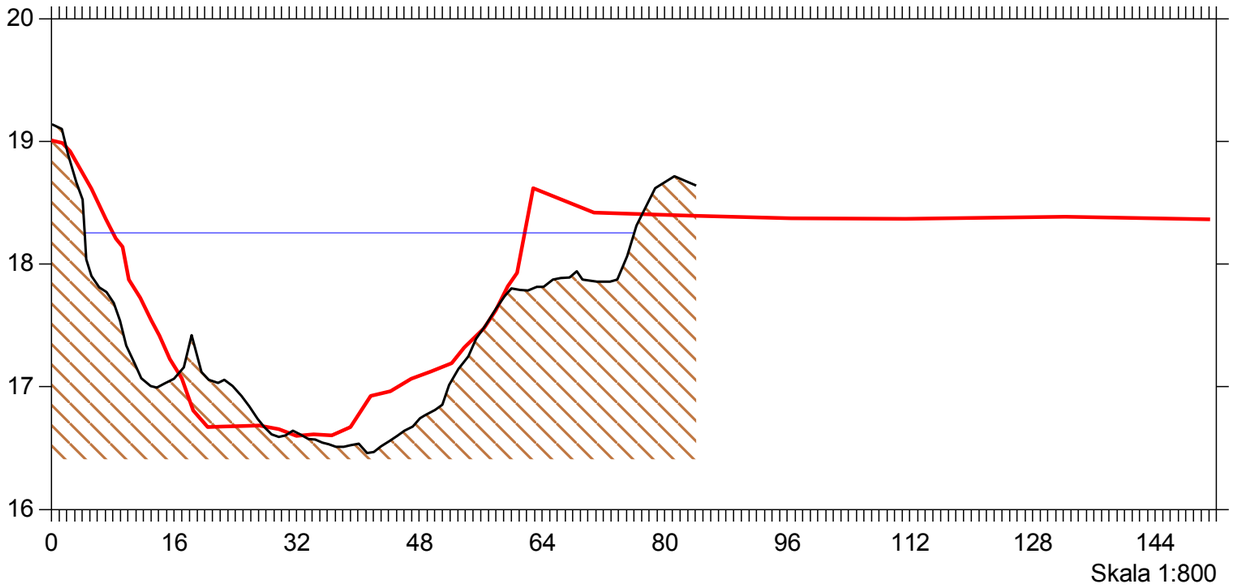
Bilag 1

Opmåling 2020

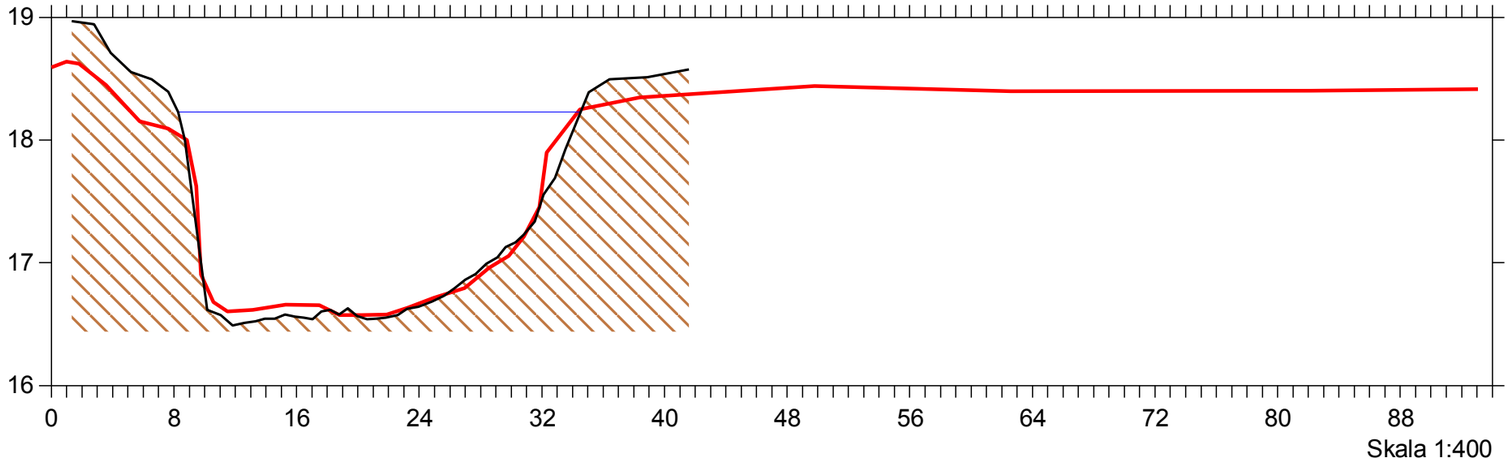
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 4219



St. 4486



Gudenå OS Tange Sø

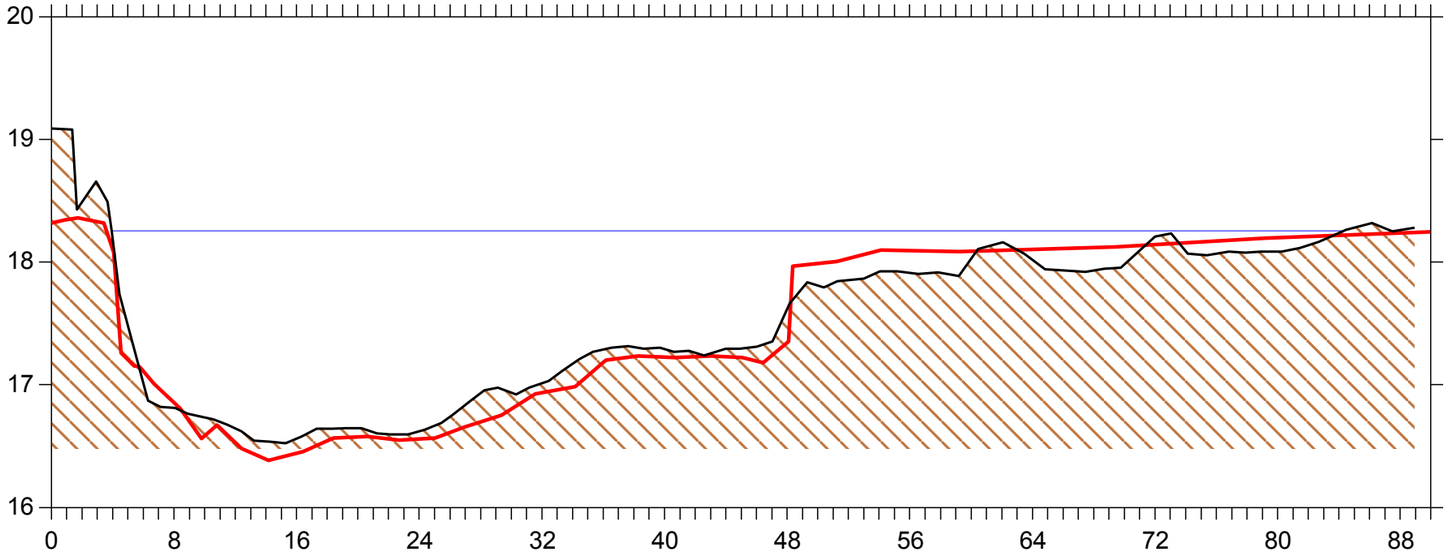
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

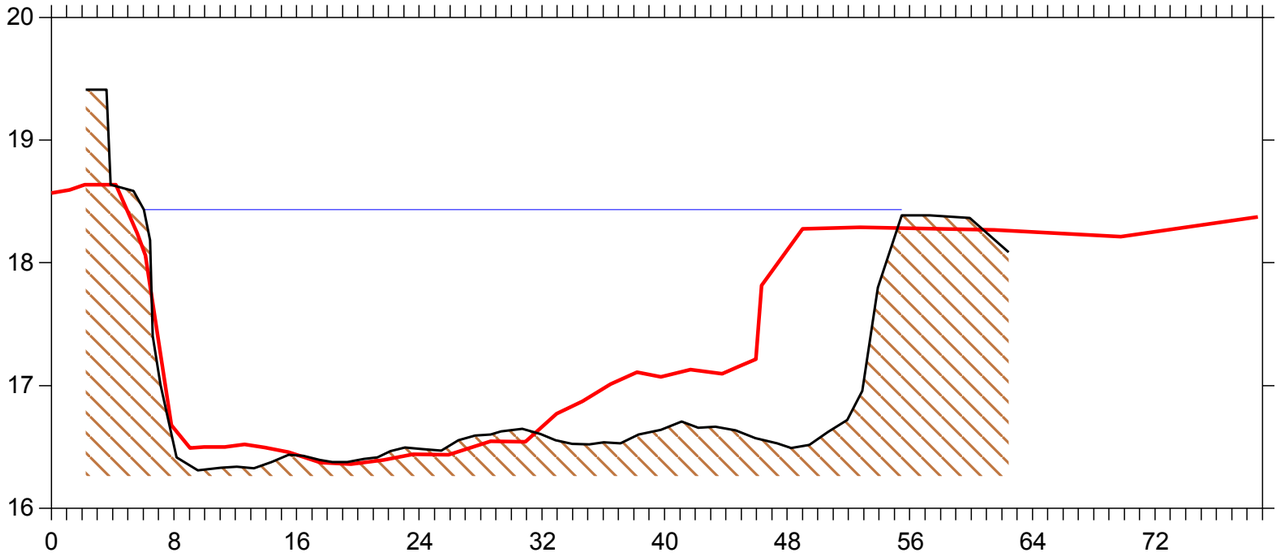
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 4701



Skala 1:400

St. 4779



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

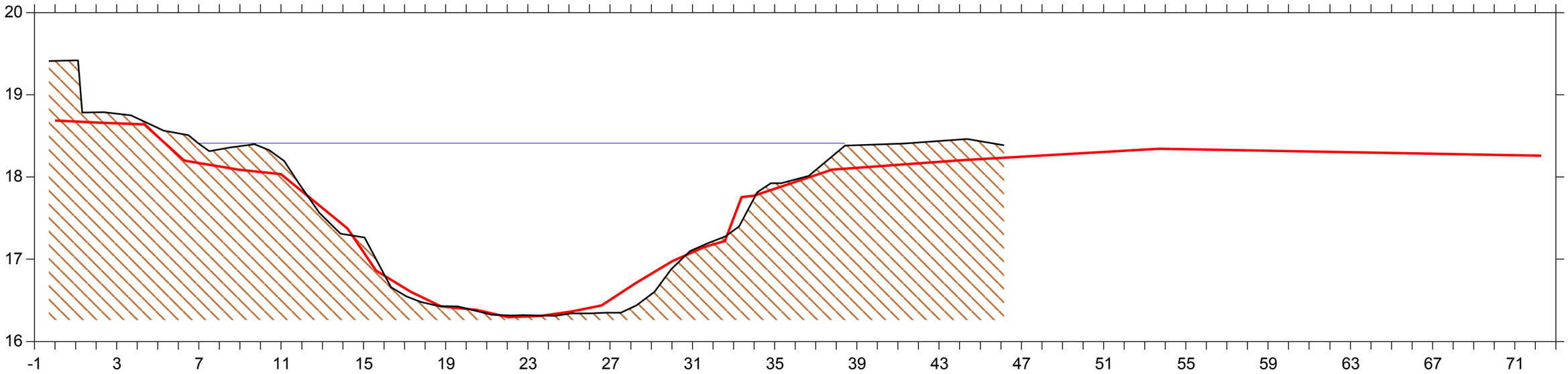
Opmåling 2020

Bilag 1

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

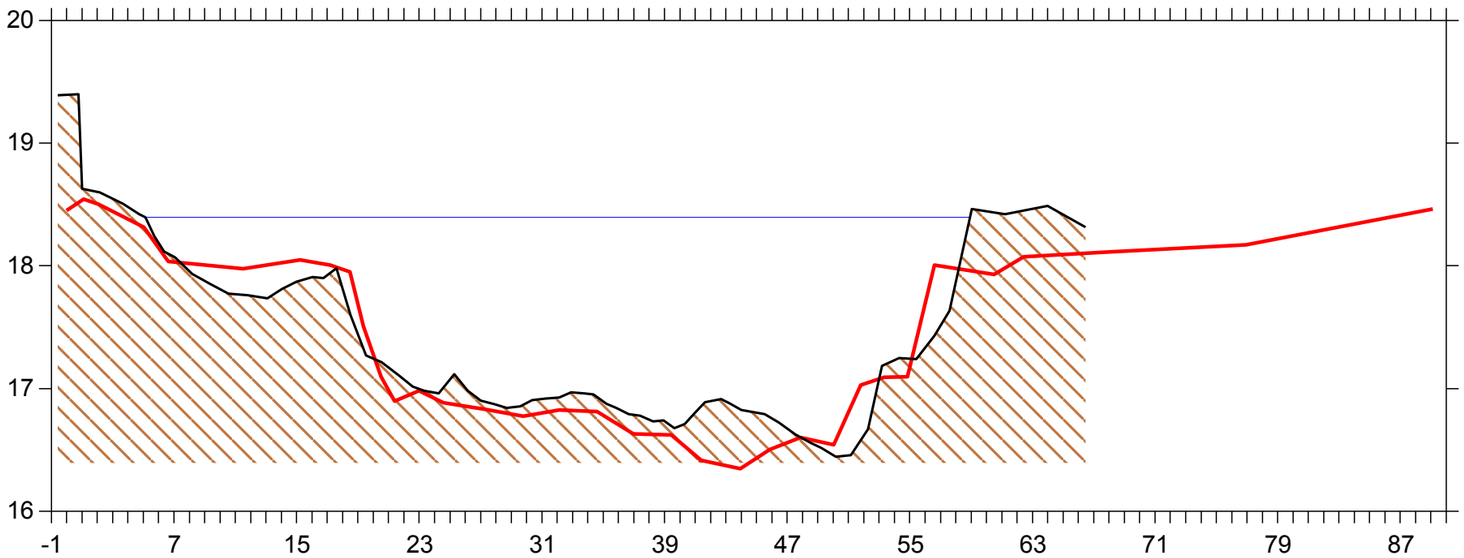
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 4804



Skala 1:200

St. 5054



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

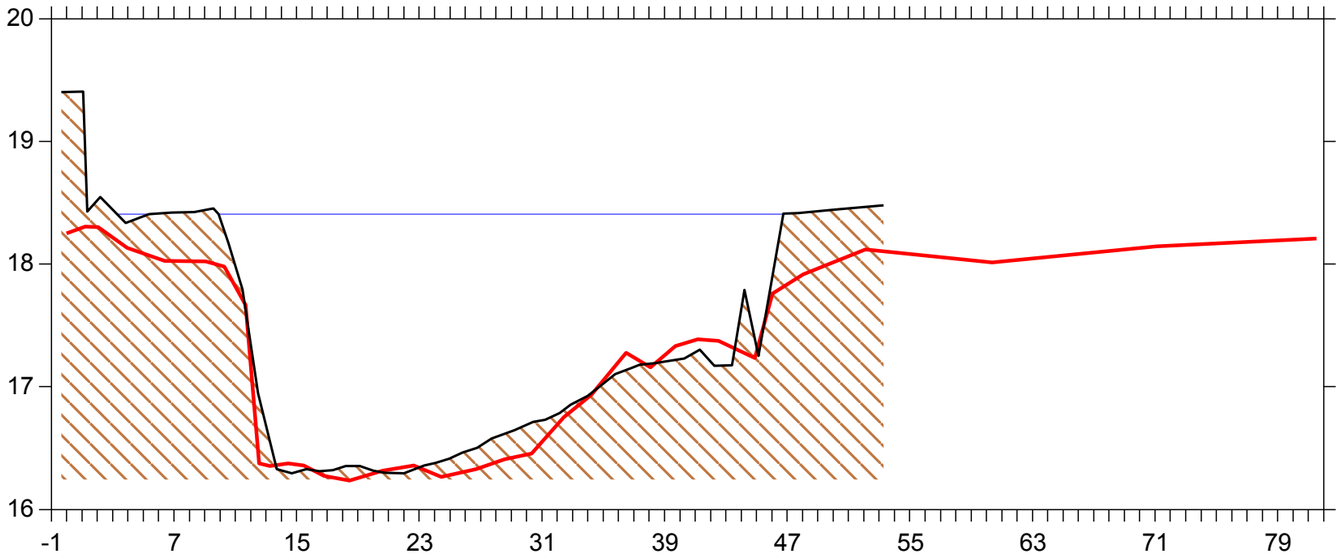
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

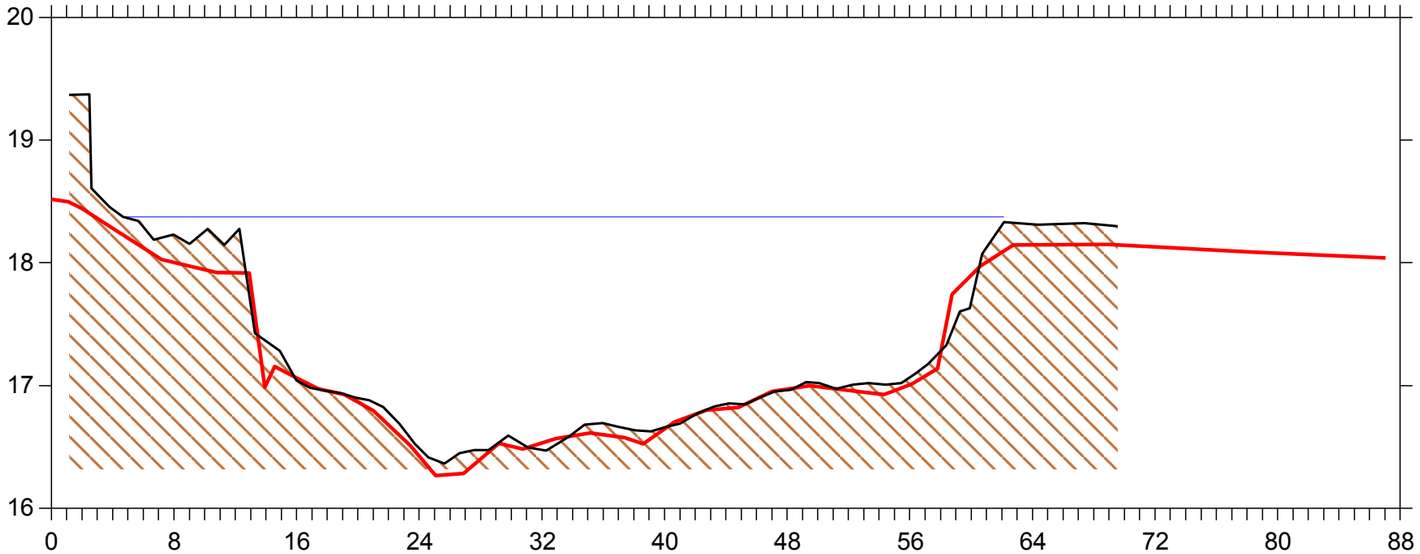
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 5286



Skala 1:400

St. 5558



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

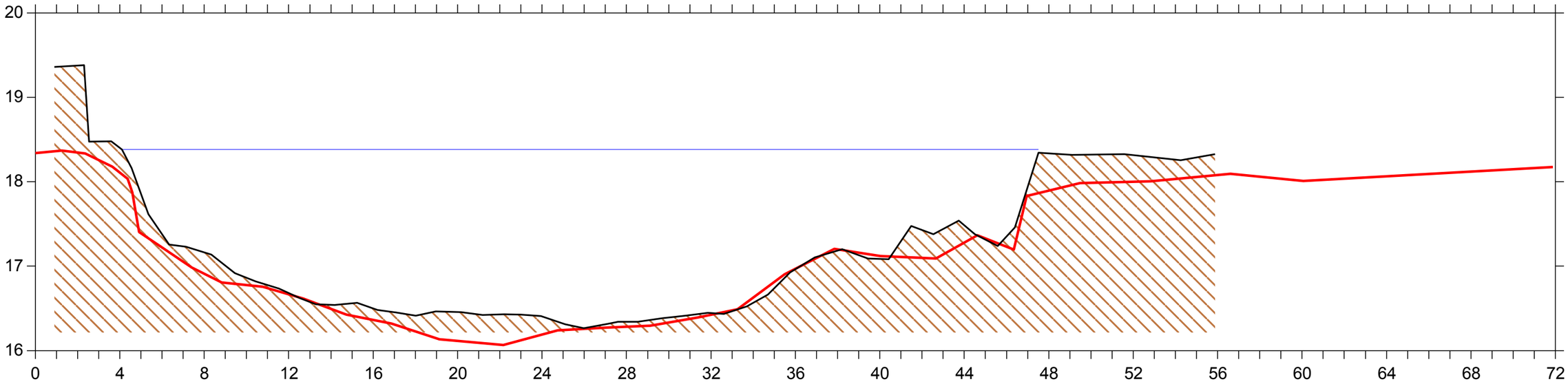
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

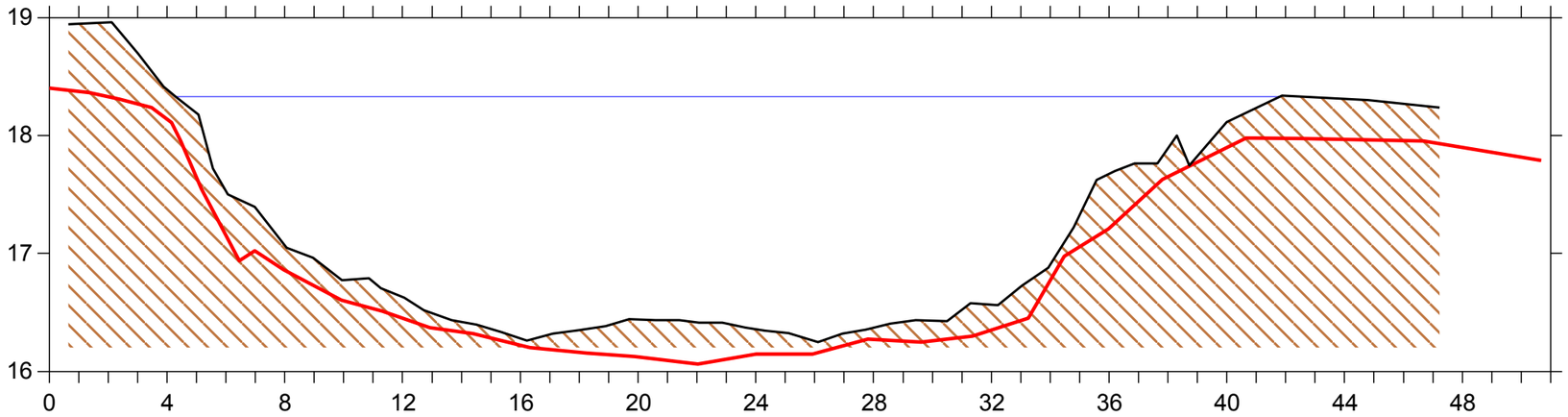
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 5749



Skala 1:200

St. 6019



Skala 1:200

Gudenå OS Tange Sø

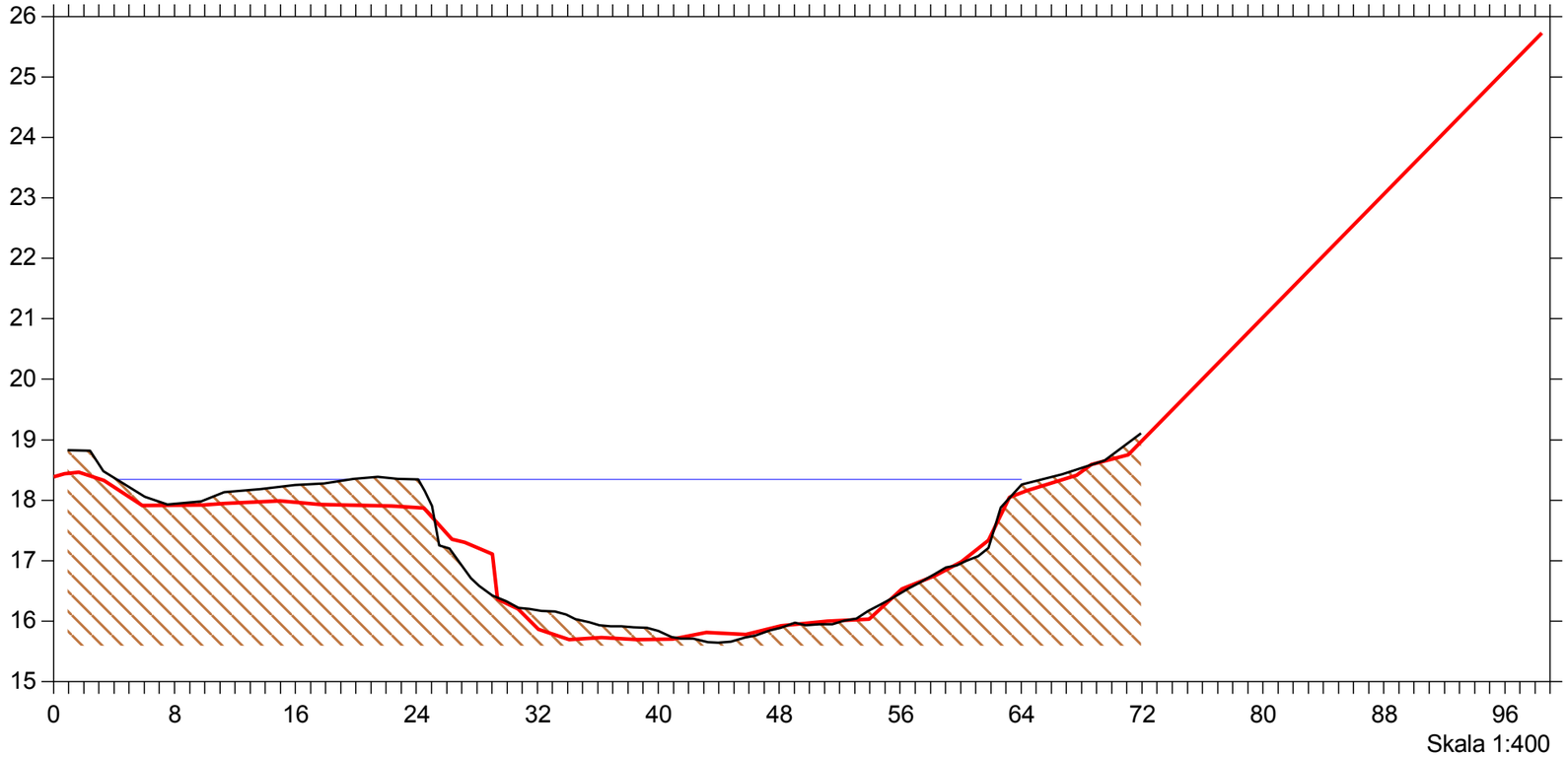
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 6212



Gudenå OS Tange Sø

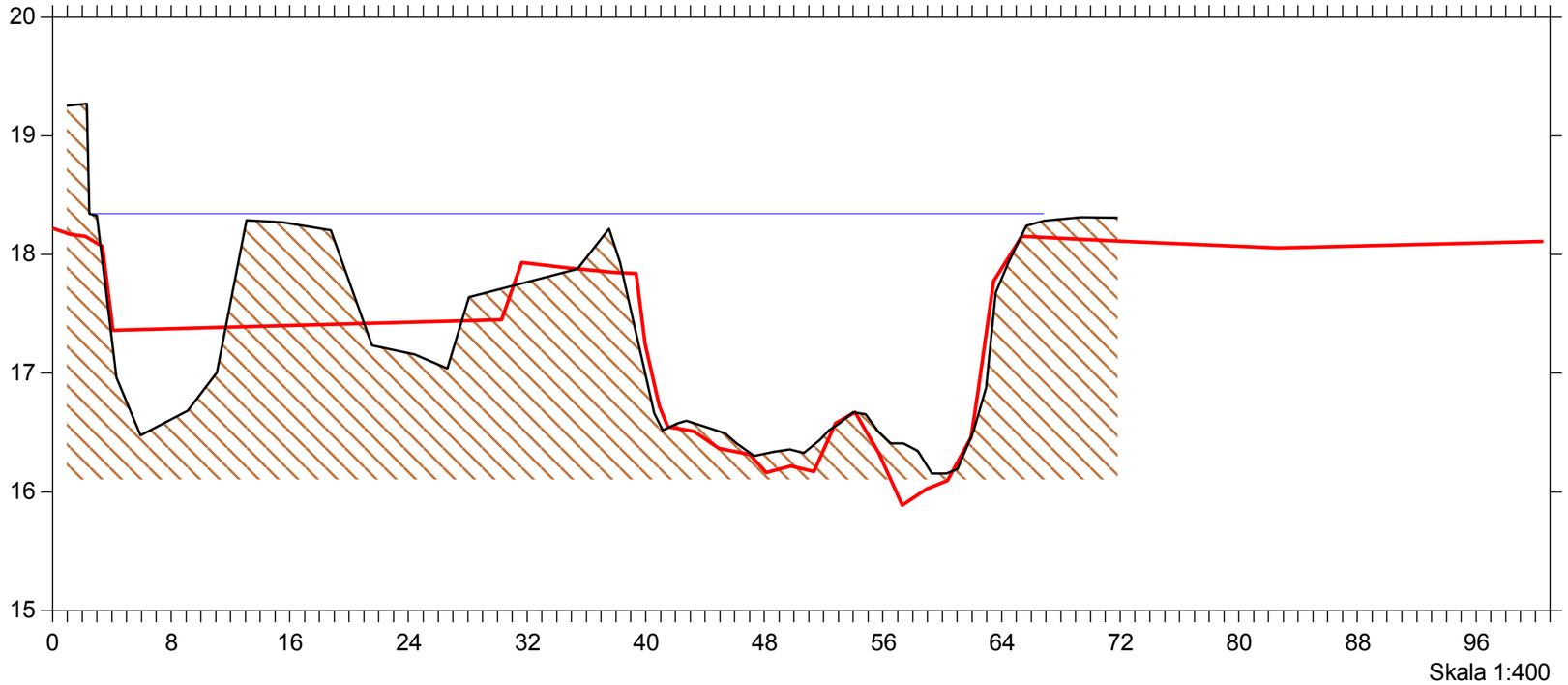
Bilag 1

Opmåling 2020

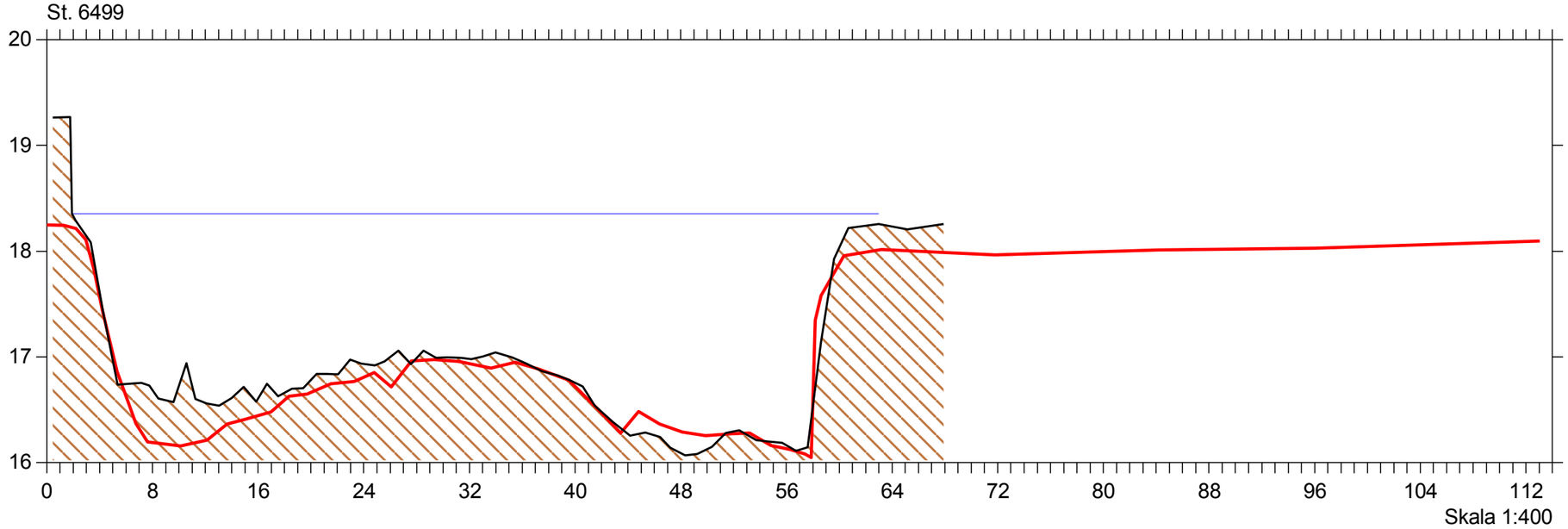
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 6453



St. 6499



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

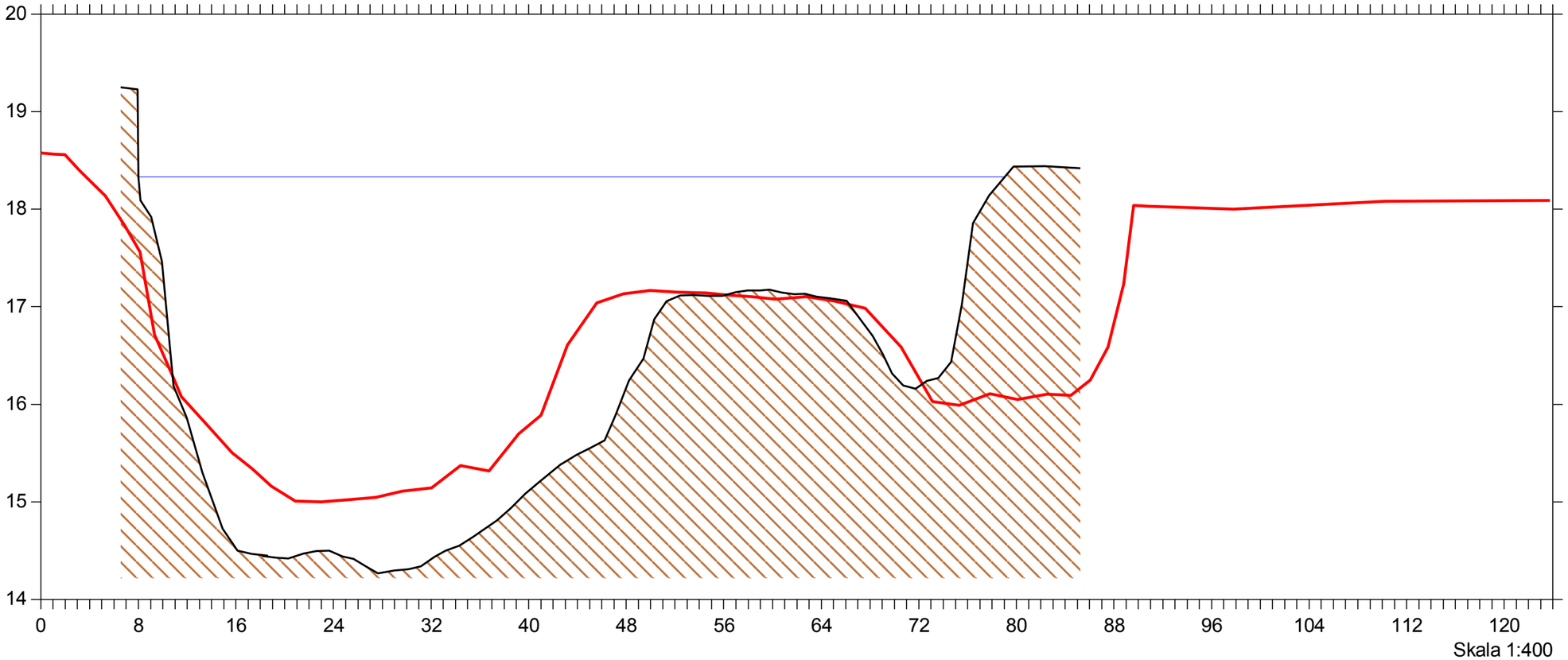
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 6622



Gudenå OS Tange Sø

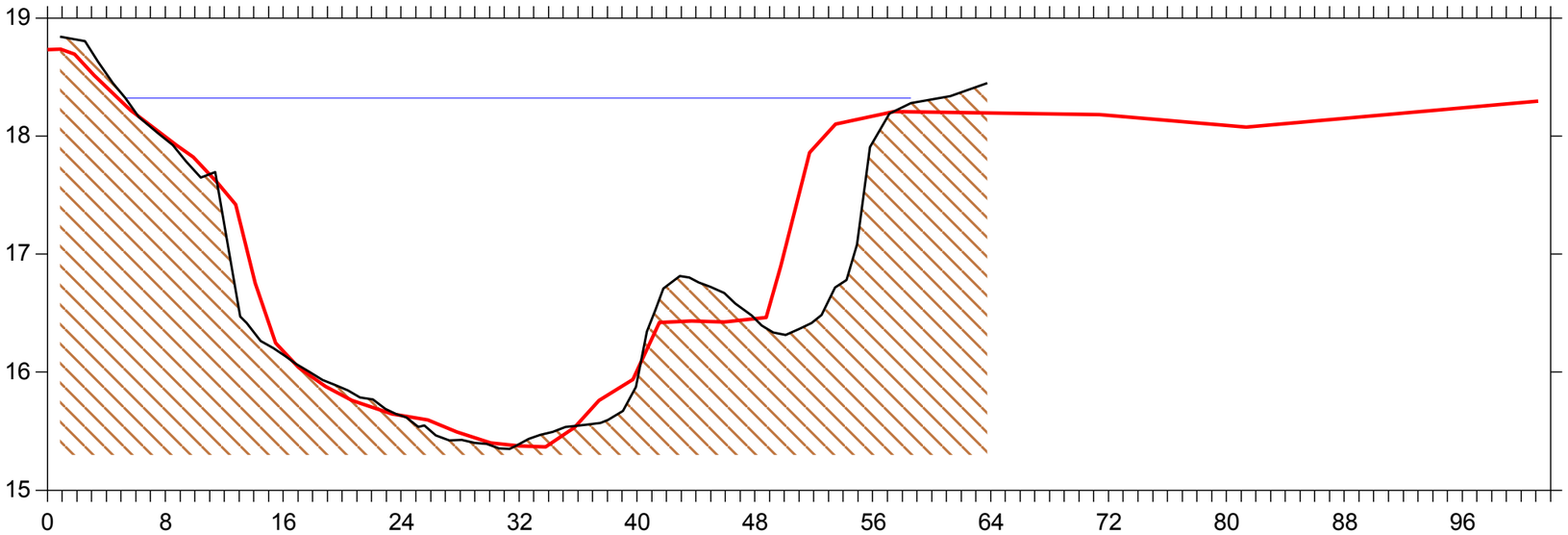
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

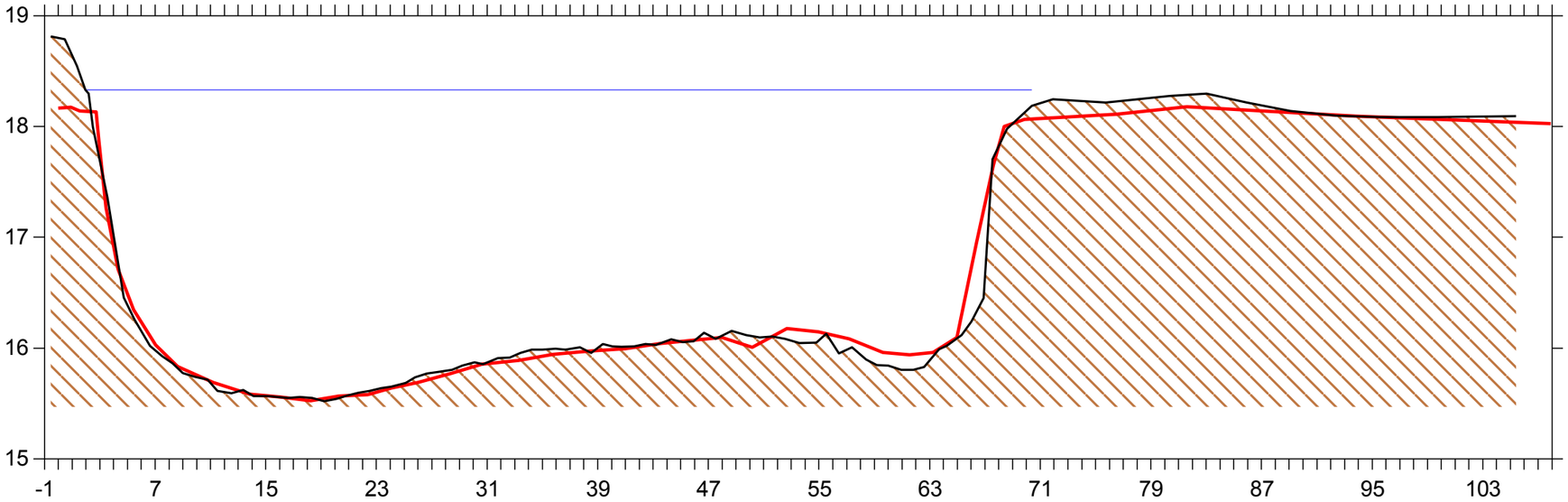
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 6656



Skala 1:400

St. 6916



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

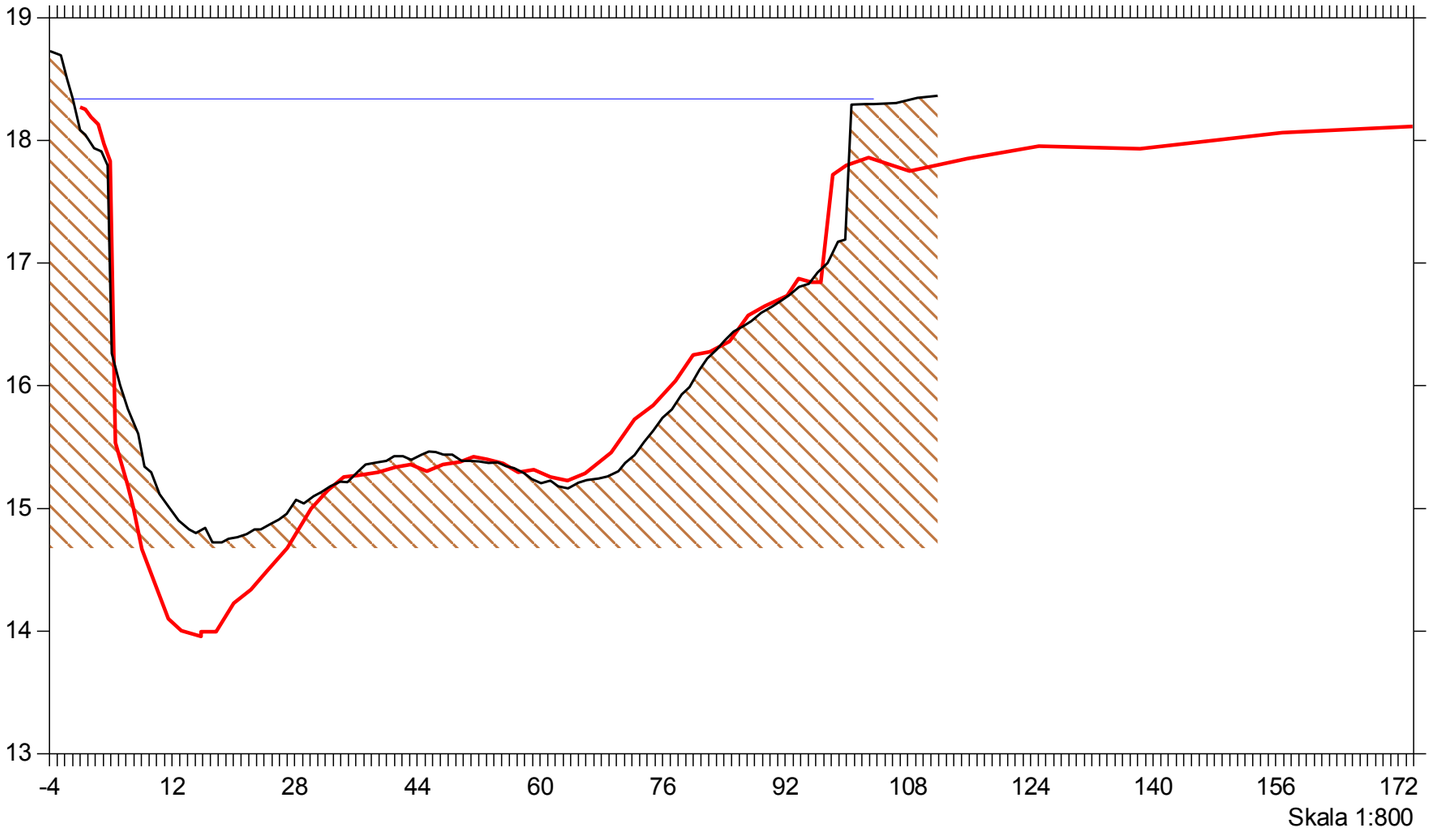
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 7125



Gudenå OS Tange Sø

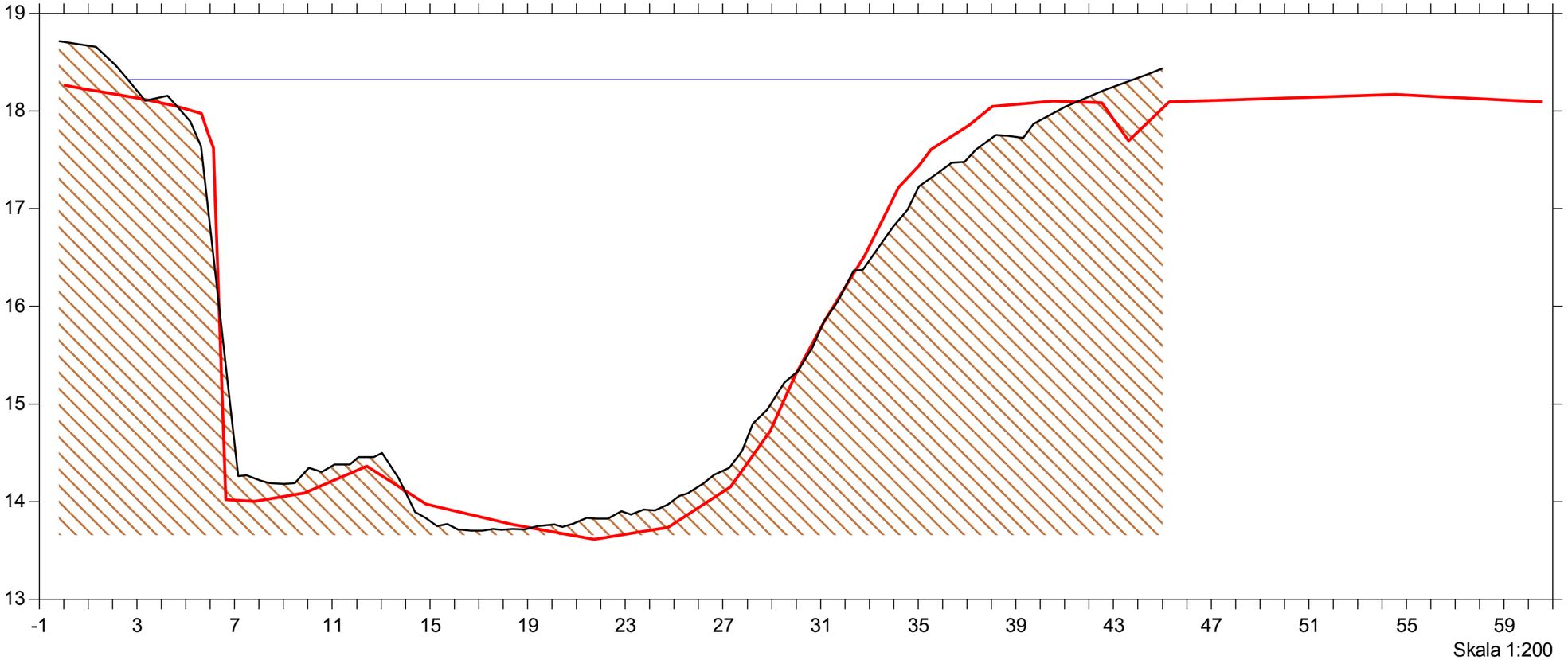
Bilag 1

Opmåling 2020

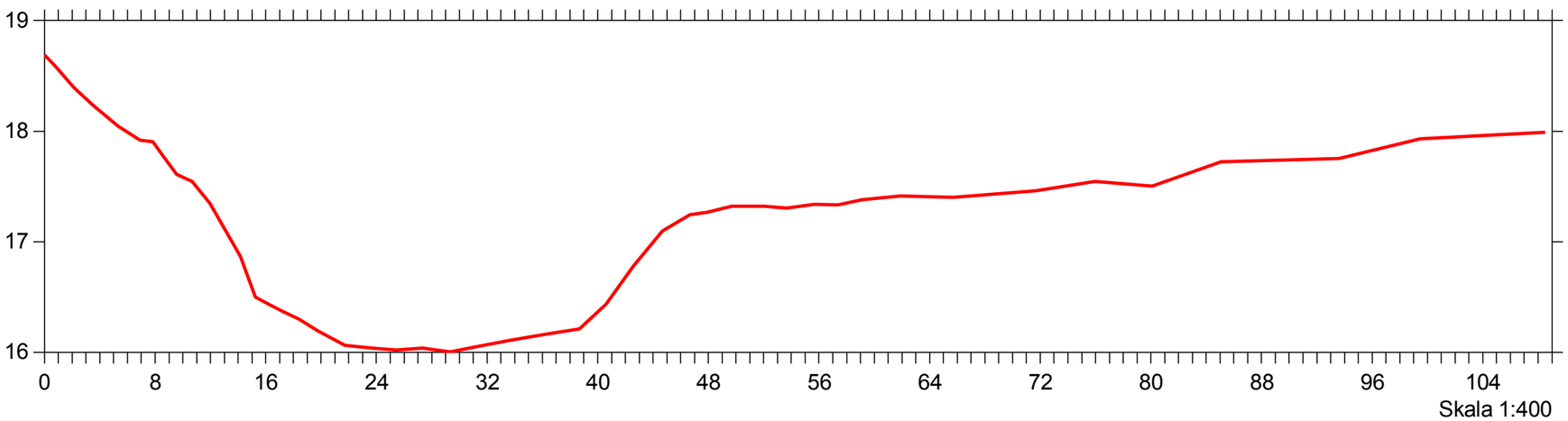
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 7183



St. 7710



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

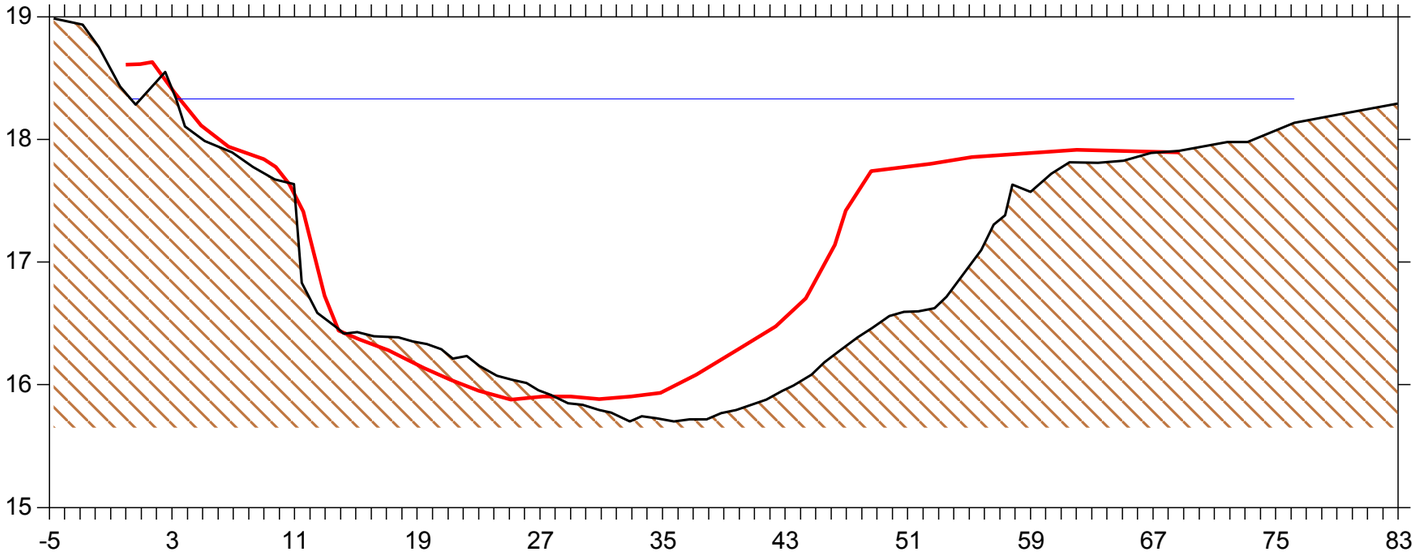
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

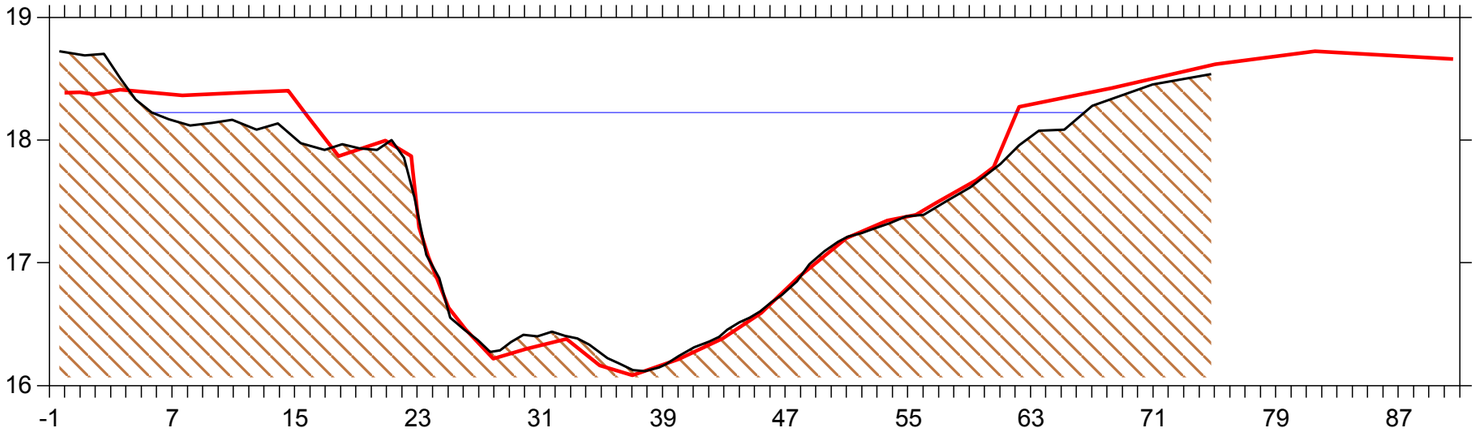
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 7800



Skala 1:400

St. 8057



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

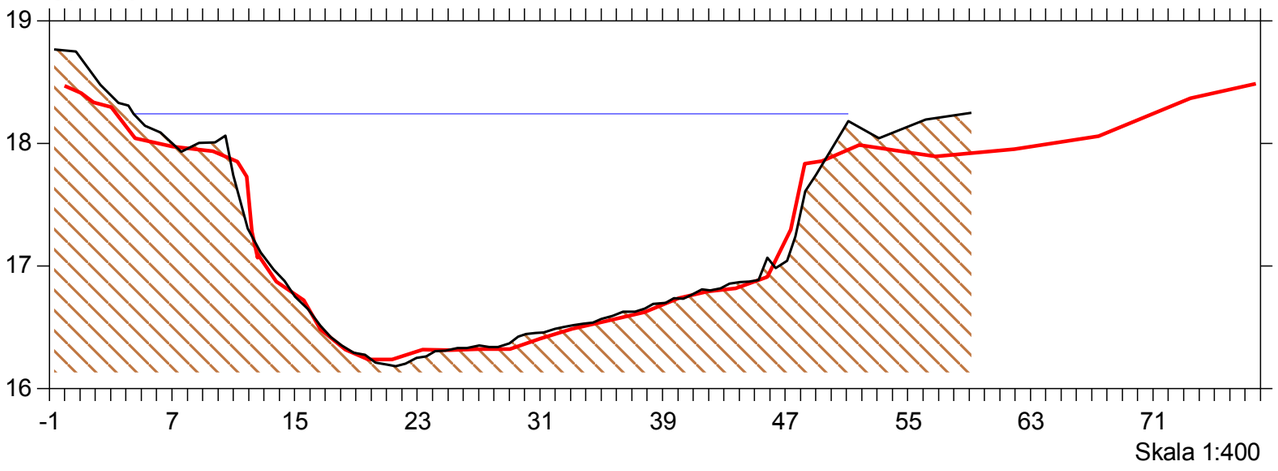
Bilag 1

Opmåling 2020

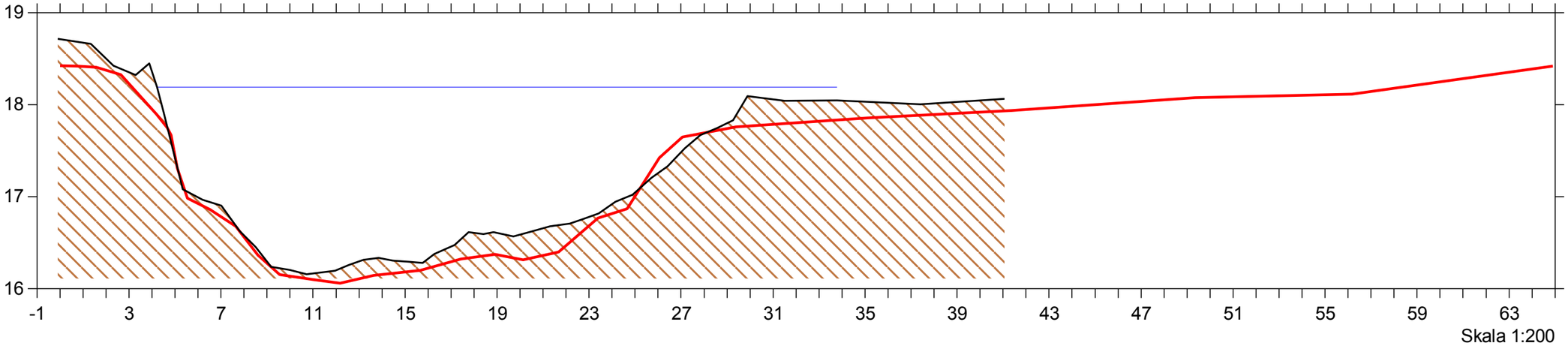
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 8253



St. 8501



Gudenå OS Tange Sø

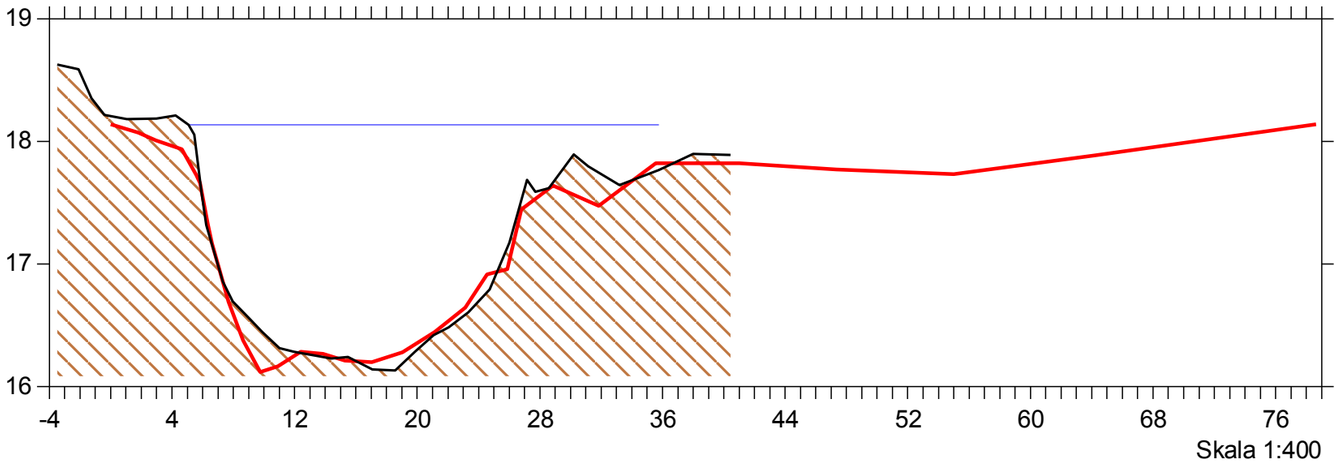
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 8698



Gudenå OS Tange Sø

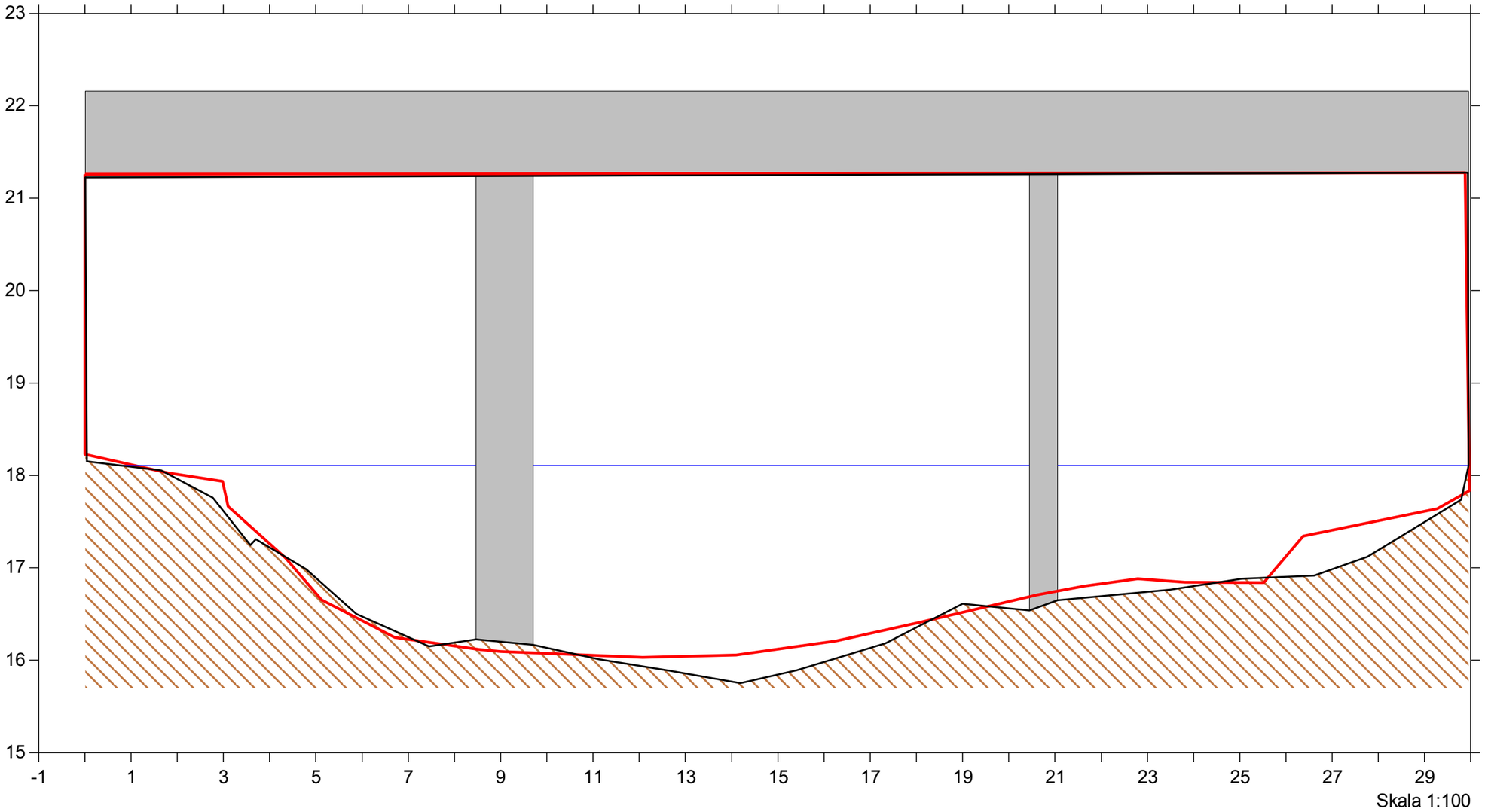
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 8710



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

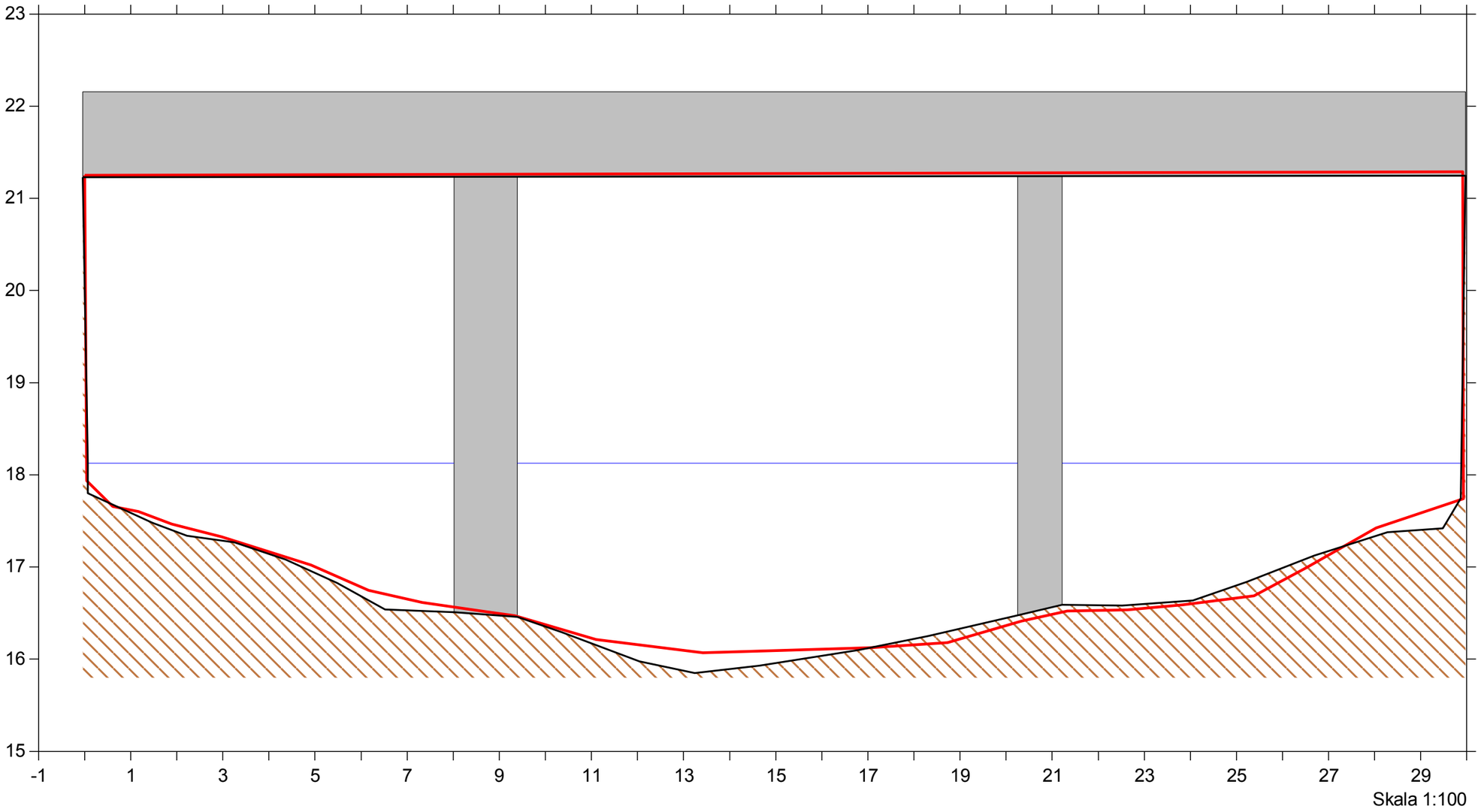
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 8718



Gudenå OS Tange Sø

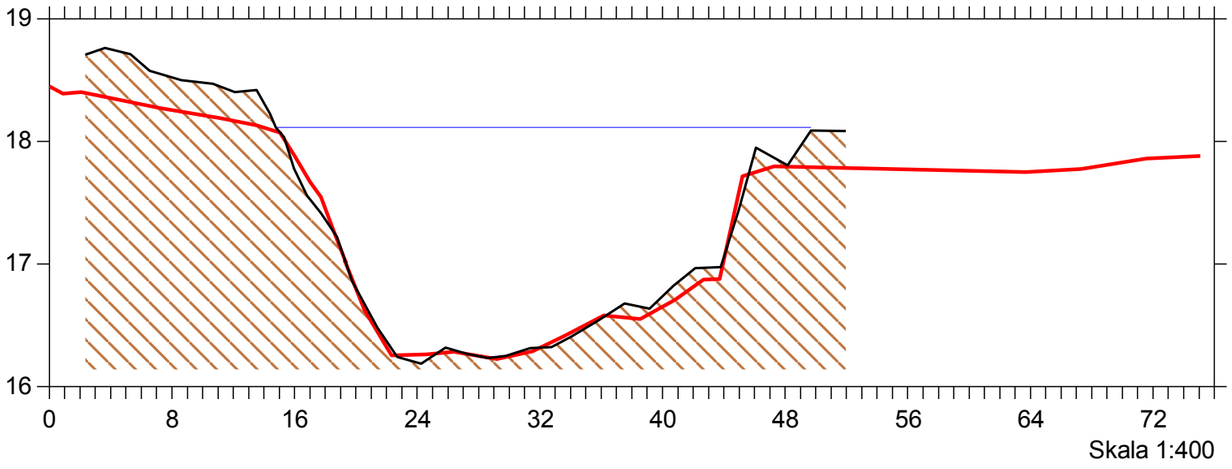
Bilag 1

Opmåling 2020

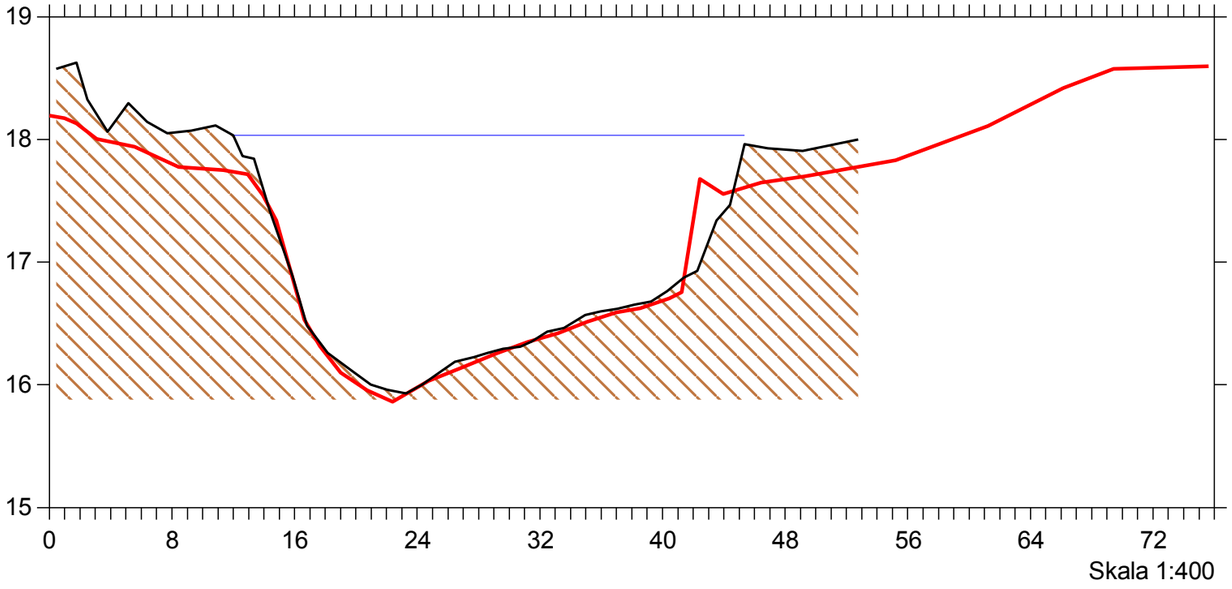
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 8728



St. 9004



Gudenå OS Tange Sø

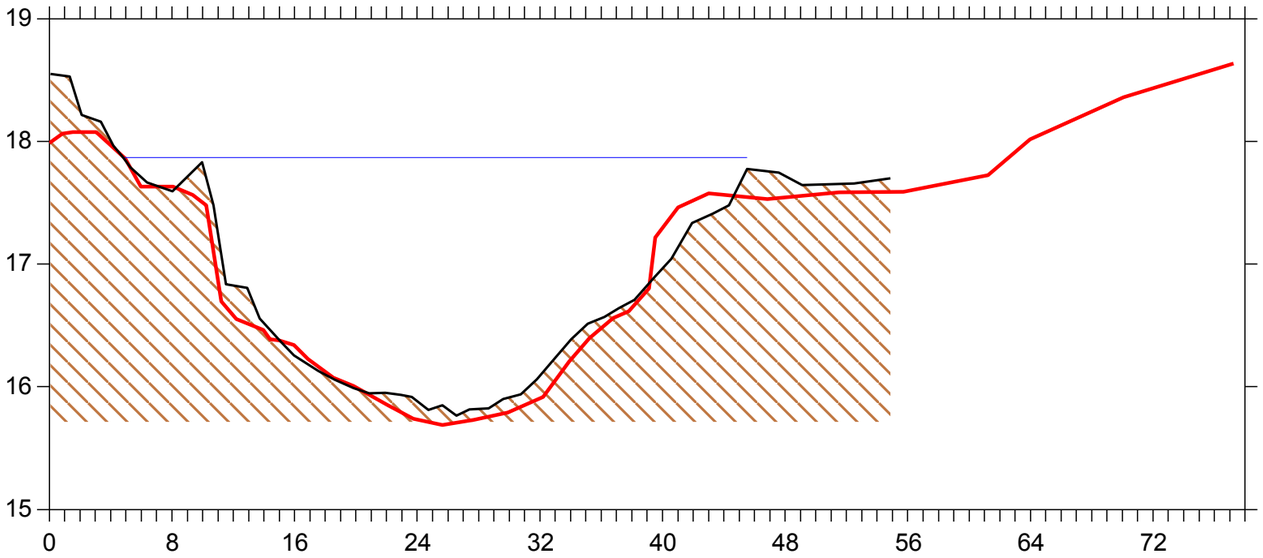
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

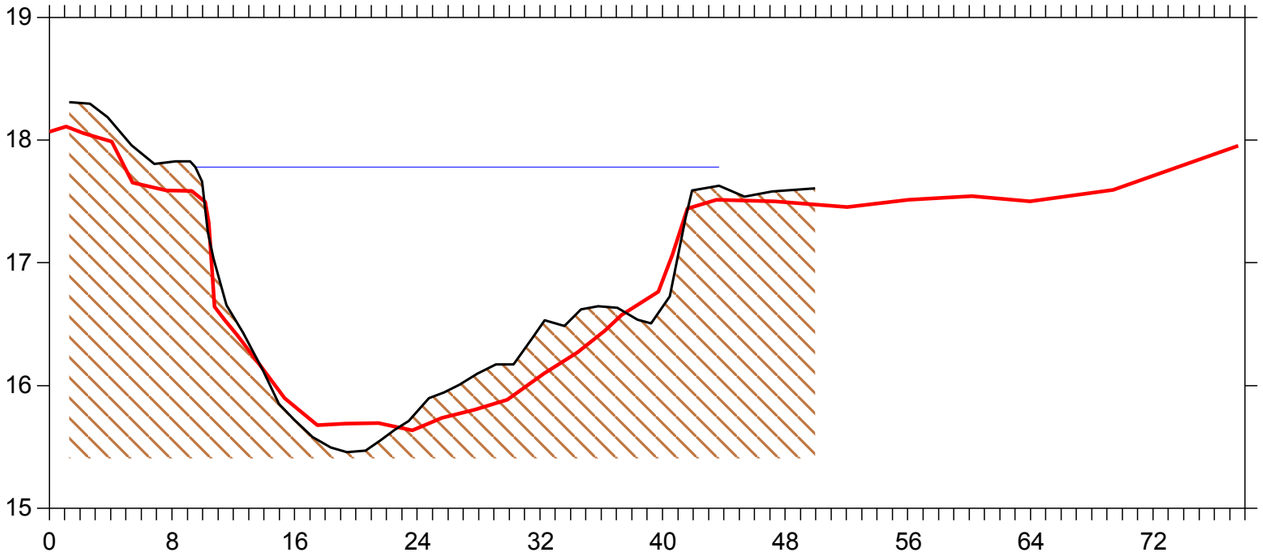
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 9259



Skala 1:400

St. 9503



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

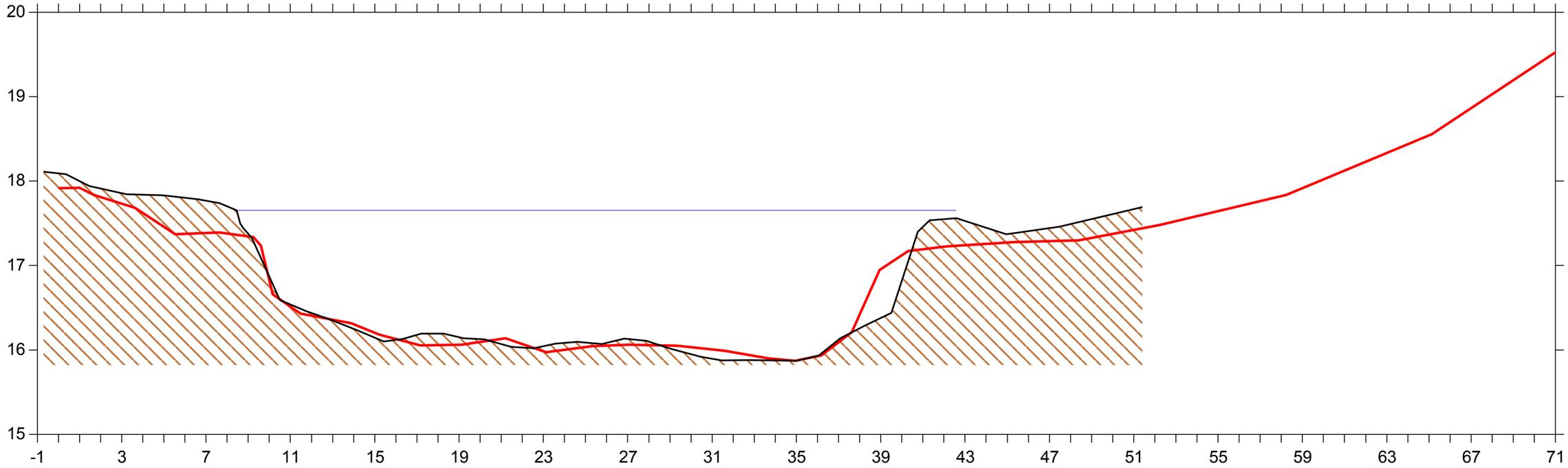
Opmåling 2020

Bilag 1

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 9772



Skala 1:200

VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

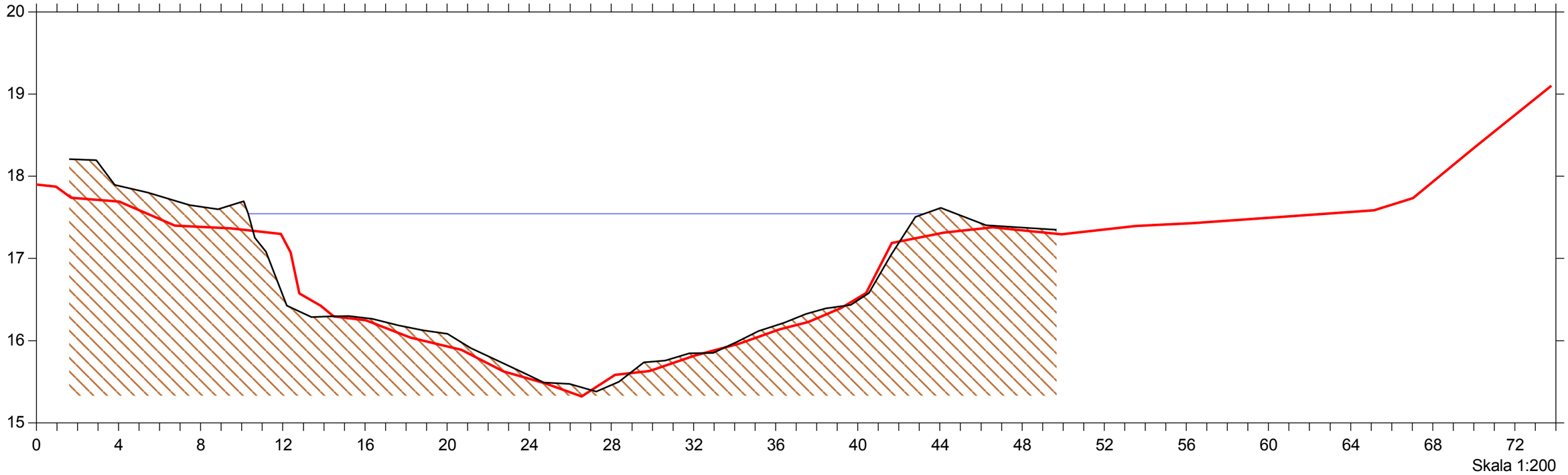
Bilag 1

Opmåling 2020

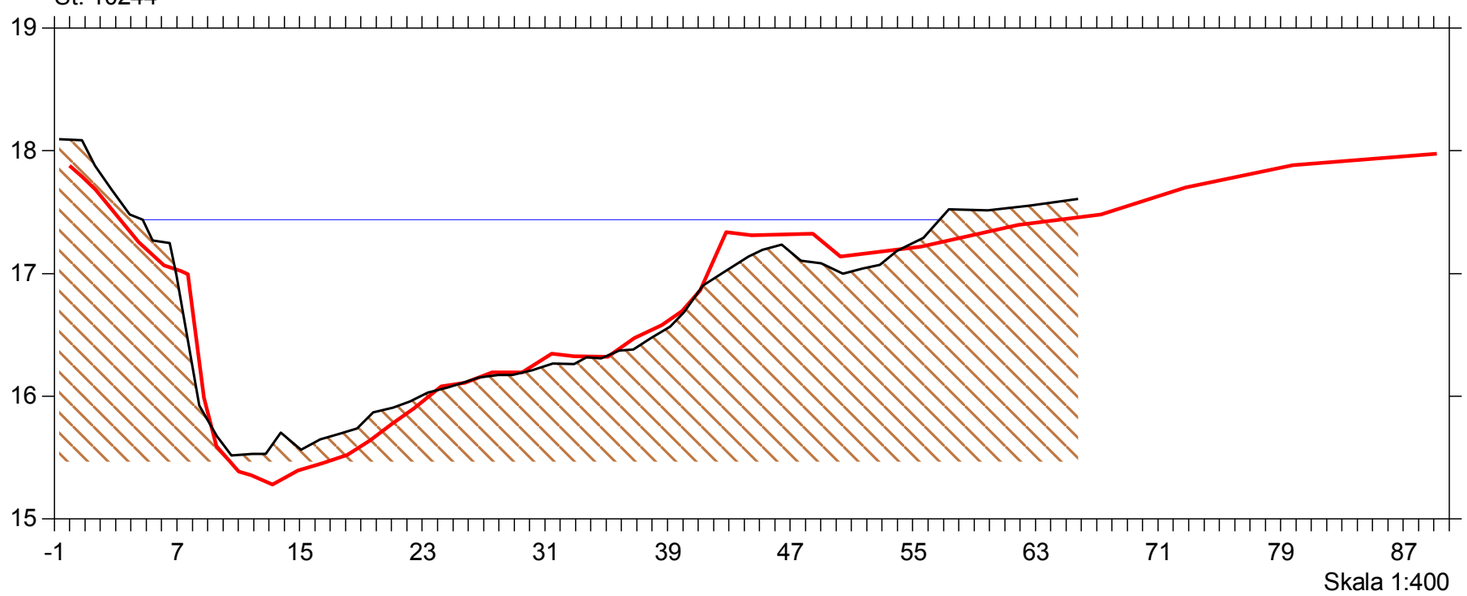
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 10013



St. 10244



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

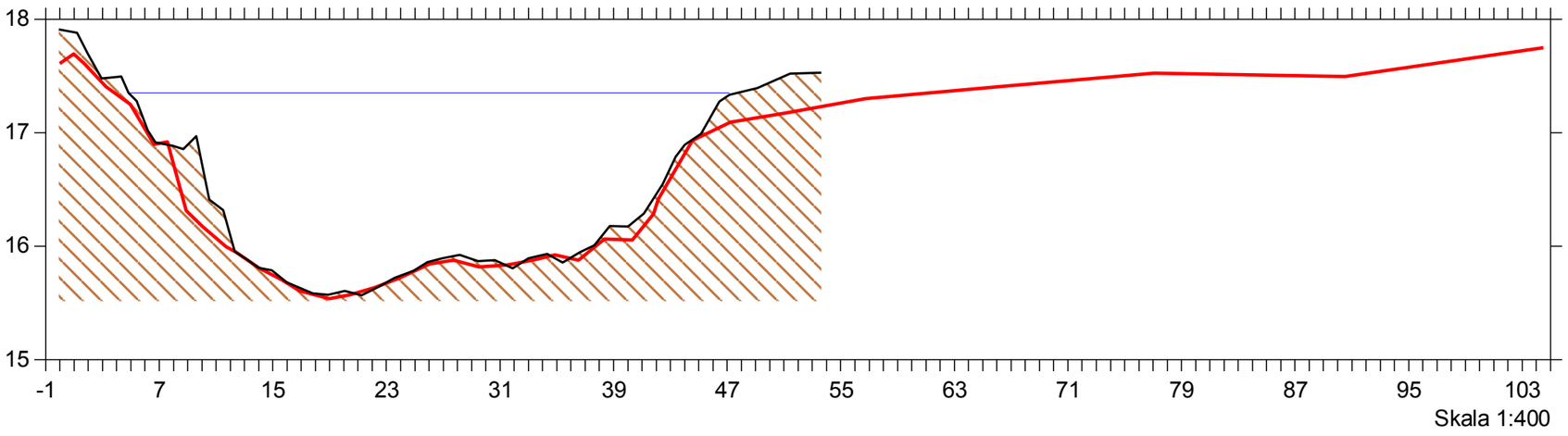
Bilag 1

Opmåling 2020

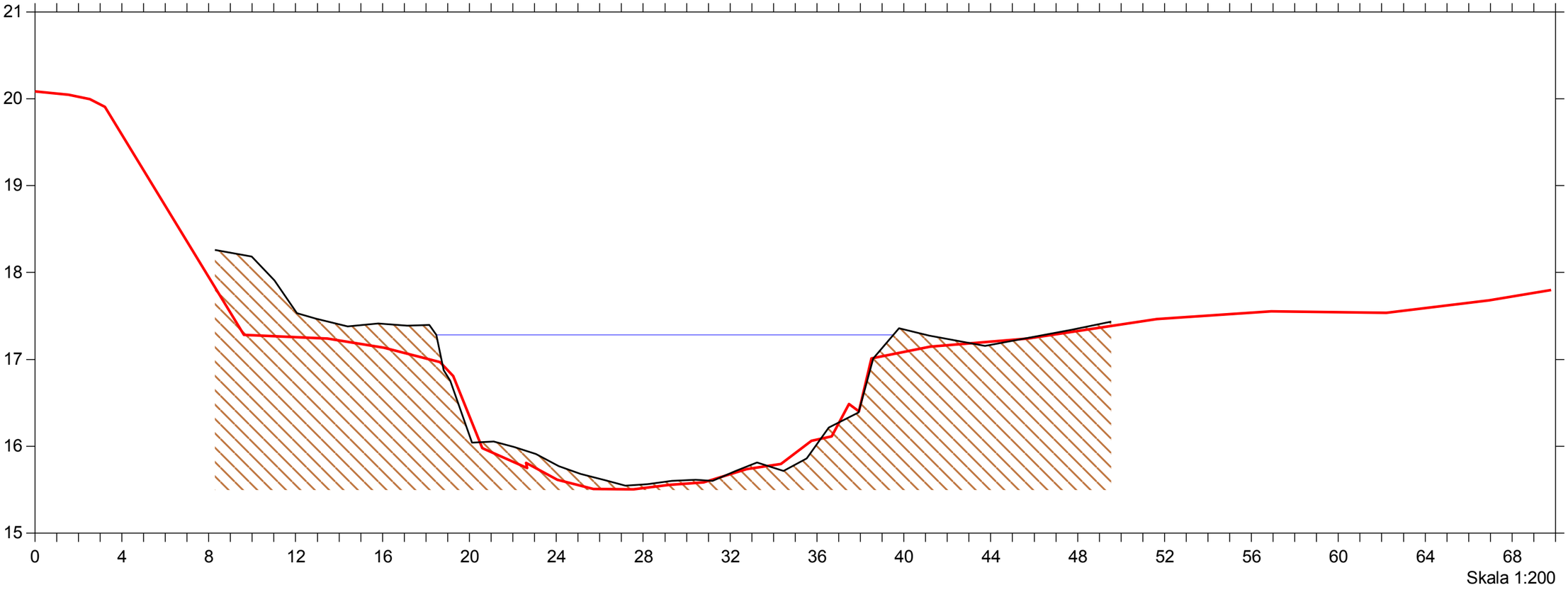
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 10533



St. 10802



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

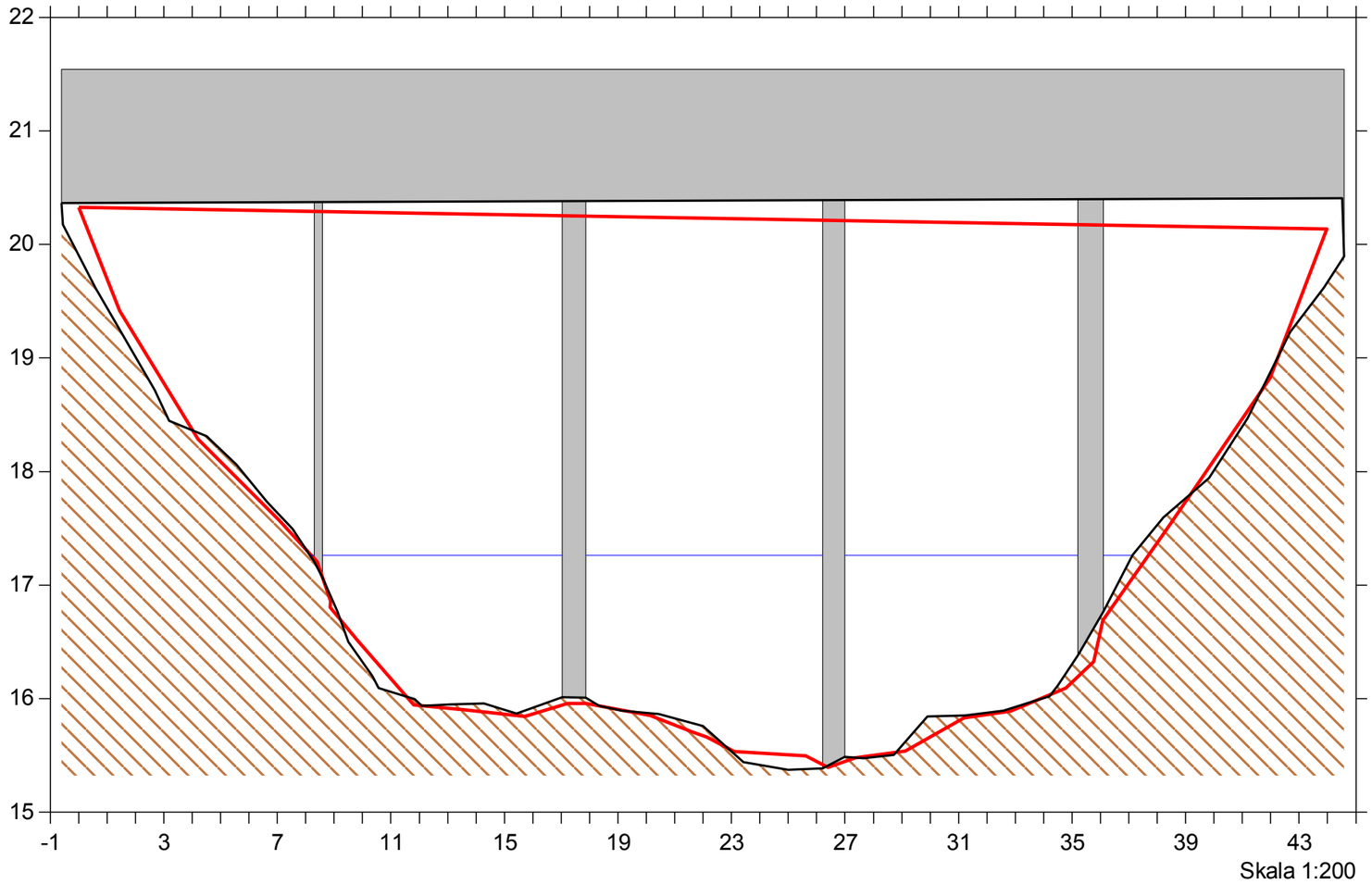
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 10820



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

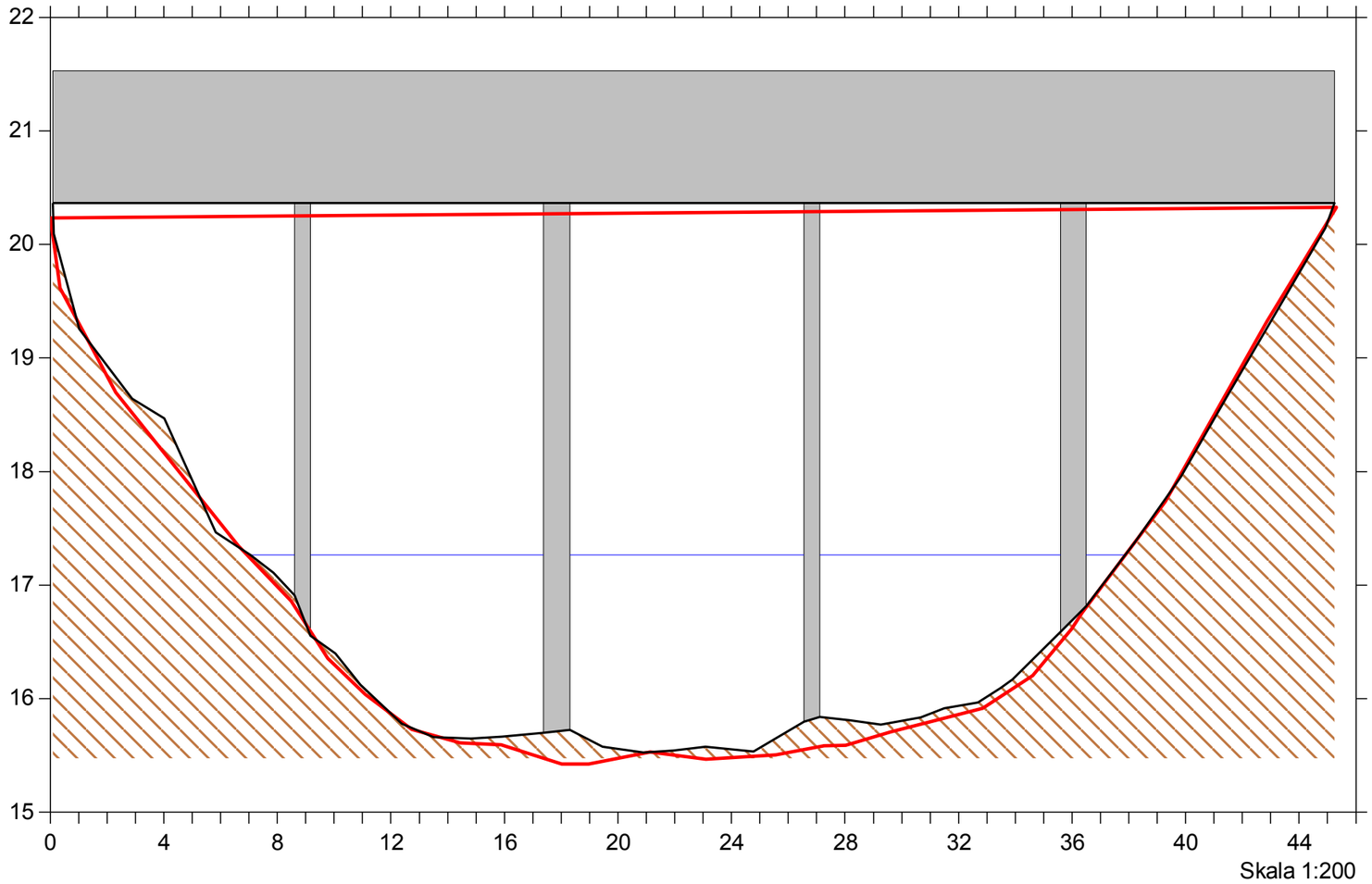
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 10829



Gudenå OS Tange Sø

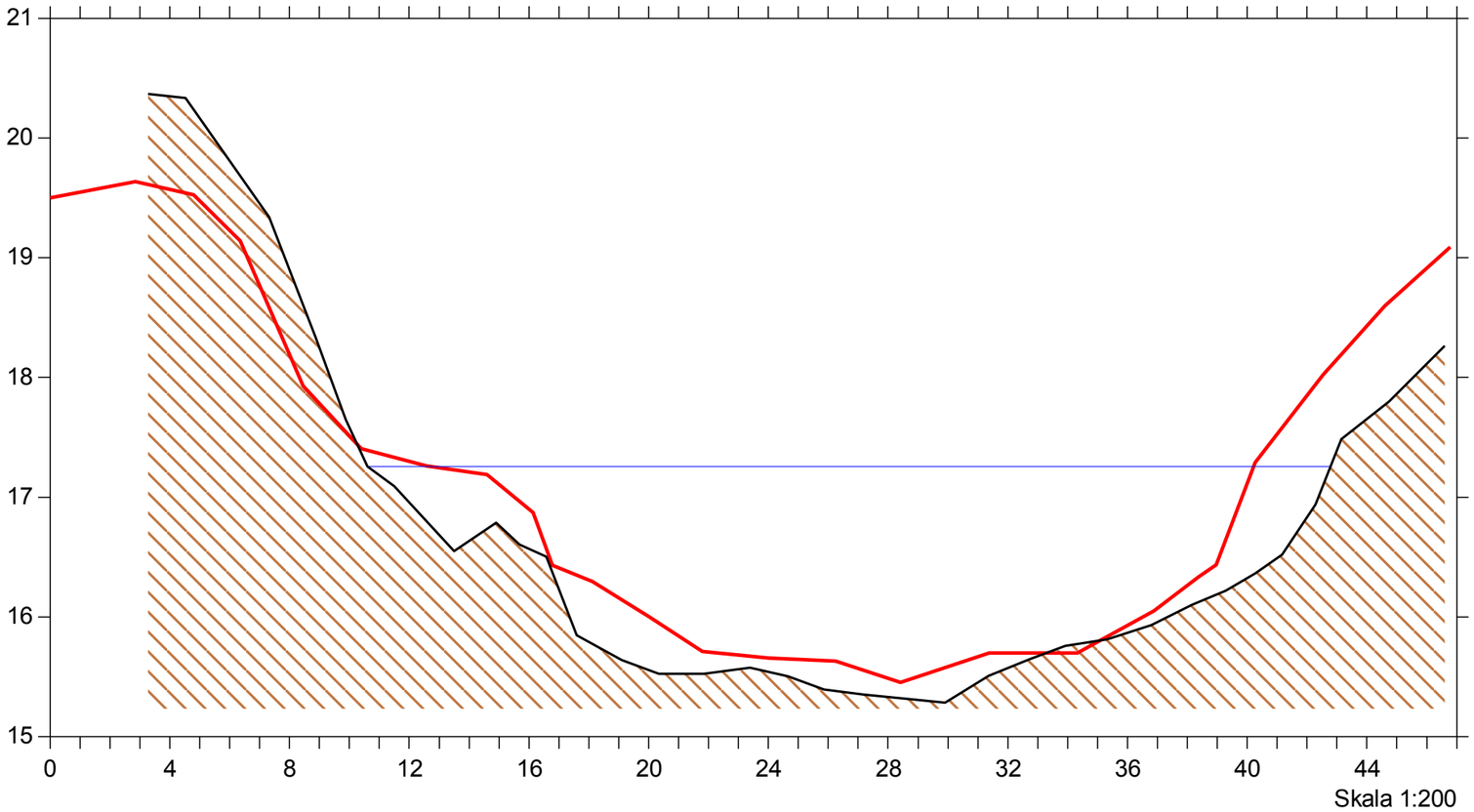
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 10839



Gudenå OS Tange Sø

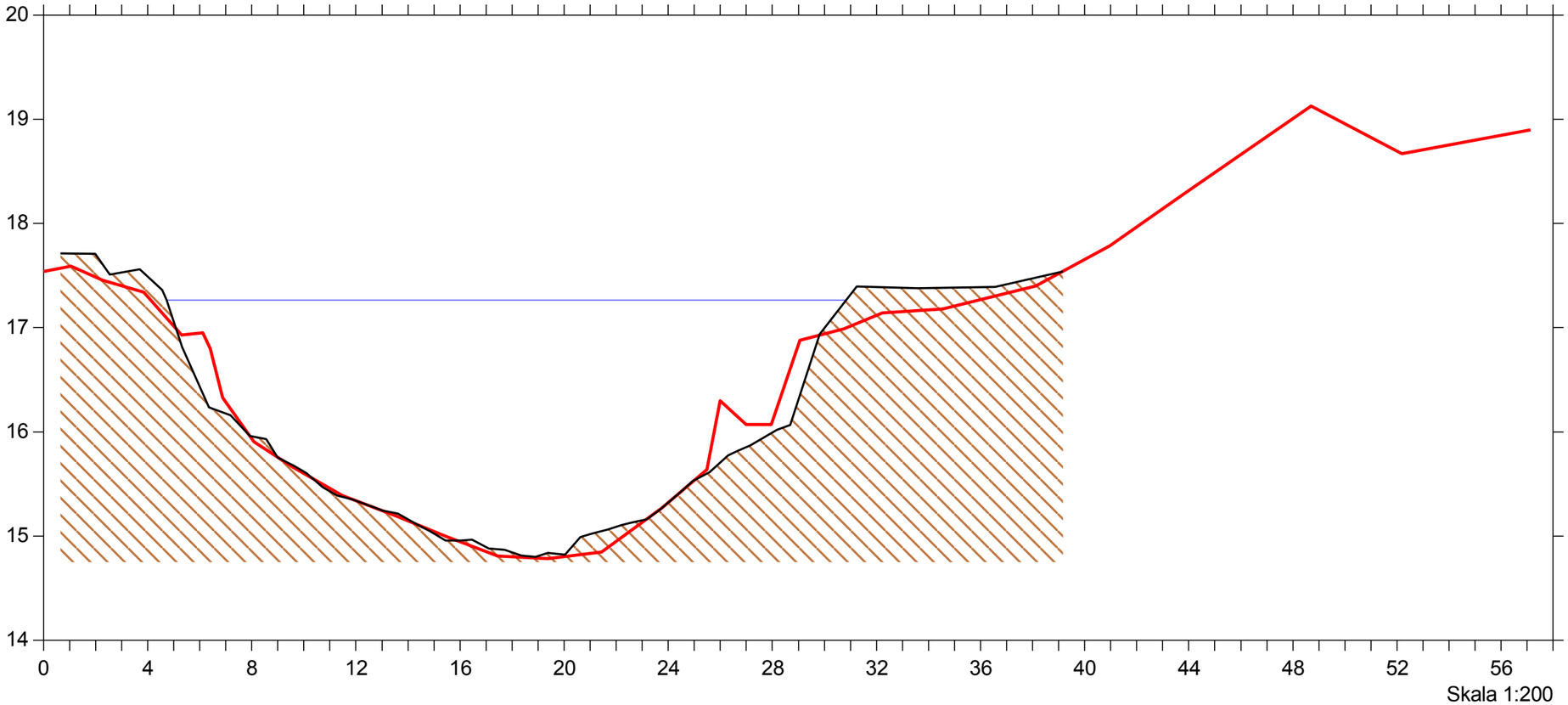
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 11049



Gudenå OS Tange Sø

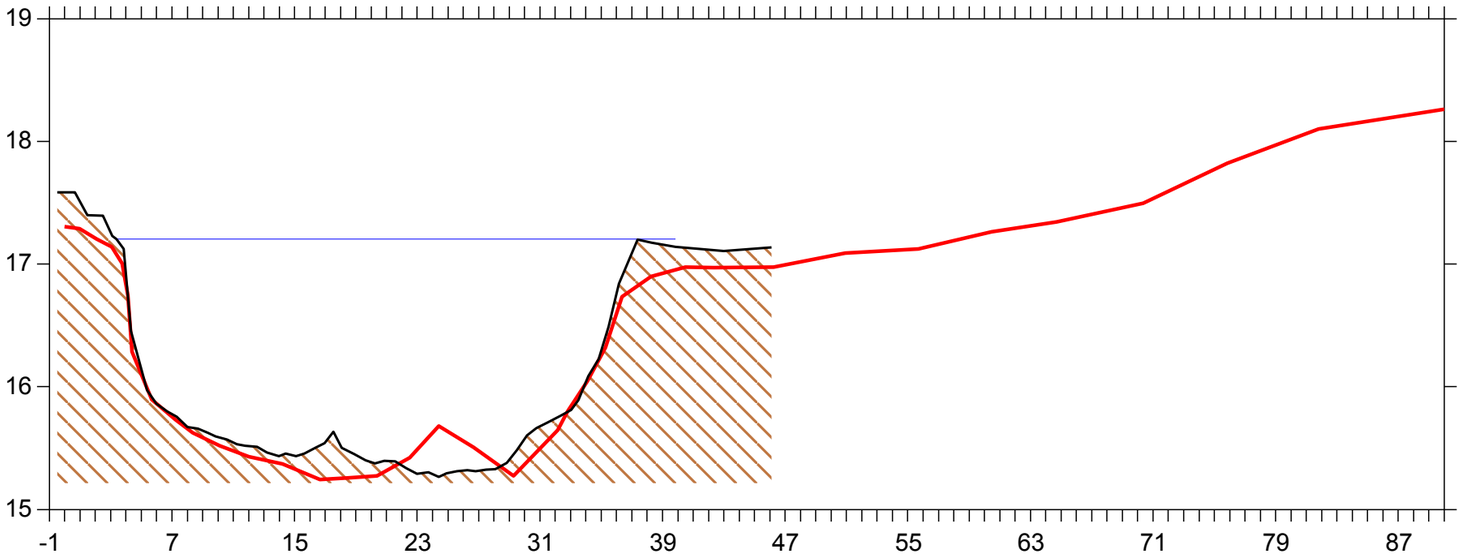
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

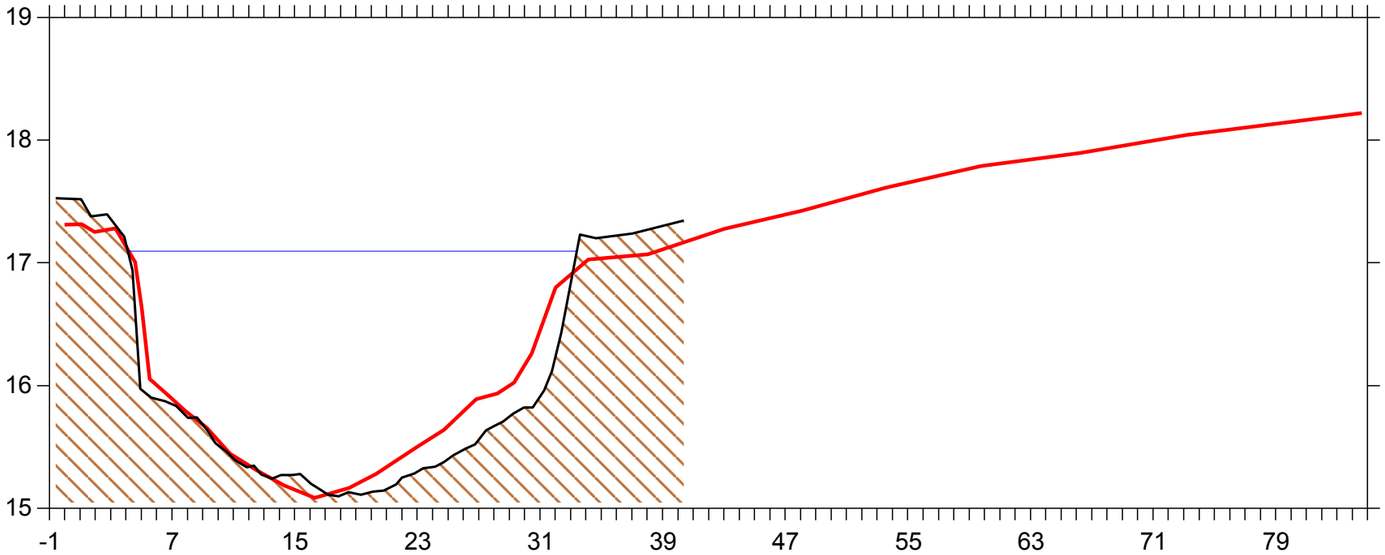
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 11253



Skala 1:400

St. 11500



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

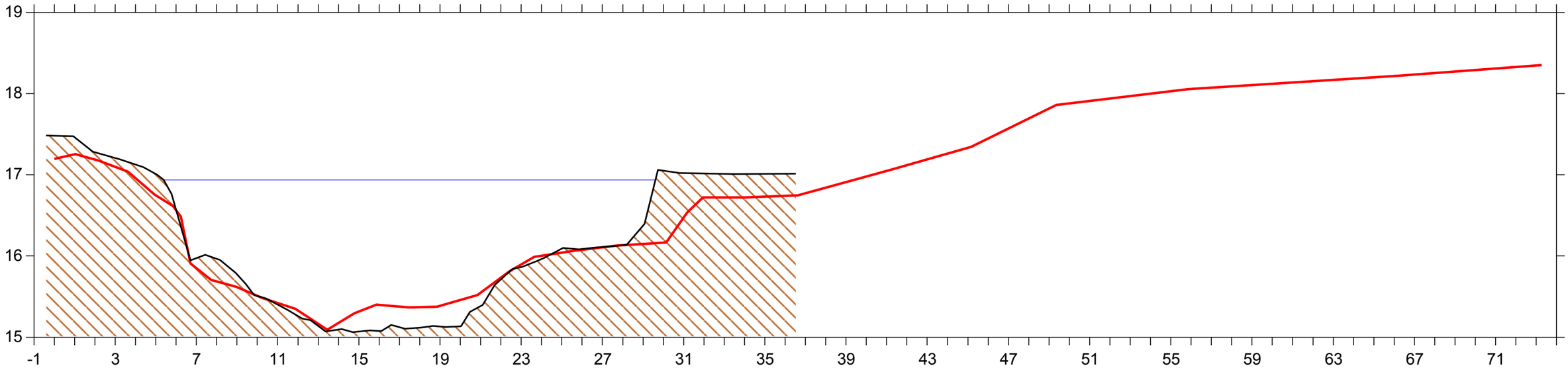
Opmåling 2020

Bilag 1

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 11764



Skala 1:200

Gudenå OS Tange Sø

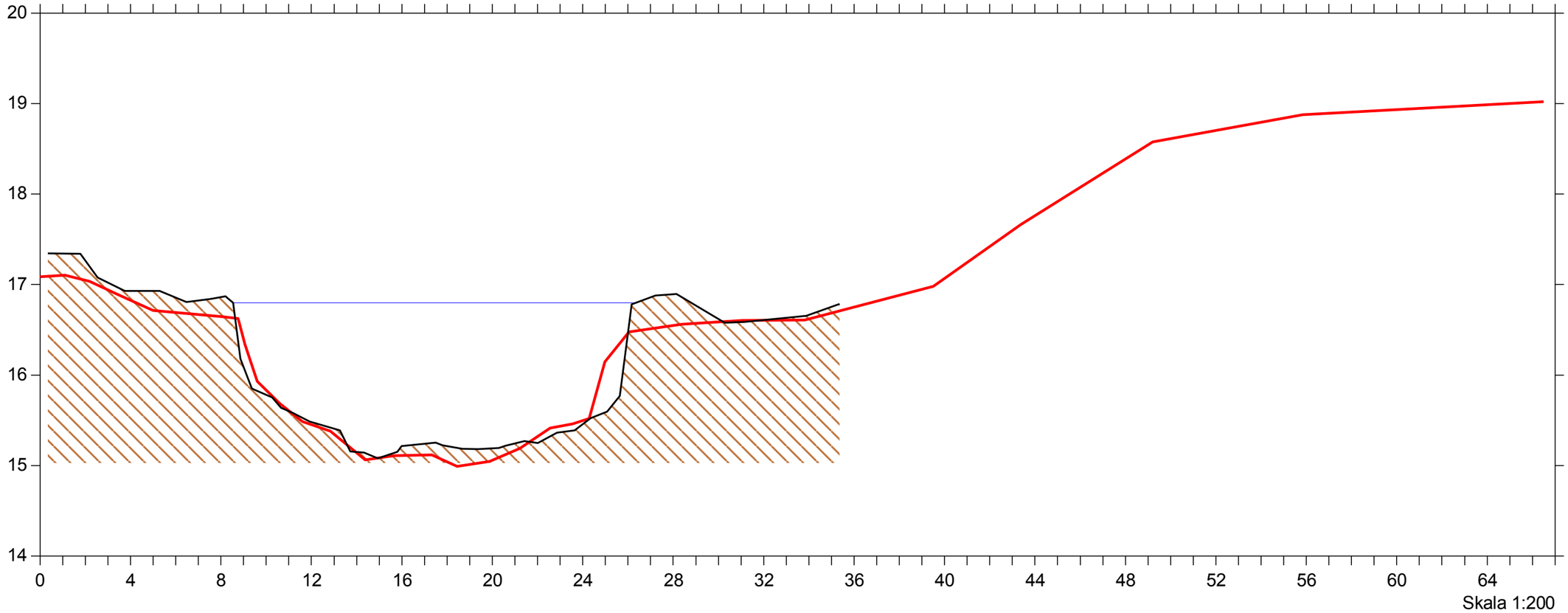
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 12002



Gudenå OS Tange Sø

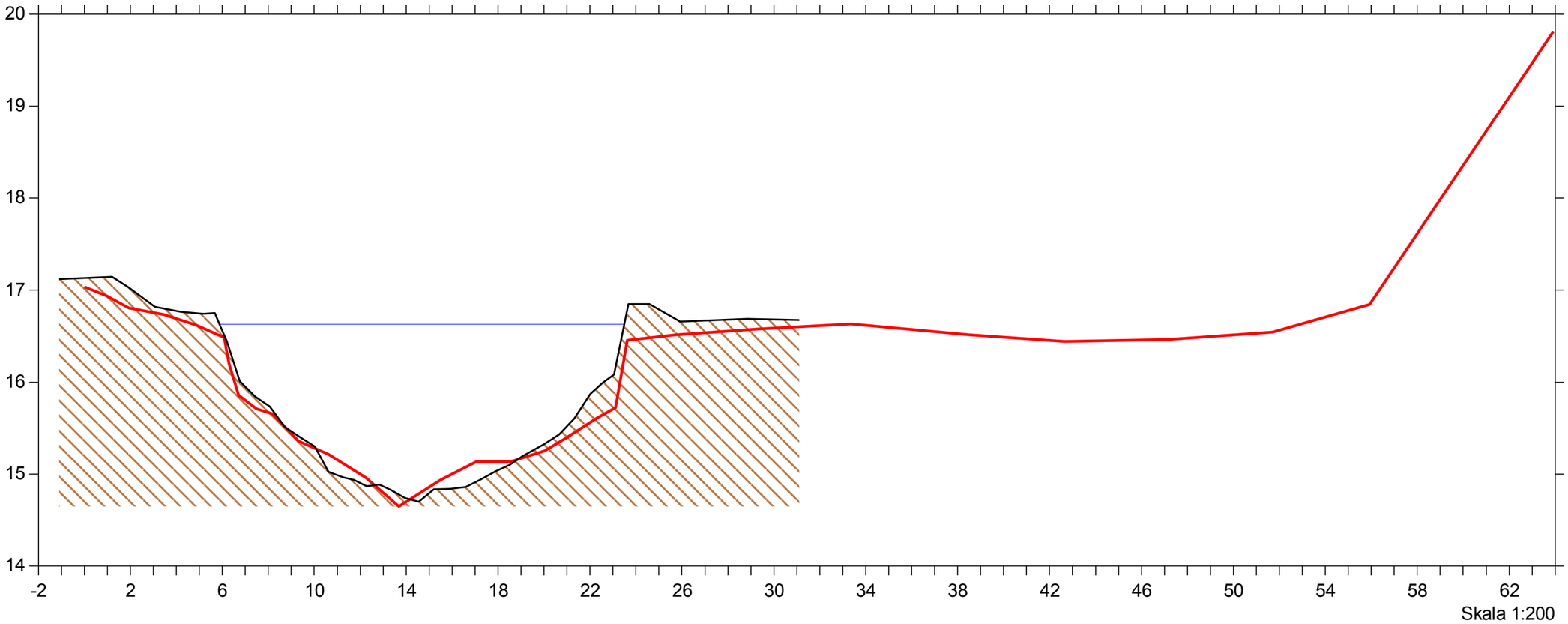
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 12264



Gudenå OS Tange Sø

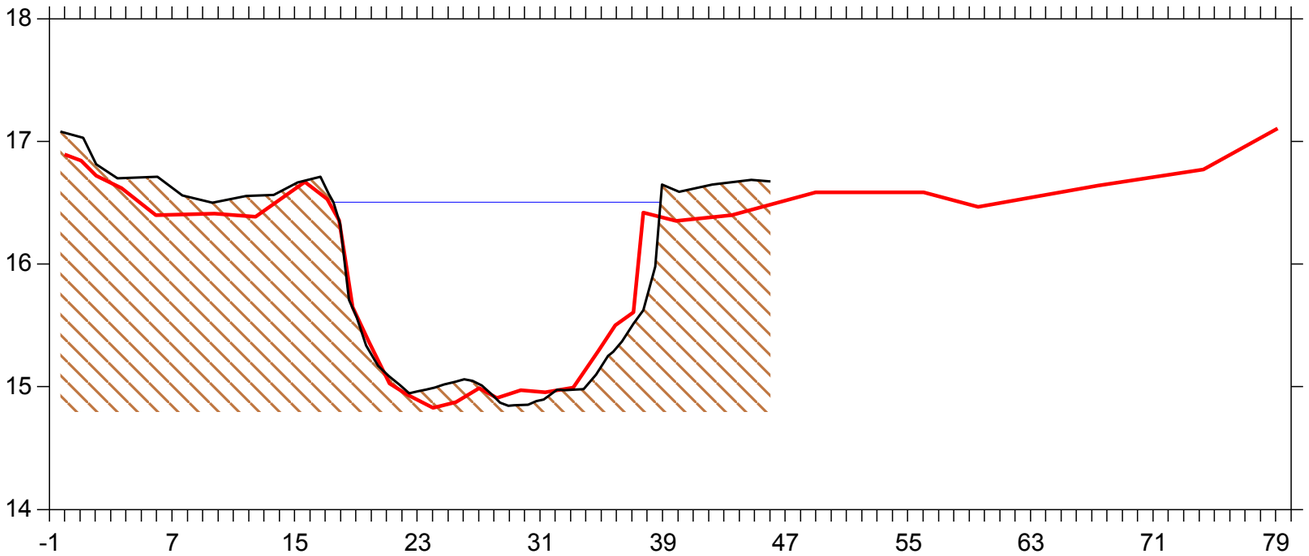
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

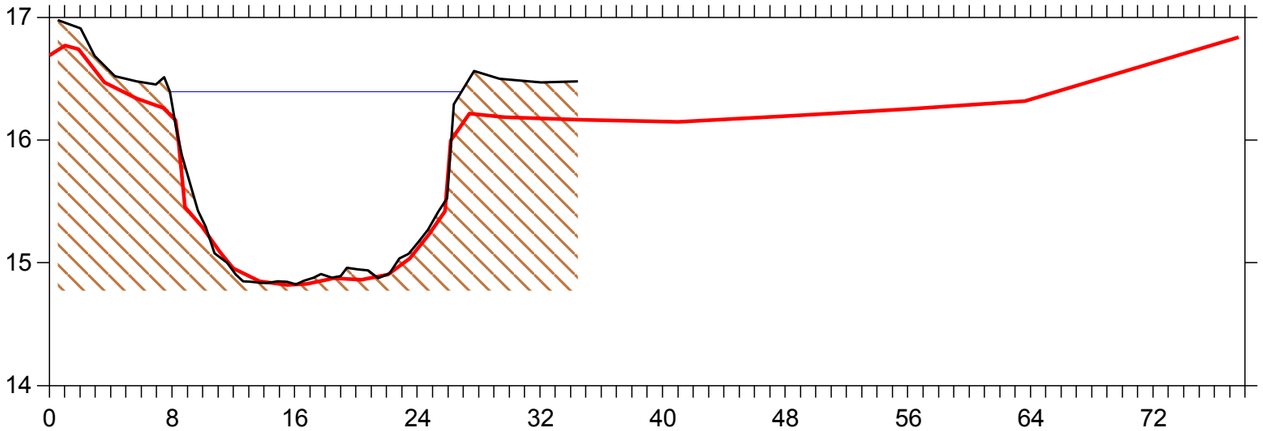
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 12523



Skala 1:400

St. 12737



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

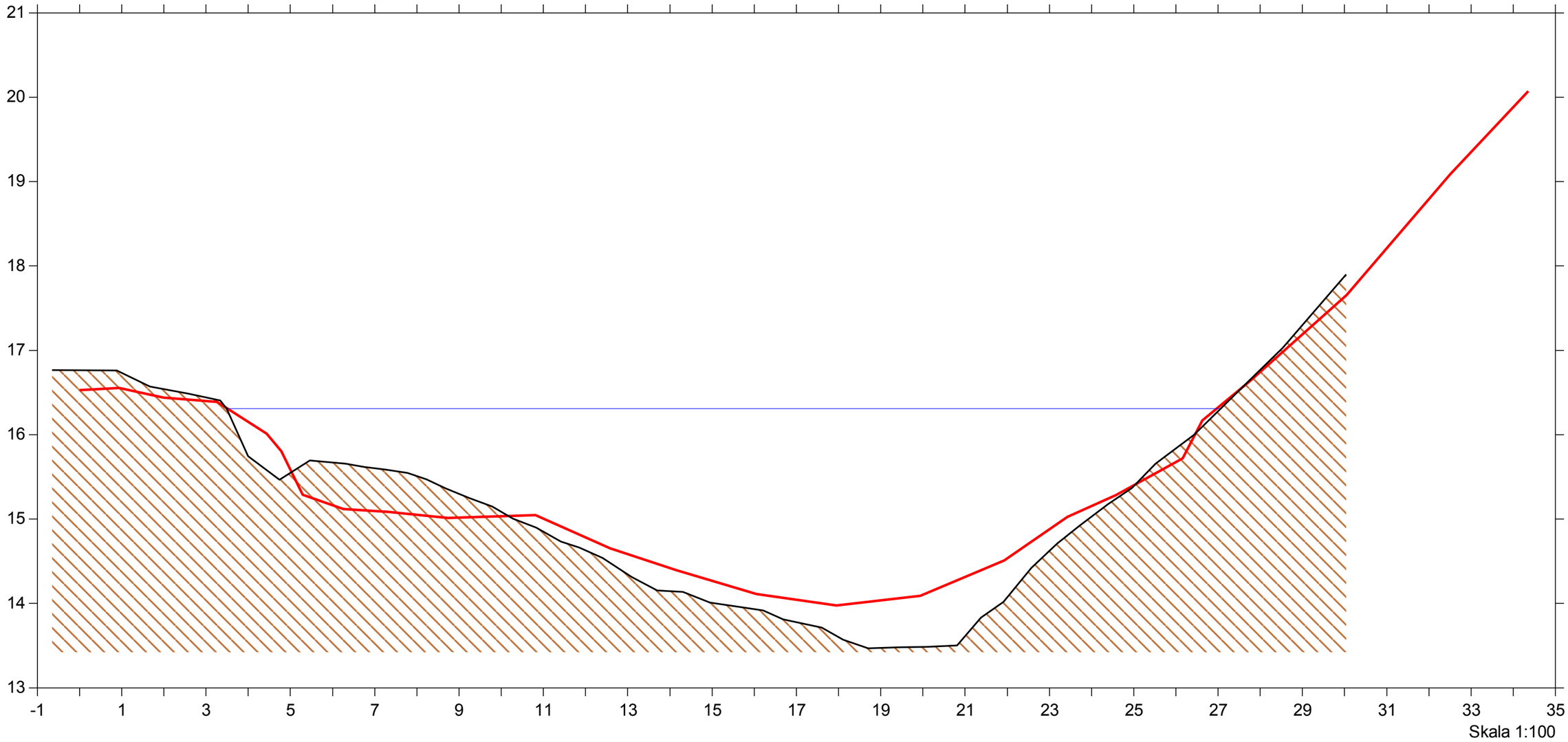
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 1

St. 12987



Gudenå OS Tange Sø

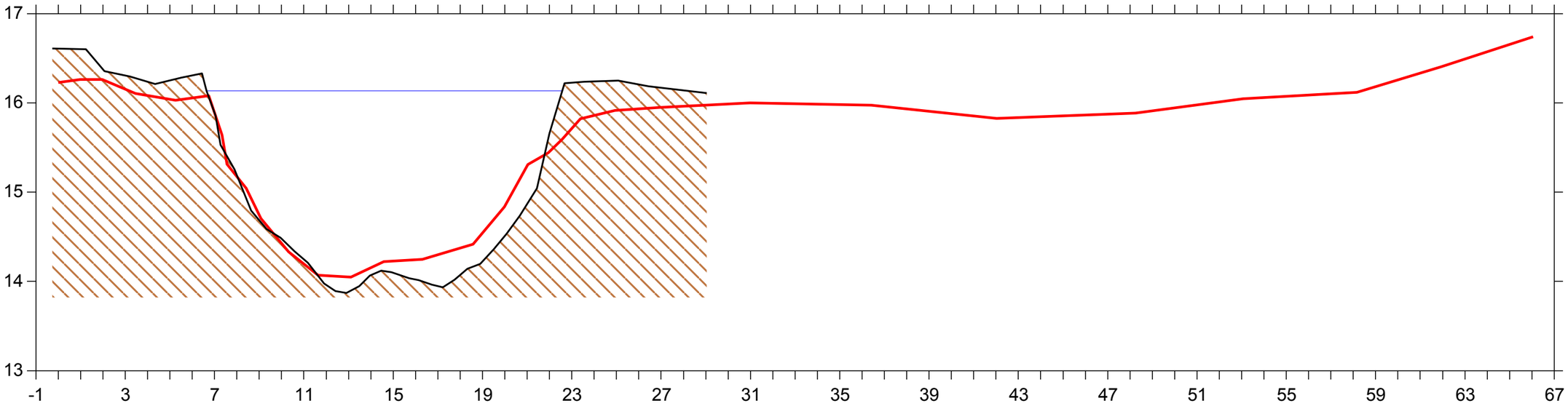
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

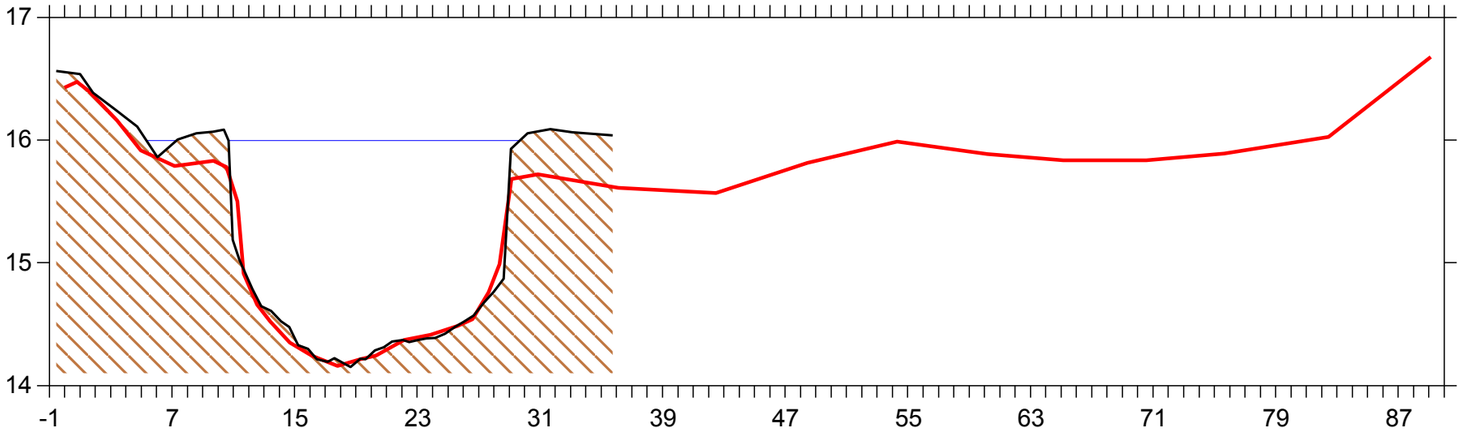
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 13238



Skala 1:200

St. 13501



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

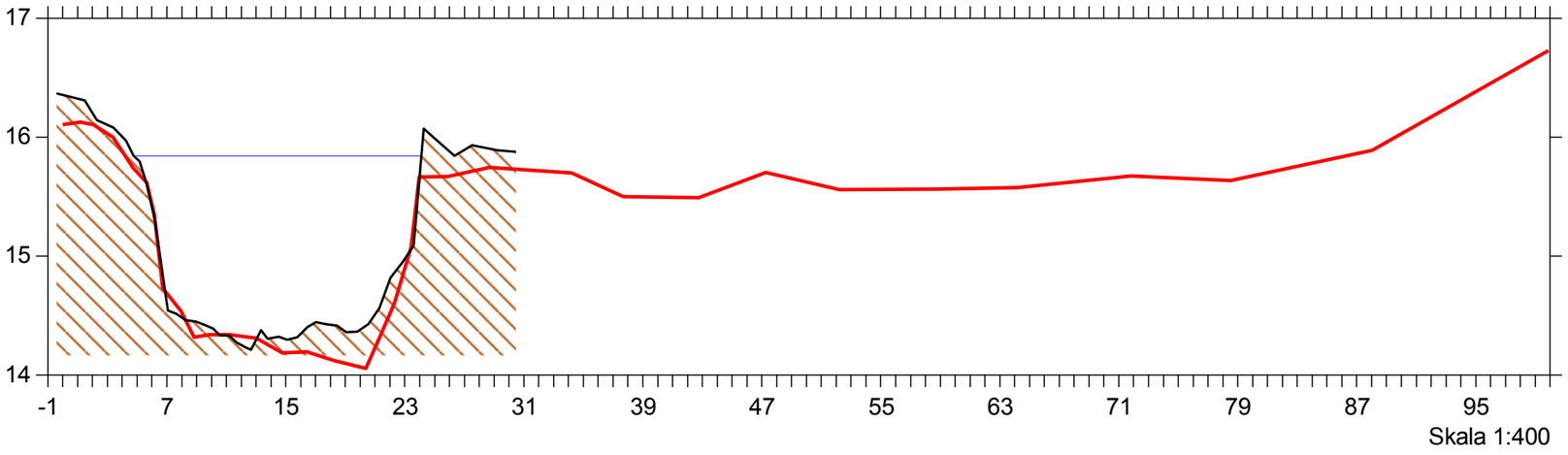
Bilag 1

Opmåling 2020

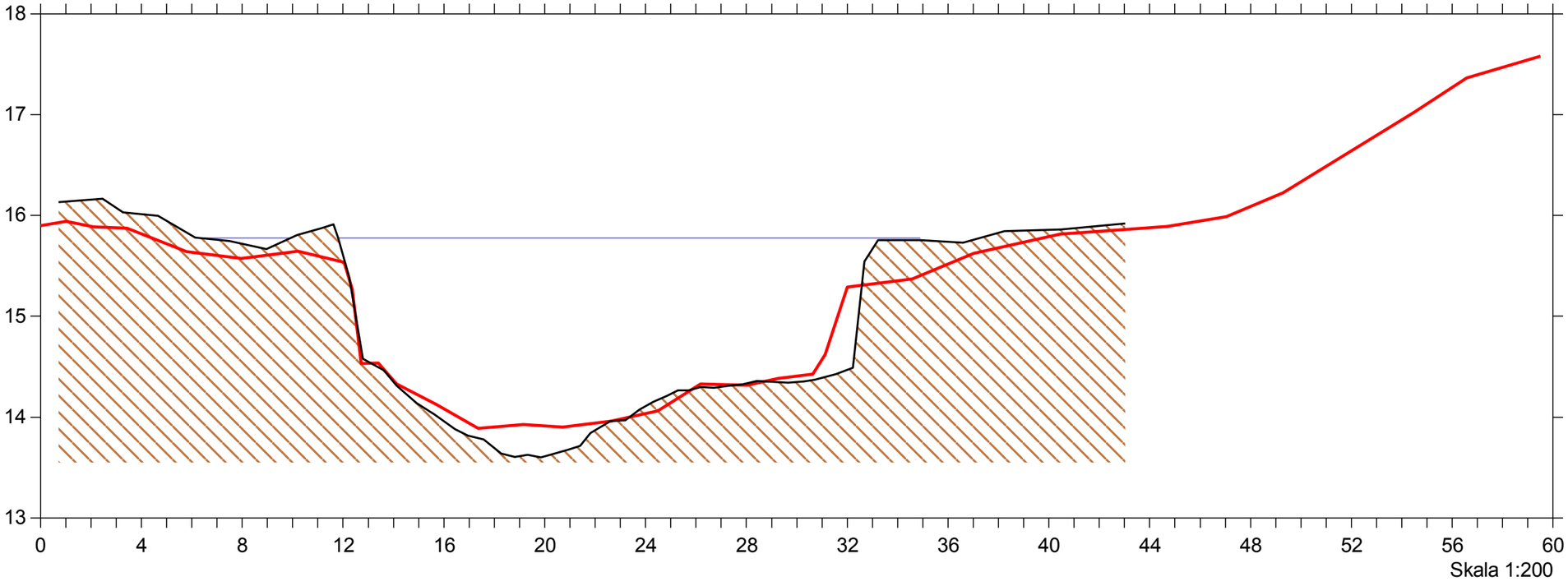
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 13734



St. 13999



Gudenå OS Tange Sø

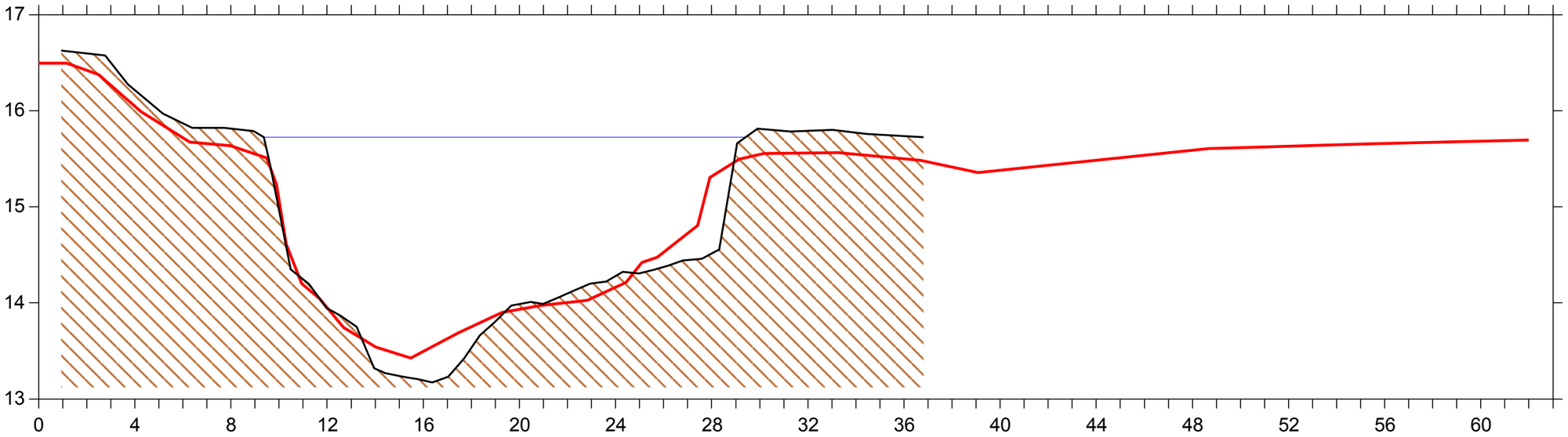
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

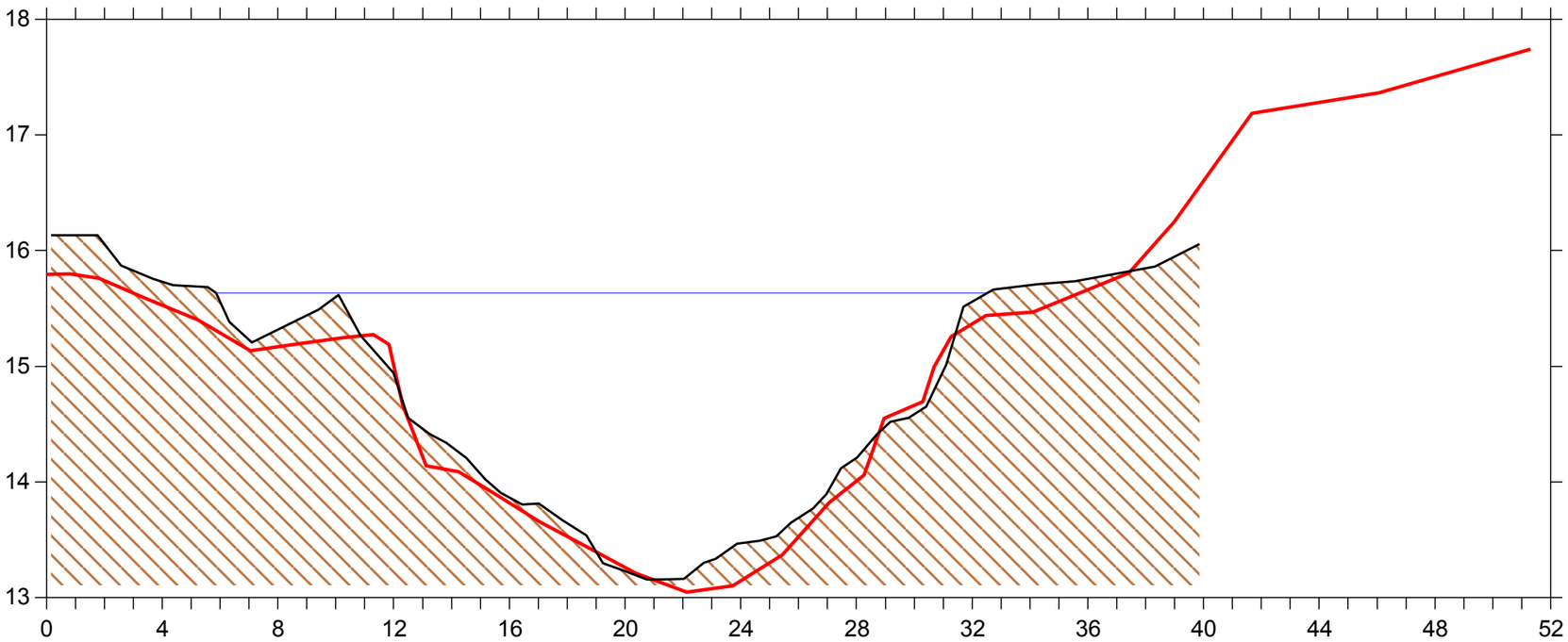
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 14230



Skala 1:200

St. 14453



Skala 1:200

VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

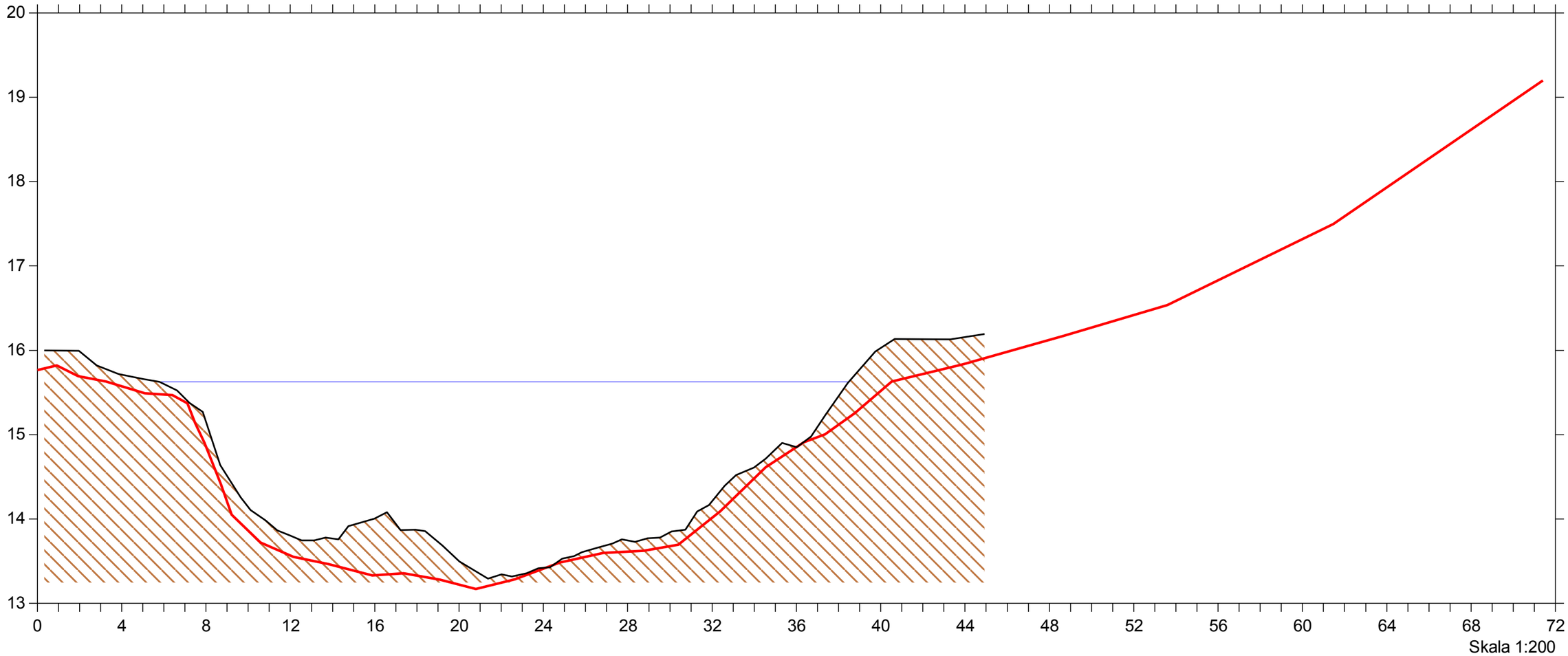
Opmåling 2020

Bilag 1

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 14681



Gudenå OS Tange Sø

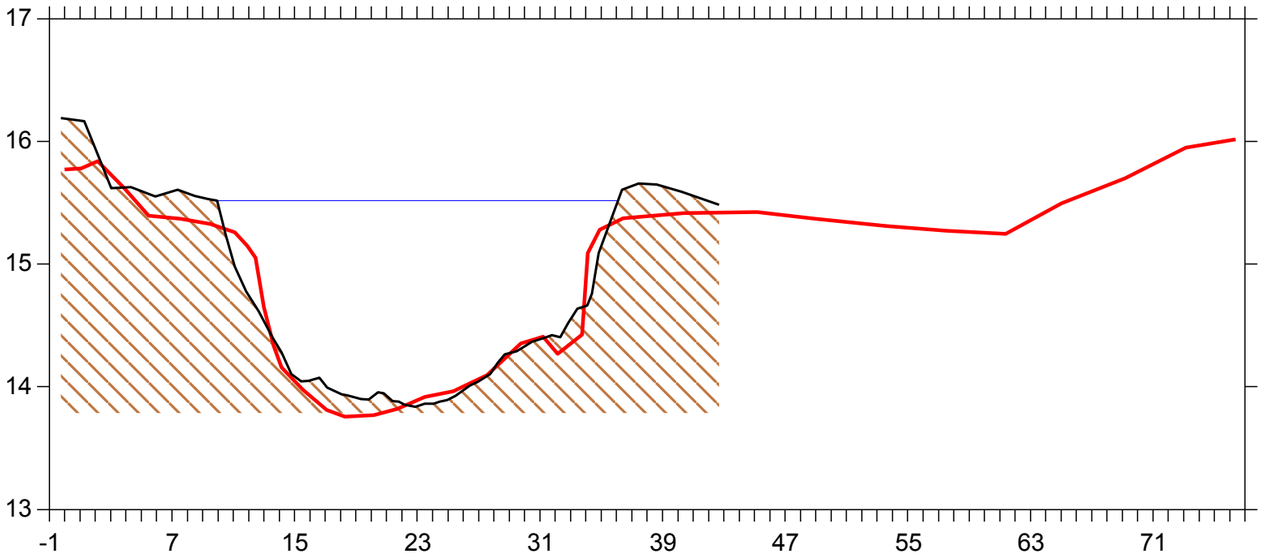
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

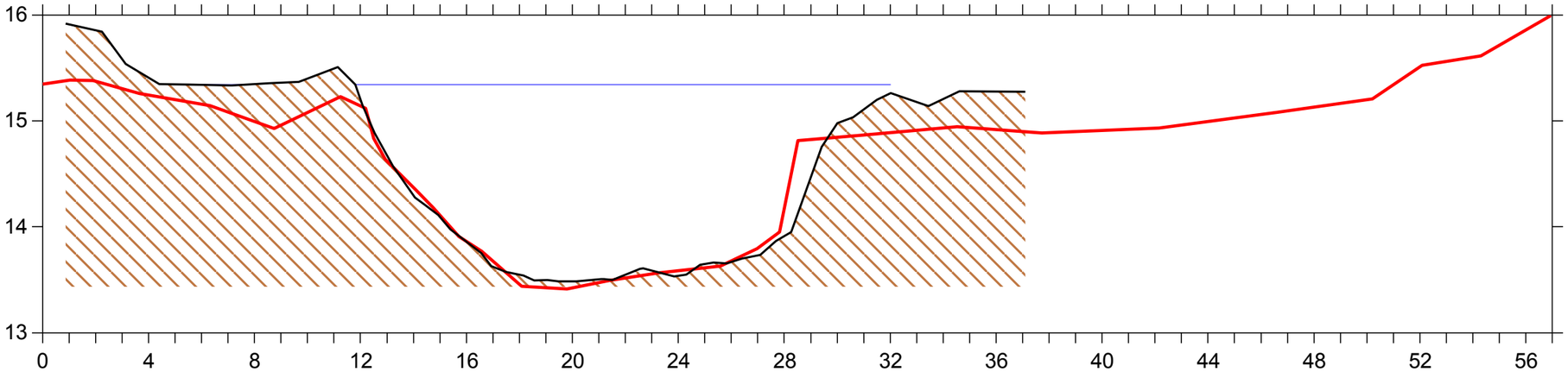
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 14964



Skala 1:400

St. 15198



Skala 1:200

Gudenå OS Tange Sø

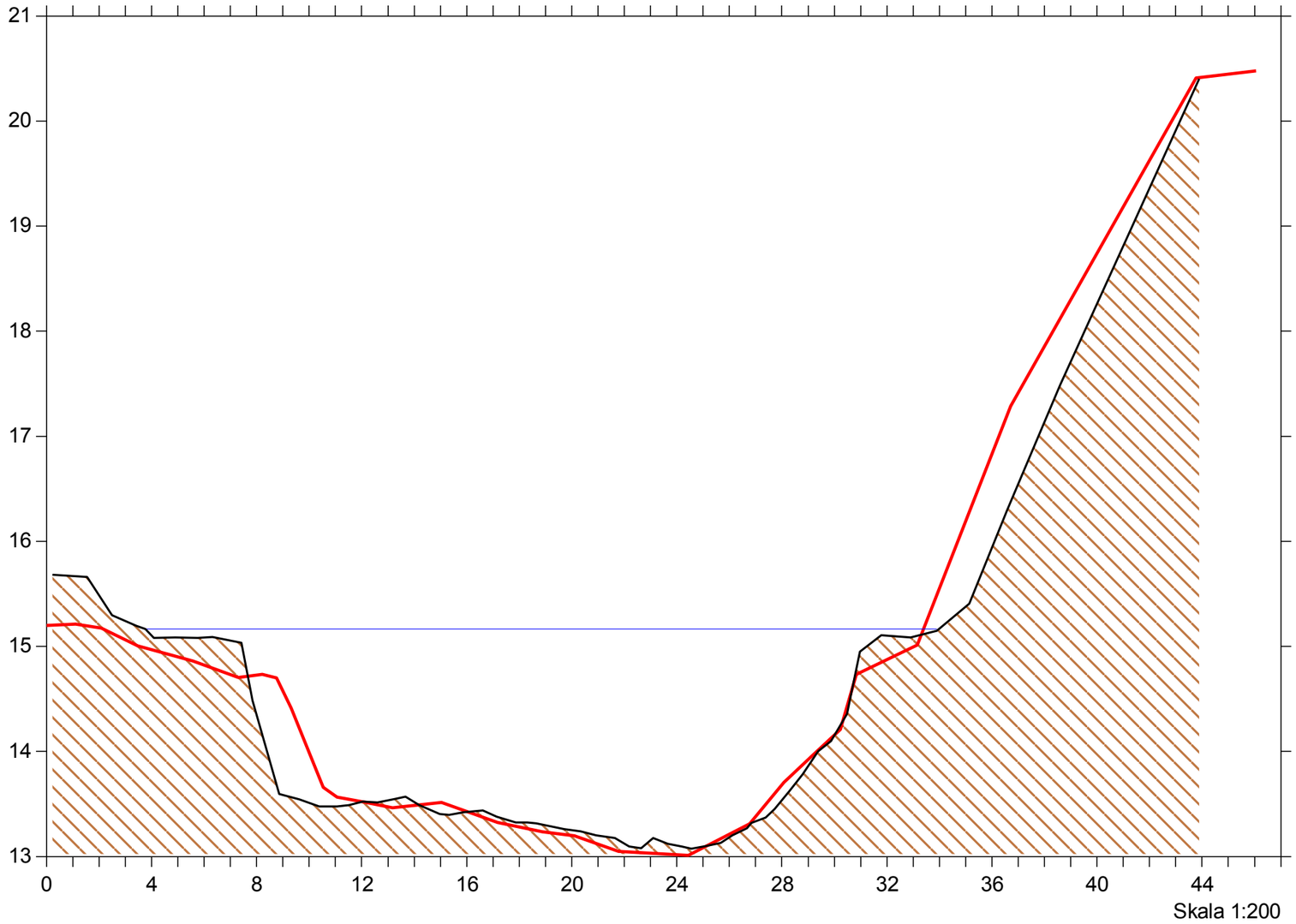
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 15504



Gudenå OS Tange Sø

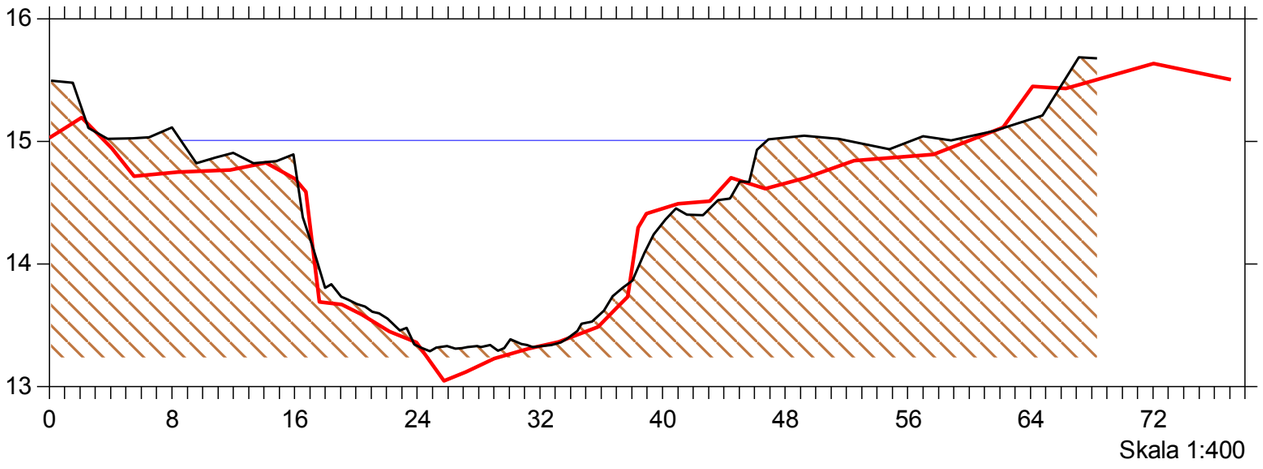
Bilag 1

Opmåling 2020

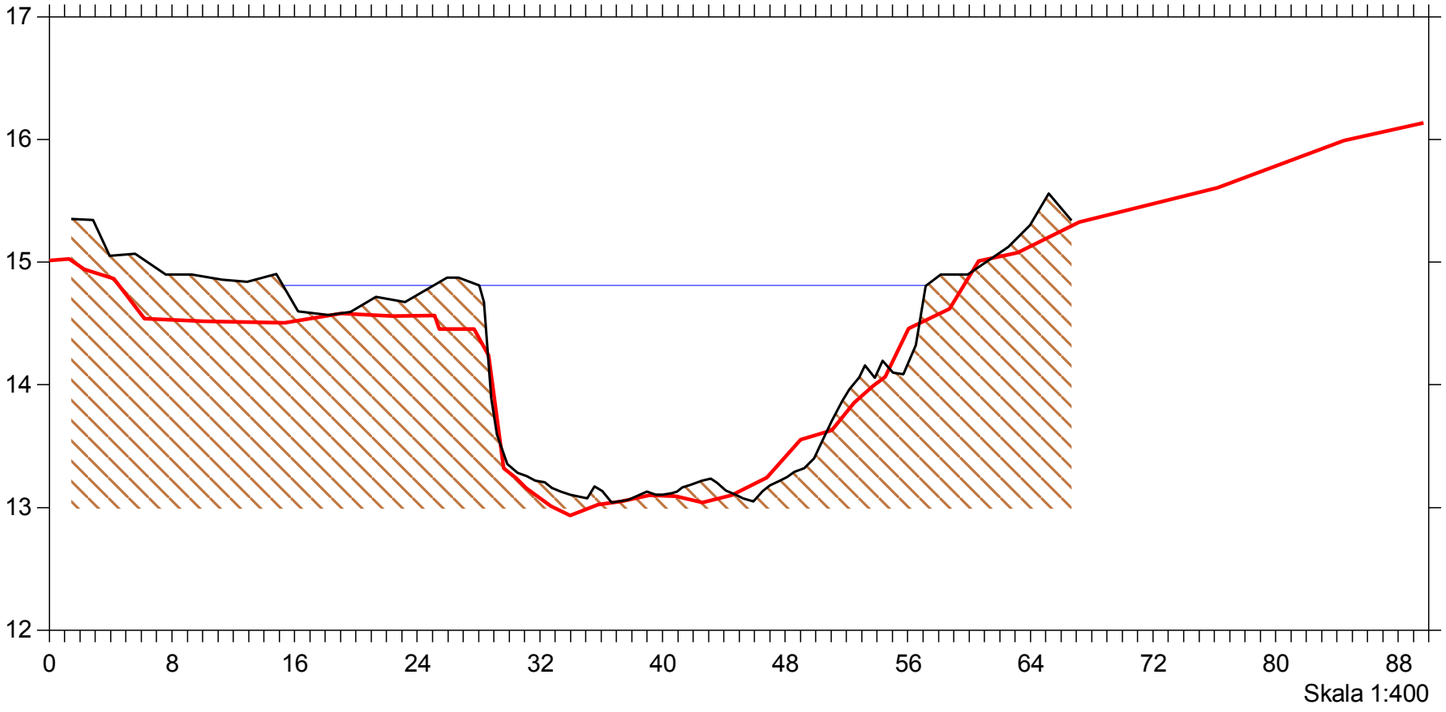
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 15757



St. 15998



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

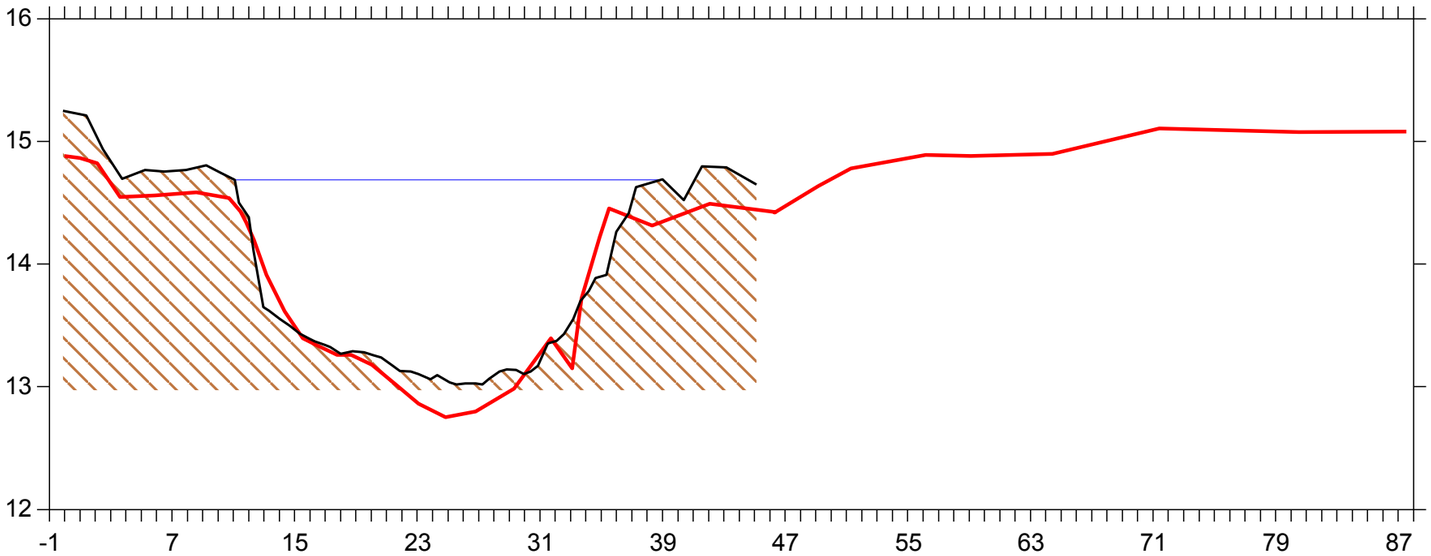
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

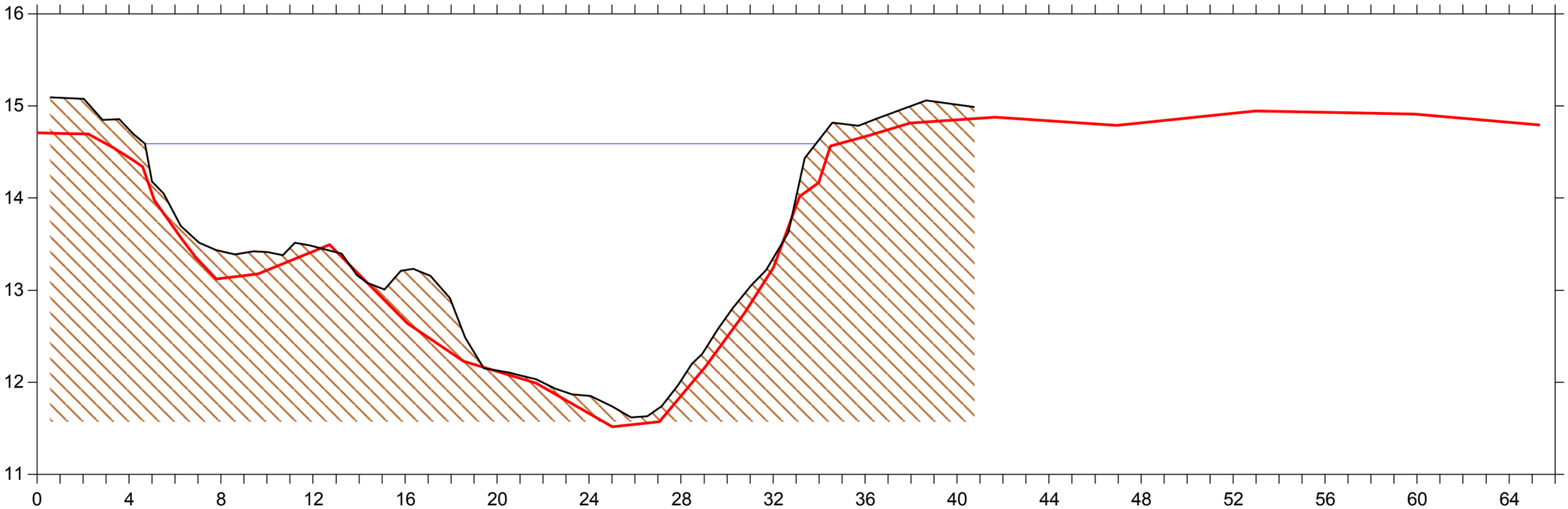
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 16275



Skala 1:400

St. 16525



Skala 1:200

VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

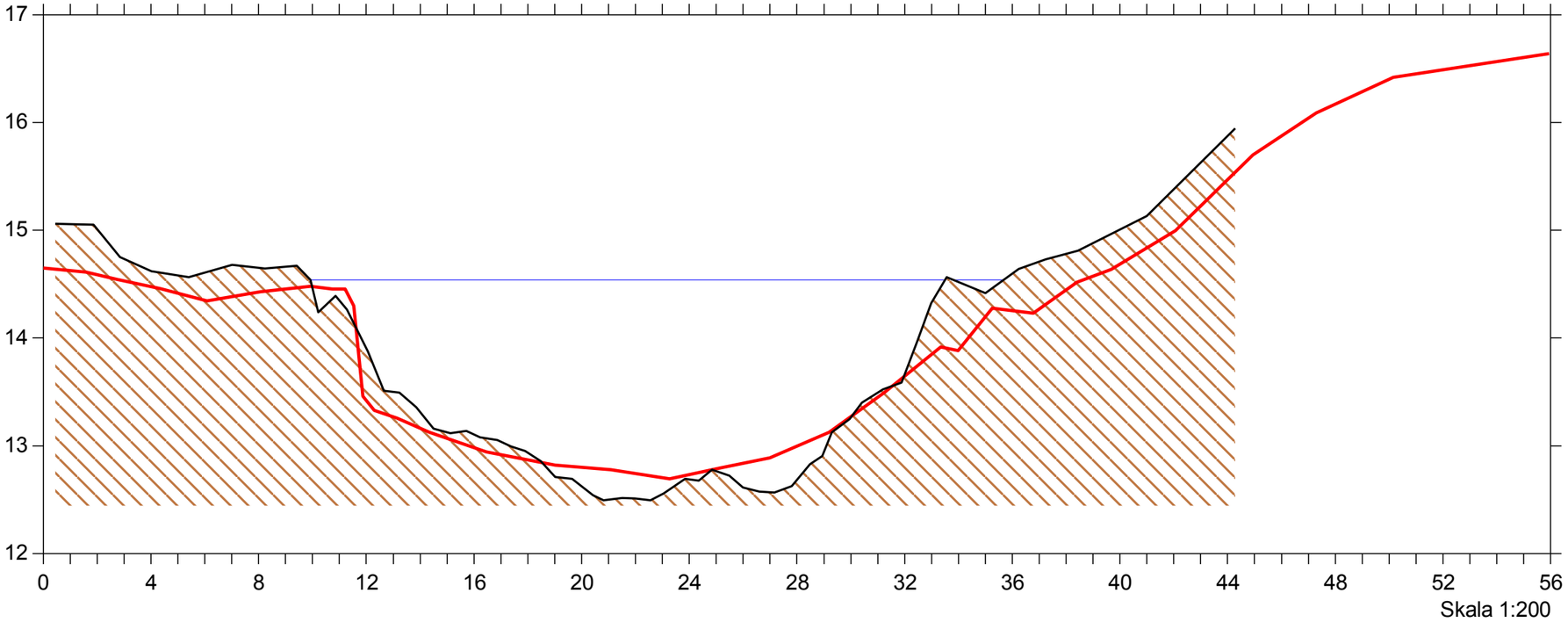
Bilag 1

Opmåling 2020

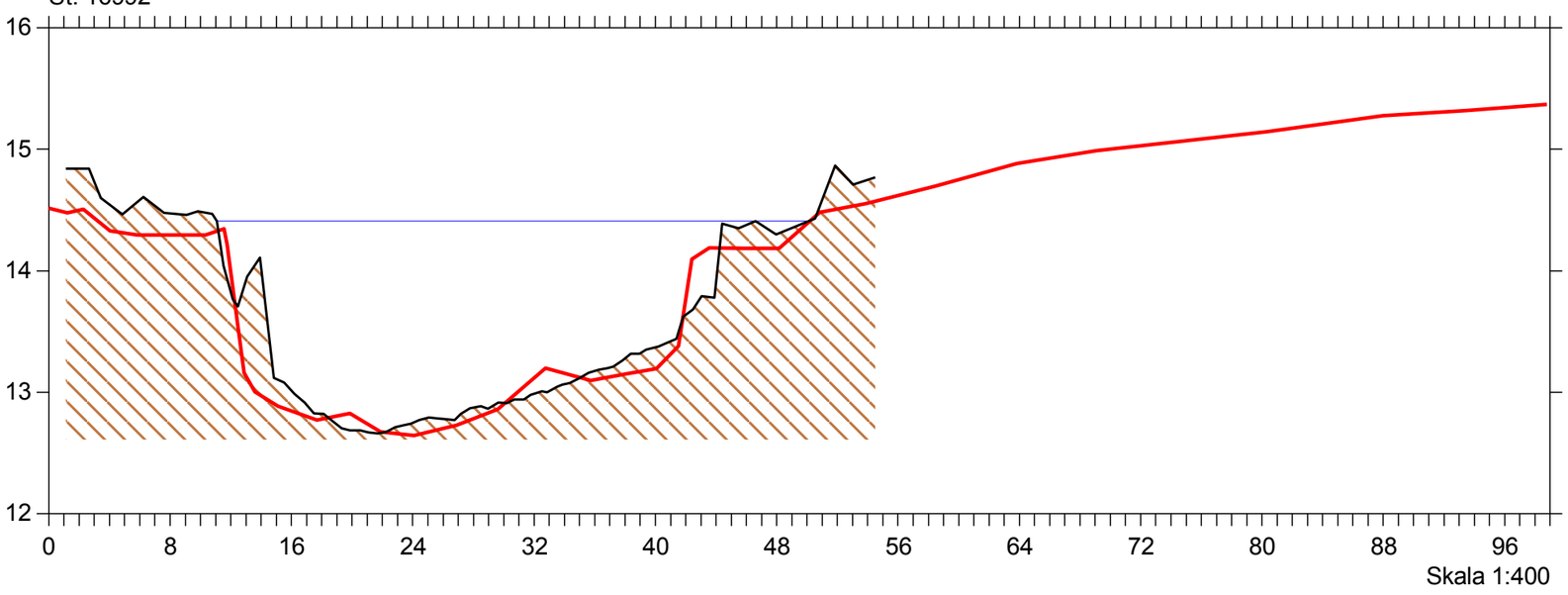
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 16754



St. 16992



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

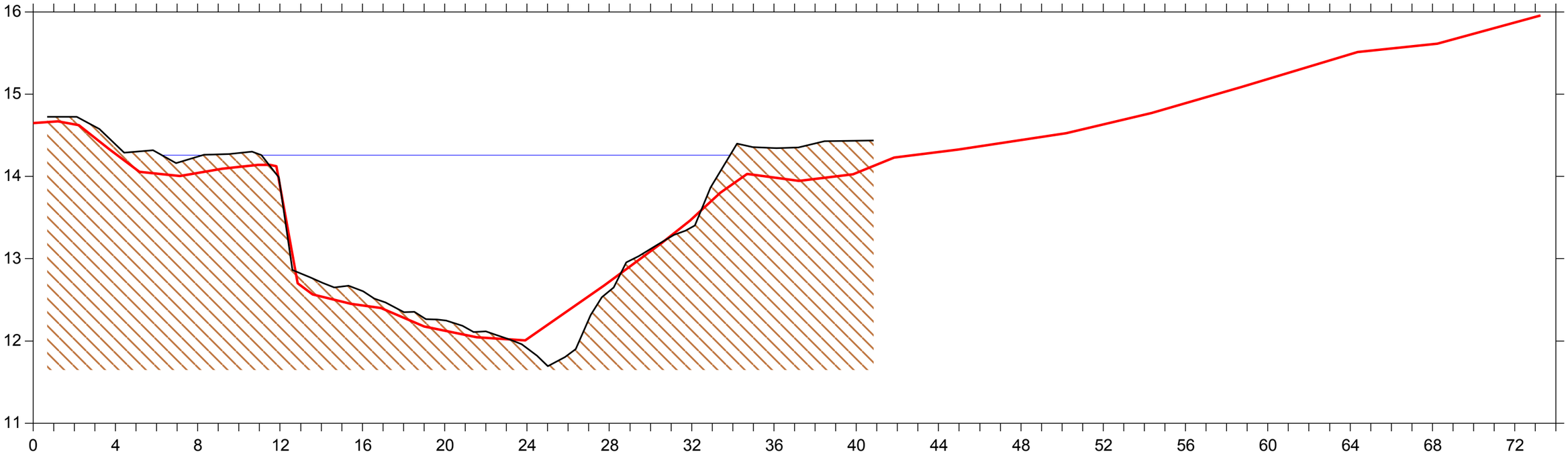
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

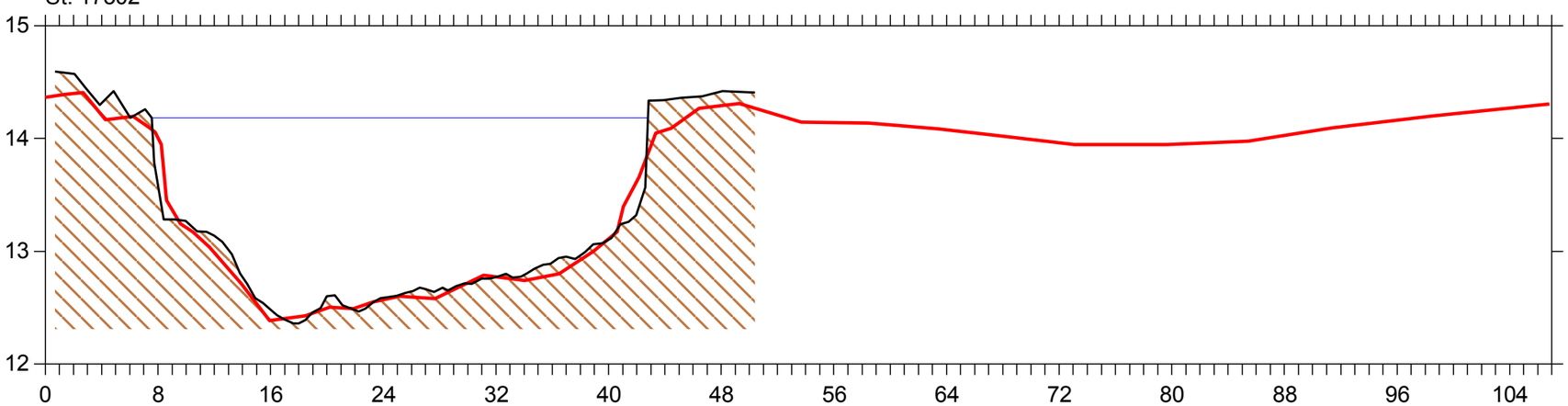
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 17257



Skala 1:200

St. 17502



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

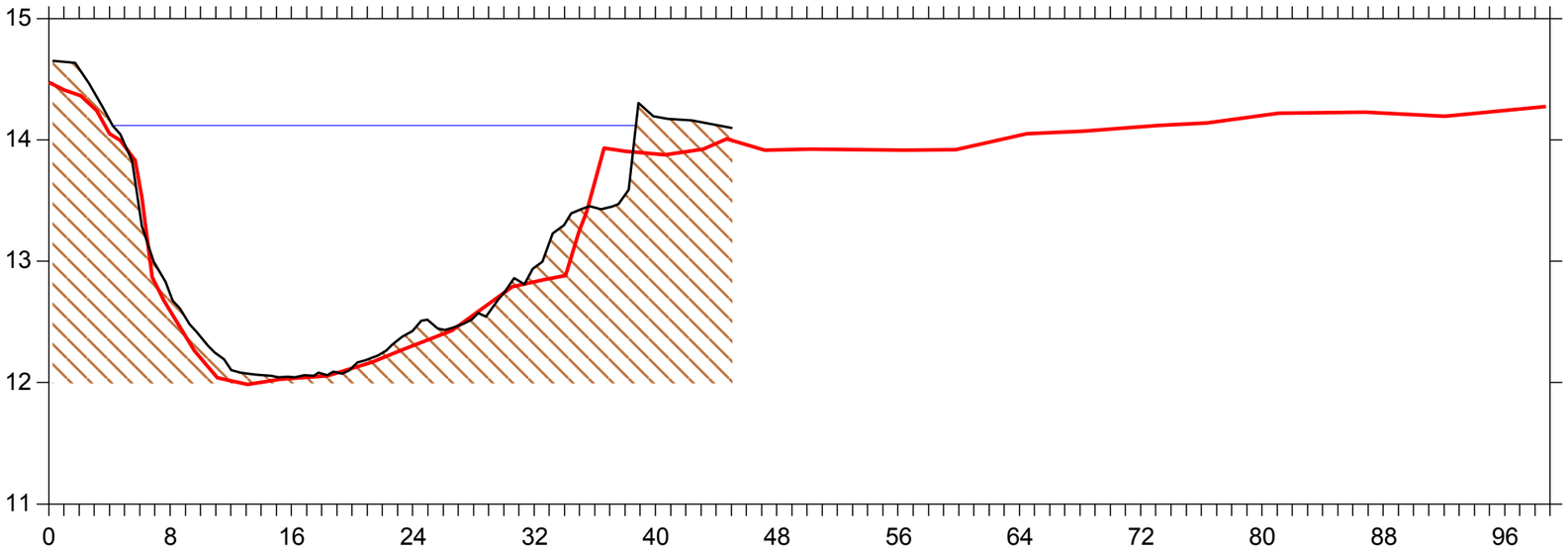
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

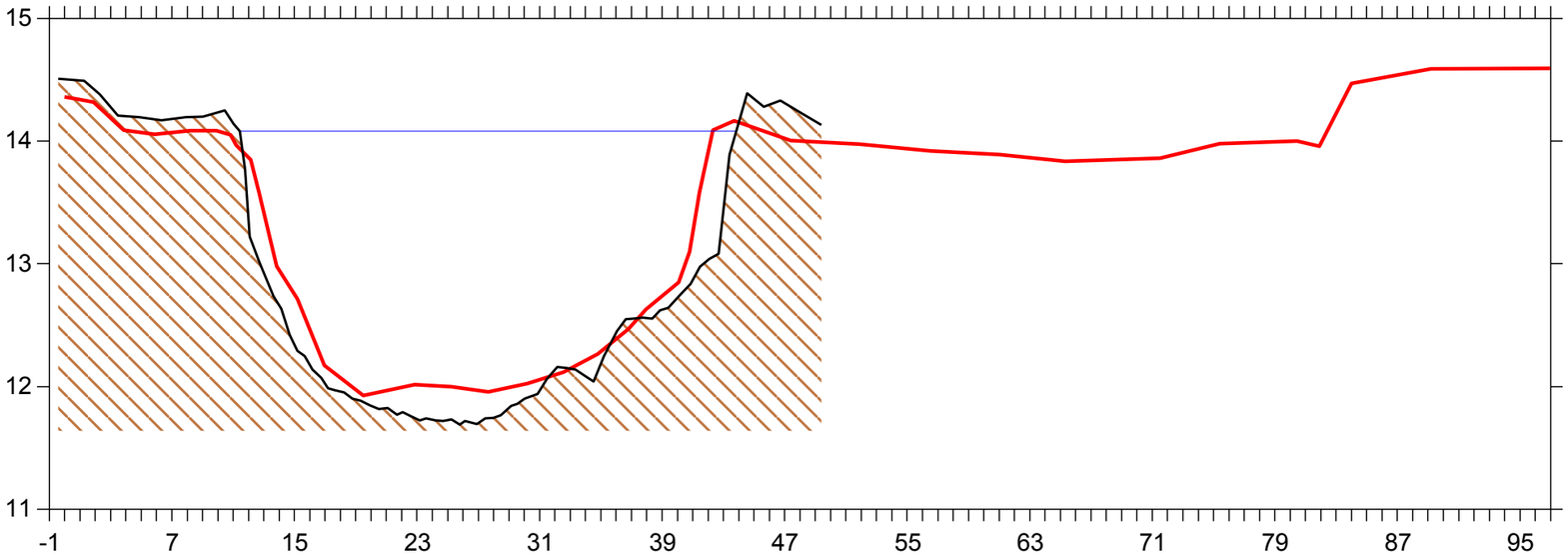
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 17711



Skala 1:400

St. 17922



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

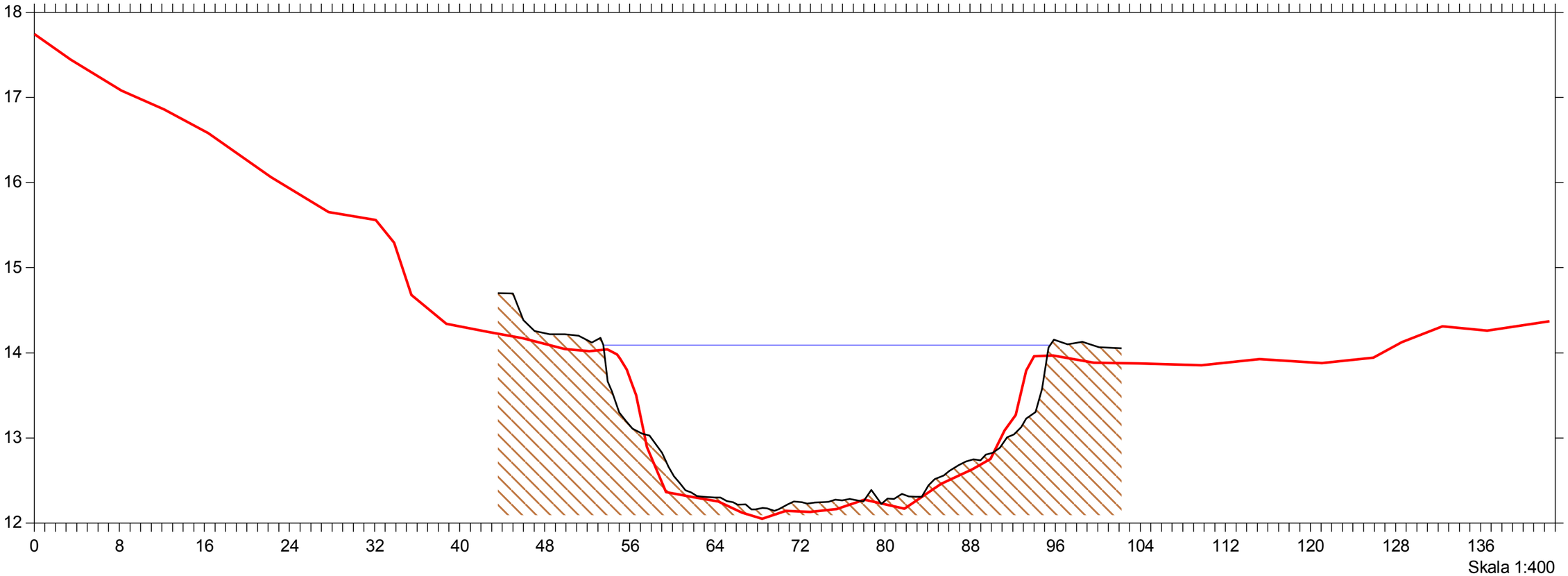
Opmåling 2020

Bilag 1

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 18226



Gudenå OS Tange Sø

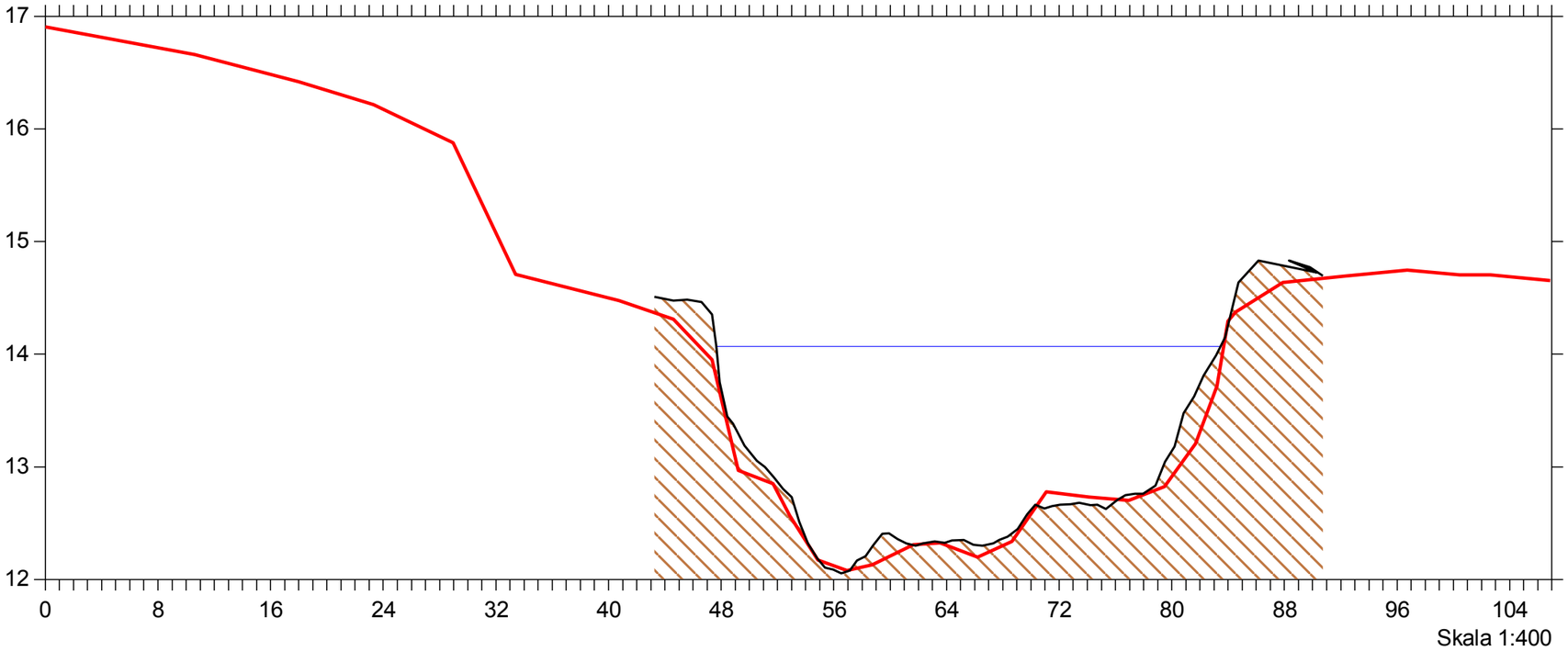
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 18382



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

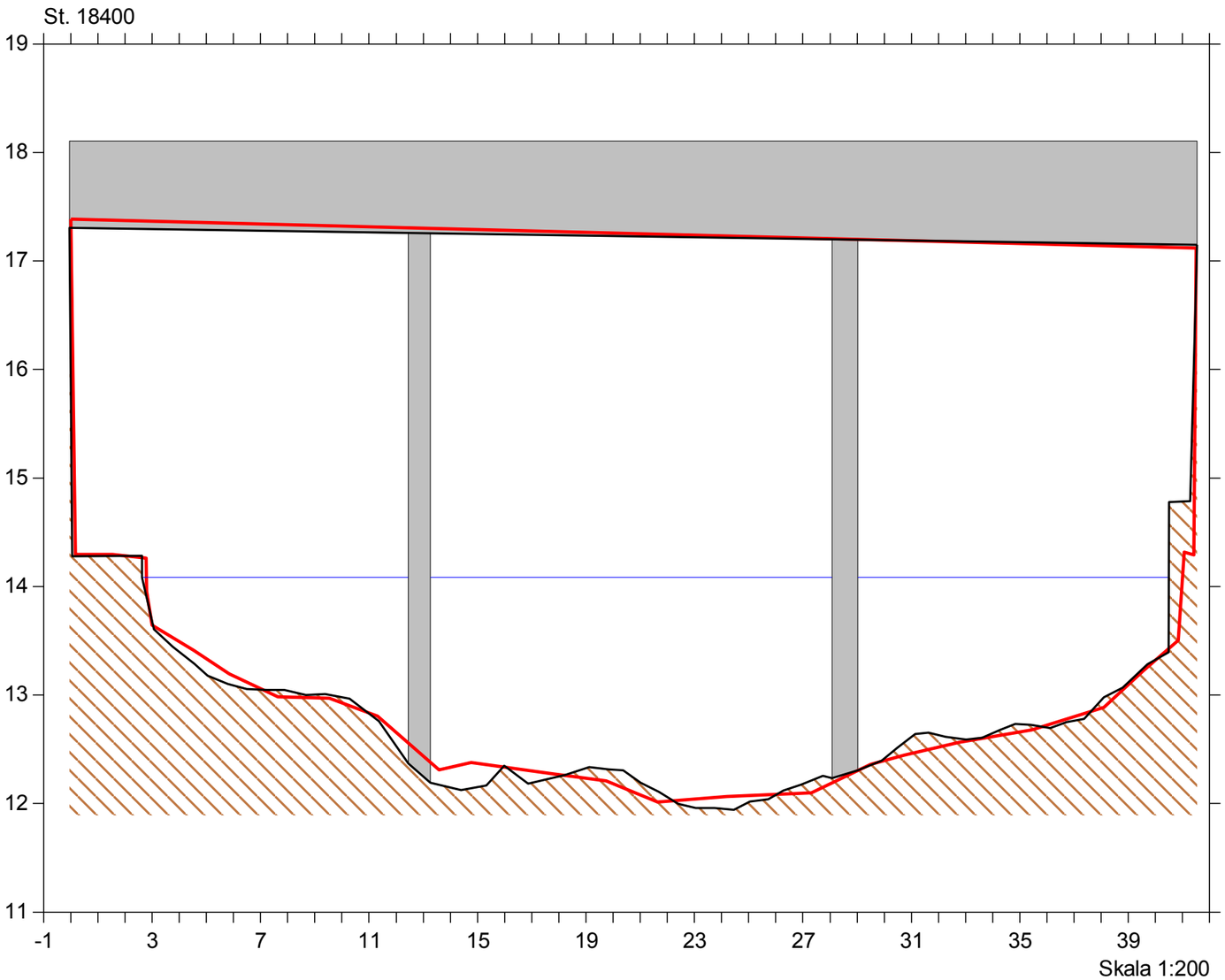
Gudenå OS Tange Sø

Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020



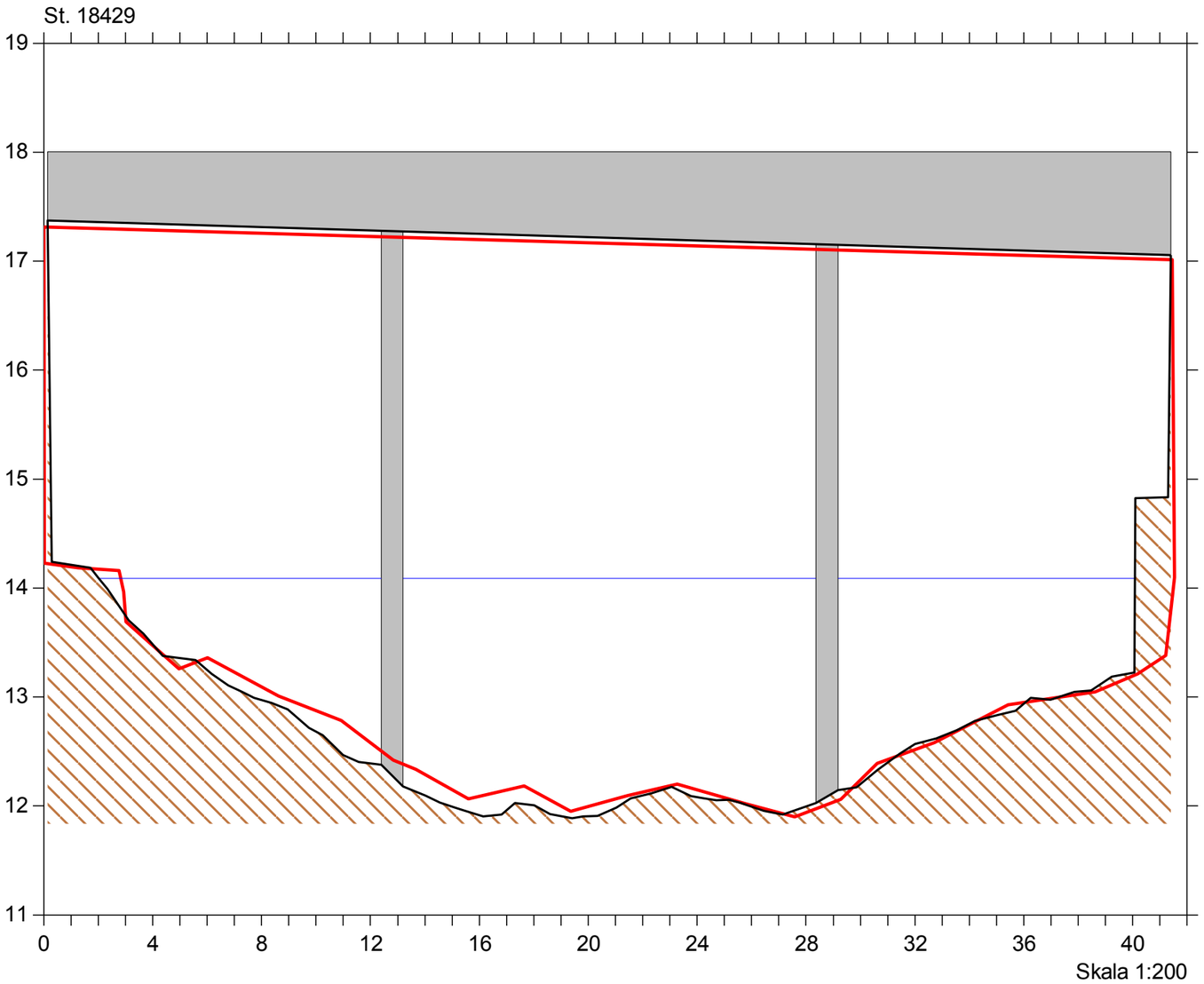
Gudenå OS Tange Sø

Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

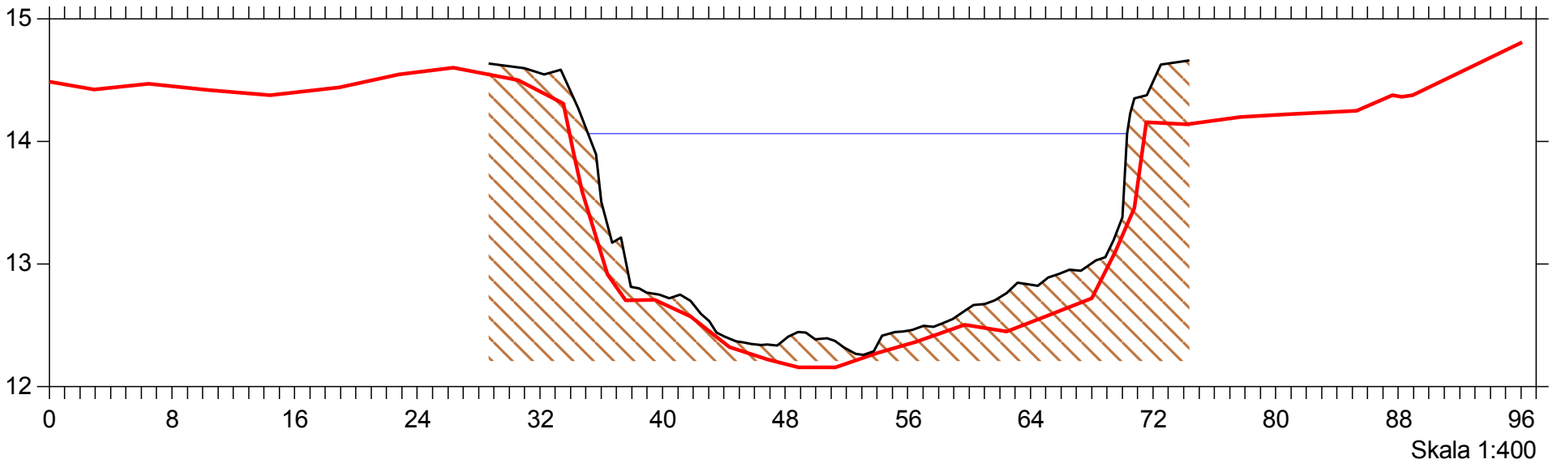
Bilag 1

Opmåling 2020

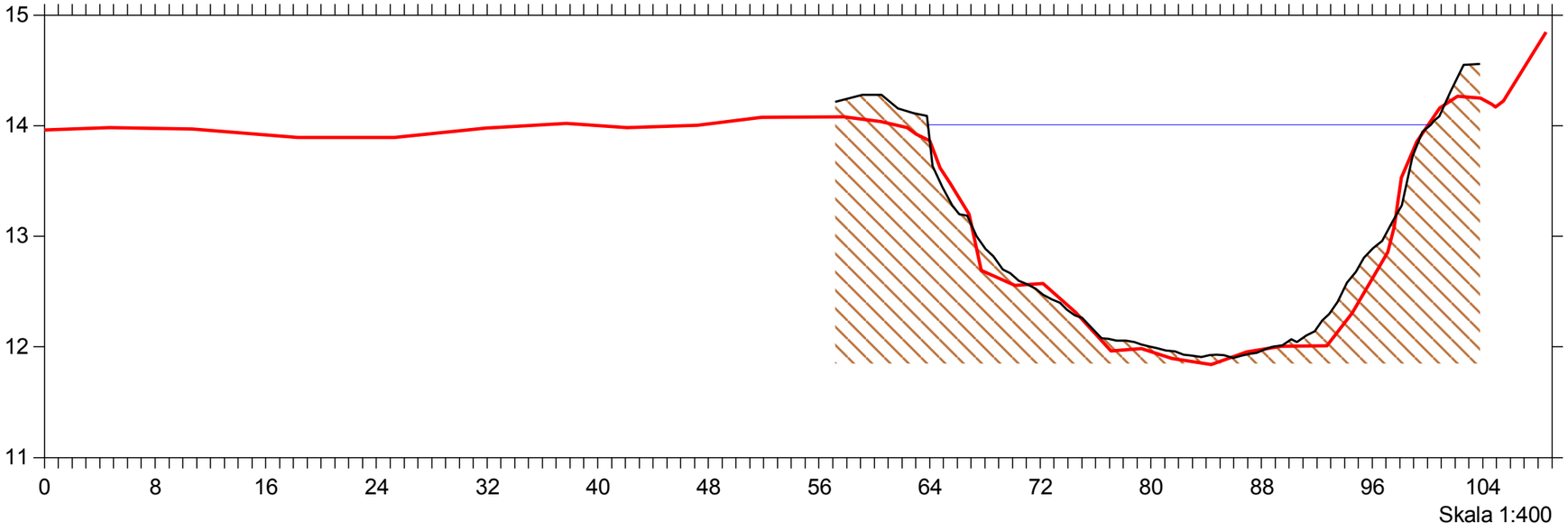
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 18445



St. 18529



Gudenå OS Tange Sø

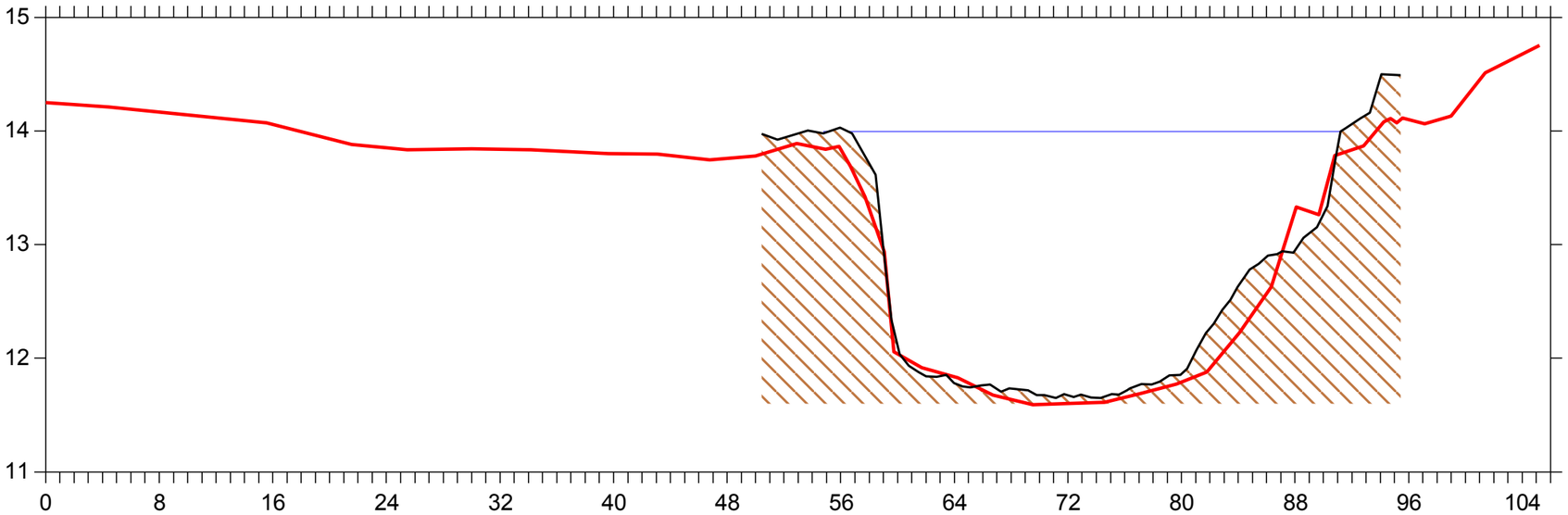
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

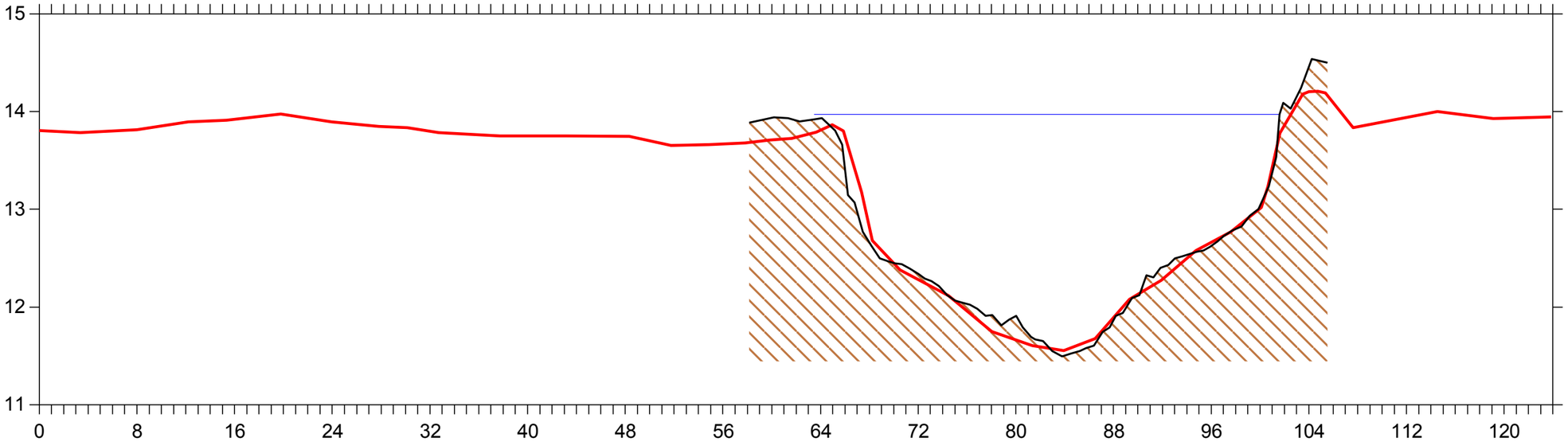
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 18749



Skala 1:400

St. 18981



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

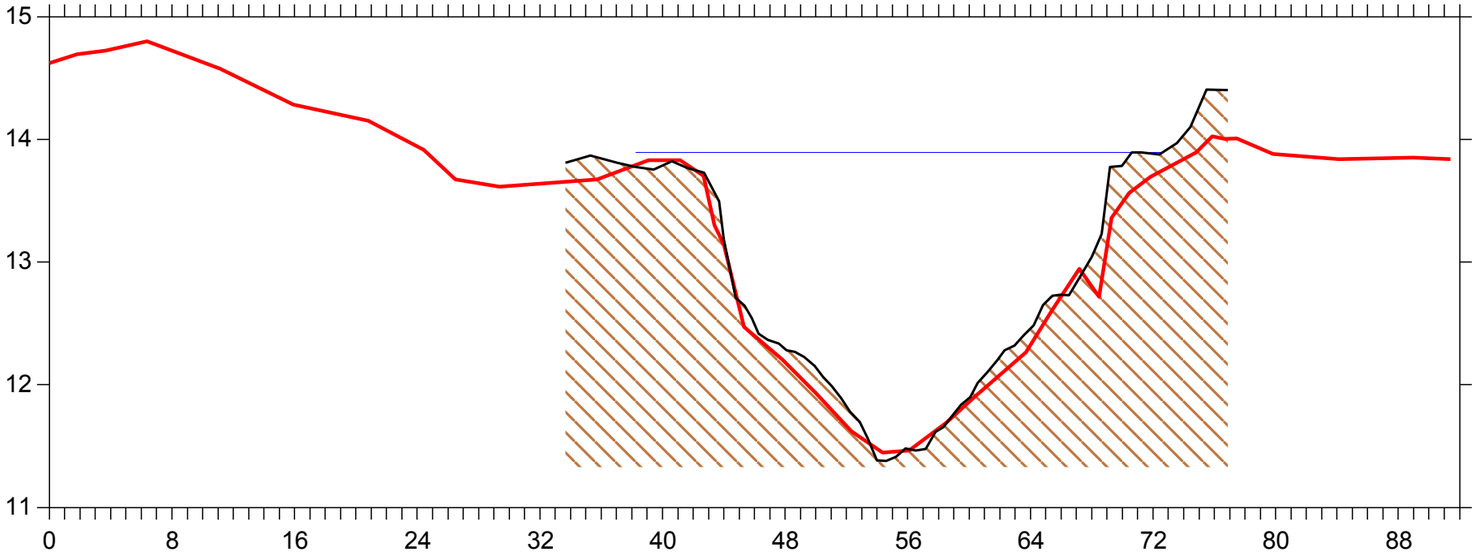
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

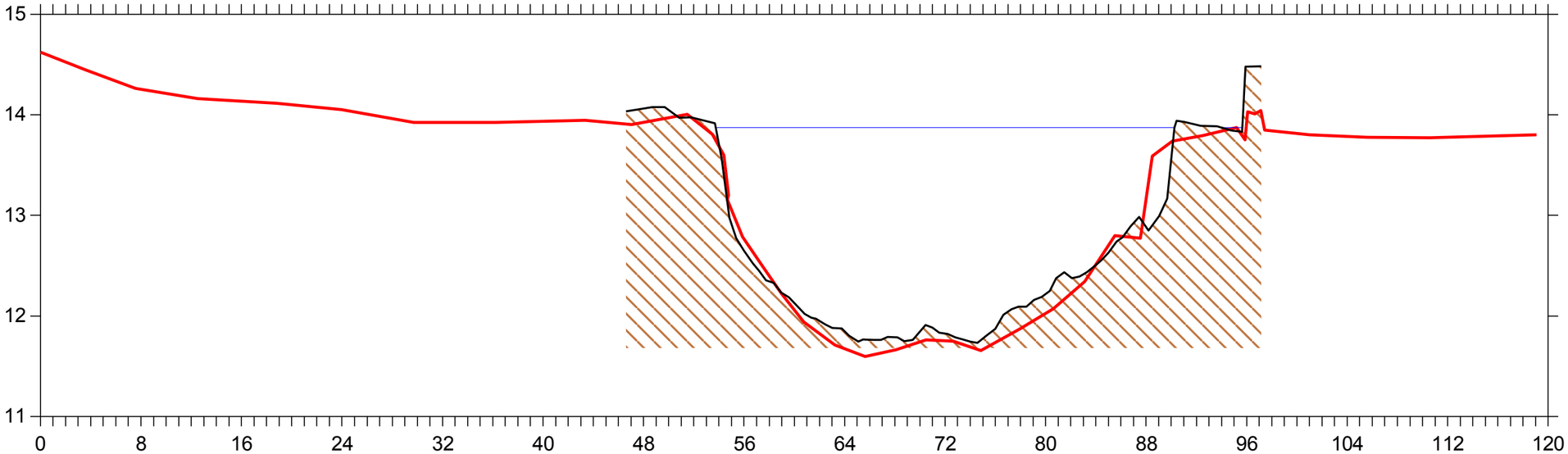
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 19158



Skala 1:400

St. 19371



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

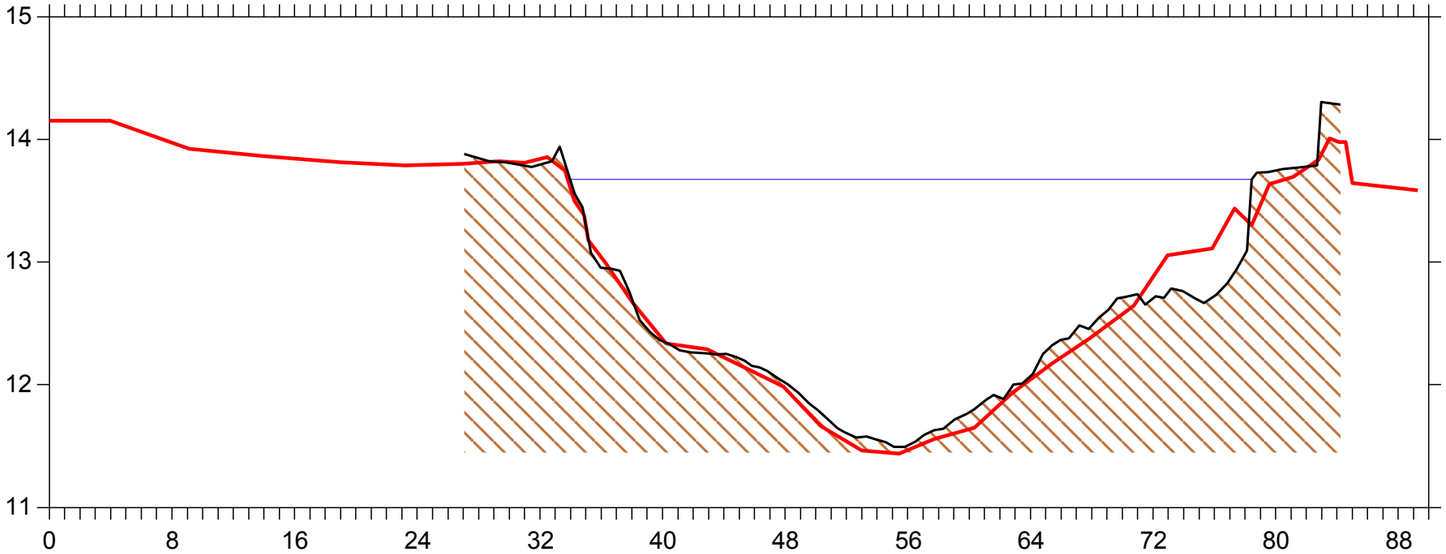
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

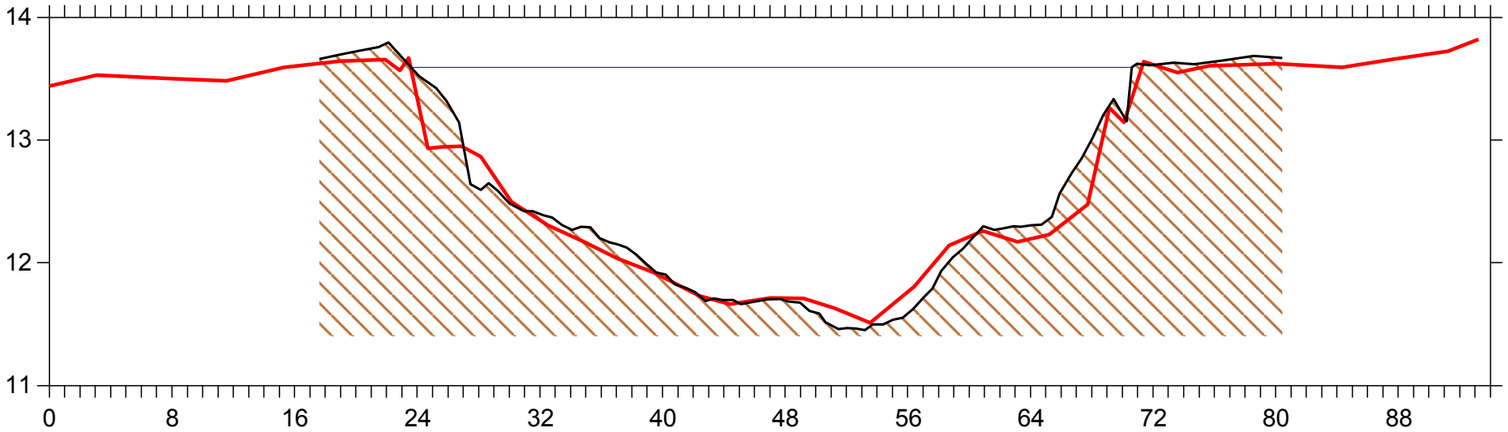
Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 19817



Skala 1:400

St. 20104



Skala 1:400

Gudenå OS Tange Sø

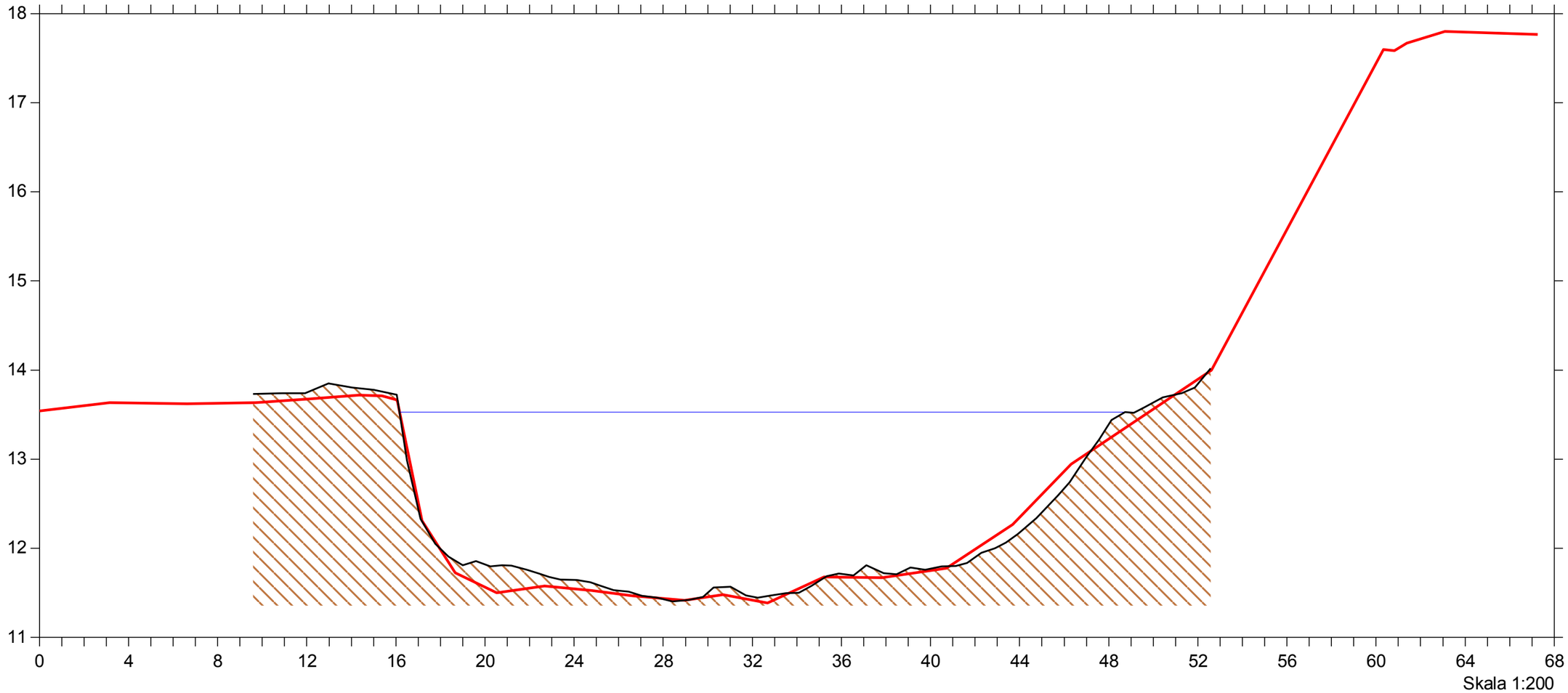
Opmåling 2020

Bilag 1

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 20265



Gudenå OS Tange Sø

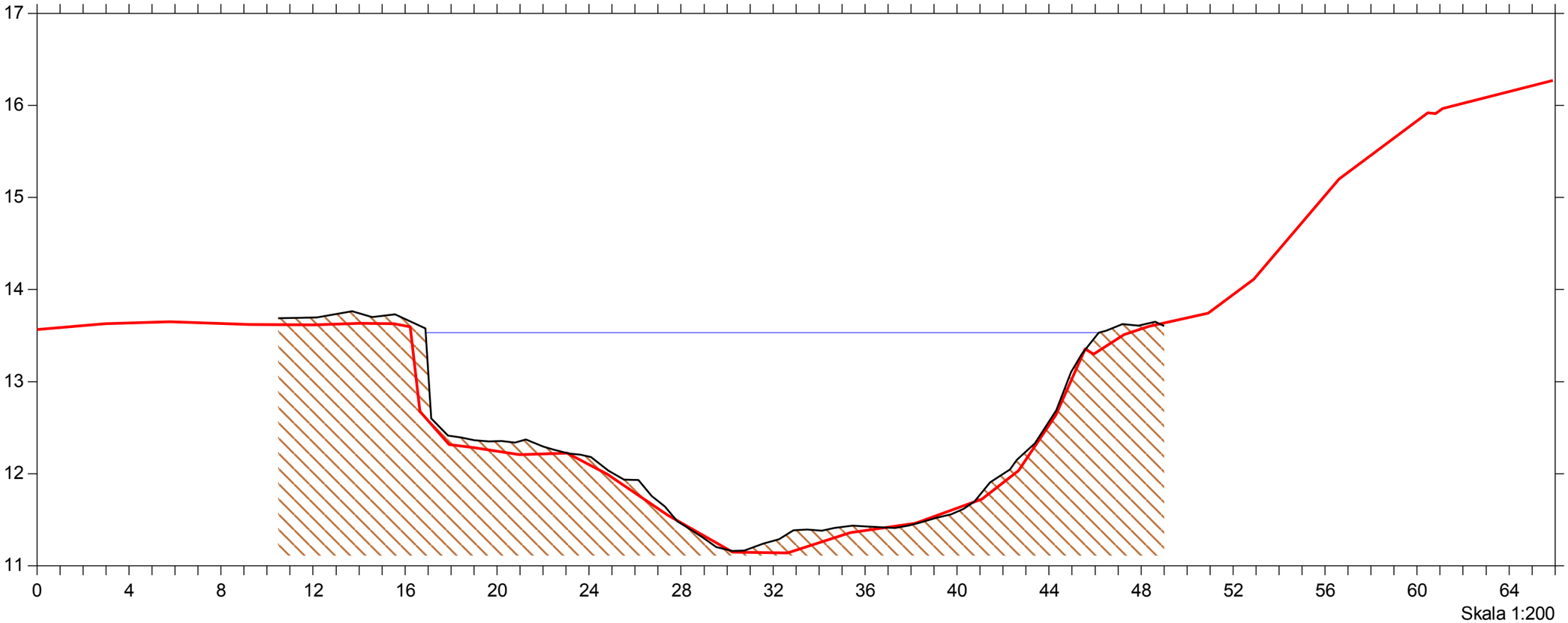
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 20492



Gudenå OS Tange Sø

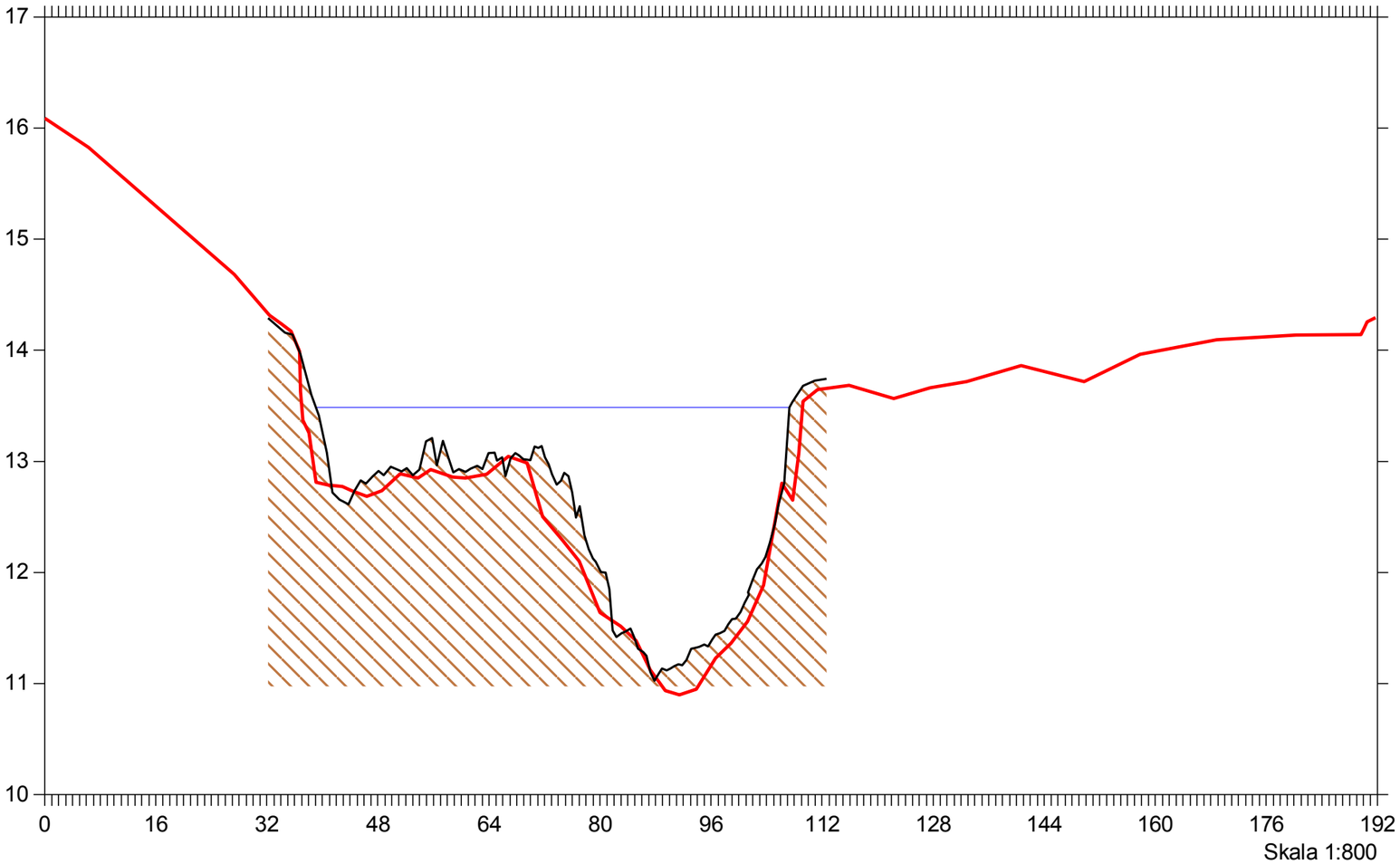
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 20709



Gudenå OS Tange Sø

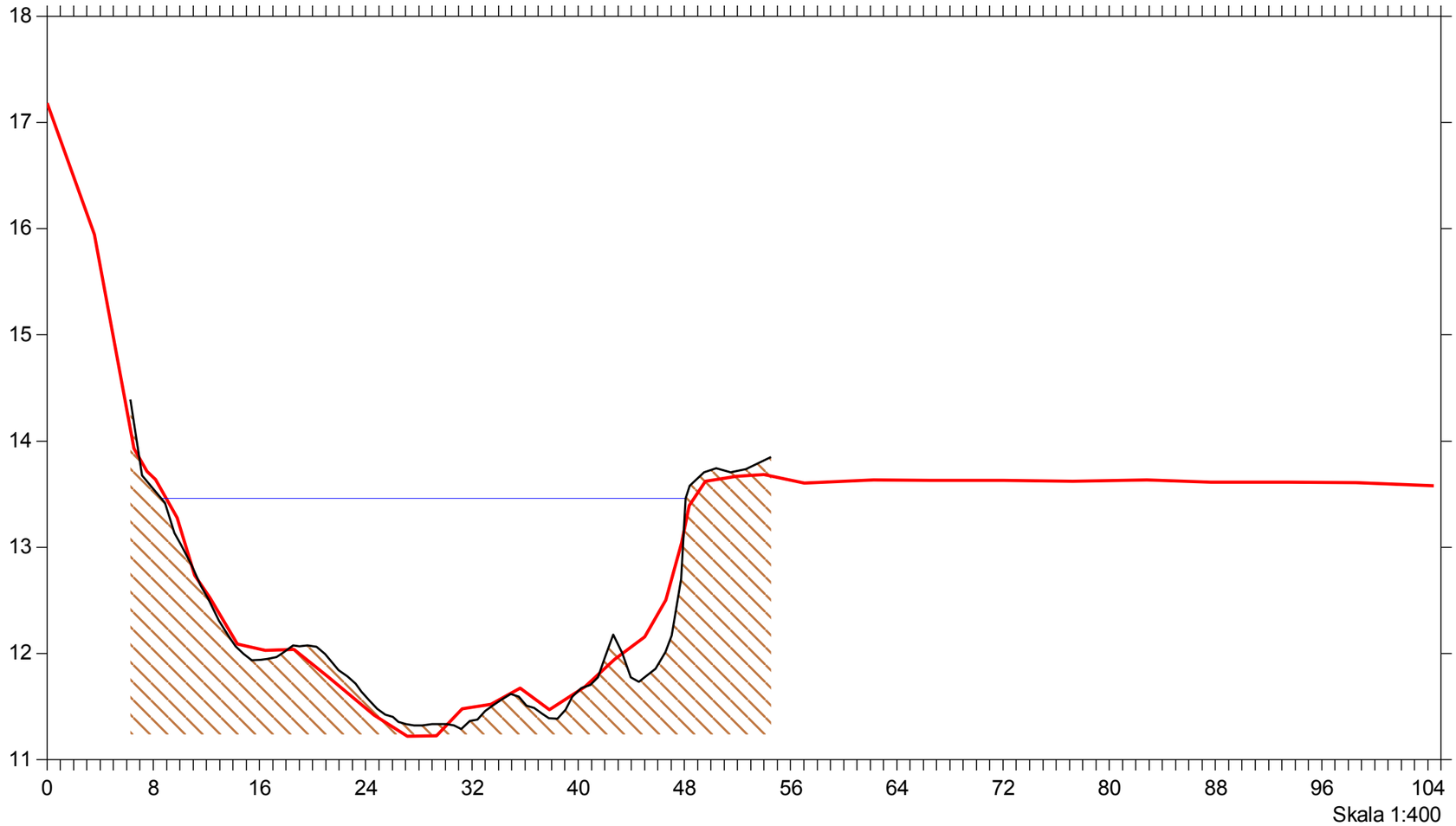
Bilag 1

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon maj 2011

Opmåling udført af Orbicon maj 2011
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 20849



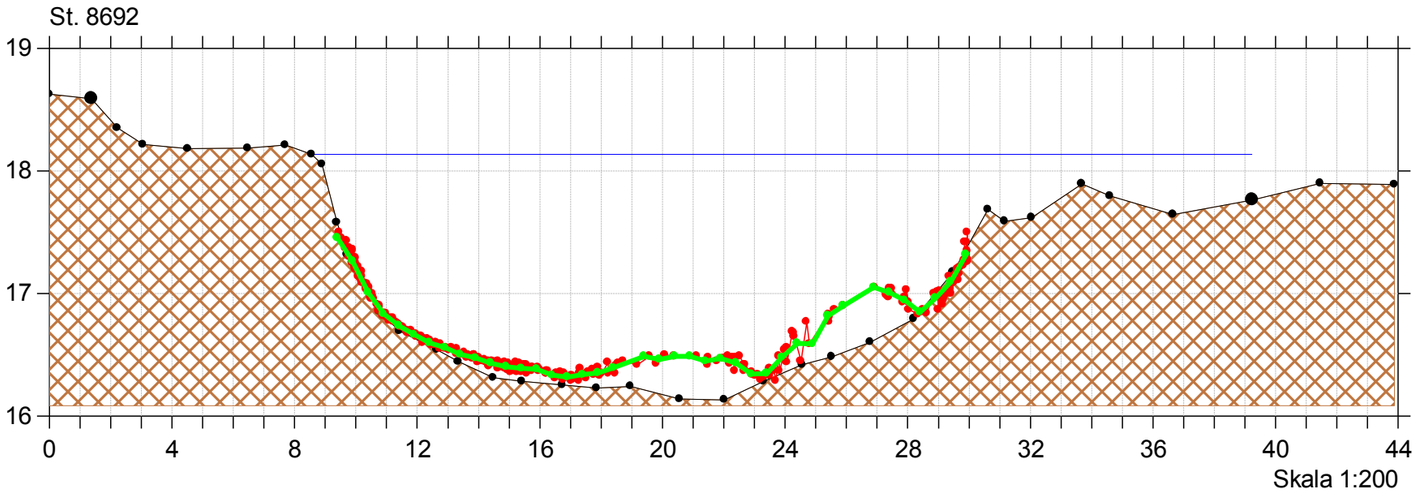
Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 2

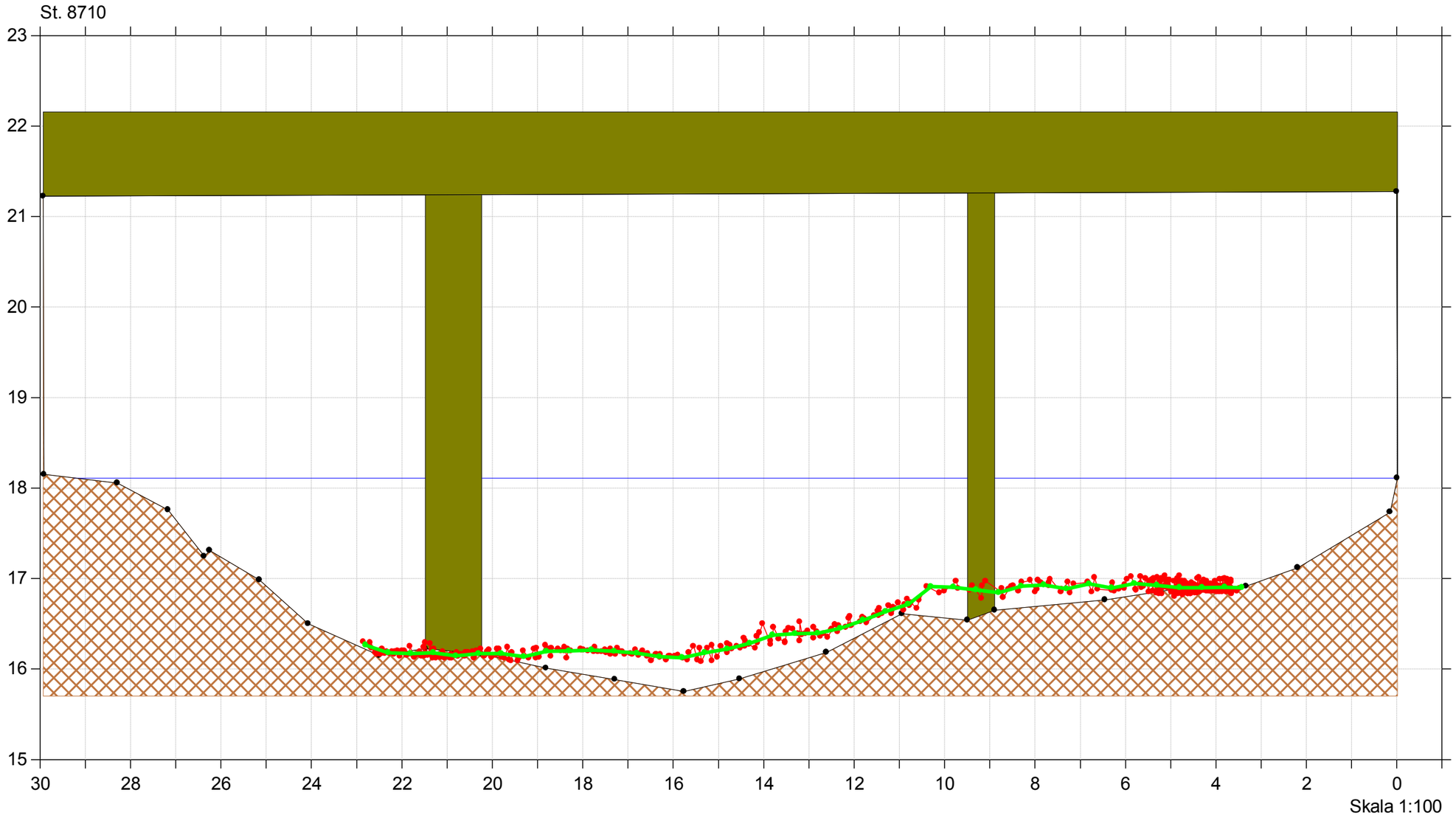


Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Bilag 2

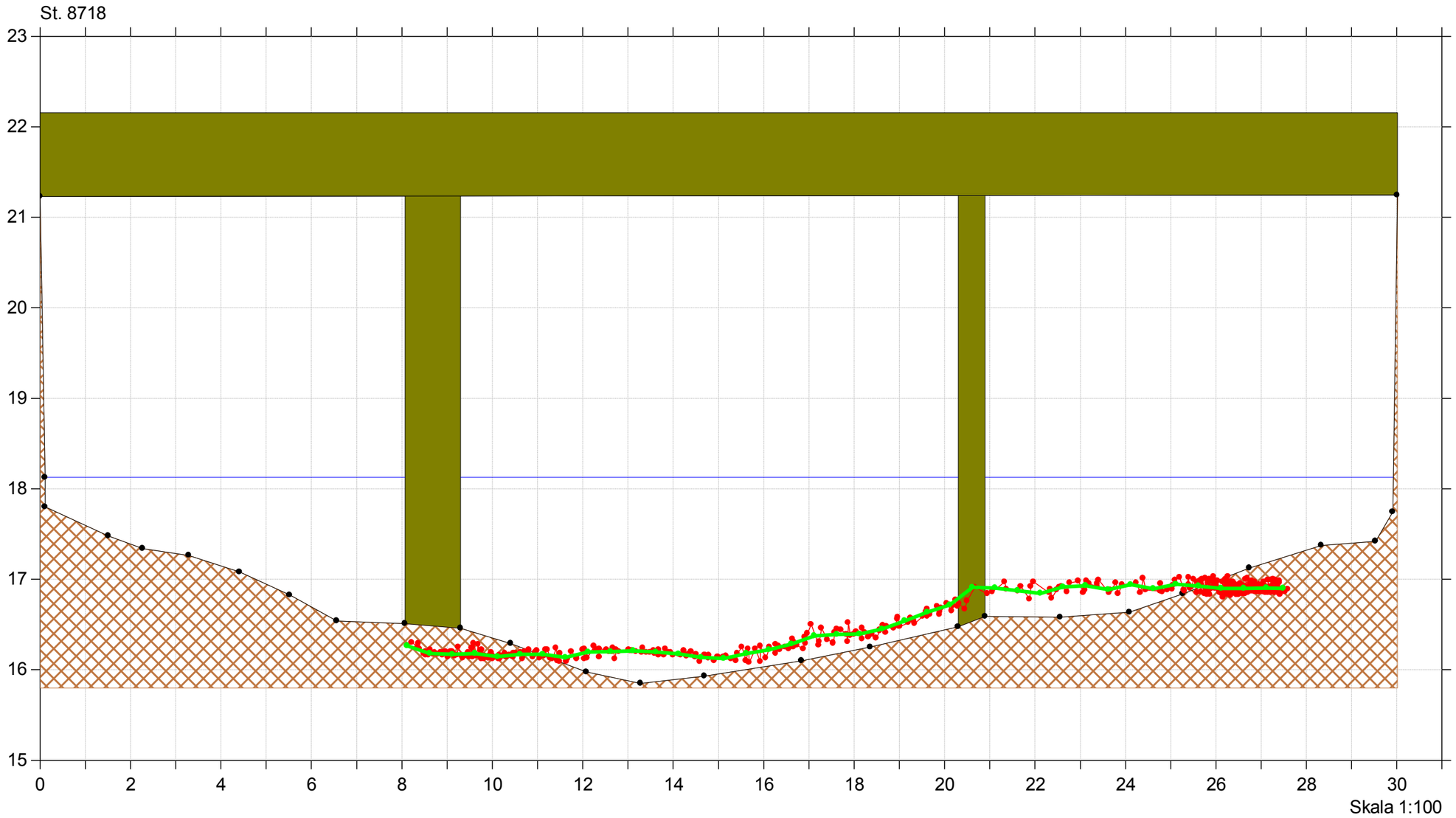


Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Bilag 2



Gudenå OS Tange Sø

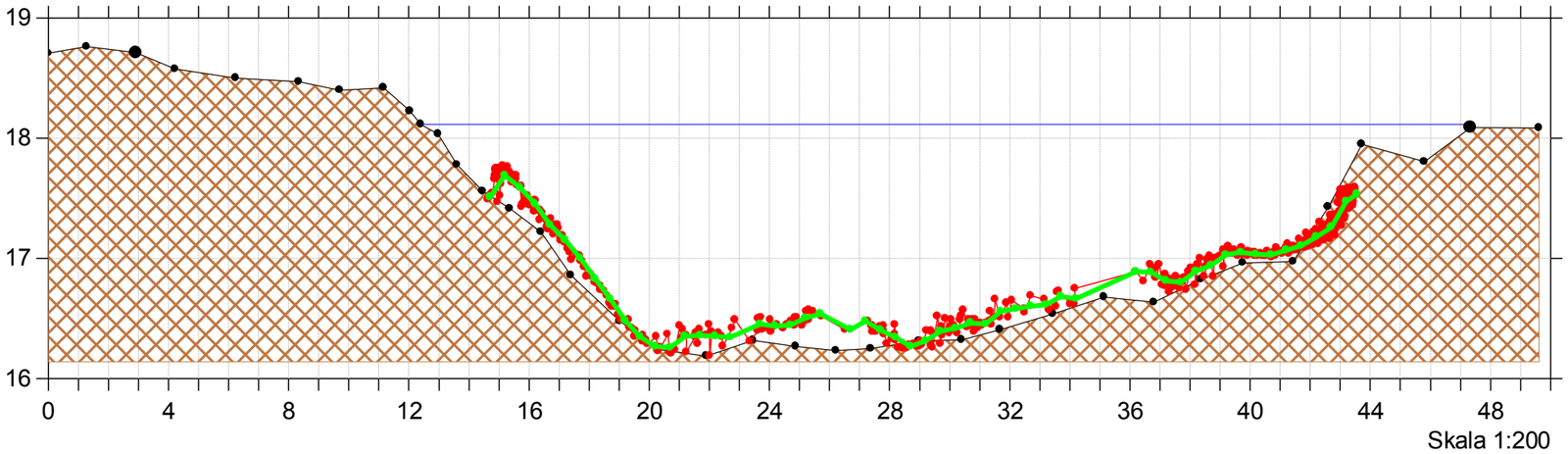
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

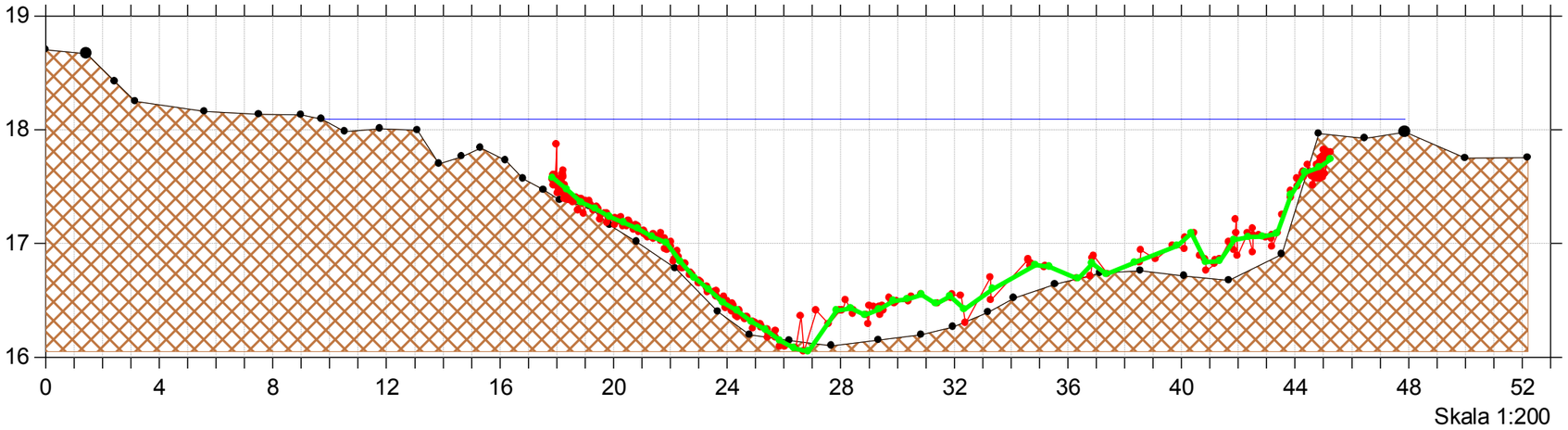
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 2

St. 8730



St. 8772



Gudenå OS Tange Sø

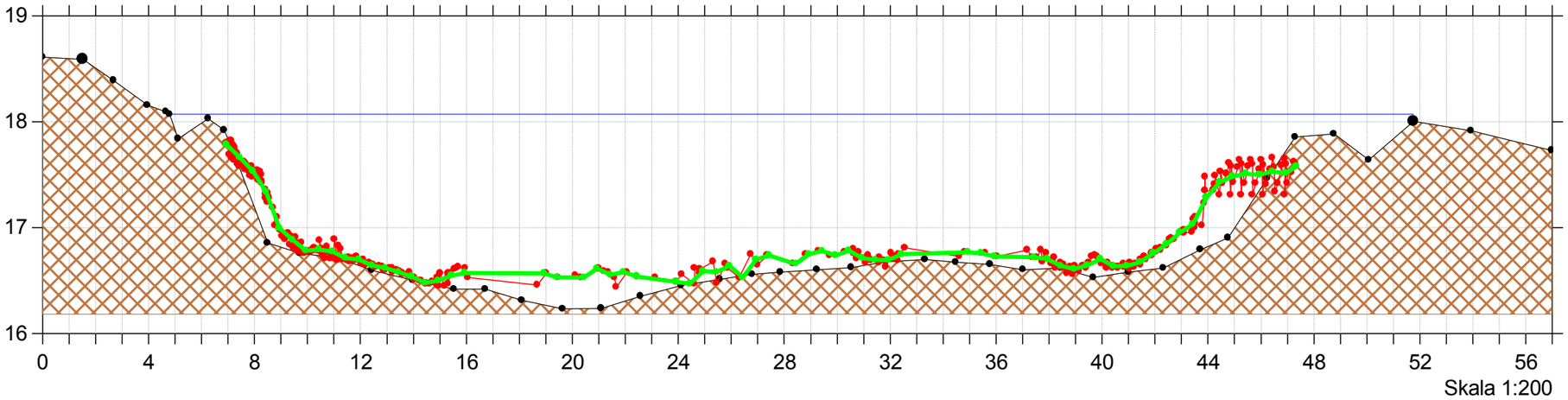
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

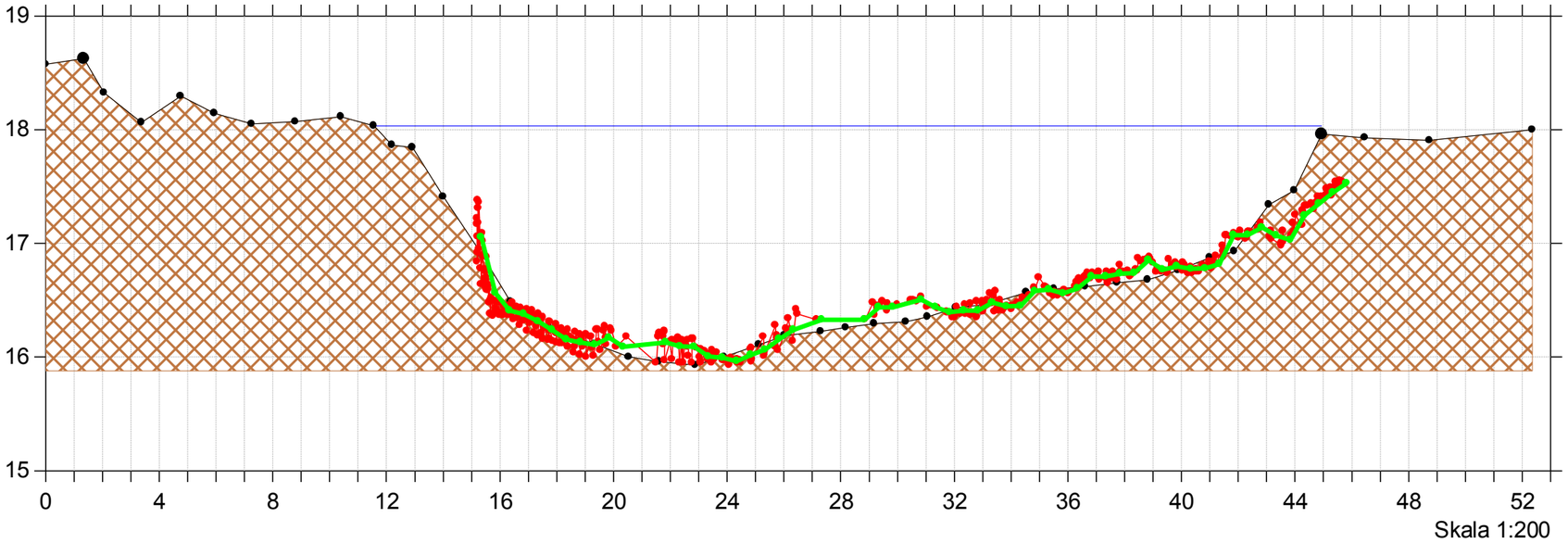
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 2

St. 8883



St. 9007



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

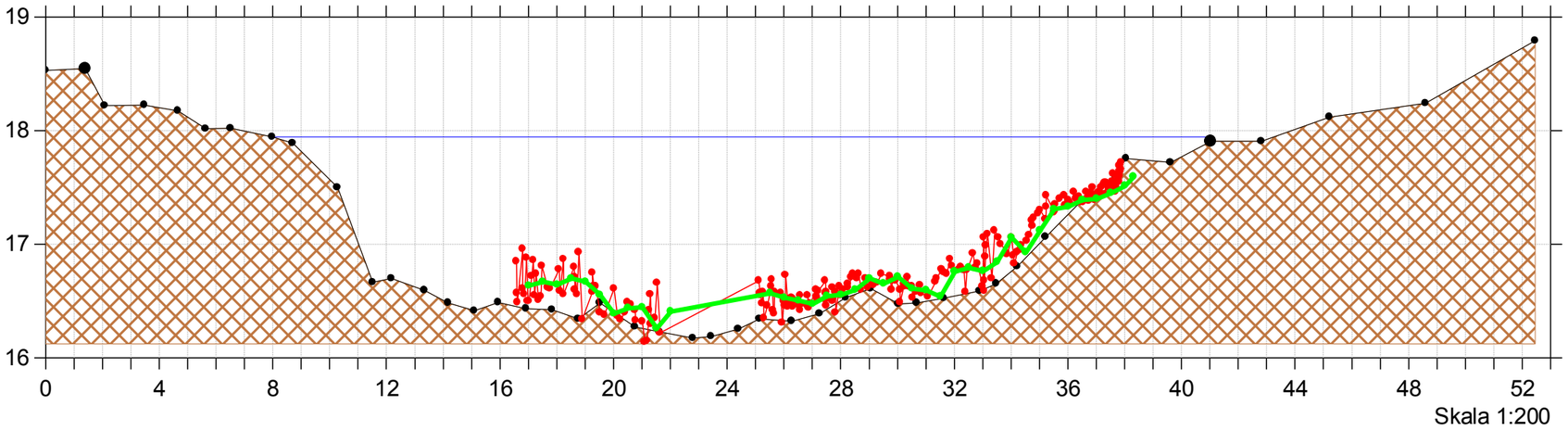
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

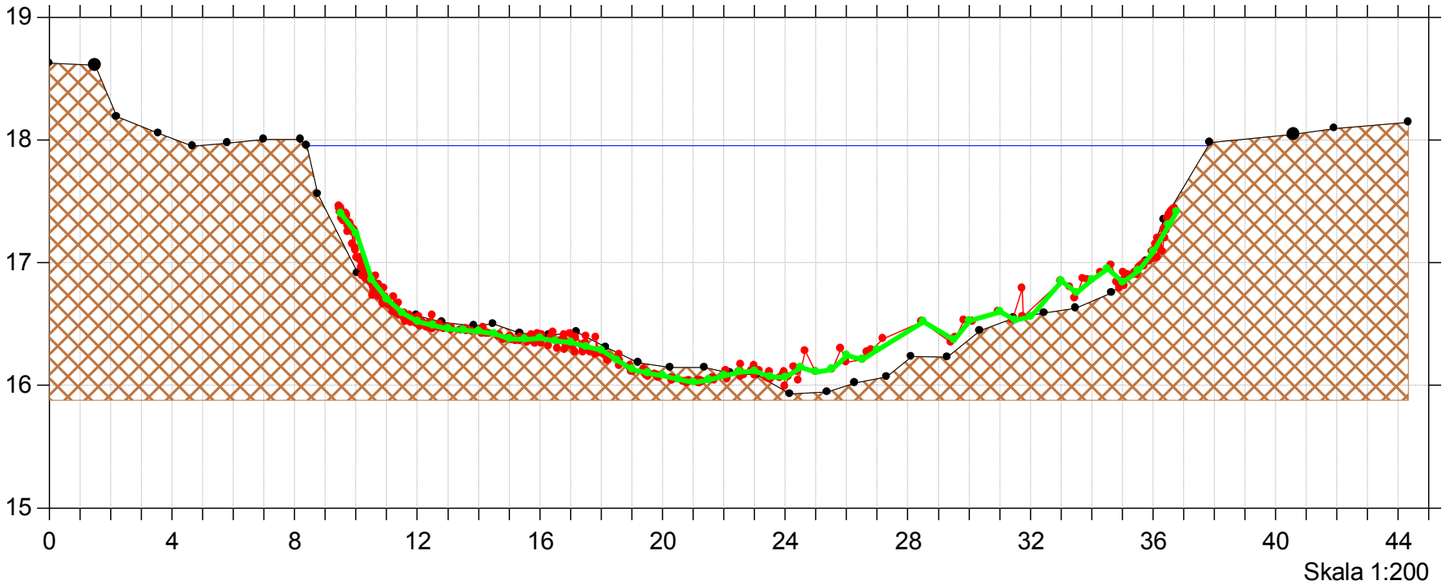
Bilag 2

Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

St. 9066



St. 9153



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

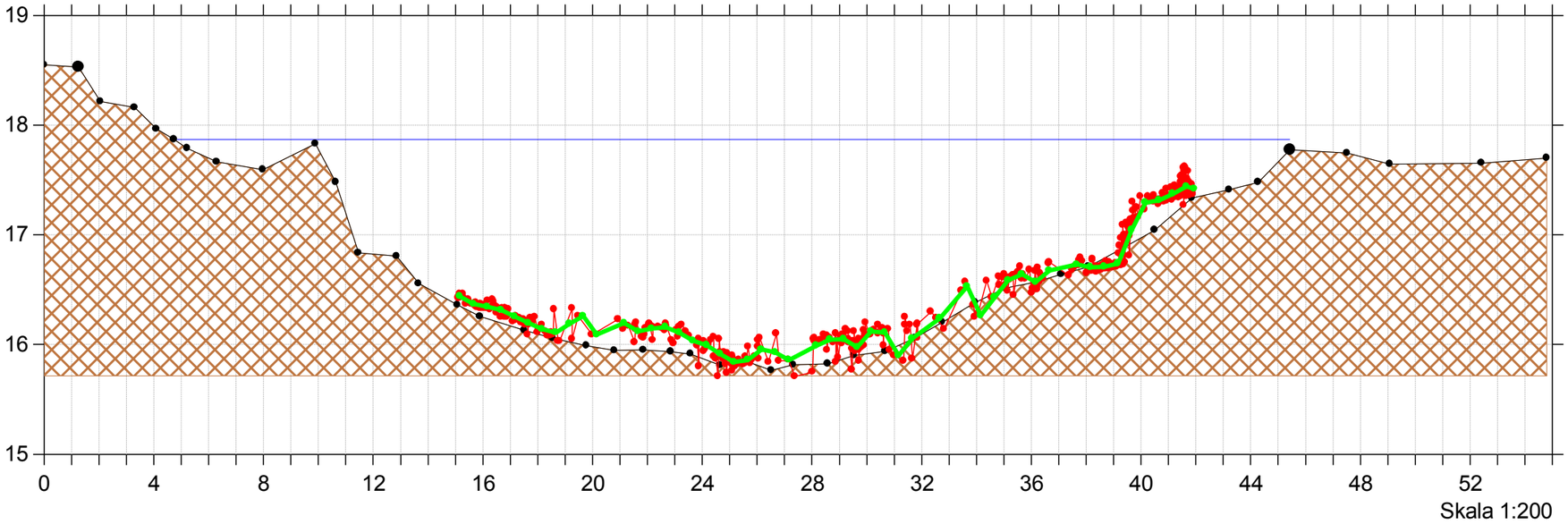
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

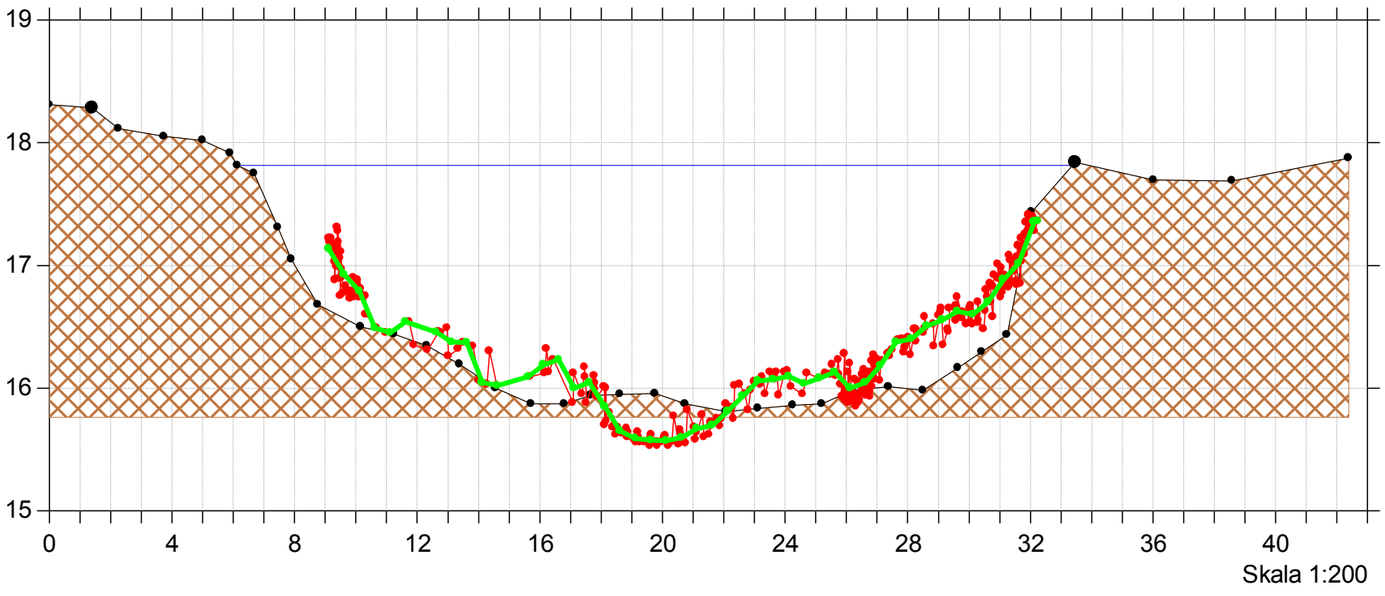
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 2

St. 9257



St. 9394



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

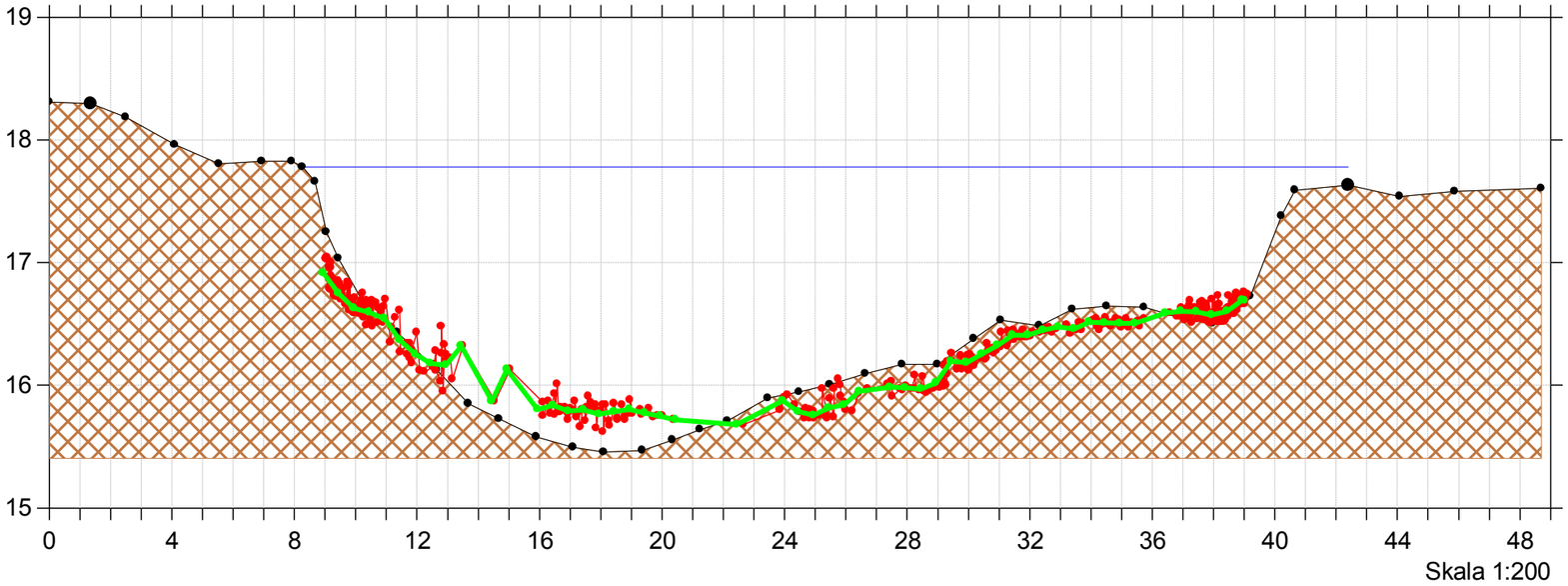
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

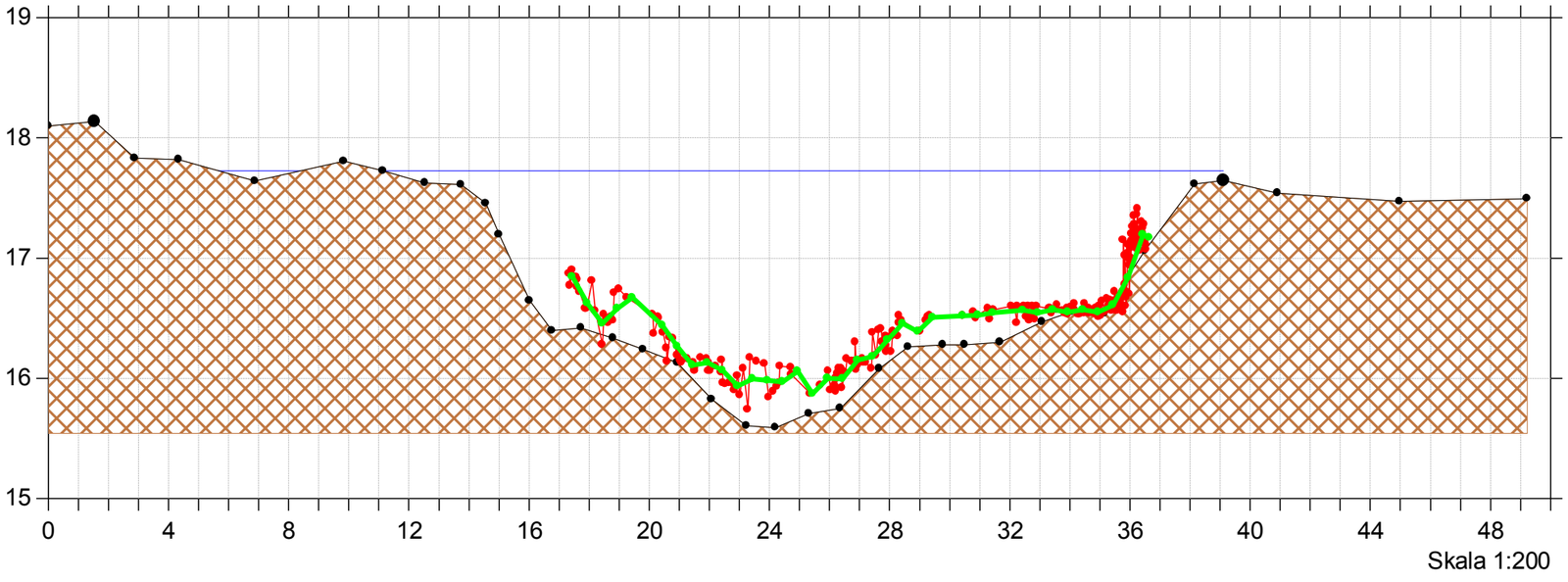
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 2

St. 9497



St. 9640



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

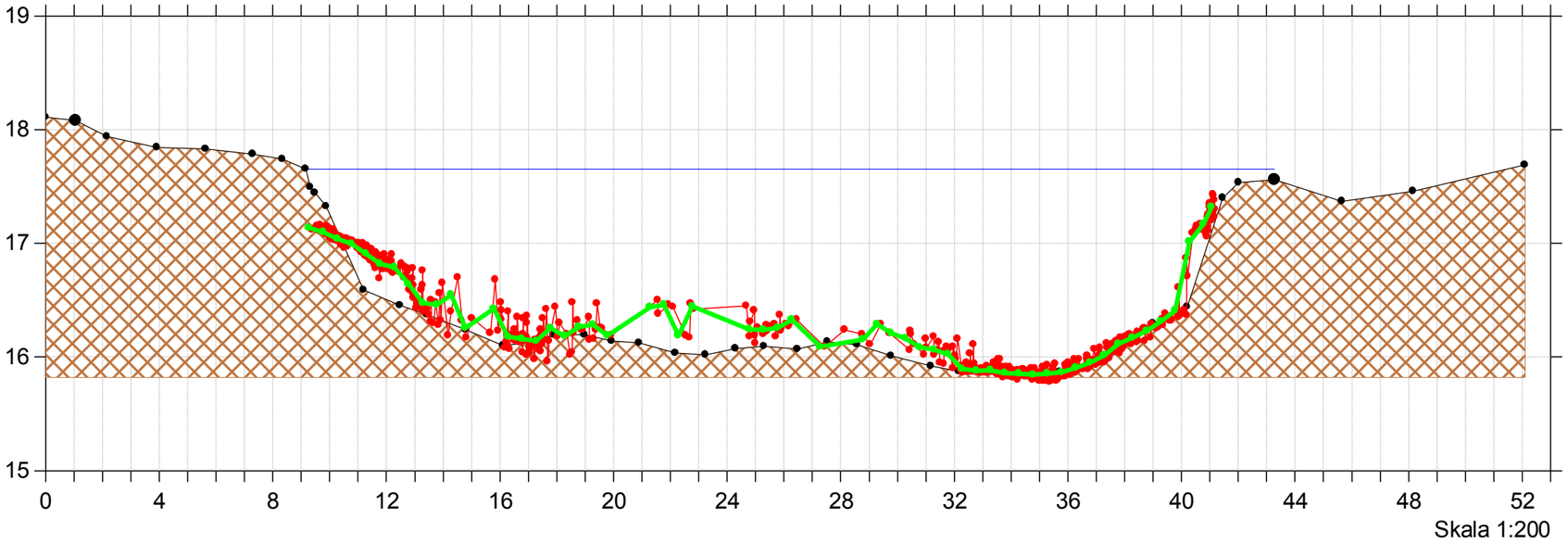
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

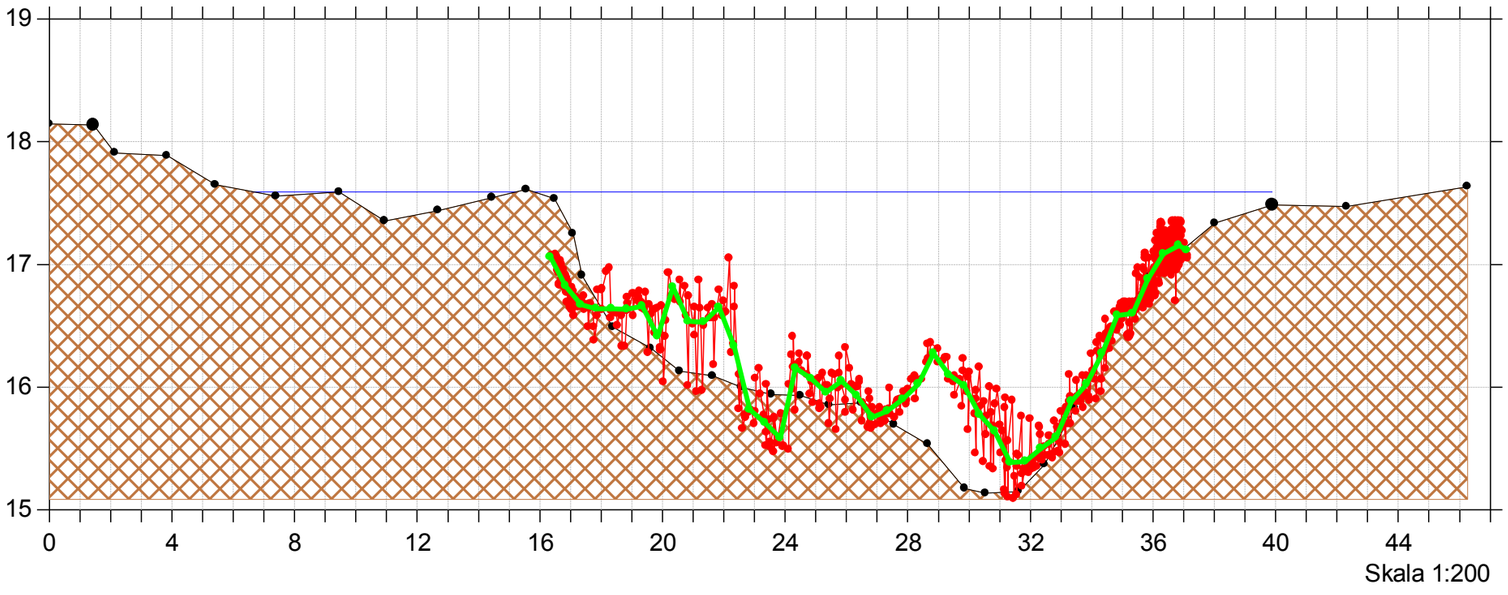
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 2

St. 9773



St. 9884



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

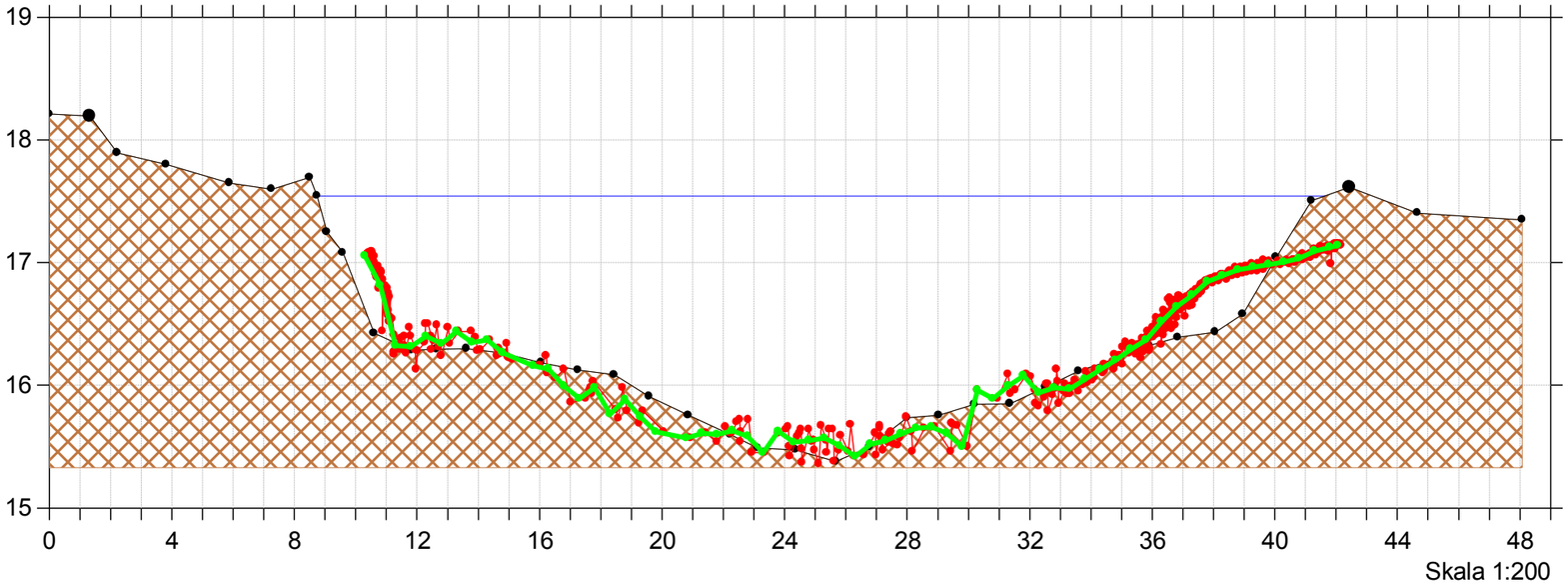
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

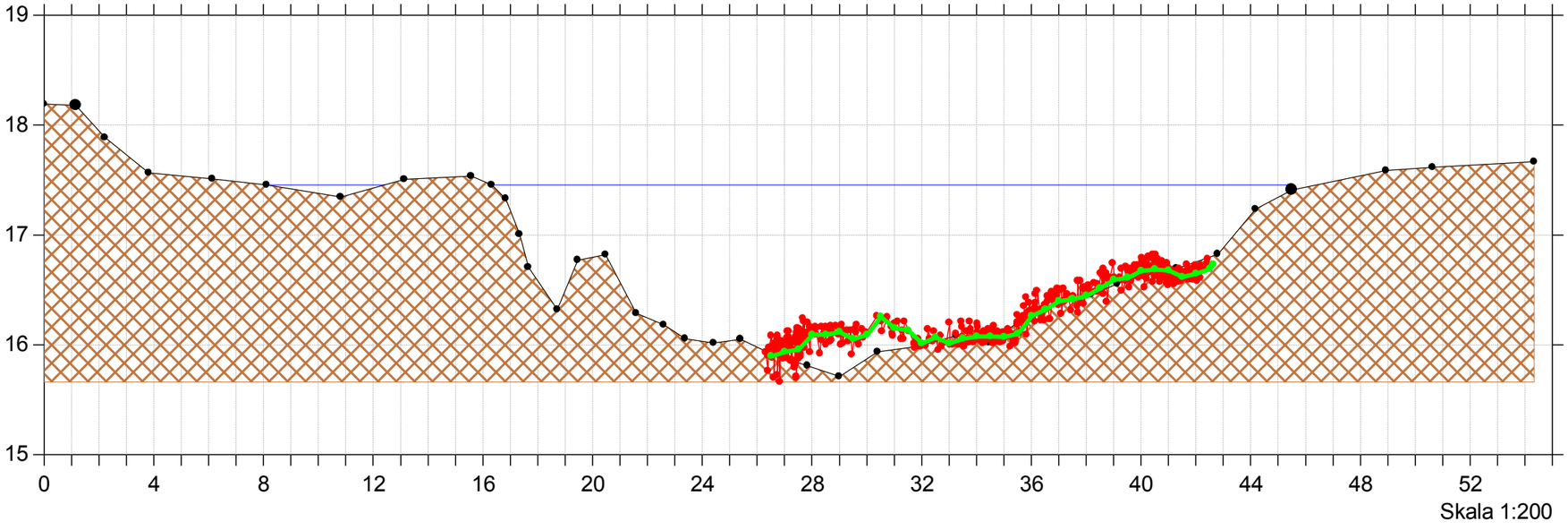
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 2

St. 10015



St. 10063



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

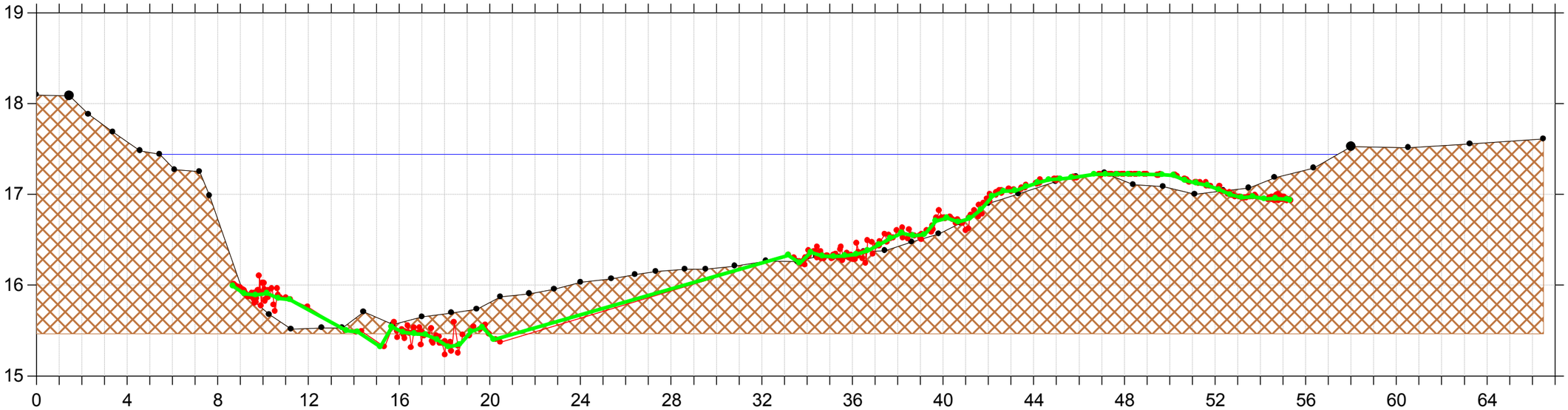
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

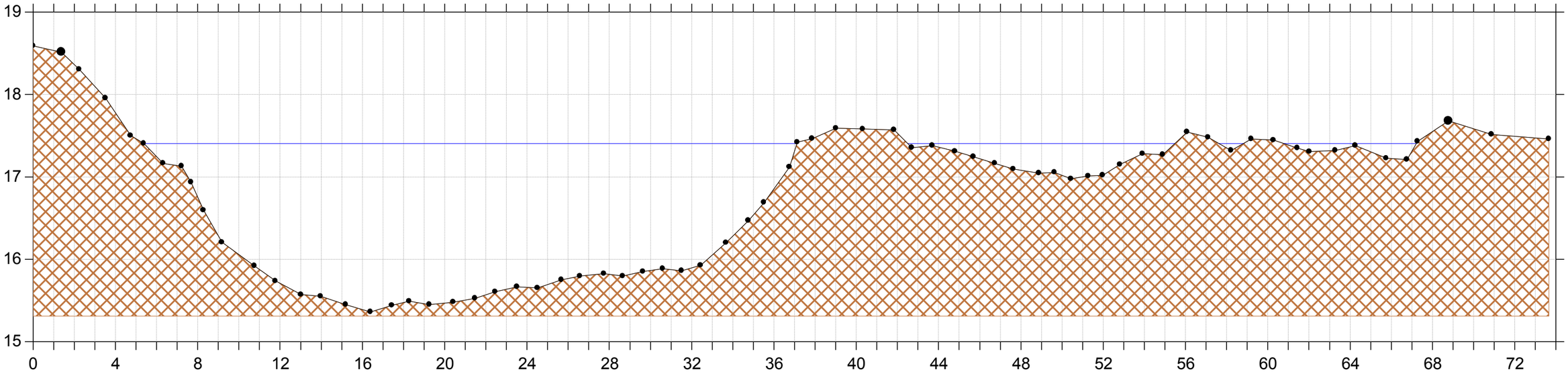
Bilag 2

St. 10245



Skala 1:200

St. 10293



Skala 1:200

VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

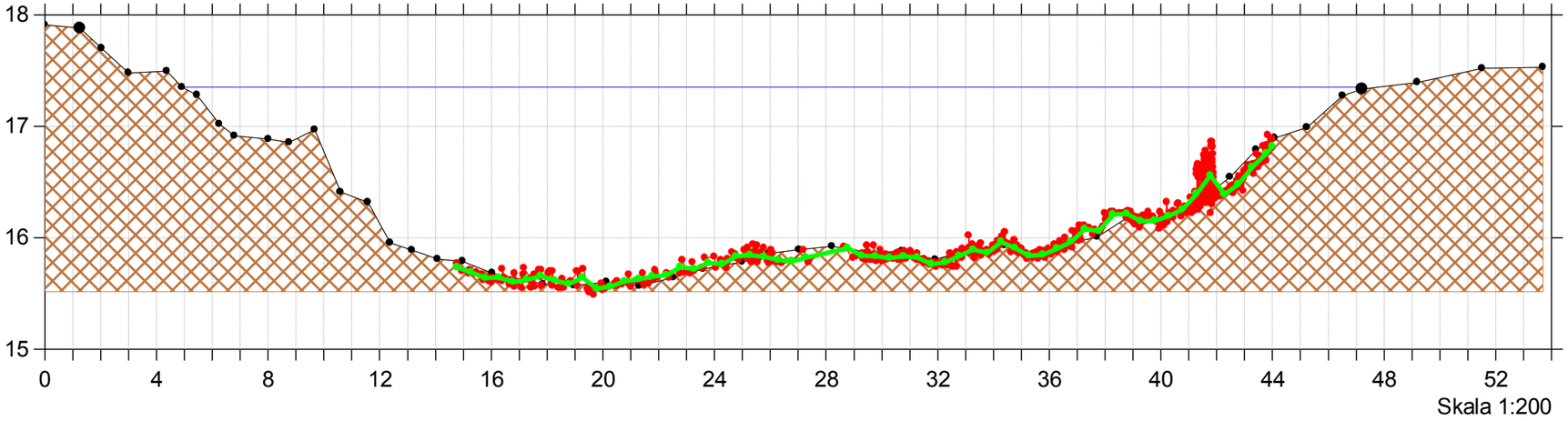
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

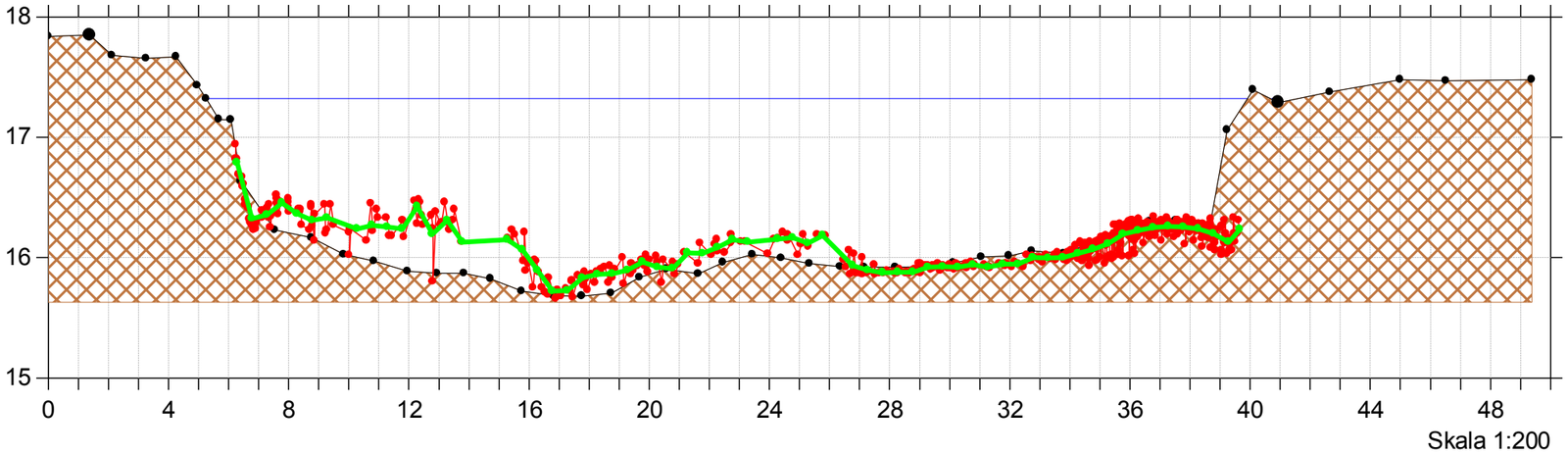
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 2

St. 10531



St. 10656

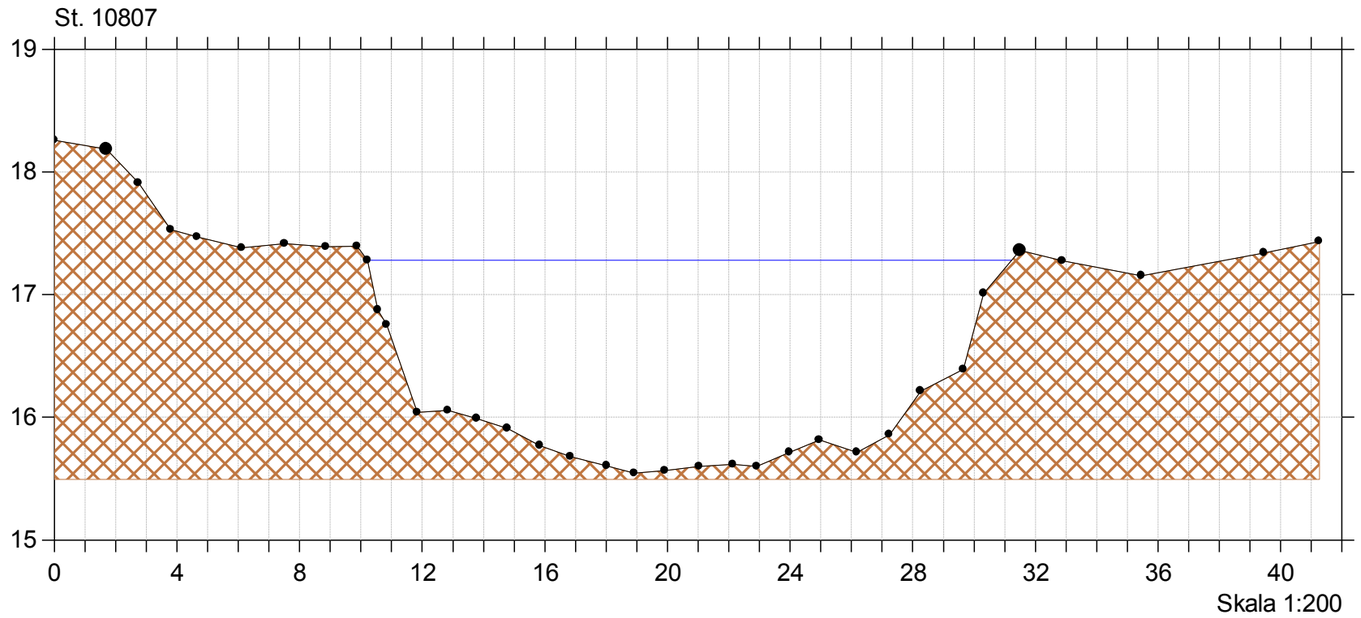


Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Bilag 2



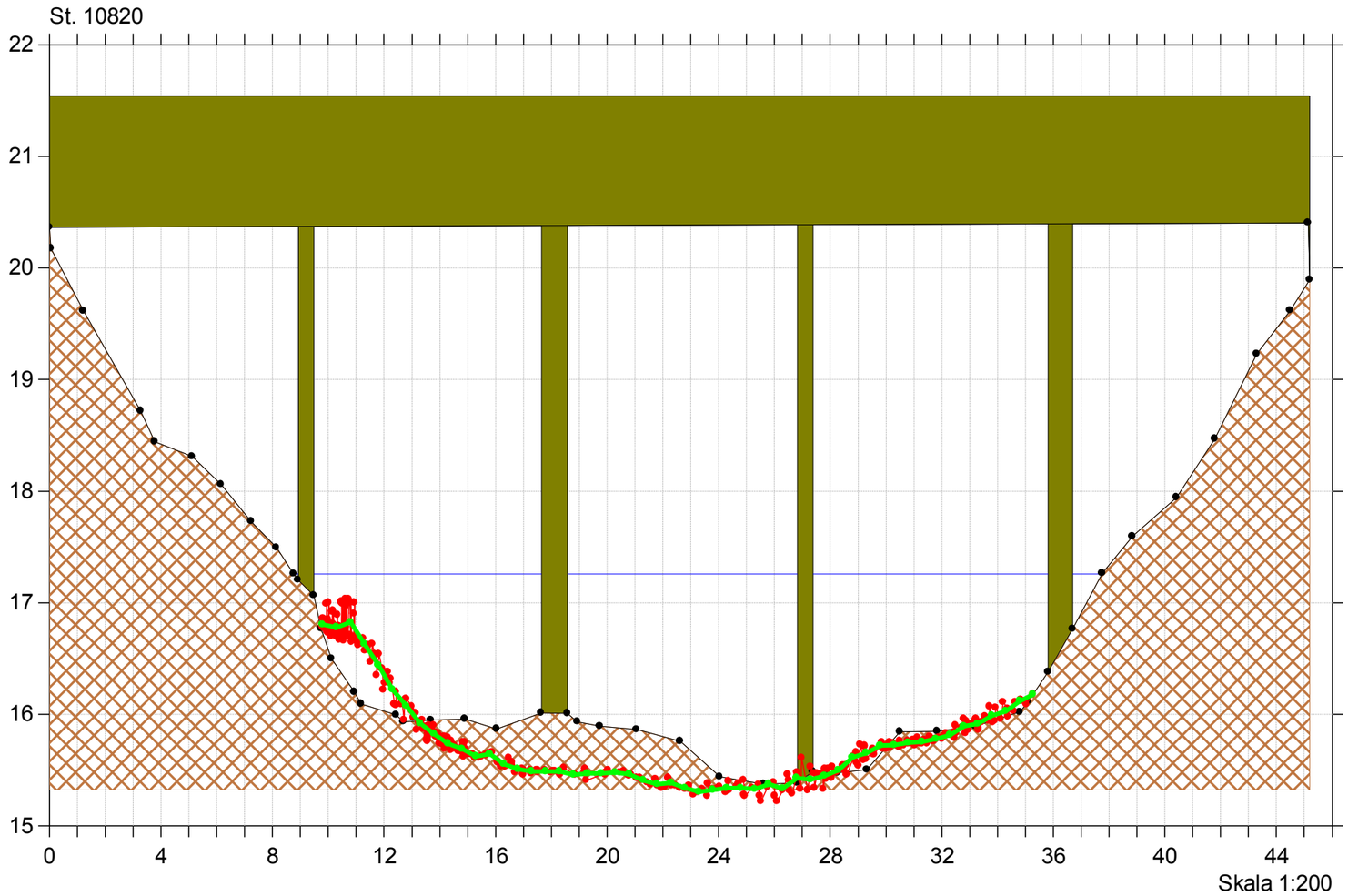
Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 2



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

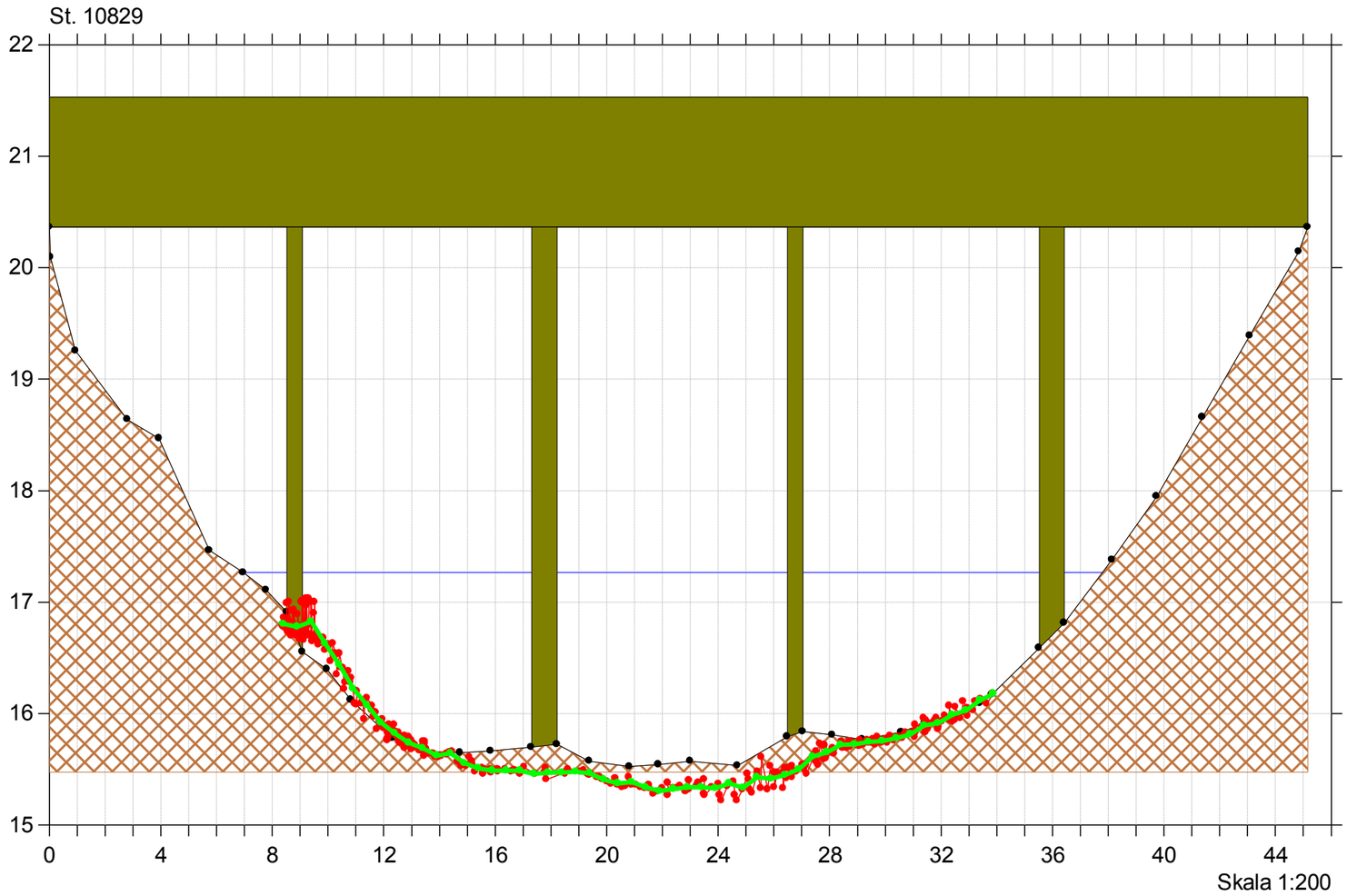
Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Grødetop opmålt med drone - rådata
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020

Bilag 2



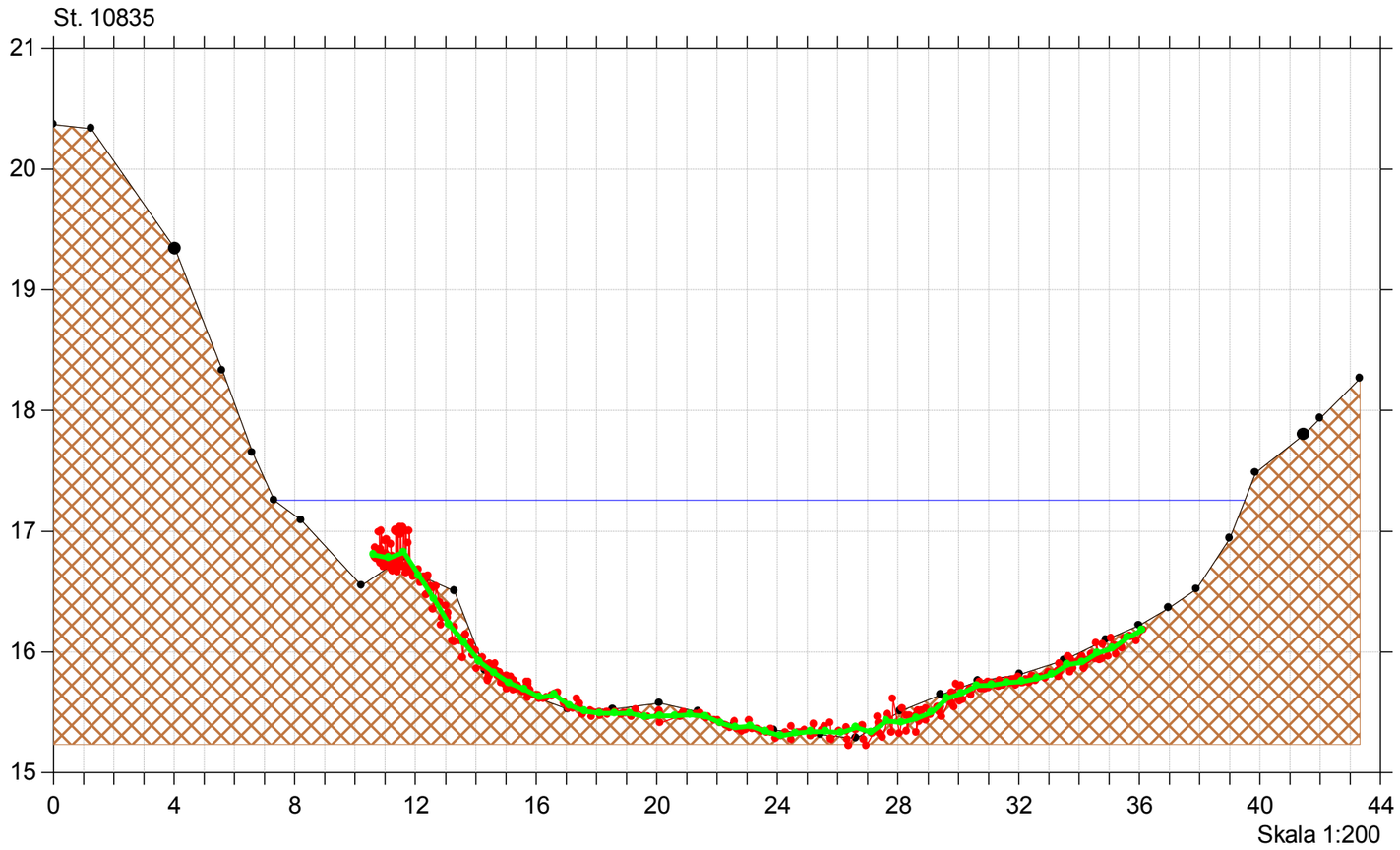
VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Bilag 2



Gudenå OS Tange Sø

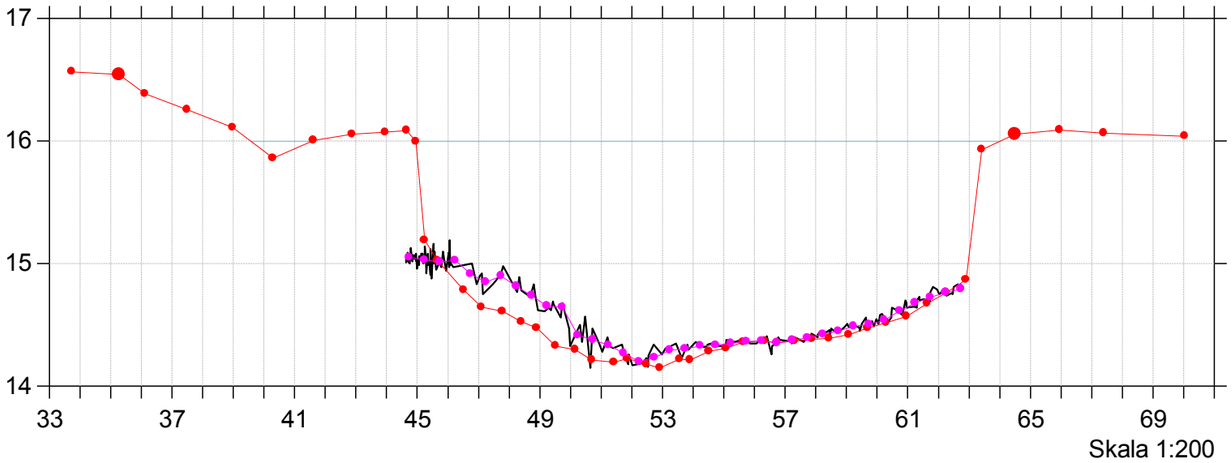
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

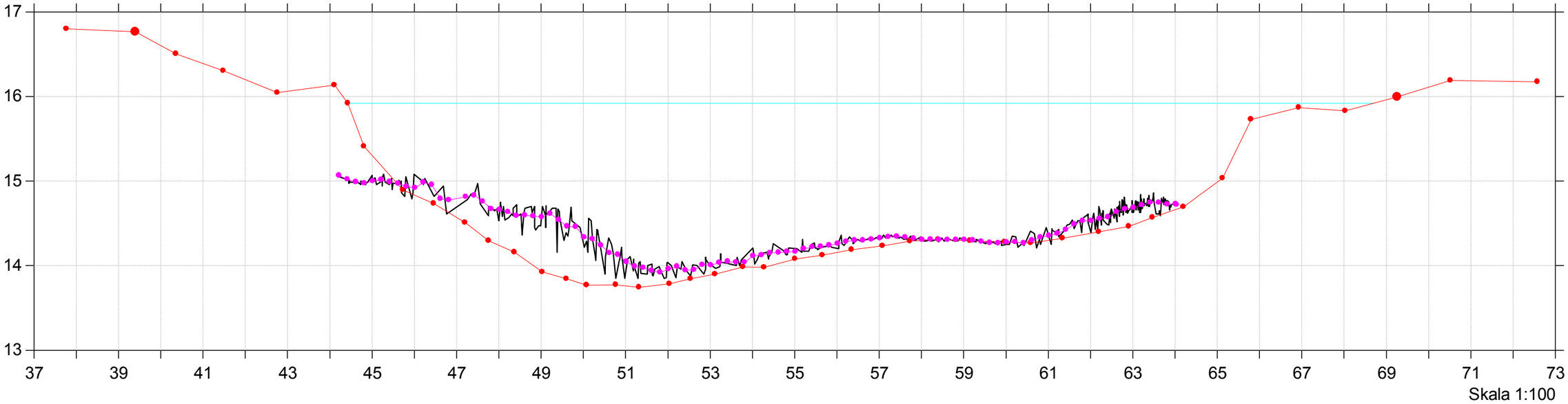
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

Bilag 3

St. 13500



St. 13668



Gudenå OS Tange Sø

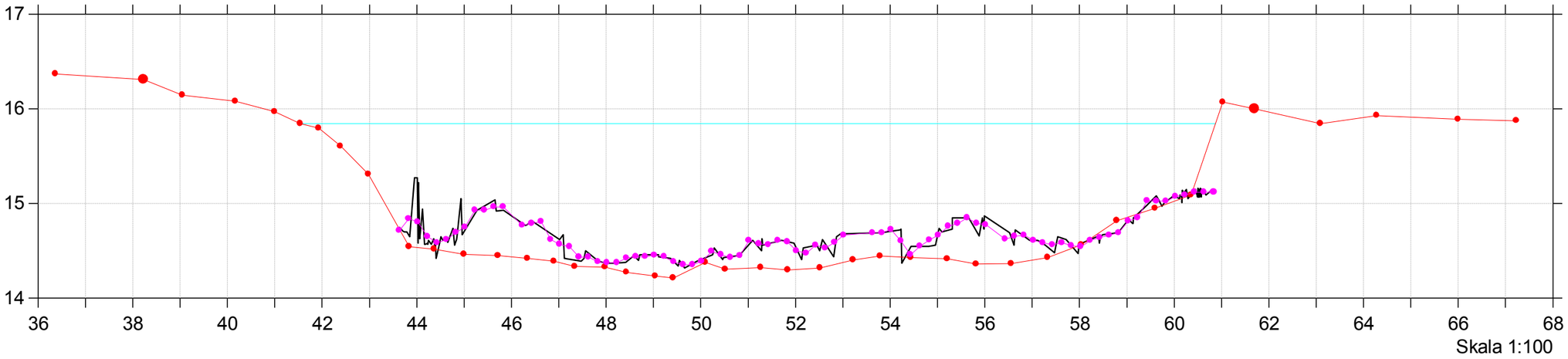
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

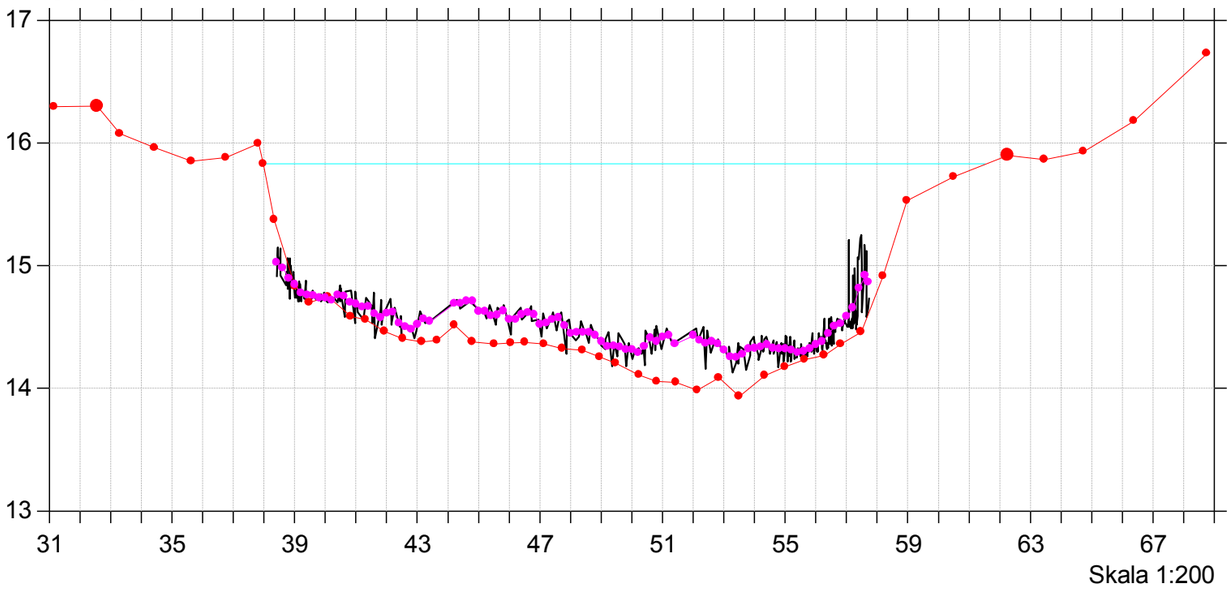
Bilag 3

Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

St. 13735



St. 13858



Gudenå OS Tange Sø

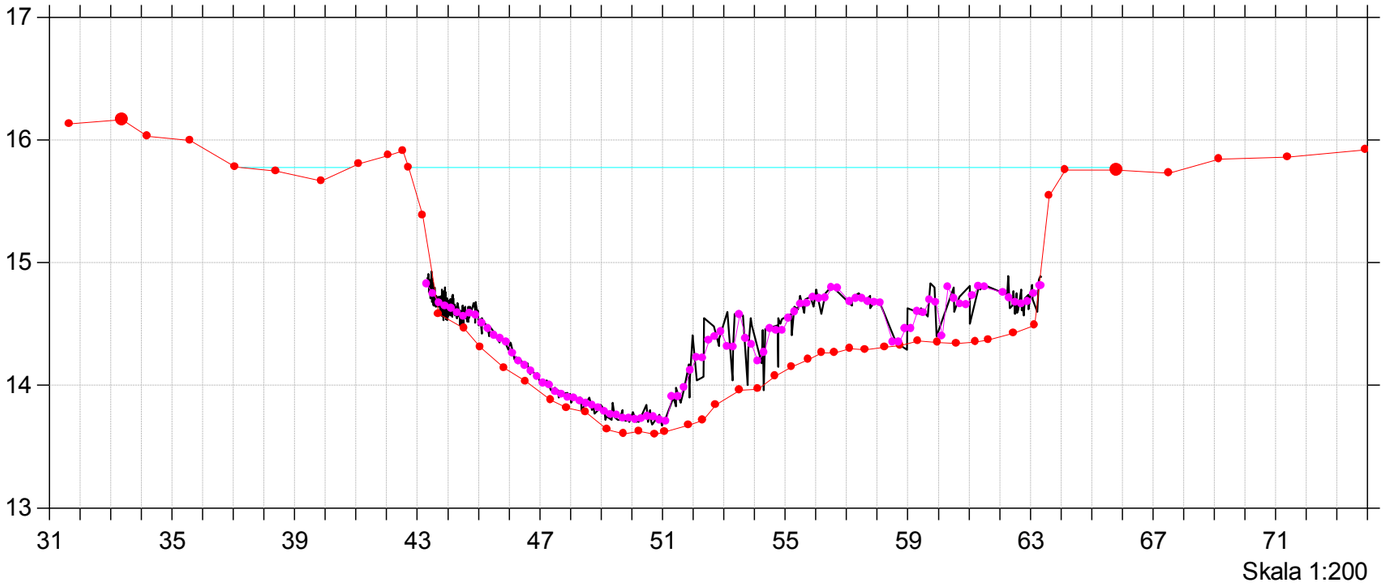
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

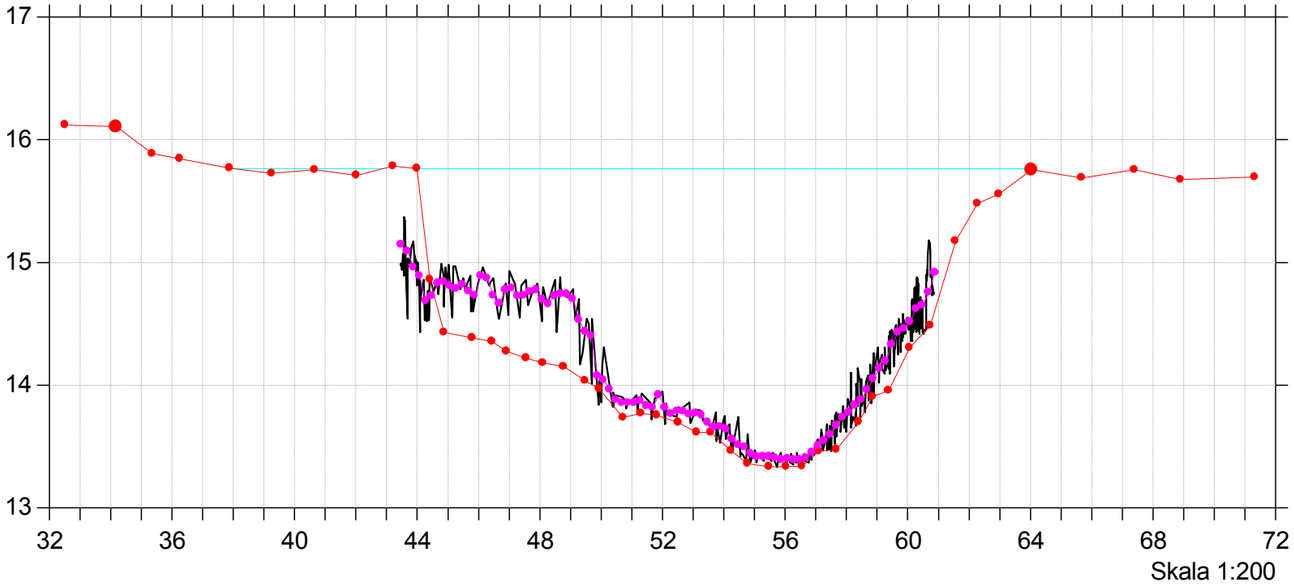
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

Bilag 3

St. 13997



St. 14085



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

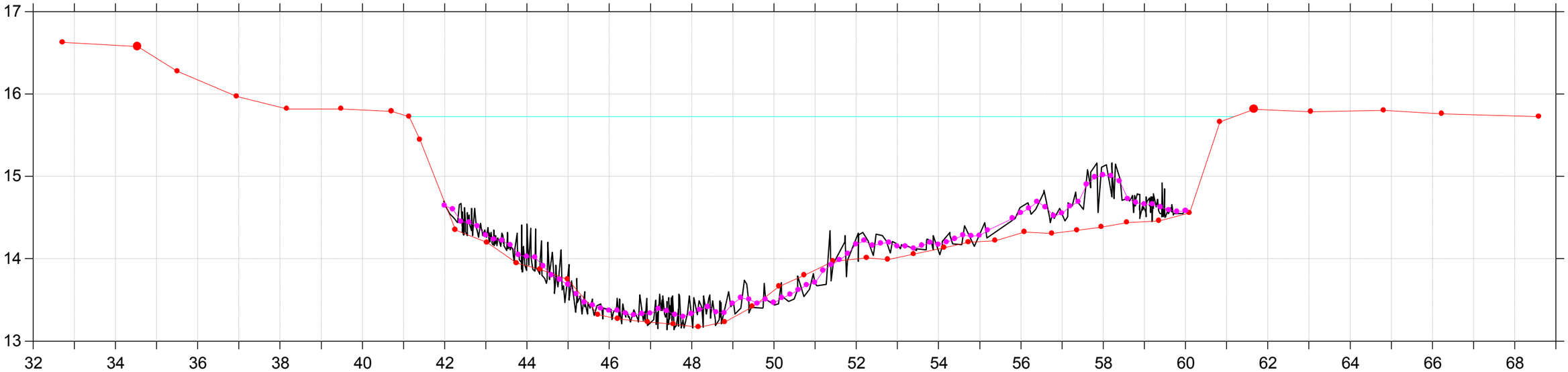
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

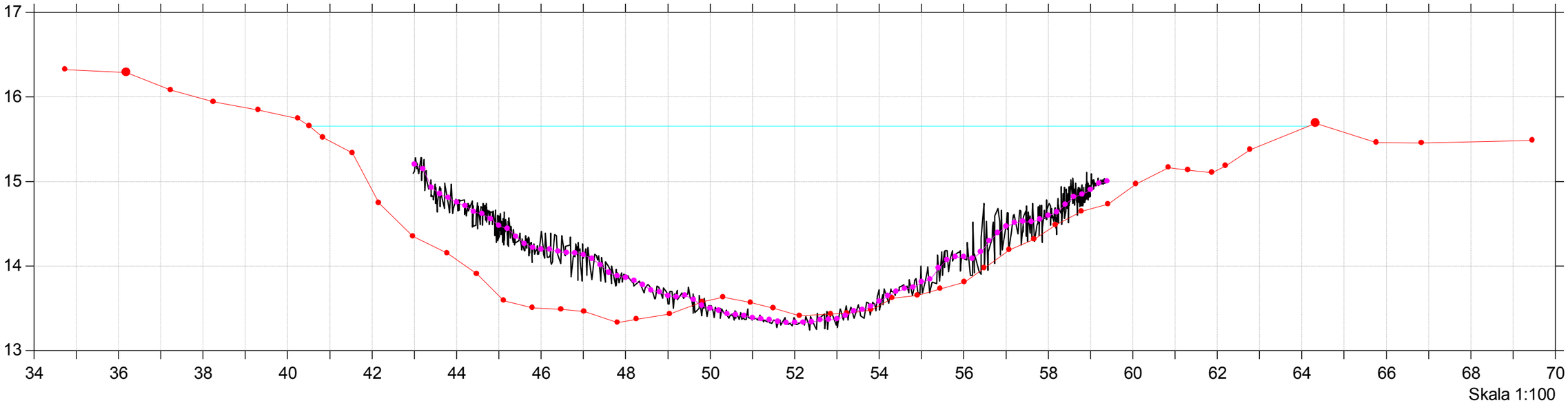
Bilag 3

St. 14228



Skala 1:100

St. 14319



Skala 1:100

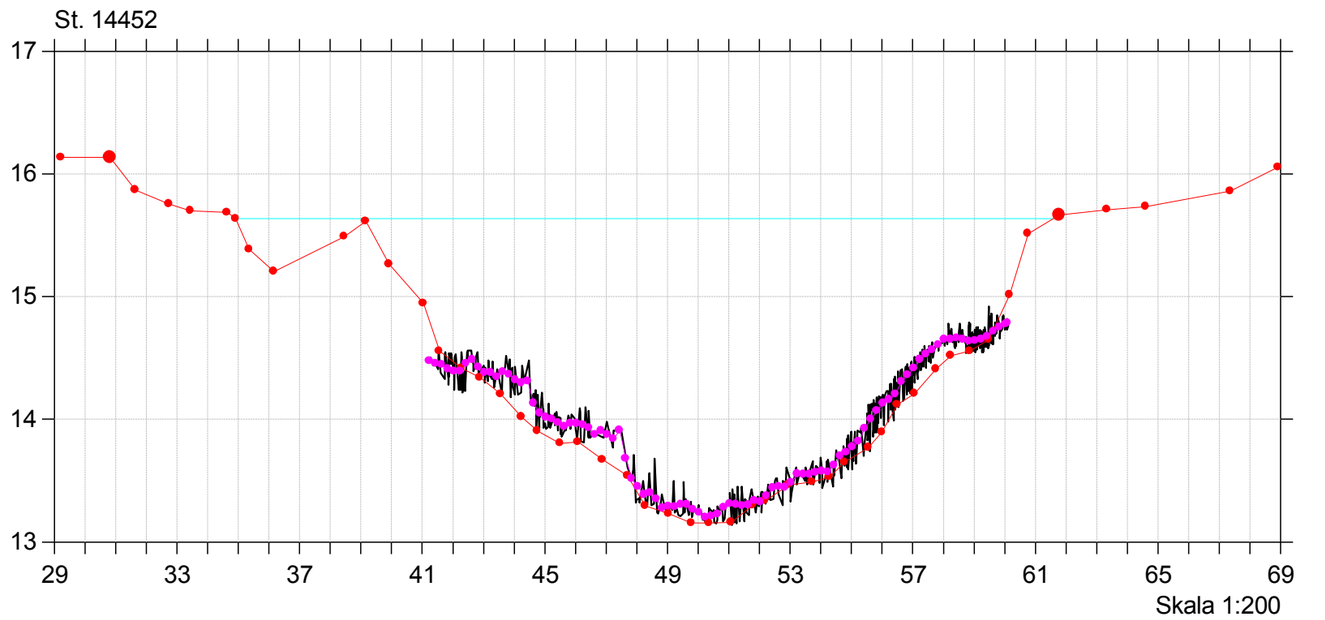
VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Bilag 3

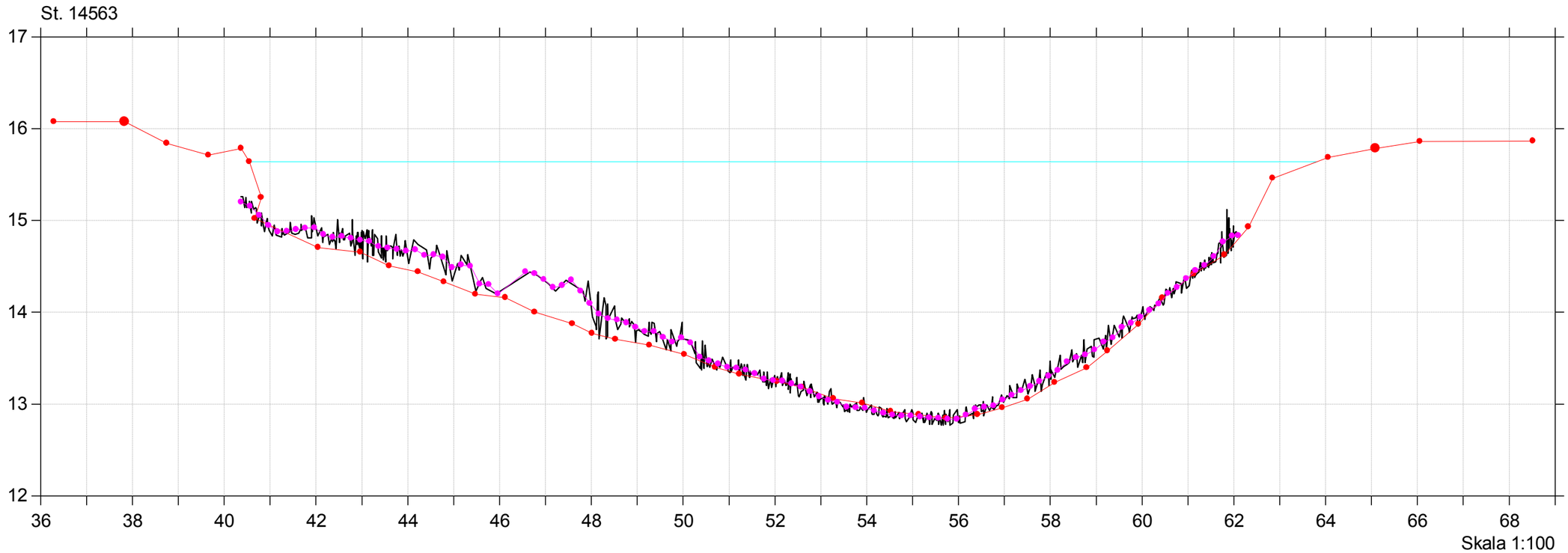


Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Bilag 3



Gudenå OS Tange Sø

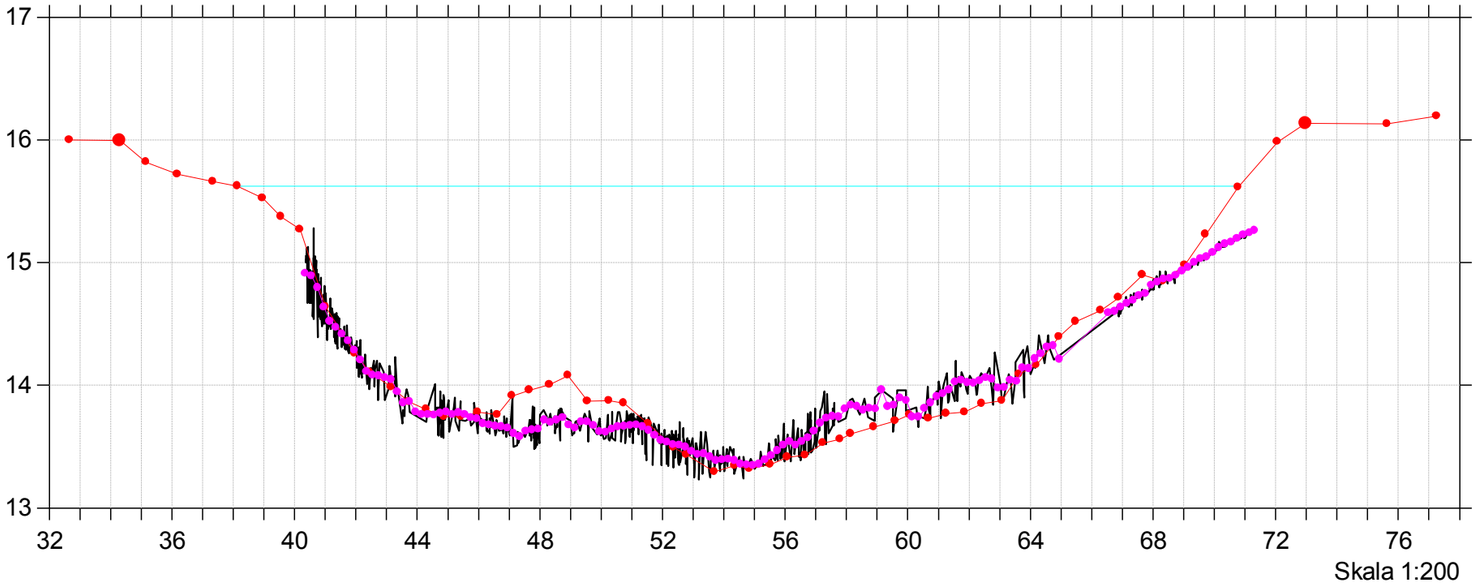
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

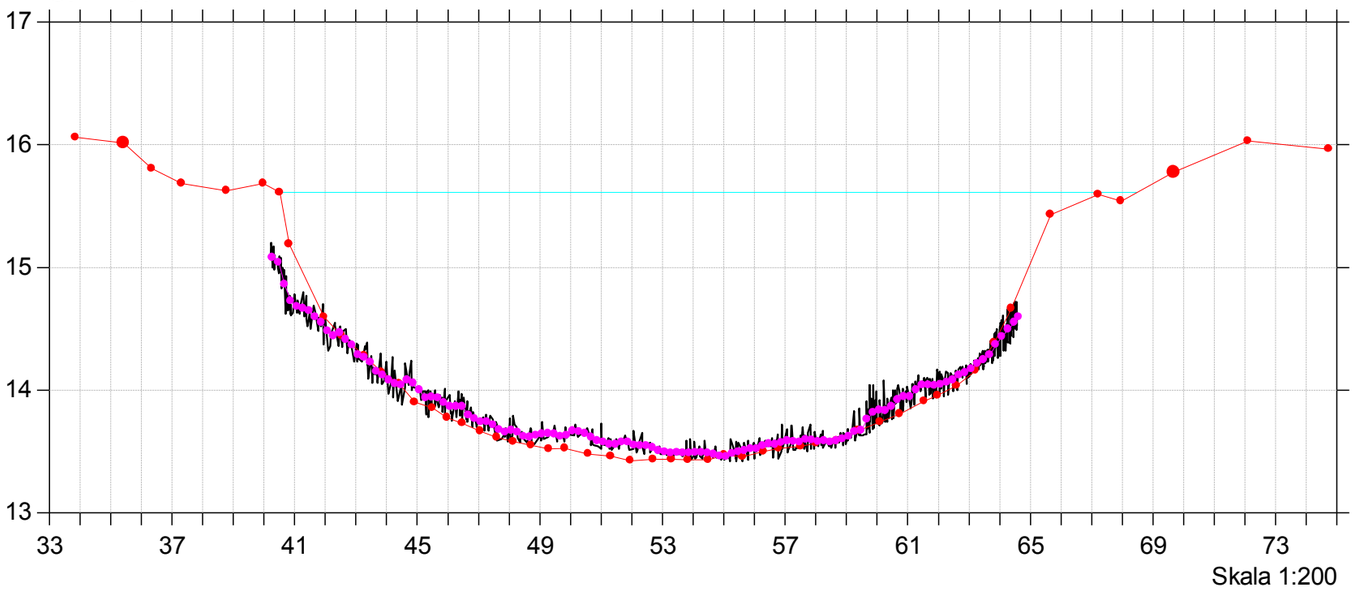
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

Bilag 3

St. 14681



St. 14796



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

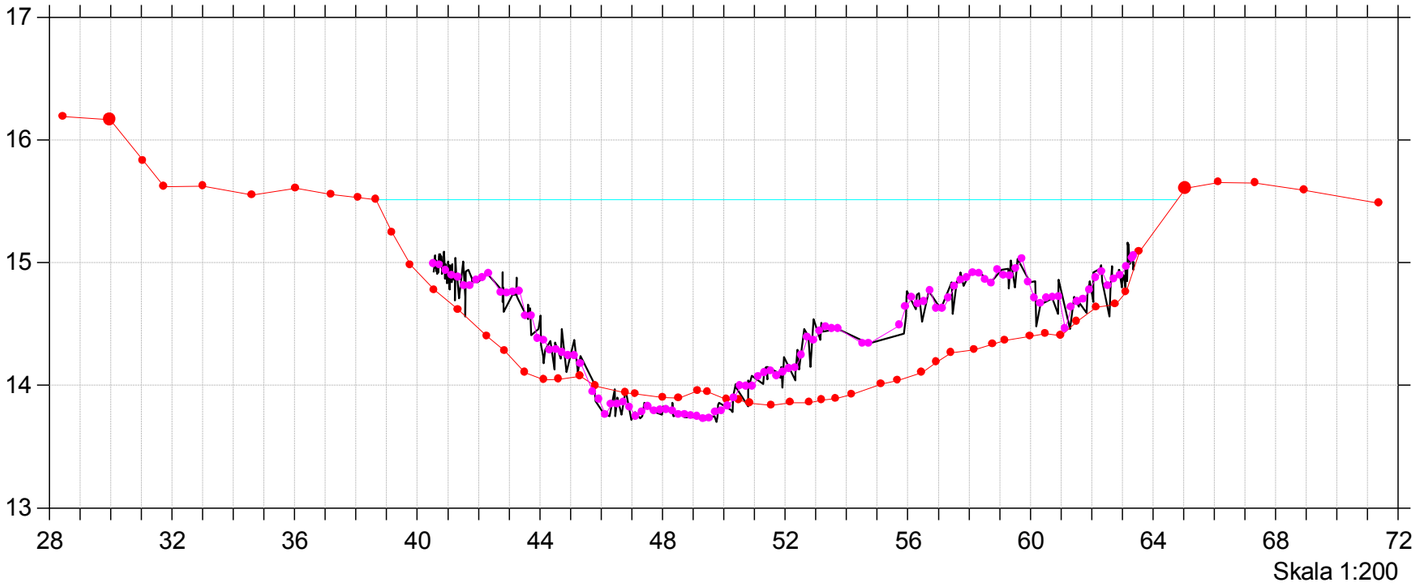
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

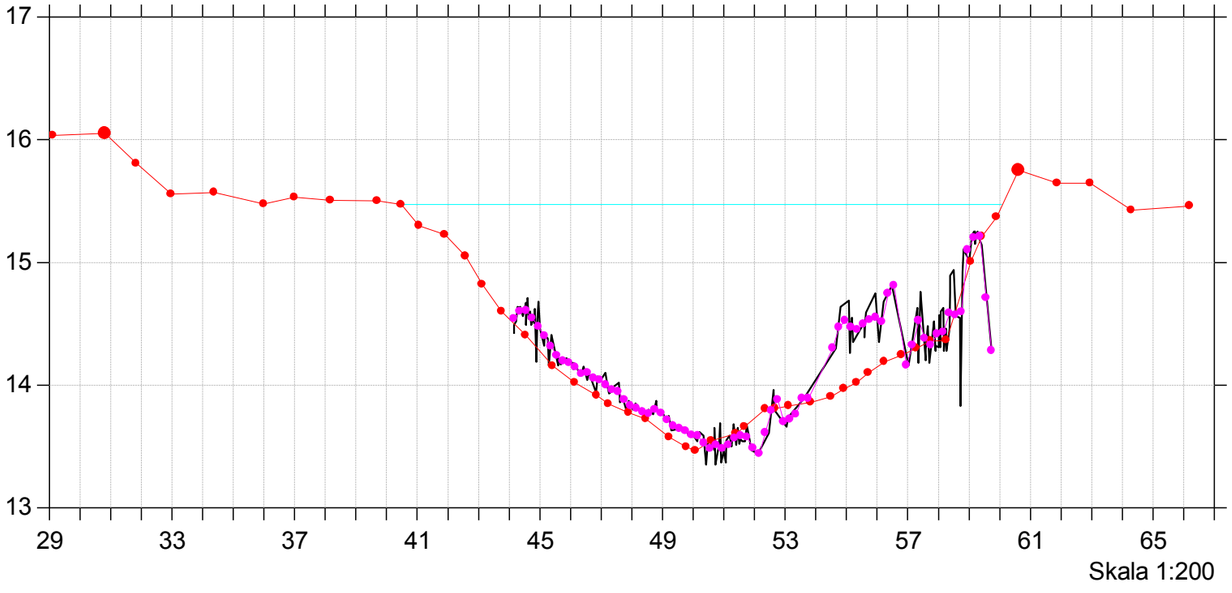
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

Bilag 3

St. 14963



St. 15002



VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13425

Gudenå OS Tange Sø

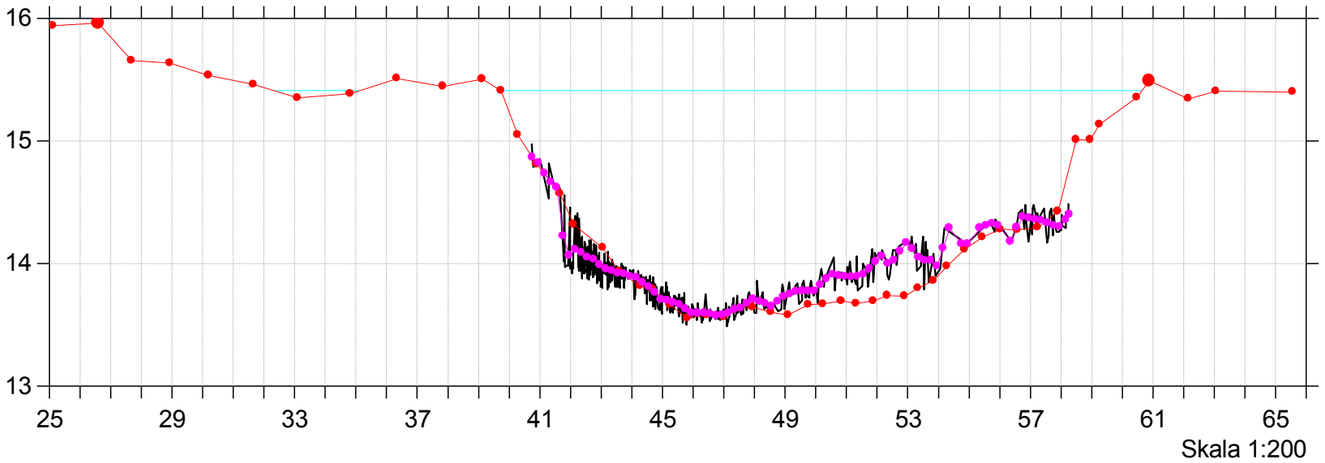
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

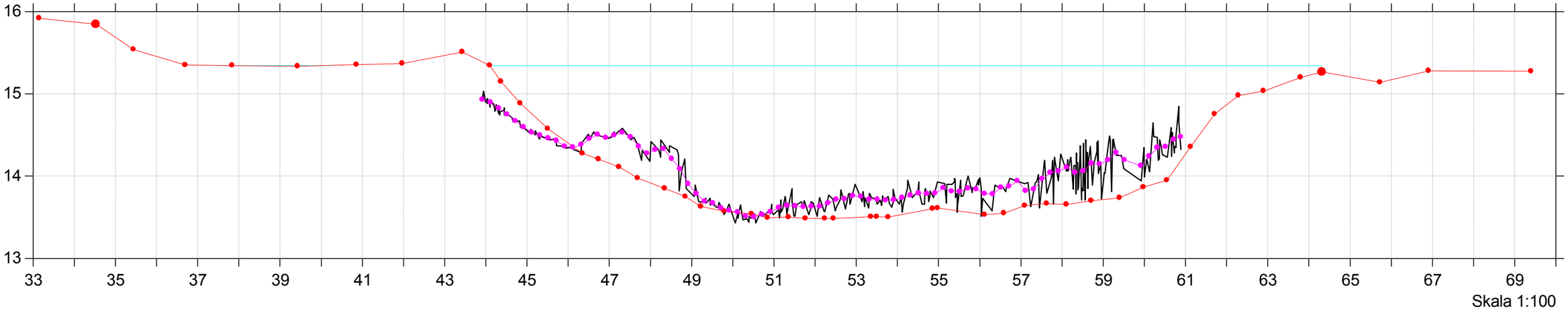
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

Bilag 3

St. 15102



St. 15198

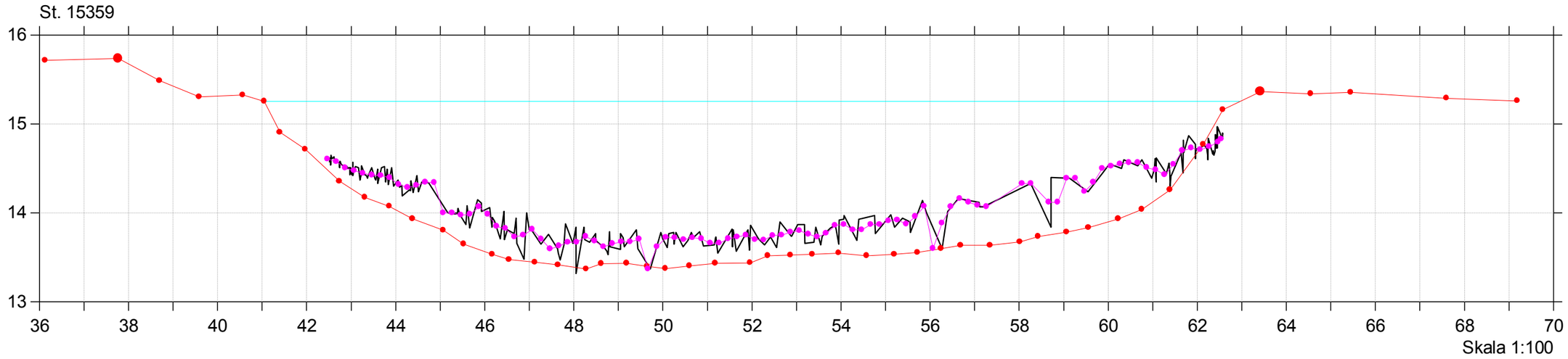


Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Bilag 3

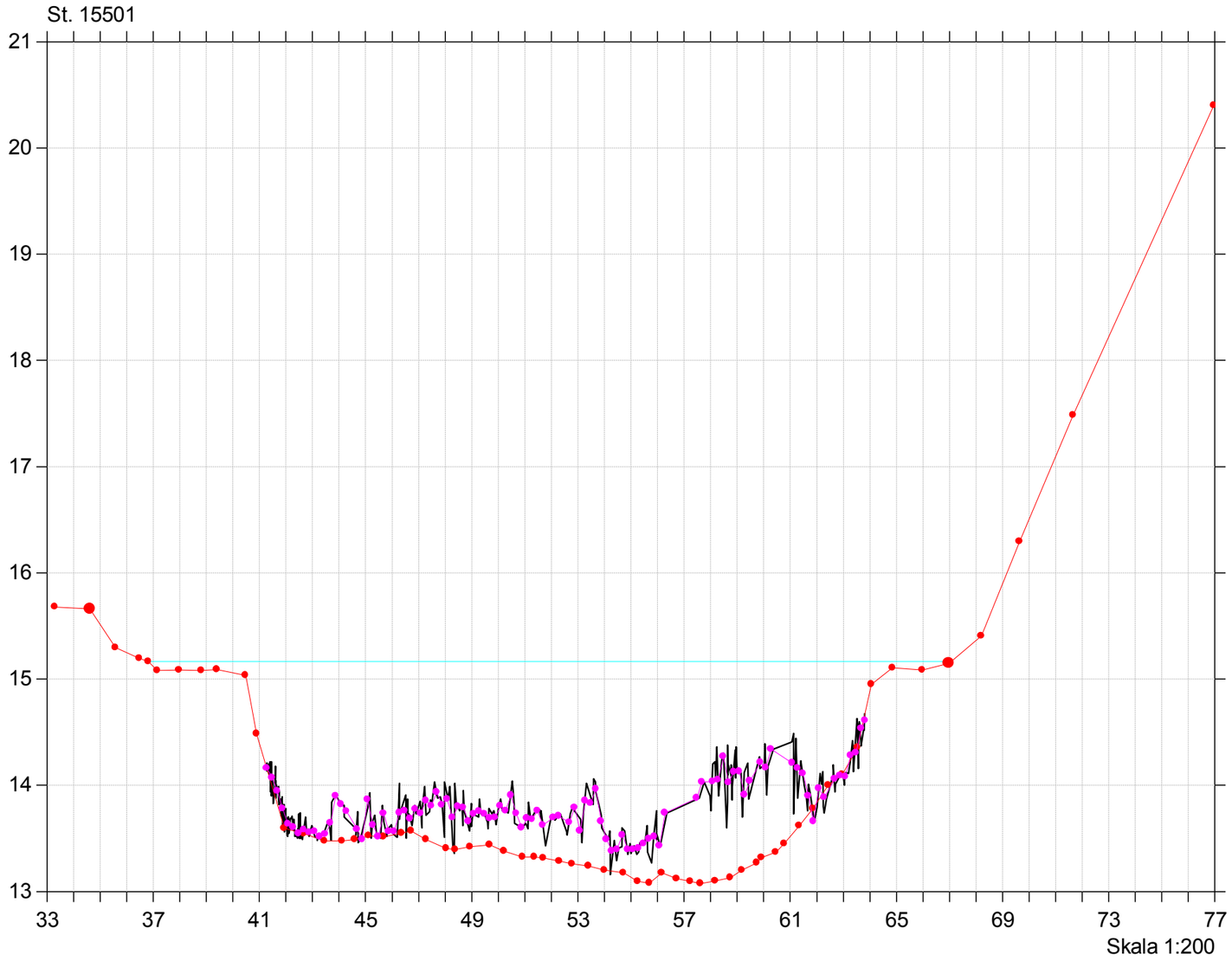


Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Bilag 3

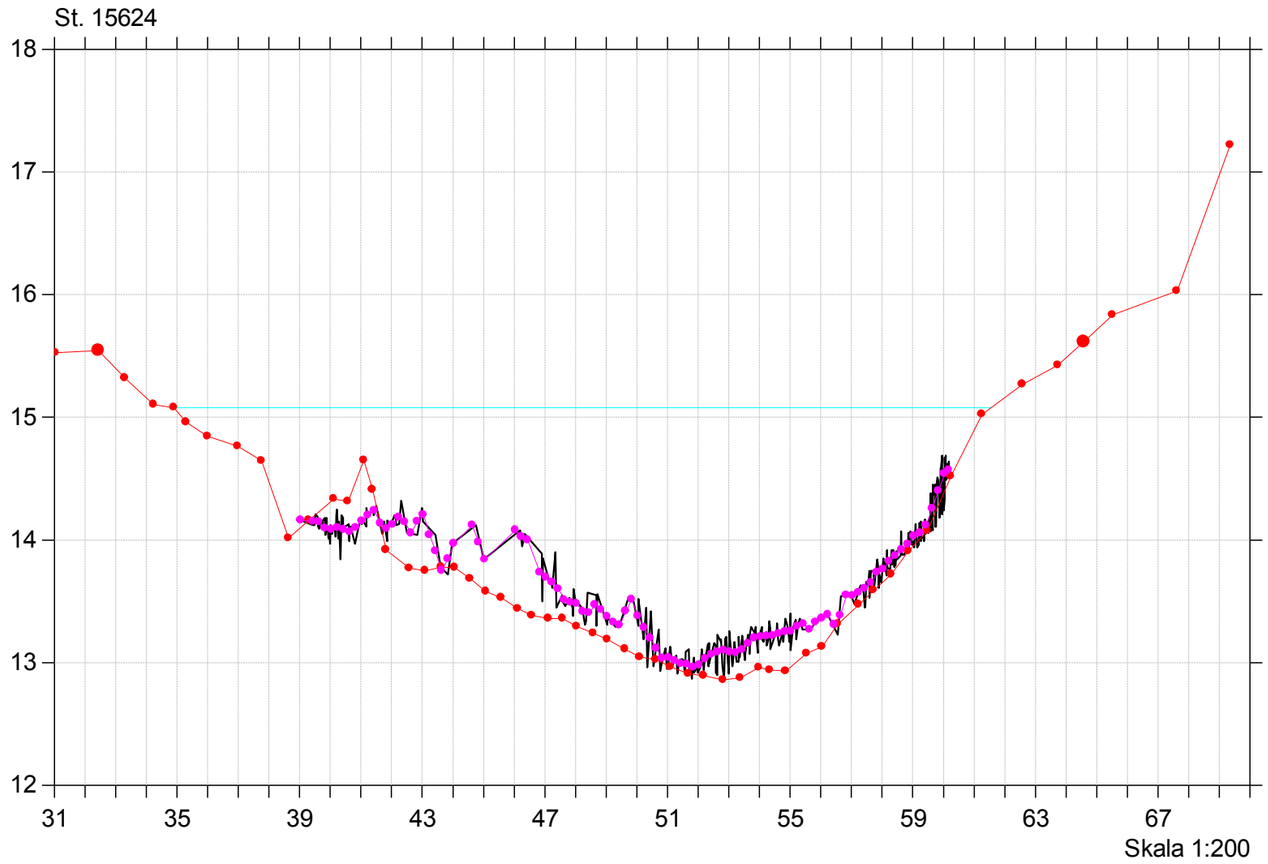


Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Bilag 3



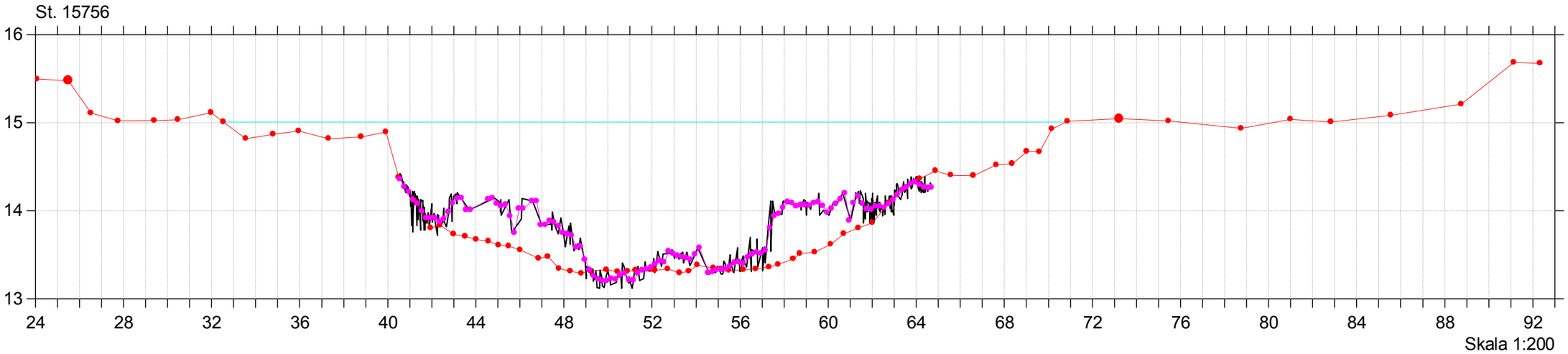
Gudenå OS Tange Sø

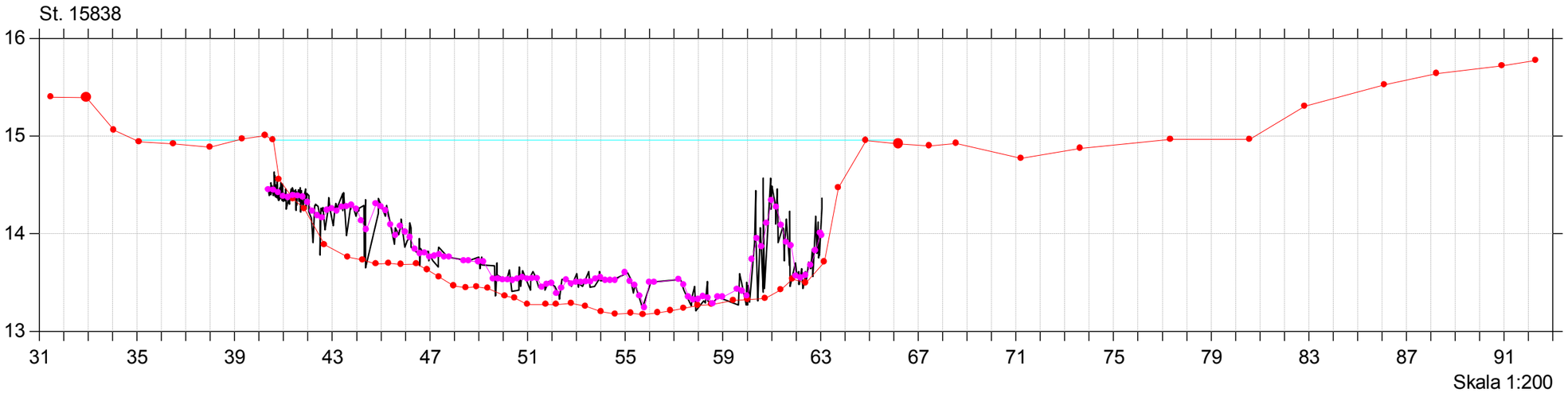
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

Bilag 3





Gudenå OS Tange Sø

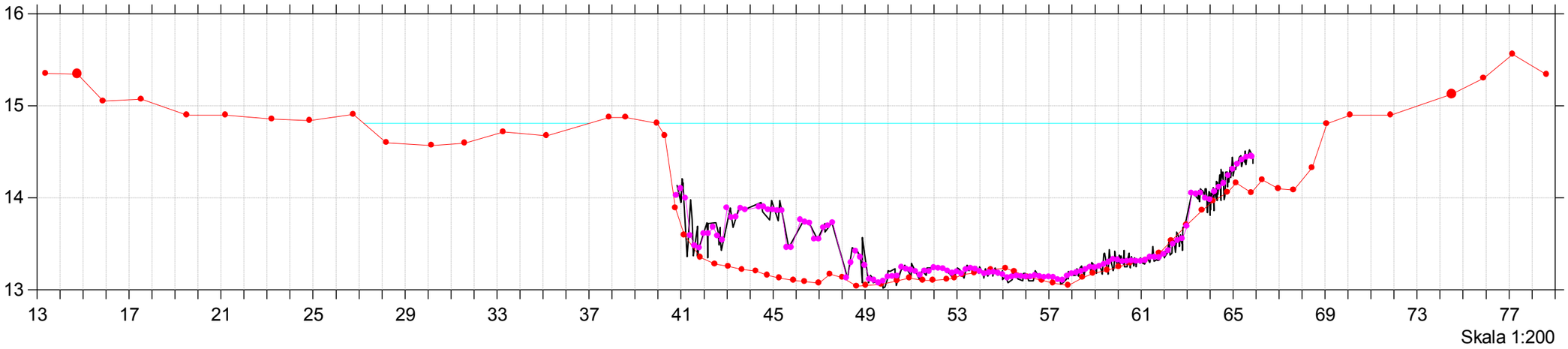
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

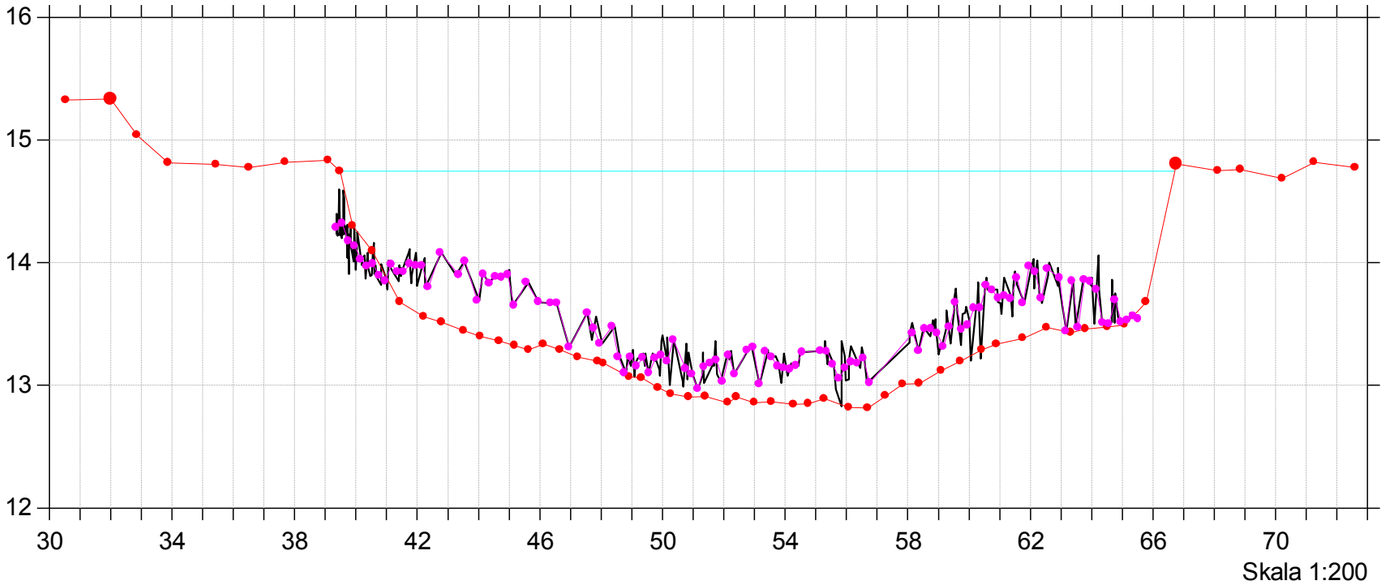
Bilag 3

Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

St. 15998



St. 16154



Gudenå OS Tange Sø

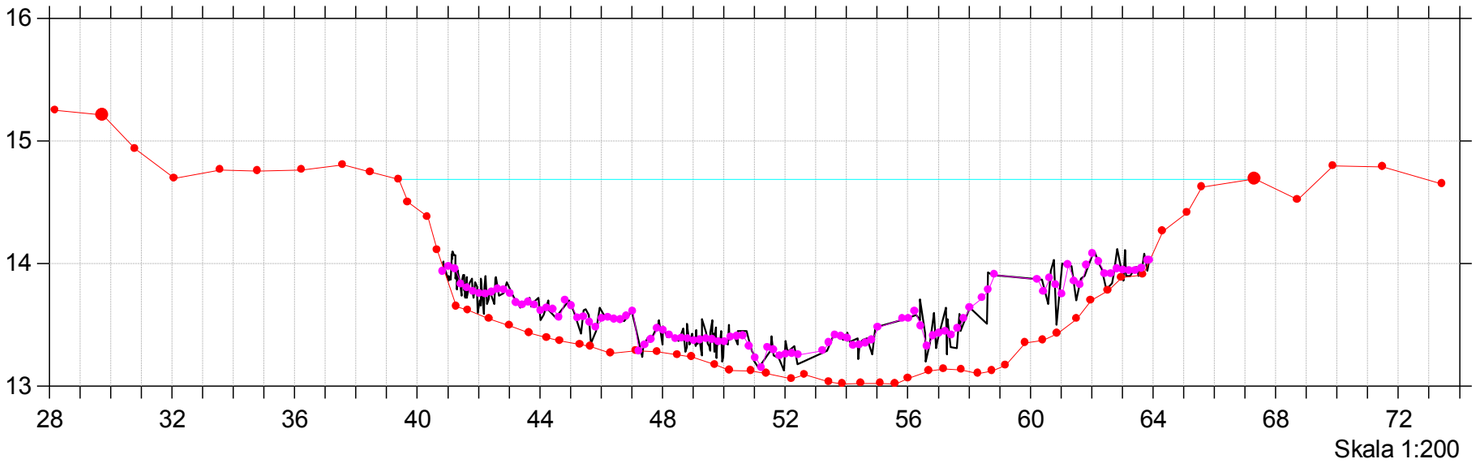
Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

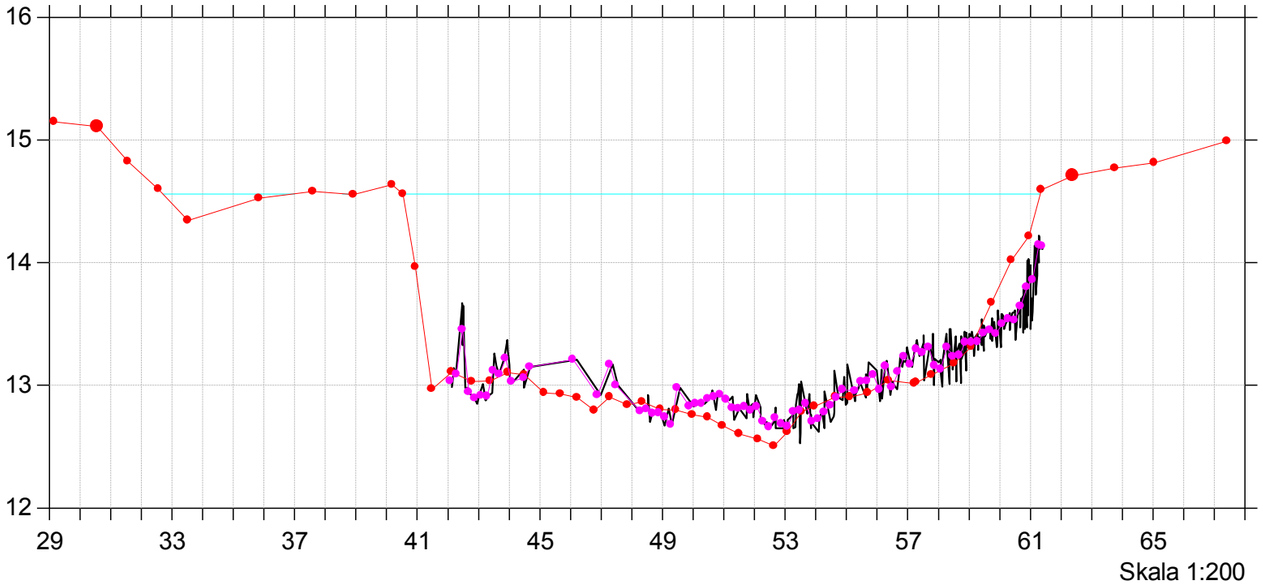
Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

Bilag 3

St. 16279



St. 16465

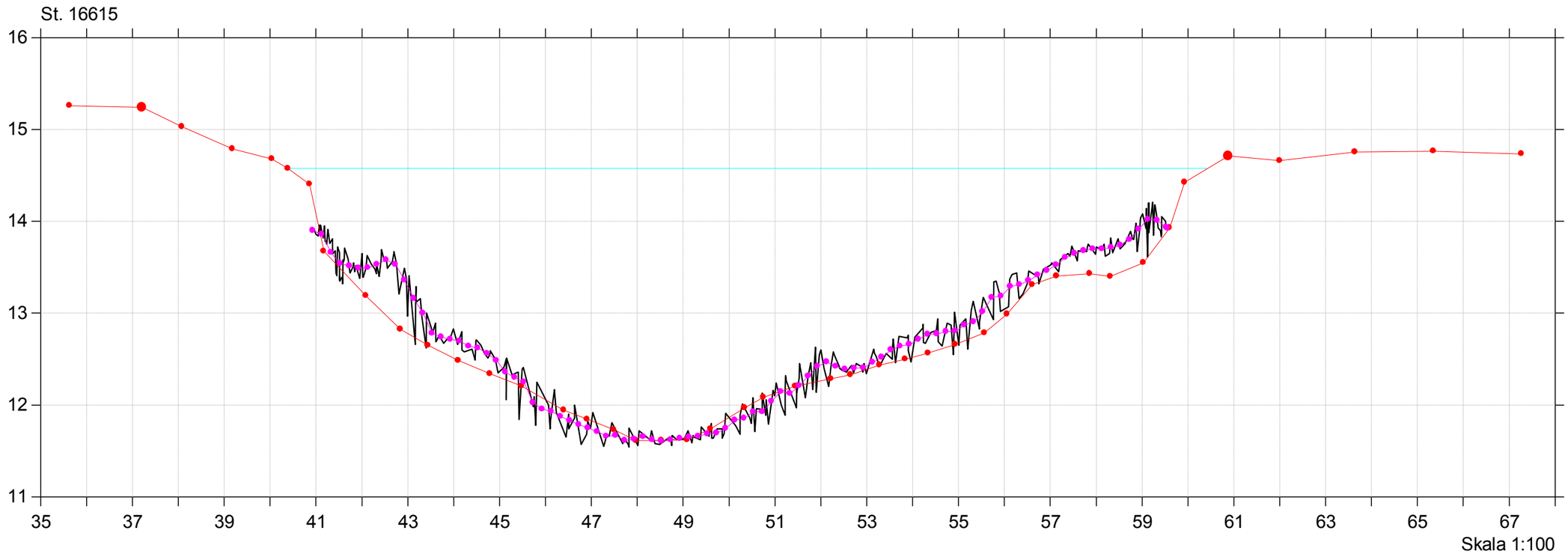


Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Bilag 3



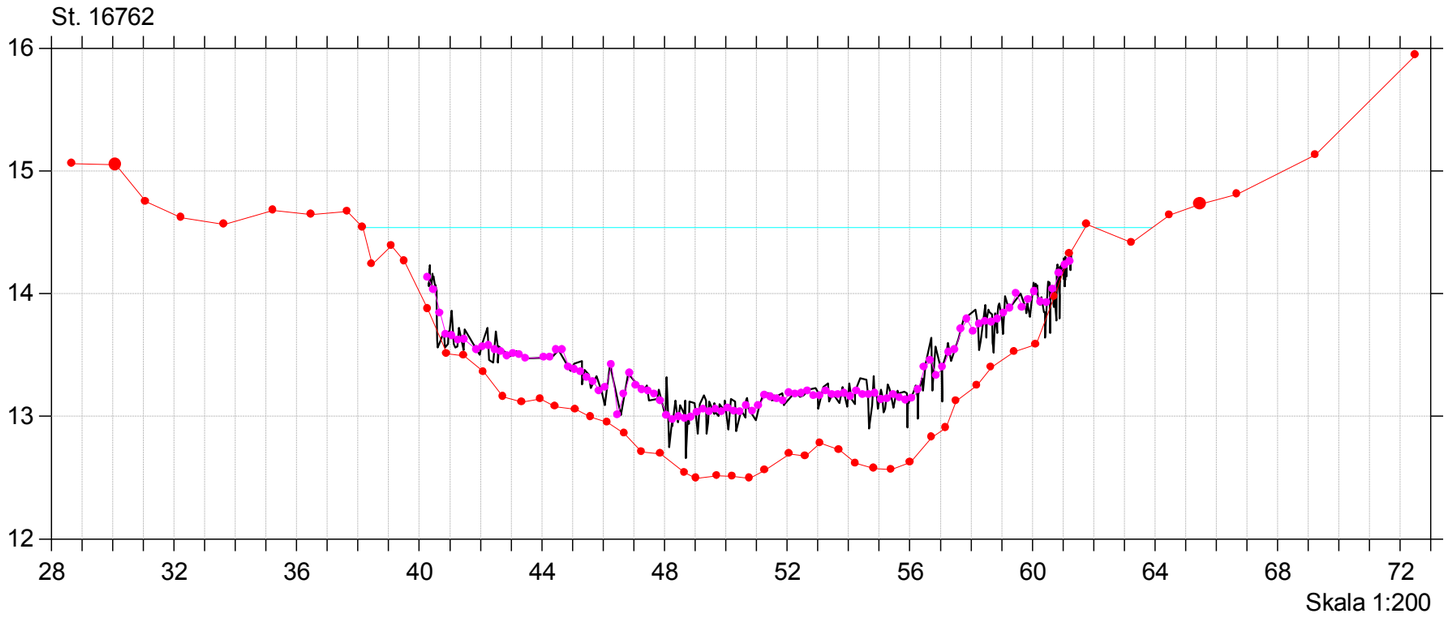
Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50
Grødetop opmålt maj 2020

Grødetop opmålt med drone - udtyndet
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Grødetop opmålt med drone - rådata

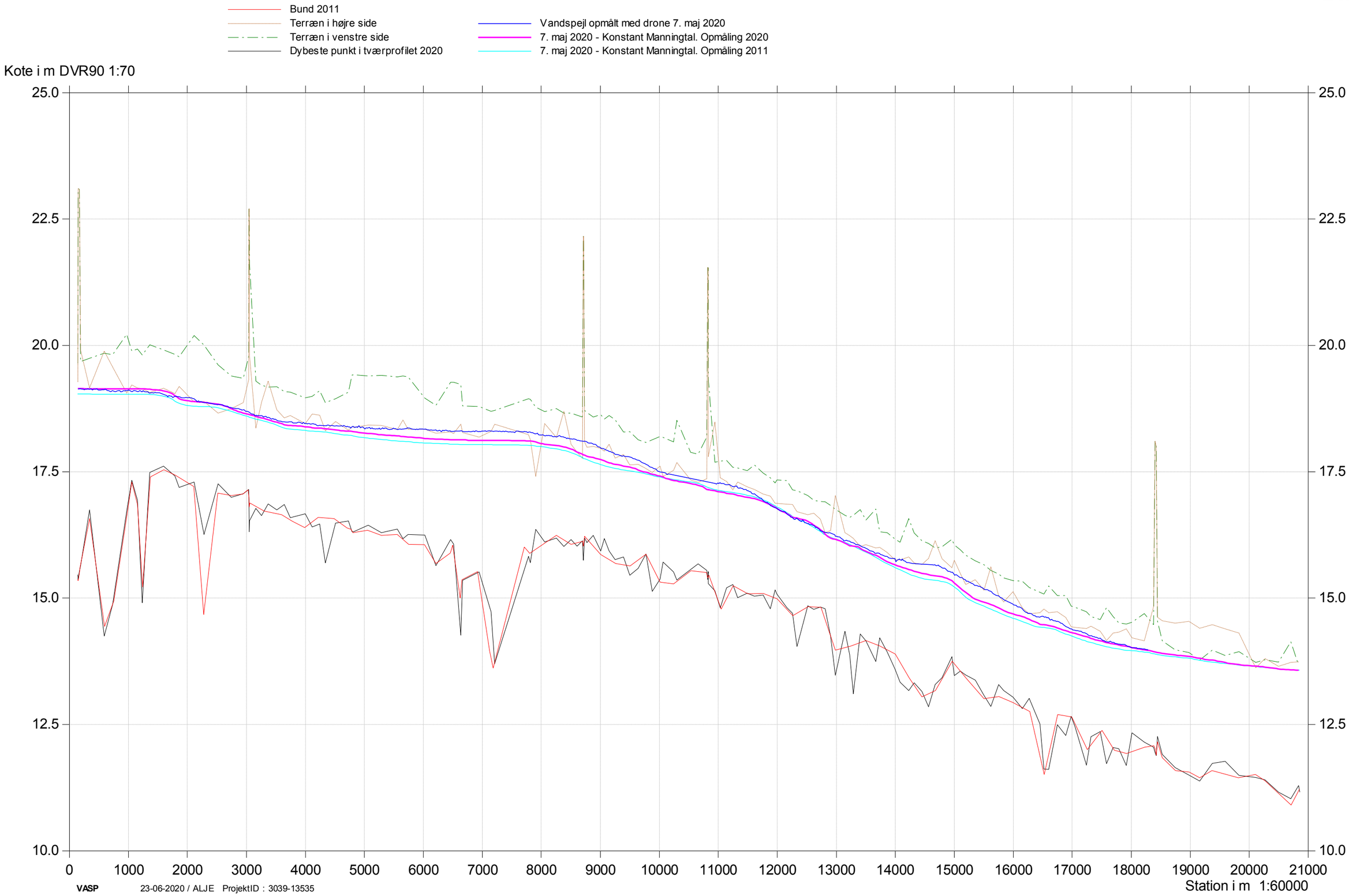
Bilag 3



Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

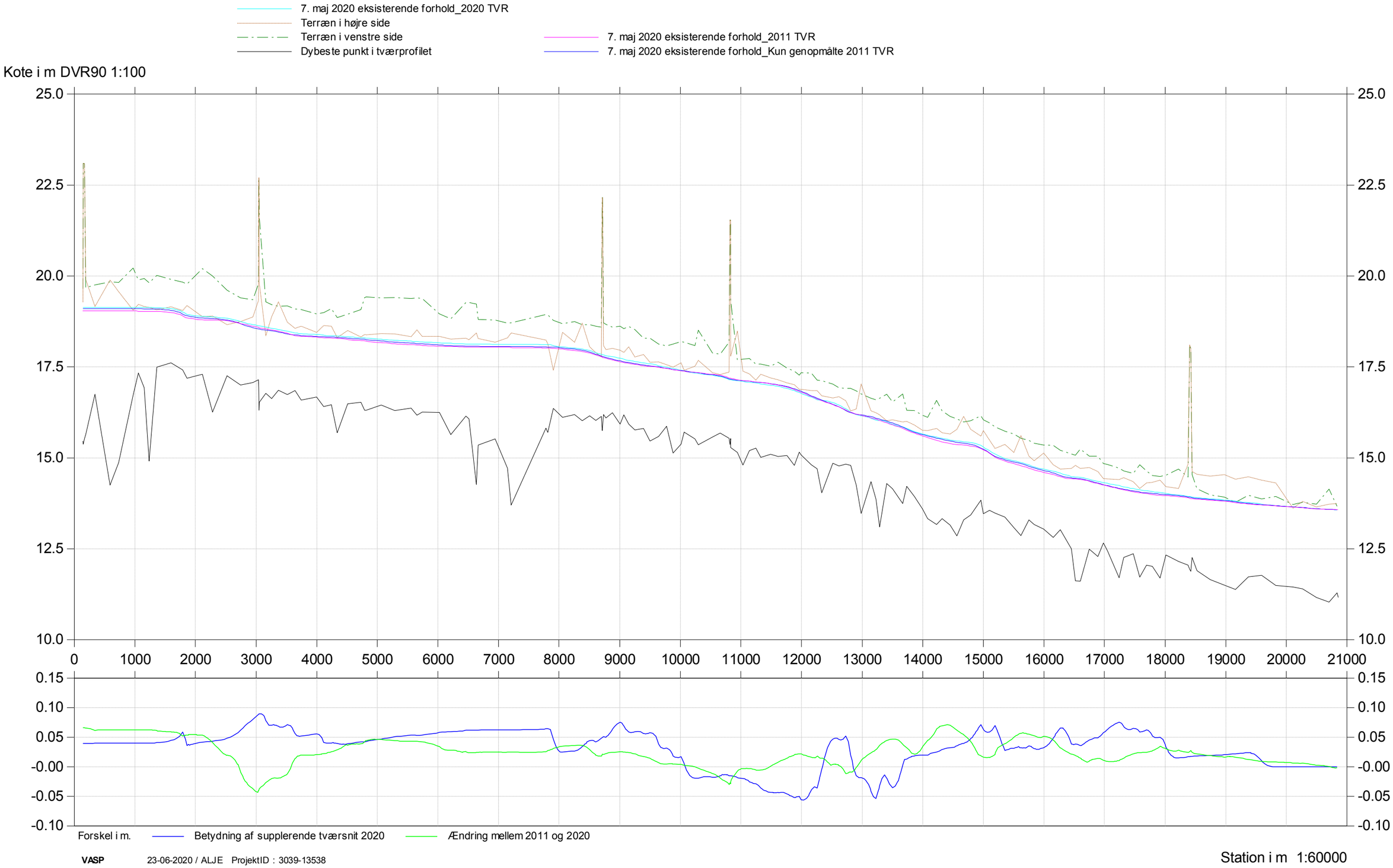
Bilag 4



Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Bilag 5

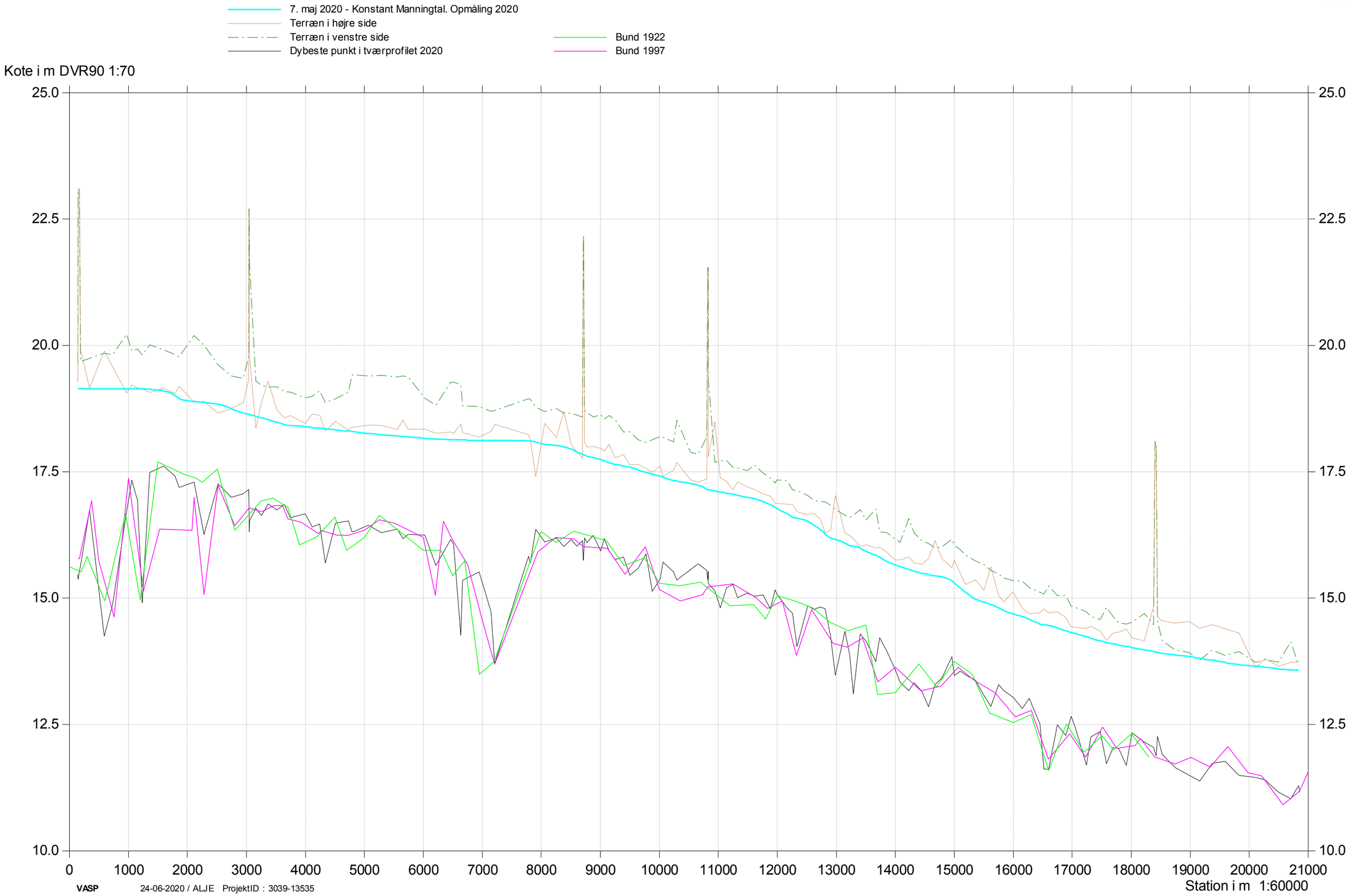


VASP 23-06-2020 / ALJE ProjektID : 3039-13538

Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

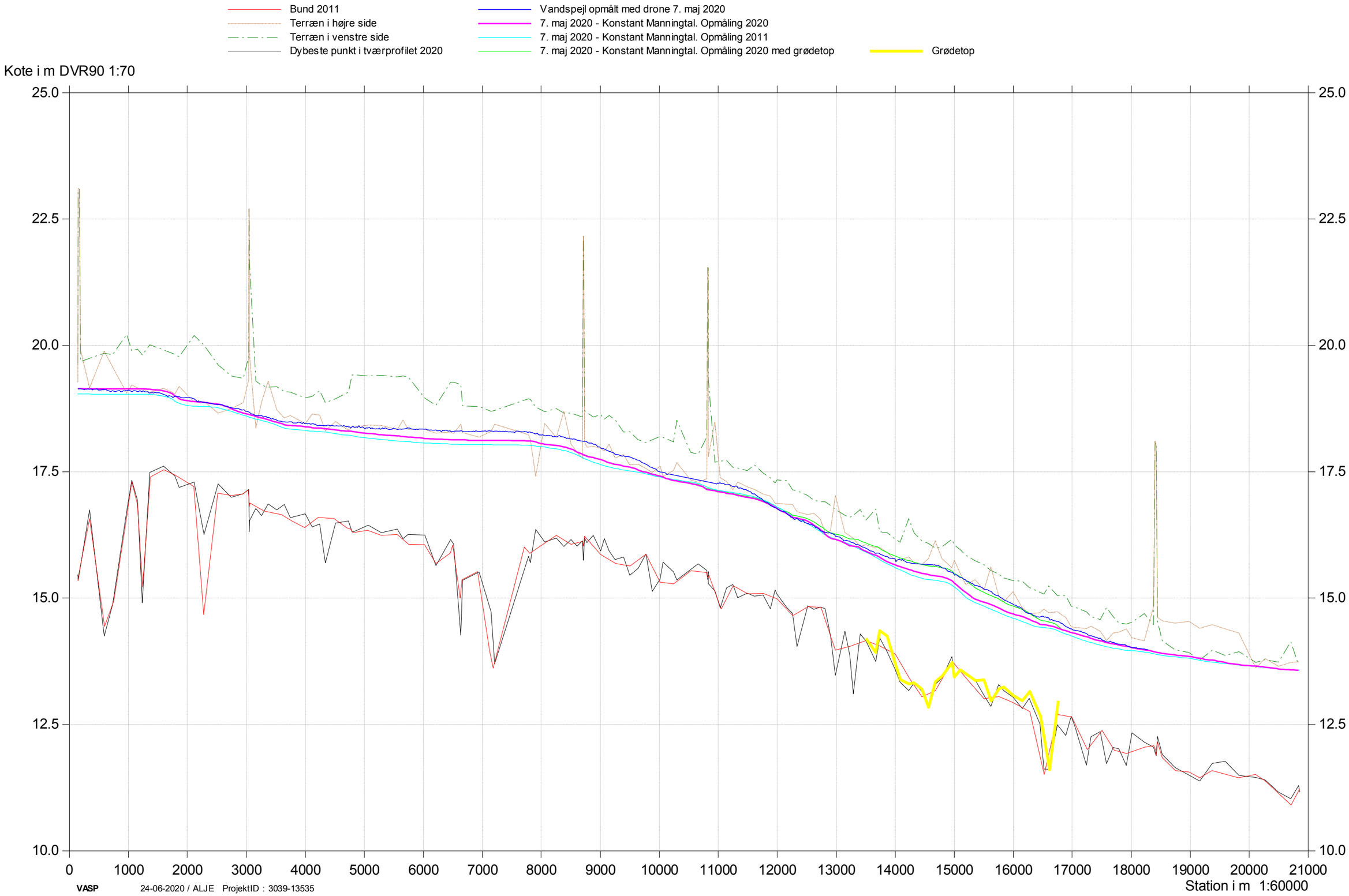
Bilag 6



Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Bilag 7



Gudenå OS Tange Sø

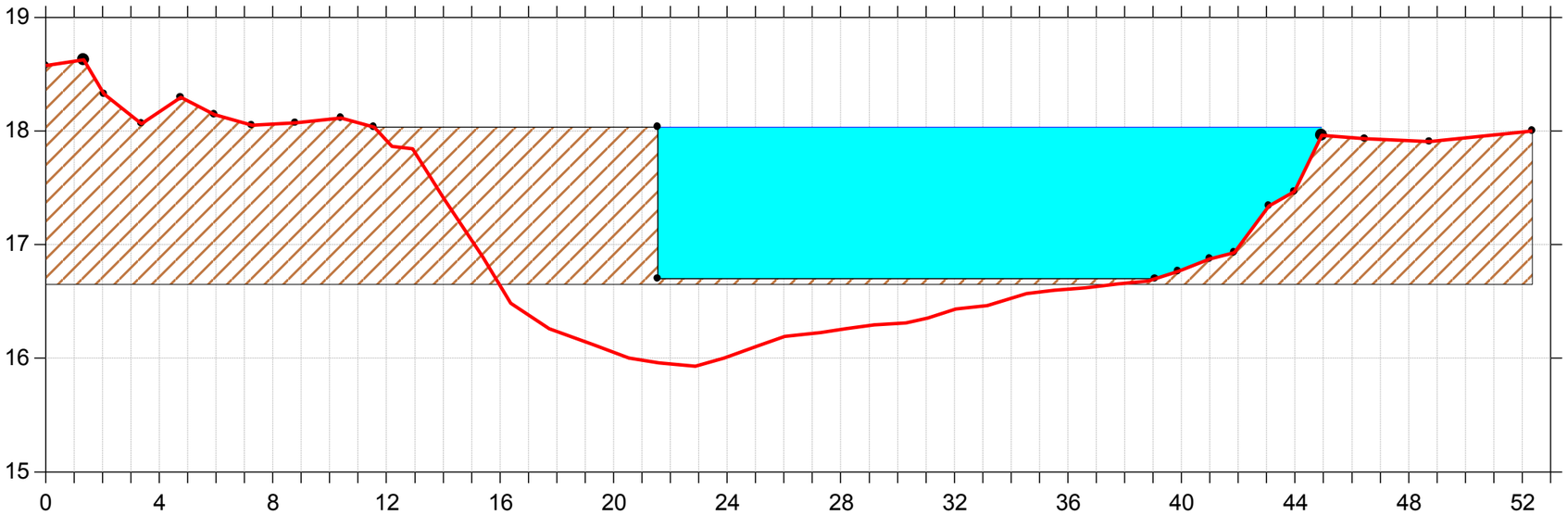
Bilag 8

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

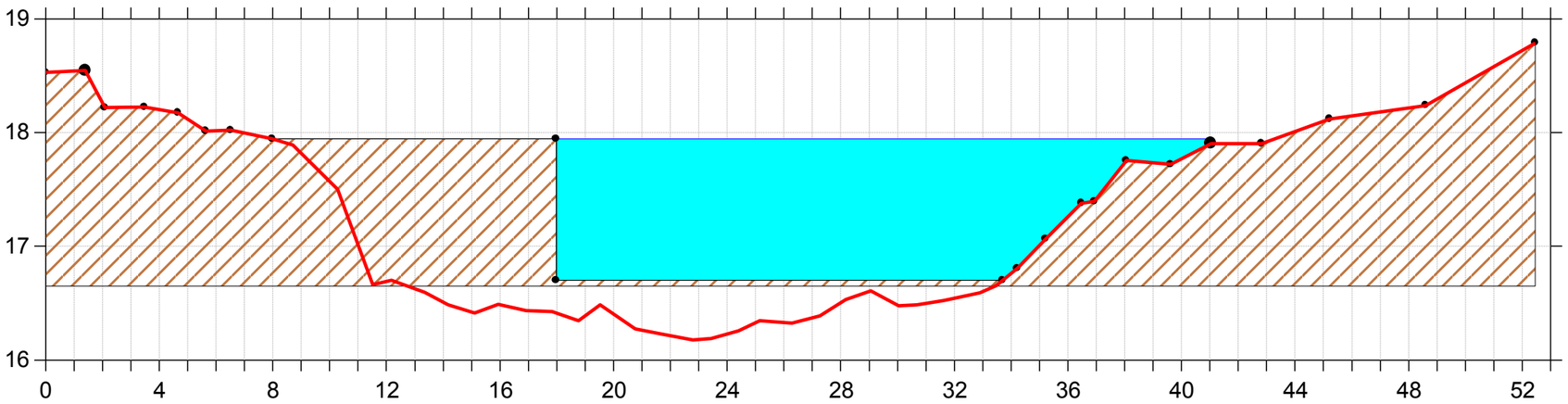
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020_med fiktiv indsnævring og bundhævning

St. 9005



Skala 1:200

St. 9064



Skala 1:200

Gudenå OS Tange Sø

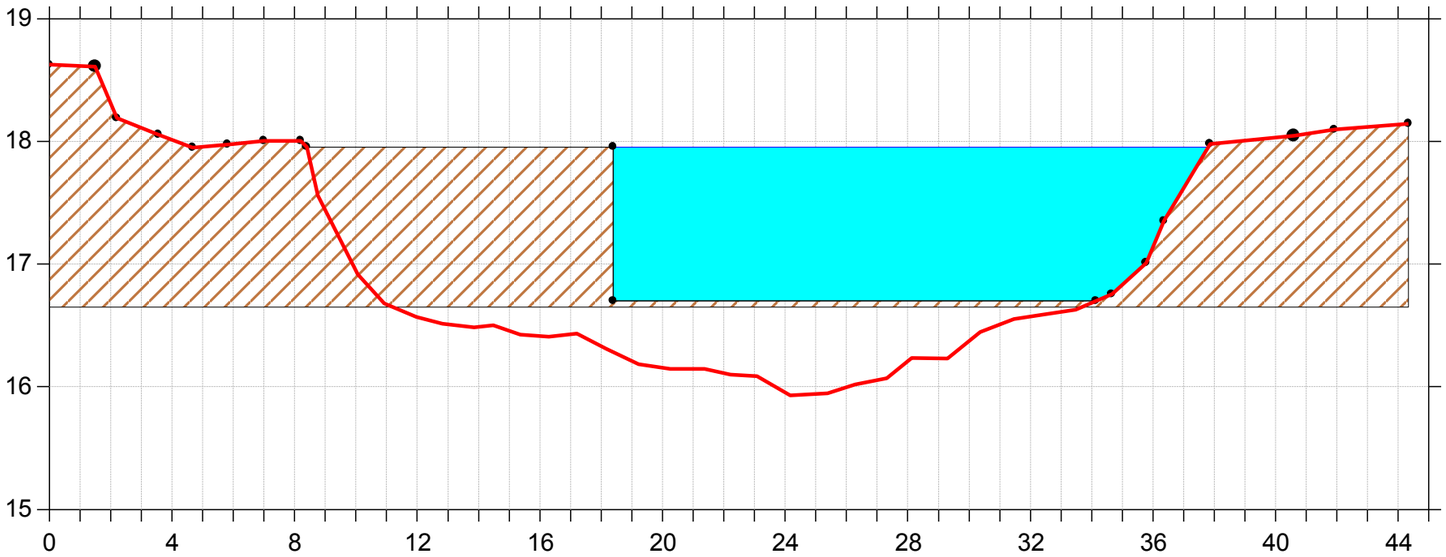
Bilag 8

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

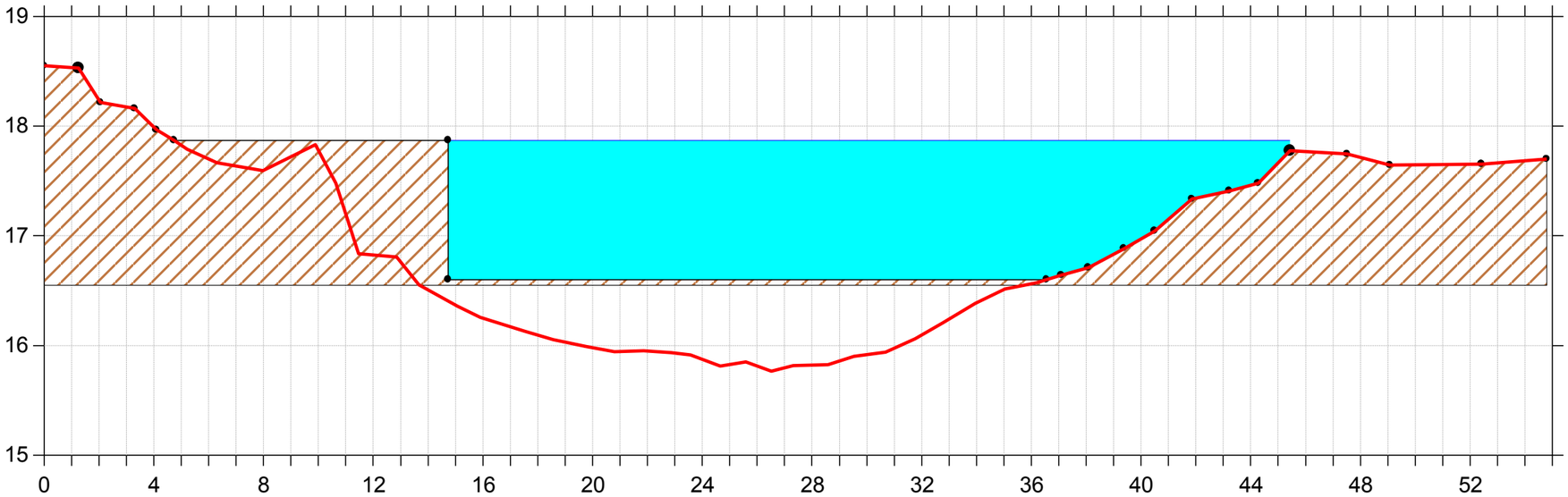
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020_med fiktiv indsnævring og bundhævning

St. 9150



Skala 1:200

St. 9255



Skala 1:200

Gudenå OS Tange Sø

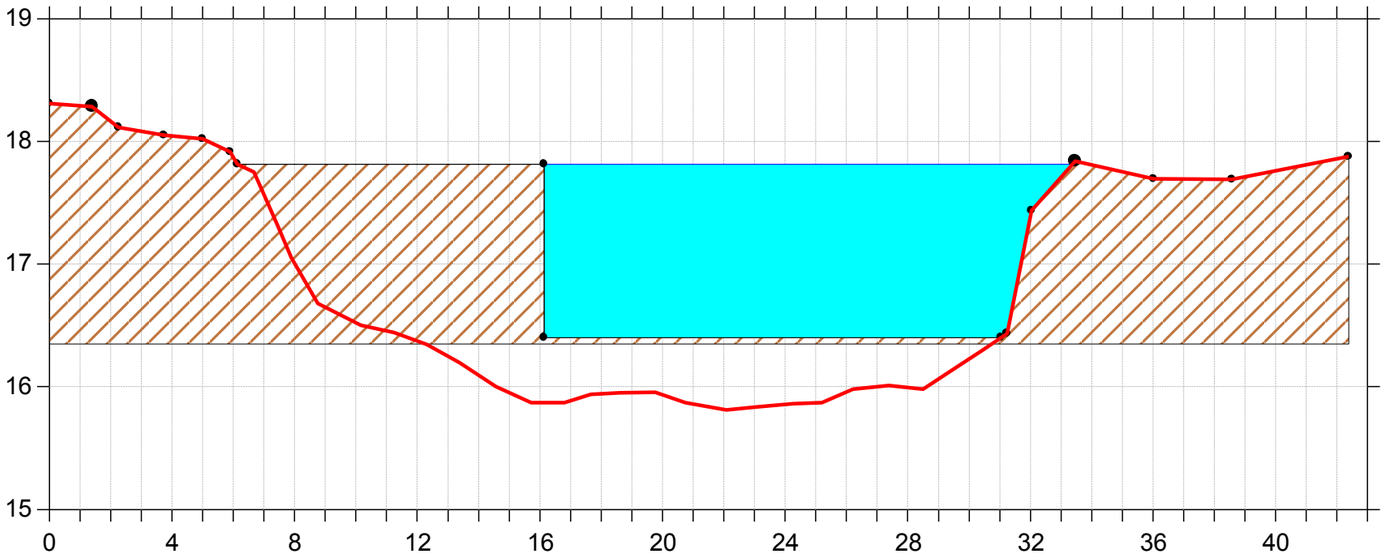
Bilag 8

Opmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

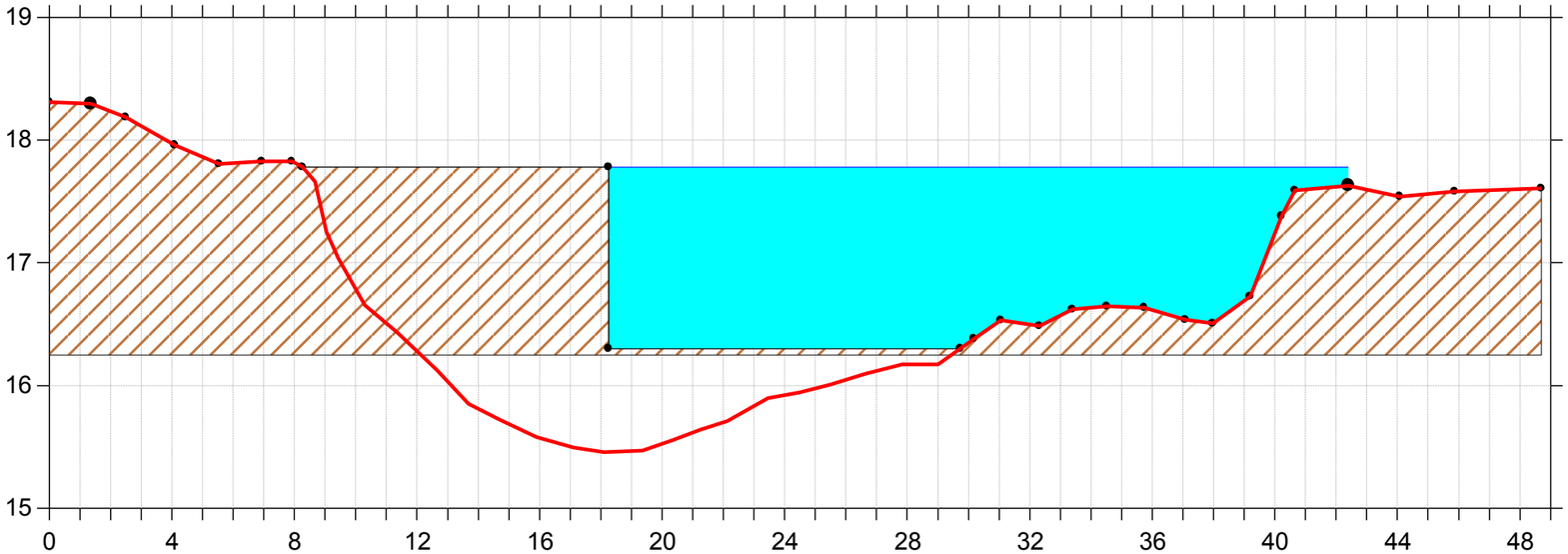
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020
Opmåling udført af Orbicon/WSP maj 2020_med fiktiv indsnævring og bundhævning

St. 9393



Skala 1:200

St. 9495

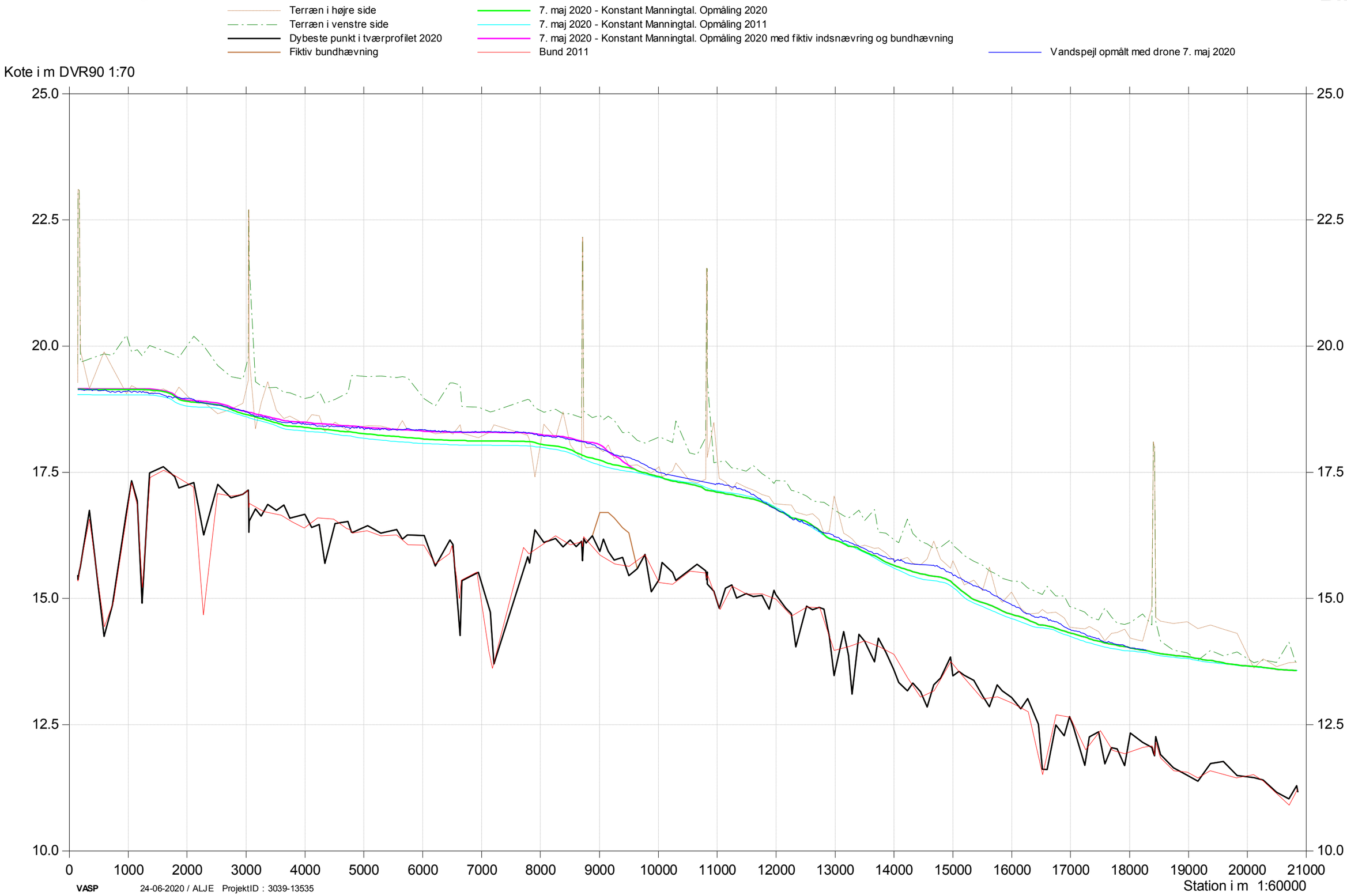


Skala 1:200

Gudenå OS Tange Sø

Opmåling 2020

Bilag 9



NOTAT NR. 2022-02

KONTROL AF GUDENÅENS VANDFØ-RINGSEVNE VED ANVENDELSE AF 1997-OPMÅLING SOM TEORETISK SKIKKELSE

APRIL 2022

Projektnavn	Kontrol af Gudenåens vandføringsevne mellem Silkeborg og Tange Sø ved anvendelse af 1997-opmålingen som teoretisk skikkelse
Kunde	Silkeborg Kommune
Projektleder	Gitte Urhøj
Projektnummer	1322100190
Til	Charlotte Højbjerre
Udarbejdet af	Gitte Urhøj og Christian Petersen
Kvalitetssikret af	Bjarne Moeslund og Klaus Schlünsen
Godkendt af	Rasmus Bang
Version	05
Versionsdato	12-04-2022
Første udgivelsesdato	03-12-2021

INDHOLD

1 BAGGRUND 5

2 REGULATIVETS KRAV TIL VANDFØRINGSEVNE 6

3 KONTROL AF GUDENÅENS VANDFØRINGSEVNE VED ANVENDELSE AF 1997-OPMÅLING SOM TEORETISK SKIKKELSE 8

3.1 Datagrundlag 8

3.1.1 Kontrolopmåling (2020/21-opmåling) 8

3.1.2 Stationeringer 9

3.1.3 Oplande, Afstrømning og Manningtal. 9

4 RESULTAT AF REGULATIVKONTROL ... 11

5 VURDERING AF MULIGE ÅRSAGER TIL FORSKELLE I REGULATIVKONTROLLENS VANDSPEJLSBEREGNINGER 13

5.1 Manglende detaljeringsgrad i 1997-opmålingen 13

5.2 Usikkerhed omkring lokalitet af profiler i 1997-opmålingen 14

5.3 Gennemgang af de enkelte delstrækninger..... 14

5.3.1 Station 0 – 2.760 14

5.3.2 Station 2760-3040 20

5.3.3 Undersøgelse af usikkerhed ved få tværprofiler i 1997-opmåling for strækningen 0 - 3.040 21

5.3.4 Station 3.040-4.770 22

5.3.5 Station 4.770 – 9.140 24

5.3.6 Station 9.140-12.650 25

5.3.7 Station 12.650-12.980 27

5.3.8 Station 12.980-14.850 27

5.3.9 Station 14.850-15.380 32

5.3.10 Station 15.380 til 15.720 33

5.3.11 Station 15.720 - 20.750 34

6 KONTROL PÅ 37 SAMMENLIGNELIGE TVÆRPROFILER 37

6.1 Datagrundlag for reduceret kontrolberegning... 37

6.2 Resultater..... 37

6.3 Vurdering af resultater..... 39

7 KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING 41

7.1 Regulativkontrol 41

7.2 Reduceret kontrolberegning 42

7.3 Perspektivering..... 42

Bilagsfortegnelse

Bilagsnr.	Beskrivelse
1	Længdeprofil med beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 (kontrolopmåling) og opmåling 1997 (teoretisk skikkelse).
2	Oversigtskort for Gudenåen Silkeborg til Tange Sø med forskellen i de beregnede vandspejle for opmåling 2020/21 og opmåling 1997.
3	Tværprofiler med opmåling 2020/21 (kontrolopmåling) og opmåling 1997 (teoretisk skikkelse).
4	Længdeprofil (st. 0-0400 m) med beregnede vandspejle for opmåling 1997 (teoretisk skikkelse) samt Forsøgsberegning 1.
5	Oversigtskort for Gudenåen Silkeborg til Tange Sø med forskellen i de beregnede vandspejle for 37 profiler fra opmåling 2020/21 og opmåling 1997.
6	Længdeprofil med beregnede vandspejl for en reduceret kontrol på opmåling 2020/21 (37 profiler) og opmåling 1997 (37 profiler).

1 BAGGRUND

I det gældende vandløbsregulativ for Gudenåen fra 2000 er kravet til den regulativbestemte vandføringsevne angivet efter styrekoteprincippet, hvor bestemmelsen er, at vandspejlet i Gudenåen ved medianmaksimumsvandføringen ikke må overstige givne koter på et antal i regulativet fastlagte stationer.

Silkeborg Kommune har gennemført kontrol af Gudenåens vandføringsevne i perioden 2013-2021.

I praksis kan vandføringsevnen ikke kontrolleres direkte efter styrekoteprincippet, idet dette forudsætter, at kontrollen enten udføres ved de fastsatte kravvandstande eller ved en vandføring svarende til medianmaksimumsvandføringen, som den er angivet i regulativet.

For at kunne kontrollere vandføringsevnen ved andre vandføringer end medianmaksimums-vandføringen har vandløbsmyndigheden valgt for hver af de regulativbestemte kravstationer at beregne en Q/H-kurve, der går gennem det regulativbestemte punkt (medianmaksimumsvandføring, kravkote). Disse QH-relationer har været anvendt til kontrol af vandføringsevnen i perioden 2013-2021. Vurderingen af, om vandføringsevnen er i overensstemmelse med regulativets krav, beror ved denne fremgangsmåde på, om (vandføring, vandstand) på kontroltidspunktet ligger over eller under den kravkurve, der er beregnet på grundlag af regulativets kravvandstande ved medianmaksimumsvandføringen.

I henhold til en afgørelse fra Miljø- og Fødevareklagenævnets den 10. juni 2021 kan den anvendte metode til kontrol af vandføringsevnen imidlertid ikke anvendes, da den ikke er beskrevet i det gældende regulativ. Ifølge klagenævnets afgørelse skal vandføringsevnen kontrolleres ved at gennemføre en vandspejlsberegning ved middelvandføring, hvor 1997-opmålingen udgør den regulativmæssige skikkelse.

Silkeborg Kommune har bedt WSP gennemføre en kontrol af vandføringsevnen i 2020 i Gudenåen fra Silkeborg til Tange Sø ved anvendelse af 1997-opmålingen som teoretisk skikkelse til vurdering af om Gudenåens vandføringsevne på den pågældende strækning overholder de regulativmæssige bestemmelser. Kontrol af vandføringsevnen i 2020 er valgt, da det er den nyeste kontrolopmåling af strækningen.

Hvis denne kontrol viser en overskridelse af vandløbets regulativbestemte vandføringsevne er WSP blevet anmodet om at foretage en vurdering af, om overskridelsen skyldes en reel ændring i vandløbets vandføringsevne eller af, om der evt. er behov for yderligere undersøgelser af vandløbet for at kunne afgøre årsagen til overskridelsen.

2 REGULATIVETS KRAV TIL VANDFØRINGSEVNE

Gudenåen er omfattet af "Regulativ for Gudenåen Silkeborg - Randers, 2000". Regulativet er udarbejdet af Aarhus Amt på baggrund af en opmåling af vandløbet udført i marts-juni 1997.

Kravet til den regulativbestemte vandføringsevne er angivet efter styrekoteprincippet, hvor vandspejlet i Gudenåen ved medianmaksimumsvandføringen ikke må overstige givne vandspejlskoter på den række af stationer, som fremgår af nedenstående Figur 2-1.

Denne formulering af kravet til vandføringsevnen betyder, at vandføringsevnen med udgangspunkt i regulativets kravværdier kun kan kontrolleres, når vandføringen i vandløbet er lig med medianmaksimumsvandføringen.

I praksis vil man ikke kunne basere kontrollen af vandføringsevnen på, at vandføringen i det regulativbestemte tidsrum for kontrol af vandføringsevnen svarer til medianmaksimumsvandføringen.

En så høj vandføring er således ikke på noget tidspunkt registreret i forbindelse med kontrollen af vandføringsevnen i perioden 2013-2021.

Station, meter	Bemærkning	Vandspejl ved median-maksimum (m)	Medianmaksimums-vandføring m^3 /sek
	Opstrøms Tange Sø		
169	Udløb Ringvejsbroen, Skala H	19,89	28,20
1.790	Resenbro ved rensningsanlæg	19,66	28,21
3.600	Ca. 400m opstr. Linå	19,24	28,21
5.550	Ved Porskær	18,95	29,48
6.500	Ca. 800m opstr. Sminge Sø	18,86	29,48
7.800	P-Plads nedstr. Sminge Sø	18,69	33,52
8.500	Ca. 200m opstr. Svostrup Bro	18,51	33,52
8.750	Nedstrøms Svostrup Bro	18,39	33,52
11.999	Ved Asmildgårde	17,38	33,86
13.500	Ved Nebelgårde	16,43	33,86
15.500	Truust opstr. Markbæk	15,62	33,86
17.500	Dødeå opstr. Kongensbro	14,98	41,38
18.000	Ved Kongensbro	14,80	41,38
18.400	Indløb Kongensbro Bro	14,93	41,38
20.849	Borre Å	14,04	43,78

Figur 2-1: Sammenhæng mellem vandspejl og vandføring på udvalgte stationer – fra "Regulativ for Gudenåen Silkeborg – Randers, 2000". Koter er DNN. (Efter tabel 3 i regulativet).

Ifølge regulativet foretages oprensning af Gudenåen, hvis vandløbets vandføringsevne er blevet for ringe, vurderet på grundlag af værdierne i figur 2-1.

Før oprensning kan finde sted, skal der gennemføres en kontrolopmåling af vandløbet og derefter gennemføres sammenlignende vandspejlsberegninger baseret på henholdsvis kontrolopmålingen og den teoretiske skikkelse (1997-opmåling). Disse vandspejlsberegninger gennemføres med samme middelvandføring og Manningtal. I forbindelse med denne kontrol tillades en vandspejlshævning på

10 cm, svarende til, at det kan accepteres, at de beregnede vandspejle på grundlag af kontrolopmålingen må ligge indtil 10 cm over de beregnede vandspejle på grundlag af 1997-opmålingen, før det udløser krav om oprensning.

3 KONTROL AF GUDENÅENS VANDFØRINGSEVNE VED ANVENDELSE AF 1997-OPMÅLING SOM TEORETISK SKIKKELSE

I medfør af klagenævnets afgørelse er der gennemført en kontrol af Gudenåens vandføringsevne ved at foretage sammenlignende vandspejlsberegninger på grundlag af 1997-opmålingen og 2020-opmålingen (= kontrolopmålingen i 2020, suppleret med opmåling af delstrækninger i 2021).

I de følgende afsnit gennemgås datagrundlaget og forudsætningerne for vandspejlsberegningerne og resultaterne af disse samt de faglige vurderinger af resultaterne.

3.1 DATAGRUNDLAG

WSP har gennemført vandspejlsberegninger for 2020/21-kontrolopmålingen og sammenholdt dem med vandspejlsberegninger for den teoretiske skikkelse (1997-opmåling). Beregningerne er foretaget med beregningsprogrammet VASP og med baggrund i nedenstående datagrundlag. Teoretiske skikkelse (1997-opmåling)

I regulativet fra 2000 er det angivet, at 1997-opmålingen definerer den regulativmæssige teoretiske skikkelse, jf. regulativets pkt. 8.2.

Opmålingen er udført med nivelleringsinstrument, og lokalitetsbestemmelsen (stationering) af tværprofilerne blev foretaget ved anvendelse af favnmål ud fra visuel stedfæstelse af faste bygværker eller andre fysiske markører i landskabet. Der er således en vis usikkerhed på lokaliteten af de enkelte opmålte tværprofiler, særligt hvor der er større afstand til faste bygværker.

Opmålingen er ikke udført i overensstemmelse med nuværende god opmålingsskik, som beskrevet i *"Guideline for opmåling af vandløb, 2013"*.

Der er i øvrigt ikke målt broudløb og ofte ikke profiler før og efter broer. Disse er efterfølgende tilføjet beregningsprofilet som kopi af andre profiler (Broindløb = Broudløb).

3.1.1 KONTROLOPMÅLING (2020/21-OPMÅLING)

Silkeborg Kommune lod i 2020 gennemføre en fuld kontrolopmåling af Gudenåen fra Silkeborg Langsø til Tange Sø. I april 2021 blev 13 af profilerne opmålt igen.

2020-opmålingen blev gennemført af Orbicon | WSP i maj 2020. Der foreligger en rapport fra 8. juli 2020 med gennemgang af metoderne for og resultaterne af denne opmåling.

2021-opmåling blev gennemført af WSP i maj 2021 og bestod af 13 supplerede opmålinger af tværprofiler. Der er udarbejdet et notat (notat nr. 2021-2) med gennemgang af baggrunden for og resultaterne af denne opmåling.

De to opmålinger er samlet til en kontrolopmåling kaldet 2020/21-opmållingen.

2020/21-opmålingen er udført med GPS-udstyr, og de enkelte opmålte vandløbselementer og tværprofiler har derfor en entydig lokalitet.

Opmålingen er udført i overensstemmelse med opmålingsmetoder, som beskrevet i *"Guideline for opmåling af vandløb, 2013"*.

3.1.2 STATIONERINGER

For at kunne sammenligne vandspejlsberegninger fra de to opmålinger med hinanden skal stationeringen af de to opmålinger være helt ens. Det har derfor været nødvendigt at gennemføre en øvelse, hvor 1997 opmålingen er blevet knyttet til samme GIS-linje som 2020/21-opmålingen. Begge opmålinger er derfor koblet op på GIS-linjen fra 2020-opmålingen,

Både 2020/21-opmålingen og 1997-opmålingen er herefter re-stationeret, så afstand i meter svarer til en stations meterangivelse, og det i 2020 opmålte broudløb ved Ringvejen har fået st. 170.

3.1.3 OPLANDE, AFSTRØMNING OG MANNINGTAL.

OPLANDE

De oplandsarealer, der er anvendt til vandspejlsberegningerne fra Silkeborg Langsø til Tange Sø, fremgår af Tabel 1.

Tabel 1: Oplandsarealer for Gudenåen fra Silkeborg til Tange Sø. Stationeret efter GIS (2020)

Station	Oplandsareal (km^2)	Beskrivelse
140	1.074	Opstrøms Ringvejsbroen
2996	1.087	Resenbro
4037	1.091	OS Linå
4041	1.126	NS Linå
7071	1.138	OS Voel Bæk
7086	1.153	NS Voel Bæk
7600	1.155	OS Gjernå
7610	1.270	NS Gjernå
10754	1.282	Tvilum Bro
16798	1.305	OS Alling Å
16803	1.446	NS Alling Å
18226	1.449	OS Kongensbro Bro
18890	1.451	OS Gjelå
18896	1.474	NS Gjelå
20749	1.480	OS Borreå
20750	1.547	NS Borreå
20764	1.560	Ans Bro

AFSTRØMNING

I regulativets redegørelse er middelafstrømningen for Gudenåen fastlagt til 13 l /s/km^2. Det er denne værdi, der er anvendt ved de sammenlignende vandspejlsberegninger.

MANNINGTAL

I regulativets afsnit 8.2 er det angivet, at der ved kontrol af vandføringsevnen skal regnes med et manningtal på 24.

4 RESULTAT AF REGULATIVKONTROL

Resultatet af de to sammenlignende vandspejlsberegninger er vist på længdeprofilplot i bilag 1.

Nederst på plottet er vist et differens-plot, hvor det beregnede vandspejl ved 2020/21-opmåling er fratrukket det beregnede vandspejl for 1997-opmåling. Når differensen er større end 10 cm, er regulativets bestemmelser om vandføringsevnen ikke opfyldt.

Desuden er der på oversigtskort i bilag 2 givet en illustration af forskellen mellem de to beregnede vandspejle, hvor vandspejlsdifferencen mellem beregningen på 2020/21-opmålingen og 1997-opmålingen er angivet med farvekoder.

De samme resultater fremgår i Tabel 2.

Tabel 2: Strækningsvis sammenligning af vandspejlsberegninger på grundlag af 2020/21 opmålingen og vandspejlsberegninger på grundlag af 1997-opmålingen (regulativets teoretiske skikkelse).

Strækning (station)	Resultat	Er regulativets krav opfyldt?
St. 0 - 1.650	På strækningen ligger det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ca. 32 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. 1650-1800	På strækningen ligger det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 fra 32 til 17 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. 1.800 – 2.760	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 10 og ca. 17 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. ca. 2.760 – ca. 3.040	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 7 og ca. 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Ja
St. ca. 3.040 – 4.770	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 10 og ca. 15 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. ca. 4.770 – ca. 9.140	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem ca. 2 og ca. 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Ja
St. ca. 9.140 – 12.170	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 10 og ca. 21 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
Ca. st. 12.170	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger ca. 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997. Regulativet er	Ja

Strækning (station)	Resultat	Er regulativets krav opfyldt?
	derfor overholdt på en meget kort strækning omkring st. 12.250.	
St. ca. 12.170- 12.650	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 10 og ca. 13 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. ca. 12.650- 12.980	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem ca. 3 og 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Ja
St. ca. 12.980 -13.700	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 10 og ca. 16 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. ca. 13.700 – 14.850	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger fra ca. 10 til 12 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. ca. 14.850 til 15.380	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger under 10 over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Ja
St. ca. 15.380 til 15.720	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger ca. 10 - 12 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. 15.720 - 20.750	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mindre end 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Ja

5 VURDERING AF MULIGE ÅRSAGER TIL FORSKELLE I REGULATIVKONTROLLENS VANDSPEJLSBEREGNINGER

5.1 MANGLENDE DETALJERINGSGRAD I 1997-OPMÅLINGEN

WSP har i notat af 27. september 2021[1] redegjort for,at 1997-opmålingen er behæftet med mange væsentlige mangler til at kunne tjene som grundlag for retvisende fastlæggelse af den vandførings-evne, der er kravsat i regulativet fra 2000. De vigtigste er oplistet nedenfor:

- Tætheden af tværprofiler er for lav.
- Der er foretaget ukritisk placering af tværprofiler ift. hvilke, der er bestemmende for vandfø-ringsevnen i Gudenåen.
- Tætheden af målepunkter i de enkelte tværprofiler er for lav.
- Der er ikke foretaget opmåling af et sammenhængende vandspejl til kvalitetskontrol af opmå-lingen.

I 1997-opmålingen er der opmålt 77 tværprofiler på hele strækningen, hvorimod der i 2020/21-opmålingen er opmålt 165 tværprofiler. Dette, samt den ukritiske placering af tværprofilerne i 1997-opmålingen, vurderes at være den væsentligste årsag til forskelle i de beregnede vandspejle.

Som det fremgår af WSP's notat af 27. september 2021, bør der kun foretages sammenlignende vandspejlsberegninger, hvis opmålingerne er udført efter samme metode, hvad angår antal og placering af tværsnit, antal målepunkter i tværsnittene samt ikke mindst samme begyndelses- og endepunkter på venstre og højre brink." 1.

Det er ikke tilfældet med 1997-opmålingen og 2020/21 opmålingen. Kun 37 af de opmålte tværprofiler i 1997 og 2020/21 ligger så nær hinanden, at de tåler sammenligning på tværprofilplot, se bilag 3.

De 37 tværprofiler opfylder dog ikke kriterierne vedr. ensartet detaljeringsgrad, og der er meget store afstande mellem dem. Derfor kan man ikke ud fra disse beskrive en reel forskel i vandføringsevnen ved at sammenligne beregninger på disse. Dette er dog alligevel forsøgt anskueliggjort i Kapitel 6, med henblik på at opnå et mere ensartet sammenligningsgrundlag.

[1] Teknisk Notat, Vurdering af 1997-opmålingens egnethed til bestemmelse af vandføringsevnen i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø, 27. september 2021, WSP.

5.2 USIKKERHED OMKRING LOKALITET AF PROFILER I 1997-OPMÅLINGEN

Som redegjort for i afsnit 3.1.2, blev 1997-opmålingen ikke gennemført med GPS, hvorfor lokaliteten af tværprofilerne i 1997-opmålingen er behæftet med stor usikkerhed, særligt hvor der er større afstand til faste bygværker. Dette udgør således også en usikkerhed på de beregnede vandspejle for 1997-opmålingen.

5.3 GENNEMGANG AF DE ENKELTE DELSTRÆKNINGER

Som det fremgår af ovenstående, er en divergens mellem beregnede vandspejl på grundlag af de forskellige opmålinger ikke nødvendigvis et udtryk for ændringer af vandløbets vandføringsevne.

I de følgende afsnit er der ved sammenstilling af tværprofiler, længdeprofiler og ortofoto mv. redegjort for mulige årsager til afvigelserne mellem de to vandspejlsberegninger.

5.3.1 STATION 0 – 2.760

Det beregnede vandspejl for 2020/21-opmåling ligger mellem 10 og 32 cm over det beregnede vandspejl for 1997-opmåling. Ifølge disse beregninger er regulativets krav til vandføringsevnen således ikke overholdt.

Antal opmålte tværprofiler på strækningen		
1997	**2020/21**	**Samme lokalitet**
11	19	7

Som det ses af tabellen ovenfor, er der 8 færre tværprofiler til at beskrive vandføringsevne i 1997 i forhold til 2020/21. Tilmed er der i 1997-opmålingen ikke målt tværprofiler mellem ca. st. 1.370 og st. 2.110 m, på hvilken strækning Gudenåen snævrer synligt ind, mens der i 2020 er målt 3 profiler på denne strækning.

1997-opmålingen overvurderer dermed profilbredden for hele strækningen mellem de to stationer, hvilket resulterer i en bedre beregnet vandføringsevne og lavere vandstand, end der i virkeligheden er tale om. 2020/21-opmålingen beskriver de faktiske forhold mere retvisende, og fordi der er tale om en indsnævring mellem de to stationer, resulterer 2020/21-opmålingen i højere beregnet vandstand end den, der er baseret på 1997-opmålingen.

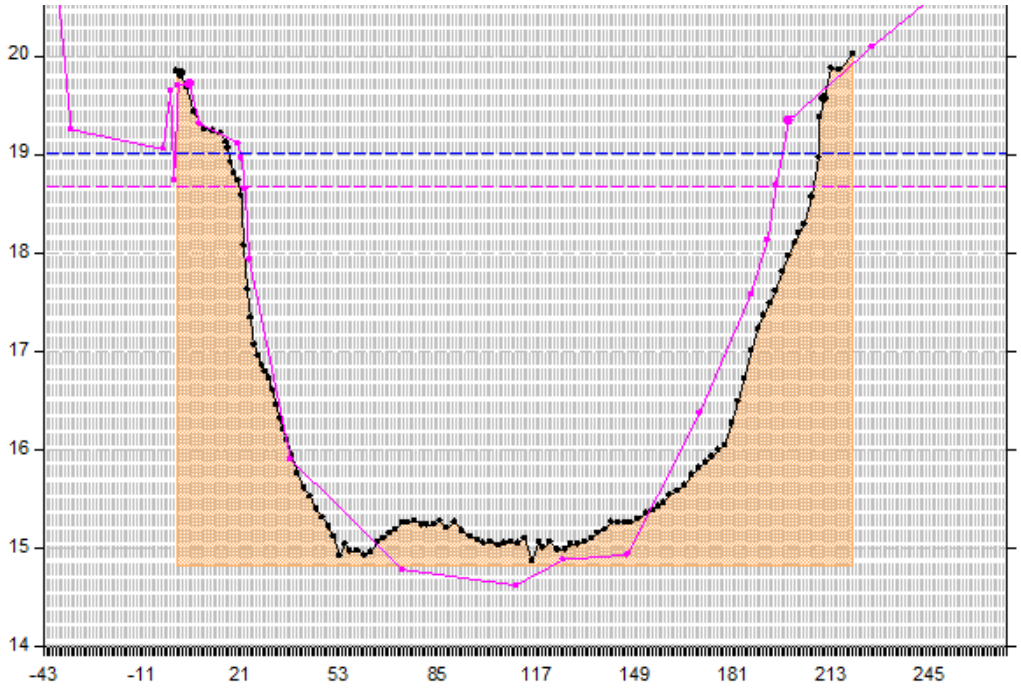
Af bilag 3 og figurer nedenfor ses, at der ved 7 sammenlignelige profiler ikke er de store forskelle mellem de opmålte profiler, udover hvad der kan tilskrives den langt mindre detaljeringsgrad i 1997-opmålingen (se eksempelvis profil 1.188 i Figur 5-3) samt de usikkerheder, der hænger sammen med, om profilerne er opmålt samme sted eller i samme trace.

Profilet ved st. 706 (Figur 5-1) er f.eks. meget bredt (ca. 200 m), og forskelle kan sagtens tilskrives, at tværprofilerne i 1997 og 2020 ikke er foretaget i samme trace eller i samme retning tværs over vandløbet (Figur 5-2).

Profilsammenligningen i st. 1.312 (Figur 5-4) antyder, at der kan være sket aflejring på vandløbets højre banket (Figur 5-5). Dog vurderes dette profil ikke i sig selv at være væsentligt begrænsende for vandløbets vandføringsevne, fordi vandløbet nedstrøms herfor smalner væsentligt ind. Betydningen af, at denne smallere strækning ikke er beskrevet korrekt i 1997-opmålingen, er analyseret i afsnit 5.3.3

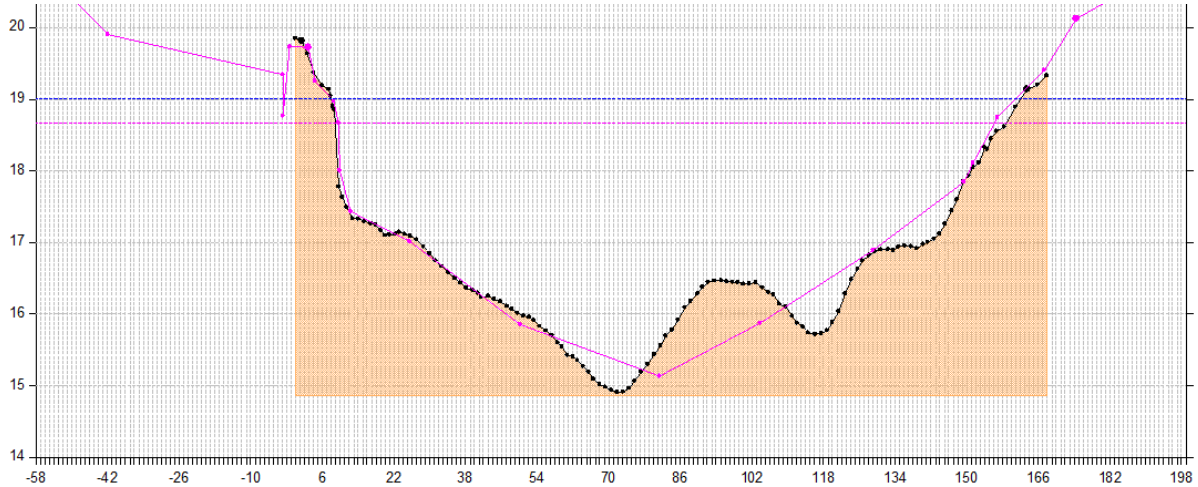
Profilsammenstillingen i st. 2.047 indikerer, at profilet kan være smallet ind (Figur 5-6), men der ses ingen evidens for ændringer af bredden ved sammenligning af ortofoto fra 1954 og nyere ortofoto fra 2020 (Figur 5-7). Det vurderes også, at det ene bundpunkt i 1997-opmålingen er fejlopmålt, se figur 6-7.

Profilet i st. 2.218 (Figur 5-8) er enten ikke opmålt samme sted, eller også kan der være aflejret sand på bunden. Ved sammenligning af ortofoto fra 1954 og ortofoto fra 2020 (Figur 5-9) ses der ikke en indikation af, at noget er ændret væsentligt, men det ses, at lokaliteten er kendetegnet ved stor profilvariation i længderetningen, hvilket gør det sandsynligt, at der kan være forskelle i profilformen indenfor korte afstande. Det dybe bundniveau i 1997-opmålingen er desuden kun beskrevet med ét målepunkt, og beskrivelsen af profilformen er derfor behæftet med stor usikkerhed.

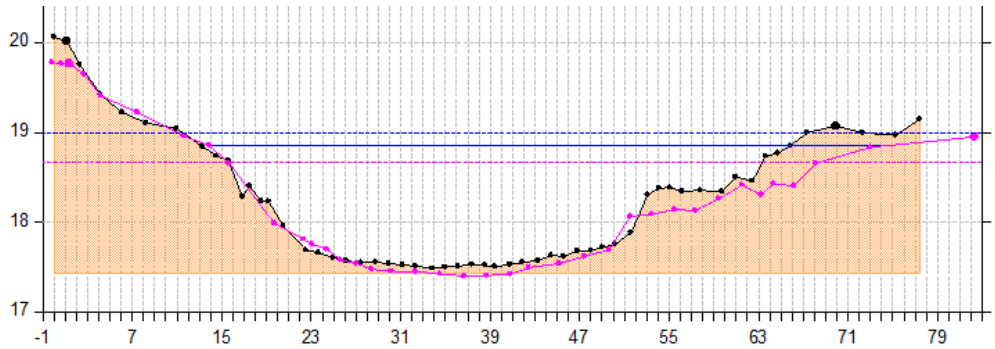


Figur 5-1: Tværprofil ved st. 706. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). Bunden ligger lidt højere i 2020, men profilet er til gengæld lidt bredere. Profilet er meget bredt (ca. 200 m), og forskelle kan tilskrives, at tværprofilerne i 1997 og 2020 ikke er blevet opmålt i samme tracé eller i samme retning tværs over vandløbet.

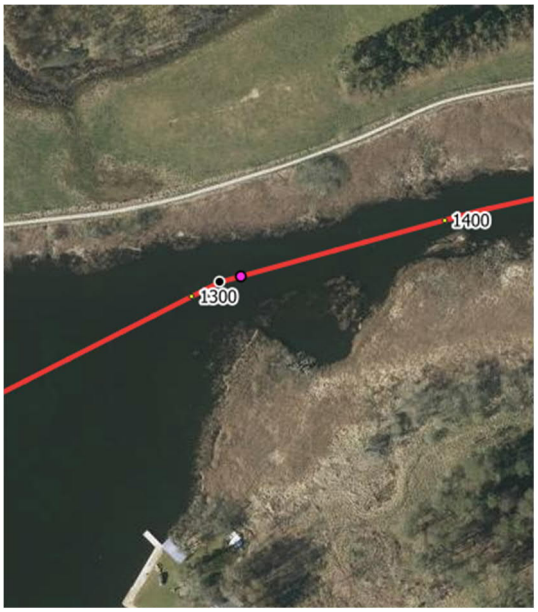
Figur 5-2: Vandløbet er meget bredt, og forskelle mellem profiler kan tilskrives, at der ikke er opmålt i samme tracé eller retning på tværs af vandløbet. Som forarbejde for 2020/21-opmålingen er der det sikret, at alle tvær-profiler er blevet opmålt fuldstændigt vinkelret på vandløbets længderetning. Der findes ingen dokumentation for, på hvilken baggrund og hvordan tværprofilerne blev opmålt i 1997-opmålingen, Signatur for vandløbsstreg se bilag 2.



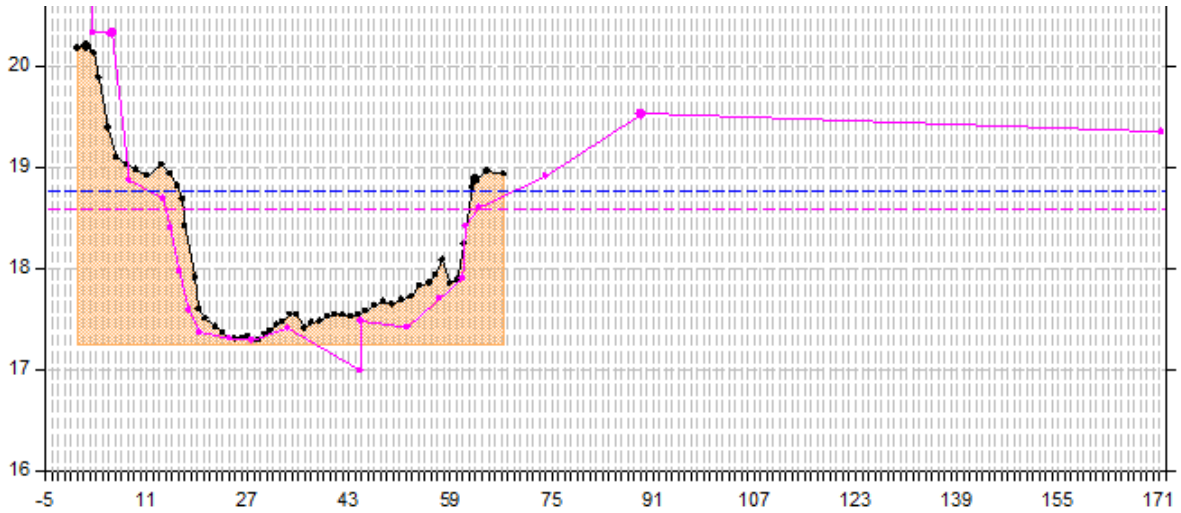
Figur 5-3: Tværprofil ved st. 1.188 - 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling 1997 (Pink). Der ses udpræget ringe detaljeringsgrad i 1997-opmålingen.



Figur 5-4: Tværprofil ved st. 1.312 - 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling 1997 (Pink). Antydning af aflejring eller opvækst af tagrør mv. på højre banket.

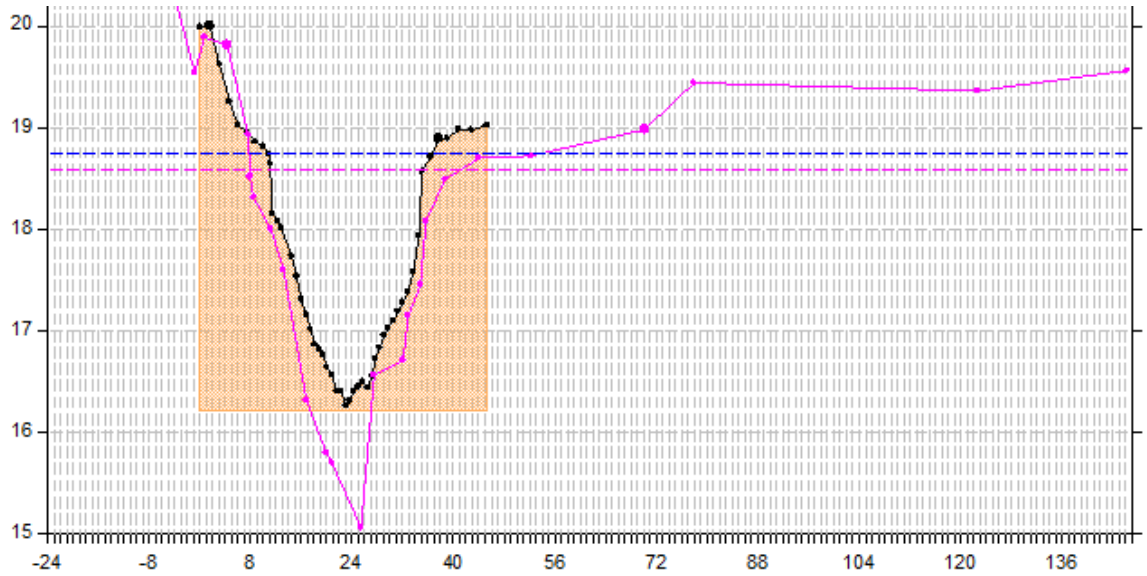


Figur 5-5: Lokalitet af st. 1.312 m. Her kan være sket aflejring på banket i højre side. (Signatur for vandløbsstreg se bilag 2)

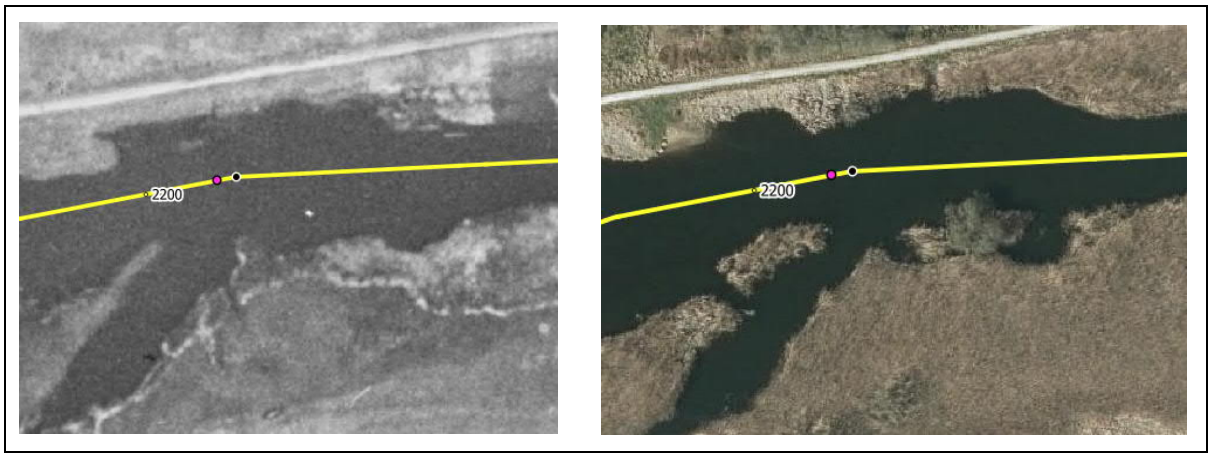


Figur 5-6: Tværprofil ved st. 2.047 - 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). Det vurderes at der er en fejl i 1997-opmålingens ene bundpunkt.

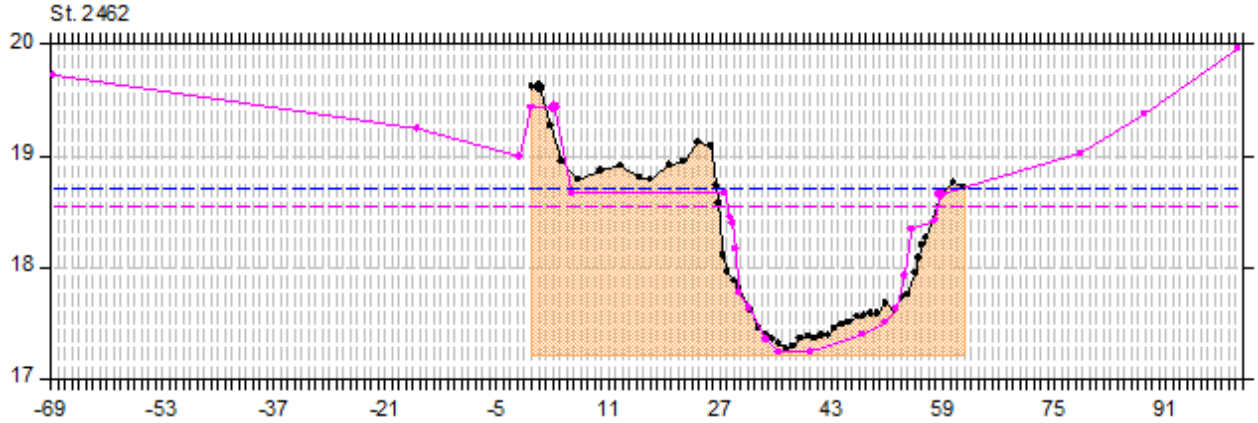
Figur 5-7: Selvom de sammenstillede profiler antyder ændringer i profilbredden, ses dette ikke godtgjort ved sammenligning af ortofoto fra 1954 og ortofoto fra 2020. Signatur for vandløbsstreg se bilag 2.



Figur 5-8: Tværprofil ved st. 2.218. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). Opmålingerne kan indikere at der er sket aflejringer. Men forskellen kan også skyldes, at profilerne ikke er opmålt samme sted. Bemærk den lave detaljeringsgrad i 1997-opmålingen.



Figur 5-9: 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). Der er ikke åbenlyse ændringer af vandspejlets udbredelse mellem 1954 og 2020 omkring st. 1.054. Men der er stor variation af vandløbsbredden i længderetningen af vandløbet. Det betyder at små forskelle i lokaliteten af profilopmålingen kan betyde stor variation i de opmålte tværprofiler.



Figur 5-10: Tværprofil ved st. 2.462. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink)

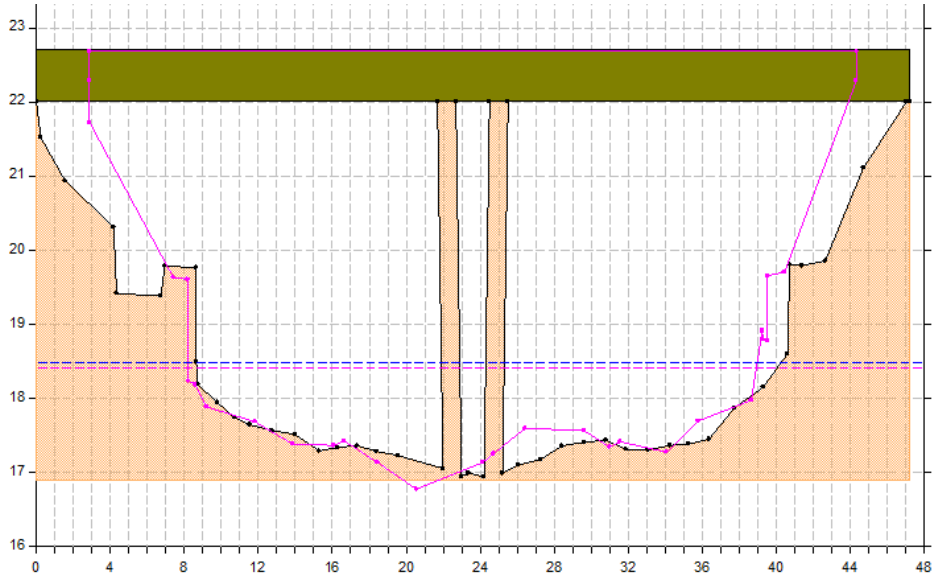
Figur 5-11: 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). Signatur for vandløbsstreg se bilag 2. Det ses, at der i 1997 ikke er foretaget opmåling på strækningen mellem st. 1.320 og 2.049, mens der i 2020 er opmålt tre tværprofiler på denne smalle strækning.

5.3.2 STATION 2760-3040

Det beregnede vandspejl for 2020/21-opmålingen ligger mellem 7 og 10 cm over det beregnede vandspejl for 1997-opmålingen.

Antal opmålte tværprofiler på strækningen		
1997	**2020/21**	**Samme lokalitet**
1	5	1

På strækningen er der kun opmålt et profil i 1997 mod 5 profiler i 2020/21, jfr. ovenstående tabel. Profilet fra 1997 er sammenligneligt med et opmålt profil i 2020/21, og er beliggende ved en bro. På opmålingen er broen smallere i 1997 end i 2020 (Figur 5-12). Ved sammenligning af ortofoto fra 1995 med 2020 bekræftes det, at broen er ændret. Der er i øvrigt ikke opmålt bropiller mv. i 1997, ligesom der kun er opmålt ét profil ved broen og ingen profiler op- og nedstrøms broen.



Figur 5-12: Tværprofil ved st. 2.986. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). Broen er udvidet med en cykelsti over og en passage under broen siden 1995. Dette vurderes af være årsagen til, at profilet i 2020 er bredere end i 1997.

5.3.3 UNDERSØGELSE AF USIKKERHED VED FÅ TVÆRPROFILER I 1997-OPMÅLING FOR STRÆKNINGEN 0 - 3.040

Med henblik på at belyse betydningen af, at 1997-opmålingen mangler væsentlige profiler på strækningen, er der udført en supplerende vandspejlsberegning, hvor 1997-opmålingen er blevet tilført profiler fra 2020-opmålingen på de steder og strækninger, hvor der ikke blev målt tværprofiler i 1997.

Resultatet af denne vandspejlsberegning er vist i bilag 4 (Forsøgsberegning 1). Her fremgår det, at det beregnede vandspejl for forsøgsberegningen (1997-opmålingen inkl. relevante profiler fra 2020-opmålingen) ligger op til 25 cm over det beregnede vandspejl for den oprindelige 1997-opmåling. Det viser tydeligt, at manglede profiler og mindre detaljeringsgrad i 1997-opmålingen har en afgørende betydning for den forskel, der er konstateret mellem de beregnede vandspejle for 1997-opmålingen og 2020/21-opmålingen.

5.3.4 STATION 3.040-4.770

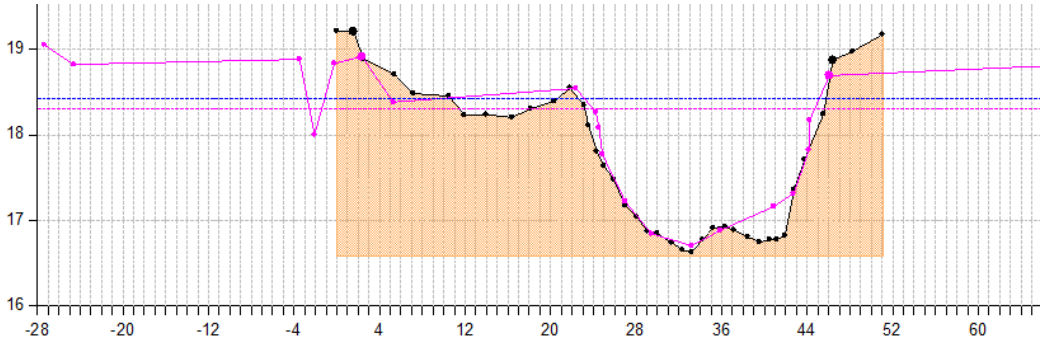
Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 10 og ca. 15 cm over det beregnede vandspejl for 1997-opmålingen.

Antal opmålte tværprofiler på strækningen		
1997	**2020/21**	**Samme lokalitet**
9	23	3

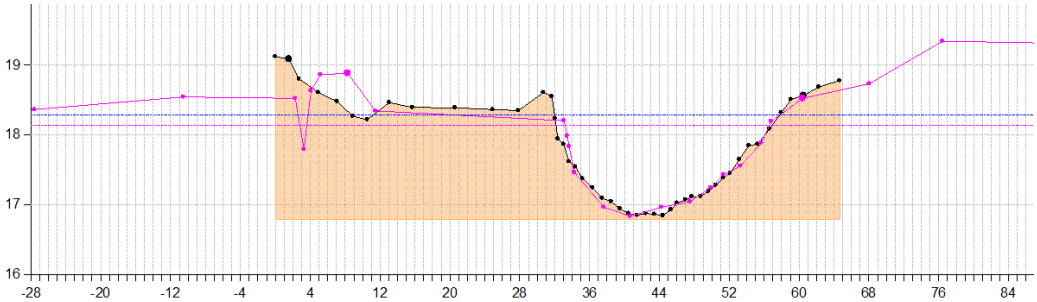
Jf. ovenstående tabel er der opmålt over dobbelt så mange profiler til at beskrive vandføringsevnen i 2020/21 i forhold til 1997.

De sammenlignelige profiler på strækningen er plottet nedenfor (Figur 5-13, Figur 5-14 og Figur 5-15). Overordnet vidner samplottene om stor formstabilitet, men det kan dog ikke udelukkes, at der på st. 4.165 (Figur 5-15) siden 1997 er sket en aflejring. Dog er dette profil ikke i sig selv begrænsende for strækningens vandføringsevne, da vandløbet er smallere nedstrøms for. Dette er eftervist ved en beregning på 2020/21 opmålingen, hvor effekten ved at fjerne profilet fra den ene beregning er under 2 cm på vandspejlet, (Figur 5-16).

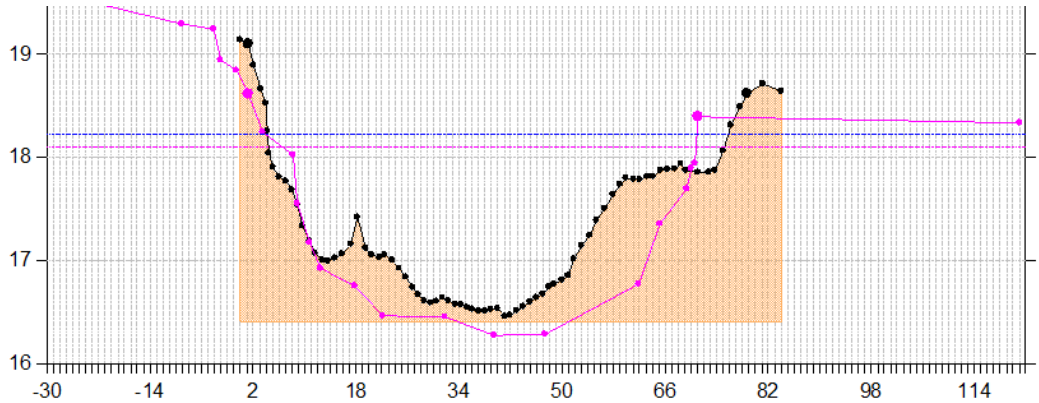
Af Figur 5-17 fremgår det tydeligt, at der i 2020 i langt højere grad er opmålt profiler, også på de smalle strækninger, mens de opmålte profiler i 1997 fejlagtigt kommer til at beskrive et bredere vandløb for strækningen, end der er i realiteten, også når man ser på ortofoto fra 1954. Dermed beskriver 1997-opmålingen også på denne strækning en bedre vandføringsevne end der i realiteten har været.



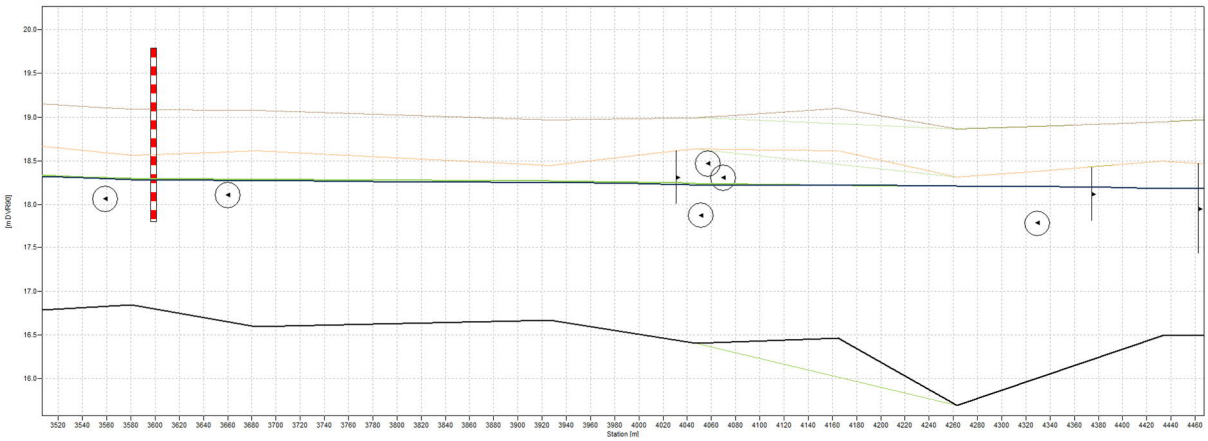
Figur 5-13: St. 3.211. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink)



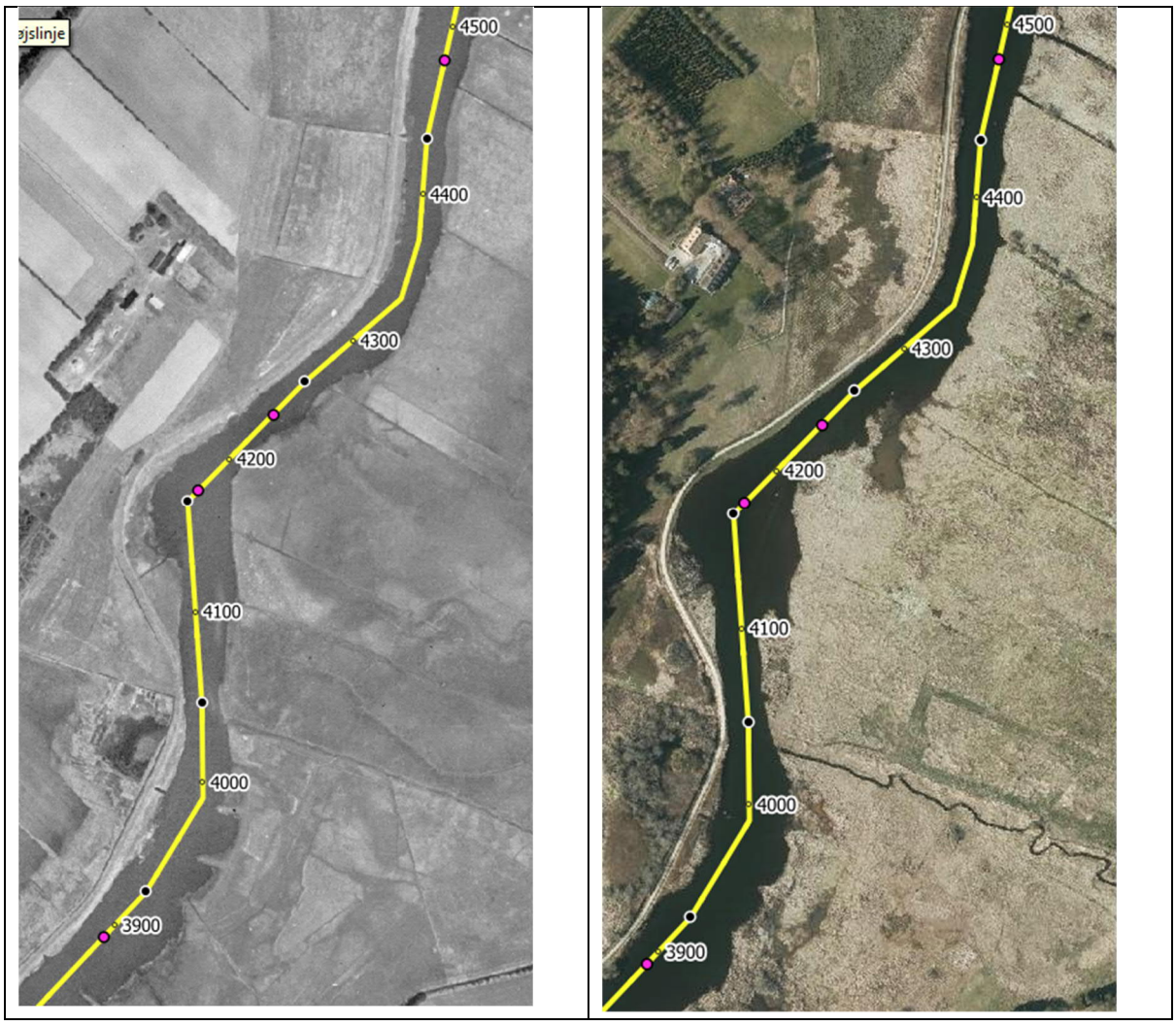
Figur 5-14 St. 3.580. 2020/21-opmåling (sort), 1997-opmåling (Pink)



Figur 5-15: St. 4.165. Opmåling 2020 (Sort), Opmåling 1997 (Pink). Det kan ikke udelukkes, at der siden 1997 er sket en aflejring i profilet. Dog vurderes dette profil ikke i sig selv at være begrænsende for strækningens vandføringsevne, da vandløbet smalner ind nedstrøms, se figur nedenfor.



Figur 5-16: Beregnede vandspejle er stort set sammenfaldende på opmåling 2020/21 med - (mørkeblå) og uden (grøn) profil st. 4.165 m. Dette vidner om, at dette profil ikke i sig selv er betydende for vandføringsevnen.



Figur 5-17: Placering af opmålte profiler i 1997 (pink) og 2020/21 (sort)**.** Der er ikke tegn på forandringer i selve vandløbets udbredelse siden 1954, udover hvad der må vurderes at skyldes højere vandstand i det nye ortofoto 2020. Det fremgår tydeligt, at der i 2020 i langt højere grad er opmålt profiler også på de smalle strækninger, mens de opmålte profiler i 1997 fejlagtigt kommer til at beskrive et bredere vandløb for strækningen, end der er reelt. Dermed resulterer 1997-opmålingen i en bedre vandføringsevne for strækningen, end der i realiteten har været.

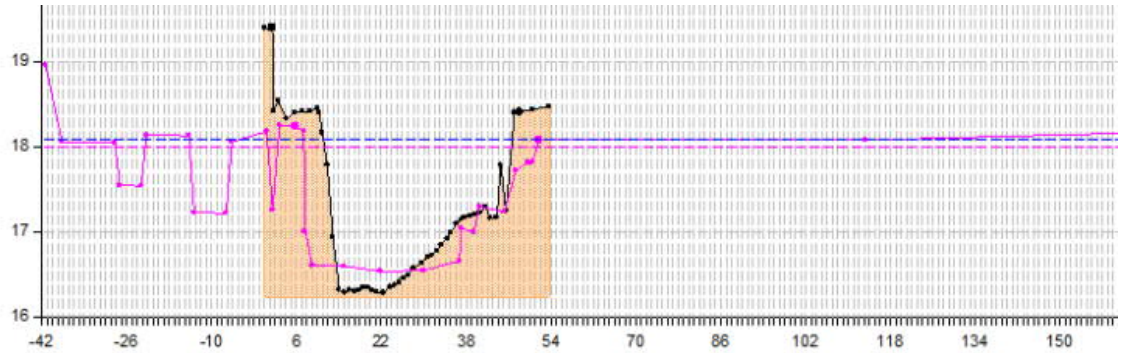
5.3.5 STATION 4.770 – 9.140

Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem ca. 2 og ca. 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

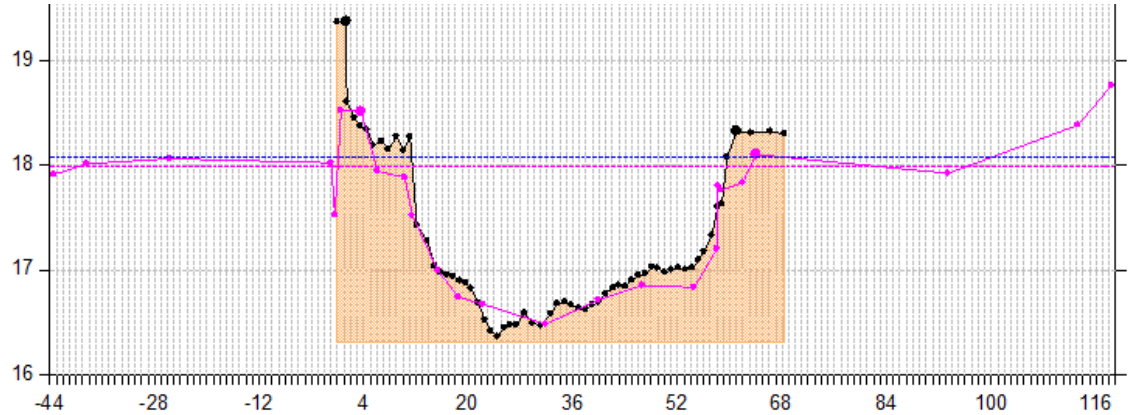
Antal opmålte tværprofiler på strækningen		
1997	**2020/21**	**Samme lokalitet**
16	31	8

Vandføringsevnen er overholdt jf. regulativets krav om anvendelse af 1997-opmålingen som teoretisk skikkelse; derfor gennemgås ikke alle sammenlignelige profiler.

De to øverste sammenlignelige profiler på strækningen ses nedenfor (Figur 5-18, Figur 5-19). Det vurderes ikke, at formændringer her kan have væsentlig indflydelse på den afvigelse i vandføringsevnen, der er beregnet for den opstrøms liggende strækning.



Figur 5-18: St. 5.187. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink)



Figur 5-19: St. 5.446. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink).

5.3.6 STATION 9.140-12.650

Mellem st. 9.140 og 12.170 ligger det beregnede vandspejl for 2020/21-opmålingen mellem ca. 10 cm og ca. 21 cm over det beregnede vandspejl for 1997-opmålingen.

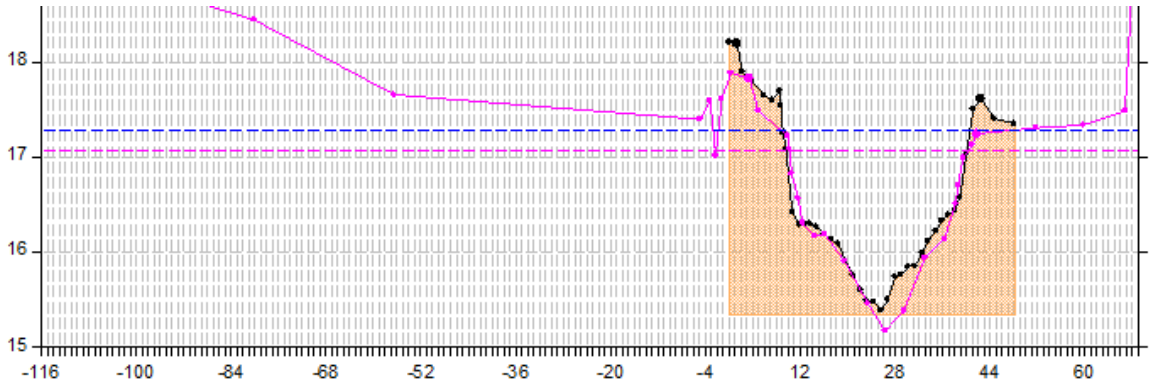
Ved st. 12.170 ligger det beregnede vandspejl for 2020/21-opmålingen ca. 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997. Regulativet er derfor overholdt på en meget kort strækning omkring st. 12.170

Station 12.170-12.630: Det beregnede vandspejl for 2020/21-opmålingen ligger mellem 10 og ca. 13 cm over det beregnede vandspejl for 1997-opmåling.

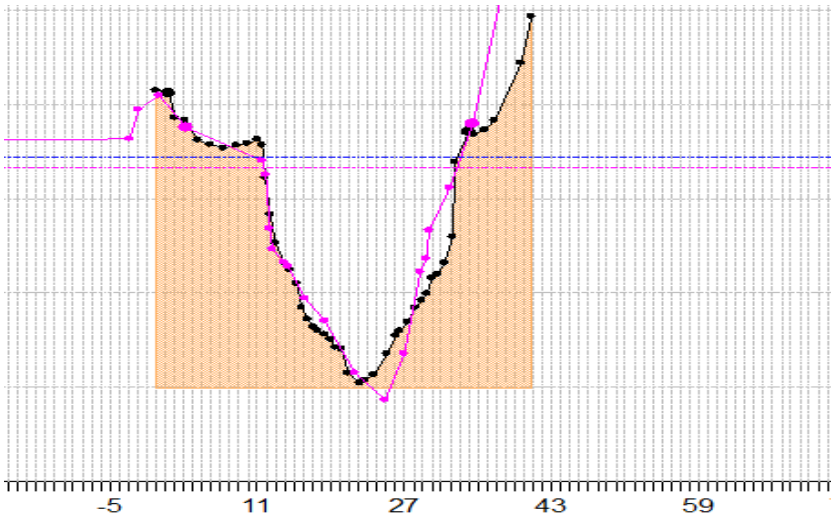
Antal opmålte tværprofiler på strækningen		
1997	2020/21	Samme lokalitet
12	33	5

Der er på strækningen opmålt 5 tværprofiler i 2020/21-opmålingen, som kan sammenstilles med 1997- opmålingen. Profilernes trace er nært sammenfaldende, se bilag 3. Dog er profilerne i st. 9.937 (Figur 5-20) og st. 12.246 (Figur 5-21) dybere i 1997, men her bemærkes det, at de dybeste punkter i 1997-opmålingen er beskrevet med meget få punkter, som alene kan være årsag til den tilsyneladende forskel i dybde. I tværprofil i st. 12.246 er det således kun ét opmålt punkt i 1997-opmålingen, som ligger dybere end i 2020/21-opmålingen.

Det vurderes, at den ringere beregnede vandføringsevne på strækningen i 2020 i forhold til 1997 i overvejende grad skyldes 2020-opmålingens større detaljeringsgrad, både med hensyn til antal målepunkter i de enkelte profiler, og med hensyn antallet af opmålte profiler. Der er således kun opmålt 12 profiler i 1997 mod 33 profiler i 2020/21, og profilerne i 1997 ligger ikke rigtigt for at beskrive vandføringsevnen bedst muligt. Som eksempel, se Figur 5-22, hvoraf det fremgår, at der ved opmålingen i 2020/21 i langt højere grad end i 1997 er opmålt profiler ved de lokaliteter, hvor vandløbet er smallere. Det givet alt andet lige en ringere beregnet vandføringsevne for 2020-opmålingen i forhold til 1997-opmålingen.



Figur 5-20: Tværprofil ved st. 9.937. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink).



Figur 5-21: Tværprofil ved st. 12.246. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink).

Figur 5-22: Ved 2020/21-opmålingen (Sort), er aktivt udvalgt de tværprofiler, hvor åen er smallest, og hvor tværprofilerne derfor vurderes at have størst betydning for vandspejlsberegninger, mens tværprofilerne ved 1997-opmålingen (Pink) tilfældigt placeret, og der er langt færre af dem. Signatur for vandløbsstreg se bilag 2.

5.3.7 STATION 12.650-12.980

Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem ca. 3 og 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997

Antal opmålte tværprofiler på strækningen		
1997	**2020/21**	**Samme lokalitet**
1	3	0

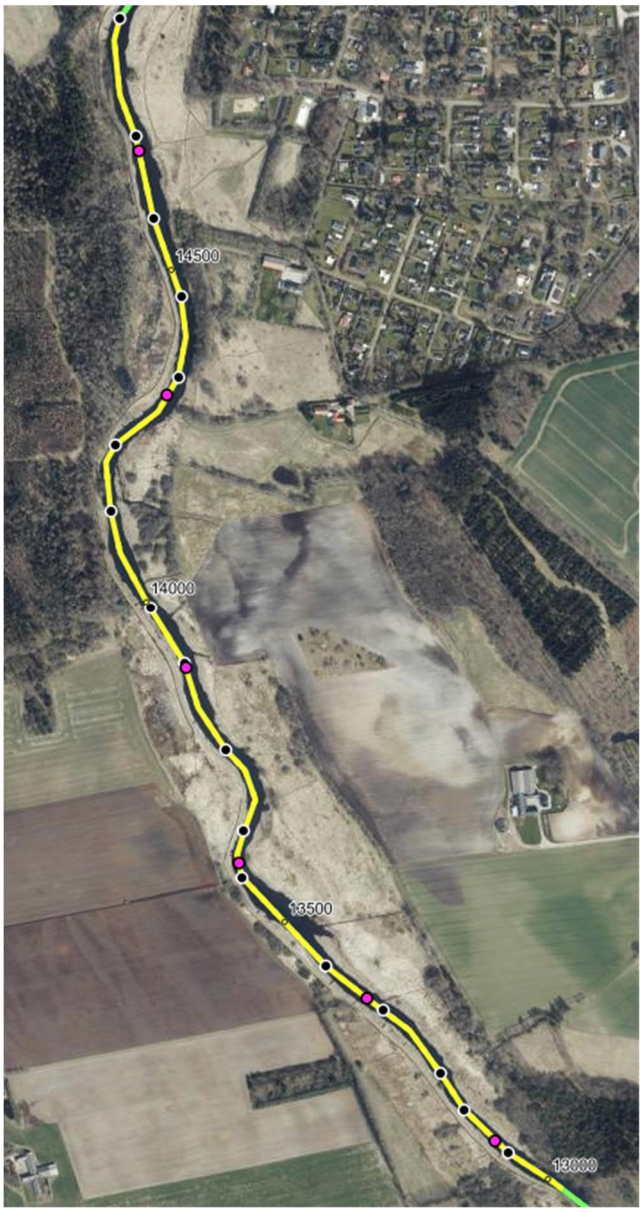
Der er ikke opmålt sammenlignelige profiler på strækningen.

5.3.8 STATION 12.980-14.850

Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 10 og ca. 16 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

Antal opmålte tværprofiler på strækningen		
1997	**2020/21**	**Samme lokalitet**
6	17	4

Af ovenstående tabel ses, at der kun er opmålt 6 tværprofiler i 1997 mod 17 profiler i 2020/21, heraf er fire sammenlignelige.



Tværprofilernes placering fremgår af

Figur 5-23, hvor det ses, at tværprofilerne fra 1997 ikke er placeret på steder, der er begrænsende for vandføringsevnen (f.eks. indsnævringer).

Sammenstilling af tværprofiler ses på bilag 3 og Figur 5-24, Figur 5-26, Figur 5-28 og Figur 5-30 nedenfor.

Forskellen i dybeste bundniveau mellem profilerne i st. 13.063 (Figur 5-24) kan skyldes, at profilet ikke er opmålt samme sted (Figur 5-25). Bundtopografien i 1997 er også kun beskrevet med meget få opmålte punkter.

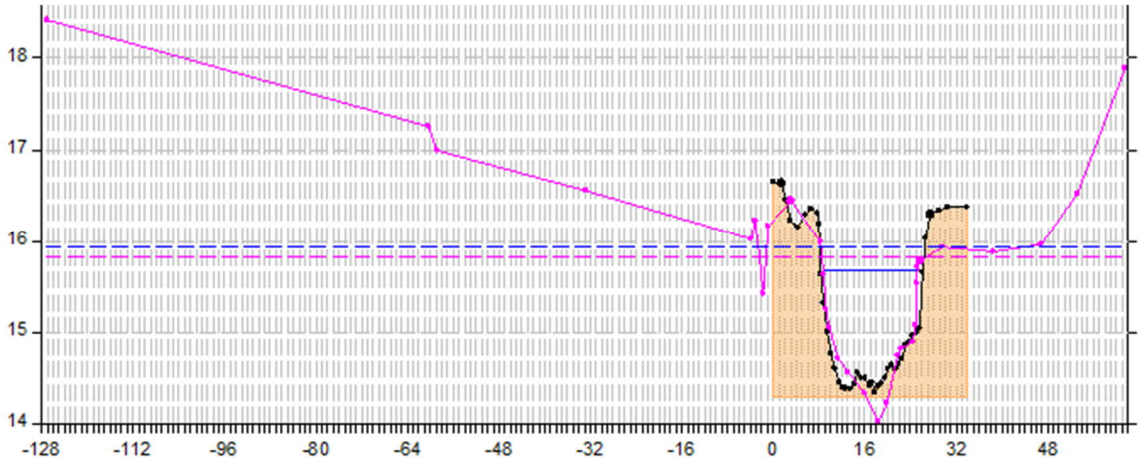
Der er i 1997 målt et lavere brinkniveau, men dette kan ikke genfindes i højdemodellen fra 2015 i nærheden af opmålingslokaliteten, hvilket giver anledning til mistanke om en gennemgående kotefejl ved st. 13.063 i 1997. Bredden i de to profiler er umiddelbart ens.

De to profiler ved st. 13.583 (Figur 5-26) er opmålt i et sving og er ikke målt præcis samme sted (Figur 5-27). 1997-opmålingen er foretaget længere inde i svinget, og profilet er derfor dybere end ved 2020-opmålingen, som til gengæld er lidt bredere.

Figur 5-23: Placering af opmålte tværprofiler. 1997 (pink), 2020/21 (Sort). De opmålte tværprofiler i 2020/21 er placeret tæt, og ved indsnævringer som skønnes at have betydning for vandføringsevnen. Sådanne overvejelser var ikke gjort i 1997.

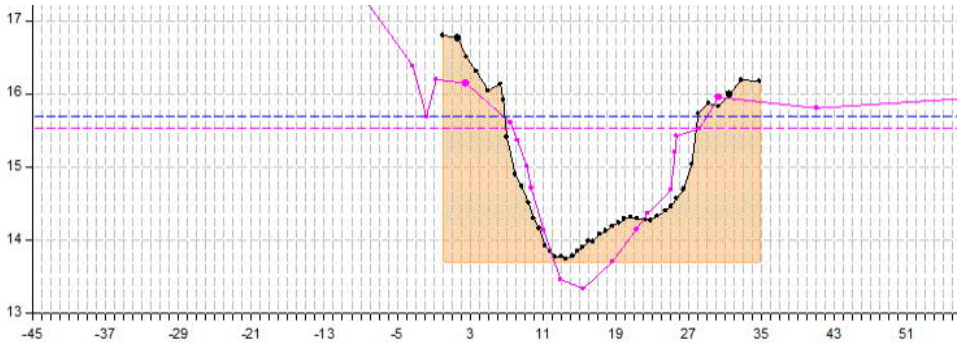
I profilet ved st. 13.903 (Figur 5-28) ligger bunden i samme niveau, men et enkelt opmålt punkt i højre side i opmålingen fra 1997 gør 1997 profilet smallere i bunden. Der er ikke noget, der tyder på, at der er sket væsentlige ændringer i vandløbsbredden, når man ser på ortofoto fra 1954 og ortofoto fra 2020 (Figur 5-29).

Profilet ved st. 14.685 udviser stor formstabilitet ved sammenligning mellem 1997 og 2020 (Figur 5-30). Dog ligger dybeste bundniveau, som imidlertid kun er beskrevet med to målepunkter i 1997, lavere end i 2020.



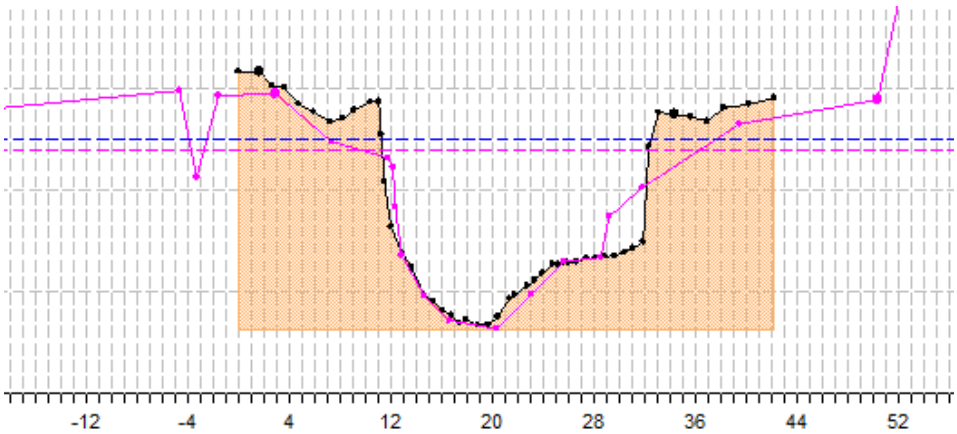
Figur 5-24: Tværprofil ved st. 13.063**.** 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). De to profiler har omtrent samme bredde, men dybeste punkt ligger næsten ½ meter dybere i 1997-opmålingen. Tilsvarende ligger brinkniveauet i højre side af 1997-opmålingen ca. ½ meter dybere end i 2020/21-opmålingen. Det lave brinkniveau i 1997-opmålingen kan ikke genfindes i højdemodellen fra 2015 i nærheden af opmålingslokaliteten. Dette giver anledning til mistanke om en gennemgående kotefejl ved st. 13.063 i 1997-opmålingen.

Figur 5-25: Opmålte tværprofiler fra 2020/21 (sort) og 1997 (pink). Det ses, at profilerne ikke er opmålt helt samme sted. Det lave brinkniveau i 1997-opmålingens høje side, se ovenfor, kan ikke genfindes i højdemodel fra 2015 i nærhed af opmålingslokaliteten.



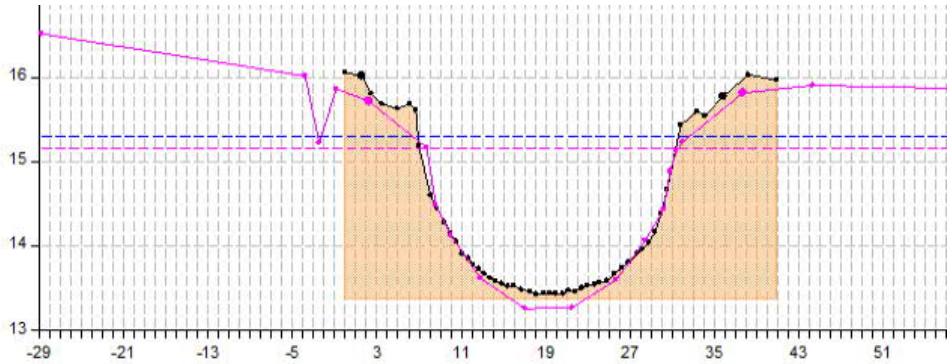
Figur 5-26: Tværprofil ved st. 13.583. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). 1997-opmålingen ligger dybere, men profilet er til gengæld lidt smallere end ved 2020 opmålingen.

Figur 5-27: St. 13.600 ligger i et sving. Et vandløbs tværprofil kan ændre sig meget gennem et sving. Da stationeringen af 1997-opmålingen er forbundet med usikkerhed, er det ganske forventeligt at se en forskel mellem de to tværprofiler, uden at det vil kunne henføres til en egentlig formudvikling af vandløbet mellem de to opmålinger.



Figur 5-28: Tværprofil ved st. 13.903. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). Tværprofilet fra 2020 fremstår bredere end 1997-profilet, men forskellen vurderes at være begrundet i, at 1997-profilet ikke er særlig detaljeret beskrevet ved opmålingen.

Figur 5-29: Ved at sammenholde luftfoto fra 2020 og 1954 er der indikation for, at åen reelt er blevet bredere omkring st. 13.900. Dette er dog med forbehold for, at billederne er optaget ved forskellige vandstande.



Figur 5-30: Tværprofil ved st. 14.685. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink).

Det vurderes med baggrund i ovenstående, at den ringere beregnede vandføringsevne beregnet på grundlag af 2020/21-opmålingen i forhold til 1997-opmålingen kan tilskrives, at 2020/21-opmålingen er langt mere detaljeret og indeholder flere profilopmålinger på steder af kritisk betydning for vandføringsevnen. 2020/21-opmålingen beskriver dermed vandløbets fysiske tilstand og hydrauliske karakteristika mere retvisende, og giver derfor grundlag for en mere retvisende beregning af vandføringsevnen, end tilfældet er for beregninger på grundlag af 1997-opmålingen.

Der er i øvrigt ingen indikation på, at nedstrømsliggende strækning er betydende for forskelle i beregnet vandføring for nærværende strækning, se afsnit nedenfor.

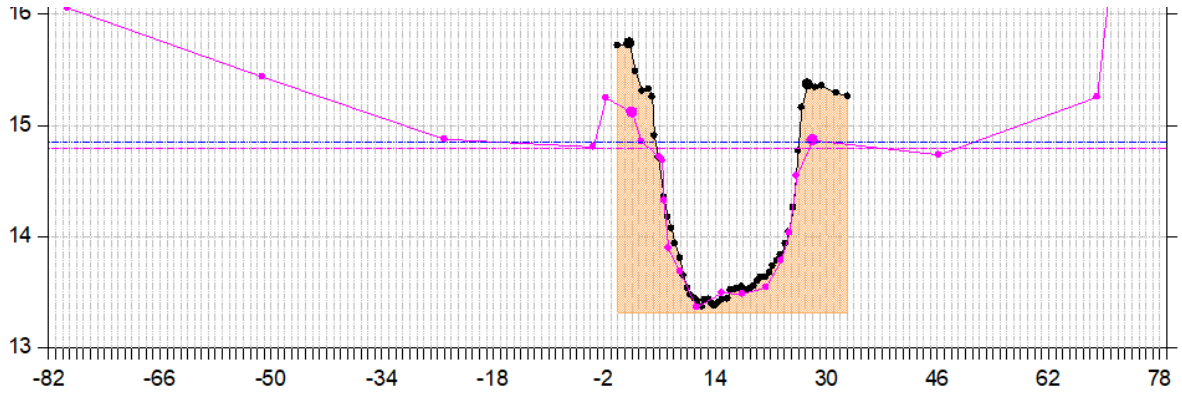
5.3.9 STATION 14.850-15.380

Mellem st. 14.850-15.380 ligger det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 mindre 10 cm over det beregnede vandspejl på grundlag af1997-opmålingen.

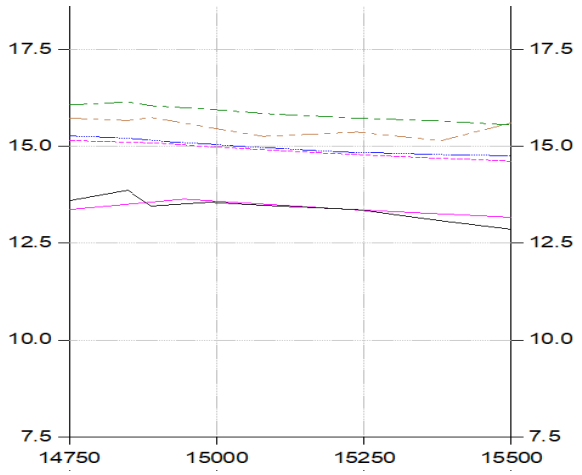
Antal opmålte tværprofiler på strækningen		
1997	**2020/21**	**Samme lokalitet**
2	4	1

Der er kun opmålt et enkelt sammenligneligt tværprofil i st. 15.238, og det er udpræget formstabilt i den vandførende del. Se Figur 5-31 nedenfor.

Sammenstilling af længdeprofiler indikerer heller ikke væsentlige tendenser til ændringer i bundniveauerne, se Figur 5-32.



Figur 5-31: Tværprofil ved st. 15.238. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). De to tværprofiler er meget ens for den del, som ligger under vandspejlet. Forskel på venstre brinkniveau skyldes formentlig anlæggelsen af trækstien, mens forskel på højre brinkniveauer ikke umiddelbart kan forklares. Der kan således ikke i højdemodel 2015 genfindes så lave niveauer på højre side af åen nær profilet.



Figur 5-32: Længdeprofil mellem st. 14.750-15.500. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink).

5.3.10 STATION 15.380 TIL 15.720

På strækningen fra st. 15.390 til 15.705 ligger det beregnede vandspejl for 2020/21-opmålingen ca. 10 – 12 cm over det beregnede vandspejl for 1997-opmålingen.

Antal opmålte tværprofiler på strækningen		
1997	**2020/21**	**Samme lokalitet**
1	4	0

Fra st. 15.390 til 15.705 er der ikke i 1997 og 2020/21 opmålt tværprofiler, som tillader direkte sammenligning. Af nedenstående ortofotos ses, at der i 1997 kun blev opmålt ét tværprofil på strækningen (gul strækning Figur 5-33), mens der i 2020/21 blev opmålt to tværprofiler på strækningen samt et i hver ende. Af ortofoto fra 1954 og ortofoto fra 2020 ses ingen tendens til, at Gudenåen på strækningen er blevet smallere, uagtet at billederne kan være blevet optaget ved forskellige vandstande.

Figur 5-33: Placering af opmålte profiler i hhv. 2020 (sort) og 1997 (pink). Baggrund 1954 og ortofoto 2020.

Der er ikke opmålt sammenlignelige profiler umiddelbart nedstrøms st. 15.705. De første direkte sammenlignelige profiler er i st. 17.411 m og 17.638 m, og disse indikerer begge stor formstabilitet, se afsnit nedenfor.

Den beregnede højere vandstand på strækning mellem st.15.390-15.705 ved 2020/21-opmålingen i forhold til 1997-opmålingen vurderes at kunne henføres direkte til, at der på strækningen og nedstrøms herfor er opmålt flere profiler med en større detaljeringsgrad i 2020, end der blev gjort i 1997.

5.3.11 STATION 15.720 - 20.750

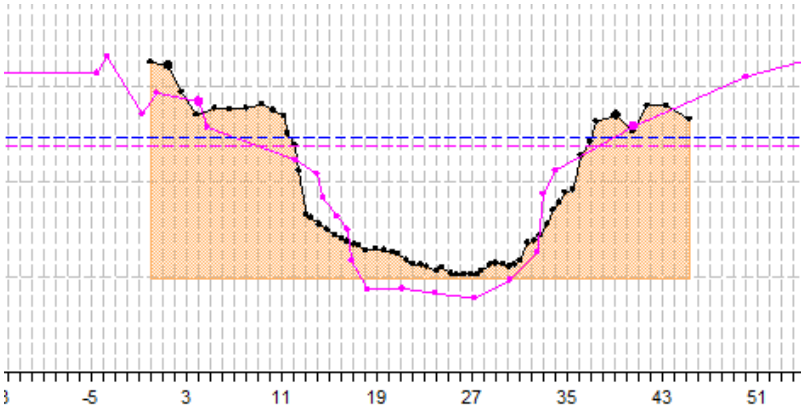
Det beregnede vandspejl for 2020/21-opmålingen ligger mindre end 10 cm over det beregnede vandspejl for 1997-opmålingen.

Antal opmålte tværprofiler på strækningen		
1997	**2020/21**	**Samme lokalitet**

18	35	8

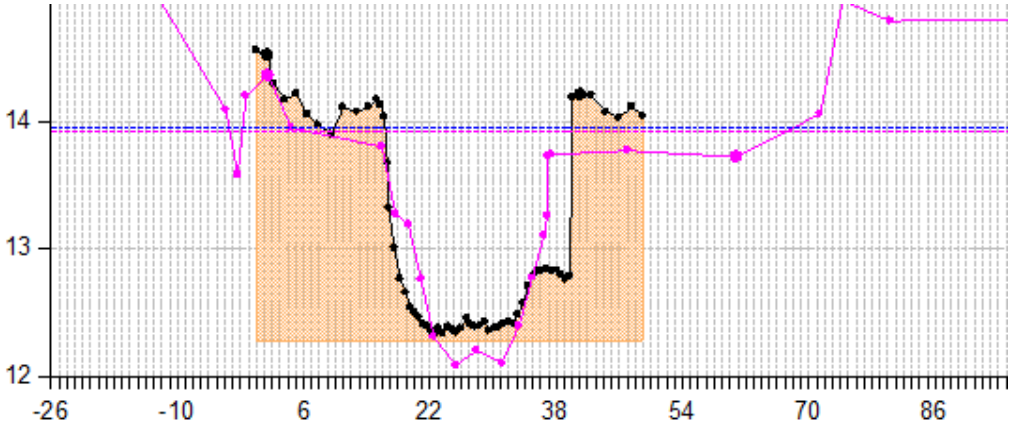
På strækningen, jfr. ovenstående tabel, er der i 2020/21 opmålt næsten dobbelt så mange profiler som i 1997. Umiddelbart er 8 af tværprofilerne sammenlignelige. Dog viser det sig ved nærmere analyse af de profiler, hvor der er lidt større afvigelser mellem 2020/21- og 1997-opmålingen, at der ikke er målt på helt samme lokaliteter, og at to af profilerne derfor ikke er direkte sammenlignelige alligevel. Dette er således tilfældet ved st. 16.162 (Figur 5-34, Figur 5-35) og st.17.966 (Figur 5-36, Figur 5-37).

Ved de øvrige lokaliteter, se bilag 3, viser sammenstillingen af profilerne udpræget formstabilitet. Der ses således ikke nogen forskelle mellem 1997 og 2020/21, som ikke kan tilskrives 1997-opmålingens manglende detaljeringsgrad og/eller afvigelser i opmålingsretning hen over et meget bredt trace (Figur 5-38).



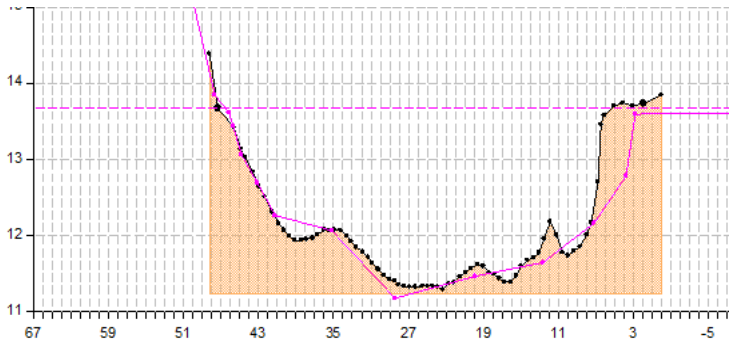
Figur 5-34: Tværprofil ved st. 16.162. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). Bunden ligger lidt højere, men profilet er lidt bredere i 2020/21-opmålingen, set i forhold til 1997-opmålingen. Som det ses af nedenstående figur, tyder det på, at profilerne ved de to opmålinger ikke er opmålt på helt samme lokalitet, hvilket er den mest sandsynlige årsag til forskellene.

Figur 5-35: Det ses at 1997-opmålingen (Pink) er foretaget på en lokalitet, hvor profilet er lidt smallere end ved 2020/21-opmålingen (Sort). Dette stemmer overens med forskellene i ovenstående tværprofilplot.



Figur 5-36: Tværprofil ved St. 17.966. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). 1997-profilet er lidt dybere; men til gengæld er 2020/21-profilet lidt bredere. I øvrigt vurderes profilerne ikke at være målt helt samme sted.

Figur 5-37: Opmålte profiler 2020/21 (sort) og 1997 (pink). Det ses, at profilerne ikke er opmålt på helt samme sted, og derfor kan forskellene mellem de to opmålinger sandsynligvis tilskrives det manglende sammenfald.



Figur 5-38: Tværprofil ved St. 20.745. 2020/21-opmåling (Sort), 1997-opmåling (Pink). Forskel i bredde kan skyldes forskelle i måleretning tværs over vandløbet.

6 KONTROL PÅ 37 SAMMENLIGNELIGE TVÆRPROFILER

Som anført i afsnit 5.1 er der 37 tværprofiler, som tilnærmelsesvis vurderes at være opmålt ved samme lokaliteter i 1997 og 2020/21.

I dette kapitel er der redegjort for resultaterne af en kontrolberegning udført udelukkende på disse 37 tværprofiler for at sammenligne beregnet vandføringsevne for 1997 og 2020/21 under mere ensartede forudsætninger. Kontrollen kaldes herefter ”reduceret kontrolberegning” som udtryk for, at tværsnit fra de to opmålinger, der ikke ligger tilnærmelsesvist ved hinanden, er udeladt.

Det skal pointeres, at de beregnede vandføringsevner ved den reducerede kontrolberegning ikke beskriver den reelle vandføringsevne, hverken i 1997 eller i 2020/27, da der er meget langt mellem tværprofilerne. Ofte er der over 1000 m, og et enkelt tilfælde helt op til næsten 1900 m. Beregningerne giver udelukkende mening som et sammenligningsgrundlag.

6.1 DATAGRUNDLAG FOR REDUCERET KONTROLBEREGNING

Til den reducerede kontrolberegning er anvendt samme oplande, afstrømning og manningtal som beskrevet i afsnit 3.1.3.

Det fysiske datagrundlag er 37 opmålte tværprofiler fra hhv. opmåling 1997 og 2020/21. Opmålingerne er i øvrigt beskrevet i afsnit 0 og 3.1.1.

Beregningerne er foretaget i beregningsprogrammet VASP. Da der er store afstande mellem profilerne, skal man være særligt opmærksom på, at der sker en beregningsmæssig interpolation mellem to på hinanden efterfølgende opmålte tværprofiler. De store afstande mellem profilerne gør derfor, at betydningen af det enkelte profil bliver stor. Opstrøms liggende profiler er også med til at definere traceet for beregninger på nedstrøms liggende strækninger.

6.2 RESULTATER

Resultatet af den reducerede kontrolberegning ses af tabel 3, bilag 5 (oversigtskort) og bilag 6 (længdeprofil med beregnede vandstande).

I tabel 3 er det ud fra samme regulativmæssige opfyldelseskriterier (tilladt vandspejl +10 cm) strækningsvist angivet, om kriterierne er opfyldt eller ej.

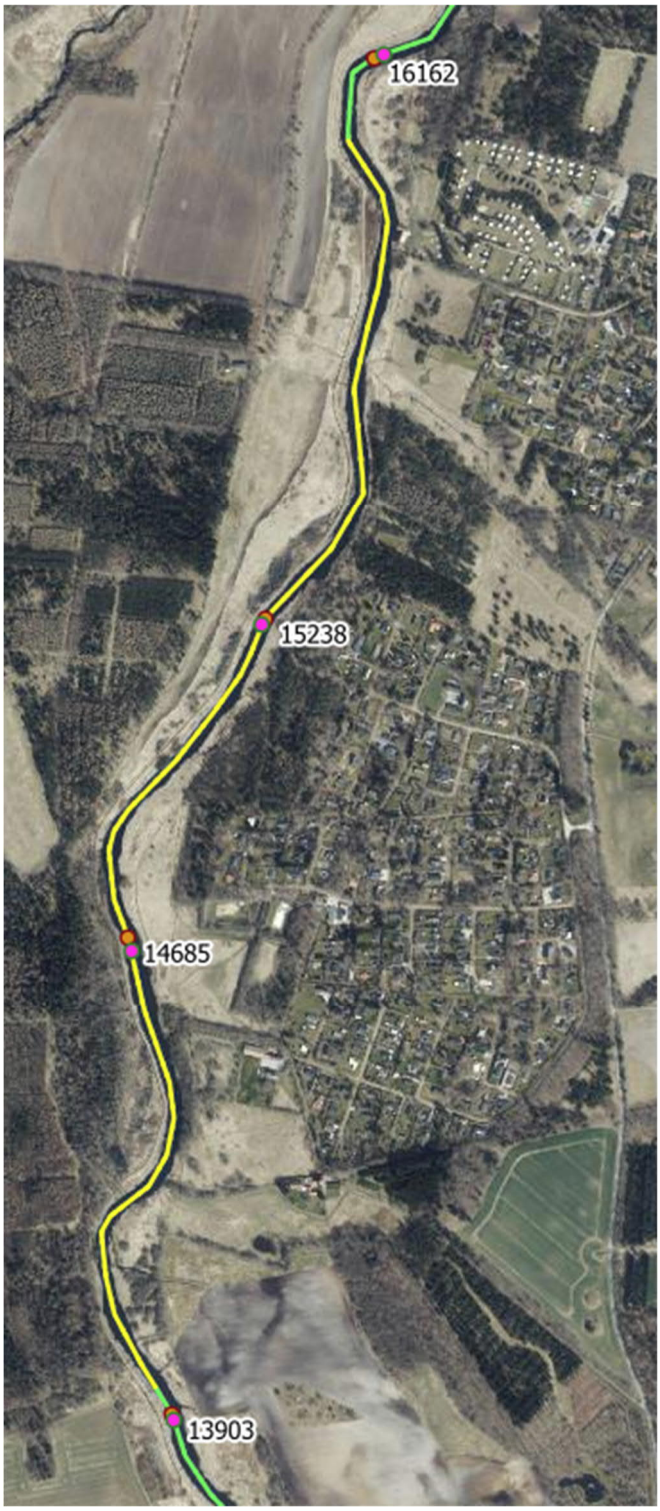
Tabel 3: Strækningsvis sammenligning af to forskellige kontrolberegninger af vandføringsevnen: 1) ved anvendelse af vandspejlsberegninger udført på 1997-opmålingen og 20/21-opmåling samt 2) ved anvendelse af vandspejlsberegninger, hvor der alene anvendes de 37 tværprofiler i hhv. 2020/21-opmålingen og 1997-opmålingen, som er beliggende på samme lokalitet.

Strækning (station)	Er krav til Q opfyldt? (ved anvendelse af alle tværprofiler)	Er krav til Q opfyldt? (ved anvendelse af sammenlignelige tværprofiler, 37 stk.)	Bemærkninger vedr. resultatet af den reduceret kontrol beregning (anvendelse af sammenlignelige tværprofiler, 37 stk).
St. 0 - 1.650	Nej	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 6 og ca. 8 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. 1650-1800	Nej	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 5-6 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. 1.800 – 2.760	Nej	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 2-5 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. ca. 2.760 – ca. 3.040	Ja	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 2-3 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997
St. ca. 3.040 – 3.530	Nej	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 3-10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. ca. 3.530 – 3.660	Nej	Nej	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 10-11 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. ca. 3.660 – 4.770	Nej	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 5-10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. ca. 4.770 – ca. 9.140	Ja	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem -1 til 5 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. ca. 9.140 – 12.650	Nej	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger mellem 2 til 8 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. ca. 12.650-12.980	Ja	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger ca. 3-4 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. ca. 12.980 -13.700	Nej	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger ca. 4-8 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. ca. 13.700 – 13955	Nej	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger ca. 7-10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

Strækning (station)	Er krav til Q opfyldt? (ved anvendelse af alle tværprofiler)	Er krav til Q opfyldt? (ved anvendelse af sammenlignelige tværprofiler, 37 stk.)	Bemærkninger vedr. resultatet af den reduceret kontrol beregning (anvendelse af sammenlignelige tværprofiler, 37 stk).
St. ca. 13955-14.850	Nej	Nej	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger 10-18 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. ca. 14.850 til 15.380	Ja	Nej	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger 13-17 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. ca. 15.380 til 15.720	Nej	Nej	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger 17-18 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997
St. 15.720 - 16030	Ja	Nej	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger 10-17 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
St. 16.030 - 20.750	Ja	Ja	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020/21 ligger 0-10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

6.3 VURDERING AF RESULTATER

Med den reducerede kontrolberegning på de 37 profiler er det kun på strækningen fra st. 13.955 til 16.030, at det beregnede vandspejl for 2020/21 opmålingen ligger væsentligt over 10 cm over det beregnede vandspejl for 1997-opmålingen.



Figur 6-1 Udsnit af Bilag 5. Den gule markering angiver, at der er mellem 10 og 20 cm forskel på vandspejlsberegning 1997 og 2020/21, hvor der kun er regnet på 37 profiler (Samme lokalitet). De opmålte profiler, der er anvendt som grundlag for beregningerne, fremgår som prikker, pink (1997) og brun (2020/21).

For denne strækning er fire profiler grundlag for de beregnede vandspejle, hhv. st. 13.903 (Figur 5-28), st. 14.685 (Figur 5-30), st. 15.238 (Figur 5-31) og st. 16.162 (Figur 5-34).

Sammenligning af profilerne i opmåling 2020/21 og 1997 er beskrevet under afsnit 5.3. Her kunne alle afvigelser mellem 1997 og 2020/21-opmålingerne, tilskrives 1997-opmålingens manglende detaljeringsgrad og/eller, at profilerne ikke er opmålt samme sted.

I øvrigt blev det vurderet, at tværprofilet i st. 15.238 er formstabilt i den vandførende del, men at brinkniveauerne ligger højere i 2020/21-opmålingen. Dette er i venstre side forklaret med anlæggelse af trækstien, men i højre side kunne forskellen ikke umiddelbart forklares. Der kunne heller ikke i højdemodel 2015 genfindes så lave niveauer på højre side af åen nær profilet som der er angivet i 1997.

Ved nærværende reducerede kontrolberegning er det vurderet, at det højere brinkniveau ved tværprofilet i st. 15.238 får særlig stor beregningsmæssig betydning sammen med interpolation med profilet i st. 16.162. Det vurderes at være den primære årsag til, at forskellen på de beregnede vandspejle her bliver op til 18 cm, se bilag 6.

Det kan anbefales at undersøge nærmere, om der er en årsag til højere brinkniveauer i 2020/21, eller om det skyldes fejl i 1997-opmålingen.

Det er i den forbindelse værd at bemærke, at der ikke er regulativmæssig overskridelse ved st. 15.238 m, se tabel 3.

7 KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

7.1 REGULATIVKONTROL

I henhold til Miljø- og Fødevareklagenævnets afgørelse af 10. juni 2021 skal Gudenåens vandføringsevne kontrolleres på baggrund af den teoretiske skikkelse, som er defineret af 1997-opmålingen.

Denne fremgangsmåde til kontrol af vandføringsevne har resulteret i, at de beregnede vandspejle for 2020-opmålingen på længere delstrækninger af Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø ikke overholder kravene.

WSP har foretaget en konkret vurdering af mulige årsager til de afvigelser, der er konstateret mellem de beregnede vandspejle efter 1997-opmålingen og 2020/21-opmålingen.

Overordnet viser analysen, at det beregnede lavere vandspejl på delstrækninger efter 1997-opmålingen med alt sandsynlighed ikke kan tilskrives formændringer i vandløbet mellem de to opmålingsår 1997 og 2020.

Alt overvejende viser sammenligning af opmålte tværprofiler fra 1997 og 2020 en udpræget formstabilitet i Gudenåen.

Ved de tværprofiler, hvor der er afvigelse, er det for langt hovedpartens vedkommende påvist, at afvigelserne mellem profilerne sandsynligt skyldes, at profilerne ikke er opmålt ved samme lokalitet eller i samme retning over det meget brede vandløb, eller at den ringe detaljeringsgrad i 1997-opmålingen betyder større usikkerheder på 1997-opmålingens angivelse af bundniveauer.

Ved enkelte lokaliteter fx st. 1.312 og 4.165, kan man ud fra opmålingerne ikke afvise at der kan være sket formændringer, men på baggrund af nærværende analyse vurderes, at formændringer af Gudenåen siden 1997 ikke har betydning for vandløbets vandføringsevne.

Den væsentligste årsag til, at kontrolberegningerne på delstrækninger er overskredet er, at detaljeringsgraden i 1997-opmålingen er så ringe, at den ikke er retvisende for beregning af en reel vandføringsevne. I 1997 er der således kun opmålt i alt 77 profiler i forhold til 2020/21-opmålingens 165 profiler, og lokaliteten for de 77 profiler i 1997 ikke er udvalgt med særligt henblik på at kunne beskrive vandføringsevnen [2].

Eksempelvis vurderes de store overskridelser i vandspejlsberegningerne på strækningen st. 0 - 1.800 altovervejende at kunne henføres til, at 1997-opmålingen ikke er retvisende for den vandføringsevne, der reelt var til stede i 1997, fordi der ikke er opmålt profiler i 1997 på den smalle strækning mellem st. 1.320 og 2.049 m.

Betydningen af, at 1997-opmålingen mangler tværprofiler på denne strækning, er analyseret ved en forsøgsberegning i Bilag 4, hvor 1997-opmålingen er tilført profiler fra 2020/21-opmålingen på de lokaliteter, hvor der mellem st. 0 og 3.040 m ikke er målt profiler i 1997. Resultatet er en klar

[2] Teknisk Notat, Vurdering af 1997-opmålingens egnethed til bestemmelse af vandføringsevnen i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø, 27. september 2021, WSP.

indikation af, at de manglende tværprofiler i 1997-opmålingen har væsentlig betydning for den forskel, der ses mellem vandføringsevnen beregnet efter 1997-opmålingen og 2020/21-opmålingen.

For hele strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø er det godtgjort, at forskellen mellem den beregnede vandføringsevne efter hhv. 1997- og 2020/21-opmålingen i altovervejende grad er et resultat af den større detaljeringsgrad i 2020/21-opmålingen, både hvad angår antal profiler og antal målepunkter i de enkelte tværprofiler. Derfor er der ikke grundlag for at konkludere, at vandføringsevnen er forringet fra 1997 til 2020/21.

7.2 REDUCERET KONTROLBEREGNING

Det er WSP's anbefaling, at sammenlignende vandspejlsberegninger i regulativmæssig henseende alene bør udføres på opmålinger, hvor profiler er opmålt i samme stationer og med samme detaljeringsgrad. For at efterkomme dette så godt som muligt i relation til 1997-opmålingen og 2020/21 opmålingen, har WSP tillige udført en reduceret kontrolberegning for de 37 profiler, som er målt omtrent i samme station. Denne reducerede kontrolberegning resulter i forskelle på under 11 cm vandstande for hele strækningen, på nær mellem st. 13.955 og 16.030. Det er vurderet, at en væsentlig årsag til det højere beregnede vandspejl på denne strækning er et højere brinkniveau i 2020/21-opmålingen ved st. 15.238 m. Årsagen til dette er trækstien på venstre side, mens årsagen på højre side er ukendt, men kan skyldes fejl i 1997-opmålingen.

Den reduceret kontrolberegningen baseret på 37 tværprofiler kan ikke relateres til reelle vandføringsevner, fordi der er meget store afstande mellem profilerne, og profilerne beregningsmæssigt interpoleres mellem hinanden. Beregningen giver således udelukkende mening som et sammenligningsgrundlag. Det bemærkes, at der ved den foretagne regulativmæssige kontrol ikke er overskridelse ved st. 15.238 m.

7.3 PERSPEKTIVERING

I forlængelse af 1997-opmålingen blev det i regulativet pointeret, at Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø er præget af meget stor formstabilitet. Efterfølgende opmålinger i 2011 og 2020/21 har bekræftet, at Gudenåen er et meget formstabilt vandløb

Når der alligevel kan konstateres forskelle mellem de seneste to opmålinger og 1997-opmålingen, er det WSP's entydige vurdering at dette altovervejende hænger sammen med, at 1997-opmålingen er foretaget med en væsentlig mindre detaljeringsgrad end de efterfølgende opmålinger. Dette omtales bl.a. i notat fra 2018[3] og i notat fra september 2021[4].

1997-opmålingen giver dermed en mindre detaljeret beskrivelse af åens fysiske profil end de to efterfølgende opmålinger.

[3] Viborg, Randers, Silkeborg, Favrskov kommuner: Fastlæggelse af bestemmelser om vandføringsevnen på grundlag af de faktiske forhold. Udarbejdet af Orbicon marts 2018.
4 Teknisk Notat, Vurdering af 1997-opmålingens egnethed til bestemmelse af vandføringsevnen i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø, 27. september 2021, WSP.

Den vigtigste konsekvens af den mindre detaljeringsgrad i 1997-opmålingen er, at de forhold, der erfaringsmæssigt er bestemmende for strækningens hydrauliske egenskaber, er beskrevet mindre detaljeret, end hvad der erfaringsmæssigt er nødvendigt for at kunne foretage retvisende beregninger af den vandføringsevne, der knytter sig til åens fysiske profil.

Af særlig betydning er det, at tværprofilerne i 1997-opmålingen ligger med stor afstand, at antallet af målepunkter i profilerne er for få til at beskrive profilformen retvisende og ikke mindst, at der ikke er foretaget opmåling af profiler på steder, hvor der i længderetningen sker store ændringer af profilformen- og dimensionerne. Sidstnævnte drejer sig især om, at der i 1997 ikke blev opmålt profiler på strækninger med markant afvigende profilbredde og -form i forhold til tilgrænsende strækninger.

Lægger man 1997-opmålingen til grund for beregningen af strækningens regulativbestemte vandføringsevne, således som det er anført i Miljø- og Fødevareklagenævnets afgørelse, resulterer det i en fejlbehæftet referencevandføringsevne. Manglende opmåling af eks. strækninger med smalt profil betyder i den sammenhæng, at profiler, der er begrænsende for vandføringsevnen, ikke indgår i beregningerne af referencevandføringsevnen. Denne kommer derfor til at fremstå bedre end den faktiske vandføringsevne.

Når der, som ved de efterfølgende opmålinger i 2011 og 2020/21, opmåles mere detaljeret for at få en retvisende beskrivelse af de fysiske forhold og variationer, som erfaringsmæssigt er bestemmende for strækningens hydrauliske egenskaber, og dermed for strækningens reelle vandføringsevne, vil man uvægerligt konstatere betydende afvigelser ved sammenligning med referencevandføringsevnen.

Strækningens formstabilitet er dokumenteret gennem samtlige foreliggende opmålinger, og det er derfor usandsynligt, at de afvigelser i forhold til referencevandsføringsevnen, der kan konstateres ved beregning vandføringsevnen på grundlag af 2020/21-opmålingen, har en anden årsag.

Analyserne i dette notat peger entydigt på, at årsagen til afvigelserne mellem vandføringsevnen på grundlag af 2020/21-opmålingen og referencevandføringsevnen på grundlag af 1997-opmålingen er, at sidstnævnte er gennemført med utilstrækkelig høj detaljeringsgrad i henseende til at give et retvisende grundlag for beregning af vandføringsevnen.

Havde 2020/21-opmålingen dannet grundlaget for beregningen af referencevandføringsevnen, ville en kontrolopmåling med samme detaljeringsgrad som 1997-opmålingen have resulteret i en beregnet vandføringsevne, der på hele strækningen ville have været bedre end referencevandføringsevnen. Dette ville umiddelbart indikere, at åens fysiske profil var blevet større, hvilket imidlertid modsiges af opmålingernes gentagne dokumentation af stor formstabilitet.

Samtlige gennemførte analyser og vurderinger peger derfor på, at referencevandføringsevnen, der er beskrevet på grundlag af 1997-opmålingen, qua de fejl og mangler, der knytter sig til sidstnævnte, ikke udgør et brugbart sammenligningsgrundlag for kontrol af vandføringsevnen på strækningen.

Når der, som på grundlag af kontrolopmålingen i 2020/21 ved sammenligning med referencevandføringsevnen, konstateres forringet vandføringsevne, og når der ikke på grundlag af kontrolopmålingen kan konstateres betydende aflejringer og profilforandringer som årsag, efterlader det vandløbsmyndigheden uden operationel indikation af, hvilke indgreb, der skal til for at bringe vandføringsevnen i overensstemmelse med regulativets krav.

Det er på den baggrund af afgørende betydning for den fremtidige kontrol af strækningens vandføringsevne, at referencevandsføringsevnen fastlægges på grundlag af en retvisende beskrivelse af åens fysiske profil. Sker det ikke, må det forventes, at samtlige fremtidige kontrolopmålinger, som gennemføres efter vedtagne forskrifter for retvisende opmåling, vil resultere i manglende opfyldelse af regulativets krav, og dermed udløse krav om en indsats, hvis omfang og lokalisering ikke kan afgøres på grundlag af kontrolopmålingen.

NOTAT NR. 2022-2 - VANDFØRING OG VANDSTANDE I GUDENÅEN PÅ STRÆKNINGEN FRA SILKEBORG TIL TANGE SØ

APRIL 2022

Projektnavn	VANDFØRING OG VANDSTANDE I GUDENÅEN PÅ STRÆKNINGEN FRA SILKEBORG TIL TANGE SØ, april 2022
Kunde	Silkeborg Kommune
Projektleder	Christian Petersen
Projektnummer	1322200046
Til	Charlotte Højbjerre
Udarbejdet af	Bjarne Moeslund og Helene Enevoldsen
Kvalitetssikret af	Lars Bo Christensen
Godkendt af	Rasmus Bang
Version	Endelig
Versionsdato	25.04.2022
Første udgivelsesdato	26.04.2022

INDHOLD

1 INDLEDNING 4

2 FREMGANGSMÅDE 7

3 RESULTATER OG VURDERING 8

3.1 Vandstande og vandføring 8

3.2 Overvintrende grøde 9

4 SAMLET VURDERING 11

1 INDLEDNING

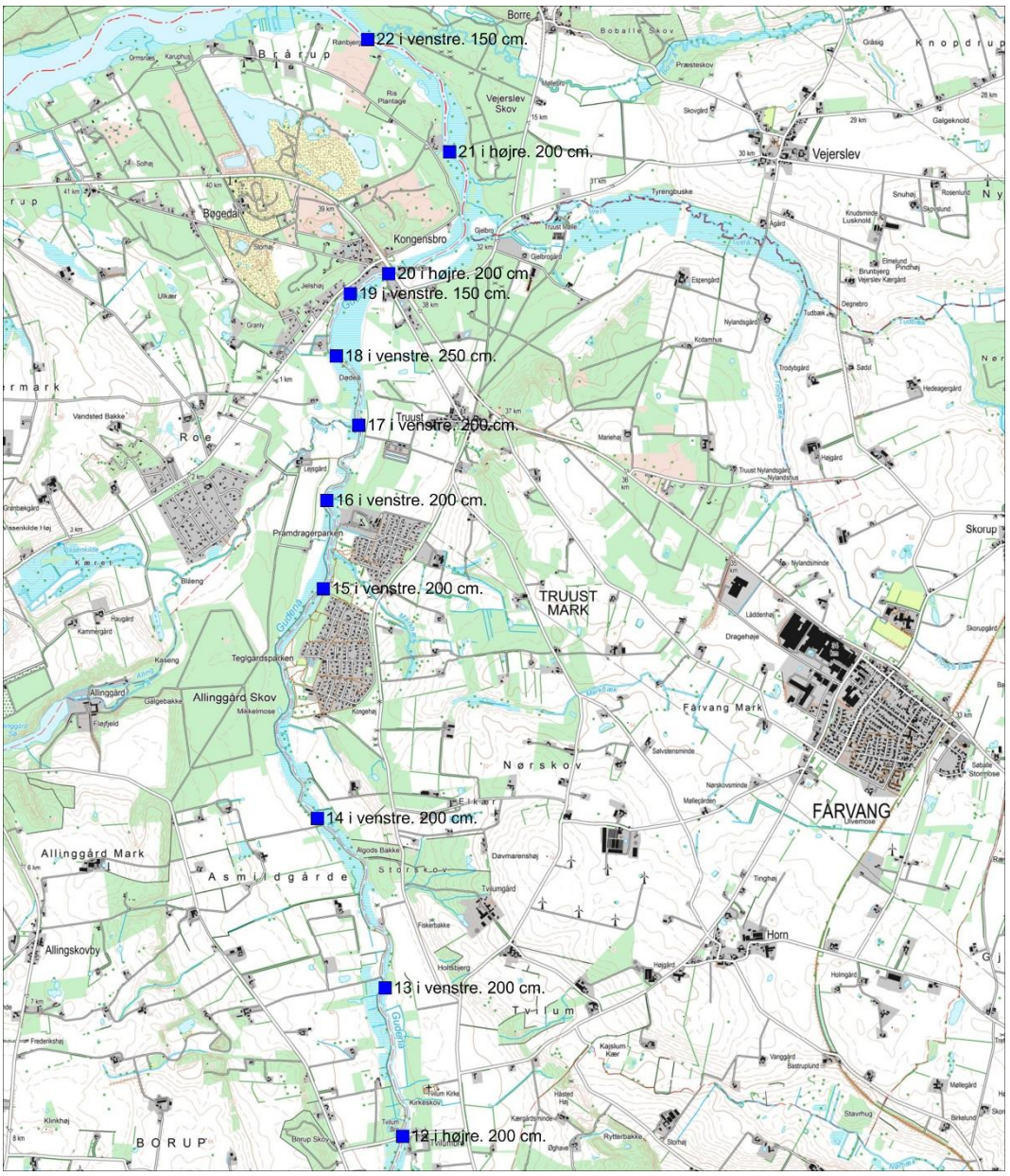
Silkeborg Kommune og Favrskov Kommune er vandløbsmyndigheder for Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø, se figur 1.1-1.2.

Det påhviler i følge regulativet kommunerne at føre tilsyn med vandløbet og at kontrollere, at bestemmelserne i regulativet – ”Regulativ for Gudenåen Silkeborg - Randers, 2000” - er overholdt. Kommunerne har som led i denne tilsynsforpligtelse ladet gennemføre måling af vandføringen og aflæsning af vandstande i april 2022.

Miljø- og Fødevareklagenævnet har i kendelse 18/09944 af 10. juni 2021 underkendt den fremgangsmåde til kontrol af vandføringsevnen, som kommunerne har benyttet siden 2010. De indsamlede vandførings- og vandstandsdata fra april 2022 indgår derfor alene i kommunernes datagrundlag for at kunne vurdere åens vandføringsevne, uden at denne i dette notat er beregnet og relateret til de i regulativet fastsatte krav til vandføringsevnen.

Dette notat indeholder derfor alene en præsentation af de gennemførte målinger af vandføringen og aflæsninger af vandstande, tillige med vurderinger af mængden af overvintrende grøde samt fysiske forhold af potentiel betydning for vandføringsevnen.

Figur 1.1. Kort over Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø, sydlige del, med angivelse af placeringen af de skalapæle, der anvendes ved kontrollen af vandstanden i åen. For hver skalapæl er angivet nummer, placeringen i profilet og længden af vandstandsskalaen. Bemærk at skalapælene 5 og 11 ikke er kontrolstationer i henhold til regulativet fra 2000.



Figur 1.2. Kort over Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø, nordlige del, med angivelse af placeringen af de skalapæle, der anvendes ved kontrollen af vandstanden i åen. For hver skalapæl er angivet nummer, placeringen i profilet og længden af vandstandsskalaen. Bemærk at skalapælene 16, 17 og 21 ikke er kontrolstationer i henhold til regulativet fra 2000.

2 FREMGANGSMÅDE

Kontrolaflæsningen af de regulativbestemte vandstandsskalaer blev foretaget af WSP den 5. april 2022.

Aflæsningen af vandstandsskalaerne blev foretaget fra båd i forbindelse med gennemsejling af hele strækningen.

Forud for aflæsningen var alle skalapæle og vandstandsskalaer på strækningen blevet kontrolnivelleret af WSP. Kontrolnivelleringen blev foretaget på grundlag af de til hver skalapæl hørende jernfix, i tilfælde af usikkerhed om koten på jernfixet efter forudgående kontrolnivellement af dette ved brug af GPS-nivelleringsinstrument.

Kontrollen af vandføringsevnen er således foregået ved aflæsning af nyligt kontrollerede vandstands-skalaer. Det betyder, at alle aflæste vandstande kan omsættes til korrekte vandspejlskoter.

Sideløbende med aflæsningen af vandstandsskalaerne blev der foretaget en visuel bedømmelse og vurdering af grødemængden i strømrenden og i bræmmerne omkring denne, samt en visuel bedøm-melse af aflejringer og profilforandringer med potentiel indflydelse på vandføringsevnen.

3 RESULTATER OG VURDERING

3.1 VANDSTANDE OG VANDFØRING

Tabel 3.1.1 viser de aflæste vandstande og de korresponderende vandspejlskoter den 5. april 2022. Vandspejlskoterne er angivet på grundlag af det umiddelbart forudgående kontrolnivellement af skalaernes 0-punkter.

Enkelte skalapæle og vandstandsskaler var blevet beskadiget i løbet af vinteren, og disse blev forud for aflæsningen af vandstanden retableret, samtidig med at nye koter for skala-nulpunkterne blev noteret.

Vandføringen ved Resen Bro, Tvilum Bro og Kongens Bro blev samme dag målt til 14.886 l/s, 17.615 l/s og 18.991 l/s.

					Aflæst vandspejlskote	
Skalanr.	Station	Beskrivelse	Skalaaflæsning (cm)	Skala-nul DVR90	DVR90	DNN
1	169	Udløb Ringvejsbro	82	18,37	19,19	19,25
2	1790	Resenbro v. renseanlæg	88	18,18	19,06	19,12
3	3048	Resen Bro	95	17,86	18,81	18,87
4	3600	Ca. 400 m OS Linå	70	17,80	18,49	18,55
6	5550	Ved Porskær	109	17,31	18,40	18,46
7	6500	Ca. 800 m OS Sminge Sø	101	17,35	18,36	18,42
8	7800	P-plads ved Sminge Sø	107	17,24	18,31	18,37
9	8500	Ca 200 m OS Svostrup Bro	84	17,35	18,18	18,24
10	8750	Udløb Svostrup Bro	113	17,01	18,13	18,19
12	10820	Tvilum Bro opstrøms	146	15,94	17,40	17,46
13	11999	V. Asmildgårde	106	15,83	16,89	16,95
14	13500	V. Nebelgårde	91	15,19	16,10	16,16
15	15500	Truust OS Marbæk	104	14,21	15,25	15,31
18	17500	DødeÅ OS Kongensbro	69	13,57	14,26	14,32
19	18000	V. Kongensbro	100	13,08	14,08	14,14
20	18400	Indløb Kongens Bro	92	13,09	14,01	14,07
22	20849	Over for Borre Å	69	12,88	13,56	13,62

Tabel 3.1.1. Oversigt over målte vandstande (skalaaflæsninger i cm) og vandspejlskoter (i meter) den 5. april 2022 i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø. De to med rødt markerede stationer indgår ikke i regulativets liste over kontrolstationer, men er vandføringsstationer. De angivne skala-nulpunkter er de faktiske koter på kontroltidspunktet, angivet ud fra koten på det tilhørende jernfix. Placeringen af skalapælene kan ses i figur 1.1 og 1.2.

3.2 OVERVINTRENDE GRØDE

Registreringen af mængden af overvintrende grøde (vandplanter) blev generelt og i særlig grad i strømrenden hæmmet af, at vandet i åen var meget uklart på besigtigelsestidspunktet, formodentlig som følge af opblomstring af planteplankton i de opstrøms beliggende søer. Registreringerne ned over strækningen er vist i tabel 3.2.1. Både registreringerne og angivelserne af dækningsgrad og højde skal tages med forbehold for den usikkerhed, der skyldes det meget uklare vand.

Mellem Ringvejsbroen (Silkeborg) og Sminge Sø blev der stort set ikke registreret overvintrende grøde, hverken i strømrenden eller i bræmmerne omkring denne. Selvom registreringerne var stærkt hæmmet af det uklare vand, så har det også stor betydning, at vandløbsvegetationen på denne strækning er domineret af arter, der visner bort i vinterhalvåret – først og fremmest Enkelt Pindsvineknop, men også Gul Åkande og Hjertebladet Vandaks. Havde vandet været klart, ville man sandsynligvis heller ikke have registreret større mængder overvintrende grøde, dels fordi denne er domineret af børstebladet vandaks, og dels fordi denne art ikke forekommer med stor hyppighed på denne strækning.

Mellem Sminge Sø og Svostrup Bro blev der registreret betydelige mængder overvintrende grøde i bræmmerne omkring strømrenden, domineret af Børstebladet Vandaks. Det korresponderer godt med, at denne art dels forekommer med stor hyppighed på strækningen, jf. vegetationsundersøgelsen i 2021, og dels er den art, der erfaringsmæssigt overvintrer med en stor biomasse og meget lange skud.

Samme billede blev registreret på strækningen fra Svostrup Bro til Borre Å, idet der dog på en lang strækning tillige var betydelig forekomst af Vandranunkel. Begge dele korresponderer godt med resultaterne fra vegetationsundersøgelsen i 2021, dels fordi Børstebladet Vandaks overvintrer med stor biomasse og lange skud, og dels fordi Vandranunkel overvintrer med grønne skud og tillige har tilvækst i vinterhalvåret. På enkelte delstrækninger nedstrøms Tvilum Bro blev der registreret Vandranunkel i strømrenden, dog uden mulighed for at kunne foretage visuel bedømmelse af hverken dækningsgrad eller højde på grund af det uklare vand.

Skalapæl nr.	Dækningsgrad (%) / længde (cm)		Dominerende arter	Bemærkning
Delstrækning	I strømrenden	Omkring strømrenden		
Ringvejsbroen				
1 - 1,5	-	-	-	Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
1,5 - 2				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
2 - 2,5				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
2,5 - 3				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
Resenbro Bro				
3 - 3,5				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
3,5 - 4				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
4 - 4,5				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
4,5 - 5				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
5 - 5,5				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
5,5- 6				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
6 - 6,5				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
6,5 - 7				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
7 - 7,5				Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden
Sminge Sø				
8 - 8,5		30-50/100-250	**Børstebladet vandaks**	Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
8,5 - 9		30-50/100-250	**Børstebladet vandaks**	Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
9 - 9,5		30-50/100-250	**Børstebladet vandaks**	Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
9,5 - 10		30-50/100-250	**Børstebladet vandaks**	Meget uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
Svostrup Bro				
10 - 10,25		30-50/100-250	**Børstebladet vandaks**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
10,25-10,5		50-60/100-300	**Børstebladet vandaks**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
10,5 - 11		40-60/100-300	**Børstebladet vandaks, en del vandranunkel**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
11 - 11,5		30-50/100-300	**Børstebladet vandaks, en del vandranunkel**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
11,5 - 12		30-50/100-300	**Børstebladet vandaks, en del vandranunkel**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
Tvilum Bro				
12 - 12,5		30-50/100-300	**Børstebladet vandaks, vandranunkel**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
12,5 - 13		30-50/100-300	**Børstebladet vandaks, vandranunkel**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
13 - 13,5		30-50/100-300	**Børstebladet vandaks, vandranunkel**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
13,5 - 14	Ikke vurderet	30-50/100-300	**Børstebladet vandaks, vandranunkel dominerer i strømrenden**	uklart vand
14 - 14,75	Ikke vurderet	30-50/100-300	**Børstebladet vandaks, vandranunkel dominerer i strømrenden**	uklart vand
14,75 - 15		50-70/100-300	**Børstebladet vandaks, vandranunkel**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
15 - 15,5		40-50/100-300	**Børstebladet vandaks, vandranunkel**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
15,5 - 16		30-50/100-300	**Børstebladet vandaks, vandranunkel**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
16 - 17		20-40/100-200	**Børstebladet vandaks**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
17 - 18		25-40/100-200	**Børstebladet vandaks**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
18 - 19		30-50/100-200	**Børstebladet vandaks**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
19 - 20		30-40/100-200	**Børstebladet vandaks**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
Kongensbro Bro				
20 - 21		30-40/100-200	**Børstebladet vandaks**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
21 - 22		30-40/100-200	**Børstebladet vandaks**	uklart vand - ikke muligt at se grøden i strømrenden
Borre Å				

Tabel 3.2.1. Oversigt over registreringer af overvintrende grøde den 5. april 2022 i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Borre Å (Tange Sø).

Det generelle fravær af registreringer af overvintrende grøde i strømrenden vurderes at være udtryk for, at skudlængden af Børstebladet Vandaks, der fra vegetationsundersøgelsen i 2021 vides at vokse i strømrenden, er mindre end i de omgivende grødebræmmer, og/eller at skuddene er presset ned mod bunden på grund af den højere strømhastighed i strømrenden. Det kan derfor ikke udelukkes, at der også i strømrenden var forekomst af overvintrende grøde.

4 SAMLET VURDERING

Kommunerne har med de indsamlede vandførings- og vandstandsdata gennemført det regulativbestemte tilsyn med vandføring og vandstande i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø. Kommunerne har derved tilvejebragt data, der afspejler strækningens vandføringsevne i april 2022.

Tilsynet i april 2022 har, i lighed med tidligere år, påvist forekomst af store mængder overvintrende grøde, primært Børstebladet Vandaks, strækningsvis også Vandranunkel. Det vurderes på den baggrund, at vandføringsevnen i april 2022, i lighed med de forudgående år, var markant påvirket af overvintrende grøde.

På grund af det uklare vand var det ikke muligt at foretage visuel bedømmelse af, om der var aflejringer på strækningen. Der blev ikke konstateret potentielt betydende profilforandringer på strækningen.

Sammenlignet med de forudgående år var de aflæste vandstande i 2022 blandt de højeste (set i forhold til vandføringen), der til dato er registreret på strækningen, svarende til, at vandføringsevnen var den hidtil mindste, der er registreret på strækningen. De registrerede vandstande var således også markant højere end i 2021, hvor vandføringen var omtrent som i 2022. De højeste vandstande blev konstateret på strækningerne med de største mængder af overvintrende grøde og strækningerne umiddelbart op-strøms herfor.

Idet eksisterende opmålinger af strækningen har dokumenteret stor formstabilitet, er det på baggrund af det gennemførte tilsyn vurderingen, at de høje vandstande, og dermed den lave vandføringsevne, i 2022 i al væsentlighed skyldes de store mængder overvintrende grøde.

SILKEBORG KOMMUNE

GUDENÅEN – NOTAT NR. 2021-5

KORTLÆGNING OG VURDERING AF VEGETATIONEN I GUDENÅEN PÅ STRÆKNINGEN FRA SILKEBORG TIL TANGE SØ, SEPTEMBER 2021

SILKEBORG KOMMUNE
TEKNIK OG MILJØ
SØVEJ 1
8600 SILKEBORG

WSP DANMARK A/S
VAND OG NATUR VEST
SØNDERHØJ 8
8260 VIBY

GUDENÅEN – NOTAT NR. 2021-5

KORTLÆGNING OG VURDERING AF VEGETATIONEN I GUDENÅEN PÅ STRÆKNINGEN FRA SILKEBORG TIL TANGE SØ, SEPTEMBER 2021

SILKEBORG KOMMUNE

PROJEKTNUMMER.: 1322100179
DATO: 06-10-2021
RÅDGIVER: WSP DANMARK A/S, VAND OG NATUR VEST
PROJEKTLEDER: BJARNE MOESLUND
KVALITETSSIKRET AF: LARS BO CHRISTENSEN
GODKENDT AF: RASMUS BANG
UDGAVE: Endelig

WSP DANMARK A/S

WSP.COM

1 INDLEDNING 2

2 FREMGANGSMÅDE 3

3 RESULTATER OG VURDERING 5

3.1 Artssammensætning 5

3.2 Undervandsvegetationens dækningsgrad og dybdeudbredelse 6

3.2.1 Den samlede undervandsvegetation 6

3.2.2 De hyppigste arter af undervandsplanter 8

3.2.3 Øvrige arter af undervandsplanter 17

3.3 Flydebladsplanter 18

3.4 Kant- og sumpplanter 18

3.5 Undervandsvegetationens strukturelle heterogenitet (variation) 19

3.6 Undervandsvegetationens tilstand 20

3.7 Vegetationen i strømrenden vs. i profilet som helhed 23

3.7.1 Udviklingen efter grødeskæringen i juni 23

3.7.2 Vegetationen i strømrenden vs. i de omgivende bræmmer 23

3.8 Sammenligning med resultaterne af NOVANA-undersøgelser 2021 24

4 SAMLET VURDERING 26

4.1 Artssammensætning og -udvikling 26

4.2 Bevaringstilstand og økologisk tilstand 27

5 KONKLUSION 29

BILAG 1 31

BILAG 2 33

1 INDLEDNING

Gudenåen er på strækningen fra Silkeborg til Kongensbro Bro en del af Natura 2000-område nr. 45 – Gudenå og Gjern Bakker, og er heri udpeget som naturtype 3260 – Vandløb med Vandplanter.

I forbindelse med afklaring af mulighederne for at intensivere grødeskæringen i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Randers har Silkeborg Kommune besluttet at lade gennemføre en fornyet undersøgelse af vegetationen (grøden) i åen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø (Borre Å). Resultaterne af den gennemførte vegetationsundersøgelse er beskrevet i dette notat.

Notatet skal - foruden at ajourføre den eksisterende viden om vegetationen på strækningen og udviklingen af denne - tjene som grundlag for den habitatkonsekvensvurdering, der i henhold til §6, stk. 2 i habitatbekendtgørelsen (BEK 926 af 27/06/2016) skal gennemføres forud for beslutning om en mere omfattende grødeskæring på strækningen.

Strækningen fra Kongensbro til Tange Sø (Borre Å) indgår ikke i Natura 2000-området, men er medtaget i undersøgelsen, fordi den grødeskæring, der finder sted på denne strækning, har indflydelse på vandføringsevnen, og dermed potentielt også på planternes vækstbetingelser på den nedre del af Natura 2000-strækningen.

2 FREMGANGSMÅDE

Undersøgelsen blev i 2021 gennemført efter samme fremgangsmåde, som blev anvendt ved tilsvarende undersøgelser af hele Gudenåen i 2001 og af strækningen fra Silkeborg til Tange Sø i 2017.

Strækningen fra Silkeborg til Tange Sø blev i 2001 opdelt i 5 delstrækninger, der hver blev opdelt i et antal segmenter, i alt 31 for hele strækningen. Opdelingen fandt sted på grundlag af de daværende vegetationsforhold. Ved undersøgelsen i 2017 blev et enkelt segment opdelt i 2, således at det samlede antal segmenter i 2017 og i 2021 var 32, se figur 2.1.

I hvert af disse i gennemsnit 650 meter lange segmenter er følgende registreret:

- Den samlede undervandsvegetations gennemsnitlige dækningsgrad (i %)
    - dels på hele bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet
    - dels på bundfladen i den strømrende, hvori der senest blev skåret grøde i juni 2021
- Hyppigheden/dækningen af undervandsplanter og flydebladsplanter er angivet som gennemsnit for hvert enkelt segment
    - dels på hele bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet,
    - dels på bundfladen i den strømrende, hvori der senest blev skåret grøde i juni 2021.
        - Hyppigheden/dækningen af de enkelte arter er angivet ved brug af følgende skala[1]:
            - 1: >0-5 % dækning (meget spredt forekomst)
            - 2: >5-25 % dækning (spredt forekomst)
            - 3: >25-50 % dækning (almindelig forekomst)
            - 4: >50-75 % dækning (hyppig forekomst)
            - 5: >75-95 % dækning (meget hyppig forekomst)
            - 6: >95-100 % dækning (dækkende forekomst)
- Den relative hyppighed af arterne i kantvegetationen (= de enkelte arters andel af den samlede kantvegetation uden angivelse af dennes absolutte dækningsgrad) er angivet ved brug af samme skala
- Undervandsvegetationens dybdegrænse ved aktuel vandstand
- Undervandsvegetationens strukturelle heterogenitet ved brug af følgende skala:
    - 0: ingen variation
    - 1: ringe variation
    - 2: moderat variation
    - 3: stor variation

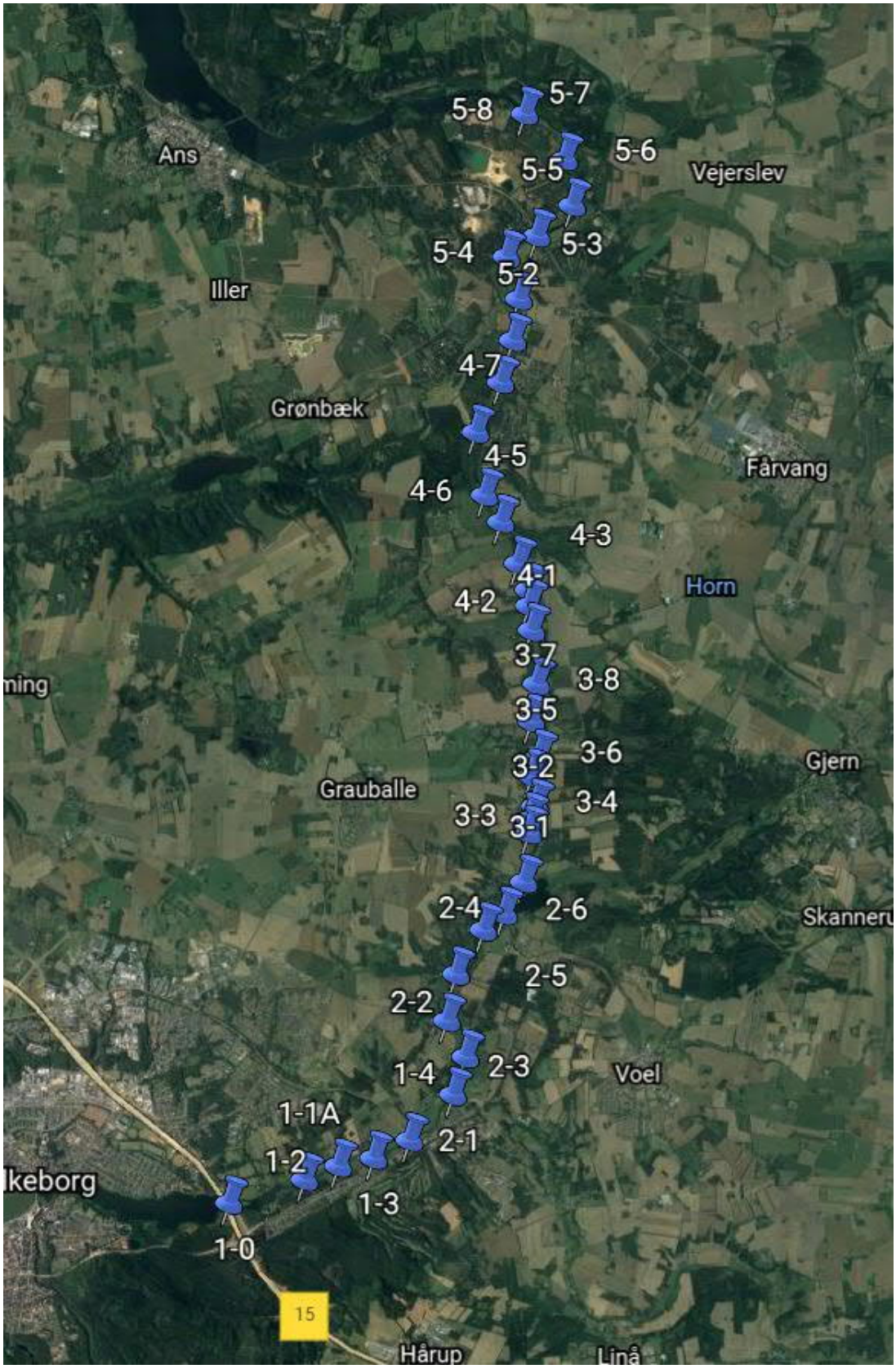
Undersøgelsen blev gennemført fra båd, og registreringerne blev gennemført ved visuel bedømmelse af ovennævnte parametre. Ved bedømmelsen af vegetationen på større dybde, især i strømrenden, blev der anvendt vandkikkert og langskaftet rive.

Beskrivelsen af kantvegetationen (rørsumpen) er begrænset af, at den ikke har kunnet undersøges i detaljer fra vandsiden. Beskrivelsen artssammensætningen og arternes relative hyppighed gælder derfor kun den del af kantvegetationen, der kan ses fra vandsiden uden detaljeret gennemgang og undersøgelse.

Resultaterne af undersøgelsen i 2021 er således direkte sammenlignelige med resultaterne af undersøgelsen i 2001 og 2017, og den giver på den måde et billede af dels den aktuelle vegetationstilstand (bevaringstilstand hhv. økologiske tilstand) og dels udviklingen af denne gennem de seneste 20 år.

---

[1] I 2001 blev der også anvendt følgende to intervalklasser: + = meget fåtallig (0-0,5%) og ++ = fåtallig (0,5-1%). I 2017 er der anvendt intervalklasse 1 til at dække hele intervallet >0-5%. I den grafiske sammenligning af resultaterne fra alle tre undersøgelser er klasserne + og ++ fra 2001 angivet som intervalklassen 1.



Figur 2.1. Oversigt over inddelingen af Gudenåen i segmenter på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø.

3 RESULTATER OG VURDERING

Undersøgelsen blev gennemført i dagene 3.-5. september 2021. Vejret var på undersøgelsesdagene præget af svag vind og primært solskin. Vandet i åen var ganske klart, hvilket gjorde det muligt at se bunden til en dybde på mere end 2 meter. Sidstnævnte betyder, at kun de dybeste partier måtte undersøges udelukkende ved brug af rive.

Trods det sene tidspunkt i forhold til planternes vækstperiode, var alle arter i en sådan tilstand, at de uden problemer kunne identificeres og deres forekomst kvantificeres.

Det er på denne baggrund vurderingen, at undersøgelsen er gennemført under noget nær de bedst mulige forhold, vejret, tidspunktet og vandets beskaffenhed (dybde og klarhed) taget i betragtning, og at resultaterne derfor kan betragtes som retvisende for vegetationstilstanden i 2021.

3.1 ARTSSAMMENSÆTNING

I bilag 1 er givet en liste over samtlige registrerede arter af vandplanter, flydebladsplanter og kant-/sumpplanter på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø, mens bilag 2 indeholder en oversigt over de registrerede arter og deres hyppighed mm. på de enkelte delstrækninger og i de enkelte segmenter.

Den registrerede artssammensætning var ved undersøgelsen i 2021 stort set den samme som ved undersøgelsen i 2017.

Dog blev der ved den seneste undersøgelse registreret spredte forekomster af både Tornfrøet og Tornløs Hornblad på hele strækningen – to arter, der på grund af fravær af rødder kun sjældent forekommer i vandløb. Der var tale om både små og større bevoksninger, der ude i strømmen sad forankret på skuddene af langskudsplanterne og bladstænglerne af Gul Åkande samt i de oprette stængler af eks. Sø-Kogleaks.

Det er formodningen, at forekomsterne ned over strækningen skyldes løsrevne planter og skud, der fra bevoksningerne af de to arter i de søagtige partier øverst på strækningen er blevet ført med strømmen ned over strækningen, og som efter forankringen i den øvrige vegetation har formået at vokse videre og danne indtil større bevoksninger.

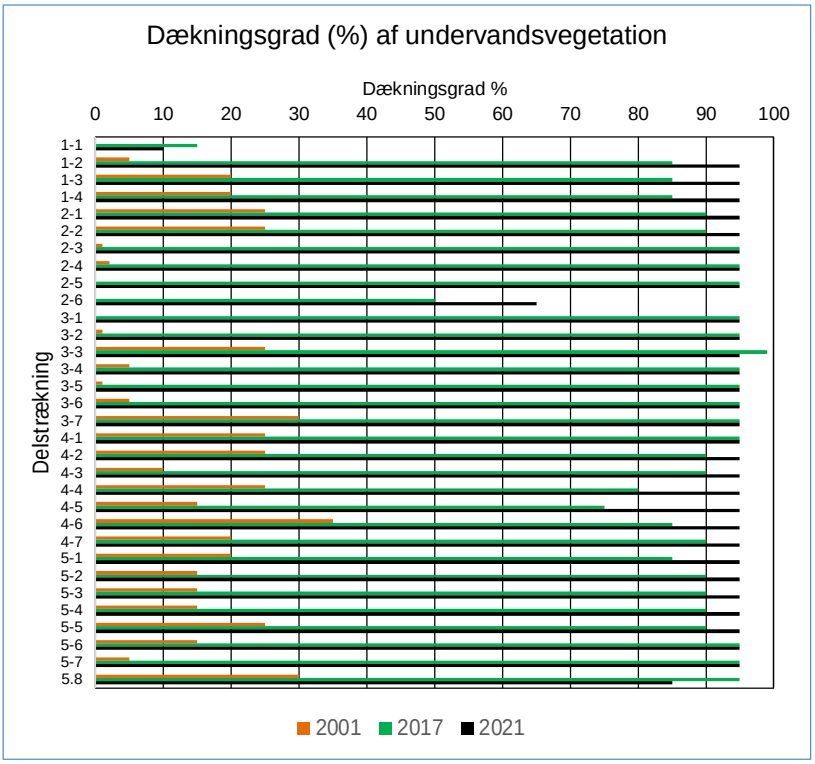
Et enkelt sted blev der registreret Robust Strømmos, siddende fast på sten på stor dybde, ligesom der i to tilfælde blev registreret små og isolerede forekomster af Kredsbladet og Almindelig Vandranunkel, sidstnævnte i en af de mange lavvandede udposninger på profilet nedstrøms Tvilum Bro. På grund af højere vandstand var bevoksninger af Lancetbladet Ærenpris og Bidende Pileurt blevet overskyllet, hvorfor de to arter forekom i vandformen, ligeledes i udposninger på profilet.

Den vandaks-krydsning, der ved undersøgelsen i 2017 formodedes at kunne være Glinsende x Langbladet Vandaks, viste sig efterfølgende at være krydsningen Glinsende x Hjertebladet Vandaks (Potamogeton x salicifolius)

3.2 UNDERVANDSVEGETATIONENS DÆKNINGSGRAD OG DYBDEUDBREDELSE

3.2.1 DEN SAMLEDE UNDERVANDSVEGETATION

Bortset fra den øverste del af strækningen, som har karakter af sø, og hvor undervandsvegetationens dækningsgrad i strømløbet er begrænset af vanddybden, var hovedparten af vandløbsbunden (mellem kant- og sumpvegetationen langs og på bredderne) i 2021 dækket af undervandsvegetation, se figur. 3.2.1.



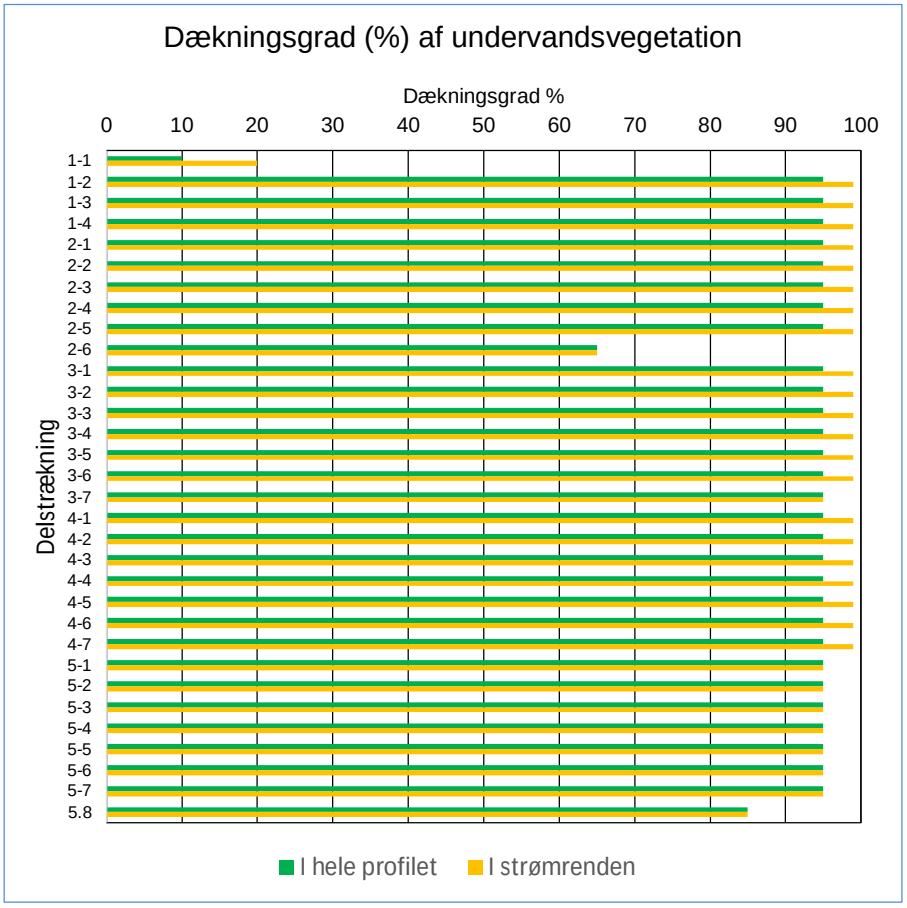
Figur 3.2.1. Oversigt over den samlede undervandsvegetations dækningsgrad (i % af bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet) i 2001, 2017 og 2021. Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.7 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).

Den høje gennemsnitlige dækningsgrad på >90%[2] dækker over steder med fuldstændig bunddækkende bevoksninger såvel som steder med ubevoksede bundflader, sidstnævnte især, hvor der er udposninger på profilet. Nogle af disse steder var helt uden undervandsvegetation, mens andre havde meget spredt vegetation, trods lav vanddybde, og atter andre husede en næsten bunddækkende vegetation. Forklaringen er formodentlig, at disse områder er tidvis dækkede med andemad eller sammenskyllet grøde, samt at bunden er dækket af tykke lag af slam og detritus (døde planterester), der for mange arter er et dårlig rodfæstningsmedium.

[2] Det bemærkes, at dækningsgraden er vurderet som den del af bundfladen, der set lige ovenfra, er dækket af vegetation. Da mange af arterne danner lange, kronedannende skud med størst biomasse i eller nær overfladen, kan der ved bunden være bare flader, selvom vegetationen set ovenfra er langt mere dækkende.

Den højere gennemsnitlige dækningsgrad i 2021 hænger sammen med, at undervandsvegetationen stort set overalt vokser til største dybde i profilet. Enkelte steder, fortrinsvis i sving, er vanddybden dog større end dybdeudbredelsen, hvorfor de dybeste partier er uden undervandsvegetation. Dækningsgraden bedømmes som den del af bunden, der set ovenfra er dækket af vegetation, og fordi der i 2021 i modsætning til 2017 ikke var skåret grøde forud for undersøgelsen, fremstod vegetationen i profilet med lidt større dækningsgrad i 2021 end i 2017. Denne lidt større dækningsgrad skal ikke ses som udtryk for en generel fortætning af undervandsvegetationen, men derimod som udtryk for, at undervandsvegetationens tæthed (dækningsgrad), under hensyntagen til nøjagtigheden på bedømmelserne, i 2021 var stort set uforandret i forhold til undersøgelsen i 2017.

Den samlede vegetations gennemsnitlige dækningsgrad var i 2021 ganske lidt større i strømrenden end i profilet som helhed betragtet, se figur 3.2.2.



Figur 3.2.2. Oversigt over den samlede undervandsvegetations dækningsgrad i % af bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet) henholdsvis i strømrenden i 2021. Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.8 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).

Denne lille forskel skyldes fortrinsvis, at vegetationen i strømrenden var stort set bunddækkende, mens de ubevoksede bundflader fortrinsvis forekom i bræmmerne omkring strømrenden og i udposningerne på profilet.

3.2.2 DE HYPPIGSTE ARTER AF UNDERVANDSPLANTER

Forekomsten og hyppigheden af de mængdemæssigt vigtigste undervandsarter i profilet som helhed betragtet henholdsvis i strømrenden er vist i figur 3.2.3-3.2.9.

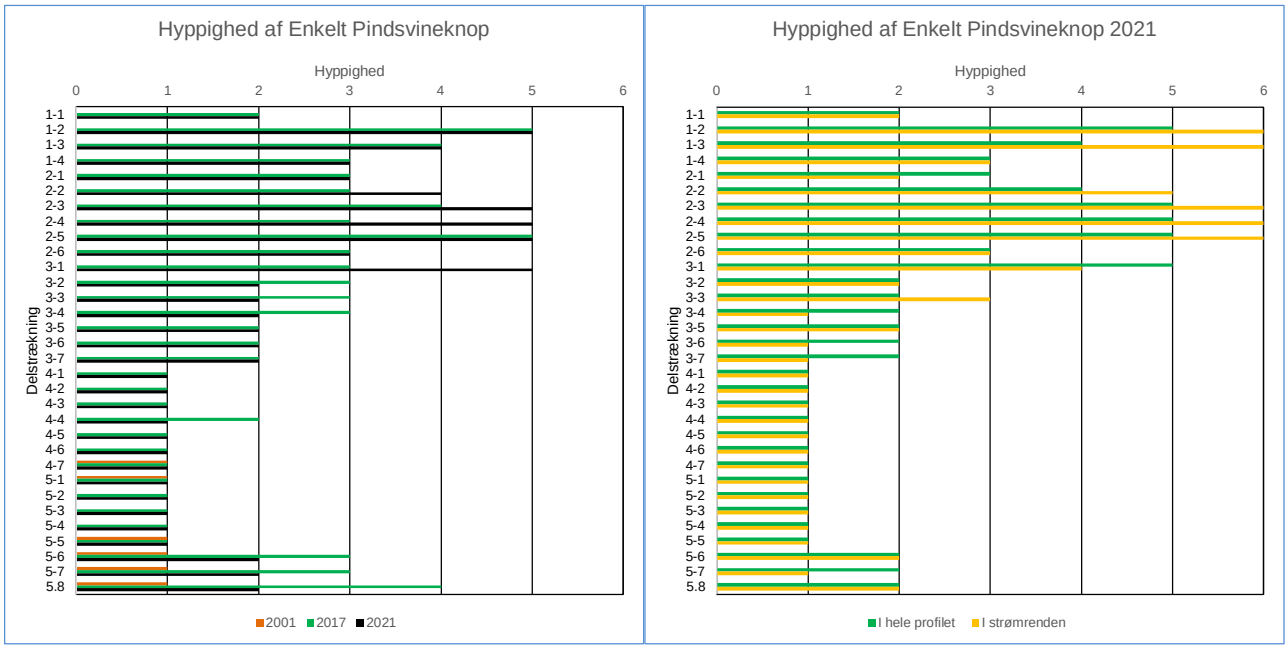
I forhold til de forskelle mellem årene, som graferne viser, bemærkes det, at fordi hyppigheden er beskrevet ved brug af hyppighedsklasser, der for hovedpartens vedkommende spænder over brede intervaller af dækningsgrader, så vil en forskel på en enkelt hyppighedsklasse som oftest svare til en forskel i dækningsgraden, der er mindre end et fuldt interval.

Hvis en art eksempelvis er bedømt til hyppigheden 2 i 2017 og 3 i 2021, så er det ikke nødvendigvis ensbetydende med at dækningsgraden er ændret med den fulde forskel mellem de to dækningsgradsklasser. Hyppigheden 2 kan eksempelvis være valgt som udtryk for en vurderet dækningsgrad på knap 25 %, mens hyppigheden 3 kan være valgt som udtryk for en vurderet dækningsgrad på godt 25%, svarene til en forskel, der er væsentlig mindre end den fulde forskel mellem middelværdien i de to klasser (15 % vs. 37,5 %). Ændringer af arternes hyppighed skal ses med forbehold herfor.

Enkelt Pindsvineknop

Enkelt Pindsvineknop forekommer i profilet som helhed betragtet med størst hyppighed på strækningen mellem Silkeborg Langsø og Svostrup Bro samt på den nederste del af strækningen, mens forekomsten er langt mindre på den mellemliggende stækning, se figur 3.2.3.

Forekomsten i strømrenden følger samme mønster, dog med den forskel, at hyppigheden i strømrenden øverst overstiger hyppigheden i profilet som helhed betragtet. Denne forskel hænger sammen med, at der i bræmmerne omkring strømrenden findes andre arter, mens der i strømrenden stort set kun findes Enkelt Pindsvineknop. Samt med, at skæring af Enkelt Pindsvineknop erfaringsmæssigt fremmer tætheden.



Figur 3.2.3. Oversigt over hyppigheden af Enkelt Pindsvineknop 1) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet) 2001-2021 (tv.) og 2) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet hhv. i strømrenden i 2021 (th.). Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.8 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).

Hyppigheden af Enkelt Pindsvineknop var i 2021 næsten uforandret i forhold til undersøgelsen i 2017, idet det dog bemærkes, at der særlig nedstrøms Sminge Sø og nedstrøms Kongensbro Bro blev registreret en vis nedgang i hyppigheden.

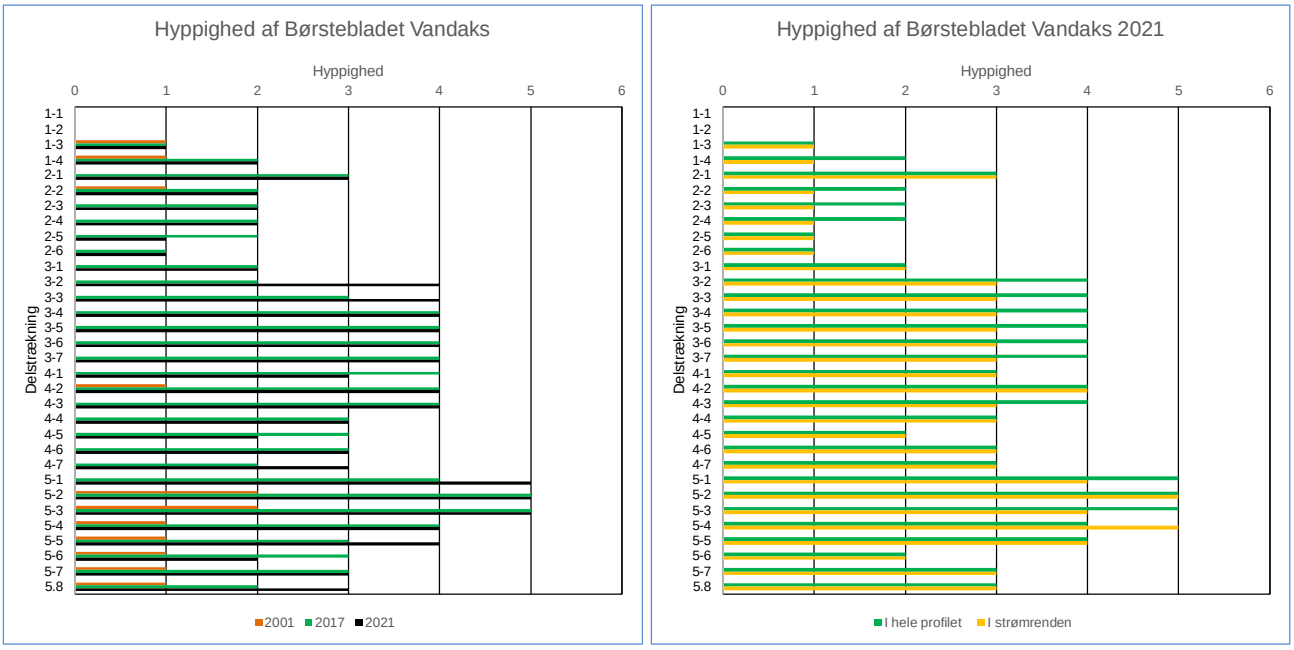
Det bemærkes endvidere, at der i al væsentlighed var stor overensstemmelse mellem hyppigheden af Enkelt Pindsvineknop i og omkring strømrenden. Eller sagt på en anden måde: hvor hyppigheden var stor i strømrenden, var den også stor i bræmmerne omkring strømrenden, og vice versa.

Hyppigheden i strømrenden korresponderer dermed godt med hyppigheden i bræmmerne omkring strømrenden. Der er således ikke opstået en markant overhyppighed af Enkelt Pindsvineknop i strømrenden, således som det var tilfældet i Nørreå i 2011.

Børstebladet Vandaks

Børstebladet Vandaks i den særlige vandløbsform med meget lange skud og relativt brede blade er strækningens hyppigste og mest udbredte art, se figur 3.2.4. Hyppigheden er størst nedstrøms Sminge Sø, og her danner den generelt store og veludviklede bevoksninger, der stedvis, eks. nær Truust, dækker det meste af bundfladen i profilet. Udbredelsen og hyppigheden i profilet som helhed betragtet genfindes i al væsentlighed i strømrenden.

Både udbredelsen og hyppigheden var i 2021 i al væsentlighed uforandret i forhold til undersøgelsen i 2017.

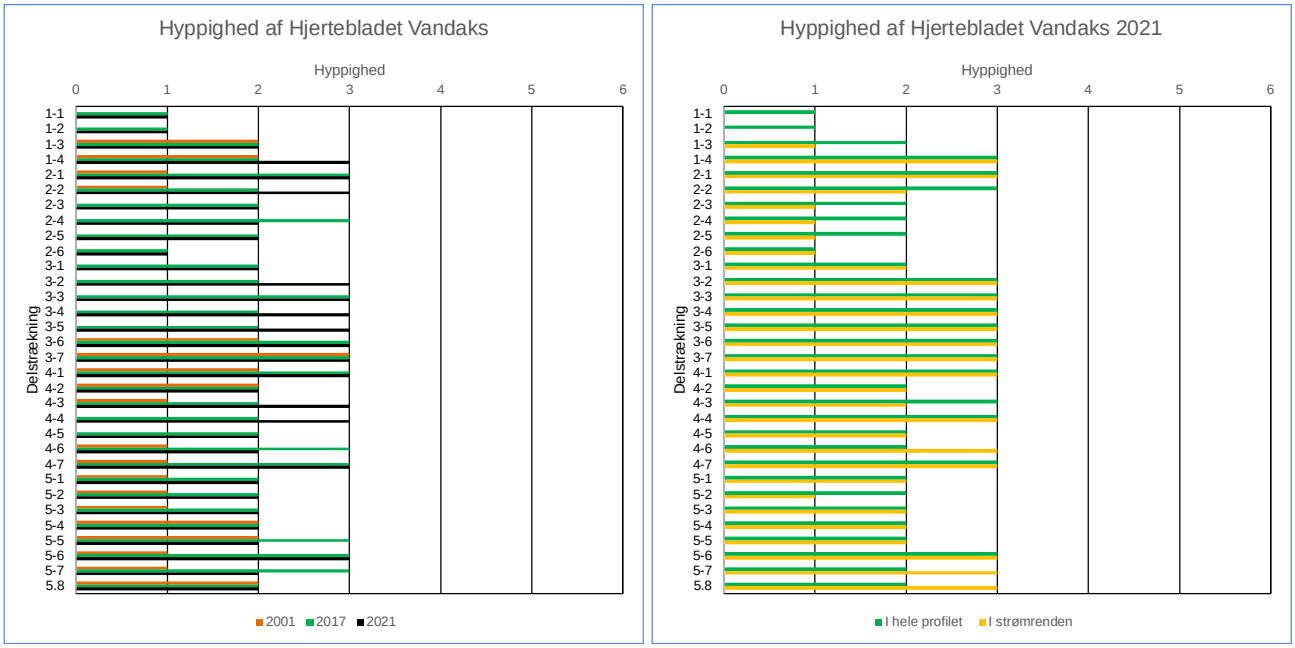


Figur 3.2.4. Oversigt over hyppigheden af Børstebladet Vandaks 1) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet) 2001-2021 (tv.) og 2) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet hhv. i strømrenden i 2021 (th.). Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.8 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).

Få steder på strækningen, og da kun i ringe mængde og i udposninger på profilet, findes der også Børstebladet Vandaks i den typiske form med korte og mere buskede skud med smalle og tilspidsede blade.

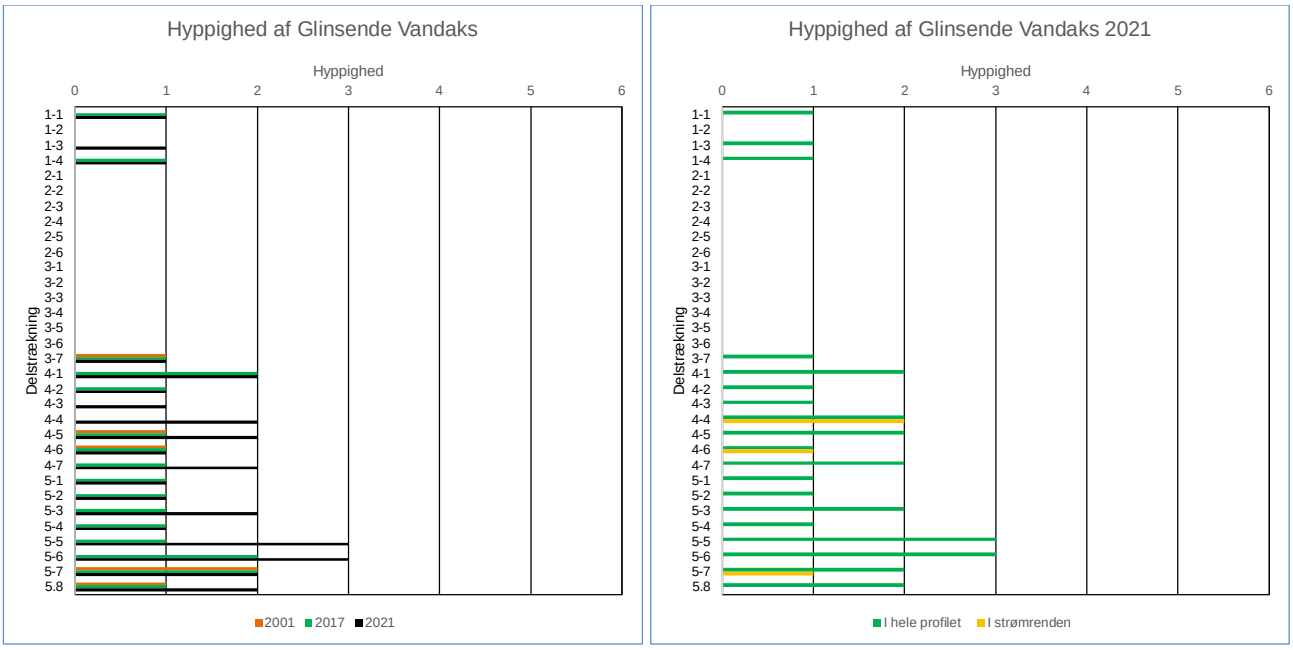
Hjertebladet vandaks er almindelig på hovedparten af strækningen, se figur 3.2.5, og særlig på den mellemste del af strækningen udgør den en meget væsentlig del af den samlede vegetation, både i strømrenden og i bræmmerne omkring denne.

Både udbredelsen og hyppigheden var i 2021 i al væsentlighed uforandret i forhold til undersøgelsen i 2017.



Figur 3.2.5. Oversigt over hyppigheden af Hjertebladet Vandaks 1) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet) 2001-2021 (tv.) og 2) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet hhv. i strømrenden i 2021 (th.). Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.8 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).

Glinsende Vandaks har nogle få og små forekomster på den øverste halvdel af strækningen, mens den er vidt udbredt og danner indtil meget store bevoksninger og derfor forekommer med betydelig hyppighed på den nedre del af strækningen fra kort opstrøms Tvilum Bro til Tange Sø, se figur 3.2.6.

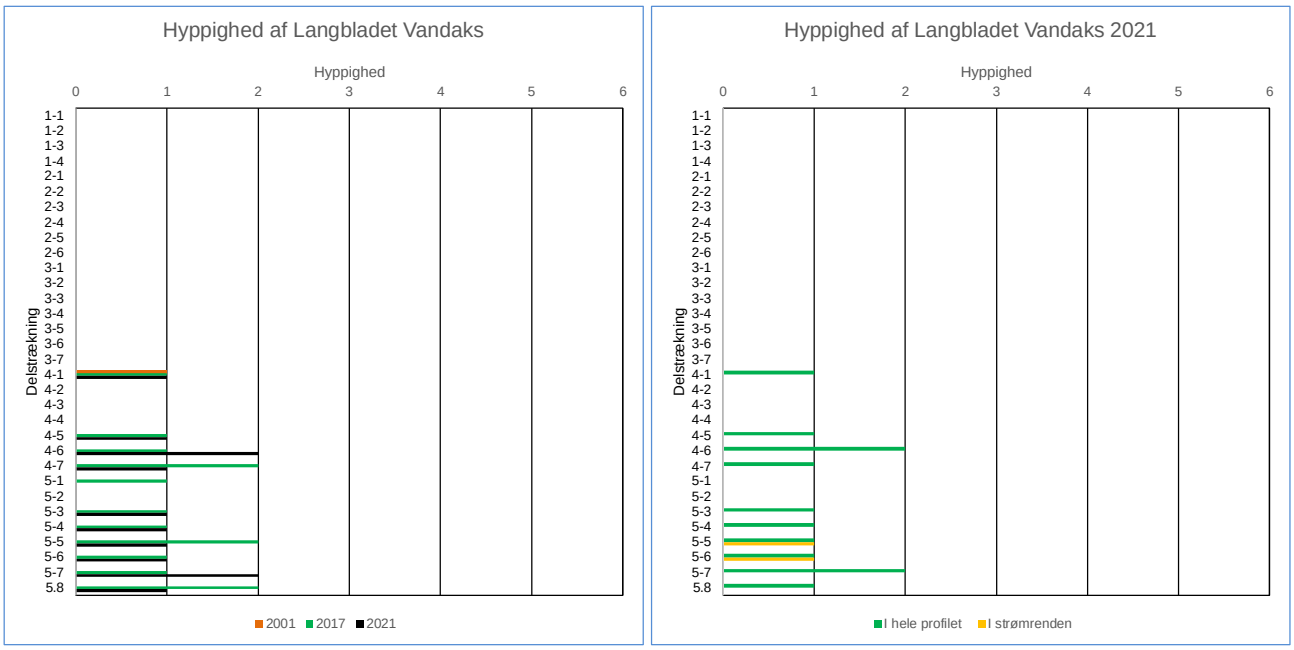


Figur 3.2.6. Oversigt over hyppigheden af Glinsende Vandaks 1) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet) 2001-2021 (tv.) og 2) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet hhv. i strømrenden i 2021 (th.). Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.8 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).

Mens udbredelsen er stort set uændret i forhold til 2017, er hyppigheden øget. Bevoksningerne findes primært i bræmmerne omkring strømrenden og i særlig grad i bræmmerne i indersiden af svingene. Artens udbredelse i profilet synes i nogen grad at være begrænset af vandstrømmen, og det er formodentlig en medvirkende årsag til, at den kun i begrænset omfang forekommer i den skårne strømrende. Medvirkede årsag kan også være, at den tåler grødeskæring mindre godt end de arter, der aktuelt dominerer i strømrenden.

Langbladet Vandaks

Langbladet Vandaks er den mindst hyppige og mindst udbredte blandt strækningen store og bredbladede vandaks-arter. Forekomsten er begrænset til strækningen mellem Tvilum Bro og Tange Sø, og hyppigheden er forholdsvis ringe, se figur 3.2.7.



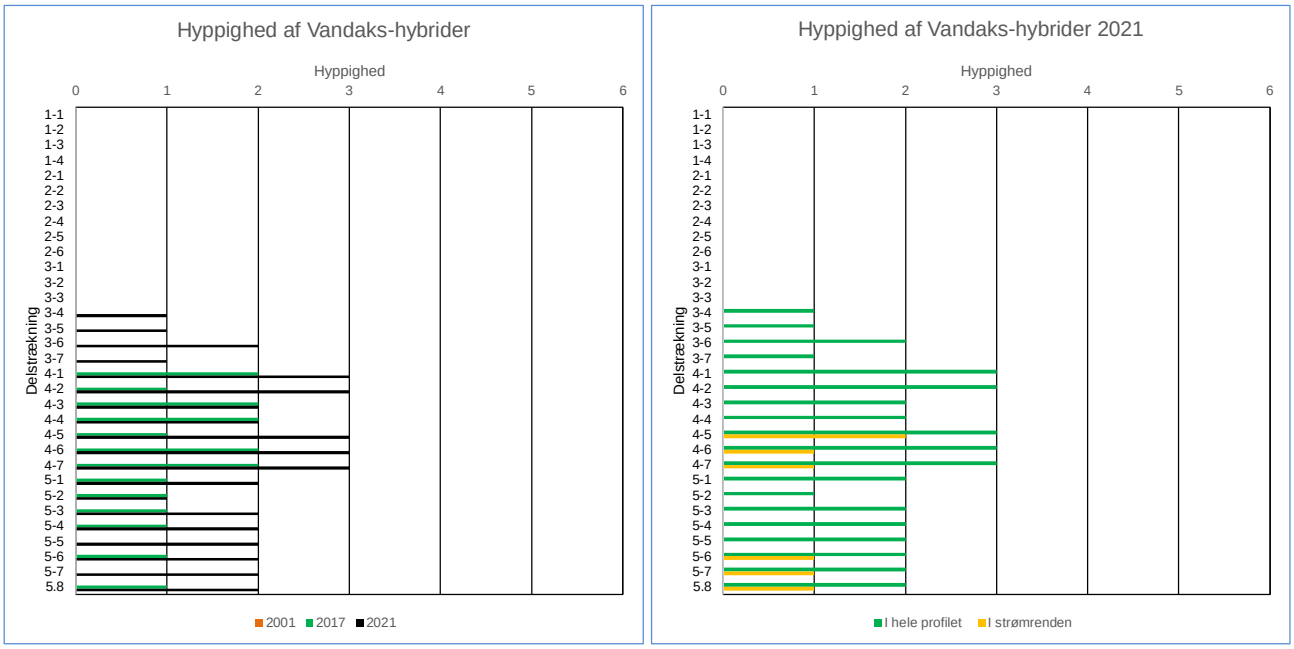
Figur 3.2.7. Oversigt over hyppigheden af Langbladet Vandaks 1) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet) 2001-2021 (tv.) og 2) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet hhv. i strømrenden i 2021 (th.). Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.8 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).

Bevoksningerne er generelt ret små og findes typisk i bræmmerne omkring strømrenden og fortrinsvis på steder med de mest rolige strømforhold, det vil sige i de brednære dele af bræmmerne omkring strømrenden og i indersiden af sving. Det er formodentlig forklaringen på, at arten kun få steder og i ringe mængde forekommer i strømrenden. Både udbredelsen og hyppigheden var i 2021 i al væsentlighed uforandret i forhold til undersøgelsen i 2017. De observerede forskelle kan bero på, at artens forekomster nogle steder er vanskelige at kvantificere på grund af overgroningen fra de øvrige arter.

De to vandakshybrider – Potamogeton x salicifolius og Potamogeton x undulatus – findes udelukkende på den nedre halvdel af strækningen, se figur 3.2.8, førstnævnte fra et stykke opstrøms Tvilum Bro og nedefter, sidstnævnte fra Tvilum Bro og nedefter.

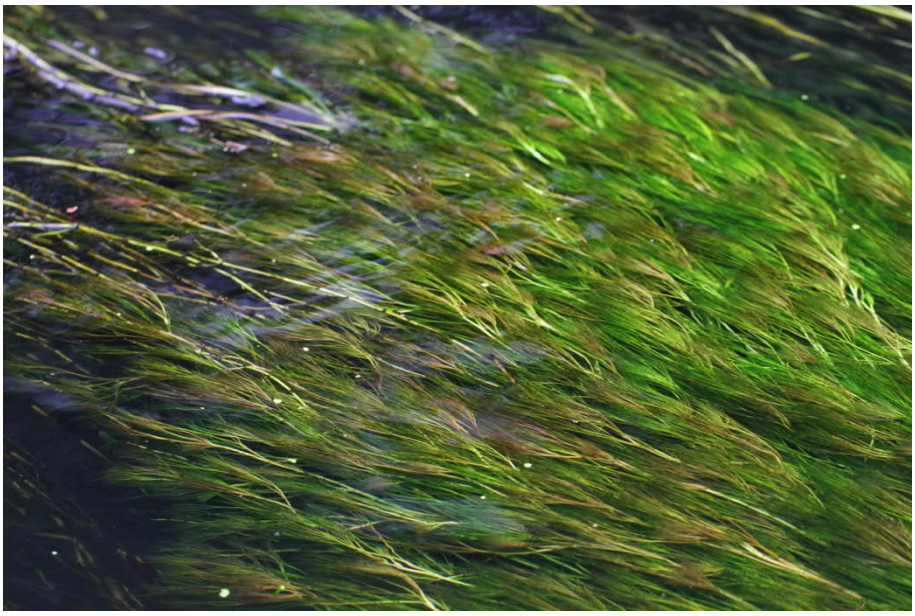
Begge hybriders udbredelse og hyppighed er øget markant siden 2017, og særlig Potamogeton x salicifolius danner nu indtil ganske store bevoksninger, fortrinsvis i bræmmerne omkring strømrenden, men skuddene svajer flere steder ind i strømrenden. Potamogeton x undulatus forekommer omvendt især inderst i grødebræmmerne omkring strømrenden og med de største bevoksninger i indersiden af svingene og på steder med rolige strømforhold.

Kun få steder er hybriderne registreret ude i strømrenden.

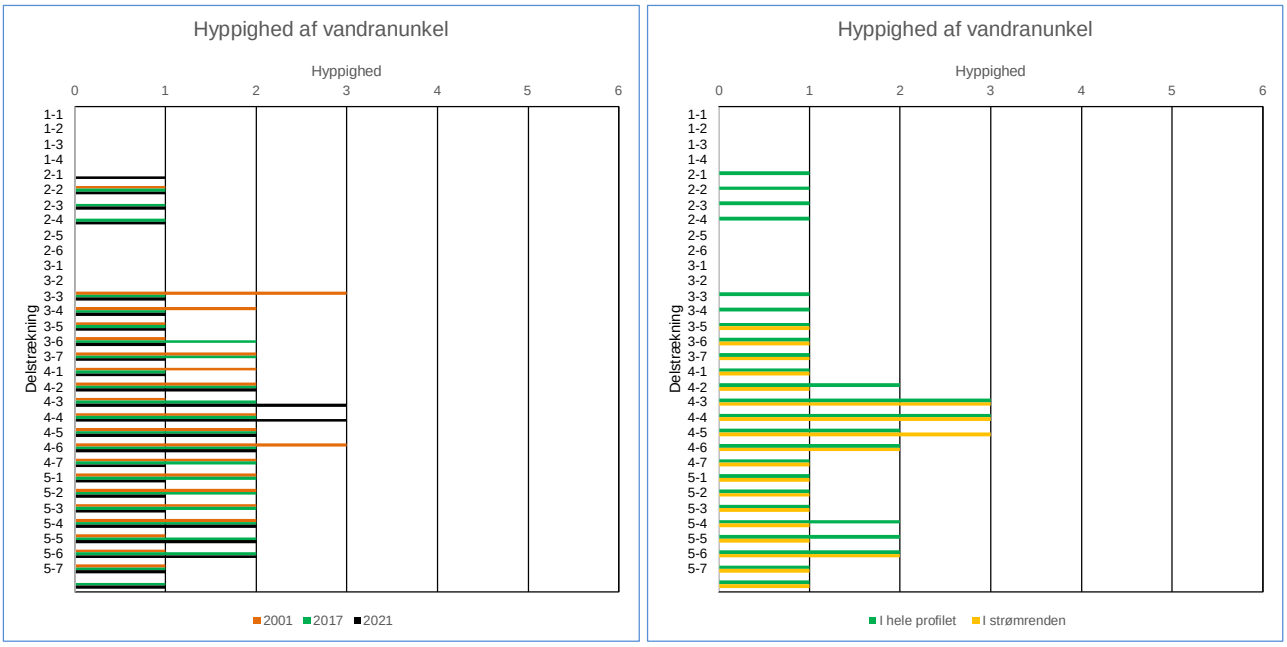


Figur 3.2.8. Oversigt over hyppigheden af Vandaks-hybrider (Potamogeton x salicifolius og x undulatus) 1) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet) 2001-2021 (tv.) og 2) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet hhv. i strømrenden i 2021 (th.). Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.8 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).

Vandranunkel



Vandranunkler - Symes Vandranunkel og Strand-vandranunkel - der ikke kan adskilles i vegetativ tilstand, findes på en stor del af strækningen. De mangler øverst og på dele af strækningen opstrøms Sminge Sø, men optræder omvendt med betydelig hyppighed på strækningen nedstrøms Tvilum Bro, se figur 3.2.9.



Figur 3.2.9. Oversigt over hyppigheden af Vandranunkel (Strand- og Symes Vandranunkel) 1) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet) 2001-2021 (tv.) og 2) på bundfladen mellem kantvegetationen i begge sider af vandløbet hhv. i strømrenden i 2021 (th.). Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.8 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).

Udbredelsesmønsteret og hyppigheden i profilet som helhed betragtet blev for en stor dels vedkommende genfundet i strømrenden.

Det bemærkes, at begge de to arter af Vandranunkel udviser betydelig naturlig variation med hensyn til dækningsgrad. De overvintrer med korte grønne skud i lave puder på bunden, men allerede i det tidlige forår sker der en kraftig tilvækst, som kulminerer i forbindelse med blomstringen først på sommeren. På det tidspunkt når dækningsgraden maksimum i forbindelse med, at bevoksningerne langs bredderne og på steder med rolige strømforhold danner store flader af blomsterbærende skud helt oppe i vandoverfladen, mens bevoksninger på dybt vand og i kraftig strøm danner lange skud, der, også hvis de blomstrer, holdes helt eller delvis under vand af strømmen.

Efter blomstringen mindskes dækningsgraden gradvis i takt med, at bevoksningerne igen vender tilbage til rene undervandsbevoksninger med kortere skud.

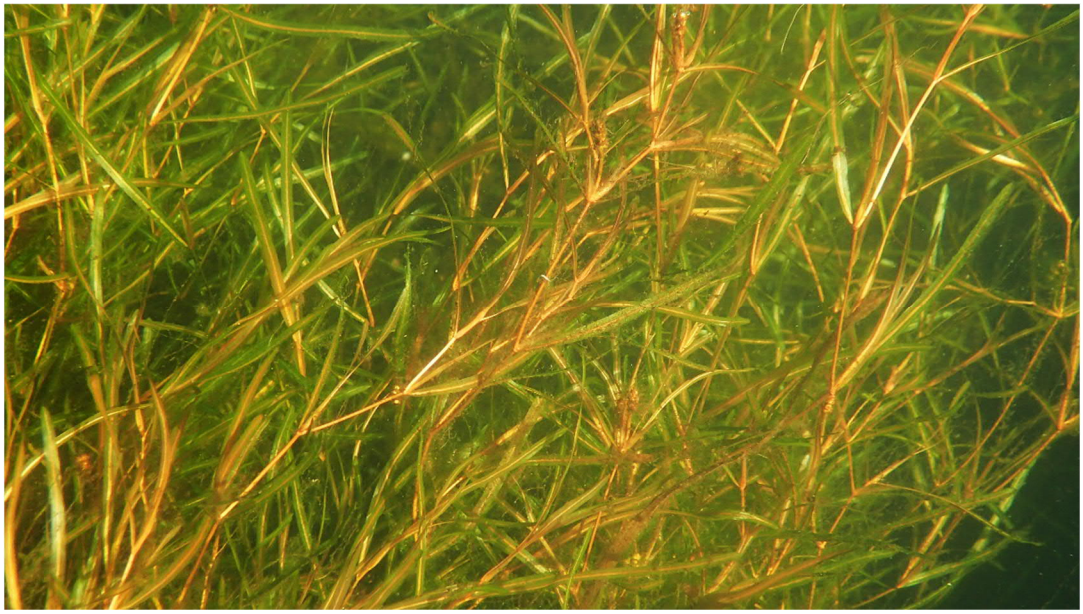
Både udbredelsen og hyppigheden var i 2021 i al væsentlighed uforandret i forhold til undersøgelsen i 2017. Til gengæld er der sket betydelige forandringer siden 2001, hvilket vurderes at hænge sammen med den øgede forekomst af især Børstebladet Vandaks, der samlet set er en mere konkurrencestærk art, dels fordi den i vækstperioden danner store og meget tætte bevoksninger, hvis lange skud rækker fra bund til overflade i hele vækstperioden, og dels fordi den overvintrer med en meget betydelig biomasse (høj dækningsgrad).

3.2.3 ØVRIGE ARTER AF UNDERVANDSPLANTER

Ovennævnte arter udgør i kraft af deres hyppighed og udbredelse hovedparten af undervandsvegetationen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø, men der findes derudover en lang række arter, som i kraft af en langt mindre hyppighed og for nogles vedkommende også begrænset udbredelse, syner af langt mindre.

Svømmende Vandaks forekommer på hovedparten af strækningen, hvor den fortrinsvis optræder helt eller delvis neddykket, og næsten udelukkende i bræmmerne omkring strømrenden. Enkelte steder er bevoksningerne forholdsvis store, men de fleste steder er der tale om islæt i den øvrige vegetation. Hyppigheden er øget lidt siden undersøgelsen i 2017.

Butbladet Vandaks forekommer kun i de brednære dele af grødebræmmerne omkring strømrenden, og der først og fremmest i udposninger på profilet med helt eller næsten stillestående vand. De stedvis meget tætte bevoksninger er for en stor dels vedkommende uden rodfæste og derfor afhængige af helt eller næsten stillestående vand.



Liden Vandaks foretrækker samme voksesteder, men vokser også nogle steder i randen af strømrenden eller på lavvandede flader i udposninger på profilet, både steder med og uden vandstrømning.

Almindelig Kildemos vokser udelukkende fasthæftet til bundens sten og optræder med størst hyppighed på den nedre del af strækningen, hvor den særlig nederst er blandt de dybest voksende arter.

Brudelys og Sø-kogleaks forekommer begge på hovedparten af strækningen. Brudelys forekommer ude i profilet fortrinsvis i undervandsformen med forholdsvis slappe og bøjelige undervandsblade. Arten er ikke registreret i den skårne strømrende, til trods for at den tidligere forekom også på de bundflader, hvor der nu skæres grøde.

Sø-kogleaks forekommer fortrinsvis i bræmmerne omkring strømrenden, hvor få oprette stængler som oftest er ledsaget af mange undervandsblade.

Gul Åkande forekommer på store del af strækningen i undervandsformen med store bløde undervandsblade, og flere steder udgør disse en relativt stor del af den samlede undervandsvegetation.

3.3 FLYDEBLADSPLANTER

Næsten overalt på strækningen er der i randen af kant- og sumpvegetationen og derfra et stykke ud i profilet, afhængig af strømforholdene, forekomst af Andemad og Frøbid, mens Gul Åkande har en langt større udbredelse i profilet.

Den samlede forekomst af Andemad er meget variabel, idet rolige afstrømningsforhold og faldende vandføring begunstiger udviklingen, mens stigende vandstand og vandføring fører til bortskylning og reduktion af forekomsterne. Blandt de tre registrerede arter – Stor, Liden og Tyk andemad – var førstnævnte den hyppigst forekommende, mens tyk andemad var den mindst hyppige. Rød Andemad blev ikke registreret på strækningen.

Frøbid forekommer på hele strækningen med små og mellemstore bevoksninger, der for hovedpartens vedkommende er med typiske flydeblade på overfladen. Derudover er der registreret ganske mange forekomster, som var permanent neddykkede, hængende fast i bevoksningerne af især de store Vandaks-arter. Der er formodentlig tale om bevoksninger, som er blevet skyllet løs i forbindelse med stigende vandstand, og som er blevet ”fanget” i den øvrige vegetation, hvor de tydeligvis formår at leve videre i neddykket tilstand.

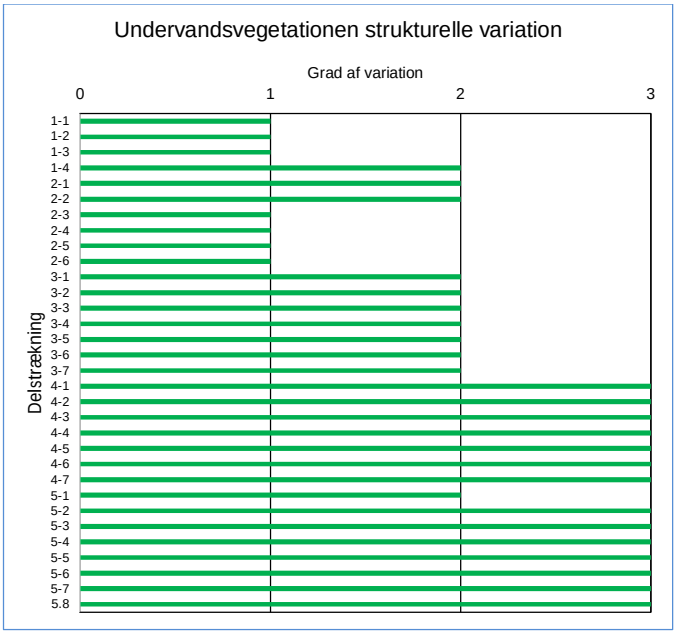
Gul Åkande i den typiske flydebladsform forekom kun sparsomt på strækningen, dels fordi vandstanden var relativt høj og havde bevirket neddykning af bladene, og dels fordi disse var i tydeligt henfald.

3.4 KANT- OG SUMPPLANTER

Kant- og sumpvegetationen, der består af arter med rodfæste under vand såvel som arter med rodfæste på våd bund, var ved denne undersøgelse som ved de tidligere undersøgelser veludviklet og artsrig. De fleste af arterne er flerårige og udviser derfor kun ringe år-til-år-variation, og da kant- og sumpvegetationen har været veludviklet i mange år, er der - ikke overraskende - ikke sket nævneværdige forandringer siden undersøgelsen i 2017.

3.5 UNDERVANDSVEGETATIONENS STRUKTURELLE HETEROGENITET (VARIATION)

Den strukturelle heterogenitet er et udtryk for graden af variation i undervandsvegetationen, artsmæssigt såvel som på tværs og på langs i profilet. Hvis undervandsvegetationen består af kun én art, er den strukturelle variation 0, og omvendt, hvis mange arter vokser i mosaik med hinanden, og der er stor variation på tværs og på langs i profilet, så er den strukturelle heterogenitet 3. Figur 3.5.1. viser undervandsvegetationens vurderede strukturelle heterogenitet på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø.



Figur 3.5.1.Oversigt over den strukturelle heterogenitet (graden af variation og mosaikdannelse) i undervandsvegetationen 2021 (0 = ingen variation; 1 = lille variation; 2 = moderat variation; 3 = stor variation). Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.8 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).

Øverst på strækningen, hvor Enkelt Pindsvineknop dominerer og dækker hovedparten af bundfladen, er den strukturelle heterogenitet vurderet til at være ringe. At der trods dominansen af Enkelt Pindsvineknop alligevel er en vis variation, skyldes forekomsten af nogle få andre arter i bræmmerne omkring strømrenden.

Omkring Resenbro Bro øges variationen som følge af betydelige forekomster af især Børstebladet og Hjertebladet Vandaks, både i og omkring strømrenden, men falder igen efterfølgende på grund af tiltagende hyppighed og dominans af Enkelt Pindsvineknop og aftagende hyppighed af øvrige arter.

Nedstrøms Sminge Sø øges variationen igen, takket være en forholdsvis artsrig og blandet vegetation, særlig i bræmmerne omkring strømrenden, men til dels også i sidstnævnte.

Den højeste grad af strukturel heterogenitet findes på strækningen fra kort opstrøms Tvilum Bro og ned til Tange Sø. Den store variation skyldes, at der på denne strækning i tillæg til især Hjertebladet og Børstebladet Vandaks forekommer store bevoksninger af Glinsende Vandaks og de to Vandaks-hybrider samt store bevoksninger af Vandranunkel samt spredte bevoksninger af Langbladet Vandaks. I et enkelt segment på denne strækning er den strukturelle heterogenitet dog kun vurderet som moderat, idet Børstebladet Vandaks her danner meget store og i forhold til de øvrige arter dominerende bevoksninger.

3.6 UNDERVANDSVEGETATIONENS TILSTAND

Der findes ikke et system til bedømmelse af bevaringstilstanden for naturtype 3260 – vandløb med vandplanter. Det er heller ikke muligt at foretage bedømmelse af vandløbsvegetationens økologiske tilstand ved brug af Dansk Vandløbs Plante Indeks (DVPI), dels fordi beregningsmodulet ikke er tilgængeligt, og dels fordi datagrundlaget i denne undersøgelse ikke er tilvejebragt og har den struktur, som er forudsat ved DVPI-beregninger.

For alligevel at få et indtryk af vandløbsvegetationens tilstand er der foretaget en fagligt baseret bedømmelse af tilstanden i de enkelte segmenter ned over strækningen. Bedømmelsen er fokuseret på undervandsvegetationen, idet kant-/sumpvegetationen og flydebladsvegetationen i randen af kantvegetationen er upåvirket af den grødeskæring, der er blevet og bliver gennemført i medfør af regulativet. Og hvis tilstand i øvrigt vurderes at være bestemt af åens hydrologiske og vandkemiske forhold samt arealanvendelsen på de ånære arealer.

Bedømmelsen af tilstanden i de enkelte segmenter tager afsæt i en vurdering af, at vegetationens artssammensætning og strukturelle variation på strækningen fra Tvilum Bro og nedefter samlet set er bedømt som god.

Det er på denne strækning, at artsantallet er størst, samtidig med at det mængdemæssige forhold mellem arterne er mest ligeligt, mosaikagtigt og uforstyrret, og samtidig med at artssammensætningen og det mængdemæssige forhold mellem arterne i strømrenden ikke er markant afvigende i forhold til randen af bræmmerne omkring strømrenden.

Undervandsvegetationen har på hele strækningen fra Silkeborg til Tange Sø været i konstant udvikling siden vandet i åen blev klart og bevirkede en meget markant udvikling af undervandsvegetationen, kvalitativt såvel som kvantitativt, men strækningen fra Tvilum Bro og nedefter har i dag udviklet den største artsrigdom og udviser den største strukturelle heterogenitet. Det er for denne strækning vanskeligt at pege på arter, der burde forekomme her, eller som vurderes at være fraværende eller have begrænset udbredelse og hyppighed på grund af de årlige grødeskæringer.

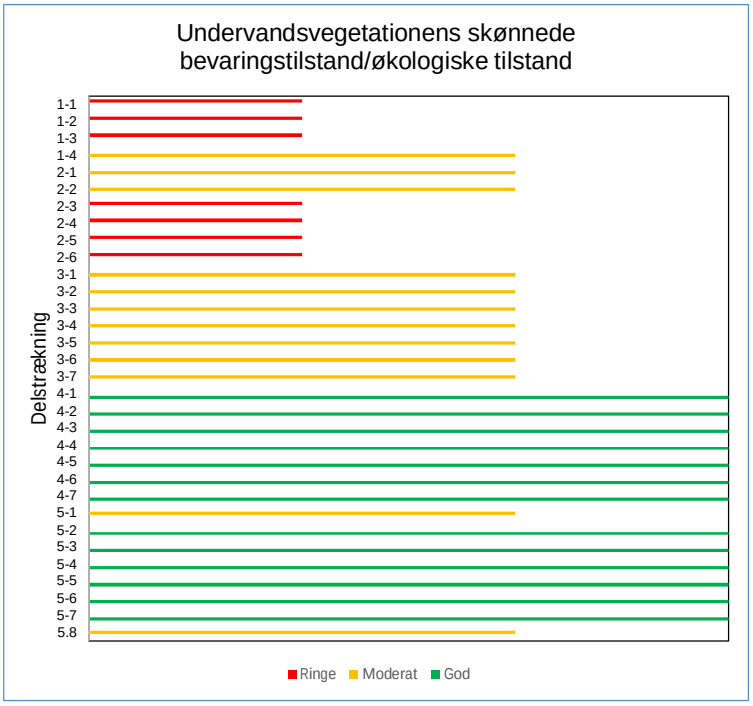
Der er ganske vist på strækningen habitatmæssigt grundlag for forekomst af flere arter af Vandaks, og når disse aktuelt ikke forekommer, så vurderes årsagen at være, at de endnu ikke er blevet spredt til strækningen mere end at deres indvandring og rodfæste er blevet begrænset af grødeskæringen. Det drejer sig eksempelvis om arter som Bændel-Vandaks og Brodbladet Vandaks, som især er knyttet til stillestående eller langsomt flydende vand, og som derfor vil kunne vokse inderst i grødebræmmerne og især i udposningerne på profilet.

Strækningen nedstrøms Tvilum Bro anvendes på denne baggrund som reference for den fagligt baserede bedømmelse ”god bevaringstilstand”, og samtlige øvrige segmenter er vurderet i forhold til denne:

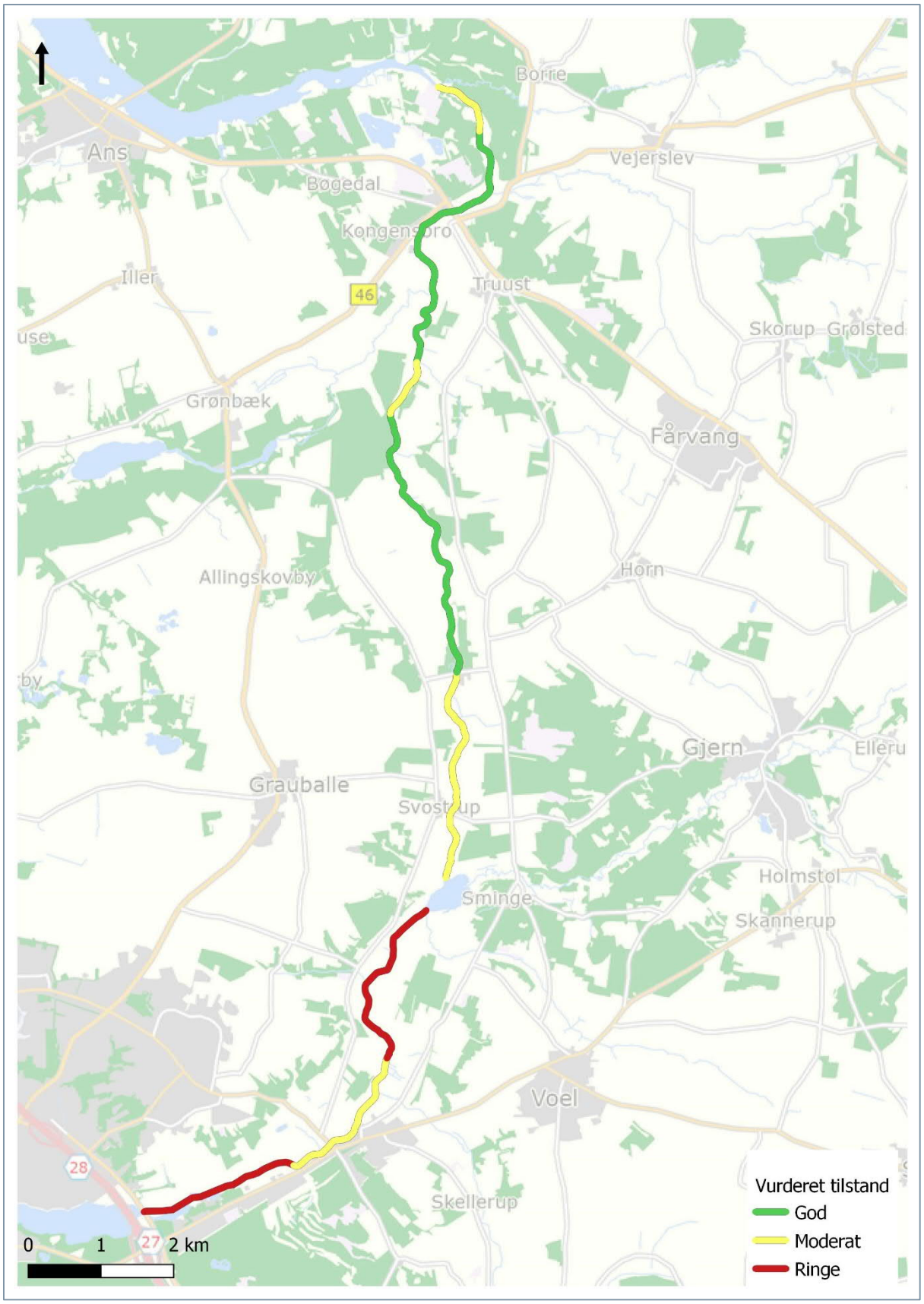
- Tilstanden på strækningen fra Silkeborg til opstrøms Resenbro Bro er vurderet som ringe, primært på grund af den store og dominerende forekomst af Enkelt Pindsvineknop både i og omkring strømrenden, sekundært på grund af forekomsten af kun få andre arter.
- Tilstanden på strækningen omkring Resenbro Bro er vurderet som moderat, idet der her er en mere artsrig og varieret undervandsvegetation, som dog med hensyn til både artsrigdom og strukturel variation er markant mindre veludviklet end på referencestrækningen.
- Tilstanden på strækningen fra et stykke nedstrøms Resenbro til Sminge Sø er vurderet som ringe, primært på grund af den store og dominerende forekomst af Enkelt Pindsvineknop både i og omkring strømrenden, sekundært på grund af forekomsten af kun få andre arter.
- Tilstanden på strækningen fra Sminge Sø til opstrøms Tvilum Bro er vurderet som moderat, idet der her er en mere artsrig og varieret undervandsvegetation, som dog med hensyn til både artsrigdom og strukturel variation er mindre veludviklet end på referencestrækningen. Samtidig udgør Børstebladet Vandaks en meget stor del af den samlede vegetation på denne strækning.

- Tilstanden på strækningen fra umiddelbart opstrøms Tvilum Bro til Allinggård Skov er vurderet som god, idet der her findes det største antal arter, heriblandt det største antal arter af store og bredbladede Vandaks, ligesom den strukturelle heterogenitet er størst her, både på tværs og på langs af vandløbet. Børstebladet Vandaks forekommer ganske vist med stor hyppighed, men sammen med andre arter, som også forekommer med stor eller betydelig hyppighed. Strømrenden huser samme arter og udviser samme variation som i de umiddelbart tilgrænsende dele af grødebræmmerne omkring strømrenden. Det kan ikke udelukkes, at nogle af arterne og hybriderne i bræmmerne omkring strømrenden ville have vokset ude i denne, hvis der ikke blev skåret grøde, men fordi fraværet eller den kun ringe forekomst i strømrenden også kan skyldes planternes naturlige fordeling i profilet i forhold til strømmen, vurderes undervandsvegetationen på strækningen samlet set at kunne bedømmes som god.
- Tilstanden på strækningen fra Allingård Skov til Tange Sø er med undtagelse af to segmenter (5.1 og 5.8) vurderet som god, idet man her for en stor dels vedkommende genfinder samme vegetationsmæssige kvaliteter som på referencestrækningen. I segment 5.1 er tilstanden vurderet som moderat, idet der her er særlig stor forekomst af Børstebladet Vandaks i forhold til de øvrige arter, og i segment 5.8 er der forholdsvis store forekomster af både Børstebladet Vandaks og Enkelt Pindsvineknop i forhold til de øvrige arter.

Vurderingerne af undervandsvegetationens tilstand er vist grafisk i figur 3.6.1 og på kort i figur 3.6.2.



Figur 3.6.1.Oversigt over undervandsvegetationens vurderede tilstand (bevaringstilstand/økologiske tilstand) i 2021. Segment 1.1-1.4 = Silkeborg Langsø – Resenbro; segment 2.1-2.6 = Resenbro – Sminge Sø; segment 3.1-3.7 = Sminge Sø-Tvilum Bro; segment 4.1-4.7 = Tvilum Bro-Allinggård Skov; segment 5.1-5.8 = Allinggård Skov – Tange Sø (Borre Å).



Figur 3.6.2.Oversigt over undervandsvegetationens vurderede tilstand (bevaringstilstand/økologiske tilstand) i 2021.

3.7 VEGETATIONEN I STRØMRENDEN VS. I PROFILET SOM HELHED

Nærværende undersøgelse blev gennemført mere end 2 måneder efter den regulativbestemte grødeskæring, der fandt sted medio juni. Der var derfor grundlag for at identificere og kvantificere arterne i strømrenden, idet der her havde været betydelig genvækst i tiden efter grødeskæringen.

3.7.1 UDVIKLINGEN EFTER GRØDESKÆRINGEN I JUNI

Det kunne ved gennemsejlingen af strækningen konstateres, at planternes skud- og bladlængde næsten overalt var mindre i strømrenden end i de omgivende grødebræmmer langs bredderne. Det er vurderingen, at denne tydelig forskel kan tilskrives grødeskæringen i juni, men det er alligevel overraskende, at hverken langskudsplanterne eller Enkelt Pindsvineknop har formået at udligne effekten af skæringen i løbet af de mere end 2 måneder, der var gået mellem grødeskæringen og denne undersøgelse.

Selvom der ikke findes data eller oplysninger om vandets klarhed i tiden efter grødeskæringen, så vurderes den umiddelbare forklaring på den observerede forskel mellem strømrenden og de omgivende grødebræmmer at være, at lysforholdene i strømrenden må have været begrænsende for genvæksten. Mens planterne i bræmmerne langs bredderne allerede på tidspunktet for grødeskæringen havde dannet lange skud, der nåede helt op i overfladen og derved gjorde planterne helt eller delvis uafhængige af lysforholdene ved bunden, kan planterne i strømrenden have været begrænset af dårlige lysforhold som følge af uklart vand. Dertil kommer, at grødeskæringen koncentrerede vandstrømmen i strømrenden og der skabte højere vandhastigheder, som også kan have været begrænsende for genvæksten

3.7.2 VEGETATIONEN I STRØMRENDEN VS. I DE OMGIVENDE BRÆMMER

Undersøgelsen har vist, at både vegetationens artssammensætning og arternes hyppighed i strømrenden i al væsentlighed er den samme som i randen af de omgivende grødebræmmer. Det er på den baggrund vurderingen, at grødeskæringen i al væsentlighed har fundet sted i et spor, der går gennem den vegetation, der på de forskellige dele af strækningen er bedst tilpasset både strømforholdene og dybden i åens naturlige strømrende, det vil sige bevoksninger af Børstebladet Vandaks og Hjertebladet Vandaks på en stor del af strækningen og Enkelt Pindsvineknop på den øvre del af strækningen og opstrøms Sminge Sø.

Det kan ganske vist ikke udelukkes, at grødeskæringen har bevirket en vis ændring af arternes udbredelse i profilet, idet især vandakshybriderne og Glinsende Vandaks kun optræder med ringe hyppighed i strømrenden, selv på steder med store bevoksninger af disse i de omgivende bræmmer. Det samme gælder i nogen grad også undervandsformen af Brudelys. Men det er lige så sandsynligt, at strømmen er den begrænsende faktor, eller at forekomsten/fraværet i strømrenden er en kombineret effekt.

Den tydelige korrelation mellem vegetationen i strømrenden og vegetationen i bræmmerne omkring strømrenden betyder, at grødeskæringen efter alt at dømme ikke har bevirket markante forandringer af hverken arternes udbredelsesmønstre i profilet eller det mængdemæssige forhold mellem arterne.

Det er på den baggrund vurderingen, at forholdene i strømrenden ikke på afgørende vis afviger fra forholdene i profilet som helhed betragtet. Det betyder, at selvom strømrenden isoleret betragtet fremstår mere artsfattig end de omgivende grødebræmmer, så afviger vegetationen i strømrenden ikke nævneværdigt i forhold den vegetation, man uden grødeskæring ville forvente at finde i og omkring den naturlige strømrende.

På den baggrund er det vurderingen, at grødens bevaringstilstand/økologiske tilstand i strømrenden ikke afviger fra den upåvirkede grødetilstand i åens naturlige strømrende i en sådan grad, at det i betydende grad påvirker bedømmelsen af den samlede tilstand i profilet i negativ retning.

Det betyder med andre ord, at tilstanden i strømrenden ikke vurderes at påvirke den samlede bedømmelse af bevaringstilstanden/den økologiske tilstand negativt, fordi der er god overensstemmelse mellem tilstanden i og omkring strømrenden, både hvor tilstanden er god (nedstrøms Tvilum Bro) og hvor den er moderat (især omkring Resenbro Bro) henholdsvis ringe (op og nedstrøms Resenbro Bro).

OBSERVATION

Ved grødeskæringen i juni blev der nedstrøms Kongensbro Bro skåret i et spor, der over nogle få hundrede meter afveg fra sporet ved de forudgående skæringer. Det betyder, at vegetationen i den oprindelige strømrende på denne korte strækning i vækstsæsonen 2021 har været upåvirket af grødeskæring. Det kunne ved undersøgelsen i september konstateres, at langskudsplanterne – især Hjertebladet og Børstebladet Vandaks – stod med tydeligt længere skud på denne korte strækning, end tilfældet var både op- og nedstrøms herfor. Samtidig kunne det konstateres, at hyppigheden af Enkelt Pindsvineknop på denne korte strækning var tydeligt mindre end i tidligere år. Forklaringen på tilbagegangen for Enkelt Pindsvineknop vurderes at være, at fordi langskudsplanterne ikke blev skåret bort, har de formået at begrænse lysindstrålingen til bunden så meget, at pindsvineknops vækst er blevet begrænset.

Det er på baggrund af denne observation vurderingen, at Enkelt Pindsvineknop i en stor og dyb å som Gudenåen er langskudsplanterne underlegen, når det gælder konkurrencen om lyset. Enkelt Pindsvineknops blade når ikke i nærheden af længden på langskudsplanternes skud, og hvis sidstnævnte ikke bortskæres eller forkortes gennem grødeskæring, rækker de typisk fra bunden og helt op i overfladen, således som det er tilfældet i grødebræmmerne omkring strømrenden. Og hvori der heller ikke er nævneværdig forekomst af Enkelt Pindsvineknop.

Observationen giver anledning til at antage, at selvom grødeskæring kan fremme forekomsten af Enkelt Pindsvineknop ved at fjerne langskudsplanterne og øge lysindstrålingen til bunden, så er langskudsplanterne så meget bedre tilpassede forholdene i den dybe å, at de uden grødeskæringen vinder konkurrencen med Enkelt Pindsvineknop.

Antagelsens rigtighed understøttes af de observationer af grødetilstanden, som blev gjort i Nørreåen i 2011. Her var strømrenden som følge af 5 skæringer i vækstperioden fuldstændig domineret af Enkelt Pindsvineknop, mens de urørte bræmmer omkring strømrenden husede bl.a. langskudsplanter. Tidligere blev profilet skåret fra bred til bred, men efter at strømrenden blev begrænset til en del af bundfladen, formåede andre arter at få rodfæste og helt eller delvis udkonkurrere Enkelt Pindsvineknop på de brednære bundflader qua deres bedre tilpasning til at vokse på stor dybde og deres evne til derfra at sende lange skud op til overfladen

3.8 SAMMENLIGNING MED RESULTATERNE AF NOVANA-UNDERSØGELSER 2021

Samtidig med gennemførelsen af nærværende undersøgelse blev der gennemført en undersøgelse af vandløbsvegetationen på tre NOVANA-stationer – Resenbro, Ålgodsbakke og Kongensbro. Disse tre stationer blev undersøgt efter forskrifterne i den tekniske anvisning for undersøgelse af vandløbsvegetation og beregning af DVPI (Dansk Vandløbs Plante Indeks), og resultaterne er afrapporteret særskilt (Niras 2021. Gudenå – Vegetationsundersøgelse 2021).

Sammenligning af de to undersøgelser viser:

- Ved Resenbro er den økologiske tilstand ved beregning af DVPI bedømt til moderat (på grænsen til ringe), mens tilstanden i nærværende undersøgelse er vurderet som moderat.
- Ved Ålgodsbakke er den økologiske tilstand ved brug af DVPI bedømt til moderat (på grænsen til god), mens tilstanden i nærværende undersøgelse er vurderet som god.
- Ved Kongensbro er den økologiske tilstand ved brug af DVPI bedømt til ringe (på grænsen til moderat), mens tilstanden i nærværende undersøgelse er vurderet som god.

Forskellene vurderes at bero dels på forskelle i måden, hvorpå bedømmelsen er foretaget og dels på længden af de strækninger, der er lagt til grund for bedømmelsen.

Ved NOVANA-undersøgelsen foretages bedømmelsen af den økologiske tilstand ved brug af DVPI, der er baseret på en detaljeret kortlægning af forekommende arter og deres dækning langs 6 transekter fordelt jævnt over en 100 m lang strækning, og hvor transekterne foruden vandspejlet også dækker kantzonen og en del af brinken.

DVPI-beregningerne foregår således på grundlag af tre vegetationselementer – undervandsvegetationen, kant-/sumpvegetationen og brinkvegetationen, hvoraf kun undervandsvegetationens tilstand er direkte relateret til grødeskæring, mens kantvegetationens tilstand primært er bestemt af åens hydrologiske regime og de vandkemiske forhold og i al væsentlighed er uden relation til grødeskæring, og brinkvegetationen alene er påvirket af forholdene og arealanvendelsen i vandløbets nærmeste omgivelser.

Ved bedømmelserne af bevaringstilstanden/den økologiske tilstand i nærværende undersøgelse indgår kun undervandsvegetationen, men til gengæld er bedømmelserne baseret på forholdene på 500-700 meter lange strækninger.

Disse forskelle betyder, at bedømmelserne i de to undersøgelser ikke er umiddelbart sammenlignelige.

Idet NOVANA-undersøgelserne inddrager vegetationselementer, som ikke er relateret til grødeskæring, og hvis tilstand altovervejende er bestemt af andre interne og eksterne forhold, kan man ikke ud fra de beregnede DVPI-værdier uddrage operationel viden om relationen mellem indeksværdien og grødeskæringen. Selv ikke inddragelse og vurdering af de til grund for beregningerne liggende data løser dette problem, dels fordi data stammer fra en, i forhold til vandløbets størrelse, meget kort strækning, og dels fordi indikatorværdisætningen af arternes forekomster og dækninger i DVPI-beregningerne angiveligt afviger meget fra den indikatorværdisætning, som ligger til grund for bedømmelserne af tilstanden i nærværende undersøgelse.

Eksempel: Ved bedømmelsen af tilstanden i nærværende undersøgelse er stor forekomst af Enkelt Pindsvineknop således tillagt negativ betydning i bedømmelsen af tilstanden, mens Niras' analyser viser, at tilstanden bedømmes bedre (DVPI vokser) ved stigende forekomst af Enkelt Pindsvineknop.

Ved bedømmelse af tilstanden i nærværende undersøgelse er foruden artssammensætningen og arternes hyppighed også den strukturelle variation på langs af vandløbet tillagt stor betydning, fordi arterne i vid udstrækning forekommer i mere eller mindre afgrænsede bevoksninger i mosaik med hinanden og med stor variation i vandløbets længderetning. Dette vigtige forhold kan ikke beskrives retvisende på en kun 100 meter lang strækning i et så stort og mæandrerende vandløb som Gudenåen, hvor de habitatmæssige forhold varierer meget i vandløbets længderetning.

Samlet set er det vurderingen,

- at mens NOVANA-undersøgelserne, med forbehold for de metodiske og beregningsmæssige svagheder, er reproducerbare og resultaterne derfor egnede til detaljeret beskrivelse af forholdene og den tidslige udvikling på korte, afgrænsede strækninger med fast beliggenhed,
- så er nærværende undersøgelse, trods den semikvantitative tilgang, men i kraft af fokuseringen på undervandsvegetationen, bedre egnet som grundlag for vurdering af relationen mellem vandløbsvegetationens bevaringstilstand/økologiske tilstand og grødeskæringen, ikke blot på korte delstrækninger, hvis repræsentativitet er ukendt, men på hele strækningen og på lange delstrækninger heraf.

Hvis man, som i den aktuelle situation, står alene med tre DVPI-beregninger, der viser moderat eller ringe økologiske tilstand, vil man i henseende til afdækning af grødeskæringens betydning for tilstanden, under alle omstændigheder være nødsaget til at foretage analyser og vurderinger som dem, der er foretaget i nærværende undersøgelser.

4 SAMLET VURDERING

4.1 ARTSSAMMENSÆTNING OG -UDVIKLING

Den fornyede undersøgelse af vegetationen i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø i 2021 viser, at artssammensætningen i al væsentlighed er uforandret, set i forhold til den tilsvarende undersøgelse i 2017.

Der er ganske vist kommet nogle få nye arter til, men alle disse forekommer meget sparsomt (eks. Kredsbladet og Almindelig Vandranunkel) eller skyldes bl.a. drift af skud og planter fra strækningens øverste, søprægede del (Tornfrøet og Tornløs Hornblad).

Det er vurderingen, at indvandringen af nye arter vil være begrænset af den aktuelle meget veludviklede vegetation, der ikke levner megen plads til nye arter, hvis succes derudover vil være betinget af evnen til at få rodfæste og vokse på dybt og til dels hurtigt strømmende vand eller evnen til at få rodfæste i den tætte og veludviklede vegetation langs bredderne. Der er dog grund til at formode, at arter som eks. Bændel-Vandaks og Brodbladet Vandaks vil kunne vokse på strækningen, særlig i de mange udposninger på profilet, hvor strøm og dybde ikke er begrænsende.

Det er på denne baggrund vurderingen, at vegetationen på strækningen som helhed betragtet, for så vidt angår artssammensætningen, er nået til nær et mætningspunkt, hvorfor der kun kan forventes en begrænset udvikling af artsrigdommen fremover, under de fysiske og vandkemiske forhold, som åen aktuelt frembyder. Lys har vist sig at være en afgørende faktor for vegetationens meget markante kvantitative udvikling på strækningen, men når det gælder artssammensætningen, så spiller også åens vandkemiske og øvrige fysiske forhold (ud over lysforholdene) en rolle.

Mens udviklingen af artsrigdommen således er stagnerende, forholder det sig anderledes med flere af de forekommende arters udbredelse og hyppighed.

Glinsende Vandaks har haft en målbar fremgang nedstrøms Tvilum Bro siden undersøgelsen i 2017. Dels er bevoksningernes størrelse øget, og dels er der kommet nye bevoksninger til. Nogle steder er bevoksningerne så store, at arten dominerer vegetationsbilledet.

De to vandakshybrider – Potamogeton x salicifolius og Potamogeton x undulatus – har ligeledes haft en målbar fremgang i form af både større bevoksninger og større udbredelse. Særlig Potamogeton x salicifolius, der for en overfladisk betragtning nemt kan forveksles med Glinsende Vandaks, danner stedvis store og meget tætte bevoksninger.

Selvom både Glinsende Vandaks og de to hybrider er registreret ude i strømrenden, så er forekomsten næsten helt begrænset til bræmmerne omkring strømrenden. Det kan være et udtryk for, at deres udbredelse i profilet er blevet begrænset af grødeskæringen, men det kan også være et udtryk for, at de på grund af deres store blade har vanskeligere ved at klare sig ude i den hårdeste strøm.

Mens grødetilstanden således vurderes som god og tilmed i positiv udvikling nedstrøms Tvilum Bro, forholder det sig anderledes opstrøms Tvilum Bro og i særdeleshed opstrøms Sminge Sø og opstrøms Resenbro Bro.

Her er vegetationen domineret af Enkelt Pindsvineknop, mens langskudsplanter enten mangler eller forekommer sparsomt. Årsagen til dette fravær af de langskudsplanter og den store strukturelle variation, som findes især nedstrøms Tvilum Bro, og i nogen grad også opstrøms Tvilum Bro og omkring Resenbro Bro, er ikke umiddelbart indlysende. Det er imidlertid vurderingen, at flere faktorer spiller ind.

Strækningen fra Silkeborg Langsø ned mod Resenbro er stærkt søpåvirket og er, trods relativt godt fald, helt domineret af Enkelt Pindsvineknop, både i og omkring strømrenden, selvom der også på strækningen findes en

del Svømmende Vandaks. Det er vurderingen, at dominansen af Enkelt Pindsvineknop i hele profilet primært skyldes de særlige forhold, der knytter sig til strækningen, og at forekomsten uden for strømrenden ikke er affødt af en begunstigelse af arten i strømrenden som følge af grødeskæring.

Havde der på strækningen været forekomst af langskudsplanter (vandaks) i samme omfang som nedstrøms Sminge Sø, vurderes disse med baggrund i bl.a. observationen nedstrøms Kongensbro Bro og forholdene i Nørreå (2011) at ville kunne have fortrængt eller begrænset forekomsten af Enkelt Pindsvineknop i bræmmerne omkring strømrenden.

Årsagen til, at langskudsplanterne aktuelt mangler eller forekommer med langt mindre hyppighed end nedstrøms Sminge Sø, er uvis. Der kan være tale om en tidsmæssig forsinkelse af indvandringen af langskudsplanter til strækningen, eller – mere sandsynligt - der kan være tale om, at vækstbetingelserne på strækningen er begrænsende for langskudsplanternes indvandring, rodfæste og udvikling.

Strækningen fra et stykke nedstrøms Resenbro Bro til Sminge Sø og videre til et stykke nedstrøms søen er ligeledes domineret af Enkelt Pindsvineknop og med forholdsvis sparsom forekomst af langskudsplanter. Her er en mulig medvirkende årsag til dominansen, at bunden er mere sandet og faldet mindre, men også her er det uvist, hvorfor langskudsplanter ikke forekommer i omfang som længere nede ad strækningen.

Havde der på de to strækninger med aktuel dominans af Enkelt Pindsvineknop været større forekomst af langskudsplanter som Børstebladet og Hjertebladet Vandaks, ville de formodentlig kunne have begrænset forekomsten af Enkelt Pindsvineknop i bræmmerne langs bredderne gennem dannelse af tætte og skyggende bevoksninger gennem en stor del af vækstsæsonen.

Da begge arter med stor tydelighed har været i stand til længere nede ad strækningen at brede sig ind i profilet fra bevoksninger langs bredderne, ville noget lignende muligvis kunne finde sted på de to strækninger og der, med deres lange skyggende skud, føre til en begrænsning af forekomsten af Enkelt Pindsvineknop også ude i strømrenden.

4.2 BEVARINGSTILSTAND OG ØKOLOGISK TILSTAND

Selvom der siden undersøgelsen i 2001 er sket en meget markant udvikling af både mængden (dækningsgraden) af undervandsvegetation og af artsrigdommen og -diversiteten på strækningen som helhed betragtet, primært som følge af en meget markant forbedring af vandets klarhed, er det mindre indlysende, hvorfor der på strækningen er meget store forskelle på vegetationens artssammensætning og tilstand i øvrigt.

Det er dermed ikke umiddelbart indlysende, hvilke faktorer der er bestemmende for, at undervandsvegetationens bevaringstilstand/økologiske tilstand er så meget bedre nedstrøms Tvilum Bro end opstrøms herfor, hvilket i særdeleshed gælder for strækningerne nedstrøms Ringvejsbroen og opstrøms Sminge Sø.

Særlig strækningen fra Svostrup Bro til Tvilum Bro synes for en umiddelbar betragtning at have samme habitatmæssige kvaliteter, som strækningen nedstrøms Tvilum Bro, og det samme gælder også, men mindre udtalt, strækningen omkring Resenbro Bro.

Det er på det nuværende vidensgrundlag vurderingen, at strækningen mellem Svostrup Bro og Tvilum Bro har mange af de habitatmæssige kvaliteter, der er skønnes nødvendige for indvandring af de arter og de vandakshybrider, der forekommer nedstrøms Tvilum Bro, og som her udgør en væsentlig del af grundlaget for, at bevaringstilstanden/den økologiske tilstand for vandplanterne her er bedømt som god.

Strækningerne nedstrøms Ringvejsbroen og opstrøms Sminge Sø og til dels også nedstrøms Sminge Sø har så afvigende fysiske forhold i forhold til strækningen nedstrøms Tvilum Bro, at det er langt mere uvist, om der overhovedet er grundlag for en så artsrig og divers vegetation, som den der nedstrøms Tvilum Bro kvalificerer til bedømmelsen ”god tilstand”.

Idet grødeskæringen i al væsentlighed har været den samme på hele strækningen fra Silkeborg til Tange Sø, er det på det nuværende vidensgrundlag vurderingen, at ovennævnte store forskelle ikke – i hvert fald ikke i betydende omfang - kan tilskrives grødeskæringen, men derimod især de strækningsmæssige forskelle i habitatkvaliteten.

5 KONKLUSION

Undersøgelsen af vegetationen i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø i 2021 giver anledning til følgende konklusioner:

- Undervandsvegetationens dækningsgrad var i 2021 uforandret høj, sammenlignet med undersøgelsen i 2017, og strækningen er dermed fortsat voksested for en, i forhold til vandløbets størrelse, dybde og lysforhold, meget veludviklet undervandsvegetation. Kun de allerdybest liggende bundflader er uden eller med kun lidt vegetation, hvortil kommer, at nogle bundfladerne i udposningerne på profilet også er helt eller delvis uden vegetation, til trods for ringe vanddybde, men sandsynligvis på grund af sedimentforholdene.
- Artsrigdommen er på strækningen som helhed betragtet høj og har ved sammenligning med den tilsvarende undersøgelse i 2017 været i svag fremgang, men
  - Artsrigdommen er størst nedstrøms Tvilum Bro, og her er bevaringstilstanden/den økologiske tilstand for undervandsvegetationen med få undtagelser vurderet som god, idet også den strukturelle variation både på tværs og på langs af vandløbet er stor. Dertil kommer, at der på strækningen er konstateret målbar fremgang for Glinsende Vandaks og de to Vandaks-hybrider, som alle vurderes at være blandt de mest følsomme over for grødeskæring.
  - Strækningerne omkring Resenbro Bro og mellem Sminge Sø og Tvilum Bro er mindre artsrige, og her er bevaringstilstanden/den økologiske tilstand for undervandsvegetationen – med strækningen nedstrøms Tvilum Bro som reference - vurderet som moderat, idet også den strukturelle variation er mindre i kraft af de færre arter og en relativt større andel af Enkelt Pindsvineknop og Børstebladet Vandaks
  - Strækningerne opstrøms Resenbro Bro og opstrøms Sminge Sø er de mindst artsrige og med udtalt dominans af Enkelt Pindsvineknop, og her er bevaringstilstanden/den økologiske tilstand for undervandsvegetationen - med strækningen nedstrøms Tvilum Bro som reference -vurderet som ringe, idet også den strukturelle variation er lille qua den relativt store dækningsgrad af Enkelt Pindsvineknop.
- Artssammensætningen og arternes relative hyppighed i strømrenden afviger ikke markant fra artssammensætningen og arternes relative hyppighed i randen af de omgivende grødebræmmer, og det er på den baggrund konklusionen, at grødeskæringen ikke har bevirket forandringer af hverken artssammensætningen, arternes hyppighed eller vegetationens struktur i et sådant omfang, at det kan tilskrives betydende negativ indflydelse på bevaringstilstanden/den økologiske tilstand. Denne er samlet set derfor i langt højre grad bestemt af tilstanden i grødebræmmerne omkring strømrenden end af tilstanden i strømrenden, men
  - Selvom det ikke kan udelukkes, at vegetationens artssammensætning og struktur i strømrenden er svagt påvirket af grødeskæringen, så er det vurderingen, at effekterne af grødeskæringen frem til nu ligger inden for rammerne af, hvad der kan forventes på baggrund af den forskningsbaserede viden om de generelle effekter af grødeskæring og grødeskæringens intensitet på såvel artssammensætningen som den strukturelle heterogenitet.
  - Vegetationen i strømrenden er således en afspejling af vegetationen i randen af de omgivende grødebræmmer, hvilket betyder, at der er god overensstemmelse mellem tilstanden i strømrenden og i de omgivende bræmmer. Hvor der er god tilstand i bræmmerne, er der også en tilsvarende tilstand i strømrenden; hvor der moderat tilstand i bræmmerne, er der også tilsvarende tilstand i strømrenden og hvor der er ringe tilstand i bræmmerne, er tilstanden også ringe i strømrenden.

- Vegetationsudviklingen på strækningen havde i 2021 nået et niveau, hvor potentialet for indvandring og etablering af nye arter vurderes at være begrænset, fordi
    - den aktuelt meget veludviklede vegetation levner ikke megen plads til nye arter, og
    - kun få arter vurderes at ”mangle” på strækningen.

I forhold til den fremtidige vegetationsudvikling på strækningen er det vigtigt at være opmærksom på,

- at der har ikke kunnet konstateres målbar negativ påvirkning af vegetationen i bræmmerne fra forholdene i strømrenden, og det er på den baggrund vurderingen, at grødeskæringen ikke er årsagen til, at bevaringstilstanden/den økologiske tilstand opstrøms Tvilum Bro er vurderet som moderat henholdsvis ringe. Årsagerne til de vegetationsmæssige forskelle, der eksisterer mellem referencestrækningen nedstrøms Tvilum Bro og strækningerne med moderat og ringe tilstand, skal formodentlig søges i nogle af de grundlæggende fysiske og vandkemiske forskelle, der eksisterer mellem strækningerne.
- Dermed ikke være sagt, at grødeskæringen er uden effekter på undervandsvegetationens tilstand i strømrenden henholdsvis de omgivende bræmmer, men fordi der har været skåret grøde, siden vandet blev klart og det markante skifte i grødetilstanden fandt sted, har man ingen reference for den af grødeskæring upåvirkede tilstand på strækningen.
- Med tilstanden nedstrøms Tvilum Bro som reference er det vurderingen, at forudsætningen for, at de nuværende strækninger med ringe hhv. moderat tilstand kan opnå en bedre, og ideelt set god bevaringstilstand/økologisk tilstand, er, at der sker indvandring og etablering af især de store, bredbladede Vandaks-arter. De vurderes under naturlige forhold i et vandløb af Gudenåens størrelse og karakter at have en konkurrencemæssig fordel i forhold Enkelt Pindsvineknop, idet de qua deres lange skud er i stand til at udskygge den laverevoksende enkelt Pindsvineknop. Grødeskæring kan imidlertid ændre konkurrenceforholdet, idet vandaksarterne har langsom genvækst efter grødeskæring, hvilket i tilfælde af gentagen skæring af Vandaksarterne i vækstperioden kan føre til samtidig begrænsning af Vandaksarterne og fremme af Enkelt Pindsvineknop, sidstnævnte qua både mere plads og bedre lysforhold. Dette forhold er vigtigt at have for øje, hvis eller når nye arter dukker op på strækningerne med aktuelt ringe eller moderat tilstand.

BILAG 1

Art	2021	2017	2001
Andemad, Kors-	Spredt	Meget fåtallig	-
Brudelys (submers)	Spredt	Spredt	Spredt
Glanstråd, Bugtet	Fåtallig	Fåtallig	-
Hornblad, Tornfrøet	Fåtallig		
Hornblad, Tornløs	Fåtallig		
Kildemos, Almindelig	Spredt	Spredt	Fåtallig
Kogleaks, Sø- (submers)	Spredt-almindelig	Spredt-almindelig	-
Mærke, Smalbladet (submers)	Meget fåtallig	Fåtallig	-
Pileurt, Bidende (submers)	Fåtallig		
Pindsvineknop, Enkelt	Hyppig	Hyppig	Meget spredt
Strømmos, Robust	Meget fåtallig		
Tusindblad, Aks-	Spredt	Spredt	-
Vandaks, Brodbladet	-	-	Meget fåtallig
Vandaks, Butbladet	Spredt	Spredt	-
Vandaks, Børstebladet x (var. interruptus)	Hyppig	Hyppig	Spredt
Vandaks, Glinsende	Spredt- almindelig	Spredt	Fåtallig
Vandaks, Hjertebladet	Almindelig	Almindelig	Spredt
Vandaks, Kruset	Fåtallig		
Vandaks, Langbladet	Spredt	Spredt	Meget fåtallig
Vandaks, Liden	Fåtallig	Spredt	Meget fåtallig
Vandaks, Svømmende	Spredt-almindelig	Spredt-almindelig	-
Vandaks, x salicifolius	Spredt-almindelig	Spredt	-
Vandaks, x undulatus	Spredt	Fåtallig	-
Vandhår, Dusk	Spredt	Fåtallig	Spredt
Vandpest, Almindelig	Spredt	Spredt	Meget spredt
Vandranunkel, Almindelig	Meget fåtallig		
Vandranunkel, Kredsbladet	Meget fåtallig		
Vandranunkel, Strand-	Spredt-almindelig 1)	Spredt-almindelig	-
Vandranunkel, Symes		Fåtallig	Spredt
Vandstjerne, Smalbladet	Meget spredt	Meget spredt	-
Ærenpris, Lancetbladet (submers)	Meget fåtallig		
Åkande, Gul (submers)	Spredt-almindelig	Spredt	Spredt

Oversigt over registrerede arter af vandplanter i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø i årene 2021, 2017 og 2001. 1) De to arter forekom ved undersøgelsen i 2021 udelukkende i neddykket form uden blomster og kunne derfor ikke adskilles med sikkerhed.

Art	2021	2017	2001
Andemad, Liden	Spredt	Meget spredt	Meget spredt
Andemad, Stor	Spredt	Meget spredt	Fåtallig
Andemad, Tyk	Spredt	Meget spredt	-
Frøbid	Spredt	Meget spredt	Meget spredt
Åkande, Gul (flydende)	Fåtallig	Fåtallig	Spredt
Åkande, Hvid (flydende)	Meget fåtallig	Fåtallig	Fåtallig

Oversigt over registrerede arter af flydebladsplanter i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø i årene 2021, 2017 og 2001

Art	2021	2017	2001
Balsamin, Kap-	Spredt	Spredt	Fåtallig
Brudelys (emers)	Spredt	Spredt	Spredt
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet	Spredt-almindelig	Spredt-almindelig	Meget spredt
Brøndsel, Nikkende	Meget fåtallig	Fåtallig	Fåtallig
Dueurt, Lådden	Spredt	Spredt	Meget spredt
Dunhammer, Bredbladet x Smalbladet	Almindelig	Almindelig	Spredt-almindelig
Dunhammer, Bredbladet	Almindelig	Almindelig	Spredt
Dunhammer, Smalbladet	Spredt	Spredt	Spredt
Forglemmigej, Eng-	Fåtallig	Fåtallig	Fåtallig
Galtetand, Kær-	Fåtallig	Fåtallig	-
Gifttyde	Spredt	Spredt	Meget spredt
Iris, Gul	Meget spredt	Meget spredt	Meget spredt
Kalmus	Meget spredt	Meget spredt	Spredt
Kattehale	Meget fåtallig	Fåtallig	-
Kogleaks, Sø- (emers)	Spredt	Spredt	Meget spredt
Kærmysse	-	Fåtallig	Meget fåtallig
Mynte, Krans-	Meget fåtallig	Fåtallig	-
Mynte, Vand-	Fåtallig		
Mærke, Bredbladet	Meget fåtallig	-	Meget fåtallig
Mærke, smalbladet (emers)	Spredt	Meget spredt-spredt	Fåtallig
Natskygge, Bittersød	Spredt	Spredt	Spredt
Pileurt, Bidende	Fåtallig	Fåtallig	-
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)	Spredt	Spredt	Spredt
Rørgræs	Almindelig-hyppig	Almindelig-hyppig	Spredt
Skeblad, Vejbred-	Meget spredt	Meget spredt	Fåtallig
Skræppe, Vand-	Meget spredt	Meget spredt	Meget spredt
Snerle, Gærde	Meget spredt	Meget spredt	-
Star, Kær-	Spredt	Meget spredt	Meget spredt
Sværtevæld	-	Fåtallig	-
Sødgræs, Høj	Spredt-almindelig	Spredt-almindelig	Spredt
Sødgræs, Manna-	-	Fåtallig	-
Tagrør	Spredt-almindelig	Spredt-almindelig	Spredt-almindelig
Vandpeberrod	Spredt	Spredt	Meget spredt

Oversigt over registrerede arter af kant-/sumpplanter i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø i årene 2021, 2017 og 2001

BILAG 2

Vandløb	**Gudenå, hele profilet**		**Delstrækning fra (WP)**		1-0		Beskrivelse: Silkeborg	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		**Delstrækning til (WP)**		1-4		Beskrivelse: Resenbro	
Delstrækning nr.	1							
	Segment 1	**Segment 2**	**Segment 3**	**Segment 4**	**Segment 5**	**Segment 6**	**Segment 7**	**Segment 8**
Fra (Waypoint)	1-0	1-A	1-2	1-3				
Til (Waypoint)	1-A	1-2	1-3	1-4				
Andemad, Liden	1	1	1	1				
Andemad, Stor	1	1	1	1				
Andemad, Tyk	1	1	1	1				
Andemad, Kors-	1	1	1	1				
Brudelys (submers)	1	1	1	1				
Frøbid (submers)	1	1	1	1				
Hornblad, Tornføet	1	1	1	1				
Hornblad, Tornløs	1	1	1	1				
Kogleaks, Sø- (submers)								
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)	1							
Pindsvineknop, Enkelt	2	5	4	3				
Vandaks, Liden	1	1	1					
Vandaks, Butbladet	1	1	1					
Vandaks, x undulatus								
Vandaks, x salicifolius								
Vandaks, Børstebladet (normal form)								
Vandaks, Børstebladet x?			1	2				
Vandaks, Glinsende	1		1	1				
Vandaks, Hjertebladet	1	1	2	3				
Vandaks, Kruset								
Vandaks, Langbladet								
Vandaks, Svømmende		1	2	2				
Tusindblad, Aks-	1	1	1					
Vandhår, Dusk								
Vandpest, Almindelig	1							
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)								
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig								
Vandanunkel, Kredsbladet								
Ærenpris, Lancetbladet (submers)								
Åkande, Gul (flydende)	2	1	1					
Åkande, Gul (submers)	1	1	1	1				
Åkande, Hvid (flydende)								
Vandstjerne, Smalbladet								
Kildemos, Almindelig								
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet								
Balsamin, Kap-								
Brudelys (emers)								
Brøndkarse indet. (Tykskulpet/Tyndskulpet)				1				
Brøndsel, Nikkende								
Dueurt, Lådden		1	1					
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.								
Dunhammer, Bredbladet	1	2	2	2				
Dunhammer, Smalbladet	1	1	1	1				
Forglemmigej, Eng-				1				
Gifttyde	1	1	1	1				
Hjortetrøst								
Hvene, Kryb-								
Iris, Gul	1	1	1	1				
Kalmus	1	1	1	1				
Kattehale								
Kogleaks, Sø- (emers)	1	1	1	1				
Kærmysse								
Mærke, Bredbladet								
Mærke, smalbladet (emers)				1				
Natskygge, Bittersød	1	1	1	1				
Nælde, Stor								
Padderok, Dynd-								
Pileurt, Vand-	1							
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)	1	1	1	1				
Rørgræs				2				
Skeblad, Vejbred-	1							
Skræppe, Vand-				1				
Star, Kær-	1	1	1	1				
Sødgræs, Høj	1	1	2	2				
Sødgræs, Manna-								
Tagrør	5	5	5	4				
Tidsel, Kål-								
Tæppegræs								
Vandpeberrod		1	1	1				
Ærenpris, Lancetbladet								
Mynte, Krans-								
Sværtevæld								
Snerle, Gærde	1	1	1	1				
Galtetand, Kær-								
Pileurt, Bidende								
Nælde, Stor								
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-								
Dækning undervandsveg. (%)	Indet.	99	99	99				
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3,5	3,5	3,5	3,5				
Mosaik (0-3)	1	1	1	2				
Vegetationsdiversitet (0-3)	1	1	1	2				
Vurderet bevaringstilstand/økologisk tilstand for undervandsvegetation	Sø - ikke bedømt	Ringe	Ringe-moderat	Moderat				

Vandløb	Gudenå, strømrenden		Delstrækning fra (WP)		1-0		Beskrivelse: Silkeborg	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		Delstrækning til (WP)		1-4		Beskrivelse: Resenbro	
Delstrækning nr.	1							
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6	Segment 7	Segment 8
Fra (Waypoint)	1-0	1-A	1-2	1-3				
Til (Waypoint)	1-A	1-2	1-3	1-4				
Andemad, Liden								
Andemad, Stor								
Andemad, Tyk								
Andemad, Kors-								
Brudelys (submers)		1	1					
Frøbid (submers)								
Hornblad, Tornføet								
Hornblad, Tornløs								
Kogleaks, Sø- (submers)								
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)								
Pindsvineknop, Enkelt	2	6	6	3				
Vandaks, Liden								
Vandaks, Butbladet								
Vandaks, x undulatus								
Vandaks, x salicifolius								
Vandaks, Børstebladet (normal form)								
Vandaks, Børstebladet x?			1	1				
Vandaks, Glinsende								
Vandaks, Hjertebladet			1	3				
Vandaks, Kruset								
Vandaks, Langbladet								
Vandaks, Svømmende			1	1				
Tusindblad, Aks-								
Vandhår, Dusk								
Vandpest, Almindelig								
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)								
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig								
Vandanunkel, Kredsbladet								
Ærenpris, Lancetbladet (submers)								
Åkande, Gul (flydende)								
Åkande, Gul (submers)		1	1	1				
Åkande, Hvid (flydende)								
Vandstjerne, Smalbladet								
Kildemos, Almindelig								
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet								
Balsamin, Kap-								
Brudelys (emers)								
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet								
Brøndsel, Nikkende								
Dueurt, Lådden								
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.								
Dunhammer, Bredbladet								
Dunhammer, Smalbladet								
Forglemmigej, Eng-								
Gifttyde								
Hjortetrøst								
Hvene, Kryb-								
Iris, Gul								
Kalmus								
Kattehale								
Kogleaks, Sø- (emers)								
Kærmysse								
Mærke, Bredbladet								
Mærke, smalbladet (emers)								
Natskygge, Bittersød								
Nælde, Stor								
Padderok, Dynd-								
Pileurt, Vand-								
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)								
Rørgræs								
Skeblad, Vejbred-								
Skræppe, Vand-								
Star, Kær-								
Sødgræs, Høj								
Sødgræs, Manna-								
Tagrør								
Tidsel, Kål-								
Tæppegræs								
Vandpeberrod								
Ærenpris, Lancetbladet								
Mynte, Krans-								
Sværtevæld								
Snerle, Gærde								
Galtetand, Kær-								
Pileurt, Bidende								
Nælde, Stor								
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-								
Dækning undervandsveg. (%)	20	99	99	99				
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3,5	3,5	3,5	3,5				
Mosaik (0-3)	1	1	1	2				
Vegetationsdiversitet (0-3)	1	1	1	2				
Bemærkninger								

Vandløb	Gudenå, hele profilet		Delstrækning fra (WP)		1-4		Beskrivelse: Resenbro	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		Delstrækning til (WP)		2-6		Beskrivelse: Sminge Sø	
Delstrækning nr.	2							
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6	Segment 7	Segment 8
Fra (Waypoint)	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5		
Til (Waypoint)	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6		
Andemad, Liden	1	1	1	1	1	1		
Andemad, Stor	1	1	1	1	1	1		
Andemad, Tyk	1	1	1	1	1	1		
Andemad, Kors-	1	1	1	1	1	1		
Brudelys (submers)	1	1	1	1	1	1		
Frøbid (submers)	1	1	1	1	1	1		
Hornblad, Tornføet	1	1	1	1	1	1		
Hornblad, Tornløs		1	1	1	1	1		
Kogleaks, Sø- (submers)	1	1	1	1	1	1		
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)								
Pindsvineknop, Enkelt	3	4	5	5	5	3		
Vandaks, Liden		1						
Vandaks, Butbladet	1	1	1	1	1	1		
Vandaks, x undulatus								
Vandaks, x salicifolius								
Vandaks, Børstebladet (normal form)								
Vandaks, Børstebladet x?	3	2	2	2	1	1		
Vandaks, Glinsende								
Vandaks, Hjertebladet	3	3	2	2	2	1		
Vandaks, Kruset								
Vandaks, Langbladet								
Vandaks, Svømmende	1	2	2	2	2	1		
Tusindblad, Aks-	1							
Vandhår, Dusk		1						
Vandpest, Almindelig								
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)	1	1	1	1				
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig								
Vandanunkel, Kredsbladet								
Ærenpris, Lancetbladet (submers)								
Åkande, Gul (flydende)	1	1	1	1	1	1		
Åkande, Gul (submers)	1	1	1	2	2	3		
Åkande, Hvid (flydende)								
Vandstjerne, Smalbladet								
Kildemos, Almindelig								
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet						1		
Balsamin, Kap-	1	1	1	1	1	1		
Brudelys (emers)		2	2	1	1	1		
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet	1	1	1	1	1	1		
Brøndsel, Nikkende								
Dueurt, Lådden	1	1	1	1	1			
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.	1	2	2	3	3	3		
Dunhammer, Bredbladet	2	1	1	1	1	1		
Dunhammer, Smalbladet	1	1	1	1	1	1		
Forglemmigej, Eng-	1							
Gifttyde	1	1	1	1	1	1		
Hjortetrøst								
Hvene, Kryb-								
Iris, Gul	1	1	1	1	1	1		
Kalmus	1	1	1	1	1	1		
Kattehale	1							
Kogleaks, Sø- (emers)	1	1	1	1	1	1		
Kærmysse								
Mærke, Bredbladet			1					
Mærke, smalbladet (emers)								
Natskygge, Bittersød	1	1	1	1	1	1		
Nælde, Stor								
Padderok, Dynd-								
Pileurt, Vand-					1	1		
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)	2	2	1	1	2	1		
Rørgræs	2	2	2	2	1	1		
Skeblad, Vejbred-	1	1	1	1	1	1		
Skræppe, Vand-	1	1	1	1	1	1		
Star, Kær-	1	1	1	1	1	1		
Sødgræs, Høj	3	3	2	2	2	2		
Sødgræs, Manna-								
Tagrør	2	2	3	2	3	3		
Tidsel, Kål-								
Tæppegræs								
Vandpeberrod	1	1	1	1	1	1		
Ærenpris, Lancetbladet								
Mynte, Krans-								
Sværtevæld								
Snerle, Gærde				1	1			
Galtetand, Kær-								
Pileurt, Bidende				1	1			
Nælde, Stor								
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-								
Dækning undervandsveg. (%)	99	99	99	99	95	65		
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5		
Mosaik (0-3)	2	2	1	1	1	1		
Vegetationsdiversitet (0-3)	2	2	1	1	1	1		
Vurderet bevaringstilstand/økologisk tilstand for undervandsvegetation	Moderat	Ringe-moderat	Ringe	Ringe	Ringe	Ringe		

Vandløb	Gudenå, hele profilet		Delstrækning fra (WP)		1-4		Beskrivelse: Resenbro	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		Delstrækning til (WP)		2-6		Beskrivelse: Sminge Sø	
Delstrækning nr.	2							
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6	Segment 7	Segment 8
Fra (Waypoint)	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5		
Til (Waypoint)	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6		
Andemad, Liden	1	1	1	1	1	1		
Andemad, Stor	1	1	1	1	1	1		
Andemad, Tyk	1	1	1	1	1	1		
Andemad, Kors-	1	1	1	1	1	1		
Brudelys (submers)	1	1	1	1	1	1		
Frøbid (submers)	1	1	1	1	1	1		
Hornblad, Tornføet	1	1	1	1	1	1		
Hornblad, Tornløs		1	1	1	1	1		
Kogleaks, Sø- (submers)	1	1	1	1	1	1		
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)								
Pindsvineknop, Enkelt	3	4	5	5	5	3		
Vandaks, Liden		1						
Vandaks, Butbladet	1	1	1	1	1	1		
Vandaks, x undulatus								
Vandaks, x salicifolius								
Vandaks, Børstebladet (normal form)								
Vandaks, Børstebladet x?	3	2	2	2	1	1		
Vandaks, Glinsende								
Vandaks, Hjertebladet	3	3	2	2	2	1		
Vandaks, Kruset								
Vandaks, Langbladet								
Vandaks, Svømmende	1	2	2	2	2	1		
Tusindblad, Aks-	1							
Vandhår, Dusk		1						
Vandpest, Almindelig								
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)	1	1	1	1				
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig								
Vandanunkel, Kredsbladet								
Ærenpris, Lancetbladet (submers)								
Åkande, Gul (flydende)	1	1	1	1	1	1		
Åkande, Gul (submers)	1	1	1	2	2	3		
Åkande, Hvid (flydende)								
Vandstjerne, Smalbladet								
Kildemos, Almindelig								
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet						1		
Balsamin, Kap-	1	1	1	1	1	1		
Brudelys (emers)		2	2	1	1	1		
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet	1	1	1	1	1	1		
Brøndsel, Nikkende								
Dueurt, Lådden	1	1	1	1	1			
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.	1	2	2	3	3	3		
Dunhammer, Bredbladet	2	1	1	1	1	1		
Dunhammer, Smalbladet	1	1	1	1	1	1		
Forglemmigej, Eng-	1							
Gifttyde	1	1	1	1	1	1		
Hjortetrøst								
Hvene, Kryb-								
Iris, Gul	1	1	1	1	1	1		
Kalmus	1	1	1	1	1	1		
Kattehale	1							
Kogleaks, Sø- (emers)	1	1	1	1	1	1		
Kærmysse								
Mærke, Bredbladet			1					
Mærke, smalbladet (emers)								
Natskygge, Bittersød	1	1	1	1	1	1		
Nælde, Stor								
Padderok, Dynd-								
Pileurt, Vand-					1	1		
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)	2	2	1	1	2	1		
Rørgræs	2	2	2	2	1	1		
Skeblad, Vejbred-	1	1	1	1	1	1		
Skræppe, Vand-	1	1	1	1	1	1		
Star, Kær-	1	1	1	1	1	1		
Sødgræs, Høj	3	3	2	2	2	2		
Sødgræs, Manna-								
Tagrør	2	2	3	2	3	3		
Tidsel, Kål-								
Tæppegræs								
Vandpeberrod	1	1	1	1	1	1		
Ærenpris, Lancetbladet								
Mynte, Krans-								
Sværtevæld								
Snerle, Gærde				1	1			
Galtetand, Kær-								
Pileurt, Bidende				1	1			
Nælde, Stor								
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-								
Dækning undervandsveg. (%)	99	99	99	99	95	65		
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5		
Mosaik (0-3)	2	2	1	1	1	1		
Vegetationsdiversitet (0-3)	2	2	1	1	1	1		
Vurderet bevaringstilstand/økologisk tilstand for undervandsvegetation	Moderat	Ringe-moderat	Ringe	Ringe	Ringe	Ringe		

Vandløb	**Gudenå, strømrenden**		**Delstrækning fra (WP)**		1-4		Beskrivelse: Resenbro	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		**Delstrækning til (WP)**		2-6		Beskrivelse: Sminge Sø	
Delstrækning nr.	2							
	Segment 1	**Segment 2**	**Segment 3**	**Segment 4**	**Segment 5**	**Segment 6**	**Segment 7**	**Segment 8**
Fra (Waypoint)	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5		
Til (Waypoint)	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6		
Andemad, Liden								
Andemad, Stor								
Andemad, Tyk								
Andemad, Kors-								
Brudelys (submers)								
Frøbid (submers)								
Hornblad, Tornføet								
Hornblad, Tornløs			1		1	1		
Kogleaks, Sø- (submers)								
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)								
Pindsvineknop, Enkelt	2	5	6	6	6	3		
Vandaks, Liden								
Vandaks, Butbladet								
Vandaks, x undulatus								
Vandaks, x salicifolius								
Vandaks, Børstebladet (normal form)								
Vandaks, Børstebladet x?	3	1	1	1	1	1		
Vandaks, Glinsende								
Vandaks, Hjertebladet	3	2	1	1	1	1		
Vandaks, Kruset								
Vandaks, Langbladet								
Vandaks, Svømmende	1	1	1	1	1	1		
Tusindblad, Aks-								
Vandhår, Dusk								
Vandpest, Almindelig								
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)								
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig								
Vandanunkel, Kredsbladet								
Ærenpris, Lancetbladet (submers)								
Åkande, Gul (flydende)								
Åkande, Gul (submers)				1	2	3		
Åkande, Hvid (flydende)								
Vandstjerne, Smalbladet								
Kildemos, Almindelig								
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet						2		
Balsamin, Kap-								
Brudelys (emers)								
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet								
Brøndsel, Nikkende								
Dueurt, Lådden								
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.								
Dunhammer, Bredbladet								
Dunhammer, Smalbladet								
Forglemmigej, Eng-								
Gifttyde								
Hjortetrøst								
Hvene, Kryb-								
Iris, Gul								
Kalmus								
Kattehale								
Kogleaks, Sø- (emers)								
Kærmysse								
Mærke, Bredbladet								
Mærke, smalbladet (emers)								
Natskygge, Bittersød								
Nælde, Stor								
Padderok, Dynd-								
Pileurt, Vand-								
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)								
Rørgræs								
Skeblad, Vejbred-								
Skræppe, Vand-								
Star, Kær-								
Sødgræs, Høj								
Sødgræs, Manna-								
Tagrør								
Tidsel, Kål-								
Tæppegræs								
Vandpeberrod								
Ærenpris, Lancetbladet								
Mynte, Krans-								
Sværtevæld								
Snerle, Gærde								
Galtetand, Kær-								
Pileurt, Bidende								
Nælde, Stor								
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-								
Dækning undervandsveg. (%)	99	99	99	99	99	65		
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5		
Mosaik (0-3)	2	1	1	1	1	1		
Vegetationsdiversitet (0-3)	2	1	1	1	1	1		
Bemærkninger								

Vandløb	Gudenå, hele profilet		Delstrækning fra (WP)		3-1		Beskrivelse: Sminge Sø	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		Delstrækning til (WP)		3-8		Beskrivelse: Tvilum Bro	
Delstrækning nr.	3							
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6	Segment 7	Segment 8
Fra (Waypoint)	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	
Til (Waypoint)	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	
Andemad, Liden	1	1	1	1	1	1	1	
Andemad, Stor	1	1	1	1	1	1	1	
Andemad, Tyk	1	1	1	1	1	1	1	
Andemad, Kors-	1	1	1	1	1	1	1	
Brudelys (submers)	1	1	1	1	1	1	1	
Frøbid (submers)	1	1	1	1	1	1	1	
Hornblad, Tornføet						1		
Hornblad, Tornløs					1	1	1	
Kogleaks, Sø- (submers)	1	1	1		1	1	1	
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)						1	1	
Pindsvineknop, Enkelt	5	2	2	2	2	2	2	
Vandaks, Liden				1		1		
Vandaks, Butbladet								
Vandaks, x undulatus								
Vandaks, x salicifolius				1	1	2	1	
Vandaks, Børstebladet (normal form)						1	1	
Vandaks, Børstebladet x?	2	4	4	4	4	4	4	
Vandaks, Glinsende							1	
Vandaks, Hjertebladet	2	3	3	3	3	3	3	
Vandaks, Kruset		1		1				
Vandaks, Langbladet								
Vandaks, Svømmende					1	2	2	
Tusindblad, Aks-								
Vandhår, Dusk	1	1	1	1	1	1	1	
Vandpest, Almindelig	1	1	1	1	1	1	1	
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)			1	1	1	1	1	
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig							1	
Vandanunkel, Kredsbladet						1		
Ærenpris, Lancetbladet (submers)	1	1				1	1	
Åkande, Gul (flydende)	1							
Åkande, Gul (submers)	1	1	1					
Åkande, Hvid (flydende)	1	1	1	1	1	1	2	
Vandstjerne, Smalbladet								
Kildemos, Almindelig				1	1	1		
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet								
Balsamin, Kap-	1	1	1	1	1	1	1	
Brudelys (emers)								
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet	1	1	1	1		2		
Brøndsel, Nikkende	1	1	1	1	2	2	2	
Dueurt, Lådden								
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.		1					1	
Dunhammer, Bredbladet	2	2	3	1	3	2	3	
Dunhammer, Smalbladet	1	1	1	2	1	2	1	
Forglemmigej, Eng-	1	1	1	1	1			
Gifttyde								
Hjortetrøst	1	1	1	1	1	1	1	
Hvene, Kryb-								
Iris, Gul								
Kalmus	1	1	1	1	1	1	1	
Kattehale	1	1	1	1	1	1	1	
Kogleaks, Sø- (emers)								
Kærmysse	1	1	1	1	1	1	1	
Mærke, Bredbladet								
Mærke, smalbladet (emers)								
Natskygge, Bittersød	1	1				1	1	
Nælde, Stor	1	1	1	1	1	1	1	
Padderok, Dynd-								
Pileurt, Vand-								
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)								
Rørgræs	1	1	1	1	1	1	2	
Skeblad, Vejbred-	3	3	3	3	3	3	3	
Skræppe, Vand-								
Star, Kær-	1	1	1	1	1	1	1	
Sødgræs, Høj	1	1	1					
Sødgræs, Manna-	2	3	2	3	2	2	3	
Tagrør								
Tidsel, Kål-	3	2	2	1		1	2	
Tæppegræs								
Vandpeberrod								
Ærenpris, Lancetbladet	1	1	1	1	1	1	1	
Mynte, Krans-								
Sværtevæld								
Snerle, Gærde								
Galtetand, Kær-	1	1						
Pileurt, Bidende				1	1			
Nælde, Stor								
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-								
Dækning undervandsveg. (%)	99	99	99	99	99	95	99	
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
Mosaik (0-3)	2	2	2	2	2	2	2	
Vegetationsdiversitet (0-3)	2	2	2	2	2	2	2	
Vurderet bevaringstilstand/økologisk tilstand for undervandsvegetation	Moderat	Moderat	Moderat	Moderat	Moderat	Moderat	Moderat	

Vandløb	**Gudenå, strømrenden**		**Delstrækning fra (WP)**		3-1		Beskrivelse: Sminge Sø	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		**Delstrækning til (WP)**		3-8		Beskrivelse: Tvilum Bro	
Delstrækning nr.	3							
	Segment 1	**Segment 2**	**Segment 3**	**Segment 4**	**Segment 5**	**Segment 6**	**Segment 7**	**Segment 8**
Fra (Waypoint)	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	
Til (Waypoint)	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	
Andemad, Liden								
Andemad, Stor								
Andemad, Tyk								
Andemad, Kors-								
Brudelys (submers)								
Frøbid (submers)								
Hornblad, Tornføet								
Hornblad, Tornløs								
Kogleaks, Sø- (submers)								
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)								
Pindsvineknop, Enkelt	4	2	3	1	2	1	1	
Vandaks, Liden								
Vandaks, Butbladet								
Vandaks, x undulatus								
Vandaks, x salicifolius								
Vandaks, Børstebladet (normal form)								
Vandaks, Børstebladet x?	2	3	3	3	3	3	3	
Vandaks, Glinsende								
Vandaks, Hjertebladet	2	3	3	3	3	3	3	
Vandaks, Kruset								
Vandaks, Langbladet								
Vandaks, Svømmende								
Tusindblad, Aks-								
Vandhår, Dusk								
Vandpest, Almindelig								
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)					1	1	1	
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig								
Vandanunkel, Kredsbladet								
Ærenpris, Lancetbladet (submers)								
Åkande, Gul (flydende)								
Åkande, Gul (submers)								
Åkande, Hvid (flydende)								
Vandstjerne, Smalbladet								
Kildemos, Almindelig								
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet								
Balsamin, Kap-								
Brudelys (emers)								
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet								
Brøndsel, Nikkende								
Dueurt, Lådden								
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.								
Dunhammer, Bredbladet								
Dunhammer, Smalbladet								
Forglemmigej, Eng-								
Gifttyde								
Hjortetrøst								
Hvene, Kryb-								
Iris, Gul								
Kalmus								
Kattehale								
Kogleaks, Sø- (emers)								
Kærmysse								
Mærke, Bredbladet								
Mærke, smalbladet (emers)								
Natskygge, Bittersød								
Nælde, Stor								
Padderok, Dynd-								
Pileurt, Vand-								
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)								
Rørgræs								
Skeblad, Vejbred-								
Skræppe, Vand-								
Star, Kær-								
Sødgræs, Høj								
Sødgræs, Manna-								
Tagrør								
Tidsel, Kål-								
Tæppegræs								
Vandpeberrod								
Ærenpris, Lancetbladet								
Mynte, Krans-								
Sværtevæld								
Snerle, Gærde								
Galtetand, Kær-								
Pileurt, Bidende								
Nælde, Stor								
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-								
Dækning undervandsveg. (%)	99	99	99	99	99	99	95	
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
Mosaik (0-3)	1	2	2	2	2	2	2	
Vegetationsdiversitet (0-3)	1	2	2	2	2	2	2	
Bemærkninger								

Vandløb	Gudenå, hele profilet		Delstrækning fra (WP)		3-8		Beskrivelse: Tvilum Bro	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		Delstrækning til (WP)		4-7		Beskrivelse: Allinggård Skov	
Delstrækning nr.	4							
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6	Segment 7	Segment 8
Fra (Waypoint)	3-7	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	
Til (Waypoint)	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	
Andemad, Liden	1	1	1	1	1	1	1	
Andemad, Stor	1	1	1	1	1	1	1	
Andemad, Tyk	1	1	1	1	1	1	1	
Andemad, Kors-	1	1	1	1	1	1	1	
Brudelys (submers)	1	1	1	1	1	1	1	
Frøbid (submers)	1	1	1	1	1	1	1	
Hornblad, Tornføet								
Hornblad, Tornløs	1							
Kogleaks, Sø- (submers)	1	1	1	1	1	1	1	
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)								
Pindsvineknop, Enkelt	1	1	1	1	1	1	1	
Vandaks, Liden								
Vandaks, Butbladet							1	
Vandaks, x undulatus	1	1	1		1	2	1	
Vandaks, x salicifolius	3	2	1	2	3	2	2	
Vandaks, Børstebladet (normal form)								
Vandaks, Børstebladet x?	3	4	4	3	3	3	3	
Vandaks, Glinsende	2	1	1	2	2	1	2	
Vandaks, Hjertebladet	3	2	3	3	2	2	3	
Vandaks, Kruset								
Vandaks, Langbladet	1				1	2	1	
Vandaks, Svømmende	1	1	1					
Tusindblad, Aks-								
Vandhår, Dusk	1	1	1	1	1	1	1	
Vandpest, Almindelig	1	1						
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)	1	2	3	3	2	2	1	
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig								
Vandanunkel, Kredsbladet								
Ærenpris, Lancetbladet (submers)								
Åkande, Gul (flydende)								
Åkande, Gul (submers)	1	1	1	1	1	1	1	
Åkande, Hvid (flydende)								
Vandstjerne, Smalbladet				1	1			
Kildemos, Almindelig	1	1	1	1	1			
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet								
Balsamin, Kap-	2	1	1	1	1	1	1	
Brudelys (emers)	1	1	1	1	1	1	1	
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet	1	1	1	1	1	1	1	
Brøndsel, Nikkende					1	1		
Dueurt, Lådden	1	1	1	1	1	1	1	
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.	2	1	1	1	1	2	2	
Dunhammer, Bredbladet	1	1	1	1	1	1	1	
Dunhammer, Smalbladet	1	1	1	1	1	1	1	
Forglemmigej, Eng-		1		1	1	1	1	
Gifttyde	1	1	1	1	1	1	1	
Hjortetrøst								
Hvene, Kryb-								
Iris, Gul	1	1	1	1	1	1	1	
Kalmus	1	1	1	1	1	1	1	
Kattehale								
Kogleaks, Sø- (emers)	1	1	1	1	1	1	1	
Kærmysse								
Mærke, Bredbladet								
Mærke, smalbladet (emers)	1	1	1	1	1	1	1	
Natskygge, Bittersød	1	1	1	1	1	1	1	
Nælde, Stor								
Padderok, Dynd-								
Pileurt, Vand-								
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)	1	1	1	1	1	1	1	
Rørgræs	3	3	4	4	4	4	4	
Skeblad, Vejbred-								
Skræppe, Vand-	1	1	1	1	1	1	1	
Star, Kær-	1	1	1	1	1	1	1	
Sødgræs, Høj	3	3	3	2	2	2	2	
Sødgræs, Manna-								
Tagrør	1	1	1	1	1	1	1	
Tidsel, Kål-								
Tæppegræs								
Vandpeberrod	1	1	1	1	1	1	1	
Ærenpris, Lancetbladet								
Mynte, Krans-								
Sværtevæld								
Snerle, Gærde	1	1	1	1	1	1	1	
Galtetand, Kær-	1	1	1	1	1	1	1	
Pileurt, Bidende	1	1	1	1	1	1	1	
Nælde, Stor	1	1						
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-								
Dækning undervandsveg. (%)	99	99	99	99	99	99	99	
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
Mosaik (0-3)	3	3	3	2	3	3	3	
Vegetationsdiversitet (0-3)	3	3	3	2	3	3	3	
Vurderet bevaringstilstand/økologisk tilstand for undervandsvegetation	God	God	God	God	God	God	God	

Vandløb	**Gudenå, strømrenden**		**Delstrækning fra (WP)**		3-8		Beskrivelse: Tvilum Bro	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		**Delstrækning til (WP)**		4-7		Beskrivelse: Allinggård Skov	
Delstrækning nr.	4							
	Segment 1	**Segment 2**	**Segment 3**	**Segment 4**	**Segment 5**	**Segment 6**	**Segment 7**	**Segment 8**
Fra (Waypoint)	3-8	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	
Til (Waypoint)	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	
Andemad, Liden								
Andemad, Stor								
Andemad, Tyk								
Andemad, Kors-								
Brudelys (submers)								
Frøbid (submers)								
Hornblad, Tornføet								
Hornblad, Tornløs								
Kogleaks, Sø- (submers)								
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)								
Pindsvineknop, Enkelt	1	1	1	1	1	1	1	
Vandaks, Liden								
Vandaks, Butbladet								
Vandaks, x undulatus								
Vandaks, x salicifolius	1				2	1	1	
Vandaks, Børstebladet (normal form)								
Vandaks, Børstebladet x?	3	4	3	3	2	3	3	
Vandaks, Glinsende					2		1	
Vandaks, Hjertebladet	3	2	2	3	2	3	3	
Vandaks, Kruset								
Vandaks, Langbladet								
Vandaks, Svømmende								
Tusindblad, Aks-								
Vandhår, Dusk								
Vandpest, Almindelig								
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)	1	1	3	3	3	2	1	
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig								
Vandanunkel, Kredsbladet								
Ærenpris, Lancetbladet (submers)								
Åkande, Gul (flydende)								
Åkande, Gul (submers)								
Åkande, Hvid (flydende)								
Vandstjerne, Smalbladet								
Kildemos, Almindelig	1	1						
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet								
Balsamin, Kap-								
Brudelys (emers)								
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet								
Brøndsel, Nikkende								
Dueurt, Lådden								
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.								
Dunhammer, Bredbladet								
Dunhammer, Smalbladet								
Forglemmigej, Eng-								
Gifttyde								
Hjortetrøst								
Hvene, Kryb-								
Iris, Gul								
Kalmus								
Kattehale								
Kogleaks, Sø- (emers)								
Kærmysse								
Mærke, Bredbladet								
Mærke, smalbladet (emers)								
Natskygge, Bittersød								
Nælde, Stor								
Padderok, Dynd-								
Pileurt, Vand-								
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)								
Rørgræs								
Skeblad, Vejbred-								
Skræppe, Vand-								
Star, Kær-								
Sødgræs, Høj								
Sødgræs, Manna-								
Tagrør								
Tidsel, Kål-								
Tæppegræs								
Vandpeberrod								
Ærenpris, Lancetbladet								
Mynte, Krans-								
Sværtevæld								
Snerle, Gærde								
Galtetand, Kær-								
Pileurt, Bidende								
Nælde, Stor								
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-								
Dækning undervandsveg. (%)	99	99	99	99	99	99	99	
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
Mosaik (0-3)	2	2	2	2	2	2	2	
Vegetationsdiversitet (0-3)	2	2	2	2	2	2	2	
Bemærkninger								

Vandløb	Gudenå, hele profilet		Delstrækning fra (WP)		4-7		Beskrivelse: Allinggård Skov	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		Delstrækning til (WP)		5-8		Beskrivelse: Borre Å	
Delstrækning nr.	5							
	Segment 1	Segment 2	Segment 3	Segment 4	Segment 5	Segment 6	Segment 7	Segment 8
Fra (Waypoint)	4-7	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7
Til (Waypoint)	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7	5-8
Andemad, Liden	1	1	1	1	1	1	1	1
Andemad, Stor	1	1	1	1	1	1	1	1
Andemad, Tyk	1	1	1	1	1	1	1	1
Andemad, Kors-	1	1	1	1	1	1	1	1
Brudelys (submers)	1	1	1	1	1	1	1	1
Frøbid (submers)	1	1	1	1	1	1	1	1
Hornblad, Tornføet			1					
Hornblad, Tornløs	1	1	1					
Kogleaks, Sø- (submers)	1	1	1	1	1	1	1	1
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)								
Pindsvineknop, Enkelt	1	1	1	1	1	2	2	2
Vandaks, Liden					1			
Vandaks, Butbladet					1	1		
Vandaks, x undulatus	1	1	1	1	1	2	1	1
Vandaks, x salicifolius	1		1	1	1	1	1	1
Vandaks, Børstebladet (normal form)								
Vandaks, Børstebladet x?	5	5	5	4	4	2	3	3
Vandaks, Glinsende	1	1	2	1	3	3	2	2
Vandaks, Hjertebladet	2	2	2	2	2	3	2	2
Vandaks, Kruset				1		1	1	1
Vandaks, Langbladet			1	1	1	1	2	1
Vandaks, Svømmende						2	1	1
Tusindblad, Aks-								
Vandhår, Dusk	1	1	1	1	1	1	1	1
Vandpest, Almindelig			1	1	1	1		1
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)	1	1	1	2	2	2	1	1
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig								
Vandanunkel, Kredsbladet								
Ærenpris, Lancetbladet (submers)								
Åkande, Gul (flydende)								
Åkande, Gul (submers)	1	1	1	1	2	2	2	2
Åkande, Hvid (flydende)								
Vandstjerne, Smalbladet	1		1			1		
Kildemos, Almindelig	1	1	1	1	1	1	1	1
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet								
Balsamin, Kap-	1	1	1	1	1	1	1	1
Brudelys (emers)	1	1	1	1	1	2	1	1
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet	1	1	1	1	1	1	1	1
Brøndsel, Nikkende								
Dueurt, Lådden	1	1	1	1	1	1	1	1
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.	2	2	2	1	1	1	1	2
Dunhammer, Bredbladet	1	1	1	1	2	2	1	2
Dunhammer, Smalbladet				1				1
Forglemmigej, Eng-	1	1	1	1	1	1	1	1
Gifttyde	1	1	1	1	1	1	1	1
Hjortetrøst								
Hvene, Kryb-					1			
Iris, Gul	1	1	1	1	1	1	1	1
Kalmus	1	1	1	1	1	1	1	1
Kattehale							1	
Kogleaks, Sø- (emers)	1	1	1	1	1	1	1	1
Kærmysse								
Mærke, Bredbladet					1	1		
Mærke, smalbladet (emers)	1	1	1	1	1	1	1	1
Natskygge, Bittersød	1	1	1	1	1	1	1	1
Nælde, Stor								
Padderok, Dynd-						1		
Pileurt, Vand-					1			
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)	1	1	1	2	1	2	2	2
Rørgræs	3	4	4	3	3	3	2	2
Skeblad, Vejbred-	1				1	1		
Skræppe, Vand-	1	1	1	1	1	1	1	1
Star, Kær-				2	1	2	2	2
Sødgræs, Høj	2	1	1	2	3	3	2	2
Sødgræs, Manna-								
Tagrør	1	1	1	1	2		2	4
Tidsel, Kål-								
Tæppegræs								
Vandpeberrod	1	1	1	1	1	1	1	1
Ærenpris, Lancetbladet								
Mynte, Krans-	1	1						
Sværtevæld								
Snerle, Gærde	1	1	1	1	1	1	1	1
Galtetand, Kær-	1	1	1	1	1	1	1	1
Pileurt, Bidende	1	1			1			
Nælde, Stor								
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-						1		1
Dækning undervandsveg. (%)	95	95	95	95	95	95	95	85
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Mosaik (0-3)	3	2	3	3	3	3	3	2
Vegetationsdiversitet (0-3)	3	2	3	3	3	3	3	2
Vurderet bevaringstilstand/økologisk tilstand for undervandsvegetation	God	Moderat	God	God	God	God	God	Moderat

Vandløb	**Gudenå, strømrenden**		**Delstrækning fra (WP)**		4-7		Beskrivelse: Allinggård Skov	
Dato	1.-3. september 2021							
Undersøgt af	BM & PH		**Delstrækning til (WP)**		5-8		Beskrivelse: Borre Å	
Delstrækning nr.	5							
	Segment 1	**Segment 2**	**Segment 3**	**Segment 4**	**Segment 5**	**Segment 6**	**Segment 7**	**Segment 8**
Fra (Waypoint)	4-7	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7
Til (Waypoint)	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7	5-8
Andemad, Liden								
Andemad, Stor								
Andemad, Tyk								
Andemad, Kors-								
Brudelys (submers)								
Frøbid (submers)								
Hornblad, Tornføet								
Hornblad, Tornløs								
Kogleaks, Sø- (submers)								
Mærke, Smalbladet (submers)								
Pileurt, Bidende (submers)								
Pindsvineknop, Enkelt		1	1	1	1	2	1	2
Vandaks, Liden								
Vandaks, Butbladet								
Vandaks, x undulatus							1	1
Vandaks, x salicifolius								
Vandaks, Børstebladet (normal form)								
Vandaks, Børstebladet x?	4	5	4	5	4	2	3	3
Vandaks, Glinsende							1	
Vandaks, Hjerteblad et	2	1	2	2	2	3	3	3
Vandaks, Kruset						1		
Vandaks, Langbladet					1	1		
Vandaks, Svømmende								
Tusindblad, Aks-								
Vandhår, Dusk								
Vandpest, Almindelig								
Vandranunkel, Strand-								
Vandranunkel indet. (Strand-/Symes)	1	1	1	1	1	2	1	1
Vandranunkel, Symes								
Vandranunkel, Almindelig								
Vandanunkel, Kredsbladet								
Ærenpris, Lancetbladet (submers)								
Åkande, Gul (flydende)								
Åkande, Gul (submers)						1	1	1
Åkande, Hvid (flydende)								
Vandstjerne, Smalbladet								
Kildemos, Almindelig			1	1	1	1	1	1
Strømmos, Robust								
Glanstråd, Bugtet						2		
Balsamin, Kap-								
Brudelys (emers)								
Brøndkarse, Tykskulpet/Tyndskulpet								
Brøndsel, Nikkende								
Dueurt, Lådden								
Dunhammer, Bredbl. X Smalbl.								
Dunhammer, Bredbladet								
Dunhammer, Smalbladet								
Forglemmigej, Eng-								
Giftt yde								
Hjortetrøst								
Hvene, Kryb-								
Iris, Gul								
Kalmus								
Kattehale								
Kogleaks, Sø- (emers)								
Kærmysse								
Mærke, Bredbladet								
Mærke, smalbladet (emers)								
Natskygge, Bittersød								
Nælde, Stor								
Padderok, Dynd-								
Pileurt, Vand-								
Pindsvineknop, Grenet (sensu lato)								
Rørgræs								
Skeblad, Vejbred-								
Skræppe, Vand-								
Star, Kær-								
Sødgræs, Høj								
Sødgræs, Manna-								
Tagrør								
Tidsel, Kål-								
Tæppegræs								
Vandpeberrod								
Ærenpris, Lancetbladet								
Mynte, Krans-								
Sværtevæld								
Snerle, Gærde								
Galtetand, Kær-								
Pileurt, Bidende								
Nælde, Stor								
Mynte, Krans-								
Mynte, Vand-								
Dækning undervandsveg. (%)	95	95	95	95	95	95	95	85
Dybdegr. undervandsveg. (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Mosaik (0-3)	2	1	2	2	2	2	2	2
Vegetationsdiversitet (0-3)	2	1	2	2	2	2	2	2
Bemærkninger								

Regulativ Gudenåen 2023

Teknisk redegørelse

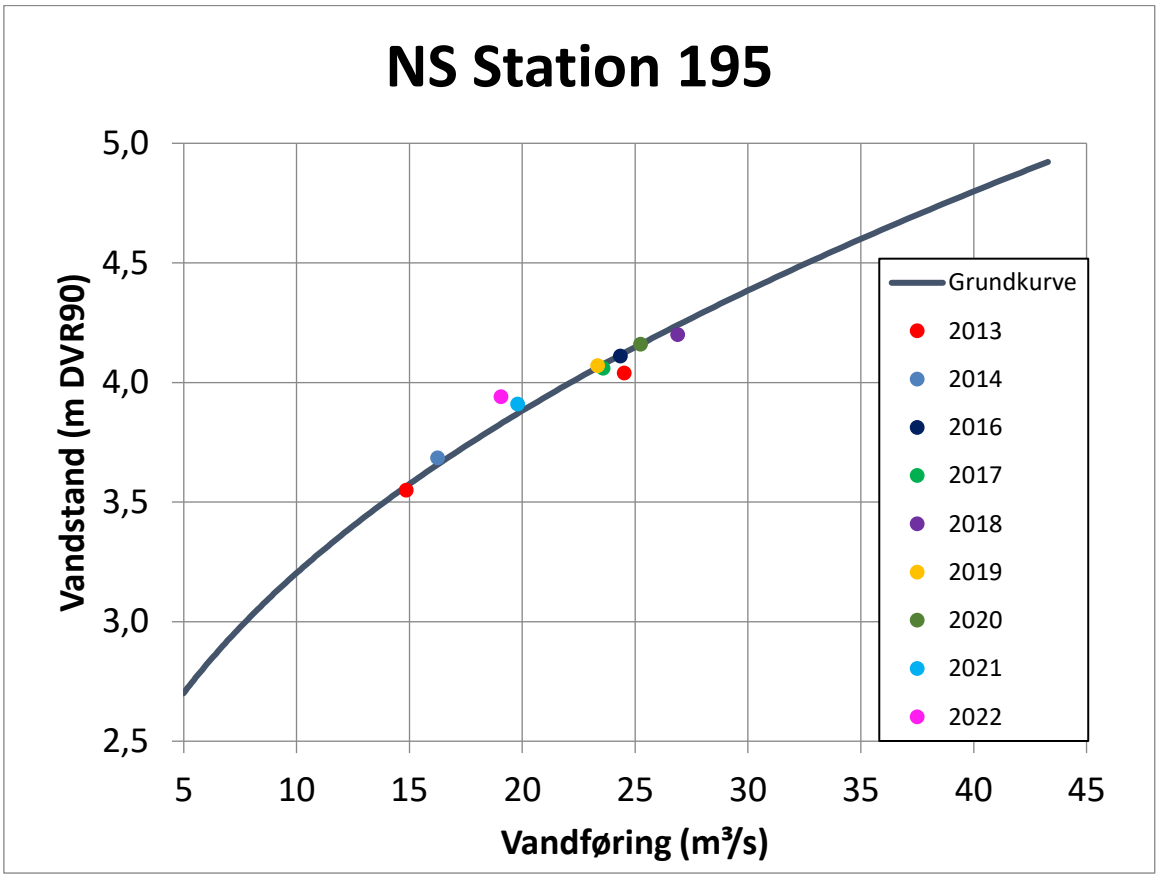
Bilag H

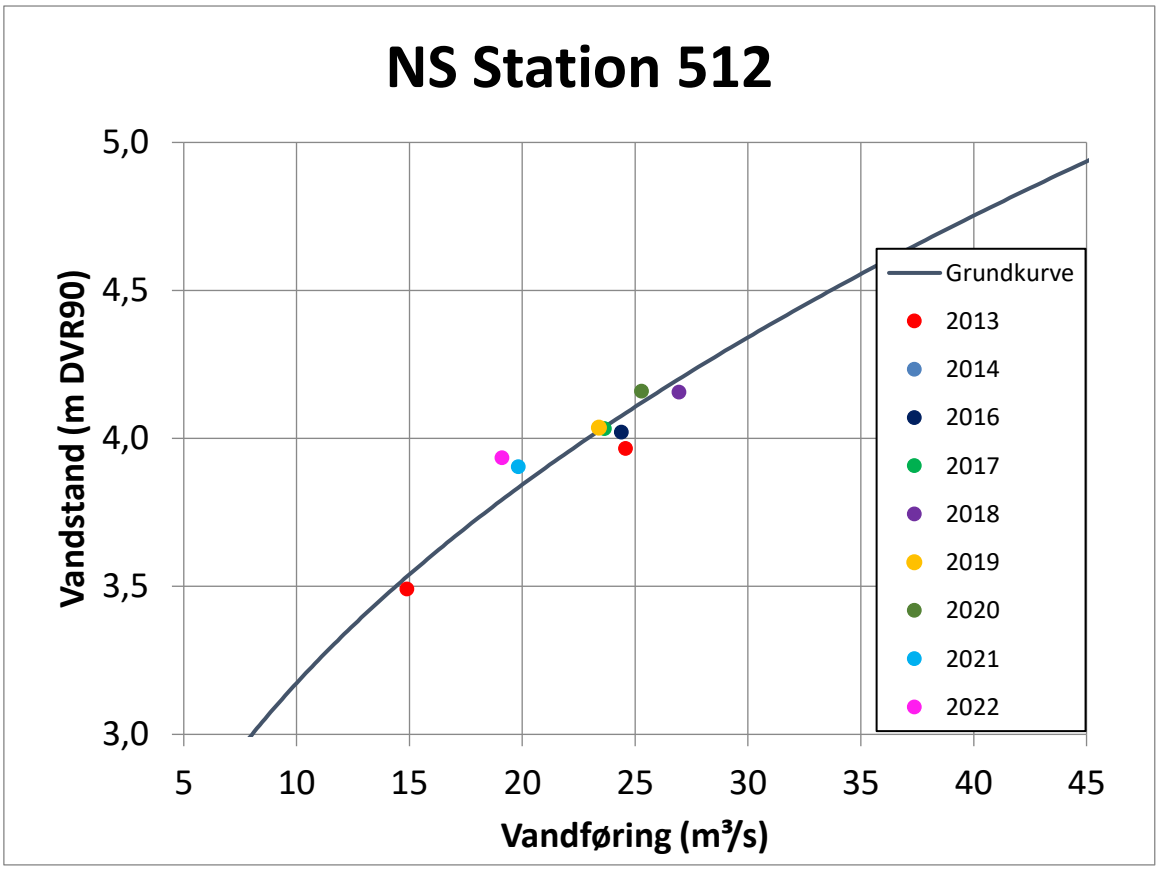
Grundkurver (vedligeholdelseskurver)

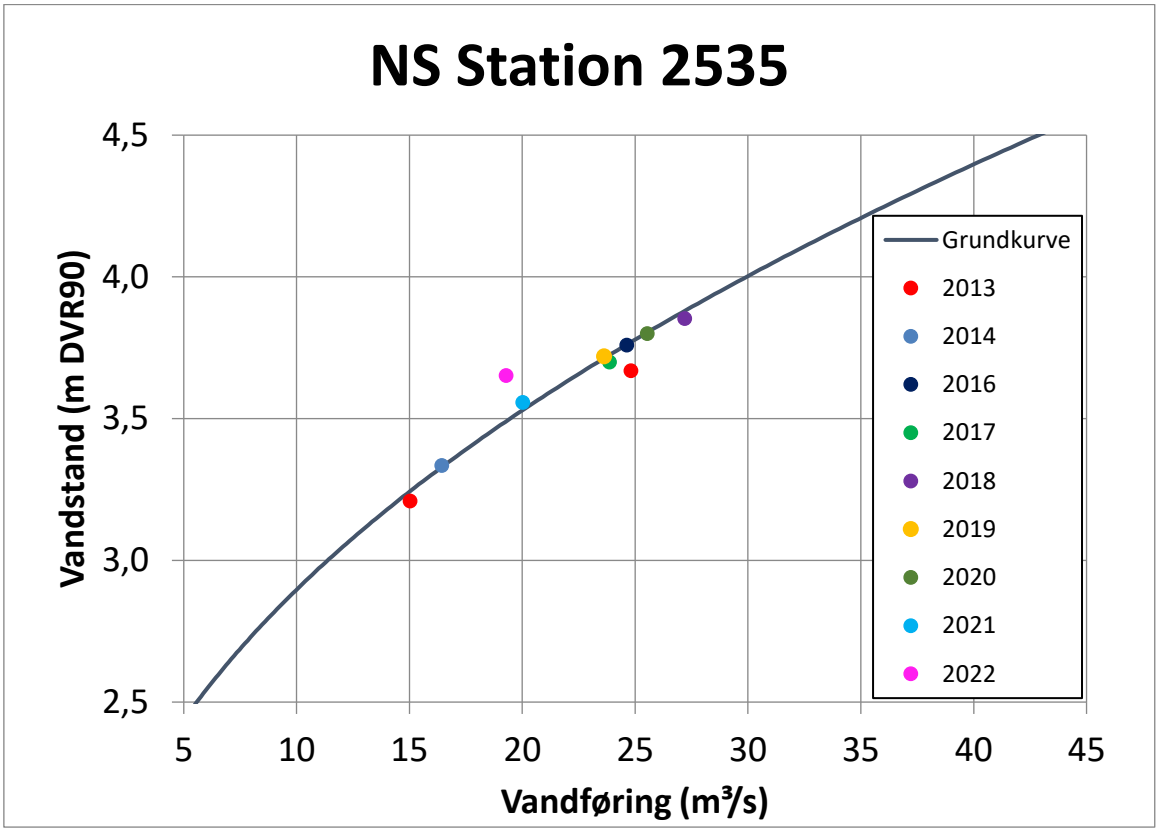
Nedstrøms Tange Sø

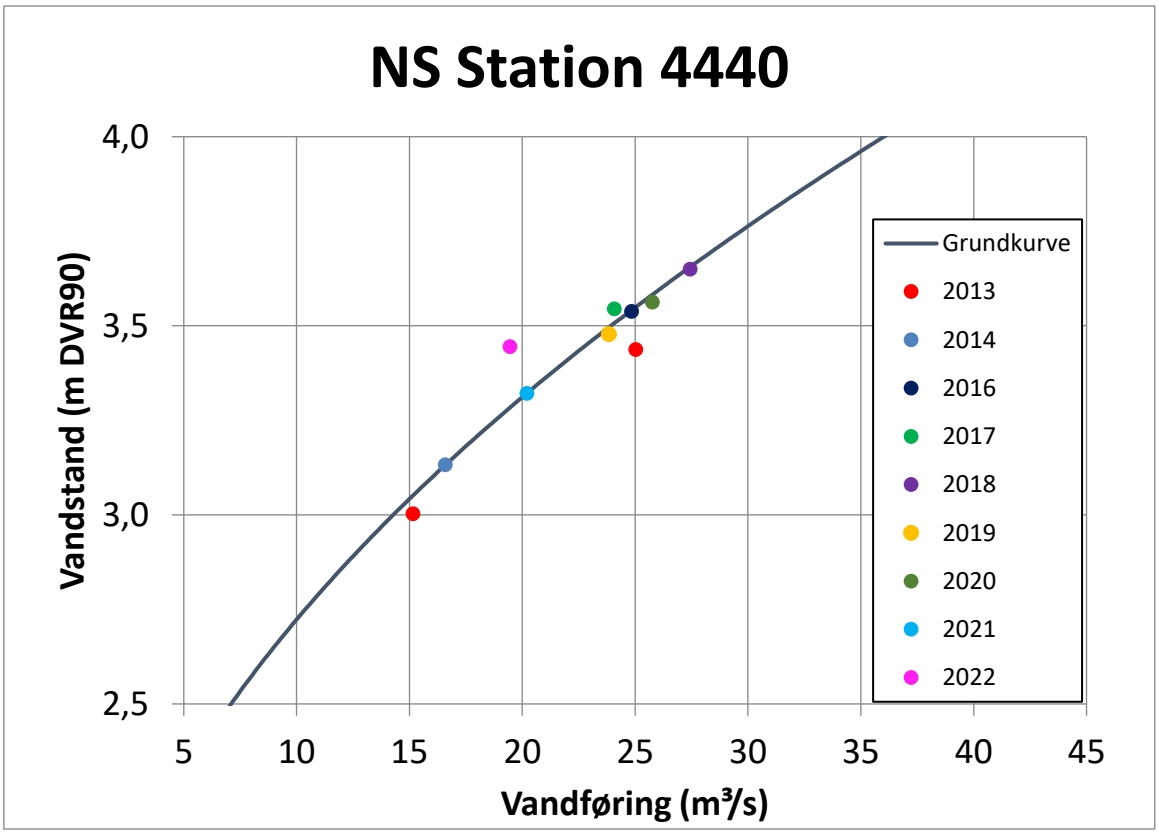
Med kontrolpunkter fra

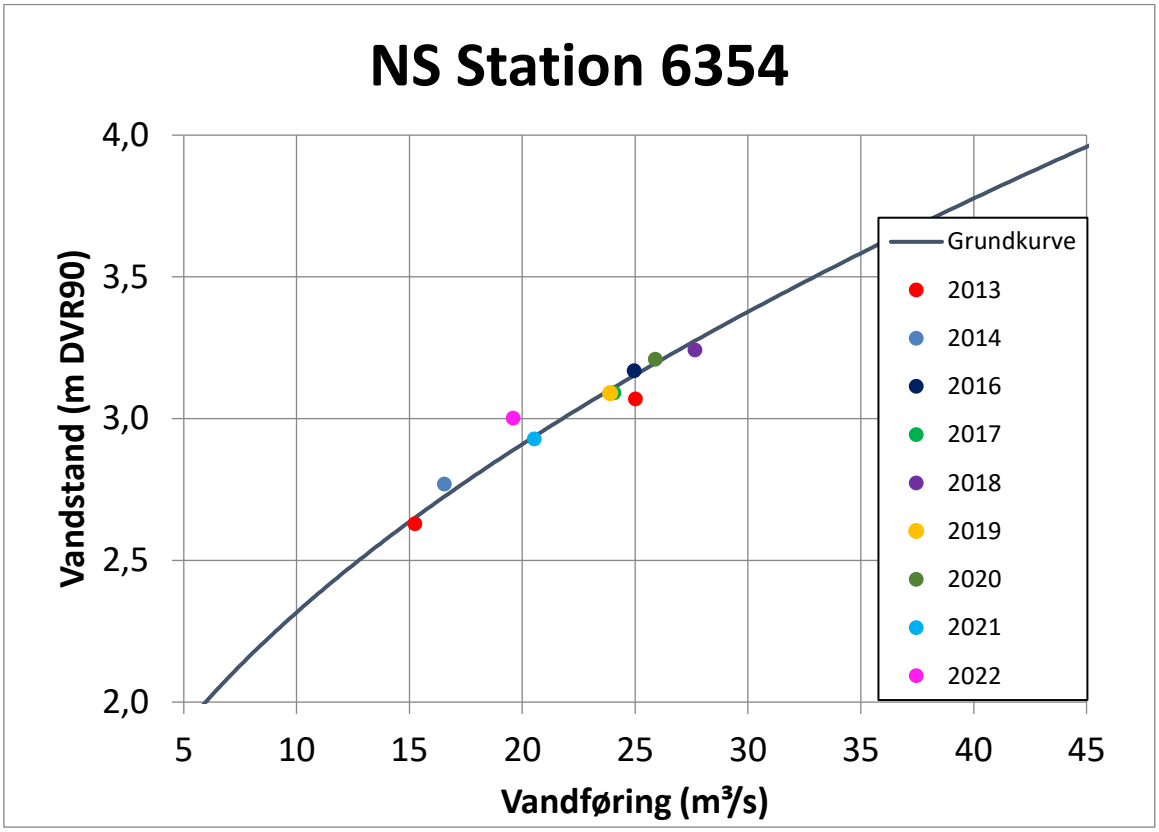
perioden 2013-2022

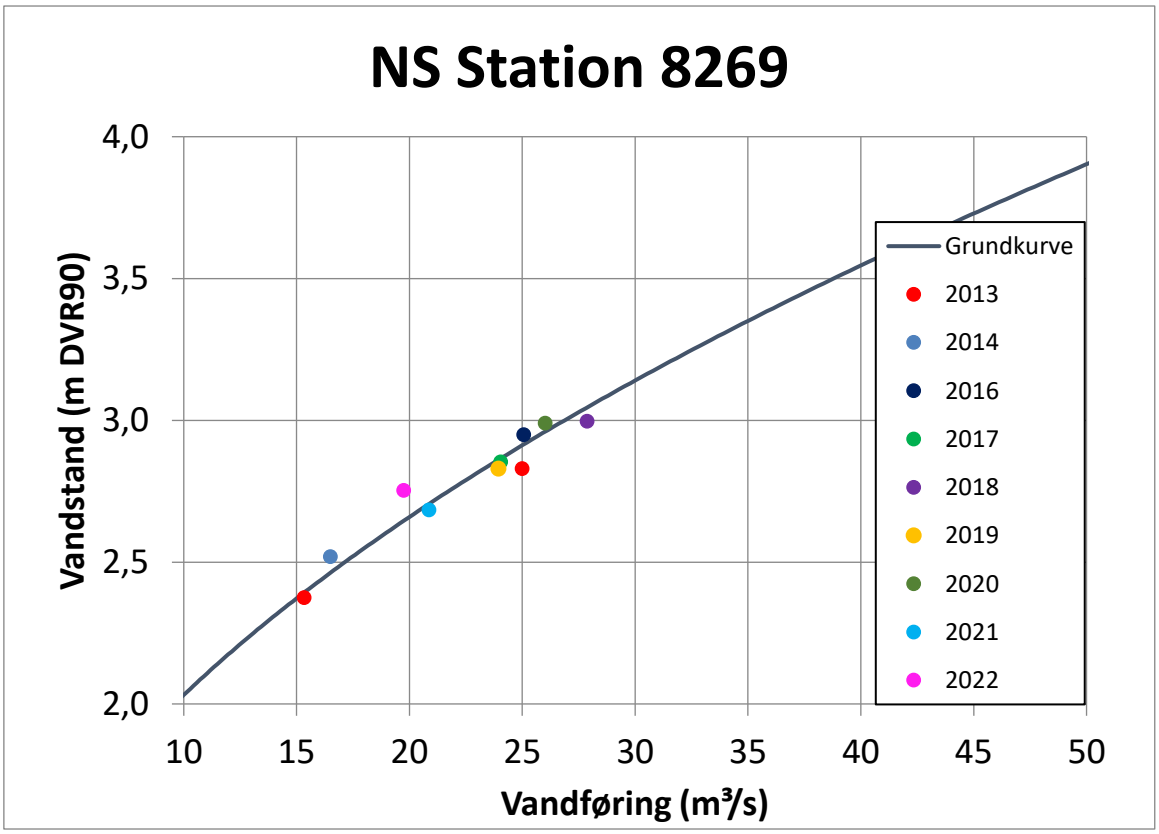

NS Station 195
Vandstand (m DVR90)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
5
10
15
20
25
30
35
40
45
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022

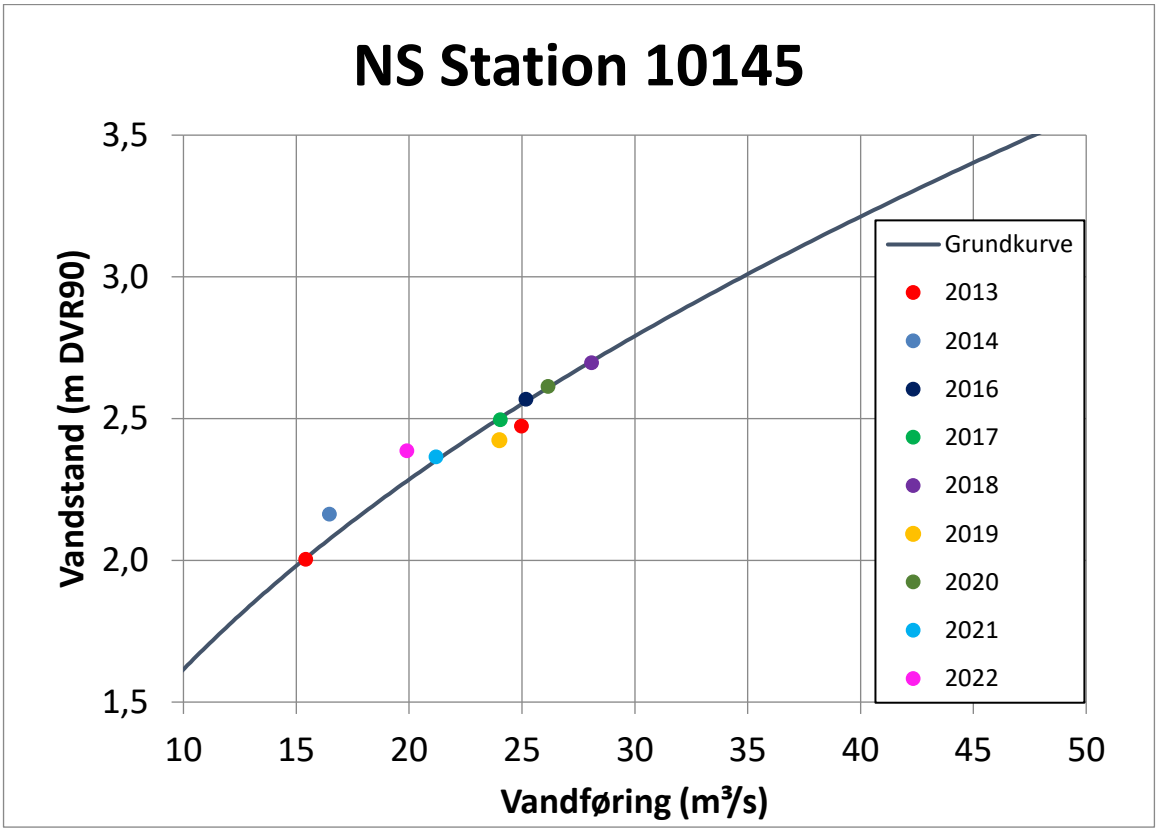

NS Station 512
Vandstand (m DVR90)
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022

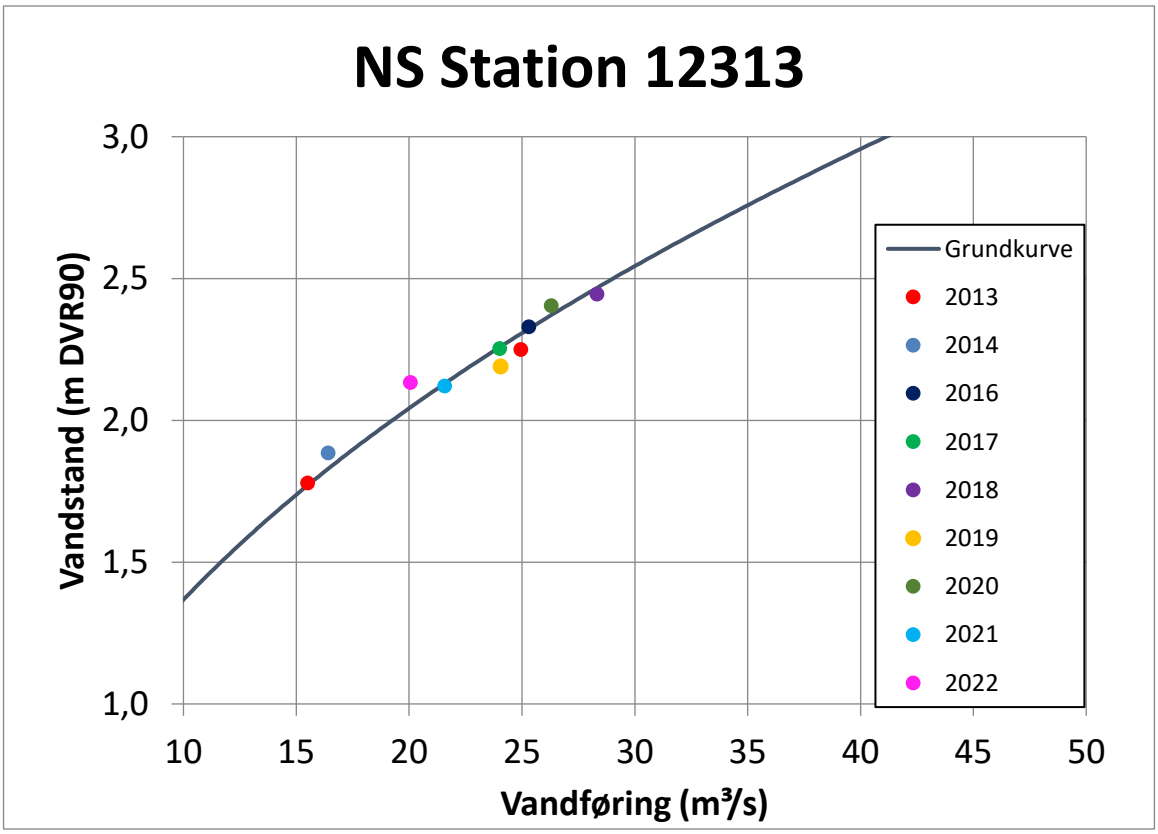

NS Station 2535
Vandstand (m DVR90)
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
5
10
15
20
25
30
35
40
45
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022

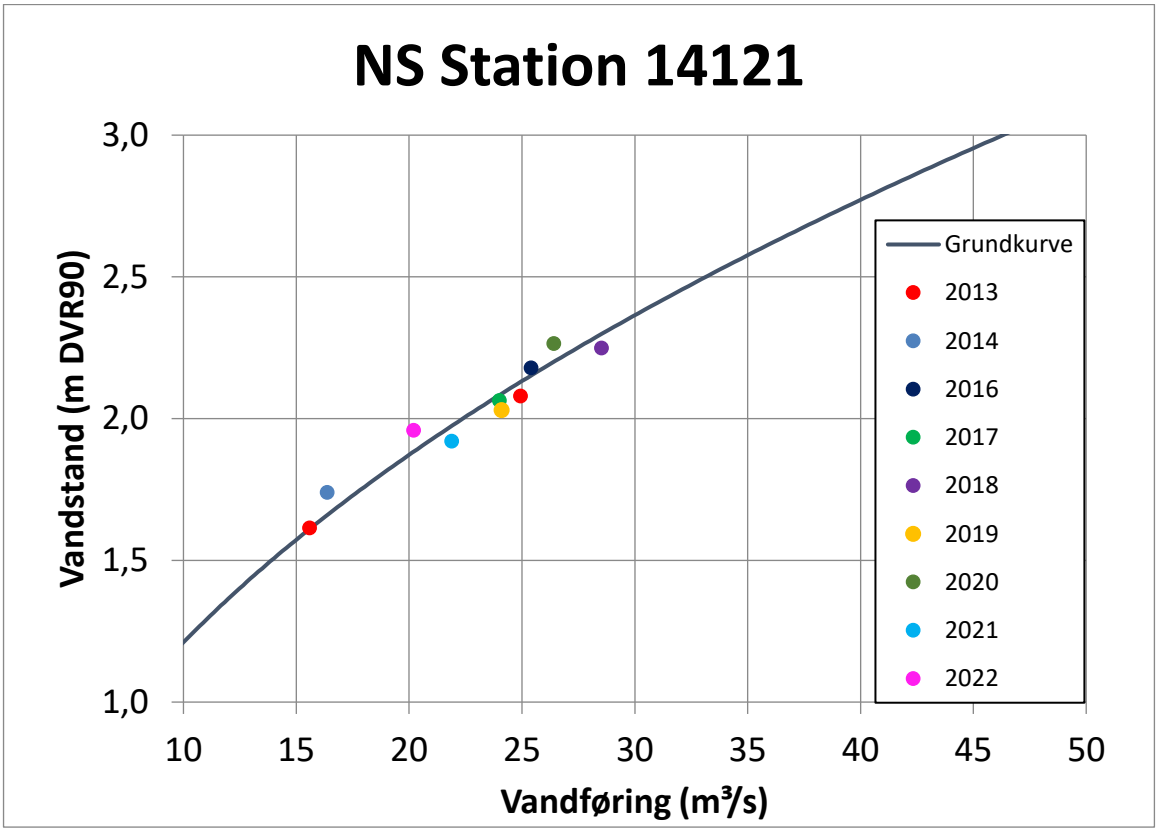

NS Station 4440
Vandstand (m DVR90)
4,0
3,5
3,0
2,5
5
10
15
20
25
30
35
40
45
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022

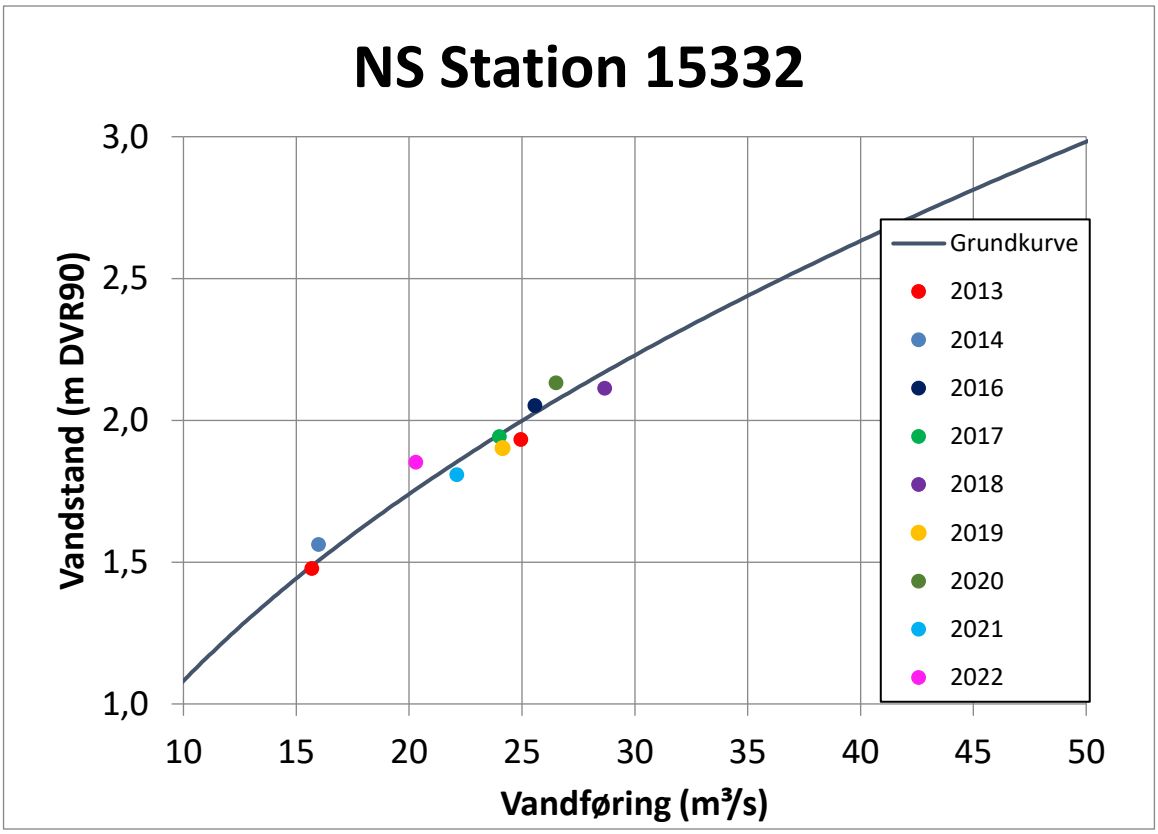

NS Station 6354
Vandstand (m DVR90)
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022

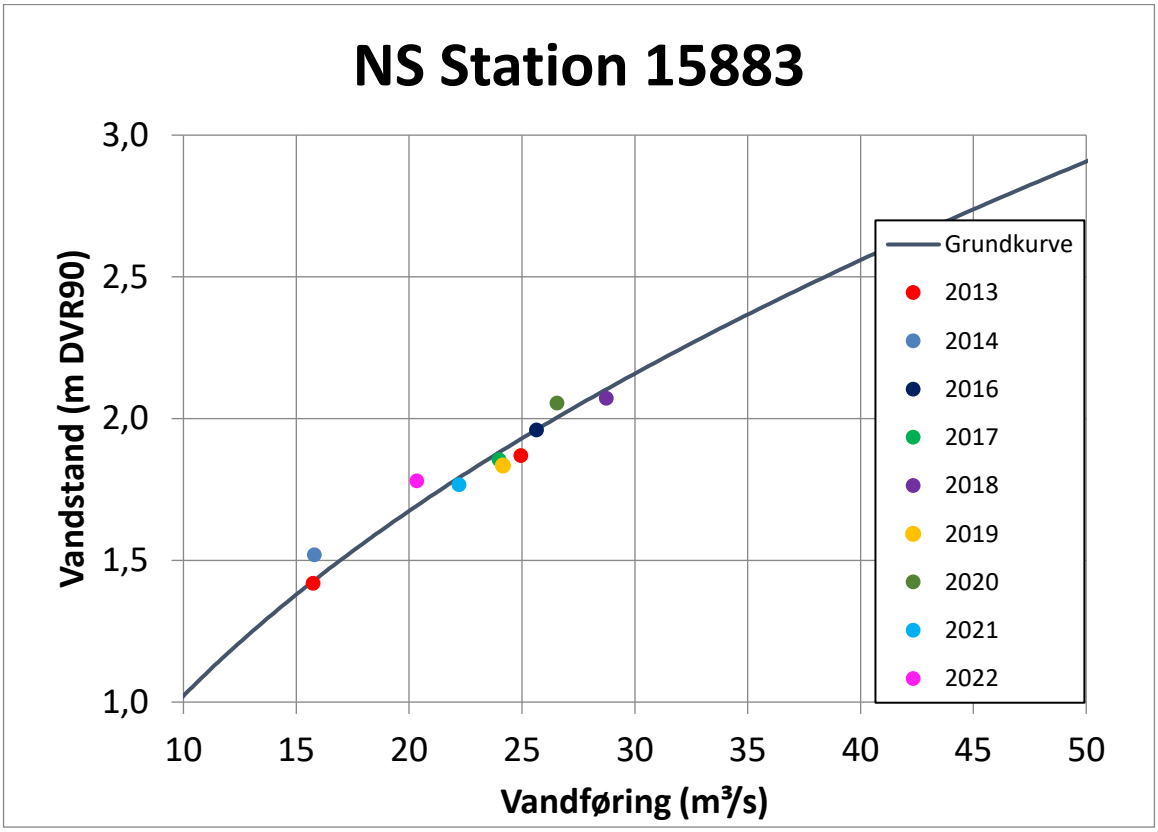

NS Station 8269
Vandstand (m DVR90)
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022

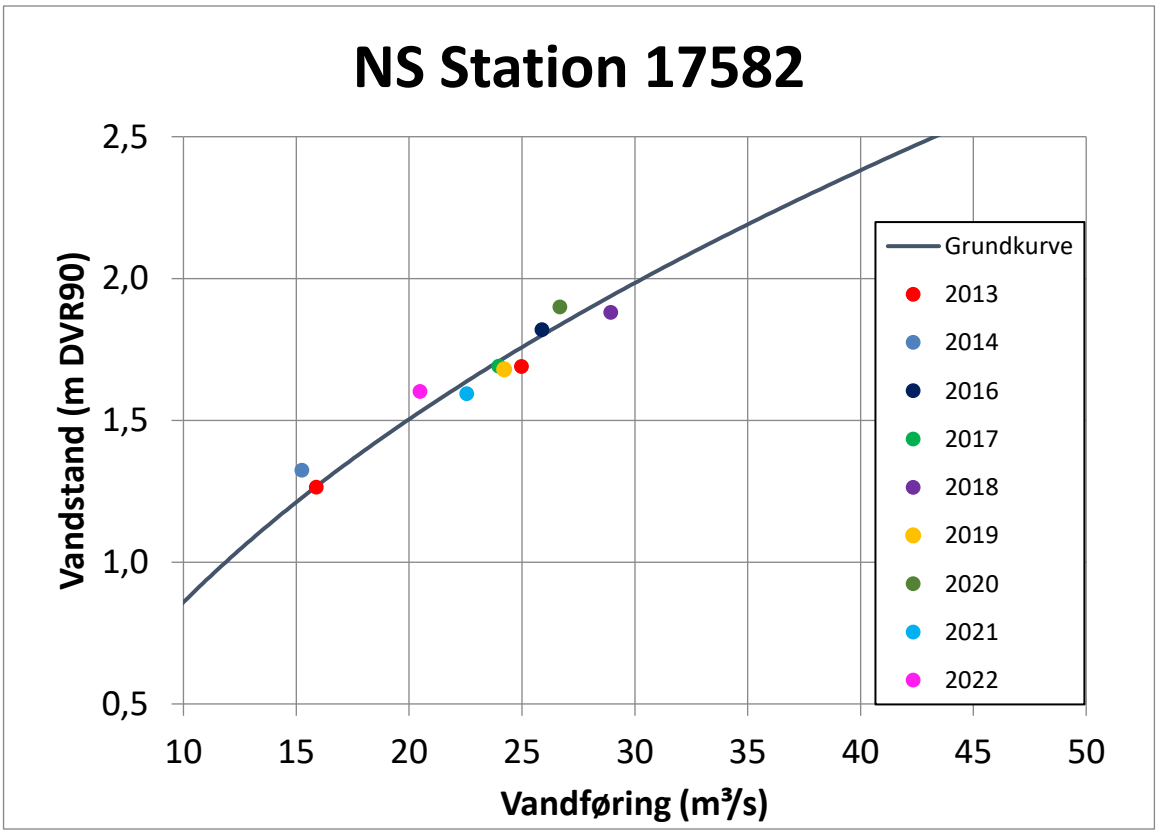

NS Station 10145
Vandstand (m DVR90)
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022

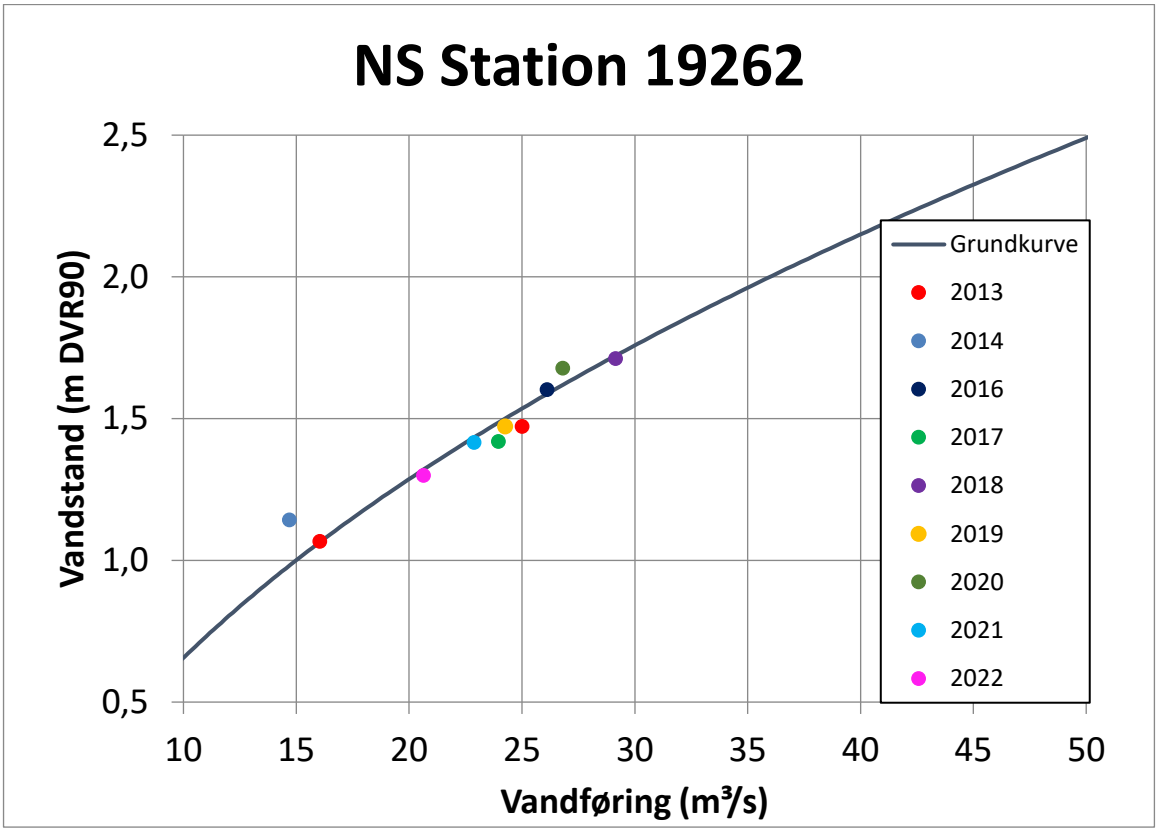

NS Station 12313
Vandstand (m DVR90)
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022


NS Station 14121
Vandstand (m DVR90)
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022


NS Station 15332
Vandstand (m DVR90)
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022


NS Station 15883
Vandstand (m DVR90)
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022


NS Station 17582
Vandstand (m DVR90)
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022


NS Station 19262
Vandstand (m DVR90)
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Vandføring (m³/s)
Grundkurve
2013
2014
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022

Gudenå NS Tange Sø

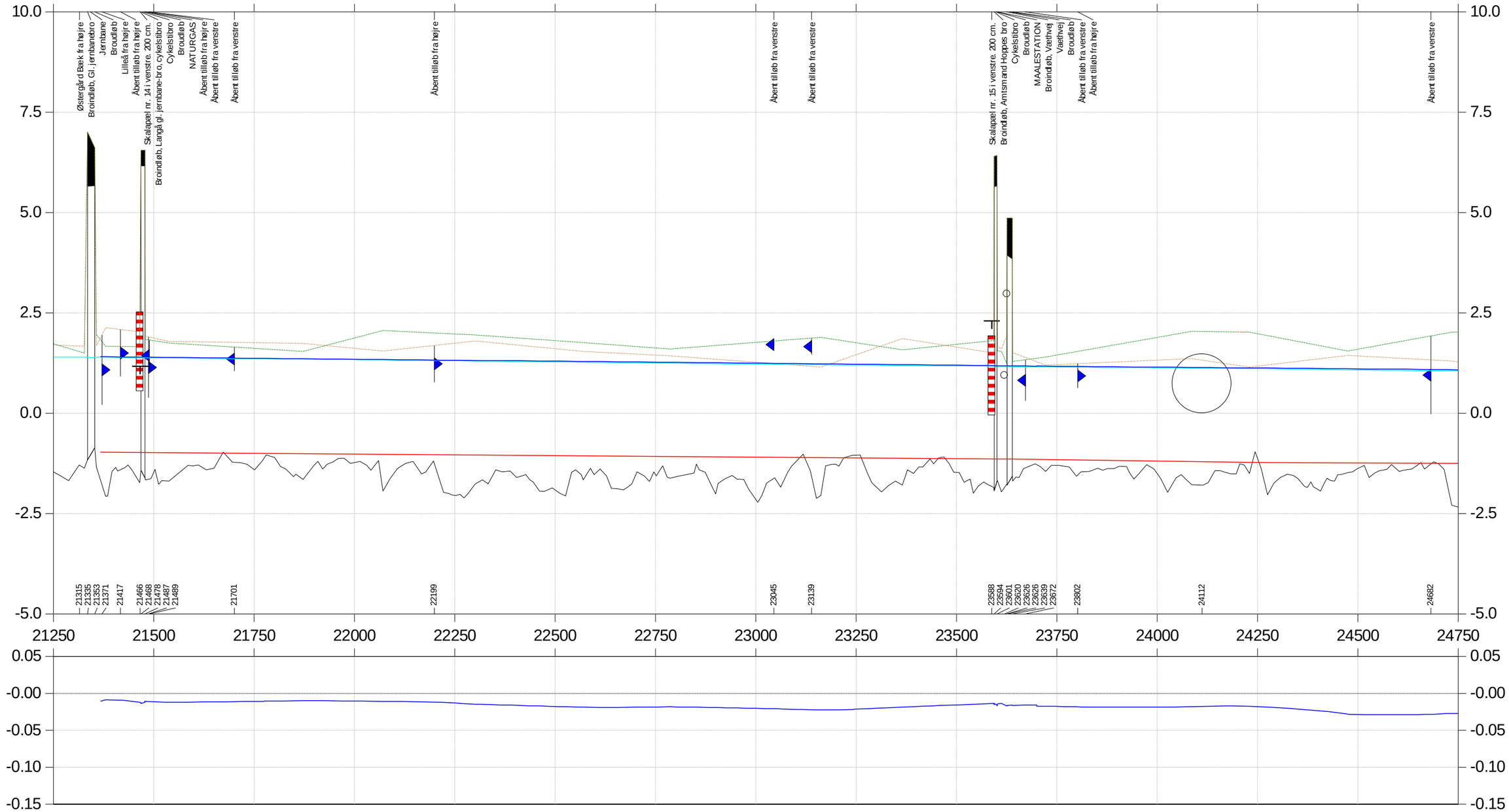
2023 regulativ

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni 2020
Vintermiddel

Bilag I, side 1

- Teoretisk skikkelse 2023
- Terræn højre 2020
- Terræn venstre 2020
- Bund, opmålt 2020
- Teoretisk skikkelse 2023, vintermiddel
- Opmåling 2020, vintermiddel

Kote i m DVR90 1:100



Forskel i m. — Beregnet vandspejl vintermiddel: opmåling minus skikkelse

VASP 17-07-2023 / GIUR ProjektID : 3030-15291

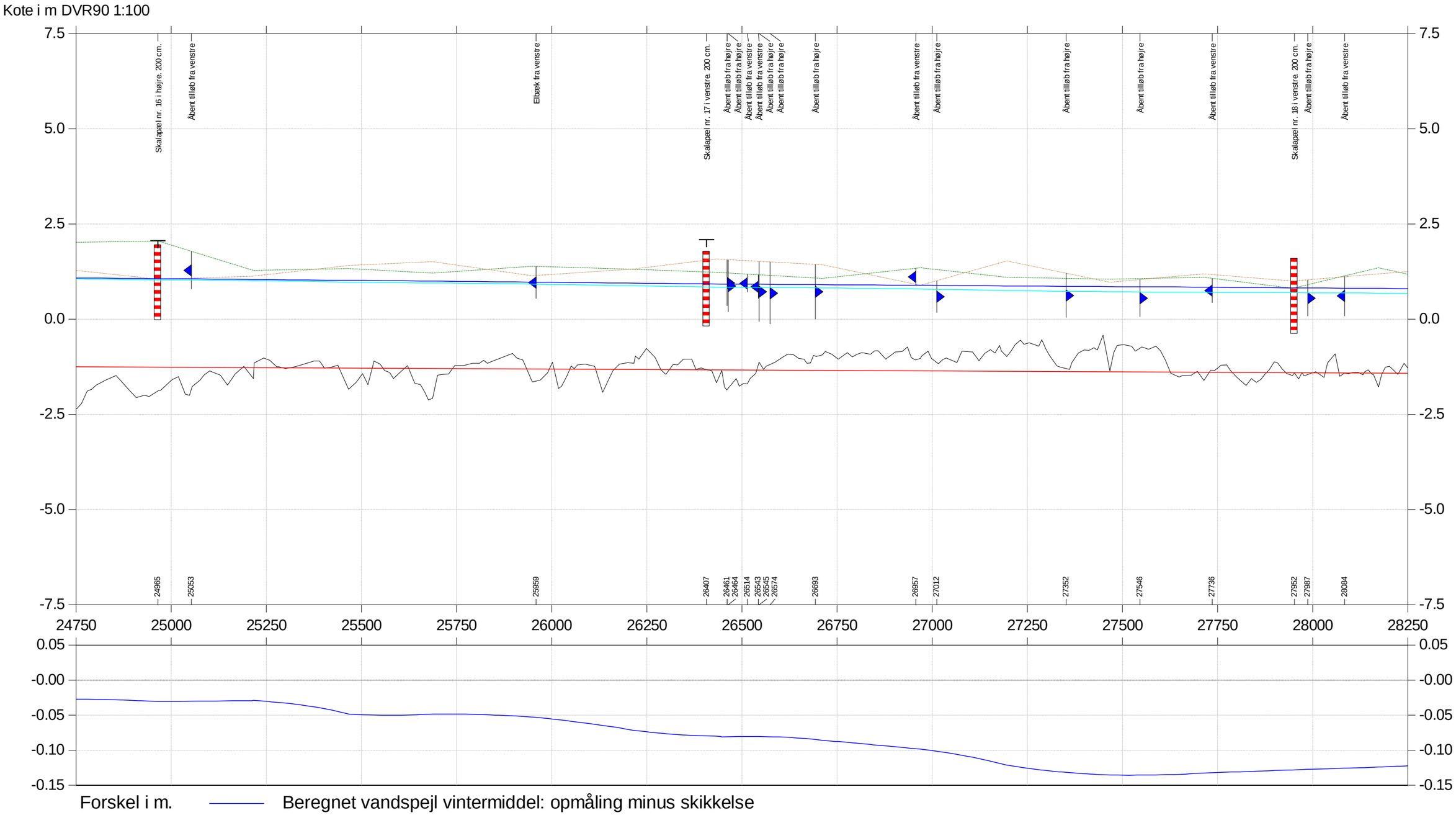
Station i m 1:10000

Gudenå NS Tange Sø

2023 regulativ

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni 2020
Vintermiddel

Bilag I, side 2



VASP 17-07-2023 / GIUR ProjektID : 3030-15291

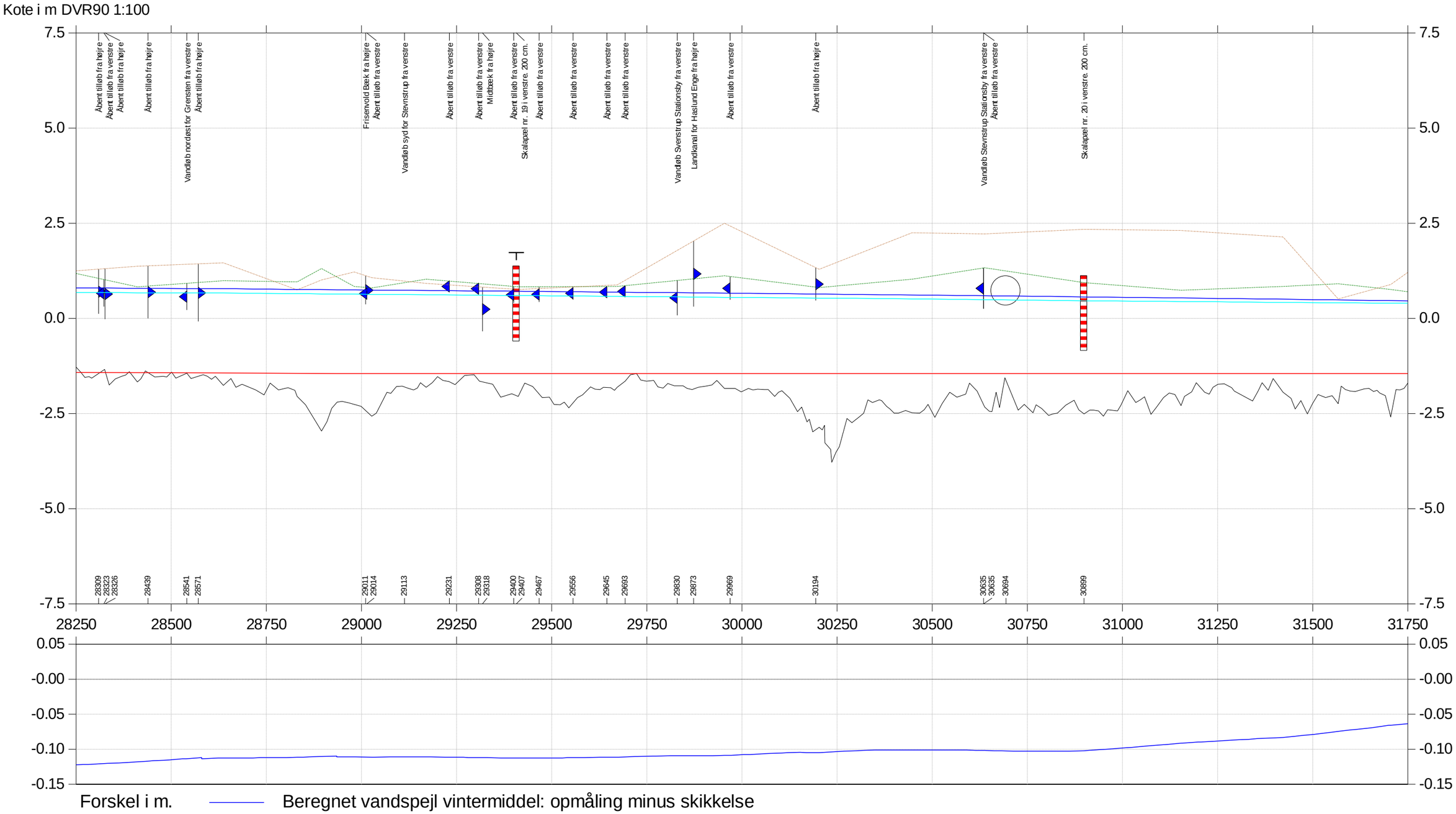
Station i m 1:10000

Gudenå NS Tange Sø

2023 regulativ

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni 2020
Vintermiddel

Bilag I, side 3



VASP 17-07-2023 / GIUR ProjektID : 3030-15291

Station i m 1:10000

Gudenå NS Tange Sø

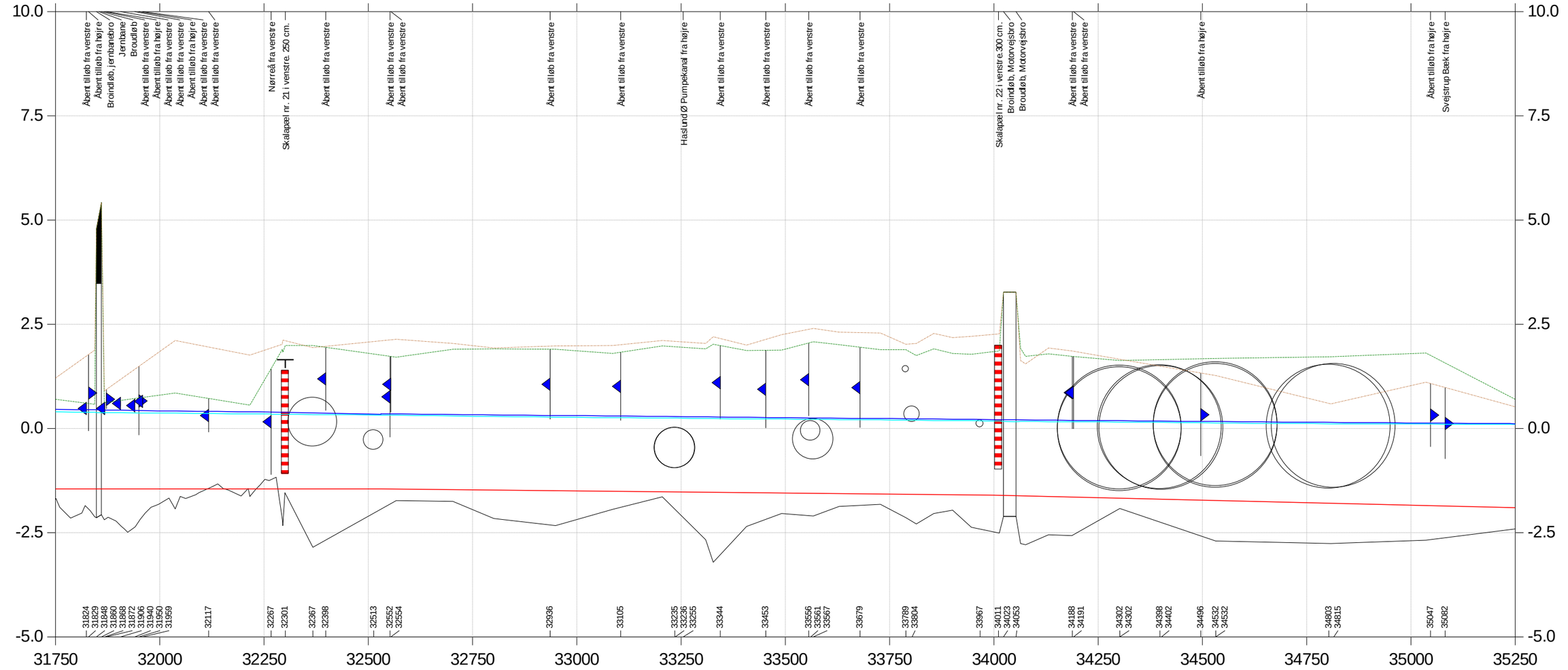
2023 regulativ

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni 2020
Vintermiddel

Bilag I, side 4

- Teoretisk skikkelse 2023
- Terræn højre 2020
- Terræn venstre 2020
- Bund, opmålt 2020
- Teoretisk skikkelse 2023, vintermiddel
- Opmåling 2020, vintermiddel

Kote i m DVR90 1:100



Forskel i m. — Beregnet vandspejl vintermiddel: opmåling minus skikkelse

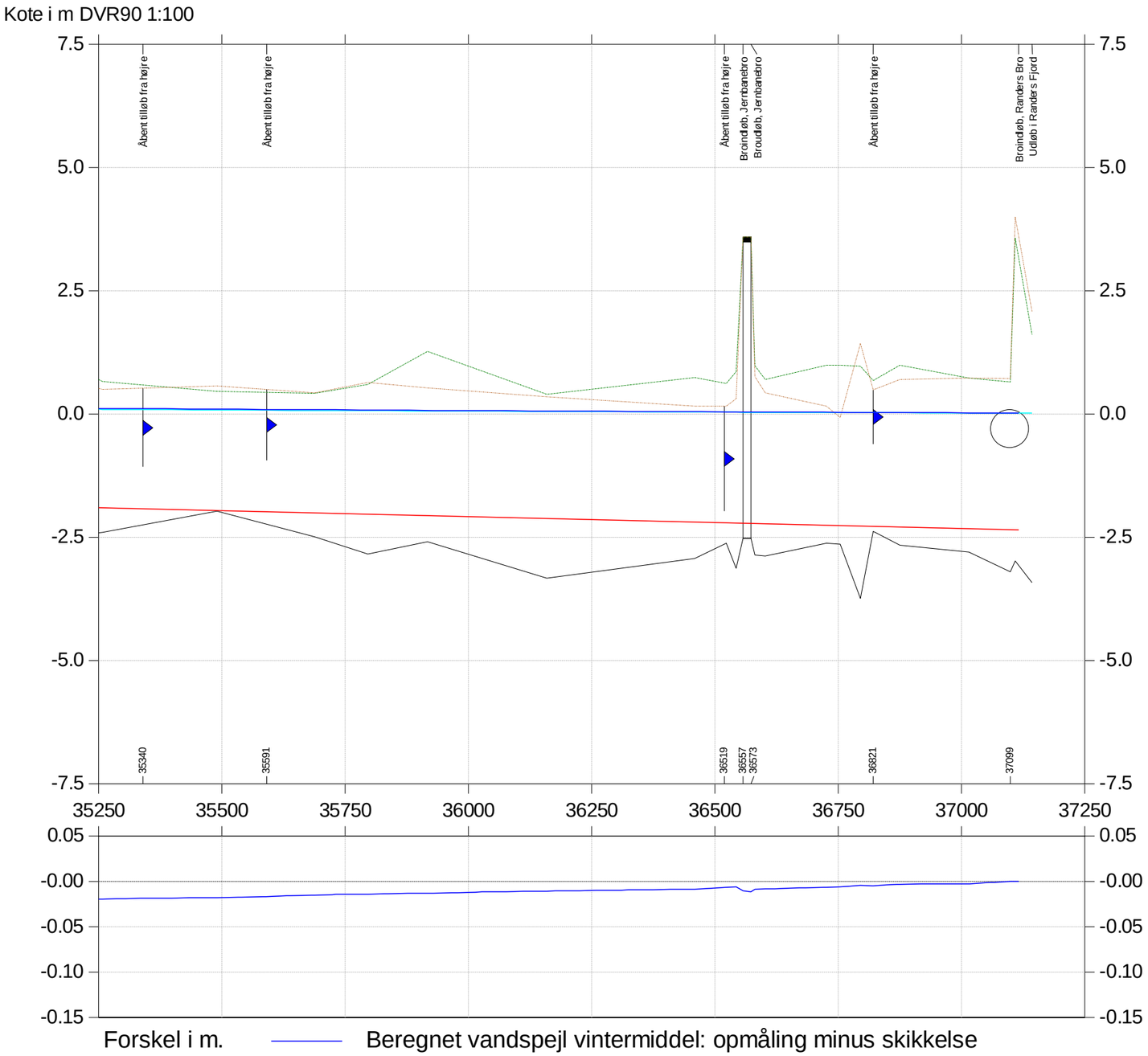
VASP 17-07-2023 / GIUR ProjektID : 3030-15291

Station i m 1:10000

Gudenå NS Tange Sø

2023 regulativ

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni 2020
Vintermiddel



VASP 17-07-2023 / GIUR ProjektID : 3030-15291

Station i m 1:10000

Til
Ole Borg Christensen, Favrskov Kommune
Florian Rasmussen, Randers Kommune
Morten Fischer Jørgensen, Viborg Kommune

Fra
Gitte Urhøj og Kristina Møberg Jensen, WSP

11-02-2021

Projektnummer: 1322100015

Kontrolopmåling af Gudenåen 2020

I december 2020 blev der gennemført en kontrolopmåling af Gudenåen fra Tangeværket til nedstrøms Nørreå. Opmålingen blev udført af LandSyd og i udbudsmaterialet blev det specificeret, at tværprofiler skulle måles i samme stationer som ved en tidligere opmåling i 2009/2010, samt hvor der landmålerfirmaet vurderede, at der var behov for ekstra opmåling af tværprofiler f.eks. ved ændringer i vandløbet observeret under opmålingsarbejdet.

Der blev ligeledes gennemført en kontrolopmåling i maj/juni 2020 også af LandSyd fra Nørre Å og til udløb i Randers Fjord. Samme strækning blev opmålt af WSP og Randers Kommune i 2015.

I dette notat har WSP foretaget en kvalitetssikring af de to kontrolopmålinger fra 2020, samt foretaget en sammenligning med de tidligere opmålinger fra 2009/2010 og 2015. En oversigt over sammenligningsgrundlaget ses i tabel 1.

Tabel 1: Sammenligningsgrundlag for opmåling udført i maj/juni og i december 2020

Station fra [m]	Station til [m]	Tidligere opmåling til sammenligning	Bemærkning
64	14.879	Opmåling fra 2009	Opstrøms Tangeværket til Ulstrup
14.879	34.276	Opmåling 2010	Fra Ulstrup til motorvejen
34.273	37.114	Opmåling 2015	Fra motorvejen til Randers Fjord

Kvalitetssikring af opmålingen 2020

Der er foretaget en generel kvalitetssikring af opmålingen fra dec. 2020 og WSP finder, at tværprofilerne er udført i overensstemmelse med anbefalingerne[1] og med korrekt antal punkter i profilerne.

For at sammenligne opmålingernes tværprofiler relativt i forhold til hinanden, er alle opmålte vandløbselementer knyttet til den samme vandløbslinje. Således er den originale opmålte vandløbslinje fra 2020 udskiftet med samme vandløbslinje som også er knyttet til opmålingerne fra 2009/2010 samt 2015.

[1] Guidelines til opmåling af vandløb – på vej til en ny standard. Bo Rasmussen & Carsten Kragh I/S, Dansk Landbrug Sydhavsøerne, Danske Vandløb, Gefion, Orbicon, Holbæk Kommune, Næstved Kommune, Slagelse Kommune, Sorø Kommune, Stevns Kommune, Østdansk Landbrugsrådgivning. Nov. 2013.

Dette er gjort ved, at tværprofilerne fra 2020-opmålingen er fikseret og parallelforskudt over på den samme GIS-linje som tilknyttet sammenligningsgrundlaget. Stationeringerne for både opmåling 2020 og sammenligningsgrundlaget er GIS-linjens stationering, altså den reelle afstand i meter fra start. Stationeringen er således ikke tilpasset regulativet fra 2000.

I forbindelse med analysen viste det sig, at den sammensatte opmåling 2019/2010, som var grundlaget for udbuddet til LandSyd, indeholdt forskydninger af profilerne målt i 2009 i forhold til den originale opmåling fra 2009. Særligt på strækningen st. 5233-5471 m og på strækningen st. 12.764-14.093 m, er der større forskydninger optil 26-85 m. Der er derfor til analysen udarbejdet et nyt sammenligningsgrundlag indeholdende profilplaceringer fra den originale 2009-opmåling samt 2010-opmålingen.

På bilag 1 er vist kortudsnit, hvor placering af opmålte tværprofiler fra opmålingen 2020 (grønne punkter) sammenlignes med placering af opmålte tværprofiler i opmålingen 2009/2010 og 2015 (røde punkter). Afstanden mellem de opmålte profiler i 2020-opmålingen og sammenligningsgrundlaget er ligeledes beregnet.

Analysen af placeringen af tværprofilerne fra 2020 sammenlignet med det nye grundlag fra 2009/2010-opmåling viste på trods af de omtalte forskydninger, at langt de fleste profiler ligger inden for 15 m, hvilket vurderes at være tilfredsstillende til sammenligning.

LandSyd har desuden opmålt en del ekstra tværprofiler i dec. 2020.

På den nedre del, hvor der sammenlignes med 2015-opmålingen, var der ikke krav til LandSyd om at opmåle i tværprofiler i samme stationer. Der er dog stadig 25 profiler, der ligger inden for en afstand af 20 m og kun et par stykker med større afstand, så der er et fint sammenligningsgrundlag. Derudover har LandSyd i maj/juni opmålt en del ekstra profiler i forhold til opmålingen i 2015.

Sammenligning af opmålingerne.

På bilag 2 og bilag 3 ses en sammenligning af de opmålte tværprofiler fra 2020-opmålingen og opmålingen i 2009/2010 og 2015 som henholdsvis længdeprofil og tværprofil. Der sammenlignes med den korrekte version af 2009/2010 opmålingen, hvor tværprofilerne ikke er forskudt.

Bilag 2 viser det dybeste punkt i de opmålte profiler som længdeprofil. Det ses af bilaget, at der generelt er overensstemmelser mellem de to opmålinger. Der ses dog enkelte undtagelser og de største forskelle ses omkring st. 67 m, ved det åbne tilløb/Ø100 cm rørtilløb i st. 1.403 m, ved st. 2.494 m, omkring st. 19.154 m og st. ca. 25.441 m, på strækningen st. 26.408-27.442 m og omkring st. 32.269 m. Her ligger 2020-opmålingen 20-80 cm højere end opmålingen fra 2009/2010/2015. Det ses dog også, at den opmålte bund i 2020 ligger lavere end opmålingen fra 2009/2010/2015 især på strækningen st. ca. 20.000-25.500 og st. 28.300-30.000 m.

På bilag 3 ses en sammenligning af tværprofilerne ved de pågældende stationer, og det kan nærmere vurderes om hævningerne i 2020 er hele profilet eller på dele af profilet.

Det ses, at profilet i opmålingen 2020 i st. 67 ligger ca. 80 cm højere end opmålingen 2009/2010/2015 i hele profilet, men bundbredden stemmer overens.

Profilet i st. 1.403 m kan ikke sammenlignes med et profil fra den tidligere opmåling, da det er et ekstra profil som LandSyd opmålte i dec. 2020, sandsynligvis fordi der blev observeret aflejringer. Ved st. 1.560 m er der dog sammenlignelige profiler, og det ses, at disse profiler er i samme niveau, men næsten en 1 m dybere end profilet i 1.403 m. Det skal derfor undersøges, om der er aflejringer ud fra det store Ø100 cm rør samt det åbne tilløb.

Ved sammenligning af profilerne i st. 2.494 m og i st. 25.441 m ses, at opmålingen fra 2020 ligger ca. 50 cm højere end sammenligningsgrundlaget, men bundbredden stemmer overens.

Omkring st. 7745 m ses, at profilet har ændret karakter, således at bunden er uddybet i venstre side, og der er aflejret materiale i højre side, hvilket er det modsatte af opmålingen fra 2009/2010/2015. Det må forventes at profilet kan ændre sig, men det vurderes ikke umiddelbart at have negativ indflydelse på vandføringsevnen.

I st. 19.154 m og st. 19.169 m er der opmålt to profiler tæt på hinanden i 2020. Det ses, at 2020-profilet ligger ca. 25-60 cm højere end opmålingen fra 2009/2010/2015 ved st. 19.154 m, men i st. 19.169 m ligger profilet fra 2020-opmålingen 0,5 m dybere og er blevet lidt smallere. Det skal nævnes at profilet i opmålingen fra 2009/2010/2015 er opmålt i st. 19.174 m dvs. tættest på 19.169 m profilet, men plottes med begge de opmålte profiler i 2020-opmålingen.

På strækningen st. 26.408-27.442 m ligger det opmålte profil fra 2020 0,2-1 m højere end sammenligningsgrundlaget. Strækningen ligger langs et vådområde og af orthofotos fra 2019 ses, at der løber vand fra vådområdet til åen. Det anbefales, at det undersøges nærmere, om der evt. udvaskes materiale fra vådområdet til åen.

Ved st. 32269 m ses en bundhævning i midten af profilet på ca. 50 cm. Generelt er profilerne på den nedre del fra st. ca. 33000 m til udløb meget varierende med aflejringer/grødeøer og dybe strømrender omkring øerne i det samme tværprofil, hvilket må kunne forventes af et så stort vandløb som Gudenåen.

Vandspejlsberegninger

For at undersøge om forskellene i tværprofilerne har negativ indflydelse på afvandingen er der foretaget vandspejlsberegninger. Der er regnet på opmålingen fra 2020 og opmålingen fra 2009/2010/2015 inkl. broer.

Til beregningerne er anvendt oplande fundet vha. terrænmodellen i 2013 og stationeringen af oplandsforøgelserne er tilpasset opmålingerne. Oplandet ved Gudenåcentralen lige opstrøms nærværende kontrolopmåling fra 2020 er beregnet til 1710 km^2 og oplandet ved udløb i Randers Fjord er beregnet til 2640 km^2.

Der regnes på en vintermiddel afstrømning på 16 l/s/km2 og et teoretisk Manningtal på 22 svarende til en vintersituation. Data er fundet i forbindelse med tidligere projekt udført af WSP (tidligere Orbicon) fra 2019, hvor Gudenåens varslingssystem blev kvalitetssikret. Der anvendes startvandspejl i 0 m DVR90 ved udløb i Randers Fjord.

Resultatet af vandspejlsberegningen ses på bilag 4. Grafen nederst på bilaget viser forskellen i de to beregnede vandspejle.

Af bilag 4 ses, at forskellen på de to vandspejle generelt er sammenfaldene eller mindre end 5 cm på hele strækningen.

Det ses også, at vandspejlet for 2020-opmålingen ligger optil 8 cm lavere end det beregnede vandspejl for opmålingen 2009/2010/2015 på den nedre del af vandløbet (st. 29500 m til udløb) med et startvandspejl i kote 0 m DVR. Dette betyder, at vandløbet på denne strækning i dag kan føre mere vand end ved opmålingen i 2010 og 2015, som er sammenligningsgrundlaget på den nedre del.

Ved st. 1403 ses ikke en vandspejlsstigning/vandspejlsstuvning opstrøms bundhævningen ved det beregnede vandspejl for 2020-opmålingen, så bundhævningen vurderes at have begrænset effekt på vandføringsevne.

Opstrøms strækningen st. 26.408-27.442 m, hvor der er bundhævninger, ses at det beregnede vandspejl for 2020-opmålingen ligger optil 5-8 cm højere end det beregnede vandspejl for opmålingen 2009/2010/2015 optil st. ca. 23.500 m, hvilket betyder, af aflejringer medfører en mindre forringelse i vandføringsevnen.

Konklusion

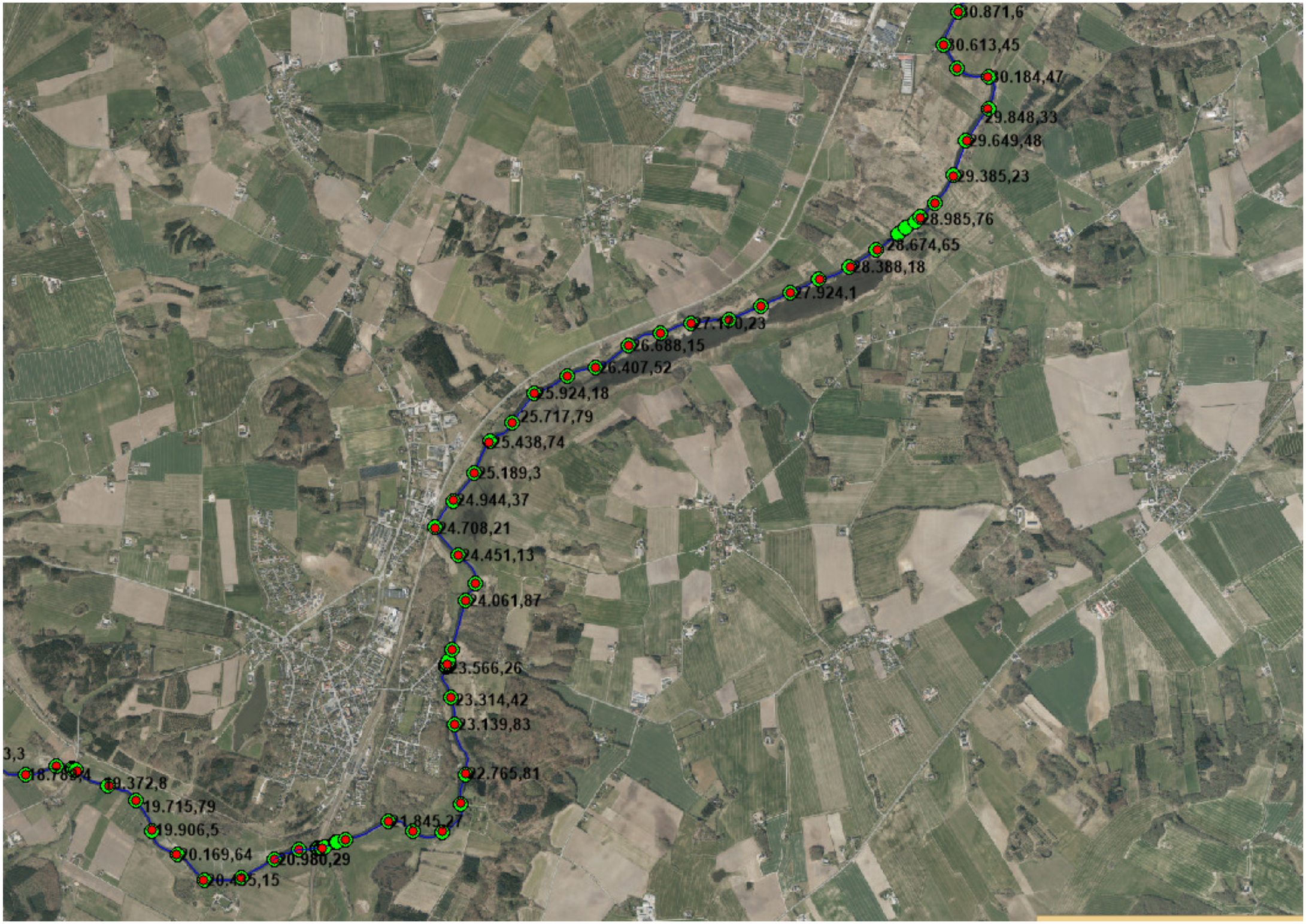
En kvalitetssikring af opmålingen fra 2020 viste, at afstanden mellem profilerne fra 2009/2010 opmålingen og de nye tværprofiler var inden for en tilfredsstillende afstand og at tværprofilerne er korrekt opmålt.

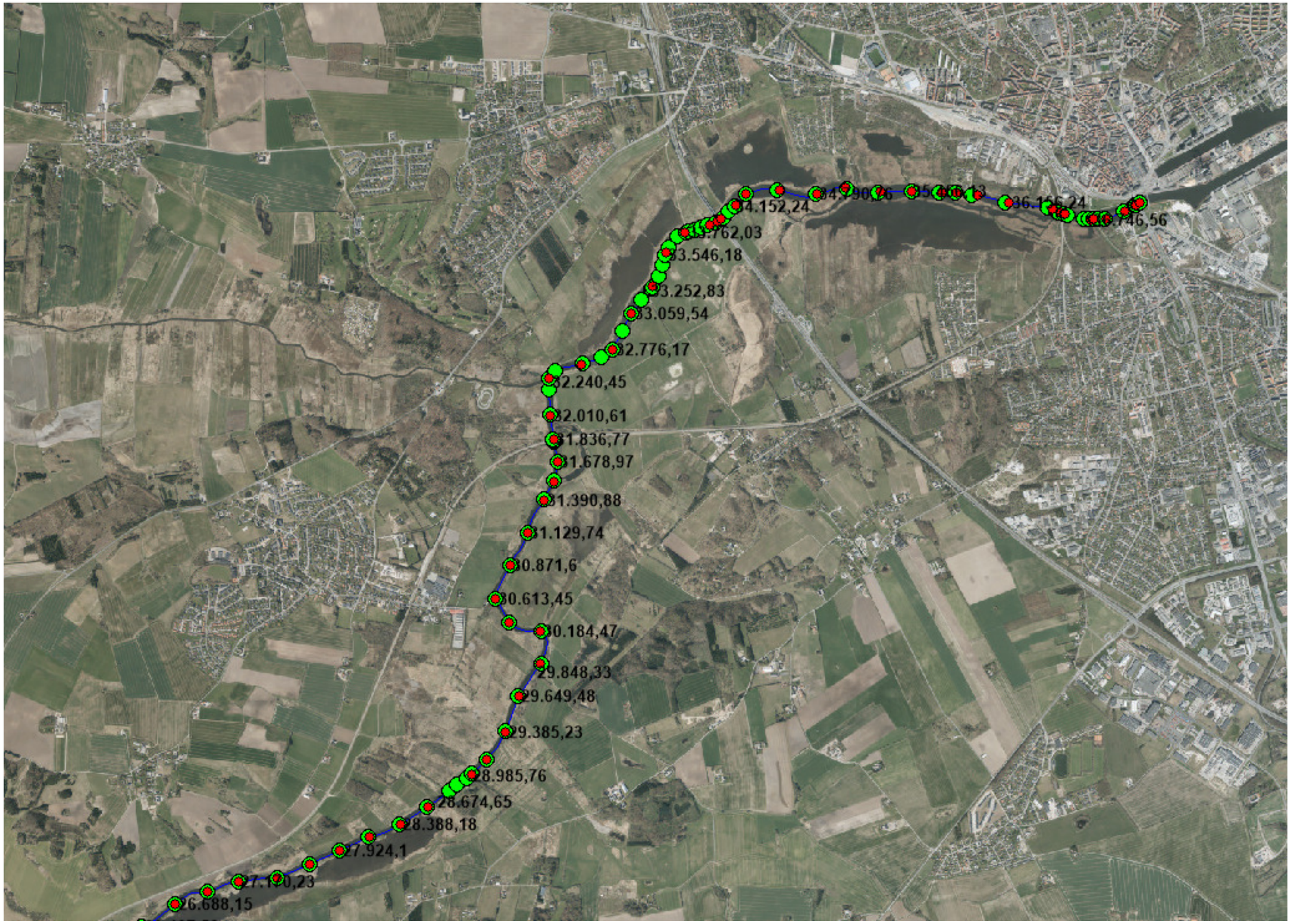
En sammenligning af de to opmålinger viste bundhævninger på følgende strækninger; st. 67 m st. 1.403 m, st. 2.494 m, st. 7745 m, st. 25.441 m og st. 26.408-27.442 m. Det er dog kun opstrøms st. 26.408-27.442 m, at man kan se forskelle i de beregnede vandspejle med en mindre forskel på ca. 8 cm, og det bør undersøges nærmere, om der evt. udvaskes materiale fra vådområdet til åen.

Det kan således konkluderes, at vandføringsevnen ikke har ændret sig nævneværdigt siden seneste opmåling. Det vurderes, at Gudenåen generelt er meget formstabil, idet de opmålte profiler og bundniveauer i overvejende grad er i samme niveau og har samme udformning som ved de tidligere opmålinger.

Bilag 1: Sammenligning af placering af tværprofiler i 2020-opmålingen (grønne punkter) og tværprofilerne i opmålingen fra 2009/2010 og 2015.

10.193,56
10.831,42
11.279,96
11.899,19
12.123,22
12.495,57
13.071,79
14.878,68
15.372,48
17.063,86
17.299,66
17.470,15
17.789,75
18.283,3
19.372,8
19.715,79
19.906,5
20.169,64

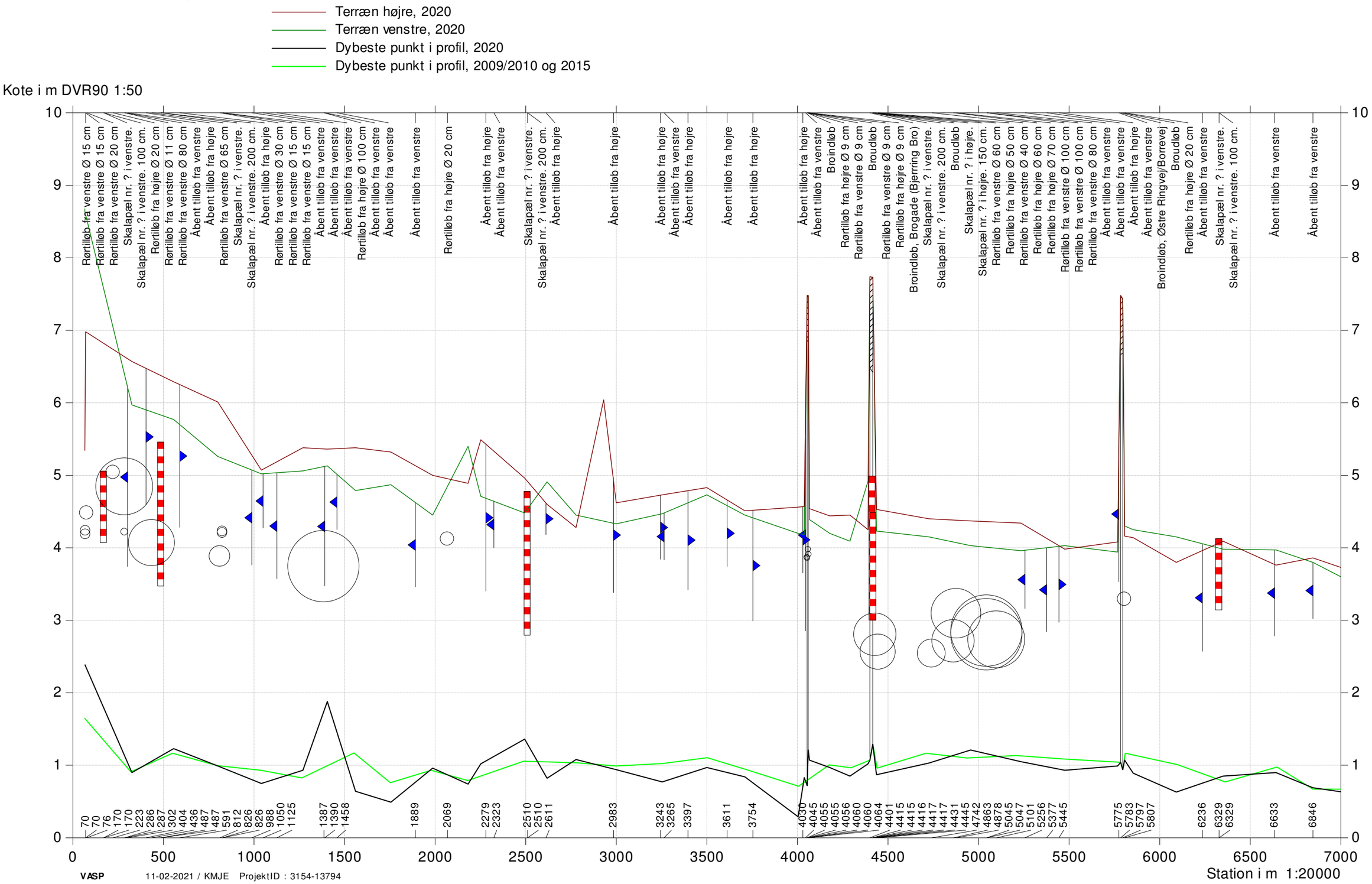

30.871,6
30.613,45
30.184,47
29.848,33
29.649,48
29.385,23
28.985,76
28.674,65
28.388,18
27.924,1
27.100,23
26.688,15
26.407,52
25.924,18
25.717,79
25.438,74
25.189,3
24.944,37
24.708,21
24.451,13
24.061,87
23.566,26
23.314,42
23.139,83
22.765,81
21.845,27
20.980,29
20.169,64
19.906,5
19.715,79
19.372,8


4.152,24
762,03
3.546,18
3.252,83
3.059,54
2.776,17
2.240,45
2.010,61
1.836,77
1.678,97
1.390,88
1.129,74
0.871,6
0.613,45
0.184,47
29.848,33
29.649,48
29.385,23
28.985,76
28.674,65
28.388,18
27.924,1
27.100,23
26.688,15
746,56

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

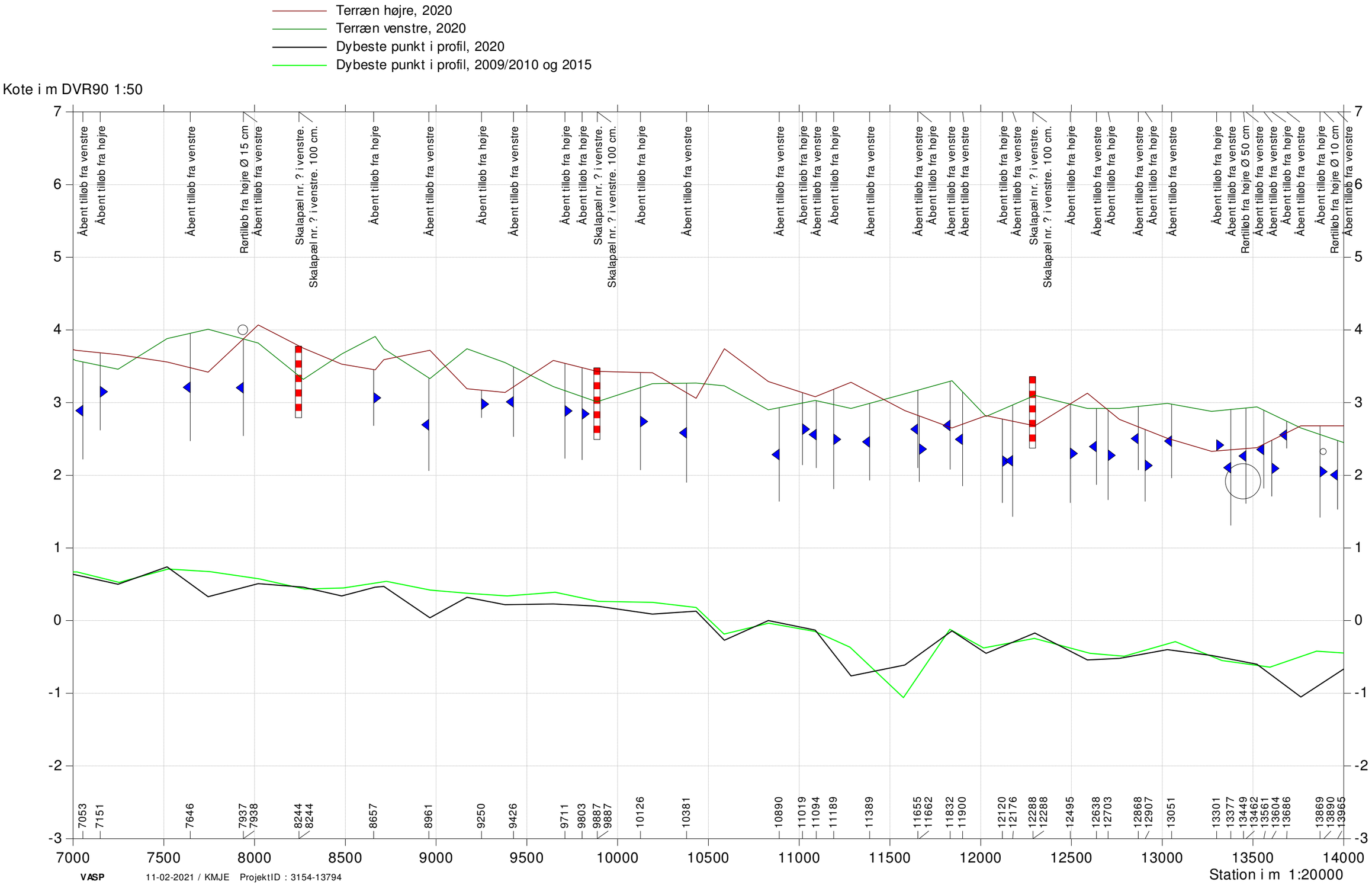
Bilag 2



Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

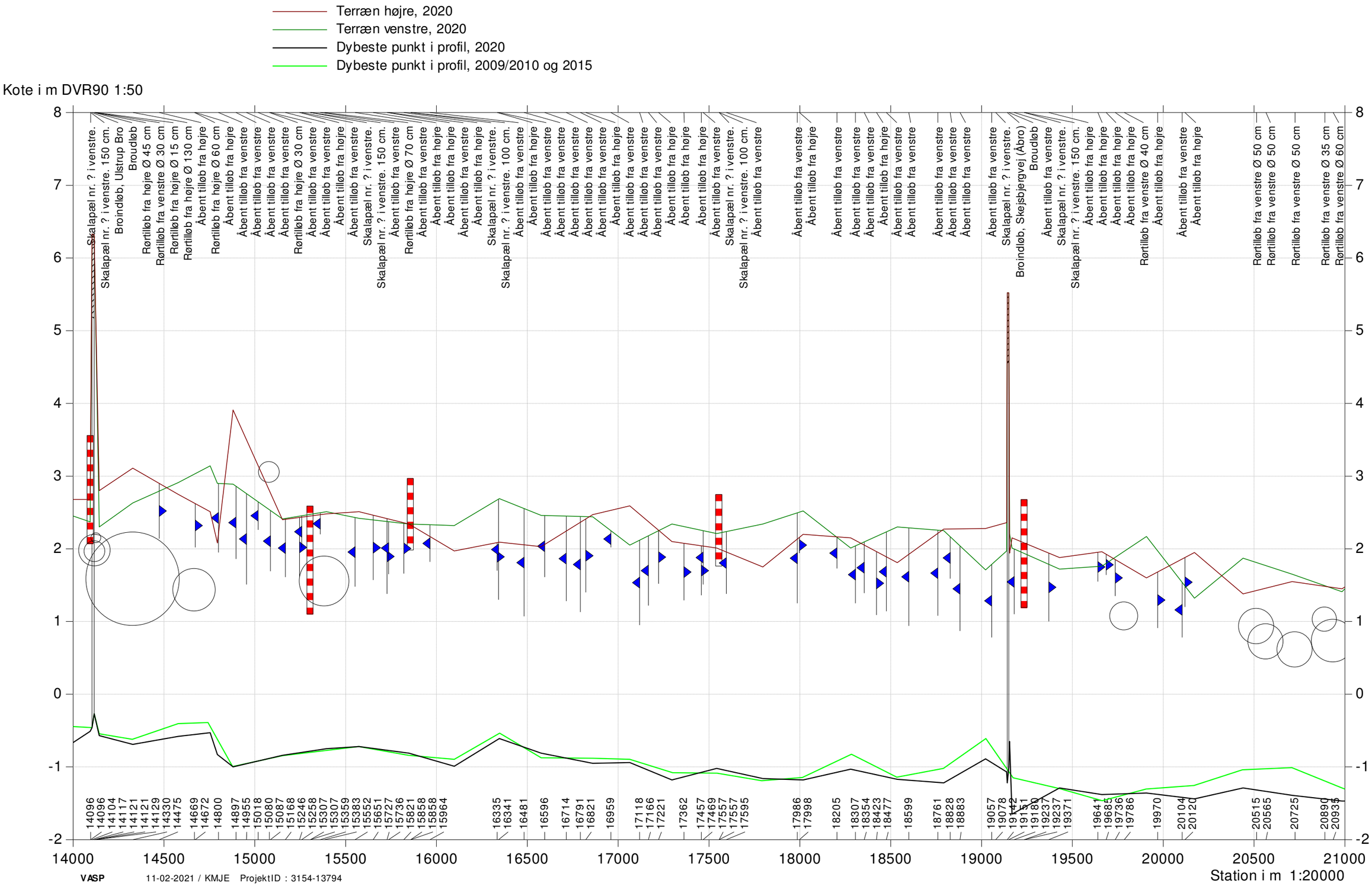
Bilag 2



Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

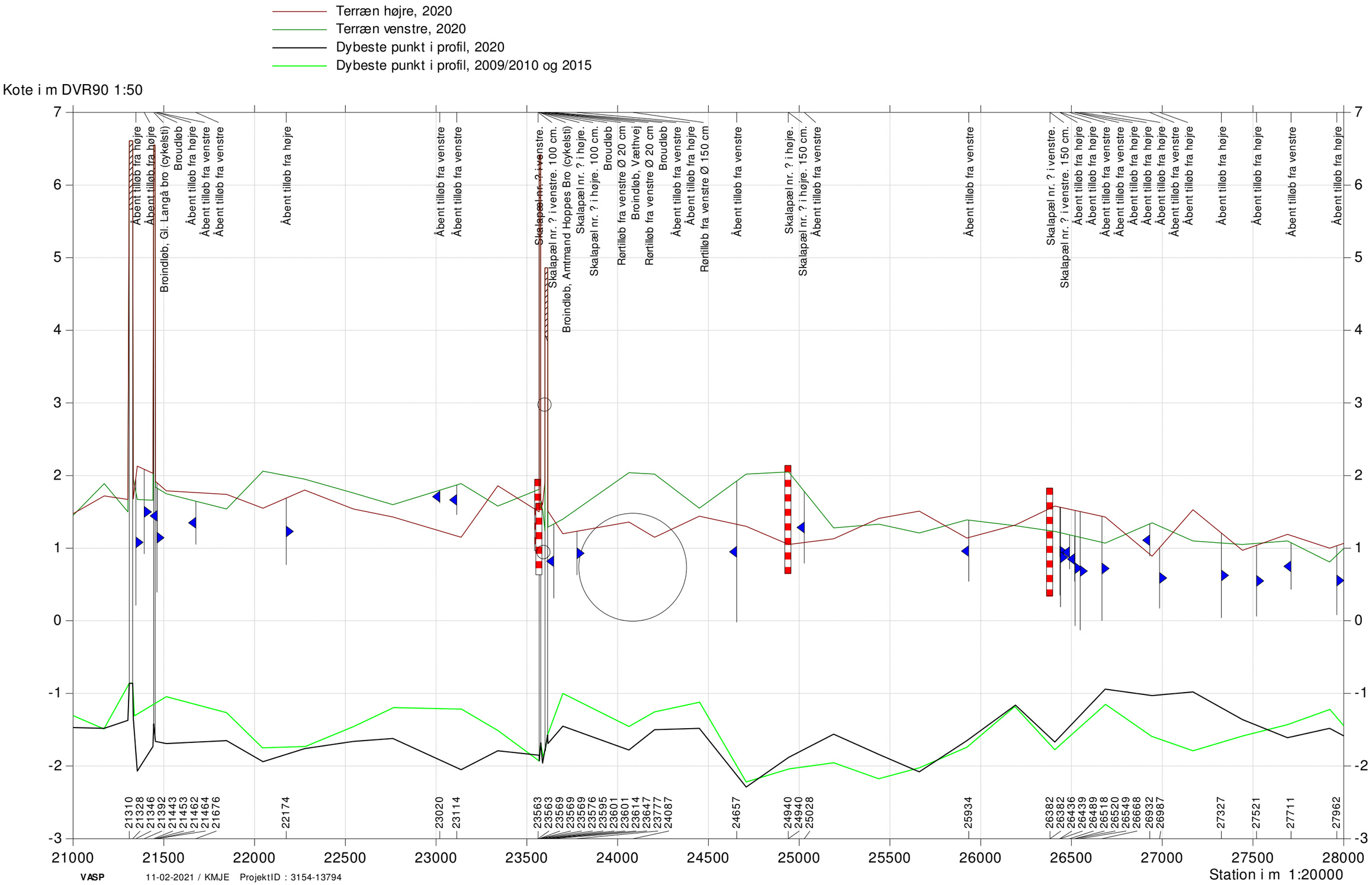
Bilag 2



Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Bilag 2

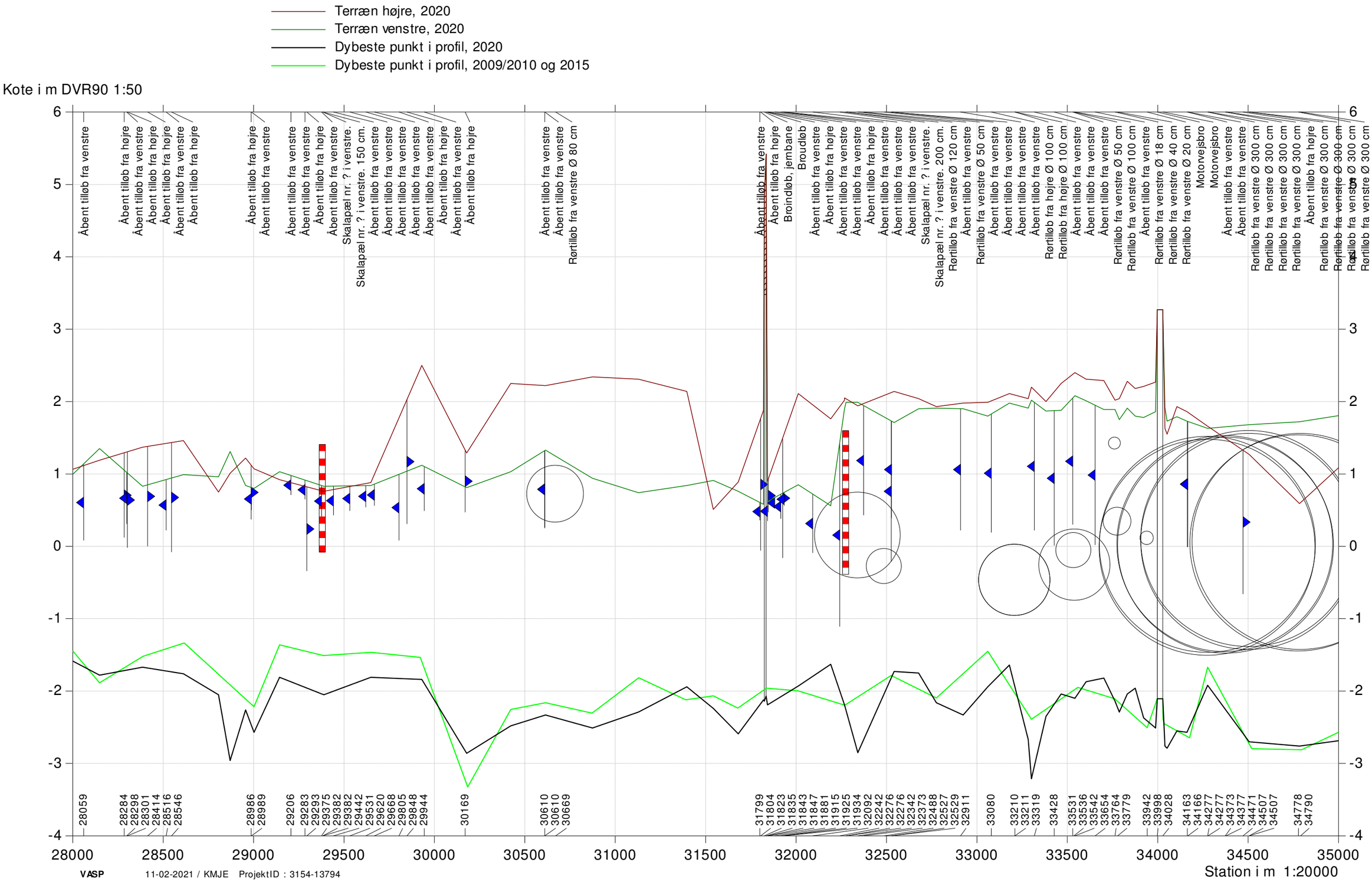


VASP 11-02-2021 / KMJE ProjektID : 3154-13794

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

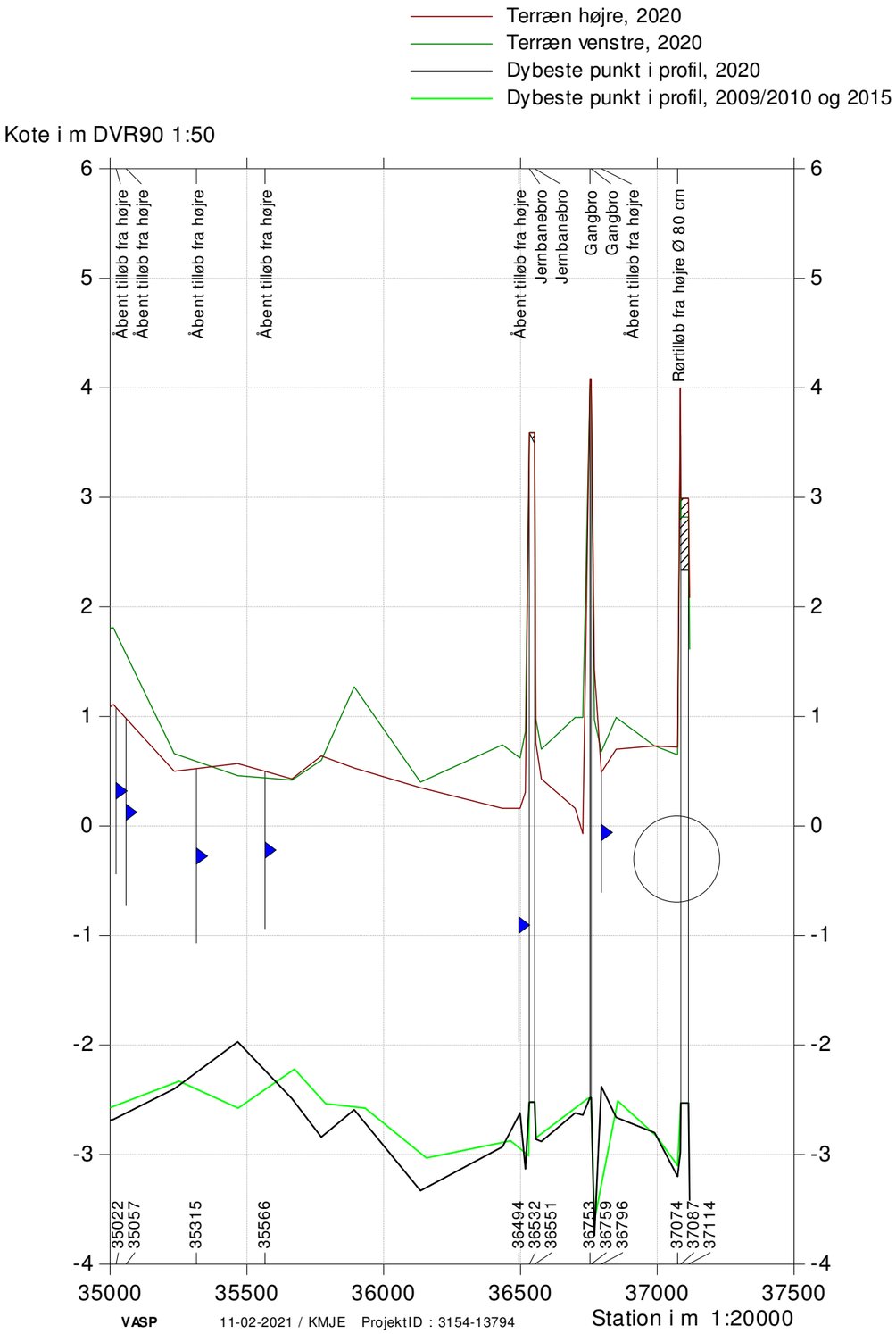
Bilag 2



Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Bilag 2



Gudenåen

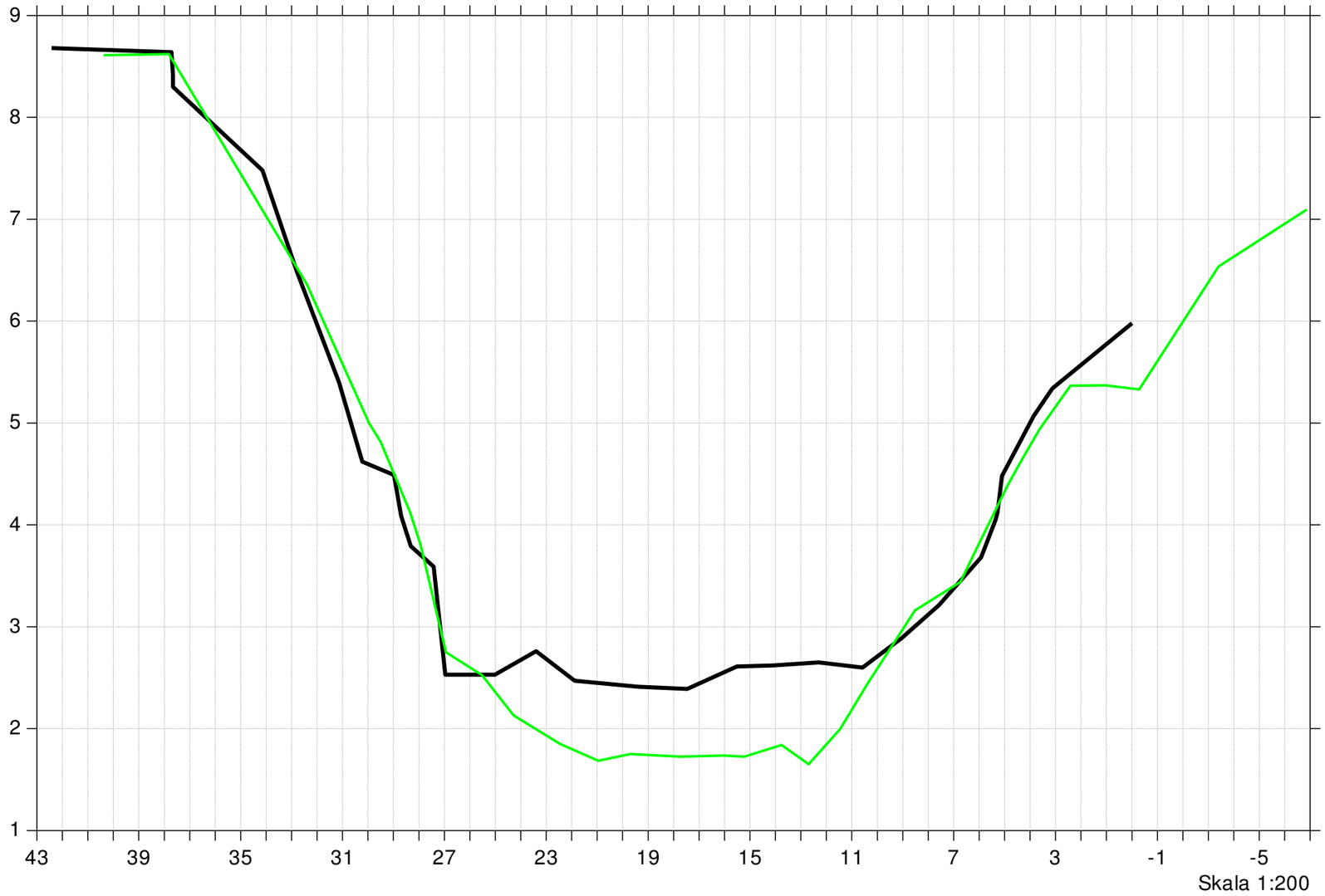
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 67

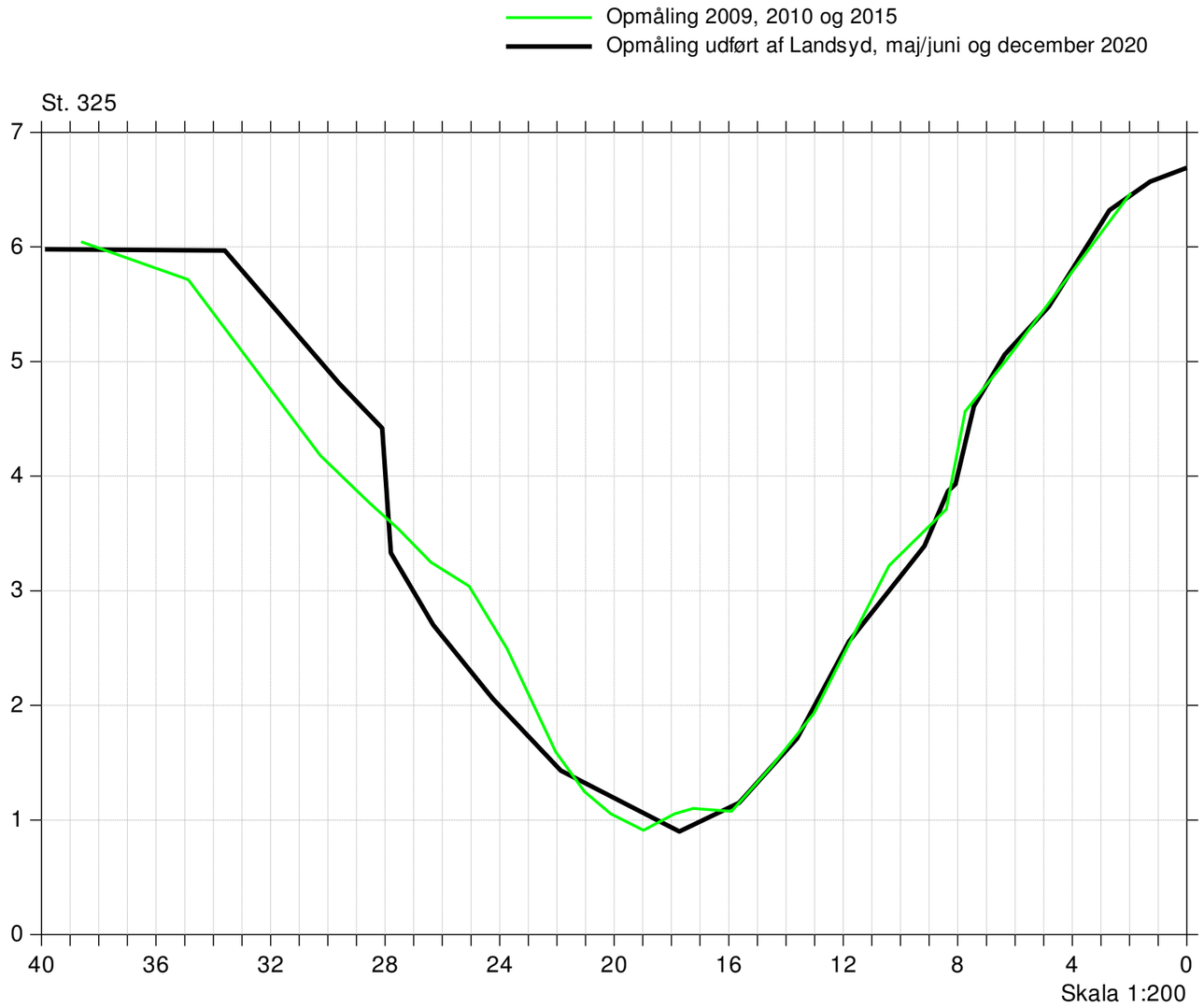


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

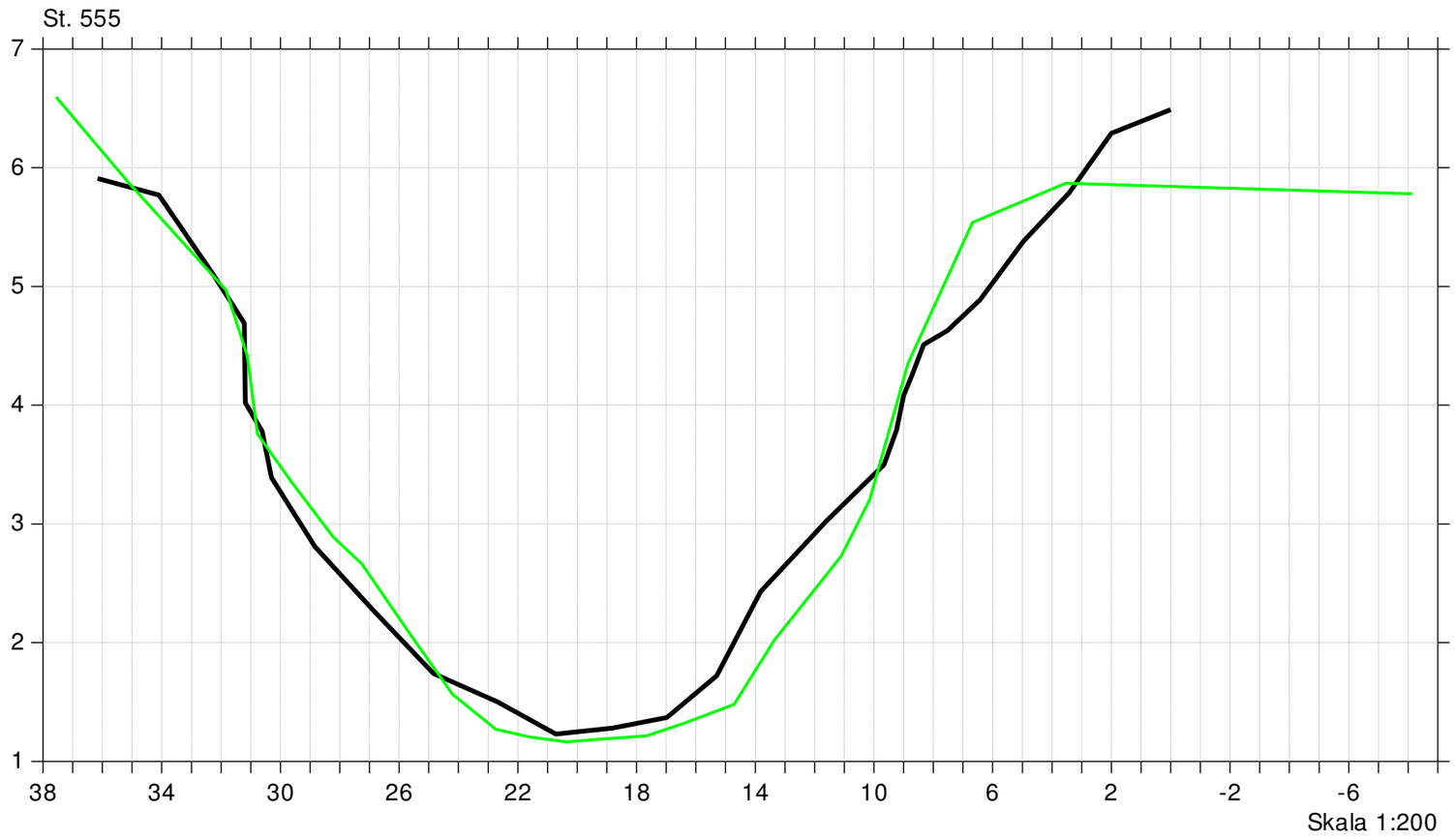


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

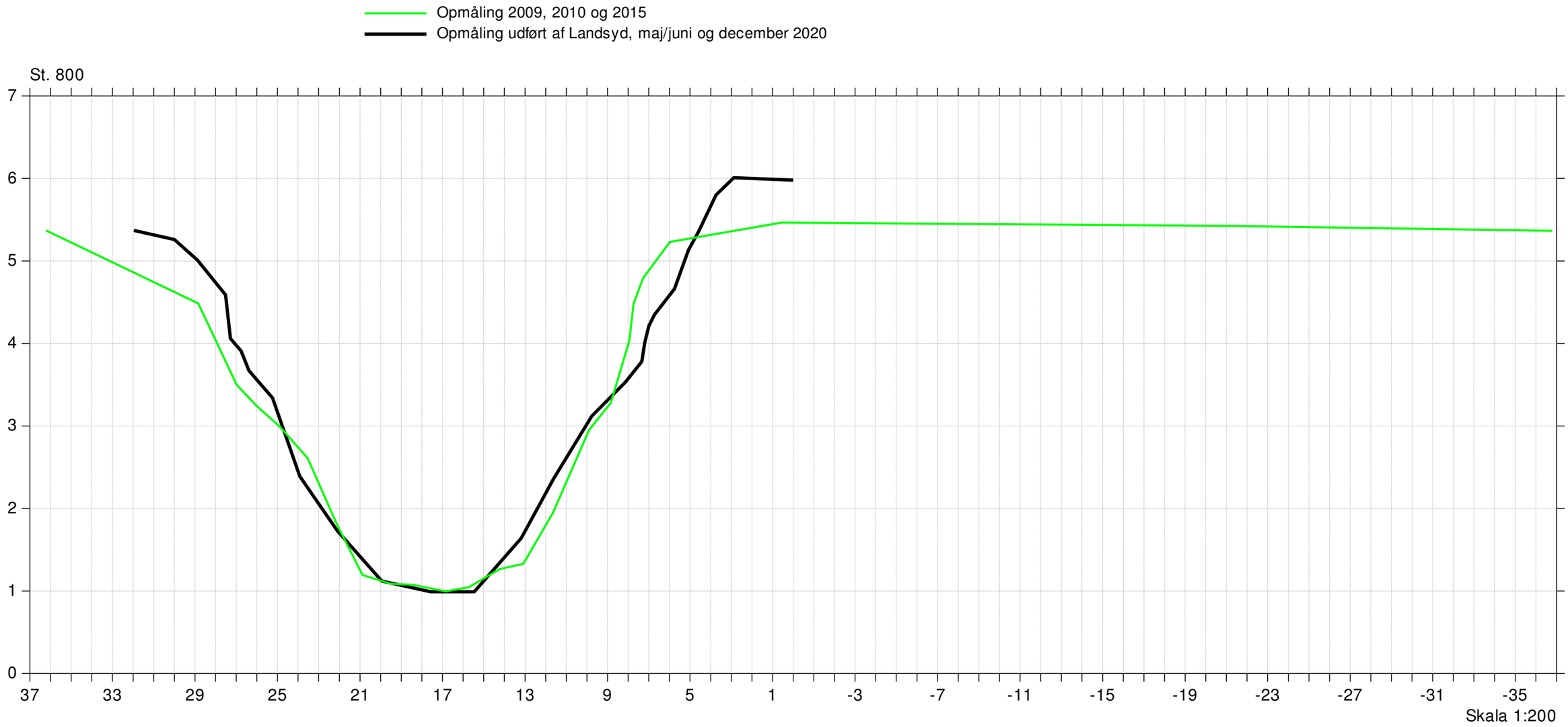


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

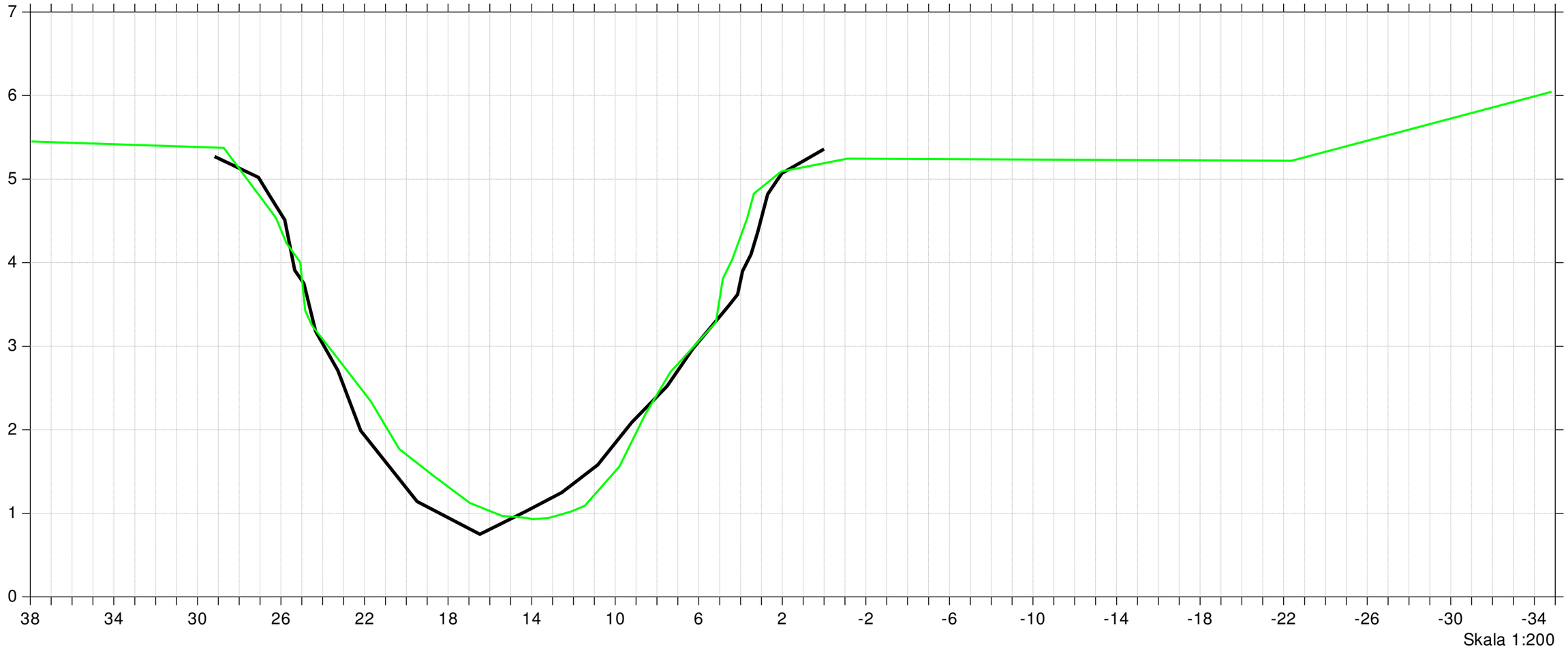
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 1039

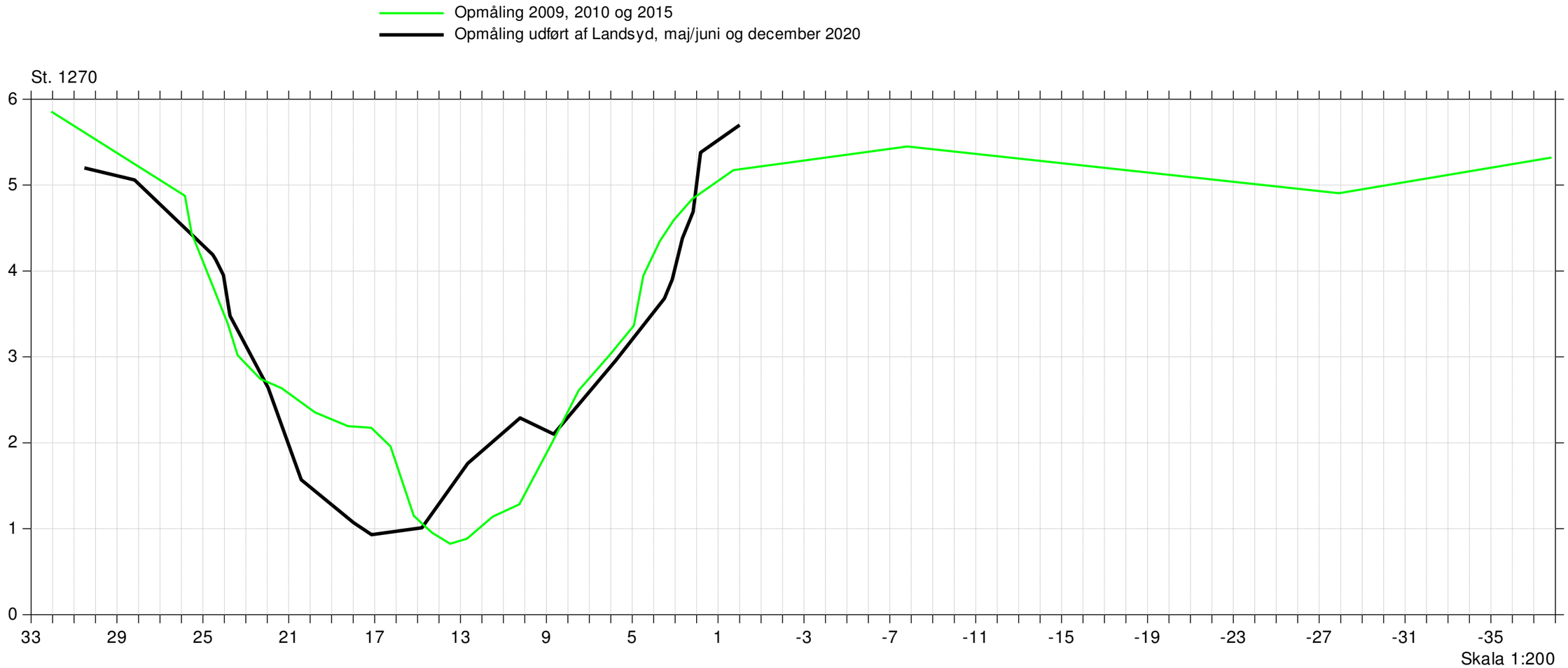


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

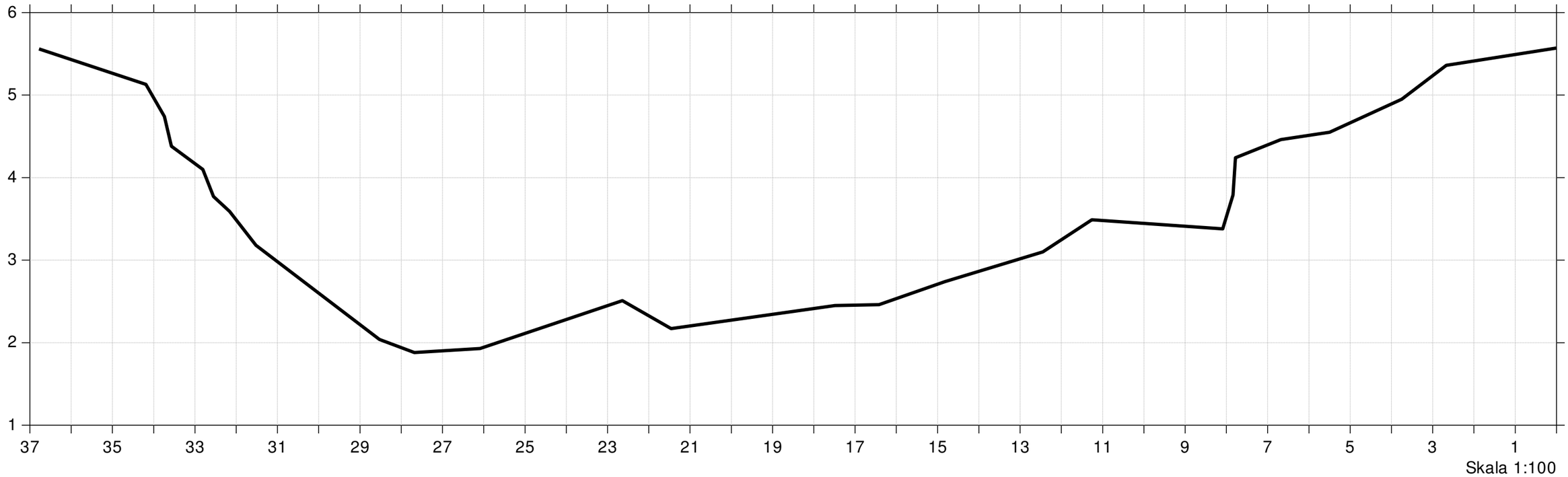
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 1403

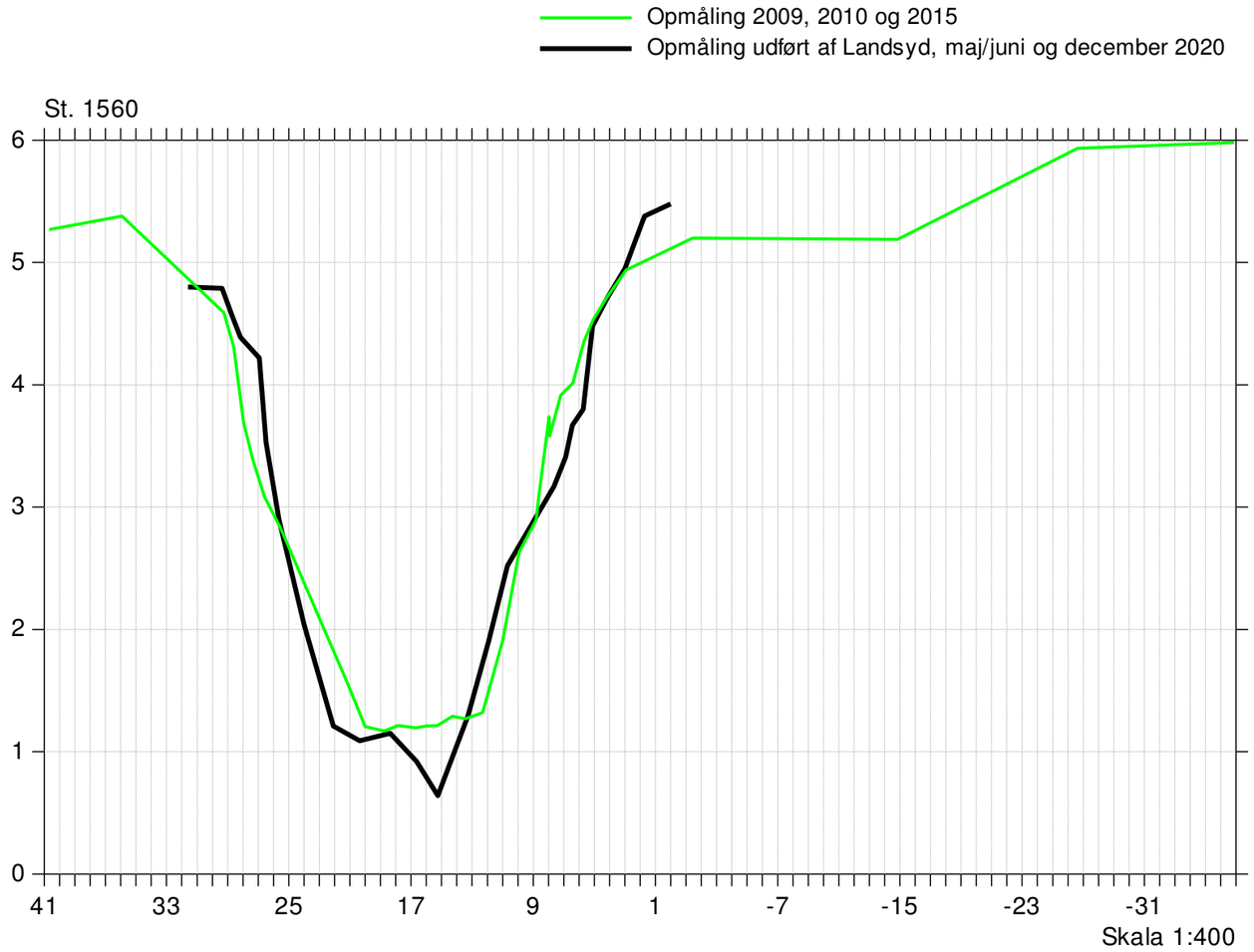


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

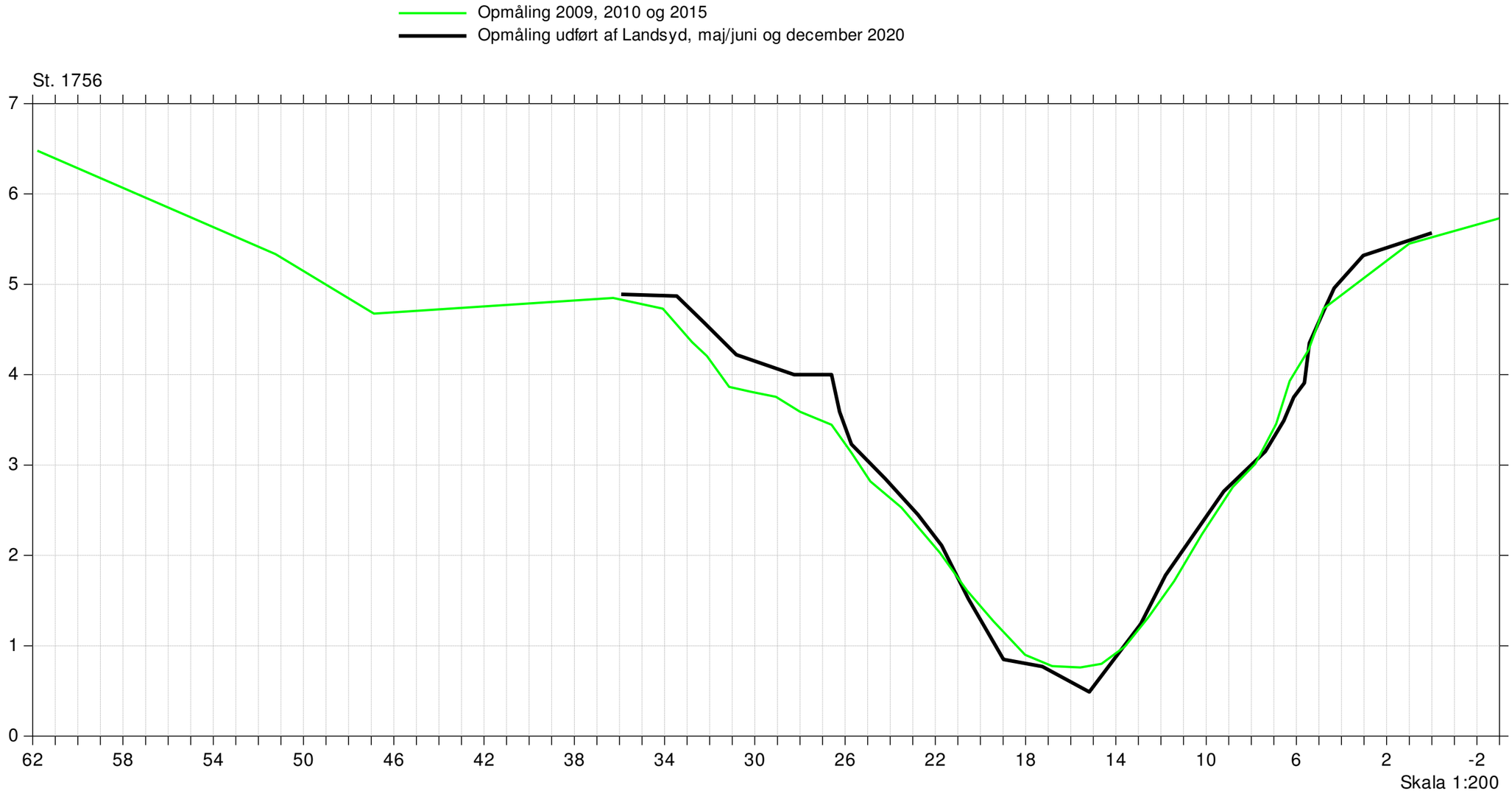


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

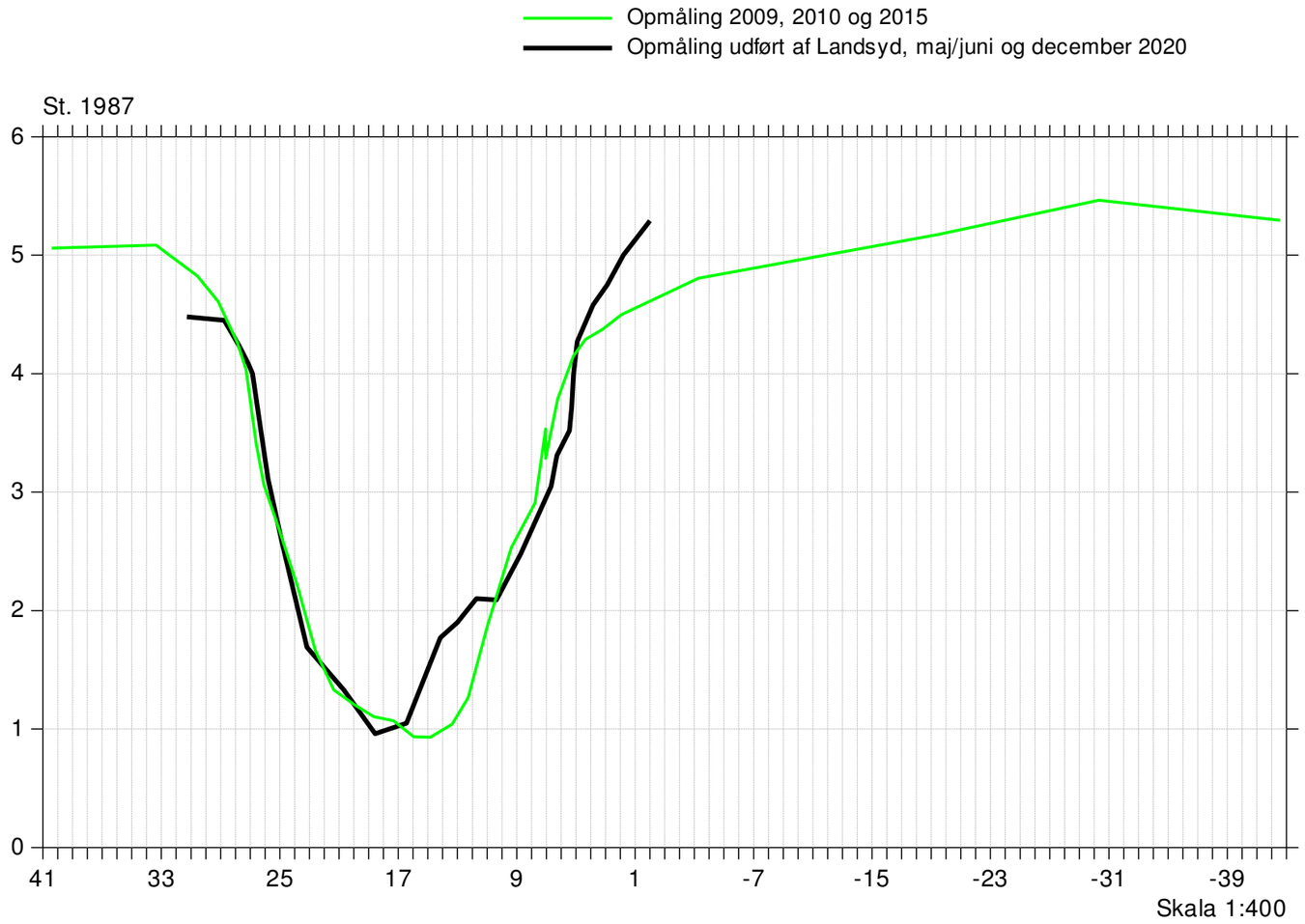


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

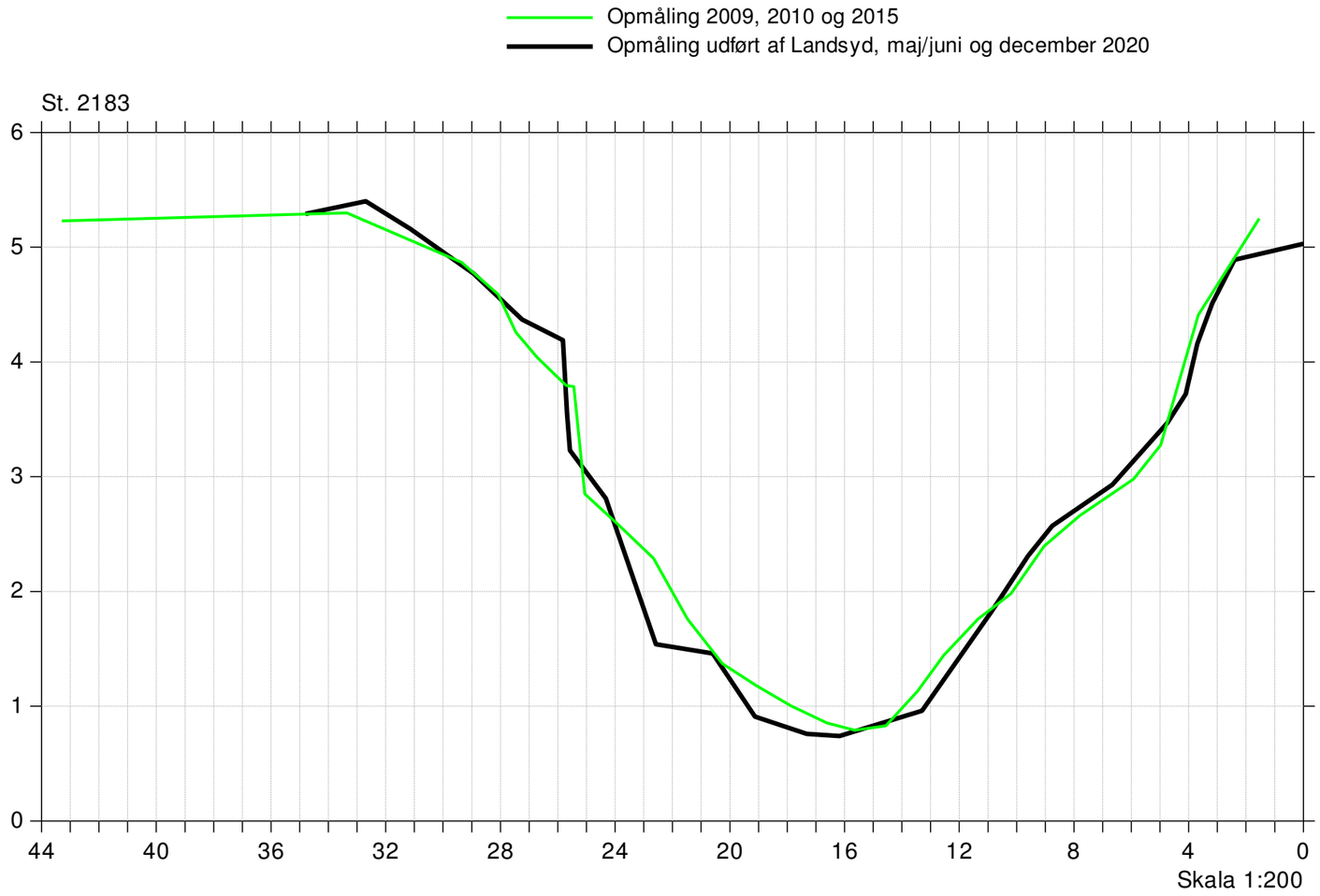


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

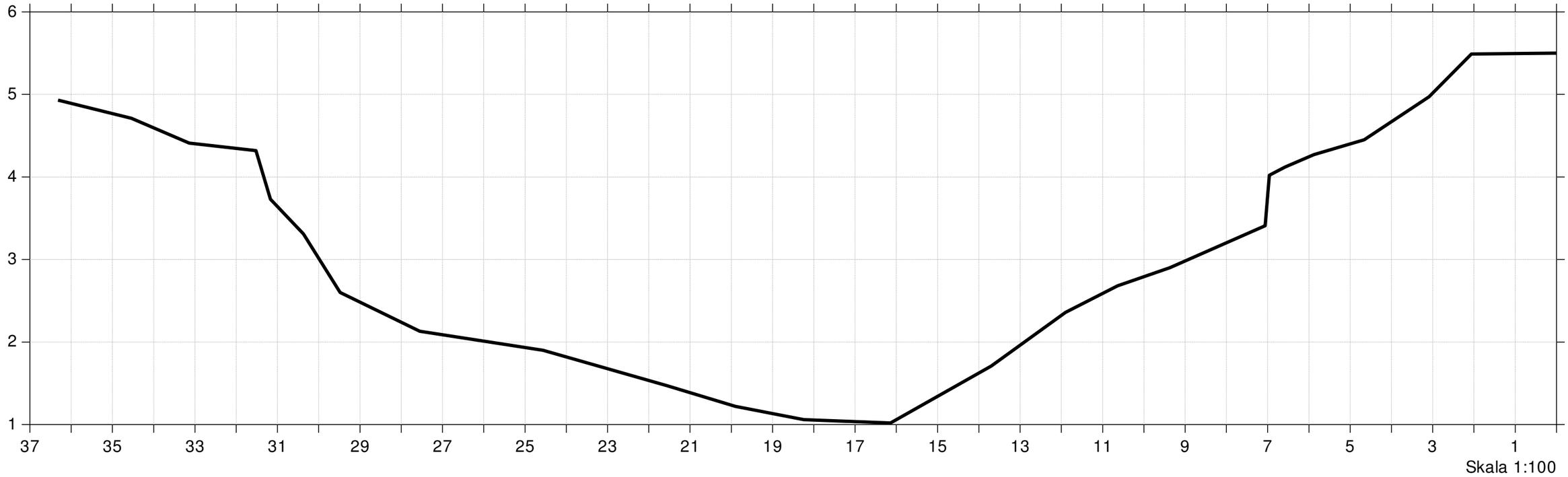
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 2252



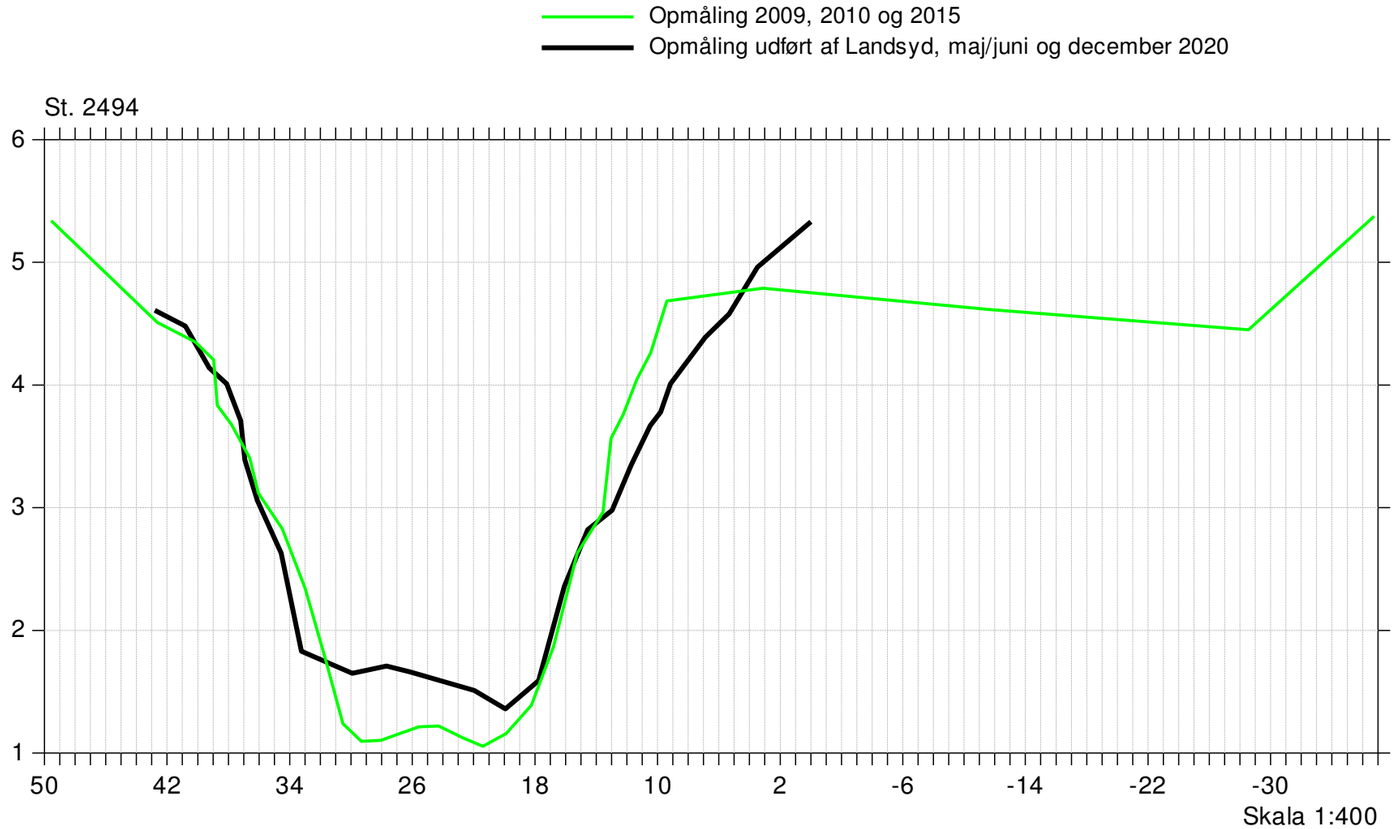
Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

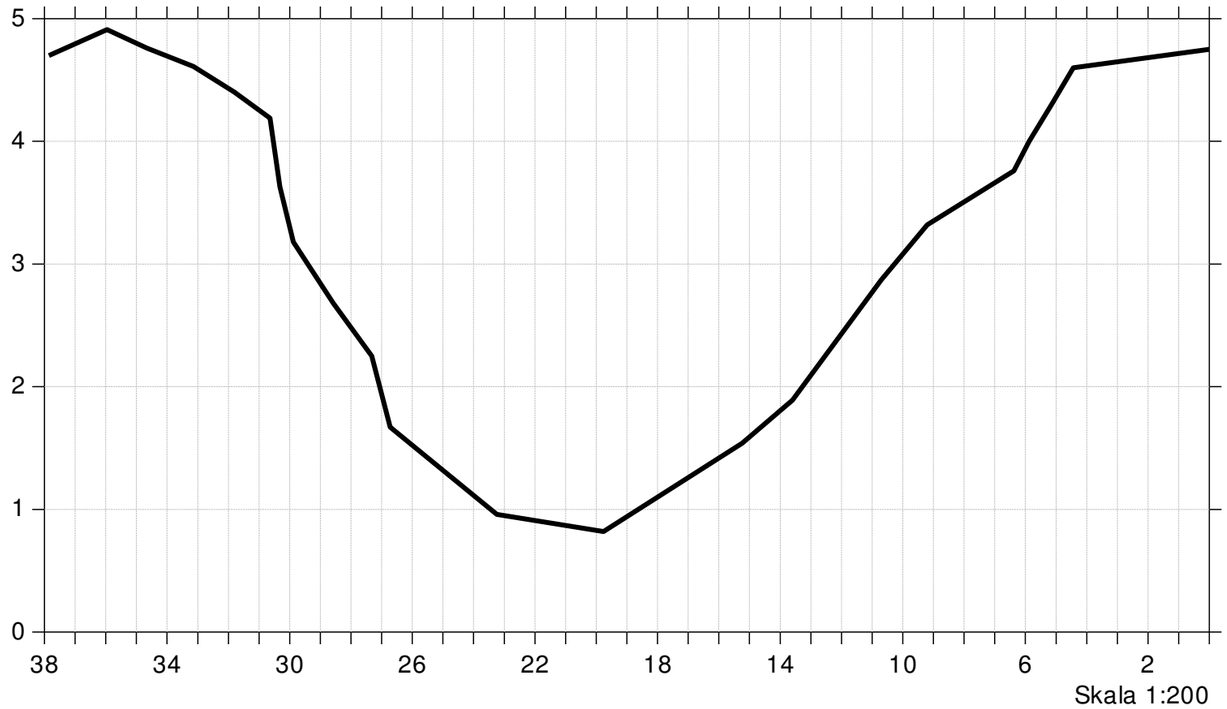
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 2618

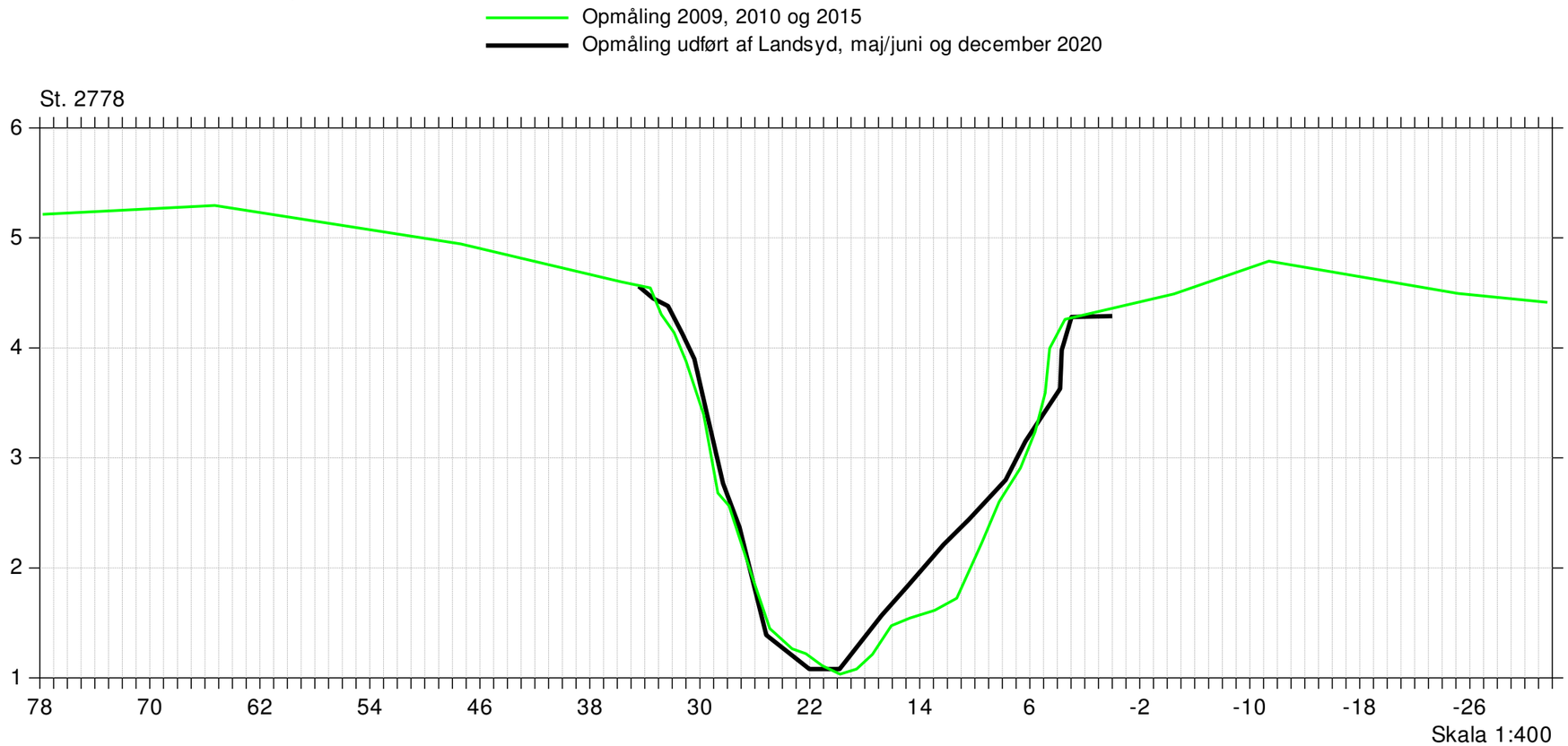


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

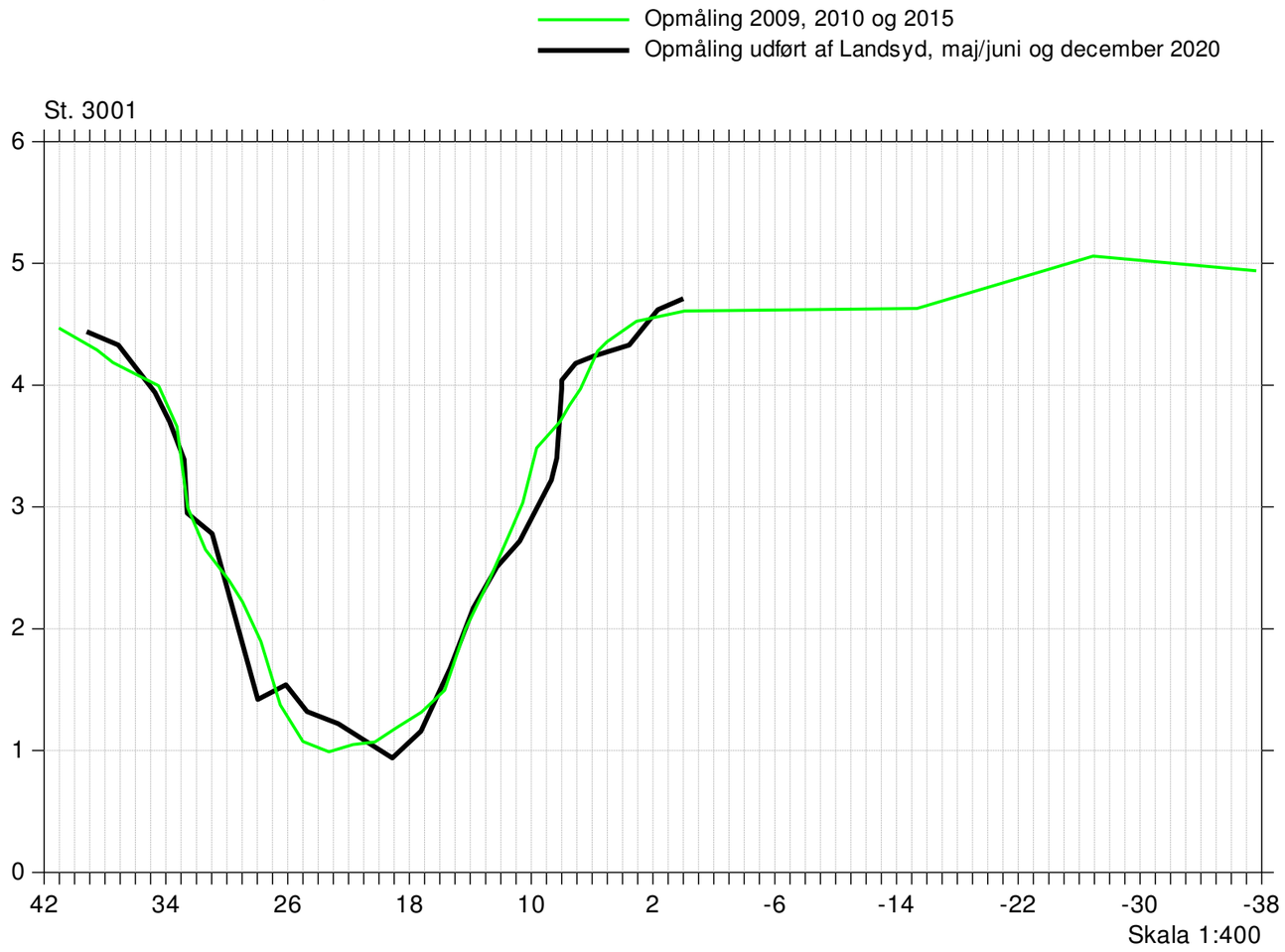


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

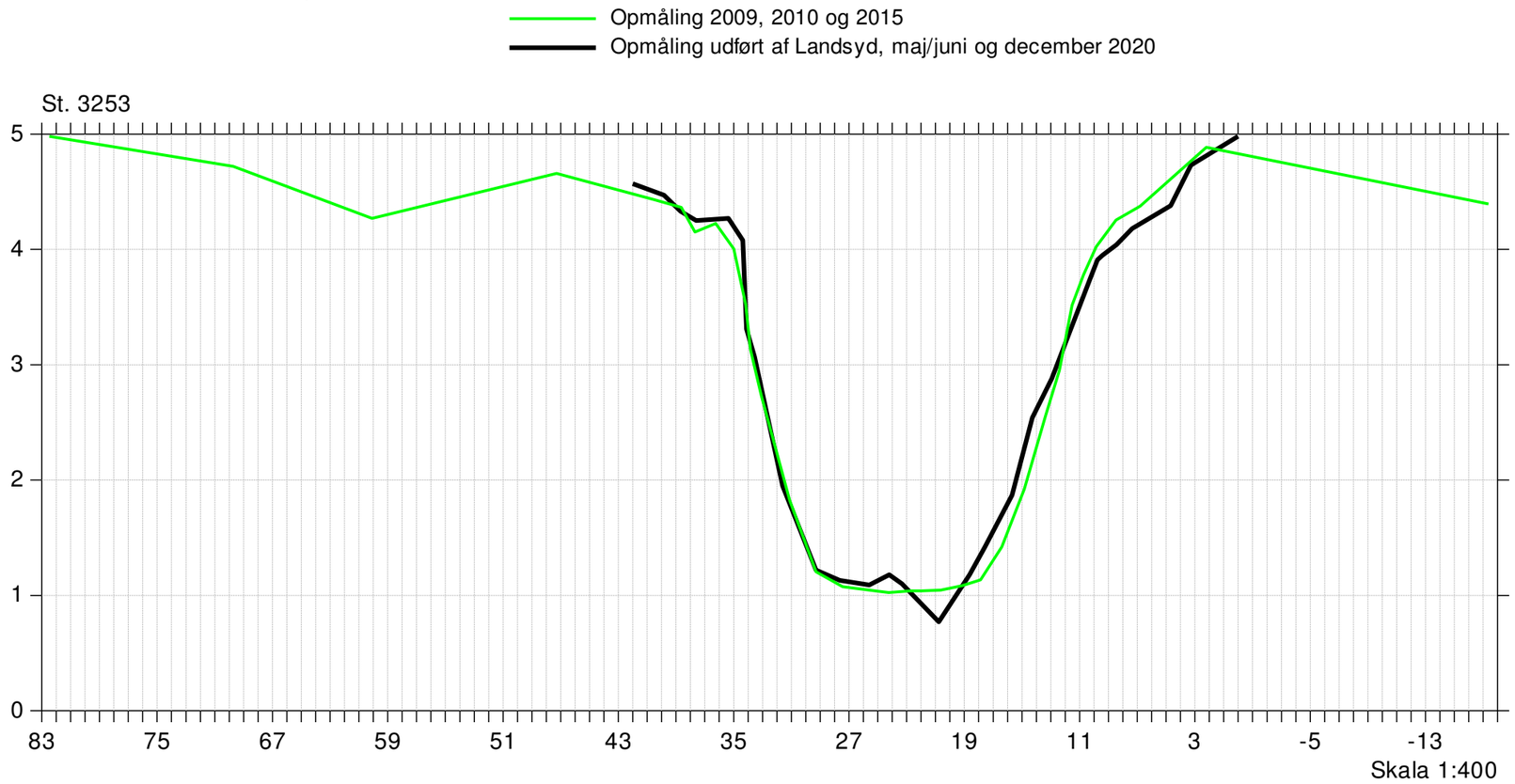


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

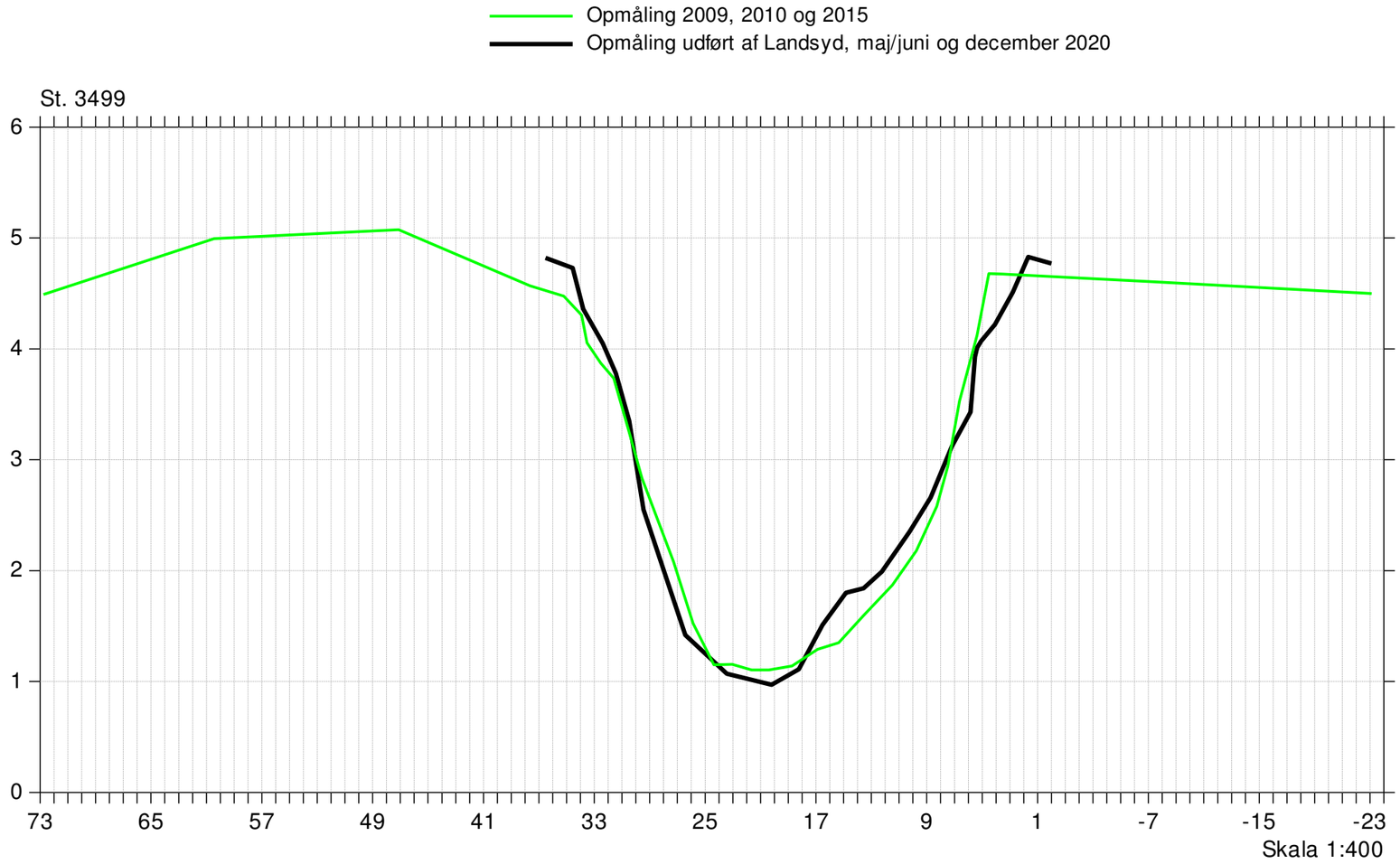


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



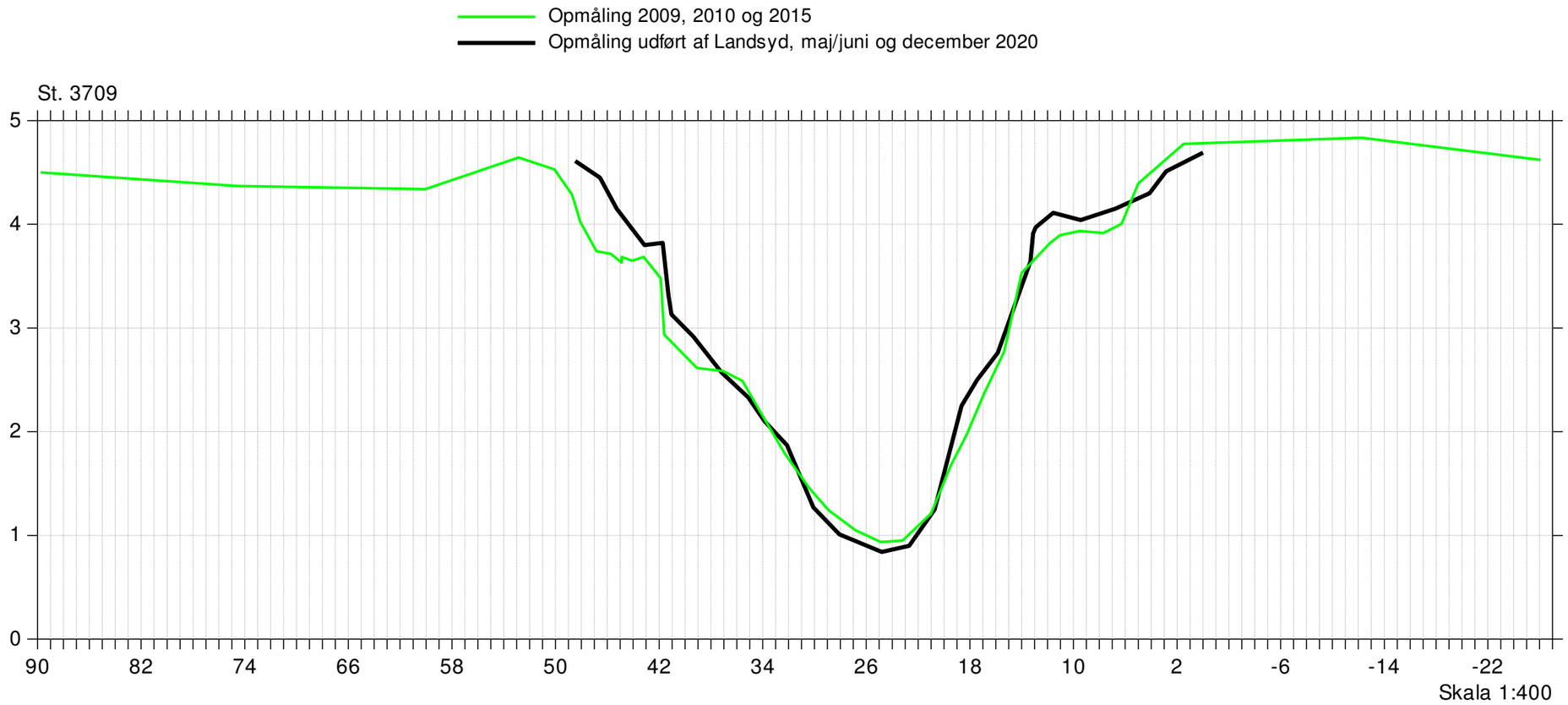
Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

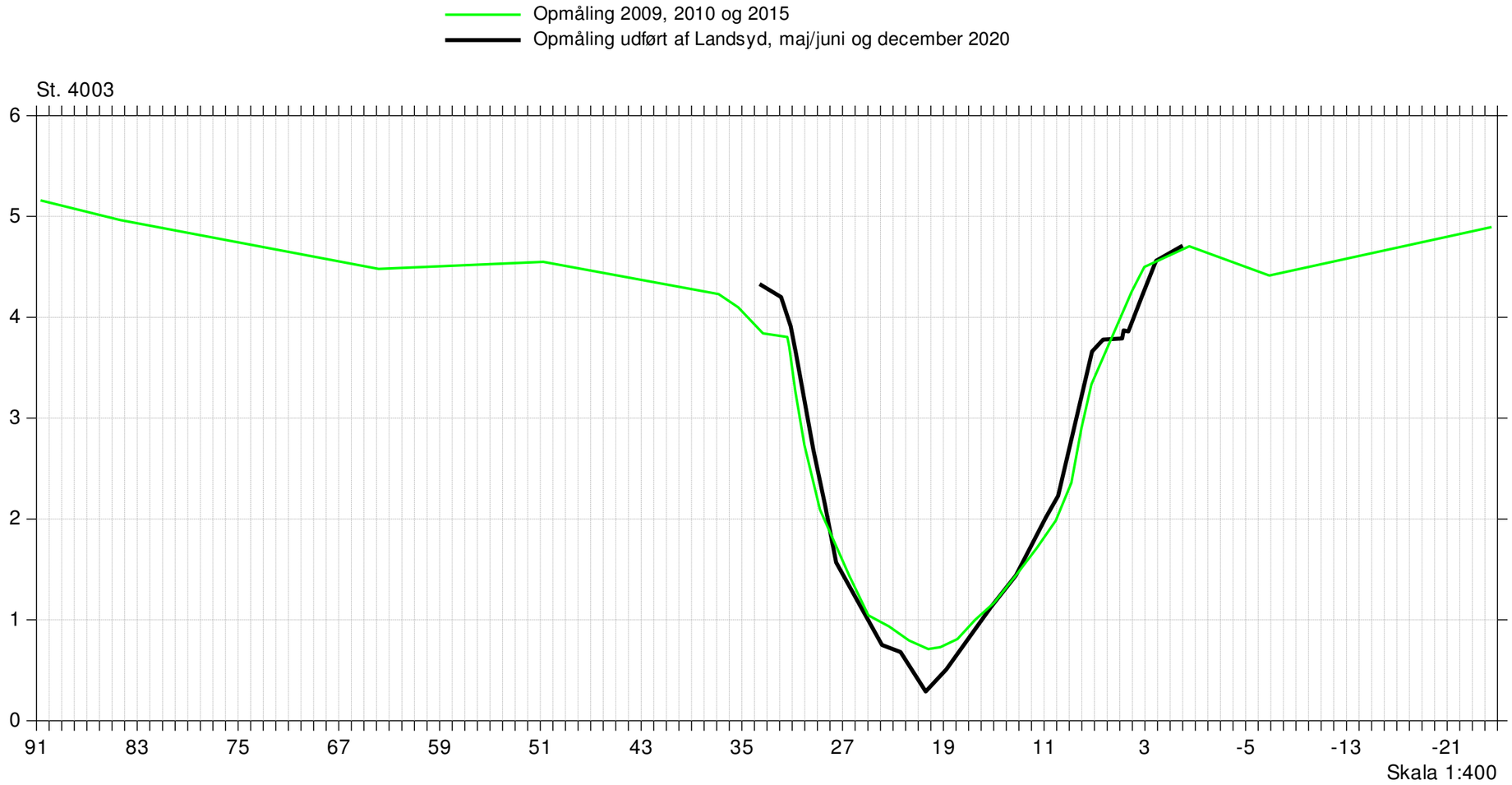


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

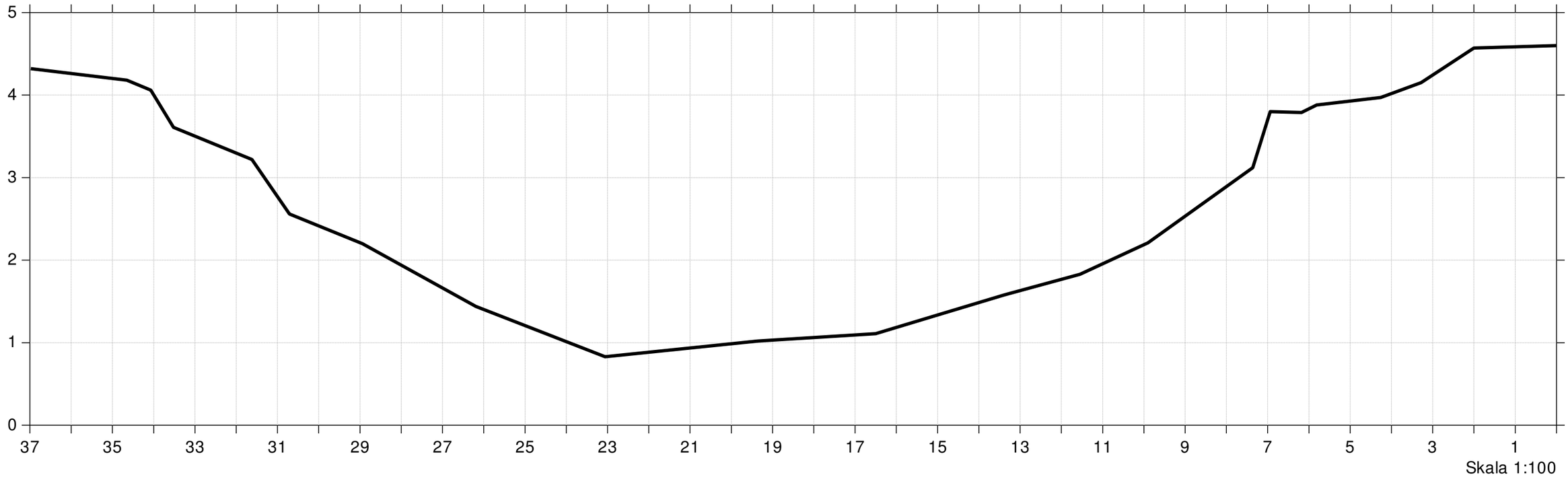
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 4038



Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Gudenåen

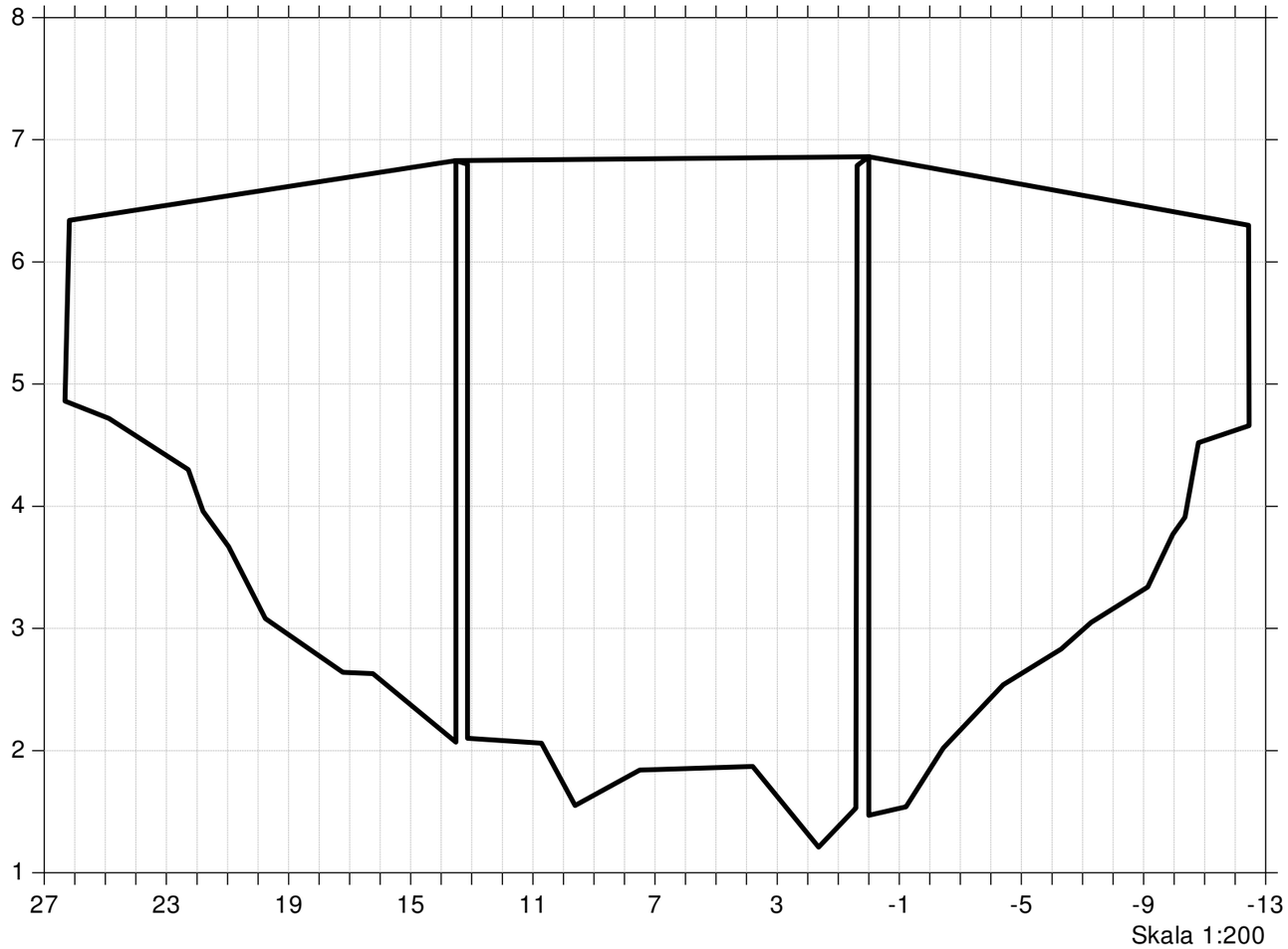
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 4060



Gudenåen

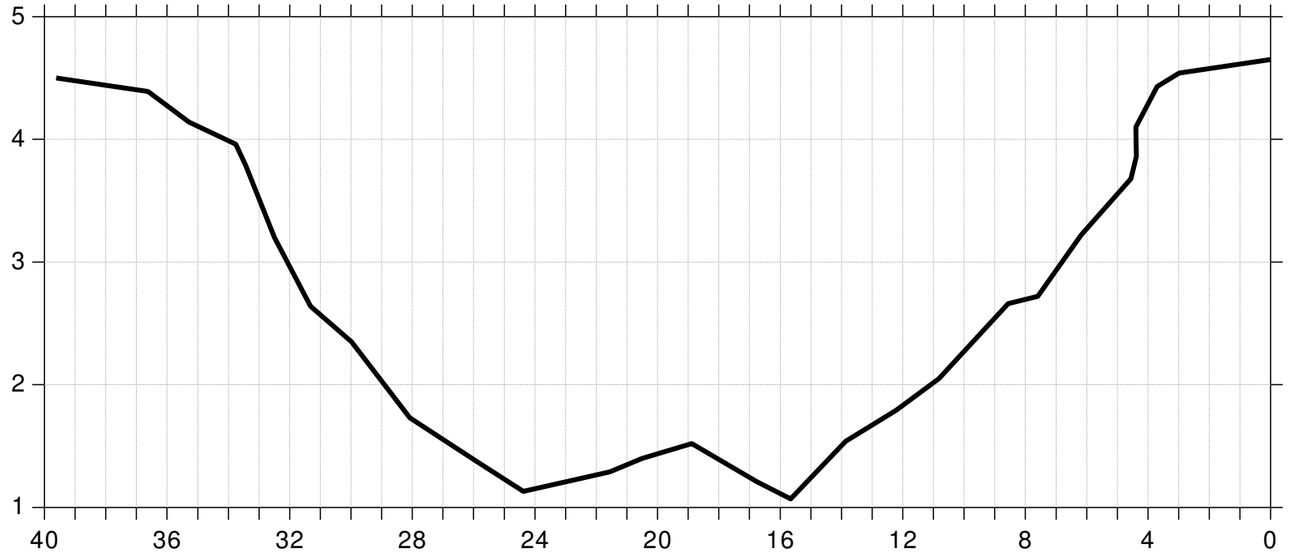
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 4067



Skala 1:200

Gudenåen

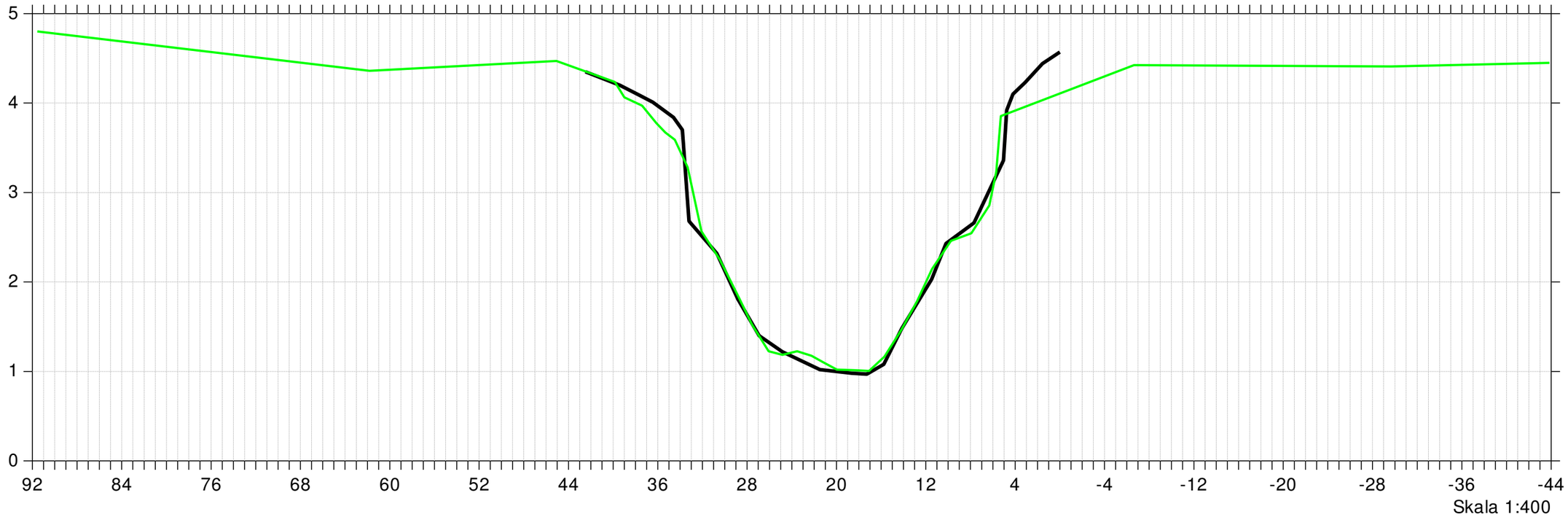
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 4179



Gudenåen

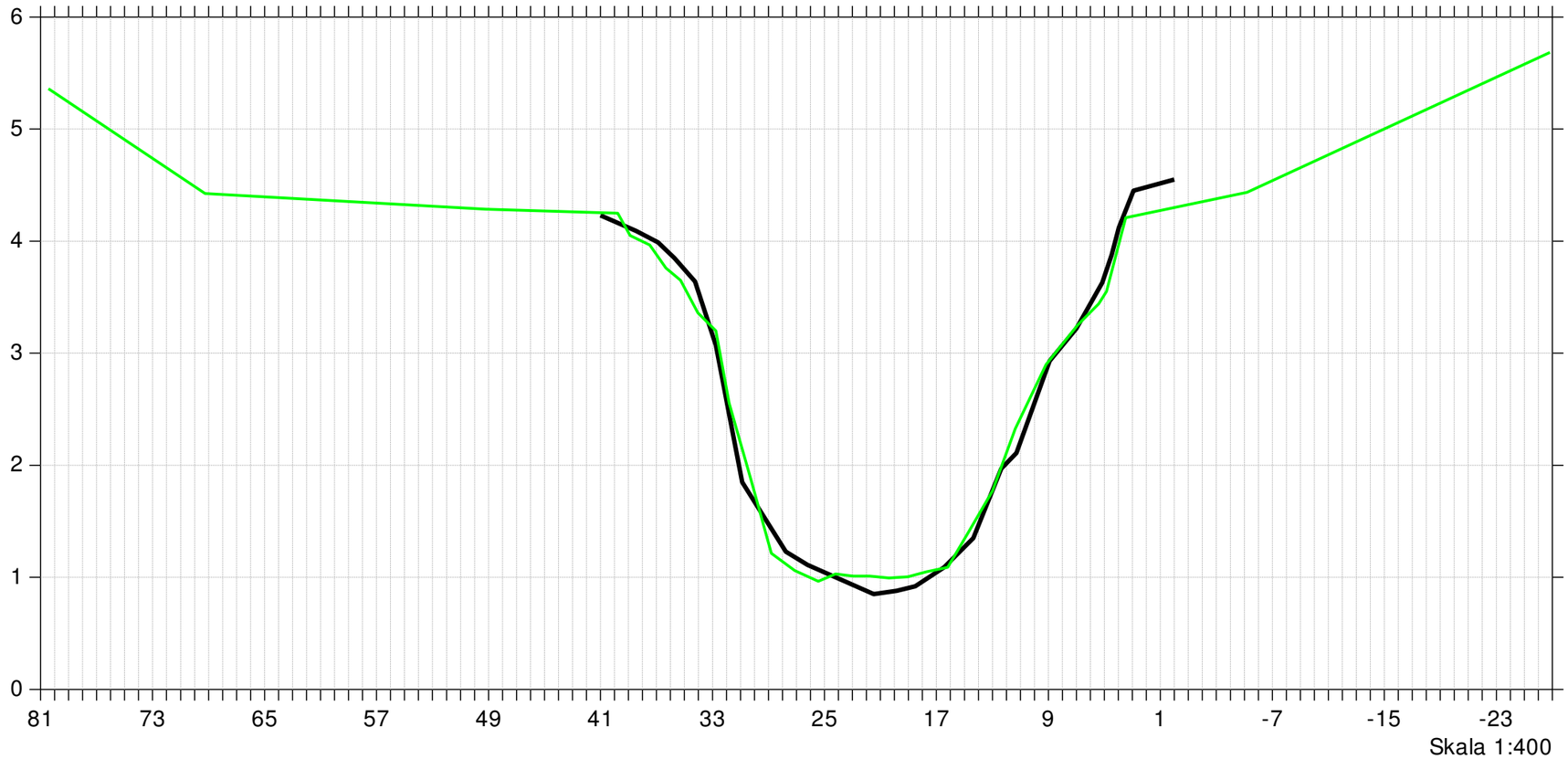
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 4290

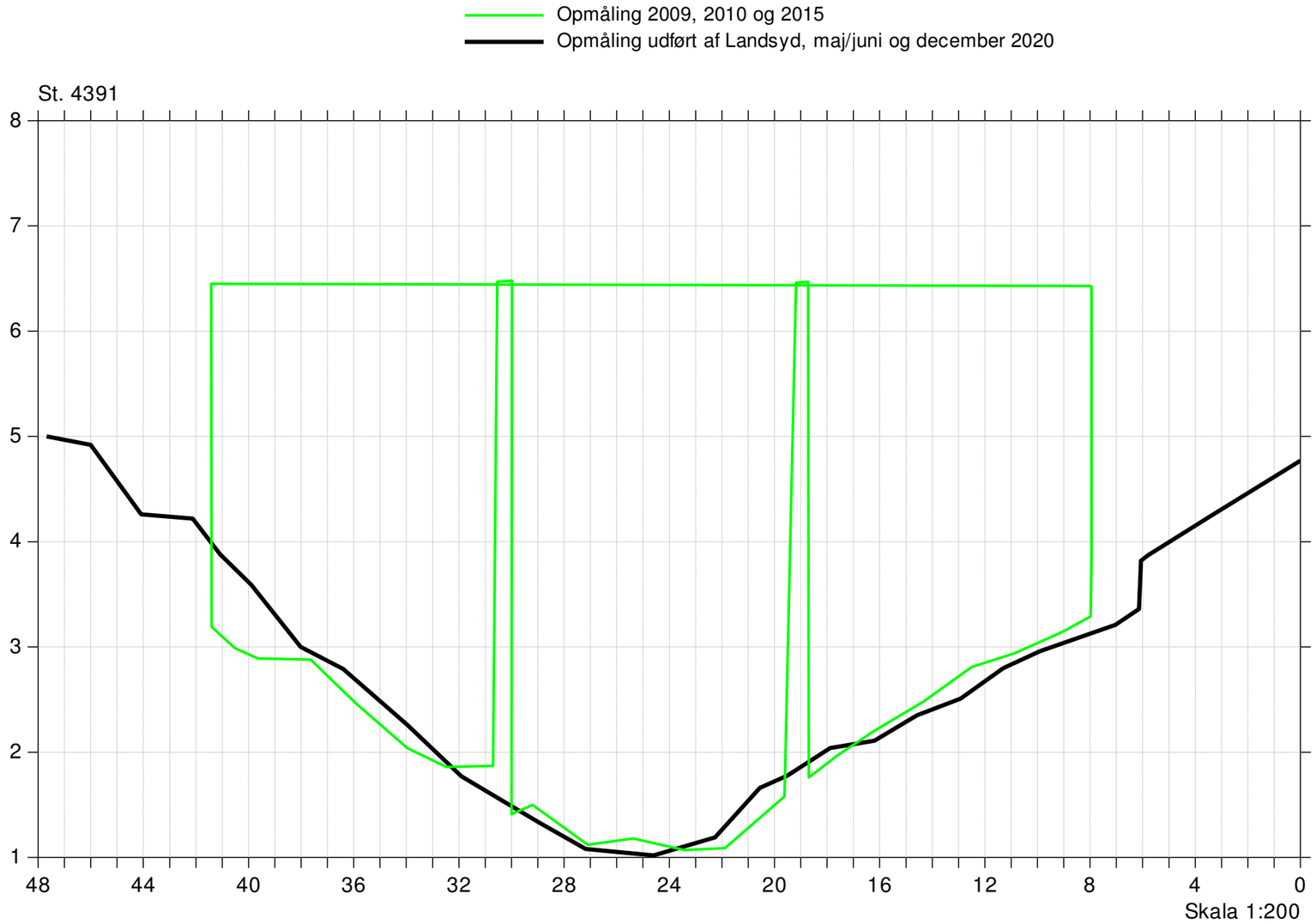


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

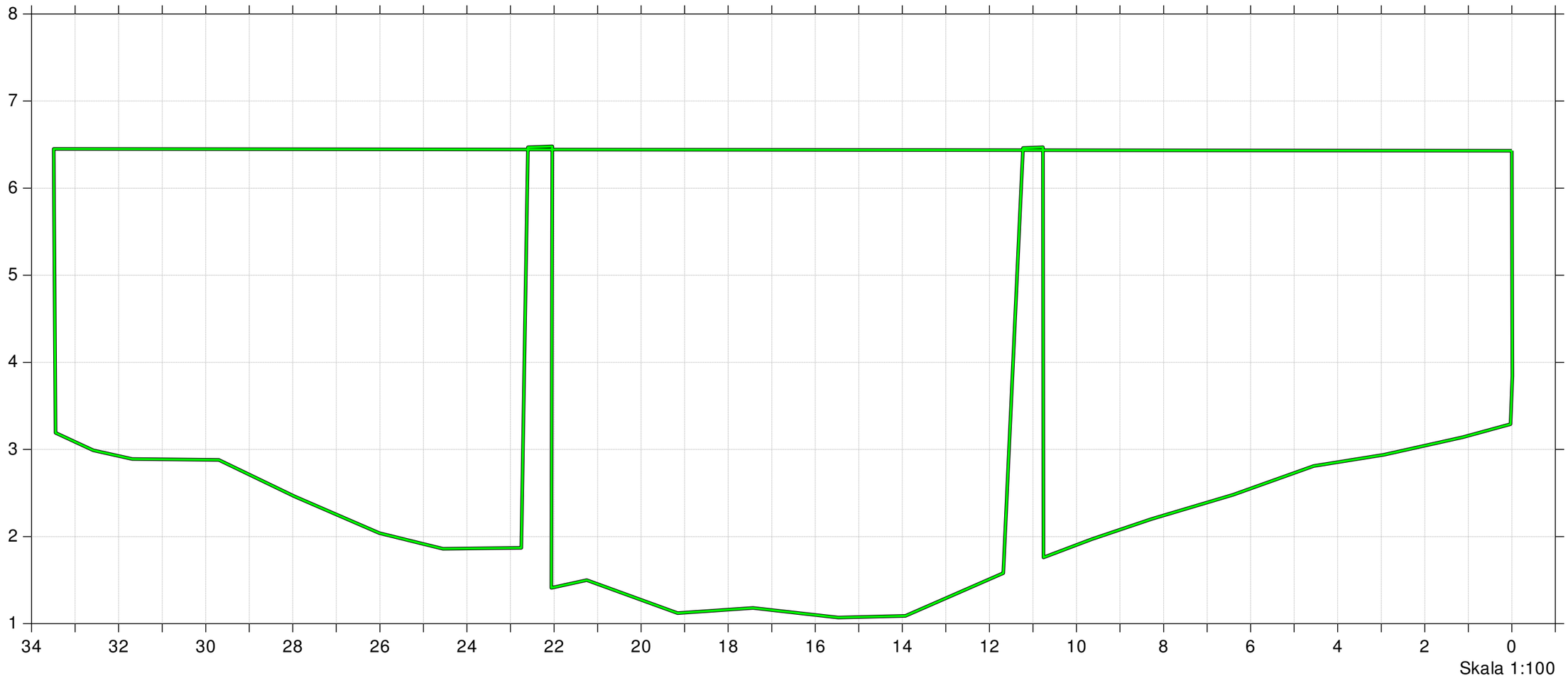
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 4401



Gudenåen

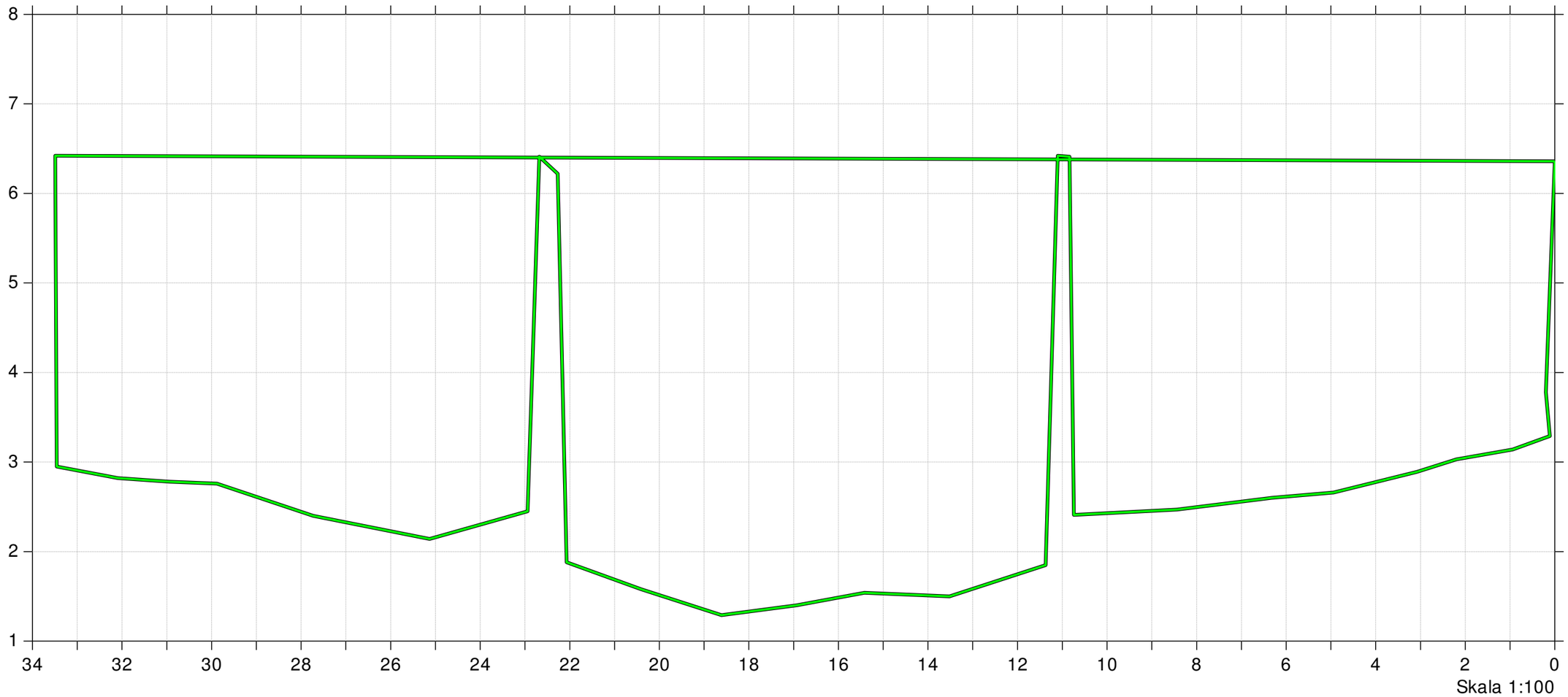
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 4416

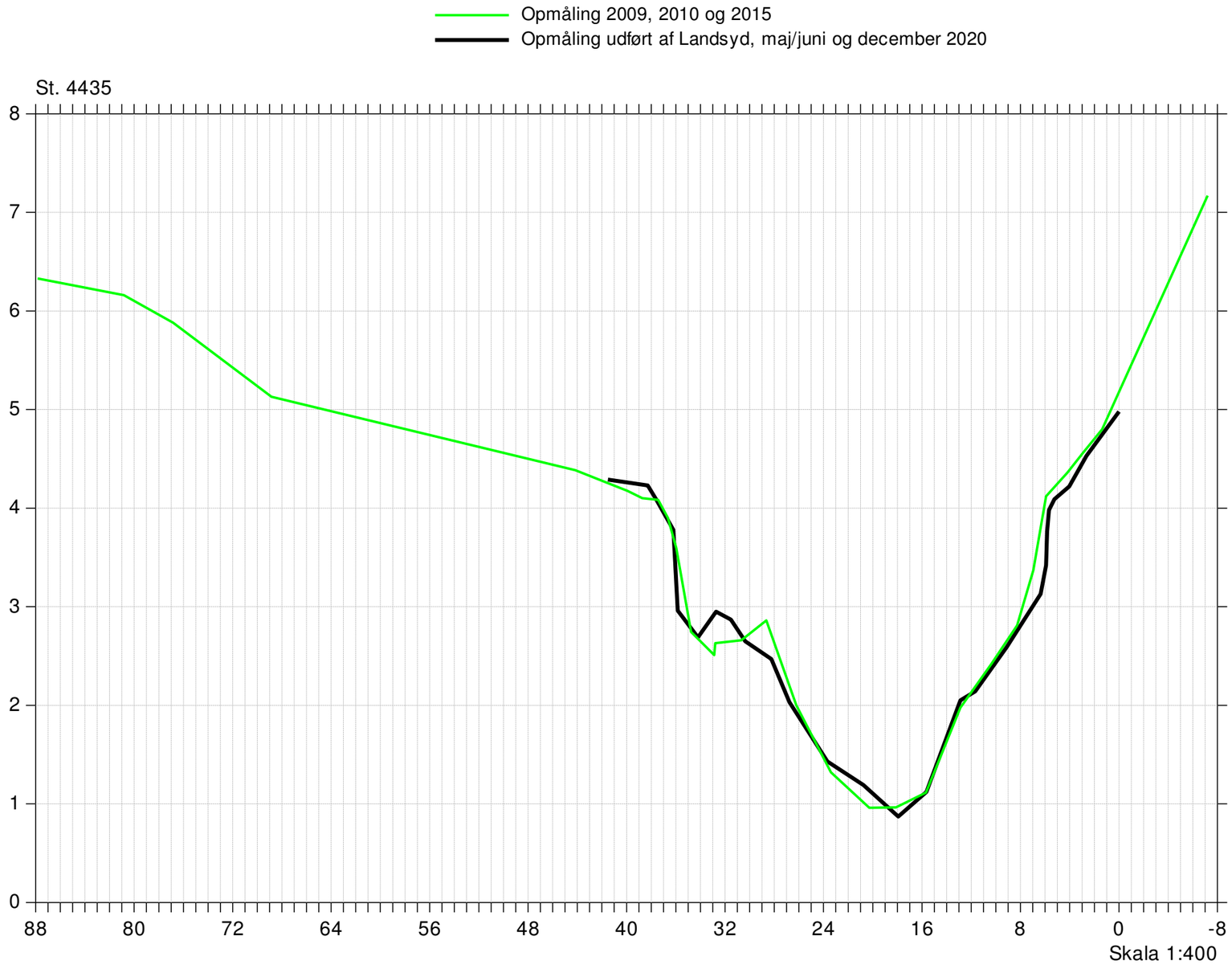


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



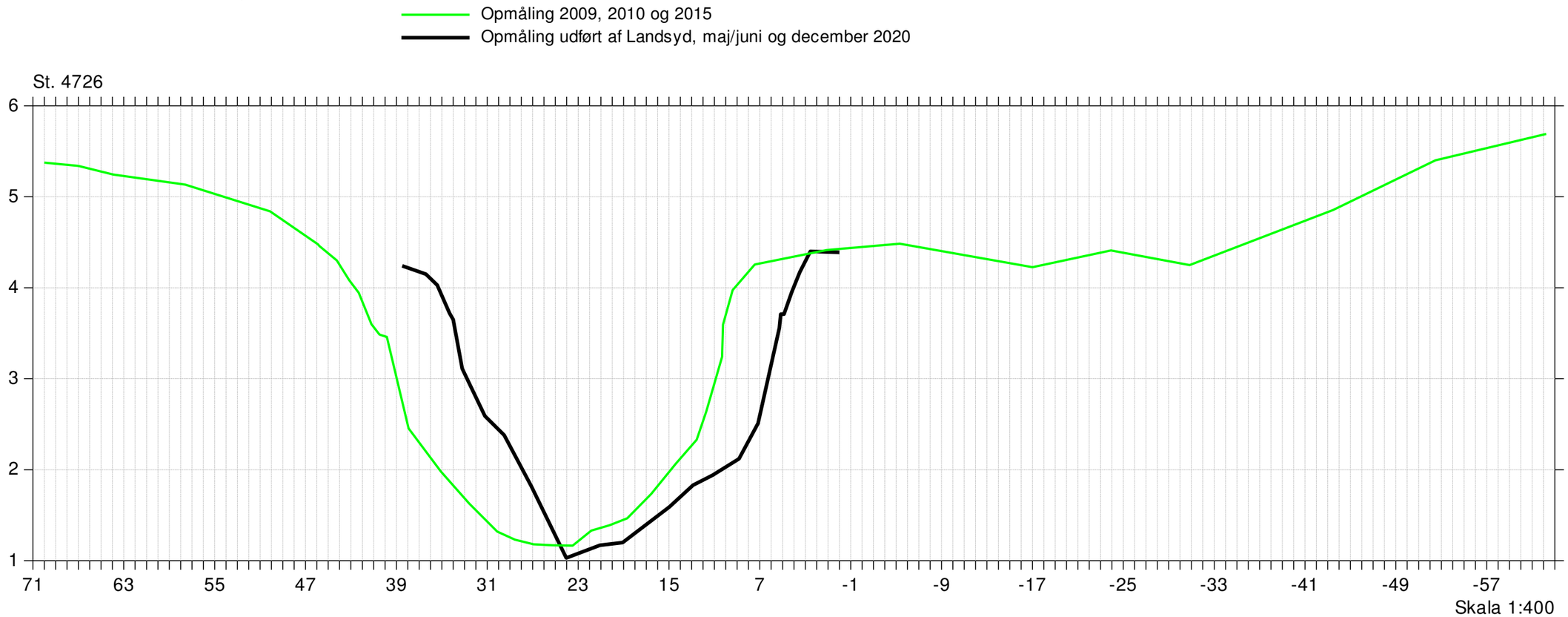
Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

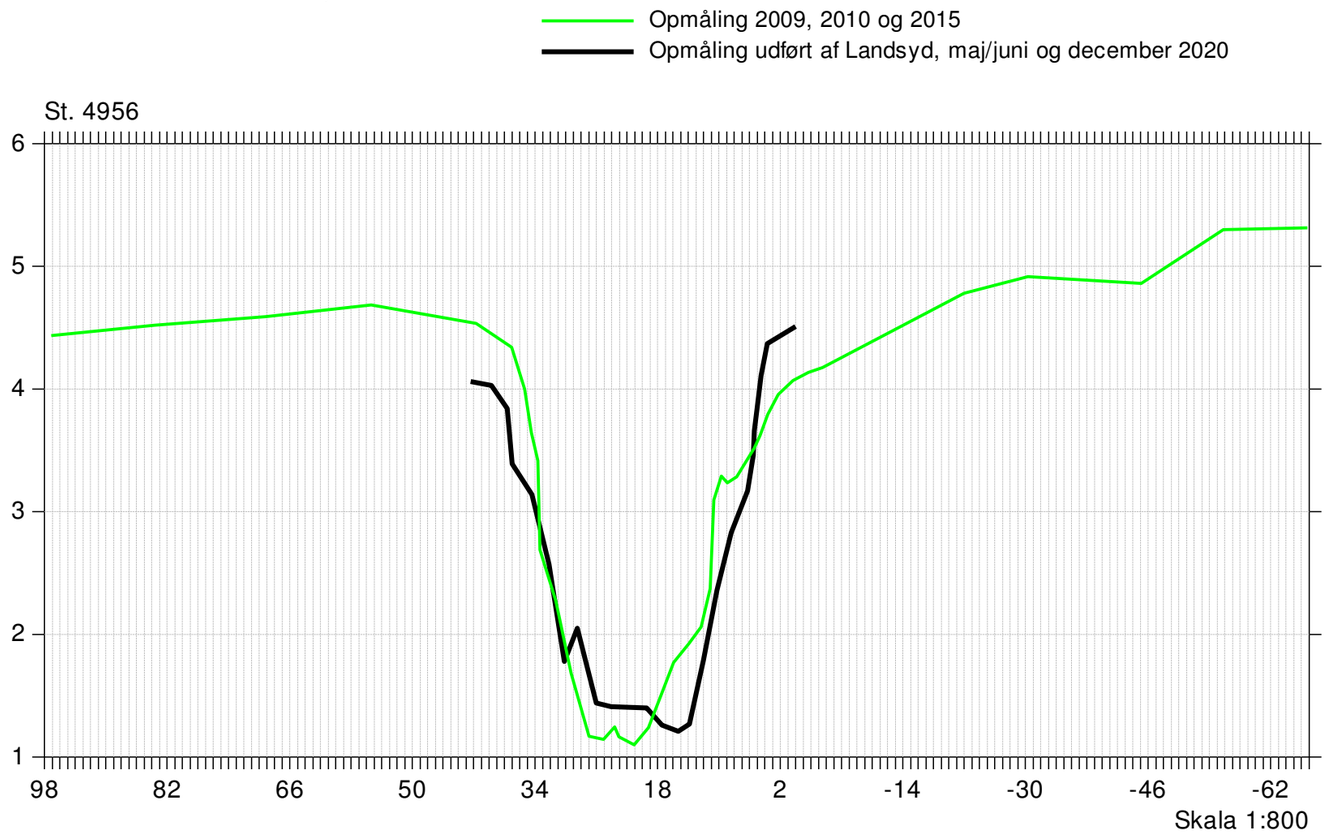


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

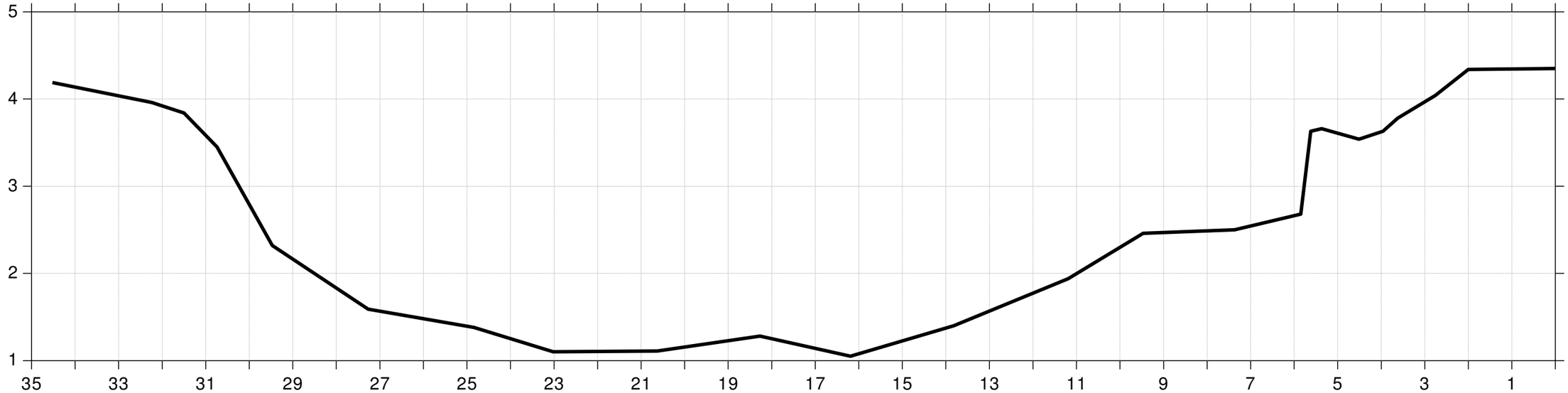
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 5233



Skala 1:100

Gudenåen

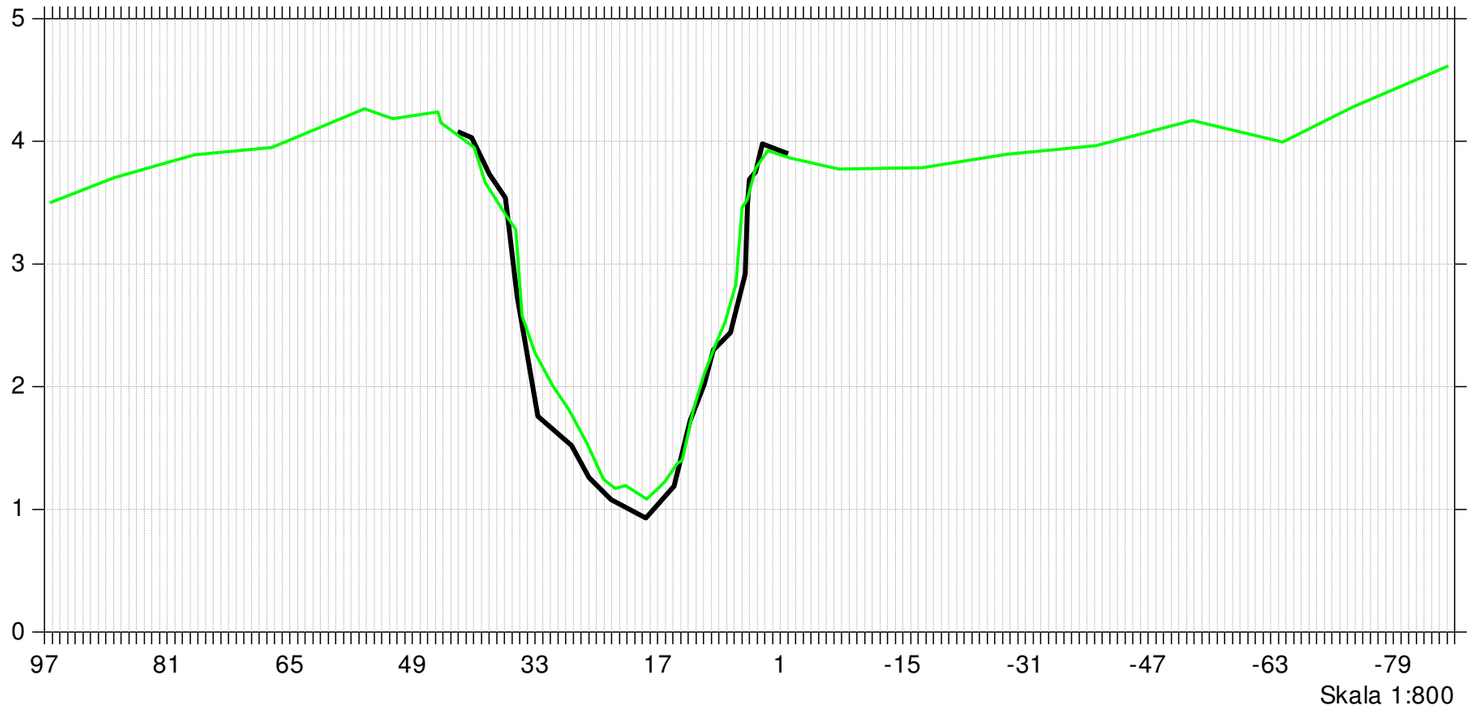
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 5476

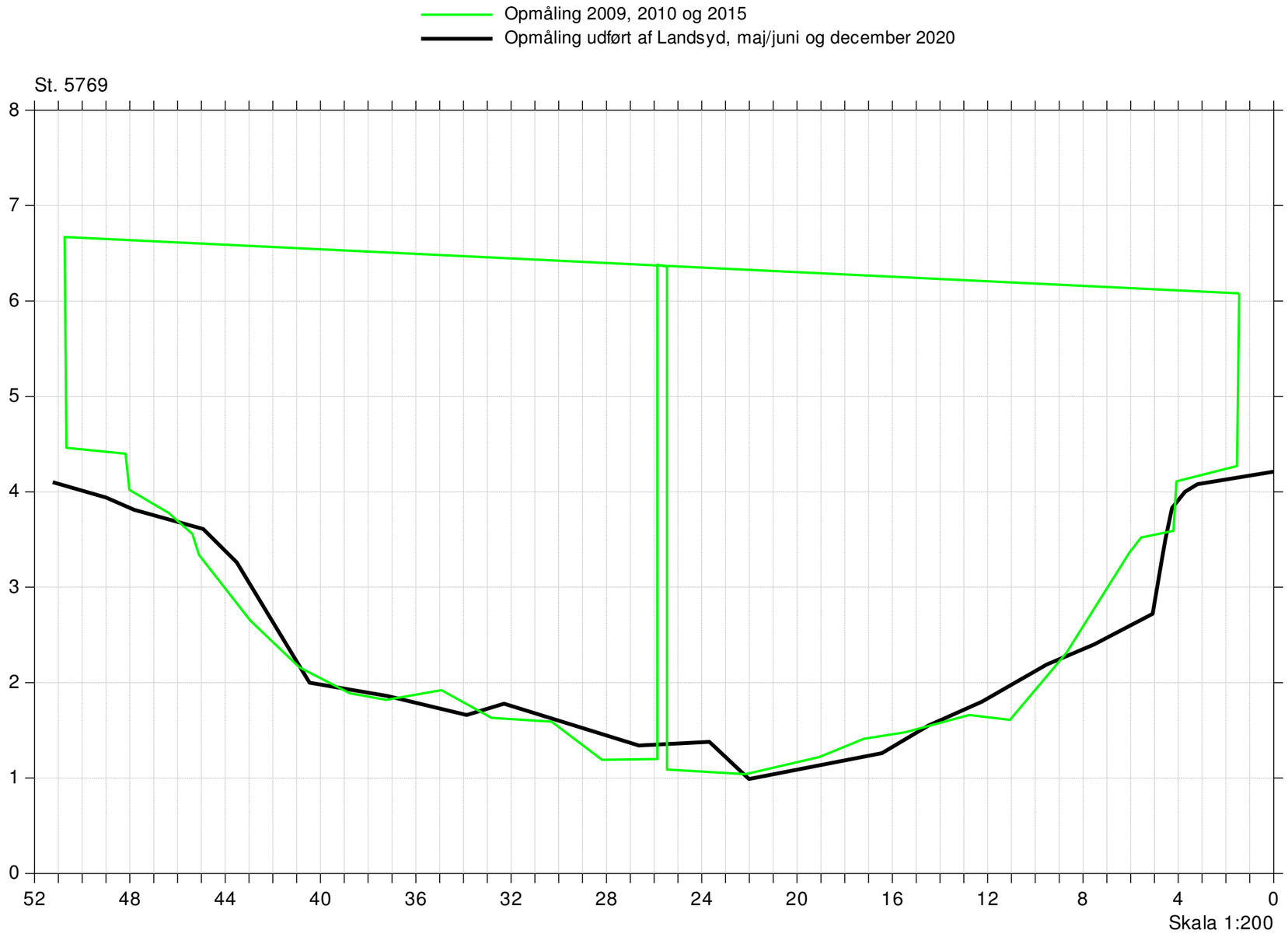


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

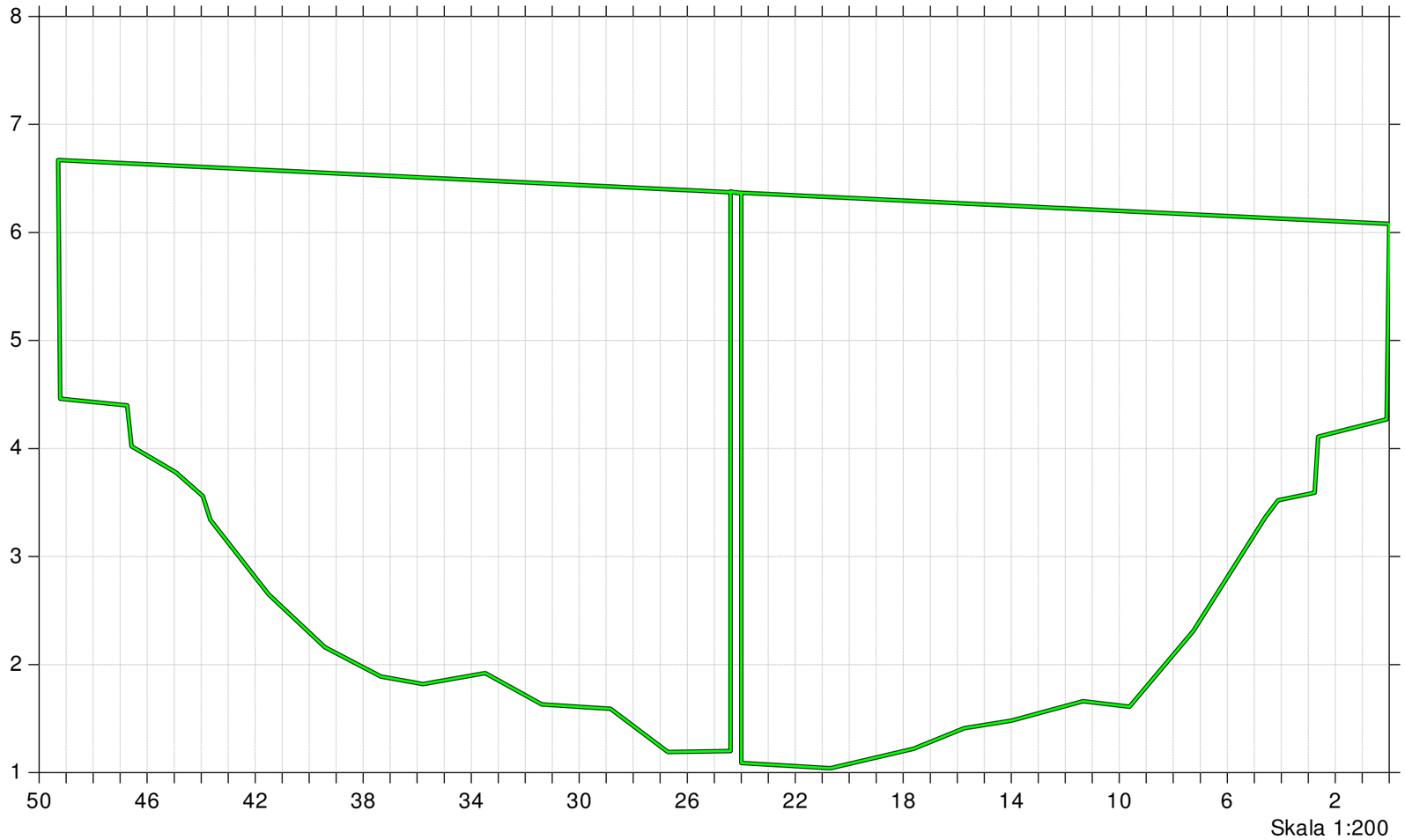
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 5783



Gudenåen

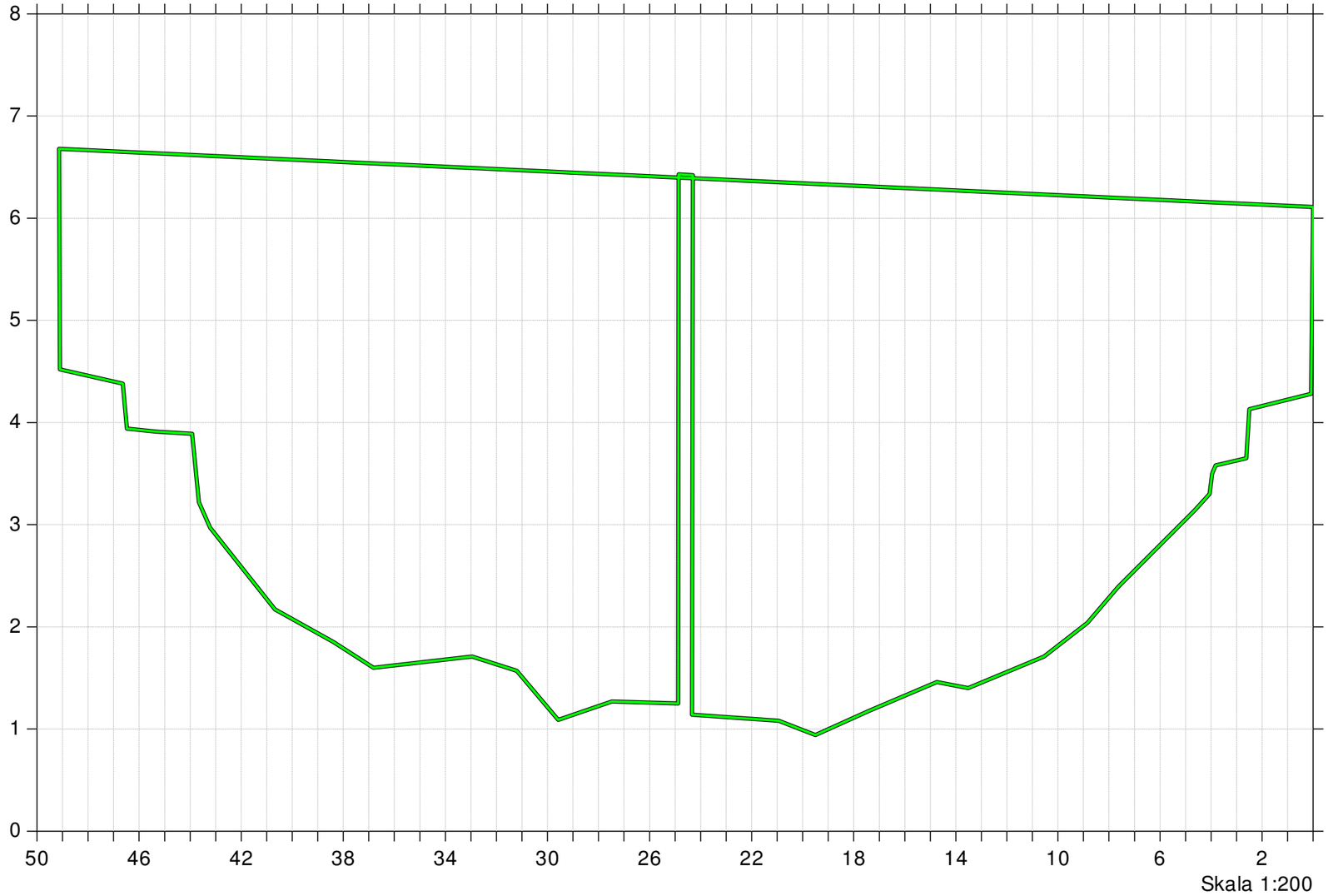
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 5797



Gudenåen

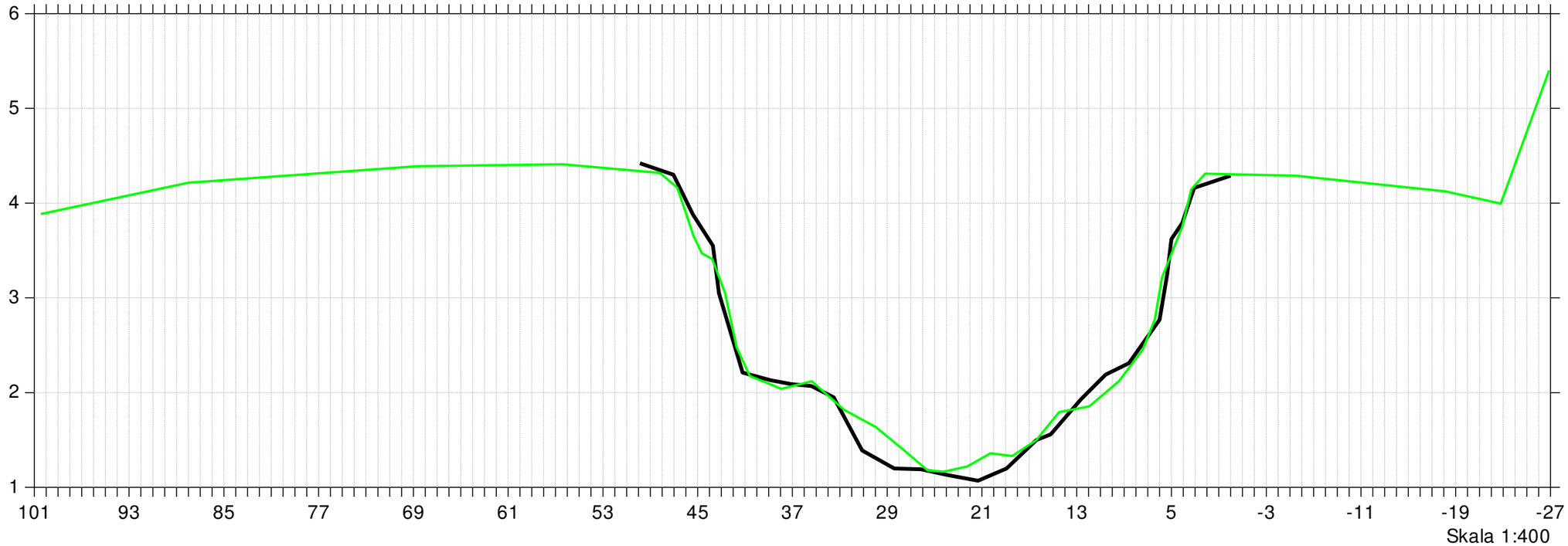
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 5807



Gudenåen

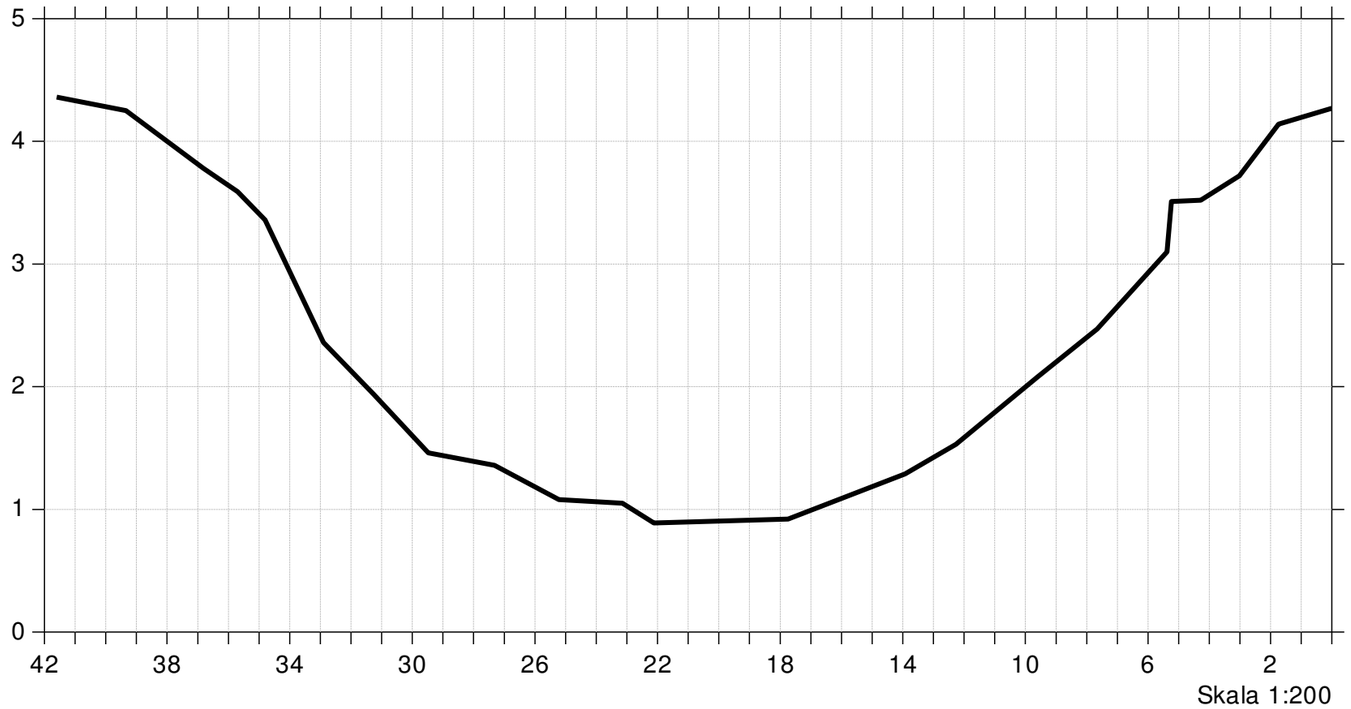
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 5854

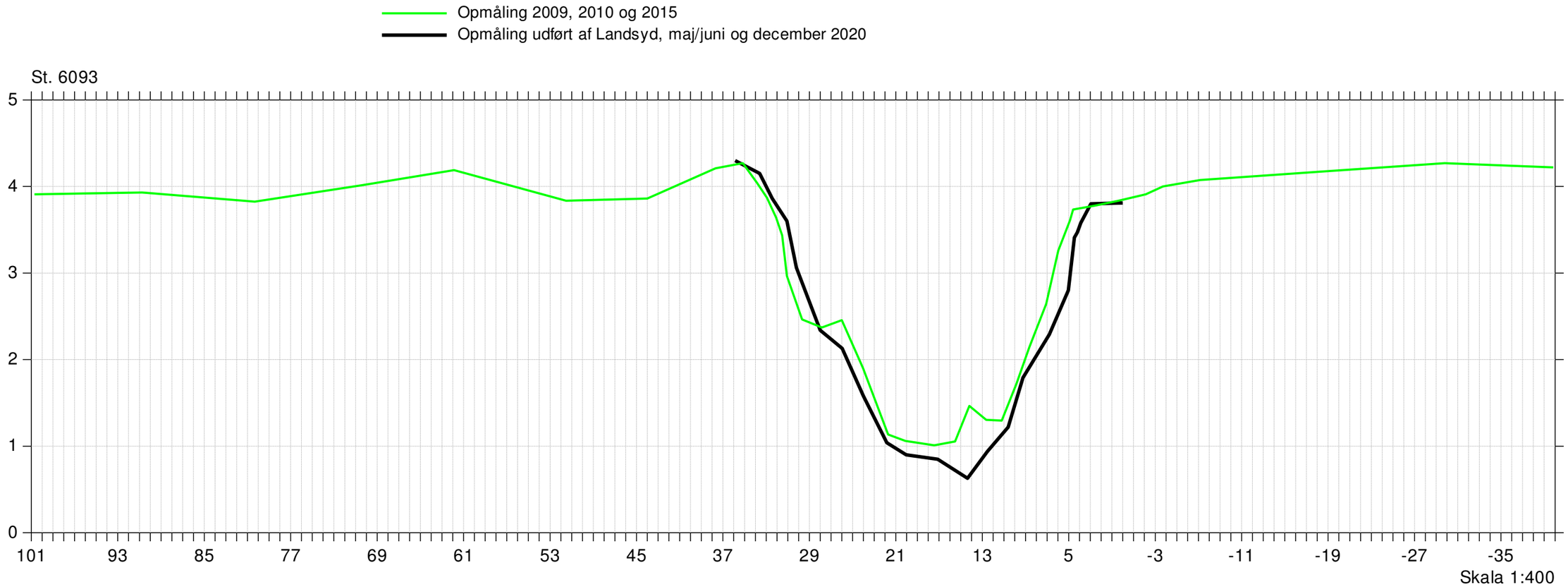


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

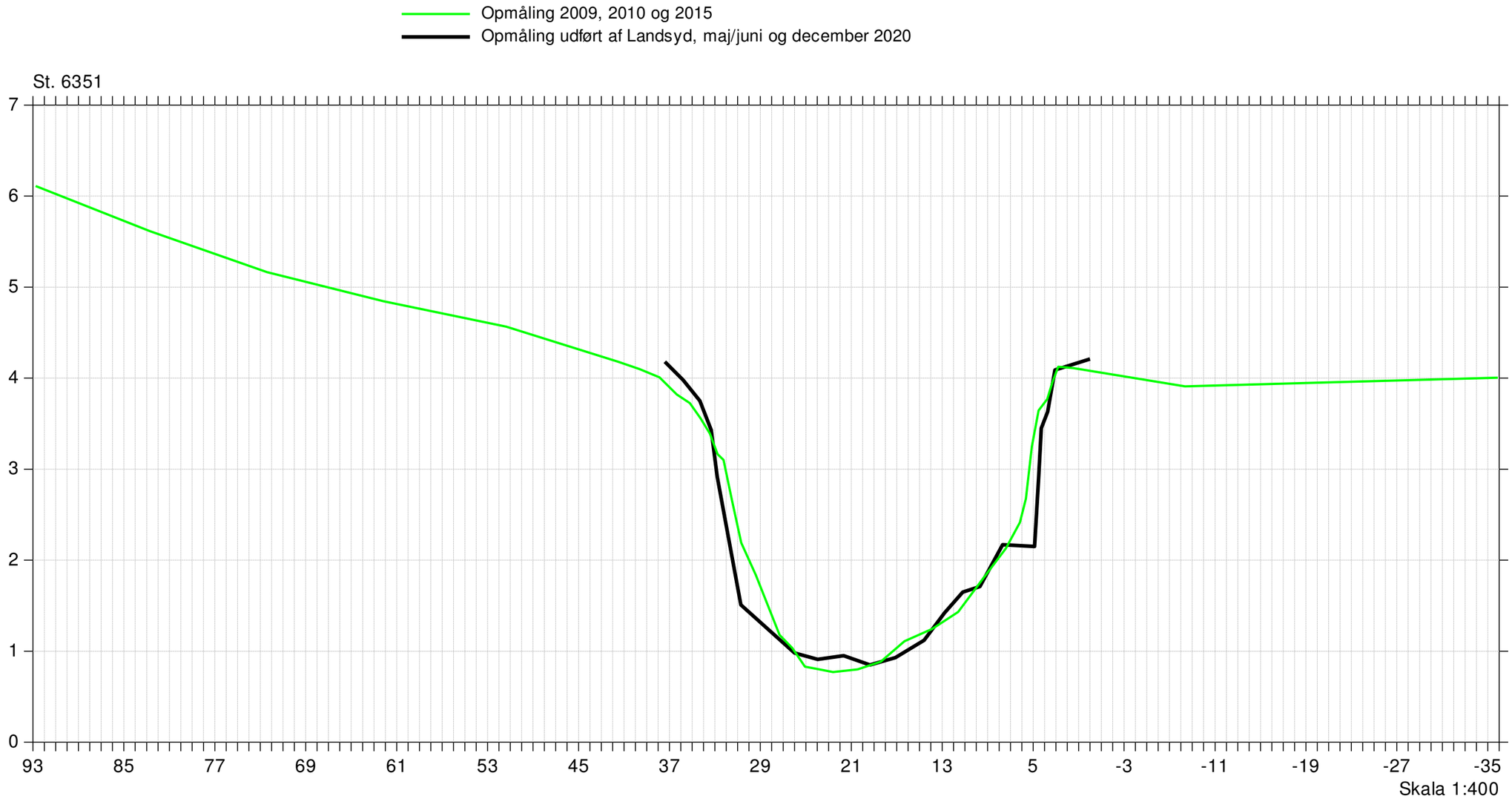


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

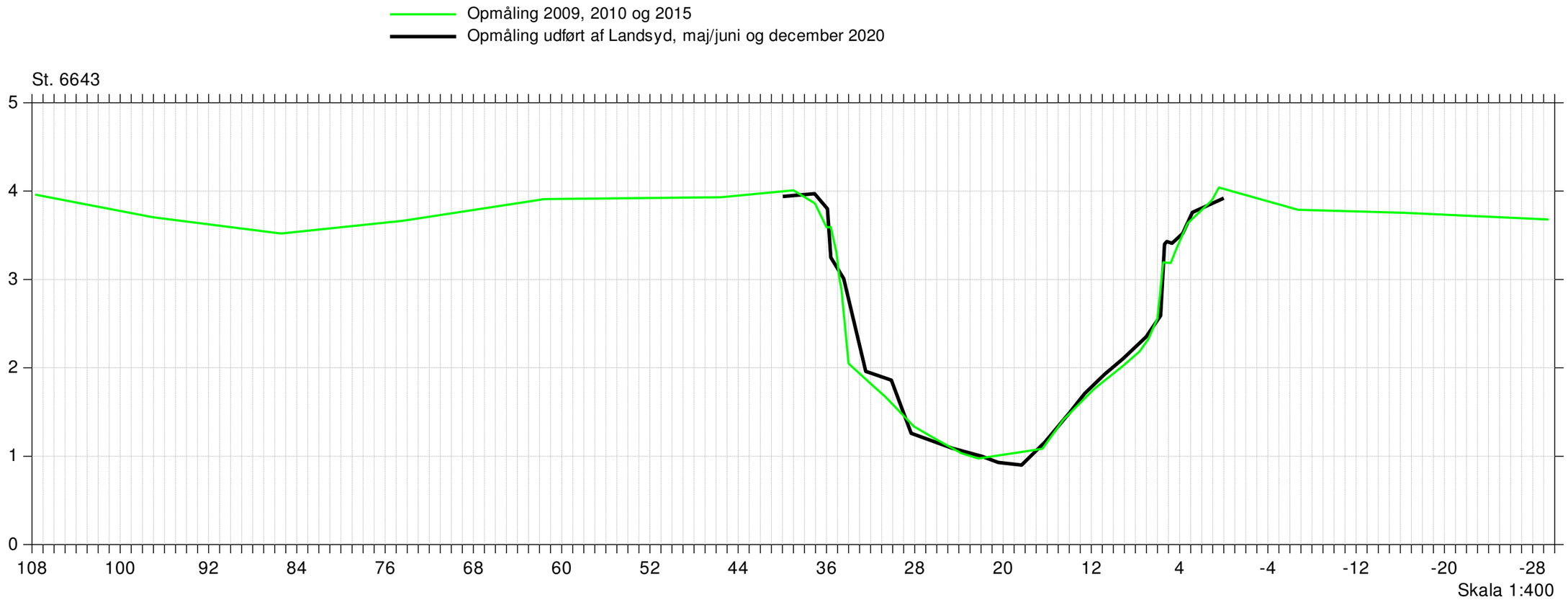


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

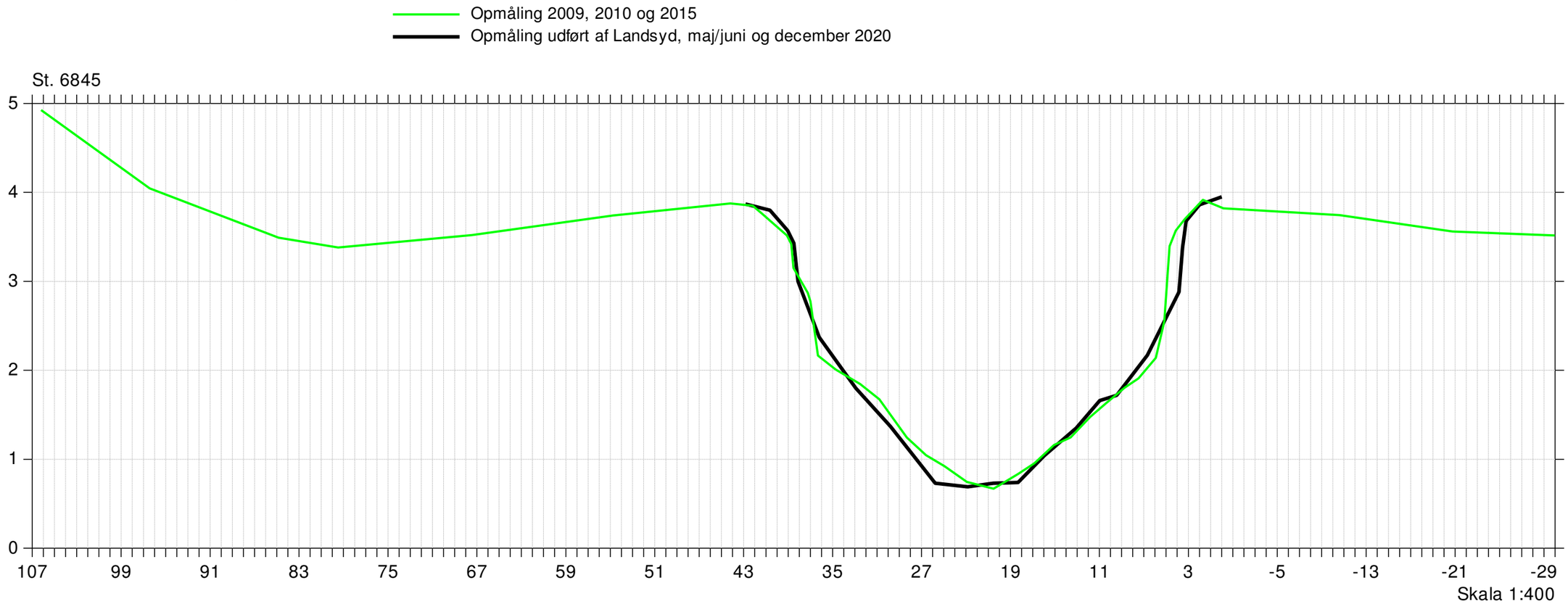


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

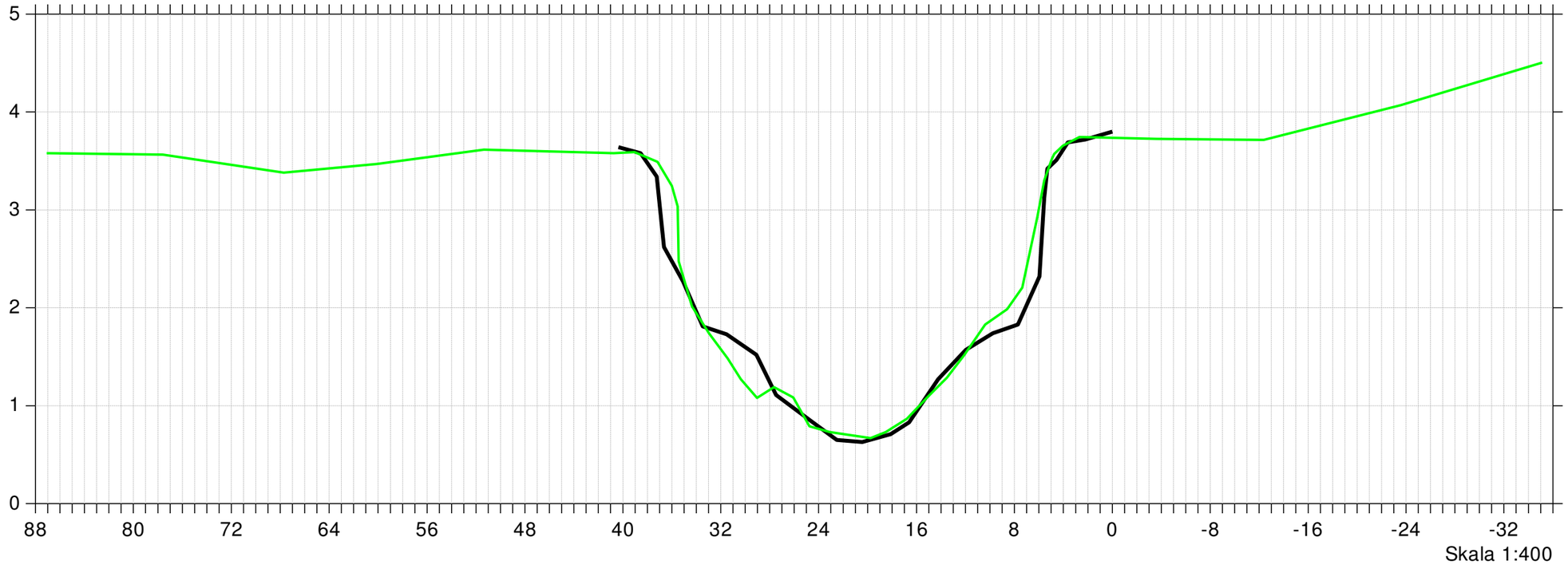
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 7015

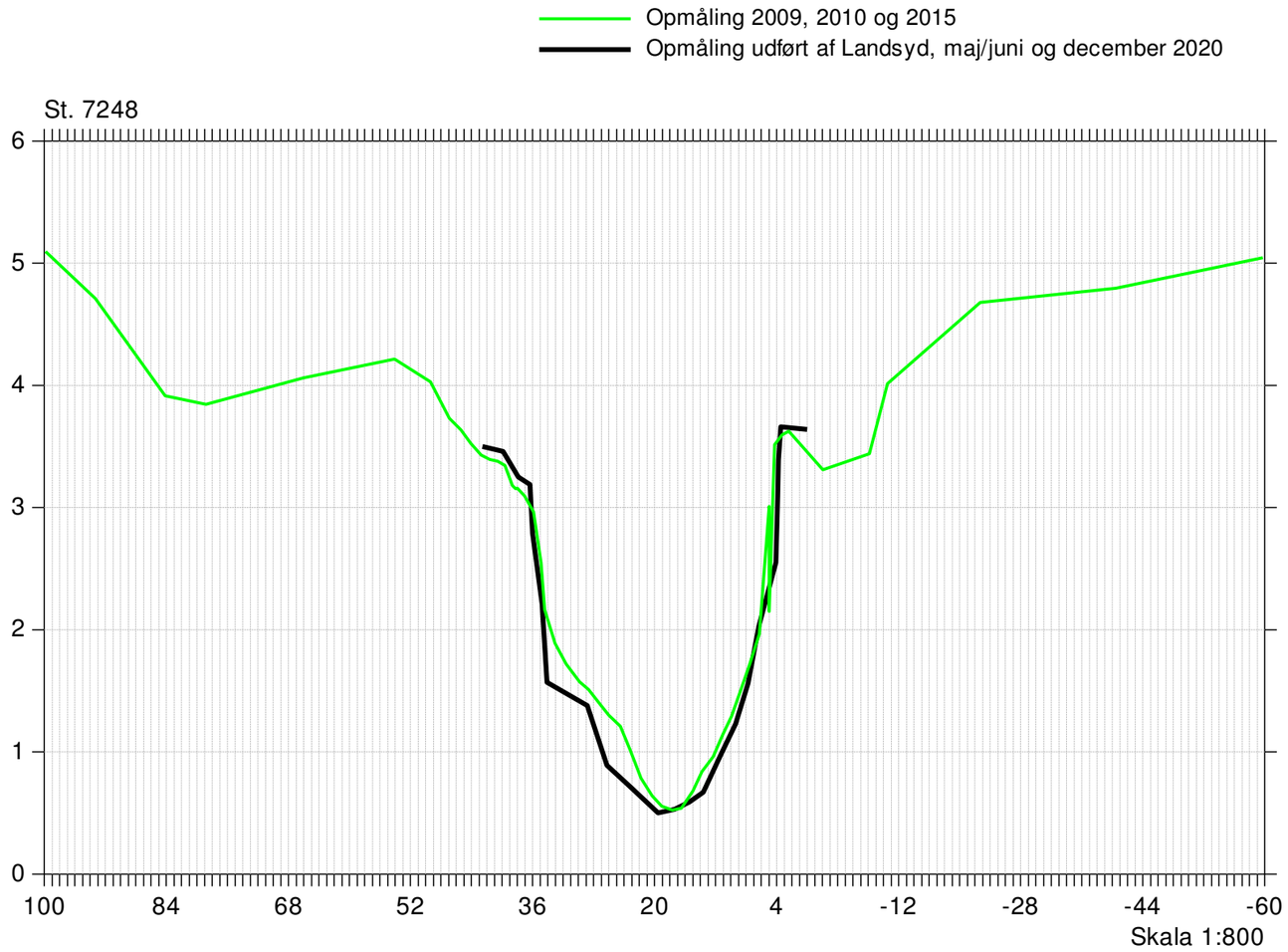


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

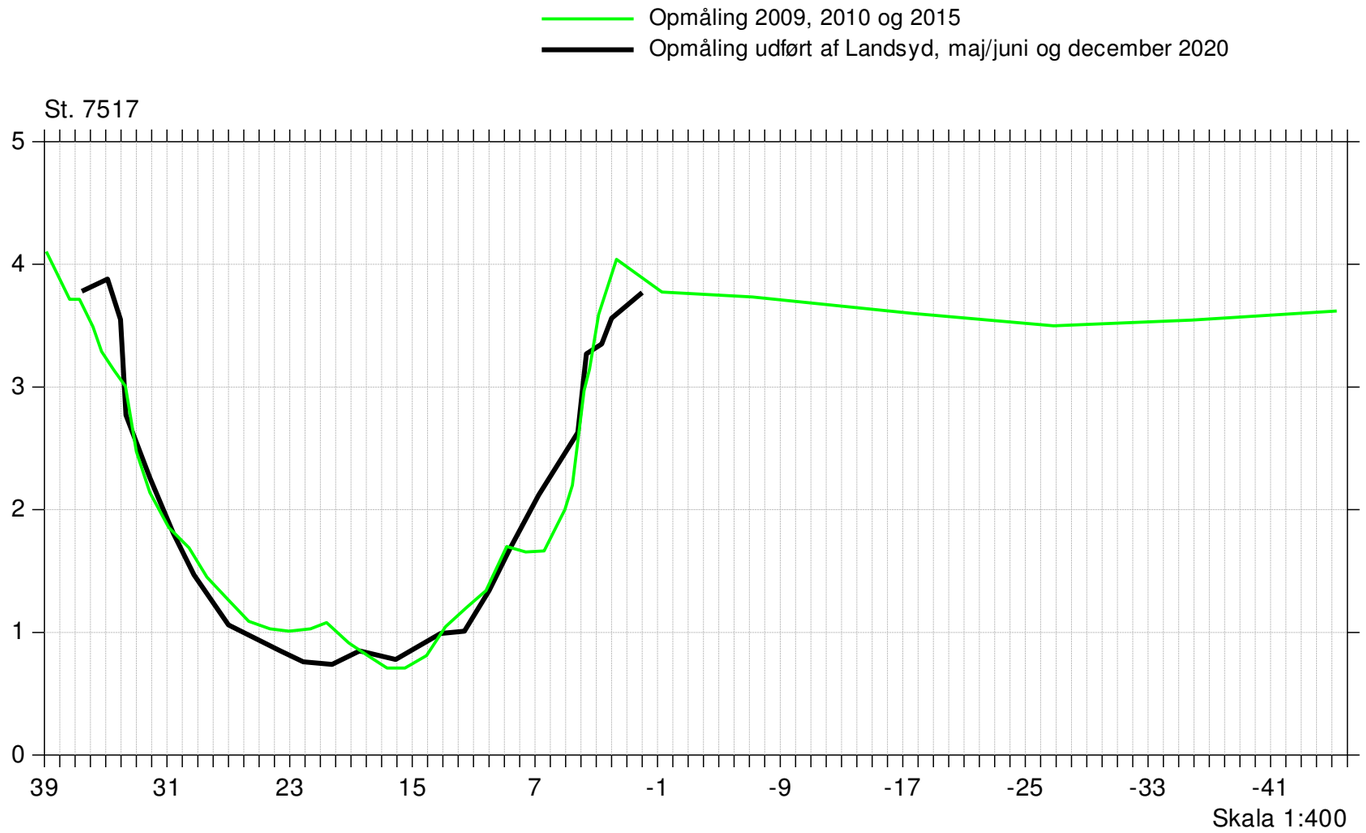


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

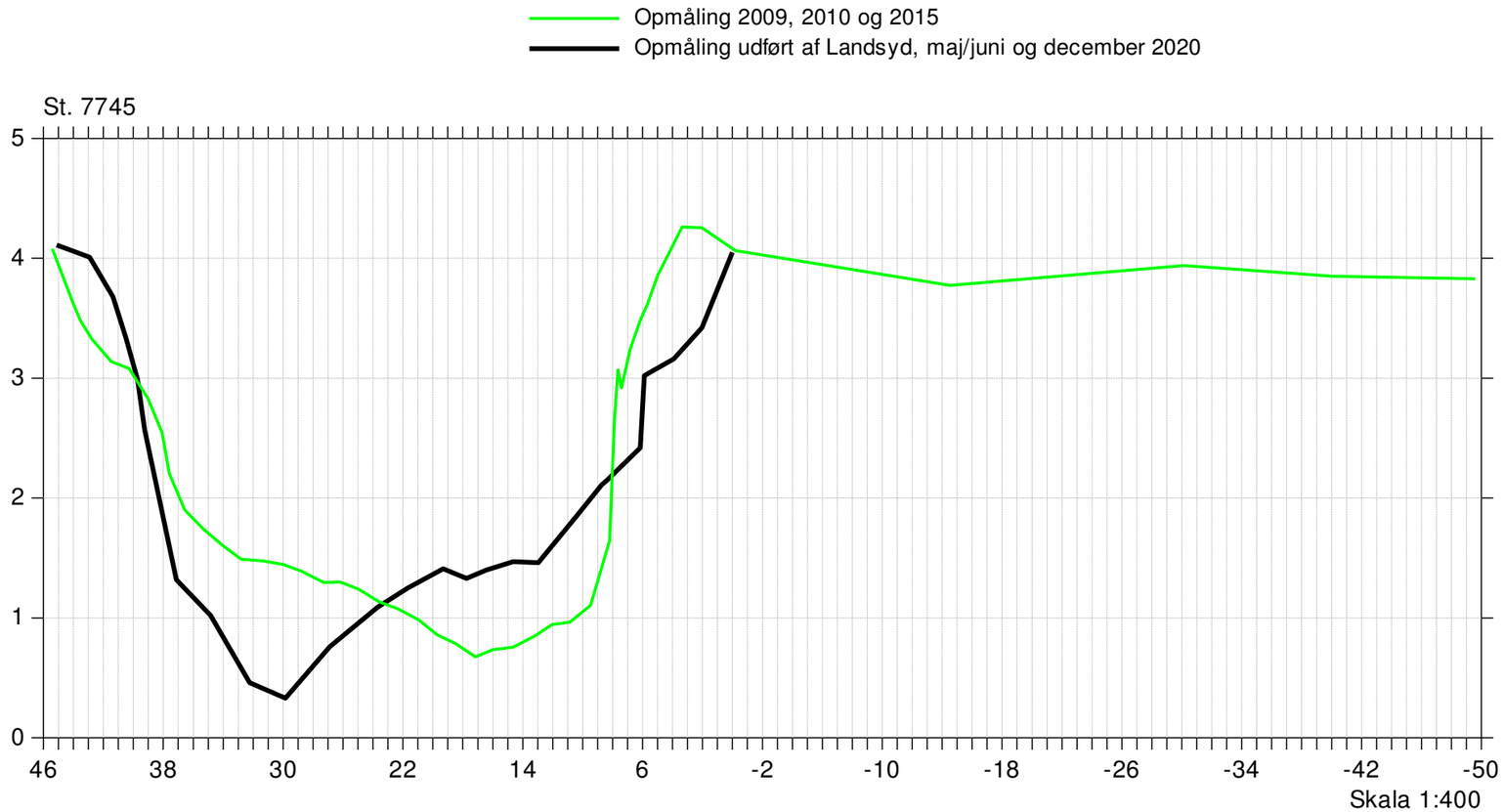


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

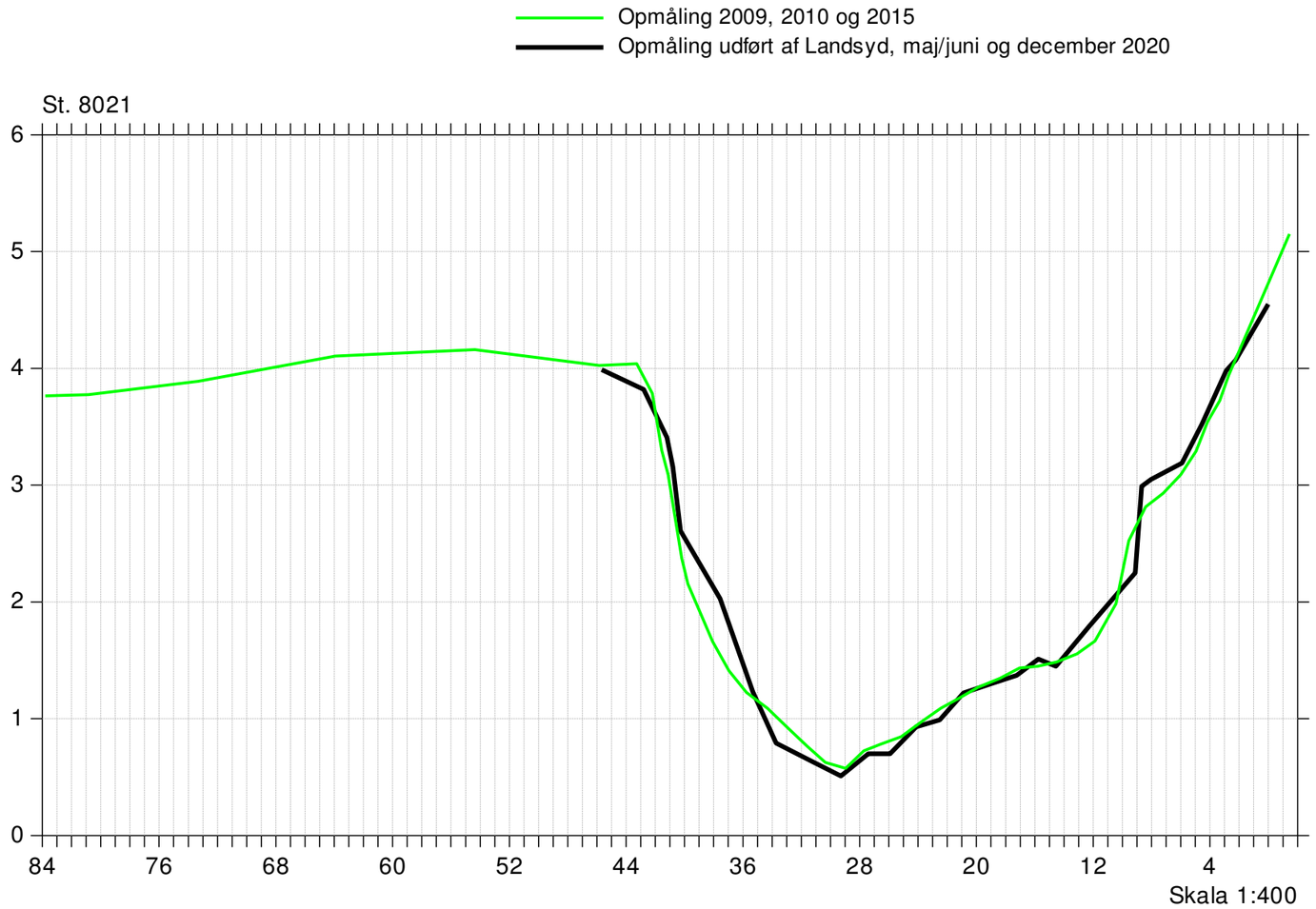


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

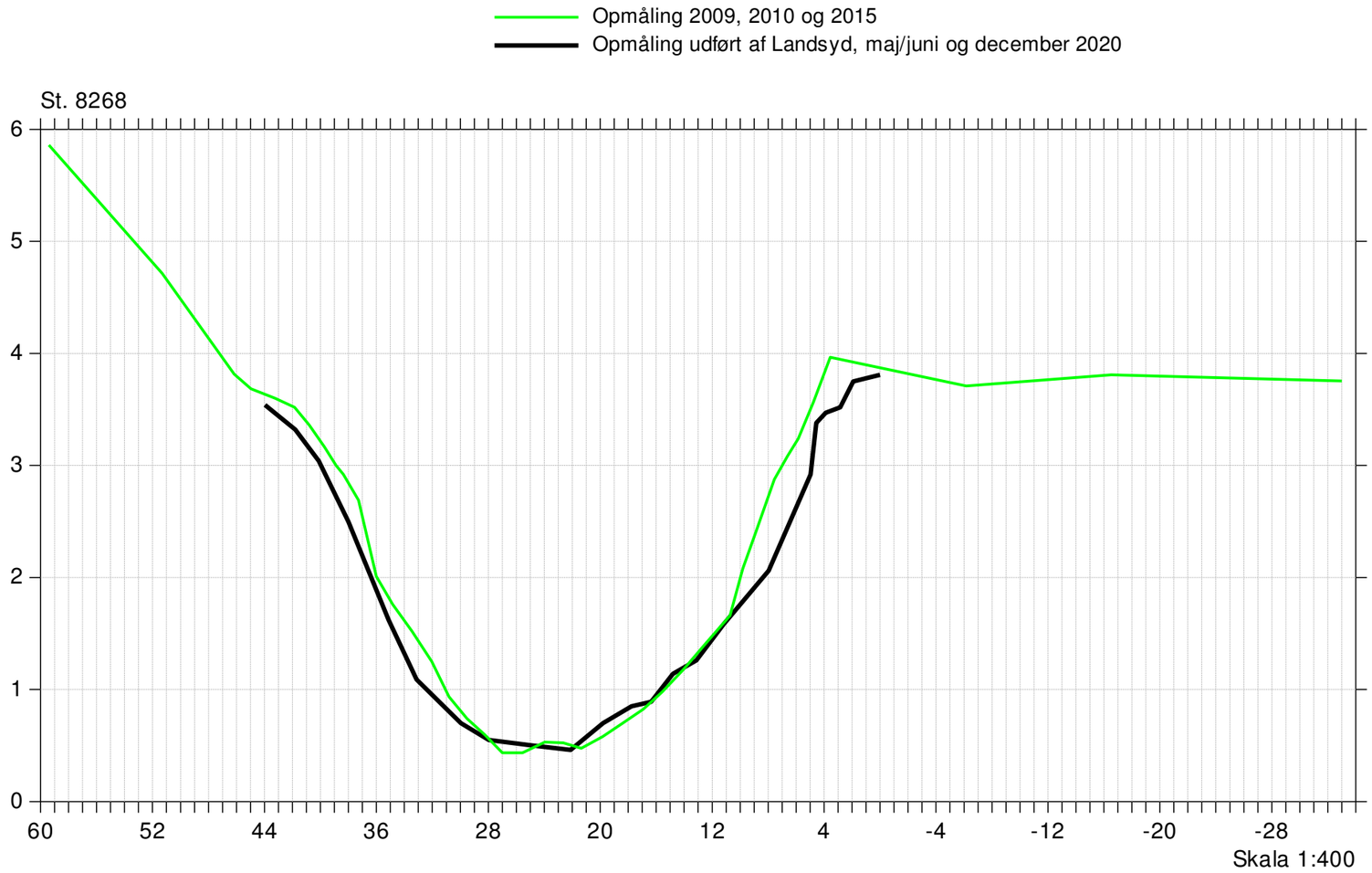


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

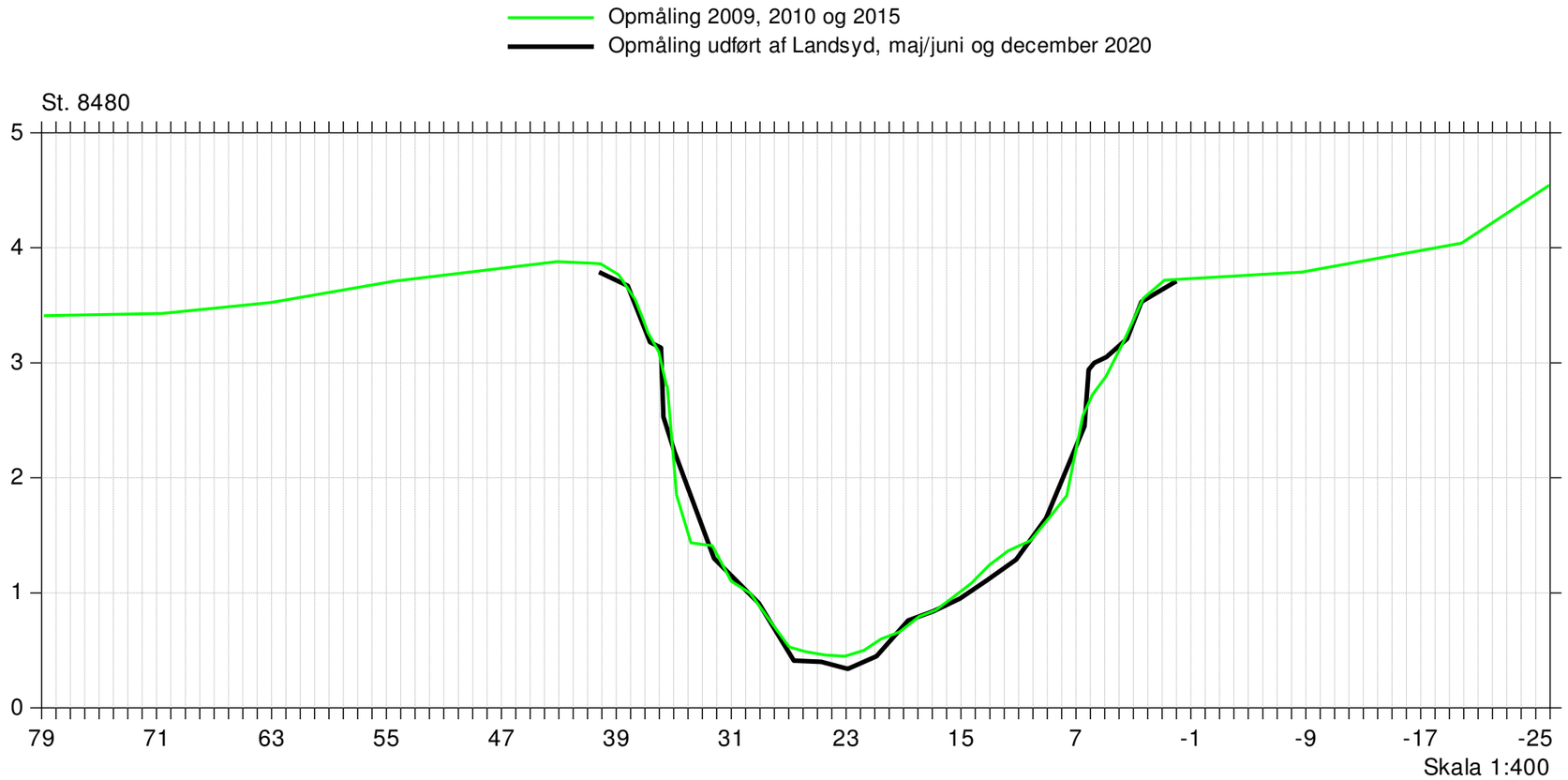


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

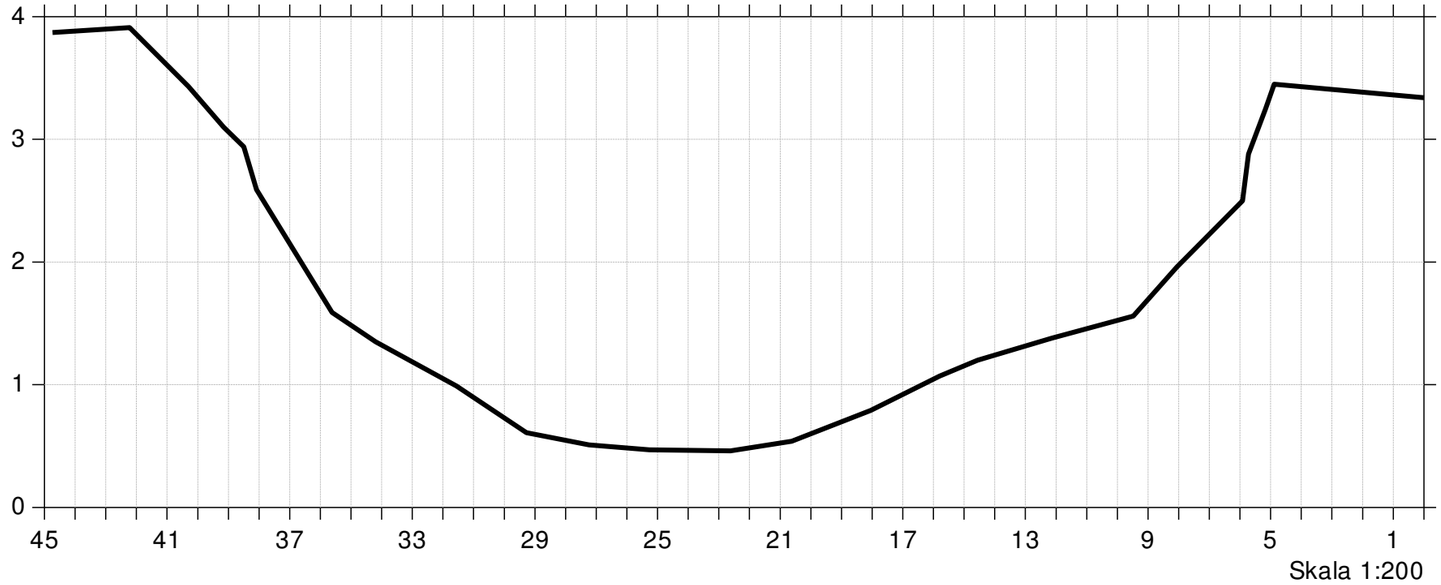
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

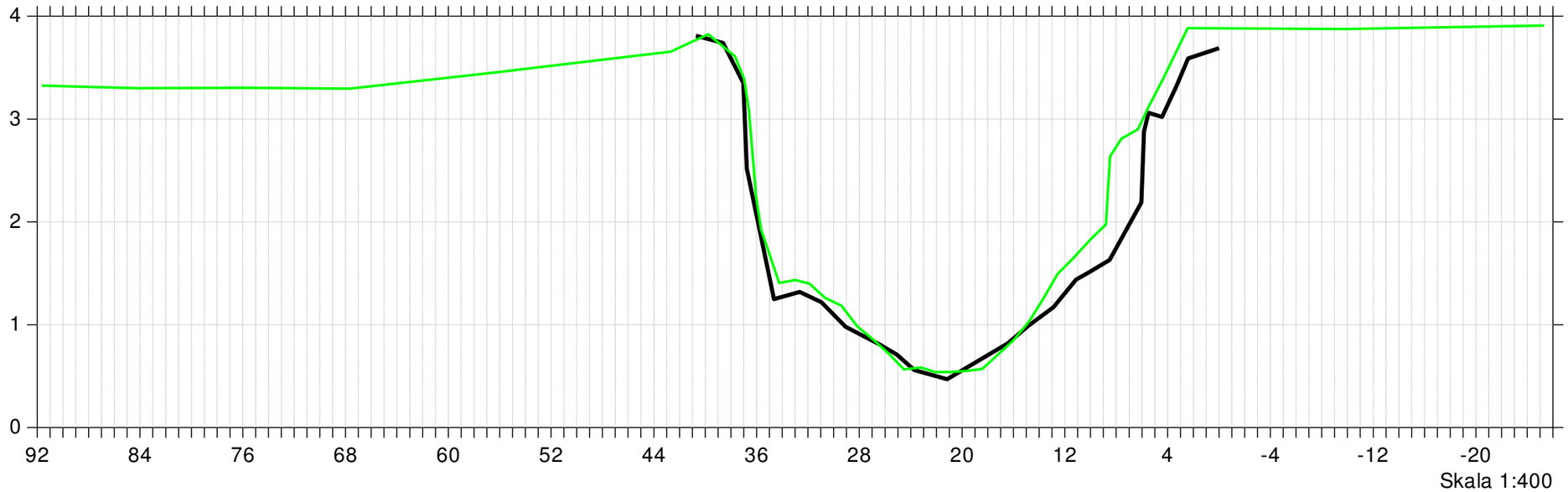
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 8665



St. 8712

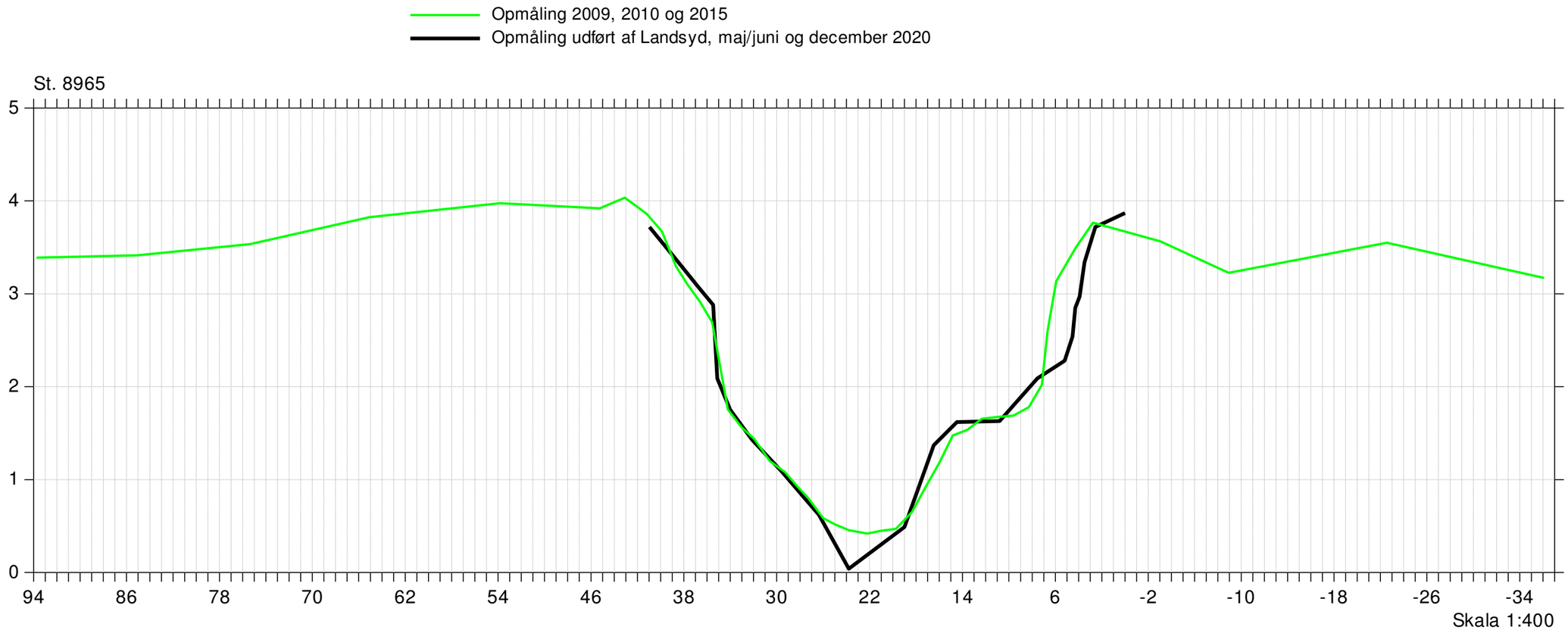


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

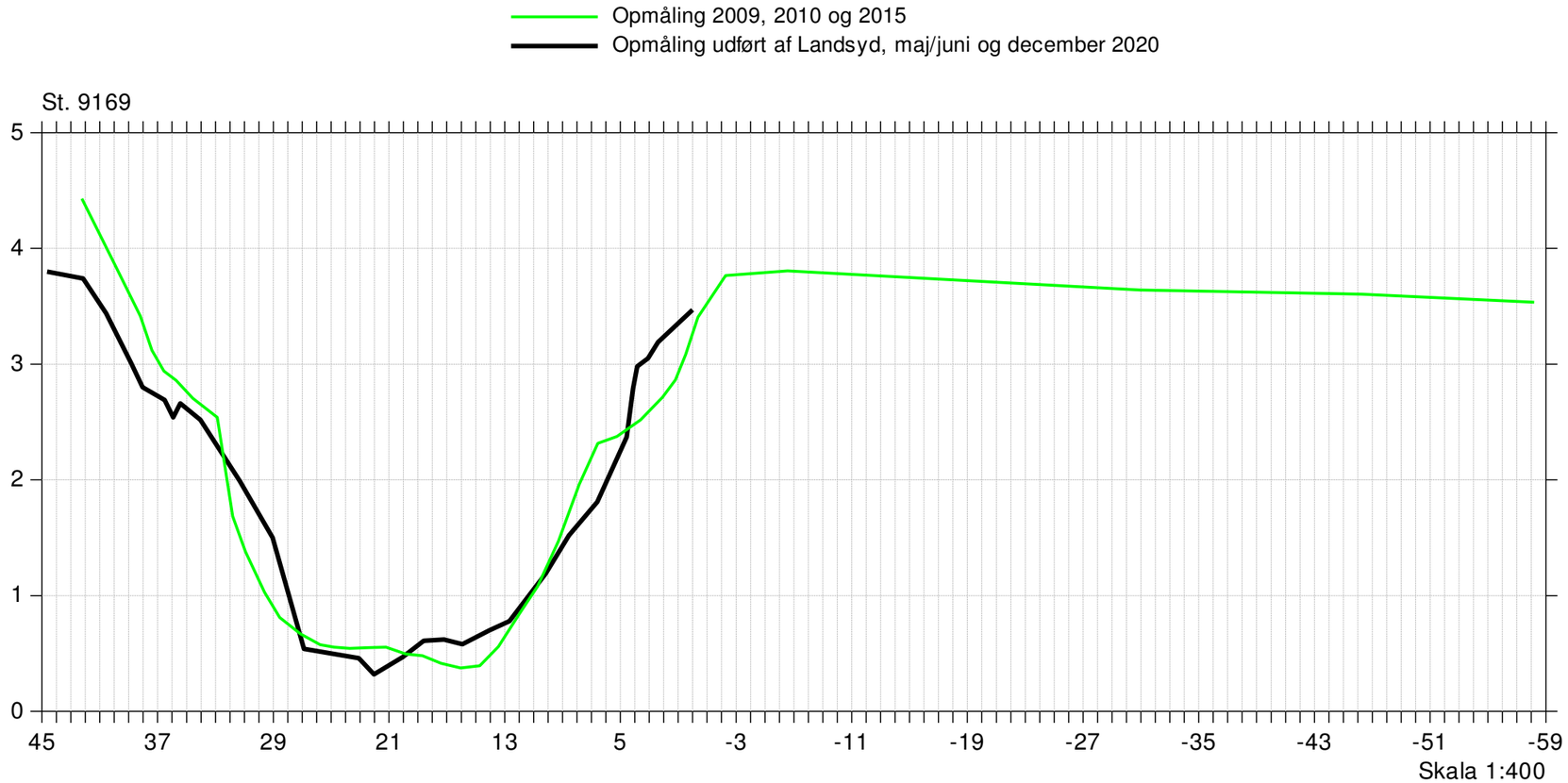


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

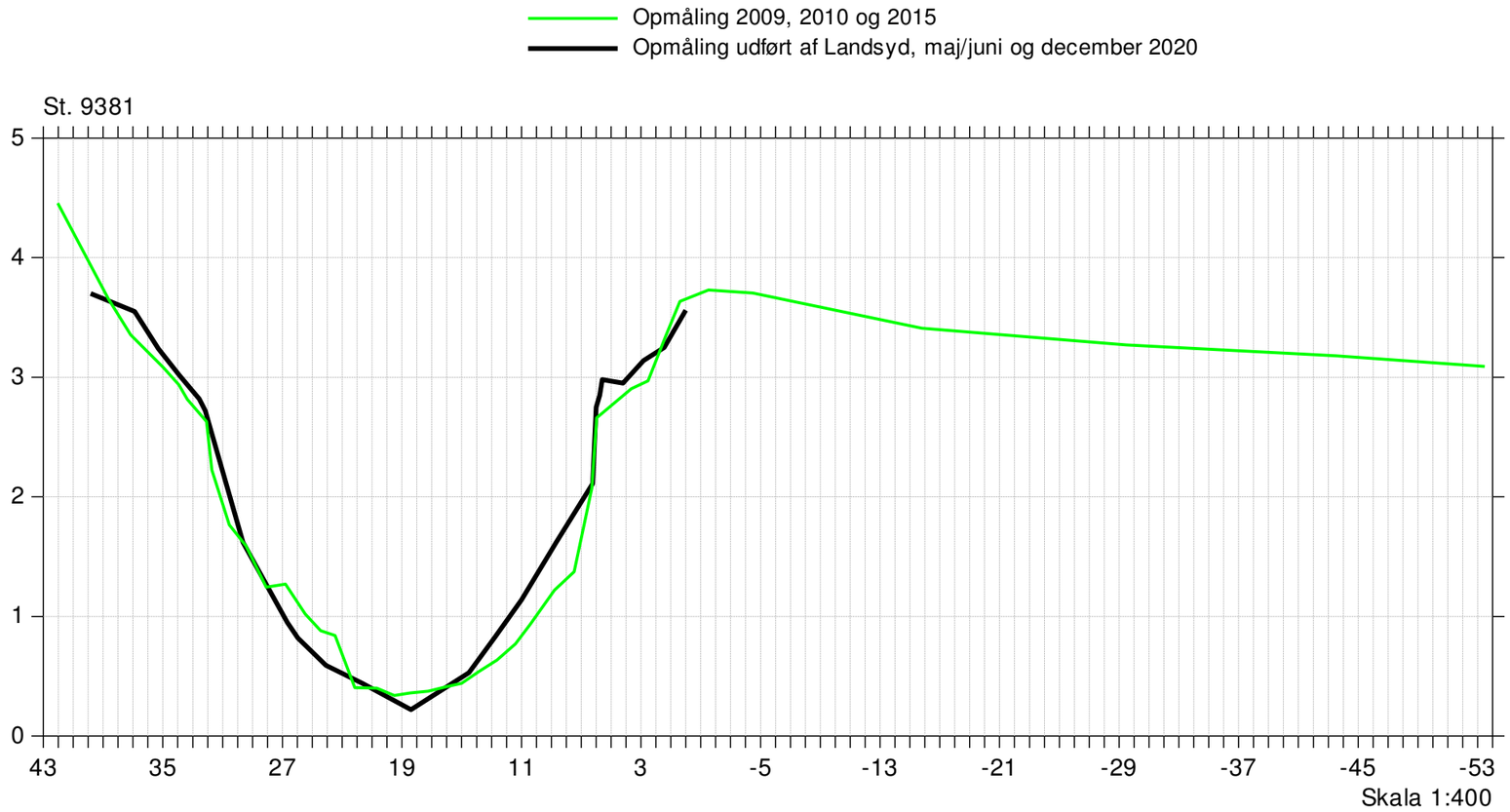


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

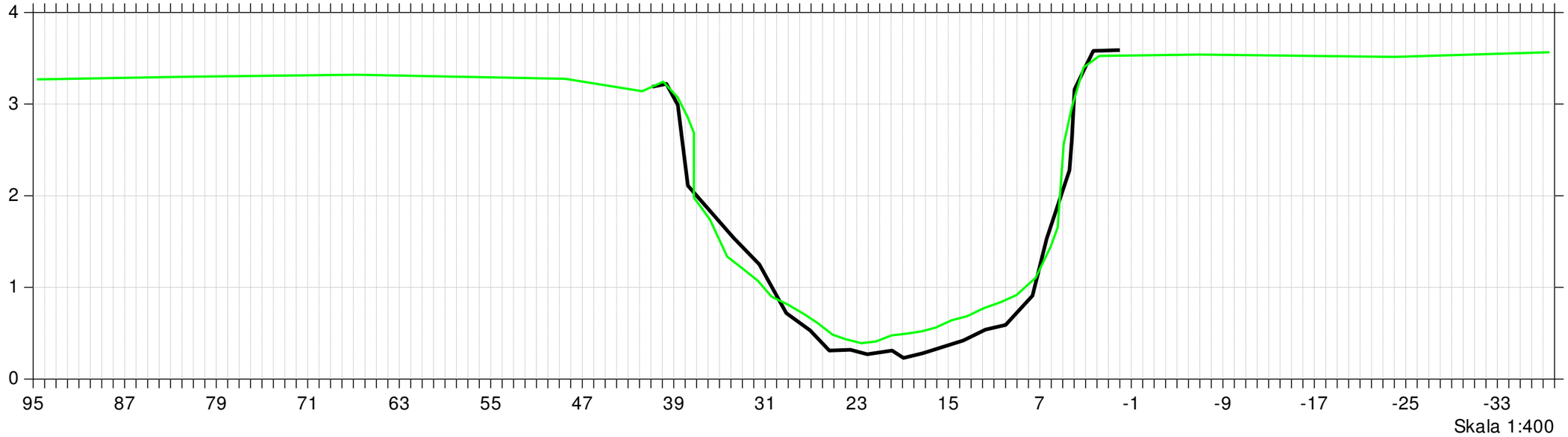
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

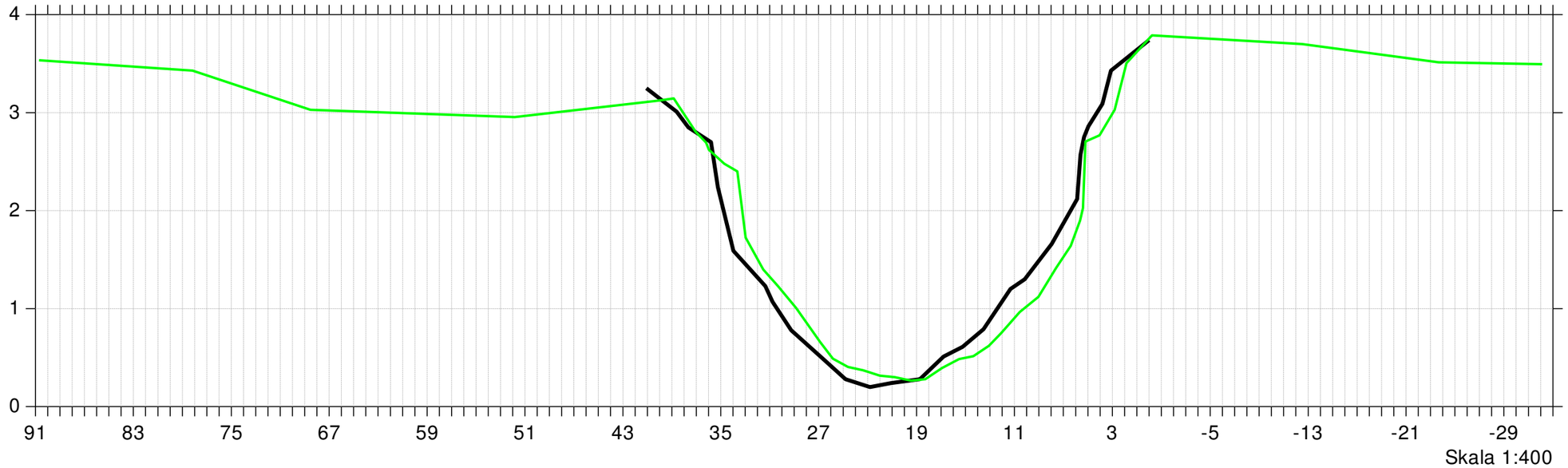
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 9645



St. 9886



Gudenåen

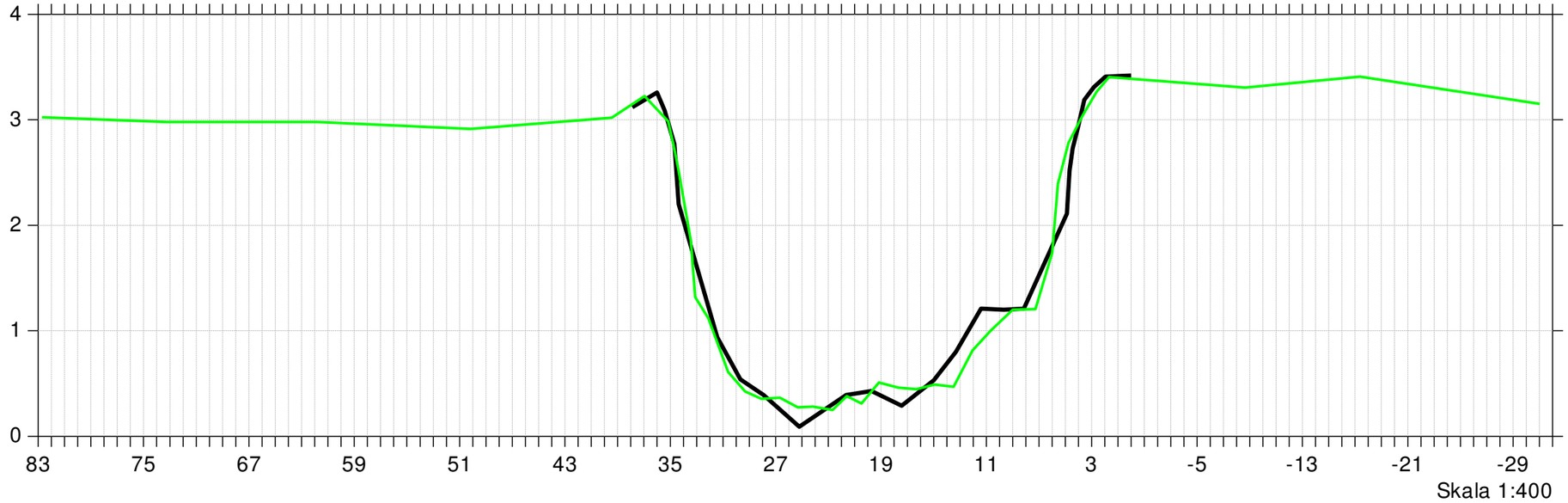
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

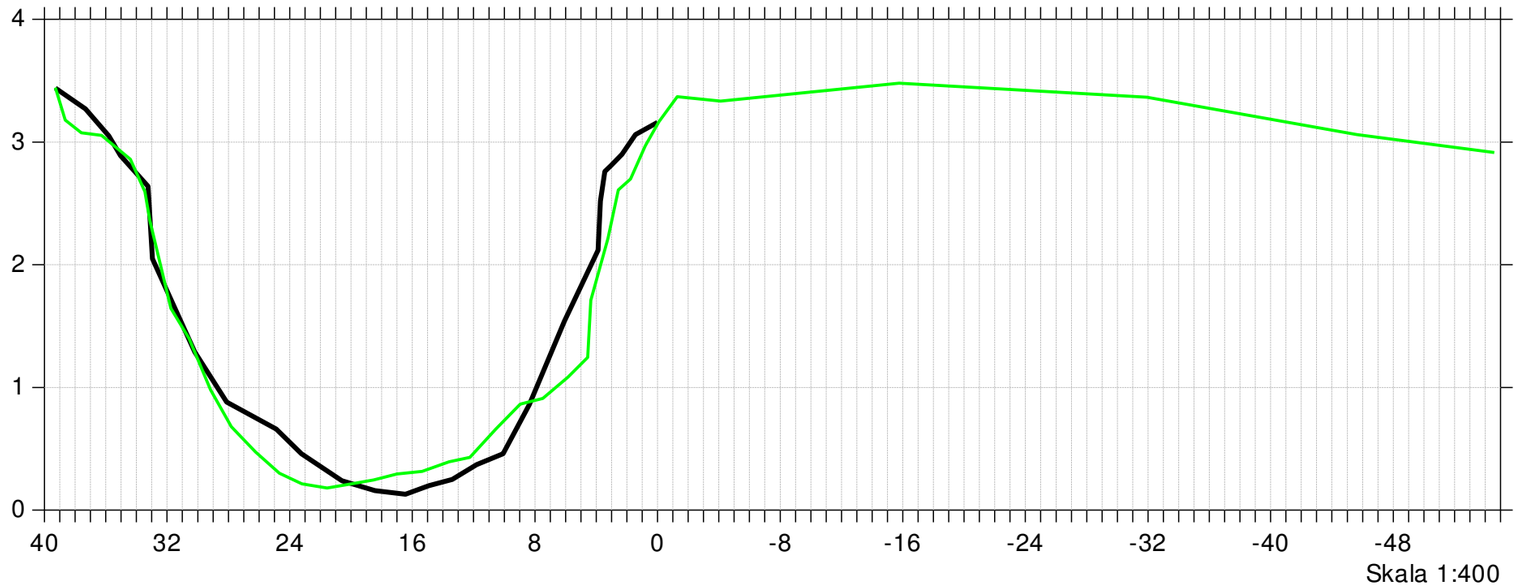
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 10193



St. 10432

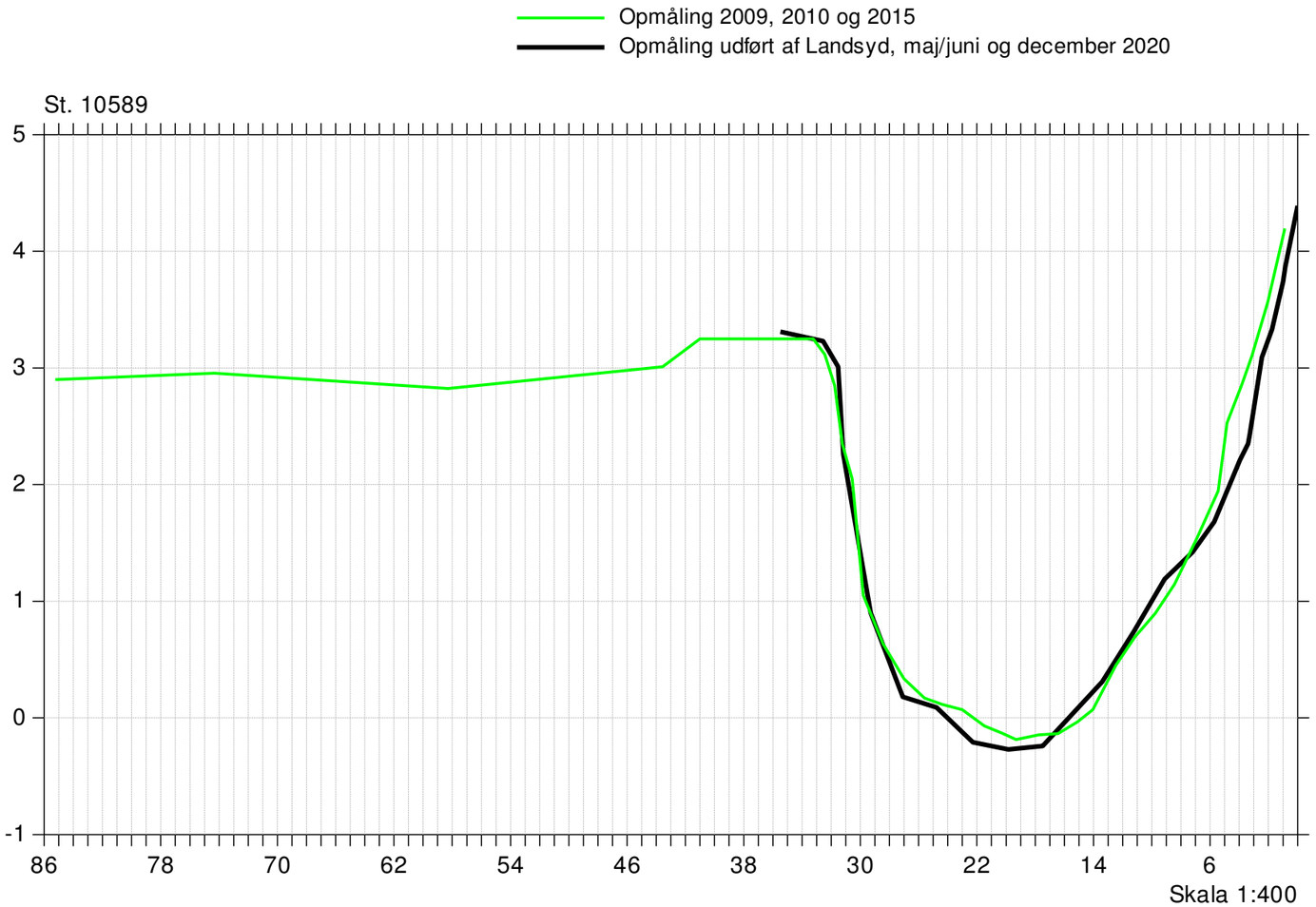


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

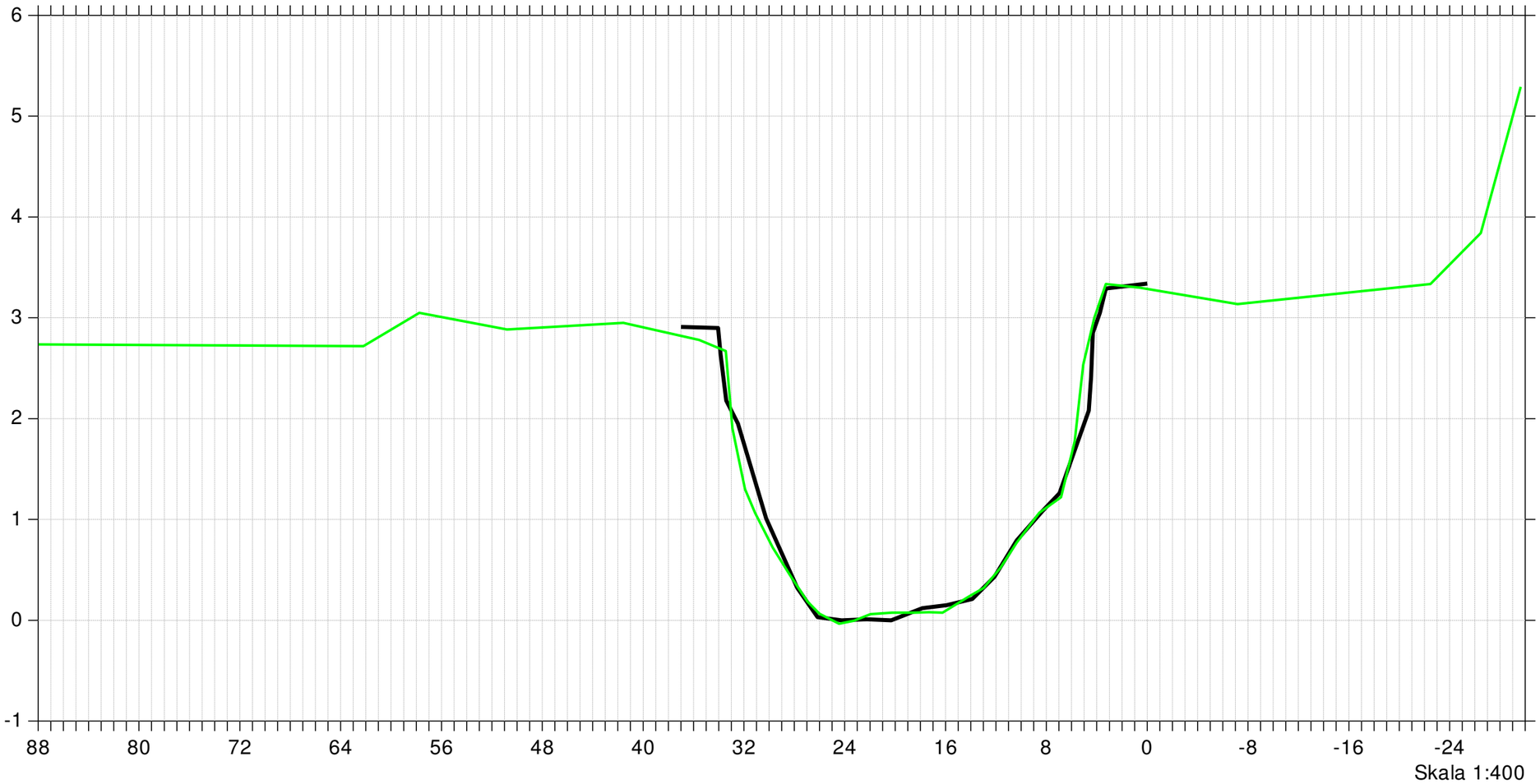
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 10831

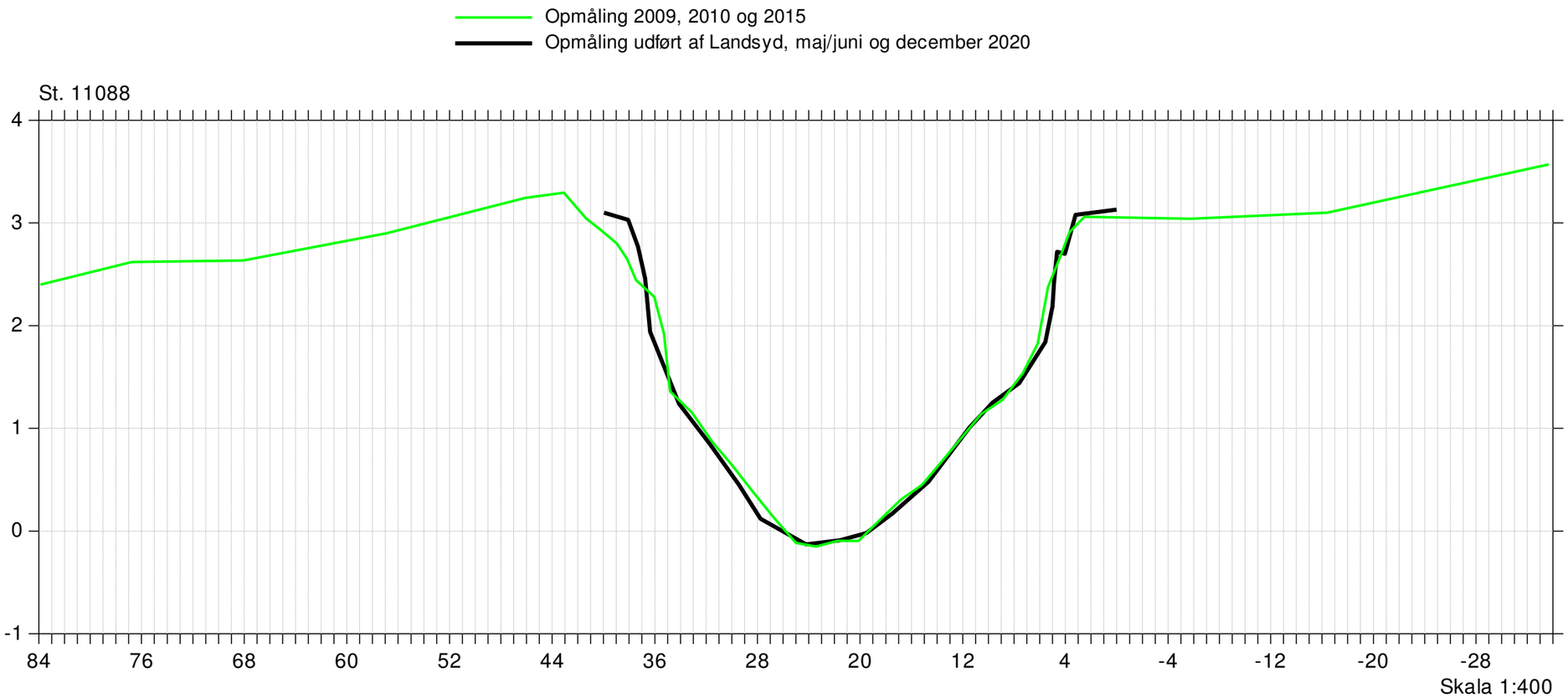


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



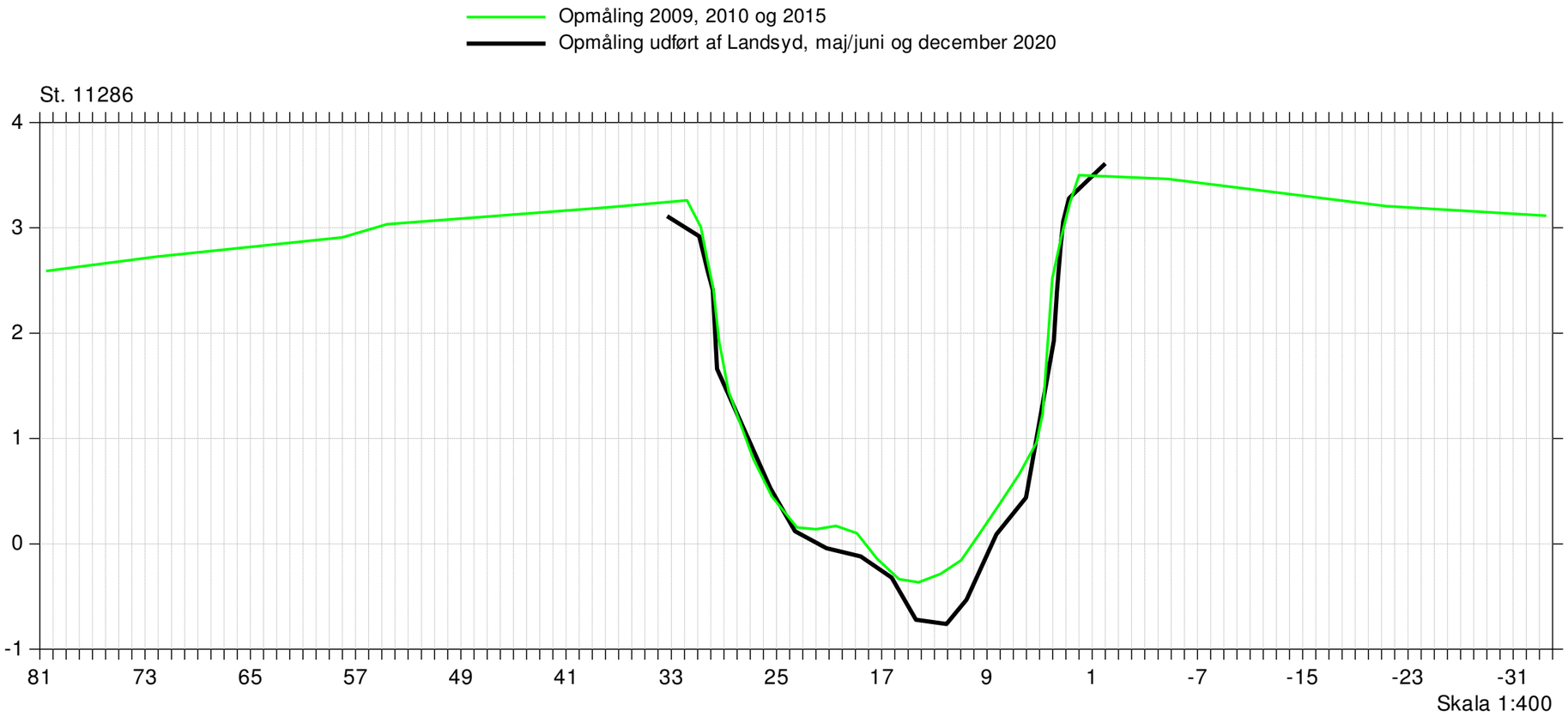
Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

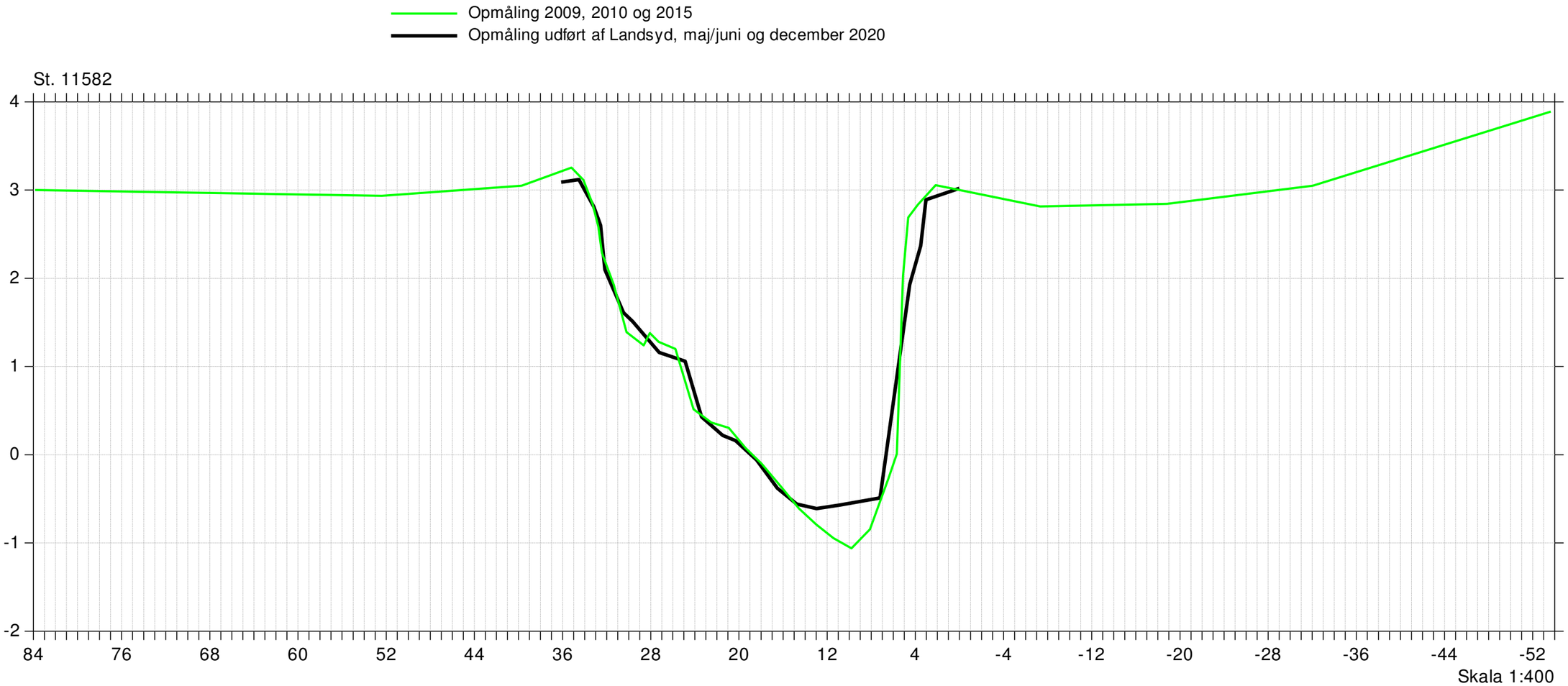


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

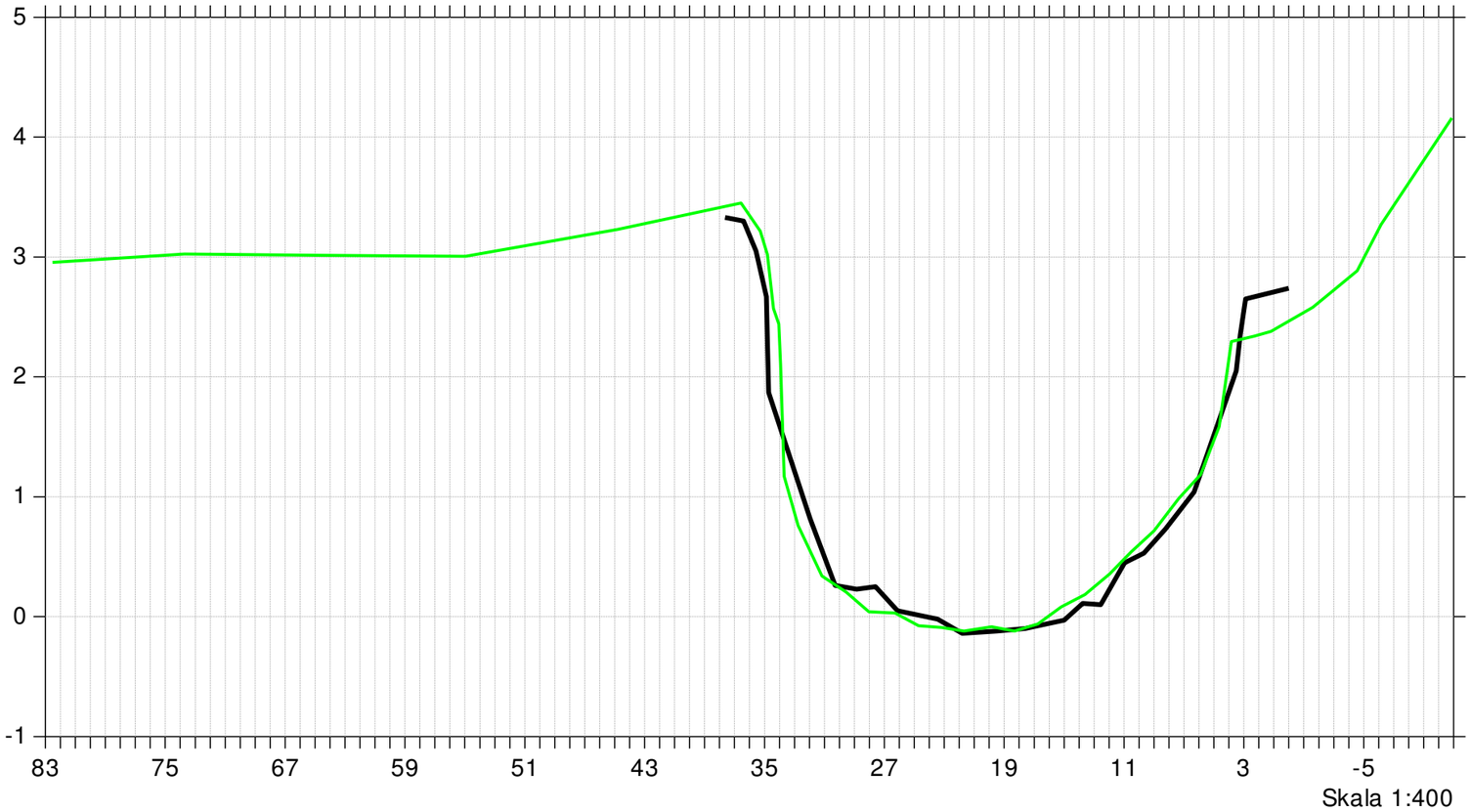
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 11841



Gudenåen

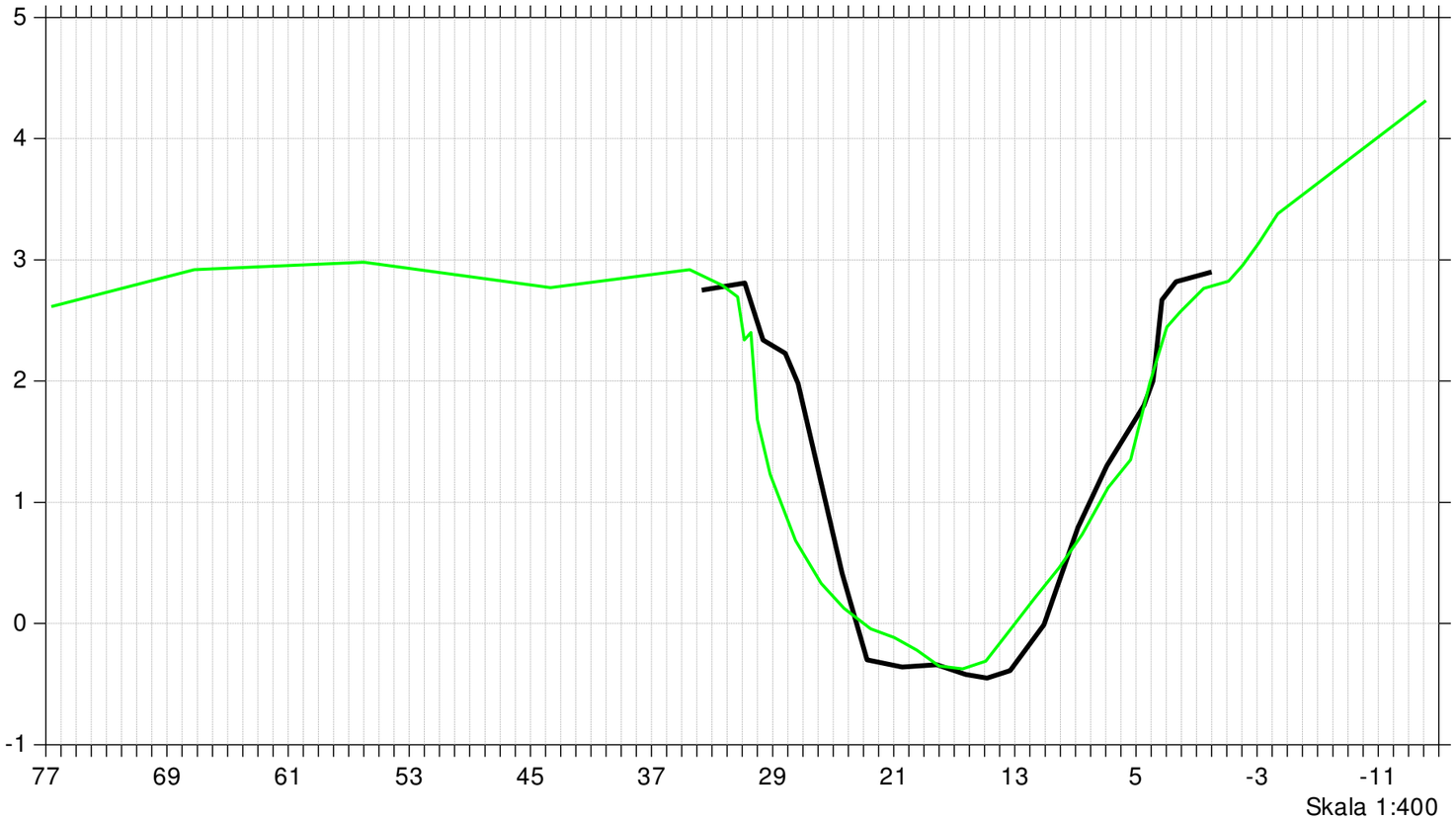
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 12030



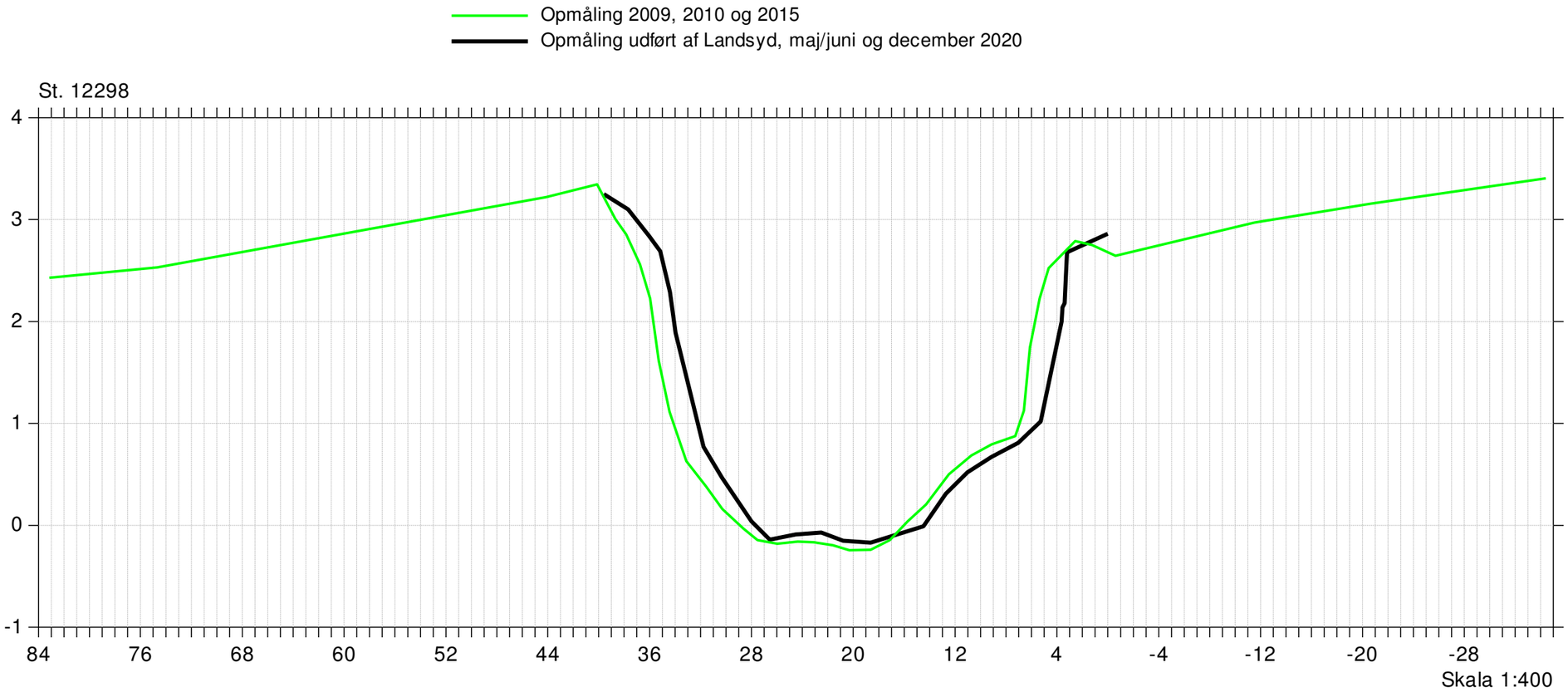
Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

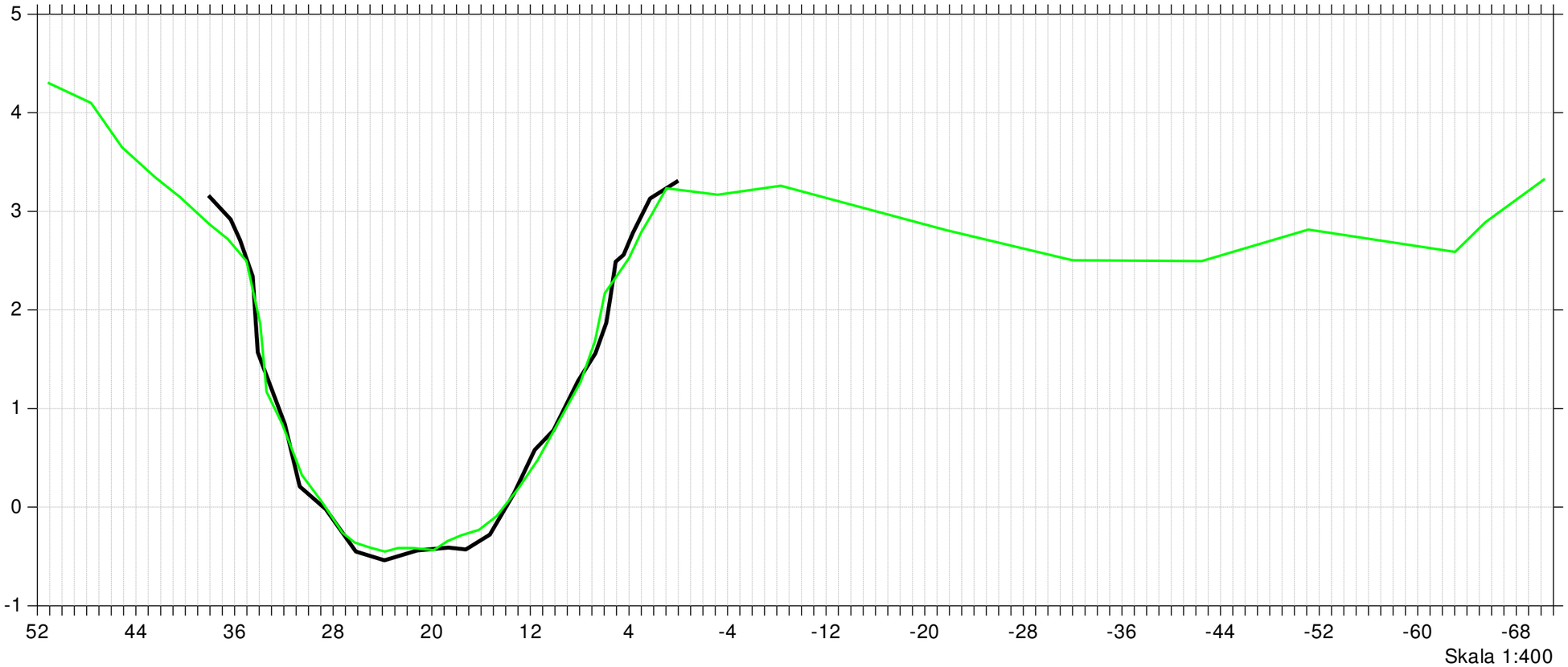
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 12587



Gudenåen

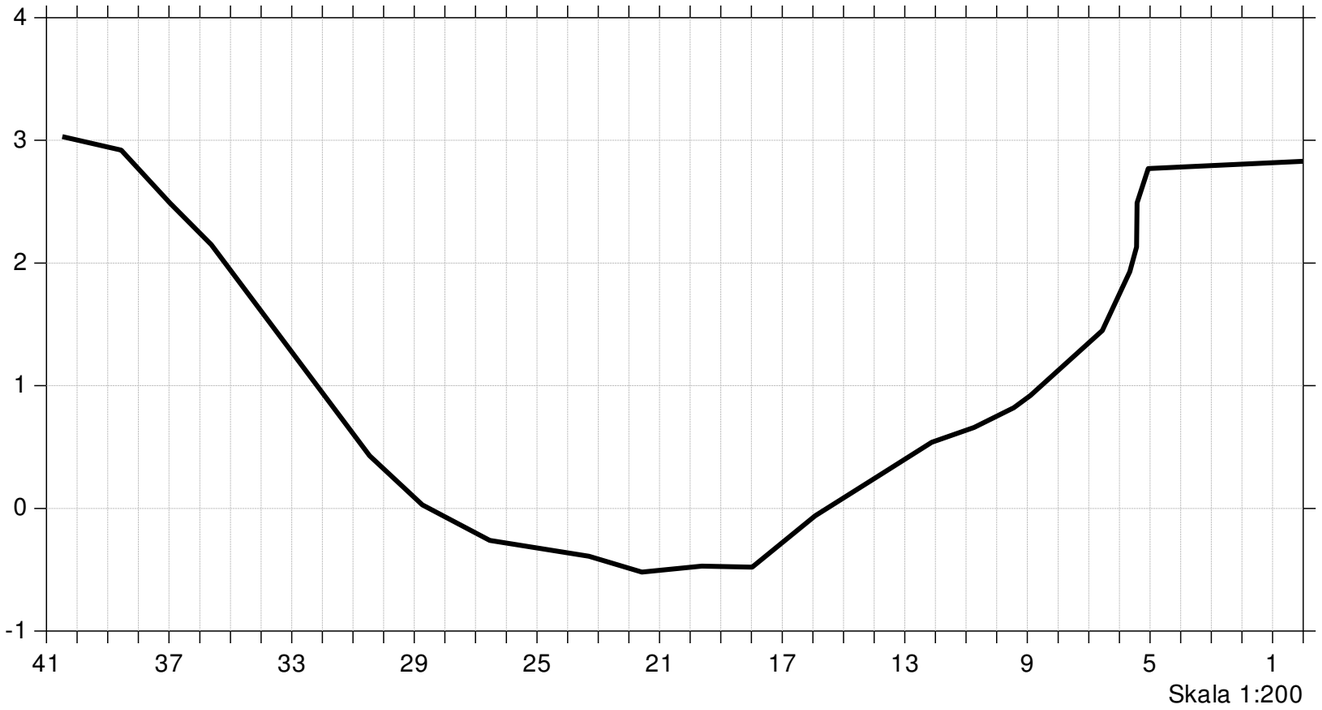
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 12764



Gudenåen

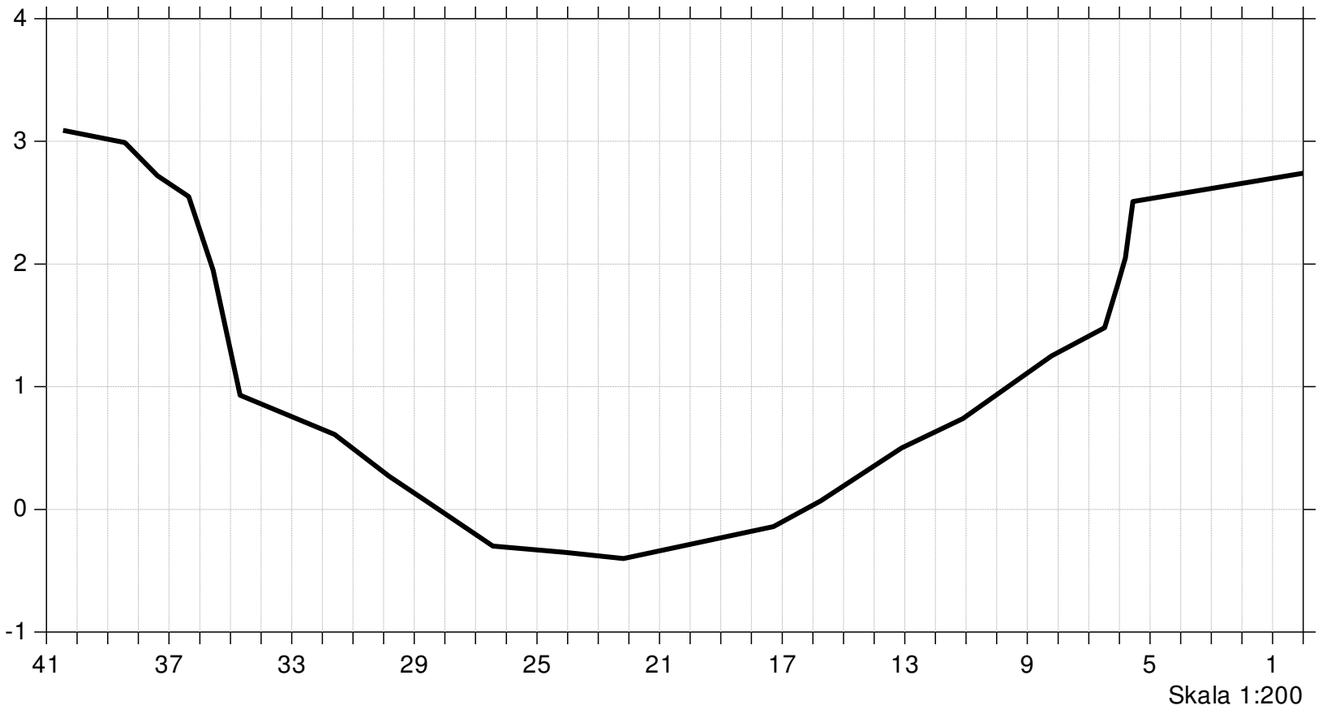
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 13028



Gudenåen

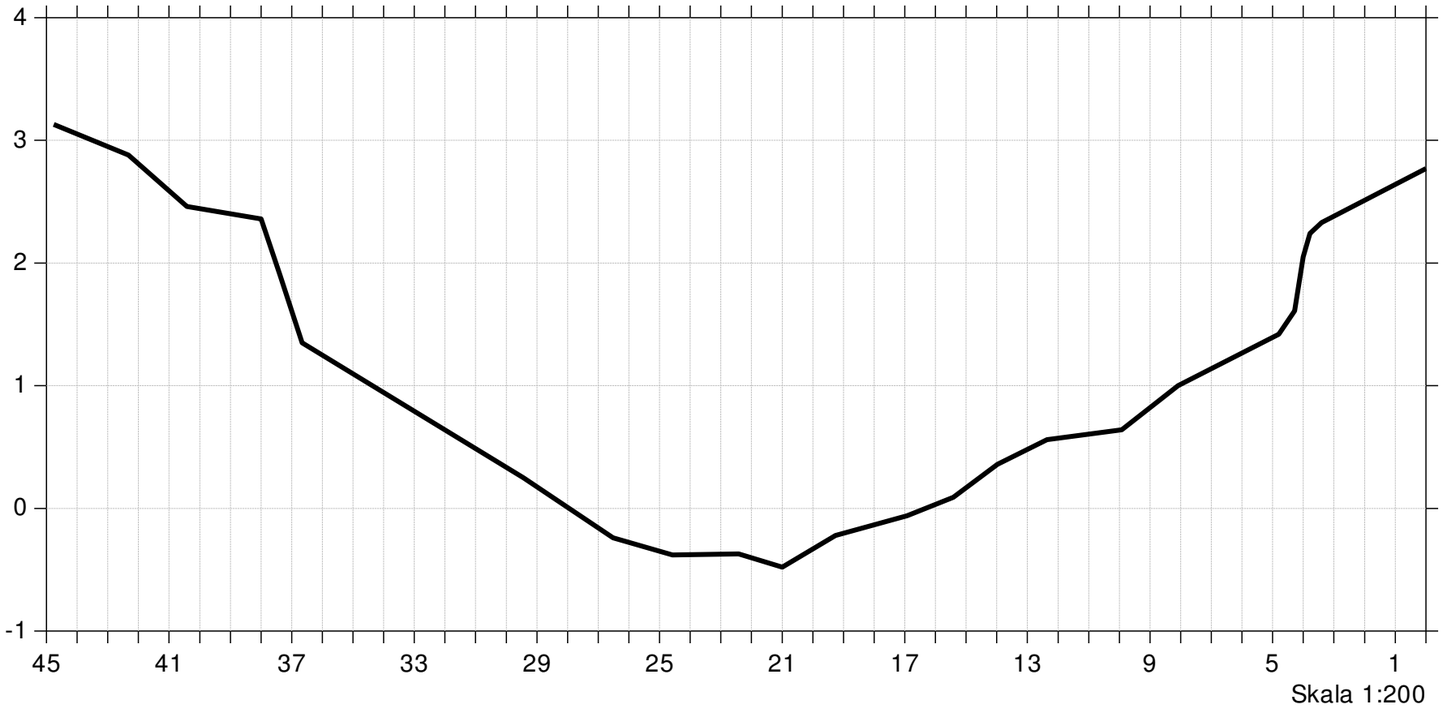
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 13272



Gudenåen

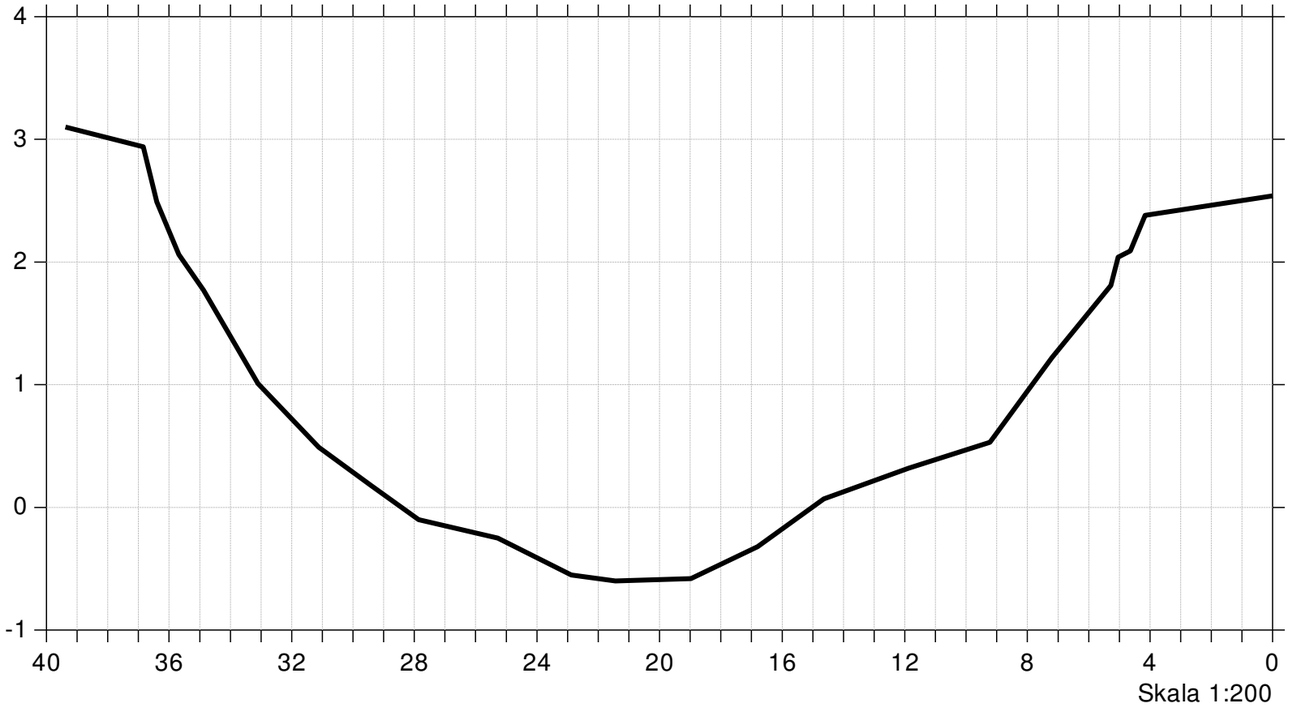
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 13522



Gudenåen

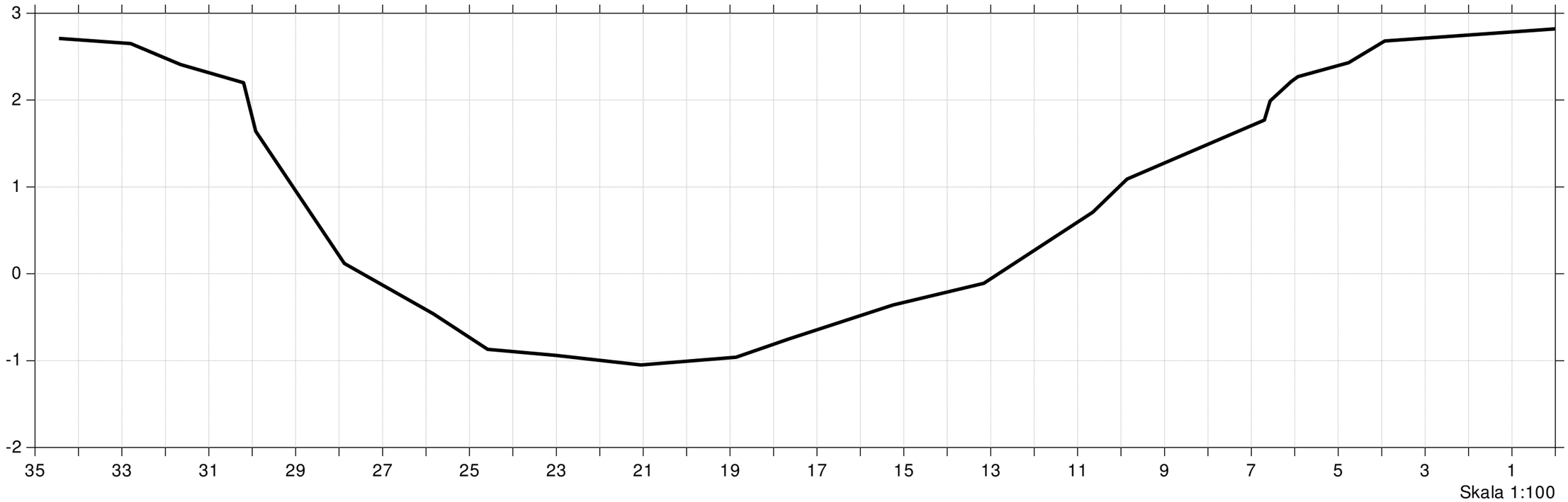
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 13765

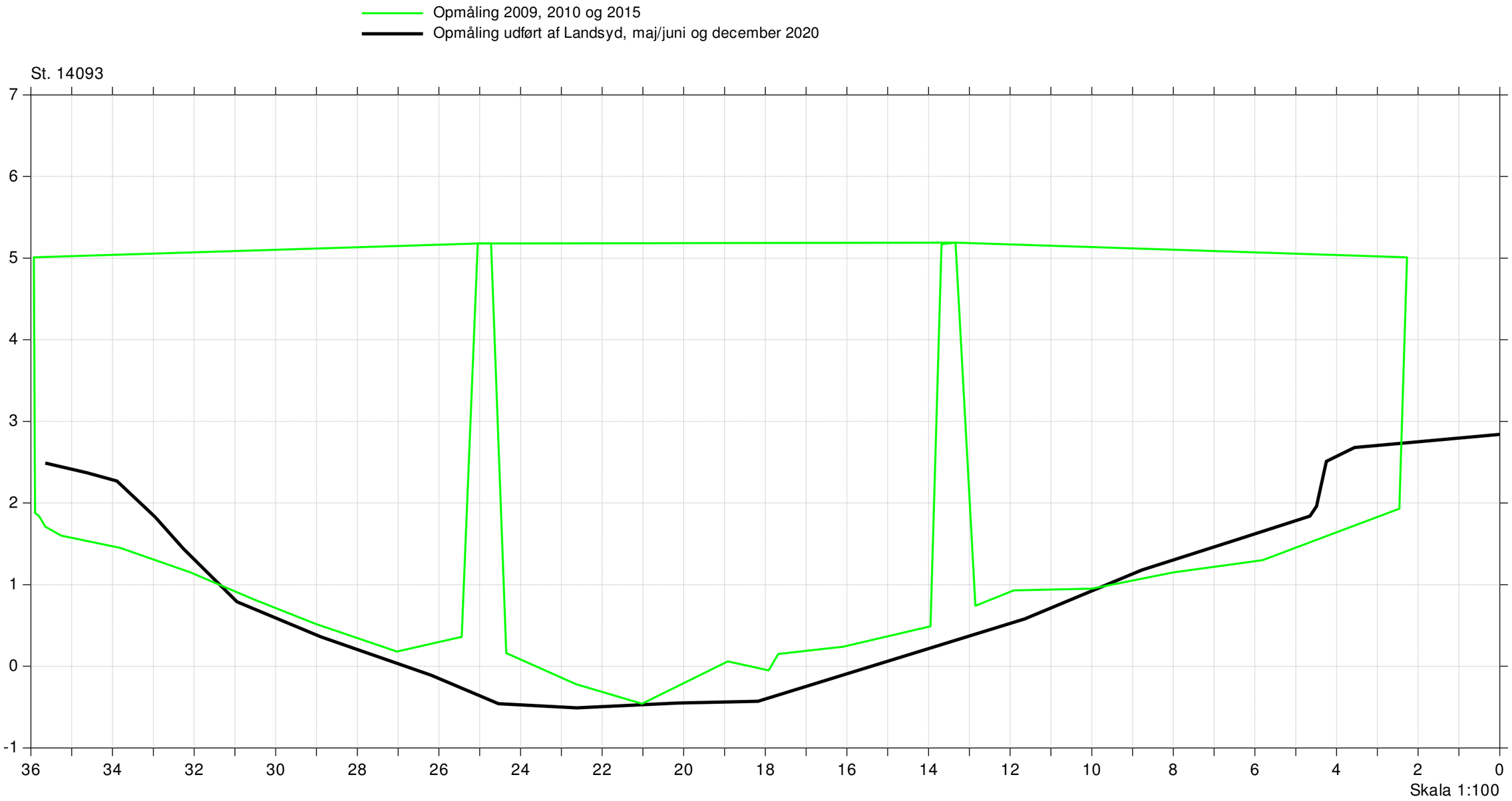


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

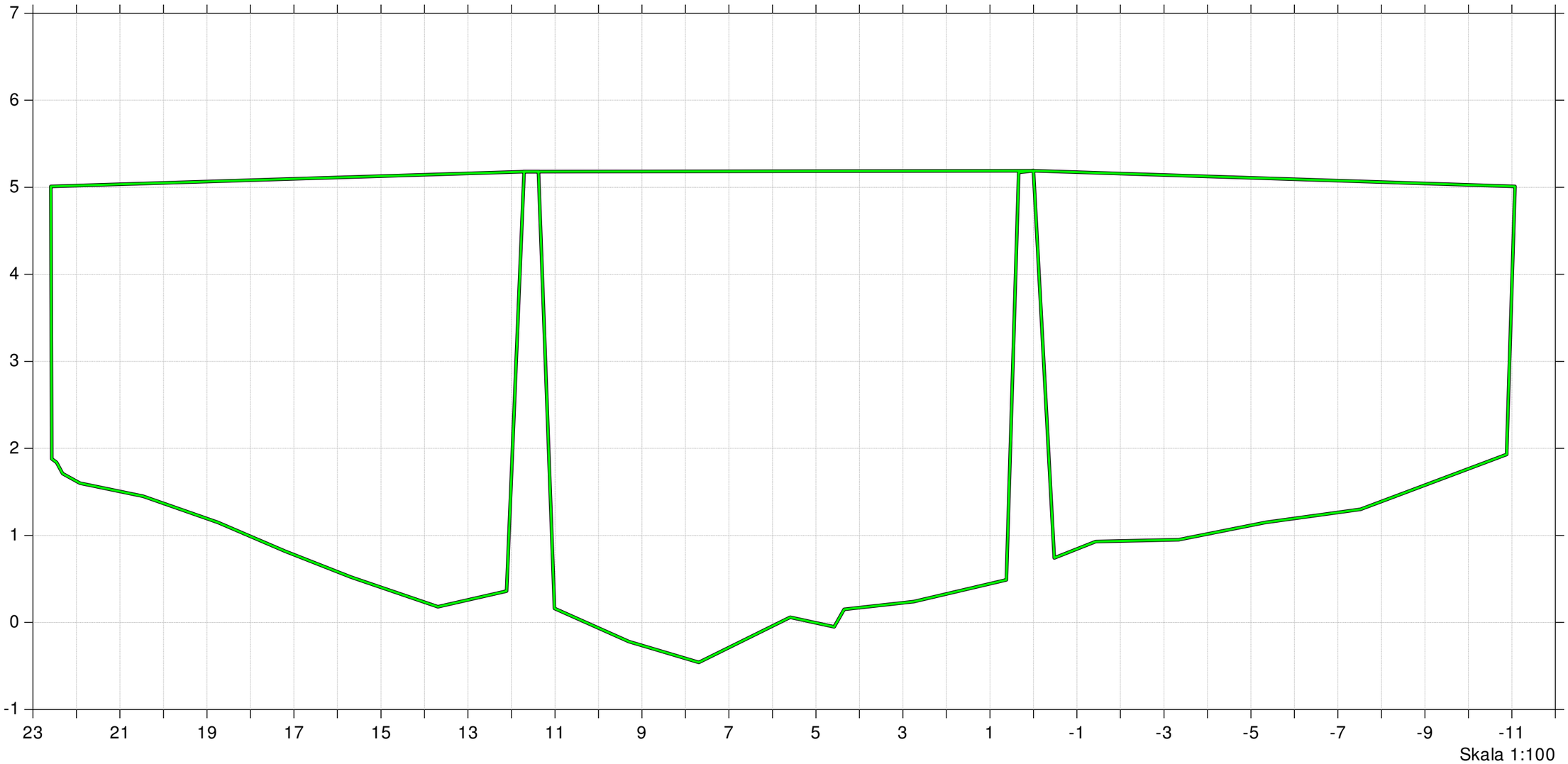
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 14104



Gudenåen

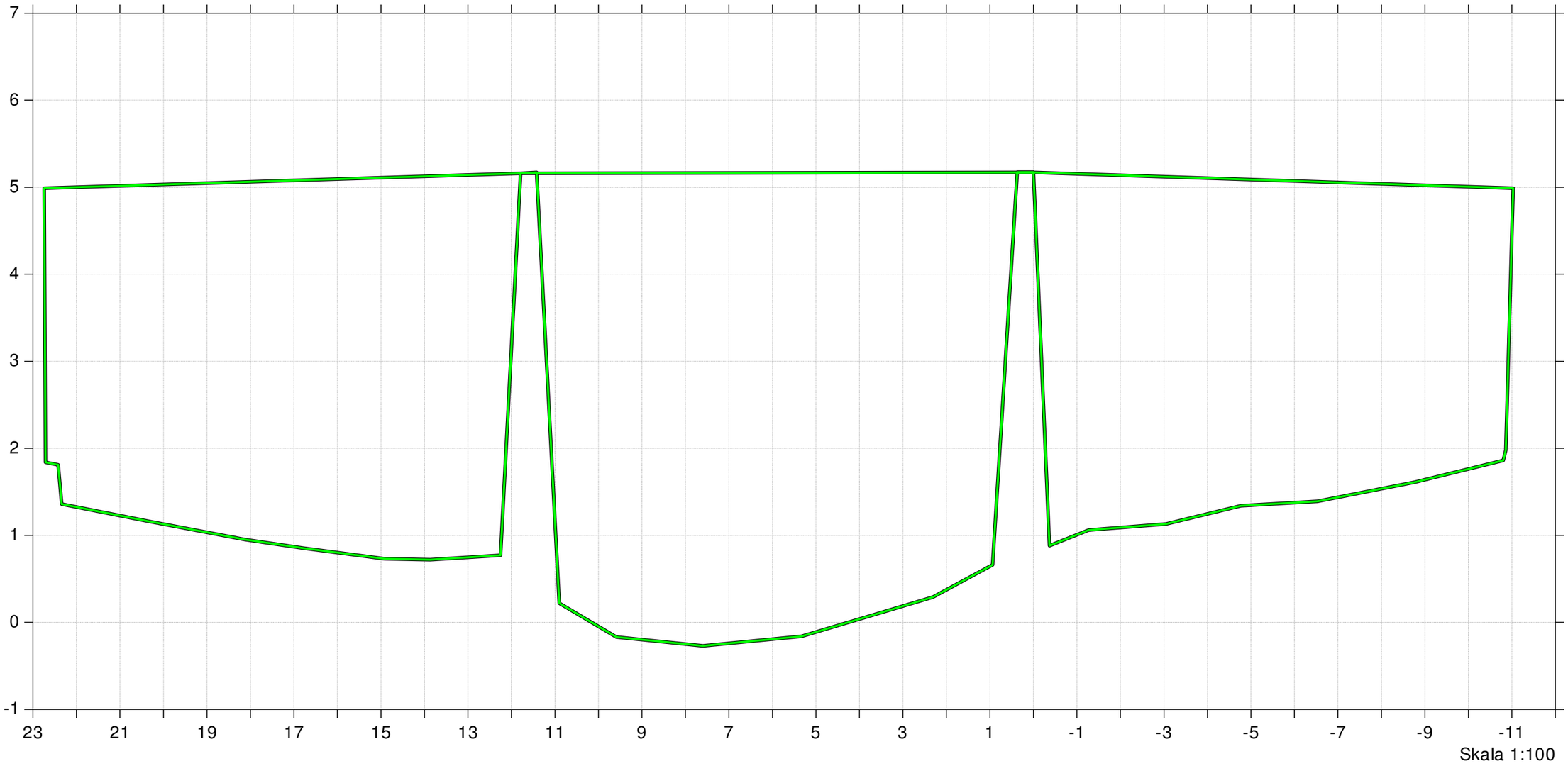
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 14117



Gudenåen

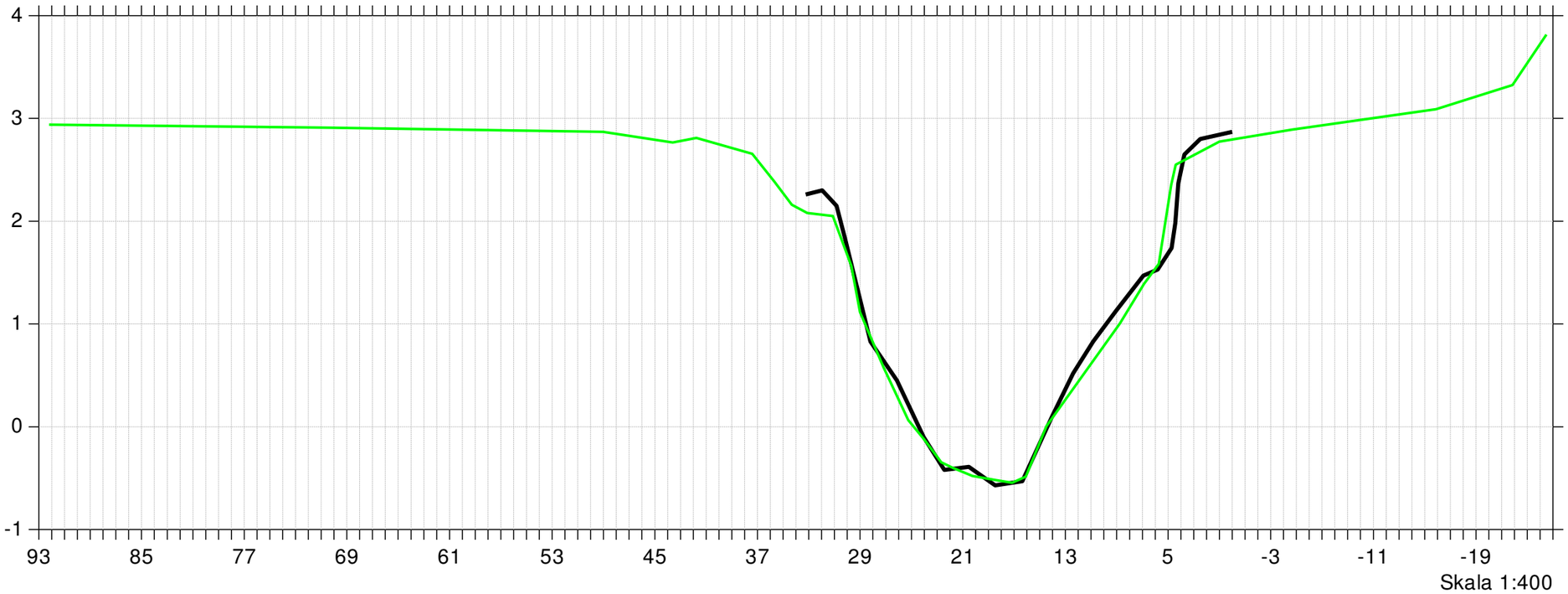
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 14143



Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

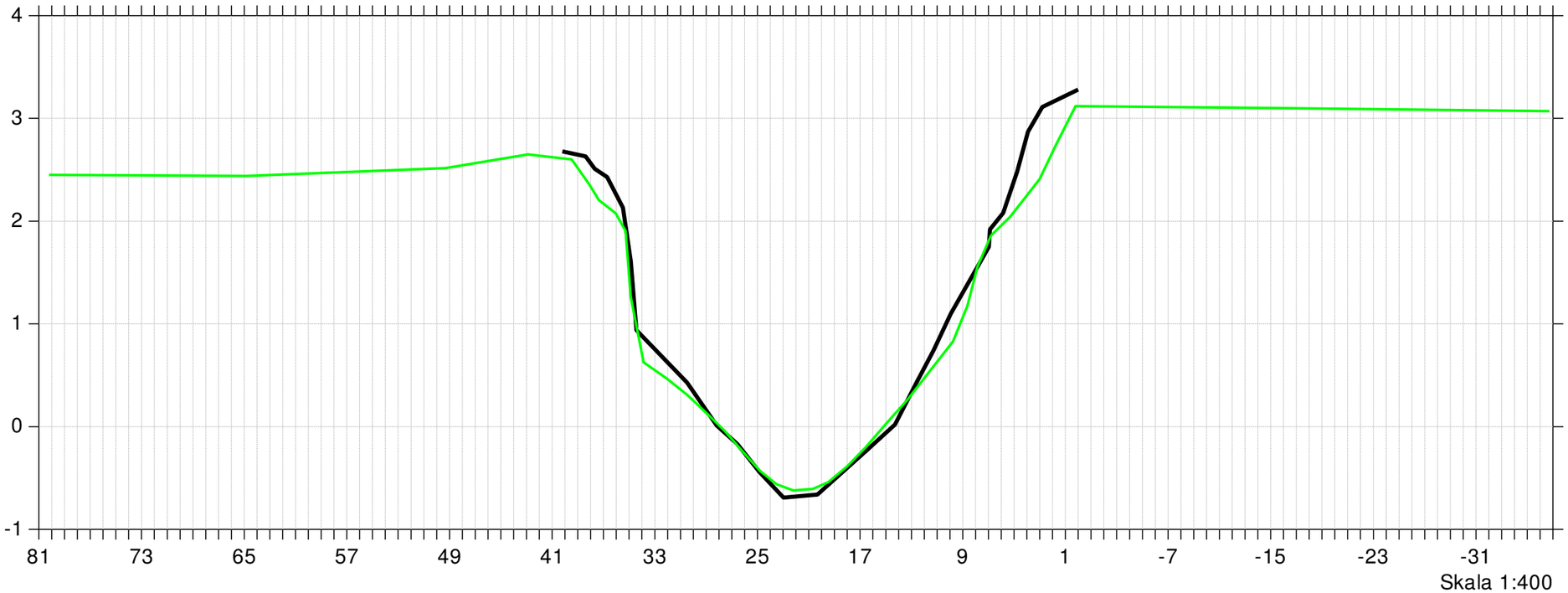
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 14327

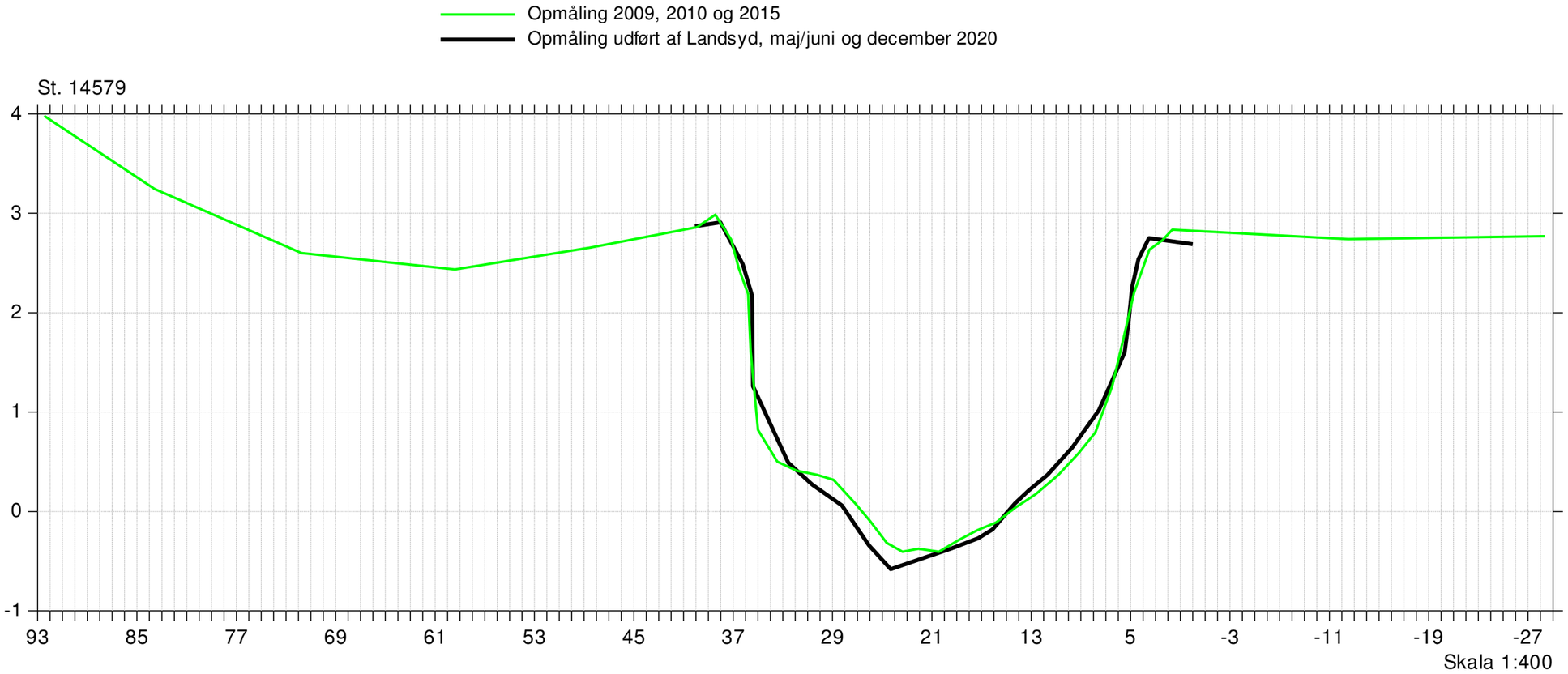


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



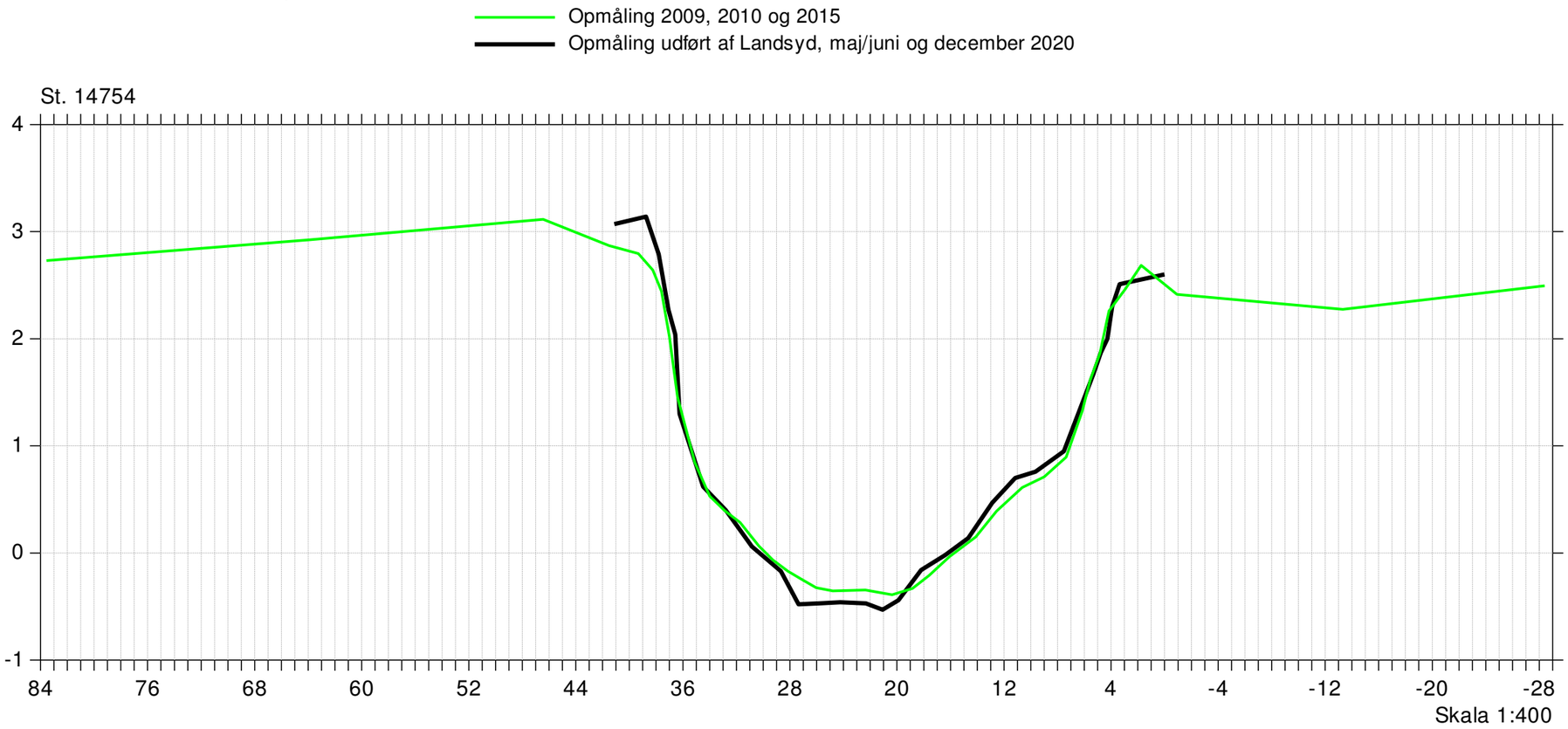
Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

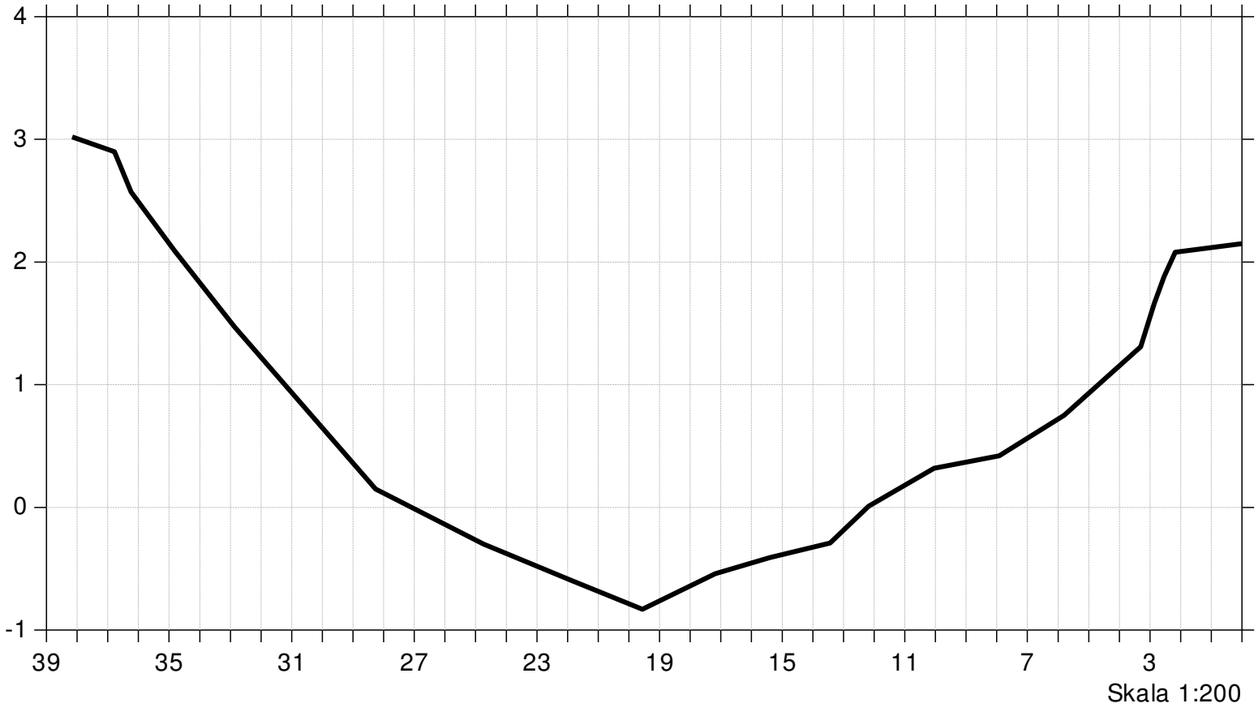
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 14794

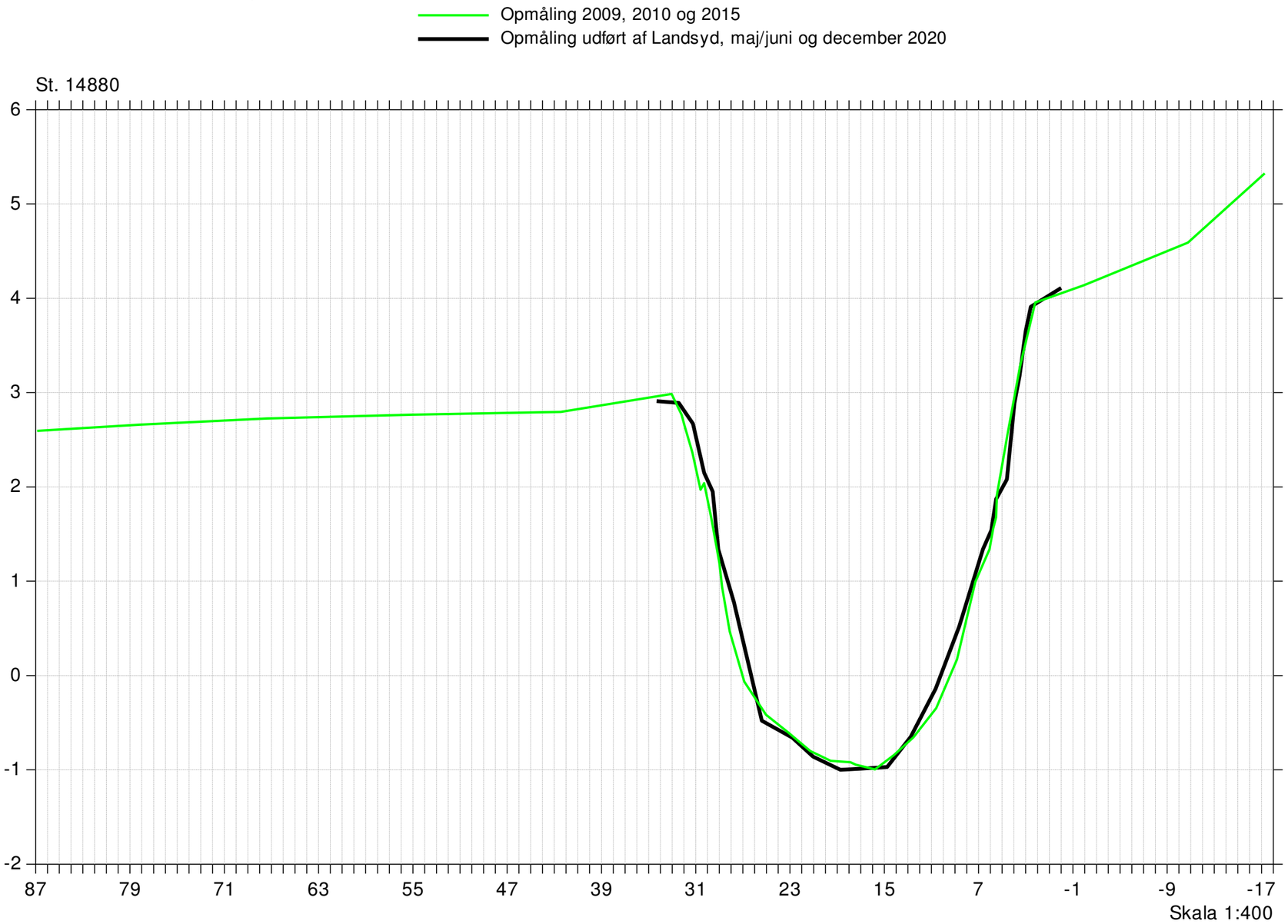


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

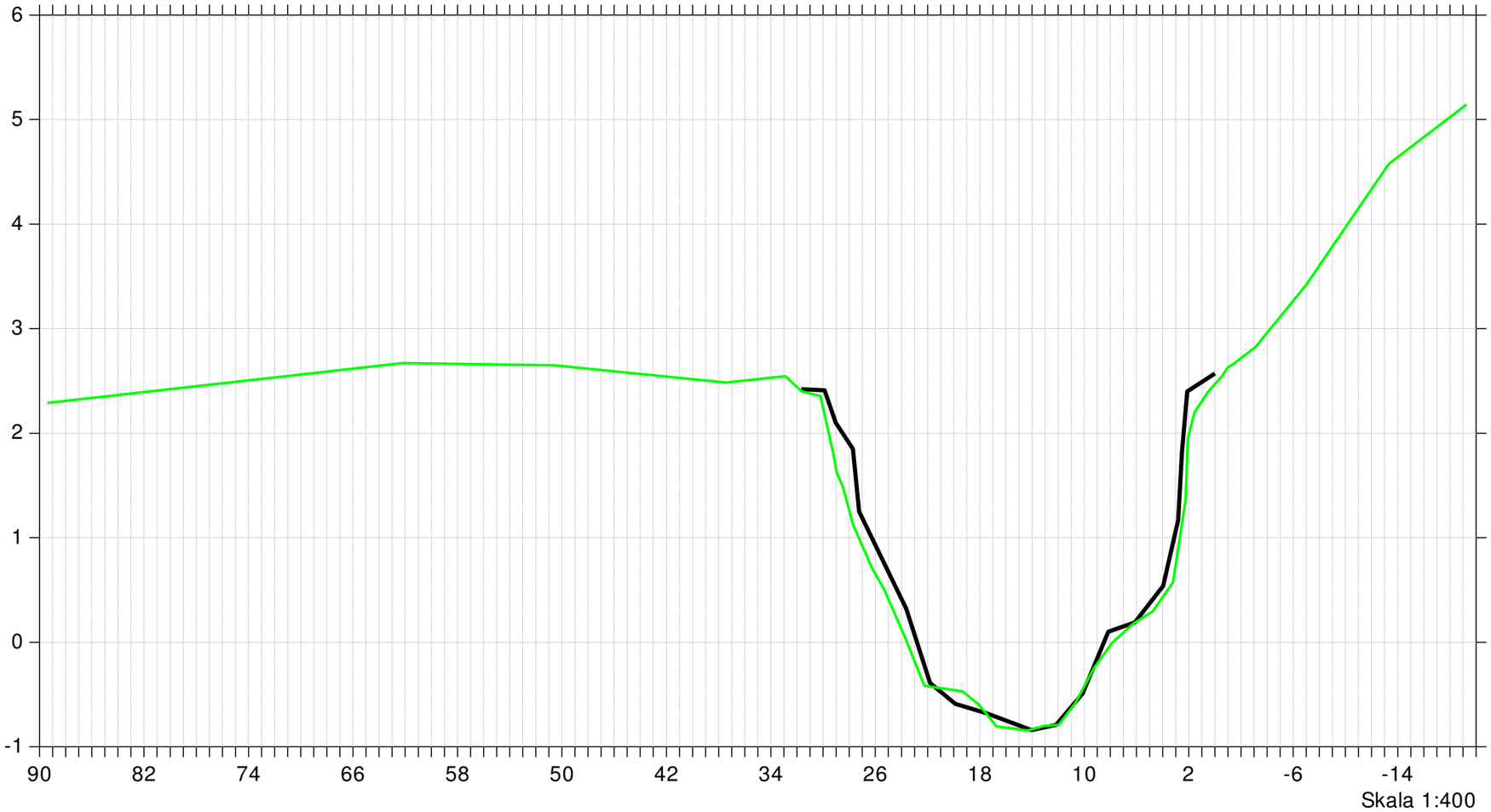
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 15153



Gudenåen

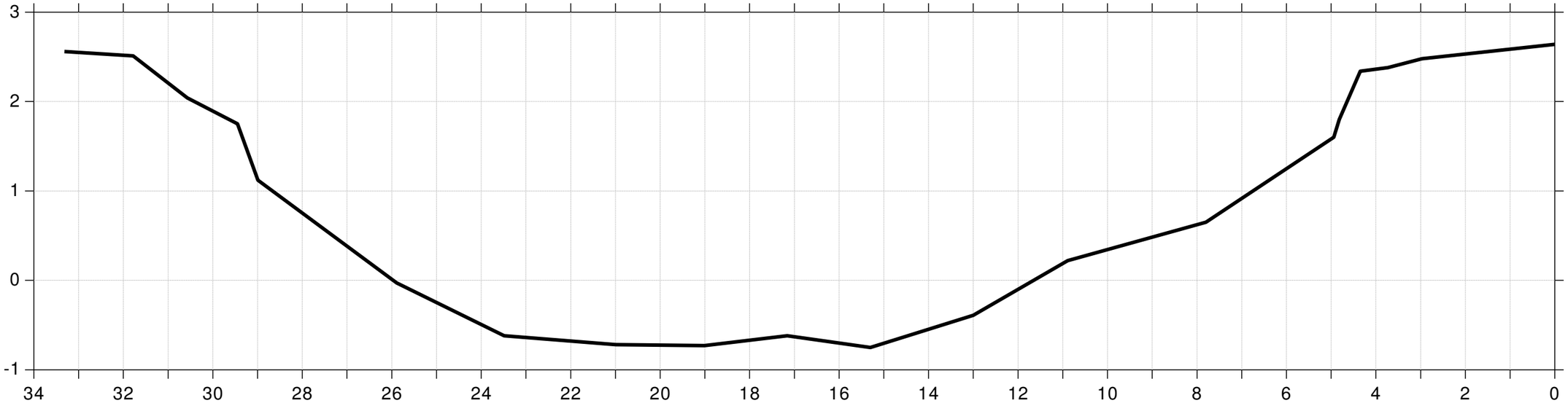
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

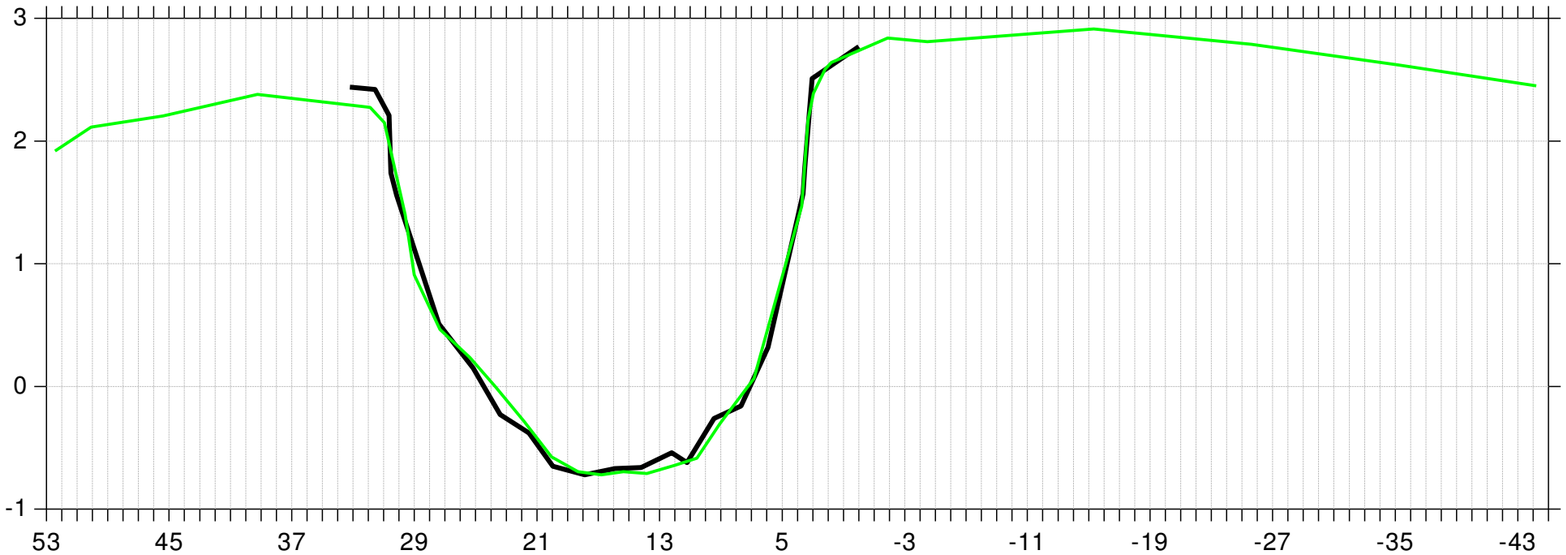
Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 15393



Skala 1:100

St. 15574



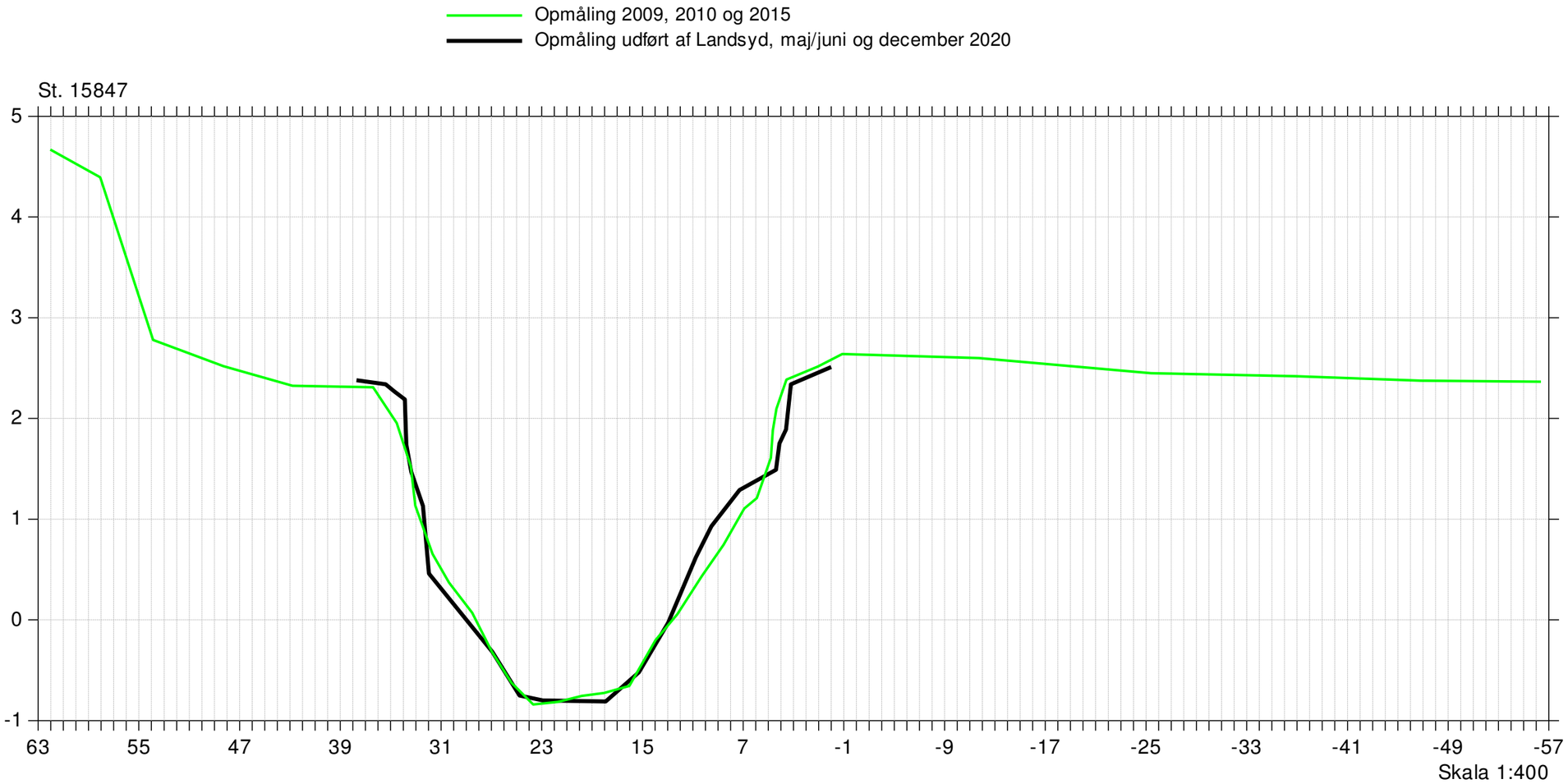
Skala 1:400

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

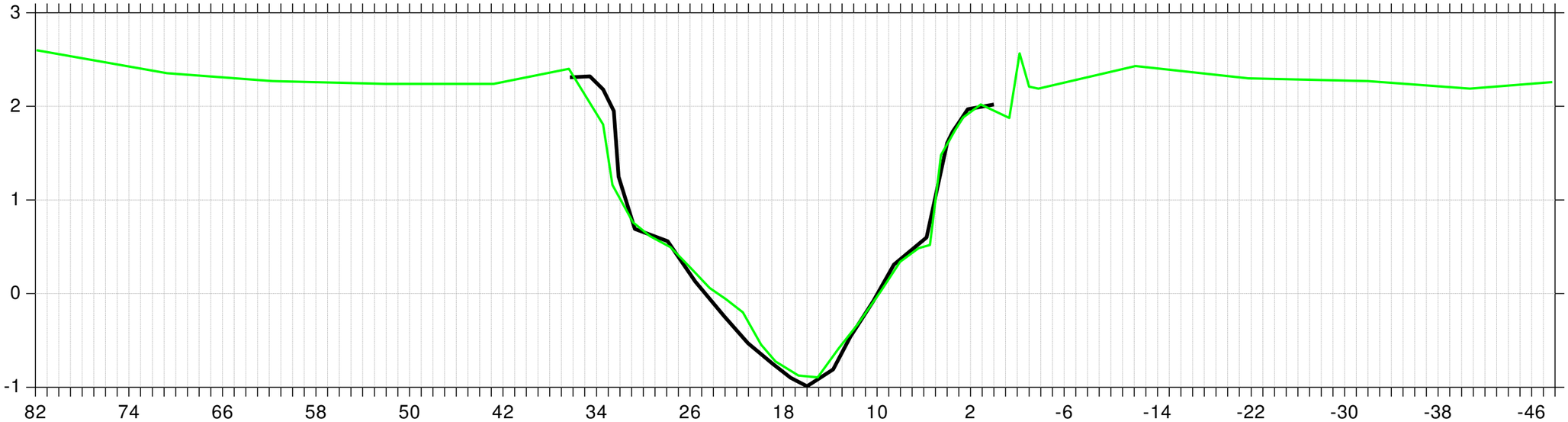
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 16099



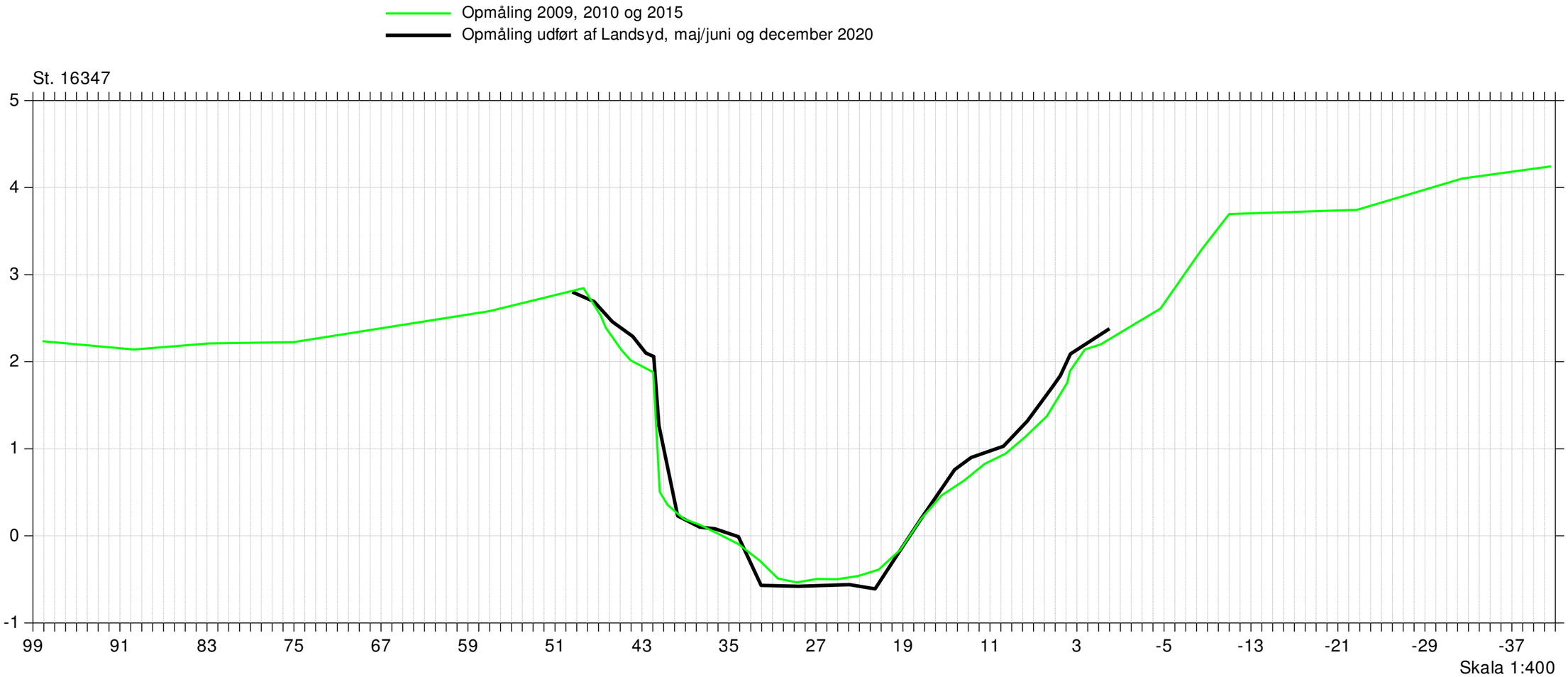
Skala 1:400

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

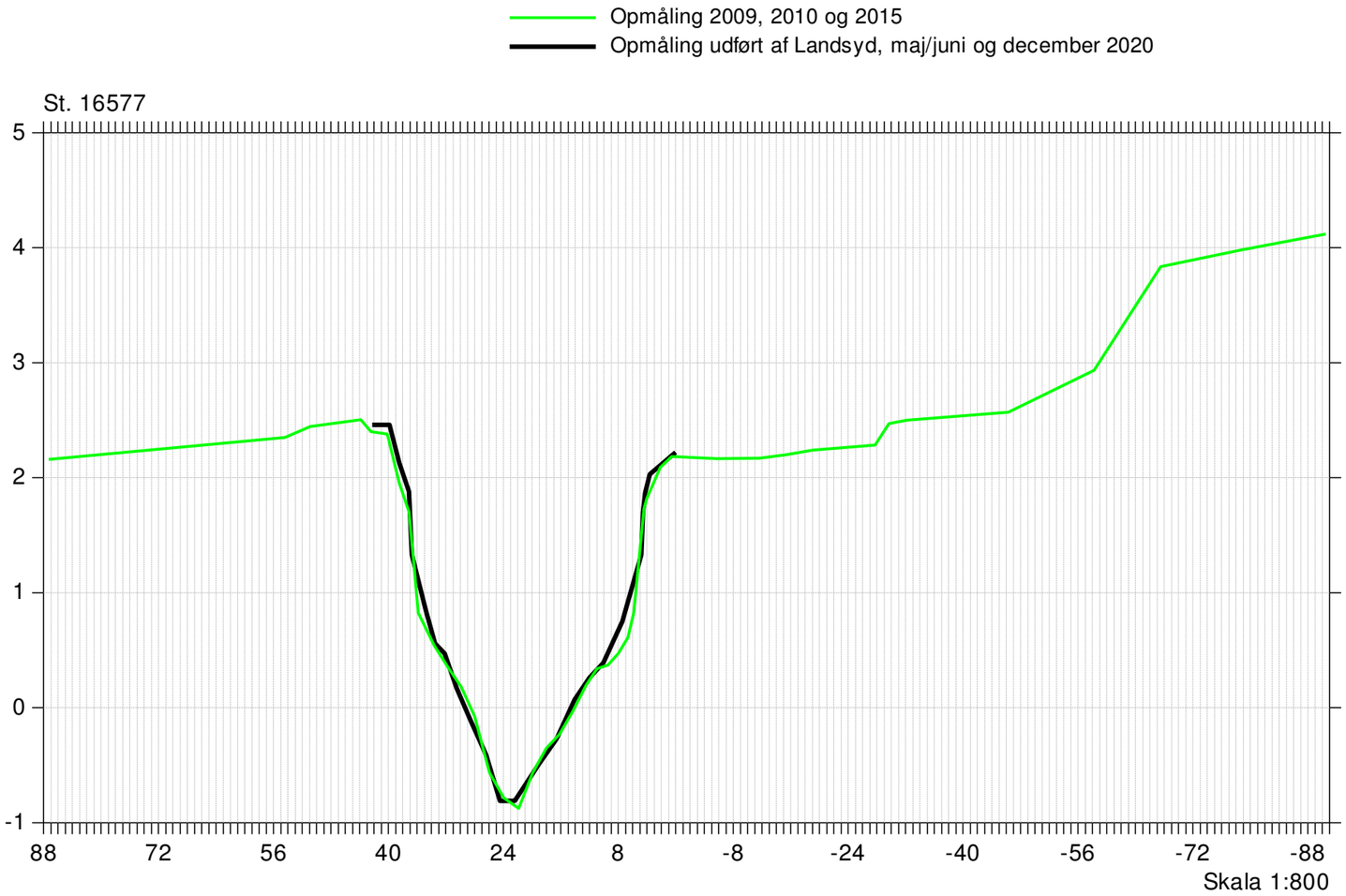


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

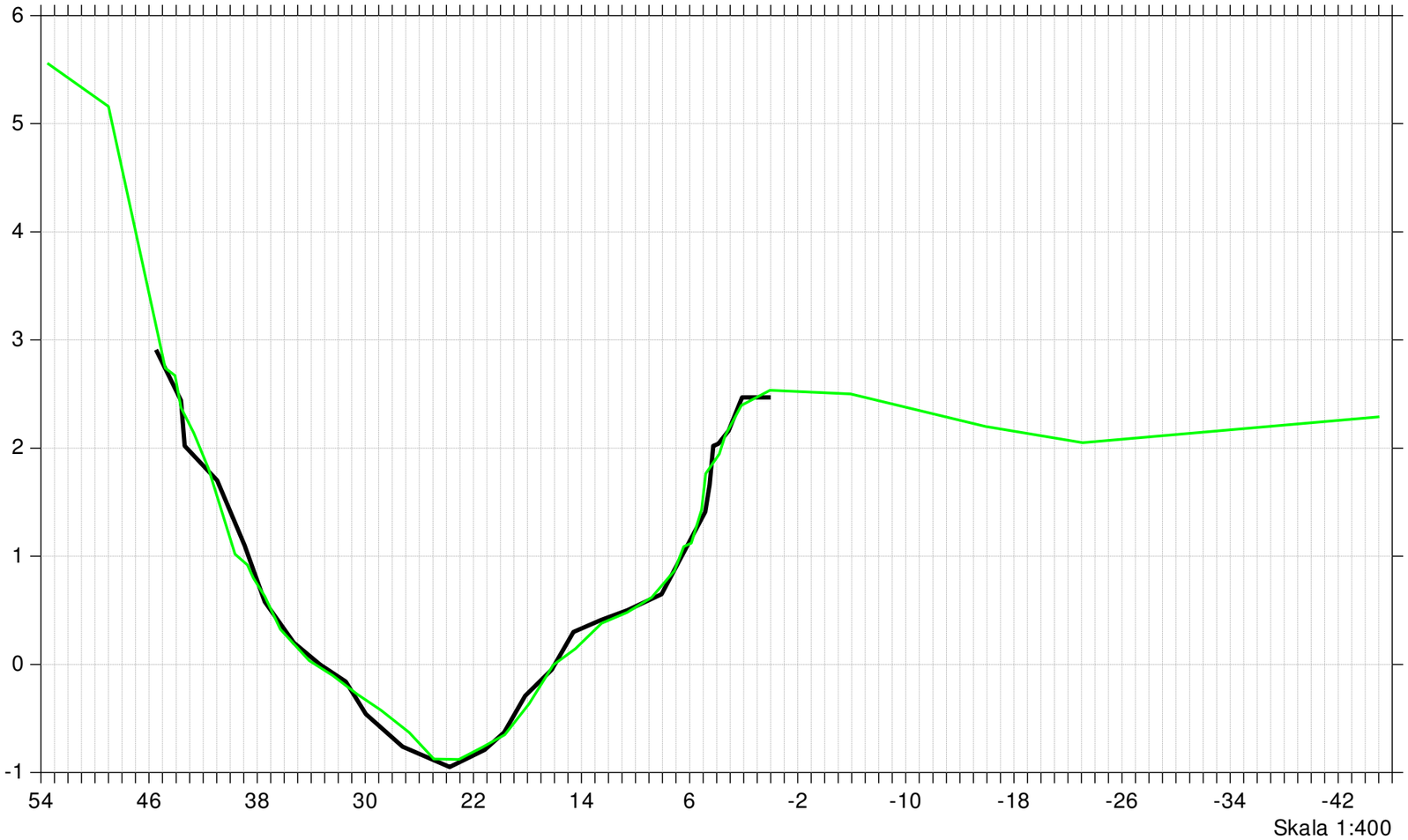
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 16861



Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

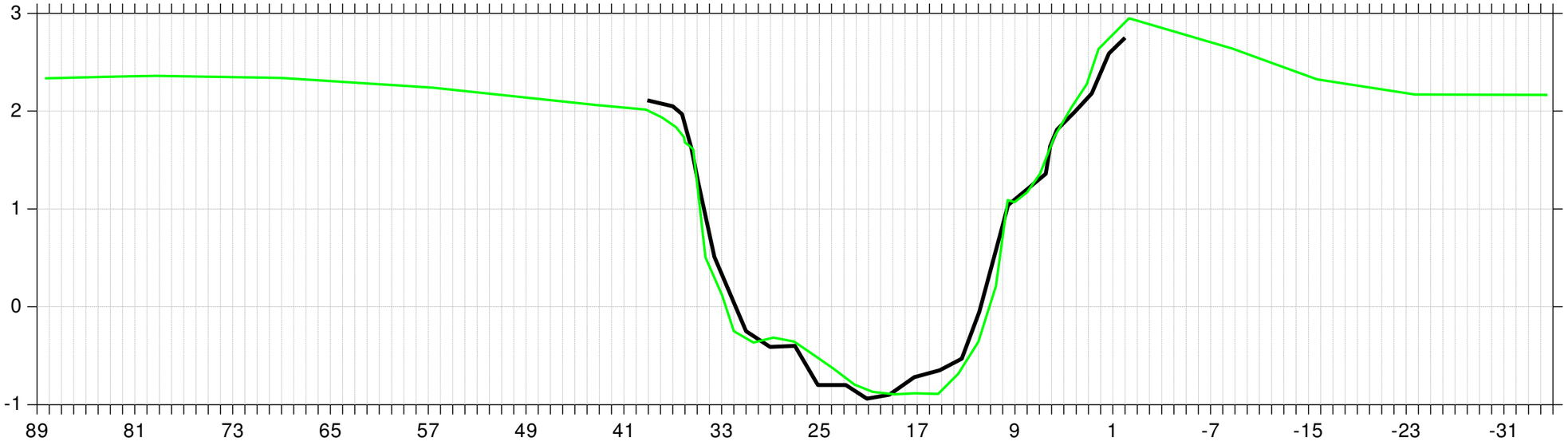
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 17064



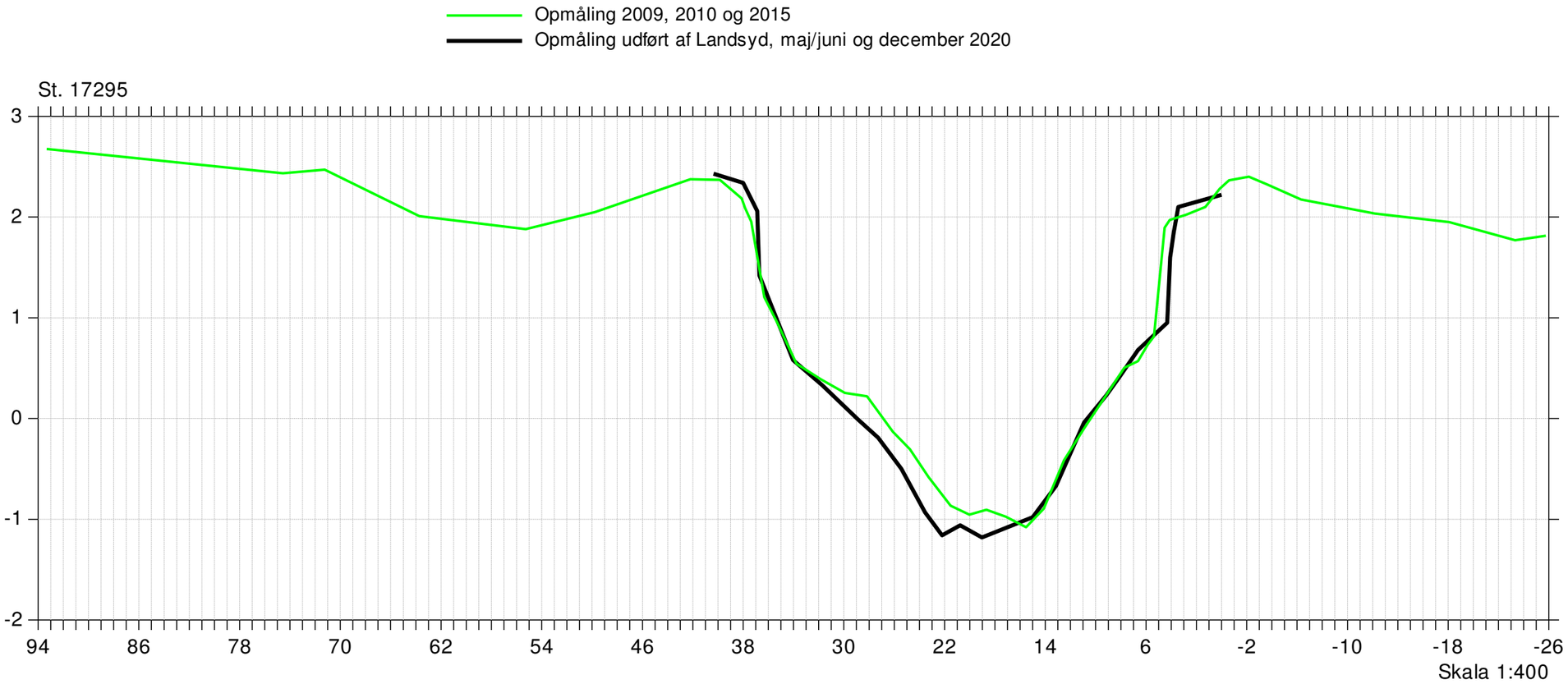
Skala 1:400

Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

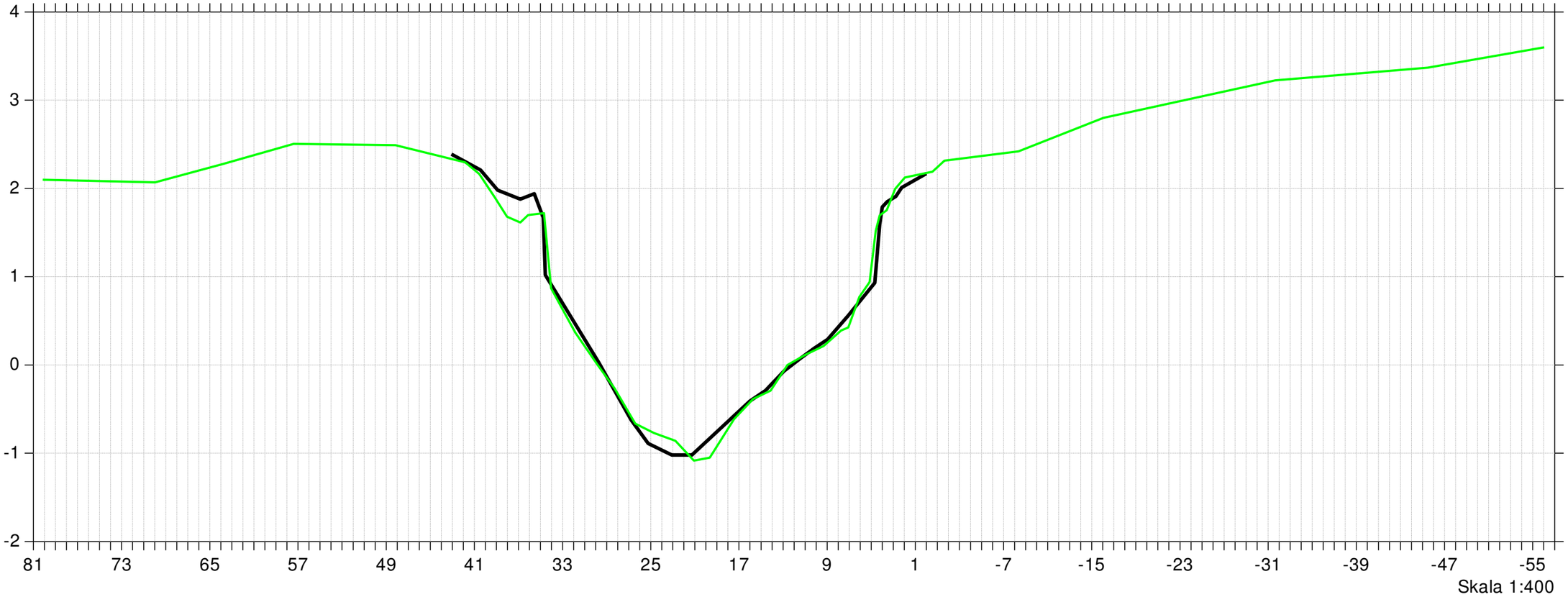
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 17542



Gudenåen

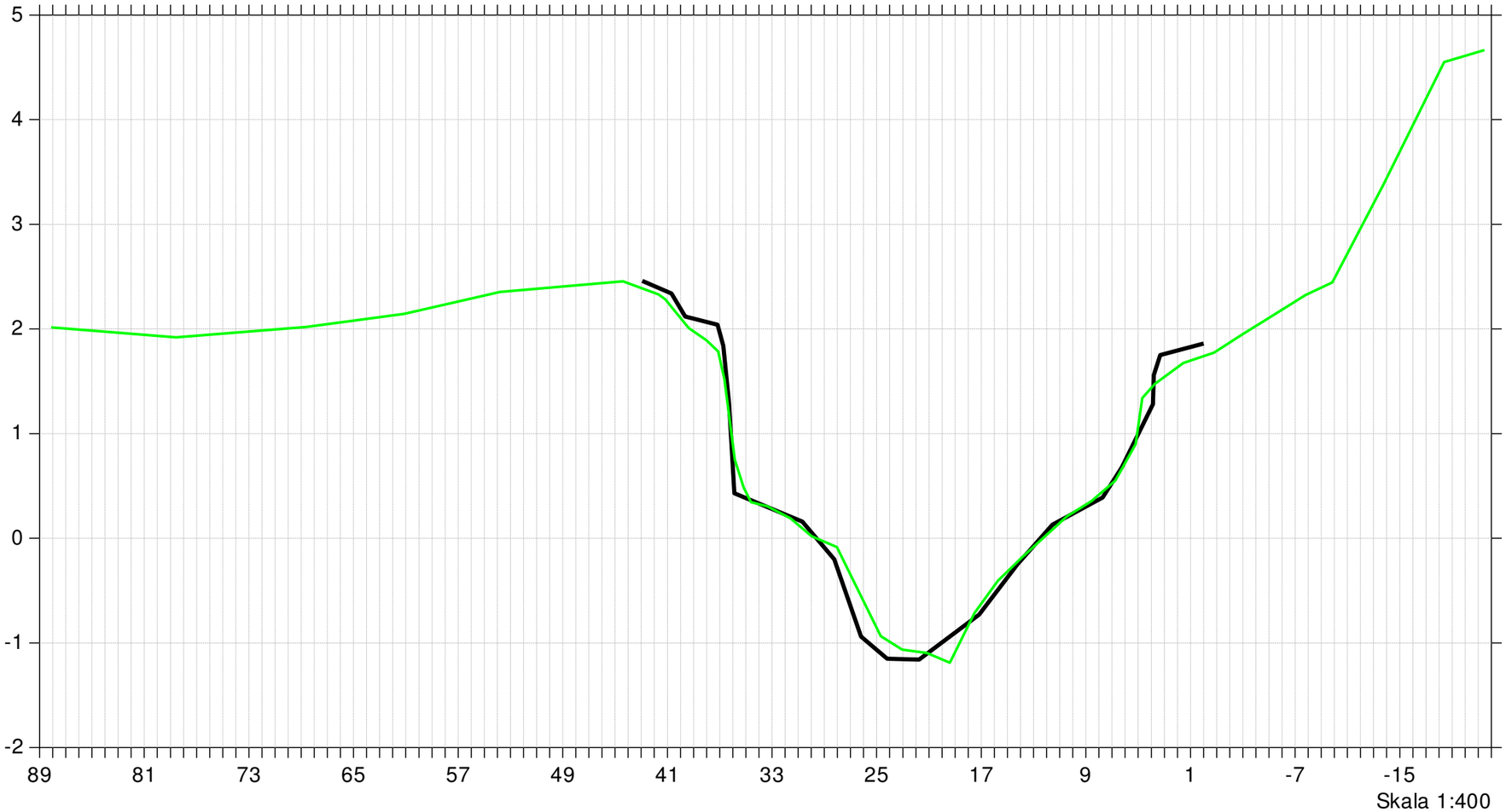
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 17795

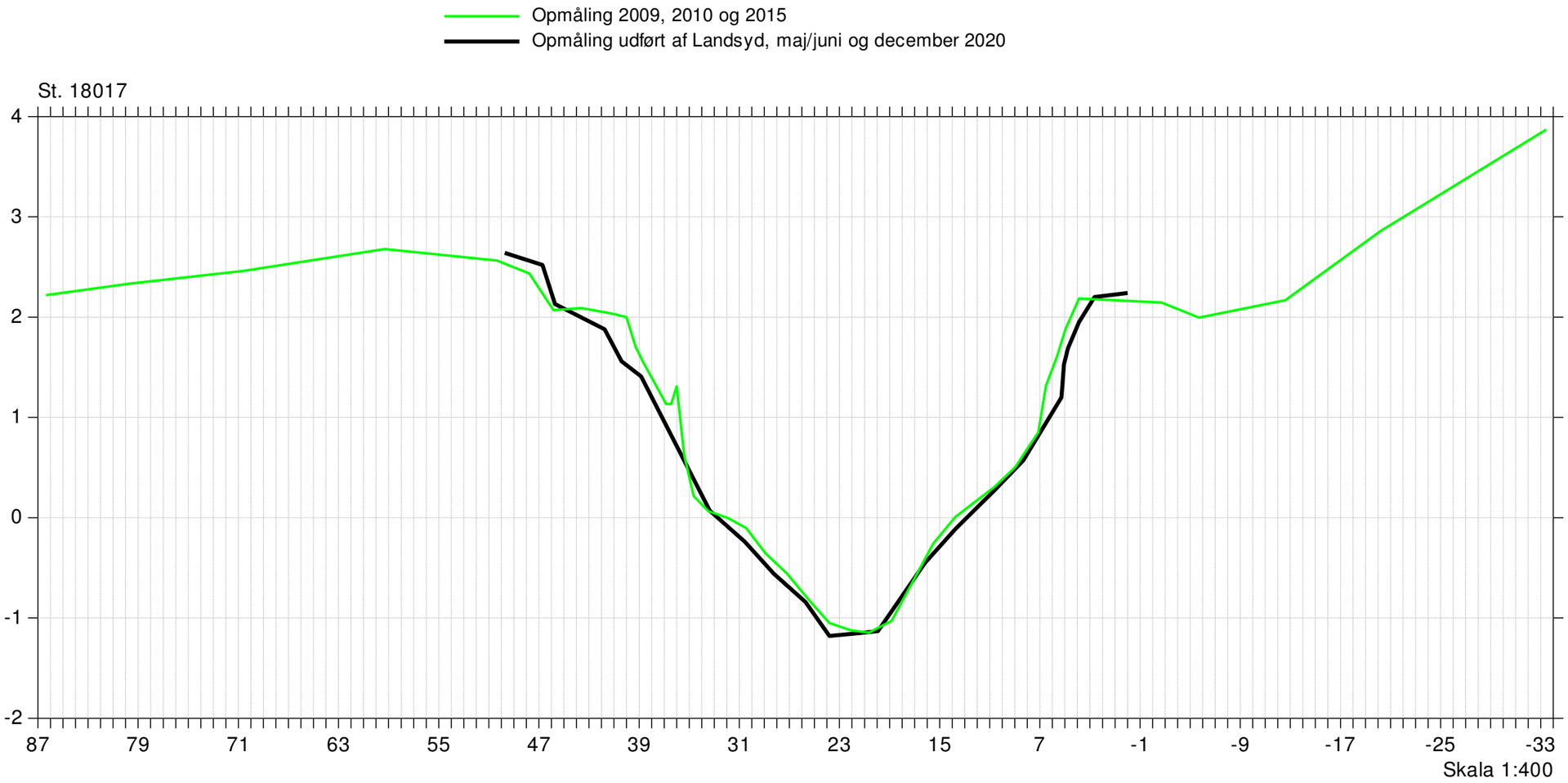


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

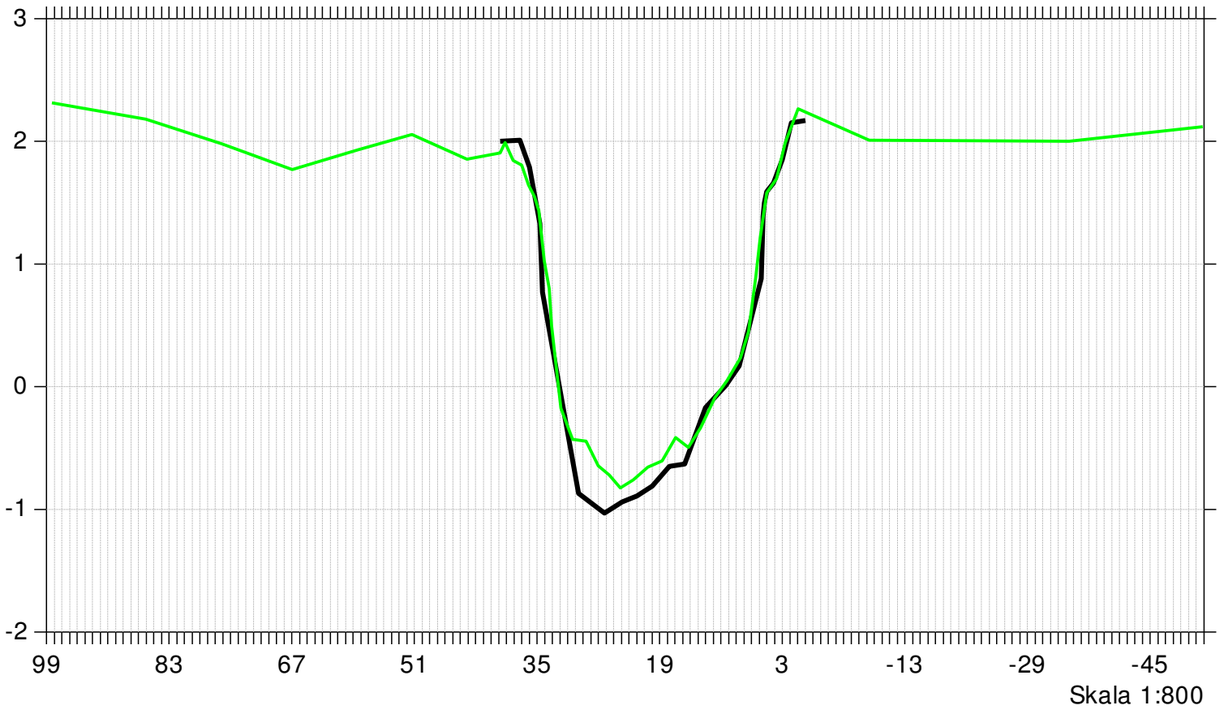
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 18281



Gudenåen

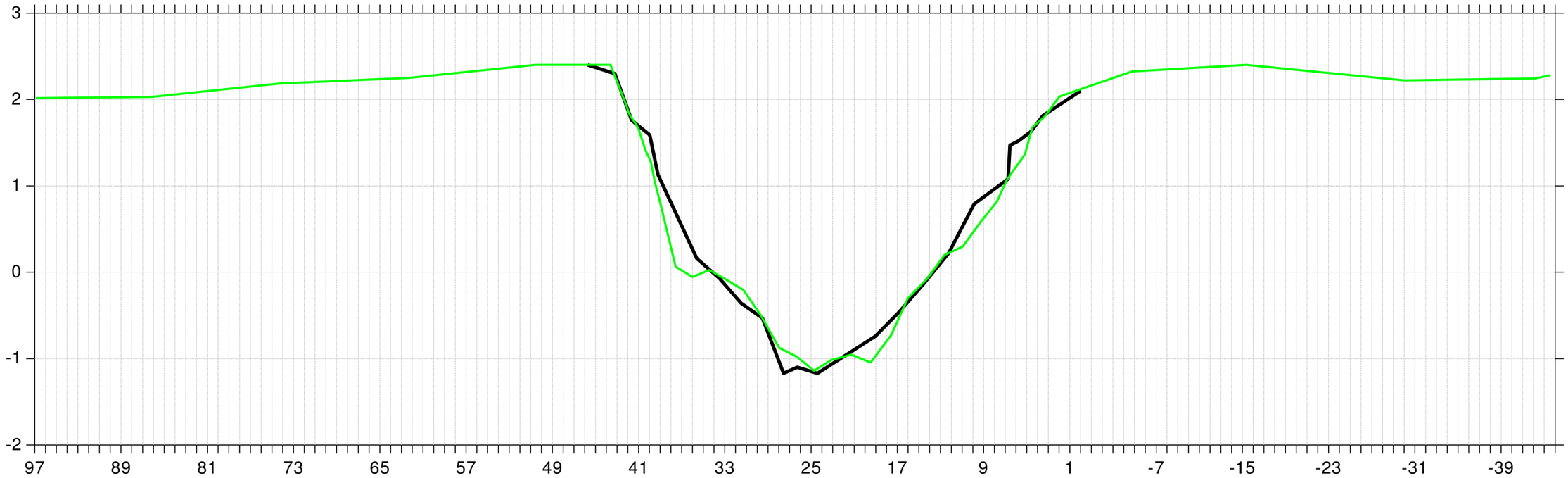
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 18536



Skala 1:400

Gudenåen

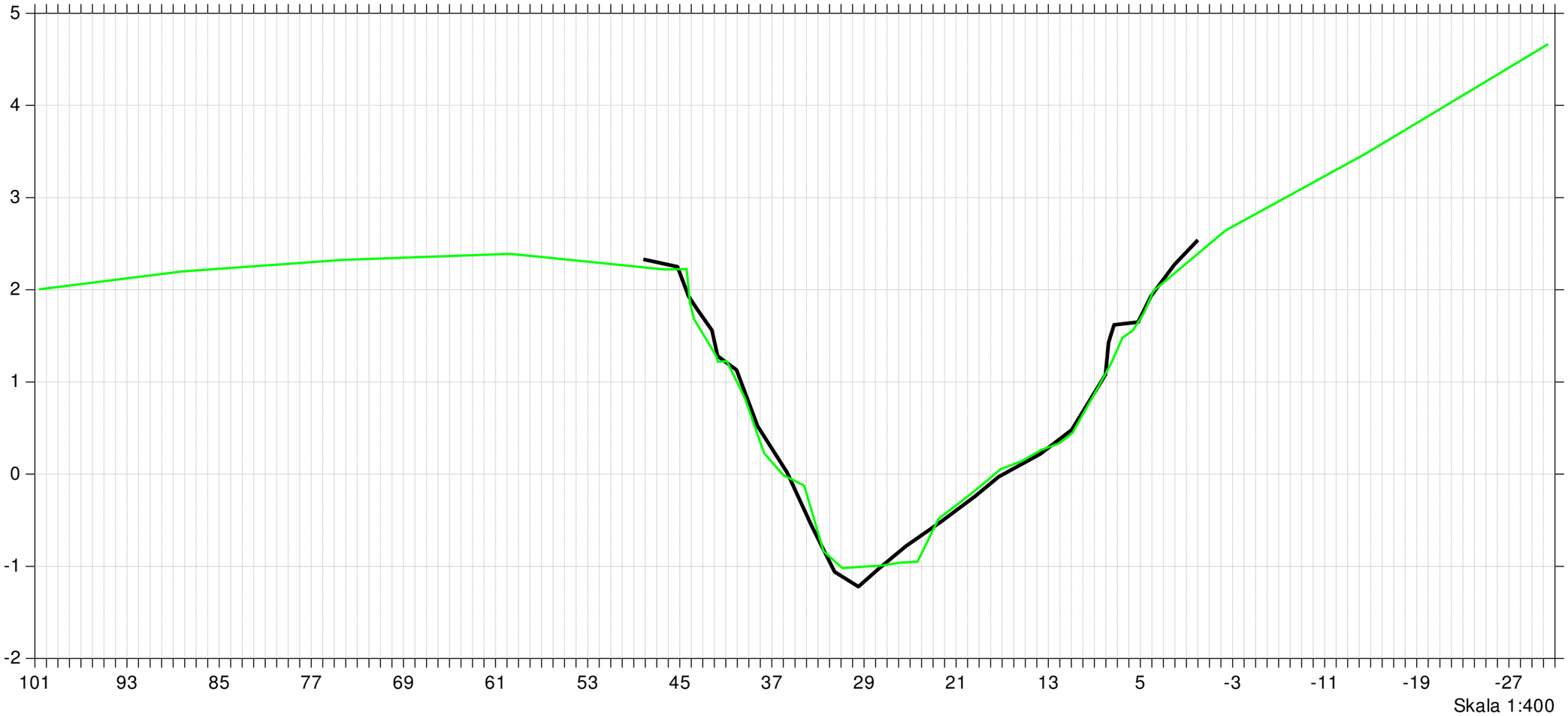
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 18792

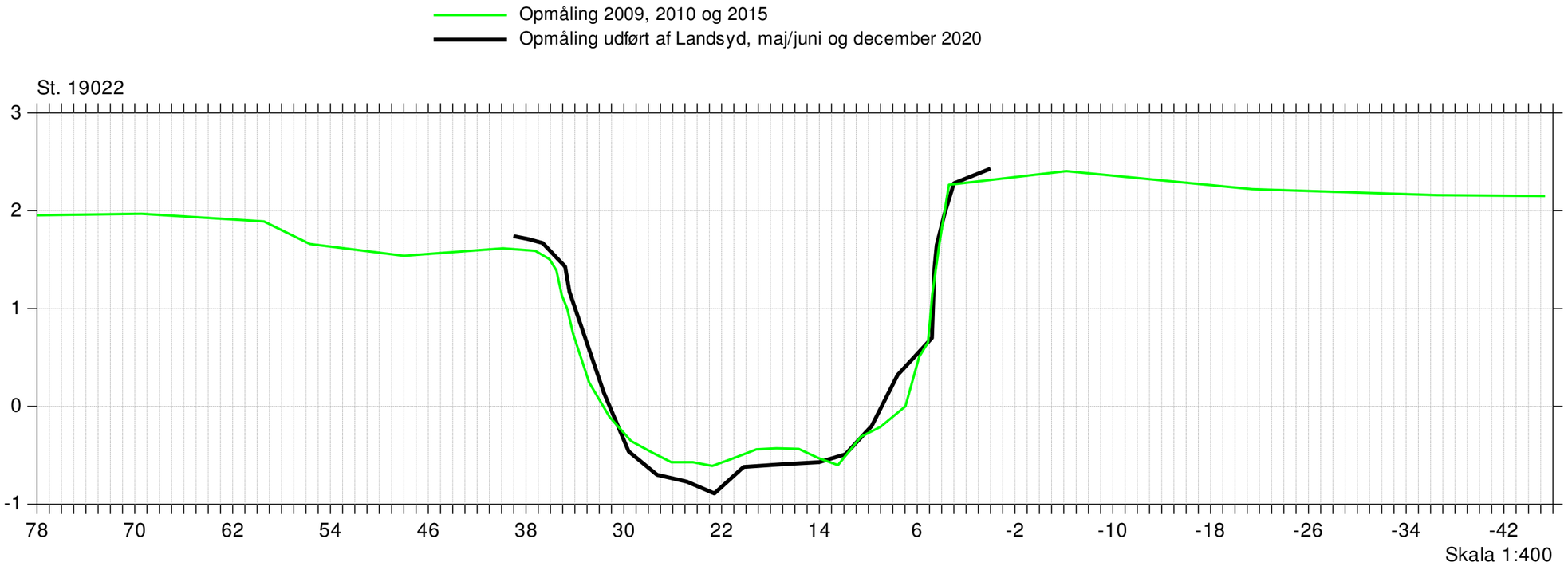


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

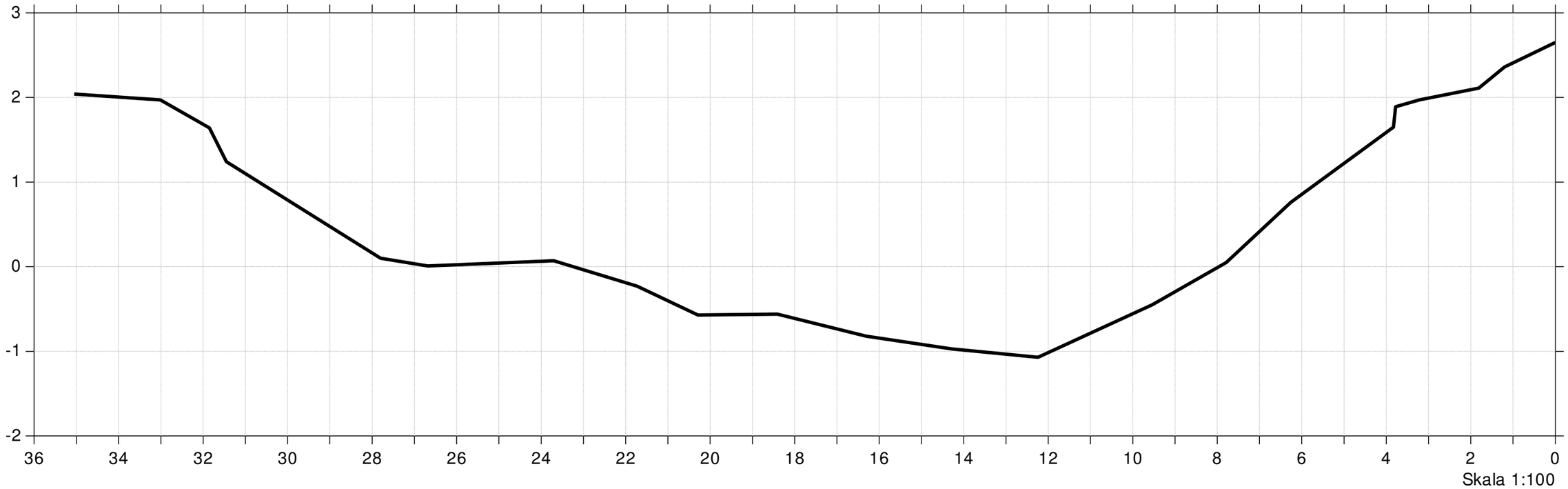
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 19139



Gudenåen

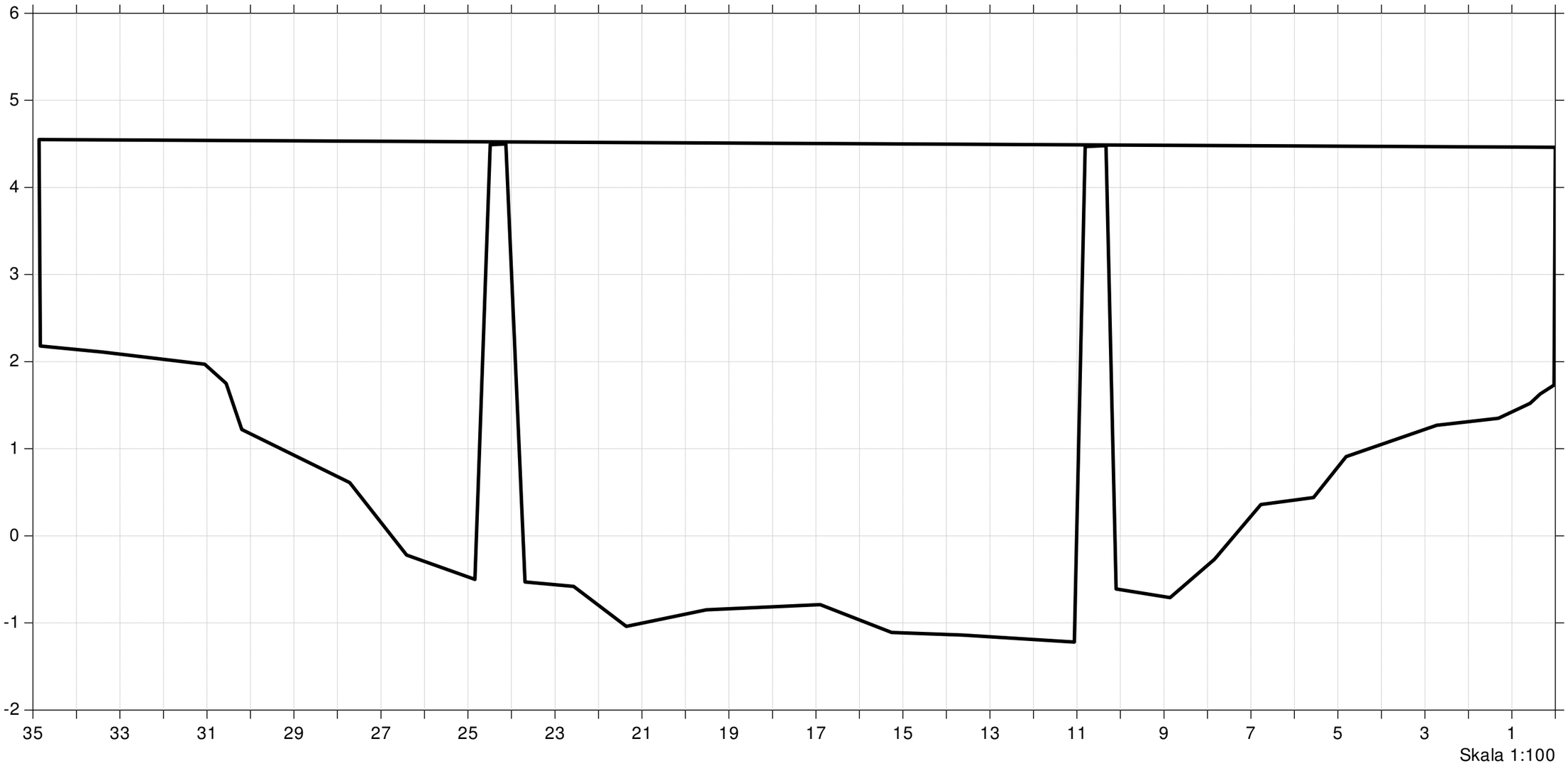
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 19142

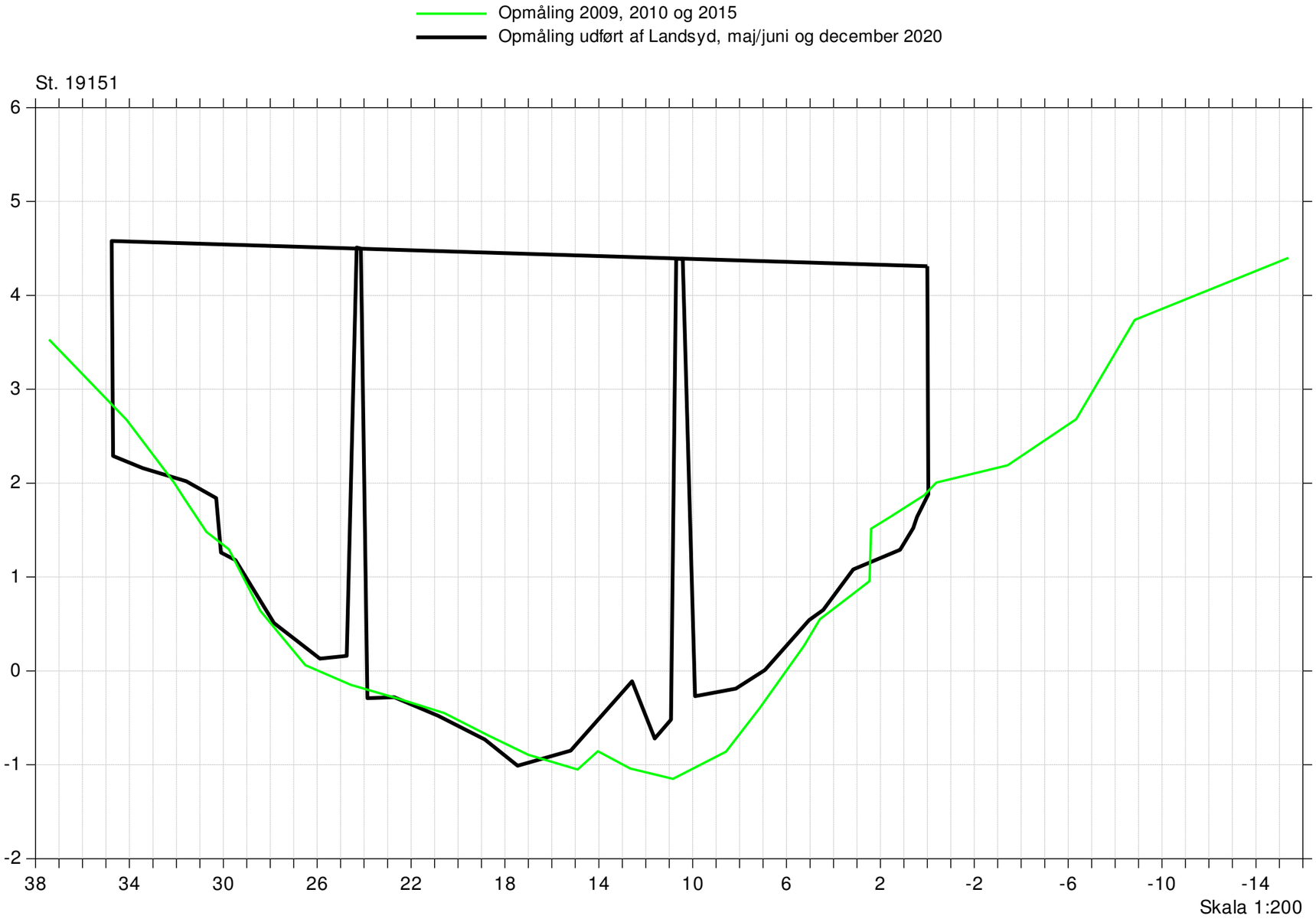


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

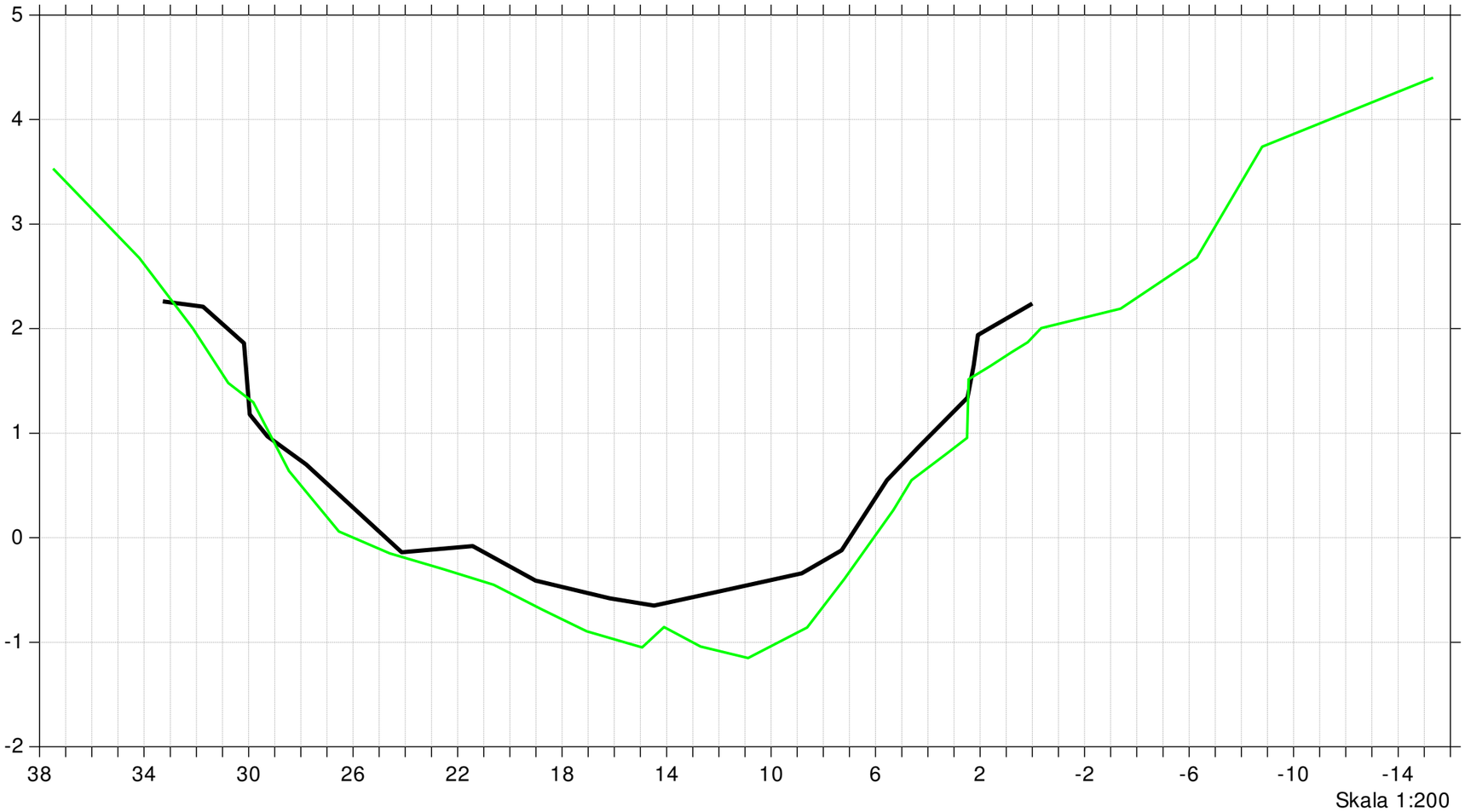
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 19154



Gudenåen

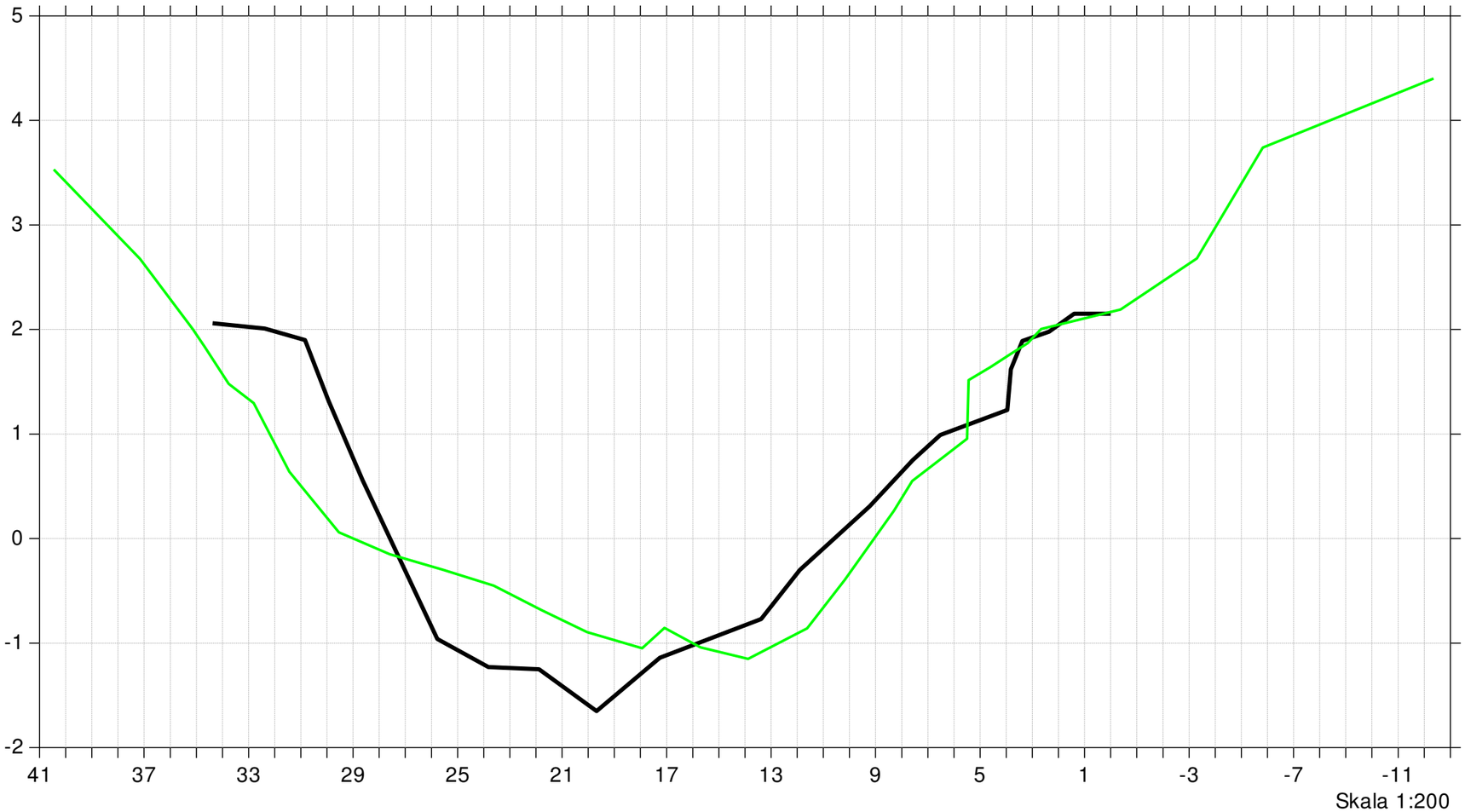
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 19169

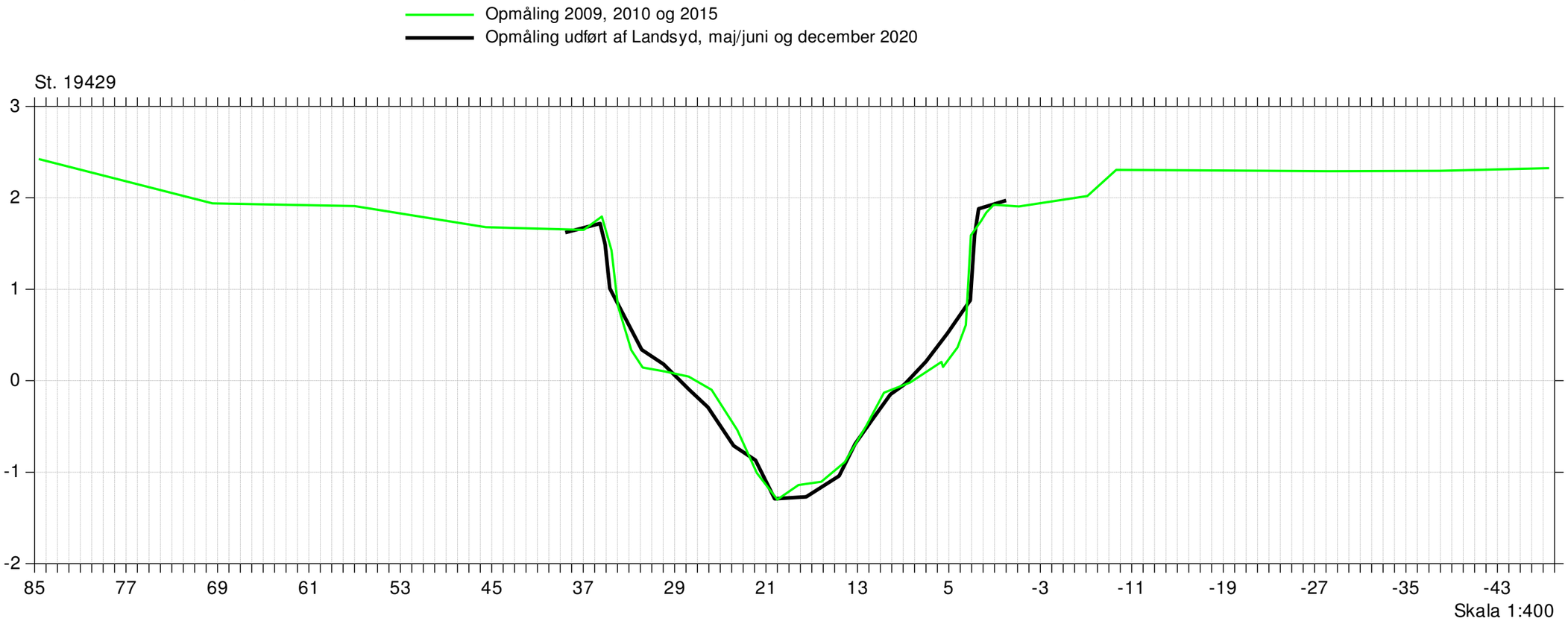


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

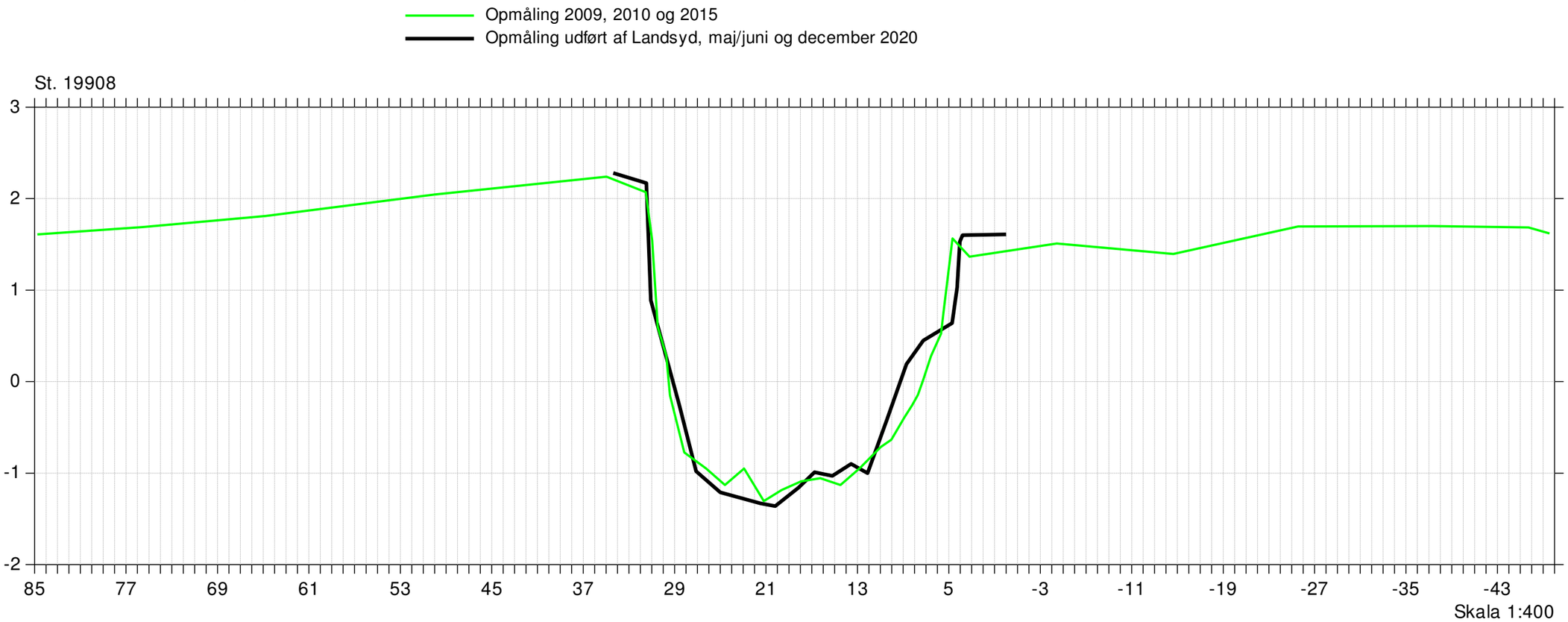
St. 19662

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

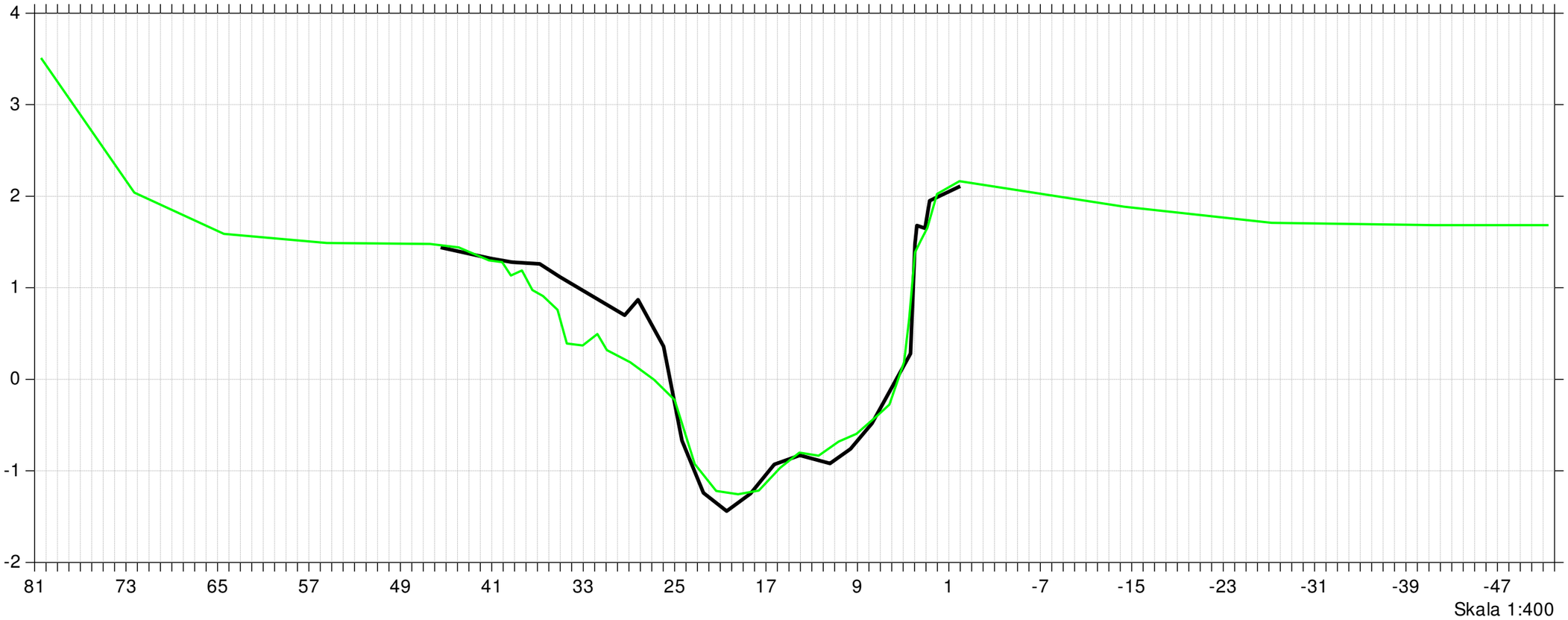
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 20173

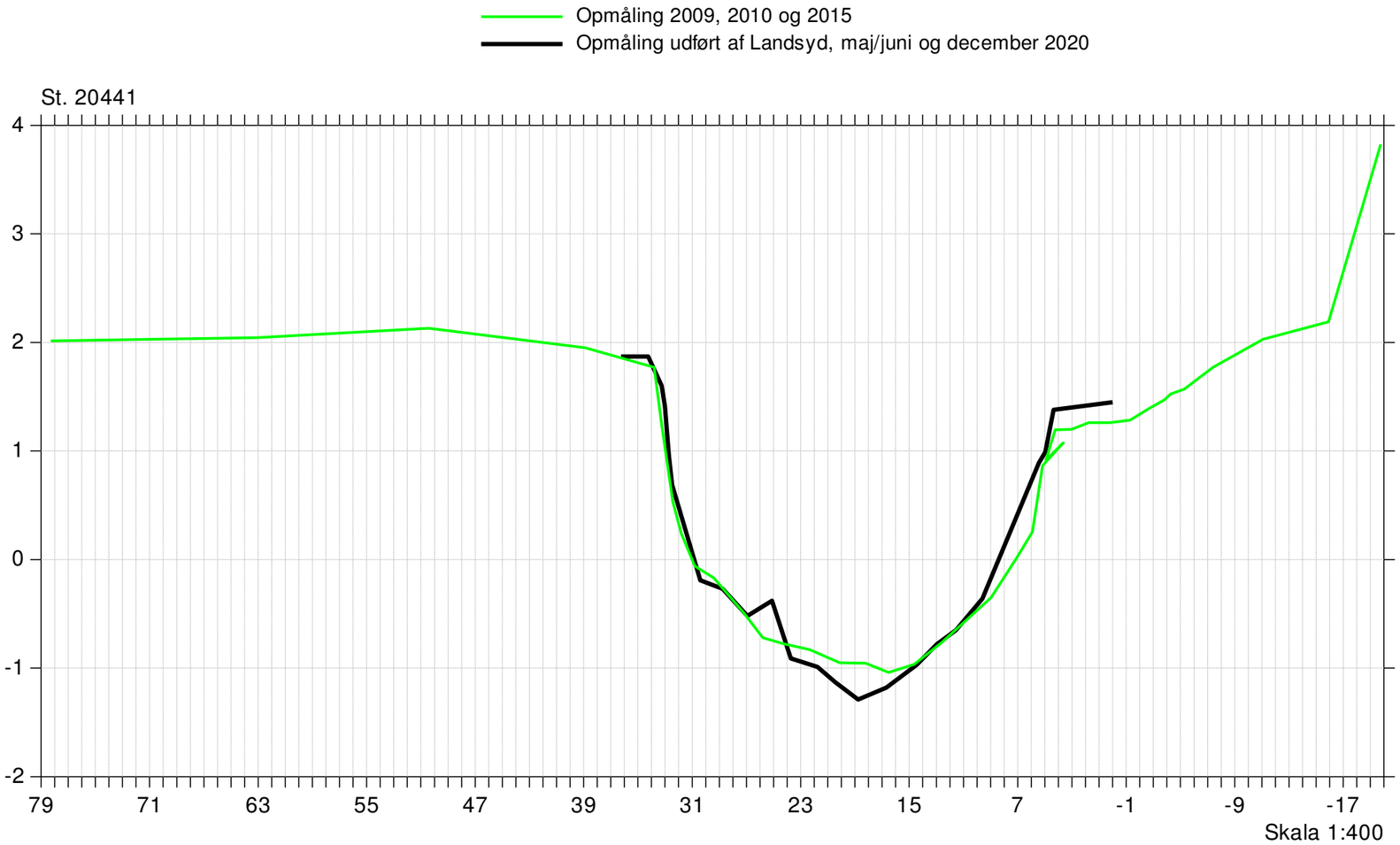


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

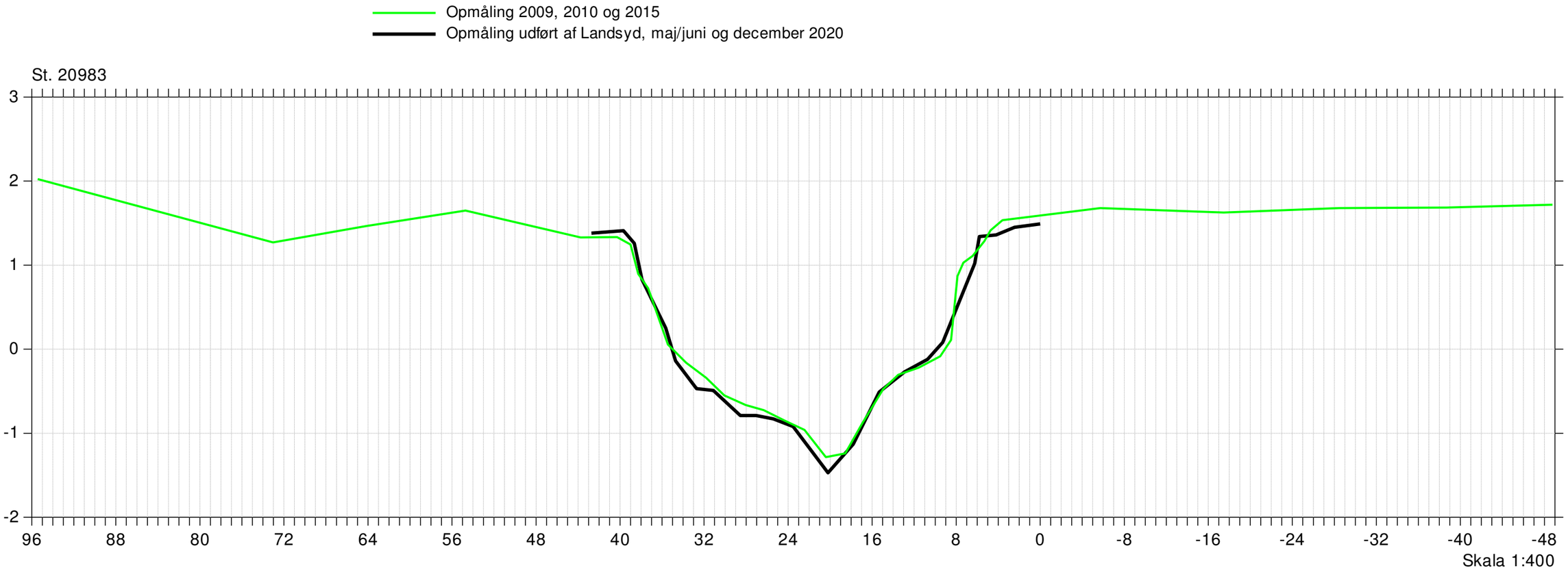
St. 20709

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

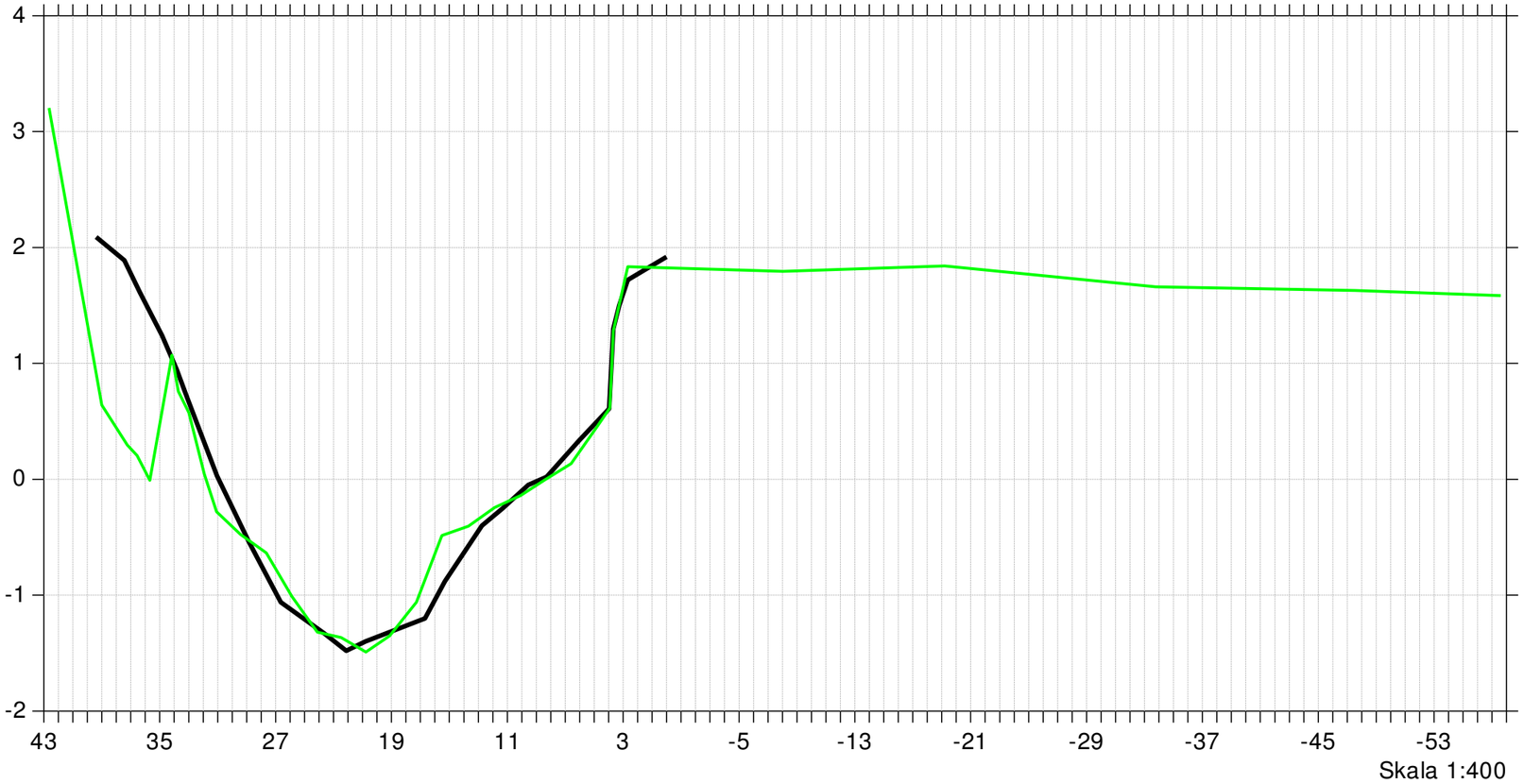
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 21173



Gudenåen

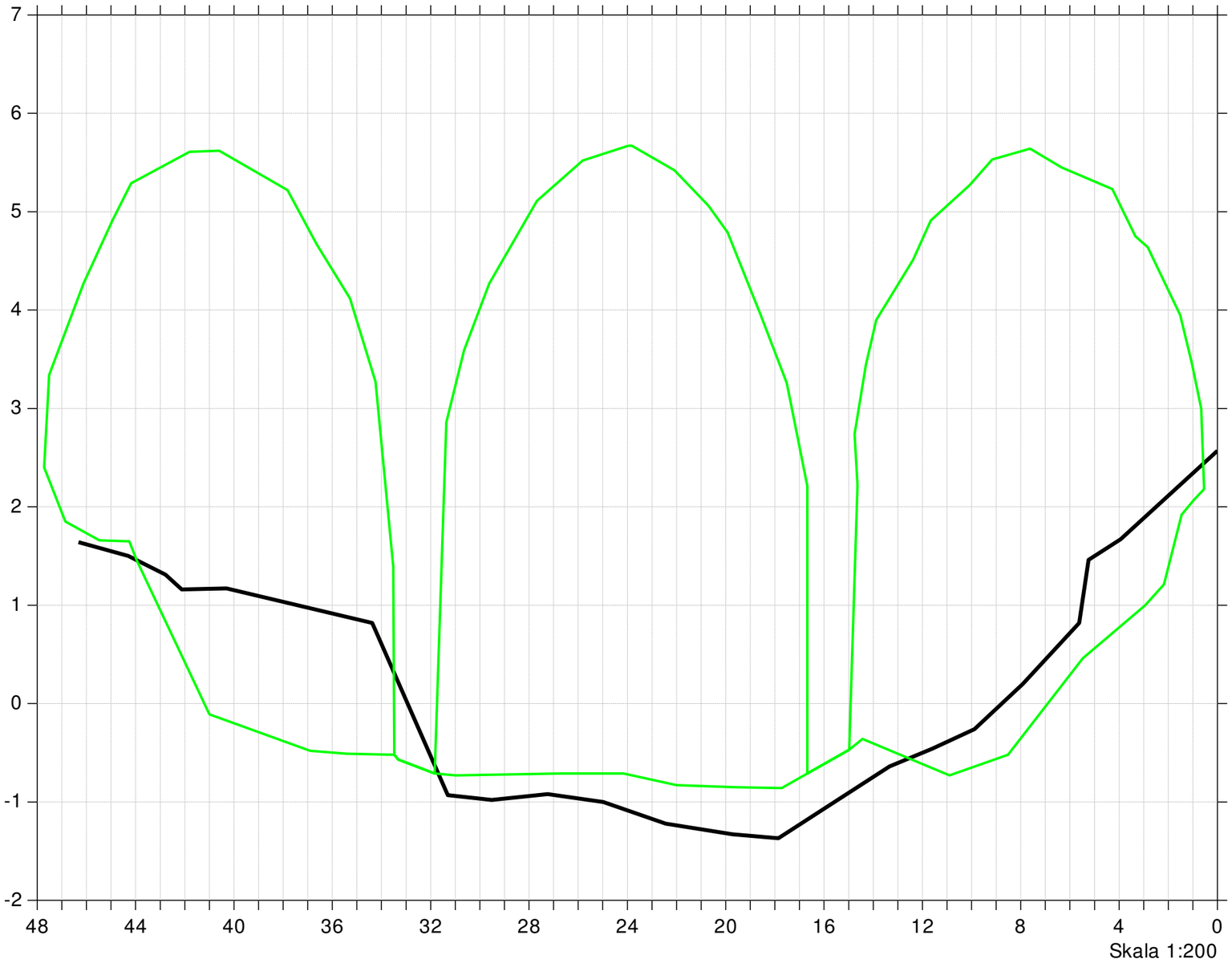
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 21302



Gudenåen

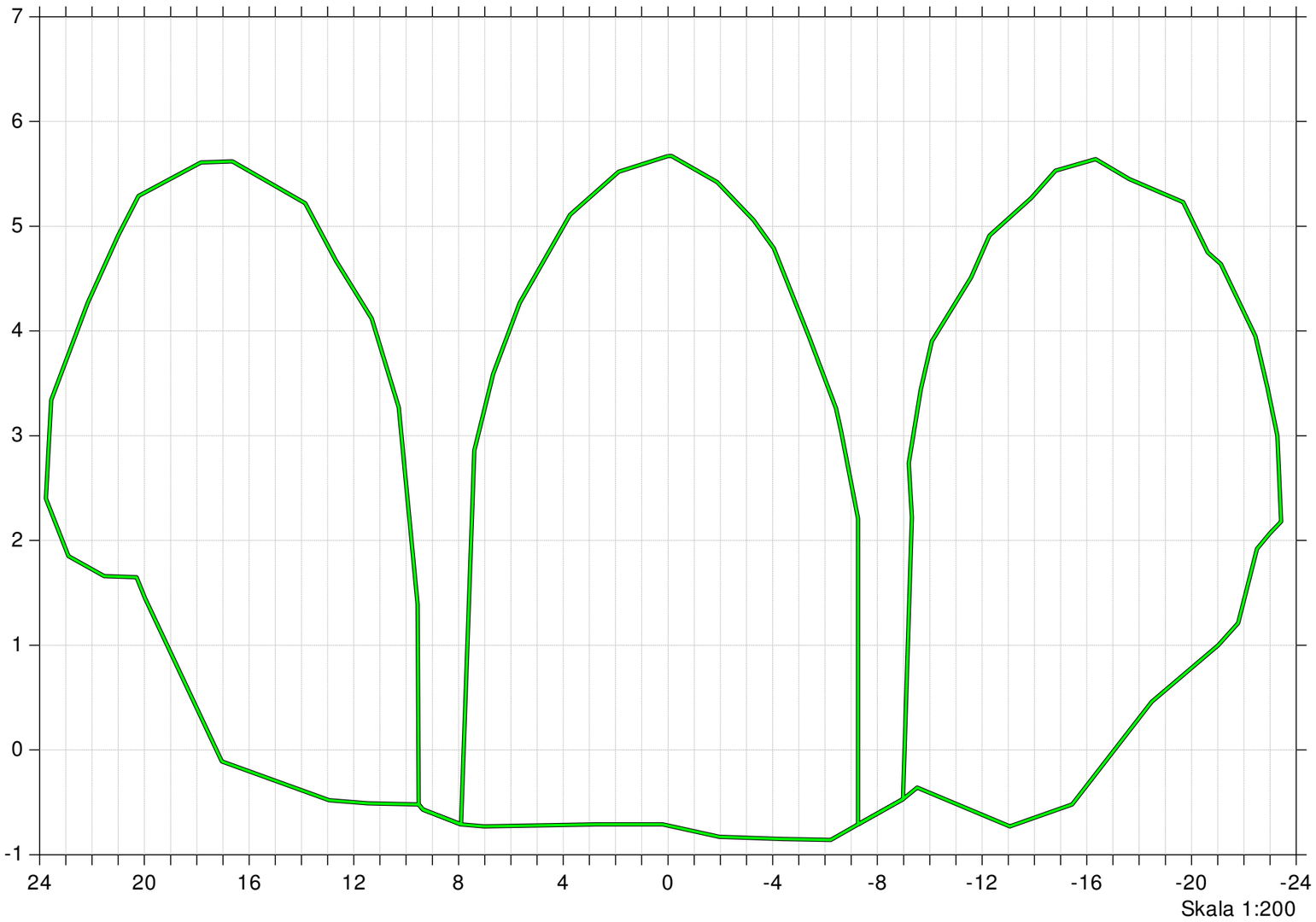
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 21310



Gudenåen

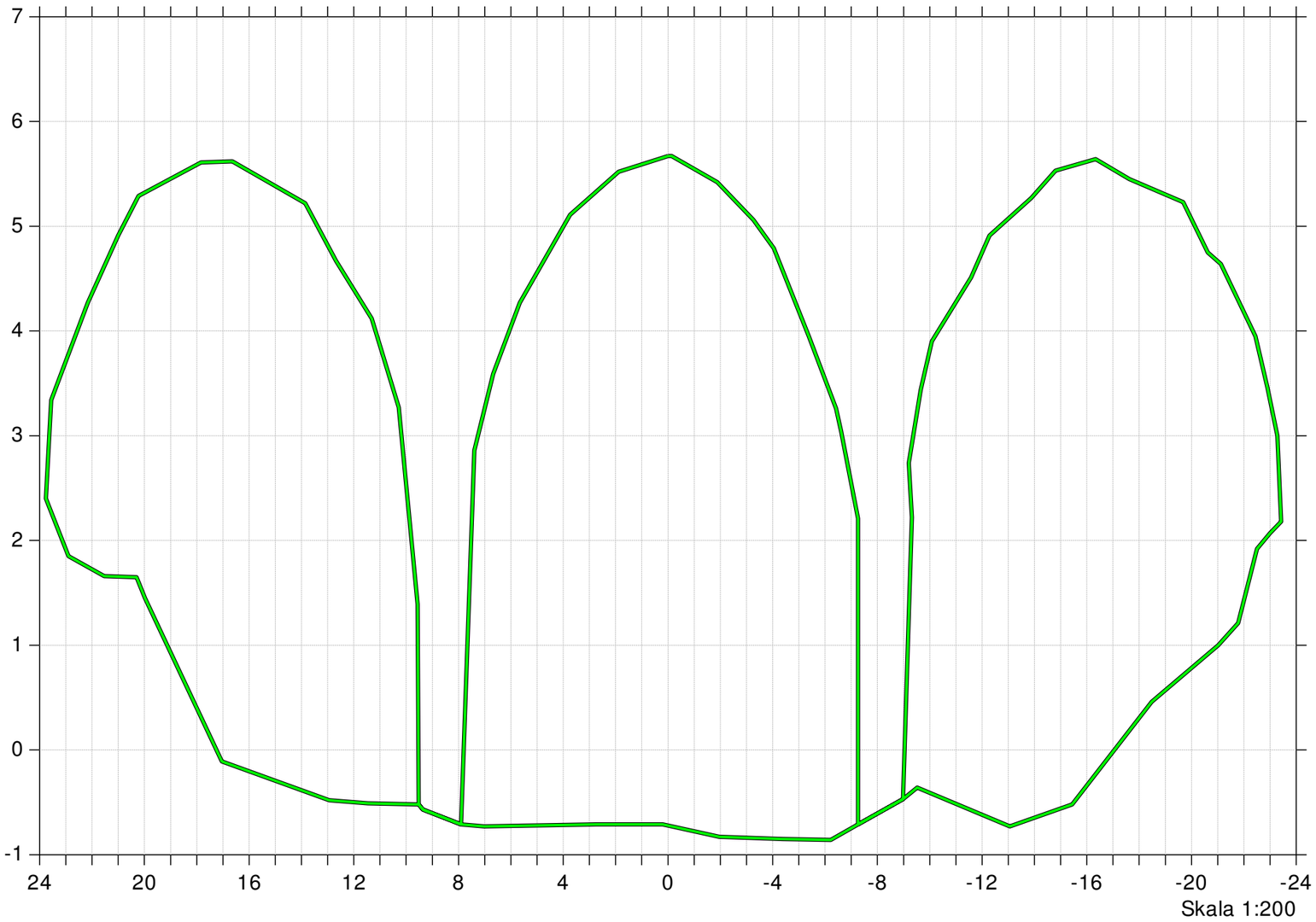
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 21328

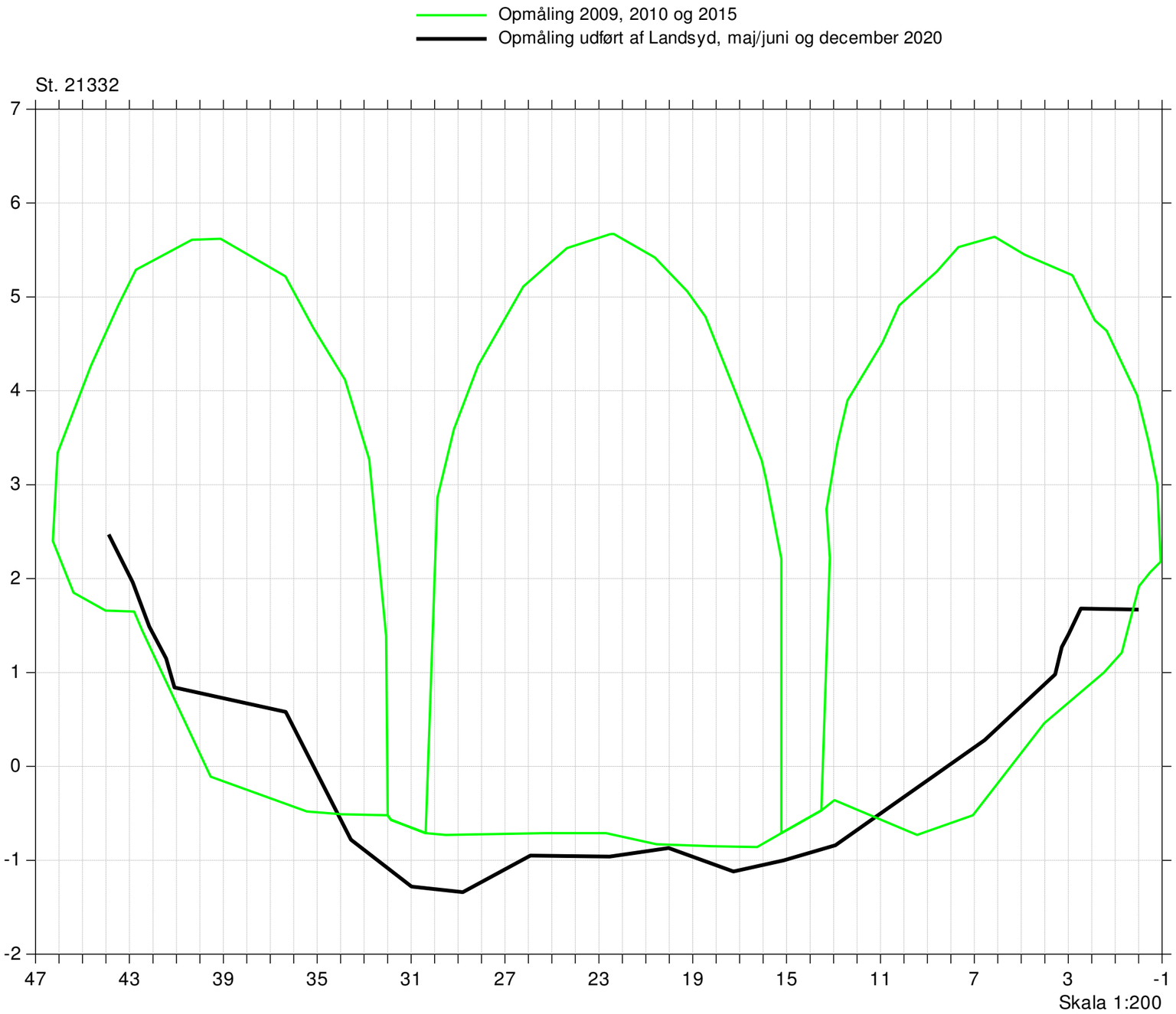


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



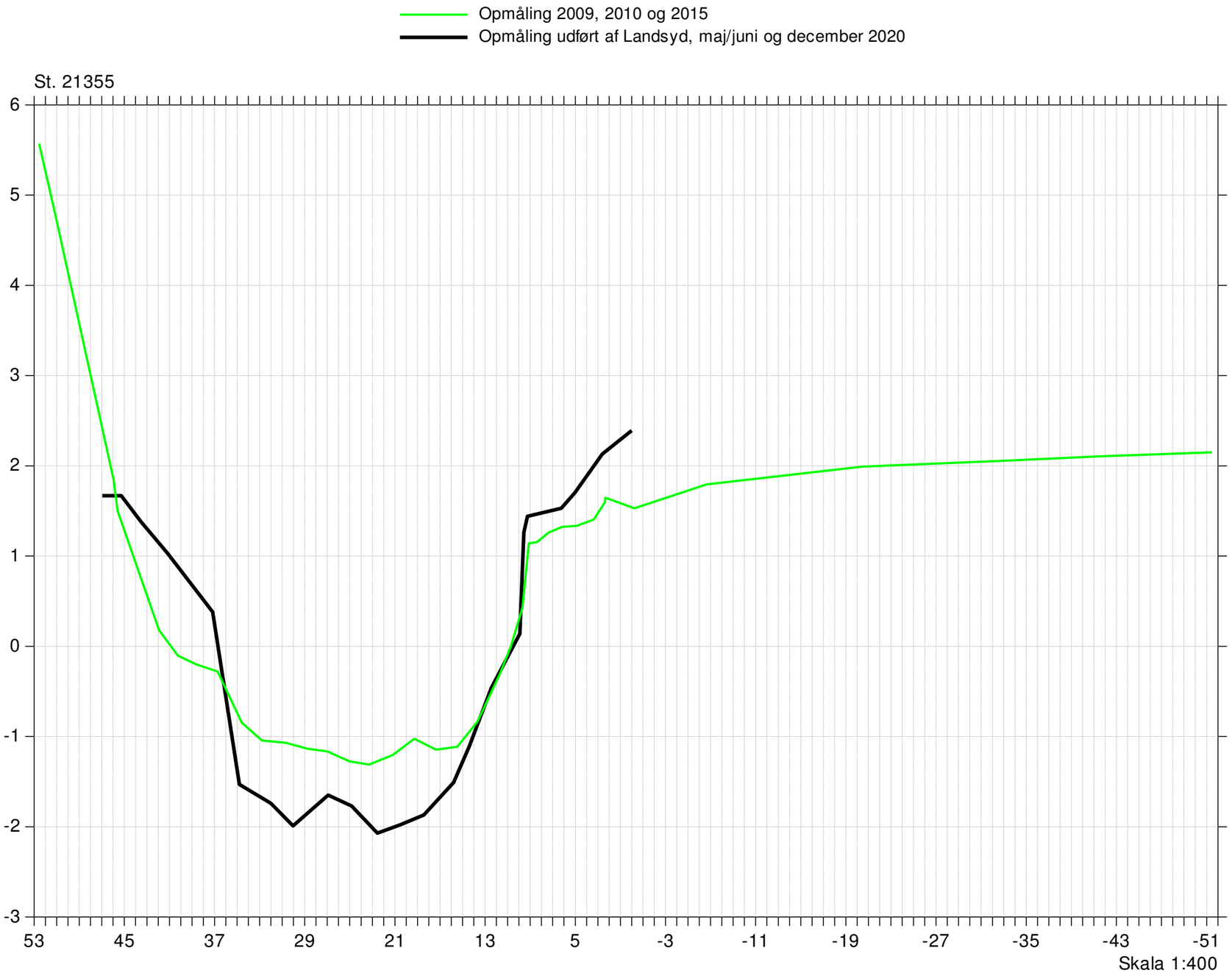
VASP 11-02-2021 / KMJE ProjektID : 3154-13794

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

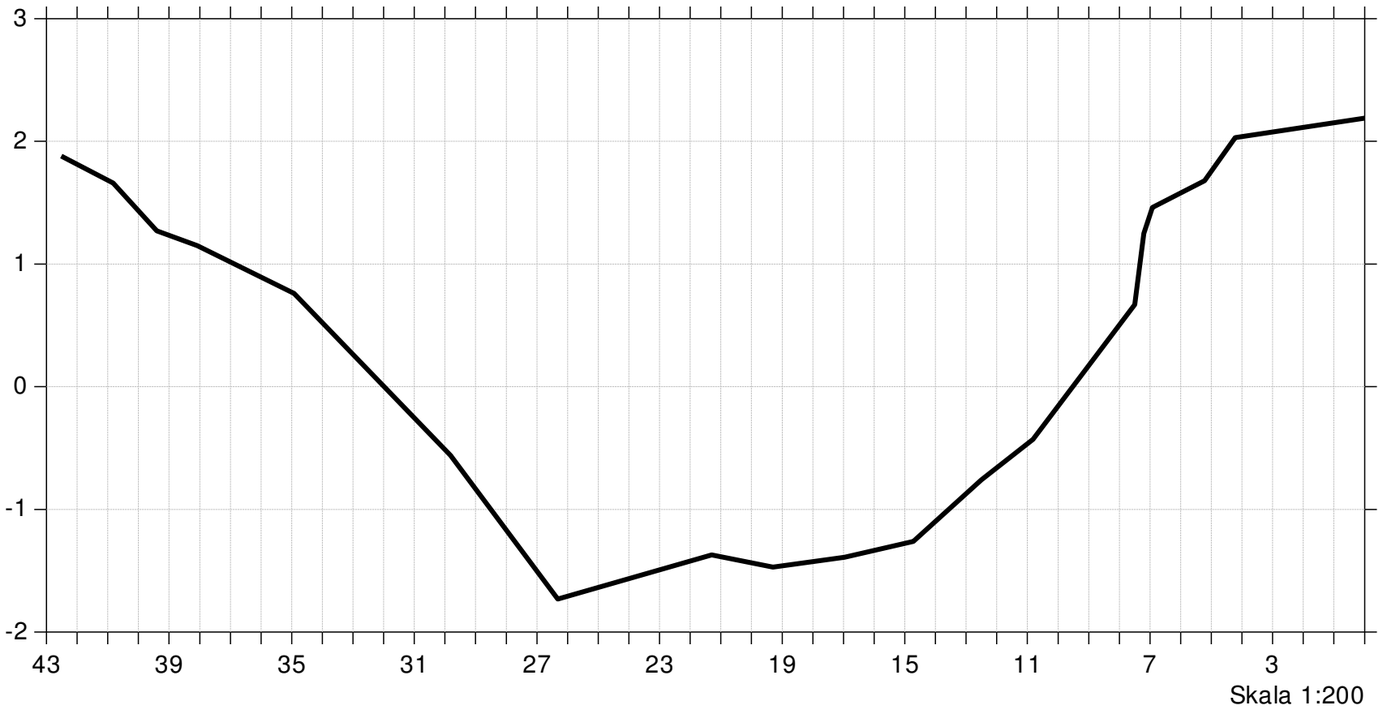
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 21440



Gudenåen

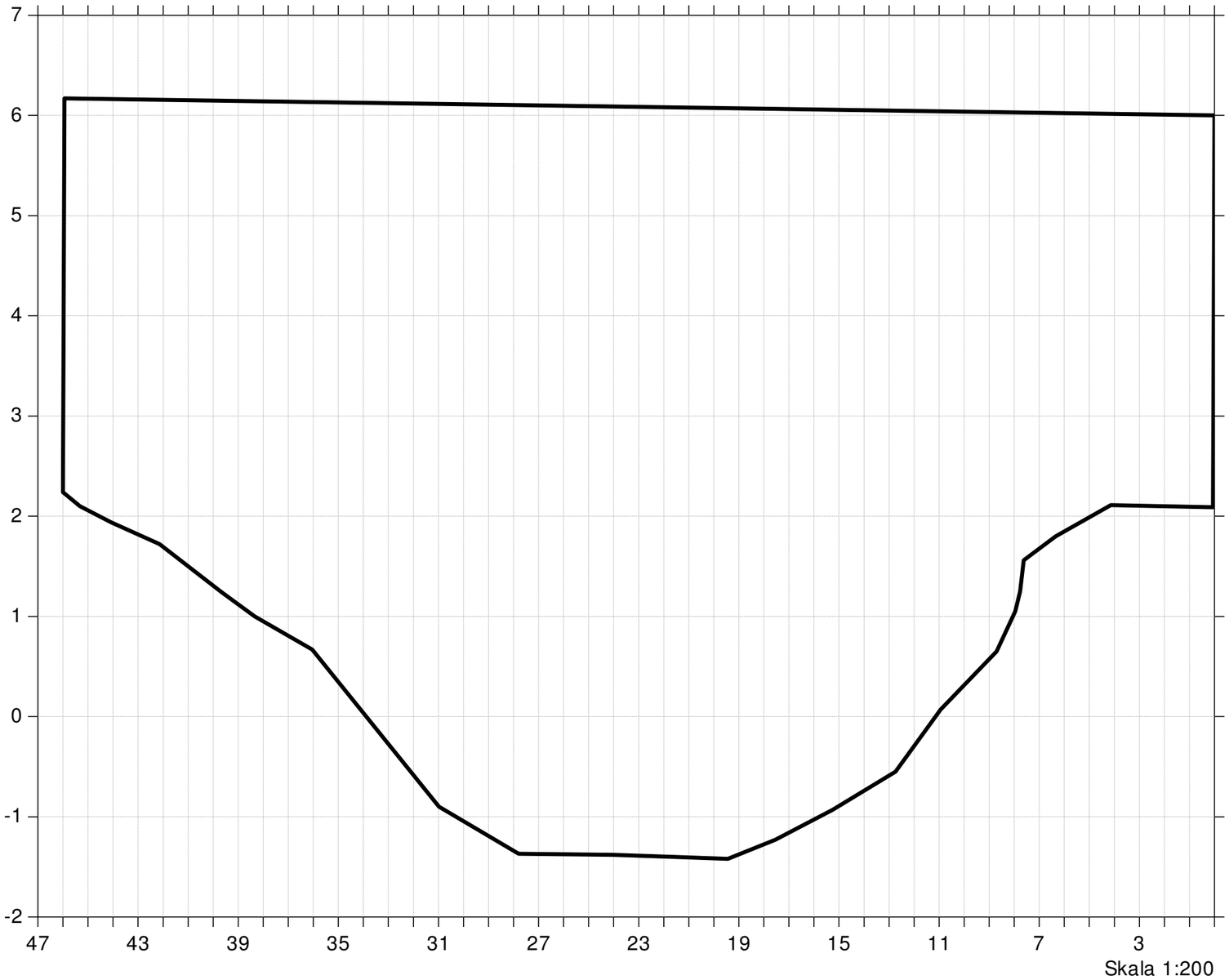
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 21443



Gudenåen

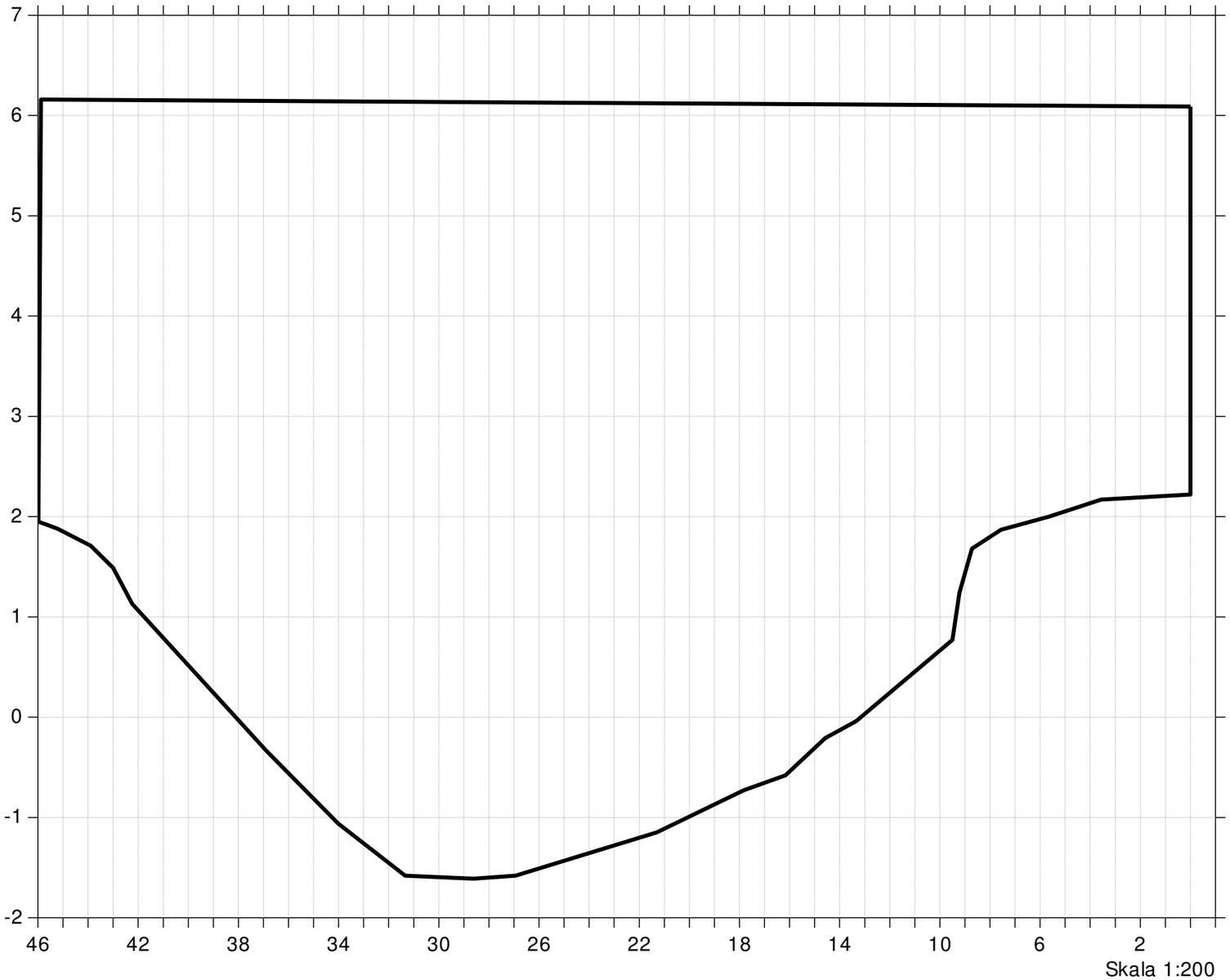
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 21453



Gudenåen

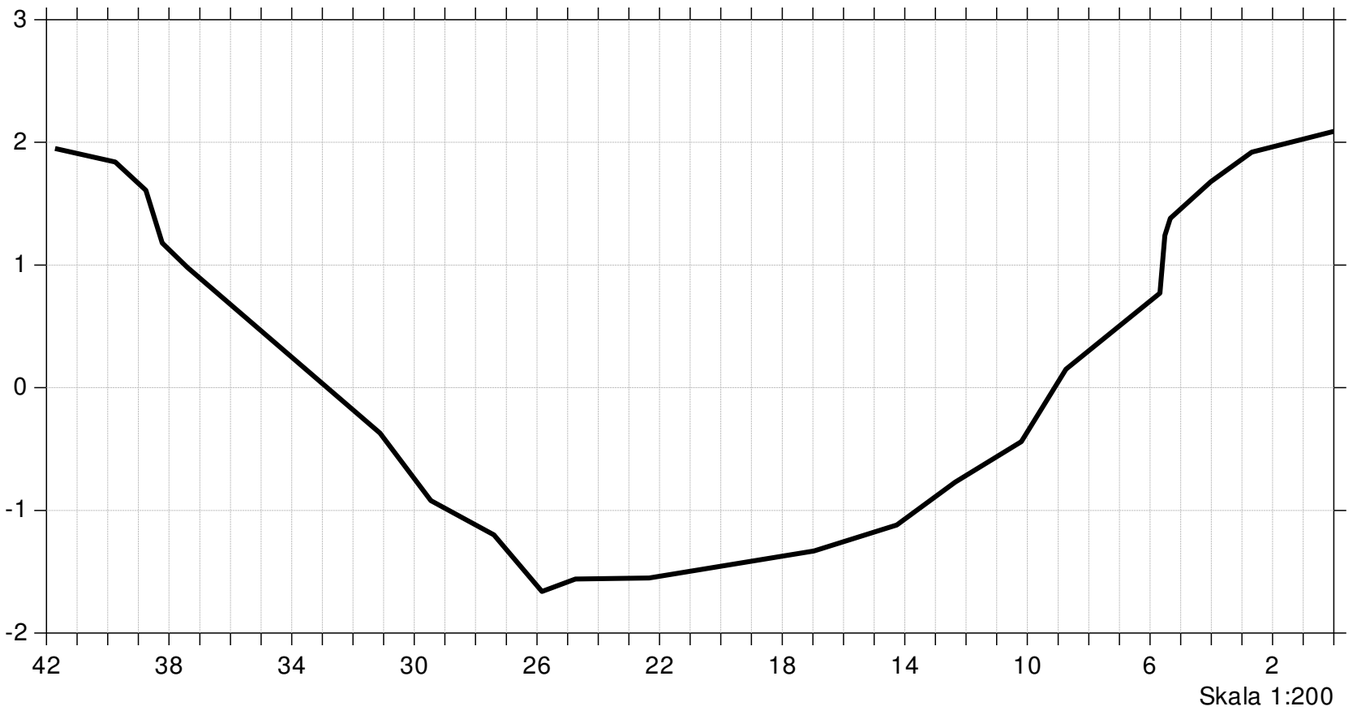
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 21454



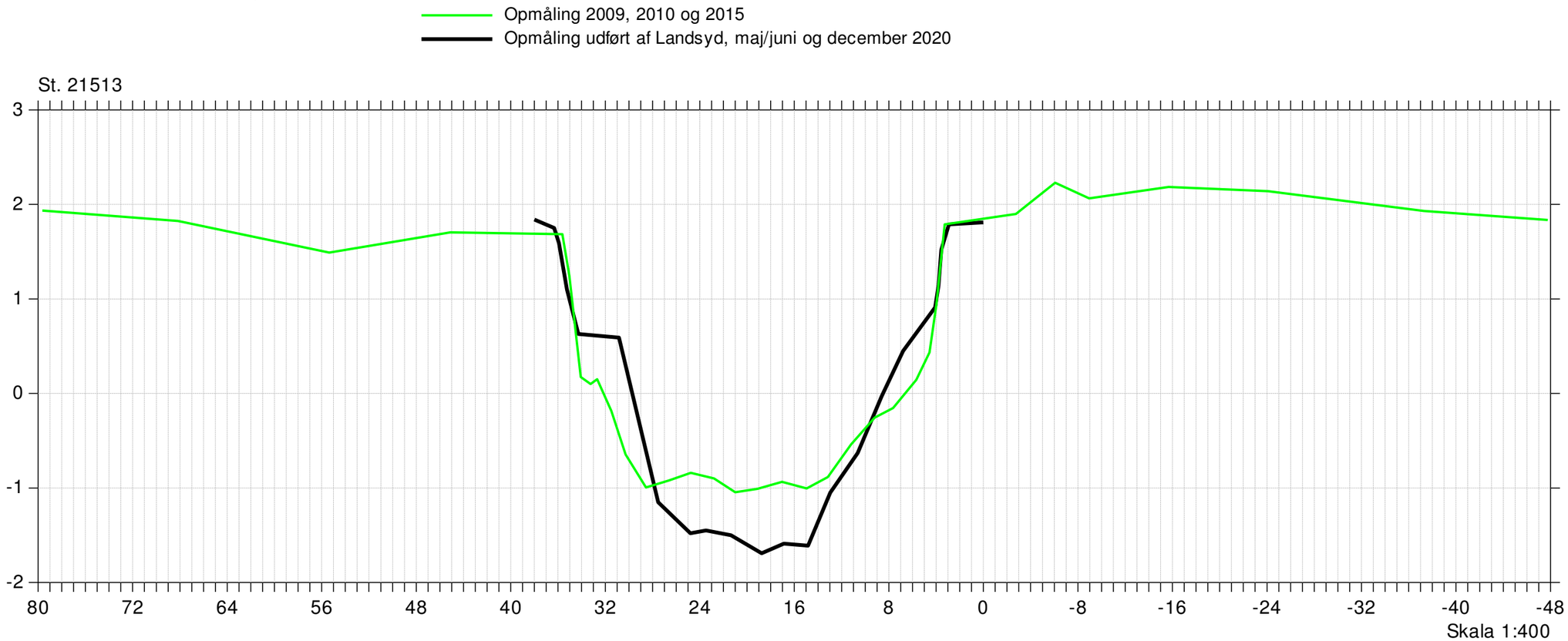
Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

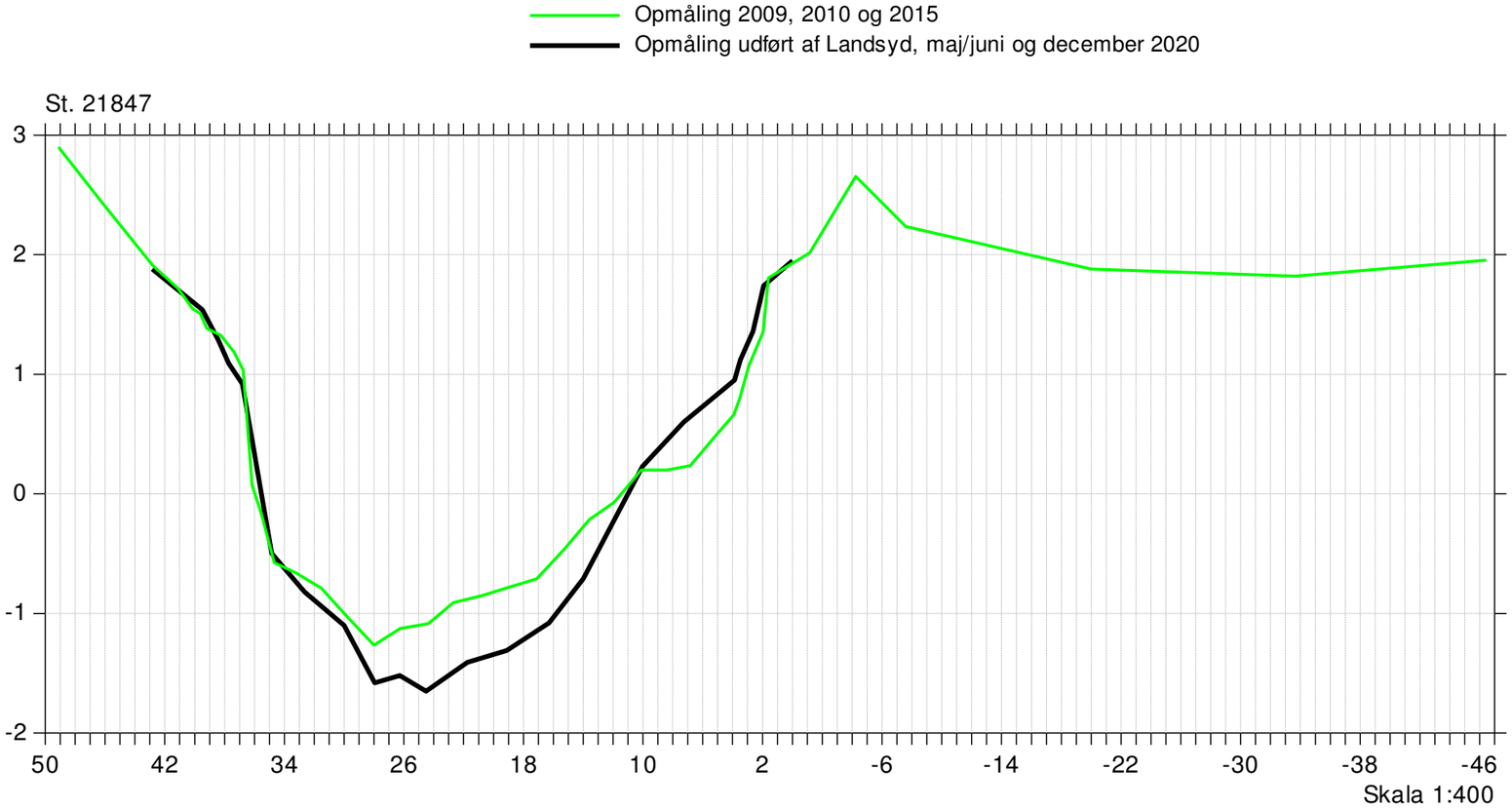


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

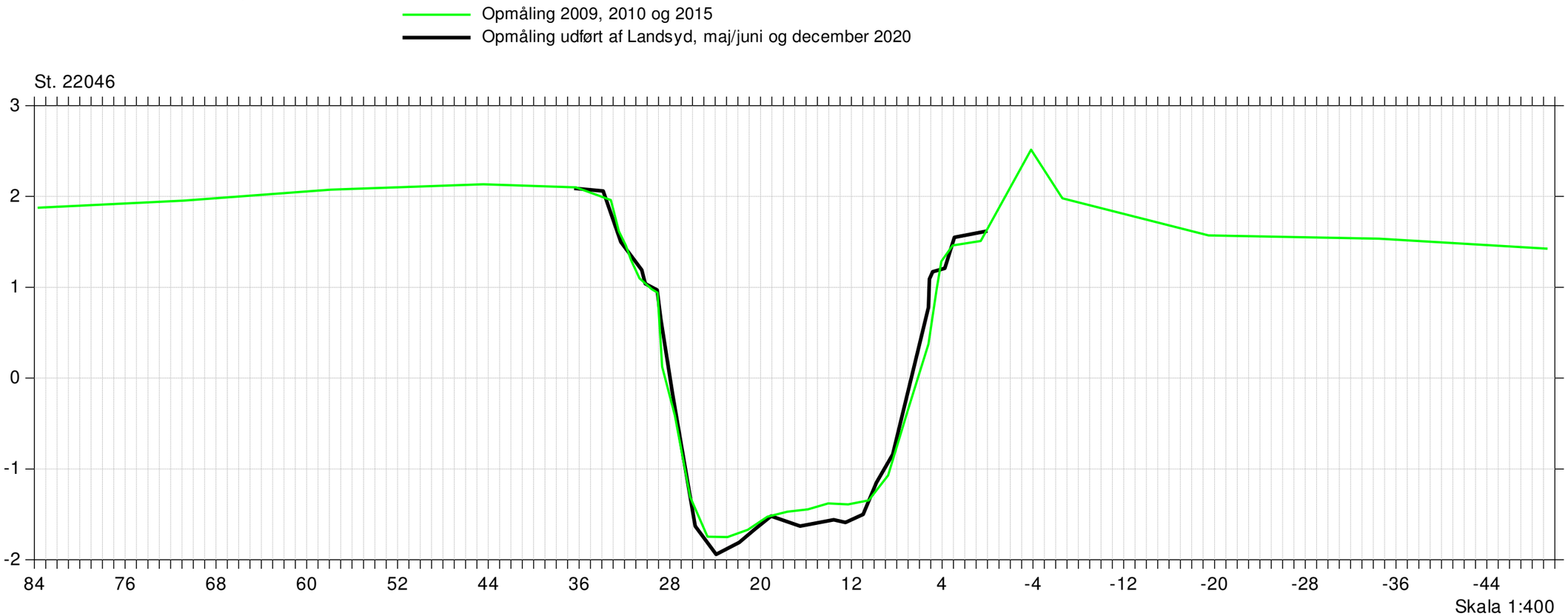


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

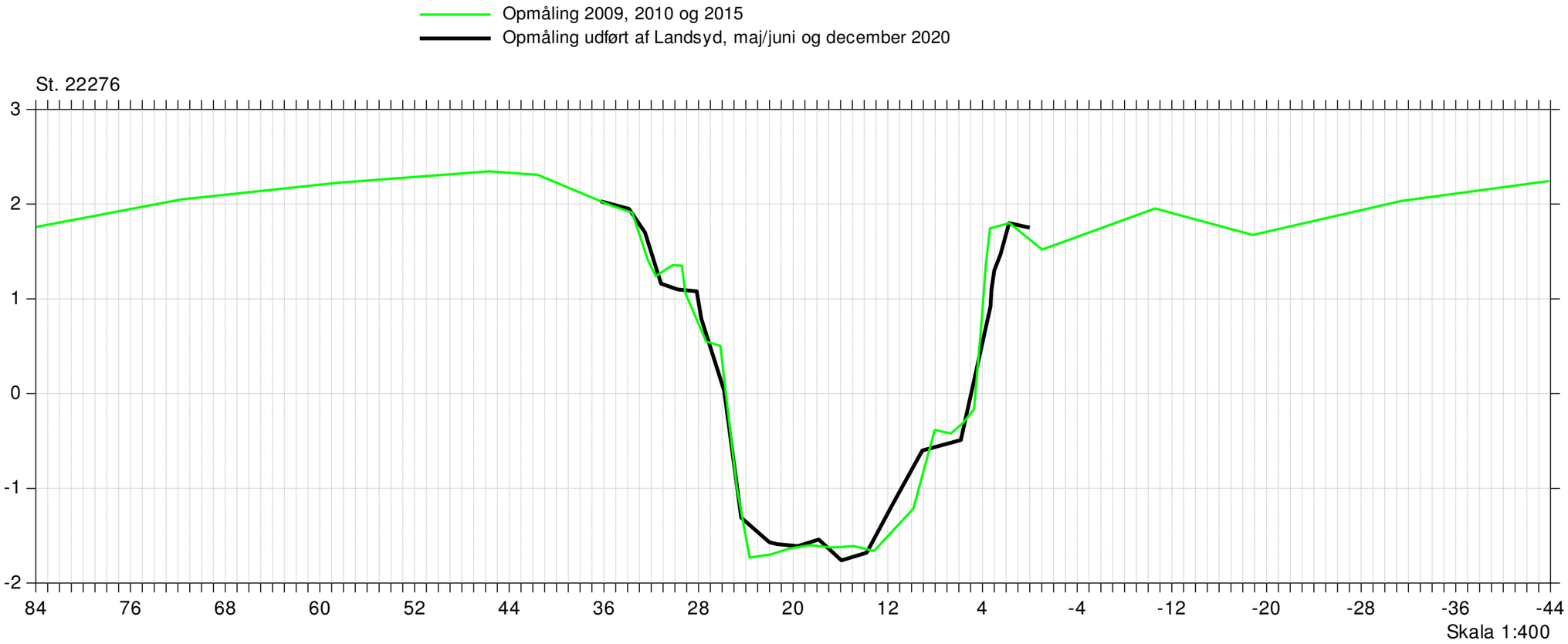


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

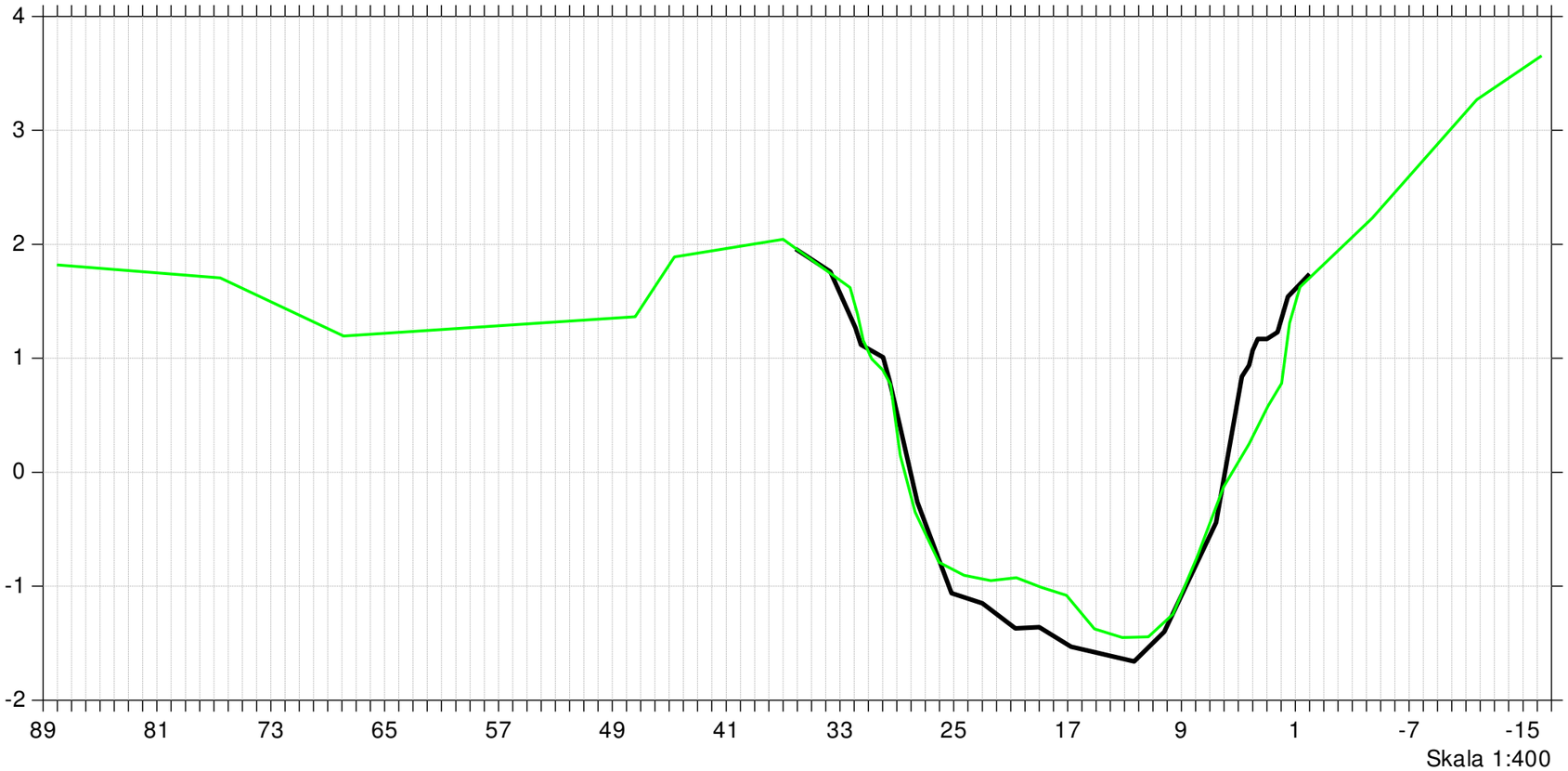
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 22545



Gudenåen

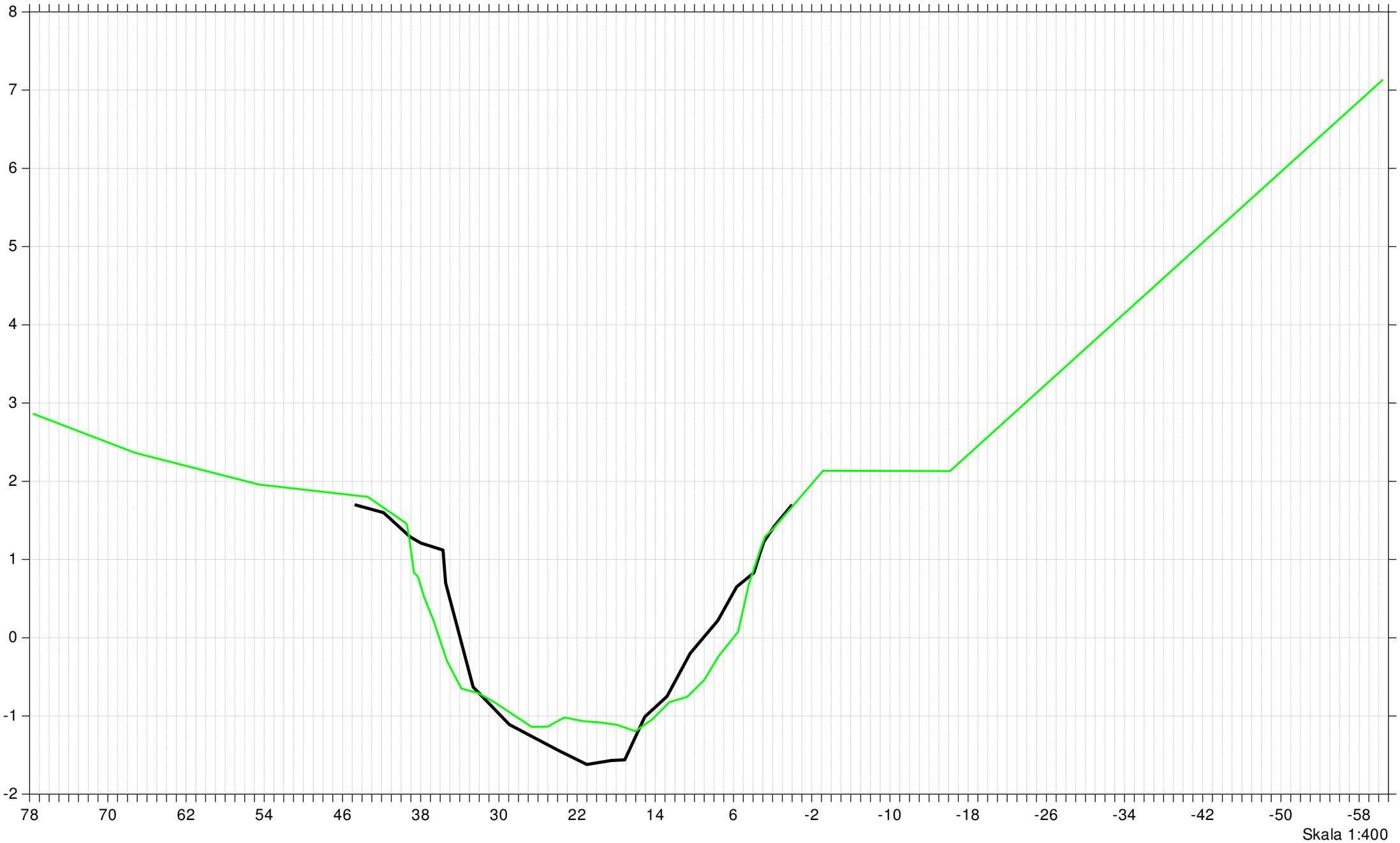
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 22761



VASP 11-02-2021 / KMJE ProjektID : 3154-13794

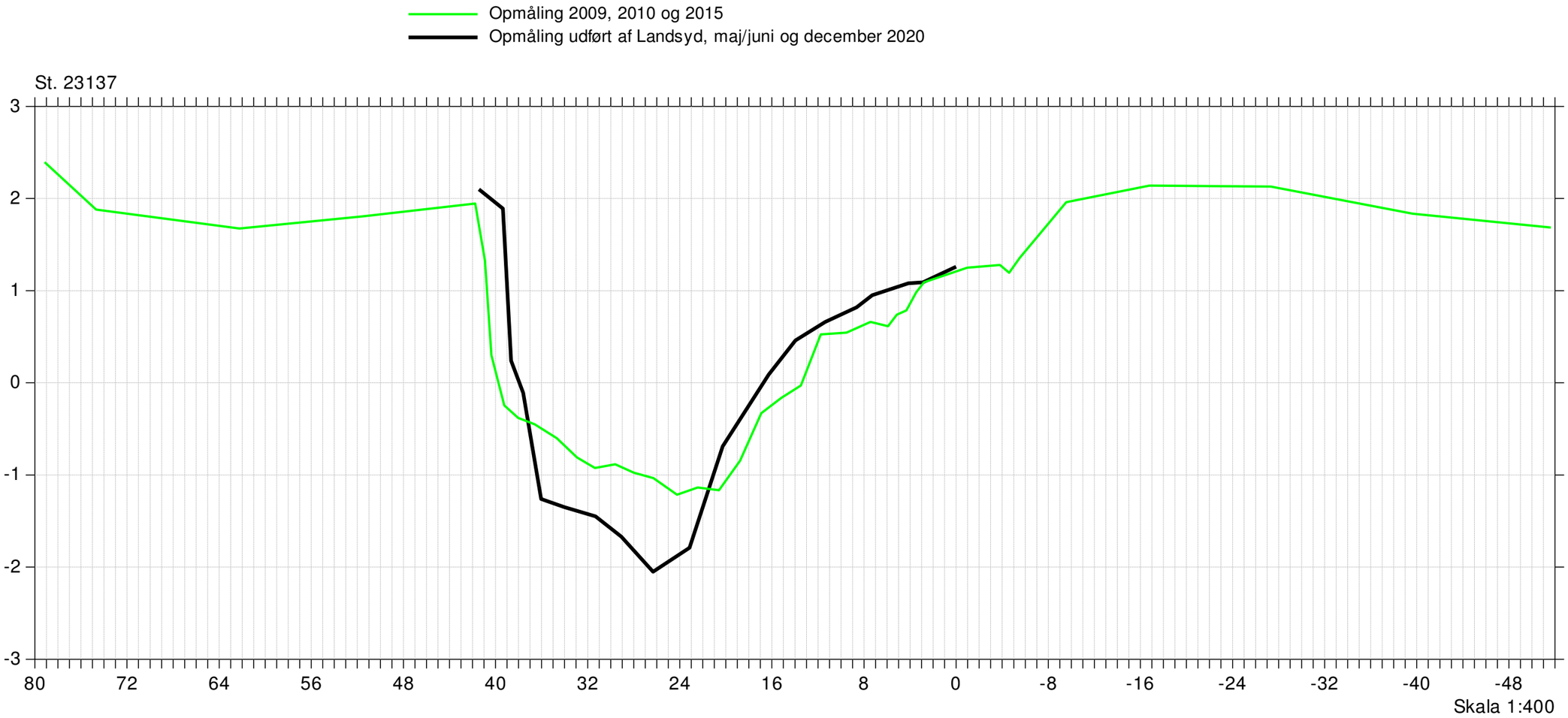
Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

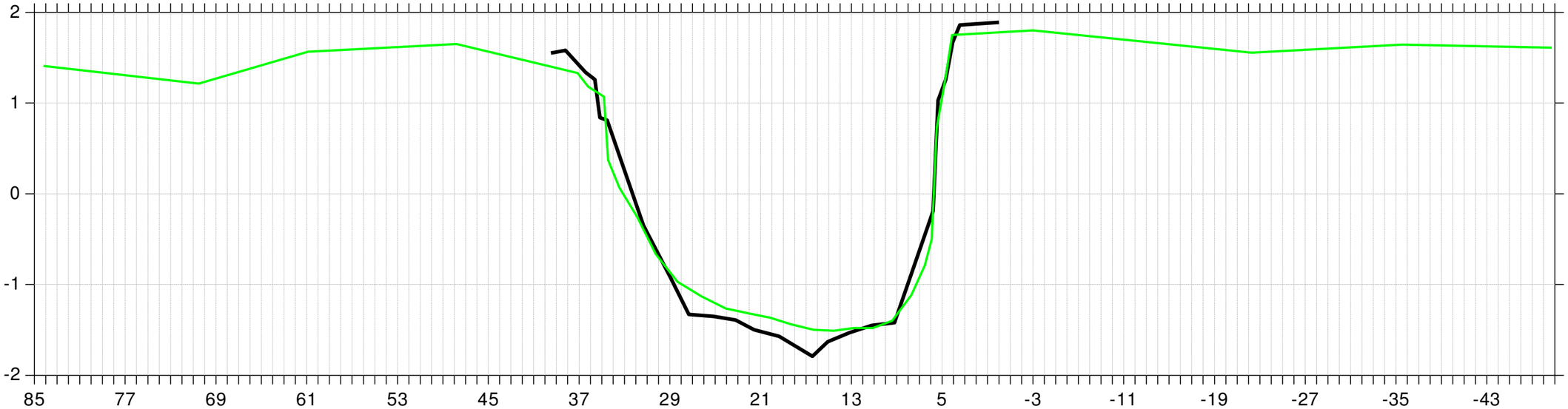
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 23340



Skala 1:400

Gudenåen

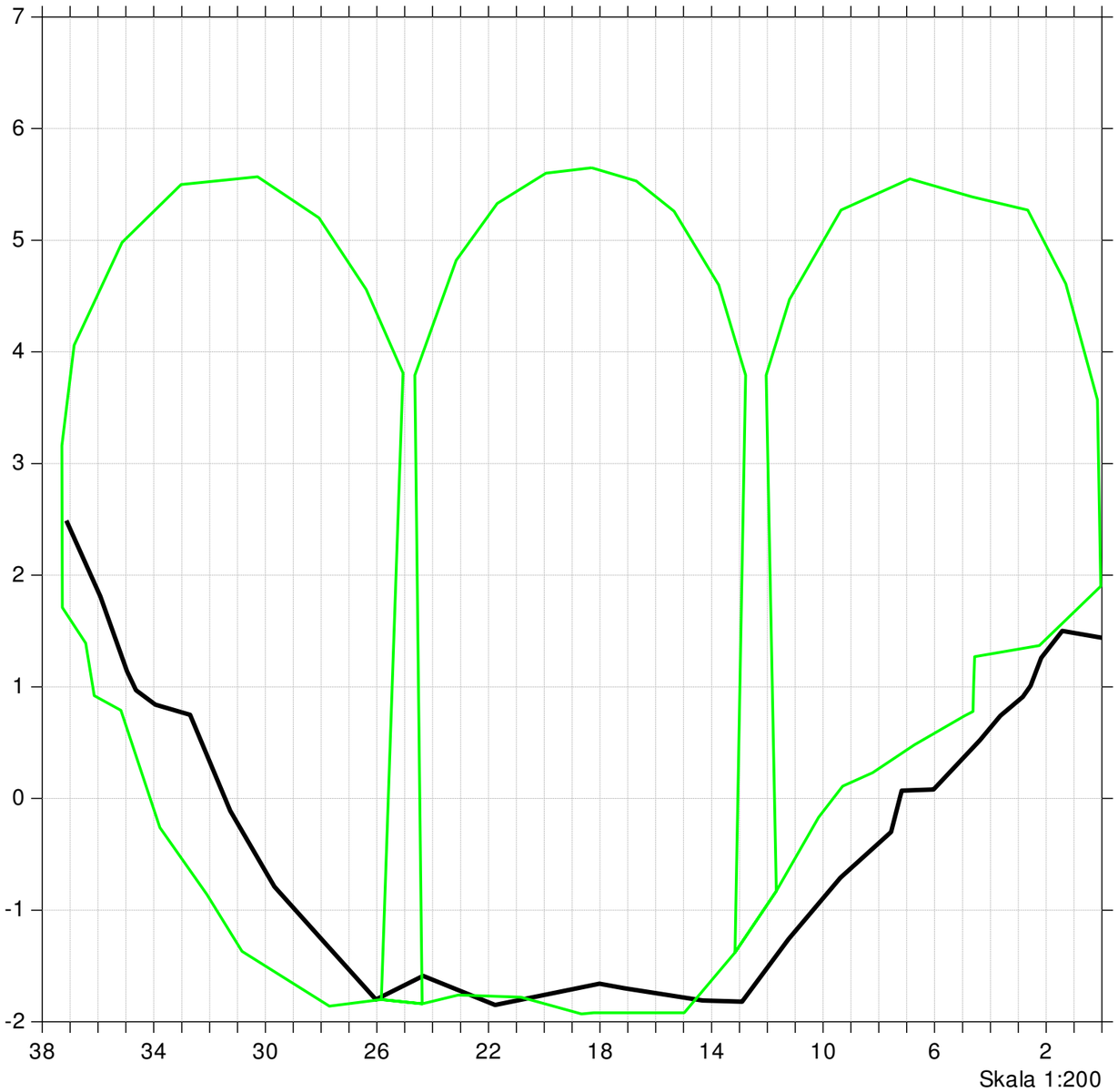
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 23568



VASP 11-02-2021 / KMJE ProjektID : 3154-13794

Gudenåen

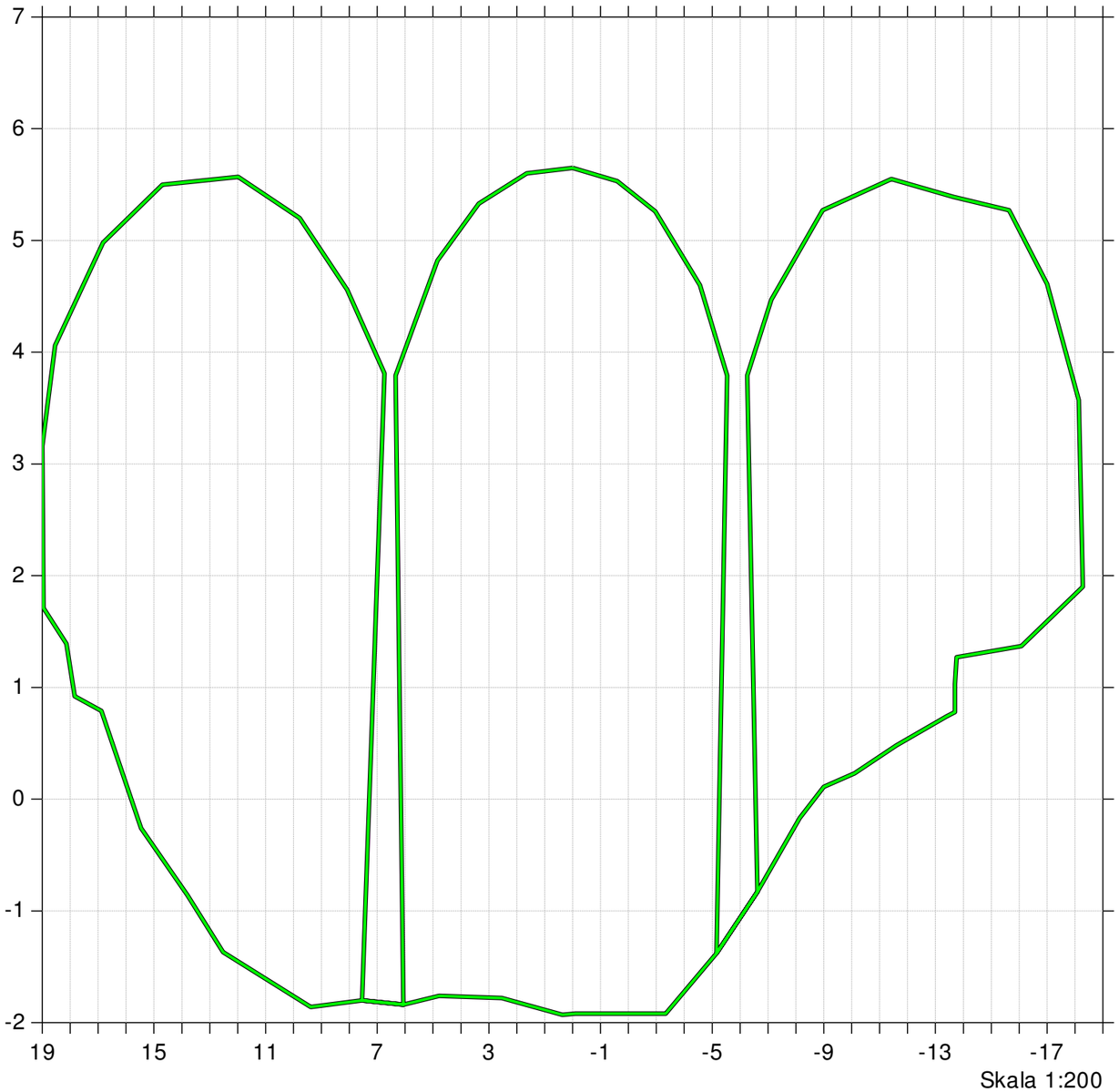
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 23569



Gudenåen

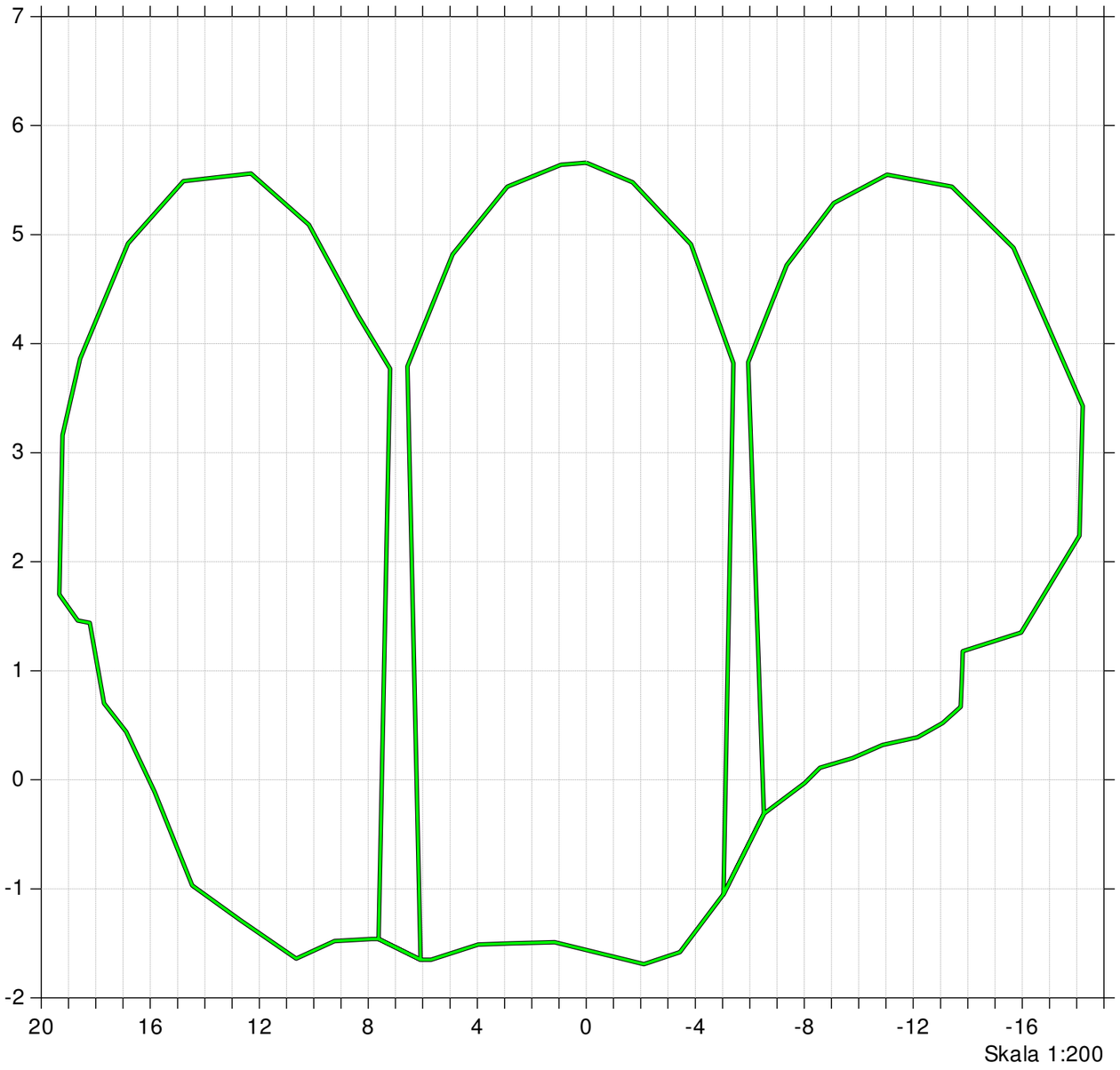
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 23576



Gudenåen

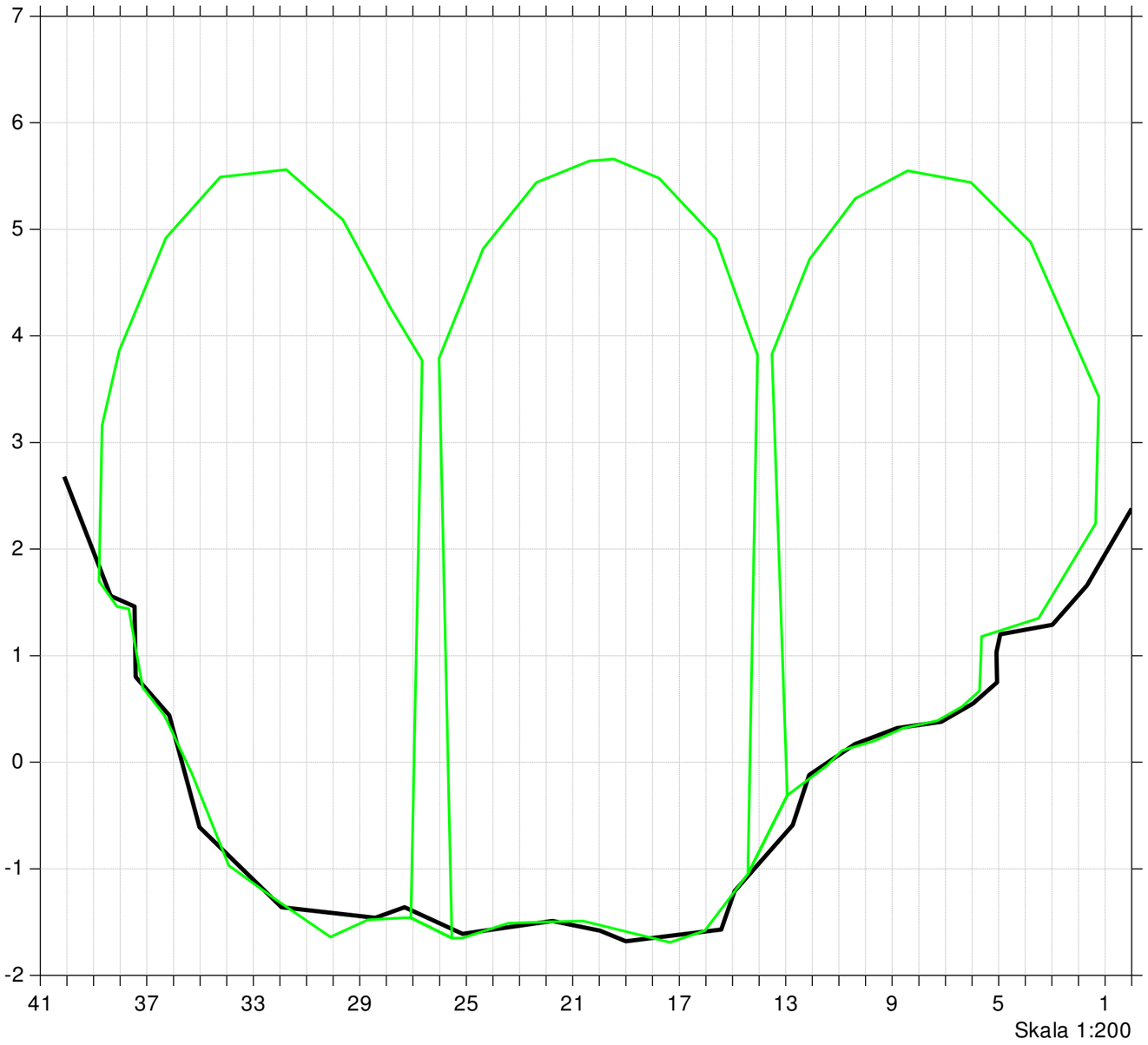
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 23577



Gudenåen

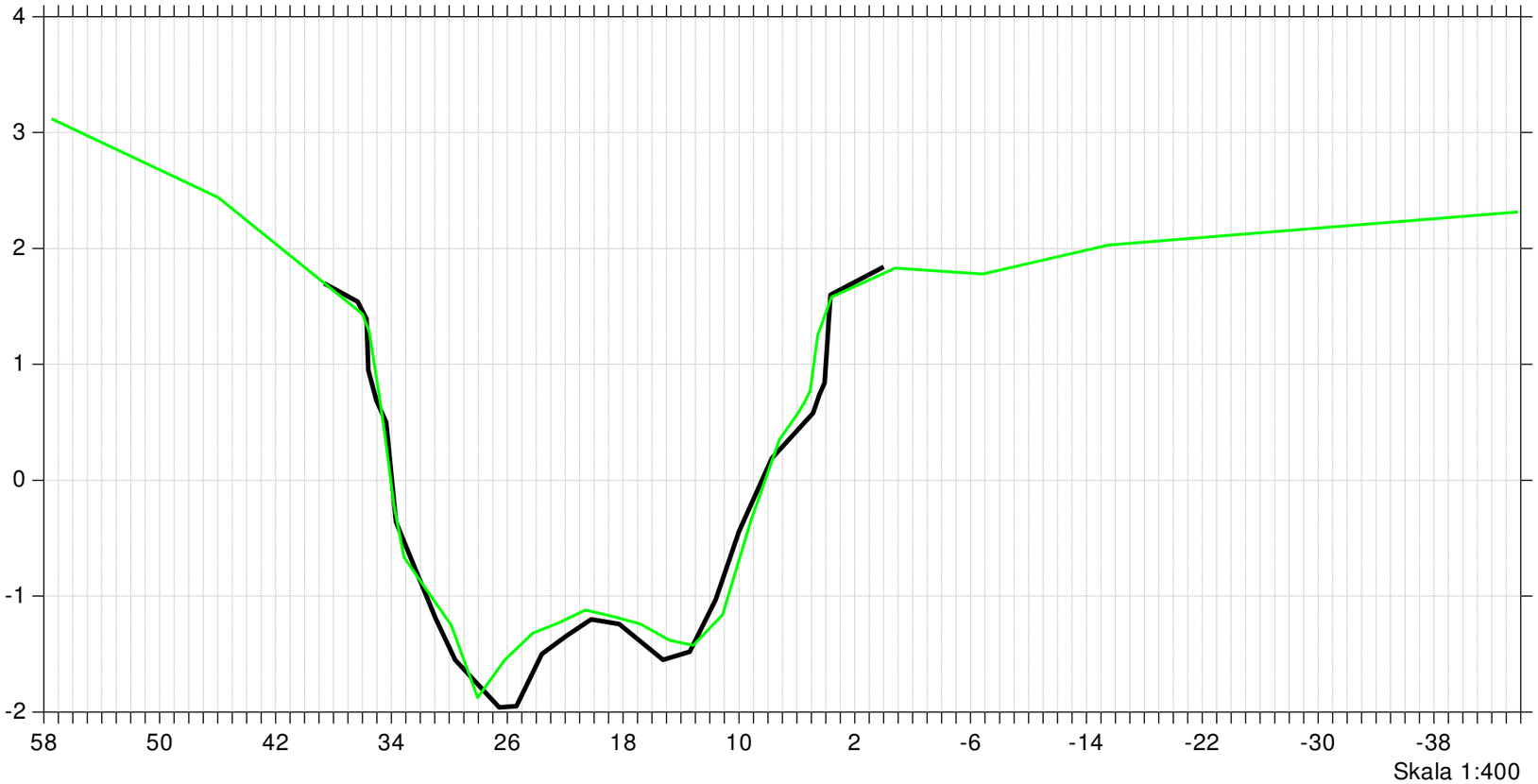
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 23587



Gudenåen

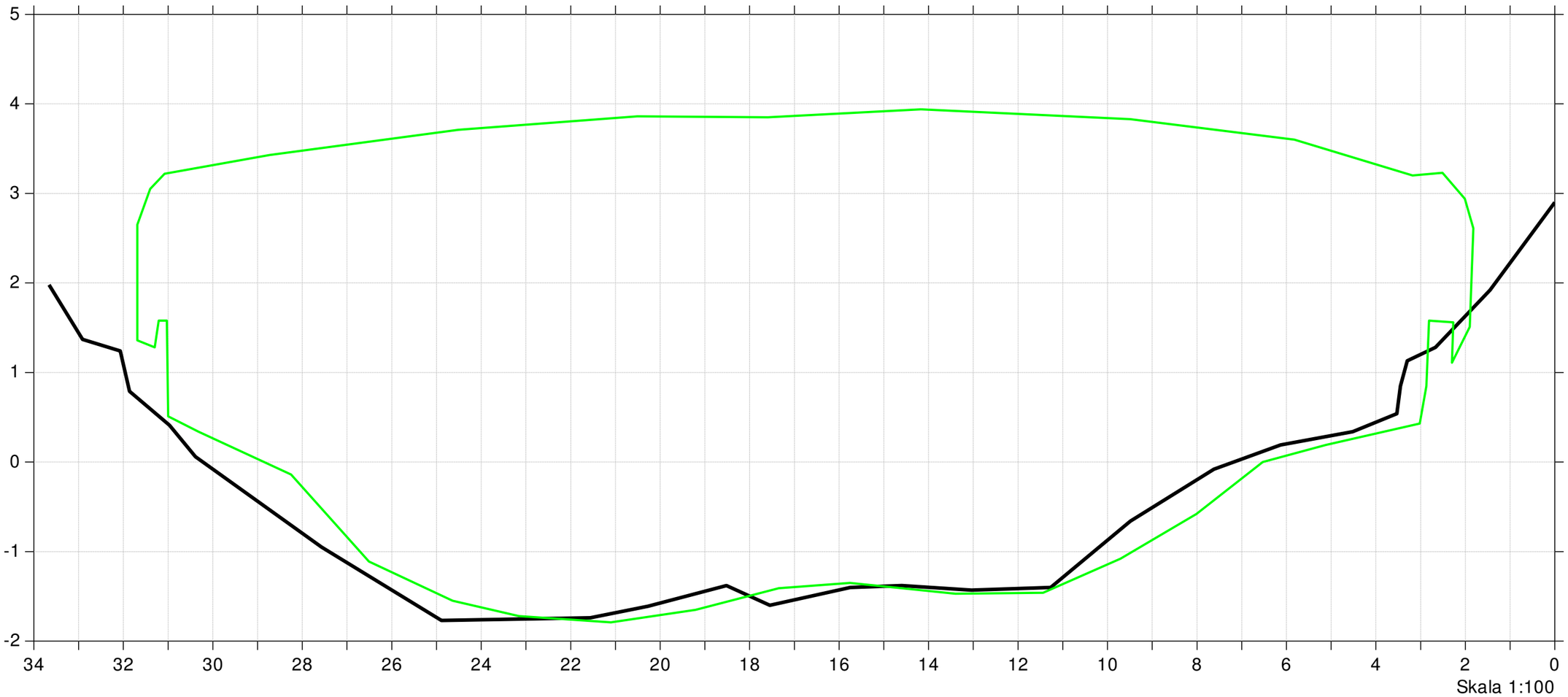
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 23600



Gudenåen

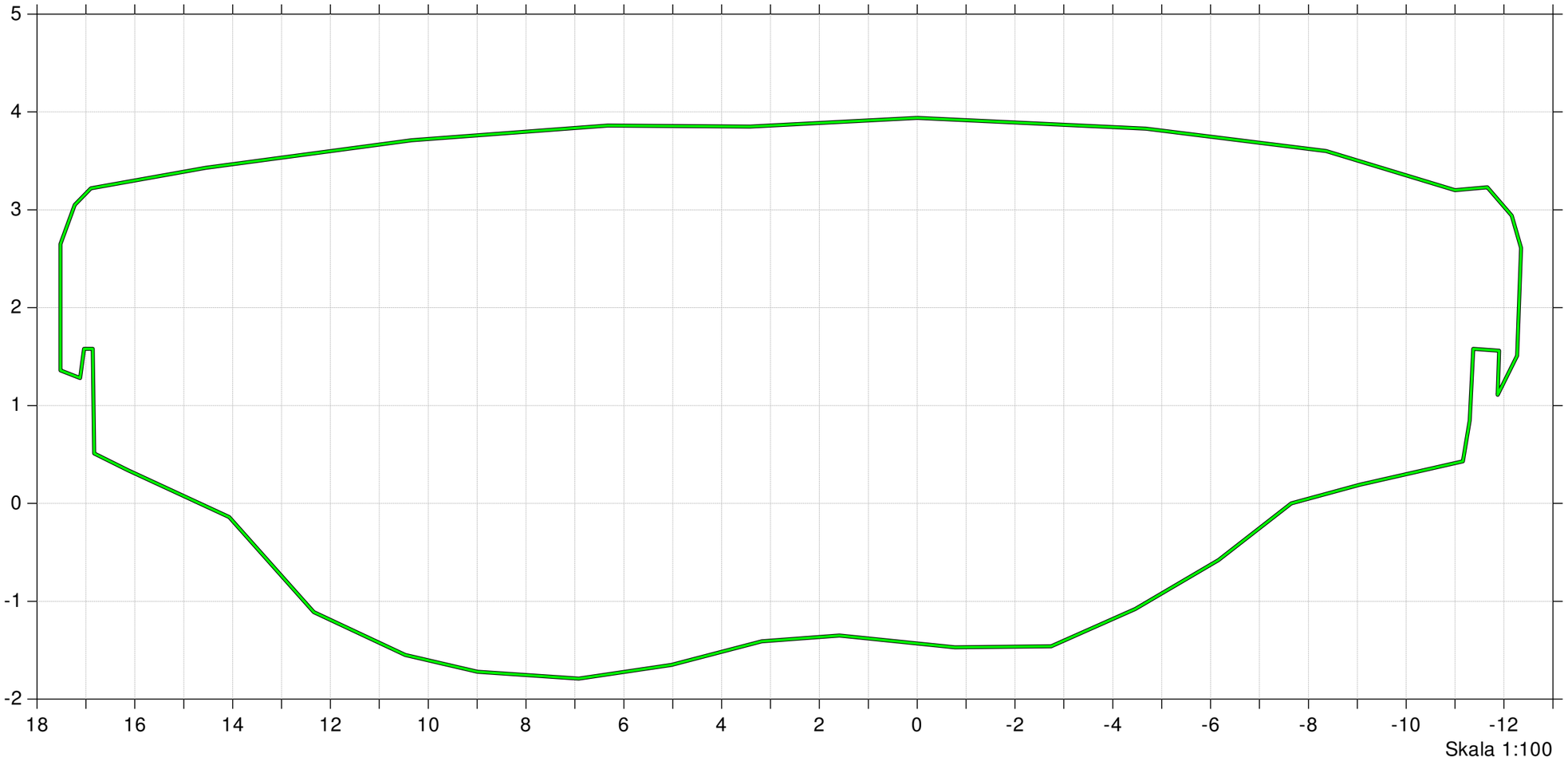
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 23601



Gudenåen

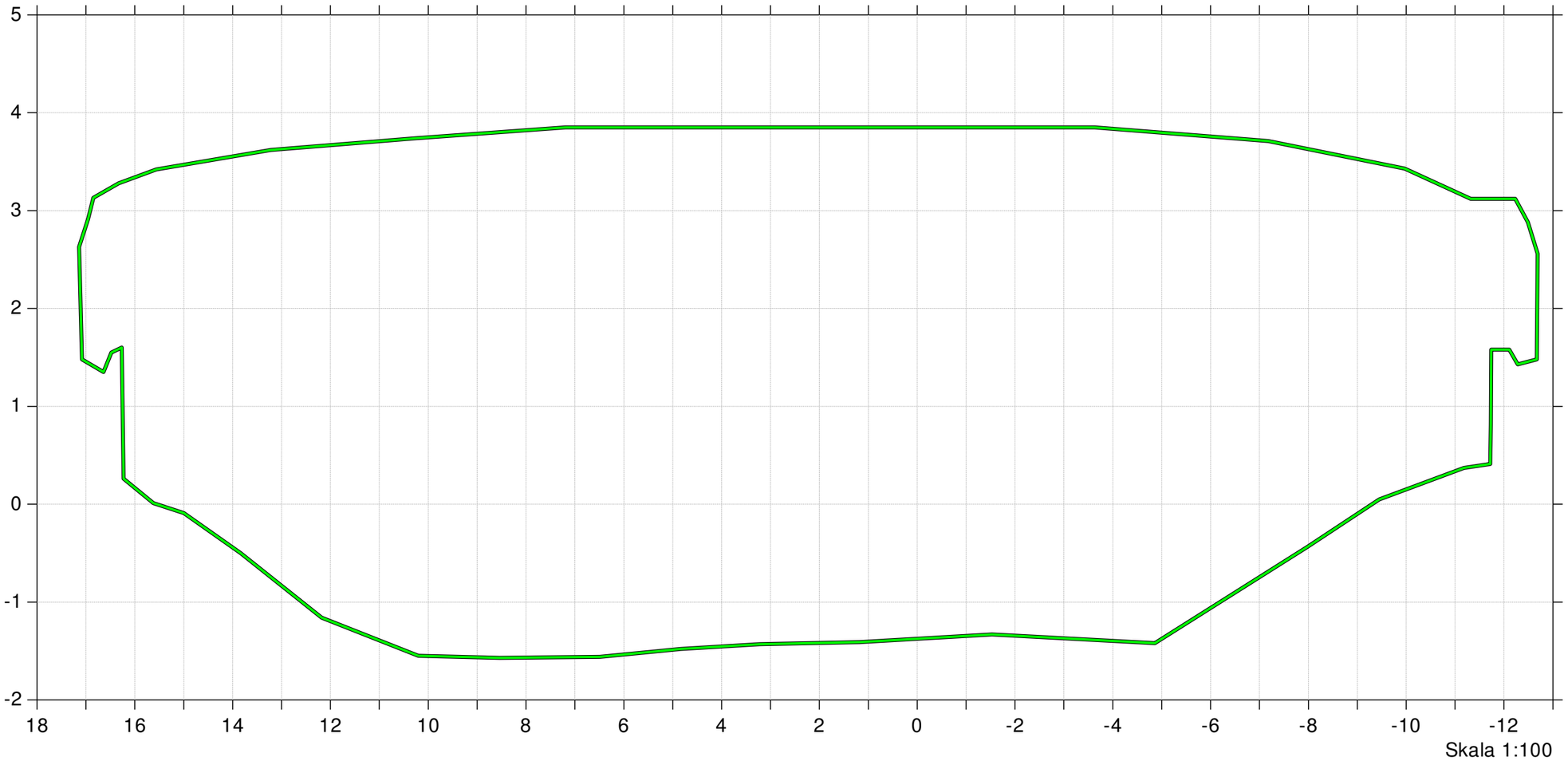
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 23614

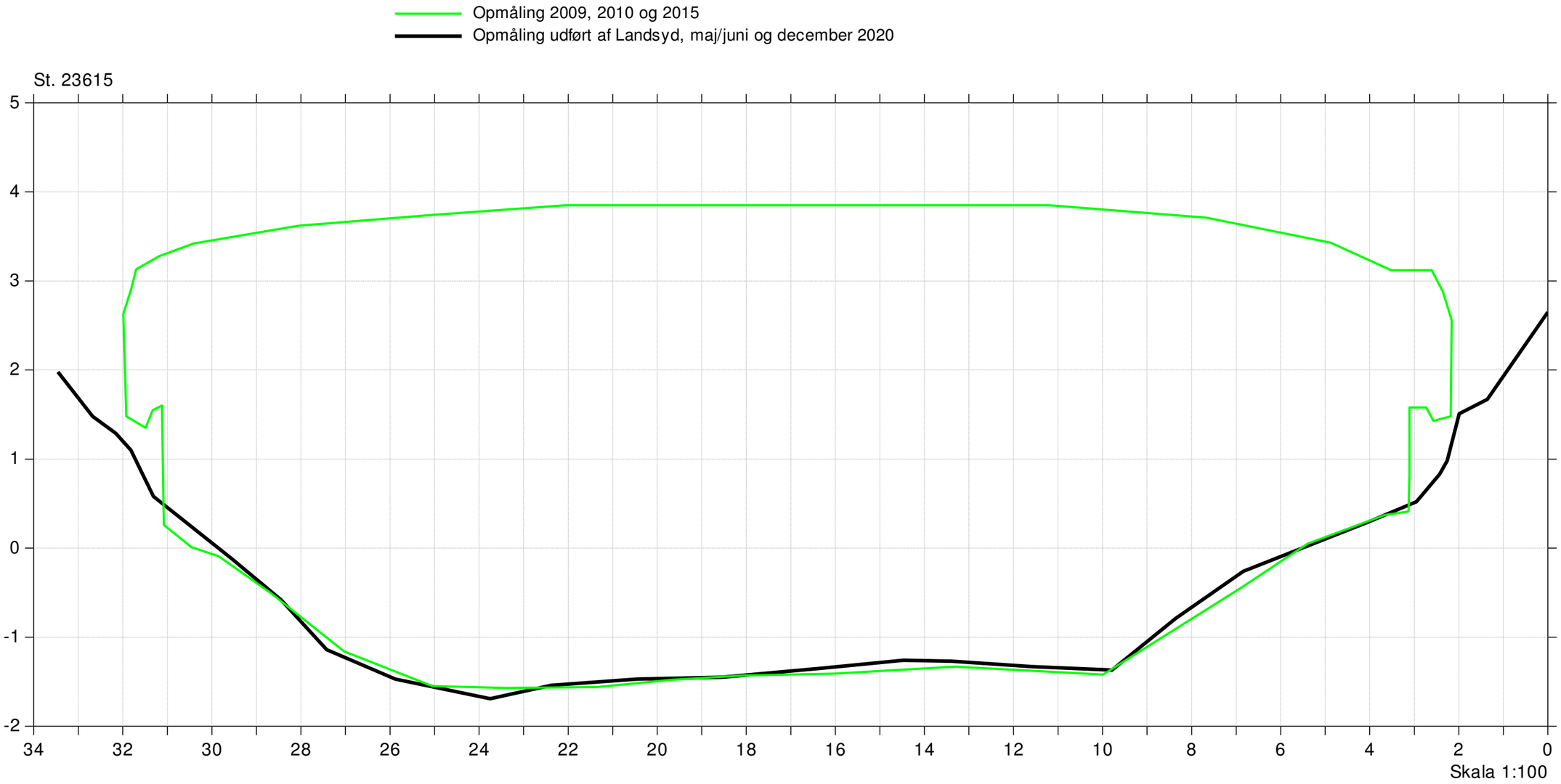


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

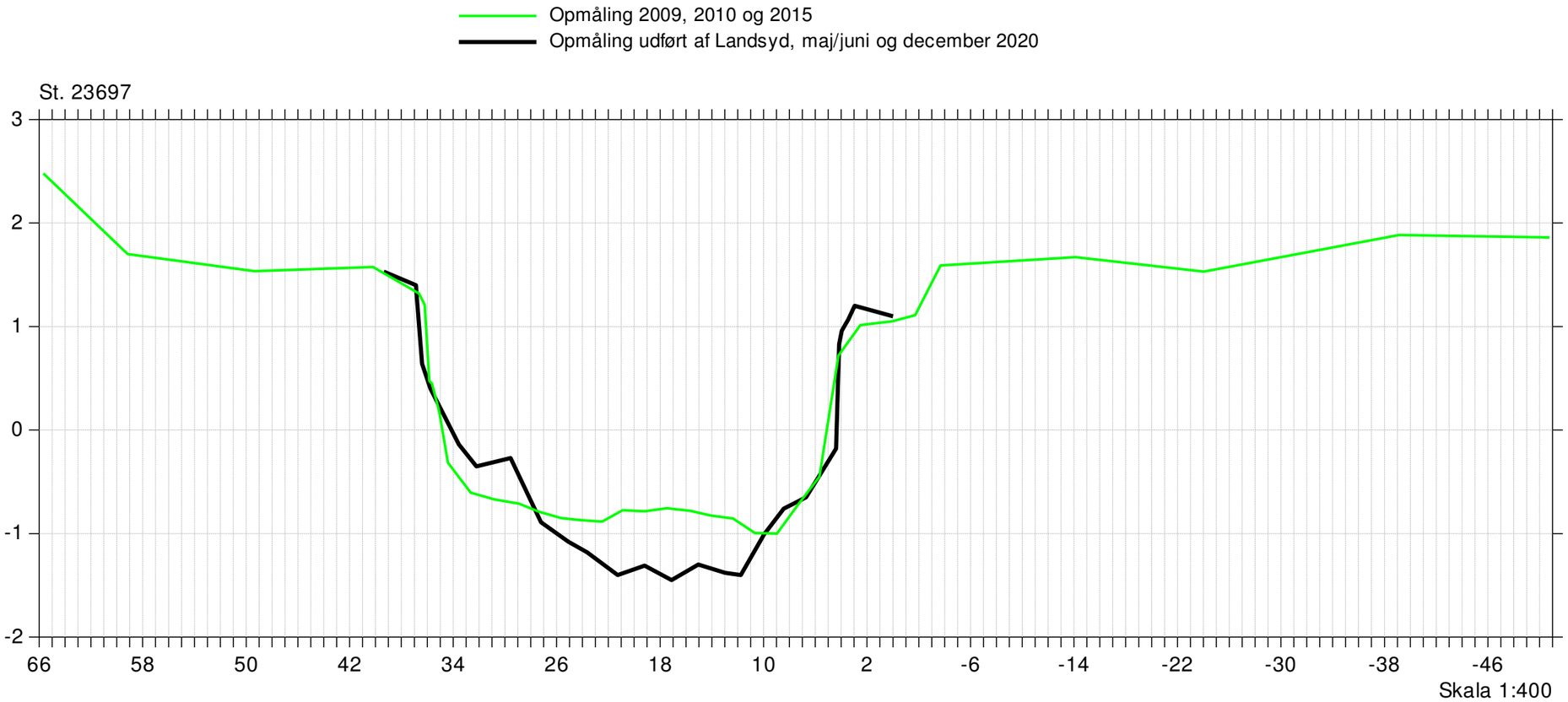


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

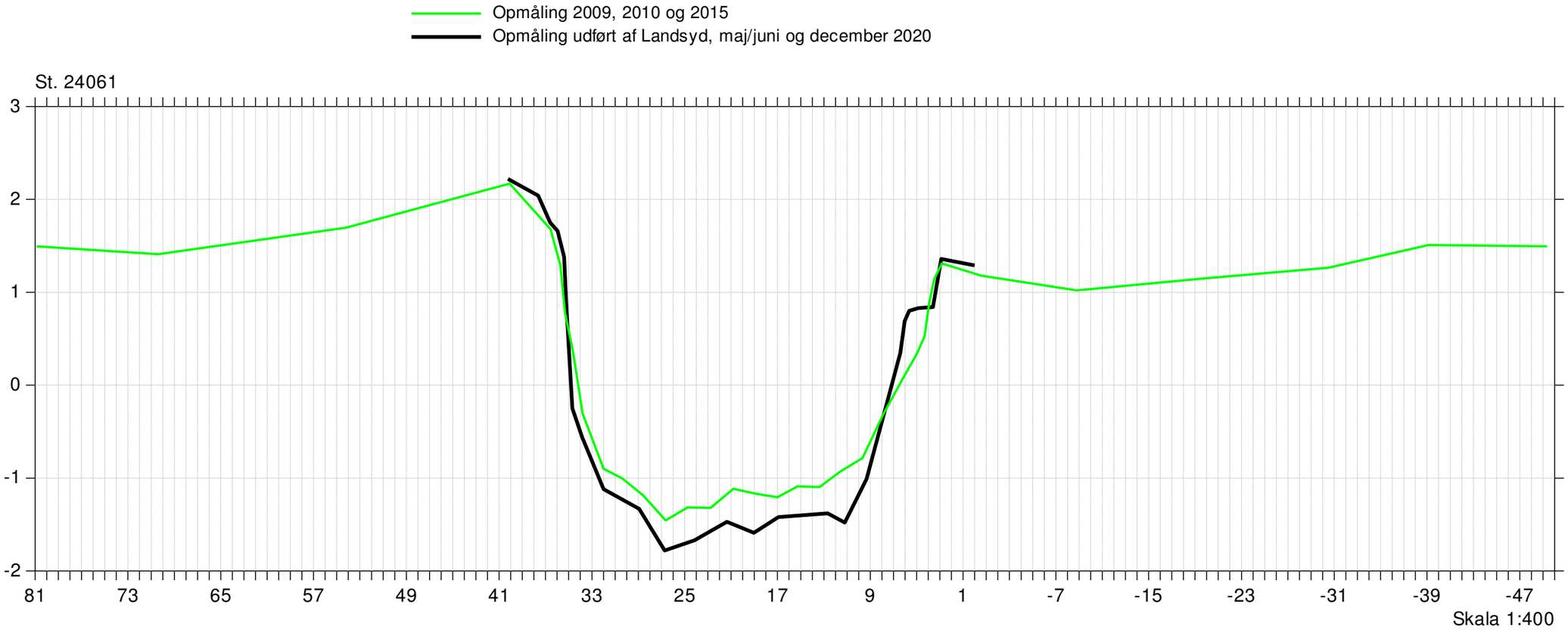


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

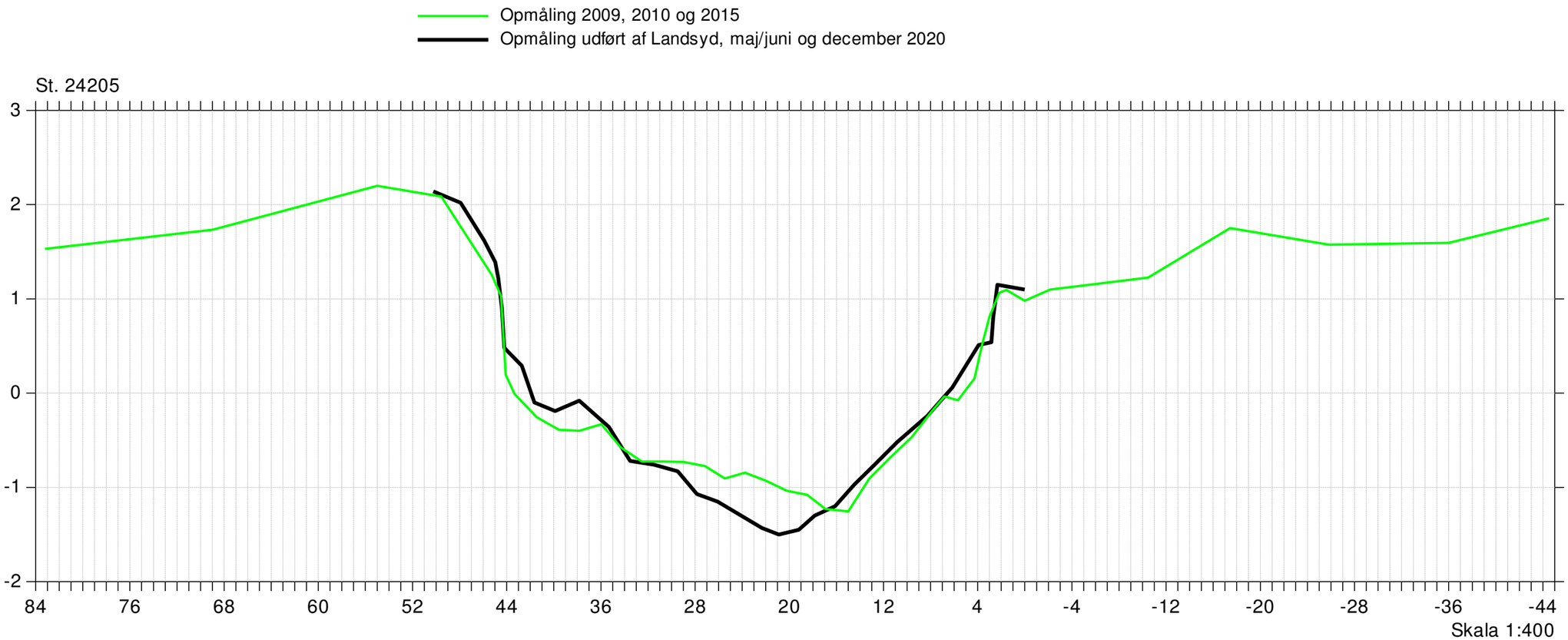


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

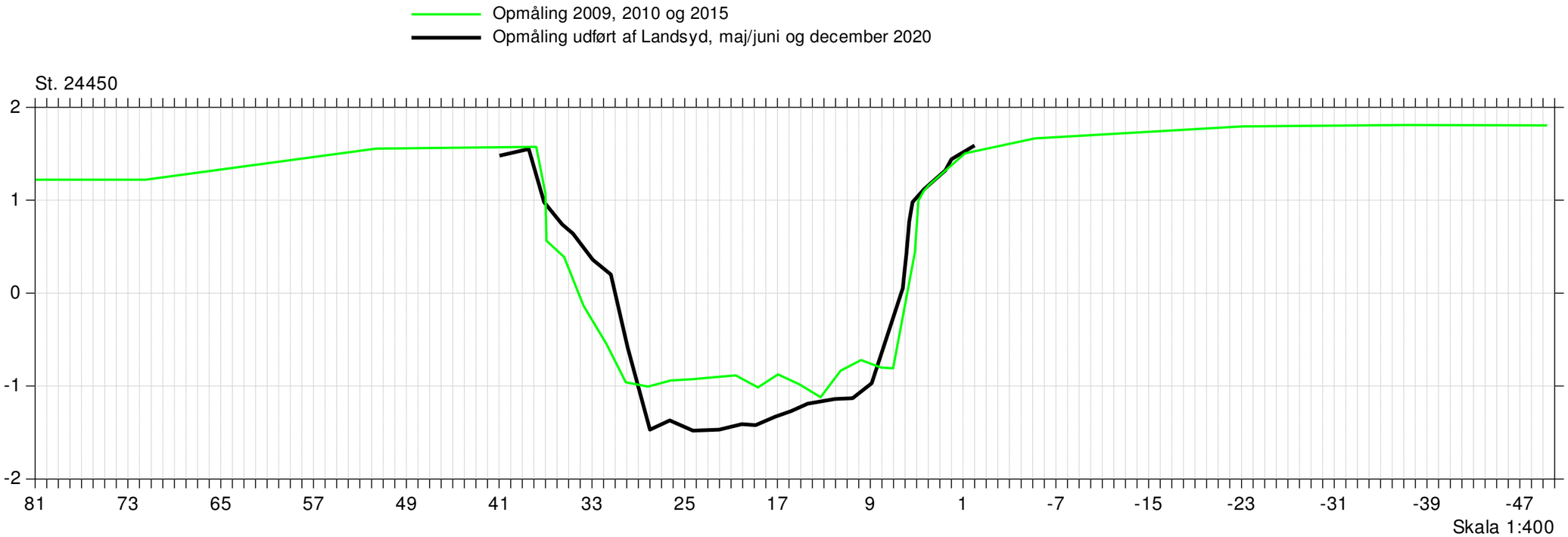


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

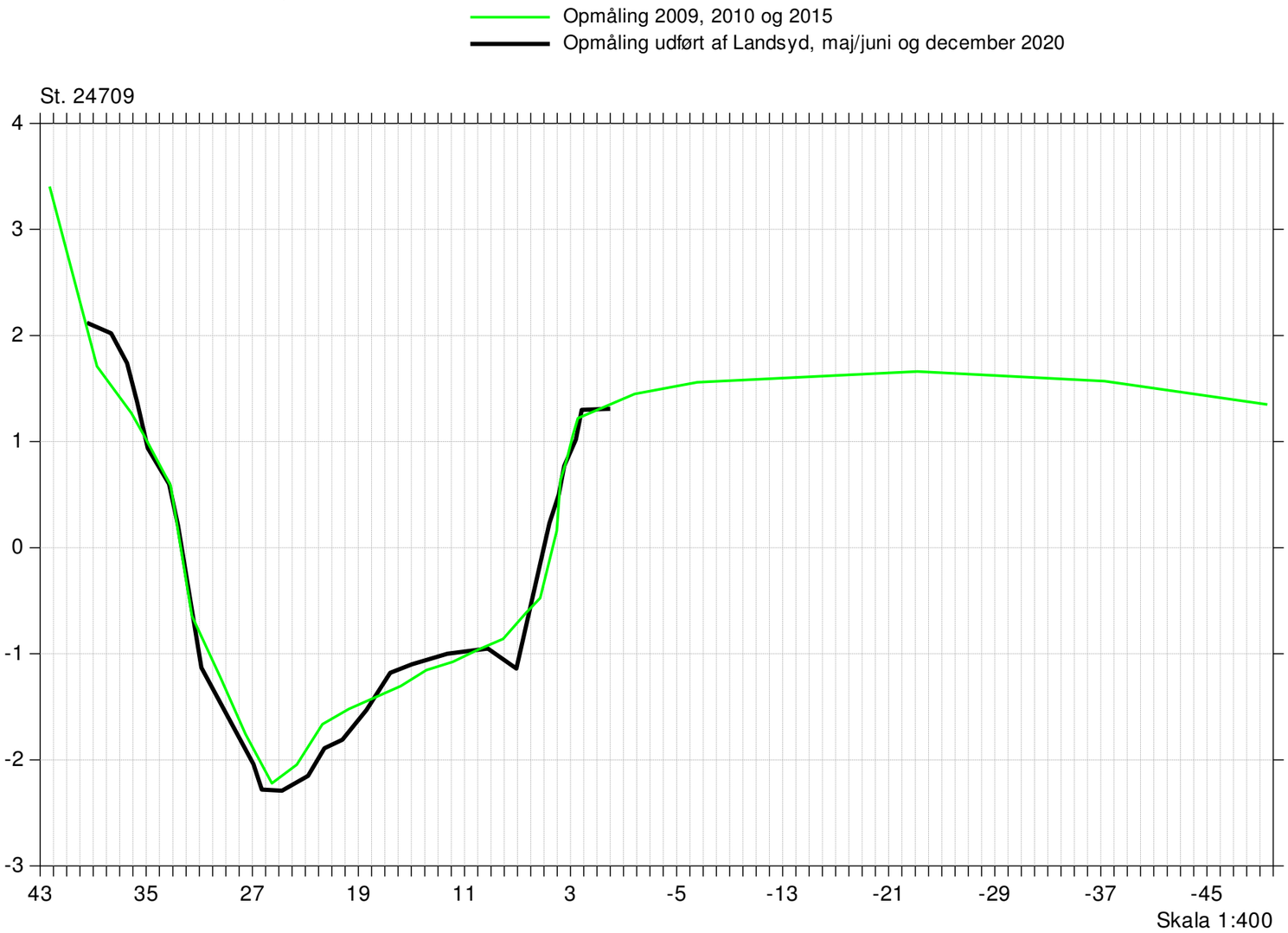


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

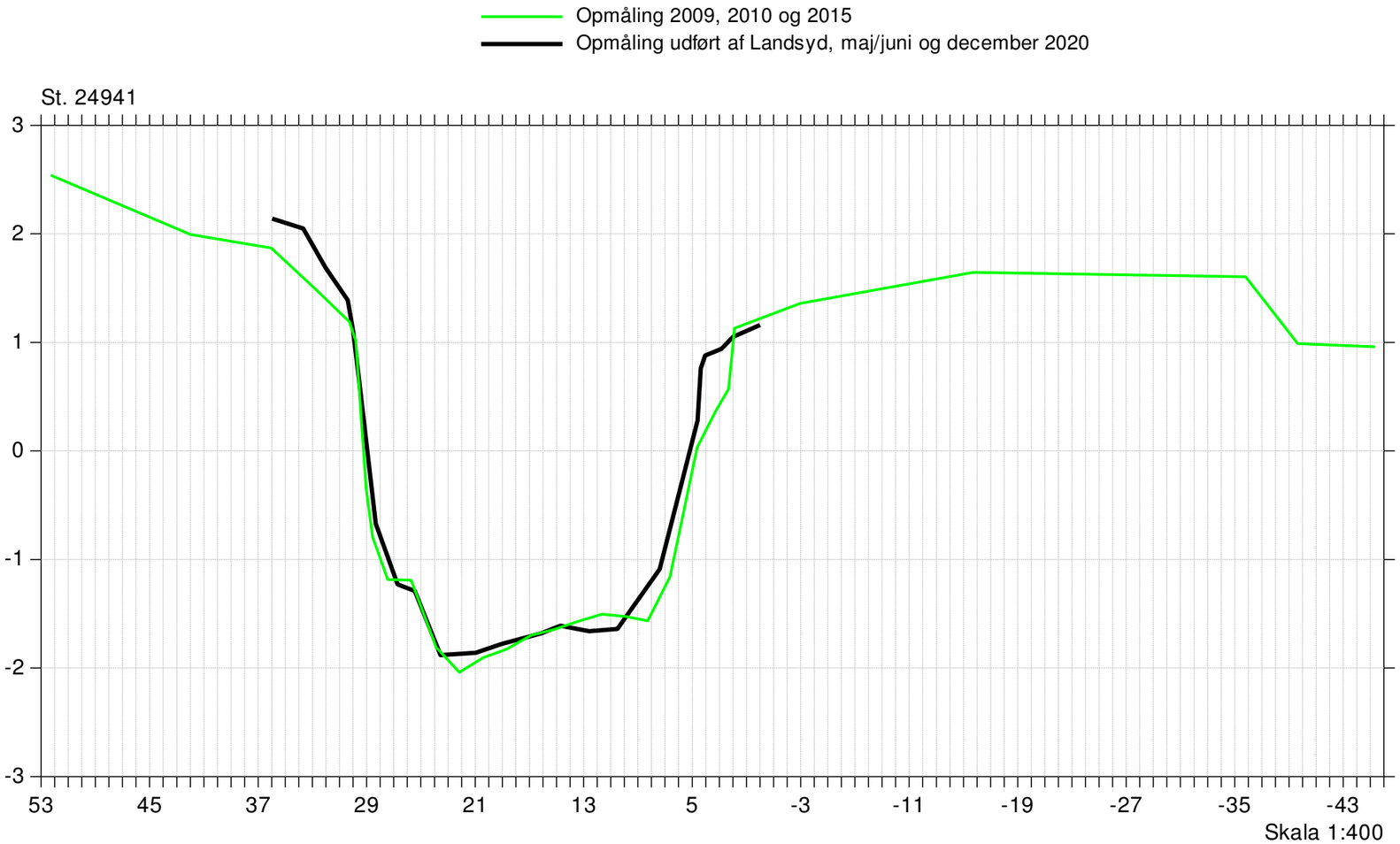


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

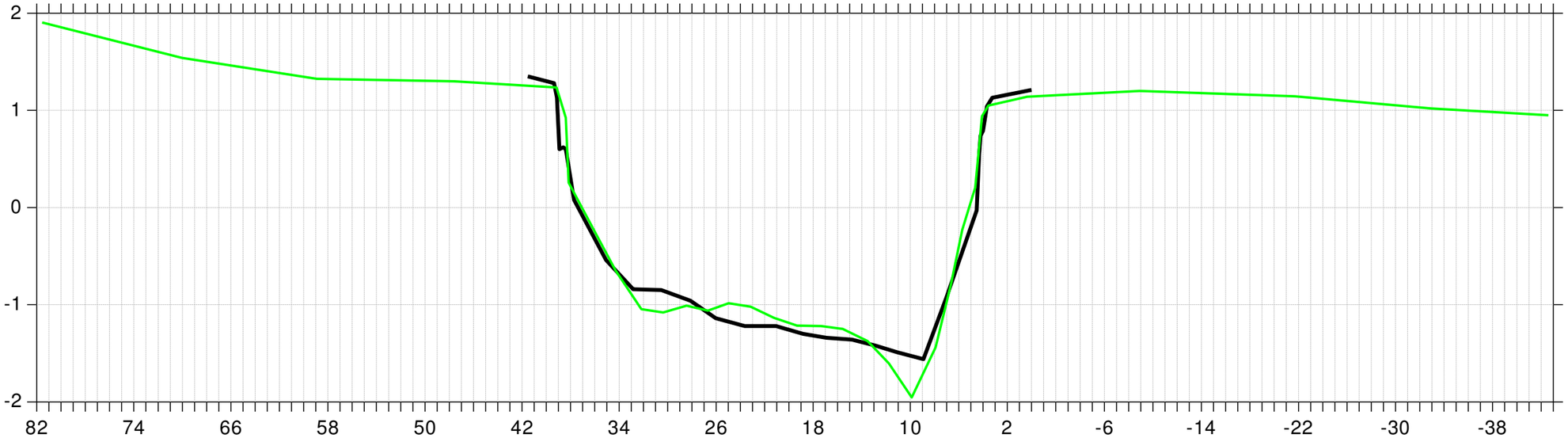
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 25191



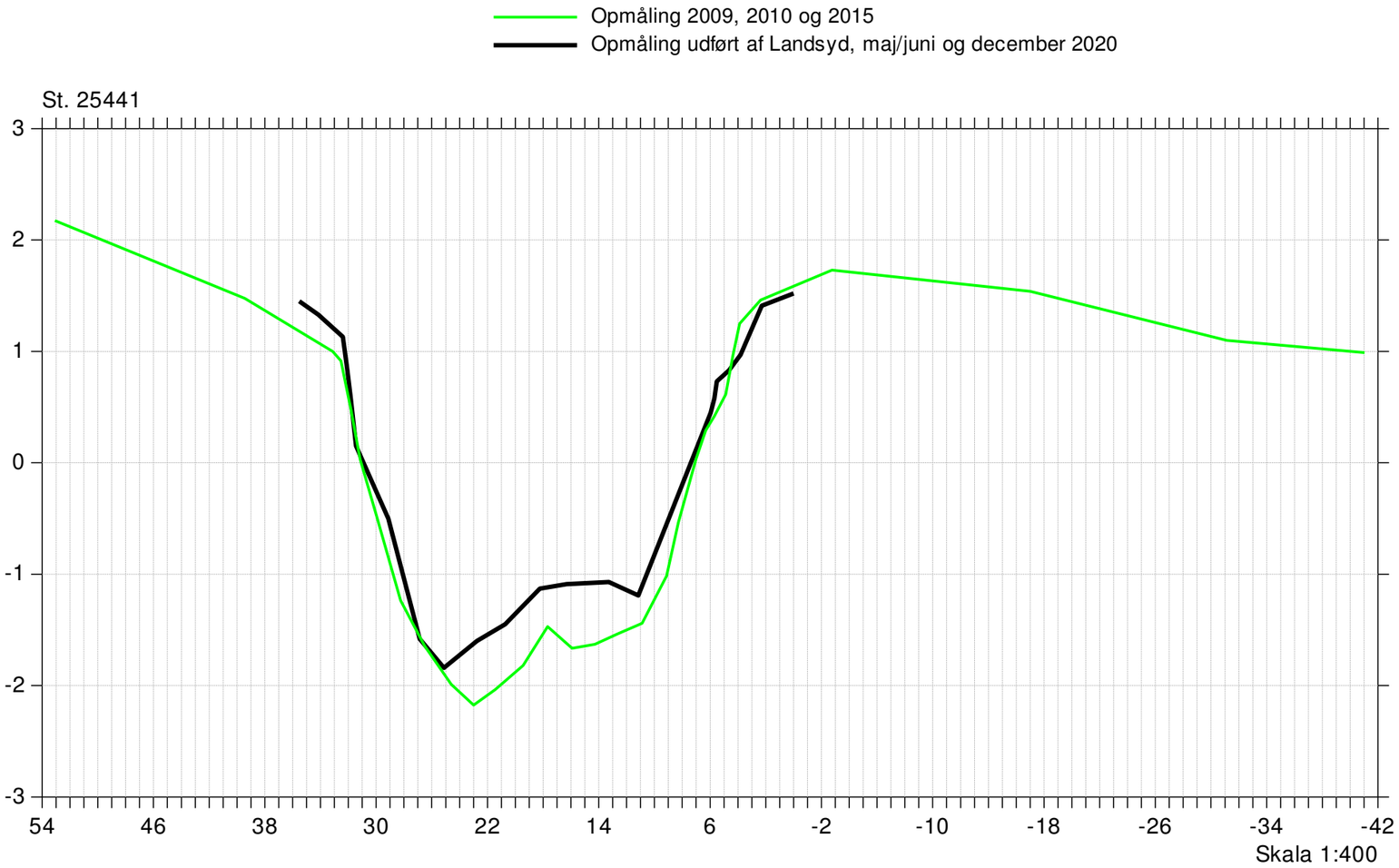
Skala 1:400

Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

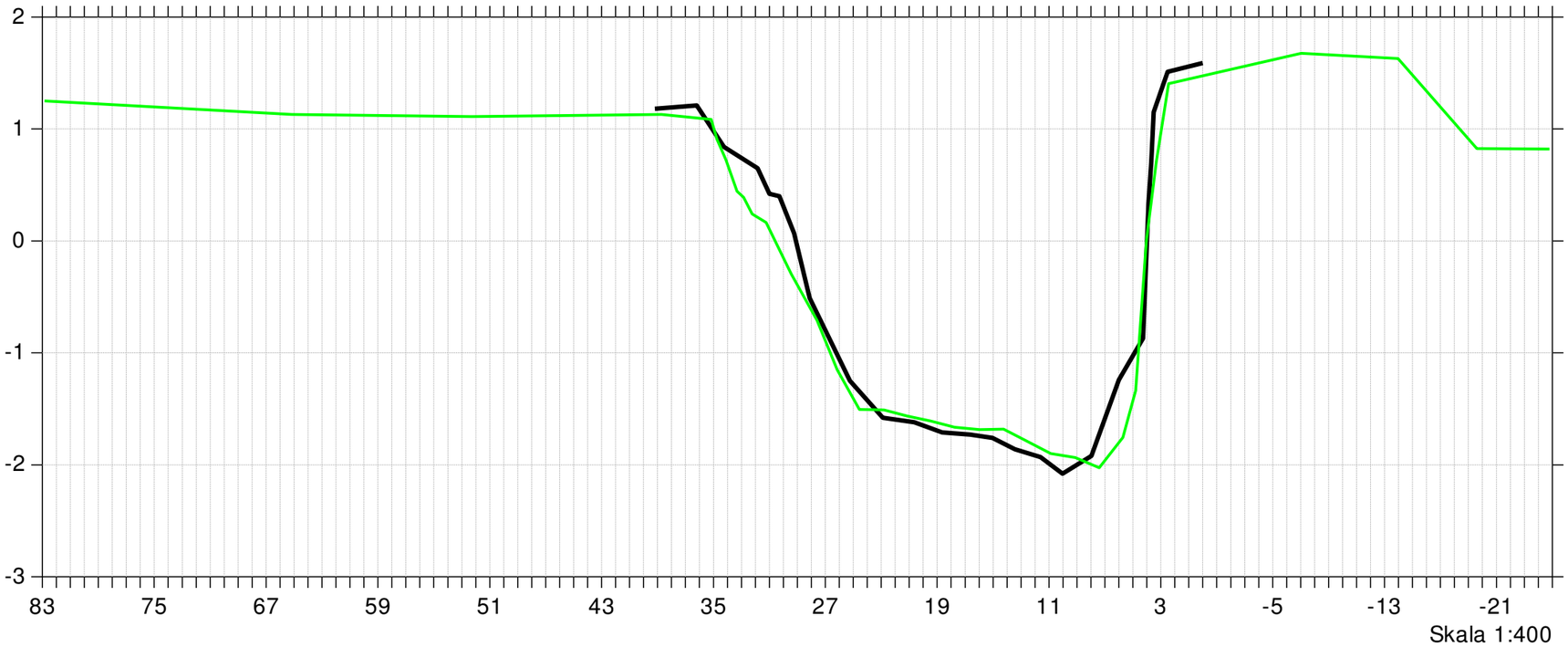
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 25662

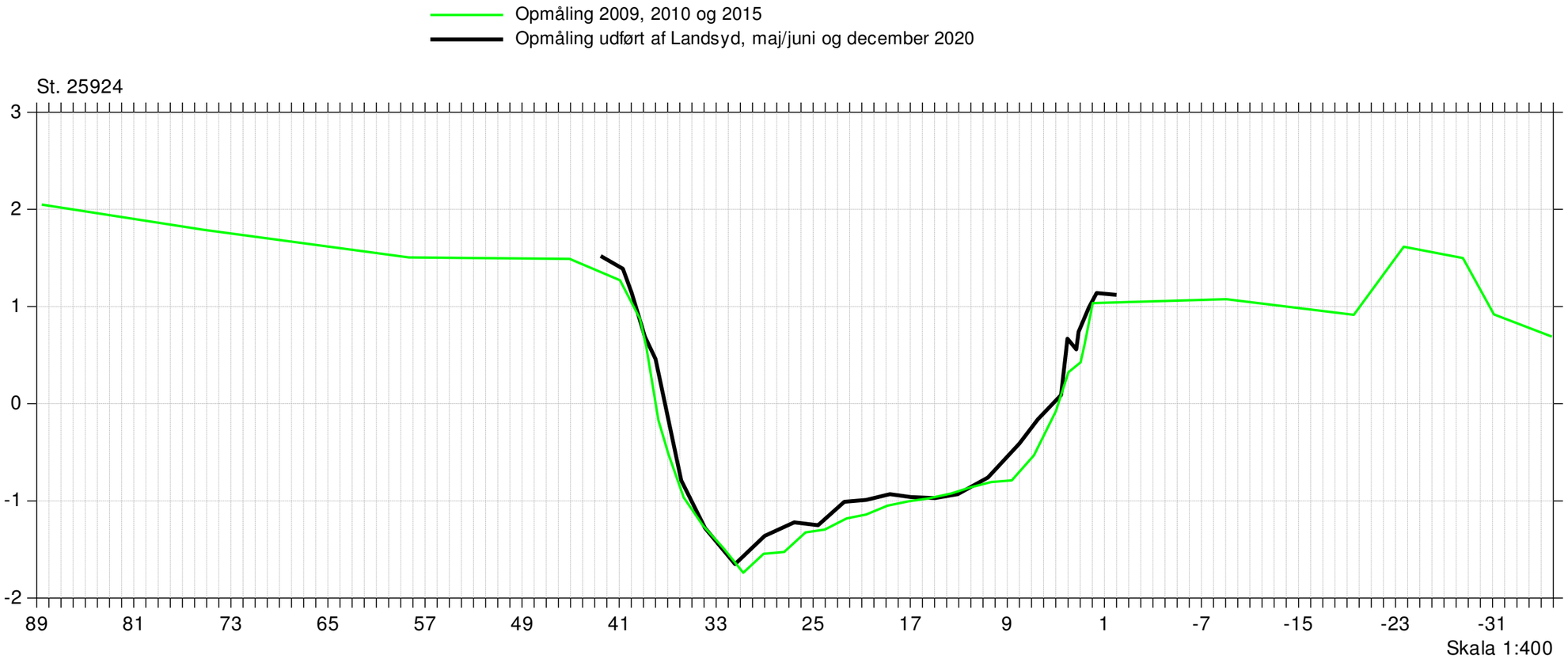


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

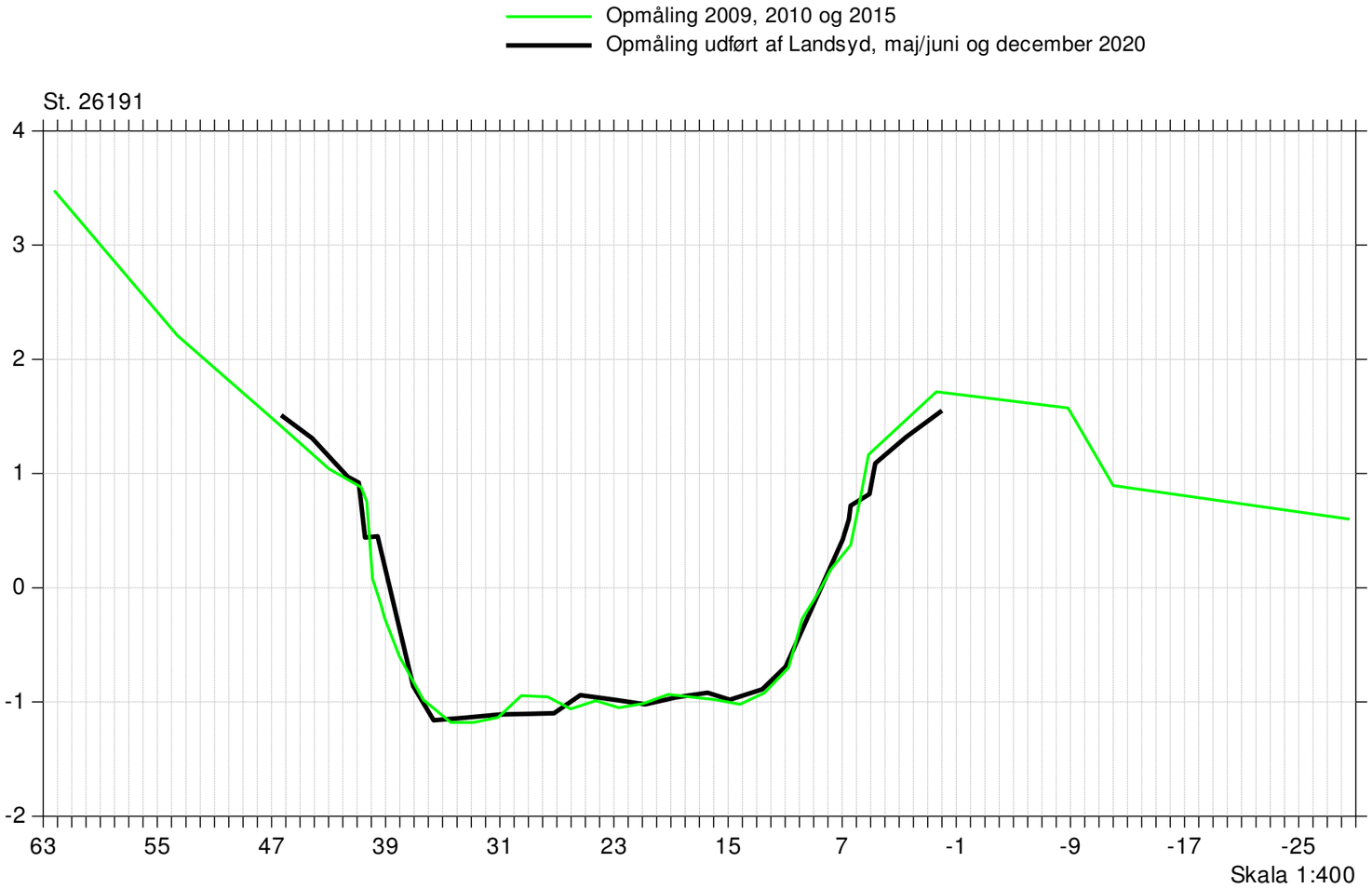


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

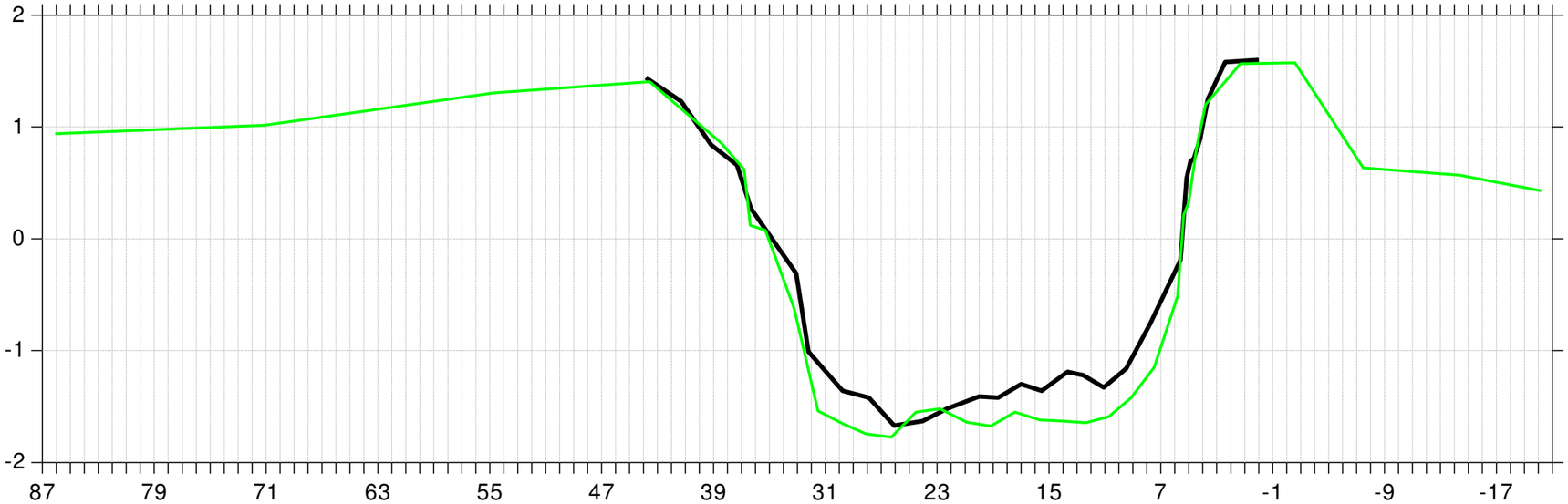
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

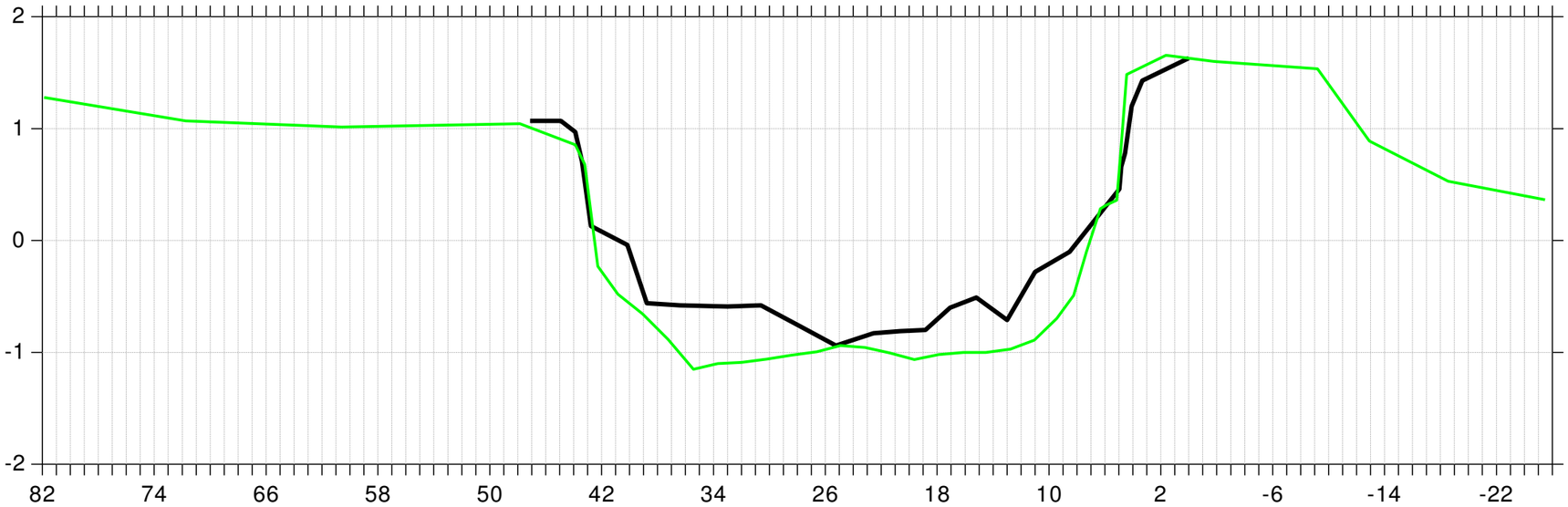
Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 26408



Skala 1:400

St. 26686



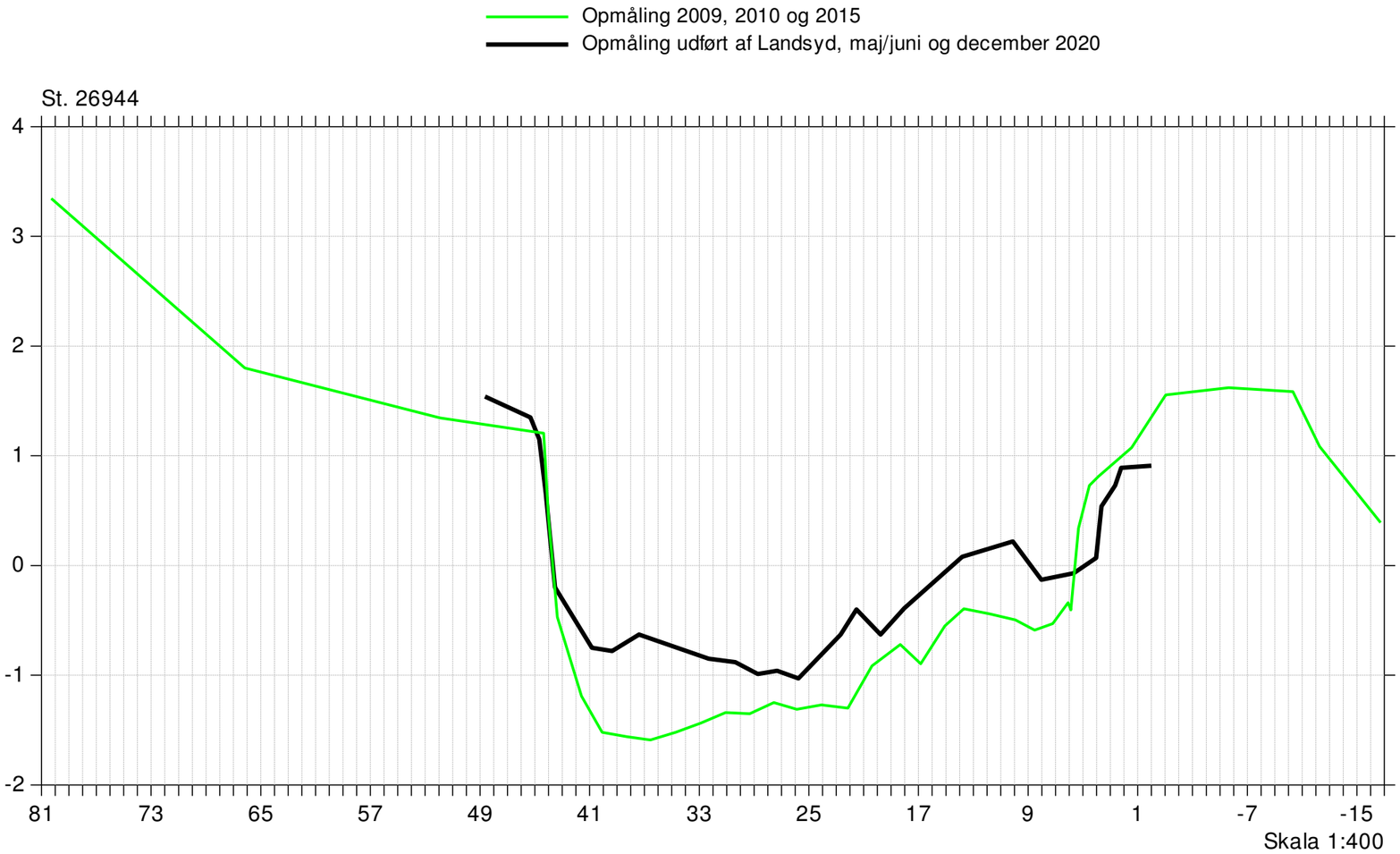
Skala 1:400

Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

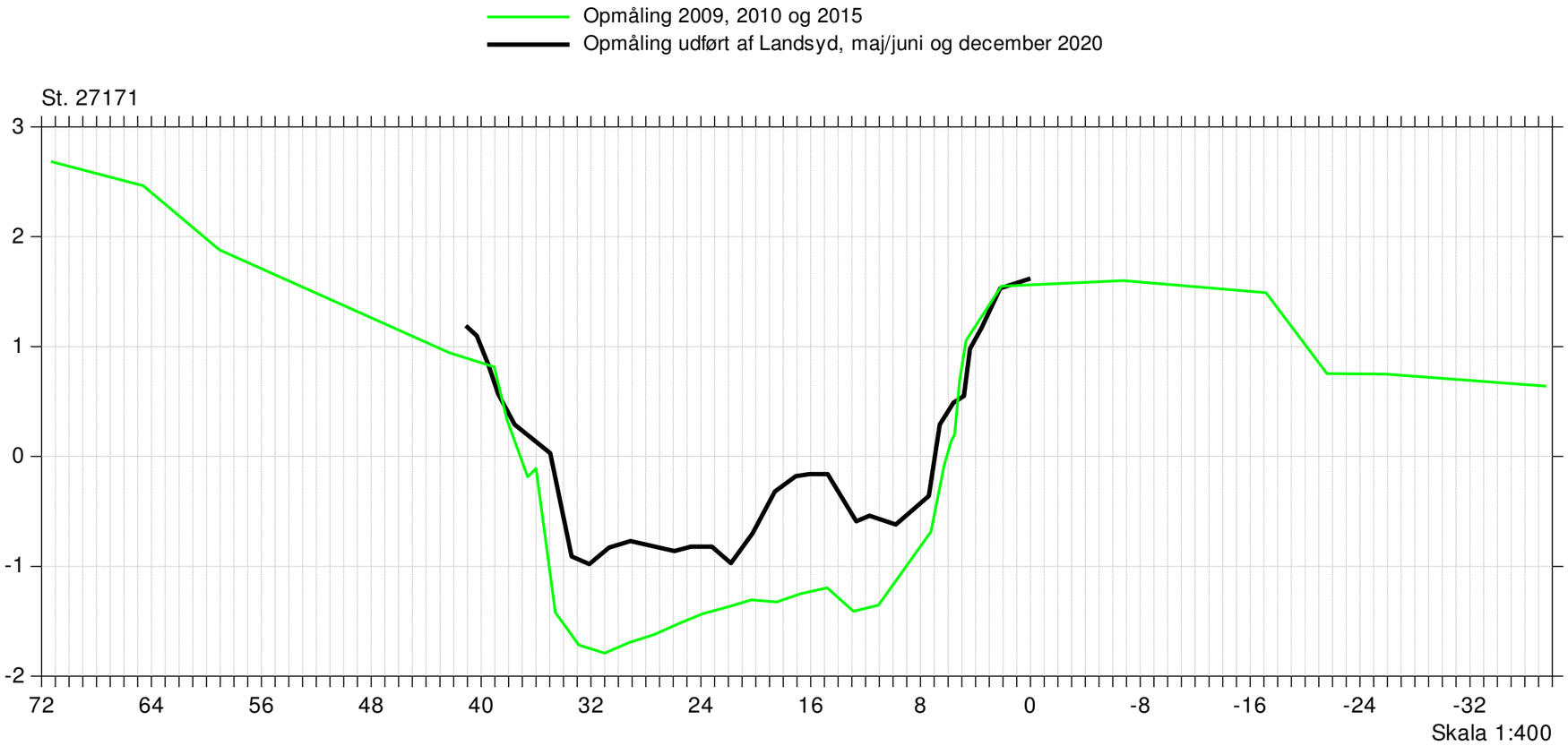


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

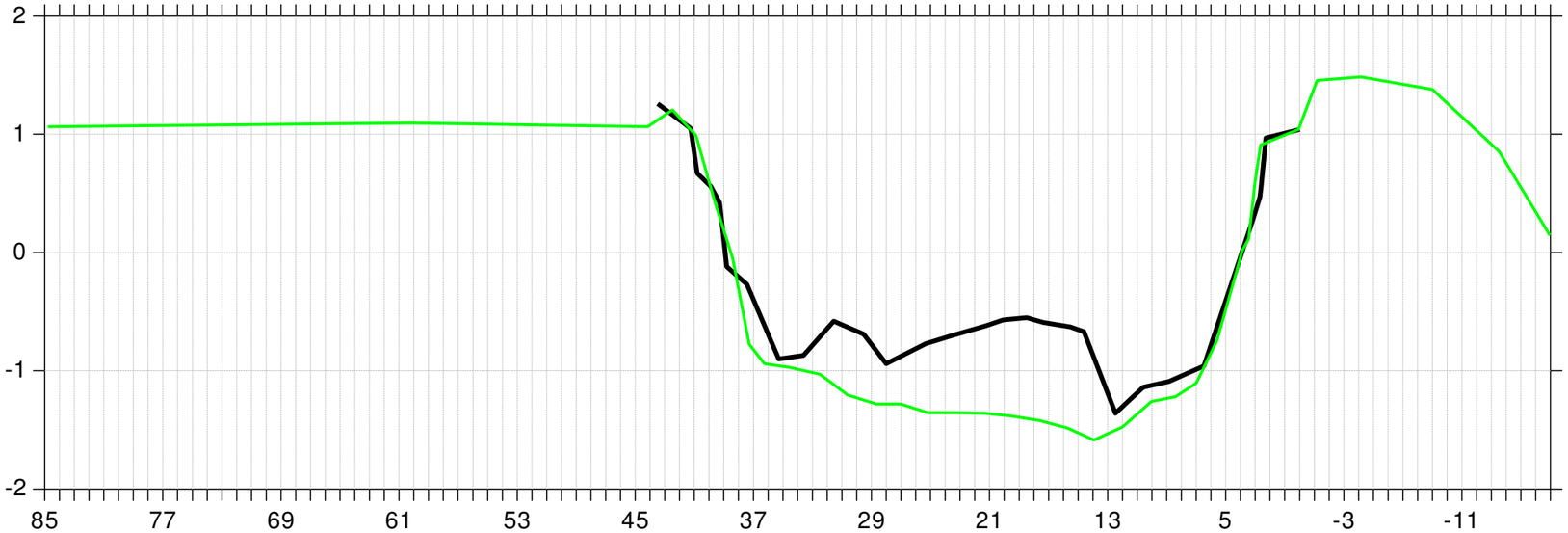
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

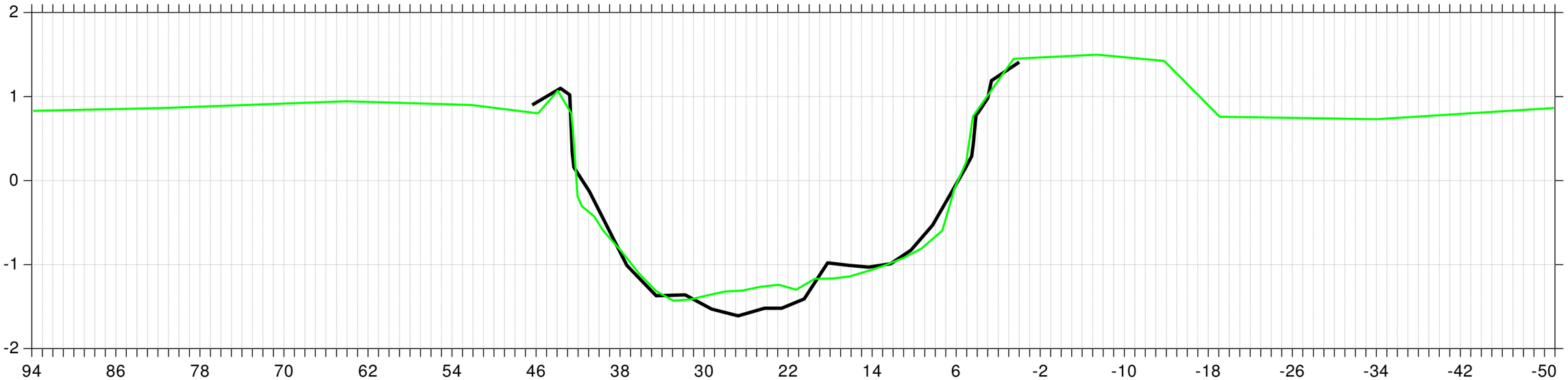
Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 27442



Skala 1:400

St. 27689



Skala 1:400

Gudenåen

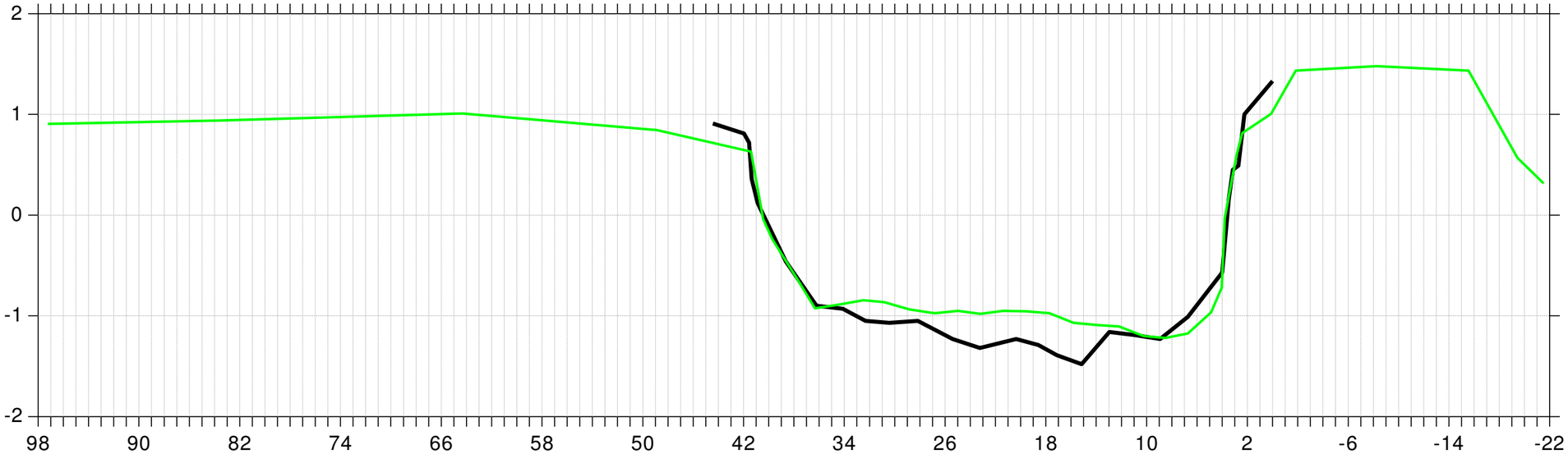
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

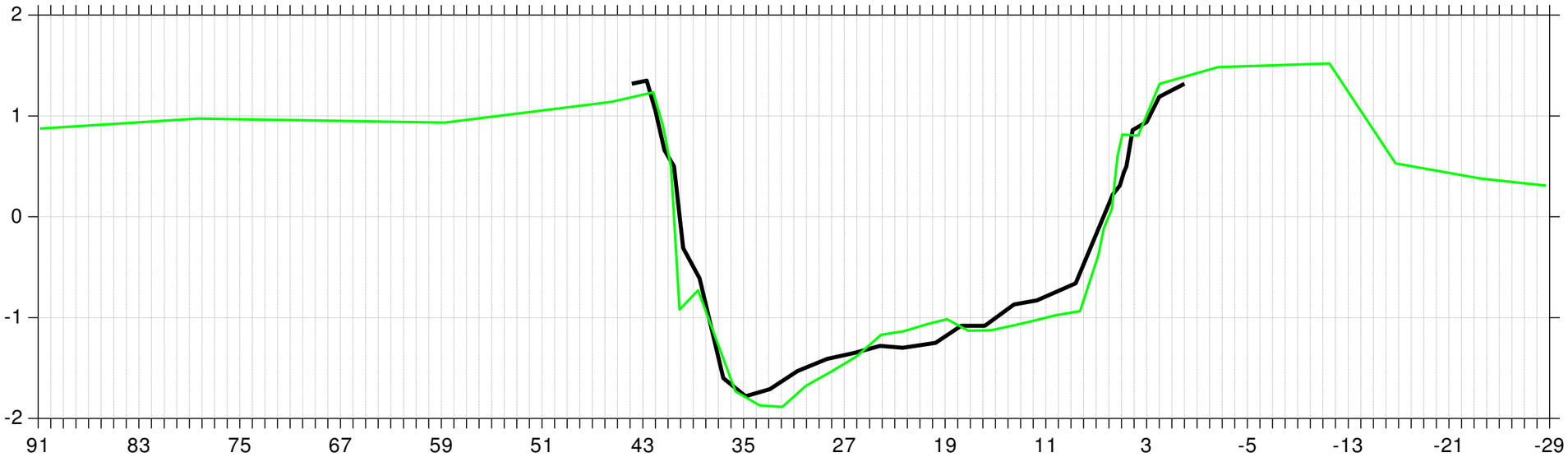
Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 27922



Skala 1:400

St. 28148



Skala 1:400

Gudenåen

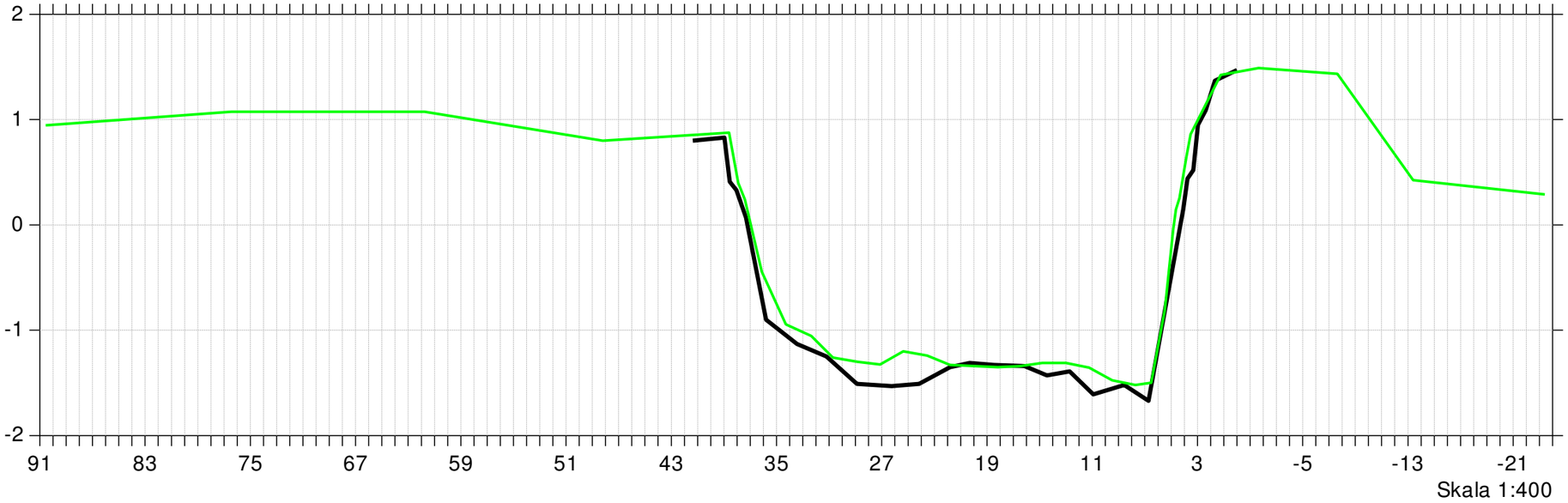
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

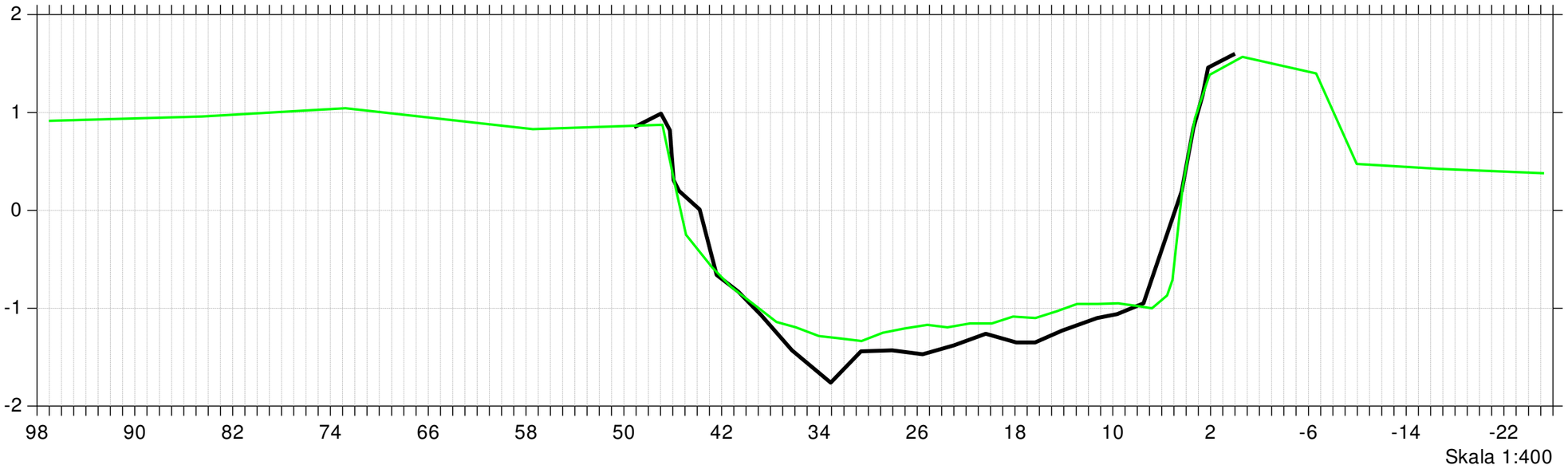
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 28386



St. 28612



Gudenåen

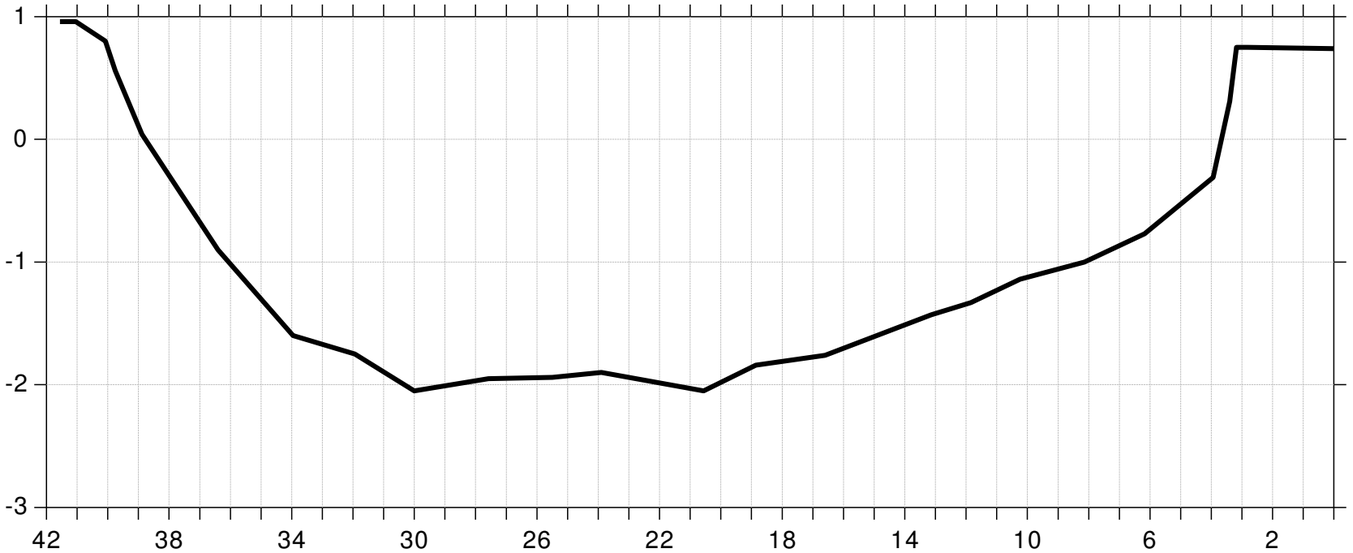
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 28806



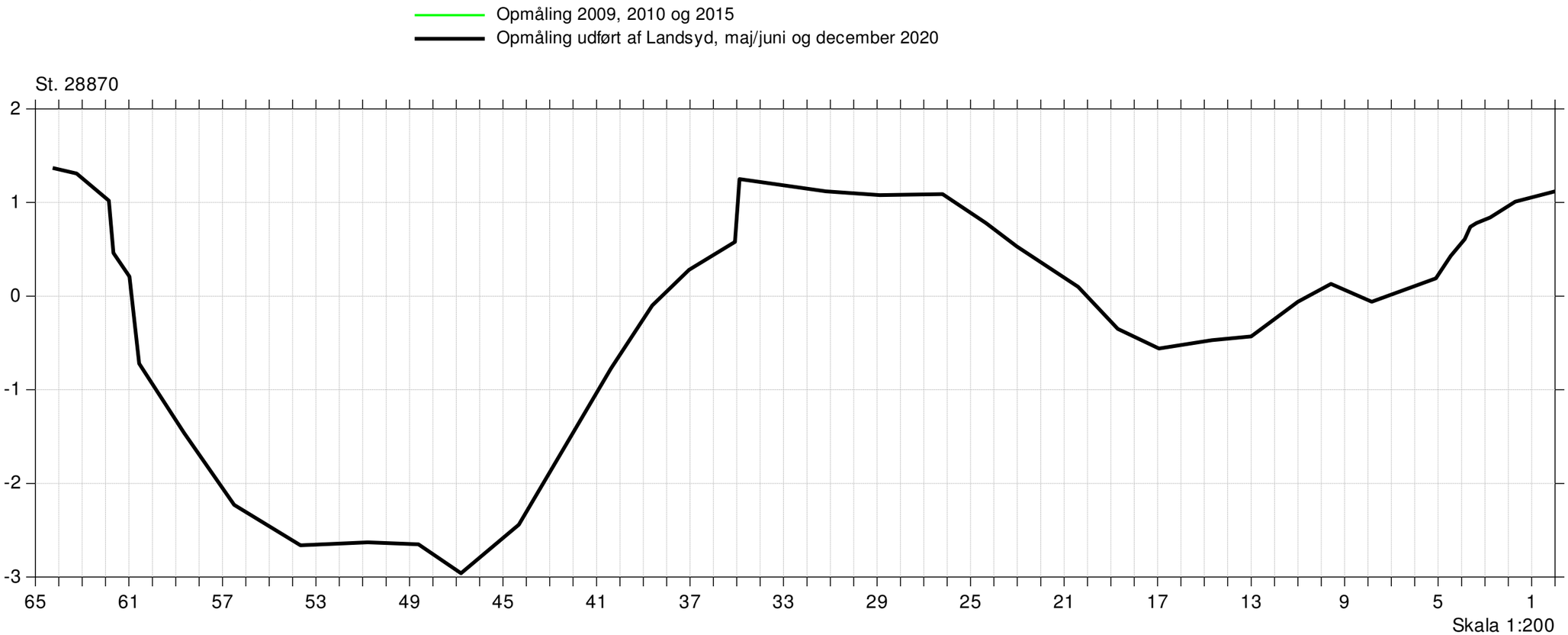
Skala 1:200

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

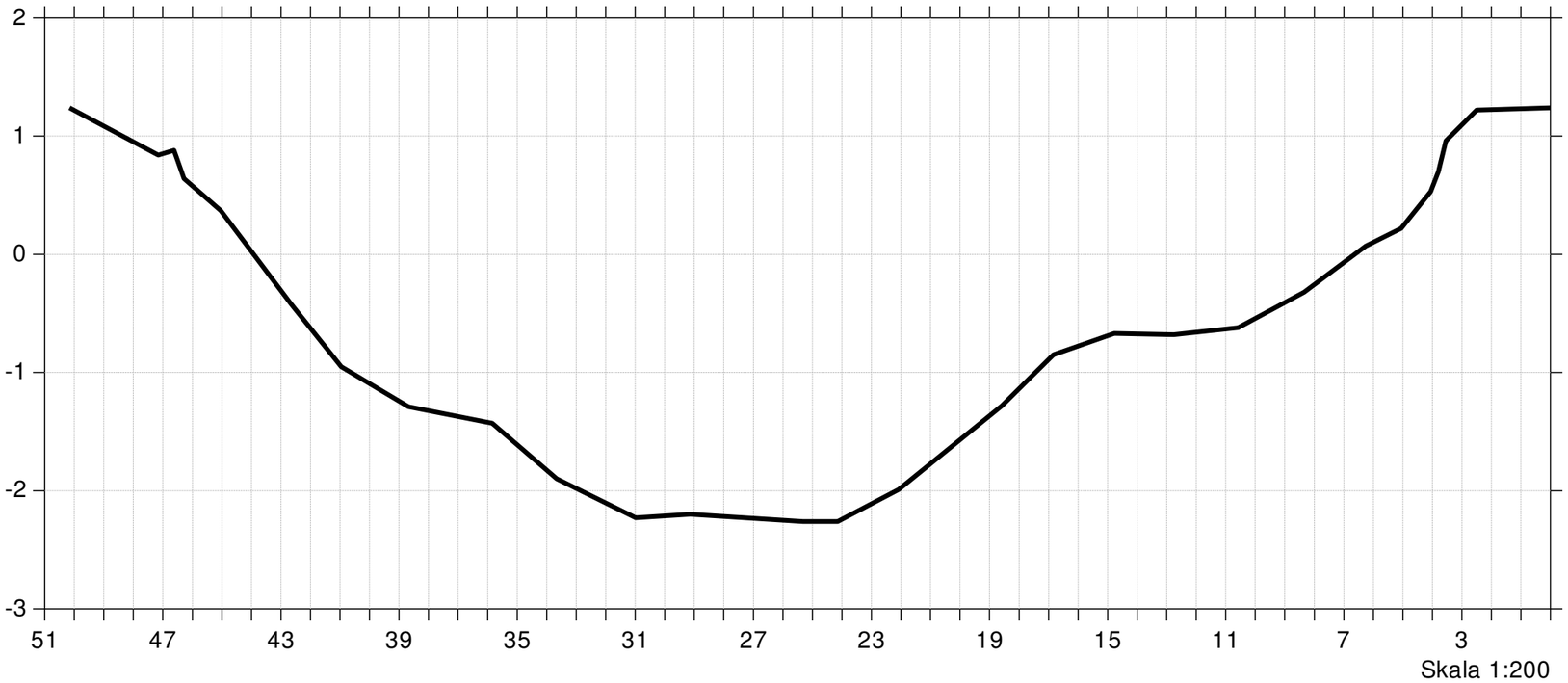
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 28956



Gudenåen

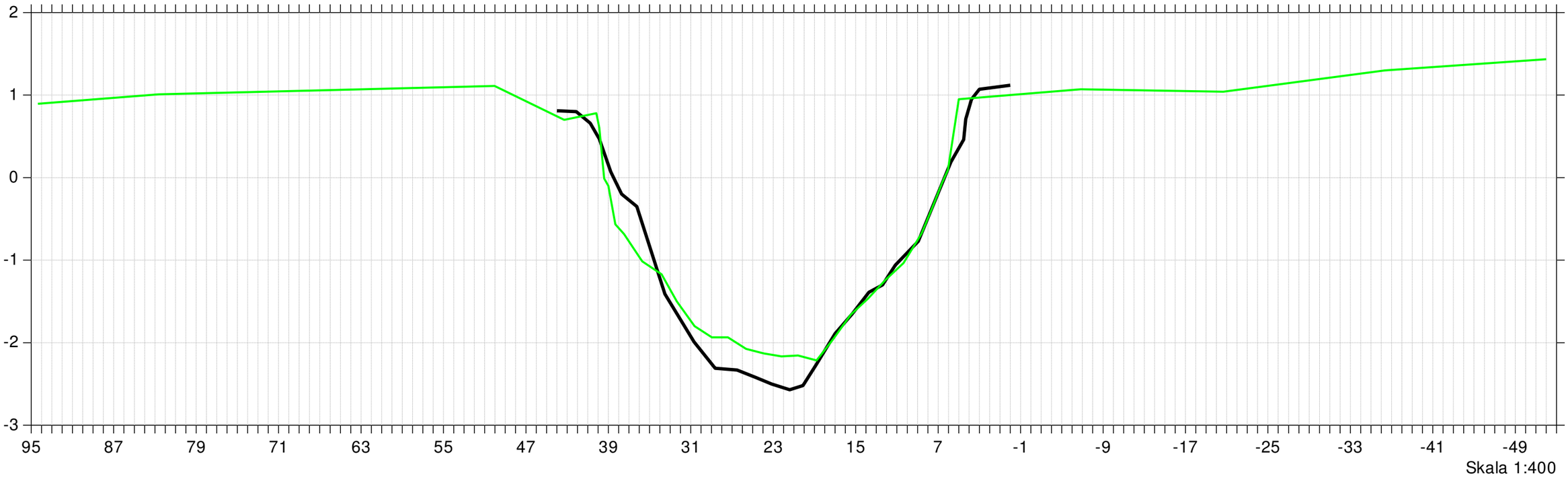
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 29002



Gudenåen

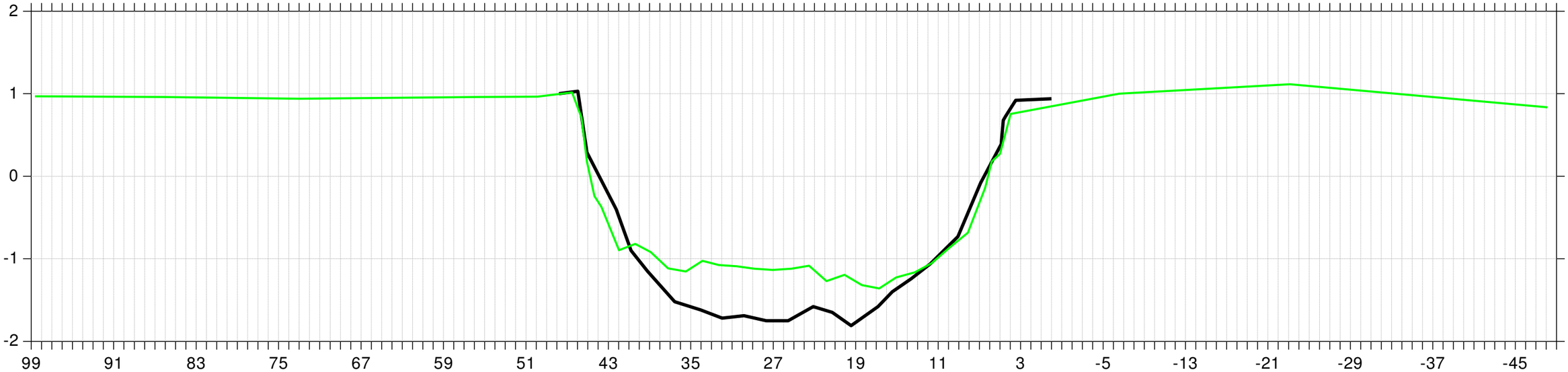
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

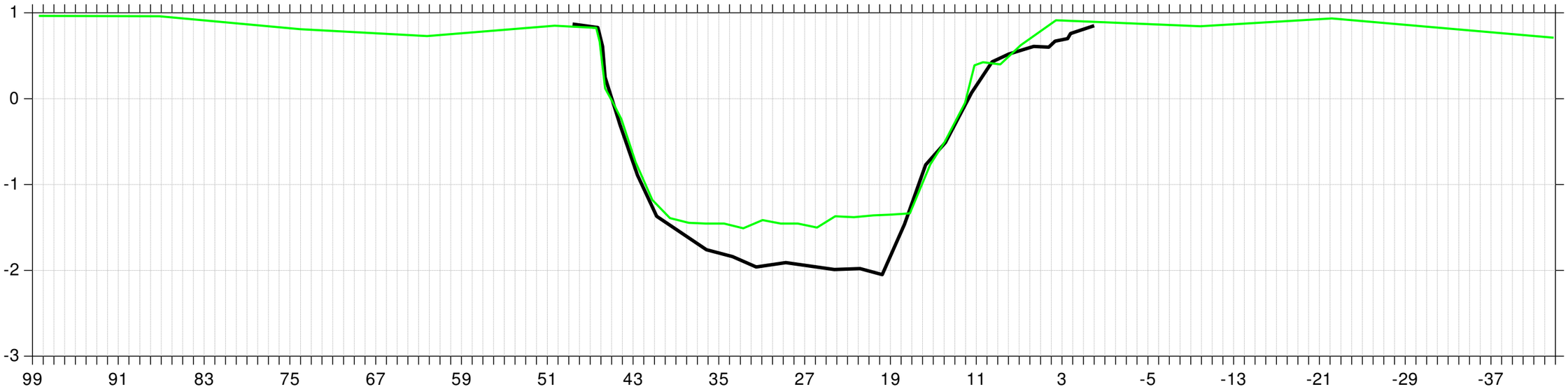
Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 29145



Skala 1:400

St. 29387



Skala 1:400

Gudenåen

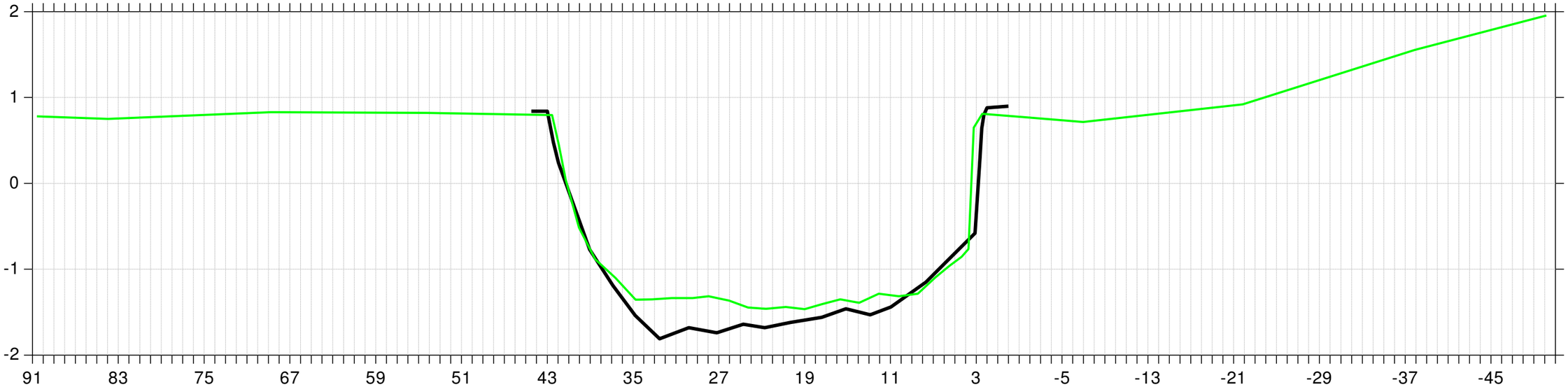
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 29647



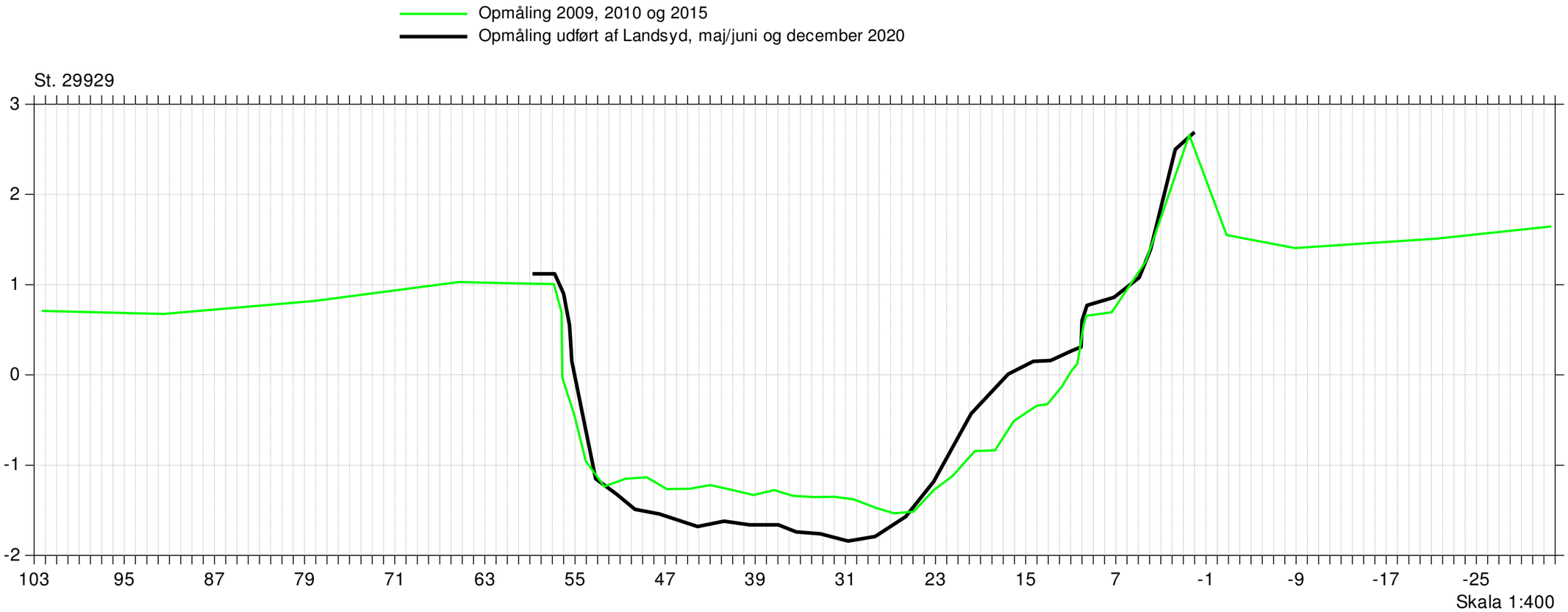
Skala 1:400

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

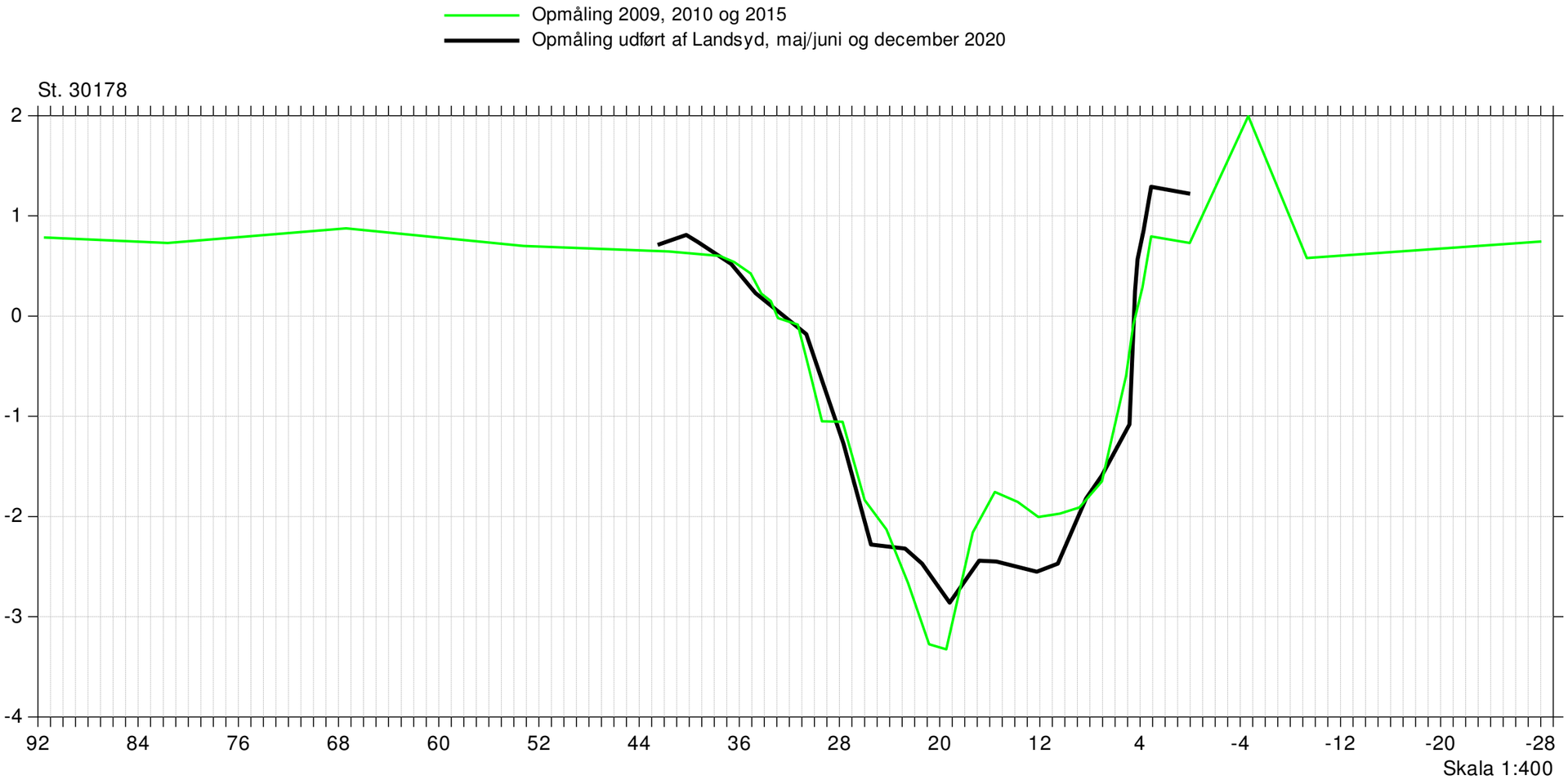


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

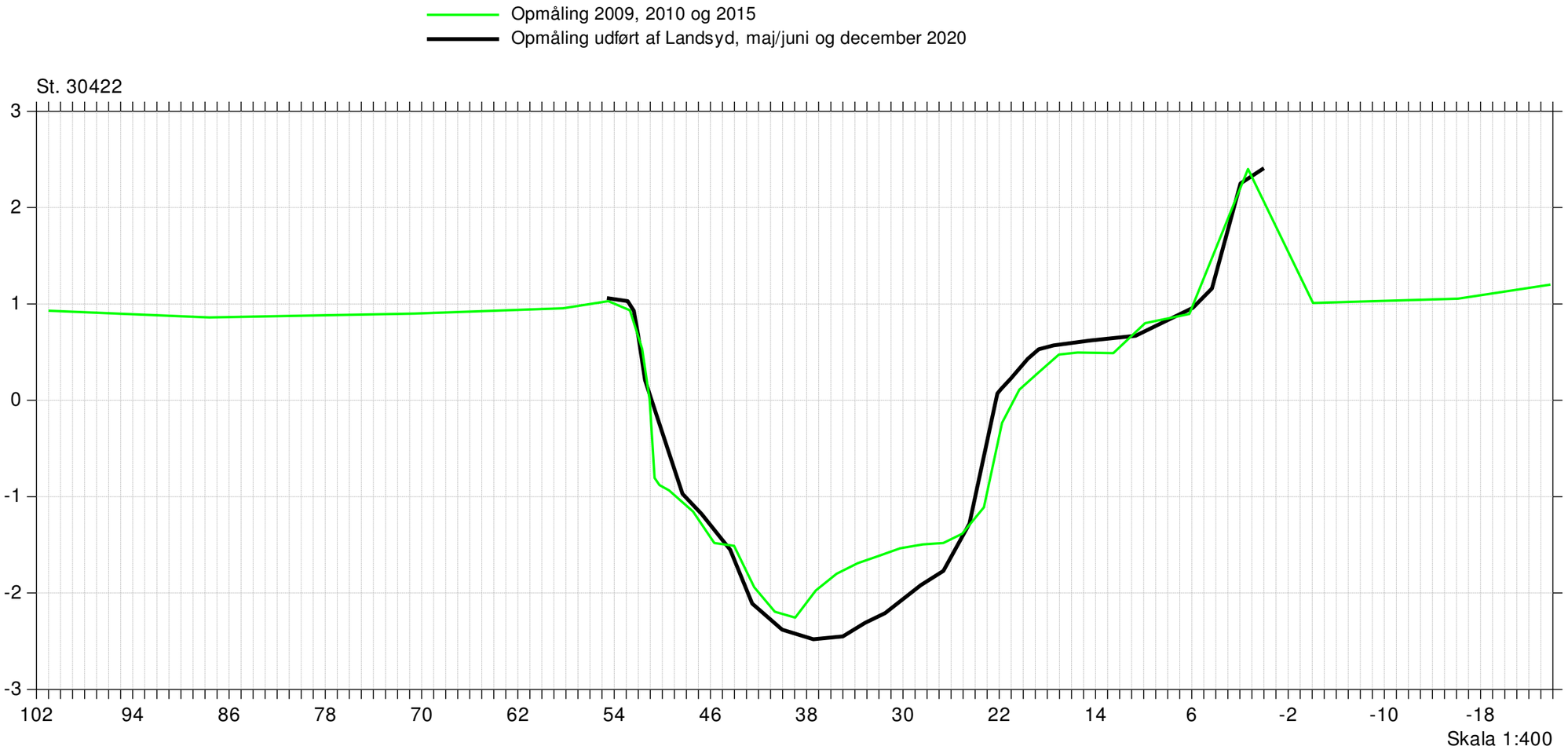


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

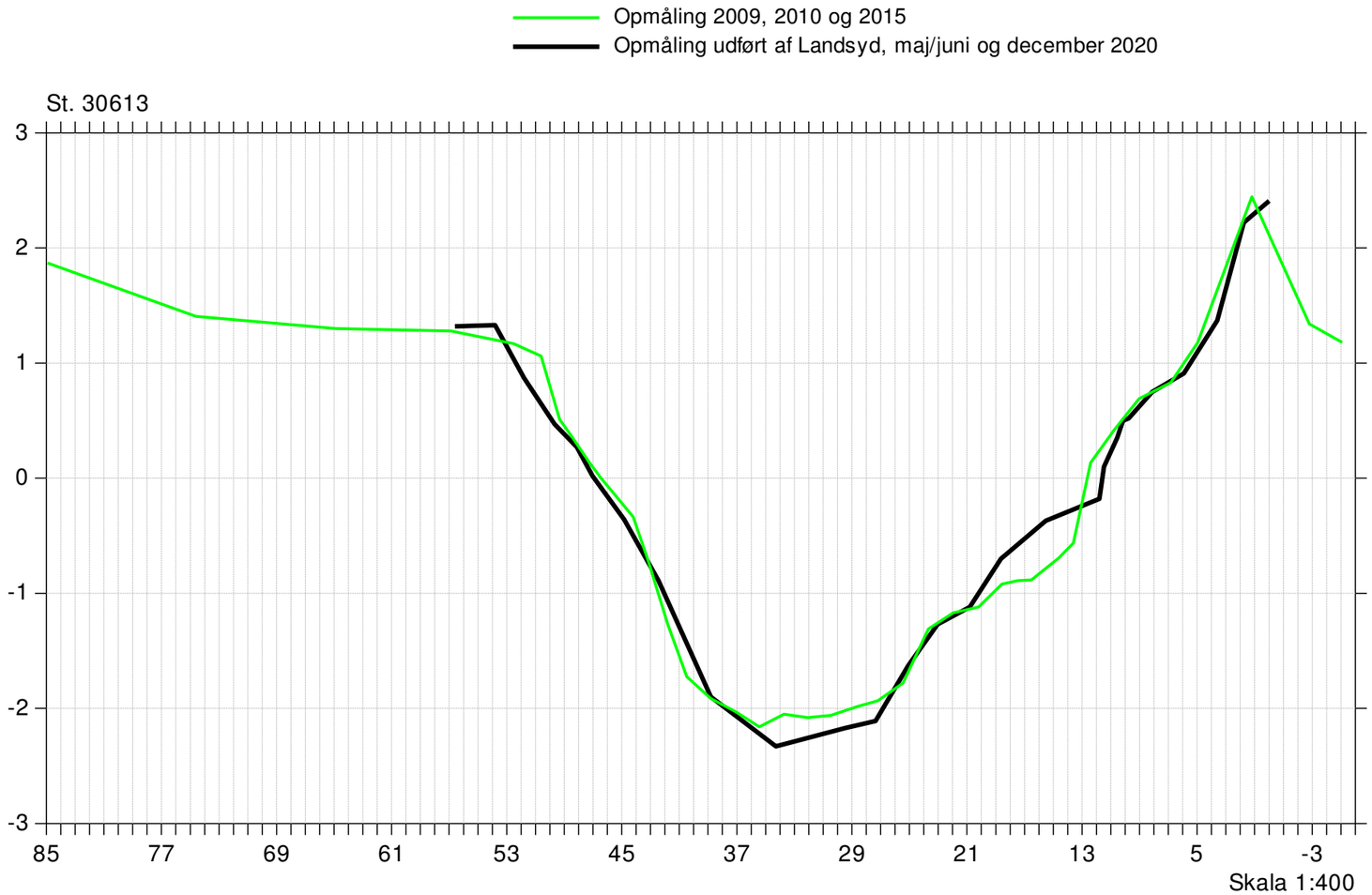


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



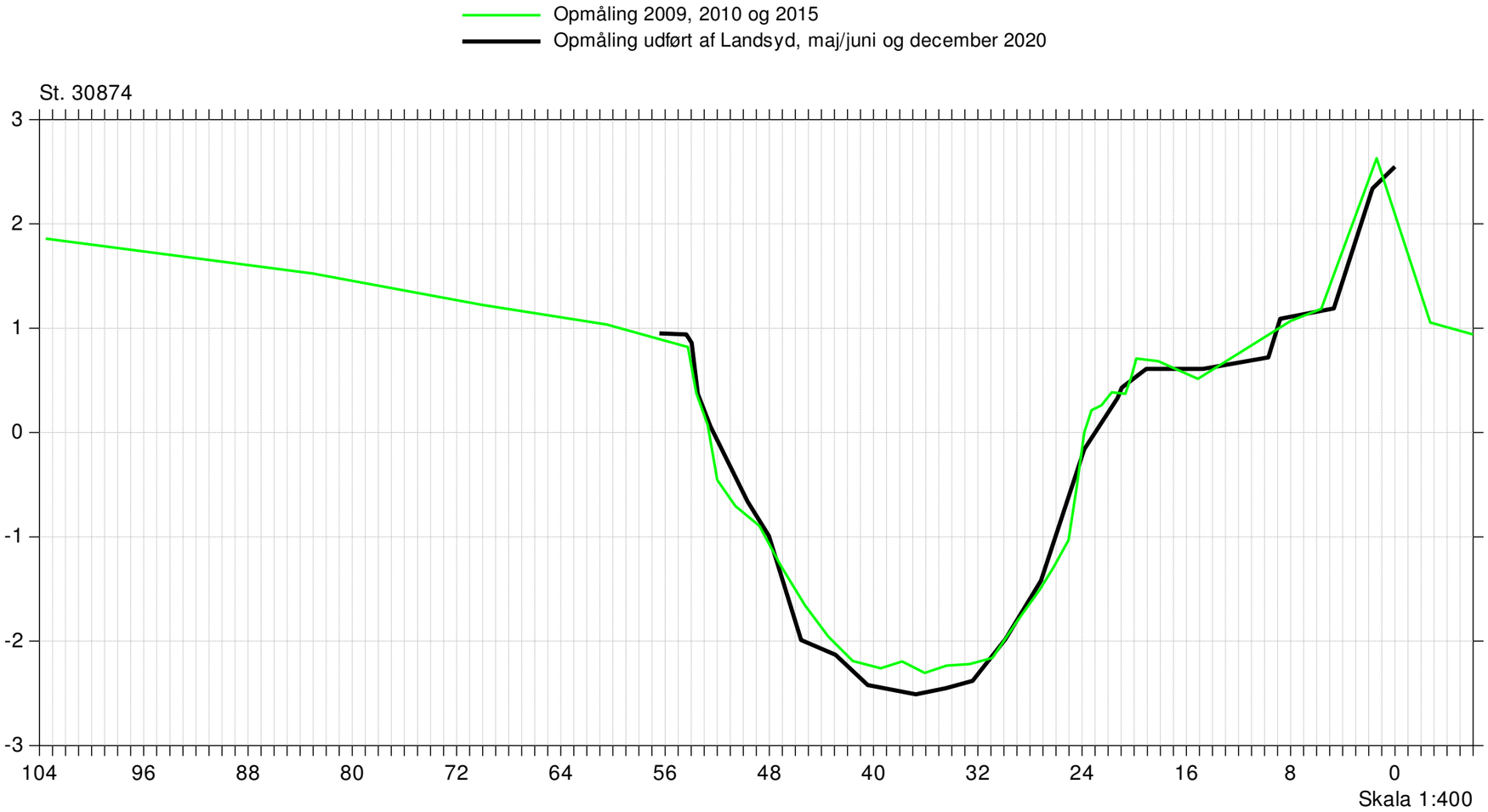
Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



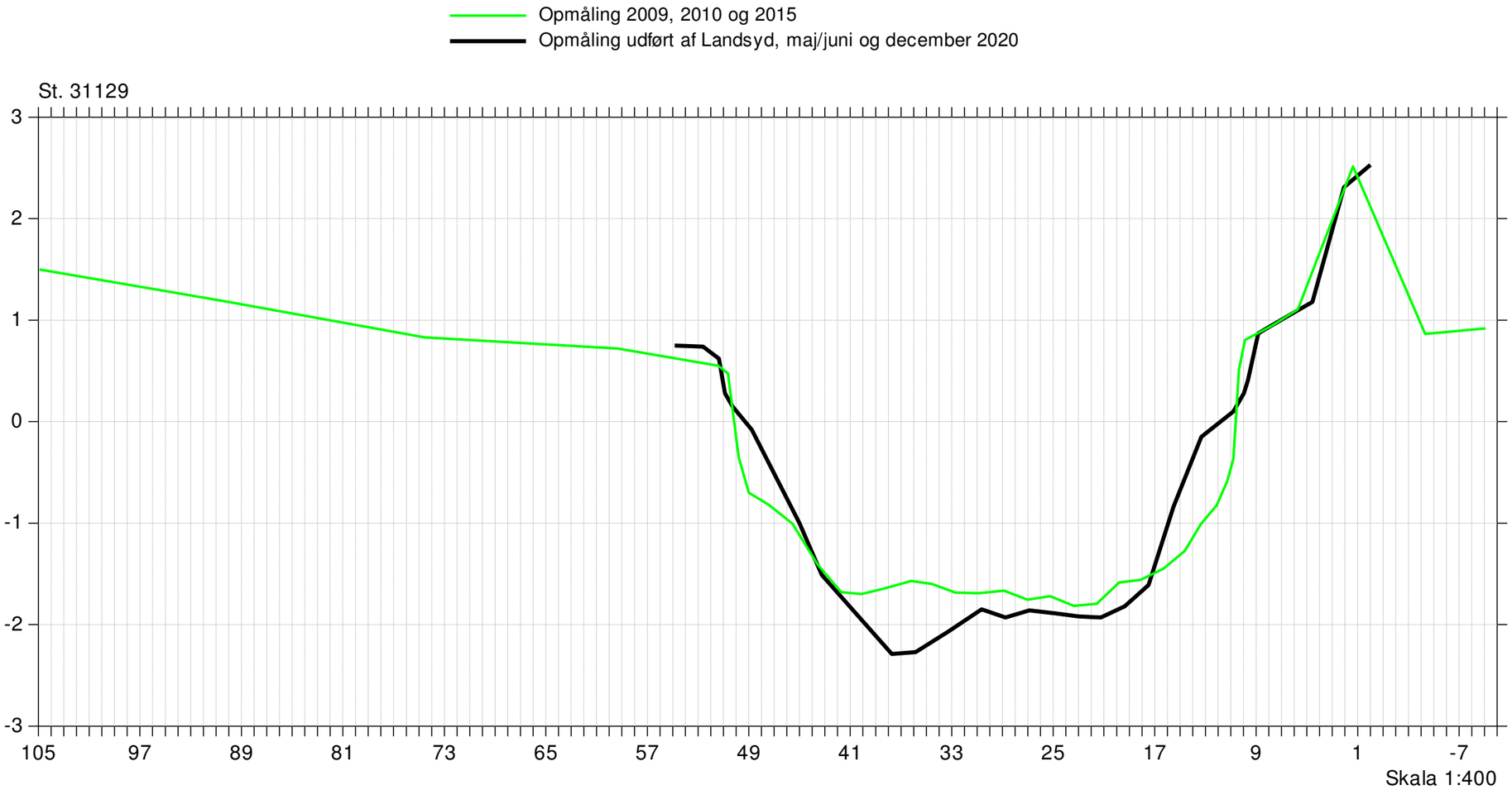
Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

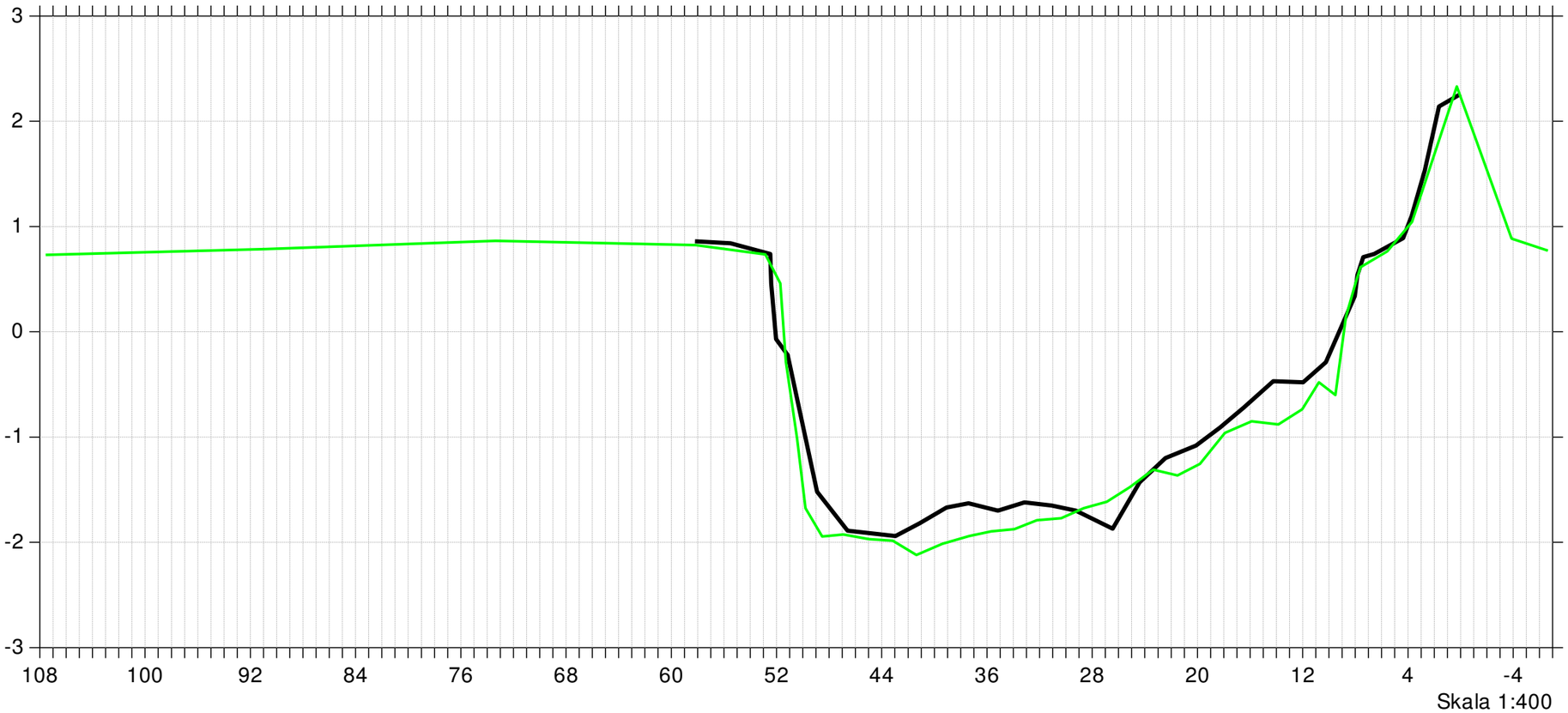
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 31397

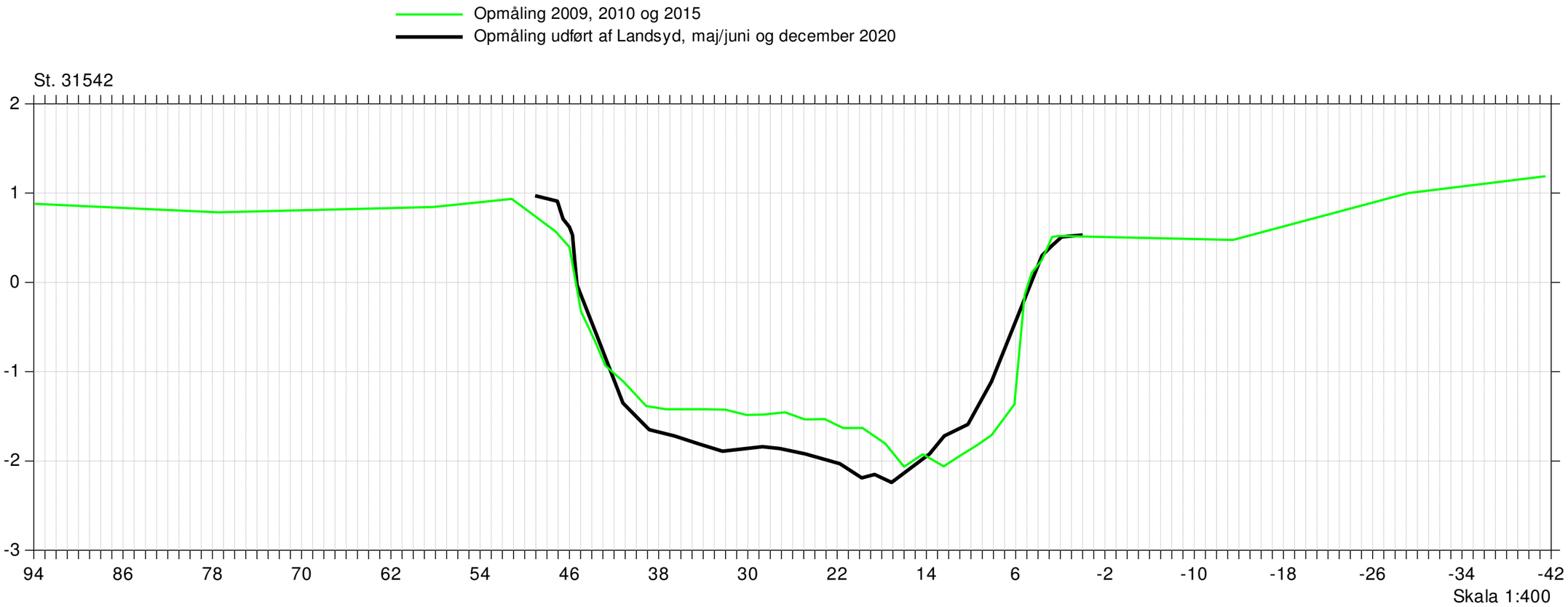


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

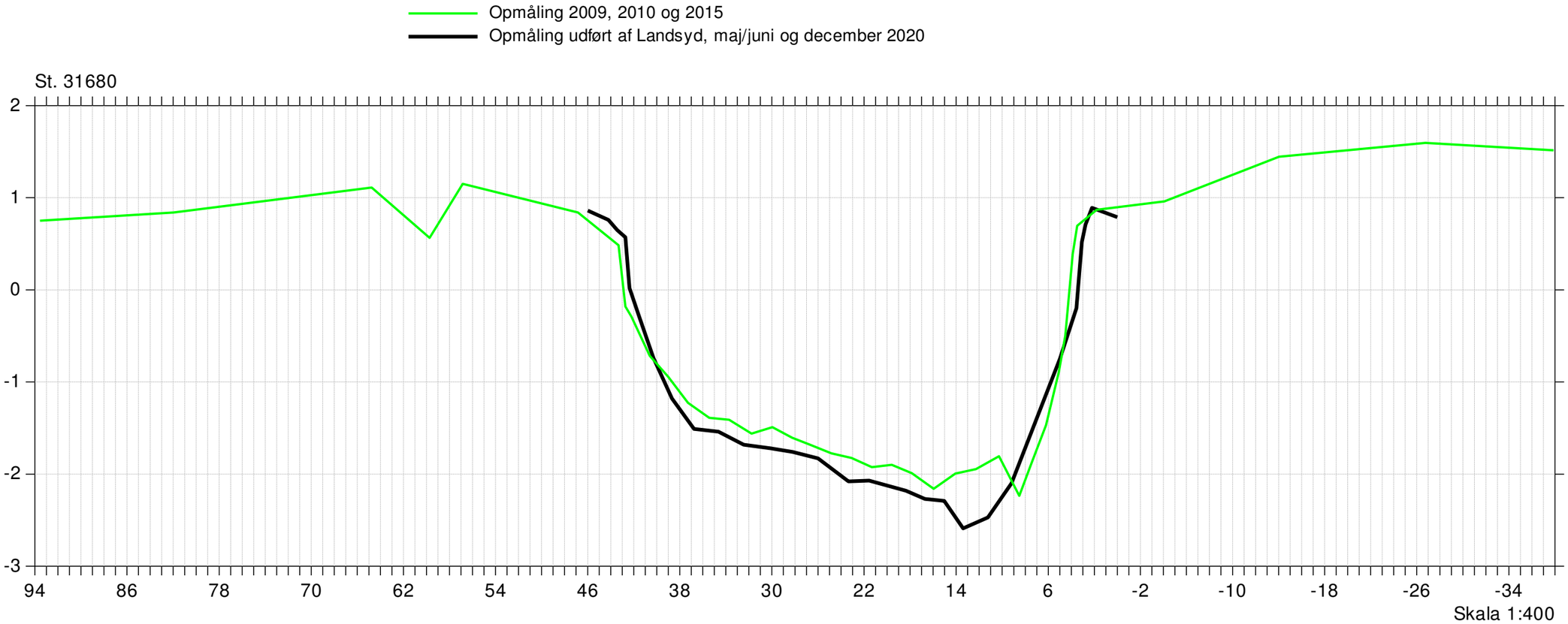


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

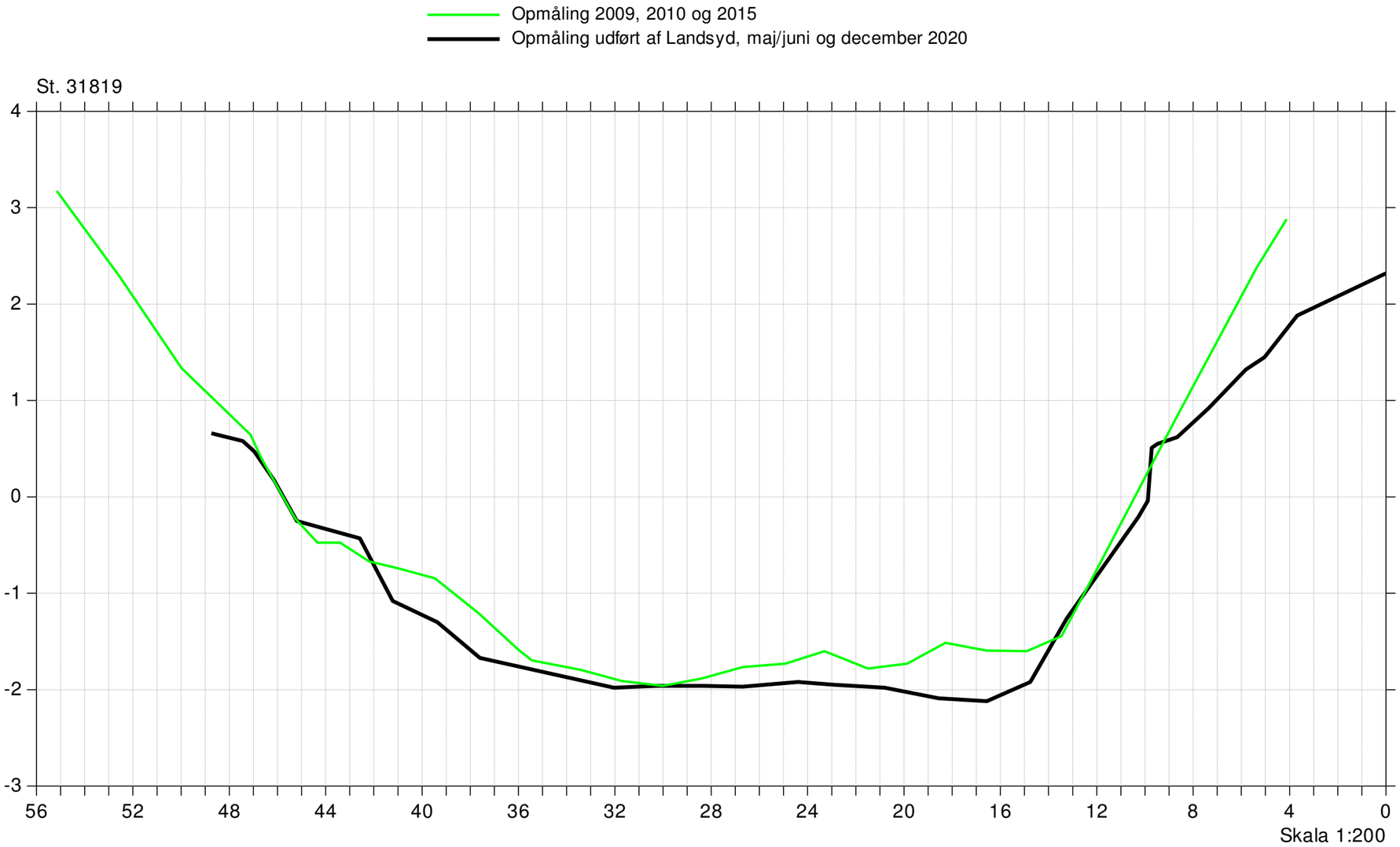


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

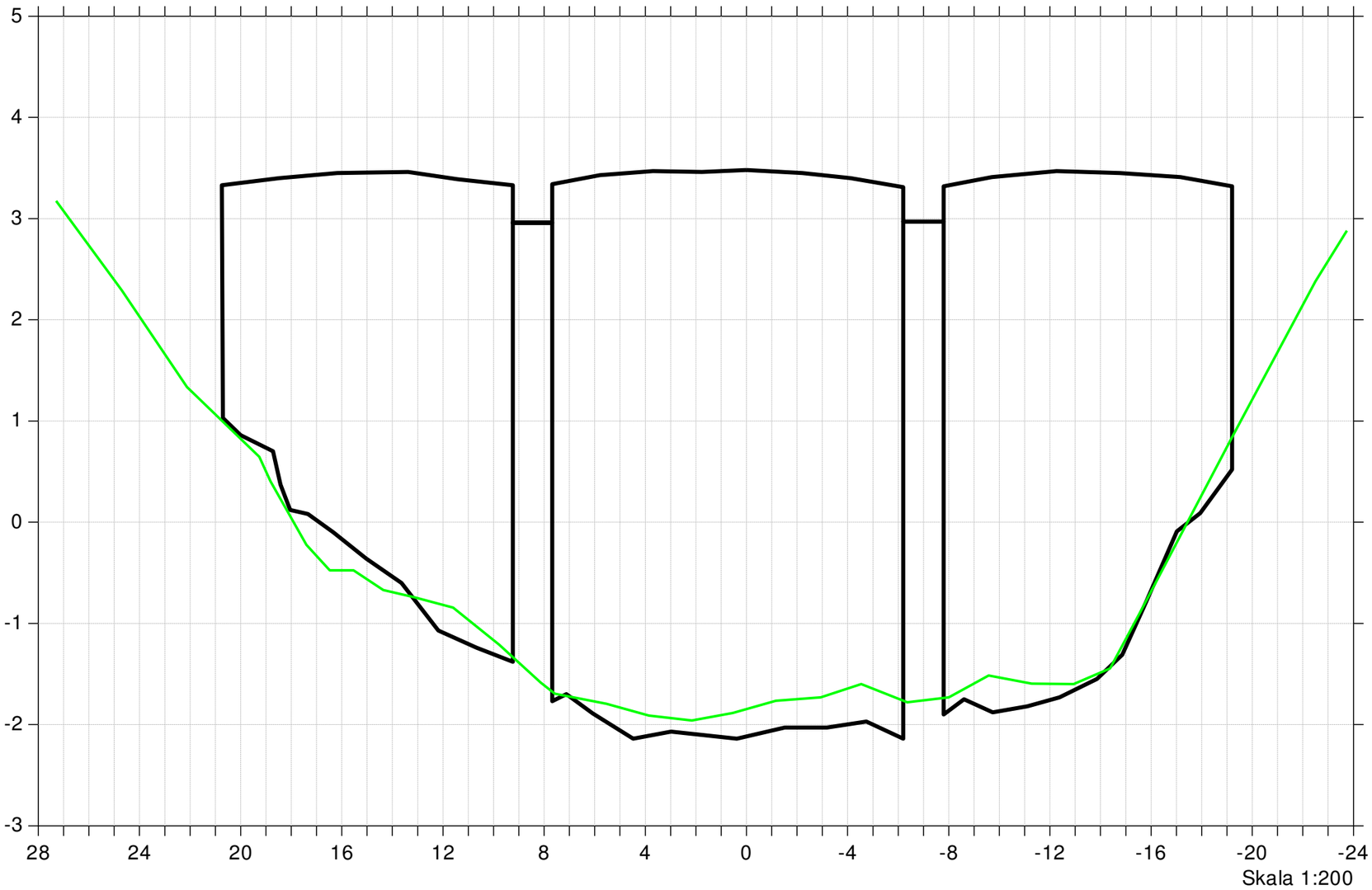
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 31823



Gudenåen

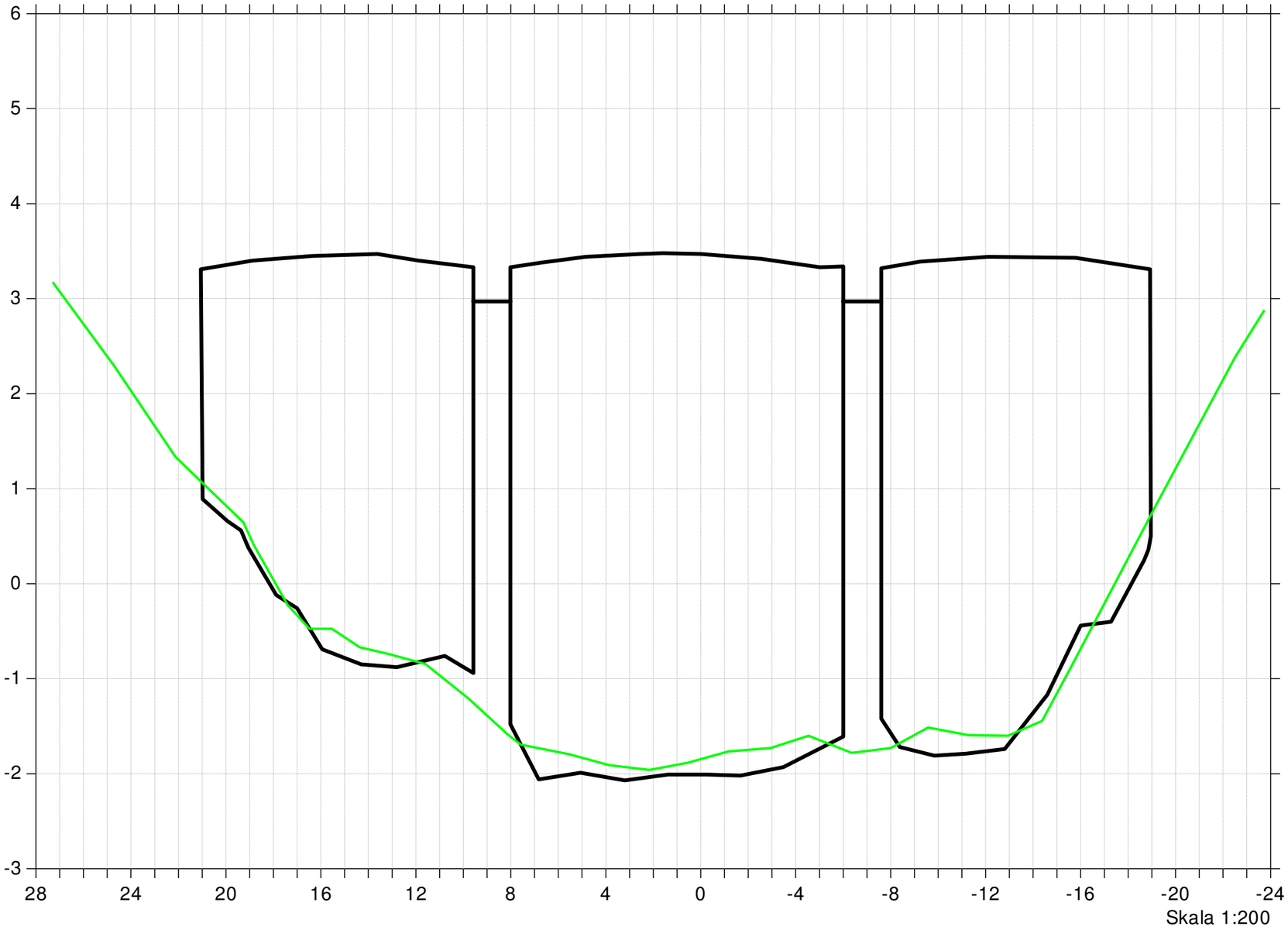
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 31835

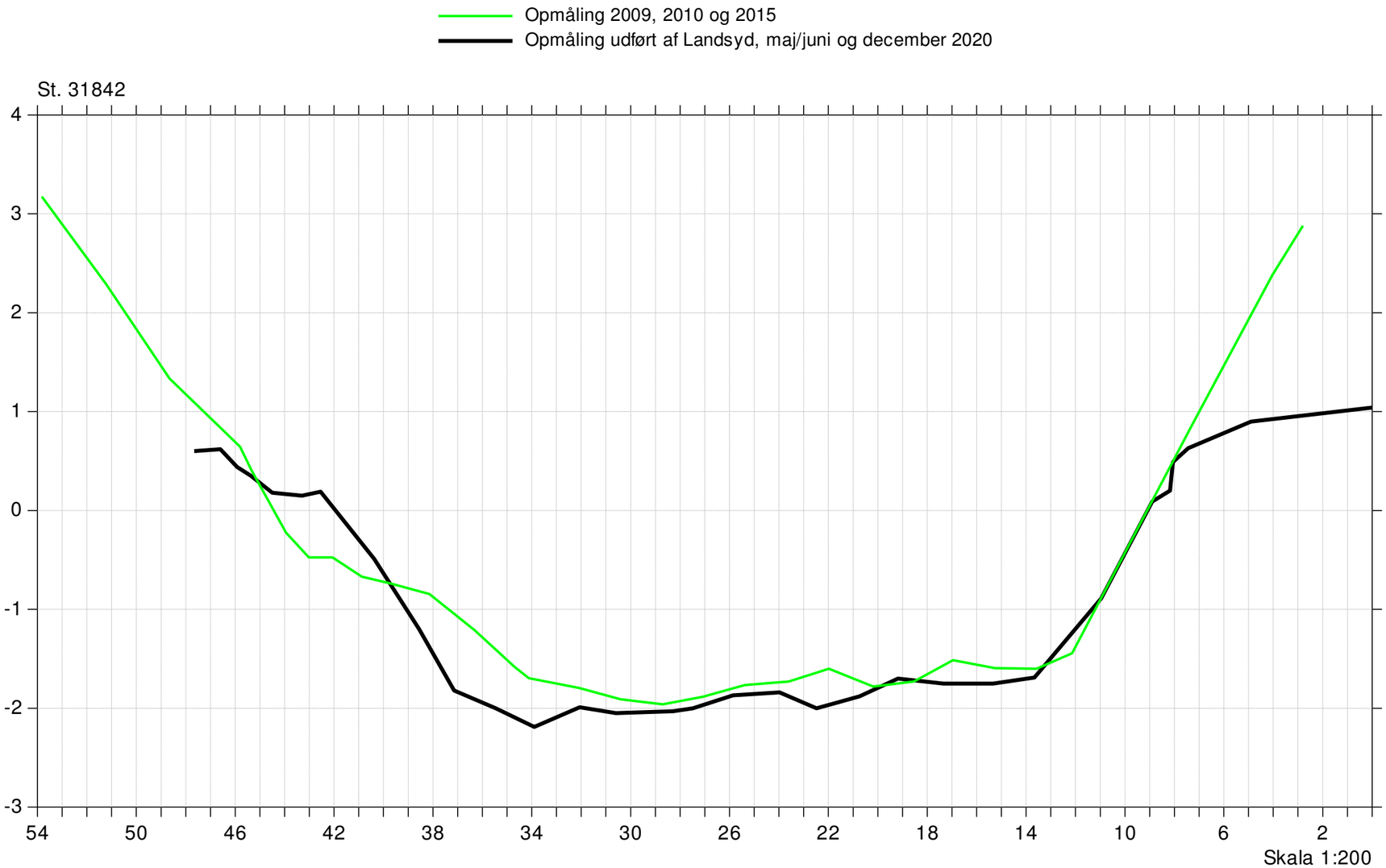


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

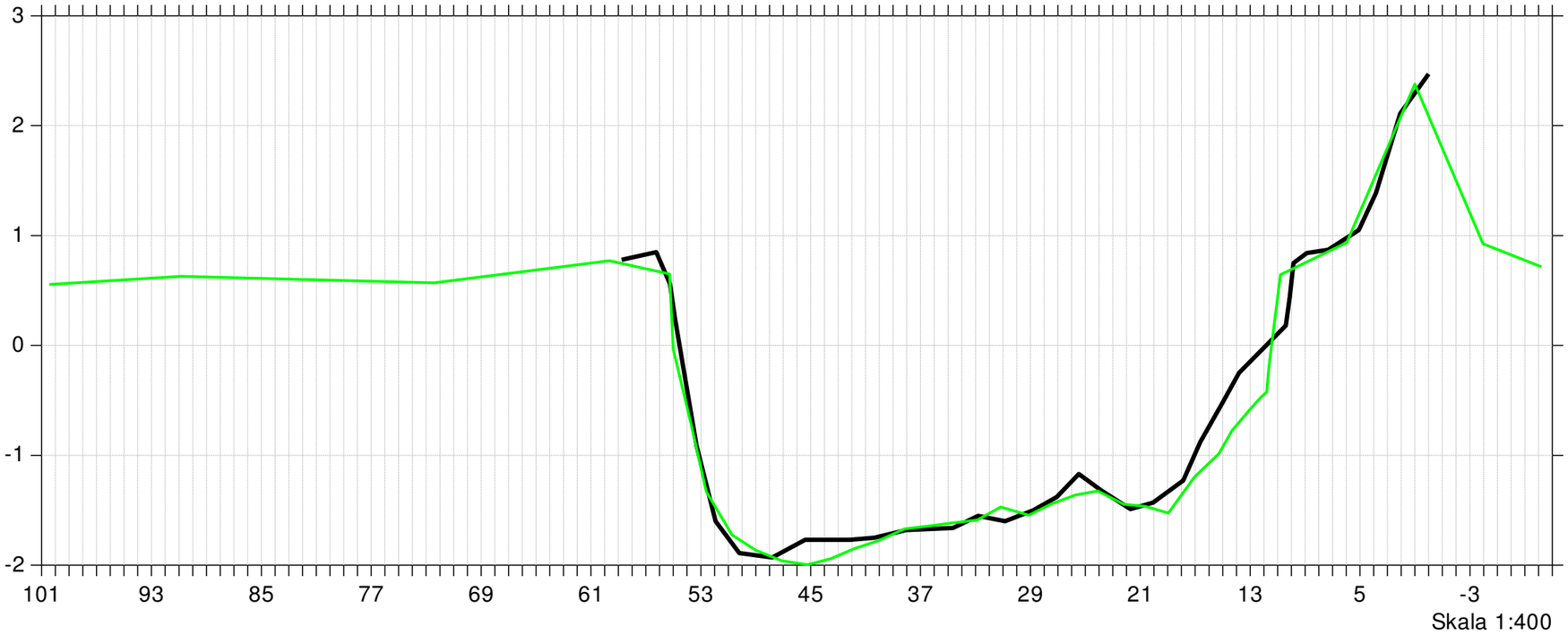
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 32012



Gudenåen

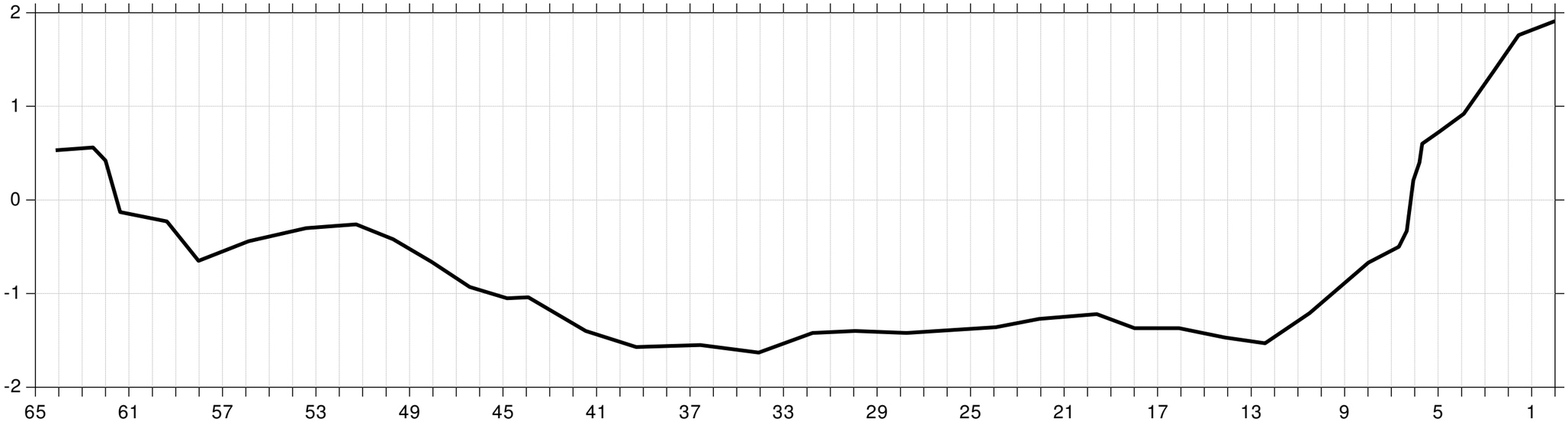
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 32191



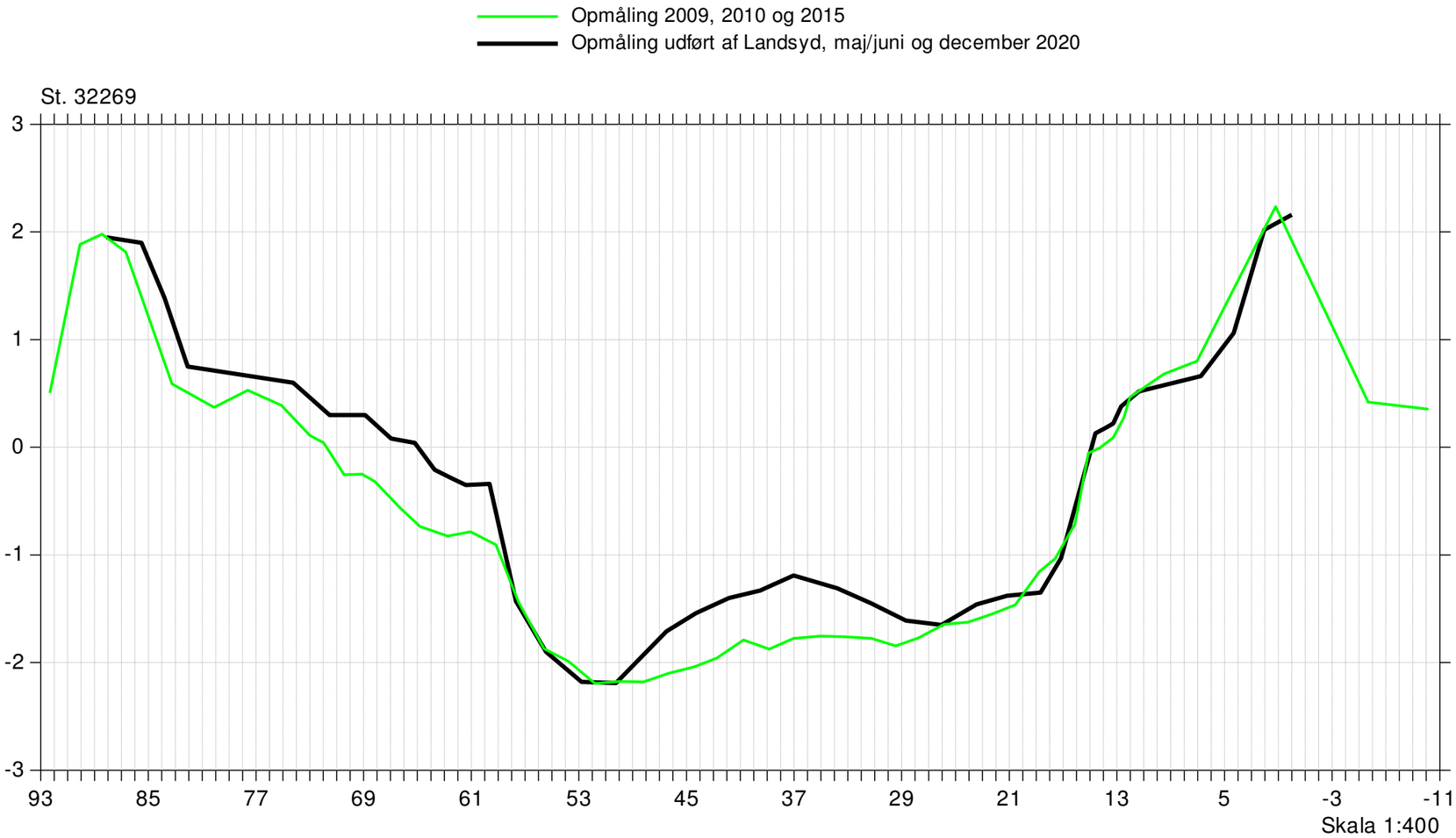
Skala 1:200

Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 32342

Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

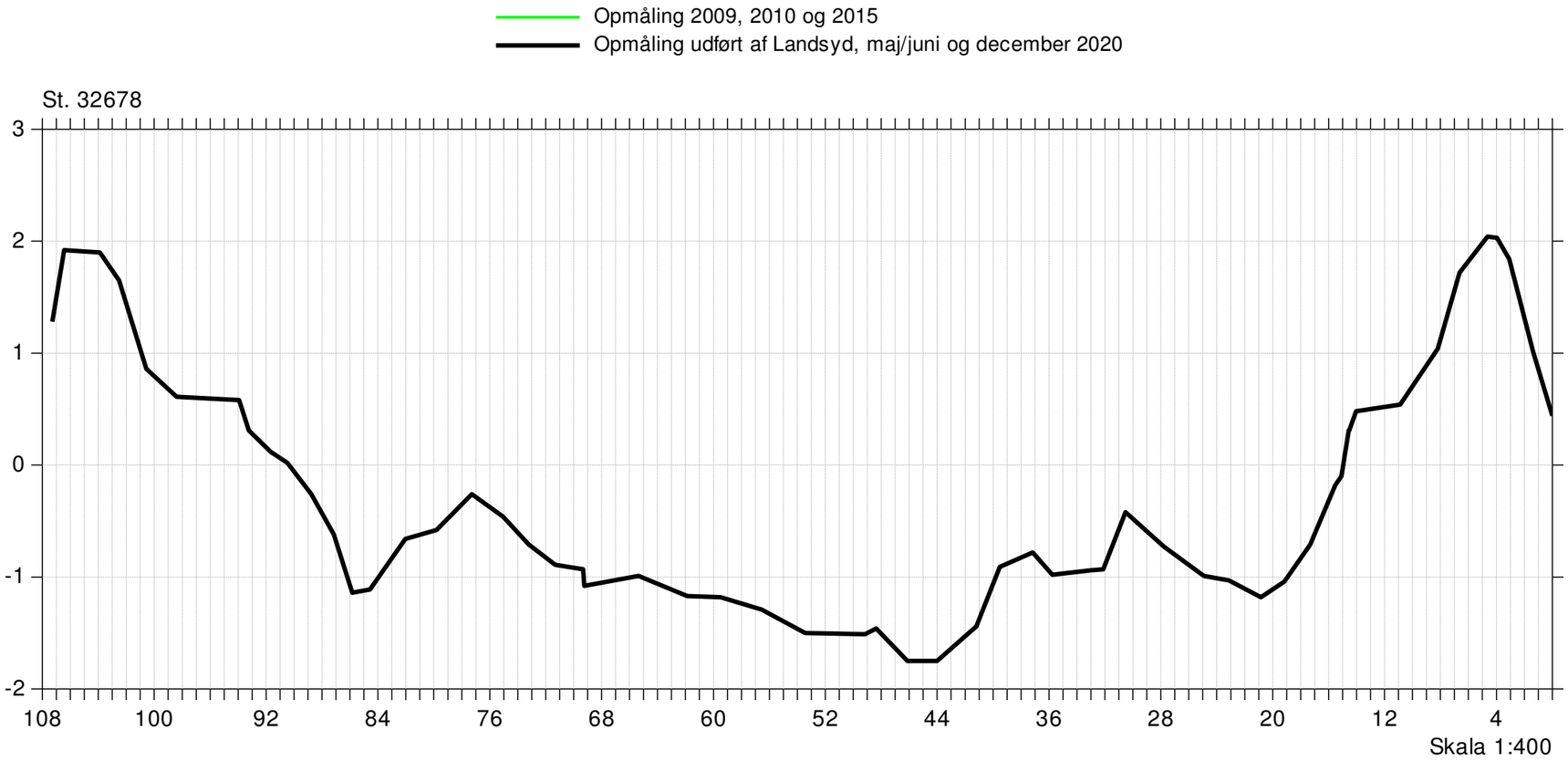
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

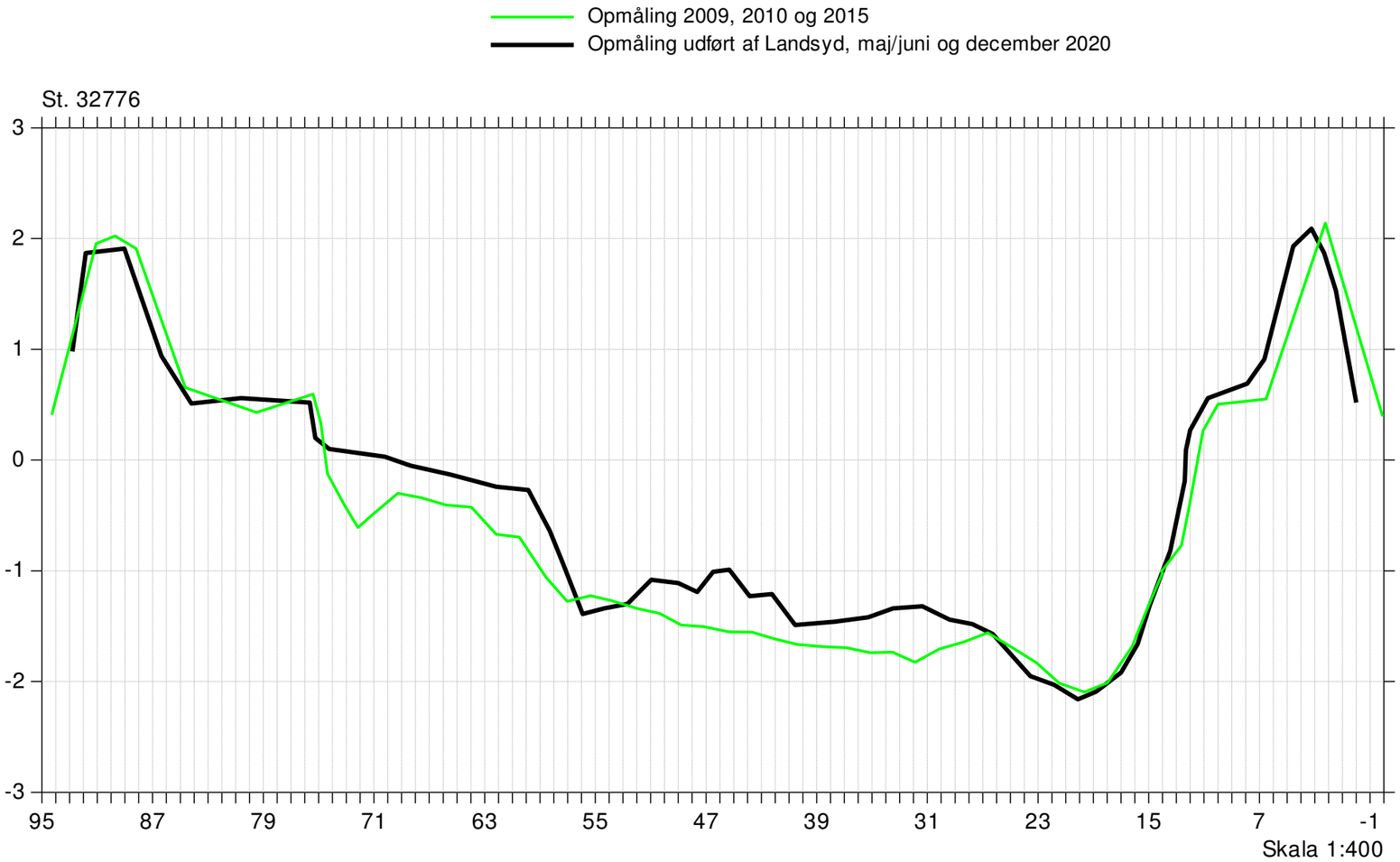


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

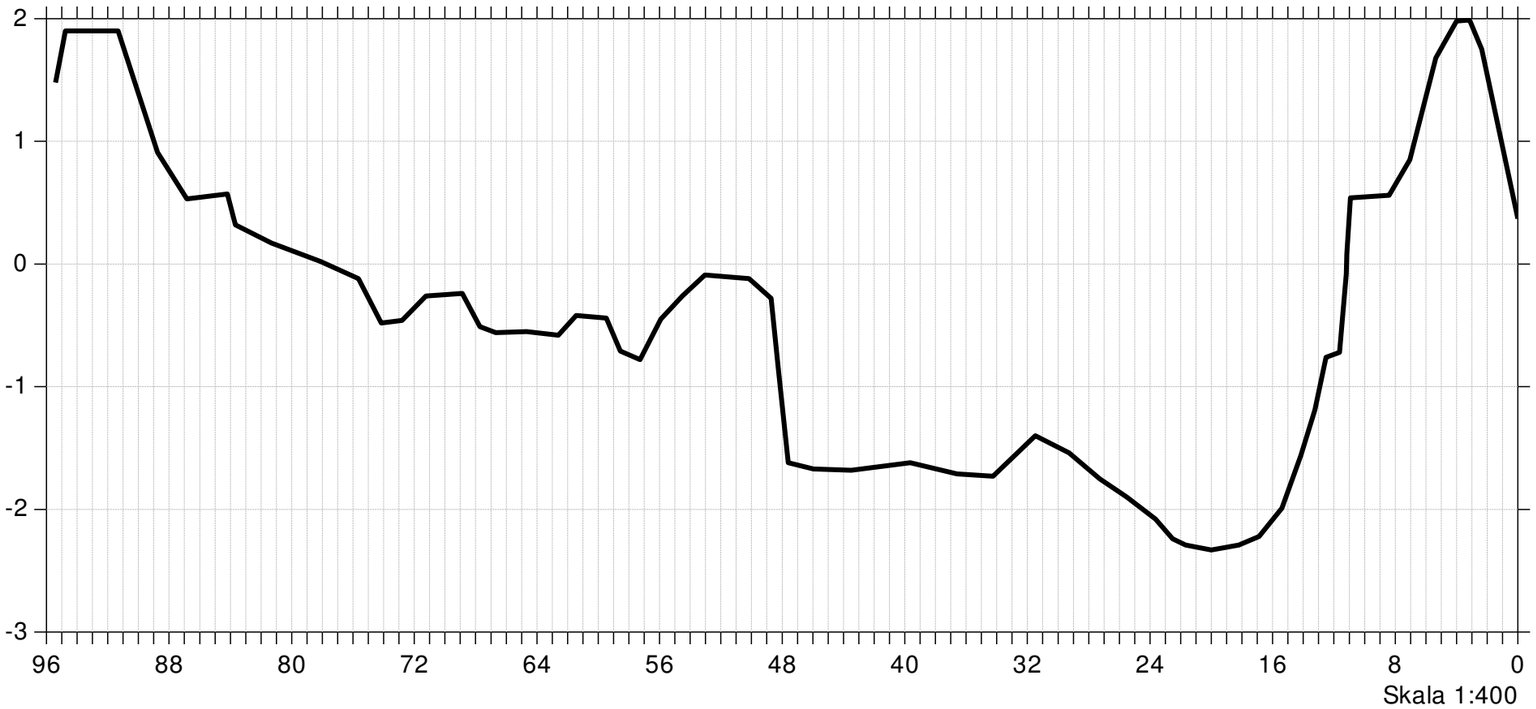
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 32924



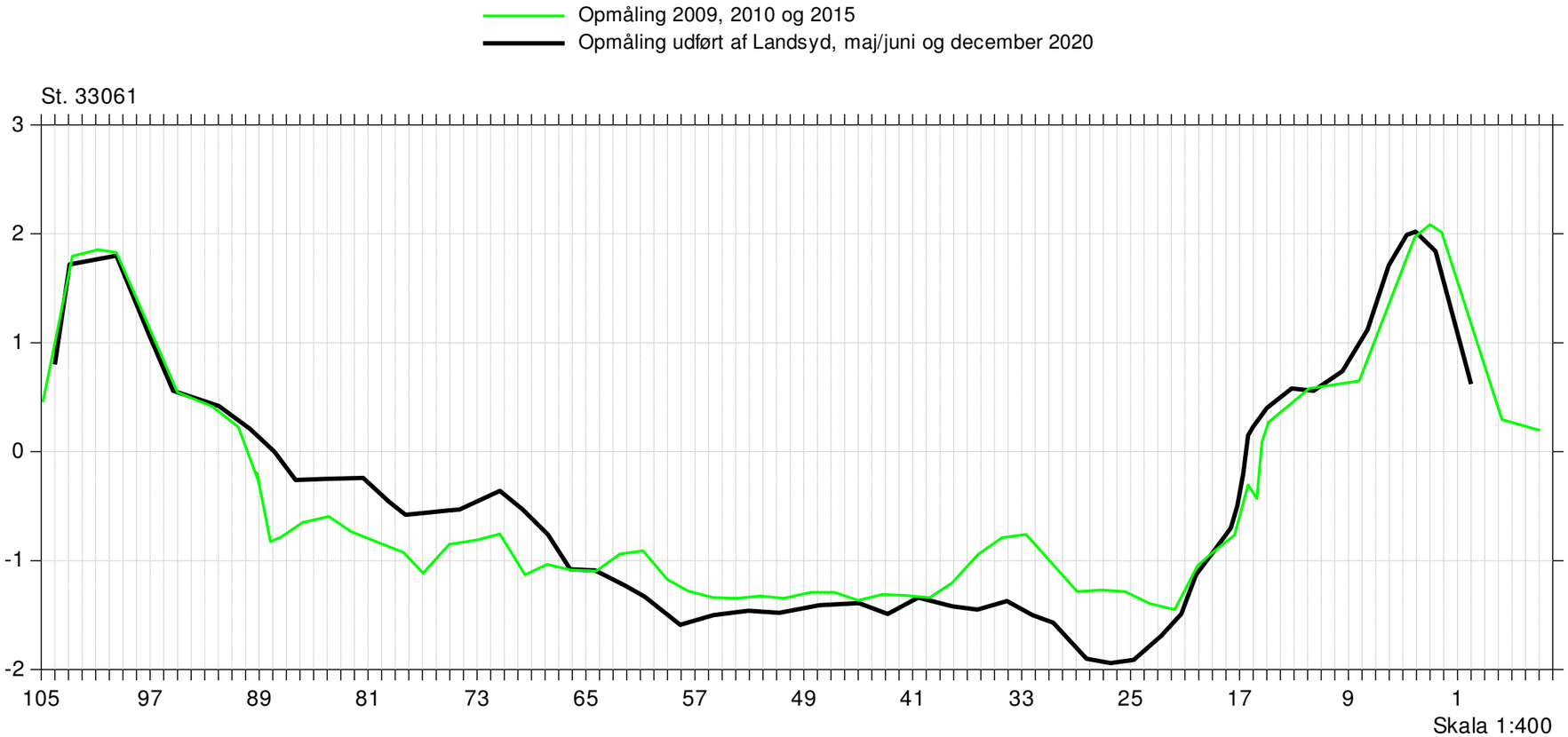
Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

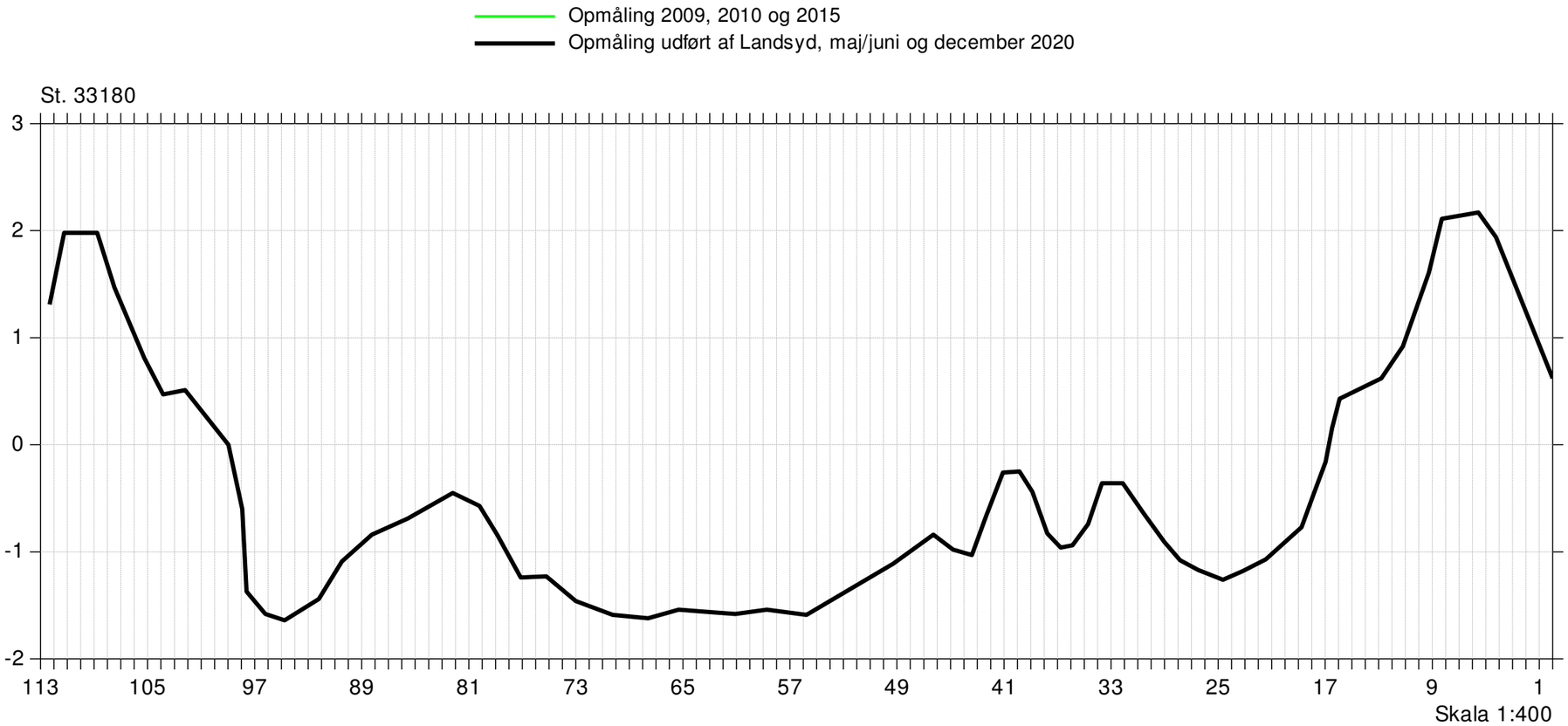


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



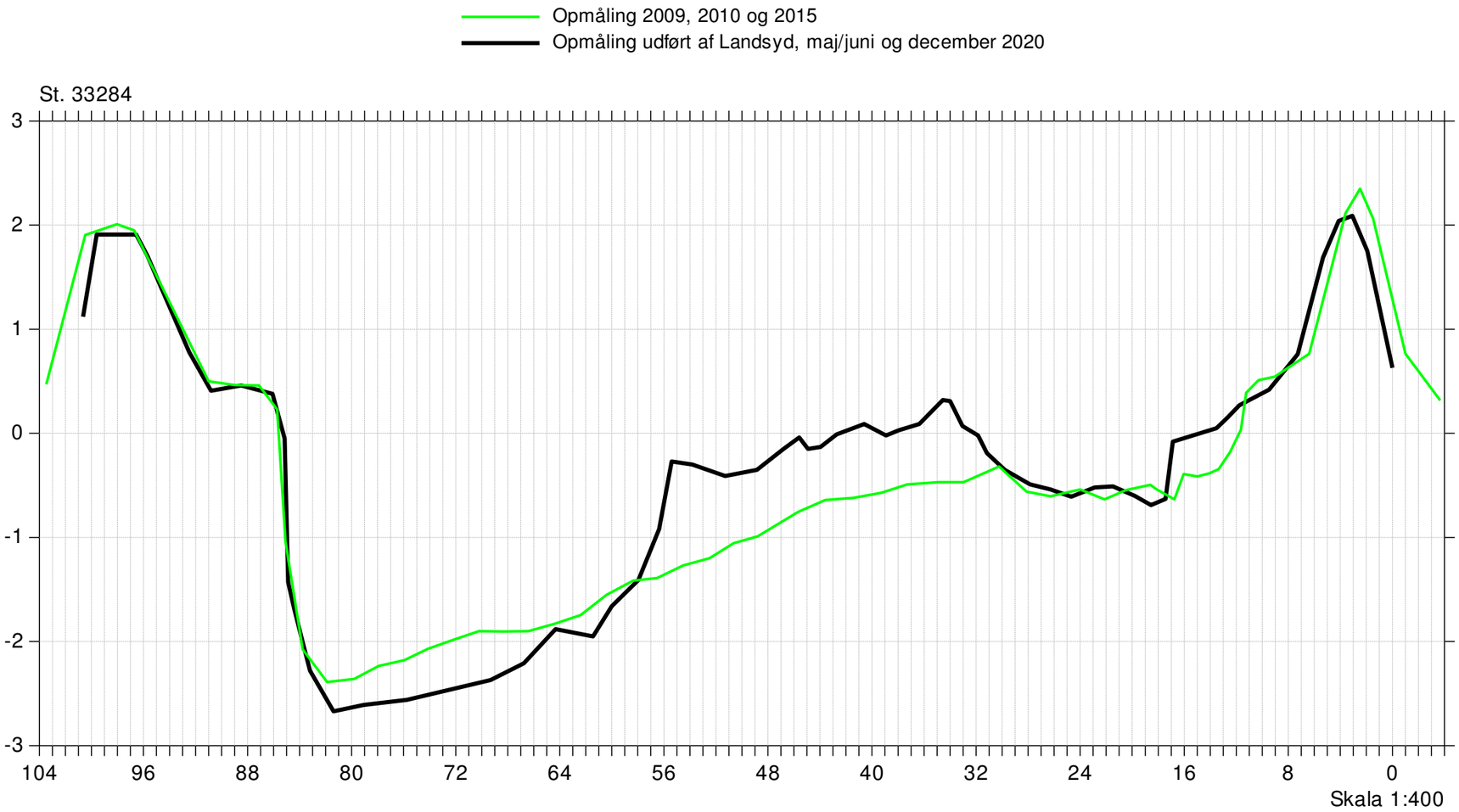
Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

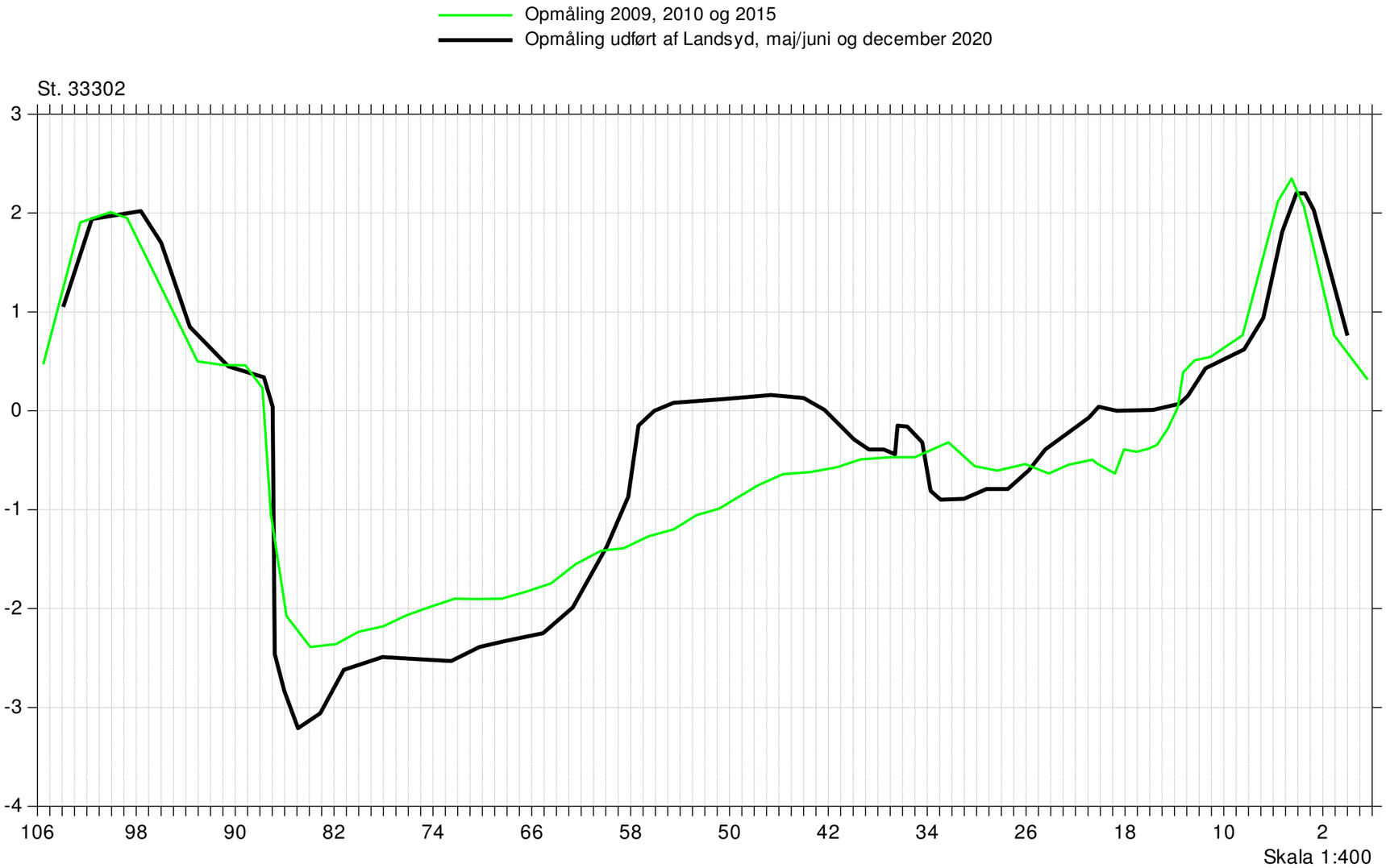


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

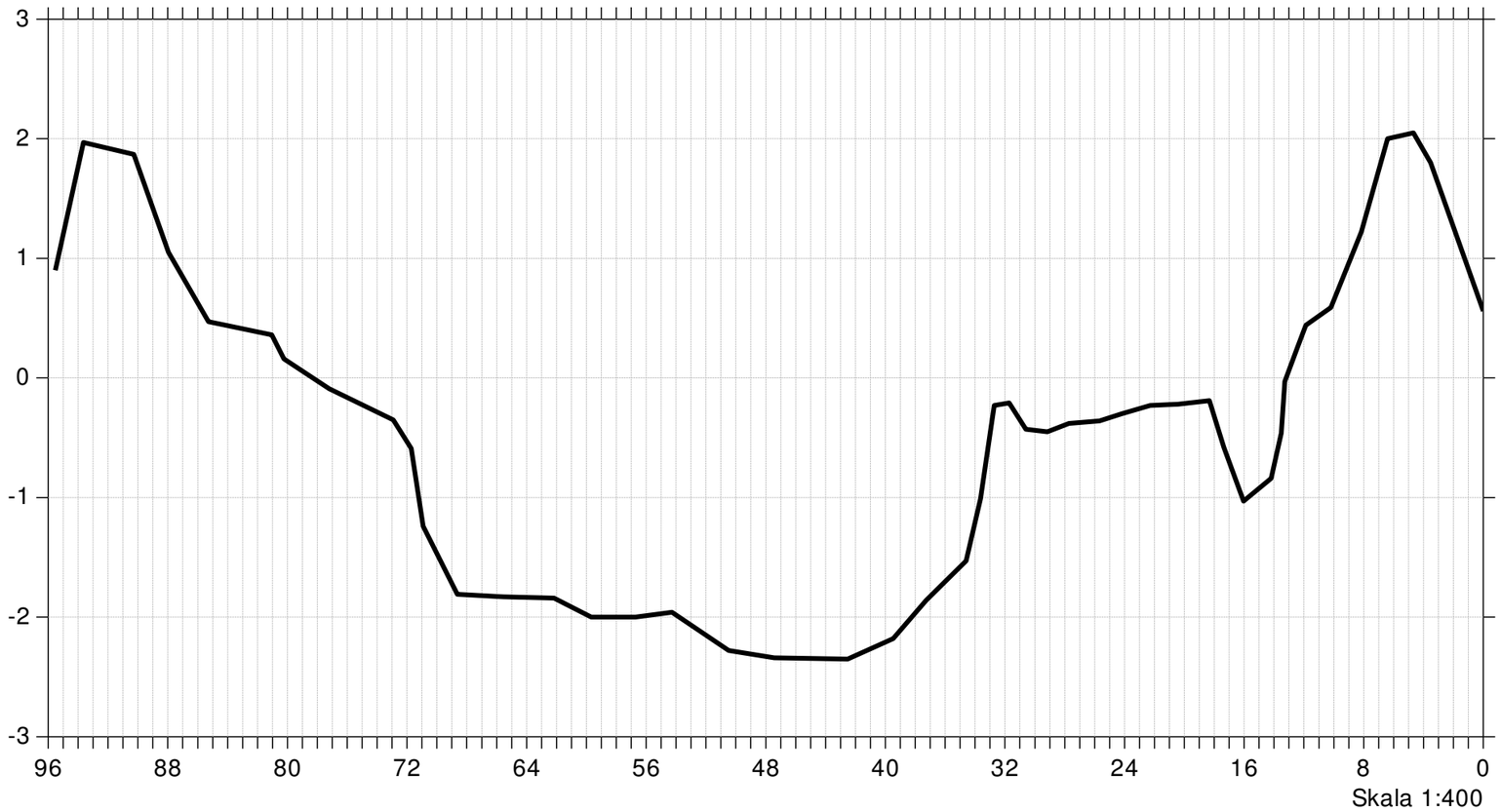
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 33382



Gudenåen

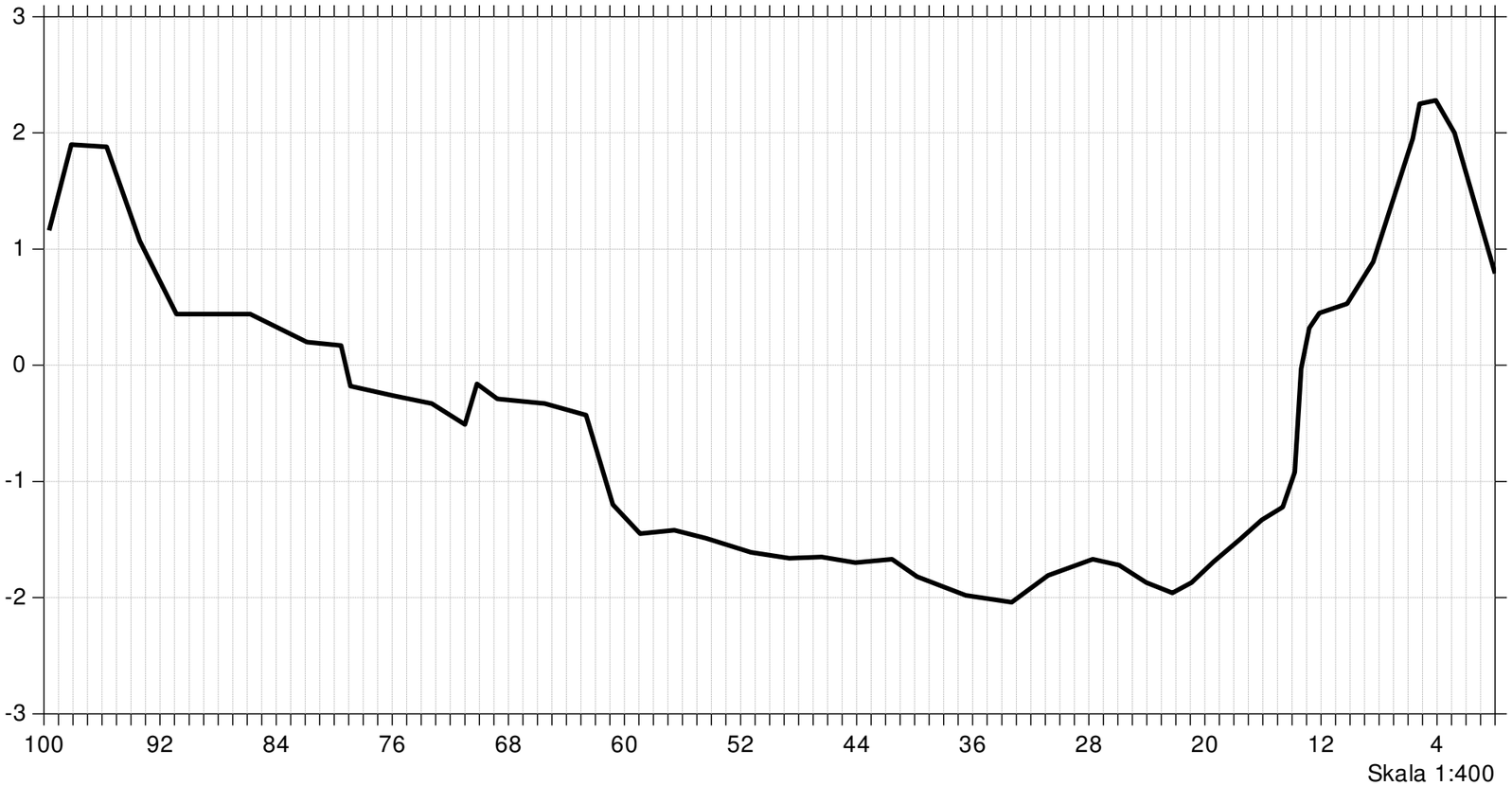
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 33466

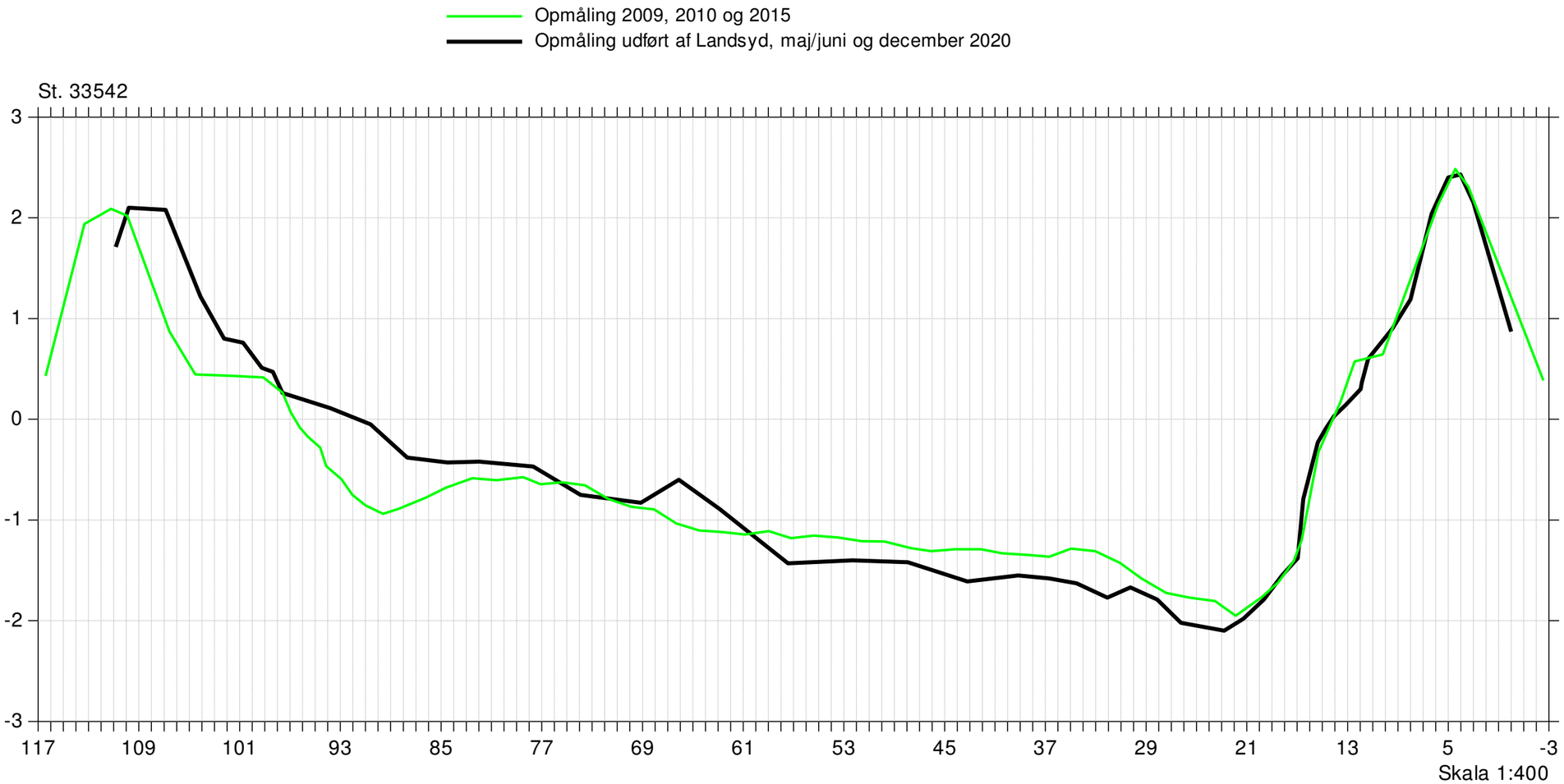


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

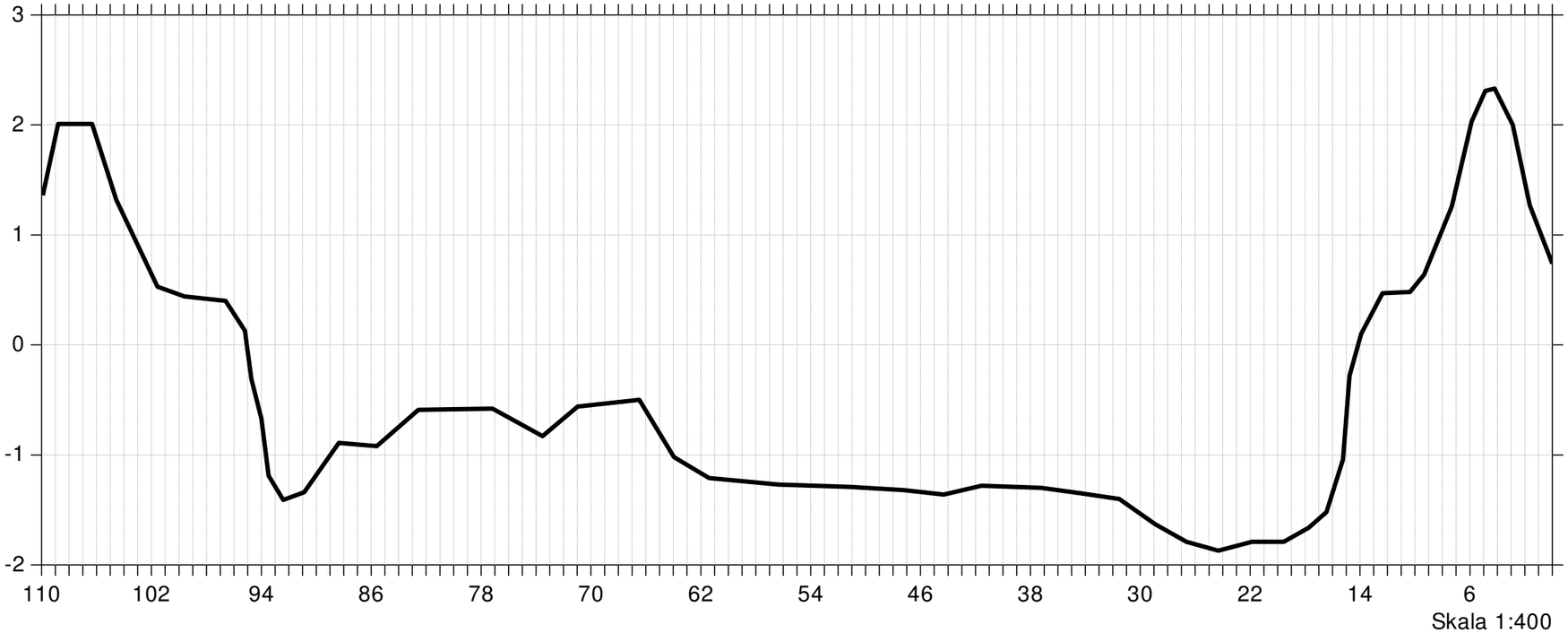
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 33604



Gudenåen

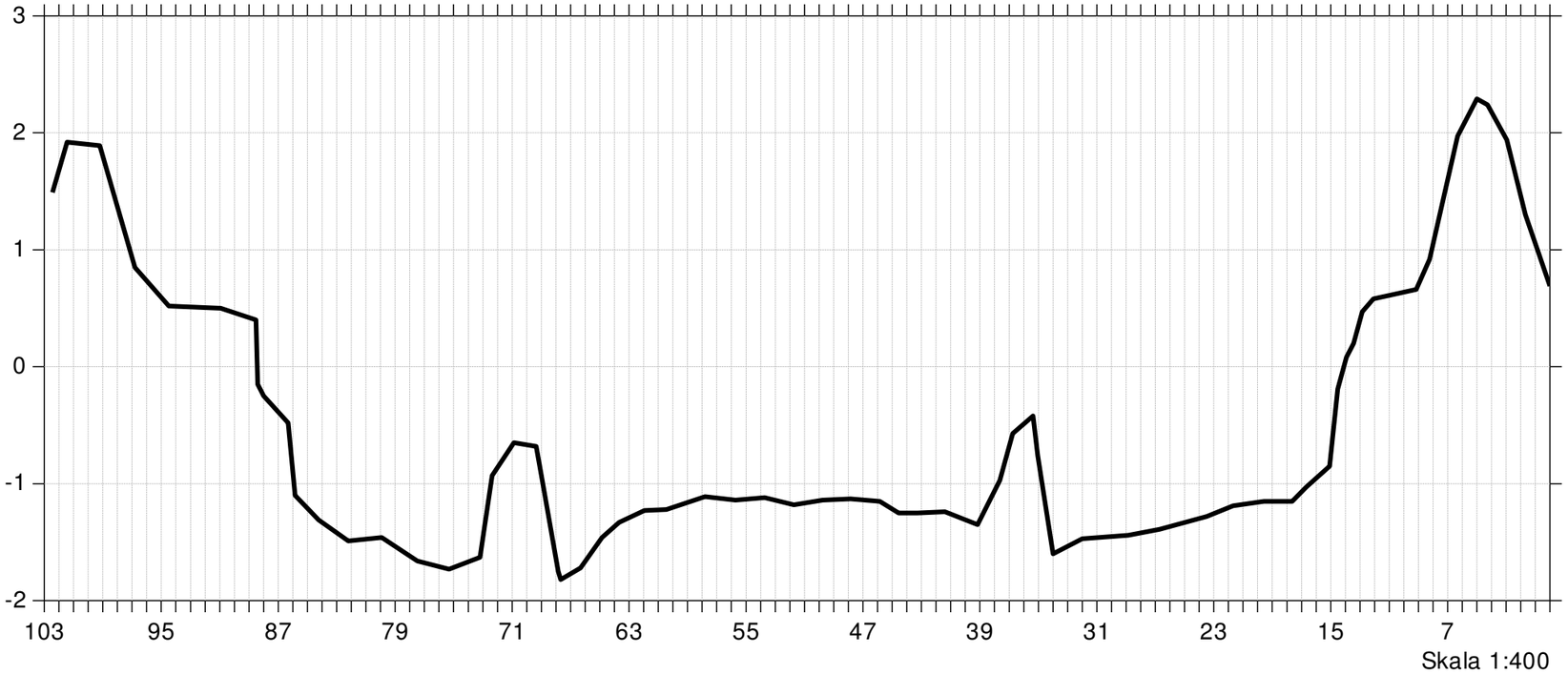
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 33703

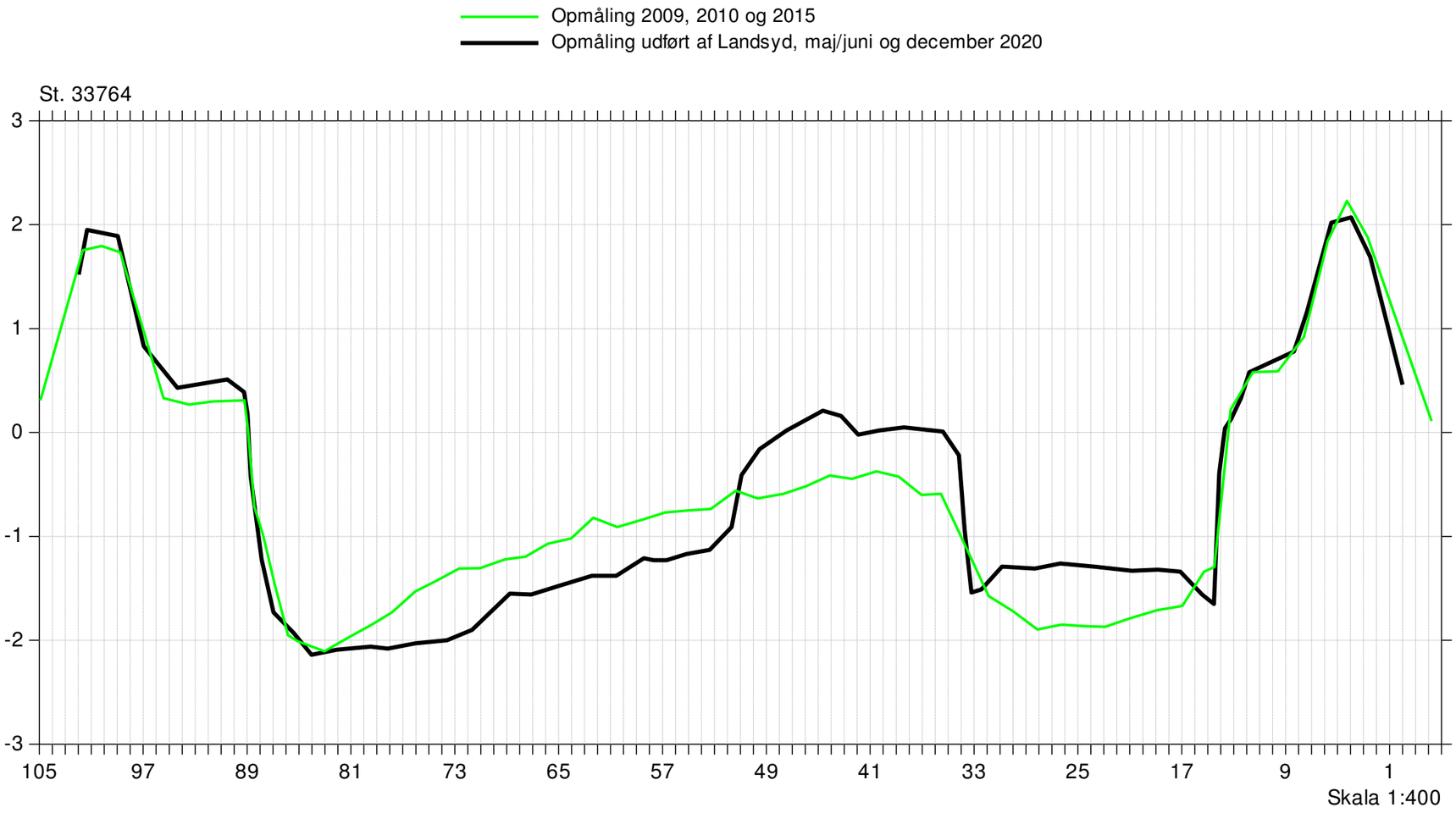


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

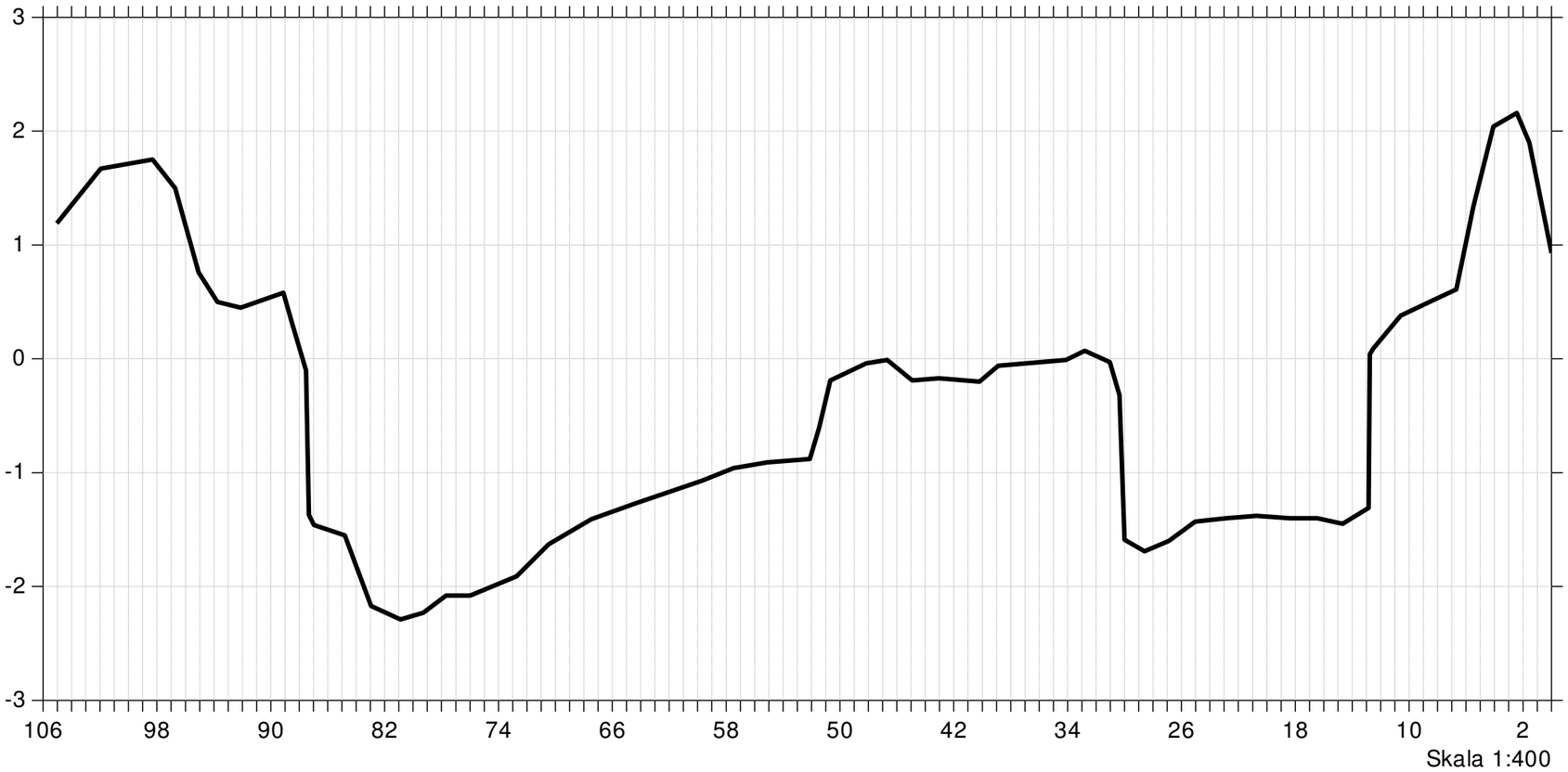
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 33789

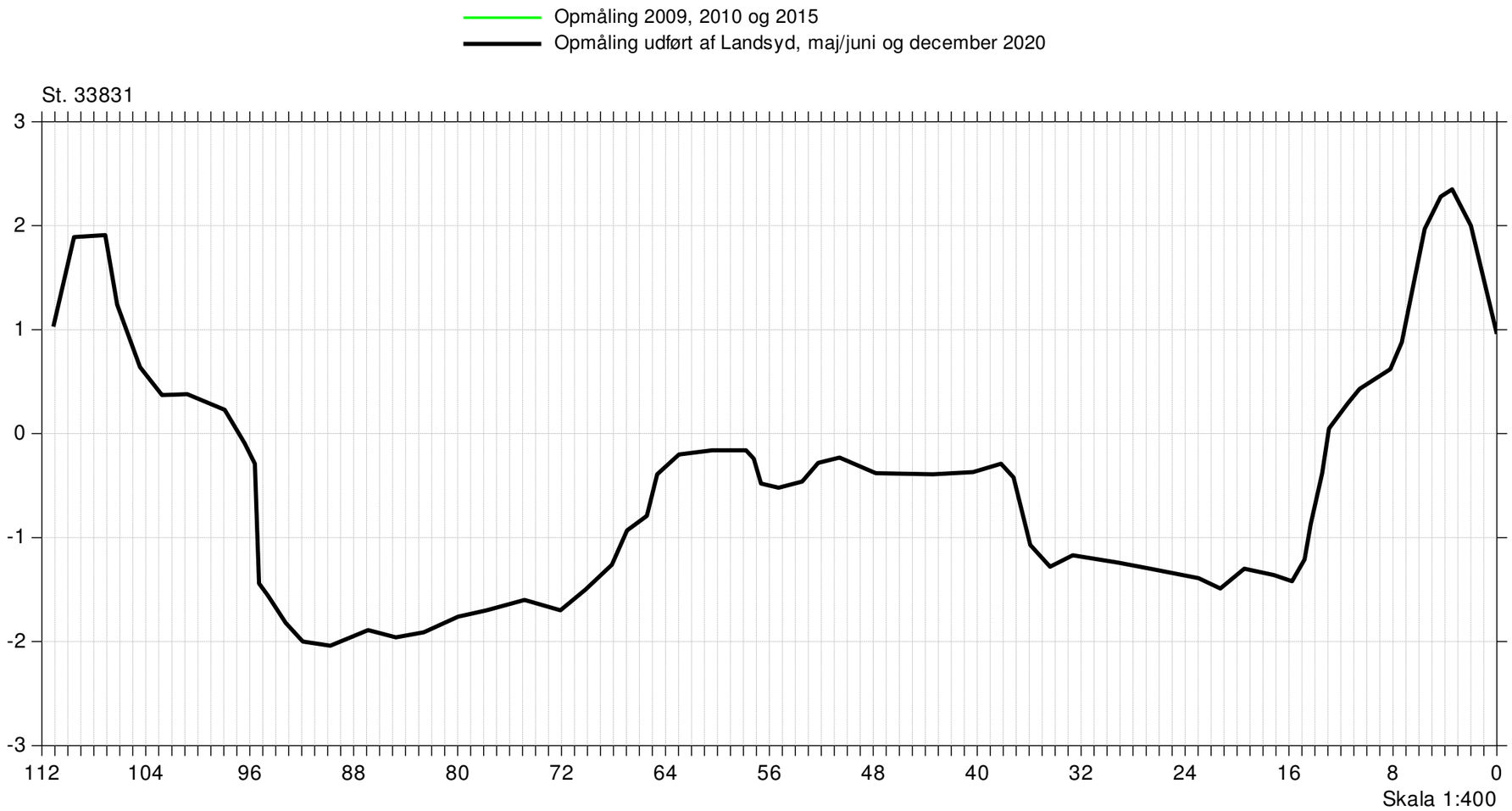


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

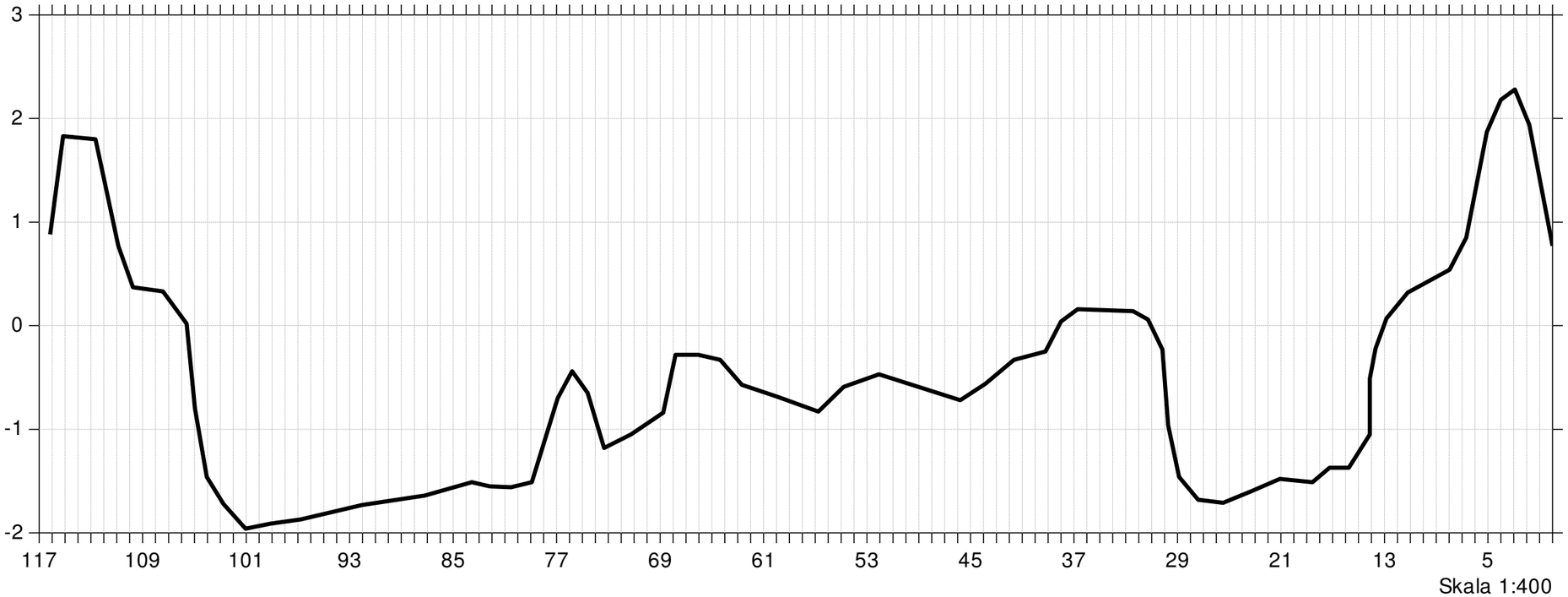
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 33876

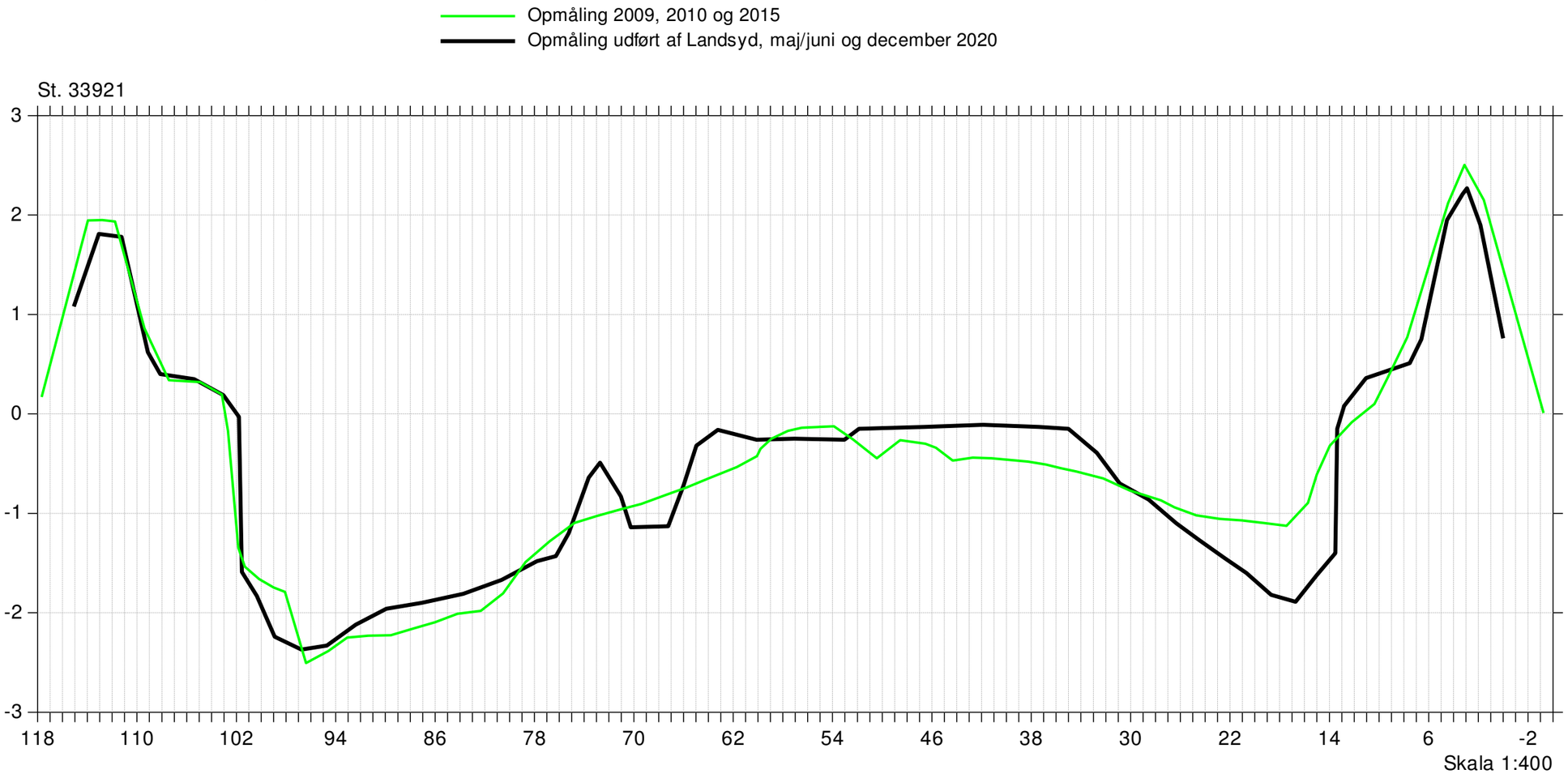


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



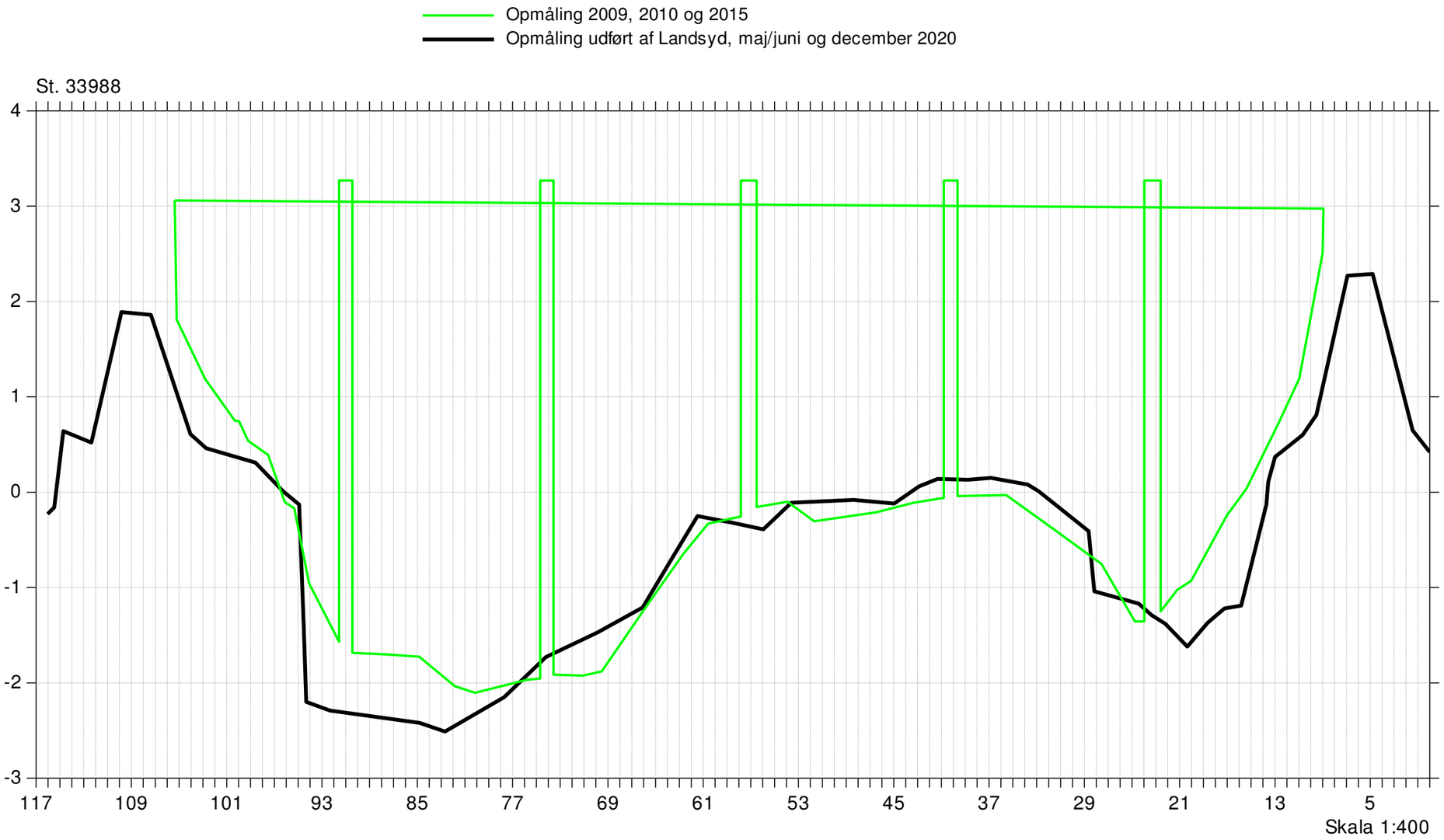
Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

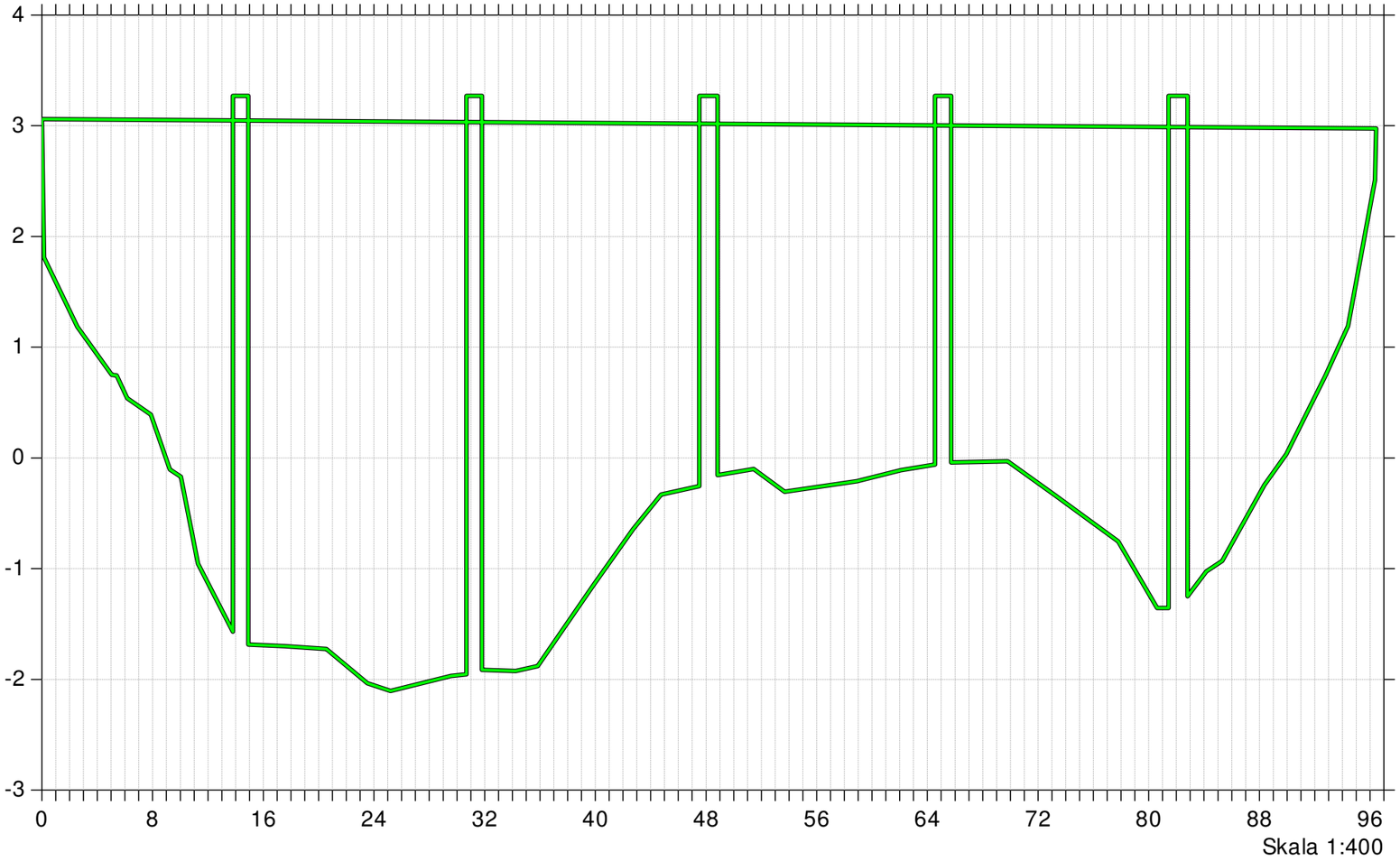
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 33998



Gudenåen

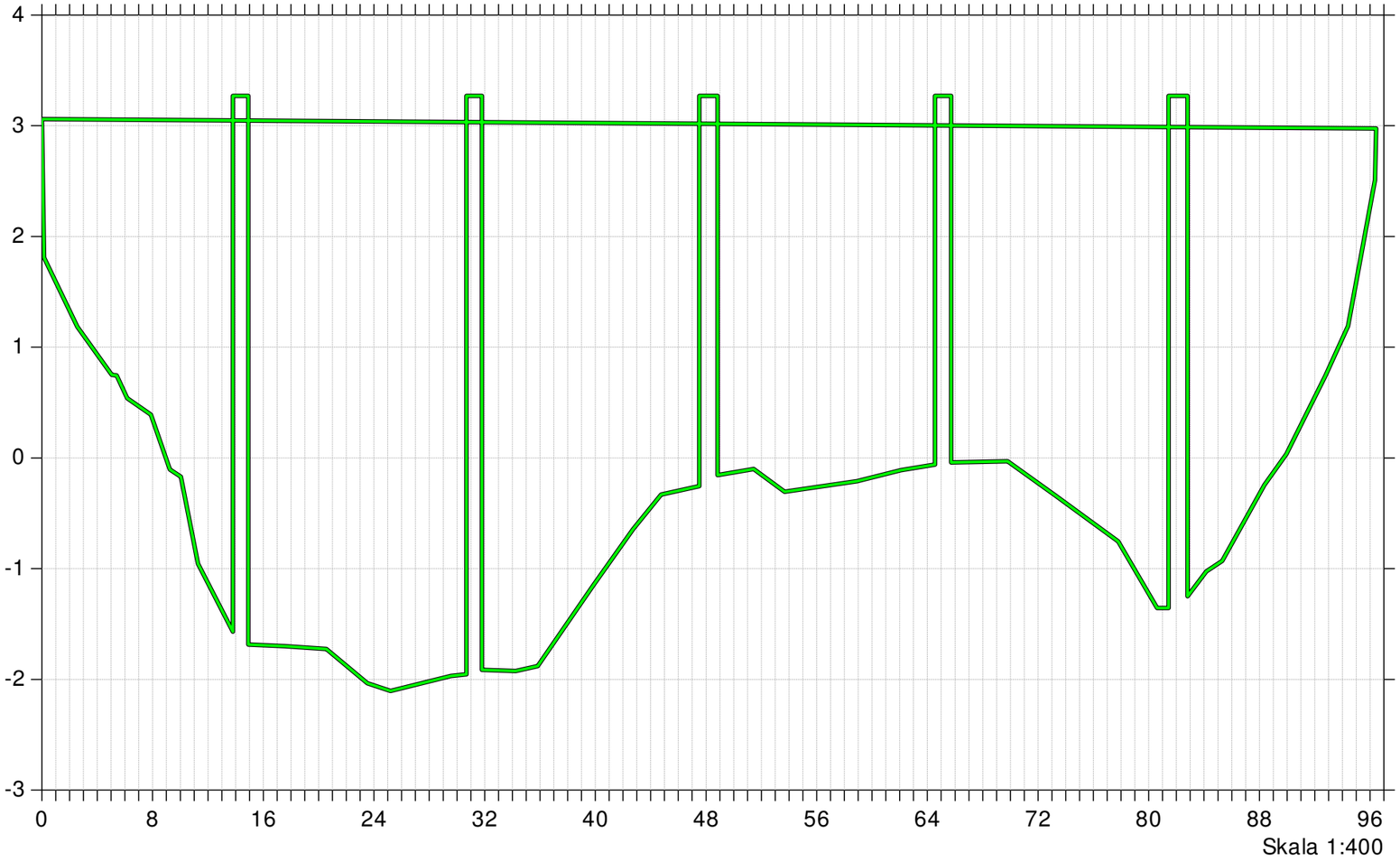
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 34028

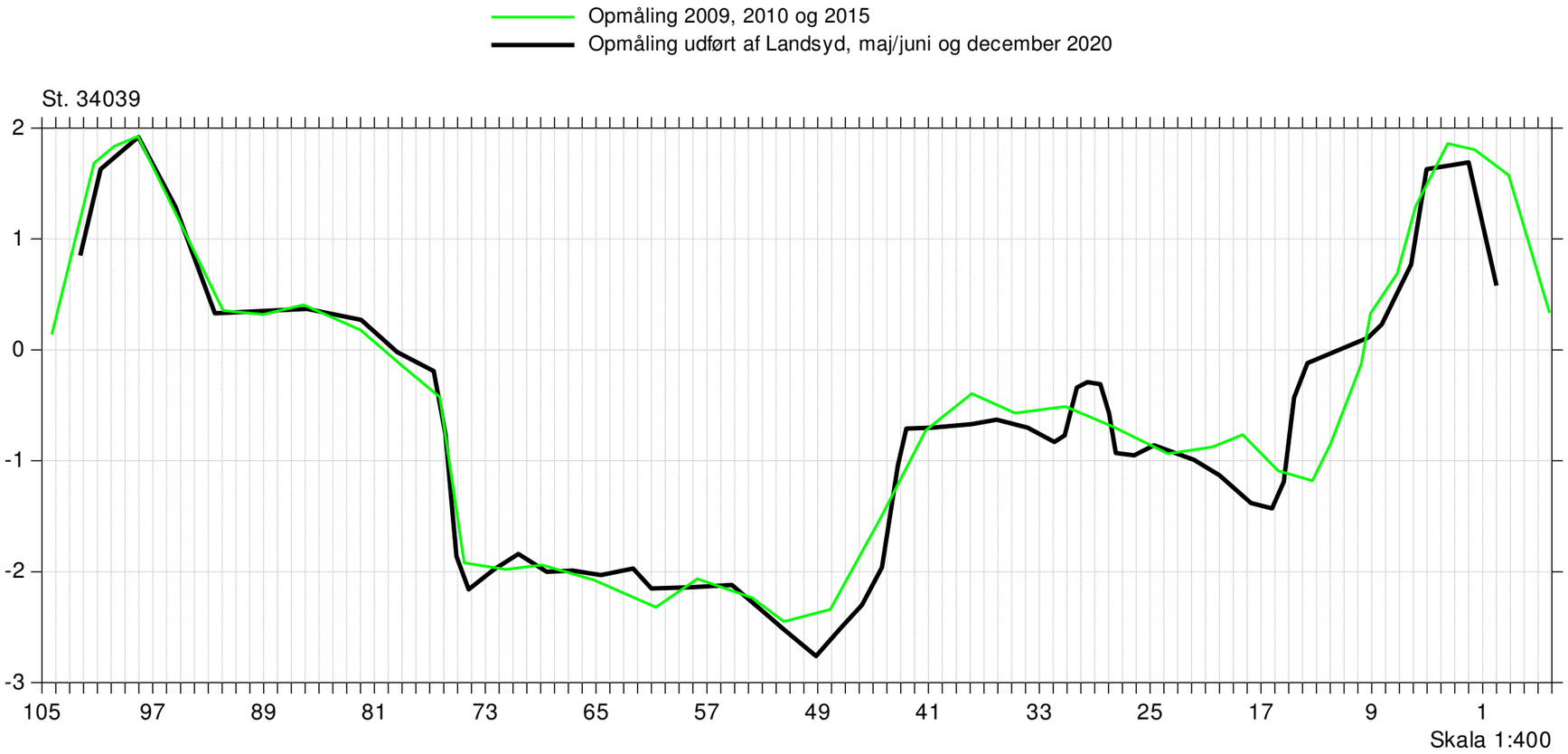


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

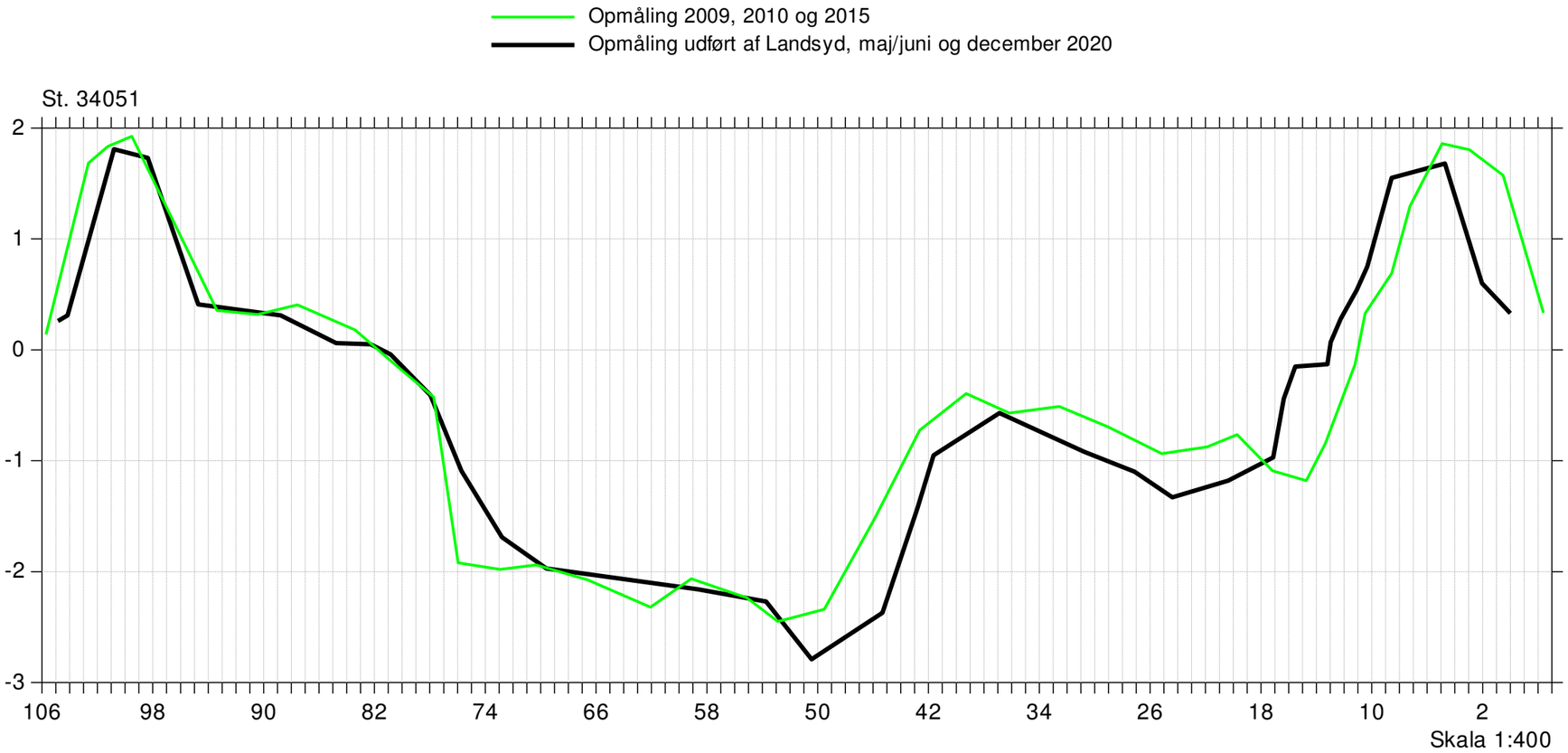


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

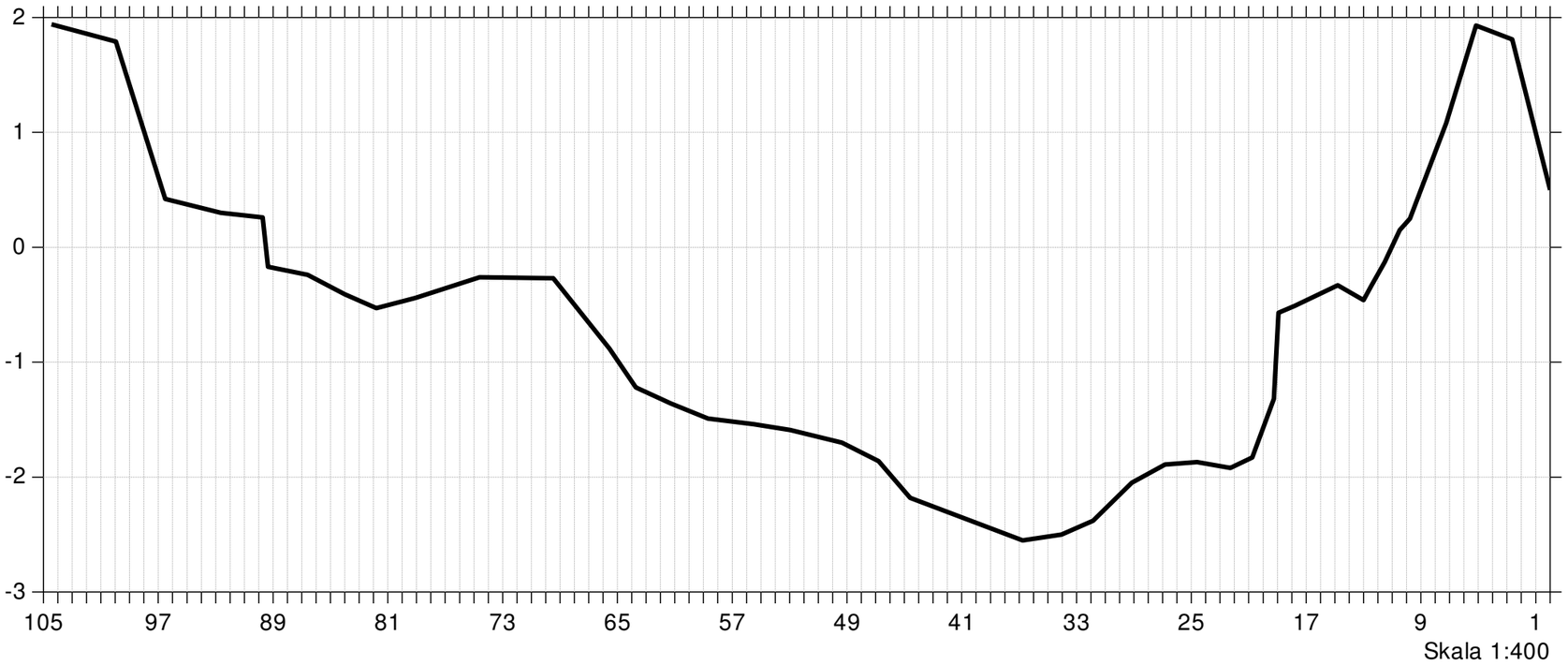
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 34106



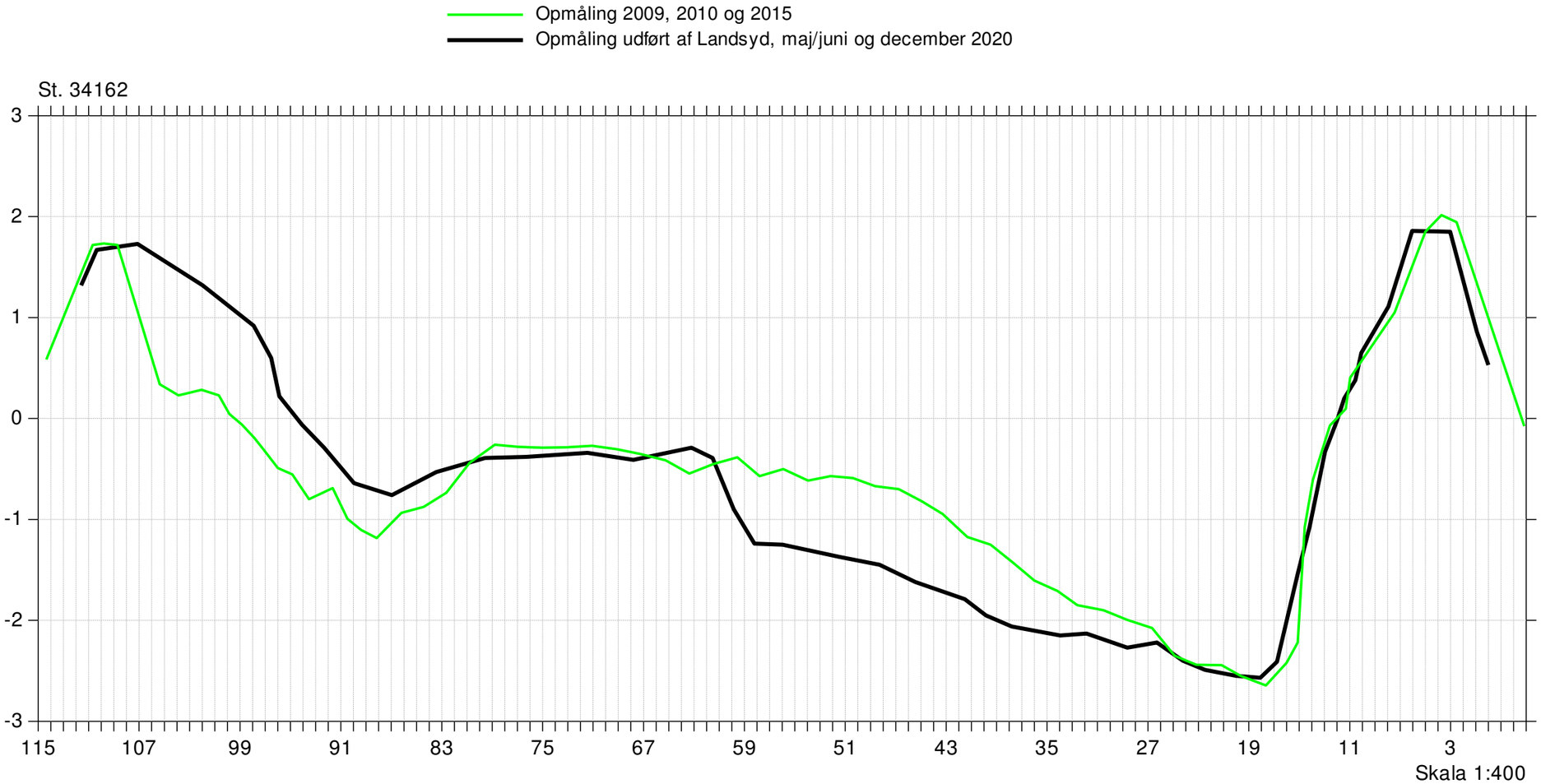
Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

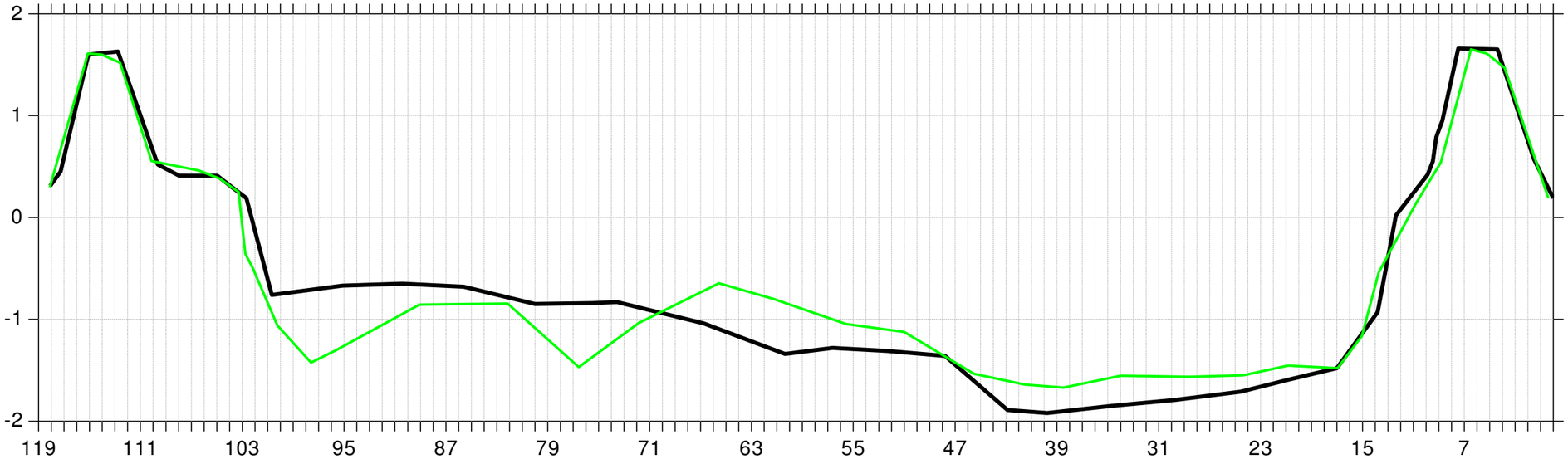
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 34277



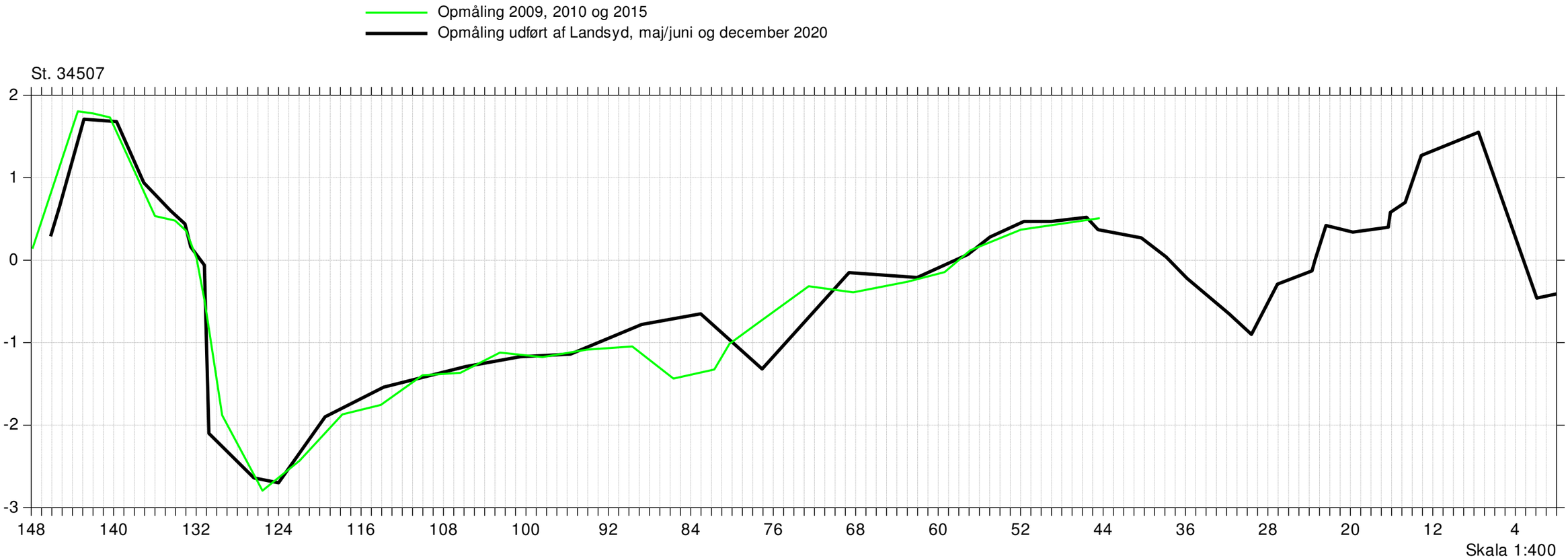
Skala 1:400

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



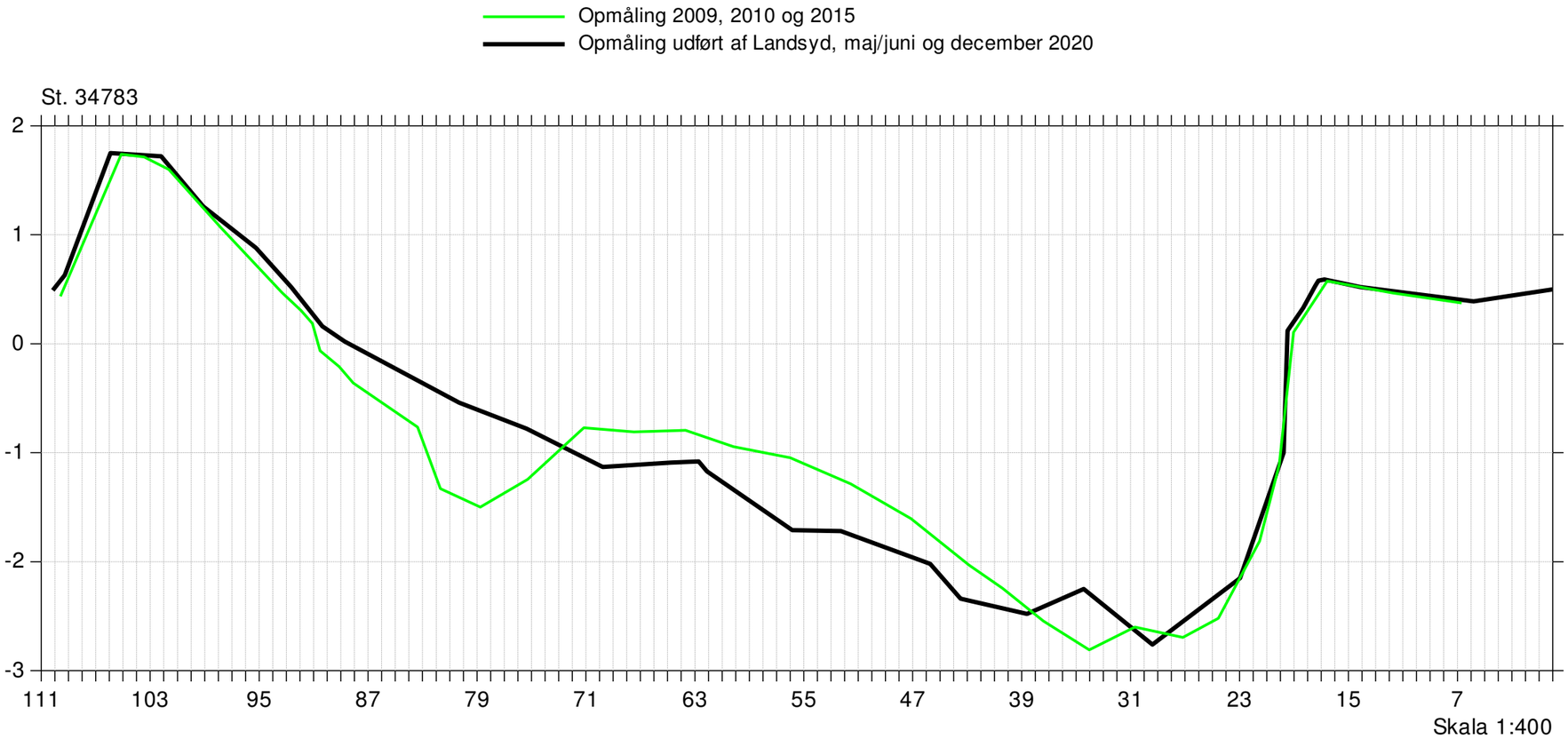
Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50

Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

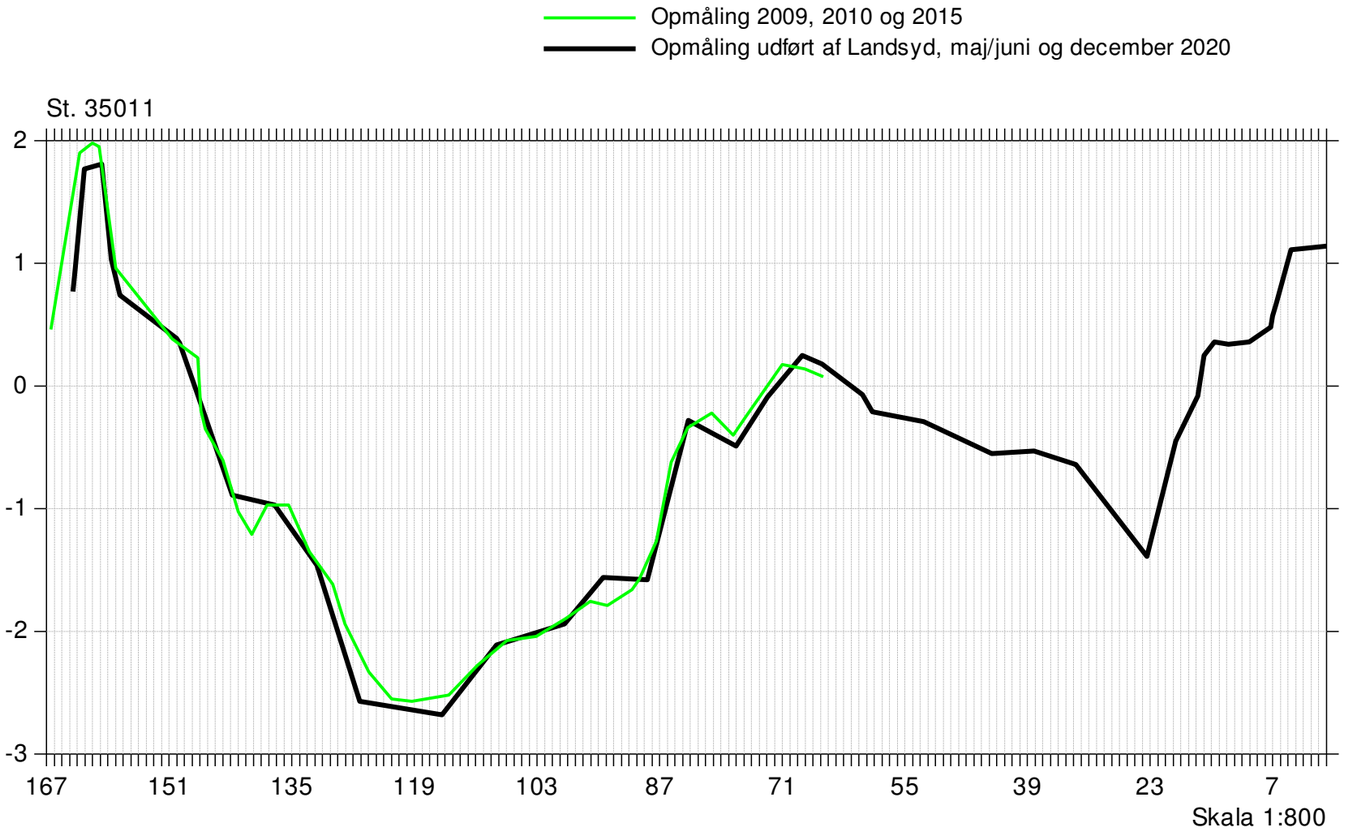


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

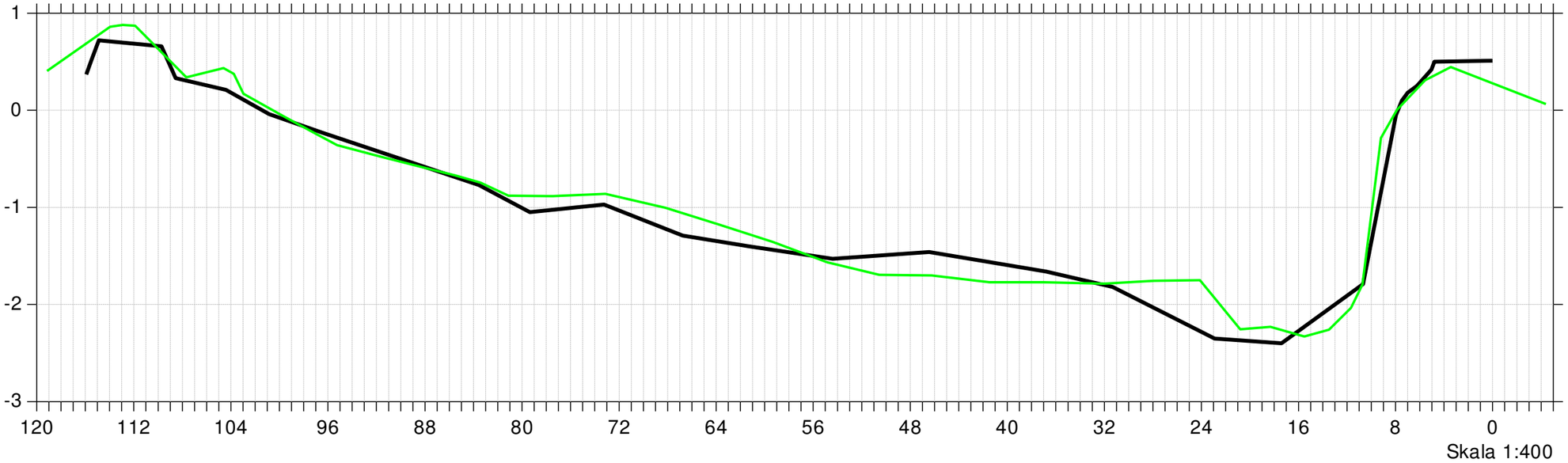
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

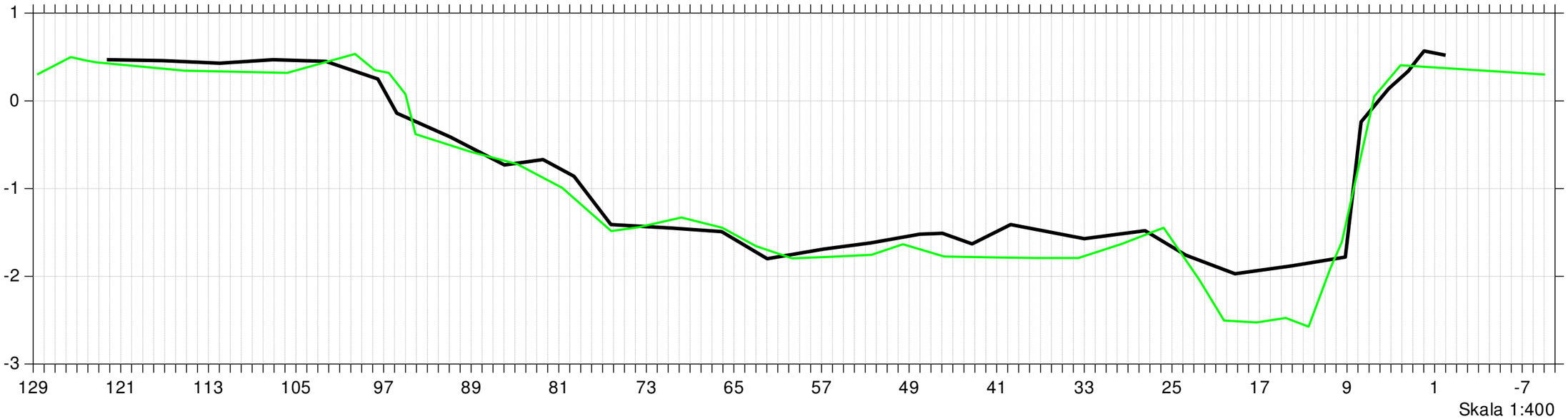
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 35233



St. 35465



Gudenåen

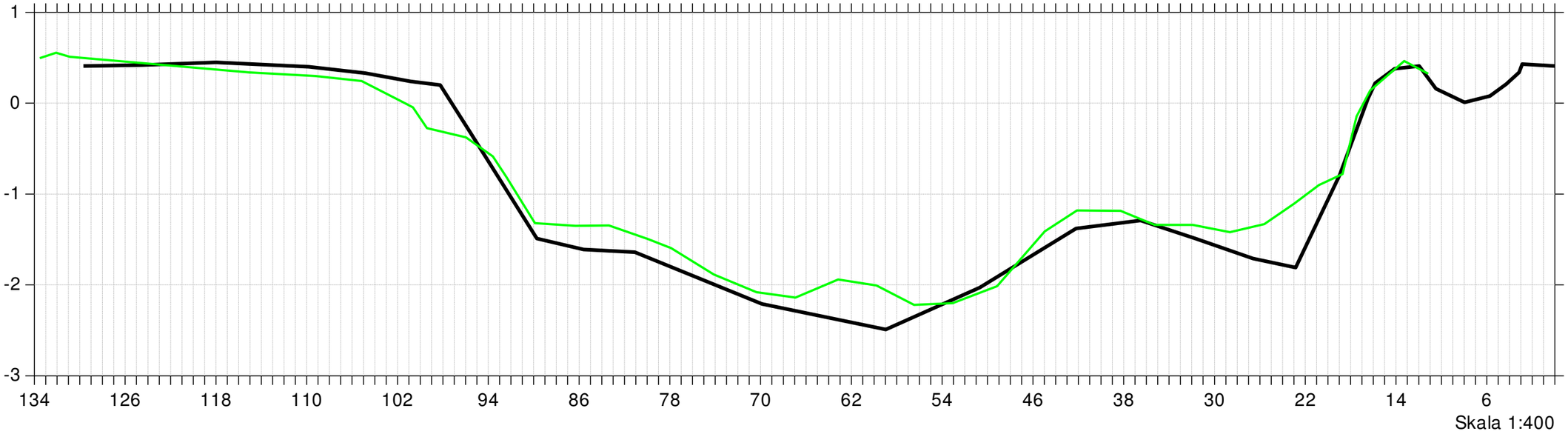
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

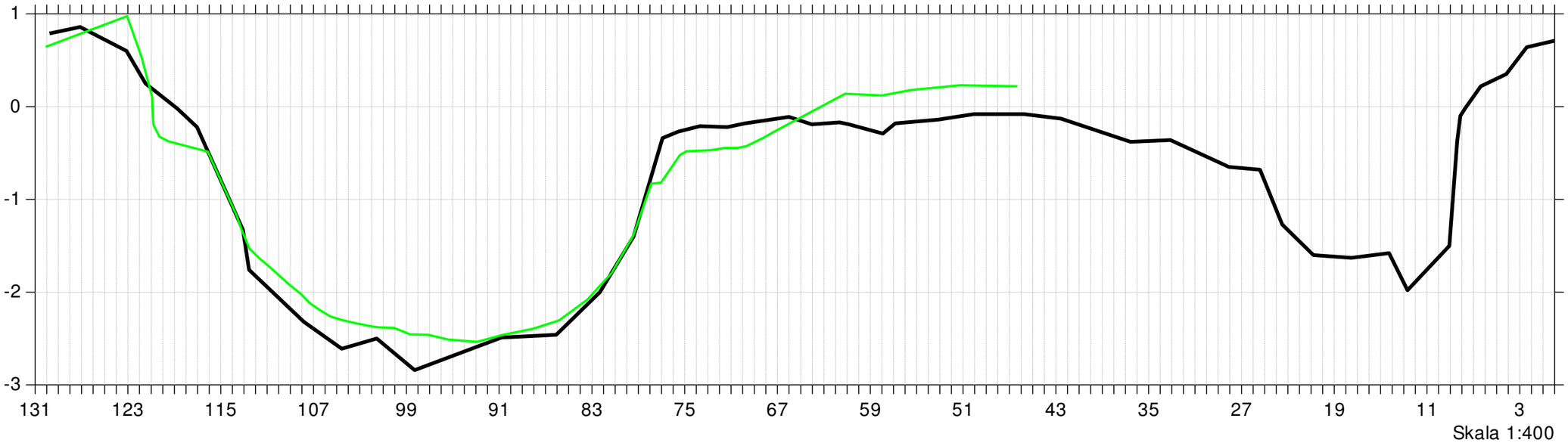
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 35663



St. 35771



Gudenåen

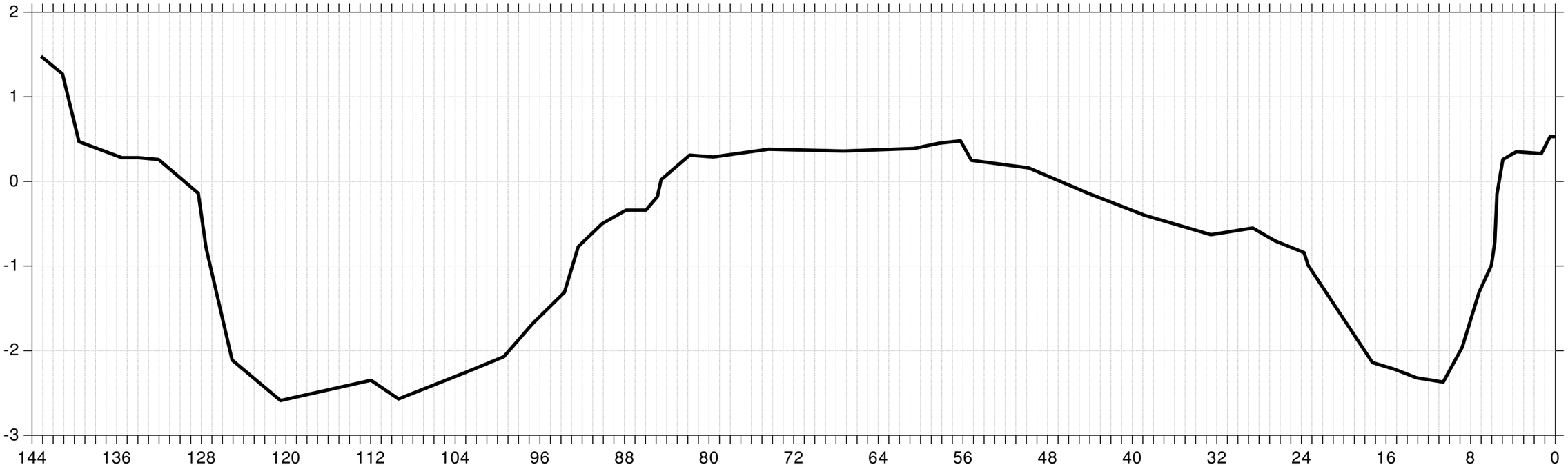
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 35892



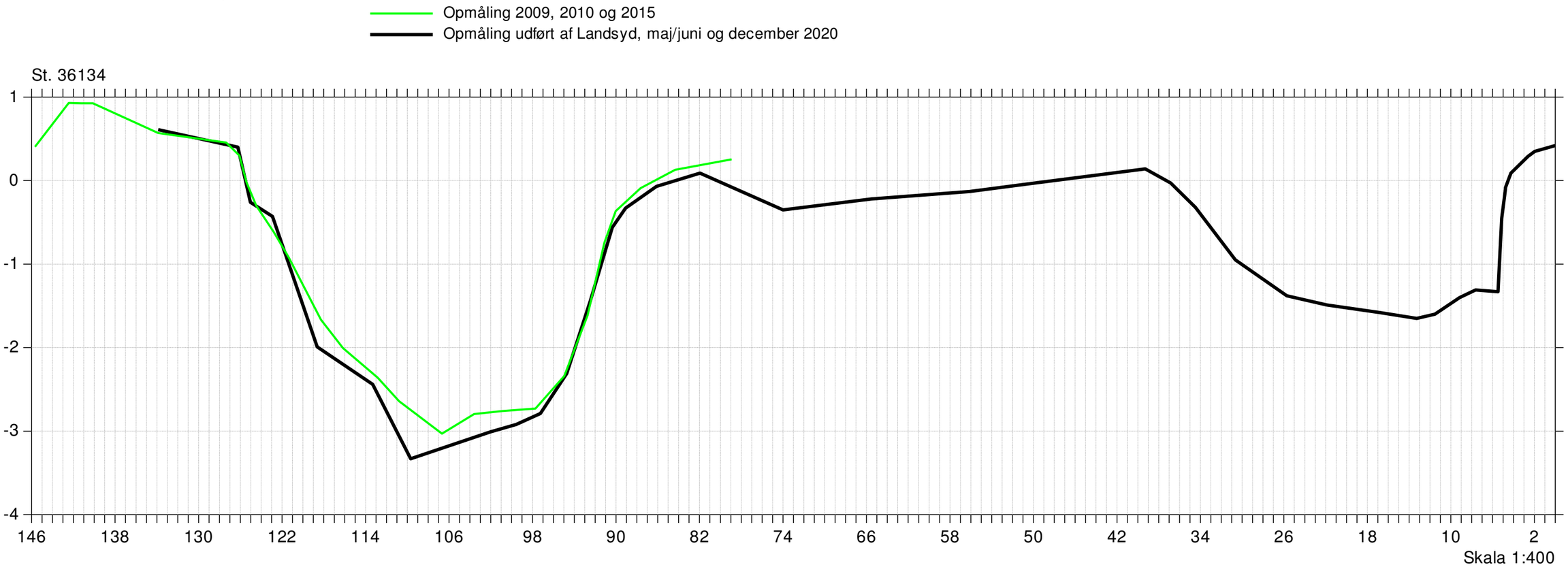
Skala 1:400

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

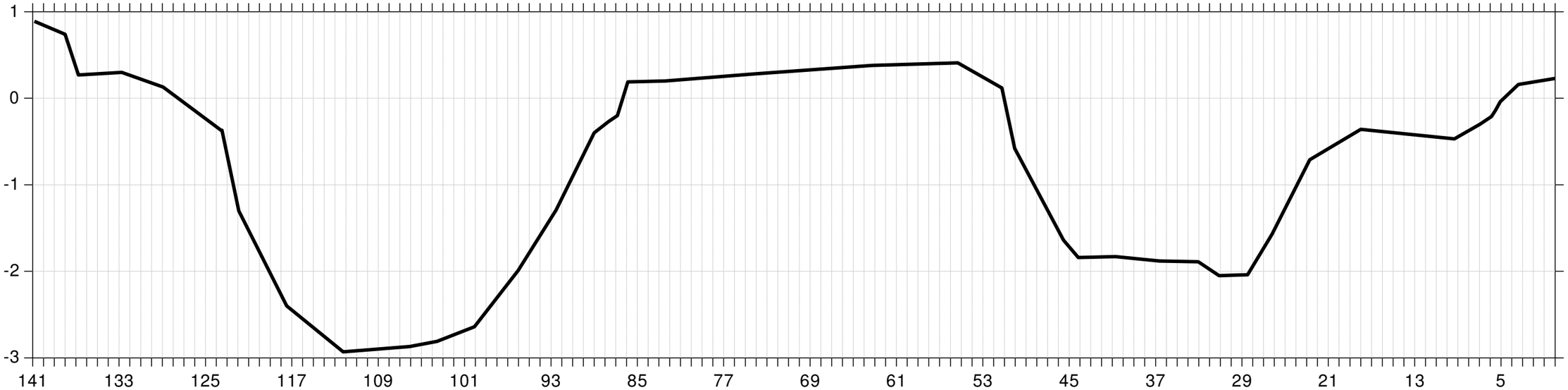
Kontrolopmåling 2020

Bilag 3

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

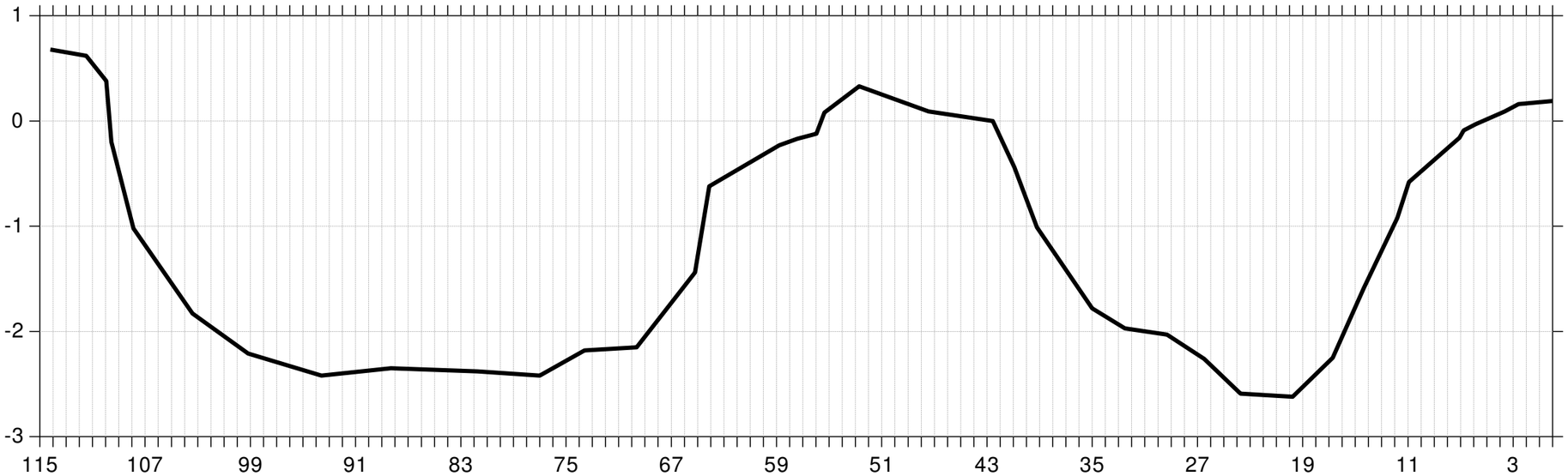
Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 36434



Skala 1:400

St. 36498



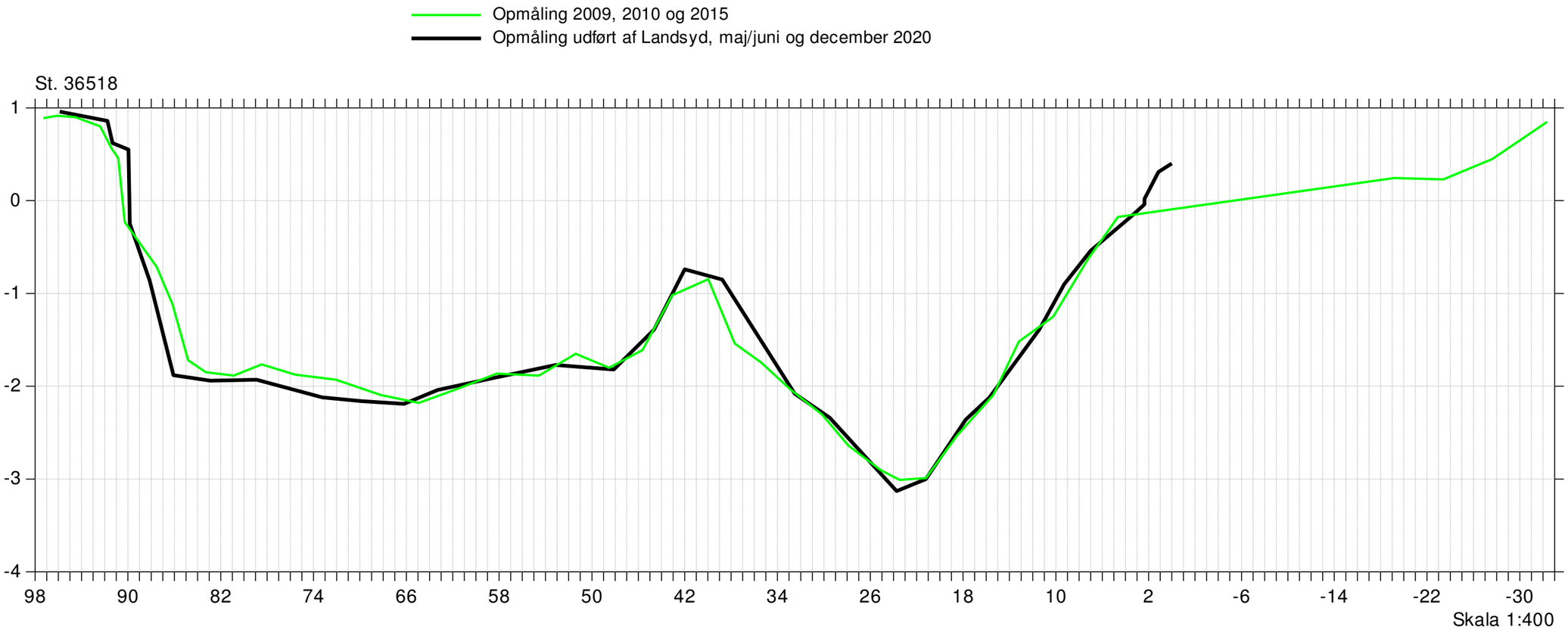
Skala 1:400

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

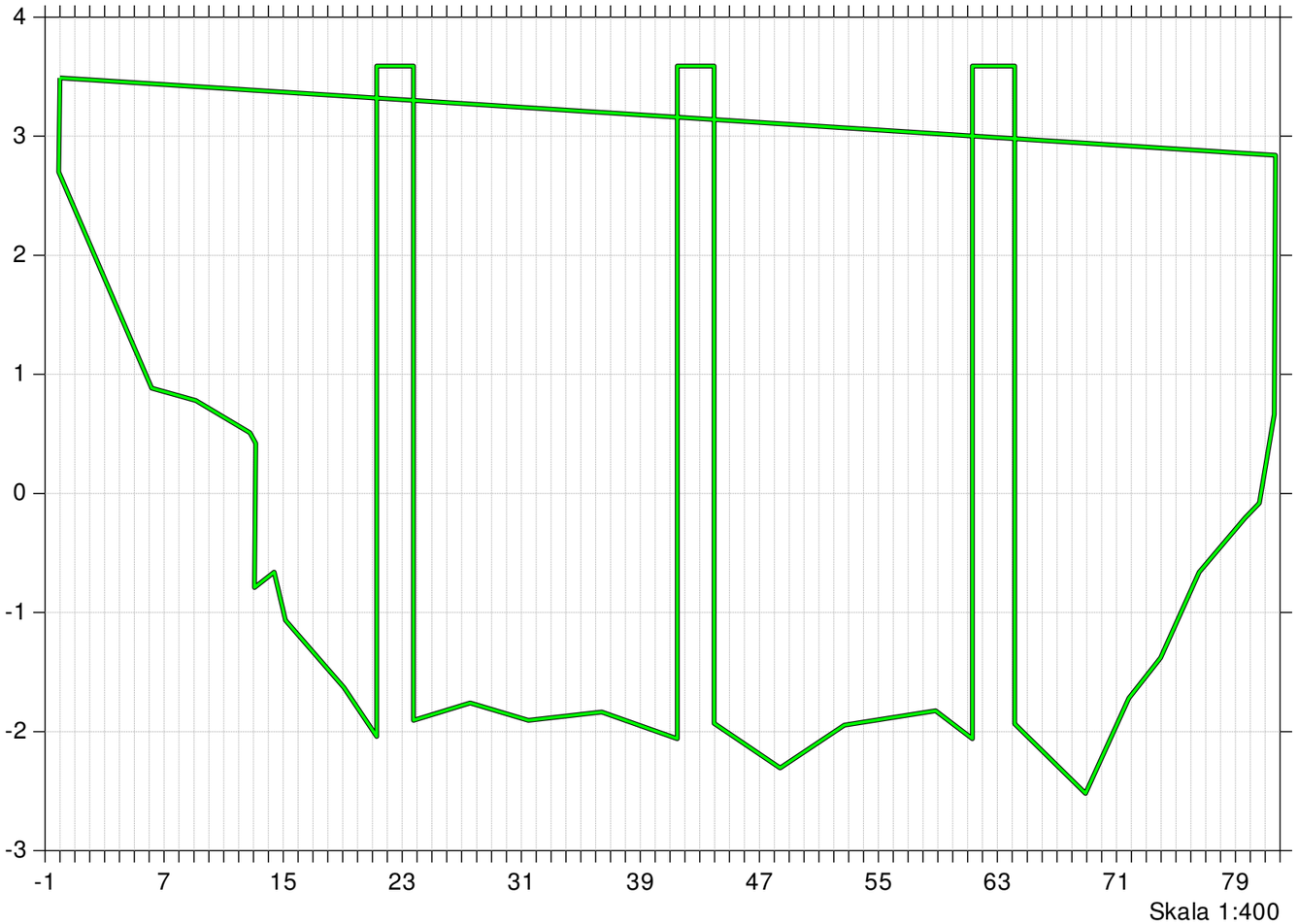
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 36532



Gudenåen

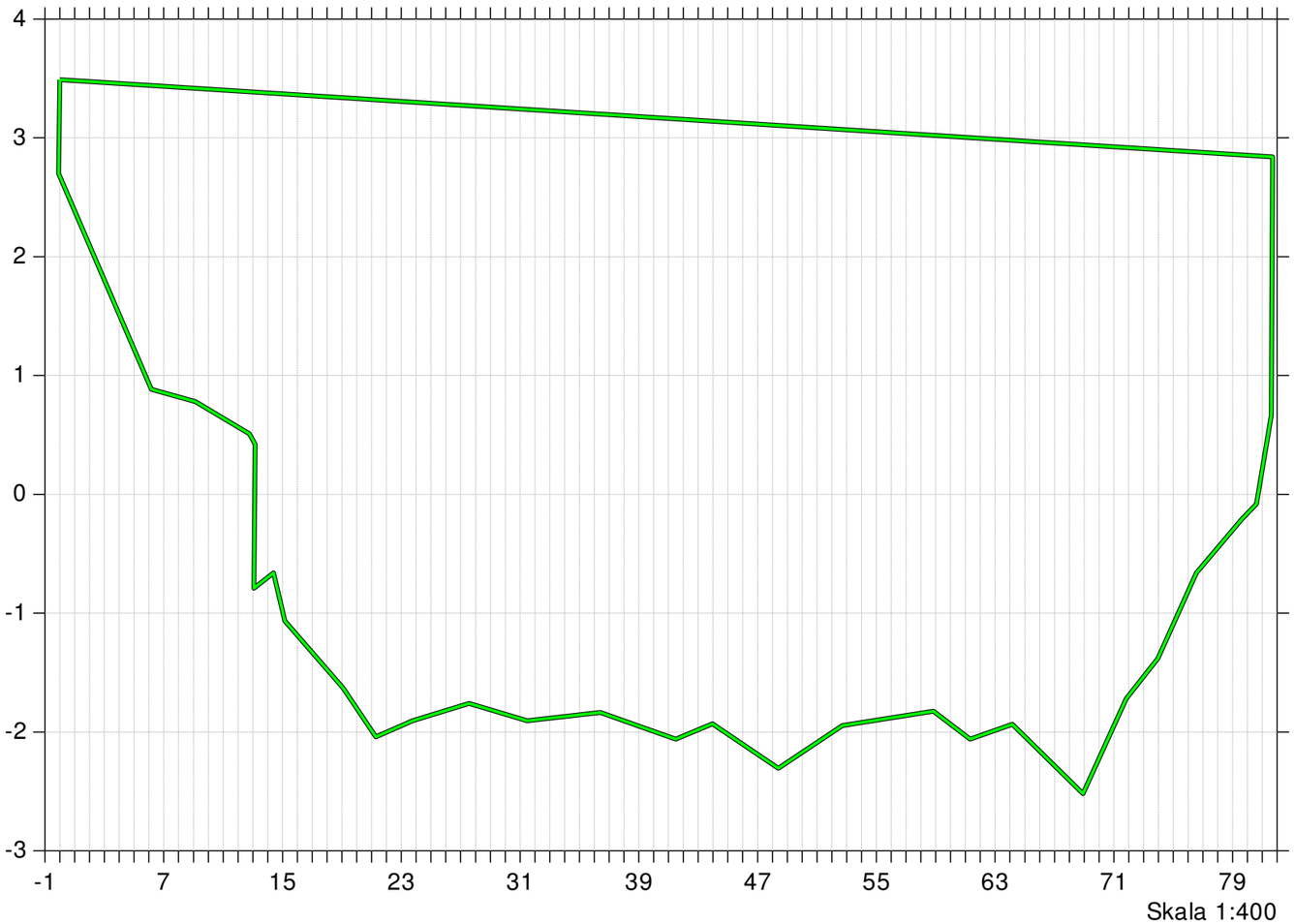
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 36551

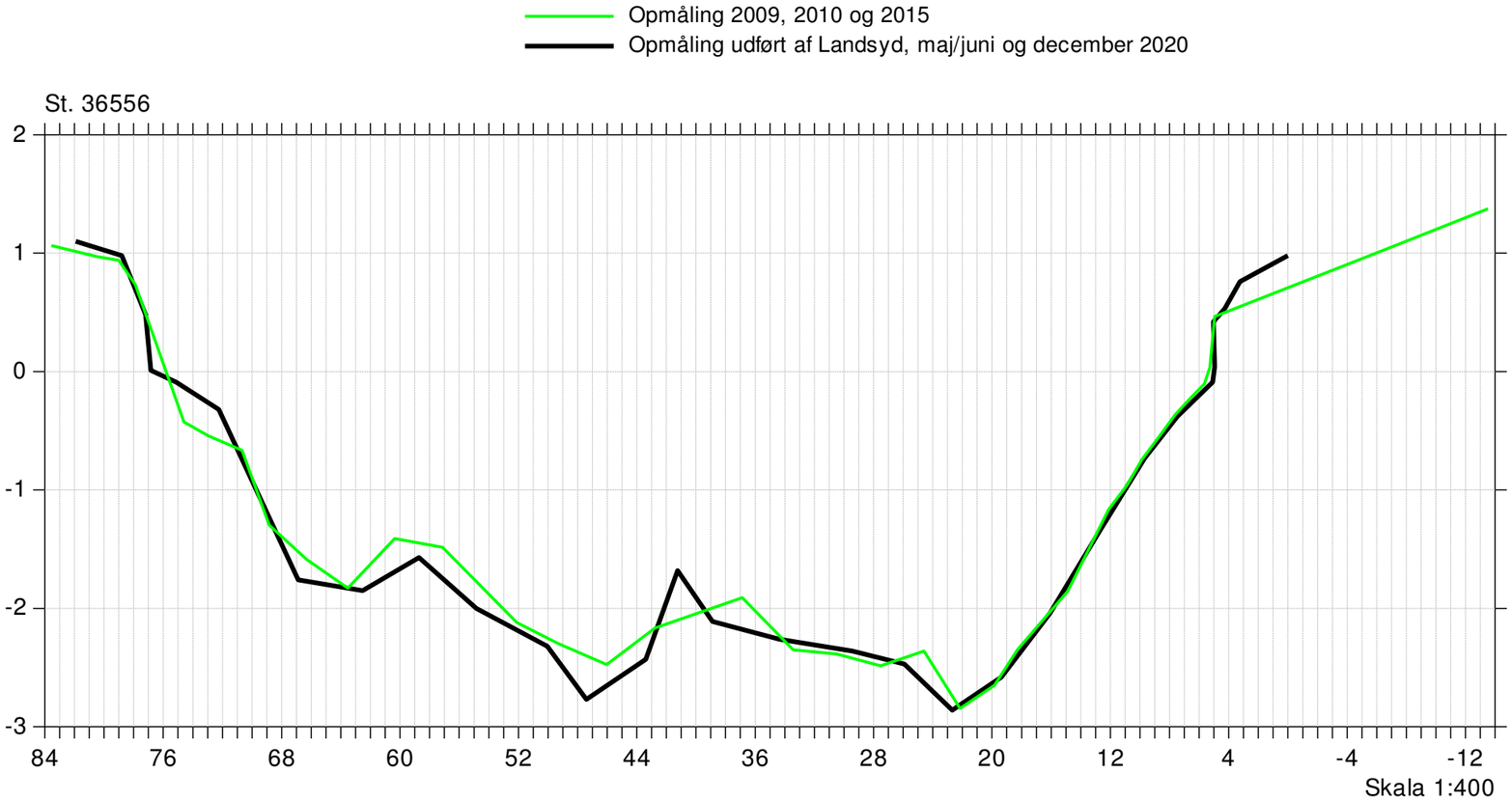


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

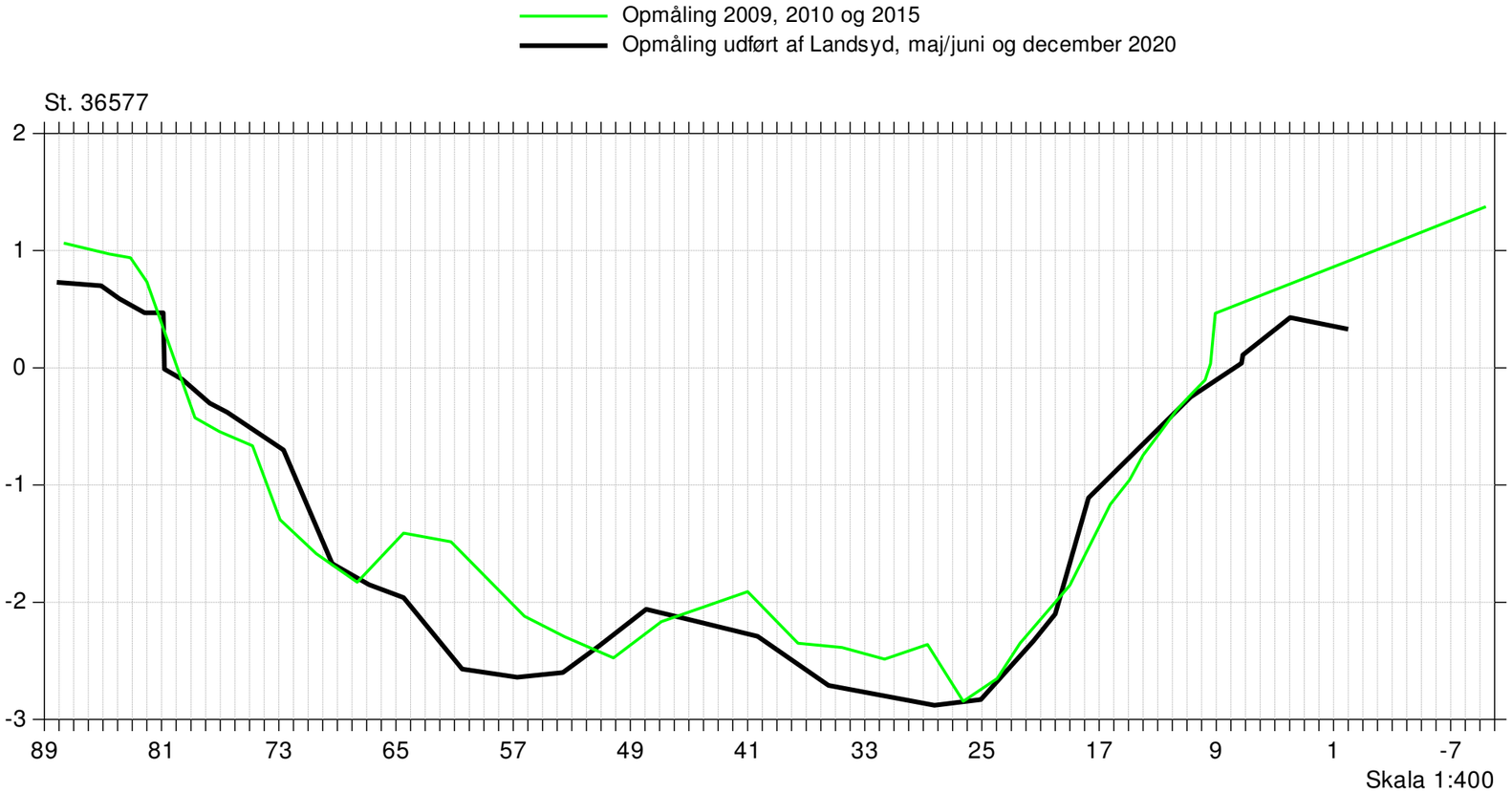


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

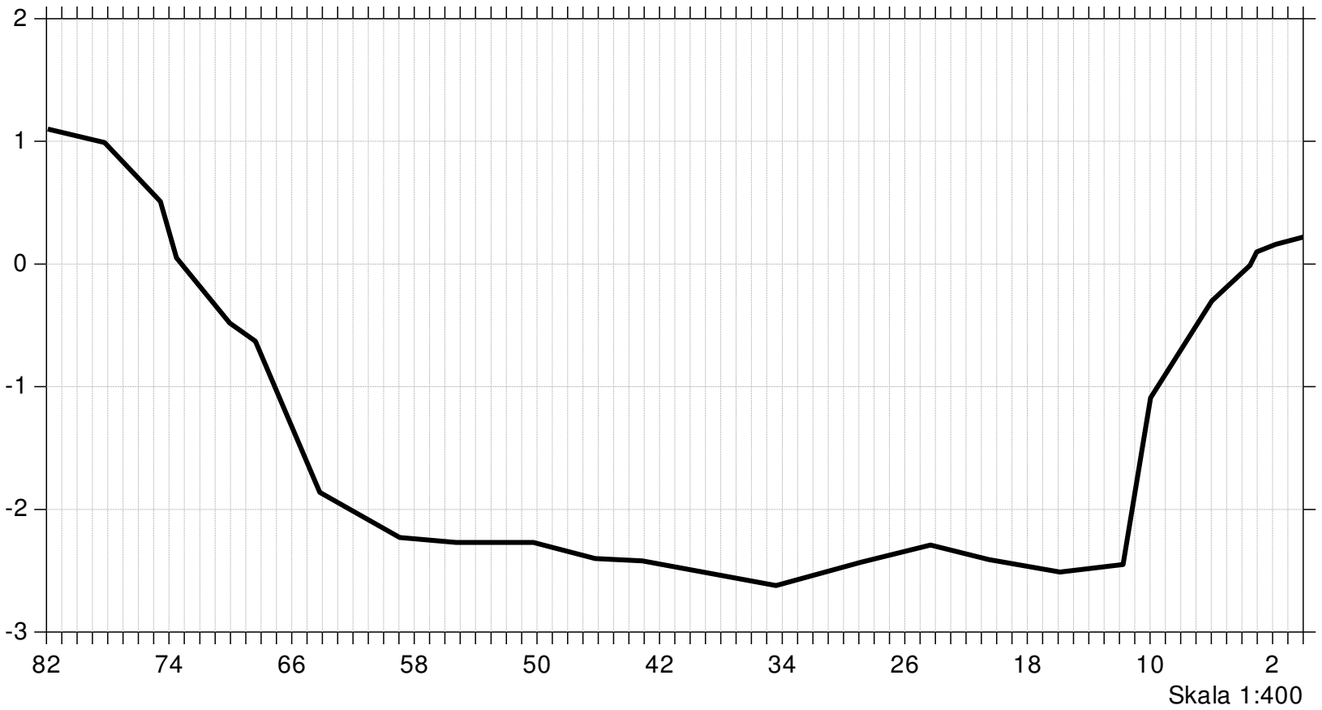
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 36701

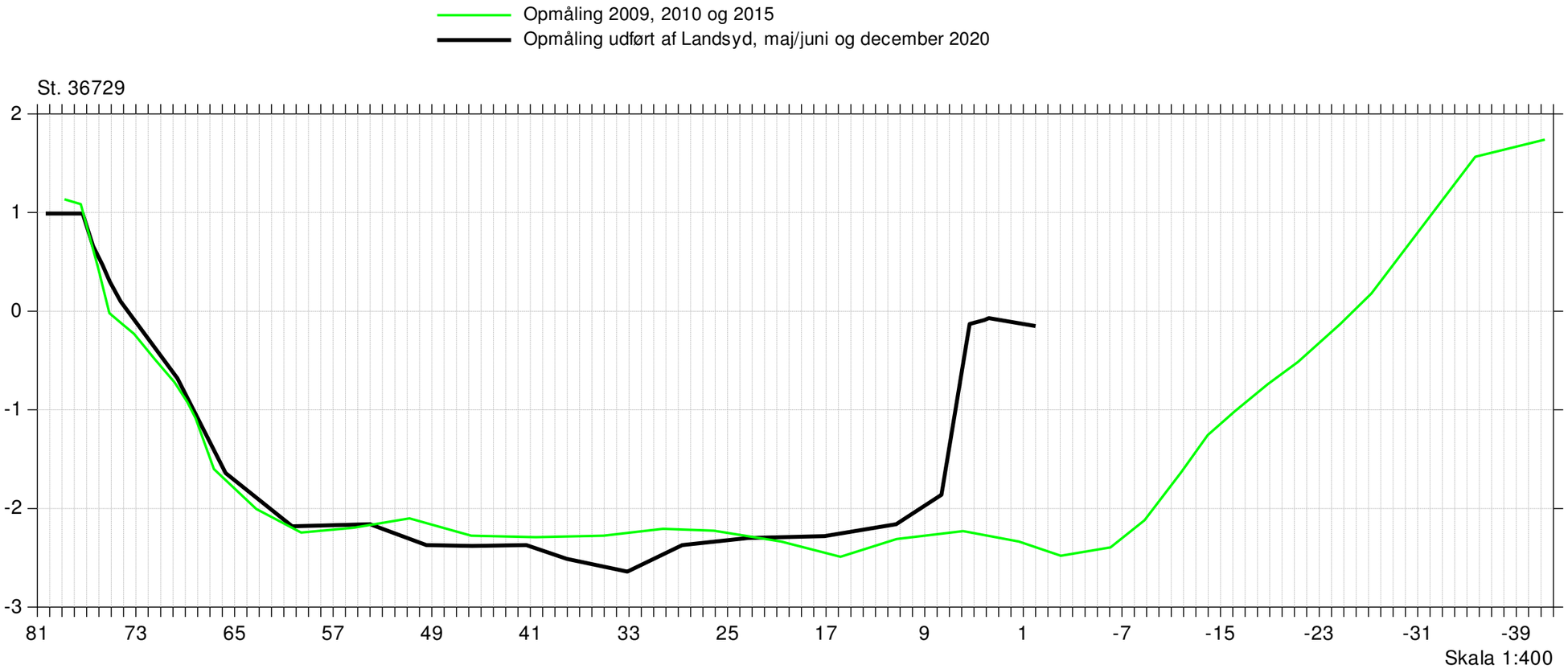


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

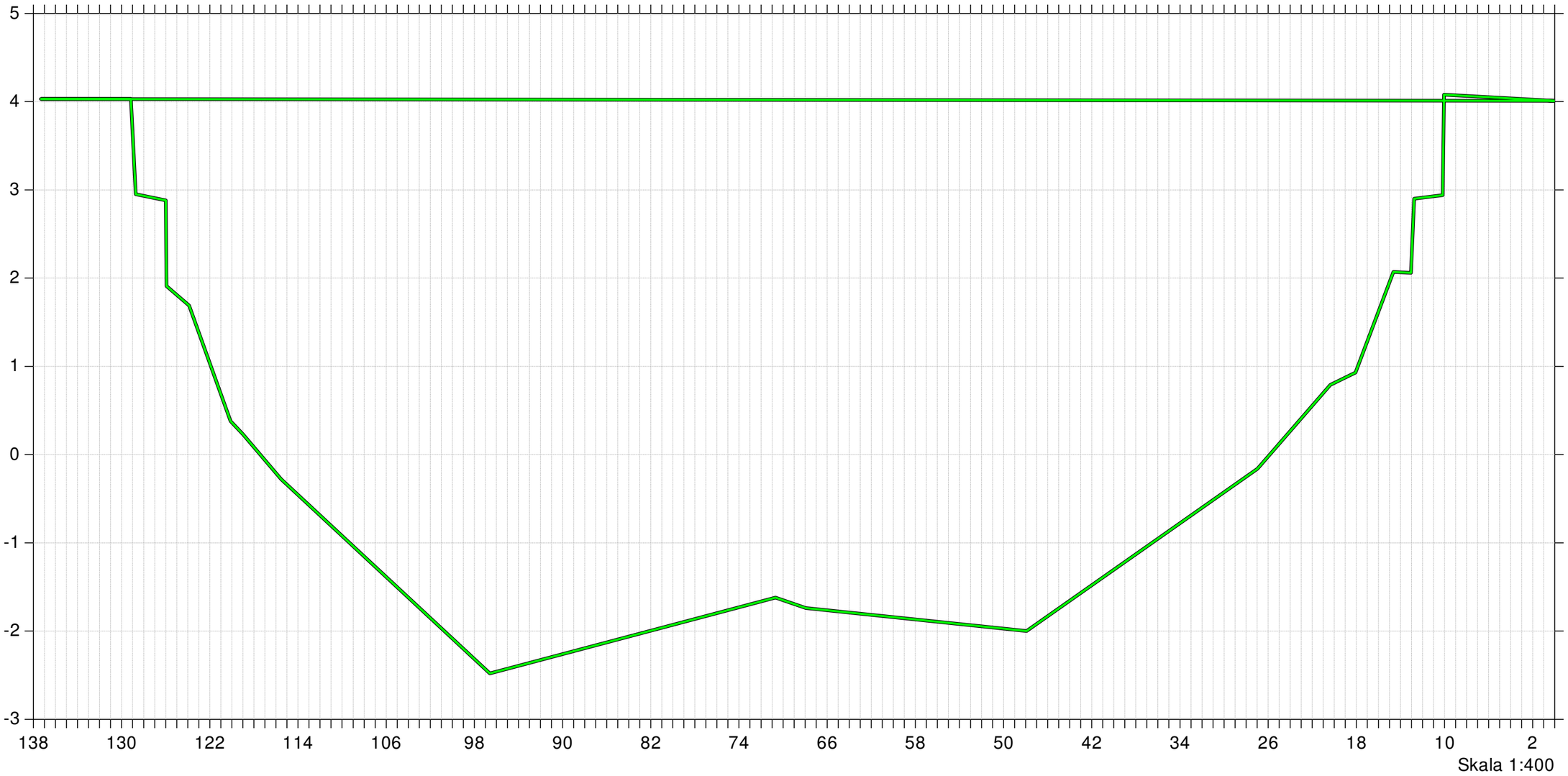
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 36753



Gudenåen

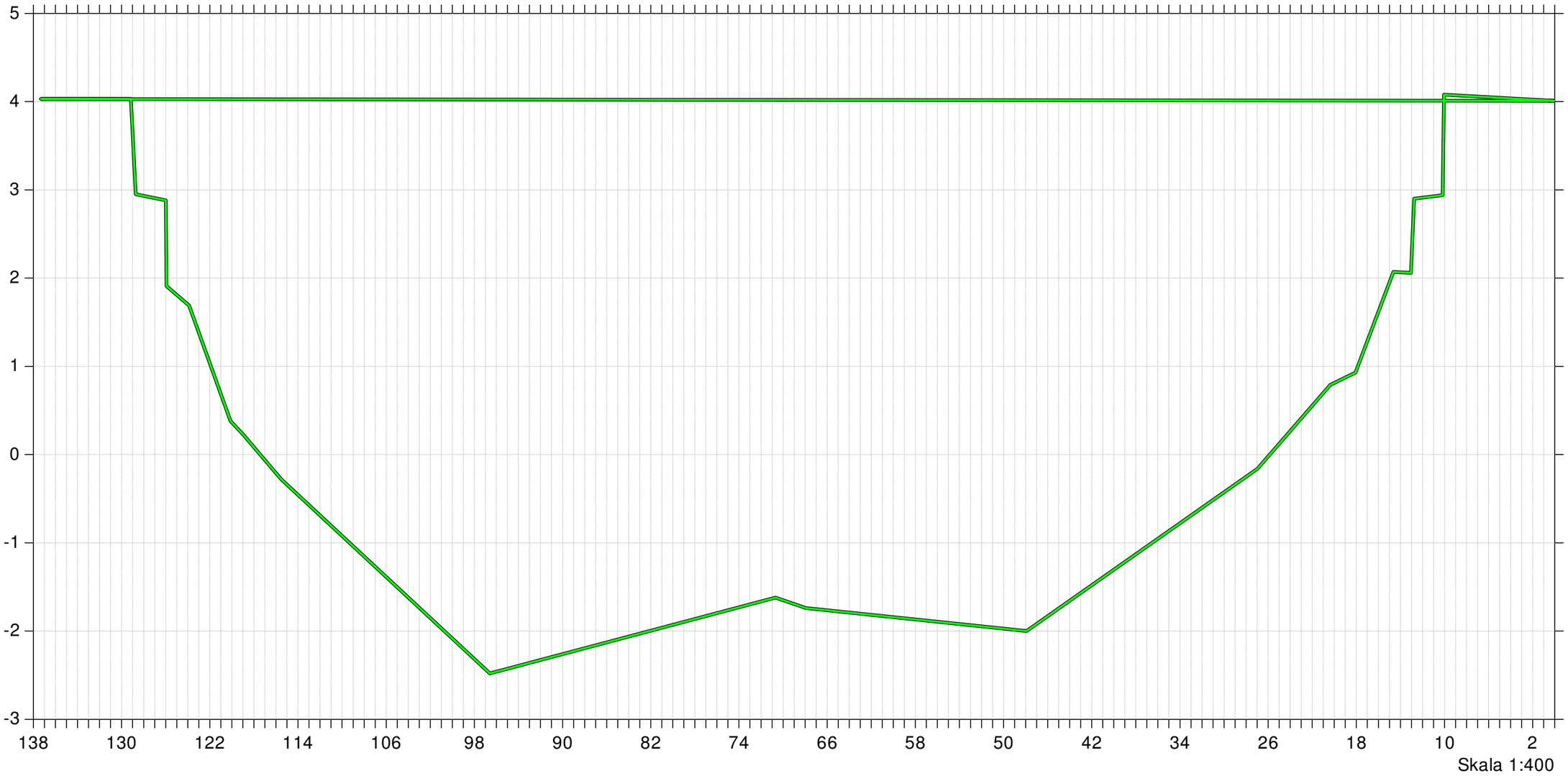
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 36759

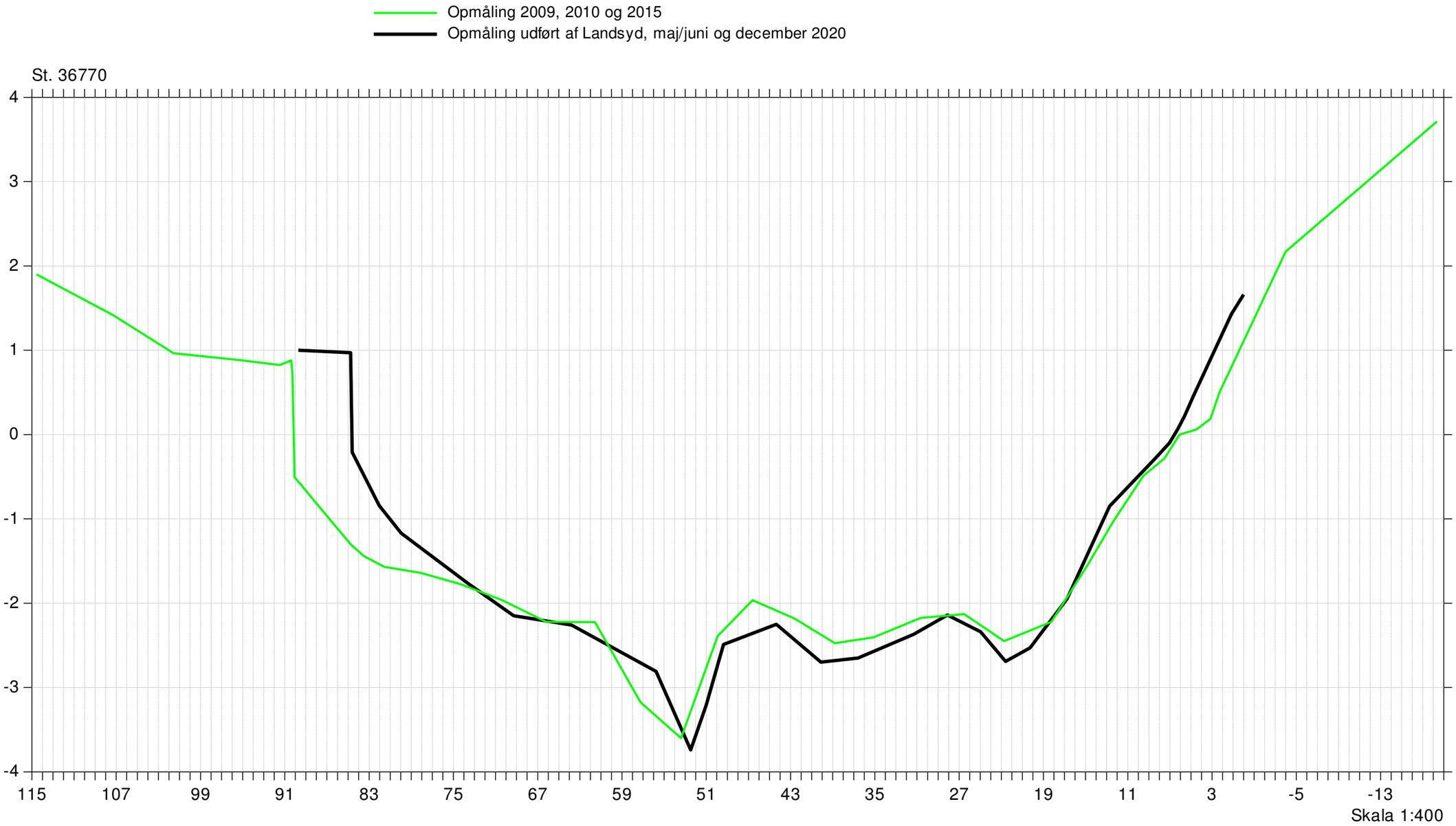


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

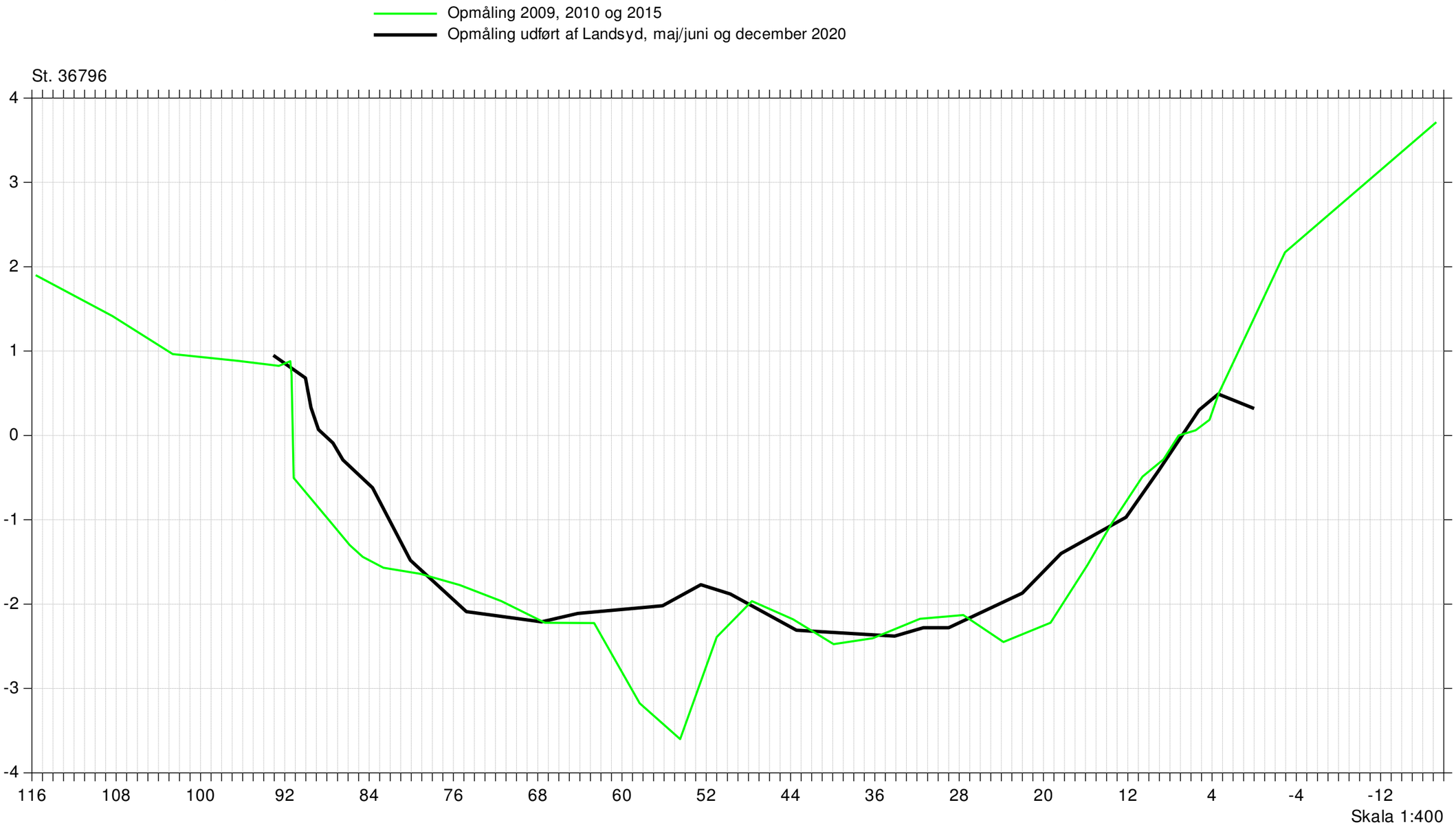


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

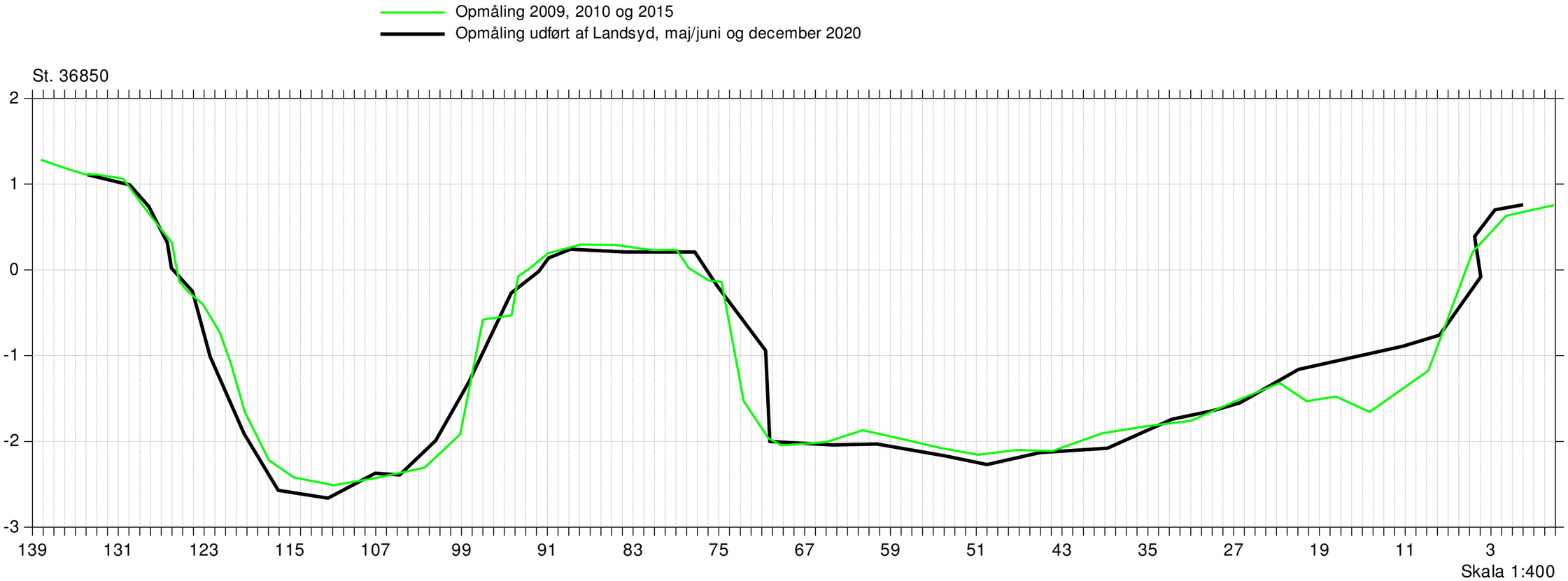


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

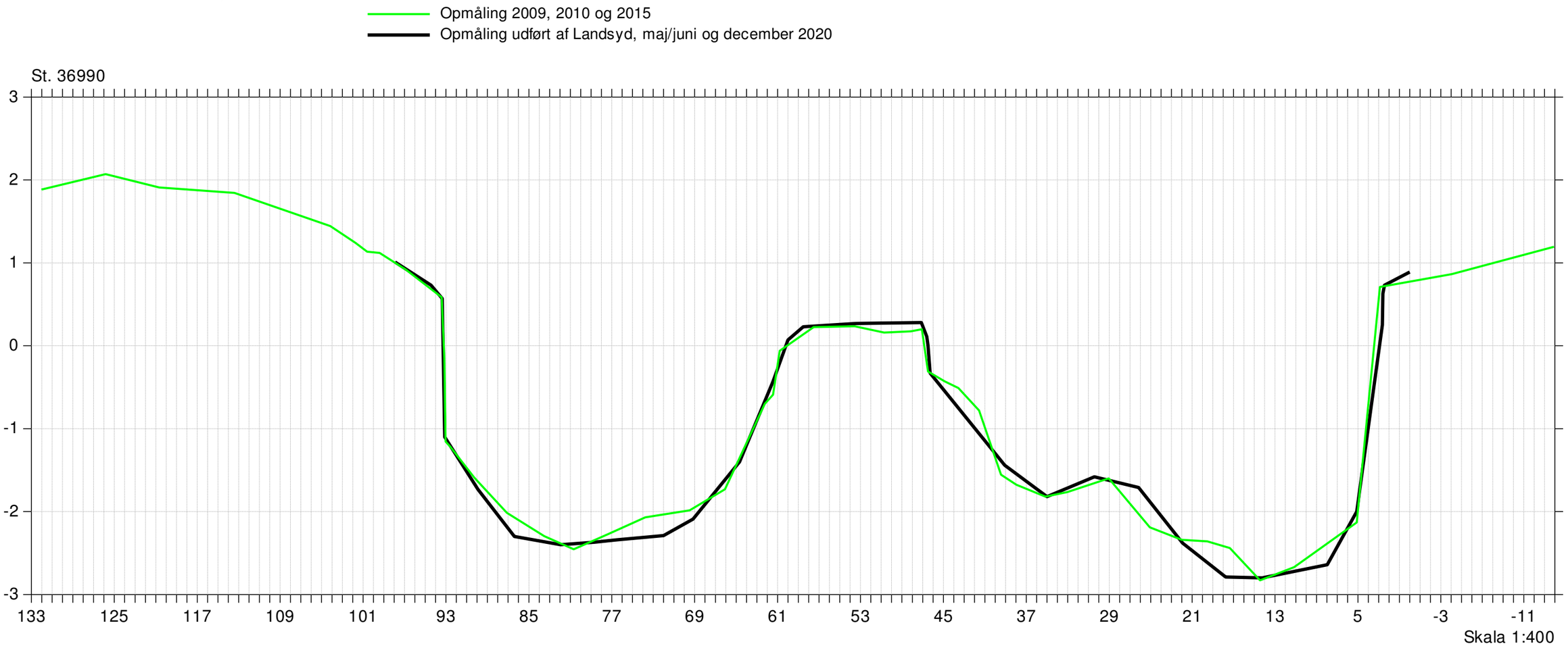


Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3



Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Gudenåen

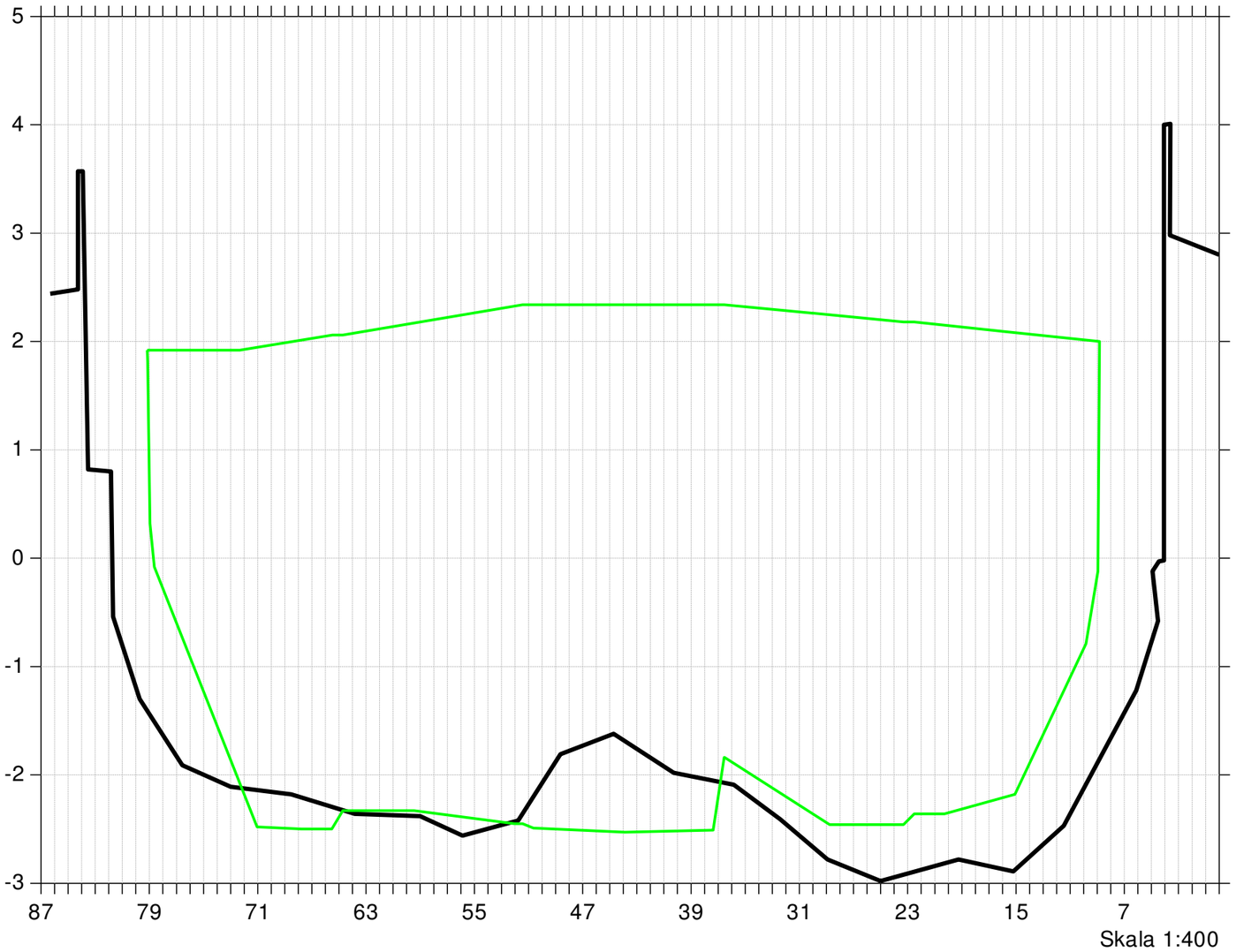
Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 37084



Gudenåen

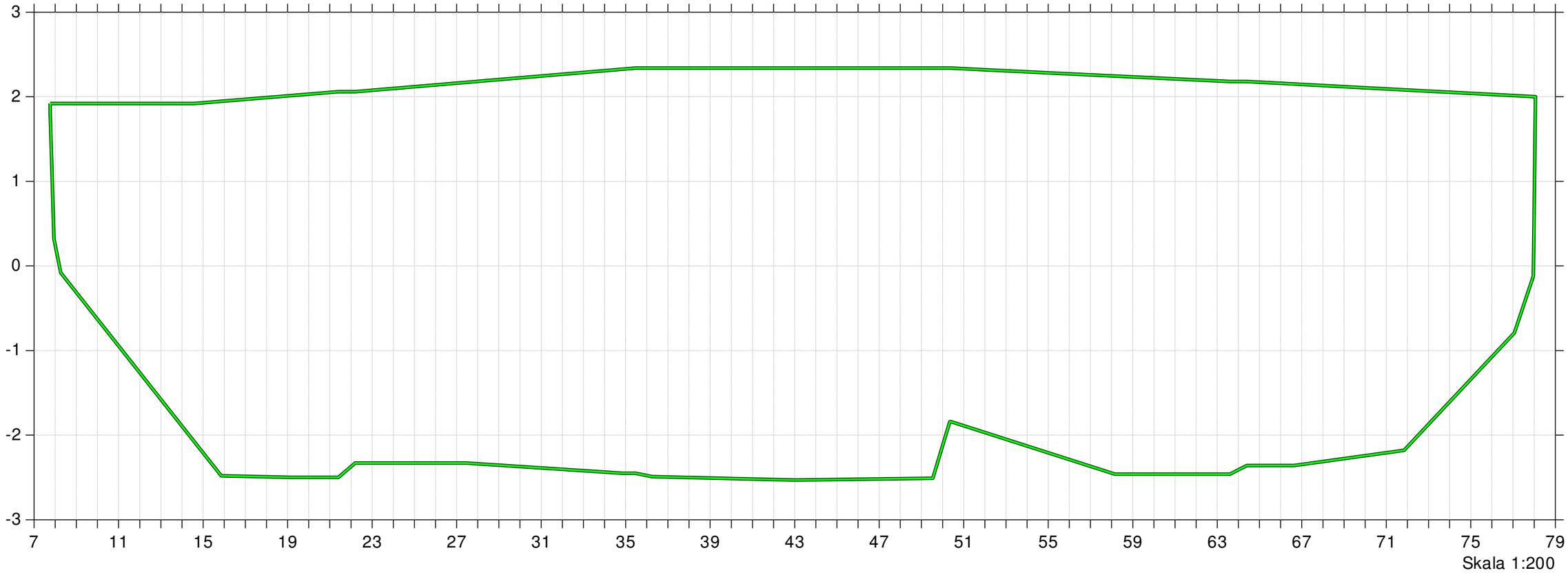
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 37087



Gudenåen

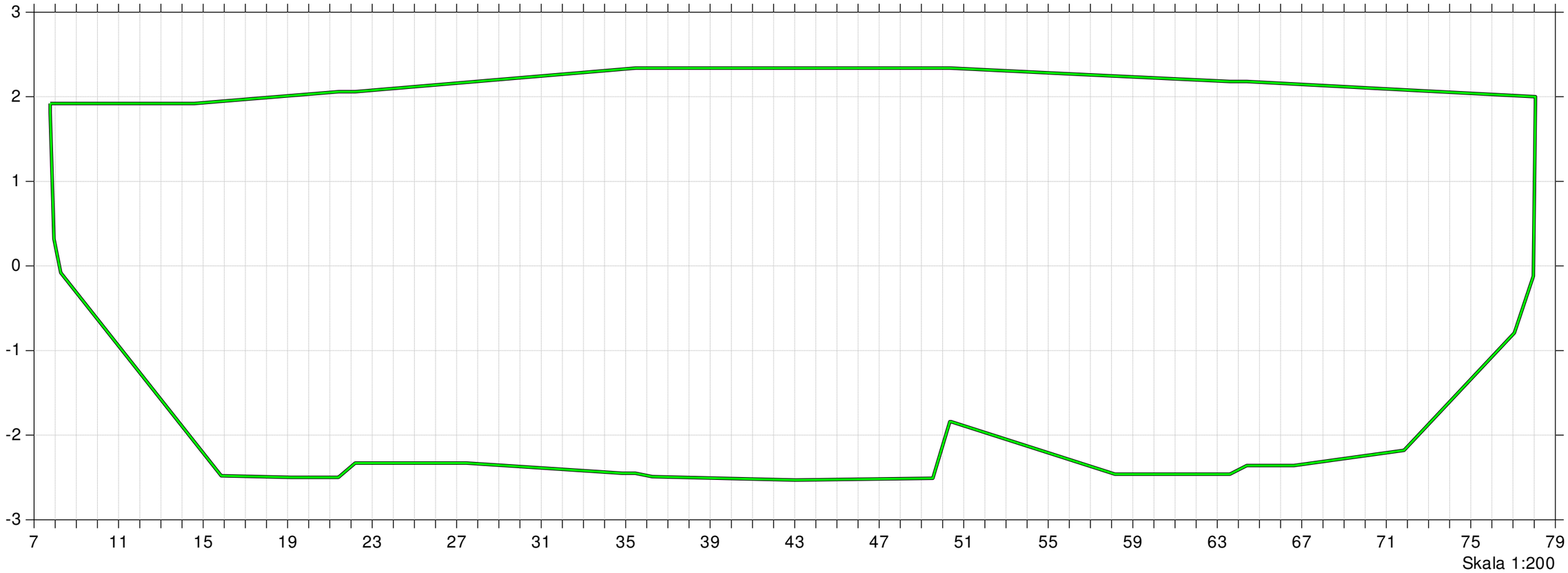
Kontrolopmåling 2020

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50

Bilag 3

Opmåling 2009, 2010 og 2015
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

St. 37114

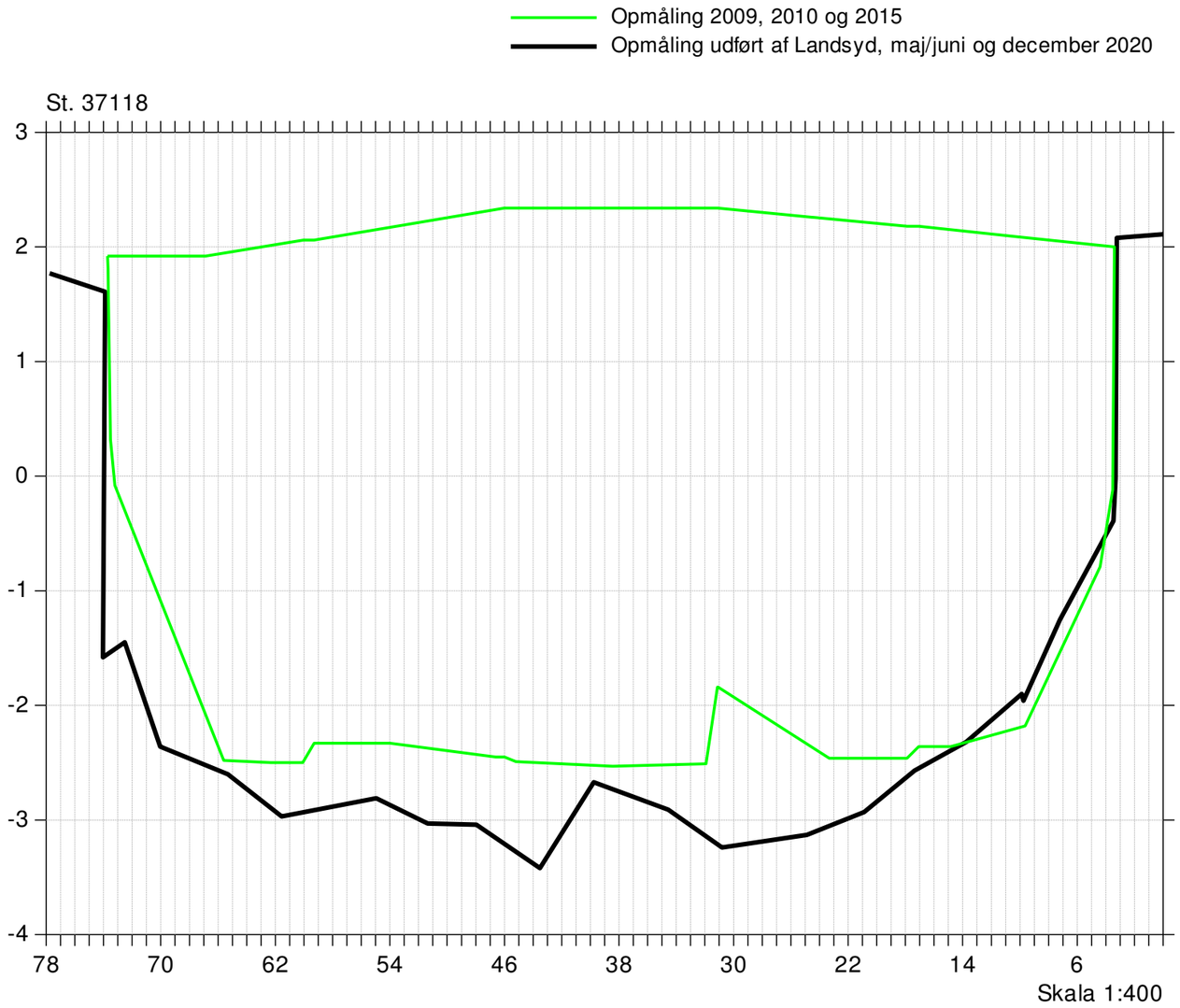


Gudenåen

Bilag 3

Kontrolopmåling 2020

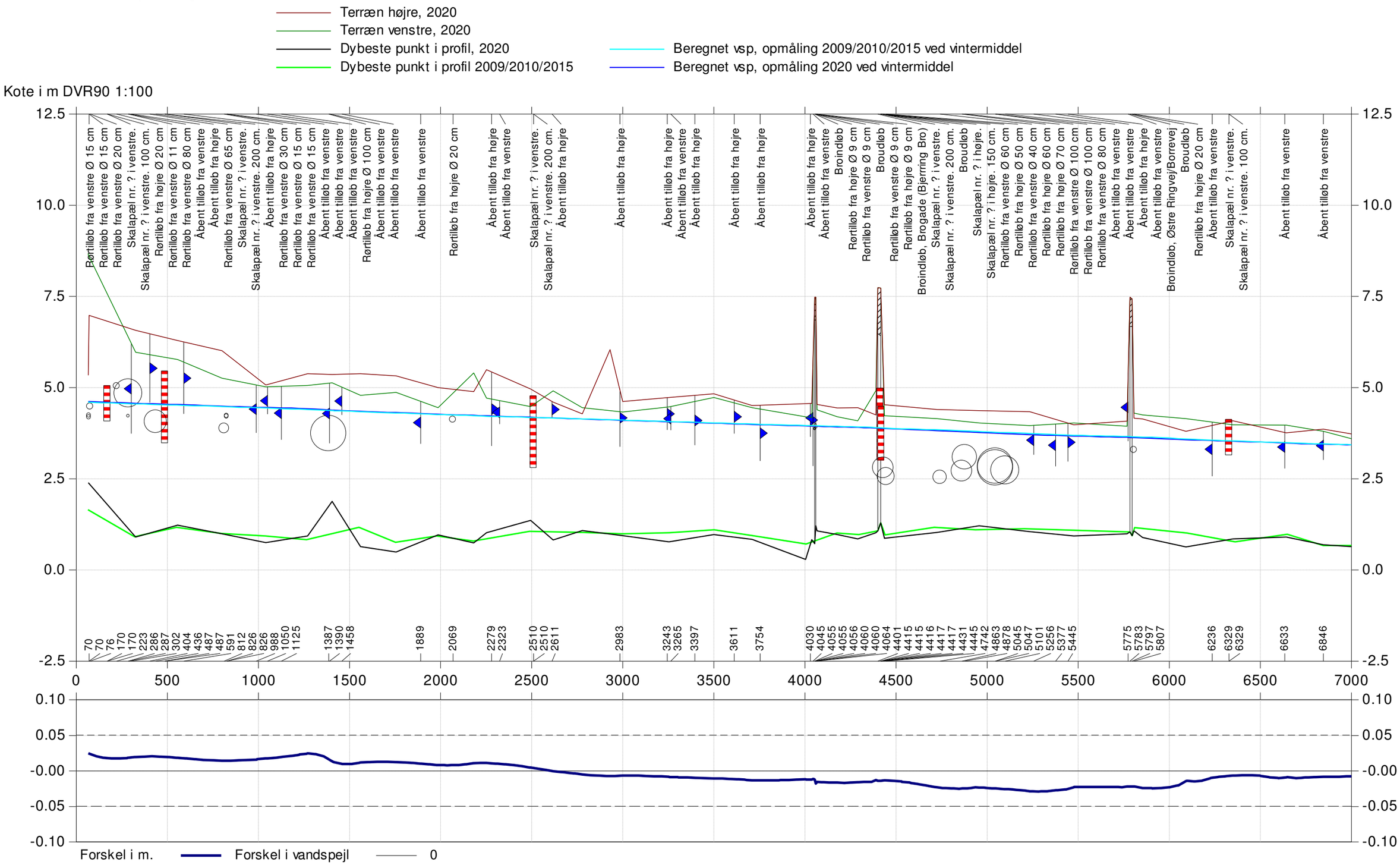
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:50
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:50



Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Bilag 4



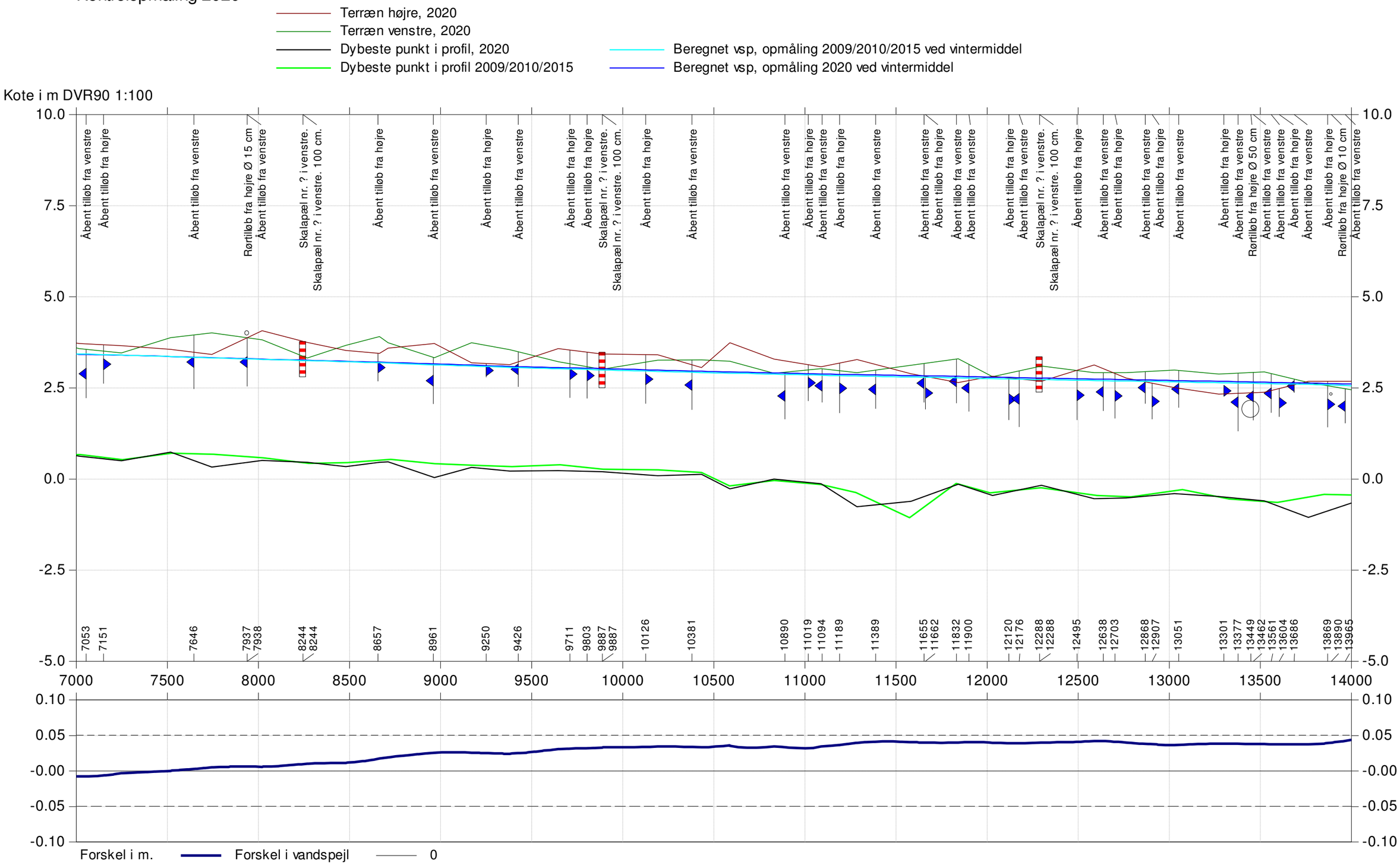
VASP 11-02-2021 / KMJE ProjektID : 3154-13794

Station i m 1:20000

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Bilag 4

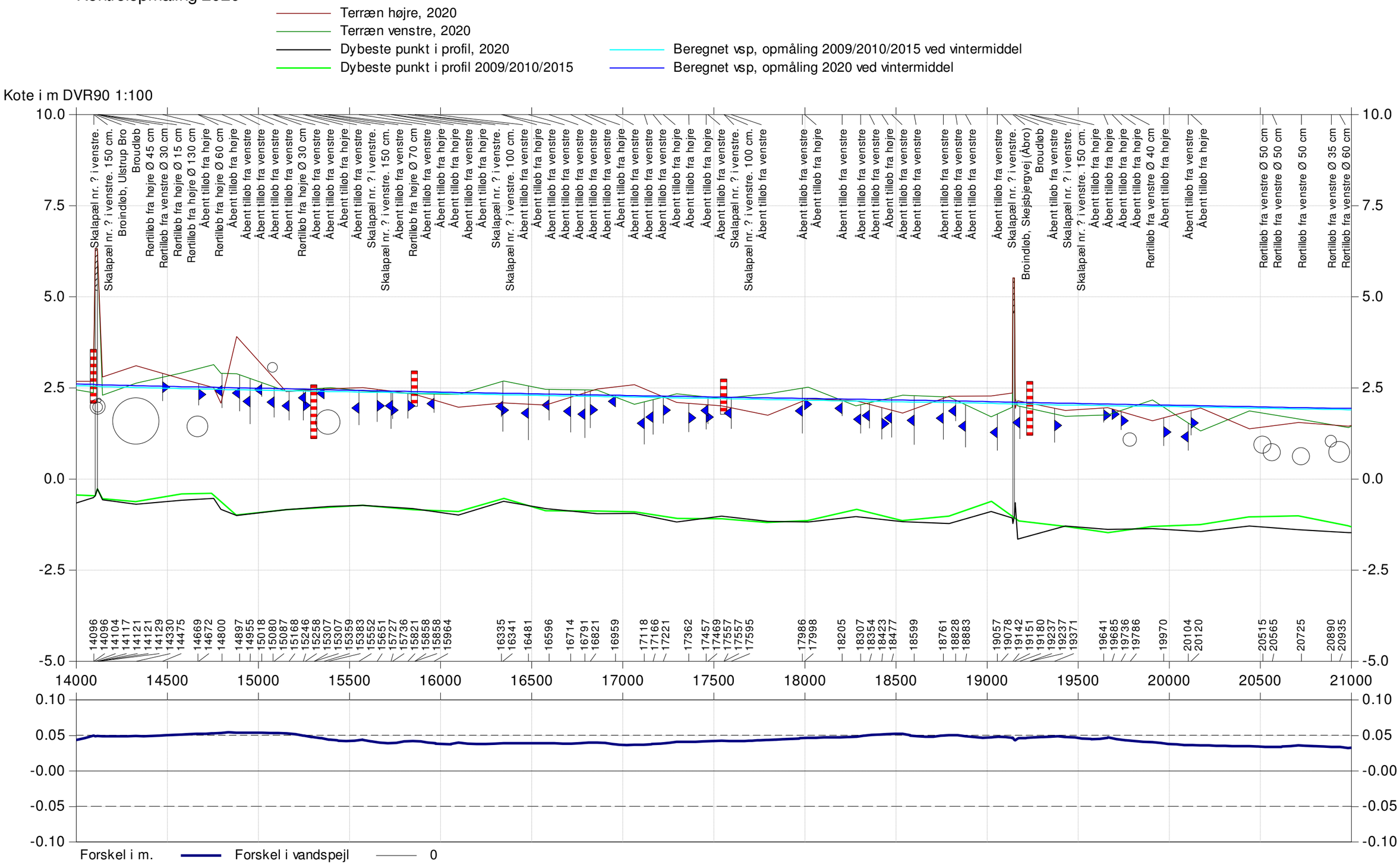


VASP 11-02-2021 / KMJE ProjektID : 3154-13794

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Bilag 4



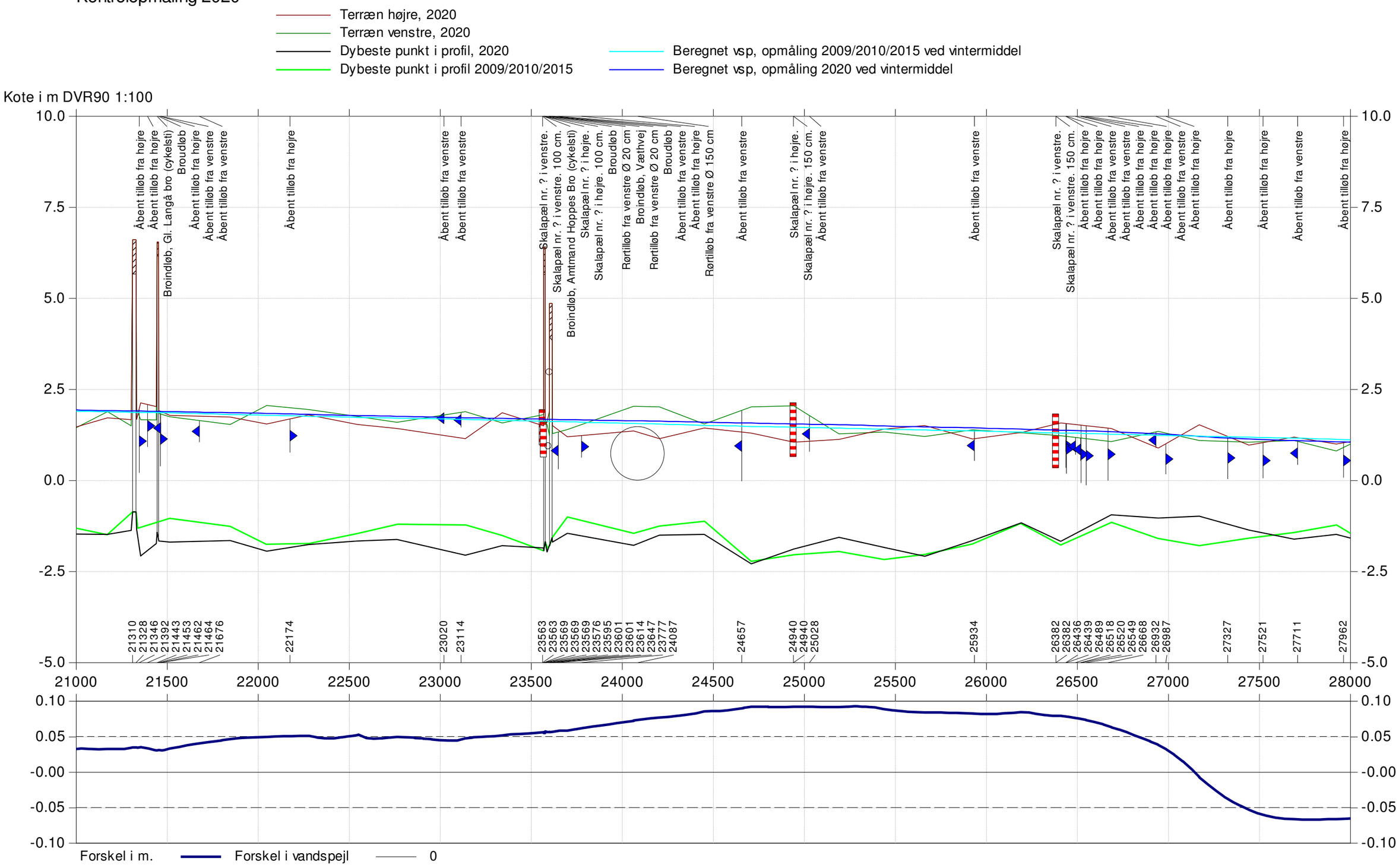
VASP 11-02-2021 / KMJE ProjektID : 3154-13794

Station i m 1:20000

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Bilag 4

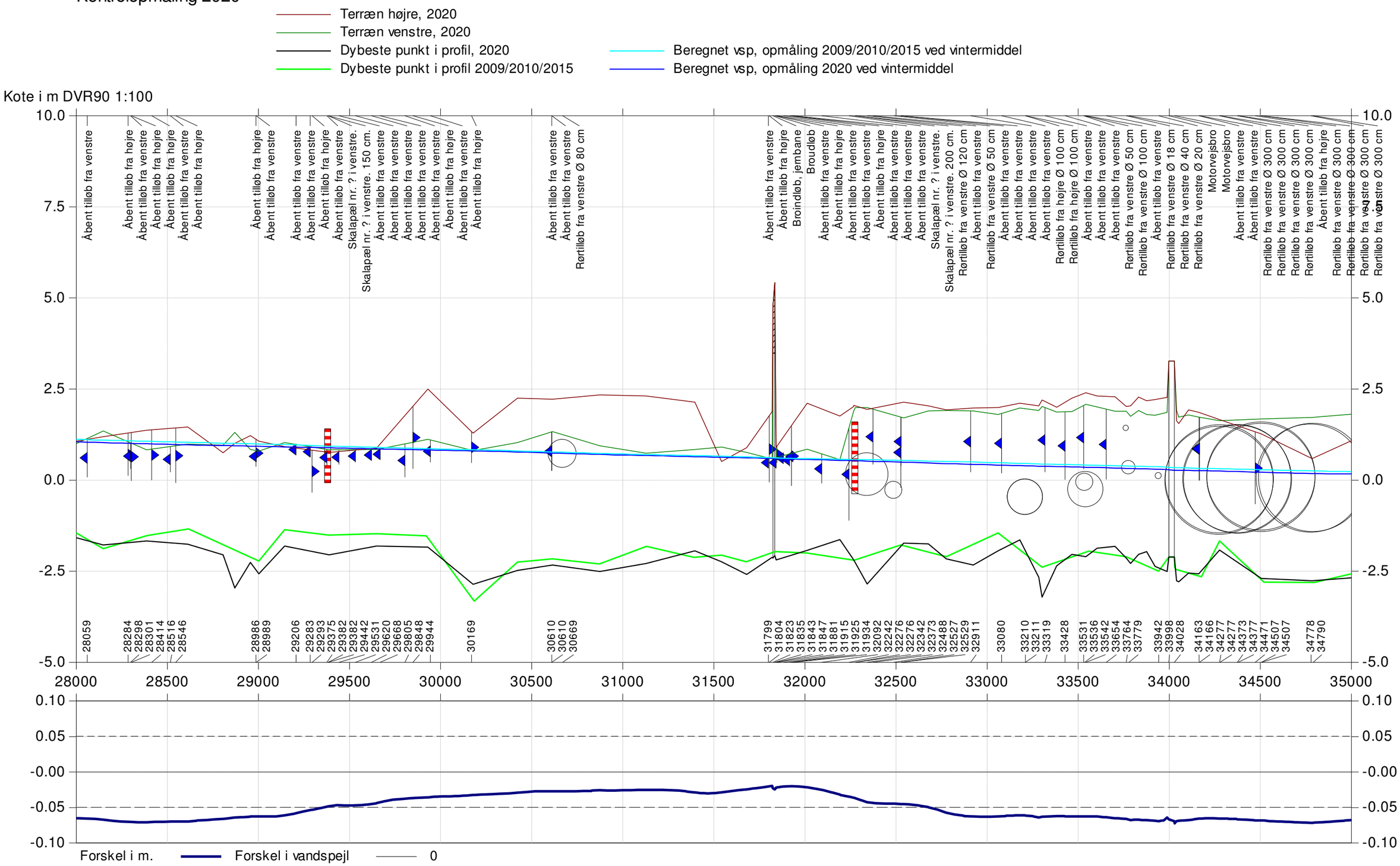


VASP 11-02-2021 / KMJE ProjektID : 3154-13794

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Bilag 4

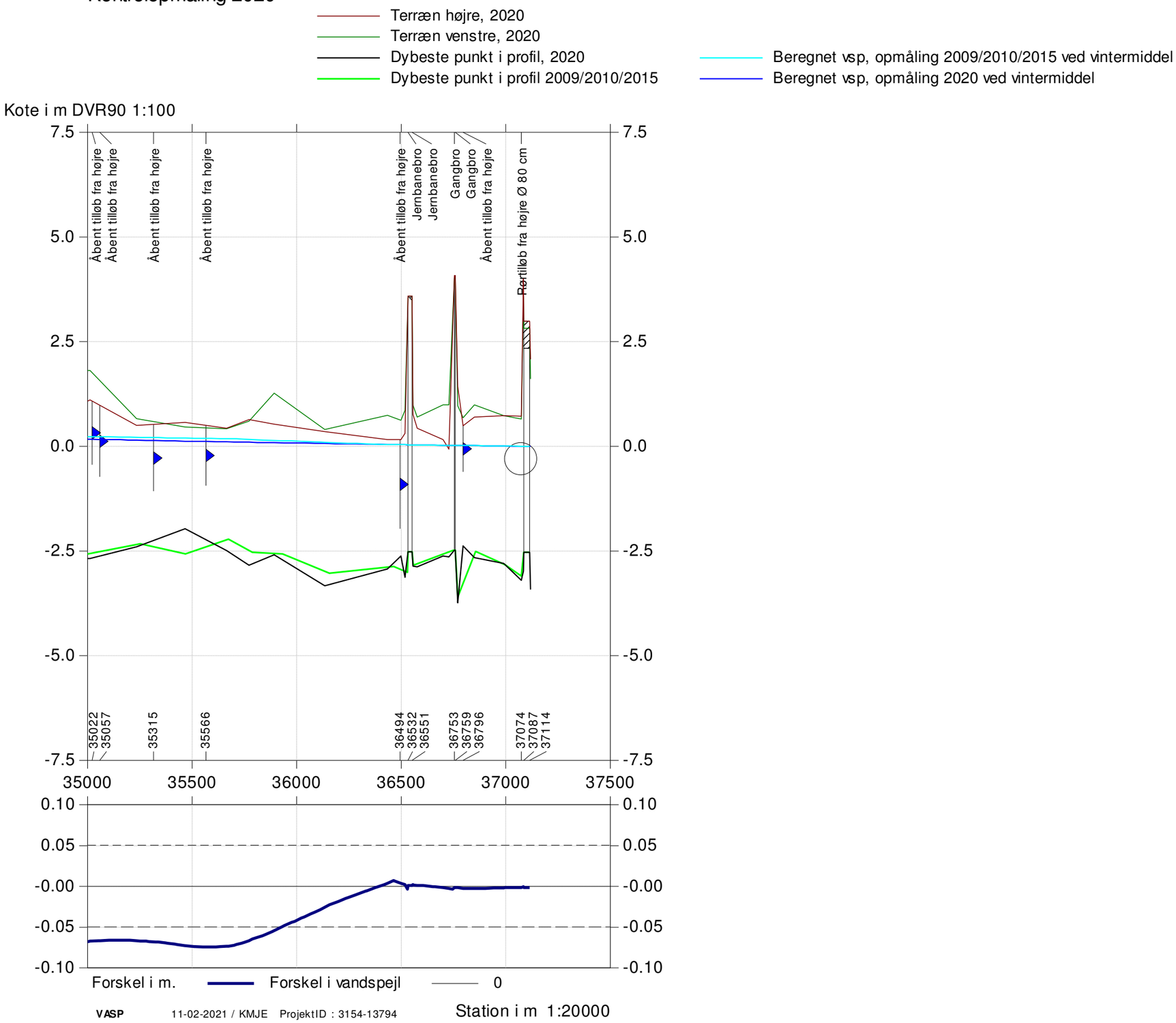


VASP 11-02-2021 / KMJE ProjektID : 3154-13794

Gudenåen

Kontrolopmåling 2020

Bilag 4



KONTROL AF VANDFØRINGSEVNE - GUDENÅEN NEDSTRØMS TANGE SØ

OKTOBER 2022

Projektnavn	Gudenåen 2021 – kontrol af vandføringsevne, oktober 2022
Kunde	Favrskov Kommune
Projektleder	Gitte Urhøj
Projektnummer	1322100189/21000224
Til	Christian O. Christensen
Udarbejdet af	Gitte Urhøj
Kvalitetssikret af	Klaus Schlünsen og Eva Marcus
Godkendt af	Christian Petersen
Version	1
Versionsdato	13-10-2022
Første udgivelsesdato	13-10-2022

INDHOLD

1 BAGGRUND 5

2 REGULATIVETS KRAV TIL VANDFØRINGSEVNE 7

3 KONTROL AF GUDENÅENS VANDFØRINGSEVNE VED ANVENDELSE AF 1997-OPMÅLING SOM TEORETISK SKIKKELSE 8

3.1 Datagrundlag 8

3.1.1 Teoretiske skikkelse 8

3.1.2 Kontrolopmåling 9

3.1.3 Stationeringer 9

3.1.4 Oplande, Afstrømning og Manningtal 10

4 RESULTAT AF REGULATIVKONTROL .13

5 VURDERING AF ÅRSAGER TIL FORSKELLE I VANDFØRINGSEVNEN.15

5.1 Manglende detaljeringsgrad i 1997-opmålingen 15

5.2 Usikkerhed omkring lokalitet af profiler i 1997-opmålingen 16

5.3 Gennemgang af de enkelte delstrækninger 16

5.3.1 St. 0 - 1.550 16

5.3.2 St. 1.550 – 15.500 18

5.3.3 st. 15.500 -16.015 26

5.3.4 st 16.015- 25.850 26

5.3.5 St. 25.850 – 30.125 32

5.3.6 St. 30.125 – 32.650 35

5.3.7 St. 32.650 – 37.115 38

6 PERSPEKTIVERING OG KONKLUSION 39

6.1 Regulativkontrol 39

6.2 Perspektivering 40

Bilagsfortegnelse

Bilagsnr.	Beskrivelse
1	Længdeprofil med beregnede vandspejl for opmåling 2020 (kontrolopmåling) og opmåling 1997 (teoretisk skikkelse).
2	Oversigtskort for Gudenåen fra Tange Sø til Randers med forskellen i de beregnede vandspejle for opmåling 2020 og opmåling 1997.
3	Tværprofiler med opmåling 2020 (kontrolopmåling) og opmåling 1997 (teoretisk skikkelse).
4	Længdeprofil fra st. 6.250 til 13.250 med beregnede vandspejle for opmåling 2020 og opmåling 2020, hvor 4 profiler mellem st. 6.250-13.250 er udskiftet med profiler fra opmåling 1997.

1 BAGGRUND

I det gældende vandløbsregulativ fra 2000 for Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Randers er kravet til den regulativbestemte vandføringsevne angivet efter styrekoteprincippet, hvor bestemmelsen er, at vandspejlet i Gudenåen ved medianmaksimumsvandføringen ikke må overstige givne koter på et antal i regulativet fastlagte stationer.

Viborg Kommune, Favrskov Kommune og Randers Kommune har gennemført kontrol af Gudenåens vandføringsevne hvert år i perioden 2013-2021.

I praksis har man ikke kunnet basere kontrollen af vandføringsevnen på, at vandføringen i det regulativbestemte tidsrum for kontrol af vandføringsevnen svarer til medianmaksimumsvandføringen. En så høj vandføring er således ikke på noget tidspunkt registreret i forbindelse med kontrol af vandføringsevnen i perioden 2013-2021.

For at kunne kontrollere vandføringsevnen ved andre vandføringer end medianmaksimums-vandføringen har man derfor beregnet en Q/H-relation, der går igennem de regulativbestemte punkter (kravkote, medianmaksimumsvandføring). QH-relationerne er anvendt til kontrol af vandføringsevnen i perioden 2013-2021.

I henhold til en afgørelse fra Miljø- og Fødevareklagenævnets den 10. juni 2021 kan den anvendte metode til kontrol af vandføringsevnen med grundlag i den beregnede Q/H-relation imidlertid ikke anvendes, da den ikke er beskrevet som kontrol i det gældende regulativ. Ifølge klagenævnets afgørelse skal vandføringsevnen kontrolleres ved at gennemføre en vandspejlsberegning ved middelvandføring, hvor 1997-opmålingen udgør den regulativmæssige skikkelse, som beskrevet i regulativets afsnit om oprensning (afsnit 8.2).

Favrskov -, Viborg - og Randers kommuner har bedt WSP gennemføre en kontrol af vandføringsevnen i 2020 i Gudenåen fra Tange Sø til Randers ved anvendelse af 1997-opmålingen som teoretisk skikkelse til vurdering af, om Gudenåens vandføringsevne på den pågældende strækning overholder de regulativmæssige bestemmelser. Kontrol af vandføringsevnen i 2020 er valgt, da det er den nyeste kontrolopmåling af strækningen.

Hvis denne kontrol viser en overskridelse af vandløbets regulativbestemte vandføringsevne, er WSP blevet anmodet om at foretage en vurdering af, om overskridelsen skyldes en reel ændring i vandløbets vandføringsevne eller af, om der evt. er behov for yderligere undersøgelser af vandløbet for at kunne afgøre årsagen til overskridelsen.

I november 2021 udarbejdede WSP et foreløbigt kontrolnotat med udgangspunkt i kontrolopmålingen fra 2020, som viste, at der var aflejringer i hoveløbet af Gudenåen på strækningen fra st. 26.750 til 28.000. Strækningen ligger langs Væth Enge, som er et vådområdeprojekt, der blev gennemført i 2007. Afstrømningsforholdene i Gudenåen ved Væth Enge var ikke kendt, da notatet blev skrevet i november 2021 og derfor kunne det ikke på daværende tidspunkt konkluderes, om der i 2020 var ringere vandføringsevne end den beregnede vandføringsevne ved 1997-opmålingen. Der var behov for at undersøge de eksisterende forhold omkring Væth Enge nærmere. Derfor satte Randers Kommune i foråret 2022 en undersøgelse i gang. Med hensyn til strømningsforholdene har det vist sig, at der sker en fordeling af Gudenåens vandføring mellem vandløbet og vådområdet Væth Enge. Med baggrund i målinger af vandføringer, koter i højdemodel og opmålte koter ved Væth Enge har WSP opstillet en simpel MIKE model, der beskriver størrelsen af fordelingen af åens vandføring gennem henholdsvis Væth Enge og Gudenåen. Se de nærmere detaljer i notatet ”Flowfordeling ved Væth Enge, 29. august 2022”.

Nærværende kontrolnotat er således en opfølgning af kontrolnotatet fra november 2021, med inddragelse af den nye viden omkring afstrømningsforholdene i Gudenåen ved Væth Enge.

I nærværende notat er kontrollen af den regulativmæssige vandføringsevne for Gudenåen mellem Tange Sø og Randers gennemført ved at foretage sammenlignende vandspejlsberegninger for opmåling 1997, der benyttes som en teoretisk skikkelse i gældende regulativ fra 2000, og kontrolopmåling af vandløbet i 2020 (indeholdt fordeling af vandføring mellem Væth Enge og Gudenåen på strækningen fra st. 24.250 til 28.910). Vandspejlsberegningerne er udført, som anført i regulativet, ved en middelvandføring og med et Manningtal på 24.

2 REGULATIVETS KRAV TIL VANDFØRINGSEVNE

Gudenåen er omfattet af ”Regulativ for Gudenåen Silkeborg - Randers, 2000”. Regulativet er udarbejdet på baggrund af en opmåling af vandløbet udført i marts-juni 1997 (regulativets afsnit 1).

I regulativets afsnit 3.2 er der formuleret et krav til vandføringsevnen, beskrevet som en sammenhæng mellem vandføring og vandspejl (”kravværdier”). Vandspejlets højde må ikke ved en medianmaksimumvandføring overstige vandspejlskoten i tabel 3 i regulativet, se Figur 2-1.

Denne formulering betyder, at vandføringsevnen med udgangspunkt i regulativets kravværdier kun kan kontrolleres, når vandføringen i vandløbet er lig med medianmaksimumsvandføringen.

.

Station, meter	Bemærkning	Vandspejl ved median-maksimum (m)	Medianmaksimums-vandføring m^3 /sek
	Nedstrøms Tangeværket		
0	Turbineudløb	5,85	47,21
500	Ved Skibelund Plantage	5,71	47,21
5.000	Ved Bjerringbro	4,88	48,39
9.900	Nedstr. Kjeldbæk	4,04	49,32
10.100	Ved Busbjerg	4,03	49,32
15.300	Ved Ulstrup	3,58	50,22
21.400	Nedstrøms Langå Jernbanebro (Lilleå)	2,99	60,02
25.025	Ved Johannesberg, Langå	2,57	60,71
30.975	*)Ved Værum Enge	---	62,12
33.100	*)Nedstrøms Nørreå	---	88,07
34.900	*)Indløb motorvejsbro, Randers	---	88,14

*)Vandspejlet er på den nedre del påvirket af stuvningssituationer i Randers Fjord.

Figur 2-1 Sammenhæng mellem vandspejl og vandføring på udvalgte stationer – fra ”Regulativ for Gudenåen Silkeborg – Randers, 2000”. Koter er i DNN.

I regulativets afsnit 8.2 Oprensning er det beskrevet, hvordan vandløbets vandføringsevne skal kontrolleres. Det er beskrevet, at der kan foretages oprensning, hvis det konstateres ved en kontrolopmåling (eller pejling), at vandløbets vandføringsevne er blevet for ringe, jf. bestemmelserne i regulativets afsnit 3.2

Før oprensning kan finde sted, skal der gennemføres vandspejlsberegninger for såvel kontrolopmålingen som den regulativmæssige opmåling 1997. Beregningen skal udføres ved en middelvandføring og på baggrund af et Manningtal på 24, hvor der tillades en vandspejlshævning på 10 cm ved kontrolopmålingen i forhold til opmåling 1997.

I regulativets afsnit 8.2 Oprensning fremgår også, at en eventuel oprensning skal begrænses til vandløbets naturlige strømrende, og som hovedregel kun til den vejledende strømrende jf. regulativets afsnit 3.3. Den samlede regulativmæssige vejledende strømrendebredde fra Tange til Randers er 10 m.

3 KONTROL AF GUDENÅENS VANDFØRINGSEVNE VED ANVENDELSE AF 1997-OPMÅLING SOM TEORETISK SKIKKELSE

I medfør af Miljø og Fødevareklagenævnets afgørelse af 10. juni 2021 er der gennemført en kontrol af Gudenåens vandføringsevne ved at foretage sammenlignende vandspejlsberegninger på grundlag af 1997-opmålingen og 2020-opmålingen, hvor den ovenfor nævnte fordeling af vandføringen mellem Gudenåen og Væth Enge er indregnet.

I de følgende afsnit gennemgås datagrundlaget og forudsætningerne for vandspejlsberegningerne og resultaterne af disse samt de faglige vurderinger af resultaterne.

3.1 DATAGRUNDLAG

Der er gennemført vandspejlsberegninger for kontrolopmålingen (opmåling 2020) samt opmåling 1997, der anvendes som "teoretisk skikkelse". Beregningerne er foretaget ved en middelvandføring på 13 l/s/km^2 og et Manningtal på 24.

I WSP´s notat fra 29. august 2022 "Flowfordeling ved Væth Enge og Gudenåen[1]"., er der opstillet en simpel MIKE-model til beskrivelse af fordeling af åens vandføring mellem Væth Enge og Gudenåen (eksisterende forhold). MIKE-modellen angiver, at ved en afstrømning på 13 l/s/km^2 og med et Manningtal=24, løber ca. 40 % af Gudenåens vandføring gennem Væth Enge.

Den opstillede model er behæftet med større usikkerheder, men udgør ikke desto mindre det bedste bud på, hvad fordelingen af vandføringen mellem Gudenåen og Væth Enge teoretisk bør være ved en kontrol af gældende regulativ for Gudenåen ud for Væth Enge.

3.1.1 TEORETISKE SKIKKELSE

I henhold til Miljø- og Fødevareklagenævnets afgørelse af 10. juni 2021 skal 1997-opmålingen benyttes som den regulativmæssige teoretiske skikkelse. Der henvises til regulativets pkt. 8.2.

Opmålingen fra 1997er udført med nivelleringsinstrument, og lokalitetsbestemmelsen (stationering) af tværprofilerne blev foretaget ved anvendelse af favnmål ud fra visuel stedfæstelse af faste bygværker eller andre fysiske markører i landskabet. Der er således en vis usikkerhed på lokaliteten af de enkelte opmålte tværprofiler, særligt hvor der er større afstand til faste bygværker.

Opmålingen fra 1997 er ikke udført i overensstemmelse med nuværende god opmålingsskik, som beskrevet i "Guideline for opmåling af vandløb, 2013".

[1] Flowfordeling ved Væth Enge og Gudenåen, August 2022, WSP, 29.08.2022.

Der er i alt 127 tværprofiler i opmålingen, hvoraf 13 er broprofiler. Der er ikke opmålt profiler før og efter broer, ligesom der ved hver bro kun er opmålt ét broprofil.

Opmålingen fra 1997 har væsentlige mangler i forhold til nuværende god opmålingsskik, og dette vurderes at være årsag til generel større usikkerhed på beregnet vandføringsevne for 1997-opmålingen, se også kapitel 5.

3.1.2 KONTROLOPMÅLING

I 2020 blev der gennemført en kontrolopmåling af Gudenåen fra Tangeværket til nedstrøms Nørre Å. Opmålingen blev udført af LandSyd og i udbudsmaterialet blev det specificeret, at tværprofiler skulle måles i samme stationer som ved en tidligere opmåling i 2009/2010, samt der hvor landmålerfirmaet vurderede, at der var behov for ekstra opmåling af tværprofiler f.eks. ved ændringer i vandløbets profil observeret under opmålingsarbejdet.

Der blev ligeledes gennemført en kontrolopmåling i maj/juni 2020 også af LandSyd fra Nørre Å og til udløb i Randers Fjord. Samme strækning blev opmålt af WSP og Randers Kommune i 2015.

I 2020 er der i alt opmålt 238 profiler, hvoraf 28 er broprofiler (broindløb-broudløb).

Opmålingen er kvalitetssikret og sammenlignet med tidligere opmålinger fra hhv. 2009/10 og 2015. Resultater og konklusioner fremgår af notat udarbejdet af WSP i marts 2021 [2]. I det notat blev det bl.a. konkluderet, at vandføringsevnen i 2020 ikke har ændret sig nævneværdigt siden seneste opmåling i henh. 2009/2010 og 2015. Opstrøms st. 26.408 - 27.442 m, var der dog forskelle i de beregnede vandspejle på op til 8 cm i forhold til opmåling fra 2009/10, og det burde undersøges nærmere, hvad årsagen var til det.

I foråret 2022 er årsagen fundet at være de eksisterende afstrømningsforhold omkring vådområdeprojektet Væth Enge. En større del af Gudenåens vandføring løber således gennem Væth Enge, og dette har forårsaget aflejringer i Gudenåens hovedløb ud for Væth Enge formodentlig pga. et fald i vandhastighed i vandløbet i forhold tidligere, se notatet Flowfordeling ved Væth Enge og Gudenåen [1].

3.1.3 STATIONERINGER

Til nærværende kontrol af vandføringsevnen har WSP anvendt samme stationering, der blev anvendt i notatet af 2. marts 2021. Stationeringen for både opmåling 2020 og opmåling 1997 svarer således til den reelle afstand i m fra start i st. 30 m ved udløb ved gangbro nedstrøms Tange Sø.

[2] Kontrolopmåling af Gudenåen 2020, 02.03.2021, WSP

3.1.4 OPLANDE, AFSTRØMNING OG MANNINGTAL

Oplande

Ved kontrolberegningen for kontrolopmålingen 2020 er der reduceret i oplandet ud for Væth Enge med 40 % for beregningsmæssigt at kompensere for, at 40 % af vandføringen fra Gudenåen gennemløber Væth Enge.

Oplande anvendt på 1997 opmålingen (Teoretisk skikkelse):

Station	Oplandsareal (km^2)	Beskrivelse
0	1.710,0	Gudenåcentralen
1.049	1.718,4	
1.404	1.719,0	OS Skibelund Bæk
1.413	1.730,0	NS Skibelund Bæk
4.045	1.731,0	NS Hedemøllebæk
4.046	1.746,0	NS Hedemøllebæk
4.410	1.746,0	Bjerringbro
14.095	1.790,0	Ulstrup Bro
21.345	1.827,0	OS Lilleå
21.346	2.130,0	NS Lilleå
23.568	2.147,0	Amtmand Hoppes Bro
29.293	2.173,0	OS Midtbæk
29.294	2.195,0	NS Midtbæk
32.242	2.199,5	OS Nørreå
32.243	2.599,0	NS Nørreå
35.110	2.606,0	OS Svejstrup Bæk
35.115	2.627,0	NS Svejstrup Bæk
37.117	2.640,0	Randers Bro

Tabel 1 Oplandsarealer for Gudenåen fra Tange Sø til Randers

Oplande anvendt på kontrolopmåling 2020:

Station	Opland, km2	Bemærkning
0	1.710,0	Gudenåcentralen
1.049	1.718,4	
1.404	1.719,0	OS Skibelund Bæk
1.413	1.730,0	NS Skibelund Bæk
4.045	1.731,0	NS Hedemøllebæk
4.046	1.746,0	NS Hedemøllebæk
4.410	1.746,0	Bjerringbro
14.095	1.790,0	Ulstrup Bro
21.345	1.827,0	OS Lilleå
21.346	2.130,0	NS Lilleå
23.568	2.147,0	Amtmand Hoppes Bro
24.249	2.150,0	opstrøms projekt
24.250	1.280,0	Projektgrænse start (Væth Enge) (minus 40 %)
28.910	1.302,0	Projektgrænse slut (Væth Enge) (minus 40 %)
28.911	2.171,0	Nedstrøms projekt
29.293	2.173,0	OS Midtbæk
29.294	2.195,0	NS Midtbæk
32.242	2.199,5	OS Nørreå
32.243	2.599,0	NS Nørreå
35.110	2.606,0	OS Svejstrup Bæk
35.115	2.627,0	NS Svejstrup Bæk
37.117	2.640,0	Randers Bro

Afstrømning

I regulativets redegørelse (afsnit 4.2) er middelafstrømningen for Gudenåen fastlagt til 13 l /s/km^2.

Manningtal

I regulativets afsnit 8.2 er det angivet, at der skal regnes med et Manningtal på 24.

4 RESULTAT AF REGULATIVKONTROL

Resultatet af de to sammenlignende vandspejlsberegninger for henh. kontrolopmåling 2020 og regulativopmåling (opmåling 1997) er vist på længdeprofilplot i bilag 1. Ifølge regulativet tillades en vandspejlshævning på 10 cm ved kontrolopmålingen i forhold til opmåling 1997.

Nederst på plottet er vist et differens-plot, hvor det beregnede vandspejl ved opmåling 2020 er fratrukket det beregnede vandspejl for opmåling 1997. Når differensen er større end 10 cm, er regulativets bestemmelser om vandføringsevnen ikke opfyldt, jfr. Miljø- og Fødevareklagenævnets afgørelse.

Desuden ses af oversigtskort i bilag 2 en illustration af forskellen mellem de to beregnede vandspejle.

Resultaterne af de sammenlignende vandspejlsberegninger er kort beskrevet for hver strækning i Tabel 2 med en angivelse af om regulativet er opfyldt, jfr. Miljø- og Fødevareklagenævnets afgørelse.

Strækning (ca. station)	Resultat	Regulativets krav opfyldt? (i forhold til 1997-opmålingen)
St. 0 - 1.550	På strækningen ligger det beregnede vandspejl for opmåling 2020 mellem 0 og 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Ja
St. 1.550 – 15.500	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger generelt mellem 12 og ca. 15 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997. Fra st. ca. 10.500 til 15.500 ligger det kun mellem ca. 12- 13 cm over.	Nej
St. 15.500 – 16.015	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger mellem 10 og 12 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. 16.015 – 25.850	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger under 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Ja
St. 25.850 – 27.165	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger mellem 10 -12 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. 27.165- 28.385	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger under 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Ja
St. 28.385- 30.125	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger mellem 10 -13 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Nej
St. 30.125 – 32.650	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger fra 0 til 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Ja
St. 32.650 – 37.115	Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger under det beregnede vandspejl for opmåling 1997.	Ja

Tabel 2 Oversigt over resultatet af kontrol af vandføringsevnen i opmåling 2020 i forhold til regulativets teoretiske skikkelse (opmåling 1997). Hvis der beregnede vandspejl for opmåling 2020, ligger mere end 10 cm over det beregnede vandspejl for 1997 opmålingen (teoretisk skikkelse) er regulativet, jfr. klagenævnets afgørelse, ikke overholdt.

5 VURDERING AF ÅRSAGER TIL FORSKELLE I VANDFØRINGSEVNEN

5.1 MANGLENDE DETALJERINGSGRAD I 1997-OPMÅLINGEN

WSP har i notat af 27. september 2021[3] redegjort for, at 1997-opmålingen mellem Silkeborg og Tange Sø er behæftet med for mange væsentlige mangler til at det kan tjene som grundlag for retvisende fastlæggelse af den vandføringsevne, der er kravsat i regulativet fra 2000. De vigtigste er oplistet nedenfor:

- Tætheden af tværprofiler er for lav.
- Der er foretaget ukritisk placering af tværprofiler ift. hvilke, der er bestemmende for vandføringsevnen i Gudenåen.
- Tætheden af målepunkter i de enkelte tværprofiler er for lav.
- Der er ikke foretaget opmåling af et sammenhængende vandspejl til kvalitetskontrol af opmålingen.

1997-opmålingen har samme mangler fra Tange Sø til Randers. Således er der i 1997 kun opmålt 127 profiler mod 238 i 2020 mellem Tange Sø og Randers. Tilmed er detaljeringsgraden i hvert enkelt profil væsentlig ringere end i 2020, og der er, som tidligere omtalt, ikke opmålt profiler før og efter broer.

Som det fremgår af WSP's notat af 27. september 2021, bør der kun foretages sammenlignende vandspejlsberegninger på to eller flere opmålinger af Gudenåen, hvis opmålingerne er udført på præcis samme måde hvad angår antal og placering af tværsnit, antal målepunkter i de enkelte tværsnit samt ikke mindst samme start- og slutpunkter på venstre og højre brink.

Det er ikke tilfældet med 1997-opmålingen og 2020 opmålingen. Kun 42 af de opmålte tværprofiler i 1997 og 2020 ligger så nær hinanden, at de tåler sammenligning på tværprofilplot, se bilag 3.

De 42 tværprofiler opfylder dog ikke kriterierne vedr. ensartet detaljeringsgrad, og der er meget store afstande mellem de 42 tværprofiler. Derfor kan man ikke ud fra disse beskrive en reel forskel i vandføringsevnen ved at sammenligne beregninger på disse.

På trods af de ovennævnte manglende detaljeringer af 1997-opmålingen er der alligevel beregnet vandføringsevner for begge opmålinger. I de kommende afsnit nedenfor er det forsøgt at forklare de forskelle, der ses mellem de beregnede vandføringsevner for de to opmålinger. Dette er gjort ved

[3] Teknisk Notat, Vurdering af 1997-opmålingens egnethed til bestemmelse af vandføringsevnen i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø, 27. september 2021, WSP.

sammenstillinger af tværprofiler, længdeprofiler, luftfoto mv. Samstilling af tværprofiler giver kun mening de steder, hvor profilerne vurderes at være opmålt tæt på samme placering i både 1997 og 2020.

5.2 USIKKERHED OMKRING LOKALITET AF PROFILER I 1997-OPMÅLINGEN

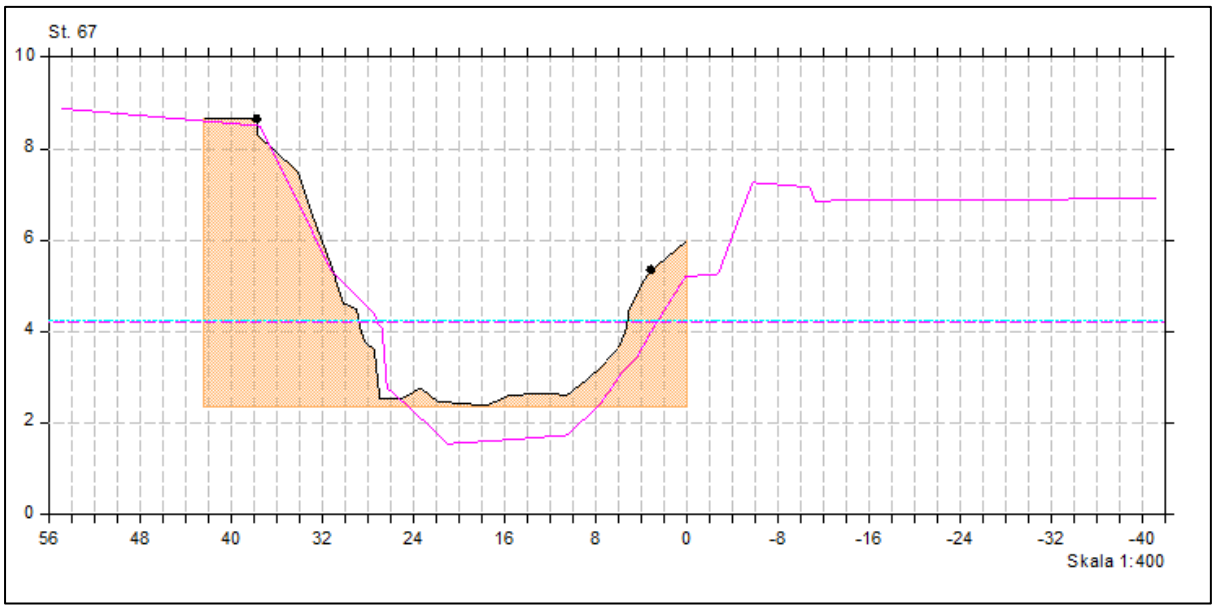
Som redegjort for i afsnit 3.1.1 blev 1997-opmålingen ikke gennemført med GPS-udstyr, hvorfor den præcise lokalitet af de enkelte tværprofiler i 1997-opmålingen er behæftet med stor usikkerhed, særligt hvor der er større afstand til faste bygværker. Dette udgør således også en usikkerhed på de beregnede vandspejle for 1997-opmålingen.

5.3 GENNEMGANG AF DE ENKELTE DELSTRÆKNINGER

5.3.1 ST. 0 - 1.550

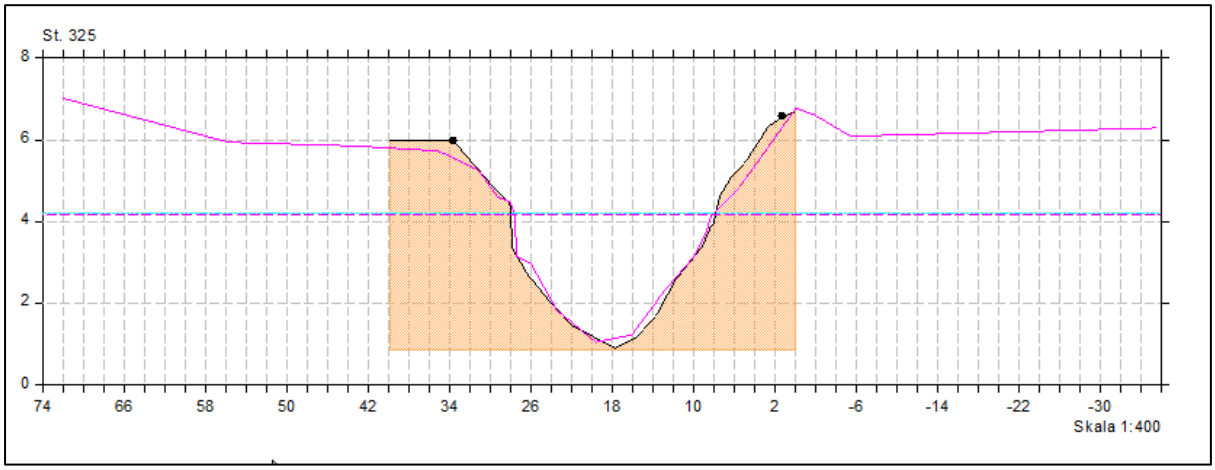
På strækningen ligger det beregnede vandspejl for opmåling 2020 mellem 0 og 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

Regulativets krav til vandføringsevne er overholdt på denne strækning, og de profiler fra 1997 og 2020, som kan sammenlignes, udtrykker stor formstabilitet. Undtaget herfra er dog det øverste profil nær st. 67, men afvigelserne her vurderes at skyldes, at profilerne ikke er opmålt ved samme lokalitet, se nedenstående Figur 5-1 og Figur 5-2.

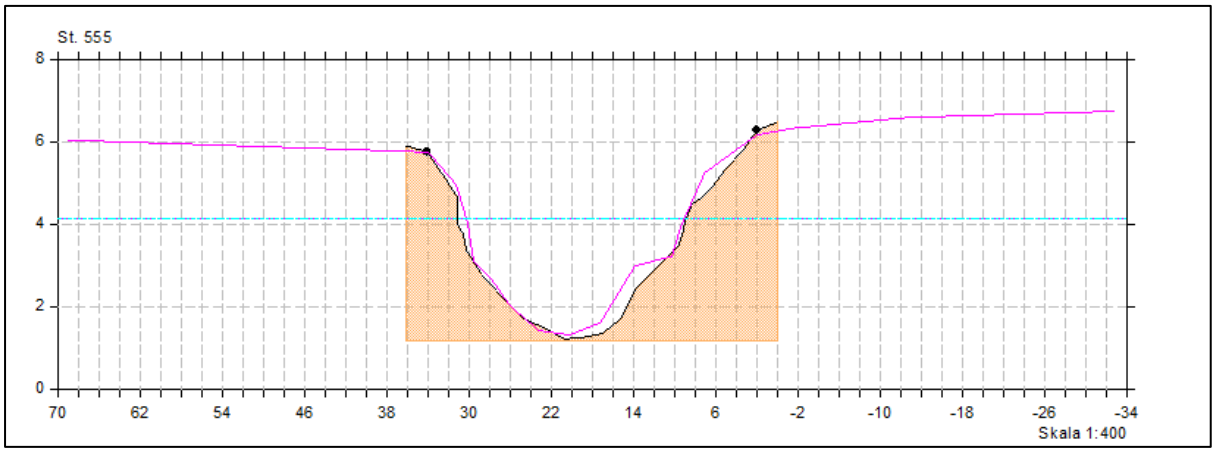


Figur 5-1 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Afvigelserne i bundniveau og bredde vurderes at skyldes, at profilerne ikke er opmålt ved samme lokalitet.

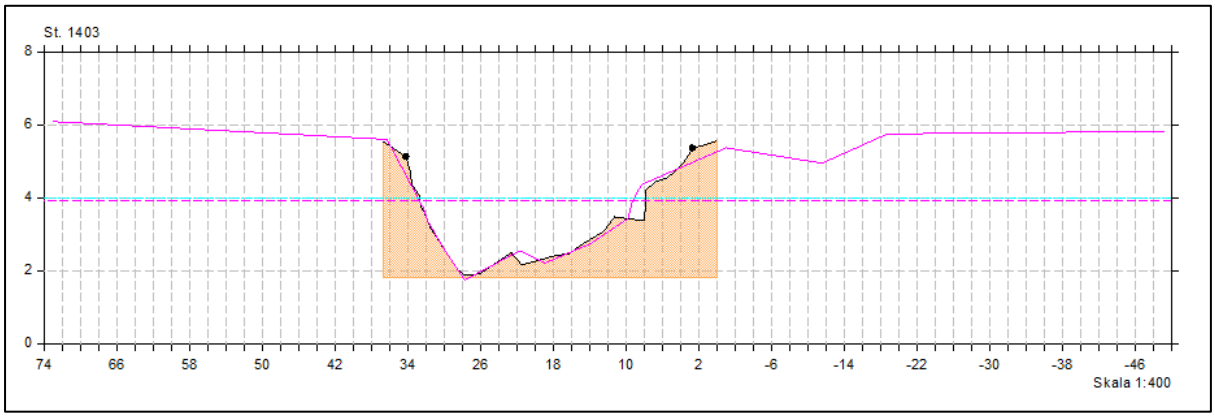
Figur 5-2 Lokalitet af profilmålinger. Pink: 1997. Orange: 2020. Her ses at profilerne ikke er målt ved samme lokalitet.



Figur 5-3 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her ses udpræget formstabilitet.



Figur 5-4 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her ses udpræget formstabilitet.



Figur 5-5 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her ses udpræget formstabilitet.

5.3.2 ST. 1.550 – 15.500

Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger generelt mellem 12 og ca. 15 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.
Fra st. ca. 10.500 til 15.500 ligger det kun mellem ca. 12- 13 cm over.

Strækningens regulativmæssige krav til vandføringsevne er således overskredet med 2 til 5 cm.

I efterfølgende underafsnit vurderes årsager og sammenhænge vedrørende de beregnede vandspejlsforskelle for delstrækningerne;

1) St. 1.550-6250 m
2) St. 6250-13250 m
3) St. 13250-15500 m,

I 2020 er der på den samlede strækning fra st. 1.551 til 15.500 m opmålt 77 profiler til at beskrive strækningens vandføringsevne, i 1997 er der målt 57.

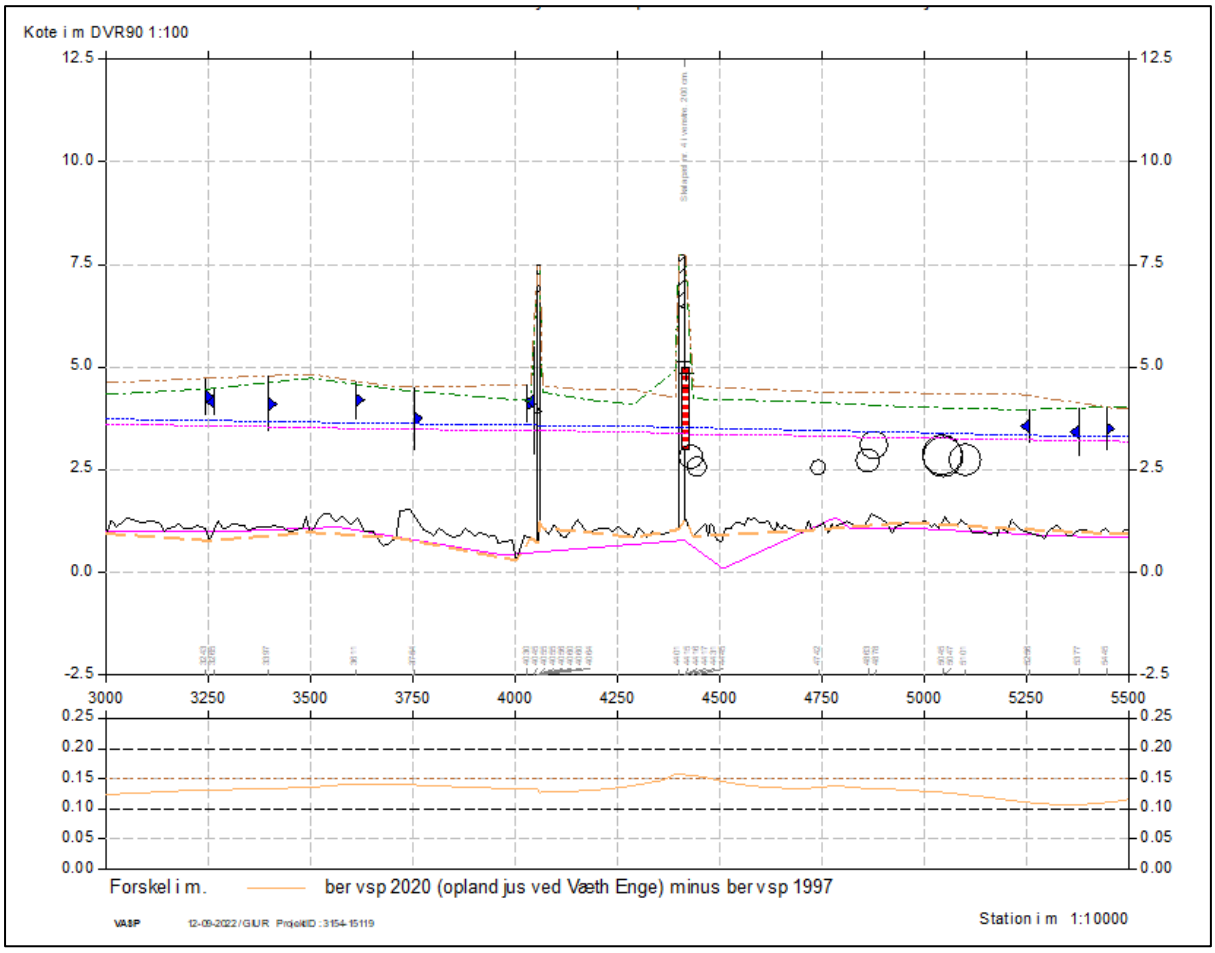
Kun 9 af profilerne er opmålt ved samme lokalitet i begge år, heraf er 3 bro-profiler. I 1997 er der kun målt et broprofil per bro, og der er ikke målt profil før og efter broer, hvilket er nødvendigt for at udføre retvisende vandspejlsberegninger.

ST. 1.550-6.250 M

På delstrækningen st. 1.550-6.250 er de største forskelle mellem de beregnede vandspejle for hhv. 1997 og 2020 på strækningen ca. st. 3.000 til 5.500 m, særligt omkring broen i st. 4.415, hvor der i 1997 kun er opmålt ét broprofil og ingen profiler op- og nedstrøms broen, se Figur 5-6.

I 2020 er der fra ca. st. 3.000 til 5.500 opmålt 19 profiler i 2020 og kun 11 profiler i 1997, altså væsentlig flere i 2020, se Figur 5-7. Desuden er der en bro ved st. 4.055 i 2020-opmålingen, som ikke eksisterede i 1997.

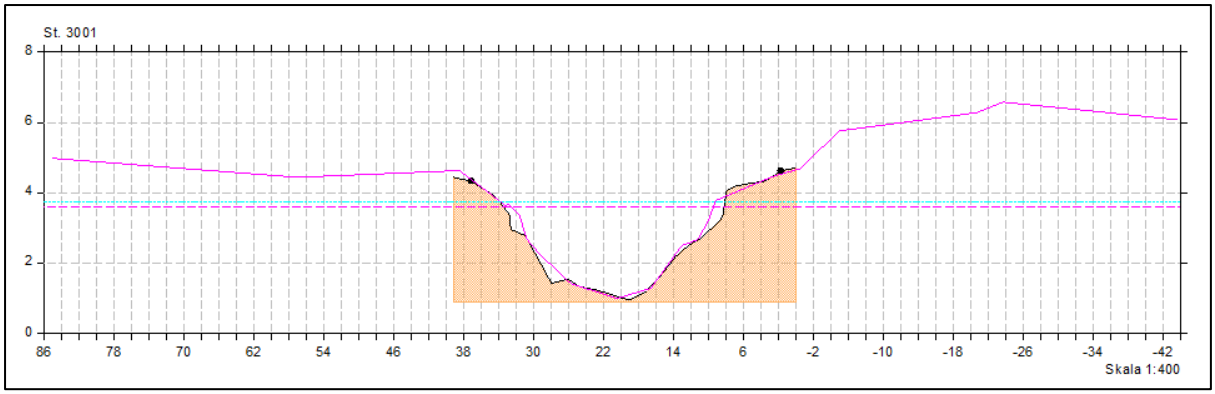
De profiler, der er målt omkring den nye bro, er med til at bevirke, at vandføringsevne for 2020-opmålingen er mindre i forhold til 1997 opmålingen. Hvordan det reelle profilniveau var i 1997 omkring den nye bro, kendes ikke.



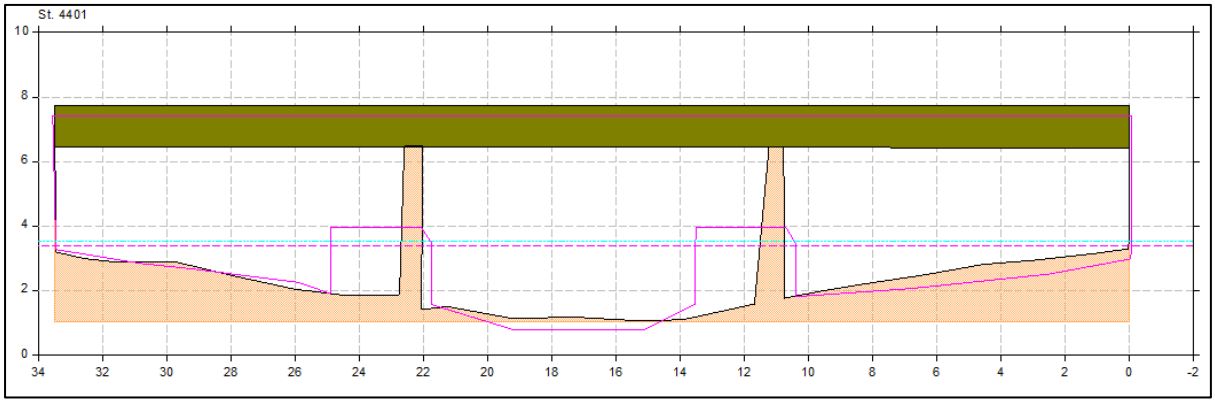
Figur 5-6 Længdeprofil af strækningen st. 3.000 til 5.500 m. Stiplet blå: Beregnet vsp. 2020-opml. Stiplet pink: Beregnet vsp. 1997-opml. Stiplet orange: Profiler opmålt 2020. Sort: Bundniveauler opmålt 2020. Pink: Profiler opmålt 1997. Orange nederst: Beregnet vandspejlsdifference mellem 2020 - og 1997- opmålingen.

Figur 5-7 Oversigt over strækningen ca. st. 3.000 til 5.500 m. 19 profiler opmålt i 2020 (Orange prik), 11 profiler opmålt i 1997 (Pink prik).

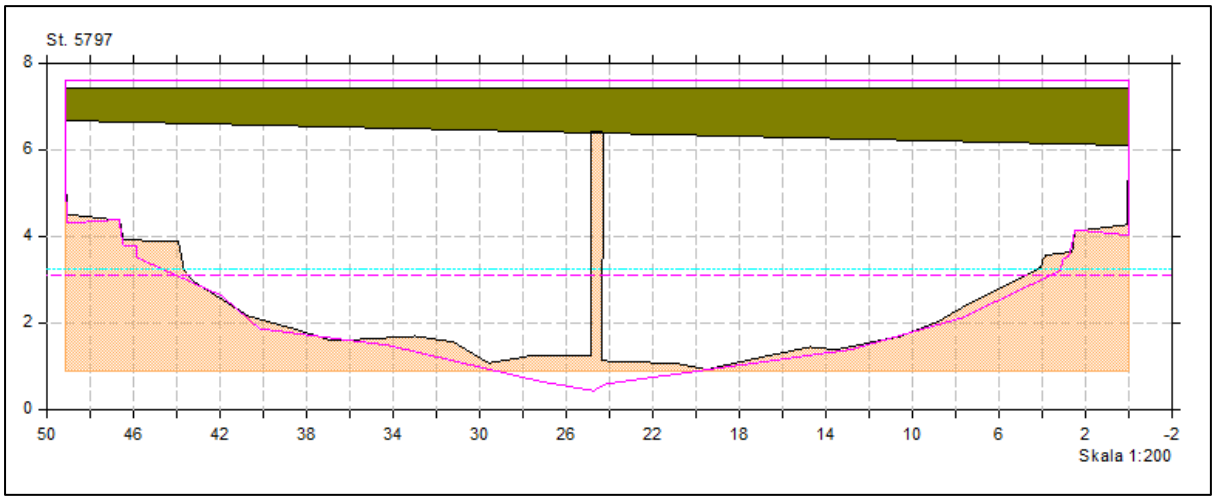
Der kan ikke umiddelbart ses forskel i bredden på de opmålte profiler, som kan sammenstilles. De opmålte profiler udtrykker en stor formstabilitet mellem 1997 og 2020, se sammenlignelige profiler i figurer nedenfor.



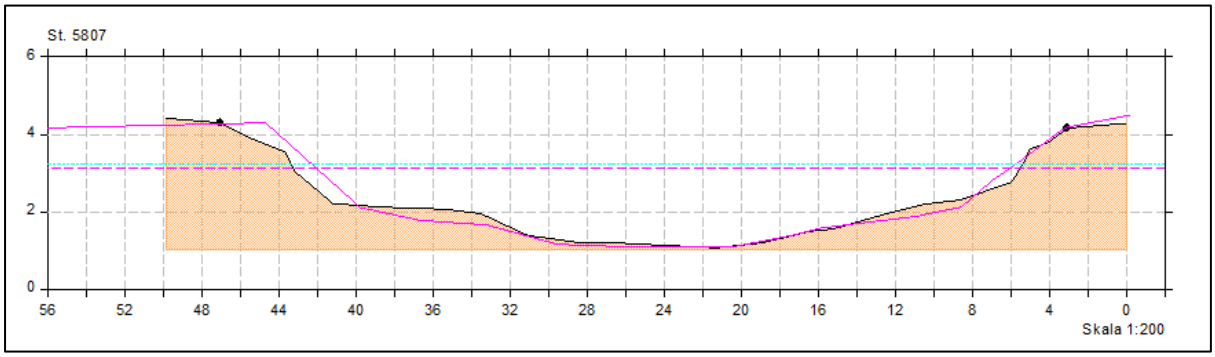
Figur 5-8 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her ses udpræget formstabilitet.



Figur 5-9 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her ses udpræget formstabilitet.



Figur 5-10 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her ses udpræget formstabilitet.

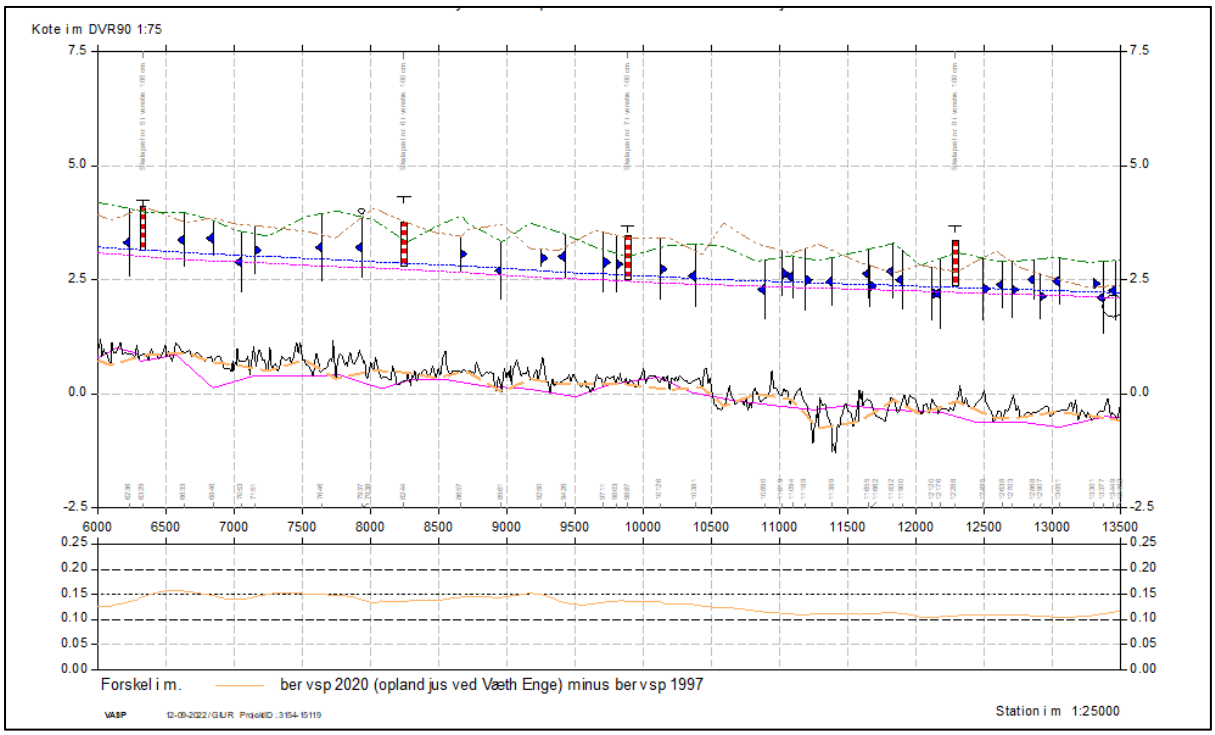


Figur 5-11 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her ses udpræget formstabilitet.

Da sammenligningen af 1997- og 2020 tværprofiler vidner om stor formstabilitet, og da der med stor sandsynlighed mangler profiler i 1997 opmålingen til beskrivelse af den reelle vandføring i 1997, kan det ikke konkluderes, at den beregnede reducerede vandføringsevne mellem 1997- opmålingen og 2020-opmålingen fra st. 1.550 til ca. 6.250 skyldes profilændringer.

ST. 6.250-13.250 M

Den største differens mellem beregnet vandspejl for 2020-opmålingen og 1997-opmålingen på strækningen er ca. 15 cm på strækningen ca. st. 6.400 -7.250, se Figur 5-12.



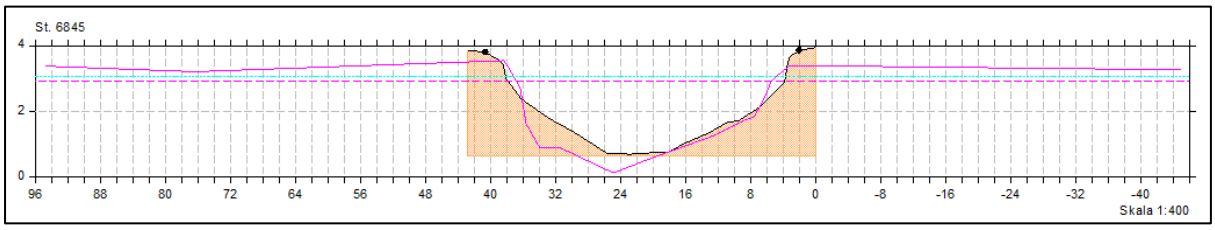
Figur 5-12 Længdeprofil af strækningen st. 6.000 til 13.500 m. Stiplet blå: Beregnet vsp. 2020-opml. Stiplet pink: Beregnet vsp. 1997-opml. Stiplet orange: Profiler opmålt 2020. Sort: bundniveauler opmålt 2020. Pink: Profiler opmålt 1997. Orange nederst: Beregnet vandspejlsdifference mellem 2020 - og 1997- opmålingen.

I 2020 er der på strækningen st. 6.250 -13.391 opmålt 31 profiler mod 26 profiler i 1997. Der er ingen broer på strækningen, og dermed ingen manglende profiler før og efter broer i 1997-opmålingen. Den gennemsnitlige profil-afstand for de opmålte profiler på strækningen er 282 m i 1997 og 231 m i 2020.

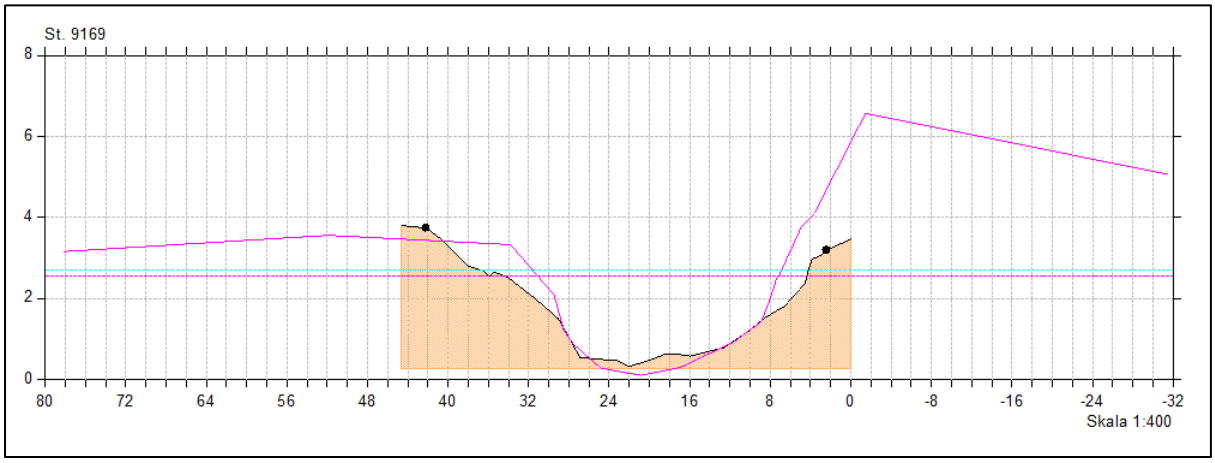
Der er fire direkte sammenlignelige profiler på strækningen st. 6.250-13.250, se Figur 5-13, Figur 5-14, Figur 5-15 og Figur 5-17 nedenfor. I enkelte profiler ligger bundniveauet i 2020 opmålingen et godt stykke over dybeste bundpunkt i 1997. Desværre er detaljeringsgraden (antal punkter i de enkelte tværprofiler) i profilopmålingerne fra 1997 generelt meget lav, således at et enkelt opmålt dybt punkt kommer til at betyde uretmæssigt meget for profilbeskrivelsen og dermed den beregnede vandføringsevne. Således ses i profil i st. 6.845, Figur 5-13, at det dybeste bundniveau i profilet er bestemt af et enkelt opmålingspunkt, som repræsenterer ca. 10 m af bundbredden. Den samme tendens er særligt udtalt i profil i st. 13.028 m, Figur 5-17. Dette kan være medvirkende til, at

opmåling 1997 uretmæssigt beskriver en bedre vandføringsevne, end hvad der måske i realiteten var til stede i 1997.

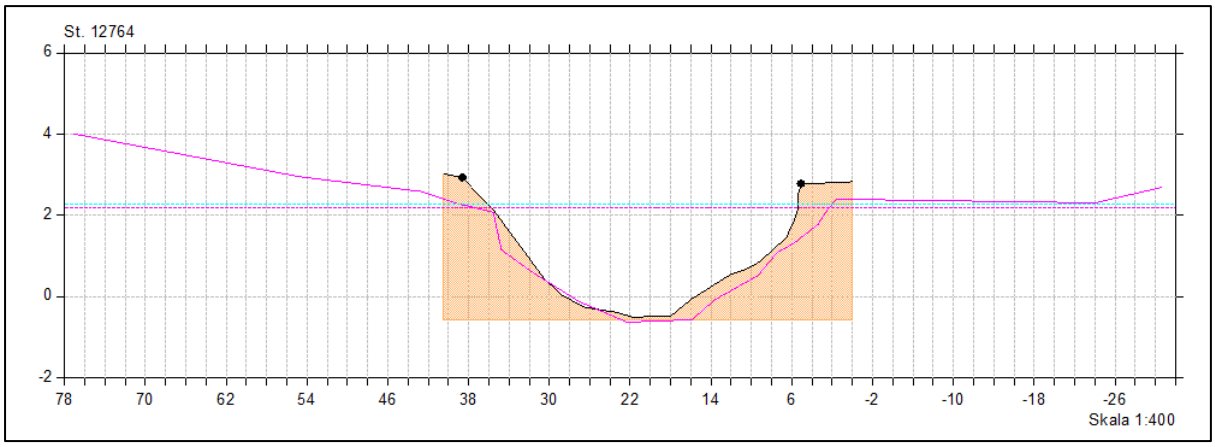
Når det er sagt, så er der en mindre antydning af, at bundniveauet generelt på strækningen fra st. 6.250 til 13.250 ligger lidt højere i 2020-opmålingen ende 1997-opmålingen, se bilag 1 og Figur 5-12 ovenfor.



Figur 5-13 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Detaljeringsgraden i profilopmålingen fra 1997 er meget lav. Det dybe bundniveau i profilet er således bestemt af et enkelt opmålingspunkt, som repræsenterer ca. 10 m af bundbredden.

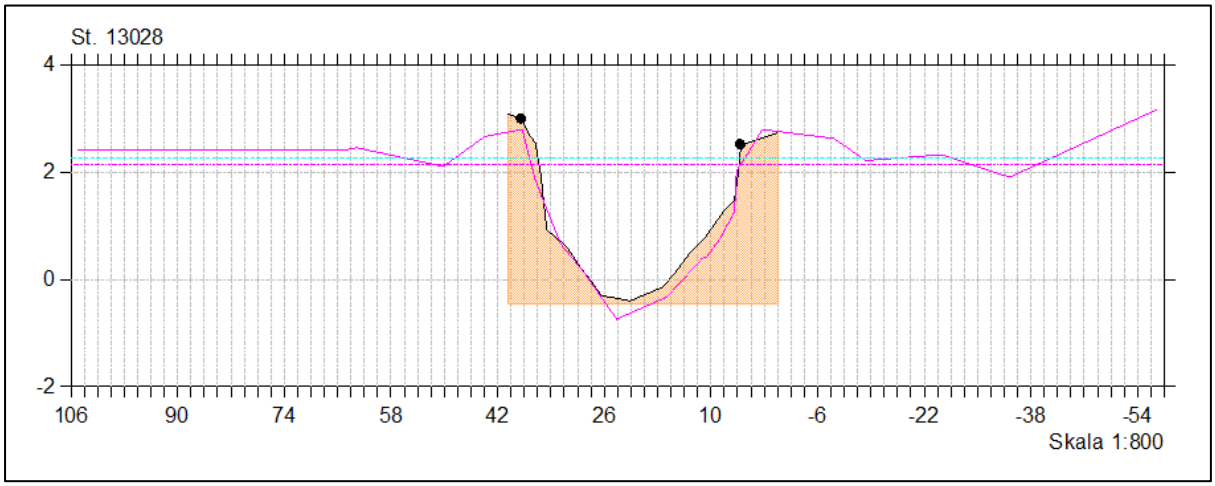


Figur 5-14 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Opmålingen er udført i et sving hvilket kan være årsag til større lokale afvigelser mellem 1997 og 2020. Bunden ligger således højere i 2020, men til gengæld er er profilet bredere.



Figur 5-15 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Der er antydning af, at profilet er blevet smallere, men ved sammenstilling af luftfoto fra 1995 og 2021 ses dette ikke, se figur nedenfor.

Figur 5-16 Til venstre luftfoto 1995. Til højre luftfoto 2020. Sammenligning af de 2 luftfoto viser ingen tendens på lokaliteten til, at profilet skulle være indsnævret siden 1995.



Figur 5-17 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her ses ingen ændring på bredden, men bunden ligger dybere i 1997. Detaljeringsgraden i profilopmålingen fra 1997 er dog meget lav. Det dybe bundniveau i profilet er således kun bestemt af få opmålingspunkter i 1997.

Forsøgsberegning

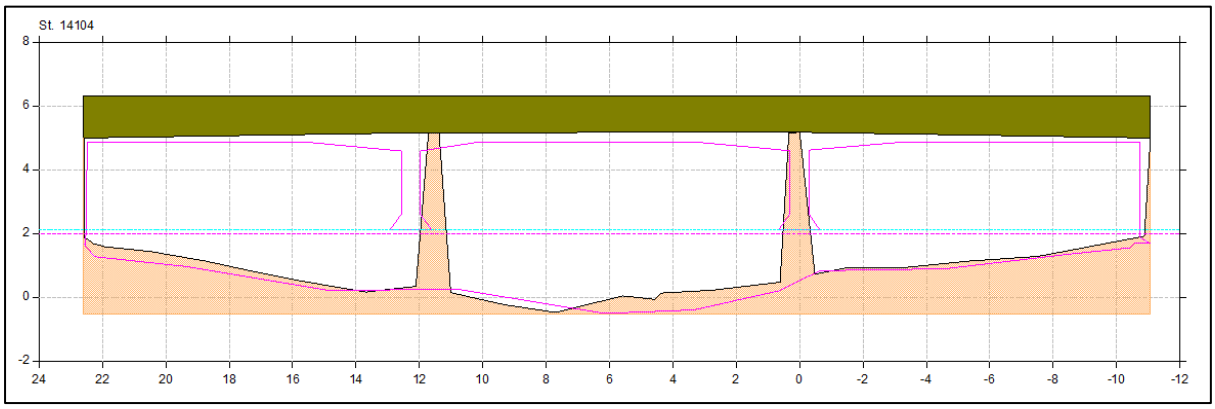
WSP har søgt at undersøge, hvilken effekt det vil have på vandføringsevnen for strækningen, hvis tværprofiler fra 1997-opmålingen på de fire sammenlignelige lokaliteter blev indsat i 2020 opmålingen. Der er således udført en beregning, hvor de fire ovenstående profiler i 2020 opmålingen (st. 6.845, st. 9.169, st.12.764 og st. 13.028) er udskiftet med de fire profiler fra 1997-opmåilingen. Resultatet ses i bilag 4.

Udskiftningen med de fire tværprofiler fra 1997-opmålingen resulterede i, at vandføringsevnen blev forbedret med ca. 1-2 cm på strækningen, se bilag 4. Den største betydning for den beregnede forskel i vandføringsevne mellem 2020-opmålingen og 1997-opmålingen ligger således andre steder på strækningen, vel og mærket på steder, hvor man ikke direkte kan sammenholde profiler fra 2000-opmålingen med profiler i 1997-opmålingen. Det kan således ikke udelukkes, at forskellen mellem den beregnede vandføringsevne i hhv. 1997-opmålingen og 2020-opmålingen i langt overvejende grad skyldes, at der er en større detaljeringsgrad i 2020-opmålingen, særligt hvad angår antal profiler og placeringen af disse.

Det kan derfor ikke konkluderes, at vandføringsevnen reelt er forringet fra 1997 til 2020, ligesom det heller ikke kan udelukkes.

ST. 13.250-15.500 M

På strækningen fra 13.250 til 15.500 er der ikke opmålt profiler samme steder i 2020 og i 1997, på nær ved broen i st. 14.104 (afviger ikke væsentligt fra hinanden), se nedenfor.



Figur 5-18 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.

Når man ser på bundniveauer fra st. 13.250 - 15.500 på længdeprofilet (Bilag 1), ses ingen umiddelbar tendens til højere bundniveau i 2020 i forhold til 1997. Strækningen har beregningsmæssigt en lidt mindre vandføringsevne i 2020-opmålingen end 1997-opmålingen (op til ca. 13 cm forskel). Men da der ikke er målt profiler ved samme lokaliteter, kan det ikke konkluderes med baggrund i opmålingerne, at vandløbets vandføringsevnen som sådan er reduceret fra 1997 til 2020 på strækningen.

5.3.3 ST. 15.500 -16.015

Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger mellem 10 og 12 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

På denne strækning er der ikke opmålt profiler samme steder i 2020 og i 1997, hvorfor en direkte sammenligning af profilerne ikke er mulig. Når man sammenligner bundniveauer på længdeprofilplot, se bilag 1, ses ingen umiddelbar tendens til et højere bundniveau i 2020 i forhold til 1997. Strækningen har beregningsmæssigt en lidt mindre vandføringsevne end 1997 opmålingen, der er dog kun op til 2 cm overskridelse af regulativmæssigt krav til vandføringsevne.

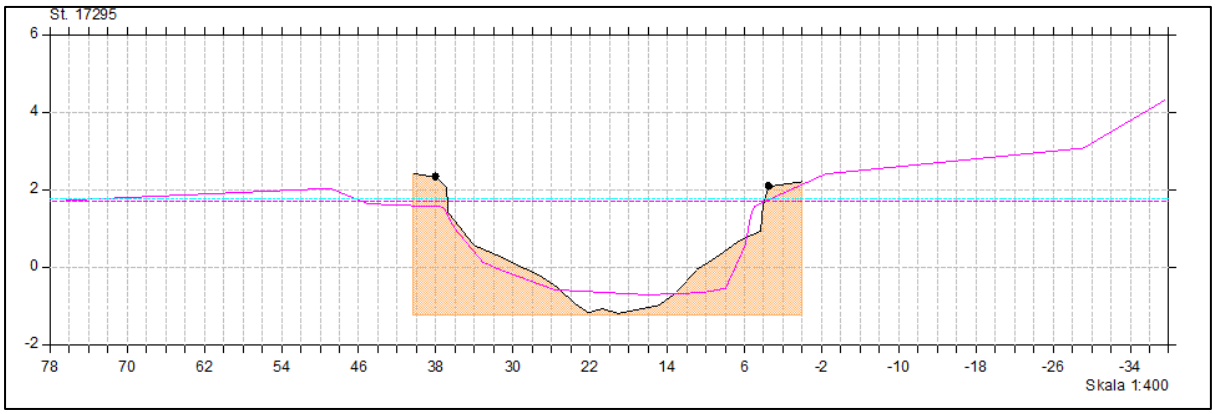
Da der ikke er målt profiler ved samme lokaliteter i de to opmålinger, kan det ikke konkluderes med baggrund i opmålingerne, at vandløbets vandføringsvene er reduceret fra 1997 til 2020 på strækningen. Der er kun en overskridelse på 2 cm i forhold til regulativbestemmelserne, hvilket ligger indenfor beregningsmæssige usikkerheder. Derfor vurderer WSP, at regulativet kan betragtes som værende overholdt.

5.3.4 ST 16.015- 25.850

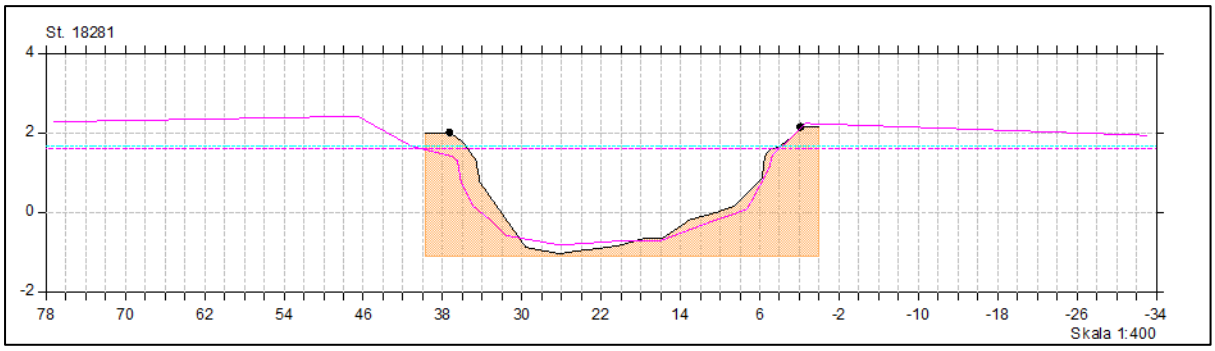
Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger under 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

Da beregnede vandspejlsforskelle er mindre end 10 cm, er regulativet overholdt.

Ved sammenstilling af sammenlignelige profiler fra 1997 og 2020 ses i øvrigt ingen åbenlyse aflejringer eller indsnævringer. De steder, hvor vandløbsbredden ved sammenstilling af profiler ser ud til at være ændret, kan dette ikke verificeres af luftfotos. Enten ses det, at forskelle i profilet skyldes, at der ikke er målt samme sted i 1997 og 2020, eller også kan ændring i vandløbsbredde ikke genkendes ved samstilling af tidligere luftfotos (f.eks. 1995) og nyere luftfoto (f.eks. 2021), se også figurer nedenfor.

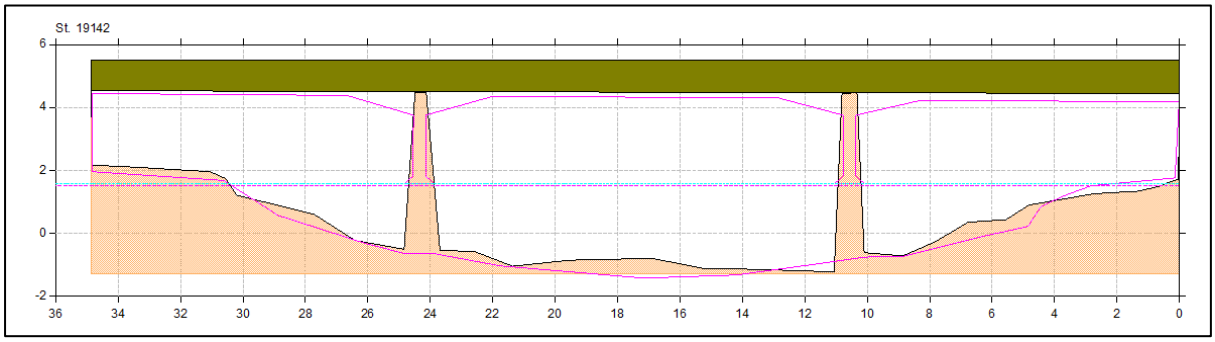


Figur 5-19 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.

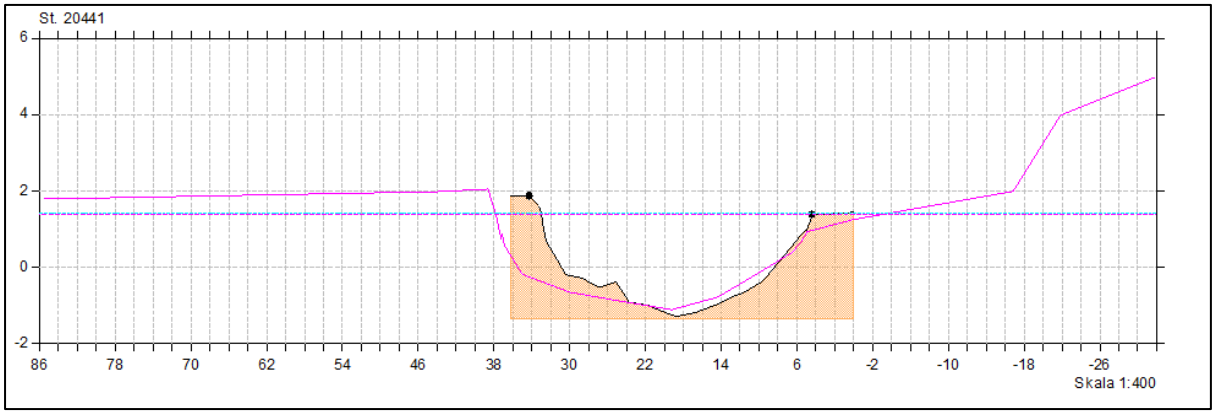


Figur 5-20 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Overvejende formstabilt. Det lidt bredere profil i 1997 vurderes ud fra luftfoto at skyldes, at 1997-profilet er opmålt nærmere udløb af en grøft end 2020-profilet, se figur nedenfor.

Figur 5-21 Orange: Opmålt 2020. Pink: Opmålt 1997. Det ses at 1997-profilet er målt nærmere et grøfteudløb og har et bredere profil ved denne lokalitet.

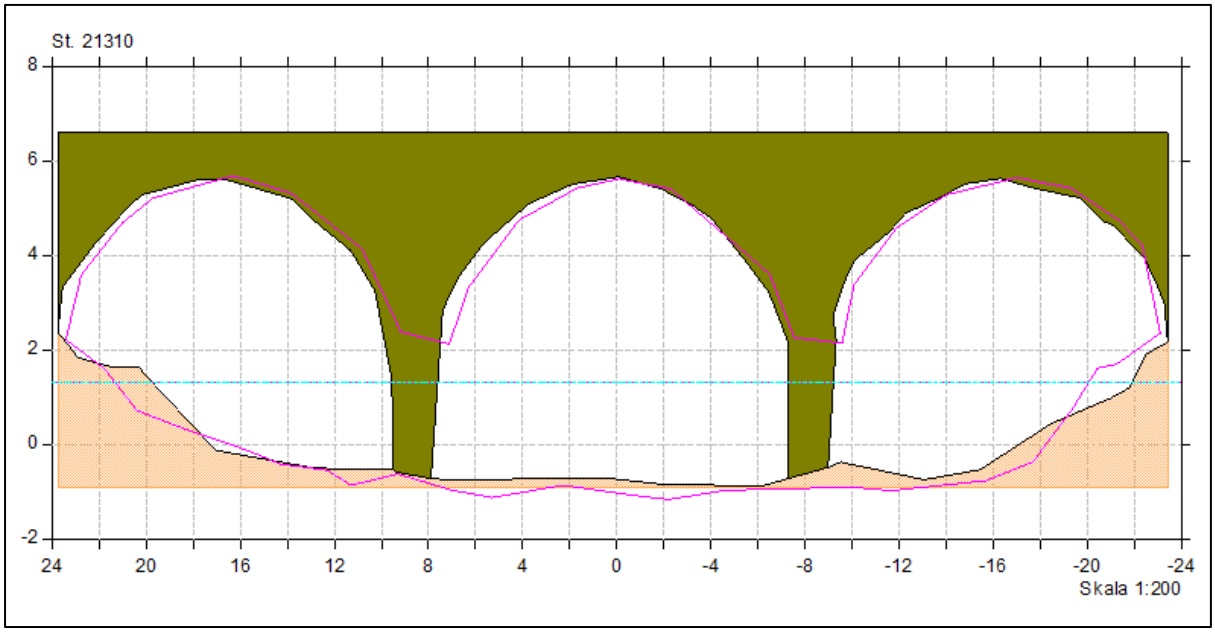


Figur 5-22 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Udpræget formstabilt.

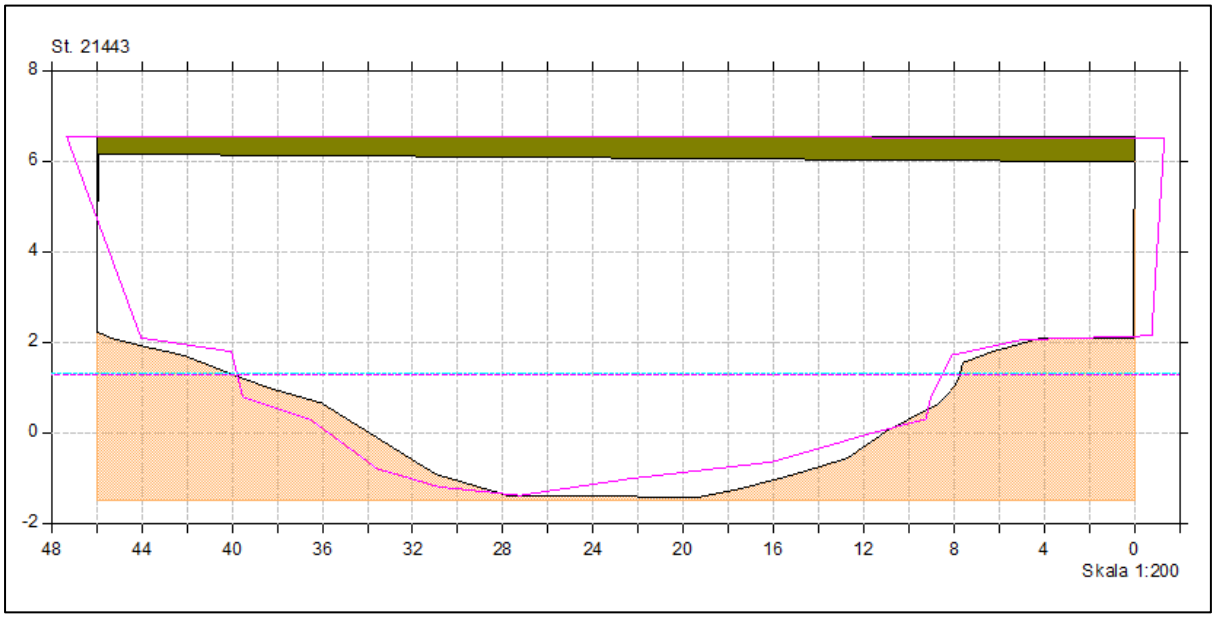


Figur 5-23 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Forskelle i bredden vurderes at skyldes forskellig lokalitet, se figur nedenfor.

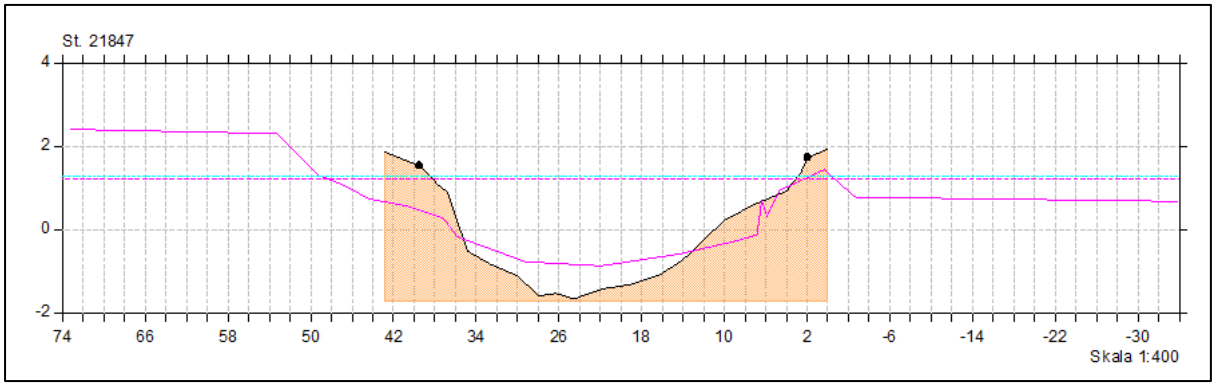
Figur 5-24 Profilplacering på 1954 - og nyere luftfoto fra 2020. Det ses, at profilerne meget sandsynligt ikke er opmålt samme sted.



Figur 5-25 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Udpræget formstabilt.

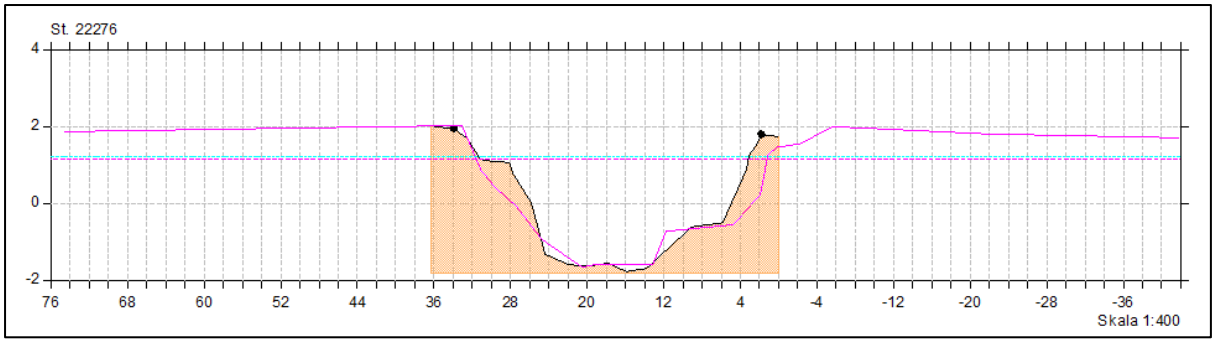


Figur 5-26 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.

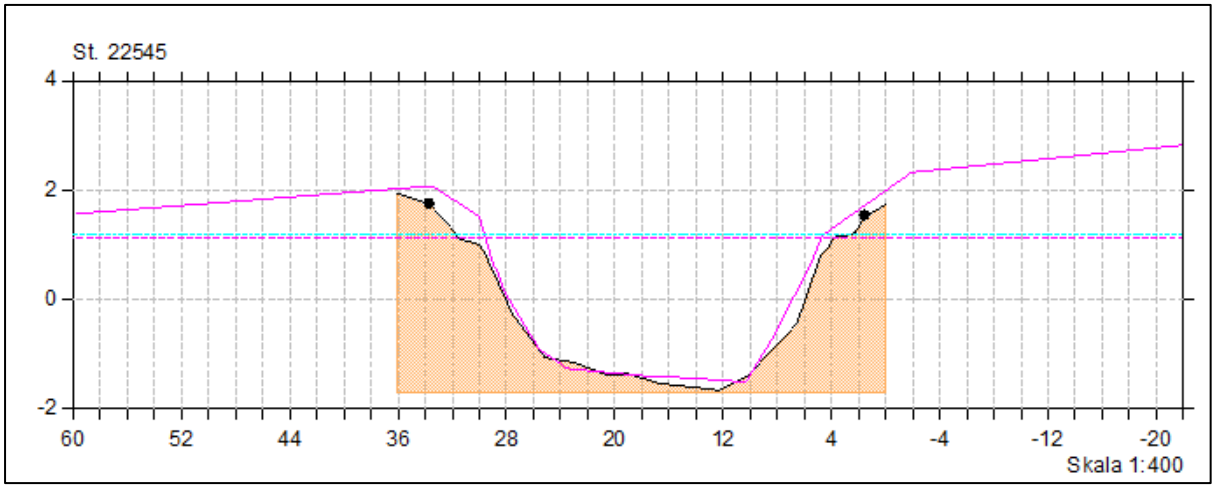


Figur 5-27 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Forskelle vurderes primært at skyldes forskellig lokalitet, der er således ingen indikation på, at bredden er ændret siden 1995. Se figur nedenfor.

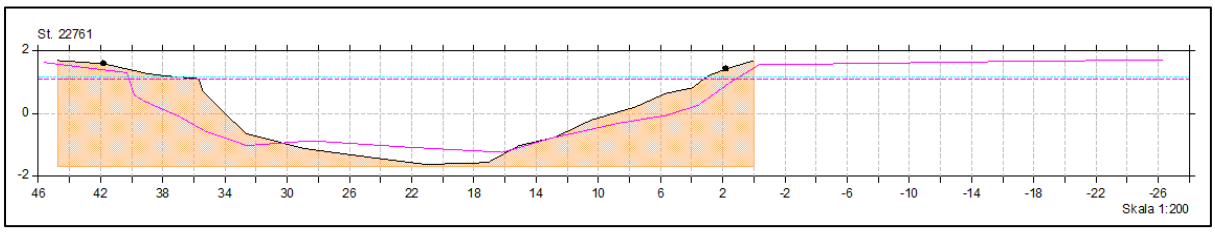
Figur 5-28 Til venstre: luftfoto 1995. Til højre: luftfoto 2021. Ingen indikation på, at bredden er ændret siden 1995.



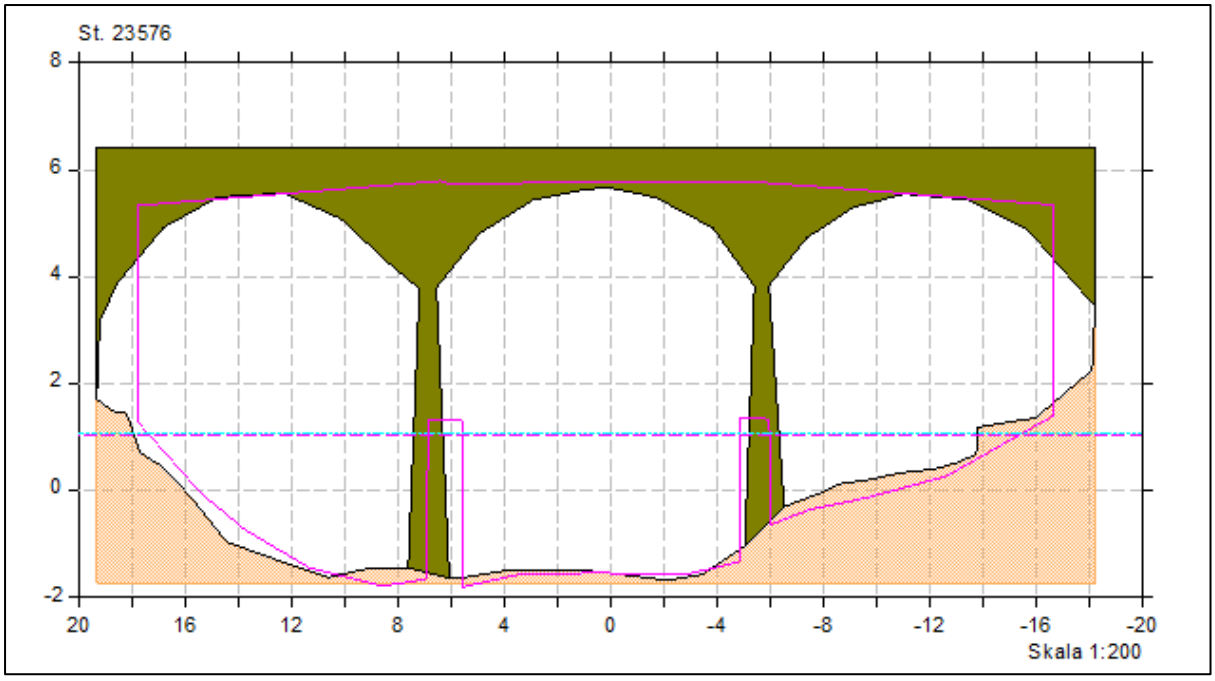
Figur 5-29 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.



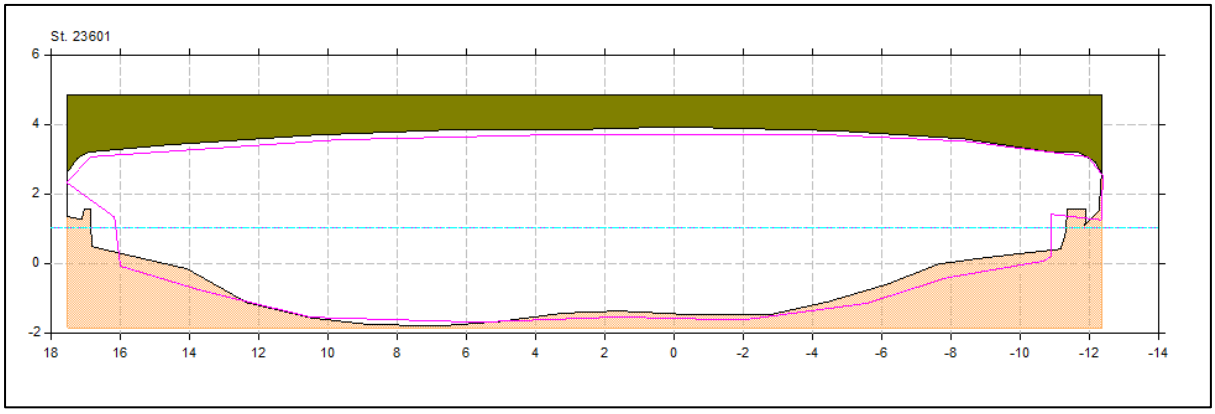
Figur 5-30 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Udpræget formstabilt



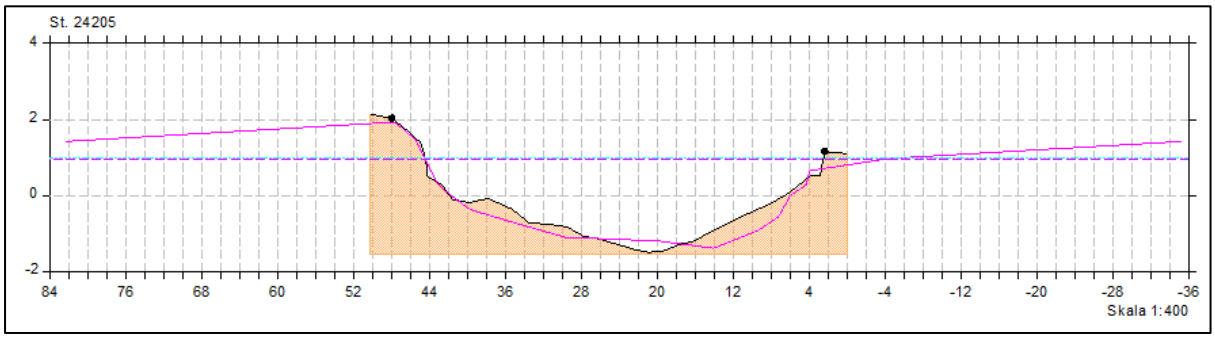
Figur 5-31 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.



Figur 5-32 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.



Figur 5-33 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.



Figur 5-34 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Udpræget formstabilt.

5.3.5 ST. 25.850 – 30.125

St. 25.850-27.165: Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger 10 -12 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

St. 27.385 - 28.385: Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger under 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

28.385 -30.125: Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger 10 -13 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

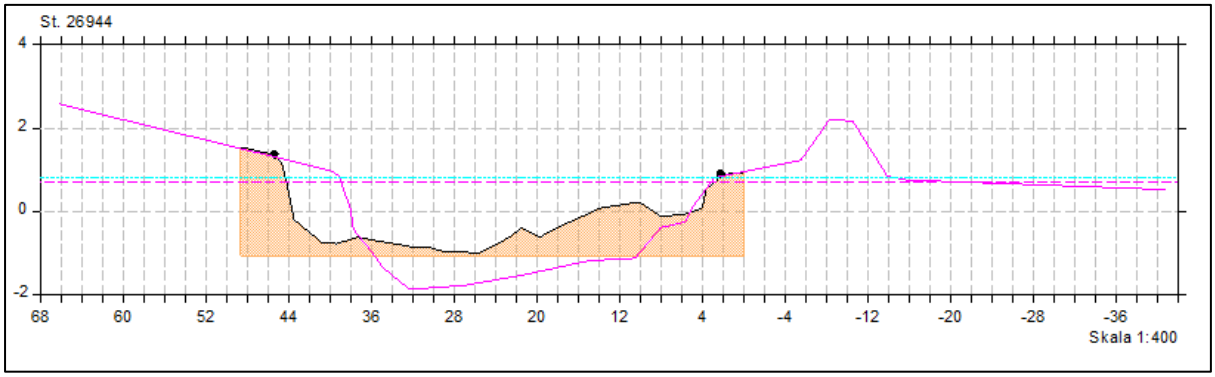
Fra ca. st. 26.750 til ca. st. 28.700 ligger på højre side af Gudenåen vådområdet, Væth Enge. Væth Enge blev etableret i 2007.

De profiler, hvor det er direkte muligt at sammenligne mellem opmålingerne i henh. 1997 og 2020, tyder det på, at der er sket en hævning af bunden fra 1997 til 2020, særligt på strækningen fra st. ca. 26.750 til 28.000. Dette er også blevet beskrevet i WSP´s notat fra marts 2021[2], hvor opmålingen fra 2020 blev sammenlignet med opmåling fra 2009/10.

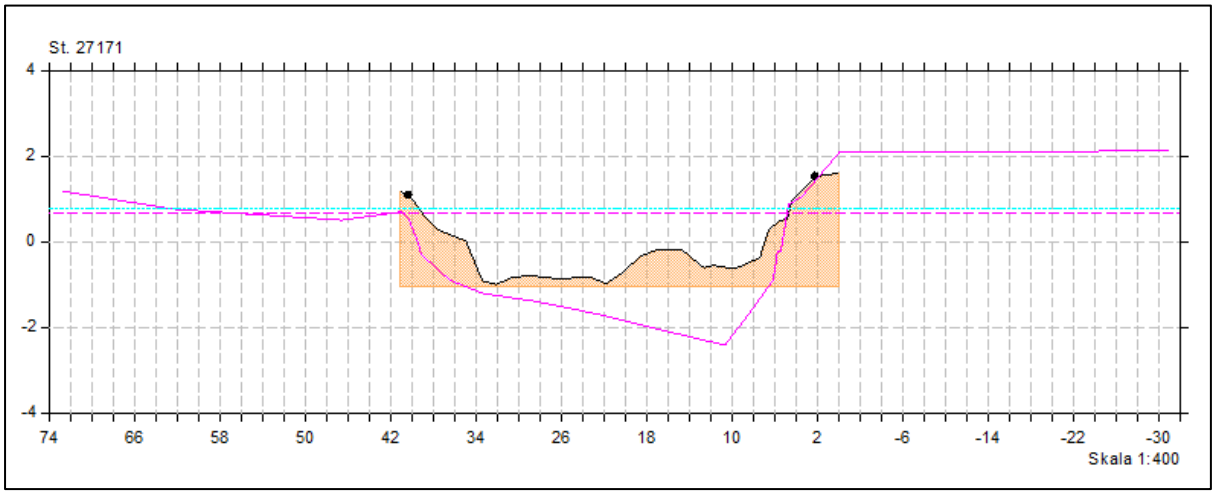
WSP har i notat vedr. kontrol af vandføringsevne i Gudenåen fra Lilleå til Væth Enge [4] vurderet, at aflejringerne er et resultat af, at strømhastigheden i Gudenåen aftager, når en del af vandføringen føres ind i Væth Enge, hvorved åens evne til at transportere sediment mindskes i forhold til tidligere.

WSP har opstillet en simpel Mike Model til estimering af fordelingen af vandføring mellem Gudenåen og Væth Enge. Her er det estimeret, at ved en middelvandføring på 13 l/s/km^2 og Manningtal 24 ledes ca. 40% af Gudenåens vandføring ind igennem Væth Enge, og tilbage igen nedstrøms Væth Enge [1]. Der er, som tidligere nævnt i afsnit 3.1, taget højde for den estimerede fordeling af vandføringen i beregningerne af vandføringsevnen for 2020-opmålingen.

Eksempler på profiler på strækningen ses nedenfor. Nedstrøms st. 28.000 ses ikke en udpræget tendens til bundhævning. Vær opmærksom på, at 2020-opmålingens tværsnit (st. 24.250 m - 28.910 m) beregningsmæssigt fører 60 % af den samlede vandføring (40 % gennemløber Væth Enge), mens 1997 opmålingens tværsnit fører 100 % af vandføringen.

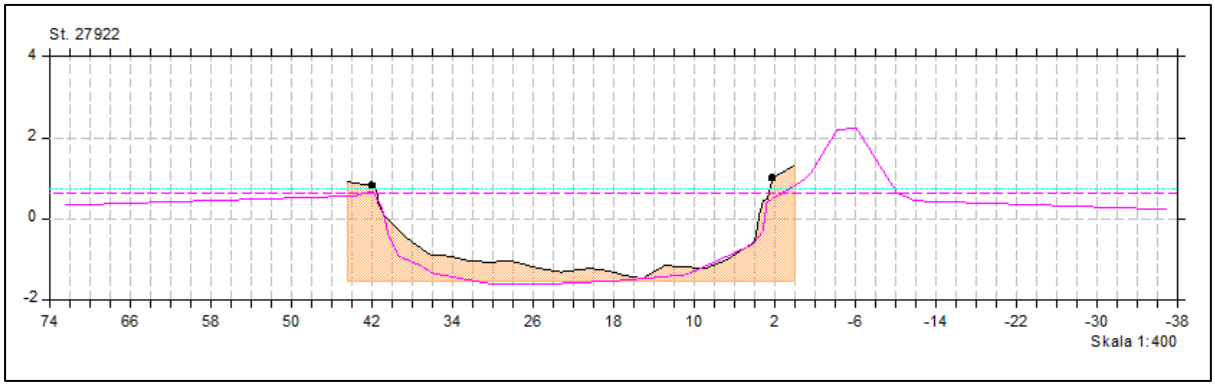


Figur 5-35 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her vurderes at være sket aflejring på bund som følge af projektet Væth Enge.

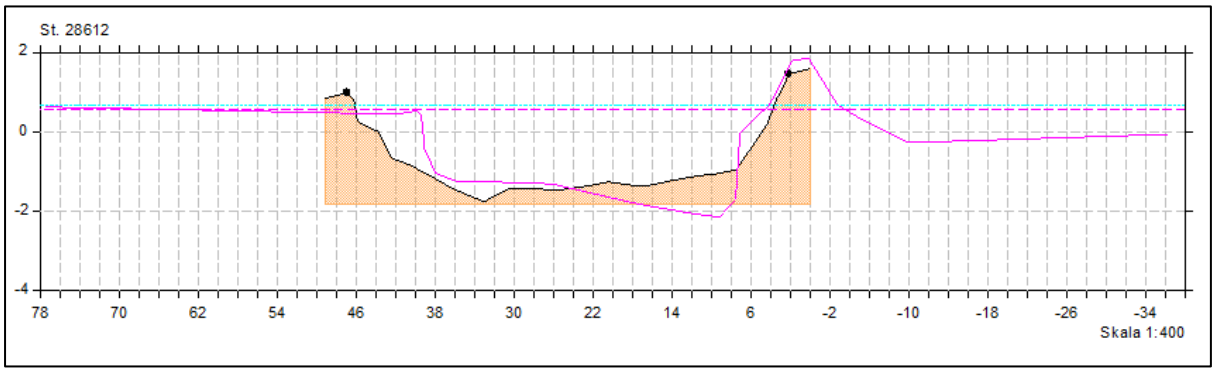


Figur 5-36 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her vurderes at være sket aflejring på bund som følge af projektet Væth Enge.

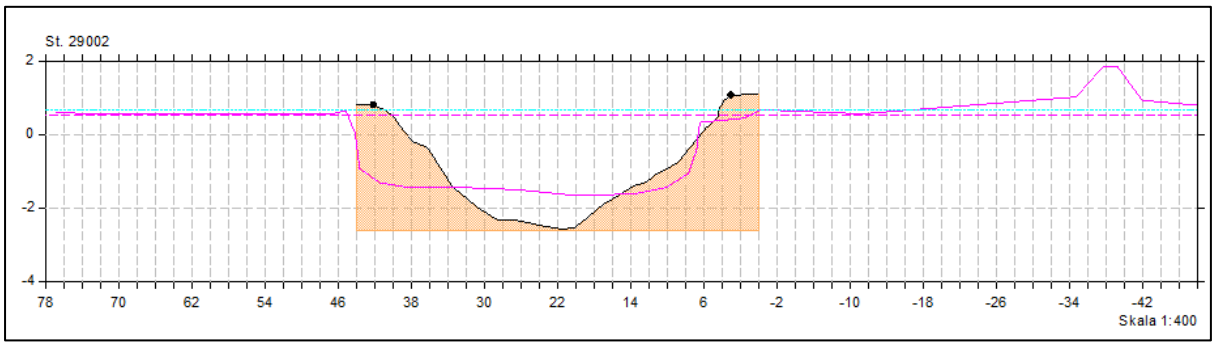
[4] Kontrol af vandføringsevne i Gudenåen fra Lilleå til Væth Enge, 7. september 2022, WSP



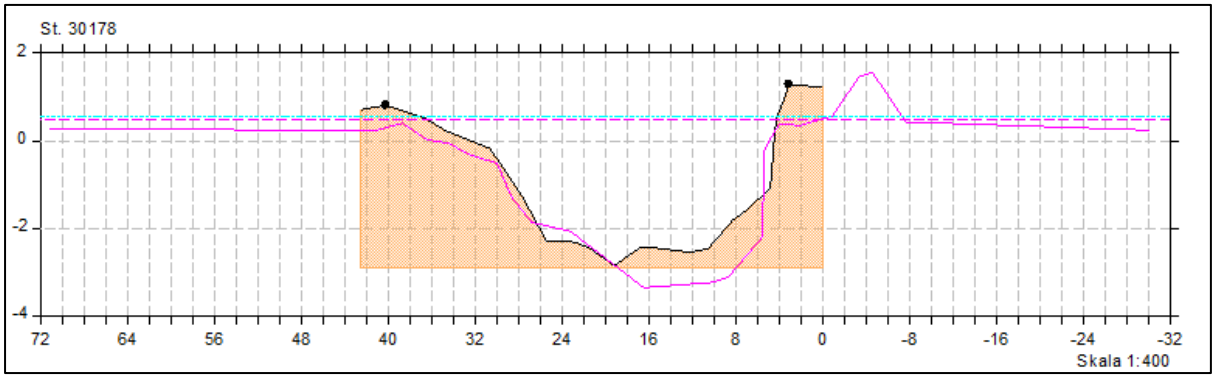
Figur 5-37 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Her vurderes at kunne være sket aflejring på bund som følge af projektet Væth Enge.



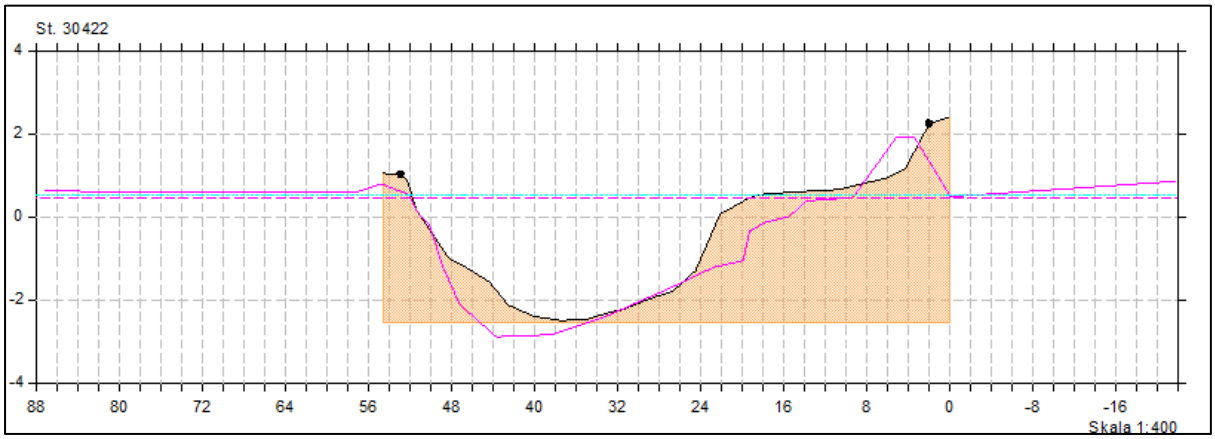
Figur 5-38 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.



Figur 5-39 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.



Figur 5-40 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.



Figur 5-41 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.

For strækningen st. 27.165 til 28.385 er regulativet overholdt.

For strækningerne st. 25.850 -27.165 og st. 28.385 – 30.125 vurderer WSP også, at regulativet skal betragtes som overholdt, da en overskridelse af regulativets krav på kun 2-3 cm ligger indenfor de beregningsmæssige usikkerheder, og de usikkerheder, som skyldes forskelle i detaljeringsgraden mellem de to opmålinger.

5.3.6 ST. 30.125 – 32.650

Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger fra 0 til 10 cm over det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

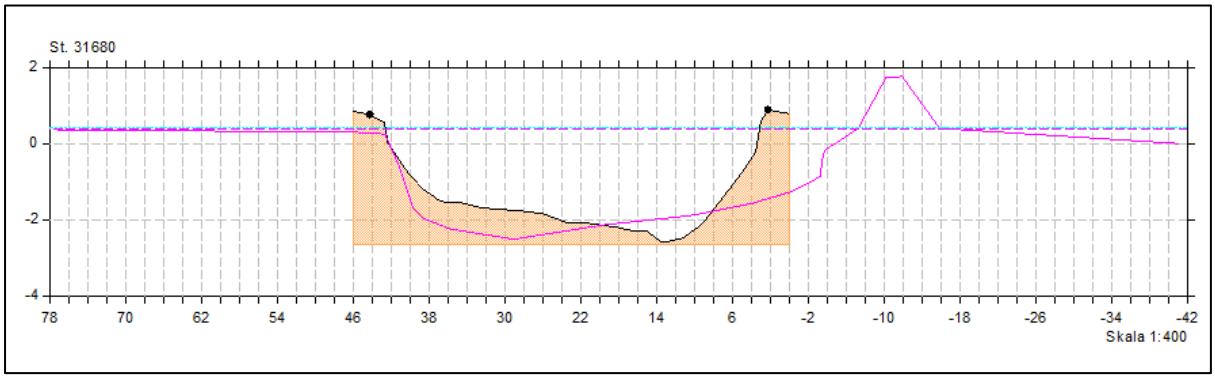
Kravet til regulativets vandføringsevne er opfyldt så længe forskellen er under 10 cm.

Strækningen er kendetegnet ved, at der kun er 4 profiler, der direkte kan sammenlignes med hinanden ved de to opmålinger. Det ene af disse profiler ligger ved st. 31.680. Her er der opmålt et profil i både 1997 og 2020 forholdsvis tæt på samme placering.

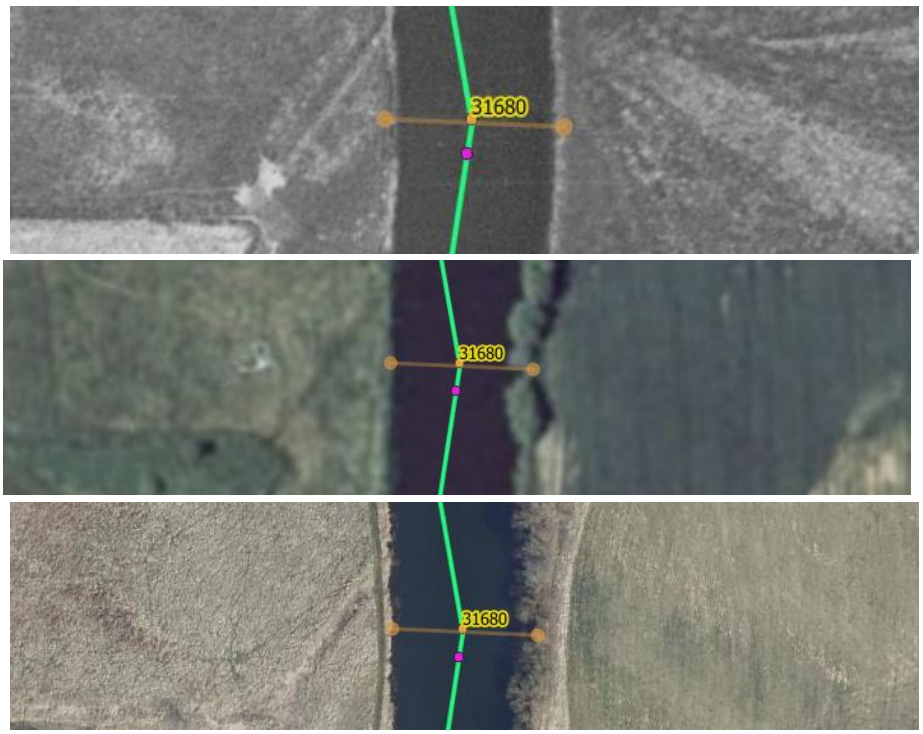
I Figur 5-42 nedenfor ses et sammenplot af de to profiler. Ved kun at kigge på tværprofilplottet kunne det synes, at profilet er indsnævret væsentlig fra 1997 til 2020. Men dette vurderes at være usandsynligt, når man ser på luftfotos. I Figur 5-43er luftfotos fra 1954 og fra 1995 sammenstillet med et luftfoto fra 2021, og her ses, at bredden er næsten den samme. Bredden på luftfoto fra 1995 er målt til ca. 39 m og denne bredde stemmer meget overens med den målte profilbredde fra opmålingen fra 2020. Derfor tyder det på, at man ved opmålingen i 1997 ikke har målt vinkelret på vandløbet, og har derfor fejlagtigt fået et bredere profil.

Da der kun er få opmålte profiler i 1997-opmålingen, kan en fejl af denne type i opmålingen have forholdsvis stor betydning for den beregnede vandføringsevne. Det skal også nævnes, at man ved opmålingen i 1997 ikke har målt broer så detaljeret op, og ved den nedstrøms liggende bro, ved st. 31.823, er der f.eks. ikke målt bropiller, hvilket er sket i 2020, se Figur 5-44. Dette kan også være medvirkende til, at den beregnede vandføringsevne i 1997 er lidt større end for 2020 opmålingen.

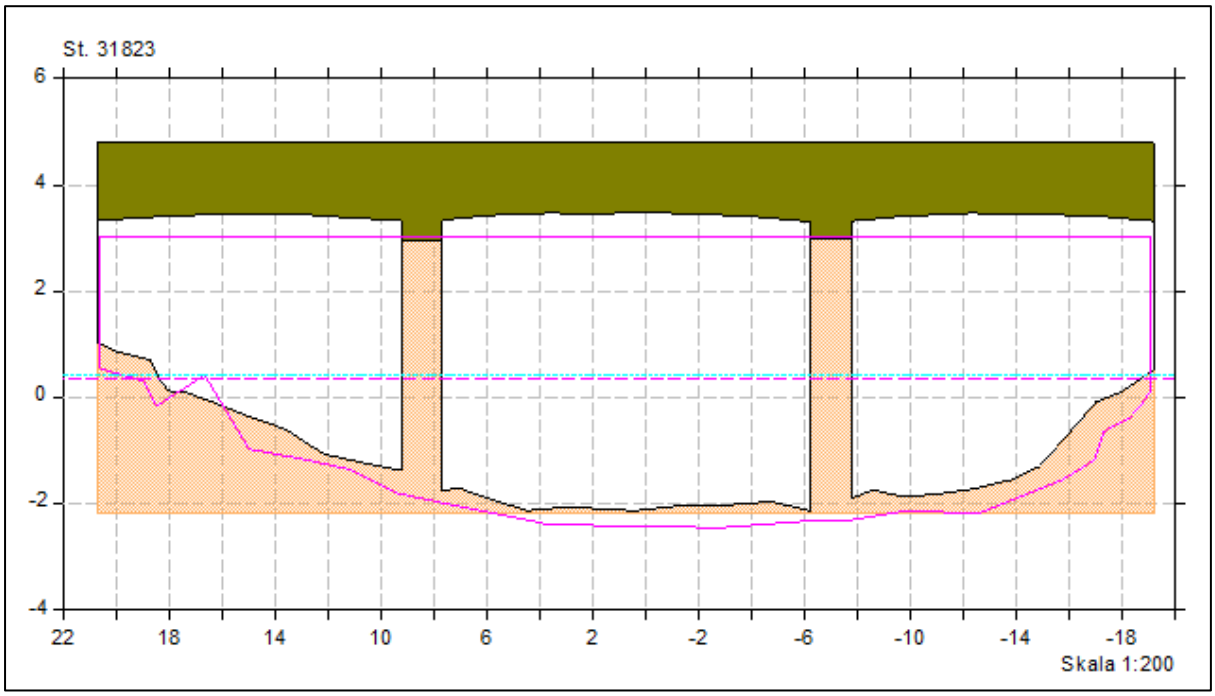
Et andet eksempel er ved st. 31.397. Her ligger de to opmålte profiler også tæt ved hinanden. Sammenplottet ses i Figur 5-45. Bredden er nogenlunde ens, men der er måske sket aflejring af sand i den dybeste del af profilet. Til gengæld er en banket i højre side reduceret.



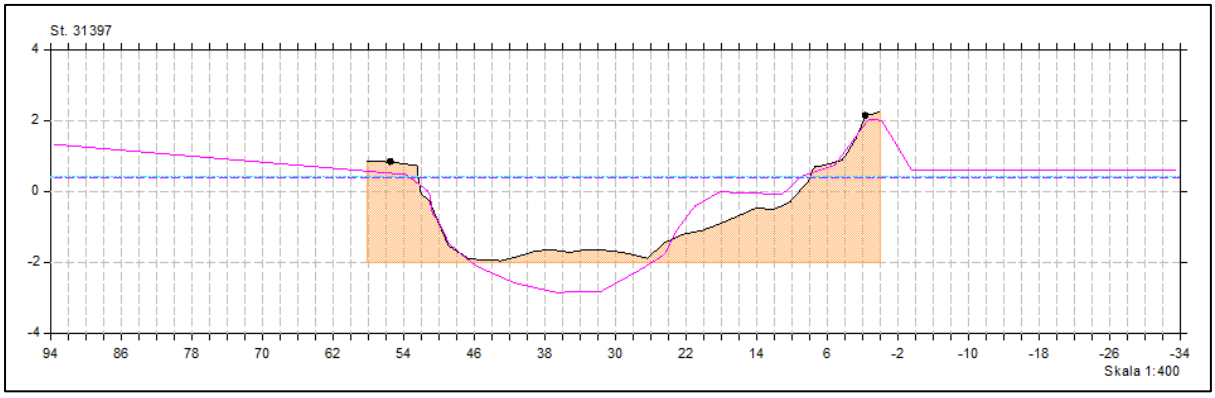
Figur 5-42 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Bredden målt i 2020 passer med ca. 39 m, som også måles på luftfoto, se nedenfor. Det vurderes, at profilet fra opmåling 1997 udtrykker et for bredt profil, måske er det ikke målt vinkelret på vandløbsretningen.



Figur 5-43 Måling af vandløbsbredder på luftfoto fra 1954, 1995 og 2021 viser ingen væsentlig indikation på ændringer i breddeforhold ved st. 31.680 m.



Figur 5-44 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020.

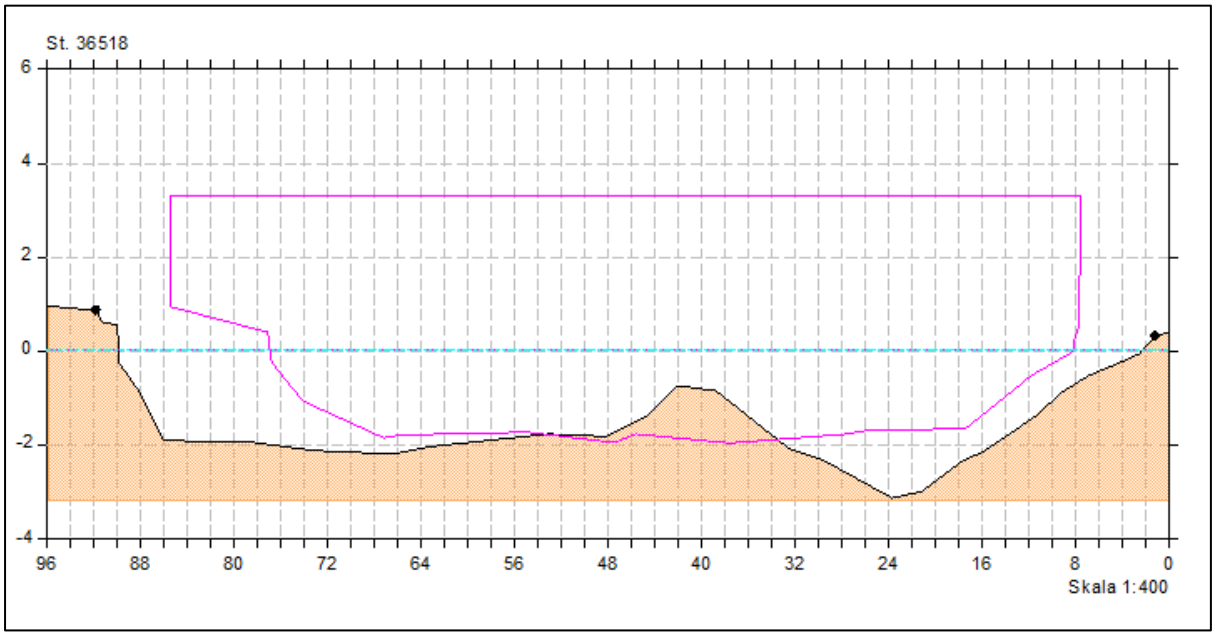


Figur 5-45 Forskelle i opmålte profiler. Pink: 1997, Sort: 2020. Såfremt opmålingen er udført ved samme lokalitet, kan det ikke udelukkes at der er sket aflejring på bund, men dog også afgravning i højre side af profilet.

5.3.7 ST. 32.650 – 37.115

Det beregnede vandspejl for opmåling 2020 ligger under det beregnede vandspejl for opmåling 1997.

Dette er dog ikke ensbetydende med, at vandføringsevnen er blevet større på strækningen siden 1997. Det skyldes nærmere, at der i 1997 kun er opmålt broer på strækningen nedstrøms motorvejsbroen, og tilmed kun den ene side af broen. Der er således ikke opmålt tværprofiler på strækningerne mellem broerne. Opmålingen af broerne kan ikke anses for at være repræsentative for strækningerne mellem broerne. Eksempel på profil se Figur 5-46.



Figur 5-46 Forskelle i opmålte profiler lige opstrøms bro. Pink: 1997 (broopmåling), Sort: 2020 (Profil). Da der ikke er målt profiler op- og nedstrøms broer kan 1997 opmålingen udtrykke en ringere vandføringsevne end der i realiteten var i 1997, de steder hvor broerne har mindre dimensioner.

6 PERSPEKTIVERING OG KONKLUSION

6.1 REGULATIVKONTROL

I henhold til Miljø- og Fødevareklagenævnets afgørelse af 10. juni 2021 skal Gudenåens vandføringsevne kontrolleres på baggrund af en teoretisk skikkelse, som er defineret af 1997-opmålingen, jf. afsnit 8.2 i regulativet.

Denne fremgangsmåde til kontrol af vandføringsevne har resulteret i, at de beregnede vandspejle for 2020-opmålingen på længere strækninger af Gudenåen mellem Tange Sø og Randers ikke overholder kravene i regulativet. Det gælder således på strækningerne st. 1.551-16.015, st. 25.850-27.165 og st. 28.385-30.125. Overskridelsen er dog på flere strækninger kun få cm, som WSP vurderer ligger indenfor alle beregningsmæssige usikkerheder, og derfor vurderer WSP, at regulativet her i realiteten er overholdt.

WSP har foretaget en konkret vurdering af mulige årsager til de afvigelser, der kan konstateres mellem de beregnede vandspejle efter 1997-opmålingen og 2020-opmålingen.

Overordnet viser analysen, at det beregnede lavere vandspejl på strækninger af 1997-opmålingen med større sandsynlighed ikke kan tilskrives formændringer i vandløbet mellem de to opmålingsår 1997 og 2020.

Alt overvejende viser sammenligning af opmålte tværprofiler fra Tange Sø til Randers fra 1997 og 2020 en udpræget formstabilitet i Gudenåen.

Undtaget herfor er dog strækningen mellem st. 26.750 – 30.070 m, hvor der som følge af en betydelig vandføring (40%) igennem vådområdeprojektet Væth Enge, er sket aflejringer på vandløbsbunden i Gudenåen. Aflejringerne betyder dog ikke i sig selv en mindre vandføringsevne på strækningen, idet det mindre tværsnit i Gudenåen kompenseres af en større afstrømning gennem Væth Enge.

Der er i nærværende kontrol af vandføringsevne taget højde for de faktiske forhold ved Væth Enge, idet der er anvendt en estimeret flowfordeling mellem Gudenåen og Væth Enge [1]**Fejl! Bogmærke er ikke defineret.**.

Hvor der i tværprofiler, foruden profiler ved Væth Enge, ses afvigelser imellem de beregnede vandspejl for 1997 og 2020, er det for langt hovedpartens vedkommende påvist, at afvigelserne sandsynligt skyldes, at profilerne ikke er opmålt ved samme lokalitet eller i samme retning (skråt eller vinkelret) over det meget brede vandløb, eller at den ringe detaljeringsgrad i 1997-opmålingen betyder større usikkerheder på 1997-opmålingens angivelse af bundniveauer.

Overordnet har det således ikke været muligt at sandsynliggøre, om den beregnede mindre vandføringsevne for 2020-opmålingen, kan tilskrives formændringer mellem 1997 og 2020.

På strækningen fra st. 6.250 til 13.250 er der dog ved sammenligning af generelle bundniveauer, og nærliggende tværprofiler fra 1997 og 2020 antydning af, at der kan være sket aflejringer på denne strækning. En forsøgsberegning, hvor profiler i 2020 opmålingen blev erstattet med profiler fra 1997, viste dog kun en forbedring af vandføringsevnen på ca. 1-2 cm. En beregningsmæssig fiktiv oprensning til 1997 niveau, de steder hvor man ved, at profilerne er opmålt ved samme lokalitet, giver således kun en meget begrænset større vandføringsevne. Den største betydning for den beregnede forskel i vandføringsevne mellem 2020-opmålingen og 1997-opmålingen ligger derfor andre steder på

strækningen, vel og mærket på steder, hvor man ikke direkte kan sammenholde profiler fra 2000-opmålingen med profiler i 1997-opmålingen.

Det kan således ikke udelukkes, at forskellene mellem de beregnede vandføringsevner i hhv. 1997- og 2020-opmålingen, også på denne strækning, i langt overvejende grad skyldes den større detaljeringsgrad i 2020-opmålingen, særligt hvad angår antal profiler og placeringen af disse.

Derfor kan det ikke her konkluderes, at vandføringsevnen mellem st. 6.250 - 13.250 reelt er blevet mindre fra 1997 til 2020, men dog heller ikke udelukkes.

WSP vil pointere, at i alle tilfælde, inden der eventuelt igangsættes oprensning af strækninger, hvor der er beregnet en overskridelse af vandføringsevnen for 2020-opmålingen på mere end 10 cm i forhold til 1997-opmålingen, bør myndigheden sikre sig, at regulativets krav ikke beskriver en større vandføringsevne, end der reelt var eller tidligere havde været i 1997.

Der findes en opmåling fra 1922, og det er tidligere konstateret, at denne på hele strækningen beskriver en mindre vandføringsevne end i 1997.

Den øvre del af vandløbet, nedstrøms Tange Sø blev reguleret i 1930érne, og man har for nyligt genfundet pejlinger af tværsnit foretaget umiddelbart efter reguleringen.

En samlet opmåling fra 1922 og 1930erne kan indgå som grundlag for vurderinger af om kravet i gældende regulativ for berørte delstrækninger er berettiget, eller om der kan rejses tvivl om, at kravet i gældende regulativ fra 2000 er utilstrækkeligt fastsat, jfr. vandløbslovens §62. Andre undersøgelser såsom sedimentprøver, vegetationsundersøgelser mv. kan også indgå i vurderingsgrundlaget.

Det skal også understreges, at Gudenåen er beskyttet af både naturbeskyttelsesloven og habitatdirektivet, og at der forud for enhver oprensning, således kræves en dispensation fra naturbeskyttelseslovens §3 og ikke mindst en fuld habitatvurdering af eventuelle konsekvenser for udpegningsgrundlaget for habitatområdet.

6.2 PERSPEKTIVERING

Der er ingen åbenlyse større kilder til sedimenttransport til Gudenåen på strækningen fra Tange Sø til opstrøms tilløb fra Lilleåen, og det bemærkes, at Tange Sø virker som sandfang for sedimenttransport fra øvre dele af Gudenåen.

Analyser på opmålingerne fra 1997, 2010/15 og 2020 viser, at Gudenåen fra Tange Sø til Randers er præget af meget stor formstabilitet, dog med undtagelse af strækningen ud for Væth Enge.

Når der alligevel kan konstateres forskelle mellem de seneste to opmålinger (2010/15 og 2020) og 1997-opmålingen, er det WSP's vurdering, at dette altovervejende hænger sammen med, at 1997-opmålingen er foretaget med en væsentlig mindre detaljeringsgrad end de efterfølgende opmålinger. Dette omtales bl.a. i notat fra 2018[5] og i notat fra september 2021[6].

[5] Viborg, Randers, Silkeborg, Favrskov kommuner: Fastlæggelse af bestemmelser om vandføringsevnen på grundlag af de faktiske forhold. Udarbejdet af Orbicon marts 2018.
[6] Teknisk Notat, Vurdering af 1997-opmålingens egnethed til bestemmelse af vandføringsevnen i Gudenåen mellem Silkeborg og Tange Sø, 27. september 2021, WSP.

1997-opmålingen giver dermed en mindre detaljeret beskrivelse af åens fysiske profil end de to efterfølgende opmålinger.

Den vigtigste konsekvens af den mindre detaljeringsgrad i 1997-opmålingen er, at de forhold, der erfaringsmæssigt er bestemmende for strækningens hydrauliske egenskaber, er beskrevet mindre detaljeret, end hvad der erfaringsmæssigt er nødvendigt for at kunne foretage retvisende beregninger af den vandføringsevne, der knytter sig til åens fysiske profil.

Af særlig betydning er det, at tværprofilerne i 1997-opmålingen ligger med stor afstand, at antallet af målepunkter i de enkelte profiler er for lille til at beskrive profilformen retvisende og ikke mindst, at der ikke er foretaget opmåling af profiler på steder, hvor der i længderetningen sker større ændringer af profilformen- og dimensionerne.

Lægger man 1997-opmålingen til grund for beregningen af strækningens regulativbestemte vandføringsevne, således som det er anført i Miljø- og Fødevareklagenævnets afgørelse, resulterer det i en fejlbehæftet referencevandføringsevne. Manglende opmåling af eks. strækninger med smallere profiler betyder i den sammenhæng, at profiler, der er begrænsende for vandføringsevnen, ikke indgår i beregningerne af referencevandføringsevnen. Referencevandføringen kommer derfor til at fremstå større end den faktiske vandføringsevne.

Når der, som ved de efterfølgende opmålinger i 2010/15 og 2020, opmåles mere detaljeret for at få en retvisende beskrivelse af de fysiske forhold og variationer, som erfaringsmæssigt er bestemmende for strækningens hydrauliske egenskaber, og dermed for strækningens reelle vandføringsevne, vil man uvægerligt konstatere betydende afvigelser ved sammenligning med referencevandføringsevnen.

Analyserne i dette notat peger på, at hovedårsagen til afvigelserne mellem vandføringsevnen på grundlag af 2020-opmålingen og referencevandføringsevnen på grundlag af 1997-opmålingen er, at sidstnævnte er gennemført med utilstrækkelig høj detaljeringsgrad i henseende til at give et retvisende grundlag for beregning af vandføringsevnen.

Havde 2020-opmålingen dannet grundlaget for beregningen af referencevandføringsevnen, ville en kontrolopmåling med samme detaljeringsgrad som 1997-opmålingen have resulteret i en beregnet vandføringsevne, der på hele strækningen ville have været større end referencevandføringsevnen. Dette ville umiddelbart indikere, at åens fysiske profil var blevet større, hvilket imidlertid modsiges af opmålingernes gentagne dokumentation af stor formstabilitet.

Samtlige gennemførte analyser og vurderinger peger derfor på, at referencevandføringsevnen, der er beskrevet på grundlag af 1997-opmålingen, qua de fejl og mangler, der knytter sig til sidstnævnte, ikke udgør et brugbart sammenligningsgrundlag for kontrol af vandføringsevnen på strækningen.

Når der, som på grundlag af kontrolopmålingen i 2020 ved sammenligning med referencevandføringsevnen, konstateres en mindre vandføringsevne end referencevandføringsevnen, og når der ikke på grundlag af kontrolopmålingen kan konstateres betydende aflejringer og profilforandringer som årsag, efterlader det vandløbsmyndigheden uden operationel indikation af, hvilke indgreb, der skal til for at bringe vandføringsevnen i overensstemmelse med regulativets krav.

Det er på den baggrund af afgørende betydning for den fremtidige kontrol af strækningens vandføringsevne, at referencevandsføringsevnen fastlægges på grundlag af en retvisende beskrivelse af åens fysiske profil. Sker det ikke, må det forventes, at samtlige fremtidige kontrolopmålinger, som gennemføres efter vedtagne forskrifter for retvisende opmåling, vil resultere i manglende opfyldelse af regulativets krav, og dermed udløse krav om en indsats, hvis omfang og lokalisering ikke kan afgøres på grundlag af kontrolopmålingen.

KONTROL AF VANDFØRINGSEVNE I GUDENÅEN FRA LILLEÅ TIL VÆTH ENGE

SEPTEMBER 2022

Projektnavn	Gudenåen 2021 – kontrol af vandføringsevne
Kunde	Favrskov Kommune
Projektleder	Christian Petersen
Projektnummer	1322100189
Til	Christian Christensen, Favrskov Kommune
Udarbejdet af	Gitte Urhøj
Kvalitetssikret af	Eva Marcus
Godkendt af	Rasmus Bang
Version	3
Versionsdato	07-09-2022
Første udgivelsesdato	27-06-2022

INDHOLD

1 BAGGRUND 4

2 DATAGRUNDLAG 7

2.1 Opmålinger 7

2.2 Regulativ 7

2.3 Oplande 7

3 BEREGNING, RESULTAT OG KONKLUSION 10

Bilagsfortegnelse

Bilagsnr.	Beskrivelse
1	Længdeprofil med beregnede vandspejl for opmåling 2020 (kontrolopmåling) og opmåling 1997 (teoretisk skikkelse).

1 BAGGRUND

I november 2021 udarbejdede WSP et notat vedr. kontrol af Gudenåen nedstrøms Tange Sø (Tangeværket til Randers Bro). Kontrollen havde grundlag i Miljø- og Fødevareklagenævnets afgørelse af 10. juni 2021, hvoraf det fremgår, at kontrol af gældende regulativ fra 2000 kan udføres ved anvendelse af 1997-opmålingen som teoretisk skikkelse.

I afgørelsen henvises til regulativets pkt. 8.2, hvor der er beskrevet et kriterie for oprensning af vandløbet. Kriteriet er, at der tillades en vandspejlshævning på 10 cm i forhold til "de nu opmålte forhold" (1997-opmålingen), før oprensning finder sted. Beregningerne foretages på en middelvandføring 13 l/s/km^2 og et Manningtal på 24 for såvel opmålingen til regulativet (1997-opmåling) som for en kontrolopmåling.

En af konklusionerne fra WSPs notat fra november 2021 var, at der sandsynligvis er sket aflejringer i Gudenåen ud for Væth Enge, og at dette bør undersøges nærmere.

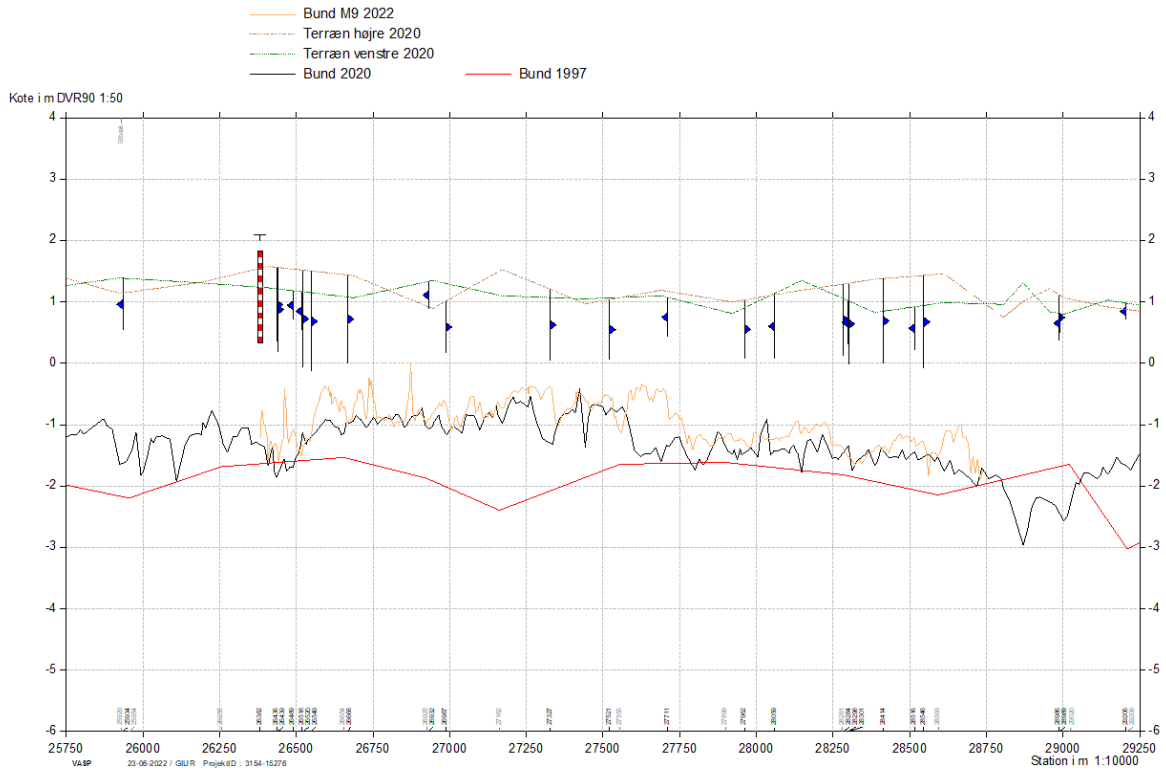
Væth Enge er et vådområde, der blev etableret i 2007 langs Gudenåens højre side ved ca. st. 24.275 – 28.935. Vådområdet blev etableret ved at daværende pumpelag blev nedlagt og digerne langs vandløbet blev gennembrudt flere steder, så vådområdet kunne være i kontakt med Gudenåen.

Nærværende notat er en opfølgning på tidligere notat fra november 2021. Det omhandler udelukkende kontrol af vandføringsevnen i Gudenåen fra udløb af Lilleåen (st. 21.347) til nedstrøms Væth Enge (st. 30.070), og har fokus på betydningen af forholdene omkring Væth Enge.

Konklusionerne fra nærværende notat vil efterfølgende kunne danne grundlag for en ny samlet opdatering af notatet fra november 2021, omfattende kontrol af hele strækningen fra Tange Sø til Randers.

Den 24. marts 2022 blev vandløbsbunden i Gudenåen ved Væth Enge opmålt med M9 dronebåd, og målingen beskæftigede, at der er sket aflejringer i Gudenåen ved Væth Enge, Se længdeprofil plot nedenfor.

Måling af vandløbsbunden i Gudenåen ud for Væth Enge blev gennemført ved, at M9 båden sejlede cirka midt i vandløbet. Det er således ikke præcis det dybeste bundpunkt i profilet, som er målt, men bundkoten cirka midt i vandløbet. Målingen indikerer alligevel, at der fortsat ligger aflejringer på strækningen, og at en aflejringsfane siden 2020 formentligt har flyttet sig i nedstrøms retning.



Figur 1-1 Længdeprofil af Gudenåen ud for Væth Enge. Sort: Opmålt bund 2020, Orange: Målt bund med M9 marts 2022, Rød: Opmålt bund 1997.

På opmålingsdagen i marts 2022 blev det ligeledes konstateret, at en væsentlig del af Gudenåens vandføring løber ind i Væth Enge i dennes øvre ende og ud igen i dennes nedre ende. I figuren nedenfor er vist Væth Enge, hvor grønne prikker viser indgående strøm, røde prikker udgående strøm og gul prik stillestående strøm.

Årsagen til, at der aflejres sediment i Gudenåen efter indløb til Væth Enge, vurderes at være et resultat af, at strømhastigheden i Gudenåen aftager, når en del af vandføringen føres ind i Væth Enge, hvorved åens evne til at transportere sediment mindskes.

Figur 1-2 Oversigt over ind- og udløb til Væth Enge registreret den 24.3 2022. Grønne prikker: indløb, Røde prikker: udløb, Gul prik: stillestående

Med baggrund i observationerne fra målingen med M9 båd i marts 2022, blev det besluttet at måle vandføringen i Gudenåen op- og nedstrøms Væth Enge med henblik på at beskrive fordelingen af vandføringen langs Væth Enge.

Der blev således foretaget målinger af vandføring (Q, l/s) i Gudenåen den 20. april 2022 ud for Væth Enge. Resultatet fremgår af notatet Flowfordeling ved Væth Enge og Gudenåen, udarbejdet af WSP 27. juni 2022.

Der er desuden opstillet en simpel MIKE model med grundlag i opmålingen af Gudenåen fra 2020, nyeste højdemodel samt enkelte målinger af koten for ind- og udløb til Væth Enge fra Gudenåen. Modellen er kalibreret op mod målingerne af Q (l/s) den 20. april 2022, (Flowfordeling ved Væth Enge og Gudenåen, juni 2022).

Som tidligere nævnt skal kontrollen af vandløbets vandføringsevne udføres på baggrund af sammenlignende vandspejlsberegning for opmålingen til regulativet (1997-opmåling) som for en kontrolopmåling (i dette tilfælde opmåling fra 2020).Ved en regulativkontrol skal der jfr. gældende regulativ anvendes følgende parametre: afstrømningen 13 l/s/km^2 og Manningtal på 24. MIKE-modellen angiver, at ved en afstrømning på 13 l/s/km^2 og med et Manningtal=24, løber ca. 40 % af Gudenåens vandføring ind i Væth enge.

Modellen er i øvrigt beskrevet i notatet vedr. flowfordeling ved Væth Enge og Gudenåen. Modellen har større usikkerheder, men udgør ikke desto mindre det bedste bud på, hvad fordelingen af vandføringen mellem Gudenåen og Væth Enge teoretisk bør være ved en kontrol af gældende regulativ for Gudenåen ud for Væth Enge.

Nærværende kontrol af gældende regulativdimensioner ud for Væth Enge har således grundlag i den opstillede model for fordeling af vandføringen i Gudenåen, og indbefatter således, at 40 % af Gudenåens vandføring gennemløber Væth Enge.

2 DATAGRUNDLAG

2.1 OPMÅLINGER

Ved vurderingerne i dette notat er gennemført på grundlag af følgende opmålingsdata:

- Opmåling 2020 (Opmålt af LandSyd)

2.2 REGULATIV

Gudenåen er omfattet af gældende regulativ: Regulativ for Gudenåen Silkeborg – Randers, fra 2000.

I regulativets afsnit 8.2 er beskrevet, at oprensning af vandløbet kan udføres ved en vandspejlshævning på mere end 10 cm i forhold til "de nu opmålte forhold" (1997-opmålingen). Beregningerne foretages på en middelvandføring 13 l/s/km^2 og et Manningtal på 24 for såvel opmålingen til regulativet (1997-opmåling) som for en kontrolopmåling.

På denne måde skal opmålingen fra 1997 opfattes som en "teoretisk skikkelse", som skal anvendes ved kontrol af vandføringsevnen. Ved regulativtypen "teoretisk skikkelse" kontrolleres vandløbets vandføringsevne ved at gennemføre sammenlignende vandspejlsberegninger fra den teoretiske skikkelse og kontrolopmålingen.

2.3 OPLANDE

Ved beregningen på kontrolopmålingen 2020 er der reduceret i oplandet ud for Væth Enge med 40 % for beregningsmæssigt at kompensere for, at 40 % af vandføringen fra Gudenåen gennemløber Væth Enge.

Oplande anvendt på 1997 opmålingen (Teoretisk skikkelse):

Station	Opland, km2	Bemærkning
0,000	1710,000	Gudenåcentralen
1049,000	1718,400	
1404,000	1719,000	OS Skibelund Bæk
1413,000	1730,000	NS Skibelund Bæk
4045,000	1731,000	NS Hedemøllebæk
4046,000	1746,000	NS Hedemøllebæk
4410,000	1746,000	Bjerringbro
14095,000	1790,000	Ulstrup Bro

21345,000	1827,000	OS Lilleå
21346,000	2130,000	NS Lilleå
23568,000	2147,000	Amtmand Hoppes Bro
29293,000	2173,000	OS Midtbæk
29294,000	2195,000	NS Midtbæk
32242,000	2199,500	OS Nørreå
32243,000	2599,000	NS Nørreå
35110,000	2606,000	OS Svejstrup Bæk
35115,000	2627,000	NS Svejstrup Bæk
37117,000	2640,000	Randers Bro (skønnet)

Oplande anvendt på kontrolopmåling 2020:

Station	**Opland, km2**	**Bemærkning**
0,000	1710,000	Gudenåcentralen
1049,000	1718,400	
1404,000	1719,000	OS Skibelund Bæk
1413,000	1730,000	NS Skibelund Bæk
4045,000	1731,000	NS Hedemøllebæk
4046,000	1746,000	NS Hedemøllebæk
4410,000	1746,000	Bjerringbro
14095,000	1790,000	Ulstrup Bro
21345,000	1827,000	OS Lilleå
21346,000	2130,000	NS Lilleå
23568,000	2147,000	Amtmand Hoppes Bro
24249,000	2150,000	opstrøms projekt

24250,000	1280,000	Projektgrænse start (Væth Enge) (minus 40 %)
28910,000	1302,000	Projektgrænse slut (Væth Enge) (minus 40 %)
28911,000	2171,000	Nedstrøms projekt
29293,000	2173,000	OS Midtbæk
29294,000	2195,000	NS Midtbæk
32242,000	2199,500	OS Nørreå
32243,000	2599,000	NS Nørreå
35110,000	2606,000	OS Svejstrup Bæk
35115,000	2627,000	NS Svejstrup Bæk
37117,000	2640,000	Randers Bro (skønnet)

3 BEREGNING, RESULTAT OG KONKLUSION

Der er gennemført vandspejlsberegninger for kontrolopmålingen (2020) samt den teoretiske skikkelse (opmåling 1997). Beregningerne er foretaget ved en middelvandføring på 13 l/s/km^2 og et Manningtal på 24, jfr. regulativets bestemmelser i afsnit 8.2.

Ved beregningen på kontrolopmålingen 2020 er der, som tidligere omtalt, reduceret i oplandet ud for Væth Enge med 40 % for beregningsmæssigt at kompensere for, at 40 % af vandføringen fra Gudenåen gennemløber Væth Enge.

Resultatet af de sammenlignende vandspejlsberegninger ses af Bilag 1. Det ses, at det beregnede vandspejl for kontrolopmålingen 2020 ligger op til ca. 10 cm over det beregnede vandspejl for 1997-opmålingen (teoretisk skikkelse). Kun på ganske korte strækninger ligger vandspejlet for opmåling 2020 lidt mere end 10 cm over vandspejl for opmåling 1997.

Der er som omtalt i notat fra november 2021 store fejl og mangler ved 1997-opmålingen, som gør at opmålingen ikke giver et retvisende billede af den reelle vandføringsevne i 1997.

Der er således større usikkerheder ved at anvende 1997-opmålingen som teoretisk skikkelse, ligesom antagelse af, at 40 % af vandføringen fra Gudenåen gennemløber Væth Enge er usikker, se notat vedr. flowfordeling ved Væth Enge og Gudenåen, juni 2022.

Resultatet af kontrollen af vandføringsevnen ved de gennemførte beregninger i nærværende notat giver ikke anledning til, at der bør foretages oprensning af Gudenåen fra udløb af Lilleåen (st. 21.347) til nedstrøms Væth Enge (st. 30.070), da der ifølge regulativet tillades en vandspejlshævning på 10 cm ved kontrolopmålingen i forhold til opmåling 1997.

Med de usikkerheder, der er ved vandspejlsberegningerne, vurderes det, at vandføringsevnen beskrevet i gældende regulativ på strækningen fra Lilleåen (st. 21.347) til nedstrøms Væth Enge (st. 30.070) er overholdt ved 2020-opmålingen.

Nærværende notat er som tidligere nævnt en opfølgning på notat fra november 2021. Notatet fra november 2021 omhandlede kontrol af hele strækningen fra Tange Sø til Randers. Dette notat kan nu opdateres med ny viden omkring betydningen af forhold ved Væth Enge.

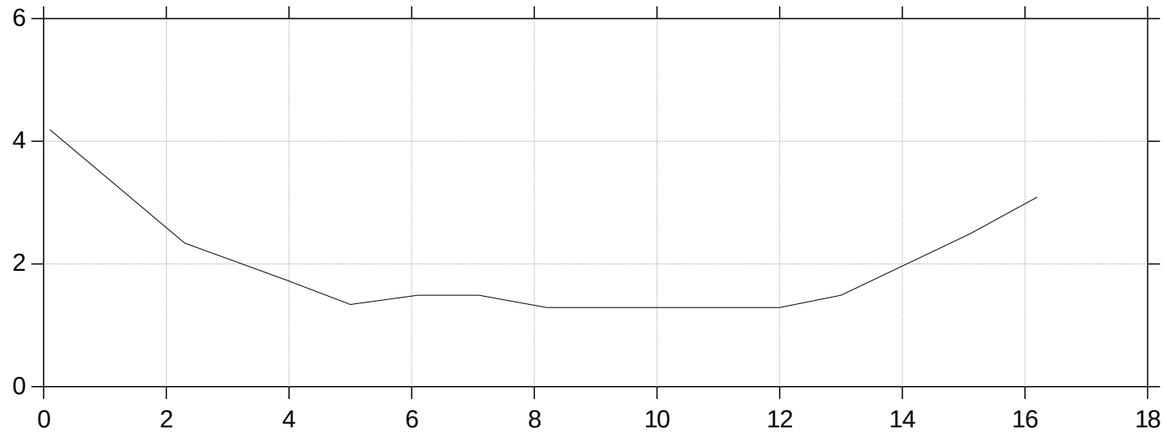
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

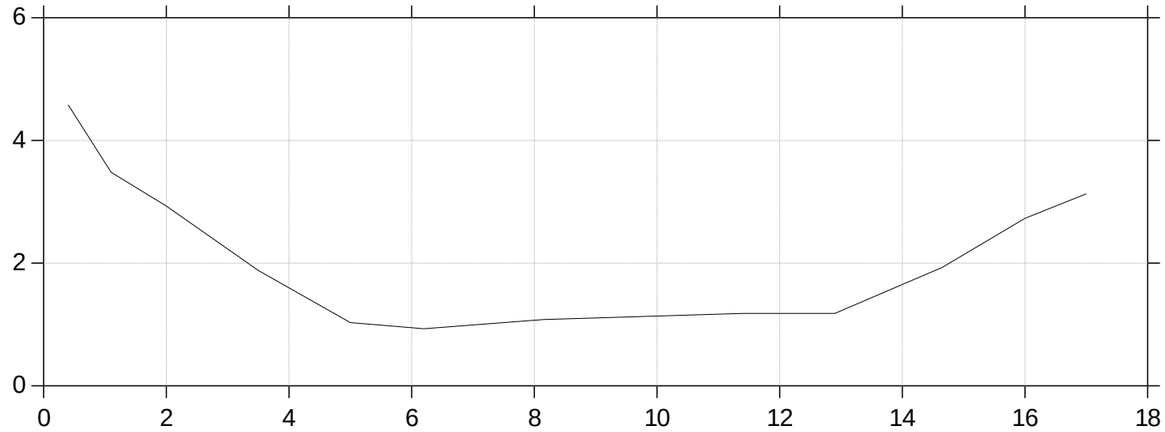
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 150



St. 200



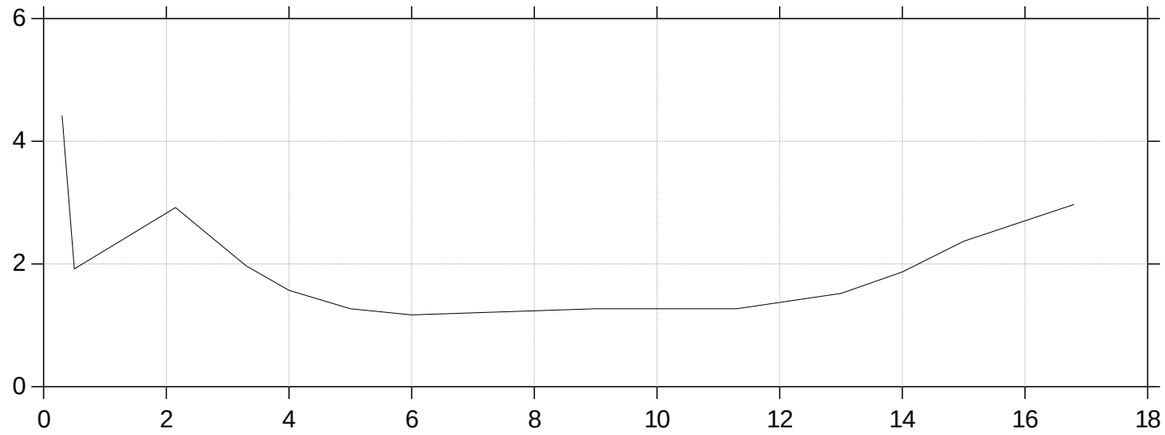
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

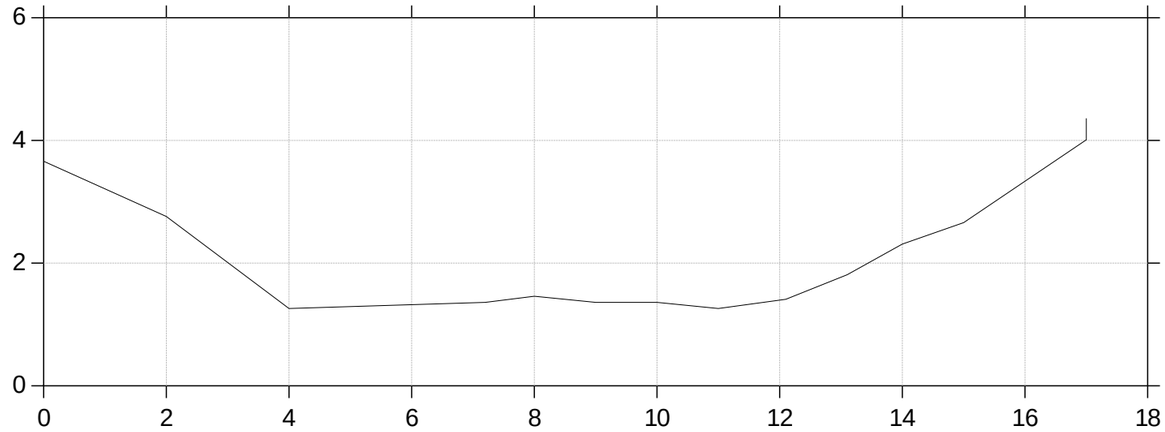
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 250



St. 300



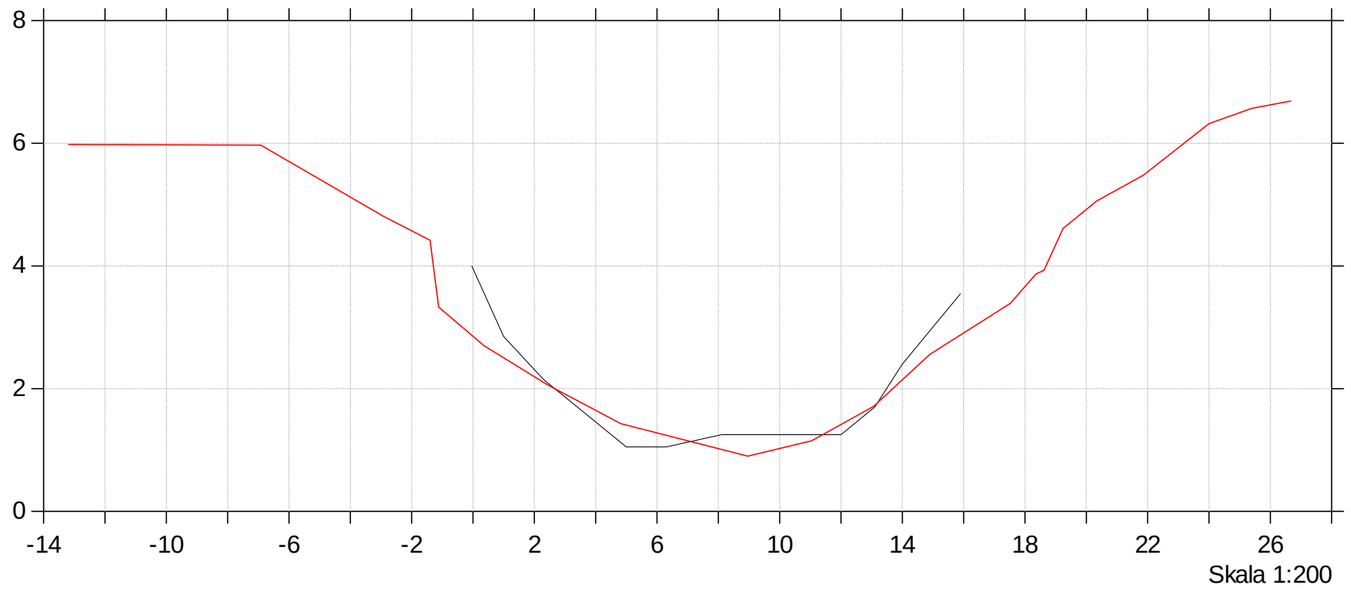
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

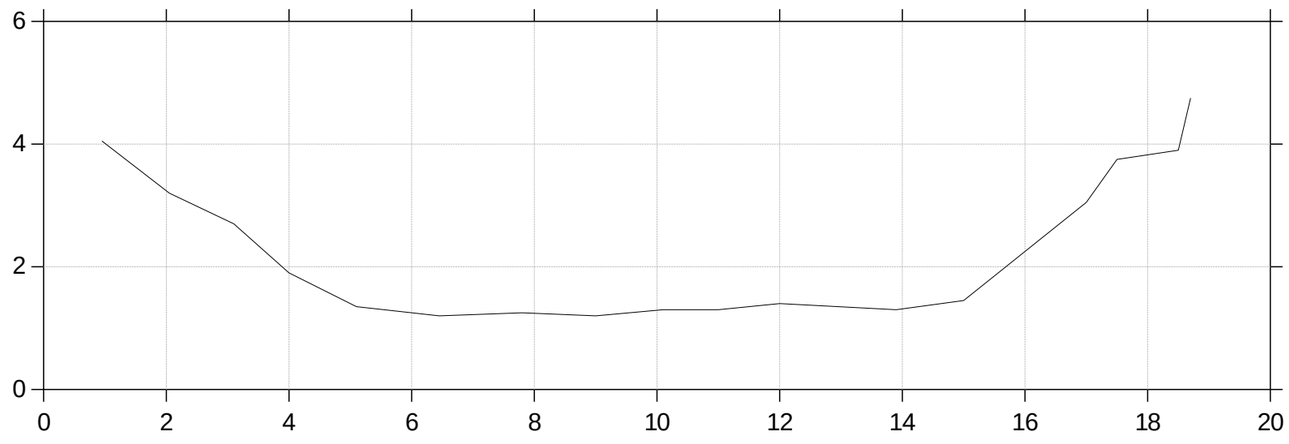
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 350



St. 400



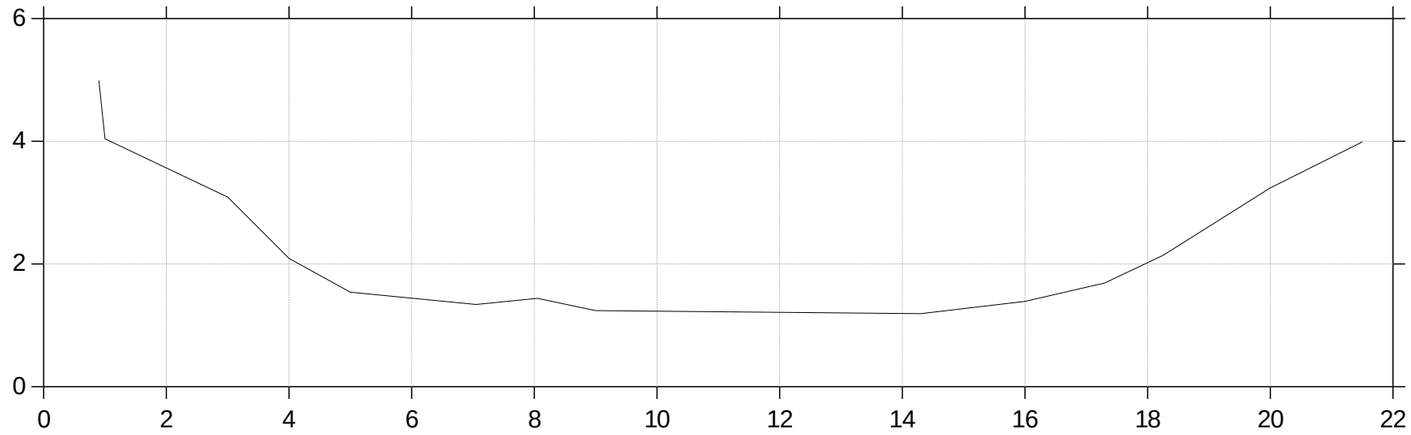
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

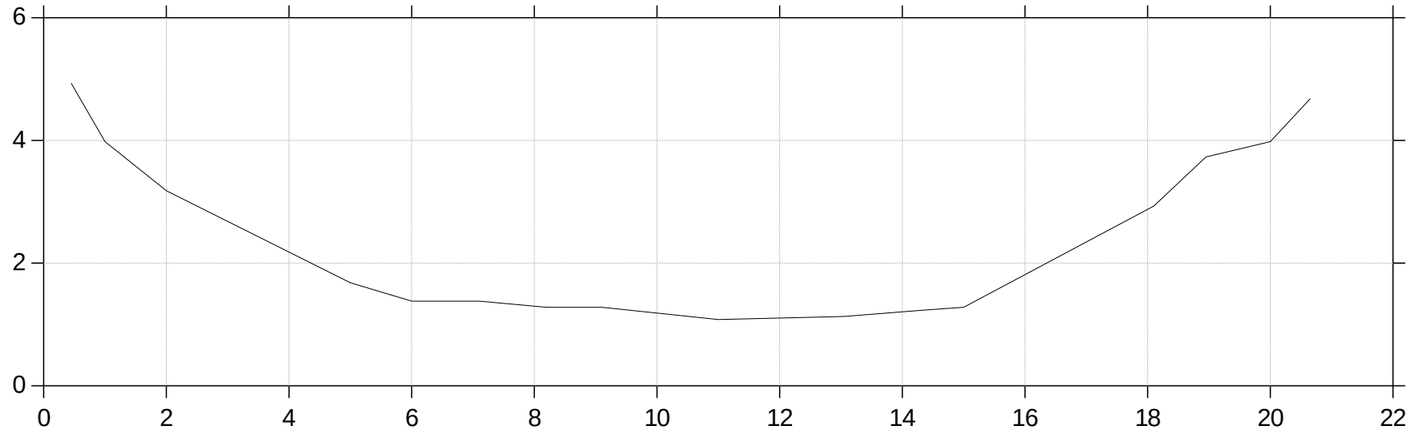
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 650



St. 700



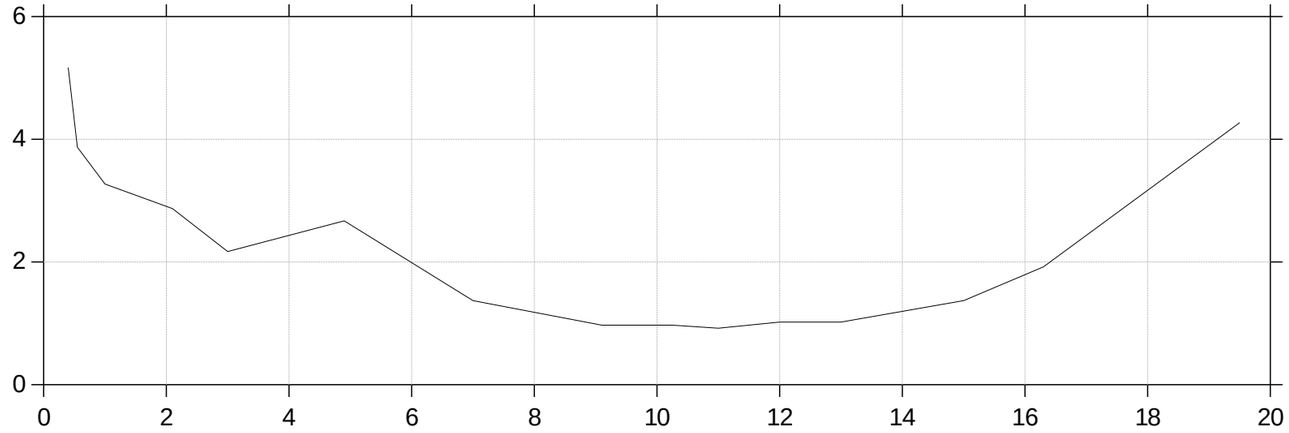
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

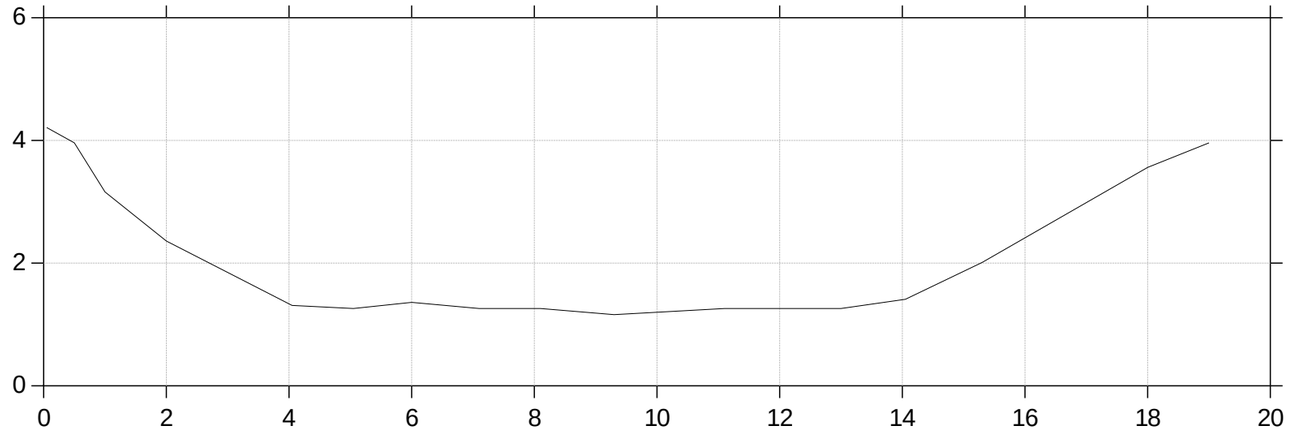
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 750



St. 800



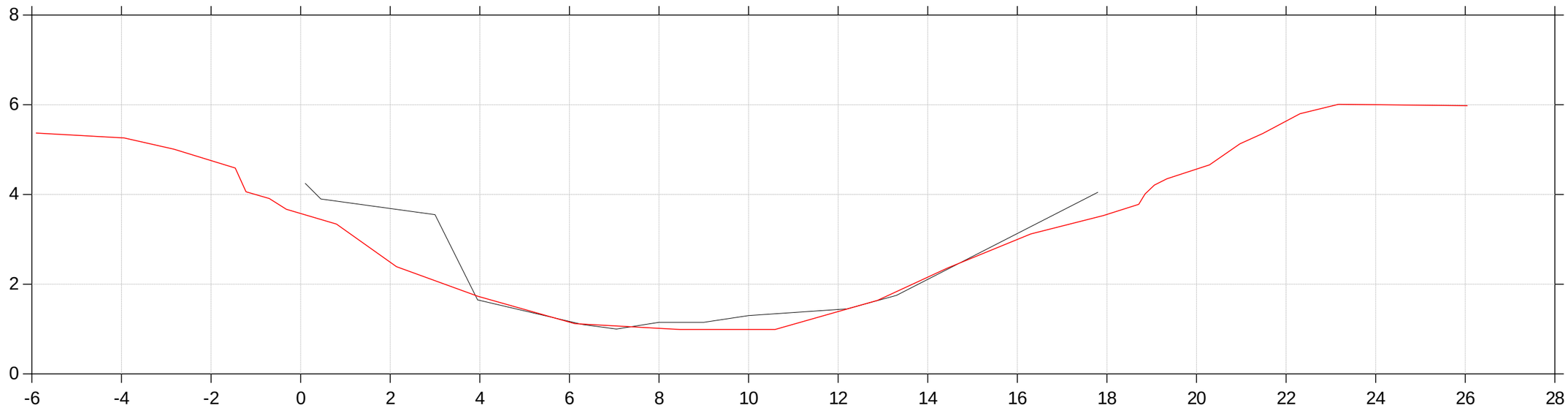
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

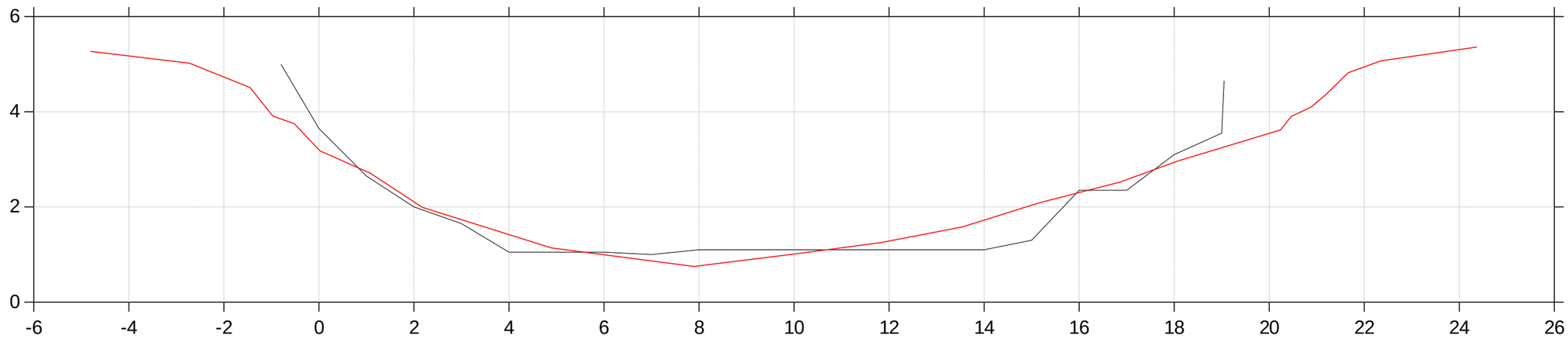
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 850



St. 1050



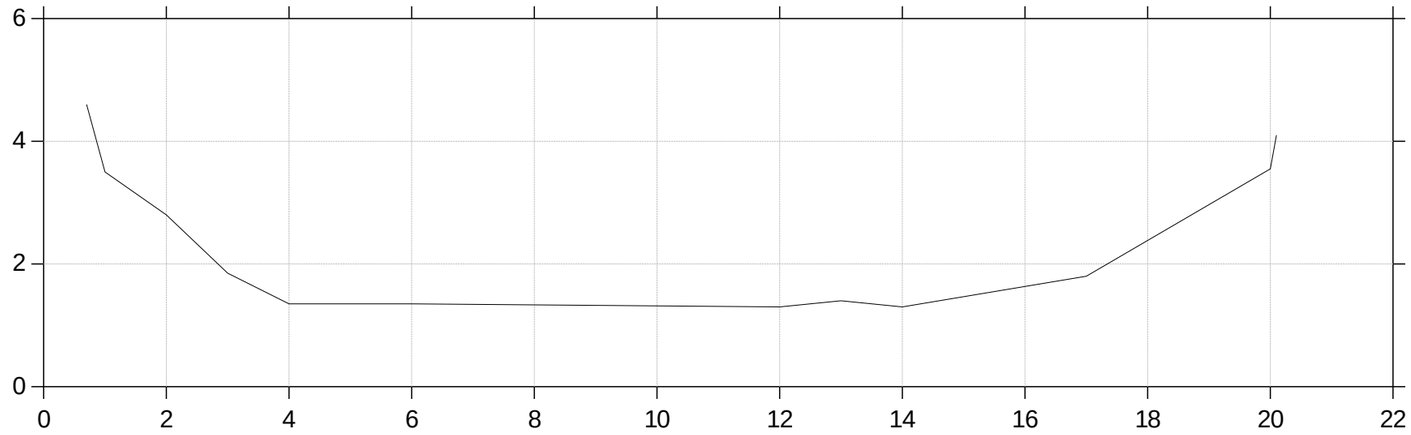
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

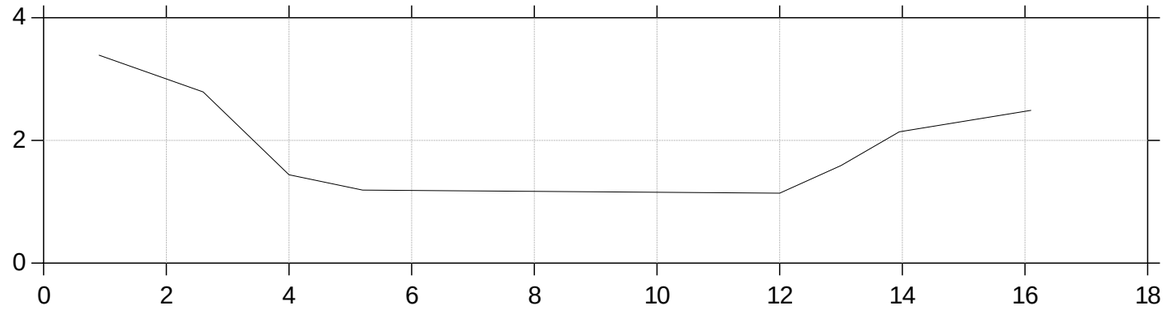
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 1100



St. 1150



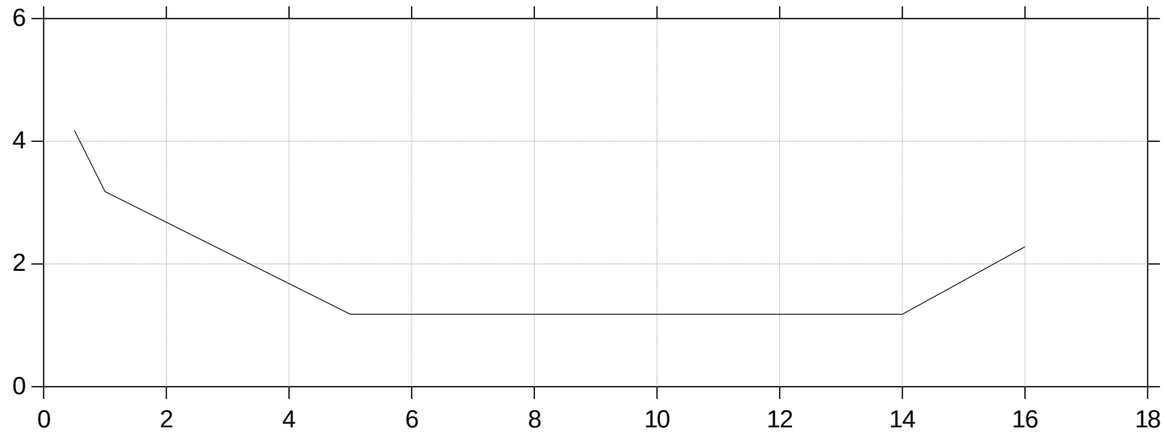
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

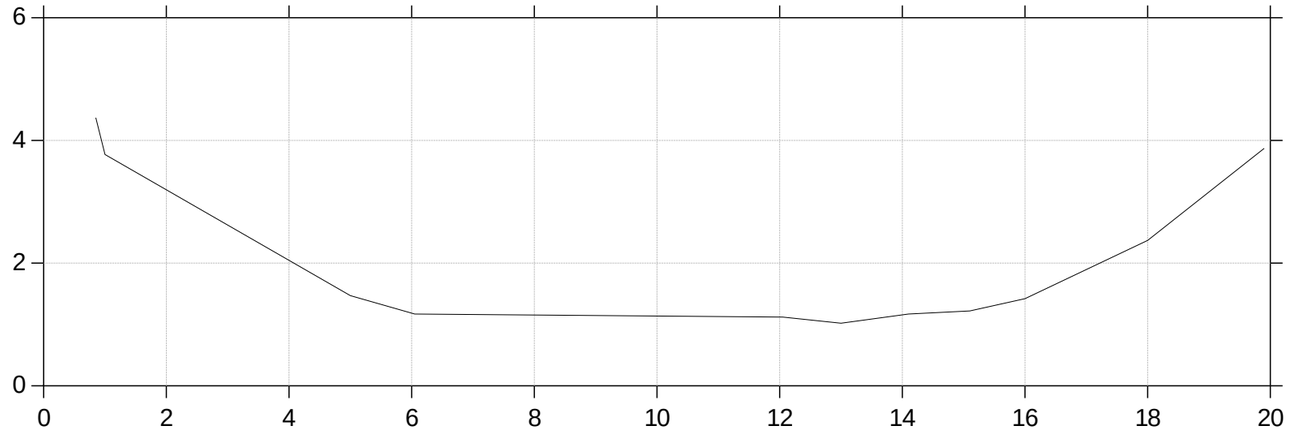
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 1200



St. 1250



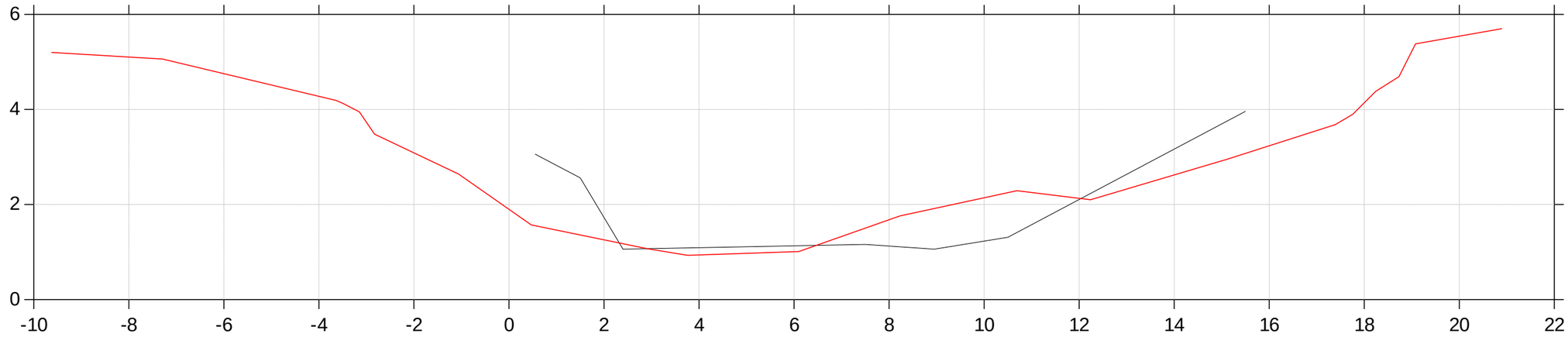
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

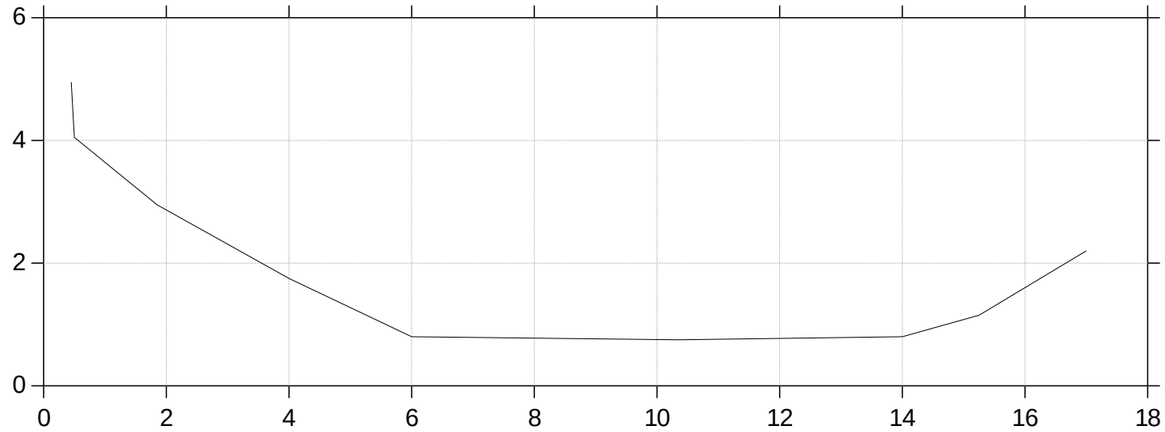
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 1300



St. 1550



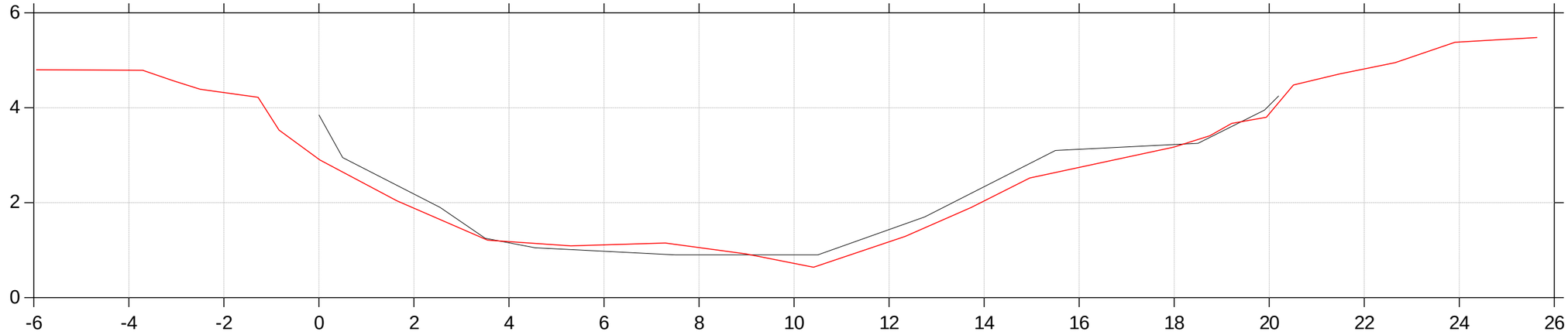
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

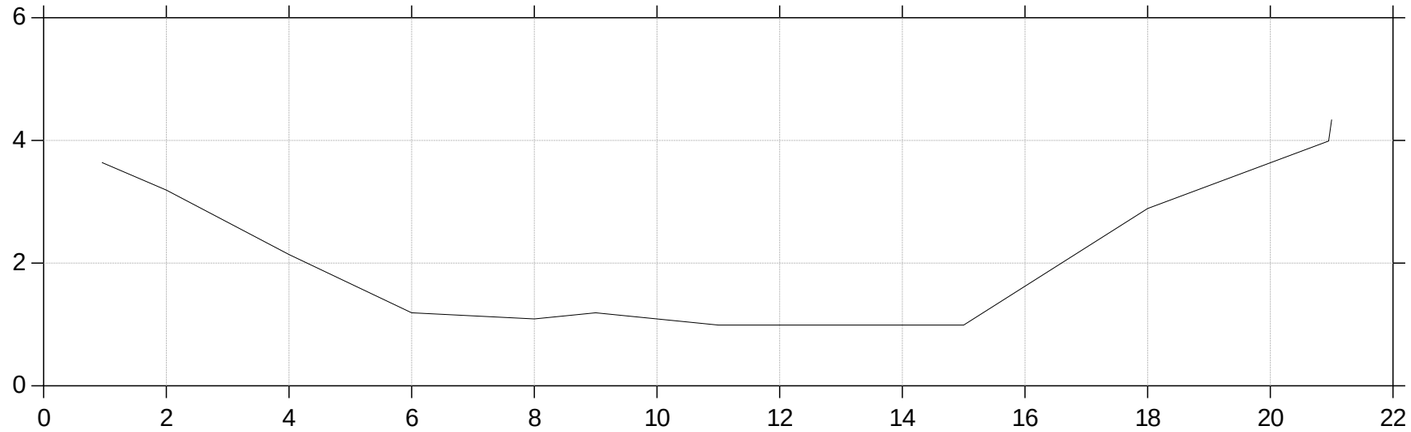
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 1600



St. 1650



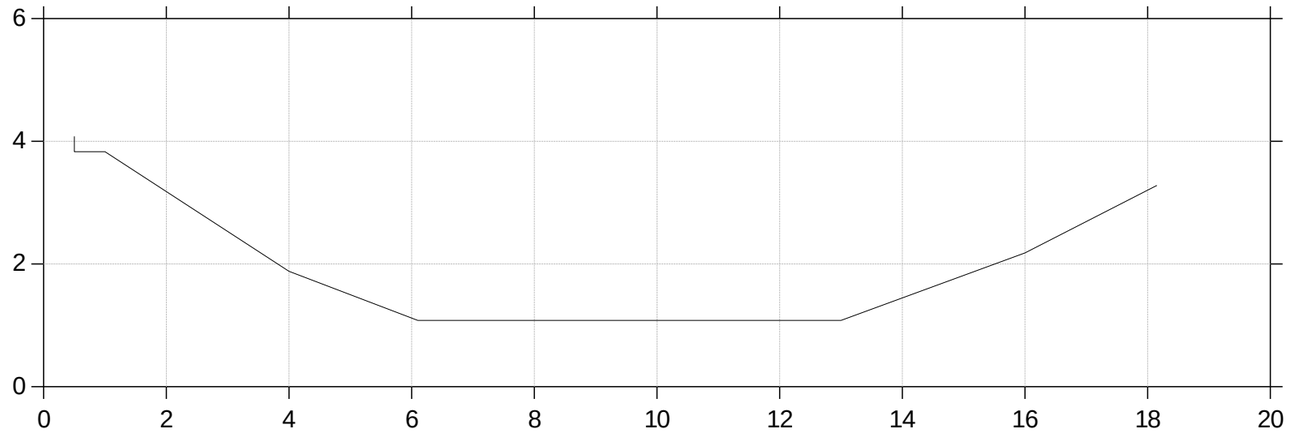
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

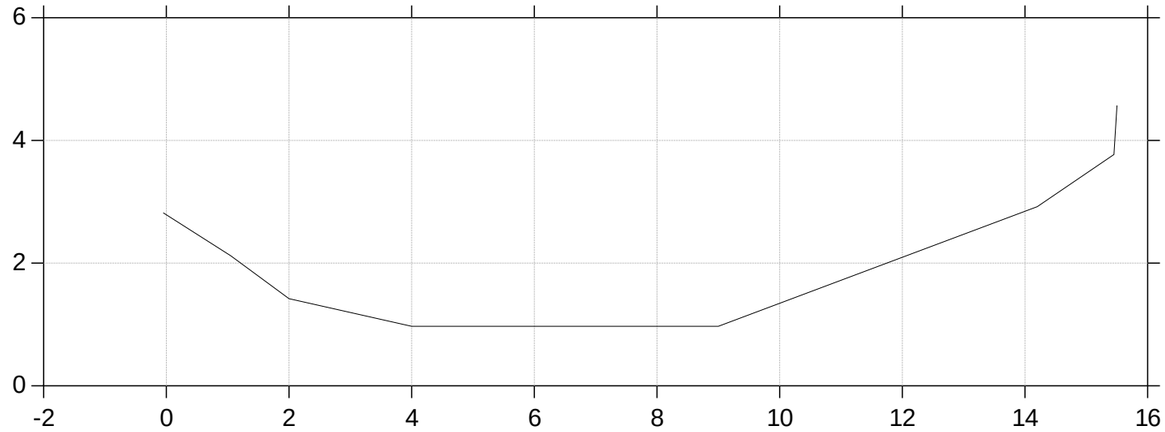
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 1700



St. 1750



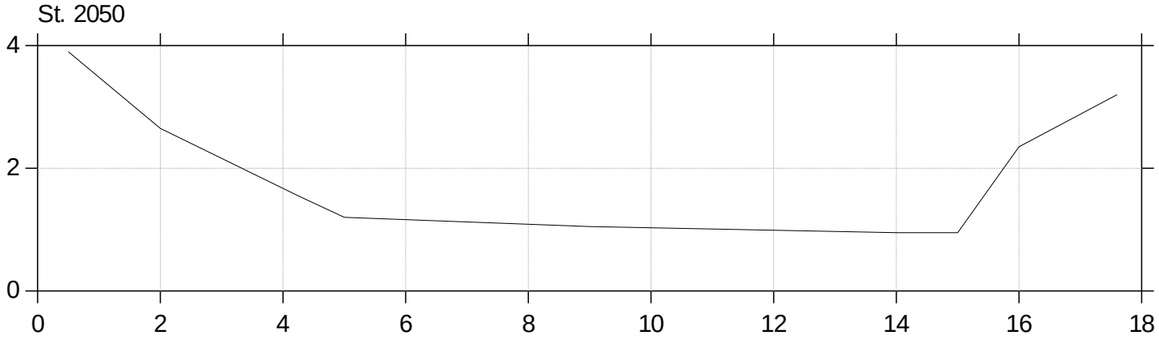
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

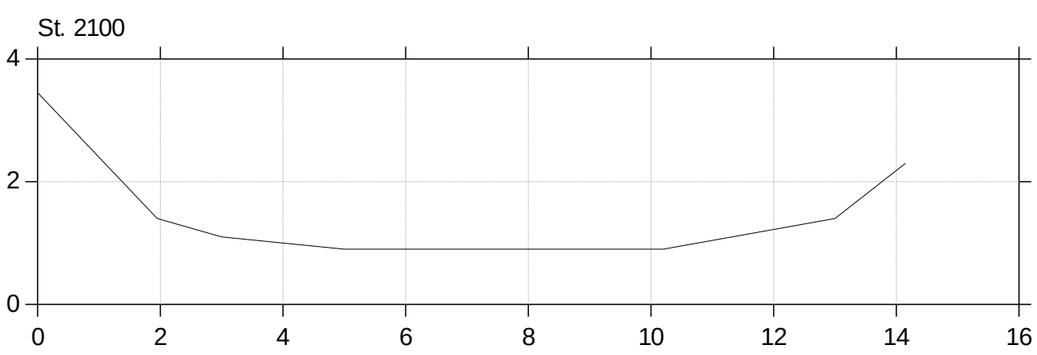
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

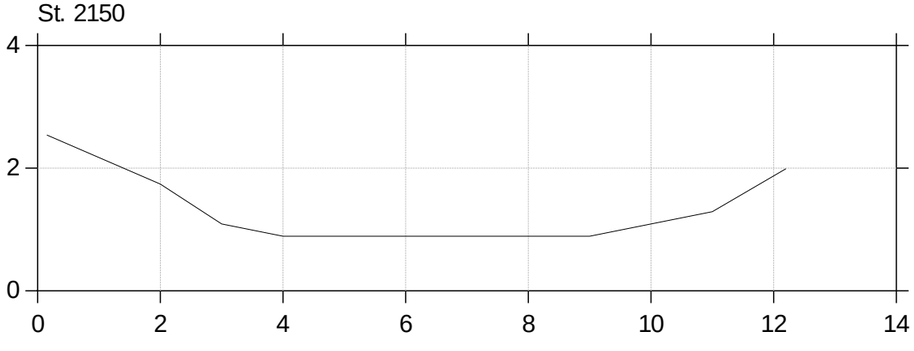
St. 2050



St. 2100



St. 2150

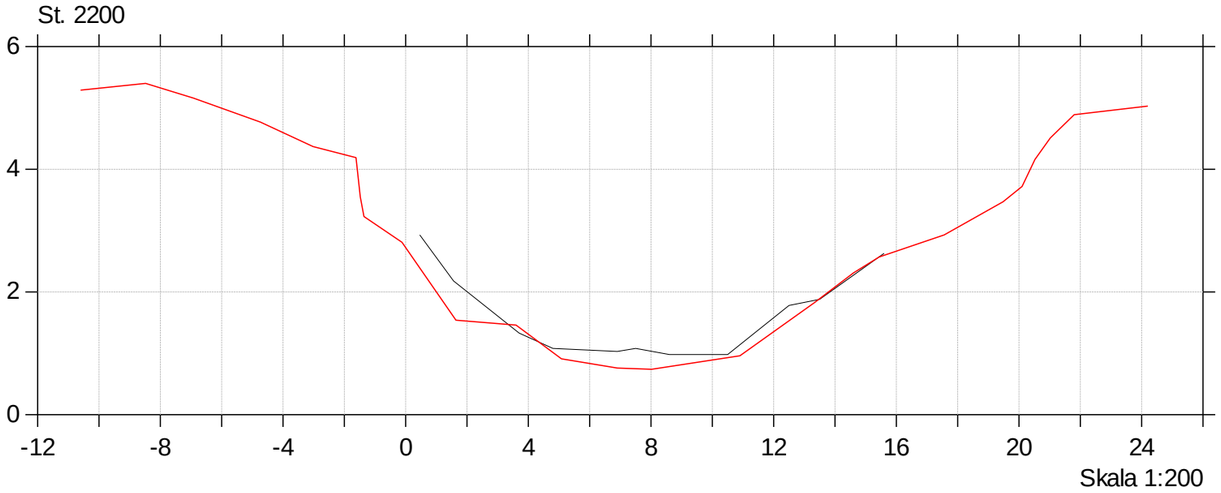


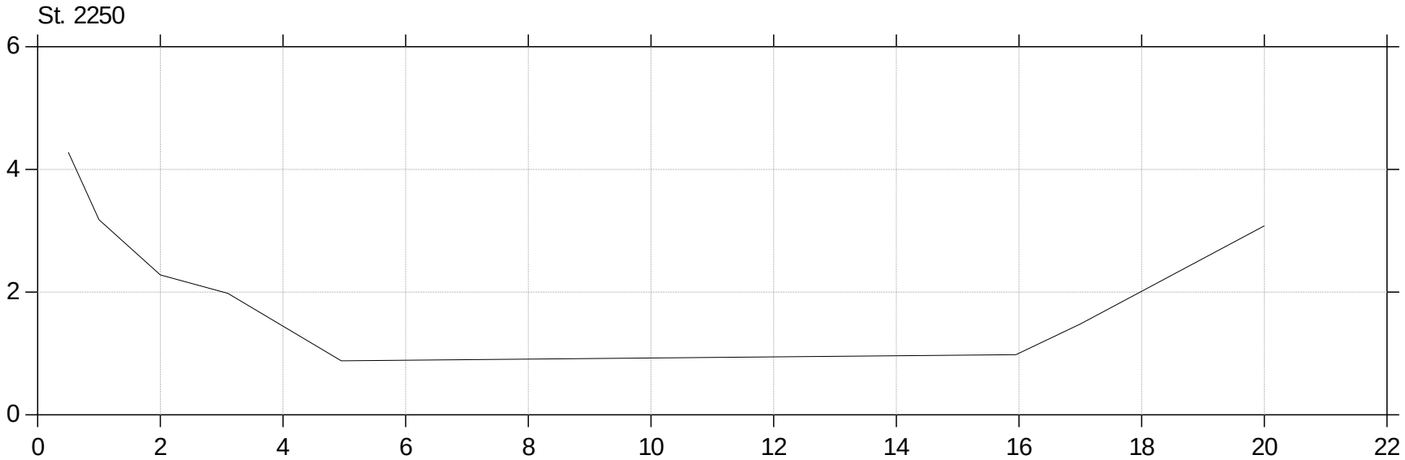
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939



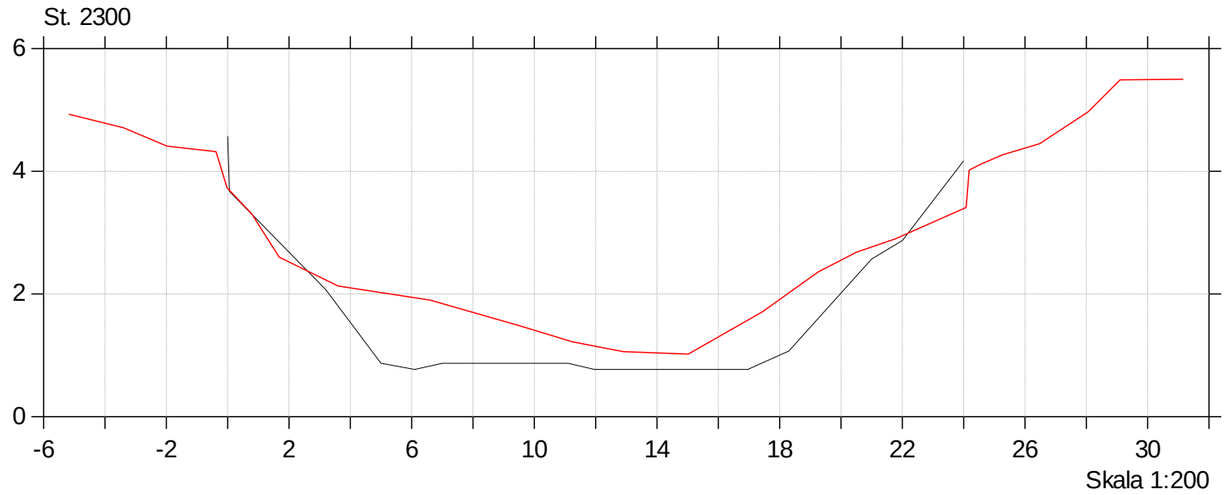


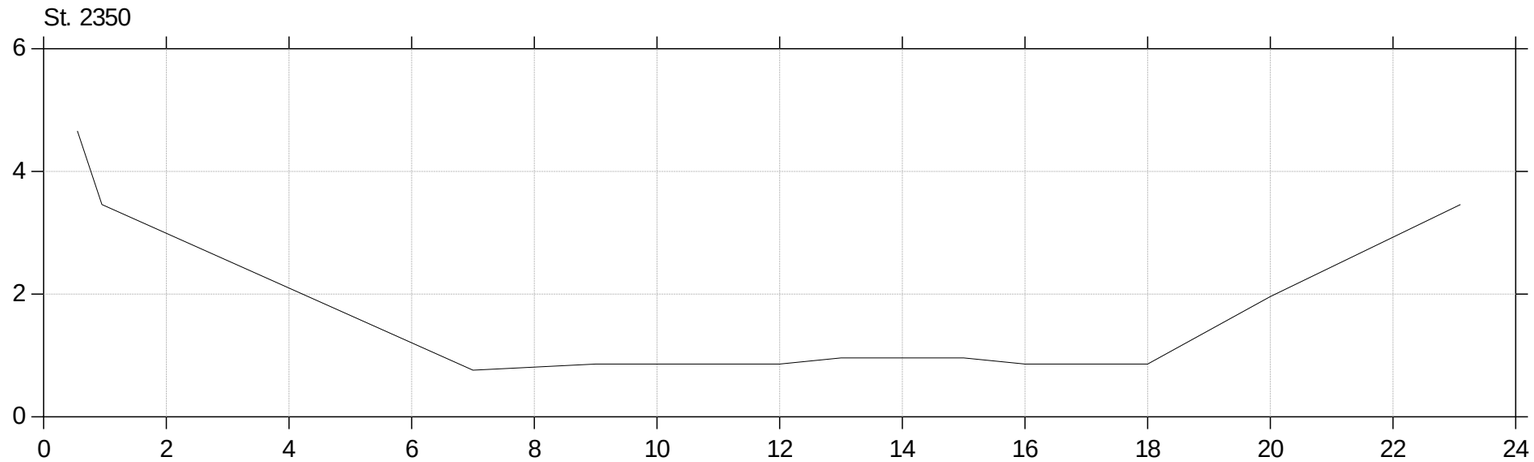
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939





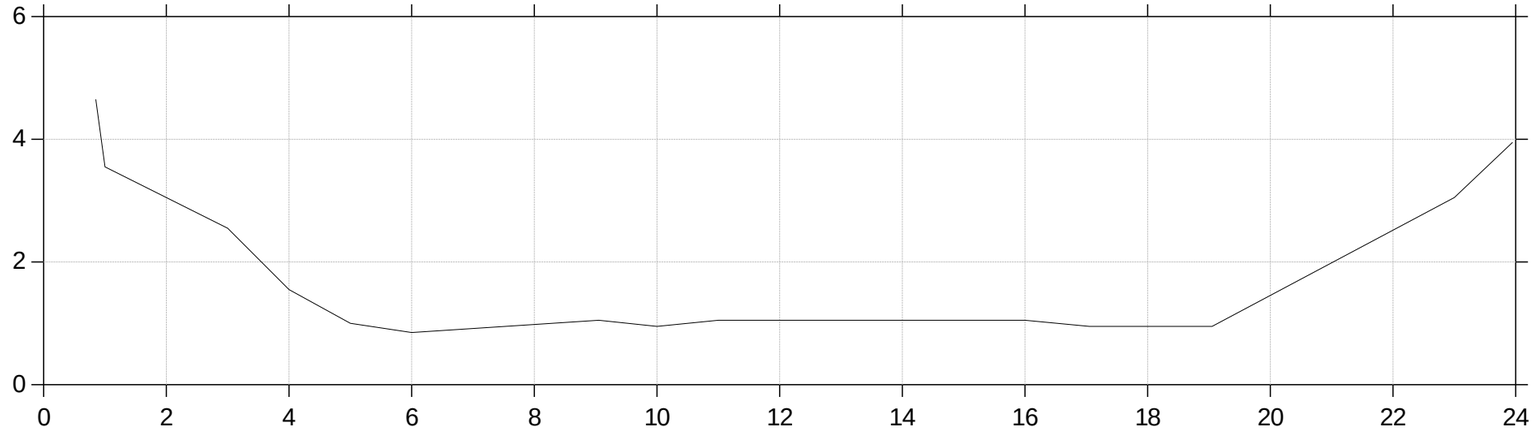
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

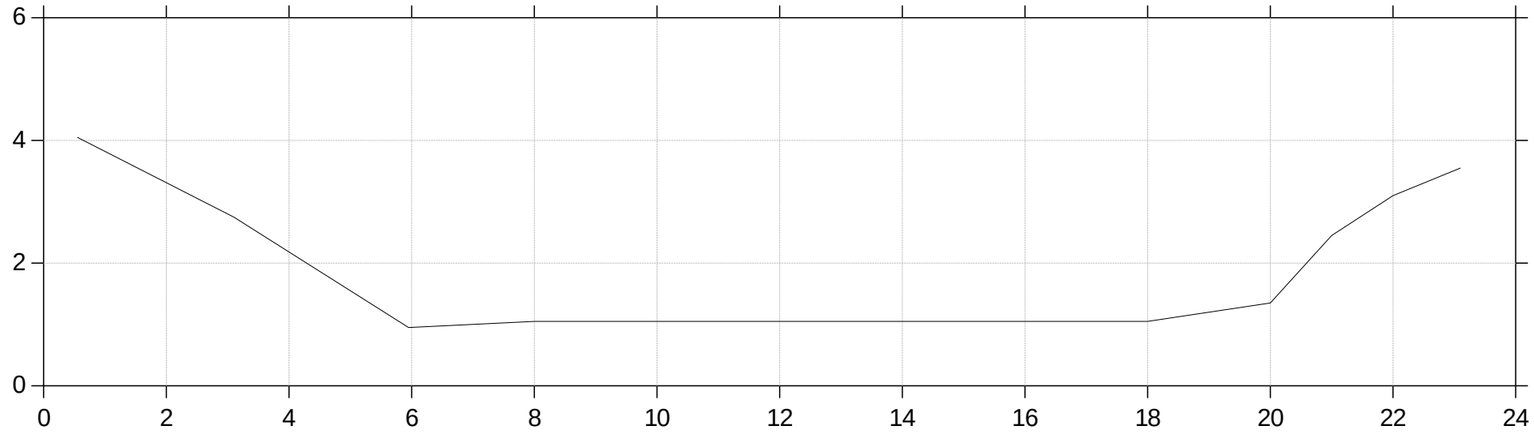
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 2400



St. 2450



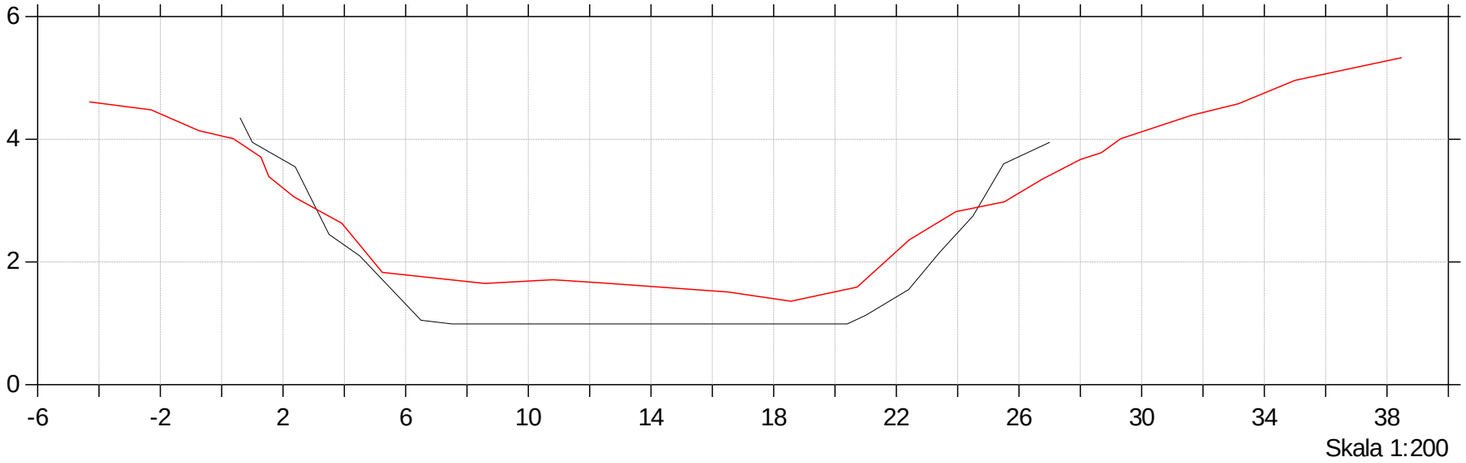
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

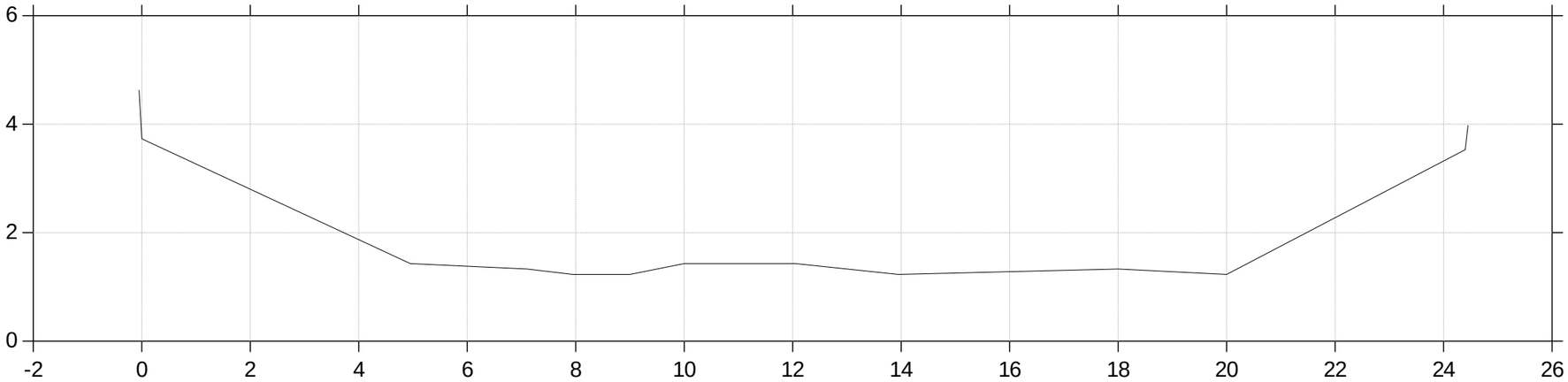
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 2500



St. 2550



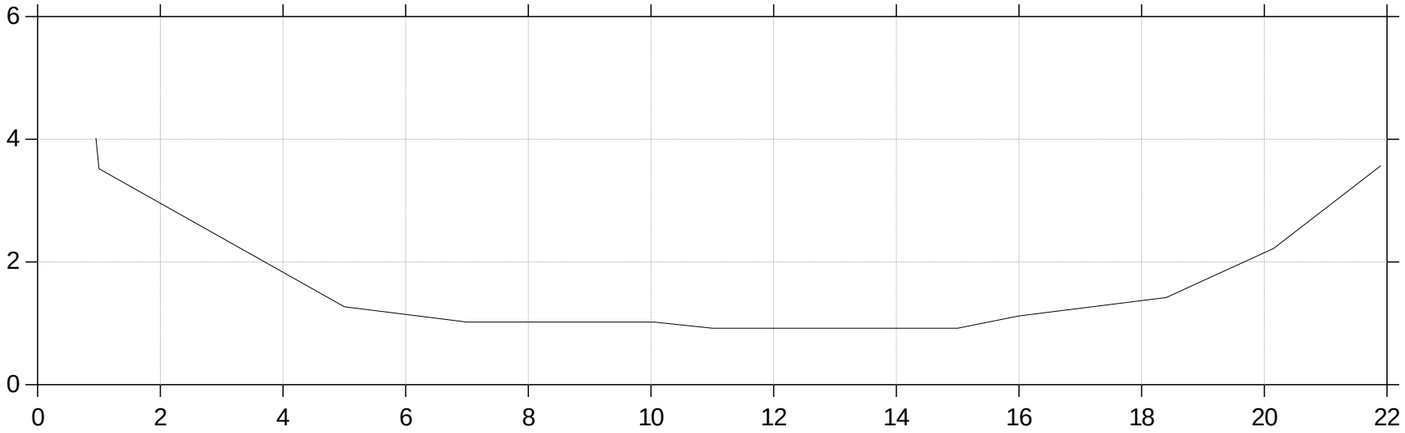
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

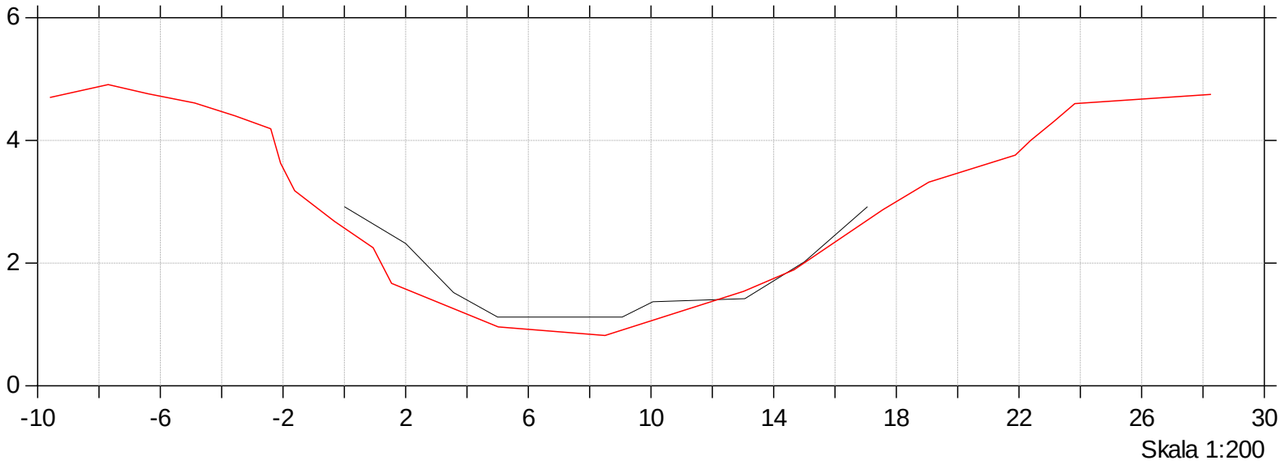
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 2600



St. 2650



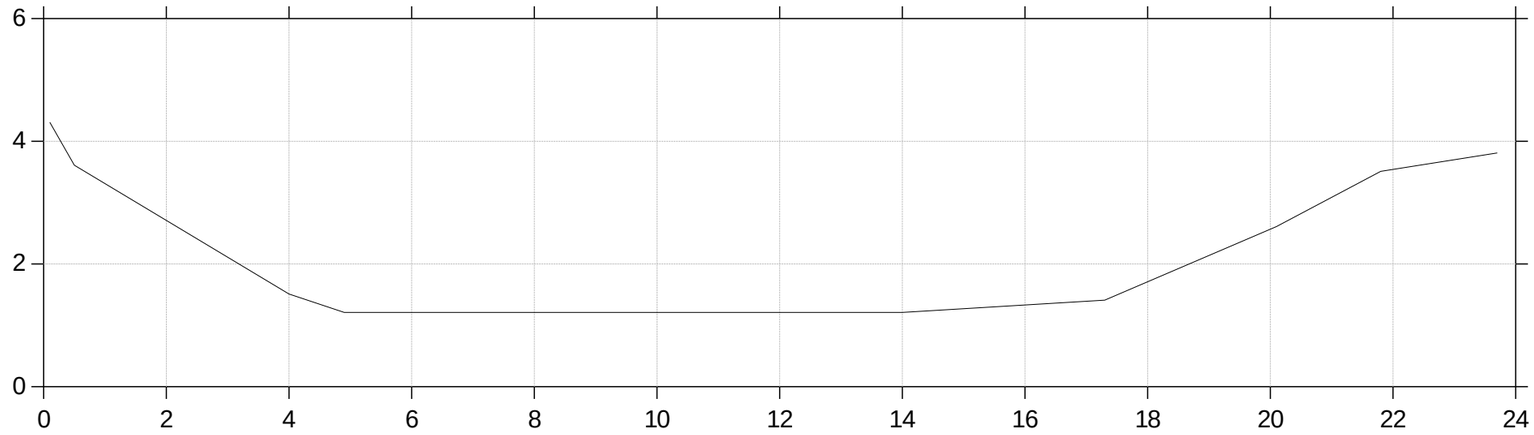
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

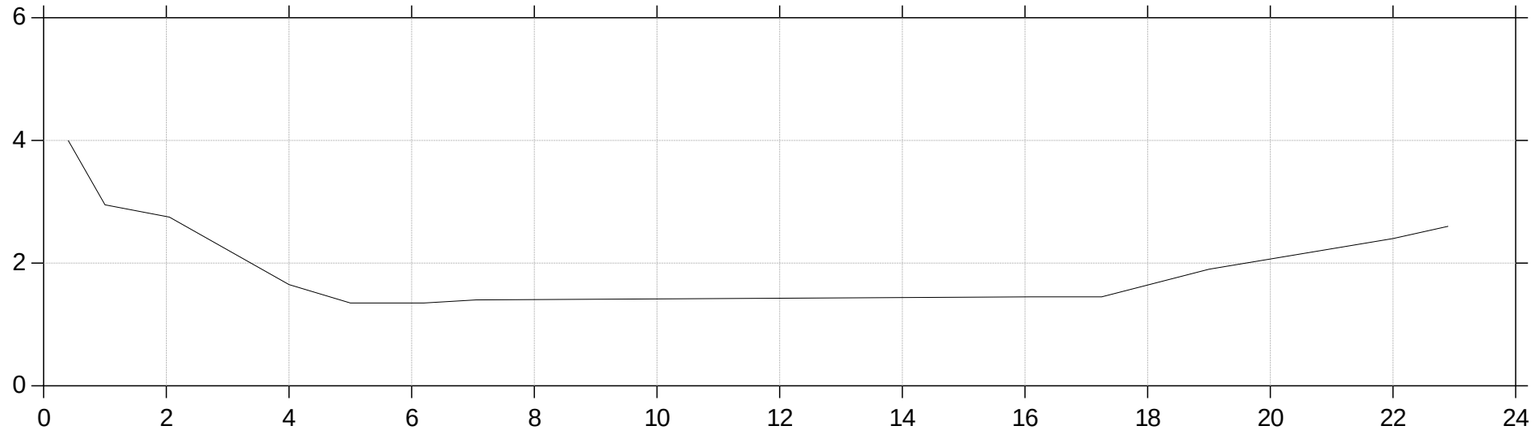
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 2700



St. 2750



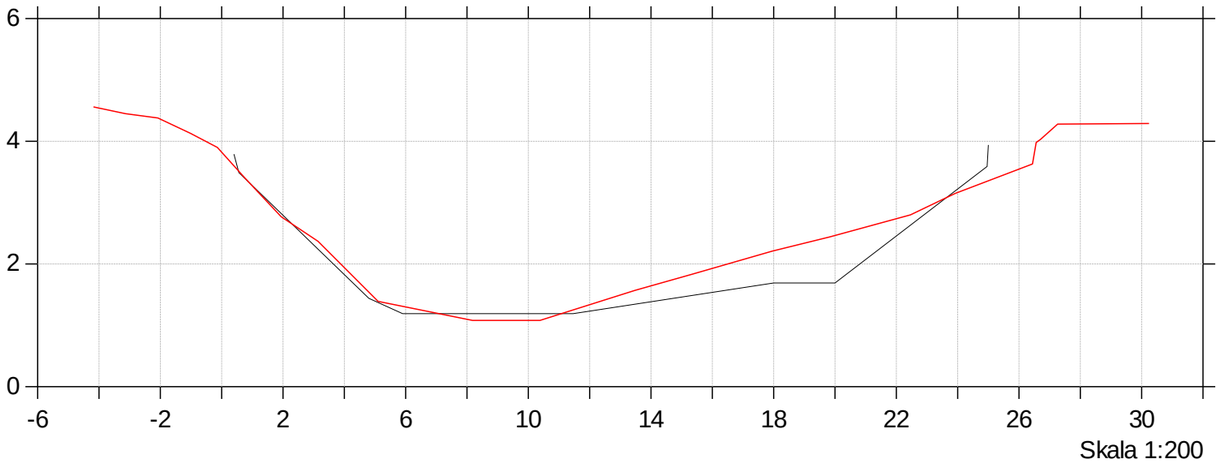
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

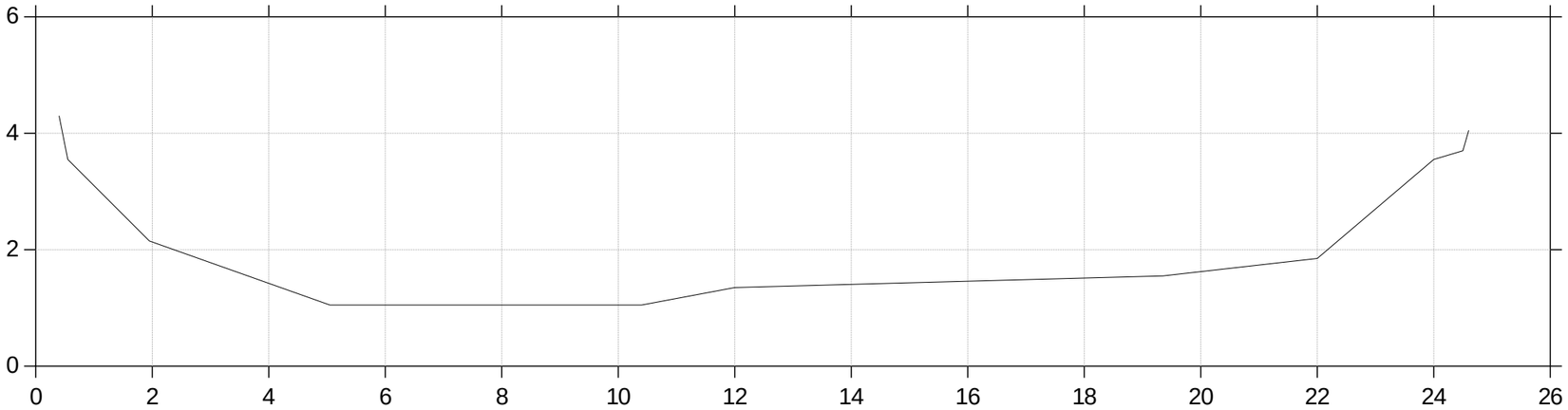
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 2800



St. 2850



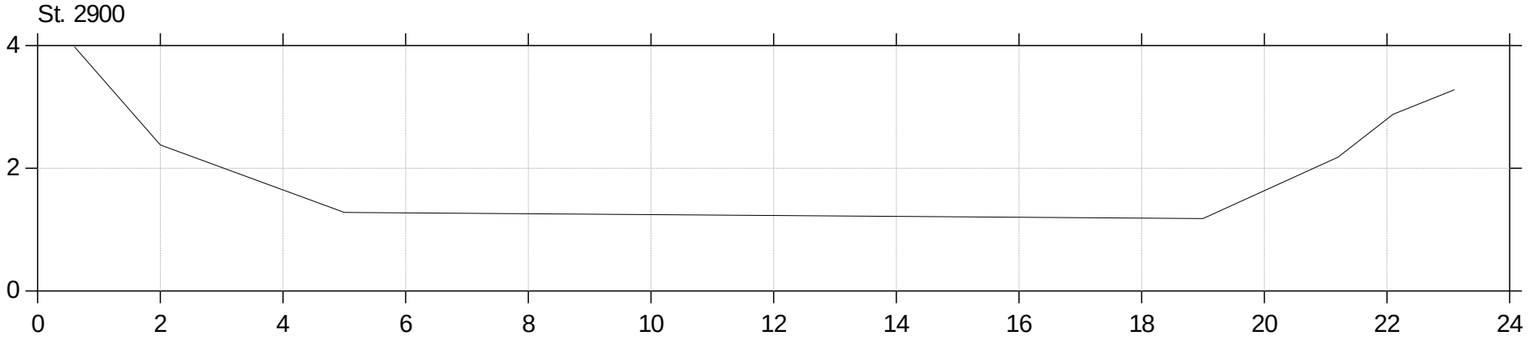
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

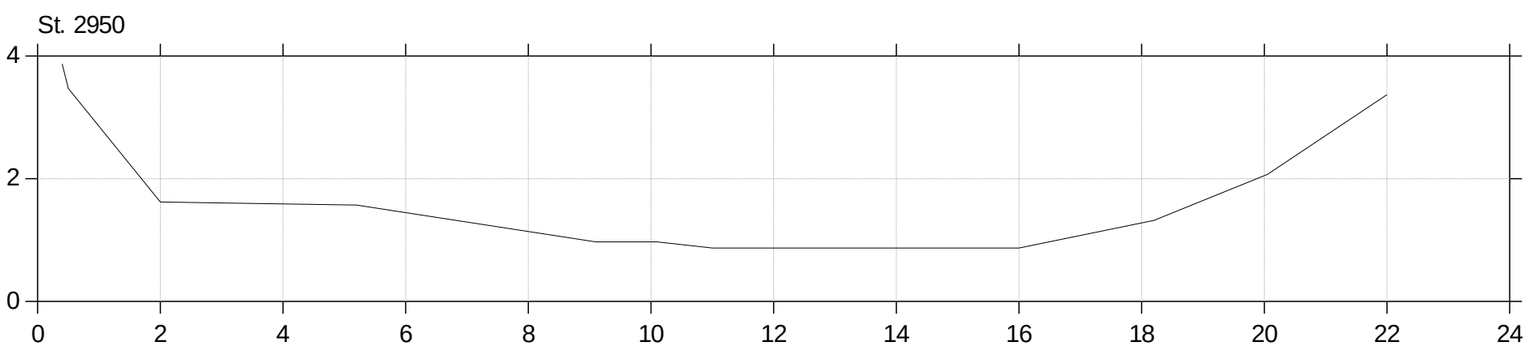
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

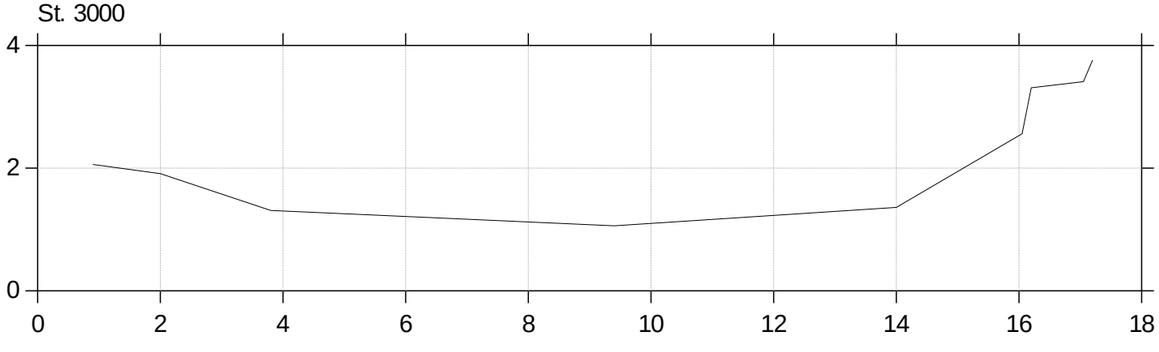
St. 2900



St. 2950



St. 3000



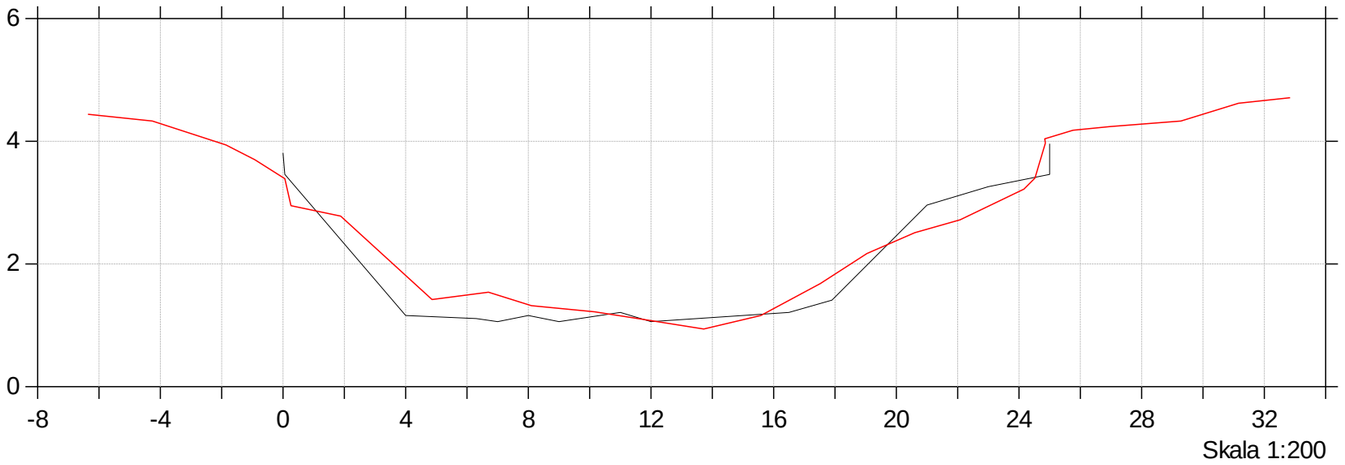
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

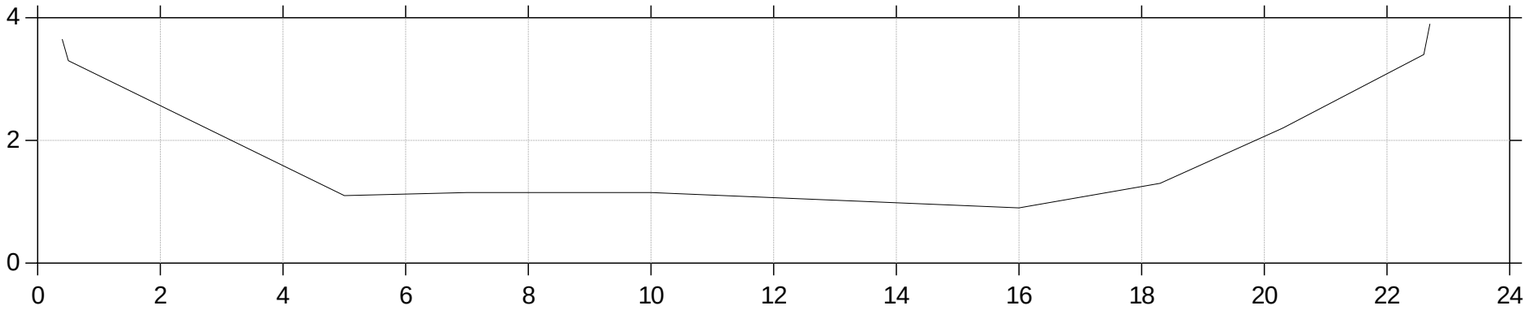
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 3050



St. 3100



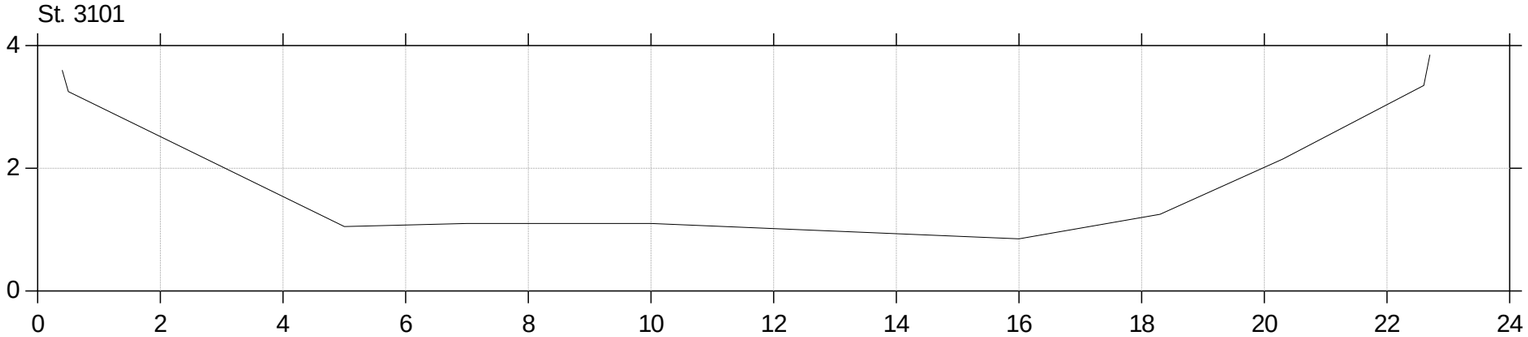
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

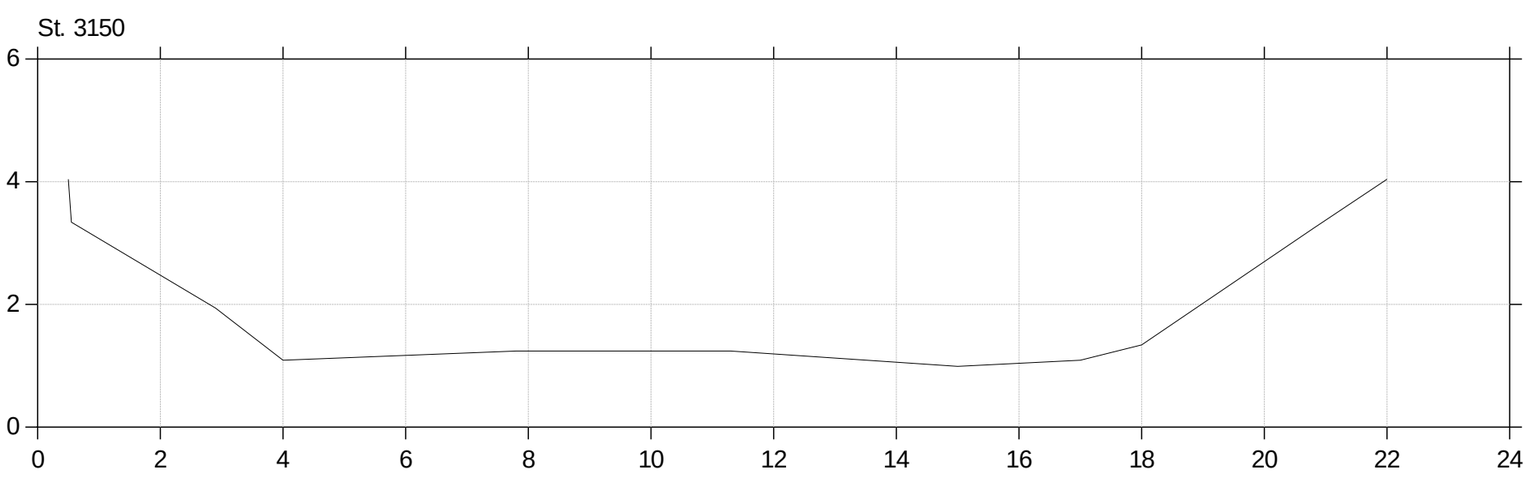
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 3101



St. 3150



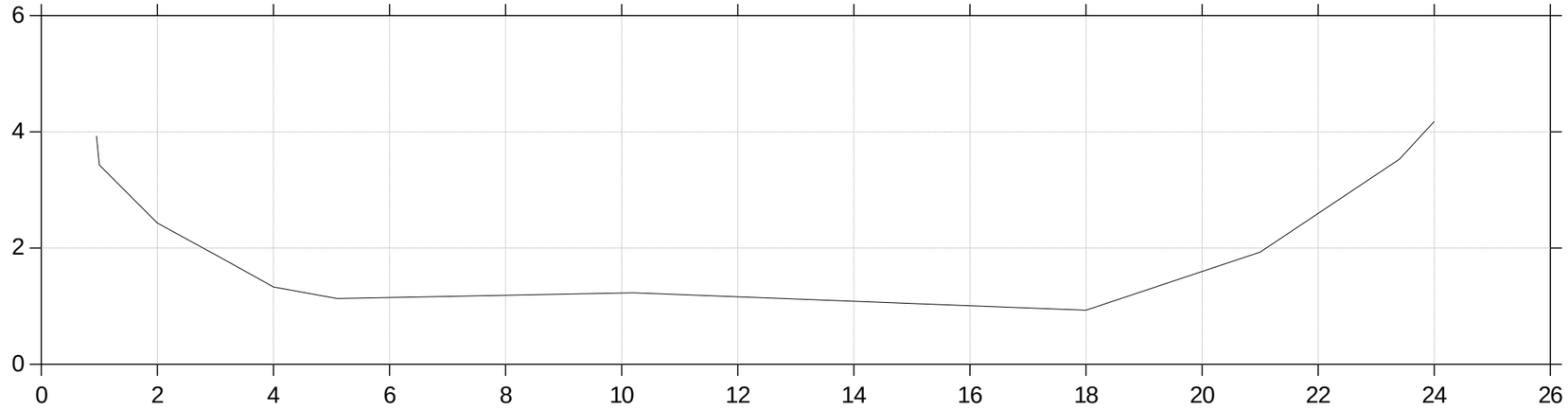
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

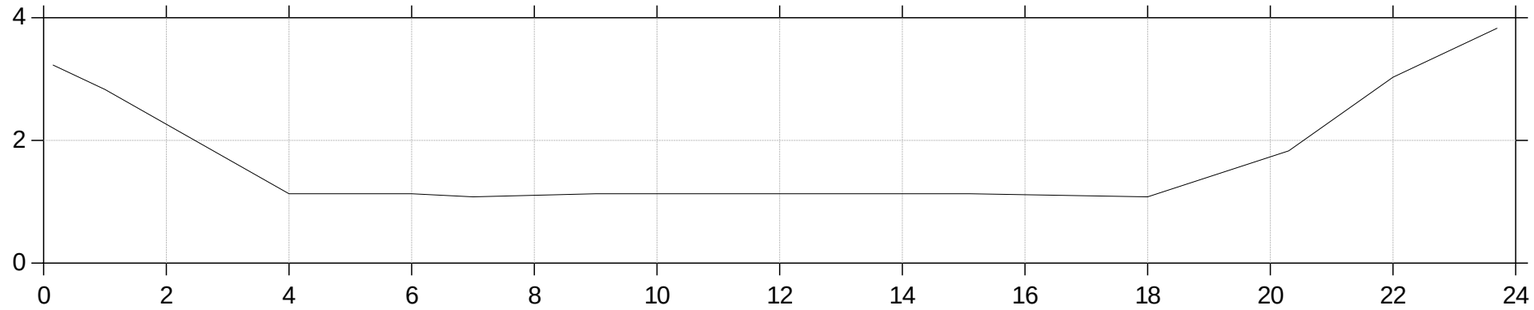
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 3200



St. 3250

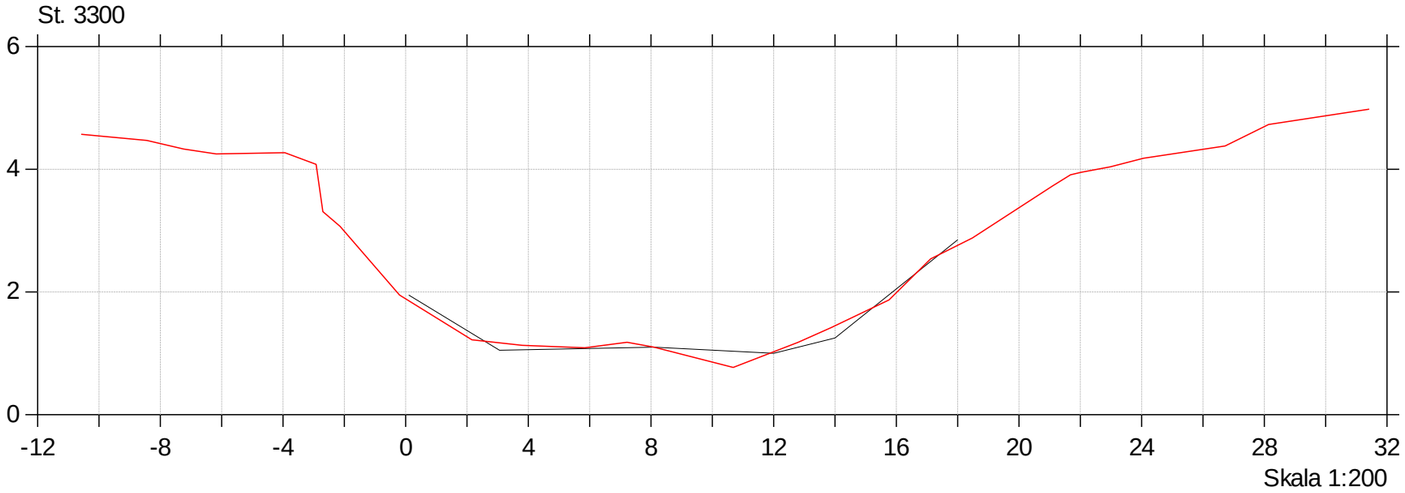


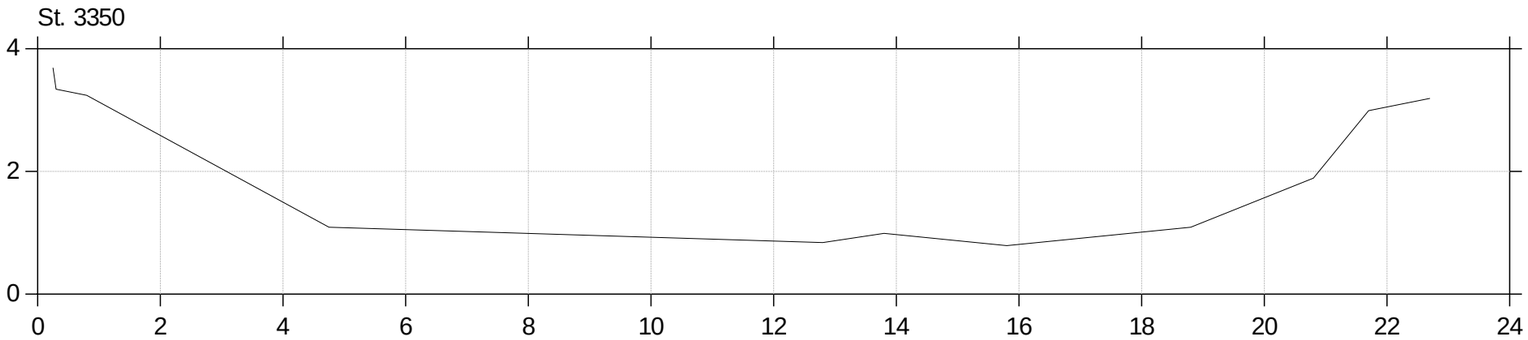
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939





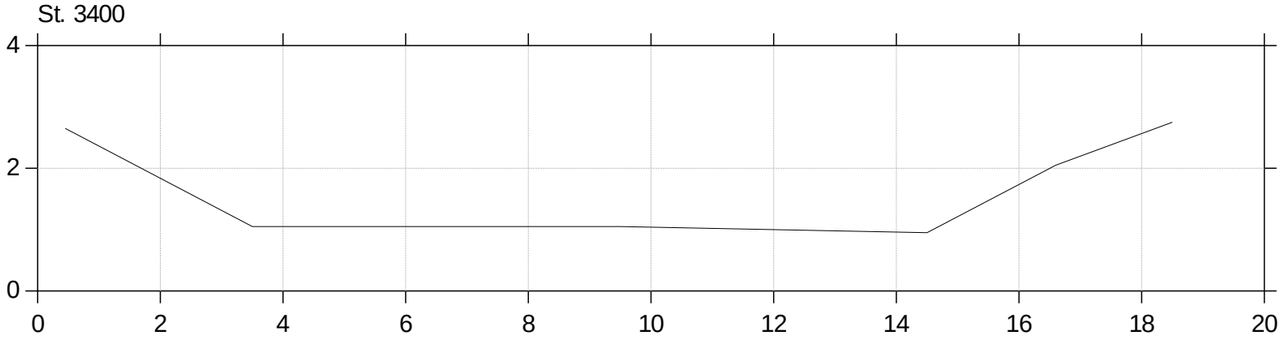
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

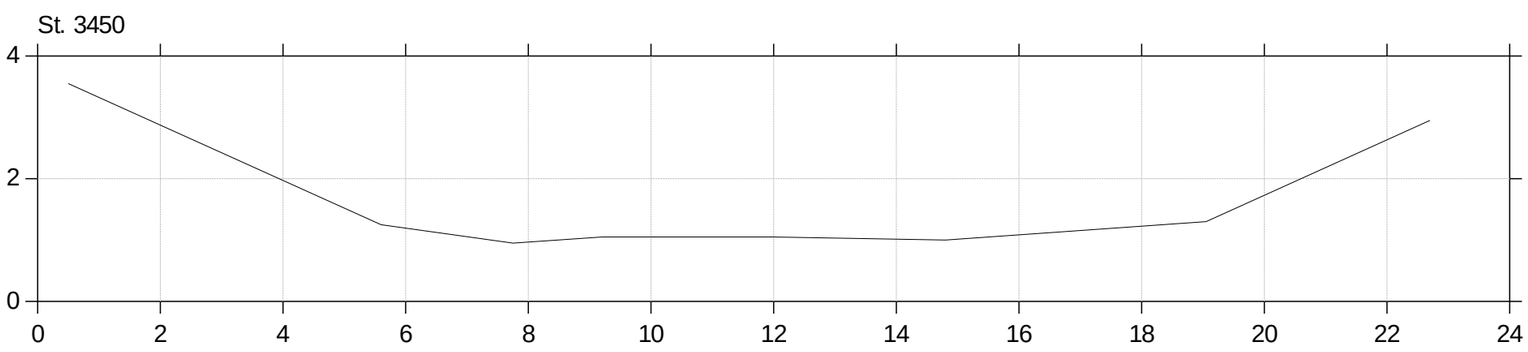
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 3400



St. 3450

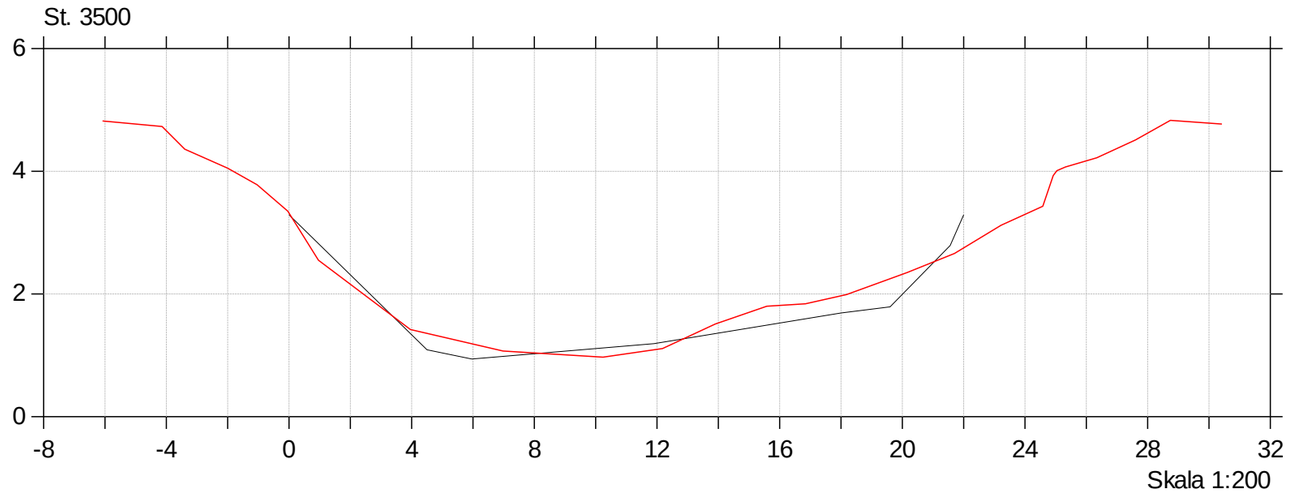


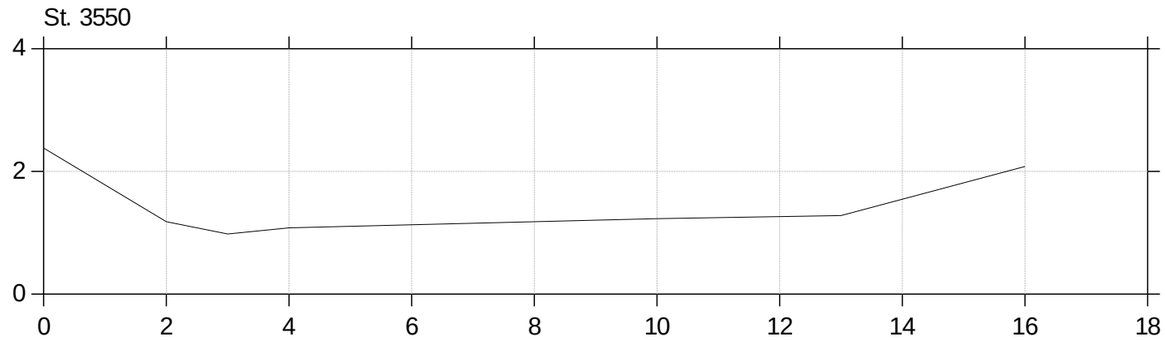
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939





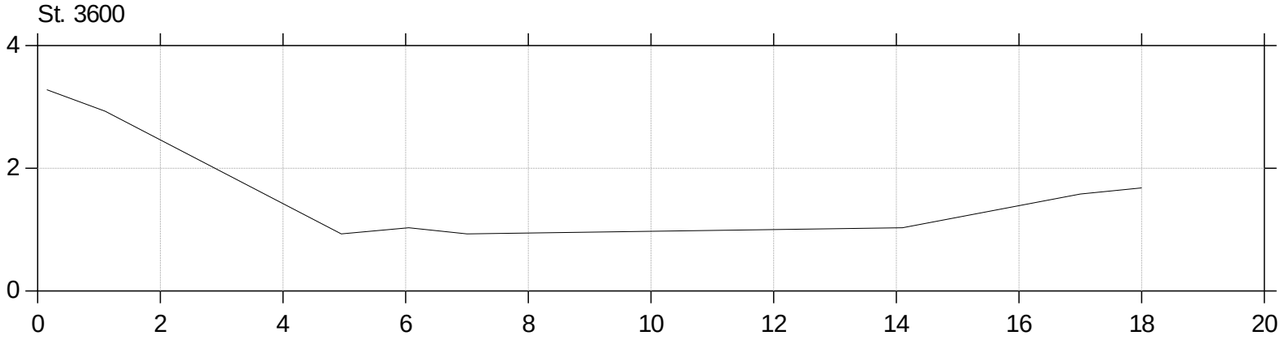
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

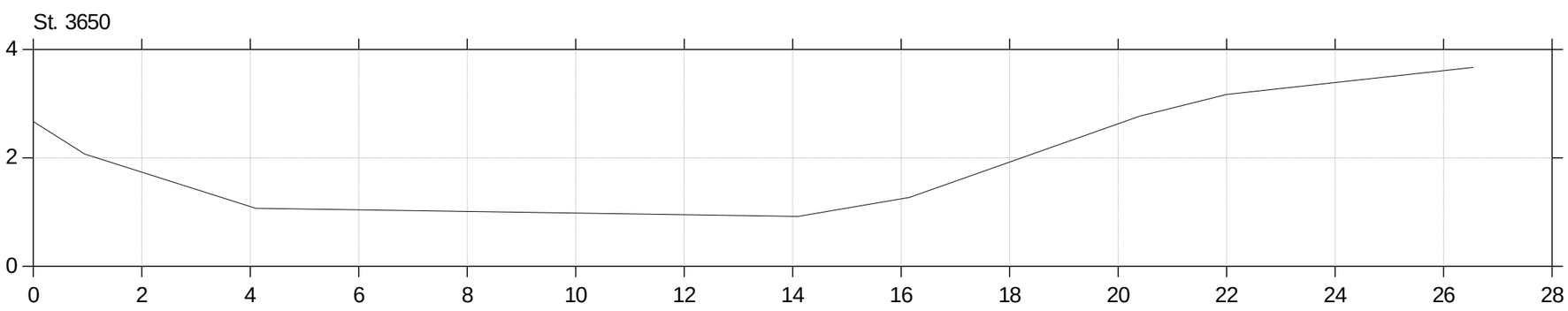
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

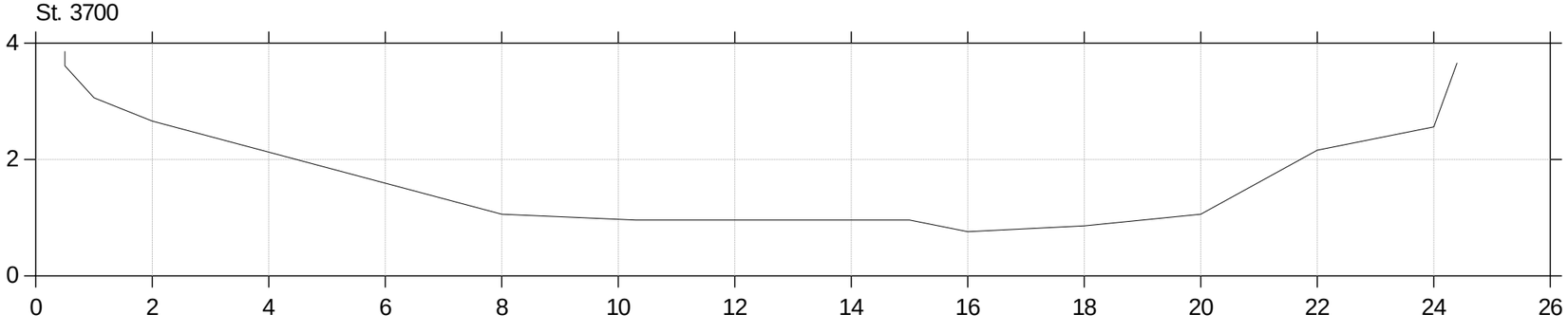
St. 3600



St. 3650



St. 3700



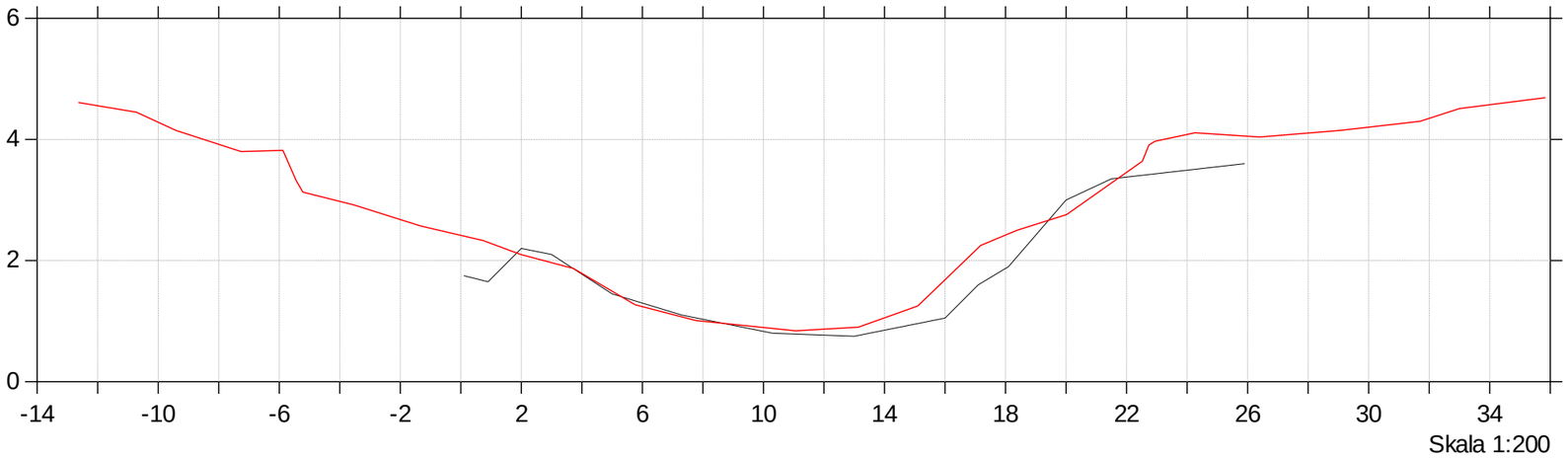
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

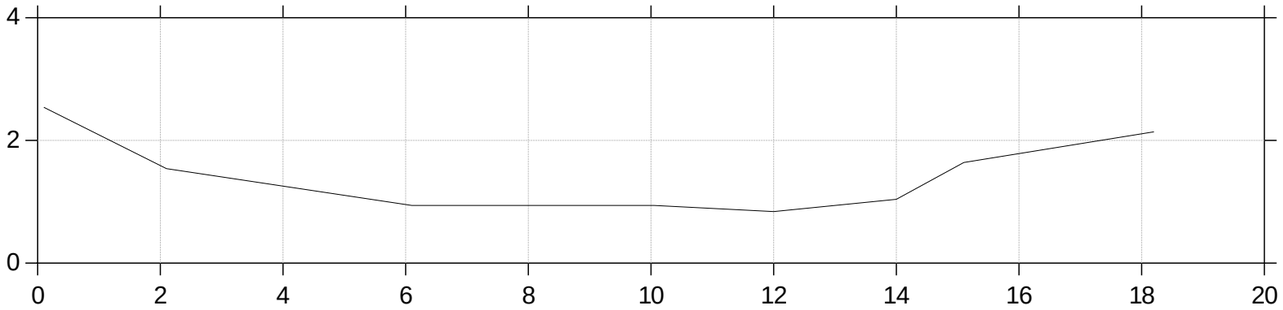
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 3750



St. 3800



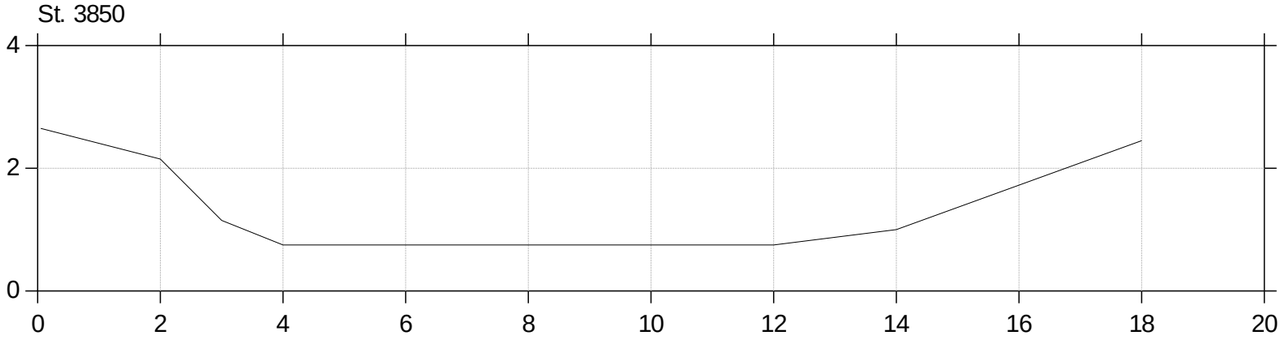
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

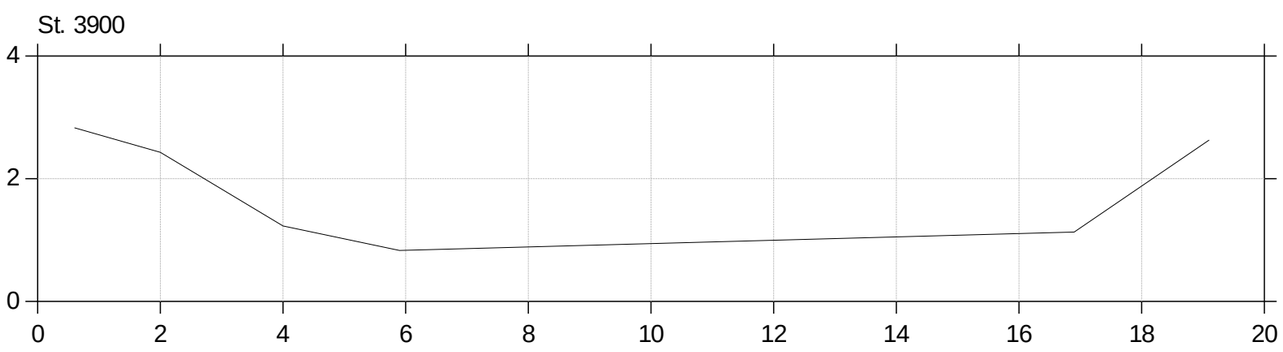
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

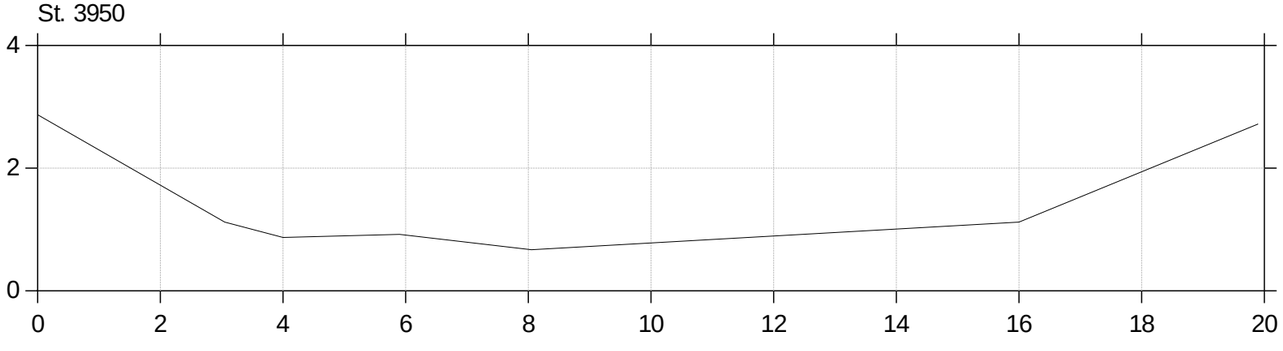
St. 3850



St. 3900



St. 3950



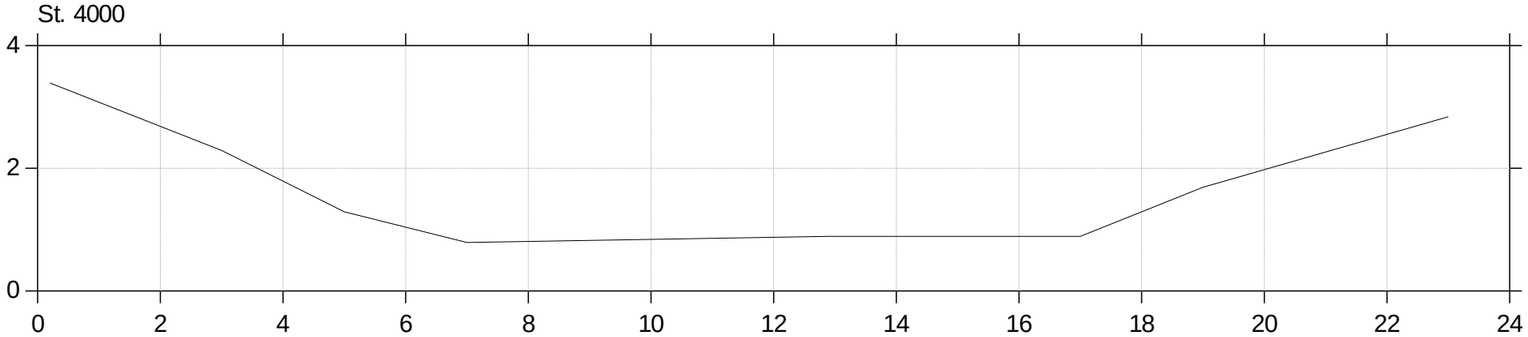
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

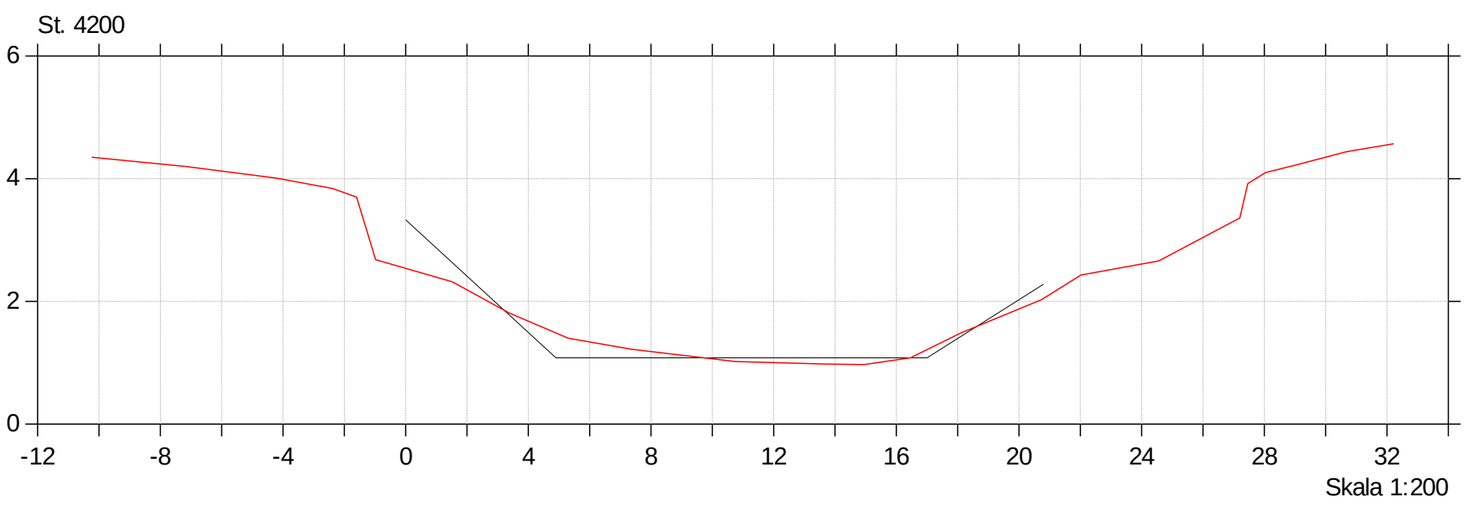
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 4000



St. 4200



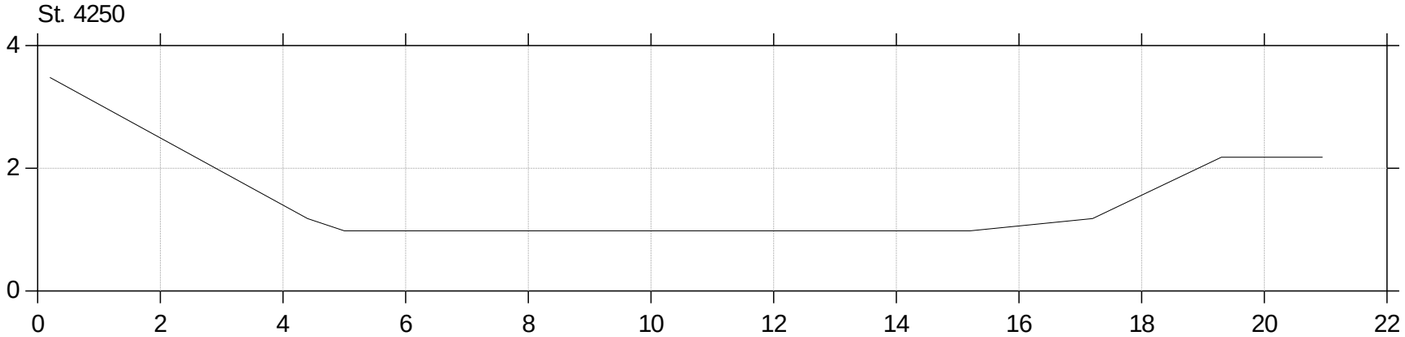
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

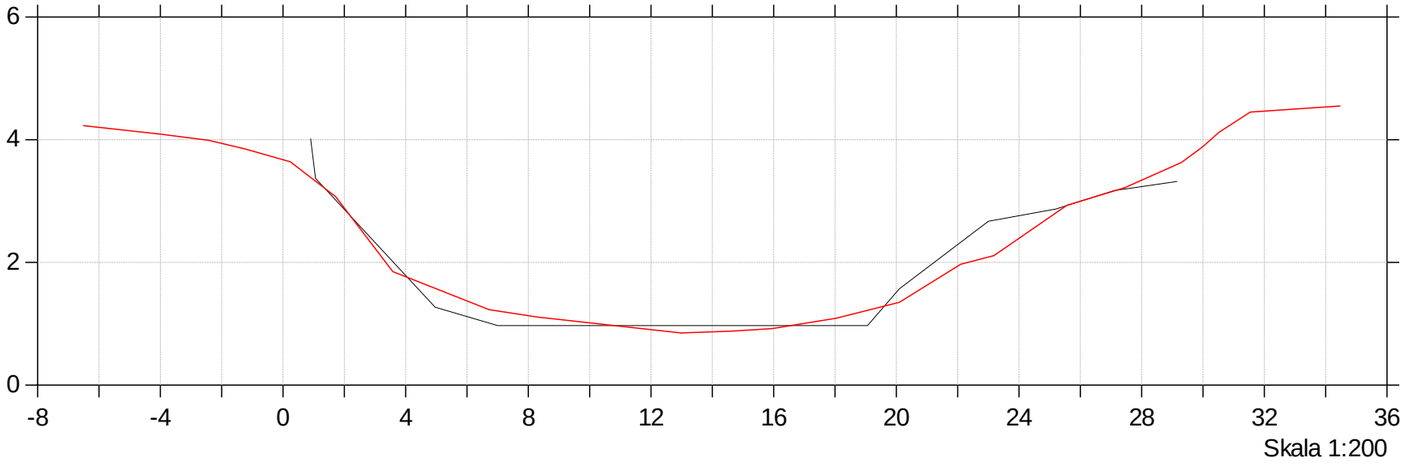
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 4250



St. 4300



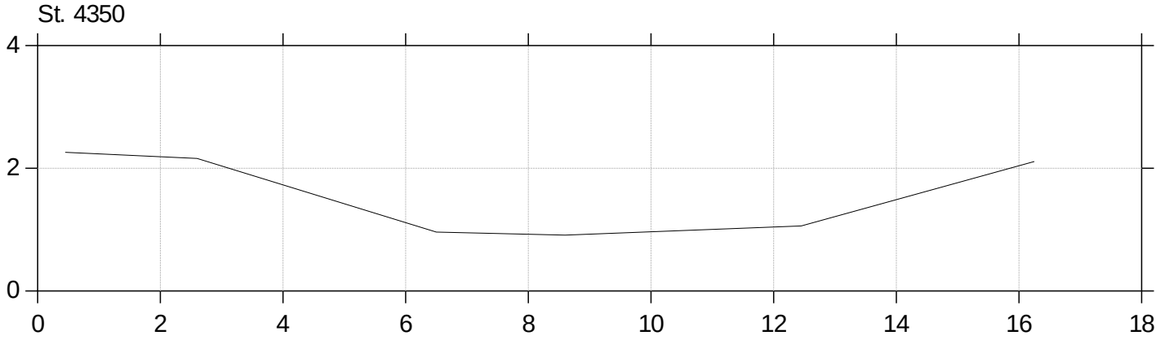
Gudenå NS Tange Sø

2022 Pejlinger fra 1938-39

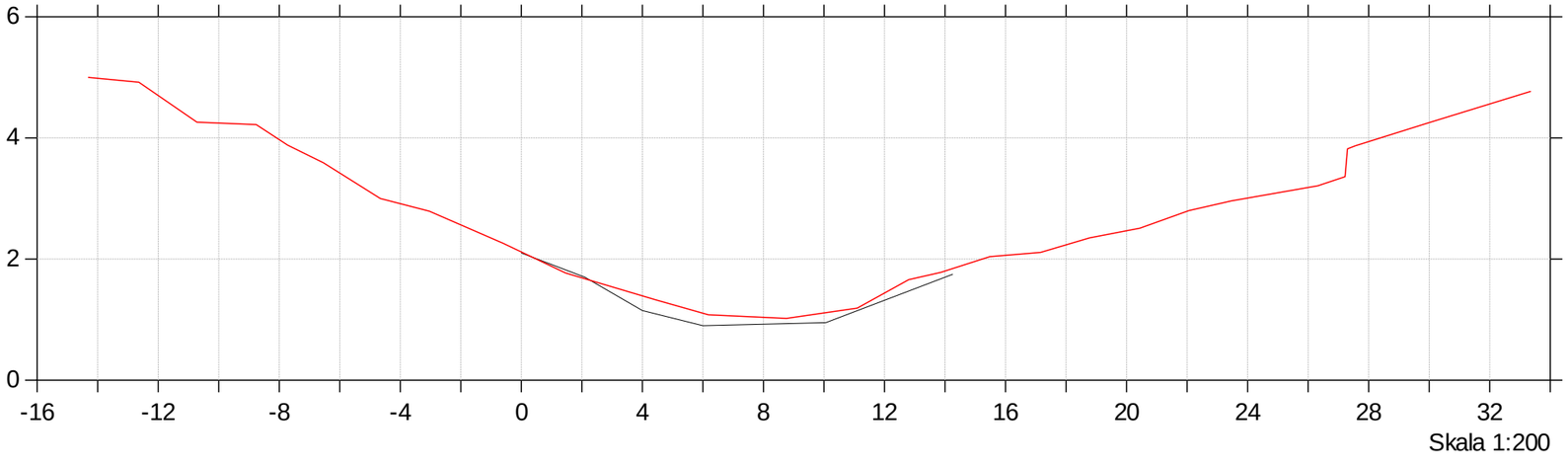
Lodret akse : Kote i m DVR90, skala 1:100
Vandret akse : Afstand i m, skala 1:100
Pejlinger fra 1938-1939 - Tangeværket til Bjerringbro
Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020

Opmåling udført af Landsyd, maj/juni og december 2020, Stat efter GIS, samlet
Pejlinger fra 1938-1939

St. 4350



St. 4400



FLOWFORDELING VED VÆTH ENGE OG GUDENÅEN

AUGUST 2022

Projektnavn	Flowfordeling ved Væth Enge og Gudenåen
Kunde	Randers Kommune
Projektleder	Gitte Urhøj
Projektnummer	1322200051
Til	Esben Husted Kjær
Udarbejdet af	Louise Knudsgård Hørup
Kvalitetssikret af	Morten Engholm Larsen
Godkendt af	Rasmus Bang
Version	1.1
Versionsdato	29.08.2022
Første udgivelsesdato	27.06.2022

INDHOLD

1 BAGGRUND 4

1.1 Metode 5

2 DATAGRUNDLAG 6

2.1 Målte vandføringer og vandstande 6

2.2 Indmålte tværsnit 6

2.3 Højdemodeller 6

2.4 Manningtal 8

3 MODELBESKRIVELSE 9

3.1 Kalibreringsmodel 9

3.2 Fordelingsmodel 10

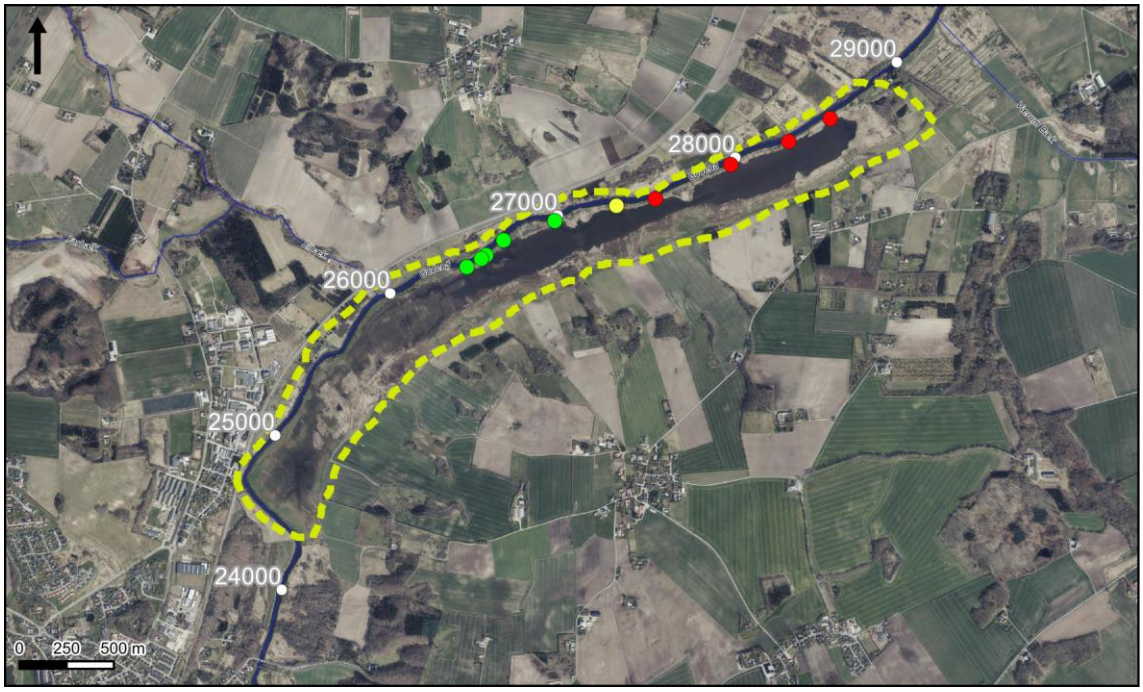
4 RESULTATER 11

1 BAGGRUND

I juni 2021 afgjorde Miljø- og Fødevareklagenævnet, at regulativmæssig kontrol af vandføringsevnen i Gudenåen kan ske ved anvendelse af 1997-opmålingen som teoretisk skikkelse. I afgørelsen henvises til regulativets punkt 8.2.

I november 2021 blev der udarbejdet et notat vedrørende kontrol af Gudenåens vandføringsevne med udgangspunkt i en opmåling fra 2020 og 1997-opmålingen som teoretisk skikkelse, (Kontrol af Vandføringsevne - Gudenåen nedstrøms Tange Sø. WSP, nov. 2021). Kontrollen viste, at der på strækningen ud for Væth Enge, mellem st. 26.750 og 30.070, med stor sandsynlighed er sket aflejringer på vandløbsbunden, og at disse aflejringer forårsager, at kravet til vandføringsevnen, jf. regulativets punkt 8.2, umiddelbart ikke er overholdt. Det pointeres dog, at der i beregningerne ikke er taget højde for eventuelle godkendte projektforhold i relation til det vådområde (Væth Enge), der ligger langs strækningen, og at det bør undersøges om godkendte projektforhold betyder, at forudsætningerne for kontrolberegningen bør justeres. Altså om en del af vandføringen i dag løber gennem vådområdet, og dermed ikke, i så høj grad som beregnet, giver anledning til højere vandspejl i forhold til 1997.

Projektet Væth Enge blev godkendt af Randers Kommune marts 2007. Væth Enge er beliggende langs Gudenåen nedstrøms Langå ca. mellem st. 24.000 og 29.000. Vådområdet er etableret bl.a. ved at gamle diger langs hele strækningen er blevet gennembrudt, hvormed vand fra Gudenåen har mulighed for at strømme ind på engene. I praksis er der nu på den nederste del af Væth Enge et permanent vandspejl, hvor en delmængde af vandet i Gudenåen strømmer ind i øvre ende af området og ud igen længere nedstrøms – se Figur 1-1. Idet en del af vandet fra Gudenåen strømmer gennem Væth Enge, nedsættes hastigheden af vandet i Gudenåen på strækningen, hvilket formodes at have forårsaget aflejringerne.



Figur 1-1: Beliggenhed af Væth Enge nedstrøms Langå. Markering af indadgående strøm (grøn), stillestående strøm (gul) og udadgående strøm (rød) hhv. 24. marts og 20. april 2022.

For at kontrollere om gældende regulativs krav til vandføringsevne i Gudenåen er overholdt, er der, som tidligere anført, behov for at få et bedre kendskab til dynamikken af flowfordelingen omkring Væth Enge – en vurdering af, hvor stor en delmængde vand, der strømmer gennem Væth Enge fra Gudenåen. Kendskab til flowfordeling ved Væth Enge vil også være relevant som grundlag ved en fremtidig regulativrevision.

Nærværende notat beskriver således, hvordan der er opstillet en model, som kan anvendes til at vurdere eksisterende fordeling af vandstrømningen ud for Væth Enge ved forskellige afstrømningssituationer.

1.1 METODE

På baggrund af indmålte tærskler i det gennembrudte dige samt målt vandføring i Gudenåen opstrøms første indløb til Væth Enge, mellem ind- og udløb ved Væth Enge og nedstrøms sidste udløb ved Væth Enge er der opstillet en MIKE-model til beskrivelse af vandfordelingen mellem Gudenåen og Væth Enge ved forskellige afstrømninger fra oplandet.

2 DATAGRUNDLAG

Til opsætningen af MIKE-modellen, der beskriver flow fra Gudenåen ind i Væth Enge og tilbage igen har følgende datagrundlag været tilgængeligt.

2.1 MÅLTE VANDFØRINGER OG VANDSTANDE

Den 20. april 2022 blev der målt vandføringer i Gudenåen – data fremgår af Tabel 2-1. Målte vandføringer og vandstande anvendes til kalibrering af modellen.

Tabel 2-1: Målte vandføringer og vandstande den 20. april 2022.

Sted	Station (m)	Tidspunkt	Vandspejl (m DVR90)	Vandføring (m^3/s)
Opstrøms første indløb	Ca. 26.325	08:43-09:01	0,65	22,812
Mellem sidste indløb og første udløb	Ca. 27.330	09:44-09:59	0,53	15,417
Nedstrøms sidste udløb	Ca. 28.605	11:05-11:19	0,40	20,740

2.2 INDMÅLTE TVÆRSNIT

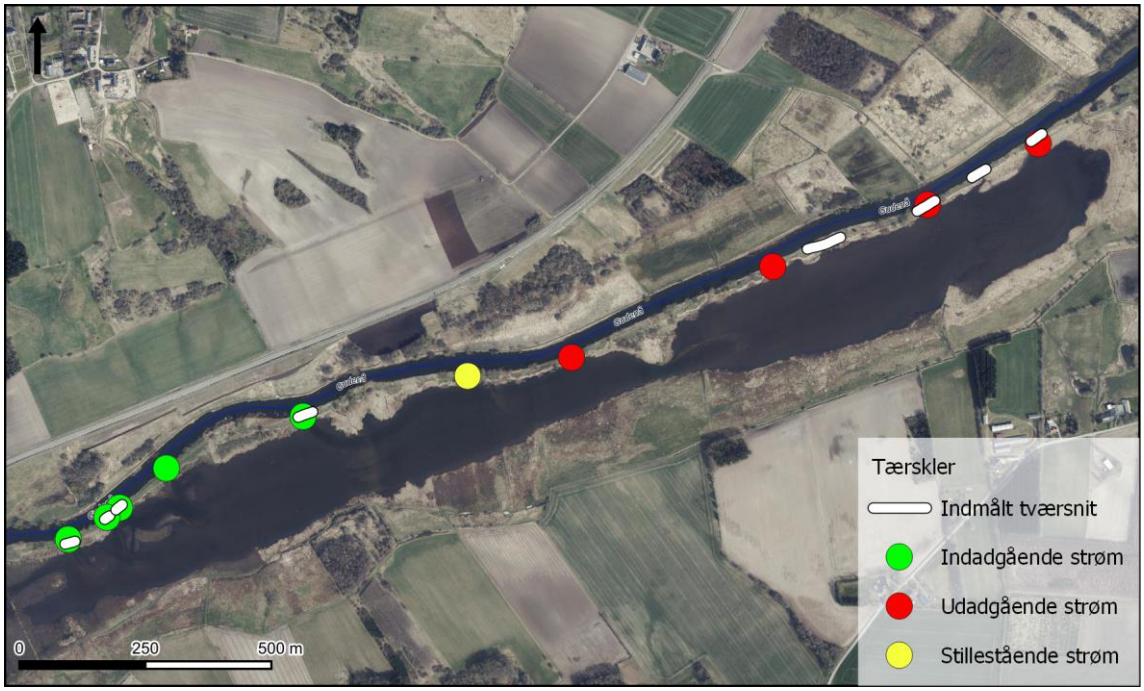
Til beskrivelsen af Gudenåen foreligger den seneste opmåling, der er foretaget i 2020, og som vurderes at være retvisende.

Nogle af tærsklerne (eller dige-gennembruddene), der fører vand fra Gudenåen til Væth Enge og tilbage igen, er indmålt med beskrivende tværsnit (indmålt med GPS 24. marts 2022). Af Figur 2-1 fremgår tærskler registreret med vand henholdsvis den 24. marts og 20. april 2022 – samtidig fremgår steder med indmålte tærskeltværsnit. Der er ikke fuldkommen overensstemmelse mellem tærskler med vand og indmålte tærskler – det vil sige, at der findes tærskler, der er registreret at være vandførende, men som ikke er indmålt, ligesom der er indmålt tærskler, der fremstod tørre på de angivne datoer.

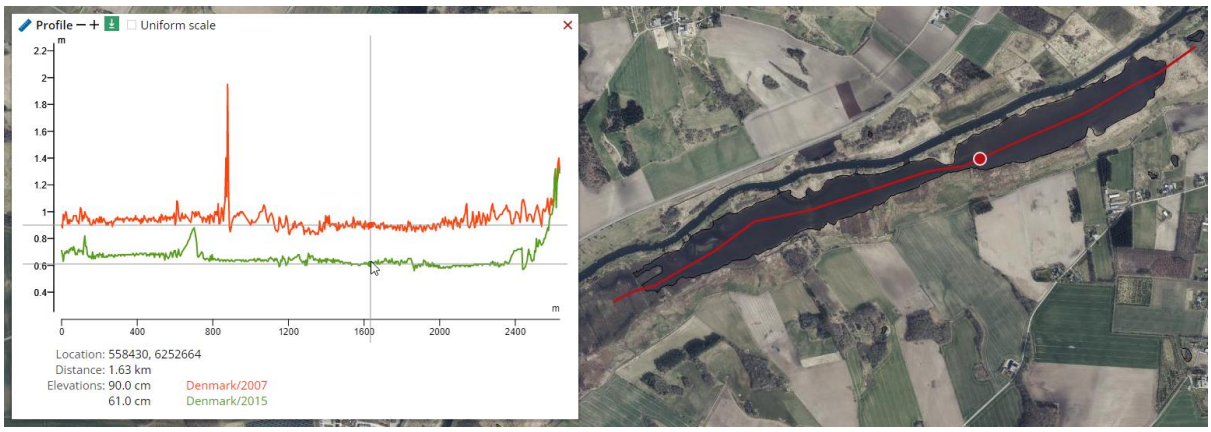
2.3 HØJDEMODELLER

Oprindeligt var højdemodellen fra 2007 tiltænkt at danne grundlag for beskrivelsen af Væth Enge-søens batymetri (geometri under overfladen), idet denne højdemodel stammer fra før projektets udførelse. Men som det fremgår af Figur 2-2, har det vist sig, at terrænet i de centrale dele af Væth Enge i højdemodellen 2007 ligger over terrænniveauer/vandspejlsniveauer for seneste højdemodel fra 2015. Årsagen til det kendes ikke med sikkerhed. Udtræk af tværsnit fra højdemodellen fra 2007 vil således ikke være beskrivende for de faktiske forhold i området. Derfor er højdemodellen fra 2015 anvendt til udtræk af 14 tværsnitsprofiler til beskrivelsen af Væth Enge – se Figur 2-3. Højdemodellen fra 2015 har dog også sine begrænsninger, idet denne kun kan anvendes til beskrivelsen af terrænet over vandspejlsfladen, eftersom den er fløjet på et tidspunkt, hvor der har været vand i området Væth Enge. Beskrivelsen af Væth Enges batymetri er derfor beskrevet teoretisk – princippet for konstruktionen af tværsnittene fremgår af Figur 2-4. Bunden er placeret i kote 0,0 m DVR90 – dette med udgangspunkt i, at de indmålte indløbstærskler er registreret med bundkoter i intervallet kote -0,07 til

0,15 m DVR90, hvormed der sikres ind- og udløb ved en bund i kote 0,0. Bredden af tværsnittene til beskrivelsen af Væth Enge er svarende til bredden af det interpolerede vandspejl ved det givne tværsnit.



Figur 2-1: Oversigt over tærskler med vand (farvede prikker) og indmålte tærskeltværsnit.



Figur 2-2: Højdeprofil på langs gennem nuværende vandækket del af Væth Enge. Rød kontur er højdemodellen fra 2007, mens grøn kontur er højdemodellen fra 2015.

Figur 2-3: Stationering i Væth Enge og tværsnitsprofiler til beskrivelse af Væth Enge.

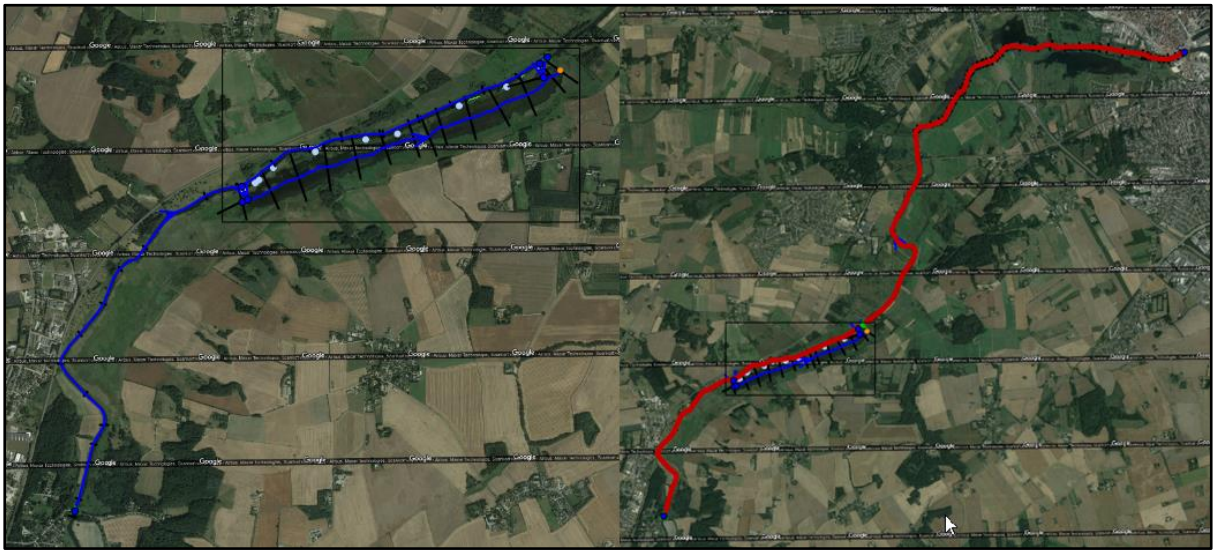
Figur 2-4: Princip for konstruktion af tværsnitsprofiler for Væth Enge.

2.4 MANNINGTAL

I gældende regulativ for Gudenåen er det beskrevet, at Manningtallet for Gudenåen på denne strækning er 24 i kontrolberegninger af overholdelse af regulativet i en vintermiddelsituation.

3 MODELBESKRIVELSE

Beskrivelsen af det hydrauliske system af Gudenåen og Væth Enge som et tostrenget system er foretaget i MIKE Hydro River (tidligere MIKE 11). Der er opstillet to modeller: 1) en mindre kalibreringsmodel og 2) en større fordelingsmodel, der anvendes til at vurdere fordelingen af flow mellem Gudenå og Væth Enge i forskellige afstrømningssituationer. De to modeller fremgår grafisk af Figur 3-1. I nærværende afsnit beskrives opsætningen af de to modeller.



Figur 3-1: Oversigt over kalibreringsmodel (venstre) og fordelingsmodel (højre) fra MIKE Hydro River.

3.1 KALIBRERINGSMODEL

Kalibreringsmodellen er opstillet med formålet at kalibrere på Manningtallet i Væth Enge (samt ind- og udløbstærskel hertil) således, at vandstande og vandføringer passer med de målte den 20. april 2022 (se evt. Tabel 2-1).

Geometrien af Gudenåen, Væth Enge og ind- og udløbstærskler er som beskrevet i afsnit 2.2 og 2.3. Dog bemærkes det, at for at forsimple systemet er ind- og udløb ved Væth Enge kun beskrevet ved henholdsvis den første indløbstærskel og den sidste udløbstærskel. Dermed føres hele flowet ind og ud af Væth Enge i kun to forskellige punkter. De ved modellen kalibrerede Manningtal ved disse to punkter samt gennem Væth Enge forventes at være højere end det, de faktiske forhold i realiteten ville beskrive. Det skyldes, at de kalibrerede Manningtal beregningsmæssigt kompenserer for de faktiske effekter, som de ind- og udløb, der ikke er beskrevet i modellen, i realiteten bidrager med.

Modellens ind- og udløbstærskel er beskrevet ud fra opmålingerne fra den 24. marts 2022.

Samtidig er Gudenåen i kalibreringsmodellen kun beskrevet indtil umiddelbart nedstrøms sidste udløb fra Væth Enge (ca. st. 28.605), hvor vandstanden er målt til 0,4 m DVR90 den 20. april 2022 og indsat som nedre rand. Som det fremgår grafisk af Figur 3-1 starter modellen i Langå, hvor randen er beskrevet ved en vandføring på 20,74 m^3/s, svarende til vandføringen målt umiddelbart nedstrøms sidste udløb fra Væth Enge den 20. april 2022. I modellen er ikke beskrevet nogen tilvækst i opland, hvormed det forudsættes at oplandstilvæksten fra første indløb til sidste udløb af Væth Enge er negligibel. Som beskrevet i afsnit 2.4 er Manningtallet for Gudenåen i gældende regulativ bestemt til 24 i en vintersituation.

Ved kalibrering på Manningtallet i Væth Enge samt ind- og udløbstærskel er det fundet, at et Manningtal på 24 i modellen i både Væth Enge og Gudenåen resulterer i sammenlignelig vandstand og flow som målt den 20. april 2022. Sammenligning af målte og modellerede tal fremgår af Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Sammenligning af målte og kalibrerede tal ved M=24 i Væth Enge og tærskler.

Tal	Målt, 20/4-2022	Model, M=24
VST: Gudenå OS Væth Enge, st. 26.432,9 (m DVR90)	0,65	0,68
VST: Gudenå ml. sidste indløb og første udløb ved Væth Enge, st. 27.195,9 / 27.467,3 (m DVR90)	0,53	0,54 / 0,49
Q: Gudenå ml. ind-/udløbstærskel, st. 27.331,6 (m^3/s)	15,4	15,3
Q: Væth Enge (m^3/s)	5,3*	5,5

* Ikke faktisk målt: differens mellem målinger i Gudenå (se evt. Tabel 2-1)

Dermed anvendes der et manningtal på 24 i både Gudenåen og Væth Enge (samt tærskler) i de følgende beregninger i fordelingsmodellen, se afsnit 3.2.

3.2 FORDELINGSMODEL

Fordelingsmodellen er opbygget som den før beskrevne kalibreringsmodel, dog er Gudenåen ”forlænget” til dens udløb i Randers Fjord (st. 37.117) som vist i Figur 3-1. For fordelingsmodellen er oplandstilvæksten beskrevet som angivet i Tabel 3-2. Vandstanden ved nedre rand (Randers Fjord) er angivet til kote 0,0 m DVR90. Manningtallene for Gudenåen og Væth Enge samt tærskler er alle steder angivet til 24, som fundet ved kalibreringsmodellen. Fordelingsmodellens opland er da påført forskellige afstrømninger, hvormed det er undersøgt, hvor stor en andel af flowet i Gudenåen, der løber ind i Væth Enge ved forskellige afstrømninger. Resultaterne er præsenteret i det følgende afsnit.

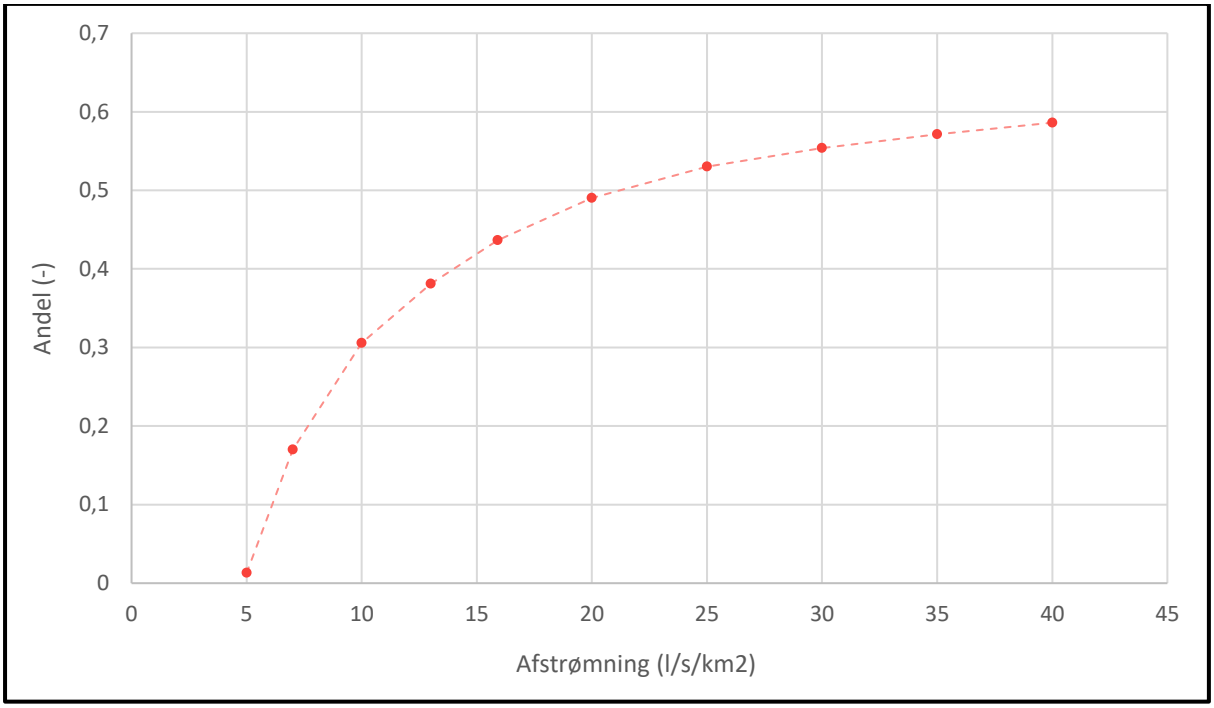
Tabel 3-2: Oplandstabel til fordelingsmodel i MIKE.

Station (m)	Opland (km^2)	Oplandstype
23.600	2.157	Åben
23.600-29.294	16	Fordelt
29.294	22	Punktkilde (Midtbæk)
29.294-32.243	4	Fordelt
32.243	400	Punktkilde (Nørreå)
32.243-35.115	7	Fordelt
35.115	21	Punktkilde (Svejstrup Bæk)
35.115-37.117	13	Fordelt

4 RESULTATER

Formålet med fordelingsmodellen er, som nævnt i afsnit 1, at kunne vurdere fordelingen af flowet mellem Gudenåen og Væth Enge ved forskellige afstrømninger. Af Figur 4-1 fremgår, hvor stor en andel af vandføringen i Gudenåen (umiddelbart opstrøms første indløb til Væth Enge), der løber ind i Væth Enge i forskellige afstrømningssituationer.

I forbindelse med kontrol af overholdelse af regulativet regnes på en vintermiddelsituation, hvor afstrømningen i gældende regulativ er fastsat til 13 l/s/km^2. I denne afstrømningssituation viser modellen, at 38 % (afrundet 40 %) af vandføringen i Gudenåen strømmer ind i Væth Enge.



Figur 4-1: Andel af vandføringen i Gudenåen der strømmer ind i Væth Enge ved forskellige afstrømninger på baggrund af *fordelingsmodellen* med M=24.

De præsenterede tal er fremkommet på baggrund af stationære beregninger på den omtalte fordelingsmodel, der er en forsimpling af virkeligheden. Som det fremgår af Figur 1-1 er vådområdeprojektet i Væth Enge etableret på en lang strækning af Gudenåen (ca. st. 24.000-29.000), men det er kun området med permanent vandspejl (ca. st. 26.500-29.000), der er indgår i fordelingsmodellen. I den forbindelse bør det bemærkes, at ved større afstrømningshændelser må det forventes, at tærsklerne/digegennembruddene på den opstrøms strækning (ca. st. 24.000-26.500) vil træde i funktion som følge af øgede vandstande i Gudenåen. Dermed er de præsenterede resultater naturligt mere og mere usikre, jo større afstrømningshændelser der vil forekomme, om end de ikke fremstår urealistiske, og det ses, at kurven også flader ud. Til vurdering af afstrømningernes størrelse oplyses i kommende regulativ for Gudenåen, at en vintermedianmaksimum afstrømning svarer til ca. 27 l/s/km^2 for denne strækning.

Vedrørende fordelingen af flow ved vintermiddelhændelsen (13 l/s/km^2 jf. gældende regulativ), vurderes resultatet at være bedste bud på fordelingen. Resultatet er i god overensstemmelse med vandføringsmålingen den 20. april 2022, hvor der denne dag strømmede ca. 1/3 af Gudenåens vandføring ind i Væth Enge ved, hvad der svarer til en afstrømning på ca. 10 l/s/km^2. Idet vintermiddelhændelsen på 13 l/s/km^2 ikke ligger langt fra denne hændelse, vurderes det, at modellens resultat med ca. 40 % af vandføringen i Gudenåen, der strømmer ind

i Væth Enge, er et realistisk billede på en vintermiddelsituation. Dette resultat kan hermed anvendes i forbindelse med opgaven i at kontrollere overholdelse af gældende regulativ.

Modellen kan ligeledes anvendes som grundlag i en fremtidig regulativrevision – eventuelt med opdaterede Manningtal for strækningen.

NOTAT

Projekt	Revision af regulativet for Gudenå på strækningen fra Silkeborg til Randers
Projektnummer	1321700203
Kundenavn	Viborg, Randers, Silkeborg, Favrskov kommuner
Emne	Fastlæggelse af bestemmelser om vandføringsevnen på grundlag af de faktiske forhold – tekst til Teknisk redegørelse
Til	Rolf Christiansen, Viborg Kommune
Fra	Gitte Urhøj, Orbicon
Projektleder	Eva Marcus
Kvalitetssikring	Eva Marcus
Revisionsnr.	Endelig, ver. 4.1
Godkendt af	Anette Marqvardsen
Udgivet	21-03-2018

1. Indledning

Bestemmelserne i regulativ fra 2000 vedr. krav til vandføringsevne bliver ikke videreført, da det vurderes, at disse bestemmelser er fejlbehæftede, og ikke beskriver vandløbets vandføringsevne entydigt og tilstrækkeligt nok. Denne beslutning er taget i henhold til vandløbslovens § 62: ”Uanset at forholdene ved et vandløb eller anlæg tidligere er fastlagt ved aftale, eller at der tidligere er truffet afgørelse herom, kan der fastsættes nye bestemmelser vedrørende vandløbet eller anlægget, hvis de faktiske forhold har ændret sig, eller hvis den tidligere aftale eller afgørelse må anses for utilstrækkelig”.

Vandløbsmyndighederne har besluttet at fastsætte bestemmelser om vandføringsevnen for Gudenåen på grundlag af den faktiske tilstand ved seneste opmåling og vandføringsevnen ved målerunden i 2013.

2. Resumé

Der er udarbejdet et resumé af baggrunden for fastlæggelse af bestemmelser om vandføringsevnen i det nye regulativ 2018.

Orbicon A/S
Jens Juuls Vej 16
8260 Viby J

info@orbicon.dk
www.orbicon.dk
+45 87 38 61 66

CVR nr: 21 26 55 43
Handelsbanken
7643-0002350106

FRI

Nuværende krav i regulativ 2000
I regulativet er der angivet krav til vandføringsevnen som en sammenhæng mellem vandspejlskote (kravvandspejlet) og medianmaksimumvandføring ved en række kontrolstationer ned gennem vandløbet. Denne sammenhæng er, jfr. redegørelsen til regulativet, udarbejdet på baggrund af en skikkelse fra et regulativudkast fra 1943.

Samtidigt står der i regulativet, at der ikke er fastlagt en skikkelse for Gudenåen. Når blot regulativets krav til vandføringsevne er til stede, kan Gudenåen have en vilkårlig og variabel skikkelse.

Alligevel er det angivet i regulativet, at oprensning kan igangsættes, hvis en vandspejlsberegning ved middelvandføring og Manningtal 24 viser, at det beregnede vandspejl for kontrolopmålingen ligger 10 cm over det beregnede vandspejl for opmålingen fra 1997.

Det vurderes, at krav til vandføringsevne er utilstrækkeligt beskrevet i regulativet fra 2000 og redegørelsen hertil pga. følgende.

1. Et kravvandspejl ved en medianmaksimum vandføring beskriver ikke krav til vandføringsevne i andre afstrømningssituationer. Det er i praksis umuligt udelukkende at udføre kontrol ved en medianmaksimum afstrømning. Der er behov for at kunne kontrollere vandløbet i andre afstrømningssituationer.
2. Det vurderes, at der er sket en fejl ved beregning af vandstande ved medianmaksimumafstrømning ved udarbejdelse af regulativet i 2000, (de angivne kravvandspejl ved median maksimum afstrømning ligger urealistisk højt, særligt nedstrøms Tange Sø).
3. I regulativets afsnit 8.2 henvises til, at opmålingen fra 1997 kan bruges som retningslinje for oprensningsbehov, selvom det i regulativet står, at der ikke er fastlagt skikkelse for vandløbet, og opmåling 1997 ikke indgår, som direkte grundlag for regulativets krav til vandføringsevne. (I øvrigt er opmålingen fra 1997 mangelfuld og udetaljeret).
4. De angivne krav til vandføringsevne i regulativ fra 2000 er gældende for stuvningspåvirkede strækninger, hvor vandstande i vandløbet ellers er påvirket af vandstande på nedstrøms liggende strækninger.

I regulativet fra 2000 er det som nævnt angivet, at krav til vandspejl er udarbejdet på grundlag i en ”skikkelse” fra et regulativudkast fra 1943. Det har dog ikke været muligt at tage udgangspunkt i dette grundlag ved udarbejdelsen af de nye krav til vandføringsevne, fordi grundlaget ikke kan identificeres i dag.

Den såkaldte ”1943 skikkelse” fremgår nemlig ikke som en egentlig skikkelse i regulativudkastet fra 1943, og den skikkelse, med navnet ”NS Tange 1943”, der er fundet i forbindelse med nærværende regulativarbejde, viste sig ikke at kunne være grundlag for de angivne krav til vandspejl i regulativ 2000.

Vurdering af vandløbets formstabilitet
Det er på baggrund af opmåling fra 1992, 1997 og nyeste opmåling vurderet, at der på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø ikke er sket nævneværdige forandringer af vandløbets fysiske tilstand, hverken i form af aflejringer på bunden eller i form af indsnævringer af profilet.

Fra Tange Sø til motorvejsbroen ved Randers er det ikke muligt at foretage en valid vurdering af formstabilitet, da opmålingen fra 1997 er for ringe.

Krav til vandføringsevne i det nye regulativ 2018
Vandløbsmyndighederne har derfor besluttet at fastsætte nye bestemmelser for vandføringsevnen for Gudenåen fra Silkeborg til motorvejsbroen ved Randers, da det vurderes at nuværende krav ikke beskriver tilstrækkeligt entydigt vandløbets vandføringsevne.

Det har ikke været muligt at fremskaffe et retmæssigt fysisk skikkelsesgrundlag for de anførte krav til vandføringsevne angivet i regulativ 2000. Der findes heller ikke et tidligere retmæssigt grundlag, som kunne have dannet grundlag for nye krav til vandføringsevne.

Derfor er det besluttet at fastsætte nye bestemmelser for vandføringsevnen for Gudenåen fra Silkeborg til motorvejsbroen ved Randers ud fra den faktiske tilstand ved seneste opmåling og vandføringsevnen ved målerunden i 2013.

3. Bestemmelser om vandføringsevne i regulativ fra 2000

I regulativet fra 2000 er vandføringsevnen udtrykt ved en anvist sammenhæng (regulativets afsnit 3.2 Vandføringsevne) mellem vandspejlskote og medianmaksimumvandføring ved en række kontrolstationer ned gennem vandløbet (kravvandspejl regulativ 2000), se tabel 1 på næste side. Det kan ses af tabellen, at der er uoverensstemmelse i vandspejlene mellem st. 17.500 og 18.400, idet der ikke er faldende vandspejl.

Station, meter	Bemærkning	Vandspejl ved median-maksimum (m)	Medianmaksimums-vandføring m^3 /sek
	Opstrøms Tange Sø		
169	Udløb Ringvejsbroen, Skala H	19,89	28,20
1.790	Resenbro ved rensningsanlæg	19,66	28,21
3.600	Ca. 400m opstr. Linå	19,24	28,21
5.550	Ved Porskær	18,95	29,48
6.500	Ca. 800m opstr. Sminge Sø	18,86	29,48
7.800	P-Plads nedstr. Sminge Sø	18,69	33,52
8.500	Ca. 200m opstr. Svostrup Bro	18,51	33,52
8.750	Nedstrøms Svostrup Bro	18,39	33,52
11.999	Ved Asmildgårde	17,38	33,86
13.500	Ved Nebelgårde	16,43	33,86
15.500	Truust opstr. Markbæk	15,62	33,86
17.500	Dødeå opstr. Kongensbro	14,98	41,38
18.000	Ved Kongensbro	14,80	41,38
18.400	Indløb Kongensbro Bro	14,93	41,38
20.849	Borre Å	14,04	43,78

Station, meter	Bemærkning	Vandspejl ved median-maksimum (m)	Medianmaksimums-vandføring m^3 /sek
	Nedstrøms Tangeværket		
0	Turbineudløb	5,85	47,21
500	Ved Skibelund Plantage	5,71	47,21
5.000	Ved Bjerringbro	4,88	48,39
9.900	Nedstr. Kjeldbæk	4,04	49,32
10.100	Ved Busbjerg	4,03	49,32
15.300	Ved Ulstrup	3,58	50,22
21.400	Nedstrøms Langå Jernbanebro (Lilleå)	2,99	60,02
25.025	Ved Johannesberg, Langå	2,57	60,71
30.975	*)Ved Værum Enge	---	62,12
33.100	*)Nedstrøms Nørreå	---	88,07
34.900	*)Indløb motorvejsbro, Randers	---	88,14

Tabel 1. Oversigt over regulativets krav til vandføringsevnen i Gudenåen henholdsvis opstrøms Tange Sø og nedstrøms Tange Sø, (Tabel 3 fra Regulativ 2000). Kravene til vandføringsevnen er for hver kontrolstation givet som en kravkote (DNN) gældende ved medianmaksimumsvandføringen.

Af redegørelsen til gældende regulativ 2000 fremgår det, at disse krav til vandspejl er beregnet med grundlag i skikkelsen fra 1943-regulativet, som oven for Tange Sø beskrev forholdene ved en opmåling i 1922 og neden for Tange Sø beskrev forholdene ved en opmåling fra 1938/39.

Opmålingen fra 1938-39 er udført efter gennemførelse af et reguleringsprojekt i 1935-37. Det har ikke været muligt for hverken Viborg, Favrskov eller Randers Kommuner at finde materiale, der beskriver denne regulering.

Regulativet fra 2000 anviser, at hvis vandspejlet ved medianmaksimum afstrømning i praksis er overskredet, skal der foretages ekstra grødeskæring eller oprensning.

Strækningen nedstrøms motorvejsbroen ved Randers er ikke beskrevet i regulativets afsnit 3.2, tabel 3.

Det fremgår endvidere af regulativets afsnit 3.3 Dimensioner, at der ikke er fastlagt en skikkelse for Gudenåen, da denne i størst mulige omfang skal henligge som naturvandløb. Dette indebærer, at Gudenåen kan have en vilkårlig skikkelse, når blot vandføringsevnen som beskrevet i regulativets afsnit 3.2 (ovenstående tabel 1) er tilstede.

Selvom regulativets afsnit 3.3 Dimensioner udelukkende henviser til den angivne sammenhæng mellem vandstand og medianmaksimum vandføring (tabel 1), fremgår det af regulativets afsnit 8.2 Oprensning, at der endvidere kan foretages oprensning, hvis en vandspejlsberegning ved middelvandføring og Manningtal 24 viser, at det beregnede vandspejl for kontrolopmålingen ligger 10 cm over det beregnede vandspejl for opmålingen fra 1997.

Den nævnte kontrol i regulativets afsnit 8.2 udføres således på opmålingsdata, der ikke har grundlag i regulativets krav til vandføringsevne (tabel 1) og der regnes kun ved én afstrømningssituation.

4. Vurdering af formstabilitet og vandføringsevne i dag

Der er foretaget en detaljeret opmåling af Gudenåen fra Silkeborg til Tange Sø i 2011, fra Tange Sø til motorvejsbroen ved Randers i 2009 – 2010, og fra motorvejsbroen ved Randers til Randers Bro i december 2015. Alle opmålinger er udført af Orbicon, strækningen fra Tange Sø til Ulstrup i samarbejde med Viborg Kommune. Opmålingerne bruges til beskrivelse af vandløbets aktuelle forhold (faktiske tilstand).

Disse opmålinger omfatter tværsnitsprofiler for hver ca. 250 m, tværsnitsprofiler før og efter bygværker, samt opmåling af åbne tilløb, synlige drænudløb, skalaer og skalapæle mv. Dimensioner på broer er overført fra opmålingen i 1997, mens broer opført efter 1997 opmålingen er tilføjet.

Ved opmålingen af strækningen fra Silkeborg til Tange Sø i 2011 og af strækningen fra Tange Sø til Ulstrup i 2009 havde vandløbet omtrent samme længde som i regulativet fra 2000, mens stationeringen af broer, skalapæle og tilløb afveg en anelse fra regulativets stationering. Begge opmålinger er tilpasset stationeringen i regulativet fra 2000.

Ved opmålingen af strækningen fra Ulstrup til motorvejsbroen ved Randers i 2010 blev det konstateret, at regulativet fra 2000 (opmålingen fra 1997) indeholdt fejl i stationeringen nedstrøms Langå. Den senest opmålte strækning er således ca. 900 m kortere end længden på den tilsvarende strækning i regulativet fra 2000. I det nye regulativ er der derfor på denne strækning brugt stationeringen i den nye opmåling.

På strækningen nedstrøms motorvejen ved Randers er stationeringen fra opmålingen 2015 anvendt i det nye regulativ.

I forbindelse med udarbejdelse af regulativet fra 2000 blev vandløbet, som tidligere omtalt, opmålt i 1997. Gudenåen er blevet opmålt på strækningen opstrøms Tange Sø i 1922. Strækningen nedstrøms Tange Sø blev opmålt i 1938/39, men denne opmåling kan dog ikke længere findes.

Både opmåling fra 1922 og 1997 er langt mindre detaljeret end de nyeste opmålinger. I 1997-opmålingen er der eksempelvis flere hundrede meter mellem opmålte bygværker og nærmeste opmålte vandløbsprofil. Særligt på strækningen nedstrøms Tange Sø til motorvejsbroen er vandløbets tilstand meget dårligt beskrevet i opmålingen fra 1997, idet der er op til 1000 m mellem opmålte bygværker og nærmeste vandløbsprofil. Dette gør, at 1997-opmålingen, særligt på denne strækning, ikke kan anvendes til at beskrive vandløbets generelle form i 1997, og derfor heller ikke bruges til at beregne daværende vandføringsevne eller fortælle noget om formstabilitet.

På strækningen fra Silkeborg til Tange Sø er der foretaget en vurdering af, om der er sket en udvikling i vandløbsprofilet ved at sammenligne den nyeste opmåling fra 2011 med de tidligere opmålinger fra 1922 og 1997, til trods for tidligere omtalte manglede detaljeringsgrader i begge disse opmålinger.

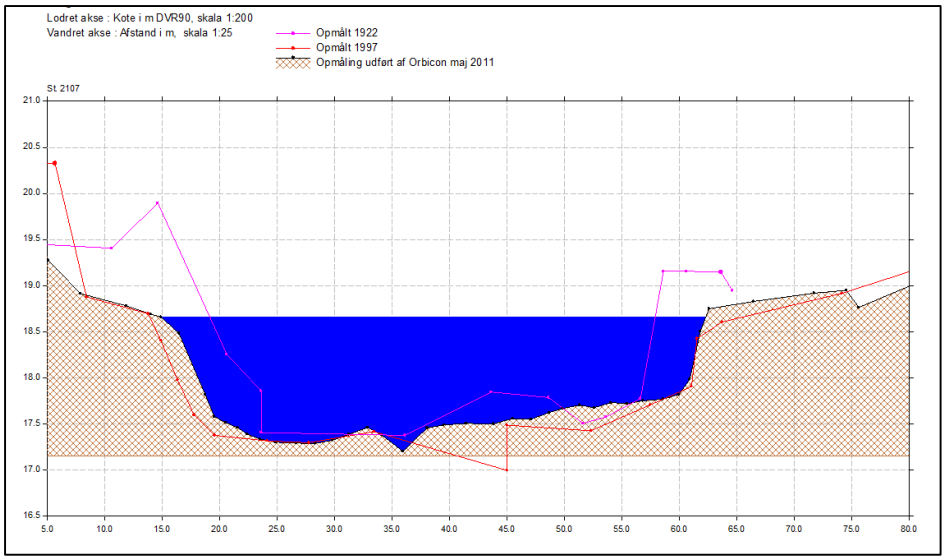
Denne sammenligning viser, at der er god overensstemmelse mellem bundforløbet i de tre opmålinger[1]. Til belysning af, om der er sket en udvikling i vandløbets vandføringsevne, er der gennemført vandspejlsberegninger på grundlag af de tre opmålinger[2]. Beregningerne er gennemført med samme Manningtal (24) som blev anvendt ved de beregninger, der ligger til grund for de kravkoter, der er fastsat i regulativet fra 2000. Resultatet af beregningerne kan ses i bilag 1.

[1] Silkeborg Kommune 2011. Notat nr. 2011-2 Resultater af opmåling af Gudenåen i 2011 på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø. Analyse af udviklingen af fysisk tilstand og vandføringsevne ved sammenligning med opmålinger fra 1922 og 1997.
[2] Silkeborg Kommune 2011. Notat nr. 2011-6. Vurdering af vandføringsevnen i Gudenåen på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø i relation til Niras' korrigerede kravkoter og forslag til tilsynsstrategi.

Beregningerne viser, at der generelt ikke er sket store forandringer af vandføringsevnen i Gudenåen på strækningen fra Silkeborg til Tange Sø. De forskelle, som beregningerne afdækker, kan for en stor dels vedkommende henføres til forskelle i detaljeringsgraden ved de tre opmålinger, hvoraf den seneste opmåling er gennemført med den største detaljeringsgrad. Den større detaljeringsgrad omfatter både antal opmålte profiler og antal opmålte punkter i de enkelte profiler. En anden kilde til forskelle er, at de tre opmålinger ikke er gennemført med samme placering af tværsnitsprofilerne, og mellem de opmålte profiler findes ingen oplysninger om bundforholdene.

Der er som sagt generelt ikke store forskelle mellem de beregnede vandspejl for de tre opmålinger. Dog antyder beregningerne, at der øverst på strækningen er en lidt større vandføringsevne for 1997 opmålingen end for opmålingerne fra hhv. 2011 og 1922. Det vurderes, at dette afspejler, at opmålingen fra 1997 har en noget mindre detaljeringsgrad og samtidig med meget stor afstand mellem tværprofiler, og ikke en reelt bedre vandføringsevne i 1997. I opmålingen fra 1997 er der således ikke målt profiler mellem ca. st. 1.370 og 2.110 m, hvorimod der i 2011 er målt smallere profiler på den mellemliggende strækning. 1922 opmålingen er ligesom 1997 opmålingen langt mindre detaljeret end 2011 opmålingen, men viser alligevel en vandføringsevne i samme niveau som 2011 opmålingen.

I figur 1 på næste side er forskelle i detaljeringsgraden i et opmålt profil fra hhv. 1922, 1997 og 2011 illustreret. Profilerne er ikke, som nævnt, opmålt ved samme lokalitet, hvorfor plottet i figuren viser profiler inden for en afstand af 50 m fra det opmålte profil i 2011.



Figur 1 Eksempel på forskelle i detaljeringsgrad mellem opmåling i 1922, 1997 og 2011 på strækningen opstrøms Tange Sø. De enkelte opmålte tværprofiler er plottet indenfor en afstand af 50 m fra det opmålte profil fra 2011.

Det er på baggrund af ovenstående vurderet, at der på strækningen mellem Silkeborg og Tange Sø ikke er sket nævneværdige forandringer af vandløbets fysiske tilstand, hverken i form af aflejringer på bunden eller i form af indsnævringer af profilet.

Fra Tange Sø til motorvejsbroen ved Randers er det som tidligere omtalt ikke muligt at foretage en valid vurdering af, om der er sket en udvikling af vandløbsprofilet siden 1997, da opmålingen fra 1997 er for ringe til at beskrive daværende forhold.

5. Grundlag for fastlæggelse af nye krav til vandføringsevne

Kontrol af vandføringsevne efter regulativ 2000

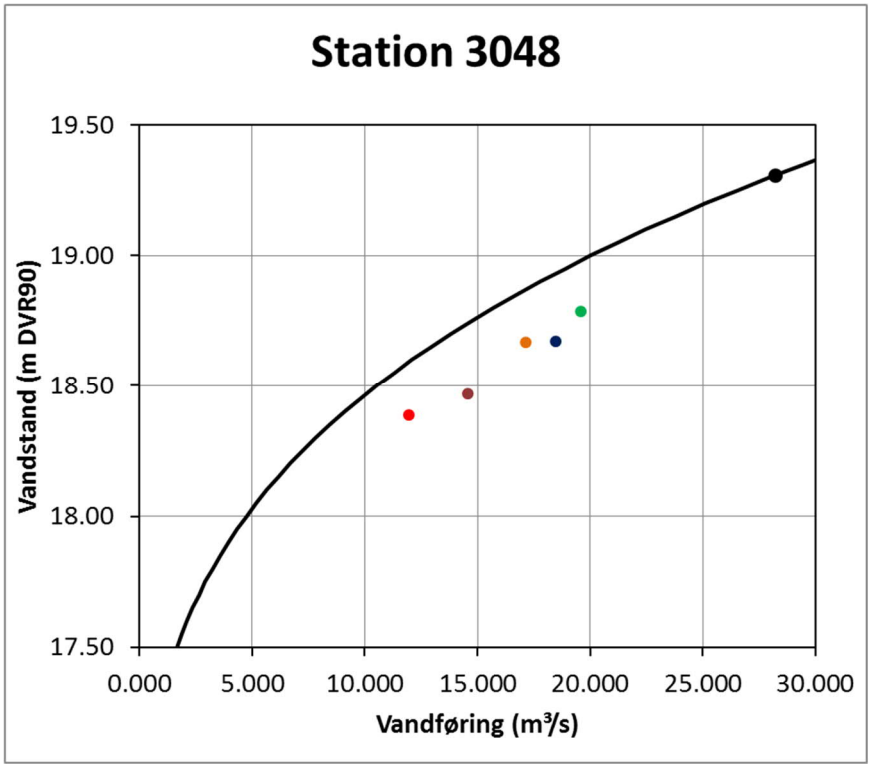
Vandløbsmyndighederne har i perioden 2013 – 2017 gennemført en årlig kontrol af vandføringsevnen i Gudenåen både op- og nedstrøms Tange Sø ved måling af sammenhørende værdier af vandføring og vandspejlskote (kontrolpunkter) på forskellige lokaliteter ned gennem vandløbet[3].

Til vurdering af om den faktiske vandføringsevne i Gudenåen var opfyldt i forhold til kravene i regulativet fra 2000 er kontrolpunkterne vist sammen med kravpunktet (omregnet til DVR90) i regulativet fra 2000 i bilag 2 (Silkeborg til Alling Å) og bilag 3 (Tange Sø til Lilleå). Et eksempel er vist i figur 2.

[3] Viborg Kommune. Notat nr. 2017-1 Kontrol af vandføringsevnen i Gudenåen på strækningen fra Tange Sø til Randers 2017.

Kravpunktet (sorte punkt) viser den vandføringsevne, der ifølge regulativet fra 2000 skal være til stede i det grødefrie vandløb på de enkelte stationer ved den bestemte medianmaksimumvandføring. Det bemærkes, at regulativet ikke opererer med Q/H-kurver som grundlag for beskrivelse af krav til vandføringsevnen, men udelukkende beskriver en vandstand ved én vandføring (medianmaksimumvandføring). I praksis er en medianmaksimumvandføring kun forekommende på et enkelt tidspunkt (én dag) hvert andet år i gennemsnit.

For at kunne udføre kontrol ved andre afstrømningssituationer, er der konstrueret Q/H-kurver (sort kurve på figur 2 og i bilag 2 og bilag 3), på grundlag af regulativets kravkoter ved medianmaksimumsvandføringen. Kurverne er derfor dannet for at supplere med krav, der ikke fremgår af regulativet. Hvis kontrolpunkterne ligger under, eller på den sorte kurve, har det været anset, at regulativets krav til vandføringsevnen var opfyldt. Kurverne har været nødvendige for overhovedet at kunne gennemføre en kontrol af vandføringsevnen jfr. de opstillede krav i tabel 3.2 i regulativ fra 2000.



● = 2013, ● = 2014, ● = 2015, ● = 2016, ● = 2017, ● = kravkote

Figur 2.Eksempel på plot med kontrolpunkter af sammenhørende målte vandstande og vandføringer i perioden 2013-2017 vist sammen med kravpunktet i regulativ fra 2000 (sort punkt). Den sorte kurve viser den vandføringsevne, der skulle være tilstede i regulativet fra 2000 (se beskrivelse i teksten). Se bilag 2 og 3.

Den årlige kontrol af vandføringsevnen på strækningen neden for Tangeværket viser, at der ikke er en sammenhæng mellem den konstruerede QH-relation, der beskriver 2000 regulativets kravkoter, og den faktiske vandføringsevne, idet kontrolpunkterne ligger et godt stykke under den konstruerende regulativmæssige QH-relation, se figurerne i bilag 2 og bilag 3.

På strækningen fra Silkeborg til Tange Sø er der større overensstemmelse mellem kontrolpunkterne og den konstruerede regulativmæssige QH-relation.

2000 regulativets utilstrækkelighed

Behovet for at konstruere Q/H kurver for at kunne kontrollere regulativets krav til vandføringsevne viser, at regulativet fra 2000 er utilstrækkelig.

Det er også utilstrækkeligt, at der, som tidligere omtalt, i regulativets afsnit 8.2 henvises til, at opmålingen fra 1997 kan bruges som retningslinje for op-

rensningsbehov. Dels fordi det i regulativet står, at der ikke er fastlagt skikkelse for vandløbet, og dels fordi opmåling 1997 ikke indgår, jfr. Redegørelsen til regulativ fra 2000, som direkte grundlag for de fast lagte ”dimensioner” i regulativets tabel 3.2.

Det direkte grundlag for kravkoterne (regulativets tabel 3.2) er som tidligere nævnt en skikkelse fra 1943 regulativet (jf. redegørelsen til regulativ 2000), som aldrig er blevet vedtaget. Denne 1943-skikkelse skulle på strækningen opstrøms Tange Sø beskrive forholdene fra 1922-opmålingen og nedstrøms Tange Sø forholdene ved en opmåling fra 1938/39 efter en regulering af vandløbet. Skikkelsen fra 1943 regulativet er dog ikke en entydig skikkelse i henhold til vandløbsloven, idet den ikke beskriver bundkote, bundbredder og anlæg for vandløbet.

I forslag til regulativ fra 1943 fremgår den såkaldte ”1943-skikkelse” ikke direkte af regulativet. Her er beskrevet et krav til vandløbets ”vandføringsevne” udtrykt gennem fastlagte ovenbredder (vandløbets bredde i vandspejlet) ved anviste retningsgivende vandstande ved forskellige lokaliteter. Disse ovenbredder er beregnet ud fra en bestemt vandstand i åen.

For strækningen nedstrøms Tange Sø er der i bilag 4 vist et længdeprofil med opmåling fra 2009-2010, hvor kravvandspejl ved medianmaksimum afstrømning jfr. regulativ 2000 er vist sammen med de angivne retningsgivende vandstande (ovenbredde) fra forslag til regulativ 1943.

Det ses tydeligt, at vandspejlsforløbet for medianmaksimum afstrømning i 2000-regulativet ikke kan være gyldig, idet vandspejlet ligger urealistisk langt over terræn ved nyeste opmåling. Vandstande angivet i 1943-regulativet synes mere realistiske.

Dette underbygger vurderingen af, at der er sket en fejl ved beregning af vandstande ved medianmaksimumafstrømningen ved udarbejdelse af regulativet i 2000.

Der er i forbindelse med udarbejdelse af det nye regulativ fundet en datafil fra beregningsprogrammet Proka, som hedder ”NS Tange 1943”. Navnet kunne måske referere til den skikkelse der er opmålt i 1938-39 efter gennemførelse af den reguleringssag fra 1930’erne, det ikke er lykkedes at finde data fra. Denne skikkelse beskriver en endnu ringere vandføringsevne ved medianmaksimum afstrømning, end hvad regulativ fra 2000 angiver, idet vandstanden ligger endnu længere over terræn.

På den baggrund må det konkluderes, at den umuligt kan være det direkte grundlag for de angivende krav til vandføringsevne i regulativ 2000 (regulativets tabel 3.2), som ellers i redegørelsen beskrives at have grundlag i skikkelsen fra 1943.

Der er også fundet en datafil fra Proka med en skikkelse kaldet ”1998”, og denne skikkelse synes at kunne passe som grundlag for de angivne krav til vandføringsevne i 2000 regulativet (regulativets tabel 3.2). Men der findes ikke vidnesbyrd for oprindelsen af denne skikkelses-fil, og da den på ingen måde er omtalt i regulativet fra 2000 eller i redegørelsen til regulativet, vurderes det, at denne skikkelse ikke retmæssigt kan anvendes som grundlag for nye krav til vandføringsevne.

Grundlaget for gældende krav til vandføringsevne er således utilstrækkeligt beskrevet i regulativet fra 2000 og redegørelsen hertil, og det har ikke været muligt at verificere et retmæssigt fysisk skikkelsesgrundlag for de anførte krav til vandføringsevne angivet i regulativ 2000. Endvidere vurderes det, at de angivne krav til vandføringsevne ved medianmaksimum afstrømning, særligt på strækningen nedstrøms Tange Sø, er decideret fejlagtigt beregnet.

Det er også en generel utilstrækkelighed ved regulativet fra 2000, at der på stuvningspåvirkede strækninger er fastlagt kravkoter ved medianmaksimum vandføring. På de nedre strækninger af Gudenåen, dels fra Alling Å til Borreå og dels fra Lilleå til Randers Bro, er vandløbets vandstand påvirket af vandstanden på nedstrøms liggende strækninger. Opstrøms Tange Sø er vandstanden i Gudenåen fra Alling Å til Borre Å (st. 16.923 – 20.849) påvirket af vandstanden i Tange Sø, som reguleres af opstemningshøjden og driften ved Tangeværket. På tilsvarende vis er vandstanden i Gudenåen fra Lilleå til Randers Bro (st. 21.328 - 37.112) påvirket af tidevandsvariationerne i Randers Fjord. I det nye regulativ er der her fastlagt krav til vandføringsevnen beskrevet ved en teoretisk skikkelse. (QH-kurver er ikke anvendelige på stuvningspåvirkede strækninger, bl.a. fordi stuvningspåvirkningen ofte er uensartet, og relationen mellem H og Q derfor ikke beskrives korrekt med en simpel QH-kurve.)

Alle ovenstående forhold udgør baggrunden for, at vandløbsmyndighederne har valgt at tage vandløbslovens §62 i anvendelse i nærværende regulativ.

6. Bestemmelser for vandføringsevne i nyt regulativ

I det nye regulativ for Gudenåen er vandføringsevnen beskrevet dels ved QH kurver og dels ved en teoretisk skikkelse.

Der er givet en oversigt over den valgte regulativtype for de enkelte strækninger af Gudenåen i tabel 4.

Strækning	**Strækning**	**Bestemmelser i nye Regulativ**
Opstrøms Tange Sø		
Silkeborg Langsø til Alling Å	st. 152 - 16.923	Q/H kurver (16 kravkurvestationer)
Alling Å til Borre Å	st.16.923 – 20.849	Teoretisk skikkelse
Nedstrøms Tange Sø		
Tangeværket til Lilleå	st. 0 – 21.328	Q/H kurver (14 kravkurvestationer)
Lilleå til Randers Bro	st. 21.328 – 37.112	Teoretisk skikkelse

Tabel 4. Oversigt over regulativtyper i regulativudkast 2017.

På strækninger, hvor vandføringsevnen er beskrevet med QH kurver, er kravkurvestationernes lokalitet fastlagt således, at de tilsammen beskriver vandløbets vandføringsevne ved den faktiske tilstand (seneste opmåling inkl. overvintrende grøde). På disse kravkurvestationer er vandløbets vandføringsevne beregnet, og der er opstillet Q/H kurver (krav- og vedligeholdelseskurve).

Vedligeholdelseskurven beskriver den vandføringsevne, der er i vandløbet på grundlag af den seneste opmåling samt de observerede vandstande og vandføringer fra målerunderne i april 2013. Vedligeholdelseskurven er fastlagt ved at udføre vandspejlsberegninger for en række vandføringer, hvorefter grundkurven er justeret, således at den går gennem punktet for de observerede data fra målerunden i 2013. Kravkurven er fastlagt med en 20 cm margin over vedligeholdelseskurven.

På strækninger, hvor vandføringsevnen er beskrevet ved en teoretisk skikkelse, er skikkelsen tilpasset de faktiske forhold i vandløbet beskrevet på grundlag af de seneste opmålinger, således at bundlinjen og bundbredderne er bestemt af de opmålte forhold. Vandløbets nuværende vandføringsevne er derfor bibeholdt.

7. Konklusion

Bestemmelserne vedr. krav til vandføringsevne i regulativ fra 2000 bliver ikke videreført, da det vurderes, at disse bestemmelser er fejlbehæftede og ikke beskriver vandløbets vandføringsevne detaljeret nok. Desuden vurderes det, at bestemmelserne i regulativ fra 2000 vedr. krav til vandføringsevne er utilstrækkelige og ikke i overensstemmelse med vandløbslovens bestemmelser herom. Tidligere anførte krav fra regulativ 2000 tilsidesættes derfor i henhold til vandløbslovens § 62.

Sammenligningen af de tre opmålinger af vandløbet fra henh. 1922, 1997 og 2011 på strækningen opstrøms Tange Sø har tilsammen indikeret, at Gudenåen her er et meget formstabilt vandløb, og at det grødefrie vandløbs vandføringsevne derfor i al væsentlighed er uforandret gennem en lang periode.

På strækningen nedstrøms Tange Sø er det ikke muligt at vurdere formstabilitet, idet opmålingen fra 1997 er udetaljeret og mangelfuld, og detaljerne i 1938-reguleringen er ukendte.

Vandløbsmyndighederne har med baggrund i 2000-regulativets utilstrækkelighed, besluttet at fastsætte nye bestemmelser om vandføringsevnen for Gudenåen, fra Silkeborg til motorvejsbroen ved Randers, på grundlag af den faktiske tilstand ved seneste opmåling og vandføringsevnen ved målerunden i 2013.

Strækningen mellem motorvejsbroen og Randers Bro er ikke beskrevet i 2000-regulativets afsnit om dimensioner, og der er ikke målt vandløbsprofiler i 1997. Her er der derfor besluttet, at den teoretiske skikkelse her ligeledes udarbejdes med baggrund i seneste opmåling fra 2015.

Bilagsfortegnelse

Bilag 1	Længdeprofil. Opstrøms Tange Sø: beregnede vandspejl ved årsmiddelvandføring og Manningtal 24 i opmåling 1997 og seneste opmåling.
Bilag 2	Kontrol af vandføringsevnen i Gudenåen i forhold til krav i regulativ fra 2000 – opstrøms Tange Sø
Bilag 3	Kontrol af vandføringsevnen i Gudenåen i forhold til krav i regulativ fra 2000 – nedstrøms Tange Sø
Bilag 4	Længdeprofilplot, nedstrøms Tange Sø: Opmåling 2009-10, Kravkoter regulativ 2000, Angivne vandspejlskoter regulativ 1943.

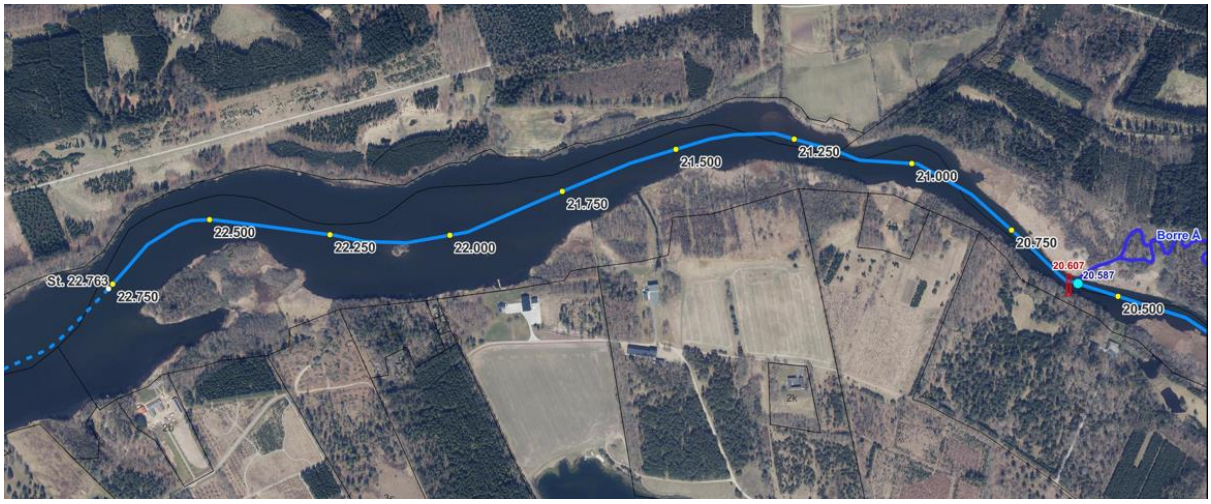
NOTAT

FASTLÆGGELSE AF VANDFØRINGS-EVNE FRA BORRE Å TIL ORMNÆS I GUDENÅEN

OKTOBER 2023

Projektnavn	Gudenåen – regulativrevision
Kunde	Silkeborg, Viborg, Favrskov og Randers Kommune
Projektleder	Jesper Madsen
Projektnummer	1322100234
Til	Charlotte Højbjerre, Florian Rasmussen, Christian Christensen og Anne Margrethe Wegeberg
Udarbejdet af	Jesper Madsen
Kvalitetssikret af	Anders Østergaard Larsen
Godkendt af	Christian Petersen
Version	1.0
Versionsdato	25-10-2023
Første udgivelsesdato	25-10-2023

Strækningen af Gudenåen fra Borre Å og til Ormnæs er omfattet af ”Regulativ for Gudenåen Silkeborg - Randers, 2000”. Iht. regulativet indgår strækningen i den del af regulativet der omfatter Tange Sø – strækningen er den opstrømsliggende del af Tange Sø. Iht. regulativet er der fastlagt et krav til gennemførelse af en strømrendeskæring på 20 meters bredde gennem søen. Der er således ikke fastlagt krav til hverken skikkelse eller vandføringsevne for Tange Sø.



Figur 1 Gudenå - Strækningen fra Borre Å til Ormnæs, st. 20.587 – 22.763.

Siden regulativets vedtagelse i 2000 har strækningen fra start af Tange sø (ved Borre Å) og frem til Ormnæs, en strækning på 2.185 m, se figur 1, ændret karakter. Fra tidligere at være en naturlig del af Tange Sø har den nu ændret sig til delta-lignende forhold med en til flere strømrender med varierende bundniveauer. Fra tidligere at have været en stillestående sø uden behov for grødeskæring, har strækningen nu et tydeligt strømmende forløb. Gennem de seneste år har en forøget grødevækst givet behov for grødeskæring, der har været medvirkende til fremme af denne ændring. Strækningen har således ikke mere karakter af sø, men et vandløb og betragtes således ikke mere som en del af Tange Sø, men som en del af den opstrømsliggende vandløbsstrækning.

Vandspejlsniveauet i Tange Sø og derved også på strækningen mellem Borre Å og Ormnæs er primært styret af opstemningsniveauet ved Tangeværket. Vandspejlsniveauet på strækningen er fortsat primært styret af Tangeværket, men er nu i højere grad end tidligere også påvirket af strækningens ændret dimensioner samt den tiltagende grødevækst.

2000-regulativet har ikke fastlagt bestemmelser om vandføringsevne for strækningen, hvilket der skal iht. § 12 i vandløbsloven: *”For offentligt vandløb udarbejder vandløbsmyndigheden et regulativ, som foruden en tydelig betegnelse af vandløbet skal indeholde bestemmelser om vandløbets skikkelse eller vandføringsevne”*.

Dette sammen med den markante ændring af strækningens karakter fra sø til vandløb betyder, at gældende regulativs bestemmelser er utilstrækkelige, hvorfor vandløbsmyndigheden skal have fastlagt bestemmelser for vandløbets vandføringsevne. Denne vandføringsevne skal fastlægges ud fra de faktiske forhold, jf. vandløbslovens § 62: ”*Uanset at forholdene ved et vandløb eller anlæg tidligere er fastlagt ved aftale, eller at der tidligere er truffet afgørelse herom, kan der fastsættes nye bestemmelser vedrørende vandløbet eller anlægget, hvis de faktiske forhold har ændret sig, eller hvis den tidligere aftale eller afgørelse må anses for utilstrækkelig”.*

Strækningen er opmålt i vinteren 2020 og denne opmåling vil udgøre datagrundlaget for fastlæggelsen af regulativets vandføringsevne ud fra de faktiske forhold.