

Rapport nr. 209

Hydromorfologiske endringer i Vikja som følge av regulering

Gidske Andersen og Sven-Erik Gabrielsen



uni Miljø

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)

<p>LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE LFI Uni Miljø Thormøhlensgt. 49B 5006 Bergen</p> <p style="text-align: right;">TELEFON: 55 58 22 28</p>	
ISSN NR: ISSN-1892-889	LFI-RAPPORT NR: 209
TITTEL: Hydromorfologiske endringer i Vikja som følge av regulering	DATO: 14.12.2012
<p>FORFATTERE: Gidske Andersen og Sven-Erik Gabrielsen</p> <p>LFI Uni Miljø</p>	GEOGRAFISK OMRÅDE: Sogn og Fjordane
OPPDRAGSGIVER: Statkraft	ANTALL SIDER: 18 + Vedlegg
EMNEORD: Metodeutvikling, historisk kartlegging, fiskeproduksjon	SUBJECT ITEMS: Development and evaluation of methodology, historical mapping, fish production
<p>FORSIDEFOTO: Veronika Seim Bech (Bilde av ingeniør Blix sitt kart oppmålt i perioden 1891-93)</p>	

Forord

Den historiske dokumentasjonen på hvordan hydromorfologien i et vassdrag har endret seg som følge av en regulering, er mangelfull i Norge. Stort sett har forskning hatt fokus på vannføring, flomdemping, vannhastighet, vanntemperatur, isforhold, erosjon og sedimenttransport, vanddekt areal, vannføring og effekter på biologi. I forbindelse med pågående fiskebiologiske undersøkelser i Vikja, har det ved gjentatte anledninger kommet frem et ønske om å finne ut av hvordan vassdraget var før reguleringen startet. I forbindelse med pågående fiskebiologiske undersøkelser i Vikja, ble det derfor startet opp et delprosjekt for å finne ut av dette.

Vi takker Statkraft for oppdraget.

Bergen, desember 2012



Gidske L. Andersen



Sven-Erik Gabrielsen

Innhold

1.0	Innledning	7
1.1	Bakgrunn og hensikt.....	7
2.0	Metode	7
2.1	Kart over Vik i Sogn	7
2.2	Vertikalfoto fra 1963	8
2.3	Beregning av vanddekt areal	10
3.0	Resultater	10
3.1	Elvestrekning 1	11
3.2	Elvestrekning 2.....	13
3.3	Elvestrekning 3 og 4.....	14
3.4	Endringer i elveareal 1891-93 til i dag	15
4.0	Diskusjon.....	17
5.0	Litteratur.....	18
6.0	Vedlegg	19

Sammendrag

I forbindelse med pågående fiskebiologiske undersøkelser i Vikja, ble LFI Uni Miljø bedt om å gjøre en undersøkelse av hvordan elva hadde fått endret hydromorfologien som følge av reguleringen og hvorvidt en slik undersøkelse kunne dokumentere endringer i forholdene for fiskeproduksjonen før og etter reguleringen. Reguleringen av Vikja startet i 1954 og siste del av reguleringen var ferdigstilt i 1967. Videre var hovedhensikten å utvikle et nyttig metodeverktøy med overføringsverdi for tilsvarende vurderinger av ulike typer historiske inngrep i andre vassdrag.

For å analysere eventuelle hydromorfologiske endringer i et vassdrag, må man benytte seg av historiske elvekart. Grunnlaget for et historisk elvekart av Vikja er to ulike datasett; Blix sitt kart over Vik fra 1891-93 og vertikalfoto fra 1963. Før et historisk bilde av vassdraget kan tegnes, må datasettene kartfestes. Kartfesting av datasettene er basert på forskjellige referansedatasett. Når kartfesta datasett foreligger kan elvens utstrekning digitaliseres, beregnes og sammenlignes over tid. Alle romlige analyser i denne rapporten ble utført i ESRI® ArcGIS Desktop 10 og alle kart er laget i samme programvare.

Før reguleringen kunne laks og sjøaure vandre helt opp til Botolvfossen som ligger ca. 5,4 km oppstrøms utløpet av Vikja. Etter reguleringen og etableringen av Hove kraftverk, ble nedre del av elvebunnen ved Vangsøyane senket betydelig slik at laks og aure ikke kunne vandre videre opp forbi Vangsøyane. Den lakseførende strekningen ble dermed redusert med 3,4 km til dagens strekning på ca. 1,9 km. I tillegg ble den nedre delen av elven rettet ut og kanalisert. Historisk var deler av det gamle elveløpet preget av å være et elvedelta med meandere og sideløp, noe som fremdeles er synlig i landskapet.

Våre beregninger viser at reguleringen av Vikja har ført til at elvearealet for fisk ble redusert med ca. 72 % i forhold til en naturtilstand. Etableringen av Hove kraftverk og den betydelige senkningen av elvebunnen ved Vangsøyane, er hovedårsaken til dette. I tillegg til redusert elveareal, har kanaliseringen av nedre deler av elven ikke bare ført til en innsnevring av elveløpet, men også en utretting og tap av sekundære elveløp og tilhørende øyer i elven. Slike morfologiske karakterer i et vassdrag vet vi er viktige i forhold til variasjon i habitattilbudet for fisk. Det synes ganske klart at reguleringen har hatt en negativ effekt på laks- og sjøaurebestanden i vassdraget. Statkraft har utført en rekke tiltak for å kompensere for reguleringen av Vikja, og det pågår fremdeles kultivering av fisk i tråd med utsettingspålegget.

Så langt vi vet har det ikke tidligere blitt utført tilsvarende arbeid som beskrevet i denne rapporten for andre regulerte vassdrag i Norge. I de aller fleste regulerte vassdrag i Norge, har regulanten fått en konsesjon fra Norges Vassdrag og Energidirektorat (NVE) som bl.a. kan inneholde vilkår og krav til minstevannføring og/eller fiskekultivering i form av fiskeutsettinger. Mange av konsesjonene er gamle, og i retrospekt kan man si at vilkårene og påleggene bærer preg av å være basert på skjønnsmessige vurderinger. Det er langt høyere kunnskapsnivå angående effekter av regulering i dag, enn da mange av konsesjonene ble gitt, og det er derfor mulig å basere nye vilkårsrevisjoner på en mer kunnskapsbasert vurdering. En av disse vurderingene kan være endringer i hydromorfologien og endringer i produksjonsareal. Vi anbefaler at dette kommer inn som et element i vurderingsgrunnlaget for nye fremtidige vilkårsrevisjoner.

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

I forbindelse med pågående fiskebiologiske undersøkelser i Vikja, ble LFI Uni Miljø bedt om å gjøre en undersøkelse av hvordan elven hadde fått endret hydromorfologien som følge av reguleringen. Reguleringen av Vikja startet i 1954 og siste del av reguleringen var ferdigstilt i 1967. Det bakenforliggende ønsket var hvorvidt en slik undersøkelse kunne dokumentere endringer i forholdene for fiskeproduksjonen før og etter reguleringen. Videre var hovedhensikten å utvikle et nyttig metodeverktøy med overføringsverdi til vurderinger av ulike typer historiske inngrep i andre vassdrag. Historisk dokumentasjon er i så måte viktig, og kan fortelle i hvilken grad foreslåtte tiltak kompensere for tapt fiskeproduksjon. I denne rapporten gis en beskrivelse av metode for å kunne analysere endringer i hydromorfologien i Vikja som følge av reguleringen, samt betraktninger av dens effekter på fiskeproduksjonen.

2.0 Metode

For å analysere eventuelle hydromorfologiske endringer i et vassdrag, må man benytte seg av historiske elvekart. Grunnlaget for et historisk elvekart av Vikja er to ulike datasett; Blix sitt kart over Vik fra 1891-93 (heretter omtalt som 1893) og vertikalfoto fra 1963. Før et historisk bilde av Vikja kan tegnes, må datasettene fra 1893 og 1963 kartfestes. Kartfesting, eller *georeferering*, av datasettene er basert på forskjellige referansedatasett som økonomiske kart (1:5000, kartblad AS072-5-1, AS072-5-4, AS071-5-1 og AS071-5-2), flyfoto fra Vik 2002 (www.norgebilder.no) og kartverkets 10 m terrengmodell. Alle datasett ble korrigert til Datum: WGS84 og Projeksjon: UTM 32N. Når kartfesta datasett foreligger kan elvens utstrekning digitaliseres, beregnes og sammenlignes over tid. De digitaliserte elvepolygonene (dagens og rekonstruert) ble forenklet (algoritmen "simplify polygon") med en toleranse på 2 m for å fjerne mindre buktninger på elvens form. Den ene av elvens ytterkanter ble deretter brukt for å beregne elvens distanse. For elvestrekning 4 ble dagens elvepolygon brukt; dette er hentet fra statens kartverk sin Felles Kart dataBase (FKB). Alle romlig analyser er utført i ESRI® ArcGIS Desktop 10. Alle kartene i denne rapporten er laget i samme programvare.

2.1 Kart over Vik i Sogn

Det eldste datasettet som er benyttet i denne undersøkelsen, er Peter Andreas Blix sitt «Kart over Vik i Sogn» fra 1891-93 med spesielt fokus på gravhauger (**Figur 1**). Kartet er i målestokk 1:4000 og gir et bilde av Viks topografi, bebyggelse, gravhauger og veisystem i nevnte år. Vikja er tegnet inn på kartet fra utløpet av elven til litt over Teigane (**Figur 1**). Kartet er en scannet kopi fra Kartverket (nr. LGO 3999-207, 8-99) som består av flere kartblad som er limt sammen. Skjøtene er ikke helt nøyaktige og dette får konsekvenser for nøyaktigheten av georefereringen. «Blixkartet» ble georeferert i ArcGIS med en førsteordens polynomisk funksjon basert på 18 kontrollpunkt fordelt så godt som mulig over hele kartet. I den grad veikryss, broer, bebyggelse etc. fremdeles kunne gjenkjennes i referansedatasettene, ble disse brukt som referansepunkt. Det romlige avviket i det geokorrigerte bildet er uttrykt som RMS (Root Mean Square) feil. RMS kan måles i pixler (bildepunkt) eller meter, og sier hvor stor forskjell det er mellom et gitt punkts virkelige plassering og faktisk plassering etter geokorreksjon. En feil på mindre enn 1 pixel er akseptabel. Total RMS feil for georefereringen er 7,69. Dette er en mye høyere RMS en man vanligvis aksepterer, og skyldes faktorer som nevnt over og som vanskelig kan korrigeres. Dette betyr at romlig uoverensstemmelse vil vise seg når elveløpet sammenlignes over tid og endringer må derfor tolkes med varsomhet. Når det gjelder beregning av elveareal vil ikke dette i så stor grad være påvirket av denne feilen, men av den opprinnelig og ukjente (u)nøyaktigheten som kartet generelt og elven spesielt ble målt opp med.

2.2 Vertikalfoto fra 1963

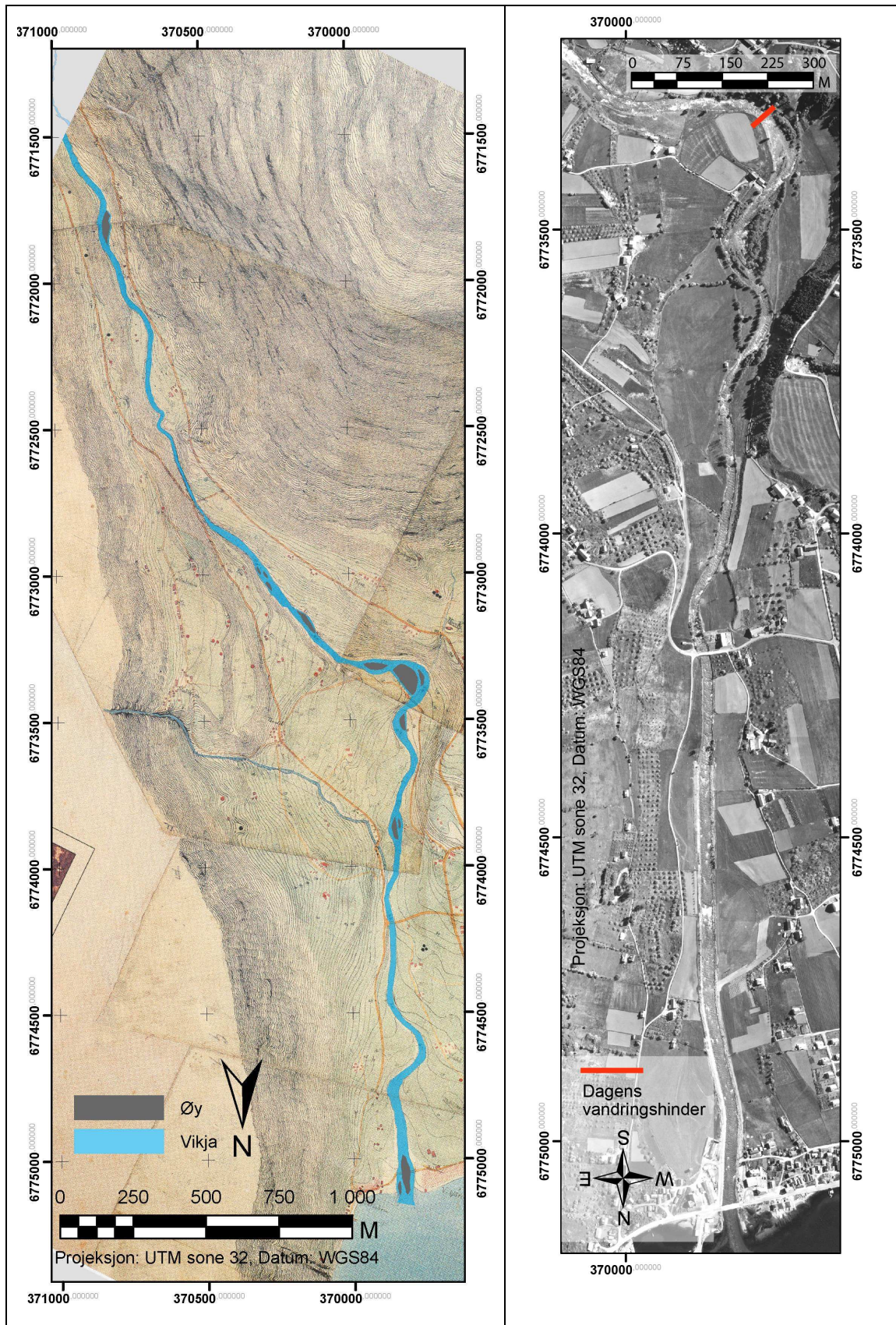
Det andre datasettet er vertikalfoto fotografert 29. mai 1963 (Oppgave 179) i skala 1:6000 (**Figur 1**). Overflygingen ble fotografert med et Wild kamera, men siden tilhørende kalibreringsrapport ikke finnes i kartverkets arkiver, ble rapporten fra 1967 brukt som substitutt (se **vedlegg 1**). Det er imidlertid ikke grunn til å tro at benyttet kamera hadde endret seg mye på disse få årene (1963 vs. 1967). Lokal kunnskap om Vikja tilsier at de største endringene har skjedd i nedre del av opprinnelig lakseførende strekning. Bildene som ble anskaffet fra 1963 (stripe 2, bilde 205-210) dekker derfor kun den nedre elvestrekningen. Vertikalfotoene er korrigert basert på kameraparametrene, som beskriver den indre orienteringen til kamera (vedlegg1), referansepunkter i terrenget med tilhørende høyder og i tillegg en rekke punkter som er felles for bildene og dermed binder bildene sammen, såkalte «tiepoints». Basert på denne informasjonen kan de eksterne orienterings-parameterne beregnes (kameraets posisjon i forhold til terrenget i x-, y- og z-retning) og hvert enkelt bildepunkt kan korrigeres og få sin kartkoordinat (Erdas, 2010). **Tabell 1** oppsummerer antall punkter brukt og nøyaktigheten av korreksjonen. All fotogrammetrisk bildebehandling er gjort i ERDAS IMAGINE 2011 sin fotogrammetrimodul LPS.

Tabell 1. Oversikt over bilder, antall kontrollpunkter (#GCP), feil for bilder (Bilde RMS; i pixler) og i forhold til terreng (Bakke RMS; i meter), og total image unit-weight RMSE som er et mål på total kvalitet der verdier mindre enn 1 indikerer akseptabel romlig nøyaktighet.

Bilde RMS	#GCP	X	Y	
Bilde 1	14	0,161	0,402	
Bilde 2	14	0,342	0,412	
Bilde 3	13	0,435	0,556	
Bilde 4	21	0,313	0,478	
Bilde 5	19	0,451	0,556	
Bilde 6	20	0,209	0,589	
<i>total</i>	<i>101</i>	<i>0,334</i>	<i>0,510</i>	
Bakke RMS	#GCP	X	Y	Z
<i>total</i>	<i>51(39*)</i>	<i>1,681</i>	<i>1,325</i>	<i>1,42*</i>
<i>Total Image Unit-Weight RMSE:</i>			<i>0,879</i>	



De siste store endringene i hydromorfologien i Vikja ble utført vinter/vår 2009



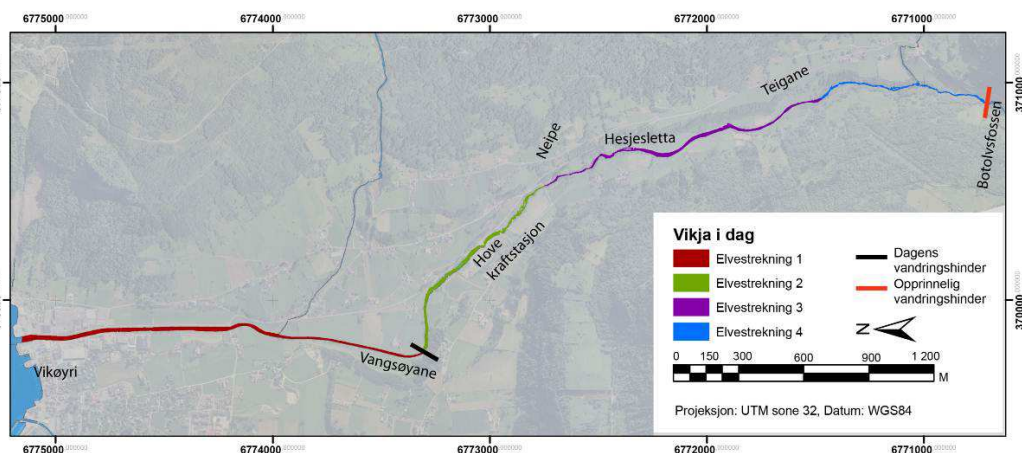
Figur 1. Venstre: Utsnitt av Blix sitt «Kart over Vik i Sogn» etter georeferering. Vikja sees i blått, veier er oransje og bebyggelse er gjengitt i rødt. Høyre: Mosaikk av korrigerte vertikalfoto fra 1963 som viser nedre elvestrekning av Vikja. Legg merke til at nord ikke er opp på kartet.

2.3 Beregning av elveareal

Elveareal for de ulike elvestrekningene er beregnet i ArcGIS basert på digitaliserte polygoner av elvestrekningene i de ulike periodene. Dagens situasjon er hentet fra FKB-datasett. Arealene av alle øyer er trukket fra når elveareal beregnes. Utrechnet areal og endring i disse må sees på som en indikasjon på størrelsesorden av endringen og ikke som absolutte verdier. Som nevnt er det usikkerheter i Blix sitt kart, både i generell oppmåling og spesielt i hvor nøyaktig elven er målt opp. Hvis elven for eksempel er tegnet litt for bred vil dette ha store utslag på totalt areal. En 0,5 m feiltegning av hver elvebredd gir for eksempel en endring i areal på ca. 16 % med utgangspunkt i avtegnet 1893 areal. Basert på en gjennomgang av alle tre datasettene; «Blix», 1963 og dagens kartverk, har vi laget en kvalifisert rekonstruksjon av elveløpet før endringer og inngrep. Det vil hovedsakelig si at der elven synes lite endret mellom 1893-tilstand og 1963, brukes den høyere romlige nøyaktigheten av 1963 datasettet til å beskrive elvens «opprinnelige» utstrekning før inngrep. Der elvens form er betydelig forskjellig i 1893, kan likevel spor i landskapet og vegetasjonen i 1963 gi en god indikasjon på hvor elven gikk tidligere samtidig som feil i korreksjonen av 1893 kartet ikke bringes videre i rekonstruksjonen. I øvre deler av elven der elven fremdeles virker lite påvirket, er dagens elveareal brukt i rekonstruksjonen.

3.0 Resultater

Før reguleringen kunne laks og sjøaure vandre helt opp til Botolvfossen som ligger ca. 5,4 km oppstrøms utløpet av Vikja (**Figur 2**). Etter reguleringen og etableringen av Hove kraftverk, ble nedre del av elven ved Vangsøyane senket slik at laks og aure ikke kunne vandre videre opp forbi Vangsøyane. Den lakseførende strekningen ble dermed redusert med 3,4 km til dagens strekning på ca. 1,9 km. I tillegg ble den nedre delen rettet ut og kanalisert. Historisk var deler av det gamle elveløpet preget av å være et elvedelta med meandere og sideløp, noe som fremdeles er synlig i landskapet. Basert på opprinnelig og regulert lakseførende strekning og tilgjengelige data, er Vikja i denne presentasjonen delt opp i 4 ulike elvestrekninger (**Tabell 2** og **Figur 2**)



Figur 2. Undersøkte elvestrekninger i Vikja med flyfoto fra 2002 i bakgrunnen. Legg merke til at nord ikke er opp på kartet.

Tabell 2. Elvestrekninger (nummerert) og tilgjengelige datasett

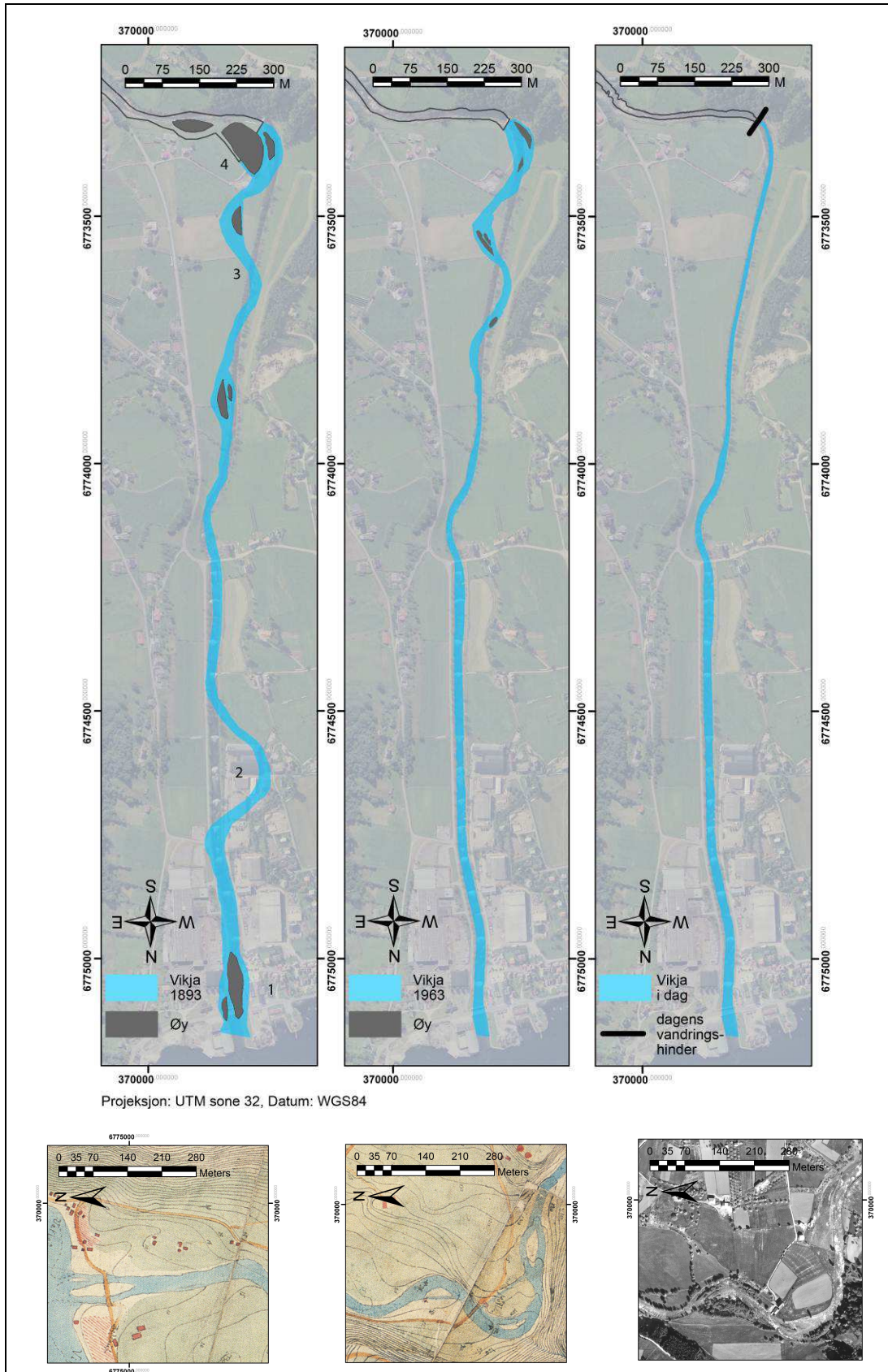
Elvestrekning (Nr)	Beskrivelse	Tilgjengelig datasett
1	Dagens lakseførende strekning	1893, 1963, dagens
2	Fra sanddemning v/ Vangsøyane til broen v/ Neipe	1893, 1963, dagens
3	Fra broen v/ Neipe til v/ Teigane	1963, dagens
4	Opp til Botolvfossen; opprinnelig lakseførende strekning	dagens

3.1 Elvestrekning 1

Den nederste elvestrekningen viser de største hydromorfologiske endringene. Opprinnelig hadde denne elvestrekningen følgende hydromorfologi som nå er endret (se **Figur 3**); et bredere utløp/elvedelta delt av 2 mindre øyer (1), en stor meander mot vest ca. 350 m opp i elven (2) og ca. 1,2 km oppstrøms utløpet var elven både bredere og hadde flere meandere (3). Videre har det skjedd en stor hydromorfologisk endring i overgangen mellom elvestrekning 1 og 2. Dette skyldes først og fremst at det tidligere lå et smalere elveløp som dannet den nordøstre bredden og skilte hovedløpet med en større øy (4). Dessuten er elven i dette området senket betydelig i forbindelse med utløp for produksjonsvann. Dette danner dagens vandringshinder. I tillegg er det på Blix sitt kart angitt «mølle» ved utløpet av en kanal. Denne kanalen er tatt vekk i 1963 og «øyen» er i dag en del av et større jorde (**Figur 4**, detalj). For øvrig sees fremdeles en velutviklet meander med noen mindre løp i dette området i 1963 (**Figur 4**, detalj). Rett øst for møllekanalen er det også to like brede løp i 1893. Det nordligste løpet er fylt igjen i 1963, men det kan fremdeles anes spor etter det på bildene fra 1963. Den nederste elvestrekningen var allerede kanalisert i 1963, men deretter virker elven ganske lik slik Blix beskrev den i 1891-93.



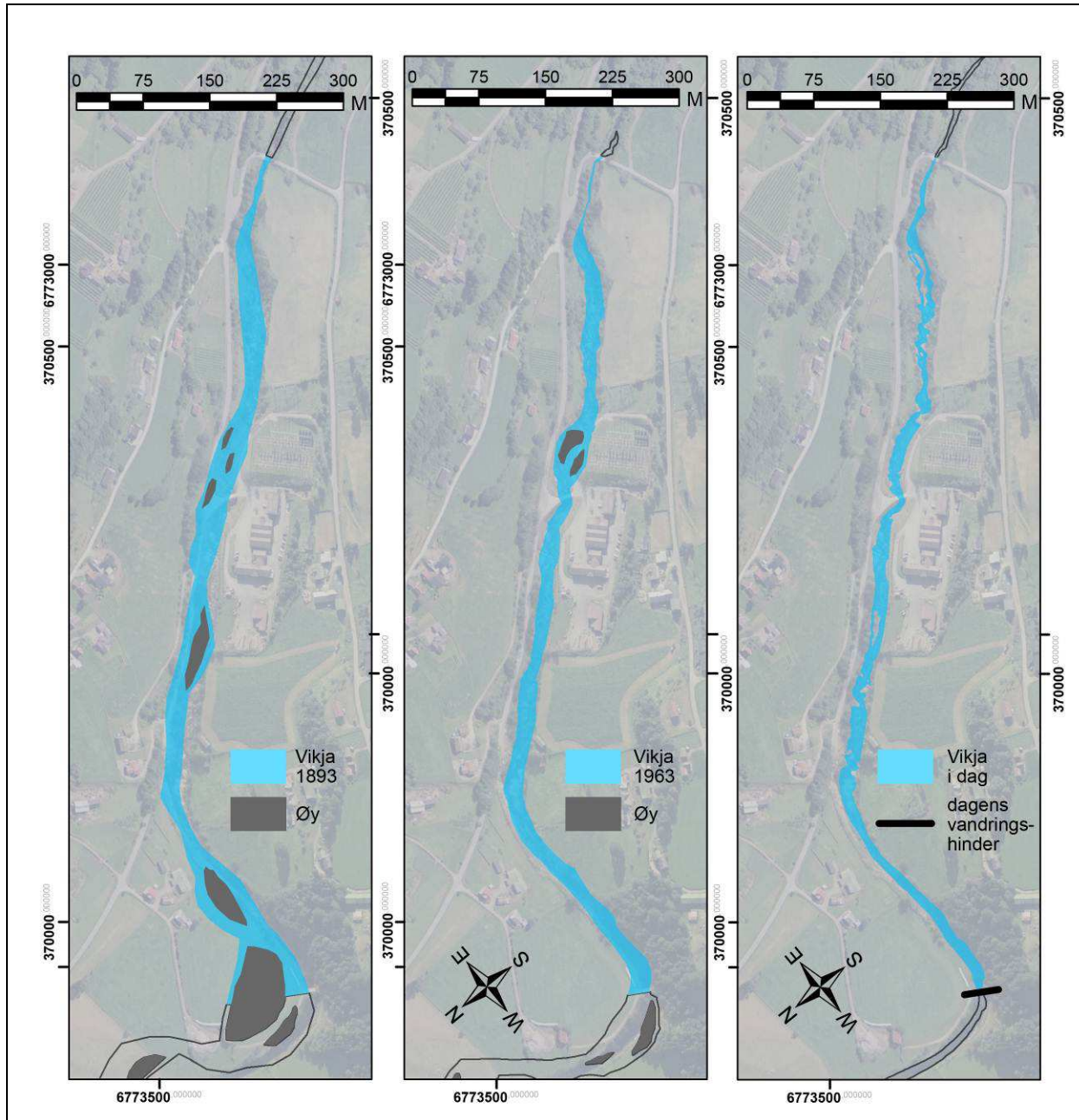
I forbindelse med reguleringen, ble elvebunnen i Vikja ved Vangsøyane senket betydelig.



Figur 3. Elvestrekning 1 i Vikja slik den var i 1893, 1963 og er i dag (med flyfoto fra 2002 i bakgrunnen). Nummer på figuren indikerer steder omtalt i teksten. Under sees detaljer av 1; til venstre og 4; 1893 i midten og 1963 til høyre. Legg merke til at nord ikke er opp på kartet.

3.2 Elvestrekning 2

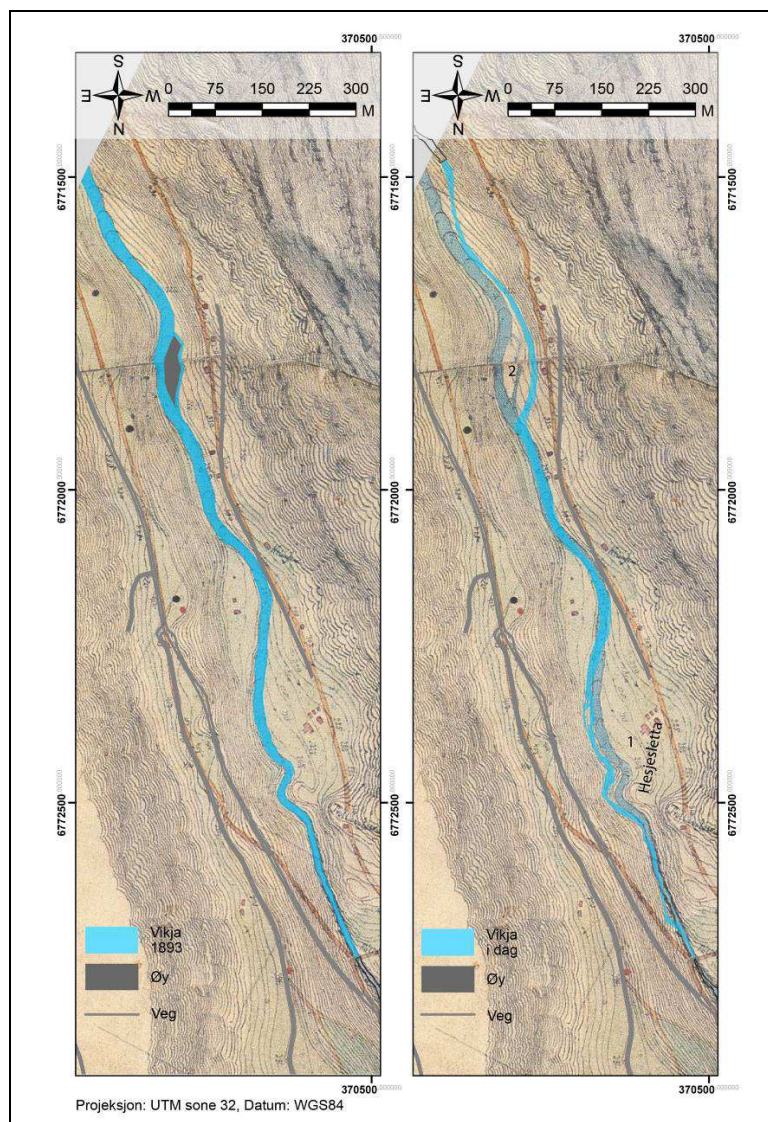
Elvestrekning 2 var først og fremst bredere i 1893 enn i 1963 (**Figur 4**). Forskjellen mellom 1963 og dagens situasjon finnes hovedsakelig like ved kraftverket, der et stykke av elvens søndre bredd er fylt ut (**Figur 4**).



Figur 4. Elvestrekning 2 i Vikja slik den var i 1893, 1963 og er i dag (med flyfoto fra 2002 i bakgrunnen). Legg merke til at nord ikke er opp på kartet.

3.3 Elvestrekning 3 og 4

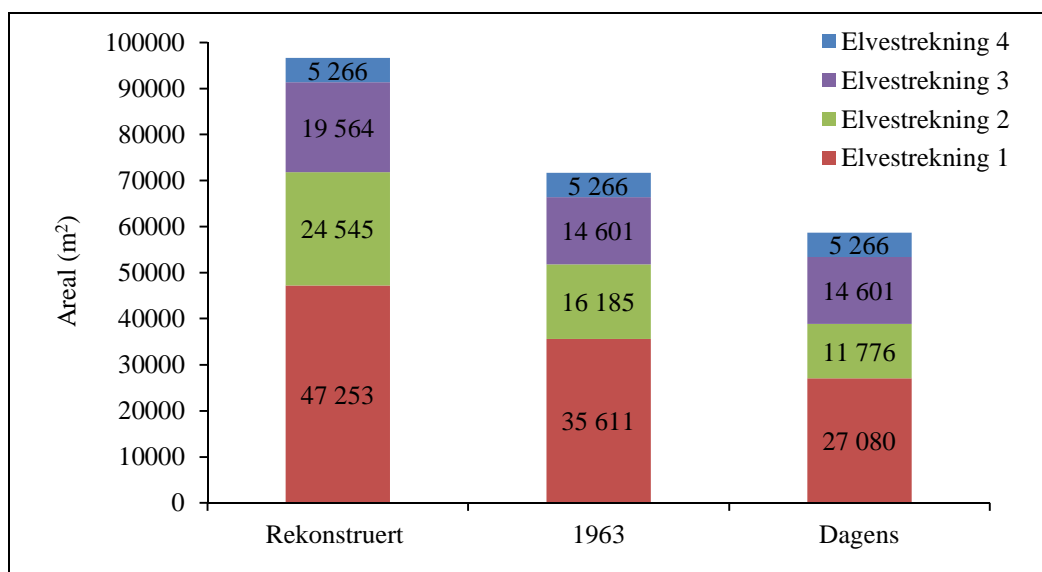
Den første delen av elvestrekning 3, viser liten hydromorfologisk endring siden 1893 (**Figur 5**). Elven gjør to mindre svinger like ved Hesjasletta og den samme formen er beskrevet på Blix sitt kart (**1**). **Figur 5** viser imidlertid at disse ikke sammenfaller i rom, noe som høyst sannsynlig er en artefakt av kartets nøyaktighet. Lengre opp i elven er det imidlertid en betydelig forskjell i elvens form (**2**). Blix beskriver at elvens hovedløp gjør en liten østlig sving, mens et sekundært løp går vest for en liten øy. Denne østlige svingen er betydningsfullt forskjellig fra dagens løp som svinger mot vest. Til tross for en romlig forskyvning mellom dagens hovedløp og det sekundære løpet i 1893, kan disse samsvare med hverandre. Denne romlige forskjellen kan skyldes unøyaktigheter i Blix sitt kart, noe som en økende romlig forskyvning av veiene i dette området muligens bekrefter, selv om det må understrekes at vi ikke kjenner til om veiene i dette området faktisk er lagt om. Den siste delen av elven opp til Botolvsfossen, der det opprinnelige vandringshinderet var, går i et juv med fjell på begge sider og det virker derfor lite sannsynlig at det kan ha skjedd betydelig inngrep her. Vi har ingen historiske data for elvestrekning 4.



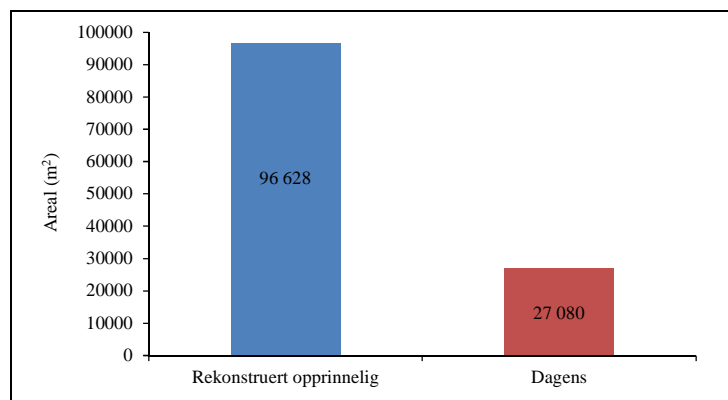
Figur 5. Elvestrekning 3 av Vikja i dag og i 1893 sett på bakgrunn av Blix sitt kart. Legg merke til at nord ikke er opp på kartet.

3.4 Endringer i elveareal 1891-93 til i dag

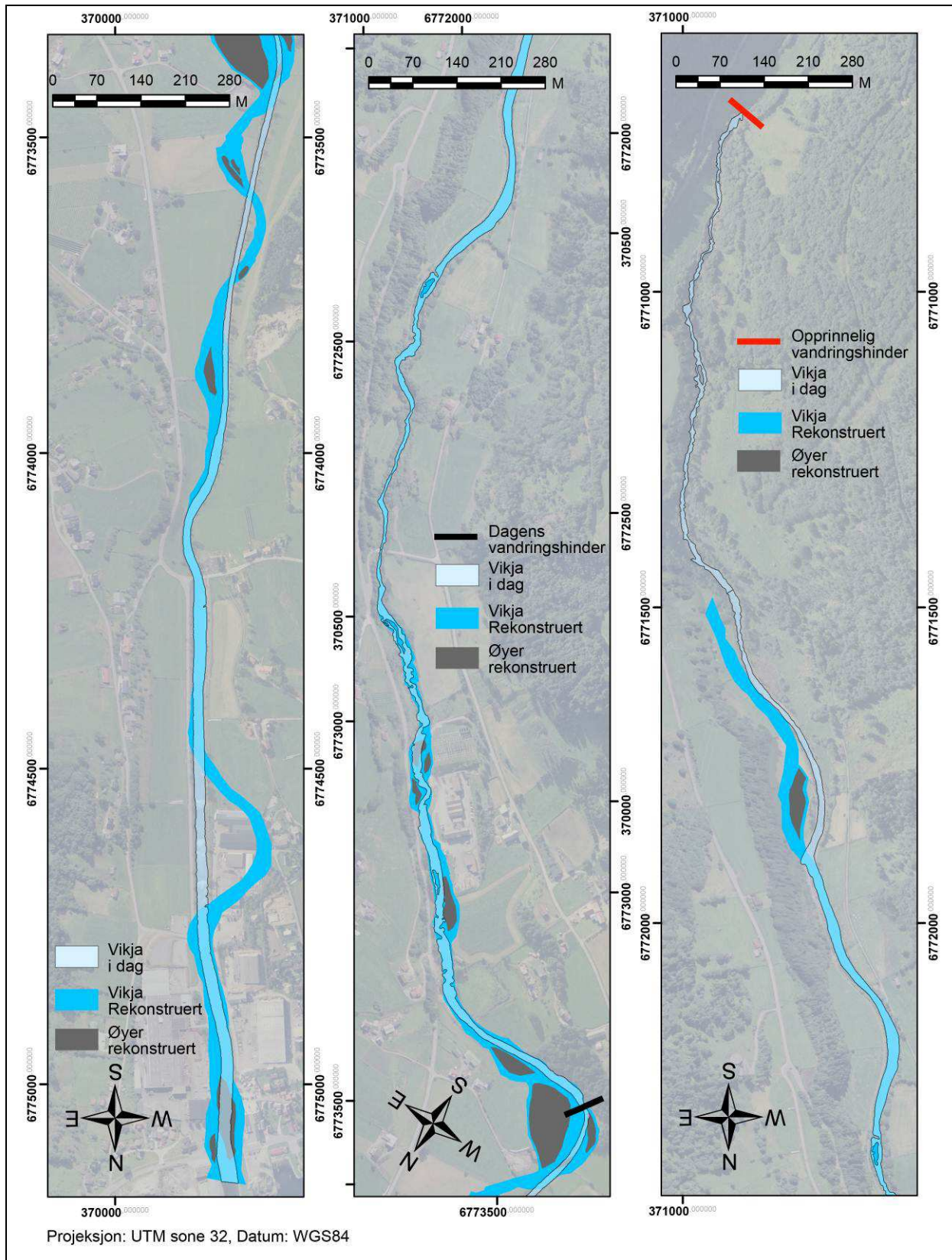
Den øverste elvestrekningen (strekning 4), har trolig ikke fått endret hydromorfologi av betydning siden 1893. Derfor er arealet av elvestrekning 4, kun beregnet slik elven fremstår i dag. Elveareal for elvestrekning 4 er beregnet å være 5 266 m² (Figur 6 og Figur 8). Basert på Blix sitt kart har elvestrekning 3 fått et redusert elveareal på 4 936 m², fra 19 564 m² til 14 601 m². Dette tilsvarer en reduksjon på ca. 25 % (Figur 6 og Figur 8). Det er på de to nederste strekningene at beregningene av elveareal viser de største endringene. For elvestrekning 2 har elvearealet blitt redusert med 12 769 m², fra 24 545 m² til 11 776 m², mens elvestrekning 1 har fått en reduksjon på 20 173 m², fra 47 253 m² til 27 080 m² (Figur 6 og Figur 8). Disse to elvestrekningene har fått et redusert elveareal på nesten 46 % (32 942 m²). Tar man hensyn til at lakseførende strekning i dag er redusert med 3,4 km og ender like ved kraftverksutløpet, så er tilgjengelig elveareal redusert med nesten 72 %, fra 96 628 m² (opprinnelig vandringshinder før reguleringen; Botolvfossen) til 27 080 m² (dagens vandringshinder etter reguleringen; kraftverksutløpet) (Figur 7).



Figur 6. Beregnet elveareal for de fire ulike elvestrekningene i Vikja basert på de tilgjengelige datasettene; Rekonstruksjon av «opprinnelig» elveløp er basert på alle datasettene.



Figur 7. Beregnet elveareal i Vikja før regulering (Rekonstruert opprinnelig) og etter regulering (Dagens).



Figur 8. Sammenligning av Vikja i dag og rekonstruert elveløp for elvestrekning 1 (venstre), elvestrekning 2 (midten) og elvestrekning 3 (høyre). Merk at kartene er dreid (nordpil) for å få utsnitt i samme format.

4.0 Diskusjon

Vikja er kjent som et kraftig regulert vassdrag, noe våre beregninger av endringer i elveareal samsvarer med. Elvearealet for fisk er, grunnet reguleringen, redusert med ca. 72 % i forhold til en naturtilstand. Selv om det er noe usikkerhet knytt til beregning av areal ved å sammenligne historiske kart med dagens kart, synes det ganske klart at reguleringen har hatt en negativ effekt på laks- og sjøaurebestanden i vassdraget. I tillegg til redusert elveareal, har kanaliseringen av nedre deler av elven ikke bare ført til en innsnevring av elveløpet, men også en utretting og tap av sekundære elveløp og tilhørende øyer i elven som vist i denne rapporten. Slike morfologiske karakterer i et vassdrag vet vi er viktige i forhold til variasjon i habitattilbudet for fisk. De danner ofte stor variasjon i vannhastighet, vanddyp og dermed også substratforholdene. Vanligvis finner man egnede gyteområder ved en slik type morfologi i et vassdrag. Det har også vært perioder med svært lite vann i vassdraget. Når Hove kraftstasjon har hatt stans i produksjonen, har det forekommet episoder der alt vannet har kommet fra restfeltet. Tidligere undersøkelser har vist at restvannføringen kan være svært lav, slik at det vanddekte arealet i dagens lakseførende strekning da har blitt betydelig redusert (Gabrielsen et al. 2012). Dette kan være en flaskehals for fiskeproduksjonen. Statkraft har bygget flere terskler i lakseførende strekning for bl.a. å kompensere for tap av elveareal. I tillegg har det siden 2009 vært et vannslipp i restfeltet på 200 l/s for å unngå svært lave vannføringer i hele elva. Videre har Statkraft blitt pålagt å sette ut fisk i vassdraget for å kompensere for skadevirkningene av reguleringen. Utsettingspålegget har vært på 12 000 laksesmolt og 4 000 sjøauresmolt. Utsettingene av smolt har pågått i perioden 1975-2005, mens kultiveringen siden 2006 har vært basert på utplanting av ca. 100 000 lakserogn oppstrøms lakseførende strekning. Kultiveringen av sjøaure har blitt faset ut. Statkraft har også utført habitatforbedrende tiltak rett nedstrøms utløpet av kraftstasjonen ved å legge ut egnet gytegrus, blokker og ledebuner. Tiltaket har økt produksjonen av laksefisk i dagens lakseførende strekning (Gabrielsen et al. 2011).

Så langt vi vet har det ikke tidligere blitt utført tilsvarende arbeid som beskrevet i denne rapporten for andre regulerte vassdrag i Norge. I de aller fleste av de regulerte vassdragene i Norge, har regulanten fått en konsesjon fra Norges Vassdrag og Energidirektorat (NVE) som bl.a. kan inneholde krav til minstevannføring og/eller fiskekultivering i form av fiskeutsettinger. Slike vilkår og pålegg er ment å kompensere for negative effekter på bl.a. fiskebestandene i vassdraget. Ofte er konsesjonene gamle, Vikja sine konsesjonsvilkår ble gitt i 1957, og gjelder for en relativt lang periode. Trolig skal Vikja til ny vilkårsrevisjon i 2015. Siden mange av konsesjonene er såpass gamle, kan man i retrospekt si at vilkårene og påleggene bærer preg av å være basert på skjønnsmessige vurderinger. Det er langt høyere kunnskapsnivå angående effekter av regulering i dag, enn da mange av konsesjonene ble gitt, og det er derfor mulig å basere nye vilkårsrevisjoner på en mer kunnskapsbasert vurdering. En av disse vurderingene kan være endringer i hydromorfologien og endringer i produksjonsareal. Vi anbefaler at dette kommer inn som et element i vurderingsgrunnlaget for nye fremtidige vilkårsrevisjoner.

5.0 Litteratur

Erdas 2010. LPS Project Manager. User's Guide. ERDAS, Inc. Norcross, GA. 421 s.

Gabrielsen, S.E., Skår, B., Sandven, O. & Wiers, T. 2011. Modifisering av ny avløpskanal fra Hove kraftverk, Vik kommune. LFI Uni Miljø Rapport nr. 195. 23 s.

Gabrielsen, S.E., Skår, B. & Halvorsen, G.A. 2012. Fiskebiologiske undersøkelser i Vikja – årsrapport for 2011. LFI Uni Miljø. Notat, juli 2012. 25 s.

24/1 67



24/1 67

Calibration Certificate

Wild Camera No. 118

Lens No. 21 At. 1

to

118

Lens Cone

Type: RC5/RC8
No.: 21 At. 1
Size: 18 cm x 18 cm

Lens

Type: Aviotar
No.: 1
f = 210.31 mm
max. aperture: f: 4.2

Calibration date: 24.1.67

Resolving Power (Lines per millimetre)

High contrast and max. aperture: f: 4.2

Film: Agfa Isopan 15 blank
Glass plate:

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
rad.	61	61	60	47	28	27	29			
tang.	61	61	59	57	38	35	28			

Distortion in millimetres

The given distortion is the arithmetic mean between the four half-diagonals. Distortion positive away from centre.

Calibrated focal length: 210.31 mm

Radius	20	40	60	80	90	100	110	114
Distortion	-0.006	-0.006	+0.002	+0.006	+0.004	-0.001	-0.008	-0.008

The displacement of the centre of best symmetry from the intersection of the diagonals is within 0.015 mm. Goniometer measurements made without filter.

Date of dispatch: 8.2.67

WILD HEERBRUGG
Limited *Gim. 542*

LENS CONE

LENS

CALIBRATION DATE: 24.1.67

Type: RC5/RC8

Type: Aviotar

Format: 18 cm x 18 cm No.: 21 At 1 f = 210.31 mm

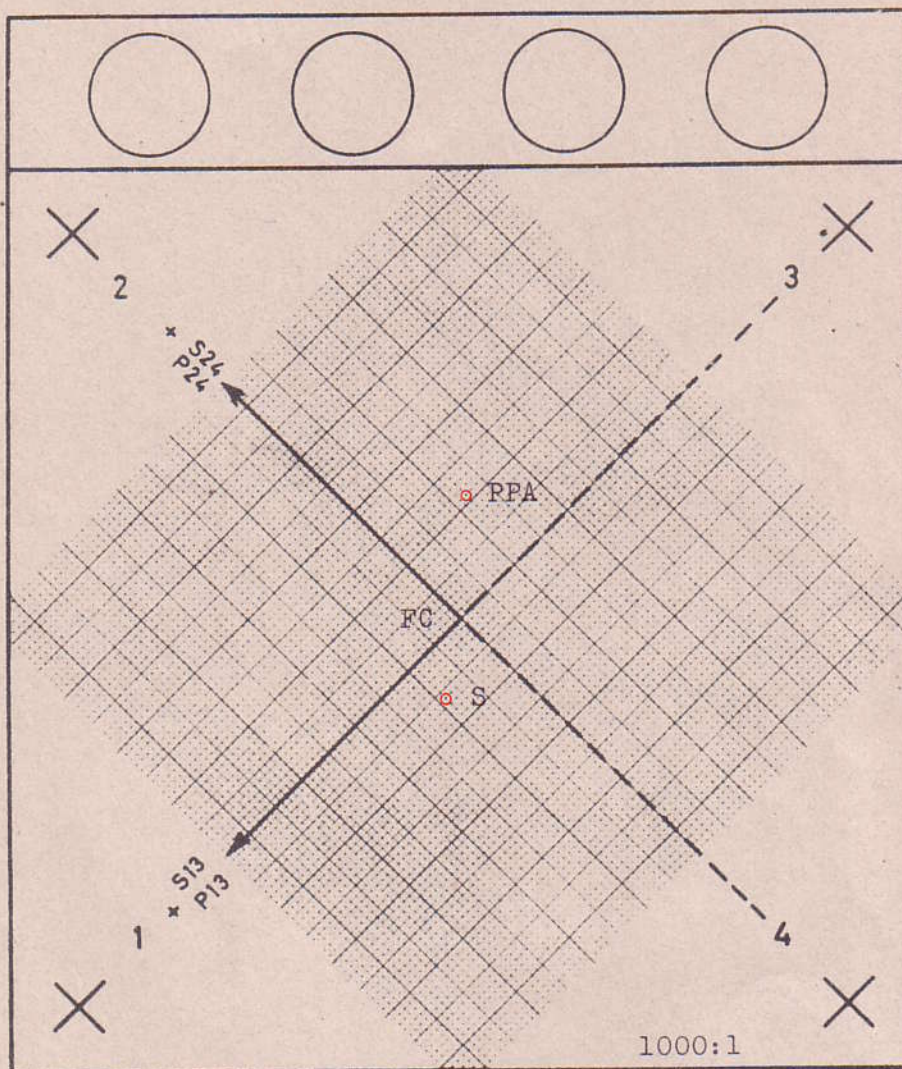
Coordinates (Origin: Fiducial Center) of

Point of best Symmetry (S): S13 = +9 μ ; S24 = -6 μ

Principal Point of Autocollimation (PPA): P13 = -12 μ ; P24 = +11 μ

(Calibration without filter)

(Seen on Focal Plane Frame)



Distances between Fiducial Marks in mm :

1 - 2 = 163.989 1 - 3 = 231.930

2 - 3 = 163.995 2 - 4 = 231.906

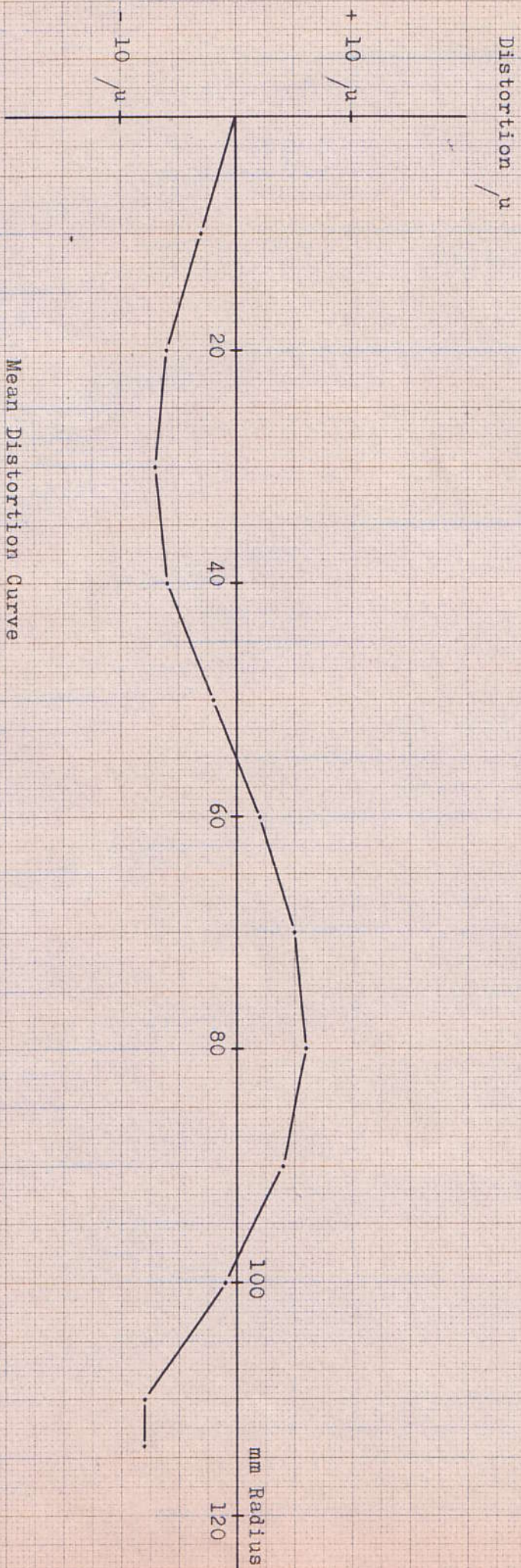
3 - 4 = 163.987

4 - 1 = 163.991

WILD HEERBRUGG LTD

Gam. 542

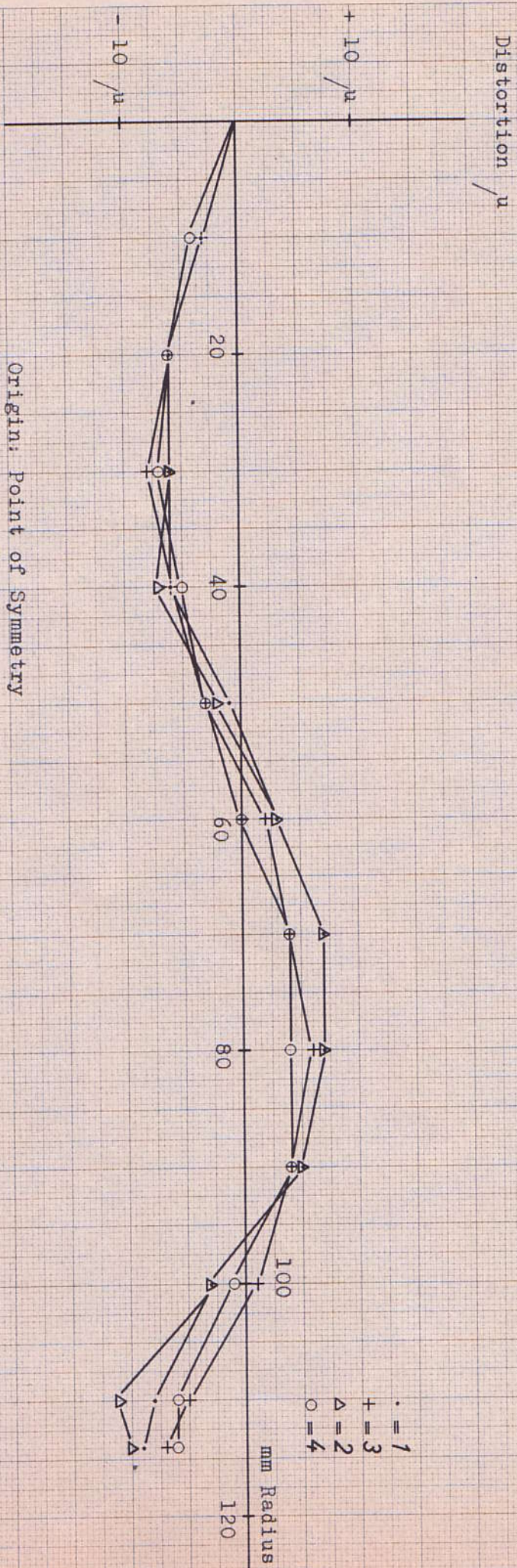
WILD AVIOTAR Lens Cone 18 cm x 18 cm No. 21 At. 1 $f = 210.31$ mm



Mean Distortion Curve

WILD HEERBRUGG LTD
24.1.67 *Sam. 542*

WILD AVIOTAR Lens Cone 18 cm x 18 cm No. 21 At. 1 $f = 210.51$ mm



- = 1
- + = 3
- △ = 2
- = 4

mm Radius

Origin: Point of Symmetry

WILD HEERBRUGG LTD
 24.1.67 *fam. 542*



FERSKVANNSØKOLOGI - LAKSEFISK - BUNNDYR

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en seksjon ved Uni Miljø, en avdeling i Uni Research AS, et forskningsselskap eid av universitetet i Bergen og stiftelsen Universitetsforskning Bergen. LFI Uni Miljø tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannøkologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre forskningsinstitusjoner (herunder NIVA, NINA, HI, og VESO) og FoU miljø hos oppdragsgivere.

Våre nettsider finnes på <http://www.miljo.uni.no>