

Terskler i Usteåne ved Geilo: Habitat tilstand og forslag til tiltak

Jan Heggenes, Åge Brabrand, Trond Bremnes,
Arne W. Hjeltnes, Henning Pavels og Svein Jakob Saltveit



Denne rapportserien utgis av:

Naturhistorisk museum
Postboks 1172 Blindern
0318 Oslo

www.nhm.uio.no

Publiseringsform:

Trykket og elektronisk (pdf)

Forfattere:

Jan Heggenes, Åge Brabrand, Trond Bremnes, Arne W. Hjeltnes,
Henning Pavels og Svein Jakob Saltveit

Sitering:

Heggenes, J., Brabrand, Å., Bremnes, T., Hjeltnes, A.W., Pavels, H. og Saltveit, S.J. 2013. Terskler i Usteåne ved Geilo: Habitat tilstand og forslag til tiltak. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 32, 69 s.

ISSN nr. 1891-8050

ISBN nr. 978-82-7970-046-3

Fra 2011 inngår forskningsrapportene fra LFI i rapportserie ved Naturhistorisk museum.

<http://www.nhm.uio.no/forskning/publikasjoner/rapporter/>

LFI rapporter fra 1970 til 2010 finnes på:

<http://www.nhm.uio.no/forskning/publikasjoner/lfi-rapporter/>

<http://www.nhm.uio.no/forskning/grupper/lfi/index.html>

Forsidebilde:

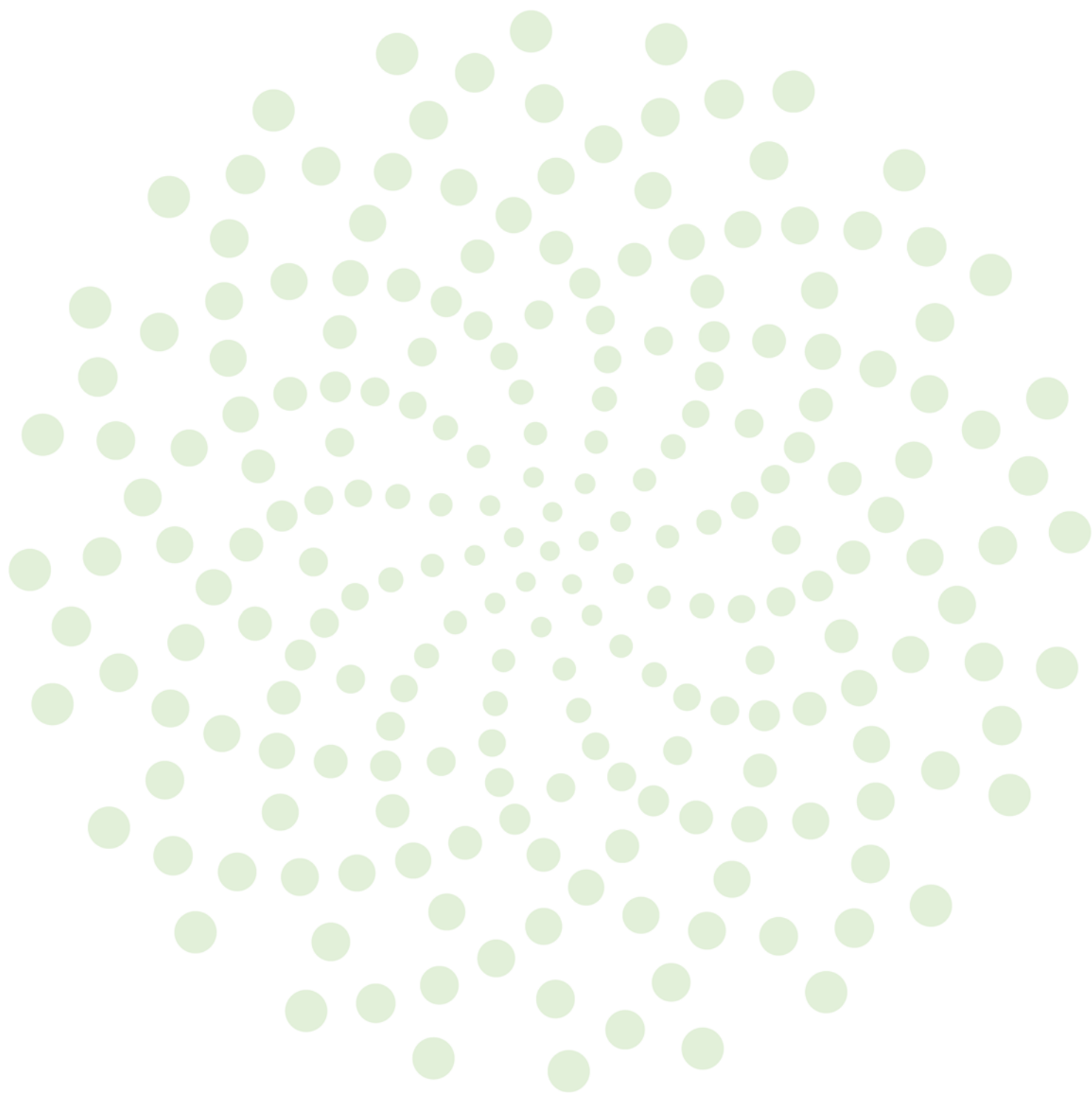
Foto: Henning Pavels, Naturhistorisk museum



Terskler i Usteåne ved Geilo: Habitat tilstand og forslag til tiltak

Jan Heggnes, Åge Brabrand, Trond Bremnes,
Arne W. Hjeltne, Henning Pavels og Svein Jakob Saltveit





Antall sider og bilag: 69 sider		Tittel: Terskler i Usteåne ved Geilo: Habitat tilstand og forslag til tiltak	
Rapportnummer: 32	Gradering: Åpen	Prosjektleder: Svein Jakob Saltveit	Prosjektnummer: 280177
ISSN: 1891-8050	Dato: 2013-11-12	Oppdragsgiver(e): Multiconsult AS	
ISBN: 978-82-7970-046-3		Oppdragsgiversref.: Kjell Dalviken	

Sammendrag:

Habitat tilstand i Usteåne ble undersøkt høsten 2013 ved Geilo på strekningen utløp Ustedalsfjorden og ned til samløp med Bardøla (ca. 4,8 km). På strekningen i hovedelva er det fem løsmasseterskler og en betongterskel med tilhørende vannspeil på oversiden, og der elva renner mer eller mindre spredt gjennom tersklene som består av grov stein, og ned i neste terskelbasseng. Habitat ble undersøkt på disse tersklene. Ved Geilo bro er det en betongterskel som utgjør et oppstrøms vandringshinder på strekningen. Videre nedstrøms herfra renner Usteåne også delvis i det opprinnelige elveleiet.

Undersøkelsen er gjennomført for å belyse nåværende habitat tilstand mht. gyting og oppvekstområder for ørret, og leveområder og vandringsmulighet for voksen ørret. Forslag til biotopiltak baserer seg på denne undersøkelsen, samt generell kunnskap om habitat valg hos ørret. Habitat tilstand ble visuelt klassifisert vha. morfodynamiske enheter, mesohabitater, strømtyper, substrat størrelser, skjulmuligheter/-typer og relative dyp og vannhastigheter.

Dagens habitatilstand ved aktuelle terskler og aktuelle vannføring ($300-400 \text{ l s}^{-1}$), ble klassifisert i 142 ulike polygoner (inkl. 8 gyteområder i kanten av terskelbassengene) med samlet areal på $15\,750 \text{ m}^2$ (gjennomsnitt $111 \text{ m}^2 \pm \text{SD } 37,6$). Noen få habitat typer dominerer og er skapt gjennom den tidligere terskelbyggingen. Den dominerende morfodynamiske enhet er oppdemt kulp. Andre viktige morfodynamiske enheter er ikke-turbulente glidninger ut av terskelbassengene og små trappeskulper i selve terskelen. Vesentlige deler av tersklene er tørrlagt og delvis i ferd med å bli naturlig revegetert fra kantene. (type 7). Areal av områder med turbulent vann, en type som vil favorisere ørret over ørekyte, er begrenset. Fordelingen av mesohabitater utdyper denne tilstanden. Den vanligste forekommende mesohabitat type er oppdemt terskelkulp. De viktige mesohabitater på tersklene er glidninger, i hovedsak sakteflytende ut- og innløpsområder ved terskelkulpene, og småstryk. Innløpsområder nedstrøms tersklene, f.eks. 1 og 2, er sannsynligvis viktige oppvekstområder for ørret. Dominerende strømtyper er knapt merkbar strøm og jevn strøm på grensen til turbulent. På selve tersklene er vannet og dermed strømbildet mer fragmentert av småstryk.

Tersklene er generelt grovsteinet, noe som fører mye lekkasjer. Ved lav vannføring tapes mye vann ned i terskelen. Viktige biotop tiltak er å utnytte vannet bedre ved å tette tersklene, konsentrere vannstrømmen i tersklene, utnytte fallet bedre ved å bygge trappeskulper i tersklene, og utnytte inn- og utløpsområdene til rekruttering for ørret ved å tilføre gytegrus og bevare habitatmosaikker i disse områdene.

Forord

E-CO Energi AS planlegger opprusting av eksisterende terskler på strekningen i Usteåne mellom Ustedalsfjorden og samløp med Bardøla, både med hensyn til landskapsutseende og elva som viktig leveområde for stor og liten fisk. Multiconsult AS gjennomfører de hydrologiske og landskapsarkitektoniske analysene, mens Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI) ved Naturhistorisk museum gjennomfører de fiskeribiologiske undersøkelsene.

Denne rapporten omhandler habitatfordeling og forslag til biotopiltak i Usteåne mellom Ustedalsfjorden og noe nedstrøms samløp med Bardøla, ca 4,85 km nedenfor Ustedalsfjorden. Denne strekningen i hovedelva har seks terskler. Undersøkelsen er gjennomført for å belyse nåværende habitat tilstand mht. gyting og oppvekstområder for ørret, og leveområder og vandringsmulighet for voksen ørret. Forslag til biotopiltak baserer seg på denne undersøkelsen, samt generell kunnskap om habitat valg hos ørret.

Oslo 2013-12-10

Svein Jakob Saltveit

Innhold

1.	Innledning.....	10
2.	Bakgrunn	16
2.1	Habitat for ørret	16
2.2	Endringer i elveleiet.....	16
2.3	Føringer for forslag til biotop tiltak.....	16
3.	Metoder	17
4.	Habitat tilstand før tiltak	22
5.	Generelle føringer for planarbeidet	45
5.1	Veiledende prinsipper for prosess og tiltak	45
5.1.1	Biologi	45
5.1.2	Formål	45
5.1.3	Tiltak og plan	46
5.1.4	Oppfølging	46
6.	Generelle føringer for tiltak.....	47
7.	Forslag til tiltak	48
7.1	Forslag til biotop tiltak Terskel 6 Samløp Bardøla.....	50
7.2	Forslag til biotop tiltak Terskel 5 Lauverud.	52
7.3	Forslag til biotop tiltak Terskel 4 Geilo bru.	54
7.4	Forslag til biotop tiltak Terskel 3 Fossgård.	56
7.5	Forslag til biotop tiltak Terskel 2 Veslefjorden.	58
7.6	Forslag til biotop tiltak Terskel 1 Utløp Ustedalsfjorden.	61
8.	Litteratur.....	65
9.	Referanser for metodikk tabeller og vedlegg:	67

1. Innledning

Eco Energi AS utnytter gjennom kraftverket Uste kraftstasjon fallet fra magasinet Ustevatn og ned til Strandafjorden. På den 4,85 km lange strekningen mellom Ustedalsfjorden og ned til nedstrøms samløpet med sideelven Bardøla (Fig. 1, 2) går det restvannføring fra restfeltet. Per i dag er fastsatt minstevannføring 200 L s^{-1} ut av Ustedalsfjorden, men per i dag blir den målt på betongterskelen ved Geilo bru (Fig. 1, 2). Ved lavere restvannføringer enn fastsatt minstevannføring slippes vann i det gamle elve leiet oppstrøms Ustedalsfjorden, fra en overføringstunnel.

Etter utbyggingen av Usteåne i 1965-66 ble det i perioden 1968-1970 bygget fem løsmasseterskler og en betongterskel på strekningen Ustedalsfjorden-Bardøla, og med oppstrøms tetting for å holde et oppstrøms vannspeil (Fig. 1-3). Elva har en naturlig lokal bestand av ørret (*Salmo trutta*). Sik (*Coregonus lavaretus*) ble satt ut i Ustevatn tidlig på 1900-tallet, og har siden vandret ned i Ustedalsfjorden som i dag har en betydelig bestand. Ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) kom inn i vassdraget sannsynligvis på 1980-tallet og forekommer nå på hele undersøkte strekning. Ustedalsfjorden har også hatt en betydelig naturlig bestand av røye (*Salvelinus alpinus*). Det har gjennom lang tid vært et betydelig fiske etter ørret, sik og røye i Ustedalsfjorden (se Saltveit et al. 2013).

E-CO Energi AS ønsket økologiske og fiskebiologiske/habitat undersøkelser som et faglig grunnlag for å vurdere og ev. forbedre gyte-, oppvekst-, oppholds- og vandringsforholdene for ørret i Usteåne. Etter avtale med Multiconsult AS har Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske ved Universitetet i Oslo gjennomført slike undersøkelser i Usteåne i 2013. De rapporteres her samt i (Saltveit, Brabrand, Bremnes, Heggenes, & Pavels, 2013).

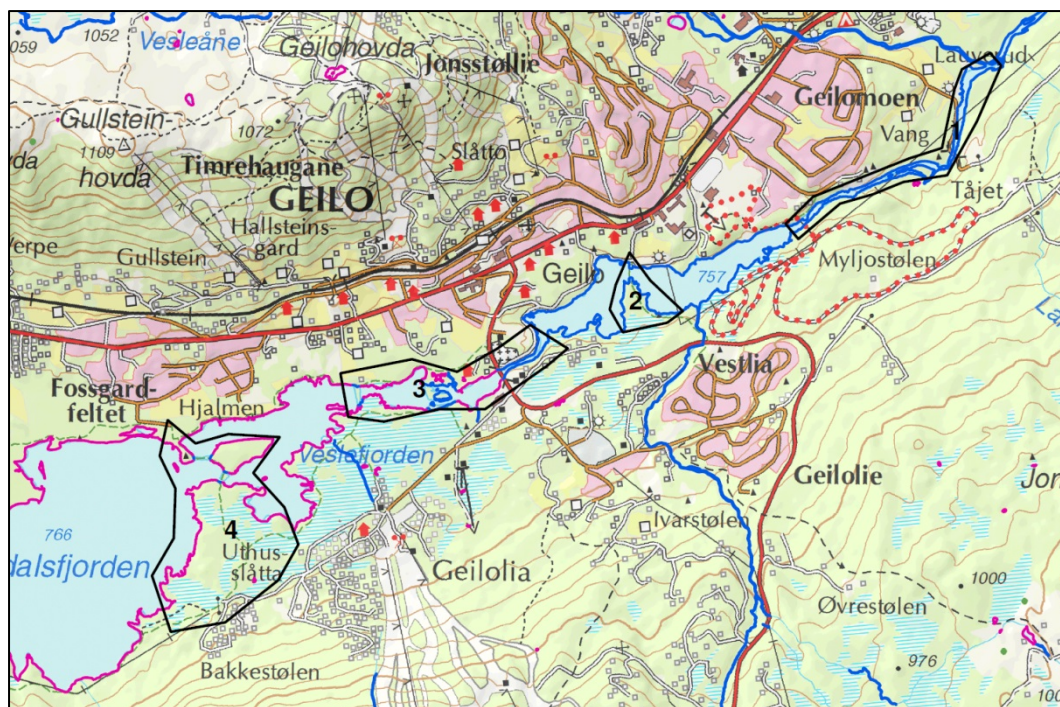
E-CO Energi AS ønsket også at disse undersøkelsene ble fulgt opp med forslag til biotop tiltak. På bakgrunn av den dokumentasjonen som foreligger i vassdraget, de undersøkelser som er gjort i dette prosjektet, og sammenholdt med generell kunnskap, vurderer vi og foreslår her også biotop tiltak på berørte strekning i Usteåne. Mer generell omtale av elva og ytterligere biologiske begrunnelser finnes også i andre deler av foreliggende rapport.

Mandatet for denne delundersøkelsen er derfor å:

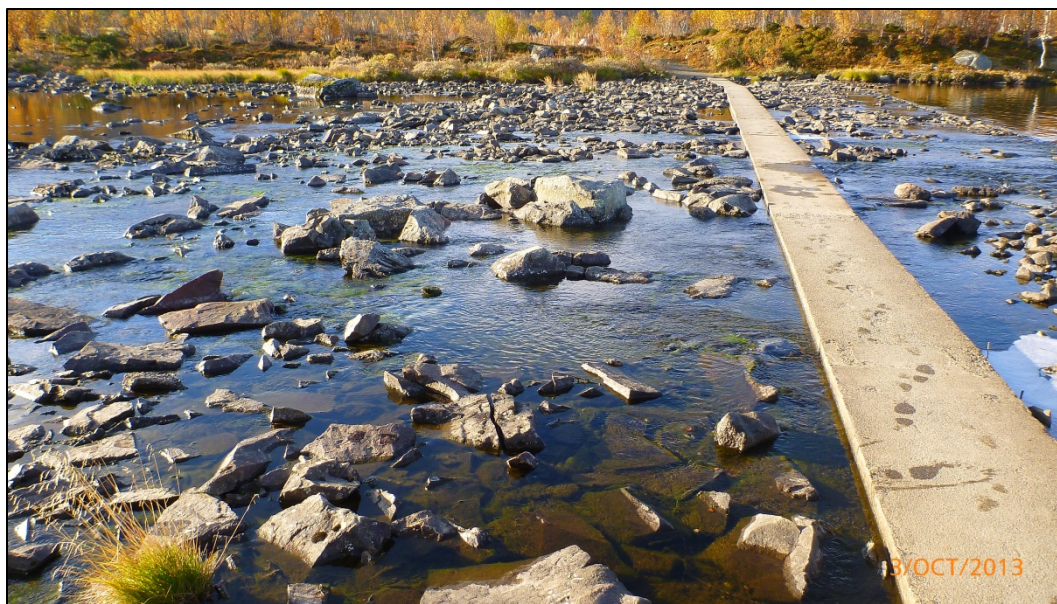
- foreta undersøkelser av habitatfordeling i tilknytning til tersklene
- komme med forslag til biotopiltak.

Resultatene er sett i sammenheng med undersøkelser på fisk og bunndyr, med Vanndirektivet, og resultatene skal inngå i den videre planleggingen av habitatjustering av elva.

Feltundersøkelsene på fisk og bunndyr, samt habitatstudiene er gjennomført høsten 2013 på vannføringer som er høyere enn 200 L s^{-1} , på $350\text{--}400 \text{ L s}^{-1}$.



Figur 1. **Øverst:** Oversiktskart over Usteåne ved Geilo med strekninger med terskler og rennede vann avmerket (svarte polygoner). **Nederst:** Ortofoto av undersøkte del av Usteåne med tersklene markert i blått.



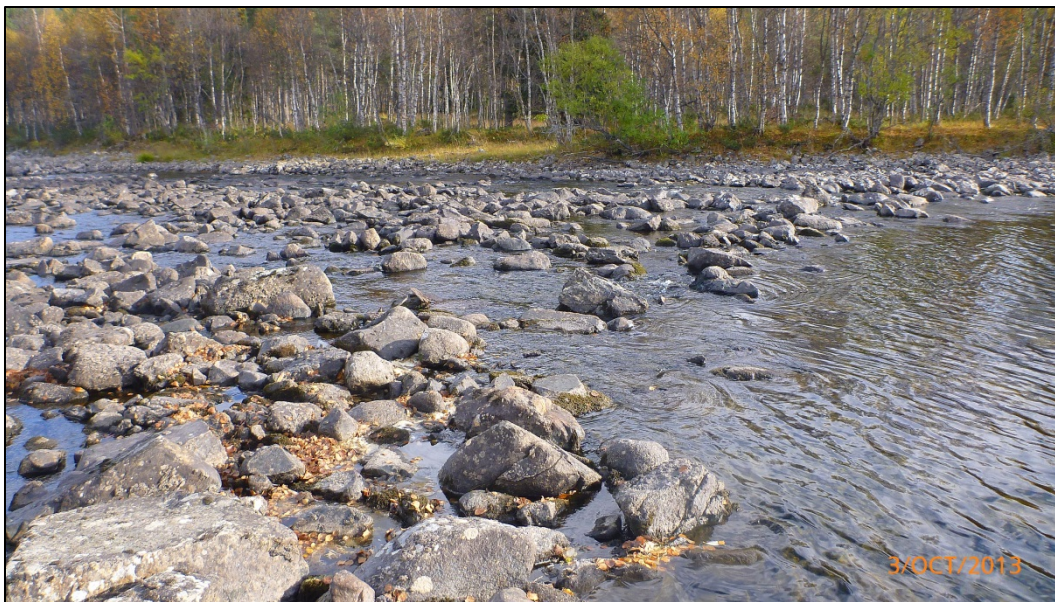
Figur 2. Undersøkte terskler i Usteåne. Tersklene er avbildet fra oppstrøms (vest i Fig. 1) og nedover (mot øst). A) Ved utløpet av Ustedalsfjorden deler en øy tersklene i to; hovedsterskelen 1 (**øverst**, mot sør jfr. Fig. 1) og en mindre terskel 1A (**nederst**, mot nord).



Figur 2 forts. Undersøkte terskler i Usteåne. Tersklene er avbildet fra oppstrøms (vest i Fig. 1) og nedover (mot øst).B) **Øverst:** Terskel 2 ved utløpet av Veslefjorden. **Nederst:** Terskel 3 Fossgård.



Figur 2 forts. Undersøkte terskler i Usteåne. Tersklene er avbildet fra oppstrøms (vest i Fig. 1) og nedover (mot øst).C) **Øverst:** Terskel 4 betongterskel ved Geilo bru. **Nederst:** Terskel 5 Lauverud.



Figur 2 forts. Undersøkte terskler i Usteåne. Tersklene er avbildet fra oppstrøms (vest i Fig. 1) og nedover (mot øst).D) Terskel 6 oppstrøms samløp med Bardøla.



Figur 3. Løsmasseterskel ved utløpet av Ustedalsfjorden med oppstrøms tetting (nåler).

2. Bakgrunn

2.1 Habitat for ørret

Kvaliteten på leveområdene (habitat) for ørret er viktig, ettersom det kan regulere bestandene (Milner et al., 2003). Habitat påvirkes også av menneskelige inngrep både negativt (tekniske inngrep, endret vannføring, temperatur) og positivt (restaurering, biotop tiltak). Habitatbruken til gytefisk og ungfisk av ørret er relativt godt kjent (Armstrong, Kemp, Kennedy, Ladle, & Milner, 2003; Heggenes, Bagliniere, & Cunjak, 1999; Louhi, Maki-Petays, & Erkinaro, 2008; Wollebaek, Thue, & Heggenes, 2008). Viktige habitatfaktorer er bl.a. vanddyp, vannhastigheter og bunns substrat (partikkelstørrelse, fordeling), fordi de bestemmer mengde og kvalitet på oppholdssteder, næring (driv, bunndyr), skjul (predatorer, intraspesifikk konkurranse) og gyteområder. På rennende vann foretrekker ørret mikronisjer med lave vannhastigheter nær en raskere vannstrøm som bringer driv, dvs. næring. Substratet er særlig viktig for gyting og eggoverlevelse (Soulsby, Malcolm, Tetzlaff, & Youngson, 2009). Ungfisken bruker også substratet aktivt, og særlig ved lave temperaturer (om vinteren) (Bremset, 2000; Heggenes, Krog, Lindas, Dokk, & Bremnes, 1993).

Tiltak for å bedre habitat og derved øke reproduksjon, tetthet og vekst hos laksefisk, kan både være økologisk effektivt og kostnadseffektivt (Palm, Brannas, Lepori, Nilsson, & Stridsman, 2007; Roni, Hanson, & Beechie, 2008). Resultatene vil imidlertid avhenge både av førtilstand og flaskehalser, hvor godt og på hvilken skala tiltakene planlegges og gjennomføres, og lokal og regional variasjon i miljøforhold, for eksempel vannføringer (Roni et al., 2008; Vehanen et al., 2010). Det er derfor ingen enkel sammenheng mellom tiltak og resultat (Palmer, Menninger, & Bernhardt, 2010), og resultatene er ofte best i mindre elver (Stewart, Bayliss, Showler, Sutherland, & Pullin, 2009). Mange tiltak har som mål å øke strukturell kompleksitet i elver, men det er ikke nødvendigvis effektivt (Palmer et al., 2010). Tiltakene bør være målrettet og avbøte lokale begrensninger.

2.2 Endringer i elveleiet

Etter utbyggingen av Usteåne i 1965-66 ble det i perioden 1968-1970 bygget fem løsmasseterskler og en betongterskel på strekningen Ustedalsfjorden-Bardøla, og med tetting for å holde et oppstrøms vannspeil.

2.3 Føringer for forslag til biotop tiltak

Ved vurderinger av inngrep og forslag til tiltak som berører habitat er følgende generelle og funksjonelle prinsipper tatt som utgangspunkt (Cowx & Welcomme, 1998; Hunter, 1991):

1. Lær av naturen og etterlign naturen. Hvilke kvaliteter har de (lokale) gode elvene?
2. Arbeid med, ikke mot, den lokale produksjonskapasitet.
3. Identifisere begrensende faktorer.
4. Legg vekt på arts-spesifikke, størrelses-spesifikke og sesong-spesifikke behov (og tiltak) mht. miljø og biologiske forhold.
5. Lag steds-spesifikke tiltak.

6. Lag tiltak naturtro (elveforløp, lokal vegetasjon) og estetisk tiltalende.
7. Se tiltak i elv i sammenheng med kantvegetasjon, nærområder (landskap, nedbørfelt) og bruk (friluftsliv, fiske).

3. Metoder

Nåværende tilstand mht. habitatforhold ved tersklene i Usteåne ble systematisk kartlagt i felt primo oktober 2013. Tilstanden på kartlagte strekninger/terskler er også dokumentert fotografisk (eks. Fig. 2, 3, 11-15).

Feltarbeidet ble gjennomført på vannføringer noe over minstevannføringen på ca. 200 ls⁻¹, (370-390 ls⁻¹) dvs. representativt for de lavere og mest vanlige vannføringer i Usteåne om sommeren (Fig. 2). På høye vannføringer kan småskala variasjoner i habitattypene være mindre fremtredende.

Habitat tilstand, beskrevet vha.:

- 1) morfodynamisk enhet (Tabell 1),
- 2) mesohabitat (Tabell 1),
- 3) strømtype (Tabell 2),
- 4) substratstørrelse (Tabell 3),
- 5) skjul andel,
- 6) skjul type,
- 7) relativt dyp (1=grunn, 2=middels, 3=dyp) og
- 8) relativ vannhastighet (1=lav, 2=middels, 3=rask)

og ble systematisk klassifisert visuelt og avgrenset i felt på best tilgjengelige kart og satellitt/ortofoto i målestokk 1:500.

De detaljerte klassifikasjonsinndelingene framgår av Tab. 1-4. For alle variable ble dominerende type angitt. Dersom det var en betydelig sub-dominerende type, ble også denne klassifisert. Dette forekom i Usteåne i betydelig grad på en del mindre mosaikk pregede områder, og ble da angitt som 'mosaikk' av 2 eller flere klasser.

Alle data fra felt ble digitalisert og overført til digitale kart for bearbeidelse, analyse, presentasjon og lagring i ArcGIS ArcMap v.10.1. (www.esri.com/landing-pages/software/arcgis/arcgis-desktop-student-trial).

Tabell 1. Klassifisering ved observasjon av morfologiske enheter og mesohabitater med vanlig strømtype^{1,2,6,7,8}.

Morfologisk Enhet	Kode	Mesohabitat	Noen fluvio-morfologiske karakterer	Strømtype
1. Utgravd Kulp	1	Evje	Ikke netto nedstrøms strøm. Refleksjoner blir ikke brutt.	Nesten ikke merkbar strøm.
	2	Renne, ål	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	3	Midt-strøms	Som ovenfor Dyp, sakte eller stille parti vann (mellom stryk enheter).	Nesten ikke merkbar strøm.
	4	Samløpende	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	5	Side	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	6	Overfall	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
2. Oppdemt Kulp	7	Blokk	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	8	Organisk (trær o.l.)	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	9	Bever	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	10	Skred	Som ovenfor Hindringen synlig.	Nesten ikke merkbar strøm.
	11	Bakvann	Som ovenfor Samløp med hovedelv i en ende. Ofte med vegetasjon.	Nesten ikke merkbar strøm.
	12	Gammelt løp	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.
	13	Terskel (kunstig)	Som ovenfor	Nesten ikke merkbar strøm.

3. Ikke-turbulent	14	Marginalt Dødvann	Lokalisert til elvekantene (ved kanten av blankstryk), svinger eller andre hindringer i elva. Strømtype som for kulp, men fyller ikke (hele) elvebredden.	Nesten ikke merkbar strøm.
	15	Glidning	Uniform, merkbar nedstrøms vannbevegelse er jevn. Refleksjoner blir forstyrret. Jevnt lang-profil med noen horisontale virvler. Ofte lokalisert oppstrøms stryk og fall.	Svak og jevn opp mot grensen til turbulent.
	16	Blankstryk, Grunn	Ingen bølger, men klar nedstrøms vannbevegelse med en forstyrret, småbrutt overflate.	Småbrutt overflate med bølgende lang-profil.
	17	Blankstryk, Dyp	Som ovenfor. Dyp, raskt-flytende.	Småbrutt overflate med bølgende lang-profil.
4. Turbulent	18	'Kok'	Bølgegang når oppstrømmer bryter overflaten. Sekundær strøm tydelig som vertikale og horisontale virvler. Sakte vann: lokalisert ved elvekanter og meandersvinger Raskt vann: Turbulent område lokalisert mellom habitater i en ustabil elveseng. Som regel småskala. Høyt vann: turbulent område mellom blokk/fjell.	Oppstrømmer. Brutte stående bølger, Blir kaotiske ved svært høyt vann.
	19	Småstryk	Turbulent overflate med oppstrøms-vendte små stående bølger som ikke er brutt, over sand til rullestein substrat. Grunnere enn tilstøtende mesohabitater.	Ubrutte eller små brutte stående bølger.
	20	Blokkstryk	Som ovenfor Grovere substrat.	Ubrutte eller små brutte stående bølger.
	21	Hardstryk	Høygradient strekning over/mellom rullestein, blokk eller fjell ved moderat høyt vann. Noe hvitt vann. Hindringer ligger under vann.	Brutte stående bølger, Blir kaotiske ved (svært) høyt vann
	22	Hard smalstryk	Som ovenfor, strømmen presset sammen.	Som ovenfor
	23	Kaskade	Blokk bryter tilfeldig overflaten på strekning med	Brutte stående

5. Trappe- Kulper			stort fall. Blanding av hardstryk og overfall – smalstryker når vannet strømmer forbi oppstrømssiden av substratet, brutte stående bølger på nedstrømssiden av substratet.	bølger, blir kaotiske ved (svært) høyt vann
	24	Kvitstryk/fall	Blokk organisert i (trappe)trinn tvers over elva.	
	25	Kulp	Oppdemmet strekning med finere sediment oppstrøms Kaskade	
	26	Overfall	Lavt kurvet overfall i kontakt med substratet	Brutt eller ubrutt overflate med bølgende lang- profil, chute.
6. Vannfall	27	Fritt fall	Vannet faller vertikalt - kan skille seg fra bakveggen til det vertikale objekt	Vertikalt fritt fall.
7. Tørrlagt				

Tabell 2. Beskrivelse av strømtyper som brukes for å identifisere og beskrive mesohabitater i felt^{2,6,7,8}.

Kode	Strømtype	Beskrivelse for felt identifisering	Tilknyttede mesohabitater
1	Nesten ikke merkbar strøm	Overflateskum ser ut til å være stillestående og refleksjoner på over- flaten blir ikke forvrengt. En kork/pinne på vannoverflaten forblir liggende stille	Kulp – fyller vanligvis hele elvbredden Marginalt dødvann – fyller ikke hele elvbredden
2	Svak og jevn opp mot grensen til turbulent	Strøm hvis styrke er så lav at det oppstår svært lite overflateturbulens. Svært små celler med turbulent strøm er synlige, og refleksjoner blir (litt) forvrengt, og skum på overflaten beveger seg nedstrøms. En pinne som settes vertikalt i vannstrømmen skaper en oppstrøms V i overflaten	Glidning
3	Oppstrøm	Sekundære strømceller synlige på overflaten som vertikal 'koking' Eller sirkulære horisontale virvler	'Kok'
4	Småbrutt overflate Krusning	Overflate-turbulens skaper ikke stående bølger, men symmetriske krusninger som hovedsakelig beveger seg nedstrøms	Blankstryk

5	Ubrutte stående Bølger	Bølgende lang-profil med stående bølger hvor innsvingen står oppstrøms, men uten å bryte (hvitt)	Småstryk
6	Brutte stående Bølger	Hvite 'tumlende' bølger med innsvingen stående oppstrøms. 'Brusende' vannstrøm	Hardstryk Kaskade; på nedstrømssiden av blokk deler strømmen seg eller 'bryter'
7	Chute	Rask, jevn strøm på grensen til turbulent over blokk eller fjell. Strømmen er i kontakt med substratet, og samles oppstrøms, men Deles nedstrøms.	Overfall; chute strøm over områder av bart fjell Kaskade; chute strøm over enkelt-blokk
8	Fritt fall	Vertikalt vannfall og uten hindring fra et klart objekt, vanligvis mer enn 1m høyt og ofte over hele tverrsnittet	Vannfall
9	Kaotisk		

Tabell 3. Type av substrat og partikkelstørrelse klassifisert i felt (modifisert Wentworth skala).

Substrat type	Størrelse mm	Kode
Organisk fint	<10	1
Organisk grovt	>10	2
Leir, silt	0.004-0.06	3
Sand	0.061-2	4
Fin grus	2.1-8	5
Grus	8.1-16	6
Grov grus	16.1-32	7
Småstein	32.1-64	8
Liten rullestein	64.1-128	9
Rullestein	128.1-256	10
Stor rullestein	256.1-384	11
Blokk	384.1-512	12
Stor blokk	>512	13
Jevnt fjell	-	14
Ujevnt fjell	-	15

Tabell 4. Typer av skjul og grad av skjul klassifisert i felt.

Skjul type	Kode	Andel (%)	Kode
Submerged – logs, roots	1	0	0
Submerged - other	2	10	1
Stone - boulder	3	20	2
Organic debris – fine	4	30	3
Submerged vegetation	5	40	4
Undercut banks	6	50	5
Broken surface	7	60	6
Overhang (specify)	8	70	7
Surface ice (cover)	9	80	8
		90	9
		100	10

4. Habitat tilstand før tiltak

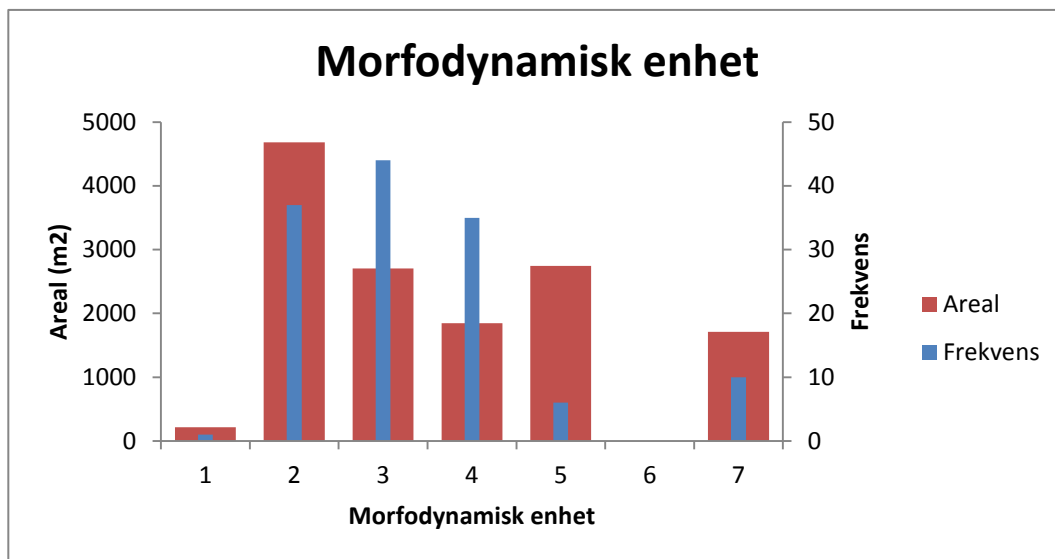
Dagens habitattilstand ved aktuelle terskler og nær nåværende minstevannføringer (200 ls-1), ble klassifisert i 142 ulike polygoner (inkl. 8 gyteområder i kanten av terskelbassengene) med samlet areal på 15750 m² (gjennomsnitt 111 m² ± SD 37,6; se eksempel i Fig. 4).

Den kvalitative tilstanden er karakterisert og dominert av noen få habitat typer. Disse utgjør også relativt store arealer og er skapt gjennom den tidligere terskelbyggingen (Fig. 5-9, se også Fig. 2, 3 og 4).

Dette gjør at den dominerende morfodynamiske enhet er oppdemt kulp (type 2 i Fig. 5; areal 4863m², frekvens 37). To andre viktige morfodynamiske enheter er ikke-turbulente glidninger ut av terskelbassengene (type 3 i Fig. 5) og små trappekulper (type 5 i Fig. 5) i selve terskelen. Vesentlige deler av tersklene er også tørrlagt land på kantene som delvis er i ferd med å bli naturlig revegetert (type 7). Areal av områder med turbulent vann, en type som vil favorisere ørret over ørekyte, er begrenset i forhold til de andre typene (type 4 i Fig. 5)

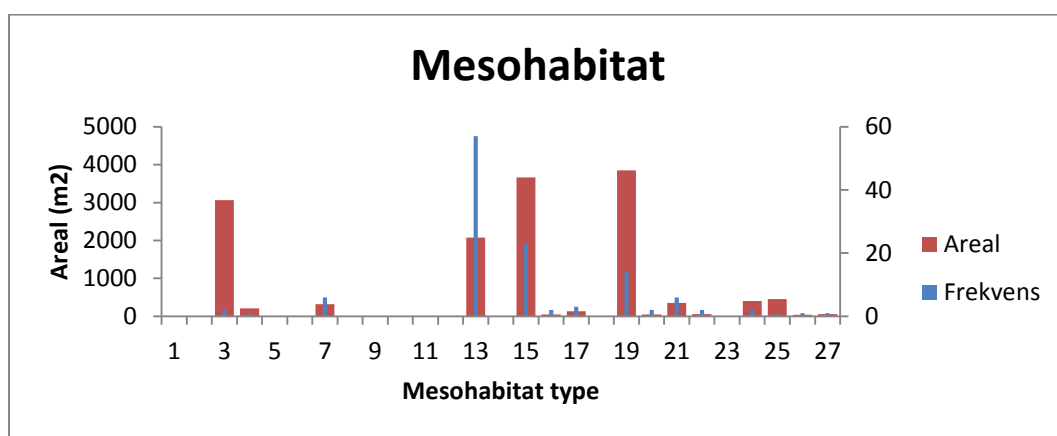


Figur 4. Eksempel på inndeling i klassifiseringsenheter (polygoner) på terskel 3 Fossgård. Terskelen ble inndelt i 22 polygoner med samlet areal 3807 m² (gjennomsnitt 173 m² ± SD 296,0).



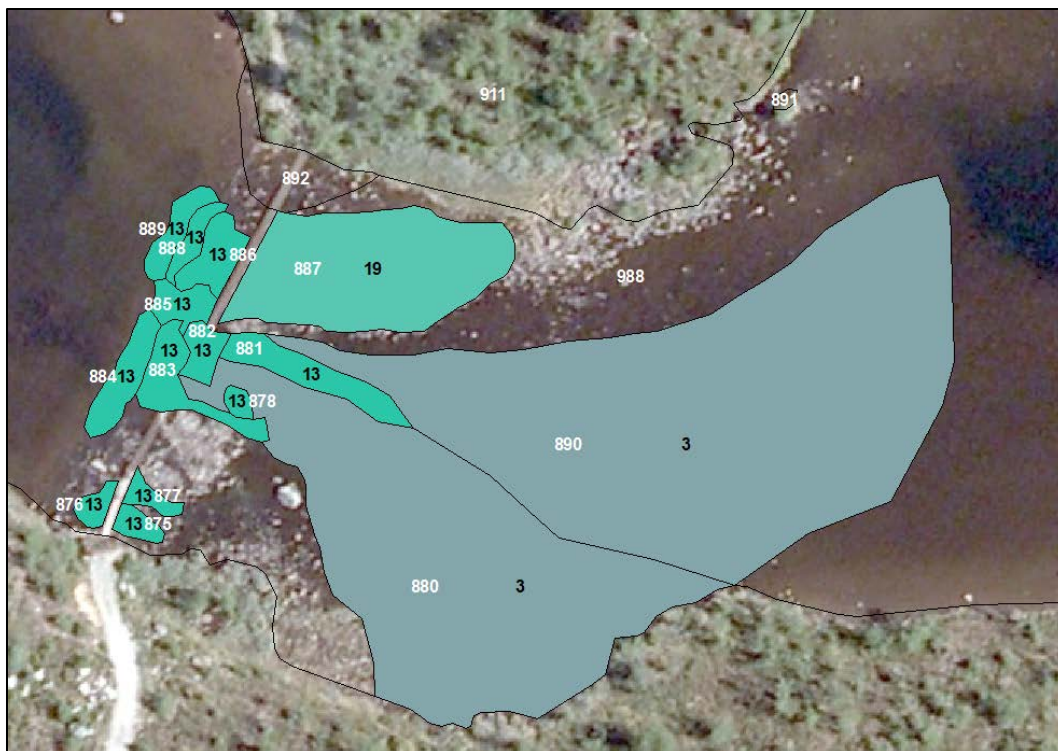
Figur 5. Stolpediagram over areal (røde, brede stolper) og frekvens (blå, smale stolper) sammensetning av morfodynamiske enheter på de seks undersøkte tersklene.

Fordelingen av mesohabitater (Fig. 6) utdyper denne tilstanden. Den vanligst forekommende mesohabitat type er oppdemt terskelkulp (type 13 i Fig. 6; frekvens 57, areal 2074 m²), men dette utgjør ikke største areal ettersom bare kanten av terskelbassengene i tilknytning til selve terskelen er registrert. Arealmessig er de viktige mesohabitater på tersklene 15 og 19, dvs. glidninger (type 15 i Fig. 6; i hovedsak sakteflytende ut- og innløpsområder ved terskelkulpene, areal 3666 m², frekvens 23), og småstryk (type 19 i Fig. 6; areal 3849 m², frekvens 14). Mesohabitat type 3, kulper i hovedelva, utgjør også et betydelig areal (type 3 i Fig. 6; areal 3065 m²), men forekommer bare med frekvens 2. Dette er to større innløpsområder nedstrøms terskel 1 som sannsynligvis er viktige oppvekstområder for ørret (Fig. 7, 12).

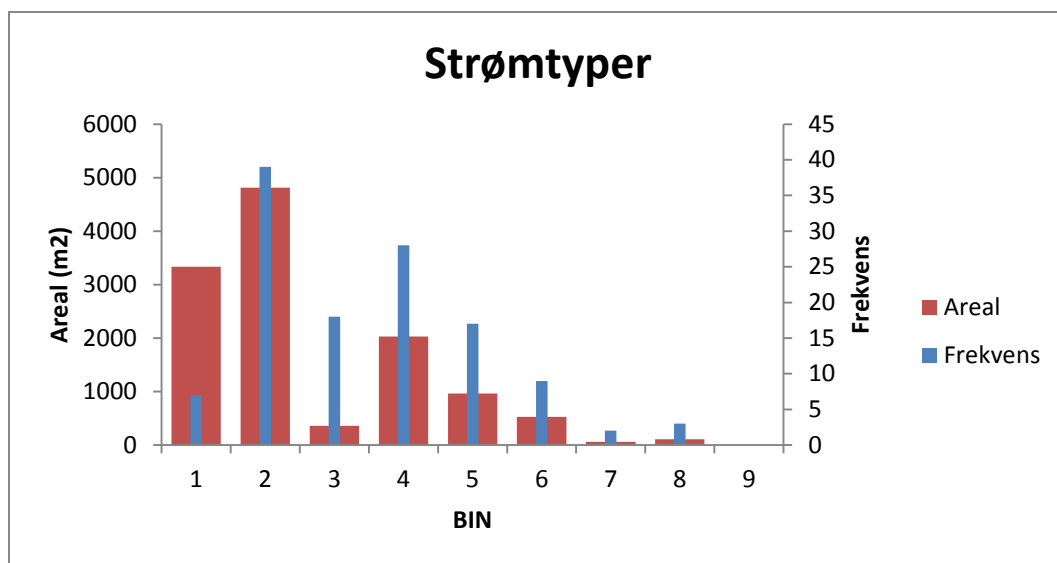


Figur 6. Stolpediagram over areal (røde, brede stolper) og frekvens (blå, smale stolper) sammensetning av mesohabitater på de seks undersøkte tersklene.

Som forventet er de arealmessig dominerende strømtyper de to mest sakteflytende typene, dvs. knapt merkbar strøm (type 1 i Fig. 8; areal 3333 m², frekvens 7) og jevn strøm på grensen til turbulent (type 2 i Fig. 8; areal 4813 m², frekvens 39) som er den vanligste typen både mht. areal og frekvens. På selve tersklene er vannet og dermed strømbildet mer fragmentert, noe som reflekteres i at strømtyper med brutte overflater, dvs. småstryk og stående små-bølger, forekommer med betydelig frekvens, men relativt små arealer (type 4, brutt overflate, i Fig. 8; areal 2031 m², frekvens 28; type 5, ubrutte stående bølger, i Fig. 8; areal 966 m², frekvens 17; og type 6, brutte stående bølger, i Fig. 8; areal 529 m², frekvens 9). Mer rasktflytende strømtyper er nesten fraværende, men ved Geilo bru er det ansatser til sterkere stryk (type 5-7 i Fig. 9).



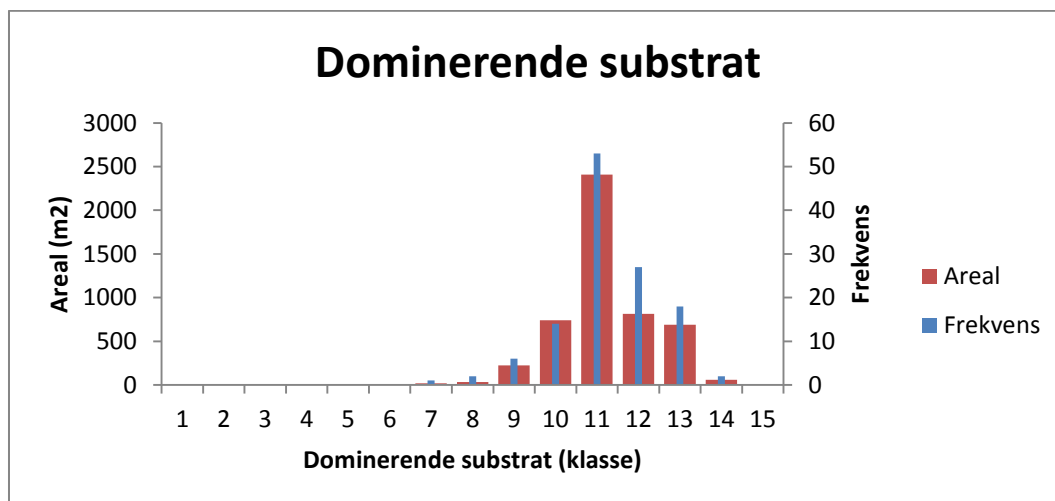
Figur 7. Sammensetning av mesohabitater på terskel 1. To større områder nedstrøms av mesohabitat type 3, kulp i hovedløpet, er tatt med fordi de sannsynligvis er viktige oppvekstområder for ørret.



Figur 8. Stolpediagram over areal (røde, brede stolper) og frekvens (blå, smale stolper) sammensetning av strømtyper på de seks undersøkte tersklene.



Figur 9. Sammensetning av strømtyper på terskel 4 ved Geilo bru1. Her er det mindre nedstrøms partier med sterkere strøm, kvitstryk og brutte stående bølger (type 5-7).



Figur 10. Stolpediagram over areal (røde, brede stolper) og frekvens (blå, smale stolper) sammensetning av dominerende substrat på de seks undersøkte tersklene.

På grunn av de grove massene brukt ved terskelbyggingen, til dels skuddstein, er dominerende substrat på tersklene gjennomgående grov stein og blokk, dvs. klasse 11 eller større (stor (rulle)stein, > 25 cm, Fig. 10, 11; areal 3973 m², frekvens 100). Mer mosaikkpregede og dermed strukturelt varierte habitater, særlig mht. substrat, finnes fortrinnsvis ved utløp

terskelbasseng mot terskel og nedstrøms terskel ved innløp til terskelbasseng, hvor kunstig terskel substrat går over mot mer naturlig substrat (Fig. 12-13).

Oppstrøms terskel 1 og 2 ble det observert vaskede områder, sannsynligvis gytegroper, på utløpet fra oppstrøms terskelbasseng (Fig. 14-15). Gytegroppene lå på gruspartier som sannsynligvis er brukt for å tette tersklene oppstrøms. Noen steder var det også brukt grov grus av skuddstein til tetting, men dette er mindre eget som gytesubstrat Fig. 16).

Detaljkart er vist for morfodynamiske enheter, mesohabitat typer og strømtyper for alle terskler i Fig. 17-23.



Figur 11. Grov stein og blokk i terskel 4.



Figur 12. Mosaikkpreget område nedstrøms terskel 1.



Figur 13. Mosaikkpreget område nedstrøms terskel 3.



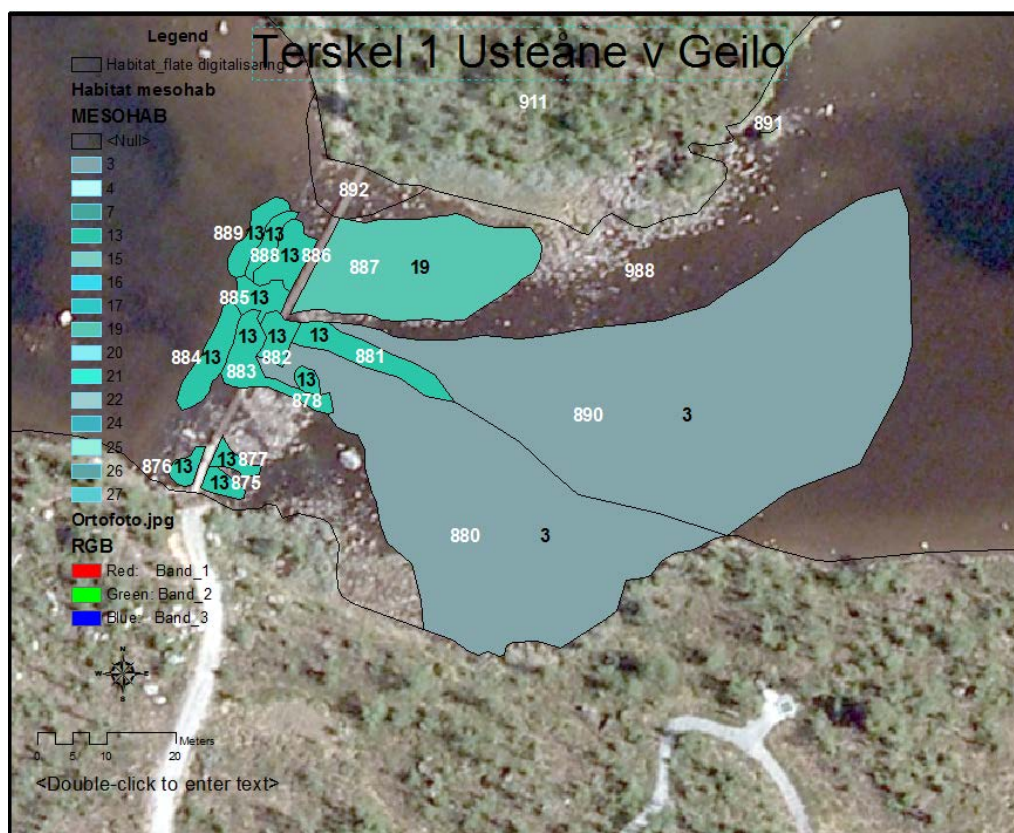
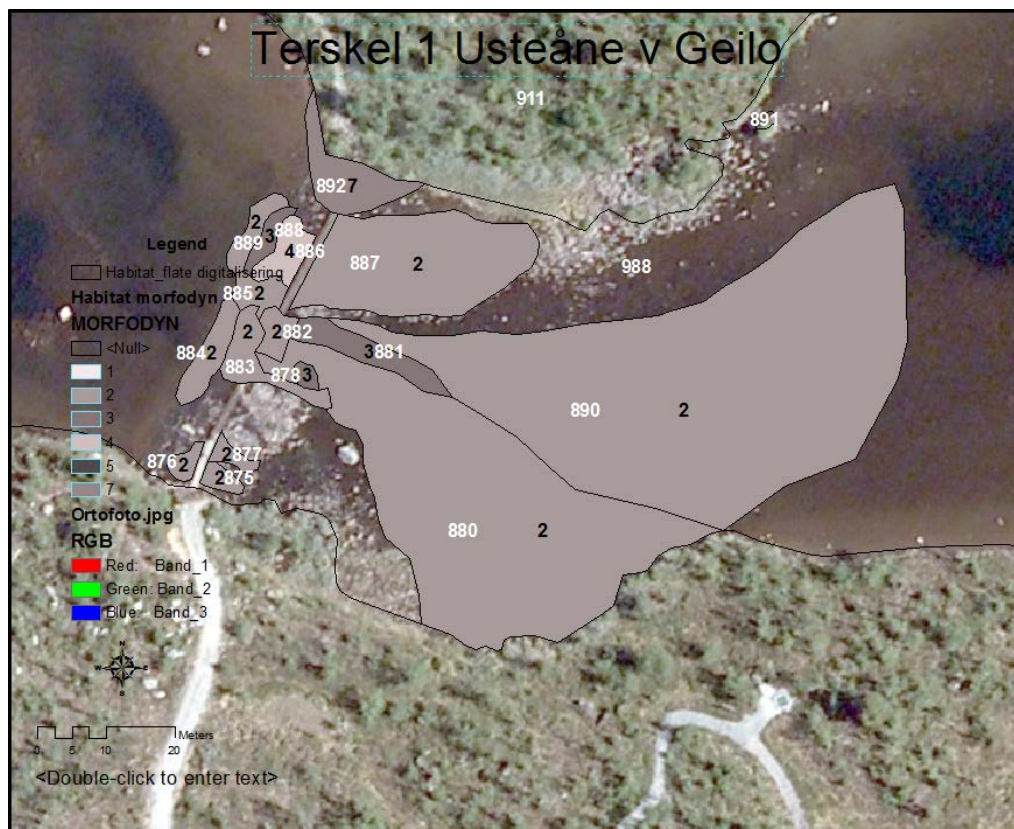
Figur 14. Vasket grusområde oppstrøms terskel 2.

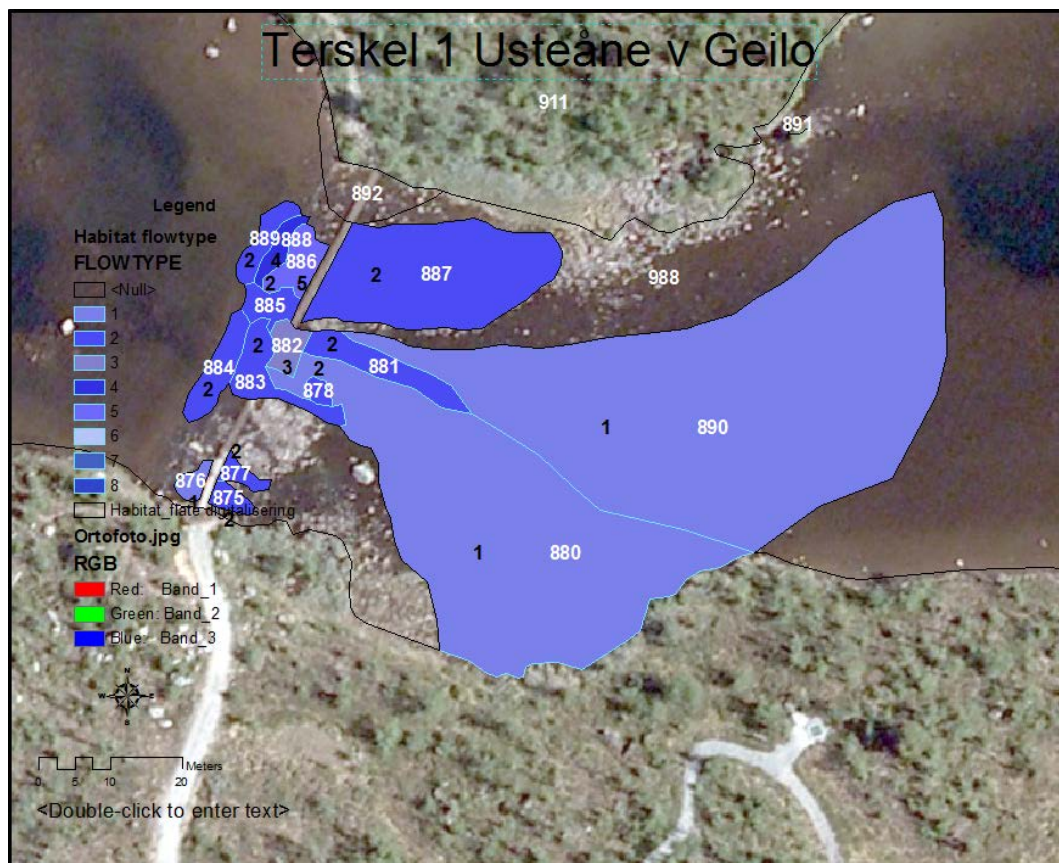


Figur 15. Vasket grusområde oppstrøms terskel 2.

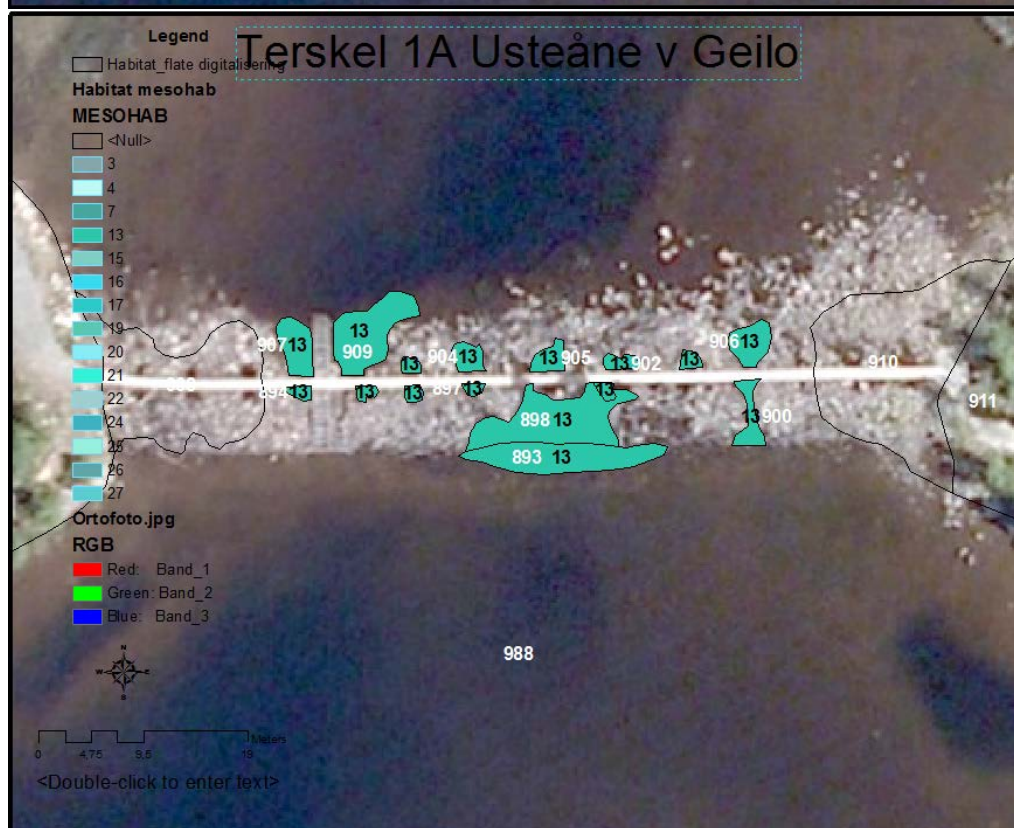
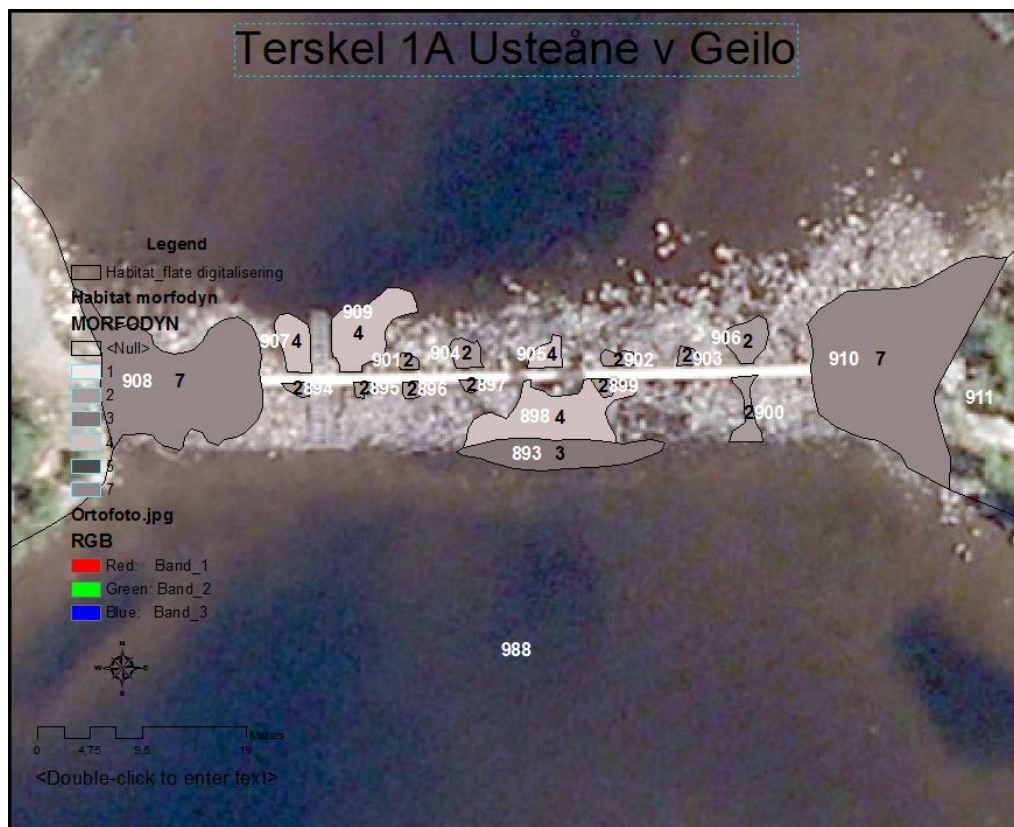


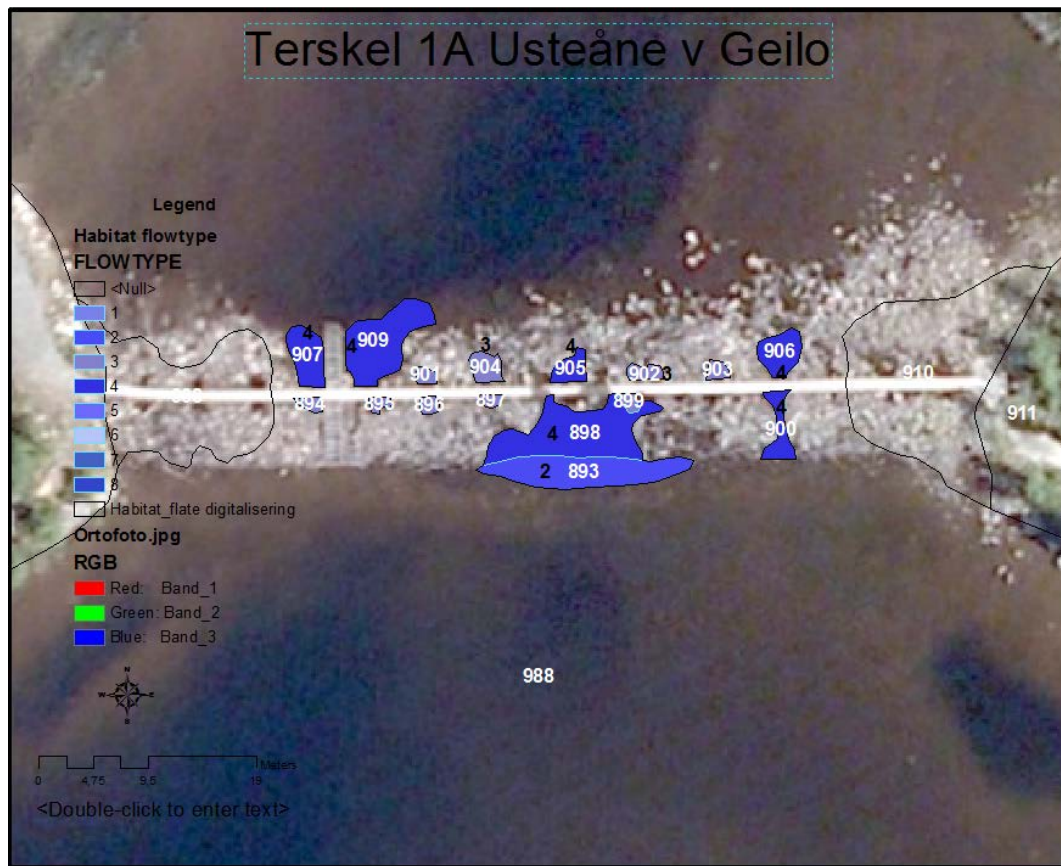
Figur 16. Grov grus av skuddstein brukt til tetting oppstrøms terskel 1.



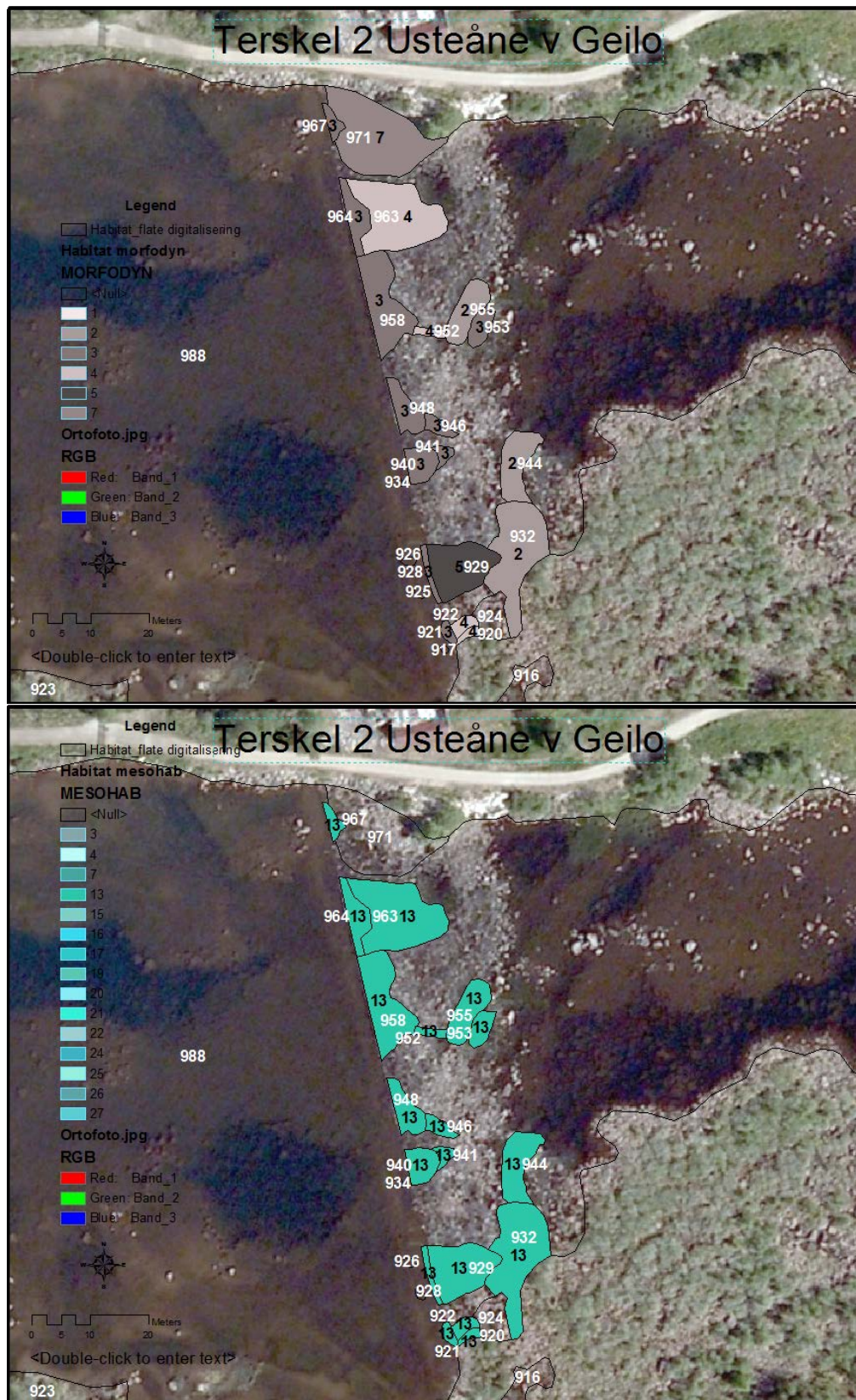


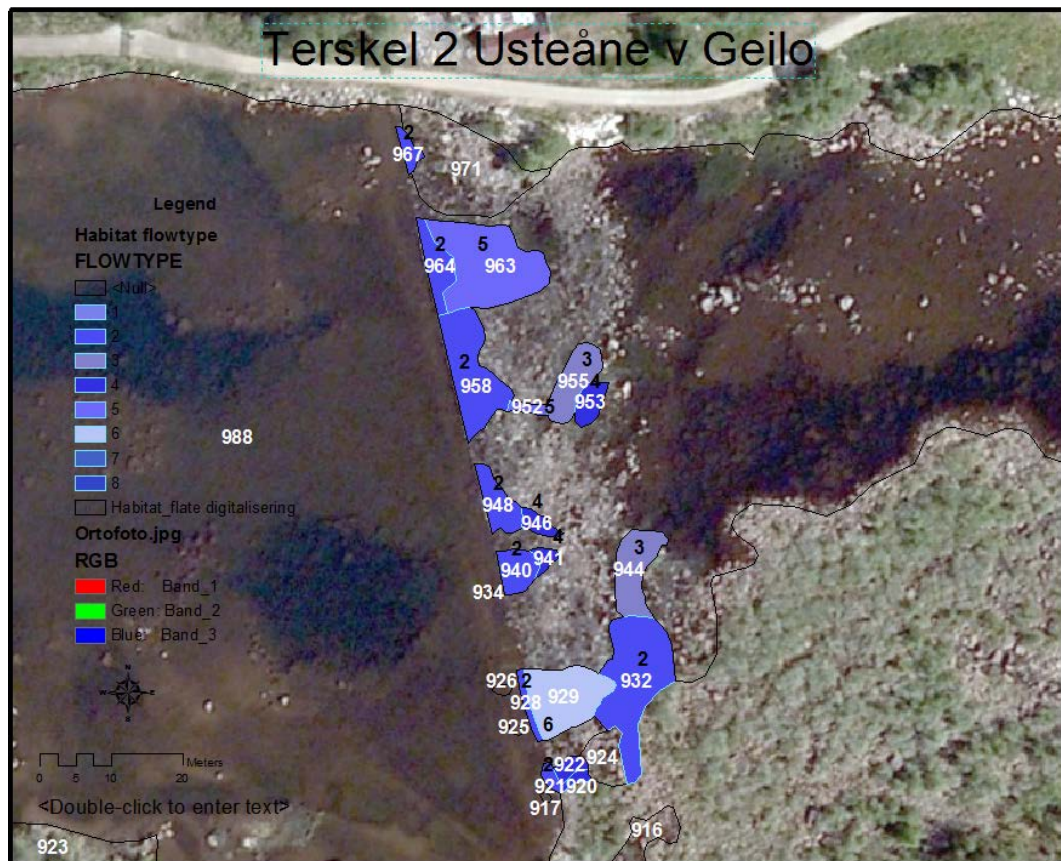
Figur 17. Kartlagte morfodynamiske enheter, mesohabitat typer og strømtyper på terskel 1 Ustedalsfjorden i Usteåne ved Geilo.



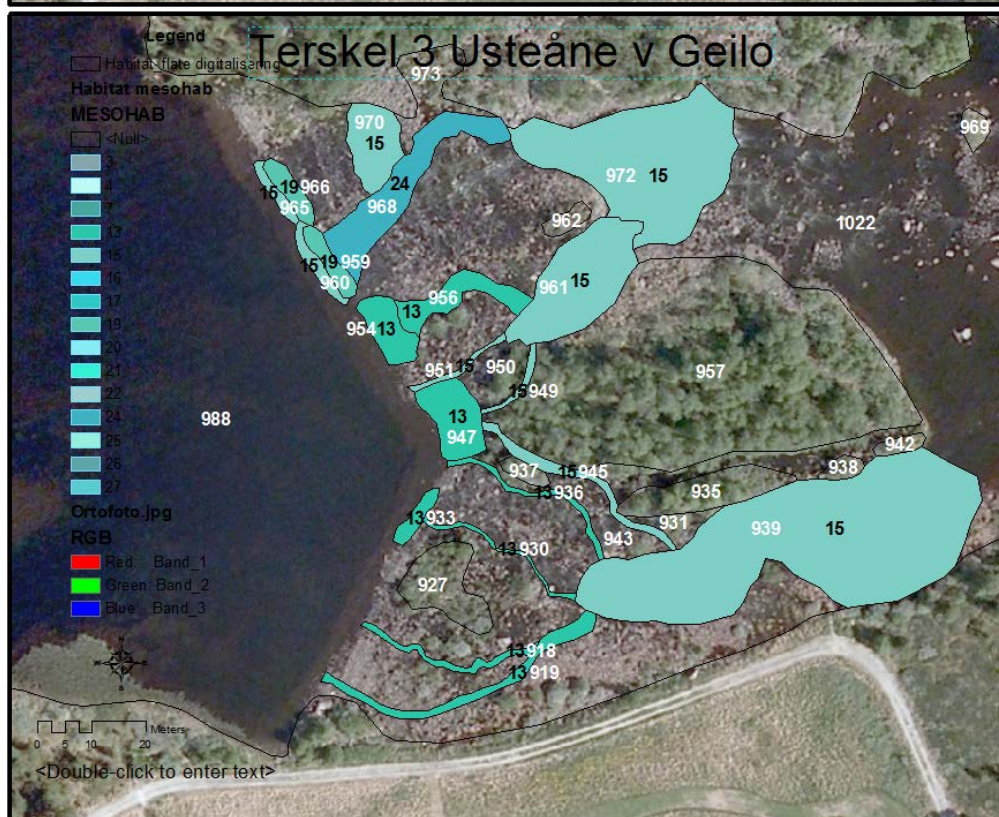
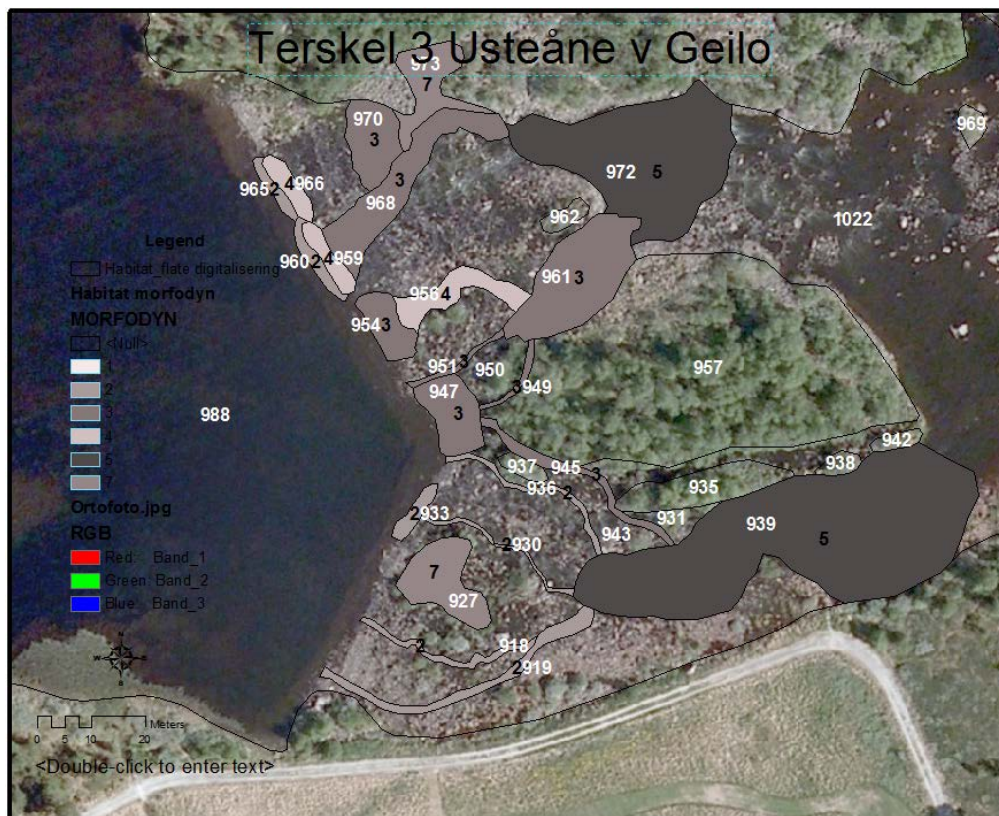


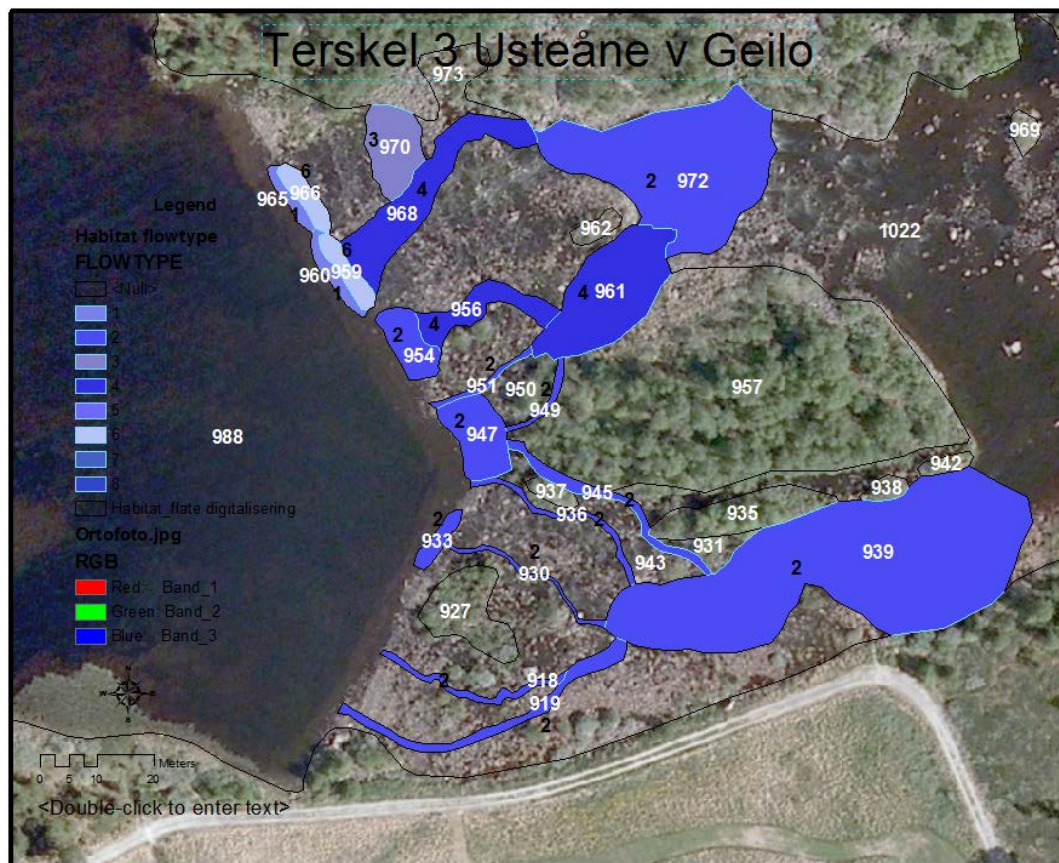
Figur 18. Kartlagte morfodynamiske enheter, mesohabitat typer og strømtyper på terskel 1A Ustedalsfjorden i Usteane ved Geilo.



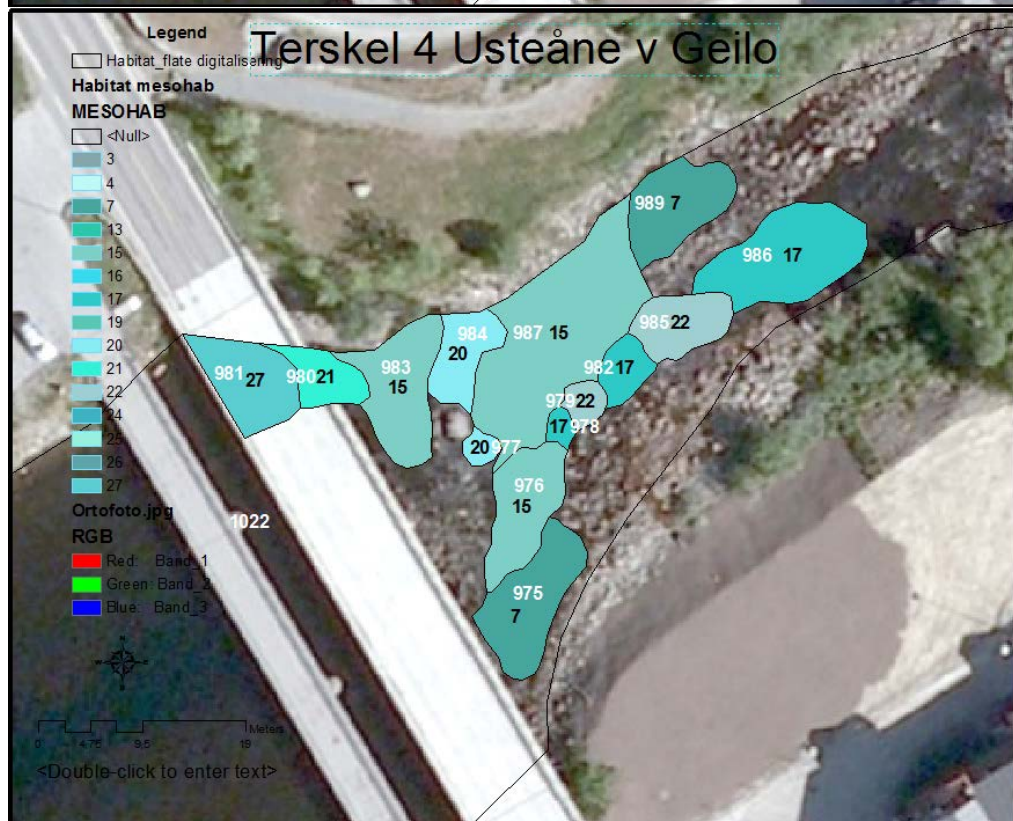
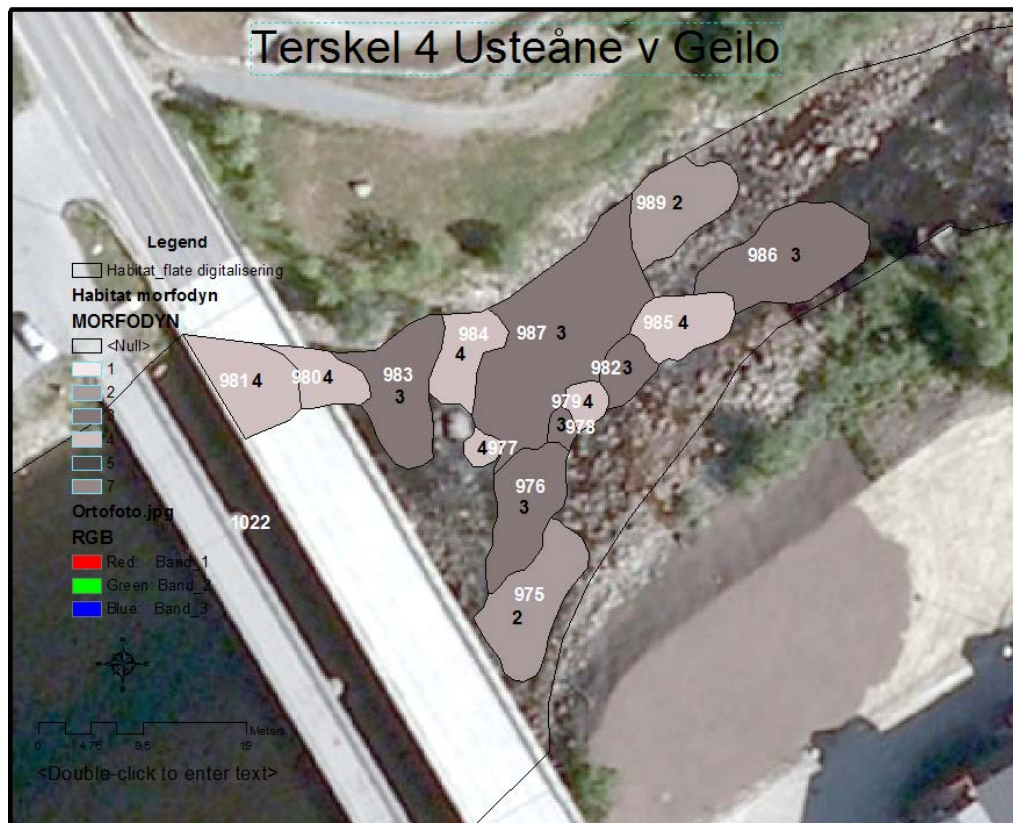


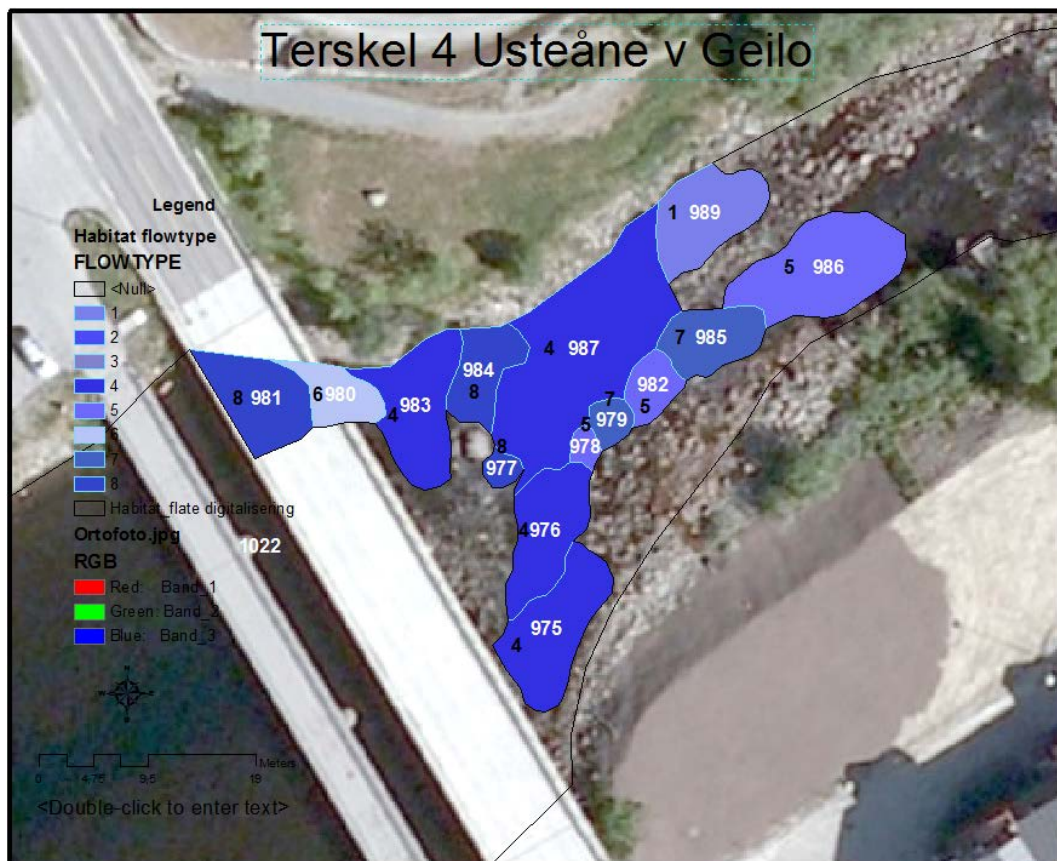
Figur 19. Kartlagte morfodynamiske enheter, mesohabitat typer og strømtyper på terskel 2 Veslefjorden i Usteåne ved Geilo.



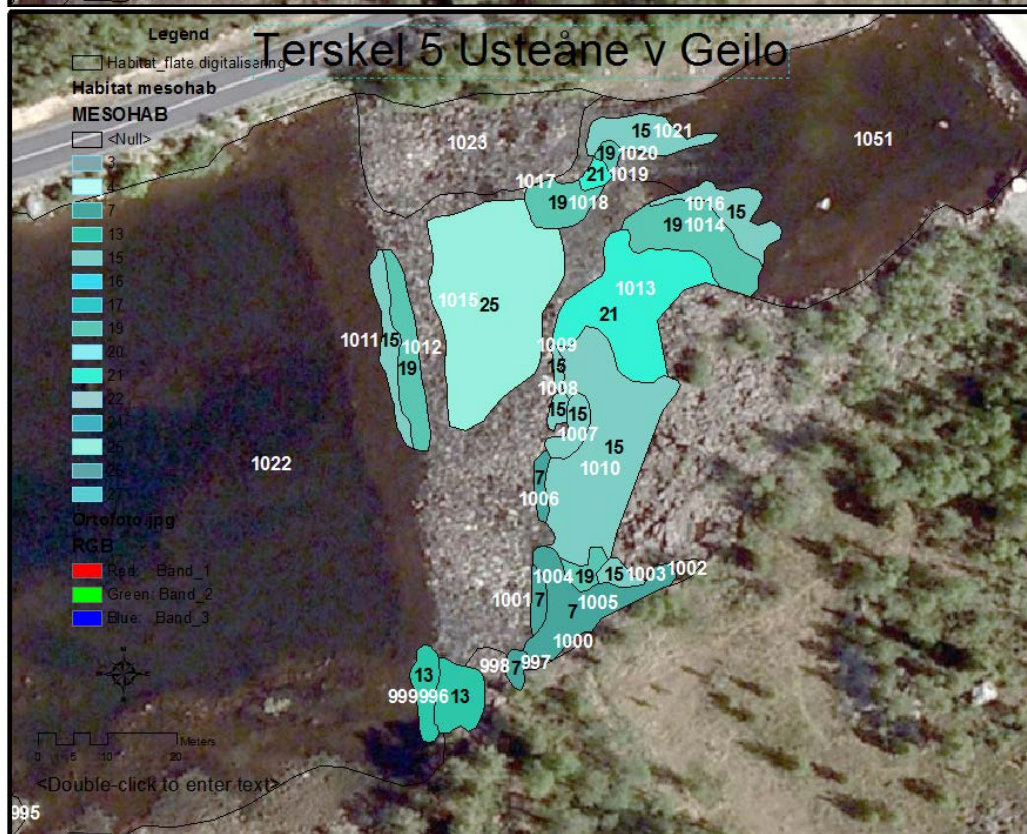
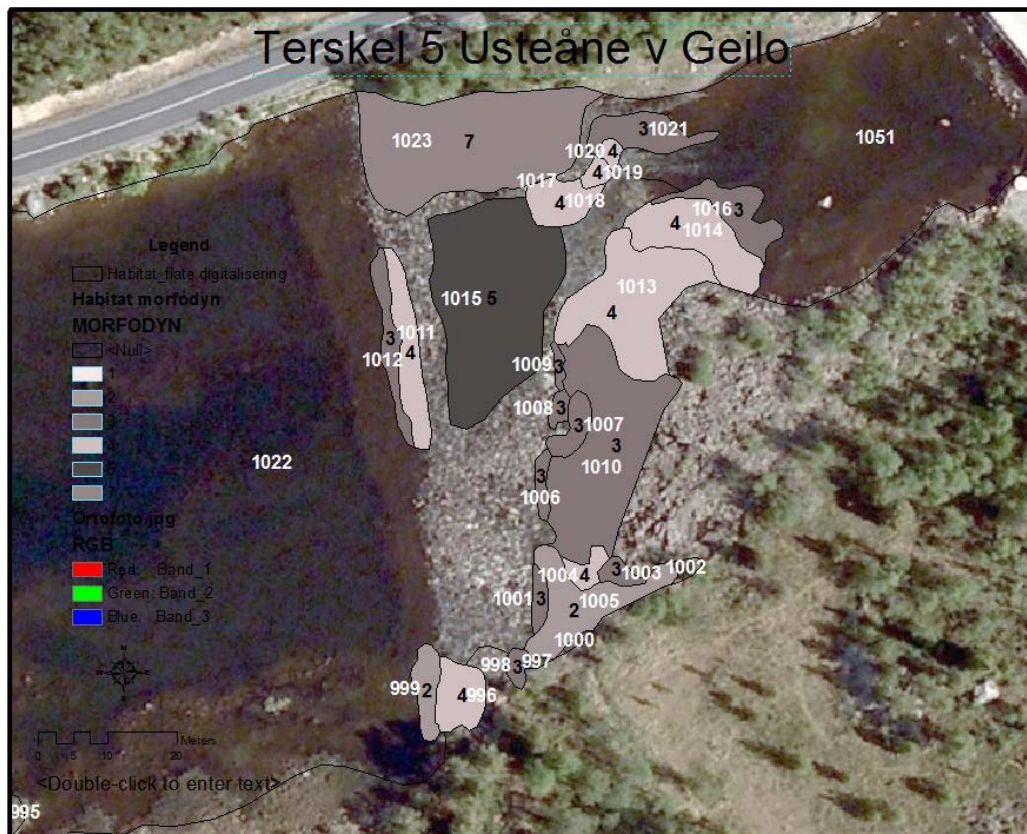


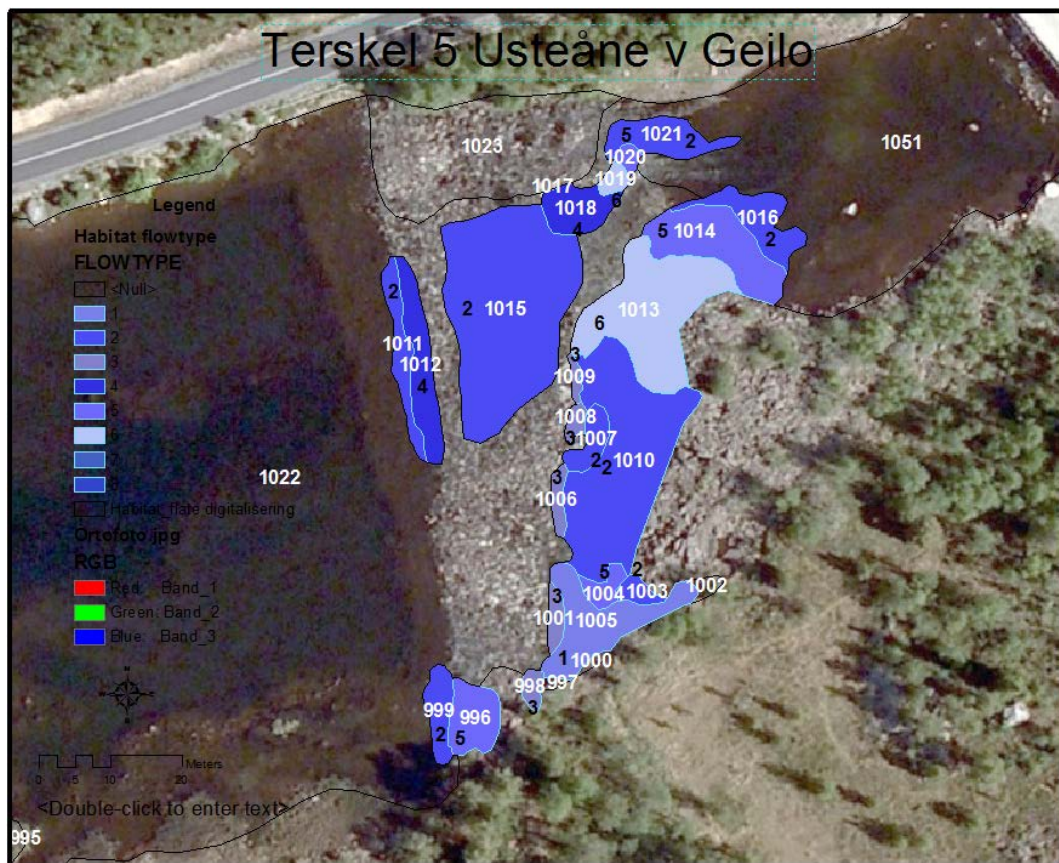
Figur 20. Kartlagte morfodynamiske enheter, mesohabitat typer og strømtyper på terskel 3 Fossgård i Usteåne ved Geilo.



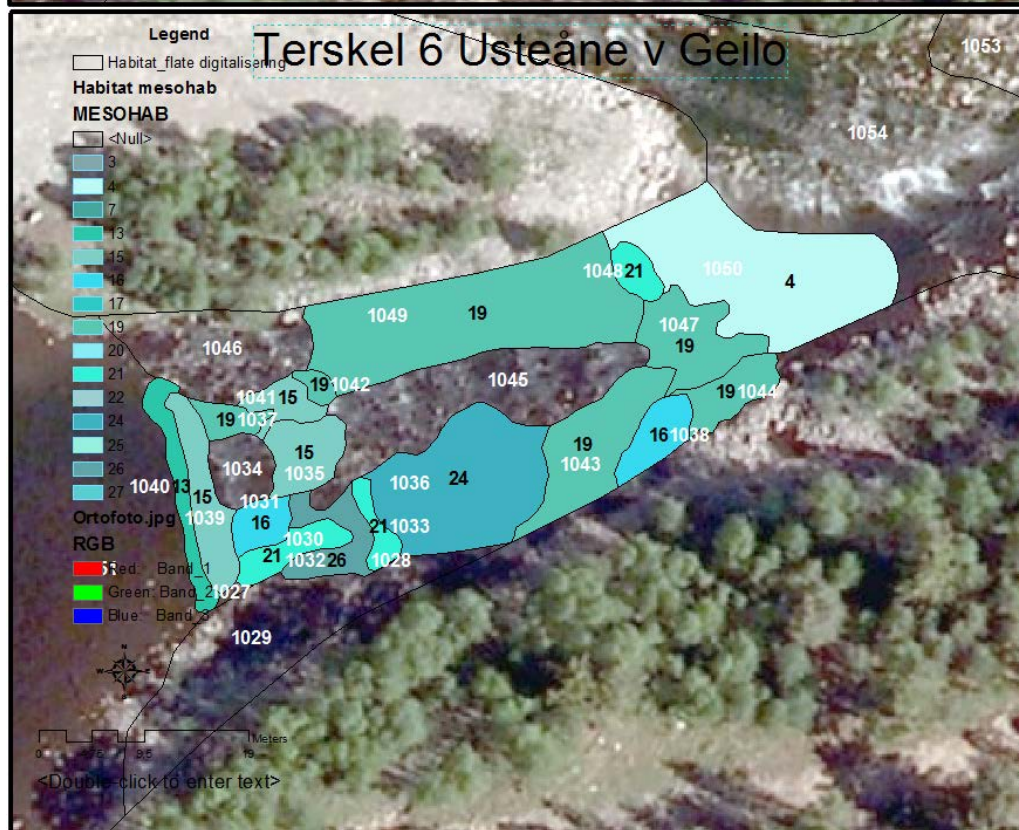
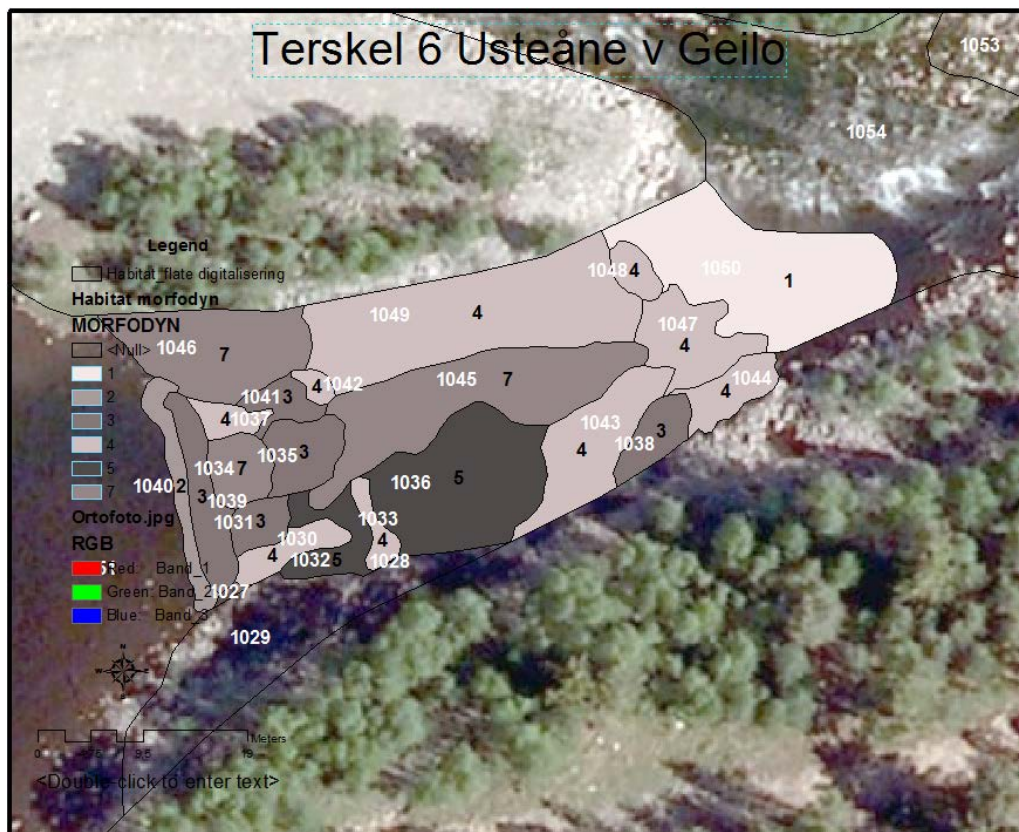


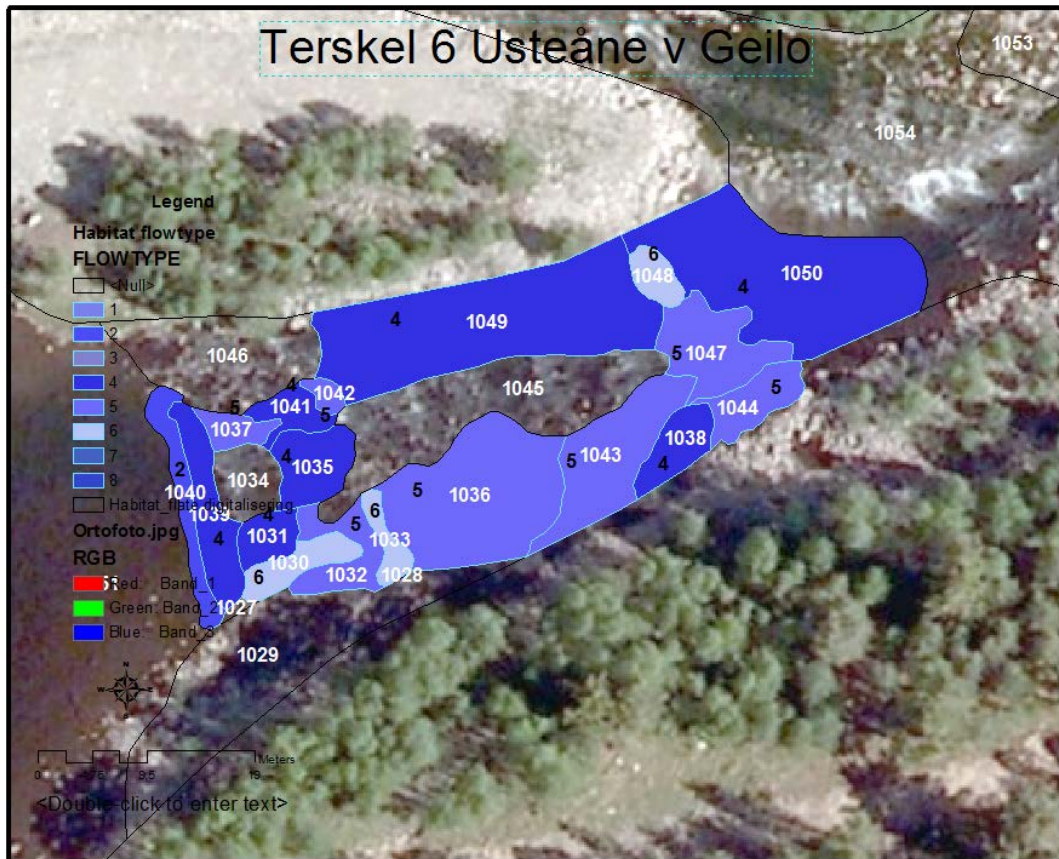
Figur 21. Kartlagte morfodynamiske enheter, mesohabitat typer og strømtyper på terskel 4 Geilo bru i Usteåne ved Geilo.





Figur 22. Kartlagte morfodynamiske enheter, mesohabitat typer og strømtyper på terskel 5 Lauverud i Usteåne ved Geilo.





Figur 23. Kartlagte morfodynamiske enheter, mesohabitat typer og strømtyper på terskel 6 samtløp Bardøla i Usteåne ved Geilo.

5. Generelle føringer for planarbeidet

5.1 Veiledende prinsipper for prosess og tiltak

Den generelle planprosessen og oppfølgingen av et rehabiliterings/biotoptiltaks prosjekt som i Usteåne, bør ideelt sett følge denne strukturen for å gi god kvalitetssikring:

Biologi

1. Gjør biologiske forundersøkelser flere ganger og gjennom året.
2. Finn ev. biologisk begrensende faktorer i prioritert rekkefølge.

Tiltak

3. Bestem formål med tiltakene.
4. Finn nødvendige og aktuelle tiltak.
5. Lag plan, organisasjon og tidsplan for gjennomføring av tiltak.
6. Gjør tiltak i felt med tett oppfølging.

Oppfølging

7. Gjør etterundersøkelser for å evaluerer effekter av tiltak.
8. Kontroller tiltakene jevnlig mht. stabilitet og ev. skader.

5.1.1 *Biologi*

Ad pkt. 1-2: Tilgjengelig fiskebiologisk kunnskap og resultater fra gjennomførte undersøkelser i dette prosjektet er mer utførlig beskrevet i Saltveit et al. (2013) Hovedpunktene er:

- påviste arter ved tersklene er ørret og ørekyte,
- forekomst av ørret ved alle terskler,
- ørekyte særlig ved terskel 1,
- gytegroper ved terskel 1 og 2,
- årsrekrutter av ørret særlig ved terskel 1 og 2,
- større ørretunger ved alle terskler, kort referert i kap. 2 foran,
- ikke indikasjoner på rekrutteringsbegrensning i systemet.

5.1.2 *Formål*

Ad pkt. 3: Formål med tiltakene, slik der er formulert av oppdragsgiver og detaljert gjennom planprosessen, er å øke produksjonen av ørret, gjennom å bevare gode gyteforhold og forbedre habitat og vekstforhold for ørretunger i Usteåne.

5.1.3 Tiltak og plan

Ad pkt. 4-5: Aktuelle tiltak med plangjennomføring er hovedinnholdet i foreliggende rapport. Plan(utkast) skal foreligge ultimo januar 2014.

5.1.4 Oppfølging

Ad pkt. 6-8: Dette vil være den konkrete oppfølgingen av foreliggende plan og er tiltakshavers ansvar.

Ved valg og forslag til tiltak er disse generelle prinsipper lagt til grunn:

1. Lær av naturen og etterlign naturen. Hvilke kvaliteter har de (lokale) gode elvene?
2. Arbeid med, ikke mot, den lokale produksjonskapasitet.
3. Identifisere begrensende faktorer.
4. Legg vekt på arts-spesifikke, størrelses-spesifikke og sesong-spesifikke behov (og tiltak) mht. miljø og biologiske forhold.
5. Lag steds-spesifikke tiltak.
6. Lag tiltak naturtro (elveforløp, lokal vegetasjon) og estetisk tiltalende.
7. Se tiltak i elv i sammenheng med kantvegetasjon, nærområder (landskap, nedbørfelt) og bruk (friluftsliv, fiske).

6. Generelle føringer for tiltak

Generelle målsettinger med habitat rehabilitering er å gjenskape mest mulig naturlig funksjonelle habitater og et sammenhengende biologisk nettverk mellom disse habitatene, jfr. Tabell 7.

Tabell 7. Grunnleggende hensyn i en økologisk basert rehabiliteringsprosess^{3,4,5,10,11,13,20,22,26}

Rehabiliteringsprosessen krever:

et nedbørfelt perspektiv hvor sammenheng og samspill mellom dalsider og elv og øvre og nedre deler av elv ivaretas,

en erkjennelse av at elv og nedbørfelt er og fortsatt vil være preget av menneskelig aktivitet, slik at restaurering vil kreve kunstige tiltak, som bør være mest mulig naturlignende og estetisk tiltalende,

en forståelse av at tiltakene skal rehabilitere økologisk dynamikk både i rom og over tid.

Sentrale grunnleggende og generelle økologiske hensyn er:

å ha et godt langsgående og sideveis sammenhengende nettverk av hensyn til vandrende arter (f.eks. gyte-ørret), men også av hensyn til fri naturlig utbredelse av alle naturlige arter i systemet,

å ha mest mulig naturlig strukturell diversitet og funksjon,

å kjenne (lokal) produksjonskapasitet og begrensende faktorer,

å kjenne sammenheng og samspill med elvekanter, nærområder (landskap, nedbørfelt) og bruk (leik, friluftsliv, fiske).

Det er viktig å identifisere hvilke biologiske arter/grupper som er målsettingen med tiltakene, fordi:

- de begrunner stedsspesifikke og konkrete valg av tiltak (art, størrelse, sesong)
- de er fokus for å fremme planen overfor forvaltning og beslutningstagere

de er, i ettertid, indikatorer på om prosjektet er vellykket.

I foreliggende plan er det også flere viktige tilleggs hensyn som er steds-spesifikke:

- Ørekyte er en ny art som forekommer i hele systemet. Ved tiltak er det derfor viktig å unngå å favorisere ørekyte, fordi den kan konkurrere sterkt med ørret. Dette innebærer særlig å unngå tiltak som skaper grunne og stille/strømsvake habitater, fordi dette favoriserer ørekyte.
- Tilgang på gytearealer ser per i dag ikke ut til å være en begrensende faktor (Saltveit et al., 2013), men gyteområder kan muligens bli tørrlagt på lav vannføring, kanskje særlig om vinteren.
- Tapping av vann fra Ustevatn om sommeren vil tilføre systemet kaldt vann. Det vil i så fall redusere veksten til ørretunger. Imidlertid vil sannsynligvis Ustedalsfjorden fungere som en temperatur utjevnende buffer for nedstrøms deler av Usteåne.

- Det er ikke indikasjoner på rekrutteringssvikt for ørret, men bedre oppvekstforhold for rekrutter i terskelområdene vil føre til større produksjon av utvandrende ørret.

Tiltakene som foreslås i denne planen er derfor valgt og utformet for å bedre oppvekst og oppholds habitat for ørret med fokus på å:

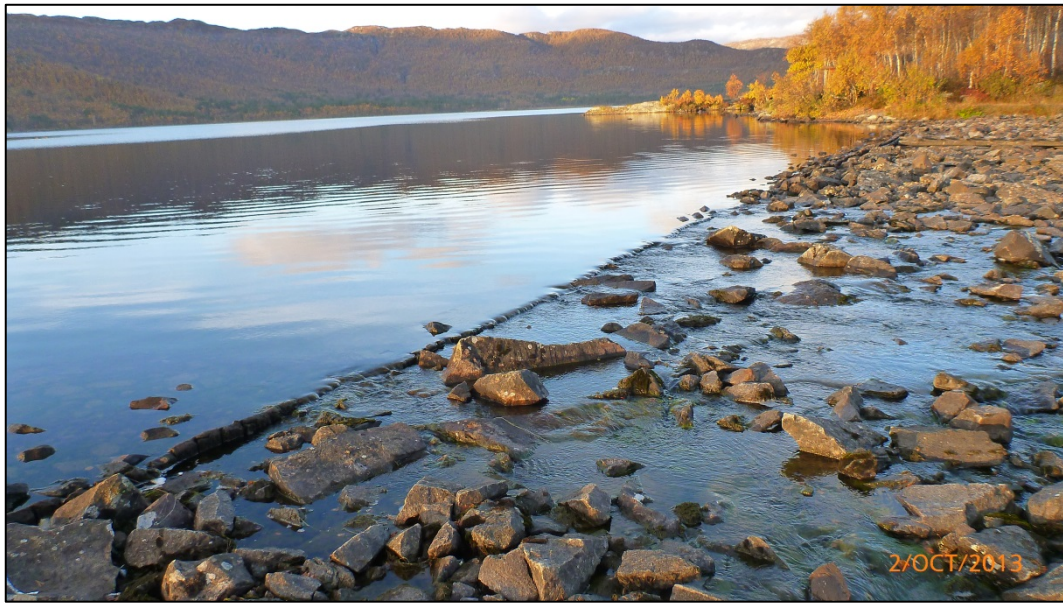
- Gi bedre oppvekstområder for ørretunger.
- Gi bedre forhold også for større ørret.
- Gi tiltak en utforming som favoriserer ørret framfor ørekyte.
- Bevare vandringsveier mellom tersklene.

I tillegg til biologiske forhold, er også noen andre føringer lagt til grunn:

- Aktuelle elvestrekning kan ikke endre hovedstruktur pga. fallhøyde og flomsikring.,
- Det dimensjoneres for vannføringer som er normale når kraftverksdammen i Ustevatn er stengt, og vann tilføres fra restfeltet.
- Det dimensjoneres for flommer opp til $150 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.
- Bredde på tersklene skal holdes intakt av hensyn til flomsikring.
- Tiltak prioriteres lagt til terskler som per i dag har minst gunstig habitat areal og -variasjon.

7. Forslag til tiltak

Fellestrekk for løsmassetersklene er at de er bygget av relativt stor stein og blokk. Det ligger tetting oppstrøms i form av nåledammer og/eller fylling av finere masser/grus mot terskelen, slik at selve inngangen til terskelen er tett og vannet går inn i terskelen i dagen (Fig. 23, 16). Selve løsmassetersklene består av relativt stor stein og blokk (se substratklassifisering over, Fig. 11, 24). Dette fører til at vannet delvis eller helt forsvinner ned i terskelen, og derfor bare i begrenset grad gjør nytte som habitat (Fig. 11, 24). Selve tersklene er heller ikke utformet med tanke på selvstendig habitat, men kun med tanke på oppdemming av vannspeil oppstrøms (Fig. 11, 24). Dette innebærer at tersklene med sitt fall i alt for dårlig grad utnyttes som fiskehabitat. Slike fallområder er viktige gyte- og oppvekstområder, særlig hvor ørekyte er til stede. Ørekyte konkurrerer med ørret om mat og plass ((Museth, Borgstrom, & Brittain, 2010; Museth, Borgstrom, & Brittain, 2010; Museth, Hesthagen, Sandlund, Thorstad, & Ugedal, 2007) og favoriseres av stille, grunne, varme elvehabitater. Hovedmålsettingen for forslag til habitat tiltak er at de skal bedre oppvekstforholdene for ørret. Slike tiltak må imidlertid ikke medføre at det blir større arealer med stilleflytende og grunne partier. Det vil favorisere ørekyte som konkurrerer best i slike habitater.



Figur 24. Oppstrøms tetting av terskel 1A og 2 på utløp Ustedalsfjorden vha. dykket nåledam.



Fig. 25. Grov løsmasseterskel hvor vannet forsvinner til venstre, naturlig elv med varierende habitat til høyre, samt generelle forslag til biotope tiltak for alle løsmassetersklene (fra semi-naturlig løp i sør i terskel 5 Lauverud).

Habitat tiltak vil i stor grad innebære å øke strukturelt mangfold. Dette faller også i stor grad sammen med landskapsestetiske og friluftshensyn. Tiltakene bør imidlertid ikke føre til økt oppstuvning av vann, og ikke øke flomfaren vesentlig, samtidig som tiltakene må dimensjoneres for å tåle en større flom. Det er en teknisk utfordring å dimensjonere målrettet for å tåle større flommer. Dessuten har vi begrenset kunnskap om hvordan tiltak vil påvirke og bli påvirket av substrat og massetransport lokalt. Dette vil man vinne erfaring med i etterkant, og ev. vedlikeholdende tiltaksarbeid må vurderes over tid.

Ettersom den nederste terskelen, terskel 6 ved samløp Bardøla, er den mest naturlignende terskelen, vil forslag til biotope tiltak starte her og bevege seg oppstrøms.

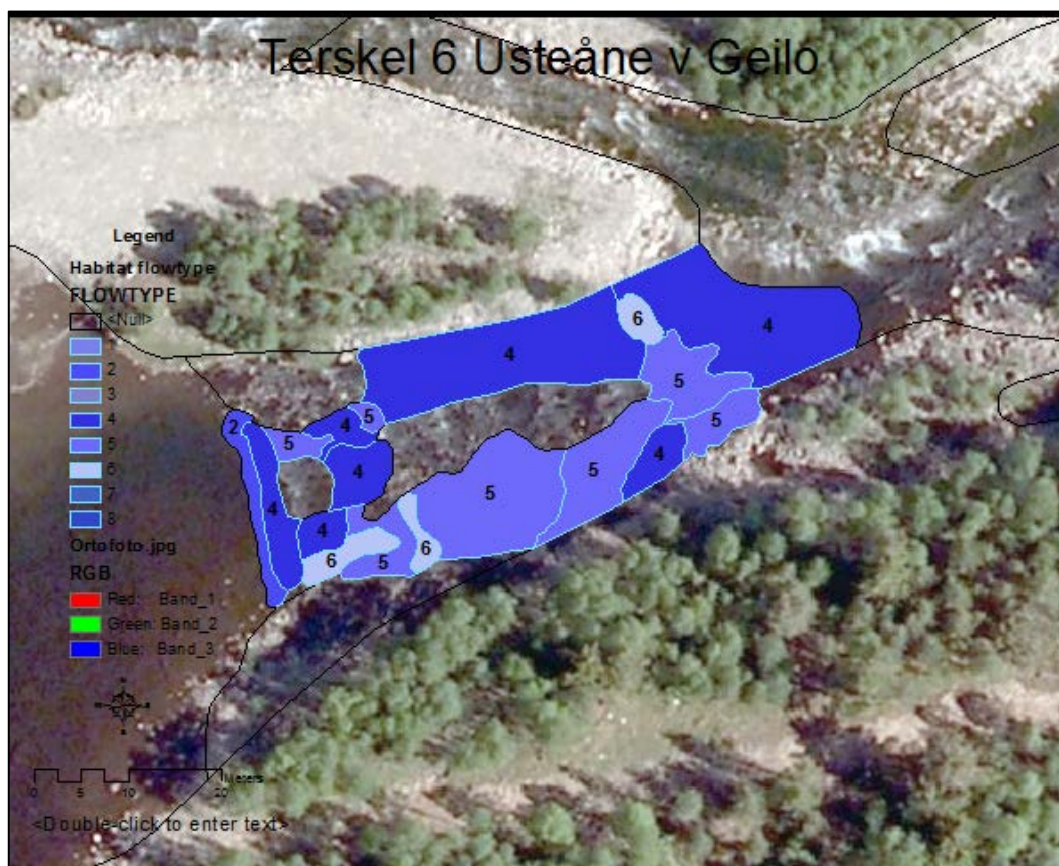
7.1 Forslag til biotope tiltak Terskel 6 Samløp Bardøla.

Denne terskelen endrer de lokale, naturgitte forhold minst, og har benyttet lokale masser av rullestein til en forsiktig oppdemming av oppstrøms basseng (Fig. 26).



Figur 26. Løsmasseterskel 6, oppstrøms samløp Bardøla, ved selve terskelen (øverst) og sett nedstrøms (nederst).

Strømtyperne reflekterer habitatforholdene (Fig. 26) med to hoved overløp over terskelen, og et større midtparti som tørrlegges ved lavere vannføringer. Øvre 3-del av begge løp er relativt mosaikkpregede og mangfoldige, med trappe-kulper særlig i det sørlige løp. Disse beholdes, og kan forsterkes i det nordlige løpet som i dag er noe grunt. De nedre 2/3 av begge løp er bredere, grunnere og mer ensartet. Det foreslås derfor at disse bygges om til mer trappekulp-lignende partier. Alle tiltakene kan gjennomføres ved kun å flytte lokale masser. Med tanke på flomsituasjoner er det usikkert om de trappe-kulpene eventuelt må stabiliseres med kobling av større stein vha. jernstenger, alternativt ved tilførsel av større enkeltblokk. Dette bør neppe gjøres i utgangspunktet, men kan vurderes etter at man får mer erfaring med effektene av lokale flommer i et litt endret elveløp.



Figur 27. Strømtyper (tall/farge) på løsmasseterskel 6, oppstrøms samløp Bardøla.

7.2 Forslag til biotop tiltak Terskel 5 Lauverud.

Terskelen er bred og består av grove, tilførte masser. Vannet forsvinner ned i terskelen stort sett over hele tverrsnittet (Fig. 11, 28), og dukker opp igjen i ulike 'kildehorisonter' lenger nedstrøms i terskelen. Fallet og selve terskelen utnyttes derfor i liten grad til habitat per i dag. Terskelen er lite egnet til gyting og rekruttering. Hovedløpet ligger mot et naturlig parti sør i terskelen, men det er også et løp gjennom terskelen på nordsiden (Fig. 24, 28). Større partier av terskelen er tørrlagt eller har bare vann stedvis i dagen (midtparti i Fig. 28).



Figur 28. Løsmasseterskel 5 Lauverud, sett motstrøms og mot sør.



Figur 29. Strømtyper (tall/farge) på løsmasseterskel 5 Lauverud.

Av flomhensyn er det neppe aktuelt å snevre inn bredden på terskelen. Terskelen må derfor tilføres (morene)masser som kan tette den i bunn, og de lavere vannføringer konsentreres mot det semi-naturlige og mer varierte løpet mot sør (Fig. 25, 28, 29). Her er det naturlige kulper og dypere blankstryk på lave vannføringer. Det er her ikke nødvendig å gjøre tiltak annet enn på den nedre delen hvor en trappe-kulp bør bygges for å utnytte det siste fallet ned i nedstrøms terskelbasseng (Fig. 30). Dette er i dag en bred og grunn stryk.

Det nordre løpet er per i dag for grunt (Fig. 28, 30). Det bør derfor bygges om med lengre celler av trappekulper gjennom terskelen. På samme måte som i det søndre løpet, er innløp i nedstrøms terskel grunt. Habitat kan forbedres ved å lage dette tile smalere og dypere trappe-kulp/blankstryk (Fig. 30).



Fig. 30. Nedre, grunnere del av terskel 5 Lauverud.

7.3 Forslag til biotop tiltak Terskel 4 Geilo bru.

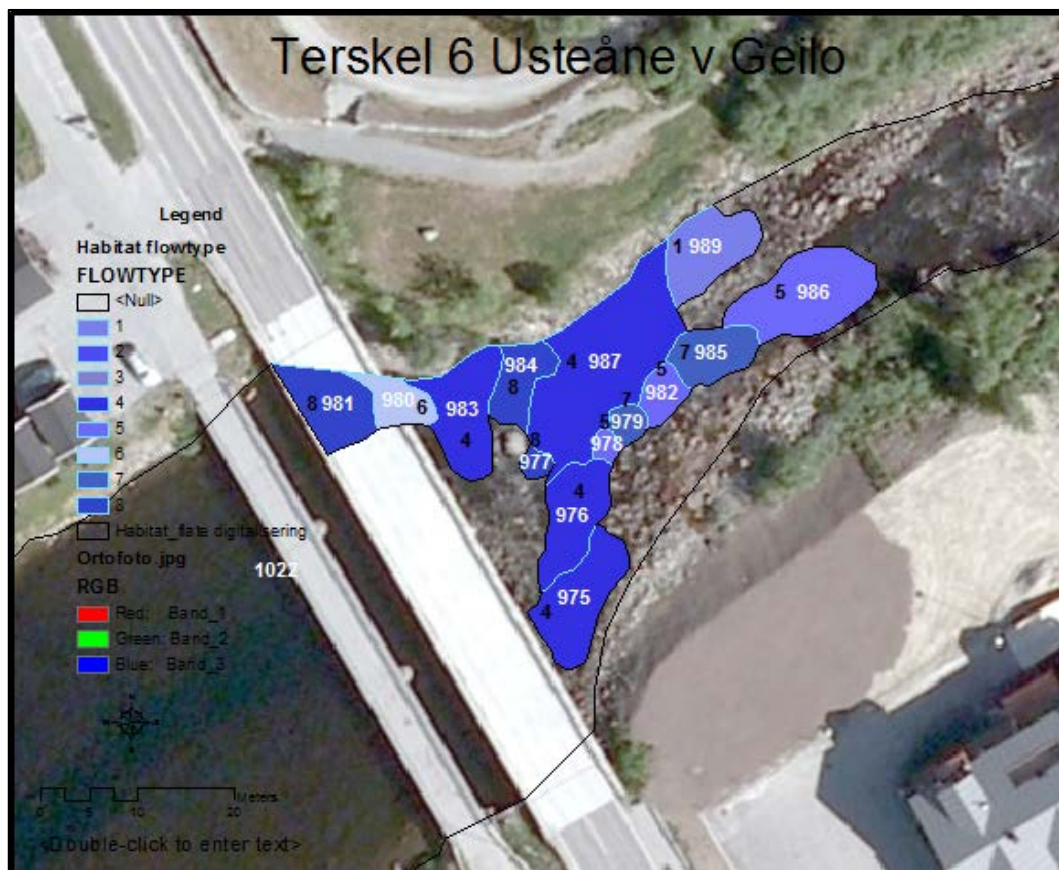
Denne betongterskelen endrer i liten grad nedstrøms habitater som i hovedsak er naturlige kulper og stryk som er relativt gunstige leveområder for større ørret (Fig. 21, 31, 32). Det er derfor ikke grunn til å gjøre større biotop inngrep. Strekingen er pga. relativt høyere vannhastigheter, mindre gunstig for mindre ørret, særlig årsunger.

Enkle, gunstige biotop tiltak for å favorisere større ørret vil være å (Fig. 32):

- Lage kulp 983 dypere, men beholde overfall.
- Lage ny kulp i midtpartiet rett nedstrøms broen (mellom 983 og 978).
- Lage kulpene 975 og 976 dypere.



Figur 31. Usteåne sett nedstrøms (øverst) og mot Geilo bru (øverst).



Figur 32. Strømtyper (tall/farge) ved betongterskelen ved Geilo bru.

7.4 Forslag til biotop tiltak Terskel 3 Fossgård.

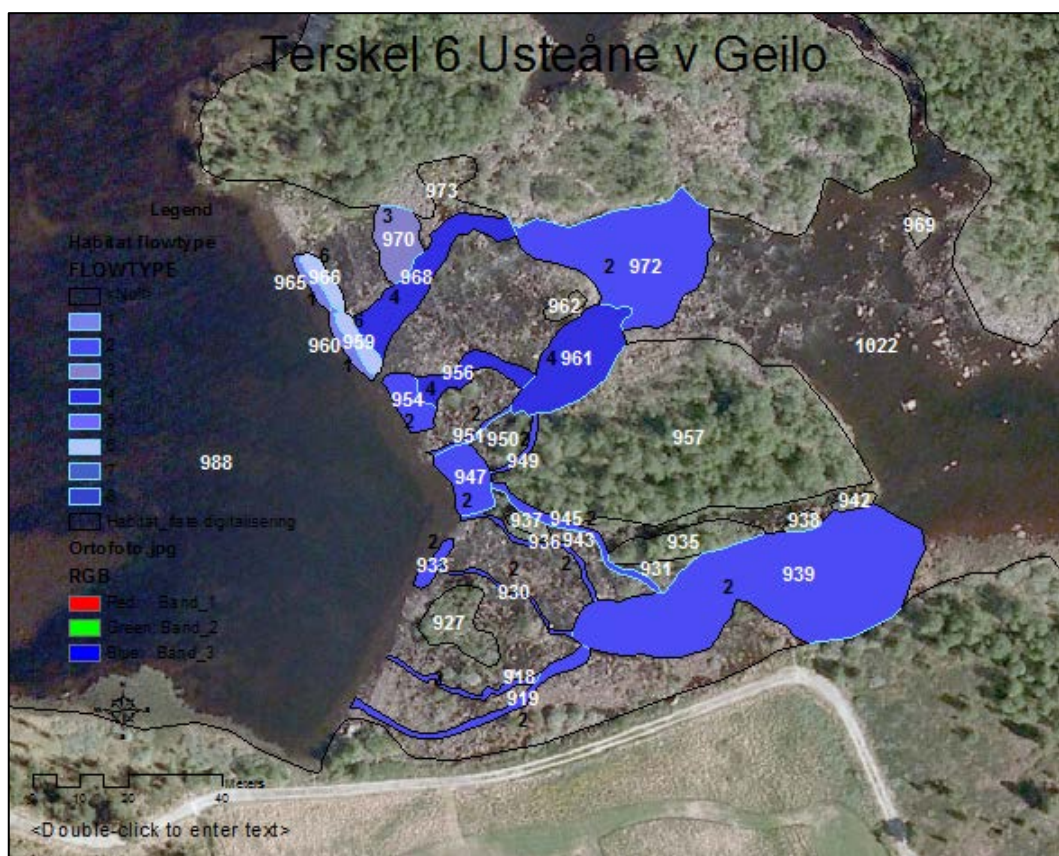
Dette er en bred og lang terskel med sammensatte habitater (Fig. 20, 33, 34). Selv om også denne terskelen er grovsteinet, synes det som mer vann går i dagen. Kombinert med den slakere profilen gjør dette at terskelen har relativt lange innløpspartier mot nedstrøms terskelbasseng (Fig. 33, 34). Dette er for en del blankstryk og småstryk som er relativt gunstige rekrutteringsområder for ørret.

Over selve terskelen er vann delt i flere småløp, samt et nordlig og sørlig hovedløp på begge sider av øy. Særlig i det nordre løpet forsvinner vann i øvre del av terskelen og kommer igjen i en 'kildehorisont' lenger ned. I sør går mer vann i dagen. Noen av småløpene har også et relativt gunstig forløp med små (blank)stryk og (trappe)kulper. Fallet på denne terskelen utnyttes derfor per i dag bedre enn på de øvrige tersklene til habitat. Utfordringen mht. tiltak er derfor først og fremst å:

- tette terskelen enda mer
- prioritere og konsentrere dagens for mange og små overløp til tre evt. fire løp.



Figur 33. Nordlige (øverst) og sørlige (midten) løp i terskel 3 Fossgård som også har mange småløp (nederst).



Figur 34. Strømtyper (tall/farge) ved løsmasseterskel 3 Fossgård.

Det foreslås at nordre (polygon 968 i Fig. 34) og midtre løp (956) beholdes og forsterkes. I det mellomliggende parti tapes mye vann ned i terskelen, og det må tettes. Begge løpene bidrar til gunstige innløpshabitater i nedstrøms terskelbasseng. Særlig nordre løp bør konsentreres og ombygges og utnyttes i lengre cellekulpur gjennom terskelen.

I sør må vannet konsentreres i ett samordnet sørlig (polygon 918) løp mot øy. Dette ser i dag ut til å være det dominerende løp på lave vannføringer. Løpet bygges som dypere trappekulpur med korte mellomliggende blankstryk.

7.5 Forslag til biotop tiltak Terskel 2 Veslefjorden.

Terskelen har flere fellestrekk med terskel 5 Lauverud. Den er bred og består av grove, tilførte masser. Vannet forsvinner ned i terskelen over større deler av tverrsnittet, særlig mot nord (Fig. 35, 37), og dukker opp igjen i ulike 'kildehorisonter' lenger nedstrøms på terskelen. Fallet og selve terskelen kan derfor utnyttes bedre som eget habitat. Men både oppstrøms og nedstrøms terskelen ser det ut til å være rekrutteringsområder for ørret. Oppstrøms terskelen ble det observert nygravet materiale flere steder (Fig. 14, 15, 19), sannsynligvis gytegroper. Terskelen er nedstrøms ved innløp til neste terskel også delvis egnet som oppveksthabitater for ørretunger (Fig. 36).



Figur 35. På terskel 2 Vesleffjorden forsvinner vannet ned i terskelen og dukker opp nedstrøms, særlig på den nordre del av terskelen. Nedre del kan ha gunstige habitater.

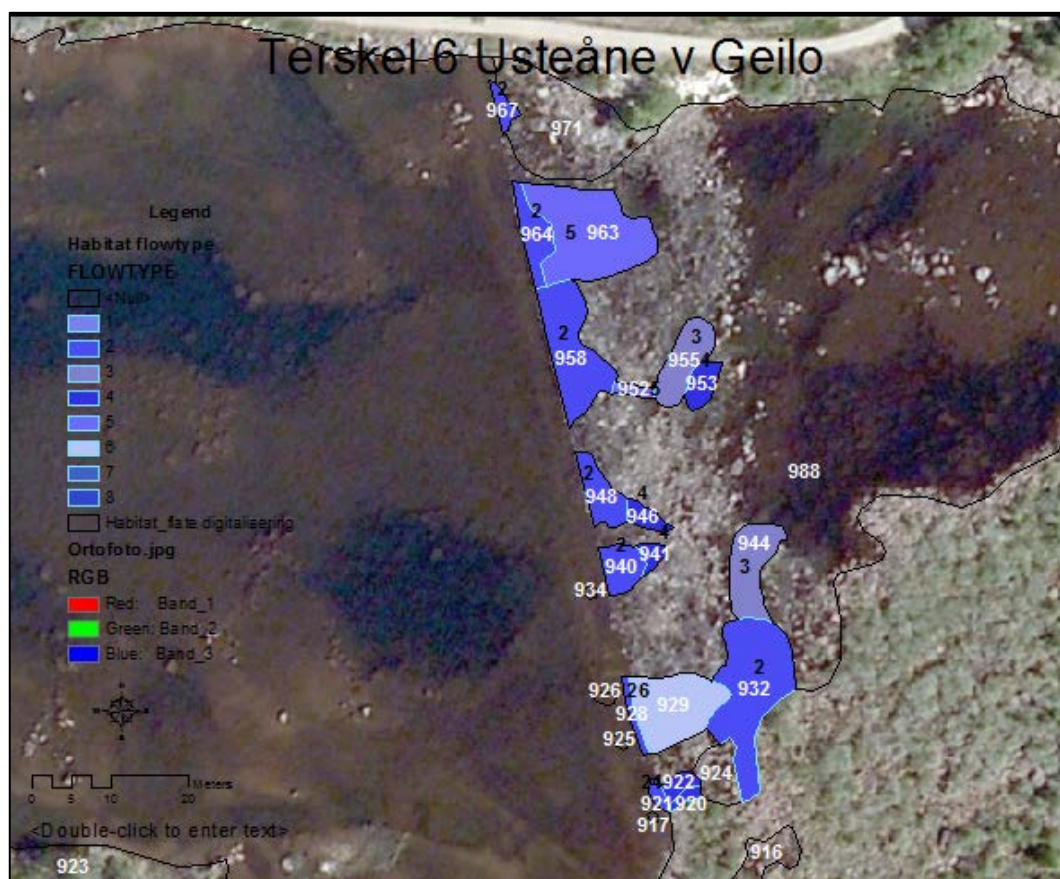


Figur 36. Oppstrøms og nedstrøms på terskel 2 kan det være rekrutteringsområder for ørret. Det går mer vann i dagen i sør enn nord på terskelen.

Hovedløpet ligger mot sør i terskelen, hvor det også på lave vannføringer er et sammenhengende løp. Det er også et relativt bredt et løp gjennom øvre del av terskelen på den nordlige delen, men dette forsvinner ned i terskelen (Fig. 36, 37). Større partier av terskelen er tørrlagt eller har bare vann stedvis i dagen (Fig. 37).

Av flomhensyn er det neppe aktuelt å snevre inn bredden på terskelen. Terskelen må derfor tilføres (morene)masser som kan tette den i bunn, og de lavere vannføringer konsentreres mot løpet i sør. Her må det bygges et løp med kulper og dypere blankstryk også på lave vannføringer. Det nordre løpet er bredt og grunt og vann tapes i dag ned i terskelen på lave vannføringer. For at dette skal

beholdes, noe som vil være gunstig for nedstrøms rekrutteringshabitat inn i neste terskelbaseng, må det her tettes og løpet må konsentreres og fordypes. Det nordre løpet er per i dag for grunt. Det bør derfor bygges om med lengre celler av trappekulper gjennom terskelen.



Figur 37. Strømtyper (tall/farge) ved løsmasseterskel 2 Veslefjorden.

7.6 Forslag til biotop tiltak Terskel 1 Utløp Ustedalsfjorden.

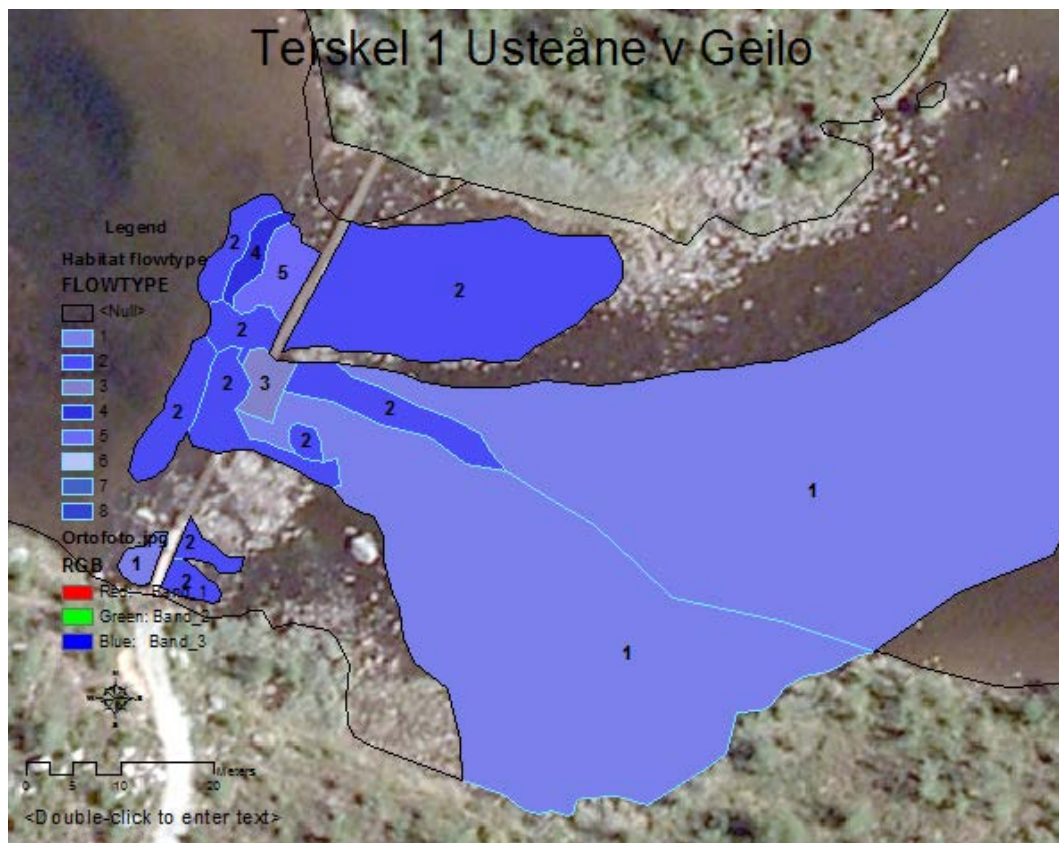
Terskel 1 har en del fellestrekk med terskel 3, dvs. en bred og relativt lang terskel med sammensatte habitater (Fig. 38, 39). Selv om også denne terskelen er grovsteinet, synes den tettere og det meste av vannet går i dagen. En vesentlig grunn til dette er trolig at terskelen også har relativt lite fall. Kombinert med den slakere profilen gjør dette at denne terskelen, kanskje i enda større grad enn terskel 3, har relativt lange og brede innløpspartier mot nedstrøms terskelbaseng (Fig. 38, 39). Dette er for en del glidninger som er gunstige rekrutteringsområder for ørret. I selve terskelen fordeler vannet seg delvis i småløp mot nord, men er generelt mer sammenhengende enn på flere av de andre løsmassetersklene, særlig mot sør (Fig. 38, 39). I nord er det tendenser til dannelse av to-tre småløp (Fig. 38). På større vannføringer blir dette sannsynligvis mer en sammenhengende elv. Løpene har stedvis også et relativt gunstig forløp med små (blank-) stryk og

(trappe-) kulper (Fig 38, 39). Fallet på denne terskelen utnyttes derfor per i dag i betydelig grad som habitater. Fallet er dessuten lite, og gir lite spillerom for mer omfattende biotoptiltak. Utfordringen mht. tiltak er derfor først og fremst å forsterke variasjonen i eksisterende løp ved lokal flytting av lokale masser for å få dypere kulper og dypere blankstryk.

På de sakteflytende utløpsområdene oppstrøms terskelen (Fig. 39) ble det observert nylig oppgravde grusområder som indikerer gyteområder for ørret (Fig. 40).



Figur 38. Terskel 1 har lite fall som allerede er utnyttet i en mer mosaikkpreget terskel med mindre lekkasje ned i grunnen enn øvrige terskler. Mot sør er vannløpet mer sammenhengende (øverst) enn mot nord hvor det er småløp (nederst).



Figur 39. Strømtyper (tall/farge) ved løsmasseterskel 1 Utløp Ustedalsfjorden.



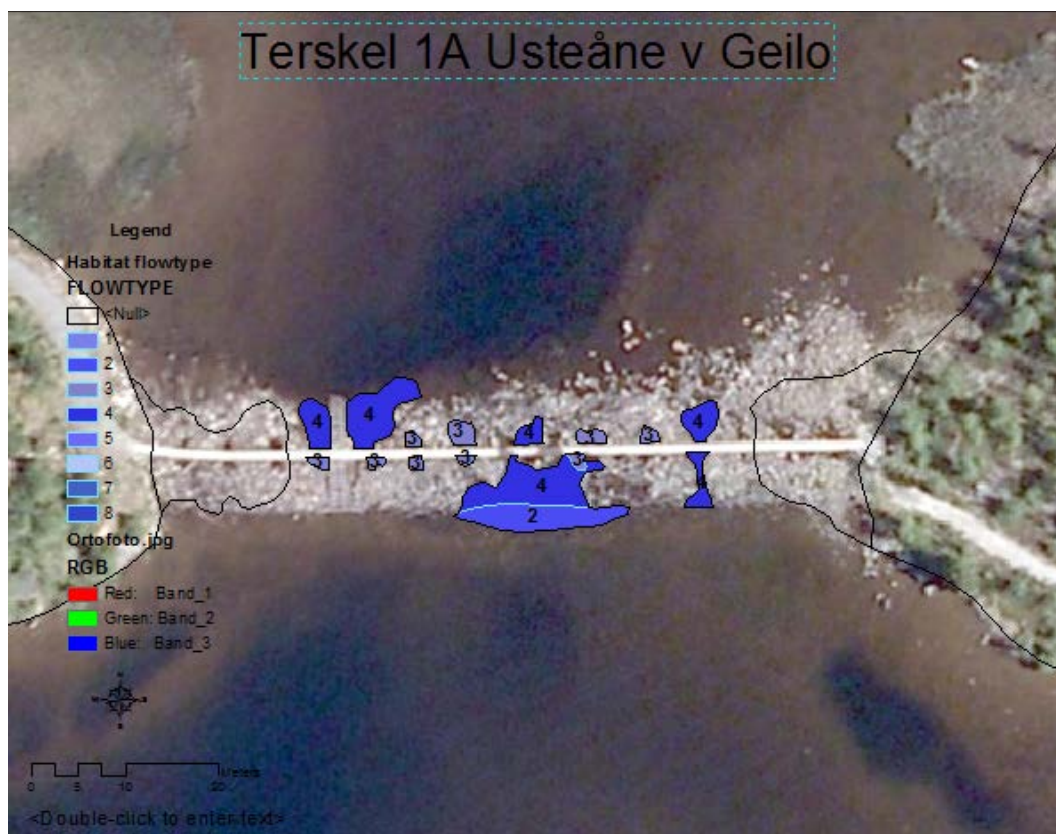
Figur 40. Nygravete grusområder oppstrøms terskel 1 indikerer gyting.

Terskel 1A har lite og svært fragmentert vannføring per i dag (Fig. 41, 42), samt lite fall uten klart definerte løp. Det vil derfor være relativt utfordrende å bygge om denne terskelen. Ved lave vannføringer er det derfor en fordel å prioritere vann over terskel 1. Det foreslås derfor ingen tiltak her.

Det forutsettes at vannspeilet i Ustedalsfjorden holdes som i dag. Terskel 1A vil derfor få omtrent samme vannføring og økologiske funksjon som i dag. Det ble ikke observert tegn på gyting oppstrøms. Nedstrøms kan en relativt brådyt steinsatt kant være gunstige oppvekstområder for litt større ørret unger, men de vil møte konkurranse fra ørekyte.



Figur 41. Terskel 1A har lite fall og lite vann.



Figur 42. Fragmenterte strømtyper (tall/farge) ved løsmasseterskel 1A. Utløp Ustedalsfjorden.

8. Litteratur

- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62, 143-170.
- Bremset, G. 2000. Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. *Environmental Biology of Fishes* 59, 163-179.
- Duus, P. 2002. Habitatregistrering og forslag til biotopforbedrende tiltak i vallaråi, seljord kommune. Masteroppgave ved Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole, 61 s.
- Elliott JM. 1994. *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford: Oxford University Press.
- Elliott JM & Elliott JA. 2010. Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology* 77(8): 1793-1817.

- Finstad, A. G., J. D. Armstrong & Nislow, K. H. 2011. Freshwater habitat requirements of Atlantic salmon. I Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A., Skurdal, J. (eds.) Atlantic Salmon Ecology. Blackwell Publishing Ltd:
- Fraser, N.H.C., Metcalfe, N.B. & Thorpe, J.E. 1993. Temperature-dependent switch between diurnal and nocturnal foraging in salmon. Proceeding of the Royal Society of London Series B 252, 132-139.
- Fraser, N.H.C., Heggenes, J., Metcalfe, N.B. & Thorpe, J.E. 1995. Low summer temperatures cause juvenile Atlantic salmon to become nocturnal. Canadian Journal of Zoology 73, 446-451.
- Halleraker, J.H., Saltveit, S.J., Harby, A., Arnekleiv, J.V, Fjeldstad, H-P & Kohler, B. 2003. Factors influencing stranding in of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *RiverResearch and Applications*, 19: 589-603.
- Heggenes J., Krog O.M.W., Lindås O.R., Dokk J.G. & Bremnes T. 1993. Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. *Journal of Animal Ecology* 62, 295-308.
- Heggenes J., Baglinière J.L. & Cunjak R.A. 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fish* 8, 1-21.
- Heggenes, J, Bremseth, G. & Brabrand, Å. 2011. Groundwater, critical habitats, and behaviour of Atlantic salmon, brown trout and Arctic char in streams. NINA Report 654, 32 pp.
- Heggenes, J., Bergan, F. & Lydersen, E. 2011. Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med pålegg om fysiske utbedringer i Vallaråi, Seljord i Telemark. HiT Skrift 4-2011. 48 s.
- Holmqvist, E. 2007. Flomberegninger for Flatdøla, 016CC0. Dokument 6-2007, Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 24 s.
- Kiland, H. 2006. Framlegg til tiltak i Vallaråi, Seljord kommune. Faun rapport 036-2006, Faun Naturforvaltning AS, Fyresdal, 19 s.
- Louhi P, Maki-Petays A. & Erkinaro J. 2008. Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. *River Research and Applications* 24, 330-339.
- Metcalfe, N. B., Huntingford, F. A. & Thorpe, J. E. 1986. Seasonal-changes in feeding motivation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo-salar*). *Canadian Journal of Zoology* 64, 2439-2446.
- Milner, N.J., Elliott, J.M., Armstrong, J.D., Gardiner, J., Welton J.S. & Ladle, M. 2002. The natural control of salmon and trout populations in streams. *Fisheries Research* 62, 111-125.
- Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O. T., Thorstad, E. B. & Ugedal, O. 2007. The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology* 71, 184-195.
- Museth, J., Borgstrom, R. & Brittain, J. E. 2010. Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the

lake, Øvre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia* 642, 93-100.

Palm, D., Brannas, Lepori, E. , Nilsson, K. & Stridsman, S 2007. The influence of spawning habitat restoration on juvenile brown trout (*Salmo trutta*) density. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64: 509-515.

Palmer, M. A., Menninger, H.L. & Berhardt, E. 2010. River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice? *Freshwater Biology* 55: 205-222.

Roni, P, Hanson, K. & Beechie, T. 2008. Global review of the physical and biological effectiveness of stream habitat rehabilitation techniques. *North American Journal of Fisheries Management* 28: 856-890.

Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V & Harby, A. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropowering. *Regulated Rivers Research and Management*, 17: 609-622.

Soulsby, C., Malcolm, I. A., Tetzlaff, D. & Youngson, A. F. 2009. Seasonal and inter-annual variability in hyporheic water quality revealed by continuous monitoring in a salmon spawning stream. *River Research and Applications* 25: 1304-1319.

Vehanen, T., Huusko, A., Maki-Petays, A., Louhi, P., Mykra, H. & Muotka, T. 2010. Effects of habitat rehabilitation on brown trout (*Salmo trutta*) in boreal forest streams. *Freshwater Biology* 55: 2200-2214.

Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes 2009. Redd site microhabitat selection and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers. *North American Journal of Fisheries Management* 28, 1249-1258.

9. Referanser for metodikk tabeller og vedlegg:

Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M, Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62, 143-170.

Bisson, P.A. & Montgomery, D.R. 1996. Valley segments, stream reaches, and channel units. S. 23-52 I Hauer, F.R. & Lamberti, G.A. (eds.): *Methods in stream ecology*. Academic Press, San Diego, California, 674 s.

Bremset, G. (2000). Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. *Environmental Biology of Fishes*, 59(2), 163-179.

Cowx, I.G. & Welcomme, R.L. 1998. Rehabilitation of rivers for fish. A study undertaken by the European Inland Fisheries Advisory Commission of FAO. *Fishing News Books, Blackwell Science, London*, 260 s.

Heggenes, J., Bagliniere, J. L., & Cunjak, R. A. (1999). Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S-trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fish*, 8(1), 1-21.

- Heggenes, J., Krog, O. M. W., Lindas, O. R., Dokk, J. G., & Bremnes, T. (1993). Homeostatic behavioral-responses in a changing environment - brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. *Journal of Animal Ecology*, 62(2), 295-308.
- Hunt, R.L. 1993. Trout stream therapy. The University of Wisconsin Press, Madison, WI, 74 s.
- Hunter, C.J. 1991. Better trout habitat – A guide to stream restoration and management. Montana Land Reliance, Island press, Washington D.C., 320 s.
- Louhi, P., Maki-Petays, A., & Erkinaro, J. (2008). Spawning habitat of atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. *River Research and Applications*, 24(3), 330-339. doi: 10.1002/rra.1072
- Milner, N. J., Elliott, J. M., Armstrong, J. D., Gardiner, R., Welton, J. S., & Ladle, M. (2003). The natural control of salmon and trout populations in streams. *Fisheries Research*, 62(2), 111-125.
- Museth, J., Borgstrom, R., & Brittain, J. E. (2010). Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, vre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia*, 642(1), 93-100. doi: 10.1007/s10750-010-0162-6
- Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O. T., Thorstad, E. B., & Ugedal, O. (2007). The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology*, 71, 184-195. doi: 10.1111/j.1095-8649.2007.01673.x
- Newson, M.D., Harper, D.M., Padmore, C.L., Kemp, J.L & Vogel, B. 1998. A cost-effective approach for linking habitats, flow types and species requirements. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 431-446.
- Padmore, C.L. 1998. The role of physical biotopes in determining the observation status and flow requirements of British rivers. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 1, 25-35.
- Padmore, C.L., M.D. Newson & Charlton, E. 1997. Instream habitat in gravel-bed rivers: Identification and characterization of biotopes. I: Gravel-bed rivers in the environment. Proceedings of the 4th International Gravel Bed Rivers Conference, Oregon State University Press.
- Palm, D., Brannas, E., Lepori, F., Nilsson, K., & Stridsman, S. (2007). The influence of spawning habitat restoration on juvenile brown trout (*Salmo trutta*) density. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64(3), 509-515. doi: 10.1139/f07-027
- Palmer, M. A., Menninger, H. L., & Bernhardt, E. (2010). River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice? *Freshwater Biology*, 55, 205-222. doi: 10.1111/j.1365-2427.2009.02372.x
- Pont, D, Hugueny, B & Oberdorff, T. 2005. Modelling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints? *Canadian Journal of fisheries and Aquatic Sciences* 62, 163-173.
- Roni, P., Hanson, K., & Beechie, T. (2008). Global review of the physical and biological effectiveness of stream habitat rehabilitation techniques. *North American Journal of Fisheries Management*, 28(3), 856-890. doi: 10.1577/m06-169.1
- Saltveit, S. J., Brabrand, A., Bremnes, T., Heggenes, J., & Pavels, H. (2013). Bunndyr og fisk i terskler i Usteåne ved Geilo *Rapport* (Vol. 30, pp. 20). Naturhistorisk Museum: Universitete i Oslo.
- Soulsby, C., Malcolm, I. A., Tetzlaff, D., & Youngson, A. F. (2009). Seasonal and inter-annual variability in hyporheic water quality revealed by continuous monitoring in a salmon spawning stream. *River Research and Applications*, 25(10), 1304-1319. doi: 10.1002/rra.1241

- Stewart, G. B., Bayliss, H. R., Showler, D. A., Sutherland, W. J., & Pullin, A. S. (2009). Effectiveness of engineered in-stream structure mitigation measures to increase salmonid abundance: a systematic review. *Ecological Applications*, 19(4), 931-941. doi: 10.1890/07-1311.1
- Slaney, P.A. & Zaldokas, D. 1997. Fish habitat rehabilitation procedures. Watershed Restoration Technical Circular 9, Ministry of Environment, Lands and Parks, Vancouver, British Columbia.
- Vehanen, T., Huusko, A., Maki-Petays, A., Louhi, P., Mykra, H., & Muotka, T. (2010). Effects of habitat rehabilitation on brown trout (*Salmo trutta*) in boreal forest streams. *Freshwater Biology*, 55(10), 2200-2214. doi: 10.1111/j.1365-2427.2010.02467.x
- Wollebaek, J., Thue, R., & Heggenes, J. (2008). Redd site microhabitat utilization and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers. *North American Journal of Fisheries Management*, 28(4), 1249-1258. doi: 10.1577/m07-069.1
- Woolsey, S., Weber, C. Gonser, T., Hoehn, E., Hostman, M., Junker, B., Roulier, C., Schweizer, S., Tiegs, S., Tockner, K. & Peter, A. 2005. Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen. Eine Publication des Rhone-Thur Projektes, EAWAG Kastanienbaum, 111 s.