



SINTEF

Rapport

HyMo 1.0 - Hydromorfologisk klassifisering av vannforekomster i elver og innsjøer

Forfattere:

Atle Harby, Tor Haakon Bakken (redaktører), Bendik Torp Hansen, Markus Lindholm, Jon Museth, Håkon Sundt

Rapportnummer SINTEF/ Miljødirektoratet:

2023:00315 - Åpen / M-2517

Oppdragsgiver:

Miljødirektoratet

Rapport

HyMo 1.0 - Hydromorfologisk klassifisering av vannforekomster i elver og innsjøer

EMNEORD

Hydromorfologi
Hydrologi
Morfologi
Klassifisering
Vannforekomster
Vannforskriften
Elv
Innsjø

VERSJON

1.0

DATO

2023-03-13

FORFATTER(E)

Atle Harby, Tor Haakon Bakken (redaktører), Bendik Torp Hansen, Markus Lindholm, Jon Muth, Håkon Sundt

OPPDRAUGSGIVER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

Steinar Sandøy

PROSJEKTNUMMER

502002856

ANTALL SIDER OG VEDLEGG

41 + 14 sider vedlegg

SAMMENDRAG

Denne rapporten presenterer resultater fra uttesting av hydromorfologisk (HyMo) klassifisering for elver og innsjøer til bruk for arbeid med vannforskriften. Uttesting er i stor grad utført av regionale og nasjonale forvaltere med støtte fra forskergruppa. Basert på denne uttestingen sammen med erfaringer fra tidligere rapporter med forslag til metode for klassifisering av HyMo og en viss utprøving, tidligere workshops, møter og diskusjoner, har vi kommet fram til et revidert forslag HyMo klassifisering som presenteres i rapporten. Klassifiseringen bygger på å finne inntil 20 ulike indikatorer for elver, og inntil 17 ulike parametere for innsjøer og magasiner. Disse indikatorene og parametere beskriver hvor mye HyMo er endret i forhold til referansetilstanden på en fem-delt skala. Indikatorer og parametere er justert etter utprøving, og systemene er utformet slik at det er mulig å inkludere framtidige forbedringer. Rapporten viser ulike måter å sammenstille indikatorer og parametere for hvert kvalitetselement. Vi mener nå at klassifiseringssystemene for HyMo er av en slik modenhet at de kan benyttes som et nasjonalt system. Vi anbefaler derfor at det utarbeides en veileder for bruk av systemene.

UTARBEIDET AV

Atle Harby

SIGNATUR

Atle Harby

Atle Harby (Mar 14, 2023 13:41 GMT+1)

KONTROLLERT AV

Ana Adeva-Bustos

SIGNATUR

Ana Adeva-Bustos

Ana Adeva-Bustos (Mar 14, 2023 13:42 GMT+1)

GODKJENT AV

Knut Samdal

SIGNATUR

Knut Samdal

Knut Samdal (Mar 14, 2023 14:12 GMT+1)

RAPPORT NR.

2023:00315
M-2517|2023

ISBN

978-82-14-07789-6

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Forord

Denne rapporten er utarbeidet av forskere engasjert av Miljødirektoratet gjennom flere prosjekter og aktiviteter som startet i 2016. Arbeidet har vært et samarbeid mellom SINTEF Energi, NTNU, NINA, NIVA og NORCE. Det har vært en tett dialog med både nasjonal og regional forvaltning, representert ved Miljødirektoratet, NVE, Statsforvalteren i flere fylker, Fylkeskommuner og Statens Vegvesen. Steinar Sandøy og Hege Sangolt fra Miljødirektoratet har fulgt prosjektet siden starten og de har vært avgjørende for gjennomføring av prosjektet i tillegg til at de alltid har bidratt godt til det faglige. Det er avholdt en rekke møter og workshops både innen forskergruppa og sammen med forvaltningen. Tidligere arbeid er oppsummert i fire rapporter:

- Forslag til metode for klassifisering av hydromorfologisk tilstand i norske elver. SINTEF-rapport 2018: 00482. Forfattere: Atle Harby, Tor Haakon Bakken, Børre Dervo, Marie-Pierre Gosselin, Maia Røst Kile, Markus Lindholm, Håkon Sundt, Peggy Zinke.
- Outlining a hydromorphological classification system for lakes. Data availability, modelling tools and comparable assessment approaches. SINTEF-rapport 2018:00768. Forfattere: Tor Haakon Bakken, Lennart Hagen Schönfelder, Julie Charmasson, Atle Harby, Knut Alfredsen, Abebe Girmay Adera, Antti Eloranta.
- Testing and evaluation of a HyMo classification system for lakes and reservoirs. Proposed new and modified hydromorphological (HyMo) classification system. SINTEF-rapport 2019:01365. Forfattere: Tor Haakon Bakken, Valerie Beck, Lennart Hagen Schönfelder, Julie Charmasson, Jan-Erik Thrane, Markus Lindholm, Åge Brabrand
- Hydromorfologisk klassifisering av elver og økologisk relevans – testing av metode. SINTEF-rapport 2020: 01246. Forfattere: Atle Harby, Tor Haakon Bakken, Bendik Torp Hansen, Markus Lindholm, Jon Museth, Lennart Hagen Schönfelder, Peggy Zinke.

Gjennom møter, workshops, samtaler og skriftlig utveksling har en lang rekke personer deltatt i utvikling, testing og evaluering av et forslag til klassifiseringssystem for hydromorfologi i elver og innsjøer. Vi vil gjerne rette en stor takk til Knut Alfredsen, Abebe Girmay Adera, Valerie Beck, Oda Bjærke, Martine Bjørnhaug, Åge Brabrand, Julie Charmasson, Børre Dervo, Ola Rosing Eide, Antti Eloranta, Jon Anton Gladsø, Marie-Pierre Gosselin, Jo Halvard Halleraker, Bendik Torp Hansen, Ola Hegge, Kjetil Lønborg Jensen, Marius Kambestad, Maia Røst Kile, Frode Kroglund, Markus Lindholm, Jon Museth, Ulrich Pulg, Lennart Hagen Schönfelder, Morten Stickler, Ragnhild Stokker, Sebastian Stranzl, Håkon Sundt, Jan-Erik Thrane, Johnny Håll, Gry Walle og Peggy Zinke for alle bidrag.

Denne rapporten oppsummerer et endelig forslag til system for hydromorfologisk klassifisering av vannforekomster i elver og innsjøer, og erstatter forslagene beskrevet i rapportene som er nevnt over. Vi understreker at dette er et forslag fra forskergruppa som forvaltningen kan vurdere brukt i sin helhet eller modifisert i henhold til egne ønsker. Vi understreker også at dette ikke er en direkte veileder i bruk av systemet, men en rapport som kan danne grunnlaget for en veileder. Vi takker Miljødirektoratet for finansiering og alle bidragsytere for et godt samarbeid!

Atle Harby
Prosjektleder HyMo elv

Tor Haakon Bakken
Prosjektleder HyMo innsjø

Innholdsfortegnelse

1	Innledning og bakgrunn	4
1.1	Terminologi.....	4
2	Erfaringer fra uttesting av klassifiseringssystem for elver	7
2.1	Resultater fra uttesting av klassifiseringssystem for elver	8
2.2	Tilbakemeldinger fra uttesting av klassifiseringssystem for elver	10
2.3	Datagrunnlag, databaser og feltarbeid.....	11
2.4	Nye og reviderte tema og indikatorer	12
3	Samlet vurdering av testing av klassifiseringssystem for elver	13
4	Revidert klassifiseringssystem for hydromorfologi i elver	15
4.1	På langs av elva.....	15
4.1.1	Endring av klassegrenser	15
4.1.2	Utretting og kanalisering	16
	Datakilder og måling.....	17
4.2	På tvers av elva	18
4.2.1	Barrierer innen vannforekomsten	18
4.2.2	Fragmentering og barrierer oppstrøms.....	21
4.3	Prosesser og endringer i elveleiet	22
4.3.1	Strukturer i elveleiet	22
4.3.2	Elveklasser	22
4.4	Hydrologiske forhold og endring i vannføring.....	25
4.5	Vekting av parametere	25
5	Erfaringer fra uttesting av hydromorfologisk klassifiseringssystem for innsjøer og magasin	27
5.1	Presentasjon av klassifiserte verdier for utvalgte innsjøvannforekomster	27
5.2	Tilbakemelding fra forvaltere og forskere	30
5.3	Bruk av tilgjengelige modeller og datakilder – muligheter og utfordringer	31
6	Prinsipielle avklaringer for innsjøer og magasin	33
6.1	Endring fra naturtilstand versus grad av regulering	33
6.2	Antall parametere	33
6.3	Vekting av enkeltparametere og hydromorfologiske kvalitetselement	33
7	Revidert klassifiseringssystem for innsjø og magasin	35
8	Konklusjon og veien videre for klassifiseringssystem for elver, innsjøer og magasin.....	39
9	Referanser	41

Anneks

- A Noen resultater fra klassifisering av elvevannforekomster
- B Noen resultater fra klassifisering av innsjøvannforekomster. Skjemaet for klassifisering er gitt i en blanding av engelsk og norsk da systemet som var grunnlaget for klassifiseringen (Bakken m.fl. 2019) forelå på engelsk. To eksempler er vist.

1 Innledning og bakgrunn

En klassifisering av fysisk tilstand og påvirkninger for fysiske endringer i vassdrag og kystvann i henhold til Vannforskriften er i dag ufullstendig implementert i Norge. Viktige faktorer er utelatt og hydromorfologi er trolig ikke behandlet likt i alle regioner, da ekspertvurderinger er brukt i stort omfang. Den eksisterende nasjonale kunnskapen kan forbedres og gjøres mer vitenskapelig og etterprøvbare. Mange land har allerede utviklet eller videreutvikler for tiden gode forvaltningssystemer og konkrete verktøy, som stadig forbedres i lys av ny teknologi og FoU.

Gjennom tidligere prosjekter og rapporter er det utviklet systemer for klassifisering av hydromorfologi i elver og innsjøer. Systemene er videre testet ut og justert flere ganger, der også mange som ikke har deltatt i utviklingen av systemet har bidratt med testing og forslag til forbedringer. Noe stoff fra tidligere rapporter gjengis her, men det vises ellers til de fire rapportene beskrevet i forordet.

1.1 Terminologi

Noen begreper som brukes innen hydrologi, geomorfologi og hydromorfologi er forklart i dette kapittelet som er hentet fra Harby m.fl. (2018). Enkelte begreper har en helt spesiell og nøyaktig betydning når de anvendes innen vanddirektivet og vannforskriften, og de kan også ha en juridisk og lovmessig betydning. En del av disse brukes også i andre sammenhenger og kan dermed skape litt forvirring. Her gis det forklaring av noen begreper knyttet til hydromorfologi generelt, samt en beskrivelse av viktige begreper innen vannforskriften.

Planimetrisk elveløp: Elveløpet slik det sees ovenfra.

Sinusitet: Forholdet mellom elveløpets faktiske lengde og en rett linje.

Meanderende elveløp: Kjenetegnes av et relativt dypt og smalt elveløp med få grus- eller sandbanker. Elveløpet består typisk av en enkel kanal med karakteristisk sinusform. Meanderformen utvikles primært i terreng med lav gradient og i ensartet materiale som yter lite motstand mot sideerosjon, det vil si kohesivt (finkornet) materiale (leire, silt). Elva graver og eroderer lateralt i yttersving. Her er vanndybden og vannhastigheten høyest. I innersving avsetter/sedimenterer elva materiale, der vanndybden og vannhastigheten er lavest. Elva kan grave så mye i to motstående yttersvinger at den kutter innersvingen som blir liggende igjen som en kroksjø ("oxbow lake" på engelsk).

Forgreinet elveløp ("braided" på engelsk): Kjenetegnes av et grunt og bredt elveløp med forholdsvis grove sedimenter (sand, grus og stein). Elveløpet består av flere kanaler og har høyere gradient enn meanderende elver. Sediment-transporten er stor på grunn av stadig ny tilførsel av sedimenter (for eksempel fra breer i området), og foregår hovedsakelig som bunntransport. Elveløpet består av små og store grus- og sandbanker uten stabil vegetasjon, som stadig flytter på seg. Grus- og sandbankene er med på å gi elveløpet sitt karakteristiske forgreinede utseende. Vanlig i områder med delvis permafrost, for eksempel i Jotunheimen.

Anastomoserende elveløp (flette-elv): Ligner forgreinet elveløp, men bankene og sedimentøyene er større og mer stabile enn i forgreinet elveløp, og har stabil vegetasjon. Anastomoserende elveløp utvikles ved noe mindre helning enn elver med forgreinete elveløp, for eksempel i Glomma ved Koppangøyene.

Flomslette (elveslette): Sletter langs elver i flatt lende som bygges opp av tilført finpartikulært materiale fra elva ved flom. Store flomsletter finnes fortrinnsvis på meanderende strekninger med liten helning. Flomslettene inkluderer ofte gamle elveløp i form av isolerte dammer og kroksjøer.

Elveterrasser er tidligere flomsletter som elva har gravd seg ned i, og som ikke lenger står under vann ved flom.

Noen viktige begreper for bruk i vannforskriften er beskrevet i Lovdata (Anonymous 2006):

Hydromorfologi: Lovdata beskriver elvas hydromorfologi som "vannmengde og variasjon i vannføring og vannstand, samt bunnforhold og vannforekomstens fysiske beskaffenhet". Vannportalen angir hydromorfologiske egenskaper som "vannets strømningsmønster og temperatur, samt bunnens og breddens form og beskaffenhet". I følge Vogel (2011) undersøker hydromorfologiske studier "the structure, evolution and dynamic morphology of hydrologic systems over time (e.g., years, decades, and centuries)". BS EN 14614 (2004) definerer hydromorfologi som "elvas fysiske og hydrologiske karakteristika, inklusive de underliggende prosessene som ligger til grunn for dem". EU-prosjektet REFORM (<https://reformrivers.eu/>) knytter begrepet direkte til vannforskriften, og skriver at hydromorfologien undersøker "enhver endring av vannføring, sediment-transport, elvas morfologi og laterale begrensning".

Hydromorfologisk karakterisering: Vannportalen (www.vannportalen.no) beskriver karakterisering som "en objektiv innsamling og registrering av data og karakteristika for å kunne identifisere og gradere påvirkninger og miljøtilstand i en vannforekomst, og innebærer å avgrense i hensiktsmessige vannforekomster med ensartet vanntype og miljøtilstand (...) og identifisere påvirkninger (eksisterende og forventede)". Under Vedlegg 2 i Lovdata oppgis blant annet dalform, elvas lengde- og tverrprofil, vannføring, strømningsenergi, oppstrøms areal og geografiske rammeforhold som relevante faktorer knyttet til karakterisering. Videre skal inngrep og endringer knyttet til menneskelig aktivitet ("reguleringer", "uttak av vann", "betydelige morfologiske endringer" og "arealbruksmønstre") identifiseres (Lovdata, vedlegg 1.3).

Hydromorfologisk tilstandsklassifisering: I vannforskriften beskrives tre egenskaper som legges til grunn ved klassifisering av hydromorfologisk tilstand: a) Hydrologisk system (vannføringens kvantitet, variasjon og dynamikk), b) elvas kontinuitet (frie passasjer for dyr, planter, næringsstoffer, vann og sediment) samt c) morfologiske forhold (elveløpets fysiske utforming, bunnsubstrat og -struktur). På grunnlag av identifiserte og beregnede indikatorverdier klassifiseres hydromorfologisk tilstand etter de tre tilstandsklassene "svært god" (referansetilstand), "god" og "moderat" tilstand gitt i Lovdata, se Tabell 1. Ordliste og mer informasjon finnes i Vannforskriften (Anonymous 2006) og Vannportalen (www.vannportalen.no/). Internasjonalt finnes det en rekke steder å hente informasjon om både faguttrykk og spesifikk terminologi anvendt for bruk til vanddirektivet. De mest sentrale er:

- Europeisk CEN-standard som også er norsk standard for "Vannundersøkelse: Veiledning for å vurdere hydromorfologiske egenskaper til elver" (NS-EN 14614:2004).
- Europeisk CEN-standard som også er norsk standard for "Vannundersøkelse: Veiledning for å vurdere endringer i hydromorfologiske egenskaper til elver" (NS-EN 15843:2010).

Andre kilder er også gitt i påfølgende kapitler. Harby m.fl. (2018) inneholder mer grundig beskrivelse av mange hydromorfologiske forhold og en fylldig referanseliste.

Tabell 1. Indikatorgrupper og tilstandsklasser for hydromorfologisk tilstand (fra Anonymous 2006).

Element	Svært god tilstand	God tilstand	Moderat tilstand
Hydrologisk system	Vannføringens størrelse og variasjon og den resulterende forbindelsen til grunnvann tilsvarer fullstendig eller nesten fullstendig uberørte forhold	Forhold som betyr at verdiene for de biologiske kvalitetselementene angitt ovenfor kan oppnås.	Forhold som betyr at verdiene for de biologiske kvalitetselementene angitt ovenfor kan oppnås.
Elvas kontinuitet	Elvas kontinuitet forstyrres ikke av menneskelig virksomhet og muliggjør uforstyrret vandring av akvatiske organismer og sedimenttransport.	Forhold som betyr at verdiene for de biologiske kvalitetselementene angitt ovenfor kan oppnås.	Forhold som betyr at verdiene for de biologiske kvalitetselementene angitt ovenfor kan oppnås.
Morfologiske forhold	Kanalmønstre, bredde- og dybdevariasjoner, strømningshastigheter, substratforhold og breddesonens struktur og tilstand tilsvarer fullstendig eller nesten fullstendig uberørte forhold.	Forhold som betyr at verdiene for de biologiske kvalitetselementene angitt ovenfor kan oppnås.	Forhold som betyr at verdiene for de biologiske kvalitetselementene angitt ovenfor kan oppnås.

2 Erfaringer fra uttesting av klassifiseringssystem for elver

Formålet med uttesting har vært:

- Å teste om de valgte indikatorene lar seg finne, og hvordan man kan finne disse ved bruk av eksisterende data, databaser og feltarbeid
- Å teste om de valgte indikatorene gir et godt bilde på hydromorfologisk tilstand, eller om det er indikatorer som er overflødige eller mangler
- Å teste foreslåtte grenseverdier for tilstandsklasser
- Å teste hvordan sammenvekting av indikatorer til hovedtema fungerer
- Å teste hvordan sammenvekting av hovedtema til en verdi for hydromorfologisk tilstand fungerer

Uttestingen har blitt gjort med varierende grad av lokalkunnskap og varierende bruk av metoder fra skrivebordsstudier til feltbefaringer. Dette gir forhåpentligvis et bredere grunnlag for å vurdere metodene. Tabell 2 og 3 viser vannforekomstene som har inngått i testing sammen med dagens status i Vann-nett. Vi kan legge merke til at nesten alle vannforekomstene har moderat eller dårligere økologisk tilstand/potensial, bortsett fra Vorma.

Tabell 2. Klassifiserte elvevannforekomster utført av andre enn forskergruppa bak rapporten. I noen tilfeller har flere personer som ikke er nevnt deltatt i testing.

Vassdrag	Vannforekomst ID	Vannforekomst navn	Testet av	Økologisk tilstand/potensial
Apeltunelva, Vestland	056-182-R	Apeltun-vassdraget	Martine Bjørnhaug, Ulrich Pulg	Moderat
Aurlandselvi, Vestland	072-92-R	Aurlandselvi (Vassbygdelvi)	Martine Bjørnhaug, Ulrich Pulg	Moderat
Aurlandselvi, Vestland	072-100-R	Aurlandselvi - Vassbygdelvi	Ulrich Pulg	Dårlig
Aurlandselvi, Vestland	072-101-R	Aurlandselvi nedre	Ola Rosing Eide	Moderat
Daleelva i Høyanger, Vestland	079-43-R	Daleelva	Martine Bjørnhaug, Ulrich Pulg	Dårlig
Daleelva i Vaksdal, Vestland	061-288-R	Daleelva buedam - utløp Dale II	Ulrich Pulg/Marius Kambestad	Moderat
Daleelva i Vaksdal, Vestland	061-289-R	Daleelva utløp Dale II - Dalevågen	Ulrich Pulg/ Marius Kambestad	Moderat
Dubberselva	039-65-R	Dubberselva	Ulrich Pulg	Dårlig
Moelva	016-3120-R	Moelva oppstr. Haugmoelva	Ragnhild Stokker	Moderat
Sælenelva, Vestland	056-128-R	Sælenelva	Ulrich Pulg	Svært dårlig
Vetlefjordelva, Vestland	078-27-R	Vetlefjordelvi nedre del	Kjetil L. Jensen/ Jon Anton Gladsø/ NVE	Moderat
Vorma, Innlandet	002-3826-R	Vorma Mjøsa - Svanfossen	Ola Hegge	God
Våla, Innlandet	002-5000-R	Våla ops. kraftverk	Ola Hegge	Moderat
Våla, Innlandet	002-4999-R	Våla nst. kraftverk	Ola Hegge	Moderat
Årvikelva, Rogaland	039-48-R	Årvikelva	Marius Kambestad	Moderat

Tabell 3. Klassifiserte vannforekomster utført av forskergruppa.

Vassdrag	Vannforekomst ID	Vannforekomst navn	Økologisk tilstand/ potensial
Fjellhamarelva/ Losbyelva	002-3916-R	Losbyelva	Moderat
	002-3899-R	Fjellhamarelva - Sagelva	Moderat
Glomma	002-1684-R	Glomma Alvdal - Høyegga	Moderat
	002-1686-R	Glomma Høyegga - Atna	Moderat
Nea/Nidelva (kun hydrologi)	123-282-R	Nea fra Vessingsjøen til Gresslidammen ved Kistafoss	Moderat
	123-282-R	Nea fra Vessingsjøen til Gresslidammen ved Aune	Moderat
Surna	112-104-R	Surna øvre del	Svært dårlig
	112-162-R	Surna, midtre del	Moderat
	112-30-R	Surna nedre del	Moderat
Teigdalselvi	062-71-R	Teigdalselvi	Dårlig

2.1 Resultater fra uttesting av klassifiseringssystem for elver

Tabell 5 viser resultater fra uttesting etter fargekoder gitt i tabell 4. Tabell 5 viser at det i en vannforekomst ofte er svært ulik tilstand i de ulike tema, noe som reflekterer at det er ulike påvirkninger som igjen er en viktig påminnelse om at det kan være ulike forhold som påvirker hydromorfologien i et vassdrag. Dette kan kanskje også delvis skyldes en ikke helt tilfeldig utvelging av vannforekomster. Samlet sett er det imidlertid en god spredning, da vi har inkludert vannforekomster i alle klasser innenfor de fire tema.

Tabell 5 viser at sammenvekting kan slå ut ganske forskjellig avhengig av hvilken metode man bruker for sammenvekting av både individuelle indikatorer og hele tema. De to metodene for "Morfologi, konnektivitet og hydrologi lik vekt" og "Hydrologi og morfologi/konnektivitet lik vekt" gir samme samlet klasse i 19 tilfeller, og en klasse forskjellig i 6 tilfeller. Der disse metodene gir ulik samlet klasse skiller det lite, fra 0,00 til 0,56 poeng. Metoden "det verste tema styrer" gir som regel en eller to klasser dårligere verdi enn en av de to andre metodene, og bare tre ganger samme klasse. Dersom man bruker "den verste indikatoren styrer", blir klassifiseringen nesten alltid "svært dårlig". Å bruke "den verste indikatoren styrer" vil derfor gi liten informasjon om samlet tilstand. Derimot er det svært viktig å finne hvilken eller hvilke indikatorer som scorer dårlig, spesielt med tanke utforming av tiltak for bedre tilstanden.

Tabell 4. Klassegrenser og fargekoder for indikatorer og tema.

Verdi	Kode	Indikator
4,51 – 5,00		Svært god
3,51 – 4,50		God
2,51 – 3,50		Moderat
1,51 – 2,50		Dårlig
1,00 – 1,50		Svært dårlig

Tabell 5. HyMo verdier for hvert tema og samlet verdi etter ulike måter av sammenvekting. Fargekodene gjenspeiler verdien på hvert tall i forhold til skala gitt i tabell 4.

		På langs av elva	På tvers av elva (konnektivitet)	I elveleiet	Hydrologi	Morfologi, konnektivitet og hydrologi lik vekt	Hydrologi og morfologi/konnektivitet lik vekt	Det verste tema styrer	Den verste indikator styrer
ID	Navn								
056-182-R	Apeltunelva	3,11	4,67	3,63	5,00	4,33	4,40	3,10	2,00
072-92-R	Aurlandselvi	3,10	4,67	4,00	1,42	3,16	2,61	1,42	1,00
072-92-R	Aurlandselvi fjernmålt	2,63	4,50	4,60	1,42	2,87	2,40	1,42	1,00
072-100-R	Aurlandselvi-Vassbygdeldvi	2,00	2,78	4,38	1,63	2,79	2,79	1,63	1,00
072-101-R	Aurlandselvi nedre	4,00	3,50	4,67	3,16	3,55	3,49	3,16	1,00
079-43-R	Daleelva Høyanger	1,90	5,00	1,00	1,00	1,68	1,43	1,00	1,00
061-288-R	Daleelva Vaksdal	3,30	2,22	4,38	1,50	2,94	3,16	1,50	1,00
061-289-R	Deleelva Vaksdal	3,13	1,43	1,00	2,69	2,08	2,31	1,00	1,00
039-65-R	Dubberselva	3,00	3,76	4,60	1,63	3,21	2,86	1,63	1,33
002-3899-R	Fjellhamarelva - Sagelva	4,70	2,44	-	5,00	3,93	4,43	2,44	1,00
002-1684-R	Glomma Alvdal - Høyegga	3,70	3,59	4,13	4,50	4,04	4,21	3,59	2,00
002-1686-R	Glomma, Høyegga-Atna	4,80	3,78	4,07	2,33	3,49	3,22	2,33	1,00
016-3120-R	Moelva oppst. Haugmoelva	5,00	4,11	5,00	1,40	3,87	3,50	1,40	1,00
112-162-R	Surna, midtre del	4,10	4,56	4,50	1,67	3,50	3,03	1,67	1,00
112-30-R	Surna nedre del	3,90	4,89	4,50	2,93	3,97	3,66	2,93	1,00
056-128-R	Sælenelva	2,30	3,78	3,38	5,00	3,85	4,08	2,30	1,00
062-71-R	Teigdalselva	3,50	3,00	3,88	1,92	2,86	2,69	1,92	1,00
062-71-R	Teigdalselva (forsker)	3,60	3,89	4,00	1,70	3,23	2,79	1,70	1,33
078-27-R	Vetlefjordelva nedre, NVE	3,45	5,00	2,20	4,00	4,01	3,85	2,20	1,00
078-27-R	Vetlefjordelva nedre, JAG	1,69	5,00	3,08	4,00	2,83	2,78	1,69	1,00
078-27-R	Vetlefjordelva nedre, KLJ	3,12	4,14	3,67	3,23	3,54	3,41	3,12	1,00
002-3826-R	Vorma	4,38	1,75	3,00	5,00	3,59	4,15	1,75	1,00
002-5000-R	Våla oppstrøms kraftverk	5,00	3,50	5,00	2,58	3,65	3,48	2,58	1,00
002-4999-R	Våla nedstrøms kraftverk	1,85	4,56	4,10	2,35	3,27	2,92	1,85	1,00
039-48-R	Årvikelva	3,36	3,78	4,88	4,71	4,12	4,31	3,36	1,00

2.2 Tilbakemeldinger fra uttesting av klassifiseringssystem for elver

De fleste er enige om at den hydrologiske klassifiseringen treffer godt og er egnet til å beskrive hydrologiske endringer. Det kan imidlertid være krevende å finne data både for lavvann og flomforhold. Her kan NVEs tjeneste Nevina være til hjelp for lavvannsindekser, men Nevina finner ikke ukemiddel.

Indikatoren for kantvegetasjon inkludere kun tilstedeværelse av kantvegetasjon, ikke bredde eller utbredelse. Det er opplagt ulik effekt av kantvegetasjon som følge av bredde, noe som også er beskrevet i Harby m.fl. (2018).

Det er vanskelig å skille mellom de to indikatorene lateral konnektivitet og erosjonssikring/forbygning. Begge indikatorene beskriver inngrep på langs av elva som hindrer elva å grave i lateral retning. Indikatoren erosjonssikring/forbygning stenger ikke tilgang til flomsletter som følge av flom, mens for eksempel flomvern vil redusere lateral konnektivitet.

Det kan ofte være vanskelig å finne virkelig innskjæring uten befarings i felt.

Klassifisering av barrierer og fragmenteringsgrad bruker indekser utviklet for fisk og skaper derfor forvirring. I HyMo-sammenheng skal barriere-indekser først og fremst brukes til å indikere virkninger på sedimenttransport og næringsstoffer som kun gjelder i nedstrøms retning. I tillegg virker barrierer oppstuvende og endrer fysiske forhold som vanddyp, vannhastighet og vanddekt areal. Vanddyp og vanddekt areal øker og vannhastighet reduseres ovenfor barrierer, men elvas gradient og barrierens høyde og utforming bestemmer hvor langt oppstrøms effekten varer. Det kan kanskje være enklere å erstatte de to indikatorene «barriere-effekt innen vannforekomsten» og «fragmenteringsgrad innen vannforekomsten» med «antall barrierer innen vannforekomsten». utfordringen blir da å definere hva en barriere er, men kombinert med oppstuvningseffekt gir den trolig et godt bilde av HyMo-endringer på tvers av elva.

Indikatoren som skal beskrive effekter av oppstrøms forhold er endret gjennom uttesting fra «reguleringsgrad» til å være «avstand til nærmeste oppstrøms barriere».

I kategorien «i elveleiet» er det vanskelig å finne indikatorene uten feltarbeid, noe som også er hensikten med disse indikatorene. Det er trolig fornuftig å bruke «elveklasser fra miljødesign» og «skjulklasser» som indikatorer, men kanskje best på en annen måte enn foreslått i klassifiseringssystemet. Å bruke «manglende elveklasser» blir for enkelt, det er trolig behov for en mer relevant vurdering av endringer av fysisk habitat. Når det gjelder substrat og hulrom, er det også behov for en noe mer avansert vurdering enn kun endring av skjulklasse.

Bekkelukking bør være med som tema, indikator, eller bli mer synlig i systemet. Teoretisk sett bør en bekk eller elv lagt i rør eller kulvert kategoriseres som kunstig vannforekomst. Som regel vil det være kortere strekninger av en elvevannforekomst som har lukket løp, slik at dette bør inkluderes i systemet.

I elver med flere løp og forgreininger er det ikke enkelt å definere «løpemeter elv». Hvordan dette skal gjøres bør defineres og beskrives i en veileder.

Endringer knyttet til flomsletter og kroksjøer er ikke inkludert, det er kun lateral konnektivitet og elvas forbindelse til flomslettene som er representert gjennom indikatoren for lateral konnektivitet. I mange

tilfeller der tilgangen til flomsletter er redusert eller helt fjernet, vil det kanskje være en helt annen arealbruk av flomsletta som landbruk, bebyggelse eller infrastruktur som vei og jernbane.

Flere mener at de tre indikatorene for korttids endringer i vannstand og vannføring som skyldes effektkjøring eller variabel drift av kraftverk, bør få større innvirkning på hydrologiske forhold. Dette er åpenbart viktig for økologiske forhold, men det er ikke nødvendigvis en like stor faktor for hydromorfologi. Dette henger sammen med at effektkjøring og variabel drift av kraftverk gjennomføres på vannføringer godt under flom og over minstevannføring. Det er likevel en betydelig hydrologisk endring som må ivaretas og gi utslag i klassifiseringssystemet.

En generell utfordring er at mange indikatorer henger sammen og har en viss overlapp. For eksempel vil en vannforekomst med betydelig redusert og utjevnet vannføring også gjerne få endringer i substrat og habitatforhold. Dette vil gi utslag med lav score både innen hydrologi og i elveleiet. En vannforekomst med erosjonssikring og forbygning vil ofte få økt innskjæring og mulige endringer i substrat og habitatforhold. Indikatorene er imidlertid også valgt for å gi en viss overlapp, noe som vil sikre at endringer i tilstand blir fanget opp spesielt når datagrunnlaget er usikkert eller manglende.

Mange klassegrensener er satt ved å dele skalaen i fem like deler. Det er en transparent og grei metode som kan brukes der det ikke finnes noe nærmere vitenskapelig grunnlag for en annen inndeling.

Det er laget regneark i Excel for HyMo med mange alternative metoder å vekte sammen de ulike indikatorene og hver av elementene "på langs av elva", "på tvers av elva", "i elveleiet" og "hydrologi". Dette gjør det enkelt å vurdere alle alternativene. Naturlig nok vil metodene som inkluderer "verste styrer" der indikatoren eller tema med dårligst score blir bestemmende for vannforekomsten, gi lavest score.

2.3 Datagrunnlag, databaser og feltarbeid

Det har vist seg at det kan være stor forskjell på klassifisering ut fra tilgjengelige data, kart og databaser sammenlignet med befaring og feltarbeid. Det er flere eksempler fra utprøving at resultatene kan bli forskjellige ut fra datagrunnlaget. Det er viktig å gjøre en vurdering om det vil være behov for en relativt detaljert HyMo-klassifisering som krever befaring og feltarbeid, eller om det er tilstrekkelig med en klassifisering utført med tilgjengelige data og databaser. Datagrunnlaget for de ulike indikatorer er godt beskrevet i Harby m.fl. (2018). Den største utfordringen er som regel knyttet til datagrunnlaget for referansetilstanden. Det skjer en rivende utvikling spesielt innenfor fjernmålingsteknikker som kan være nyttig for å finne data for nå-tilstanden. I dette kapitlet gjengis noen erfaringer fra uttesting.

NVEs database for sikringstiltak inneholder store mangler og bør oppdateres. Statens Vegvesen sin database vegkart.no har en objekttype som heter plastring/erosjonssikring som kan gi mer og oppdatert informasjon for fylkesveier og riksveier. Det er kun de nyere vegprosjektene, fra om lag 2010, som har registrert dette i kartverket.

Tjenesten Norgebilder kan være meget nyttig både for å finne dagens tilstand og for å finne situasjonen før inngrep er gjort og i noen tilfeller referansetilstanden.

Det er mulig å finne gamle kart fra <https://www.oldmapsonline.org/en/Norway>, der det kan være mulig å identifisere elveløp og hvordan vannforekomster framsto på kart tidligere. Tjenesten er gratis for å se på kart, men det er betalingsløsning for georefererte kart.

Google Earth og satellittbilder kan være andre gode kilder til informasjon, i hvert fall for å skaffe seg en oversikt.

Ved feltarbeid og befaringer er det viktig å bruke samme referansegrunnlag ulike steder i vassdraget eller ved kartlegging utført av flere personer.

2.4 Nye og reviderte tema og indikatorer

Under uttesting ble flere forbedringer og endringer i tema og indikatorer diskutert. I arbeidet med å foreslå viktige hydromorfologiske forhold som kan inkluderes i et system for klassifisering, ble følgende forhold vurdert, men ikke foreslått inkludert i Harby m.fl. (2018):

- Endring i vanntemperatur
- Kanalisering
- Død ved
- Begroing og levende vegetasjon
- Endring i isdekke og bunnisproduksjon
- Sinusitet (kanalisering, utretting)
- Lengde av elvebredde
- Bekker med kulverter, bekkelukking

Alle disse tema har også blitt diskutert i forbindelse med uttestingen. Det kom spesielt fram et behov for å ta med vanntemperatur og kanalisering. Vanntemperatur er vurdert og beskrevet med indikatorer og klassegrenser i Harby m.fl. (2018), men ble ikke foreslått inkludert da det svært sjelden finnes data som beskriver vanntemperatur i elver før og etter inngrep (som oftest vannkraftregulering). Endring i vanntemperatur er også fysisk-kjemiske kvalitetselementer i Vanndirektivet som dermed kan inkluderes i fysisk-kjemisk klassifisering. Vi foreslår derfor ikke inkludering av vanntemperatur i hydromorfologi.

Kanalisering og utretting av elveløp er beskrevet i Harby m.fl. (2018), men ble tidligere vurdert til å være delvis dekket av indikatorer for flomvern og erosjonssikring ettersom kanalisering ofte også inkluderer plastring og erosjonssikring. Vi foreslår derfor å inkludere "Kanalisering og utretting av elveløp" som eget tema under kategorien "På langs av elva". Dette er beskrevet i kapittel 4.

Den foreslåtte indikatoren for barrierer oppstrøms vannforekomsten var opprinnelig reguleringsgraden i nedbørfeltet. Denne ble vurdert til upresis og erstattet av avstand til oppstrøms barriere.

De foreslåtte indikatorene for barrierer og fragmenteringsgrad er hentet fra indikatorer for fisk etter Sandlund m.fl. (2013). Det kan skape en viss forvirring om dette er rene HyMo-indikatorer eller om de også skal brukes for fisk. Videre må den ene indikatoren (barriereeffekt) gjøres invers for å gjelde for sedimenter, næringsstoffer og detritus. Under uttesting ble det derfor foreslått å endre indikatorene for barrierer og fragmenteringsgrad.

Indikatoren i elveleiet som beskriver endringer i habitat ble vurdert for upresis. En mer detaljert indikator er derfor foreslått.

Helt lukket elveløp foreslås inkludert i indikatoren "strukturer i elveleiet". Dette er en kraftig hydromorfologisk endring som bør vurderes spesielt i forbindelse med denne indikatoren. Det kan da være aktuelt med justerte klassegrenser for løpemeter elv påvirket. I en veileder bør det også presiseres at hele vannforekomster med lukket løp må kategoriseres som kunstig vannforekomst.

Uttesting har derfor ført til følgende endringer der nye eller reviderte indikatorer beskrives i kapittel 4:

- Inkludering av kanalisering som tema med indikatoren sinusitet
- Endring av indikator for barrierer oppstrøms vannforekomsten fra reguleringsgrad til avstand til nærmeste oppstrøms barriere
- Endring av indikator for barrierer og fragmentering innen vannforekomsten til antall barrierer
- Inkludering av bekkelukking under "strukturer i elveleiet" med spesielle klassegrenser
- Endring av indikator for elvetyper (fysisk habitat) i elveleiet fra antall manglende elvetyper til et mer detaljert system med indekser for sammensetning, fordeling og variasjon i fysiske habitatforhold

3 Samlet vurdering av testing av klassifiseringssystem for elver

De valgte indikatorene gir en god beskrivelse av hydromorfologiske forhold, men det er behov for noen endringer av enkelte indikatorer og ikke minst en god veiledning i hvordan systemet skal brukes. Det er positivt at det er mulig å bruke systemet hvis informasjon om enkelte indikatorer mangler.

Klassegrenser må vurderes for flere av indikatorene fordi systemet virker å gi en for god bedømming. Dette gjelder mest for morfologiske indikatorer på langs og på tvers av elva. I det reviderte systemet beskrevet i kapittel 4 er klassegrenser justert for "Lateral konektivitet", "Erosjonssikring, forbygning" og "Kantsonevegetasjon".

Sammenvekting med lik vekt til alle tema eller lik vekt til hver indikator innen et tema, ser ofte ut til å gi litt for godt resultat og viktige endringer i hydromorfologiske forhold blir kamuflert. Under workshop ble det enighet om å la indikatoren med lavest verdi være styrende for hvilken score hvert tema får.

Sammenvekting av tema gjøres etter foreslått metode der morfologiske forhold ("På langs av elva", "På tvers av elva" og "I elveleiet") får lik vekt som hydrologiske forhold.

Noen indikatorer er krevende å finne og bør derfor bare brukes der det gir betydelig tilleggsinformasjon om tilstand. Dette gjelder i hovedsak indikatorer for:

- Innskjæring
- Elveklasser fra miljødesign
- Substrat og hulrom

Disse indikatorene krever ofte feltarbeid. Elveklasser fra miljødesign og substrat og hulrom fra tema "i elveleiet" er mest relevant for vannforekomster påvirket av vannkraft med fraført vann og/eller som er påvirket av barrierer oppstrøms.

I forhold til opprinnelig system for klassifisering foreslått av forskergruppa (Harby m.fl. 2018), ble det gjort noen endringer i systemet etter forskergruppas utprøving som er dokumentert av Harby m.fl. (2020). Dette gjelder "Fragmentering og barrierer oppstrøms". Det ble gjort en endring i hvordan indikatorer for korttids endringer i vannføring og vannstand skal vektes sammen med andre hydrologiske forhold. En alternativ metode for å beregne endringer i lavvannføringer og flomstørrelser ble vist i Harby m.fl. (2020). Det ble også foreslått endringer for de to tema "Barriere-effekt innen vannforekomsten" og "Fragmenteringsgrad innen vannforekomsten" som nå begge foreslås fjernet.

Tabell 4 viser hvilke tema og indikatorer som er lagt til, endret eller uendret, samt hvorvidt klassegrenser er justert. Vi har da også tatt med endringer allerede beskrevet i Harby m.fl. (2020), slik at tabellen viser alle endringer siden forslag til system ble vist i Harby m.fl. (2018).

Tabell 6. Endringer i klassifiseringssystem etter uttesting.

Påvirkning	Tema	Indikator for endring	Endringer i klassifiseringssystem
På langs av elva	Lateral konnektivitet	Løpemeter elv påvirket	Endring klassegrenser
	Erosjonssikring, forbygning	Løpemeter elv påvirket	Endring klassegrenser
	Kantsonevegetasjon	Løpemeter elv med høyere vegetasjon	Endring klassegrenser
	Utretting og kanalisering	Endring i sinusitet	Nytt tema og ny indikator
	Innskjæring	Gjennomsnittlig senkning av elveløpet	Ingen endring
På tvers av elva	Barrierer innen vannforekomsten	Antall barrierer innen vannforekomsten	Litt modifisert tema og ny indikator
	Barriere-effekt innen vannforekomsten	Barriereeffekt etter Sandlund et al. (2013)	Fjernet
	Fragmenteringsgrad innen vannforekomsten	Fragmenteringsgrad etter Sandlund et al. (2013)	Fjernet
	Oppstuvningseffekt innen vannforekomsten	Påvirket av oppstuvning fra barrierer	Ingen endring
	Fragmentering og barrierer oppstrøms	Avstand til oppstrøms barriere [km]	Ny indikator
I elveleiet	Tilførsler og fjerning av masser	Løpemeter elv påvirket	Ingen endring
	Strukturer i elveleiet	Løpemeter elv påvirket	Inkludering av lukket elveløp (bekkelukking)
	Elveklasser fra miljødesign	Indekser for sammensetning, fordeling og variasjon i fysiske habitatforhold	Ny indikator
	Substrat og hulrom	Endring i skjulklasse	Ingen endring
Vannføring	Total vannføring	Endring i total vannføring	Ingen endring
	Lavvannføring sommer	Minste ukemiddel vannføring jun-sep	Ingen endring
	Lavvannføring vinter	Minste ukemiddel vannføring nov-mar	Ingen endring
	Flomstørrelse årsflom	Endring av årsflommens gjentakintervall	Ingen endring
	Flomstørrelse 10-års flom	Endring i frekvens på ti-års flom uregulert	Ingen endring
	Korttids vannføringsendring	Forholdstall mellom høy og lav vannføring	Endret betydning for hele tema vannføring (vekting)
	Hastighet på korttids endring i vannstand	Senkningshastighet målt i cm/time	Endret betydning for hele tema vannføring (vekting)
	Tørrelagt areal ved korttids endring i vannstand	Endring i vanndekket areal	Endret betydning for hele tema vannføring (vekting)

4 Revidert klassifiseringssystem for hydromorfologi i elver

I dette kapitlet beskrives alle tema, indikatorer og klassegrenser som er endret eller lagt til i forhold til systemet opprinnelig foreslått av forskergruppa i Harby m.fl. (2018). Der det ikke er noen endringer vises det til beskrivelsene i Harby m.fl. (2018, 2020). Alle tema, indikatorer og klassegrenser oppsummeres i en tabell til slutt i dette kapitlet.

4.1 På langs av elva

4.1.1 Endring av klassegrenser

Det er gjort en liten endring i klassegrenser for "Lateral konnektivitet", "Erosjonssikring og forbygning" og "Kantsonevegetasjon" slik at skillet mellom litt og moderat endret inntreffer på en lavere verdi. Tabell 7-9 viser nye klassegrenser for disse tema.

Tabell 7. Nye klassegrenser for "Lateral konnektivitet" (flomsikring). Naturlig vil en elvs flomsletter oversvømmes ved flom. Menneskeskapte hindringer skaper avvik fra dette og måles som prosent tilstedeværelse av flomvern (maksimalt 50 prosent fra hver elvebredde).

Status	Kode	Grad av endring (%)
Naturlig		< 5
Litt endret		5-20
Moderat endret		20-50
Mye endret		50-80
Svært mye endret		80-100

Er flomsikringen trukket tilbake mer enn én elvebredde fra bredden regnes den ikke med her, men er den trukket tilbake mindre enn én elvebredde inkluderes den (Rinaldi et al. 2011), men gir bare «halv skade». Det vil si at hvis det er 100 % flomsikring trukket tilbake mindre enn en elvebredde fra bredden, så vil den i klassifiseringen halveres til 50 %.

Tabell 8. Nye klassegrenser for "Erosjonssikring og forbygning". En naturlig elv vandrer fritt lateralt i alluviale løsmasser uten menneskeskapte hindringer, og avvik fra dette måles som prosent tilstedeværelse av erosjonssikring (maksimalt 50 prosent fra hver elvebredde).

Status	Kode	Grad av endring (%)
Naturlig		< 5
Litt endret		5-20
Moderat endret		20-50
Mye endret		50-80
Svært mye endret		> 80

Tabell 9. Nye klassegrenser for kantsonevegetasjon som klassifiseres etter prosent løpemeter elv med manglende høyere vegetasjon på begge sider (maksimalt 50 prosent på hver side).

Status	Kode	Grad av endring (%)
Naturlig		< 5
Litt endret		5-20
Moderat endret		20-50
Mye endret		50-80
Svært mye endret		> 80

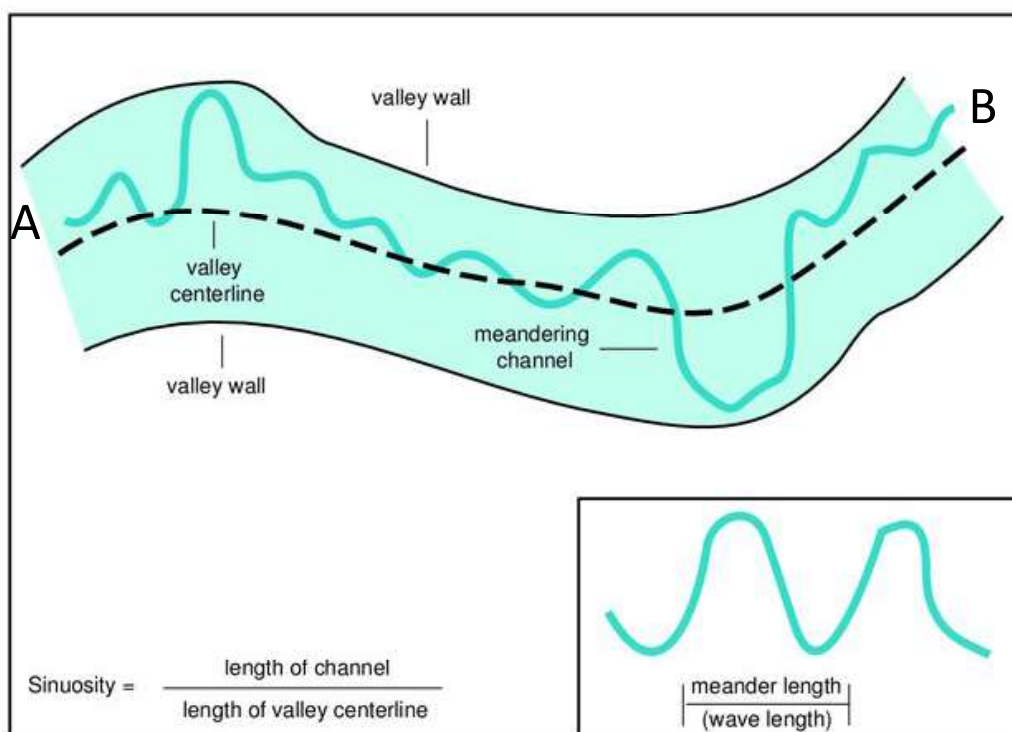
4.1.2 Utretting og kanalisering

De fleste elver vil naturlig innta en svingende form i elvas lengderetning som følge av erosjon og det faktum at elvas gravende evne er størst i yttersving. Tilsvarende vil deponering av masser være størst i innersving og dermed forsterke effekten.

For å beskrive elvas svingende form kan man ta i bruk faktoren sinusitet. Sinusitet er forholdstallet mellom den fulle lengden til en svingende linje og den rette lengden mellom linjens to endepunkter. En rett linje vil dermed ha sinusitet lik 1, mens svingende linjer vil ha verdier større enn 1.

Sinusitet kan altså brukes til å beskrive den romlige variasjonen til en elv på vei gjennom landskapet. Teoretisk sett skal vi ikke sammenligne elvas linje med en helt rett linje, men helst med en linje som følger dalbunnens midtlinje som illustrert i figur 1. Det kan imidlertid være vanskelig å bestemme dalbunnens midtlinje, og en forenkling er da å bruke en rett linje mellom endepunktene A og B i figur 1. Dette vil overdrive sinusiteten litt, men spiller trolig liten rolle når man også bruker denne metoden for å beregne naturlig sinusitet.

I naturlige vassdrag kan man forvente en viss sinusitet (verdi større enn 1) avhengig av type elv og landskap. Sinusitet kan relateres til meandrering. En meander er en større elvesving, ofte funnet i flatere landskap hvor elvas strømnings- og sedimentforhold fører til henholdsvis utgraving og deponering av masser nedover elveløpet. I visse tilfeller kan elven lage en full sving og deretter en «snarvei», slik at yttersvingen blir liggende for seg selv. En slik vannforekomst kalles «kroksjø». I regulerte og påvirkede vassdrag kan evnen til å meandere være nedsatt på grunn av flomvern, erosjonssikring, endret vannføring og endret sedimenttransport.



Figur 1. Prinsippskisse for sinusitet som er lengden av elvas midtlinje "meandering channel" delt på elvedalens midtlengde "valley centerline". Endring av meanderlengde (nederst til venstre på figuren) brukes også i andre klassifiseringssystemer, men vi har ikke valgt å ta med denne (fra Fitzpatrick m.fl. 1998).

Kanalisering, utretting, erosjonssikring og forbygninger langs elvebredden vil redusere elvas naturlige evne til å forme svinger gjennom landskapet gjennom å skape rettere elvestrekninger. Redusert vannføring vil i tillegg kunne føre til mindre utgravning i enkelt områder og dermed mindre sjanse for at elva naturlig opprettholder en viss meandering.

Økt sinusitet kan være forbundet med større diversitet i strømningsforhold og dermed bidra til større utvalg av habitat for akvatiske arter (Sundt m.fl. 2022).

Endringsspørsmål: I hvor stor grad er sinusitet endret fra naturlig tilstand/referansetilstand?

Verdien på sinusitet kan være lav også i uberørte vassdrag. Klassifisering av sinusitet må dermed baseres på grad av endring i forhold til opprinnelig status. Graden av endring defineres ved et forholdstall mellom dagens tilstand og referansetilstand. Slik er man ikke direkte avhengig av en forhåndsbestemt lengde på strekninger som skal brukes som grunnlag. Referansetilstanden (elvestrekning av interesse) bestemmes ut fra et gitt utgangstidspunkt og/eller tilgjengelig datagrunnlag.

Tabell 10. Sinusitet klassifiseres etter prosent endring fra referansetilstand.

Status	Kode	Grad av endring (%)
Naturlig		< 5
Litt endret		5-20
Moderat endret		20-50
Mye endret		50-80
Svært mye endret		> 80

Datakilder og måling

I hovedsak beregnes endring i sinusitet ved hjelp av digitale kilder, og det er ikke nødvendig med feltarbeid. Sinusitet kan beregnes for hele eller deler av vannforekomster som definert på f.eks. vann-nett.no eller på NVE Atlas. Metodikken krever at det finnes kart- eller fotogrunnlag for referansetilstanden til den aktuelle vannforekomsten. Kart eller foto kan blant annet finnes på oldmapsonline.org, norgebilder.no eller via andre lenker hos kartverket.no som for eksempel kartverket.no/om-kartverket/historie/historiske-kart. Enkelte kilder krever innlogging for nedlastning av georefererte bilder. Metodikken forutsetter en viss GIS-kunnskap for eventuelt å opprette og behandle shape-filer. Beregning av sinusitet er ikke direkte avhengig av vannføring.

Endring i sinusitet finnes ved å beregne forholdstallet mellom ny lengde (i meter) og referanselengde innen vannforekomsten. I store vannforekomster kan det være hensiktsmessig å dele den inn i elvestrekninger som til slutt summeres. Følgende fremgangsmåte kan benyttes:

1. Velg ønsket vannforekomst eller delstrekning (f.eks. via vann-nett.no eller NVE Atlas)
2. Ta ut angitt total lengde på vannforekomst/delstrekning via midtlinje = *dagens tilstand (m)*
3. Ta ut koordinater for start- og sluttpunkt for valgt strekning
4. Merk av koordinatene på kart/foto for referansetilstand
5. På kart/foto for referansetilstand: tegn midtlinje på strekning fra startkoordinater til sluttkoordinater
6. Ta ut/beregn total lengde på midtlinjen for referansetilstanden = *referansetilstand (m)*
7. Beregn prosent endring i sinusitet som:
$$100 * ((\text{referansetilstand} - \text{dagens tilstand}) / \text{referansetilstand})$$

4.2 På tvers av elva

De to tema "Barriereeffekt innen vannforekomsten" og "Fragmenteringsgrad innen vannforekomsten" er fjernet og erstattet av et nytt tema "Barrierer innen vannforekomsten" som beskrives under.

4.2.1 Barrierer innen vannforekomsten

Hydromorfologiske effekter av barrierer er diskutert og omtalt i Harby m.fl. (2018), og de økologiske konsekvensene av barrierer er omtalt i Harby m.fl. (2020).

Med barrierer mener her terskler, dammer eller andre menneskeskapte konstruksjoner som går på tvers av hele elvas bredde og dermed hindrer eller påvirker transport av sedimenter, næringsstoffer, organisk materiale, detritus eller annet som naturlig transporteres med elva. Noen barrierer kan være absolutte og ha påvirkning på alle vannføringer. Det gjelder for eksempel demninger og sluser som ikke er designet for noen overtopping, men som for eksempel har luker og andre innretninger for å føre vann videre. En barriere kan også bare påvirke naturlig transport på visse vannføringer, for eksempel en dykket terskel som har liten eller ingen effekt på høye vannføringer. Det kan være vanskelig å avgjøre om en barriere er absolutt eller bare delvis virksom, og skjønn må utøves. Figur 2-4 viser eksempler på barrierer.

I denne kategorien skal barrierer som dekker hele elvas bredde inkluderes, mens konstruksjoner som bare dekker deler av elvas bredde som for eksempel buner og strømvridere (se figur 5), klassifiseres som "Strukturer i elveleiet" under kategorien "I elveleiet". Det kan imidlertid være vanskelig å definere om en barriere eller terskel dekker hele elvas bredde, og skjønn må utøves for å bestemme under hvilken indikator den inkluderes. Det viktigste er selvsagt at den ikke utelates begge steder.

Barrieren på figur 2 vil helt klart bli definert som absolutt, mens barrieren(e) på figur 4 gjerne kan klassifiseres som delvis virksom. Barrieren på figur 3 faller kanskje mellom de to kategoriene, og da vil det være naturlig å angi den som absolutt hvis man ikke vet hvor stor del av året den framstår delvis virksom.



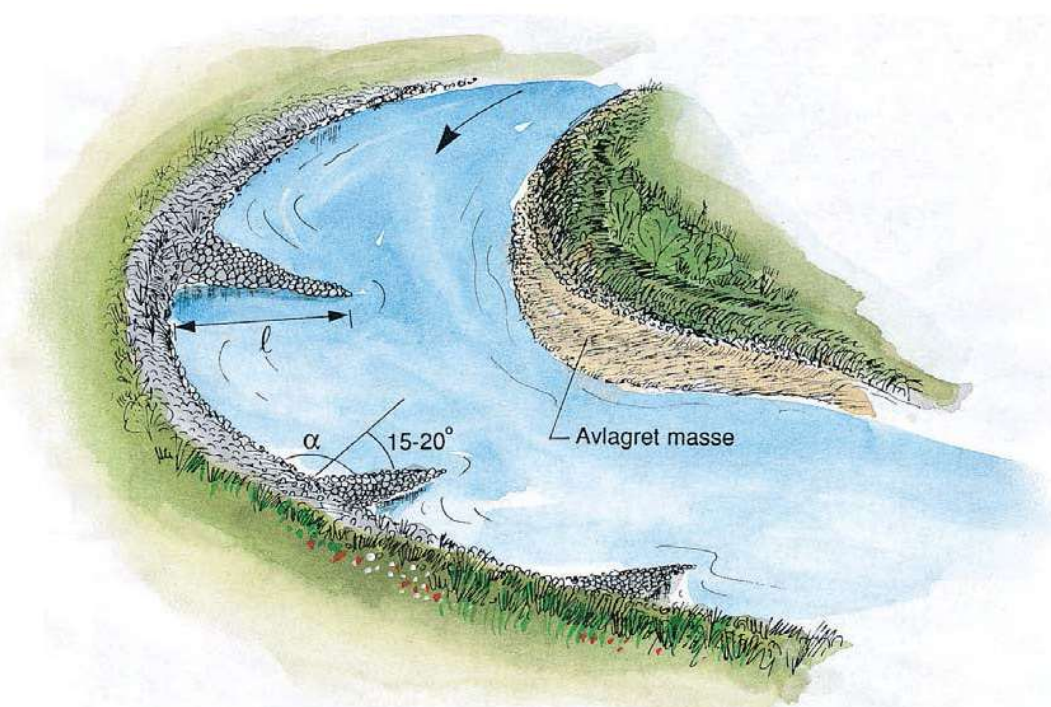
Figur 2. Fiskesperre i Driva er en absolutt barriere (foto: Leif Lia/NTNU).



Figur 3. Terskel i Nea som på veldig høye vannføringer vil være dykket og derfor er en delvis virksam barriere (foto: Berit Köhler/NINA).



Figur 4. Cellerteriskel med flere "avsatser". Det kan være vanskelig å bedømme om dette er en absolutt eller delvis virksam barriere. Det er heller ikke lett å se om den dekker hele elvas bredde (foto: NORCE).



Figur 5. Prinsippskisse av buner som hører til tema "strukturer i elveleiet" (fra Vassdragshåndboka).

Endringsspørsmål: Hvor mange menneskeskapte absolutte og delvis virksomme barrierer finnes innen vannforekomsten?

Antall barrierer telles opp og klassifiseres etter tabell 11. Det skilles da mellom absolutte og delvis virksomme barrierer. Det er tilstrekkelig å tilfredsstille én av kategoriene "Absolutt" eller "Delvis virksomme" barrierer for plassering i en kategori. For eksempel vil en vannforekomst med 4 delvis virksomme barrierer og ingen absolutte barrierer havne i kategorien "Mye endret".

Tabell 11. Antall barrierer innen vannforekomsten klassifiseres ved å telle opp absolutte og delvis virksomme barrierer for transport av sedimenter, næringsstoffer og organisk materiale.

Status	Kode	Antall menneskeskapte barrierer	
		Absolutte	Delvis virksomme
Naturlig		Ingen	Ingen
Litt endret		Ingen	< 2
Moderat endret		< 2	< 3
Mye endret		< 3	< 5
Svært mye endret		≥ 3	≥ 5

Datakilder og måling

Fysiske innretninger som skaper en barriere er ofte ikke så vanskelig å hente ut fra flyfoto, satellittbilder, norgebilder.no, Google Earth eller lignende. Dersom man likevel må bruke feltarbeid eller befare visse elvestrekninger vil det som regel være enkelt å identifisere barrierer. For en detaljert vurdering om barrieren er absolutt også på høye vannføringer kan det være nødvendig med befaring eller bruk av bilder under flom der dette anses som viktig.

4.2.2 Fragmentering og barrierer oppstrøms

I Harby m.fl. (2018) er det beskrevet "En mulig indikator er antall barrierer som finnes oppstrøms vannforekomsten, eller avstand til nærmeste oppstrøms barriere. Vi har imidlertid valgt en indikator som indirekte sier noe om oppstrøms barrierer i regulerte vassdrag, nemlig reguleringsgraden." Etter uttesting viser det seg at det likevel er mer hensiktsmessig å bruke avstand til nærmeste oppstrøms barriere som indikator. Vi presiserer at dette gjelder menneskeskapte barrierer, og for enkelthets skyld regner vi her bare med absolutte barrierer (se kapittel 4.2.1). Dette måles da i km og dersom det er flere elver og sideelver oppstrøms velger man avstand til barrierer i den største elva oppstrøms. Ved flere omtrent like store elver oppstrøms, velger man den som har kortest avstand til nærmeste barriere.

Dersom det oppstrøms vannforekomsten finnes sideelver med betydelig naturlig transport av sedimenter og/eller næringsstoffer og organisk materiale som har en eller flere barrierer og renner ut i hovedelva nedstrøms nærmeste oppstrøms barriere, skal vannforekomsten klassifiseres en klasse dårligere.

Endringsspørsmål: Hvor lang avstand er det til oppstrøms menneskeskapte barriere i den største elva oppstrøms?

Tabell 12. Fragmentering og barrierer oppstrøms vannforekomsten klassifiseres ved å måle avstanden i km til nærmeste oppstrøms menneskeskapte barriere.

Status	Kode	Avstand til nærmeste oppstrøms menneskeskapte barriere i km
Naturlig		Ingen oppstrøms barrierer*
Litt endret		> 50 km
Moderat endret		10 – 50 km
Mye endret		2 – 10 km
Svært mye endret		< 2 km

* Dersom det er barrierer svært langt opp i et vassdrag eller langt opp i et sidevassdrag kan disse ignoreres.

Ideelt sett burde klassegrenser angis i relative verdier til elvas eller nedbørfeltets størrelse. For vannforekomster i små vassdrag som har svært korte oppstrøms elvestrekninger, vil klassegrensene oppleves veldig strenge. Det kan da være aktuelt å innføre et annet system som krever utregning av elvas total lengde. Tabell 11 viser alternative klassegrenser om man ønsker å bruke relative verdier for eksempel i vannforekomster i små vassdrag.

Tabell 13. Alternativ metode for å klassifisere fragmentering og barrierer oppstrøms vannforekomsten som klassifiseres etter relativ lengde til oppstrøms menneskeskapte barriere.

Status	Kode	Avstand til nærmeste oppstrøms menneskeskapte barriere delt på elvas total lengde
Naturlig		Ingen oppstrøms barrierer*
Litt endret		> 1/2
Moderat endret		1/5 – 1/2
Mye endret		1/20 – 1/5
Svært mye endret		1/20 eller mindre

* Dersom det er barrierer svært langt opp i et vassdrag eller langt opp i et sidevassdrag kan disse ignoreres.

4.3 Prosesser og endringer i elveleiet

Prosesser og endringer i elveleiet er ofte en konsekvens av andre faktorer som også dokumenteres av systemet for hydromorfologisk klassifisering. Det er imidlertid ikke alltid en direkte sammenheng, og det kan være betydelig tidsforskjeller mellom når for eksempel endringer i hydrologiske forhold får en morfologisk virkning. Videre vil virkningen av for eksempel to like hydrologiske endringer ikke nødvendigvis gi den samme morfologiske endringen. Gjennom uttesting har det kommet fram at valgte tema for endringer i elveleiet er viktige spesielt der det er store hydrologiske endringer som for eksempel på minstevannføringsstrekninger i elver påvirket av vannkraft. Den valgte indikatoren for endring av elveklasser gir for upresis beskrivelse og vi foreslår her en ny indikator som beskriver endringer i sammensetning og fordeling av elveklasser bedre.

Det er viktig å påpeke at indikatorer for "Elveklasser" og "Substrat og hulrom" er vanskelig å bestemme uten feltarbeid. Det vil også være vanskelig å finne referansetilstanden, så disse indikatorene bør bare brukes der man antar at de har stor betydning, for eksempel på vannforekomster eller elvestrekninger med mye fraført vann.

4.3.1 Strukturer i elveleiet

I Harby m.fl. (2018) er det nevnt en rekke eksempler på hva som menes med strukturer i elveleiet: "Eksempler på strukturer i elver kan være brukar, buner, strømvridere, delterskler, kunstig utlegging av stein, strømforstærkere, energidrepere og lede- og vandringskonstruksjoner for fisk. Strukturene kan være knyttet til bruer og brufundamenter i elveleiet, oppmuring av forbygninger i forbindelse med kanalisering, eller støping av bunnsåle for å hindre bunnerosjon ved flom." Gjennom utprøving har det kommet et behov for å inkludere bekkelukking og lukking av elveløp i kulverter og rør. Dersom hele eller store deler av vannforekomsten går lukket, skal den være karakterisert som kunstig vannforekomst. Det er imidlertid flere elver og bekker som går lukket på begrensede strekninger innen vannforekomsten. Dette foreslås klassifisert som strukturer i elveleiet. Vi foreslår derfor å legge til en metode for nedklassifisering dersom vannforekomsten inneholder lukket elveløp.

Tabell 14. Strukturer i elveløpet klassifiseres etter hvor mange løpemeter elv som inneholder strukturer

Status	Kode	Løpemeter elv påvirket (%)
Naturlig		< 5 uten lukket løp
Litt endret		5-33 uten lukket løp
Moderat endret		33-50*
Mye endret		50-80*
Svært mye endret		80-100 og/eller > 30 % lukket løp

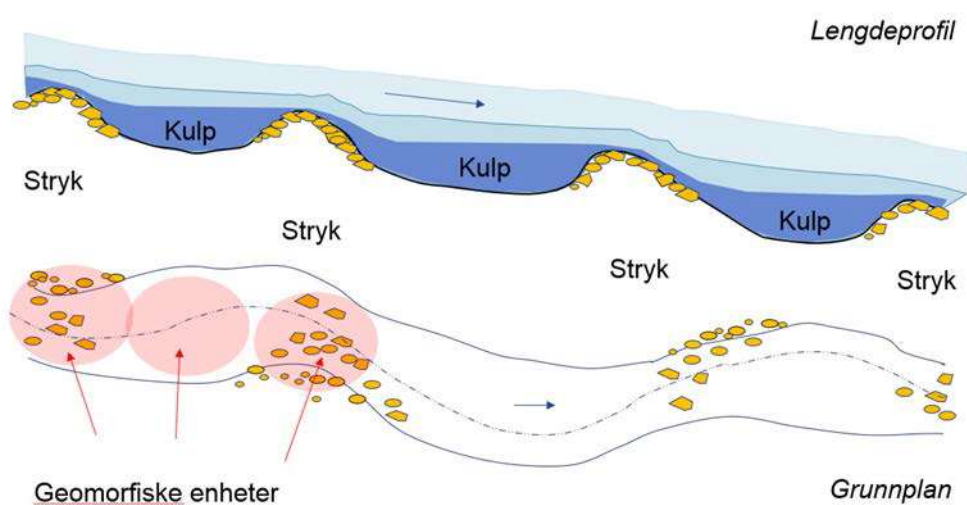
* Dersom mer enn 10 prosent av vannforekomsten går i lukket løp, nedklassifiseres vannforekomsten en klasse eller minst til moderat endret. Dersom mer enn 20 prosent av vannforekomsten går i lukket løp, nedklassifiseres vannforekomsten to klasser eller minst til mye endret. Dersom mer enn 30 prosent av vannforekomsten går i lukket løp, nedklassifiseres vannforekomsten automatisk til svært mye endret.

4.3.2 Elveklasser

En elveklasse er en beskrivelse av fysisk habitat som kombinerer gradient, overflatebølger/turbulens, vannhastighet og vanddyb for å beskrive habitatet på en mellomstor skala ("mesoskala"). Metodikk for inndeling av vannforekomsten i elveklasser er hentet fra metodikk for miljødesign av regulerte laksevassdrag (Forseth og Harby 2013, Borsanyi m.fl. 2004). Forskergruppa foreslo i Harby m.fl. (2018) å bruke manglende tilstedeværelse av elveklasser på en vannføring som tilsvarer medianvannføring +/- 25 prosent som indikator for endringer i fysisk habitat. Dette har vist seg å bli en for grov og upresis metode, da det kan finne sted store endringer i fysisk habitat uten at enkelte klasser mangler. Det er også stor

variasjon i naturlig tilstedeværelse av ulike klasser, og det er også mulig at en elveklasse kan mangle uten at det har skjedd noen stor endring av fysisk habitat.

Mange metoder for kartlegging av prosesser og påvirkninger i elveleiet bruker en form for geomorfologiske enheter for å beskrive strømningsforhold og bunnforhold. Dette er omtalt i Harby m.fl. (2018) med referanser til internasjonal litteratur. Begrepene "morfologisk enhet", "geomorfologisk enhet", "mesohabitat" og "fysisk habitat" brukes ofte om hverandre, og det kan være vanskelig å skille mellom dem. "Morfologisk enhet" eller "geomorfologisk enhet" (også kalt "geomorfisk enhet") beskriver sedimentologiske strukturer som for eksempel stryk, kulp eller foss, og deres utforming er uavhengig eller veldig lite avhengig av den aktuelle vannføringen. "Mesohabitat", "hydrauliske habitat" eller "fysisk habitat" representerer derimot bestemte kombinasjoner av vannstand, strømningshastighet og turbulens og varierer med vannføring. Man kan finne forskjellige hydrauliske habitater på den samme geomorfologiske enheten ved ulike vannføringer, som illustrert i figur 6.



Figur 6. Illustrasjon av sammenheng mellom geomorfiske enheter og hydrauliske enheter, her for en stryk-kulp-elv (riffle-pool system) som eksempel.

Variasjon og sammensetning av fysisk habitat eller mesohabitater er et resultat av prosesser og påvirkninger i elveleiet, og endringer i denne sammensetningen er viktige hydromorfologiske forhold. Vi har derfor valgt å bruke endringer i variasjon og sammensetning av elveklasser som indikatorer for dette. Det er da nødvendig å kartlegge mesohabitater på en representativ vannføring der vi foreslår median sommervannføring som et godt grunnlag for analyser. Kartleggingen må sammenlignes med en referansetilstand for å kunne vise avvik. Referansetilstand kan etableres ved kartlegging av forholdene før inngrep, gjennom sammenligning med upåvirket del av elva eller ut fra skjønnsmessig vurdering.

Variasjon i elveklasser beregnes ut fra "Shannon index of diversity" (Shannon 1948). Denne indeksen er også kalt "Shannon-Weaver index" eller "Shannon-Wiener index", men vi anbefaler å bruke "Shannon index". Formelen for denne indeksen kalt "H" er:

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

der $p_i = n_i/N$,

n er arealet eller andelen som prosent av totalen av en elveklasse

N er totalt vanndekt areal eller 100 prosent

Indeksen vil variere mellom 0 for en vannforekomst med bare én elveklasse og 1,61 dersom alle fem klassene er representert med like stor andel. Dersom mesohabitater og ikke elveklasser brukes i beregningene, vil maksimalverdien når alle mesohabitater er til stede med like stor andel teoretisk være 2,61.

For å beskrive hvordan elveklasser er sammensatt kan "Li and Reynolds new contagion index" (Li and Reynolds 1993) brukes. Denne indeksen brukes til å beregne om elveklassene er godt spredt på vannforekomsten, eller om de ulike klassene klumper seg sammen. God spredning indikerer heterogene forhold som gir varierte hydrauliske og morfologiske forhold. Det indikerer også vanligvis at elva fortsatt er dynamisk. Denne "Contagion index" C er noe forenklet beskrevet av Ricotta m.fl. (2002), og er beskrevet i følgende ligning:

$$C = \frac{2 \ln(N) + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \left((n_{ij}/2M) \ln(n_{ij}/2M) \right)}{2 \ln(N)}$$

der n_{ij} er antall naboskap mellom elvetyperne i og j
 N er antall klasser, dvs 5 om man bruker elveklasser eller 10 om man bruker mesohabitat
 M er antall grenser mellom to ulike elveklasser/mesohabitater

Indeksverdier over 0,67 regnes som klumpete, mens indeksverdier under 0,33 regnes som spredt.

Vi foreslår å beregne begge disse indeksene, og deretter velge den som har størst avvik fra forventet sammensetning og variasjon i elveklasser.

Endringsspørsmål: Hvor stor endring er det i sammensetning og variasjon i elveklasser?

Tabell 15. Variasjon og sammensetning av elveklasser eller mesohabitat klassifiseres etter beregning av endring i Shannon diversity index og Li and Reynolds New Contagion Index. Den av indeksene som har størst endring fra referanse velges.

Status	Kode	Endring i indeks*
Naturlig		< 20 %
Litt endret		20-39 %
Moderat endret		40-59 %
Mye endret		60-80 %
Svært mye endret		> 80 %

* Den av indeksene som har størst endring brukes

Datakilder

Elveklasser bestemmes ut fra mesohabitatkartlegging av vannforekomsten gjennom en kombinasjon av kart, flyfoto og feltarbeid (se Harby m.fl. 2018 og Forseth og Harby 2013). Det arbeides med å bruke fjernmålte data til å bestemme hydromorfologiske forhold i elver, og det kan snart være mulig å finne mesohabitater og elveklasser automatisk ved hjelp av fjernmåling kombinert med en viss verifisering i felt (Sundt m.fl. 2022). Elveklasser og mesohabitatkartlegging er utført på en god del elvestrekninger med fraført vann som følge av vassdragsregulering. Data fra disse kartleggingene finnes i rapporter og utredninger fra forskningsinstitutter og konsulenter.

Det finnes mange henvisninger til Shannon index, samt egne "kalkulatorer" for denne indeksen: <https://www.omnicalculator.com/ecology/shannon-index>. For "Li and Reynolds new contagion index" finnes det ingen lignende kalkulator, men indeksen kan enkelt regnes ut i et regneark.

4.4 Hydrologiske forhold og endring i vannføring

Det foreslås ingen endringer av tema eller indikatorer for hydrologiske forhold, men det er behov for en justering av hvordan indikatorer for kort-tids endringer i vannføring og vannstand skal kobles med de andre hydrologiske indikatorene, beskrevet i Harby m.fl. (2020).

4.5 Vekting av parametere

Det er flere måter og strategier for å vekte sammen indikatorer både innenfor et tema og mellom tema. Her behandler vi kort tre elementer:

- Vekt av hver enkelt indikator etter viktighet for hydromorfologiske forhold
- Sammenveking av indikatorer innenfor ett tema
- Sammenveking av tema til én hydromorfologisk klassifiseringsverdi

Det er to hovedprinsipper for sammenveking innen ett tema eller mellom tema som kan følges:

- a) Like stor betydning av hver indikator eller betydning etter individuell vekt
- b) "Det verste styrer", dvs. den indikatoren med lavest score bestemmer vekt for tema og henholdsvis det tema med lavest score bestemmer hydromorfologisk verdi

Fra Harby m.fl. (2018) er hver indikator gitt en vekt etter deres viktighet og betydning for hydromorfologiske forhold. Det har også vært lagt vekt på grad av vitenskapelig dokumentasjon av indikatorens viktighet.

Vi mener at klassegrenser i hovedsak er et faglig spørsmål der man kan sette grenser for hva som innebærer en liten eller stor påvirkning av de hydromorfologiske forholdene. Hvordan det skal vektes er til en viss grad et forvaltningsmessig eller politisk spørsmål. Bruk av "det verste styrer" innebærer et fokus på forhold som er sterkest endret, men det sier likevel ikke så mye om total tilstand.

Gjennom uttesting har flere metoder for vekting vært testet. Dersom "det verste styrer"-prinsippet skal brukes, er det viktig at klassegrenser treffer godt. Dersom alle indikatorene skal vektes sammen, er det kanskje behov for noe strengere klassegrenser. Endelig beslutning knyttet til metoder bør tas av forvaltningen, og kanskje helst etter mer utprøving av systemet.

Forskergruppas forslag til vekting er beskrevet i Harby m.fl. (2018). Vår anbefaling er å vekte sammen de tre indikatorene for morfologiske forhold (på langs av elva, på tvers av elva og i elveleiet). Vekter gitt etter viktigheten av hver indikator er gitt i samme rapport. Samlet vekt for morfologi vektes da likt med samlet vekt for hydrologi. Vi er også åpen for at et system som bruker "det verste styrer" for hydrologi og ren sammenveking for morfologi, kan brukes. Det er i alle tilfeller viktig at man finner en verdi for hver indikator, slik at det er mulig å identifisere hvor det bør gjøres tiltak og hva som kan forbedre den hydromorfologiske tilstanden.

Tabell 16 viser alle utvalgte indikatorer for HyMo 1.0 i elv med klassegrenser for ulik grad av endring.

Tabell 16. Klassegrenser for alle indikatorene i HyMo 1.0 for elv.

Påvirkning	Tema	Indikator for endring	Klassegrenser				
			Naturlig	Litt endret	Moderat endret	Mye endret	Svært mye endret
På langs av elva	Lateral konnektivitet	Løpemeter elv påvirket	<5%	5-20%	20-50%	50-80%	>80%
	Erosjonssikring, forbygning	Løpemeter elv påvirket	<5%	5-20%	20-50%	50-80%	>80%
	Kantsonevegetasjon	Løpemeter elv med høyere vegetasjon	<5%	5-20%	20-50%	50-80%	>80%
	Utretting og kanalisering	Endring i sinusitet	<5%	5-20%	20-50%	50-80%	>80%
	Innskjæring	Gjennomsnittlig senkning av elveløpet [m]	< 0,5m		0,5-1m	>1,5m	
På tvers av elva	Barrierer innen vannforekomsten	Antall barrierer innen vannforekomsten (absolutt/delvis virksom)	Ingen/ingen	Ingen/< 2	<2 / <3	<3 / <5	≥3 / ≥ 5
	Oppstuvningseffekt innen vannforekomsten	Påvirket av oppstuvning fra barrierer	<10%	10-30%	30-50%	50-80%	>80%
	Fragmentering og barrierer oppstrøms	Avstand til oppstrøms barriere [km]	Ingen	> 50km	10-50km	2-10km	<2km
I elveleiet	Tilførsler og fjerning av masser	Løpemeter elv påvirket	<5%	5-33%	33-50%	50-80%	>80%
	Strukturer i elveleiet	Løpemeter elv påvirket	<5%	5-33%	33-50%	50-80%	>80%
	Elveklasser fra miljødesign	Endring i Shannon index Endring i Li & Reynolds	<20%	20-39%	40-59%	60-80%	>80%
	Substrat og hulrom	Endring i skjulklasse	Ingen endring		En klasse	To klasser ned	
Vannføring	Total vannføring	Endring i total vannføring	<15%	15-30%	30-50%	50-95%	>95%
	Lavvannføring sommer	Minste ukemiddel vannføring jun-sep	<10%	10-20%	60-40%	40-60%	>60%
	Lavvannføring vinter	Minste ukemiddel vannføring nov-mar	<5%	5-10%	10-30%	30-50%	>50%
	Flomstørrelse årsflom	Endring av årsflommens gjentakintervall	Ingen endring		5-10 år	Sjeldnere enn 10 år	
	Flomstørrelse 10-års flom	Endring i frekvens på ti-års flom uregulert	Ikke sjeldnere enn 15 år		15-30 år	Sjeldnere enn 30 år	
	Korttids vannføringsendring	Forholdstall mellom høy og lav vannføring	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	Hastighet på korttids endring i vannstand	Senkningshastighet målt i cm/time	<5	5-13	13-20	20-30	>30
	Tørrlagt areal ved korttids endring i vannstand	Endring i vanndekket areal	<5%	5-10%	10-20%	20-30%	>30%

5 Erfaringer fra uttesting av hydromorfologisk klassifiseringssystem for innsjøer og magasin

5.1 Presentasjon av klassifiserte verdier for utvalgte innsjøvannforekomster

Tabell 17 viser hvilke innsjøvannforekomster som klassifisert som del av uttestingen av det hydromorfologiske klassifiseringssystemet for innsjø og magasin. Innsjøene ble dels valgt ut av Miljødirektoratet i dialog med den sentrale forskergruppa i prosjektet, dels av praktiske årsaker når den faktiske uttesting ble gjennomført. Systemet som innsjøene ble testet mot er publisert i Bakken m.fl. (2019) som er noe forenklet og modifisert fra den aller første versjonen av systemet som ble presentert i Bakken m.fl. (2018).

Tabell 17. Innsjøvannforekomster hvor det hydromorfologiske klassifiseringssystemet for innsjø og magasin ble uttestet. VF står for vannforekomst, mens SMVF er en forkortelse for sterkt modifisert vannforekomst.

Innsjø	VF ID	VF Navn	Fylke	Type	Økologisk tilstand/ potensial
Goppolvatnet	002-263-L	Goppolvatnet	Innlandet	SMVF	Moderat
Mjøsa	002-118-1-L	Mjøsa	Innlandet	Naturlig	God
Mjøsa	002-118-2-L	Mjøsa - Åkersvika	Innlandet	Naturlig	Dårlig
Jølstravatn	084-1734-1-L	Jølstravatnet	Vestland	Naturlig	God
Randsfjorden	012-523-L	Randsfjorden	Viken, Innlandet	Naturlig	God
Nedre Svartvassvatn	078-29654-L	Nedre Svartvassvatn	Vestland	SMVF	Godt
Tunevannet	002-3451-L	Tunevatnet	Viken	Naturlig	Dårlig
Vassbygdvatnet	072-1497-L	Vassbygdvatnet	Vestland	Naturlig	God
Røsvatn	155-501-L	Røssvatnet	Nordland	SMVF	Godt
Lundevatn	026-1399-L	Lundevatnet	Agder	Naturlig	Moderat
Øyeren	002-113-1-L / 002-113-2-L	Øyeren Nord/Øyeren Sør	Viken	Naturlig	God / God
Møsvatn	016-3-L	Møsvatn	Vestfold og Telemark	SMVF	Moderat
Årdalsvatn	074-1571-L	Årdalsvatnet	Vestland	Naturlig	God
Byglandsfjorden	021-1063-L	Byglandsfjorden	Agder	Naturlig	God
Selbusjøen	123-892-1-L	Selbusjøen	Trøndelag	SMVF	Moderat
Krøderen	012-521-L	Krøderen	Viken	Naturlig	God
Limingen	307-1131-L	Limingen	Trøndelag	SMVF	Godt

Klassifiseringen gjennomført i dette prosjektet er basert på systemet gitt i Bakken m.fl. (2019) og resultatene fra selve klassifiseringen av de enkelte vannforekomstene er gitt i tabell 19, for de tre overordnede kvalitetselementene hydrologi, morfologi og barriere/fragmentering. Klassifiseringssystemet for innsjø og magasin er beskrevet slik at aggregering/vektning av parameterverdier skal gjøres opp til disse tre kvalitetselement, men ikke opp til en samlet hydromorfologisk klassifiseringsverdi, slik det gjøres for elver. Klassifisering ble i hovedsak gjennomført av fagpersoner som ikke har deltatt i utviklingen av

klassifiseringssystemet og fagperson/tilhørighet er gitt i tabell 19. Det er verdt å merke seg at enkelte innsjøer er klassifisert flere ganger, av ulike fagpersoner.

Tabell 18. Klassesystem og tilhørende klasseverdier anvendt under klassifisering av innsjøvannforekomster.

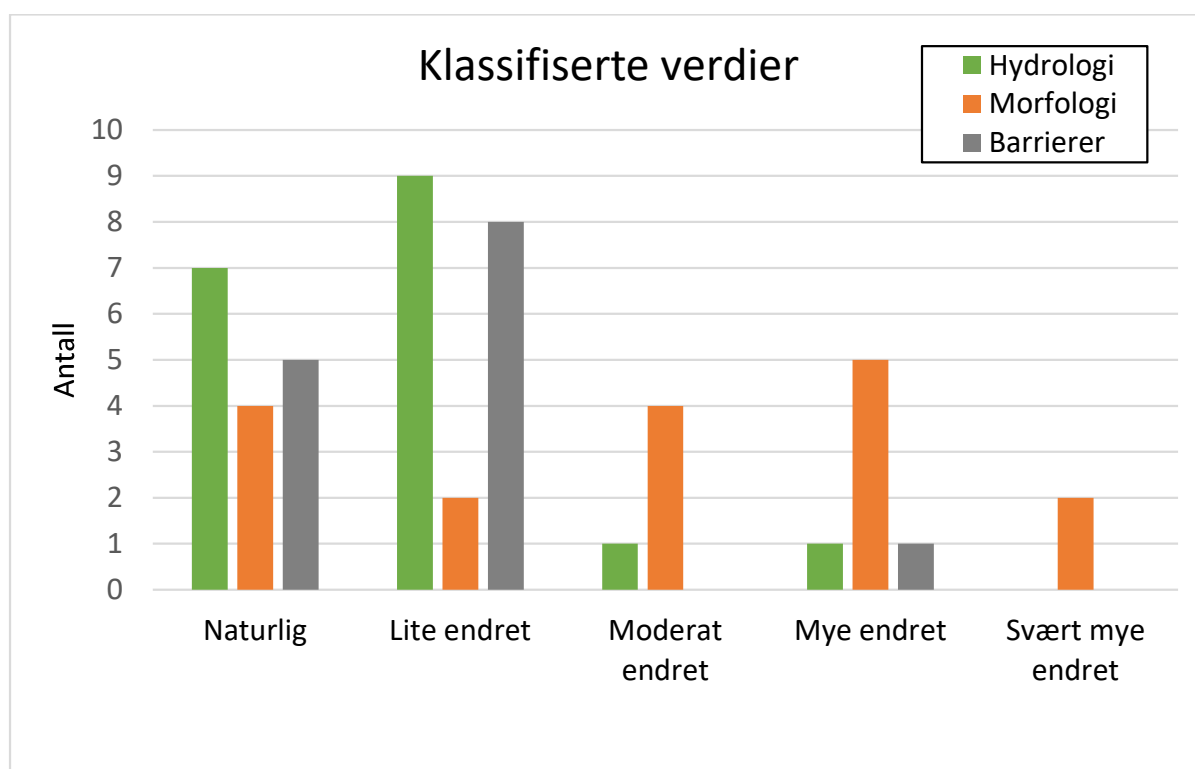
Verdi	Kode	Klassenavn
4,51-5,00		Naturlig
3,51-4,50		Lite endret
2,51-3,50		Moderat endret
1,51-2,50		Mye endret
1,00-1,50		Svært mye endret

Tabell 19. Resultater fra hydromorfologisk klassifisering. Tabellen angir innsjø/magasin, hvem som har utført klassifiseringen, og utregnet klassifiseringsverdi med tilhørende klasse for henholdsvis hydrologi, morfologi og barriere/fragmentering. Blanke celler (angitt som N/A) indikerer at det ikke har vært tilstrekkelig med data til å beregne klassifiserte verdier, eller av andre årsaker ikke er utført klassifisering.

Innsjø	Klassifisert av	Hydrologi		Morfologi		Barriere	
		Verdi	Klasse	Verdi	Klasse	Verdi	Klasse
Goppolvatnet	Hegge	4,9	Naturlig	5	Naturlig	5	Naturlig
Jølstravatn	Hegge	4,9	Naturlig	3,5	Moderat endret	2,4	Mye endret
Mjøsa	Hegge	4,7	Lite endret	N/A	N/A	4,5	Lite endret
Nedre Svartvassvatn	Gladsø	2,4	Mye endret	1,6	Mye endret	4,6	Naturlig
Randsfjorden	Hegge	4,1	Lite endret	4	Lite endret	5	Naturlig
Tunevannet	Bakken	5	Naturlig	4,9	Naturlig	4,1	Lite endret
Vassbygdvatnet	Gladsø	5	Naturlig	3	Moderat endret	4,1	Lite endret
Vassbygdvatnet	NORCE	4,2	Lite endret	5	Naturlig	4,1	Lite endret
Vassbygdvatnet	Valle	N/A	N/A	4,6	Naturlig	N/A	N/A
Vassbygdvatnet	NVE	4,7	Naturlig	N/A	N/A	4,1	Lite endret
Røsvatn	Beck/SINTEF	3,6	Lite endret	2,0	Mye endret	4,1	Lite endret
Lundevatn	Beck/SINTEF	2,7	Moderat endret	2,0	Mye endret	2,9	Moderat endret
Øyeren	Beck/SINTEF	4,5	Naturlig	2,0	Mye endret	3,6	Lite endret
Møsvatn	Beck/SINTEF	3,6	Lite endret	1,3	Svært mye endret	5,0	Naturlig
Årdalsvatn	Beck/SINTEF	4,7	Naturlig	3,5	Lite endret	3,4	Moderat endret
Byglandsfjorden	Beck/SINTEF	4,1	Lite endret	3,0	Moderat endret	2,9	Moderat endret
Selbusjøen	Beck/SINTEF	4,2	Lite endret	2,5	Moderat endret	3,7	Lite endret
Krøderen	Beck/SINTEF	4,4	Lite endret	2,0	Mye endret	3,3	Moderat endret
Limingen	Beck/SINTEF	4,0	Lite endret	1,0	Svært mye endret	4,6	Naturlig

Tabell 20. Oversikt over antall klassifiserte verdier (de fleste vannforekomster får tre HyMo-verdier) som endte opp i de ulike HyMo-klassene.

HyMo-klasse	Antall	Andel (%)
Naturlig	16	30 %
Lite endret	19	36 %
Moderat endret	9	17 %
Mye endret	7	13 %
Svært mye endret	2	4 %



Figur 7. Fordeling av klassifiserte verdier på de hydromorfologiske kvalitetselementene Hydrologi, Morfologi og Barrierer.

Tabell 20 og Figur 7 viser hvordan de klassifiserte verdiene fordeler seg på de overordnede, hydromorfologiske kvalitetselementene. Klassifiseringen av hydrologi og barriere/fragmentering havner stort sett i klassene «naturlig» og «lite endret», mens det er generelt større spredning og dårligere resultater for morfologi, hvor to klassifiseringer (Møsvatn og Limingen) ender opp som «svært mye endret», og fem innsjøklassifiseringer ender opp som «mye endret».

I klassifiseringssystemet som ble brukt under testingen var det tre parametere for å beskrive morfologiske hold; 210 Dewatered areas, 212 Dewatered littoral zone versus total littoral zone (ratio) og parameter 220 Change in substrate qualities (se Bakken et.al. 2019). Den generelle erfaringen er at det for de fleste innsjø og magasin i Norge ikke er data tilgjengelig for å beregne parameter 220 slik at denne parameteren ved

klassifisering av tusenvis av innsjø/magasin er i praksis nesten umulig å fastsette. Parameter 220 ble beregnet for innsjøene Nedre Svartvassvatn, Tunevannet og Vassbygdvatn i denne uttestingen (resultatene for enkeltparameterne ikke vist i rapporten), men disse innsjøene må anses som ikke-typiske med hensyn på datatilgjengelighet for parameter 220. Klassifiseringen ble dessuten vurdert å være «veldig usikker» (lav presisjon). Dette medfører at den aggregerte verdien for morfologi i de fleste tilfeller beregnes fra to enkeltparameterne (parameter 210 og 212) som begge er direkte bestemt av reguleringshøyden, hvorav parameter 212 er korrigert for siktedyp (littoralsonens utbredelse). Parameter 220 "Change in substrate qualities" foreslås tatt ut av det reviderte klassifiseringssystemet (revidert versjon gjengitt i tabell 21-23). De to gjenværende morfologiparameterne beskriver dermed morfologiske endringer primært gjennom reguleringshøyde, og i liten grad de direkte morfologiske endringene i en innsjø eller et magasin ved for eksempel erosjon eller fjerning/tilførsel av masser, eller annen endring av substratkvalitetene.

5.2 Tilbakemelding fra forvaltere og forskere

De generelle tilbakemeldingene for forvalterne og forskerne som gjennomførte klassifiseringen var:

Om systemet i seg selv:

- Systemet virker å ha en fornuftig og logisk oppbygning og struktur
- Det fleste parameterne er forståelige, med noen få unntak, og later til å representere sentrale hydromorfologiske prosesser
- Systemet er relativt omfattende å bruke
- Enkelte av parameterne kan være vanskelige å beregne, grunnet krevende kompetansebehov (særlig på hydrologi) og/eller manglende data
- Det er uklart hvilken tilleggsverdi bruk av det hydromorfologiske klassifiseringssystemet gir utover økologisk klassifisering

Om resultatene:

- Enkelte hydromorfologiske endringer later til å være gitt for liten vekt. Det ble under uttesting særlig pekt på hydromorfologiske endringer forårsaket av vei-/transportsektoren. Det gjelder primært de innsjøene som ble klassifisert av forvalterne.
- De klassifiserte verdiene later til en viss grad å være 'for snille' i forhold til hva man kunne forvente utfra faglig skjønn. Årsaken til dette kan være at enkelte av klasseverdiene burde være strengere (en mindre hydromorfologisk endring skulle gi et større utslag i klasseverdi), eller at vektingen burde endres. Dette utsagnet er basert på klassifiseringene gjort av andre enn Beck/SINTEF. Klassifiseringene gjort av Beck/SINTEF modererer dette utsagnet noe.

Det er også verdt å merke seg at innsjøsystemet ikke er blitt testet ut så omfattende som systemet for elv, verken i dette prosjektet eller i tidligere prosjekter.

Det er en viktig avklaring hvordan den faktiske implementeringen av systemet skal foregå, det vil si når tusenvis av innsjøer skal klassifiseres. Dette kan gjøres enten sentralt av nasjonalforvaltningen eller en annen utpekt ekspert, eller utføres av den regionale forvaltningen (statsforvalteren). Hvis førstnevnte strategi velges (sentralisering) vil de regionale forvalterne primært ha rollen som kvalitetssikrer av data. Hvis en sentralisering av klassifiseringsoppdraget velges, vil enkelte av innsigelsene mot systemet være mindre avgjørende enn om forvalterne skal gjøre selve klassifiseringen selv.



Figur 8. Tunevannet er en innsjø til stor glede for lokalbefolkningen både sommer og vinter. Stabil vannstand sikrer gode skøyteforhold. Foto: Tor Haakon Bakken.

5.3 Bruk av tilgjengelige modeller og datakilder – muligheter og utfordringer

Tilgjengelighet av data:

Bakken et al. (2018) (Kapittel 2 og dels Kapittel 5) presenterer de viktigste nasjonale datakildene til bruk i den hydromorfologiske klassifiseringen av innsjøer og magasin. Datakildene er under stadig utvikling og suppleres kontinuerlig. NVE har flere løsninger for å vise og laste ned data om vannstand, vannføring, vanntemperatur og andre måledata fra vassdrag i Norge, hvor følgende er veldig sentrale ved hydromorfologisk klassifisering:

- SILDRE (<https://sildre.nve.no/>): SILDRE brukes for å vise og laste ned både sanntidsdata og historiske hydrologiske data. Omfattende tilleggsinformasjon om målestedene (inkludert bilder) vises også, informasjon om nedbørfeltene og reguleringsinformasjon. Systemet er tilpasset bruk både på mobilskjerm og større skjermer. Det er viktig å være klar over at de nyeste dataene (ofte inneværende år) ikke vil være ferdig kvalitetskontrollerte. En del serier er sperret for publisering i sanntid pga. konkurranseforhold i kraftmarkedet. Historiske data for slike serier vil som regel være tilgjengelige for nedlastning i seriekart.
- SERIEKART **Feil! Hyperkoblingsreferansen er ugyldig.** (<https://seriekart.nve.no/>): SERIEKART er ment som hjelpemiddel for profesjonelle brukere av hydrologiske data for å finne de best egnede seriene til ulike analyseformål. Man kan gjøre utvalg av måleserier basert på omfattende sammensatte kriterier, og

laste ned data. Seriekart baseres bare på ferdig kvalitetskontrollerte dataserier fra både aktive og nedlagte målestasjoner.

- NVE Atlas: NVE Atlas tilbyr tilgang til en rekke relevant informasjon ved hydromorfologisk klassifisering, herunder oversikt over det regulerte systemet, det være seg magasin, dammer, inntak, overføringer, plassering og utløp av kraftverket. Denne tjenesten gir også innsyn i og mulighet til å laste ned kart over nedbørfelt, elvenettverk og innsjøer.
- Norge i bilder (<https://www.norgeibilder.no/>): Norge i bilder er et nettsted realisert i et samarbeid mellom Statens vegvesen, Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) og Kartverket. Her får du oversikt over historiske ortofoto (målestokkriktige flybilder) som samarbeidspartene i Norge digitalt tilbyr på internett. Denne datakilden kan være nyttig for eksempel til å vurdere menneskeskapte endringer (over tid) langs bredden av innsjø og magasin.

Bruk av beregningsmodeller:

Bakken m.fl. (2018) (Kapittel 6) presenterer relevante modeller for bruk i hydromorfologisk klassifisering av innsjøer og magasin. I Bakken m.fl. (2019) ble den første versjonen av klassifiseringssystemet forenklet og testingen rapportert her viste at det var primært hydrologiske modeller som var nyttige i klassifiseringsarbeidet. Innsjømodeller, slik som for eksempel MyLake og GEMSS, viste seg å være mindre relevante for uttesting da flere av parameterne i den aller første versjonen av systemet (Bakken m.fl., 2018) ble utelatt i den reviderte versjonen (Bakken m.fl. 2019). Det var systemet i Bakken et al. (2019) som var utgangspunktet for uttestingen gjennomført av forvalterne og presentert i denne rapporten.

Ved beregning av hydrologiske parameterverdier for innsjø og magasin støter man på mange av de samme utfordringene som når man skal beregne hydrologiske parametere for elver. En tilleggsutfordring for innsjøer kan være at må ha sikker informasjon om sammenhengen mellom vannstand i innsjøene og avløpet. For å få dette til må man ha informasjon om utformingen av utløpet, noe som ikke finnes tilgjengelige i en nasjonal database. Ved en full implementering av systemet, er dette noe som bør vies spesiell oppmerksomhet.

Av kapasitetshensyn ble imidlertid kun et fåtall av de hydrologiske parameterne beregnet for innsjøvannforekomstene, da ressursene til å beregne hydrologien ble prioritert på elvevannforekomstene. Elvevannforekomster som er lokalisert nedstrøms innsjøer eller magasin vil på samme måte som selve innsjøene kreve informasjon om sammenheng mellom vannstand og avløp for å beregne hydrologien i nedstrøms elver korrekt.

6 Prinsipielle avklaringer for innsjøer og magasin

I Bakken m.fl. (2019) omtales enkelte forhold og dilemma rundt utviklingen av et hydromorfologisk klassifiseringssystem som bør diskuteres og avklares før et nytt revidert system presenteres. I det følgende beskrives hvordan disse forholdene er håndtert i uttestingen og forslag til hvordan disse bør behandles i det videre arbeidet med klassifiseringssystemet.

6.1 Endring fra naturtilstand versus grad av regulering

Systemet slik det er presentert i Bakken m.fl. (2019) består av enkelte parametere som beskriver endring fra naturtilstand, mens andre beskriver grad av regulering (se tabell 7.2 i Bakken m.fl. 2019), hvor "Water level changes" (HRV – LRV) er eksempel på sistnevnte. Dette er to ulike og delvis motstridende konsept. I Vanndirektivets filosofi ligger at det er avviket fra naturtilstand som skal beskrives og være grunnlag for miljømålene, og det kan da hevdes at «grad av regulering» ikke er i tråd med Vanndirektivets overordnede idé. Det er imidlertid gode årsaker til å tillate parametere som beskriver "grad av regulering", først og fremst at det kan være enklere å beregne da referansetilstanden (før-tilstanden) ikke må være kjent. I praktisk bruk kan det også være slik at grad av regulering vil gi relevant hydromorfologisk informasjon for å vurdere den hydromorfologiske endringen. Det anbefales derfor å beholde et slags hybrid system, hvor enkelte parametere forholder seg til referansetilstanden og endringer fra dette, mens andre parametere beskriver grad av regulering.

6.2 Antall parametere

I løpet av uttestingen ble det foreslått å lage et veldig forenklet system bestående av få parametere (færre enn 8-10 parametere), for eksempel basert på parametere inkludert i screensystemet publisert i Bakken m.fl. (2019) (Kap. 7.3). Det vurderes slik at et veldig forenklet system ikke vil ha tilstrekkelig faglig integritet for å kunne klassifisere hydromorfologisk tilstand, hvor både hydrologiske og morfologiske endringer og barrierer/fragmentering ivaretas på en forsvarlig, vitenskapelig måte. Det anbefales derfor at klassifiseringssystemet utviklet i Bakken m.fl. (2018) og med det noe nedskalerte omfang (Bakken m.fl., 2019) beholdes, med ytterligere justeringer basert på erfaringer i denne runden med uttesting. Prosjektgruppa har fått tydelig støtte av oppdragsgiver (Miljødirektoratet) underveis i prosjektet om at dette er en fornuftig og ønsket beslutning.

6.3 Vekting av enkeltparametere og hydromorfologiske kvalitetselement

Vekting eller aggregering av enkeltparametere inn i samlet HyMo klassifisering har vært gjenstand for diskusjon for både elv og innsjø. Denne delen av klassifiseringen er det aller mest skjønnsmessige steget i arbeidet og kan vanskelig forankres i natur-vitenskapelig forskning. Det vil derfor være en mer overordnet vurdering om «hva er rimelig» HyMo klassifisering som ligger til grunn for hvordan dette skal gjøres.

Basert på resultatene fra denne siste runden med uttesting er det vanskelig å argumentere for større endringer i forslag til prosedyre for aggregering da resultatene tilsynelatende faller ut på en rimelig måte. Det foreslås derfor at HyMo-klassifiseringen av innsjø og magasin ender opp på tre overordnede HyMo kvalitetselement, henholdsvis hydrologi, morfologi og barriere/fragmentering. Det foreslås å ikke utføre en videre aggregering opp til én HyMo klassifiseringsverdi slik det gjøres for elver. Dette er imidlertid et spørsmål som endelig må avgjøres av forvaltningen. Aggregeringen fra den enkelte parameter og opp til hydromorfologisk kvalitetselement beholdes prinsipielt som anbefalt i Bakken m.fl. (2019).

Aggregeringsprosedyren blir dermed som følger:

- Enkeltparameterne aggregeres til hovedtype av hydromorfologisk kvalitetselement/endring, det vil hydrologisk, morfologisk og barriere/fragmentering. Hvilket hydromorfologisk kvalitetselement den enkelte parameter tilhører er gitt av tabell 21.
- Innenfor hver HyMo type skal alle parametere bli inkludert og gis vekt som angitt i kolonne "vekt" (til høyre i tabell 21), i tidligere versjoner av systemet omtalt som "importance".
- Det skal angis hvor mange parametere klassifisering av hver HyMo hovedtype er basert på.

Pålitelighet i klassifiseringen skal ikke telle i vektingen, men hver parameter/parametergruppe skal merkes med grad av pålitelighet i klassifiseringen.



Figur 9. Roskreppfjorden tappet ned om lag 20 meter høsten 2021. Foto: Atle Harby

7 Revidert klassifiseringssystem for innsjø og magasin

Et nytt revidert hydromorfologiske klassifiseringssystemet for innsjø og magasin er foreslått og presentert i Tabell 17-19. Dette systemet er konseptuelt basert på de foto foregående versjonene av systemet, og i forhold til versjonen publisert i Bakken m.fl. (2019) er det nå kun mindre endringer som foreslås. Etter ytterligere testing i dette prosjektet er systemet på nytt trimmet basert på nye erfaringer. Det reviderte systemet (i Tabell 20-22) er forankret i følgende prinsipper:

- Det skal ha et solid vitenskapelig (hydromorfologisk) fundament
- Systemet skal ha en fornuftig balanse av parametere som beskriver hydrologiske, morfologiske og barriere/fragmentering som overordnede hydromorfologiske kvalitetselement (flere parametere innenfor hvert HyMo hovedelement)
- Systemet skal være praktiske anvendbart, det vil si at
 - parameterne skal med en rimelig innsats være mulig å beregne utfra kjente datakilder
 - systemet skal håndtere manglende data
 - nye datakilder skal kunne bidra til å utfylle der vi i dag mangler tilstrekkelig med data for å beregne enkelte parametere
- Det skal så langt som mulig være konsistent med det hydromorfologiske klassifiseringssystemet for elver

På lignende måte som de foregående versjonene av klassifiseringssystemet er det reviderte systemet strukturert og fargekoder benyttet slik som angitt i Figur 10.

	Oppstrøms hydromorfologiske forhold som påvirker innsjø/magasin under vurdering		Hydrologiske endringer
			Morfologiske endringer
	Hydromorfologiske forhold i berørt innsjø/magasin		Barriere, fragmentering

Figur 10. Fargekoder anvendt i Tabellene 21-23. Fargekodene til venstre beskriver hvordan de enkelte parametere forholder seg geografisk til innsjøen eller magasinet hvor hydromorfologisk tilstand skal bestemmes, mens fargekodene sentralt/til høyre beskriver hvilke hydromorfologisk kvalitetselement parameteren tilhører (hydrologi, morfologi, barriere/fragmentering)

Tabell 21. Tabellen presenterer forslag til revidert hydromorfologisk klassifiseringssystem for innsjø og magasin. Kolonnene i tabellen viser; (Parameter) No med fargekode som henviser til geografisk orientering av parameteren i forhold til innsjø/magasin som skal klassifiseres, parameter (navn), enhet, metrikk for hvordan parameteren skal beregnes, overordnet type hydromorfologisk kvalitetselement (grønn=hydrologi, brun = morfologi, grå = barriere/fragmentering). Numrene i kolonnen helt til høyre (vekt) henviser til antatt viktighet av denne parameteren og hvordan den skal vektas ved aggregering (3=høy, 2=moderat, 1=lav).

No	Parameter	Enhet	Metrikk for endring	HyMo elem.	Vekt
1	Endring volum tilsig	%	Endring i tilsig til innsjø eller magasin i forhold til uregulert tilstand. Det kan uttrykkes gjennom forholdet mellom nedbørfelt overført (inn eller ut av felt oppstrøms vurdert innsjø) i forhold til størrelse på naturlig oppstrøms nedbørfelt.		2
2	Endring periodisering av tilsig	%	Endring i periodisering av tilsig til innsjø eller magasin, uttrykt gjennom reguleringsgrad oppstrøms vurdert innsjø.		2
3	Oppstrøms barriere for sediment	%	Andel av oppstrøms elvestrekning hvor sedimentert er blokkert grunnet menneskeskapt barriere, sammenlignet med oppstrøms elvestrekning uten menneskeskapt barriere.		1
4	Vannstandsvariasjon	Meter	Høyest regulerte vannstand (HRV) minus Laveste regulerte vannstand (LRV) (i henhold til konsesjon)		3
5	Endring totalvolum	%	Endring av volum av innsjø/magasin, ved å sammenligne volum ved dagens tilstand og volum før regulering.		3
6	Endring i oppholdstid	%	Prosentvis endring i oppholdstid som følge av regulering		2
7	Endring i dato for oppfylling	Days	Antall dager forskjøvet tidspunkt for oppfylling av magasin (typisk vår/tidlig sommer) sammenlignet med uregulert tilstand		2
8	Endring i dato for tapping	Days	Antall dager forskjøvet nedtapping av magasin (typisk høst) sammenlignet med uregulert tilstand		2
9	Vannstand ved dato for oppfylling	%	Relative endring i vannstand ved tidspunkt for oppfylling (dagens vannstand sammenlignet med uregulert tilstand), dividert på maks. dybde av innsjø/magasin.		3
10	Vannstand ved dato for tapping	%	Relative endring i vannstand ved tidspunkt for nedtapping (dagens vannstand sammenlignet med uregulert tilstand), dividert på maks. dybde av innsjø/magasin.		3
11	Kortidsvariasjoner vannstand (dager)	Meter/døgn	Kortidsendringer i vannstand, gitt som vannstandsvariasjoner i meter per døgn.		2
12	Kortidsvariasjoner vannstand (uker)	Meter/uke	Kortidsendringer i vannstand, gitt som vannstandsvariasjoner i meter per uke.		2
13	Tørrelagte områder	%	Tørrelagte arealer grunnet regulering, uttrykt som tørrelagt areal ved LRV sammenlignet med overflateareal av innsjøen ved HRV		3
14	Relative vannstandsendringer	%	Relative vannstandsendringer, uttrykt som HRV minus LRV, dividert på gjennomsnittlig dybde		1
15	Tørrelagt littoralsoner relatert til total littoralsoner	%	Andel av littoralsonen som er tørrelagt ved LRV i forhold til totalt areal av littoralsonen.		3
16	Tap av lateral konektivitet i strandsone	%	Andel av strandsonen påvirket av forbygninger, annen type erosjonssikring eller lignende		3
17	Endring av vegetasjon i strandsone	%	Andel av kantvegetasjonen endret (fjernet) gitt som hydromorfologisk endring		3

Tabell 22. Foreslått revidert hydromorfologisk klassifiseringssystemet for innsjø og magasin og klassegrenser for alle parameterne. Alle parameterne er uttrykt enten som endringer fra naturtilstand (uregulert tilstand) eller beskriver grad/omfanget av reguleringen.

No	Parameter	Naturlig	Lite endret	Moderat endret	Mye endret	Svært mye endret
1	Endring volum tilsig	<5 % endring i årlig tilsig	5-20 % endring i årlig tilsig	20-50 % endring i årlig tilsig	50-90 % endring i årlig tilsig	>90 % endring i årlig tilsig
2	Endring periodisering av tilsig	<5 % oppstrøms reguleringsgrad	5-20 % oppstrøms reguleringsgrad	20-50 % oppstrøms reguleringsgrad	50-90 % oppstrøms reguleringsgrad	>90 % oppstrøms reguleringsgrad
3	Oppstrøms barriere for sedimenter	<5 % reduksjon i avstand til oppstrøms barriere	5-10 % reduksjon i avstand til oppstrøms barriere	10-50 % reduksjon i avstand til oppstrøms barriere	50-90 % reduksjon i avstand til oppstrøms barriere	>90 % reduksjon i avstand til oppstrøms barriere
4	Vannstands-variasjon	<2 meter	2-3 meter	3-10 meter	10-50 meter	>50 meter
5	Endring totalvolum	<5 % endring i innsjøvolum	5-10 % endring i innsjøvolum	10-30 % endring i innsjøvolum	30-70 % endring i innsjøvolum	>70 % endring i innsjøvolum
6	Endring i oppholdstid	<5 % endring i oppholdstid	5-20 % endring i oppholdstid	20-50 % endring i oppholdstid	50-100 % endring i oppholdstid	>100 % endring i oppholdstid
7	Endring i dato for oppfylling	<3 dager forskjøvet start oppfylling	3-10 dager forskjøvet start oppfylling	10-20 dager forskjøvet start oppfylling	20-70 dager forskjøvet start oppfylling	>70 dager forskjøvet start oppfylling
8	Endring i dato for tapping	<3 dager forskjøvet start nedtapping	3-10 dager forskjøvet start nedtapping	10-20 dager forskjøvet start nedtapping	20-70 dager forskjøvet start nedtapping	>70 dager forskjøvet start nedtapping
9	Vannstand ved dato for oppfylling	<5 % relativ endring ved start oppfylling	5-10 % relativ endring ved start oppfylling	10 – 30 % relativ endring ved start oppfylling	30-70 % relativ endring ved start oppfylling	>70 % relativ endring ved start oppfylling
10	Vannstand ved dato for tapping	<5 % relativ endring ved start nedtapping	5-10 % relativ endring ved start nedtapping	10 – 30 % relativ endring ved start nedtapping	30-70 % relativ endring ved start nedtapping	>70 % relativ endring ved start nedtapping
11	Korttids-variasjoner vannstand (dager)	<0.1 meter vannstandsvariasjon i løpet av ett døgn (90-persentil)	0.1-0.5 meter vannstandsvariasjon i løpet av ett døgn (90-persentil)	0.5-1 meter vannstandsvariasjon i løpet av ett døgn (90-persentil)	1-2 meter vannstandsvariasjon i løpet av ett døgn (90-persentil)	>2 meter vannstandsvariasjon i løpet av ett døgn (90-persentil)
12	Korttids-variasjoner vannstand (uker)	<0.3 meter vannstandsvariasjon i løpet av én uke (90-persentil)	0.3-1 meter vannstandsvariasjon i løpet av én uke (90-persentil)	1-3 meter vannstandsvariasjon i løpet av én uke (90-persentil)	3-5 meter vannstandsvariasjon i løpet av én uke (90-persentil)	>5 meter vannstandsvariasjon i løpet av én uke (90-persentil)
13	Tørrelagte områder	<5 % tørrelagte områder i forhold til innsjøareal	5-10 % tørrelagte områder i forhold til innsjøareal	10-40 % tørrelagte områder i forhold til innsjøareal	40-90 % tørrelagte områder i forhold til innsjøareal	>90 % tørrelagte områder i forhold til innsjøareal
14	Relative vannstands-enderinger	<5 % relativ vannstandsending	5-50 % relativ vannstandsending	50-100 % relativ vannstandsending	100-150 % relativ vannstandsending	>150 % relativ vannstandsending
15	Tørrelagt littoralsone relatert til total littoralsone	<5 % tørrelagt littoralsone	5-10 % tørrelagt littoralsone	10-40 % tørrelagt littoralsone	40-90 % tørrelagt littoralsone	>90 % tørrelagt littoralsone
16	Tap av lateral konnektivitet i strandsone	<5 % av strandsone endret	5-20 % av strandsone endret	20-50 % av strandsone endret	50-90 % av strandsone endret	>90 % av strandsone endret
17	Endring av vegetasjon i strandsone	<5 % av vegetasjon i strandsone endret	5-20 % av vegetasjon i strandsone endret	20-50 % av vegetasjon i strandsone endret	50-90 % av vegetasjon i strandsone endret	>90 % av vegetasjon i strandsone endret

Tabell 23. Foreslått revidert hydromorfologisk klassifiseringssystemet for innsjø og magasin, hvor prosedyre for beregning/fastsettelse av klassifiseringsverdi for hver enkelt parameter er beskrevet.

No	Parameter	Prosedyre for fastsettelse av klassifiseringsverdi
1	Endring volum tilsig	Denne parameteren kan beregnes indirekte ved å benytte størrelsen (areal) av de nedbørfelt som vann er ført enten inn i eller ut av det feltet den vurderte innsjøen eller magasin befinner seg i, som et indirekte mål for endring i vannvolum/tilsig til den aktuelle innsjøen, hvis hydrologiske data ikke er direkte tilgjengelig.
2	Endring periodisering av tilsig	Reguleringsgrad beregnes ved å summere oppstrøms magasinivolum dividert på årlig tilsig til den vurderte innsjøen/magasinet. Magasinivolumet av den vurderte innsjøen skal ikke inkluderes.
3	Oppstrøms barriere for sedimenter	Denne parameteren beregnes ved å summere avstandene langs elvene som leder inn i aktuell innsjø opp til nærmest menneskeskapte barriere som fanger sedimenter, og sammenligne dette med avstandene fra innsjø opp til naturlig sedimentbarriere.
4	Vannstands-variasjon	Denne parameteren er beregnet ved subtrahere laveste regulerte vannstand (LRV) fra høyeste regulerte vannstand (HRV) ($HRV - LRV$)
5	Endring totalvolum	Denne parameteren beregnes ved å beregne dagens innsjøvolum og sammenligne dette med naturlig innsjøvolum (før regulering) og finne den prosentvise endringen.
6	Endring i oppholdstid	Oppholdstid beregnes ved dividere årlig tilsig på volum av innsjø/magasin. Endring i oppholdstid finnes ved å gjøre dette for henholdsvis situasjonen før regulering og situasjonen etter regulering, og finne den prosentvise endringen.
7	Endring i dato for oppfylling	Denne parameteren benyttes for å finne endret tidspunkt når innsjøen/magasinet typisk starter oppfylling (typisk vår/tidlig sommer). For å gjøre dette må man ha en tidsserie som viser den hydrologiske situasjonen (vannstand) før regulering, og en tidsserie som viser vannstand etter regulering, og så identifisere tidspunkt for når oppfylling starter.
8	Endring i dato for tapping	Denne parameteren benyttes for å finne endret tidspunkt når innsjøen/magasinet typisk tappes ned (typisk vår/tidlig sommer). For å gjøre dette må man ha en tidsserie som viser den hydrologiske situasjonen (vannstand) før regulering, og en tidsserie som viser vannstand etter regulering, og så identifisere tidspunkt for når nedtapping starter.
9	Vannstand ved dato for oppfylling	Denne parameteren korresponderer med parameter 8 og to tidsserier med vannstandsvariasjoner i innsjø/magasin er utgangspunktet for å finne endringene. Vannstand ved dato for fylling sammenlignes med vannstanden den samme datoen i den uregulerte situasjonen og den relative endringen i vannstand bestemmes.
10	Vannstand ved dato for tapping	Denne parameteren korresponderer med parameter 9 og to tidsserier med vannstandsvariasjoner i innsjø/magasin er utgangspunktet for å finne endringene. Vannstand ved dato for nedtapping sammenlignes med vannstanden den samme datoen i den uregulerte situasjonen og den relative endringen i vannstand bestemmes.
11	Korttids-variasjoner vannstand (dager)	Denne parameteren er tenkt benyttet for å avklare om innsjøen er påvirket av korttidsendringer i vannstand (effektkjøring). Parameteren fastsettes ved å analysere en tidsserie med vannstandsdata for innsjøen. Den representative verdien som skal benyttes til klassifiseringen er 90-persentilen for vannstandsvariasjoner på <u>døgnbasis</u> (10% av vannstandsvariasjonene er større, 90% mindre). Det antas at korttids vannstandsvariasjoner er neglisjerbare i uregulert tilstand.
12	Korttids-variasjoner vannstand (uker)	Denne parameteren er tenkt benyttet for å avklare om innsjøen er påvirket av korttidsendringer i vannstand (effektkjøring). Parameteren fastsettes ved å analysere en tidsserie med vannstandsdata for innsjøen. Den representative verdien som skal benyttes til klassifiseringen er 90-persentilen for vannstandsvariasjoner på <u>ukesbasis</u> (10% av vannstandsvariasjonene er større, 90% mindre). Det antas at korttids vannstandsvariasjoner er neglisjerbare i uregulert tilstand.
13	Tørrelagte områder	Denne parameteren beskriver hvor store områder av innsjøen som blir tørrelagt ved nedtapping fra det høyest vannstands nivået og ned til lavest nivå. Denne parameterverdien kan finnes ved å benytte GIS-verktøy og et digitalt kart som viser bunntopografien til innsjøen eller magasinet, sammen med relevant vannstands nivå. Den horisontale utstrekningen av innsjøoverflaten og tørrelagt area skal benyttes.
14	Relative vannstands-endringer	Denne parameteren beregnes ved å benytte HRV og LRV ($HRV - LRV$) og dividere dette på gjennomsnittlig dybde når innsjøen fylt til HRV. Denne parameteren har likheter med parameter 4, men er altså relativ til innsjøens vannnyp.
15	Tørrelagt littoralzone relatert til total littoralzone	Denne parameteren har likheter med parameter 13, men beskriver hvor stor andel av littoralsonen som er tørrelagt. Utstrekningen av littoralzone er beregnet utfra gjennomsnittlig siktedyp (hvor dypt lyset penetrerer) over den delen av året innsjøen/magasinet er uten is. De klassifiserte verdiene kan finnes ved å benytte GIS-verktøy og digitale innsjøkart. På same mate som for parameter 13, den horisontale utstrekningen av littoralsonen skal benyttes.
16	Tap av lateral konnektivitet i strandsone	Denne parameteren beregnes ved å måle/anslå hvor stor andel av strandsonen som er påvirket av forbygning, erosjonssikring eller annen hydromorfologisk endring som reduserer konnektiviteten mellom innsjø og områdene utenfor selve innsjøen (tilløpselver, nedstrøms elv). Parameteren beregnes gjennom å anslå antall km strandsone som er endret i forhold til den totale lengden av strandsone av innsjøen (i km), det vil si prosentvis andel påvirket.
17	Endring av vegetasjon i strandsone	Denne parameteren beregnes ved å måle/anslå hvor stor andel av vegetasjonen i strandsonen som er påvirket, i de fleste tilfeller fjernet sammenlignet med naturlig tilstand. Det antas at strandsonen til innsjøen var helt dekket av vegetasjon i naturtilstand, med mindre innsjøen befinner seg over tregrensen. Parameteren beregnes gjennom å anslå antall km strandsone som er endret i forhold til den totale lengden av strandsonen (i km) av innsjøen (prosentvis andel påvirket).

8 Konklusjon og veien videre for klassifiseringssystem for elver, innsjøer og magasin

Det er ikke benyttet noen form for felles typologi i klassifiseringssystemet verken for innsjø eller elver, tilsvarende slik det finnes for flere av de økologiske kvalitetselementene. Det er begrunnet i at systemet er designet slik at referansetilstand (naturligtilstand) er tenkt beregnet unikt for hver og en vannforekomst. For de fleste av de hydrologiske indikatorene vil referansetilstanden beregnes gjennom bruk av hydrologiske modeller, eller annen hydrologisk analyse, hvor alle menneskelige inngrep blir «fjernet fra modellen» og naturlig avrenning simuleres. For andre indikatorer, slik som for eksempel forbygninger, vil referansetilstanden være fravær av forbygninger. For enkelte indikatorer kan det være vanskelig å bestemme en referansetilstand, slik at skjønn må brukes. Dette er for øvrig en gjennomgående utfordring for de fleste forhold i vannforskriften ettersom menneskelig påvirkning kombinert med klimaendringer og naturlige svingninger i klima og vær gjør at vassdrag ikke har en statisk tilstand – men er i konstant og dynamisk endring.

For å forenkle arbeidet med klassifisering, er det også mulig å gjennomføre en overslagsmessig klassifisering for eksempel ut fra endringer i hydrologiske forhold. En slik innledende klassifisering kan skille ut vassdrag og vannforekomster som det er viktig å studere mer i detalj. Med en raskt voksende mulighet for å bruke fjernmålte teknikker kombinert med maskinlæring og kunstig intelligens, vil det trolig også bli mulig å gjennomføre en tilsvarende overslagsmessig klassifisering for morfologiske forhold også.

Vi anbefaler at det hydrologiske grunnlaget og hydrologiske indikatorer beregnes nasjonalt, for eksempel av NVE eller andre med modeller, data og kompetanse tilgjengelig for å gjøre dette for alle vannforekomster i Norge

I arbeidet med utvikling av hydromorfologiske klassifisering av elver og innsjøer har det kommet fram ønsker om forenkling av systemet. Det er fullt mulig å fokusere på å skaffe data for de viktigste indikatorene. For klassifisering av elver er dette gitt i Harby m.fl. (2018), og av tabell 19 i denne rapporten for innsjøvannforekomster. Et forenklet system bør likevel bruke minst en indikator for hvert tema. For elvevannforekomster er det viktigste indikatorene innenfor følgende tema:

- Lateral konnektivitet
- Erosjonssikring, forbygning
- Barrierer innen vannforekomsten
- Elveklasser fra miljødesign
- Total vannføring
- Flomstørrelse 10-års flom

For innsjøvannforekomster er det også foreslått en forenklet metode ("screening") av vannforekomster (Bakken m.fl. 2019, Kap. 7.3), som benytter seg av følgende parametre for å sortere vannforekomster om hvorvidt vannforekomsten med stor sannsynlighet er "Lite endret" eller "Naturlig", eller vannforekomsten med stor sannsynlighet er "Mye endret" eller "Svært mye endret":

- Reguleringsgrad
- Reguleringshøyde
- Omfang av forbygning og endring i kantvegetasjon

Dette forenklete systemet er imidlertid ikke testet og det bør derfor gjøres en evaluering av egnetheten av dette før det benyttes.

Det vil være fornuftig at en eller flere representanter fra prosjektgruppa med god kjennskap til HyMo klassifiseringssystem følger opp både det pågående nasjonale og det internasjonale arbeidet (EU ECOSTAT) rundt utvikling og bruk av klassifiseringssystem, typologi, naturkartlegging og andre relevante forhold, slik at systemet kan forbedres eller samordnes med andre land ved et senere tidspunkt. Andre land kan sikkert også ha nytte av å følge arbeidet i Norge.

Vi anbefaler at det lages en veileder for bruk av klassifiseringssystemet, og det bør også gis tilbud om kurs og opplæring av de som skal gjennomføre klassifisering. I dag er det to tidligere rapporter både om elver og innsjøer som legger grunnlaget for denne rapporten, slik at det kan være vanskelig å få en samlet oversikt. En veileder og kursmateriell må selvsagt inkludere alt dette, og det bør lages slik at det blir enkelt å oppdatere veilederen ettersom man høster erfaringer og eventuelt endrer systemet. I valg av navnet HyMo 1.0 ligger det en forventning om at systemet skal utvikles videre og forbedres i takt med behov og erfaringer.

9 Referanser

- Anonymous 2006. Forskrift om rammer for vannforvaltningen. Lovdata. Klima- og miljødepartementet.
- Bakken, T.H., Beck, V., Schönfelder, L.H., Charmasson, J., Thrane, J-E., Lindholm, M., & Brabrand, Å. Testing and evaluation of a HyMo classification system for lakes and reservoirs - Proposed new and modified hydromorphological (HyMo) classification system. 2019. SINTEF Rapport 2019:01365.
- Bakken, T.H., Schönfelder, L.H., Lindholm, M., Eloranta, A. and Charmasson, J. 2018. Outlining a hydromorphological classification system for lakes and reservoirs. *SINTEF-report 2018:00768*. ISBN 978-82-14-06906-8.
- Borsányi, P., Alfredsen, K., Harby, A., Ugedal, O. and Kraxner, C. 2004. A Meso-scale Habitat Classification Method for Production Modelling of Atlantic Salmon in Norwa. *Hydroécol. Appl.* (2004) Tome 14, pp. 119-138. DOI: 10.1051/hydro:2004008.
- BS EN 14614. 2004. Water quality. Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers.
- Fitzpatrick, F.A., Waite, I.R., D'Arconte, P.J., Meador, M.R., Maupin, M.A. and Gurtz, M.E. 1998. Revised Methods for Characterizing Stream Habitat in the National Water-Quality Assessment Program. U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 98-4052.
- Forseth, T. og Harby, A. 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. NINA Spesialrapport 53. Trondheim: Norsk institutt for naturforskning.
- Harby, A., Bakken, T.H., Dervo, B., Gosselin, M.P., Kile, M.R., Lindholm, M., Sundt, H. og Zinke, P. 2018. Forslag til metode for klassifisering av hydromorfologisk tilstand i norske elver. SINTEF Energi Rapport 2018:00482.
- Harby, A., Bakken, T.H., Hansen, B.T., Lindholm, M., Museth, J., Schönfelder, L.H. og Zinke, P. 2020. Hydromorfologisk klassifisering av elver og økologisk relevans – testing av metode. SINTEF-rapport 2020:01246.
- Li, H. and J. Reynolds 1993. A new contagion index to quantify spatial patterns of landscapes. *Landscape Ecology* **8**:155-162.
- Ricotta, C., Corona, P. and Marchetti, M. 2002. Beware of contagion! *Landscape and Urban Planning* **62**:173–177.
- Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F. and Bussettini, M. 2011. Guidebook for the evaluation of stream morphological conditions by the Morphological Quality Index (MQI). Version 1.1. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma. ISBN: 978-88-448-0487- 9, pp 85.
- Sundt, H., Alfredsen, K., Museth, J. and Forseth, T. 2022. Combining green LiDAR bathymetry, aerial images and telemetry data to derive mesoscale habitat characteristics for European grayling and brown trout in a Norwegian river. *Hydrobiologia*. 849. 10.1007/s10750-021-04639-1.
- Sandlund, O.T. (Redaktør). 2013. Klassifiseringssystem for fisk – økologisk tilstand og miljøpåvirkninger i henhold til Vannforskriften. M22-2013.
- Shannon, C.E. (1948) A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, **27**:379–423.
- Vogel, R.M. 2011. Hydromorphology. *Journal of water resources, planning and management*. **137** (2):147-149.

A Noen resultater fra klassifisering av elvevannforekomster

HYMO	Apeltunelva	Endring	Sikkerhet	Verdi for vektning	Indikatorvekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	30	3	3	3,00
	% løpemeter erosjonssikring	54	3	2	3,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	44	3	3	2,00
	Gjennomsnittlig senking av elveløp	20	3	5	2,00
Barrierer	Barriereeffekt	0	3	5	3,00
	Fragmenteringsgrad	0	3	5	2,00
	% påvirket av oppstuvning	10	3	4	3,00
	Reguleringsgrad		3	5	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment	30	3	4	1,00
	% løpemeter påvirket av strukturer	50	3	2	2,00
	Endring i elvetype	0	3	5	3,00
	Endring i skjulklasse	-1	3	3	2,00
Vannføring	Total vannføring	0	3	5	3,00
	Lavvannføring sommer	1	3	5	2,00
	Lavvannføring vinter	1	3	5	3,00
	Ny frekvens årsflom	0	3	5	1,00
	Ny frekvens 10-års flom	0	3	5	3,00
	Qhøy/Qlav	1	3	5	1,00
	cm/time endring	1	3	5	3,00
	Endring dekket areal				0,00

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	3,10	Moderat	1,00
Barrierer	4,67	Svært god	1,00
Elveleiet	3,63	God	1,00
Vannføring	5,00	Svært god	1,00
Effektkjøring	5,00	Svært god	0,67
Vannføring korrigert for effektkjøring	5,00	Svært god	
Morfologi	3,33	Moderat	1,00

Hymo	Aurlandselvi	Endring	Sikkerhet	Verdi for vekting	Indikatorvekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	40	3	3	3,00
	% løpemeter erosjonssikring	60	3	2	3,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	40	3	3	2,00
	Gjennomsnittlig senking av elveløp	0	3	5	2,00
Barrierer	Barriereeffekt	0	3	5	3,00
	Fragmenteringsgrad	0	3	5	2,00
	% påvirket av oppstuvning	5	3	5	3,00
	Reguleringsgrad	5	3	2	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment	80	3	1	1,00
	% løpemeter påvirket av strukturer	30	3	4	2,00
	Endring i elvetype	0	3	5	3,00
	Endring i skjulklasse	-2	3	1	2,00
Vannføring	Total vannføring	56	3	2	3,00
	Lavvannføring sommer	50	3	2	2,00
	Lavvannføring vinter	50	3	1	3,00
	Ny frekvens årsflom	100	3	1	1,00
	Ny frekvens 10-års flom	1000	3	1	3,00
	Qhøy/Qlav		3		0,00
	cm/time endring		3		0,00
	Endring dekket areal				0,00

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	3,10	Moderat	1,00
Barrierer	4,67	Svært god	1,00
Elveleiet	3,25	Moderat	1,00
Vannføring	1,42	Svært dårlig	1,00
Effektkjøring	-9999	N/A	0,00
Vannføring korrigert for effektkjøring	1,42	Svært dårlig	
Morfologi	3,17	Moderat	1,00

HYMO	Daleelva Høyanger	Endring	Sikkerhet	Verdi for vektning	Indikator-vekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	90	3	1	3,00
	% løpemeter erosjonssikring	60	3	2	3,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	50	3	2	2,00
	Gjennomsnittlig senking av elveløp	50	3	3	2,00
Barrierer	Barriereeffekt				0,00
	Fragmenteringsgrad				0,00
	% påvirket av oppstuvning				0,00
	Reguleringsgrad		3	5	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment				0,00
	% løpemeter påvirket av strukturer	80	3	1	2,00
	Endring i elvetype	-2	3	1	3,00
	Endring i skjulklasse	-2	3	1	2,00
Vannføring	Total vannføring				0,00
	Lavvannføring sommer	66	1	1	0,67
	Lavvannføring vinter	60	1	1	1,00
	Ny frekvens årsflom	10	1	1	0,33
	Ny frekvens 10-års flom	100	1	1	1,00
	Qhøy/Qlav	5	2	2	0,67
	cm/time endring	8	2	4	2,00
	Endring dekket areal	12,5	2	3	1,33

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	1,90	Dårlig	1,00
Barrierer	5,00	Svært god	0,11
Elveleiet	1,00	Svært dårlig	0,88
Vannføring	1,00	Svært dårlig	0,25
Effektkjøring	3,33	Moderat	0,67
Vannføring korrigert for effektkjøring	0,78	Svært dårlig	
Morfologi	1,53	Dårlig	0,94

HYMO	Dubberselva	Endring	Sikkerhet	Verdi for vekting	Indikator-vekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	30	2	3	2,00
	% løpemeter erosjonssikring	9	2	4	2,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	72	3	2	2,00
	Gjennomsnittlig senking av elveløp				0,00
Barrierer	Barriereeffekt	0,77	3	2	3,00
	Fragmenteringsgrad	0,5	2	4	1,33
	% påvirket av oppstuvning	2	3	5	3,00
	Reguleringsgrad		3	5	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment				0,00
	% løpemeter påvirket av strukturer	9	2	4	1,33
	Endring i elvetype	0	2	5	2,00
	Endring i skjulklasse				0,00
Vannføring	Total vannføring	52	2	2	2,00
	Lavvannføring sommer	50	2	2	1,33
	Lavvannføring vinter	50	2	1	2,00
	Ny frekvens årsflom				0,00
	Ny frekvens 10-års flom				0,00
	Qhøy/qlav				0,00
	cm/time endring				0,00
	Endring dekket areal				0,00

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	3,00	Moderat	0,60
Barrierer	3,76	God	0,93
Elveleiet	4,60	Svært god	0,42
Vannføring	1,63	Dårlig	0,44
Effektkjøring	-9999	N/A	0,00
Vannføring korrigert for effektkjøring	1,63	Dårlig	
Morfologi	3,57	God	0,52

HYMO	Sælenelva	Endring	Sikkerhet	Verdi for vektning	Indikatorvekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	70	3	2	3,00
	% løpemeter erosjonssikring	80	3	1	3,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	70	3	2	2,00
	Gjennomsnittlig senking av elveløp	0	3	5	2,00
Barrierer	Barriereeffekt	0,5	3	3	3,00
	Fragmenteringsgrad	0,6	3	4	2,00
	% påvirket av oppstuvning	10	3	4	3,00
	Reguleringsgrad		3	5	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment	70	3	2	1,00
	% løpemeter påvirket av strukturer	70	3	2	2,00
	Endring i elvetype	0	3	5	3,00
	Endring i skjulklasse	-1	3	3	2,00
Vannføring	Total vannføring	0	3	5	3,00
	Lavvannføring sommer	0	3	5	2,00
	Lavvannføring vinter	0	3	5	3,00
	Ny frekvens årsflom	0	3	5	1,00
	Ny frekvens 10-års flom	0	3	5	3,00
	Qhøy/Qlav		3		0,00
	cm/time endring		3		0,00
	Endring dekket areal				0,00

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	2,30	Dårlig	1,00
Barrierer	3,78	God	1,00
Elveleiet	3,38	Moderat	1,00
Vannføring	5,00	Svært god	1,00
Effektkjøring	-9999	N/A	0,00
Vannføring korrigert for effektkjøring	5,00	Svært god	
Morfologi	2,78	Moderat	1,00

HYMO	Teigdalselva	Endring	Sikkerhet	Verdi for vektning	Indikator-vekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	10	3	4	3,00
	% løpemeter erosjonssikring	40	3	3	3,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	10	3	4	2,00
	Gjennomsnittlig senking av elveløp	50	3	3	2,00
Barrierer	Barriereeffekt	0,5	3	3	3,00
	Fragmenteringsgrad	0,8	3	2	2,00
	% påvirket av oppstuvning	10	3	4	3,00
	Reguleringsgrad	5	3	2	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment	50	3	2	1,00
	% løpemeter påvirket av strukturer	30	3	4	2,00
	Endring i elvetype	0	3	5	3,00
	Endring i skjulklasse	-1	3	3	2,00
Vannføring	Total vannføring	50	3	2	3,00
	Lavvannføring sommer	74	3	1	2,00
	Lavvannføring vinter	68	3	1	3,00
	Ny frekvens årsflom	9	3	3	1,00
	Ny frekvens 10-års flom	29	3	3	3,00
	Qhøy/Qlav		3		0,00
	cm/time endring		3		0,00
	Endring dekket areal				0,00

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	3,50	Moderat	1,00
Barrierer	3,00	Moderat	1,00
Elveleiet	3,88	God	1,00
Vannføring	1,92	Dårlig	1,00
Effektkjøring	-9999	N/A	0,00
Vannføring korrigert for effektkjøring	1,92	Dårlig	
Morfologi	3,67	God	1,00

HYMO	Vassbygdeldvi	Endring	Sikkerhet	Verdi for vekting	Indikator-vekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	80	3	1	3,00
	% løpemeter erosjonssikring	80	3	1	3,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	20	3	4	2,00
	Gjennomsnittlig senking av elveløp	100	3	3	2,00
Barrierer	Barriereeffekt	0,4	3	3	3,00
	Fragmenteringsgrad	1	3	1	2,00
	% påvirket av oppstuvning	10	3	4	3,00
	Reguleringsgrad	5	3	2	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment	30	3	4	1,00
	% løpemeter påvirket av strukturer	40	3	3	2,00
	Endring i elvetype	0	3	5	3,00
	Endring i skjulklasse	0	3	5	2,00
Vannføring	Total vannføring	75	1	2	1,00
	Lavvannføring sommer	50	1	2	0,67
	Lavvannføring vinter	80	1	1	1,00
	Ny frekvens årsflom		1		0,00
	Ny frekvens 10-års flom		1		0,00
	Qhøy/Qlav		3		0,00
	cm/time endring		3		0,00
	Endring dekket areal				0,00

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	2,00	Dårlig	1,00
Barrierer	2,78	Moderat	1,00
Elveleiet	4,38	God	1,00
Vannføring	1,63	Dårlig	0,22
Effektkjøring	-9999	N/A	0,00
Vannføring korrigert for effektkjøring	1,63	Dårlig	
Morfologi	3,06	Moderat	1,00

HYMO	Vetlefjordelva (klassifisert med lokal kjennskap)	Endring	Sikkerhet	Verdi for vektning	Indikator- vekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	26	2	4	2,00
	% løpemeter erosjonssikring	34	3	3	3,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	98	1	1	0,67
	Gjennomsnittlig senking av elveløp				0,00
Barrierer	Barriæreeffekt	0	1	5	1,00
	Fragmenteringsgrad	0	1	5	0,67
	% påvirket av oppstuvning	31	2	3	2,00
	Reguleringsgrad			5	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment				0,00
	% løpemeter påvirket av strukturer	55	2	2	1,33
	Endring i elvetype	0	3	5	3,00
	Endring i skjulklasse	-2	1	1	0,67
Vannføring	Total vannføring	-4,4	3	5	3,00
	Lavvannføring sommer	-22	3	5	2,00
	Lavvannføring vinter	-474	3	2	3,00
	Ny frekvens årsflom				0,00
	Ny frekvens 10-års flom				0,00
	Qhøy/Qlav	3	2	3	0,67
	cm/time endring	6	2	4	2,00
	Endring dekket areal	10	1	3	0,67

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	3,12	Moderat	0,57
Barrierer	4,14	God	0,52
Elveleiet	3,67	God	0,63
Vannføring	5,00	Svært god	0,67
Effektkjøring	3,50	Moderat	0,56
Vannføring korrigert for effektkjøring	4,17	God	
Morfologi	3,38	Moderat	0,59

HYMO	Vetle fjordelva (alternativ klassifisering)	Endring	Sikkerhet	Verdi for vekting	Indikator- vekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	90	2	1	2,00
	% løpemeter erosjonssikring	60	1	2	1,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	60	1	2	0,67
	Gjennomsnittlig senking av elveløp	50	1	3	0,67
Barrierer	Barriereeffekt				0,00
	Fragmenteringsgrad				0,00
	% påvirket av oppstuvning				0,00
	Reguleringsgrad		3	5	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment	5		4	1,00
	% løpemeter påvirket av strukturer	10	3	4	2,00
	Endring i elvetype				0,00
	Endring i skjulklasse	-2	2	1	1,33
Vannføring	Total vannføring	4,4	3	5	3,00
	Lavvannføring sommer	25	3	3	2,00
	Lavvannføring vinter	-441	3	5	3,00
	Ny frekvens årsflom	8	3	3	1,00
	Ny frekvens 10-års flom	20	3	3	3,00
	Qhøy/Qlav		3		0,00
	cm/time endring	20	3	2	3,00
	Endring dekket areal				0,00

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	1,69	Dårlig	0,43
Barrierer	5,00	Svært god	0,11
Elveleiet	3,08	Moderat	0,54
Vannføring	4,00	God	1,00
Effektkjøring	2,00	Dårlig	0,50
Vannføring korrigert for effektkjøring	2,80	Moderat	
Morfologi	2,38	Dårlig	0,48

HYMO	Vetlefjordelva (klassifisert uten lokal kjennskap)	Endring	Sikkerhet	Verdi for vektning	Indikator- vekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	23	2	4	2,00
	% løpemeter erosjonssikring	24	1	4	1,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	90	1	1	0,67
	Gjennomsnittlig senking av elveløp		1		0,00
Barrierer	Barriereeffekt	0	3	5	3,00
	Fragmenteringsgrad	0,2	1	5	0,67
	% påvirket av oppstuvning	5	1	5	1,00
	Reguleringsgrad		3	5	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment				0,00
	% løpemeter påvirket av strukturer	30	3	4	2,00
	Endring i elvetype	-2		1	3,00
	Endring i skjulklasse		2		0,00
Vannføring	Total vannføring	4,4	3	5	3,00
	Lavvannføring sommer	25	3	3	2,00
	Lavvannføring vinter	-441	3	5	3,00
	Ny frekvens årsflom	8	3	3	1,00
	Ny frekvens 10-års flom	20	3	3	3,00
	Qhøy/Qlav		3		0,00
	cm/time endring		3		0,00
	Endring dekket areal				0,00

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	3,45	Moderat	0,37
Barrierer	5,00	Svært god	0,63
Elveleiet	2,20	Dårlig	0,63
Vannføring	4,00	God	1,00
Effektkjøring	-9999	N/A	0,00
Vannføring korrigert for effektkjøring	4,00	God	
Morfologi	2,73	Moderat	0,48

HYMO	Vorma	Endring	Sikkerhet	Verdi for vekting	Indikatorvekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	10,9	3	4	3,00
	% løpemeter erosjonssikring	3,8	3	5	3,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	20,25	3	4	2,00
	Gjennomsnittlig senking av elveløp				0,00
Barrierer	Barriereeffekt	1	3	1	3,00
	Fragmenteringsgrad	0,5	3	4	2,00
	% påvirket av oppstuvning	100	3	1	3,00
	Reguleringsgrad		3		0,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment	0	2	5	0,67
	% løpemeter påvirket av strukturer	0,3	2	5	1,33
	Endring i elvetype	-2	2	1	2,00
	Endring i skjulklasse				0,00
Vannføring	Total vannføring		3		0,00
	Lavvannføring sommer		3		0,00
	Lavvannføring vinter		3		0,00
	Ny frekvens årsflom		3		0,00
	Ny frekvens 10-års flom		3		0,00
	Qhøy/Qlav		3		0,00
	cm/time endring		3		0,00
	Endring dekket areal				0,00

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	4,38	God	0,80
Barrierer	1,75	Dårlig	0,89
Elveleiet	3,00	Moderat	0,50
Vannføring	-9999	N/A	0,00
Effektkjøring	-9999	N/A	0,00
Vannføring korrigert for effektkjøring	-9999	N/A	
Morfologi	3,92	God	0,67

HYMO	Årvikelva	Endring	Sikkerhet	Verdi for vektning	Indikatorvekt i tema
På langs av elva	% løpemeter med flomvern	55	2	3	2,00
	% løpemeter erosjonssikring	16	3	4	3,00
	% løpemeter uten høy vegetasjon	45	3	3	2,00
	Gjennomsnittlig senking av elveløp	75	2	3	1,33
Barrierer	Barriereeffekt	0,33	3	4	3,00
	Fragmenteringsgrad	0,67	3	3	2,00
	% påvirket av oppstuvning	2	3	5	3,00
	Reguleringsgrad	0,7	3	1	1,00
I elveleiet	% løpemeter uttak/tilførsel sediment	35	1	3	0,33
	% løpemeter påvirket av strukturer	3	3	5	2,00
	Endring i elvetype	0	3	5	3,00
	Endring i skjulklasse				0,00
Vannføring	Total vannføring	0	3	5	3,00
	Lavvannføring sommer	0	3	5	2,00
	Lavvannføring vinter	0	3	5	3,00
	Ny frekvens årsflom	5	1	3	0,33
	Ny frekvens 10-års flom	25	1	3	1,00
	Qhøy/Qlav				0,00
	cm/time endring				0,00
	Endring dekket areal				0,00

HyMo indeks per tema	Vektet		
	Verdi	Klasse	Sikkerhet
På langs av elva	3,36	Moderat	0,83
Barrierer	3,78	God	1,00
Elveleiet	4,88	Svært god	0,67
Vannføring	4,71	Svært god	0,78
Effektkjøring	-9999	N/A	0,00
Vannføring korrigert for effektkjøring	4,71	Svært god	
Morfologi	3,95	God	0,76

B Noen resultater fra klassifisering av innsjøvannforekomster. Skjemaet for klassifisering er gitt i en blanding av engelsk og norsk da systemet som var grunnlaget for klassifiseringen (Bakken m.fl. 2019) forelå på engelsk. To eksempler er vist.

	Par. Nr	Jølstravannet	Enhet	HYMO element	Viktighet/Vekt	HyMo verdi
Oppstrøms	100	Change in annual inflow	%	Hydrologi	3	3,43
	101	Upstream barriers affecting sediment processes	%	Barriere	1	55,8
I selve vannforekomsten	200	Water level changes	Meter	Hydrologi	3	1,25
	201	Total volume change	%	Hydrologi	3	1,4
	202	Change in retention time	%	Hydrologi	2	N/A
	203	Change in date of filling	Days	Hydrologi	2	N/A
	204	Change in date of emptying	Days	Hydrologi	2	N/A
	205	Water level change at filling date	%	Hydrologi	3	N/A
	206	Water level change at emptying date	%	Hydrologi	3	N/A
	207	Short term water level variations (days)	Meter/day	Hydrologi	2	N/A
	208	Short term water level variations (weeks)	Meter/week	Hydrologi	2	N/A
	210	Dewatered areas	%	Morfologi	3	10
	211	Relative lake level fluctuation	%	Hydrologi	1	11,9
	212	Dewatered littoral zone versus total littoral zone (ratio)	%	Morfologi	3	32
	213	Loss in lateral connectivity along the shoreline	%	Barriere	3	50
	214	Riparian zone changes	%	Barriere	3	80
	220	Change in substrate qualities	%	Morfologi	1	N/A

HYMO element	Tallverdi	Klasse	Sum parameterverdier vektet	# parametere benyttet
Vektet hydrologi	4,90	Naturlig	49,0	4
Vektet barriere	2,43	Mye endret	17,0	3
Vektet morfologi	3,50	Lite endret	21,0	2

	Par. Nr	Årdalsvatn	Enhet	HYMO element	Viktighet/Vekt	HyMo verdi
Oppstrøms	100	Change in annual inflow	%	Hydrologi	3	-8
	101	Upstream barriers affecting sediment processes	%	Barriere	1	37,5
I selve vannforekomsten	200	Water level changes	Meter	Hydrologi	3	2,4
	201	Total volume change	%	Hydrologi	3	0,3
	202	Change in retention time	%	Hydrologi	2	N/A
	203	Change in date of filling	Days	Hydrologi	2	-6
	204	Change in date of emptying	Days	Hydrologi	2	-21
	205	Water level change at filling date	%	Hydrologi	3	0,3
	206	Water level change at emptying date	%	Hydrologi	3	-0,3
	207	Short term water level variations (days)	Meter/day	Hydrologi	2	0,17
	208	Short term water level variations (weeks)	Meter/week	Hydrologi	2	0,5
	210	Dewatered areas	%	Morfologi	3	2,5
	211	Relative lake level fluctuation	%	Hydrologi	1	3,8
	212	Dewatered littoral zone versus total littoral zone (ratio)	%	Morfologi	3	44,4
	213	Loss in lateral connectivity along the shoreline	%	Barriere	3	13,4
	214	Riparian zone changes	%	Barriere	3	21
	220	Change in substrate qualities	%	Morfologi	1	N/A

HYMO element	Tallverdi	Klasse	Sum parameterverdier vektet	# parametere benyttet
Vektet hydrologi	4,71	Naturlig	113,0	4
Vektet barriere	3,43	Moderat endret	24,0	3
Vektet morfologi	3,50	Lite endret	21,0	2