

2017:00819 - Åpen

Rapport

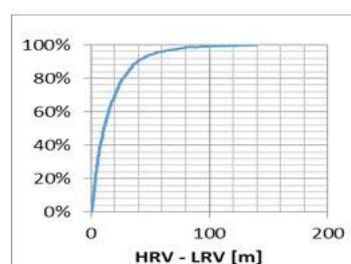
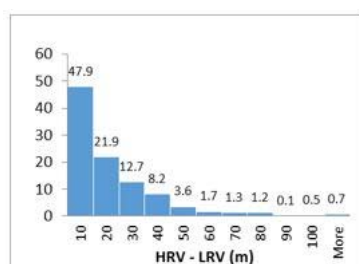
Typologi i regulerte vassdrag i Norge

Forslag til typologisystem til anvendelse for forskning innenfor FME HydroCEN

Forfatter(e)

Tor Haakon Bakken

Atle Harby



Rapport

Typologi i regulerte vassdrag i Norge

Forslag til typologisystem til anvendelse for forskning innenfor FME HydroCEN

EMNEORD:

Vannkraft

Miljø

Vassdrag

Typologi

VERSJON

1.0

DATO

2017-12-31

FORFATTER(E)

Tor Haakon Bakken

Atle Harby

OPPDRAKSGIVER(E)

HydroCEN

OPPDRAKSGIVERS REF.

Hege Brende

PROSJEKTNR

502001433-13

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

12+ vedlegg

SAMMENDRAG

Denne rapporten presenterer et forslag til et typologisystem for regulerte vassdrag i Norge. Det foreslåtte typologisystemet er delt i to nivå, hvor det øverste nivået beskriver vassdraget og det regulerte systemet inkludert kraftproduksjonen, mens det nederste nivået er tilsvarende vannforekomst i henhold til EUs Vanddirektiv. Det nederste nivået er videre delt i henholdsvis magasin/innsjø og elvestrekninger.

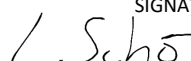
Systemet er tenkt anvendt i HydroCEN til å velge studieobjekt for forskning og til å vurdere representativitet av utviklede metoder og andre forskningsresultater. Denne rapporten tenkes fulgt opp gjennom å typifisere objekter som er plassert i kategori 1.1 og 1.2 i arbeidet med NVE og Miljødirektoratets revisjon av norske vannkraftkonsesjoner fra 2013.

UTARBEIDET AV

Tor Haakon Bakken

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Lennart Schönfelder

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Julie Charmasson

SIGNATUR**RAPPORTNR**

2017:00819

ISBN

978-82-14-06597-8

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2017-12-31	Første versjon, før testing

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	4
2	Typologisystem	6
2.1	Overordnet konsept.....	6
2.2	Typologiparametere.....	7
3	Avsluttende betraktninger	11
4	Referanser	12

BILAG/VEDLEGG

[Skriv inn ønsket bilag/vedlegg]

1 Bakgrunn

Det er i HydroCEN identifisert et behov for å utvikle et typologisystem som er tilpasset den kombinasjon av vassdrag og reguleringer (vannkraftsystem) vi har i Norge. Et typologisystem har som hensikt å underbygge en grad av generalisering og samtidig vise diversiteten av vassdrag og regulering. Dette vil tydeliggjøre mellom hvilke vassdrag og reguleringer metoder og andre resultater kan overføres og generaliseres. Vassdrag og vannkraftsystem innenfor samme typologi forventes å ha klare likhetstrekk, og en metode som er testet og funnet velfungerende innenfor en bestemt typologi forventes å fungere tilfredsstillende når den anvendes på et vassdrag og vannkraftsystem med lik typologi. Utviklingen av et typologisystem er motivert av følgende identifiserte behov:

1. Støtte til å velge vassdrag og vannkraftsystemer for forskning i HydroCEN
2. Støtte for å vurdere representativitet og overføringsverdi for utviklet metodikk og andre resultater fra forskningen

Gjennom arbeidet med gjennomføringen av EUs vanndirektiv er det allerede utviklet et typologisystem (Direktoratsgruppa, 2013; Solheim og Schartau, 2004). Typologien er inndelt etter en 2-, 3- eller 4-delt skala for hver av de valgte faktorene. Faktorene er dels felles og dels like for elv og innsjø, og gjengitt i Tabell 1.

Tabell 1. Oversikt over typologifaktorer for vannforekomster i ferskvann. Kilde: Direktoratgruppen (2013).

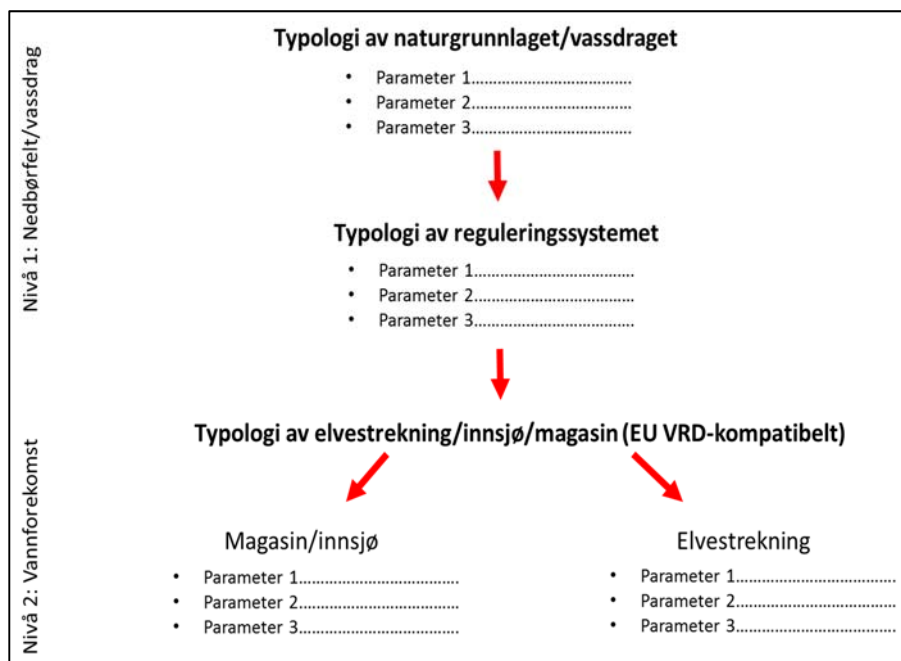
Typologifaktor	Kode i Vann-Nett	Inndeling av hver typologifaktor
Vannkategori	R L	Elv Innsjø
Økoregion (se kart nedenfor)	E S W M N F	Østlandet Sørlandet Vestlandet Midt-Norge Nord-Norge, ytre Nord-Norge, indre
Klimaregion (høyde over havet)	L M H	Lavland: < 200 m.o.h. Skog: 200-800 m.o.h. (eller under tregrensen) Fjell: > 800 m.o.h. (eller over tregrensen)
Størrelse, elver (nedbørfelt)	1 2 3 4 5	Små: < 10 km ² Middels: 10-100 km ² Middels til store: 100-1000 km ² Store: 1000-10 000 km ² Svært store: > 10 000 km ²
Størrelse innsjøer (overflateareal)	1 2 3 4	Små: < 0,5 km ² Middels: 0,5-5 km ² Store: 5-50 km ² Svært store: > 50 km ²
Kalkinnhold eller alkalitet	1 2 3 4	Svært kalkfattig: Ca < 1 mg/L, Alk < 0,05 mekv/L Kalkfattig: Ca 1-4 mg/L, Alk. 0,05-0,2 mekv/L Moderat kalkrik: Ca 4-20 mg/L, Alk. 0,2-1 mekv/L Kalkrik: Ca > 20 mg/L, Alk. > 1 mekv/L
Humusinnhold	4 1 2 3	Svært klar: Farge < 10 mg Pt/L, TOC < 2 mg/L Klar: Farge 10-30 mg Pt/L, TOC 2-5 mg/L Humøs: Farge 30-90 mg Pt/L, TOC 5-15 mg/L Svært humøs (sjelden): Farge > 90 mg Pt/L, TOC > 15 mg/L
Turbiditet (medianverdi)	1 2 3	Klar: STS < 10 mg/L, (uorganisk andel minst 80%) Brepåvirket: STS > 10 mg/L (uorganisk andel minst 80%) Leirpåvirket: STS > 10 mg/L (uorganisk andel minst 80%)
Dybde innsjøer (middeldyp)	1 2 3 0	Svært grunn: < 3m (dersom estimert er koden = 4) Grunn: 3-15 m (dersom estimert er koden = 5) Dyp: > 15 m (dersom estimert er koden = 6) Dyp er ukjent

Til vårt formål søker vi imidlertid en typologi som overordnet beskriver hydrologiske og økologiske forhold i vassdraget (elv og innsjø/magasin) og den aktuelle vannkraftreguleringen (reguleringsgrad, produksjonsvolum, etc.). Vårt foreslåtte typologisystem er presentert i etterfølgende kapittel.

2 Typologisystem

2.1 Overordnet konsept

Det foreslåtte typologisystemet er delt i to nivå (Figur 1), hvor det øverste nivået beskriver vassdraget og det regulerte systemet inkludert kraftproduksjonen, mens det nederste nivået er tilsvarende vannforekomst i henhold til EUs Vanndirektiv. Det nederst nivået er videre delt i henholdsvis magasin/innsjø og elvestrekninger.



Figur 1. Overordnet struktur på foreslått typologisystem.

2.2 Typologiparametere

Tabell 2. Typologiparametere som beskriver naturgrunnlag/vassdraget.

Parameter	Beskrivelse	Klassegrense		Mulig datakilde
Gjennomsnittlig vannføring [m ³ /s]	Parameteren sier noe om dette er "en stor, mellomstor eller liten elv". Gjennomsnittlig vannføring integrerer avrenning fra oppstrøms områder. Denne parameteren er tenkt anvendt for å beskrive tilstanden før regulering.	Stor	> 50 m ³ /s	Vannføringsdata er tilgjengelig gjennom NVE, regulant eller fra modell-simuleringer.
		Middels	5-50 m ³ /s	
		Liten	< 5 m ³ /s	
Spesifikk avrenning i vassdraget [mm/år]	Dette vil si noe om vassdraget er i et "vått eller tørt" område av landet. Den sier ikke noe om årstidsvariasjoner.	Vått	> 2000 mm	Finnes gjennom www.senorge.no eller NVE (2002).
		Middels fuktig	500-2000 mm	
		Tørt	< 500 mm	
Hydrologisk årstidsvariasjon [kvalitativ beskrivelse]	Dette er en kvalitativ beskrivelse av periodiseringen av avrenningen for å angi når de høyest og de laveste vannføringene normalt opptrer.	Snøsmelting dominerende årsak årsflom, typisk sen vår/sommer. Laveste vannføring vinter grunnet snøakkumulering, typisk februar-mars (type H1L1).		Detaljert beskrivelse av inndeling finnes i Gottshalk m. fl. (1979). Hvis skjønsmessig kategorisering ikke er mulig, må tidsserier med vannføring benyttes, tilgjengelig fra NVE, regulant eller modellsimuleringer.
		Snøsmelting oftest dominerende årsak årsflom, men regelmessig også høye vannføringer fra regnepisoder på høsten. Lavvannsperioder oftest opptredende på vinteren (type H2L1).		
		Snøsmelting oftest dominerende årsak årsflom, men regelmessig også høye vannføringer fra regnepisoder på høsten. Lavvannsperioder kan opptre både sommer og vinter (type H2L2).		
		Snøsmelting oftest dominerende årsak årsflom, men regelmessig også høye vannføringer fra regnepisoder på høsten. Laveste vannføring sommer, grunnet lite nedbør/høy fordampning, typisk juni-august (type H2L3).		
		Regnepisoder dominerende årsak til årsflom, typisk høst-tidlig vinter. Laveste vannføring sommer, grunnet lite nedbør/høy fordampning, typisk juni-august (type H3L3).		
Antall fiskearter	Antall fiskearter i vassdraget beskriver mangfoldet av fisk i vassdraget.	Mange	> 8	Miljødirektoratets Lakseregister for laks, sjørret og sjørøye. NVE (2013) for mulige revisjonsobjekter eller lokale rapporter.
		Middels	5-8	
		Få	≤4	

Viktigste symbolfiskeart	Symbolfiskearter kan for eksempel være ørret, laks, røye og harr som har spesiell verdi, for eksempel ved utøvelse av friluftsliv og fritidsfiske.	Navn på fiskeart.	Miljødirektoratets Lakseregister. NVE (2013) for mulige revisjonsobjekter eller lokale rapporter.
Anadrome fiskearter med nasjonal vernestatus	Angi om det er anadrome fiskearter med nasjonal vernestatus tilstede i vassdraget.	JA / NEI	Miljødirektoratets Lakseregister. NVE (2013) for mulige revisjonsobjekter eller lokale rapporter.
Tilstedeværende brukerinteresser	Denne parameteren benyttes til å beskrive hvilke brukerinteresser som er tilstede i vassdraget, slik som friluftsliv, padling og fiske.	Navn på brukerinteresser	NVE (2013) for mulige revisjonsobjekter, eller lokale rapporter.

Tabell 3. Typologiparametere som beskriver reguleringssystemet, vassdraget sett under ett.

Parameter	Beskrivelse	Klassegrense		Mulig datakilde
Reguleringsgrad [%]	Denne parameteren beskriver hvor stor magasinkapasitet som finnes i vassdraget i forhold til årlig avrenning/tilsig.	Høy	> 50 %	Data om magasinkapasitet kan innhentes fra NVE Atlas. Vannføringsdata er tilgjengelig gjennom NVE, regulant eller fra modell-simuleringer.
		Middels	20-50 %	
		Lav	< 20 %	
Størrelse kraftproduksjon [GWt/år]	Denne parameteren beskriver total kraftproduksjon et gjennomsnittår fra hele reguleringen. Den vil si noe om den bedriftsøkonomiske og samfunnsmessige betydningen av reguleringen.	Stor	> 500 GWt/år	NVE (2013) for mulige revisjonsobjekt. Data finnes hos regulant, trolig også NVE. NVE Atlas viser installert kapasitet og energiekvivalent.
		Middels	100-500 GWt/år	
		Liten	< 100 GWt/år	
Effektkraftproduksjon	Denne parameteren brukes til å indikere om det foregår effektproduksjon i dette regulerede systemet.	JA / NEI		Informasjon må pr nå baseres på ekspertskjønn. Metodikk for å gjøre dette mer konsistent og etterprøvbart er under utvikling i HydroCEN WP4.3.

Tabell 4. Typologiparametere som beskriver innsjø/magasin.

Parameter	Beskrivelse	Klassegrense		Mulig datakilde
Volum	Volum av hele magasin/innsjø ved HRV eller normaltstand. Kategoribetegnelsen er satt i henhold til fordeling av norske vannkraftmagasin.	Stor	>1000 mill. m ³	Data tilgjengelig fra NVE Atlas / NVE innsjødatabase.
		Middels	100-1000 mill m ³	
		Liten	<100 mill. m ³	
Overflateareal	Overflateareal av magasin/innsjø ved HRV eller normaltstand. Denne størrelsesinndelingen er satt basert på eksisterende nasjonale typologsystem.	Svært stor	>50 km ²	Data tilgjengelig fra NVE Atlas / NVE innsjødatabase.
		Stor	5-50 km ²	
		Middels	0,5-5 km ²	
		Liten	<0,5 km ²	
Reguleringshøyde magasin	Denne parameteren angir forskjellen mellom høyeste regulerte vannstand (HRV) og laveste regulert vannstand (LRV).	Stor	> 10 meter	Data tilgjengelig fra NVE Atlas / NVE innsjødatabase.
		Middels	3-10 meter	
		Liten	< 3 meter	
Trofisk tilstand innsjø/magasin	Dette er en overordnet måte å beskrive økosystemet i en innsjø eller magasin, og kan angis som Oligotrofe (næringsfattige), Eutrofe (næringsrike) eller Dystrofe (myrsjøer).	Navn på innsjøtype i henhold til trofisk klassifisering.		Ekspertvurdering, eller lokale rapporter.

Tabell 5. Typologiparametere som elvestrekninger.

Parameter	Beskrivelse	Klassegrense		Mulig datakilde
Elvestrekning med fraført vann	Denne parameteren beskriver reduksjon i årlige middel-vannføring som effekt av bortledning av vann. Dette er typisk en delstrekning av det regulerte systemet som kan være tilnærmet tørrlagt, med eller uten krav til minste-vannføring.	Stor	> 80 % reduksjon i vannføring	Endring i vannføring må beregnes basert på tidsserier med vannføring før og etter regulering. Data for å utføre beregninger kan være tilgjengelig gjennom NVE, regulant eller fra modell-simuleringer.
		Middels	30-80 % reduksjon i vannføring	
		Liten	< 30 % reduksjon i vannføring	
Elvestrekning med utjevnet vannføring (nedstrøms utløp kraftverk)	Denne parameteren beskriver bortfall av flommer, beskrevet gjennom endring av hyppighet og varighet av flommer.	Stor	10-års flom inntreffer sjeldnere enn hvert 50. år ('nesten aldri')	Endring i flomfrekvens må beregnes basert på lange tidsserier med vannføring før og etter regulering. Data for å utføre beregninger kan være tilgjengelig gjennom NVE, regulant eller fra modell-simuleringer.
		Middels	10-års flom inntreffer med gjentaksintervall 20-50 år	
		Liten	10-års flom inntreffer hvert 20. år eller hyppigere	
Elvestrekning eksponert for effektkjøring (nedstrøms utløp kraftverk)	Graden av effektkjøring beskrives i denne sammenhengen av typiske tall for vannføringsvariasjoner ('flow ratio') grunnet hurtig start og stopp av vannkraftverk for å møte lastvariasjoner i nettet.	Stor	> 5	Beregningsmetode er beskrevet i Bakken, Forseth & Harby (2016). Data for å utføre beregninger kan være tilgjengelig gjennom NVE, regulant eller fra modellsimuleringer.
		Middels	1,5-5	
		Liten	< 1,5	
Dominerende elvetype	Denne parameteren er en kombinert beskrivelse av helning, vannhastighet, -dyp og substrat. Verdiene framskaffes gjennom en tradisjonell meso-habitat-kartlegging. Alternativ - kun helning	Slak elveprofil med store områder med moderate og lave vannhastigheter		Forseth & Harby (2013) beskriver metodikk for fastsettelse av elvetyper.
		Moderat bratt elveprofil med blanding av stryk og stillere områder		
		Bratt elveprofil med mye stryk og få stille områder		
		Svært bratt elveprofil dominert av strie stryk		

3 Avsluttende betraktninger

Det forelagte forslaget til typologisystem er tenkt anvendt i HydroCEN til å velge studieobjekt og til å vurdere representativitet av utviklede metoder og andre resultater. Systemet er utviklet kun basert på eksperters skjønn og uten å ha blitt testet på norske vassdrag og reguleringer. Denne rapporten tenkes fulgt opp gjennom å typifisere objekter som er plassert i kategori 1.1 og 1.2 i arbeidet med NVE og Miljødirektoratets revisjon av norske vannkraftkonsesjoner (NVE, 2013) i løpet av 2018. Det er forventet at den planlagte bruken i 2018 vil medføre justeringer av både valgte topologiparametere og foreslåtte grenser og klasser.

4 Referanser

Bakken, T.H., Forseth, T. & Harby, A. 2016. Miljøvirkninger av effektkjøring: Kunnskapsstatus og råd til forvaltning og industri.

Direktoratsgruppa. 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013.

Forseth, T. & Harby, A. 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. ISSN: 0804-421X. ISBN: 978-82-426-2589-2.

Gottschalk, I., Lundager Jensen, J., Lundquist, D., Solantie, R. & Tollan, A. 1979. Hydrologic Regions in the Nordic Countries. *Nordic Hydrology*, 10, 1979, 273-286.

NVE. 2002. Avrenningskart for Norge. Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990. Norges vassdrags- og energidirektorat. ISSN 1501-2840.

NVE. 2013. Vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022. Nasjonal gjennomgang og forslag til prioritering. Rapport nr. 49/2013.

Solheim, A.L. & Schartau, A.K. 2004. Revidert typologi for norske elver og innsjøer. NIVA-rapport 4888-2004. ISBN 82-577-4575-8.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no