



**Høgskulen
på Vestlandet**

BACHELOROPPGAVE

Vannkraft – Naturens pris. Effekter på hydrografisk og
økologiske forhold i Sognefjorden

Hydro power – At the cost of the nature. Effects on
hydrological and ecological conditions in the Sognefjord

Fornybar Energi

FE403

Avdeling for ingeniør- og naturfag

01.06.2017

Antall ord: 31 234

ATLE SKOVLI BERG, LISA FAUSKANGER, KARL-KRISTIAN

MUGGERUD OG RAGNHILD HOEL ÅRHUS

Veileder: Torbjørn Dale

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jfr. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 10.



**Høgskulen
på Vestlandet**

**Avtale om elektronisk publisering i Høgskulen på Vestlandet sitt
institusjonelle arkiv (Brage)**

Jeg gir med dette Høgskulen på Vestlandet tillatelse til å publisere oppgaven (Skriv inn tittel) i Brage hvis karakteren A eller B er oppnådd.

Jeg garanterer at jeg er opphavsperson til oppgaven, sammen med eventuelle medforfattere. Opphavsrettslig beskyttet materiale er brukt med skriftlig tillatelse.

Jeg garanterer at oppgaven ikke inneholder materiale som kan stride mot gjeldende norsk rett.

Ved gruppeinnlevering må alle i gruppa samtykke i avtalen.

Fyll inn kandidatnummer og navn og sett kryss:

115 Atle Skovli Berg

JA NEI

125 Lisa Fauskanger

JA NEI

107 Karl-Kristian Muggerud

JA NEI

109 Ragnhild Hoel Århus

JA NEI

Vannkraft Naturens pris

Effekter på hydrografiske og økologiske forhold i Sognefjorden.

Bacheloroppgave av:

Atle Skovli Berg

Lisa Fauskanger

Karl-Kristian Muggerud

Ragnhild Århus

Høgskulen på Vestlandet

Avdeling for Ingeniør- og Naturfag

Fornybar Energi

Mai 2017

Innhold

Figurliste	1
Tabelliste	4
Forord	7
Sammendrag	8
Abstract	10
1 Innledning	12
2 Teori.....	18
2.1 Oppbygningen av Sognefjorden.....	18
2.2 Vannkraftens historie.....	20
2.3 Klima og miljø	21
2.3.1 Geografiske forhold og nedbør	21
2.3.2 Flom	22
2.3.3 Isbre	23
2.4 Fjordens morfologi og hydrografi.....	24
2.4.1 Estuarin sirkulasjon.....	24
2.4.2 Saltholdighet i Sognefjorden	25
2.4.3 Temperaturøkning i Sognefjorden	26
2.5 Økologiske forhold i fjorden	27
2.5.1 Næringssalter	27
2.5.2 Planteplankton (Mikroalger)	28
2.5.3 Dyreplankton	29
2.5.4 Fisk i Sognefjorden	30
2.5.5 Makroalger (Tang og tare).....	33
2.5.6 Trådalger og sukkertare.....	33
2.5.7 Undersøkelser i Sognefjorden	34
2.6 Forvaltning av fjorden	35
2.6.1 EUs vannrammedirektiv og den norske vannforskrift.....	37
2.6.3 Ressursene i fjorden	39

2.6.4 Norges vassdrags- og energidirektorat	39
2.6.5 Vilkårsrevisjon	40
2.6.7 Miljøkostnader	41
3 Metode og materiale	42
3.1 Teori.....	42
3.2 Kart	42
3.2.1 NEVINA	43
3.3 Vannføringsdata	43
3.4 Utrekninger	45
3.5 Nedbørsdata.....	46
3.6 Definisjoner	46
4 Resultat.....	50
4.1 Dyrneslielva.....	52
4.1.1 Beskrivelse av vannkraftverk og tekniske data	52
4.2 Høyangervassdraget.....	54
4.2.1 Beskrivelse av vannkraftverk og tekniske data	56
4.2.1.1 Makkoren og Eiriksdal.....	56
4.2.1.2 Høyanger K5A og K5B.....	58
4.2.2 Tilsig og driftsvannføring	61
4.3 Lølandselva.....	63
4.3.1 Beskrivelse av vannkraftverk og teknisk data	63
4.3.2 Tilsig og driftsvannføring	65
4.4. Vetlefjordelvi	67
4.4.1 Beskrivelse av vannkraftverk og tekniske data	67
4.4.2 Tilsig og driftsvannføring	69
4.5. Vikvassdraget	71
4.5.1 Beskrivelse av vannkraftverk og teknisk data	71
4.5.2 Tilsig og driftsvannføring	75
4.6 Høyanger sørside	77
4.7 Modifiserte resultater fra Indre Sogenfjord.....	80
4.7.1 Aurlandsvassdraget	82
4.7.2 Flåmselvi.....	84
4.7.3 Fortunvassdraget.....	85
4.7.4 Jostedøla.....	86

4.7.5 Lærdalsvassdraget	87
4.7.6 Nysetelvi	88
4.7.7 Årdalsvassdraget	89
4.7.8 Årøyvassdraget	90
4.8 Totale verdier for påvirkede vassdrag i Sognefjorden	91
4.9 Nedbørsendringer i Indre Sognefjorden	93
4.10 Forskyvningspotensial	94
4.11 Vassdragsområder	95
5 Diskusjon	97
5.1 Klimaeffekter	98
5.2 Mulige endring av saltholdighet og temperatur i Sognefjorden	99
5.3 Mulige biologiske effekter av magasinkraftverk	100
5.3.1 Påvirkninger på næringsalter	102
5.3.2 Påvirkning på trådalger	103
5.4 Forvaltning av fjorden	103
5.4.1 Miljøkostnader	104
6 Konklusjon	107
Litteraturliste	110
Vedlegg	116
Vedlegg 1 – Samlet informasjon	116
Vedlegg 2 – Aurlandsvassdraget	118
Vedlegg 3 – Flåmselvi	119
Vedlegg 4 – Fortunvassdraget	120
Vedlegg 5 – Høyangervassdraget – totalt	121
Vedlegg 6 – Høyangervassdraget – Eiriksdal	122
Vedlegg 7 – Høyangervassdraget – Høyanger K5A	123
Vedlegg 8 – Høyangervassdraget – Høyanger K5B	124
Vedlegg 9 – Jostedøla	125
Vedlegg 10 – Lærdalsvassdraget	126
Vedlegg 11 – Lølandselva	127
Vedlegg 12 – Nysetelvi	128
Vedlegg 13 – Vetlefjordelvi	129
Vedlegg 14 – Vikvassdraget	130
Vedlegg 15 – Årdalsvassdraget	131

Vedlegg 16 – Årøyvassdraget	132
Vedlegg 17 – Avrenningsdata fra BKK	133
Vedlegg 18 – Kraftverk Sogn og Fjordane per 01.01. 2017	134

Figurliste

Figur 1.0.1: Produksjon av primærenergi i Norge. Annet: NGL 4,2 %, kondensat 1,9%, biobrensel og avfall 0,7% og kull 0,4% (SSB, 2015).	13
Figur 1.0.2: Kart over vannkraftpåvirkede vassdragsområder langs Sognefjorden. Felt nr. 15. hadde tidligere naturlig avrenning til Sognefjorden, men er i dag overført til Masfjorden. De blå områdene er påvirket av magasinkraft og har avrenning i Sognefjorden. Forklaring på nummereringen finnes i tabell 1.1.	15
Figur 2.1: Dannelsen av en fjord fra før preglasial tid til interglasial tid (Nesje, 2010).	18
Figur 2.2 Lengdeprofil av Sognefjorden. Den viser hvordan breens har gravd seg gjennom landskapet og dannet en terskel ytterst i fjorden. Den viser også blant annet at Bleia (1717moh) har det største relieffet på 2850 m (Nesje, 2010).	19
Figur 2.3: Kart som viser mengden nedbør i Norge. Kartet viser at det er mest nedbør i Vest ved kysten og avtakende innover i landet mot øst (Klimavakten, 2017).	22
Figur 2.4: En illustrasjon på mulig lagdeling av de ulike vannforekomstene i en fjord. Saltholdighet vises i promille (Grøttå, Rødland, & Trefall, 2016b)	26
Figur 2.5: Minimumsverdier av oksygen i bunnvann i Sogndalsfjorden i perioden 1916-2007 (Blåfarge indikerer målinger gjort ved 200 m dyp, og lilla indikerer målinger ved 250 m dyp) (Hovgaard & Dale, 2007).	27
Figur 2.6: Grafisk fremstilling av landinger av kyst- og fjordbrisling i Sognefjorden 1961-2013 (Torstensen & Kvamme)	31
Figur 2.7: Grafisk fremstilling av de totale landinger av kyst- og fjordbrisling i Norge 1961-2013 (Torstensen & Kvamme)	31
Figur 2.8 Figurene viser overflatetemperatur(fargeskala), utstrømning(sorter piler), og vind(blå piler) ved naturlig avrenning(a) og regulerte elver(b) i Sørfolda 4.Mars 2009 (Myksvoll, Sandvik, Asplin, & Sundby, 2014).	32
Figur 2.9: Organisasjonskart for norsk vannforvaltning. Oppbygningen bygger blant annet på restriksjoner fra EUs vannrammedirektiv (Vannsidene).	37
Figur 4.1: Oversikt over nedbørsfeltet til regulerte i vassdragene i Ytre Sognefjorden. Område nr. 15 er påvirket av kraftverkene som renner ut i Matrefjorden, Hordaland. Nummereringen forklarer hva området heter, og finnes i tabell 4.1. Området mellom 15	

og 14 er også utbygd av vannkraftverk, men har naturlig avrenning til Masfjorden og Mofjorden i Hordaland.	51
Figur 4.2: Nedbørsfelt for Dyrneslielva og Dyrnesli Kraftverk. Illustrer hvor Dyrnesli Kraftverk er lokalisert, dens inntakspunkt, vannveier og magasin. Nummer 10 i figur 4.1.	53
Figur 4.3: Nedbørsfelt for Hovlandselva, Høyangervassdraget, Kråkeelva, Øyreelva, og kraftverkene; Høyanger K5A og K5B, Eiriksdal og Makkoren. Illustrer hvor kraftverkene er lokalisert. Nummer 11 i figur 4.1.....	55
Figur 4.4: Viser hvor Eiriksdal og Makkoren er lokalisert, deres samlede nedbørsfelt, inntakspunkt, utløpspunkt, vannveier og magasiner.	57
Figur 4.5: Viser hvor Høyanger K5A er lokalisert, dens nedbørsfelt, inntakspunkt, utløpspunkt, vannveier og magasiner.	59
Figur 4.6: Viser hvor Høyanger K5B er lokalisert, dens nedbørsfelt, inntakspunkt, utløpspunkt, vannveier og magasiner.	60
Figur 4.7: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for kraftverkene: Høyanger K5A, K5B, Eiriksdal, i perioden 2010-2015.....	62
Figur 4.8: Nedbørsfelt for Lølandselva og kraftverkere: Nedre Svultingen, Øvre Svultingen og Strandos. Illustrer hvor kraftverkene er lokalisert, deres inntakspunkt, vannveier og magasin. Nummer 12 i figur 4.1.	64
Figur 4.9: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for Nedre Svultingen i perioden 2011-2015.....	66
Figur 4.10: Nedbørsfelt for Vetlefjordelvi, Jorddalselvi og Mel Kraftverk. Illustrer hvor kraftverkene er lokalisert, deres inntakspunkt, vannveier og magasin. Nummer 13 i figur 4.1.	68
Figur 4.11: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for Mel Kraftverk i perioden 2010-2015.....	70
Figur 4.12: Nedbørsfelt for Arnafjordvassdraget, Hopra, Tura, Høyangervassdraget og kraftverkene; Hove, Hugla, Målset og Refsdal. Illustrer hvor kraftverkene er lokalisert. Nummer 13 i figur 4.1.....	72
Figur 4.13: Viser hvor kraftverkene er lokalisert, deres samlede nedbørsfelt, inntakspunkt, utløpspunkt, vannveier og magasiner.	74

Figur 4.14: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for Hove Kraftverk i perioden 2010-2015.....	76
Figur 4.15: Nedbørsfelt for Indre Opedal, Ikjefjorden, Fuglesetfjorden og Øystrebønnet. Nedbørsfelt til vannkraftverk som påvirker elvene. Nr. 15 i figur 4.1.....	79
Figur 4.16: Oversikt over nedbørsfeltet til regulerte vassdrag og kraftverkene i vassdragene i Indre Sognefjorden. Nummereringen forklarer hva området heter, og finnes i tabell 4.22	81
Figur 4.17: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for Aurlandsvassdraget i perioden 2010-2015. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.....	83
Figur 4.18: Gjennomsnittlig vannføring før og etter utbygging av vannkraftverk for Flåmselvi.	84
Figur 4.19: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og driftsvannføring for Skagen kraftverk i perioden 2010-2015.	85
Figur 4.20: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for Jostedøla og Leirdøla Kraftverk i perioden 2010-2015.	86
Figur 4.21: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring i perioden 2010-2015.....	87
Figur 4.22: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring i perioden 2010-2015.....	88
Figur 4.23: Gjennomsnittlig vannføring før og etter utbygging av vannkraftverk for Årdalsvassdraget.	89
Figur 4.24: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring i perioden 2010-2015.....	90
Figur 4.25: De totale gjennomsnittlige tilsig (inkl. før utbygging) og vannføring (inkl. etter utbygging) for alle regulert vassdrag med naturlig avrenning til Sognefjorden utenom Dalsdalselvi og Dyrneslielvi. Vannføring er driftsvannføring og overløp addert.	92
Figur 4.26: Nedbørsendring fra tre målestasjoner i Indre Sogn. Målt i differansen mellom totalt månedlig nedbør i perioden 2010-2015 mot totalt månedlig nedbør i perioden 1938-1943.....	93
Figur 4.27: Nedbørsfelt vassdragsområder og magasinkraftverk med naturlig avrenning i Sognefjorden. Nummereringen beskriver navnet på vassdraget, og kan finnes i tabell 4.34.	96

Tabelliste

Tabell 1.1: Vassdrag langs Sognefjorden som er påvirket av magasinkraftverk. Nummereringen gjenspeiles i figur 1.2.	16
Tabell 2.1 Reguleringsplan for vassforvaltning Sogn og Fjordane vassregion presenterer i rapporten 2016 – 2021 en oversikt over ulike forvalteres ansvarsområder (Sogn og Fjordane vassregion, 2015).	35
Tabell 2.2 Vannforskriften (2006, §3, a-f), Forskrift om rammer for vannforvaltningen (definisjoner).	38
Tabell 3.1: Definisjoner for ord som blir benyttet spesielt i denne oppgaven,	46
Tabell 3.2: Generelle definisjoner	47
Tabell 4.1: Oversikt over regulerede vassdrag i Ytre Sognefjorden. Nummereringen kan leses av i figur 4.1.	50
Tabell 4.2: informasjon om Dyrneslielva (vedlegg 1).	52
Tabell 4.3: Informasjon om Dyrnesli kraftverk (vedlegg 1).	52
Tabell 4.4: Nedbørsfelt Dyrneslielva og Dyrnesli kraftverk (vedlegg 1).	52
Tabell 4.5: Informasjon om Høyangervassdraget (vedlegg 1).....	54
Tabell 4.6: Informasjon om kraftverkene i Høyangervassdraget (vedlegg 1).	56
Tabell 4.7: Samlet gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Høyanger K5A, K5B og Eiriksdal (K2 før Eiriksdal åpnet). Overløp fra Roesvatn, Avlangevatn, Bergsvatn og Nedre Breidal. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.	61
Tabell 4.8: Nedbørsfelt Høyangervassdraget. «Nedbørsfelt kraftverk» er det samlede nedbørsfeltet for Høyanger K5A, Høyanger K5B, Eiriksdal og Makkoren (vedlegg 1).	62
Tabell 4.9: Informasjon om Lølandselva (vedlegg 1).	63
Tabell 4.10: Informasjon om kraftverkene i Lølandselva (vedlegg 1).	63
Tabell 4.11: Gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Nedre Svultingen. Overløp fra Espedalsvatn. Sunnfjord Energi hadde ikke tilgjengelig data fra 2010. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.....	65
Tabell 4.12: Nedbørsfelt Lølandselva, kraftverkene: Nedre Svultingen, Øvre Svultingen og Strandos (vedlegg 1).	65

Tabell 4.13: Informasjon om Vetlefjordelvi og Jorddalselvi (vedlegg 1).	67
Tabell 4.14: Informasjon om kraftverk Vetlefjordelvi og Jorddalselvi (vedlegg 1).	67
Tabell 4.15: Gjennomsnittlige månedlige verdiger for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Mel Kraftverk. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.	69
Tabell 4.16: Nedbørsfelt Vetlefjordelvi, Mel kraftverk og påvirket andel (vedlegg 1).	70
Tabell 4.17: Informasjon om Vikvassdraget (vedlegg 1).	71
Tabell 4.18: Informasjon om kraftverkene i Vikvassdraget (vedlegg 1).	73
Tabell 4.19: Gjennomsnittlige månedlige verdiger for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Hove Kraftverk. Overløp fra Målsetvatnet og Refsdalsdammen. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.	75
Tabell 4.20: Nedbørsfelt Vikvassdraget og påvirket andel (vedlegg 1).	75
Tabell 4.21: Informasjon om kraftverkene som påvirker Høyanger sørside.	77
Tabell 4.22: Tilsigsdata for berørte elver og vassdrag på Høyanger sørside. «Restavrenning» er den mengden som fortsatt har avrenning til Sognefjorden. «Restavrenning» subtrahert med «Avrenning» har avrenning i Masfjorden.	78
Tabell 4.23: Oversikt over regulerte vassdrag i Indre Sognefjorden. Nummereringen kan leses av i figur 4.22.	80
Tabell 4.24: Gjennomsnittlig månedlig verdier for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Aurlandsvassdraget. Tilsiget er beregnet for alle kraftverkene i vassdraget, driftsvannføringen er Aurland 4, og overløpet er vannføringen i Vassbygdelvi addert med overløp fra Vassbygdvatn. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.	82
Tabell 4.25: Gjennomsnittlig vannføringsdata for Flåmselvi. Data hentet fra Brekke bru målestasjon.	84
Tabell 4.26: Gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig og driftsvannføring og endring i % for Skagen Kraftverk.	85
Tabell 4.27: Totale gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Jostedøla og Leirdøla kraftverk. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.	86
Tabell 4.28: Totale gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig og driftsvannføring og endring i %, for Borgund kraftverk.	87

Tabell 4.29: Totale gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig og driftsvannføring og endring i %, for Naddvik kraftverk.....	88
Tabell 4.30: Gjennomsnittlig vannføringsdata for Årdalsvassdraget. Data hentet fra Årdalsvatn målestasjon.	89
Tabell 4.31: Totale gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig og driftsvannføring og endring i % for Årøy Kraftverk.	90
Tabell 4.32: De totale gjennomsnittlige verdiene for tilsig/før utbygging og vannføring/etter utbygging og endringene i % for alle regulert vassdrag med naturlig avrenning til Sognefjorden utenom Dalsdalselvi og Dyrneslielvi. Vannføring er driftsvannføring og overløp addert.	91
Tabell 4.33: Forskyvningspotensiale til magasinene i de regulerte vassdragene i Sognefjorden. Inkludere ikke Dalsdalselvi og Dyrneslielvi, grunnet manglede vannføringsdata.....	94
Tabell 4.34: Vassdragsområder Sognefjorden. Vassdragsområdene er nummerert i figur 4.27	95

Forord

Denne oppgaven er skrevet av fire studenter ved Høgskolen på Vestlandet, avd. Ingeniør og Naturfag, i Sogndal. Oppgaven avslutter bachelorstudiet «Fornybar Energi» og tilsvarer 20 studiepoeng per deltaker. Oppgaven ble skrevet under vårsemesteret 2017, med veiledning av førsteamanuensis Torbjørn Dale ved avd. Ingeniør og Naturfag.

Bakgrunn for valg av oppgave er interesse for temaene vannkraft og forvaltning av naturen. Oppgaven omhandler endringer i avrenningsmønster, som følge av vannkraftproduksjon, i elver knyttet til Sognefjorden, og de påvirkninger dette kan ha på miljøet. I tillegg er det sett på forvaltning av selve fjorden.

Vi ønsker først og fremst å rette en stor takk til vår veileder, Torbjørn Dale. Hans store engasjement har gitt oss mye motivasjon, samt svært god veiledning gjennom hele arbeidet med oppgaven.

Vi vil også takke Svein Taksdal i NVE for hydrologiske data. Videre vil vi takke Statkraft, med Even Loe, SFE, med Per Erik Eimhjellen, Sunnfjord Energi, med Ingvild Smelvær, E-CO Energi, med Geir Johne Carlsen og Vadheim Kraft, med Lasse Olav Bell, for tilsig og vannføringsdata. Utenom disse vil vi takke firmaene og personene som tok seg bryet å sende oss vannføringsdata fra uregulerte vannkraftverk, selv om disse ikke er tatt med i oppgaven. Til slutt vil vi takke Klimavakten ved Meteorologisk institutt for nedbørsdata, og Geoffrey Sean Gilpin og Atle Nesje for faglige råd.

Kandidat 115 - Atle Skovli Berg

Kandidat 125 - Lisa Fauskanger

Kandidat 107 - Karl Kristian Mugggerud

Kandidat 109 - Ragnhild Hoel Århus

Sammendrag

Hensikten med denne oppgaven er å kvantifisere endringer i avrenningsmønster i regulerte vassdrag med direkte utløp i Ytre Sognefjord. Sammen med resultatene til Grøttå, Rødland, and Trefall (2016a) for Indre Sognefjord, blir det presentert en helhetlig oversikt av Sognefjorden. Det legges også frem hvilke mulige effekter vannkraftutbygging kan ha påført det hydrografiske og økologiske aspektet av fjordmiljøet. Det er også foretatt en gjennomgang av noen av de mest sentrale lovene knyttet til forvaltning av vannforekomster.

Det er hentet inn data fra vannkraftverkene i regulerte vassdrag i Ytre Sognefjord, samt modifisering og innhentning av ny data for Indre Sognefjord. Det blir i hovedsak benyttet tilsigs-, driftsvannførings- og overløpsdata i tidsperioden 2010-2015. Dataene er levert av de ulike kraftverkene og NVEs hydrologiske avdeling.

Siden tidlig 1900-tallet har det blitt bygd 79 vannkraftanlegg langs Sognefjorden, der 32 er magasinkraftverk. Langs Sognefjorden er det totalt 16 regulerte vassdrag og nedbørsfeltet til magasinkraftverkene påvirker 36 % av det totale nedbørsfeltet til Sognefjorden.

Månedene januar og februar er de som har størst endring mellom tilsig og vannføring (driftsvannføring og overløp addert). Det renner i gjennomsnitt 248 % mer ferskvann ut i Sognefjorden om vinteren, enn det ville kommet dersom vassdragene ikke var regulert. Det forekommer store lokale variasjoner, og noen sidefjorder er mer påvirket enn andre. Den største økningen finnes i Fortunvassdraget, som har en økning på 1 833 % i februar. Det er hovedsakelig de innerste delene av Sognefjorden som har den største økningen.

Opgaven diskuterer videre mulige effekter og konsekvenser av vannkraftutbyggingen i fjorden. Den tar for seg blant annet temperatur, saltholdighet og strøm. Saltinnholdet i Sognefjorden har endret seg mye i de øvre lagene etter vannkraftutbyggingen startet, noe som trolig er et resultat av et endret avrenningsmønster. Høy ferskvannstilførsel

vinterstid fører til endret lagdeling i vannet. Det tyngste vannet, med det høyeste saltinnholdet legger seg på bunnen. Ferskvann og brakkvann har et lavere saltinnhold og legger seg dermed som et lokk øverst. Økt avrenning kan også medføre en utskylning av blant annet fiskelarver, fiskeegg, alger og andre organismer i fjordarmene, da de er avhengig av et mer saltholdig vann om vinteren.

Via EØS-avtalen pliktes Norge å forholde seg til EUs vannrammedirektiv, som blant annet deler Norge inn i ulike vannregioner og områder. Dette er for å sikre en bærekraftig forvaltning av alle vannforekomster, der i blant fjorden. Fjorden er "allmannsrett" og forvaltningsansvaret av fjorden er delt.

Abstract

The purpose of this paper is to quantify the changes in runoff patterns in regulated watercourses with a direct link to the outer Sognefjord. Together with the results Grøttå *et al.* (2016a) got for the Inner Sognefjord, we present a comprehensive study of the whole Sognefjord. We also focus on what level the hydroelectric power plants may have affected the ecological and hydrological aspects of the fjord-environment and how the fjord is being managed by the authorities.

The data used in the thesis are mainly inflow, operational waterflow and overflow (spillwater), in the time period 2010-2015. It has been collected from the power plants, the hydrological department of NVE and Grøttå *et al.* (2016a).

Since the early 1900s, 79 hydropower plants have been built alongside the Sognefjord, 32 of which are power plants with reservoirs. Along the Sognefjord there are a total of 16 regulated watercourses, and the precipitation area of the relevant power stations affect 36% of the fjord's total precipitation area.

The months of January and February have the biggest changes in inflow and waterflow (operational waterflow and overflow). On average, 248 % more freshwater flows into the Sognefjord in winter, than would have come if the watercourses were not regulated. There are great local variations, and some side fjords are more affected than others. The largest freshwater increase is found in Fortunvassdraget, which in the month of February has an increase of 1 833 %. It is mainly the innermost parts of the Sognefjord that has the largest increase.

The thesis further discusses the possible effects and consequences of hydroelectric development in the fjord. This includes temperature, salinity and water currents. Salt content in the Sognefjord has changed a lot in the upper layers after the hydroelectric development started, which most likely is the result of a modified runoff pattern.

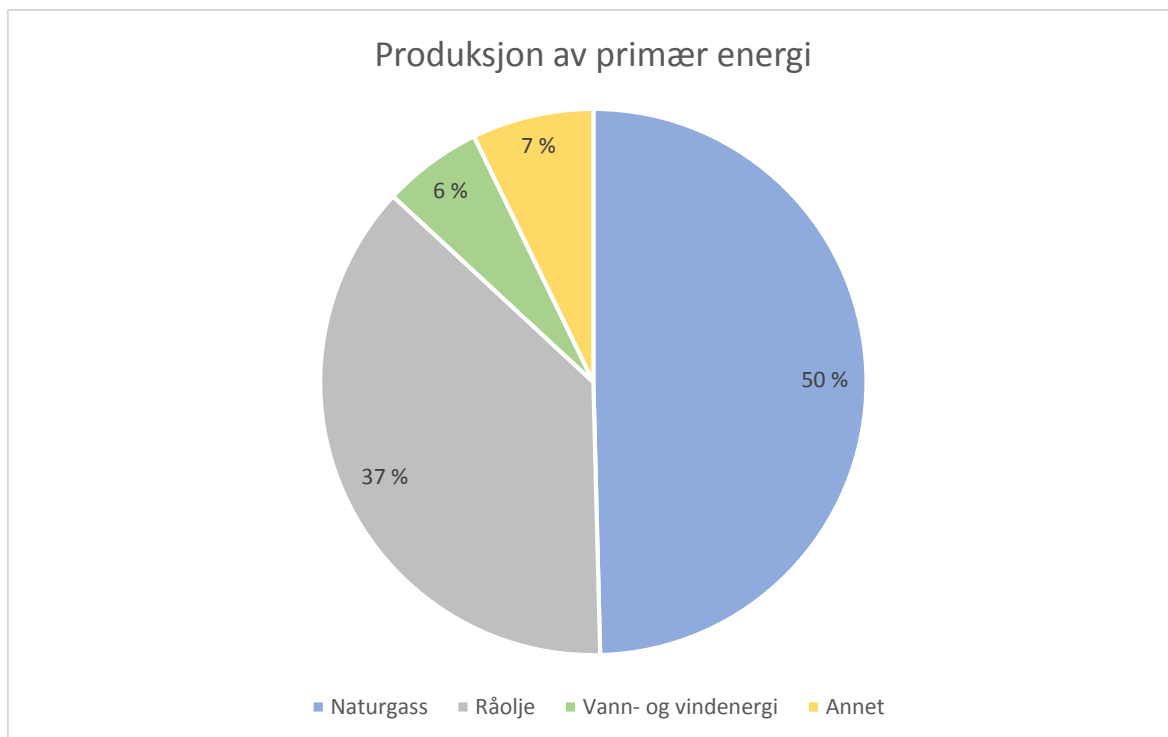
High freshwater supply in the winter leads to a change in water distribution. The heaviest water with the highest salt content lies on the bottom. Freshwater and brackish water have a lower salt content and thus lay like a lid at the top. Increased runoff water can also lead to washing fish larvae, fish eggs, algae and other organisms out of the fjords, as they depend on a more saline water in the winter.

Through the EEA Agreement, Norway is required to comply with the EU Water Framework Directive, which inter alia divides Norway into different water regions and areas. This is to ensure sustainable management of all water bodies, including the fjord. The fjord is "public rights" and the responsibility of the fjord is divided.

1 Innledning

Verden slik vi kjenner den i dag trenger energiresurser for å fungere. De siste 40 årene har verdens energiforbruk økt med et gjennomsnitt på omtrent 1,7 % per år. I dag har 82 % av verdens energiforbruk sin opprinnelse fra fossile energiresurser. Siden slutten av 1800-tallet har det skjedd en klimaendring i form av temperaturøkning på omtrent 0,8°C på jorden. Mesteparten av denne økningen har skjedd etter 1950, og det kan mest sannsynlig skyldes det økte utslippet av drivhusgasser. Mye av utslippene skyldes bruk av fossile brennstoff som olje, gass og kull. Utslipp av drivhusgasser er en del av de menneskeskapte klimaendringene på jorden (Fuglestad, Harstveit, Mamen, & Benestad, 2017).

Ved å benytte fornybare energikilder i større grad, kan det være med på å redusere utslipp av drivhusgasser. Fornybare energikilder kommer fra naturen sitt eget kretsløp og fornyes kontinuerlig. De fleste fornybare energikildene stammer fra solenergi, både direkte og indirekte. I dag står fornybare energikilder for omtrent 14 % av verdens samlede forbruk av primærenergi. For sekundærenergi av elektrisitet står fornybare energikilder for 22 % (i 2013), og vannkraft står for omtrent 16 %. Norge er blant de ledende produksjonsnasjonene på vannkraft, og på verdensbasis er vi det syvende mest vannkraftproduserende landet (Vinjar & Hofstad, 2016). I 2015 utgjorde vannkraft 95,9 % av all kraftproduksjon (sekundærenergi) i Norge. Den resterende prosentandelen på 4,1 % kommer fra varme- og vindkraft. Innenfor produksjon av primærenergi står vann- og vindenergi kun for 5,9 %, hele 86,9 % kommer derimot fra råolje og naturgass (figur 1.1). Dette gir et annet bilde av klimavennlige Norge. Selv om elektrisitetsforbruket hovedsakelig kommer fra fornybar energi, er det likevel en betraktelig produksjon og forbruk av fossilt brensel, som påvirker miljø og klima (SSB, 2015).



Figur 1.0.1: Produksjon av primærenergi i Norge. Annet: NGL 4,2 %, kondensat 1,9%, biobrensel og avfall 0,7% og kull 0,4% (SSB, 2015).

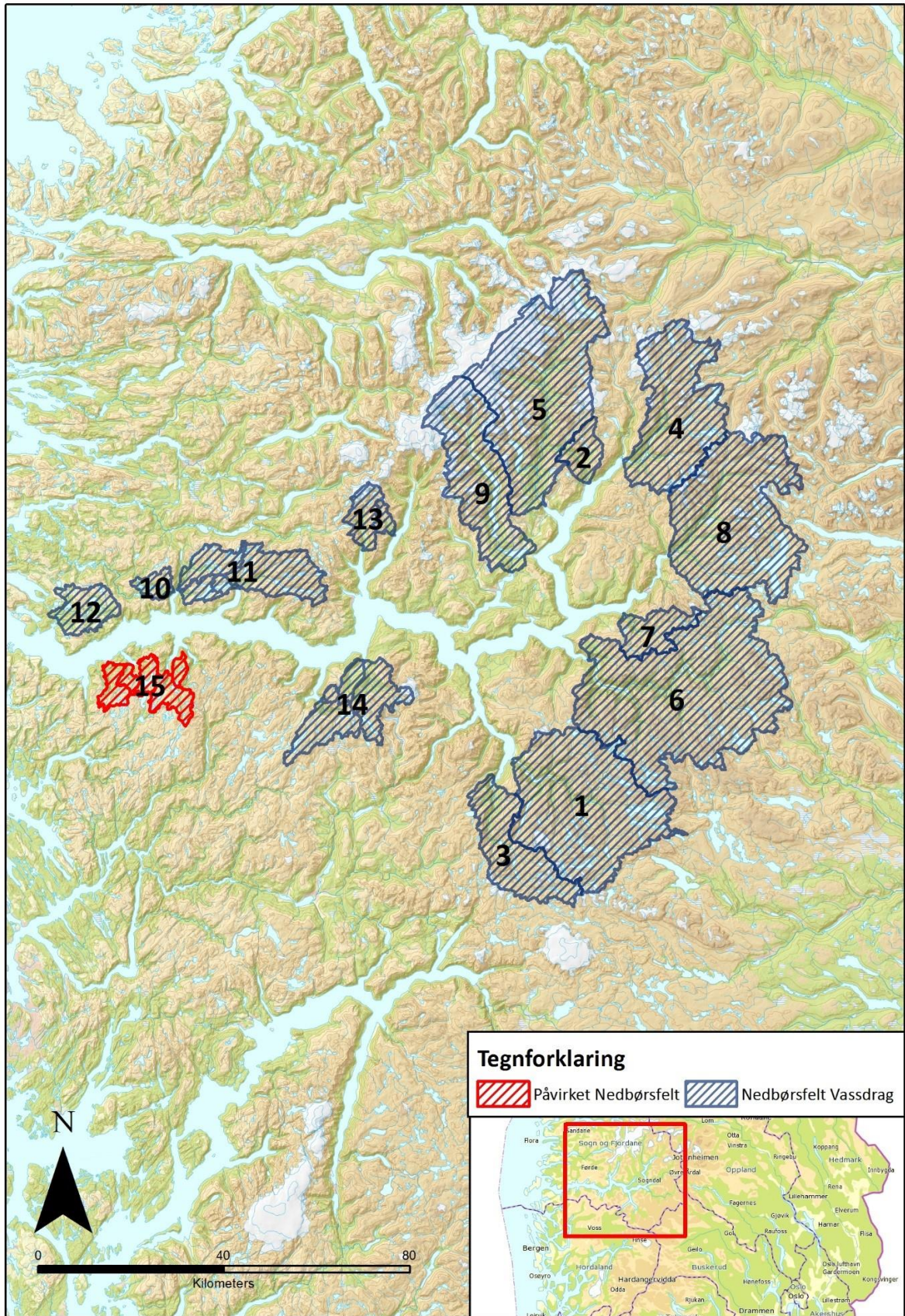
I 1992 ble det for første gang undertegnet en global avtale under FNs konferanse for miljø og klima, kalt klimakonvensjonen. Den har som mål å stabilisere konsentrasjonen av de farlige klimagassene i atmosfæren, som igjen er den menneskelige påvirkningen av klimasystemet. Den ble i første omgang ratifisert av 183 nasjoner, og har siden den gang blitt ratifisert av totalt 195 land (FN-sambandet, 2017). Klimakonvensjonen er et redskap for å kunne kartlegge utslipp av drivhusgasser i atmosfæren, og er en rammeavtale for internasjonalt samarbeid. Siden den første avtalen ble signert, har det vært gjennomført flere klimaforhandlinger som bygger på klimakonvensjonen (Olerud, 2016).

De siste årene er det klimaforhandlingene i Paris, i desember 2015, som har gitt de største fremskrittene til en ny klimaavtale. Avtalen, kjent som «Paris-avtalen», ble undertegnet som en rettslig bindende avtale under rammeavtalen i klimakonvensjonen. Den viktigste målsetning i avtalen er å: «Begrense den gjennomsnittlige globale oppvarmingen til godt under 2 grader» (Jakobsen, 2016). Videre skal statene som har undertegnet avtalen «etterstrebe» å begrense oppvarmingen til 1,5°C sammenlignet med pre-industriell tid. En svakhet med avtalen er at den ikke fastsetter konkrete utslippskutt.

Årsaken var at flere land ikke ville underskrevet avtalen og en global avtale ville derfor ikke vært mulig (Olerud, 2016). Avtalen trådte i kraft 5. november 2016. Både Norge, og de største utslippslandene USA, Kina og India, har alle undertegnet avtalen (Jakobsen, 2016). For å oppfylle kravene i «Paris-avtalen» har EU utformet et «klima- og energirammeverk for perioden 2020-2030». I avtalen har alle land et reduksjonsmål av klimagasser. Ettersom Norge er medlem av EØS er store deler av EUs miljø- og klimapolitikk innlemmet i norsk lovgivning. Norge har meldt inn til FN at landets nasjonale mål er å kutte utslippene med 40 % innen 2030 (Utenriksdepartementet, 2016).

For at Norge skal oppnå sine utslippsmål må det til en endring i energiproduksjon og -bruk. Økt utnyttelse av karbonnøytral energi eller energi med lavt karboninnhold vil være sentralt. I Norge vil det hovedsakelig baseres på vann- og vindkraft, da det finnes store naturressurser og teknologien er kjent (Klima og Forurensningsdirektoratet, 2010). I Norge er det totale teoretiske ressursgrunnet for vannkraftproduksjon ca. 600 TWh/år, men på grunn av økonomiske - og miljømessige hensyn er det ikke mulig å utnytte alt. Andelen som er teknisk mulig og økonomisk forsvarlig var i 2014 beregnet til 214 TWh/år (NVE, Enova, Norges forskningsråd, & Innovasjon Norge, 2016). I 2016 var den mildere årlige produksjonen av det utbygde vannkraftsystemet i Norge på 132,3 (NVE et al., 2016) TWh/år (NVE, 2015c). Andelen av det totale vannkraftpotensialet som ligger i verneområder er 51 TWh/år. De resterende 33 TWh/år enten er under utbygging eller kan bli bygget ut (NVE et al., 2016).

Sogn og Fjordane produserer mer enn 15 TWh/år vannkraft, som også utgjør omtrent 12 % av den totale norske vannkraftproduksjon (Sørensen *et al.*, 2013). Kraftutbygging i Sogn og Fjordane startet i 1907 i Askvoll, med Stongfjord Kraftverk. I dag finnes det 220 kraftverk i fylke (vedlegg 18). Sognefjordens topografi gjør området ideelt for vannkraftutbygging grunnet de store fallhøydene. Siden tidlig 1900-tallet har det blitt bygd 79 vannkraftanlegg langs Sognefjorden, der 32 er magasinkraftverk (vedlegg 1). Denne oppgaven tar for seg magasinkraftverk med tilknytning til Ytre Sognefjorden, som til sammen har 13 magasinkraftverk i fem ulike vassdrag (figur 1.2 & tabell 1.1).



Figur 1.0.2: Kart over vannkraftpåvirkede vassdragsområder langs Sognefjorden. Felt nr. 15. hadde tidligere naturlig avrenning til Sognefjorden, men er i dag overført til Masfjorden. De blå områdene er påvirket av magasin kraft og har avrenning i Sognefjorden. Forklaring på nummereringen finnes i tabell 1.1.

Tabell 1.1: Vassdrag langs Sognefjorden som er påvirket av magasinkraftverk. Nummereringen gjenspeiles i figur 1.2.

Nr. i figur 1.2	Vassdrag	Antall vannkraftverk i vassdraget
1	Aurlandsvassdraget	6
2	Dalsdalselvi	2
3	Flåmselvi	2
4	Fortunvassdraget	3
5	Jostedøla	4
6	Lærdalsvassdraget	4
7	Nysetelvi	2
8	Årdalsvassdraget	2
9	Årøyvassdraget	2
10	Dyrnesielva	1
11	Høyangervassdraget	4
12	Lølandselva	3
13	Vetlefjordelvi	1
14	Vikvassdraget	4
15	Høyanger sørsiden	2
Totalt:		40

De mest synlige konsekvensen av vannkraftutbyggingen er selve inngrepet i naturen med blant annet store dammer, tørrlagte elver, tilkomstveier, demninger og kraftstasjoner. Magasinkraftverk gjør det mulig å produsere kraft gjennom hele året, men dette medfører også fluktusjon og endringer i faseforskyvning i avrenningsmønsteret til elvene og fjordene (Dale, 2017c). I fjorden kan dette føre til endring i saltholdighet, temperatur og strømforhold som igjen kan resultere i en endring av det biologiske mangfoldet (Kaartvedt, 1984).

Fjorden er «allmannsrett» og forvaltningen av den er spredt over ulike departementer, direktorater, og på fylkeskommunalt- og kommunalt plan. Via EØS-avtalen plikter Norge å forholde seg til EUs vannrammedirektiv. Vannrammedirektivets formål er å sikre en god kjemisk tilstand av alle vannforekomster, og stiller blant annet krav om vannregioner i Norge. Dette skaper et nærmere forhold til vannforekomstene og en oversikt over status i blant annet fjordene (Utenriksdepartementet, 2016). Likevel kan det stilles spørsmål om det er tilstrekkelig med undersøkelser gjort i Sognefjorden.

Grøttå *et al.* (2016a) undersøkte endring i avrenningsmønster av elver i Indre Sognefjorden som følge av magasinkraftverk, og effekter på hydrografiske og økologiske forhold. I konklusjonen skrev de: «Vi ser at endringer i avrenningsmønsteret kan ha en påvirkning på en rekke faktorer som ikke bare er konsentrert i og ved elvemunning». Denne oppgaven skal se nærmere på avrenningsmønsteret av elver i Ytre Sognefjorden. Sammen med resultatene fra Grøttå *et al.* (2016a) skal det presenteres en helhetlig vurdering av all magasinert vannkraftproduksjon i Sognefjorden.

Kan en endring i sommer- og vintervannføring i regulerte vassdrag føre til forandringer i de hydrografiske og økologiske forhold i Sognefjorden, og hvem har eventuelt forvaltningsansvaret i slike situasjoner?

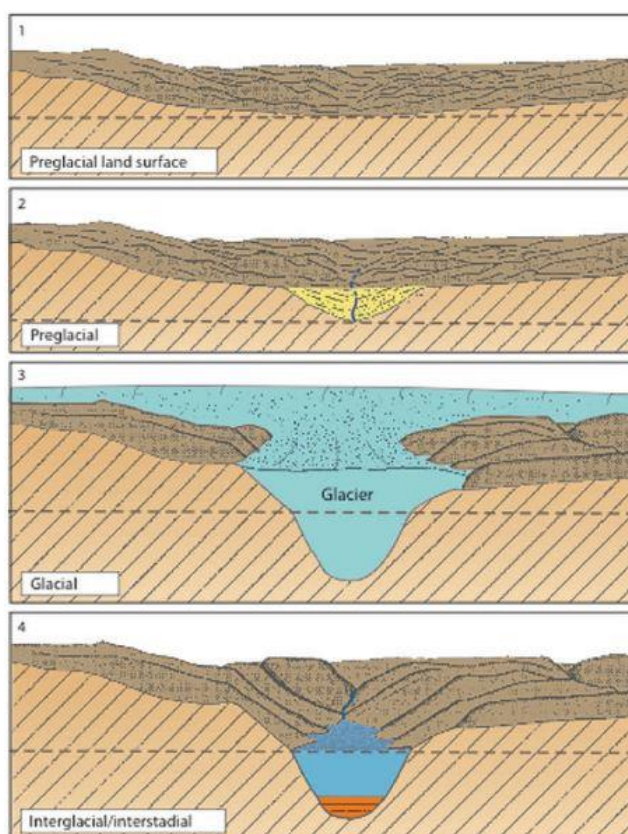
2 Teori

Sognefjorden, Norges lengste og dypeste fjord, er 204 km lang og 1 308 m dyp på det dypeste. Det er verdens nest lengste og dypeste fjord. Den eneste som er lengre og dypere er Kangertittivaq på Grønland (Nesje & Dahl, 2010). Sognefjorden strekker seg fra innerst i Skjolden i Lustrafjorden, til Solund mot Nordsjøen i vest. Den er ansett som et vakkert naturområde (Askheim & Thorsnæs, 2017). De høye fossefallene og bratte fjellene er noe av det som karakteriserer området, med Feigumfossen i Luster Kommune som en av de mest kjente (Puschmann, 2005).

2.1 Oppbygningen av Sognefjorden

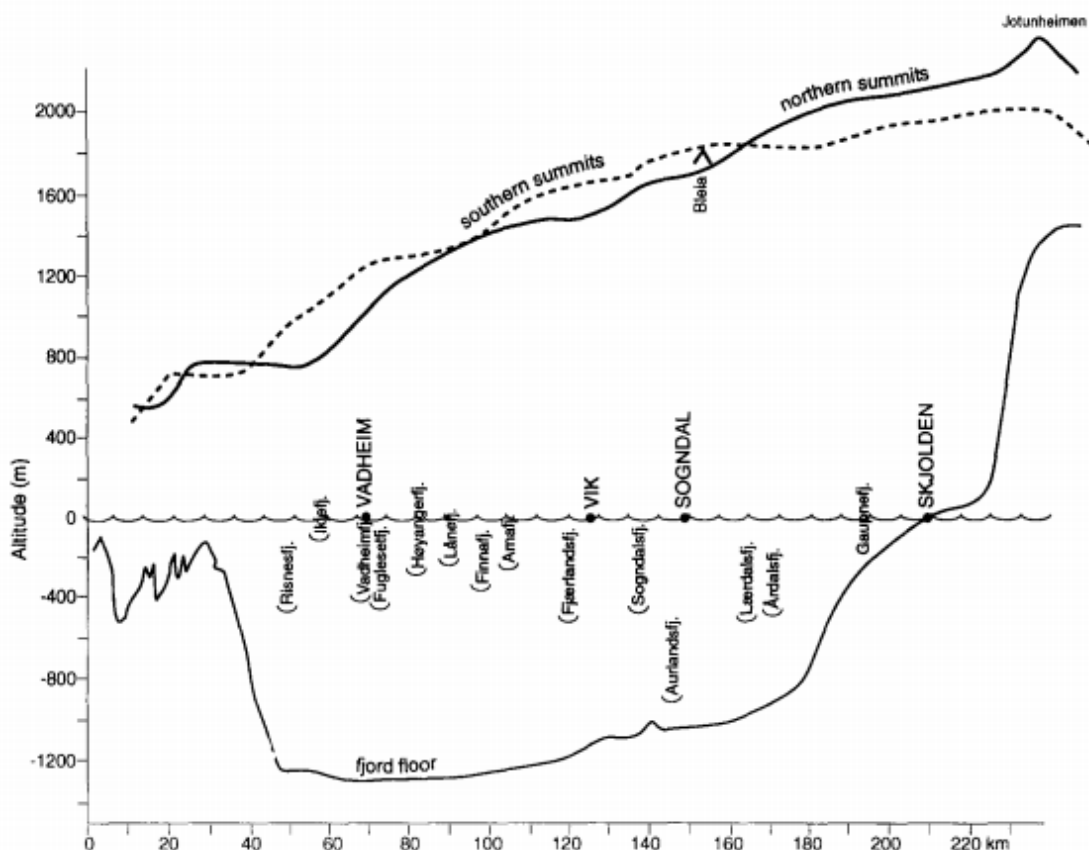
For 60 millioner år siden, ved inngangen til tertiærtid, startet Norge og Grønland å gli fra hverandre, og Norskehavet ble dannet. I samme periode startet den tertiære landhevingen som påvirket hele Skandinavia. Den hadde to sentrale hevinger, ved Jotunheimen og Ofotfjorden. Det nye, høye viddelandskapet var starten på elevenes dannelse av V-daler. I begynnelsen av kvartærtid, for omtrent 2,6 millioner år siden, la den første store innlandsisen seg over Skandinavia, som har blitt etterfulgt av omtrent 40 istider. Det er under disse tidene fjordene ble dannet (figur 2.1).

Foruten isbreene spiller også berggrunnens egenskaper, smeltevann, skred, jordskorpebevegelser og elver, inn på dannelsen av fjordene. Fjorder oppstår i en



Figur 2.1: Dannelsen av en fjord fra før preglasial tid til interglasial tid (Nesje, 2010).

breutformet U-dal, eller der en bre har skjært seg ned i en V-formet elvedal. De fleste fjordene ble dannet da havnivået var 100-120 m lavere enn i dag. Årsaken til det lave havnivået var at ismassene på land hadde bundet opp store vannmengder. I de ytre delene av fjordene, nær kysten, mistet breene sin evne til å grave grunnet de lave fjordsidene og mange sundene. I stedet for å grave nedover, spredte den seg ut til sidene. Det er på disse stedene, ved munningen av fjorden, vi i dag finner terskler (figur 2.2) (Nesje & Dahl, 2010).



Figur 2.2 Lengdeprofil av Sognefjorden. Den viser hvordan breens har gravd seg gjennom landskapet og dannet en terskel ytterst i fjorden. Den viser også blant annet at Bleia (1717moh) har det største relieffet på 2850 m (Nesje, 2010).

Sognefjorden starter i vest i Solund hvor fjorden er her omtrent 30 km bred, og med en terskel som er 100-150 m dyp. Rett øst for Solund blir Sognefjorden markert dypere. I de midtre delene av fjorden, hvor fjorden er på sitt dypeste, ligger det et omtrent 200 m lag med avleiringer fra perioden etter siste istid. Det vil si at fjorden i realiteten er omtrent 1500 m dyp. Fjorden har mange sidefjorder, som alle munner «hengende» ut i hovedfjorden (Nesje, 2010). Årsaken er at sidefjordene ble dannet av sidebreer som ikke hadde samme graveevne som breene som dannet Sognefjorden (Nesje & Dahl, 2010)

Fjellene langs fjorden stiger gradvis fra rundt 500 moh. Ved kysten til over 2 000 moh. I Jotunheimen. Langs hele fjorden er den gjennomsnittlige høydeforskjellen fra de høyeste toppene til bunnen av fjorden på omtrent 2 000 m (Nesje & Dahl, 2010). Fjordlandskapet er generelt dypt innskåret, slik som andre fjorder på Vestlandet også er. Fjorden er beriket på vassdrag i ulike størrelser, de fleste er korte, men med stor fallhøyde. Vannføringen kan variere fra å renne åpent og hastig til mer bortgjemte, og med mange tilhørende fosser. De bratte fjellssidene som ligger et stykke inn i fjorden skaper store fallhøyder for tilknyttet elveløp. Mange av disse er regulert til vannkraft (Puschmann, 2005).

2.2 Vannkraftens historie

Bruk av vann som en energikilde er en gammel teknologi. Det startet allerede i det gamle Romerriket hvor de brukte vannhjul for å male korn. Da den industrielle revolusjonene kom på midten av 1800-tallet, baserte de flest land seg på bruk av kull og dampmaskiner. I Norge var man avhengig av å benytte seg av en annen energikilde grunnet manglende kullressurser. Vannkraft ble først brukt direkte som mekanisk energi, men det var først etter at elektrisiteten kom på slutten av 1800-tallet at kraftanleggene ble bygget ut i større skala. Nå var det mulig å ikke bare utnytte energien i selve industrien, men også som elektrisitet for husstandene rundt. Utbyggingen av vannkraft og industri bidro til en kraftig økonomisk vekst på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet. Denne utbyggingen ble et slags symbol på fremskritt og modernitet i landet (Hveding, 1992).

I utbyggingsperioden ble det fremmet ulike interessekonflikter mot den store kraftutbyggingen. Tidlig i utbyggingsfasen på 1900-tallet ble de negative konsekvensene lett oversett, da gevinsten av selve utbyggingen var så betydelig. Etterhvert ble inngrepene i miljøet mer synlig, og naturens pris ble belyst. Særlig mellom 1960-1970 ble de ansvarlige for kraftutbyggingen mer oppmerksom på dette, og det ble satt krav til restriksjoner (Hveding, 1992). Et eksempel på en av de store reaksjonene på den store kraftutbygging er Mardøla-aksjonen. Mardøla-aksjonen er betegnelsen på aksjonene som pågikk under sommeren 1970 i Eikesdalen i Møre og Romsdal i forbindelse av utbyggingen av Eikesdal/Grytten kraftverk. Hele debatten var preget av naturvern hensyn,

og vakte store interesser, både i inn- og utland. Aksjonister ble dømt for sivil ulydighet, som ble for første gang brukt i en naturvernsak i Norge (Tvedt, 2017).

Et annet eksempel er den politiske konflikten rundt Alta- og Kautokeinovassdraget, bedre kjent som Alta-aksjonen. Denne konflikten foregikk mellom 1968-1982, der det ble stilt spørsmål om å ivareta miljøverneres og de samiske interesser i området (Berg-Nordlie & Tvedt, 2016).

2.3 Klima og miljø

Klima kan beskrives som gjennomsnittsvær på et bestemt sted eller område, og er gjerne bearbeidet statistisk eller etter internasjonale retningslinjer. Klima kan indikere endringer i temperatur og vær, og blir ofte definert etter en periode på 30 år eller mer.

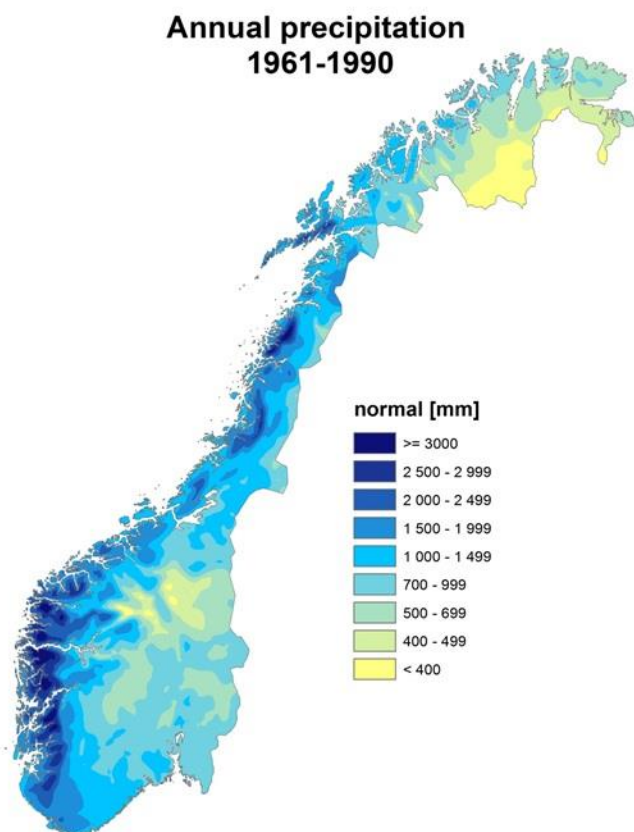
Klimaendringer kan forekomme av både fremprovoserte og naturlige svingninger i sesonger og tidsskalaer opp mot millioner av år, både på lokalt og globalt nivå (Naturfagsenteret). Hva som forårsaker disse endringene er mye omdiskutert, men forskning viser at menneskelig virksomhet har i stadig større grad påvirket miljøet det siste århundre (Fuglestvedt *et al.*, 2017). Menneskelig virksomhet blir ofte definert som utslipp av gasser som karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O) og fluorholdige gasser, der CO₂ er det mest voksende utslippet. Disse er med på å blant annet øke den gjennomsnittlige temperaturen på jorden, både over og under havoverflaten (Miljødirektoratet, 2017).

2.3.1 Geografiske forhold og nedbør

Grunnet de varierte geografiske forhold er klimaet i Norge preget av store variasjoner fra sted til sted (figur 2.3). Landskapet er svært variert fra store åpne landområder, til høye og bratte fjell. Gjennomsnittlig årsnedbør i Norge ligger på rundt 1 500 mm, og av dette anslås det at 346 mm fordamper, og 1 140 mm går til avløp. Her må det også nevnes at nedbør om vinteren faller hovedsakelig ned som snø, og som regn om sommeren. Fjellene langs kysten kan ha en skjermende effekt, og spiller blant annet inn på nedbørsfordelingen (Hanssen-Bauer *et al.*, 2009).

Enkelte fjellområder langs vestkysten kan ha over 3 000 mm som normal årsnedbør. Bygdene som ligger i forkant av det høye fjellpartiet ved Sognefjorden har ofte det høyeste årsnedbøret, deriblant Brekke i Gulen kommune, med 3 575 mm i året. Dette indikerer et relativt fuktig klima, i motsetning til Lærdal, som ligger i indre Sognefjorden, har en normal årsnedbør på rundt 490 mm (K. Pedersen, 2013). Som en effekt av klimaendringer, er det ventet en temperaturvekst fra 2,3°C til 4,6°C innen 2100. Det vil også bli mer nedbør i hele Norge (Amundsen, 2012). Allerede siden 1990, har årsnedbøren økt med 20 % på

fastlands-Norge, med størst vekst på vinterstid på Vestlandet. Det vil bli generelt mer nedbør og flere nedbørsdager. Dette kan resultere i større produksjon av strøm i eksisterende vannkraftanlegg. Økt temperatur og nedbørsmengde vil også resultere i økt avløp om høsten og vinteren, samt en reduksjon om sommeren. Overflatetemperaturen i havet vil trolig øke fra 0,5 – 2°C, og kan medføre en total smelting av Arktis (Bjerknessenteret, 2013).



Figur 2.3: Kart som viser mengden nedbør i Norge. Kartet viser at det er mest nedbør i Vest ved kysten og avtakende innover i landet mot øst (Klimavakten, 2017).

2.3.2 Flom

En flom kan defineres som vannføring i en elv som er høyere enn normalen. Det fører til at elven går over sine bredder, naturlige løp og forårsaker oversvømmelse. Vanlige årsaker er snøsmelting, vedvarende kraftig regn, høyt tidevann nær elveutløp og ulike former for midlertidig oppdemming. Sammenlignet med andre sørligere land er Norge på

grunn av klimatiske og geografiske faktorer, skånet for de verste flomkatastrofene (NVE, 2009). Noen av Norges største flommer gjennom historien har vært kombinerte regn- og snøsmeltningsflommer. Regnet akselererer nødvendigvis ikke smeltingen, men fører til en økning i total vannmengde som må ledes bort. Vår- og høstflommene brukes til å fylle opp reguleringsmagasiner som har kapasitet til å ta imot mer vann. De har en flomdempende effekt ettersom de kan styre vannmengden som slippes gjennom (Tollan, 2017). Under naturlige forhold er det lavt tilsig om vinteren, med en påfølgende snøsmelteflom i vårmånedene i de sentrale Sør-Norge. I de ytre delene på Vestlandet bli snø sjeldent liggende, og det er en levere vannføring om våren og flommer seint på høsten og i vinterhalvåret (Skofteland, 1984).

2.3.3 Isbre

En isbre er is dannet ved akkumulasjon av snø etter snøfall over tid. En isbre kan beskrives som en seig plastisk masse som glir langsomt nedover med tyngdekraften som drivverk (Leistøl & Hagen, 2016). Breene vi finner her til lands er tempererte breer. Det vil si at temperaturen i isen er rundt smeltepunktet uansett årstid. Kun noen av de øverste meterne vil gå under 0°C midtvinters. Isbreer er svært følsomme for endringer i havnivå og atmosfære, og brukes dermed som indikator for klimaendringer på global basis (Norsk Polarinstitutt, 2014).

De fem største breene i Sogn og Fjordane etter størrelse (km²) er Jostedalssbreen, som også er Norges største, Myklebustbreen, Harbardsbreen, Spørteggbreen, Grovabreen og Tindefjellbreen (NVE Atlas, 2017). Ettersom breen beveger seg nedover maler den opp berggrunn og stein til ørsmå partikler i form av sand, silt og leir som til slutt vaskes ut i fjorden og bidrar bl.a. til å gi den karakteristiske turkisliggende fargen på vannet (Lutgens, Tarbuck, & Tasa, 2015) Breelvene vil via denne prosessen føre med seg næringsalter og derunder silikater (silisium) som er nødvendige for kiselalger i fjorden (Dale, 2017c).

2.4 Fjordens morfologi og hydrografi

2.4.1 Estuarin sirkulasjon

I en terskelfjord kan man dele inn vannmassene i tre lag: et øvre lag, et mellomlag og et dyplag. Dyplaget blir ofte kalt bassengvann og ligger under terskelnivået. Det øverste laget har et pyknoklint sprangsjikt, som store deler av året skiller et overflatelag fra det resterende øvre laget (Lie *et al.*, 1992). Sognefjorden, samt de fleste norske fjorder, får det meste av ferskvannstilførselen sin fra de indre delene av fjorden. Når ferskvannet kommer ut i fjorden blir det dannet en tyngde-drevet strøm for å jevne ut overflaten. Ferskvannet flyter på toppen av saltvannet grunnet ulik massetetthet. Saltvann (1029 g/cm^3 ved 4°C) har høyere massetetthet enn ferskvann (1000 g/cm^3 ved 4°C) ettersom salt- og vannmolekylene binder seg tettere sammen enn vannmolekylene binder seg til seg selv (Illustrert Vitenskap, 2009). Ferskvannet legger seg derfor som et lag på toppen av saltvannet. Foruten vannets molekylære oppbygning, spiller også vanntemperaturen inn. Ferskvann som holder en temperatur på 4°C har en tetthet på 1 g/cm^3 og vann med en temperatur på 21°C har en tetthet på $0,998 \text{ g/cm}^3$ (USGC). I varmere vann beveger molekylene seg mer, og skaper større mellomrom mellom seg. Massetettheten blir derfor lavere (B. Pedersen, 2017).

Når ferskvannet strømmer vekk fra elvemunningen og videre ut i hele fjorden, oppstår det en friksjon mellom ferskvannet og saltvannet. Resultatet av friksjonen er at en del av saltvannet blir dratt inn i ferskvannet, en prosess kalt medrivning. Saltinnholdet øker i overflatestrømmen desto lengre vekk fra elvemunningen strømmen er. Dermed er det ikke lenger en ferskvannsstrøm som strømmer utover i fjorden, men en brakkvannsstrøm. Saltvannet i overflatelaget fører til at det oppstår et sjøvannsunderskudd. Dette kompenseres i en innoverrettet strøm under overflatelaget i hele fjorden. Denne strømmen kalles kompensasjonsstrømmen. Den er ofte varm, består av mer salt og inneholder ofte nitrogen (WWU). Overflatestrømmen vokser seg fra ca. 1 m tykkelse ved elvemunningen, til et lag mellom 20-30 m ved fjordmunningen. Saltholdigheten stiger fra 0 ‰ til nær 30 ‰ (Kaartvedt, 1984). En promille som er nesten like høy som havvannet på 35 ‰. (Sælen, 2014). Brakkvannet som strømmer ut fra fjorden blander seg med

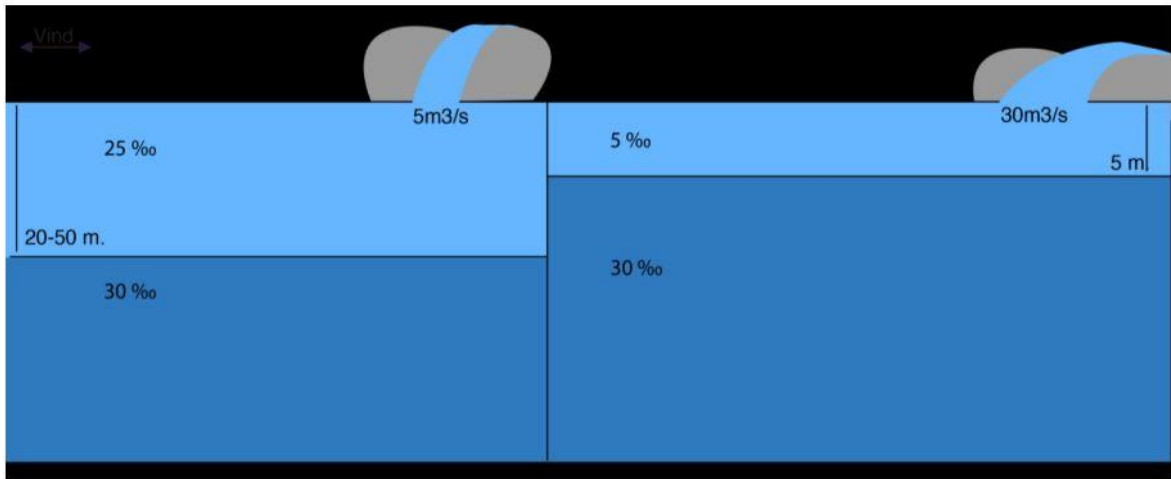
kystvann. Kystvannet transporteres videre nordover langs kysten (Havforskningsinstituttet, 2013).

Sirkulasjonen som oppstår av overflatestrømmen, medvirkningen av saltvann og den motgående kompensasjonsstrømmen, kalles estuarin sirkulasjon (Lie *et al.*, 1992). Vinden påvirker også estuarin sirkulasjon. Vind som beveger seg ut langs fjorden vil akselerere overflatestrømmen. Ved sterk vind inn fjorden kan hele strømsystemet reverseres. Foruten vind og den estuarine sirkulasjon påvirker også tidevannet vannutvekslingen i det øverste laget. Ettersom vind kun kan reversere den estuarine sirkulasjonen i ekstreme forhold (og tidevannet har liten påvirkning på vannutvekslingen i det øvre laget) vil ikke disse temaene bli vektlagt i denne oppgaven (Kaartvedt, 1984).

2.4.2 Saltholdighet i Sognefjorden

Sognefjorden består av mye vann fra elveløpene som renner ut i fjorden. Ettersom ferskvann og brakkevann er lettere enn sjøvann, vil det legge seg som et lokk øverst. Her kan det dannes en tydelig lagdeling mellom salt-, brakk- og ferskvann. Forskjellen på de ulike type vannforekomstene kan defineres etter saltinnholdet. Brakkevann har et saltinnhold på mellom 0,5 ‰ og 30 ‰ (Brakkevann, 2009). Sjøvann eller havet har vanligvis et saltinnhold på 30 ‰ og oppover (Sælen, 2014). Ekstremtilfeller som Rødehavet har for eksempel et innhold på 40 ‰, og deler av Polhavet har under 30 ‰ i overflaten. Ferskvann derimot, inneholder veldig små mengder salt. Slik kan det skilles mellom salt-, brakk- og ferskvann teoretisk sett (Kjensmo, 2011).

Grøttå *et al.* (2016a) presenterte i sin bacheloroppgave en tenkt lagdeling ved både høy og lav ferskvannstilførsel i en fjord illustrert i figur 2.4. Ved liten ferskvannstilførsel ($5\text{m}^3/\text{s}$) danner det seg et brakkevannslag med litt lavere saltholdighet enn det underliggende laget. Ved høy ferskvannstilførsel ($30\text{m}^3/\text{s}$) danner det seg et fersk- og brakkevannslag i de øverste vannmassene, ettersom saltvann er tyngre.



Figur 2.4: En illustrasjon på mulig lagdeling av de ulike vannforekomstene i en fjord. Saltholdighet vises i promille (Grøttå, Rødland, & Trefall, 2016b)

Saltholdigheten i deler av Sognefjorden har sunket etter utbyggingen av magasinkraftverk (Ress, 2015). Dataene som er brukt i undersøkelsen til Theresa Ress (2015) for saltholdighet i Ytre Barsnesfjord kommer fra to perioder, mens tallene fra Sogndalsfjorden er fra tre perioder. For Ytre Barsnesfjord var disse periodene 1931-1960 og 1961-1984. I Sogndalsfjorden ble målingene foretatt fra 1916-1960, 1961-1989 og 1990-2010. Dataene gir gode pekepinner på hvordan forholdene har forandret seg med tanke på utbyggingen av magasinkraftverkene, da begge plassene har målinger fra før, under og etter de store utbyggingene av vannkraft i fjorden.

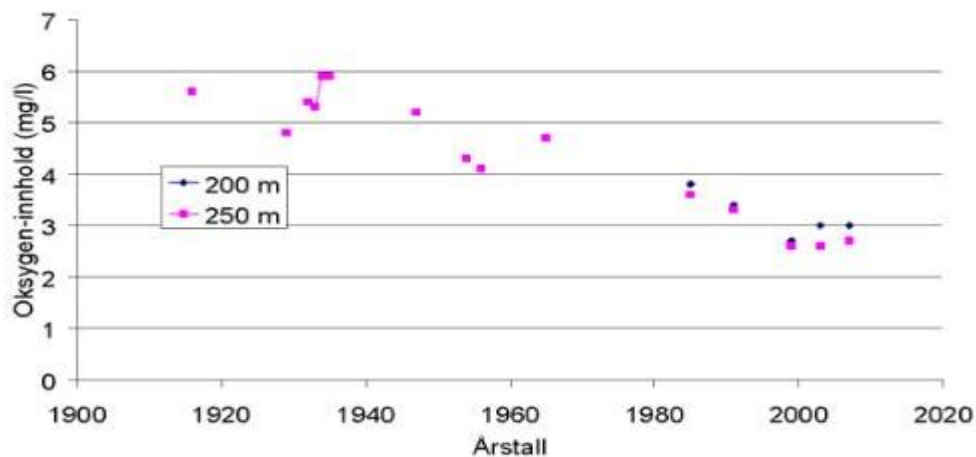
2.4.3 Temperaturøkning i Sognefjorden

Ress (2015) samlet også inn data vedrørende temperatur i fjorden før, under og etter utbygging av vannkraft rundt Sognefjorden. Resultatene hennes viste at det har vært en økning i den årlige gjennomsnittstemperaturen ved 50 m dybde i Ytre Barsnesfjord, Sogndalsfjorden og i Sognesjøen. Resultatene viste en stor økning i temperaturen. Målingene av temperatur ble foretatt fra starten av 1900-tallet til begynnelsen av 2000-tallet, og er fordelt på tre perioder, på samme måte som målingene for saltholdighet.

2.5 Økologiske forhold i fjorden

2.5.1 Næringsalter

For at økosystemet i fjorden skal trives, trenger det tilførsel av diverse næringsalter. De viktigste næringssaltene er blant annet fosfor, nitrat og silisium. De kommer til fjorden ved hjelp av elver og bekker fra fastlandet rundt fjordene, dypere vannmasser og fra dyrene som lever i fjorden (Dale, 2017e). Et eksempel er kiselalgen, som er svært avhengig av silikater i fjorden. Uten silikater vil ikke algen kunne overleve da den bygger skallet sitt av kisel (SiO_2) (Throndsen, 2009). Ved fravær av kiselalgen kan man få en overflod av mulig giftige fureflagellater, som igjen kan påvirke fjorden og dens økosystem negativt (Dale, 2017a). For stor tilførsel av næringsalter i fjorden kan føre til en overgjødning. Dette vil virke negativt inn på økosystemet da det kan gi grobunn for større mengder alger. I visse tilfeller fører dette til at mye ikke blir spist opp av predatorer, og dermed havner døde alger på bunn. Dette kan i verste fall føre til produksjon av hydrogensulfid (H_2S) grunnet nedbrytningen av organisk materiale. Dette gjør også at oksygenivået i bassengvannet synker. Ved et altfor lavt oksygenivå i fjorden, vil ikke fisk og andre organismer som lever i fjorden trives, og de vil enten dø ut eller emigrere mot havet (Hovgaard & Dale, 2007).



Figur 2.5: Minimumsverdier av oksygen i bunnvann i Sogndalsfjorden i perioden 1916-2007 (Blåfarge indikerer målinger gjort ved 200 m dyp, og lilla indikerer målinger ved 250 m dyp) (Hovgaard & Dale, 2007).

Figur 2.5 viser at oksygenmengden i Sogndalsfjorden har sunket betraktelig siden 1916. Fra grafen kan det leses hvor kort tid det har tatt for oksygenivået å synke så kraftig. Hva det kan komme av er usikkert. Denne grafen viser kun forholdene for Sogndalsfjorden,

men hvis dette gjelder for resten av Sognefjorden hvor det kan bli 1 300 m dypt, så vil oksygenivået være ekstremt lavt. Om vinteren ligger mesteparten av planteplanktonet i dypet og venter på lysere tider, og får derfor ikke tilgang til disse næringssaltene.

2.5.2 Planteplankton (Mikroalger)

Planteplankton er encellede, mikroskopiske alger. De er helt nødvendig for at økosystemet skal fungere. Planteplanktonet er, som en primærprodusent sammen med sollyset, særdeles viktig da de representerer selve grunnsteinene i næringskjeden for havet. Dyreplanktonet beiter på planteplanktonet, som igjen blir beitet på av større organismer som fisk og krepsdyr. Uten planteplanktonet vil hele næringskjeden bryte sammen (Throndsen, 2015). I Sognefjorden er de vanligste algene kiselalger, herunder *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* spp. og *Thalassiosira* spp., fureflagellater og kalkflagellater (Dale, 2017a). Planteplankton er avhengig av sollys for å kunne gjennomføre fotosyntese. I nordlige farvann oppholder de seg som regel ned til omtrent 15-20 m dyp. I tropiske klima kan de befinne seg på nærmere 150 m dyp (Throndsen, 2015). Dette nivået i vannet kalles for eufotisk sone, og er den sonen som har nok lys til at det kan drives fotosyntese i. Av planteplanktonet, er det kiselalgene som er dominerende. Det finnes rundt 10 000 forskjellige arter av kiselalgen, alle med hver sin tilpasning til miljøet de lever i (Throndsen, 2015). Kiselalger er bygd opp med et skall som har en bunn og et lokk. Dette skallet består av Kisel (SiO_2), og den er derfor avhengig av et miljø som gir den rikelig med silikat for å overleve. Det er også en teori at skallet er med på å gjøre fotosyntesen enklere for kiselalgene. Skallet fungerer som en linse for sollyset slik at sollyset blir konsentrert inn til klorofyllmolekylene (Feilberg, 2016).

For å vokse trenger planteplankton næringsalter, der i blant nitrat (NO_2), fosfat (P) og silisium (SiO_2). Dette får de fra havdypet og noe fra land. Ute på det åpne havet er de avhengige av at strømmene bringer næringssaltene opp fra de dypere vannmassene. I våre farvann kalles dette vinteromrøring og er en svært viktig prosess for økosystemet i fjorden. Naustvoll & Dahl (2002) forklarer det slik: "Vinteromrøringen er viktig ved at næringsalter som er i dypere liggende vannmasser blandes opp til overflatelaget". Under

blomstringen på våren, og i gjennom hele sommeren og vinteren vil planktonets avføring gjødsle vannet under den eufotiske sonen (Naustvoll & Dahl, 2002).

Vinteromrøringen forekommer på større dyp enn den eufotiske sonen, og bringer derfor med seg nærings saltene fra dypet opp til den eufotiske sonen der planteplanktonet holder til. I tillegg til dette vil elver og bekker bidra med noe nitrogen, silikat og fosfor som planteplanktonet trenger for å blomstre. Planteplankton har som regel oppblomstring på våren i mellom februar og mai som varer i omtrent to uker, men kan òg blomstre tidligere enn dette grunnet mange forskjellige faktorer. Ifølge Skreslet, Leinebø, Matthews, and Sakshaug (1976), så kan de faktorene være tilførsel av nærings salt, salinitet, turbiditet, lagdeling og beitetrykk fra dyreplankton. Av disse faktorene vil tidlig lagdeling være den største faktoren som spiller inn (Dale, 2017b). Skreslet *et al.* (1976) skriver også at vassdragsregulering er antatt å påvirke samtlige av disse faktorene. De skriver deretter at det i Trondheimsfjorden, grunnet sterk vannføring fra regulering før vårflommen, kan føre til at yngre stadier av raudåte (dyreplankton) vil bli "skylt" ut av fjorden, og at dette kan føre til en reduksjon av bestanden. Det er funnet indikasjoner på samme situasjon i Hardangerfjorden. De viser deretter at beitetrykk fra dyreplankton er den største faktoren for påvirkningen av vår oppblomstringen av planteplankton. Når raudåte da blir skylt ut, vil dette påvirke beitingen av planteplankton, og vi får endring i blomstringen (Skreslet *et al.*, 1976). For at planteplanktonet skal kunne utnytte seg maksimalt av nærings saltene og lyset om våren og sommeren, må lagdelingen i vannet og tilførselen av nærings salter være stabile (Solbakken *et al.*, 2012). Det vil si at brakkvannet i fjorden bør ligge som et lokk i det øvre sjiktet hvor planteplanktonet stiger opp for å blomstre.

2.5.3 Dyreplankton

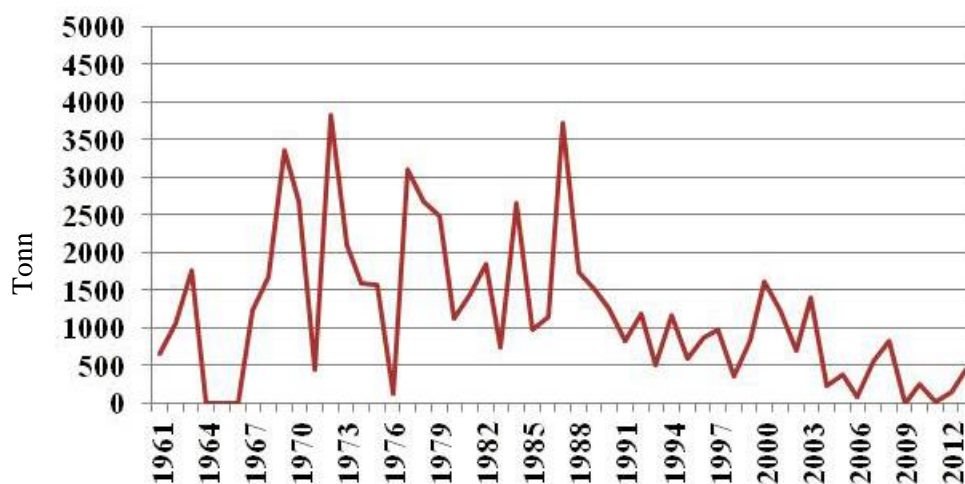
Alle vannlevende dyr som driver fritt i vannet kan kalles dyreplankton. Det er store forskjeller på dyreplanktonet, både i størrelse, utseende og funksjon. Det finnes flere forskjellige arter av dyreplankton, og de fleste av dem livnærer seg på encellede planteplankton, som kalkflagellater, kiselalger og fureflagellater. De beiter på planteplankton, og er havets sekundærprodusenter som gjør de til en svært viktig del av

økosystemet. Dyreplanktonet blir igjen spist av predatorer som sild og brisling. Dyreplankton beveger seg lite, spesielt i horisontal retning. Dette er mye fordi de ikke klarer å kjempe imot strømmene i vannet. De beveger seg mer i vertikal retning, ofte i samsvar med lysforholdene i vannet. På dagtid oppholder dyreplanktonet seg i dypet for å unngå å bli spist av større organismer. De velger å søke opp mot overflaten når det mørkner for å beite på planteplanktonet samtidig som de vil være mindre utsatt for predasjon av de større organismene (Jonsgård, 2015). Når dyreplanktonet kommer opp mot overflaten på 10-30 m dyp, begynner den å beite på planteplanktonet, som gjerne ligger i lagdelingen mellom hav- og ferskvannet (Dale, 2017a).

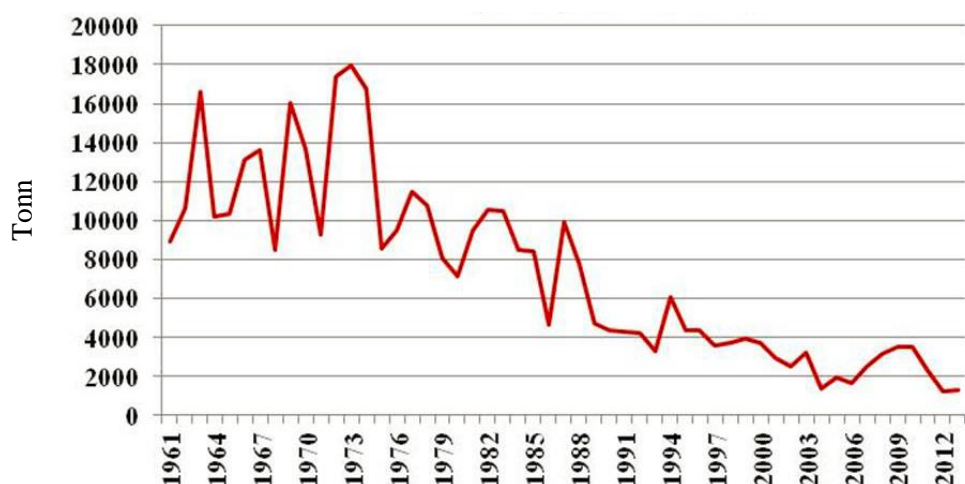
Dyreplankton kan deles inn i to hovedgrupper; holoplankton og meroplankton. Holoplankton, for eksempel raudåte, også kalt permanent plankton, er pelagisk gjennom hele sin livssyklus. Det vil si at de holder til ute i åpne vannmasser. Meroplankton er kun pelagisk i deler av livssyklusen sin. De voksne individene, for eksempel blåskjell, sjøstjerne eller rur, er som regel knyttet til bunnen, mens egg og larver er midlertidig planktoniske, og knyttet til nære kystområder (Jonsgård, 2015).

2.5.4 Fisk i Sognefjorden

Sild og brisling er begge alminnelige benfisker i sildefamilien. Brislingen er noe mindre enn silden og har en skarp kjøll under buken (Sild, 2016). Havforskningsinstituttet har undersøkt brisling- og sildebestanden langs hele kysten av Norge inkludert fjordene siden 1960-tallet og frem til 2017. Figur 2.6 viser at det i Sognefjorden har det vært skiftninger med tre års mellomrom fra 1960-tallet og frem til 1990-tallet, men med tydelig nedgang siden da. Det kan midlertidig ikke sees på som en unik hendelse for Sognefjorden da dette kan observeres flere steder langs Norskekysten (figur 2.7). Mengden landinger har sunket siden 1960-tallet med en betydelig endring på slutten av 80-tallet. Det kan se ut som om verdiene sank og steg med tre års mellomrom frem til 1988 hvor det sank til svært lave nivåer sett i motsetning til tidligere år.



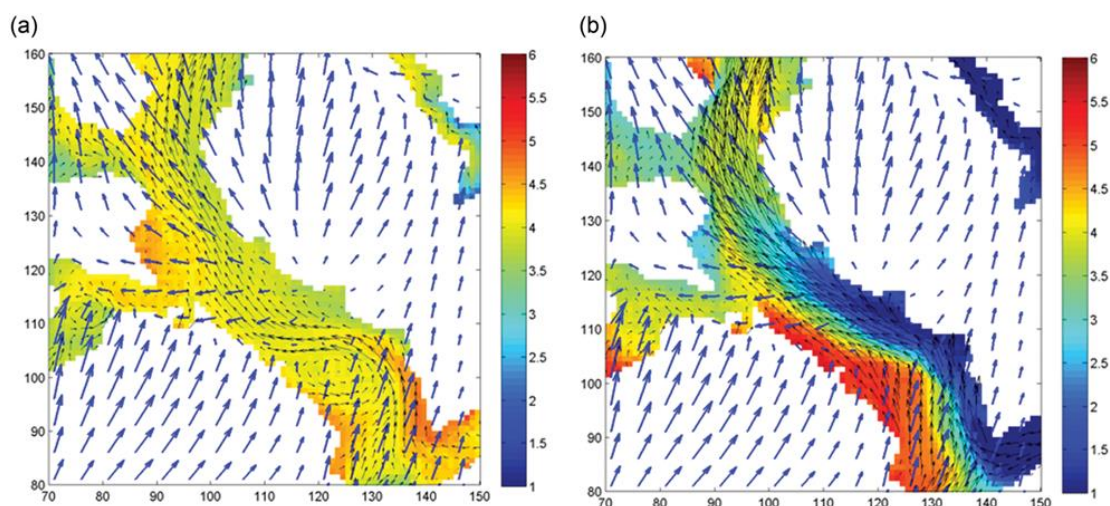
Figur 2.6: Grafisk fremstilling av landinger av kyst- og fjordbrisling i Sognefjorden 1961-2013 (Torstensen & Kvamme).



Figur 2.7: Grafisk fremstilling av de totale landinger av kyst- og fjordbrisling i Norge 1961-2013 (Torstensen & Kvamme).

Atlantehavstorsk ansees som den viktigste av torskfiskene i Norge. Det finnes to hovedformer for atlantehavstorsken; havtorsk(skrei) og kysttorsk. Skreien finnes i større bestander som beveger seg over lange distanser mellom gyte- og oppvekstområder. Kysttorsken blir noe mindre i størrelse og er i høyere grad stedbunden langs kysten (Torsk, 2014). Nyere forskning tyder på at begrepet kysttorsk er noe diffust og vi i realiteten har to undergrupper av torsk som befinner seg langs kysten. Disse består av en mer stasjonær "fjordtorsk" som forblir i fjorden gjennom hele livet, og en kysttorsk eller "banktorsk" som beveger seg noe mer rundt kystnære banker, men kommer gjerne tilbake til fjorden for å gyte (Havforskningsinstituttet, 2009a).

Myksvoll *et al.* (2014) presenterer hvilke effekter regulert vassdrag kan ha på fjordens dynamikk, og dens evne til å holde på torskeegg. Undersøkelsen er to-delt. Første tas det bare hensyn til ferskvannets naturlige kretsløp og avrenning. Den andre inkluderer alle regulerte vassdrag med utløp i fjorden. Den tok sted i fjordsystemet i Sør- og Nordfolda. Det kommer frem til at det er flere faktorer som spiller inn på hvorfor torskebestanden er lav i fjorder. Det kan forekomme av klimaforandringer, overfiske, predasjon, forandring i akvakulturen, tap av yngleplass og sist men ikke minst, regulering av vassdrag. Det kommer frem at ferskvannsutslippet i fjorden under vinteren og tidlig vår, forstyrrer den naturlige syklusen og øker transporten av fiskeegg ut av fjorden under gytingen. Resultatene viser sterkere utstrømning av overflatevann i hoveddelen av fjorden når dataene fra regulerte vassdrag er tatt med enn ved kun naturlig avrenning (figur 2.8). Mange ulike mekanismer spiller inn når det kommer til fjordens bevaringsevne av fiskeegg og det var observert store lokale forskjeller innad i fjordene. Torskeeggene vekt samt overflatevannets saltholdighet spiller inn på deres oppdrift og vertikale distribusjon i vannlagene. Det var tatt med ulike vektklasser av eggene som følge av dette. De letteste eggene som lå øverst i vannlaget hadde en større sjanse for utvasking med det utstrømmende overflatevannet, enn de tyngre som lå dypere (Myksvoll *et al.*, 2014)



Figur 2.8 Figurene viser overflatetemperatur(fargeskala), utstrømning(sorter piler), og vind(blå piler) ved naturlig avrenning(a) og regulerte elver(b) i Sørfolda 4.Mars 2009 (Myksvoll, Sandvik, Asplin, & Sundby, 2014).

Det ble konkludert med at endringer i sesongmessig avrenning av ferskvann grunnet regulerte vassdrag, ikke kan benektes som en effekt som bidrar til den observerte nedgangen i subpopulasjoner hos kyst- og fjordtorsk (Myksvoll *et al.*, 2014).

Ødven (2012) gjennomførte en spørreundersøkelse av 18 lokale fiskere som er bosatt ut gjennom hele Sognefjorden. Resultatet av undersøkelsen viste at de 17 mest observerte fiskeartene hadde en reduksjon i antall observasjoner fra 1945 til 2009, med den største nedgangen fra 1975. Det kommer frem i bacheloroppgaven at den største nedgangen startet etter utbyggingen av de store vannkraftanleggene i indre Sognefjorden på 1960- og 1970-tallet. Oppgaven omtaler også flere avisartikler fra lokale aviser i Sogn og Fjordane, hvor lokale beboere beskriver nedgangen av fiskearter i de senere år.

Laks er en av de bestandene som har en reduksjon i undersøkelsen til Ødven (2012). Det kommer frem i rapporten "Til laks åt alle" av Havforskningsinstituttet (Skaala, Holst, & Nilsen, 2001), at laksen er utsatt for lakselus i blant annet Sognefjorden. Forekomst av lakselus er påvirket av ulike hydrografiske forhold, der saltinnhold er en av dem. De peker mot en tydelig forverring de deler av sesongene saltinnholdet er høyt. Dette forekommer gjerne om sommeren. Laksen trives best i mindre saltholdige vannforekomster, i motsetning til lakselusen (Skaala *et al.*, 2001).

2.5.5 Makroalger (Tang og tare)

Makroalger er flercellede alger som finnes i strandsonen og i grunne vannområder. De forekommer i brakk- og saltvann, og deles inn etter farge som enten brun (tang og tare)-, rød-, eller grønnalger (Thronsdén, 2015). Tang og tare brukes vanligvis som en fellesbetegnelse på de store fastsittende algene. Tang er arter knyttet til fjæresonen, og taren vokser dypere (Rueness, 2015). Innerst i fjorden vil mangfoldet av makroalger være lavt grunnet stor variasjon i saltholdighet i løpet av året. Vanlige former for tare er her kaurtang, blæretang og grisatang. Lenger ut i fjorden vil man finne sukker-, finger-, og stortare (Dale, 2017a).

2.5.6 Trådalger og sukkertare

Trådalger er trådformede ettårige rød- og brunalger. Begrepet trådalger er brukt i vid forstand. Den inkluderer fin- og grovfor-grenete, rørformete og læraktige alger (Moy, Christie, Alve, & Steen, 2008). De røde pigmentene i rødalgene gjør det mulig å utnytte

den røde delen av lysspekteret som trenger lengst ned i vannlagene, dette gjør at man finner disse algene helt fra fjærekanten til så dypt lyset når (Havforskningsinstituttet, 2009b). Rødalgene dominerer på Sørlandet, og brunalgene på Vestlandet (NIVA, 2015). Trådalgene vokser hurtig og gjerne på eksisterende tarevegetasjon, som skaper konkurranse for taren. Det er kjent at en bunn hvor ettårige trådalger har overtatt for flerårige makroalger, som tareskog, holder et mindre økologisk mangfold (NIVA, 2017). Når de ettårige algene dør vinterstid blir bunnen stående igjen som en ødemark, og næringsgrunnlag og skjulesteder for fisk, krabber og andre marine organismer forsvinner. Ved sin bortgang bidrar algene til nedslamming ettersom gjenværende rester blir liggende igjen som et tynt lag på bunnen (Moy *et al.*, 2008).

Sukkertare er en av Norges vanligste tarearter og danner større skoger langs kysten. Tidligere observasjoner fra Sør- og Vestlandet viser til at det har skjedd en årlig oppblomstring av trådalger i sommerhalvåret, som igjen har hatt en signifikant innvirkning på lokal sukkertare. Disse observasjonene viste at sukkertaren hadde forsvunnet fra så mye som 40 % av aktuelle områder på Vestlandet, og opptil 80 % i Skagerrak. Det var en årlig variasjon i denne situasjonen (NIVA, 2015).

Norsk Institutt for vannforskning (NIVA) gjennomførte sensommeren 2016 en undersøkelse hvor de så på tilstanden til makroalgesamfunn i Sognefjorden. Dataene ble hentet inn fra seks stasjoner i Sognefjorden, samt to i Ryfylke. Hensikten med undersøkelsen var å få en grundigere dokumentasjon på tidligere observasjoner av økende mengde trådalgevekst på bekostning av tarevegetasjon i fjorden. Alle stasjoner med unntak av én, viste tegn til kraftig overgroing på både bunn og tare. Unntaket var stasjonen som lå helt ytterst i Sognefjorden. Denne er mer eksponert for bølger, og som følge av dette har trådalgene vanskeligere for å feste seg (NIVA, 2016).

2.5.7 Undersøkelser i Sognefjorden

Det finnes generelt få vitenskapelige undersøkelser på fjordøkologi i sammenheng med vannkraftutbygging i Sognefjorden. De fleste undersøkelsene er fra 1980-tallet og senere tid. Det er av den grunn lite data og sammenlignbare med. Opedal, Aksnes, Rosland, and Fiksen (2013) legger frem at mange beboere langs fjorden er urolige for miljøtilstanden i

Sognefjorden. Det blir også nevnt at Havforskningsinstituttet har gjort en relativt liten innsats i fjorden. Sognefjorden er den lengste og dypeste i Norge, og er et åpent økosystem. En overvåkning av tilstandsvariabler vil være både tidkrevende, kostbart og utfordrende. Opedal *et al.* (2013) viser også til hvordan enkelte fjordarmers miljø er et resultat av vannkraftutbygging, fiske og ulike utslipp. På den andre siden kommer det frem at det er større prosesser enn ferskvannstilførsel som skifter ut de store vannmassene. Inn- og utskifting fra havet drar med seg blant annet næringsalter og mikroorganismer fra kystvann og Atlanterhavet. Dette er en svært viktig prosess for samtlige fjorder på Vestlandet.

2.6 Forvaltning av fjorden

Lovverket som omhandler fjorder og ulike forvaltningsansvar er så komplekst at denne oppgaven fokuserer på et utvalg sentrale lover og forskrifter, der av Vannforskriften (2006) og Havressurslova (2009), samt informasjonssiden Vannsidene.no. Regional plan for vassforvaltning for Sogn og Fjordane vassregion (Høringsutgave) har laget en oversikt over forvaltningsansvaret over påvirkningene i vannforekomster, som har blitt modifisert i tabell 2.1.

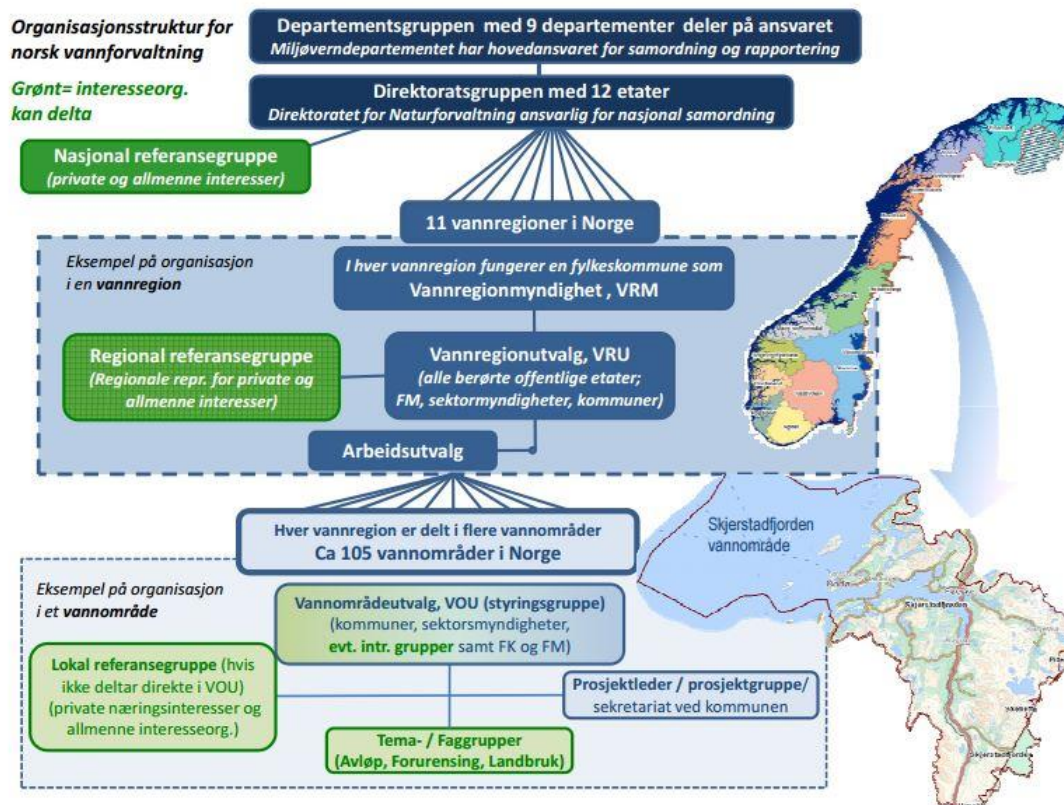
Tabell 2.1 Reguleringsplan for vassforvaltning Sogn og Fjordane vassregion presenterer i rapporten 2016 – 2021 en oversikt over ulike forvalteres ansvarsområder (Sogn og Fjordane vassregion, 2015).

Forvalter	Ansvarsområde	Forhold
Kystverket	Miljøgifter Havner og moloer	Forurensning
NVE	Vasskraftregulering Endring av elveløp Uttak av drikkevann Vandringshinder	Fysiske forhold
Miljødirektoratet	Ferskvann Miljøgifter Fremmede arter	Biologiske forhold og forurensning

Fiskeridirektoratet	Sjø Fremmede arter Rømt oppdrettsfisk	Biologiske forhold
Mattilsynet	Oppdrettsnæring Lakselus Andre sykdommer	Biologiske forhold
Klima- og Miljødepartementet	Sur nedbør	Forurensning
Kommunen	Avløp/Landbruk Næringsstoffer Miljøgifter Havner og moloer	Forurensning

Tabell 2.1 presenterer de ulike organenes forvaltningsområde. Denne oversikten viser for eksempel at NVE har ansvar for vannkraftregulering, og Kystverket er ansvarlig for miljøgifter. Tabellen viser en oversiktlig struktur, men likevel er det en del uklarhet også. Noen av ansvarsområdene som "miljøgifter" er fordelt mellom kommunen, Miljødirektoratet og Kystverket. Dette kan skape en uklarhet i dens hovedansvarlige. Fjorden blir heller ikke nevnt i tabellen, i motsetning til ferskvann, havner og moloer.

Informasjonsportalen Vannsiden.no presenterer i figur 2.9 organisasjonsstrukturen for norsk vannforvaltning. Den viser hvordan departementsgruppen med ni departementer deler på hovedansvaret. Miljøverndepartementet har hovedansvar for samordning og rapportering. Under departementene er det 12 etater fra direktoratgruppen, som forvalter 11 vannregioner.



Figur 2.9: Organisasjonskart for norsk vannforvaltning. Oppbygningen bygger blant annet på restriksjoner fra EUs vannrammedirektiv (Vannsidene).

2.6.1 EUs vannrammedirektiv og den norske vannforskrift

Gjennom EUs vannrammedirektiv har Norge også fått et felles rammeverk for god forvaltning av vannforekomster. Direktivet trådte i kraft i 2000, og Norge er pliktig gjennom EØS-avtalen. Formålet er, som på lik linje med Havressurslova, å sikre en god eller svært god økologisk og kjemisk tilstand innen 2021. Det gjelder alle elver, bekker, innsjøer, kystvann og grunnvann. Fjorden, eller kystlandskap som det også kan kalles, vil dermed falle inn under dette formålet. Myndighetene i Norge har utarbeidet den norske vannforskriften for å sikre gjennomføringen av vannrammedirektivet. Det er Klima- og Miljødepartementet som har det øverste ansvaret for å gjennomføre vannforskriften. Hver vannregion skal ha et eget vannregionutvalg, der fylkeskommunen er ansvarlig, og kommunene har et større lokalt ansvar (Naturvernforbundet) (Vannsidene) (Vannsidene).

2.6.2 Vannregioner i Norge

For å sikre arbeidet med å gjennomføre vannforskriftens oppgaver, er det opprettet vannregioner over hele landet, som figur 2.8 viser. I Norge er totalt 16 vannregioner, der fem av dem er felles vannregioner sammen med Sverige og Finland. Flere av regionene deler seg over flere fylker, og det er ingen som følger fylkesgrensene slavisk.

Sognefjorden er likevel heldekket av Sogn- og Fjordane vassregion. Hver vannregion består igjen av flere vannområder, og totalt er det ca. 105 vannområdet i Norge.

Sognefjorden er delt inn i vannområdene Ytre Sogn og Indre Sogn. Hensikten med å ha vannregioner er å sikre en nærmere forvaltning av fjorden (Vannportalen).

Fjorden blir definert i Vannforskriften (2006, §3-a) som vannforekomst. Fjordens egenskaper gjør også at den kan defineres i Vannforskriften (2006, §3-e,f) som brakkvann og kystvann (tabell 2.2).

Tabell 2.2 Vannforskriften (2006, §3, a-f), Forskrift om rammer for vannforvaltningen (definisjoner).

a) *Vannforekomst: En avgrenset og betydelig mengde av overflatevann, som for eksempel innsjø, magasin, elv, bekk, kanal, fjord eller kyststrekning, eller deler av disse, eller en avgrenset mengde grunnvann innenfor en eller flere akviferer.*

e) *Brakkvann: Vann i nærheten av elvemunninger der ferskvann og saltholdig sjøvann blandes slik at vannet blir noe saltholdig, men for øvrig bærer vesentlig preg av ferskvannstilførselen.*

f) *Kystvann: Saltvann fra en nautisk mil utenfor grunnlinjen og inntil land eller ytre grense for brakkvann, likevel ut til den ytre grensen for territorialfarvannet med hensyn til kjemisk tilstand.*

2.6.3 Ressursene i fjorden

“Dei viltlevande marine ressursane ligg til fellesskapet i Noreg” jf. §2 Retten til ressursene i Havressurslova. Loven fremmer et allment eierskap av ressursene vi finner tilgjengelig i all marin tilknytning, så langt det ikke er privateid. Denne nærheten til havet gir også rett til å høste av det. Dette utgjør også en stor del av den norske velstanden vi kjenner til i dag. Siden fjorden kan defineres som “kystlandskap” etter vannforskriften vil den falle inn under Havressurslova (2008). I Havressurslova (2008, § 7) forvaltningsprinsipp og grunnleggende omsyn, presenteres forvaltningsprinsipp som skal vektlegges. Nærings- og Fiskeridepartementet skal selv vurderer hvilke tiltak som er nødvendige for å sikre en bærekraftig forvaltning.

Som omtalt i punkt 2.8.2 består fjorden av vannmasser med varierende saltinnhold, og dette kan skape forvirringer i henhold til dens forvaltning. Ferskvann for eksempel, er ofte eid av en grunneier. Fjorden derimot, med dens mangfold av saltholdighet, har ikke et eierskap på samme måte, men hører til fellesskapet. Når det ikke er en bestemt eier eller noen som har et bestemt forvaltningsansvar, kan ansvarsplikten bli litt glemt. Det er Miljødirektoratet som er forvaltningsansvarlig for ferskvannsføremøter i Norge, og Fiskeridirektorater som er for sjø/hav (tabell 2.1).

2.6.4 Norges vassdrags- og energidirektorat

I 1804 ble NVEs forløper, «Kanaldireksjonen», opprettet. Det som vi i dag kjenner som NVE ble dannet i 1921 under navnet; «Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen» (NVE, 2016). Allerede i landskapslovene, som ble nedskrevet på 1000-tallet, finner man regler om allmenne og private rettigheter og interesser i vassdragene i Norge. Gulatingsloven, som var landskapsloven for Vestlandet, inneholder forbud om å lede vann bort fra vassdrag og stenge for ferdsel og lakseoppgang (Faugli, 2012). Stortinget vedtok i 1906 en «panikklov» på bakgrunn av en artikkel skrevet i Verdens Gang i mars 1906. Artikkelen omhandler nordmenn med mye makt og penger som ønsket å kjøpe opp all tilgjengelig norsk kraft med utenlandsk valuta. «Panikkloven» gikk ut på at utenlandske statsborgere eller aksjeselskaper ikke fikk lov til å erverve seg eiendomsrett eller bruksrett til vannfall

uten konsesjon av kongen. Den ble utvidet med tilleggslover i 1909, i form av krav om konsesjonssøknader, med modifikasjoner også gjelder i dag (NVE, 2006). I 1917 kom det to lover som vi kjenner i dag som vannfallskonsesjonsloven og vassdragsreguleringsloven. Det er gjort noen viktige modifikasjoner siden da, men de brukes fremdeles den dag i dag. Begge lovene støttet en konsesjonstid på maksimalt 60 år. Etter at konsesjonstiden var utløpt skulle all eiendom og vannfall tilegnes staten. Likevel skulle en del av anleggenes verdi, stort sett ikke mer enn en tredjedel, tilfalle kommunene. Dette ble kalt hjemfall (NVE, 2006). NVE er i dag ansvarlig for å behandle konsesjonssøknader for utbygging av vannkraft, men har også en Natur- og Landskapsavdeling som skal ta seg av miljøspørsmål ved utbyggingene. Dette setter derfor NVE i en posisjon hvor de både fungerer som frelser og bøddel for vannkraftnæringen i Norge (Hveding, 1992).

2.6.5 Vilårsrevisjon

Med den nye loven i 1909 ble kraftverkene gitt konsesjoner som varte i mange år, men uten mulighet for en revisjon av vilkårene. Dette har i senere tid blitt gjort noe med, og det er nå flere kraftverk som skal inn til vilårsrevisjon hvor hovedformålet vil være å «iverksette miljøforbedrende tiltak for å bøte på skader og ulemper av miljømessig karakter som ikke ble vurdert på konsesjonstidspunktet, eller hvor forholdene har utviklet seg annerledes enn man forutsatte da konsesjonen ble gitt» (E-CO). NVE publiserte en utredning i 2013 angående vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022 (Sørensen *et al.*, 2013). Utredningen er en nasjonal gjennomgang av omtrent 395 vannkraftkonsesjoner. Av disse er det 18 stykk fra Sogn og Fjordane, hvor 10 er tilknyttet Sognefjorden. Alle disse kan revideres innen 2022. Vikvassdraget, Aurlandsvassdraget, Jostedal og Lølandselvi er av høy prioritering. Formålet med revisjonen er å sikre bedre miljøforhold i de regulerte vassdragene som er aktuelle. Det er ulik fordeling av prioritering av vannkraftanleggene. Det er ulike hensyn som er vektlagt, men fisk og natur er noen av de mest sentrale. Hovedformålet med hele prosjektet er å utarbeide en oversikt over hvilke vassdrag der “de samfunnsmessige gevinstene av mulige miljøforbedringer antas å overstige de samfunnsmessige kostnadene i form av redusert fornybar og regulerbar kraftproduksjon” (Sørensen *et al.*, 2013).

Samme rapport skriver også om hvordan vannkraftproduksjon påvirker de fysiske forholdene i vassdragene. Dette kan resultere i endringer i blant annet isforhold og temperatur. Disse endringene kan medføre en negativ effekt for fisk og andre ferskvannsrelaterte arter. Det kommer frem at 50 bestander av anadrom fisk har gått tapt eller er truet på landsbasis. Dette skal være som følge av vassdragsutbygging. Det finnes i dag noen avbøtende tiltak for å sikre levedyktige forhold for arter i og ved regulerte vassdrag som minstevannføring og magasinrestriksjoner. Dette medfører gjerne et krafttap hos de enkeltes kraftselskap (Sørensen *et al.*, 2013).

2.6.7 Miljøkostnader

På tross av at vannkraft blir sett på som en miljøvennlig energikilde, vil det forekomme miljøkostnader. Når kraftselskaper eksternaliserer miljøkostnadene sine, vil det si at skattebetalere blir belastet for selskapene sine påvirkninger på miljøet. Ved å internalisere miljøkostnadene i selskapene, vil de selv måtte stå for miljøkostnadene. Hvis det settes krav til selskapene om internalisering av miljøkostnadene, kan dette føre til en mer bærekraftig utvikling hos selskapene. Slik kan de bidra til at vi får et mer bærekraftig samfunn i fremtiden. Slik situasjonen er i dag, blir kun deler av miljøkostnadene belastet selskapene som påvirker miljøet (Rasmussen, 2008). Dette foregår ved bruk av klimakvoter som selskapene betaler inn til staten. Denne dekker sjeldent alle miljøkostnadene, og resterende blir derfor belastet samfunnet (Rasmussen & Heldal, 2008).

3 Metode og materiale

Vi har i denne oppgaven kartlagt avrenningsmønsteret til elver og vassdrag med magasinkraftanlegg i Ytre Sognefjorden, samt satt sammen våre data med Grøttå *et al.* (2016a) sin tilsvarende kartlegging av Indre Sognefjorden. Dette for å presentere en fullstendig oversikt over avrenningsmønsteret til alle regulerte vassdrag langs Sognefjorden. Vannkraftverk som ikke har magasiner er ikke inkludert i oppgaven da de ikke kan demme opp vannet og forskyve avrenningsmønsteret. Det er to unntak, Strandos kraftverk i Lølandselvi og Hugla i Vik vassdraget. Disse ligger i tilknytning til magasinkraftverk som gjenbraker vannet deres.

3.1 Teori

Her har vi først lagt frem en generell introduksjon til Sognefjorden med kart over aktuelle vannkraftverk og deres nedbørsfelt. Deretter ble det gjort en vurdering på hvilke faktorer som har en innvirkning på fjorden og det ble hentet inn informasjon om disse fra ulike rapporter og andre publikasjoner. Vi har valgt å ta for oss direkte fysiske forhold som klima, fjordens oppbygning og overflatestrømmer (estuarin sirkulasjon) før biologiske faktorer som sildebestand, alger og plankton blir vurdert. Dette ettersom de fysiske forholdene legger grunnlaget for de biologiske. Vi har benyttet oss av en tradisjonell litteraturstudie hvor litteraturen har blitt innhentet fra bøker, rapporter, vitenskapelige artikler og personlige meddelelser fra Torbjørn Dale ved HVL. Det er med kritiske blikk vi har sett på kildene og kun tatt de i bruk etter å ha undersøkt deres validitet.

3.2 Kart

ArcGIS er benyttet for å produsere kart og for å hente ut informasjon. Det er blitt benyttet NVE sin nedlastingstjeneste for fagdata (NVE). Følgende fagdata er benyttet:

- Vannkraft: Vannkraftverk, vanninntak, vannvei, delfelt, vannkraftverk og magasin
- Nedbørsfelt: Vassdragsområde, REGINE-enhet
- Elv: Hovedelv, elvenett

De er blitt lastet ned som Shape-filer og importert i ArcGIS. Etter import i ArcGIS er det gjort utvalg av Shape-filene for å produsere frem de ulike kartene. Utvalget er også eksportert som en Excel-fil og det er disse dataene som ligger til i grunn i vedlegg 1.

3.2.1 NEVINA

Nedbørsfeltet til elver og vassdrag er generert ved bruk av NVEs kartprogram NEVINA (Nedbørsfelt- og VannføringsINdeksAnalyse). I NVEs beskrivelse av NEVINA står det: “Produktet er basert på automatiske rutiner og kan inneholde feil” (NVE, 2015a).

I NEVINA er det blitt generert Shape-filer som siden har blitt importert i ArcGIS. I kartene er Shape-filene benevnt som “Nedbørsfelt Elv”. Informasjonen om nedbørsfeltene er blitt eksportert fra ArcGIS til Excel-filer og ligger til grunn for «nedbørsfelt vassdrag» i vedlegg 1.

3.3 Vannføringsdata

Det ble foretatt datainnhenting for vassdragene i Ytre Sognefjorden med magasinkraftverk. For denne oppgaven ønsket vi å bruke tilsigsserier, driftsvannføring og overløp i tidsperioden 2010 – 2015. Vår oppgave bygger på oppgaven til Grøttå *et al.* (2016a) ang. avrenningsmønsteret i Indre Sognefjorden. I deres oppgave benytter de seg av ulike tidsperioder for de ulike vassdragene. Vi ønsket å bruke den samme tidsperioden, 2010-2015, for hele Sognefjorden, og har derfor modifisert og hentet inn ny data for Indre Sognefjorden.

For vassdragene i Ytre Sognefjorden er det foretatt følgende:

- Dyrneslielva: Det fins ikke tilsigsserier for hele nedbørsfeltet til Dyrnesli kraftverk. NVE har en målestasjon i Ullebølvi, men denne ligger ikke i forbindelse med magasinet til Dyrnesli Kraftverk. Dyrneslielva og Dyrnesli Kraftverk blir presentert i resultatet, men uten utregninger. Det blir også medregnet i resultatet under punkt «4.11 Vassdragsområde». Dyrnesli Kraftverk står for 0,19 % av den totale maksimale ytelse til de magasinkraftverkene med avrenning i Sognefjorden, og har derfor liten innvirkning.

- Høyangervassdraget: Data tilgjengeliggjort av Statkraft for de fire kraftverkene i vassdraget: Høyanger K5A, Høyanger K5B, Eiriksdal og Makkoren. Data fra 2010 – 2015.
- Lølandselva: Data tilgjengeliggjort av Sunnfjord Energi for Nedre Svultingen og Øvre Svultingen. Sunnfjord Energi hadde ikke tilgjengelig data fra 2010, og tidsperioden for kraftverkene er derfor 2011-2015.
- Vetlefjordelvi: Data tilgjengeliggjort av SFE for Mel Kraftverk. Data fra 2010 – 2015.
- Vikvassdraget: Data tilgjengeliggjort av Statkraft for de tre kraftverkene i vassdraget: Hove, Målset og Refsdal. Data fra 2010-2015.
- Høyanger sørsiden: Det er tatt utgangspunkt i vedlegg 18, med tilføyinger fra NVEs REGINE-enhet for Indre Oppedal.

For vassdragene i Indre Sognefjordene er det blitt gjort følgende endringer og modifiseringer:

- Aurlandsvassdraget: Det er hentet nye data for kraftverkene i vassdraget fra E-CO Energi. Tilsigsserier, driftsvannføring og overløp på månedlig basis i tidsperioden 2010-2015. Grøttå *et al.* (2016a) benyttet vannføringsdata fra før og etter utbygging. Vannføringsstasjonen de benyttet er lokalisert i munningen til magasinet Vassbygdvatn, som er det lavest liggende magasinet. Dette gir ikke et fullstendig bilde for dataene etter utbygging, da vannkraftanlegget Aurland 4 (Vangen) har inntakspunkt i Vassbygdvatn. Store deler vann fra magasinet blir fraktet utenom den aktuelle målestasjonen som Grøttå *et al.* (2016a) benyttet, og dirkete ut i Aurlandsfjorden.
- Dalsdalselvi: Det fins ikke tilsigsserier for Sage kraftverk. Kraftverket blir derfor utelatt fra resultatene, men medregnet i resultatet under «4.11 Vassdragsområde». Sage Kraftverk står for 0,26 % av den totale maksimale ytelsen til de magasinkraftverkene med avrenning i Sognefjorden, og har derfor liten innvirkning.

- Flåmvasstraget: I råfilen fra Grøttå *et al.* (2016a) var det tilgjengelig data for flere år, enn presentert i oppgaven. Det ble valgt ny tidsperiode før utbyggingen fra 1938-1943 og etter utbyggingen fra 2010-2015.
- Fortun: Benyttet samme data som Grøttå *et al.* (2016a). Resultatene blir repetert i denne oppgaven.
- Jostedøla: Grøttå *et al.* (2016a) fikk ikke tillatelse til å publisere data fra de magasin kraftverkene Leirdøla og Jostedal fra Statkraft. Årets oppgave har ikke fått noen restriksjoner for å publisere data fra nevnte kraftverk.
- Lærdalsvassdraget: Grøttå *et al.* (2016a) benyttet tidsperioden 2003-2015. Det er foretatt et utklipp fra denne tidsserien i tidsperioden 2010-2015. Rådataen er levert i mill. m³ og Grøttå *et al.* (2016a) regnet om det månedlige gjennomsnittet til m³/s. Denne oppgaven har regnet om hver enkelt måned for et mer nøyaktig resultat.
- Nysetelvi: Samme fremgangsmåte som Lærdalsvassdraget.
- Årøyvassdraget: Benyttet samme data som Grøttå *et al.* (2016a). Tidsperioden som blir benyttet er 2010-2014. Resultatene er repetert i denne oppgaven.
- Årdalsvassdraget: Samme fremgangsmåte som Flåmvasstraget.

3.4 Utrekninger

Følgende fremgangsmåte er benyttet for å finne gjennomsnittlig tilsig, driftsvannføring og overløp: I rådatafilene fra kraftverkene er det gitt daglige eller ukentlige målinger. De daglige målingene blir gjennomført til ett gitt klokkeslett, men tidspunkt varierer hos de ulike kraftverkene. De ukentlige målingene er gjennomsnittet av de daglige målingene i den gitte uken. Rådatafilene har blitt overført til en egenprodusert mal som også tar høyde for skuddår. I malen blir det månedlige gjennomsnittet regnet ut, og gjennomsnittet for en gitt måned i tidsperioden 2010-2015. Gjennomsnittlig vannføring er den gjennomsnittlige driftsvannføringen og det gjennomsnittlige overløpet for en gitt periode, addert. For å finne endringen i vannføring er formel 1 benyttet. Hvor a = vannføring og b = tilsig. Alle utregninger er gjort i Microsoft Excel, og videre presentert i grafer og tabeller under «4.x.2 Tilsig og driftsvannføring».

Formel 1

$$\frac{a - b}{b} * 100 =$$

a = vannføring

b = tilsig

For å regne ut forskyvningspotensialet (tabell 4.33) er det benyttet følgende formler:

Formel 2: Omgjøring fra m³/s til km³/år

x * 0,031556926 (konverteringsverdi)

x = gjennomsnitt vannføring

Formel 3: Forflytningspotensial

$$\frac{\text{Magasinkapasitet (km}^3\text{)}}{\text{Gjennomsnitt vannføring (km}^3\text{)}} * 365 \text{ (Dager)}$$

3.5 Nedbørsdata

I figur 4.26 er det benyttet rådata fra meteorologisk institutt, via e-klima.no. For figur 4.26 er det hentet inn nedbørsdata fra tre stasjoner i indre sogn. Alle de tre stasjonene har vært i drift siden 1938. Det er funnet månedlige gjennomsnitt for månedene i tidsrommet 1938-1943 og 2010-2015. Siden er det funnet differanse endringen mellom de to tidsperioden ved bruk av formel 1. Der a = månedlig gjennomsnitt i 2010 – 2015, og b = månedlig gjennomsnitt 1938 – 1943.

3.6 Definisjoner

I oppgaven er det brukt ulike begreper. I tabell 3.1 er begrep som blir benyttet spesielt for oppgaven. I tabell 3.2 er det generelle definisjoner med kilder.

Tabell 3.1: Definisjoner for ord som blir benyttet spesielt i denne oppgaven,

Begrep	Definisjon
Bakkeinntak	Et inntakspunkt i en elv
Vassdrag	Blir brukt som en områdebeskrivelse og fellesbetegnelse i denne oppgaven for alle vassdrag og elver innenfor et område.

Vannføring (i tabell og graf)	I tabell og graf for beregninger for tilsig, driftsvannføring og overløp blir vannføring brukt som fellesbetegnelse på driftsvannføring og overløp addert.
--------------------------------------	--

Tabell 3.2: Generelle definisjoner

Begrep	Definisjon
Allemannsretten	Allemannsretten er betegnelsen på rettigheter alle har til å benytte naturen, uavhengig av hvem som eier grunnen (Reusch, 2007).
Anadrom fisk	Ferskvannsfisk som er født i ferskvann/elver og vandrer til havet på næringsøk. Eksempler er laks, røye, ørret, stingsild og havniøye (Vøllestad, 2015).
ArcGIS	Geografisk informasjonssystem. System for forvaltning, presentasjon og analyse av stedfestet digital informasjon i form av databaserte kart (Miljøstatus).
Avrenning	Vann som renner fra et nedbørsfeltene, via vassdrag eller elver, og ut i havet (Knut A. Rosvold, 2011).
Driftsvannføring	Vannføring som går igjennom kraftverket. Driftsvannføring kan måles i tilløp før kraftverket, i elveløpskanal/elv umiddelbart etter kraftverket, eller indirekte ved hjelp av omregning fra produsert effekt eller andre metoder. Det kreves en nøyaktighet på +/- 2,5% av målingene (Grøttå <i>et al.</i> , 2016a).
Eksternalisere miljøkostnader	Kalles ofte for "eksternaliteter". Det omhandler kostnader som ikke inkorporeres i selskapenes egne kostnader, og som dermed overføres til fellesskapet og til andre selskaper (Fisher, Sandanger, & Gaarder, 2013)
Elvekraftverk	Vannkraftverk i elv hvor vannføringen bare i ubetydelig grad reguleres ved hjelp av magasin i tilslutning til stasjonen (Knut A. Rosvold, 2014).
Energiressurs	Energiressurs, materiale eller naturfenomen som kan omdannes til nyttige energiformer, som varme, elektrisitet og mekanisk energi. (Hofstad, 2016a).
Eufotisk sone	I havområder med særlig lite partikler, f.eks. Middelhavet og Sargassohavet, omfatter den eufotiske sonen ca. 100 m, men i fjorder med mye partikler utgjør den ofte bare de øverste 10–15 m (Eufotisk, 2009).
Fallhøyde	Den loddrette avstanden mellom vannivået i inntak og avløp for et vannkraftverk (Knut A. Rosvold, 2016a).
Glasifluvial	Former, prosesser og materialer tilknyttet breelver (Bryhni, 2015).
Havvann	Vann med saltholdighet på rundt 35‰ (Sælen, 2014).
Homogen	Ensartet, motsatt av heterogen (Homogen, 2009).
Inntakspunkt	Det punktet vannet blir tatt inn i en vannvei/dam for overføring til et annet nedbørsfelt, magasin eller vannkraftverk (NVE, 2015b).

Internalisere miljøkostnader	Kostnader som blir ført inn i regnskapet til bedriftene som står for forurensningen. Eksempel kan være miljøavgifter (Eriksen, 2013).
Katadrom fisk	Gyter i saltvann og vandrer eller transporteres til ferskvann hvor de lever mesteparten av livet sitt. Eksempler er ål og skrubbeflyndre, disse kan også vokse opp uten ferskvannsstadie (Katadrom, 2011).
Kystvann	Saltvann fra en nautisk mil utenfor grunnlinjen og inntil land eller ytre grense for brakkevann (F. Moy, 2011).
Magasin	Vannlager for vannkraftverk. Dannes ved at naturlige vann eller elvestrekninger bli oppdemmet (Knut A. Rosvold, 2016b).
Magasinkraftverk	Vannkraftverk med regulerbar vanntilførsel fra et magasin (Knut A. Rosvold, 2013).
Magasin kapasitet	Den totale mengden vann, målt i kubikkmeter (m^3 , eller mill. m^3), som det er plass til i et reguleringsmagasin mellom høyeste- (HRV) og laveste regulerte vannstand (LRV) (Knut A. Rosvold, 2015b)
Maksimal ytelse	Maksimal ytelse, den ytelse (effekt) et kraftverk eller aggregat kan gi i et bestemt tidsrom uten at anlegget overbelastes og påføres skader (Hofstad, 2013).
Nedbørsfelt	Et område med felles avrenning til et punkt (NVE, 2015b).
Normalperiode	30-års perioder som benyttes for å beregne normaler av meteorologiske data. Dagens normalperiode er 1961-1990 (Meteorologisk institutt, 2010).
Overløp	Den andelen som blir sluppet fra ett magasin. Dette kan være grunnet reguleringer for minstevannføring eller maks volum av magasin (NVE, 2015b).
Primærenergi	«Primærenergi forekommer ofte i en form som ikke kan utnyttes direkte. Ved fordeling av primærenergi til elektrisitet vil for eksempel en del av den primære energi gå tapt, avhengig av virkningsgraden i fordelingsprosessen» (Knut A. Rosvold, 2016c).
Pyknoklint	Vannet over og under et sprangsjiktet som har ulik tetthet (Garrison, 2005).
Ratifikasjon	En stat forplikter seg til å følge og blir part til en folkerettslig avtale. Avtalen er forpliktende og om den blir brutt ansees staten skyldig i konvensjonsbrudd (Blaker Strand, 2013).
Sekundærenergi	Energibærer som er omdannet fra primærenergi til å bli en energivare. Eksempler på sekundære energibærere er elektrisk energi, raffinerte brensler (for eksempel bensin, diesel) og syntetiske brensler som hydrogen. Felles for disse er at de ikke finnes i naturen, men må produseres på kunstig vis (Hofstad, 2016b).
Shape-fil	Geospatial vektor som brukes i GIS programvarer (Nousutile, 2016).
Sprangsjikt	Lagdelt vannmasse (Sprangsjikt, 2011).

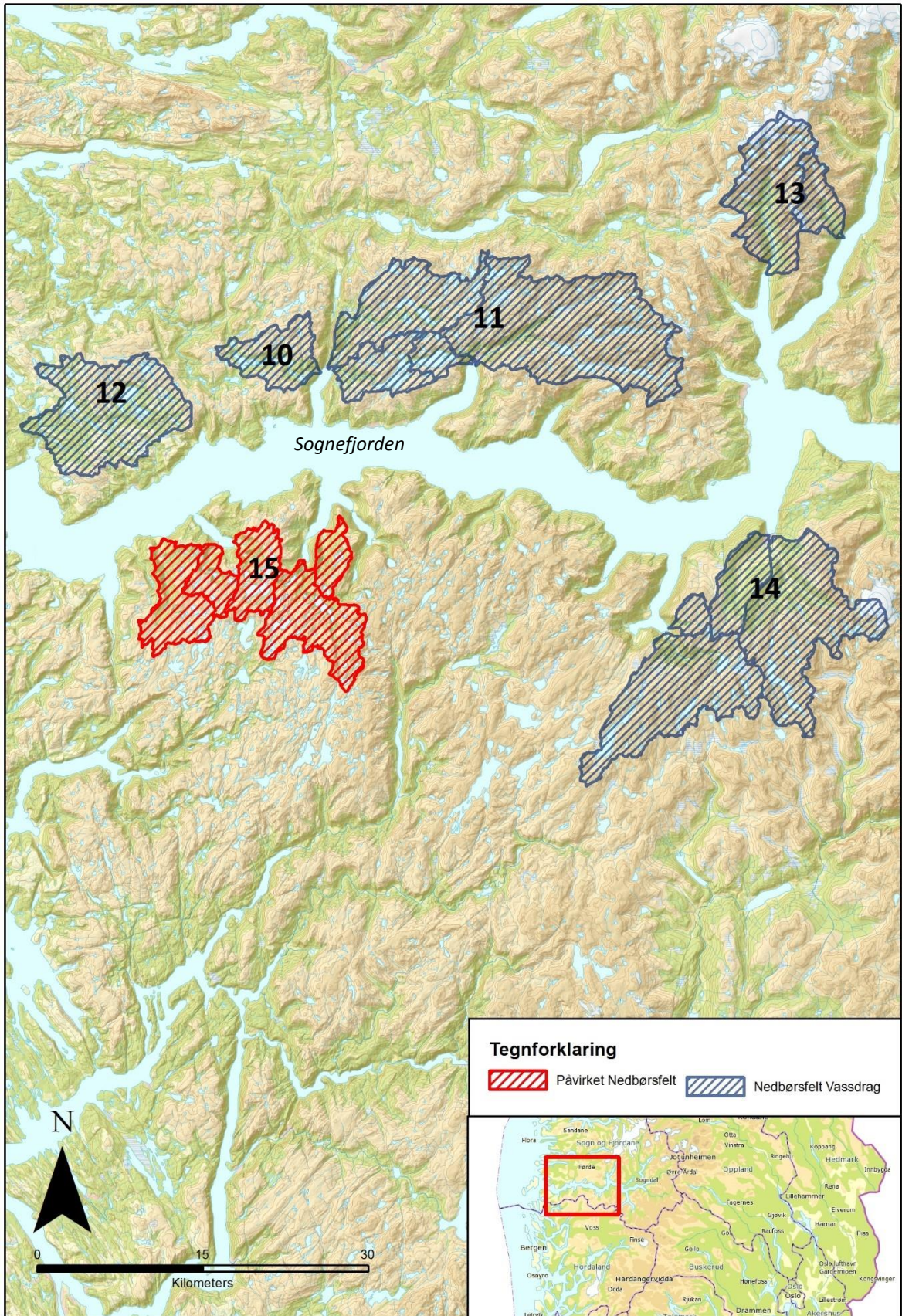
Terskel	En terskel av fjell som gjør at fjorden er grunn ved innløpet og dypere i indre deler. Skapt under istiden av breer. Samme som en vanlig terskel (Terskefjord, 2016).
Tilsig	Den mengden vann som samlet renner til et vassdrags totale nedbørsfelt i løpet av et år. Oppgis vanligvis i mill. m ³ (Knut A. Rosvold, 2015c).
Tilsigsserie:	En dataserie som beskriver tilsiget til er felt ut fra data for avløp (driftsvannføring, overløp), magasinendringer og evt. Overføringer til eller fra feltet. Vanligvis uttrykt i m ³ /s (NVE, 2015b).
Type kraftverk (i tabell)	K = Vannkraftverk større eller lik 10 MW PK = Vannkraftverk med pumpeturbiner KS = Vannkraftverk større eller lik 1 MW og under 10 MW KM= Vannkraftverk mindre enn 1MW (NVE, 2015b)
Utløpspunkt	Det punktet hvor vannet blir frigitt (NVE, 2015b).
Vannføring	Det vannvolum som per tidsenhet passerer et tverrsnitt i et vassdrag eller strømmer gjennom f.eks. rørledning knyttet til et kraftverk. Oppgis ofte i m ³ (Knut A. Rosvold, 2015d).
Vannkraftverk nr.	unik løpenummer på nedbørfelt i NVEs database som drenerer til en innsjø som er regulert til ulike formål (NVE, 2015b).
Vassdragsnummer	Vassdragsområder ifølge NVEs REGINE – REGIster over Nedbørfelt (NVE, 2015b).
Vannvei	Forløp som følger objektets sentral del (NVE, 2015b).

4 Resultat

I denne bacheloroppgaven er det gjort utregninger for fem regulerte vassdrag med i Ytre Sognefjorden, samt modifisering og ny datainnhenting for kraftverk i Indre Sognefjorden. Alle de nevnte kraftverkene har avrenning i Sognefjorden. Det er også sett på nedbørsfelt som tidligere hadde naturlig avrenning til fjorden, men som i dag er påvirket av magasinkraftverk med avrenning til Masfjorden, Hordaland. Figur 4.1 viser oversikt over alle regulerte vassdrag og elver i Ytre Sognefjorden, med nummererings forklaring i tabell 4.1. Områdene består av vassdrag, elver eller både elver og vassdrag. I tabellene blir alle områdene betegnet som vassdrag. Visst det ikke er nevnt andre kilder under beskrivelsen av vassdragene, kraftverkene og de tekniske dataene, er kildene de egenproduserte karten med overliggende Shape-filer fra NVE.

Tabell 4.1: Oversikt over regulerte vassdrag i Ytre Sognefjorden. Nummereringen kan leses av i figur 4.1.

Nr. i figur 4.1	Vassdrag	Antall vannkraftverk per vassdrag
10	Dyrnesielva	1
11	Høyangervassdraget	4
12	Lølandselva	3
13	Vetlefjordelvi	1
14	Vikvassdraget	4
15	Høyanger sørside	2
	Totalt:	15



Figur 4.1: Oversikt over nedbørsfeltet til regulerte i vassdragene i Ytre Sognefjorden. Område nr. 15 er påvirket av kraftverkene som renner ut i Matrefjorden, Hordaland. Nummereringen forklarer hva området heter, og finnes i tabell 4.1. Området mellom 15 og 14 er også utbygd av vannkraftverk, men har naturlig avrenning til Masfjorden og Mofjorden i Hordaland.

4.1 Dyrneslielva

Dyrneslielva ligger i Høyanger kommune. Elven har sin opprinnelse fra flere små fjellvann. Den renner i en østlig retning før den renner ut i Vadheimsfjorden, som er en sidearm av Sognefjorden (Askheim, 2011b). Den har et nedbørsfelt på 36,65 km², og strekker seg 11,95 km (tabell 4.2).

Tabell 4.2: informasjon om Dyrneslielva (vedlegg 1).

Elvenavn	Vassdragsnummer	Elvelengde	Nedbørsfelt	Kommune
Dyrneslielva	080.22A2	11,95 km	36,65 km ²	Høyanger

4.1.1 Beskrivelse av vannkraftverk og tekniske data

I Dyrneslielva er det ett kraftverk. Dyrnesli kraftverk ble etablert i 1907 av AS Vadheim Elektrochemiske Fabriker for å produsere strøm til den allerede etablerte natriumfabrikken i Vadheim. I statsråd 31.03.2017 fikk Vadheim Kraftverk AS tillatelse til å overta fallrettighetene av Dyrnesli Kraftverk. Vadheim Kraftverk AS er datterselskap av Sognekraft AS (Statsministerens kontor, 2017). Dyrnesli kraftverk består av et magasin, Rørvikvatn, med en kapasitet på 7,4 mill. m³, og to bakkeinntak (figur 4.2). Kraftverket utnytter fallhøyden mellom vannet Tjørna og kraftstasjonen på 317 m. Dyrnesli kraftverk har direkte utløpspunkt i Sognefjorden (tabell 4.3).

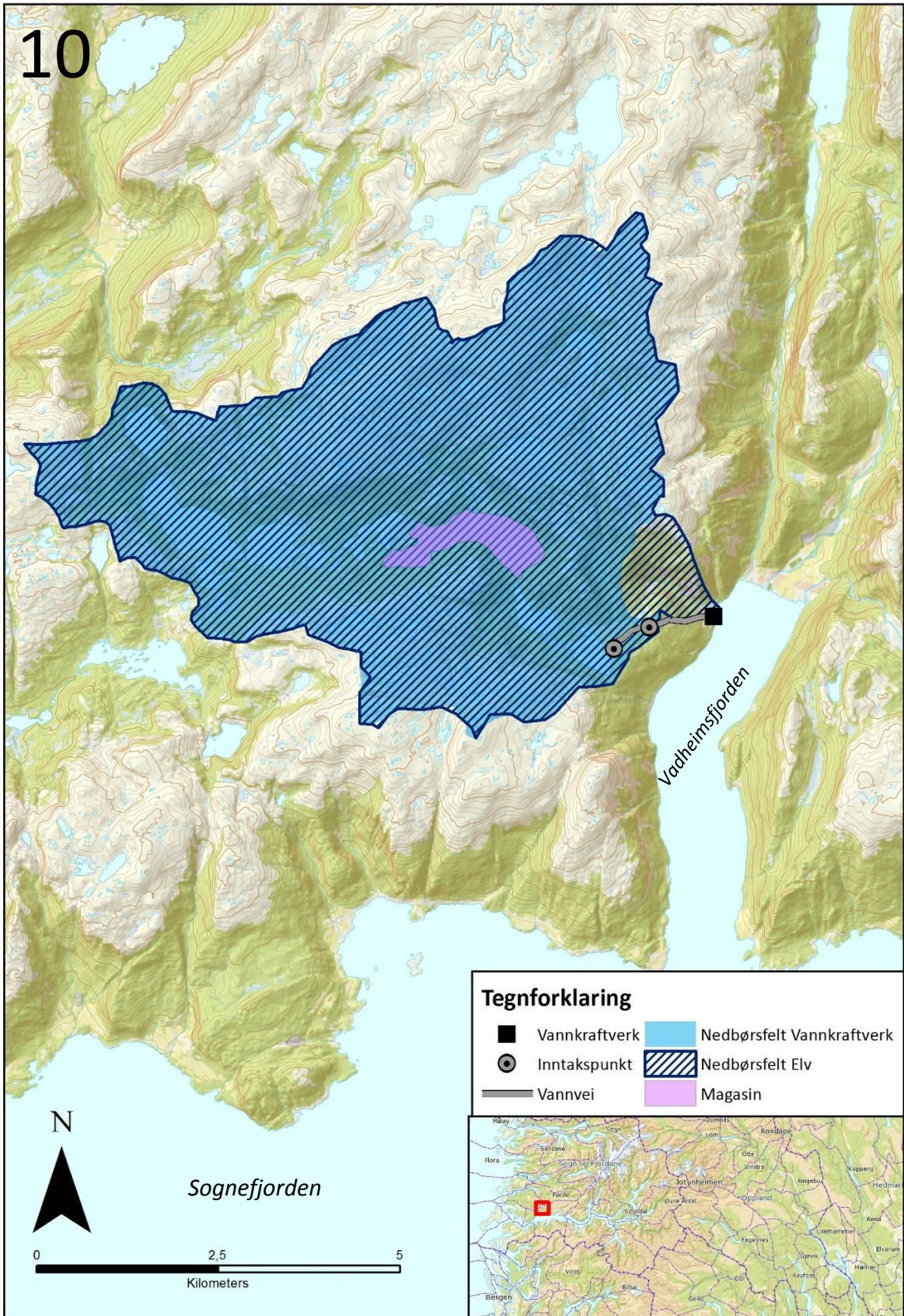
Tabell 4.3: Informasjon om Dyrnesli kraftverk (vedlegg 1).

Navn	Vannkraftverk nr.	Eier	Type	Driftsstart	Fallhøyde	Maks ytelse	Magasin kapasitet
Dyrnesli	66	Vadheim Kraft AS	KS	1911	317 m	6,5 MW	7,4 mill. m ³
Totalt:						6,5 MW	7,4 mill. m³

Dyrneslielva sitt nedbørsfelt er sterkt påvirket av vannkraftverket da hele 96 % ligger innenfor nedbørsfeltet til vannkraftverket (tabell 4.4).

Tabell 4.4: Nedbørsfelt Dyrneslielva og Dyrnesli kraftverk (vedlegg 1).

Vassdrag	Nedbørsfelt vassdrag	Nedbørsfelt kraftverk	Påvirket andel
Dyrneslielva	36,65 km ²	35,3 km ²	96 %



Figur 4.2: Nedbørsfelt for Dyrneslielva og Dyrnesli Kraftverk. Illustrer hvor Dyrnesli Kraftverk er lokalisert, dens inntakspunkt, vannveier og magasin. Nummer 10 i figur 4.1.

4.2 Høyangervassdraget

Området består av de tre elver, Hovlandselva, Kråkelva og Øyreelva, og vassdraget Høyangervassdraget. Alle elvene og vassdraget ligger i Høyanger kommune.

Hovlandselva er lokalisert nord-vest i området (figur 4.3), og har sin opprinnelse fra flere fjellvann ved foten av Holtsnipa. Den renner i en vestlig retning og ender i Vadheimsfjorden. Hovlandselva har et nedbørsfelt på 71,08 km² og strekker seg 24,96 km (tabell 4.5).

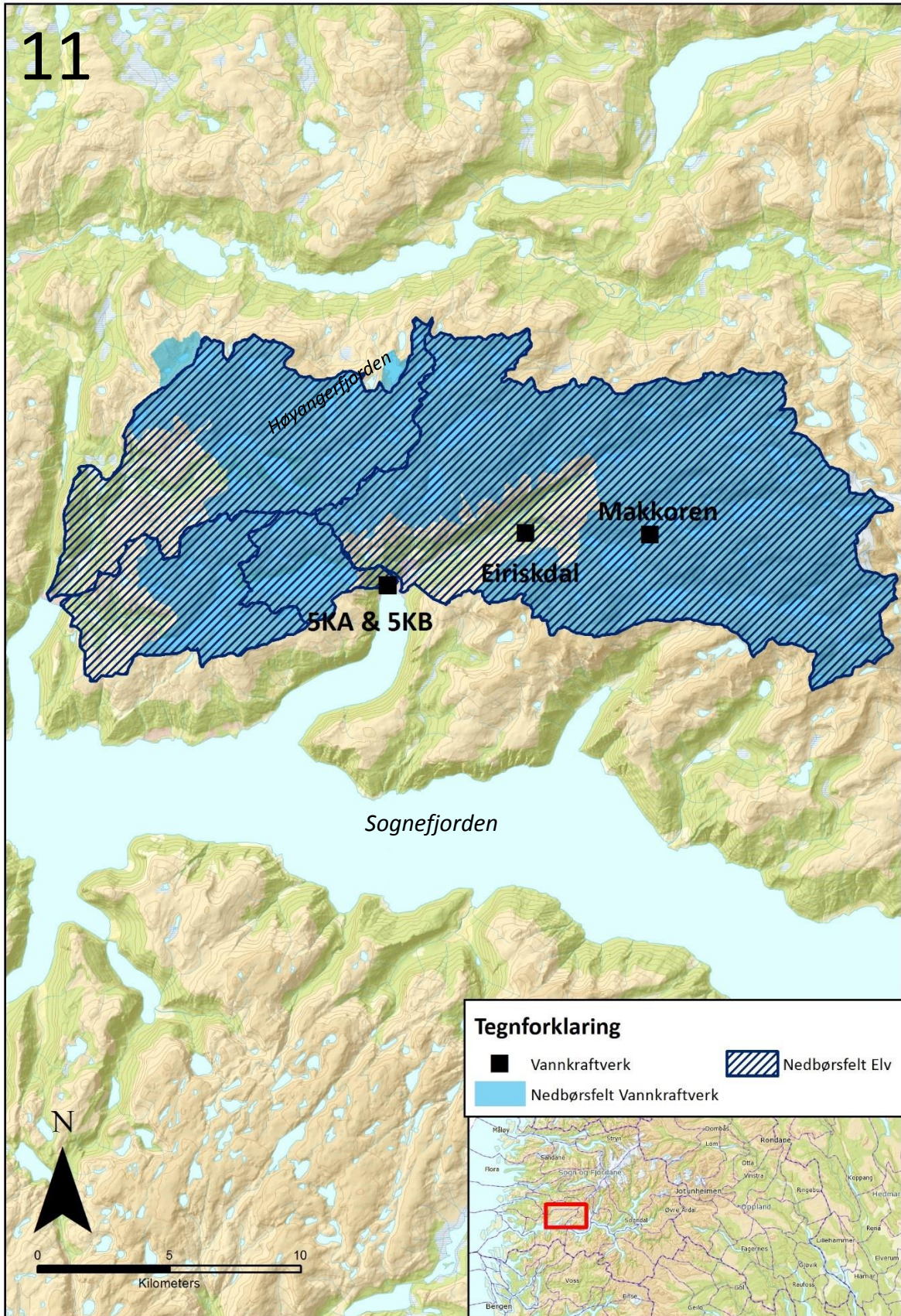
Kråkelva er lokalisert sør-vest i området (figur 4.3), og har sin opprinnelse i Hammarsvatnet. Den renner i en vestlig retning og ender i Vadheimsfjorden. Kråkelva har et nedbørsfelt på 32,18 km² og strekker seg 14,78 km.

Øyreelva er lokalisert mellom Kråkelva og Høyangervassdraget (figur 4.3), og har sin opprinnelse i Bergsvatn. Den renner i en østlig retning og ender i Høyangerfjorden, som er en sidearm til Sognefjorden. Øyreelva har et nedbørsfelt på 32,18 km² og strekker seg 5,77 km (tabell 4.5).

Høyangervassdraget er lokalisert øst i området (figur 4.3), og har sin opprinnelse fra flere fjellvann ved foten av Bjørnenipa. Den renner i en vestlig retning og ender i Høyangerfjorden. Høyangervassdraget har et nedbørsfelt på 171,94 km² og strekker seg 18,86 km (tabell 4.5). Heretter vil de tre elvene og Høyangervassdraget bli omtalt som Høyangervassdraget.

Tabell 4.5: Informasjon om Høyangervassdraget (vedlegg 1)

Elvenavn	Vassdragsnummer	Elvelengde (km)	Nedbørsfelt (km ²)	Kommune
Hovlandselva	080.1A0	24,96	71,08	Høyanger
Høyangervassdraget	079.A0	18,86	171,94	Høyanger
Kråkelva	080.11A	14,78	32,18	Høyanger
Øyreelva	079.7A	5,77	13,89	Høyanger



Figur 4.3: Nedbørsfelt for Hovlandselva, Høyangervassdraget, Kråkeelva, Øyreelva, og kraftverkene; Høyanger K5A og K5B, Eiriskdal og Makkoren. Illustrer hvor kraftverkene er lokalisert. Nummer 11 i figur 4.1.

4.2.1 Beskrivelse av vannkraftverk og tekniske data

I Høyangervassdraget er det fire vannkraftverk (tabell 4.6). Utbyggingen av kraftverkene i Høyanger startet på 1910-tallet for å forsyne aluminiumsverket i Høyanger med energi. De ble bygget av A/S Høyangsfaldene og Norsk Aluminiums CO (NACO), som med tiden først ble fusjonert med Årdal og Sunndal Verk, og siden Norsk Hydro. I 1998 overtok Statkraft vannkraftverkene (Knut A. Rosvold, 2015a). Kraftverkene har en total maks ytelse på 193,4 MW og består av 20 magasiner med en total kapasitet 253,9 mill. m³ (tabell 4.6).

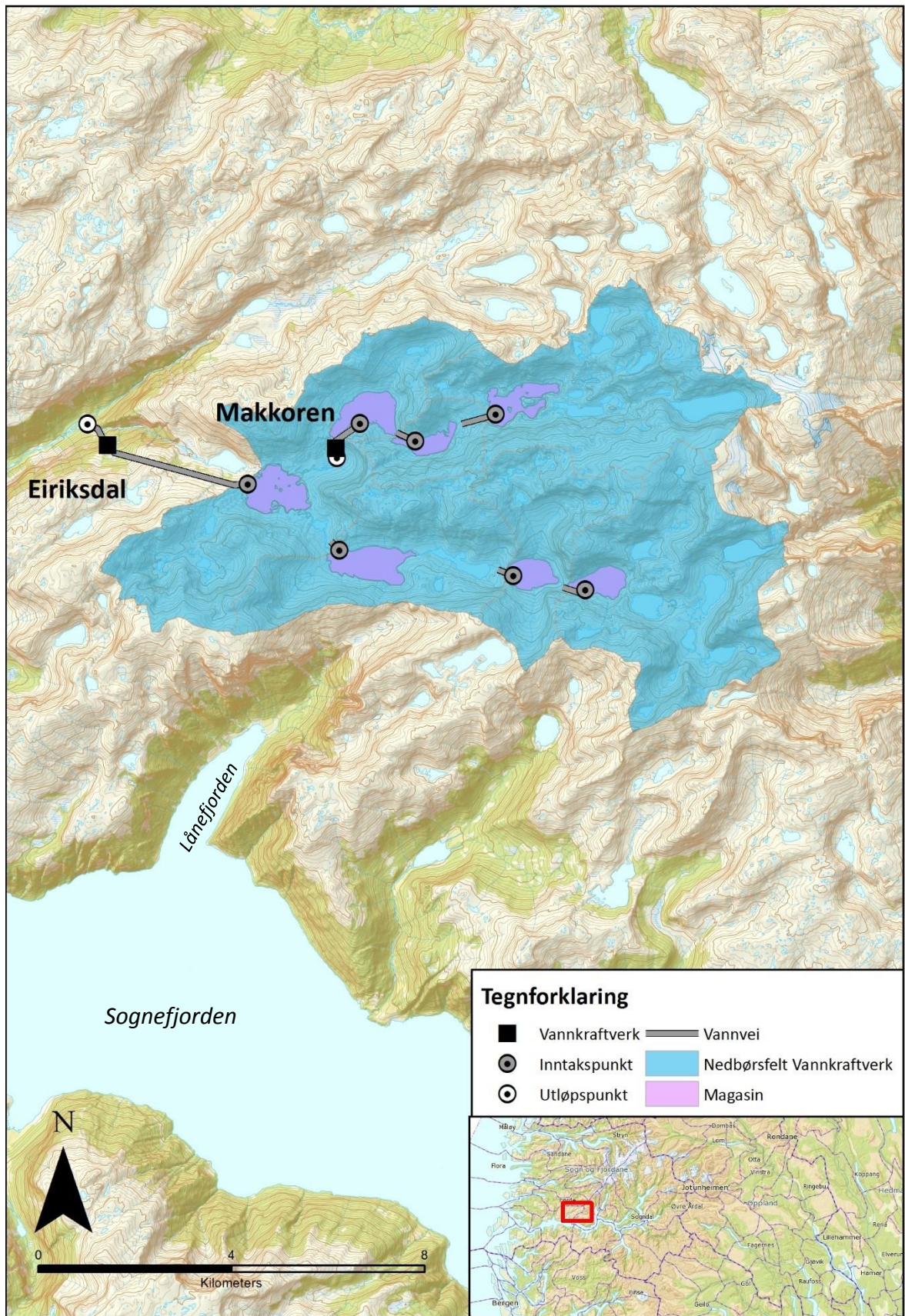
Tabell 4.6: Informasjon om kraftverkene i Høyangervassdraget (vedlegg 1).

Navn	Vannkraftverk nr.	Eier	Type	Driftsstart	Fallhøyde	Maks ytelse	Magasin kapasitet
Eiriksdal	1739	Statkraft Energi AS	K	2013	570 m	80 MW	37,6 mill. m ³
Høyanger K5A	175	Statkraft Energi AS	K	1965	574 m	93 MW	165,9 mill. m ³
Høyanger K5B	176	Statkraft Energi AS	K	1978	729 m	16,4 MW	25,6 mill. m ³
Makkoren	1714	Statkraft Energi AS	KS	2012	93 m	4 MW	24,8 mill. m ³
Totalt:						193,4 MW	253,9 mill. m³

4.2.1.1 Makkoren og Eiriksdal

Makkoren kraftverk ble satt i drift i 2012, og tok over for Høyanger K4 (Rosvold, 2015). Kraftverket består av tre magasiner (figur 4.4). Det høyest liggende magasinet, Øvre Gruvlebotnvatn, fører vannet videre til Nedre Gruvlebotnvatn og ender i Norddalsvatn. Makkoren utnytter fallhøyden mellom Norddalsvatn og kraftstasjonen på 93 m (tabell 4.6). Kraftverket har utslippspunkt ovenfor magasinet, Høgsvatn. Høgsvatn tilhører Eiriksdal kraftverk, som gjenbraker vannet.

Eiriksdal Kraftverk stod klart i 2013 og tok over for Høyanger K2 og K3 (Knut A. Rosvold, 2015a). Eiriksdal består av fire magasiner (figur 4.4). Det høyest liggende magasinet, Hardbakkevan, fører vannet videre gjennom to magasiner og ender i Høgsvatn, hvor kraftverket utnytter en fallhøyde på 570 m (tabell 4.6). Kraftverket har utslippspunkt i Høyangervassdraget ved Ekrene, omlag 5 km fra munningen til elven.

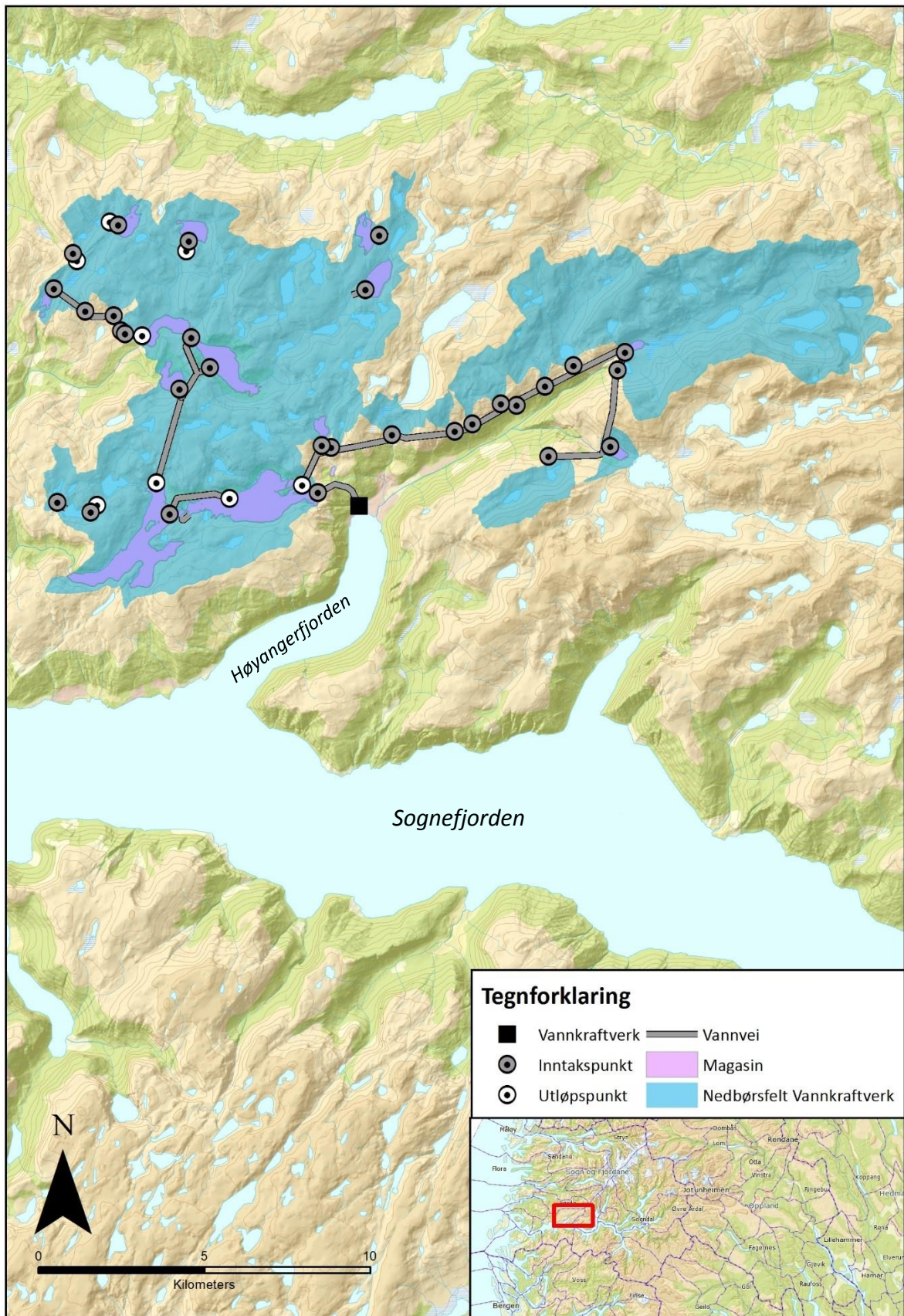


Figur 4.4: Viser hvor Eiriksdal og Makkoren er lokalisert, deres samlede nedbørsfelt, inntakspunkt, utløpspunkt, vannveier og magasiner.

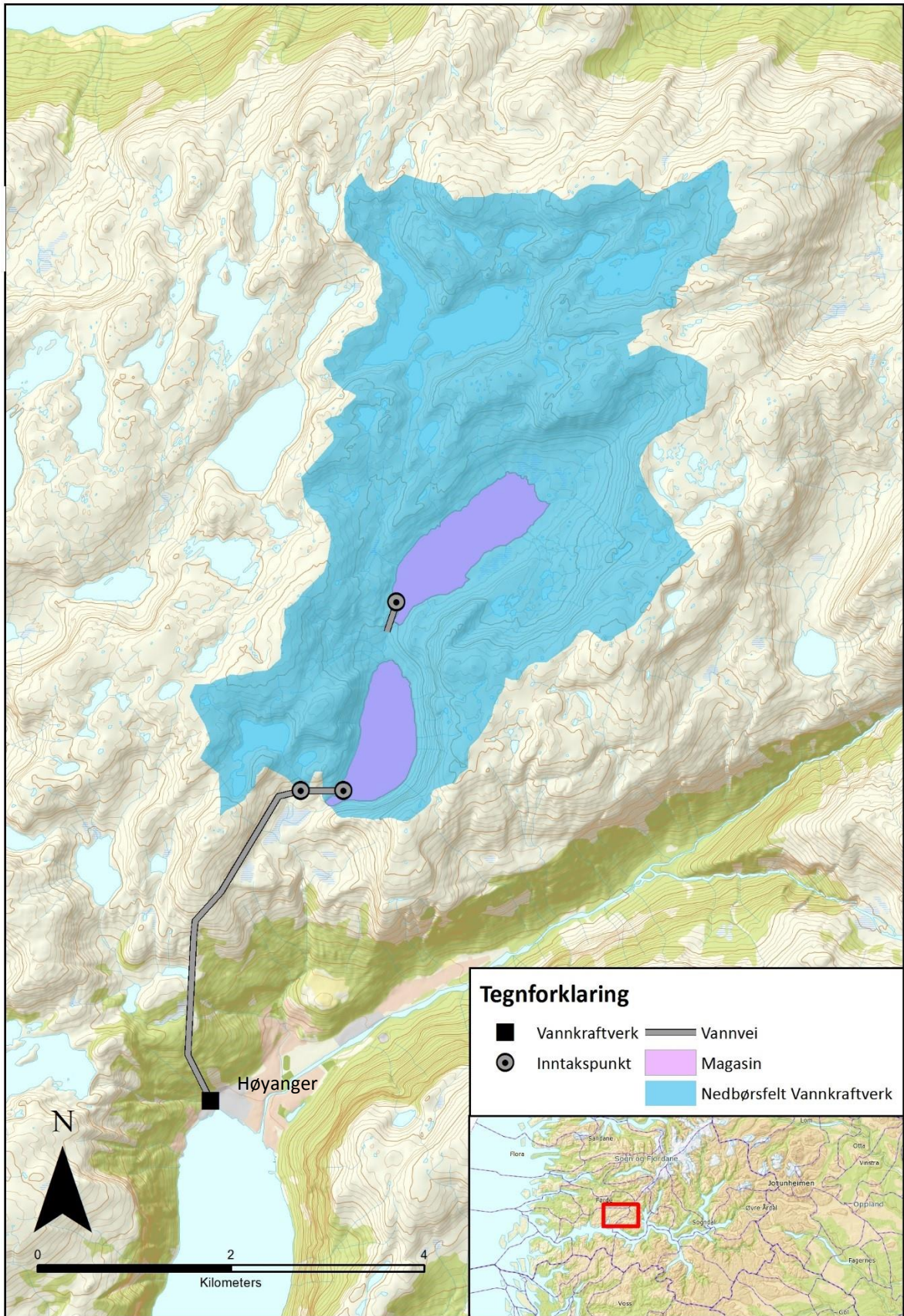
4.2.1.2 Høyanger K5A og K5B

Høyanger K5A er det største kraftverket i vassdraget og påvirker samtlige fire elver. Da kraftverket stod klart i 1965 erstattet det Høyanger K1A som stod ferdig 1918 (Knut A. Rosvold, 2015a). K5A har 13 magasin og 17 bakkeinntak (figur 4.5). Det transporterer vann fra hele området og frem til det store magasinet Bergsvatn. Her utnytter K5A fallet mellom magasinet og kraftstasjonen på 574 m. K5A har direkte utslipp i Høyangerfjorden (tabell 4.6).

Høyanger K5B har felles maskinsal med Høyanger K5A og felles utløp til Høyangerfjorden (Knut A. Rosvold, 2015a). K5B har to magasin og ett bakkinntak. Den utnyttet fallet mellom Nedre Breidsvatn og Sognefjorden. Den har en total fallhøyde på 729 m (figur 4.6).



Figur 4.5: Viser hvor Høyanger KSA er lokalisert, dens nedbørsfelt, inntakspunkt, utløpspunkt, vannveier og magasiner.



Figur 4.6: Viser hvor Høyanger KSB er lokalisert, dens nedbørsfelt, inntakspunkt, utløpspunkt, vannveier og magasiner.

4.2.2 Tilsig og driftsvannføring

Det månedlige gjennomsnittet for tidsperioden 2010-2015 viser at det er stor differanse i tilsiget til kraftverket og den totale vannføringen. Den største endringer er i januar og februar, med 276 % økning i januar. Det er en nedgang i mai, juni og juli med henholdsvis 47 %, 40 % og 16 % nedgang (tabell 4.7). Endringen i vannføringen følger den forventede kurven med mer utslipp om vinteren, og mindre om våren og sommeren (figur 4.7). Tabell 4.7 viser også at det er en nedgang i oktober med 24 %. Dette skyldes store nedbørsmengder i oktober 2011 og 2014 (vedlegg 5).

Tabell 4.7: Samlet gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Høyanger K5A, K5B og Eiriksdal (K2 før Eiriksdal åpnet). Overløp fra Roesvatn, Avlangevatn, Bergsvatn og Nedre Breidal.

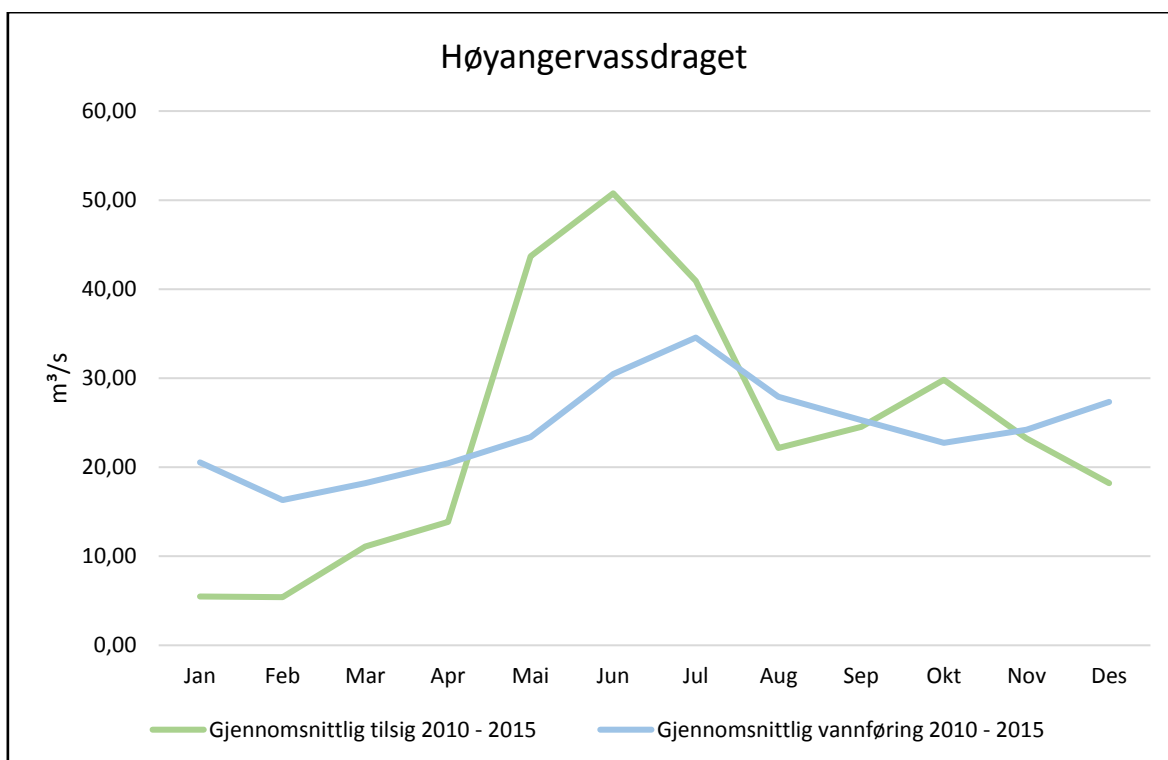
«Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.

Måned	Gjennomsnittlig tilsig 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig driftsvannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig overløp 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig vannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	5,47	20,47	0,08	20,55	276 %
Februar	5,41	16,23	0,08	16,31	202 %
Mars	11,10	16,27	1,93	18,20	64 %
April	13,87	20,06	0,39	20,45	47 %
Mai	43,70	22,84	0,53	23,37	-47 %
Juni	50,76	26,80	3,65	30,45	-40 %
Juli	40,91	26,49	8,07	34,56	-16 %
August	22,17	24,01	3,91	27,92	26 %
September	24,54	19,96	5,33	25,28	3 %
Oktober	29,83	19,19	3,55	22,73	-24 %
November	23,25	22,14	2,05	24,20	4 %
Desember	18,22	23,89	3,46	27,35	50 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	0,76	0,68	0,09	0,77	

Denne endringen beskriver de 79 % av nedbørsfeltet til Høyangervassdraget som er berørt av magasinkraftverkene (tabell 4.8). Den resterende delen av nedbørsfeltet har naturlig avrenning. Høyanger K5A har et nedbørsfelt på 3,26 km² som har naturlig avrenning til Vikdalsvannet, nord for Høyanger (figur 4.3). Denne andelen av nedbørsfeltet er ikke inkludert i tabell 4.8 og blir heller ikke inkludert i senere utregninger.

Tabell 4.8: Nedbørsfelt Høyangervassdraget. «Nedbørsfelt kraftverk» er det samlede nedbørsfeltet for Høyanger K5A, Høyanger K5B, Eiriksdal og Makkoren (vedlegg 1).

Vassdrag	Nedbørsfelt vassdrag	Nedbørsfelt kraftverk	Påvirket andel
Høyangervassdraget	289,09 km ²	227,34 km ²	79 %



Figur 4.7: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for kraftverkene: Høyanger K5A, K5B, Eiriksdal, i perioden 2010-2015.

4.3 Lølandselva

Lølandselva, også kjent som Bøfjordelva, ligger i Høyanger og Hyllestad kommune og strekker seg over 25,93 km og har et nedbørsfelt på 108,98 km² (Tabell 4.9). Den har sin opprinnelse fra Skjeldbreivatnet og renner østover gjennom flere ulike vann og ender i Bøfjorden, en sidearm av Sognefjorden (Askheim, 2011a).

Tabell 4.9: Informasjon om Lølandselva (vedlegg 1).

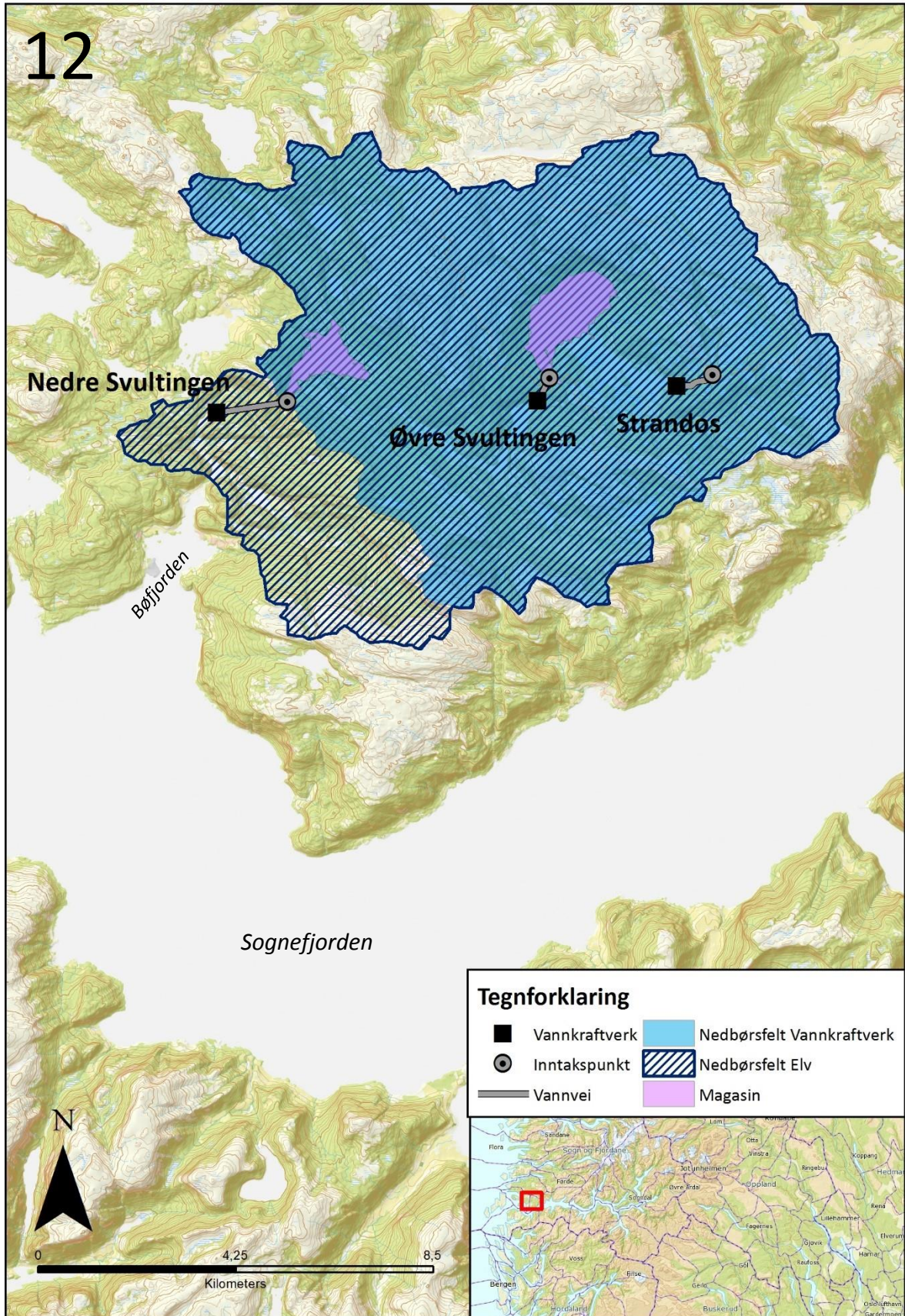
Elvenavn	Vassdragsnummer	Elvelengde	Nedbørsfelt	Kommune
Lølandselva	080.4A	25,93 km	108,98 km ²	Hyllestad

4.3.1 Beskrivelse av vannkraftverk og teknisk data

I Lølandselva er det tre kraftverk: Strandos, Øvre Svultingen og Nedre Svultingen. Strandos Kraftverk er et småkraftverk uten magasin, men vannet fra kraftverket renner ut i Nordstrandsvatnet, som er magasinet til Øvre Svultingen. Øvre Svultingen består av ett magasin og utnytter fallhøyden mellom Nordstrandsvatnet og kraftstasjonen på 103 m (tabell 4.10). Kraftverket har utslippspunkt i Lølandselva, som renner videre gjennom flere småvann før det ender i Espelandsvatn, magasinet til Nedre Svultingen. Nedre Svultingen utnytter fallhøyden mellom magasinet og kraftstasjonen 68 m. Kraftverket har utslippspunkt i Bøfjorden, en sidearm til Sognefjorden (figur 4.8).

Tabell 4.10: Informasjon om kraftverkene i Lølandselva (vedlegg 1).

Navn	Vannkraftverk nr.	Eier	Type	Driftsstart	Fallhøyde	Maks ytelse	Magasin kapasitet
Nedre Svultingen	299	Sunnfjord Energi AS	KS	1965	68 m	8,8 MW	10 mill. m ³
Strandos	1668	Strandos Kraft AS	KS	2012	205 m	1,93 MW	Ikke regulert
Øvre Svultingen	521	Sunnfjord Energi AS	KS	1941	103 m	6,45 MW	25,6 mill. m ³
Totalt:						17,18 MW	35,6 mill. m³



Figur 4.8: Nedbørsfelt for Lølandselva og kraftverkene: Nedre Svultingen, Øvre Svultingen og Strandø. Illustrer hvor kraftverkene er lokalisert, deres inntakspunkt, vannveier og magasin. Nummer 12 i figur 4.1.

4.3.2 Tilsig og driftsvannføring

Det månedlige gjennomsnittet for tidsperioden 2010-2015 viser at det ikke er så stor differanse i tilsiget til kraftverket og den totale vannføringen. Den største endringer er i januar og juni, med henholdsvis 47 % og 55 %. Det største nedgangen er i november med 24 % (tabell 4.11 og figur 4.9). Nedre Svultingen følger ikke den forventede kurven med stor økning i vintermånedene for så en reduksjon om sommeren. Vannet den har lagret etter overskuddet i april og mai, brukes om sommeren. Dette kan skyldes Nedre Svultingens lave magasinkapasitet (tabell 4.10).

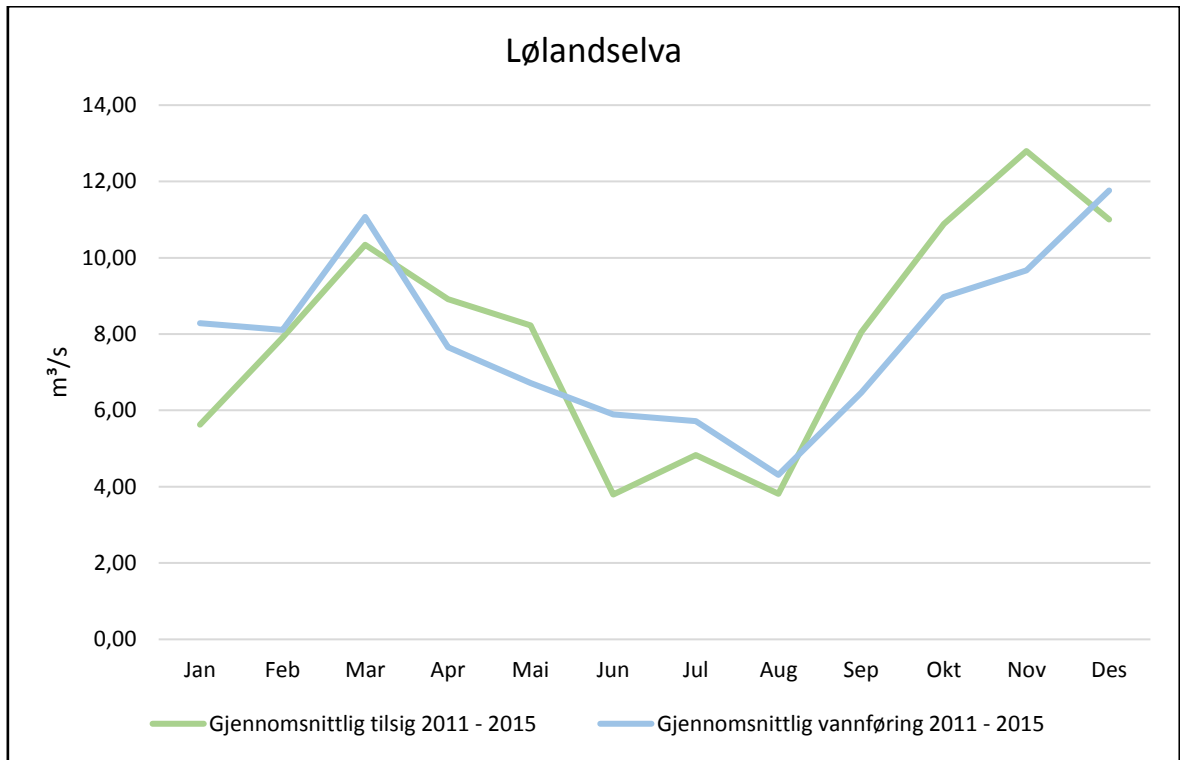
Tabell 4.11: Gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Nedre Svultingen. Overløp fra Espedalsvatn. Sunnfjord Energi hadde ikke tilgjengelig data fra 2010. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert

Måned	Gjennomsnittlig tilsig 2011 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig driftsvannføring 2011 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig overløp 2011 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig vannføring 2011 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	5,63	8,24	0,05	8,29	47 %
Februar	7,91	7,57	0,54	8,11	3 %
Mars	10,34	9,33	1,74	11,07	7 %
April	8,91	7,66	0,00	7,66	-14 %
Mai	8,23	6,56	0,15	6,72	-18 %
Juni	3,80	5,75	0,15	5,90	55 %
Juli	4,83	5,70	0,02	5,72	18 %
August	3,81	4,31	0,00	4,31	13 %
September	8,05	6,46	0,00	6,46	-20 %
Oktober	10,89	8,51	0,46	8,97	-18 %
November	12,80	9,38	0,29	9,67	-24 %
Desember	11,00	9,95	1,82	11,76	7 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	0,25	0,24	0,01	0,25	

Denne endringen beskriver de 82 % av det nedbørsfeltet til Lølandselva som er berørt av magasinkraftverkene. Den resterende delen av nedbørsfeltet har naturlig avrenning (tabell 4.12).

Tabell 4.12: Nedbørsfelt Lølandselva, kraftverkene: Nedre Svultingen, Øvre Svultingen og Strandos (vedlegg 1).

Vassdrag	Nedbørsfelt vassdrag	Nedbørsfelt kraftverk	Påvirket andel
Lølandselva	108,98 km ²	89,6 km ²	82 %



Figur 4.9: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for Nedre Svultingen i perioden 2011-2015

4.4. Vetlefjordelvi

Området består av to elver; Vetlefjordelvi og Jorddalselvi. Vetlefjordelvi er den østlige delen av feltet. Elvene ligger i Sogndal og Balestrand kommune. Vetlefjordelvi strekker seg 17,94 km fra foten ved Jostefonni. Den renner i sørlig retning gjennom Øvre- og Nedre Svartevassvaten før den ender i Vetlefjorden, som er en sidearm til Sognefjorden. Den har et totalt nedbørsfelt på 72,78 km². Jorddalselvi strekker seg 8,9 km fra magasinet Jorddalsvatnet. Den renner i en sørlig retning før den ender i Fjærlandsfjorden, som er en sidearm til Sognefjorden. Den har et totalt nedbørsfelt på 21,37 km² (tabell 4.13). Totalt er 32 % av nedbørsfeltet til Vetlefjordelvi og Jorddalselvi påvirket av vannkraftutbyggingen (tabell 4.16).

Tabell 4.13: Informasjon om Vetlefjordelvi og Jorddalselvi (vedlegg 1).

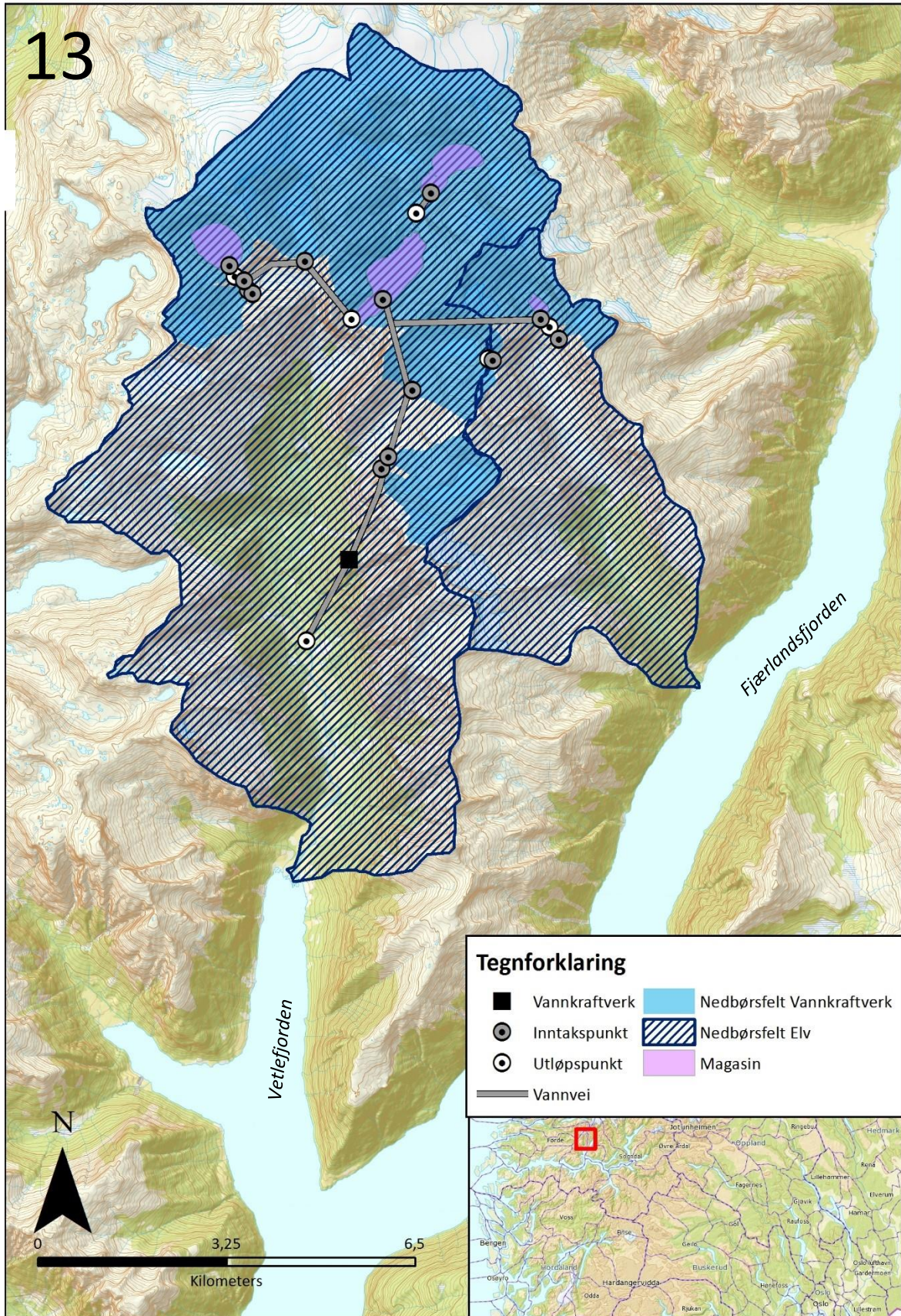
Elvenavn	Vassdragsnummer	Elvelengde	Nedbørsfelt	Kommune
Jorddalselvi	078.4A	8,9 km	21,37 km ²	Sogndal
Vetlefjordelvi	078.5A	17,94 km	72,78 km ²	Balestrand

4.4.1 Beskrivelse av vannkraftverk og tekniske data

I Vetlefjordelvi og Jorddalselvi er det ett kraftverk. Mel kraftverk ble bygget i 1989 av SFE produksjon AS og har en maks ytelse på 52 MW. Mel kraftverket består av fire magasiner og ni bakkeinntak. Vannet blir ført fra magasinene Skaddalsvatnet, Øvre Svartevassvatn, Jorddalsvatnet og seks bakkeinntak til magasinet Nedre Svartevassvatn. Kraftverket benytter fallhøyden på 810 m mellom Nedre Svartevassvatn og kraftstasjonen, samt at den har tre bakkeinntak mellom magasinet og kraftstasjonen. Mel kraftverk har utslippspunkt i Vetlefjordelvi (figur 4.10).

Tabell 4.14: Informasjon om kraftverk Vetlefjordelvi og Jorddalselvi (vedlegg 1).

Navn	Vannkraftverk nr.	Eier	Type	Driftsstart	Fallhøyde	Maks ytelse	Magasin kapasitet
Mel	549	SFE Produksjon AS	K	1989	810 m	52 MW	60, 3 mill. m ³
Totalt:						52 MW	60, 3 mill. m³



Figur 4.10: Nedbørsfelt for Vetlefjordelvi, Jorddalselvi og Mel Kraftverk. Illustrer hvor kraftverkene er lokalisert, deres inntakspunkt, vannveier og magasin. Nummer 13 i figur 4.1.

4.4.2 Tilsig og driftsvannføring

De månedlige gjennomsnittene for tidsperioden 2010-2015 viser at det er stor differanse i tilsiget til kraftverket og den totale vannføringen. Den største endringer er i januar, februar og mars, med hele 1 555 % økning i februar. Det er en nedgang i juni og juli med henholdsvis 21 % og 24 % (tabell 4.15). Mel Kraftverk følger den forventede kurven, men august skiller seg ut (figur 4.11). Dette kommer av høyt tilsig i august 2015 og påfølgende høyt overløp (vedlegg 13). Det høye overløpet påvirker den totale gjennomsnittlige vannføringen for august. Det er en stor differanse mellom det gjennomsnittlige tilsiget og vannføringen i perioden 2010-2015. Dette kan skyldes stor magasinholding i utgangen av 2009, og store nedbørsmengder som fører til høyt overløp. I 2011 var det spesielt høyt overløp i månedene april-juli (vedlegg 13).

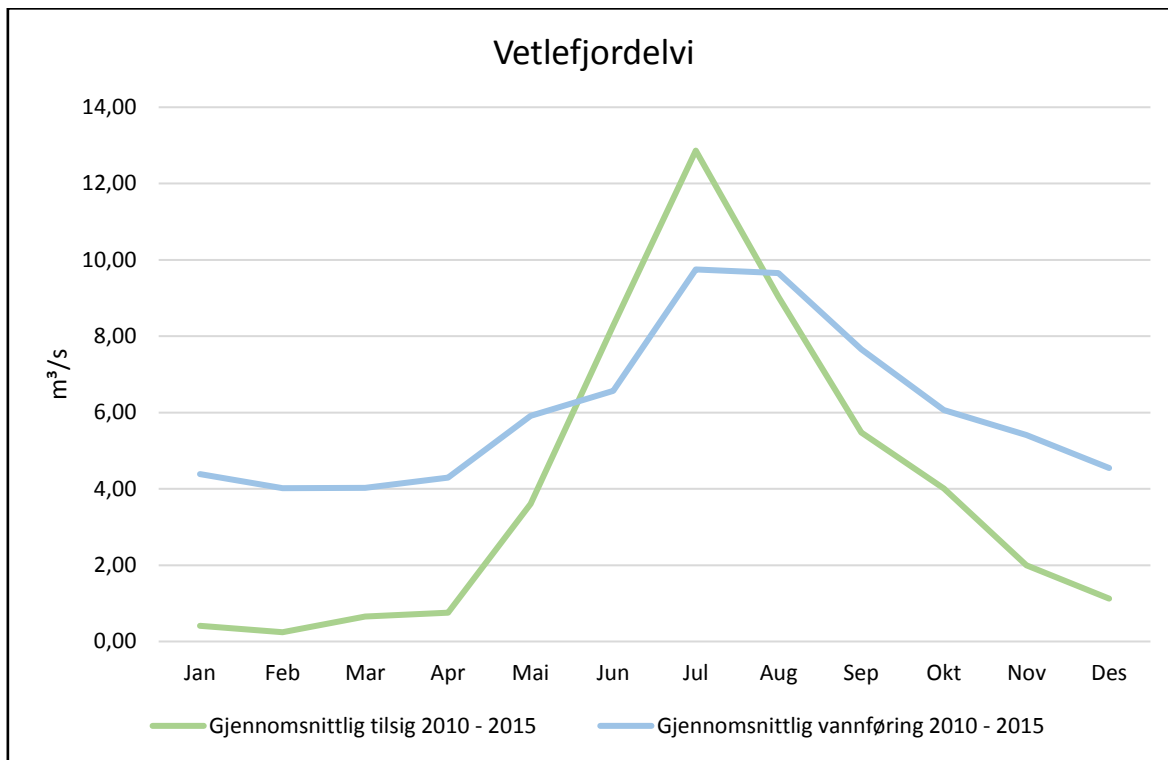
Tabell 4.15: Gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Mel Kraftverk. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.

Måned	Gjennomsnittlig tilsig 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig driftsvannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig overløp 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig vannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	0,41	3,50	0,88	4,38	960 %
Februar	0,24	3,23	0,78	4,02	1555 %
Mars	0,65	2,56	1,47	4,03	516 %
April	0,75	2,12	2,17	4,29	469 %
Mai	3,60	1,68	4,23	5,91	64 %
Juni	8,28	1,51	5,06	6,57	-21 %
Juli	12,86	5,04	4,71	9,75	-24 %
August	9,03	6,70	2,96	9,66	7 %
September	5,47	4,67	2,98	7,66	40 %
Oktober	4,01	3,33	2,74	6,06	51 %
November	1,99	3,30	2,11	5,41	171 %
Desember	1,12	3,00	1,55	4,55	306 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	0,13	0,11	0,08	0,19	

Denne endringen beskriver 32 % av det totale nedbørsfeltet til Vetlefjordelvi og Jorddalselvi som er berørt av magasin kraftverket. Den resterende delen av nedbørsfeltet har naturlig avrenning.

Tabell 4.16: Nedbørsfelt Vetlefjordelvi, Mel kraftverk og påvirket andel (vedlegg 1).

Vassdrag	Nedbørsfelt vassdrag	Nedbørsfelt kraftverk	Påvirket andel
Vetlefjordelvi	94,15 km ²	29,74 km ²	32 %



Figur 4.11: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for Mel Kraftverk i perioden 2010-2015.

4.5. Vikvassdraget

Området består av to vassdrag, Arnafjordvassdraget og Vikvassdraget, og elvene Hopra og Tura. Vikvassdraget er den østlige delen av feltet, hvor kraftverkene Refsdal og Hugla er lokalisert (figur 4.12). Den har sin opprinnelse fra foten til Fresvikbreen i øst, til Muravatn i vest. Den går i nordlig retning gjennom flere vann før den renner ut i Sognefjorden. Den har et nedbørsfelt på 118,32 km² (tabell 4.17). Arnafjordvassdraget er den Sør-Vestlige delen av feltet, hvor Målset kraftverk er lokalisert (figur 4.12). Den har sin opprinnelse fra de Kvilesteinsvatnet og Skjellingsvatn. Den går i nordlig retning og renner ut i Arnafjorden. Den har et nedbørsfelt på 106,73 km². Elven Hopra er den nordlige delen av feltet, hvor Hove kraftverk er lokalisert, og har et nedbørsfelt på 31,36 km². Tura er den minste av elvene og ligger nord for Arnafjordvassdraget (figur 4.12). Den har et nedbørsfelt på 9,05 km². Heretter vil de to elvene og to vassdragene bli omtalt som Vikvassdraget. Samtlige elver og vassdrag ligger i Vik kommune.

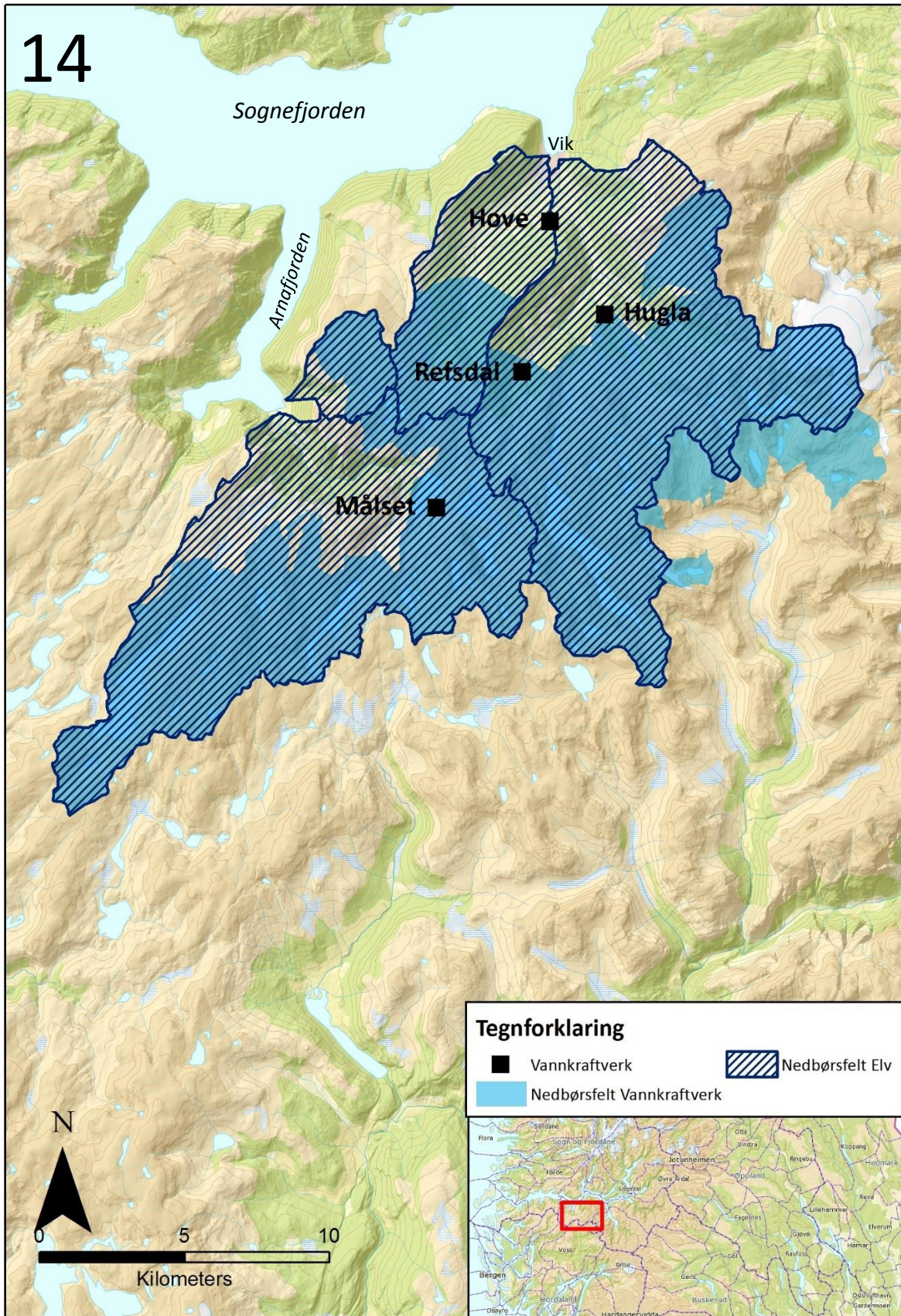
Tabell 4.17: Informasjon om Vikvassdraget (vedlegg 1).

Elvenavn	Vassdragsnummer	Elvelengde	Nedbørsfelt	Kommune
Arnafjordvassdraget	070.5A0	18,37 km	106,73 km ²	Vik
Hopra	070.6A	12,82 km	31,36 km ²	Vik
Tura	070.52A0	5,64 km	9,05 km ²	Vik
Vikvassdraget	070.A0	21,57 km	118,32 km ²	Vik

4.5.1 Beskrivelse av vannkraftverk og teknisk data

I Vikvassdraget er det fire kraftverk. Kraftverkene Hove, Målset og Refsdal er eid 88 % av Statkraft og 12 % av Sognekraft. Alle tre ble bygget på slutten av 1960-tallet. Hugla kraftverk er et småkraftverk som ble satt i drift i 2004 og har en maks ytelse på 1,35 MW (tabell 4.18). Kraftverket består av et inntakspunkt og utnytter en fallhøyde på 142 m.

Målset kraftverk består av fem magasiner og åtte bakkeinntak. Det høyest liggende magasinet, Ytste Bre-Midtvatn, fører vannet gjennom tre magasiner og henter vann fra bakkeinntakene ned til magasinet Muravatn. Kraftverket utnytter en fallhøyde på 175 m.



Figur 4.12: Nedbørsfelt for Arnafjordvassdraget, Hopra, Tura, Høyangervassdraget og kraftverkene; Hove, Huga, Målset og Refsdal. Illustrer hvor kraftverkene er lokalisert. Nummer 13 i figur 4.1

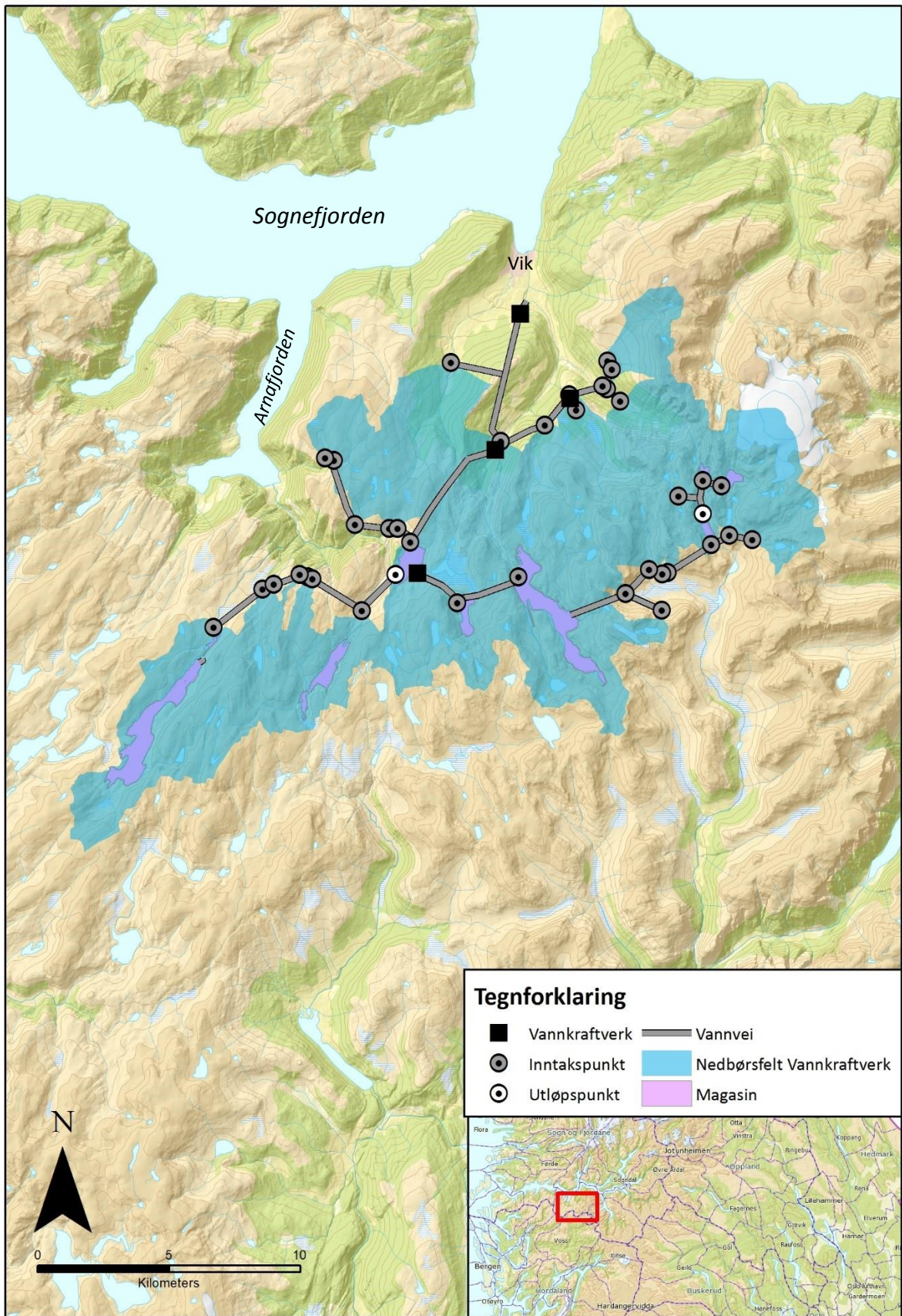
Målset kan også slippe vannet ned til Årebotnvatn, som ligger lengre nede enn Muravatn og kjøre vekselvis på de to magasinene. Kraftverket har utslippspunkt i Målsetvatn, som er magasin på Refsdal kraftverk.

Refsdal kraftverk består av tre magasinene og 11 bakkeinntak. Fra magasinene Skjelligavatn og Kvilesteinsvatn og bakkeinntakene, føres vannet til Målsetvatn. Refsdal kraftverk gjenbraker i tillegg vannet til Målset. Det utnytter fallhøyden mellom Målsetvatn og kraftstasjonen på 513 m. Kraftverket har utslippspunkt i Refsdalsdammen.

Hove Kraftverk består av ett magasin og seks bakkeinntak. Magasinet er Refsdalsdammen og det ene bakkeinntaket ligger nedenfor utslippspunktet til Hugla kraftverk. Hove kraftverk kan gjenbrake vannet til de andre kraftverkene i vassdraget. Det utnytter fallhøyden på 318 m mellom Refsdalsdammen og kraftstasjonen. Kraftverket har utslippspunkt i nedre del av Vikvassdraget (tabell 4.18 og figur 4.13).

Tabell 4.18: Informasjon om kraftverkene i Vikvassdraget (vedlegg 1).

Navn	Vannkraftverk nr.	Eier	Type	Driftsstart	Fallhøyde	Maks ytelse	Magasin kapasitet
Hove	163	Statkraft Energi AS	K	1969	318,2 m	60 MW	Ikke regulert
Hugla	834	Hugla Kraft AS	KS	2004	142,5 m	1,35 MW	Ikke regulert
Målset	287	Statkraft Energi AS	K	1967	175 m	20 MW	95,9 mill. m ³
Refsdal	332	Statkraft Energi AS	K	1969	513,59 m	90 MW	90,2 mill. m ³
Totalt:						171,35 MW	186,1 mill. m³



Figur 4.13: Viser hvor kraftverkene er lokalisert, deres samlede nedbørsfelt, inntakspunkt, utløpspunkt, vannveier og magasiner.

4.5.2 Tilsig og driftsvannføring

Det månedlige gjennomsnittet for tidsperioden 2010-2015 viser at det er stor differanse i tilsiget til kraftverket og den totale vannføringen. Den største endringer er i januar, februar og mars, med hele 836 % økning i februar. Hove kraftverk følger den forventede kurven med oppdemming av vann i sommermånedene, størst i mai og juni, og stort utslipp om vinteren (tabell 4.19). Det er en nedgang fra april til oktober, med størst nedgang i mai og juni (tabell 4.19 og figur 4.14).

Tabell 4.19: Gjennomsnittlige månedlige verdiger for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Hove Kraftverk.

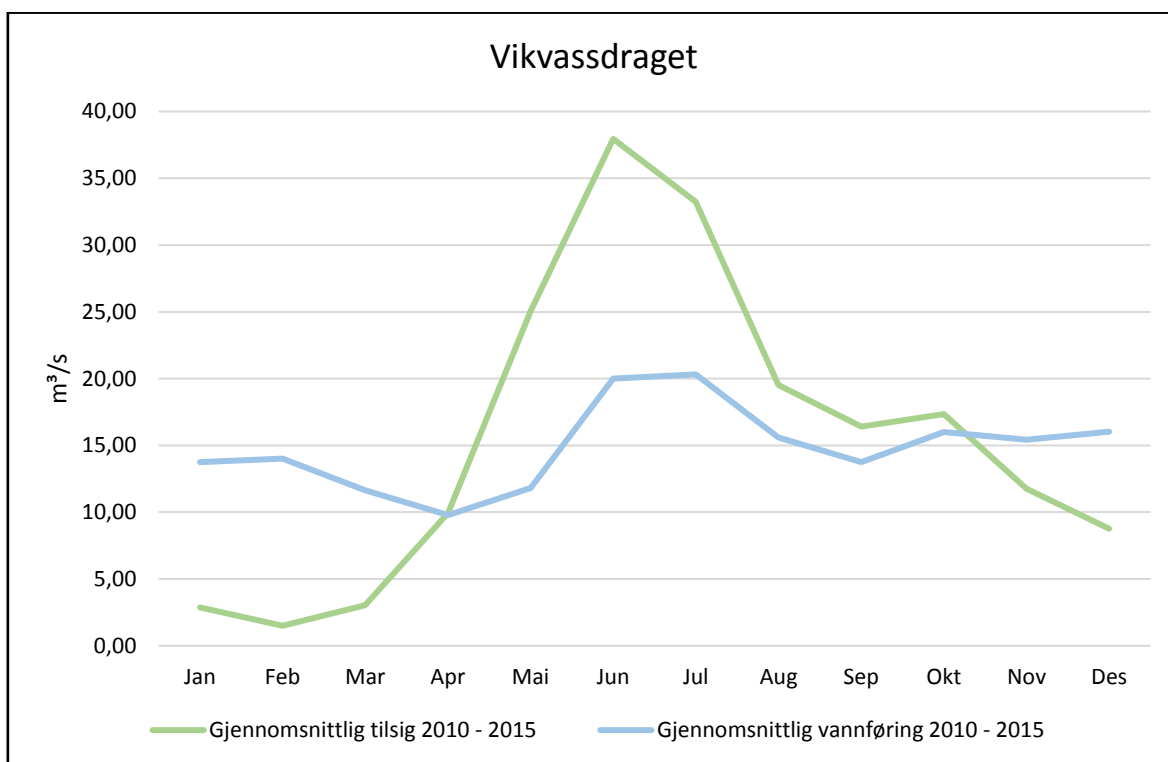
Overløp fra Målsetvatnet og Refsdalsdammen. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.

Måned	Gjennomsnittlig tilsig 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig driftsvannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig overløp 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig vannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	2,86	13,74	0,00	13,74	380 %
Februar	1,50	14,01	0,00	14,01	836 %
Mars	3,04	11,64	0,00	11,64	283 %
April	9,95	9,77	0,02	9,78	-2 %
Mai	25,06	11,40	0,41	11,81	-53 %
Juni	37,95	18,89	1,12	20,01	-47 %
Juli	33,24	19,36	0,95	20,32	-39 %
August	19,53	15,59	0,01	15,60	-20 %
September	16,40	11,70	2,04	13,74	-16 %
Oktober	17,33	13,76	2,24	16,00	-8 %
November	11,77	15,23	0,20	15,43	31 %
Desember	8,76	15,93	0,09	16,02	83 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	0,49	0,45	0,02	0,47	

Denne endringen beskriver 71 % av det totale nedbørsfeltet til vassdragene og elvene som er berørt av magasinkraftverkene. Den resterende delen av nedbørsfeltet har naturlig avrenning (tabell 4.20). Målset kraftverk har et nedbørsfelt på 16,54 km² som har naturlig avrenning i Nærøyfjorden, sør-øst på Vikvassdraget. Nedbørsfeltet er ikke inkludert i tabell 4.20, men blir medregnet i 4.11.

Tabell 4.20: Nedbørsfelt Vikvassdraget og påvirket andel (vedlegg 1).

Vassdrag	Nedbørsfelt vassdrag	Nedbørsfelt kraftverk	Påvirket andel
Vikvassdraget	265,46 km ²	188,14 km ²	71 %



Figur 4.14: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for Hove Kraftverk i perioden 2010-2015.

4.6 Høyanger sørside

Ved sørsiden av Sognefjorden påvirker vannkraftverkene Stordal, Matre M, Vestrebotn og Vemundsbotn et nedbørsfelt på 97,6 km² (tabell 4.21). Dette nedbørsfeltet har naturlig avrenning til Sognefjorden. Kraftverkene har nå overført vannet fra Sognefjorden og renner i dag ut i Masfjorden i Hordaland. Stordal Kraftverk påvirker Storelva som har naturlig avrenning i Indre Oppedal, område nr. 1 i figur 4.15. Kraftverkene Matre M og Stordal påvirker Øystrebøelva og Storelva som har naturlig avrenning i Ikjefjorden, område nr. 2 i figur 4.15. Kraftverkene Matre M, Vestrebotn og Vemundsbotn påvirker Førdeelva og Bjordalselva som har naturlig avrenning i Fuglesetfjorden, nr. 3 i figur 4.15. Matre M påvirker også Østrebøvassdraget som har naturlig avrenning i Øystrebøvatnet, nr. 4 i figur 4.16. Området er regulert med seks magasiner som hindrer den naturlige avrenningen. Totalt har elvene er areal på 206,49 km², og 47 % av arealet er påvirket av utbyggingen (tabell 4.21).

Tabell 4.21: Informasjon om kraftverkene som påvirker Høyanger sørside.

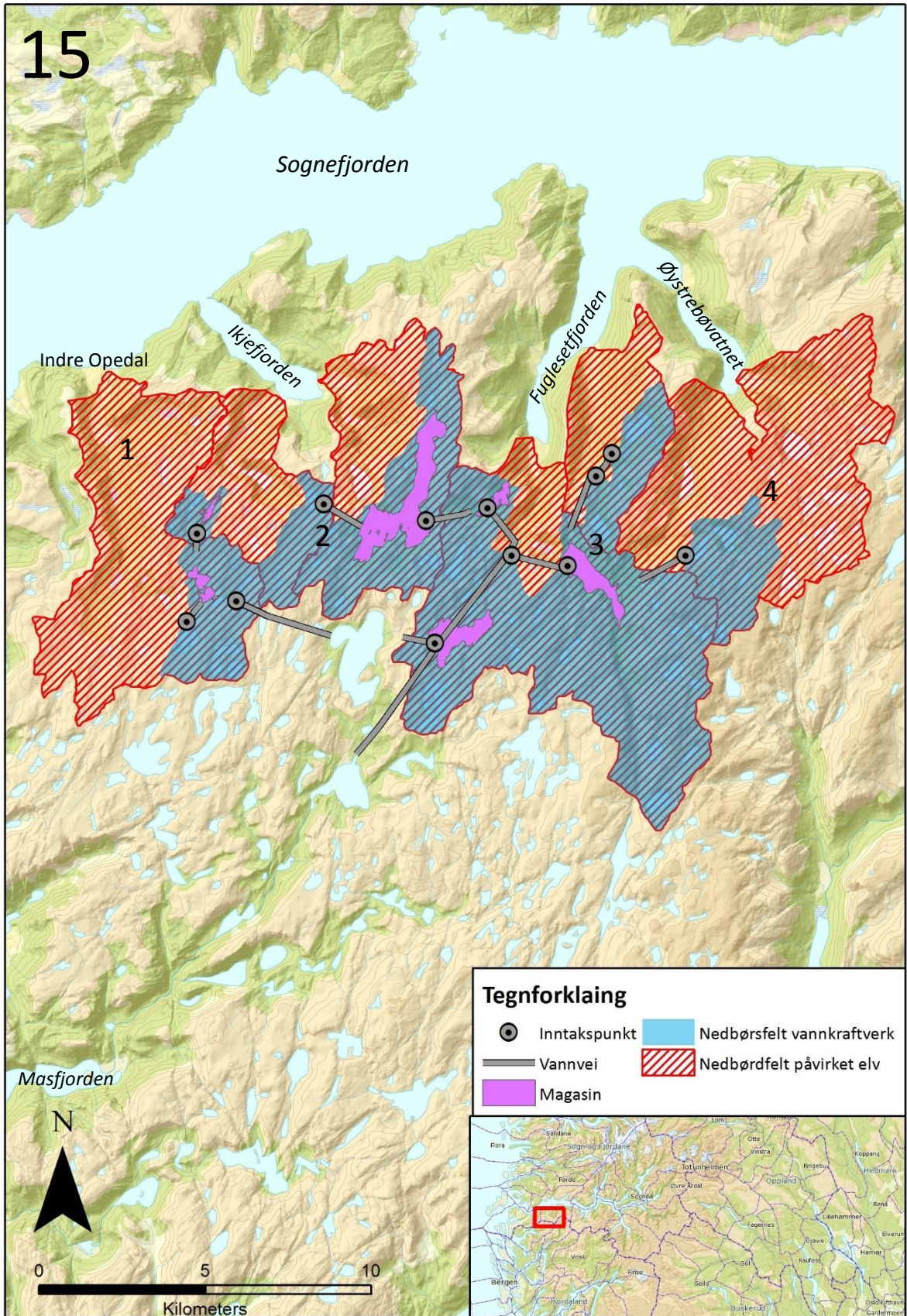
Naturlig avrenning	Elv	Nedbørsfelt elv (km ²)	Nedbørsfelt kraftverk (km ²)	Kraftverk	Andel påvirket
Fuglesetfjorden	Førdeelva	57,31	38,42	Matre M	79 %
			8,84	Vestrebotn	
			3,45	Vemundsbotn	
	Bjordalselva	15,33	6,39	Matre M	
Ikjefjorden	Øystrebøelva	28,95	17,19	Matre M	52 %
	Storelva	17,1	1,98	Stordal	
			4,57	Matre M	
Indre Oppedal	Storelva	41,88	9,14	Stordal	22 %
Øystrebøvatnet	Østrebøvassdraget	45,92	7,62	Matre M	17 %
Totalt:		206,49	97,6		47 %

Den totale års avrenningen for områdene, i normalperioden, er 776,63 mill. m³. Totalt blir 0,35 km³/år overført til Masfjorden. Dette tilsvarer 45 % av den totale avrenningen i området (tabell 4.22).

Tabell 4.22: Tilsigsdata for berørte elver og vassdrag på Høyanger sørside. «Restavrenning» er den mengden som fortsatt har avrenning til Sognefjorden. «Restavrenning» subtrahert med «Avrenning» har avrenning i Masfjorden.

Naturlig avrenning	Avrenning i mill. m ³ /år (årssnitt 61-90)	Fraført avrenning i mill. m ³ /år (årssnitt 61-90)	Tilført minstevannføring i mill. m ³ /år	Restavrenning i mill. m ³ /år	Restavrenning i m ³ /s	Andel uberørt avrenning
Fuglesetfjorden	261,71	192,84	1,26	70,13	2,22	27 %
Indre Oppedal	158,02	39,59		118,43	3,76	75 %
Ikjefjorden	158,54	89,33		69,21	2,19	44 %
Østerbøvatnet	198,36	31,12		167,24	5,30	84 %
Totalt:	776,63	352,88	1,26	425,01	13,48	55 %

Det er uvisst om restvannføringen som renner ut i Sognefjorden følger et normalt avrenningsmønster, eller om det er forskjøvet på grunn av kraftproduksjonen.



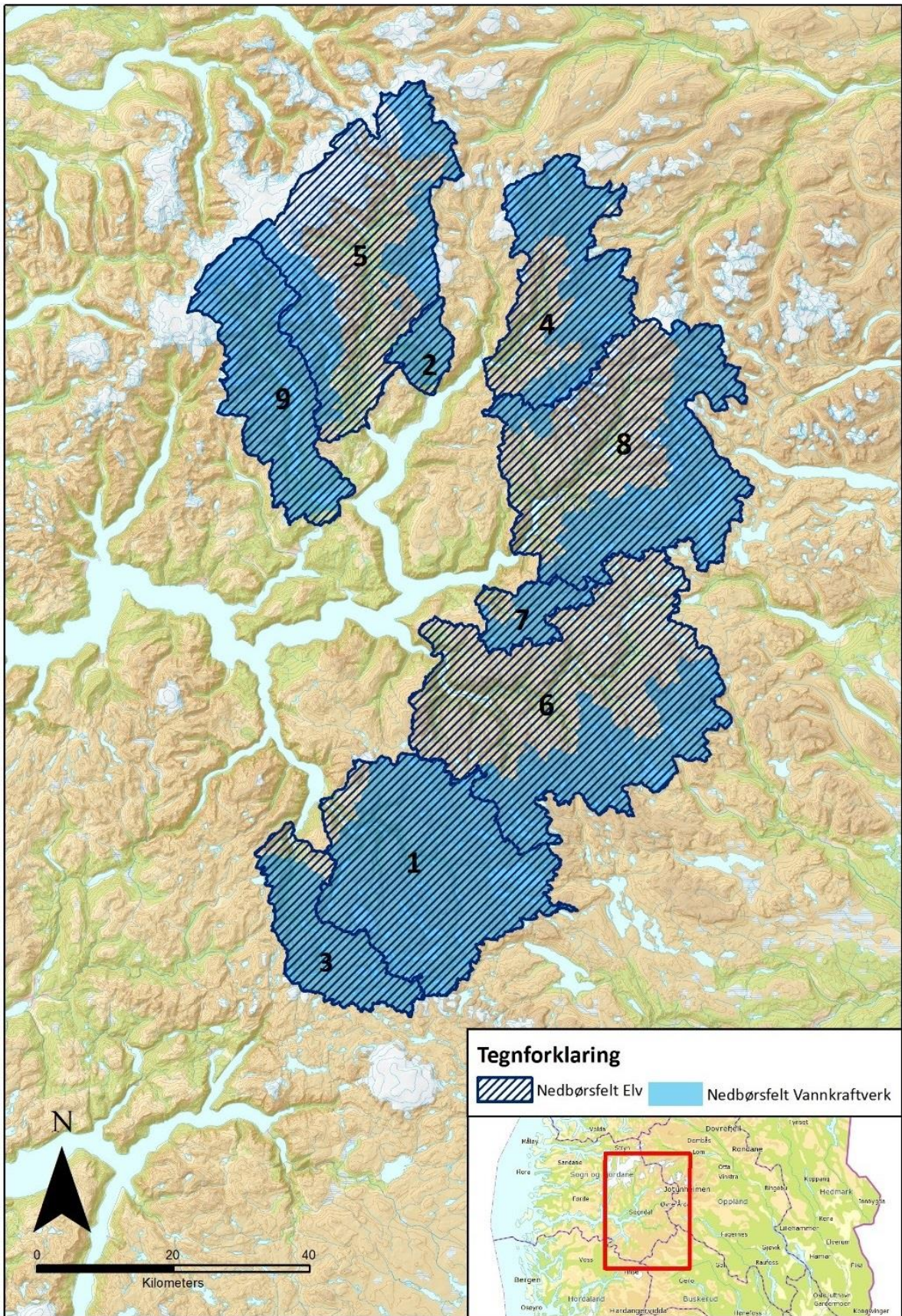
Figur 4.15: Nedbørsfelt for Indre Opedal, Ikjefjorden, Fuglesetfjorden og Øystrebøvatnet. Nedbørsfelt til vannkraftverk som påvirker elvene. Nr. 15 i figur 4.1

4.7 Modifiserte resultater fra Indre Sognefjord

Indre Sognefjorden har ni regulert vassdrag. Figur 4.16 viser oversikt over alle regulerte vassdrag i Indre Sognefjorden, med nummererings forklaring i tabell 4.23.

Tabell 4.23: Oversikt over regulerte vassdrag i Indre Sognefjorden. Nummereringen kan leses av i figur 4.22.

Nr. Figur 4.16	Vassdrag	Antall vannkraftverk pr vassdrag
1	Aurlandsvassdraget	6
2	Dalsdalselvi	2
3	Flåmselvi	2
4	Fortunvassdraget	3
5	Jostedøla	4
6	Lærdalsvassdraget	4
7	Nysetelvi	2
8	Årdalsvassdraget	2
9	Årøyvassdraget	2
	Totalt:	27



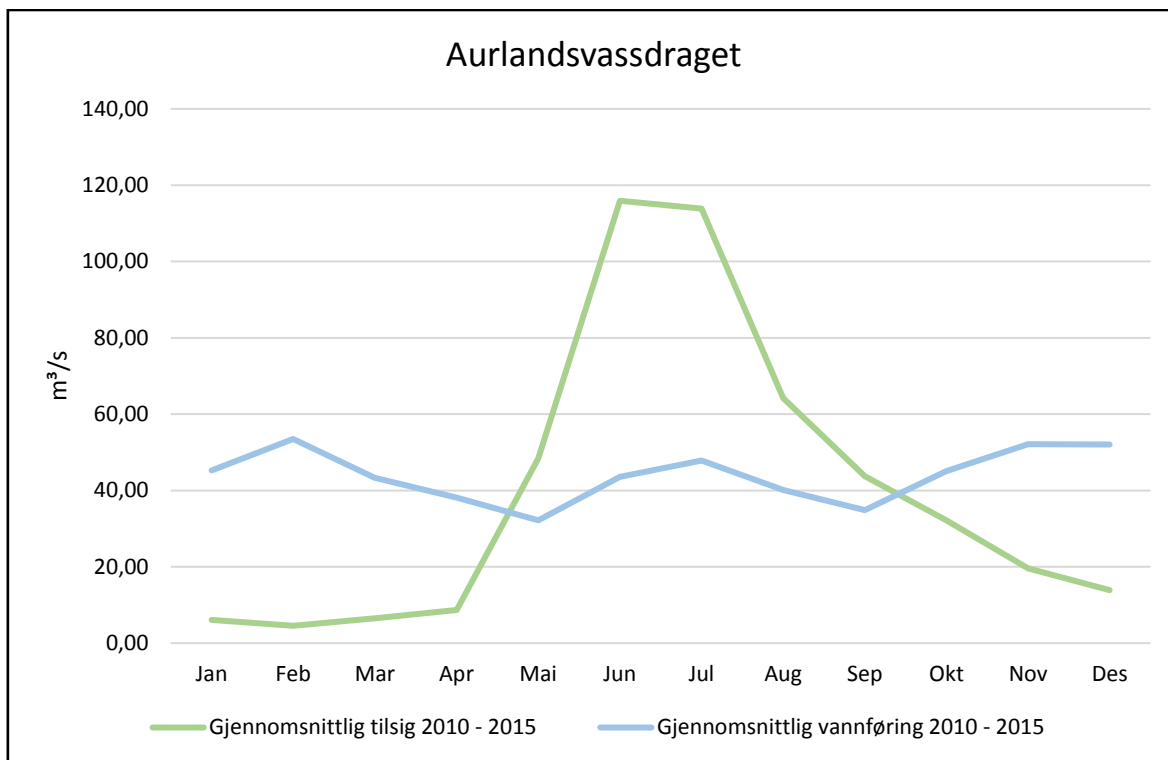
Figur 4.16: Oversikt over nedbørsfeltet til regulerte vassdrag og kraftverkene i vassdragene i Indre Sognefjorden. Nummereringen forklarer hva området heter, og finnes i tabell 4.22

4.7.1 Aurlandsvassdraget

Aurlandsvassdraget er lokalisert som punkt 1 i figur 4.16. Tabell 4.24 viser at Aurland 4 ikke produserer i månedene mai – august. I samme periode blir det sluppet ut store mengder vann fra Vassbygdvatn i form av overløp. Vassbygdvatn er det lavest liggende magasinet i vassdraget, og det er fra dette magasinet elven Vassbygdelvi fører vannet fra vassdraget og ut i Aurlandsfjorden. Det vil si at vannstanden til Vassbygdvatn påvirkes av de andre fem kraftverkene i vassdraget og deres driftsvannføring. Endringen i vannføringen følger den forventede formen med store utslipp om vinteren og oppdemming av vann i sommermånedene. Figur 4.17 viser de sesongmessige variasjonene i tilsiget og vannføringen. I perioden 2010-2015 har Aurlandsvassdraget høyere vannføring enn tilsig. Det kan skyldes høyt magasininnhold i utgangen av 2009, i tillegg til høyt magasininnhold i utgangen av 2015, som skal bli benyttet vinteren 2016. Det er vanskelig å si eksakt hvorfor det er så stor differanse i Aurlandsvassdraget, grunnet vassdragets kompleksitet med mange magasiner og kraftverk.

Tabell 4.24: Gjennomsnittlig månedlig verdier for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Aurlandsvassdraget. Tilsiget er beregnet for alle kraftverkene i vassdraget, driftsvannføringen er Aurland 4, og overløpet er vannføringen i Vassbygdelvi addert med overløp fra Vassbygdvatn. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.

Måned	Gjennomsnittlig tilsig 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig driftsvannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig overløp 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig vannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	6,08	41,08	4,18	45,26	645 %
Februar	4,55	49,45	4,06	53,50	1076 %
Mars	6,50	38,67	4,65	43,32	567 %
April	8,68	32,64	5,53	38,17	340 %
Mai	48,46	0,00	32,18	32,18	-34 %
Juni	115,93	0,00	43,54	43,54	-62 %
Juli	113,88	0,00	47,86	47,86	-58 %
August	64,20	0,00	40,16	40,16	-37 %
September	43,77	19,63	15,19	34,82	-20 %
Oktober	32,14	37,83	7,29	45,12	40 %
November	19,58	46,41	5,74	52,15	166 %
Desember	13,90	46,93	5,11	52,04	274 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	1,26	0,82	0,57	1,39	



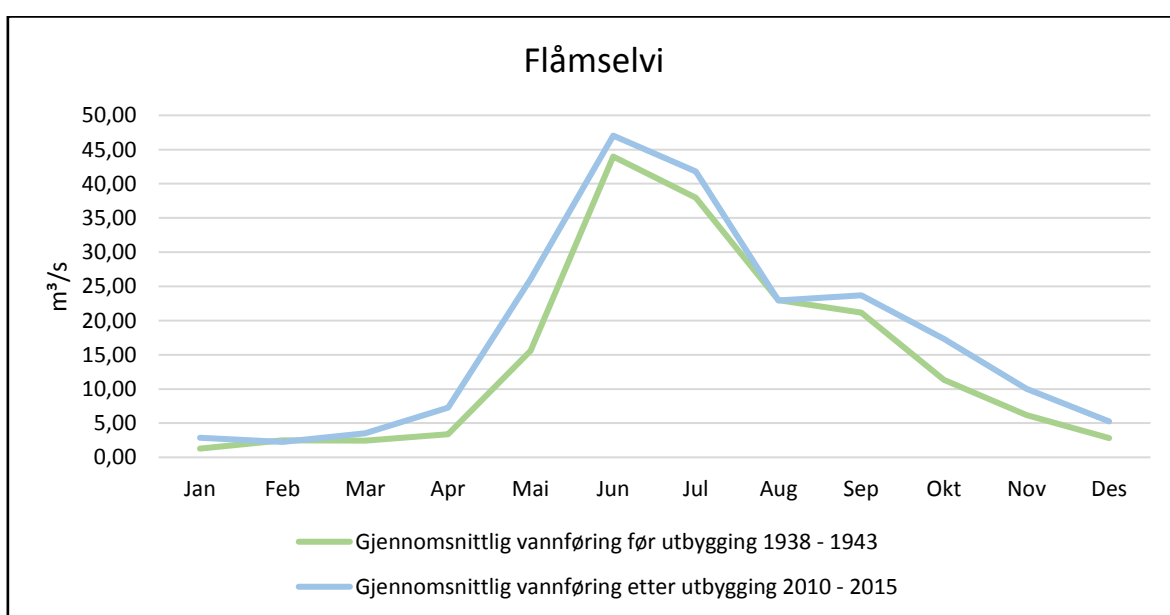
Figur 4.17: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for Aurlandsvassdraget i perioden 2010-2015. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.

4.7.2 Flåmselvi

Flåmselvi er lokalisert som punkt 3 i figur 4.16. Den størst endring i vannføring før og etter utbygging skjer i januar, med en økning på 124 % (tabell 4.25). Generelt er det lite endring i kurven til vannføring (figur 4.18), men en ganske jevn økning hele året. Gjennomsnittlig vannføring før utbygging og etter utbygging har økt med 0,10 km³/år. Dette kan indikere en nedbørsøkning i perioden. Det er lite trolig at det skyldes oppdemming av vann i magasin, da magasinkapasiteten til Kjosfoss Kraftverk kun er 10,5 mill. m³ (vedlegg 1).

Tabell 4.25: Gjennomsnittlig vannføringsdata for Flåmselvi. Data hentet fra Brekke bru målestasjon.

Måned	Gjennomsnittlig vannføring før utbygging 1938 – 1943 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig vannføring etter utbygging 2010 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	1,28	2,87	124 %
Februar	2,48	2,26	-9 %
Mars	2,43	3,50	44 %
April	3,37	7,27	116 %
Mai	15,59	26,06	67 %
Juni	43,98	47,04	7 %
Juli	37,96	41,78	10 %
August	22,98	22,95	0 %
September	21,15	23,67	12 %
Oktober	11,33	17,34	53 %
November	6,21	10,01	61 %
Desember	2,82	5,24	86 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	0,45	0,55	



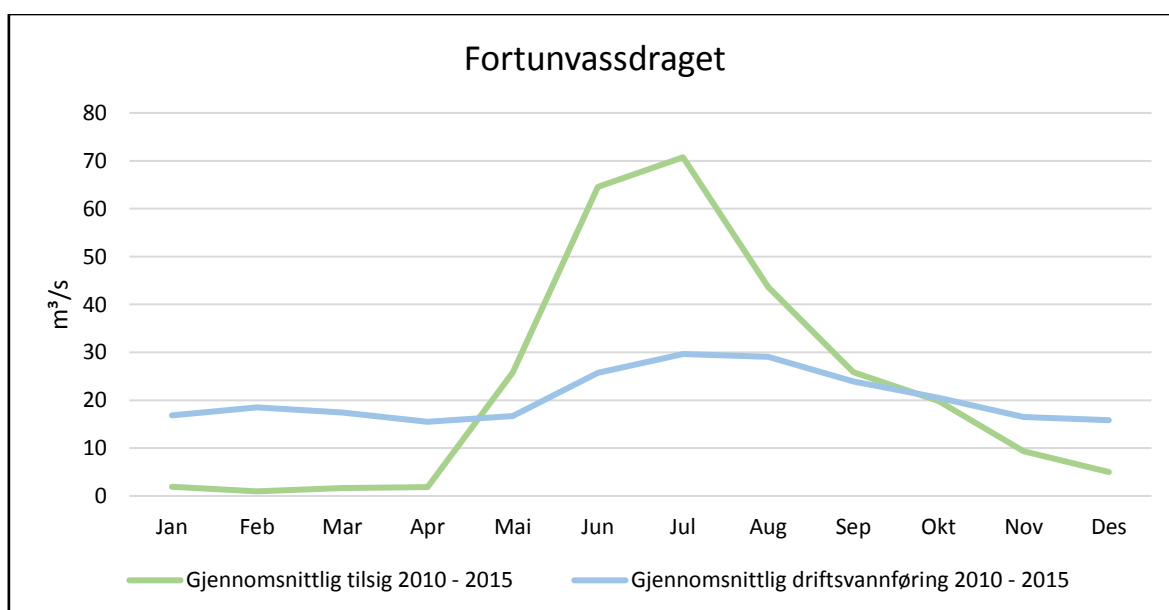
Figur 4.18: Gjennomsnittlig vannføring før og etter utbygging av vannkraftverk for Flåmselvi.

4.7.3 Fortunvassdraget

Fortunvassdraget er lokalisert som punkt 4 i figur 4.16. Det er ikke foretatt modifisering i data for Fortunvassdraget. Størst differanse mellom tilsig og driftsvannføring forekommer i februar, med en økning på hele 1 833 % (tabell 4.26). Fortunvassdraget følger den forventede kurven, med store utslipp om vinteren og reduksjon om sommeren (figur 4.19). Fortunvassdraget har i gjennomsnitt høyere tilsig enn driftsvannføring i perioden 2010-2015. Dette kan skyldes stort tilsig i 2011 og 2015, hvor spesielt det høye tilsiget høsten 2015 er blitt magasinert for bruk vinteren 2016 (vedlegg 4).

Tabell 4.26: Gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig og driftsvannføring og endring i % for Skagen Kraftverk.

Måned	Gjennomsnittlig tilsig 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig driftsvannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	1,91	16,85	780 %
Februar	0,96	18,48	1833 %
Mars	1,65	17,46	957 %
April	1,85	15,49	736 %
Mai	25,79	16,70	-35 %
Juni	64,56	25,74	-60 %
Juli	70,73	29,64	-58 %
August	43,66	29,04	-33 %
September	25,83	23,89	-7 %
Oktober	19,86	20,50	3 %
November	9,31	16,47	77 %
Desember	5,00	15,85	217 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	0,71	0,65	



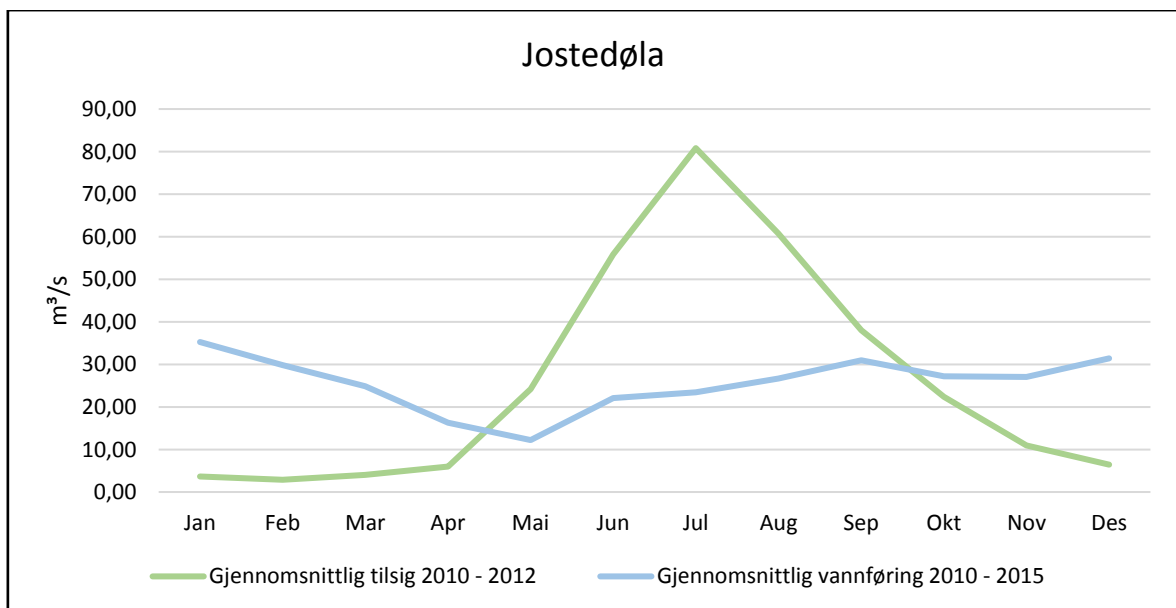
Figur 4.19: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og driftsvannføring for Skagen kraftverk i perioden 2010-2015.

4.7.4 Jostedøla

Jostedøla er lokalisert som punkt 5 i figur 4.16. Størst differanse mellom tilsig og driftsvannføring forkommer i februar, med en økning på hele 934 % (tabell 4.27). Det er store utslipp gjennom hele vinteren, og oppdemning av vann om sommeren og tidlig høst (figur 4.20). Den lille variasjon mellom det gjennomsnittlige tilsiget og vannføringen skyldes mest sannsynlig nedbørsvariasjoner i perioden 2010-2015.

Tabell 4.27: Totale gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig, driftsvannføring, overløp og endring i % for Jostedøla og Leirdøla kraftverk. «Vannføring» er overløp og driftsvannføring addert.

Måned	Gjennomsnittlig tilsig 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig driftsvannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig overløp 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig vannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	3,63	35,20	0,05	35,25	871 %
Februar	2,88	29,81	0,00	29,81	935 %
Mars	4,02	24,82	0,00	24,82	518 %
April	5,95	16,20	0,11	16,31	174 %
Mai	24,21	12,21	0,00	12,21	-50 %
Juni	55,82	22,11	0,00	22,11	-60 %
Juli	80,82	23,15	0,30	23,45	-71 %
August	60,76	24,86	1,84	26,70	-56 %
September	37,99	29,53	1,41	30,93	-19 %
Oktober	22,41	25,29	1,86	27,16	21 %
November	10,97	26,90	0,17	27,07	147 %
Desember	6,45	31,43	0,00	31,44	388 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	0,83	0,79	0,02	0,81	



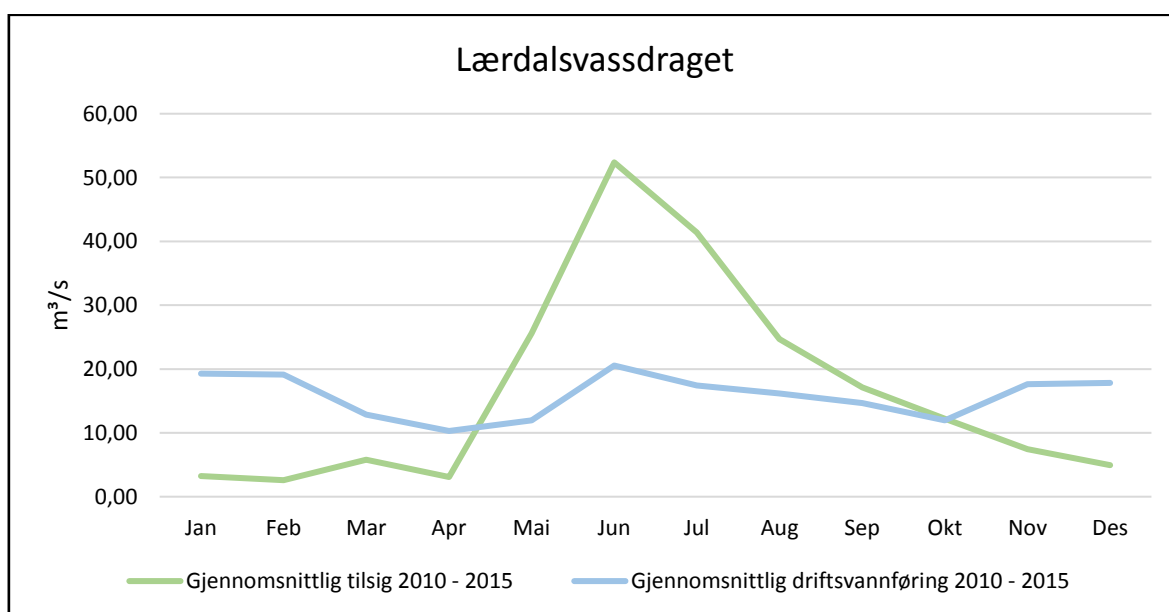
Figur 4.20: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring for Jostedøla og Leirdøla Kraftverk i perioden 2010-2015.

4.7.5 Lærdalsvassdraget

Lærdalsvassdraget er lokalisert som punkt 6 i figur 4.16. Vassdraget har en økning fra november til april, med den største økningen i februar på 640 % (tabell 4.28). Den har en reduksjon om sommeren og tidlig vår, og følger dermed den forventede kurven (figur 4.21). Den lille variasjon mellom det gjennomsnittlige tilsiget og vannføringen skyldes mest sannsynlig nedbørsvariasjoner i perioden 2010-2015.

Tabell 4.28: Totale gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig og driftsvannføring og endring i %, for Borgund kraftverk.

Måned	Gjennomsnittlig tilsig 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig driftsvannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	3,22	19,31	500 %
Februar	2,59	19,14	640 %
Mars	5,79	12,84	122 %
April	3,07	10,30	235 %
Mai	25,58	11,98	-53 %
Juni	52,38	20,55	-61 %
Juli	41,40	17,44	-58 %
August	24,70	16,17	-35 %
September	17,14	14,69	-14 %
Oktober	12,22	11,98	-2 %
November	7,43	17,62	137 %
Desember	4,95	17,83	260 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	0,53	0,50	



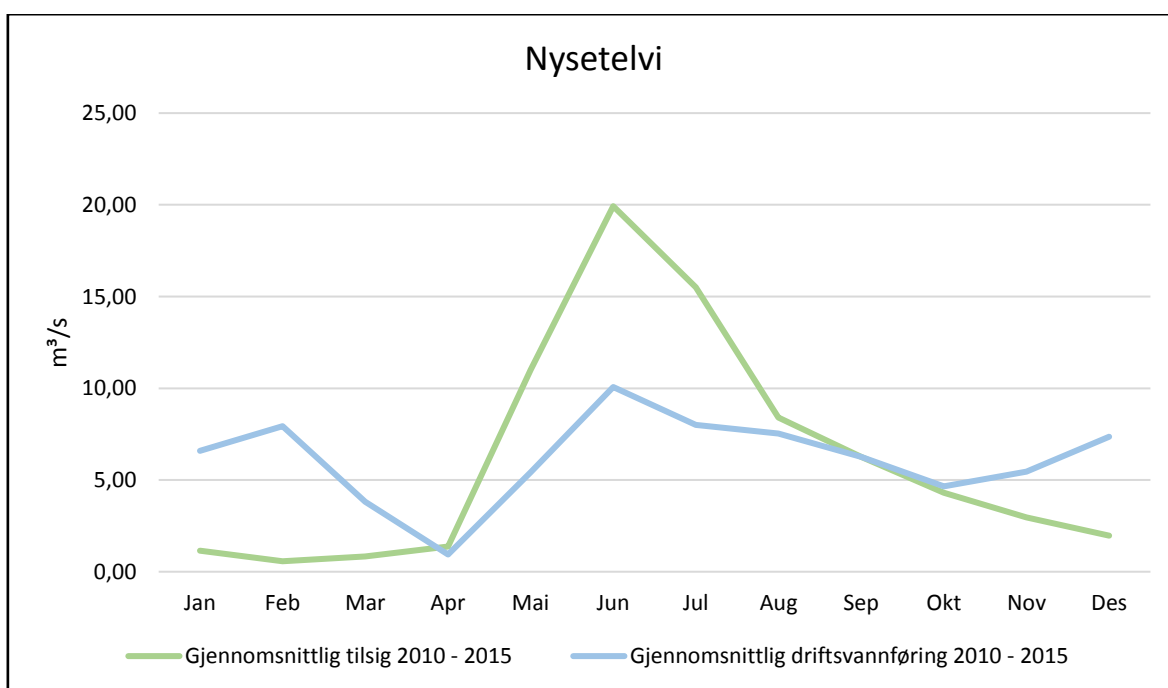
Figur 4.21: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring i perioden 2010-2015.

4.7.6 Nysetelvi

Nysetelvi er lokalisert som punkt 7 i figur 4.16. Elven har økning fra oktober til mars, med en største økningen i februar, med 1 289 % (tabell 4.29). Dette skyldes svært lavt tilsig i februar 2010 og 2014 (vedlegg 12). I sommermånedene er det en reduksjon, mens det er jevnt om høsten (figur 4.22).

Tabell 4.29: Totale gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig og driftsvannføring og endring i %, for Naddvik kraftverk.

Måned	Gjennomsnittlig tilsig 2010 – 2015 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig driftsvannføring 2010 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	1,14	6,60	478 %
Februar	0,57	7,93	1289 %
Mars	0,84	3,82	357 %
April	1,37	0,94	-32 %
Mai	11,01	5,42	-51 %
Juni	19,93	10,07	-49 %
Juli	15,51	8,00	-48 %
August	8,41	7,53	-10 %
September	6,25	6,26	0 %
Oktober	4,31	4,65	8 %
November	2,96	5,45	84 %
Desember	1,96	7,36	276 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	0,20	0,19	



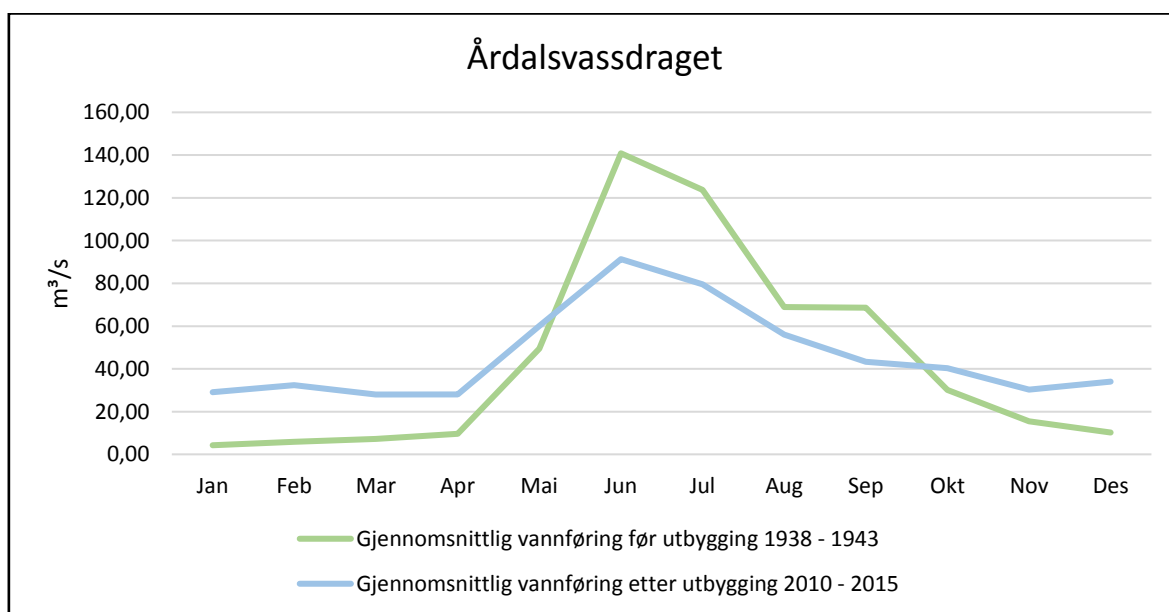
Figur 4.22: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring i perioden 2010-2015.

4.7.7 Årdalsvassdraget

Årdalsvassdraget er lokalisert som punkt 8 i figur 4.16. Størst endring i vannføring før og etter utbygging skjer i januar, men en økning på 584 % (tabell 4.30). Årdalsvassdraget følger den forventede kurven med økning fra oktober til mai, og reduksjon i sommermånedene (figur 4.23). Økningen mellom på den gjennomsnittlige vannføringen på målingene gjort i 1938-1943 og 2010-2015, kan indikere en nedbørsøkning.

Tabell 4.30: Gjennomsnittlig vannføringsdata for Årdalsvassdraget. Data hentet fra Årdalsvatn målestasjon.

Måned	Gjennomsnittlig vannføring før utbygging 1938 – 1943 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig vannføring etter utbygging 2010 – 2015 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	4,25	29,09	584 %
Februar	5,90	32,37	448 %
Mars	7,24	27,99	286 %
April	9,62	28,09	192 %
Mai	49,46	60,12	22 %
Juni	140,85	91,33	-35 %
Juli	123,69	79,59	-36 %
August	68,93	55,99	-19 %
September	68,64	43,27	-37 %
Oktober	30,19	40,37	34 %
November	15,51	30,20	95 %
Desember	10,24	34,06	233 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	1,41	1,45	



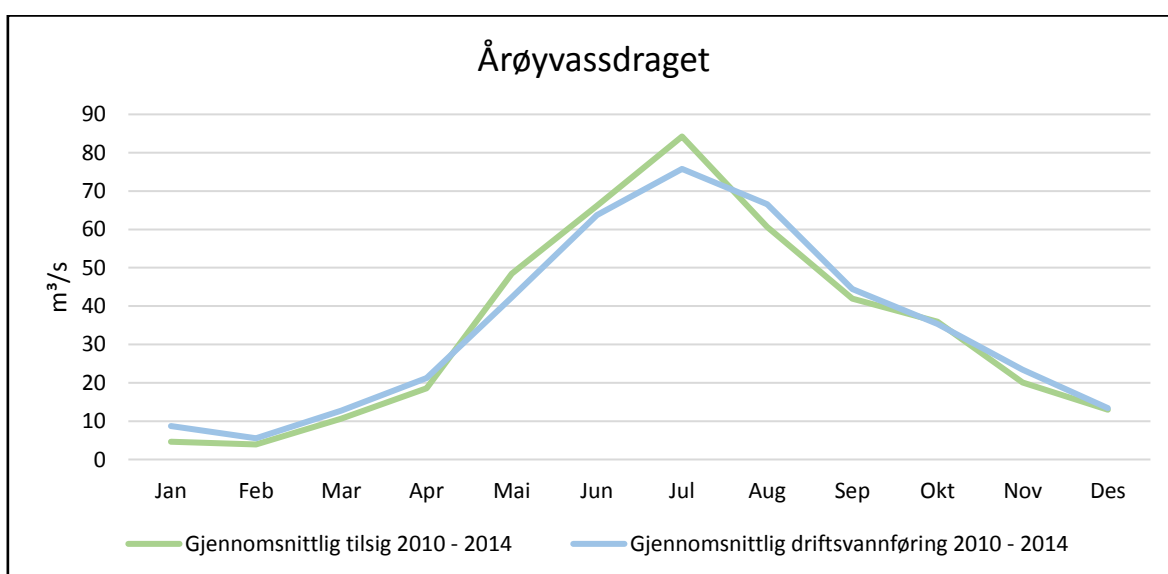
Figur 4.23: Gjennomsnittlig vannføring før og etter utbygging av vannkraftverk for Årdalsvassdraget.

4.7.8 Årøylvassdraget

Årøylvassdraget er lokalisert som punkt 9 i figur 4.16. Størst differanse mellom tilsig og driftsvannføring forkommer i januar, med en økning på 86 % (tabell 4.31). Det er ikke store differanser i tilsiget og driftsvannføringen i vassdraget (figur 4.24). Dette kan ha en sammenheng med den lave magasinkapasiteten og størrelsen på nedbørsfeltet til vassdraget (vedlegg 1). Den lille variasjon mellom det gjennomsnittlige tilsiget og vannføringen skyldes mest sannsynlig nedbørsvariasjoner i perioden 2010-2015.

Tabell 4.31: Totale gjennomsnittlige månedlige verdier for tilsig og driftsvannføring og endring i % for Årøy Kraftverk.

Måned	Gjennomsnittlig tilsig 2010 – 2014 (m ³ /s)	Gjennomsnittlig driftsvannføring 2010 – 2014 (m ³ /s)	Endring i vannføring
Januar	4,67	8,70	86 %
Februar	3,92	5,53	41 %
Mars	10,67	12,76	20 %
April	18,56	21,28	15 %
Mai	48,45	42,24	-13 %
Juni	66,12	63,76	-4 %
Juli	84,23	75,77	-10 %
August	60,64	66,57	10 %
September	41,96	44,45	6 %
Oktober	35,92	35,35	-2 %
November	20,06	23,41	17 %
Desember	12,96	13,38	3 %
Gjennomsnitt (km ³ /år)	1,07	1,09	



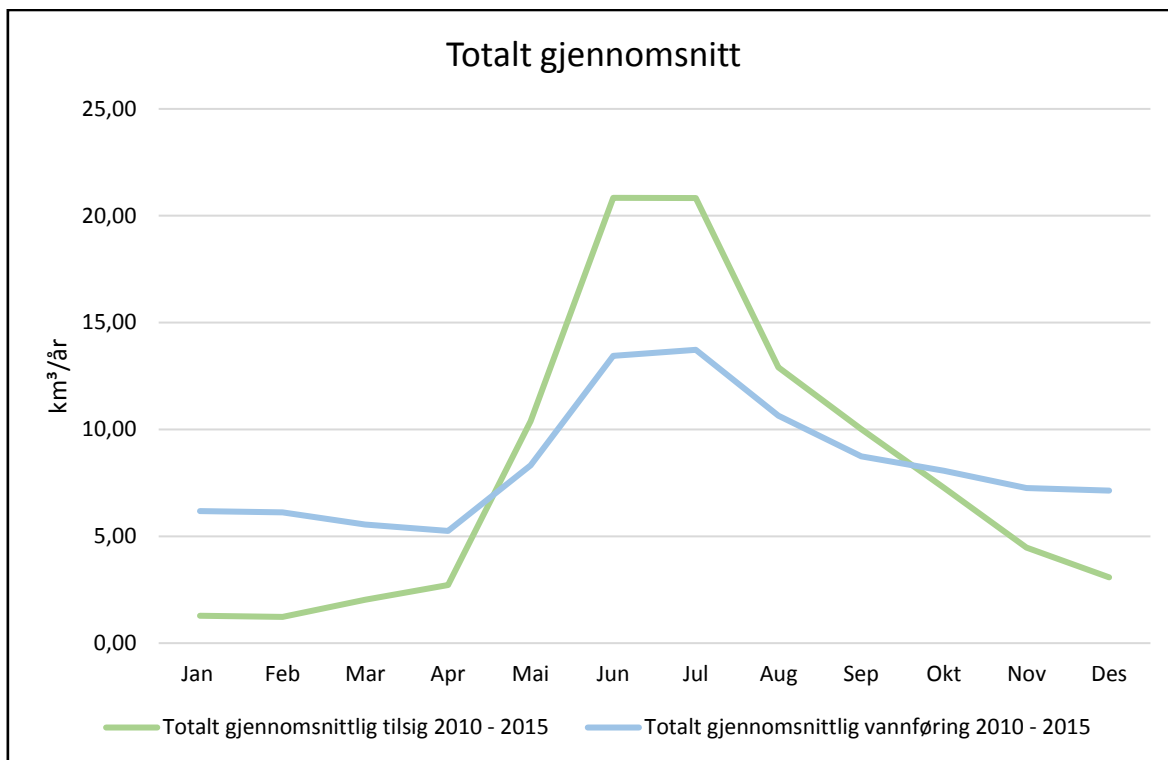
Figur 4.24: Gjennomsnittlig månedlig tilsig og vannføring i perioden 2010-2015.

4.8 Totale verdier for påvirkede vassdrag i Sognefjorden

Tabell 4.32 inneholder data fra 12 ulike vassdrag hvor det foreligger driftsvannføring og tilsigsdata for 10 av vassdragene. De 12 vassdragene er Aurlandsvassdraget, Dyrneslielva, Fortunvassdraget, Flåmsvassdraget, Høyangervassdraget, Jostedøla, Lærdalselva, Lølandselva, Nysetelvi, Vetlefjordvassdraget, Årdalsvassdraget og Årøyvassdraget. For Flåmsvassdraget og Årdalsvassdraget blir det benyttet vannføring før og etter utbygging. I tabell 4.32 er de totale gjennomsnittlige verdiene for de ulike vassdragene addert sammen. Dette gir de totale endringene for de påvirkede delen av ferskvannsavrenningen til fjorden. Den totale gjennomsnittlige månedlige differansen mellom tilsiget og driftsvannføringen viser at det er en økning fra seint høst til tidlig vår, mens det er en nedgang eller tilnærmet like nivåer resten av året. Figur 4.25 viser at avrenningsmønsteret følger den forventede kurven. Den største differansen er i februar, med en økning på 399 %. Den største nedgangen er i juni med 36 % (tabell 4.32). Det er en differanse mellom den totale gjennomsnittlige tilsiget og vannføringen på 0,28 km³/år. Dette kan skyldes variasjoner i nedbør i tidsperioden 2010-2015, og oppdemming av vann i magasiner høsten 2015.

Tabell 4.32: De totale gjennomsnittlige verdiene for tilsig/før utbygging og vannføring/etter utbygging og endringene i % for alle regulert vassdrag med naturlig avrenning til Sognefjorden utenom Dalsdalselvi og Dyrneslielvi. Vannføring er driftsvannføring og overløp addert.

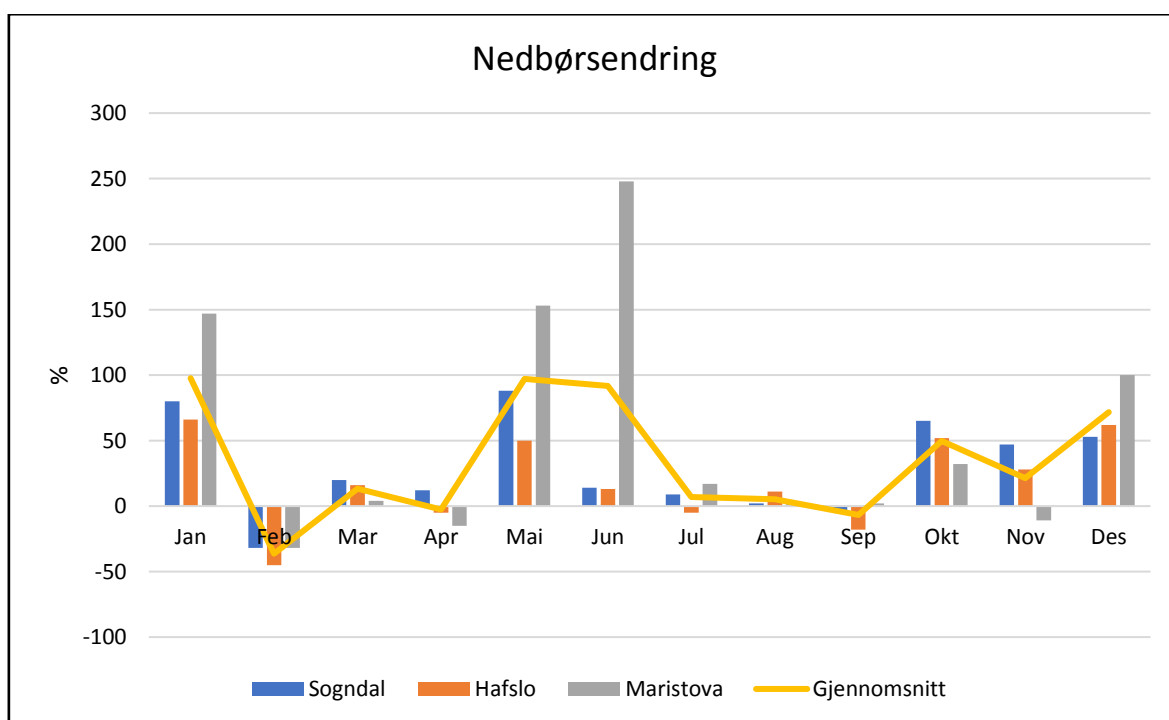
Måned	Totalt gjennomsnittlig tilsig 2010 – 2015 (km ³ /år)	Totalt gjennomsnittlig vannføring 2010 – 2015 (km ³ /år)	Endring i vannføring
Januar	1,28	6,18	383 %
Februar	1,23	6,12	399 %
Mars	2,03	5,54	173 %
April	2,71	5,25	94 %
Mai	10,39	8,32	-20 %
Juni	20,84	13,44	-36 %
Juli	20,83	13,73	-34 %
August	12,90	10,64	-18 %
September	10,01	8,74	-13 %
Oktober	7,27	8,07	11 %
November	4,48	7,26	62 %
Desember	3,07	7,13	132 %
Gjennomsnitt	8,09	8,37	



Figur 4.25: De totale gjennomsnittlige tilsig (inkl. før utbygging) og vannføring (inkl. etter utbygging) for alle regulert vassdrag med naturlig avrenning til Sognefjorden utenom Dalsdalselvi og Dyrnesielvi. Vannføring er driftsvannføring og overløp addert.

4.9 Nedbørsendringer i Indre Sognefjorden

Det er hentet ut nedbørsmålinger fra tre stasjoner i Indre Sogn; Maristova stasjon i Lærdal kommune som ligger 806 moh., Hafslo stasjon i Luster kommune som ligger 246 moh. og Selseng stasjon i Sogndal kommune som ligger 421 moh. Fra 1938 til 2015 har det vært en markant nedbørsøkning fra oktober til januar og i sommer månedene mai og juni. Sammenligningsgrunnlaget er satt til perioden 2010 – 2015 mot 1938 – 1943. Den største gjennomsnittlige økningen finner vi i januar. Da økte nedbøren med 98 % i 2010-2015 mot 1938 – 1943 (figur 4.26). Totalt kom det 18 558 mm nedbør i de tre målestasjonen i årene 1938 – 1943, mens det fra 2010 – 2015 kom det 22 905 mm nedbør. Det gir en total økning på 23 %.



Figur 4.26: Nedbørsendring fra tre målestasjoner i Indre Sogn. Målt i differansen mellom totalt månedlig nedbør i perioden 2010-2015 mot totalt månedlig nedbør i perioden 1938-1943.

4.10 Forskyvningspotensial

Tabell 4.33 viser de regulerede vassdragene, hvor det foreligger vannføringsdata i Sognefjorden og deres magasinkapasitet. Prosentverdiene forteller oss hvor mye av det totale tilsiget i løpet av året som kan lagres i deres respektive magasin. Det kan også leses av som antall dager. Tabellen tar utgangspunkt i at magasinkapasiteten ved starten av året er ved laveste tillatte regulerede vannstand. I utregningene er det ikke tatt høyde for eventuelle krav om minstevannføringer i elvene til vassdragene. Ved å bruke den gjennomsnittlige årlige vannføringen, blir det ikke tatt høyde for de sesongmessige variasjonene i tilsiget til vassdragene. Kraftverkene i vassdragene Jostedøla og Aurlandsvassdraget har den største magasinkapasiteten og det største forskyvningspotensialet. Kraftverkene i Jostedøla har mulighet til å magasinere vannet i 297 dager, med andre ord frem til 24. oktober visst man starter beregningen 1. januar.

Tabell 4.33: Forskyvningspotensiale til magasinene i de regulerede vassdragene i Sognefjorden. Inkludere ikke Dalsdalselvi og Dyrneslielvi, grunnet manglende vannføringsdata.

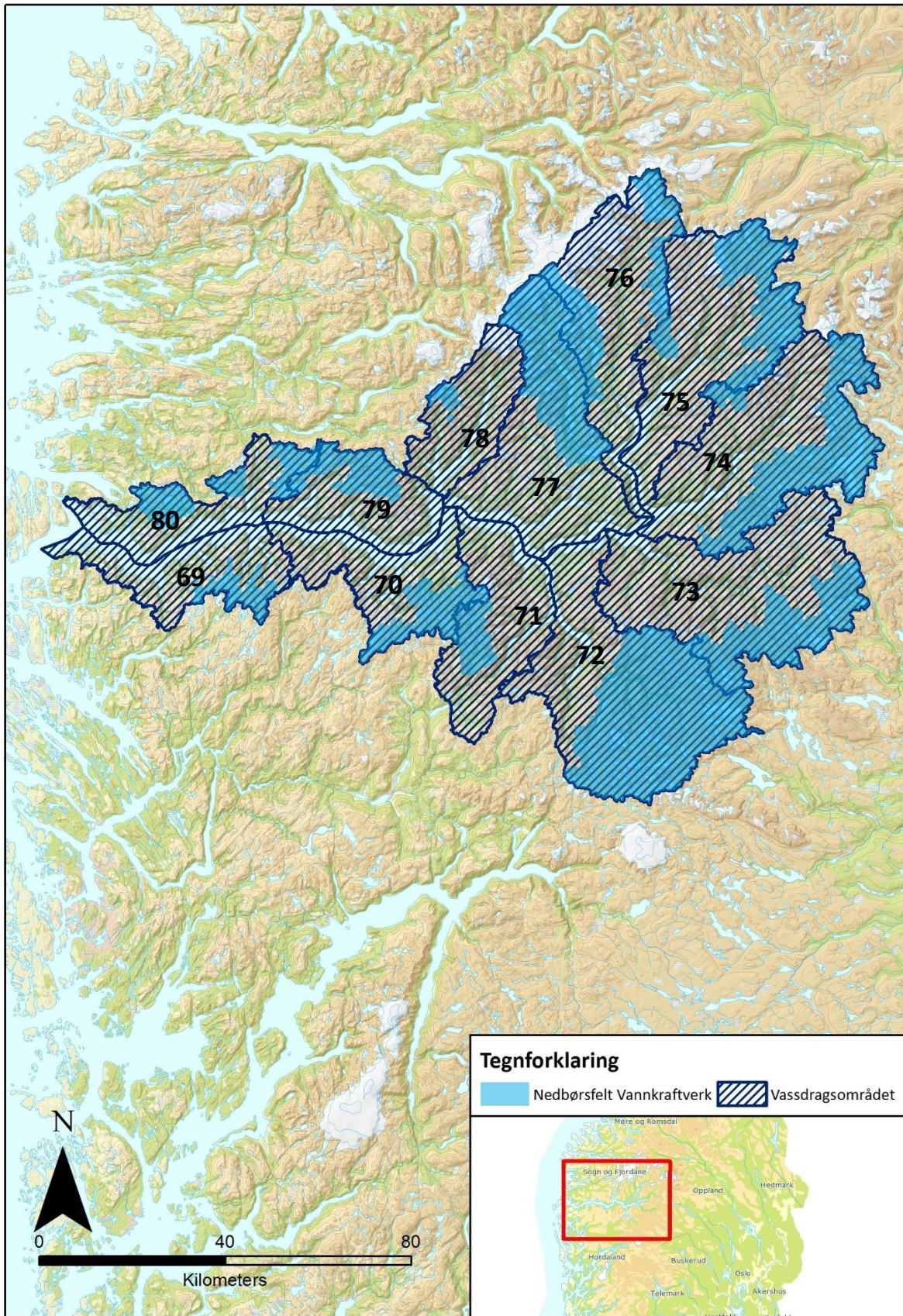
Elver	Gjennomsnitt årlig tilsig (m ³ /s)	Gjennomsnitt årlig tilsig (km ³ / år)	Magasin kapasitet (mill. km ³)	Magasinkapasitet/ Årlig tilsig	Forskyvningspotensial (dager)
Aurlandsvassdraget	39,8	1,26	0,89	71 %	260
Flåmvassdraget	14,3	0,45	0,01	2 %	8
Fortunvassdraget	22,59	0,71	0,16	22 %	80
Høyangervassdraget	24,1	0,76	0,25	33 %	122
Jostedøla	26,33	0,83	0,68	81 %	297
Lærdalsvassdraget	16,7	0,53	0,27	52 %	190
Lølandselva	8,02	0,25	0,04	14 %	51
Nysetelvi	6,19	0,20	0,07	38 %	140
Vetlefjordelvi	4,04	0,13	0,06	47 %	173
Vikvassdraget	15,62	0,49	0,19	38 %	138
Årdalsvassdraget	44,54	1,41	0,44	31 %	114
Årøyvassdraget	34,01	1,07	0,05	5 %	18
Gjennomsnitt	21,35	0,67	0,26	39 %	133

4.11 Vassdragsområder

NVE har delt inn Norge i 262 vassdragsområder (nve.no), der Sognefjorden er delt inn i 12 (figur 4.27). Nedbørsfeltet til Sognefjorden er totalt 10 305 km² (tabell 4.34). Langs Sognefjorden har magasinkraftverkene et totalt nedbørsfelt på 3 691,79 km² (vedlegg 1), som utgjør 36 % av det totale nedbørsfeltet til fjorden. Resultatene som er blitt lagt frem i dette kapittelet beskriver 36 % av ferskvannstilførselen til Sognefjorden. De resterende 64 % av nedbørsfeltet til Sognefjorden er upåvirket av vannkraftutbyggingen og vil derfor ha et naturlig avrennings mønster gjennom året.

Tabell 4.34: Vassdragsområder Sognefjorden. Vassdragsområdene er nummerert i figur 4.27

Vassdragsområde nr.	Vassdragsområde	Nedbørsfelt
69	Ytre Sognefjorden sør: Rutledal – Varmråk	432 km ²
70	Vikvassdraget/Varmråk – Vangsnes	546 km ²
71	Nærøyelvi/Fresvikbreen	664 km ²
72	Aurlandsvassdraget/Aurlandsfjorden	1433 km ²
73	Lærdalsvassdraget/Lærdalsfjorden	1392 km ²
74	Årdalsvassdraget/Årdalsfjorden	1339 km ²
75	Fortunvassdraget/Lusterfjorden Øst og Nord	1134 km ²
76	Jostedøla/Lusterfjorden vest	984 km ²
77	Årøyvassdraget/ Kyst Kaupanger – Hella	1039 km ²
78	Vetlefjorden og Fjærlandsfjorden	466 km ²
79	Høyangervassdraget/Kyst Dragsvik – Kyrkjebø	446 km ²
80	Ytre Sognefjorden Nord: Kyrkjebø – Risnes	430 km ²
	Totalt:	10305 km²



Figur 4.27: Nedbørsfelt vassdragsområder og magasinkraftverk med naturlig avrenning i Sognefjorden. Nummereringen beskriver navnet på vassdraget, og kan finnes i tabell 4.34.

5 Diskusjon

En tredjedel av nedbørsfeltet til Sognefjorden er påvirket av magasinkraftverk. Dette tilsvarer et areal på 3 691,79 km², som nesten er like stort som hele Østfold fylke (4 182 km²) (Thorsnæs, 2017). Resultatet viser at vassdragene i de ytre delene av Sognefjorden (Lølandselva og Høyangervassdraget) har jevnere vannføring gjennom året. Lølandselva er det regulerte vassdraget som ligger lengst vest i Sognefjorden, og har den største endringen i vannføringen i juni, med en økning på 55 %. Høyangervassdraget som ligger litt lengre øst enn Lølandselva, har den største differansen i januar med 276 % økning. Dette kan komme av områdets topografi og geografiske plassering. Da den gjennomsnittlige økningen av ferskvannstilførsel for hele Sognefjorden har økt med 248 % fra naturlig tilstand, så kan det diskuteres hvor stor påvirkning dette har på de hydrografiske og økologiske forholdene i fjorden.

På vestkysten av Norge er det en annen topografi enn lenger inne i Sognefjorden. Dette landskapet taler for nedbør i form av regn og ikke snø. Dette kan komme av det mildere kystklimaet og det lavereliggende landet. I tillegg forekommer det sene høst- og vinterflommer som kan gi lavere nedbørsvariasjon i løpet av året. Fjorårets oppgave presenterte en økning i ferskvannstilførsel som var nærmere 500 % fra naturlig tilstand, men der var kun Indre Sognefjord tatt med og det ble ikke tatt høyde for økningen i nedbør fra 1938 og frem til 2015 (figur 4.32).

De regulerte vassdragene som ligger i midtre (fra Vikvassdraget) og indre delene av Sognefjorden har større variasjon mellom tilsig og vannføring. Den største endringen i vannføringen kan komme av at området har et annet klima enn de kystnære områdene. Fjellene er høyere, noe som kan føre til at nedbøren legger seg som snø, med påfølgende snøsmelting om våren og sommeren. I tillegg er det flere breer i området som kan bidra med avrenning utover sommeren. Størrelsen på magasinene kan også spille inn på resultatet da de kan holde på mer vann. Dette bidrar antageligvis til å manipulere avrenningen til fjorden i større grad i forhold til hva magasinkraftverkene i Ytre Sognefjord gjør.

Det gjennomsnittlige tilsiget og vannføringen for hele Sognefjorden (tabell 4.32) viser at det er en høy økning i ferskvannstilførselen i januar og februar som følge av oppdemningen av vannet om sommeren og høsten. På bakgrunn av dette blir det en påfølgende reduksjon i disse verdiene fra mai til september, samt en økning fra og med oktober.

Årsaken til at de ekstreme verdiene som kommer frem av resultatene er slik de er, kan være vanskelig å sette fingeren på. Dette kan skyldes alt fra unøyaktige målinger, feil registrering eller dobbelføring av data. Det vi derimot kan si med sikkerhet er at dataene som er ført for sommeren er de mest presise da nedbøren kun kommer som regn og ikke snø. Snøen smelter ikke før til våren og vil være en ukjent variabel sammen med smelting fra breen gjennom hele vinteren.

Indre Sognefjord består av mange smale sidefjorder. De ble dannet av hengende sidebreer og er ikke like dype eller breie som selve Sognefjorden (Nesje, 2010). Det er i disse områdene vassdragene med den sterkest modifiserte vannføringen er lokalisert. På bakgrunn av at fjordarmene er smalere og grunnere, er det nærliggende å tro at det kan forekomme en større lokal påvirkning i disse fjordarmene enn i selve hovedfjorden.

5.1 Klimaeffekter

Mer nedbør, hovedsakelig i form av regn, vil i sammenheng med et varmere klima føre til en kraftigere avrenning om vinteren. Nedbøren vil trolig komme i form av regn fremfor snø. Resultatene av nedbørsberegningene (figur 4.26) viser en tydelig økning i nedbørsmengde, og det vil mest sannsynlig fortsette slik. Dette kan føre til mer vann til magasinene, mer vann i elveløpene og mer utvasking i fjordene. Som et resultat av dette kan det bli en høyere vannføring i elvene om vinteren, da den naturlige vårsmeltingen blir forskjøvet. En annen effekt kan være lavere vannføring om sommeren. Dette kan medføre konsekvenser for økologien i fjorden, og vil trolig ha en betydning for fisk, plankton og alger (Kaartvedt, 1984).

På breer vil vårsmeltingen starter noe senere enn normalt snødekke. Magasiner med direkte sammenhenger til breelver vil dermed motta smeltevann senere og over en lengre periode. Av kraftverk med tilkobling til breelver har vi: Vikvassdraget (Fresvikbreen), Vetlefjordelvi (Jostefonni), Jostedøla (Jostedalsbreen og Spørteggbreen), Fortun (Harbardsbreen) og en svært liten del av Årdalsvassdraget som får smeltevann Smørstabbreen. En endring i flomsyklusen med vår- og høstflommer kan ha en innvirkning på avrenningsmønsteret i vassdragene, som igjen kan påvirke de økologiske forholdene og organismene som har tilpasset seg dette over tid (Tollan, 2017) (Dale, 2017c). Som nevnt i avsnittet «2.3.1 Geografiske forhold og nedbør» vil vi med et varmere klima, få mer og kraftigere nedbør. Dette er derimot ikke synonymt med en forverring av flomsituasjonen, ettersom mesteparten av nedbøren vil med høyere temperaturer fordampe før det når elvene. Helhetlig sett kan fremtidens klima kunne by på høyere vannføring i elver og vassdrag vinterstid og lavere sommerstid (Amundsen, 2012).

5.2 Mulige endring av saltholdighet og temperatur i Sognefjorden

Ress (2015) presenterer en oversikt over endringene i saltinnholdet i fjorden det siste århundre. Det legges frem tall som viser at det er store endringer i saltinnholdet om vinteren, i både Sogndalsfjorden og Ytre Barsnesfjorden. Tidsperioden strakte seg fra da det nesten ikke var noen utbygging av vannkraft, og frem til nå. Resultatene fra denne oppgaven viser at det er i vintermånedene det slippes ut mest ferskvann fra magasinkraftverkene, og det kan derfor se ut som at våre resultater forsterkes av Ress (2015) sine funn om saltholdigheten i vintermånedene.

Ress (2015) fant ut at endringen i vintermånedene i ytre Barsnesfjorden var på 46,39 % og 20,68 % i Sogndalsfjorden. Til sammenligning, så var det i sommermånedene (mai-august) en økning på 0,32 % i Sogndalsfjorden, og en reduksjon på 72,19 % i Ytre Barsnesfjord. Alle målingene her foregikk i overflatevannet ved 0-1 m. En mulig forklaring kan komme av smelting av snø og is i fjellene rundt, kombinert med utslipp fra Årøy kraftverk og en nedbørsmengde som har økt med 23 % (figur 4.26) siden 1938.

I samme oppgave har Ress (2015) gjort undersøkelser som omhandler temperaturøkninger i fjorden fra tidlig 1900-tallet og fram til nåtid. Det er blant annet hentet data fra Sognesjøen, Sogndalsfjorden og Ytre Barsnesfjord. Som det ble skrevet i introduksjonen, ble det funnet en økning i temperatur på alle tre plassene. Sognesjøen med en gjennomsnittlig årlig økning på 11,94 %, Ytre Barsnesfjord på 30,94 % og Sogndalsfjorden på 32,49 %. Målingene foregikk på flere dyp, men det er her valgt å hente inn tallene for 50 m dybde. Det at Sognesjøen er påvirket i mindre grad enn de andre områdene kan kanskje forklares med at den ligger helt ute ved det åpne hav, og kan derfor lettere utveksle varme med havet. For de indre strøkene tar varmeutveksling lengre tid. Her er det flere faktorer som kan spille inn og disse har blitt nevnt tidligere i oppgaven.

Ress (2015) legger frem resultatene sine slik at det stilles spørsmål om utbyggingen av vannkraft langs fjorden har bidratt til å påvirke temperaturøkningen. Dataene sier at temperaturen har steget i takt med utbyggingen av kraftverk i fjorden, og det kan tenkes, slik det diskuteres om over, at utslippene fra kraftverkene kan bidra til en endring av de hydrologiske forholdene i fjorden, og dermed temperaturen. Spørsmålet er hvor mye det bidrar med eller om det fungerer som en forsterkende effekt på en annen faktor.

5.3 Mulige biologiske effekter av magasinkraftverk

Planteplanktonet er viktig for økosystemet i havet og i fjorden. Dette gjelder også i Sognefjorden som er hovedfokuset i denne oppgaven. Det er tidligere ikke gjort noen større undersøkelser av Sognefjorden og de økosystem som holder til der. Grunnet manglende informasjon blir man nødt til å sammenligne Sognefjorden med undersøkelser gjort i andre fjorder. Dette gir trolig ikke et presist bilde av hvordan situasjonen er i Sognefjorden.

Sognefjorden er lang og dyp, og er et omfattende arbeid ved en eventuelt helhetlig undersøkelse. Likevel er Sognefjorden et viktig økosystem for mye fisk og andre dyrearter, både under og over vannoverflaten. Verdien på fjorden er antageligvis så stor, at dersom en betydelig endring i fjordøkologien skulle skje, kan det få konsekvenser, hvis

det ikke har allerede skjedd. Det er nokså usikkert hvilke effekter reguleringene av vassdragene har, da dette ikke er blitt undersøkt godt nok enda. Det mangler for øvrig tilstrekkelig med historiske data for Sognefjorden før reguleringen, som gjør sammenligningsgrunnlaget vanskeligere.

Skreslet *et al.* (1976) skriver at: "Eksisterende (i 1976) og fremtidig vassdragsregulering (etter 1976) i Trondheimsfjorden er beregnet å øke ferskvannstilførselen til fjorden om vinteren med 20 % i forhold til naturlig tilstand, som er antatt å være nok til å forårsake betydelig bestandsreduksjon av raudåte i fjorden." Da våre resultater viser at ferskvannstilførselen til Sognefjorden hadde økt med gjennomsnittlige 248 % fra naturlig tilstand i mellom 2010 og 2015, vil det si at en betydelig bestandsreduksjon i Sognefjorden heller ikke er til å se bort ifra. Til tross for at Trondheimsfjorden er grunnere enn Sognefjorden, har Trondheimsfjorden et areal på ca. 1 438 km² i motsetning til Sognefjordens areal på ca. 1 005 km². Det kom frem i denne rapporten at en 20 % økning i ferskvannstilførsel i Trondheimsfjorden ville ha få en betydelig konsekvens for fjordens økologi. Dette kan sammenlignes med Sognefjorden som også har ferskvannstilførsel fra regulerte vassdrag. Resultatene viser at Sognefjorden har en økning på 248 % av ferskvann fra naturlig tilstand. Her må det belyses at Sognefjorden både er smalere og dypere, og det kan gi konsekvenser av samme kategori.

Laksen vandrer inn Sognefjorden fra havet omkring mai. Den har da gjerne med seg noe lakselus. Lakselusa tåler ikke ferskvann, og spesielt Sognefjorden og dens mange fjordarmer har et ferskvannslokk på denne tiden. Dette lokket fungerer som en naturlig ferskvannsbehandling på lakselusen og bidrar til å holde den i sjakk. Resultatene våre sier at ferskvannstilførselen er lavere i sommermånedene. Dette kan påvirke vannlagenes saltinnhold i fjorden, og konsekvensen kan være at lakselusen klarer seg i større mengde, lenger inn i fjorden (Dale, 2017d)

Endret avrenningsmønster i fjorder kan potensielt ha en innvirkning på lokale fiskebestander, som torsk. Dette gjelder spesielt i gyteperiodene, da torskeegg kan skylles ut av fjorden, grunnet den økte ferskvannstilførselen om vinteren. Her kan også

temperatur spille inn, da torskeeggenes klekketid og distribusjon i vannlagene henger sammen med vannets temperatur (Myksvoll *et al.*, 2014). Etersom Sognefjorden har en større andel regulerte vassdrag enn Nord- og Sørfolda, er det ikke utenkelig at en liknende situasjon kan oppstå der også.

5.3.1 Påvirkninger på næringsalter

Da resultatene våre viser at det er i januar og februar ferskvannsføringen fra magasinkraftverkene har størst økning, vil mye av næringssaltene fra de regulerte elvene komme i samme periode. Dette betyr at fjorden får et tidlig påfyll av spesielt silikater, men også fosfor og nitrogen. Dette er de næringssaltene som er viktigst for planteplanktonet. Ser vi på den vanligste typen planteplankton, som er kiselalgen, så ligger det i navnet at den er avhengig av silikater, da kisel består av silisiumdioksid (SiO_2)(Naturfagsenteret). Dette gjør at kiselalgen kan være den gruppen som er mest utsatt for endringer på grunn av vannkraftproduksjon.

Ved at fjorden får et såpass tidlig påfyll av disse næringssaltene, vil det, under gode forhold, kunne bidra til en tidlig oppblomstring av planteplankton. Dette i sammenheng med en tidlig lagdeling av vannet, grunnet store mengder ferskvann. Dersom en våroppblomstring starter et par uker tidligere grunnet vannkraftproduksjon, kan det forstyrre forholdet mellom oppblomstringen av planteplankton og beitingen fra dyreplankton (Dale, 2017a). Dette kan forstyrre forholdet mellom oppblomstringen og beitingen fra dyreplanktonet. Et tenkt scenario som kan oppstå som følge av en framskyndet oppblomstring av planteplankton, er at dyreplanktonet ikke får mat når de stiger opp fra under den eufotiske sonen (Dale, 2017a). Dersom planteplanktonet blomstrer opp et par uker for tidlig, kan derfor store mengder av planteplanktonet dø og synke til bunns. Dette gjør at dyreplanktonet ikke får nok mat å beite på, og vil av den grunn ikke kunne overleve. Det blir også mindre mat til fiskene som lever av dyreplanktonet. En ringvirkning av for tidlig blomstring, er at det kan oppstå en sjokkbølge gjennom hele næringskjeden. Dette gjør at flere av artene som lever i økosystemet i fjorden, ikke får tilstrekkelig med næring (Dale, 2017a).

5.3.2 Påvirkning på trådalger

I overvåkningsprosjektet av sukkertare konkluderte de med en rekke faktorer som bidro til vegetasjonsskiftet fra tareskog til trådformede alger. Faktorene var blant annet endring i tilførsel av næringssalter, lyssvekkelse grunnet høyere innhold av ferskvann og nedslamming av bunnen (Moy et al., 2008). Undersøkelsen i regi av NIVA som nevnt i teoridelen viser at stortare i Sognefjorden også blir berørt. Dette kan bety at trådalgeveksten øker i omfang. En indikator på at vi ennå ikke har fått et fullkomment regimeskift, er at tareplantene fortsatt er i stand til å bestå i mindre mengde (NIVA, 2016). Forholdene er derimot langt fra gunstige, og det kan stilles spørsmål ved hvor lenge taren vil greie å overleve.

5.4 Forvaltning av fjorden

Tabell 2.1 presenterer hvordan ulike statlige myndigheter forvalter ulike forekomster og miljøproblem. Denne inndelingen er nokså tydelig på sine ansvarsområder, men viser ingen fordeling i henhold til fjordene i Norge. Det kan virke som om vann, i fra det renner fra ferskvannskilder til elver, mister sin forvaltningsansvarlige i det det renner ut i fjorden. Fjorden blir litt glemt eller gjemt i det norske forvaltningssystemet, samt lover og forskrifter.

Det varierende saltinnholdet i fjorden kan være en faktor, da det inneholder både saltvann, brakkvann og ferskvann. Dermed kan det bli problematisk å plassere fjorden i en lov eller forskrift. Om fjorden hadde fått sin egen definisjon kunne det vært muligheter for en tydeligere forvaltning.

Det nevnes i Regional plan for Vassforvaltning for Sogn og Fjordane vassregion (Sogn og Fjordane vassregion, 2015), at vannforvaltningen i Norge er svært fragmentert. Det er mange aktører inne i bildet som skal forvalte sin større eller mindre del av kaken. Dette kan føre til forvirring og vil vanskeliggjøre forvaltningen av så store vannforekomster som fjordene står for. Hadde det vært én aktør som sto for hele forvaltningen av fjorden, ville det vært enklere å forholde seg til, i motsetning til ni forskjellige.

5.4.1 Miljøkostnader

Framtiden i Våre Hender kom med en høringsuttalelse til finansdepartementet vedrørende Strategirådets rapport "Ansvarlig investeringspraksis og SPU" (Fisher *et al.*, 2013). I forbindelse med denne uttalelsen nevner de eksterne miljøkostnader. De snakker om klimaødeleggelser som et eksempel her. De setter fingeren på at ved å stadig investere pensjonsfondet i selskaper som eksternaliserer sine miljøkostnader, vil vi uansett måtte ta av SPU (statens pensjonsfond utland) for å betale miljøkostnadene selskapene ikke betaler for. Her kan vi trekke en tråd over til fjorden, og de miljøproblemene som eksisterer der i dag. En løsning er å internalisere kostnadene i de selskapene som på en eller annen måte påvirker miljøet negativt. Om selskapene må stå for hele kostnaden selv, vil de bli tvunget til å gjøre noe med problemet. Konsekvensen kan bli at de ikke overlever dette vedtaket. Denne politikken er svært vanskelig å drive da det er veldig mye som er usikkert, og gevinsten av det ene eller andre utfallet er uklart. Det som derimot kan gjøres er å samle informasjon om problemet for å danne et bedre beslutningsgrunnlag. Dette kan gjøres ved å igangsette undersøkelser av fjorden, og hvilke konsekvenser reguleringen av vassdragene i tilknytning til fjorden får for de hydrologiske og økologiske forholdene i fjorden.

5.6 Feilkilder

Tilsigserier til regulerte vassdrag beskriver tilsiget i feltet slik det ville vært uten overføringer, samt uten magasinering i reguleringsmagasinene, men med naturlig selvregulering i de opprinnelige innsjøene. Tilsigsserien beskriver derfor ikke tilsiget slik det ville vært i et naturlig felt. Årsaken til det er at blant annet de innsjøene som nå er magasiner har fått endre sitt volum. Dette kan korrigeres, visst det tidligere volumet er kjent. Det er ikke kjent om kraftverkene vi har hentet inn data fra har gjort dette. Dette kan være etterprøvbart hvis man kjenner mengden vann i magasiner ved starten og slutten av et år. Hvis det resterende vannet er lik differansen av tilsiget og driftsvannføringen, inkludert overløp, er tilsigsberegningen korrekt. Det må derfor tas med i en helhetlig betraktning av oppgaven.

I tilsigsdataen fra kraftverkene er tilsiget i perioder negativt. Dette kan komme av at avrenningen er lavere enn vannet som blir overført fra magasinene og ujevnheter i metodene som er benyttet. Dette vil jevne seg ut over tid, men kan ha en påvirkning på de totale resultatene.

På grunn av nedbørsendringen som har skjedd siden 1938 og frem til 2015 er ikke resultatene fra Flåmvassdraget og Årdalsvassdraget direkte sammenlignbart med de resterende vassdragene. Visst denne oppgaven skal bli benyttet senere, burde man skaffe tilsigsserier, driftsvannføring og overløp fra de nevnte kraftverkene i perioden 2010-2015.

For Høyanger sørsiden er det usikkert om restvannet følger den naturlige avrenningen eller er blitt forskjøvet. Ved videre arbeid med oppgaven burde man forspørre BKK om overløpsdata og minstevannføring fra magasinene i nedbørsfeltet som har naturlig avrenning til Sognefjorden.

Utrekningen av forskyvningskapasiteten er mulig å forbedre med å inkludere eventuelle minstevannsføringer for vassdragene. Det er også mulig å få opplyst av vannkraftverkene volumet til magasinene per 01. januar og benytte seg av de daglige tilsigsberegningene. På denne måten tar man også hensyn til de sesongmessige variasjonene i vassdragene. Det var dessverre ikke mulig å gjennomføre dette for denne oppgaven grunnet innhenting og eventuelle utregningene sitt store omfang.

Våre utregninger i Microsoft Excel er blitt kjørt flere ganger, for å utelukke evt. feil i maler. Det kan likevel ikke utelukkes at det kan finnes feil i utregningene. Det kan heller ikke utelukkes at det er feil i data fra kraftverkene og deres måleinstrumenter.

I tabell 4.32 i resultatene er dataene fra Årdals- og Flåmvassdraget medregnet. Figur 4.26 indikerer at det har vært en nedbørsøkning fra 1938 til 2015. Med tanke på at Flåm- og Årdalsvassdraget er basert på vannføringsdata før- og etter utbygging kan nedbørsøkningen i denne perioden få forskyvningen til å fremstå større enn den i virkeligheten er. Nedbørsdataene er hentet fra andre områder i Indre Sognefjorden enn

Flåm- og Årdalsvassdraget. Det kan derfor ikke sies sikkert hvor stor nedbørsøkningen har vært i disse områdene og hvor mye dette virker inn på resultatene.

6 Konklusjon

Sogn og Fjordane står for ca. 12 % av all norsk vannkraftproduksjon, og er derfor en betydelig bidragsyter til kraftproduksjonen i landet. Fylket har en topografi som favoriserer storstilt vannkraftproduksjon grunnet de store fallhøydene. Det totale nedbørsfeltet til Sognefjorden er på 10 305 km², og utgjør en samlet vannkraftproduksjon på 15,8 TWh (vedlegg 18).

De indre delene av Sognefjorden har størst variasjon mellom tilsig og vannføring. Dette er trolig grunnet høyere fjell, vannfall og et større nedbørsareal enn de ytre. Ekstremtilfeller med svært høye verdier forekommer i enkelte trange fjordarmer og sidefjorder.

Resultatene fra denne oppgaven viser at den gjennomsnittlige økningen av ferskvannstilførsel til Indre- og Ytre Sognefjorden er på 248 % om vinteren. Dette er den samlede verdien for alle magasinkraftverkene i Sognefjorden.

Det blir med grunnlag i endringen av disse verdiene gjort klart at utbyggingen av magasinerte vannkraftverk kan ha hatt en innvirkning på hydrografiske og økologiske forhold i Sognefjorden.

Regulering av vassdrag kan føre til en sterkere utstrømning av overflatevann.

Saltholdigheten i fjordens øvre vannlag har som følge av redusert sommer- og økt vintervannføring gjennomgått en betydelig endring. Saltholdigheten er i dag langt lavere vinterstid enn de ville vært ved naturlig avrenning. Dette medfører videre at fersk- og brakkvann legger seg som et lokk over fjorden. Mindre saltholdighet i overflatelaget, gir dette vannet lavere tetthet, som igjen danner grunnlaget for tidligere og tydeligere lagdeling enn naturlig. Et lettere overflatelag endrer hvordan vinteromrøringen foregår, og påvirker utvekslingen av næringssalter og temperatur. Forskyvningen i avrenningsmønsteret skaper også endringer i fjordens vannsirkulasjon. Den estuarine sirkulasjonen blir kraftigere på vinterhalvåret, og jevnes ut på sommerhalvåret.

Temperaturen i Sognefjorden har steget i takt med utbyggingen av magasinkraftverk. Målinger gjennomgått i oppgaven henviser til en temperaturøkning ved 50 m dyp, fra ca. 1900-2000. Målingene er tatt ved Ytre Barsnesfjord, Sogndalsfjorden og i Sognesjøen. Temperaturen spiller inn i flere interaksjoner i fjorden, både hydrografiske og økologiske.

En sterkere utstrømning av overflatevann og endring i saltholdighet er to av de viktigste faktorene som spiller inn på utvasking av torskeegg og larver i fjorden. Raudåte kan skylles ut av samme grunn. Det er observert en nedgang i fiskepopulasjoner i Sognefjorden. Det antas at en endring i tilførsel av næringssalter, lyssvekkelse og nedslamming av bunnen er deler av grunnen til økt forekomst av trådformede alger i fjorden. Planteplankton, spesielt Kiselalgen kan være utsatt for virkninger av vannkraftproduksjon ettersom den er følsom for endringer i tilførselen av silisium (SiO_2).

Hvem som forvalter fjorden forblir et åpent spørsmål, da det er mange instanser som har sin del av ansvaret. Norge deles inn i vannregioner og vannområder som skal sikre en nærmere forvaltning av ulike vannforekomster. I tillegg er det ulike organer som igjen skal forvalte sine fagfelt derunder. Det er ingen tvil om at vannressurser er et tema som blir høyt prioritert i Norge. Likevel kan det virke som at fjorden blir litt glemt.

Sognefjordens hydrografi og økologi har blitt endret siden reguleringen av vassdrag begynte tidlig på 1900-tallet, og det er grunn til å tro at dette kan ha en sammenheng med vannkraftutbyggingen som har skjedd i samme tidsperiode. I dag finnes det noen avbøtende tiltak som pålegges konsesjonæren, for eksempel minstevannføring. Dette skal blant annet sikre elveløpets økologiske forhold. Fjorden derimot, har ikke de samme rettighetene. På samme måte som det pålegges minstevannføring, kunne det vært nødvendig med krav om periodevis maksimal vannføring som slippes ut i fjorden. Ved en maksimal vannføring kunne den store forskyvningen i avrenningsmønsteret blitt mer tilnærmet en naturlig tilstand. Ved å forskyve ferskvannstilførsel til fjorden med nesten seks måneder, ligger det nært å tro at det vil påvirke de hydrografiske og økologiske forholdene. Dette gjelder alt fra encellede planteplankton til større arter, som fisk og generelt dyreliv.

Norge er et land beriket på fornybare energiresurser, deriblant vannkraft. Likevel må det påpekes at denne gaven ikke kommer unna en pris, nemlig naturens pris. Det blir sagt at fornybar energi har en kontinuerlig tilførsel av energi, men ved å utnytte den i større grad enn hva naturen selv er i stand til å håndtere, blir det et spørsmål om summen av det hele er en bærekraftig ressurs. Klimaforandringer er i dag et faktum, og det er et synlig behov for et skifte fra den fossile sektoren. Behovet for energitilførsel er stadig voksende, og vil trolig ikke stabilisere seg med det første.

Litterasturliste

Det er benyttet EndNote X8 med APA 6th. Kildekompasset.no er brukt som rettleder.

- Amundsen, B. (2012). Mer regn i fremtiden. Retrieved from <http://forskning.no/klima-vaer-og-vind-eu/2012/07/mer-regn-i-framtiden>
- Askheim, S. (2011a). Bøfjordelva *Store norske leksikon*.
- Askheim, S. (2011b). Dyrneslielva *Store norske leksikon*.
- Askheim, S., & Thorsnæs, G. (2017). Sognefjorden *Store norske leksikon*.
- Berg-Nordlie, M., & Tvedt, K. A. (2016). Alta saken. Retrieved from <https://snl.no/Alta-saken>
- Bjerknessenteret. (2013). Fremtidens klim i Norge. Retrieved from <http://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M34/M34.pdf>
- Blaker Strand, V. (2013). Ratifikasjon *Store norske leksikon*.
- Brakkvann. (2009). *Store norske leksikon*.
- Bryhni, I. (2015). Glasifluvial *Store norske leksikon*.
- Dale, T. (2017a). [Alger (pers. meddel.)].
- Dale, T. (2017b). [Hydrografi og lagdeling (pers. meddel.)].
- Dale, T. (2017c). [Isbreer og silisium (pers. meddel.)].
- Dale, T. (2017d). [Lakselus (pers. meddel.)].
- Dale, T. (2017e). [Næringsalter i Sognefjorden (pers. meddel.)].
- E-CO. Orietering og vilkårsrevisjoner. Retrieved from <http://www.e-co.no/?module=Articles;action=Article.publicShow;ID=1540;template=utskrift>
- Eriksen, A. T. (2013). *Grønn politisk økonomisk analyse*
- Eufotisk. (2009). *Store norske leksikon*.
- Faugli, P. E. (2012). *Vann- og energiforvaltning : glimt fra NVEs historie* (Vol. 26-2012). Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Feilberg, P. (2016). Skall, skall ikke. Retrieved from <https://gemini.no/2016/09/skall-skall-ikke/>
- Fisher, A. D., Sandanger, G., & Gaarder, P. (2013). *Et klimavennlig oljefond Slik kan statens pensjonsfond utland bidra til en klimaløsning*. Retrieved from <https://www.framtiden.no/rapporter-klima/668-et-klimavennlig-oljefond/file.html>
- FN-sambandet. (2017). Dette er Pairsavtalen. Retrieved from <http://www.fn.no/Tema/Klima/Klimaforhandlinger/Dette-er-Paris-avtalen>
- Fuglestvedt, J. S., Harstveit, K. E., Mamen, J., & Benestad, R. (2017). Klimaendringer *Store norske leksikon*.
- Garrison, T. (2005). *Oceanography : an invitation to marine science* (5th ed. ed.). Belmont, Calif: Brooks/Cole.
- Grøttå, M. H., Rødland, J., & Trefall, K. (2016a). *Endring av avrenningsmønster i elver i Indre Sogn som følge av vannkraftproduksjon: Effekter av hydrografiske og økologiske forhold i Indre Sognefjorden*.

- Grøttå, M. H., Rødland, J., & Trefall, K. (2016b). *Endring av avrenningsmønster i elver i Indre Sogn som følge av vannkraftproduksjon: Effekter av hydrografiske og økologiske forhold i Indre Sognefjorden [Illustrasjon]*.
- Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Førland, E. J., Roald, L. A., Børsheim, K. Y., Hisdal, H., . . . Sorteberg, A. (2009). Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing.
- Havforskningsinstituttet. (2009a). Kysttorsk eller skrei? Retrieved from http://www.imr.no/nyhetsarkiv/2009/juni/kysttorsk_eller_skrei/nb-no
- Havforskningsinstituttet. (2009b). Rødalger. Retrieved from <http://www.imr.no/temasider/alger/rodalger/nb-no>
- Havforskningsinstituttet. (2013). Fjorder - vannutskiftning og strøm. Retrieved from http://www.imr.no/temasider/kyst_og_fjord/fjorder_vannutskiftning_og_strom/nb-no
- Havressurslova. (2009). *Lov om forvaltning av villlevande marine ressurser*. Retrieved from <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-06-37>.
- Hofstad, K. (2013). Maksimal ytelse *Store norske leksikon*.
- Hofstad, K. (2016a). Energiressurs *Store norske leksikon*.
- Hofstad, K. (2016b). Sekundærenergi *Store norske leksikon*.
- Homogen. (2009). *Store norske leksikon*.
- Hovgaard, P., & Dale, T. (2007, 27. juni 2007). Døende Sogndalsfjord?, Rapport. *Sogn Avis*.
- Hveding, V. (1992). *Vannkraft i Norge*. Trondheim: Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole, Institutt for vassbygging.
- Illustrert Vitenskap. (2009). Hvorfor flyter vi lett i saltvann? Retrieved from <http://illvit.no/fysikk/fenomener-i-fysikken/hvorfor-flyter-vi-lett-i-saltvann>
- Jakobsen, I. U. (2016). Parisavtalen *Store norske leksikon*.
- Jonsgård, Å. (2015). Dyreplankton *Store norske leksikon*.
- Kaartvedt, S. (1984). Vassdragsregulerings virkning på fjorder.
- Katadrom. (2011). *Store norske leksikon*.
- Kjensmo, J. (2011). Ferskvann *Store norske leksikon*.
- Klima og Forurensningsdirektoratet. (2010). *Klimakur 2020 : tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020* Retrieved from http://www.miljodirektoratet.no/no/Publikasjoner/Publikasjoner/2010/Mars/Klimakur_2020_Tiltak_og_virkemidler_for_a_na_norske_klimamal_mot_2020/
- Klimavakten (2017). [Nedbørskart over Norge [illustrasjon]].
- Leistøl, O., & Hagen, J. O. (2016). Isbre. Retrieved from <https://snl.no/isbre>
- Lie, U., Svendsen, H., Kaartvedt, S., Mikki, S., Johnsen, T., Aksnes, D., . . . Golmen, L. (1992). Vannkraft og fjorder. Fysiske og biologiske konsekvenser av Ulla-Førre utbyggingen. *SMR-Rapport nr. 4-1992*.
- Lutgens, F. K., Tarbuck, E. J., & Tasa, D. (2015). *Essentials of geology* (Twelfth edition. ed.). Boston: Pearson.
- Meteorologisk institutt. (2010). Normalperioder *Metlex*: Meteorologisk institutt.
- Miljødirektoratet. (2017). Klimagasser. Retrieved from <http://www.miljostatus.no/Tema/Klima/Klimagasser/>
- Miljøstatus. Definisjoner. Retrieved from <http://www.miljostatus.no/definisioner/a/>
- Moy, Christie, Alve, & Steen. (2008). Statusrapport nr. 3 fra Sukkertareprosjektet. Status report no. 3 from the Sugar Kelp Project.

- Moy, F. (2011). *Økologisk klassifisering av kystvann*. Retrieved from http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/dokumenter/arrangementer/gjennomforte-arrangementer/nasjonale-vannmiljokonferanser/nasjonal-vannmiljokonferanse-2011/1a/2_1_moy_klassifering_kystvann.pdf
- Myksvoll, M. S., Sandvik, A. D., Asplin, L., & Sundby, S. (2014). Effects of river regulations on fjord dynamics and retention of coastal cod eggs. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 71(4), 943-956.
- Naturfagsenteret. Hva er egentlig vær og klima? Retrieved from <https://www.miljolare.no/aktiviteter/land/natur/ln16/fagstoff/verogklima.php>
- Naturfagsenteret. Kiselalger- Ditomeer. Retrieved from <https://www.miljolare.no/tema/planterogdyr/artikler/planteplankton/kiselalger.php>
- Naturvernforbundet. Vannforskriften (vannrammedirektivet i EU). Retrieved from <http://miljojuss.no/lovverket/vanddirektivet/>
- Naustvoll, L.-J., & Dahl, E. (2002). *Kompendium i planktonalger*.
- Nesje, A. (2010). *Geomorphological landscapes of the world*. Dordrecht: Springer.
- Nesje, A., & Dahl, R. (2010). Det norske fjordlandskapet: Transportåre, matfat og turistmagnet. Retrieved from <http://www.geo365.no/geoturisme/det-norske-fjordlandskapet-transportare-matfat-og-turistmagnet/>
- NIVA. (2015). Sukkertareovervåkingen. Retrieved from <http://www.niva.no/fagomraader/miljoeovervaaking/sukkertareovervaakingen>
- NIVA. (2016). Trådalger truer Vestlandets økosystemer. Retrieved from <http://www.niva.no/traadalger-truer-vestlandets-oekosystemer>
- NIVA. (2017). Trådalger i Sognefjorden. Retrieved from <http://www.mynewsdesk.com/no/niva/news/traadalger-i-sognefjorden-217030>
- Norsk Polarinstitutt. Klimaindikator: innlandsis, iskapper og isbreer. Retrieved from <http://www.npolar.no/no/tema/klima/indikatorer/innlandsis-iskapper-isbreer/>
- Nousutile. (2016). Hva er en GIS shapefil? Retrieved from <http://no.nous-utile.info/article/hva-er-et-gis-shapefil>
- NVE. Nedlastning av fagdata fra NVE. Retrieved from <http://nedlasting.nve.no/gis/>
- NVE. (2006). *Kulturminner i norsk kraftproduksjon : en evaluering av bevaringsverdige kraftverk (KINK) (Vol. 2/2006)*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE. (2009). Årsaker til flom. Retrieved from <https://www.nve.no/hydrologi/lavvann-og-toerke/arsaker-til-flom/>
- NVE. (2015a). *NEVINA (Nedbørfelt-Vannføring-INdeks-Analyse) Lavvannsverktøy Bruerveiledning NEVINA brukerveiledning* Retrieved from http://nevina.nve.no/help/Bruerveiledning_NEVINA.pdf
- NVE. (2015b). Produktspesifikasjoner for NVEs vannkraftsystem: kraftverk, dammer, vannveier, innsjøer og delfelt, utbygd og ikke utbygd. Inkludert dammer og innsjøer regulert til andre formål. Retrieved from http://sosi.geonorge.no/Produktspesifikasjoner/Produktspesifikasjon_NVE_Vannkraft_1.0.pdf
- NVE. (2015c). Vannkraftpotensialet. Retrieved from <https://www.nve.no/energiforsyning-og-konsesjon/vannkraft/vannkraftpotensialet/>

- NVE. (2016). 1921: Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen opprettet. Vassdrags- og energiforvaltningen samlet i en etat. Retrieved from <https://www.nve.no/om-nve/nves-museumsordning/nves-historie/1921-norges-vassdrags-og-elektrisitetsvesen-opprettet-vassdrags-og-energiforvaltningen-samlet-i-en-etat/>
- NVE, Enova, Norges forskningsråd, & Innovasjon Norge. (2016). Ressursgrunnlag. Retrieved from <http://www.fornybar.no/vannkraft/ressursgrunnlag>
- Olerud, K. (2016). Klimakonvensjonen *Store norske leksikon*.
- Opedal, A. F., Aksnes, D. L., Rosland, R., & Fiksen, Ø. (2013). *Sognefjorden – en oppsummering av litteratur og kunnskapsstatus om fjord-økologi og vannkraftutbygging*. Retrieved from <https://uni.no/media/attachments/publications/techrep32.pdf>
- Pedersen, B. (2017). Vann *Store norske leksikon*.
- Pedersen, K. (2013). Norges våteste og tørreste steder. Retrieved from <http://www.yr.no/artikkel/norges-vateste-og-torrete-steder-1.11125446>
- Puschmann, O. (2005). *Nasjonalt referansesystem for landskap : beskrivelse av Norges 45 landskapsregioner* (Vol. 10/2005). Ås: NIJOS, Norsk institutt for jord- og skogkartlegging.
- Rasmussen, I., & Heldal, N. (2008). *Energi, klima og omstilling - innspill til en målrettet energipolitikk*. Retrieved from https://www.vista-analyse.no/site/assets/files/5913/energi_klima_og_omstilling_06_08.pdf
- Ress, T. (2015). *Some hydrographical changes in the Sognefjord and its tributaries, the Sogndalsfjord and the Barsnesfjord (Western Norway), the last century*.
- Reusch, M. (2007). Allemannsretten *Store norske leksikon*.
- Rosvold, K. A. (2011). Avrenning *Store norske leksikon*.
- Rosvold, K. A. (2013). Magsinkraftverk *Store norske leksikon*.
- Rosvold, K. A. (2014). Elvekraftverk.
- Rosvold, K. A. (2015a). Høyanger Kraftverk *Store norske leksikon*.
- Rosvold, K. A. (2015b). Magasinkapasitet *Store norske leksikon*.
- Rosvold, K. A. (2015c). Tilsig *Store norske leksikon*.
- Rosvold, K. A. (2015d). Vannføring *Store norske leksikon*.
- Rosvold, K. A. (2016a). Fallhøyde: i vannkraftverk *Store norske leksikon*.
- Rosvold, K. A. (2016b). Magasin: vannmagasin *Store norske leksikon*.
- Rosvold, K. A. (2016c). Primærenergi *Store norske leksikon*.
- Rueness, J. (2015). Tang og Tare: brunalger *Store norske leksikon*.
- Sild. (2016). *Store norske leksikon*.
- Skaala, Ø., Holst, J. C., & Nilsen, F. (2001). *Til laks åt alle...; Korleis sikre fremtida for villaks og havbruk*: Havforskningsinstituttet.
- Skofteland, E. (1984). *Ferskvannstilførsel til kysten før og etter regulering*. Retrieved from
- Skreslet, S., Leinebø, R., Matthews, J. B. L., & Sakshaug, E. (1976). *Freshwater on the way: proceeding from a Symposium on the Influence of Fresh-water Outflow on the Biological Processes in Fjords and Coastal Waters*. Retrieved from
- Sogn og Fjordane vassregion. (2015). *Regional plan for vassforvaltning for Sogn og Fjordane vassregion 2016-2021*. Retrieved from <http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/dokumenter/plandokumenter/2016-2021/regional-plan-vedtatt-fylkesting-2016-2021/regional-plan-vassregionfor-sogn-og-fjordane-2016-2021.pdf>

- Solbakken, R., Hindar, K., Fiske, P., Robertsen, G., Finstad, B., Aas, Ø., & Johnsen, B. O. (2012). Innsamling og sammenstilling av relevant kunnskap om Sognefjorden. *SINTEF Fiskeri og havbruk AS*, 101.
- Sprangsjikt. (2011). *Store norske leksikon*.
- SSB. (2015). Elektrisitet, desember 2015. Retrieved from <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elektrisitet/aar>
- Statsministerens kontor. (2017). Offisielt frå stasråd 31. mars 2017. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/offisielt-fra-statsradet-31.-mars-2017/id2547030/>
- Sælen, O. H. (2014). Hav *Store norske leksikon*.
- Sørensen, J., Halleraker, J., Bjørnhaug, M., Langåker, R., Selboe, O., Brodtkorb, E., . . . Fjellanger, J. (2013). Vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022. *Nasjonal gjennomgang og forslag til prioritering. Rapport(49)*.
- Terskelfjord. (2016). *Store norske leksikon*.
- Thorsnæs, G. (2017). Østfold *Store norske leksikon*.
- Thronsen, J. (2009). Kiselalger I *Store norske leksikon*.
- Thronsen, J. (2015). Alger *Store norske leksikon*.
- Tollan, A. (2017). Flom *Store norske leksikon*.
- Torsk. (2014). *Store norske leksikon*.
- Torstensen, E., & Kvamme, C. Historisk oversikt over fiskebestander i Sognefjorden; brislig og lokale sildestammer [illustrasjon]. Retrieved from <https://www.hisf.no/sites/default/files/media/Arrangement/E.%20Torstensen%20-%20Brisling.pdf>
- Tvedt, K. A. (2017). Mardøla Aksjonen *Store norske leksikon*.
- USGC. Water Density. Retrieved from <https://water.usgs.gov/edu/density.html>
- Utenriksdepartementet. (2016). Norge og EU sammen om å nå klimamålene. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/norge-og-eu-sammen-om-a-na-klimamalene/id2521813/>
- Vannforskriften. (2006). *Forskrift om rammer for vannforvaltningen*. Retrieved from https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446/%C2%A71%20-%20KAPITTEL_8#§1 - KAPITTEL_8.
- Vannportalen. Sogn og Fjordane. Retrieved from <http://www.vannportalen.no/vannregioner/sgn--og-fjordane/>
- Vannsidene. Organisasjonsstruktur for norsk vannforvaltning [illustrasjon]. Retrieved from http://www.vannsidene.no/files/struktur-vannforv_VR-VO.pdf
- Vannsidene. Vannforskriften. Retrieved from <http://www.vannsidene.no/vannforskriften>
- Vannsidene. Vannområder. Retrieved from <http://www.vannsidene.no/vannomrader>
- Vinjar, A., & Hofstad, K. (2016). Vannkraft *Store norske leksikon*.
- Vøllestad, A. (2015). Anadrom *Store norske leksikon*.
- WWU. Estuarine Circulation. Retrieved from <http://www.wwu.edu/salishsea/estuary.shtml>
- Ødven, B. (2012). *Mulige endringer i forekomst av ulike arter i og langs Sognefjorden de siste 65 år: resultater fra en spørreundersøkelse*.

WMS-server:

Geonorge. Topografisk norgeskart 3. Sist sett: 25. Mai 2017. WMS-server:

<http://wms.geonorge.no/skwms1/wms.topo3?request=GetCapabilities&Service=WMS>

Karttjenester:

NVE Atlas. Sist sett: 25. mai 2017. Hentet fra:

<https://atlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas>

Vedlegg

Vedlegg 1 – Samlet informasjon

Samlet informasjon om alle regulerte vassdrag og vannkraftverk med avrenning i Sognefjorden. Informasjonen er hentet ut fra Shape-filene fra de nedlastede fagdataene til NVE. Merket i rødt indikerer at kraftverkene ikke har naturlig avrenning i det gjeldene vassdraget, men deler eller hele nedbørsfeltet sitt der.

Vassdrag	Vannkraftverk	Kraftverk nr.	Eier	Type	I drift	Maks ytelse	Brutto fallhøyde	Magasin kapasitet	Nedbørsfelt vassdrag	Nedbørsfelt kraftverk	Kommentar
Aurlandsvassdraget	Aurland I	10	E-CO Energi AS	K	1973	840 MW	850 m	194 mill m ³		55,96 km ²	
	Aurland II H	11	E-CO Energi AS	K	1983	70 MW	500 m	187,4 mill m ³		90,35 km ²	
	Aurland II L	12	E-CO Energi AS	K	1982	60 MW	109 m	45,8 mill m ³	802,6 km ²	338,47 km ²	
	Aurland III	13	E-CO Energi AS	PK	1979	270 MW	400 m	448 mill m ³		92,93 km ²	
	Aurland IV	489	E-CO Energi AS	K	1980	38 MW	55 m	2,8 mill m ³		167,32 km ²	
	Aurland V	338	E-CO Energi AS	KS	1983	9 MW	395 m	16 mill m ³		15,06 km ²	
Dalsdalselvi	Sage	351	Luster Energi AS	KS	2001	8,9 MW	340 m	7,05 mill m ³	76,63 km ²	36,23 km ²	
Dyrnesielva	Dyrnesli	66	Vadheim Kraft AS	KS	1911	6,5 MW	317 m	7,4 mill m ³	36,65 km ²	35,3 km ²	
Flåmselvi	Kjosfoss	204	Jernbaneverket	KS	1944	4,2 MW	97 m	10,5 mill m ³	282 km ²	165,83 km ²	
Fortunvassdraget	Fivlenyr	85	Norsk Hydro	KS	1962	2 MW	230 m	11,1 mill m ³		8,94 km ²	
	Herva	145	Norsk Hydro	PK	1962	33 MW	257 m	115,7 mill m ³	512,05 km ²	123,3 km ²	
	Skagen	94	Norsk Hydro	K	1959	270 MW	967 m	28,8 mill m ³		204,66 km ²	36,9 km ² avrenning Årdalsvassdraget
	Eiriksdal	1739	Statkraft Energi AS	K	2013	80 MW	570,4 m	37,6 mill m ³		48,18 km ²	
Høyangervassdraget	Høyanger KSA	175	Statkraft Energi AS	K	1965	93 MW	574 m	165,9 mill m ³	289,09 km ²	133,99 km ²	3,26 km ² avrenning Vikdalsvatne
	Høyanger KSB	176	Statkraft Energi AS	K	1978	16,4 MW	729 m	25,6 mill m ³		21,47 km ²	
	Makkoren	1714	Statkraft Energi AS	KS	2012	4 MW	93 m	24,8 mill m ³		23,7 km ²	
Jostedal	Jostedal	547	Statkraft Energi AS	K	1989	288 MW	1163 m	498 mill m ³	862,17 km ²	144,41 km ²	
	Leirdøla	242	Statkraft Energi AS	K	1978	125 MW	454 m	178 mill m ³		154,27 km ²	
Lærdalsvassdraget	Borgund	35	Østfold Energi AS	K	1974	212 MW	874 m	74,7 mill m ³		252,85 km ²	
	Eldrevatn	1571	Eldrevatn Kraftverk AS	KS	2013	4,9 MW	141 m	38,4 mill m ³	1183,5 km ²	68,15 km ²	

Stuvane	557	Okken Kraft Lærdal KF	K	1988	38 MW	156 m	ikke regulert	0 km ²	Viderføring av Borgund
	512	Østfold Energi AS	PK	1974	50 MW	211 m	161 mill m ³	69,03 km ²	
	299	Sunnfjord Energi AS	KS	1965	8,8 MW	68 m	10 mill m ³	48,65 km ²	
Lølandselva	1668	Strandos Kraft AS	KS	2012	1,93 MW	205 m	ikke regulert	12,56 km ²	Utløpspunkt i Øvre Svultingen
	521	Sunnfjord Energi AS	KS	1941	6,45 MW	103 m	25,6 mill m ³	28,39 km ²	
	95	Østfold Energi AS	PK	1987	- 3,5 MW	0 m	ikke regulert	0 km ²	Utløpspunkt i Nyset, avrenning Årdalsvassdraget
Nysetelvi	290	Østfold Energi AS	K	1987	112 MW	969 m	30,6 mill m ³	63,98 km ²	
	316	Østfold Energi AS	KS	1988	5 MW	61 m	28,47 km ²	45,5 km ²	17,03 km ² avrenning Årdansvassdraget
Vetlefjordelvi	549	SFE Produksjon AS	K	1989	52 MW	810 m	60, 3 mill m ³	29,74 km ²	
	163	Statkraft Energi AS	K	1969	60 MW	318,2 m	0	50,45 km ²	Refsdalsdammen
Vikvassdraget	834	Hugla Kraft AS	KS	2004	1,35 MW	142,5 m	ikke regulert	12,28 km ²	Utløpspunkt i Hove
	287	Statkraft Energi AS	K	1967	20 MW	175 m	95,9 mill m ³	66,02 km ²	16,54 er overført frå Nærøydalselvi sitt nedbørsfelt
	332	Statkraft Energi AS	K	1969	90 MW	513,59 m	90,2 mill m ³	75,93 km ²	
	1563	Norsk Hydro	K	2012	48,9 MW	687 m	0	37,65 km ²	Holsbruvatn
	815	Norsk Hydro	K	2004	374 MW	1040 m	367,3 mill m ³	386,71 km ²	
Årdalsvassdraget	316	Østfold Energi AS	KS	1988	5 MW	61 m	44,3 mill m ³	17,03 km ²	
	94	Norsk Hydro	K	1959	270 MW	967 m	28,8 mill m ³	36,9 km ²	
	95	Østfold Energi AS	PK	1987	- 3,5 MW	0 m	ikke regulert	13,85 km ²	
Årøyvassdraget	530	Sognekraft AS	K	1983	90 MW	147 m	53 mill m ³	441,21 km ²	
	805	Sognekraft AS	KS	1943	4 MW	130 m	ikke regulert	3,51 km ²	
								450,84 km ²	

Vedlegg 2 – Aurlandsvassdraget

Tilsig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,90	4,83	9,58	3,65	6,34	11,17	6,08
Februar	1,94	4,84	5,95	3,95	5,04	5,57	4,55
Mars	2,81	5,54	11,95	3,10	7,54	8,03	6,50
April	5,15	21,52	5,51	4,81	9,77	5,31	8,68
Mai	43,76	51,57	34,69	80,48	65,56	14,69	48,46
Juni	100,44	177,00	106,79	125,82	127,98	57,52	115,93
Juli	82,04	103,48	145,76	78,39	106,24	167,36	113,88
August	45,66	40,52	77,26	52,78	37,52	131,47	64,20
September	36,94	59,01	51,69	33,73	26,79	54,46	43,77
Oktober	30,20	31,72	16,39	32,08	66,61	15,81	32,14
November	5,64	32,91	14,33	16,67	22,09	25,84	19,58
Desember	2,98	19,03	4,76	15,49	9,94	31,21	13,90

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	34,95	25,49	50,95	50,95	37,70	46,45	41,08
Februar	44,41	31,75	63,09	63,09	42,69	51,64	49,45
Mars	25,28	27,21	45,51	45,51	36,28	52,25	38,67
April	29,45	28,34	38,26	38,26	29,43	32,09	32,64
Mai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
August	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
September	17,30	16,93	15,08	15,08	27,86	25,55	19,63
Oktober	29,96	34,69	37,68	37,68	41,69	45,27	37,83
November	38,99	48,48	42,81	42,81	54,44	50,94	46,41
Desember	38,98	47,17	47,36	47,36	59,49	41,24	46,93

Overløp	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	3,86	4,51	4,22	4,13	3,95	4,42	4,18
Februar	4,12	3,91	4,12	4,09	3,90	4,19	4,06
Mars	4,08	4,23	6,20	4,03	4,43	4,90	4,65
April	4,40	8,46	4,56	4,73	5,90	5,14	5,53
Mai	28,75	30,26	35,13	44,08	35,31	19,57	32,18
Juni	39,55	65,21	44,47	42,09	34,58	35,36	43,54
Juli	39,93	51,15	49,23	36,70	59,60	50,55	47,86
August	34,06	38,04	51,74	35,09	35,77	46,23	40,16
September	13,35	14,92	18,38	15,96	11,19	17,31	15,19
Oktober	6,21	7,39	5,87	6,21	13,57	4,50	7,29
November	4,44	7,46	5,72	5,38	5,57	5,84	5,74
Desember	4,36	5,78	3,96	5,07	3,98	7,48	5,11

Vedlegg 3 – Flåmselvi

Før utbygging	1938 (m ³ /s)	1939 (m ³ /s)	1940 (m ³ /s)	1941 (m ³ /s)	1942 (m ³ /s)	1943 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	2,29	1,05	0,96	0,89	1,18	1,31	1,28
Februar	3,03	5	0,83	0,84	0,82	4,34	2,48
Mars	6,48	1,8	0,98	0,76	0,77	3,8	2,43
April	3,56	4,33	0,94	0,94	2,32	8,1	3,37
Mai	17,9	11,38	20,26	10,86	14,21	18,92	15,59
Juni	44,37	54,83	45,77	31,29	35,15	52,46	43,98
Juli	55,45	41,55	23,87	23,39	31,81	51,67	37,96
August	27,16	18,66	27,1	13,14	20,91	30,9	22,98
September	28,45	10,18	22,13	8,6	29,66	27,89	21,15
Oktober	15,06	1,35	6,45	4,94	17,51	22,66	11,33
November	14,74	4,25	5,41	1,54	6,04	5,27	6,21
Desember	2,17	1,39	2,91	3,87	4,4	2,16	2,82

Etter utbygging	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	4,28	1,48	1,69	4,64	2,09	3,02	2,87
Februar	2,35	1,24	2,22	3,42	1,7	2,61	2,26
Mars	1,36	1,95	3,88	7,79	1,43	4,58	3,50
April		3,4	14,12	4,22		7,35	7,27
Mai	24,97	16,85	27,24	18,67	36,81	31,79	26,06
Juni	39,94	35,72	67,2	44,02	46,77	48,57	47,04
Juli	48,78	30,13	42,03	57,88	31,38	40,49	41,78
August	35,9	17,99	14,57	31,41	23,37	14,44	22,95
September	40,31	17,91	27,52	30,09	14,4	11,8	23,67
Oktober	7,19	11,95	20,49	9,1	19,71	35,62	17,34
November	7,14	4,88	18,59		9,62	9,82	10,01
Desember	2,18		10,67	1,92	8,19	3,25	5,24

Vedlegg 4 – Fortunvassdraget

Tilsgig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,19	1,99	2,80	1,74	0,93	3,84	1,91
Februar	-1,39	1,44	1,55	0,21	2,02	1,91	0,96
Mars	0,72	1,96	1,17	0,39	2,91	2,75	1,65
April	1,38	5,54	0,99	0,06	2,24	0,90	1,85
Mai	22,04	28,36	17,33	45,38	37,72	3,90	25,79
Juni	49,60	93,06	57,92	71,99	78,54	36,24	64,56
Juli	52,21	65,45	83,49	50,68	79,31	93,27	70,73
August	34,00	41,78	43,74	44,41	29,09	68,92	43,66
September	22,21	33,86	34,36	20,60	19,24	24,70	25,83
Oktober	24,37	19,80	6,75	22,95	35,20	10,07	19,86
November	3,45	17,42	5,90	7,49	8,82	12,78	9,31
Desember	0,76	6,55	1,87	6,22	4,28	10,33	5,00

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	16,21	14,28	21,82	15,86	14,98	17,92	16,85
Februar	18,18	16,64	27,12	15,59	16,92	16,45	18,48
Mars	16,13	14,58	19,37	16,86	19,28	18,52	17,46
April	14,51	13,93	18,47	15,29	18,11	12,62	15,49
Mai	19,48	21,54	16,40	19,77	16,34	6,70	16,70
Juni	21,65	28,26	28,66	30,53	31,49	13,86	25,74
Juli	27,34	31,49	29,62	28,82	31,16	29,42	29,64
August	24,65	28,07	30,72	30,52	28,56	31,73	29,04
September	14,01	25,29	29,42	28,05	22,82	23,75	23,89
Oktober	22,01	19,38	17,19	23,81	23,32	17,30	20,50
November	15,70	16,37	16,25	16,85	15,52	18,14	16,47
Desember	13,88	12,76	16,39	14,35	20,14	17,59	15,85

Vedlegg 5 – Høyangervassdraget – totalt

Tilslig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	1,48	2,68	8,09	5,84	3,40	11,32	5,47
Februar	-1,15	1,91	7,51	1,64	9,34	13,20	5,41
Mars	6,02	11,30	22,94	1,64	9,66	15,02	11,10
April	11,06	36,67	2,39	9,94	16,99	6,19	13,87
Mai	31,24	58,55	29,64	59,63	51,48	31,65	43,70
Juni	35,28	61,09	58,45	38,44	42,33	68,99	50,76
Juli	25,20	40,38	45,25	30,48	25,22	78,92	40,91
August	13,17	14,61	17,77	25,75	12,03	49,70	22,17
September	23,49	35,48	39,95	15,49	15,19	17,64	24,54
Oktober	27,42	44,67	15,77	28,04	43,64	19,46	29,83
November	10,87	34,57	22,52	25,21	14,19	32,13	23,25
Desember	4,82	23,69	2,97	20,26	11,22	46,39	18,22

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	20,97	13,84	21,27	16,69	25,53	24,49	20,47
Februar	7,15	16,02	21,74	11,63	17,97	22,90	16,23
Mars	7,13	4,90	23,97	10,86	22,48	28,30	16,27
April	15,86	18,86	24,68	11,93	26,47	22,55	20,06
Mai	16,03	22,41	21,48	24,08	28,05	25,01	22,84
Juni	21,87	26,98	25,17	26,71	27,45	32,65	26,80
Juli	22,25	26,95	26,83	27,48	21,63	33,84	26,49
August	18,45	24,97	26,36	26,38	23,36	24,52	24,01
September	14,01	16,25	26,06	20,77	17,31	25,35	19,96
Oktober	15,55	23,46	23,14	18,67	15,81	18,50	19,19
November	18,43	25,80	24,40	18,97	18,82	26,44	22,14
Desember	21,38	22,24	26,45	22,83	19,76	30,67	23,89

Overløp	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,16	0,00	0,18	0,00	0,00	0,14	0,08
Februar	0,07	0,00	0,08	0,00	0,00	0,32	0,08
Mars	0,00	0,00	11,28	0,01	0,05	0,24	1,93
April	0,00	0,00	2,28	0,00	0,06	0,00	0,39
Mai	0,00	0,57	0,27	1,77	0,54	0,01	0,53
Juni	0,00	18,77	1,30	0,00	0,14	1,68	3,65
Juli	0,01	8,86	11,17	0,33	0,02	28,03	8,07
August	0,00	0,00	2,58	0,00	0,01	20,89	3,91
September	0,00	6,21	25,14	0,00	0,32	0,28	5,33
Oktober	0,06	19,27	0,05	0,06	1,81	0,02	3,55
November	0,00	9,71	0,08	1,31	0,68	0,53	2,05
Desember	0,00	3,83	0,00	0,02	0,04	16,90	3,46

Vedlegg 6 – Høyangervassdraget – Eiriksdal

Tilsgig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	1,06	-0,47	2,26	2,12	0,26	2,88	1,35
Februar	-1,28	0,15	1,96	-0,21	0,04	3,21	0,64
Mars	0,76	1,88	3,98	-0,04	0,37	3,24	1,70
April	2,27	7,71	-0,69	1,30	2,53	1,69	2,47
Mai	8,79	15,31	8,35	18,52	14,59	6,65	12,03
Juni	13,62	23,92	19,29	17,51	17,14	17,53	18,17
Juli	8,87	27,17	12,26	17,01	11,53	25,45	17,05
August	5,09	6,67	5,53	9,56	3,70	22,12	8,78
September	7,41	13,03	8,16	4,70	4,48	8,04	7,64
Oktober	8,06	11,75	3,43	9,76	12,16	6,47	8,61
November	2,12	9,85	4,42	7,11	3,65	8,31	5,91
Desember	2,35	6,33	1,34	5,90	2,15	11,04	4,85

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	3,79	1,06	5,27	5,57	6,97	7,88	5,09
Februar	0,97	1,00	3,10	3,18	4,44	5,60	3,05
Mars	0,94	0,84	6,01	2,45	6,76	7,89	4,15
April	0,94	0,95	5,40	1,86	5,75	3,83	3,12
Mai	1,07	2,29	1,70	4,16	8,70	6,45	4,06
Juni	5,07	6,29	4,40	6,06	10,03	11,82	7,28
Juli	5,39	6,30	6,11	6,12	8,49	12,68	7,52
August	5,37	6,23	5,82	5,90	7,01	5,88	6,04
September	3,18	3,60	5,76	3,59	5,30	7,98	4,90
Oktober	0,99	3,90	4,11	2,76	5,42	8,19	4,23
November	1,00	5,62	4,28	2,96	3,31	6,56	3,95
Desember	0,97	5,31	6,00	3,27	2,87	9,66	4,68

Vedlegg 7 – Høyangervassdraget – Høyanger K5A

Tilsgig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,63	3,41	5,19	3,45	2,88	7,55	3,85
Februar	0,00	1,15	4,85	1,83	9,14	9,50	4,41
Mars	4,81	8,36	17,86	1,63	8,60	10,69	8,66
April	7,98	25,74	2,82	7,98	13,25	4,04	10,30
Mai	19,66	38,25	18,67	35,50	31,66	22,60	27,72
Juni	17,98	31,22	33,24	16,96	20,26	45,50	27,53
Juli	13,82	9,30	27,24	10,79	10,82	44,39	19,39
August	6,97	6,90	9,98	13,68	7,07	20,66	10,88
September	14,19	18,87	27,57	9,62	9,31	7,85	14,57
Oktober	17,06	28,39	10,83	15,42	27,04	11,10	18,31
November	7,77	21,63	16,08	15,87	9,05	20,99	15,23
Desember	2,24	15,27	1,41	12,70	7,92	29,52	11,51

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	14,92	11,06	13,48	8,98	16,31	14,16	13,15
Februar	4,38	13,55	16,12	6,46	11,55	14,80	11,14
Mars	5,32	3,16	15,45	6,47	13,50	18,23	10,35
April	13,54	15,80	17,03	8,79	18,26	16,20	14,94
Mai	13,21	18,14	18,24	17,81	18,23	16,40	17,00
Juni	14,40	18,19	18,23	18,32	15,57	18,33	17,17
Juli	14,41	18,13	18,17	19,02	10,91	18,67	16,55
August	12,27	17,75	18,00	18,53	13,95	16,12	16,10
September	10,83	10,33	17,83	15,44	9,90	14,88	13,20
Oktober	14,56	17,11	16,60	13,98	8,59	8,07	13,15
November	15,99	17,67	18,22	14,37	13,31	17,63	16,20
Desember	17,94	14,45	18,34	17,35	14,55	18,63	16,88

Overløp	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,16	0,00	0,18	0,00	0,00	0,14	0,08
Februar	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,06
Mars	0,00	0,00	8,81	0,01	0,05	0,24	1,52
April	0,00	0,00	2,28	0,00	0,06	0,00	0,39
Mai	0,00	0,57	0,27	1,77	0,54	0,01	0,53
Juni	0,00	18,77	1,30	0,00	0,14	1,55	3,63
Juli	0,01	8,41	11,17	0,33	0,02	25,99	7,65
August	0,00	0,00	2,58	0,00	0,01	18,26	3,48
September	0,00	5,05	25,02	0,00	0,32	0,18	5,09
Oktober	0,06	17,29	0,01	0,06	1,75	0,02	3,20
November	0,00	8,97	0,08	1,31	0,66	0,53	1,93

Vedlegg 8 – Høyangervassdraget – Høyanger K5B

Tilsgig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	-0,20	-0,26	0,63	0,27	0,26	0,89	0,27
Februar	0,14	0,61	0,68	0,03	0,15	0,49	0,35
Mars	0,45	1,07	1,11	0,05	0,69	1,08	0,74
April	0,80	3,21	0,26	0,66	1,21	0,46	1,10
Mai	2,79	4,99	2,63	5,62	5,24	2,40	3,95
Juni	3,68	5,95	5,92	3,97	4,93	5,96	5,07
Juli	2,51	3,92	5,76	2,68	2,87	9,09	4,47
August	1,12	1,04	2,26	2,50	1,25	6,93	2,52
September	1,89	3,58	4,23	1,16	1,40	1,75	2,34
Oktober	2,30	4,52	1,52	2,85	4,43	1,89	2,92
November	0,99	3,09	2,02	2,24	1,49	2,83	2,11
Desember	0,23	2,08	0,22	1,66	1,14	5,83	1,86

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	2,25	1,72	2,52	2,14	2,26	2,45	2,22
Februar	1,80	1,47	2,52	1,99	1,98	2,50	2,04
Mars	0,87	0,90	2,52	1,95	2,21	2,18	1,77
April	1,38	2,10	2,25	1,28	2,45	2,53	2,00
Mai	1,75	1,98	1,54	2,11	1,12	2,15	1,77
Juni	2,40	2,50	2,55	2,32	1,85	2,50	2,35
Juli	2,44	2,51	2,55	2,34	2,23	2,49	2,42
August	0,82	0,98	2,54	1,95	2,40	2,51	1,87
September	0,00	2,31	2,46	1,74	2,11	2,49	1,85
Oktober	0,00	2,46	2,43	1,92	1,81	2,25	1,81
November	1,44	2,52	1,89	1,64	2,21	2,24	1,99
Desember	2,48	2,48	2,11	2,21	2,34	2,38	2,33

Overløp	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februar	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,01
Mars	0,00	0,00	2,48	0,00	0,00	0,00	0,41
April	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,02
Juli	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	2,04	0,41
August	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,62	0,44
September	0,00	1,17	0,12	0,00	0,00	0,10	0,23
Oktober	0,00	1,98	0,04	0,00	0,06	0,00	0,35
November	0,00	0,74	0,00	0,00	0,02	0,00	0,13
Desember	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	2,97	0,54

Vedlegg 9 – Jostedøla

Tilsgig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	2,31	3,01	5,50	3,06	3,62	4,28	3,63
Februar	2,38	2,45	2,52	2,49	3,27	4,16	2,88
Mars	2,55	7,02	4,30	1,54	4,56	4,14	4,02
April	4,91	11,21	4,41	4,83	6,36	3,97	5,95
Mai	21,81	26,59	15,57	38,53	30,65	12,11	24,21
Juni	45,28	82,96	44,22	61,92	66,94	33,61	55,82
Juli	79,49	93,16	77,35	71,48	97,02	66,41	80,82
August	56,33	65,45	57,64	62,55	52,57	69,99	60,76
September	31,71	49,28	39,95	34,09	35,50	37,42	37,99
Oktober	25,05	23,62	8,73	26,78	37,32	12,97	22,41
November	4,79	17,29	8,50	10,03	12,62	12,60	10,97
Desember	4,13	7,72	3,22	7,06	6,34	10,20	6,45

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	46,40	26,95	30,36	33,57	31,29	42,62	35,20
Februar	38,57	37,71	15,69	33,92	22,16	30,84	29,81
Mars	19,32	23,77	3,12	42,38	28,21	32,13	24,82
April	18,83	5,71	16,98	14,27	15,74	25,64	16,20
Mai	12,42	14,07	13,99	4,88	8,44	19,44	12,21
Juni	11,07	14,44	26,00	21,29	37,89	21,97	22,11
Juli	22,58	24,71	12,16	24,61	37,28	17,57	23,15
August	25,18	28,67	19,88	27,39	44,07	3,98	24,86
September	17,19	28,09	33,08	37,51	41,17	20,12	29,53
Oktober	31,13	26,67	18,77	33,84	25,71	15,64	25,29
November	30,91	47,26	16,44	32,77	23,57	10,45	26,90
Desember	52,28	40,66	33,11	21,90	29,40	11,24	31,43

Overløp	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,05
Februar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
April	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,11
Mai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juli	0,00	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
August	0,00	11,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,84
September	0,00	7,43	1,02	0,00	0,00	0,00	1,41
Oktober	0,73	8,38	0,00	0,00	2,08	0,00	1,86
November	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,00	0,17
Desember	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00

Vedlegg 10 – Lærdalsvassdraget

Tilsgig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	1,40	2,61	4,78	1,91	3,68	4,94	3,22
Februar	1,79	2,61	2,80	2,78	3,09	2,44	2,59
Mars	1,51	2,04	3,21	1,23	24,32	2,41	5,79
April	1,69	7,99	3,13	1,06	2,42	2,14	3,07
Mai	22,59	24,71	19,84	45,23	36,85	4,25	25,58
Juni	47,73	68,10	55,05	53,12	57,29	32,98	52,38
Juli	30,13	35,70	57,18	24,11	37,04	64,22	41,40
August	16,22	25,89	28,36	22,76	15,37	39,60	24,70
September	11,50	24,31	17,61	14,59	9,56	25,28	17,14
Oktober	18,38	11,29	7,08	10,82	19,90	5,84	12,22
November	3,58	12,24	4,84	6,92	9,48	7,53	7,43
Desember	2,19	6,35	2,95	5,72	4,35	8,13	4,95

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	20,30	17,25	24,22	20,25	19,94	13,89	19,31
Februar	17,24	16,68	24,58	20,56	21,87	13,89	19,14
Mars	9,67	0,73	12,03	12,06	18,62	23,93	12,84
April	8,12	0,00	11,41	6,76	10,89	24,61	10,30
Mai	11,02	7,97	12,69	14,11	13,76	12,34	11,98
Juni	16,56	23,85	22,75	23,55	20,95	15,63	20,55
Juli	13,01	24,36	22,79	14,14	14,21	16,13	17,44
August	8,94	17,88	19,81	15,73	12,87	21,79	16,17
September	13,20	14,30	21,04	12,43	5,77	21,40	14,69
Oktober	10,79	14,28	11,69	8,05	12,33	14,75	11,98
November	21,24	21,62	17,23	15,00	13,75	16,88	17,62
Desember	21,89	18,67	20,20	16,10	13,89	16,25	17,83

Vedlegg 11 – Lølandselva

Tilsig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	<null>	6,88	3,73	4,09	3,15	10,28	5,63
Februar	<null>	4,93	13,58	0,94	6,58	13,52	7,91
Mars	<null>	11,42	16,77	0,81	9,65	13,07	10,34
April	<null>	16,41	3,30	10,23	6,03	8,59	8,91
Mai	<null>	8,60	6,70	8,76	3,37	13,70	8,23
Juni	<null>	7,07	1,07	2,30	1,20	7,34	3,80
Juli	<null>	2,77	6,36	7,05	2,23	5,73	4,83
August	<null>	3,23	3,43	5,93	2,71	3,77	3,81
September	<null>	12,97	15,10	5,17	4,42	2,59	8,05
Oktober	<null>	11,73	6,23	13,12	17,27	6,09	10,89
November	<null>	13,99	12,93	14,28	3,74	19,04	12,80
Desember	<null>	10,75	3,19	14,90	10,71	15,46	11,00

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	<null>	7,05	8,35	7,11	7,38	11,30	8,24
Februar	<null>	6,54	7,89	4,92	7,23	11,25	7,57
Mars	<null>	8,28	12,42	5,00	9,46	11,49	9,33
April	<null>	9,84	5,42	7,22	7,80	8,01	7,66
Mai	<null>	5,39	5,54	6,89	4,85	10,15	6,56
Juni	<null>	7,20	3,87	4,20	5,04	8,43	5,75
Juli	<null>	6,00	6,35	6,98	3,99	5,16	5,70
August	<null>	4,50	4,80	6,94	2,92	2,39	4,31
September	<null>	9,74	9,99	6,22	1,45	4,92	6,46
Oktober	<null>	10,45	8,48	8,49	6,67	8,45	8,51
November	<null>	8,53	10,62	9,49	6,92	11,33	9,38
Desember	<null>	11,02	5,42	11,74	8,92	12,63	9,95

Overløp	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	<null>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,05
Februar	<null>	0,00	0,79	0,00	0,00	1,93	0,54
Mars	<null>	0,76	3,77	0,00	0,00	4,17	1,74
April	<null>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mai	<null>	0,00	0,26	0,00	0,00	0,50	0,15
Juni	<null>	0,08	0,00	0,00	0,00	0,67	0,15
Juli	<null>	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,02
August	<null>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
September	<null>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oktober	<null>	0,00	0,00	0,71	1,60	0,00	0,46
November	<null>	0,85	0,00	0,00	0,00	0,62	0,29
Desember	<null>	2,89	0,00	0,00	0,00	6,19	1,82

Vedlegg 12 – Nysetelvi

Tilsig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,62	0,56	1,67	0,84	1,40	1,77	1,14
Februar	0,18	0,47	1,05	0,52	0,24	0,97	0,57
Mars	0,27	0,42	2,24	0,23	0,99	0,87	0,84
April	0,56	4,15	0,99	0,34	1,58	0,62	1,37
Mai	9,55	11,38	9,81	18,50	14,08	2,75	11,01
Juni	18,47	29,83	20,12	18,03	17,53	15,56	19,93
Juli	10,15	11,80	23,14	10,27	10,15	27,56	15,51
August	5,30	8,48	11,41	7,23	3,43	14,61	8,41
September	4,30	9,21	9,36	4,40	4,03	6,20	6,25
Oktober	2,27	5,06	2,15	5,26	8,57	2,54	4,31
November	0,82	5,65	1,73	2,47	2,86	4,21	2,96
Desember	0,70	2,28	0,97	2,44	0,92	4,45	1,96

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	7,12	3,14	7,38	7,45	8,02	6,47	6,60
Februar	7,62	7,04	10,22	8,73	5,98	7,99	7,93
Mars	1,33	1,46	7,37	1,35	5,52	5,92	3,82
April	0,00	1,58	2,22	0,00	1,42	0,41	0,94
Mai	0,00	10,05	5,23	7,21	7,31	2,69	5,42
Juni	10,44	9,60	12,34	9,23	10,08	8,72	10,07
Juli	5,44	10,70	11,12	6,95	3,75	10,03	8,00
August	5,39	9,16	9,59	6,83	1,09	13,15	7,53
September	4,04	6,18	11,08	4,41	2,74	9,13	6,26
Oktober	3,12	6,67	3,95	3,67	7,45	3,01	4,65
November	5,09	5,94	2,11	6,45	7,47	5,65	5,45
Desember	8,59	6,69	8,22	5,82	7,17	7,70	7,36

Vedlegg 13 – Vetlefjordelvi

Tilsig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,56	0,42	0,49	0,18	0,11	0,72	0,41
Februar	-0,42	0,28	0,76	0,21	0,34	0,30	0,24
Mars	0,47	0,67	1,32	0,12	0,70	0,64	0,65
April	0,52	1,35	0,41	1,04	0,84	0,37	0,75
Mai	2,78	3,74	2,97	6,23	4,99	0,92	3,60
Juni	7,01	13,01	6,66	8,88	9,30	4,82	8,28
Juli	9,82	16,67	11,63	15,16	12,15	11,76	12,86
August	6,84	6,79	7,84	9,06	5,58	18,07	9,03
September	4,41	7,24	6,22	3,64	4,23	7,09	5,47
Oktober	3,15	3,29	1,75	4,49	8,59	2,77	4,01
November	0,62	3,76	0,72	1,97	1,77	3,11	1,99
Desember	0,30	1,69	0,09	1,40	1,07	2,18	1,12

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	2,05	2,16	5,21	3,85	4,56	3,19	3,50
Februar	1,67	2,82	4,42	2,15	4,61	3,74	3,23
Mars	1,55	2,83	1,33	1,89	3,59	4,16	2,56
April	1,42	4,07	1,55	1,32	1,86	2,52	2,12
Mai	1,88	0,15	1,72	2,09	2,82	1,42	1,68
Juni	1,12	0,56	4,23	0,00	2,88	0,26	1,51
Juli	5,10	7,35	6,99	3,56	7,06	0,17	5,04
August	6,11	6,68	7,68	7,19	7,37	5,16	6,70
September	3,81	6,82	2,17	6,36	2,80	6,06	4,67
Oktober	3,82	4,74	2,75	2,40	3,22	3,03	3,33
November	3,58	3,93	2,04	1,49	4,02	4,70	3,30
Desember	1,68	4,05	3,80	2,10	2,62	3,77	3,00

Overløp	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,56	0,33	0,61	1,98	0,99	0,81	0,88
Februar	0,30	1,06	1,01	0,30	0,90	1,13	0,78
Mars	0,75	1,25	3,41	0,29	1,33	1,79	1,47
April	1,56	4,47	1,30	1,41	2,42	1,86	2,17
Mai	3,28	5,21	4,33	4,96	4,04	3,58	4,23
Juni	3,52	6,66	5,25	4,53	4,75	5,66	5,06
Juli	2,83	6,32	5,27	5,60	3,10	5,14	4,71
August	1,53	1,97	2,73	3,11	1,22	7,19	2,96
September	1,98	3,78	5,33	1,51	2,53	2,78	2,98
Oktober	2,50	3,79	1,79	2,86	3,86	1,64	2,74
November	1,09	3,33	2,34	2,45	0,79	2,69	2,11
Desember	0,61	1,82	0,90	1,95	0,81	3,18	1,55

Vedlegg 14 – Vikvassdraget

Tilsig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	1,02	0,99	5,95	3,10	1,82	4,29	2,86
Februar	0,67	1,37	2,42	1,25	1,50	1,78	1,50
Mars	1,55	2,58	7,57	0,63	3,39	2,50	3,04
April	3,74	39,00	3,14	5,51	5,99	2,30	9,95
Mai	18,30	33,73	17,59	37,04	30,53	13,17	25,06
Juni	25,25	47,05	45,13	36,53	40,16	33,59	37,95
Juli	23,49	31,04	42,03	20,81	31,30	50,79	33,24
August	11,46	11,02	22,07	18,17	14,22	40,23	19,53
September	14,12	21,90	28,98	7,85	7,29	18,25	16,40
Oktober	16,43	21,99	8,93	15,71	32,10	8,85	17,33
November	5,13	19,13	9,49	10,98	12,23	13,63	11,77
Desember	0,89	11,13	2,16	9,63	5,92	22,82	8,76

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	17,17	4,45	19,43	13,88	13,69	13,80	13,74
Februar	12,64	7,83	20,45	12,34	12,72	18,05	14,01
Mars	2,52	7,86	21,19	14,08	15,51	8,68	11,64
April	1,45	13,71	4,24	12,46	14,27	12,47	9,77
Mai	4,37	14,06	8,49	14,28	14,85	12,34	11,40
Juni	10,78	21,87	23,40	18,04	17,54	21,71	18,89
Juli	12,45	20,90	22,31	17,15	20,88	22,50	19,36
August	10,91	16,37	16,54	14,30	14,44	21,01	15,59
September	10,53	9,08	19,09	6,04	12,39	13,09	11,70
Oktober	15,50	16,63	14,37	10,29	16,85	8,89	13,76
November	14,15	20,19	10,86	13,42	17,51	15,26	15,23
Desember	18,96	15,88	14,06	14,77	14,14	17,79	15,93

Overløp	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mars	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
April	0,04	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
Mai	0,04	2,09	0,00	0,11	0,21	0,00	0,41
Juni	0,14	0,11	0,62	0,02	1,22	4,63	1,12
Juli	0,14	0,11	1,92	0,00	0,00	3,56	0,95
August	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01
September	0,00	3,25	5,52	0,00	0,00	3,47	2,04
Oktober	0,00	10,49	0,00	0,00	2,97	0,00	2,24
November	0,01	0,02	0,00	0,00	0,99	0,17	0,20
Desember	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,48	0,09

Vedlegg 15 – Årdalsvassdraget

Før utbygging	1938	1939	1940	1941	1942	1943	Gjennomsnitt
Januar	3,99	3,69	3,02	2,27	3,86	8,68	4,25
Februar	6,68	11,22	2,05	2,21	2,77	10,48	5,90
Mars	15,51	4,96	2,69	1,89	3,04	15,37	7,24
April	11,07	8,89	3,46	2,40	9,03	22,87	9,62
Mai	60,76	34,01	59,08	35,06	47,47	60,39	49,46
Juni	155,35	195,70	104,25	112,18	106,30	171,32	140,85
Juli	167,41	152,52	80,14	91,96	97,92	152,20	123,69
August	91,06	69,58	58,82	44,66	80,41	69,03	68,93
September	105,23	33,77	58,07	41,05	95,32	78,41	68,64
Oktober	38,39	5,92	14,17	13,39	72,72	36,56	30,19
November	30,97	5,26	7,75	3,91	18,91	26,24	15,51
Desember	7,24	3,66	8,50	8,00	14,05	20,01	10,24

Etter utbygging	2010 (m³/s)	2011 (m³/s)	2012 (m³/s)	2013 (m³/s)	2014 (m³/s)	2015 (m³/s)	Gjennomsnitt (m³/s)
Januar	30,38	14,81	37,73	26,49	30,48	34,66	29,09
Februar	27,77	13,57	38,19	37,13	36,92	40,65	32,37
Mars	13,38	17,90	47,92	24,12	32,04	32,57	27,99
April	18,23	41,82	36,93	14,29	32,55	24,70	28,09
Mai	49,54	67,86	49,10	93,03	74,12	27,06	60,12
Juni	59,36	150,46	80,31	91,50	89,73	76,61	91,33
Juli	56,46	69,10	87,14	63,86	83,94	117,07	79,59
August	31,50	72,76	54,52	61,36	43,65	72,14	55,99
September	31,85	65,17	54,16	42,49	24,26	41,72	43,27
Oktober	48,25	50,20	22,16	45,04	51,43	25,12	40,37
November	22,31	40,88	22,86	23,91	24,25	47,01	30,20
Desember	35,93	33,21	31,13	30,11	30,27	43,70	34,06

Vedlegg 16 – Årøyvassdraget

Tilsgig	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	0,92	2,99	6,06	2,89	7,54	7,62	4,67
Februar	0,53	3,11	5,61	1,42	6,19	6,65	3,92
Mars	4,85	8,26	23,52	0,97	11,05	15,34	10,67
April	11,66	38,44	11,63	12,26	22,94	14,41	18,56
Mai	32,06	48,49	50,06	74,49	51,75	33,86	48,45
Juni	40,37	113,32	53,35	63,33	69,16	57,22	66,12
Juli	79,54	99,43	79,17	72,53	97,85	76,85	84,23
August	55,59	61,66	55,88	69,37	47,26	74,07	60,64
September	34,75	59,02	49,49	33,60	37,61	37,28	41,96
Oktober	35,81	41,52	15,37	41,43	62,77	18,63	35,92
November	6,02	30,02	19,84	21,25	15,40	27,85	20,06
Desember	1,99	17,77	2,65	17,05	7,75	30,52	12,96

Driftsvannføring	2010 (m ³ /s)	2011 (m ³ /s)	2012 (m ³ /s)	2013 (m ³ /s)	2014 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	Gjennomsnitt (m ³ /s)
Januar	4,83	4,35	10,55	7,87	15,87	<null>	8,70
Februar	3,84	7,30	3,47	5,59	7,48	<null>	5,53
Mars	6,26	11,76	24,33	3,87	17,60	<null>	12,76
April	12,32	37,15	19,32	13,69	23,91	<null>	21,28
Mai	32,48	54,86	23,69	54,76	45,43	<null>	42,24
Juni	42,45	74,07	57,28	69,92	75,08	<null>	63,76
Juli	72,50	79,58	76,71	75,70	74,39	<null>	75,77
August	67,39	67,20	63,21	73,52	61,52	<null>	66,57
September	32,46	61,06	52,00	40,41	36,31	<null>	44,45
Oktober	32,65	45,57	16,37	35,40	46,76	<null>	35,35
November	14,81	34,25	19,92	23,83	24,24	<null>	23,41
Desember	3,47	29,84	7,65	16,73	9,23	<null>	13,38

Vedlegg 17 – Avrenningsdata fra BKK

Avrenningsdata for "BKK-vassdrag" på Høyanger sørside				04.03.2016	BKK-id: 11657954
Felt	Vassdrags- nummer	Areal fra konsesjon (km ²)	Areal fra NVE atlas (km ²)	Avrenning i mill m ³ /år (årsnitt 61-90)	Sum i mill m ³ /år
Storelva, Ikjefjorden (069.512)			16,9	61,54	
- Fraført Myrestølsvatnet	069.51C	4,3	4,57	18,47	
- Fraført Pinslevatnet	069.51AZ	2,1	1,98	8,59	
Restavrenning Storelva, etter regulering					<u>34,48</u>
Øystrebøelva, Ikjefjord (069.5Z)			28,79	97	
- Fraført Stølsvatnet	069.5B	16,6	17,19	62,27	
Restavrenning Øystrebøelva, etter reg.					<u>34,73</u>
Førdeelva, Fuglesetfjorden (069.7Z)			57,28	221,27	
- Fraført Årsdalsvatnet	069.7D	30,4	33,51	135,52	
- Fraført Fridalen bekkeinntak (inkl Fridalsvatnet)	069.7BB	11,5	8,84	36,93	
- Fraført Tverrvatnet	069.7AB	5,7	5,79	20,09	
Restvassføring Førdeelva ved fjorden					<u>28,73</u>
Bjordalselva (069.72Z)			15,21	40,44	
- Fraført Systøselva bekkeinntak		3,6	4,47	13,96	
- Fraført Botnedalselva bekkeinntak		3,0	1,92	6,43	
+ Tillegg for minstevassføring Botnedalselva (40 l/s)				1,26	
Restvannføring Bjordalselva					<u>18,79</u>
Østebøvassdrag (069.8Z) med elvene Sørebøelva og Østerbøelva.			63,22	198,36	
- Fraført Østerbotvatnet, Sørbøelva		8,0	7,62	31,12	
Restvannføring					<u>167,24</u>
Merknad til beregningen					
- Tallene er hentet fra NVEs avrenningskart ved hjelp av følgende karttjeneste fra NVE: http://atlas.nve.no/SilverlightViewer?Viewer=NVEAtlas					
- Det er noe avvik mellom feltarealene oppgitt i konsesjonstillatelsen fra 1969 og beregnet feltareal ut fra NVEs avrenningskart.					
Feltkilder: Noe vann som er beregnet overført vil gå i overløp ved flom, og renne i sitt naturlige nedbørfelt til Sognefjorden. Dette er ikke medtatt i beregningen. I tillegg er NVEs avrenningskart oppgitt med en generell usikkerhet på +/- 20 %. Nedbørfeltene i det aktuelle området har store høydegradienter og lokale variasjoner i nedbør, og det vil nok forekomme avvik mellom NVEs avrenningskart og målte verdier i dette området. Vi anser likevel NVEs avrenningskartet som et realistisk estimat.					
Ingvill Stenseth/Per Vidar Halsnes, BKK					

Vedlegg 18 – Kraftverk Sogn og Fjordane per 01.01. 2017

Kraftverk-ID	Kraftverk	Type	Kommune	Maksimal ytelse (MW)	Midlere årsproduksjon (GWh) (1981-2010)	I drift	Hovedeier
907	Grytten	KM	Askvoll	0,07	0,2	2000	GRYTTE ARILD
905	Mandelid	KM	Askvoll	0,125	0,8	2000	GUNNAR OSLAND
909	Kvernhuselva	KM	Askvoll	0,32	1,4	2000	
1835	Grunnevatn	KS	Askvoll	1,13	3,5	2016	SFE PRODUKSJON AS
296	Nedre Markevatn	KS	Askvoll	2,8	9,4	1954	SFE PRODUKSJON AS
401	Stongfjord	KS	Askvoll	2,9	11,7	1907	SFE PRODUKSJON AS
325	Oslandsbotn	KS	Askvoll	2,9	11,8	1984	SFE PRODUKSJON AS
825	Rivedal	KS	Askvoll	3,2	15	2005	RIVEDAL KRAFTVERK AS
1834	Leknesvatn	KS	Askvoll	3,8	12,9	2016	SFE PRODUKSJON AS
518	Øvre Markevatn	KS	Askvoll	5	20,2	1938	SFE PRODUKSJON AS
1878	Fossane	PK	Aurland	-3,6		2013	E-CO ENERGI AS
204	Kjosfoss	KS	Aurland	4,2	25,1	1944	JERNBANEVERKET
241	Leinafoss	KS	Aurland	4,8	29,7	1932	E-CO ENERGI AS
338	Aurland V	KS	Aurland	9	29,4	1984	E-CO ENERGI AS
1797	Holmen	K	Aurland	25	81	2016	HOLMEN KRAFT AS
489	Aurland IV	K	Aurland	38	112,2	1980	E-CO ENERGI AS
12	Aurland II L	K	Aurland	60	227,5	1982	E-CO ENERGI AS
11	Aurland II H	K	Aurland	70	259,2	1983	E-CO ENERGI AS
13	Aurland III	PK	Aurland	270	170,1	1979	E-CO ENERGI AS
10	Aurland I	K	Aurland	840	2508,3	1973	E-CO ENERGI AS
1632	Thue	KM	Balestrand	0,075	0,2	2011	KNUT U. THUE
1478	Sagelvi	KS	Balestrand	2,3	7,2	2012	SMÅKRAFT AS
836	Dale	KS	Balestrand	2,95	12	2005	DALE KRAFT AS
1568	Sværen	KS	Balestrand	3,2	9,6	2010	SFE PRODUKSJON AS
549	Mel	K	Balestrand	52	193,2	1989	SFE PRODUKSJON AS
758	Vatn 462	PK	Bremanger	-0,3	-0,7	1996	SVELGEN KRAFT HOLDING AS
1282	Fossekalen	KM	Bremanger	0,09	0,7	2007	SVELGEN KRAFT AS
1281	Blålid	KM	Bremanger	0,565	2,2	2007	BLÅLID KRAFT AS
904	Dyrstad	KM	Bremanger	0,99	0,5	1999	DYRSTAD KRAFT DA
838	Straumane	KS	Bremanger	1,5	8	2005	SVELGEN KRAFT AS
1367	Bjørndalen	KS	Bremanger	4,95	27	2006	SFE PRODUKSJON AS
1366	Dauremål	KS	Bremanger	4,95	14,5	2007	SFE PRODUKSJON AS
416	Svelgen I	K	Bremanger	10	52,7	1921	SVELGEN KRAFT AS
183	Svelgen III	K	Bremanger	22	113	1963	SVELGEN KRAFT AS
511	Økseneelvane	K	Bremanger	28	162	1955	SFE PRODUKSJON AS
417	Svelgen II	K	Bremanger	30	191,1	1958	SVELGEN KRAFT AS
499	Åskåra 2	K	Bremanger	42	227,9	1973	SFE PRODUKSJON AS
418	Svelgen IV	K	Bremanger	50	278,2	1973	SVELGEN KRAFT AS
14	Åskåra 1	K	Bremanger	85	383,6	1970	SFE PRODUKSJON AS
1283	Fagerelva	KM	Eid	0,035	0,1	2001	
1683	Torvikelva	KS	Eid	1,237	4,3	2012	SMÅKRAFT AS
1595	Lotsberg	KS	Eid	1,45	4	2010	LOTSBERG KRAFT AS
1653	Jøllåna	KS	Eid	1,68	4,5	2011	JØLLÅNA KRAFT AS
1873	Kjørstad	KS	Eid	2,5	7,7	2016	KJØRSTAD KRAFT AS
1638	Indre Norddal	KM	Fjaler	0,089	0,3	2008	MAGNE NORDDAL
950	Storedalen	KM	Fjaler	0,75	2,6	2008	STOREDALEN KRAFTVERK AS
1594	Dalelva	KM	Fjaler	0,9	3,2	2006	DALELVA KRAFT AS
1810	Søllia	KS	Fjaler	1,96	6,3	2016	SMÅKRAFT AS
823	Sagevikelv	KS	Fjaler	4,45	17,7	2004	SAGEVIKELV KRAFT AS
180	Hålandsfoss	KS	Fjaler	4,85	22,6	1955	SUNNFJORD ENERGI AS
1845	Husefest	KM	Flora	0,06	0,3	2014	OTTO ULLEVÅLSETER
903	Storelva	KM	Flora	0,4	2	1999	STORELVA KRAFTVERK AS
902	Strupen	KM	Flora	0,48	2,5	1999	STRUPEN ENERGI AS
1589	Kvangreelva	KM	Flora	0,48	3	2012	KVANGREELVA KRAFTVERK AS
1590	Budalselva	KM	Flora	0,54	3,1	2010	BUDALSELVA KRAFT AS
1341	Skolten	KS	Flora	1,3	6,3	2002	SKOLTEN KRAFT AS
1666	Hovland	KS	Flora	2,995	9,5	2012	HOVLAND KRAFT AS
1263	Gjerland	KM	Førde	0,0166	0,1	2007	
1262	Blåsvagrova	KM	Førde	0,017	0,1	2005	
941	Bakkefossen	KM	Førde	0,0738	0,4	1994	GJERLAND NILS
943	Kvernhusfossen	KM	Førde	0,1424	1,3	1997	KVERNHUSFOSS KRAFTVERK AS
1649	Botnabakken	KM	Førde	0,16	0,7	2009	BOTNABAKKEN KRAFT AS
949	Hellevang	KM	Førde	0,176	0,3	2003	Tor Dag Gulbrandsen
942	Gunnar Jan Gjerland	KM	Førde	0,182	0,8	1995	GUNNAR JAN GJERLAND
952	Neselva	KM	Førde	0,27	1,3	2004	NESELVA KRAFTVERK AS
1532	Karstad	KM	Førde	0,39	2,6	2009	KARSTAD MINIKRAFTVERK AS
1664	Refsdal	KM	Førde	0,493	1,5	2000	SUNNFJORD ENERGI AS
1355	Sagelva	KM	Førde	0,65	2,5	2007	SAGELVA ENERGI AS
1215	Grøneng	KM	Førde	0,95	5	2006	GRØNENG KRAFTVERK AS
820	Furebø	KS	Førde	1,08	5,2	2001	FURA KRAFT AS

839	Nydal	KS	Førde	1,44	7,3	2005	NYDAL KRAFT AS
1370	Stølslia	KS	Førde	1,5	5,1	2007	STØLSLIA KRAFT AS
1361	Kråkernes	KS	Førde	2,16	9	2007	KRÅKENES KRAFT AS
1651	Grøvla	KS	Førde	2,433	7	2011	GRØVLA KRAFT AS
778	Mo	K	Førde	10	39,5	2000	SUNNFJORD ENERGI AS
47	Brulandsfoss	K	Førde	12,5	59,3	1934	SUNNFJORD ENERGI AS
1264	Kanalen	KM	Gaular	0,01	0	2005	
944	Norvald Hestad	KM	Gaular	0,024	0,1	1997	
948	Årteigvelva	KM	Gaular	0,1303	0,5	2001	HESTAD KARSTEN
1467	Viken	KM	Gaular	0,227	1,6	2008	VIKEN KRAFT AS
1526	Vågen	KM	Gaular	0,39	2,7	2008	VÅGEN MINIKRAFT AS
946	Økslandselv	KM	Gaular	0,691	2,3	1999	ØKSLANDELV KRAFTVERK AS
1466	Vallestadfossen	KM	Gaular	0,92	6,5	2006	VALLESTADFOSSEN KRAFTVERK AS
1877	Kvamselva	KS	Gaular	2,67	8,8	2016	KVAMSELVA KRAFTVERK AS
1597	Skyggeelva	KS	Gaular	4,76	14	2010	SKYGGELVA KRAFT AS
1838	Selselva	KS	Gaular	5,36	18,6	2016	SELSELVA KRAFT AS
908	Fløtre	KM	Gloppen	0,05	0,2	2000	JAN KÅRE FLØTRE
906	Fossekallen	KM	Gloppen	0,08	0,5	1999	FOSSHEIM KURT
1340	Evebøfossen	KM	Gloppen	0,38	3	1910	GLOPPEN ENERGI AS
1533	Teitafossen	KM	Gloppen	0,89	4,6	2009	TEITAFOSSEN KRAFT AS
1882	Breidalselva	KM	Gloppen	0,99	5,3	2016	MOANE KRAFT AS
1405	Heimseta	KS	Gloppen	1	5	2008	HEIMSETA KRAFT AS
821	Ryssdal	KS	Gloppen	1,25	5,9	1999	RYSSDAL KRAFT AS
1228	Kvitefella	KS	Gloppen	1,3	5,9	2005	KVITEFELLA KRAFT AS
1881	Hestenes	KS	Gloppen	1,88	6,3	2016	HESTENES KRAFT AS
1476	Tjøtaelva	KS	Gloppen	2,3	8,1	2011	SMÅKRAFT AS
807	Sandal og Fossheim	KS	Gloppen	2,7	13,3	2004	SANDAL & FOSSHEIM KRAFT AS
1497	Årdal Nedre	KS	Gloppen	2,8	7,3	2009	ÅRDAL KRAFT AS
1357	Hjelle	KS	Gloppen	2,85	11,4	2008	HJELLE KRAFTVERK AS
1243	Rongkleiv	KS	Gloppen	3	11,3	2006	RONGKLEIV KRAFT AS
456	Trysilfossen	KS	Gloppen	3,2	21,6	1980	GLOPPEN ENERGI AS
1441	Årdal Øvre	KS	Gloppen	3,5	11	2008	ÅRDAL KRAFT AS
1247	Brekkefossen	KS	Gloppen	3,9	18	2005	HOPE ENERGI AS
1521	Kandal	KS	Gloppen	4,8	18	2009	KANDAL KRAFT AS
803	Neselva	KS	Gloppen	4,9	17,6	2004	YTRE KANDAL KRAFT AS
1378	Egge	KS	Gloppen	5	19	2007	EGGE KRAFT AS
1425	Jardøla	KS	Gloppen	5	16,2	2008	JARDØLA KRAFT AS
1434	Skjerdal	KS	Gloppen	5,3	24,4	2008	SKJERDAL KRAFT AS
71	Eidsfossen	KS	Gloppen	7	50,3	1917	GLOPPEN ENERGI AS
384	Skogheim	KS	Gloppen	7,7	31,3	1987	SFE PRODUKSJON AS
353	Sagefossen	K	Gloppen	10,1	42,8	1986	SFE PRODUKSJON AS
1354	Byrkjelo	K	Gloppen	13,27	61,5	2007	BYRKJELO KRAFT AS
1562	Hauge	KM	Gulen	0,48	1,8	2010	HAUGE MINIKRAFTVERK AS
1755	Midtun	KM	Gulen	0,65	2	2014	MIDTUNKRAFT AS
1339	Takle	KM	Gulen	0,99	5,6	2000	BKK PRODUKSJON AS
846	Kløvtveit	KS	Gulen	8,9	43,3	2006	BKK PRODUKSJON AS
947	Horneelva	KM	Hyllestad	0,1092	0,6	1999	
1831	Espelاند	KM	Hyllestad	0,27	0,9	2015	ESPELAND MINIKRAFTVERK AS
462	Tveit	KM	Hyllestad	0,95	7,4	1982	SUNNFJORD ENERGI AS
299	Nedre Svultingen	KS	Hyllestad	8,8	40,4	1965	SUNNFJORD ENERGI AS
985	Ortnevik Mikrokraftverk	KM	Høyanger	0,037	0,2	1999	
983	Birkås	KM	Høyanger	0,71	2,8	2006	SMÅKRAFT AS
1509	Osland	KM	Høyanger	0,75	2	2008	OSLAND KRAFT AS
1618	Ortnevik	KS	Høyanger	1,2	5,5	2004	SMÅKRAFT AS
1668	Strandos	KS	Høyanger	1,93	6,2	2012	STRANDOS KRAFT AS
764	Vestrebotn	KS	Høyanger	2,8	15,8	1999	BKK PRODUKSJON AS
1474	Krokevatn	KS	Høyanger	3,3	13	2009	BKK PRODUKSJON AS
1714	Makkoren	KS	Høyanger	4	17,8	2012	STATKRAFT ENERGI AS
1545	Måren	KS	Høyanger	5	21	2010	BKK PRODUKSJON AS
521	Øvre Svultingen	KS	Høyanger	6,45	26,7	1941	SUNNFJORD ENERGI AS
66	Dyrnesli	KS	Høyanger	6,5	49	1911	VADHEIM KRAFT AS
176	Høyanger K5B	K	Høyanger	16,4	107,1	1978	STATKRAFT ENERGI AS
402	Stordal	K	Høyanger	26	57,2	1974	BKK PRODUKSJON AS
1739	Eiriksdal	K	Høyanger	80	342	2013	STATKRAFT ENERGI AS
175	Høyanger K5A	K	Høyanger	93	636,2	1965	STATKRAFT ENERGI AS
1777	Fossheimgardane	KM	Jølster	0,075	0,3	2013	FOSSHEIMGARDANE MIKROKRAFTVERK AS
951	Jølstraholmen	KM	Jølster	0,144	1,1	2003	
945	Grovane	KM	Jølster	0,5	2,1	1998	GROVANE KRAFTVERK AS
1556	Indrebø	KM	Jølster	0,884	3,6	2010	INDREBØ KRAFT AS
787	Ågjølet	KS	Jølster	1,341	6,5	2002	ÅGJØLET KRAFTVERK AS
1426	Meierifossen	KS	Jølster	1,36	5,3	2008	MEIERIFOSSEN KRAFTVERK AS
1661	Nedrebø	KS	Jølster	1,42	3,6	2012	NEDREBØ KRAFTVERK AS
1574	Dvergsdaldalen	KS	Jølster	1,7	6,5	2010	DVERGSDALSDALEN KRAFTVERK AS
788	Veiteberg	KS	Jølster	2,07	6,9	2001	VEITEBERG KRAFTVERK AS
1569	Sanddal	KS	Jølster	2,5	11,4	2007	SANDDAL KRAFT AS
1630	Åselva	KS	Jølster	3,5	12	2011	ÅSELVA KRAFT AS

1584	Gjesdal	KS	Jølster	3,7	10,5	2011	GJESDAL KRAFT AS
792	Befring	KS	Jølster	4,5	23,4	2003	BEFRING KRAFT AS
1642	Nydalselva	KS	Jølster	5,25	22	2011	NYDALSELVA KRAFT AS
1242	Bjørndalselva	KS	Jølster	5,3	17,4	2006	BJØRNDALLEN KRAFT AS
754	Fossheim	KS	Jølster	8,32	38,8	1995	FOSSHEIM ENERGIVERK AS
398	Stakaldefoss	K	Jølster	10	65,4	1954	SUNNFJORD ENERGI AS
1485	Kjøsnestfjorden	K	Jølster	84	247	2010	KJØSNESFJORDEN KRAFTVERK AS
871	Sværa	KM	Luster	0,019	0,1	2003	
870	Marifjøra	KM	Luster	0,09	0,3	2001	
872	Døsen	KM	Luster	0,09	0,7	2004	
873	Harastølen I	KM	Luster	0,099	0,8	2002	HARASTØLEN AS
874	Harastølen II	KM	Luster	0,099	0,8	2002	HARASTØLEN AS
849	Geisdøla	KS	Luster	1,275	4	2004	GEISDØLA KRAFTVERK AS
85	Fivlemyr	KS	Luster	2	7,7	1962	NORSK HYDRO RJUKAN NÆRINGSARK
1410	Vannløla	KS	Luster	3,8	12	2008	LUSTER SMÅKRAFT AS
1864	Røneid	KS	Luster	4,3	13,1	2016	RØNEID KRAFT AS
1465	Kvåle	KS	Luster	4,6	17,6	2009	LUSTER SMÅKRAFT AS
351	Sage	KS	Luster	8,9	44,1	2001	LUSTER ENERGIVERK AS
145	Herva	PK	Luster	33	107,5	1962	NORSK HYDRO RJUKAN NÆRINGSARK
242	Leirdøla	K	Luster	125	451,1	1978	STATKRAFT ENERGI AS
94	Skagen	K	Luster	270	1407	1959	NORSK HYDRO RJUKAN NÆRINGSARK
547	Jostedal	K	Luster	288	1005,8	1989	STATKRAFT ENERGI AS
1071	Kvemma minikraftverk	KM	Lærdal	0,232	1,1	2004	
1798	Nivla	KS	Lærdal	4,72	11	2016	NIVLA KRAFT AS
1571	Eldrevatn	KS	Lærdal	4,9	24	2013	ELDREVATN KRAFTVERK AS
1776	Kvemma	KS	Lærdal	5	13,8	2015	KVEMMA KRAFT AS
1231	Vindedal	KS	Lærdal	5,4	15	2005	VINDEDAL KRAFTVERK AS
557	Stuvane	K	Lærdal	38	197,7	1988	OKKEN KRAFT LÆRDAL KF
512	Øljustjøen	PK	Lærdal	50	44,7	1974	ØSTFOLD ENERGI AS
35	Borgund	K	Lærdal	212	1083,8	1974	ØSTFOLD ENERGI AS
1305	Myraelva	KM	Naustdal	0,075	0,2	2007	Agner Thignes
1319	Hyelva	KS	Naustdal	1,33	4,4	2003	O DRAGE AS
784	Åsedøla	KS	Naustdal	1,49	5,7	2001	ÅSEDØLA KRAFT AS
1491	Frammarsvik	KS	Naustdal	2,4	8,4	2008	FRAMMARSVIK KRAFT AS
386	Skorge	KS	Selje	1,8	6,8	1936	SFE PRODUKSJON AS
1187	Kaupanger	KM	Sogndal	0,055	0,4	1996	KAUPANGER ENERGI AS
1720	Fremstedalen	KM	Sogndal	0,07	0,5	2007	VIKHEIM HANS ARNE
1592	Rud 1	KM	Sogndal	0,66	1,8	2008	KAUPANGER ENERGI AS
796	Horpedal	KS	Sogndal	2,5	14,2	2004	HORPEDAL KRAFT AS
805	Årøy I	KS	Sogndal	4	0	1943	SOGNEKRAFT AS
1493	Kaupanger 3	KS	Sogndal	5,1	10,3	2010	KAUPANGER ENERGI AS
530	Årøy	K	Sogndal	90	349,6	1983	SOGNEKRAFT AS
1189	Aaning	KM	Stryn	0,016	0,1	1999	
955	Lauki og Melei	KM	Stryn	0,1	0,7	1917	LAUKI OG MELEI KRAFTLAG SA
958	Utigardselva	KM	Stryn	0,1	0,5	2005	UTIGARDELVA DA
1321	Håggjøla	KM	Stryn	0,1	0,5	2007	HÅGGJØLA MIKROKRAFTVERK DA
959	Utvik I	KM	Stryn	0,16	1	1929	UTVIK ELEKTRISITETSVERK SA
1323	Briksdal	KM	Stryn	0,27	1,4	2007	BRIKSDAL MINIKRAFT AS
957	Glomnes	KM	Stryn	0,349	1,8	2001	GLOMNES KRAFT AS
960	Utvik II	KM	Stryn	0,42	2,4	1948	UTVIK ELEKTRISITETSVERK SA
954	Dalane	KM	Stryn	0,58	4,2	1920	STRYN ENERGI AS
961	Utvik III	KM	Stryn	0,63	3,6	1980	UTVIK ELEKTRISITETSVERK SA
956	Vasstaket	KM	Stryn	0,65	4	2000	VASSTAKET KRAFTVERK AS
1255	Hjelledøla	KS	Stryn	1,2	6,8	2006	HJELLEDALLEN KRAFTLAG AS
1237	Trollelva	KS	Stryn	1,25	4,8	2006	VALAKER KRAFT AS
1456	Steindøla	KS	Stryn	2,6	7,8	2009	STEINDØLA KRAFT AS
1743	Vikaelva	KS	Stryn	5,4	14,2	2013	VIKAEELVA KRAFTVERK AS
1886	Hopland	KS	Stryn	5,89	22,9	2016	HOPLAND KRAFT AS
1335	Innvik	K	Stryn	15,5	55	2007	INNVIK KRAFTVERK AS
834	Hugla	KS	Vik	1,35	5,5	2004	HUGLA KRAFT AS
835	Joka	KS	Vik	1,5	7,8	2005	JOKA KRAFT AS
287	Målset	K	Vik	20	63,1	1967	STATKRAFT ENERGI AS
163	Hove	K	Vik	60	390,9	1969	STATKRAFT ENERGI AS
332	Refsdal	K	Vik	90	455,1	1968	STATKRAFT ENERGI AS
1503	Vassdalselva	KM	Vågsøy	0,32	1	2008	VASSDALS KRAFT AS
1504	Fagerlid	KM	Vågsøy	0,32	1	2008	FAGERLID MINIKRAFTVERK AS
95	Fossdal	PK	Årdal	-3,5	-6,2	1987	ØSTFOLD ENERGI AS
500	Viervatn	PK	Årdal	-1,2	-2,1	1987	ØSTFOLD ENERGI AS
1851	Mannsberg	KS	Årdal	3,5	14,5	2016	NORSK HYDRO RJUKAN NÆRINGSARK
316	Nyset	KS	Årdal	5	20	1988	ØSTFOLD ENERGI AS
1542	Seimdsdal	KS	Årdal	5,15	17	2011	SEIMSDAL KRAFT AS
1563	Holsbru	K	Årdal	48,9	84	2012	NORSK HYDRO RJUKAN NÆRINGSARK
290	Naddvik	K	Årdal	112	528,8	1987	ØSTFOLD ENERGI AS
815	Tyin	K	Årdal	374	1449,7	2004	NORSK HYDRO RJUKAN NÆRINGSARK