
RAPPORT

Eidfjordvassdraget - Utvikling av temperaturmodell

OPPDRAGSGIVER

Statkraft AS

EMNE

Prosjektrapport

DATO / REVISJON: 08. juni 2020 / 03

DOKUMENTKODE: 10212218-RIVass-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAK	Eidfjordvassdraget - Utvikling av temperaturmodell	DOKUMENTKODE	10212218-RIVass-RAP-001
EMNE	Prosjektrapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAKSGIVER	Statkraft Energi AS	OPPDRAKSLEDER	Sigurd Sørås
KONTAKTPERSON	Vegard Pettersen	UTARBEIDET AV	Sigurd Sørås og Øyvind Pedersen
		ANSVARLIG ENHET	10105070 Hydrologi Oslo

SAMMENDRAG

Multiconsult har utviklet en hydraulisk modell i programvaren HEC-RAS som beskriver vanntemperatur for sommermånedene (1.6-15.9) i elva Bjoreio, i Eidfjord, Vestland. Modellen er utviklet med mål om å bedre forstå de ulike faktorene som påvirker vanntemperaturen i elva, samt muliggjøre kvantifisering av effekten på vanntemperatur ved å regulere vannføringen i elva fra ulike slippunkter. Modellen beskriver scenarier med konstante vannføringer fra slippunktene over tid, og med tidsvarierende serier for vanntemperatur og meteorologiske data.

Beregningen tar utgangspunkt i observert vannføring og vanntemperatur som har blitt målt i elva over lengre tid. Modellen er først kalibrert til å beskrive observert temperatur i Bjoreio for 2016. 2014 er simulert med de samme kalibreringskonstantene for å validere modellen. Resultatene viser at det er godt samsvar mellom simulert og observert temperatur for de to beregnede årene. Det er noen avvik tidlig på sesongen, der det er stor variasjon i den naturlige elvevannføringen som modellen ikke fanger opp.

Modellen er deretter brukt til å beregne effekten på vanntemperatur ut ifra ulike scenarier med forskjellige slipp fra de ulike slippunktene. Statkraft har mulighet til å regulere Bjoreio fra tre lokasjoner: Sysenvatnet, samt ved bekkeinntakene i Bjoreio og Isdøla. Resultatene for denne beregningen viser at det vil ha liten betydning på temperaturen i nedstrøms deler av Bjoreio dersom man varierer vannslipp fra slippunktene Bjoreio eller Isdøla. Det vil derimot ha større konsekvenser av å øke vannmengden fra Sysenvatnet, da dette vannet har betydelig lavere temperatur enn fra de to bekkeinntakene, som også resulterer i en lavere temperatur i elva nedstrøms.

03	08.06.2020	Ny kalibrering basert på Lund bru og data fra 2014	SIGUS	OYP	SIGUS
02	10.03.2020	Små endringer	SIGUS		SIGUS
01	05.03.2020	Prosjektrapport	SIGUS	OYP	SIGUS
00	07.02.2020	Prosjektrapport til kommentar fra Statkraft	SIGUS	OYP, STATKRAFT	SIGUS
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Beskrivelse av vassdraget	5
2.1	Bjoreio	5
2.2	Vannføring	6
2.3	Manøvreringsreglement	6
2.4	Slippunkter.....	6
2.5	Laksebestand i Bjoreio	7
3	Datagrunnlag	7
3.1	Vannføringsdata	7
3.2	Vanntemperaturdata	11
3.2.1	Dekning	11
3.2.2	Observerte temperaturer	12
3.2.3	Umålte serier	13
3.3	Meteorologisk data.....	13
4	Metode.....	14
4.1	Beregningsmodell	14
4.1.1	Hydraulisk modell	14
4.1.2	Temperaturmodell	16
4.2	Kalibrering.....	16
4.2.1	Vanntemperatur fra restfelt	16
4.2.2	Kortbølgestråling.....	17
4.2.3	Kalibreringsresultater	17
4.3	Beskrivelse av scenarier	20
5	Resultater	21
5.1	2016	21
5.2	2014	23
5.3	Diskusjon.....	24
6	Usikkerheter og begrensninger	24
7	Konklusjon.....	25
Vedlegg 1.....	26	
	2016	26
	2014	28

1 Innledning

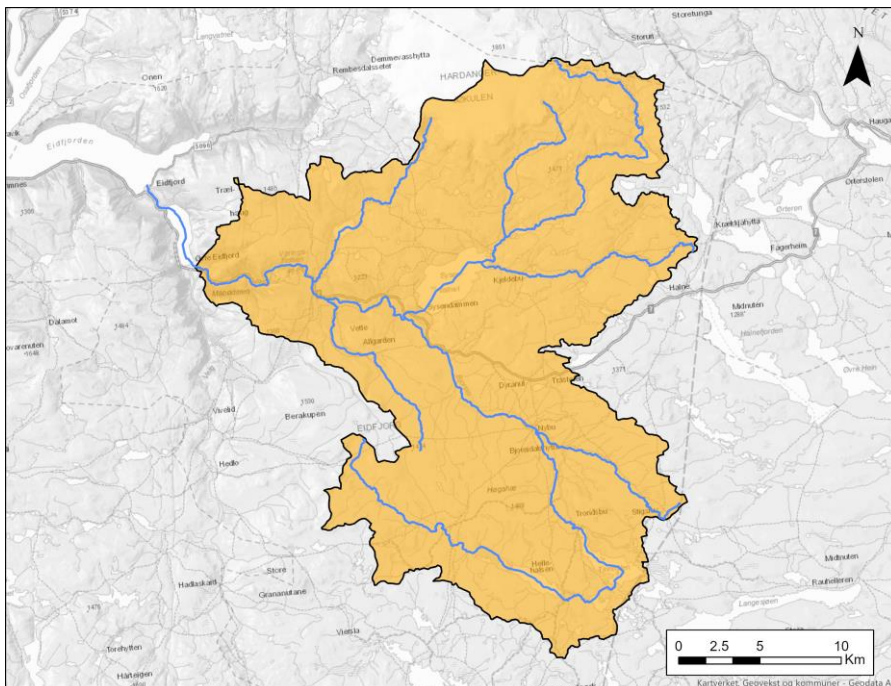
I forbindelse med at vilkårsrevisjon startet opp i 2016, samt pågående arbeid knyttet til manøvreringsreglement for Bjoreio i Eidfjordvassdraget, Eidfjord, Vestland, har Multiconsult utviklet en temperaturmodell i modellverktøyet HEC-RAS som beskriver vanntemperatur i elva om sommeren. Hensikten med modellen er å kunne sammenlikne effekten på vanntemperaturen av å benytte ulike slippunkt for å oppnå påkrevd minstevannføring over Vøringsfossen.

Temperaturmodellen er først kalibrert slik at den har best mulig samsvar med observerte vanntemperaturer (døgnmiddelverdier) i vassdraget for sommermånedene i 2016, og validert mot den samme tidsperioden i 2014 og 2017. Modellen ble så videreutviklet til å beskrive timesverdier bedre, hvor kalibreringen ble utført for 2016 og validert mot 2014. Det er den siste kalibreringen, og disse to årene som er presentert i denne rapporten. Deretter har modellen blitt benyttet til å simulere ulike vannslippscenarier for å undersøke effekten på temperaturen i elva ved ulike vannføring- og temperaturregimer i elva.

2 Beskrivelse av vassdraget

2.1 Bjoreio

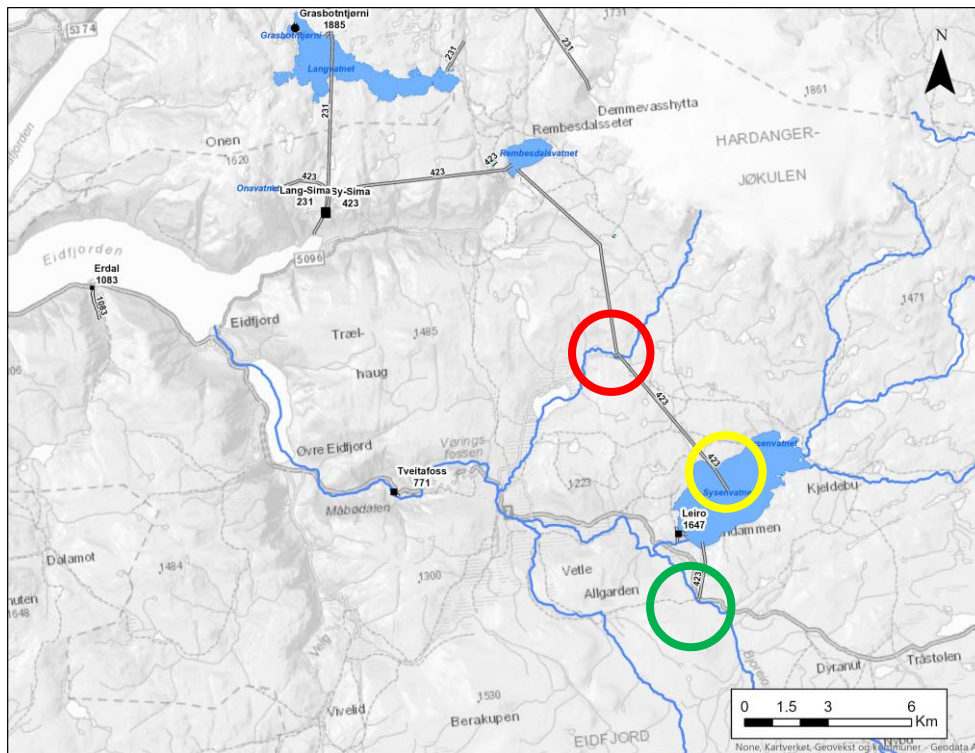
Bjoreio er en elv i Eidfjordvassdraget som blant annet er kjent for å føre vann til turistattraksjonen Vøringsfossen. Elva drenerer ut i Eidfjordvannet, og har et naturlig feltareal på totalt 636 km². Nedbørfeltet til Bjoreio dekker deler av Hardangervidda og Hardangerjøkulen, og har sitt høyeste punkt på 1853 moh. (ifølge NVEs karttjeneste NEVINA). Store deler av nedbørfeltet ligger over 1000 moh., men elva renner delvis gjennom svært bratte områder, blant annet når den stuper ved Vøringsfossen, som gjør at den har utløp på om lag 28 moh. i Eidfjordvatnet.



Figur 2-1 Nedbørfelt Bjoreio ned til Eidfjordvatnet

2.2 Vannføring

Vannføringsregimet i Bjoreio er sterkt påvirket av utbygging i forbindelse med vannkraft. Store deler av tilsiget fra det naturlige nedbørfeltet blir overført til Sima kraftverk som ligger i Simadal, nord for Eidfjord. Overføringen tar vann fra inntaket i Bjoreio samt all avrenning til Sysenvatn. I tillegg tas øvre deler av Isdøla inn via bekkeinntaket i Isdalen. Det er også etablert et lite kraftverk inne i Sysendammen, Leiro kraftverk, som produserer strøm ved å slippe vann fra Sysenvatnet ut i Bjoreio. Storlia kraftverk, som vil produsere strøm ved å benytte fallet mellom et nytt inntak i Storlia og Sysenvatnet blir satt i drift i løpet av 2020.



Figur 2-2 Overføringer fra Bjoreio. Rød sirkel viser inntak i Isdalen, gul sirkel viser inntak i Sysenvatnet og grønn sirkel viser inntaket i Bjoreio.

2.3 Manøvreringsreglement

I forbindelse med uttak av vann fra Bjoreio, er det gjennom kongelig resolusjon gitt tillatelse for manøvreringsreglement i Bjoreio i 1977. I reglementet står det at det i perioden 1. juni til 15 september skal det opprettholdes en minstevannføring i Vøringsfossen på 12 m³/s. Statkraft har i 2018 fått tillatelse til fravik fra dette reglementet, der det vil være et minstevannslipp på 11 m³/s i sommermånedene, mens kravet til vannføring resten av året vil variere mellom slipp av 0,7 m³/s fra Sysenvatnet om vinteren og en minimumsvannføring på 1,5 m³/s målt ved Høel vår og høst.

2.4 Slippunkter

For å opprettholde den bestemte minstevannføringen i Vøringsfossen, har Statkraft mulighet til å slippe vann fra ulike steder. Det kan enten tilføres vann til vassdraget ved å åpne luker i inntakene ved Storlia (Bjoreio slippunkt) eller Isdalen (Isdøla slippunkt), eller det kan slippes vann fra Sysenvatnet. Valg av utslippssted har ulike økonomiske og miljømessige konsekvenser, som beskrevet i de to påfølgende avsnittene.

Ved å tilføre vann til Bjoreio fra Sysenvatnet, vil det være mulig å lede noe av dette gjennom Leiro kraftverk, som vil være en økonomisk gunstig måte å opprettholde minstevannkravet ved

Vøringsfossen. Vannet har imidlertid lavere temperatur enn det som er naturlig i Bjoreio i sommermånedene. Dette er på grunn av at inntaket til utløpsorganet ligger under sprangsjiktet (termoklinen) i Sysenvatnet, og henter derfor ut kaldt bunnvann. Vann fra Sysenvatnet vil senke temperaturen i Bjoreio.

Slipp fra enten inntaket i Isdøla eller Bjoreio, som medfører at vannføringen overstiger kravet på 11 m³/s målt ved Høel, vil føre til tap i produksjonen ved Sima kraftverk, og vil derfor være et mindre økonomisk gunstig alternativ. Vannet som slippes fra Sysenvatnet vil også være tapt vann til Sima kraftverk, men her vil det være mulig å utnytte noe gjennom Leiro kraftverk. Vannet som slippes fra Bjoreio eller Isdøla vil imidlertid ha høyere temperatur enn det vannet som slippes fra Sysenvatnet, da det ikke har vært magasinert, og vil dermed ikke være med på å senke vanntemperaturen i Bjoreio på samme måte.

I flere år har Statkraft sluppet vann fra alle de ulike punktene. Hovedvannmengden har blitt tilført Bjoreio fra Sysenvatnet, men lukene i både Bjoreio og Isdøla har stått åpen som et tiltak blant annet for å øke temperaturen i elva. De ulike slippvolumene har blitt loggført av Statkraft siden 2004.

2.5 Laksebestand i Bjoreio

Bjoreio er en lakseførende elv, men tilstanden til laksebestanden har i lang tid vært kritisk selv om den de siste årene har vist tegn til forbedring¹. Det er utført flere kartlegginger av laksebestanden i Eidfjordvassdraget. Det er ved disse undersøkelsene pekt på at blant annet kraftverksreguleringen har ført til negative konsekvenser for fisken, der minstevannføring på vinteren og redusert sommervanntemperatur er noen av hovedpunktene. Statkraft har satt i gang en rekke tiltak for å forbedre både vannføringsregimet og sommertemperaturen i Bjoreio, slik at levehabitatet til fisken bedres. Beregningen presentert i denne rapporten inngår som del av disse tiltakene for å øke forståelsen av temperaturdynamikken i Bjoreio.

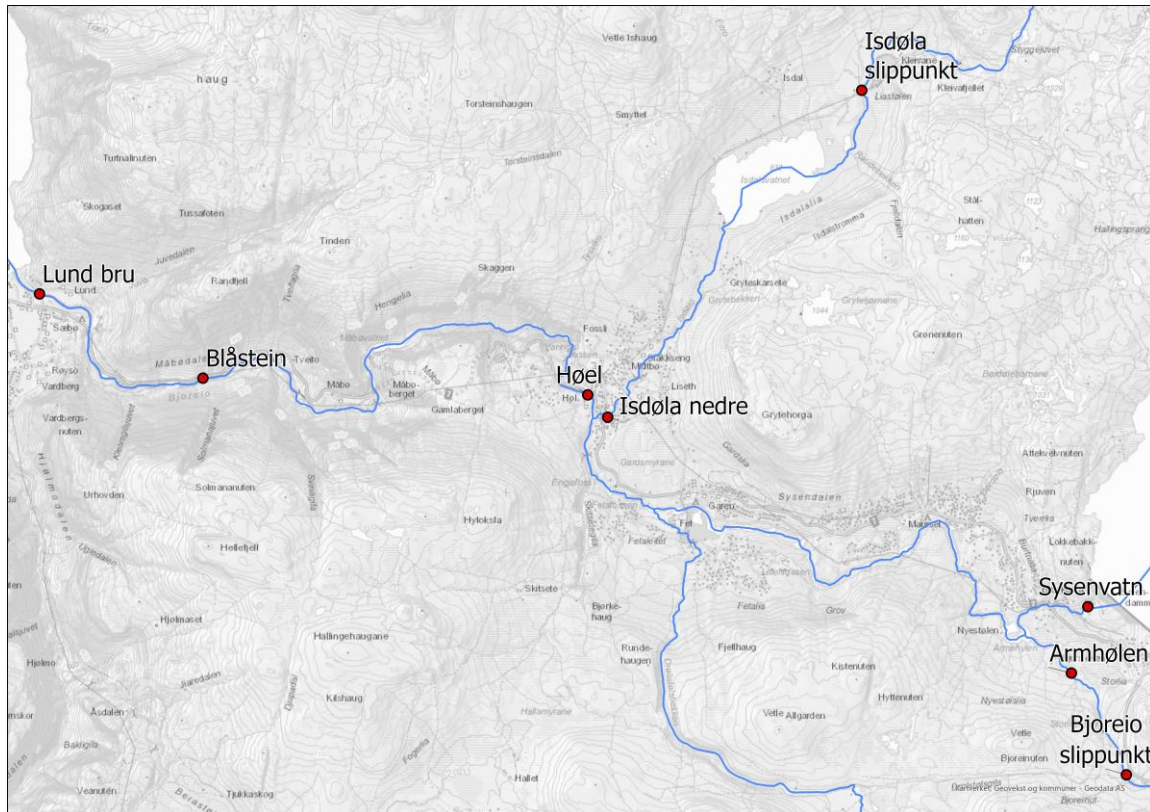
3 Datagrunnlag

Det er flere målestasjoner i Bjoreio. Disse målestasjonene har målt blant annet vannføring og temperatur med varierende dekning over tid. De neste delkapitlene vil omhandle disse målingene.

3.1 Vannføringsdata

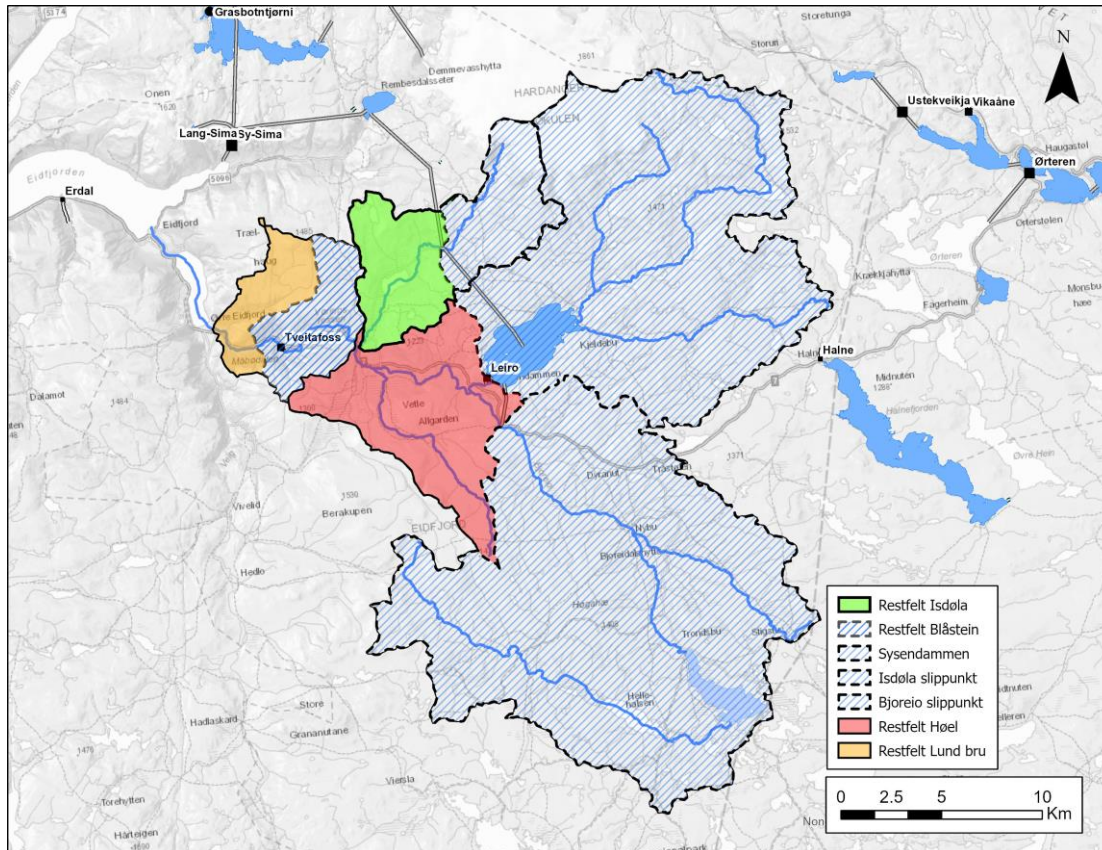
Det har blitt målt vannføring i Bjoreio over lengre tid. Statkraft har en målestasjon rett oppstrøms Vøringsfossen (VM 50.11 Høel), som har vært i drift siden 1968. I tillegg har det også blitt målt vannstander ved Blåstein, og det har blitt loggført vannslipp fra Sysenvatnet. Statkraft har også estimert fast vannslipp fra lukene i Bjoreio og Isdøla for de siste årene, der dette har vært rutine. Med disse dataseriene er det mulig å estimere vannføringer for ulike punkter langs elvestrekningen nedstrøms Sysenvatnet til Bjoreios utløp i Eidfjordvatnet.

¹ NORCE Miljø (2019). Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget – Statusrapport 2018



Figur 3-1 Ulike målestasjoner langs Bjoreio og sidevassdragene. Målestasjonene Blåstein, Høel og Sysenvatn. har tidsserier for vannføring

Selv om vannføringen har blitt målt i Bjoreio flere steder langs elvestrekningen, er det også noen restfelt det ikke finnes målinger for, og som vil være viktig for å modellere temperaturen i elva. Bidraget fra de ulike umålte restfeltene har i stedet blitt estimert ved å arealskalere vannføringsbidraget, altså beregnet ved hjelp av nedbørfeltareal. De ulike ukjente restfeltene er vist i Figur 3-2.



Figur 3-2 Fargede delfelt viser nedbørfelt der vannføringen er ukjent. Skraverte delfelt viser delfelt der vannføringen i Bjoreio enten er målt eller er regulert ved hjelp av luker

For å finne vannføringen i restfeltene der vannføringen er ukjent, har det blitt gjort noen antagelser. Vannføringen for de to restfeltene oppstrøms Høel er beregnet ved å anta at disse feltene står for differansen mellom målt vannføring i Høel og summen av slipp fra Isdøla slippunkt, Bjoreio slippunkt og Sysenvatnet. Fordelingen mellom de to feltene er deretter blitt bestemt ved hjelp av forhold mellom nedbørfeltareal, der restfeltet nedstrøms slippunktet i Isdøla og oppstrøms utløpet til Isdøla i Bjoreio står for 31% av vannet. Restfeltet mellom Høel og Sysenvatnet/slippunkt Bjoreio står for 69%. Tilførselen av vann fra restfeltet nedstrøms Blåstein er antatt å være 71% av tilførselen mellom Høel og Blåstein, også her definert ved hjelp av arealskalering.

Tabell 1 Vannføringsbidrag fra de ulike delfeltene i Bjoreios nedbørfelt

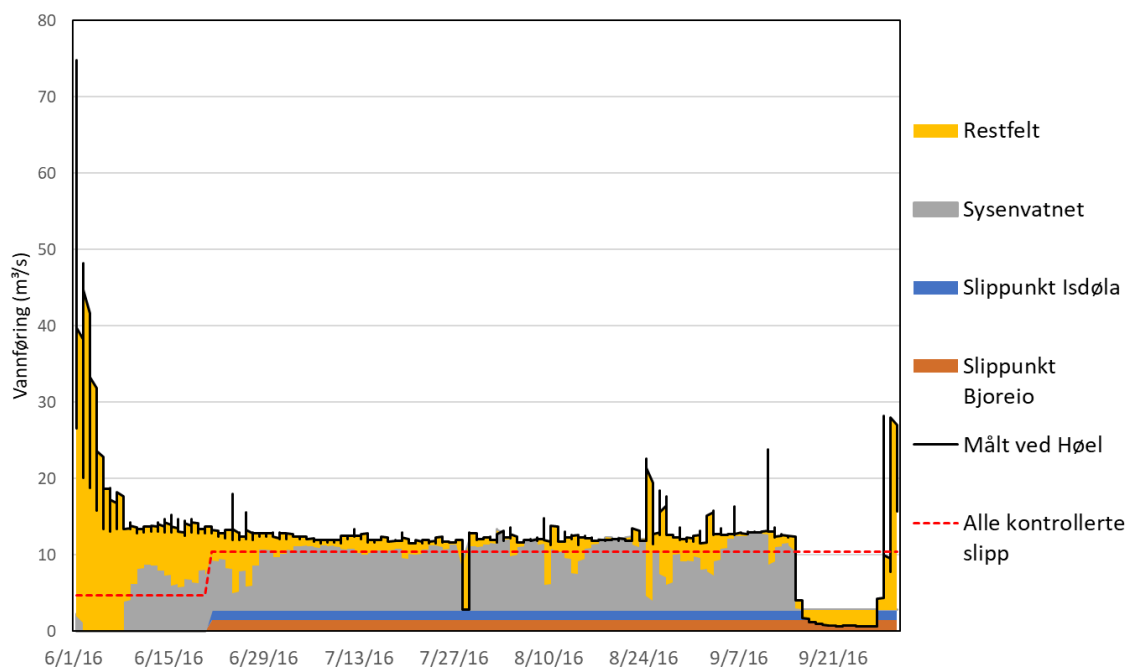
Nedbørfelt	Areal (km ²)	Vannføring definert ved
Bjoreio slippunkt	263	Fast slipp
Sysenvatnet	211	Produksjonsvannføring
Restfelt oppstrøms Høel	62*	Differanse mellom Høel og Bjoreio/Isdøla/Sysenvatn (69%)
Isdøla slippunkt	29	Fast slipp
Restfelt nedstrøms Isdøla slippunkt	28	Differanse mellom Høel og Bjoreio/Isdøla/Sysenvatn (31%)
Restfelt mellom Blåstein og Høel	25	Differanse mellom måleserie Blåstein og Høel
Restfelt nedstrøms Blåstein	18	Arealskalert basert på restfelt mellom Blåstein og Høel (71% av Blåstein)

*minus nedbørfeltene for Isdøla, Sysenvatnet og Bjoreio

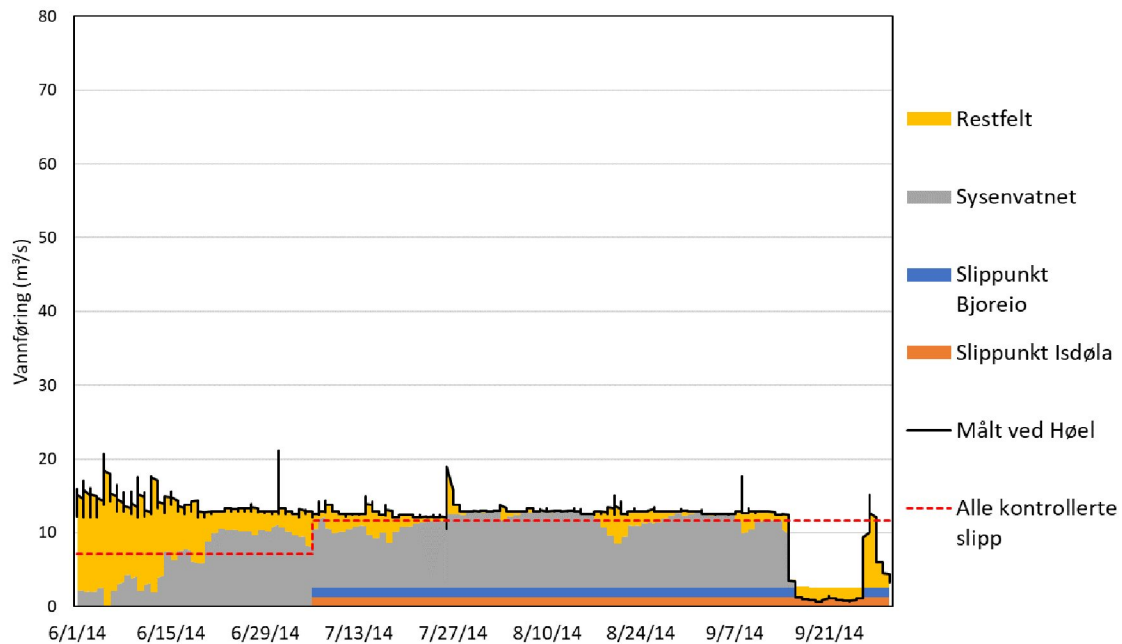
Vannføringen i Bjoreio er relativt stabil gjennom deler av sommermånedene. Vannføringen ved Høel domineres hovedsakelig av restvannføring tidlig på sesongen, mens den blir dominert av slipp fra Sysenvatnet utover sommeren, slik vist i både Figur 3-3 og Figur 3-4. For de to årene som er simulert, er gjennomsnittsvannføring funnet for perioden før og etter lukene i Bjoreio/Isdøla ble åpnet. Vannføringer for de ulike delene av vassdraget er oppsummert i tabellen under:

Tabell 2 Gjennomsnittsvannføringer (simulerte vannføringer) for 2016 og 2014

	2016		2014	
	m ³ /s		m ³ /s	
	Før slipp	Etter slipp	Før slipp	Etter slipp
Bjoreio slippunkt	0	1,3	0,0	1,3
Sysenvatnet	4,7	7,6	7,2	9,1
Restfelt oppstrøms Høel, lagt til i modellen ved Fet (Drøllstølsbekken)	8,6	1,4	4,4	0,8
Isdøla slippunkt	0,0	1,5	0,0	1,3
Restfelt Isdøla	3,9	0,6	2,0	0,4
Restfelt, Høel-Blåstein	8,1	4,2	4,4	2,8
Restfelt, Blåstein - Lund bru	5,7	3,0	3,1	2,0



Figur 3-3 Total vannføring i Høel, delt opp i bidrag fra ulike felt i Bjoreio, 2016. Luker åpnet den 20.06.16. Vannføring brukt i kalibreringen for alle de kontrollerte slippunktene er vist med rød stiple linje.

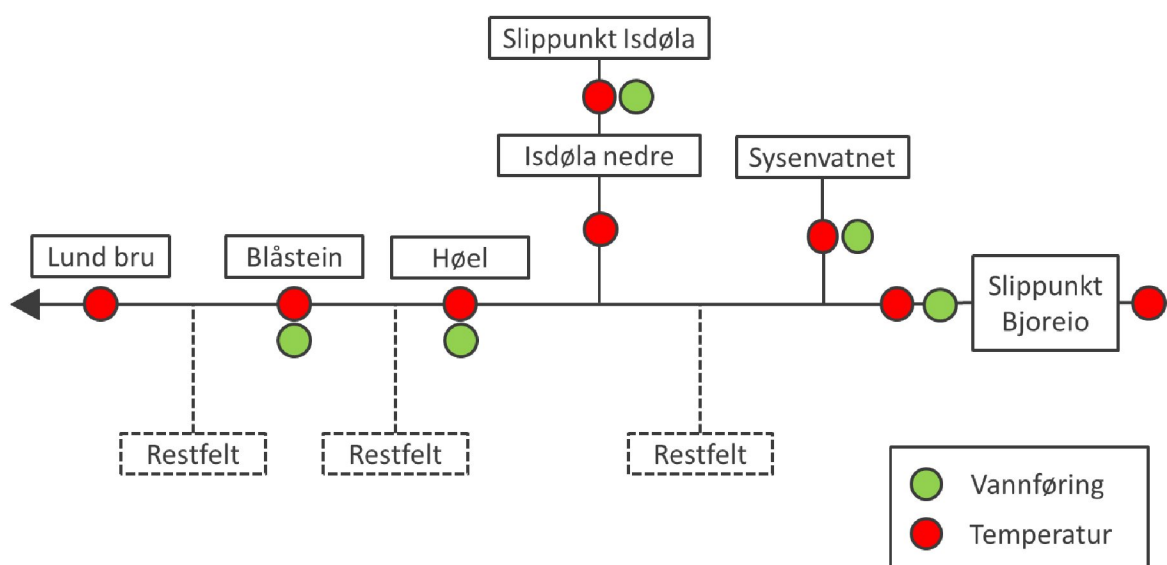


Figur 3-4 Total vannføring i Høel, delt opp i bidrag fra ulike felt i Bjoreio, 2014. Luker åpnet den 09/08.07.14. Vannføring brukt i kalibreringen for alle de kontrollerte slippunktene er vist med rød stiplet linje

3.2 Vanntemperaturdata

3.2.1 Dekning

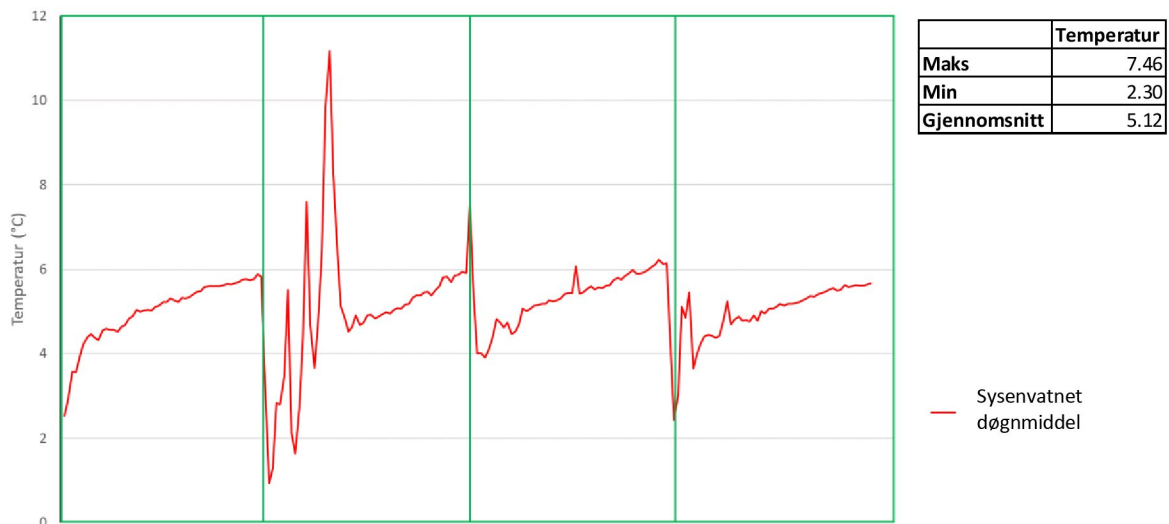
I tillegg til vannføringsmålinger, har det også blitt utført vanntemperaturmålinger i Bjoreio. Det fins temperaturserier for de siste årene i alle punktene presentert i Figur 3-1, som også er illustrert i den skjematiske fremstillingen i Figur 3-5. Temperaturen har blitt loggført med enten times- eller to-timers intervall.



Figur 3-5 Skjematiske illustrasjon av målestasjonene i den simulerte delen av Bjoreio

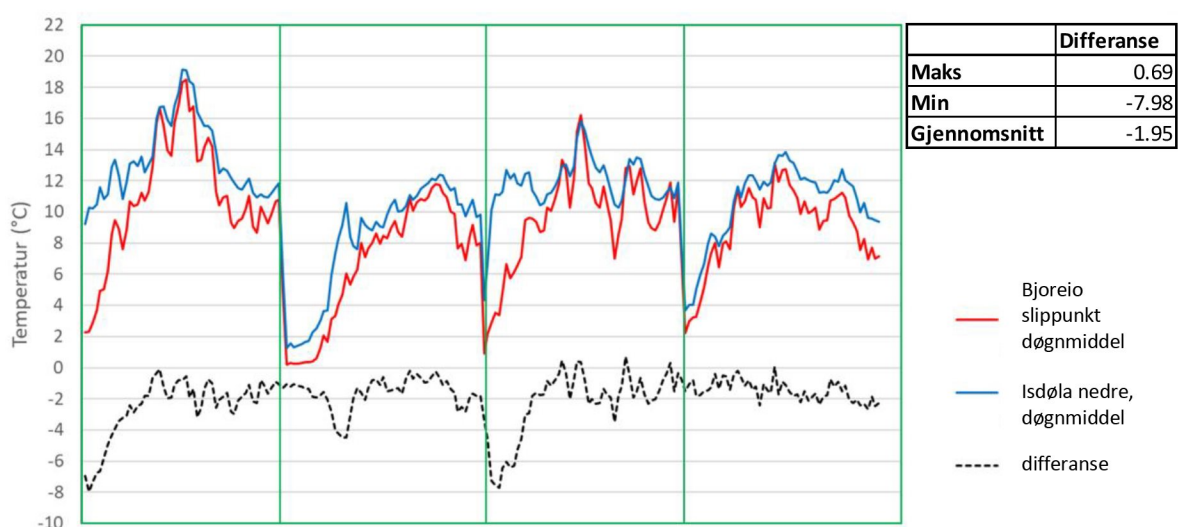
3.2.2 Observerte temperaturer

Da temperaturen i Bjoreio har blitt loggført over flere år, er det mulig å sammenligne vanntemperatur og utviklingen av denne nedover vassdraget. Det er valgt å presentere data fra de fire siste årene i dette underkapittelet for å gi et bilde av temperaturen i Bjoreio for omtrent den samme perioden som også er simulert. Denne kunnskapen er nyttig også for å validere simuleringsresultatene fra temperaturmodellen. De påfølgende figurene viser temperaturforhold mellom noen viktige punkter i Bjoreio.



Figur 3-6 Temperatur (døgnmiddel) ved utslipp fra Sysenvatnet for perioden 01.06-15.09 (2014-2017). Grønne firkanter representerer år. Statistikken i tabellen er beregnet for årene 2014, 2016 og 2017 da det er tydelige målefeil i 2015 tidlig på sesongen

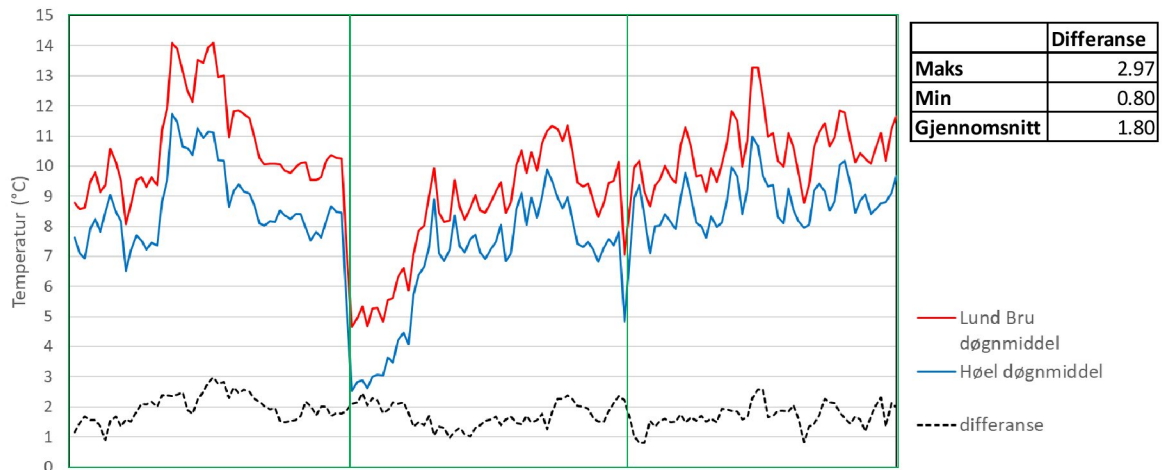
Temperaturen på vannet som slippes til Bjoreio fra Sysenvatnet er relativt kaldt på sommeren, med en gjennomsnittstemperatur på om lag 5 °C. Dette er fordi vannet hentes fra bunnen av Sysenvatnet. Vanntemperaturen øker noe ut over sesongen.



Figur 3-7 Temperaturforhold (døgnmiddel) mellom Bjoreio slippunkt og Isdøla nedre for perioden 01.06-15.09 (2014-2017). Grønne firkanter representerer år

Temperaturen på vannet som slippes til Bjoreio fra Bjoreio slippunkt er i gjennomsnitt 2 °C kaldere enn vannet som renner inn til Bjoreio fra Isdøla. Temperaturforskjellen varierer noe gjennom sesongen, hvor den største differansen er 8 °C i 2014 tidlig i juni for årene som er sammenlignet. Det

er derimot stor avstand mellom målestasjonene (ca. 8 km i luftlinje), og det er forventet at det vil være forhold som påvirker temperaturen på vannet som slippes fra Bjoreio før det når lakseførende strekning. De to temperaturseriene er derfor ikke direkte sammenlignbare i forhold til effekten på vanntemperaturen i nedre deler av Bjoreio. Dette er videre diskutert i kapittel 5.3.



Figur 3-8 Temperaturforhold (døgnmiddel) mellom **Lund bru** og Høel for perioden 01.06-15.09 (2014-2016). Grønne firkanter representerer år

Temperaturforskjellen mellom Høel oppstrøms Vøringsfossen og Lund bru er i løpet av sesongen i gjennomsnitt 1,8 °C.

3.2.3 Umålte serier

Som for vannføring, er vanntemperaturen i de umålte delfeltene også ukjent. I denne beregningen er det antatt at restvannet som kommer i fra delfeltet mellom Høel og Sysenvatnet vil ha samme temperatur som vannet fra Bjoreio slippunkt. Temperaturserien ved Bjoreio slippunkt er den temperaturserien som er antatt å beskrive den naturlige (uregulerte) variasjonen i vanntemperatur i et nedbørfelt best av alle måleseriene. Delfeltet nedstrøms slippunktet i Isdøla er vurdert til å ha samme temperatur som ved slippunktet i Isdøla. Det er også antatt at det meste av vannet som kommer fra dette restfeltet vil renne gjennom Isdalsvannet.

Vannet fra restfeltet nedstrøms Høel (Vøringsfossen) har også ukjent temperaturserie. Det er her benyttet en skalert versjon av temperaturserien til slippunktet i Bjoreio. Denne skaleringen er videre beskrevet i kapittel 4.2 om kalibrering.

3.3 Meteorologisk data

Meteorologisk data benyttet i simuleringen er hentet fra eklime.no. Her har observasjoner fra målestasjonen i Fet (stasjonsnummer 49822) blitt brukt til å beskrive trykkforhold, lufttemperatur, luftfuktighet og vindhastighet. Observerte data knyttet til målestasjonen i Fet er gitt i døgnverdier, og denne dataoppløsningen er også brukt videre i beregningen. Stasjonen Fet logger ikke kortbølgestråling eller skydekke, som begge er parametere som er nødvendig til å beregne meteorologisk innvirkning på elvetemperaturen. HEC-RAS kan beregne kortbølgestråling basert på skydekke og bredde-/lengdegrad. For å kvantifisere forventet skydekke i Eidfjord er observasjonsdata fra nærmeste målestasjon som logger dette, 50540 Bergen – Florida, benyttet. Skydekket er også rapportert med døgnintervall. Ut ifra disse målingene er det ved hjelp av HEC-RAS beregnet kortbølgestråling med timesoppløsning, som også er benyttet i modelleringen.

4 Metode

4.1 Beregningsmodell

Det hydrauliske modelleringsprogrammet HEC-RAS 5.0.7 ble valgt til å beskrive vannstander og vannføringer langs de forskjellige delene av Bjoreio. HEC-RAS er et hydraulisk modelleringsverktøy utviklet av USACE (U.S. Army Corps of Engineers) som lar brukeren beregne vannstander og vannhastigheter langs definerte tverrsnitt. HEC-RAS inkluderer også en modul som lar brukeren beregne vanntemperatur basert på ulike inputparametere.

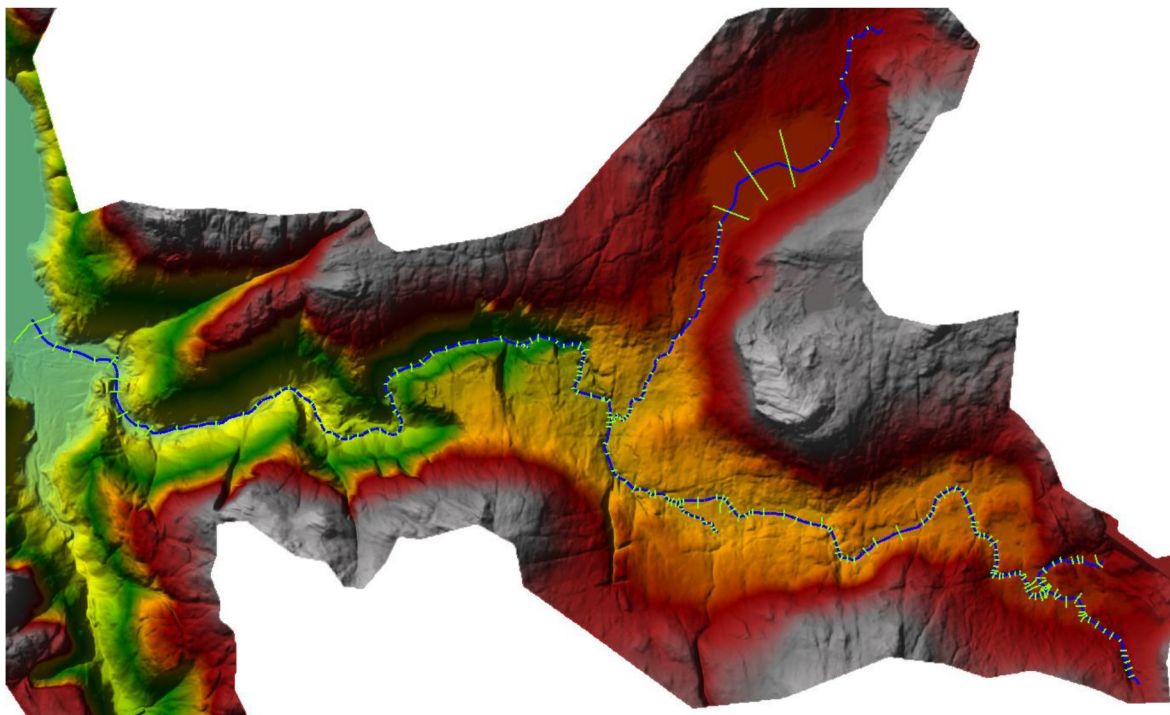
4.1.1 Hydraulisk modell

Den hydrauliske modellen er en 1-dimensjonal HEC-RAS modell. 1-dimensjonale hydrauliske modeller beregner vannstander og hastigheter i tverrprofiler nedover vassdraget. Disse beregningene danner grunnlaget for videre beregninger på hvordan temperaturen utvikler seg. Formålet med modellen er å sammenlikne scenarier med konstant vannføring fra forskjellige slippunkter. Derfor er det valgt å bruke en stasjonær modell, fremfor en ikke-stasjonær dynamisk modell. Det vil si at den er satt opp med konstant vannføring gjennom hele sommerperioden. Fordelen med dette er at en slik modell kjører mye mer stabilt og har mindre fare for regnefeil (numeriske feil), og også at den er enklere å bruke.

En utfordring med å bruke en stasjonær modell er kalibrering og validering av modellen. Vannføringsseriene som brukes til dette er i utgangspunktet ikke konstante over tid. Som beskrevet i kapittel 3.1, er det imidlertid relativt konstante vannføringer over sommerperioden i Bjoreio, som har gjort det mulig å kalibrere og validere modellen med denne fremgangsmåten. Det er simulert vannstander og vannhastigheter for perioden før og etter lukene i Bjoreio/Isdøla ble åpnet, der gjennomsnittsvannføringen (simulert vannføring) for de to periodene varierer. Det er forventet større feilkilder tidlig på året, da tilsiget til Bjoreio er større og mer variabelt enn for resten av sesongen.

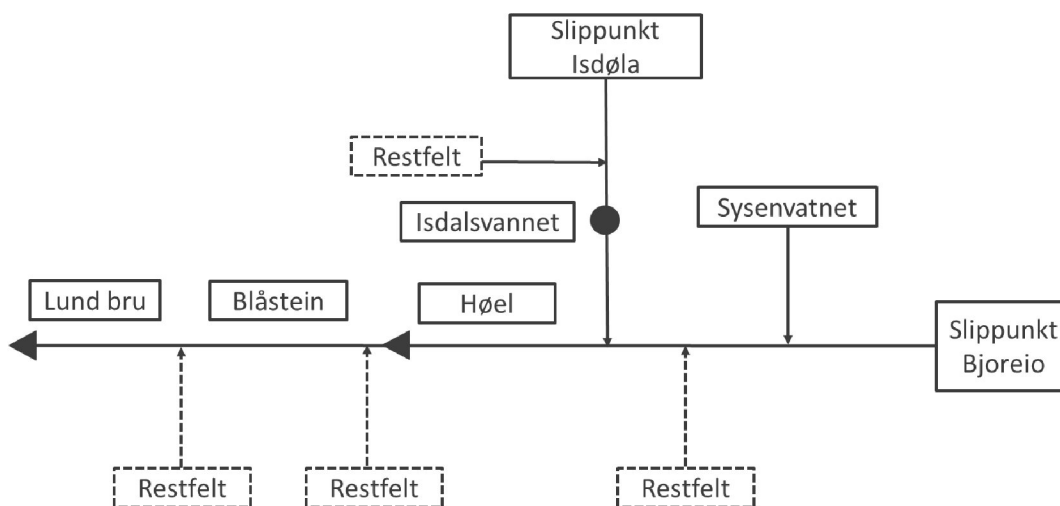
Tverrprofilene benyttet i modellen er hentet fra en terrengmodell basert på laserdata fra hoydedata.no. Terrengmodellen beskriver dårlig terrenget under vann. Det er derfor valgt å senke terrenget i noen tverrprofiler basert på antatt bunnivå. Særlig da i Isdalsvannet og områder der det er forventet dypere vann. Disse vurderingene er foretatt basert på flybilder og skjønn.

Vannstander og vannhastigheter i modellen vil avhenge av friksjonsmotstanden i og utenfor elveleiet. Denne beskrives ved en friksjonskoeffisient, Manningtallet. Det er benyttet manningstall på 30 for å beskrive ruheten i hele modellen. 30 er en standardverdi for Manningtall som ofte brukes dersom ruheten ikke er kjent. Tallet stammer fra forsøk i naturlige elver. Nedstrøms grensebetingelse er en fast vannstand i Eidfjordvannet på 18,2 moh. Denne høyden er hentet fra terrengmodellen som indikerer dette som vannstand. Det forventes ikke at valg av nedstrøms grense vil ha noen særlig betydning for modellresultatene for denne beregningen.



Figur 4-1 Skjermdump fra HEC-RAS av tverrprofilene og terrengmodellen i den hydrauliske modellen

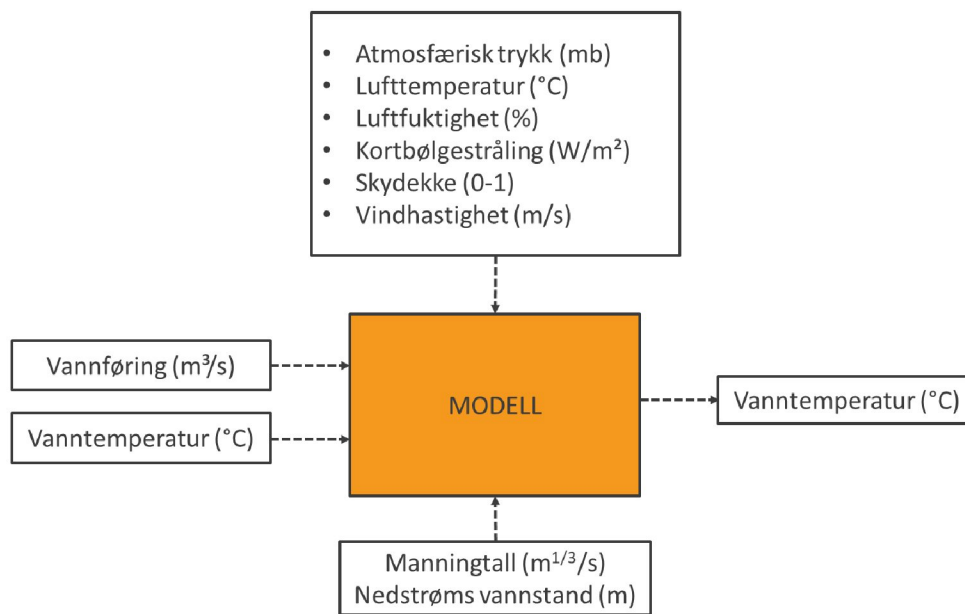
I tillegg til å simulere vannstander i Bjoreio, må også vannet fra sidevassdragene og restfeltene inkluderes i modellen, slik at bidragene fra disse senere kan inkluderes i temperaturmodellen. HEC-RAS lar ikke brukeren legge til jevnt tilsig til elva. Det er derfor valgt å legge til vannbidraget fra restfeltene ved hjelp av å simulere dem som enkeltbekker som renner inn i et punkt langs Bjoreio ved hjelp av «junction» funksjonen i HEC-RAS. Restvannføringen oppstrøms Høel er lagt til ved i bekken (Drøllstølsbekken) som har samtløp med Bjoreio ved Fet mens bidraget fra restfeltet nedstrøms Isdøla slippunkt er lagt til fra toppen av Isdøla sammen med vannet som slippes gjennom luken i Isdøla. De to resterende restfeltene er lagt til slik vist i påfølgende figur.



Figur 4-2 Skjematisk fremvisning av den hydrauliske modellen

4.1.2 Temperaturmodell

Basert på resultatene fra den hydrauliske modelleringen, kan HEC-RAS beregne temperaturen og utviklingen av denne over tid i vassdraget. Beregningen krever en rekke observasjonsbaserte parametere. Temperaturen på vannet som renner inn i den modellerte strekningen av vassdraget må kjennes, i tillegg til at en rekke meteorologiske faktorer inkluderes slik at effekten av disse også blir simulert. De ulike komponentene som inngår i den kombinerte modellen for hydraulikk og temperatur er vist i Figur 4-3.



Figur 4-3 Ulike parametere benyttet i modelleringen av vanntemperatur i HEC-RAS

Vanntemperaturen i Bjoreio og noen av sidevassdragene har blitt logget over lengre tid, noe som gjør at det er mulig å benytte realistiske data for flere av inn-seriene. For restfeltene der det ikke har blitt målt hverken vannføring eller temperatur, er dette en større usikkerhet. Det er valgt å benytte temperaturserien fra Bjoreio slippunkt for å beskrive temperaturen i de ukjente restfeltene som beskrevet i kapittel 3.2.3.

Slik beskrevet i kapittel 3.3, er meteorologisk data hentet fra målestasjonene som ligger nærmest Bjoreio og Eidfjorden. Alle de meteorologiske parameterne er hentet fra observasjoner med døgnintervall, foruten kortbølgestråling. Denne er beregnet ved hjelp av bredde-/lengdegraden til målestasjonen i Fet og observert skydekke fra Bergen. Beregnet kortbølgestråling er deretter justert og benyttet som en kalibreringsparameter, slik beskrevet i kapittel 4.2.2.

4.2 Kalibrering

Det er valgt å kalibrere temperaturmodellen basert på to parametere: vanntemperatur i de ukjente restfeltene, samt bidrag fra kortbølgeinnstråling. Etter at det er utført kalibrering av modellen slik at den best lar seg sammenligne med observert temperatur ved Lund bru for 2016, har 2014 blitt simulert for å validere modellen. Selv om det er utført kalibrering også for timesvariasjonen i vanntemperaturen, er endelig kalibrering gjort slik at den best beskriver døgnmiddelverdier.

4.2.1 Vanntemperatur fra restfelt

Vanntemperaturen i vannet som kommer fra restfeltene mellom målestasjonene har blitt brukt som kalibreringsparameter. Det er antatt at temperaturserien for disse kan kalibreres ved en konstant faktor av Bjoreio, k . For feltet mellom Bjoreio slippunkt og Høel, har temperaturserien blitt kalibrert

slik at beregnet temperatur i Høel har best samsvar med observert temperatur i Høel. Best samsvar ble oppnådd ved å benytte samme temperatur fra restfeltet som for Bjoreio slippunkt ($k = 1,0$).

Temperaturserien for restfeltet mellom Høel og Lund bru har blitt kalibrert slik at modellert temperatur ved Lund bru har best mulig samsvar med observert temperatur ved Lund bru. Best samsvar ble oppnådd ved å benytte kalibreringskonstant, $k = 1,4$.

Tabell 3 Kalibreringsparametere for vanntemperatur i udokumenterte restfelt

Restfelt	Kalibreringskonstant, k
Bjoreio – Høel	1,0
Høel – Lund bru	1,4

4.2.2 Kortbølgestråling

Det er også valgt å justere de beregnede verdiene for kortbølgestråling, ettersom det antas å være mindre bidrag fra oppvarming pga. kortbølgestråling i de lavereliggende områdene der det er skygge fra fjellsidene store deler av tiden. Det er derfor valgt å dele opp nedbørfeltet til Bjoreio i to deler, slik at bidraget fra kortbølgestrålingen blir størst i den delen av vassdraget som er forventet å ha mest solinnstråling. Modellen blir delt opp slik at området oppstrøms Høel får en tidsserie for kortbølgeinnstråling, mens området nedstrøms får en annen. Som for vanntemperatur, er det benyttet en konstant kalibreringsfaktor, y , basert på den beregnede kortbølgeinnstrålingen fra HEC-RAS basert på skydekke. For elva oppstrøms Høel er det benyttet $y = 0,65$, mens for området nedstrøms er det benyttet $y = 0,00$ for å simulere den lave oppvarmingen som forekommer mellom Høel og Blåstein.

Tabell 4 Kalibreringsparametere for kortbølgeinnstråling

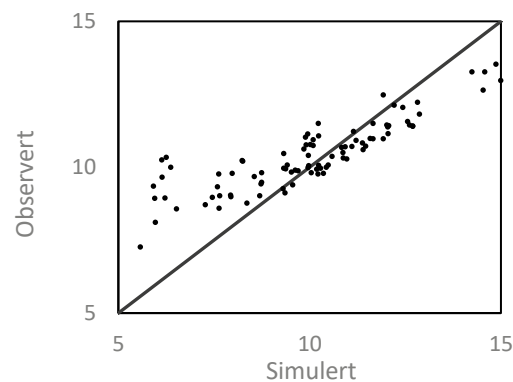
Område	Kalibreringskonstant, y
Oppstrøms Høel	0,65
Nedstrøms Høel	0,00

4.2.3 Kalibreringsresultater

2016 – Lund bru

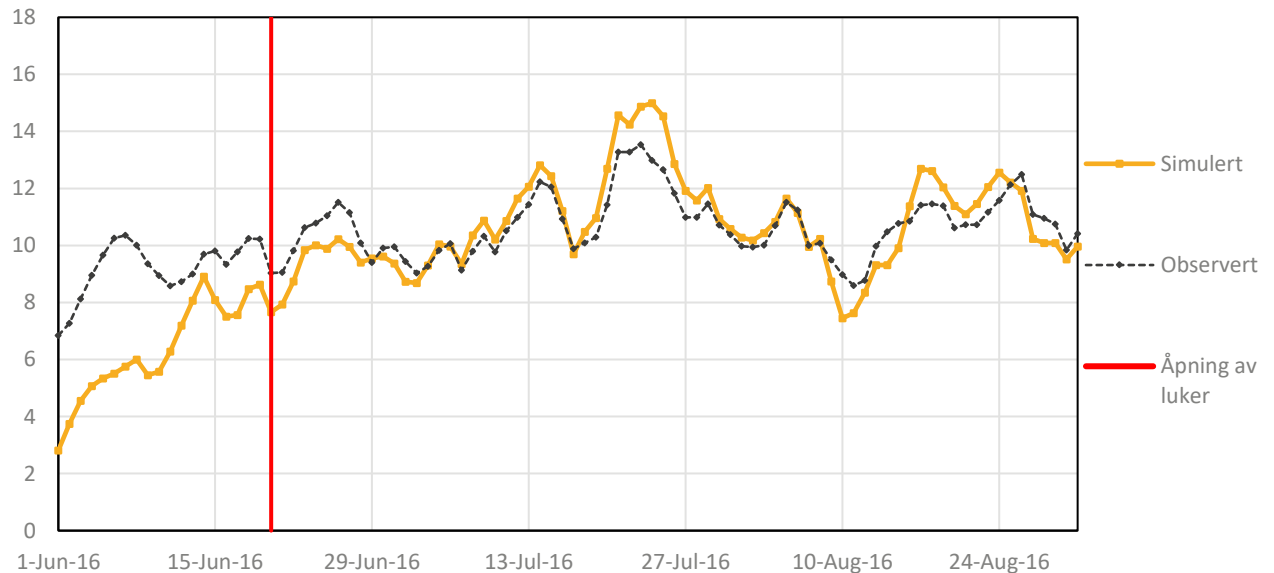
Temperaturmodellen ble kalibrert slik at den på best mulig måte beskriver de observerte temperaturene i 2016. Simuleringen viser at det er godt samsvar mellom modellert og observert temperatur for store deler av sesongen. Statistikken viser at det er et gjennomsnittlig absolutt avvik på $0,07$ °C, hvor de største avvikene forekommer tidlig på sesongen.

	Hele perioden	Etter 20.06
Gjennomsnittlig avvik (bias)	-0,5	0,1
Gjennomsnittlig absolutt avvik	1,1	0,7
RMSE	1,6	0,8
Standardavvik	1,5	0,8



Figur 4-4 Sammenligning av modellert og observert temperatur for 2016 (døgnmiddel) ved Lund bru

Det er som beskrevet i kapittel 3.1 og 4.1.1 beregnet temperatur for to ulike vannføringsscenarier: før og etter lukene i Bjoreio og Isdøla åpnes. Dette er gjort for å best beskrive variasjonen i vannføring tidlig på sesongen i et forsøk på å modellere innvirkningen på temperaturen fra restvanntilsaget. I Figur 4-5 vises dette skillet ved hjelp av en rød linje. I 2016 var det tidlig i juni mye vann i Bjoreio, hvor de største mengdene kom fra restfeltene. Modellen beskriver denne perioden dårligere enn for perioden der vannføringen er mer stabil og lettere lar seg beskrive av gjennomsnittsverdier. Forskjellene mellom vannføringer brukt i modellen og faktiske vannføringer er vist i Figur 3-3.

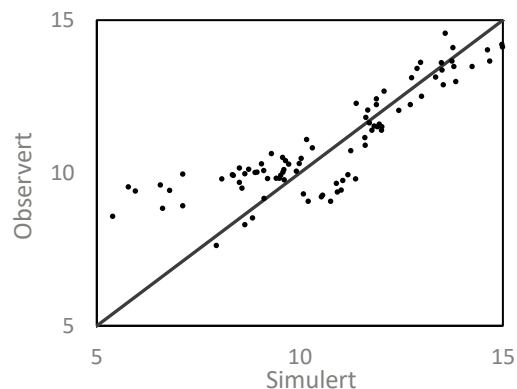


Figur 4-5 Sammenligning av simulert og observert vanntemperatur for 2016 (døgnmiddelverdier) ved Lund bru. Modellen dårligere samsvar i de periodene det er høy restvannføring og stort avvik mellom modellert og observert vannslipp fra Sysendammen, slik som tidlig i sesongen

2014 – Lund bru

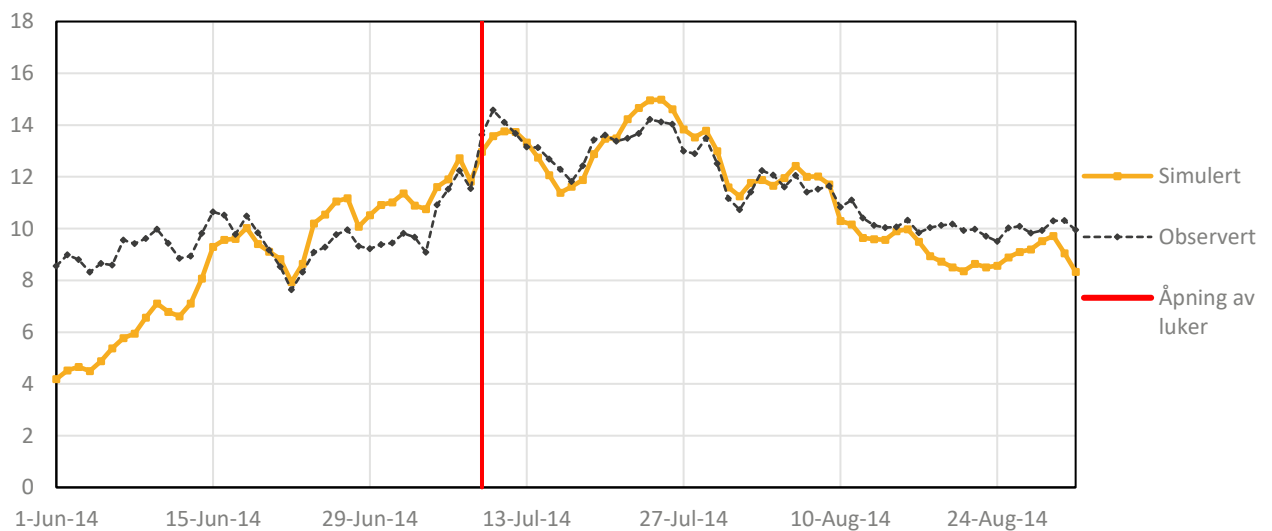
For å validere modellen, er temperaturen for 2014 simulert med de samme kalibreringsparameterne som i 2016. Det er også her simulert to ulike vannføringsscenarier: før og etter slipp fra Bjoreio/Isdøla. Det gjennomsnittlige absolute avviket er på -0,5 °C, hvor som i 2016 de største avvikene er tidlig i sesongen.

	Hele perioden	Etter 09.07
Gjennomsnittlig avvik (bias)	-0,5	-0,3
Gjennomsnittlig absolutt avvik	1,1	0,7
RMSE	1,5	0,8
Standardavvik	1,4	0,7



Figur 4-6 Sammenligning av modellert og observert temperatur for 2014 (døgnmiddel) ved Lund bru

I 2014 ble lukene i Bjoreio og Isdøla åpnet (08/09.07.17) noe som er noe senere enn i 2016. De største avvikene mellom observert og simulert temperatur er også for 2014 større tidlig i sesongen hvor vannføringen er preget av mer vann fra restfeltene. Forskjellene mellom vannføringer brukt i modellen og faktiske vannføringer er vist i Figur 3-4. I perioden rett før lukene åpnes vises det tydelig at der vannføringen fra Sysendammen er underestimert i modellen i forhold til faktisk slipp, er simulert temperatur høyere enn observert. Det motsatte gjelder der modellen simulerer for lite vann fra Sysenvatnet, slik som i slutten av august.



Figur 4-7 Sammenligning av simulert og observert vanntemperatur for 2014 (døgnmiddelverdier) ved Lund bru. Modellen har dårligere samsvar i de periodene det er høy restvannføring, eller store avvik mellom modellert og observert slipp fra Sysenvatnet, slik som tidlig på sesongen, samt mot slutten av august.

4.3 Beskrivelse av scenarier

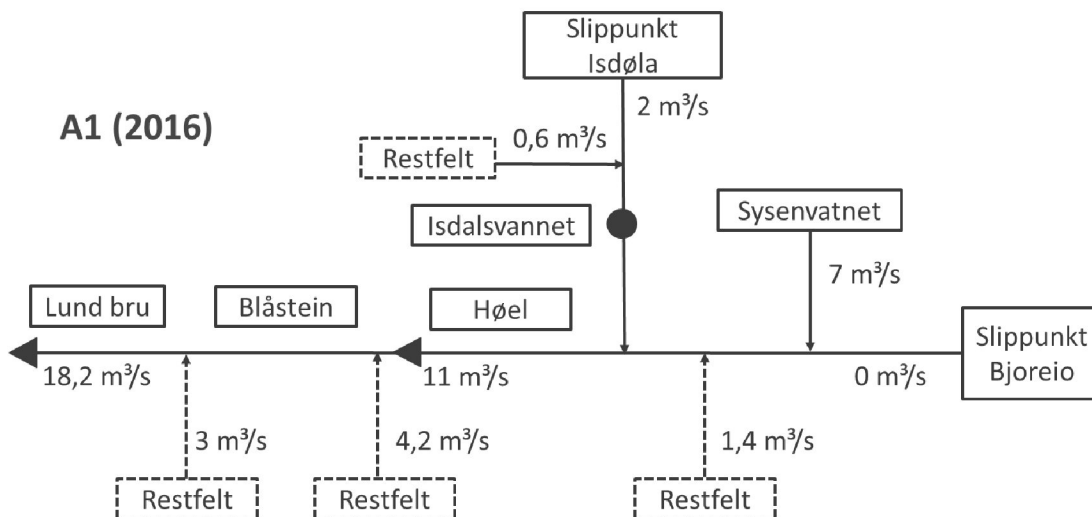
Etter kalibrering av modellen er det simulert 5 alternative vannføringsregimer i Bjoreio for å opprettholde minstevannkravet i Vøringsfossen. De tre A-alternativene har alle den samme vannslipp fra Sysenvatnet, samtidig som det endres på vannføring fra lukene i Isdøla og Bjoreio. Alternativ B1 og C har høyere slipp fra Sysenvatnet, og dermed også mindre bidrag fra Bjoreio og Isdøla. Det samme tilsiget (beregnet for hvert år) fra restfeltet er benyttet i alle simuleringene. Dette tilsiget gjør også at det måles minimum 11 m³/s ved Høel, slik at minstevannkravet oppnås ved alle alternativene.

Tabell 5 Simuleringsalternativer

Alternativ	Kontrollerte slipp			Ukontrollerte slipp
	Bjoreio slippunkt (m ³ /s)	Isdøla slippunkt (m ³ /s)	Sysenvatnet (m ³ /s)	Restfelt oppstrøms Høel (m ³ /s)
A1	0,0	2,0	7,0/7,8*	2/1,2*
A2	2,0	0,0	7,0/7,8*	2/ 1,2*
A3	1,0	1,0	7,0/7,8*	2/ 1,2*
B1	0,5	0,0	8,5/9,3*	2/ 1,2*
C	0,0	0,0	9/9,8*	2/ 1,2*

*2016/2014

De 5 ulike scenarioene ble simulert som om de skulle vært gjennomført for årene 2016 og 2014. Det vil si at det er benyttet samme vannføringsbidrag fra restfeltene, samme dato for lukeåpning og lik vanntemperatur for vannet som kommer inn i modellen som observert i de to årene. Det er også benyttet de samme meteorologiske parameterne.



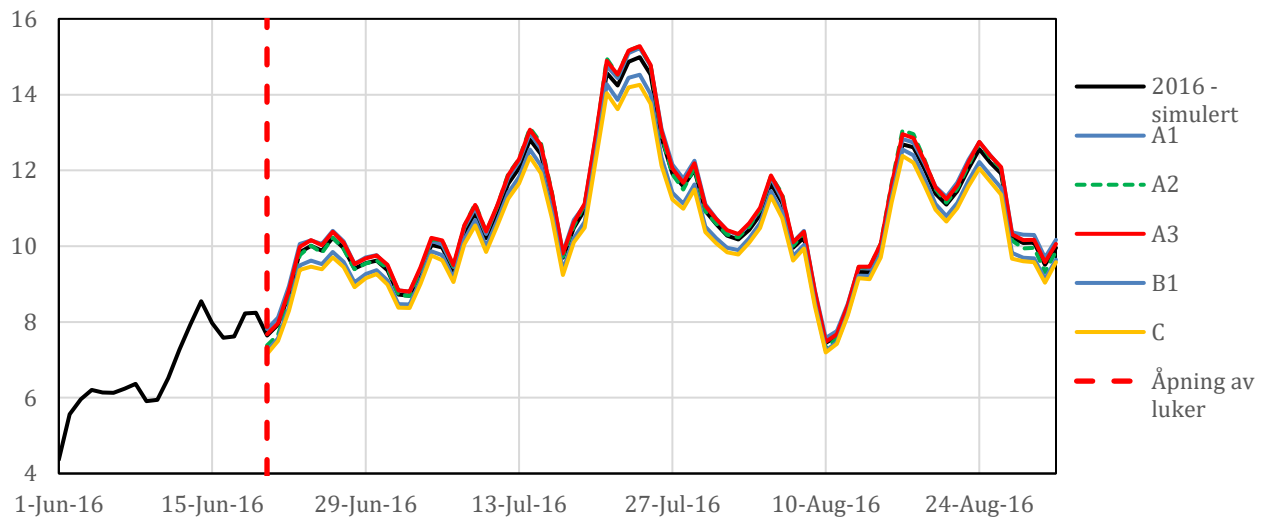
Figur 4-8 Beskrivelse av vannføring i modellen for alternativ A1 for 2016 etter at lukene ble åpnet den 20.06.2016

5 Resultater

Etter temperaturmodellen har blitt kalibrert slik at den tilstrekkelig beskriver temperaturen i Bjoreio for 2016 og 2014, har det vært ønskelig å undersøke effekten på temperaturen ved Lund bru ved å slippe ulike vannmengder fra de tre utslippspunktene: Isdøla, Bjoreio eller Sysenvatnet. Det er valgt å se på beregningsresultatene for perioden etter at lukene i bekkeinntakene ble åpnet for begge årene. Dette gjør det mulig å sammenligne resultatene med den originale, kalibrerte serien. Det er også i denne perioden modellen har best samsvar med de observerte temperaturene samt den målte vannføringen i elva.

5.1 2016

Temperaturen i Bjoreio ble simulert for perioden etter 20.06.2016 for alle de 5 alternativene. Resultatene er vist i påfølgende figur. Resultatene er sammenlignet med resultatene fra kalibreringen for 2016, vist med svart strek i figuren under (Figur 5-1), og gul strek i Figur 4-5. Dette er den simulerte serien som best beskriver observerte temperaturer i 2016, slik at det blir mulig å sammenligne de simulerte alternativene med vannføringsregimet som ble ført i 2016. Døgnverdier gitt i tabell i vedlegg 1.

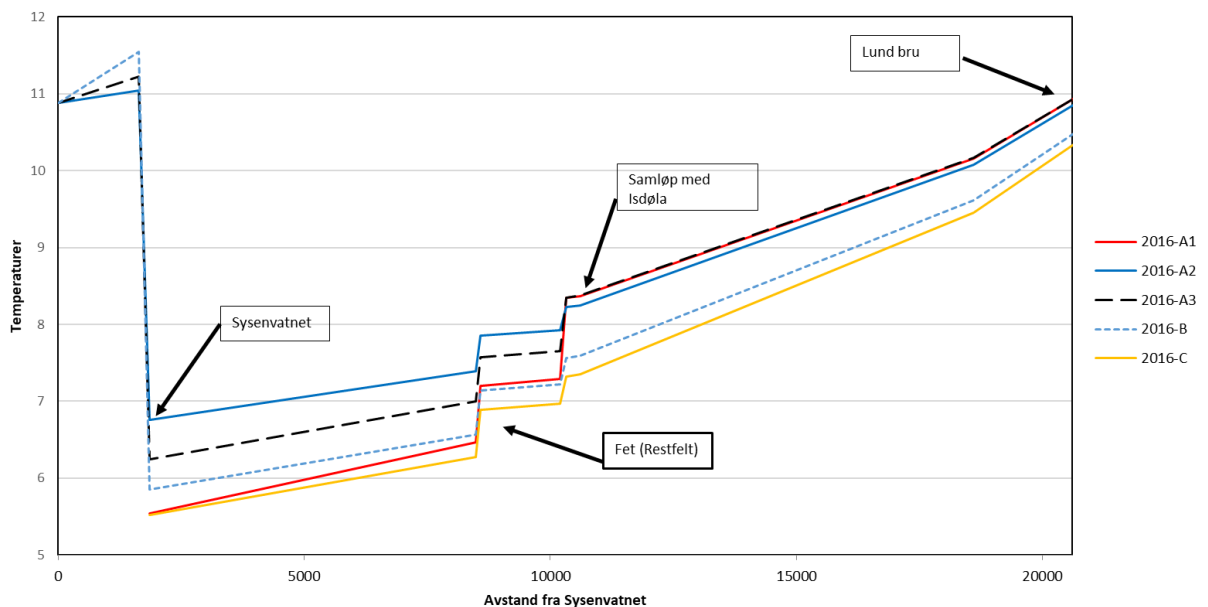


Figur 5-1 Sammenligning av alternative vannføringsregimer med den kalibrerte serien for 2016, ved Lund bru

I 2016 ble det sluppet ca. $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ fra Isdøla og $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ fra Bjoreio. Gjennomsnittlig vannføring fra Sysenvatnet var $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette er i samme størrelsesorden som alle A-alternativene, noe også simuleringen av disse viser. Det har liten betydning for temperaturen ved Lund bru dersom det slippes vann fra Bjoreio eller Isdøla slippunkt. Det vil derimot ha større betydning for temperaturen dersom vannslipp fra Sysenvatnet økes, slik det vises for alternativ B1 og C. Statistikk for alle alternativene vises i Tabell 6.

Tabell 6 Statistikk for vanntemperaturen ved Lund bru ved simulering av alternative vannføringsscenarioer, 2016

Alternativ	Temperaturer (døgnverdier)		
	Maks (°C)	Min (°C)	Gjennomsnitt (°C)
A1	15,2	7,6	10,9
A2	15,3	7,3	10,9
A3	15,3	7,5	10,9
B1	14,5	7,2	10,5
C1	14,3	7,2	10,4
Kalibreringsresultater 2016	15,0	7,4	10,8



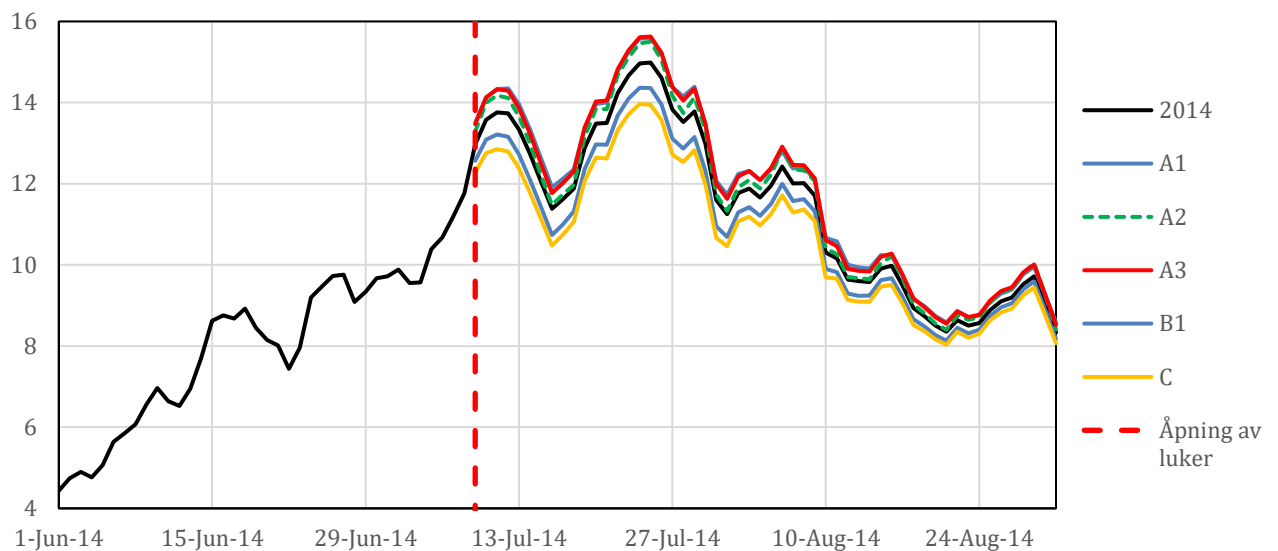
Figur 5-2 Lengdeprofil som viser simulerte gjennomsnittstemperaturer for ulike punkter langs Bjoreio fra nedstrøms Sysenvatnet til Lund bru for de ulike slippalternativene i 2016. Oppvarmingen i Fet skyldes bidrag fra restfeltet. Den samme vannføringen fra restfeltet er brukt i alle alternativene.

Slik vist i Figur 5-2, vil oppvarmingen av ellevannet i Bjoreio utartes litt forskjellig avhengig av hvilket slippunkt som benyttes, selv om vannet vil ha tilnærmet lik temperatur når det kommer til Lund Bru for A-alternativene. B1 og C resulterer i kaldere vann ved Lund bru. Etter at vannet fra slippunktet i Bjoreio har blandet seg med vannet fra Sysenvatnet, vil det være varmest ved alternativ A2 (der det slippes 2 m³/s fra Bjoreio slippunkt). Bjoreio varmes så opp noe for alle alternativene på vei ned mot samløpet med Isdøla. A1- alternativet vil varmes opp mest mellom Sysenvatnet og Fet, da dette er det alternativet hvor det er lavest vannføring for dette strekket, og er lettere påvirket av meteorologiske effekter. Ved samløpet vil Bjoreio varmes mest opp ved alternativ A1 (der det slippes 2 m³/s fra Isdøla slippunkt), slik at tilnærmet den samme temperaturen oppnås for alle de tre A-alternativene ved Lund Bru. Alternativ B vil ha høyere temperatur nedstrøms Sysenvatnet sammenlignet med A1 og C på grunn av bidraget fra Bjoreio slippunkt, men temperaturen vil ikke

varmes opp vassdraget på samme måte som A1, slik at det ikke blir like varmt når det når Lund bru. C-alternativet (kun slipp fra Sysenvatnet) varmes saktere opp i vassdraget grunnet større volum kaldt vann, og det blir derfor det alternativet som fører til den kaldeste vanntemperaturen ved Lund bru.

5.2 2014

Temperaturen i Bjoreio ble simulert for perioden etter 09.07.2014 for alle de 5 alternativene. Resultatene er vist i påfølgende figur. Resultatene er sammenlignet med resultatene fra kalibreringen for 2014, vist med svart strek (i Figur 5-3), og gul strek i Figur 4-7. Døgnverdier gitt i tabell i vedlegg 1.



Figur 5-3 Sammenligning av alternative vannføringsregimer med den kalibrerte serien for 2014, ved Lund bru

I 2014 ble det sluppet ca. 1,25 m³/s fra både Isdøla og Bjoreio. Gjennomsnittlig vannføring fra Sysenvatnet var 9,1 m³/s. De simulerte A-alternativene har alle mindre vann fra Sysenvatnet, selv om bidraget fra lukene er noe mindre enn det simulerte året. Dette gjenspeiles også i de simulerte temperaturene for A-alternativene, som alle har høyere temperatur enn den kalibrerte serien for 2014. B1 alternativet har en noe lavere gjennomsnittstemperatur enn den modellerte serien (trolig grunnet mindre vannføring fra slippunktene i Bjoreio og Isdøla), mens C-alternativet har den laveste vanntemperaturen av alle simuleringsseriene.

Tabell 7 Statistikk for vanntemperaturen ved Lund bru ved simulering av alternative vannføringsscenarioer, 2014

Alternativ	Temperaturer (døgnverdier)		
	Maks (°C)	Min (°C)	Gjennomsnitt (°C)
A1	15,6	8,6	11,8
A2	15,5	8,4	11,6
A3	15,6	8,5	11,8
B1	14,4	8,1	10,9
C	14,0	8,0	10,7
Kalibreringsresultater 2014	15,0	8,3	11,4

5.3 Diskusjon

Simuleringen av de 5 ulike vannføringsscenarioene for 2016 og 2014 viser at det vil være liten forskjell for temperaturen i Lund bru dersom man slipper vann fra Bjoreio eller Isdøla. Selv om den målte vanntemperaturen ved Isdølas utløp i Bjoreio (Isdøla nedre) generelt er varmere enn den målte vanntemperaturen ved slippunktet i Bjoreio, blir vannet fra Bjoreio slippunkt varmet opp i vassdraget, noe som gjør at omtrent den samme vanntemperaturen oppnås ved Lund bru ved de ulike A-scenarioene. Dette er vist i Figur 5-2 som beskriver oppvarmingen i Bjoreio ved ulike slippscenarioer for 2016.

Det vil derimot påvirke temperaturen i større grad dersom man slipper mindre vann fra bekkeinntakene, og kompenseres med mer kaldt vann fra Sysenvatnet slik som alternativ B1 og C tilsier. Den målte gjennomsnittstemperaturen gjennom simuleringssperioden på vannet fra Sysenvatnet (5 grader), er om lag halvparten av temperaturen til vannet som slippes fra de to slippunktene (Isdøla nedre ca. 11 °C, og Bjoreio ca. 9 °C). Det kalde vannet fra Sysenvatnet vil ikke bli tilstrekkelig varmet opp på vei ned mot Lund bru, og de samme temperaturene som for A-alternativene oppnås ikke. Dette skyldes både større volum av kaldt vann fra Sysenvatnet som varmes opp saktere nedover i vassdraget grunnet meteorologiske faktorer, men særlig også på grunn av at Bjoreio ikke blir tilført like mye varmt vann fra hverken Bjoreio eller Isdøla slippunkt. Dette gjør at alternativene B1 og C vil resultere i en kaldere gjennomsnittstemperatur ved Lund bru.

6 Usikkerheter og begrensninger

Det er flere usikkerheter knyttet til den valgte metoden. En vesentlig usikkerhet er at det er foretatt kalibrering og validering på et lite utvalg. Selv om de simulerte årene er relativt ulike både når det gjelder vannføring og temperatur, vil ikke modellen nødvendigvis beskrive situasjoner som ligger langt utenfor de kalibrerte parameterne.

Modellen bruker konstante vannføringer gjennom simuleringssperioden. Dette medfører at modellen ikke kan ta hensyn til variasjon i temperatur som følge av variasjoner i vannføringen over tid. Det er mulig å gjøre denne forenklingen fordi vannføringen i Bjoreio er relativt konstant over sommerperioden, som vist i Figur 3-3 og Figur 3-4. Kalibreringsresultatene viser også at det er mulig å oppnå rimelig samsvar med observerte temperaturer. Dette medfører likevel en usikkerhet i kalibreringen der vannføringen varierer, og det medfører at modellen er begrenset til å simulere scenarioer med konstant vannføring.

Det er knyttet noe usikkerhet til valgte konstante vannføringsverdier. Særlig gjelder dette for restfeltene der tilsiget varierer mer enn fra de kjente slippunktene. Selv om det er relativt konstant vannføring i Bjoreio i sommerperioden, vil ikke variasjonen i vannføringen direkte kunne beskrives med den valgte metoden (stasjonær hydraulisk beregning). Valget med å benytte konstante vannføringer fører derimot til at den hydrauliske modellen lettere blir stabil, og fører til færre feilkilder knyttet til numeriske ustabiliteter.

Resultatene fra den hydrauliske beregningen (vannstander og vannhastigheter) har ikke blitt validert mot observasjoner, noe som medfører usikkerhet knyttet til beregnede hydrauliske parametere. Modellen bør derfor ikke benyttes direkte til å estimere vannstander og vannhastigheter for de simulerte alternativene. Dette ansees ikke som en direkte feilkilde for temperaturmodellen, da modellen senere har blitt kalibrert til å beskrive observerte temperaturer ved Lund bru.

Selv om det ble valgt å benytte konstante vannføringer for alle vannkilder i modellen, er det benyttet varierende verdier for de andre beregningsparameterne (inn-vanntemperatur og meteorologiske faktorer). Dette gjør at vanntemperaturen i modellen varierer uten endringer i vannføring (volum).

Dette kan føre til feilkilder i beregningen, særlig dersom det er store avvik fra observert vannføring og de valgte konstante vannføringsverdiene. Vannføring og temperatur fra restfeltene er også en ukjent parameter som har blitt estimert basert på arealskalering og vurdering av best egnede temperaturmålinger. Kalibreringen viser derimot at det er godt samsvar mellom modellerte og simulerte vanntemperaturer i den simulerte perioden, særlig etter at lukene har blitt åpnet og vannføringen har stabilisert seg.

Det er også knyttet usikkerhet til den meteorologiske dataen benyttet i beregningen. Ukjente parametere, slik som kortbølgestråling og vanntemperaturen fra restfeltet er funnet ved kalibrering. Disse parameterne gjenspeiler ikke nødvendigvis fysiske forhold i og ved Bjoreio for de simulerte periodene. Det er vurdert at selv om det er usikkerheter knyttet til inputparameterne i modellen, viser sammenligning av kalibrert og observert temperaturserie ved Lund bru godt samsvar for begge de kalibrerte seriene, og at modellen tilstrekkelig beskriver forventet vanntemperatur ved Lund bru. Dette vil likevel medføre en usikkerhet spesielt dersom simulerte parametere ligger langt utenfor kalibreringsgrunnlaget.

7 Konklusjon

Det er utviklet en hydraulisk modell for deler av elva Bjoreio i Eidfjord basert på konstant vannføring. Modellen er utviklet ved hjelp av simuleringverktøyet HEC-RAS, som inneholder en modul som lar brukeren simulere vanntemperatur på grunnlag av resultatene fra den hydrauliske beregningen. Denne modulen er i denne beregningen brukt til å beskrive vanntemperatur i Bjoreio for årene 2016 og 2014, samt en rekke ulike vannføringsscenarioer.

Den kalibrerte temperaturmodellen beskriver vanntemperaturen i Bjoreio, ved målestasjonen Lund bru, godt. De største avvikene mellom observert og simulert temperatur finner man tidlig på året da vannføringen i vassdraget ikke like godt lar seg beskrive med konstante gjennomsnittsverdier grunnet stort og variabelt bidrag fra restfeltene, samt noe variabelt vannslipp fra Sysenvatnet. I tiden etter lukene i Isdøla og Bjoreio har blitt åpnet (perioden med mest konstant vannføring), er det godt samsvar mellom observert og modellert temperatur.

Simuleringsresultatene for de 5 ulike scenarioene viser at det vil være liten forskjell for temperaturen i Bjoreio dersom man slippe vann fra enten Bjoreio eller Isdøla slippunkt med den samme slippvannmengden fra Sysenvatnet. Det vil derimot påvirke temperaturen mer dersom man øker slippet fra Sysenvatnet.

Vedlegg 1**2016**

	Kalibrert	A1	A2	A3	B1	C
20.06.16	7.9	8.1	7.7	8.0	7.6	7.5
21.06.16	8.7	8.9	8.6	8.8	8.4	8.3
22.06.16	9.8	10.1	9.8	10.0	9.5	9.4
23.06.16	10.0	10.2	10.0	10.2	9.6	9.5
24.06.16	9.9	10.1	9.8	10.0	9.5	9.4
25.06.16	10.2	10.4	10.2	10.4	9.8	9.7
26.06.16	9.9	10.1	9.9	10.1	9.6	9.4
27.06.16	9.4	9.5	9.4	9.5	9.0	8.9
28.06.16	9.6	9.7	9.5	9.7	9.3	9.2
29.06.16	9.6	9.8	9.6	9.8	9.4	9.3
30.06.16	9.4	9.5	9.4	9.5	9.1	9.0
01.07.16	8.7	8.8	8.7	8.8	8.5	8.4
02.07.16	8.7	8.8	8.7	8.8	8.5	8.4
03.07.16	9.3	9.4	9.4	9.4	9.1	9.0
04.07.16	10.0	10.1	10.2	10.2	9.9	9.8
05.07.16	10.0	10.0	10.2	10.1	9.8	9.6
06.07.16	9.3	9.5	9.4	9.5	9.2	9.1
07.07.16	10.4	10.5	10.5	10.5	10.2	10.1
08.07.16	10.9	11.0	11.1	11.1	10.7	10.5
09.07.16	10.2	10.3	10.4	10.4	10.0	9.9
10.07.16	10.9	11.0	11.0	11.1	10.7	10.5
11.07.16	11.7	11.8	11.9	11.9	11.4	11.3
12.07.16	12.1	12.2	12.3	12.3	11.8	11.7
13.07.16	12.8	13.0	13.1	13.1	12.5	12.4
14.07.16	12.4	12.6	12.7	12.7	12.1	11.9
15.07.16	11.2	11.3	11.4	11.4	10.9	10.7
16.07.16	9.7	9.8	9.7	9.8	9.4	9.2
17.07.16	10.5	10.7	10.5	10.6	10.2	10.1
18.07.16	11.0	11.1	11.1	11.1	10.6	10.5
19.07.16	12.7	12.9	12.8	12.9	12.5	12.3
20.07.16	14.6	14.8	15.0	14.9	14.3	14.0
21.07.16	14.2	14.4	14.5	14.5	13.9	13.6
22.07.16	14.9	15.1	15.2	15.2	14.4	14.2
23.07.16	15.0	15.2	15.3	15.3	14.5	14.3
24.07.16	14.5	14.8	14.8	14.8	14.0	13.8
25.07.16	12.9	13.1	12.9	13.0	12.3	12.1
26.07.16	11.9	12.2	11.9	12.1	11.4	11.2
27.07.16	11.6	11.8	11.5	11.7	11.1	11.0
28.07.16	12.0	12.3	12.1	12.2	11.6	11.5
29.07.16	10.9	11.1	10.9	11.1	10.5	10.4

30.07.16	10.6	10.7	10.6	10.7	10.2	10.1
31.07.16	10.3	10.4	10.3	10.4	10.0	9.8
01.08.16	10.2	10.3	10.2	10.3	9.9	9.8
02.08.16	10.4	10.6	10.5	10.6	10.2	10.1
03.08.16	10.8	11.0	11.0	11.0	10.6	10.5
04.08.16	11.7	11.8	11.9	11.9	11.5	11.3
05.08.16	11.1	11.2	11.4	11.3	10.9	10.7
06.08.16	10.0	10.1	10.0	10.1	9.7	9.6
07.08.16	10.2	10.4	10.3	10.4	10.0	9.9
08.08.16	8.7	8.8	8.8	8.8	8.5	8.4
09.08.16	7.4	7.6	7.3	7.5	7.2	7.2
10.08.16	7.6	7.8	7.6	7.7	7.5	7.4
11.08.16	8.4	8.5	8.4	8.4	8.2	8.2
12.08.16	9.3	9.4	9.4	9.5	9.2	9.2
13.08.16	9.3	9.4	9.4	9.5	9.2	9.1
14.08.16	9.9	10.0	10.1	10.1	9.8	9.7
15.08.16	11.4	11.5	11.7	11.6	11.3	11.2
16.08.16	12.7	12.8	13.1	13.0	12.6	12.4
17.08.16	12.6	12.7	13.0	12.9	12.4	12.2
18.08.16	12.0	12.2	12.3	12.2	11.8	11.6
19.08.16	11.4	11.6	11.5	11.6	11.1	11.0
20.08.16	11.1	11.3	11.1	11.2	10.8	10.7
21.08.16	11.5	11.7	11.5	11.6	11.1	11.0
22.08.16	12.0	12.3	12.1	12.2	11.7	11.6
23.08.16	12.6	12.7	12.7	12.8	12.2	12.0
24.08.16	12.2	12.4	12.3	12.4	11.9	11.7
25.08.16	11.9	12.1	12.1	12.1	11.5	11.4
26.08.16	10.2	10.4	10.2	10.3	9.8	9.7
27.08.16	10.1	10.3	9.9	10.2	9.7	9.6
28.08.16	10.1	10.3	10.0	10.2	9.7	9.6
29.08.16	9.5	9.7	9.3	9.6	9.1	9.0
30.08.16	10.0	10.2	9.9	10.1	9.6	9.6
31.08.16	7.9	8.1	7.7	8.0	7.6	7.5

2014

	Kalibrert	A1	A2	A3	B1	C
09.07.14	13.0	13.5	13.3	13.5	12.6	12.3
10.07.14	13.6	14.1	14.0	14.1	13.1	12.8
11.07.14	13.8	14.3	14.2	14.3	13.2	12.8
12.07.14	13.7	14.4	14.1	14.3	13.2	12.8
13.07.14	13.3	14.0	13.7	13.9	12.7	12.4
14.07.14	12.7	13.3	13.0	13.2	12.1	11.8
15.07.14	12.1	12.6	12.2	12.5	11.4	11.2
16.07.14	11.4	11.9	11.5	11.8	10.7	10.5
17.07.14	11.6	12.1	11.7	12.0	11.0	10.7
18.07.14	11.9	12.4	12.0	12.3	11.3	11.1
19.07.14	12.9	13.4	13.2	13.4	12.4	12.1
20.07.14	13.5	14.0	13.8	14.0	13.0	12.6
21.07.14	13.5	14.0	13.8	14.0	13.0	12.6
22.07.14	14.2	14.8	14.7	14.8	13.7	13.3
23.07.14	14.7	15.3	15.1	15.3	14.1	13.7
24.07.14	15.0	15.6	15.5	15.6	14.4	14.0
25.07.14	15.0	15.6	15.5	15.6	14.4	14.0
26.07.14	14.6	15.2	15.0	15.2	14.0	13.6
27.07.14	13.8	14.4	14.2	14.4	13.1	12.7
28.07.14	13.5	14.2	13.7	14.0	12.9	12.5
29.07.14	13.8	14.4	14.1	14.3	13.2	12.8
30.07.14	13.0	13.5	13.3	13.5	12.3	12.0
31.07.14	11.6	12.1	11.7	12.0	11.0	10.7
01.08.14	11.2	11.7	11.3	11.6	10.7	10.5
02.08.14	11.8	12.2	11.9	12.2	11.3	11.1
03.08.14	11.9	12.3	12.1	12.3	11.4	11.2
04.08.14	11.7	12.1	11.9	12.1	11.2	11.0
05.08.14	12.0	12.4	12.2	12.4	11.5	11.2
06.08.14	12.4	12.8	12.8	12.9	12.0	11.7
07.08.14	12.0	12.4	12.4	12.5	11.6	11.3
08.08.14	12.0	12.4	12.3	12.5	11.6	11.4
09.08.14	11.7	12.1	12.1	12.1	11.3	11.1
10.08.14	10.3	10.7	10.4	10.6	9.9	9.7
11.08.14	10.2	10.6	10.3	10.5	9.8	9.7
12.08.14	9.6	10.0	9.7	9.9	9.3	9.1
13.08.14	9.6	9.9	9.7	9.9	9.2	9.1
14.08.14	9.6	9.9	9.6	9.8	9.2	9.1
15.08.14	9.9	10.2	10.0	10.2	9.6	9.5
16.08.14	10.0	10.2	10.2	10.3	9.7	9.5
17.08.14	9.5	9.7	9.7	9.8	9.2	9.1
18.08.14	8.9	9.2	9.0	9.2	8.7	8.5

19.08.14	8.7	9.0	8.8	9.0	8.5	8.4
20.08.14	8.5	8.7	8.6	8.7	8.3	8.2
21.08.14	8.4	8.6	8.4	8.5	8.1	8.0
22.08.14	8.6	8.9	8.8	8.9	8.4	8.4
23.08.14	8.5	8.7	8.6	8.7	8.3	8.2
24.08.14	8.6	8.8	8.7	8.8	8.4	8.3
25.08.14	8.9	9.1	9.1	9.1	8.7	8.6
26.08.14	9.1	9.3	9.3	9.4	9.0	8.8
27.08.14	9.2	9.4	9.4	9.5	9.1	8.9
28.08.14	9.5	9.8	9.8	9.8	9.4	9.3
29.08.14	9.7	10.0	10.0	10.0	9.6	9.4
30.08.14	9.0	9.3	9.3	9.3	8.9	8.8
31.08.14	8.3	8.6	8.4	8.5	8.2	8.1