



Prosjektrapport

Vurdering av oversvømmelser og flomforhold ved Mineralparken i Otra ved Kilefjorden

Forfatter:

Atle Harby

Rapportnummer:

2023:00282 - Åpen

Oppdragsgiver

Mineralparken Eiendom AS

Prosjektrapport

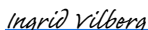
Vurdering av oversvømmelser og flomforhold ved Mineralparken i Otra ved Kilefjorden

EMNEORD:
Flomforhold Regulering**VERSJON**
1.0**DATO**
2023-03-01**FORFATTER**
Atle Harby**OPPDAGSGIVER**
Mineralparken Eiendom AS**OPPDAGSGIVERS
REFERANSE**
Vegard Hansson**PROSJEKTNUMMER**
502002999**ANTALL SIDER :**
42+45 sider vedlegg

SAMMENDRAG

Denne rapporten gir råd og faglige vurderinger om oversvømmelser og flomforhold som påvirker Mineralparkens anlegg ved Kilefjorden i Otra. Hele Kilefjorden fra Soga opp til forbi Breidflå er et sammenhengende vannspeil som må betraktes som reguleringsmagasinet "Kilefjorden". Vannstanden har ligget over HRV i Kilefjorden 76 prosent av tiden etter at Iveland II kraftverk ble satt i drift. På grunn av fysiske begrensninger i det trange sundet Soga mellom Kilefjorden og Gåseflåfjorden, samt høy vannstand i Gåseflåfjorden, er det nødvendig å overstige HRV i Kilefjorden dersom man ønsker en høyere vannføring enn om lag 90-110 m³/s inn i Gåseflåfjorden. Høy vannstand i Gåseflåfjorden bidrar til minst 20 cm høyere vannstand i Kilefjorden på alle vannføringer. I fem hendelser i 2020 og en hendelse i 2014 som ga oversvømmelser ved Mineralparken, var tappingen fra Byglandsfjorden over 250 m³/s i flere dager og de fleste ganger betydelig mer. Det er helt klart en årsakssammenheng mellom tapping fra Byglandsfjorden, vannstand i Gåseflåfjorden, og overskridelse av HRV i Kilefjorden og oversvømmelser av Mineralparkens anlegg. En mulig løsning for å unngå framtidige oversvømmelser er utvidelse av sundet Soga kombinert med mer skånsom manøvrering.

UTARBEIDET AV
Atle HarbySIGNATUR

Atle Harby (Mar 1, 2023 17:23 GMT+1)**KONTROLLERT AV**
Ingrid VilbergSIGNATUR

Ingrid Vilberg (Mar 2, 2023 14:10 GMT+1)**GODKJENT AV**
Knut SamdalSIGNATUR

Knut Samdal (Mar 3, 2023 13:38 GMT+1)**RAPPORTNUMMER**
2023:00282**ISBN**
978-82-14-
07785-8**GRADERING**
Åpen**GRADERING DENNE SIDE**
Åpen

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
2	Områdebeskrivelse og datagrunnlag	4
3	Utstrekning av Kilefjorden reguleringsmagasin.....	9
4	Regulering av Byglandsfjorden	13
5	Regulering av Kilefjorden og Gåseflåfjorden	14
6	Flomforhold	21
7	Eksempler på oversvømmelser av Mineralparken	23
7.1	7.-8. september 2014.....	23
7.2	27. september - 6. oktober 2017	25
7.3	25. juni 2020.....	27
7.4	30.-31. juli 2020	29
7.5	29.-30. september 2020.....	31
7.6	17.-19. november 2020.....	33
7.7	20.-22. desember 2020	35
7.8	Oppsummering av eksempler på oversvømmelser og flomhendelser	37
8	Kraftverksdrift.....	39
9	Konklusjoner	40
10	Referanser.....	42

Vedlegg

1	Notat fra NVE: 21.34 Kilefjord vannmerke (gammelt nr 888): Notat etter gjennomgang av arkivert materiale i NVE
2	Kommentarer fra Agder Energi til NVEs notat
3	Oppsummering av korreksjoner for vannmerke Kilefjord fra Agder Energi
4	Kart og innmålte høyder for ulike plasseringer av vannmerke Kilefjord
5	Korreksjoner av vannstandsdata gitt av NVE
6	Vannføringstabell Kilefjorden NVE 1923
7	FM 26 innmålt
8	Elvenivellement Otra fra Kilefjord til Birkelandsfoss
9	Meteorologisk statistikk for Bykle i 2020 og vannstand i Store Urdarvatn og Vatnedalsvatn for 2017-2021

1 Innledning

SINTEF Energi er engasjert av Mineralparken Eiendom AS til å gjøre en vurdering av vannstandsforhold, oversvømmelser og flomforhold ved Mineralparken i Otra ved Kilefjorden. Analyser skal vise om, og hvordan, vannstandsforholdene henger sammen med manøvrering av reguleringsanleggene i Otra, og da spesielt tapping fra Byglandsfjord, kraftproduksjon i Iveland kraftverk og luketapping og vannstandsregulering av Gåseflåfjorden.

Advokat Stordrange har på vegne av Mineralparken Eiendom AS fremmet skjønnsbegjæring til Kristiansand tingrett mot Otteraaens Brugseierforening (OB). Saken gjelder skjønn til utmåling av erstatning etter ekspropriasjonsskjønn, jf. skjønnsloven § 4 annet ledd. Skjønnen ble avsagt i desember 2020: "Slik retten ser det har ikke Mineralparken påvist at reguleringen av Otra-vassdraget har påvirket flomforholdene i negativ regning for Mineralparken. Når det gjelder økt vannmengde og flom som følge av klimaendringer, er partene enige om at dette ikke er OB sitt ansvar. Det er etter dette ikke sannsynlig at det foreligger årsakssammenheng mellom OBs reguleringer i Otra-vassdraget og de økonomiske tap som Mineralparken har anført at de har hatt og vil ha i fremtiden. Som følge av dette utmåles det ikke erstatning til Mineralparken."

Arbeidet med denne rapporten startet våren 2021, og var beregnet å avsluttes i starten av 2022. I januar 2022 ble det imidlertid oppdaget feil i registrerte data fra vannmerke 21.34.0 Kilefjord som Agder Energi (nå Å energi) har ansvaret for å drive. Dette har forsinket arbeidet og et år etter at feilen ble oppdaget er det fortsatt en viss usikkerhet knyttet til hvordan registrerte data skal korrigeres. Selv etter flere møter med Agder Energi og NVE, diskusjoner og leting i gamle dokumenter er det fortsatt visse usikkerheter knyttet til datagrunnlaget. Det har også vært svært vanskelig og tidkrevende å få tak i god dokumentasjon og sikre kilder for å kunne trekke verifiserbare konklusjoner. Vi har derfor også brukt faglig innsikt til å tolke informasjon om hvordan korreksjoner av data skal gjøres, slik at det har vært mulig å gjennomføre analyser og trekke konklusjoner. Etter hvert har vi også fått god hjelp fra Morten Nordahl Due i NVE til å korrigere data.

Denne rapporten belyser hydrologiske forhold i Kilefjorden og hvordan manøvrering av reguleringsanlegg i Otra sammen med fysiske forhold påvirker vannstanden og flomforhold i Kilefjorden. Rapporten avsluttes med konklusjoner på årsakssammenhenger mellom manøvrering av reguleringsanlegg og oversvømmelser ved Mineralparken.

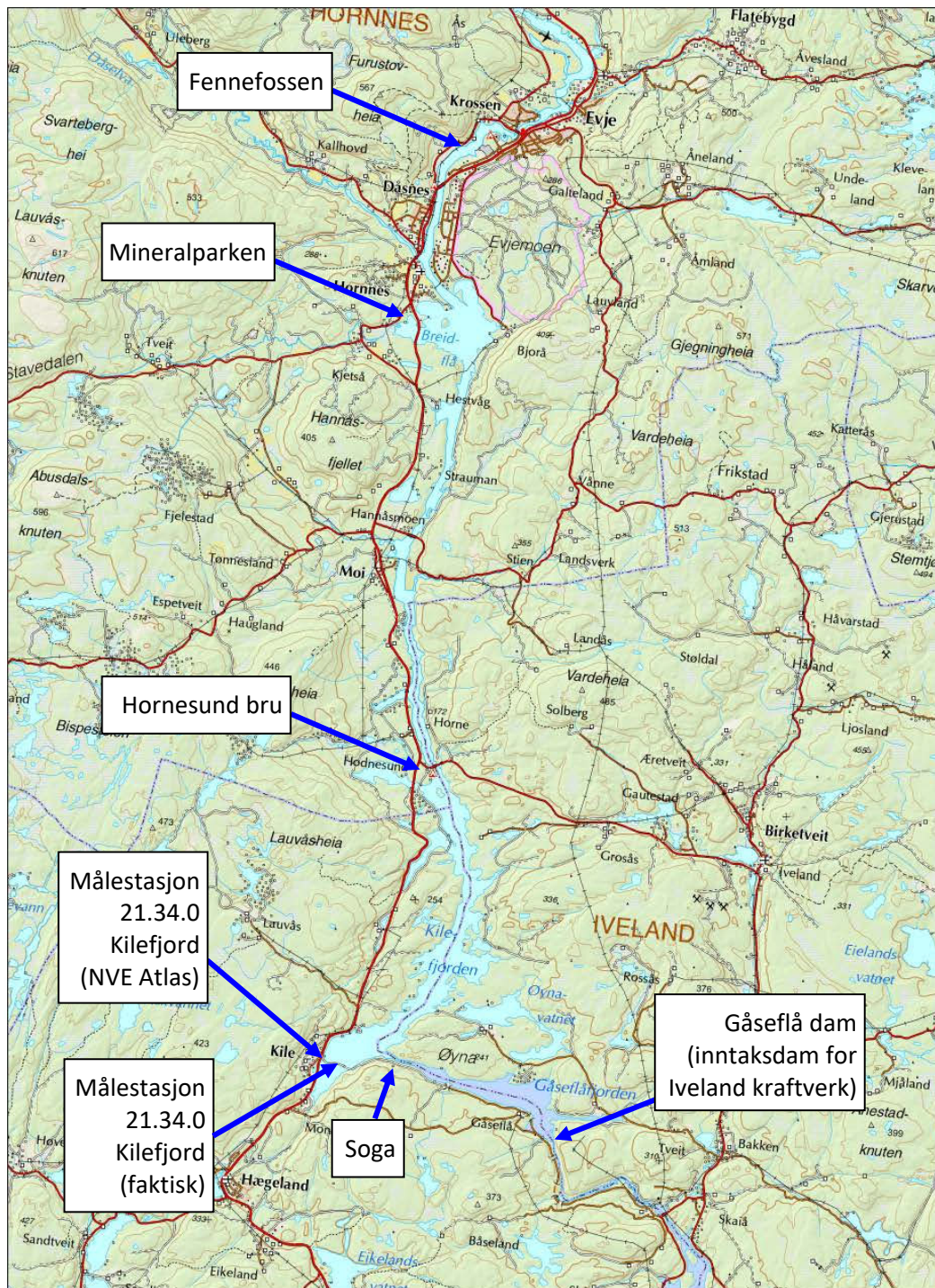
2 Områdebeskrivelse og datagrunnlag

Mineralparken ligger i Evje og Hornes kommune på vestsiden (høyre bredd) på et nes i Otra der den danner innsjøen Breidflå. Mineralparken er en fornøylespark med museum, mange aktiviteter, blant annet klatrepark og vannpark, spisesteder, overnattingsmuligheter, parkeringsanlegg og badestrand. Mineralparkens bygninger ligger fra kote 169,4 (NN1954) opp til kote 172,2 (NN1954). Otra danner et sammenhengende vannspeil fra Kilefjorden i sør, gjennom Breidflå og videre opp til Fennefoss. Fra Kilefjorden renner Otra gjennom sundet Soga som har to løp adskilt av to mindre øyer, og videre inn i Gåseflåfjorden. Vannstanden i Gåseflåfjorden kontrolleres av inntaksdammen til Iveland kraftverk (se figur 1). Før Gåseflådammen ble bygget, var det foss og stryk gjennom Soga med om lag 15 meter fall.

Ifølge gitte konsesjoner kan Kilefjorden reguleres mellom 166,43 og 167,30 moh (NN1954). I opprinnelig konsesjon som ble gitt for regulering av Kilefjorden var LRV satt til 166,13 og HRV til 167,00. Dette er blitt endret uten ytterligere dokumentasjon. Gåseflåfjorden kan reguleres mellom 163,3 og 167,3 moh (NN1954). I perioden 15. mai til 15. september skal vannstanden i Gåseflåfjorden ikke underskride kote 166 med mindre det er fare for flom, eller det er behov for lavere vannstand i forbindelse med tilsyn/vedlikehold av anlegget.

I NVE Atlas strekker Kilefjorden seg fra Hornesund bru og sørover. Otra har en rekke reguleringsanlegg, vannkraftmagasiner og kraftverk. Om lag 15 km oppstrøms Mineralparken ligger Byglandsfjordens demning som regulerer Byglandsfjorden mellom 198 og 203 moh (NVE-høyde). Det er ikke noe kraftverk som henter vann direkte fra Byglandsfjorden i dag, men Syrtveit kraftverk er under planlegging ettersom melding er sendt og det er fastsatt konsekvensutredningsprogram i juli 2022. Fennefoss kraftverk er under bygging, og vil utnytte fallet i Fennefossen om lag 4 km oppstrøms Mineralparken. Ifølge konsesjonssøknaden fra Agder Energi vil undervannet fra Fennefoss kraftverk ligge på 167,7 moh (ukjent høydegrunnlag, men trolig NVE-høyde ettersom det i konsesjonssøknaden heter "Høyeste regulerte vannstand (HRV) inntaksbassenget blir på kt 175,5. Dette er 0,48 m høyere enn toppen av den gamle Trebukkedammen). Ved utløpet av Gåseflåfjorden ligger Gåseflådammen som er inntak for Iveland kraftverk som ble satt i drift i 1949. Kraftverket ble utvidet med ny tunnel fra Dalanekilen i Gåseflåfjorden og et nytt kraftverk Iveland 2 som ble satt i drift i februar 2016. Total slukeevne for Iveland kraftverk er nå 216 m³/s. Det gamle kraftverket hadde en slukeevne på 116 m³/s. Middel vannføring i Otra er her om lag 130 m³/s. Lenger nedstrøms i Otra befinner det seg flere kraftverk som bare har små inntaksmagasin. Slukeevnen til disse kraftverkene varierer, der Steinsfoss kraftverk er størst med 240 m³/s i slukeevne. Oppstrøms Byglandsfjorden er det også flere kraftverk og flere store reguleringsmagasin som sammen med Byglandsfjorden kan lagre om lag 2 145 mill. m³. Lagringskapasiteten tilsvarer total vannføring i Otra ved Kilefjorden i om lag et halvt år.

Det er etablert en målestasjon for vannstand i Kilefjorden i dens sørlige ende, vannmerke 21.34.0 Kilefjord, som har vært i drift siden 1922. Agder Energi har nå ansvaret for å drifte målestasjonen. Målestasjonen sto opprinnelig på Kjeøya midt i Kilefjorden, men ble flyttet om lag 300 m til fastlandet ved Trælertangen på vestsiden slik den er markert i NVE Atlas, trolig i 1952. Målestasjonen ble imidlertid flyttet tilbake til et nytt sted noe lenger vest på Kjeøya enn det gamle målestedet når det ble etablert målekum, trolig i 2003 eller eventuelt i 1998. Rester etter de to nedlagte målestasjonene står fortsatt igjen på de respektive målestedene. Verken Agder Energi eller NVE har klart å tidfeste når stasjonene ble flyttet. Målestasjonen har registrert døgnverdier fram til 2004, og deretter timesverdier. Se også vedlegg 4 der de ulike målestedene er vist. Like nedstrøms utløpet av Byglandsfjord ligger vannmerke 21.69.0 Syrtveit, som har vært i drift siden 1912. Vannstand registreres også i Byglandsfjord, vannmerke 21.23.0 Byglandsfjord, og i Gåseflåfjorden av Agder Energi. Data fra Gåseflåfjorden er ikke sendt inn til NVE.



Senterposisjon: 81215.64, 6505697.49
 Koordinatsystem: EPSG:25833
 Utskriftsdato: 13.04.2021

0 1 2 3 4km

 **Kartverket**

Figur 1. Kart over Breidflå, Kilefjorden og Gåseflåfjorden i Otrå. Mineralparkens beliggenhet er markert sammen med Fennefoss, Hornesund bru, målestasjon Kilefjord, Soga og Gåseflå dam. (fra Kartverket).

Det har vist seg at det er uklarheter rundt referansehøyde og normalnull for målestasjonen i Kilefjorden. Vi har henvendt oss til NVE i januar 2022 for å få klarhet i hva normalnull er for ulike perioder, men NVE hadde ingen informasjon om dette og henviste videre til Agder Energi. Agder Energi hadde heller ikke

dokumentasjon på hva normalnull skal være for alle måledata fra Kilefjord. Etter nærmere undersøkelser har NVE dokumentert flere forhold rundt måleperioder, normalnull, referansehøyder og hvordan data skal korrigeres for en del av periodene, se notat fra NVE gitt i vedlegg 1. Agder Energi har gjort undersøkelser og har i september 2022 kommentert på NVEs notat (se vedlegg 2), samt laget en egen oppsummering (se vedlegg 3). Mineralparken har engasjert en landmåler som har målt høyder flere sentrale steder (se vedlegg 4). NVE har til slutt konkludert med korreksjoner ifølge vedlegg 5.

Det er imidlertid fortsatt noen usikkerheter knyttet til dette, blant annet på grunn av posisjoner til målestaver og høyder på kontrollbolter. Nyere kontrollmålinger tyder på at data nå registreres i NN2000. Det er uklart når det eventuelt har vært en overgang fra NN1954 til NN2000. HRV i Kilefjorden målt i NN2000 er da 167,23 moh. Det er tydelig at det er meningen at målinger skal registreres i NN1954 hvis en ser på skilt som henger ved målestasjonene (figur 2). Imidlertid har NVE påpekt i sin magasinkontroll 19.12.2003 at NVE-høyde skal benyttes fordi dette er gjennomført i hele vassdraget.

NVEs konklusjon er at data skal korrigeres med +0,408m fra 1922 fram til og med 31. oktober 1952. Deretter skal data korrigeres med +0,308m fra 1. november 1952 fram til og med 26. september 2006. For perioden mellom 27. september 2006 fram til 31. desember 2006, skal data korrigeres med +0,28m. Fra 1. januar 2007 fram til 5. januar 2013 er korreksjonen +0,367. Videre er korreksjonen +0,067m fra 6. januar 2013 fram til i dag. Data vil da vises i NN1954 og kan sammenlignes med konsesjonsgitt HRV på 167,30 m i Kilefjorden. Vi har brukt NVEs korreksjoner som også er gitt i vedlegg 5.

Agder Energi har i skriv og møter gitt en litt annen tolkning som bare er delvis dokumentert, se vedlegg 2 og 3. Vi har valgt å bruke NVEs forslag til korreksjoner som ansvarlig myndighet. Vi har ikke brukt data eldre enn 1952, men har likevel en annen oppfatning av datagrunnlaget fra tiden før regulering (se kapittel 5), spesielt knyttet til vannføringsmålinger av vannføringer gjennom Soga.

Gåseflåfjorden kan reguleres mellom 163,3 og 167,3 moh (NN1954), men det er i dag sjelden at dammen tappes ned. Ved naturlig eller lav vannstand i Gåseflåfjorden, vil strømmingen gjennom sundet Soga bli et stryk. Ved typisk regulert og høy vannstand i Gåseflåfjorden blir det ett tilnærmet sammenhengende vannspeil i Gåseflåfjorden gjennom Soga og i Kilefjorden. Figur 3 og 4 viser bilder av forholdene i Soga fra henholdsvis 1975 og 2021, mens figur 5 fra 1968 forstørrer området litt. Vi ser tydelig at vannstrømmen er kraftig og preget av stryk og foss på figur 3 og 5, mens det er et rolig vannspeil i figur 4.



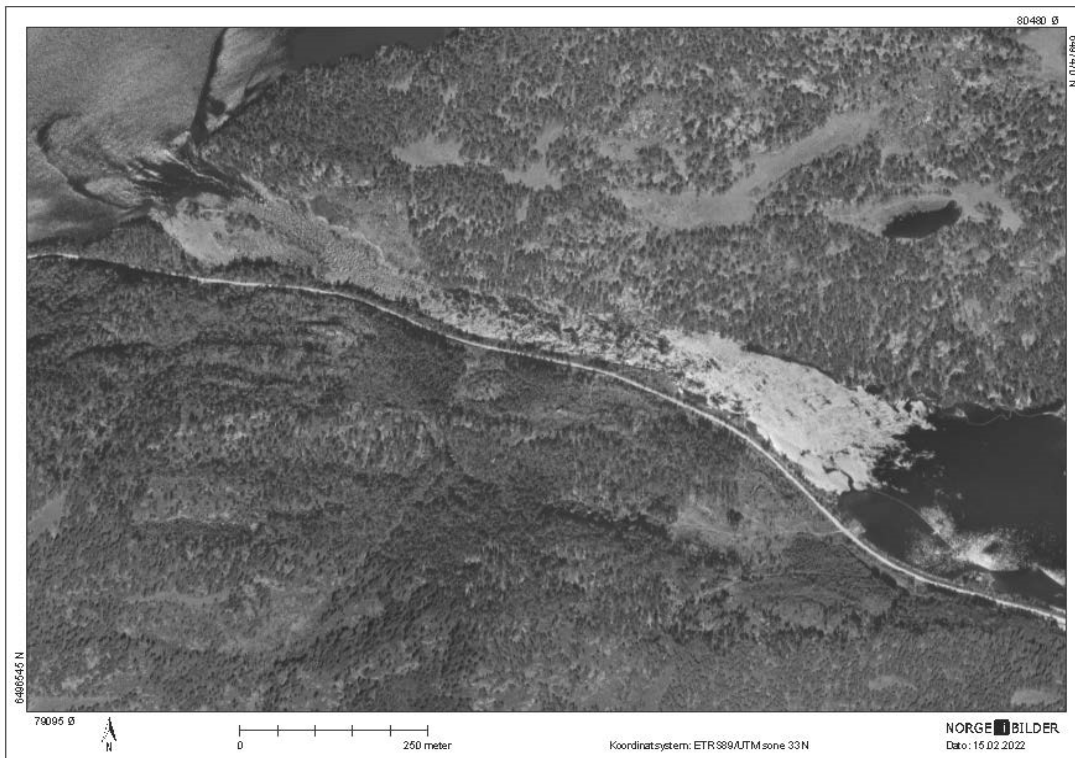
Figur 2. Bilder av informasjonsplakater for vannmerke Kilefjord (venstre) og Gåseflåfjorden (høyre). Ettersom konsesjonen setter HRV til 167,30 i NN1954, må vi anta at Kilefjorden skal måles i NN1954. For Gåseflåfjorden står det at høydesystemet er NN1954.



Figur 3. Søndre del av Kilefjorden, Soga og Gåseflåfjorden i 1975 (fra norgeibilder.no)



Figur 4. Søndre del av Kilefjorden, Soga og Gåseflåfjorden i 2021 (fra norgeibilder.no)



Figur 5. Nærbilde av Soga fra 1968 som tydelig viser foss og stryk (fra norgeibilder.no)

3 Utstrekning av Kilefjorden reguleringsmagasin

Et reguleringsmagasin er et midlertidig oppbevaringssted for vann som kan styres helt eller delvis til et formål som for eksempel vannkraftproduksjon, drikkevann eller jordvanning. Kilefjorden er ifølge NVE et reguleringsmagasin for Iveland kraftverk. Gåseflåfjorden er også definert som reguleringsmagasin for Iveland kraftverk.

NVE Atlas oppgir Kilefjordens utstrekning til å inkludere Kilefjorden fra Hægeland i sørvest opp til Hornesund bru i nord. Dette gir et areal på kun 5,0545 km². Reguleringshøyden er 0,87 m som da gir et magasinivolum på 4,397 mill. m³. Det er imidlertid tydelig at Kilefjordens utstrekning skal være fra Hægeland i sørvest til nedstrøms Fennefoss i nord, da det er et sammenhengende vannspeil og meget lite fall på denne strekningen.

I KEVs brev til Samferdselsdepartementet "Vedr. regulering av Kilefjorden i Otra i forbindelse med den videre utbygging av Iveland kraftanlegg" datert 25/7-1948 heter det: "Med hensyn til Kilefjordens vannstand i lavvannsperioder mener vi at det i enhver henseende vil være riktig i Iveland kraftanlegg å utnytte den størst mulig del av fallhøyden opp til henimot undervann Fennefoss." Det heter også "Ved sådan heving av Kilefjordens vannstand vil man som foran nevnt også få et meget verdifullt magasin som i mange tilfeller vil kunne utnyttes som finreguleringsmagasin for reguleringen av vassdraget så vel som for oppsamling av nedbør og avsmelting i nedslagsfeltet mellom Byglandsfjorden og Ivelandsanleggets hoveddam. Det må dog medgis at sistnevnte anvendelse må antas i noen grad å kunne komme i strid med kraftanleggets interesser, idet man i lavvannsperioder i mange tilfeller vil ha interesse av så vidt mulig å holde anleggets overvannspeil på toppen, og derved vil man ikke ha plass i Kilefjorden for oppsamling av øket tilsig. I sådanne tilfeller vil man dog redusere tappingen fra Byglandsfjorden tilsvarende, og med Kilefjorden som reguleringsbasseng nedenfor Byglandsfjorden vil man kunne være langt dristigere enn nå med hensyn til sådan avstenging i Byglandsfjord dam med det formål å utnytte tilsiget nedenfor Byglandsfjorden". Disse sitatene tyder på at KEV ser på Kilefjorden mellom Gåseflåfjorden og Fennefoss som ett magasin.

I KEVs brev til "Hovedstyret for Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen" datert 13/9-1948 "Vedr. regulering av Kilefjorden" heter det "...er der på grunnlag av en reguleringshøyde på 1,5 m. angitt at Kilefjordens effektive magasin burde bli omkring 14 mill. m³. Vi har herved regnet med et areal på $14.000.000/1,5 = 9,33 \text{ km}^2$." Arealet er altså vesentlig mer enn hva som i dag er oppgitt på NVE Atlas, og må inkludere Kilefjorden opp til Fennefoss.

I KEVs brev til "Hovedstyret for Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen" datert 6/3-1948 "Vedr. regulering av Kilefjorden i Otra i forbindelse med den videre utbygging av Iveland kraftanlegg" heter det at "Sum strandlinje dyrket mark" er 4 750 m og "Sum strandlinje skog og fjell" er 66 250 m. Til sammen blir dette 71 km. Strandlinjen fra Kilefjordens sørvestre ende opp til Hornesund bru og tilbake er om lag 25 km (noe lengre enn to ganger avstanden i senterlinje av fjorden), slik at det er liten tvil om at hele arealet opp til Fennefoss eller eventuelt Breidflå er regnet med.

I rapporten "Fennefoss kraftverk – fagrapport hydrologi" fra Sweco datert 5/8-2008 beskrives utløpet av det planlagte kraftverket: "I området nedstrøms Fennefossen ligger det noen små øyer i elveleiet før elva går over i inntaksmagasinet til Iveland kraftverk (Kilefjorden). HRV i inntaksmagasinet til Iveland er på kote 167,0. Imidlertid er det et trangt parti mellom selve inntaksmagasinet Gåseflåfjorden og Kilefjorden oppstrøms som gjør at vannstandene i Kilefjorden oftest vil ligge litt høyere enn i Gåseflåfjorden, og følgelig kan komme litt over kote 167." Her er det en feil i høydereferansen slik at det som beskrives som "kote 167" trolig skal være kote 167,07. Likevel er det liten tvil om at rapporten regner hele Kilefjorden opp til disse øyene rett nedstrøms Fennefossen som "inntaksmagasinet". Det går også fram av beregninger

i denne rapporten at utløpet av Fennefoss kraftverk legges på kote 167,75. Rapporten regner videre med om lag 35 cm lavere vannstand i Kilefjorden nedstrøms de nevnte øyene. Dette gir en vannstand i Kilefjorden oppstrøms Dåsnes på 167,4 under normale vannføringer, målt i et høydesystem som antar HRV i Kilefjorden på 167,30 ved målestasjonen i sørenden av Kilefjorden. Dette er altså bare 10 cm høyere enn vannstanden ved målestasjonen for Kilefjorden som ligger helt i den andre enden, om lag 20 km lenger sør.

NVEs elvenivellement for Otra fra 1923 viser at det er tilnærmet samme vannspeil for hele Kilefjorden opp til Fennefoss. Figur 6 viser utdrag av elvenivellementet hvor vannstanden er målt til 167,06 på Hornesund bru, 166,95 på Moisund ferjested og 167,00 på Flaberg oppstrøms Breidflå. Høyder er nok her gitt med et annet høydegrunnlag (NVE høyde), men det spiller ingen rolle med tanke på høydeforskjeller.

I vedlegg 1 til OBs brev til NVE datert 17. februar 1995 er det ført opp skjønn, domsavsigelser og noen avtaler som vedrører skjønnene i øvre deler av Otra. I dette vedlegget heter det blant annet "18.05.1967. Tiltaks- og ekspropriasjonsskjønn i forbindelse med reguleringen av Kilefjorden (oppsamlingsskjønn)". Videre står det på neste linje "10.11.1967. Delvis overskjønn over Setesdal Herredsretts skjønn av 18.05.1967 angående tiltak og erstatninger som følge av skadevirkninger etter foretatte reguleringer i Kilefjorden og Gåseflåfjorden fra og med Fennefossen til Iveland kraftverk". Dette bekrefter at hele Kilefjorden helt opp til Fennefoss må regnes som reguleringsmagasin.

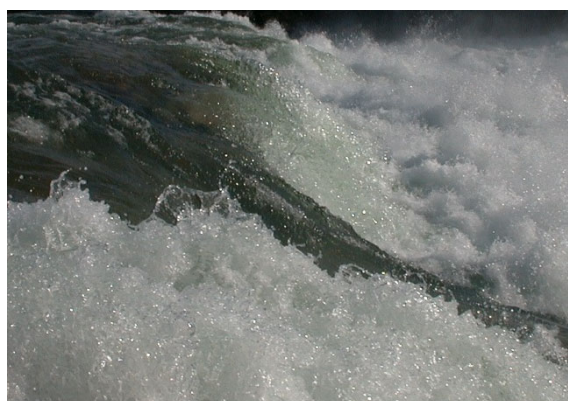
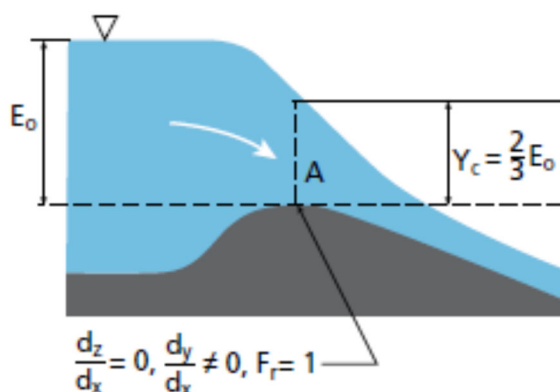
Nyere oppmåling av vannstanden på flere punkter er vist i tabell 1. På normale vannføringer er det om lag 10 cm høyere vannstand ved Mineralparken enn ved vannmerke Kilefjord ved Hægeland stasjon. Dette er altså en strekning på om lag 20 km. Når forskjellen er kun 10 cm er det all grunn til å betegne dette som et felles vannspeil. Dette betyr at det ikke finnes noen tverrsnitt i Otra med såkalt «kritisk strømning» mellom Soga og Mineralparkens anlegg. Et sted hvor vannet strømmer med kritisk strømning gir et såkalt «kritisk snitt». De er altså et tverrsnitt i elva hvor vannet strømmer hurtig og dermed kontrollerer vannstanden videre oppstrøms gjennom det vi kaller oppstuvning av vann. En slik kontroll kalles hydraulisk kontroll (se figur 6 som illustrerer dette). Dersom det hadde vært et slikt kritisk snitt, ville forskjellen i vannstand vært mye større enn 10 cm på en elvestrekning på 20 km. Det er noen litt trange sund i Kilefjorden, men det er god kommunikasjon gjennom disse sundene. På vanlige vannføringer er altså ikke oppstuvningen stor på om lag 20 km fra Soga til nedstrøms Fennefoss. Slik var det også før regulering, jamfør elvenivellementet fra 1923 (figur 7). På bart fjell ved Mineralparken er det også helt klart tydelige spor etter ulike reguleringshøyder som vist på figur 8. Alt dette tyder på at vannstanden ved vannmerke Kilefjord er bestemmende for vannstanden ved Mineralparken i Breidflå.

Tabell 1. Vannstand ulike steder langs Kilefjorden

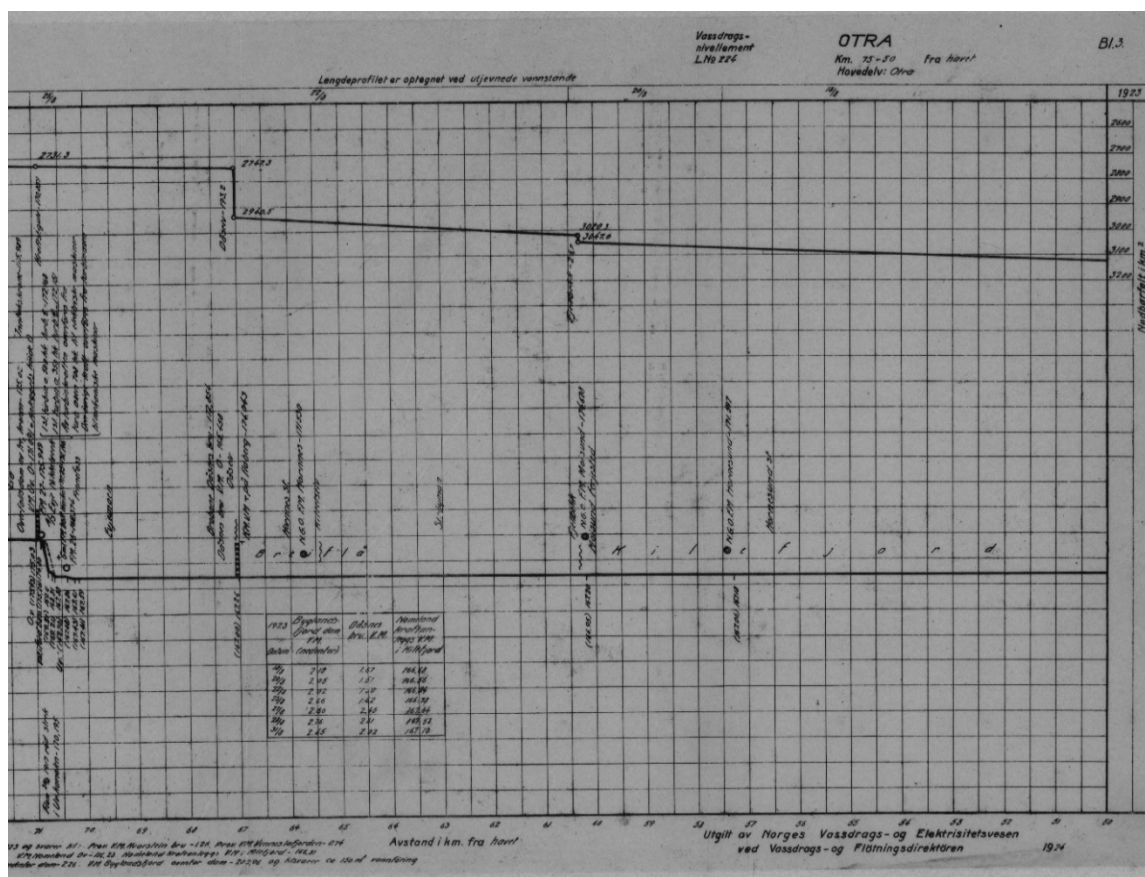
Sted	6/4-2021 Vannstand NN1954	21/4-2021 Vannstand NN1954	10/11-2020 Vannstand NN2000
Gåseflå dam	167,163 moh	166,767 moh	166,91 moh
Gåseflåfjorden nedstrøms Soga	167,159 moh	166,783 moh	
Oppstrøms Soga	167,466 moh	167,440 moh	
Vannmerke Kilefjord	167,513 moh	167,457 moh	167,62 moh
Mineralparken Breidflå	167,560 moh	167,552 moh	167,81 moh
Nedstrøms Fennefoss	167,675 moh	167,598 moh	167,94 moh
Kilde	Oppmåling ved Landmåler Sør AS	Oppmåling ved Landmåler Sør AS	Oppmåling ved HydraTeam på oppdrag for Norconsult

Døgnmiddelverdi for vannstand registrert på Kilefjord vannmerke var 167,45 6/4-2021 og 167,38 21/4-2021. Dette skyldes at vannmerke Kilefjord registreres i NN2000 (eller eventuelt NVE-høyde) som gir 6,7

cm lavere vannstand enn NN1954. Dette stemmer også med målingen utført 10/11-2020 som viste 167,62 i NN2000, sammenlignet med registrert døgnmiddelverdi 167,64 på vannmerke Kilefjord.



Figur 6. Prinsippskisse (venstre) fra Fergus m.fl. (2010) og fotografi (høyre) av "kritisk snitt". Vi sier at vannet renner gjennom et kritisk tverrsnitt "A" på figuren til venstre. Vannstanden oppstrøms et kritisk snitt bestemmes av det kritiske tverrsnittet "A". Midt i bildet til høyre ser vi at vannstrømmen blir «s-formet» slik som vist i illustrasjonen til venstre.



Figur 7. Figuren viser utdrag av elvenivellement fra 1923 der en ser samme vannspeil gjennom Kilefjorden og Breidflå helt til Fennefoss (den nederste horisontale streken på figuren).

Før regulering av Gåseflåfjorden, viser NVEs elvenivellement fra 1923 at Gåseflåfjorden hadde et vannspeil i underkant av kote 155 m, og det var kritisk strømming gjennom Soga. Det var altså Soga som kontrollerte vannstanden i Kilefjorden helt opp til Breidflå og Fennefoss. Etter at Gåseflådammen ble bygget, kan vannstanden i Gåseflåfjorden reguleres helt opp til kote 167,30 (NN1954). Når vannstanden i Gåseflåfjorden ligger høyt, vil den påvirke det kritiske snittet i Soga og føre til at mindre vann kan strømme gjennom Soga. Dette vil igjen påvirke vannstanden i Kilefjorden som vil bli høyere enn når vannstanden i Gåseflåfjorden ikke var regulert. Da er det altså vannstanden i Gåseflåfjorden, regulert av Gåseflådammen, som regulerer vannstanden i Kilefjorden. Da vil altså vannstanden i Kilefjorden være gitt av hvor mye vann som kommer inn i Kilefjorden (tapping av Byglandsfjorden pluss lokaltilsig), og reguleringen av Gåseflådammen. Denne effekten inntreffer når vannstanden i Gåseflåfjorden er på HRV, men også på betydelig lavere vannstand.

Vi konkluderer med at hele Kilefjorden fra Soga og Hægeland stasjon opp til forbi Breidflå og helt til Fennefoss er et sammenhengende vannspeil. Dette må da betraktes som reguleringsmagasinet "Kilefjorden", med reguleringshøyde 0,87 m. Målt ved vannmerke Kilefjord skal LRV ligge på kote 166,43 (NN1954) mens HRV skal ligge på kote 167,30 (NN1954). Ved Mineralparken må en da regne med at vannstanden ved HRV vil ligge på om lag kote 167,40 (NN1954). Slik Gåseflådammen vanligvis reguleres (se figur 11) med vannstand mellom kote 167 og 167,30, er den derfor med på å bestemme vannstanden i Kilefjorden. Figur 8 viser hvordan ulike vannstander har satt merker i fjellet ved Breidflå.



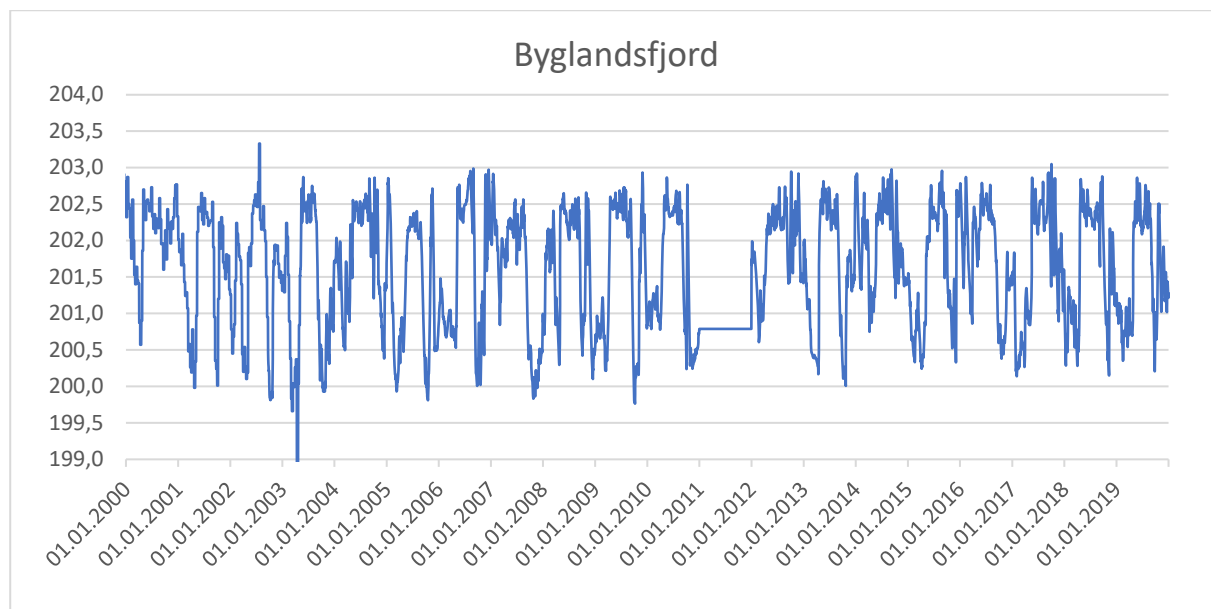
Figur 8. Bilde av vannstanden i Breidflå ved Mineralparken tatt 23/4-2021. Det ses tydelige merker etter ulike vannstander. Vannstanden ligger på 167,55 moh (NN1954) mens det klare skille mellom bart fjell og mose ligger på kote 167,877 (NN1954). Den lyse streken som markerer et skille på det bare fjellet ligger på kote 167,691 (NN1954).

4 Regulering av Byglandsfjorden

Byglandsfjorden har et areal på 45,11 km² ved HRV og kan reguleres mellom 198 og 203 moh i henhold til manøvreringsreglementet fra 3. oktober 2003. Der heter det "For Byglandsfjord er angitt de samme høyder som i tidligere reglement", som altså er NVEs høydesystem. NVE-høyde ved Byglandsfjord må korrigeres med om lag +8cm for å få NN1954. Lagringsvolumet i Byglandsfjorden er på 212,3 millioner m³. I manøvreringsreglementet for Byglandsfjorden heter det blant annet:

- I tiden fra vårflommens kulminasjon og ut august måned skal vannstanden i Bossvatn ikke være lavere enn kote 531,0 og i Byglandsfjorden ikke være lavere enn kote 202,0. Regulanten oppfordres til å søke å holde vannstanden på kote 202,5 i Byglandsfjorden i denne perioden
- Ved manøvrering av Byglandsfjorden skal det legges vekt på å unngå raske variasjoner i vannstanden. Regulanten oppfordres til å holde vannstanden stabil på kote 200,5 eller lavere i blekas gytetid, normalt i perioden 20. november til 20. desember
- Nedenfor Byglandsfjord skal vassføringen målt ved Vigeland VM i den tid restriksjoner nevnt under punkt A for tapping fra Byglandsfjord gjelder, ikke komme under 50 m³/s. På samme måte som ovenfor skal minstevassføringen etter nærmere bestemmelse av departementet kunne økes til 80 m³/s. Vannføringen ut fra Byglandsfjord skal hele året ikke være lavere enn 15 m³/s. Vannstanden i Byglandsfjord må ikke overstige kote 203 uten at alle bevegelige flomløp er åpne

Figur 9 viser vannstanden i Byglandsfjorden fra 2000 til 2019. Figuren viser tydelig sesongvariasjoner i vannstanden. Det er også tydelig at reguleringsgrensene for HRV og LRV respekteres, og vannstanden har bare oversteget HRV to ganger (i 2002 uten spesiell tillatelse og samt i 2017 etter søknad til NVE) i denne perioden. Byglandsfjorden er det nederste av flere reguleringsmagasin av en betydelig størrelse. Vannføringen ut av Byglandsfjorden er derfor meget viktig for drift av alle kraftverkene lenger nedstrøms i Otra.



Figur 9. Vannstanden i Byglandsfjorden 2000-2019. Vannstand (y-aksen) er gitt i NVE-høyde.

Storvassdammen og regulering av Storevatn som sammen med flere andre vann i dag danner Blåsjø, ble satt i drift i 1987. Storevatns nedbørfelt er i dag overført til Ulla-Førre systemet. Dette medfører at vannføringen i Otra er redusert med 7,4 prosent. Målestasjonen Syrtveit måler vannføring like nedstrøms Byglandsfjorden. Den er derfor representativ for hva som tappes ut av Byglandsfjord. Selv om en del av nedbørfeltet er overført, har det likevel vært en økning i middelvannføring på Syrtveit etter 1987 sammenlignet med perioden før.

5 Regulering av Kilefjorden og Gåseflåfjorden

Kilefjorden ble gitt en regulering mellom 166,13 og 167,00 moh i henhold til manøvreringsreglementet gitt 8/6-1948. Gåseflåfjorden ble gitt samme øvre grense på 167,00 moh med reguleringshøyde 4,0 m. Videre heter det at "Det skal ved manøvreringen has for øye at flomvannstander og flomvassføringer ikke forhøyes". Det heter også at "Det føres protokoll over belastninger, uttappinger fra magasinet og avleste vannstander i Kilefjorden og Gåseflåfjorden samt observeres og noteres – om det forlanges – regnmengder, temperatur m.v. Av denne protokoll sendes – hvis det forlanges – avskrift til Hovedstyret for Vassdrags- og Elektrisitetsvesenet."

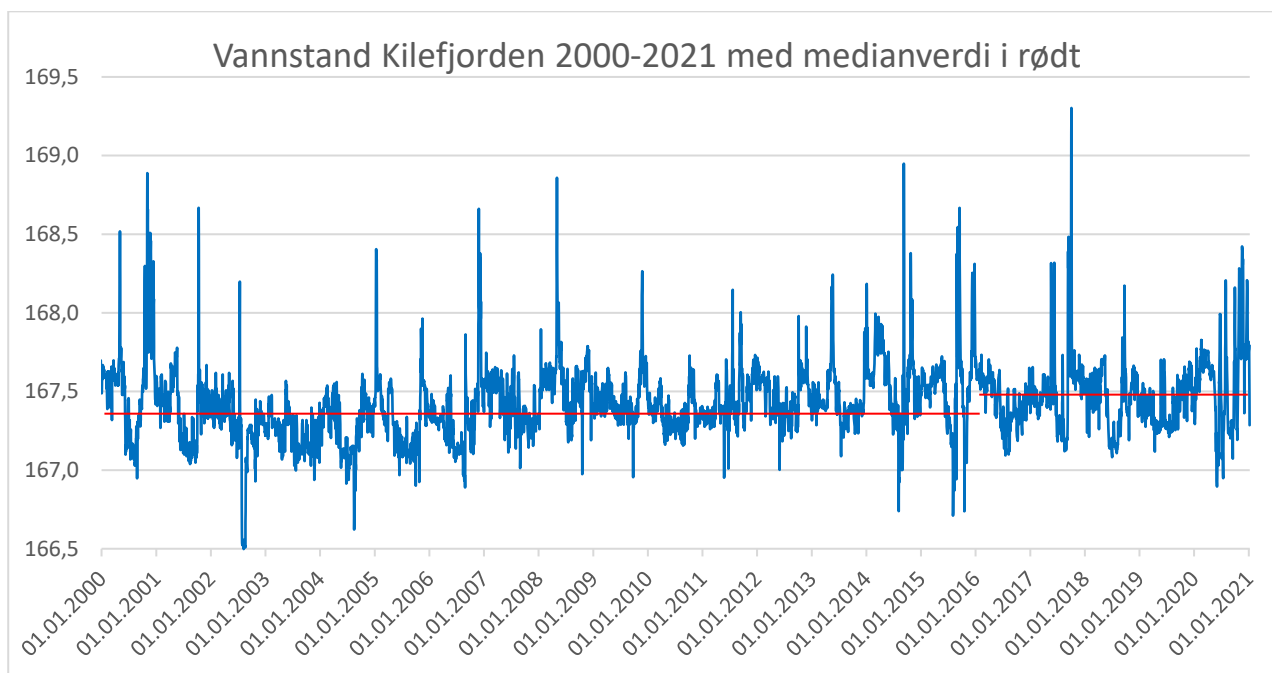
Dette reglementet ble erstattet av et nytt 4/3-2011. Her er de samme reguleringsgrensene for Kilefjorden og Gåseflåfjorden gitt, men "i perioden 15. mai til 15. september skal vannstanden i Gåseflåfjorden ikke underskride kote 166 med mindre det er fare for flom, eller det er behov for lavere vannstand i forbindelse med tilsyn/vedlikehold av anlegget". Videre heter det at "Det føres protokoll over manøvreringen og avleste vannstander. Dersom det forlanges, skal også nedbørmengder, temperatur, snødybde m.v. observeres og noteres. NVE kan forlange å få tilsendt utskrift av protokollen som regulanten plikter å oppbevare for hele reguleringstiden." Det heter også at "Ved manøvreringen skal det has for øyet at vassdragets naturlige flomvannføring nedenfor magasinene og overføringsstedene så vidt mulig ikke økes".

Det er altså gitt at reguleringsgrensene for Kilefjorden skal respekteres, og at flomforholdene ikke skal bli verre enn det ville blitt naturlig. I konsesjonssøknaden for Iveland II kraftverk heter det at "Det forventes ingen vesentlige endringer i vannstandsforholdene i inntaksmagasinet Gåseflåfjorden og Kilefjorden som følge av utvidelsen av Iveland".

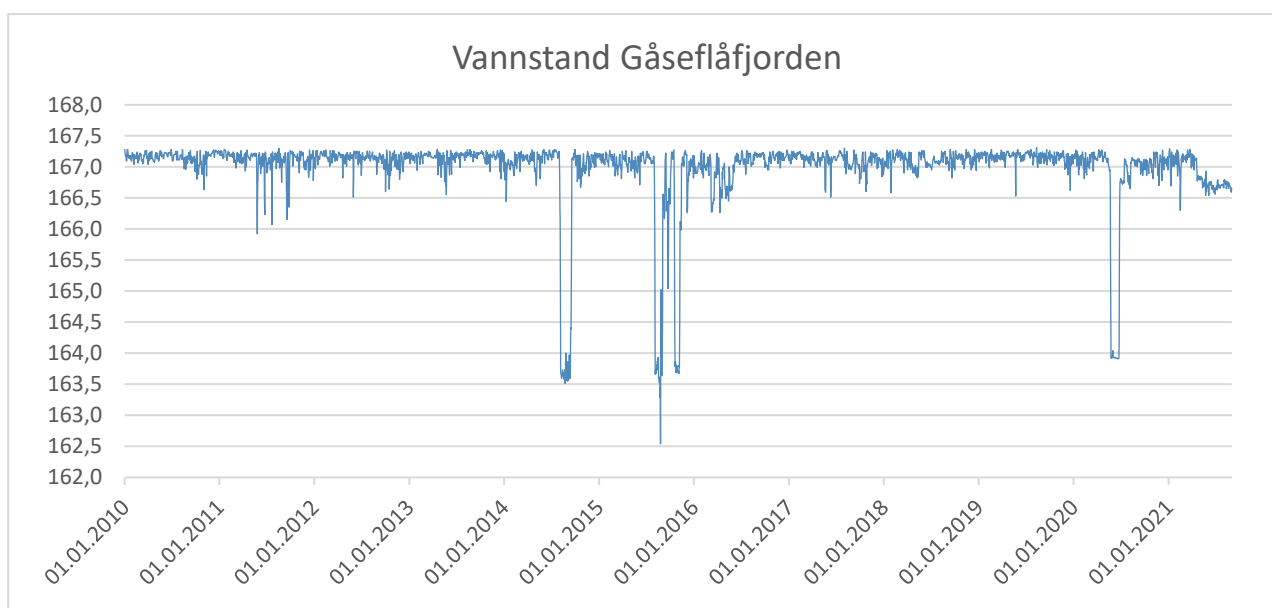
Iveland II kraftverk ble satt i drift i februar 2016. Tabell 2 viser statistikk for vannstanden i Kilefjorden basert på døgndata korrigert etter NVE (se kapittel 2 og vedlegg 5) i ulike perioder. Figur 10 og tabell 2 viser at vannstanden i Kilefjorden svært ofte ligger over HRV, og at det har vært en gradvis økning av både middelvannstand og antall dager vannstanden ligger over HRV. Tabell 2 viser at vannstanden har ligget over HRV i Kilefjorden 76 prosent av tiden etter at Iveland II ble satt i drift. I perioden fra 1952 fram til Iveland II ble satt i drift er tilsvarende tall 46 prosent av tiden. Når vannstanden ligger høyere enn HRV 76 prosent av tiden, kan ikke det skyldes naturlige flommer. Dette må heller knyttes til hvordan reguleringsanleggene drives, hovedsakelig tapping fra Byglandsfjord, manøvrering av Gåseflådammen og kraftproduksjon i Iveland kraftverk. En liten del av dette skyldes naturlig flom. Dersom vi sammenligner figur 10 med vannstanden i Byglandsfjorden i figur 9, ser vi at HRV ikke brytes mer enn to ganger i Byglandsfjorden over en periode på 20 år. Figur 11 viser at Gåseflåfjorden stort sett har ligget på HRV eller nært HRV siden 2010.

Tabell 2. Noe statistikk for vannstanden i Kilefjorden i ulike perioder

Periode og tema	Verdi
Middel- og medianvannstand februar 2016 – 5/1-2021	167,45 - 167,46 (median) moh (NN1954)
Middel- og median vannstand 1990 – februar 2016	167,39 - 167,37 (median) moh (NN1954)
Middel- og median vannstand 1952 – februar 2016	167,34 - 167,28 (median) moh (NN1954)
Standardavvik februar 2016 – 5/1-2021	0,24 m
Standardavvik 1990 – februar 2016	0,24 m
Standardavvik 1952 – februar 2016	0,30 m
Antall dager over 167,3 moh februar 2016 – 5/1-2021	1 630, dvs. 76 % av tiden
Antall dager over 167,3 moh 1990 – februar 2016	6 235, dvs. 65 % av tiden
Antall dager over 167,3 1952 – februar 2016	10 535, dvs. 46 % av tiden

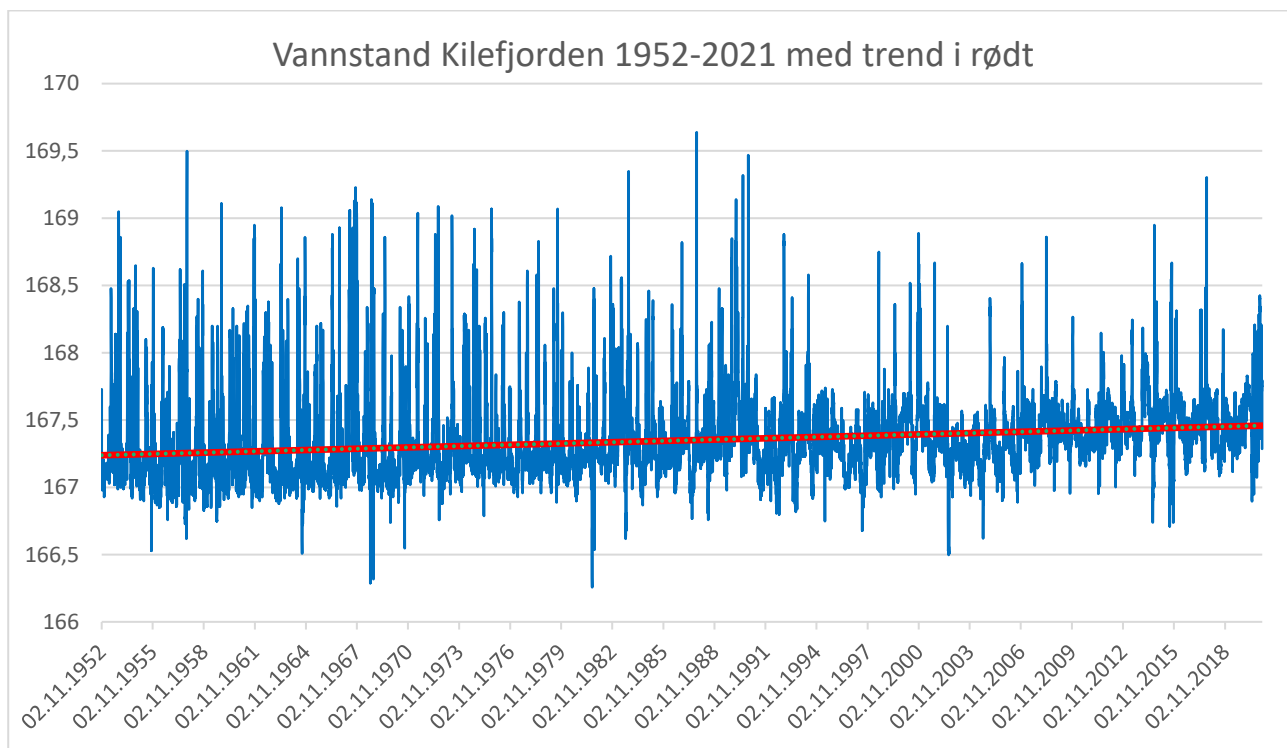


Figur 10. Vannstand i Kilefjorden fra 2000 fram til januar 2021. Vannstand er gitt i NN1954 med data korrigert etter NVE. Den røde streken viser medianverdier før og etter 2016.

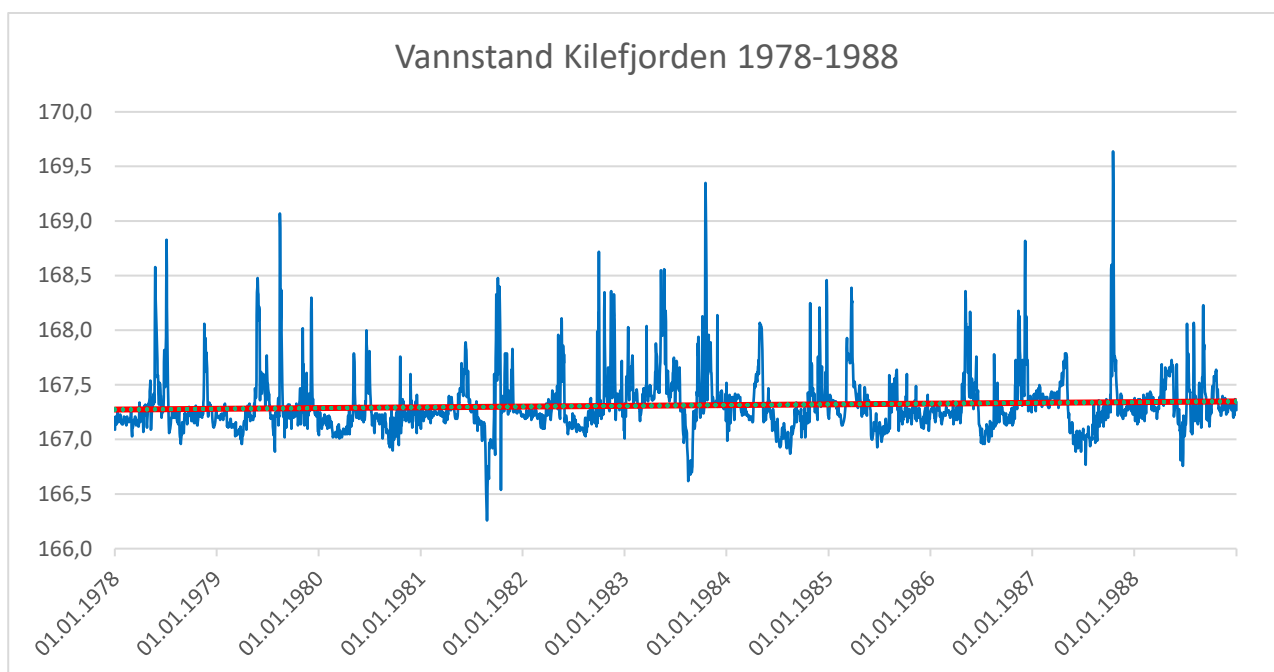


Figur 11. Vannstand i Gåseflåfjorden i NN1954 fra 2010 fram til august 2021.

Vi har også sett på noen langtidstrender i Kilefjorden. Figur 12 viser vannstanden for hele perioden 1952-2021. Det er merkbart at det har vært en økning i gjennomsnittlig vannstand gjennom perioden, også illustrert med rød såkalt trendlinje i figur 12. Det har blitt hevdet at det skjedde endringer i vannstanden i Kilefjorden som følge av utbygging av magasiner i Otra, og da spesielt Vatnedalsdammen som ble satt i drift i 1984. Vi har derfor analysert perioden 1978-1988 for å se om vi finner et trendbrudd eller en tendens til endringer i vannstand. Figur 13 viser vannstanden i perioden 1978-1988, og vi ser der at den røde trendlinja holder seg nesten helt vannrett gjennom hele perioden. Dette viser at det ikke skjedde noen endring i måten Otra ble regulert på som påvirket Kilefjorden i denne perioden.



Figur 12. Vannstand i Kilefjorden 1952-2021 med lineær trendlinje. Vannstand er gitt i NN1954 med data korrigert etter NVE.

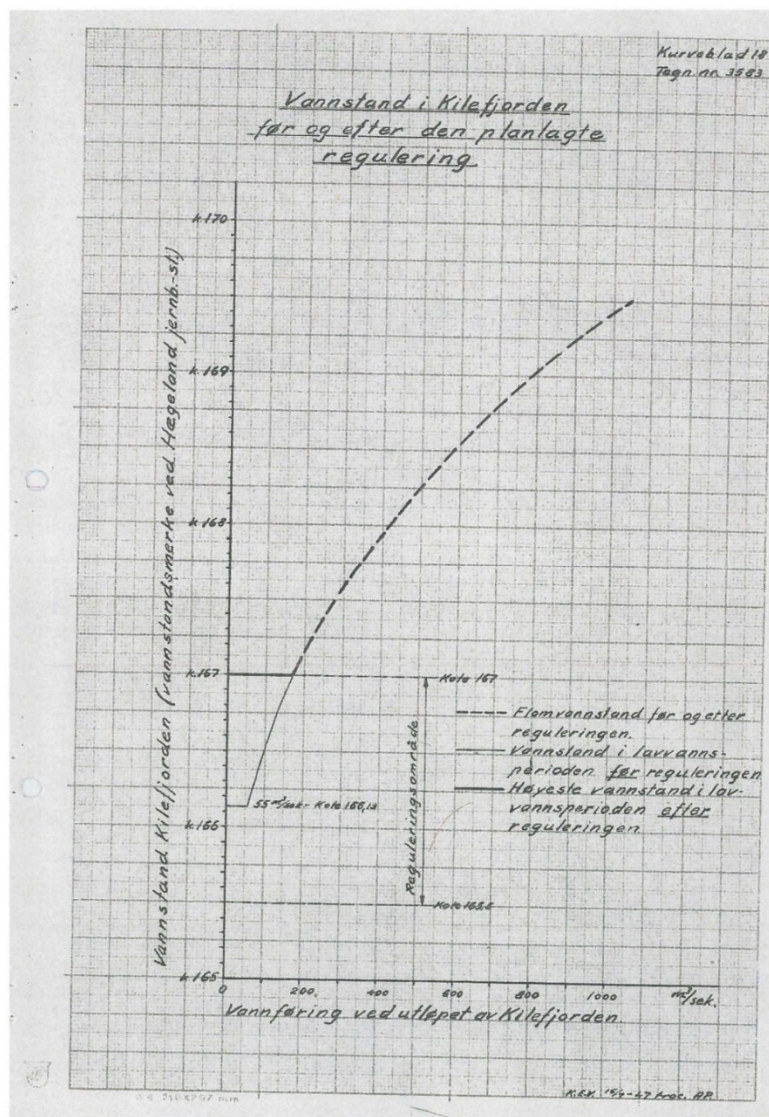


Figur 13. Vannstand i Kilefjorden 1978-1988 med lineær trendlinje. Vannstand er gitt i NN1954 med data korrigert etter NVE.

Figur 12 viser at både flommer og lav vannstand forekom litt hyppigere fram mot slutten av 1980-tallet. Dette skyldes nok at det generelt har blitt flere reguleringsanlegg og større mulighet til å regulere vannføring i øvre deler av Otras nedbørfelt etter slutten av 1980-tallet. Gjennomsnittlig vannstand i

Kilefjorden har imidlertid økt gjennom perioden, noe som ikke kan ha noen sammenheng med økt lagringsevne og reguleringsgrad i vassdraget. Figur 13 viser en nesten flat trendlinje, og vi finner altså ingen tegn til at Kilefjorden ble manøvrert annerledes etter at Vatnedalsdammen med over 1 000 millioner m³ lagringskapasitet ble tatt i bruk. Endringene i manøvrering har nok kommet seinere.

KEV utarbeidet 15/7-1947 en vannstandskurve for utløpet av Kilefjorden der forholdet mellom vannstand i Kilefjorden ved Hægeland og vannføring ut av Kilefjorden gjennom sundet Soga er vist (figur 14). Denne kurven bygger på tabell fra NVE som viser forholdet mellom vannstand i Kilefjorden og vannføring gjennom utløpet, datert 20/8-1938 (vedlegg 6). Dette er etter at NVE har gjennomført vassdragsnivellement i 1923, og det finnes god informasjon om høydegrunnlaget. Vi antar derfor at kurven er i NVE-høyde (nærmere forklaring er gitt videre i dette kapittel), noe som betyr at man må legge til 7,1 cm på vannstanden for å få høyder angitt etter NN1954. Kurven i figur 14 viser at vannstanden etter regulering skulle være den samme som før regulering for vannføringer over 170 m³/s. Mellom kote 166,13 (166,20 for NN1954) og kote 167,00 (167,07 for NN1954) vil vannstand og vannføring kunne variere.



Figur 14. Sammenhengen mellom vannføring ut av Kilefjorden og vannstand i Kilefjorden fra KEV i 1947, basert på NVEs målinger og vannføringskurve fra 1938 (vedlegg 6). Høydene er gitt i NVE-høyde.

Samlet slukeevne til Iveland kraftverk er nå 216 m³/s. Denne vannføringen kan ikke gå gjennom sundet Soga før vannstanden i Kilefjorden når om lag kote 167,56 (NN1954) dersom vannstanden i Gåseflåfjorden er lav og ikke virker oppstuvende. Dersom vannstanden ligger på HRV eller nær HRV i Gåseflåfjorden, kreves en enda høyere vannstand i Kilefjorden. Nøyaktig hvor mye høyere vannstand som kreves for å slippe 216 m³/s gjennom Soga ved en gitt vannstand i Gåseflåfjorden er bare mulig å fastslå ved direkte målinger eller modellering. Figur 11 viser at Gåseflåfjorden som regel reguleres svært nær HRV. Det er grunn til å anta at dette skyldes et ønske om å produsere kraft med mest mulig fallhøyde, samt hensyn til landskap og båttrafikk.

Figur 15 og 16 viser hvordan kapasiteten gjennom Soga er i dag, basert på observerte vannføringer ut av Gåseflådammen og vannstand i Kilefjorden. Vannføringsdata fra Iveland kraftverk og tapping fra Gåseflådammen er mottatt fra Agder Energi. Vi har beregnet vannføringen gjennom Soga som lik vannføringen ut fra Gåseflådammen (luketapping, minstevannføring og kraftproduksjon i Iveland kraftverk), pluss eller minus endringer i vannlagring i Gåseflåfjorden. Vannlagring i Gåseflåfjorden er beregnet ut fra forskjell i vannstand fra forrige tidsskritt multiplisert med areal. Det er brukt en times tidsskritt og vi har beregnet dette for hver time i periode 1/1-2017 til 5/1-2021. Figur 15-16 viser at kapasiteten gjennom Soga blir redusert på alle vannføringer. Vi har ikke tatt hensyn til vannføring gjennom Øynavann, men det vil ha lite å si unntatt på veldig høye vannføringer.

Eksempelvis ga flommen på om lag 400 m³/s 13. september 2017 en vannstand i Kilefjorden på 168,50 (NN1954). Ifølge figur 14 gir en flom på 400 m³/s en vannstand på 168,03 i NN1954. En vannstand på 168,50 (NN1954) etter gammel kurve tilsvarer 550 m³/s. Dette betyr at kapasiteten gjennom Soga i dette tilfellet er redusert fra 550 m³/s til 400 m³/s. En vannføring på 550 m³/s i dag fører til en vannstand som er om lag 20-25 cm høyere enn før Gåseflådammen ble bygget.

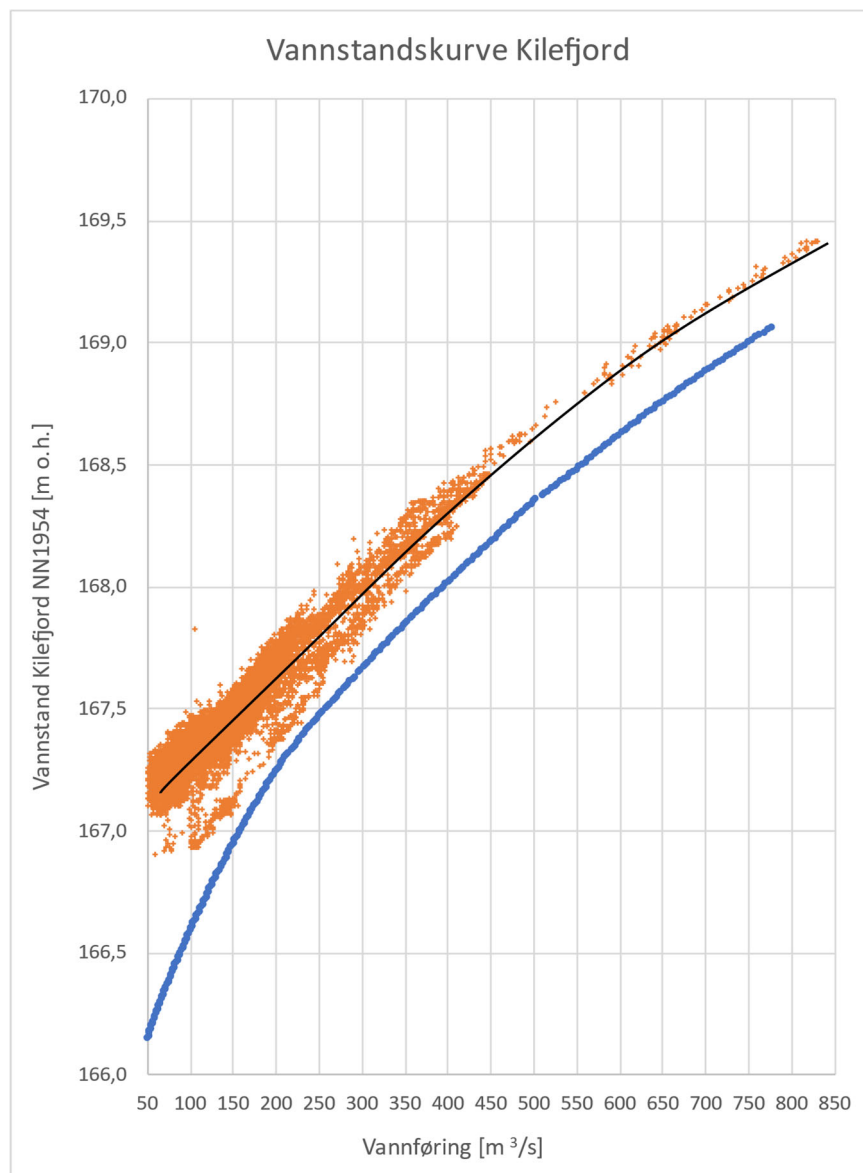
Et annet eksempel fra juli 2020 da omtrent 360 m³/s ble sluppet fra Byglandsfjorden. Dette ga en vannstand på 168,20 (NN1954) i Kilefjorden. Ifølge figur 14, skal en vannføring på 360 m³/s gi en vannstand på 167,8 (NVE-høyde) eller 167,87 i NN1954. Dette betyr at vannstanden ble om lag 33 cm høyere enn den ville vært før Gåseflådammen ble bygget.

Dette illustrerer at regulering av Gåseflåfjorden virker oppstuvende og reduserer kapasiteten gjennom Soga også på høye vannføringer. Figur 15 og 16 viser tydelig at kapasiteten gjennom Soga er redusert betraktelig opp til om lag 300 m³/s. I dagens situasjon må vannstanden i Kilefjorden ligge på om lag 167,60 (NN1954) for å slippe 170 m³/s gjennom Soga, altså 30 cm over HRV. For å slippe gjennom 216 m³/s, må vannstanden ligge på om lag 167,70 (NN1954). Dette er over 30 cm høyere enn før Gåseflådammen ble bygget. Denne forskjellen holder seg også på høyere vannføringer, noe som ikke kan skyldes annet enn at vannstanden i Gåseflåfjorden virker oppstuvende og bidrar til høyere vannstand enn naturlig i Kilefjorden på alle vannføringer.

I utgangspunktet trodde vi at kurven i figur 14 skulle korrigeres med +40,8 cm eller + 30,8 cm for å vise tall i NN1954 (se kapittel 2 for beskrivelse av korreksjoner), på samme måte som registrerte vannstandsdata fra målestasjonen Kilefjord. Det vil imidlertid gi mange tilfeller hvor det i dag går mer vann gjennom Soga på samme vannføring som før Gåseflådammen ble bygget, noe som ikke kan stemme. Ved å korrigere med +40,8 cm vil også store deler av ny kurve bli liggende under gammel kurve. Til kurven i figur 14 er det også laget en tabell (vedlegg 5) som refererer til NVEs elvenivellement fra 1923 (figur 7). Dette elvenivellementet bruker en rekke fastmerker som høydegrunnlag, men dessverre er det vanskelig å finne igjen mange av disse. Fastmerket FM26 nedstrøms Fennefoss eksisterer den dag i dag, og Olav Arne Haugen fra Landmåler Sør har målt inn høyden til FM26 til 169,47 for topp bolt og 169,46 ved siden av bolten i NN1954 (vedlegg 7). FM26 i NVEs elvenivellement fra 1923 (vedlegg 8) har høyden 169,374. Hvis dette er NVE-høyde, skal vi legge til 7,9 cm ved Evje for å konvertere til NN1954 ifølge "Katalog over

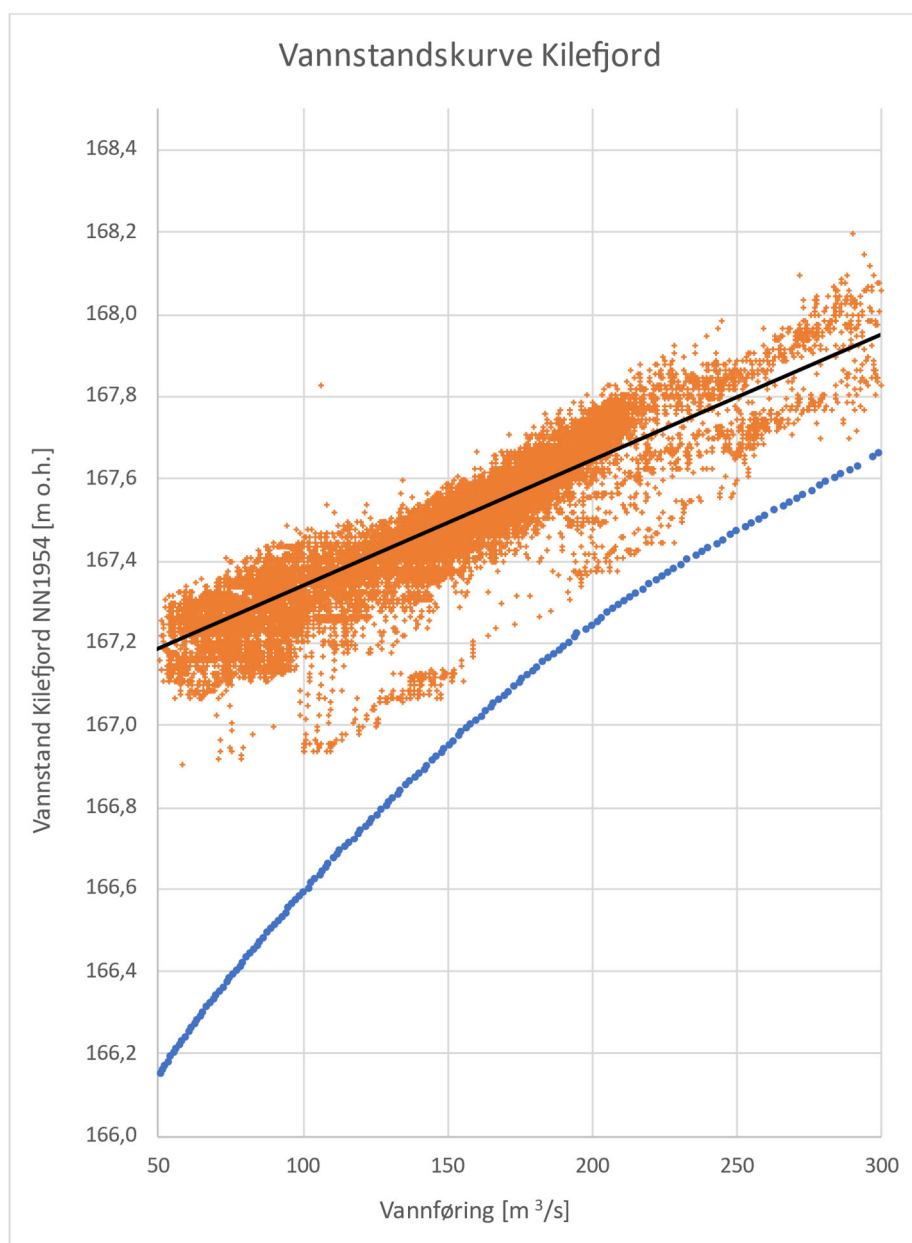
nivellerte elver med korreksjoner og tillegg 1981" fra NVE. Dette gir FM26 en høyde på 169,45 i NN1954. Dette stemmer jo godt overens med innmålt høyde. Vi konkluderer derfor med at elvenivellet fra 1923 og tabell og graf som viser vannstandskurve for Soga er gitt i NVE-høyde som skal korrigeres med +7,1 cm for vannmerke Kilefjord og +7,9 for Evje. Dette betyr også at HRV burde vært 167,07 i NN1954.

I henhold til manøvreringsreglementet fra 1948 for Iveland kraftverk heter det "Ved vannføringer over 170 m³/s bør man ved regulering av Ivelandsanleggets hoveddam sørge for at vannstanden i Kilefjorden ved de forskjellige vannføringer ikke blir høyere enn den har vært før hoveddammens bygging". Her vises det til målested "Hægeland jernbanestasjon" som ligger på venstre bredd av Kilefjorden. I henhold til figur 14-16 ser ikke dette ut til å reflektere hva som fant sted i virkeligheten. Dette er forhold som burde vært belyst i konsesjonssøknaden om utvidelse av Iveland kraftverk.



Figur 15. Vannføring gjennom Soga og tilhørende vannstand i Kilefjorden før bygging av Gåseflådammen i blått (NVEs graf fra figur 14 korrigert til NN1954) og faktiske forhold i perioden 2017-2020 i oransje. Vannstandsdata er gitt i NN1954 og er basert på korreksjoner i henhold til Agder Energi (se kapittel 2).

I rapporten "Utvidelse av Iveland kraftverk. Fagrapport hydrologi" av Magnell m.fl. (2007), heter det "Det forventes ingen vesentlige endringer i vannstandsforholdene i inntaksmagasinet Gåseflåfjorden og Kilefjorden som følge av utvidelsen i Iveland." Det var jo kjent at driftsvannføring i Iveland kraftverk etter utvidelse ville ligge over kapasiteten i Soga, og det er beskrevet at regulanten ønsker å holde høy vannstand i Gåseflåfjorden. Begge disse forholdene vil kunne gi vesentlige endringer i vannstandsforholdene i Kilefjorden.



Figur 16. Detaljer fra figur 15 på lave vannføringer. Vannføring gjennom Soga og tilhørende vannstand i Kilefjorden før bygging av Gåseflådammen i blått (NVEs graf fra figur 14 korrigert til NN1954) og faktiske forhold i perioden 2017-2020 i oransje. Vannstandsdata er gitt i NN1954 og er basert på korreksjoner i henhold til Agder Energi (se kapittel 2).

6 Flomforhold

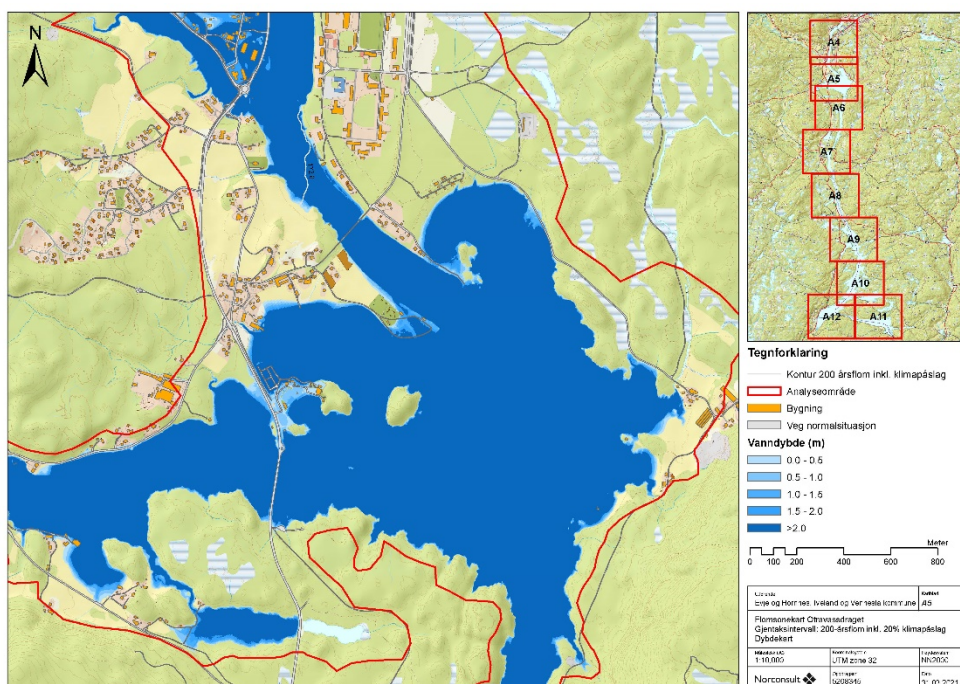
I CM consulting sin rapport "Flomberegning for Otravassdraget" fra 2007, er det utført beregninger av vannføring og vannstand ved ulike flommer i Otra. For flommer med gjentaksintervall 10, 500 og 1 000 år viser resultatene vannstandsstigning i Kilefjorden på henholdsvis 2,13 m, 3,17 m og 3,28 m over HRV, mens tilsvarende tall for Gåseflåfjorden er -1,57 m (dvs. under HRV), 0,12 m og 0,29 m. Dette viser at det er en betydelig begrensning i vannføring i sundet Soga mellom Kilefjorden og Gåseflåfjorden. Ved PMF (påregnelig maksimal flom) er det omtrent like høy vannstand i Kilefjorden og Gåseflåfjorden. Vannstanden er da blitt så høy at begrensningen i Soga "drukner". Dette viser også at vannstanden ved flom i Kilefjorden kan reduseres betraktelig dersom Soga utvides slik at den ikke begrenser vannføringen inn i Gåseflåfjorden, forutsatt at Gåseflåfjorden kan tappes ned.

Norconsult har gjennomført en flomesonekartlegging av Otravassdraget (Norconsult 2021) som beregner flomstørrelser ved ulike gjentaksintervall og tilhørende vannstander på strekningen fra dam Byglandsfjord til kommunegrensa mellom Vennesla og Kristiansand. Norconsult sin rapport gir verdier for kulminasjonsvannføring ved ulike flommer som beskrevet i tabell 3. Norconsult skriver for øvrig at det er ukjent hvilket høydegrunnlag som er brukt for VM Kilefjord.

Tabell 3. Flomverdier fra Norconsult (2021) ulike steder i Otra.

Nedbørfelt	Qm [m³/s]	Q10 [m³/s]	Q10 [m³/s]	Q200 [m³/s]	Q200 [m³/s] inkl. klima
Dam Byglandsfjord	420	648	749	1 162	1 394
Breidflå	468	723	835	1 297	1 556
Dam Gåseflå	502	775	896	1 391	1 669
Iveland kraftstasjon	514	794	917	1 424	1 709

Dette gir en vannstand ved Breidflå som vist i figur 17 for 200-års flom med klimapåslag. Mesteparten av Mineralparkens anlegg på halvøya omtrent midt i bildet, blir da stående under vann.



Figur 17. Beregnet vannstand ved 200-års flom med klimapåslag i Breidflå-området (fra Norconsult 2021).

I NVEs brev til eiere av vassdragsanlegg datert 23/5-2005, "Regulantansvar i flomsituasjoner" heter det: "Bestemmelsen "Ved manøvreringen skal det tas for øyet at vassdragets naturlige flomvannføring nedenfor magasinene og overføringsstedene (så vidt mulig) ikke skal forøkes" er en del av de aller fleste manøvreringsreglement. Bestemmelsen er overordnet andre bestemmelser i manøvreringsreglementet. Uttrykket "*så vidt mulig*" kom inn i manøvreringsreglementene fra 1971. Formålet med bestemmelsen er at vassdragsreguleringen ikke skal føre til økte flomskader. Ut fra en formålsbetragtning bør det da være anledning til å øke flomvannføringen på et tidlig stadium hvis dette kan bidra til å redusere skader. Regulanten tar imidlertid på seg en risiko ved at flommen kan kulminere på et lavere nivå enn prognosert. At bestemmelsen er overordnet betyr etter myndighetenes syn at dersom reglementet har andre bestemmelser som i en gitt situasjon medvirker til en forverring av "naturtilstanden", har regulanten både rett og plikt til å fravike disse. I slike situasjoner ber NVE om å bli varslet og at det blir søkt om å fravike manøvreringsreglementet, (...)" . Så vidt vi kjenner til, har NVE aldri blitt varslet om at manøvreringsreglementet har blitt overskredet i Kilefjorden.

Dette avsnittet legger til grunn at vassdragets naturlige flomvannføring nedenfor magasinene ikke skal økes. I tilfellene ved tapping av Byglandsfjorden i forkant av mulige flommer, har det vist seg at vannstanden har økt betraktelig nedenfor magasinet, altså i Kilefjorden. I dagens situasjon er det tydelig at man noen ganger øker vannstanden i Kilefjorden og Breidflå for å verne for mulige flomskader ved Byglandsfjorden og i vassdraget nedstrøms Gåseflåfjorden.

I tilfeller der Byglandsfjorden tappes ned i forkant av forventet flom, bør da regulanten også tappe ned Gåseflåfjorden for å forebygge flomskader rundt Kilefjorden. Dette vil øke kapasiteten gjennom sundet Soga, og dermed redusere mulige flomskader langs Kilefjorden. Under punkt "D. Skjønnsbok for døgn- og ukesreguleringen i Kilefjorden (konsesjonstillatelse av 28. juni 1946) i "Rettsbok for Setesdal herredsrett. Tiltak- og ekspropriasjonsskjønn i forbindelse med reguleringen av Kilefjorden avhjemlet den 18. mai 1967 (Oppsamlingsskjønn)", heter "Ved reguleringen av Gåseflåfjordens og Øynavannets vannstand under flommer forplikter K.E.V. seg til ikke å senke vannstanden under kote 165 (Kilefjord VM)." Dette tyder i hvert fall på at vannstanden i Kilefjorden var planlagt senket under flom, dog ikke mer en to meter under HRV.

Det er imidlertid ikke alltid nødvendig å tappe fra Byglandsfjorden slik at det fører til flomskade. I forhold til episoder i 2020 (se kapittel 7), bør tapping fra Byglandsfjorden starte tidligere med en lavere vannføring, og Gåseflåfjorden bør også tappes.

Utsprengning av Soga og redusert flom i Kilefjorden

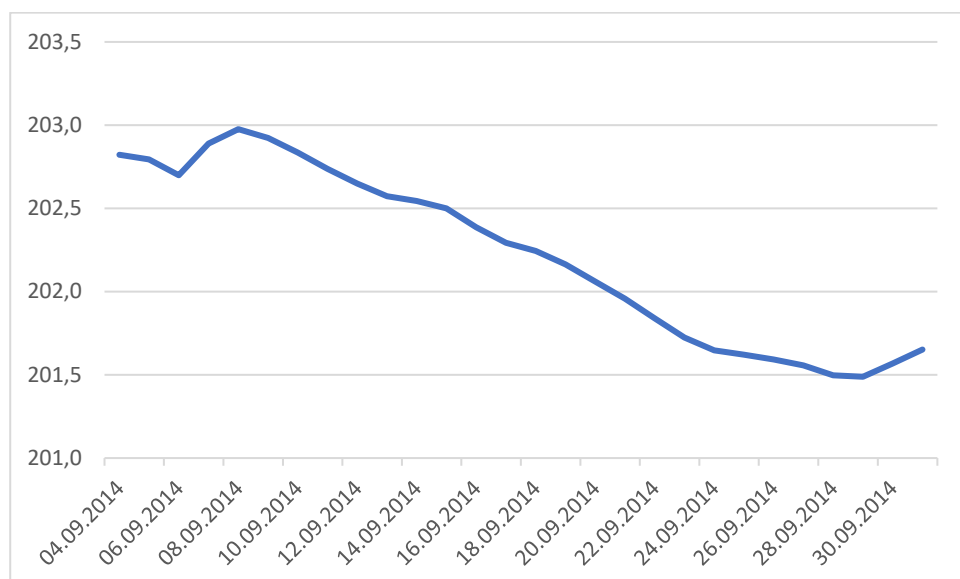
Under punkt "C. Regulering av Kilefjorden, Gåseflåfjorden og Øynavann" i "Rettsbok for Setesdal herredsrett. Tiltak- og ekspropriasjonsskjønn i forbindelse med reguleringen av Kilefjorden avhjemlet den 18. mai 1967 (Oppsamlingsskjønn)", heter det under punkt 3 "Å foreta den opprensning, resp. de utsprengninger i og ved Otras utløp av Kilefjorden og i og ved elveløpet mellom Kilefjorden og Gåseflåfjorden som måtte anses for ønskelig for en tilfredsstillende utnyttelse av den ovenfor under pkt. 2 nevnte regulering eller nødvendig for å hindre forhøyelser av Kilefjordens vannstand under flommer." Det er ingen tvil om at Kilefjordens vannstand har blitt "forhøyet under flommer" som følge av tapping fra Byglandsfjorden og regulering av Gåseflådammen, men en slik opprensning og utsprengning er ikke gjennomført.

7 Eksempler på oversvømmelser av Mineralparken

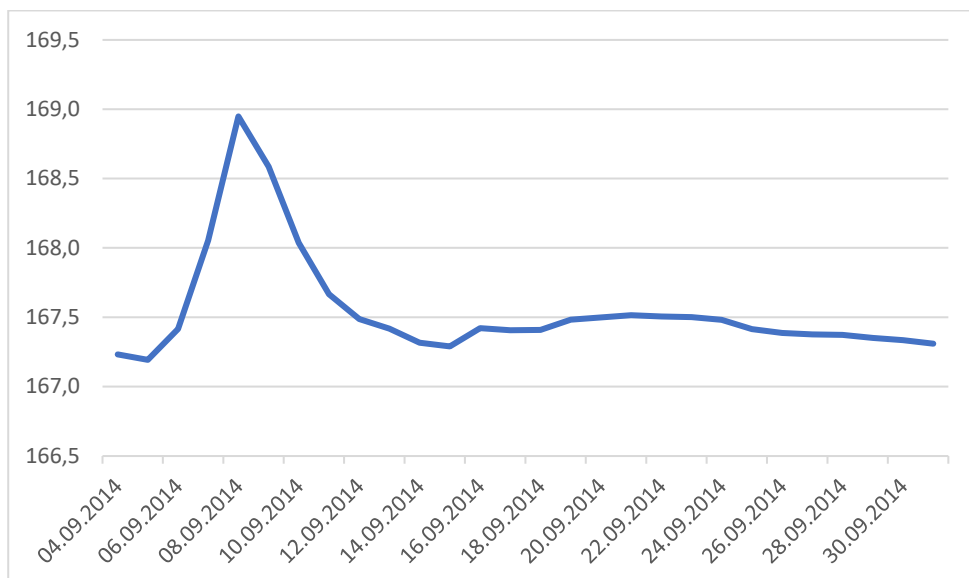
Mineralparken har opplevd oversvømmelser av sine områder flere ganger. Her vil vi se litt nærmere på hendelsesforløpet ved noen av disse oversvømmelser. Vi har valgt alle episoder som ga problemer for driften av Mineralparken i 2020, samt de to største oversvømmelsene siden 2014 (høsten 2014 og 2017). Vi har sett på manøvrering av noen reguleringsanlegg, men vi har ikke gått nærmere inn på værforhold, vær- eller tilsigsprognoser. Både høsten 2014 og 2017 hadde mer nedbør enn normalt i Bykle, og 2020 var et vått år. 2020 var også et år med veldig lave kraftpriser med en spotpris på under 10 øre/kWh i gjennomsnitt for hele året. Både tilsig og kraftpris påvirker hvordan en regulant manøvrerer sine anlegg, men det har ikke vært mulig å studere dette i detalj ettersom informasjon om vurderinger knyttet til vannhusholdning og forventet kraftpris ikke er offentlig tilgjengelig. Vi gjør oppmerksom på at vannstander i grafene fra Byglandsfjord er gitt i NVE-høyde mens vannstander i grafene for Kilefjorden er omregnet til NN1954 i hele dette kapitlet.

7.1 7.-8. september 2014

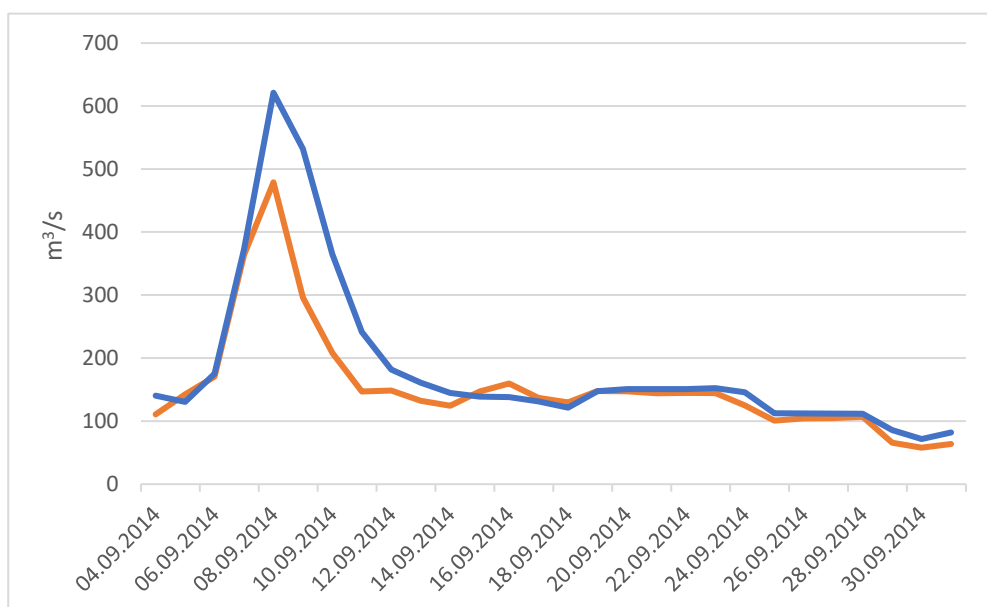
Vannføringen ut av Byglandsfjorden økte til over 450 m³/s i døgnmiddelverdi 8/9 2014, før den sank ned til om lag 200 m³/s 10/9. Vannstanden i Byglandsfjorden nådde nesten HRV på 203 moh, mens den i Kilefjorden nådde 168,95 moh i døgnmiddelverdi i samme periode (figur 18-20), og 169,03 (NN1954) moh som maksimal vannstand. På Mineralparken nådde maksimal vannstand om lag 169,34 moh (NN2000), 30 cm lavere enn en innmålt stolpe med strømforsyning.



Figur 18. Vannstanden i Byglandsfjorden 4/9-30/9 2014



Figur 19. Vannstanden på Kilefjord vannmerke 4/9-30/9 2014



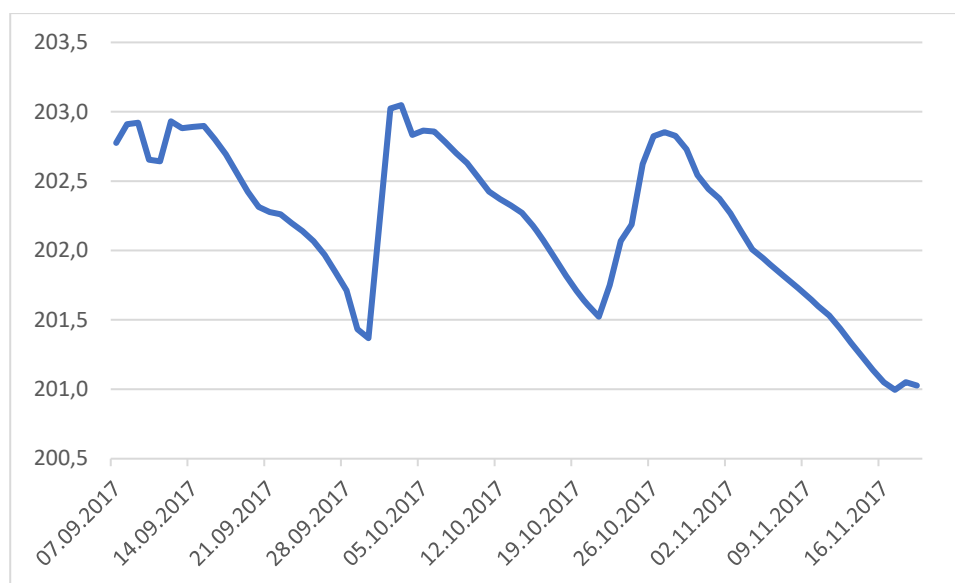
Figur 20. Vannføring ut av Gåseflå (blå) og på Syrtveit (oransje) 4/9 – 30/9 2014.

Det ble sluppet mye vann ut fra Byglandsfjorden mens det var flom og høy vannstand i Byglandsfjorden, men vannføringen ble redusert til om lag 150 m³/s etter noen dager. Det tok da en uke før vannstanden var nede på HRV i Kilefjorden, mens den samtidig sank i Byglandsfjorden. Dersom tapping fra Byglandsfjorden hadde vært iverksatt tidligere, ville det vært mulig å holde en lavere maksimal vannføring ut fra Byglandsfjorden som ville gitt en lavere flomvannstand i Kilefjorden, spesielt dersom vannstanden hadde vært redusert i Gåseflåfjorden for å bedre kapasiteten gjennom Soga.

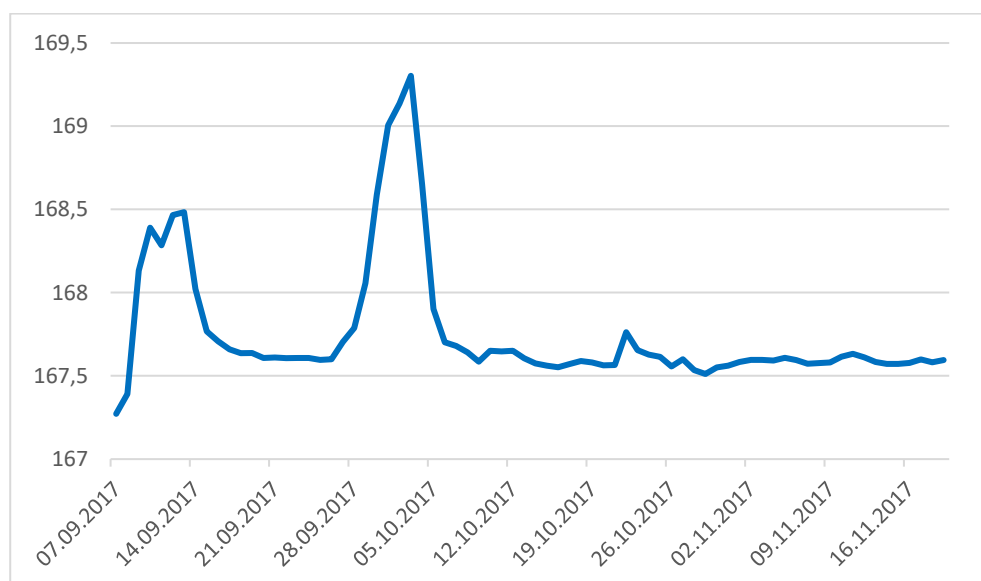
7.2 27. september - 6. oktober 2017

Denne flommen ga en vannstand som er en av de høyeste som er målt på Kilefjord vannmerke på 169,30 som døgnmiddelnivå 3/10-2017 (figur 21-23) og 169,42 som maksimal vannstand. Denne hendelsen skyldes naturlig flom som er beskrevet som en 100-års flom av Langsholt og Holmqvist (2017), mens den ved Heisel like nedenfor Vigelandssfoss hadde et beregnet gjentaksintervall på om lag 50 år ifølge Norconsult (2021). Byglandsfjorden ble tappet noe ned i forkant, men den ble likevel fylt opp til så vidt over HRV under flom. Vannstanden ved Mineralparken nådde 169,52 moh (NN2000), 12 cm lavere enn en innmålt stolpe med strømforsyning. Dette medførte betydelig skade.

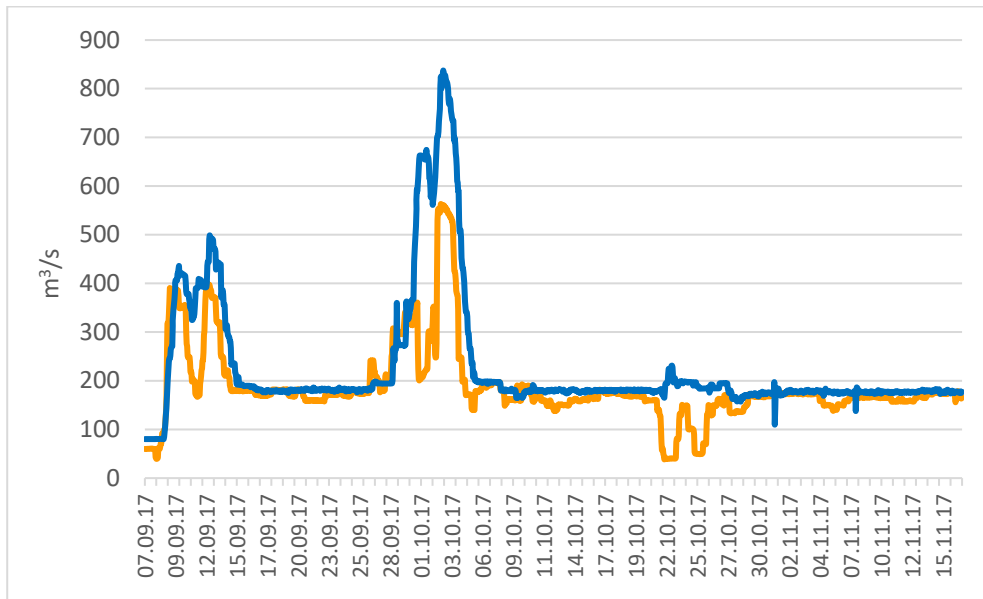
Av figur 21-23 ser vi også at det var høy vannføring 9.-14. september 2017, der vannstanden nådde 168,48 moh i døgnmiddelverdi og 168,63 i maksimal vannstand på vannmerke Kilefjord.



Figur 21. Vannstanden i Byglandsfjorden 7/9 - 19/11 2017.



Figur 22. Vannstanden på Kilefjord vannmerke 7/9 – 19/11 2017.

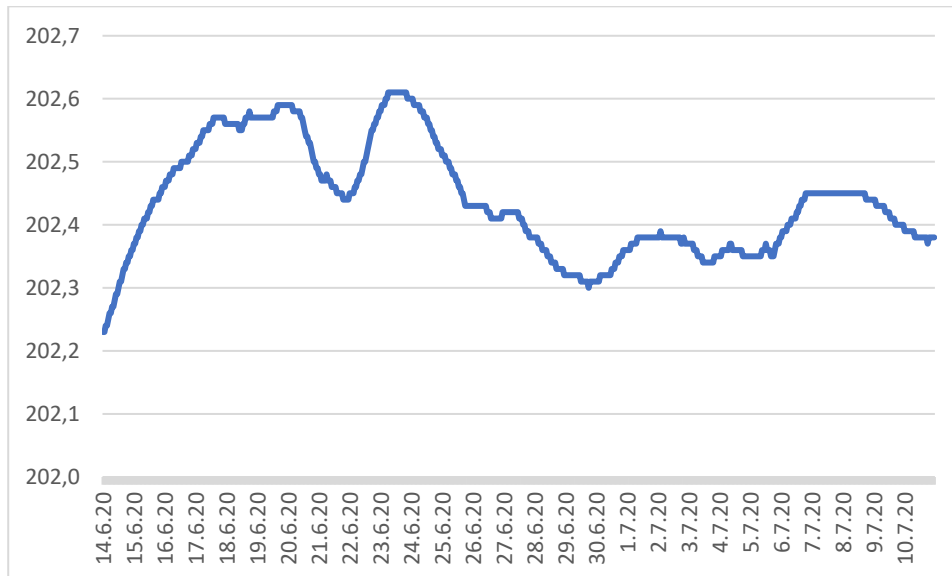


Figur 23. Vannføring ut av Gåseflå (blå) og på Syrtveit (oransje) 7/9 - 19/11 2017

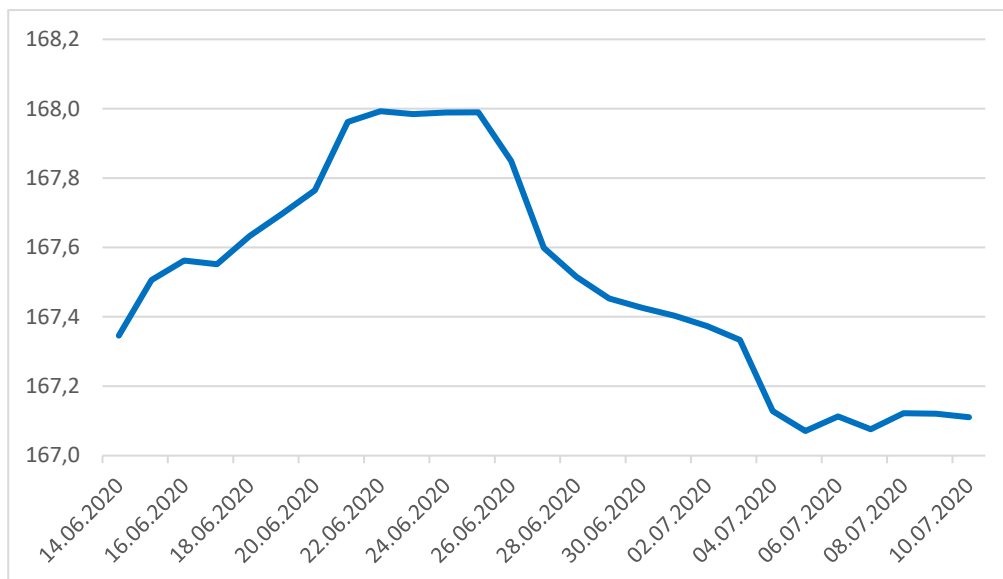
Denne flommen er trolig blitt dempet av reguleringsmagasinene i øvre deler av Otra, og under slike flommer er det trolig ikke mulig å unngå skade flere steder i vassdraget, inkludert Mineralparkens anlegg. Det hadde imidlertid vært mulig å redusere vannstanden til HRV i Kilefjorden mot slutten av denne perioden ettersom Byglandsfjorden ble nedtappet. Data fra Gåseflådammen viser at flomluker ble åpnet i denne perioden uten at vannstanden sank lavere enn 166,83 moh. Vannstanden i Kilefjorden holdt seg om lag 20cm over HRV gjennom hele resten av høsten, og var ikke nede på HRV før 13. januar 2018.

7.3 25. juni 2020

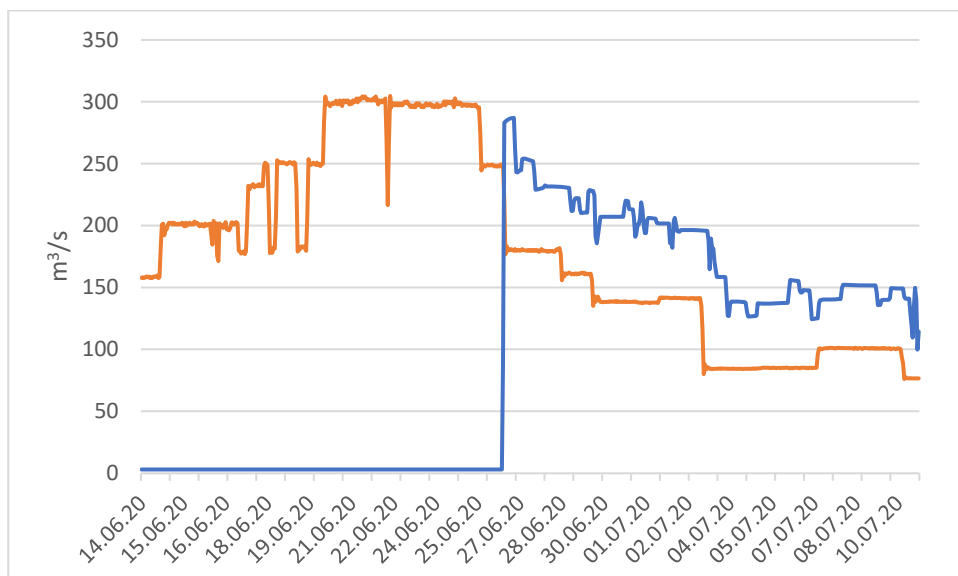
Fra 20. til 25. juni ble det sluppet om lag 300 m³/s fra Byglandsfjorden. Dette medførte at vannstanden holdt seg 40 cm under HRV i Byglandsfjorden, mens den steg 70 cm over HRV i Kilefjorden i denne perioden (figur 24-26). Maksimal vannstand ved Mineralparken var om lag 168,04 moh (NN2000).



Figur 24. Vannstanden i Byglandsfjorden 14/6 – 10/7 2020.



Figur 25. Vannstanden på Kilefjord vannmerke 14/6 – 10/7 2020.



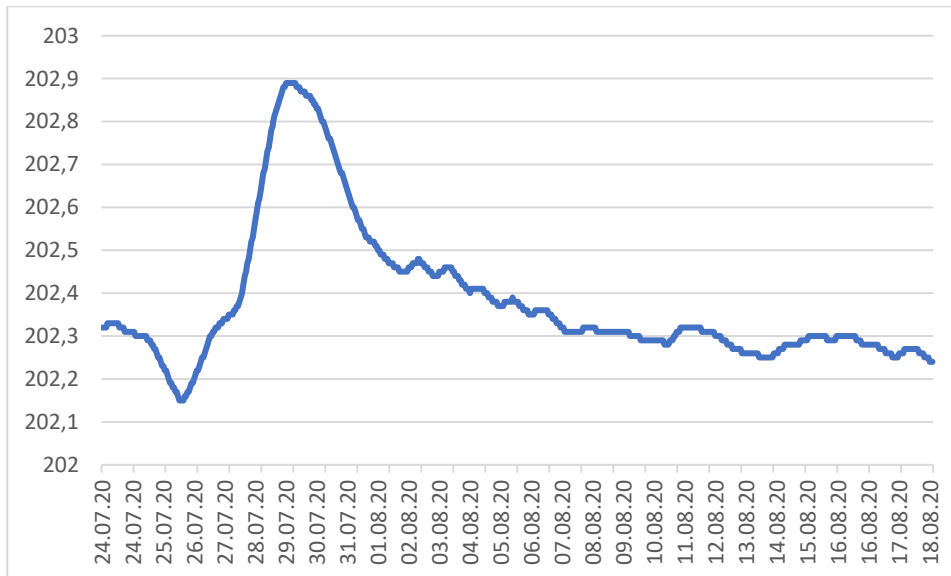
Figur 26. Vannføring ut av Gåseflå (blå) og på Syrtveit (oransje) 14/6- 10/7 2020.

Siden Byglandsfjorden aldri nådde HRV, er det grunn til å stille spørsmål ved nødvendigheten av å tappe ut 300 m³/s fra Byglandsfjorden. Denne vannføringen kunne vært spredt over flere døgn uten at vannstanden i Byglandsfjorden ville overskride HRV. Slik kunne også vannstanden i Kilefjorden vært holdt lavere, og dermed redusert eller unngått skade på Mineralparkens anlegg.

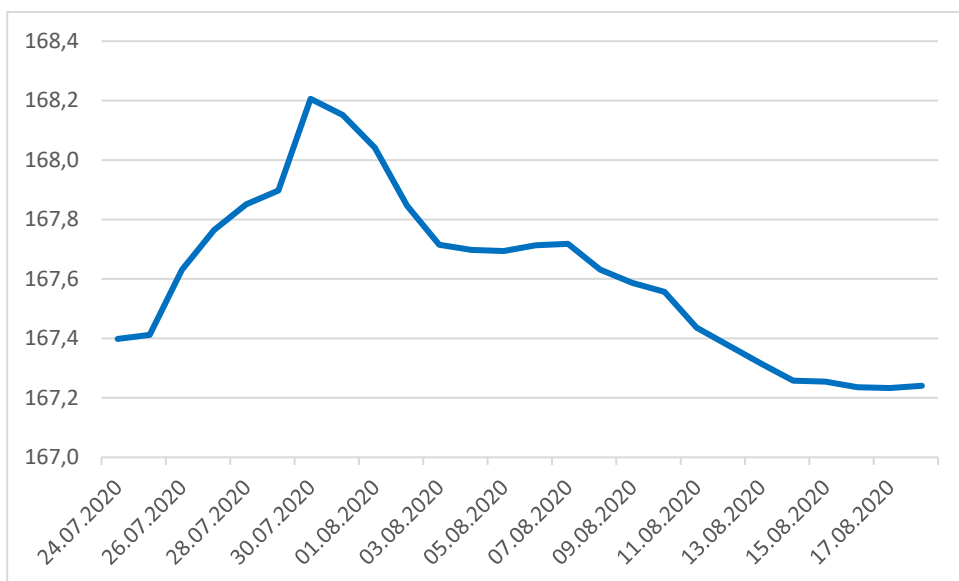
I starten av denne perioden fram til 24/6 var Gåseflådammen tappet ned til kote 163,91. Kun minstevannføring på 3 m³/s ble tappet ut fra Gåseflådammen fram til kl 15 på 26/6. Vann fra Byglandsfjorden ble brukt til blant annet å fylle Gåseflådammen, noe som også ga høy vannstand i Kilefjorden over en lengre periode. Det hadde vært mulig å bruke lengre tid på fyllingen av Gåseflådammen, gjennom lavere tapping fra Byglandsfjorden og på den måten ha redusert vannstandsstigningen i Kilefjorden.

7.4 30.-31. juli 2020

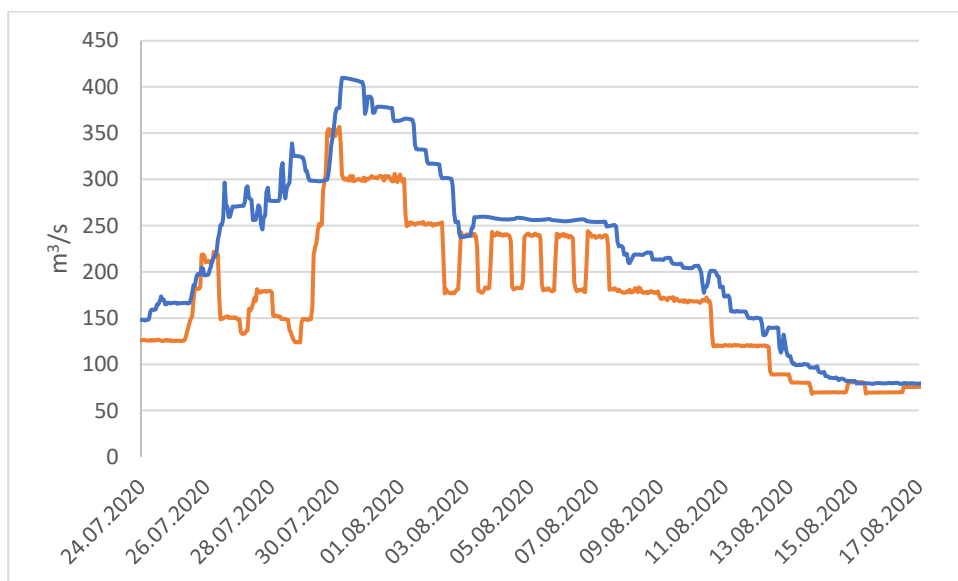
Vannføringen ut av Byglandsfjorden lå under 200 m³/s fram til 29. juli da den begynte å øke fram mot rundt 350 m³/s natt til 30. juli før den igjen ble redusert til om lag 300 m³/s fram til natt til 1. august (figur 27-29). Maksimal vannstand ved Mineralparken var om lag 168,35 moh (NN2000).



Figur 27. Vannstanden i Byglandsfjorden 24/7 – 18/8 2020.



Figur 28. Vannstanden på Kilefjord vannmerke 24/7 - 18/8 2020.

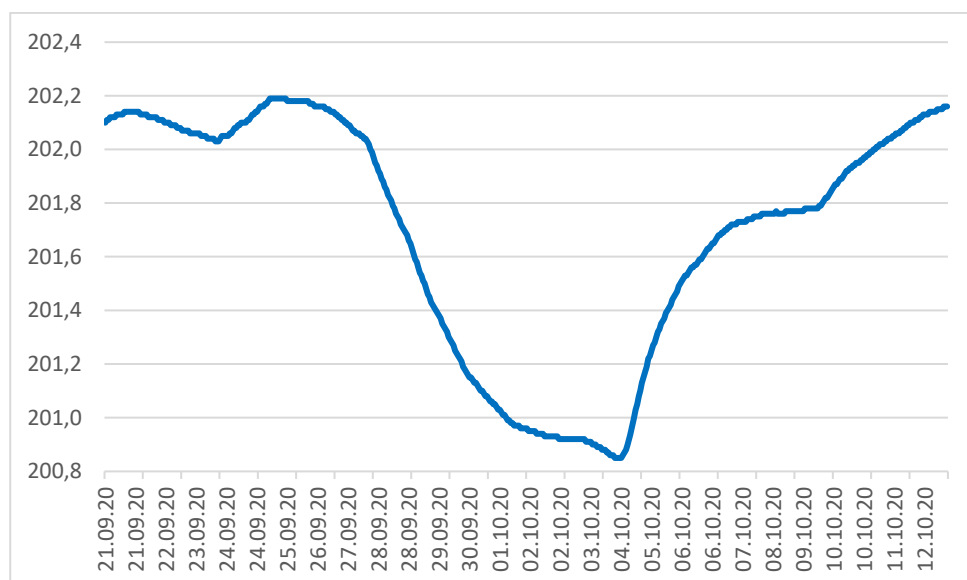


Figur 29. Vannføring ut av Gåseflå (blå) og på Syrtveit (oransje) 24/7-18/8 2020.

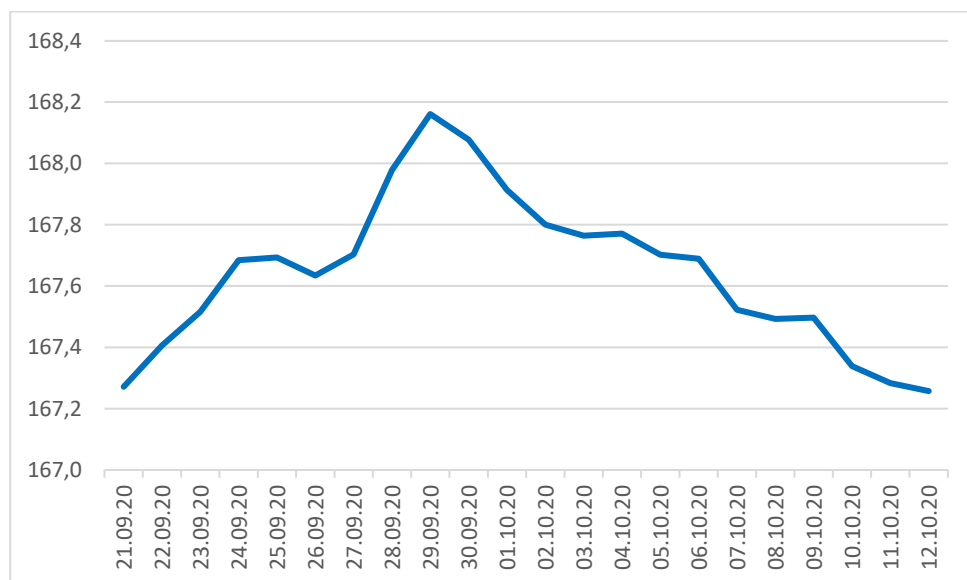
Etter at flomtoppen var nådd 30. juli, virker det unødvendig å tappe så mye vann ut av Byglandsfjorden som det ble gjort. Det er ukjent hvordan værprognosene var. Vannstanden sank fort i Byglandsfjorden, og det kunne med fordel vært tappet mindre vann for å redusere vannstanden i Kilefjorden raskere ned mot HRV. I perioden 3/8 – 7/8 ser det også ut som det ble gjennomført variasjoner i tapping fra Byglandsfjorden gjennom døgnet. Dette medførte en fortsatt høy vannstand i Kilefjorden, om lag 30 cm over HRV.

7.5 29.-30. september 2020

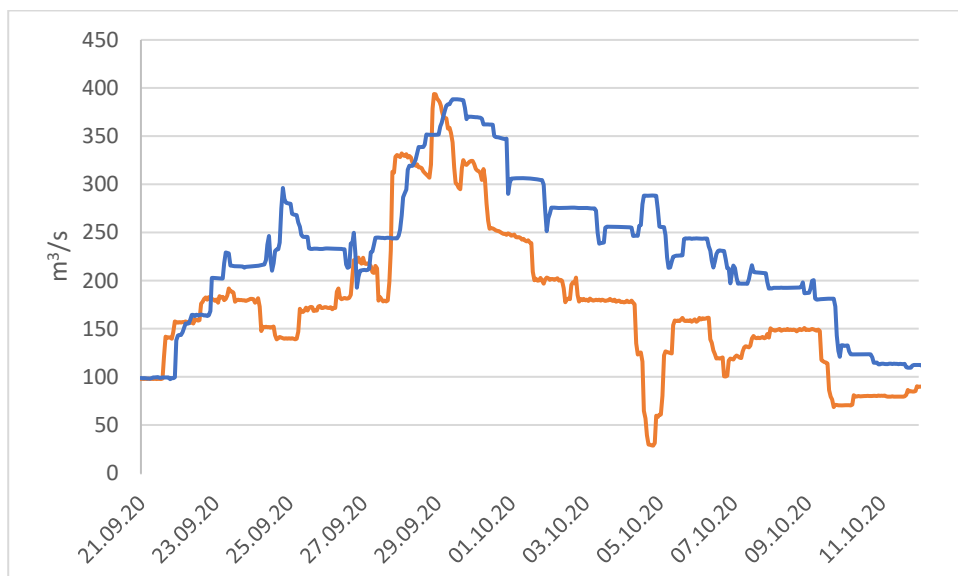
Vannføringen ut av Byglandsfjorden steg til over 300 m³/s om kvelden 27/9, for deretter å stige til nesten 400 m³/s natt til 29/9. Fram til morgenen 30/9 lå vannføringen stort sett over 300 m³/s, før den ble ytterligere redusert. Hele tiden ble vannstanden i Byglandsfjorden senket fra over 202 moh ned til under 201 moh. Dette ga en flomvannstand på vannmerke Kilefjord på 168,16 moh målt som døgnmiddel og 168,2 moh i maksimalverdi 29/9 (figur 30-32). Maksimal vannstand ved Mineralparken var om lag 168,28 moh (NN2000).



Figur 30. Vannstanden i Byglandsfjorden 21/9 - 12/10 2020.



Figur 31. Vannstanden ved Kilefjord vannmerke 21/9 - 12/10 2020.

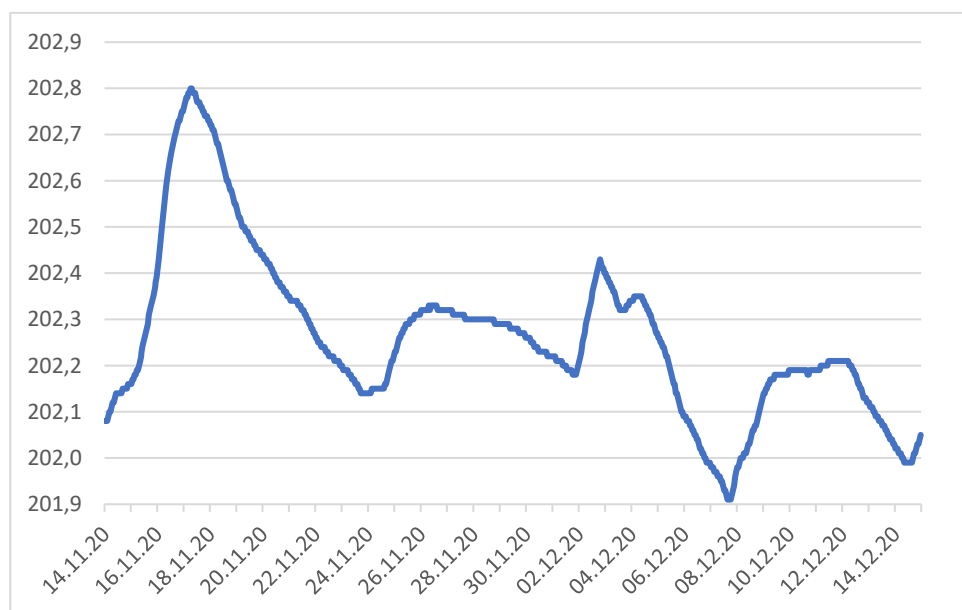


Figur 32. Vannføring ut av Gåseflå (blå) og på Syrtveit (oransje) 21/9-12/10 2020.

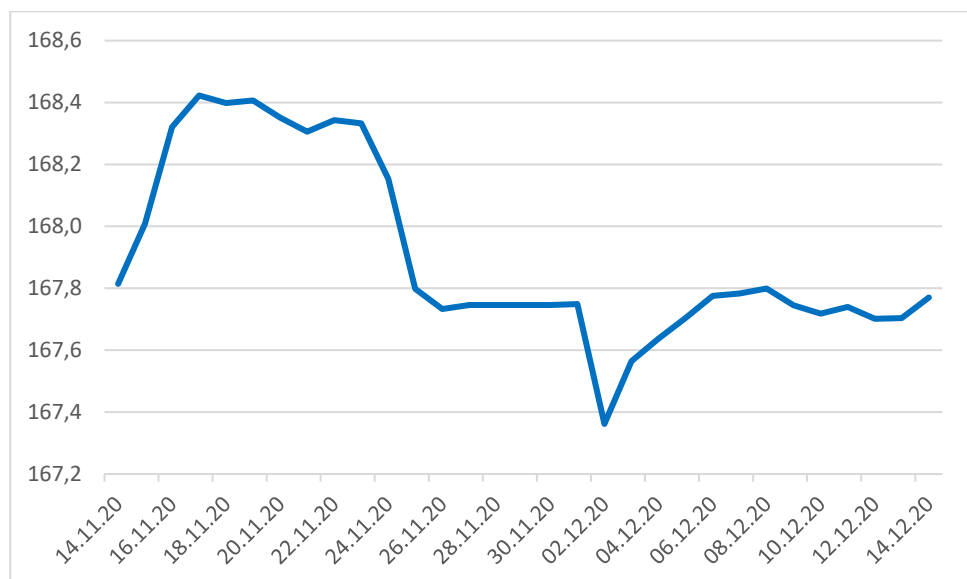
Den kraftige tappingen fra Byglandsfjorden førte til 90 cm høyere vannstand enn HRV i Kilefjorden. Ettersom tappingen fortsatte med relativ stor vannføring, sank vannstanden meget sakte i Kilefjorden. Fram til 4/10 sank også Byglandsfjorden til over 3m under HRV. Selv om det eventuelt var meldt nedbør, ble det raskt større lagringskapasitet i Byglandsfjorden. Etter 4/10 ble tappingen holdt moderat, og Byglandsfjorden steg igjen. I hele denne perioden virker det som det ville vært godt mulig å lagre mer vann i Byglandsfjorden og gjennomføre en jevn og lavere tapping for å unngå høy vannstand i Kilefjorden.

7.6 17.-19. november 2020

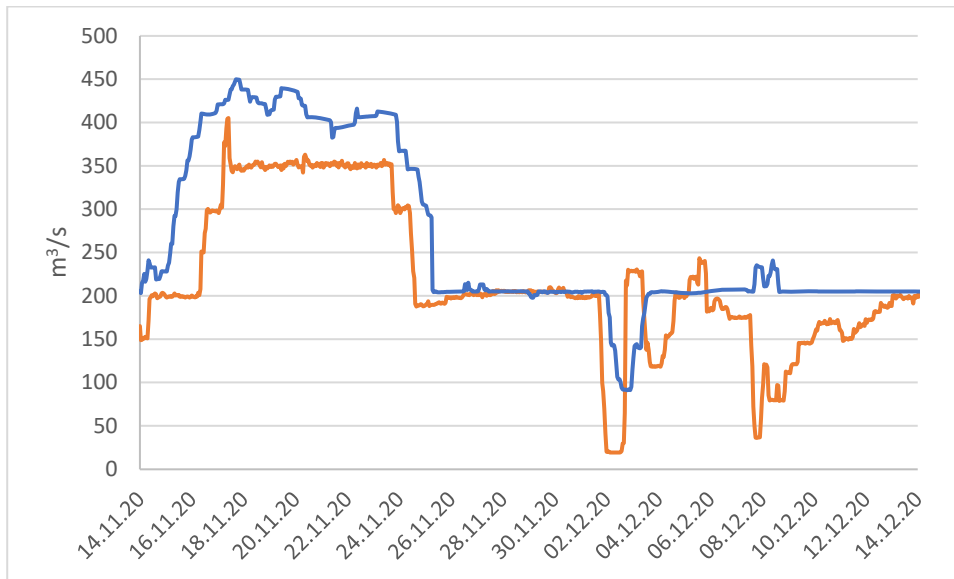
Vannføringen ut fra Byglandsfjorden ble trappet opp til om lag 300 m³/s om ettermiddagen 16/11 og økte videre til om lag 400 m³/s om morgenen 17/11, før den raskt gikk tilbake til om lag 300 m³/s helt fram til natt til 24/11. Vannstanden i Byglandsfjorden steg til 202,8 moh 17/11. Det ble da iverksatt større tapping fra Byglandsfjorden slik at vannstanden sank jevnt fram til om lag 202,2 moh 24/11. Dette medførte tre dager med vannstand på om lag 168,4 moh på vannmerke Kilefjord (figur 33-35), altså over en meter over HRV. Maksimal vannstand ved Mineralparken var om lag 168,59 moh (NN2000).



Figur 33. Vannstanden i Byglandsfjorden 14/11- 14/12 2020.



Figur 34. Vannstanden på Kilefjord vannmerke 14/11-14/12 2020.

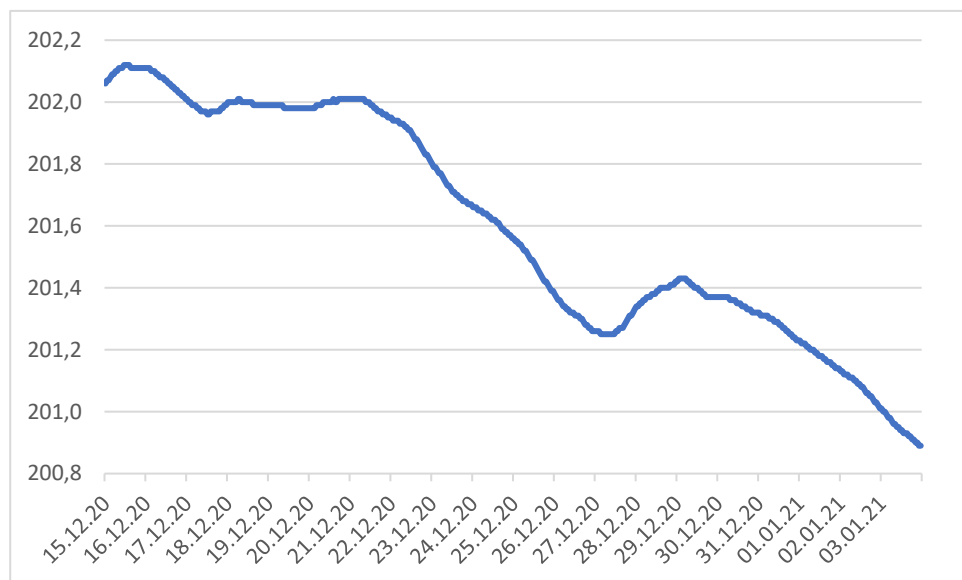


Figur 35. Vannføring ut av Gåseflå (blå) og på Syrtveit (oransje) 14/11-14/12 2020.

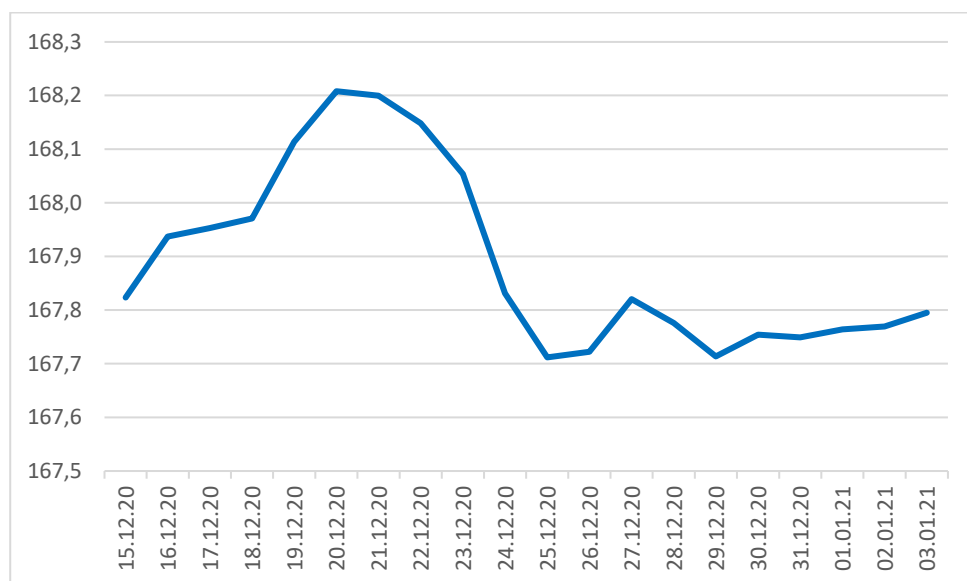
Vannføringen ut fra Byglandsfjorden ble holdt på om lag 350 m³/s fra 17. til 23. november, samtidig som vannstanden i Byglandsfjorden sank. Dette medførte at vannstanden lå over en meter over HRV i Kilefjorden i samme periode. Det ville vært mulig å redusere tappingen fra Byglandsfjorden uten å overskride HRV i Byglandsfjorden, slik at vannstanden i Kilefjorden ikke hadde ligget like mye over HRV. Det ble også her raskt etablert lagringskapasitet i Byglandsfjorden.

7.7 20.-22. desember 2020

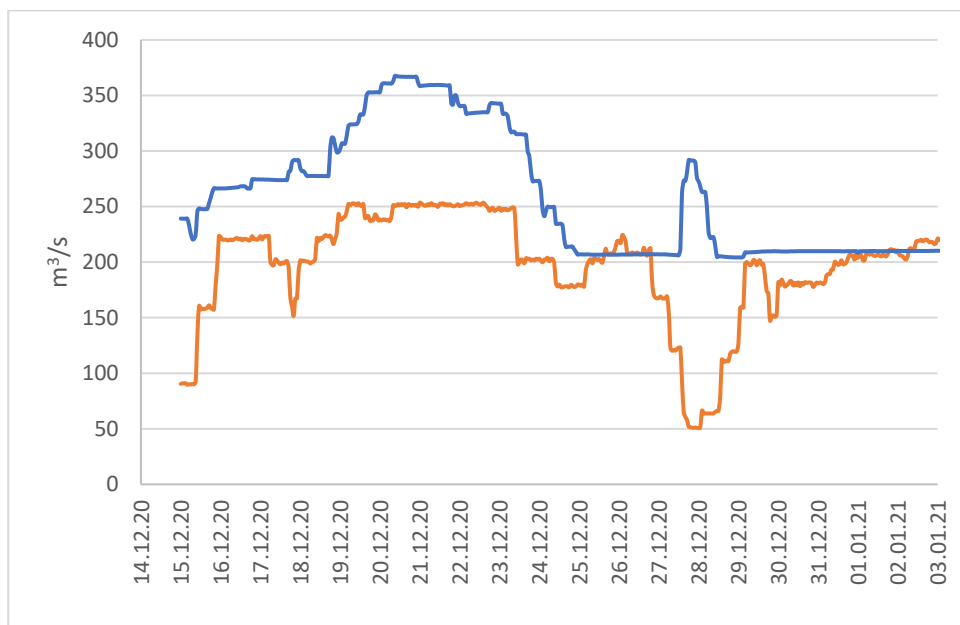
Vannføringen ut av Byglandsfjorden steg til om lag 250 m³/s natt til 19/12 og ble holdt på dette nivået fram til natt til 23/12, bortsett fra en liten reduksjon i vannføring et knapt døgn fra midt på dagen 19/12 (figur 36-38). Vannstanden i Byglandsfjorden var da knapt over 202 moh i hele denne perioden, men nådde 168,2 moh på vannmerke Kilefjord.



Figur 36. Vannstanden i Byglandsfjorden 15/12 2020 - 3/1 2021.



Figur 37. Vannstanden på Kilefjord vannmerke 15/12 2020 - 3/1 2021.



Figur 38. Vannføring ut av Gåseflå (blå) og på Syrtveit (oransje) 15/12 2020 - 3/1 2021.

Siden vannstanden i Byglandsfjorden holdt seg godt under HRV, virker det ikke som det var nødvendig med like stor tapping av vann ut fra Byglandsfjorden. Det er også verdt å merke seg at vannstanden aldri kommer ned til HRV i Kilefjorden, mens den synker jevnt ned til under 201 moh i Byglandsfjorden. I denne perioden ville det vært fullt mulig å lagre mye mer vann i Byglandsfjorden og samtidig redusere vannstanden i Kilefjorden.

I manøvreringsreglementet for Byglandsfjorden heter det at "regulanten oppfordres til å holde vannstanden stabil på kote 200,5 eller lavere i blekas gytetid, normalt i perioden 20. november til 20. desember". I 2020 var imidlertid dette ikke mulig siden vannstanden lå over 202 moh allerede fra 11. oktober.

7.8 Oppsummering av eksempler på oversvømmelser og flomhendelser

Felles for alle eksemplene på oversvømmelsene og flomhendelsene som er beskrevet, er at HRV i Kilefjorden ble overskredet med fra 60 cm til om lag 2 m. Bare under flommen 27. september - 3. oktober 2017 ble HRV i Byglandsfjorden så vidt overskredet. Dette var imidlertid en stor flomhendelse, beskrevet som en 100-års flom av Langsholt og Holmqvist (2017). Ettersom kapasiteten i sundet Soga ved utløpet av Kilefjorden teoretisk er på maksimalt 170 m³/s, når vannstanden ligger på HRV (167,3 moh) i Kilefjorden, vil tapping fra Byglandsfjorden som overstiger 170 m³/s over en viss tid nødvendigvis føre til høyere vannstand enn HRV i Kilefjorden. Dette forutsetter at vannstanden i Gåseflåfjorden er lav og tilnærmet slik den var naturlig. Ved høyere vannstand i Gåseflåfjorden, reduseres kapasiteten ytterligere – vanligvis om lag 90-110 m³/s ved HRV i Kilefjorden (se figur 16). I alle hendelsene i 2020 som ga oversvømmelser ved Mineralparken, var tapping fra Byglandsfjorden over 250 m³/s i flere dager og de fleste ganger betydelig mer (målt på Syrtveit, se figurer i kapittel 7.1 - 7.7), samtidig som vannstanden i Gåseflåfjorden var høy alle ganger bortsett fra i starten av oversvømmelsene i juni.

Vannstandsdata for magasinene Vatnedalsvatn, Store Urdarvatn og Bossvatn i øvre deler av Otra viser at vannstanden raskt nådde nesten opp til HRV sommeren 2020. Snømagasinet var stort gjennom vinteren 2019-2020, og det kom mer nedbør enn normalt i juni og juli. I august var det mindre nedbør enn normalt, mens det resten av høsten var litt over normalen. Vedlegg 9 viser statistikk for nedbør og snødybde fra Bykle - Kultran meteorologiske målestasjon for 2020, vannstand i de store magasinene Store Urdarvatn og Vatnedalsvatn for 2017-2021, samt flomvarslingstjenesten Varsom fra NVE og MET sin vurdering av flomfaren for Evje og Hornnes i perioder vi har studert. Vannstands- og nedbørforholdene var altså noe mer utfordrende i 2020 enn et normalår, men det var gitt grønt varsel som ikke indikere noen flomfare for alle periodene i 2020. Kombinasjonen av større tilsig enn normalt og lave kraftpriser hele året har trolig påvirket driften av reguleringsanleggene, men det har ikke gitt grunnlag for flomfare. Det er så vidt vi kan se bare i Kilefjorden det har vært stor overskridelse av HRV gjentatte ganger i 2020.

Ifølge konsesjonssøknaden for utvidelse av Iveland kraftverk heter det "Det forventes ingen vesentlige endringer i vannstandsforholdene i inntaksmagasinet Gåseflåfjorden og Kilefjorden som følge av utvidelsen i Iveland. Et utvidet Iveland kraftverk vil gi mulighet til å disponere magasinene lenger oppe i vassdraget litt annerledes. En behøver ikke lenger å ta hensyn til den begrensede slukeevnen i Iveland ved disponeringen av kjøringen i vassdraget, men dette forventes ikke å medføre spesielle endringer i Gåseflåfjorden og Kilefjorden. Gåseflåfjorden vil også i framtiden primært ligge med vannstander like rundt HRV, for å kunne utnytte størst mulig fall i kraftverket." Disse utsagn stemmer imidlertid lite overens med observerte vannstander i Kilefjorden der man har ligget over HRV i 76 prosent av tiden i perioden mars 2016 og fram til 5/1-2021, mens man i tiden før dette bare overskred HRV 46 prosent av tiden. Det er åpenbart at Kilefjorden reguleres annerledes nå enn før utvidelse av Iveland kraftverk, og at vannstandsforholdene faktisk er endret i Kilefjorden. I manøvreringsreglementet heter det "I perioden 15. mai til 15. september skal vannstanden i Gåseflåfjorden ikke underskride kote 166 med mindre det er fare for flom, eller det er behov for lavere vannstand i forbindelse med tilsyn/vedlikehold av anlegget". Det kan derfor stilles spørsmålstegn med hvorfor vannstanden i Gåseflådammen ikke ble redusert i alle hendelsene vi har studert, noe som ville ha redusert vannstandsstigningen i Kilefjorden.

I KEVs brev til Samferdselsdepartementet "Vedr. regulering av Kilefjorden i Otra i forbindelse med den videre utbygging av Iveland kraftanlegg" datert 25/7-1948 heter det "For å oppfylle denne betingelse vil hoveddammen bli utrustet med nødvendige valser og luker for senking av Gåseflåfjordens vannstand under flom, og vi har dertil tatt sikte på – i den utstrekning det måtte vise seg nødvendig – å foreta opprensning og utsprengning i Otras utløp av Kilefjorden". Videre heter det "For å kunne gjennomføre sådan regulering av Kilefjorden og for å kunne forhindre stigning av flomvannstanden i Kilefjorden, bør det tilsikres Iveland kraftanlegg rett til å foreta sådan opprensning resp. utsprengning i elveløpet mellom

Kilefjorden og Gåseflåfjorden". Oversvømmelser og flomforhold i Kilefjorden som er dokumentert i dette kapitlet viser tydelig konsekvensene av at denne "opprensning resp. utsprenning" ikke er gjennomført. Den direkte årsaken til at vannstanden overstiger HRV i Kilefjorden, er tapping av Byglandsfjorden. Videre kunne selvsagt denne overskridelsen være unngått om sundet Soga hadde større kapasitet til å føre vann inn i Gåseflåfjorden, samt at Gåseflåfjorden var tappet ned til en lavere vannstand. Figur 39 viser et bilde av øvre del av Soga med Kilefjorden i bakgrunnen.



Figur 39. Innløpet til sunde Soga sett fra høyre bredd på lav vannstand i Kilefjorden. Det strømmer nesten ikke vann gjennom det høyre løpet i forkant av bildet.

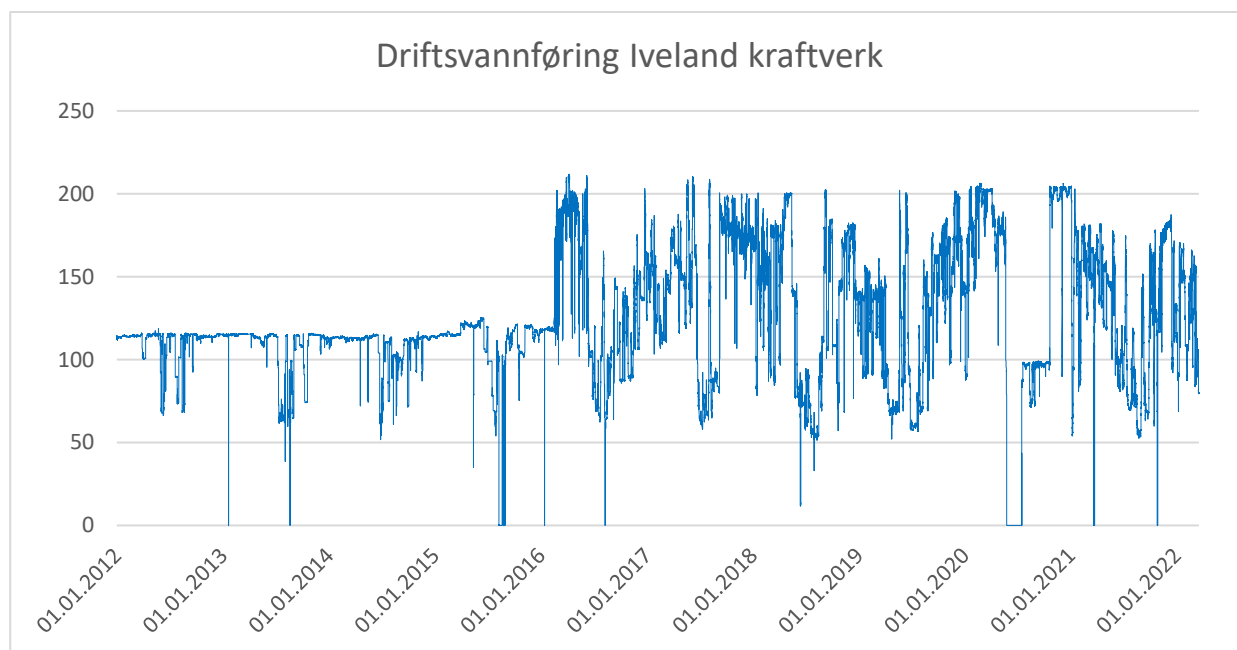
Det er helt klart en årsakssammenheng mellom tapping fra Byglandsfjorden, overskridelse av HRV i Kilefjorden, manglende senking av Gåseflåfjorden og oversvømmelser av Mineralparkens anlegg. Dette er gjort en rekke ganger uten at det har medført overskridelse av HRV eller flom andre steder i vassdraget.

8 Kraftverksdrift

Ifølge konsesjonssøknaden for Iveland II kraftverk (Agder Energi), var gjennomsnittlig flomtap 662 mill m³ før Iveland II ble bygget, og vann ble sluppet forbi dammen i 25 uker i gjennomsnitt. Etter at Iveland II er satt i drift, er det beregnet flomtap i bare tre uker i gjennomsnitt. Fra konsesjonssøknaden for er det beregnet at utvidelsen vil gi opp mot 160 GWh ny kraft i Iveland kraftverk.

I tillegg til mindre flomtap har dagens praksis med brudd på HRV i Kilefjorden gjort det mulig for Agder Energi å produsere kraft på maksimal slukeevne i Iveland kraftverk i perioder der dette er ønskelig av økonomiske eller driftsmessige grunner. Det er også trolig ønskelig å holde en høyere vannføring i perioder for å kunne kjøre flere kraftverk lenger nedstrøms i Otra med større vannføring.

Siden Iveland kraftverk ble utvidet, har driftsvannføringen vært over 116 m³/s 63 prosent av tiden. Dette vil normalt gi en vannstand i Kilefjorden over HRV. Det har ikke vært enkelt for noen å oppdage at vannstanden har vært over HRV så stor del av tiden ut fra registrerte data, da man først må korrigere tallene for å få riktig høyde. Figur 39 viser driftsvannføringen i Iveland kraftverk. Det er tydelig at driften av Iveland kraftverk er mer variabel etter at kraftverket ble utvidet. Driftsvannføringen er ofte over 100 m³/s, men det er relativt sjelden driftsvannføringen er over 200 m³/s. Med dagens kapasitet i Soga er det kjent at driftsvannføringer mellom 100 og 200 m³/s i Iveland kraftverk er avhengig av høyere vannstand enn HRV i Kilefjorden. Det er dermed nødvendig å bryte HRV i Kilefjorden for å kunne drive Iveland kraftverk med ønsket driftsvannføring etter at Iveland 2 ble satt i drift. Før Iveland 2 ble satt i drift, var det ikke nødvendig å bryte HRV i Kilefjorden for driften av kraftverket.



Figur 40. Driftsvannføring fra Iveland kraftverk for perioden 2012-2022.

9 Konklusjoner

Vi konkluderer med at hele Kilefjorden fra Soga og Hægeland stasjon opp til forbi Breidflå og helt til Fennefoss er et sammenhengende vannspeil. Dette må da betraktes som reguleringsmagasinet "Kilefjorden", med reguleringshøyde 0,87 m. Målt ved vannmerke Kilefjord skal LRV ligge på kote 166,43 (NN1954) mens HRV skal ligge på kote 167,30 (NN1954). Ved Mineralparken må en da regne med at vannstanden ved HRV vil ligge på om lag kote 167,40 (NN1954).

Hele Kilefjorden fra Gåseflåfjorden opp til Fennefoss må regnes som reguleringsmagasin for Iveland kraftverk.

Vannstanden har ligget over HRV i Kilefjorden 76 prosent av tiden etter at Iveland II ble satt i drift. I perioden fra 1990 fram til Iveland II ble satt i drift er tilsvarende tall 65 prosent av tiden, mens det for hele perioden 1952-2016 er 46 prosent av tiden. Når vannstanden ligger høyere enn HRV 76 prosent av tiden, kan ikke det skyldes naturlige flommer, men må knyttes til hvordan reguleringsanleggene, hovedsakelig i Byglandsfjord, men også Gåseflåfjorden, drives. Det er ingen tvil om at HRV i Kilefjorden overskrides svært ofte, og at dette skyldes vannslipp fra Byglandsfjorden kombinert med høy vannstand i Gåseflåfjorden. Høy vannstand i Kilefjorden gir større mulighet til å produsere mer kraft fra Iveland kraftverk.

Reguleringsgrensen for høyeste vannstand i Kilefjorden brytes 76 prosent av tiden etter at Iveland II ble satt i drift. Tilsvarende tall før perioden da bare Iveland I var i drift er 65 prosent av tiden.

Det har vært feil i registrering av data i lang tid, samt bytte av målestasjoner og justering av målestaver flere ganger. Dette har gjort det vanskelig for regulanten selv, NVE, allmennheten og de som eventuelt er berørt av vannstandsvariasjoner å se hvordan manøvrering av reguleringsanleggene har påvirket vannstanden i Kilefjorden.

Det har ikke vært enkelt for noen å oppdage at vannstanden har vært over HRV så stor del av tiden ut fra registrerte data, da man først må korrigere tallene for å få riktig høyde.

Manøvrering av vassdragsanleggene i Otra er Otteraaens brukseierforenings (OB) ansvar. Brukseierforeninger er opprettet for å forvalte reguleringsanleggene for hele vassdraget, fra fjell til hav. Brukseierforeninger har også ansvar for å manøvrere anleggene slik at totale flomskader i vassdraget blir minst mulig. I syv tilfeller av skadeflom hos Mineralparken som vi har analysert i kapittel 7, er det etter vår vurdering bare en av disse hvor det etter dagens forhold var nødvendig å overskride HRV i Kilefjorden betydelig. Denne episoden ville for øvrig ikke gitt skadeflom dersom Soga hadde hatt sin naturlige kapasitet. Dersom Gåseflådammen hadde vært tappet ned, ville det også ha redusert skadene. Disse tilfellene ville heller ikke gitt flomskader andre steder i vassdraget med en mer skånsom tapping fra Byglandsfjorden.

Tapping fra Byglandsfjorden har gitt oversvømmelser og skader på Mineralparkens eiendom i seks tilfeller bare i 2020. Kombinert med at vannstanden i Kilefjorden ofte ligger over HRV, gir dette økt vannstand når det slippes mye vann fra Byglandsfjorden og økt fare under flom.

Mineralparken har opplevd oversvømmelser av sine områder flere ganger. Ettersom kapasiteten i sundet Soga ved utløpet av Kilefjorden teoretisk er på maksimalt 170 m³/s når vannstanden ligger på HRV (167,3 moh) i Kilefjorden, vil tapping fra Byglandsfjorden som overstiger 170 m³/s over en viss tid nødvendigvis føre til en høyere vannstand enn HRV i Kilefjorden. Etter at Gåseflådammen ble bygget, er imidlertid

kapasiteten gjennom Soga redusert. Gåseflåfjorden reguleres i tillegg som regel med høy vannstand opp mot HRV, slik at kapasiteten gjennom Soga reduseres ytterligere til 90-110 m³/s ved HRV i Kilefjorden. I fem hendelser i 2020 som ga oversvømmelser ved Mineralparken, var tapping fra Byglandsfjorden over 250 m³/s i flere dager og de fleste ganger betydelig mer. Det er helt klart en årsakssammenheng mellom tapping fra Byglandsfjorden, overskridelse av HRV i Kilefjorden og oversvømmelser av Mineralparkens anlegg. Verken Kilefjorden eller Gåseflåfjorden har blitt senket i forkant av forventet høy vannføring eller flom, slik det er beskrevet i KEVs søknad fra 1947 og i skjønnet fra 1967. Det er uvisst hvilke tilsigsprognoser som ble brukt, men de har ikke ført til forhåndstapping av Kilefjorden eller Gåseflåfjorden. I 2020 var det heller aldri meldt om flomfare i Evje og Hornnes under oversvømmelsene.

Det er en direkte årsakssammenheng mellom tapping av fra Byglandsfjorden, høy vannstand i Gåseflåfjorden og oversvømmelser av Mineralparkens anlegg.

På grunn av fysiske begrensninger i det trange sundet Soga mellom Kilefjorden og Gåseflåfjorden, er det nødvendig å overstige HRV i Kilefjorden dersom man ønsker en høyere vannføring enn teoretisk sett 170 m³/s inn i Gåseflåfjorden under nåværende forhold. Dersom vannstanden i Gåseflåfjorden er høy, noe den som regel er, vil det være lavere kapasitet gjennom sundet Soga enn 170 m³/s, vanligvis om lag 90-110 m³/s. Iveland kraftverk har nå en slukeevne på 216 m³/s. For å kunne drive Iveland kraftverk på full kapasitet, må vannstanden i Kilefjorden ligge over HRV for å få denne vannmengden gjennom sundet Soga til Ivelands inntak i Gåseflåfjorden. Ettersom Agder Energi Vannkrafts forløper KEV, selv har skrevet i brev til Samferdselsdepartementet "Vedr. regulering av Kilefjorden i Otra i forbindelse med den videre utbygging av Iveland kraftanlegg" datert 25/7-1948, at det bør tilsikres Iveland kraftanlegg rett til å foreta utvidelse av sundet Soga, burde dette ha vært utført for å kunne drifte Iveland kraftverk optimalt innenfor gitte konsesjonsbetingelser.

Agder Energi Vannkraft har fått retten til å utvide sundet Soga, og dens forløper KEV har selv søkt om å få gjøre det. Dette er imidlertid fortsatt ikke utført.

Utvidelsen av Iveland kraftverk har gjort det mulig for Agder Energi å redusere flomtap som gir økte inntekter. Slik forholdene er i dag med begrenset vannføringskapasitet gjennom Soga, er det nødvendig å bryte bestemmelsene om HRV i Kilefjorden for å utnytte utvidelsen av Iveland kraftverk. Ved å overstige HRV i Kilefjorden har det vært mulig å drifte Iveland kraftverk på maksimal eller høy kapasitet.

Ved å bryte HRV i Kilefjorden, har Agder Energi muligheten til å holde en høyere kraftproduksjon i Iveland kraftverk.

Kilefjorden brukes i dag som et reguleringsmagasin med kapasitet som overgår bestemmelsene i manøvreringsreglementet gitt av gjeldende konsesjon. På denne måten reduseres flomtap og behov for forbitapping fra Gåseflådammen på bekostning av brudd på HRV i Kilefjorden. Verken Gåseflåfjorden eller Kilefjorden tappes ned i forkant av mulige flommer, selv om dette gjøres for Byglandsfjorden.

I de analyserte hendelsene fra 2020 ble vann lagret i Kilefjorden for å redusere behovet for forbitapping fra Gåseflå som ville gitt ytterligere tapt kraftproduksjon.

10 Referanser

Agder Energi Produksjon, 2007. Konesjonssøknad. Utvidelse Iveland kraftverk. Desember 2007.

Fergus, T., Hoseth, K.A. og Sæterbø, E. (red.). 2010. Vassdragshåndboka. Tapir Akademisk Forlag, Trondheim.

Langsholt, E. og Holmqvist, E. 2017. Flommen på Sørlandet 30.9 – 3.10. 2017 med oppsummering av flommen 22.-24.10.2017. NVE-rapport 80-2017.

Lundquist, D. 2007. Flomberegning for Otravassdraget. CM Consulting rapport nummer 2007P1020-01

Magnell, J.P., Sandsbråten, K. og Gaut, A. 2007. Utvidelse av Iveland kraftverk. Fagrapport hydrologi. Sweco Grøner rapport 140871-1.

Norconsult, 2021. Evje og Hornnes, Iveland og Vennesla kommune. Flomsonekartlegging Otra. Oppdragsnr 5208345. Versjon: J02. Dato: 2021-04-19.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen. 1981. Katalog over nivellerte elver med korreksjoner og tillegg.

Lundquist, D. 2007. Flomberegning for Otravassdraget. CM Consulting rapport nummer 2007P1020-01.

Vedlegg 1:

Notat fra NVE: 21.34 Kilefjord vannmerke (gammelt nr 888): Notat etter gjennomgang av arkivert materiale i NVE

21.34 Kilefjord vannmerke (gammelt nr 888)

Morten Due 24.06.2022

Notat etter gjennomgang av arkivert materiale i NVE

Den gamle vannmerkeprotokollen angir at målestasjonen ble etablert i mars 1922, ca 600 m syd for Hægeland jernbanestasjon. Første verdi i NVEs database er fra 22.mars 1922. Det ble montert en skala (0 – 4 m) i lokal høyde (skalaens nullpunkt har høyden 0). Nullpunktet er gitt høyden 166 moh. uten at det er referert til noe høydegrunnlag. Trolig er dette gjort for å ha en noenlunde reell høyde, samt at man da ville unngå negative høyder siden skalaen åpenbart gikk tørr ved lavvann. Vi har sjekket at verdiene i databasen stemmer overens med det som er innrapportert ved oppstart.

DAGUT - utskrift fra HYDAG_POINT foretatt:24.06.2022 08:19												
Stasjonsnr.: 21.34.0				+-----Utm:-----+			Stasjonens høyde....: 170.0 moh					
Stasjonsnavn: Kilefjord				Sone: 33			Kartblad.....: 1511-IV					
Parameter....: Vannstand				Nord: 6497079			Vassdragsnummer....: 021,B62					
Versjon.....: 1				Øst.: 78367			Naturlig nedbørfelt: 3342,39 km²					
Stasjonstype: Privat, pålagt				+-----+			Stasjonsstatus.....: Aktiv					
Døgn-verdier - middelverdier				Enhet:m								
Ingen markering=ingen korreksjon												
1922	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	---	---	---	166,15	167,03	167,98	166,85	166,55	166,60	166,46	166,22	166,12
2	---	---	---	166,14	166,90	168,10	166,65	166,50	168,20	166,46	166,26	166,11
3	---	---	---	166,14	166,85	168,14	166,98	166,54	168,55	166,46	166,36	166,11
4	---	---	---	166,15	166,84	168,08	167,70	166,56	168,00	166,40	166,22	166,11
5	---	---	---	166,16	166,87	167,99	167,38	166,50	167,46	166,40	166,12	166,13
6	---	---	---	166,20	166,90	167,90	167,98	166,54	167,07	166,40	166,10	166,16
7	---	---	---	166,22	166,93	167,94	168,42	166,50	166,86	166,40	166,16	166,15
8	---	---	---	166,22	167,06	167,97	168,43	166,40	166,70	166,43	166,07	166,14
9	---	---	---	166,24	167,34	167,74	168,35	166,41	166,60	166,44	166,04	166,12
10	---	---	---	166,24	167,46	167,72	168,30	166,42	166,54	166,43	166,04	166,10
11	---	---	---	166,22	167,50	167,80	168,17	166,46	166,48	166,43	166,09	166,10
12	---	---	---	166,19	167,42	167,85	167,80	166,47	166,46	166,44	166,09	166,10
13	---	---	---	166,21	167,34	167,90	167,42	166,40	166,40	166,46	166,09	166,11
14	---	---	---	166,23	167,26	167,90	167,36	166,42	166,40	166,46	166,15	166,11
15	---	---	---	166,29	167,20	167,85	167,14	166,35	166,45	166,46	166,24	166,08
16	---	---	---	166,44	167,19	167,68	167,10	166,41	166,44	166,34	166,17	166,06
17	---	---	---	166,48	167,10	167,57	166,92	166,48	166,43	166,27	166,17	166,06
18	---	---	---	166,46	167,15	167,32	166,70	167,02	166,45	166,27	166,17	166,06
19	---	---	---	166,45	167,18	167,24	166,62	167,36	166,46	166,26	166,17	166,11
20	---	---	---	166,42	167,27	167,12	166,70	167,28	166,50	166,31	166,14	166,10
21	---	---	---	166,37	167,36	167,03	166,70	166,98	166,52	166,27	166,17	166,12
22	---	---	166,04	166,36	167,48	166,96	166,76	166,29	166,46	166,30	166,17	166,15
23	---	---	166,05	166,36	167,50	166,86	166,80	166,66	166,44	166,28	166,17	166,18
24	---	---	166,06	166,32	167,65	166,88	166,74	167,40	166,40	166,27	166,18	166,48
25	---	---	166,12	166,49	167,90	166,90	166,86	167,90	166,40	166,23	166,17	166,50
26	---	---	166,13	166,55	168,08	166,95	166,86	167,86	166,38	166,20	166,16	166,71
27	---	---	166,14	166,66	168,16	166,98	166,73	167,58	166,40	166,21	166,14	166,60
28	---	---	166,18	166,93	168,18	167,02	166,73	166,86	166,40	166,16	166,13	166,64
29	---	---	166,16	167,15	168,18	166,98	166,68	166,83	166,40	166,16	166,12	166,34
30	---	---	166,17	167,10	168,13	166,97	166,64	166,70	166,40	166,16	166,11	166,15
31	---	---	166,16		168,00		166,58	166,66		166,18		166,05

Fig. 1 Registrerte vannstander i 1922

Kontrollbolt

27.feb. 1930 ble det etablert et kontrollmerke med høyde 3,32 m på vannmerket (se notat i fig 2). I vannmerkeprotokollen er denne angitt med høyden 169,32 m. Dette er i samsvar med angivelsen av skalaens nullpunkt på 166 m og underbygger at dette er en høyde uten referanse til et offisielt høydegrunnlag.

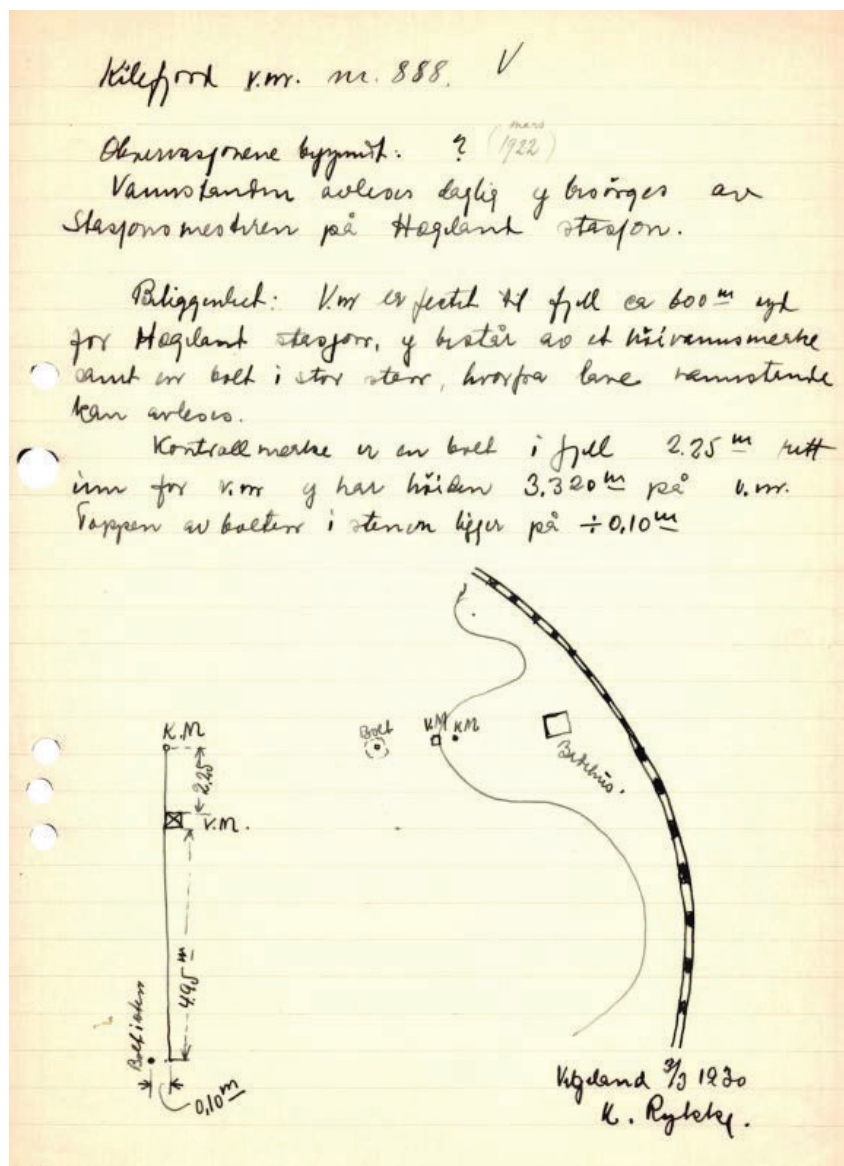


Fig 2. Skisse av målested og angivelse av kontrollmerke

Lavvannsbolt

27. feb. 1930 ble det også senket ned en stein med en bolt for å kunne lese av vannstander når skalaen gikk tørr. Bolten ble målt til 165,90 på skalaen; dvs. 10 cm under nullpunktet. Ved kontroll i 1934 ble bolten målt til høyde 165,848 og det er anført at avlesninger fra denne bolten deretter skal ha denne høyden som utgangspunkt, samt at alle avlesninger fra 1933 justeres ned 5 cm.

Høydegrunnlag

Det oppgis i vannmerkeprotokollen at vannmerkets nullpunkt = + 0,337m i NVEs nivellement fra 1923. Konsekvensen av det er at alle verdier må tillegges 0,337 for å tilsvare NVE-høyde. Kontrollbolten får da høyden $169,32 + 0,337 = 169,657$ i NVE-høyde. Konvertering til NN54 med tillegg av 0,071m gir en bolthøyde på 169,728 i NN54. Landmålerens innmåling av denne bolten ga til sammenligning høyden 169,69 i NN54.

Limnigraf – målested 2

Av vannmerkeprotokollen fremgår det en limnigraf ble montert høsten 1941. Det framgår av en skisse i stasjonsmappen at den ble plassert ca 600 m nord for Hægeland stasjon. Pga. problemer med stabil drift av denne er det først fra 1945 dataene fra limnigrammene er det som er lagret. I kontrollene som er anført fra 1947 og 1951 refereres det likevel til den opprinnelige skalaen (som ble forlenget i bunn slik at den kunne måle ned til 165,75) og bolten i stein med høyde 165,84. Vi antar dermed at høydeangivelsene fra start og fram til 1. november 1952 er å anse registrert det lokale høydegrunnlaget.

Konvertering til NVE-høyde vil da være gitt ved Registrert vannstand pluss 0,337m. Videre konvertering til NN54 vil oppnås ved å plusse på 0,071 m (ref. korreksjonstabell for Otra ved Hægeland). Differansen mellom den lokale høyden og NN54 blir da + 0,408m.

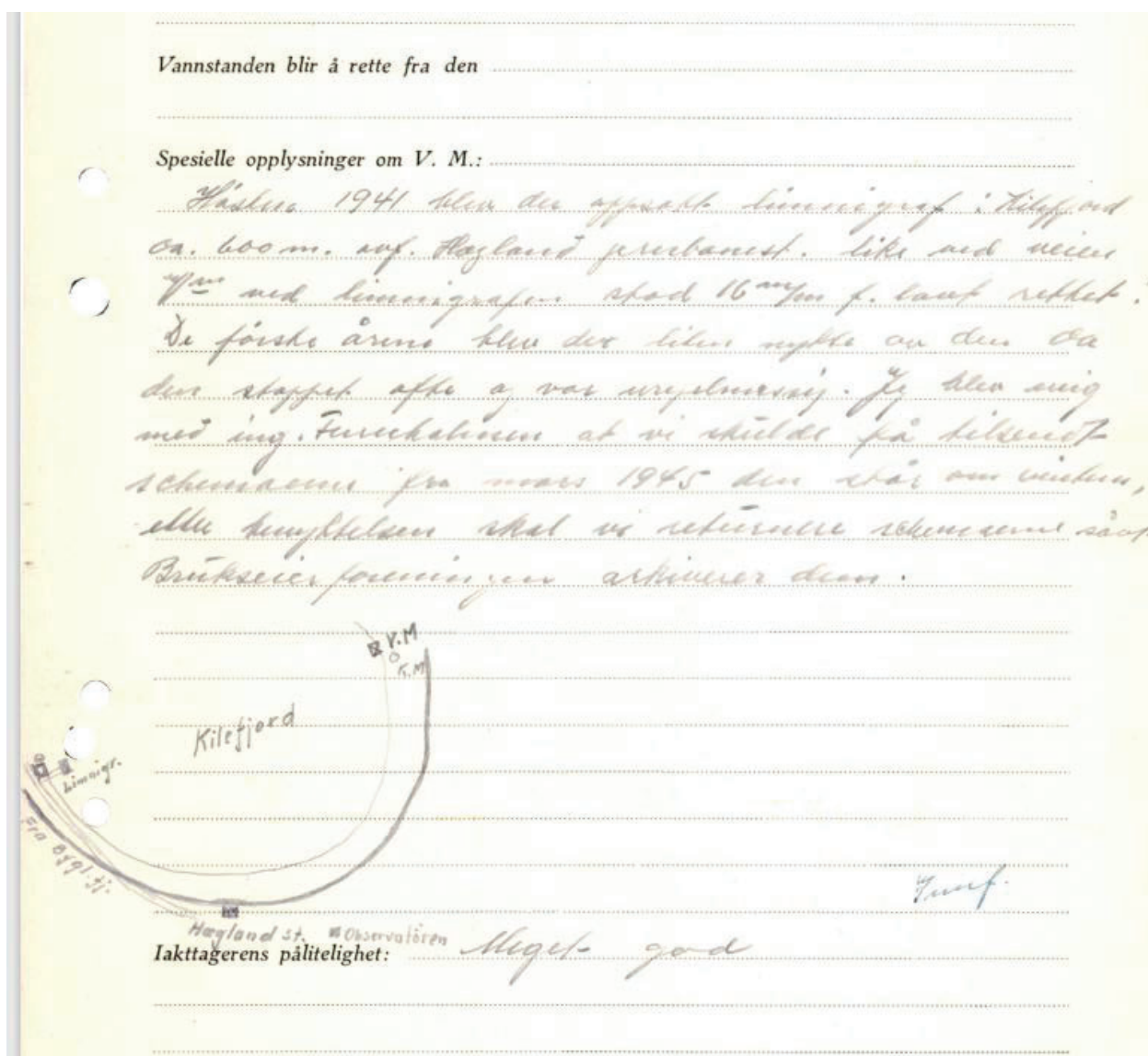


Fig. 3 Notat om etablering av limnigraf

ScanMatic-logger – målested 3

Det er lite informasjon i NVEs arkiver etter 1952, da Kilefjord vannmerke ble regulert og definert som et magasin-vannmerke. En reiserapport fra 1993 angir imidlertid at stasjonen er utstyrt med Scan Matic-

instrument og trykksensor. Her gis det også en anbefaling om etablering av kumstasjon. Et kontrollskjema fra 30.9.1993 angir vannstand 166,95 m kl 17:30. Lagret døgnverdi i NVEs database er 166,97.

Nåværende målested

I 1998 mottar NVE en henvendelse om flytting av stasjonen hvor det medfølger et kartutsnitt med angivelse av eksisterende målested og forslag til nytt. Her framgår det at stasjonen nå er plassert ved Trelertangen og at den foreslås flyttet til Kjeøya, nær den gamle målestaven. Det er vel da rimelig å anta at det er her dagens kumstasjon ble etablert. Vi har ingen informasjon om når kumstasjonen ble etablert eller om fastmerkebolter her, men det kan tenkes at etableringen har sammenheng med overgangen til timesdata fra 2004.

Til/To: NVE, Hydrologisk avdeling
Att.: Oddmund Solheim
Kopi/CC: Gunnar Tjemsland
Fax: 2295 9004 Tot ant/No: 2
Dato/Date: 12.5.98
Fra/From: Dagfinn Jernes

NYTT VANNSTANDMÅL I KILEFJORDEN.

Viser til telefonsamtale i dag 12.05.98 vedr. vannstandsmåling i Kilefjorden.

Vedlagte kart datert 12.05.98 viser eksisterende Kilefjorden VM, en gammel observert målestav og eventuell plassering av nytt VM som skal erstatte eksisterende Kilefjorden VM. Eventuelle kommentarer til ny plassering imøtesees.

Vi har også planer om å etablere en nedbørstasjon i nærheten av nytt VM.

Hilsen



*Vi har ingen merknader til plassering av nytt VM i Kilefjorden.
Legger ved kopi av vår vannmerkeprotokoll.*

Vi har ingen opplysninger om VM eller 1953.

Hilsen

Oddmund Solheim

Elvegt 2
Postboks 2034 Posebyen
N-4602 KRISTIANSAND
Tlf: (+47) 38 07 86 00
Fax: (+47) 38 02 77 60

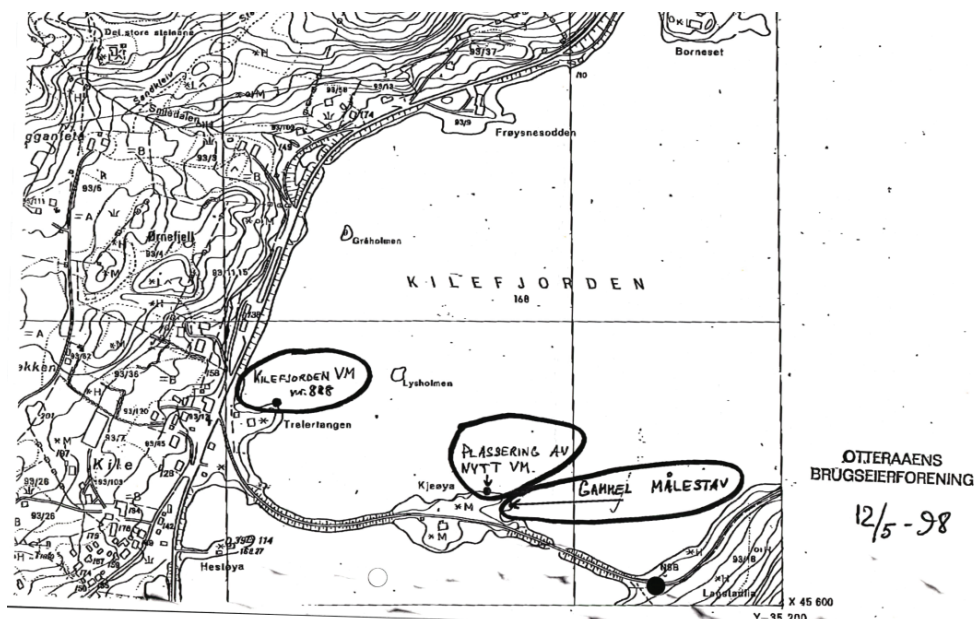


Fig 4. Flytting av målestasjonen til Kjeøya

Høydegrunnlag og korrigering av data

NVE har ingen informasjon om endring i høydegrunnlag for målte data fra etablering og fram til 2013. Vi legger da til grunn at vannstander fram til 6.1.2013 har blitt registrert i den opprinnelige lokale høyden hvor kontrollbolten har høyde 169,32 m på skalaen. Konvertering til NN54-høyde innebærer at alle verdier må justeres opp med 0,408 m.

I 2011 fikk Agder Energi tillatelse til utvidelse av Iveland kraftverk. I forbindelse med saksbehandlingen ble det avdekket at høydesystemet som var lagt til grunn for angivelse av HRV og LRV i Kilefjorden og Gåseflåfjorden ikke var i NN54, men i det opprinnelige lokale høydesystemet.

HRV, opprinnelig angitt som 167,00 m, ble i tillatsen endret til 167,30 (NN54). Dette antar vi er bakgrunnen for justeringen på 30 cm som ble gjort i 6.1.2013.

NVEs retningslinjer for registrering av måledata fra reguleringsmagasiner angir at dette skal skje i samme høydegrunnlag som angitt i konsesjonen. I dette tilfellet er angivelsen av HRV og LRV i NN54. Vi legger derfor til grunn at det fortsatt er vannstander registrert i NN54 som rapporteres.

Det er et avvik på 10 cm mellom endringen i høyde fra konsesjonen (30 cm) og endringen beregnet fra den opprinnelige lokale høyden, via NVE-høyde og til NN54-høyde (40 cm). Det har vi ingen god forklaring på.

Fra: Brunvatne, Olav [Olav.Brunvatne@ae.no]
Sendt: 18. desember 2009 14:30
Til: Alstad Kjell
Kopi: Brodtkorb Eilif
Emne: Utvidelse Iveland kraftverk - justering av utkast til man.reg., ref
NVE's innstilling av 10.03.09

Vedlegg: Innstilling fra NVE 10.03.09 - utkast til man.reg - justerte
kotehøyder HRV og LRV.pdf

Hei igjen!

Viser til gårsdagens telefonsamtale angående høydeangivelse av HRV mv i
utkast til manøvreringsreglement for regulering av Kilefjorden og
Gåseflåfjorden i NVE's innstilling av 10.03.09.

I manøvreringsreglementets punkt 1. Reguleringer er HRV for Kilefjorden
og Gåseflåfjorden angitt å være kote 167,00 med referanse til SKs
(Statens kartverks) høydesystem (NN 1954). Tallet er feil da det ikke
referer til SKs sitt høydesystem (NN 1954). Tallet 167,00 stammer derimot
fra manøvreringsreglementet fra 1948 (ref kgl.res av 08.06.1948) hvor
høyden refererer til - "Kilefjorden vannmerke hvis nullpunkt har høyden
0,337 i Vassdragsvesenets generalplan."

Korrekt høyde i SKs sitt høydesystem (NN 1954) er 167,30.

Det er nylig utført en kontrollmåling (presisjonsnivellement) i regi av
Nettkonsult v/ Arild Johannessen som bekrefter at ovennevnte høyde er
korrekt.

Har for enkelthets skyld anført hva som må endres i NVE's sitt utkast ,
ref vedlegg hvor de korrekte tallene er angitt med rødt.

Det understrekes for ordens skyld at dette kun dreier seg om en
"tallfeil"! Dette medfører ingen fysiske eller vannstandsmessige
endringer verken i Gåseflåfjorden eller i Kilefjorden!

Mvh

Olav B.

Fig 5. Epost om feil i høydegrunnlag

Manøvreringsreglement

for regulering av Kilefjorden og Gåseflåfjorden i Iveland og Vennesla kommuner, Aust-Agder og Vest-Agder fylke

(erstatte reglement gitt ved Det kongelige industri-, håndverk og skipsdepartement 8. juni 1948)

1. Reguleringer

Magasin	Naturlig vannst. kote	Reg.grenser		Oppd. m	Senkn. m	Reg. høyde m
		Øvre kote	Nedre kote			
Kilefjorden		167,30	166,43			0,87
Gåseflåfjorden		167,30	163,30			4,00

Reguleringsgrensene skal markeres med faste og tydelige vannstandsmerker som det offentlige godkjenner.

Høydene refererer seg til SKs høydesystem (NN 1954).

2.

Ved manøvreringen skal det tas for øyet at vassdragets naturlige flomvannføring nedenfor magasinene og overføringsstedene såvidt mulig ikke økes.

I perioden 15. mai til 15. september skal vannstanden i Gåseflåfjorden ikke underskride kote 166 med mindre det er fare for flom, eller det er behov for lavere vannstand i forbindelse med tilsyn/vedlikehold av anlegget.

Det skal slippes en minstevannføring fra Gåseflådammen på 2,5 m³/s fordelt over året.

I tiden 1. mai – 31. september skal det slippes 3 m³/s.

I tiden 1. oktober – 30. april skal det slippes 2 m³/s.

Forøvrig kan tappingen skje etter kraftverkseiers behov.

3.

Det skal påses at flomløp og tappeløp ikke hindres av is eller lignende og at reguleringsanleggene til enhver tid er i god stand. Det føres protokoll over manøvreringen og avleste vannstander. Dersom det forlanges, skal også nedbørmengder, temperaturer, snødybde m.v. observeres og noteres. NVE kan forlange å få tilsendt utskrift av protokollen som regulanten plikter å oppbevare for hele reguleringstiden.

4.

Viser det seg at slippingen etter dette reglementet medfører skadelige virkninger av omfang for allmenne interesser, kan Kongen uten erstatning til konsesjonæren, men med plikt for denne til å erstatte mulige skadevirkninger for tredjemann, fastsette de endringer i reglementet som finnes nødvendige.

Forandringer i reglementet kan bare foretas av Kongen etter at de interesserte har hatt anledning til å uttale seg.

Mulig tvist om forståelsen av dette reglementet avgjøres av Olje- og energidepartementet.

Fig 6. Manøvreringsreglement fra Kgl. Res av 4.3.2011 Tillatelse for AEP til utvidelse av Iveland kraftverk.

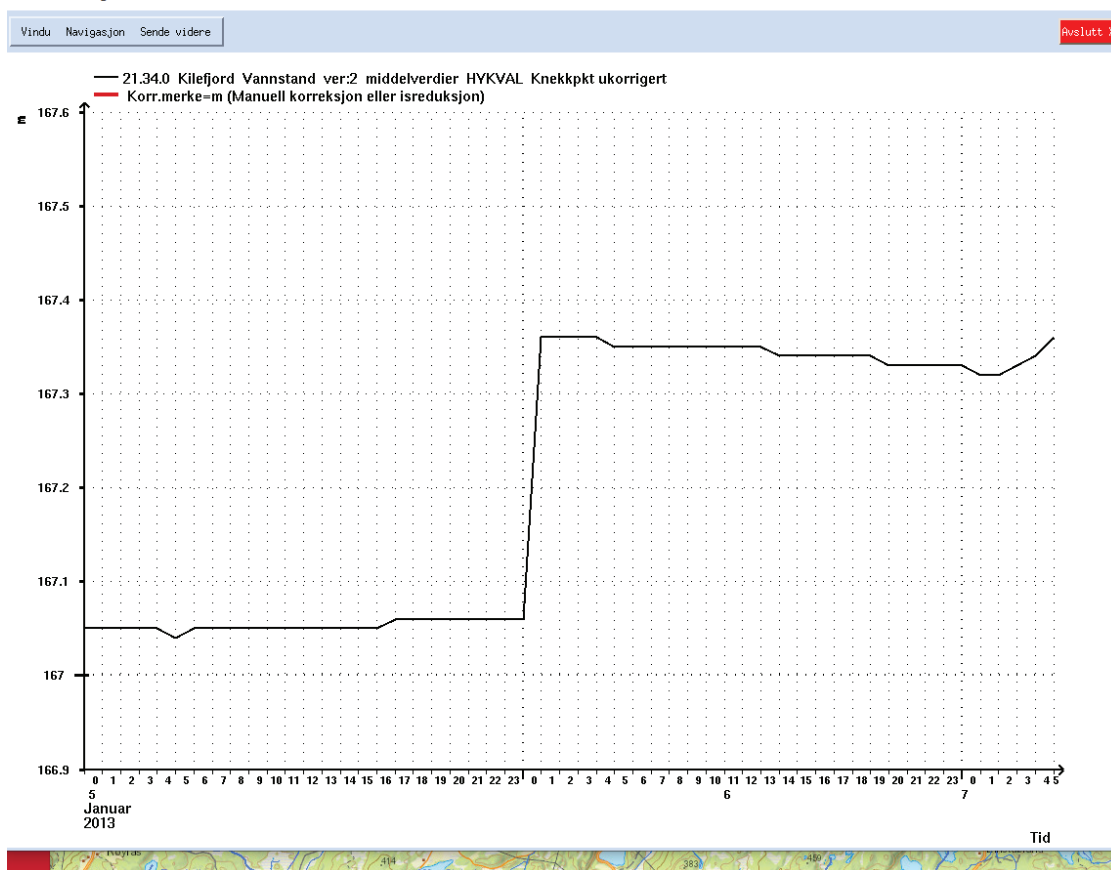


Fig. 7. Justering av vannstand med 30 cm ved midnatt natt til 6. januar. Alle verdier for dette tidspunktet må justeres opp med 0,408m for at hele tidsserien skal vises i NN54.

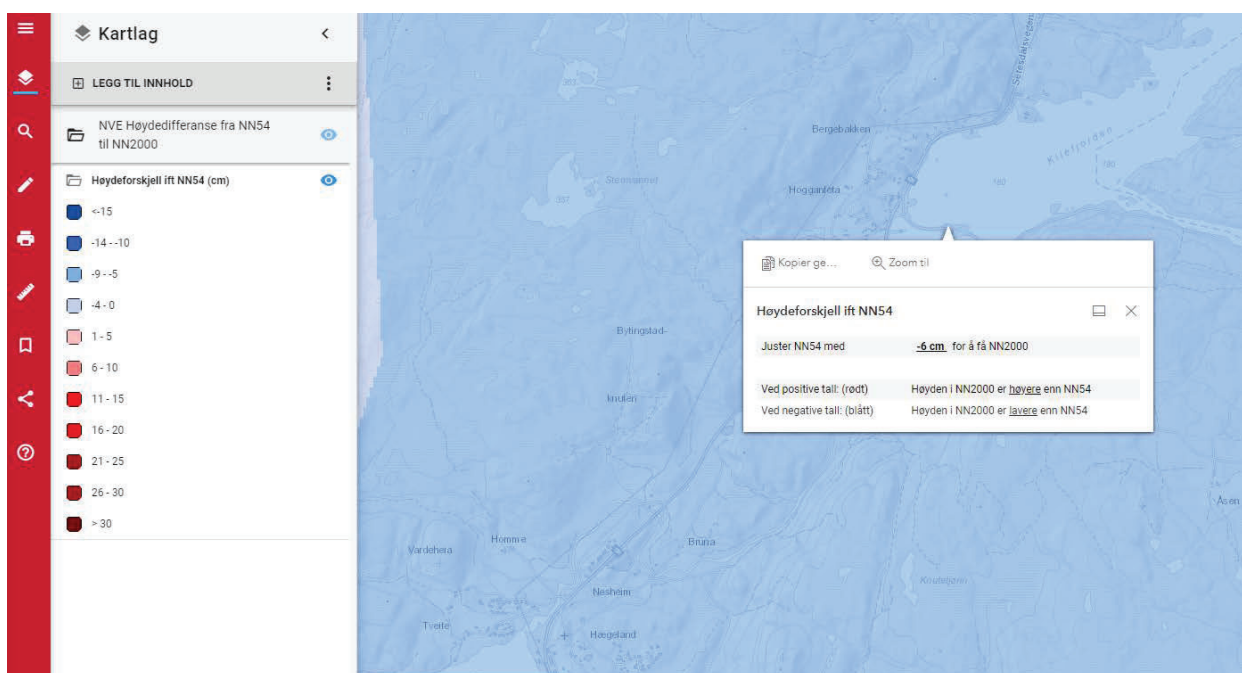


Fig 8. Høydedifferanse mellom NN54 og NN2000 fra NVEs temakart

Vedlegg 2: Kommentarer fra Agder Energi til NVEs notat

21.34 Kilefjord vannmerke (gammelt nr 888)

Morten Due 24.06.2022

AEV-kommentarer – rød skrift.

Notat etter gjennomgang av arkivert materiale i NVE

Den gamle vannmerkeprotokollen angir at målestasjonen ble etablert i mars 1922, ca 600 m syd for Hægeland jernbanestasjon. Første verdi i NVEs database er fra 22.mars 1922. Det ble montert en skala (0 – 4 m) i lokal høyde (skalaens nullpunkt har høyden 0). Nullpunktet er gitt høyden 166 moh. uten at det er referert til noe høydegrunnlag. Trolig er dette gjort for å ha en noenlunde reell høyde, samt at man da ville unngå negative høyder siden skalaen åpenbart gikk tørr ved lavvann. Vi har sjekket at verdiene i databasen stemmer overens med det som er innrapportert ved oppstart.

Den opprinnelige skalaen sto på Kjeøya

DAGUT - utskrift fra HYDAG_POINT foretatt:24.06.2022 08:19												
Stasjonsnr.: 21.34.0	+-----Utm:-----+				Stasjonens høyde....: 170.0 moh							
Stasjonsnavn: Kilefjord	Sone: 33				Kartblad.....: 1511-IV							
Parameter....: Vannstand	Nord: 6497079				Vassdragsnummer....: 021.B62							
Versjon.....: 1	Øst.: 78367				Naturlig nedbørfelt: 3342.39 km²							
Stasjonstype: Privat, pålagt	+-----+				Stasjonsstatus.....: Aktiv							
Døgn-verdier - middelverdier				Enhet:m								
Ingen markering=ingen korreksjon												
1922	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	---	---	---	166,15	167,03	167,98	166,85	166,55	166,60	166,46	166,22	166,12
2	---	---	---	166,14	166,90	168,10	166,65	166,50	168,20	166,46	166,26	166,11
3	---	---	---	166,14	166,85	168,14	166,98	166,54	168,55	166,46	166,36	166,11
4	---	---	---	166,15	166,84	168,08	167,70	166,56	168,00	166,40	166,22	166,11
5	---	---	---	166,16	166,87	167,99	167,38	166,50	167,46	166,40	166,12	166,13
6	---	---	---	166,20	166,90	167,90	167,98	166,54	167,07	166,40	166,10	166,16
7	---	---	---	166,22	166,93	167,94	168,42	166,50	166,86	166,40	166,16	166,15
8	---	---	---	166,22	167,06	167,97	168,43	166,40	166,70	166,43	166,07	166,14
9	---	---	---	166,24	167,34	167,74	168,35	166,41	166,60	166,44	166,04	166,12
10	---	---	---	166,24	167,46	167,72	168,30	166,42	166,54	166,43	166,04	166,10
11	---	---	---	166,22	167,50	167,80	168,17	166,46	166,48	166,43	166,09	166,10
12	---	---	---	166,19	167,42	167,85	167,80	166,47	166,46	166,44	166,09	166,10
13	---	---	---	166,21	167,34	167,90	167,42	166,40	166,40	166,46	166,09	166,11
14	---	---	---	166,23	167,26	167,90	167,36	166,42	166,40	166,46	166,15	166,11
15	---	---	---	166,29	167,20	167,85	167,14	166,35	166,45	166,46	166,24	166,08
16	---	---	---	166,44	167,19	167,68	167,10	166,41	166,44	166,34	166,17	166,06
17	---	---	---	166,48	167,10	167,57	166,92	166,48	166,43	166,27	166,17	166,06
18	---	---	---	166,46	167,15	167,32	166,70	167,02	166,45	166,27	166,17	166,06
19	---	---	---	166,45	167,18	167,24	166,62	167,36	166,46	166,26	166,17	166,11
20	---	---	---	166,42	167,27	167,12	166,70	167,28	166,50	166,31	166,14	166,10
21	---	---	---	166,37	167,36	167,03	166,70	166,98	166,52	166,27	166,17	166,12
22	---	---	166,04	166,36	167,48	166,96	166,76	166,29	166,46	166,30	166,17	166,15
23	---	---	166,05	166,36	167,50	166,86	166,80	166,66	166,44	166,28	166,17	166,18
24	---	---	166,06	166,32	167,65	166,88	166,74	167,40	166,40	166,27	166,18	166,48
25	---	---	166,12	166,49	167,90	166,90	166,86	167,90	166,40	166,23	166,17	166,50
26	---	---	166,13	166,55	168,08	166,95	166,86	167,86	166,38	166,20	166,16	166,71
27	---	---	166,14	166,66	168,16	166,98	166,73	167,58	166,40	166,21	166,14	166,60
28	---	---	166,18	166,93	168,18	167,02	166,73	166,86	166,40	166,16	166,13	166,64
29	---	---	166,16	167,15	168,18	166,98	166,68	166,83	166,40	166,16	166,12	166,34
30	---	---	166,17	167,10	168,13	166,97	166,64	166,70	166,40	166,16	166,11	166,15
31	---	---	166,16	---	168,00	---	166,58	166,66	---	166,18	---	166,05

Fig. 1 Registrerte vannstander i 1922

Kontrollbolt

27.feb. 1930 ble det etablert et kontrollmerke med høyde 3,32 m på vannmerket (se notat i fig 2). I vannmerkeprotokollen er denne angitt med høyden 169,32 m. Dette er i samsvar med angivelsen av

skalaens nullpunkt på 166 m og underbygger at dette er en høyde uten referanse til et offisielt høydegrunnlag.

Høyden 169,32 på kontrollbolten er referert til den originale måleskalaen – og er ikke NVE høyde. (den viser «KEV» høyder)

Måleskalaen ble kontrollert (nivellert) den 04.04.22. Målingen, og flere andre målinger /indikasjoner viser at måleskalaens toppunkt ligger 419 mm under bolt 888. Ergo: Dagens måleskala ca 10 cm lavere enn den det refereres til i de originale notatene. Måleskalaen har vært ute av drift i svært mange år, og er tæret av tidens tann, em den noe yngre skalaen ved Hægeland stasjon viser en omtrent samme vannstand. Min konklusjon er at skalaen er blitt justert ned, trolig etter reguleringen i 1952.

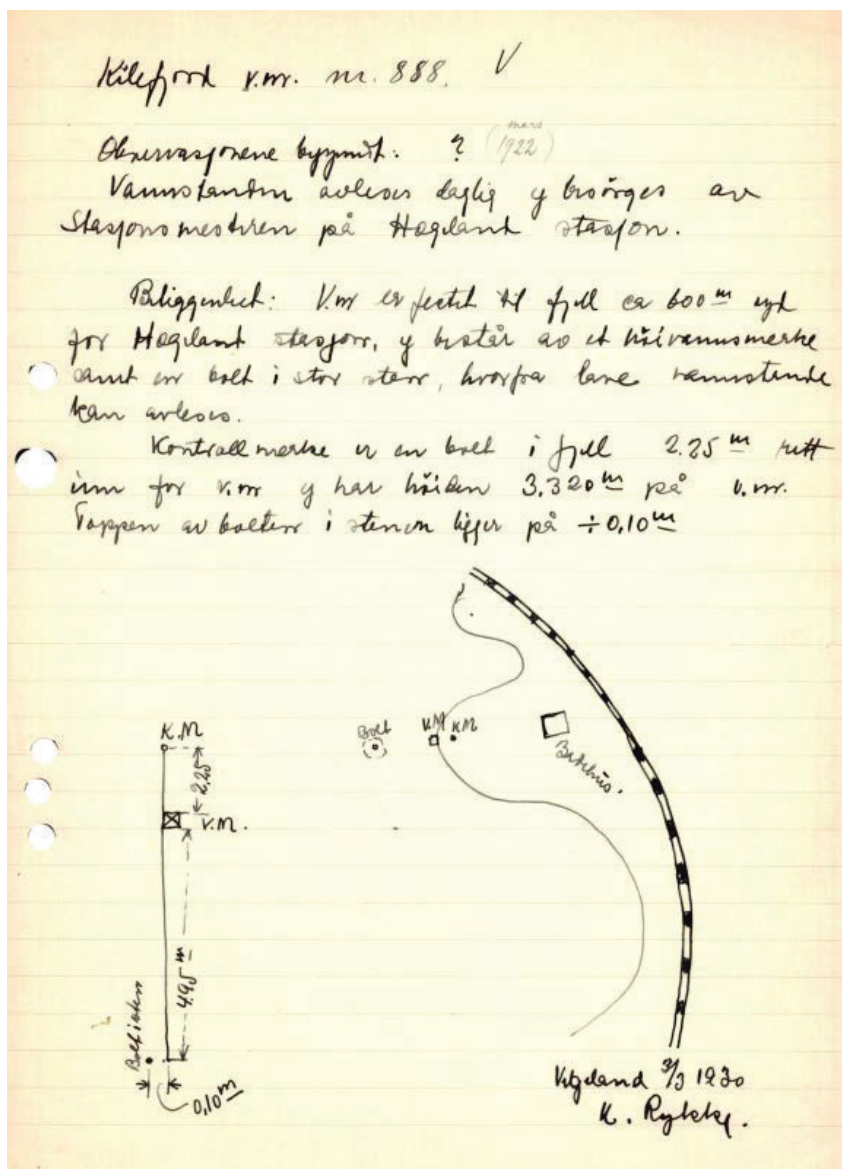


Fig 2. Skisse av målested og angivelse av kontrollmerke

Lavvannsbolt

27. feb. 1930 ble det også senket ned en stein med en bolt for å kunne lese av vannstander når skalaen gikk tørr. Boltene ble målt til 165,90 på skalaen; dvs. 10 cm under nullpunktet. Ved kontroll i 1934 ble boltene målt til høyde 165,848 og det er anført at avlesninger fra denne boltene deretter skal ha denne høyden som utgangspunkt, samt at alle avlesninger fra 1933 justeres ned 5 cm.

Alle avlesninger fom. 1933 skal justeres ned med 5 cm (52 mm) – antar at det kun gjelder målinger som er tatt fra bolten på steinen!

Bolten ble funnet 07.08. Dybde ble målt, skala avlest, og høyde på bolten ble beregnet til 165,827 – dvs 21 mm lavere enn NVEs angivelse fra 1930. Differansen kan være: Unøyaktig måling (fra kajakk), Traff målestanga på toppen av bolten?, har deler av bolten korrodert bort (82 år under vann), har steinen flyttet på seg?

Høydegrunnlag

Det oppgis i vannmerkeprotokollen at vannmerkets nullpunkt = + 0,337m i NVEs nivellement fra 1923. Konsekvensen av det er at alle verdier må tillegges 0,337 for å tilsvare NVE-høyde. Kontrollbolten får da høyden $169,32 + 0,337 = 169,657$ i NVE-høyde. Konvertering til NN54 med tillegg av 0,071m gir en bolthøyde på 169,728 i NN54. Landmålerens innmåling av denne bolten ga til sammenligning høyden 169,69 i NN54.

Konvertering til NN2000 er NN54 verdier minus 0,075 m, dvs bolthøyde på 169,653. Usikker på hvilken landmåler, og hvilken måling som ga 169,69. TTs måling fra kjent NGO bolt ga en høyde på 169,724. Vårt nivellement fra 2022 (Leif Ottar og O M) ga en høyde på 169,721.

(Kuleskallet som pleier å dekke over NGO-bolten var borte – dvs at utgangshøyden på denne bolten er noen mm mindre enn oppgitt).

Konklusjon: Bolten på Kjeøya har høyden som NVE opererer med; 169,728. (Arild J's kontroll i 2009 ga en differanse på ca 5 mm på, han konkluderte at NVE oppgitt høyde stemmer.)

Hvilken landmåler, og hvilken måling er det snakk om? Ukjent for AEV. Differanse 169,728-169,69=38 mm. Hva slags høydebolt har han gått ut fra? Hvilket høydesystem?

Limnigraf – målested 2

Av vannmerkeprotokollen fremgår det en limnigraf ble montert høsten 1941. Det framgår av en skisse i stasjonsmappen at den ble plassert ca 600 m nord for Hægeland stasjon. Pga. problemer med stabil drift av denne er det først fra 1945 dataene fra limnigrammene er det som er lagret. I kontrollene som er anført fra 1947 og 1951 refereres det likevel til den opprinnelige skalaen (som ble forlenget i bunn slik at den kunne måle ned til 165,75) og bolten i stein med høyde 165,84. Vi antar dermed at høydeangivelsene fra start og fram til 1. november 1952 er å anse registrert det lokale høydegrunnlaget.

Målingene fram til 1952 ble logget i «KEV» høyder

Konvertering til NVE-høyde vil da være gitt ved Registrert vannstand pluss 0,337m. Videre konvertering til NN54 vil oppnås ved å plusse på 0,071 m (ref. korreksjonstabell for Otra ved Hægeland). Differansen mellom den lokale høyden og NN54 blir da + 0,408m.

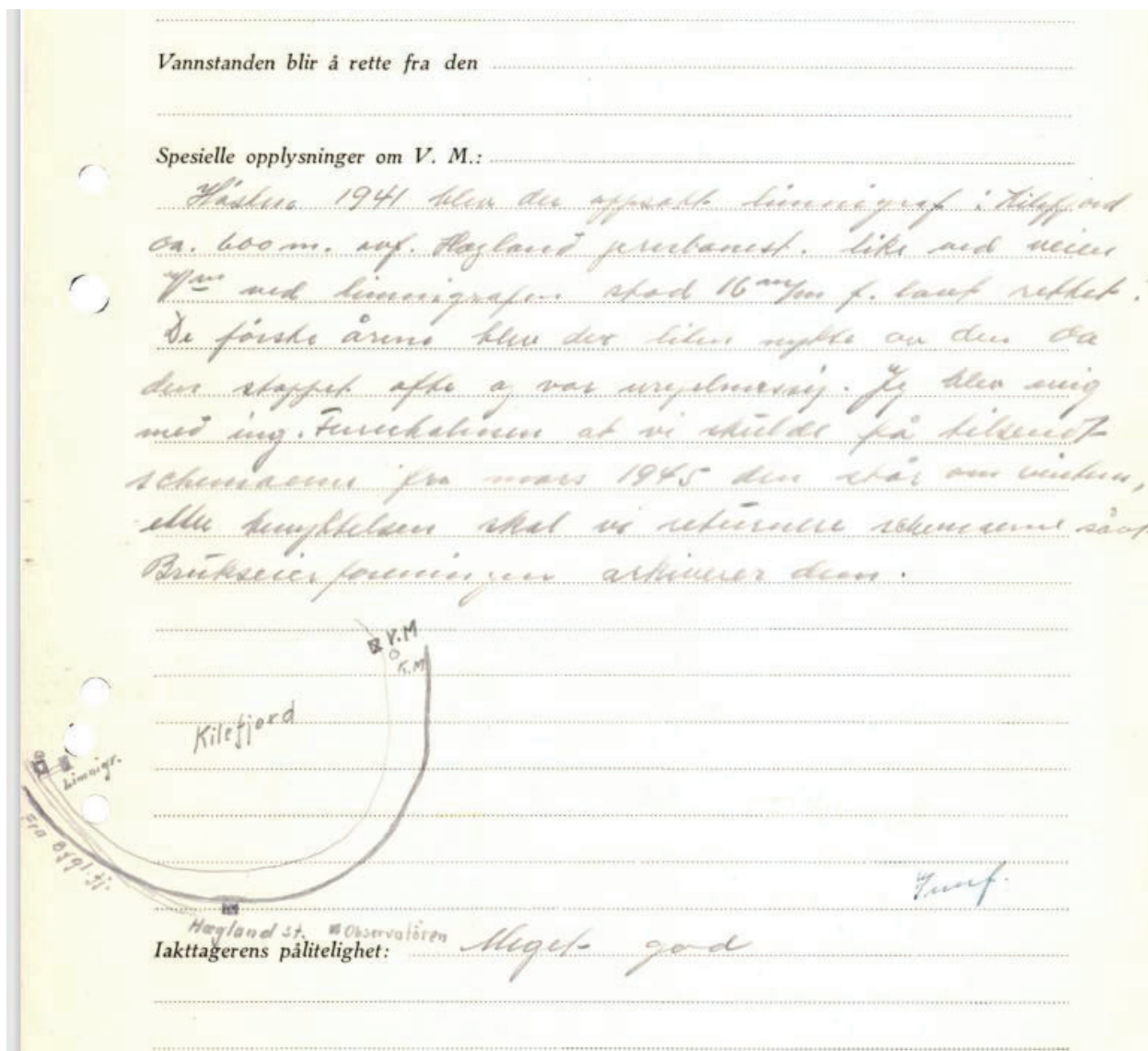


Fig. 3 Notat om etablering av limnigraf

ScanMatic-logger – målested 3

Det er lite informasjon i NVEs arkiver etter 1952, da Kilefjord vannmerke ble regulert og definert som et magasin-vannmerke. En reiserapport fra 1993 angir imidlertid at stasjonen er utstyrt med Scan Matic-instrument og trykksensor. Her gis det også en anbefaling om etablering av kumstasjon. Et kontrollskjema fra 30.9.1993 angir vannstand 166,95 m kl 17:30. Lagret døgnverdi i NVEs database er 166,97.

Noe usikkerhet om hvilke vannstander som ble registrert fra 1952 til 1993. Antar at det er her snakk om målestasjonen ved Kile stasjon. Skalaen der er omtrent på samme nivå som den gamle skalaen på Kjeøya – dvs lavere enn den originale skalaen fra før 1924 (kontrollmålt/ vurdert til ca 8 cm lavere) Vannstander som er logget med basis i denne skalaen vil gi høyere verdier enn de originale.

Nåværende målested

I 1998 mottar NVE en henvendelse om flytting av stasjonen hvor det medfølger et kartutsnitt med angivelse av eksisterende målested og forslag til nytt. Her framgår det at stasjonen nå er plassert ved Trelertangen og at den foreslås flyttet til Kjeøya, nær den gamle målestaven. Det er vel da rimelig å anta at det er her dagens kumstasjon ble etablert. Vi har ingen informasjon om når kumstasjonen ble etablert

eller om fastmerkebolter her, men det kan tenkes at etableringen har sammenheng med overgangen til timesdata fra 2004.

Den nye kumstasjonen ble etablert på Kjeøya (dagens stasjon)

Til/To: NVE, Hydrologisk avdeling
Att.: Oddmund Solheim
Kopi/CC: Gunnar Tjemsland
Fax: 2295 9004 Tot ant/No: 2
Dato/Date: 12.5.98
Fra/From: Dagfinn Jernes

NYTT VANNSTANDMÅL I KILEFJORDEN.

Viser til telefonsamtale i dag 12.05.98 vedr. vannstandsmåling i Kilefjorden.

Vedlagte kart datert 12.05.98 viser eksisterende Kilefjorden VM, en gammel observert målestav og eventuell plassering av nytt VM som skal erstatte eksisterende Kilefjorden VM. Eventuelle kommentarer til ny plassering imøtesees.

Vi har også planer om å etablere en nedbørstasjon i nærheten av nytt VM.

Hilsen



Vi har ingen merknader til plassering av
nytt VM i Kilefjorden.
Legger ved kopi av vår vannmerkeprotokoll.

Vi har ingen opplysninger om VM
ellv 1953.

Hilsen

Oddmund Solheim

Elvegt 2
Postboks 2034 Posebyen
N-4602 KRISTIANSAND
Tlf: (+47) 38 07 86 00
Fax: (+47) 38 02 77 60

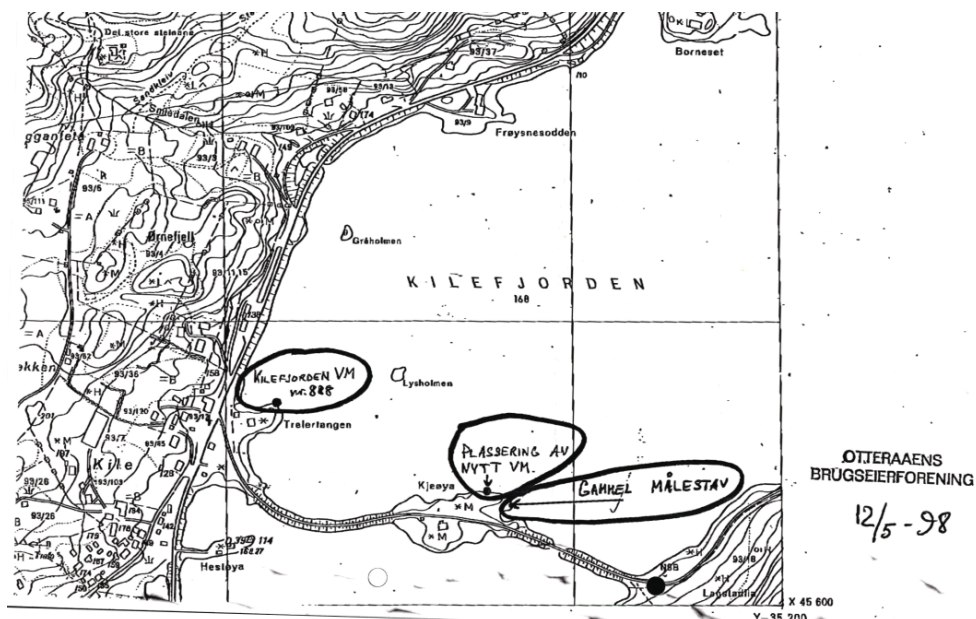


Fig 4. Flytting av målestasjonen til Kjeøya

På dette kartet er målepunktet på Trelertangen oppgitt som VM 888 – det er feil. VM 888 ligger på Kjeøya ved siden av den gamle målestaven. Skissa med inntegnet plassering på VM 888 har noe av skylden i at dagens målestav, og HRV-bolt på Kjeøya er feil.

Høydegrunnlag og korrigering av data

NVE har ingen informasjon om endring i høydegrunnlag for målte data fra etablering og fram til 2013. Vi legger da til grunn at vannstander fram til 6.1.2013 har blitt registrert i den opprinnelige lokale høyden hvor kontrollbolten har høyde 169,32 m på skalaen. Konvertering til NN54-høyde innebærer at alle verdier må justeres opp med **0,408 m**.

Her «konstaterer» også NVE at verdiene må justeres opp med 0,408 m for å gi NN54 høyder (det gjelder i alle fall for Kilefjorden)

I 2011 fikk Agder Energi tillatelse til utvidelse av Iveland kraftverk. I forbindelse med saksbehandlingen ble det avdekket at høydesystemet som var lagt til grunn for angivelse av HRV og LRV i Kilefjorden og Gåseflåfjorden ikke var i NN54, men i det opprinnelige lokale høydesystemet.

Høydesystemet i Kilefjorden var på dette tidspkt. «KEV» høyder + 4 cm, dvs målte vannstander var 4 cm lavere enn «KEV» vst.

HRV, opprinnelig angitt som 167,00 m, ble i tillatsen endret til 167,30 (NN54). Dette antar vi er bakgrunnen for justeringen på 30 cm som ble gjort i 6.1.2013.

HRV ble i 1952 definert som vannstanden ved 170m³/s, som var 167,0 på måleskalaen.

Lik HRV for både Gåseflå og Kilefjorden. Omregnet til NN1954 gir det en vannstand på 167,408.

AEV s innmåling i 2009 brukte feil utgangshøyde, (overløpet på dam Gåseflå avvik ca 10 cm) som medførte at HRV i NN1954 ble feilaktig satt til 167,30. Det skulle vært 167,408

NVEs retningslinjer for registrering av måledata fra reguleringsmagasiner angir at dette skal skje i samme høydegrunnlag som angitt i konsesjonen. I dette tilfellet er angivelsen av HRV og LRV i NN54. Vi legger derfor til grunn at det fortsatt er vannstander registrert i NN54 som rapporteres.

Det er et avvik på 10 cm mellom endringen i høyde fra konsesjonen (30 cm) og endringen beregnet fra den opprinnelige lokale høyden, via NVE-høyde og til NN54-høyde (40 cm). Det har vi ingen god forklaring på.

Se kommentar over.

Fra: Brunvatne, Olav [Olav.Brunvatne@ae.no]
Sendt: 18. desember 2009 14:30
Til: Alstad Kjell
Kopi: Brodtkorb Eilif
Emne: Utvidelse Iveland kraftverk - justering av utkast til man.reg., ref NVE's innstilling av 10.03.09

Vedlegg: Innstilling fra NVE 10.03.09 - utkast til man.reg - justerte kotehøyder HRV og LRV.pdf

Hei igjen!

Viser til gårsdagens telefonsamtale angående høydeangivelse av HRV mv i utkast til manøvreringsreglement for regulering av Kilefjorden og Gåseflåfjorden i NVE's innstilling av 10.03.09.

I manøvreringsreglementets punkt 1. Reguleringer er HRV for Kilefjorden og Gåseflåfjorden angitt å være kote 167,00 med referanse til SKs (Statens kartverks) høydesystem (NN 1954). Tallet er feil da det ikke referer til SKs sitt høydesystem (NN 1954). Tallet 167,00 stammer derimot fra manøvreringsreglementet fra 1948 (ref kgl.res av 08.06.1948) hvor høyden refererer til - "Kilefjorden vannmerke hvis nullpunkt har høyden 0,337 i Vassdragsvesenets generalplan."

Korrekt høyde i SKs sitt høydesystem (NN 1954) er 167,30.

Det er nylig utført en kontrollmåling (presisjonsnivellement) i regi av Nettkonsult v/ Arild Johannessen som bekrefter at ovennevnte høyde er korrekt.

Har for enkelthets skyld anført hva som må endres i NVE's sitt utkast , ref vedlegg hvor de korrekte tallene er angitt med rødt.

Det understrekes for ordens skyld at dette kun dreier seg om en "tallfeil"! Dette medfører ingen fysiske eller vannstandsmessige endringer verken i Gåseflåfjorden eller i Kilefjorden!

Mvh

Olav B.

Fig 5. Epost om feil i høydegrunnlag

Manøvreringsreglement

for regulering av Kilefjorden og Gåseflåfjorden i Iveland og Vennesla kommuner, Aust-Agder og Vest-Agder fylke

(erstatter reglement gitt ved Det kongelige industri-, håndverk og skipsdepartement 8. juni 1948)

1. Reguleringer

Magasin	Naturlig vannst. kote	Reg.grenser		Oppd. m	Senkn. m	Reg. høyde m
		Øvre kote	Nedre kote			
Kilefjorden		167,30	166,43			0,87
Gåseflåfjorden		167,30	163,30			4,00

Reguleringsgrensene skal markeres med faste og tydelige vannstandsmerker som det offentlige godkjenner.

Høydene refererer seg til SKs høydesystem (NN 1954).

2.

Ved manøvreringen skal det tas for øyet at vassdragets naturlige flomvannføring nedenfor magasinene og overføringsstedene såvidt mulig ikke økes.

I perioden 15. mai til 15. september skal vannstanden i Gåseflåfjorden ikke underskride kote 166 med mindre det er fare for flom, eller det er behov for lavere vannstand i forbindelse med tilsyn/vedlikehold av anlegget.

Det skal slippes en minstevannføring fra Gåseflådammen på 2,5 m³/s fordelt over året.

I tiden 1. mai – 31. september skal det slippes 3 m³/s.

I tiden 1. oktober – 30. april skal det slippes 2 m³/s.

Forøvrig kan tappingen skje etter kraftverkseiers behov.

3.

Det skal påses at flomløp og tappeløp ikke hindres av is eller lignende og at reguleringsanleggene til enhver tid er i god stand. Det føres protokoll over manøvreringen og avleste vannstander. Dersom det forlanges, skal også nedbørmengder, temperaturer, snødybde m.v. observeres og noteres. NVE kan forlange å få tilsendt utskrift av protokollen som regulanten plikter å oppbevare for hele reguleringstiden.

4.

Viser det seg at slippingen etter dette reglementet medfører skadelige virkninger av omfang for allmenne interesser, kan Kongen uten erstatning til konsesjonæren, men med plikt for denne til å erstatte mulige skadevirkninger for tredjemann, fastsette de endringer i reglementet som finnes nødvendige.

Forandringer i reglementet kan bare foretas av Kongen etter at de interesserte har hatt anledning til å uttale seg.

Mulig tvist om forståelsen av dette reglementet avgjøres av Olje- og energidepartementet.

Fig 6. Manøvreringsreglement fra Kgl. Res av 4.3.2011 Tillatelse for AEP til utvidelse av Iveland kraftverk.

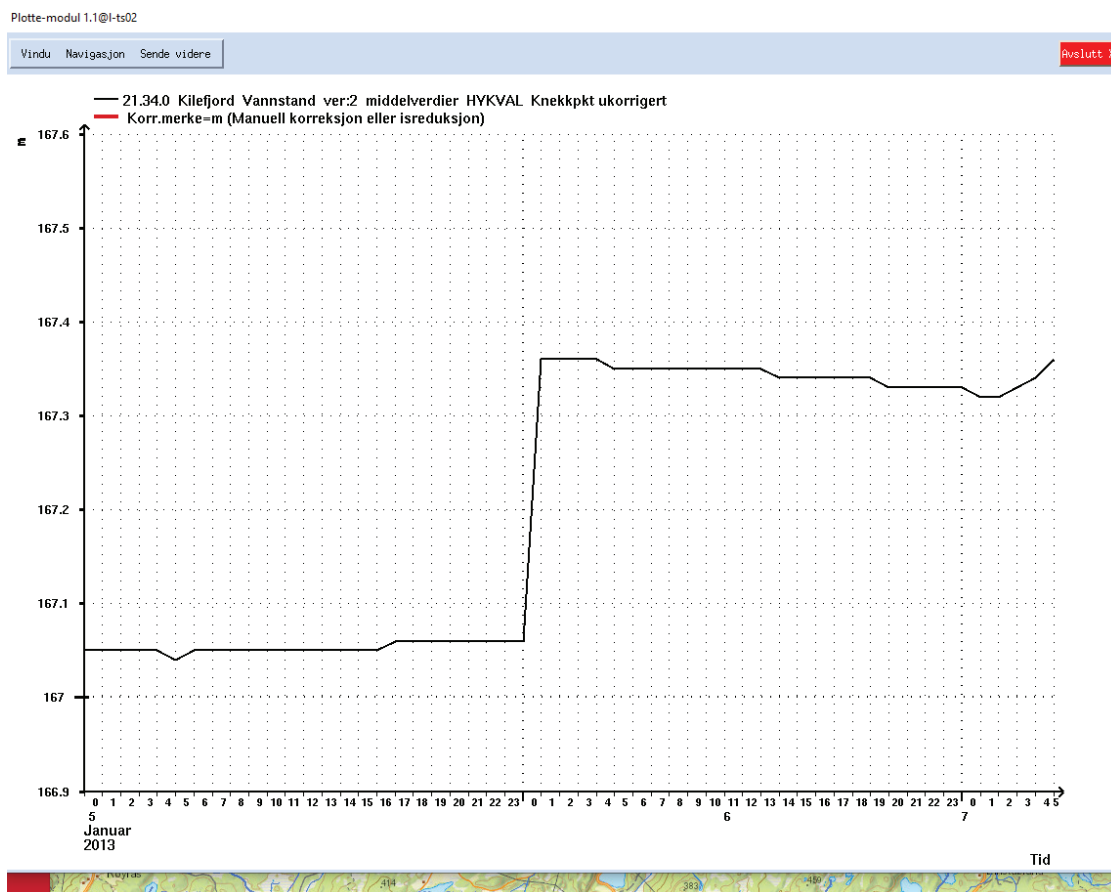


Fig. 7. Justering av vannstand med 30 cm ved midnatt natt til 6. januar. Alle verdier for dette tidspunktet må justeres opp med 0,408m for at hele tidsserien skal vises i NN54.

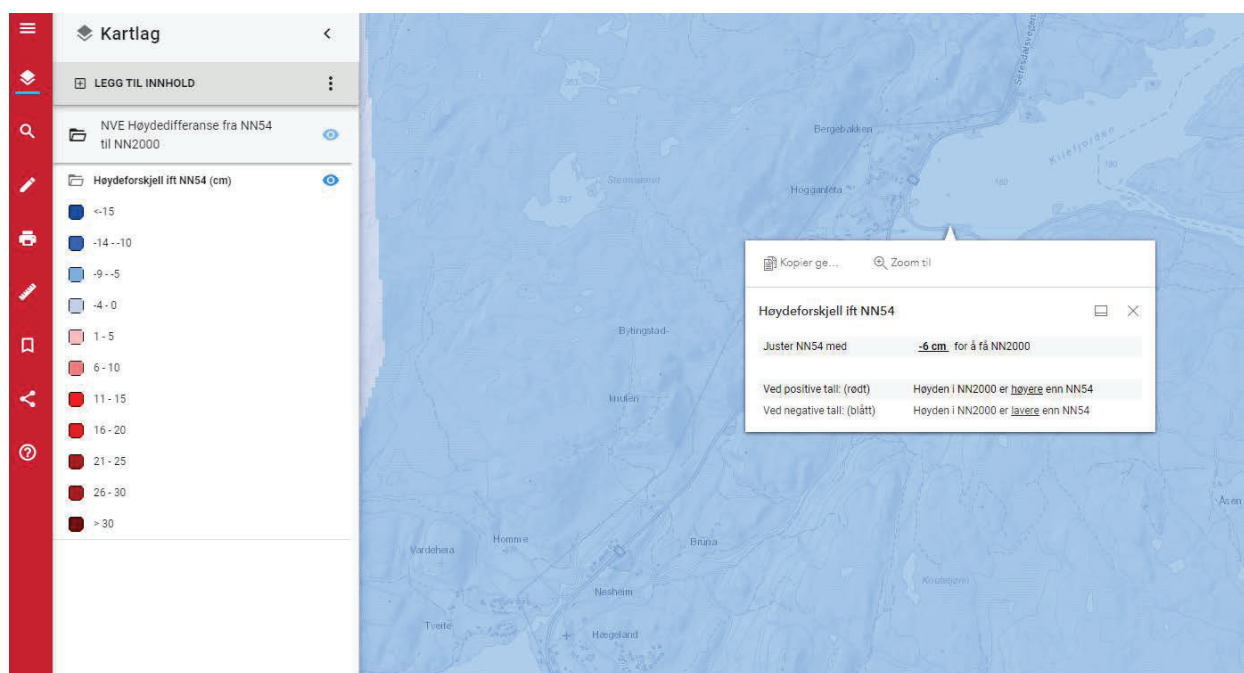


Fig 8. Høydedifferanse mellom NN54 og NN2000 fra NVEs temakart

Vedlegg 3: Oppsummering av korreksjoner for vannmerke Kilefjord fra Agder Energi

Kristiansand 16. september 2022

Høyder Kilefjorden oppsummering fra teams

møte 09.09.22

Jakob Hovet

ae.no @Agder_Energi @agderenergi

Litt om historikken så langt det har vært mulig å rekapitulere pt.

Sidene 5, 6, 7 og 8 ble vist i teams møtet den 9. sept. og danner grunnlaget for beregning av korreksjonsfaktorene side 4.

I etterkant av teams møtet har det blitt gjort noen dykk i gamle håndskrevne journaler hvor manuell avlesning av vannstander har blitt loggført.

Ut fra dette tyder det nok på at det var først på 1960 tallet at man gikk over til å benytte skalaen som vist på figuren side 6. Vi har tidligere antatt at den ble benyttet fra 1954.

Eksakt tidspunkt har vi dessverre ikke klart å les ut av de gamle protokollene, pt.

1952 Dam Gåseflå blir bygget.

I den forbindelse ble overløpet støpt ca. på kote 166,9 i KEV høydesystem, dvs. ca. 10 cm lavere enn konsesjonsgitt HRV. På tegninger og dok. fra dambyggingen ble det anført at overløpet ble støpt på kote 167,0 ref. KEV høyde. Denne feilen er først nylig oppdaget.

Måleskala/målestaver har derfor i ettertid feilaktig blitt plassert tilsvarende lavt. Jfr. «lysarkene» side 6 - 8

2006 HRV bolter ble satt ut. HRV for Gåseflå ble satt overløpet til dammen. HRV bolt for Kilefjorden ble satt ca. 4 cm for lavt i forhold til Konsesjonshøyde 167,0

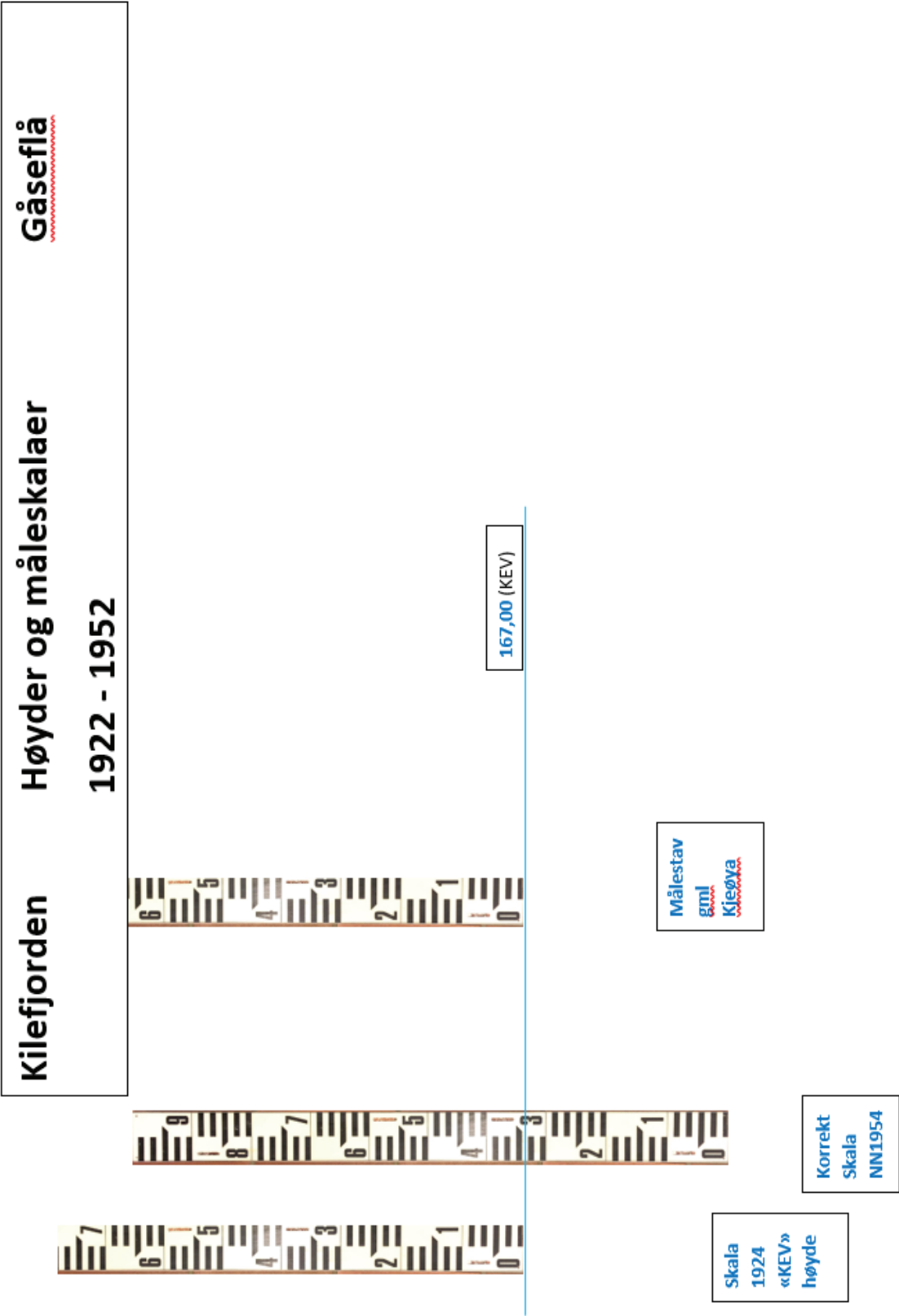
2009 innmåling for å fastsette høyder i NN1954 i forbindelse med at det ble søkt konsesjon for Iveland II. Landmålere antok at høyde på overløpet til Dam Gåseflå stod riktig plassert på kote 167,0 ref. konsesjonshøyde i «KEV høydesystem» og beregnet da at overgangen til NN1954 vil være +30 cm, (mot korrekt 40,8). Måleskalaer ble da justert i forhold til det. Ref bilde nr. 7

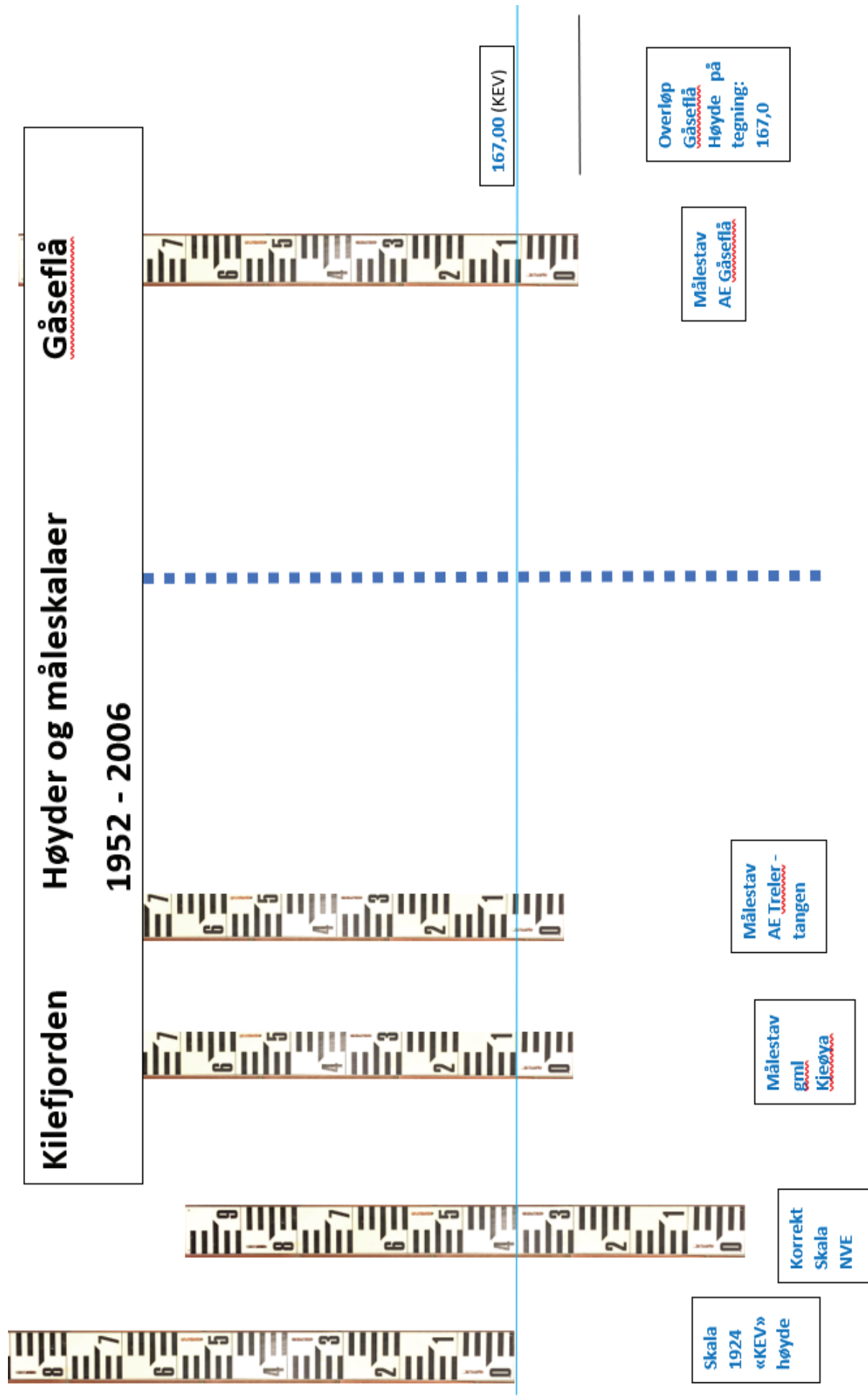
Feilen som ble gjort da dam Gåseflå ble bygget har forplantet seg og dessverre ikke blitt oppdaget før nylig, og ført til at måleskalaer har blitt feilplassert, for lavt, i forhold til konsesjonshøyden.

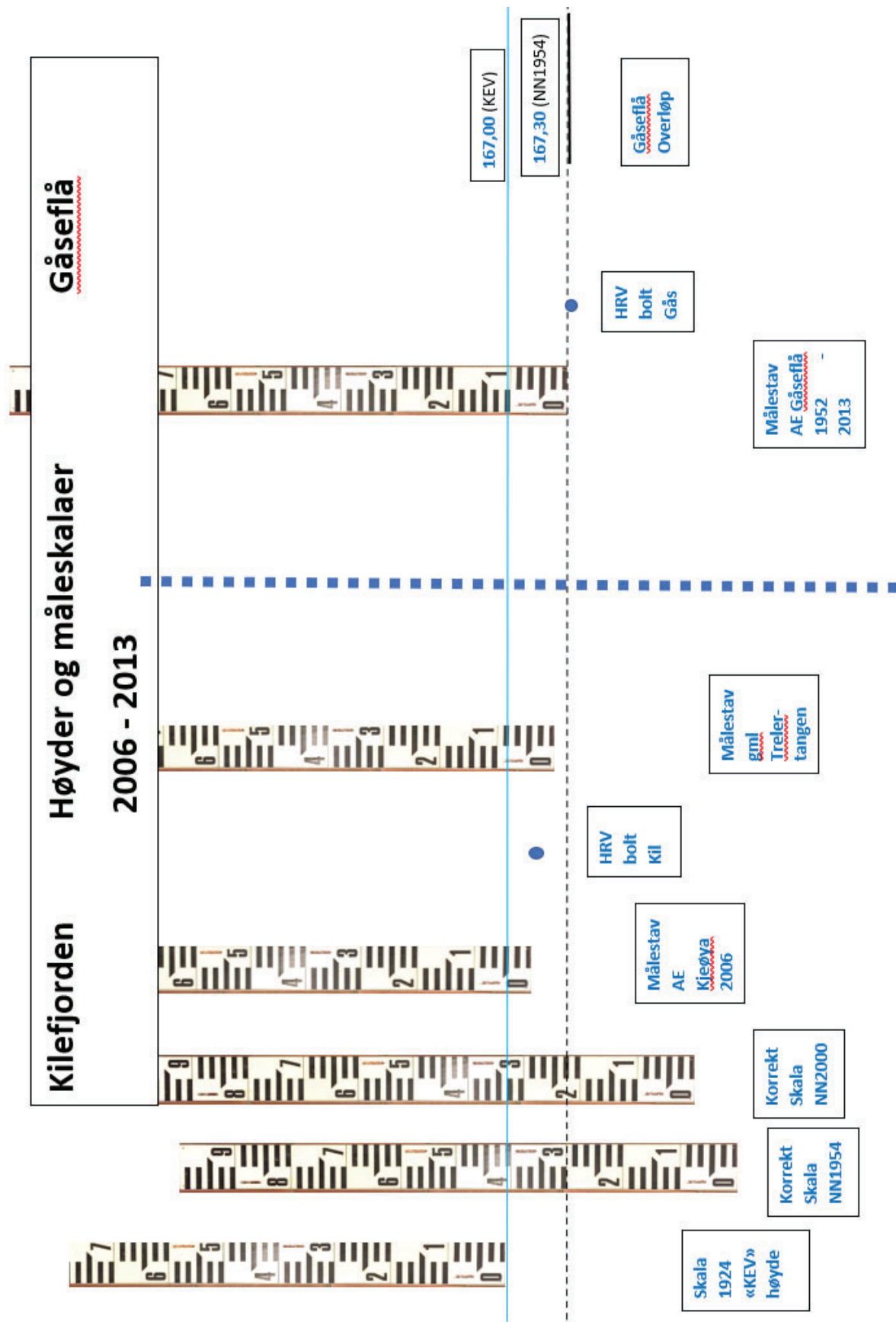
På de følgende lysarkene er høydene fremstilt grafisk der måleskala, er vist i forhold til konsesjonshøyden for Kilefjorden. Omregning til NN1954 blir da. (ref. teams møte 09.09.22)

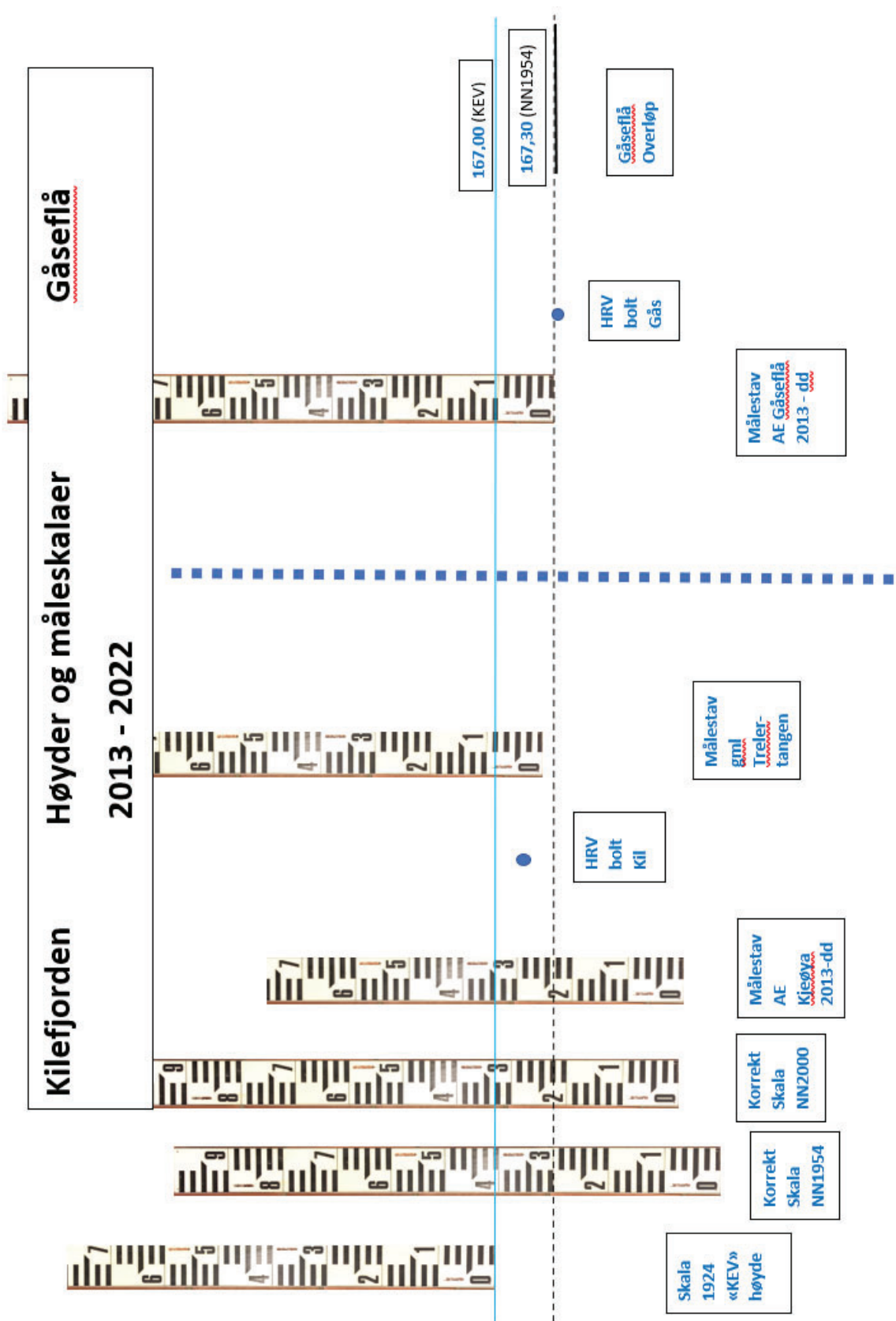
- 1954* – des.2006
Trekke fra ca. 7 cm, legge til 40,8 cm – korreksjon +33,8 cm
- jan. 2007 – mai.2013
Trekke fra ca. 4 cm, legge til 40,8 cm – korreksjon +36,8 cm
(samsvar med årskontroll mai 2007)
- Etter 06.01.2013
Korreksjon + 6,6 cm

* NB vi har gjort noen kontroller i gamle logg-bøker, og der kan det se ut som at skalaen ble justert ca.1960, og ikke i 1954 som først antatt. Uten at det er helt entydig har vi også indiksjoner på at i perioden kan skala som viser 10 cm feil være benyttet, vi har i midlertid av forsiktighetsgrunner antatt skala som viser ca. 7 cm jfr. side 6, ble benyttet

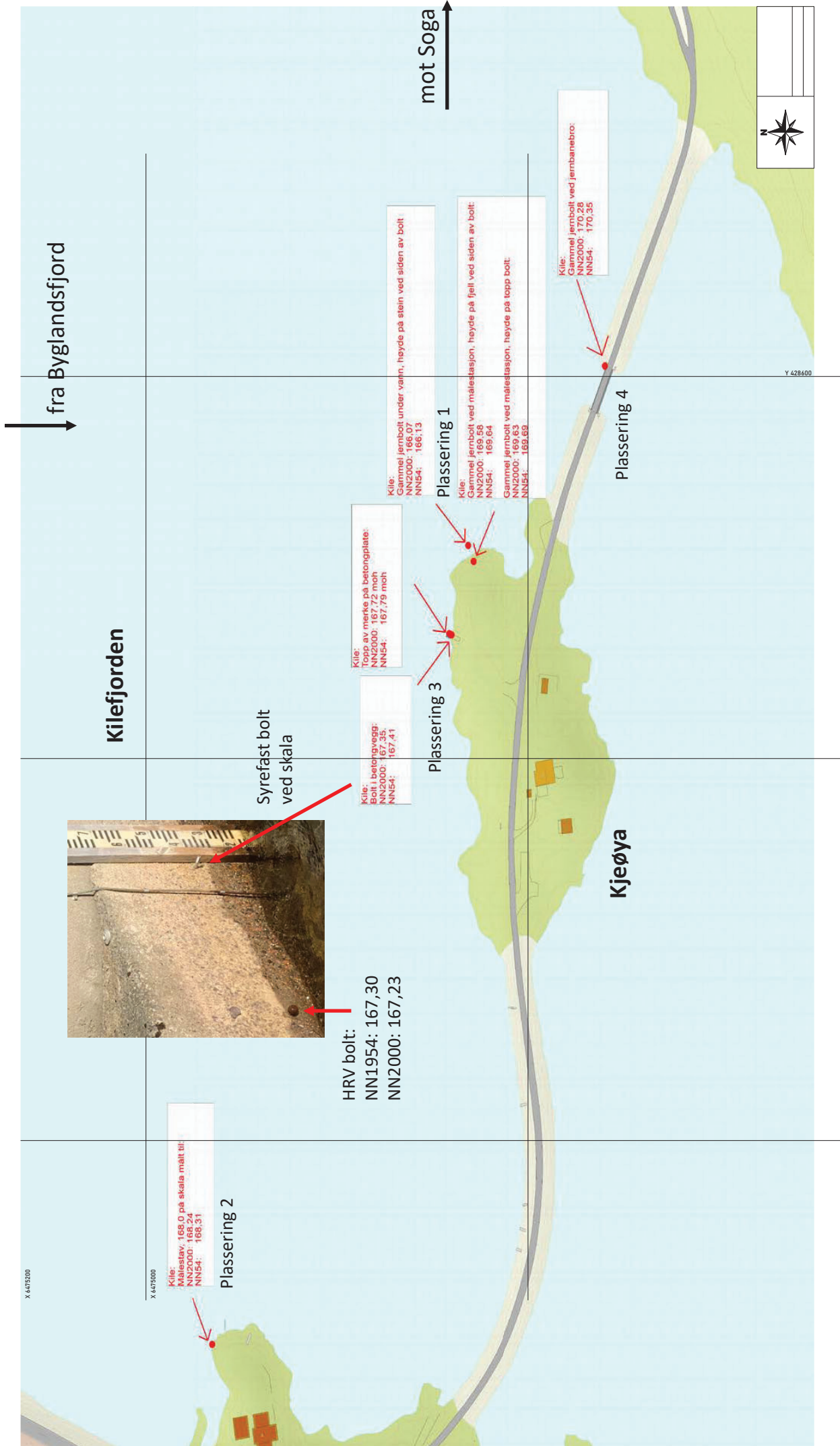








Vedlegg 4: Kart og innmålte høyder for ulike plasseringer av vannmerke Kilefjord



Vedlegg 5: Korreksjoner av vannstandsdata gitt av NVE

21.34 Kilefjord Grunnlag for konvertering av tidsserien fra KEV-høyde til NN54-høyde

Periode	Dato	Tiltak	Nivellert vst.	Skalavst.	Loggervst	NN54	Korreksjon	Kommentar	Korreksjons- periode
1	22.09.1922	Målestasjon opprettes - skala monteres på Kjeøya		166,00		166,408	0,408	Kontrollmerknader i vannmerkeprotokollen dokumenterer at målestaven har vært stabil i perioden.	22.09.1922 - 31.10.1952
	31.10.1952	Dam Gåseflå omgjør stasjonen til et magasin							
	31.10.1952	Dam Gåseflå er støpt 10 cm lavere enn HRV. Målestav i Gåseflå og Kilefjord senkes 10cm		166,00		166,308	0,308	<i>Info fra AEP: Overløp Gåseflå er støpt 10 cm lavere enn konsesjonshøyden. Målestavene blir senket 10 cm kort tid etter regulering. Dokumentert ved GPS-innmåling 2022. Boltens høyde på målestaven er 169,42 mot 169,32 ved innmåling i 1930. Ergo blir differansen til NN54 0,308m</i>	
2	1953?	Ny skala monteres ved Treletertangen		166,00		166,308	0,308	<i>Info fra AEP: Målestav montert i tilnærmet samme nivå som den gamle på Kjeøya. Denne avleses fram til 2006. Tidspunkt for etablering av denne målestaven er ukjent. Mindre avvik mellom denne og den gamle målestaven kan skyldes ispåvirkning eller feil ved oppsetting.</i>	01.11.1952 - 30.11.1990
	30.11.1990	Manuelle avlesninger avsluttes		167,01				Siste vannstandsbook i NVEs arkiv er fra 1990 (siste verdi 30.nov.,)	
	01.12.1990	ScanMatic-logger med trykksensor monteres - rapporterte verdier fra 1.1.1991 er fra logger						Ingen data før 1.jan 1991	
3	30.09.1993	NVE-inspeksjon (ikke nivellement)		166,95	166,97	167,238	0,308	Rapporterte verdier er fra logger. AEP opplyser at de har lite konkrete data fra denne perioden, men at det jevnlig ble sjekket at vannstand på målestaven var den samme som ble logget. Det konkluderes med at avviket ved NVEs inspeksjon i 1993 ble korrigert etter kort tid. Periode 3 justeres derfor som periode 2.	01.01.1991 - 12.05.2003
4	12.05.2003	NVE Magasinkontroll	166,869	166,955	166,95	167,272	0,308	Ved magasinkontrollen nivålleres vannstanden ved den gamle målestaven mot bolten med høyde 169,32 i KEV-høyde. Nivellert vst. kl 15:30(s) er 166,869 mens målestaven viser 195,955. Vannstand avlest på målestaven ved Treletertangen 1,5 time tidligere er 166,937. Instrumentverdi på samme tidspunkt er 166,930. Innrapportert verdi denne dagen er 166, 89. Det er ikke dokumentert, men antas at dette er momentanverdi kl 08 og ikke en døgnmiddelverdi. Denne dagen øker vannstanden i Kilefjorden med 10cm, så avviket mellom skalaene og forskjellen mellom innrapportert verdi og instrumentverdi ved kontrollen kan derfor ikke brukes som en indikasjon på at målestavene står i ulik høyde eller at det er avvik mellom logget verdi og innrapportert verdi. Kontrollen dokumenterer dermed ikke annet enn at målestaven står ca 9 cm for lavt (senere innmålt med GPS til 10cm).	13.05.2003 - 26.09.2006

										Info fra AEP: Ny målestav ble montert høsten 2006 (ukjent dato). AEP opplyser at utgangshøyden på VM 888-1 ble feilaktig satt til 169,362 – det er 4,2 cm for høyt. Måleskalaen og HRV bolten ble derfor montert for lavt. Topp målestav (kt 168,00) ble seinere kontrollmålt til 167,959. Den 09.05.2007 ble instrumentverdi og målestav sjekket. De ga samsvarende verdi. Konklusjon: måleinstrumentet ble justert mellom 26.09.06 og 09.05.07. Siden tidspunktet for montering av ny målestav er ukjent, benyttes gammel målestav som korreksjonsgrunnlag fram til nyttår. AEP opplyser at rapporterte verdier er 3cm høyere enn det som ble avlest på målestaven i denne perioden. Fra 1.1.2007 brukes ny målestav som grunnlag for korreksjoner.	
5	26.09.2006	Ny HRV-bolt og kontrollbolt montert	166,959	167,00		166,92	167,20	0,28		Avlest vst. 166,92 korrigeres fram til nyttår etter gammel målestav (0,308). Siden instrumentverdien ligger 3 cm høyere blir korreksjonen i rapporterte verdier 0,28m.	27.09.2006 - 31.12.2006
6	09.05.2007	Samsvar mellom skala og logger		167,18	167,18	167,18	167,547	0,367		Info fra AEP: Målestaven er ikke justert, men det er samsvar mellom målestav og instrumentverdi. Det innebærer at målestav og instrument gir 4,1 cm for høye verdier. Korreksjonen til NN54 blir +0,408 - 0,041	01.01.2007 - 06.01.2013
7	06.01.2013	Ny konsesjon. Skala senkes 30 cm		167,06	167,36	167,427	0,067			Avleser 30 cm høyere vannstand enn opprinnelig KEV-høyde. Videre til NN54=+6,7cm d.d	06.01.2013 - d.d

Periode 1: 22.09.1922-31.10.1952. Differansen mellom skala (KEV-høyde) og NN54 fremkommer av NVEs vannmerkeprotokoll for stasjon 888 Kilefjord (NVE-høyde er skala + 0,337), samt diff. Mellom NVE-høyde og NN54 vec Hægeland(7,1 cm).

Periode 2: 01.11.1952 - 30.11.1990. Skala senket 10 cm. Noe tvil om 7 eller 10 cm, men senere GPS-innmåling(2021) bekrefter 10 cm. Antar at dette gjelder både gammel skala og skala ved Trelerntangen, som ble avlest fram mot 2006.

Periode 3: 01.01.1991 - 12.05.2003. Fra 1991 rapporteres loggerdata. Ved inspeksjon i 1993 ligger disse 2 cm over skalavannstand, men AEP opplyser om at det jevnlig ble sjekket at målestav og instrument var i overensstemmelse og at instrumentverdi ble korrigert ved awik.

Periode 4: 13.05.2003 - 26.09.2006. Ved magasinkontroll 12.5.2003 er skalavannstand og instrumentvannstand tilnærmet like. Skala viser 8,6 cm høyere vannstand enn nivellert vannstand. Konvertering til NN54 oppnås ved å legge til 0,308+0,014m

Periode 5: 27.09.2006 - 31.12.2006. Ny skala montert ved ny kumstasjon. Skala montert 4,1 cm for lavt. I tillegg viser logger 3 cm høyere vannstand. Rapportert vannstand blir da 7,1cm høyere enn KEV-høyden.

Periode 6: 01.01.2007 - 06.01.2013. Vannstand registrert i logger samsvarer med skala. Skala er ikke justert og viser stadig 4,1 cm høyere vannstand enn KEV-høyde.

Periode 7: 06.01.2013 - d.d.Skala senkes 30 cm ifm ny konsesjon og viser da 30 cm høyere vst. Opprinnelig tillegg på 0,408 til NN54 er nå 0,108, men siden skala stadig står 4,1 cm for lavt blir korreksjonen 0,067m

Vedlegg 6: Vannføringstabell Kilefjorden NVE 1923

Vannføring i m.³ pr. sek.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	18.0				19.0	19.7	20.4	21.1	21.8	22.5
70	23.0	23.5	24.0	24.4	24.9	25.4	26.0	26.6	27.1	27.7
80	28.3	29.0	29.6	30.3	30.9	31.6	32.4	33.1	33.9	34.6
90	35.4	36.2	37.0	37.8	38.6	39.4	40.2	41.1	41.9	42.8
100	43.6	44.5	45.4	46.2	47.1	48.0	48.9	49.8	50.8	51.7
110	52.6	53.6	54.6	55.5	56.5	57.5	58.5	59.5	60.6	61.6
120	62.6	63.7	64.8	65.8	66.9	68.1	69.2	70.3	71.5	72.6
130	73.8	75.0	76.1	77.3	78.4	79.6	80.8	82.0	83.1	84.3
140	85.5	86.7	87.9	89.2	90.4	91.6	92.8	94.1	95.3	96.6
150	97.8	99.1	100	102	103	104	106	107	108	109
160	111	112	113	115	116	118	119	120	122	123
170	124	126	127	129	130	131	133	134	136	137
180	139	140	142	143	145	146	148	149	151	152
190	154	155	157	158	160	162	163	165	166	168
200	170	171	173	175	176	178	180	181	183	185
210	187	189	190	192	194	196	198	200	202	203
220	205	207	209	211	213	216	218	220	222	224
230	226	228	231	233	236	238	240	243	245	248
240	250	253	255	258	260	263	266	268	271	273
250	276	279	281	284	286	289	292	294	297	299
260	302	305	307	310	313	316	318	321	324	326
270	329	332	335	337	340	343	346	349	351	354
280	357	360	363	366	369	372	374	377	380	383
290	385	389	392	395	398	401	404	407	410	413
300	416	419	422	425	428	432	435	438	441	444
310	447	450	453	457	460	463	466	469	473	476
320	479	482	486	489	492	496	499	502	505	509
330	512	515	519	522	526	529	532	536	539	543
340	546	550	553	557	560	564	567	571	574	578
350	581	585	588	592	595	599	603	606	610	613
360	617	621	625	628	632	636	640	644	647	651
370	655	659	663	667	671	675	679	683	687	691
380	695	699	703	708	712	716	720	724	729	733
390	737	741	746	750	755	759	763	768	772	777

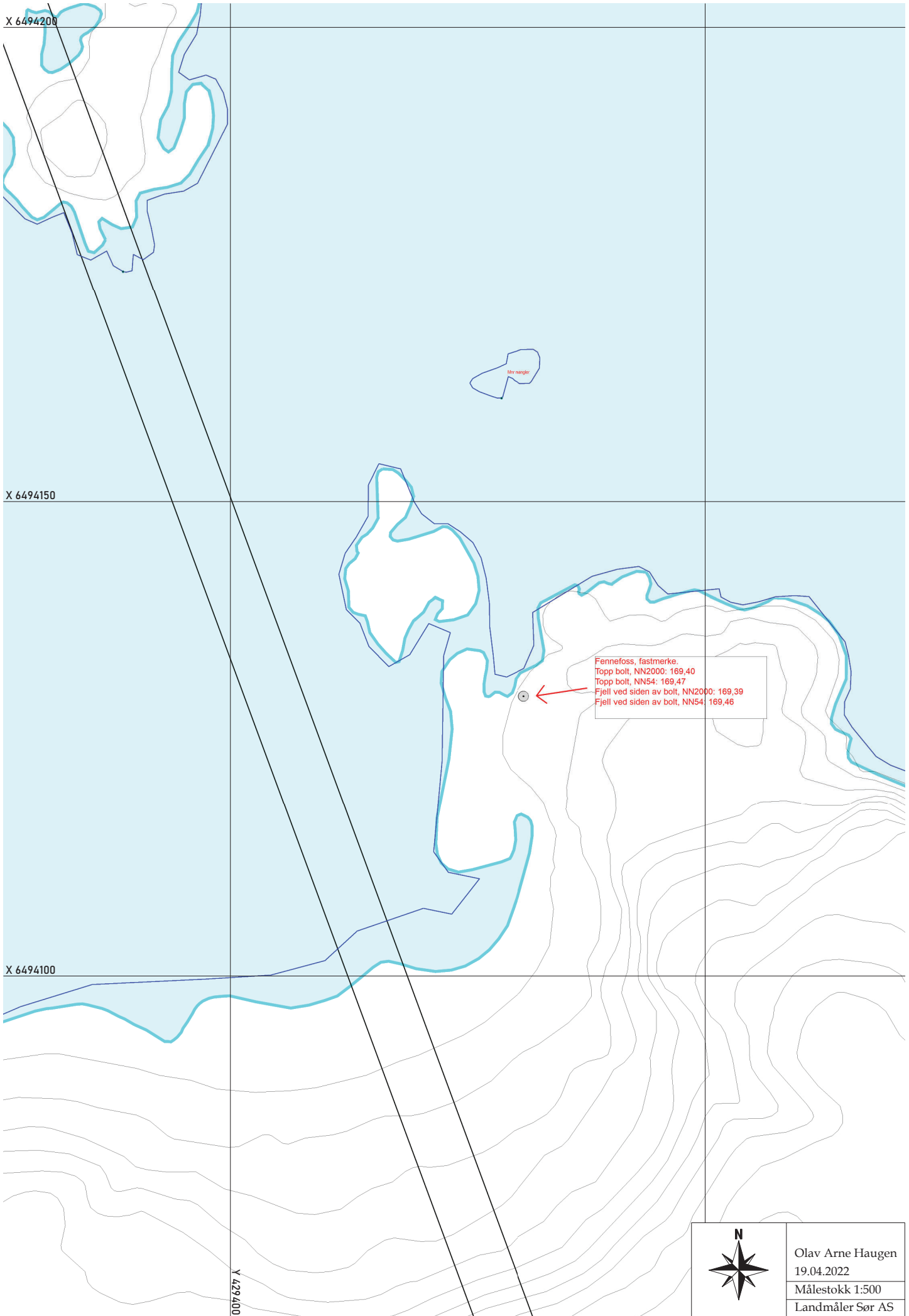
Som tabell 2

Gjelder hele observasjonstiden.

Oslo 20. aug. 1938

Handwritten signature

Vedlegg 7: FM 26 innmålt



	Olav Arne Haugen
	19.04.2022
	Målestokk 1:500
	Landmåler Sør AS

Vedlegg 8: Elvenivellement Otra fra Kilefjord til Birkelandsfoss

OTRA

Km. 72-76 Fra Nord

FASTMERKESKISSER.

Permanent vanneende

Provisorsk vanneende

50 a Ulfværet vanneende

50 a Hællert vanneende

OTRA

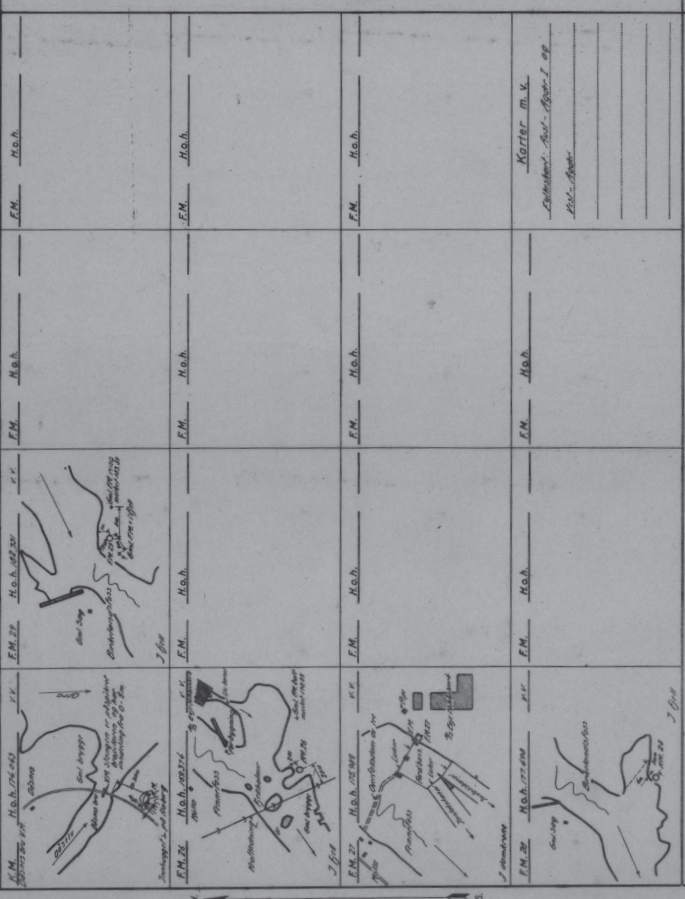
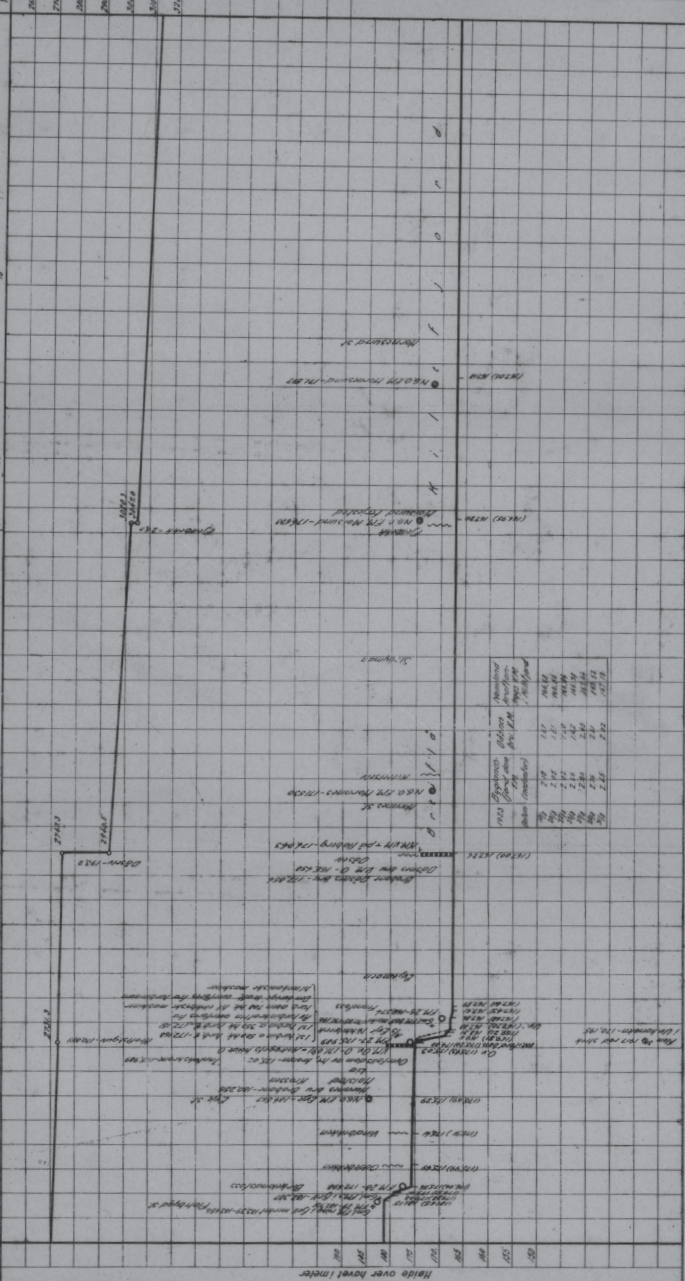
Km. 27-29 Fra Nord

BL

Vassdrags-
anlægget
L No 242

Km. 27-29 Fra Nord

Længdeprofil er optaget ved udførte vandmåle



192.5
190.0
187.5
185.0
182.5
180.0
177.5
175.0
172.5
170.0
167.5
165.0
162.5
160.0
157.5
155.0
152.5
150.0

72 73 74 75 76 77 78 79 80

192.5
190.0
187.5
185.0
182.5
180.0
177.5
175.0
172.5
170.0
167.5
165.0
162.5
160.0
157.5
155.0
152.5
150.0

72 73 74 75 76 77 78 79 80

192.5
190.0
187.5
185.0
182.5
180.0
177.5
175.0
172.5
170.0
167.5
165.0
162.5
160.0
157.5
155.0
152.5
150.0

72 73 74 75 76 77 78 79 80

192.5
190.0
187.5
185.0
182.5
180.0
177.5
175.0
172.5
170.0
167.5
165.0
162.5
160.0
157.5
155.0
152.5
150.0

72 73 74 75 76 77 78 79 80

192.5
190.0
187.5
185.0
182.5
180.0
177.5
175.0
172.5
170.0
167.5
165.0
162.5
160.0
157.5
155.0
152.5
150.0

72 73 74 75 76 77 78 79 80

192.5
190.0
187.5
185.0
182.5
180.0
177.5
175.0
172.5
170.0
167.5
165.0
162.5
160.0
157.5
155.0
152.5
150.0

72 73 74 75 76 77 78 79 80

192.5
190.0
187.5
185.0
182.5
180.0
177.5
175.0
172.5
170.0
167.5
165.0
162.5
160.0
157.5
155.0
152.5
150.0

72 73 74 75 76 77 78 79 80

192.5
190.0
187.5
185.0
182.5
180.0
177.5
175.0
172.5
170.0
167.5
165.0
162.5
160.0
157.5
155.0
152.5
150.0

72 73 74 75 76 77 78 79 80

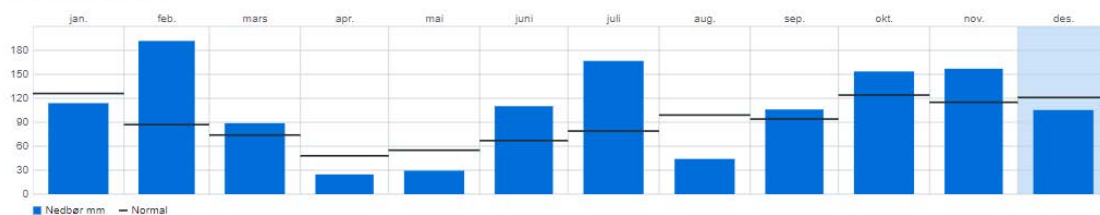
192.5
190.0
187.5
185.0
182.5
180.0
177.5
175.0
172.5
170.0
167.5
165.0
162.5
160.0
157.5
155.0
152.5
150.0

72 73 74 75 76 77 78 79 80

Vedlegg 9: Meteorologisk statistikk for Bykle i 2020 og vannstand i Store Urdarvatn og Vatnedalsvatn for 2017-2021

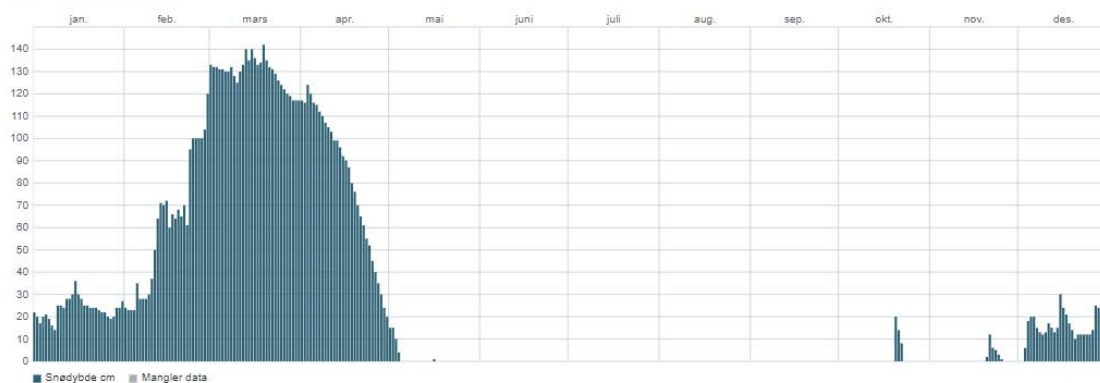
Nedbør

Januar 2020–desember 2020

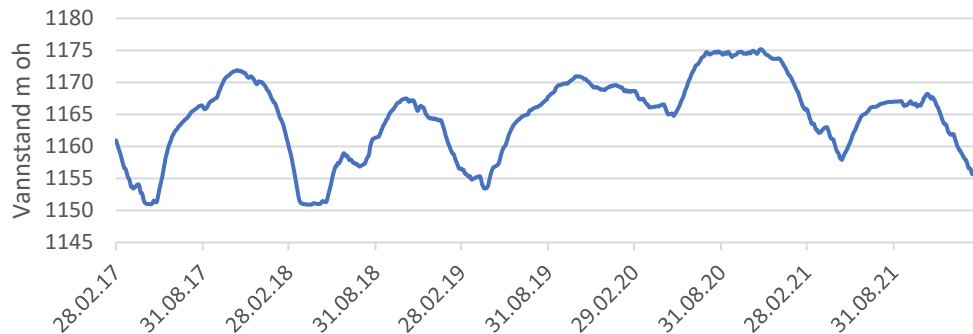


Snødybde

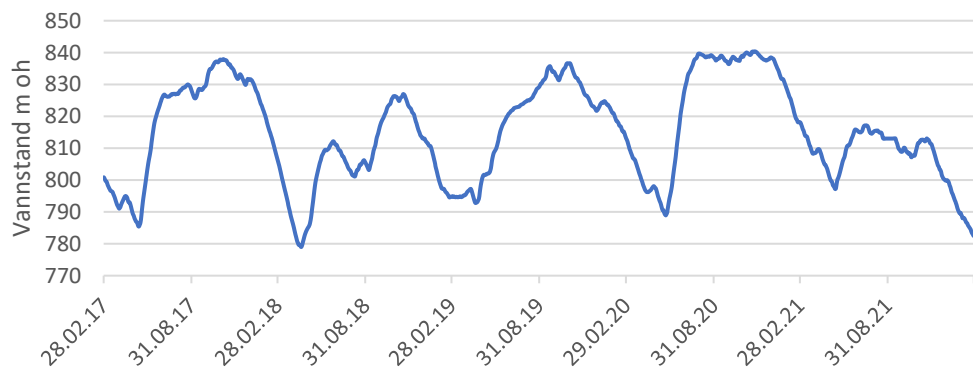
Januar 2020–desember 2020



Store Urdarvatn



Vatnedalsvatn



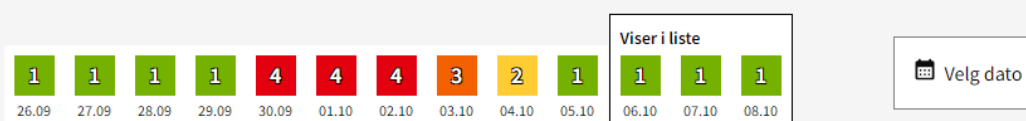
Varsel fra NVE og MET for Evje og Hornnes torsdag 11.09.2014

Høyeste farenivå per dag



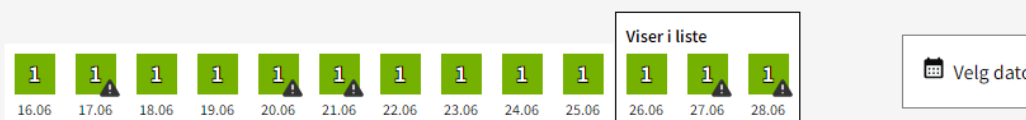
Varsel fra NVE og MET for Evje og Hornnes fredag 06.10.2017

Høyeste farenivå per dag



Varsel fra NVE og MET for Evje og Hornnes fredag 26.06.2020

Høyeste farenivå per dag



Varsel fra NVE og MET for Evje og Hornnes lørdag 01.08.2020

Høyeste farenivå per dag



Varsel fra NVE og MET for Evje og Hornnes lørdag 03.10.2020

Høyeste farenivå per dag



Varsel fra NVE og MET for Evje og Hornnes mandag 23.11.2020

Høyeste farenivå per dag

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Viser i liste	1	1	1
13.11	14.11	15.11	16.11	17.11	18.11	19.11	20.11	21.11	22.11		23.11	24.11	25.11

 Velg dato

Varsel fra NVE og MET for Evje og Hornnes lørdag 26.12.2020

Høyeste farenivå per dag

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Viser i liste	1	1	1
16.12	17.12	18.12	19.12	20.12	21.12	22.12	23.12	24.12	25.12		26.12	27.12	28.12

 Velg dato