

Norges vassdrags- og energidirektorat

POSTADRESSE
Statkraft Energi AS
Postboks 200 Lilleaker
0216 Oslo
Norway

BESØKSADRESSE
Lilleakerveien 6
0283 Oslo

SENTRALBORD
24 06 70 00

TELEFAKS:
24 06 70 01

INTERNETT
www.statkraft.no

E-POST:
post@statkraft.com

ORG. NR.: NO-987 059 729

Att.: Jan Sørensen

DERES REF./DATO:

VÅR REF.:
201000038

STED/DATO:
Oslo, 7.10.2019

VILKÅRSREVISJON TOKKE-VINJE - STATKRAFTS KOMMENTAR TIL NVES SPØRSMÅL OM TILLEGGSINFORMASJON

Statkraft mottok spørsmål om supplerende informasjon på seks temaer fra NVE og oversender her tilleggsinformasjon og vurderinger. I Vedlegg 8 kommenteres momenter i merknad fra Tokke kommune datert 6. februar 2019, som ikke er dekket i dette brevet.

NVEs spørsmål gjelder i hovedsak Tokkeåi og forholdet for størretbestanden. Basert på faglige vurderinger mener Statkraft at sikring av vanddekket areal på elvestrekningen nedstrøms utløpet av Lio kraftverk er det beste tiltaket utover allerede gjennomførte habitattiltak. Ved en videreføring av nåværende praksis blir ca 85-90 % av elva nedstrøms utløpet fra Lio kraftverk vanddekket og ingen gyteområder blir tørrlagt. Forbislippingsanlegg i Lio kraftverk vil minimere sannsynligheten for tørrlegging. I tillegg kan langsommere nedkjøring vurderes.

Fagvurderinger tyder på at en fiskepassasje forbi Helvetesfossen vil kunne gi noe effekt på fiskebestanden da 90 % av middelvannføringens areal er vanddekket ved 1 m³/s og 1,3 m³/s er tilstrekkelig for å dekke alle gytearealer på denne elvestrekningen. Fiskepassasje har en veldig mye lavere kostnad enn vannslipp. Dersom det skal slippes vann, mener Statkraft at dette bør gjøres fra Vinje dam og at et eventuelt slippvolum er basert på tilgjengelig kunnskap. Statkraft kan ikke anbefale slipp av vann til denne elvestrekningen.

Krav om rask fylling eller høy vannstand i ett eller flere magasiner i systemet øker sannsynligheten for flomtap, reduserer verdiskapingen og gir endret vannstand i andre magasiner. Statkraft har simulert én og én restriksjon og vil understreke at kombinasjoner av ulike restriksjoner (magasin eller vannføring) kan ha andre konsekvenser. Statkraft analyserer gjerne ulike scenarier for å belyse konsekvenser.

Kravene om miljøforbedring i vilkårsrevisjonen for Tokke-Vinjereguleringen er motivert av ulike miljøhensyn, alt fra lokale landskapsforbedringer, fiske og ferdsel til naturmangfold. For Statkraft er det viktig at miljømålet er definert når nytte og kostnad av tiltak blir vurdert.

Statkraft er åpen for å videreføre dagens manøvreringspraksis av Vinjevattn, Totak og Ståvatn og vil understreke at formalisering av denne praksisen er uheldig fordi den vil begrense muligheten til rask manøvreringstilpasning, noe som er nødvendig blant annet

som følge av store variasjoner i tilsig. Vi vil også minne om at vi sterkt anbefaler at forvaltningen ikke innfører restriksjoner på andre magasiner i reguleringsområdet.

I. Aktuelle minstevannføringer i Tokkeåi (fra Vinjevatn og bekkeinntak) for mulig tilrettelegging av gyte- og oppvekstområder for storørret. Vurderingen bør inneholde ulike forslag til vannslipp med særlig fokus på vanddekket areal, vanddekke av potensielle gyte- og oppvekstområder og vannføringsavhengige vandringshindre.

Statkraft har foretatt en rekke simuleringer av ulike minstevannføringer i Tokkeåi og mange tall er presentert i ulike dokumenter. Tabell med sammenstilling av ulike alternativer finnes i Vedlegg 1. Nye produksjonsberegninger viser at vannslipp fra Vinjevatn dam på 4 m³/s sommerstid og 2 m³/s om vinteren, som Tokke kommune har krevd, vil gi et årlig produksjonstap på 92 GWh. Produksjonskonsekvensen er den samme om vannet slippes fra Vinjevatn dam (Tveito dam) eller Leirli dam. Dersom et slikt vannslipp kombineres med stengning av 6 bekkeinntak og overføring fra Berdalsåi til Vinjevatn blir det årlige produksjonstapet 185 GWh/år. Som påpekt tidligere vil restriksjoner også redusere anleggets mulighet til å bidra til balanse i kraftsystemet og til å levere systemtjenester. Kraftverkene i reguleringen bidrar til å sikre god forsyningssikkerhet, både lokalt og nasjonalt. Dette er utdypet i epost til Tokkes ordfører datert 16. oktober 2018, se Vedlegg 7. Statkraft venter at viktigheten av systemtjenester fremover vil øke med voksende andel ikke-regulerbar kraftproduksjon.

Som følge av usikkerhet om verdien av ulike vannføringer på områdene oppstrøms Helvetesfossen og NVEs ønske om tilleggsinformasjon har Statkraft i mai og august 2019 foretatt tre kontrollerte slipp av ca 0,6 m³/s og 2 m³/s fra Vinjevatn dam. Vannføringene ved Omdalsbru (ca 4 km oppstrøms utløpet fra Lio kraftverk) var ca 1,6 m³/s, 2,8 m³/s og 4,2 m³/s, se eget notat (Vedlegg 2). Episodene er dokumentert med video, som vil bli gjort tilgjengelig. Norce (Stranzl et.al. 2019) har vurdert mulighetene for fiskevandring og effekt på vanddekket areal basert på utviklet 2d modell, som blant annet er kalibrert ved hjelp av dronefilmene.

Fiskeekspertene vurderer verdien av områdene oppstrøms Helvetesfossen for fisk ulikt. Statkraft mener at det bør legges vekt på de detaljerte undersøkelsene og vurderingene som er gjort av Norce i 2018 (Pulg et.al. 2018) og 2019 (Stranzl et.al. 2019). Terrengmodelleringen til Norce viser at vanddekket areal ved 1 m³/s på tre representative strekninger er 89-90% av arealet ved middelvannføringen, og at arealet øker til 95-97 % når vannføringen øker til 2 m³/s. Norce (Stranzl et.al. 2019) opplyser samtidig om at det «ved en kartlegging i restfeltet gjennomført på ca 1.3 m³/s, ble det ikke registrert tørrlagte potensielle gyteområder (Pulg et.al, 2018)». Denne kartleggingen, som ble foretatt av Uni Research Miljø høsten 2017 er basert på grundig kartlegging i samsvar med metodikk beskrevet i *Håndbok for Miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth og Harby 2013)*. Vannføringen ved Omdalsbro ble målt til 1.3 m³/s på kartleggingstidspunktet. Basert på denne kartleggingen vurderer Pulg et al. (2018) gytemulighetene samlet sett som moderat eller på grensen til lite egnet for stor ørret på strekningen oppstrøms Helvetesfossen, mens skjulforholdene vurderes som større enn nedstrøms Helvetesfossen. Det totale gytearealet for storørret oppstrøms Helvetesfossen er på 1675 m², hvorav kun ca 640 m² er på de første 5,5 km ovenfor fossen, mens gytearealene nedstrøms Helvetesfossen er ca 8020 m² (Pulg et.al. 2018).

Kartleggingen Norce gjennomførte i 2019 (Stranzl et.al. 2019) viser at de to vandringshindrene for fisk oppstrøms Helvetesfossen trolig er passerbare uten tiltak da det årlig forekommer dager med tilstrekkelig vannføring. Vannføringen er over 1.42 m³/s i

halvparten av vandringsperioden, mens vannføringen er over 10 m³/s i 14 dager i gjennomsnitt. En absolutt vandringsbarriere er lokalisert ca 8 km oppstrøms Helvetesfossen.

I den fiskerisakkyndige rapporten (Sømme, 1959), som ble lagt til grunn for skjønnerstatninger til rettighetshavere i forbindelse med regulering av vassdrag, blir det opplyst at det på elvestrekningen oppstrøms Helveteshylen kunne være mye fisk og «at det hender der er større fisk i disse hølene, men ellers er det vanlig at det står en og annen større fisk i små «lommer» hist og her i elven». Den øvre elvestrekningen karakteriseres annerledes enn strekningen nedstrøms Helvetesfossen. «Fra dette punkt [Helvetesfossen, red.anm.] skifter fisket helt karakter, for herfra ned til Bandak er det mest Bandak-fisken som dominerer. Fremdeles er der mye småfisk, men stor fisk er alminnelig på hele denne strekningen, og om høsten, fra midten av august og utover, komme svær gytefisk opp for å gyte. De går til Helvetesfossen, men ikke opp i Dalaåi, uten i den aller nederste høl nedenfor veibruen, hvis Dalaåi er stor. Tokkeåi nedstrøms Helvetesfossen skiftet karakter – på den nedre strekningen var stor fisk alminnelig». Fisket i Tokkeåi ble totalerstattet da man i skjønnet forutsatte at fisken ville forsvinne og dermed at fisket ville opphøre.

Vannslipp – teknisk-økonomisk vurdering

Det er krevd vannslipp både fra magasin og bekkeinntak, men kontrollert vannslipp er ikke mulig med dagens tekniske anlegg. Statkraft har derfor gjort en intern vurdering av mulighetene for og kostnadene ved ombygging av dagens tekniske installasjon, se Vedlegg 6.

Vurderingen viser at vannslipp til øvre del av Tokkeåi kan gjøres fra tre ulike punkter i tillegg til slipp fra bekkeinntak.

- Vinje dam (Tveito)
- Leirli dam/bekkeinntak
- Leirli tverrslag

Vannslipp fra disse punktene er teknisk mulig, men har ulik kostnad og nytte. Tapperør i eksisterende eller ny Vinje dam vil ha den laveste kostnaden med ca 1.3 millioner kroner dersom det gjøres i forbindelse med framtidig damrehabilitering.

Slipp av vann fra Leirli dam innebærer at det må tappes fra vannveien til Tokke kraftverk for å sikre tilstrekkelig mengde vann i tørre perioder. I tillegg må det etableres tappekonstruksjon gjennom Leirli dam.

Dersom det skal slippes vann fra Leirli tverrslag innebærer det ombygging, som forutsetter nedtapping av Tokke vannvei og stans av Tokke kraftverk i anleggsfasen.

Tokke kommune ønsker at det skal slippes vann fra bekkeinntakene i tillegg til vann fra Vinjevatn eller Leirli. Kommune presiserer i notat fra februar 2019 at stengning av bekkeinntakene langs Tokkeåi er det primære kravet, mens «subsidiært vil kommunane krevje så stor miljøvassføring som mogleg fra bekkeinntaka». Vannslipp fra bekkeinntak til Tokke kraftverk krever tiltak på samtlige bekkeinntak. For å sikre dokumentasjon på vannvolum må det etableres tapperør, tappeventil og vannføringsmåler, som innebærer at det også må føres fram strøm og kommunikasjon. Totalkostnaden er vurdert til 7,5 millioner kroner +/- 50 %. I tillegg kommer drifts- og vedlikeholdskostnader. Stengning av bekkeinntakene er også teknisk mulig, men er et omfattende arbeid med en antatt kostnad på 8-12 millioner pr inntak.

Vannmengden ved bekkeinntakene variere veldig over året. Statkrafts beregninger viser at vannføringen samlet fra bekkeinntakene er lavere enn 1 m³/s i 45 % av timene vinterstid og i 60 % av timene om sommeren, se varighetskurver i Vedlegg 3. Vannføringsbidraget

fra de aktuelle bekkefeltene er derfor svært lite i tørre og kalde perioder. Ved mye nedbør renner vann i dag forbi inntakene, se Vedlegg 4

Statkrafts vurdering

Det er mulig å slippe en kontrollert vannmengde til øvre del av Tokkeåi, og av alternativene Vinje dam, Leirli dam og bekkeinntakene mener Statkraft at slipp fra Vinje dam er å foretrekke. Det er teknisk mulig å slippe vann fra bekkeinntak eller stenge disse inntakene, men Statkraft mener at dette er et lite egnet tiltak dersom målet er å bedre forhold for fisk da tilsiget er lite i tørre perioder. Slik Statkraft ser det, er de aktuelle bekkeinntakene å anse som overføringer, og de kan derfor ikke stenges i forbindelse med vilkårsrevisjonen.

Data viser at det jevnlig forekommer episoder med vannføringer som er tilstrekkelig for vandring av gytefisk, og Statkraft mener derfor at det ikke er behov for økt vannføring for gytefiskvandring. Videre viser kartleggingen utført av Norce at alle potensielle gyteområder på elvestrekningen er vanddekket ved en vannføring på 1.3 m³/s målt ved Omdal bru, samt at det er potensielle for ungfiskproduksjon i elva med dagens vannføringsforhold.

Økt vannføring i denne delen av elva kan kanskje gi større ungfiskproduksjon i Tokkeåi og nytten for storørretbestanden må avveies mot den reduserte kraftproduksjonen. På grunn av den store fallhøyden vil et vannslipp gi et betydelig tap av kraftproduksjon. Eksempelvis vil et vannslipp fra Vinje dam på 0,5 m³/s vinter og 1 m³/s sommer gi et midlere produksjonstap på 25 GWh pr år. Vannføringsbehovet er trolig mye større dersom målet er å legge til rette for fiske på denne strekningen. Statkraft anbefaler ikke slipp av vann til denne elvestrekningen.

II. Ca. kostnad (størrelsesorden) for en velfungerende fiskepassasje forbi Helvetesfossen.

I juni 2019 kom Fylkesmannen i Vestfold og Telemark med varsel om et mer omfattende pålegg som omfatter å «*Utrede og beskrive en effektiv passasje for storørret i Helvetesfossen i Tokkeåi*». Statkraft har gjort fylkesmannen kjent med NVEs spørsmål og bemerket at en eventuell utredning og beskrivelse av fiskepassasje bør gjøres når utfallet av vilkårsrevisjonen er klart.

Norce (Stanzl et.al. 2019) har vurdert løsning og kostnad for en fiskepassasje i Helvetesfossen med utgangspunkt i NVEs behov for tilleggsinformasjon. Norce har sett på to mulige traseer for en passasje som skal bringe storørret opp ca 7 meter forbi Helvetesfossen. En kulpetrapp med 12-15 kulper, enten i fossen eller i tunnel, vurderes best egnet. Tilkost til fossen med tungt utstyr for både etablering og vedlikehold er krevende, men vurderes som mulig. Norce antar at en passasje vil kunne lages for ca 6 millioner kroner med en usikkerhet på +/- 50 %.

Statkrafts erfaring fra etablering av fiskepassasjer tilsier at totalkostnaden blir høyere enn vurdering gjort av Norce. Statkraft antar at en velfungerende fiskepassasje forbi Helvetesfossen vil ha en investeringskostnad på 8-15 millioner kroner. Statkraft mener at det er en bedre løsning å etablere fiskepassasje enn å slippe vann fra Vinjevatn.

III. Kapasitet på omløpsventil i Lio kraftverk. Kapasiteten på omløpsventilen bør vurderes ut fra skadevirkninger på fisk og andre vannlevende organismer, og følgende behov for vanndekket areal. Kostnad for etablering av omløpsventil (grovt estimat, ev. for ulike størrelser).

Statkrafts manøvreringspraksis for Lio innebærer at vi siden 2010 har praktisert en minste sommervannføring målt ved Elvarheim på minimum 6 m³/s, mens vintervannføringen ble justert opp fra 2 til 4 m³/s i 2015. I gytevandningsperioden fra 15. september til 15 november har vannføringen alltid vært over 12 m³/s, som skulle sikre vandring forbi tersklene. Tersklene er ombygd de siste årene slik at fisk nå kan vandre på alle vannføringer.

Forbislippingsanlegg (omløpsventil)

Med utgangspunkt i NVEs spørsmål om tilleggsinformasjon har Statkraft sett på et arrangement med forbislipping fra trykksjakt til U-tunnel, se Vedlegg 6 Utformingen av forbislippingsanlegget vil være avhengig av vannføringen anlegget skal håndtere. Kostnadene er vurdert for faste vannføringer på ca 4 m³/s og 14 m³/s. Slike anlegg har estimerte kostnader på henholdsvis 8-12 og 25-30 millioner kroner. Kostnader ved å utvide fjellrommet for etablering av energidreper, nedetidskostnader og drift- og vedlikeholdskostnader er ikke inkludert. Kostnadsutviklingen mellom 4 og 14 m³/s er ikke lineær, og det forventes en betydelig økning i kostnadene for forbislippingsanlegget når slukeevnen overstiger 7-8 m³/s. Statkraft anser det som urealistisk å etablere et regulerbart forbislippingsanlegg.

Vanndekket areal og habitat

Statkraft har i notat til NVE fra juli 2018 vist til masteroppgave (Skeie, L. 2017) som viser at andel tørrlagt areal øker ved vannføringer under 4 m³/s i Tokkeåi. Norce (Stranzl et.al. 2019) har på oppdrag fra Statkraft modellert og kartlagt ulike vannføringer i Tokkeåi nedstrøms Lio kraftverk for å kunne beskrive hvilke arealer som er vanndekket ved ulike vannføringer. Endring i vanndekket areal og vandndyp er vurdert i detalj på tre representative elvestrekninger (Gjesshyl, Lindøy og Buøy) nedenfor Lio. Resultatene er vist i tabeller, kart og grafisk i rapporten fra Norce. Her blir også vandndyp ved ulike vannføringer presentert. Analysene viser at vannføring på 5 m³/s ved Gjesshyl gir hele 90 % vanndekket areal i forhold til middelvanføring. Tilsvarende prosentvis vanndekning oppnås ved Lindøy og Buøy ved 7 m³/s, mens 80 % vanndekning oppnås ved mellom 1 - 3 m³/s.

Habitatforbedringstiltakene (utlegging av gytegrus, harving, skjul-steiner, ombygging av terskler mv), som Statkraft har fått gjennomført i perioden 2015-18, er lokalisert i de delene av elva som har sikrest vanndekning. Arealene som er vanndekket ved 4-6 m³/s er dermed de arealene som har best habitat og er best egnet for ungfisk og gytefisk. Pulg et.al. (2018) dokumenterer at både tilgangen på skjul har blitt bedre og at tilgjengelig gyteareal har økt, mens gytegroppkartleggingen (Skeie, L. 2017, fig 46) viser at alle gytegroper er lokalisert på arealer med sikker vanndekning ved 2 m³/s.

I vedlegg 3 finnes en rekke fotografier, tatt på tre ulike vannføringer mellom ca 4 og 7 m³/s, som på en god måte illustrerer hvilke arealer og arealkvaliteter som blir tørrlagt ved disse vannføringene. Terrengmodellen og den hydrauliske modellen utviklet av Norce kan benyttes i vurdering av ulike arealdeknninger og endringshastigheter.

Norce skal gjennomføre sluttkartlegging av strekket fra utløp Lio til Bandak etter tiltak for å dokumentere potensielt gyteareal og skjul for ungfisk høsten 2019.

Statkrafts vurdering

Statkraft mener at kartleggingen av vanndekket areal gir en god dokumentasjon på at en vannføring ved Elvarheim på 6 m³/s, som Statkraft har praktisert som minstevannføring sommerstid de siste årene, gir et stort vanndekket areal. Arealene med forbedret habitat er vanndekket ved denne vannføringen. Statkraft ser at en videreføring av dagens praksis, eventuelt med en mindre justering av vintervannføringen kan være gunstig for å sikre god habitattilgang. De gjennomførte habitattiltakene, med ombygging av de gamle tersklene, gjør at det ikke lenger er behov for høstvannføring på 12 m³/s for å sikre vandring for fisk. Naturlige nedbørsepisoder sikrer variasjon og dager med høy vannføring, som er gunstig for gytevandring, i denne perioden.

Dersom forvaltningen mener at det skal stilles krav til en minstevannføring målt ved Elvarheim, er Statkraft opptatt av at den er basert på kunnskap om habitatkvaliteter, gyteområder og vanndekket areal. Statkraft mener også at et eventuelt krav må sees i sammenheng med eventuelle krav oppstrøms utløpet fra Lio kraftverk.

Kostnadene ved et vannføringskrav ved Elvarheim er moderate så lenge Lio kraftverk er i drift, mens krav om en høy vannføring ved Elvarheim er svært kostbart når Lio kraftverk står og lokaltilsiget er lite. I slike situasjoner må det slippes vann fra magasin. Som eksempel vil slipp av 5 m³/s i fire uker gi et produksjonstap på ca 10 GWh. Statkraft minimerer sannsynligheten for uønsket driftsstans og søker alltid å legge teknisk arbeid, som krever stans av kraftverket, til tidspunkter med høyt lokaltilsig.

Statkraft har i notater sendt til NVE i 2017 (side 14) og 2018 (side 22) omtalt installering av forbislippingsanlegg i Lio kraftverk som en aktuell løsning for å sikre permanent vanndekket areal i Tokkeåi nedstrøms Lio. Vi mener fortsatt at en slik løsning kan være et aktuelt tiltak. Samtidig vil vi understreke at et forbislippingsanlegg må sees i sammenheng med et eventuelt krav om minstevannføring fra Åmot, som vil redusere behovet for eller størrelsen på et slikt system. Et forbislippingsanlegg i Lio kraftverk bør dimensjoneres slik at de viktige habitatene er sikret vanndekning, dette betyr ca 4-6 m³/s ved Elvarheim.

IV. Stoppforløp (nedkjøringshastighet) i Lio kraftverk. Vurdere muligheten for en mer skånsom nedkjøring av kraftverket enn med dagens selvpålagte restriksjon, for ytterligere å redusere risikoen for stranding av fisk. Konsekvenser av eventuelle endringer i stoppforløp for kraftverksdrift, produksjon, økonomi mv.

Statkraft har siden 2006 praktisert en langsommere nedkjøringshastighet for Lio kraftverk. Dette innebærer at det går minimum 2 timer og 15 minutter fra full last til kraftverket står.

Overvåking av planlagte nedkjøringer

Norce har overvåket og analysert to nedkjøringer som Statkraft gjennomførte etter avtale med NVE juni og juli 2019. Statkraft ønsket ikke vannføring under 6 m³/s ved Elvarheim og stanset derfor ikke Lio kraftverk i forbindelse med disse forsøkene, men søkte å styre mot en vannføring i området 6-8 m³/s. Stans av kraftverket ville gitt lavere vannføring. Nedrampingen ble overvåket på tre punkter for ulike vannføringsreduksjoner. Resultatene (Stranzl et.al. 2019) viser blant annet at 10.8 cm pr time var den raskeste vertikale vannstandsendingen som ble registrert. Vannstanden sank langsommere på målepunktene lenger ned i elva.

Norce viser til at vertikal vannstandsending blir brukt som vesentlig indikator for strandingsrisiko, og viser til Bakken et.al. (2016), «som anbefaler nedrampingshastigheter lavere enn 10 cm/time med fokus på anadrome vassdrag». Stranzl et.al. (2019) tar

utgangspunkt i at 100 % av elva er vanndekket ved 20 m³/s, som refererer til årlig middelvannføring ved Elvarheim i dag. Ved 15 m³/s, som er en vanlig vannføring dersom tilsiget fra restfeltet er lite og Lio kraftverk går for fullt, utgjør det vanndekte arealet på de tre målepunktene 98 prosent av elva. Ved 5 m³/s er arealandelen redusert til henholdsvis 90 %, 86 % og 86 % på de tre målepunktene.

Arealene som er vanndekket ved ca 5 m³/s er de viktigste for fisken (ref. Skeie L. 2017 og gjennomførte habitattiltak) og Statkraft mener at forholdene for storørret og annen vassdragsøkologi kan bedres om disse arealene får sikker vanndekning, se avsnittet om forbislippingsystem. Arealene som vanndekkes når vannføringer er mellom 5 og 15 m³/s vil også bli tatt i bruk av fisk, men har lavere verdi for fisken, se blant annet Vedlegg 5, og er relativt små. Arealene som vanndekkes ved vannføring over 15 m³/s er vanndekket en liten del av tiden da slike vannføringer skyldes tilsig fra restfeltet. Endring i vannføringer over 15 m³/s gir små endringer i vanndekket areal.

Statkrafts vurdering

Statkraft er opptatt av at tilpasset nedkjøringshastighet skal ha en positiv miljøeffekt, og at eventuell justering av dagens praksis må baseres på kunnskap om blant annet hvilke arealer som blir berørt. Lio kraftverk er ikke viktig for balansering i kraftsystemet eller for leveranse av systemtjenester. Statkraft mener derfor at langsommere nedkjøringspraksis kan vurderes for vannføringsintervallet 5 til 15 m³/s og vil påpeke at modellene som Norge har utviklet kan benyttes for konkret vurdering av horisontal endring, arealdekninger og endringshastigheter.

V. Temperaturinntak i Byrtevatn for normalisering av vanntemperaturen i Tokkeåi. Vurdere mulige tekniske løsninger og kostnad (størrelsesorden), samt eventuelle konsekvenser for regulering og kraftverksdrift.

Vanntemperatur og fiskevekst

Statkraft har fått dokumentert vanntemperaturen i ulike dyp i Botndalsvatn og Byrtevatn, samt i kraftstasjonene Byrte og Lio i perioden oktober 2017 til oktober 2018 (Kvambekk, 2018). Målingene viser at vanntemperaturen i Byrtevatn blir påvirket av vanntemperaturen i Botndalsvatn og driften av Byrte kraftverk. Vanntemperaturen gjennom Lio kraftverk blir dermed påvirket av temperaturfordelingen i Byrtevatn. Målingene viser at begge vannene sommeren 2018 hadde betydelig varmere overflatelag enn driftsvannet i kraftverkene. Målingene viser også at det er svært små temperaturforskjeller mellom bunn og topp i Byrtevatn fra starten av august og gjennom vinteren. Kvambekk (2018) opplyser om måleperioden at «Sommeren var betydelig varmere enn i kontrollperioden, 3-5 °C, og svært tørr med nedbør ned mot 50 % av normalen. Høsten hadde normale temperaturer, men august og september var svært våte».

Vanntemperaturmålinger er gjennomført i Tokkeåi i perioden 2011-2014 og er analysert av Schartum og Fjeldheim (2015). De fremstiller forskjell på kalkulert naturlig temperatur og målt temperatur i Tokkeåi og mener at Tokkeåi er «vintervarm og sommerkald som effekt av vannkraftregulering og Lio kraftverk».

På bakgrunn av fiskeundersøkelser skriver Saltveit et.al. (2019) at «Veksten i Tokkeåi må karakteriseres som beskjedent og typisk for elver med lav sommertemperatur. Med noen unntak er veksten i alle år lavest på stasjon 1. Stasjonen ligger ovenfor samløp med Dalaåi, men nedenfor utløp Lio, og lavere temperatur på driftsvann er trolig årsak til dårligere vekst. Imidlertid er gjennomsnittslengden på stasjon 1 ikke alle år lavere enn den er i nedre del av Dalaåi; i 2013 og 2016 var den høyere og i 2018 nærmest lik».

Teknisk-økonomisk vurdering av temperaturinntak

Statkrafts vurdering tyder på at det kan være teknisk mulig å etablere inntak som henter vann fra ulike kotehøyder i inntaksmagasinerne, se Vedlegg 6. Inntak må i så fall bygges som inntakstårn med regulerbare luker i ulike kotehøyde. Dersom vanntemperaturen gjennom Lio kraftverk skal kunne justeres må inntakstårn etableres i både Byrtevatn og Botndalsvatn. Konstruksjonene vil kunne gjøre det mulig å «hente» vann med ønsket temperatur fra ulike dyp i de to magasinene ved at den luken som ligger nærmest vanddybden med aktuell vanntemperatur kan åpnes, mens øvrige luker holdes stengt. Dersom inntakene skal styres på denne måten må det være tydelig hvilken temperaturendring som søkes oppnådd.

Kostnadsoverslagene er basert på ombygging av eksisterende inntak med inntak for hver femte høydemeter i magasinet. Kostnader ved å etablere temperaturinntak er vurdert til henholdsvis 60 og 40 millioner kroner i Botndalsvatn og Byrtevatn. Nedetidskostnader og forbislipping i anleggsfasen kommer i tillegg. Årlige driftskostnader og kostnader til vedlikehold kommer også i tillegg.

Statkrafts vurdering

Når NVE ber om en vurdering av «Temperaturinntak i Byrtevatn for normalisering av vanntemperaturen» har vi forutsatt at bedring av økologiske forhold, forstått som bedret fiskevekst er lagt til grunn. Statkraft kan ikke se at normalisering av vanntemperaturen er et mål i seg selv og vi er ikke kjent med at andre miljøforhold er av betydning. Det vesentlige spørsmålet blir dermed hvilken biologisk effekt man kan oppnå med endret vanntemperatur og om disse endringene står i forhold til kostnaden.

Gjennomførte ungfiskundersøkelser gir ikke et entydig bilde av forholdet mellom vanntemperatur og ungfiskvekst. Av interesse her er at gjennomsnittslengden på ungfisken på den øverste ungfiskstasjonen ikke alle år er lavere enn i Dalaåi, hvor vanntemperaturen ikke er senket som følge av reguleringen. Statkraft mener derfor at det er usikkert om fiskeveksten i Tokkeåi nedenfor utløpet av Lio kraftverk er påvirket av vanntemperaturendringen som reguleringen har medført.

Forutsatt at måleperioden fra januar til oktober 2018 er representativ, tyder vanntemperaturmålingene og analysen til Kvambekk (2018) på at temperaturinntak vil kunne gi noe høyere vanntemperatur i Tokkeåi nedstrøms Lio om sommeren. Gjennom høsten og vinteren var vanntemperaturen mye jevnere fordelt i Byrtevatn i måleperioden. For Statkraft synes det derfor å være vanskeligere å manipulere vanntemperaturen slik at det etableres is, og dermed bedre skjul for fisk, i Tokkeåi om vinteren.

Temperaturgevinsten ved å etablere temperaturinntak oppfattes å være svært usikker og Statkraft mener at de biologiske effektene av temperaturinntak er enda mer usikre. Statkraft kan ikke se at den usikre miljønyten veier opp for kostnadene og anbefaler derfor ikke et slikt tiltak.

- VI. Virkninger (beregninger/simuleringer) av eventuelle magasinrestriksjoner på kraftproduksjon og fleksibilitet mv. Krav om magasinrestriksjoner fremgår av justert kravdokument fra kommunene datert november 2017 og gjelder Ståvatn, Totak, Vinjevatn, Songa, Bordalsvatn, Kjelavatn og Botnedalsvatn. Formålet er å synliggjøre så langt det mulig hvordan magasinrestriksjoner (harde og myke) kan påvirke kraftproduksjon, fleksibilitet, økonomi, flomfare mv. i år med ulike tilslag. Konsekvensene bør beskrives både for hvert enkelt av magasinene og for reguleringsystemet samlet, og med bakgrunn i**

dagens reguleringspraksis, herunder pålagte og selvpålagte magasinrestriksjoner og minstevannføringer.

Hensikten med magasinene i Tokke-Vinjereguleringen er først og fremst å lagre vann for å produsere når samfunnet etterspør strøm. I tillegg benyttes magasinvolumet til å redusere flomvannføring, ved at magasinnivået senkes i forkant av både korte- og langvarige tilsigstopper, og dermed får plass til å holde igjen flomvannet. Restriksjoner på bruken av magasinene vil redusere magasinenes flomdempende effekt og vil i perioder av året, svekke reguleringens evne til å tilby strøm i tråd med forbruket. I Energimeldingen (Meld. St. 25 (2015–2016) side 188 understreker Regjeringen at «*Energiproduksjon som bidrar med reguleringsevne eller gunstig produksjonsprofil over året og døgnet blir enda viktigere når en større andel av kraftproduksjonen ikke er regulerbart. Regjeringen mener det er viktig å ta vare på og utvikle kraftverk som har disse egenskapene*»

Statkraft skal bidra til å nå Regjeringens mål. Når vannstanden i magasiner blir lav skyldes det at samfunnets behov for strøm blir sikret med magasinert vann. Enkelte mindre senkninger skyldes også flomdemping. I de fleste tilfellene fylles magasiner i løpet av sommeren. Erfaringen fra 2018 viser at etterspørselen også kan bli høyere enn tilsiget om sommeren, og at magasinene også om sommeren bidrar til sikker strømforsyning og relativt stabile kraftpriser.

Statkraft har i tidligere påpekt viktigheten av å ivareta reguleringsevnen og derfor unngå magasinrestriksjoner i Tokke-Vinjereguleringen. Tokke kommune presiserer at den nå krever myke restriksjoner. For regulanten vil alle magasinrestriksjoner begrense reguleringsgraden og handlingsrommet. Ved en myk restriksjon må kraftstasjonen stå fra en definert dato til ønsket magasinnivå er nådd, noe som vil redusere produksjonen i starten av kravperioden. I Tokke-Vinjereguleringen vil en restriksjon høyt opp i systemet også ha konsekvenser for kraftverk lenger ned. Som nevnt i Statkrafts notat fra juli 2018, kan et mykt krav om oppfylling av Songavatn medføre at inntil 450 MW i kraftverk nedstrøms blir tatt ut. Dersom det er mye snø igjen i feltet når den definerte vannstanden blir oppnådd kan det bli store overløp og flomtap. Kraftverk som står vil ikke kunne levere systemtjenester.

Statkraft har gjort en omfattende analyse av de ulike magasinrestriksjonene etter ønske fra NVE. Magasinrestriksjoner er vurdert enkeltvis og samlet i Vedlegg 9. Notatet viser hvordan magasinrestriksjoner påvirker disponeringen i et vått, et tørt og et middels år. I tillegg til enkeltkravene kan man se for seg en rekke ulike kombinasjoner av restriksjoner. Slike kombinasjoner er ikke vurdert nå. Analysen viser at en magasinrestriksjon medfører reduksjon i fleksibiliteten til systemet, inntjeningen vil reduseres og flomfaren øker. I år med sein smelting øker faren for skadeflom.

Produksjonsvolumet over året endres marginalt i simuleringene for noen av restriksjonene, men inntjeningen reduseres da produksjonen flyttes til tidspunkt hvor behovet for kraft er mindre. Hvor mye systemet påvirkes av en magasinrestriksjon er avhengig av hvilket magasin som blir berørt, hvilket nivå magasinrestriksjonen blir på og tidspunktet magasinrestriksjonen er gjeldende. Analysene viser at magasinrestriksjon på ett magasin får følger for vannstanden i andre magasiner i systemet. De største konsekvensene får vi med magasinrestriksjoner på de store høyfjellsmagasiner Songavatn og Bordalsvatn.

Dersom det innføres flere magasinrestriksjoner og/eller minstevannføringer, kan det få følger for disponeringen i andre reguleringer. Dette ser vi spesielt i et tørt år da mye energi blir utilgjengelig for markedet når behovet er stort.

En restriksjon i Songavatn eller i Bordalsvatn i samsvar med kommunenes krav illustrerer tilnærming og konsekvenser:

Songavatn er det største magasinet i Tokke reguleringen og kan delvis betegnes som et flerårsmagasin. En restriksjon her medfører større påvirkning på Tokke reguleringen enn på noen andre magasin. Songavatn ligger øverst i vassdraget og kan ikke fylles på av noen overforliggende magasin. En magasinrestriksjon her vil medføre at vannstanden generelt sett blir liggende høyere selv med en myk restriksjon.

I et tørt år må Songa stort sett stå når restriksjonen er gjeldende. Dermed vil man kjøre Kjela mer for å produsere når effektbehovet er størst. Dette medfører at alle magasin som tilhører Kjela vil bli lavere i et tørt år når man har en minimumsrestriksjon på Songavatn. Produksjonen nedstrøms Kjela og Songa vil bli redusert da Kjela ikke klarer å kompensere produksjonen Songa reduseres med.

I år med sein snøsmelting vil dette kravet utgjøre en stor fare for skadeflom. Uten kravet vil Songa kjøres i slike tilfeller for å ha plass i Songavatn til snøen som ligger igjen og fremtidige tilsig. Med en restriksjon vil vi måtte stå fra 1 juli uavhengig av snømengden i fjellet.

I et vått år vil magasiner tilhørende Kjelasystemet kjøres lenger ned i forkant av restriksjonen for å unngå flomtap/tvangsproduksjon. Vannstanden i Songavatn vil ligge høyere år etter år med en restriksjon. Dette medfører at vi i inngangen til et vått år vil vannstanden ligge høyere enn uten restriksjon. Når det våte året da inntreffer vil man ha større flomfare og en høyere produksjon for å unngå flomtap. I et vått år er det som regel overskudd av kraft så denne produksjonen må dermed presses inn i et overskuddsmarked.

En magasinrestriksjon på et stort høyfjellsmagasin som Bordalsvatn får følger for disponeringen i hele Tokke reguleringen. Normalt vil en restriksjon her medføre mindre kjøring på Kjela i forkant og under gyldighetsområdet for restriksjonen. Desto høyere og lenger kravet gjelder jo større konsekvenser får det. Dette vil også bare forsterkes jo tørrere det blir. Tilhørende magasin som Kjela benytter seg av, som Ståvatn og Kjelavatn, vil få lavere fylling som følge av en restriksjon i Bordalsvatn for å opprettholde deler av kjøringen på Kjela. I tillegg vil vi kompensere den reduserte kjøringen på Kjela ved å kjøre Songa mer i den samme perioden. Dette medfører at Songavatn også blir lavere med en restriksjon på Bordalen. Produksjonen nedstrøms Kjela og Songa opprettholdes som følge av denne omdisponeringen i et tørt år.

I et vått år vil Bordalsvatn ligge høyere i forkant med restriksjonen i forhold til uten. Dette for å være sikker på å nå opp til restriksjonen. Når restriksjonen inntreffer må det tappes/produseres mer fra Bordalsvatn enn hvis den ikke var der. Det vil si det må produseres på et tidspunkt hvor det mest sannsynligvis er overskudd på kraft. For å unngå for mye produksjon på ugunstig tidspunkt og flomtap vil andre magasiner tilhørende Kjela kraftverk ligge lavere med restriksjon på Bordalsvatn enn uten restriksjon i et vått år.

Se hele analysen i Vedlegg 9

Kommunen kommenterer også flomdempingsvolumet. Statkraft vil presisere at praksisen innebærer at det alltid er 50 millioner m³ ledig kapasitet i magasinene oppstrøms Vinje kraftverk. Praksisen er omtalt i revisjonsdokumentet. Dersom det blir stilt krav om høyere magasininfylling blir avstanden opp til grensen for flomdempingsvolum mindre. En slik bestemmelse vil føre til større behov for tvangskjøring når det ikke er behov for kraft, fare for flomtap, tapt produksjon og tapte inntekter.

I Statkrafts tidligere innspill til NVE om flomfare og flomdemping har vi fokusert på lokale virkninger. Regulantsamarbeidet i Skiensvassdraget (RSS) har minnet oss på at Statkrafts flomhåndtering i øvre deler av Tokke-Vinjereguleringen har stor betydning for flomsituasjonen i nedre del av Skiensvassdraget, vi viser til brev fra RSS 30. august 2019. Arealbruken langs vassdraget er intensiv i nedre deler av vassdraget med tilhørende stor skaderisiko. Dette er vesentlige forhold som må inn i vurderingen av restriksjoner i Tokke-Vinjereguleringen.

Statkrafts vurdering

Magasinrestriksjoner er simulert enkeltvis og samlet i Vansimtap. Modellene representerer en forenkling av virkeligheten og kan bli for ideelle. Det er sett på konsekvenser i tre eksempelår; ett vått, ett tørt og ett middels år, og disse årene vil ikke komme igjen. Vi mener likevel at simuleringsresultatene i Vedlegg 9 gir et godt bilde av konsekvensene av magasinrestriksjoner.

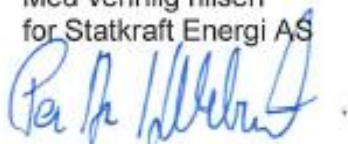
Man kan også se for seg ulike kombinasjoner av restriksjoner, men det er ikke gjort i analysen. Dersom forvaltningen ønsker å få vurdert ulike kombinasjoner av restriksjoner, ønsker Statkraft å bidra til å belyse slike scenarier.

Statkraft er åpen for å videreføre dagens manøvreringspraksis av Vinjevatn, Totak og Ståvatn og vil understreke at formalisering av denne praksisen er uheldig fordi den vil begrense muligheten til rask manøvreringstilpasning, noe som er nødvendig blant annet som følge av store variasjoner i tilsig.

Tilleggsinfo – Jøkullaup fra Nupsfonn til Ståvatn

I slutten av august 2019 ble det observert at vannet i Ståvatn var veldig blakket og etter befaring og nærmere undersøkelser har Statkraft fått avklart at en isdam i fronten av Nupsfonn var blitt gjennombrutt i perioden uke 34-35. Issjøen var nedtappet om lag 10 meter og det antas at 8-10 millioner m³ vann ble tappet til Ståvatn. 10 Mm³ tilsvarer ca 1,8 meter stigning på Ståvatn. NVE er varslet og Statkraft er usikker på om isdemningen vil bygges opp igjen, og dermed at det er fare for nye tilsvarende episoder, eller om isdemningen ikke gjenskapes og dermed at tilsiget kommer jevnere. Episoden illustrerer både at tilsiget fra isbreer og bredemte sjøer er i endring, og at flomdemplingskapasitet i magasinene er viktig og kanskje blir enda viktigere framover.

Med vennlig hilsen
for Statkraft Energi AS



Per Are Hellebust
regiondirektør

Kopi: Tokke og Vinje kommuner, Fylkesmannen i Vestfold og Telemark

Vedleggsliste

Vedlegg 1 Produksjonskonsekvens av ulike minstevannføringslipp i øvre del av Tokkeåi	14
Vedlegg 2 Vannføringsmåling i Tokkeåi 2019	15
Vedlegg 3 Varighetskurver, bekkefelt som tas inn på overføringstunnelen til Tokke kraftverk	17
Vedlegg 4 Sensommer-/høstflommer for restfeltet Tokkeåi	18
Vedlegg 5 Billedokumentasjon Tokkeåi	22
Vedlegg 6 Vilårsrevisjon Tokke-Vinje; teknisk-økonomiske vurderinger	35
Vedlegg 7 Statkrafts svar til Tokke kommunes ordfører Jarand Felland, datert 16. oktober 2018.	41
Vedlegg 8 Momenter som Tokke kommune tar opp i sin merknad datert 6. februar 2019, og som ikke er dekket i Statkrafts svarbrev til NVE.	42
Vedlegg 9 Vilårsrevisjonen av Tokke-Vinjereguleringen. Virkninger av magasinrestriksjoner	43

Referanser

Forseth og Harby 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. - NINA Temahefte 52. 1-90 s. Trondheim, september 2013

Hansen T.V, og Kristiansen J. Oppmåling av Helvetesfossen i Tokkeåi 5.12.2017, Et samarbeid mellom Tokke kommune og Statkraft Energi AS. Notat. Tokke kommune og Statkraft Energi AS. 2017.

Harby A. et al.. 2004. Sluttrapport fra forskningsprosjektet «Konsekvenser av effektkjøring på økosystemer i rennende vann». SINTEF

Kråbøl M., Molan, E., Olsen E.M. 2019. Faglig vurdering av bestandssituasjon og tiltak for storørret i Tokkeåi. Multiconsult.

Kraabøl, M., Brabrand, Å., Bremnes, T., Heggenes, J., Johnsen, S. I, Pavels, H., Saltveit, S. J. 2015. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi. Sluttrapport for perioden 2010-2013 - NINA Rapport 1050. 99 sider + vedlegg.

Kvambekk, Å. 2018. Måling av vanntemperatur i Botndalsvatn og Byrtevatn. Oppdragsrapport A nr 6-2018. NVE

Museth, J., Dervo, B., Brabrand, Å., Heggenes, J., Karlsson, S. & Kraabøl, M. 2018. Storørret i Norge. Definisjon, status, påvirkningsfaktorer og kunnskapsbehov. NINA Rapport 1498. Norsk institutt for naturforskning.

Pulg U. et. al. 2018. Kartlegging av gyte- og oppvekstområder for storørret i Tokkeåi I Telemark 2015-2017. LFI-Rapport 307

Saltveit, et. al. 2018 Overvåkning av fiskebestandene i Tokkeåi i Telemark, Resultater fra undersøkelsene i 2016 og 2017. Notat nr. 1 2018. UiO Naturhistorisk Museum Universitetet i Oslo.

Saltveit, S.J. Brabrand, Å., Bremnes, T. og Pavels, H. 2018. Overvåkning av fiskebestandene i Tokkeåi, Telemark. Resultater fra undersøkelsen i 2018. Rapport nr. 75. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.

Schartum og Fjeldheim 2015. Feltarbeid på Dalen 2014 - Hydroakustisk merking av ørret, bunndyrundersøkelser, og analyse av temperatur og vannføring i Tokkeåi. Høgskolen i Telemark

Sømme, S. 1959. Rapport VIII Til Ekspropriasjonsskjønnet for Tokke-reguleringen. Tokkeåi med tilløp.

Tokke kommune. 2019. Revisjon av statsreguleringene i Tokke-Vinjevassdraget. Meknad fra Tokke kommune til Statkrafts kommentar. 6. februar 2019

Statkrafts notat til NVE datert juli 2018

Statkrafts notat til NVE datert juni 2017

Statkrafts revisjonsdokument for Tokke-Vinjereguleringen

Regulantsamarbeidet i Skiensvassdraget (RSS), brev til NVE datert 30. august 2019
Ad pågående vilkårsrevisjoner i Tokke-Vinjevassdraget

VEDLEGG

Vedlegg 1 Produksjonskonsekvens av ulike minstevannføringslipp i øvre del av Tokkeåi

Minstevannføring	Benevnelse	Teknisk løsning	Konsekvens for produksjon og kraftsystemet	Referanse til tidligere Statkraft-dokument
1 m ³ /s vinter og 2 m ³ /s sommer	A1d	Tappe fra luke i Dam Vinjevatn	45 GWh/år	
0,5 m ³ /s vinter og 1 m ³ /s sommer	A1e	Tappe fra luke i Dam Vinjevatn	25 GWh/år	
2 m ³ /s vinter og 4 m ³ /s sommer	A1a	Tappe fra luke i Dam Vinjevatn	92 GWh/år, fordelt over året Kraftsystemet – som A2c, men mer begrenset	Statkraft notat Juli 2018
2 m ³ /s vinter og 4 m ³ /s sommer samt stengning av bekkeinntak	A2c Lik A1a. Samt stenge følgende bekkeinntak; <ul style="list-style-type: none"> ○ Leirli/Åmot ○ Haugebekken ○ Raudåi ○ Grytåi ○ Viermyrbekken ○ Berdalsåi ○ Ljosåkpytten/Bessåi 	Tappe fra luke i Dam Vinjevatn. Stenge 6 bekkeinntak og overføring fra Berdalsåi til Vinjevatn.	185 GWh/år, mest sommer Redusert antall timer produksjon i Tokke kraftverk og redusert antall timer leveranse av FCR og aFRR.	Statkraft notat Juli 2018
50 m ³ /s i uke 42	Lokkeflom for gytevandring A21a	Tappe Dam Vinjevatn	28 GWh/år, konsekvens aktuell uke	
	Q95	Tappe fra luke i Dam Vinjevatn	Ca 120 GWh/år	Statkraft notat Juni 2017
2 m ³ /s vinter og 5 m ³ /s sommer		Tappe fra luke i Dam Vinjevatn	83 GWh/år ¹	Revisjonsdokument
1 m ³ /s vinter og 2 m ³ /s sommer		Tappe fra luke i Dam Vinjevatn	47 GWh/år ²	Revisjonsdokument

¹ Produksjonsberegning fra 2018, A1c, gir årlig produksjonstap på 103 GWh

² Produksjonsberegning fra 2018, A1d, gir årlig produksjonstap på 45 GWh

Vedlegg 2 Vannføringsmåling i Tokkeåi 2019

NOTAT

TIL: Vegard Pettersen, Jostein Kristiansen
FRA: Axel L. Jørgensen
SIGN.:
DERES REF.: VÅR REF.: DATO:
22.08.2019

Vannføringsmåling i Tokkeåi 2019

I våren og sommeren 2019 ble det utført vannføringsmålinger, ved Tveito dam og Omdalsbru, i Tokkeåi i forbindelse med prøvetapping fra Tveito dam. Målingene ble utført for å teste tilsigets utvikling og dokumentere vanndekt areal ned igjennom Tokkeåi, ved ulike slippvolumen fra Tveito dam. Målinger ble utført i perioden 7. og 8. mai 2019 og i perioden 5. og 6. august 2019. Målingene ble planlagt slik at de ble utført etter en forholdsvis lang periode uten nedbør, for å få så lite lokaltilsig som mulig. På grunn av den kalde våren som var i 2019, var det fortsatt mye snøsmelting i perioden 7.- 8. mai, og da lufttemperaturen i perioden var oppe på 7-10 °C i dagtimene, var det allikevel et nevneverdig lokaltilsig mellom Tveito dam og Elvarheim. Dette fremgår tydelig av måledata.

Målemetodikk og måleforhold

Alle målinger ved Tveito dam og Omdalsbru ble utført med saltfortynningsmetoden. Dette vurderes som eneste mulige målemetode da Tokkeåi er veldig steinede og det derfor ikke finnes veldefinerte måleprofiler som er tilgjengelige uten fare for å skade seg. Se bilder.

Generelt kan man si at det er svært vanskelige måleforhold ved Omdalsbru, hvor blandeforholdene er ugunstige i alle henseender. Dette fremgår av de vedlagte målerapporter, hvor det sees at måleavvik mellom sensorene ofte ligger mellom 5-10%, hvilket indikerer en relativ uhomogen oppblanding av salt. Allikevel betegnes målingene som vellykket, på grunn av målestedets beskaffenhet.

Måleforholdene ved Tveito dam er annerledes gode. Vannet ledes igjennom et veldefinert kanalisert strekk, med ganske få bakevjer, hvor saltløsningen kan bli hengende. Den største utfordringen her er å få blandestrekke langt nok, da vannhastigheten rett nedenfor dammen er høy, og blandetiden dermed blir relativ liten.

Ved Elvarheim ble vannføringen, i mai 2019, målt med ADCP metoden. Instrumentet som ble benyttet var en SonTek Riversurveyor M9, som måler hastigheten på suspenderte partikler i måleprofilen. Utfordringen med målingene denne dagen var den lave vannhastigheten i vannet som følge av et brett elveprofil og meget lavt lokaltilsig. Det skal nevnes at Lio Kraftverk hadde stått i en periode opp til måledagen, for å gjøre det mulig å måle på rent lokaltilsig fra feltet mellom Tveito dam og Elvarheim. Målingene vurderes som middels til gode (se målerapport). Målingen stemte godt overens med vannføringstabellen for stasjon 16.117 Elvarheim.

Hvor flere målinger er blitt utført på samme lokasjon ved samme målerunde, er resulterende vannføring beregnet som middel mellom de to målinger.

Måleresultat 7.- 8. mai 2019

Dato	Tid (Normaltid)	Lokasjon	Resulterende vannføring (m ³ /s)	Metode	Kvalitet
08.05.2019	14:29	Tveito dam	2,040	Saltfortynning	God
07.05.2019	20:12	Omdalsbru	4,198	Saltfortynning	Middels
07.05.2019	14:30	Elvarheim	8,039	ADCP	Middels til god

Vannføring registrert ved stasjon 16.117 Elvarheim

Dato	Tid (Normaltid)	Lokasjon	Vannføring (m ³ /s)	Vannstand (m.o.h.)	Kvalitet
07.05.2019	15:00	Elvarheim	8,2	74,780	God

Måleresultat 5. – 6. august 2019

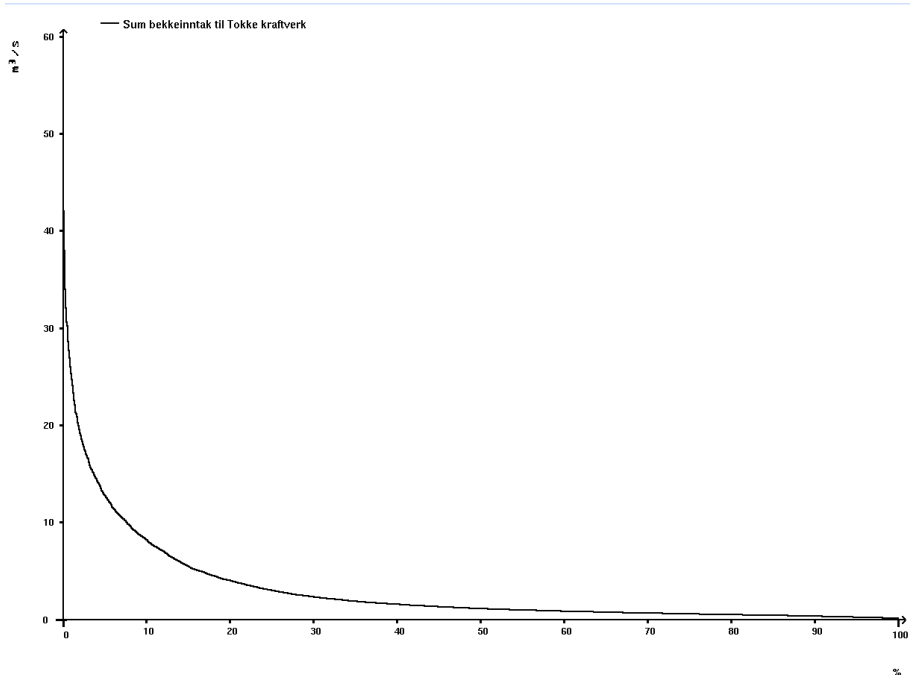
Første tapping

Dato	Tid (Normaltid)	Lokasjon	Resulterende vannføring l/s	Metode	Kvalitet
05.08.2019	10:00	Tveito dam	638	Saltfortynning	God
05.08.2019	12:06	Omdalsbru	1569	Saltfortynning	God

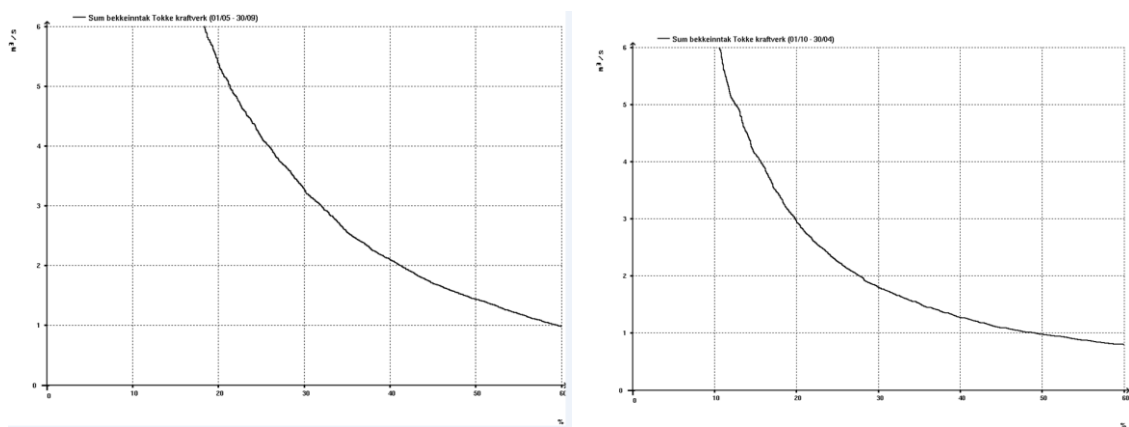
Andre tapping

Dato	Tid (Normaltid)	Lokasjon	Resulterende vannføring l/s	Metode	Kvalitet
05.08.2019	16:02	Tveito dam	1991	Saltfortynning	God
06.08.2019	06:58	Omdalsbru	2837	Saltfortynning	Middels

Vedlegg 3 Varighetskurver, bekkefelt som tas inn på overføringstunnelen til Tokke kraftverk



Figur 1 Varighetskurve for summen av alle bekkeinntaksfelt tilknyttet Tokke kraftverk



Figur 2 Varighetskurver for summen av alle bekkeinntaksfelt tilknyttet Tokke kraftverk, hhv sommer (1. mai til 30. sep.) og vinter (1. okt. til 30. apr.)

Vedlegg 4 Sensommer-/høstflommer for restfeltet Tokkeåi

NOTAT

TIL: Vegard Pettersen

FRA: Asgeir Petersen-Øverleir

SIGN.:

DERES REF.:

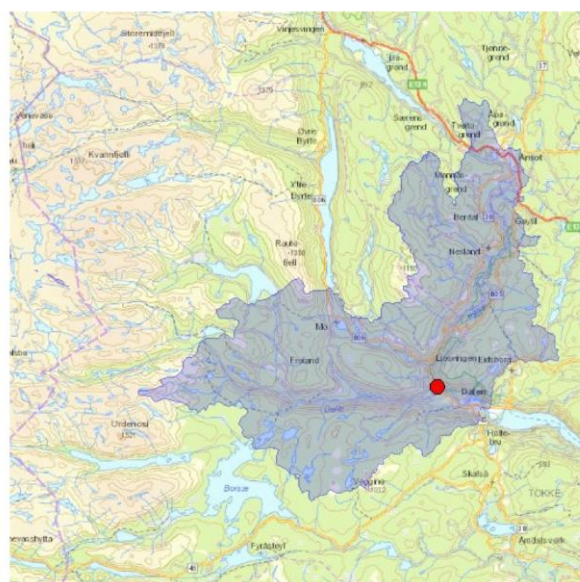
VÅR REF.:

DATO: 28.08.2019

Sensommer-/høstflommer for restfeltet Tokkeåi

Det er ønskelig å fremskaffe et bilde på naturlig flomgenerering fra restfeltet oppstrøms Elvarheim. Dette feltet er definert av naturlig avrenning nedstrøms inntakspunktene til Byrte, Lio og Tokke kraftverk. Aktuelt restfelt samt utvalgte statistikker vises i figur 1.

Figur 1: Stipulert restfelt oppstrøms Elvarheim. Samløp Dalaåi/Tokkeåi vises som rød prikk. Kilde:NEVINA



Lavvannskart

Vassdragsnr.: 016.BE1
Kommune: Tokke
Fylke: Telemark
Vassdrag: VEST-VASSDRAGET

Vannføringsindeks, se merknader

Middelvannføring (61-90)	23,2 l/(s*km ²)
Alminnelig lavvannføring	- l/(s*km ²)
5-persentil (hele året)	- l/(s*km ²)
5-persentil (1/5-30/9)	- l/(s*km ²)
5-persentil (1/10-30/4)	- l/(s*km ²)
Base flow	- l/(s*km ²)
BFI	-

Klima

Klimaregion	Sor
Arsnedbør	1077 mm
Sommernedbør	476 mm
Vinternedbør	602 mm
Årstemperatur	2,2 °C
Sommertemperatur	8,4 °C
Vintertemperatur	-2,2 °C
Temperatur Juli	10,5 °C
Temperatur August	11,0 °C

Feltparametere

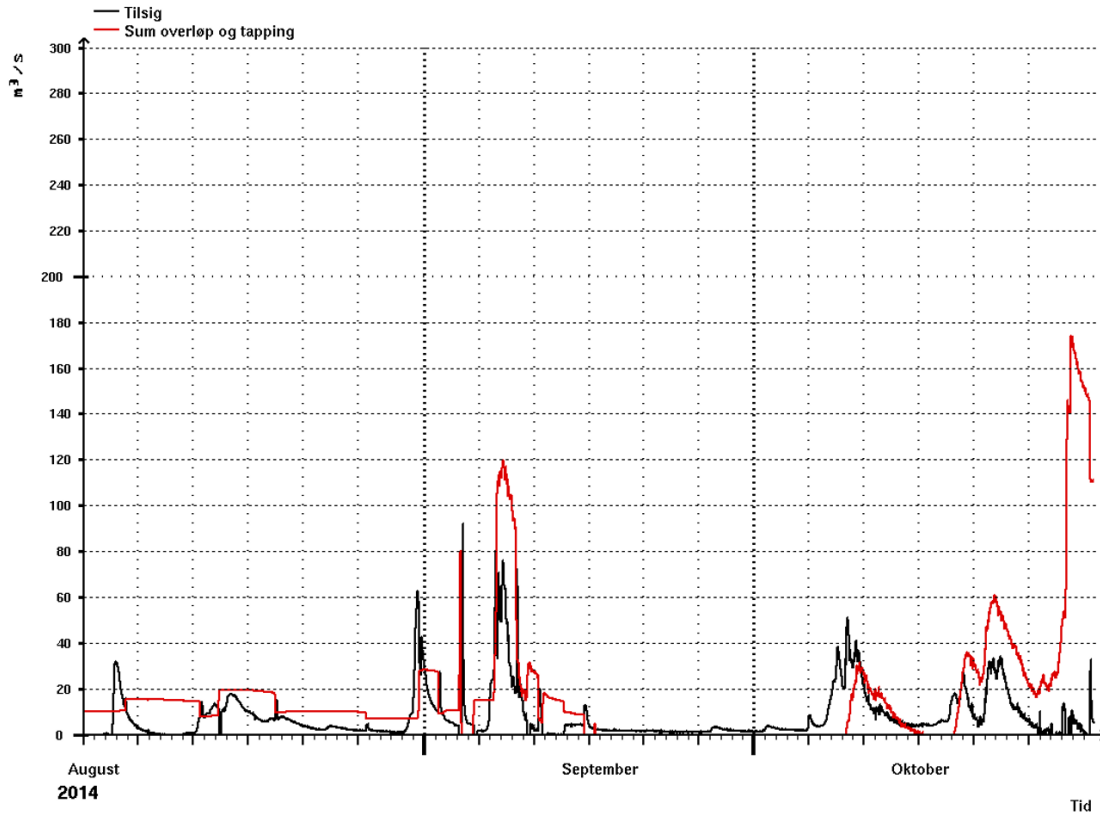
Areal (A)	203,1 km ²
Effektiv sjo (S_{eff})	- %
Elvelengde (E_L)	- km
Elvegradient (E_G)	- m/km
Elvegradient ₁₉₈₅ (G_{1985})	- m/km
Feltlengde(F_L)	23,1 km
H_{min}	75 moh.
H_{10}	376 moh.
H_{20}	471 moh.
H_{30}	546 moh.
H_{40}	617 moh.
H_{50}	689 moh.
H_{60}	750 moh.
H_{70}	798 moh.
H_{80}	845 moh.
H_{90}	900 moh.
H_{max}	1362 moh.
Bre	0,0 %
Dyrket mark	1,8 %
Myr	2,1 %
Sjø	1,9 %
Skog	88,2 %
Snaufjell	3,3 %
Urban	0,5 %

1) Verdien er edlert

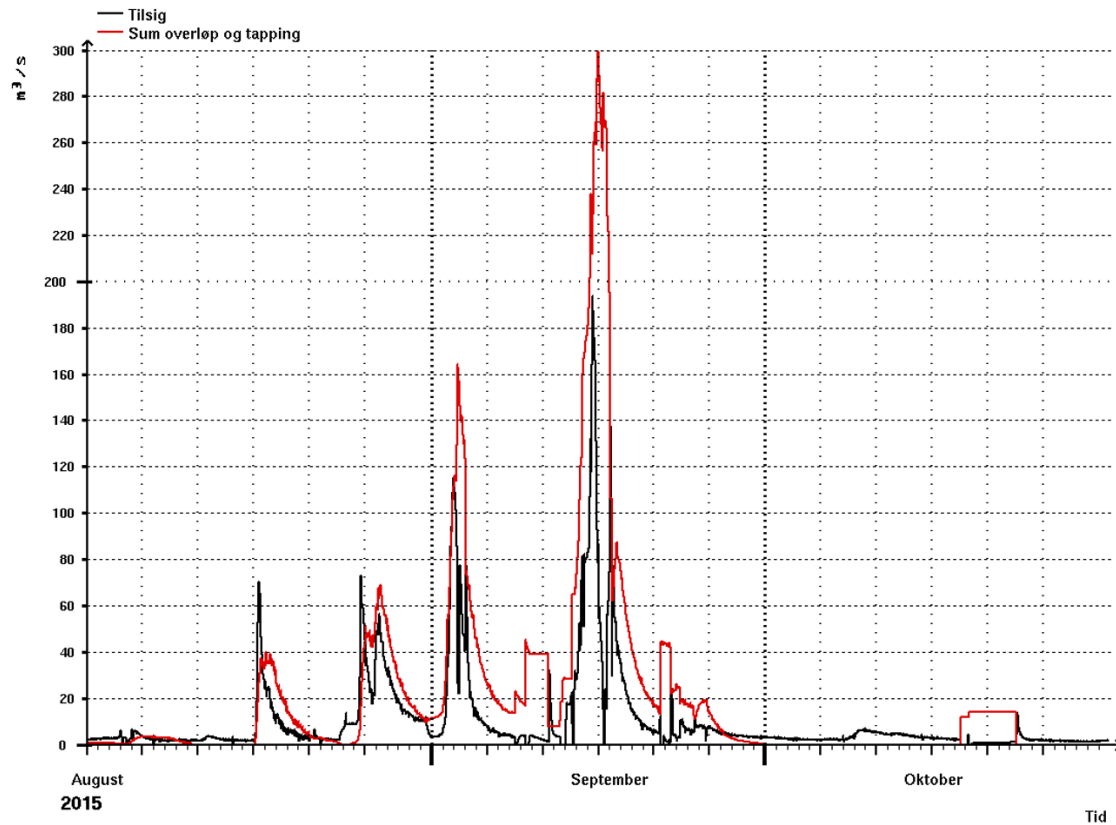
Observerte verdier på avrenningen i restfeltet kan fremskaffes ved å ta utgangspunkt i målt vannføring ved Elvarheim. Man trekker fra målt produksjonsvannføring og sum av alle observerte overløp og tappinger fra de overliggende magasinene. Denne resulterende serien vil også inneholde uregistrerte tap fra de overliggende bekkeinntakene. Uansett vil dette gi et bilde på det faktiske uregulerte tilsiget ned til de nedre elvestrekningene av Tokkeåi før den renner ut i Bandak.

Det er store usikkerheter i kalkuleerte tappinger og dynamikk på alle bidragene til vannføring. Dette gjør at en vannhusholdningskalkulasjon generelt blir beheftet med støy og systematiske feil – spesielt på fin tidsoppløsning. Men vannhusholdning blir relativt nøyaktig for større tilsigsverdier på selv timeoppløsning. Vi velger derfor å ta utgangspunkt i timeserie basert på vannhusholdning.

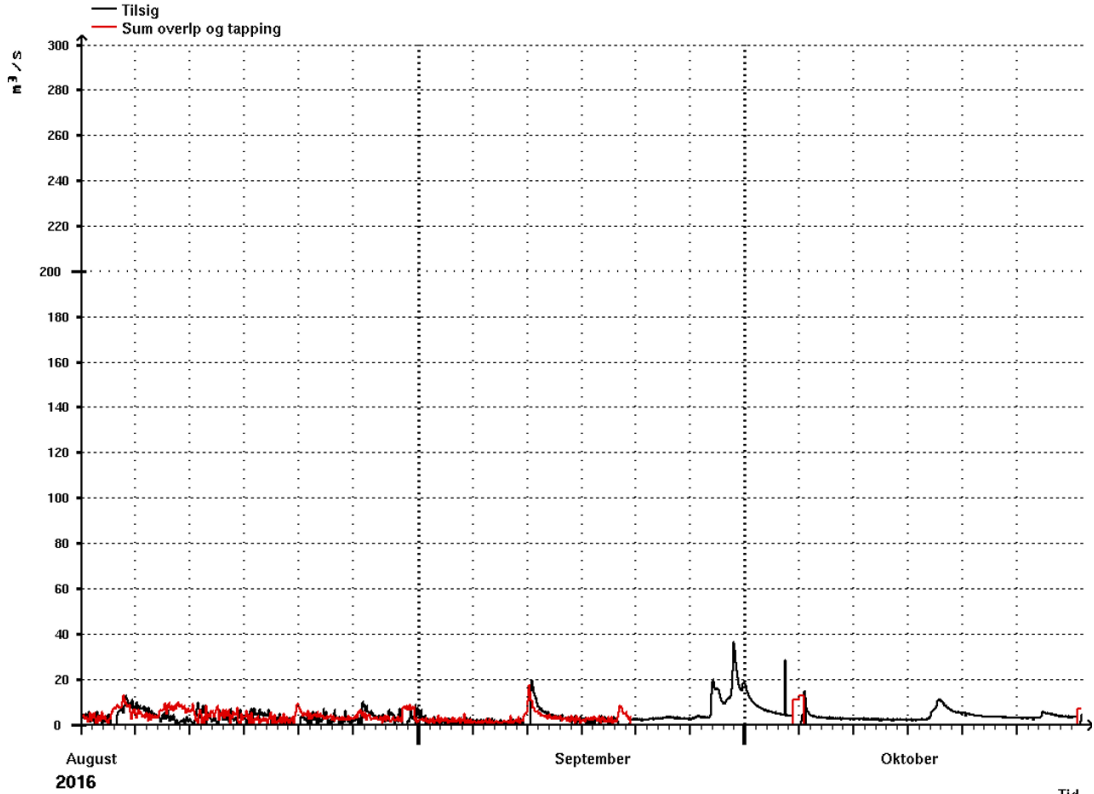
Figurene 2 til 6 viser data for månedene august, september og oktober de siste fem årene. Merk at verdiene er beheftet med usikkert slik at enkelte flomverdier kan være uriktig representert. Man ser fra figurene at restfeltet årlig genererer en rekke uavhengige flommer sensommer/høst. En ser spesielt at 2016 var et år uten større regnflommer i området. Dette gjenspeiles også i data fra uregulerte felt i området. I tillegg ser man fra figurene at overløp og tapping i de fleste flomtilfellene øker vannføringen kulminasjonsverdi og volum, samt bidrar med økt vannføring i perioder der restfeltet ikke genererer økning i vannføring. Merk også at driftsvannføring fra Lio kraftverk ikke er med i figurene.



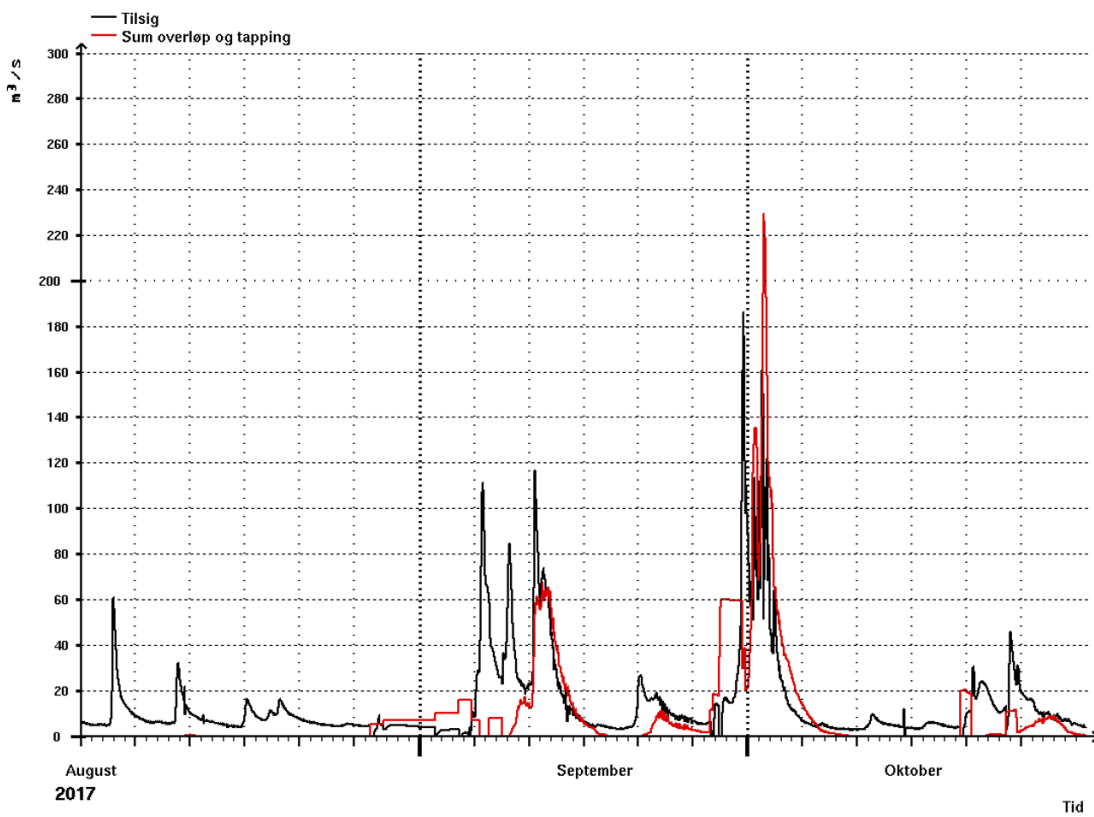
Figur 2: Kalkulert avrenning restfelt Tokkeåi og sum overløp/tapping fra overliggende magasiner i 2014.



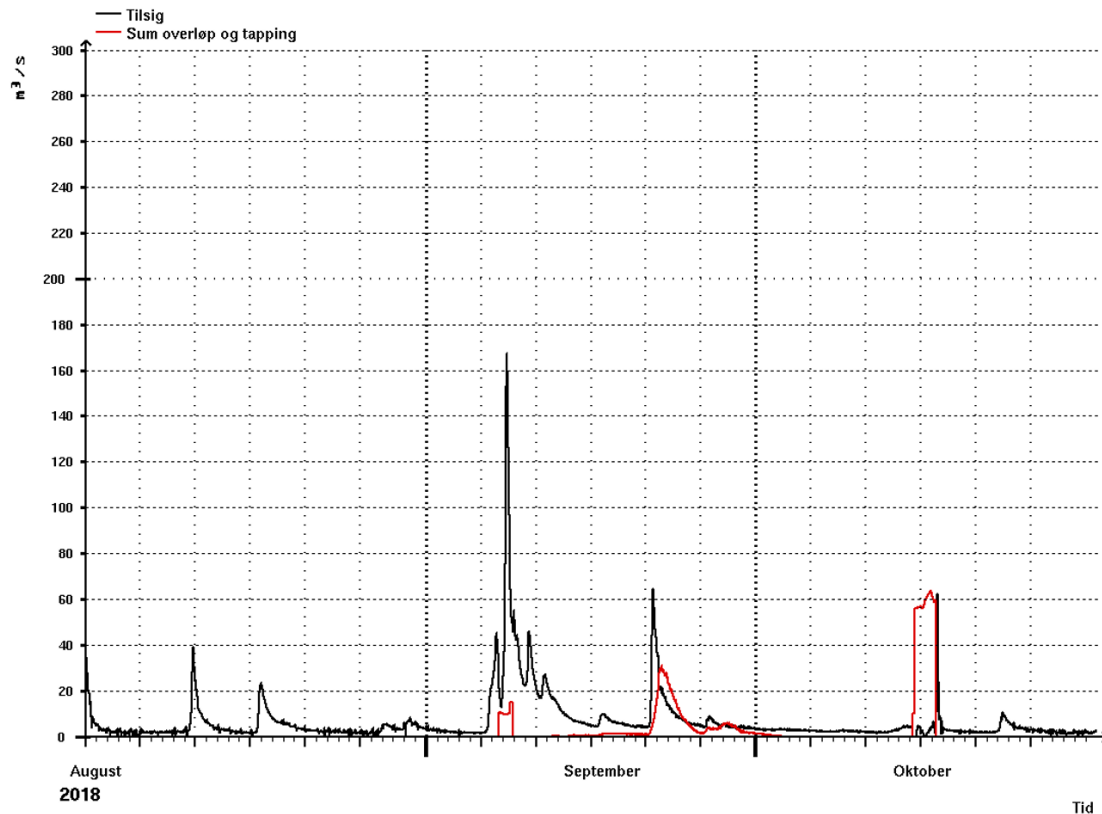
Figur 3: Kalkulert avrenning restfelt Tokkeåi og sum overløp/tapping fra overliggende magasiner i 2015.



Figur 4: Kalkulert avrenning restfelt Tokkeåi og sum overløp/tapping fra overliggende magasiner i 2016.



Figur 5: Kalkulert avrenning restfelt Tokkeåi og sum overløp/tapping fra overliggende magasiner i 2017.



Figur 6: Kalkulert avrenning restfelt Tokkeåi og sum overløp/tapping fra overliggende magasiner i 2018.

Vedlegg 5 Bildedokumentasjon Tokkeåi

Statkraft har tatt en rekke bilder av Tokkeåi fra Bandak til utløp Lio kraftverk fra drone og fra bakken ved ulike vannføringer. I dette notatet vises bilder tatt på fire ulike vannføringer:

- 6.8 m³/s - 14. mars 2019
- 5.8 m³/s - 26. januar 2017
- 5.07 m³/s - 1. februar 2017
- 3.96 m³/s - 25. juni 2010

Vannføringene refererer til Elvarheim.

Bildene med høyest vannføring vises først og hver av de fire bildeseriene starter nederst i elva.

Bildene er et godt supplement til rapporten fra Norce om hydrologiske og hydrodynamiske forhold (Stranzl et.al. 2019). Det følger en kort forklaring og informasjon med hvert bilde.

Tokkeåi 6.8 m³/s 14.3.2019



Utløp Bandak. Denne delen er påvirket av vannstanden i Bandak.



Utløp Asiahylen. Her fordeles vannet i hovedløp og to sideløp som er justert i tiltaksplanen og har vannføring til ned under 4 m³/s. En liten grusbanke i stryket ut av Asiahylen tørrlegges ved denne og lavere vannføringer. Det midtre løpet er adkomst for Tokke kommune til vannverket. Det ligger styrekabel og vannledning her så ytterligere senkning var ikke ønsket av kommunen. Hele strekket er harvet



Øvre del ved Buøy. Her fordeles vannet i hovedløp og indre løp ved Buøy. En grusbanke i stryket ut fra hylen tørrlegges ved denne og lavere vannføringer. Terskler er ombygd og området harvet i samsvar med tiltaksplanen, som ble utarbeidet i samarbeid med Norce og lokale interesser.



Målestasjon utløp av Elvarheimhylen. Innløp Haugevja sideløp. Som er en nyåpnet(2012) 480 meter langt bekk. Dette sideløpet har vannføring ned til 2 m³/s.



Innløp Elvarheimhylen. Godt vanddekt ved 6.8 m³/s.



Innløp Elvarheimhylen. Litt tørrlagt areal i hovedløpet opp mot skoleområdet.



Hovedløpet opp mot skolen. Hele øvre strekket ombygd i hht tiltaksplanen, som ble gjennomført i samarbeid med Norge og lokale interesser.



Ytre løp mot Hakjesflotthylen.
Terskler justert og hele
strekket harvet i samarbeid
med Norge og lokale
interesser.



Elva senket vesentlig og
terskler ombygd til naturlige
brekk. Medfører også litt mer
tørrlagt areal ved lavere
vannføringer enn før tiltak.



Elva senket vesentlig og
terskler ombygd til naturlige
brekk. Medfører også litt mer
tørrlagt areal ved lavere
vannføringer enn før tiltak.



Hakesflotthylen, et viktig gyteområde for storørret. Elva senket vesentlig og terskler ombygd til naturlige brekk. Hele strekket harvet. Godt vanndekt ved 6.8 m³/s.



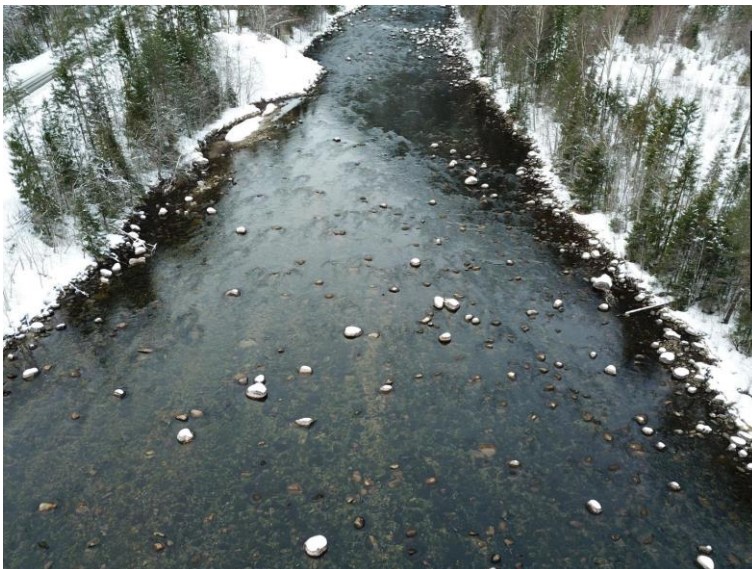
Mot Huvestadhylen. Deler av strekket harvet. Godt vanndekt på 6.8 m³/s.



Huvestadhylen. Deler av strekket harvet. Godt vanndekt på 6.8 m³/s.



De to øverste tersklene. Hele strekket ombygd av Norge i hht. tiltaksplanen. Viktig gyteområde for storørret. Hele strekket harvet. Godt vanddekt på 6.8 m³/s.



Strekket mellom øverste to terskler ved Skålen/Vistad og utløp av Gjesshyl. Ingen tiltak gjennomført på dette strekket. Godt vanddekt på 6.8 m³/s.



Strekket mellom øverste to terskler ved Skålen/Vistad og utløp av Gjesshyl. Ingen tiltak gjennomført på dette strekket. Deler av vik øverst til høyre blir litt tørrlagt ved lavere vannføringer enn 6.8 m³/s.



Utløp av Gjesshyl. Kanalisert på 80 tallet. Restaurert i tiltaksplanen. Ca 300 tonn gytegrus lagt ut.



Gjesshyl mot Åmøtehyl. Kanalisert på 80 tallet. Hele strekket restaurert i tiltaksplanen. Mengder av stor stein plassert ut igjen i elva.



Utløp Åmøtehyl. Kanalisert på 80 tallet. Hele strekket restaurert i tiltaksplanen. Ca 100 tonn gytegrus lagt ut og mengder av stor stein plassert ut igjen i elva. Vik gravd ut og flere hundre tonn masser lagt ut på brekket i Åmøtehylen.

Tokkeåi 1.2.2017 ved 5.07 m³/s



Området ved Skålen/Vistad og øverste to ombygde terskler ved 5.07 m³/s.



Området ved Skålen/Vistad og øverste to ombygde terskler ved 5.07 m³/s.



Innløp Elvarheimshylen ved 5.07 m³/s.



Hakjesflotthylen ved 5.07 m³/s. Viktig gyteområde for storørret.



Fra gangbru ved Hakjesflotthylen mot Huvestadhylen ved 5.07 m³/s. Litt tørrlagte kanter på høyre side.

Tokkeåi 26.01.2017 ved 5.8 m³/s



Området ved Skålen/Vistad og øverste to ombygde terskler ved 5.8 m³/s.



Området ved Skålen/Vistad og øverste to ombygde terskler mot Huvestadhylen ved 5.8 m³/s.



Hakjesflotthylen ved 5.8 m³/s. Viktig gyteområde for storørret.

Tokkeåi 25.06.2010 ved 3.96m³/s



Området ved Skålen/Vistad mot Huvestadhylen ved 3.96 m³/s.



Huvestadhylen.



Utløp Huvestadhylen mot gangbru ved Hakjesflotthylen.



Ved Buøy mot Ivirohylen før ombygging av tersklene ved spissen av Buøy.



Ved Buøy mot Asiaevja/hylen før ombygging av tersklene ved Buøy.



Utløp Asiahylen mot innløp Bandak. Bandak trolig høy denne dagen, så dette strekket er vannstandspåvirket av Bandak.

Vedlegg 6 Vilårsrevisjon Tokke-Vinje; teknisk-økonomiske vurderinger

NOTAT

TIL: Vegard Pettersen

FRA: PL SIGN.:

ANSVARLIG: Bjørn Bergheim SIGN.:

DERES REF.: VÅR REF.: DATO: 26.06.2019

Vilårsrevisjon Tokke-Vinje; teknisk-økonomiske vurderinger

I forbindelse med den pågående vilårsrevisjonene for Tokke-Vinjereguleringen ønsker NVE supplerende informasjon og dokumentasjon av mulighetene for og konsekvensene av å møte ulike krav som er kommet opp i revisjonsprosessen.

Teknisk-økonomiske vurderinger er derfor utført for følgende tiltak:

- Vannslipp til øvre del av Tokkeåi
- Vannslipp fra bekkeinntak Tokke kraftverk
- Omløpssystem i Lio kraftverk
- Temperaturinntak i Botndalsvatn og Byrtevatn
- Fiskepassasje i Helvetesfossen

Vurderingene er utført av Statkrafts-interne ressurser med bakgrunn i erfaringer fra andre sammenlignbare tiltak som er utført, og erfaringspriser for tilsvarende arbeider. Det er ikke utført prosjektering av tiltak eller utdypende vurderinger av tiltakene. Det er antatt at alle tiltakene som er omtalt er praktisk gjennomførbare.

VANNSLIPP TIL ØVRE DEL AV TOKKEÅI

Vannslipp til øvre del av Tokkeåi i Vinje kommune kan gjøres fra tre ulike lokasjoner:

- Vinjevatn inntak og dam
- Leirli dam/bekkeinntak
- Leirli tverrslag

Lokasjonene er markert på kart i Figur 1.



Figur 1 Lokalisering av Vinjevatn inntak og dam, Leirli tverrslag og Leirli dam/bekkeinntak

Vinjevatn inntak og dam Vannslipp fra Vinje dam kan i dag kun gjøres med slipp via flomluken. Vinjevatn flomluke er en segmentluke på BxH = 16 x 5,5 m med elektrisk kjedeopptrekk.

Vannslipp via en 16 m bred segmentluke med relativt lavt vanntrykk mot luketerskel medfører at muligheten til å slippe en bestemt vannføring via luken er redusert. Mindre lukeåpninger gir stor usikkerhet i hvor mye vann man slipper via luken, samtidig som en luke med lavt trykk mot luketerskel er sensitiv mot mindre endringer i magasin vannstanden.

Unøyaktighet ved lukens opptrekk og stillingsviser gir også utfordringer med å sette luken på en nøyaktig lukestilling, noe som ytterligere øker usikkerheten i hvor mye vann man slipper via flomluken.

Usikkerhet i hvor mye vann man slipper via luken medfører at man må slippe prosentvis mye mer vann enn påkrevd for å være sikker på ikke å bryte en pålagt minstevannføring.

På grunn av utforming av terrenget nedstrøms Vinje dam er måling av en minstevannføring like nedstrøms dammen svært krevende. Mye stor stein og langt ned til fjell gjør det vanskelig å fastslå hvor mye vann som faktisk slippes fra dammen.

Alternativet til å slippe via flomluken er å etablere ny tappemulighet ved Vinje dam. Avhengig av størrelsen på et eventuelt vannslipp, er foretrukken løsning et tapperør med tappeventil og integrert vannføringsmåler for dokumentasjon av vannvolum.

Tappearrangement kan etableres på ønsket dybde mellom ca. 3-15 m vanddyb. Jo dypere tappearrangementet etableres jo mindre sensitiv vil vannføringen være for vannstandsendringer i magasinet.

Løsningen kan gjennomføres på eksisterende dam eller i forbindelse med fremtidig rehabilitering av Vinje dam, som er planlagt med oppstart ca. 2025.

Kostnader ved å etablere vannslipp fra Vinjevatn er overslagsmessig vurdert til:

	BYGG- OG ANLEGGSTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	MASKINTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	SUM (1000 kroner)
Via eksisterende flomluke	0	500	500
Via tapperør i eksisterende dam	1 000	1 000	2 000
Via tapperør i rehabilitert/ny dam	300	1 000	1 300

Leirli dam/bekkeinntak

Slipp av vann fra Leirli dam innebærer at det må etableres tapping fra vannveien til Tokke kraftverk for å sikre tilstrekkelig mengde vann. Lokaltilsig nedstrøms Totak er i tørre perioder ikke tilstrekkelig stort til å dekke behov for vann til en eventuell minstevannføring. Vannslipp via Leirli dam betyr at det blir sluppet vann som hentes fra Vinjevatn.

En tappemulighet fra vannveien til Tokke kraftverk kan etableres ved å montere tapperør fra Tokke vannvei gjennom Leirli dam. På tappeøret monteres tappeventil og vannføringsmåler for dokumentasjon av slipp av minstevannføring.

Etablering av tappekonstruksjonen gjennom Leirli dam medfører omfattende bygningsmessige arbeider. I tillegg vil slikt arbeid kreve nedtapping av Tokke vannvei i anleggsfasen og dermed stans av Tokke kraftstasjon i en periode.

Slipp av lokaltilsiget nedstrøms Totak kan også gjøres via Leirli dam/bekkeinntak. Det vil ikke være mulig å styre vannmengden ut av Leirli dam i tørre perioder da vannmengden vil være begrenset av lokaltilsiget nedstrøms Totak. I perioder hvor lokaltilsiget til Leirli overskrider et eventuelt krav til minstevannføring kan overskytende vann utnyttes i Tokke kraftverk via Leirli bekkeinntak.

Kostnader ved å etablere vannslipp fra Leirli dam/bekkeinntak er overslagsmessig vurdert til:

	BYGG- OG ANLEGGSTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	MASKINTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	SUM (1000 kroner)
Tapping via Leirli dam fra Tokke vannvei	4 000	1 000	5 000
Tapping av lokaltilsig nedstrøms Totak		500	500

Leirli tverrslag

Leirli tverrslag består i dag av betongpropp med en tappeluke og en tappeventil. Verken luke eller tappeventil er egnet for slipp av minstevannføring. Tverrslaget må bygges om dersom det skal etableres mulighet for slipp av minstevannføring.

Vannslipp via Leirli tverrslag betyr at det blir sluppet vann som hentes fra Vinjevavn.

Tappemulighet fra Tokke vannvei for slipp av minstevannføring kan etableres ved Leirli tverrslag ved å etablere ny tappeventil, tapperør og vannføringsmåler. Siden tunnelen nedstrøm betongpropp i tverrslaget er vannfylt, tunnelen går på stigning fra betongpropp, må arrangement for styring av tapping og måling av vannføring etableres på utsiden av tverrslaget.

Etablering av tappemulighet fra Leirli tverrslag krever nedtapping av Tokke vannvei i anleggsfasen og dermed stans av Tokke kraftstasjon i en periode.

Leirli tverrslag er planlagt rehabilitert sammen med Tokke vannvei med oppstart tiltak ca. 2025.

Kostnader ved å etablere vannslipp fra Leirli tverrslag er overslagsmessig vurdert til:

	BYGG- OG ANLEGGSTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	MASKINTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	SUM (1000 kroner)
Tapping fra Leirli tverrslag	3 500	2 500	6 000

VANNSLIPP FRA BEKKEINNTAK TOKKE KRAFTVERK

Vannslipp fra bekkeinntak på vannveien til Tokke kraftverk krever tiltak på samtlige bekkeinntak. For å kunne dokumentere hvor mye vann som slippes må det etableres tapperør, tappeventil og vannføringsmåler. I tillegg må det føres fram strøm og kommunikasjon til bekkeinntakene.

Bekkeinntakene har begrensede nedslagsfelt, Statkraft kan ikke garantere for slipp av en gitt vannmengde, hverken fra hvert enkelt bekkeinntak eller samlet.

Det vil ikke være mulig å styre vannmengden ut av bekkeinntakene i tørre perioder da vannmengden vil være begrenset av lokaltisiget. I perioder hvor lokaltisiget til bekkeinntakene overskrider et eventuelt krav til minstevannføring kan overskytende vann utnyttes i Tokke kraftverk via bekkeinntakene.

Kostnader ved å etablere vannslipp fra bekkeinntakene til Tokke vannvei er overslagsmessig vurdert til:

	BYGG- OG ANLEGGSTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	MASKINTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	SUM (1000 kroner)
Haugebekken bekkeinntak	2 000	1 000	3 000
Raudåi bekkeinntak	1 000	750	1 750
Grytåi bekkeinntak	500	750	1 250
Viermyrbekken bekkeinntak	500	750	1 250
Leirli bekkeinntak Tapping av lokaltisig nedstrøms Totak		500	500

Fjerning av bekkeinntak Tokke

Kostnader ved fjerning av bekkeinntak på Tokke vannvei er overslagsmessig vurdert. Kostnadene inkluderer rivning og fjerning av inntakskonstruksjonene, gjennstøpning av sjakt og arrondering av området.

Kostnadene er vurdert å være tilnærmet like for alle bekkeinntakene, med unntak av Leirli bekkeinntak. Leirli bekkeinntak kan ikke uten videre stenges uten at det påvirker vannveien til Tokke kraftverk.

Kostnadene ved å stenge og rive bekkeinntakene er anslått til:

	BYGG- OG ANLEGGSTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	MASKINTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	SUM (1000 kroner)
Stenge og rive bekkeinntak, kostnader per bekkeinntak	8-12 000		8-12 000

OMLØPSSYSTEM I LIO KRAFTVERK

Det er sett på et arrangement med forbislipping av vann fra trykksjakt til U-tunnel. Utformingen av forbislippingsanlegget vil være avhengig av vannføringen anlegget skal håndtere, blant annet for å håndtere luftinnslipping/luftovermetning, og for å forhindre kavitasjons-/vibrasjonsproblemer.

Kostnadene er vurdert for faste vannføringer på 4 m³/s og for 14 m³/s. 4 m³/s er valgt da studier viser at det vanndekkede arealet i nedre del av Tokkeåi blir relativt mye mindre når vannføringen blir lavere enn denne vannføringen, mens 14 m³/s tilsvarer maksimal slukeevne i Lio kraftverk. Estimaten inneholder forventede bygg- og mekaniske kostnader, og et visst omfang av prosjektering.

Kostnadsutviklingen for andre slukeevner mellom 4 og 14 m³/s er ikke lineær og kan ikke interpoleres direkte. Det forventes en betydelig økning i kostnadene for forbislippingsanlegget når slukeevnen overstiger 7-8 m³/s. En større slukeevne vil kreve omfattende ombygginger i kraftverket, hvor nedre del av trykkrøret pigges ut og erstattes med enten et mer tykkvegget rør eller et spesialprodusert bukserør ved avgrensingen. Det er også forventet at man må etablere større fjellrom for å få plass til nødvendig energidreping ved større slukeevne enn 7-8 m³/s. Kostnader ved å utvide fjellrommet for etablering av energidreper er ikke inkludert i kostnadsoverslaget.

Forbislippingsanlegg med regulerbar slukeevne, som skal sikre at det til enhver tid kan bli sluppet en vannføring tilsvarende driftsvannføringen gjennom i Lio kraftverk er teknisk komplisert og svært kostbart. Et regulerbart anlegg medfører utfordringer med vibrasjoner og risiko for luftovermetning i vannet øker. Statkraft anser det ikke som realistisk å etablere et regulerbart forbislippingsanlegg.

Kostnader ved å etablere forbislippingsanlegg i Lio kraftverk er overslagsmessig vurdert til:

	BYGG- OG ANLEGGSTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	MASKINTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	SUM (1000 kroner)
Forbislipp av 4 m ³ /s			8-12 000
Forbislipp av 14 m ³ /s			25-30 000

TEMPERATURINNTAK I BOTNDALSVATN OG BYRTEVATN

Ombygging av inntakskonstruksjon for å hente vann med temperatur nærmere naturlig temperatur , vil være teknisk.

Inntak kan da bygges som et inntakstårn som plasseres over inntaket med regulerbare luker i ulike kotehøyde. Den luken som ligger nærmest den vanddybden og vanntemperaturen man ønsker å tappe fra magasinet kan åpnes, mens øvrige luker holdes stengt.

Etablering av denne typen inntakstårn krever omfattende ombygging av eksisterende inntakskonstruksjoner og lange perioder med nedetid på kraftverkene. Det kan være aktuelt å etablere nytt inntak parallelt med eksisterende inntak mens kraftverket er på drift. Etter at nytt inntak er etablert stanses kraftverket for å koble sammen vannveien med nytt inntak. Løsningen ved parallelt inntak gir høyere byggekostnader, men reduserer perioden med produksjonstap.

Kostnadene i overslagene under er basert på ombygging av eksisterende inntak med inntak for hver femte høydemeter i magasinet. Nedetidskostnader kommer i tillegg.

Kostnader ved å etablere temperaturinntak er overslagsmessig vurdert til:

	BYGG- OG ANLEGGSTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	MASKINTEKNISKE ARBEIDER (1000 kroner)	SUM (1000 kroner)
Botnedalsvatn – Byrte kraftverk	25 000	35 000	60 000
Byrtevatn – Lio kraftverk	20 000	20 000	40 000



Figur 2 Eksempel på inntakstårn

Vedlegg 7 Statkrafts svar til Tokke kommunes ordfører Jarand Felland, datert 16. oktober 2018.

Statkrafts svar i kursiv

Under punkt 4.2 på side 29 i dykkar dokument står det litt om at magasinrestriksjonar vil medføre at Statkraft ikkje kan tilby så mykje systemtenester. Eg forstår det slik at det som de her viser til er regulerkraft etter avtale med Statnett. Eller er det noko fleire tenester i tillegg?

- *Systemtjenester er en samlebetegnelse for ytelser / produkter som er avgjørende for å opprettholde forsyningssikkerheten. Det er Statnett som systemoperatør som har ansvaret for å skaffe tilstrekkelige systemtjenester. Siden det til enhver tid må være momentan balanse mellom forbruk og produksjon innebærer de aller fleste systemtjenester at man må endre produksjonen (både opp og ned) når kraftsystemet trenger dette. Enkelte av systemtjenestene er hurtige, dvs at kraftverkene må respondere på sekunder, mens andre er tregere. Regulerkraft som du referer til blir aktivert per telefon fra Statnett og må være aktivert i løpet av 15 minutter. Sentrale systemtjenester fra Tokke/Vinje er: Primærregulering (FCR, frekvensreserver, hurtig respons ved at turbinregulatoren responderer på endringer i frekvensen, her endres produksjonen på få sekunder), Sekundærregulering (aFRR, relativt hurtig respons basert på signal fra Statnett, typisk endres produksjonen innen ett minutt), Tertiærreserver (mFRR, manuelt aktiverte reserver basert på telefon fra Statnett). For Tertiærreserver kan også nevnes at det finnes et opsjonsprodukt, RKOM – regulerkraft opsjonsmarked, som innebærer at man må ha mulighet til å kjøre opp produksjon ved behov. Alle disse produktene er sentrale for Tokkereguleringen, og kraftverkene her bidrar i stor grad til å sikre god forsyningssikkerhet, både lokalt og nasjonalt. Det er også verdt å legge til at viktigheten av systemtjenester fremover mest sannsynlig vil øke med voksende andel ikke-regulerbar kraftproduksjon inn i systemet.*

Under punkt 2.1 står det at Tokke og Vinje kraftverk står for ca. 80 % av inntektene fra systemstøtte i vassdraget. Kor stort er gjennomsnittleg påslag ved produksjon av regulerkraft? Er det til døme 20 % i tillegg til vanleg pris?

- *En kan ikke sjablongmessig si at påslaget ved regulerkraft er 20% av vanlig pris. I enkelte tilfeller er inntekten ved å levere systemtjenester mange ganger inntekten i spotmarkedet (vanlig pris), andre ganger er det minimalt med påslag. Dette varierer kontinuerlig med bl.a. tilstanden til Tokkesystemet og tilstanden til det øvrige kraftsystemet. Det er også viktig å være oppmerksom på at inntekten til regulanten ikke gjenspeiler den totale samfunnsøkonomiske verdien av anleggenes systemstøtte*

I kor stor grad blir kraftverka i Tokke og Vinje nytta til å levere regulerkraft i mai og juni månader?

- *Kraftverkene i Tokke/Vinje er sentrale i å levere både a) regulerbar energi som omsettes i spotmarkedet og b) systemtjenester som anskaffes av Statnett, herunder regulerkraft. I vårknipa (april – juni) er reguleringsevnen og fleksibiliteten i Tokkesystemet sentral for forsyningssikkerheten. Dette gjelder særlig dersom man har en anstrengt kraftsituasjon, f.eks som følge av en lang og kald vinter. I slike tilfeller kan det være lite vann igjen generelt hos kraftprodusentene, og reguleringsevnen i magasinene i Tokkereguleringen er viktig. Det er verdt å understreke at dette ikke bare gjelder de store magasinene i toppen av regulering som f.eks Songa og magasinene oppstrøms Kjela . Fleksibiliteten i bl.a. Totak og Vinjevatt er avgjørende for hele reguleringen og bidrar til at bl.a. Vinje og Tokke kraftverk kan levere både energi i spotmarkedet, og systemtjenester også i anstrengte situasjoner.*

Vedlegg 8 Momenter som Tokke kommune tar opp i sin merknad datert 6. februar 2019, og som ikke er dekket i Statkrafts svarbrev til NVE.

Statkrafts kommentar i kursiv.

Tokke kommune er usikker på om Tokke-Vinjerevisjonen er en ordinær revisjon da konsesjonen i sin tid ble gitt som en Statsregulering.

- *Statkraft oppfatter revisjonsprosessen i Tokke-Vinjereguleringen som en ordinær revisjon og følger OED sine retningslinjer.*

Tokke kommune har fått utført grundige analyser av høyden på Helvetesfossen før og etter kraftutbyggingen og konkluderer nå med at høyden på det vertikale fossefallet på det laveste punktet kan ha vært ned mot 1,2 meter før utbyggingen.

- *Statkraft har ønsket å bidra til et best mulig og omforent kunnskapsgrunnlag i saken og foretok derfor sammen med Tokke kommune en oppmåling seinhøsten 2017. Denne oppmålingen (Hansen T.V, og Kristiansen J. 2017) konkluderte med at høyden på Helvetesfossen før kraftutbyggingen var ca. 3,5 - 5 meter. Statkraft registrerer at fysiske tiltak som ble gjort i fossen i forbindelse med tidligere tiders fløting ikke blir nevnt i kommunens notat.*

Tokke kommune foreslår at Statkraft skal fylle igjen den utsprengte kanalen nedstrøms Helveteshylen og på den måten heve vannstanden i denne kulpen med 3 - 3,5 meter.

- *Statkraft har vurdert dette som et mulig tiltak. I notat til NVE datert juli 2018 påpeker vi at et slikt tiltak vil redusere kraftproduksjonen og medføre behov for ombygginger i Lio kraftstasjon.*

Tokke kommune kommenterer Statkrafts tall for produksjons- og inntektstap ved minstevannføring fra Byrtevatn og i Dalaåi og antar at «*noko må vera feil her ettersom inntektstapet er omtrent det same medan produksjonstapet er nesten dobbelt så stort*». Kommunen syns også det er merkelig at produksjonstapet ved vannslipp fra Byrtevatn blir 17,2 GWh/år, men 9,2 GWh/år når tilsvarende vannmengde blir sluppet fra Botnedalsvatn.

- *Statkrafts forutsetninger og resultat:*
 - *Produksjonstapet på 17 GWh/år er basert på et vannslipp fra Byrtevatn på 0.2 m³/s i perioden 15.mai til 15.november, samt stenging av bekkeinntaket Ljosåkpytten/Bessåi.*
 - *Bekkeinntaket Bessåi/Ljosåkpytten/Tveitevatn har et gjennomsnittlig årlig tilsigsvolum på ca. 17 Mm³. I energi utgjør dette ca. 14 GWh/år i produksjonstap. I tillegg skal det tappes 0.2 m³/s fra Byrtevatn om sommeren, og med en sikkerhetsmargin på 0.05 m³/s utgjør en slik vannføring et energitap på 3.3 GWh/år.*
 - *Et minstevannføringskrav fra Botnedalsvatn på 0.2 m³/s hele året medfører et produksjonstap i Byrte og Lio kraftverk på 8.5 GWh*
 - *Verdien av 1 GWh er gitt av prisen på produksjonstidspunktet. Stenging av bekkeinntaket Ljosåkpytten/Bessåi reduserer i hovedsak tilsiget om sommeren. Tappekravet fra Byrtevatn gjelder også kun om sommeren når verdien på vannet i Byrtevatn er lavere enn om vinteren.*
 - *Kravet om vannslipp fra Botnedalsvatn gjelder hele året. Botnedalsvatn er også et sesongmagasin som tappes ned om vinteren. Kombinasjonen av redusert tilgang på vann, lavere behov for å produsere og forventet høyere priser gir dermed høyere inntektstap pr GWh.*

Vedlegg 9 Vilårsrevisjonen av Tokke-Vinjereguleringen. Virkninger av magasinrestriksjoner

Notat

TIL: Vegard Pettersen

FRA: Kristian Aune, Thea Bruun-Olsen SIGN.:

ANSVARLIG: Tore Småmo SIGN.:

DERES REF.: VÅR REF.: DATO: 19.09.2019

VILKÅRSREVISJONEN AV TOKKE-VINJE REGULERINGEN. VIRKNINGER AV MAGASINRESTRIKSJONER

Sammendrag

I denne analysen har vi brukt VANSIMTAP. Dette programmet brukes operativt hos Statkraft og har sine styrker og svakheter. Det ligger ingen revisjoner inne på noen kraftverk i simuleringene. Magasinrestriksjoner er vurdert enkeltvis og samlet i dette notatet. Vi har valgt å se hvordan magasinrestriksjonene påvirker disponeringen i tre ulike år for å illustrere et vått, et tørt og et middels år. I tillegg til enkeltkravene kan man se for seg en rekke ulike kombinasjoner av restriksjoner. Slike kombinasjoner er ikke vurdert, men bør analyseres dersom forvaltningen mener at slike kombinasjoner kan være aktuelle. De enkelte analysene er forklart både med tekst og vist grafisk.

En magasinrestriksjon medfører reduksjon i fleksibiliteten i systemet, inntjeningen vil reduseres og flomfaren øker. Produksjonsvolumet over året endres marginalt i simuleringene for noen av restriksjonene. I realiteten vil alle magasinrestriksjoner gi økt flomtap og lavere produksjon over året. Inntjeningen reduseres da produksjonen flyttes til tidspunkt hvor behovet for kraft ikke er så stort. Hvor mye systemet påvirkes av en magasinrestriksjon er avhengig av hvilket magasin som blir berørt, hvilket nivå magasinrestriksjonen blir på og tidspunktet magasinrestriksjonen er gjeldende.

De største konsekvensene av magasinrestriksjoner ser vi på de store høyfjellsmagasinene Songavatn og Bordalsvatn. En magasinrestriksjon vil i et år med sein smelting kunne medføre økt fare for skadeflom. Analysene viser at magasinrestriksjon på ett magasin får følger for andre magasiner i systemet. Mange magasinrestriksjoner og minstevannføringer kan få følger for andre reguleringer. Dette ser vi spesielt i et tørt år da mye energi blir utilgjengelig for markedet når behovet er stort.

Innledning

Tokke-Vinje reguleringen har svært mange, både store og små, regulerte magasin. Hensikten med magasinering er først og fremst å lagre vann for å produsere når etterspørselen etter strøm er størst. I tillegg benyttes magasinvolument til å redusere flomvannføring, ved at magasinivået senkes i forkant av både korte- og langvarige tilsigstopper, og dermed får plass til å holde igjen flomvannet. Dette skjer i forkant av hver vårsmelting. Årsprofilen for tilsig i Norge har et stort tilsigvolum vår/sommer som skyldes snøsmelting, mens tilsiget er lavere resten av året. Det er i tillegg stor usikkerhet i forventet nedbør i løpet av et år, og i tillegg når og hvor raskt snøen smelter. De store variasjonene i nedbørsmengde fra ett år til ett annet gir behov for en fleksibel utnyttelse av de regulerte

magasinene. Klimaendringene øker sannsynligheten for ekstremvær med kortvarige, store nedbørsmengder, noe som øker viktigheten av magasinivolum i framtida.

Ved innføring av minstevannføringskrav som er større enn tilsiget vil det være nødvendig å hente vann fra regulerte magasin for å oppfylle vannføringskravet også i disse periodene.

Ved innføring av oppfyllingskrav i et magasin, vil tilgjengelig reguleringsvolum reduseres i kravperioden. Dette kan føre til økt flom ved sen snøsmelting eller store nedbørsmengder. I tillegg kan det oppstå konflikt med vannføringskrav nedstrøms magasinet i tørre perioder. Strømproduksjonen i kravperioden vil bli mer tilsigsstyrt i og med at tilgjengelig reguleringsgrad er redusert. Innføring av magasinkrav kan også føre til at det ikke er mulig å utnytte hele magasinet; det vil si at magasinet aldri tømmes og i realiteten heves laveste vannstand.

Ved store/langvarige vedlikeholdsjobber vil fleksibiliteten ved å utnytte hele magasinivolumet være viktig for å unngå flom.

I vilkårsrevisjon for Tokke-Vinje er det fremmet oppfyllingskrav på Ståvatn, Kjelavatn, Bordalsvatn, Songavatn, Totak, Vinjevatn, Botnedalsvatn og Byrtevatn. Det er et samspill i hele reguleringen for å utnytte de enkelte magasinenes lagringskapasitet på best måte med hensyn til forventet tilsig og behov for produksjon. Statkraft har i tillegg en praksis som innebærer at det alltid er 50 millioner m³ ledig kapasitet i magasinene oppstrøms Vinje kraftverk for å kunne dempe flommer. Dette er omtalt i revisjonsdokumentet. Dersom det innføres krav til sommervannstand på ett magasin, vil dette påvirke vannstanden i andre regulerte vann. Det kan for eksempel hentes vann fra oppstrøms magasin for å bidra til kravoppnåelse i tørrår. Dersom flere magasin får krav til sommervannstand blir reguleringsystemet mindre fleksibelt og kravene kan komme i konflikt, spesielt i unormale værår. De siste årene viser at unormale tilsigssituasjoner (tørke, flom, ekstremvær...) oppstår stadig hyppigere.

Statkraft har tolket kravene til sommervannstand som myke restriksjoner. Ved en myk restriksjon må kraftstasjonen stå fra en definert dato til ønsket magasinnivå er nådd. Dette vil redusere produksjonen i starten av kravperioden. I Statkrafts simuleringsverktøy har et mykt magasinkrav lavere prioritet enn vannføringskrav lengre ned i systemet, så i simuleringene vil oppfyllingskravet brytes i enkelte tilfeller for å ivare vannføringskravet. Dersom restriksjoner skal innføres gjennom vilkårsrevisjonen, må myndighetene ta stilling til prioriteringsrekkefølge.

Tokke-reguleringen er en del av Skiensvassdraget som renner ut i havet ved Skien. Flom i dette systemet kan få store konsekvenser for 3. person, og da helt fra Dalen og ned til Skien. Området rundt Norsjø-Heddalsvatn og ned til Skien, har stor befolkningstetthet, og har vist seg å få store problemer ved flom i Skiensvassdraget. Med store variasjon i tilsiget er det viktig med gode reguleringsmuligheter i høyfjellsmagasinene for å dempe de værste flomtoppene og tilhørende konsekvenser dette medfører nedstrøms reguleringen. Strengt oppfyllingskrav i kombinasjon med sen vår kan få uheldige følger, da det vil kunne hindre at magasinet er tilstrekkelig lavt i forkant av tilsigstopper.

Metode – bruk av VANSIMTAP

VANSIMTAP er en kombinasjon av en enmagasinmodell og detaljert vassdragsmodell. Produksjonen på enmagasinnivå blir optimalisert ved hjelp av vannverdier, mens produksjonen blir fordelt på hvert kraftverk gjennom en regelbasert tappefordeling. Det forutsetter at produksjonen kan leveres til en forhåndsberegnet prisprognose for hvert prisavsnitt uten å påvirke markedsprisen. Modellen har vist seg velegnet til en rekke analyser og er mye brukt både hos Statkraft og andre produsenter.

Modellene representerer en forenkling av virkeligheten. Blant annet er ikke stans i aggregater som følge av feil eller revisjoner tatt hensyn til. Modelltilsaget har ukesopløsning og får dermed ikke med seg kortvarige flomtopper. Til sammen medfører dette at modellene kan bli litt for ideelle, men vi mener likevel at de gir et godt bilde av disponeringen.

Kravet til sommervannstand kan formuleres som en myk restriksjon eller som et absolutt krav. Ved en myk restriksjon (1) må stasjonen stå fra et definert tidspunkt til ønsket magasinnivå er nådd. Dette vil redusere produksjonen om sommeren. Et mykt magasinkrav har lavere prioritet enn vannføringskrav lengre ned i systemet, så det vil være mulig å produsere i tilfeller for å få nok vann til slike krav. Ved et absolutt krav (2) vil produksjonen reduseres i forkant av kravperioden for å sikre av vannstands nivået oppfylles. I kravperioden kan det også bli større variasjon i produksjonen på grunn av at tilgjengelig reguleringsgrad er senket og produksjonsnivået blir mer tilsigsstyrt.

I våre analyser har vi brukt myk restriksjon.

Vurderte magasinrestriksjoner

A10 Minimumsmagasin Bordalsvatn (7817) (Kommunens krav 2.6)

A10a Kote 886 (81.0 %) 1.juli-15.aug (uke 27-33)

A10b Kote 886 (81.0 %) 1.juli-15.sept (uke 27-37)

A11 Minimumsmagasin Songavatn (7818) (Kommunens krav 2.5)

Kote 964 (57.6 %) 1.juli-1.aug (uke 27-30), kote 968 (73.7 %) 1.aug-1.okt (uke 31-39)

A12 Minimumsmagasin Botnedalsvatn (7811) (Kommunens krav 2.8)

A12a Kote 734 (69.1 %) 15.juli-1.september (uke 29-35)

A12b Kote 738 (88.56 %) 10.juli-20.august (uke 28-33)

A13 Minimumsmagasin Kjelavatn (7838) (Kommunens krav 2.7)

Kote 939 (71.5 %) 1.juli-1.okt (uke 27-39)

A14 Minimumsmagasin Totak (7846) (Kommunens krav 2.1)

Selvpålagt restriksjon formaliseres, men endring fra absolutt krav til myk restriksjon.

Kote 686 (81.4 %) i perioden 1.juli-15.aug (uke 27-32), kote 685.5 (74.2 %) i perioden 15.aug-30.nov (uke 33-48).

A15 Minimumsmagasin Byrtevatn (7810) (Kommunens krav 2.2)

Selvpålagt restriksjon formaliseres.

A15a Kote 443.60 (87.41 %) i perioden 1.juli-15.sept (uke 27-37).

A15b Kote 443.60 (87.41 %) i perioden 1.juni-15.sept (uke 23-37).

A16 Minimumsmagasin Vinjevatn (7812) (Kommunens krav 2.3)

Selvpålagt restriksjon formaliseres. Kote 464 (47.7 %) i perioden 20.mai-1.okt (uke 21-39)

A17 Minimalmagasin Ståvatn (7839) (Kommunens krav 2.4)

A17a Selvpålagt restriksjon formaliseres.

A17b HRV 1.juli-1.okt (uke 27-39)

A18 Alle krav inne. De strengeste magasinrestriksjonene og alle forslagene om minstevannføringer.

Oppsummering av virkningen de ulike magasinrestriksjonen.

A10 Minimumsmagasin Bordalsvatn (7817) (Kommunens krav 2.6)

A10a Kote 886 (81.0 %) 1.juli-15.aug (uke 27-33)

A10b Kote 886 (81.0 %) 1.juli-15.sept (uke 27-37)

En magasinrestriksjon på et stort høyfjellsmagasin som Bordalsvatn får følger for disponeringen i hele Tokke reguleringen. Normalt vil en restriksjon her medføre mindre kjøring på Kjela i forkant og under gyldighetsområdet for restriksjonen. Desto høyere og lenger kravet gjelder jo større konsekvenser får det. Dette vil også bare forsterkes seg jo tørrere det blir. Tilhørende magasin som Kjela benytter seg av, som Ståvatn og Kjelavatn, vil få lavere fylling som følge av en restriksjon i Bordalsvatn for å opprettholde deler av kjøringen på Kjela. I tillegg vil vi kompensere den reduserte kjøringen på Kjela ved å kjøre Songa mer i den samme perioden. Dette medfører at Songavatn også blir lavere med en restriksjon på Bordalen. Produksjonen nedstrøms Kjela og Songa opprettholdes som følge av denne omdisponeringen i et tørt år.

I et vått år vil Bordalsvatn ligge høyere i forkant med restriksjonen i forhold til uten. Dette for å være sikker på å nå opp til restriksjonen. Når restriksjonen inntreffer må det tappes/produseres mer fra Bordalsvatn enn hvis den ikke var der. Det vil si det må produseres på et tidspunkt hvor det mest sannsynligvis er overskudd på kraft. For å unngå for mye produksjon på ugunstig tidspunkt og flomtap vil andre magasiner tilhørende Kjela kraftverk ligge lavere med restriksjon på Bordalsvatn enn uten restriksjon i et vått år.

A11 Minimumsmagasin Songavatn (7818) (Kommunens krav 2.5)

Kote 964 (57.6 %) 1.juli-1.aug (uke 27-30), kote 968 (73.7 %) 1.aug-1okt (uke 31-39)

Songavatn er det største magasinet i Tokke reguleringen og kan delvis betegnes som et flerårsmagasin. En restriksjon her medfører større påvirkning på Tokke reguleringen enn på noen andre magasin. Songavatn ligger øverst i vassdraget og kan ikke fylles på av noen overforliggende magasin. En magasinrestriksjon her vil medføre at vannstanden generelt sett blir liggende høyere selv med en myk restriksjon.

I et tørt år må Songa stort sett stå når restriksjonen er gjeldende. Dermed vil man kjøre Kjela mer for å produsere når effektbehovet er størst. Dette medfører at alle magasin som tilhører Kjela vil bli lavere i et tørt år når man har en minimumsrestriksjon på Songavatn. Produksjonen nedstrøms Kjela og Songa vil bli redusert da Kjela ikke klarer å kompensere produksjonen Songa reduseres med.

I år med sein snøsmelting vil dette kravet utgjøre en stor fare for skadeflom. Uten kravet vil Songa kjøres i slike tilfeller for å ha plass i Songavatn til snøen som ligger igjen og fremtidige tilsig. Med en restriksjon vil vi måtte stå fra 1 juli uavhengig av snømengden i fjellet.

I et vått år vil magasiner tilhørende Kjelasystemet kjøres lenger ned i forkant av restriksjonen for å unngå flomtap/tvangsproduksjon. Vannstanden i Songavatn vil ligge høyere år etter år med en restriksjon. Dette medfører at vi i inngangen til et vått år vil vannstanden ligge høyere enn uten restriksjon. Når det våte året da inntreffer vil man ha større flomfare og en høyere produksjon for å unngå flomtap. I et vått år er det som regel overskudd av kraft så denne produksjonen må dermed presses inn i et overskuddsmarked.

A12 Minimumsmagasin Botnedalsvatn (7811) (Kommunens krav 2.8)

A12a Kote 734 (69.1 %) 15.juli-1.september (uke 29-35)

A12b Kote 738 (88.56 %) 10.juli-20.august (uke 28-33)

En magasinrestriksjon her vil medføre større flomtap og økt fare for flom på Dalen og videre i vassdraget nedstrøms. Botndalsvatn er utgangspunktet dårlig regulert og har hyppig flomtap uten restriksjon. Magasinrestriksjoner på Botndalen vil bare stort sett bare gi konsekvenser for produksjonen i Byrte og Lio stasjon. En magasinrestriksjon på kote 734 gir små konsekvenser for disponeringen så den viser vi ikke i våre analyser.

I et normalt år vil en magasinrestriksjon som A12b gi noe redusert kjøring på Byrte og Lio i forkant og under gyldighetsområdet til restriksjonen. I simuleringene her er ikke manøvreringsintensjonen på Elvarheim tatt med. Det vil altså være tilfeller hvor en magasinrestriksjon på Botndalen vil medføre at vi må stoppe Lio. Vannføringen på Elvarheim vil dermed bli svært lav så hvis intensjonen skal opprettholdes må det tappes fra Vinjevatn eller Totak. Dette problemet vil forsterke seg jo tørrere det blir.

A13 Minimumsmagasin Kjelavatn (7838) (Kommunens krav 2.7)

Kote 939 (71.5 %) 1.juli-1.okt (uke 27-39)

Statkraft har i dag en manøvreringsintensjon som sier Ståvatn skal ligge opp mot HRV på sommeren. I tillegg har vi lagt 10 Mm³ av 50 Mm³ dempingsintensjonen i Kjelavatn etter flommen på høsten 2017. 10 Mm³ demping i Kjelavatn tilsvarer kote 940. Oppfyllingsrestriksjon på Kjelavatn i kombinasjon med en manøvreringsintensjon på Ståvatn vil være svært uheldig i forhold til flomhåndtering. Disse to vannene ligger langt vest i reguleringen og kan få svært store tilsig.

A14 Minimumsmagasin Totak (7846) (Kommunens krav 2.1)

Selvpålagt restriksjon formaliseres, men endring fra absolutt krav til myk restriksjon.

Kote 686 (81.4 %) i perioden 1.juli-15.aug (uke 27-32), kote 685.5 (74.2 %) i perioden 15.aug-30.nov (uke 33-48).

På Totak har vi i dag en konsesjonsgitt minimumsvannstand på 686 fra 1 juli til 15 august.

En magasinrestriksjon som kommunen foreslår vil medføre at vi legger mer vann oppstrøms for å kunne kjøre mer utover høsten hvis behovet skulle være der. Dette er nok et klart eksempel på hvordan modellen omfordeler vannet mellom magasinene for å opprettholde produksjonen på de tidspunktene kraftbehovet er størst.

A15 Minimumsmagasin Byrtevatn (7810) (Kommunens krav 2.2)

A15a Kote 443.60 (87.41 %) i perioden 1.juli-15.sept (uke 27-37).

A15b Kote 443.60 (87.41 %) i perioden 1.juni-15.sept (uke 23-37).

På Byrtevatn har vi konsesjonsgitt minimumsvannstand på 443,60 fra 1 juli til 15 august. En magasinrestriksjon som er foreslått i A15a vil normalt medføre noe mer kjøring på Byrte og noe mindre kjøring på Lio i forkant og under perioden restriksjonen gjelder. Restriksjonen som foreslås er forlenget med 1 måned i forhold til allerede konsesjonsgitte. Det er viktig å merke seg at med magasinrestriksjon på Botndalen og vannføringskrav på Elvarheim i tillegg må det tilføres vann fra Vinjevatn/Totak hvis alle kravene skal dekkes.

Alternativ A15b er to måneder lenger enn allerede konsesjonsgitte restriksjon så konsekvensene blir naturligvis noe større. Lio må bremse kjøringen før restriksjonen starter og kjøre mer når den er gjeldende.

A16 Minimumsmagasin Vinjevatn (7812) (Kommunens krav 2.3)

Selvpålagt restriksjon formaliseres. Kote 464 (47.7 %) i perioden 20.mai-1.okt (uke 21-39)

Har liten betydning for disponeringen i andre magasiner. Er svært viktig å kunne fravike en slik restriksjon hvis det er meldt høye tilsig til Vinjevatn og det kan oppstå flomproblematikk nedstrøms.

A17 Minimalmagasin Ståvatn (7839) (Kommunens krav 2.4)

A17a Selvpålagt restriksjon formaliseres.

A17b HRV 1.juli-1.okt (uke 27-39)

En restriksjon vil også her medfører flytting av vann innad i systemet. Med en restriksjon på Ståvatn vil vannstanden i andre magasiner i Kjelasystemet legge seg lavere for unngå flomtap. Produksjonen på Kjela er stort sett den samme.

A18 Alle kravene

Her ligger alle magasinkravene inkludert minstevannføringer inne. Her er det brukt myke magasinrestriksjoner. Konsekvensen av dette er store. Flomtapene øker og produksjonstapene er svært høye i forhold til A0.

Forskjellen er spesielt høyt i et tørt år. I et tørt år vil magasinrestriksjoner legge beslag på store mengder energi. Denne energien må tas fra andre kilder, dvs. andre reguleringer enn Tokke-Vinje for å dekke behovet. En energimengde på over 0,5 TWh vil sannsynligvis medføre at andre reguleringer i Sør-Norge vil måtte tappes lenger ned.

I et vått år vil produksjonen på sommeren være mye høyere med restriksjoner enn uten restriksjoner.

Analyser.

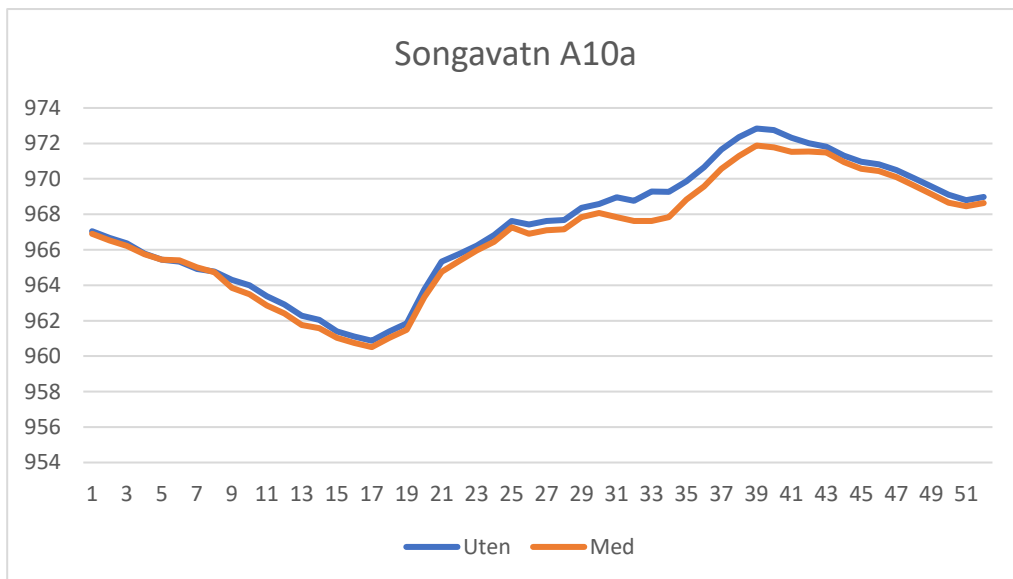
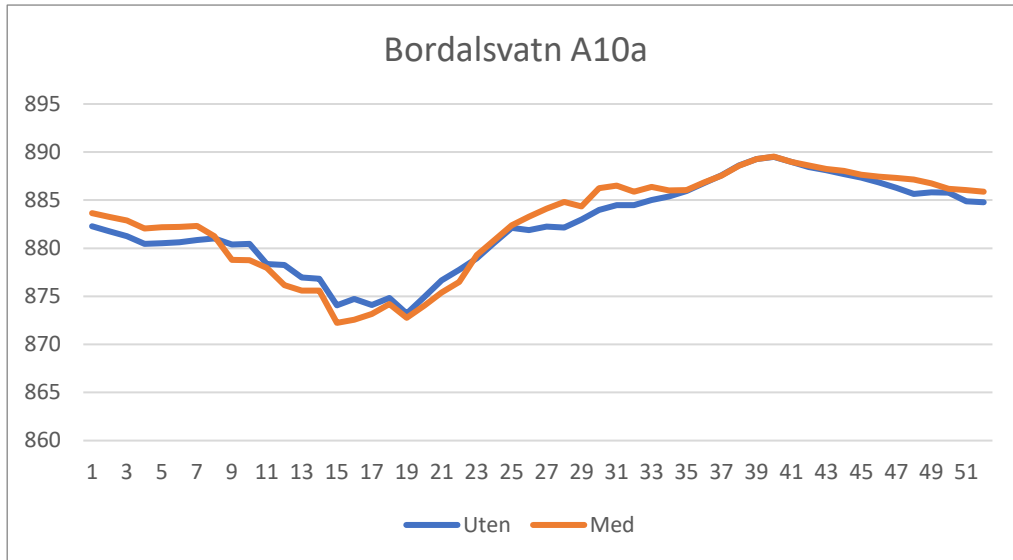
Vi har valgt å se hvordan magasinrestriksjonene påvirker disponeringen i tre ulike år. Tørt år, 1947, normalt år 1974 og vått år, 1967. Vi har valgt disse årene basert på akkumulert tilsig i et kalenderår. Vi sammenlikner året med restriksjon på det spesifikke magasin restriksjonen gjelder for og enkelte andre magasiner mot de samme magasinene for det samme året med simuleringer som inneholder kun konsesjonsgitte krav.

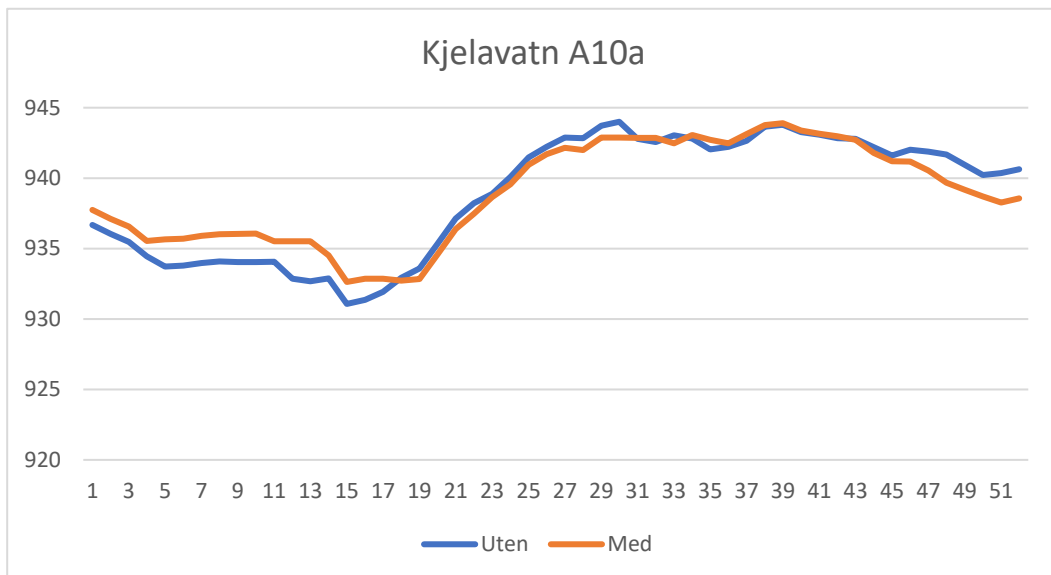
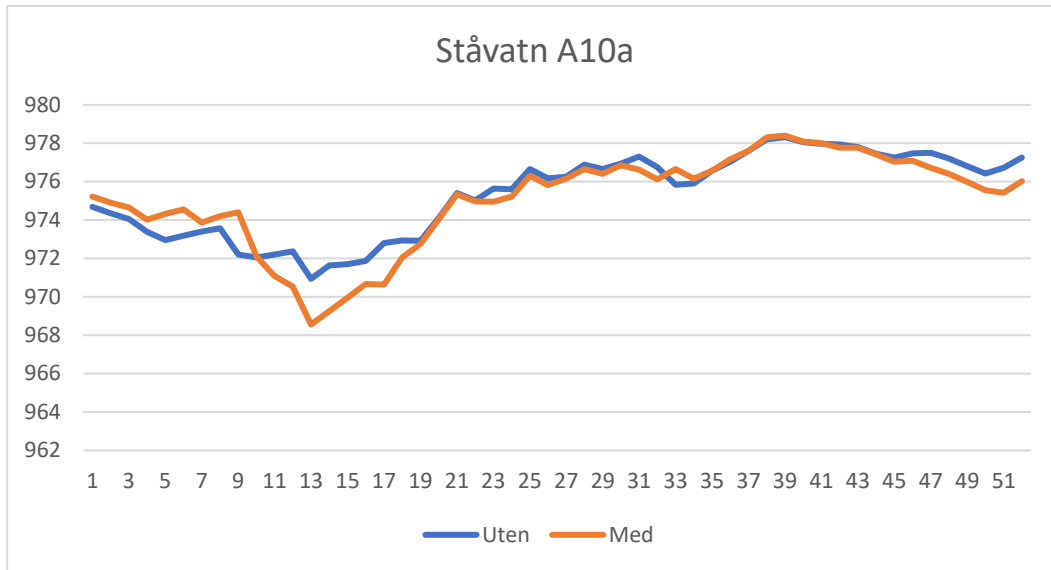
Først vises magasinutviklingen i kote med og uten restriksjon. Disse grafene har navnet på magasinet først så navnet på alternativer. Etter magasinutviklingen vises produksjonen for utvalgte stasjoner med og uten restriksjon. Disse grafene har alternativet først så navnet på stasjonen. Produksjonen vises i GWh/uke som denne stasjonen produserer.

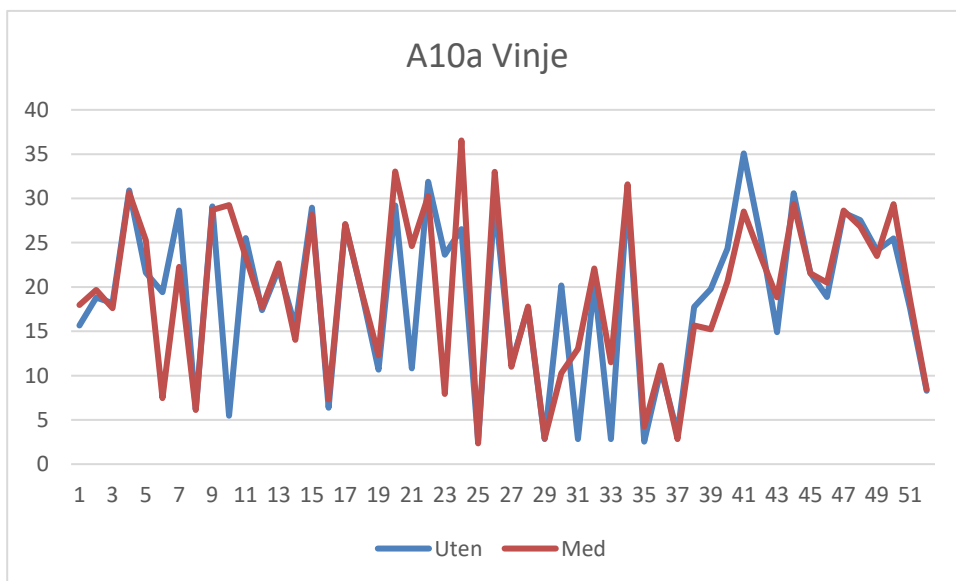
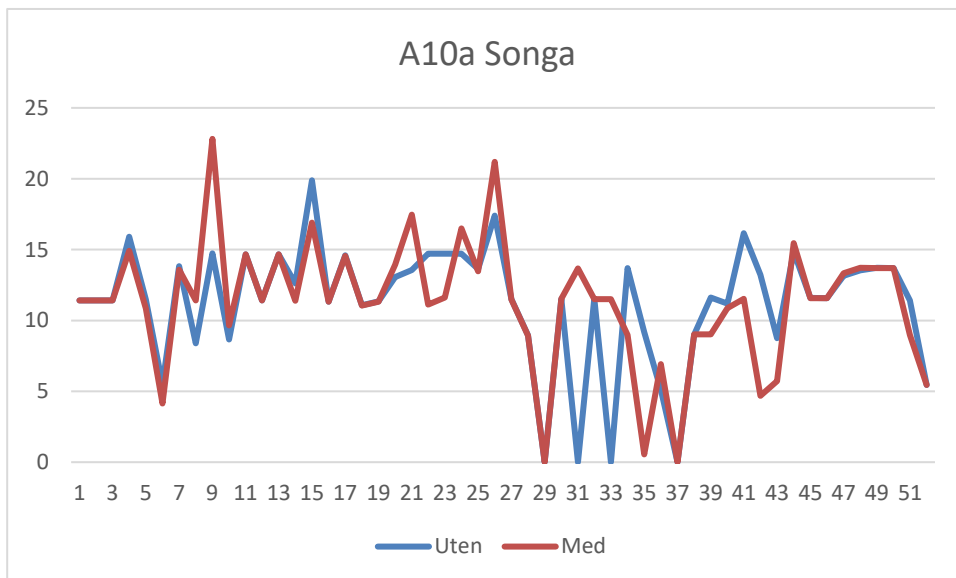
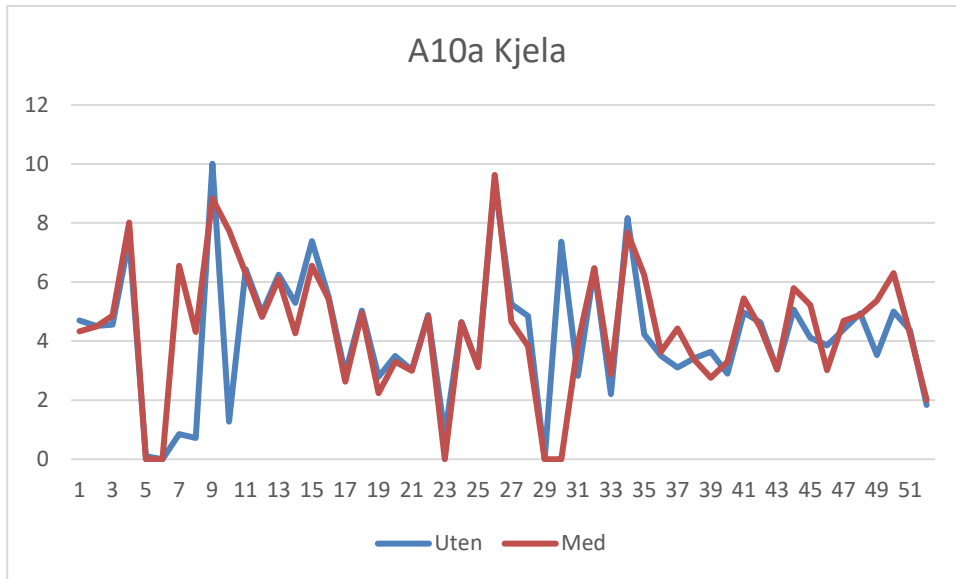
A10 Minimumsmagasinet Bordalsvatn (7817) (Kommunens krav 2.6)

A10a Kote 886 (81.0 %) 1.juli-15.aug (uke 27-33)

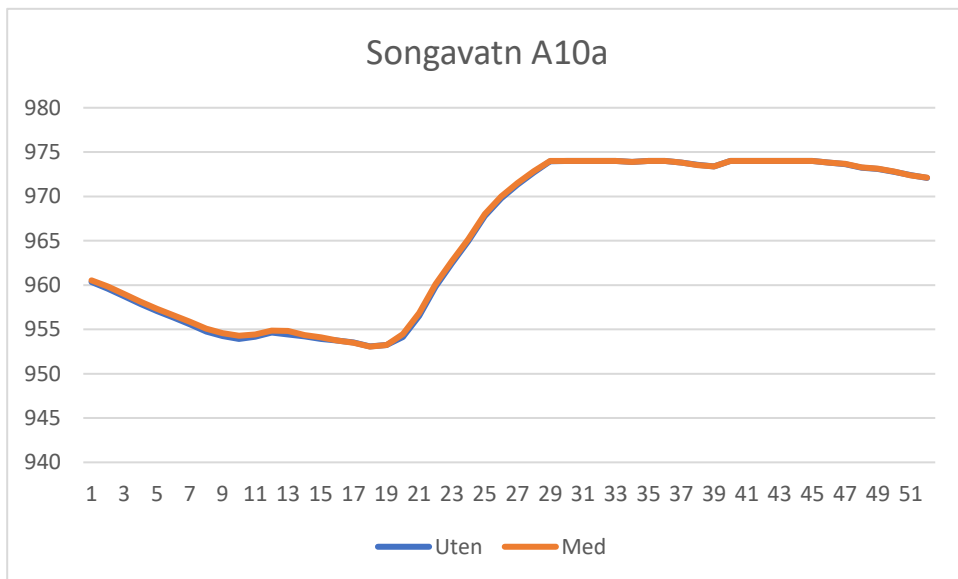
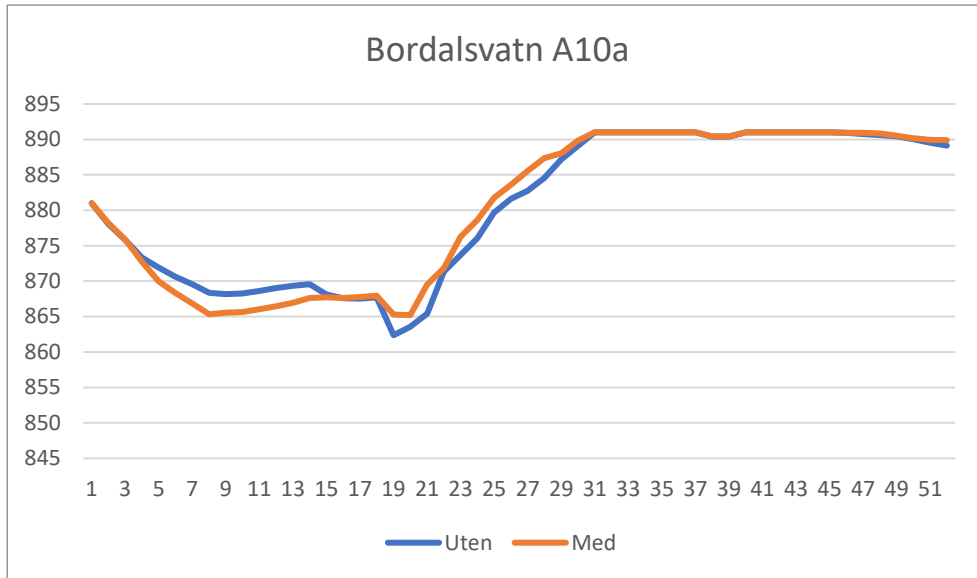
Normalt år.

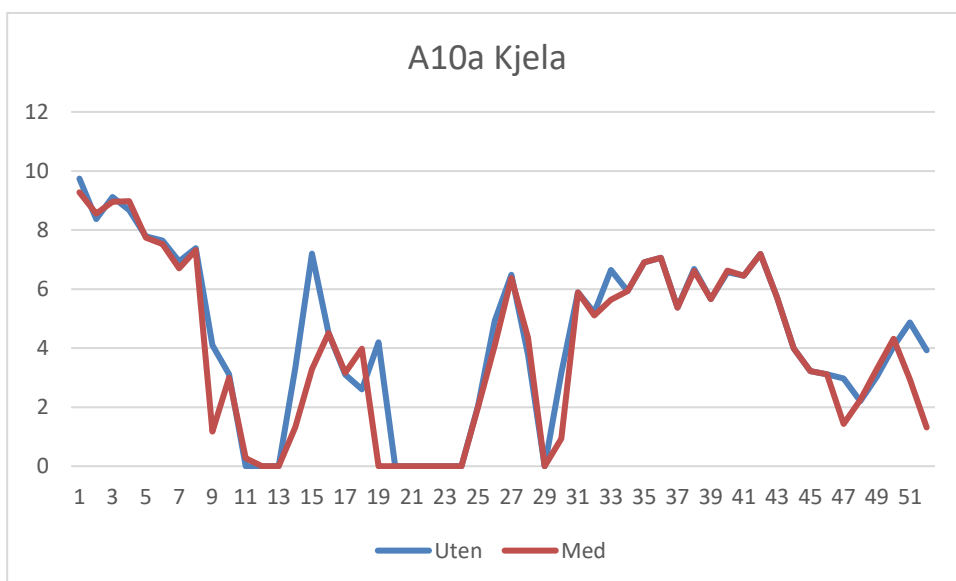
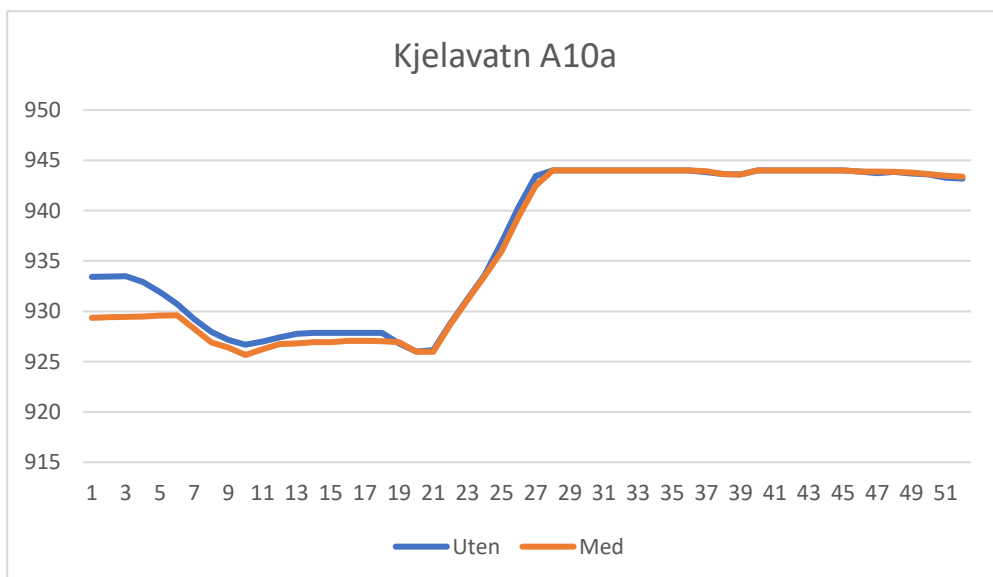
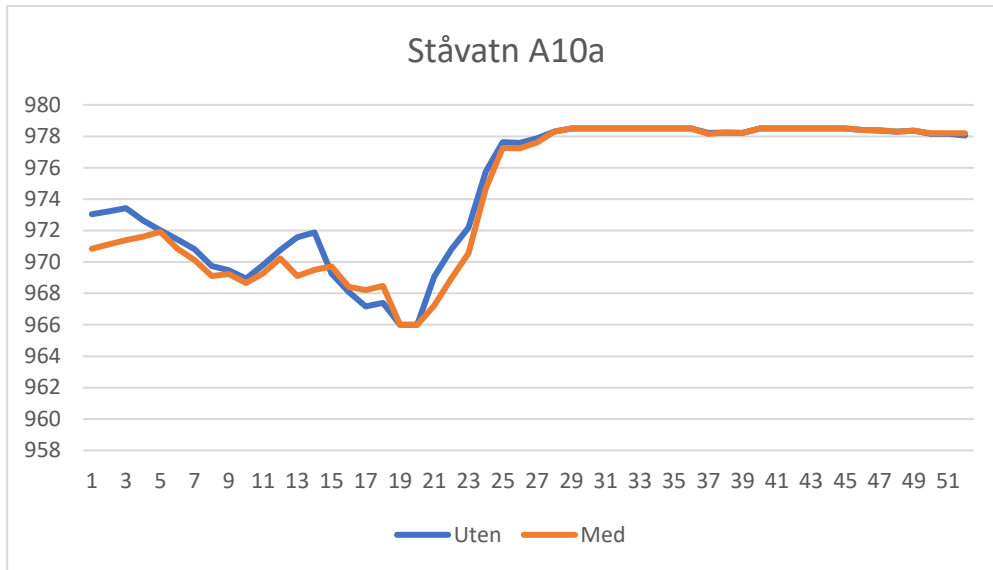


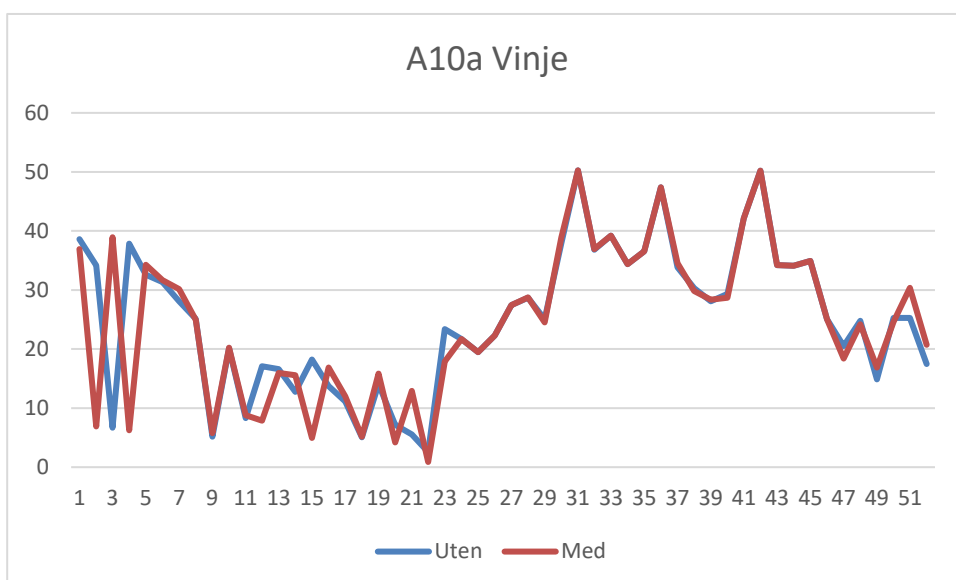
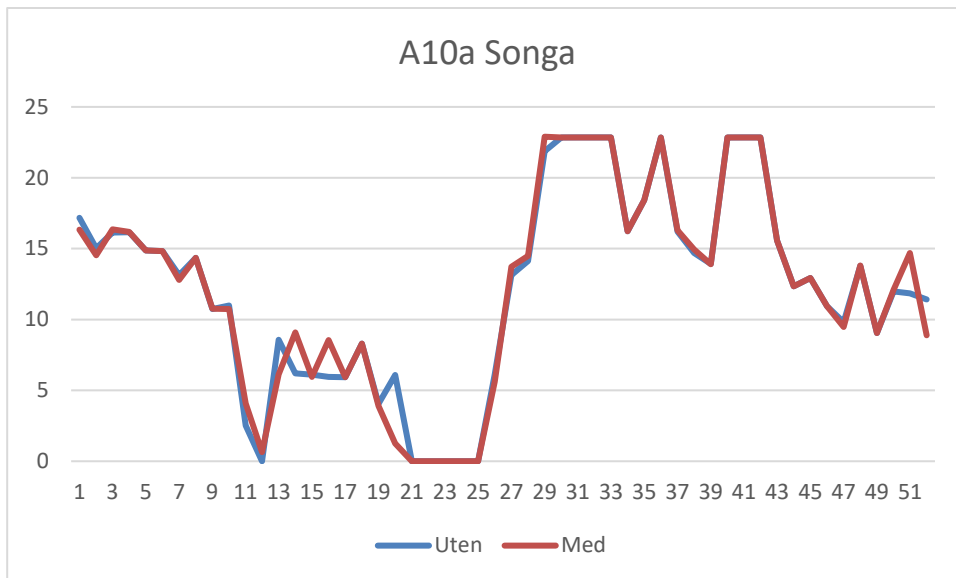




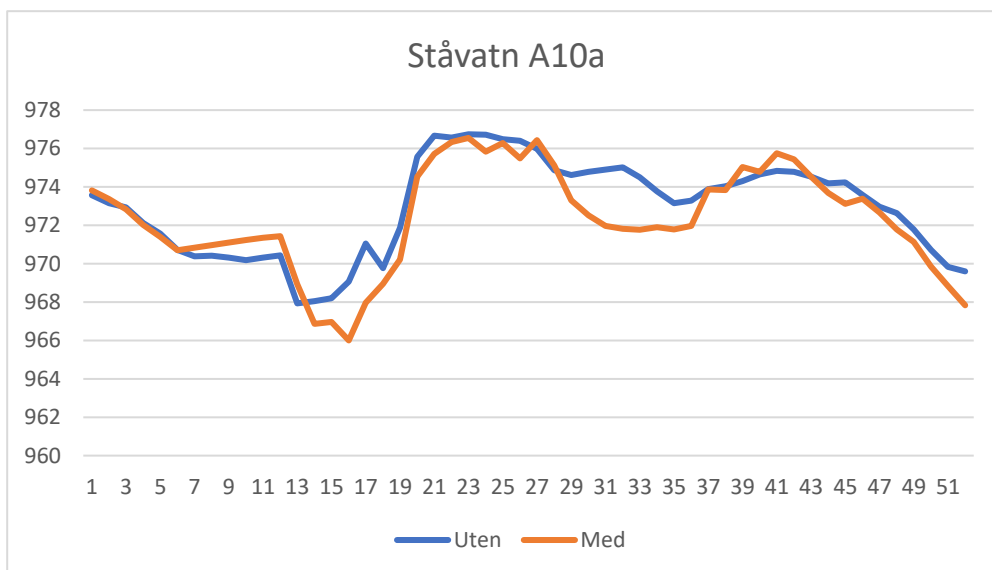
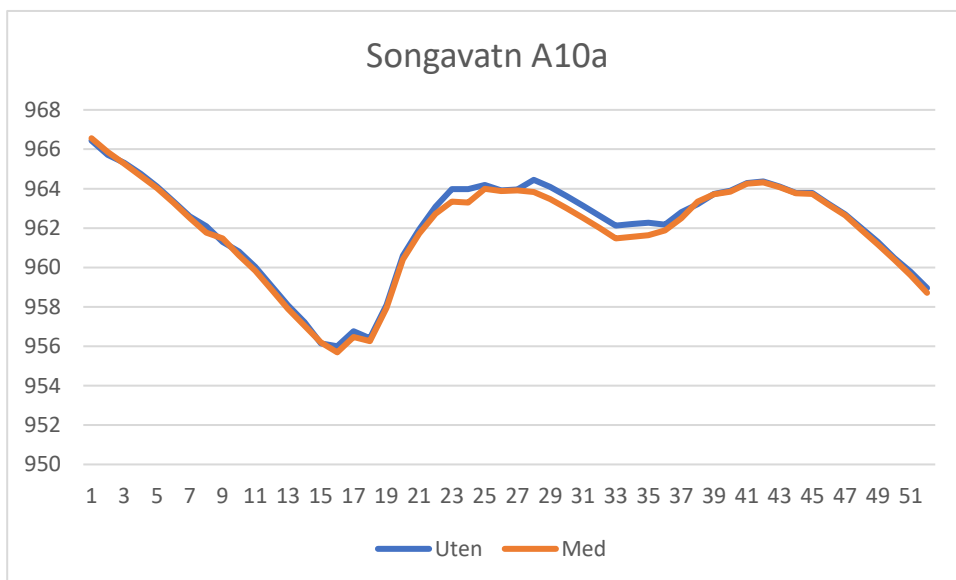
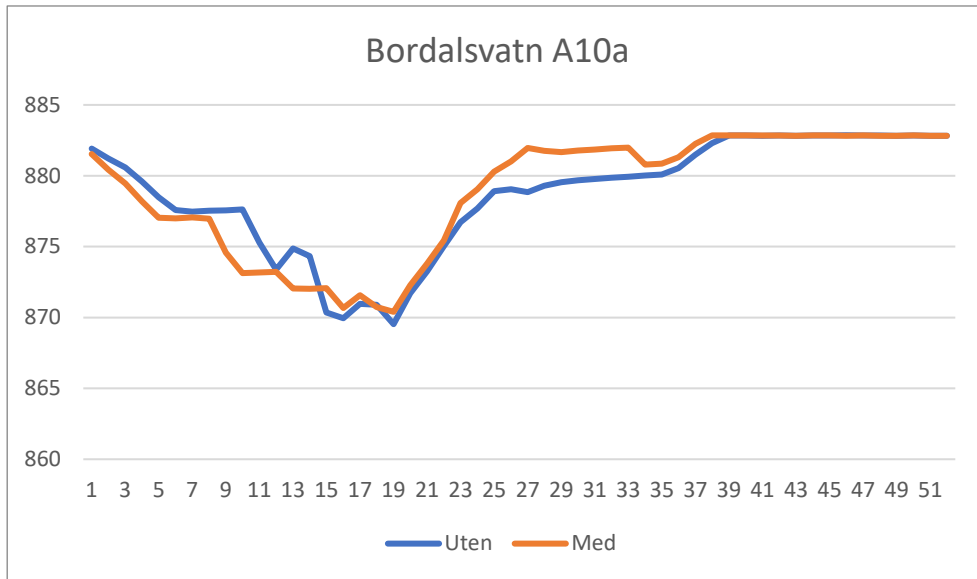
Vått år.

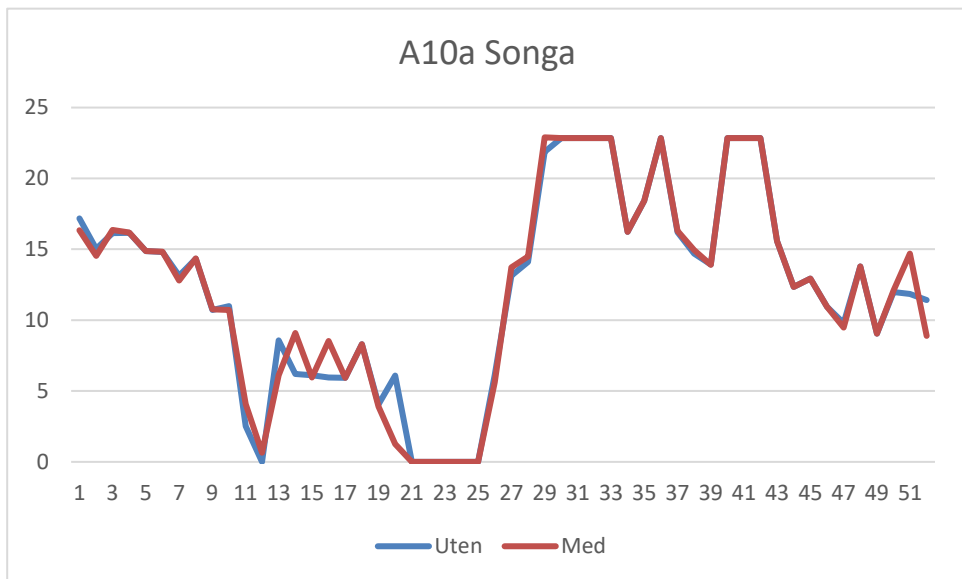
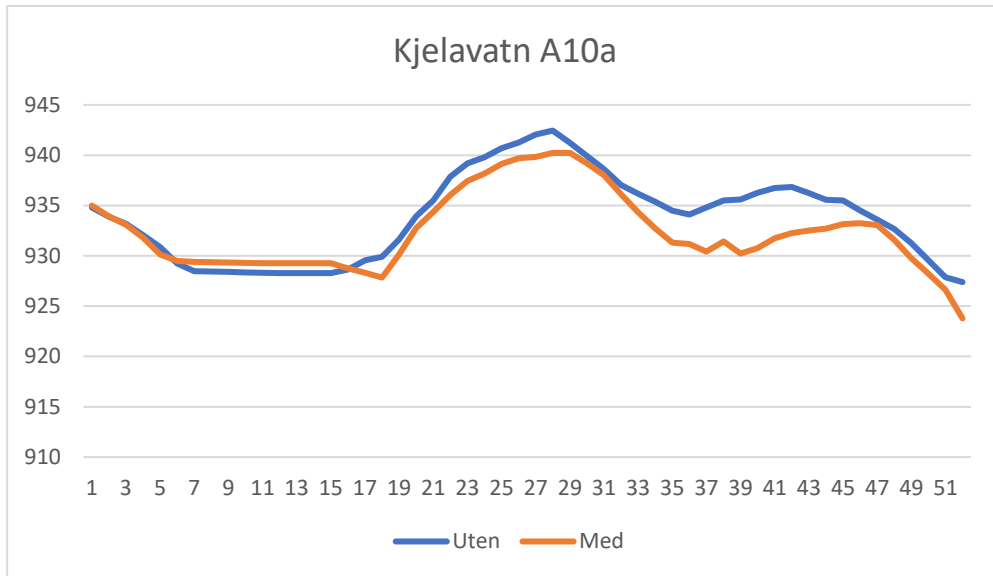


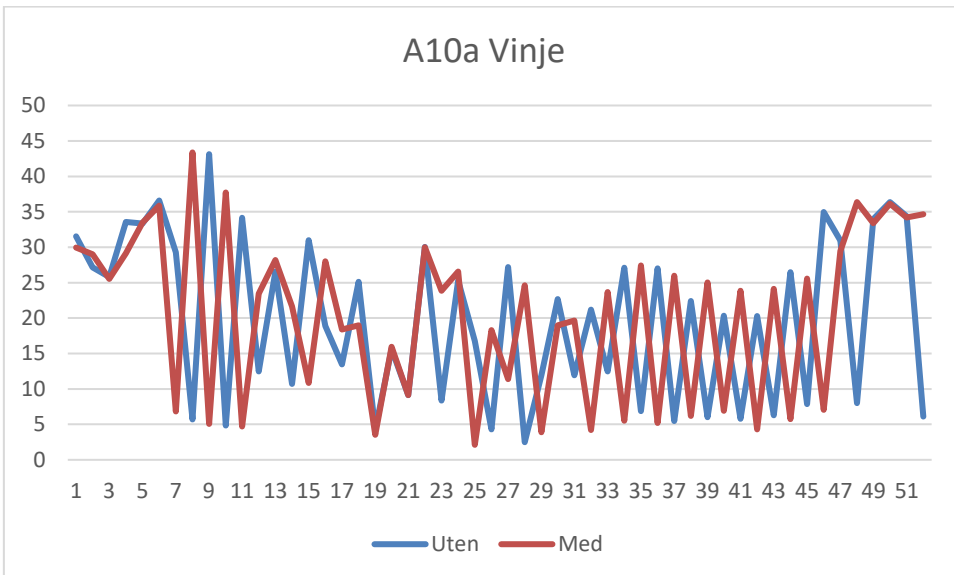
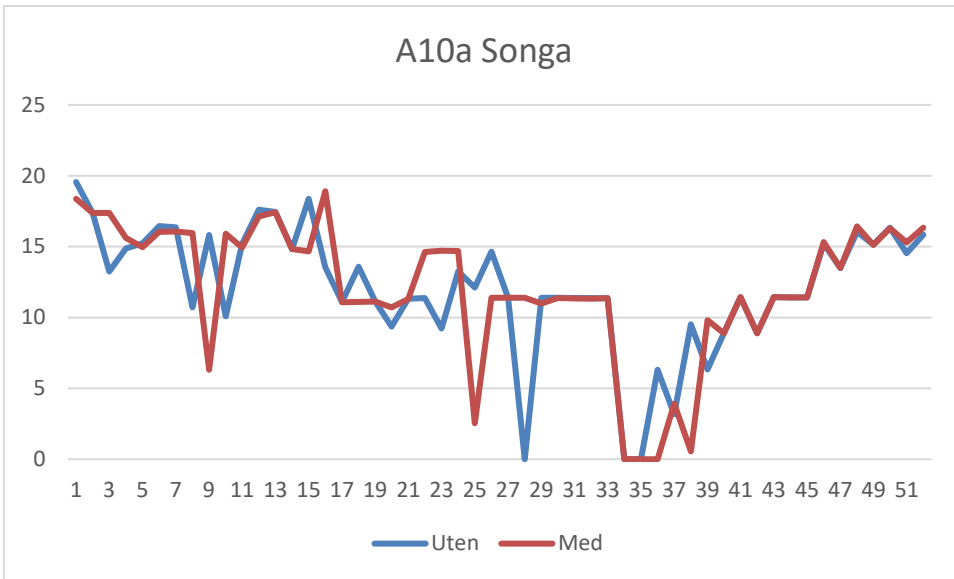




Tørt år.



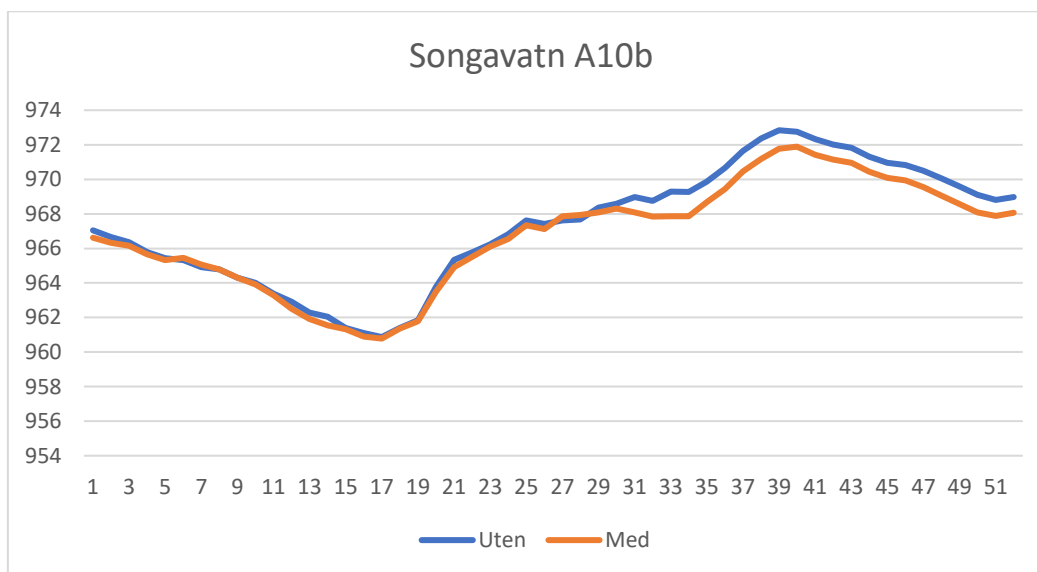
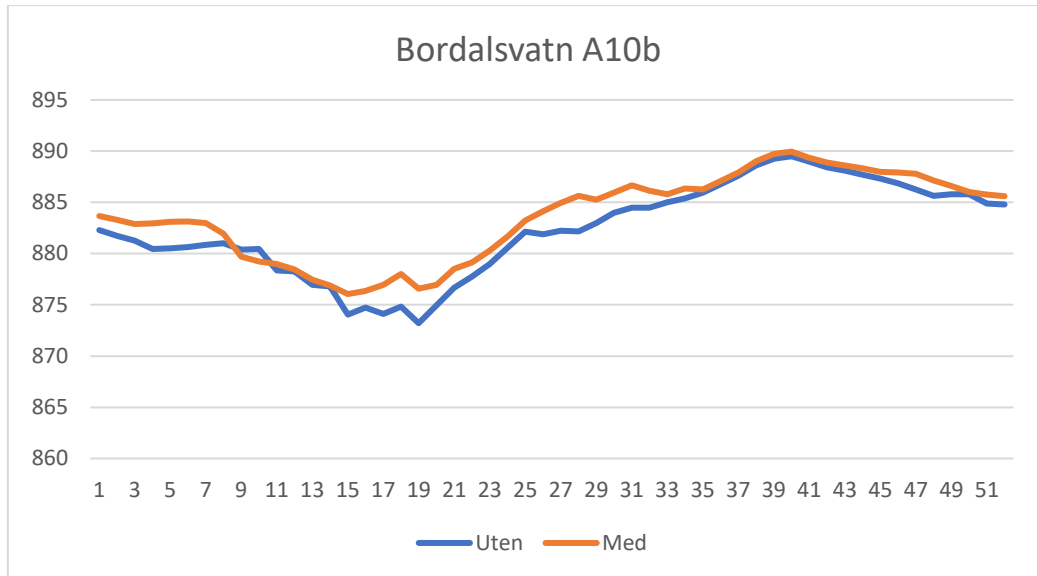


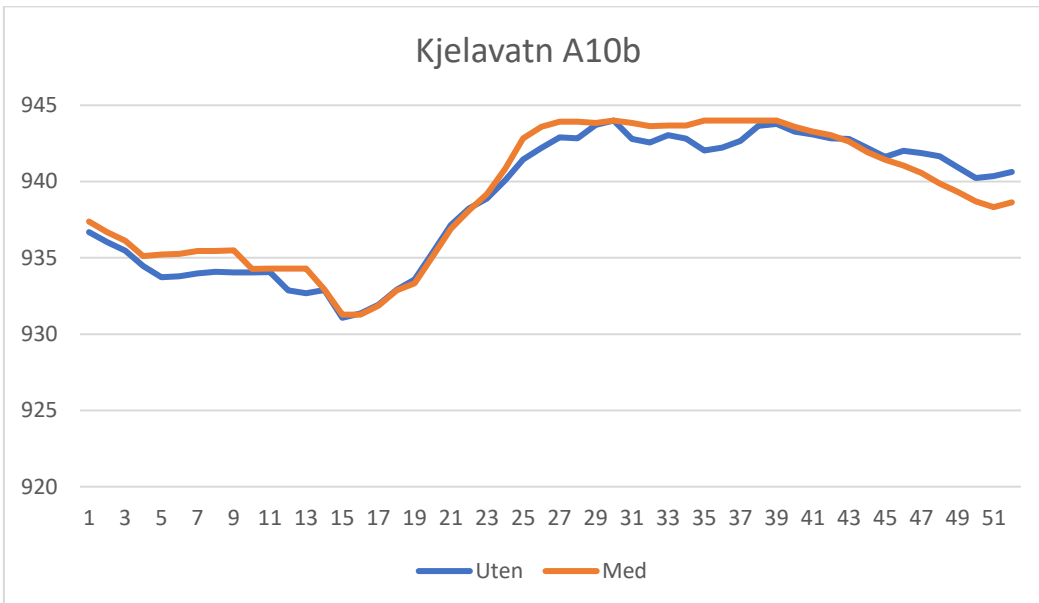
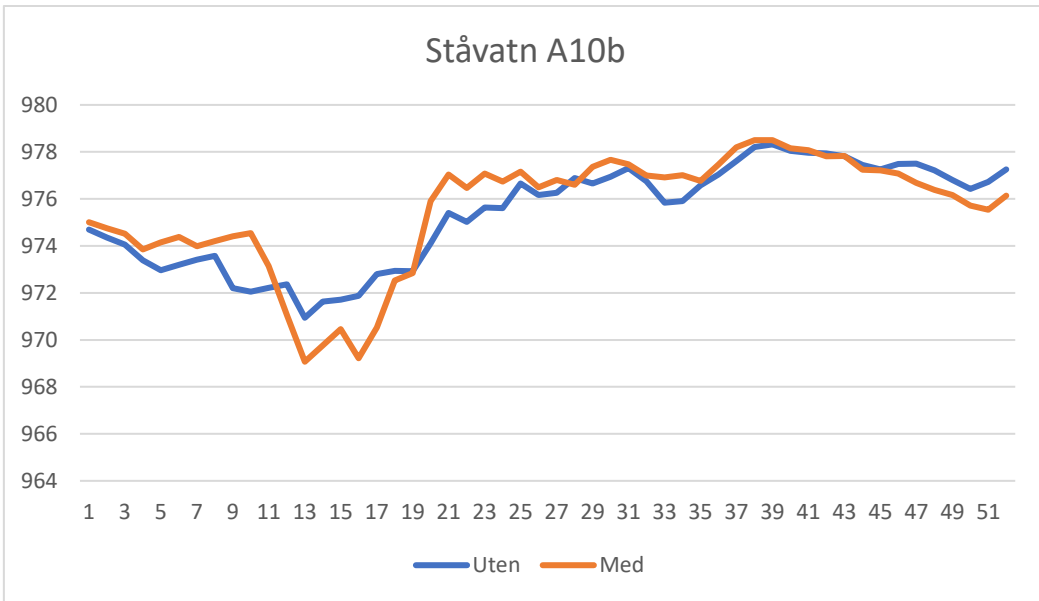


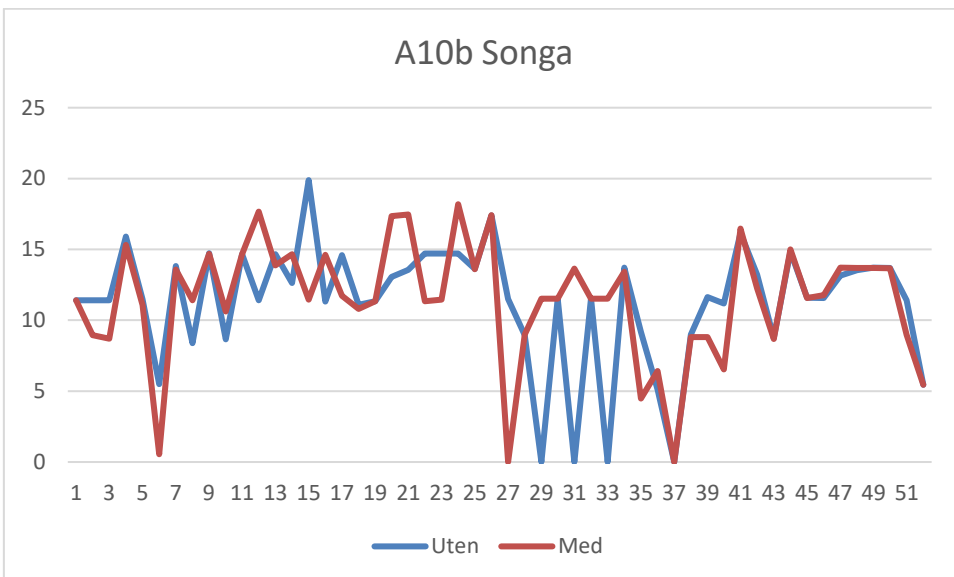
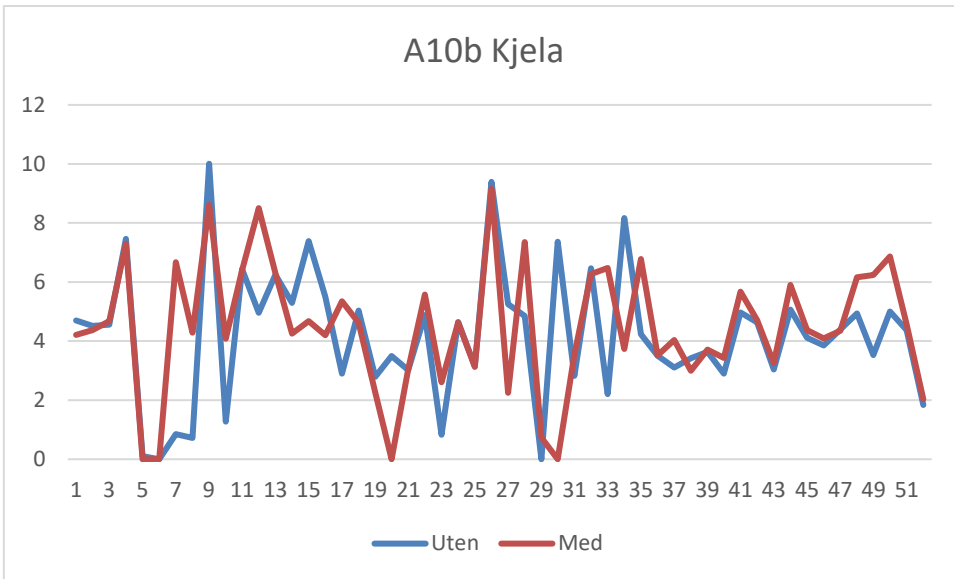
A10 Minimumsmagasin Bordalsvatn (7817) (Kommunens krav 2.6)

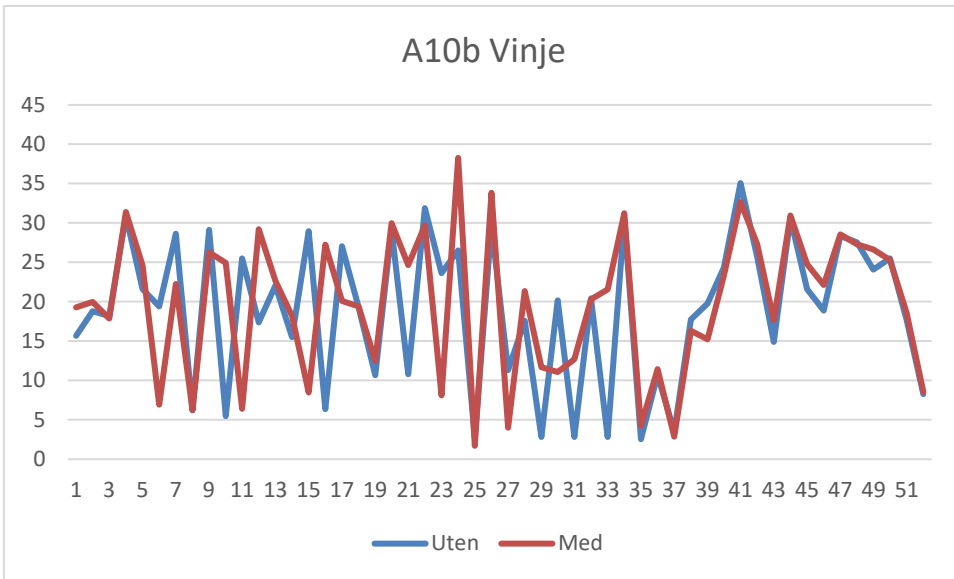
A10b Kote 886 (81.0 %) 1.juli-15.sept (uke 27-37)

Normalt år.

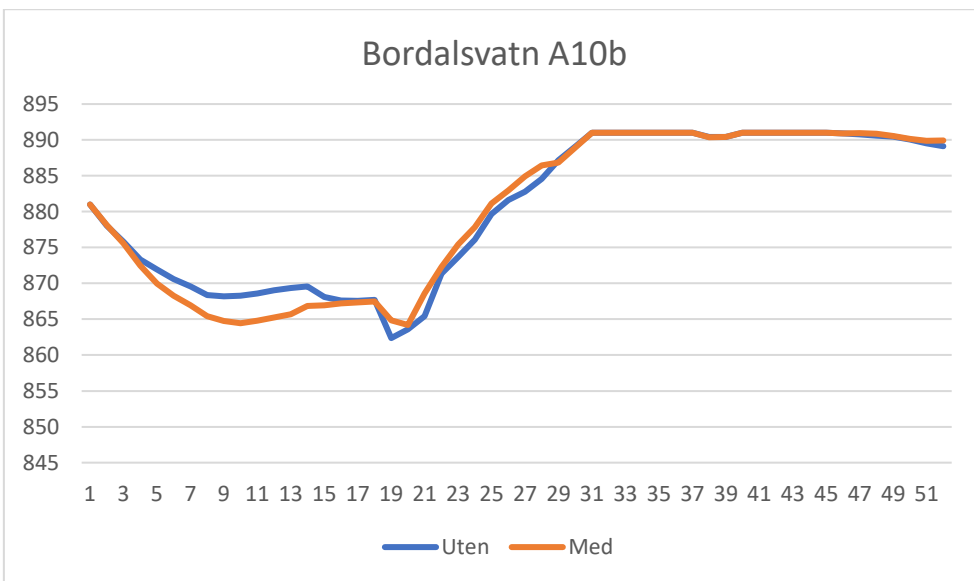


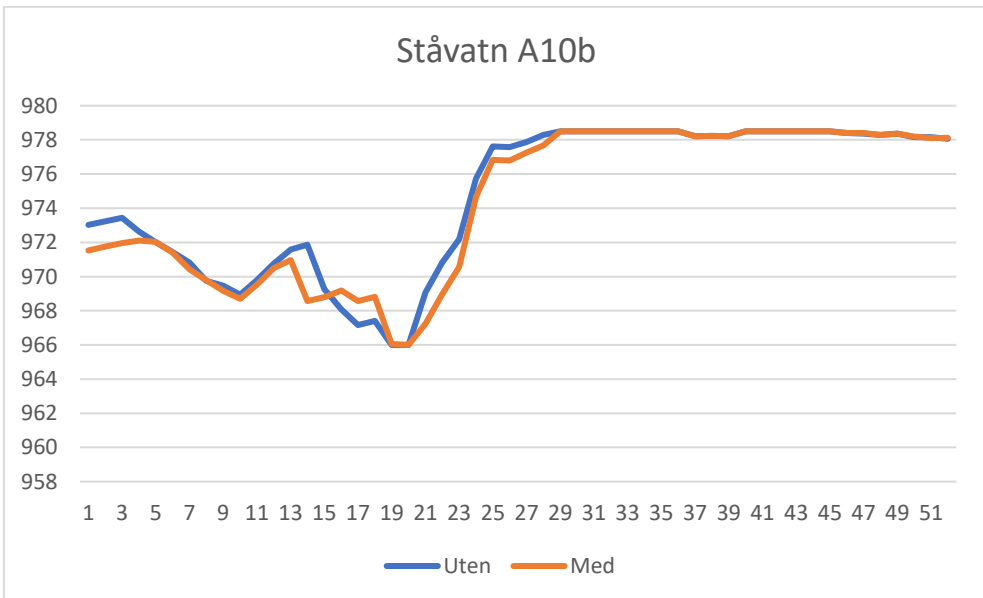
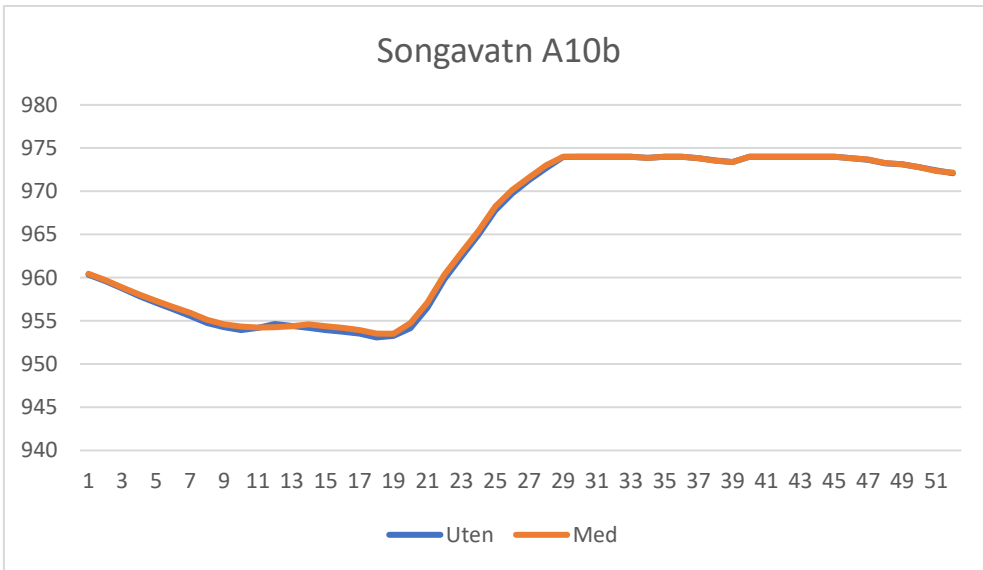


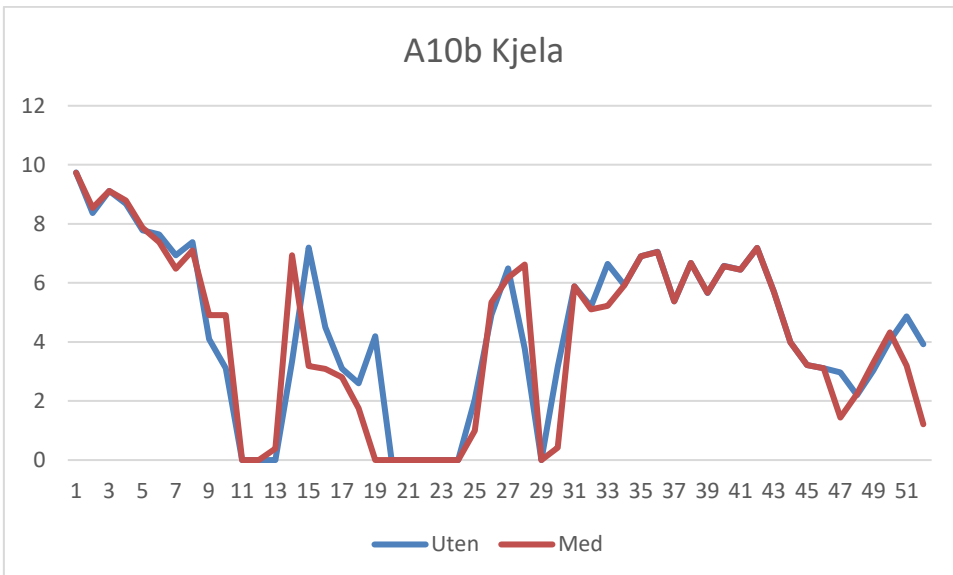
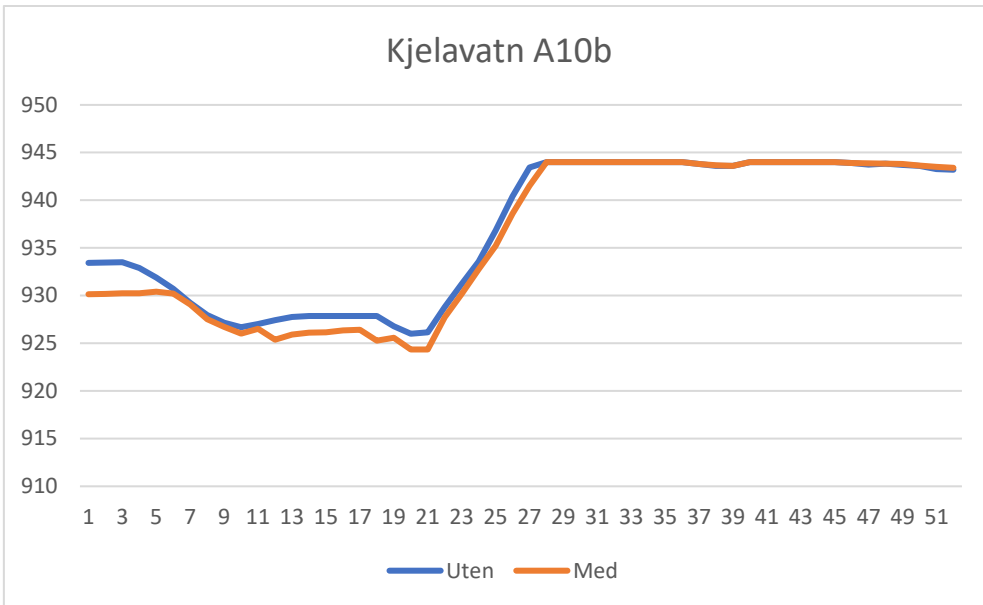


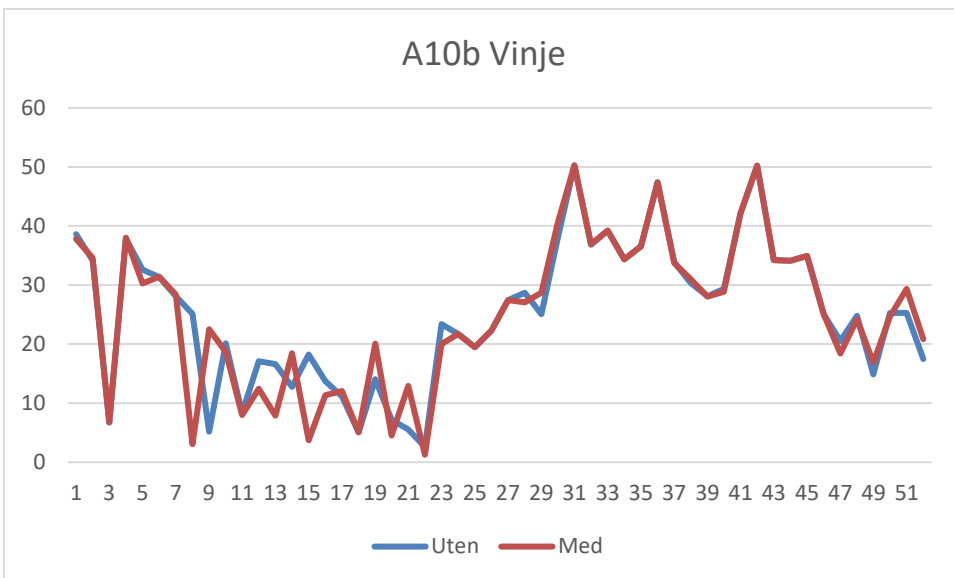
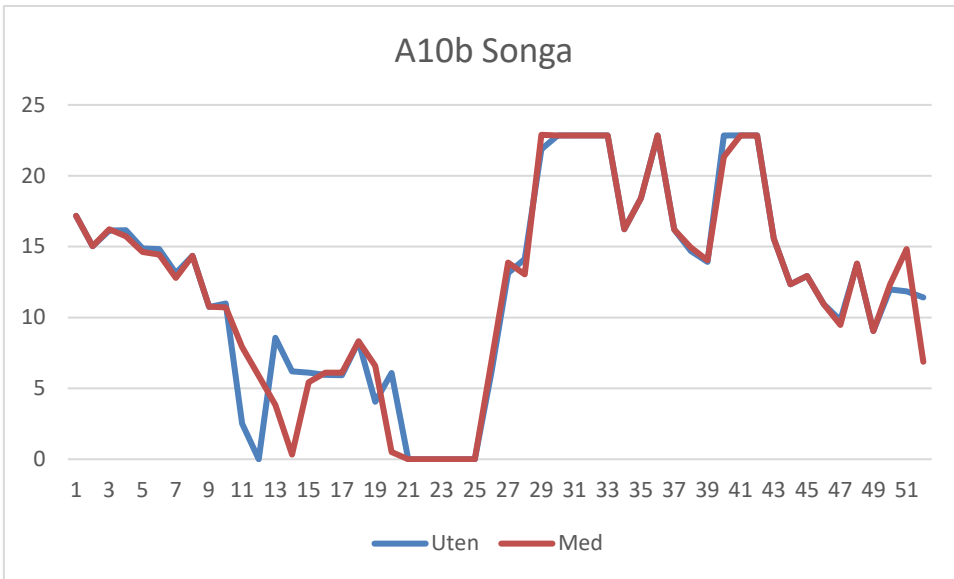


Vått år.

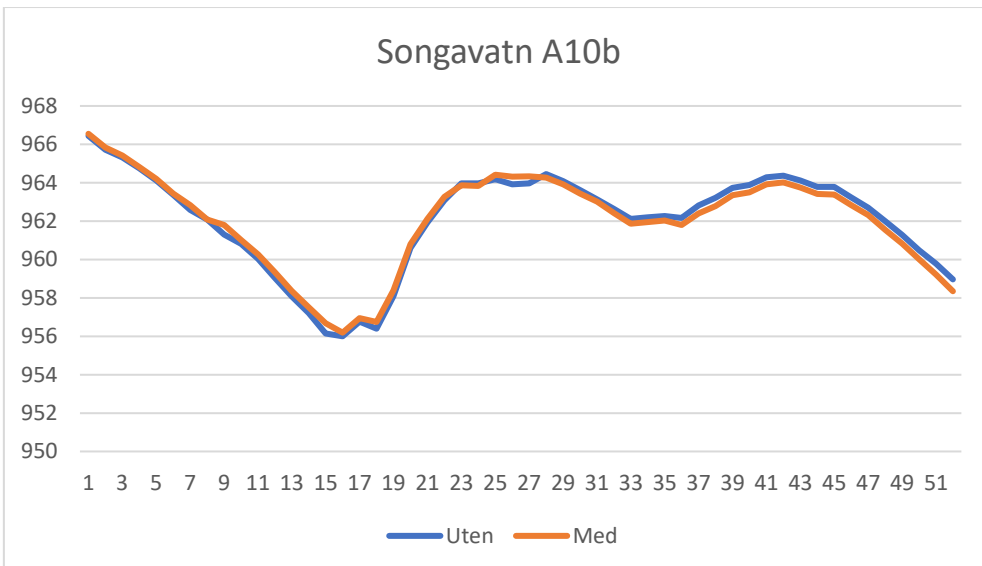
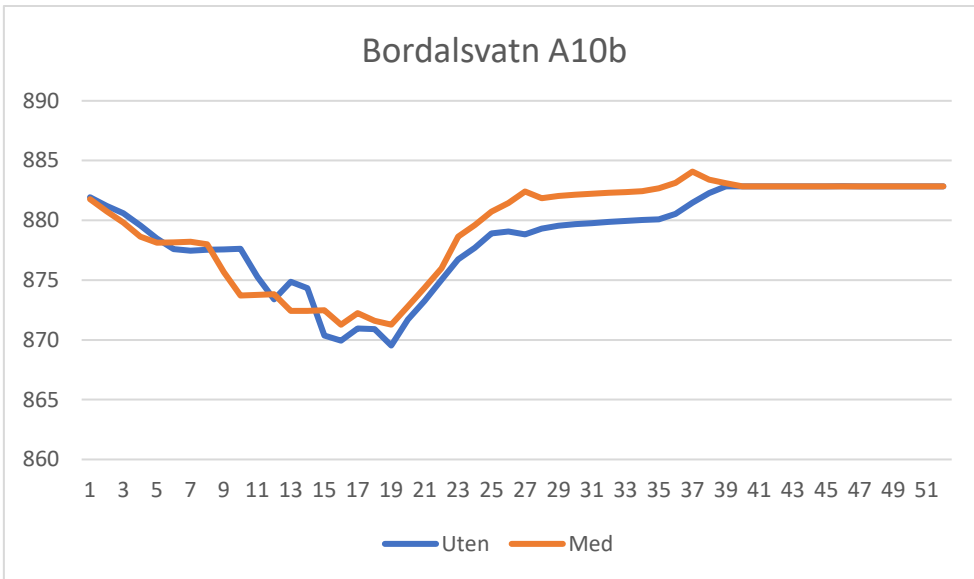


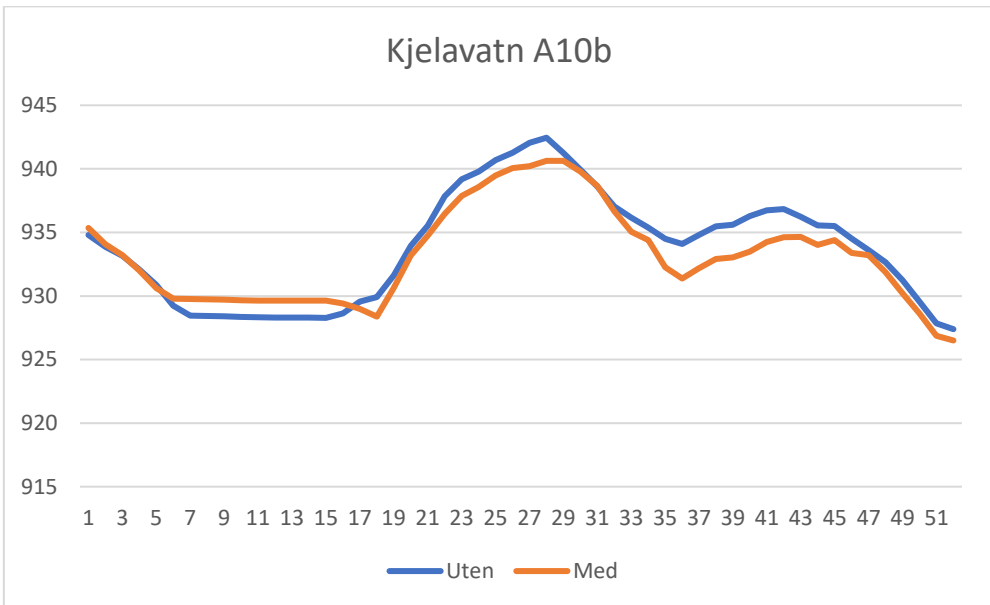
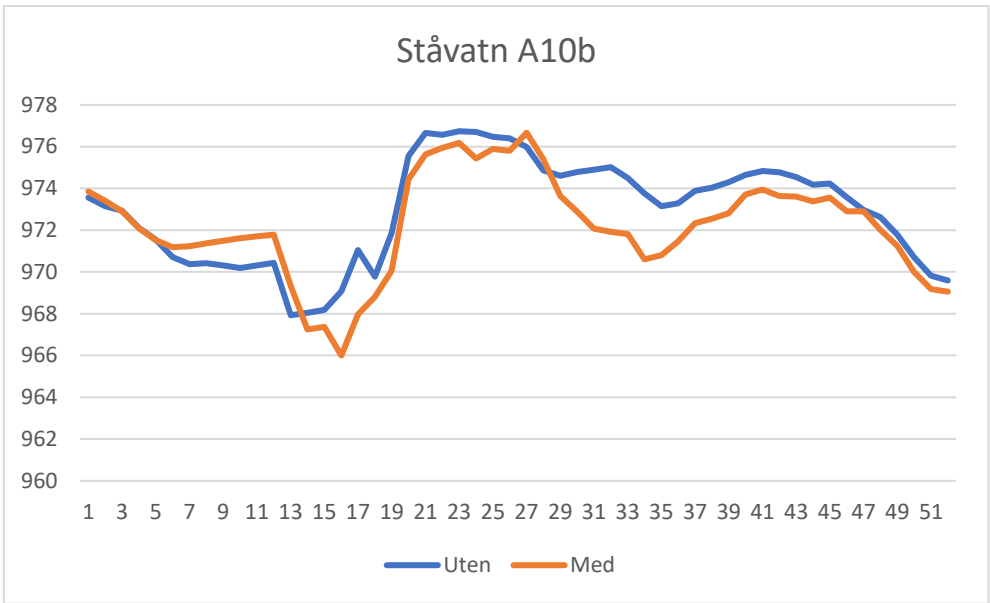


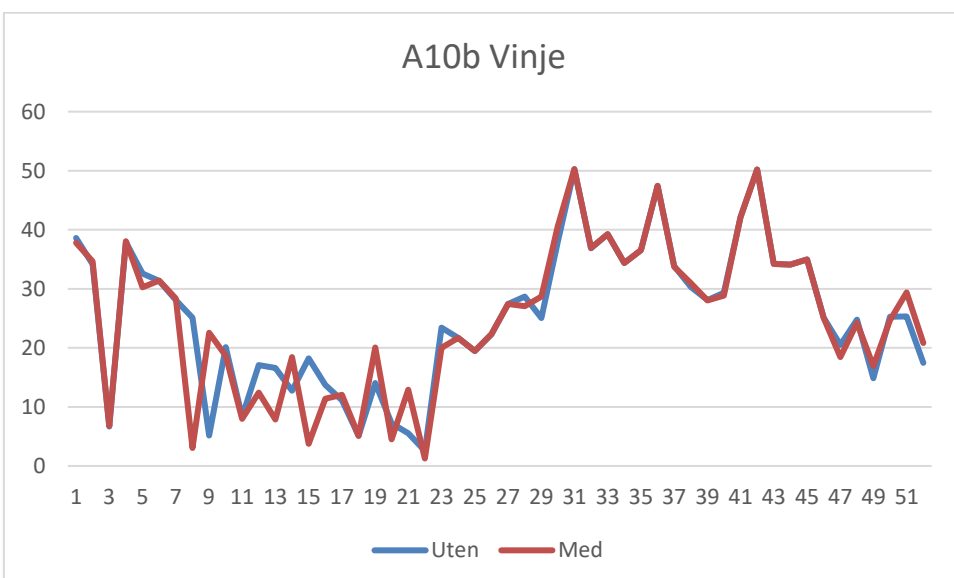
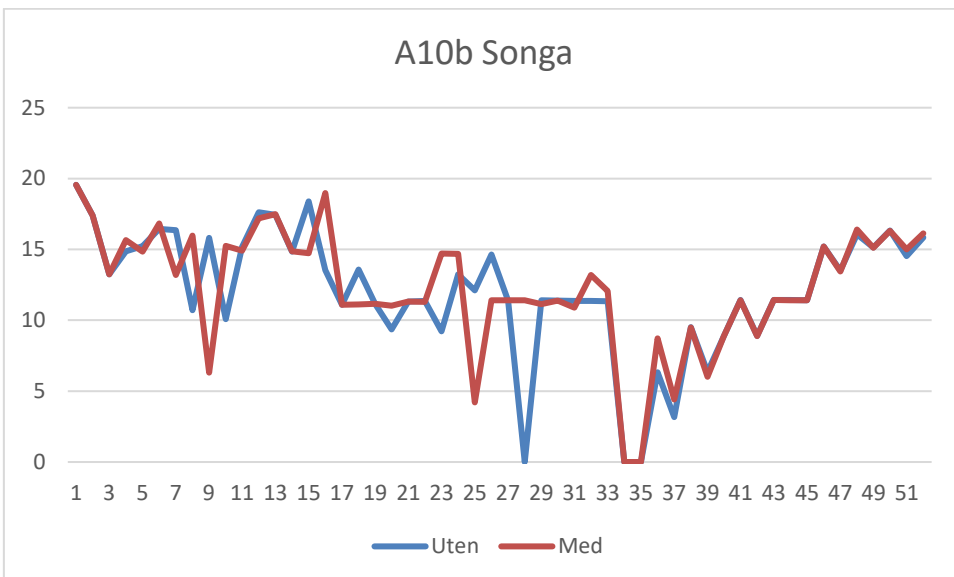
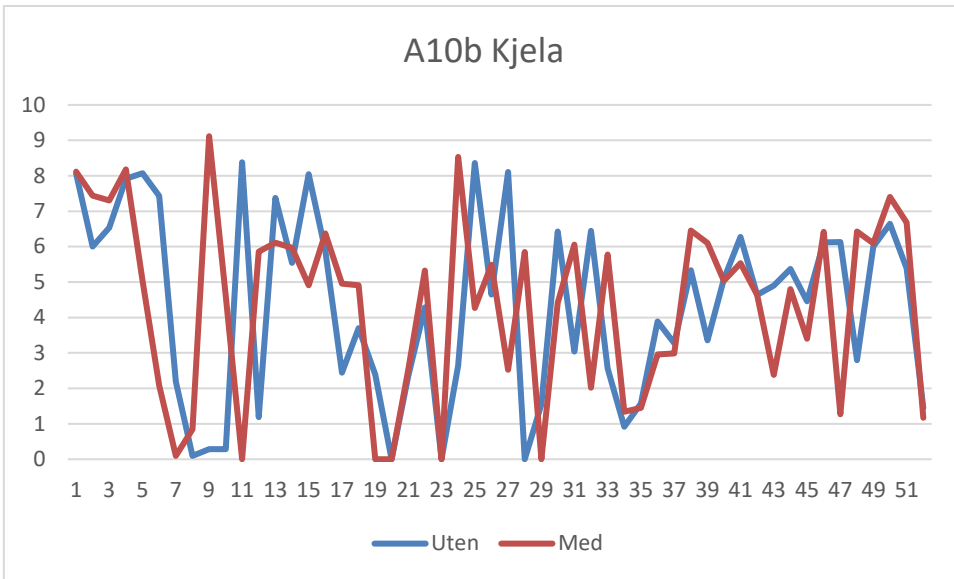




Tørt år.



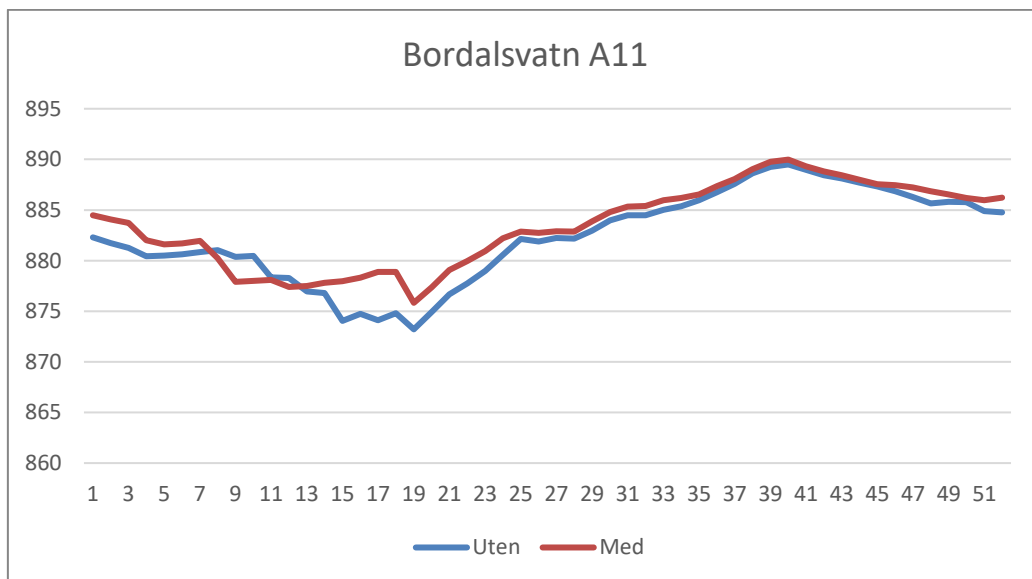
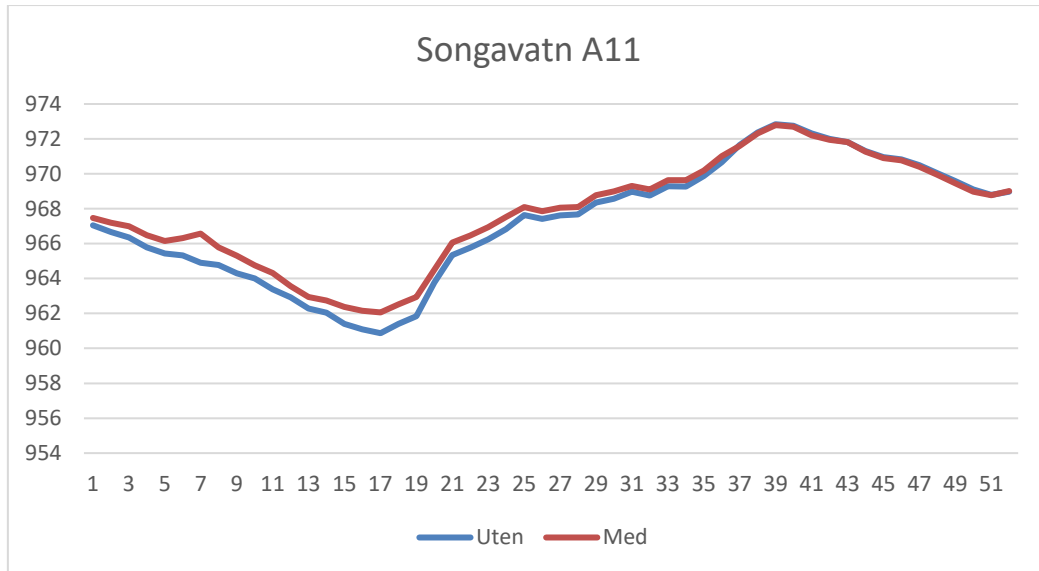


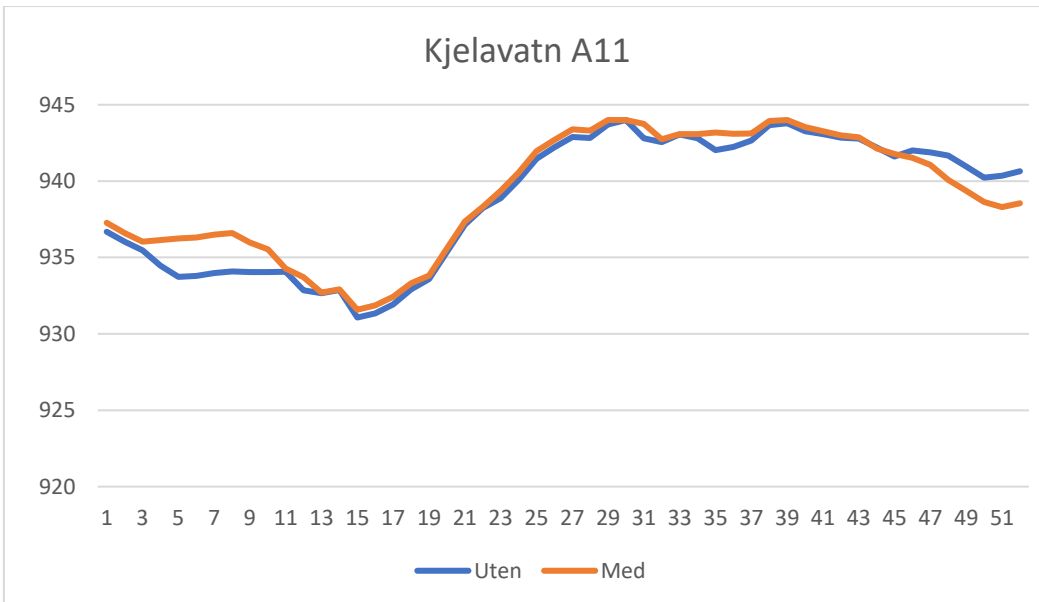
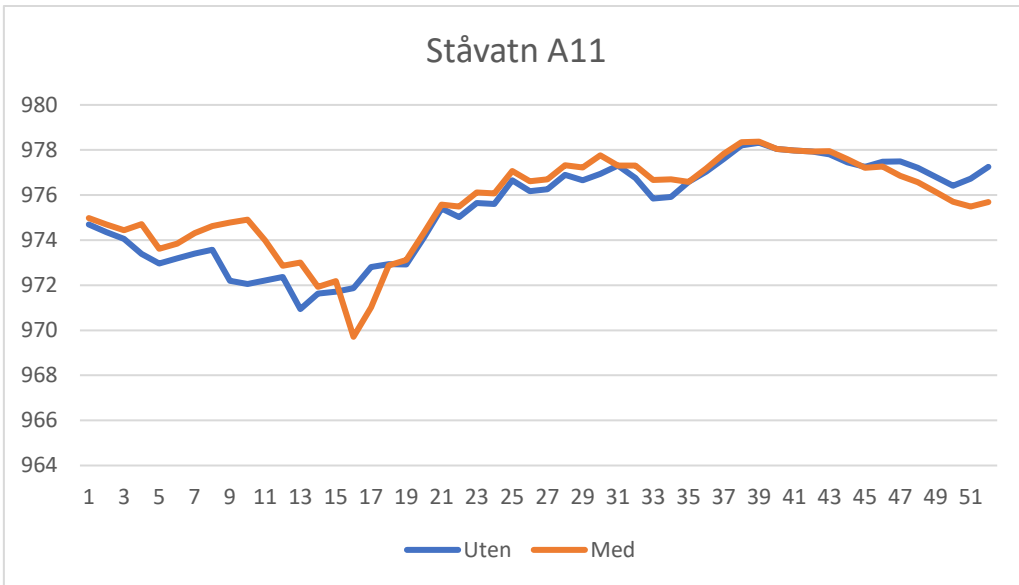


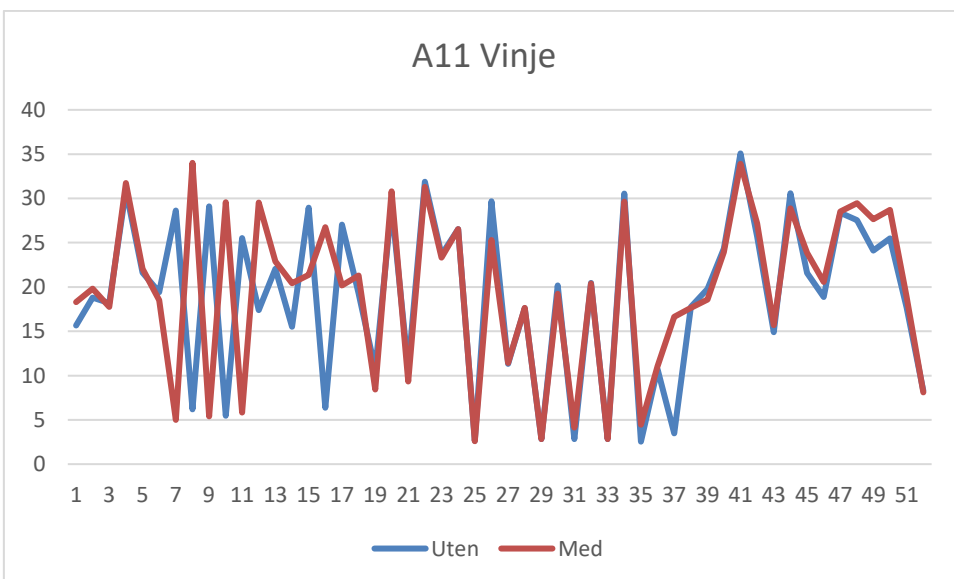
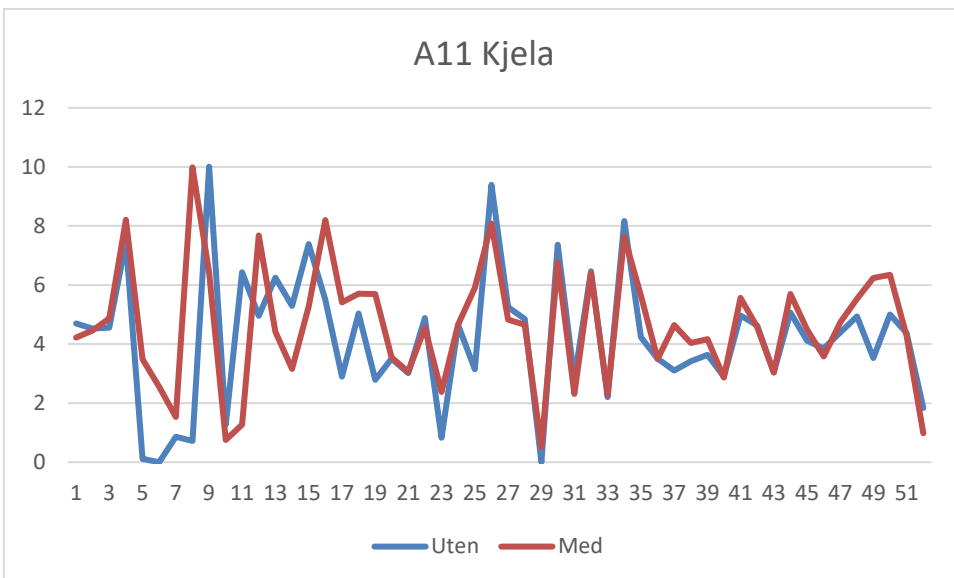
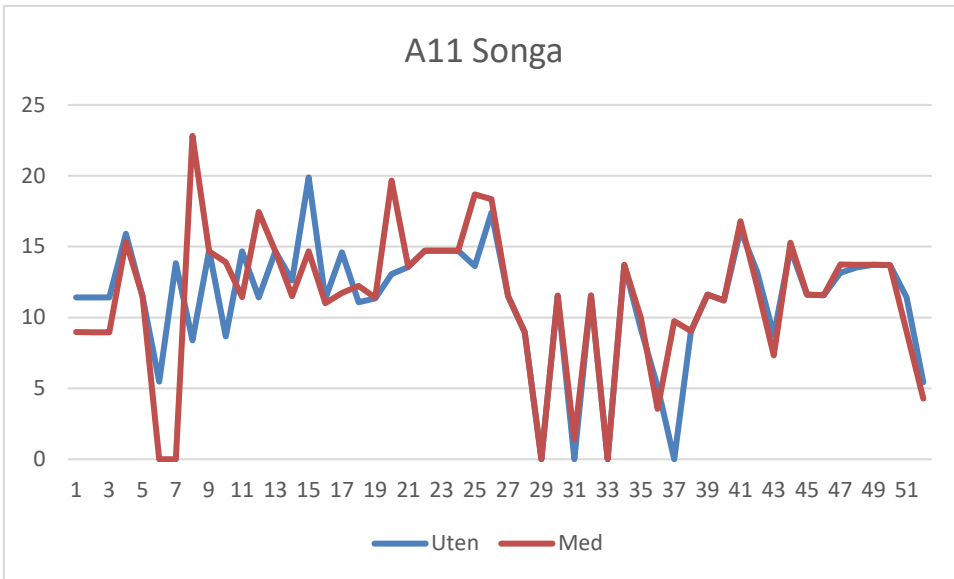
A11 Minimumsmagasinet Songavatn (7818) (Kommunens krav 2.5)

Kote 964 (57.6 %) 1.juli-1.aug (uke 27-30), kote 968 (73.7 %) 1.aug-1.okt (uke 31-39)

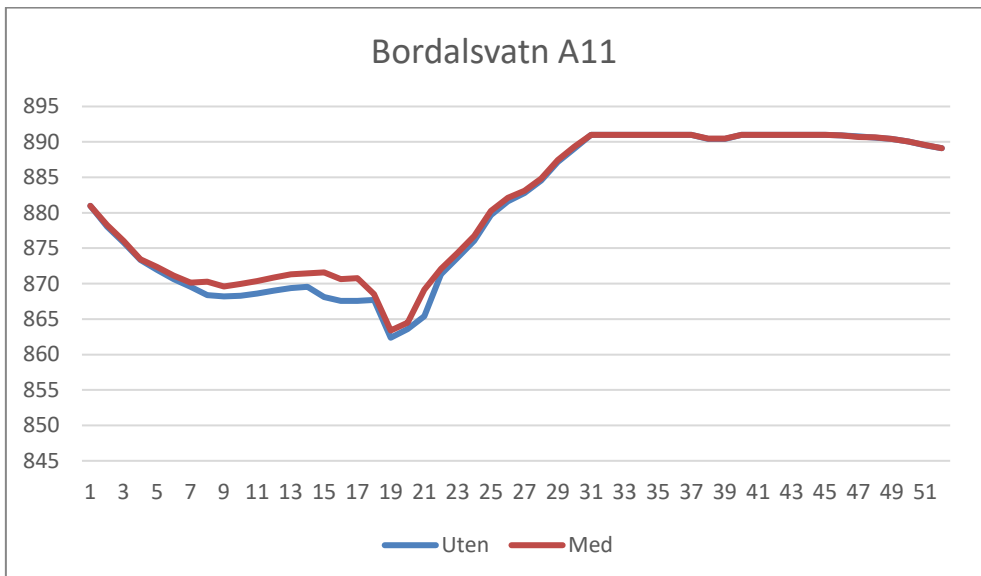
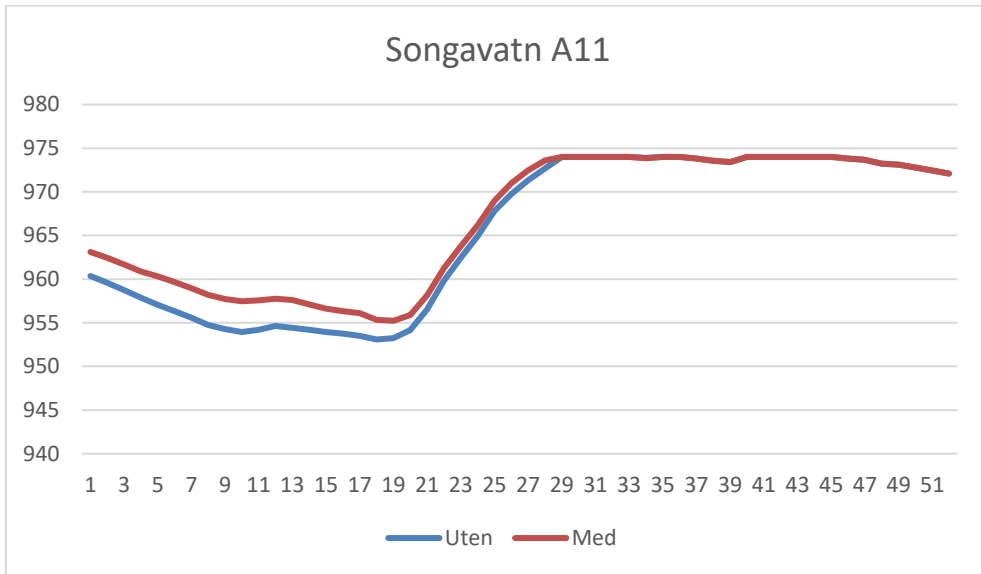
Normalt år.

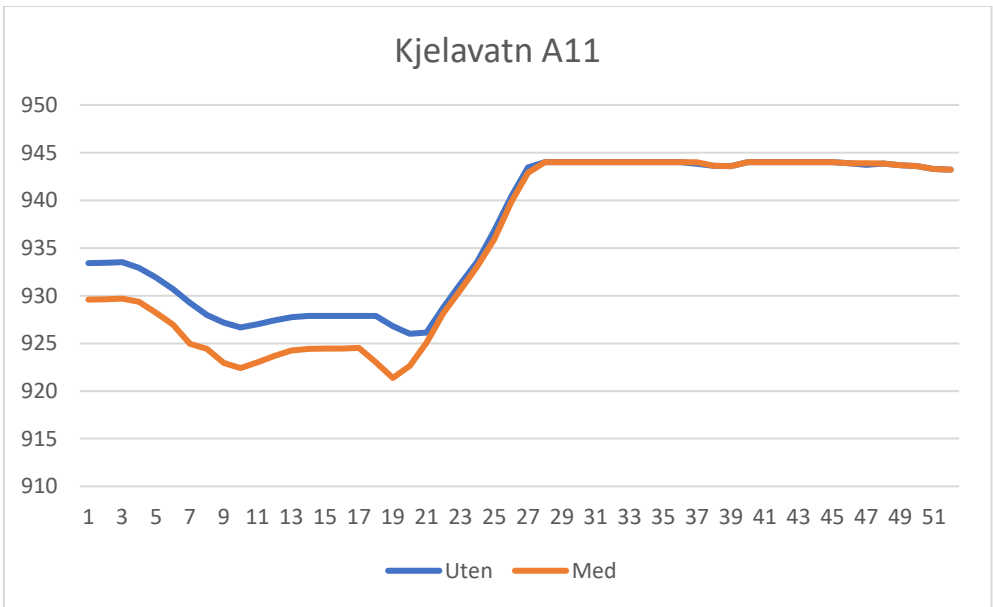
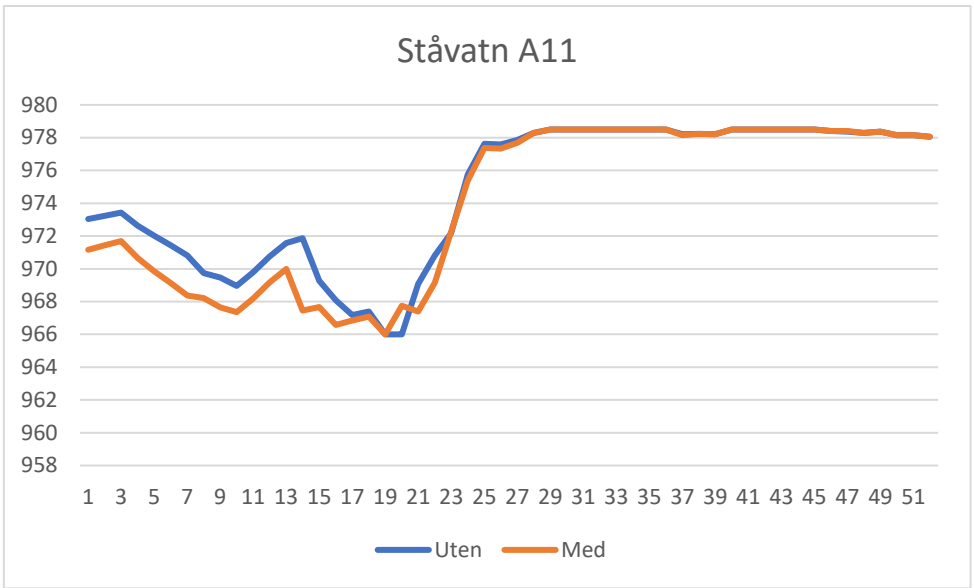


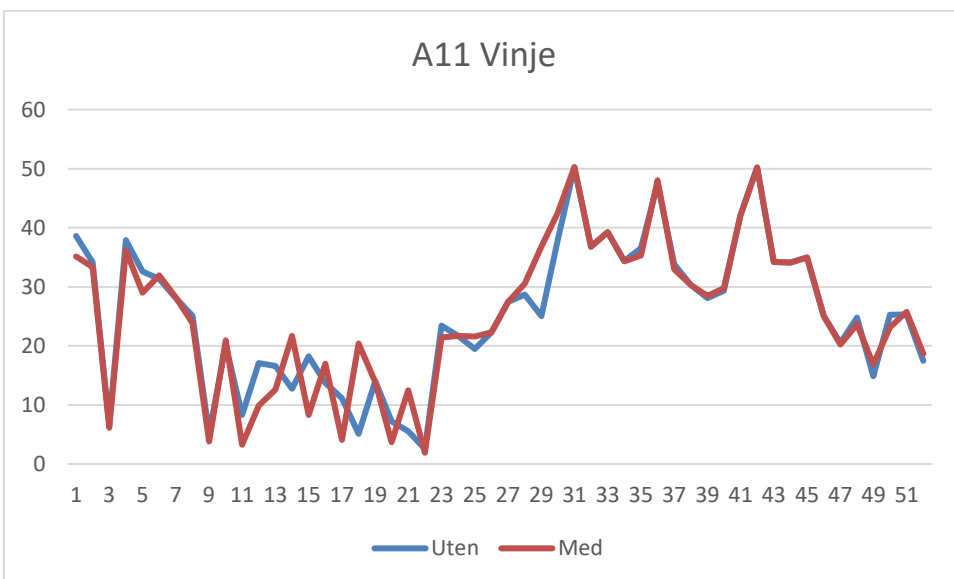
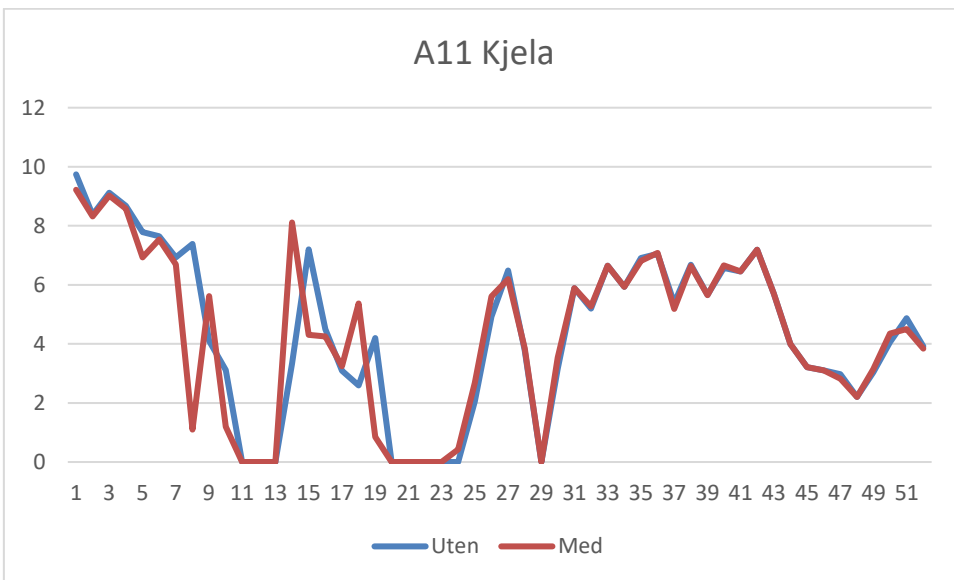
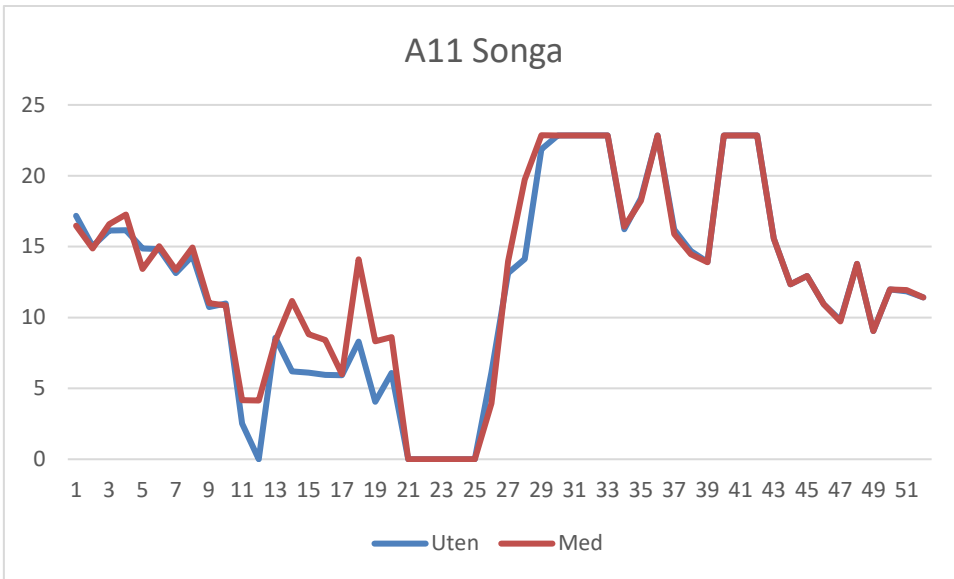




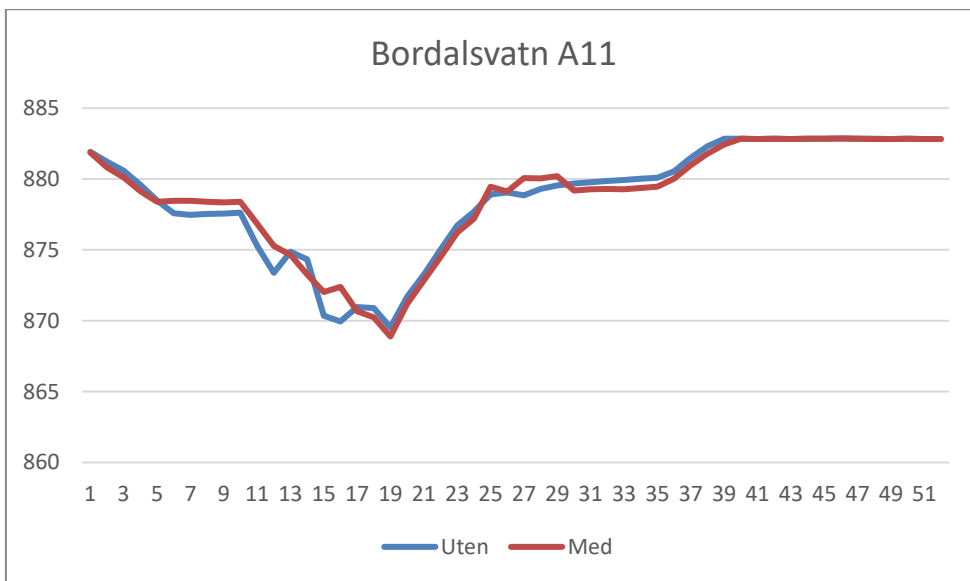
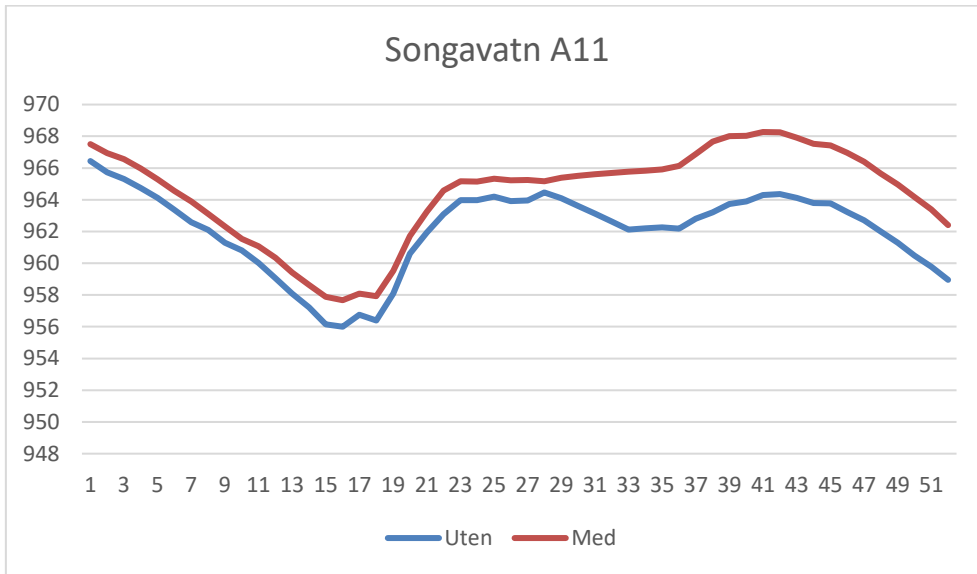
Vått år.

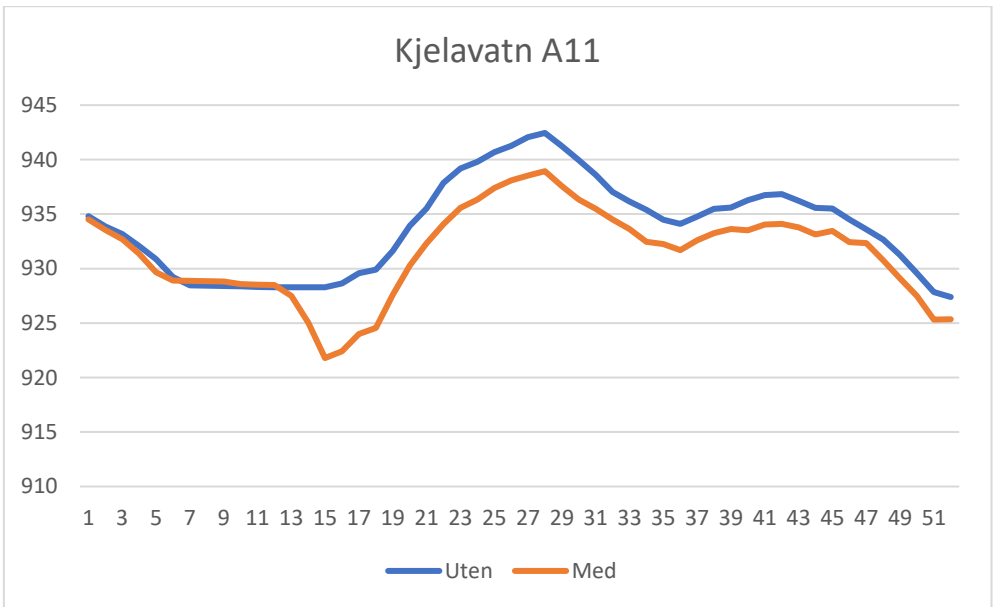
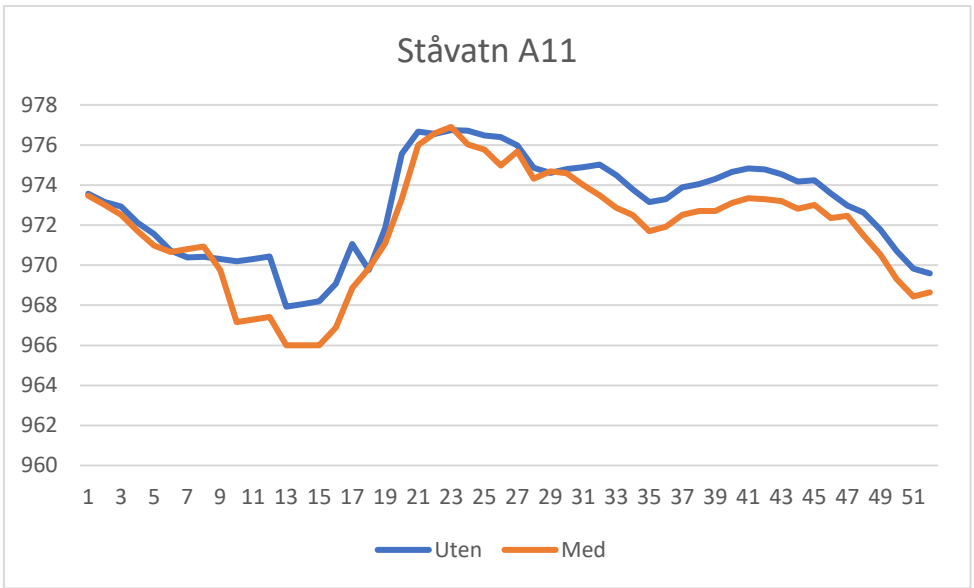


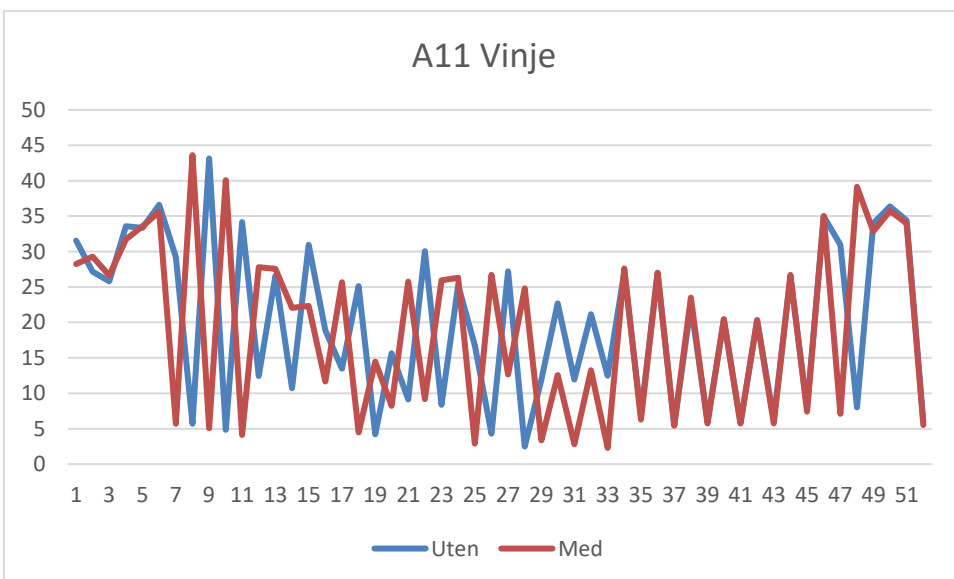
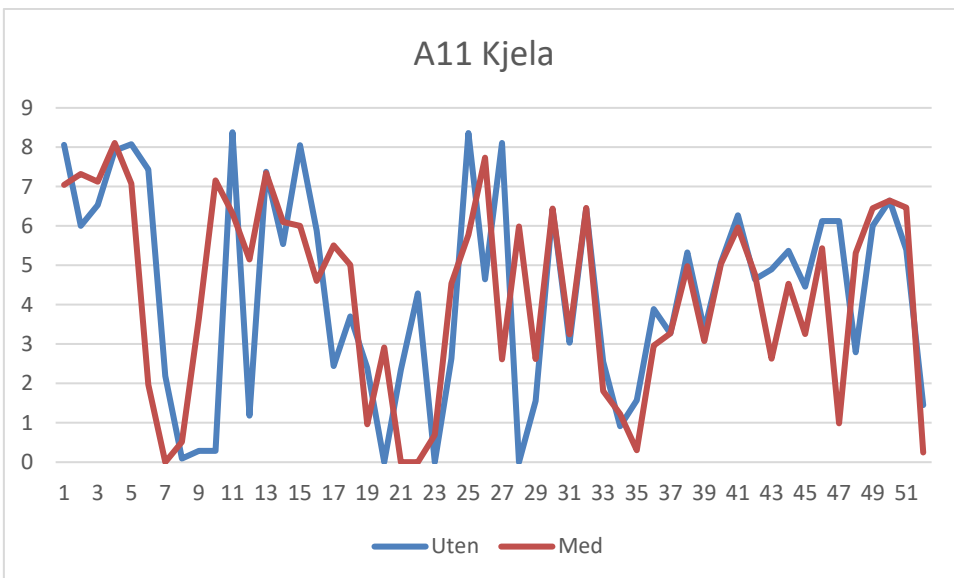
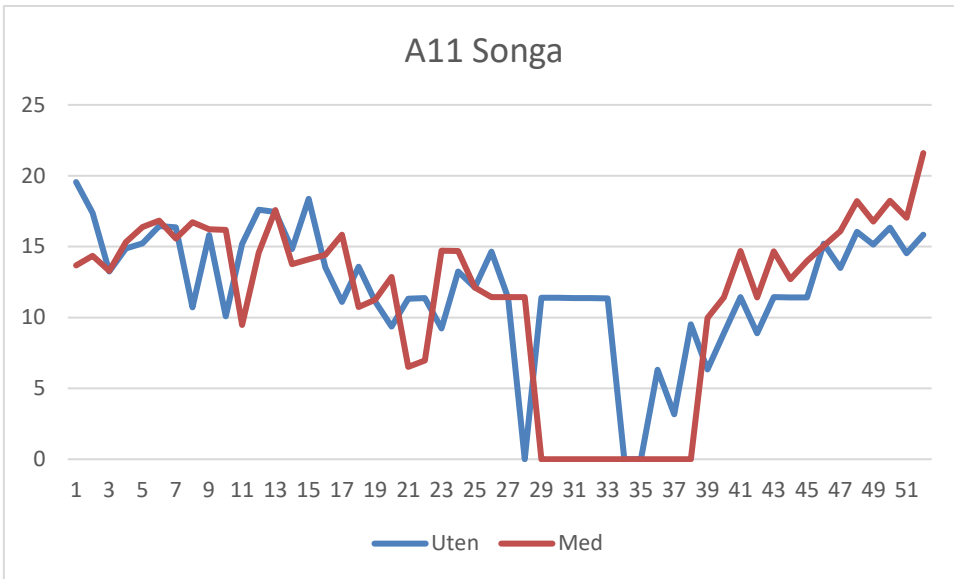




Tørt år.

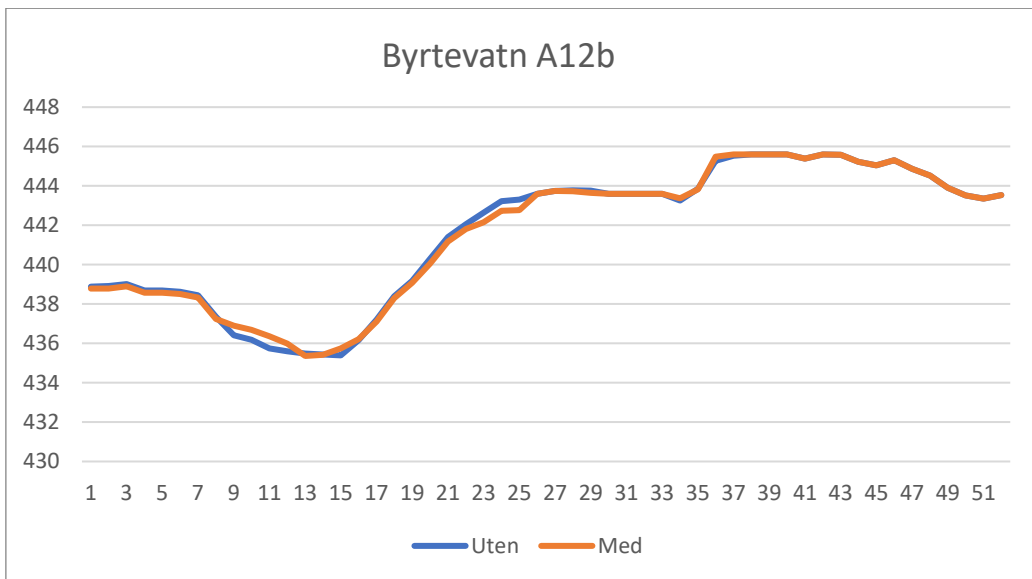
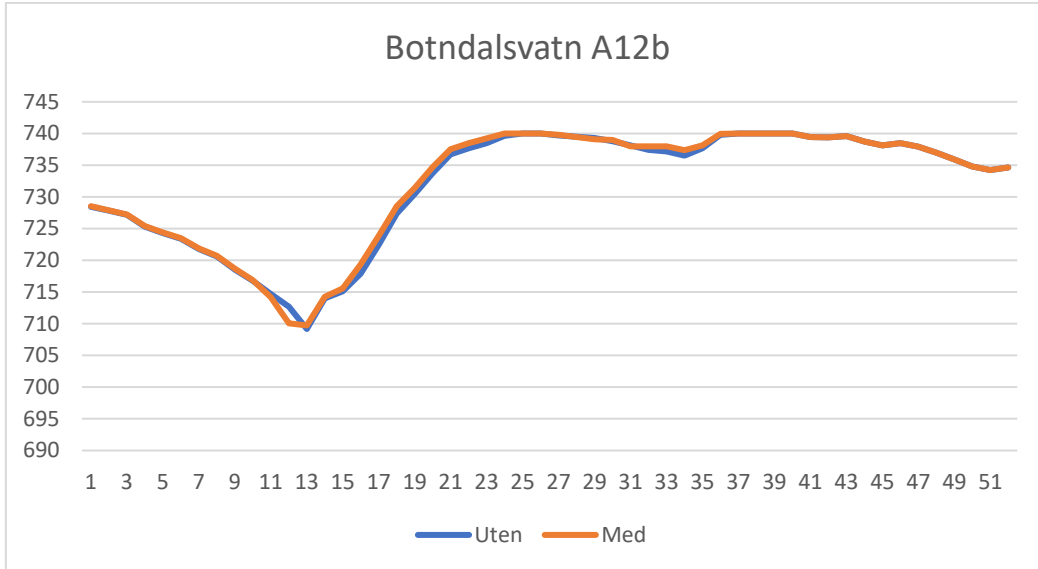


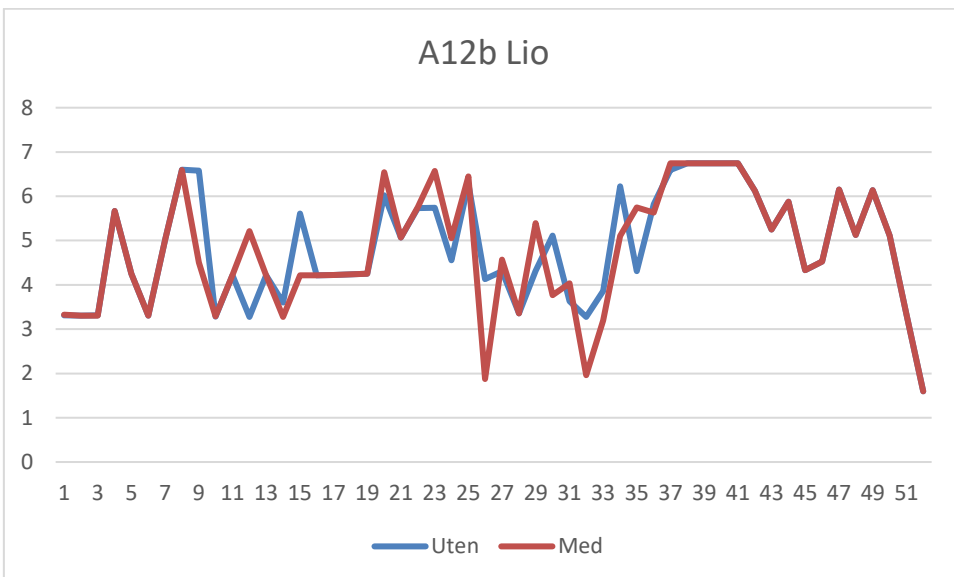
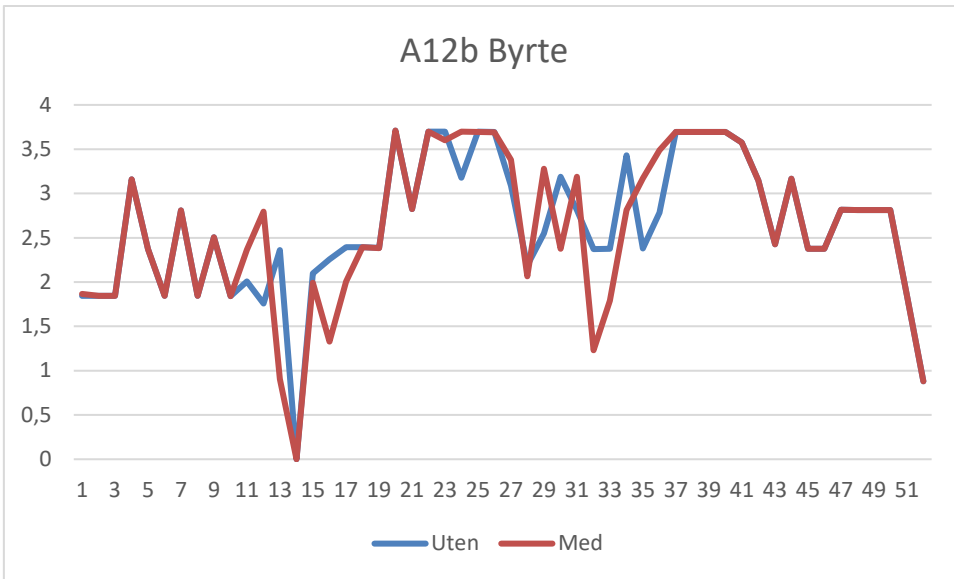




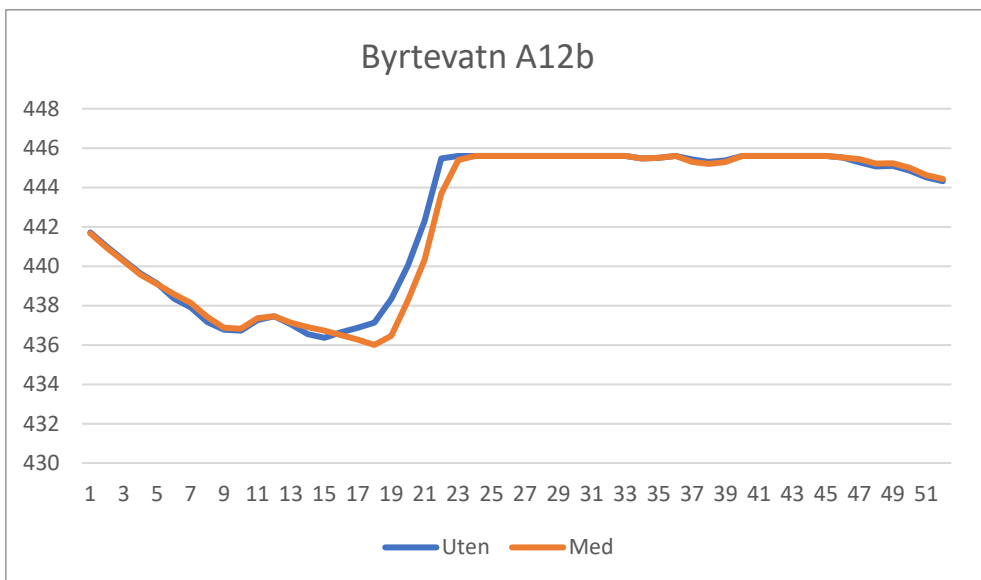
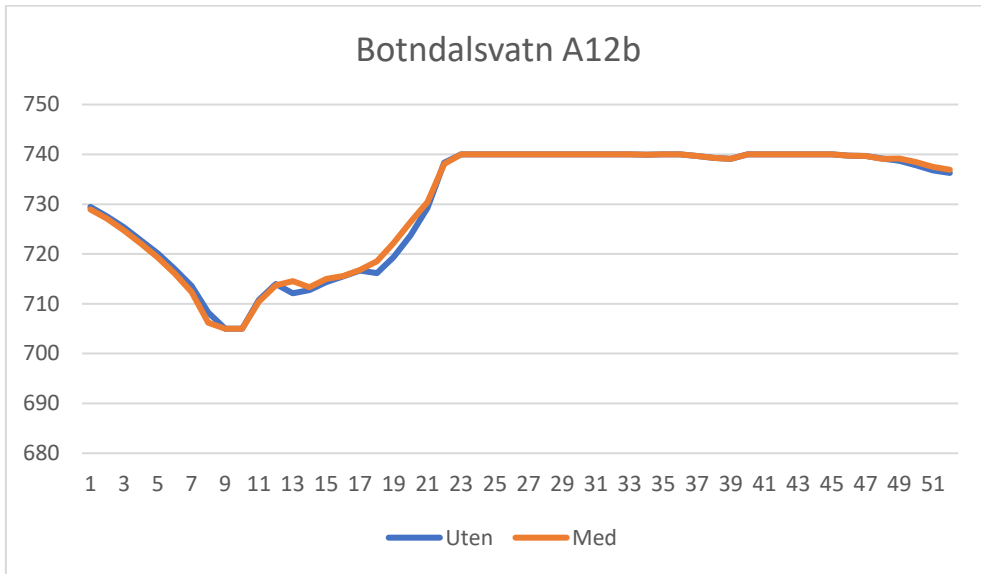
12 Minimumsmagasin Botndalsvatn (7811) (Kommunens krav 2.8)
A12b Kote 738 (88.56 %) 10.juli-20.august (uke 28-33)

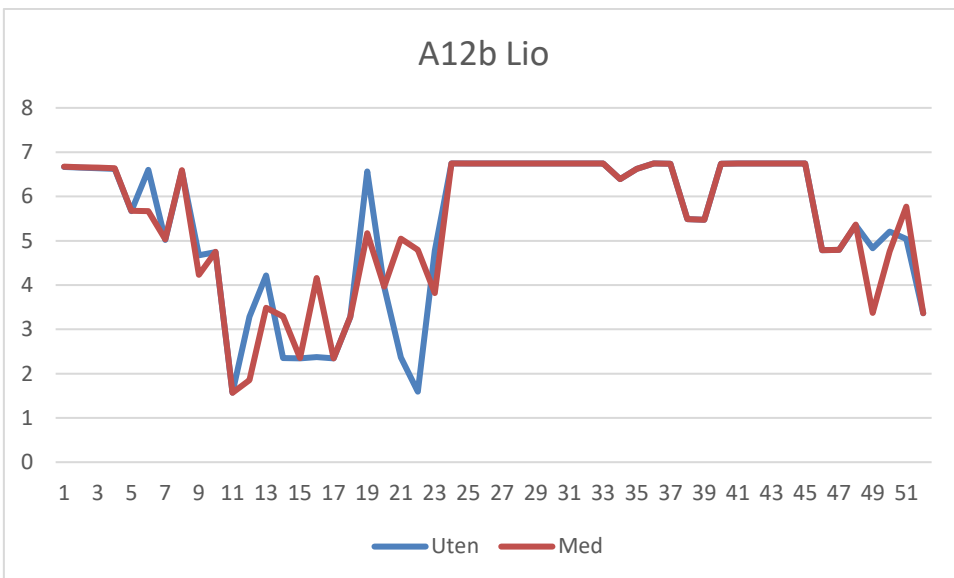
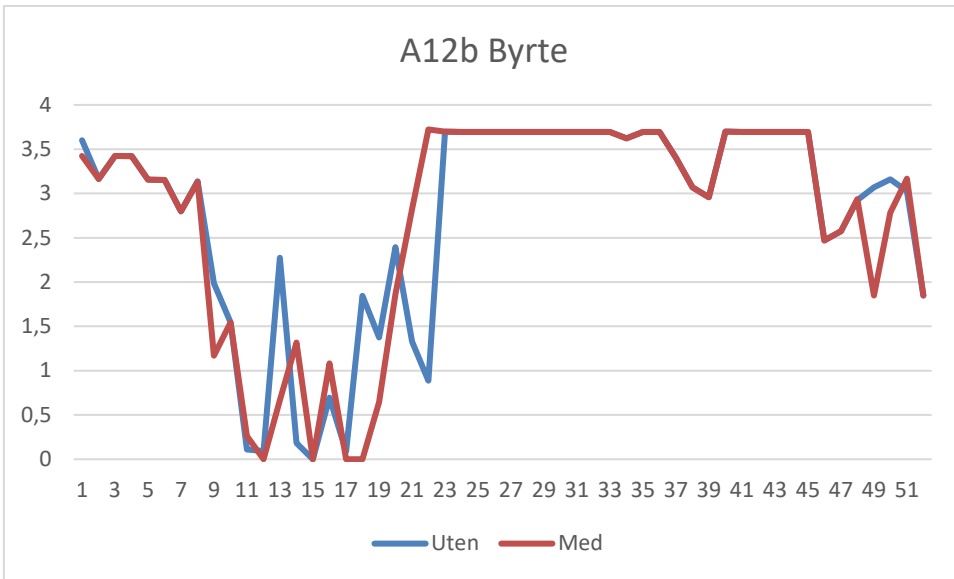
Normalt år.



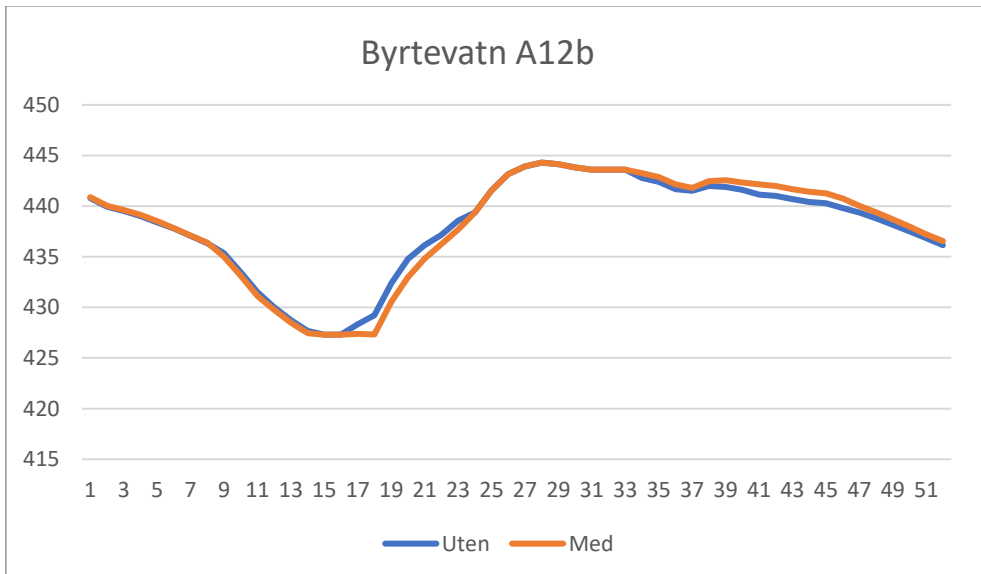
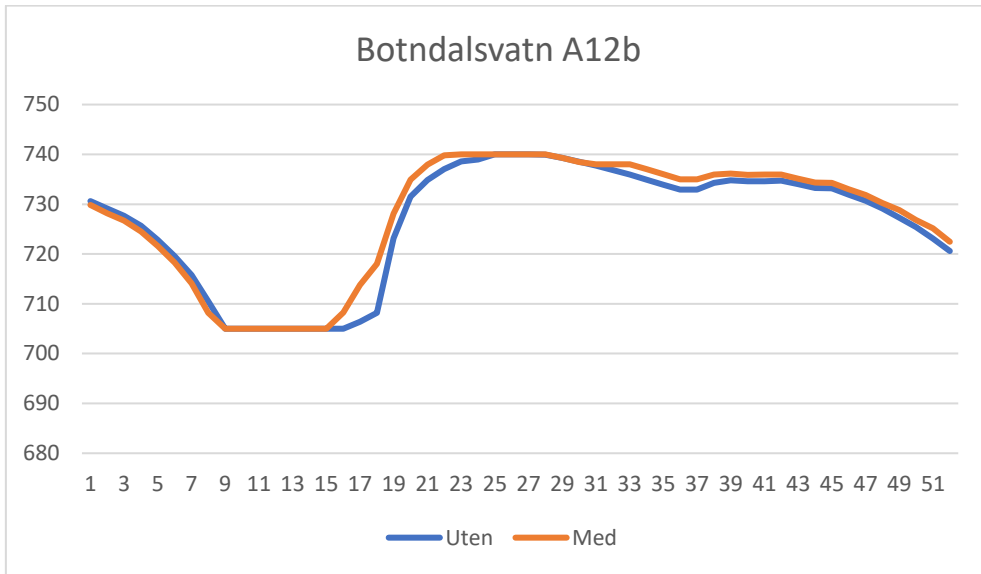


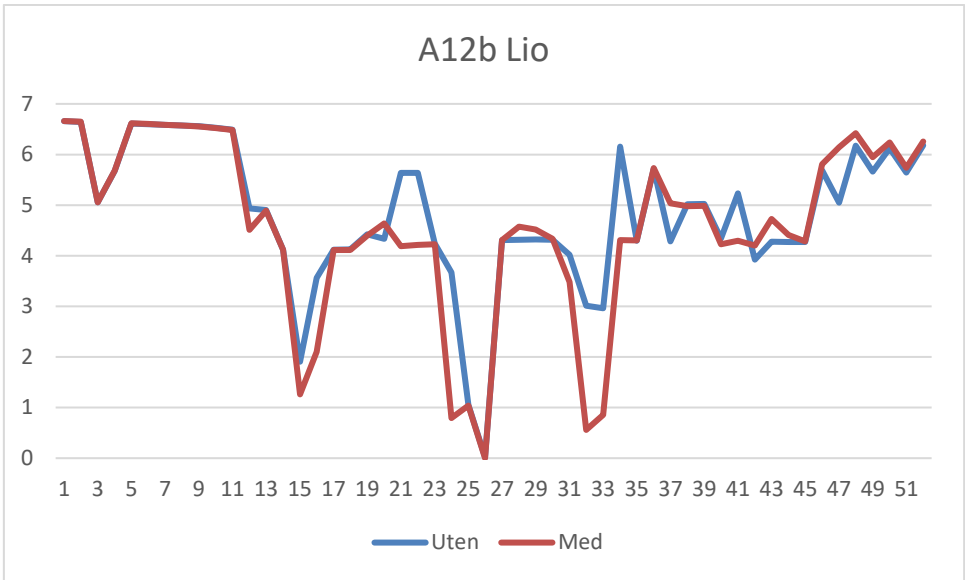
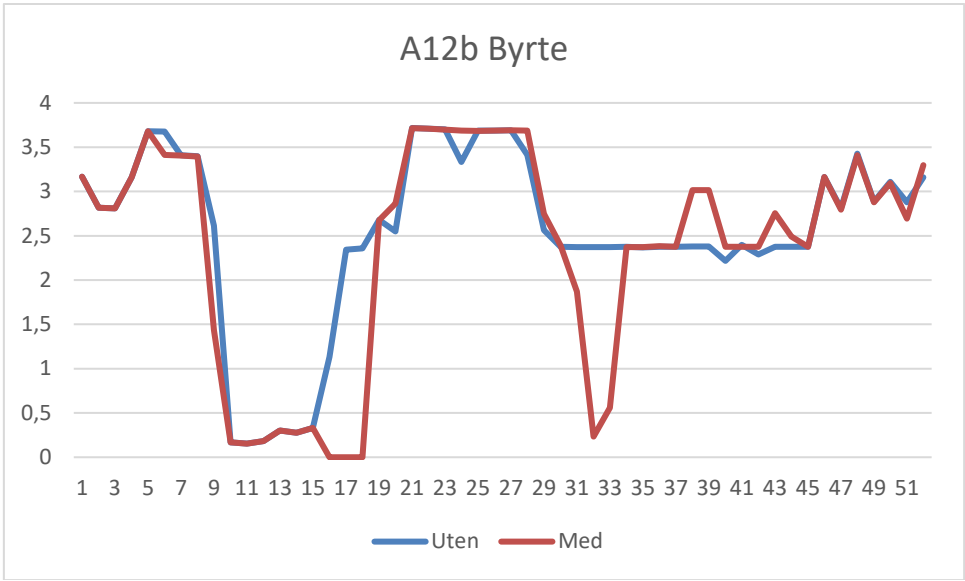
Vått år.





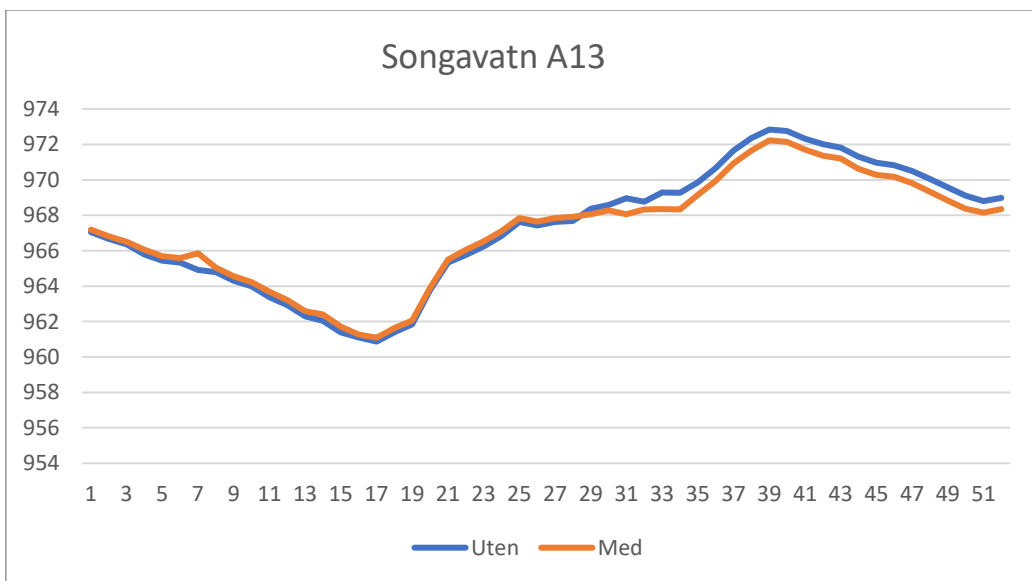
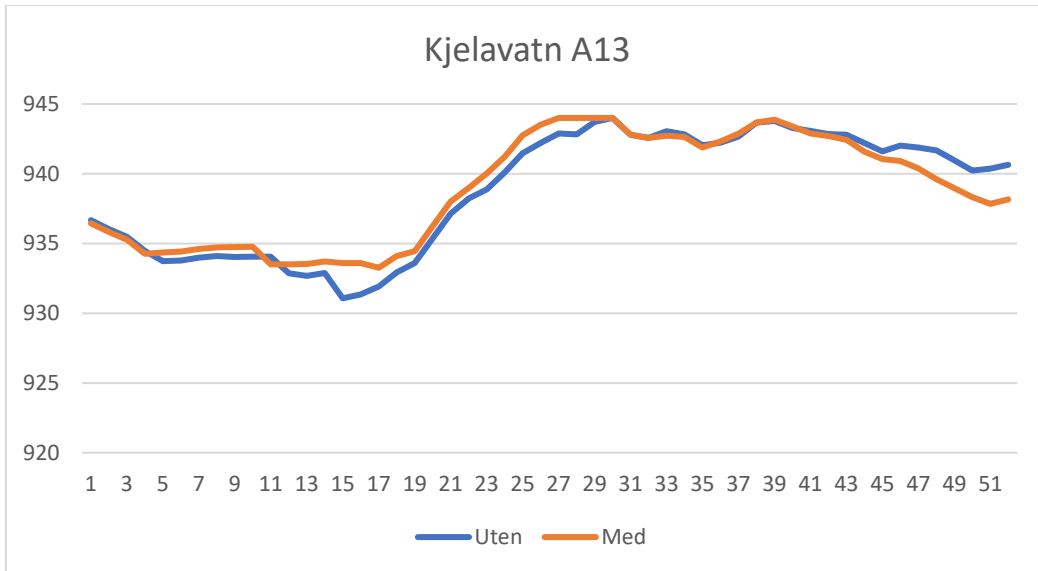
Tørt år.

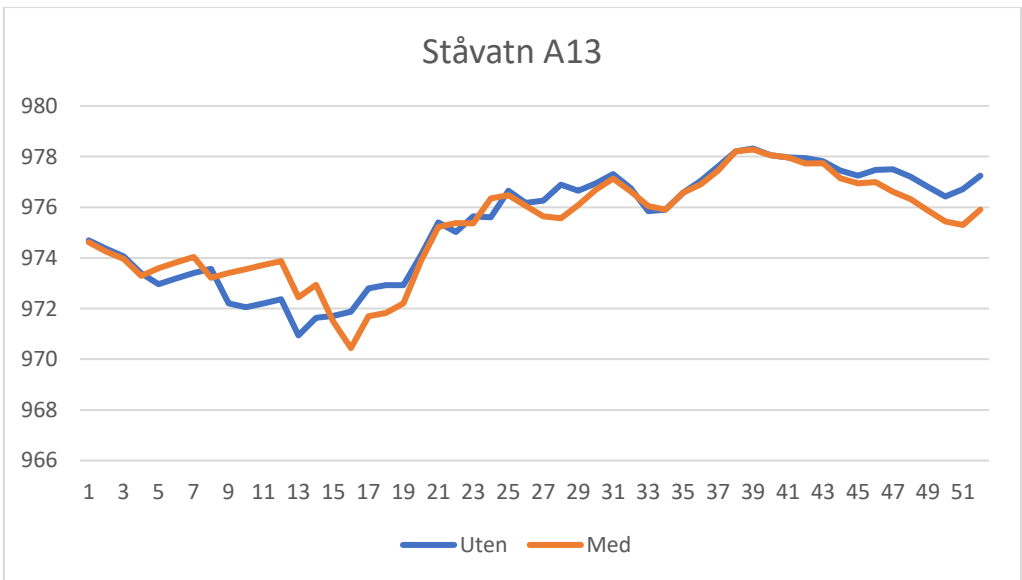
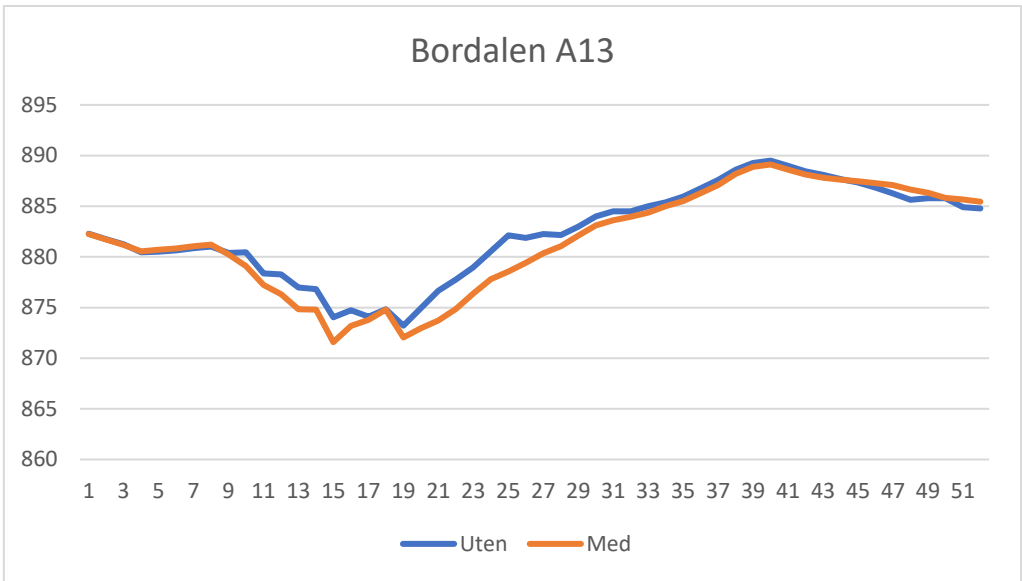




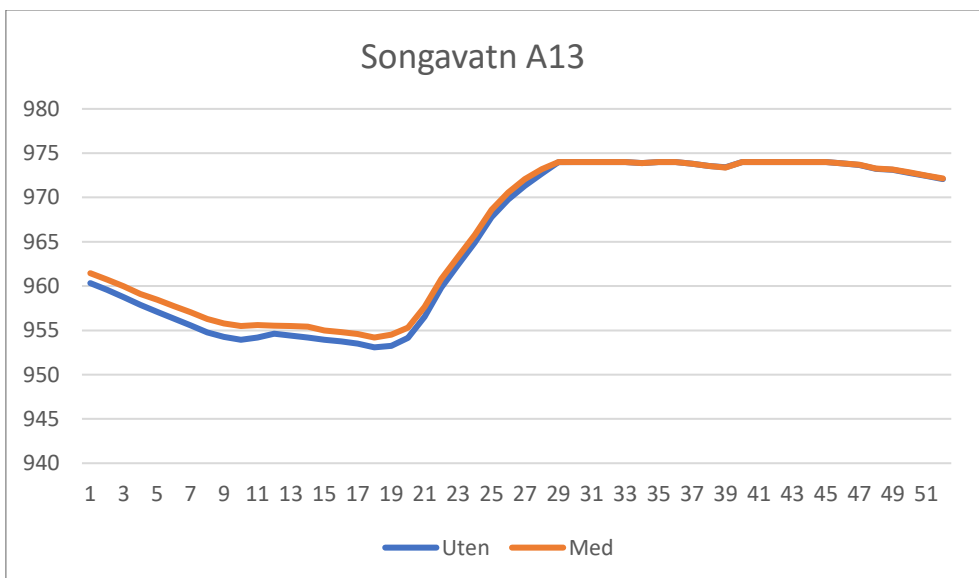
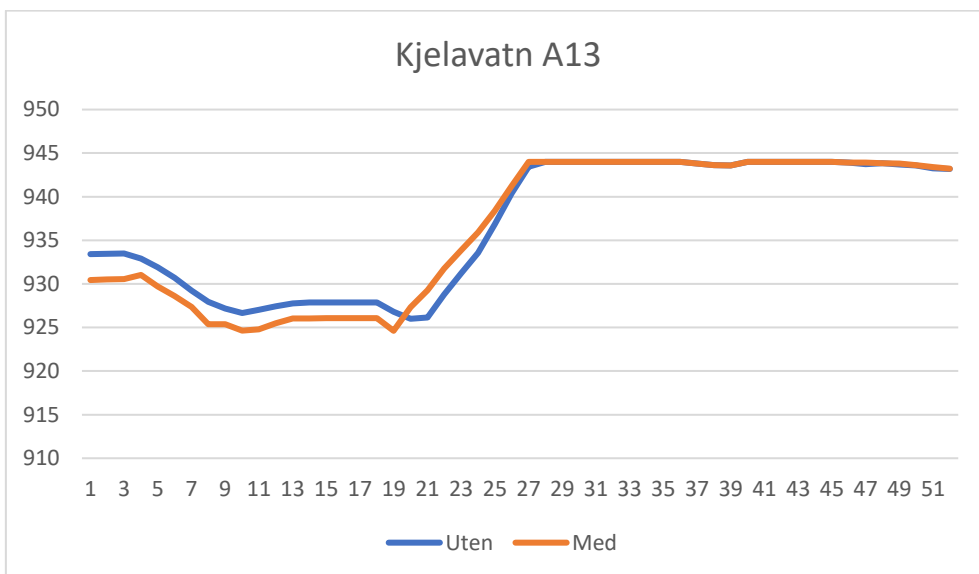
A13 Minimumsmagasin Kjelavatn (7838) (Kommunens krav 2.7)
Kote 939 (71.5 %) 1.juli-1.okt (uke 27-39)

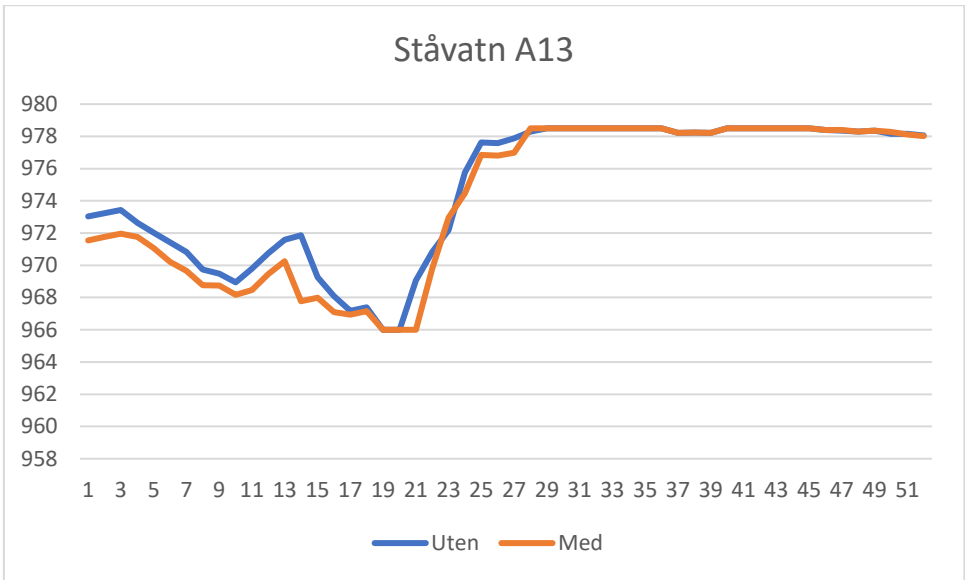
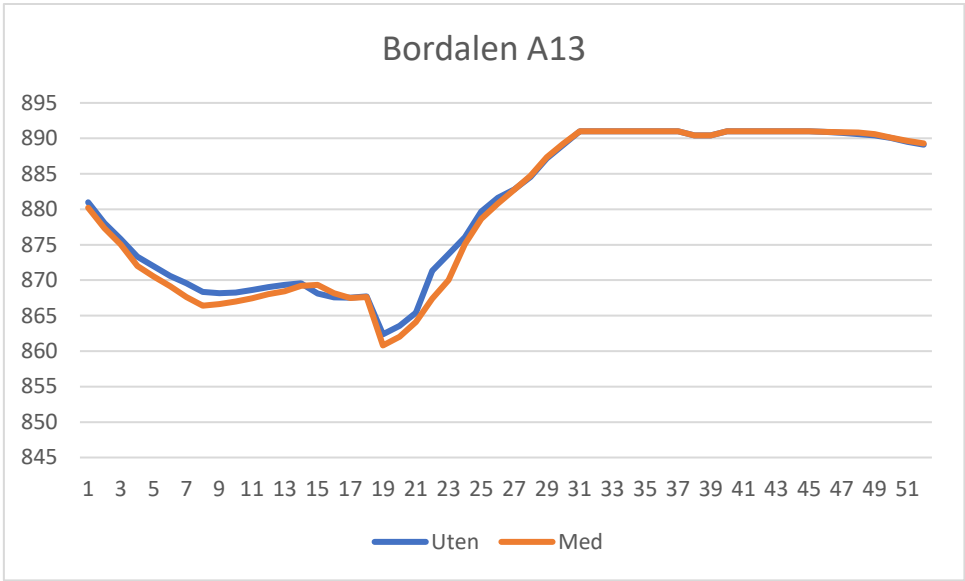
Normalt år.



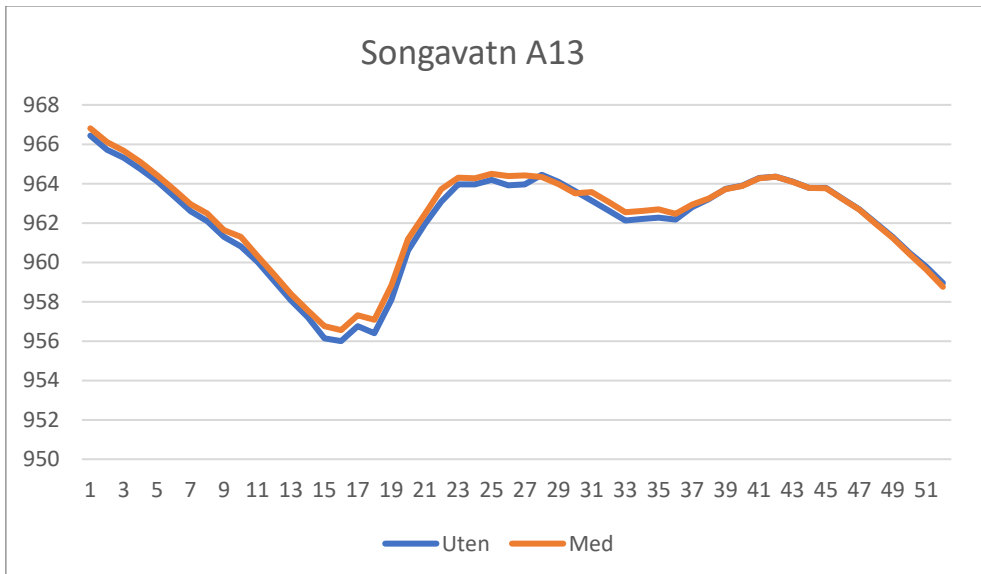
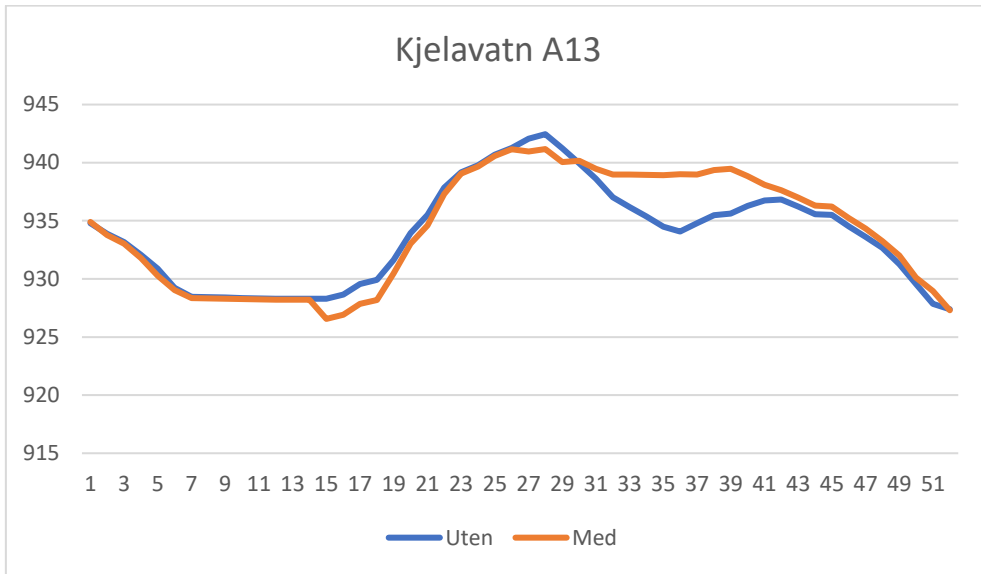


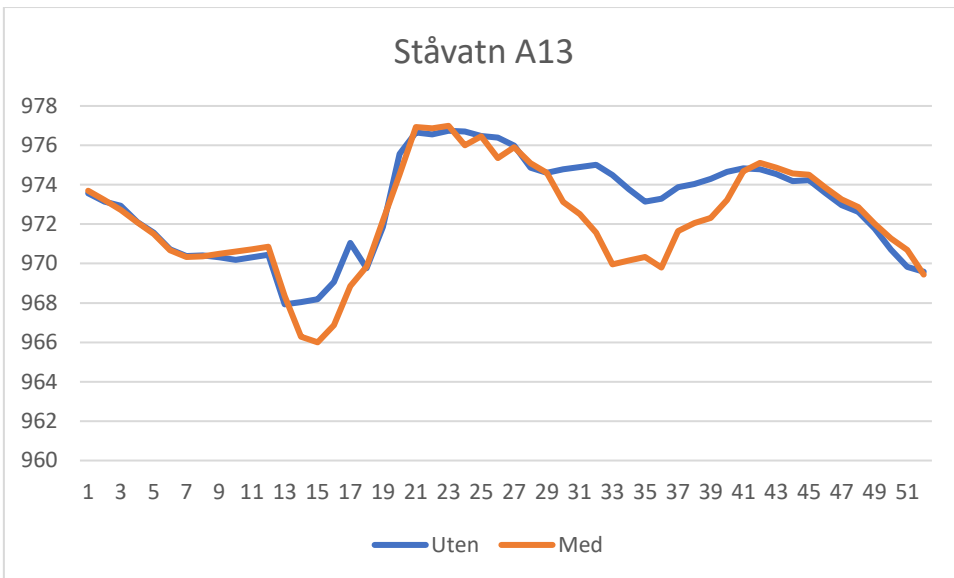
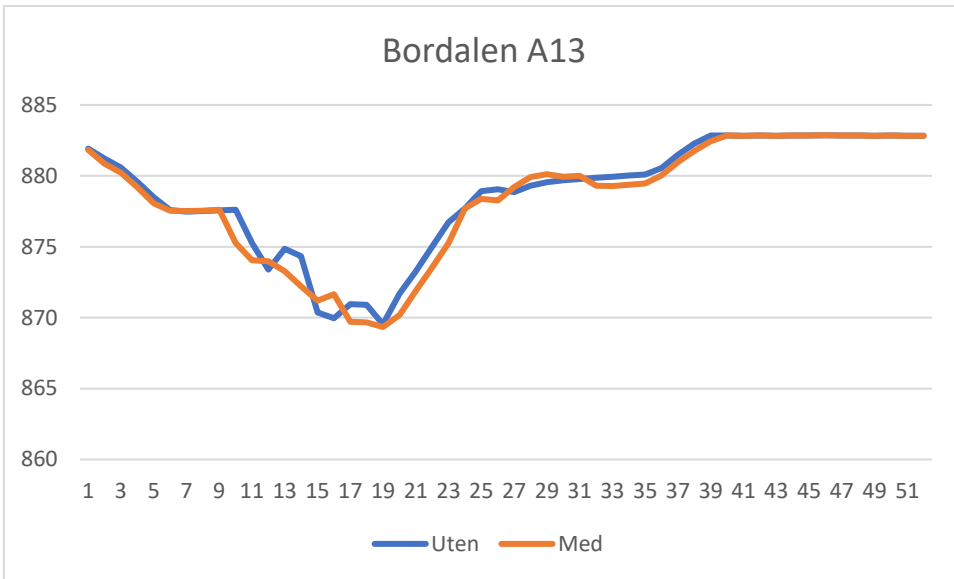
Vått år.





Tørt år.



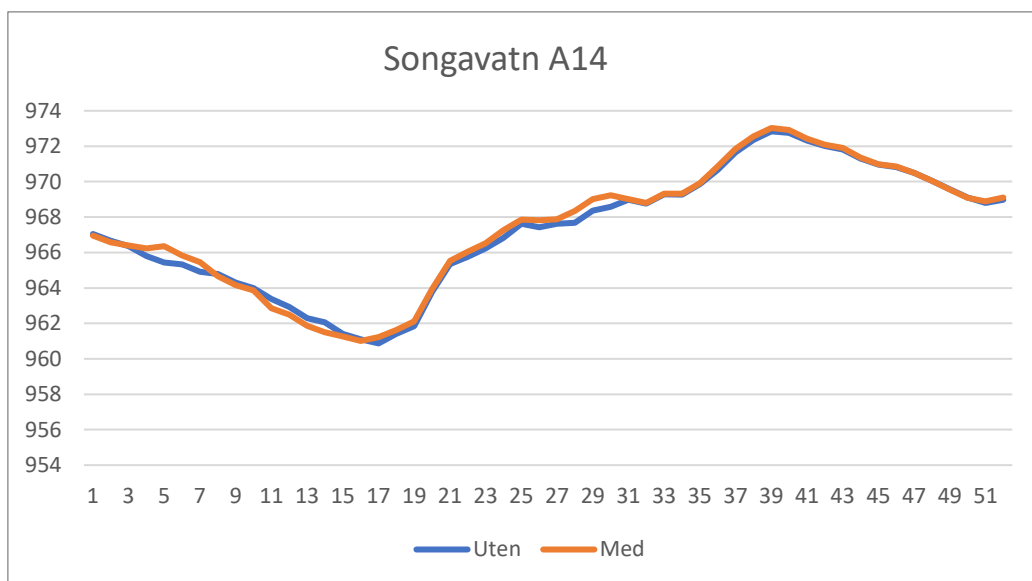
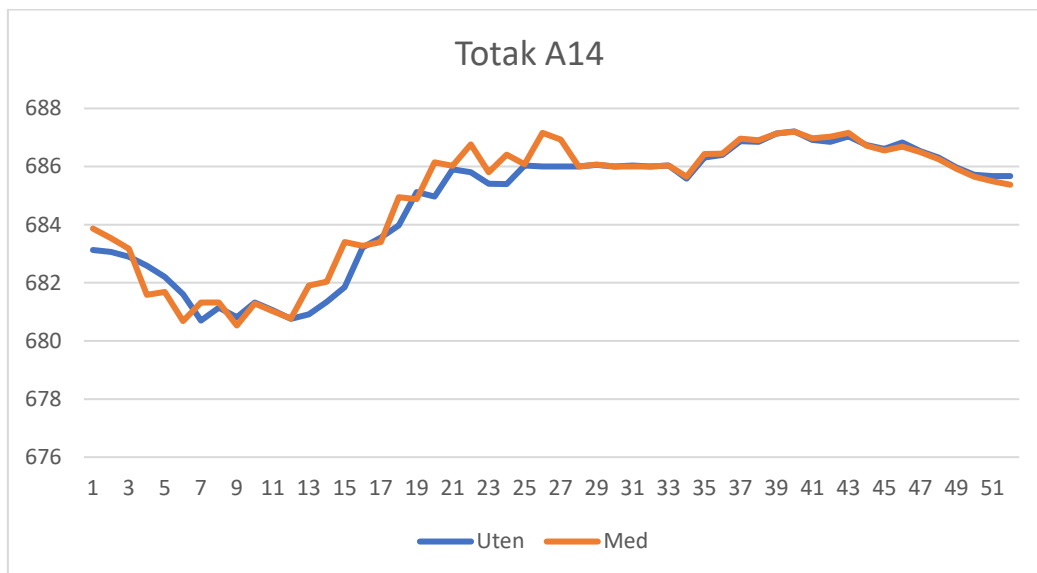


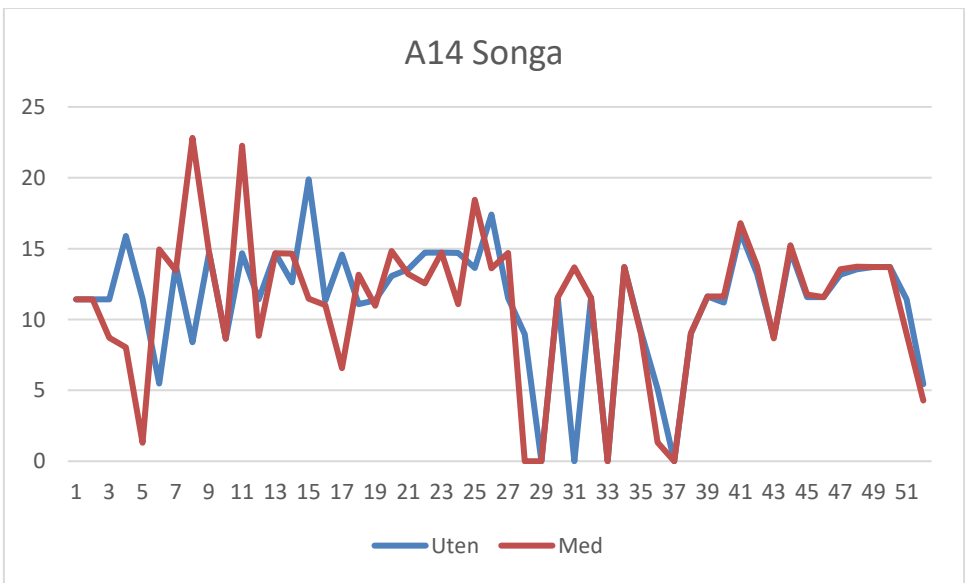
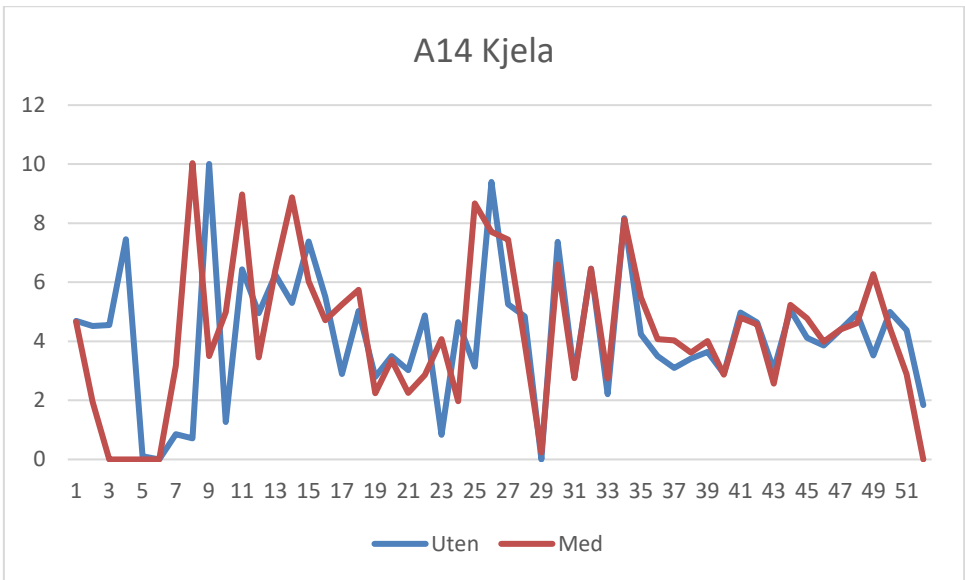
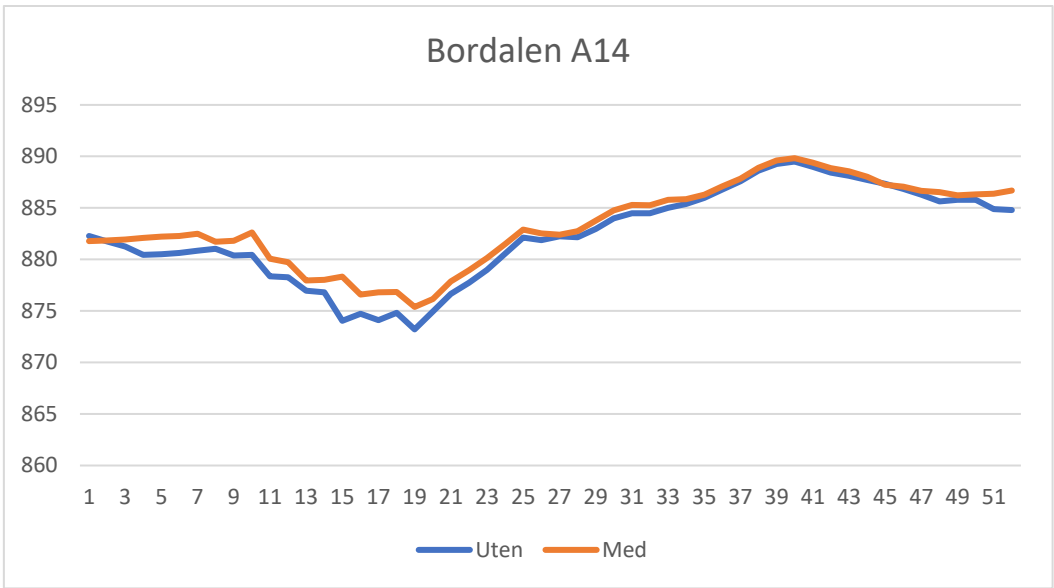
A14 Minimumsmagasin Totalt (7846) (Kommunens krav 2.1)

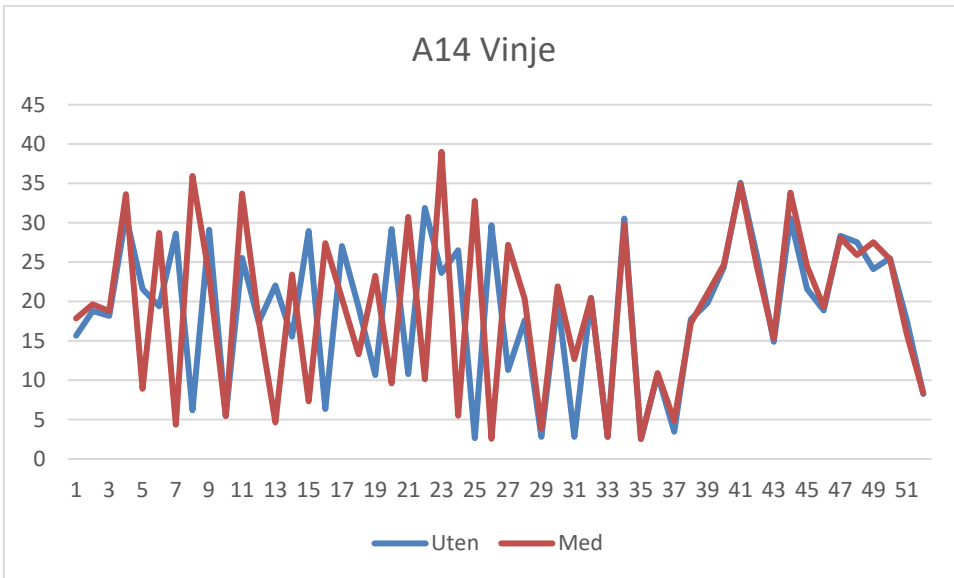
Selvpålagt restriksjon formaliseres, men endring fra absolutt krav til myk restriksjon.

Kote 686 (81.4 %) i perioden 1.juli-15.aug (uke 27-32), kote 685.5 (74.2 %) i perioden 15.aug-30.nov (uke 33-48).

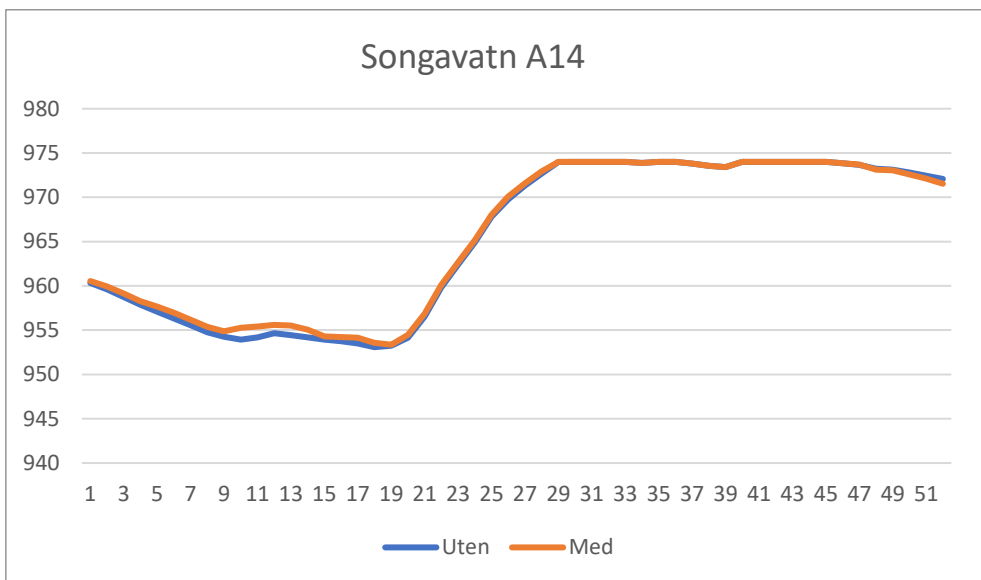
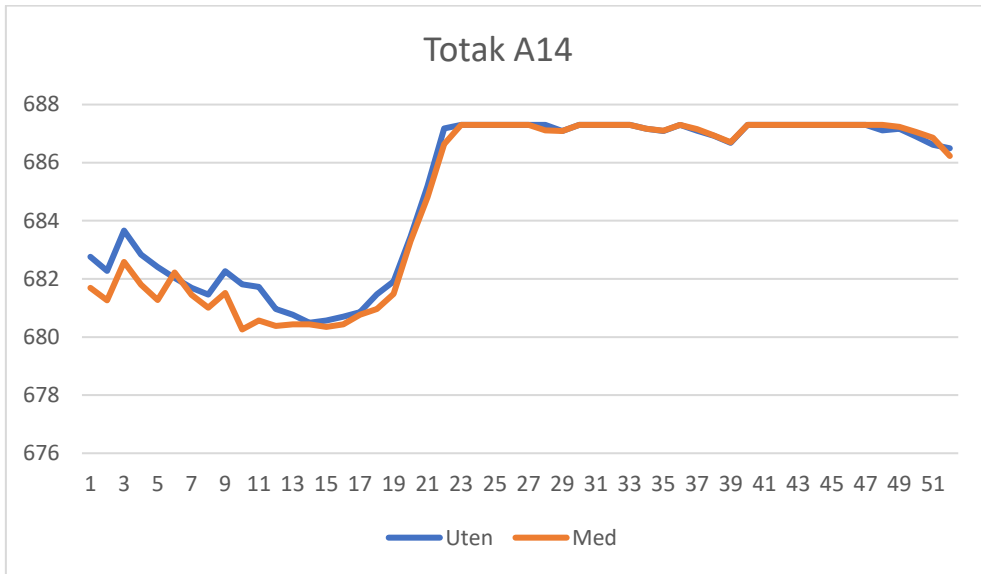
Normalt år.

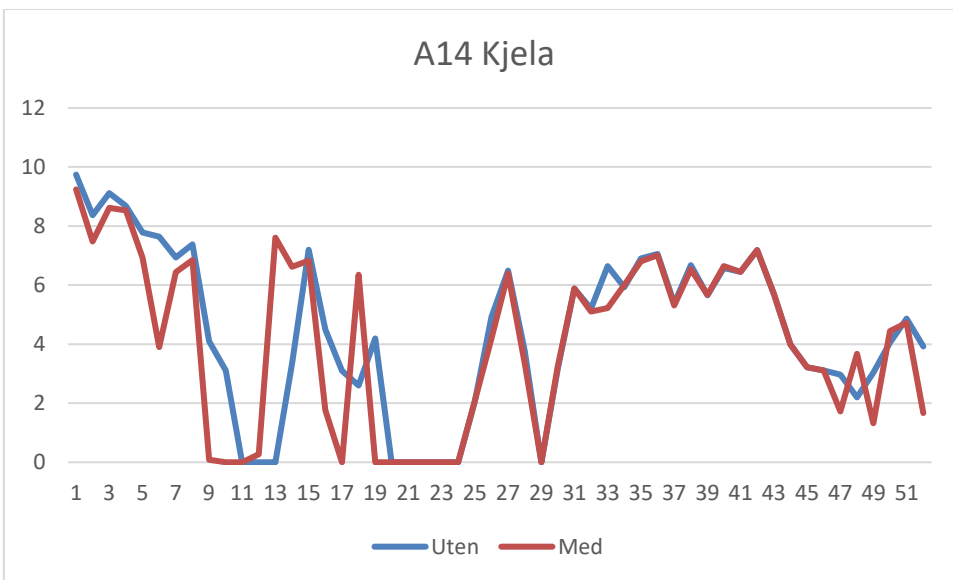
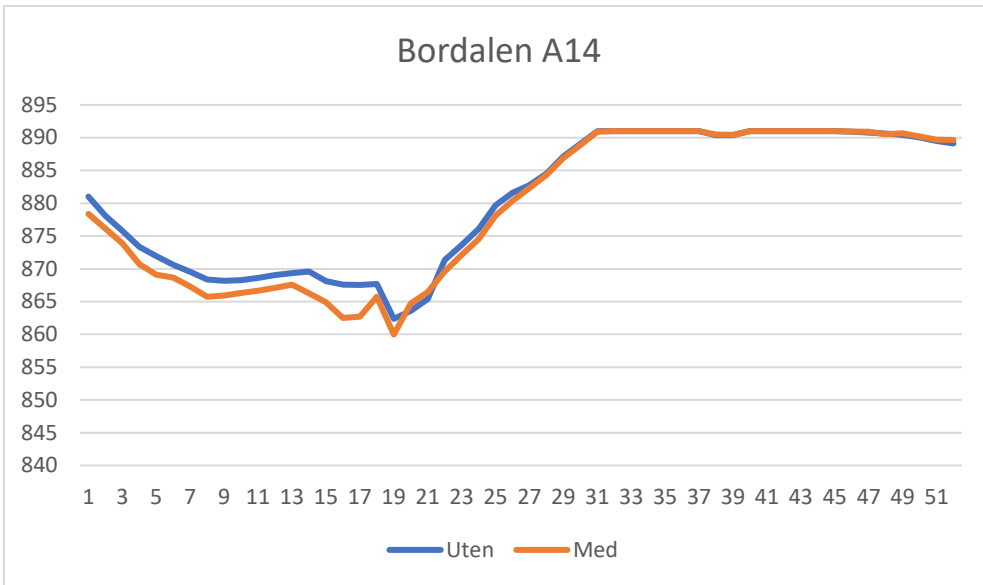


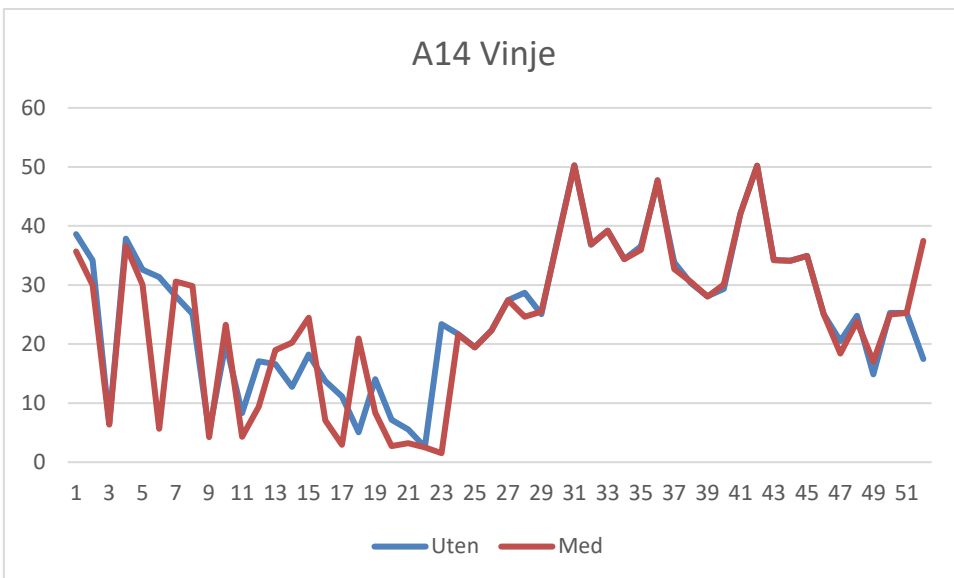
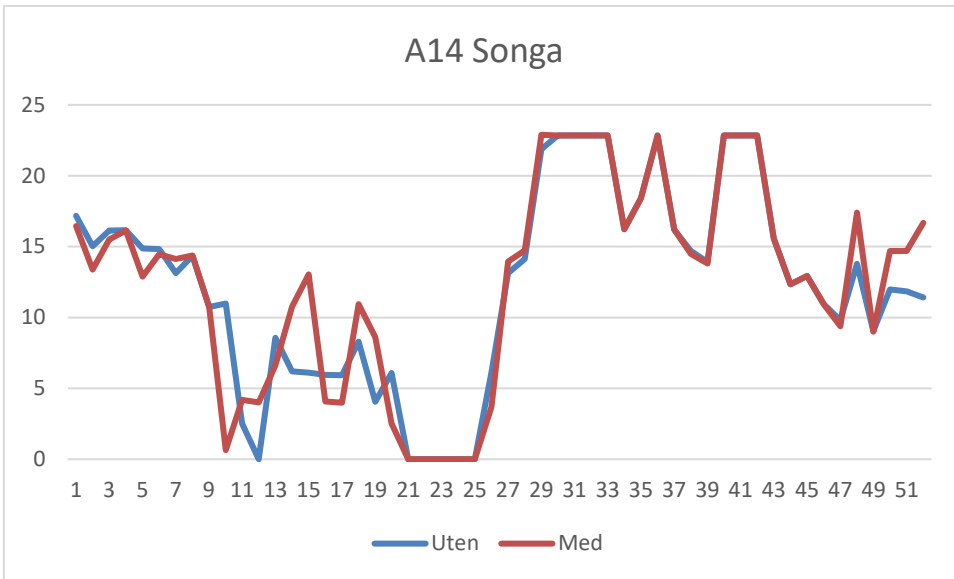




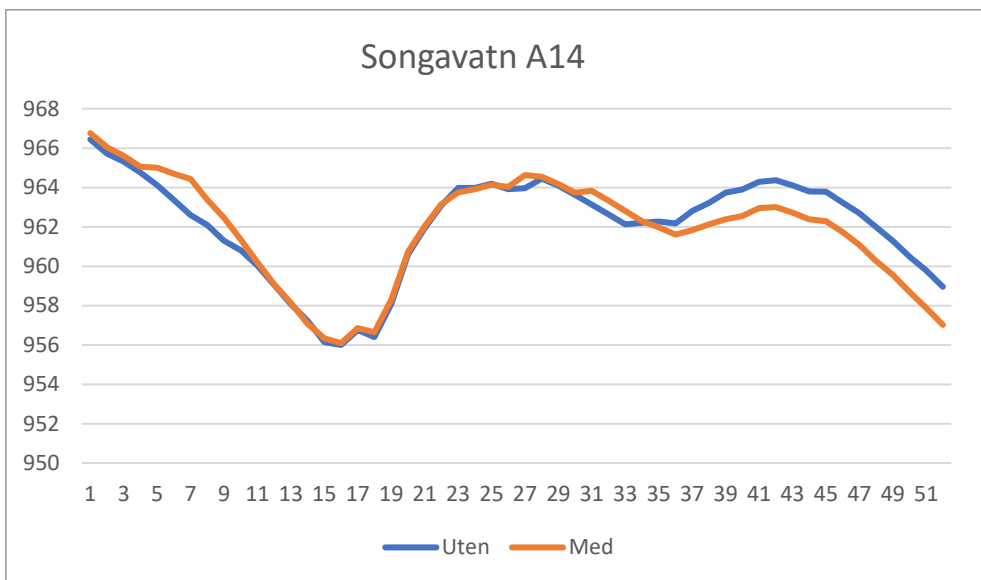
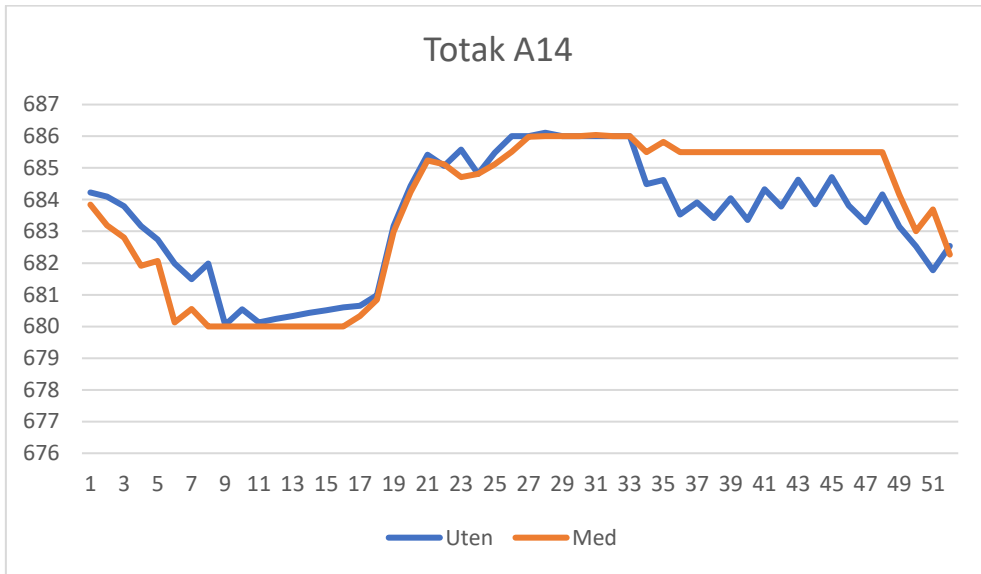
Vått år.

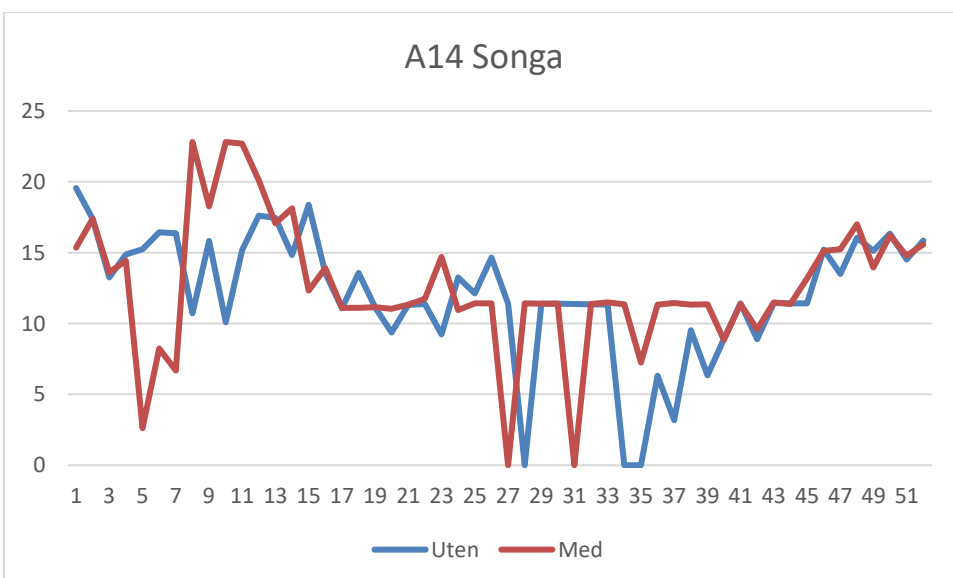
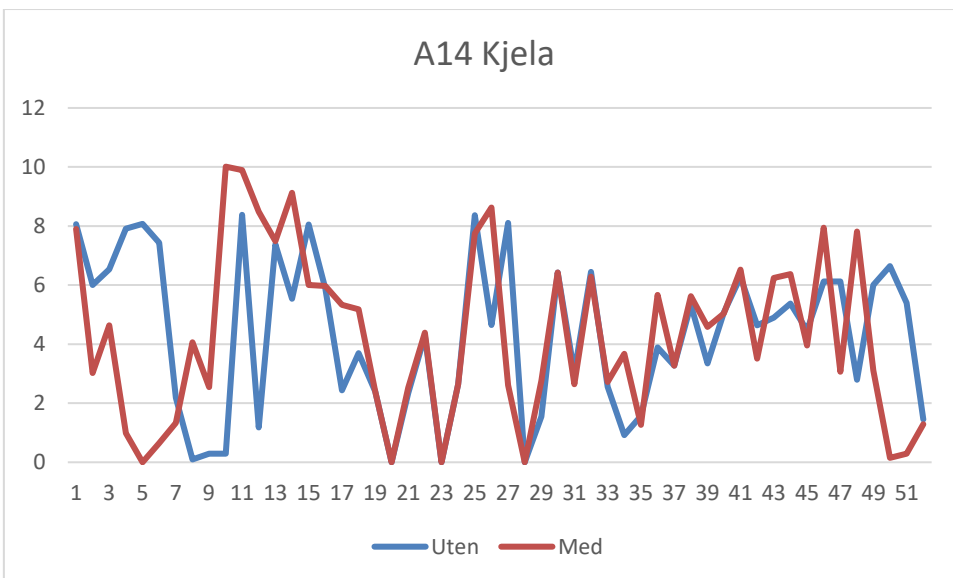
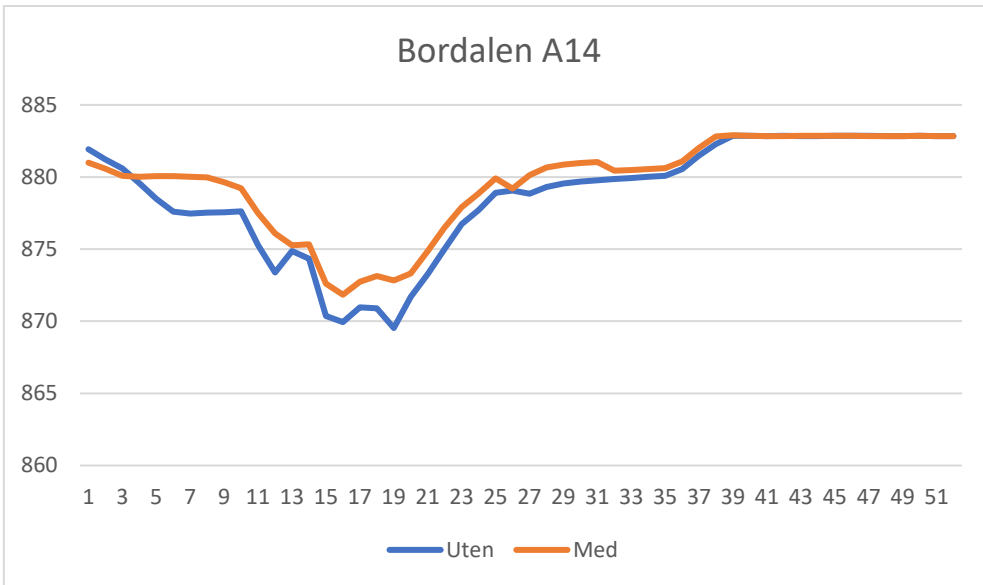


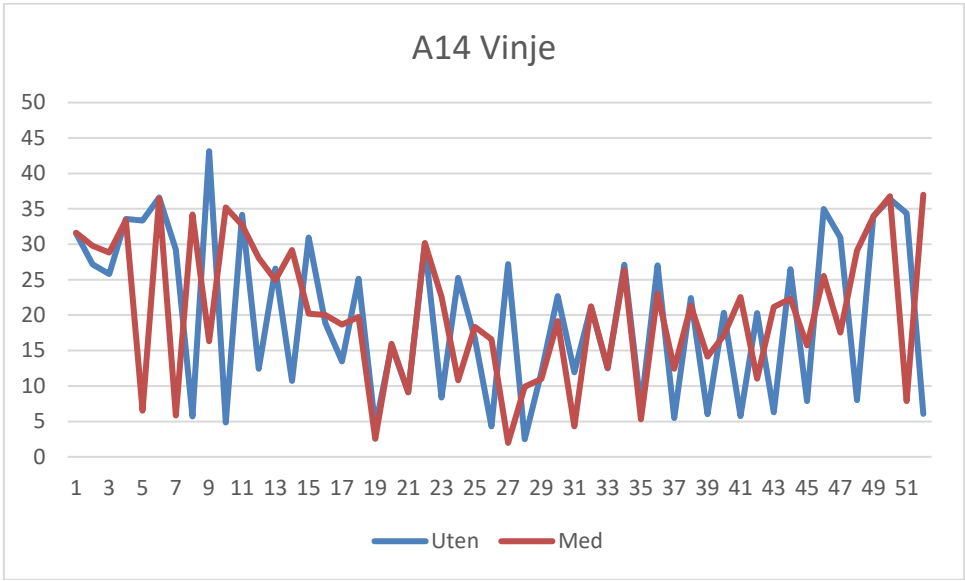




Tørt år.





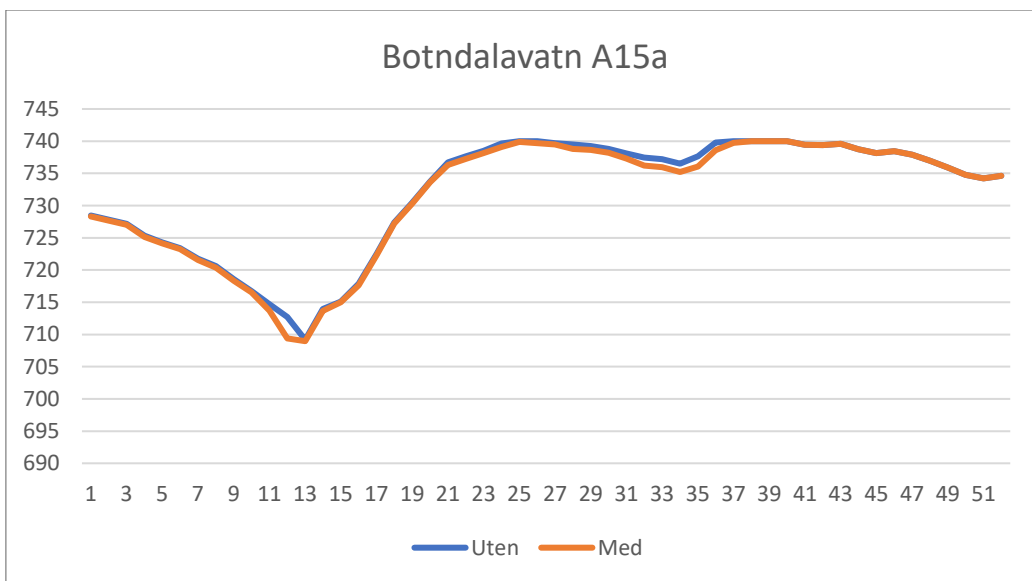
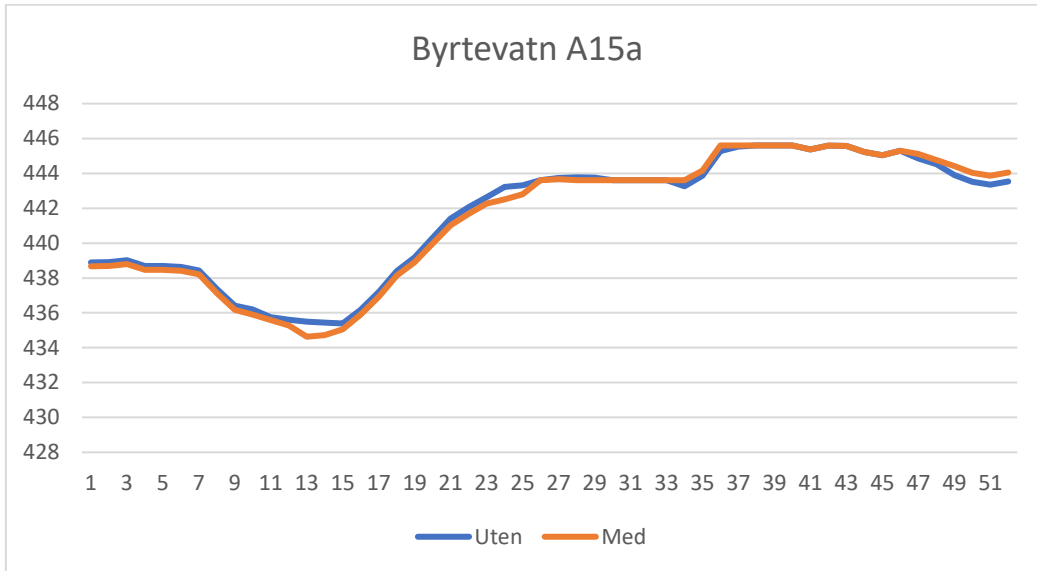


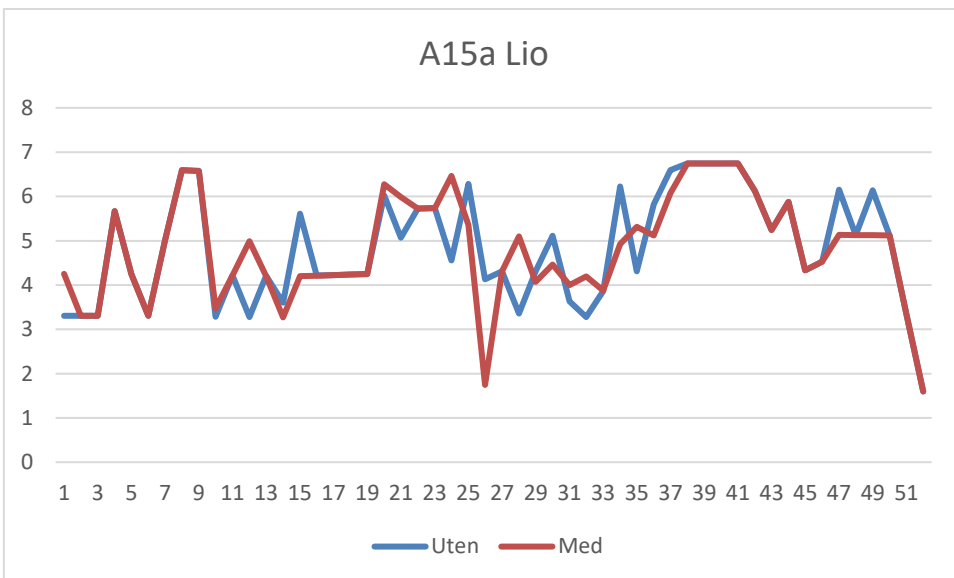
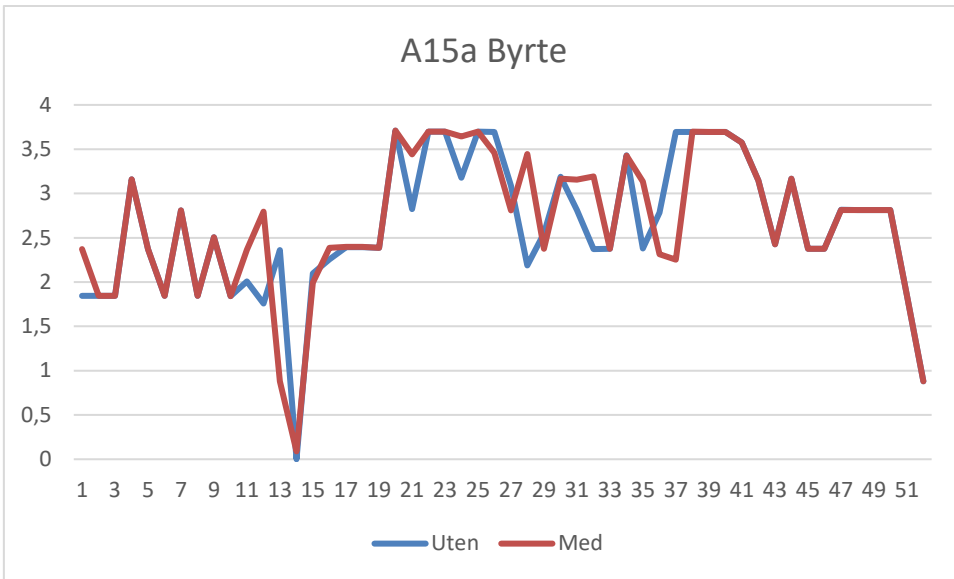
A15 Minimumsmagasin Byrtevatn (7810) (Kommunens krav 2.2)

Selvpålagt restriksjon formaliseres.

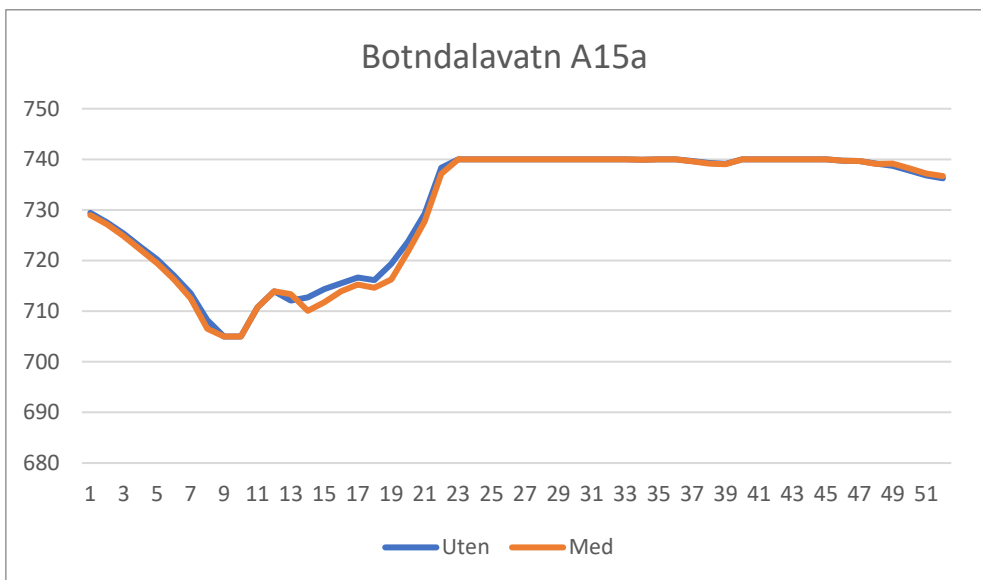
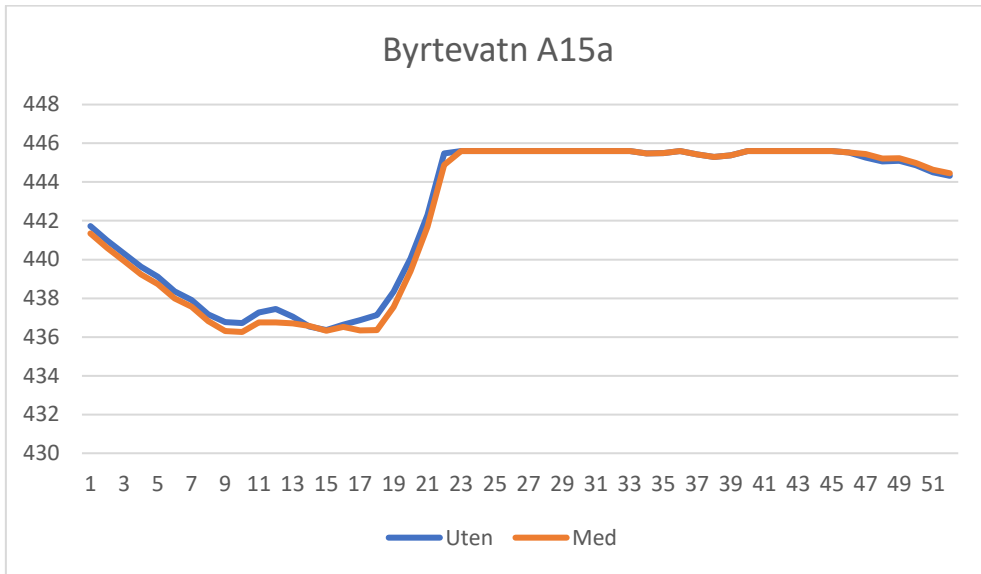
A15a Kote 443.60 (87.41 %) i perioden 1.juli-15.sept (uke 27-37).

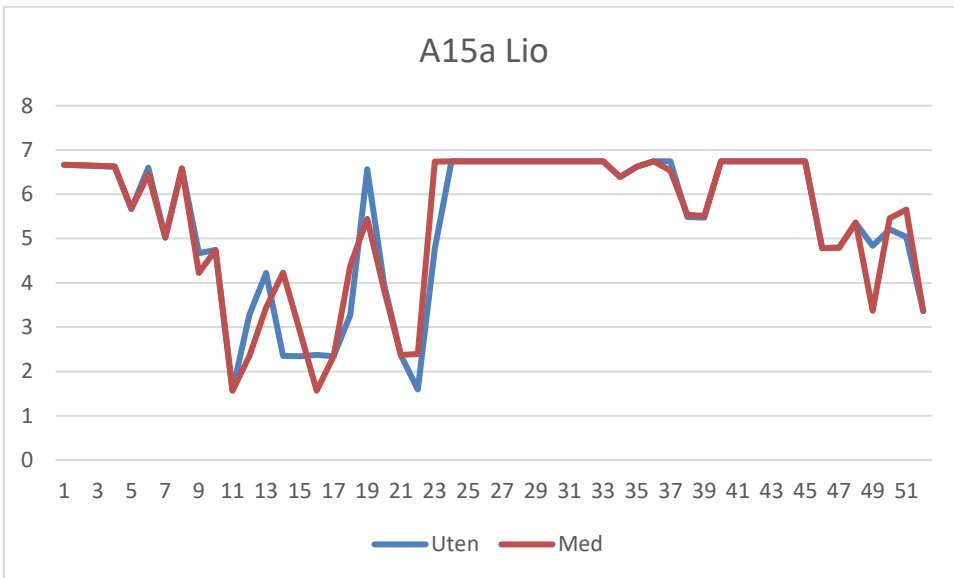
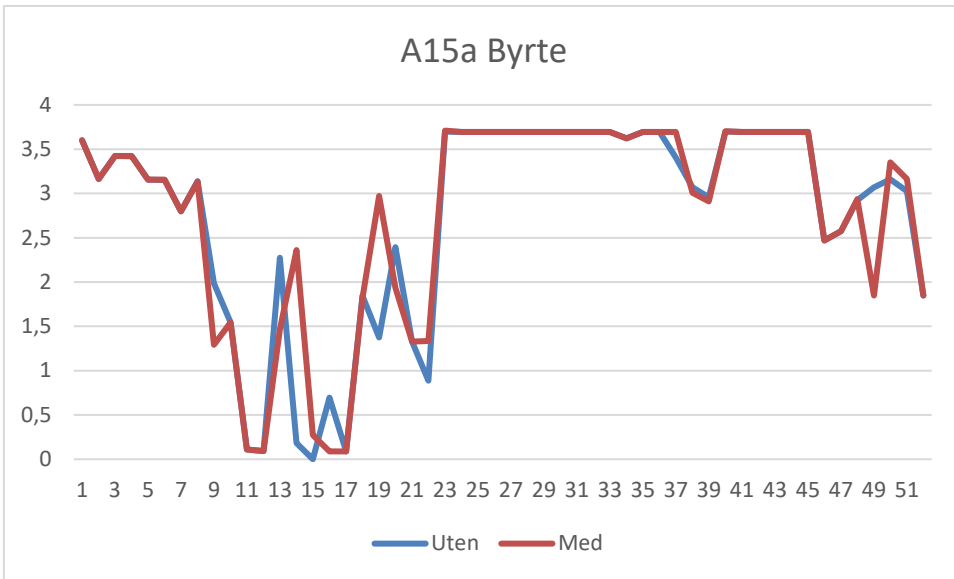
Normalt år.



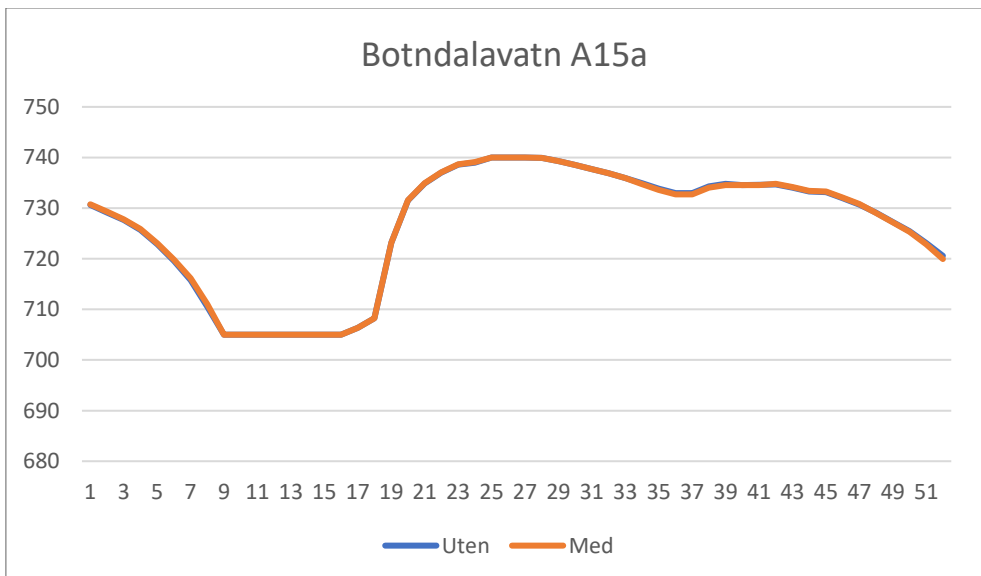
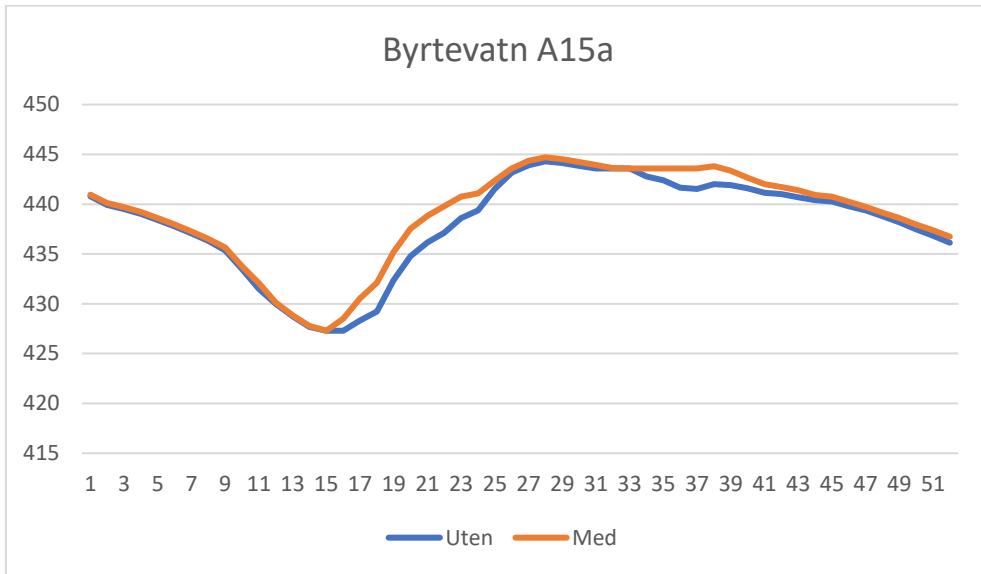


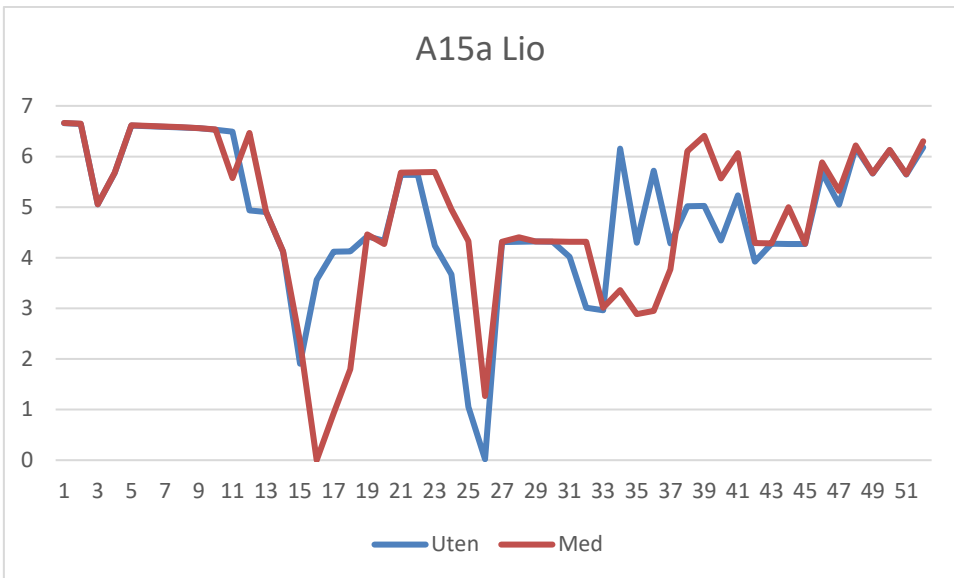
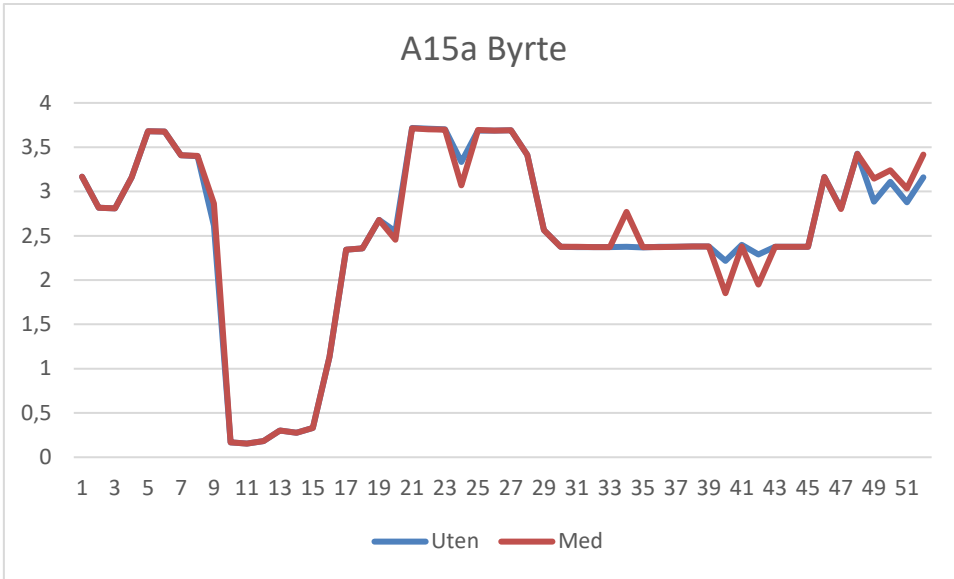
Vått år.





Tørt år.



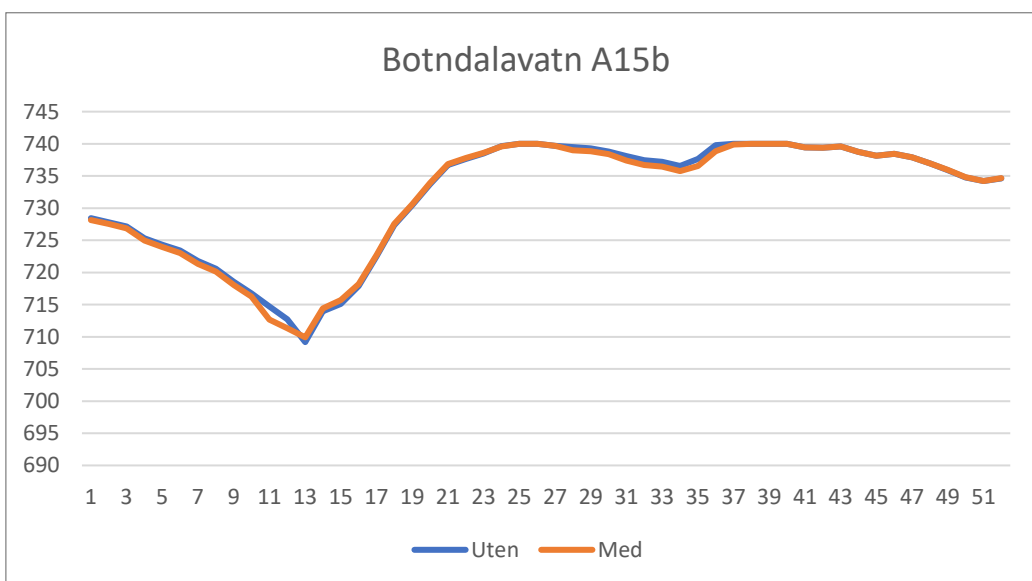
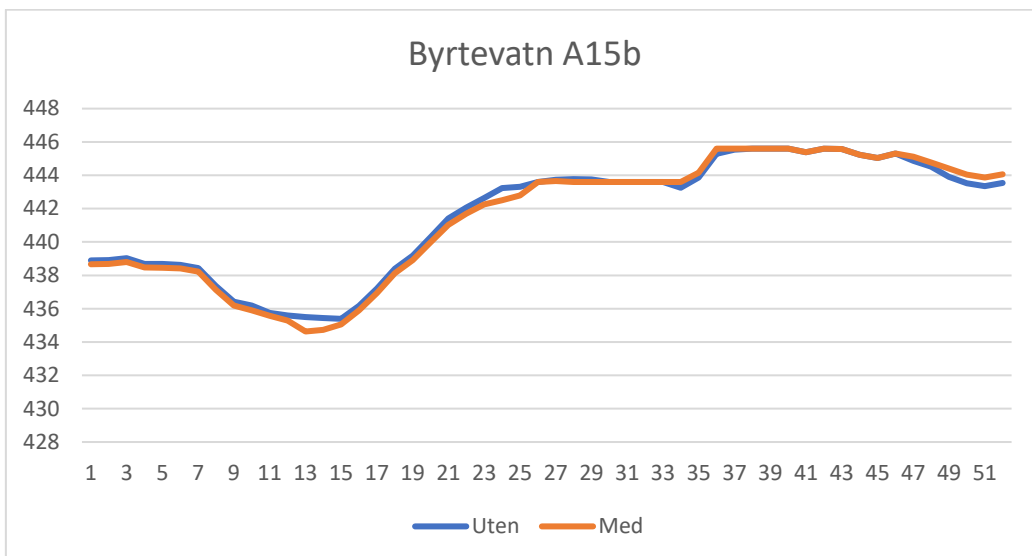


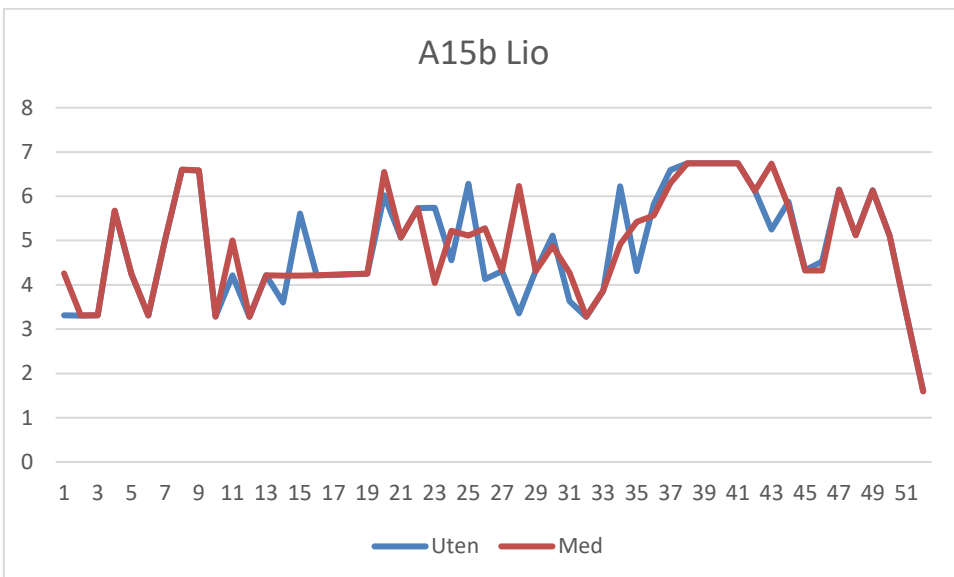
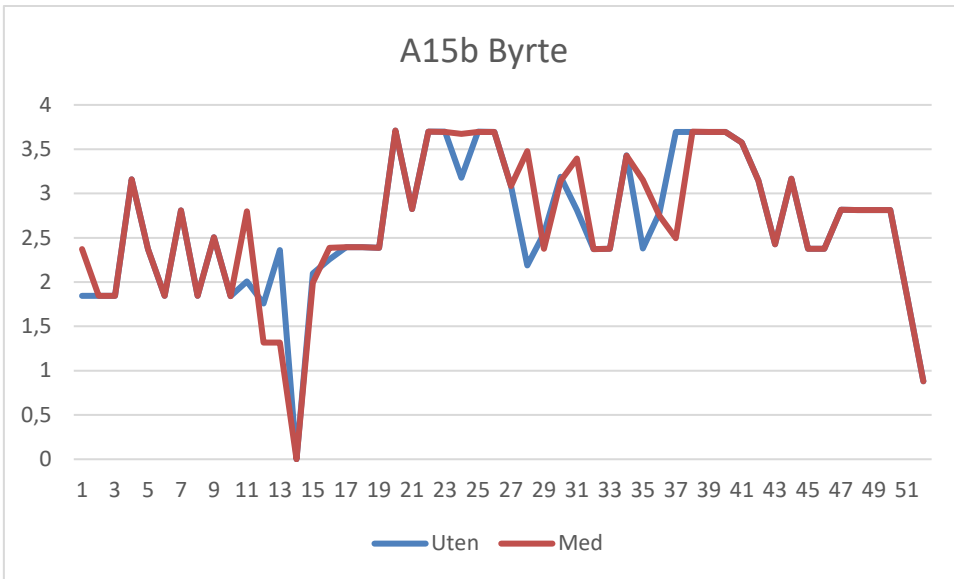
A15 Minimumsmagasin Byrtevatn (7810) (Kommunens krav 2.2)

Selvpålagt restriksjon formaliseres.

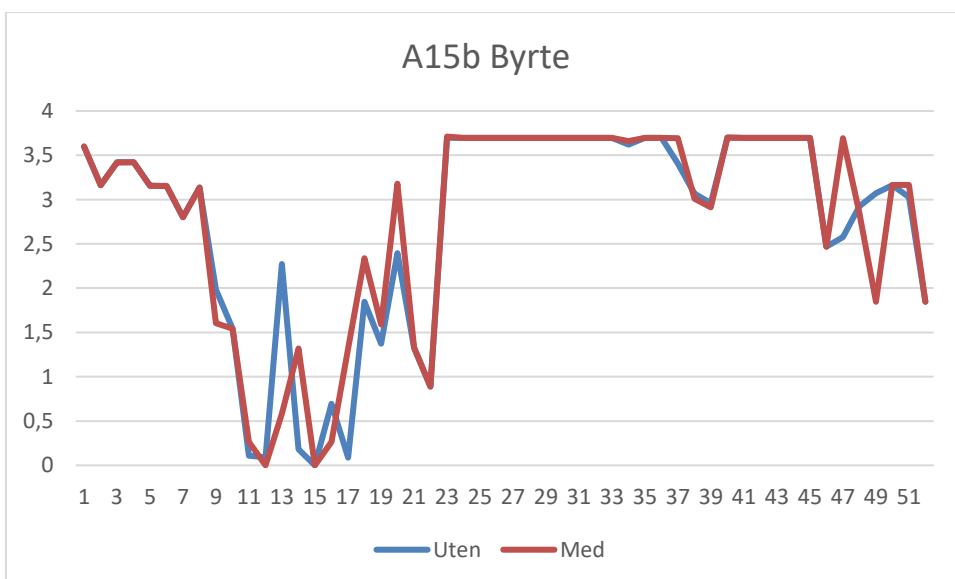
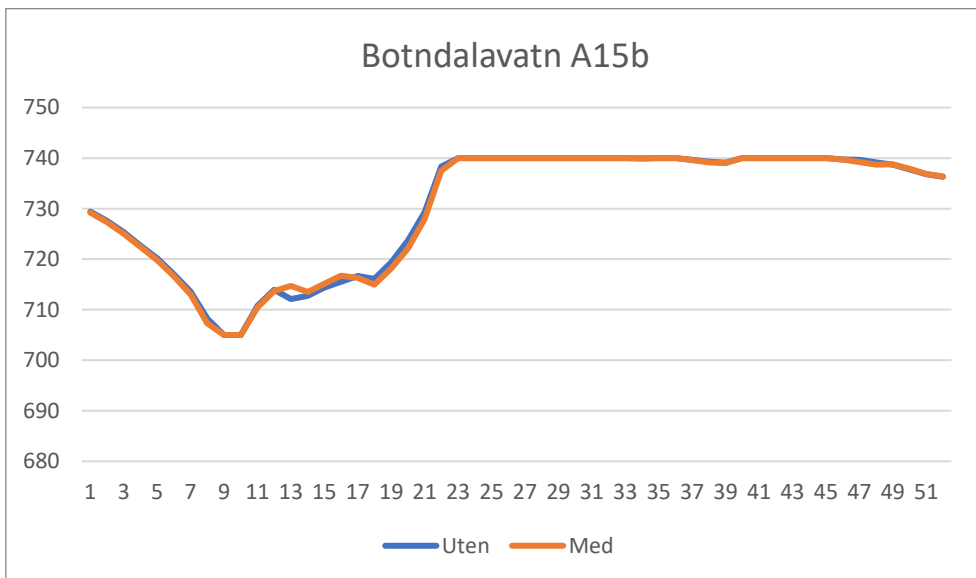
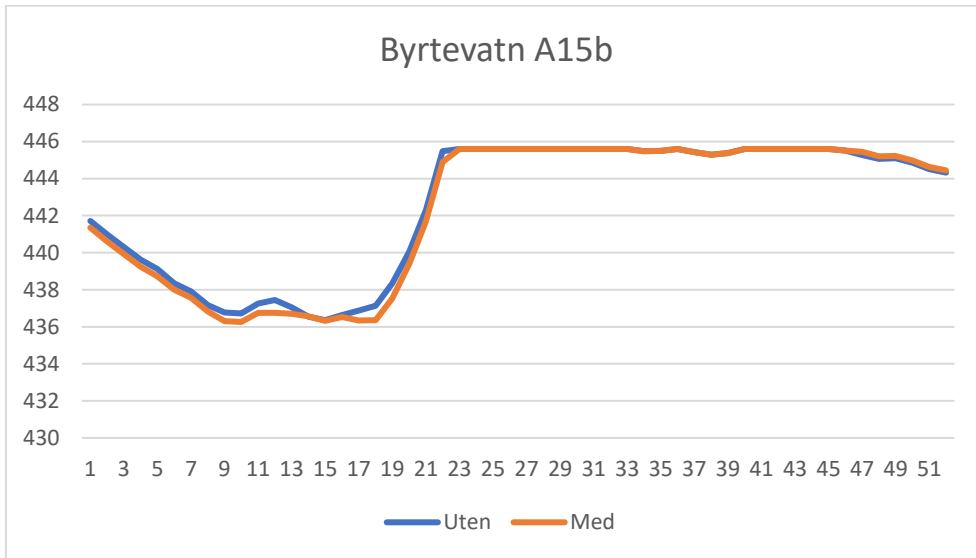
A15b Kote 443.60 (87.41 %) i perioden 1.juni-15.sept (uke 23-37).

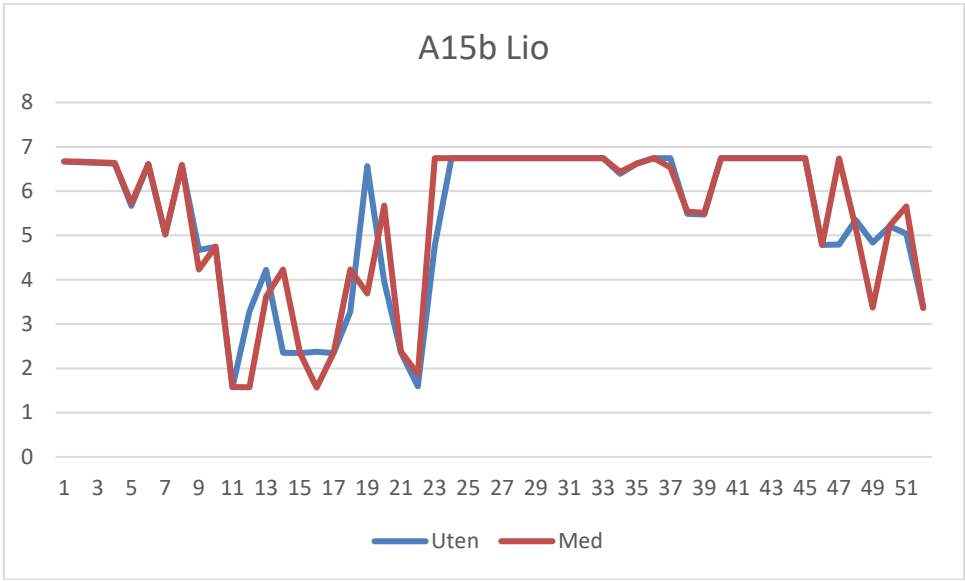
Normalt år.



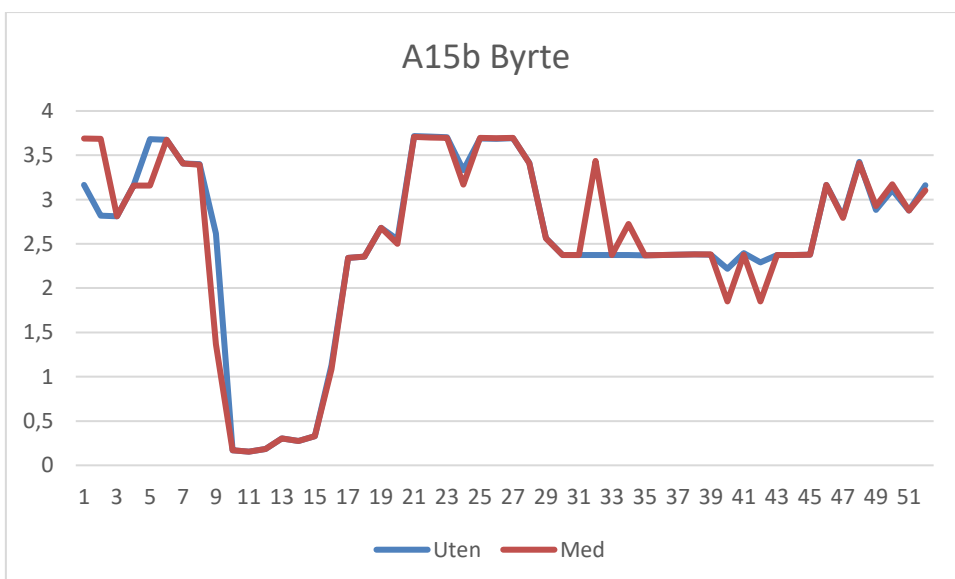
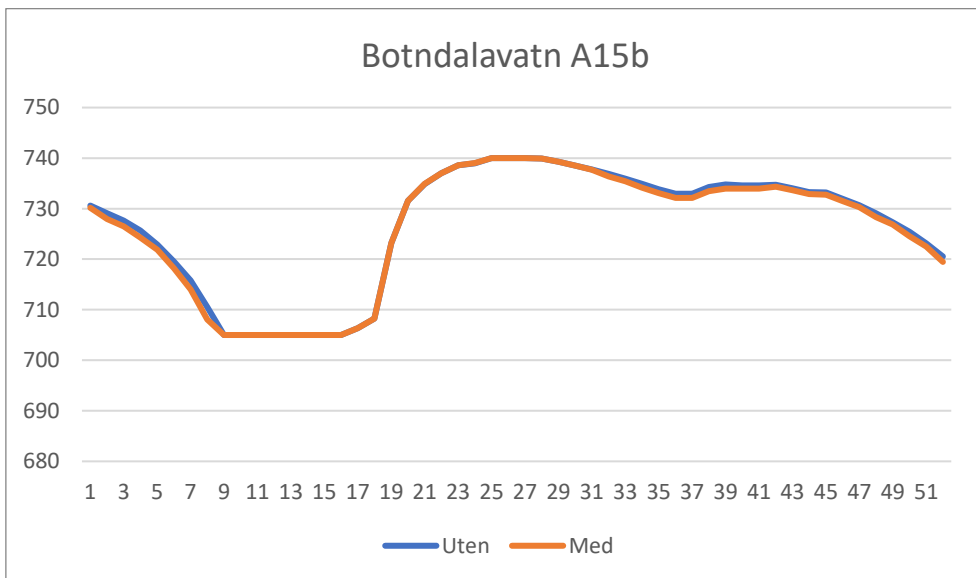
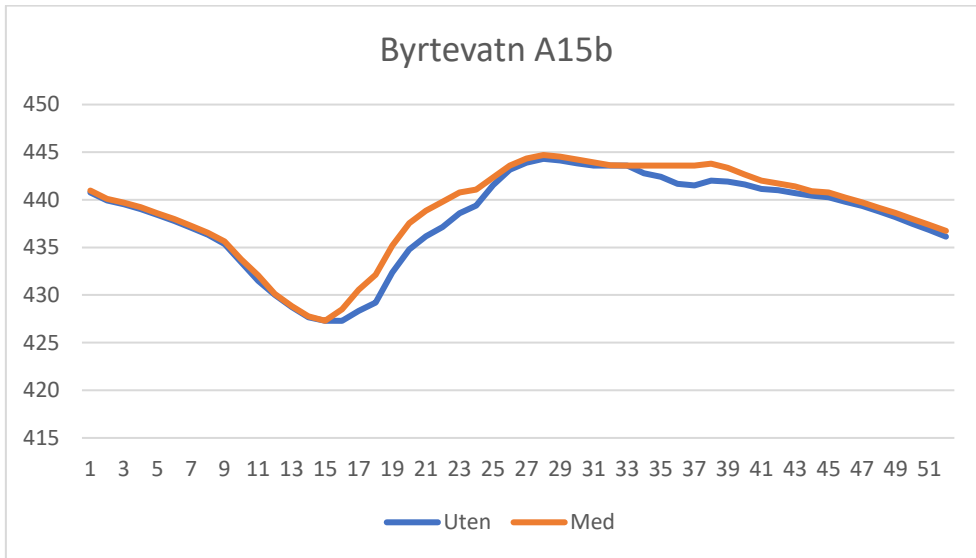


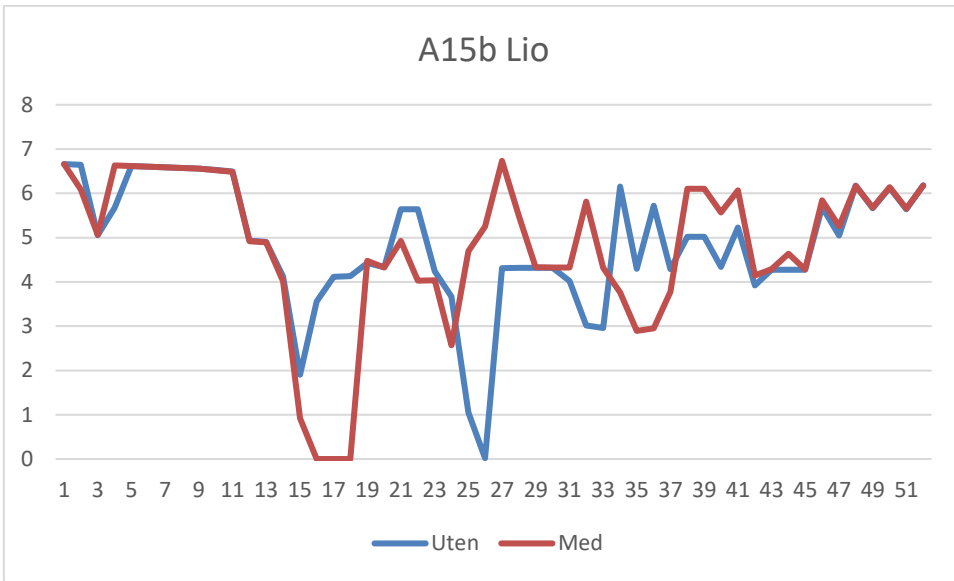
Vått år.





Tørt år.

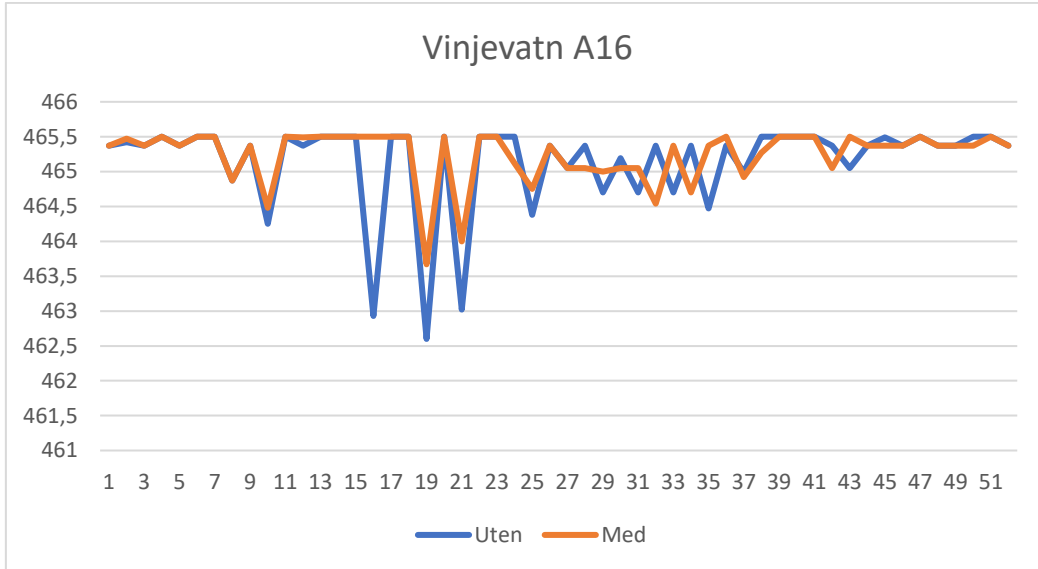




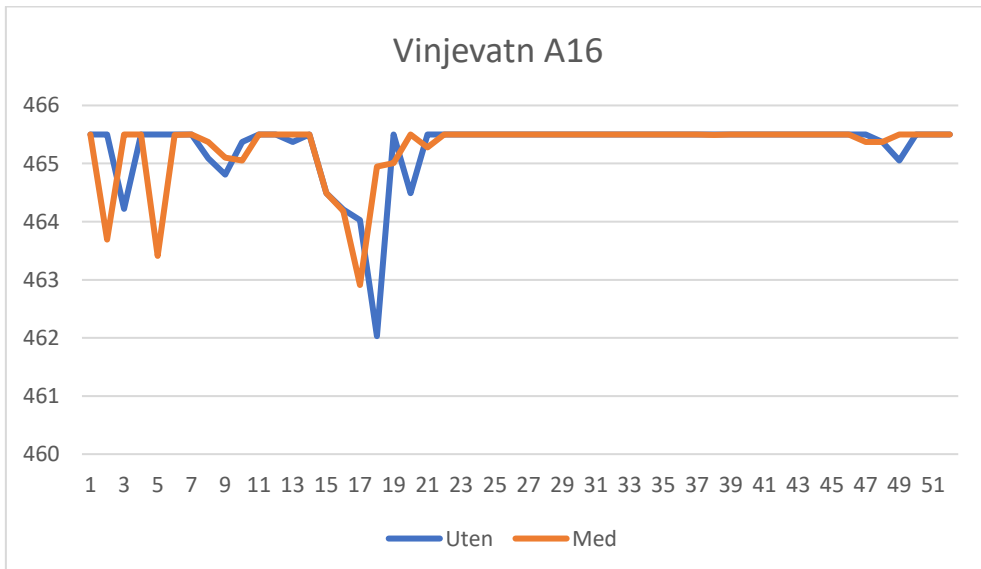
A16 Minimumsmagasinet Vinjevatn (7812) (Kommunens krav 2.3)

Selvpålagt restriksjon formaliseres. Kote 464 (47.7 %) i perioden 20.mai-1.okt (uke 21-39)

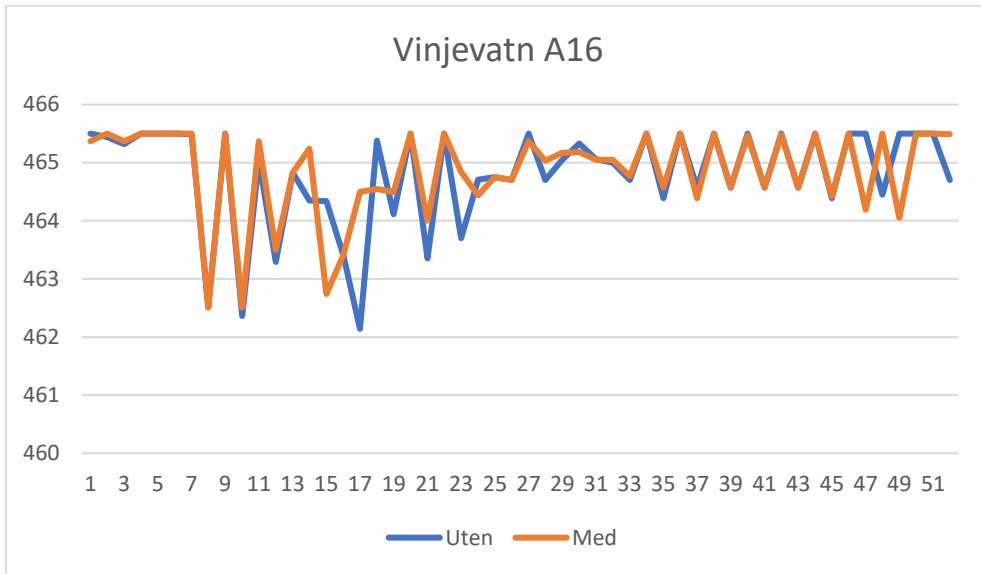
Normalt år.



Vått år.



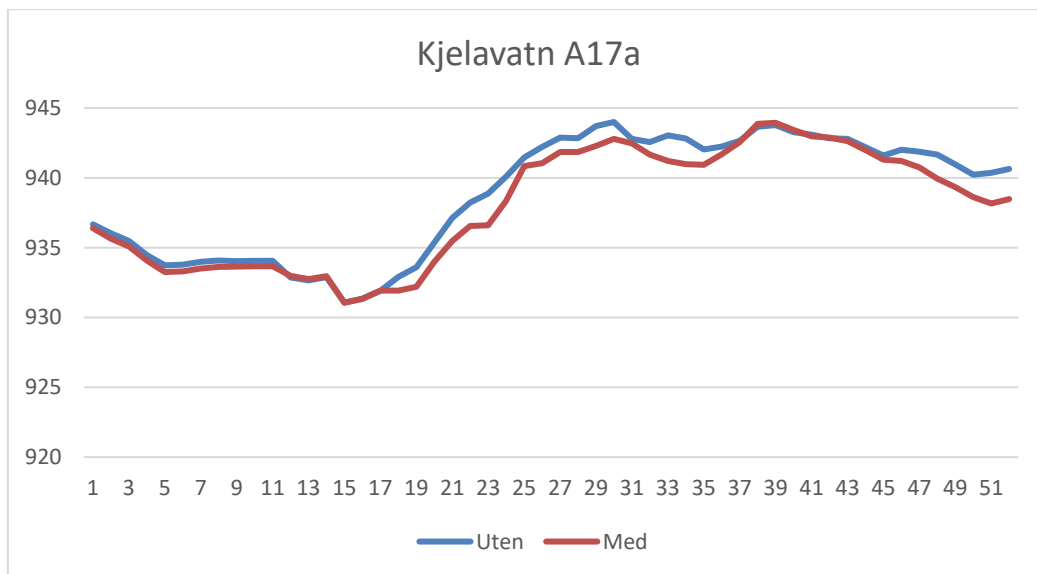
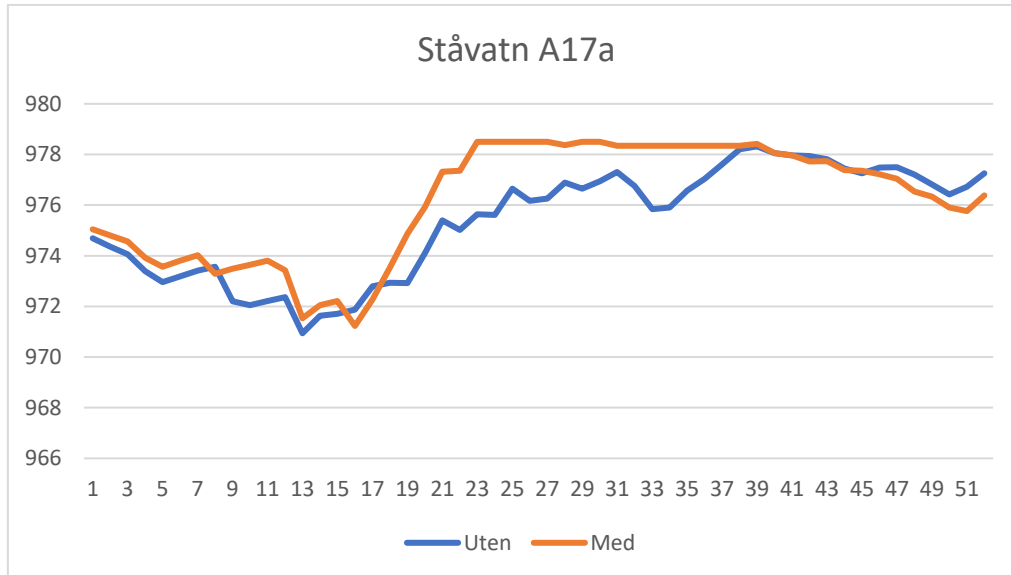
Tørt år.

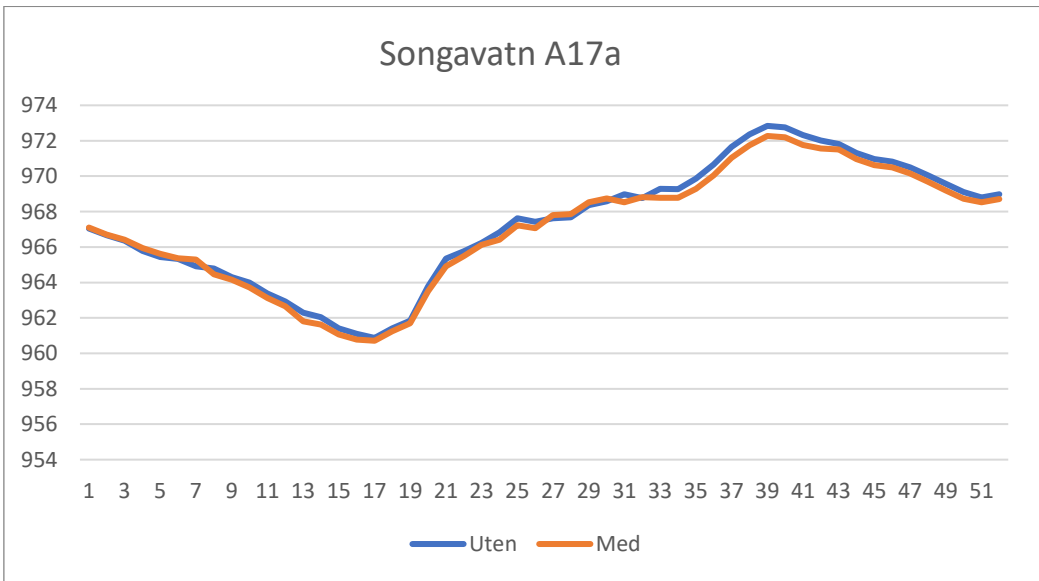
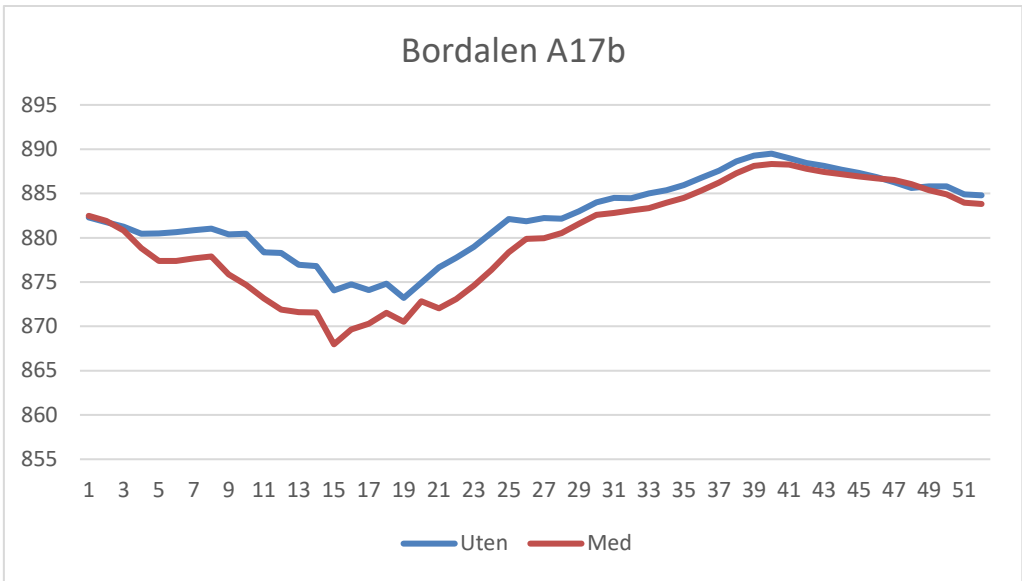


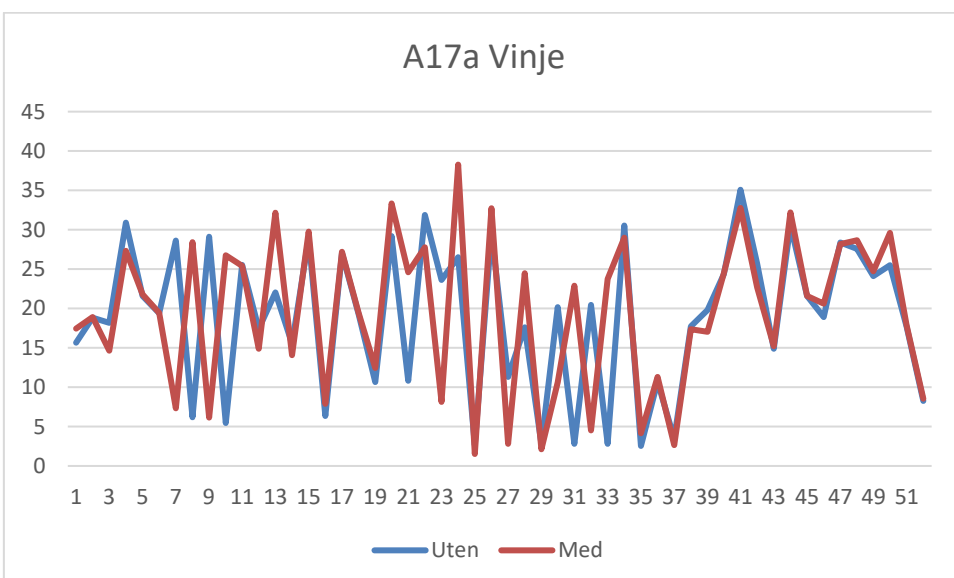
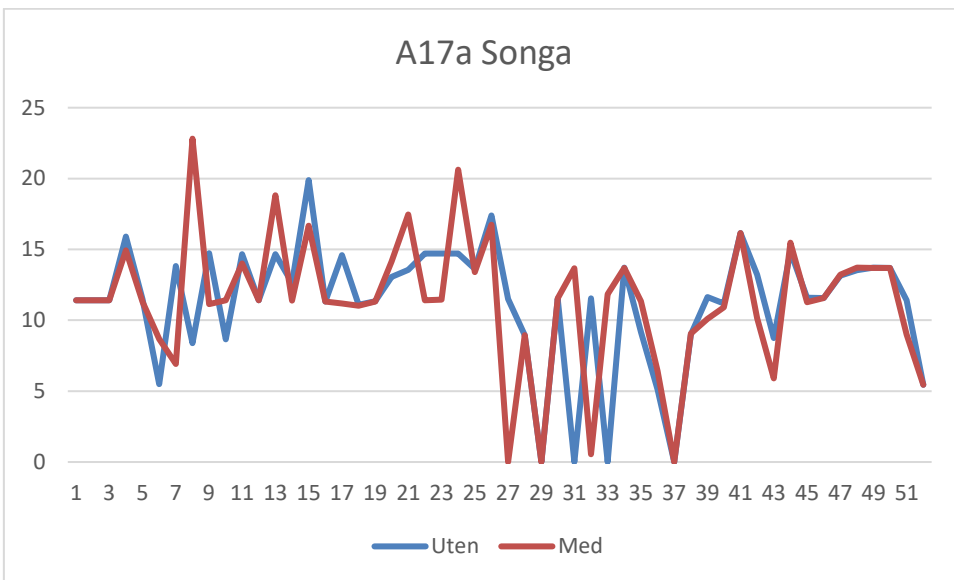
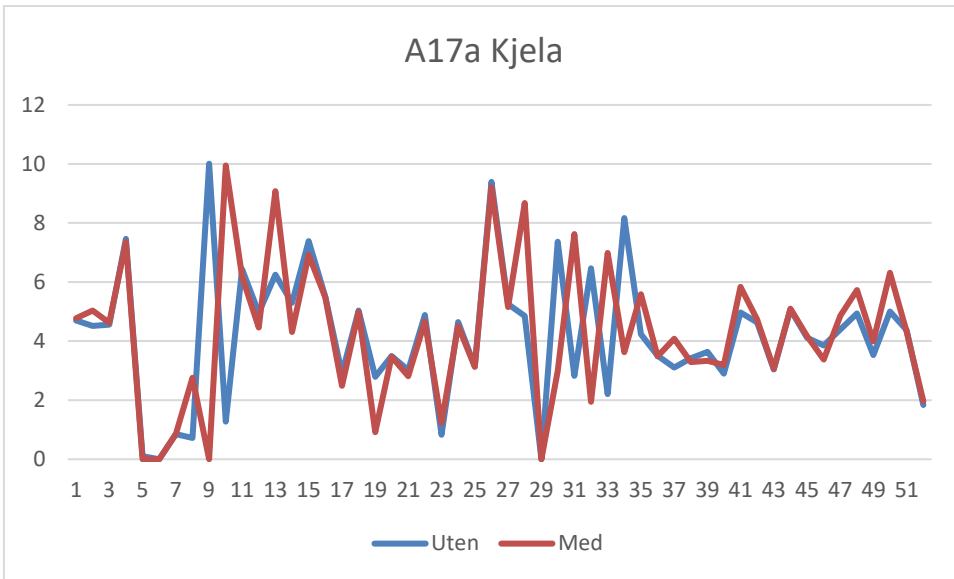
A17 Minimalmagasin Ståvatn (7839) (Kommunens krav 2.4)

A17a Selvpålagt restriksjon formaliseres.

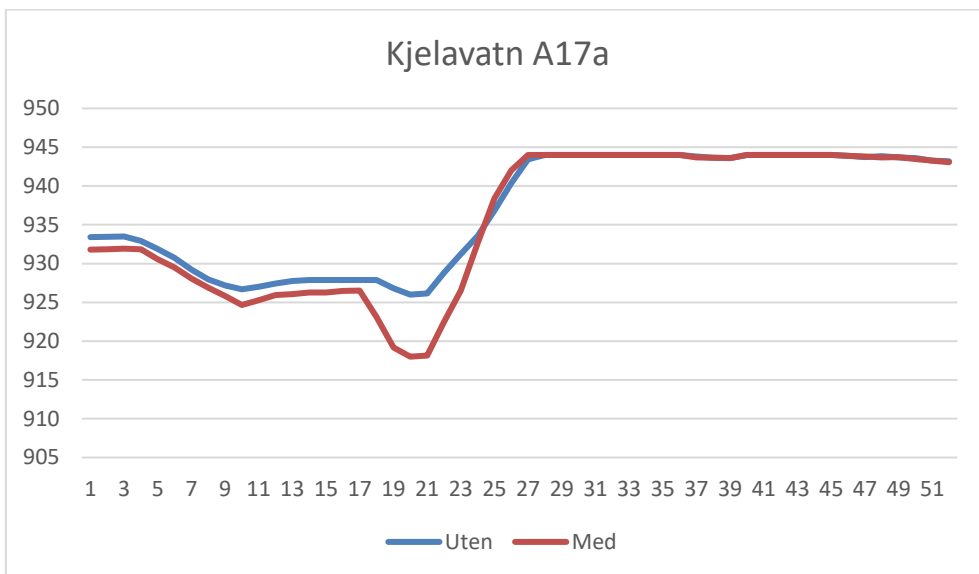
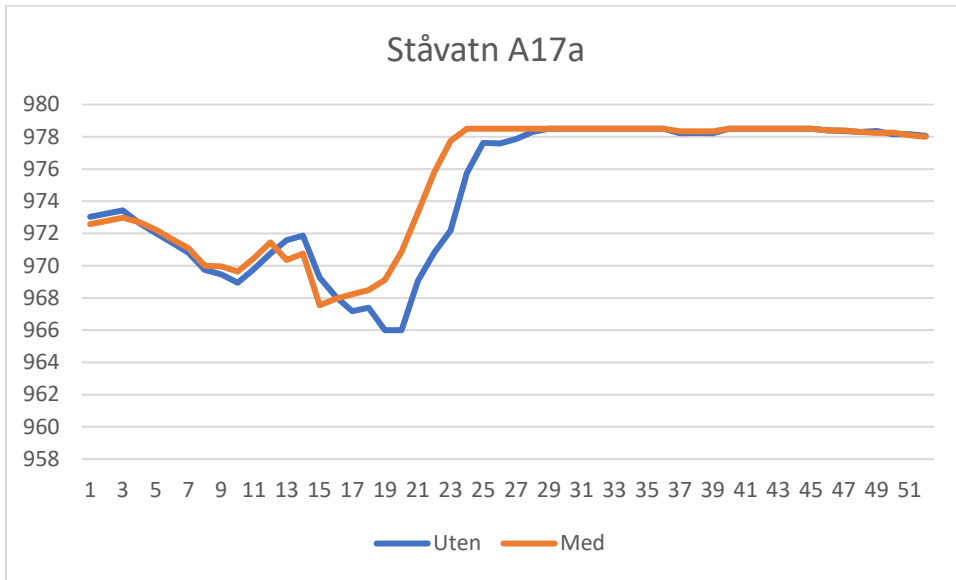
Normalt år.

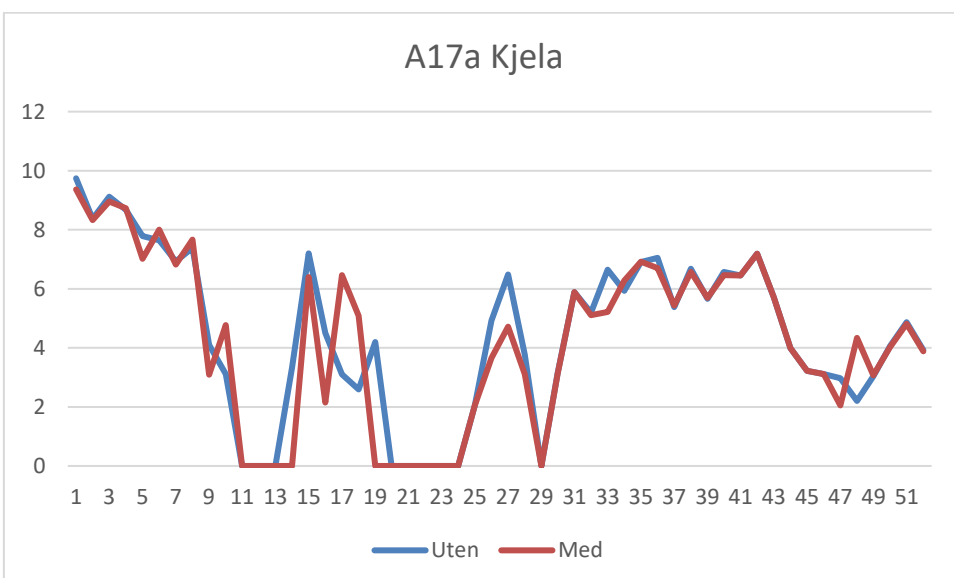
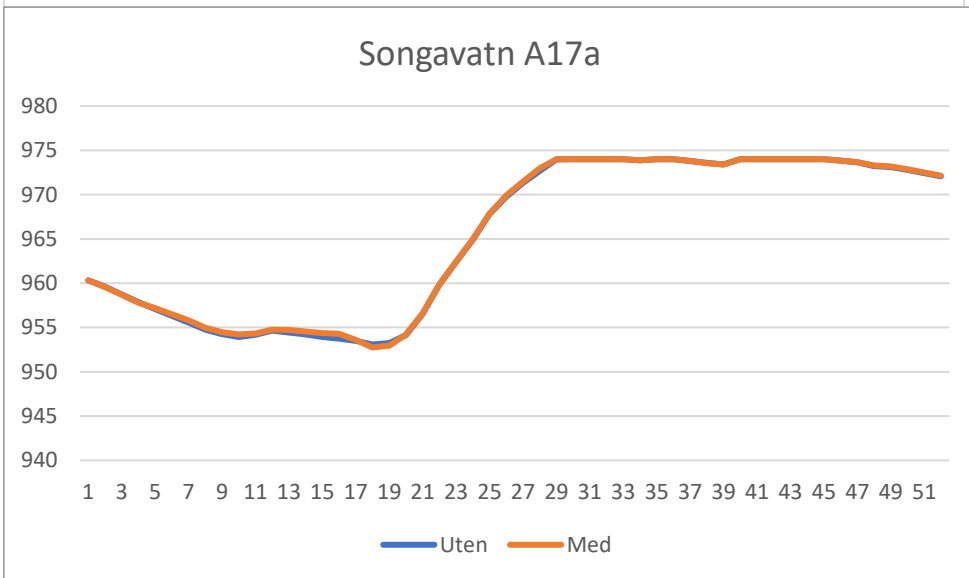
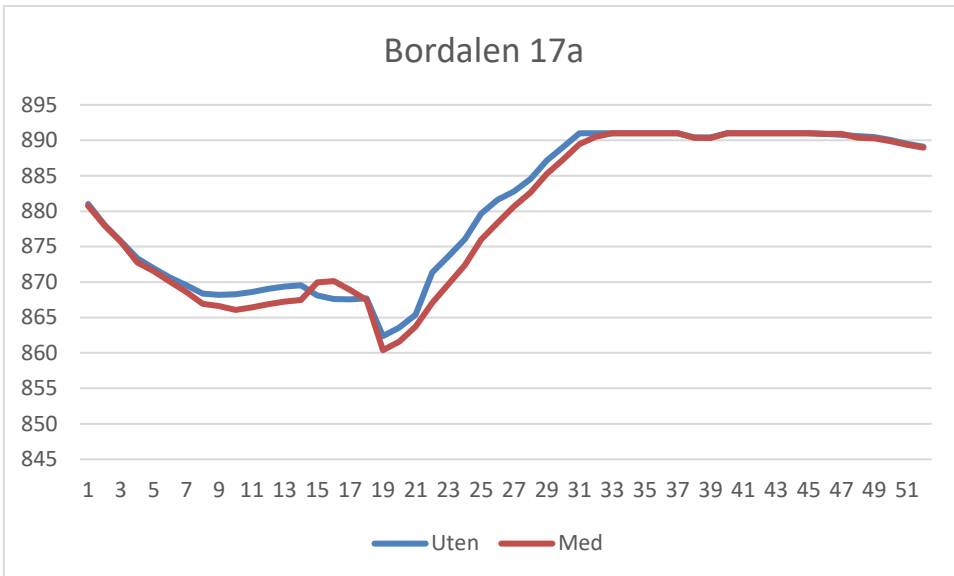


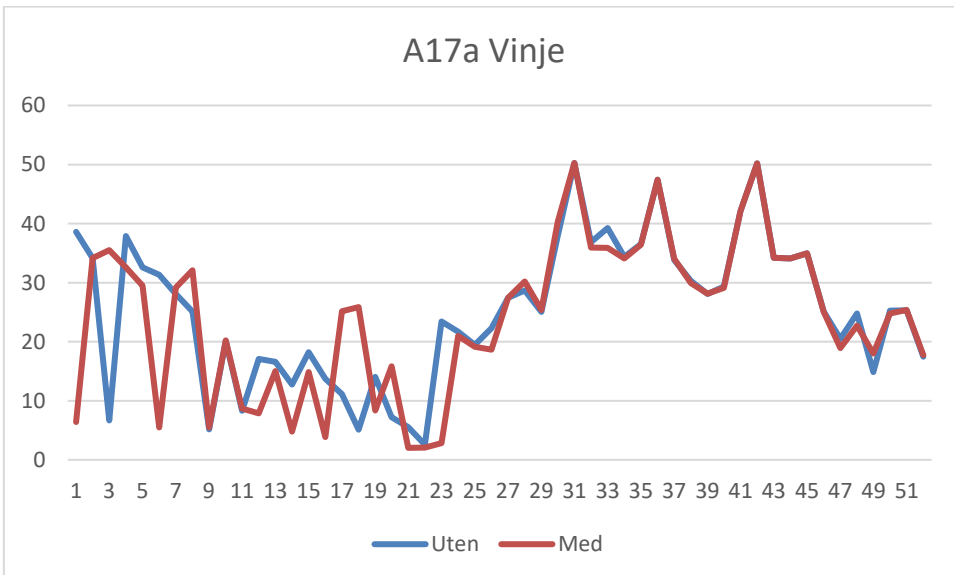
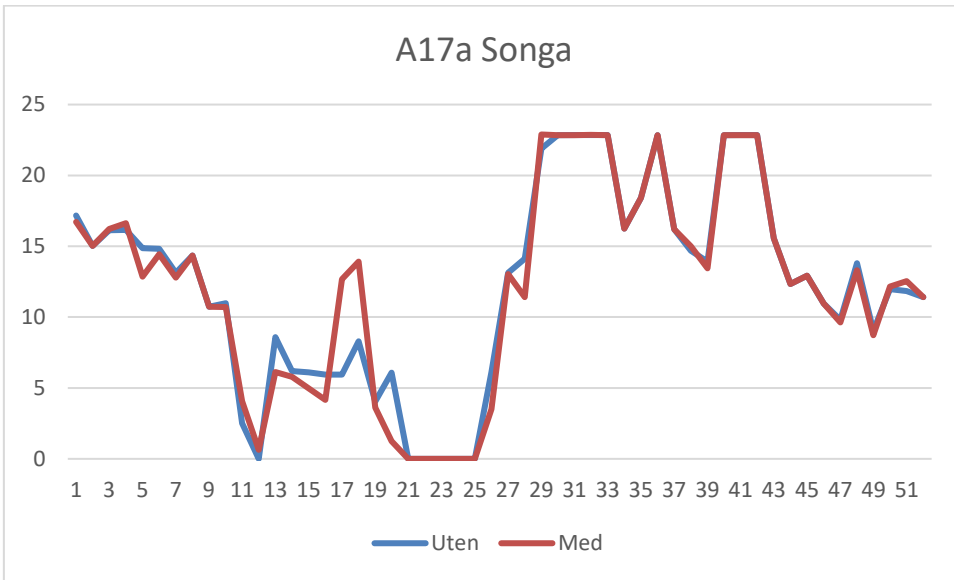




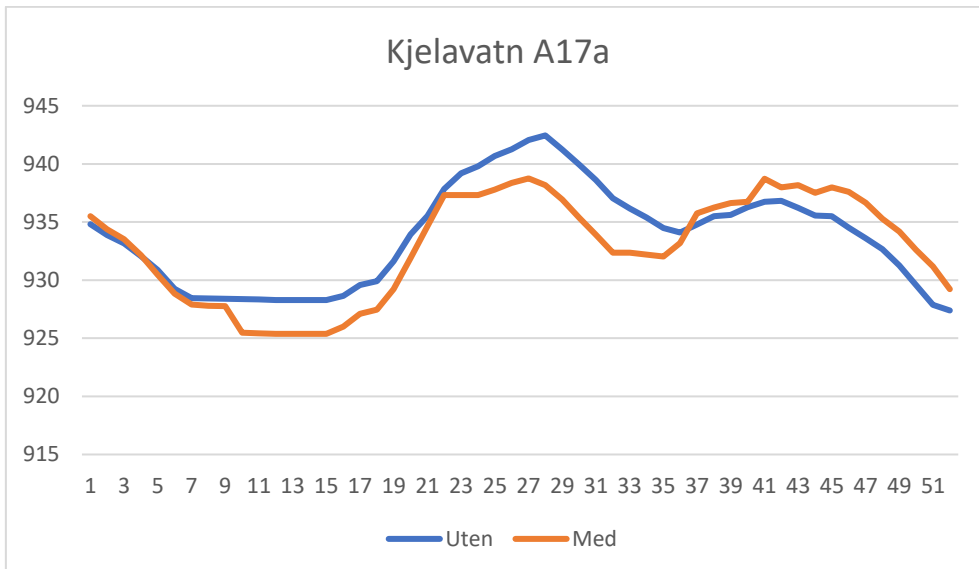
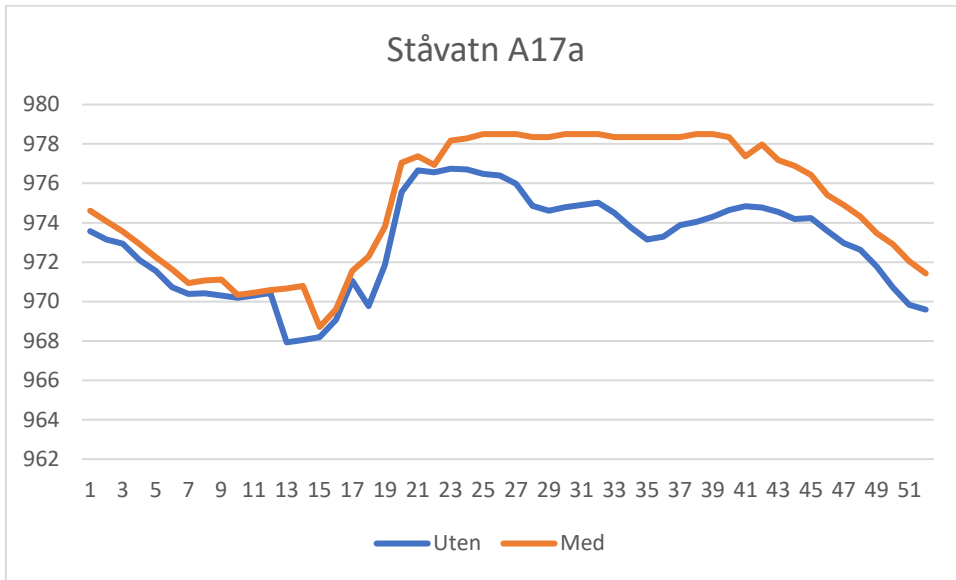
Vått år.

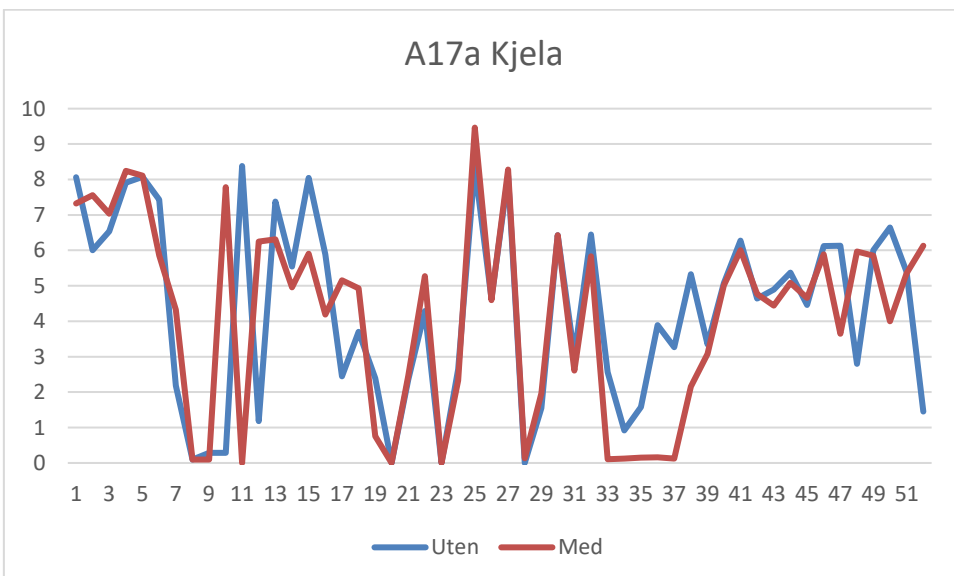
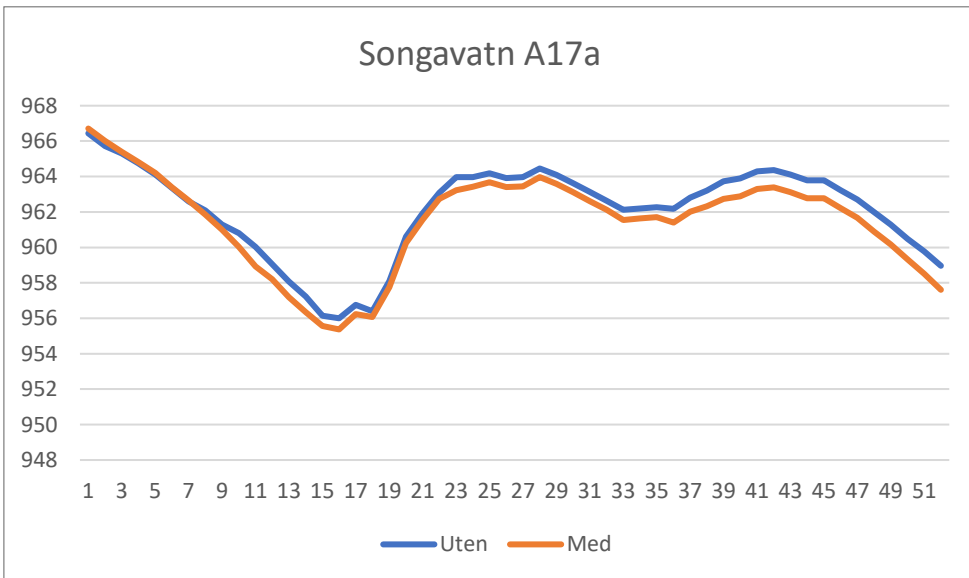
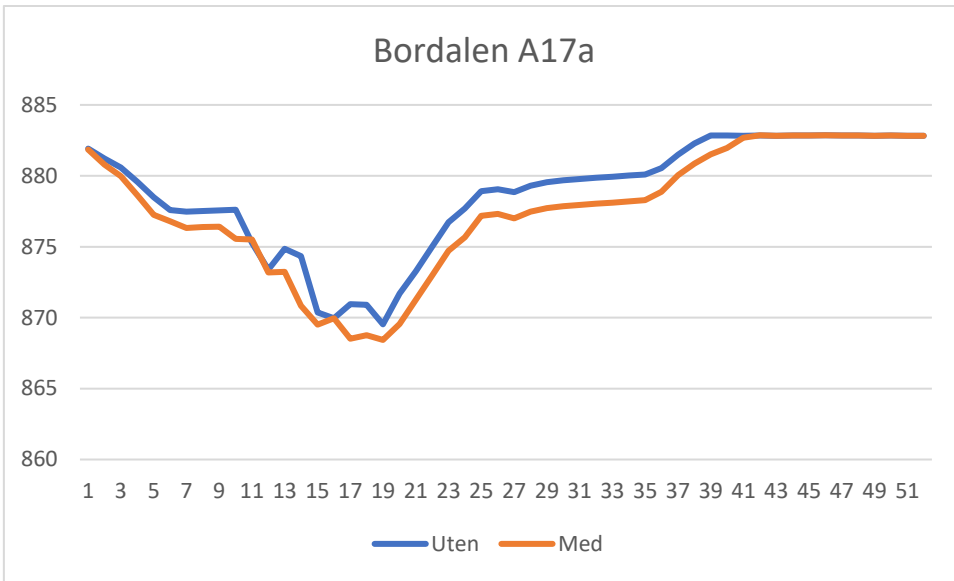


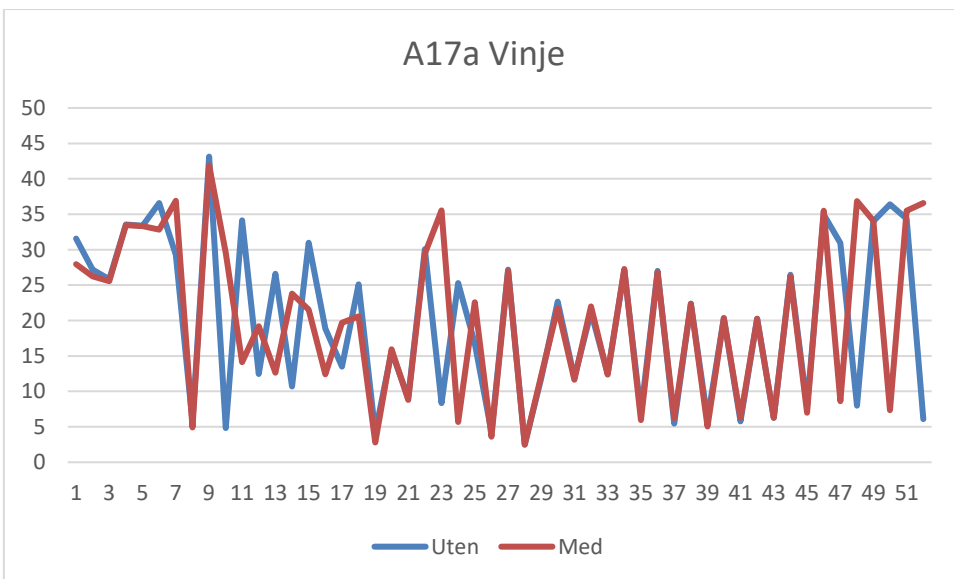
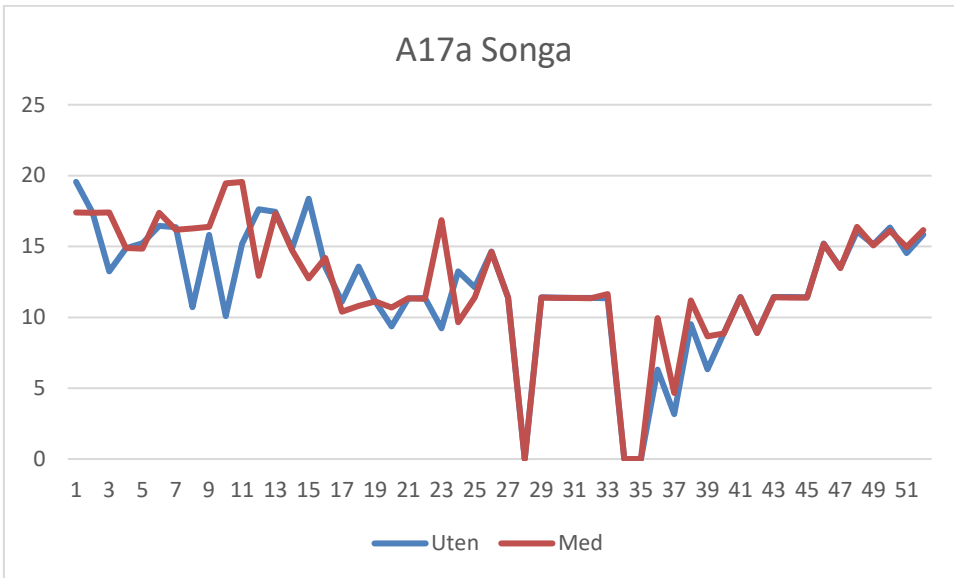




Tørt år.

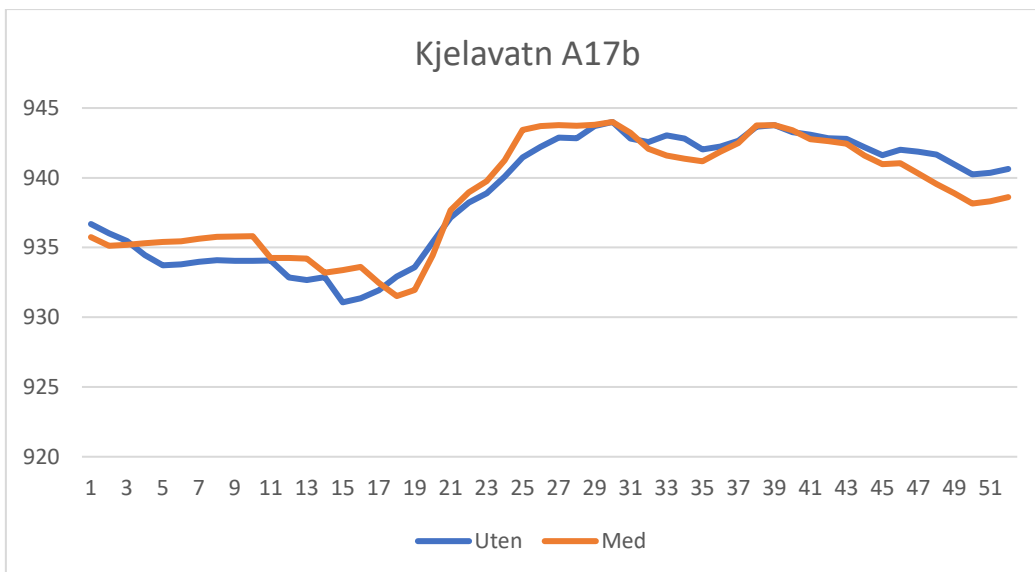
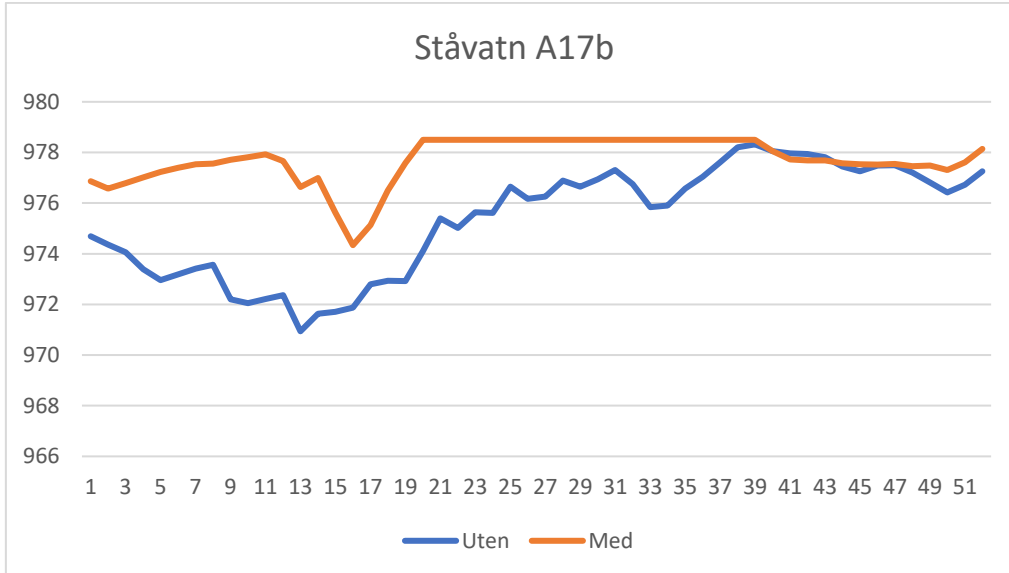


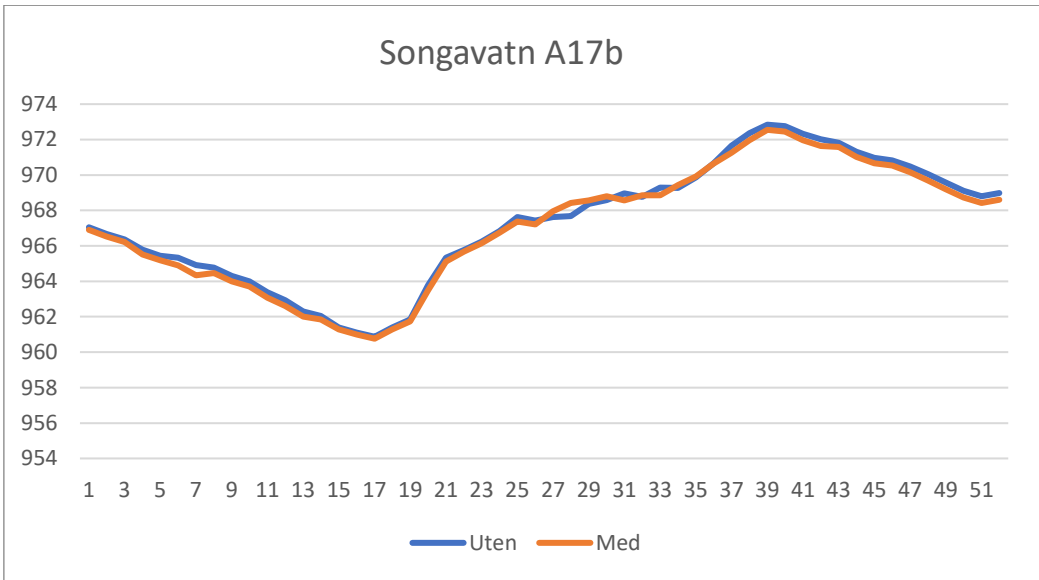
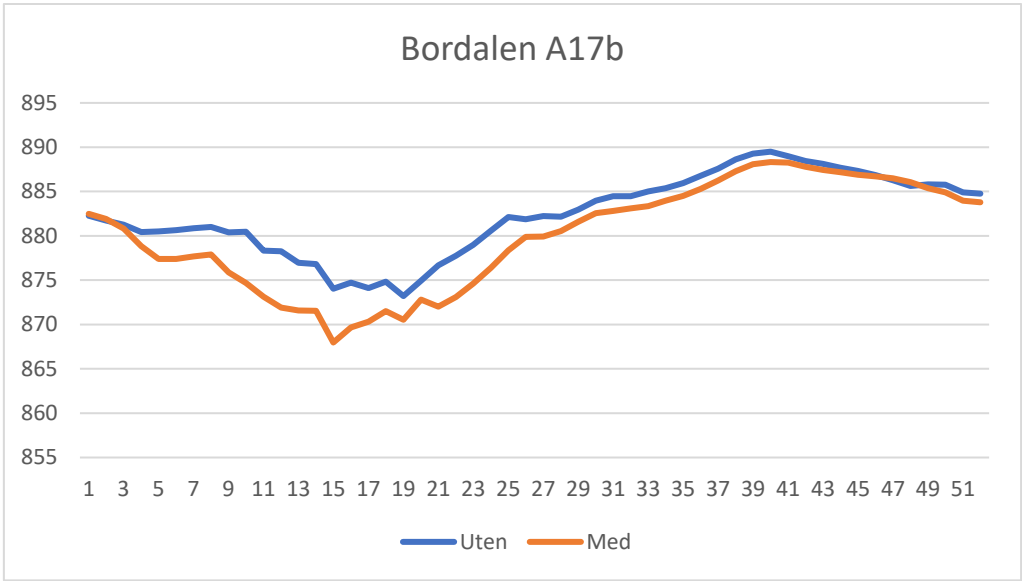




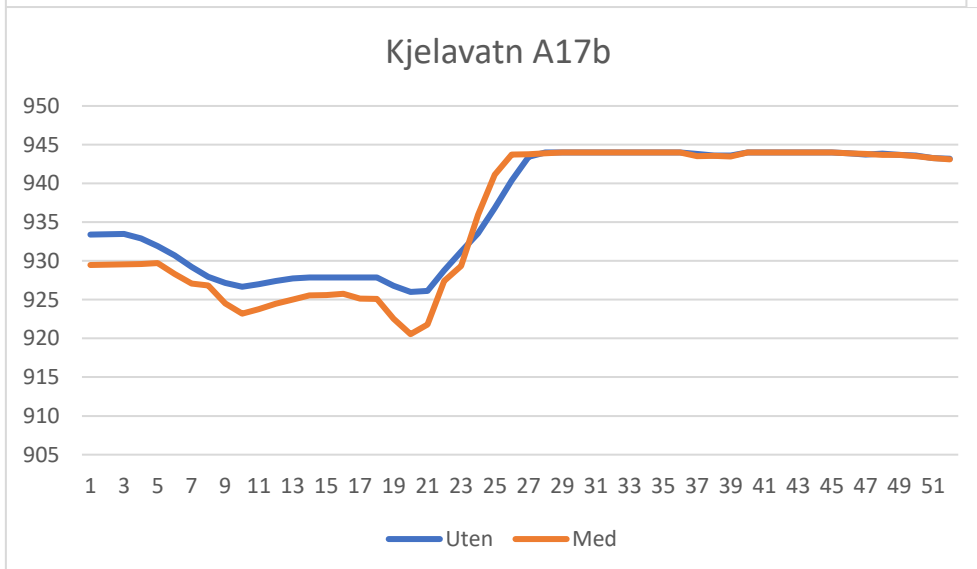
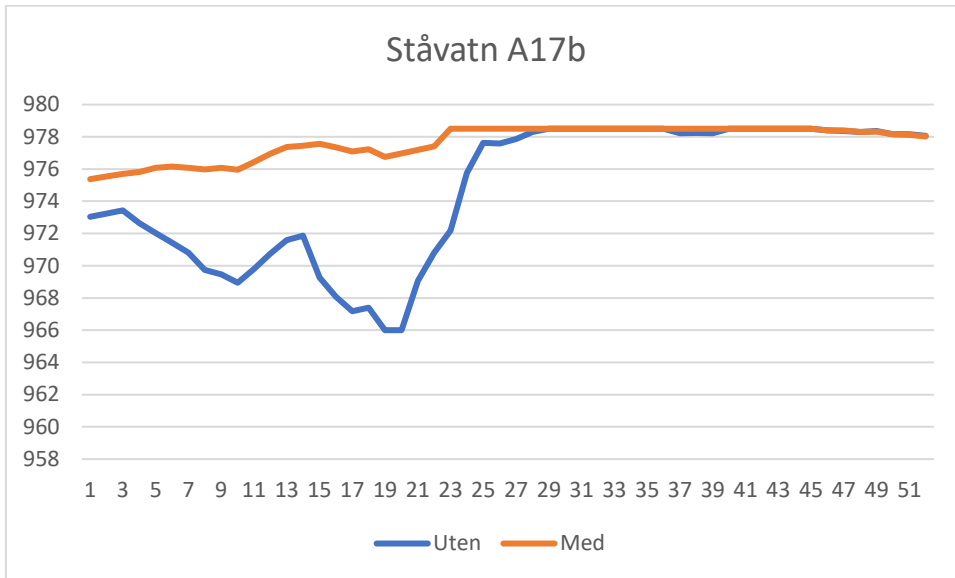
A17 Minimalmagasin Ståvatn (7839) (Kommunens krav 2.4)
A17b HRV 1.juli-1.okt (uke 27-39)

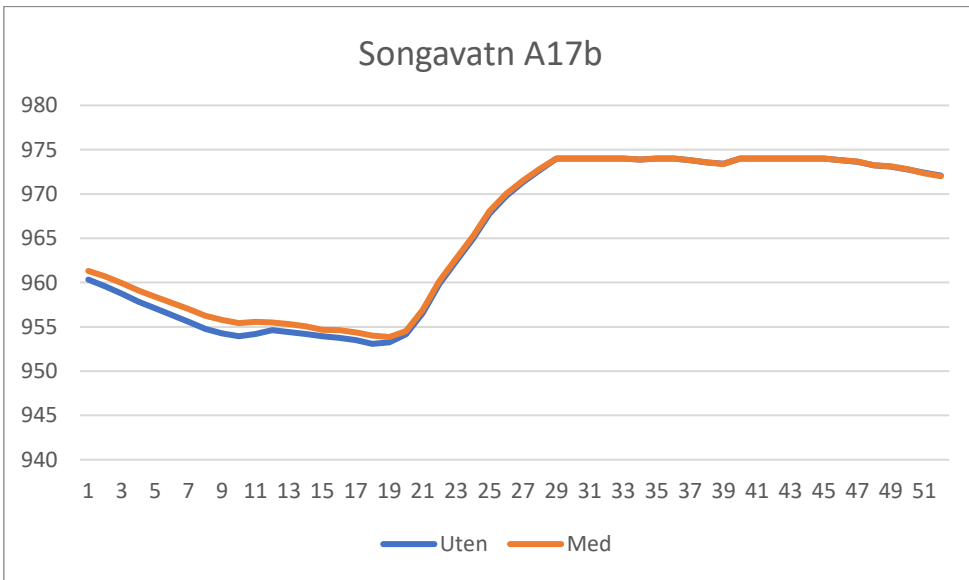
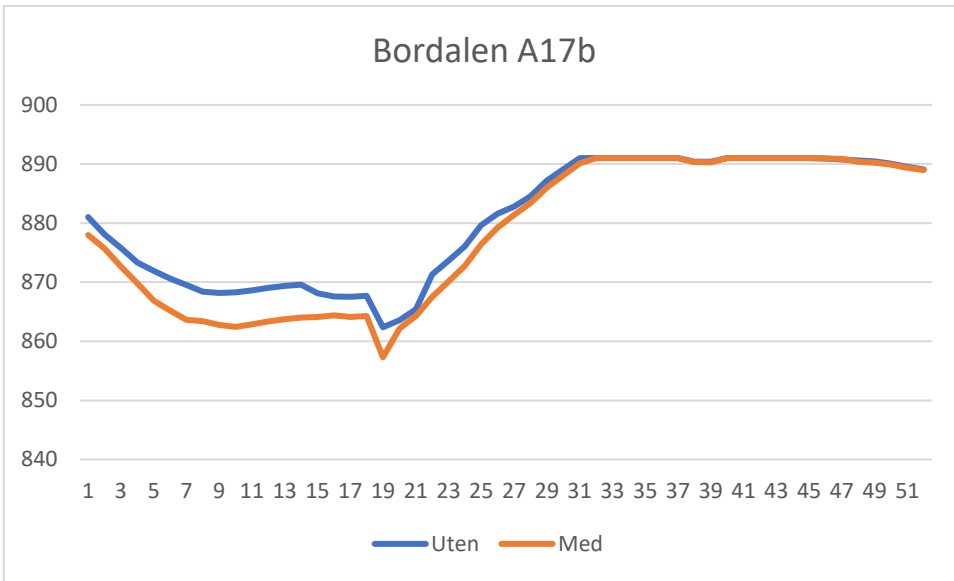
Normalt år.



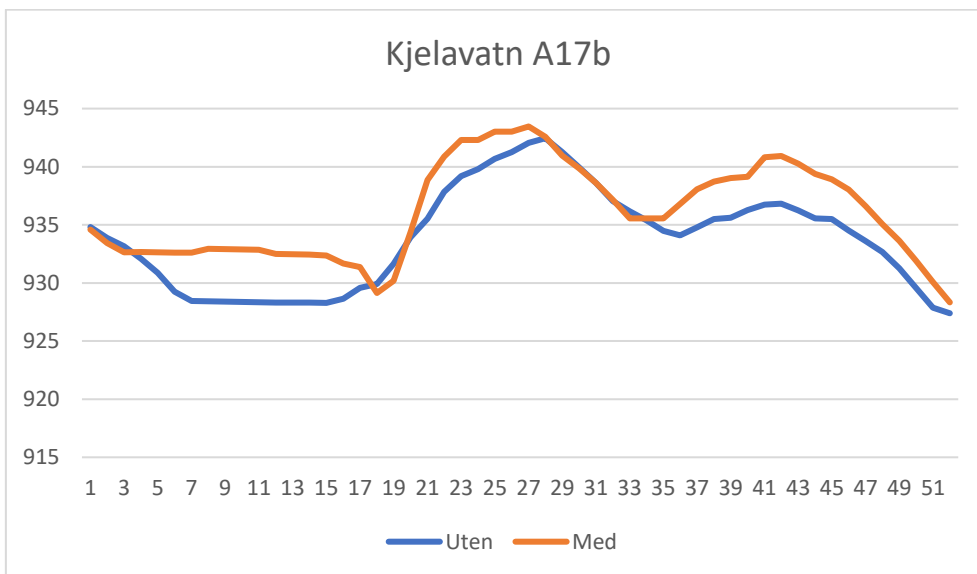
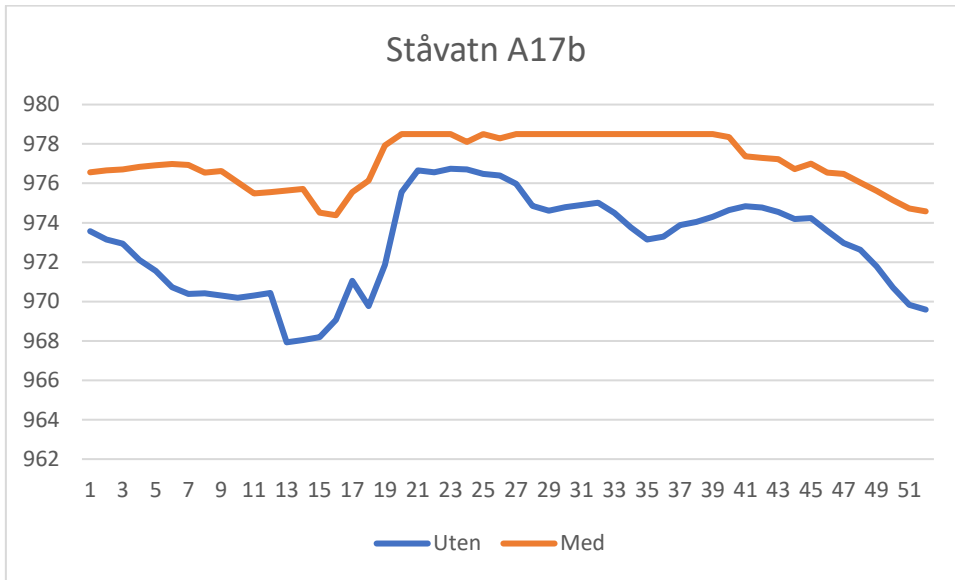


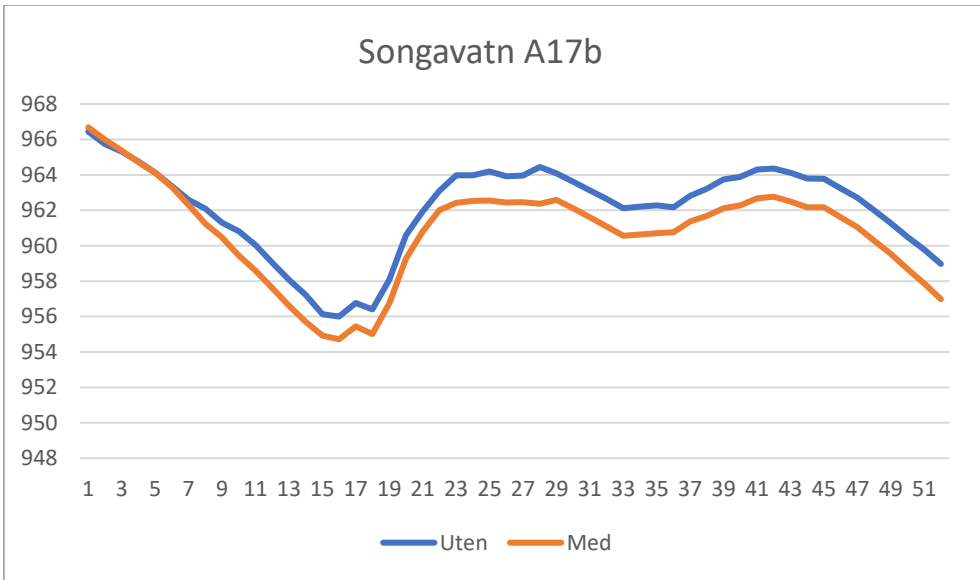
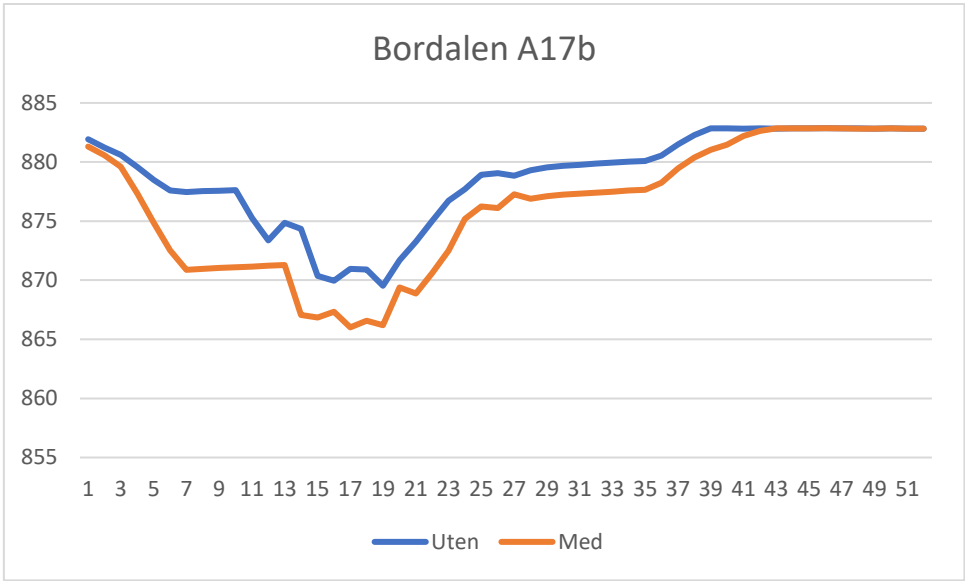
Vått år.





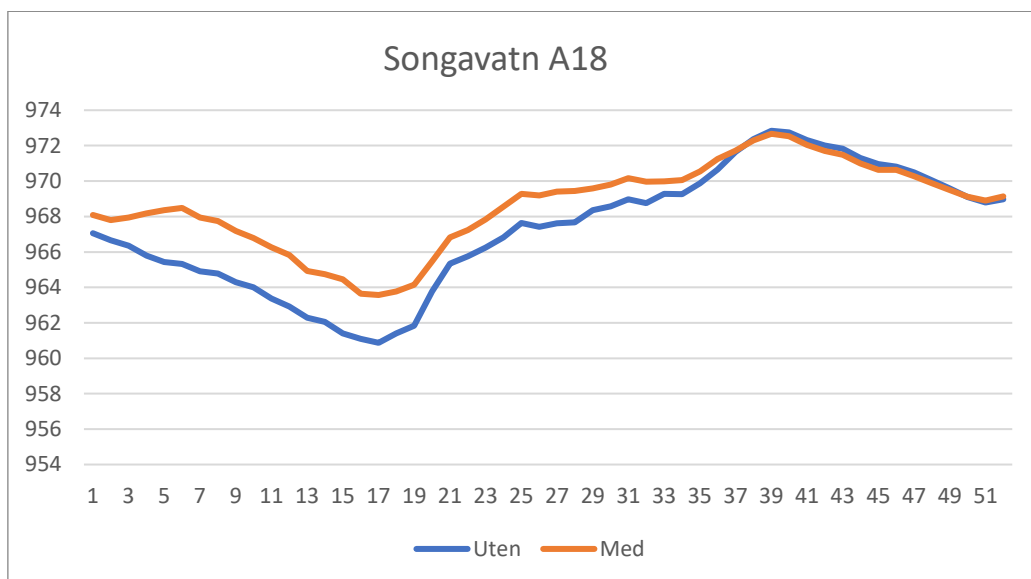
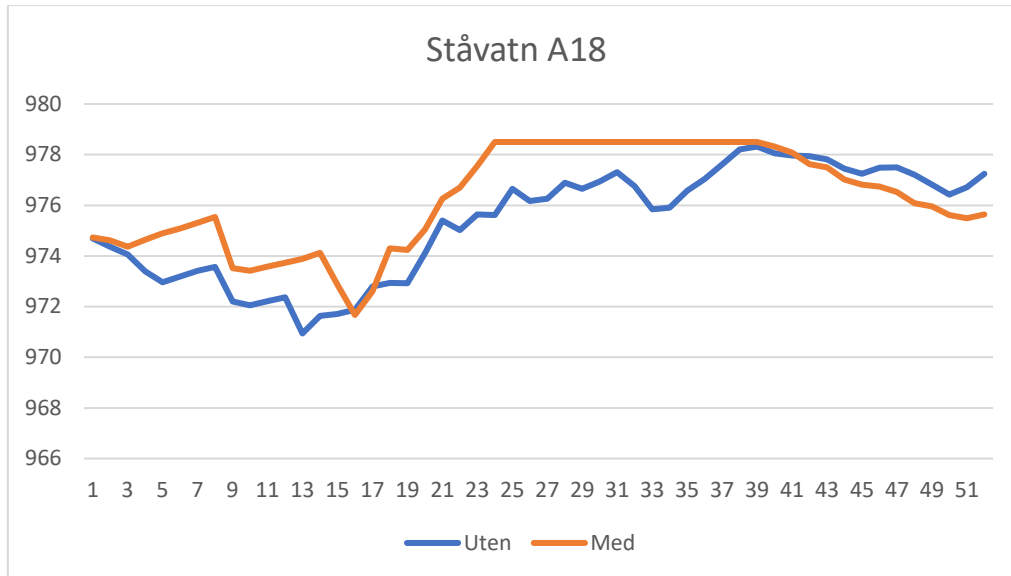
Tørt år.

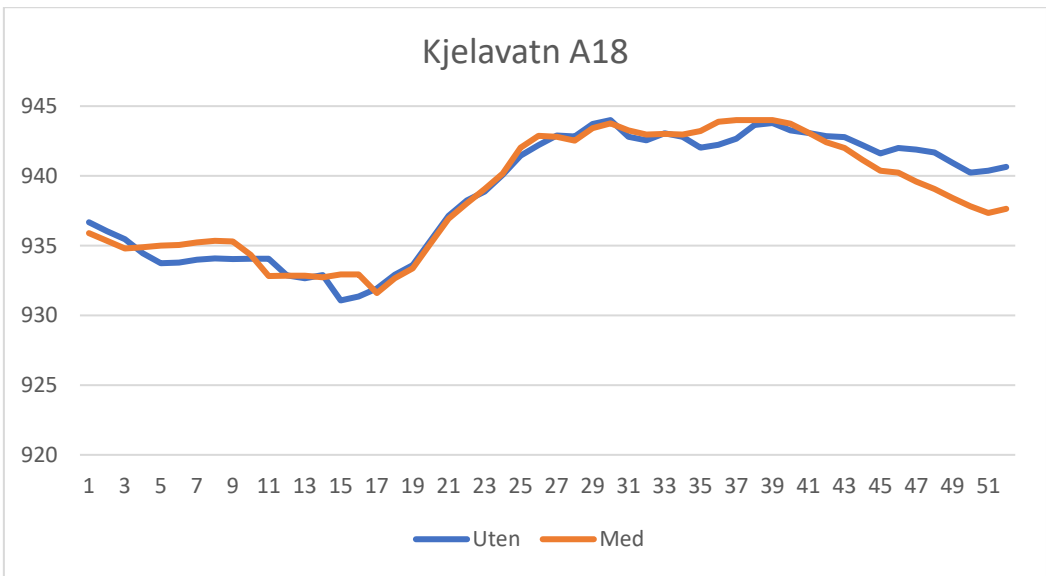
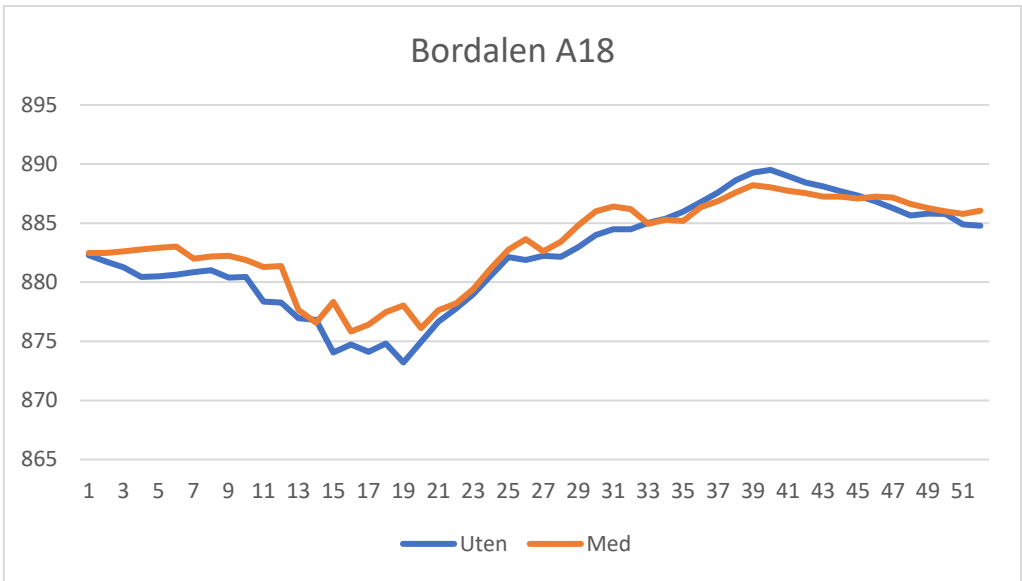


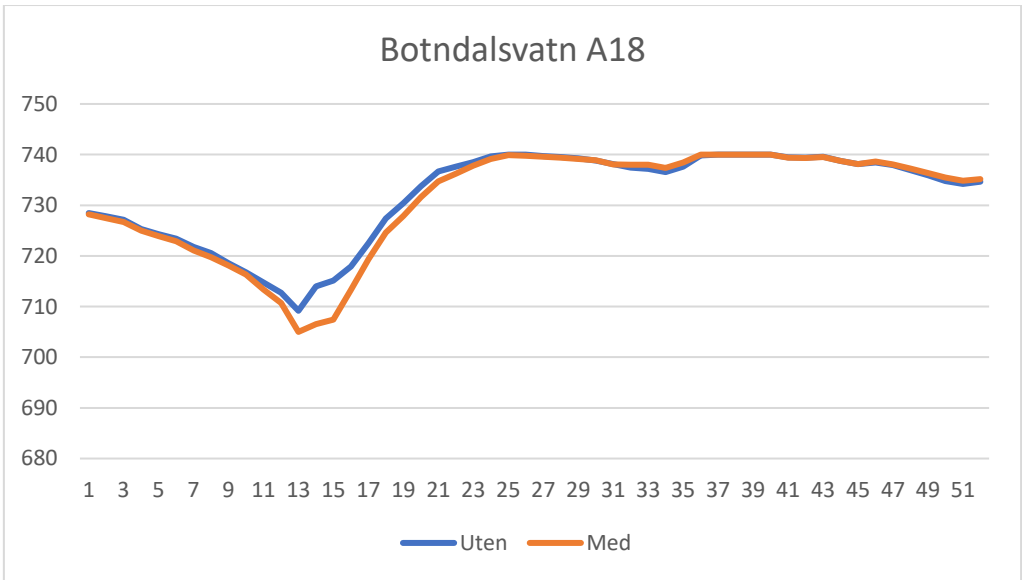
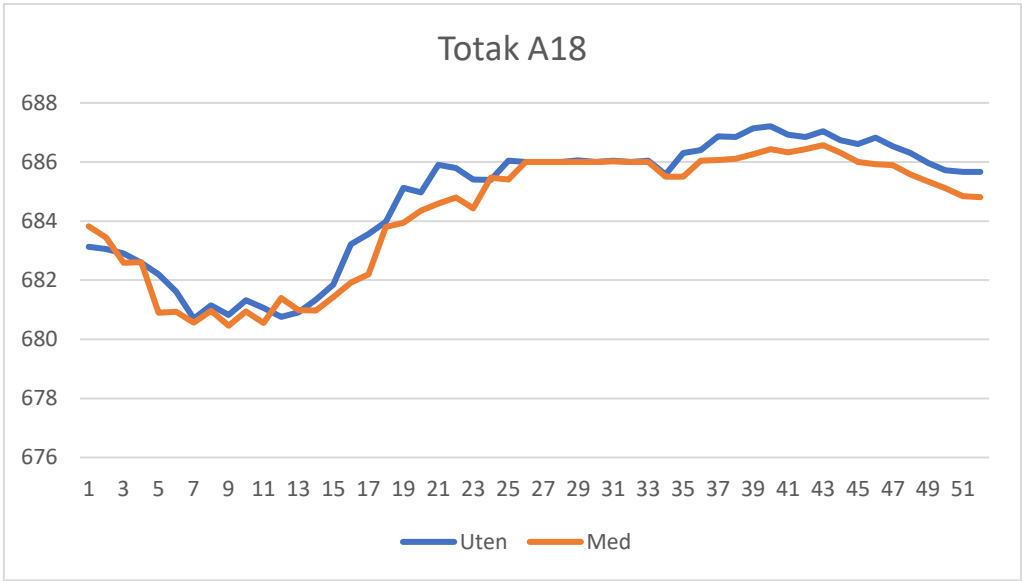


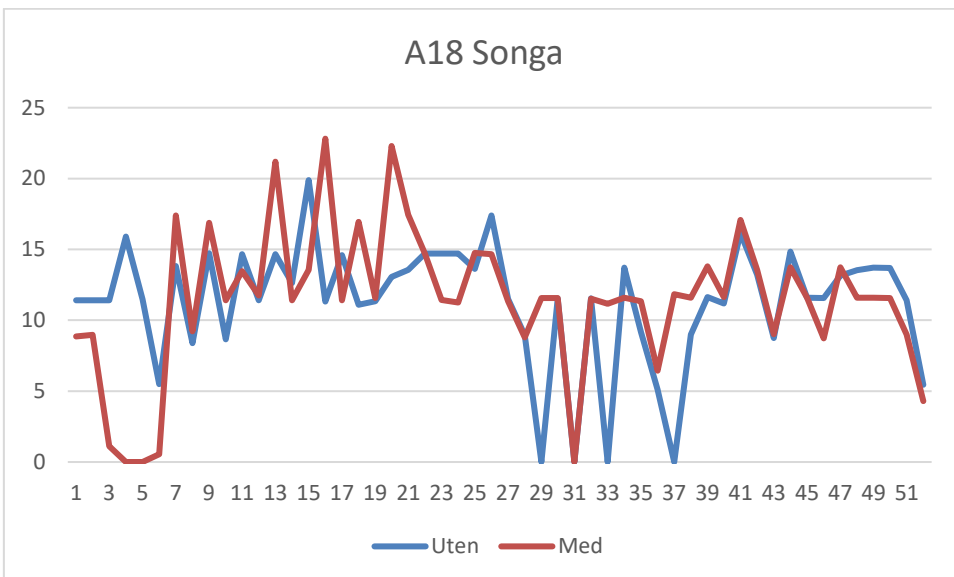
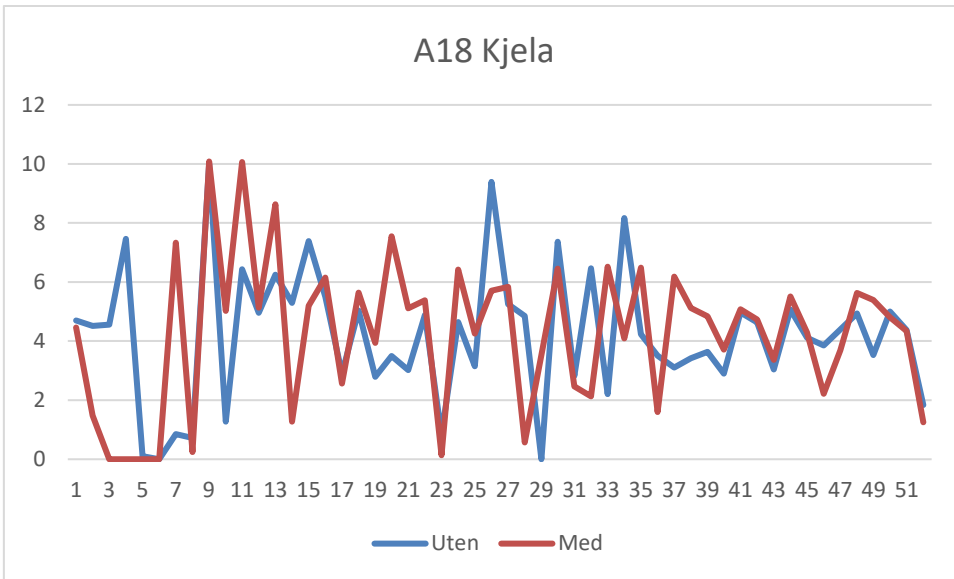
A18 Alle kravene

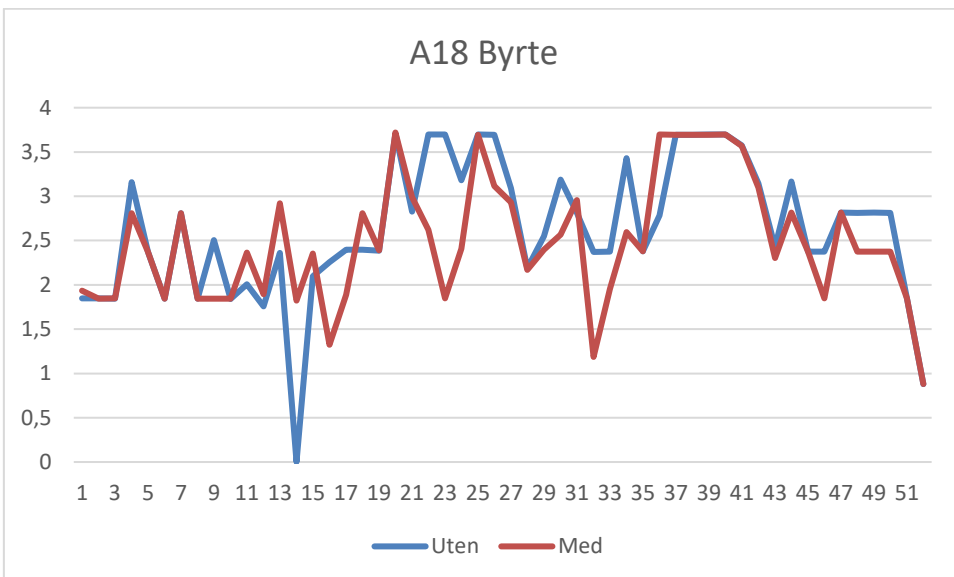
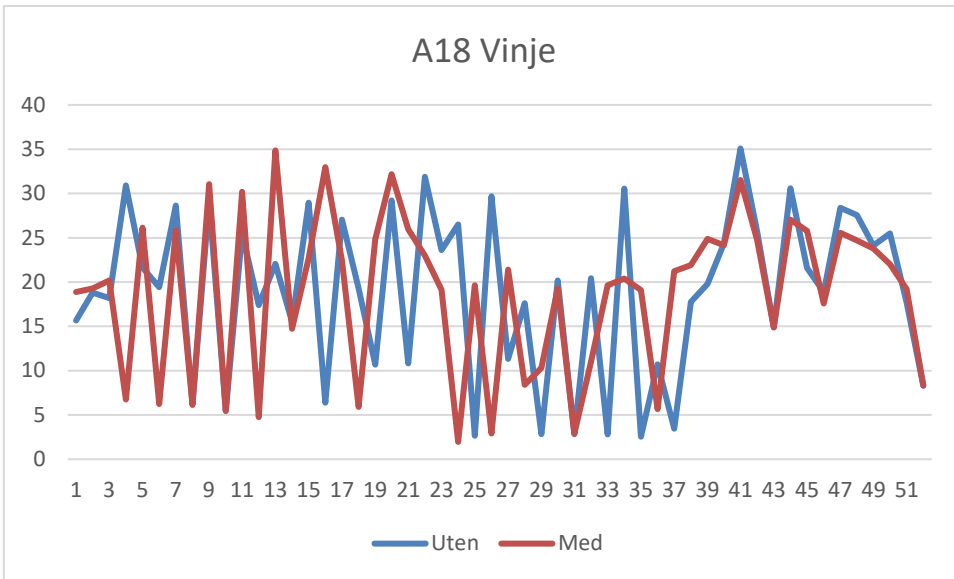
Normalt år.

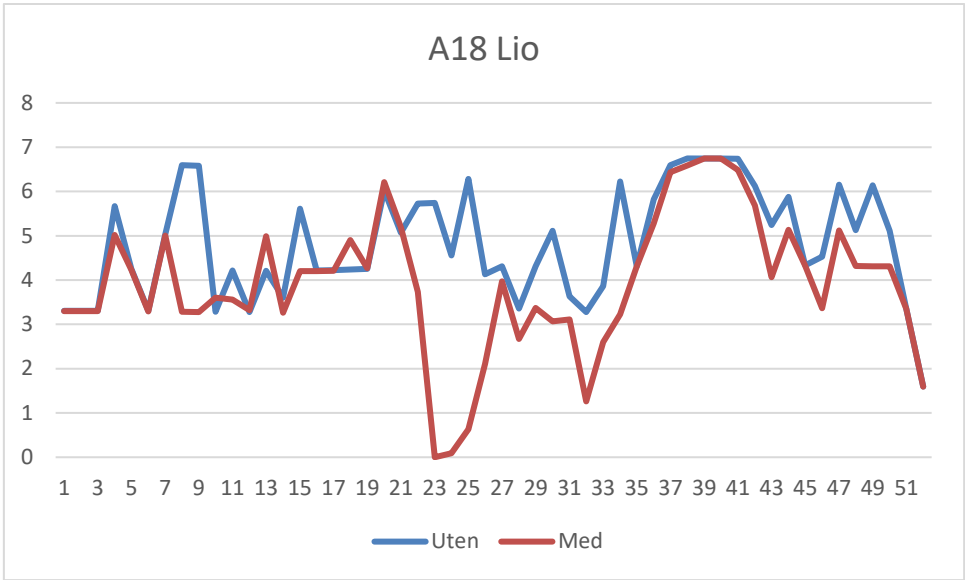




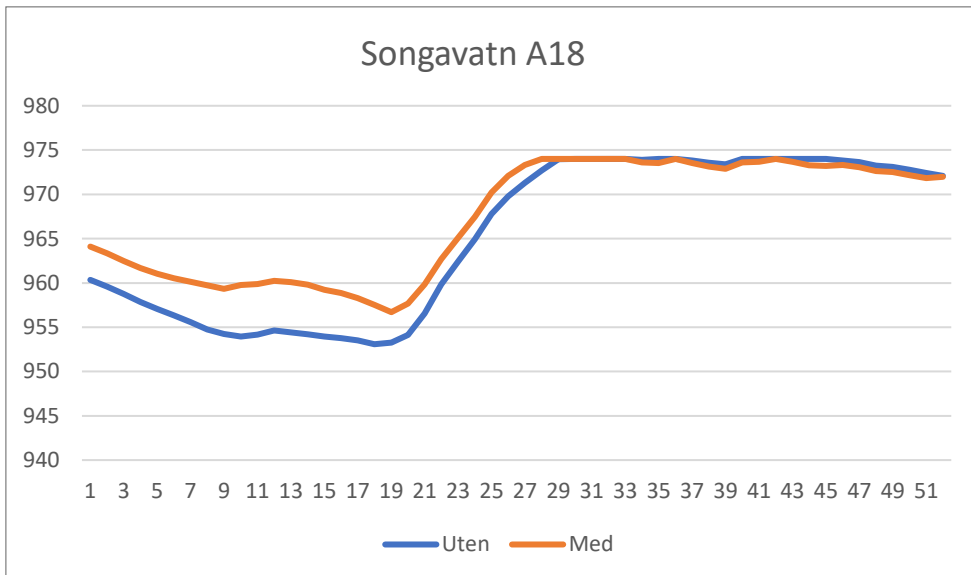
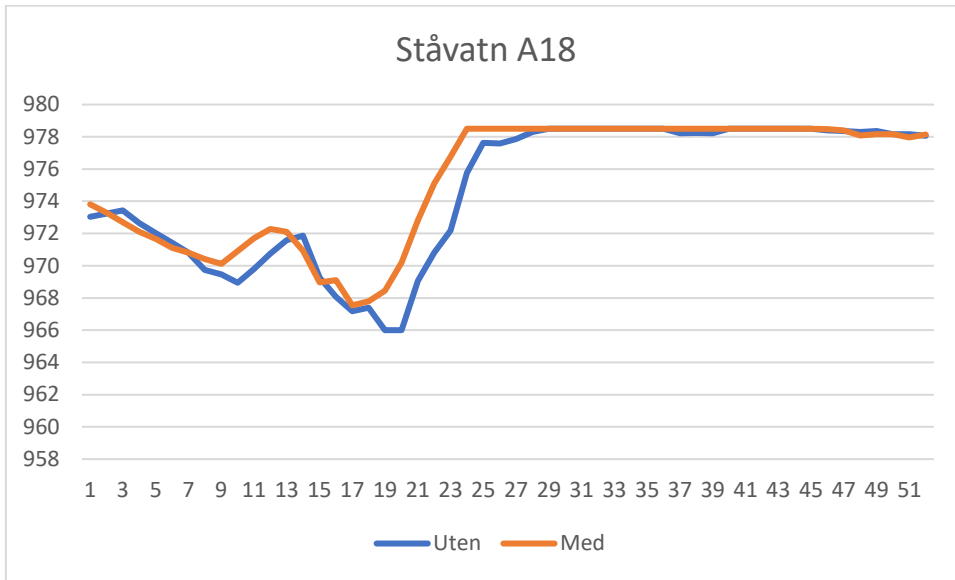


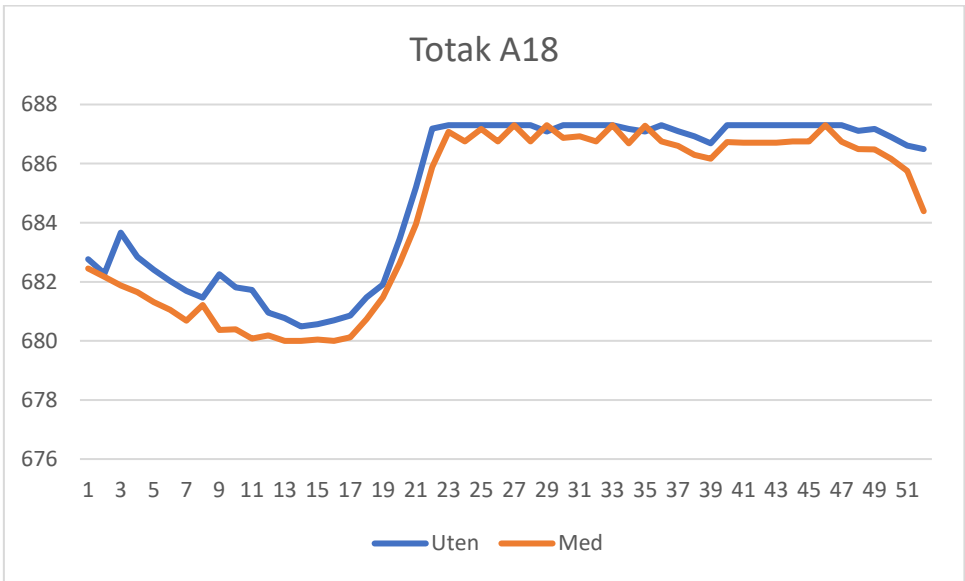
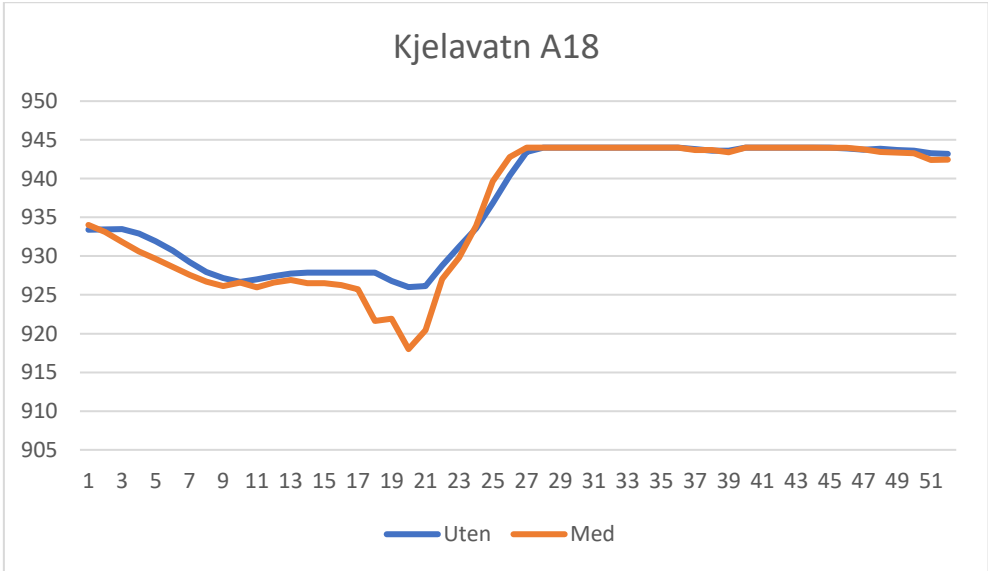
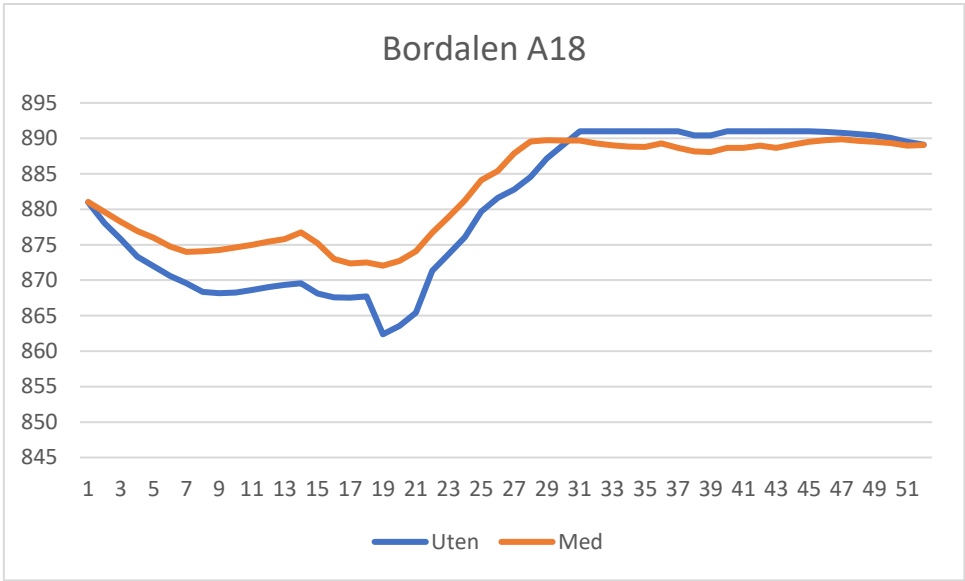


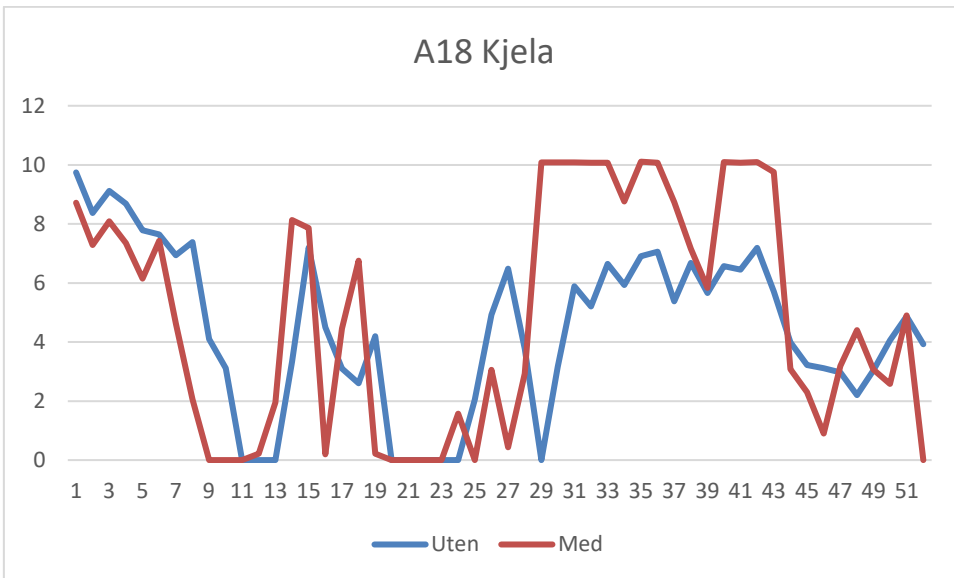
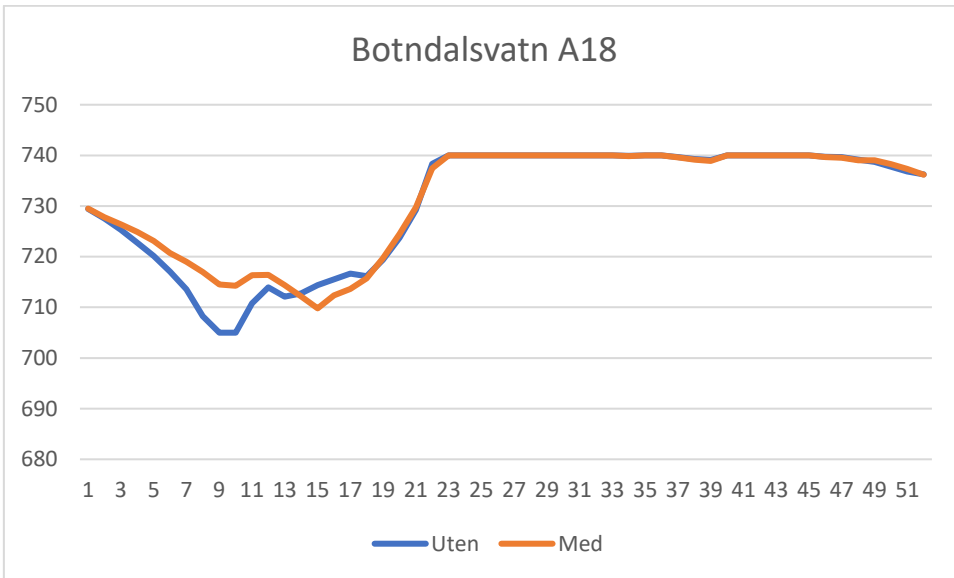


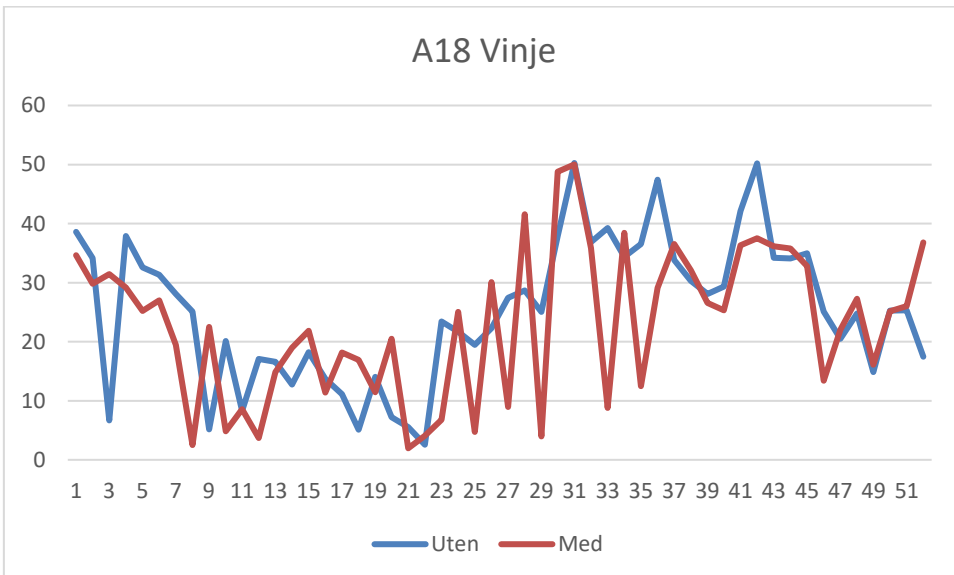
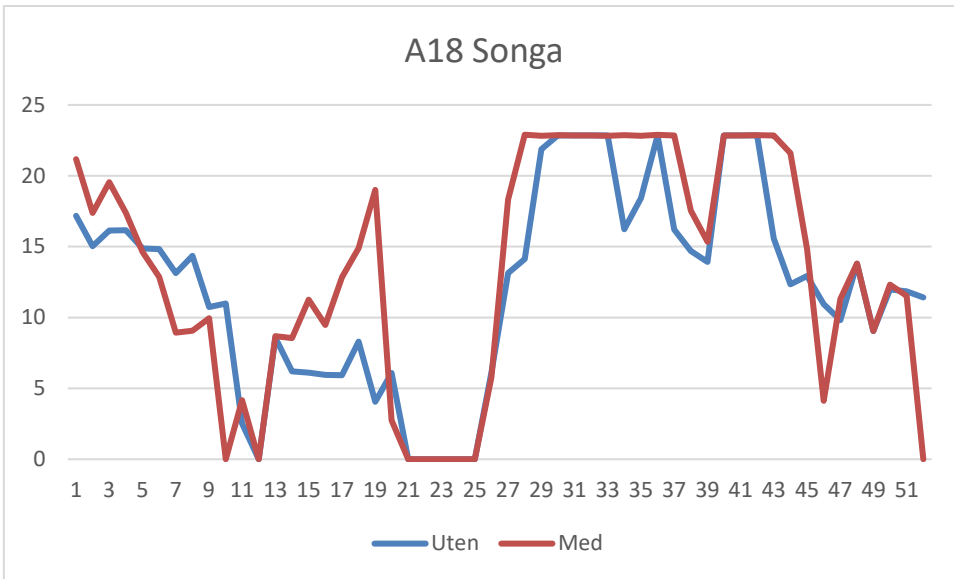


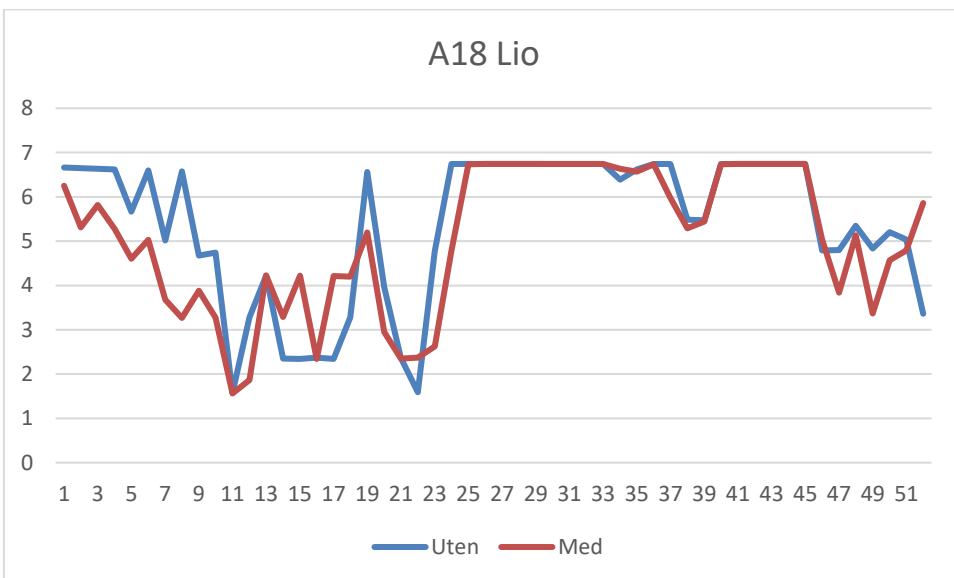
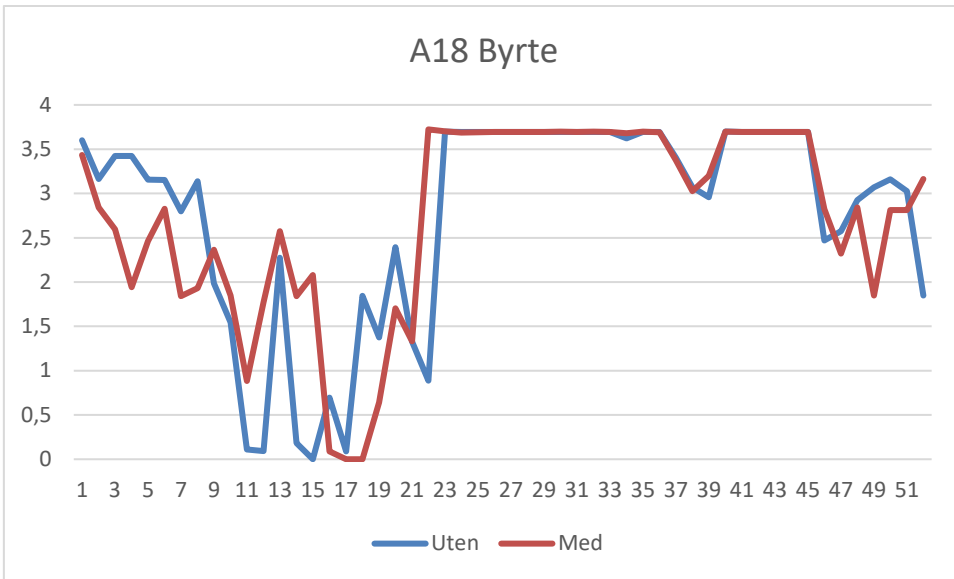
Vått år.











Tørt år.

