

Metodbeskrivning Kust-HYMO statusklassning

1 Sammanfattning

Detta dokument är framtaget som stöd till den som läser den föreslagna statusklassningen i excelfilen *statustabledata_2011_2016*. Denna metodbeskrivning och ovan nämnda tabell är de principiella delarna i leveransen av metod att tolka och avgöra lämpliga gränsvärden för statusklassning av parametern *9.5 Sötvatteninflöde och vattenutbyte i kustvatten och vatten i övergångszon* enligt HVMFS 2013:19¹.

Denna metodbeskrivning förklarar jämförelsen av två uppsättningar av S-HYPE och Kustzonsmodellen som underlag för att konstruera referensvärden för fyra förändrade delparametrar; färskvattentillförsel och dess påverkan på färskvatteninnehållet, vattenåldern och saliniteten i ytan. De två uppsättningarna är gjorda med syfte att representera en naturlig respektive reglerad eller normal avrinning från land. Resultatet av detta arbete är föreslagna gränsvärden för de fyra delparametrarna och statusklassning av Sveriges kustvattenförekomster med avseende på statusparameter *9.5 Sötvatteninflöde och vattenutbyte i kustvatten och vatten i övergångszon*.

Sektion 2 introducerar läsaren till syftet med den framställda tabellen samt en bakgrund till hur projektet kom till. Sektion 3 sammanfattar föreskriftens text om statusparametern 9.5 och sektion 4 tar upp vilka anpassningar av texten som används i denna metod. I sektion 5 finns en kort beskrivning av de delparametrar i Kustzonsmodellen som använts för denna analys. Metoden för beräkning av klassgränser beskrivs i detalj. Sektion 6 tar upp den resulterande statusklassningen i 15 exempelområden och sektion 7 diskuterar några av metodens egenskaper.

2 Bakgrund

Det saknas idag en vägledning för statusklassificering av hydromorfologiska parametrar på kusten enligt Vattendirektivet. Kust-HYMO gruppen vände sig därför till Kustzonsgruppen under 2017 angående ett samarbete kring att ta fram klassgränser och klassning för parameter 9.5 i Sveriges kustvattenförekomster. Utgångspunkten var att jämföra två olika uppsättningar av S-HYPE och Kustzonsmodellen för att studera skillnader beroende på reglering av flödet på land och utvärdera var klassgränser bör sättas.

I juli 2018 presenterades en tabell med statistiska mått på skillnaden i Kustzonsmodellens delparametrar färskvattentillförsel, färskvatteninnehåll, salinitet och vattenålder mellan de två modelluppsättningarna. En djupare bakgrund till samarbetet och skillnaden mellan modelluppsättningarna beskrivs i dokumentet *Metodbeskrivning Kust-HYMO tabellframställning* i filen PM_Metodbeskrivning. Där beskrivs också de 4 delparametrar som används i denna analys i detalj.

Tabellen gav siffror på hur stor, liten och genomsnittlig skillnad man kunde hitta i de 4 delparametrarna för alla Sveriges kustvattenförekomster. Syftet var att få en första blick på skillnaderna inför eventuellt fortsatt arbete att använda underlaget att statusklassa kustvattenförekomsterna. Under hösten 2018 togs beslutet i Operativa gruppen att Kustzonsgruppen skulle fortsätta arbetet med att bestämma klassgränser för de använda

parametrarna och stödja Kust-HYMO gruppen i att ta fram underlag och klassning för parameter 9.5.

3 Förutsättningar från föreskriften

Den beskrivning av parametern som finns tillgänglig är den i föreskriften HVMFS 2013:19. Där står följande skrivet om parameter 9.5:

3.1.1 Beskrivning

Sötvatteninflöde och vattenutbyte i kustvatten och vatten i övergångszon beskrivs som väsentlig avvikelse, på grund av mänsklig verksamhet, i vattnets uppehållstid i övergångsvatten samt retentionstiden och sötvatteninflöde i slutna vikar i kustvattenförekomster, i relation till referensförhållandet.

3.1.2 Klassificering

Sötvatteninflöde i övergångsvatten ska beräknas på hela ytvattenförekomstens yta. Retentionstiden och sötvatteninflöde i slutna vikar ska beräknas som andel av ytan i procent av ytvattenförekomstens totala slutna vikar.

Klassgränser

Status	Klass	Sötvatteninflöde och vattenutbyte i kustvatten och vatten i övergångszon
Hög	5	i högst 5 % av ytvattenförekomstens yta är sötvatteninflöde och vattenutbyte väsentligt förändrat från referensförhållandet.
God	4	i mer än 5 % men högst 15 % av ytvattenförekomstens yta är sötvatteninflöde och vattenutbyte väsentligt förändrat från referensförhållandet.
Måttlig	3	i mer än 15 % men högst 35 % av ytvattenförekomstens yta är sötvatteninflöde och vattenutbyte väsentligt förändrat från referensförhållandet.
Otillfredsställande	2	i mer än 35 % men högst 75 % av ytvattenförekomstens yta är sötvatteninflöde och vattenutbyte väsentligt förändrat från referensförhållandet.
Dålig	1	i mer än 75 % av ytvattenförekomstens yta är sötvatteninflöde och vattenutbyte väsentligt förändrat från referensförhållandet.

4 Tolkning

Första iakttagelsen är att meningsbyggnaden i texten gör innehållet mycket svårtolkat. Texten i 3.1.1 och 3.1.2 verkar antyda att

- 1) Parametern 9.5 bör bedömas olika (med olika mät-parametrar) beroende på om man menar i övergångszon eller om man menar i kustvatten.

- 2) Man gör skillnad på retentionstid och uppehållstid, utan att förtydliga varför.
- 3) Man gör skillnad på vatten i övergångszon och övergångsvatten utan att förtydliga varför.
- 4) Klassgränserna gäller hur stor yta av kustvattenförekomsten som är påverkad.

Till dessa antydningar kan nedan beskrivna iakttagelser göras bland annat med hänsyn till Kustzonsmodellens uppsättning:

- A) Kustzonsmodellen beräknar sina modell-parametrar i kustvattenförekomster. Det är otydligt i föreskriften om vatten i övergångszon är ett begrepp som innefattas i begreppet kustvattenförekomst eller om det är två skilda saker. Vi kommer ignorera den antydda avskiljningen och låta parametern gälla kustvattenförekomster.
- B) Övergångsvatten antas vara synonym med vatten i övergångszon. Se punkt A.
- C) Ingen skillnad bör göras på retentionstid och uppehållstid. Begreppen är synonyma. Kustzonsmodellens modellparameter vattenålder antas vara analog med den beskrivna uppehållstiden. Vattenåldern är den tid i dagar som vatten på ett visst djup uppehåller sig innan det tar vägen någon annan stans.
- D) Kustzonsmodellen beräknar parametrar (låt oss kalla dem delparametrar) för hela kustvattenförekomster, och kommer inte kunna göra en beräkning på hur stor yta som påverkas av en förändrad färskvattentillförsel. Klassgränserna måste anges i de enheter som delparametrarna har, alternativt i en enhet som kan härledas från delparametrarnas enheter.

De väsentliga delarna i beskrivningen verkar således vara att statusklassa sötvatteninflöde och vattenutbyte i kustvattenförekomster. Förutom att en större påverkad yta skulle ge sämre status sägs inget om vilka effekter av ett förändrat sötvatteninflöde som är negativa. Man kan anta att syftet med parametern är att sätta gränserna sådana att förändringar som biologiskt har en negativ påverkan fångas upp. När det kommer till vad som har en negativ biologisk effekt bör man titta på vilken effekt ett förändrat sötvatteninflöde har på saker som är starkt kopplat till livets fitness: salinitet har en effekt på osmosreglering, omsättningstid har en effekt på omblandning och därmed näringscirkulation i kustvattenförekomsten.

4.1 S-HYPE:s och Kustzonsmodellens innehåll

De delparametrar som finns tillhanda i Kustzonsmodellen och som indikerar ovan nämnda processer är färskvattentillförsel, färskvatteninnehåll, vattenålder och salinitet. Färskvattentillförsel är en *drivnings-parameter* som driver Kustzonsmodellen, medan de andra parametrarna är *modell-parametrar* som beräknas av modellen. Modellparametrarna är egenskaper som kan utbytas mellan närliggande kustvattenförekomster. Drivningsparametern påverkar alltså Kustzonsmodellen och Kustzonsmodellen påverkar modellparametrarna.

Parametrarnas koppling till livets fitness bör tas i åtanke. Men samtidigt kan man anta att relevanta parametrar för biologiska effekter och dess påverkan på status fångas upp av de biologiska statusparametrarna och den ekologiska statusen. Slutsatsen blir att vi i denna metod sätter upp referensvärden som endast urskiljer om delparametrarna generellt blir påverkade. Men hur avgör man om delparametrarna är väsentligt påverkade?

Varje kustvattenförekomst har en naturlig bakgrundsvariation som bestäms av naturliga variationer i t.ex. väder, årstider och vattenutbyten. Denna bakgrundsvariation ger en måttstock mot vilken man kan utvärdera förändringar som orsakats av mänsklig verksamhet, t.ex. regleringar av vattenföringen på land. Bakgrundsvariationen kan man hitta i den naturliga uppsättningen av S-HYPE och Kustzonsmodellen. I den uppsättningen är avrinningen på land simulerad av S-HYPE så att den ska efterlikna den avrinning som skulle ske om vattenmagasinen var fyllda, inte användes för att reglera vattenflödet på land och så att landavrinningen följer dess naturliga väg. Detta innebär att det hydrologiska nätverket på land kan vara omkopplat. Mer information om denna uppsättning av S-HYPE finns att läsa i artikeln *Regleringspåverkan i sjöar och vattendrag*² på smhi.se. Regleringarnas placering och påverkan på vattendragens vattenflöde kan studeras i *Analysverktyg för regleringar*³ på SMHI:s Vattenwebb.

I S-HYPE:s uppsättningar finns inbakat information om var nätet av landavrinning är reglerat på grund av vattenkraftverk. Det finns också något som kallas regleringsvolym. Det är den andel volym av den årliga landavrinningen som kan lagras i magasin. Om regleringsvolymen på land uppströms en kustvattenförekomst är större än 0 kallar vi tillflödet för "reglerat". Eller att "vattnet är reglerat". I *Analysverktyg för regleringar* kan man se vilka kustvattenförekomster som tar emot reglerat vatten genom att följa kustvattenförekomsternas tillflöden uppströms.

4.2 Anpassning av föreskriftens text

De ekologiska värden man vill skydda i kustzonen bör vara anpassade för att klara variationer i miljön som ligger inom den naturliga bakgrundsvariationen, och därför är det osannolikt att förändringar som inte överstiger denna har en negativ påverkan på det ekologiska tillståndet. En förändring inom den naturliga bakgrunden är inte heller påvisbar på ett säkert sätt.

En anpassning av statusparametrarnas beskrivning ser därför ut såhär:

- *Väsentlig avvikelse i sötvatteninflöde beskrivs som avvikelsen i sötvatteninflöde från land (m^3/s) till följd av mänsklig påverkan och i förhållande till referensförhållandet.*
- *Väsentlig avvikelse i färskvatteninnehåll beskrivs som avvikelsen i vattnets färskvatteninnehåll (%) till följd av mänsklig påverkan och i förhållande till referensförhållandet.*
- *Väsentlig avvikelse i vattenutbyte beskrivs som avvikelsen i vattnets uppehållstid (dagar) till följd av mänsklig påverkan och i förhållande till referensförhållandet.*
- *Väsentlig avvikelse i salinitet beskrivs som avvikelsen i vattnets salinitet (g/kg) till följd av mänsklig påverkan och i förhållande till referensförhållandet.*

De fyra parametrarna ovan kommer beräknas med hjälp av Kustzonsmodellens delparametrar färskvattentillförsel, färskvatteninnehåll, vattenålder respektive salinitet vilka har samma enheter som respektive beskrivning och bedöms motsvara de enskilda beskrivningarna. För att kunna konstruera klassgränser behövs kunskap om

- 1) Referensförhållandet. Vad är det normala, opåverkade tillståndet i delparametrarna i varje kustvattenförekomst?
- 2) Hur avvikelens magnitud bör struktureras till klassgränser. Följande utgångspunkter används:

- a. Avvikelsen motsvarar variationer inom naturliga bruset – Antas opåverkade - Hög status
- b. Avvikelsen motsvarar vanligt förekommande naturliga variationer – God status
- c. Avvikelsen motsvarar mindre vanliga naturliga variationer – Måttlig status
- d. Avvikelsen är större än någon naturlig variation uppvisat – Otillfredsställande status
- e. Avvikelsen är mycket större än någon naturlig variation uppvisat – Dålig status

Klassificeringen av en kustvattenförekomsts delparameter genomförs alltså genom att:

- 1) Finna hur mycket delparametern varierar naturligt.
- 2) Finna skillnaden mellan delparameterns naturliga och normala värden.
- 3) Jämföra skillnaden med den naturliga variationen.
- 4) Delparametern klassas i en av 5 olika klasser utefter om skillnaden i 2) stämmer med a, b, c, d eller e ovan.

5 Metod

Bakgrundsvariationen i ett data-set kan bestämmas på många olika sätt. Inom detta uppdrag följer vi rekommendationer i Reimann et al. (2005)⁴ och använder definitionen $\pm 2 MAD$ (Median Absolute Deviation) för bakgrundsvariationen inom en vattenförekomst där

$$MAD = median(|X_i - \tilde{X}|), \quad (\text{ekv.1})$$

X_i är det i :te elementet i en talföljd och $\tilde{X}$ är samma talföljds median. I vårt fall är talföljden månadsmedelvärdena för perioden 2011-2016, dvs en tidsserie med 72 punkter.

Tidsserierna är månads-medelvärdesbildade för att minska risken att enstaka extremvärden drar ner statusen för hela tidsserien. Påverkan över $2 MAD$ innebär att statusen inte kan anses god utan sänks till måttlig. Om påverkan är mindre än $1 MAD$ anses statusen vara hög.

Författarna till Reimann et al. (2005) rekommenderar att en grafisk inspektion av data-setets egenskaper bör göras innan metoden väljs, men då det inte är möjligt inom tidsrammen för detta uppdrag valdes den metod som gav bäst representation av en datamängds bakgrundsvariation överlag.

Användandet av medianen istället för medelvärdet gör den beräknade bakgrundsvariationen mindre påverkad av extremvärden. Detta är önskvärt då syftet är att uppskatta vad som kan anses vara en vanligt förekommande storlek på avvikelser.

Dock ger naturligt förekommande extremvärden ytterligare ett naturligt gränsvärde för varje kustvattenförekomst. Den Maximala Absoluta Avvikelsen (MAA)

$$MAA = \max(|X_i^{nat} - \tilde{X}^{nat}|), \quad (\text{ekv. 2})$$

där X_i^{nat} är det i :te elementet i en talföljd och $\tilde{X}^{nat}$ är samma talföljds median, används som gräns mellan måttlig och otillfredsställande status. Talföljden X^{nat} är de naturliga månadsmedelvärdena mellan 2011 och 2016. Om påverkan är större än $2 MAA$ i en vattenförekomst anses statusen vara dålig. Påverkan av reglering beräknas med

$$\Delta_i = X_i^{nor} - X_i^{nat} \quad (\text{ekv. 3})$$

Där X_i^{nor} och X_i^{nat} substitueras med den normala respektive naturliga modelluppsättningens månadsmedelvärden på färskvattentillförsel, färskvatteninnehåll, vattenålder eller salinitet. Absolutbeloppet av den största differensen i tidsserien, $|\Delta|$, ställs mot klassgränserna enligt tabell 1 nedan.

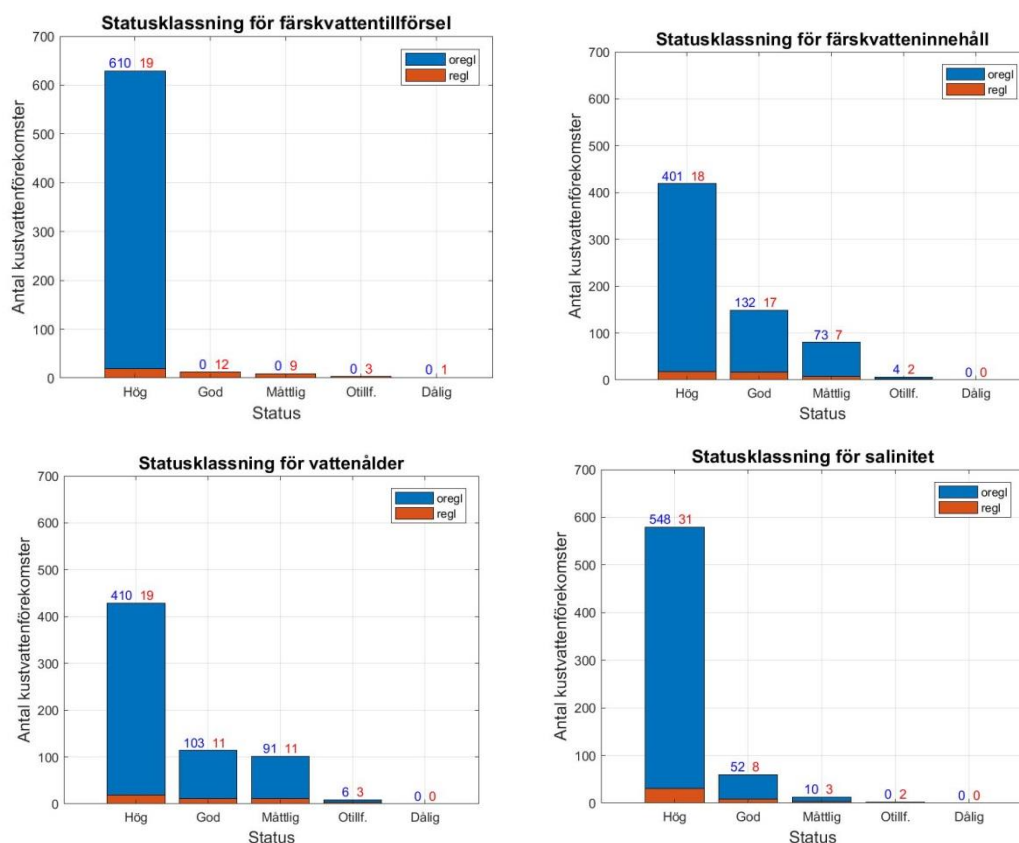
Tabell 1 Gränsvärden för differens mellan den naturliga och normala tidsserien av en delparameter. Den största differensen mellan tidsserierna jämförs mot klassgränserna och bestämmer klassningen.

Status	Statussiffra	Påverkan
Hög	5	$ \Delta \leq 1 MAD$
God	4	$ \Delta \leq 2 MAD$
Måttlig	3	$ \Delta \leq 1 MAA$
Otillfredsställande	2	$ \Delta \leq 2 MAA$
Dålig	1	$ \Delta > 2 MAA$

6 Resultat

Statusklassningen för de fyra delparametrarna utfördes på alla kustvattenförekomster och resultatet är sammanställt i figur 1. Det visas ett histogram för varje delparameter och en stapel för varje statusklass. På y-axeln visas det totala antalet kustvattenförekomster i en viss statusklass. Blåa delar av staplarna representerar de kustvattenförekomster som enligt S-HYPE:s uppsättning tar emot oreglerat vatten. De röda delarna representerar kustvattenförekomster som tar emot reglerat vatten. Talen ovanför staplarna visar antalet kustvattenförekomster i de två grupperna för varje stapel. Adderar man de två talen får man det totala antalet kustvattenförekomster som fått en viss klassning. Adderar man alla tio tal ovanför staplarna i ett histogram får man 654, vilket är det totala antalet kustvattenförekomster som finns på den svenska kusten.

6.1 Alla kustvattenförekomster



Figur 1 Varje histogram visar hur Sveriges 654 kustvattenförekomster klassats för en delparameter. Rött markerar de kustvattenförekomster som enligt modelluppsättningen tar emot vatten från landområden med större än 0 regleringsvolym. Blått markerar kustvattenförekomster som tar emot vatten från landområden med 0 regleringsvolym.

Histogrammet för färskvattentillförsel skiljer sig från de andra genom att alla oreglerade kustvattenförekomster fått en hög status. Detta ligger i sakens natur och är logiskt eftersom färskvattentillförseln i en sådan kustvattenförekomst per definition är oförändrad. Även kustvattenförekomster med mycket liten förändring i färskvattentillförseln kan hamna i denna klass. Detta kan man ha i åtanke när man studerar figurerna för exempelområdena nedan. Det finns dock undantag från regeln att färskvattentillförseln bör vara oförändrad om kustvattenförekomsten anses ta emot oreglerat vatten. Detta återkommer vi till i sektion 6.2.7 Kalvfjärden.

De modellparametrar som med denna metod verkar vara mest påverkade av en förändrad färskvattentillförsel är färskvatteninnehållet och vattenåldern då de har fått högre antal kustvattenförekomster med status God eller sämre än parametern salinitet.

Det är svårt att dra några definitiva slutsatser kring varför klassningen av delparametrarna skiljer sig åt och att förstå under vilka förutsättningar statusen av två modellparametrar i en kustvattenförekomst skiljer sig mycket åt. Men efter att ha studerat histogrammen ovan kan man konstatera att många av de 610 helt eller nästan opåverkade kustvattenförekomsterna med avseende på färskvattentillförsel fått en annan klassning än Hög på någon av sina resterande modellparametrar (se histogrammet för färskvatteninnehåll där endast 401 (34 %) av de 610 oreglerade kustvattenförekomsterna är kvar på Hög status).

Till läsarens hjälp att få överblick kring regleringar och kustvattenförekomster finns på Vattenwebb verktyget *Analysverktyg för regleringar* där man kan se vilka vattendrag som är reglerade, kopplingen av vattenflödet på land samt vilken effekt regleringen har på vattenflödet på land. Dessutom finns verktyget *Analysera övergödning kustvatten*⁵ där man kan studera utbytet av vatten mellan kustvattenförekomster. Dessa sidor har använts för att tolka resultaten nedan. Informationen om regleringar i *Analysverktyg för regleringar* är också den information som ligger till grund för huruvida en kustvattenförekomst i denna analys anses ta emot reglerat vatten.

6.2 Exempelområden

De figurer för exempelområden som tagits fram gäller samma 13 områden som beskrivs i dokumentet *Metodbeskrivning Kust-HYMO tabellframställning* som levererades i juli 2018 och dessutom kustvattenförekomsterna Gårdsfjärden i Bottenhavets vattendistrikt och Kalvfjärden. Gårdsfjärden inkluderas eftersom det är den enda kustvattenförekomst som i någon delparameter fått dålig status, varför den är extra intressant att studera. Kalvfjärden inkluderas då den fått olika stor färskvattentillförsel trots att den enligt våra listor inte tar emot reglerat vatten.

Varje område presenteras med två figurer; en med tidsserier och en med differensen mellan tidsserierna. De två figurerna består i sin tur av en graf för varje delparameter. Den första av de två figurerna visar den naturliga och den normala tidsserien med månadsmedelvärden som använts för statusklassningen tillsammans med medianen av den naturliga tidsserien. Den andra figuren visar skillnaden, Δ , mellan tidsserierna enligt ekvation 3 tillsammans med klassgränser för delparametern. Klassgränserna i den andra figuren fungerar som band vilka alla är centrerade kring 0 differens på y-axeln. Delparametern får den status som motsvarar det band som differensen ligger inom. Om differensen i hela tidsserien är så liten att den håller sig inom det blåa bandet anses delparametern få hög status. Om linjen korsar gränsen mellan det blå och det gröna bandet innebär det att parametern får god status. Om linjen dessutom korsar över nästa gräns och någon gång befinner sig på det orangea bandet anses den parametern ha måttlig status osv. Figurerna över differens representerar alltså informationen i tabell 1.

I figurernas titel kan man utläsa namnet på kustvattenförekomsten samt en siffra som visar om kustvattenförekomsten tar emot vatten från landområden med en regleringsvolym som är större än 0. Om så är fallet står det en etta. En nolla innebär att vattnet som kommer direkt från land till kustvattenförekomsten inte har gått igenom områden på land med en regleringsvolym över 0, utan bara gått igenom landområden med regleringsvolym som är 0.

Informationen i kustvattenförekomsternas tidsserie-figurer är snarlik informationen i kustvattenförekomsternas figurer *Metodbeskrivning Kust-HYMO tabellframställning*. Skillnaden är att de nya, aktuella, figurerna visar hela den 6-åriga tidsserien (månaderna är dock medelvärdesbildade) medan de tidigare figurerna visar en medelvärdesbildad säsongsvariation som tagits fram med de underliggande 6 årens data. Det är tydligt i de nya figurerna att det finns en regelbunden, säsongsmässig, variation i både den normala och den naturliga tidsserien och att de avviker regelbundet från varandra. Anledningen till denna regelbundna avvikelse är beskriven i *Metodbeskrivning Kust-HYMO tabellframställning*. Fokus läggs nu på att med stöd av tidsserierna titta på kustvattenförekomsternas klassning i några exempelområden.

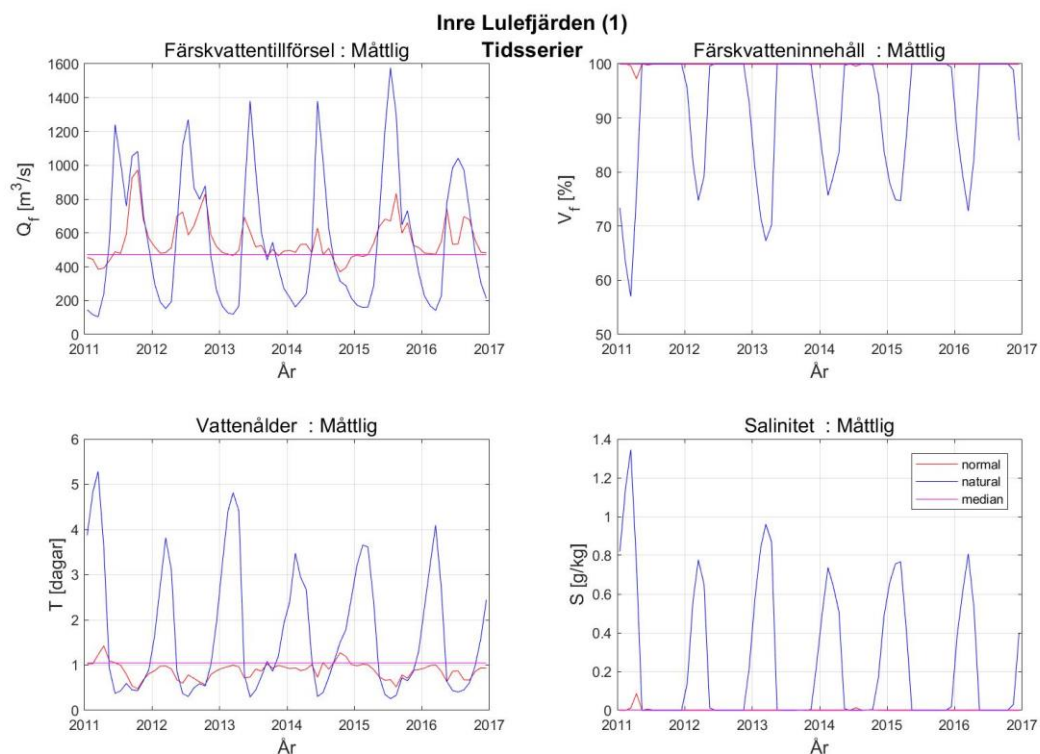
6.2.1 Området vid Luleälvens mynning

Delparametrarna i Inre Lulefjärden har genomgående fått Måttlig status (och under några enstaka år varit nära gränsen till Otillfredsställande) då skillnaden i det normala och naturliga tillståndet i alla delparametrar tidvis är mycket stor. Ett steg ut från Luleälvens mynning ligger Yttre Lulefjärden. Färskvattentillförseln till denna kustvattenförekomst är identisk i de båda modelluppsättningarna då inga regleringar finns på detta flöde uppströms. Det innebär att differensen är 0 och att klassningen blir Hög.

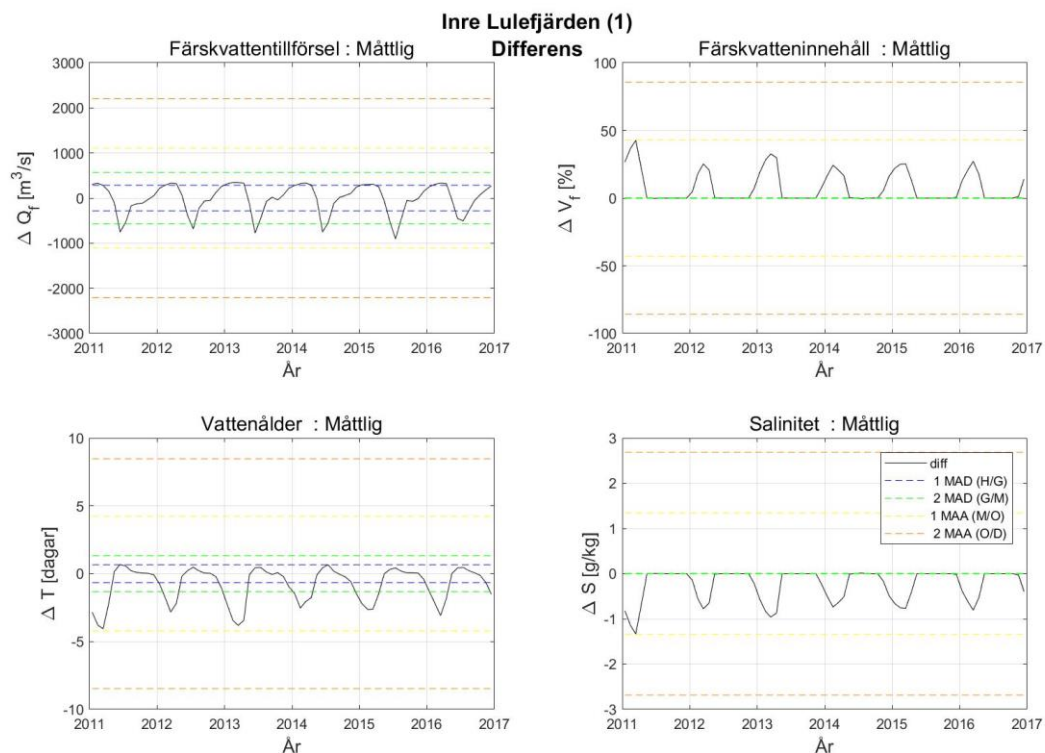
Resten av parametrarna (modellparametrarna) i Yttre Lulefjärden har fått måttlig status tack vare att det finns ett starkt utbyte mellan Inre och Yttre Lulefjärden och att modellparametrarna i Inre Luleälven då påverkar modellparametrarna i Yttre Luleälven.

Ytterligare ett steg ut från Luleälvens mynning ligger Sandöfjärden och Germandöfjärden. Den förändrade färskvattentillförseln till Inre Lulefjärden verkar påverka delparametern vattenålder i Sandöfjärden. Resterande parametrar i den förekomsten samt alla parametrar i Germandöfjärden verkar dock vara ganska opåverkade då statusen hamnar på God eller Hög. Att vattenåldern i Sandöfjärden slagit över till otillfredsställande är inte förvånande med tanke på hur nära inre och yttre Lulefjärden varit den gränsen för samma parameter. Man ska däremot komma ihåg att det inte nödvändigtvis behöver finnas en stark koppling mellan två kustvattenförekomster i en delparameter. Hur stor effekt en förändring får i en närliggande kustvattenförekomst kommer bero på utbytet mellan kustvattenförekomsterna, den närliggande kustvattenförekomstens utformning, omsättning och dess utbyte med andra kustvattenförekomster. Det kan mycket väl finnas effekter i en kustvattenförekomst som skiljer sig från sina grannar, som inte framgår av denna analys, men som påverkar förändringseffekter och resultatet vi ser.

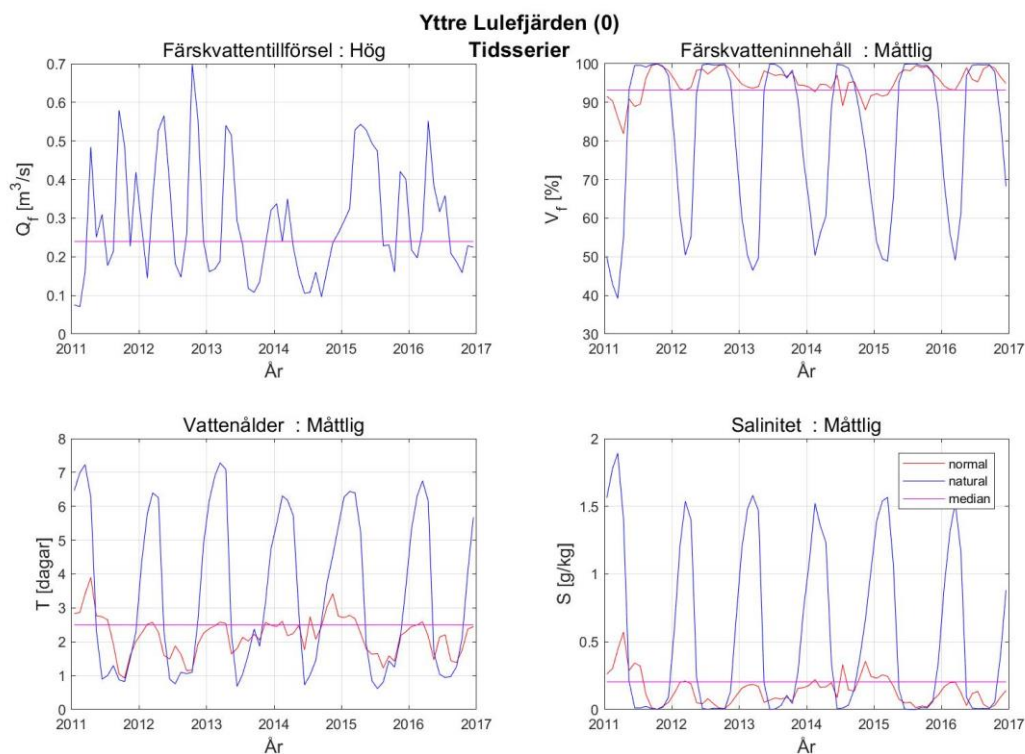
Germandöfjärden verkar vara den kustvattenförekomst som generellt klassats högst av de fyra kustvattenförekomsterna i detta område vilket är logiskt då nettoutbytet från Yttre Lulefjärden till Sandöfjärden är ca 10 gånger större (i genomsnitt $485 \text{ m}^3/\text{s}$) än det till Germandöfjärden ($53,9 \text{ m}^3/\text{s}$) enligt verktyget *Analysera övergödning kustvatten*.



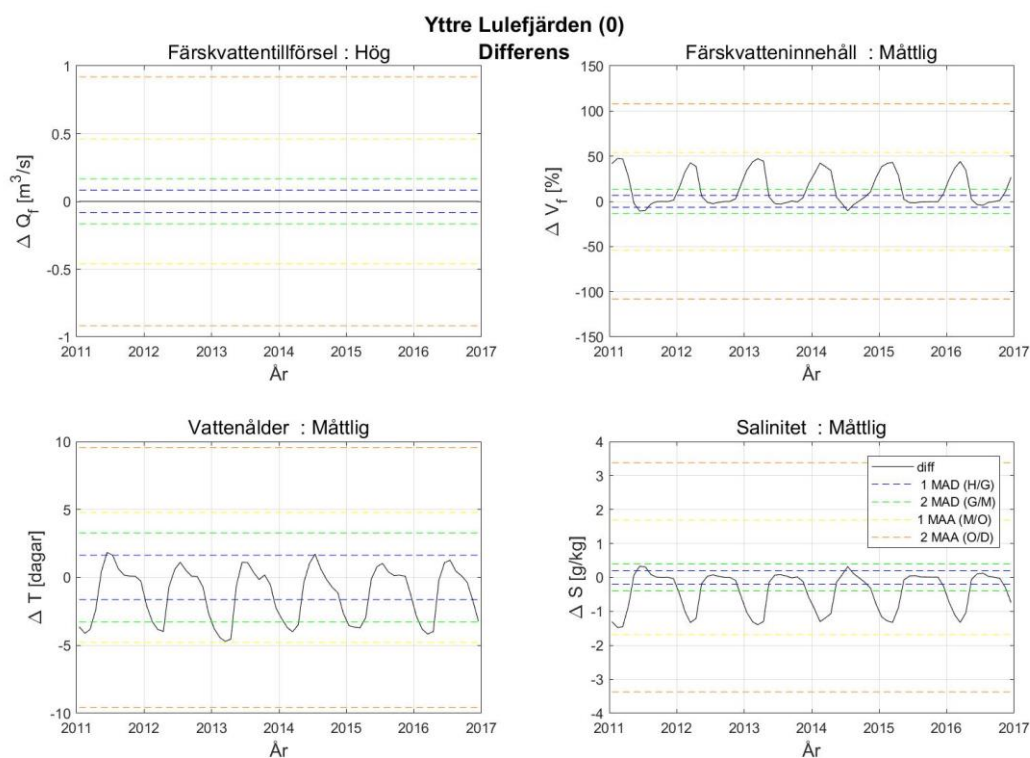
Figur 2 Inre Lulefjärdens delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



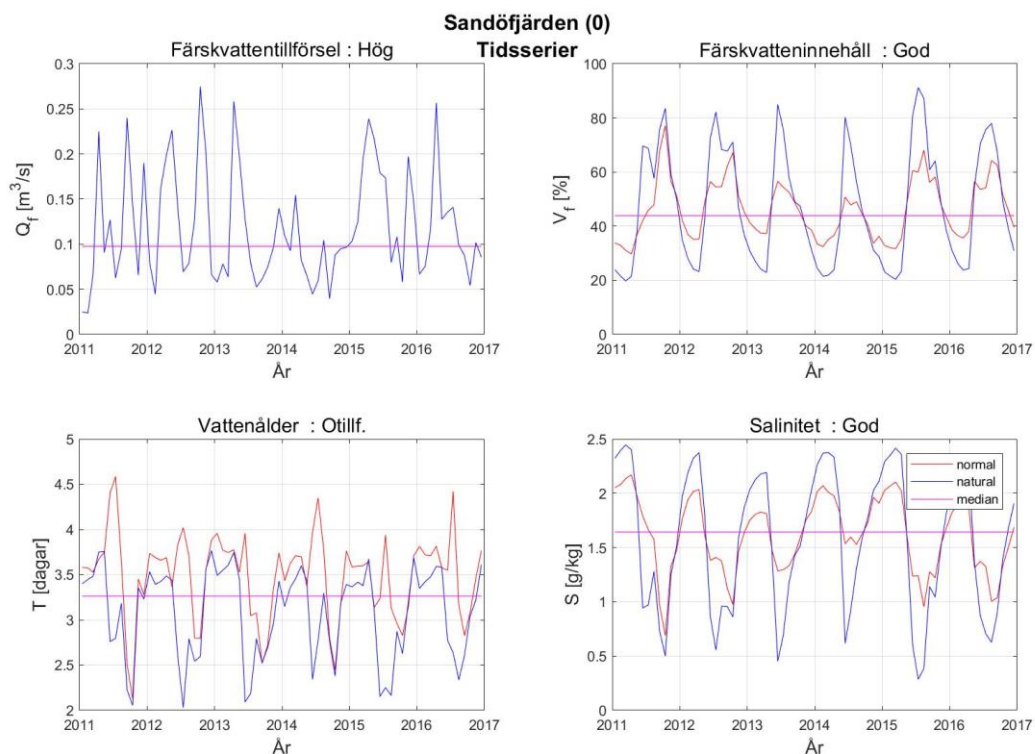
Figur 3 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Inre Lulefjärden. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.



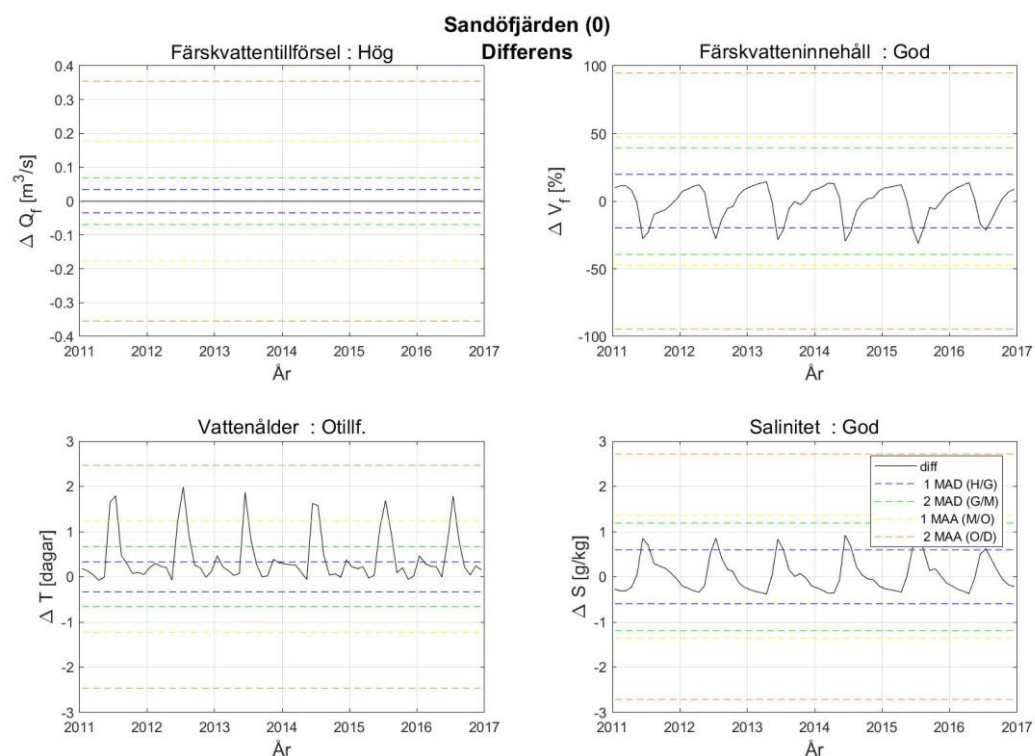
Figur 4 Yttre Lulefjärdens delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



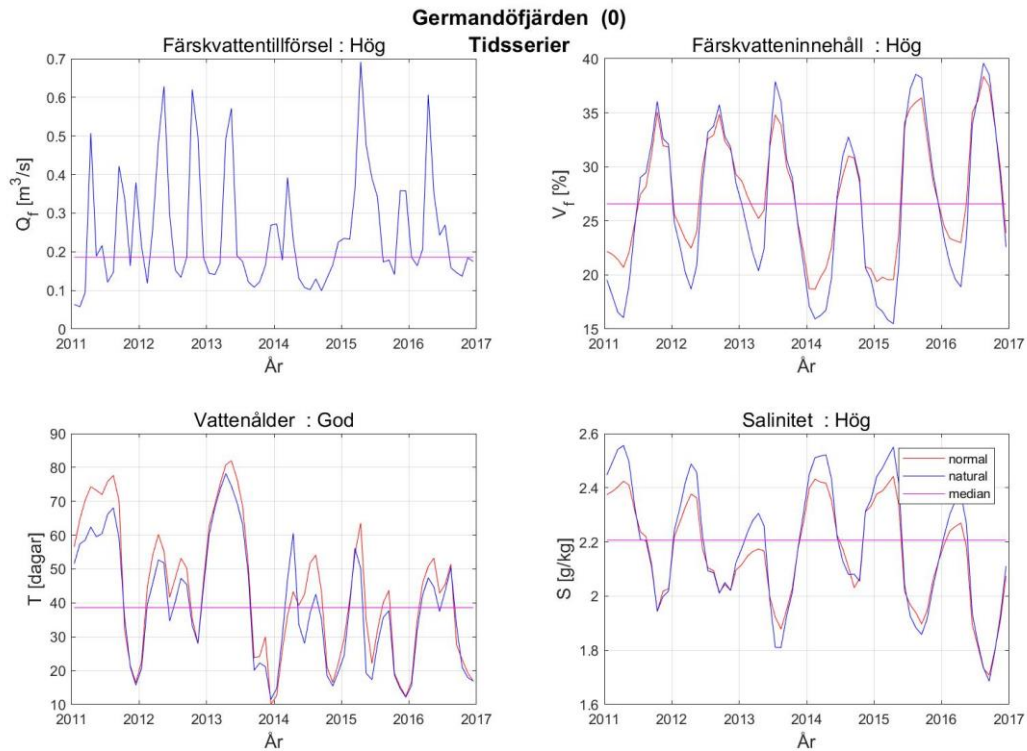
Figur 5 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Yttre Lulefjärden. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.



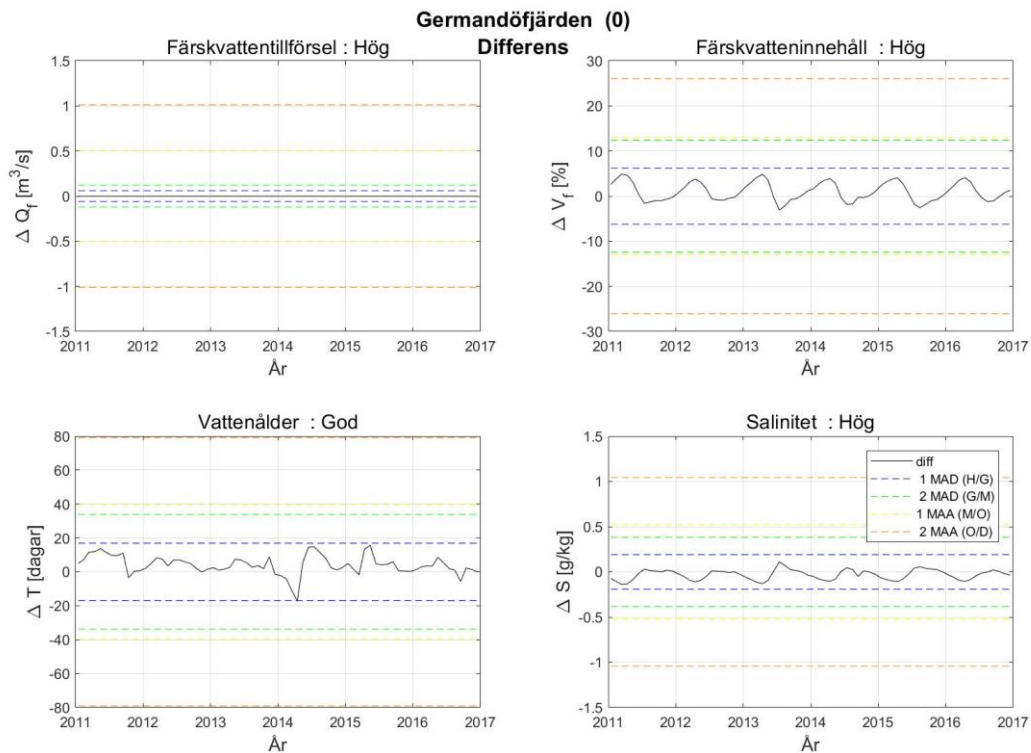
Figur 6 Sandöfjärdens delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



Figur 7 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Sandöfjärden. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.



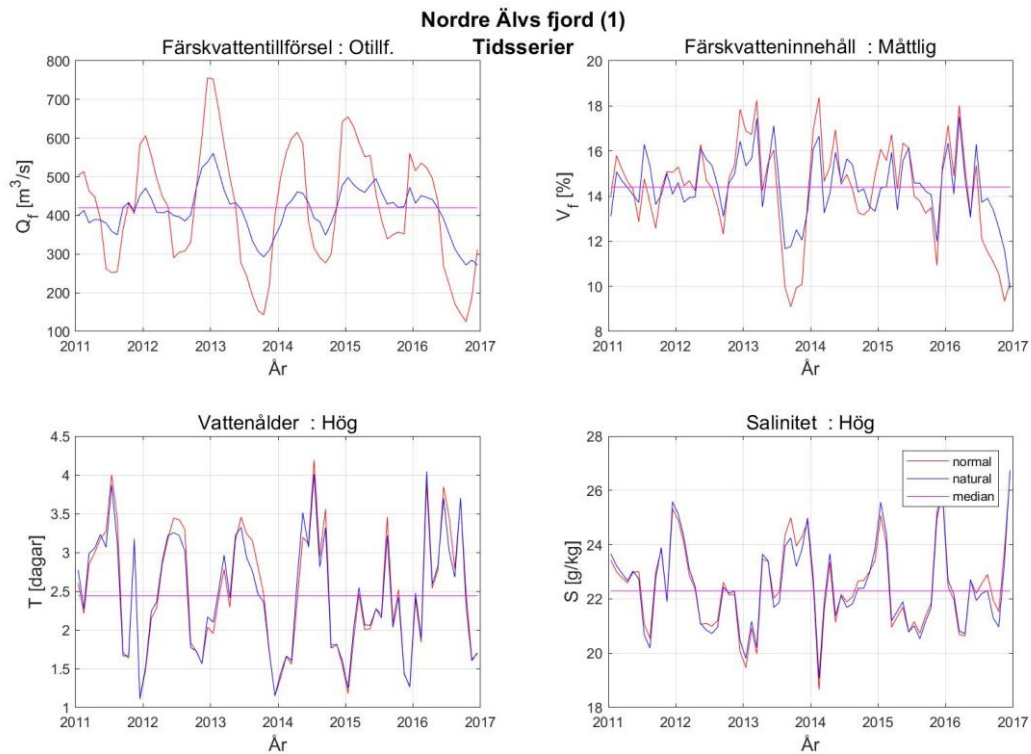
Figur 8 Germandöfjärdens delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



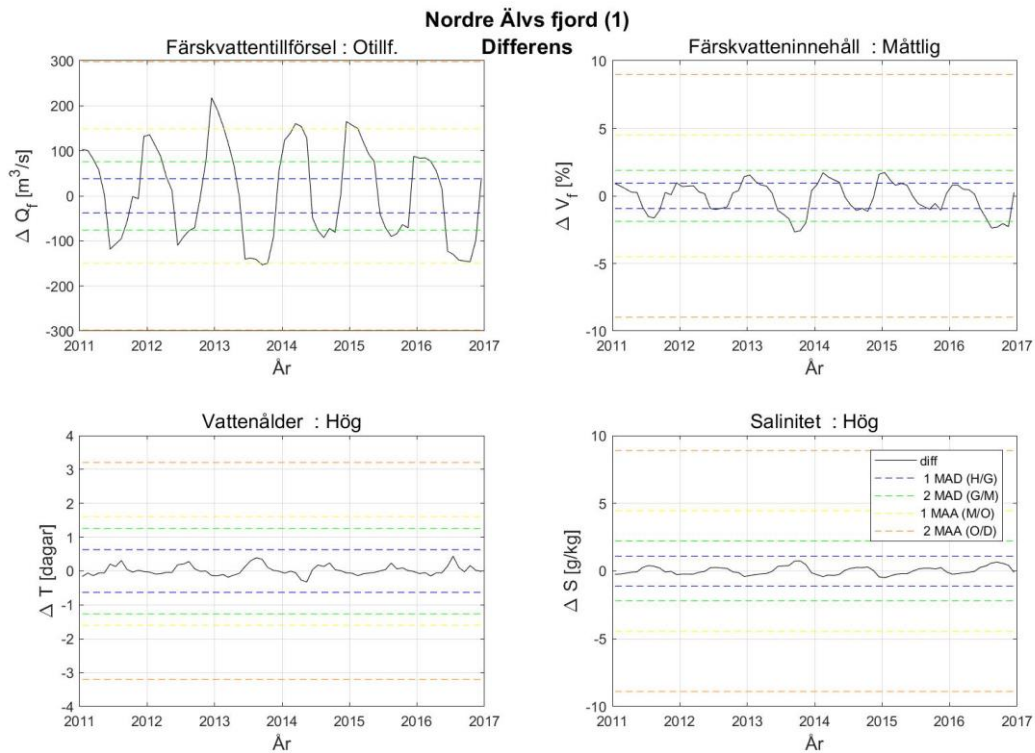
Figur 9 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Germandöfjärden. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.

6.2.2 Nordre Älvs Mynning

Detta exempel visar att färskvattentillförseln kan vara mycket påverkad av reglering samtidigt som effekten det får i färskvatteninnehåll, vattenålder och salinitet enligt klassgränserna verkar vara lindrade, speciellt för de två senare. Enligt *Analysera övergödning kustvatten* tar Nordre älvs fjord emot ca 401 m³/s färskvatten från land men tar också emot 166 m³/s havsvatten från Björköfjorden. Denna lite starkare kontakt med utsjön kan vara förklaringen till att en förändrad färskvattentillförsel har en lite lindrad effekt på modellparametrarna.



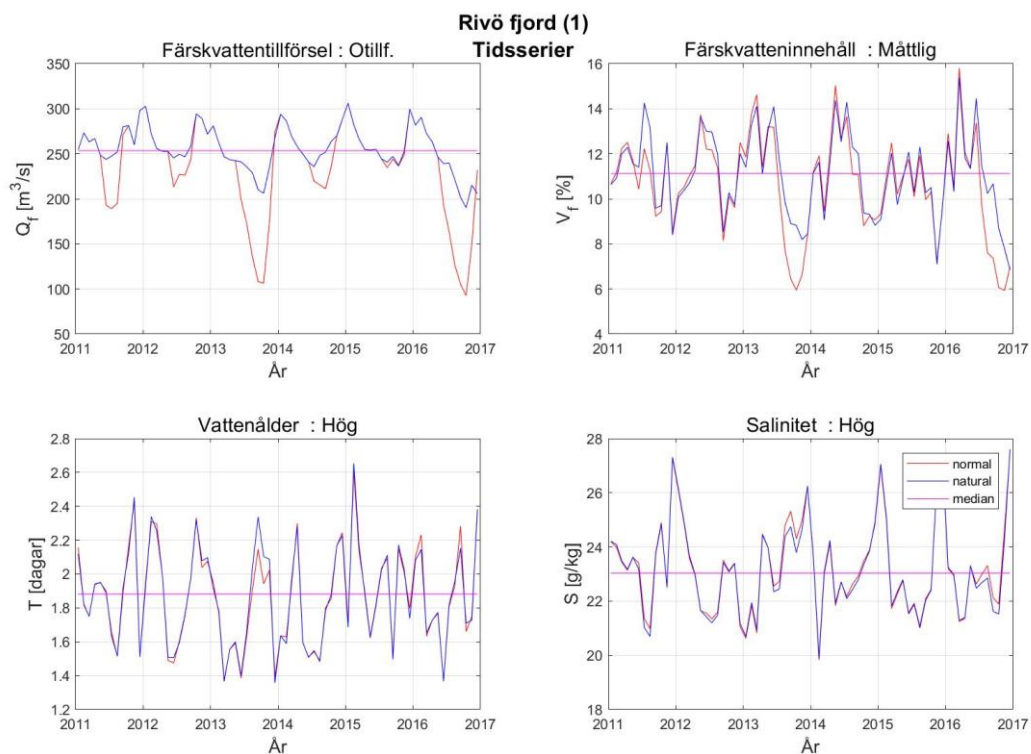
Figur 10 Nordre Älvs fjords delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



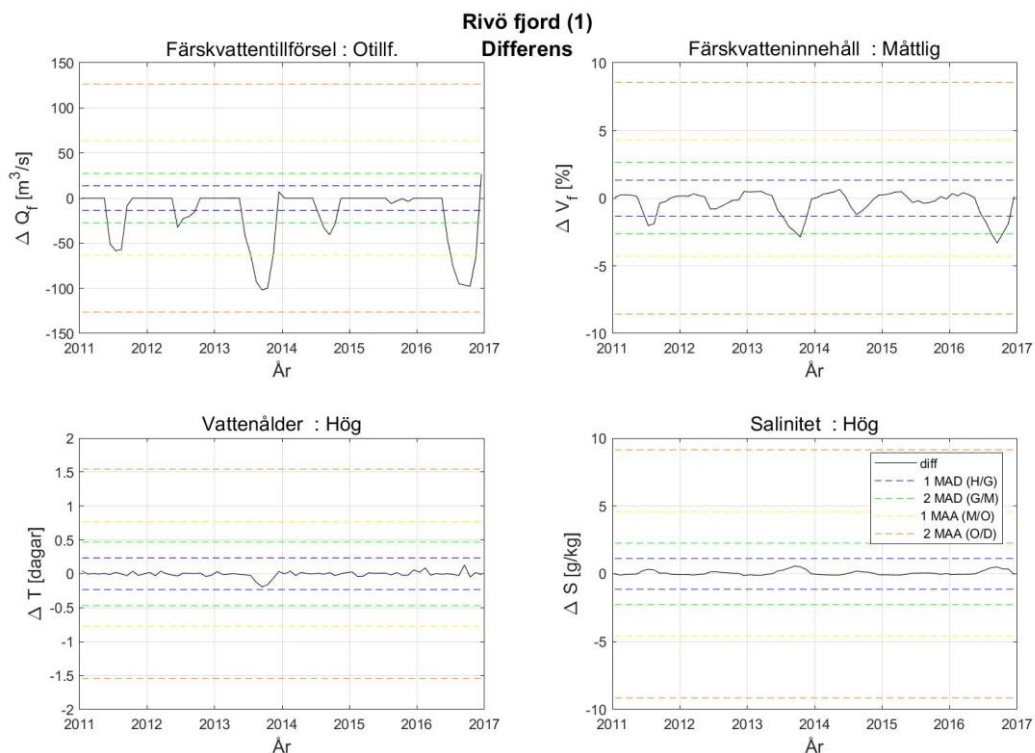
Figur 11 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Nordre Älvs fjord. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.

6.2.3 Göta älvs mynning

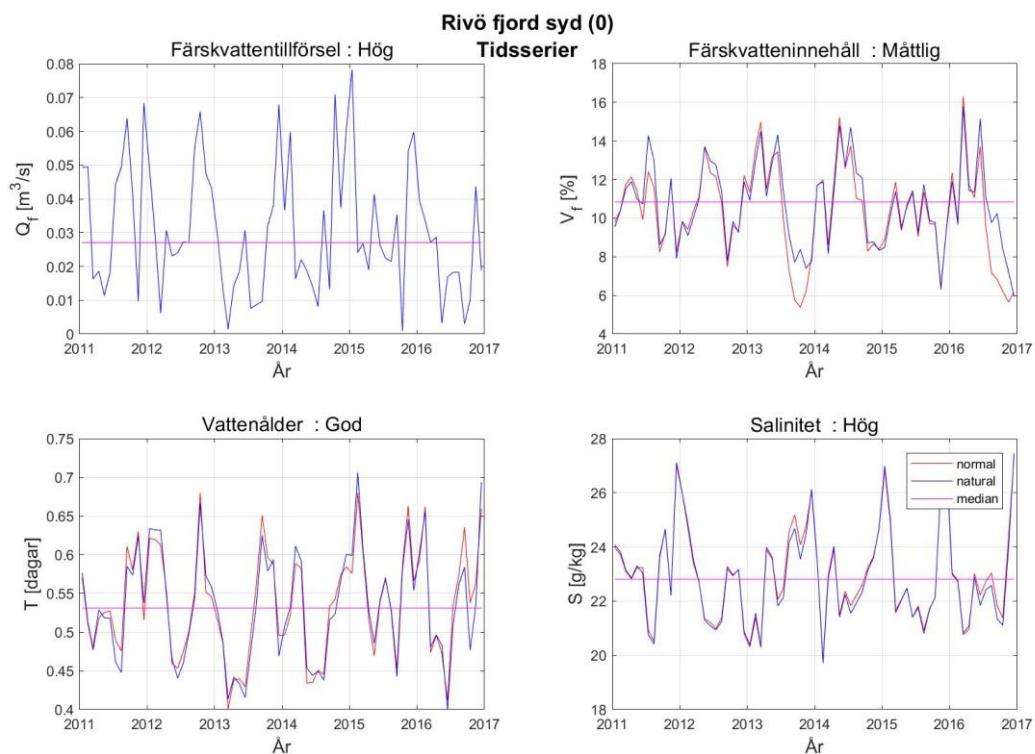
Även här ter sig skillnaden i färskvattentillförsel i kustvattenförekomsten närmast mynningen vara stor jämfört med effekten det får i resterande delparametrar. Färskvatteninnehållet i Rivö fjord får Måttlig status, vattenålder får däremot Hög status (på gränsen till God) och salinitet får Hög status. Går man ett steg ut från mynningen till Rivö fjord syd är klassningen snarlik. Måttlig, God (på gränsen till Hög) respektive Hög status för modellparametrarna. I Rivö fjord kan man också konstatera att det finns en avsevärd skillnad från år till år i hur mycket färskvattentillförseln är påverkad.



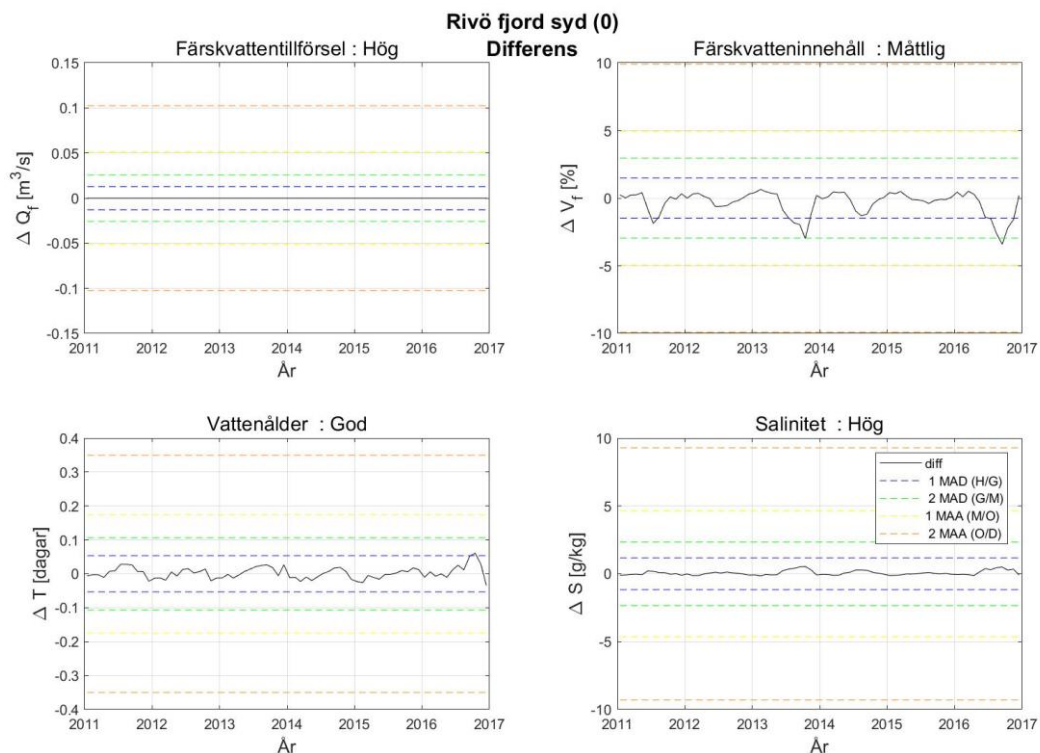
Figur 12 Rivö fjords delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



Figur 13 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Rivö fjord. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.



Figur 14 Rivö fjord syds delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.

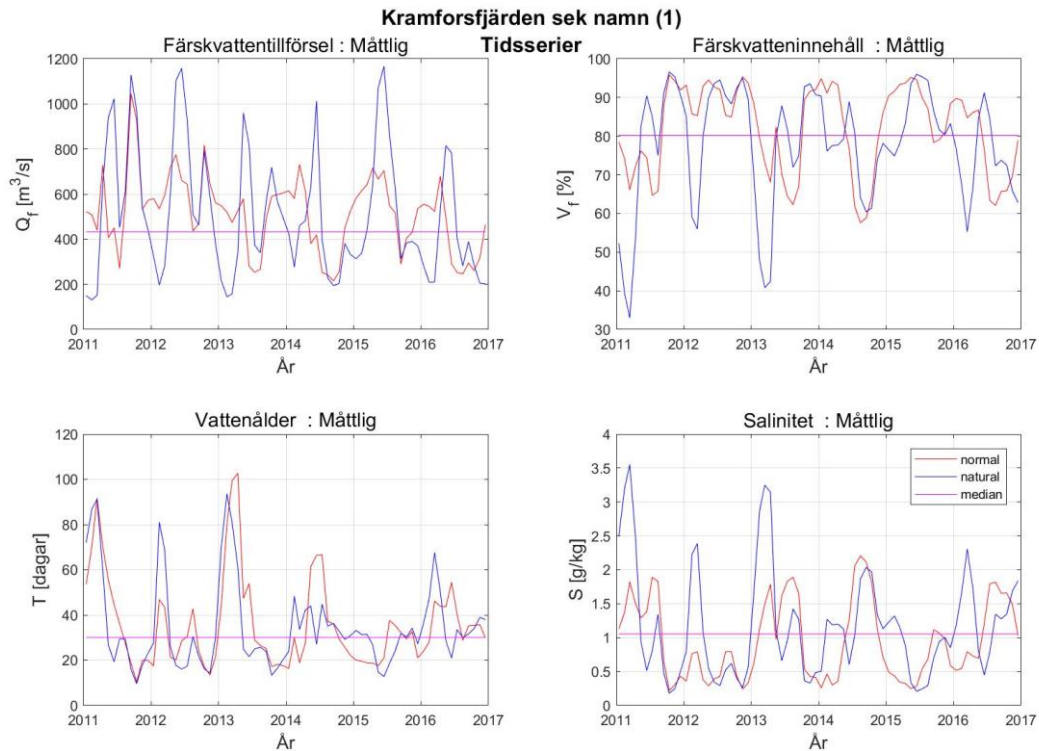


Figur 15 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Rivö fjord syd. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.

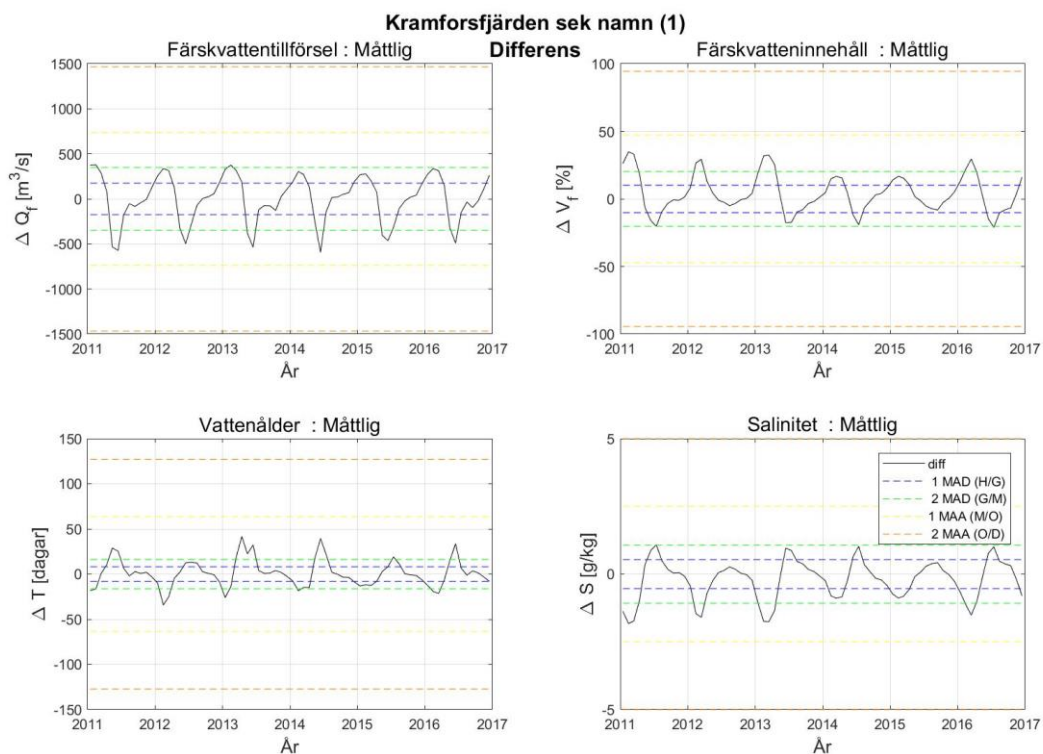
6.2.4 Området vid Ångermansälvens mynning

I Kramforsfjärden och Ramöfjärden verkar regleringen på land lett till en måttlig status för alla modellparametrar. Detta är inte förvånande då färskvattentillförseln från land till

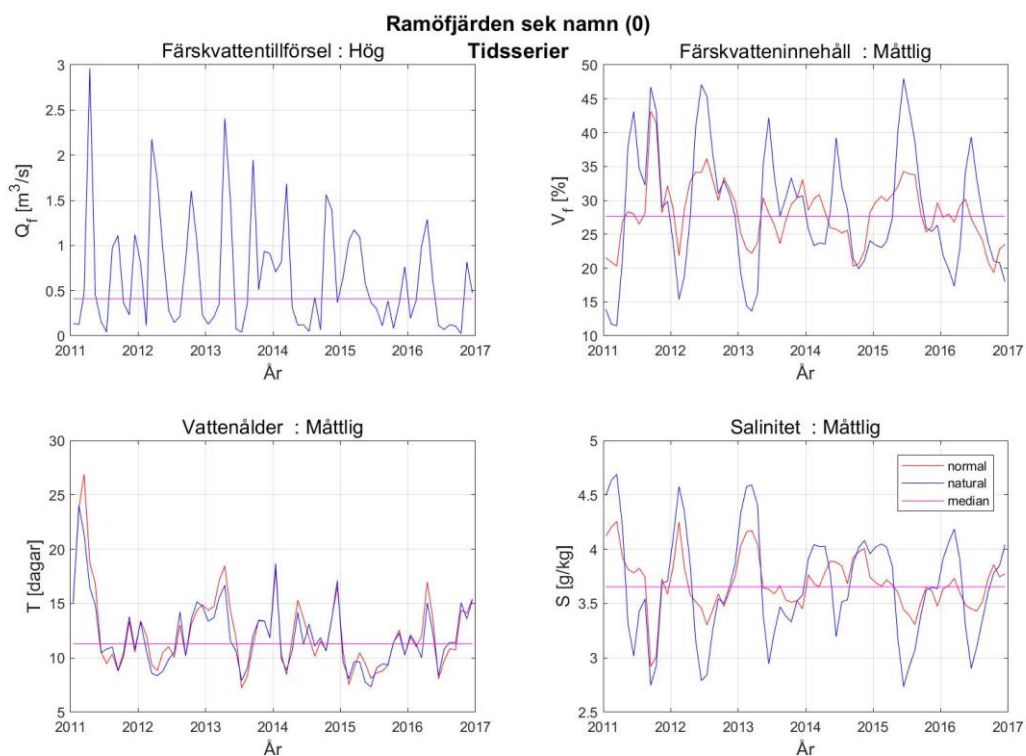
Kramforsfjärden är ca $513 \text{ m}^3/\text{s}$ och detta flöde kan bara ta vägen in till Ramöfjärden. Ramöfjärdens utbyte med Storfjärden är i sin tur nästan 10 gånger större ($465 \text{ m}^3/\text{s}$) än utbytet med Hemsösundet ($51,6 \text{ m}^3/\text{s}$). Storfjärden har fått samma klassningar som Ramöfjärden, men vattenålder och salinitet gränsar till god status. vattenålder och salinitet i Hemsösundet har fått god status medan färskvatteninnehålletstatus är måttlig men gränsar till god. Fastän färskvattentillförseln, vattenåldern och saliniteten i Norafjärden enligt kriterierna fått måttlig, god respektive måttlig status ser man att statusen snarare är nära god, hög respektive god status.



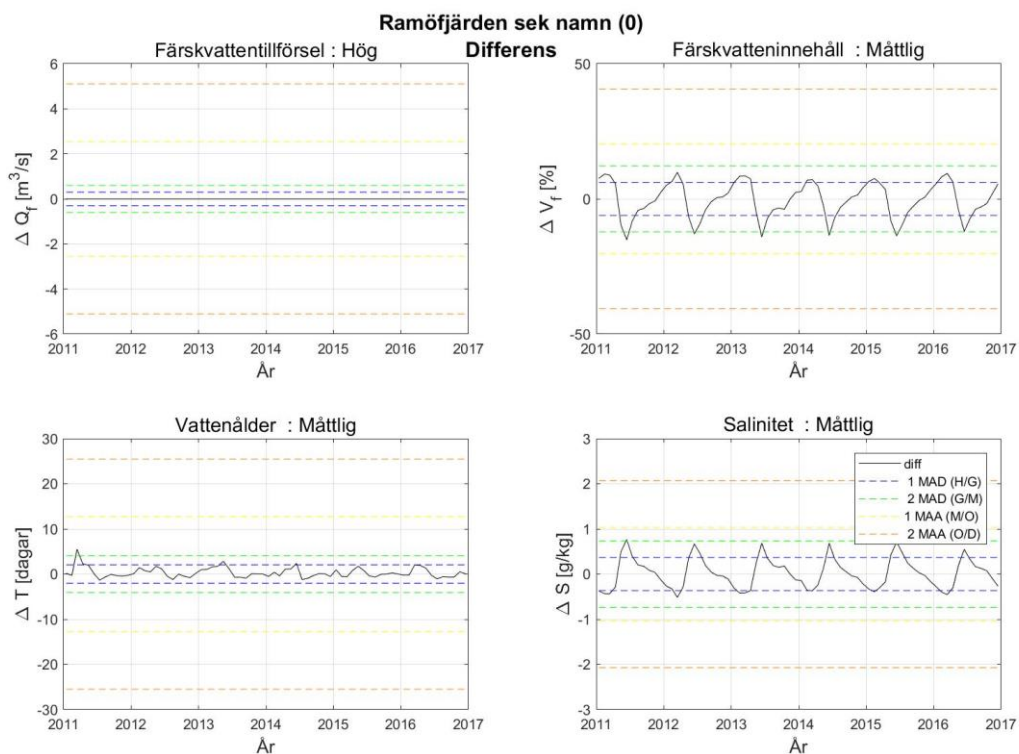
Figur 16 Kramforsfjärdens delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



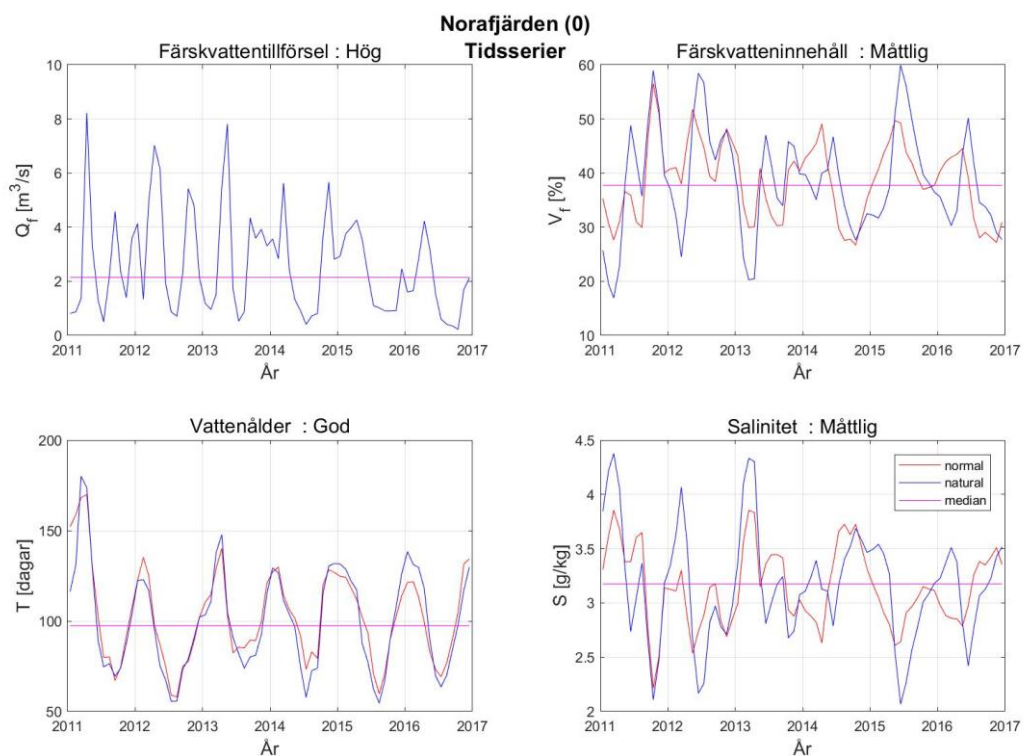
Figur 17 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Kramforsfjärden. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.



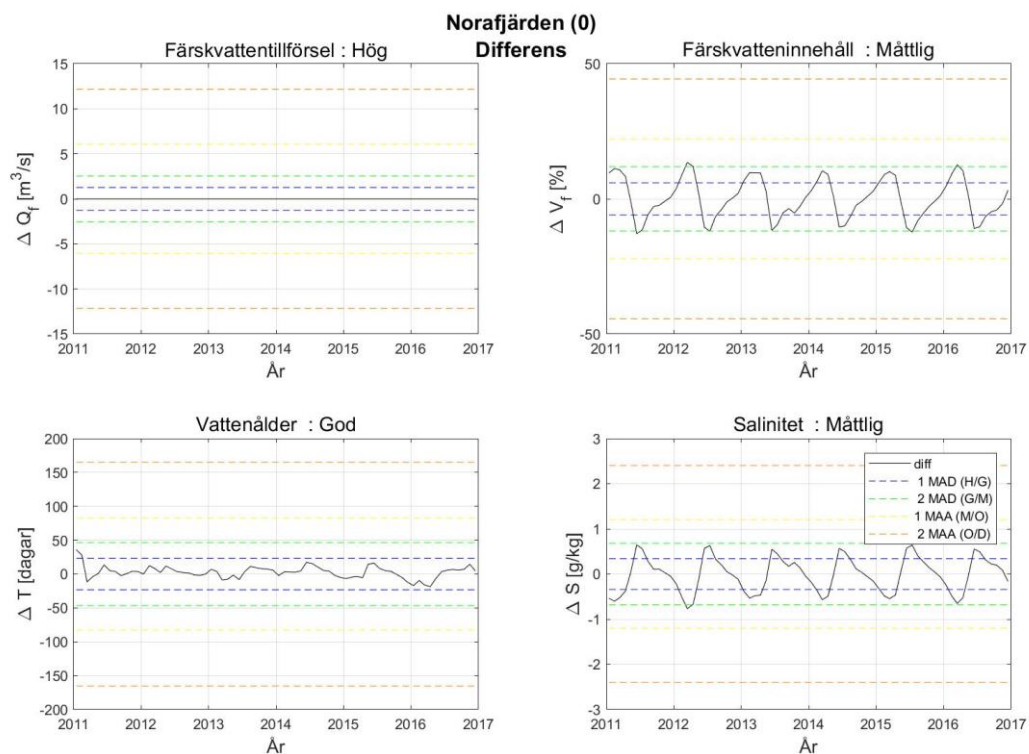
Figur 18 Ramöfjärdens delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



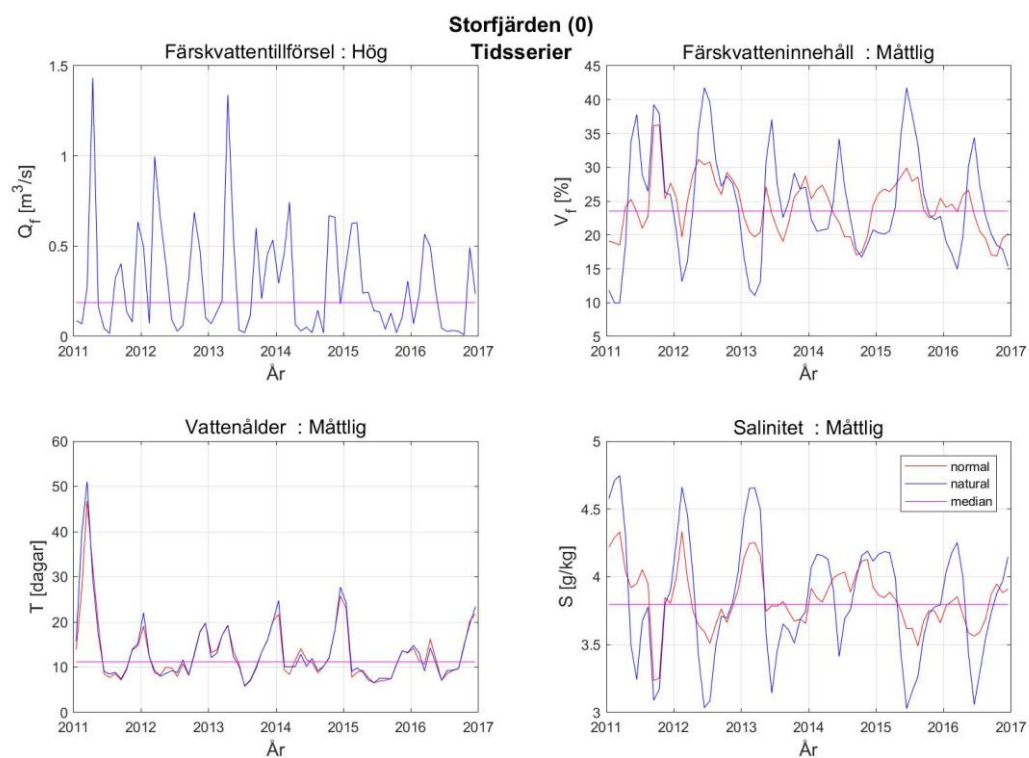
Figur 19 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Ramöfjärden. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.



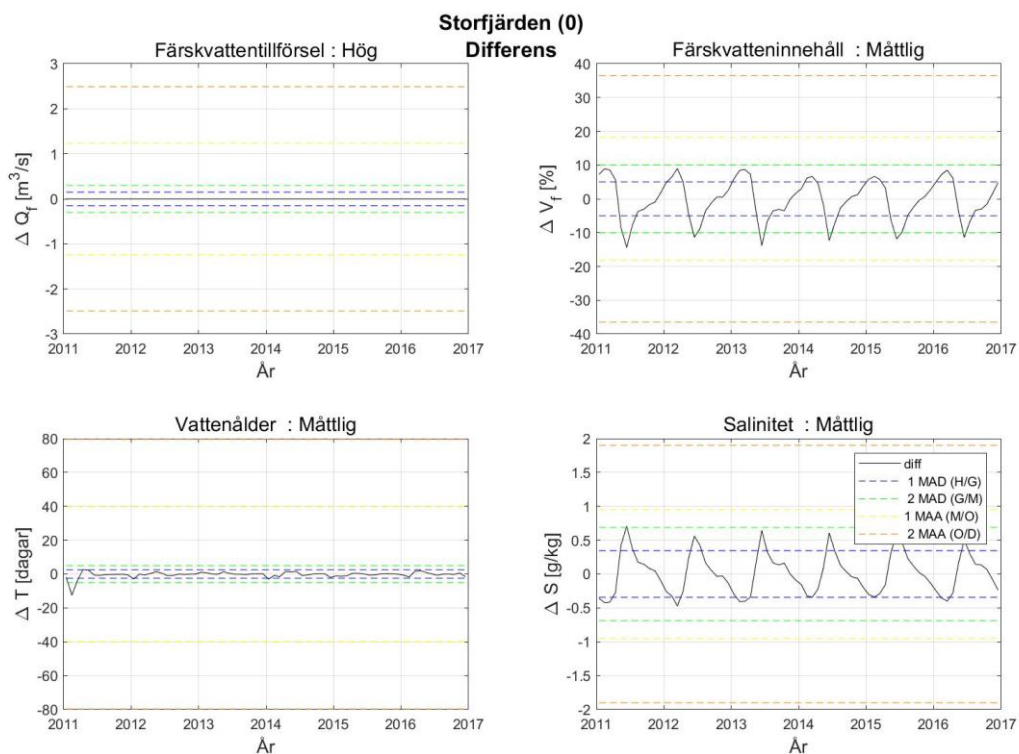
Figur 20 Norafjärdens delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



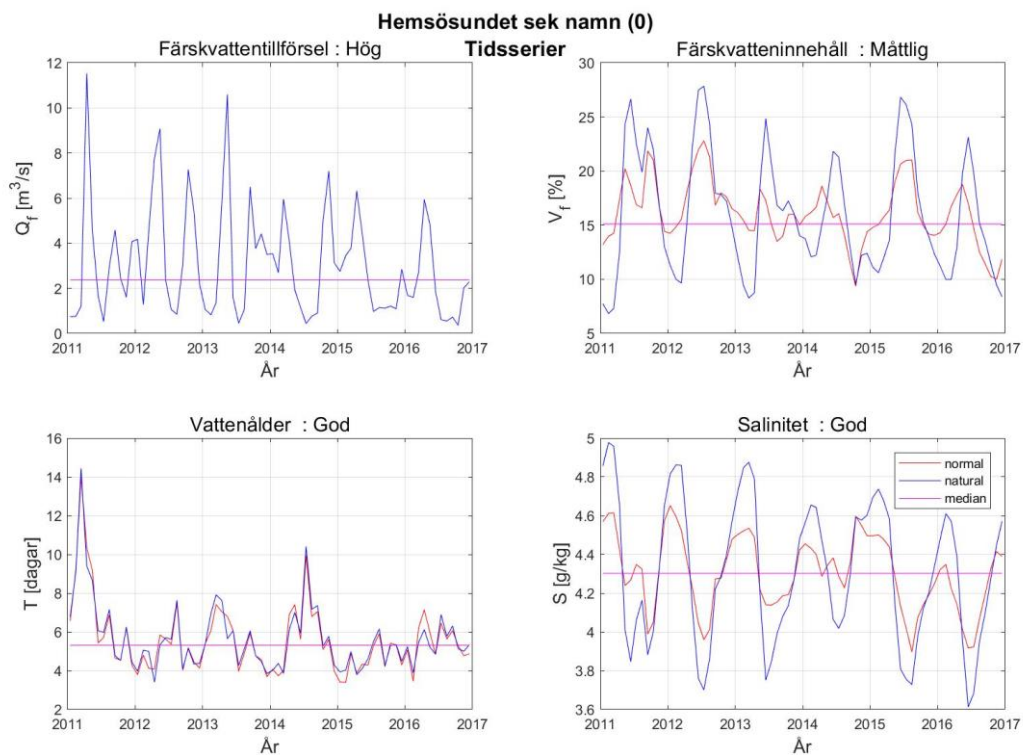
Figur 21 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Norafjärden. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.



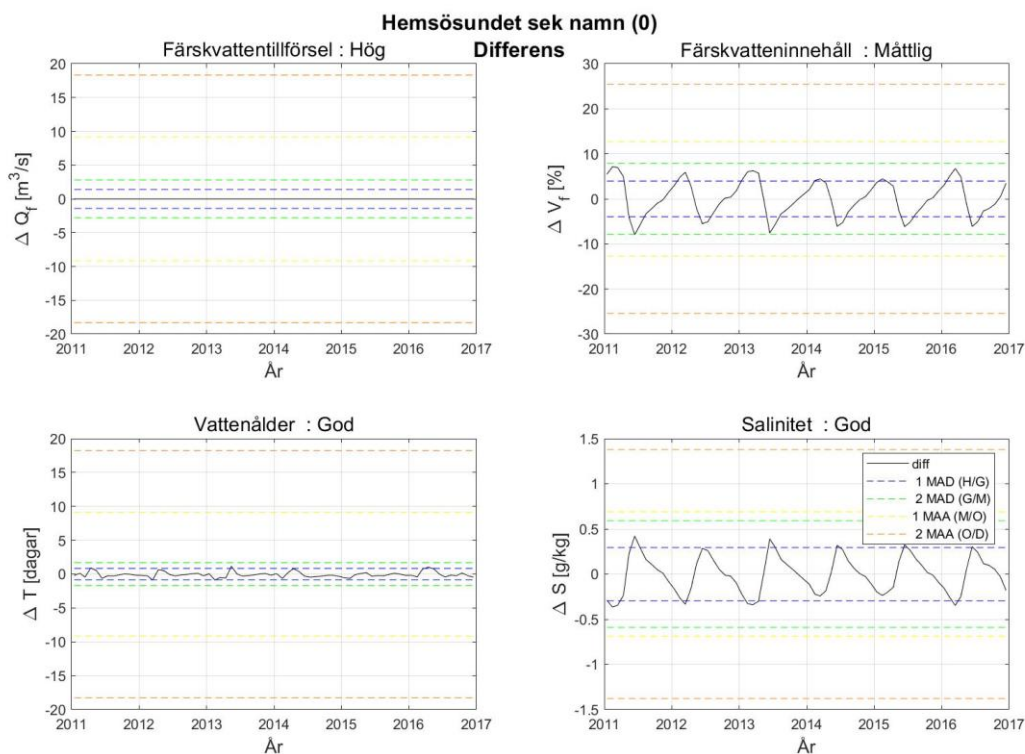
Figur 22 Storfjärdens delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



Figur 23 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Storfjärden. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.



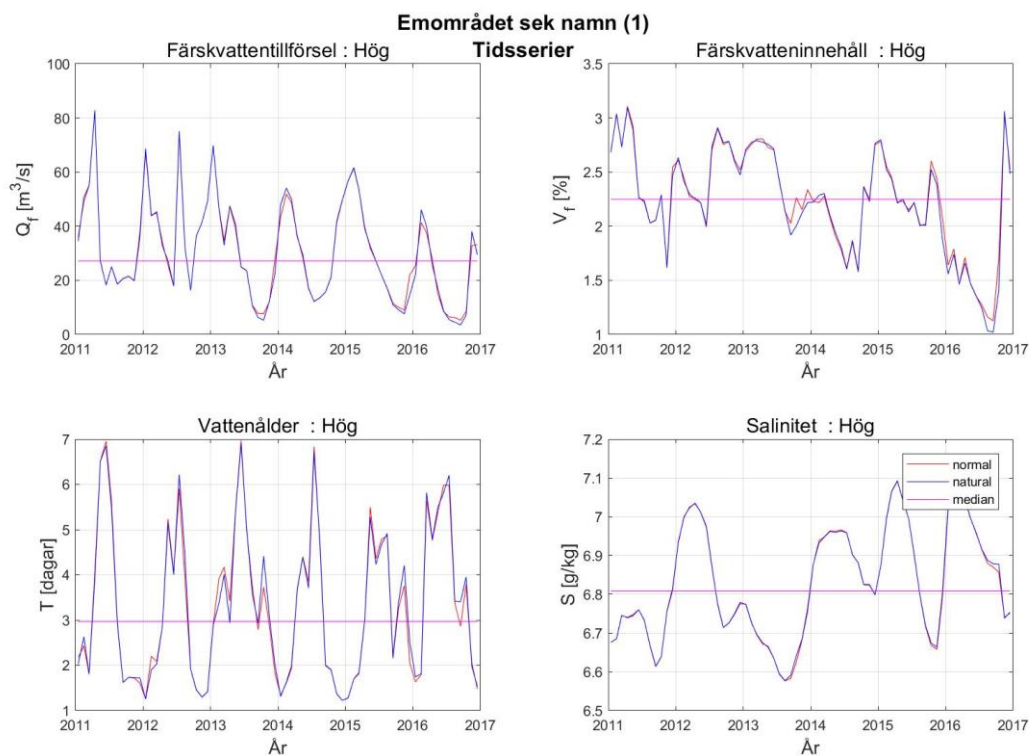
Figur 24 Hemsösundets delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



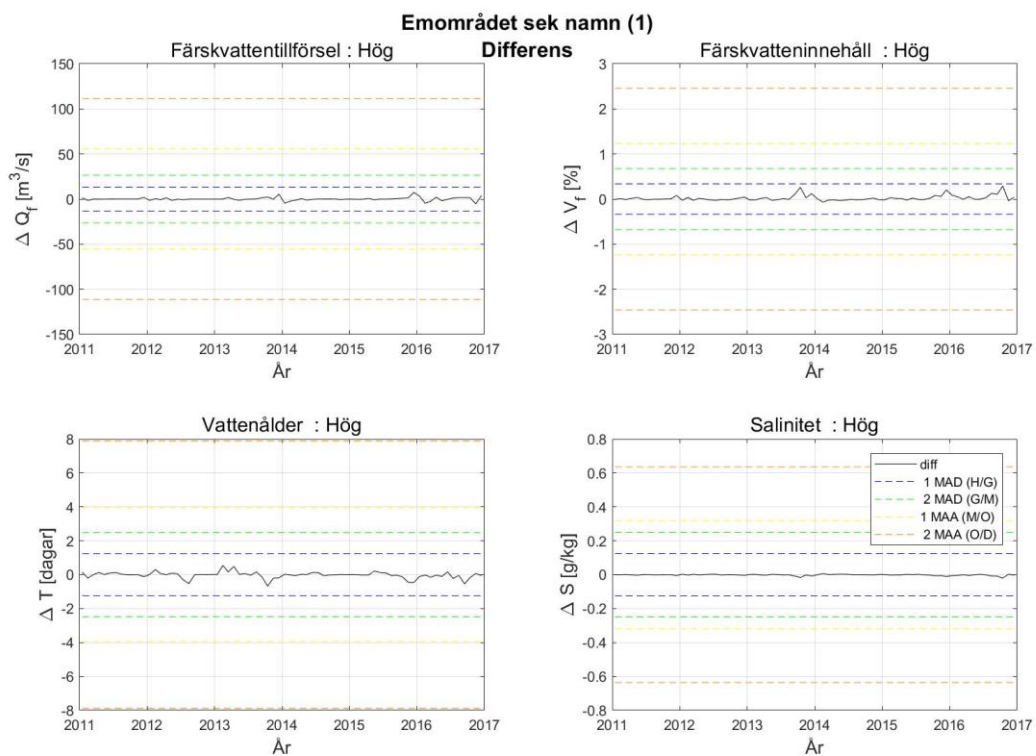
Figur 25 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Hemsösundet. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.

6.2.5 Emåns mynning

I detta område är det tydligt att regleringens påverkan på delparametrarna är liten. Alla delparametrar har fått Hö status.



Figur 26 Emområdets delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



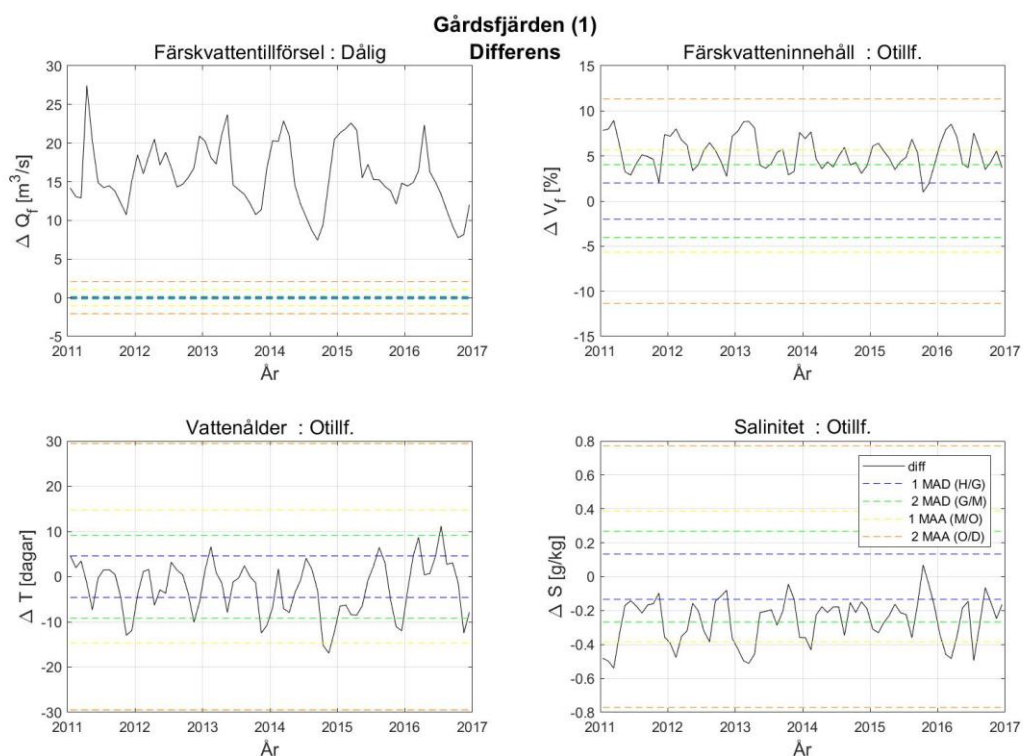
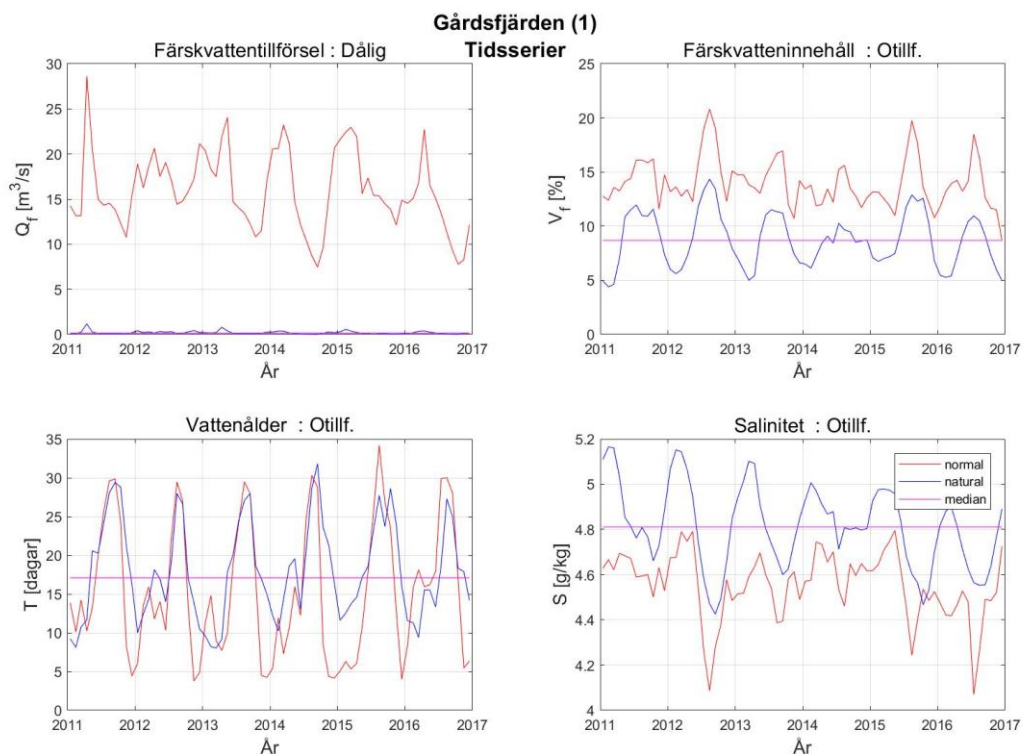
Figur 27 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Emområdet. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.

6.2.6 Gårdsfjärden

Iggesundsån som mynnar i Gårdsfjärden är mycket påverkad av det reglerade tillståndet. I det reglerade tillståndet ter sig i princip hela flödet som mynnar från Storsjön att gå igenom Iggesundsån. Vid ett oreglerat tillstånd ter sig dock flödet omdirigeras helt till att gå genom Delångersån, norr om Gårdsfjärden, och hamna i kustvattenförekomsten Agöfjärden sek namn. Till skillnad från andra fall med påverkan från reglering jämnas inte påverkan i detta fall ut över tid. I detta fall är delparametrarna mer eller mindre konstant förhöjda eller sänkta. Eftersom skillnaden blir så stor får färskvattentillförseln dålig status, medan effekten verkar dämpas en klass i resterande parametrar. Agöfjärden har fått en otillfredsställande status på färskvattentillförseln, och en god eller hög status på resterande parametrar. Antagligen tack vare sin starka koppling till utsjön.

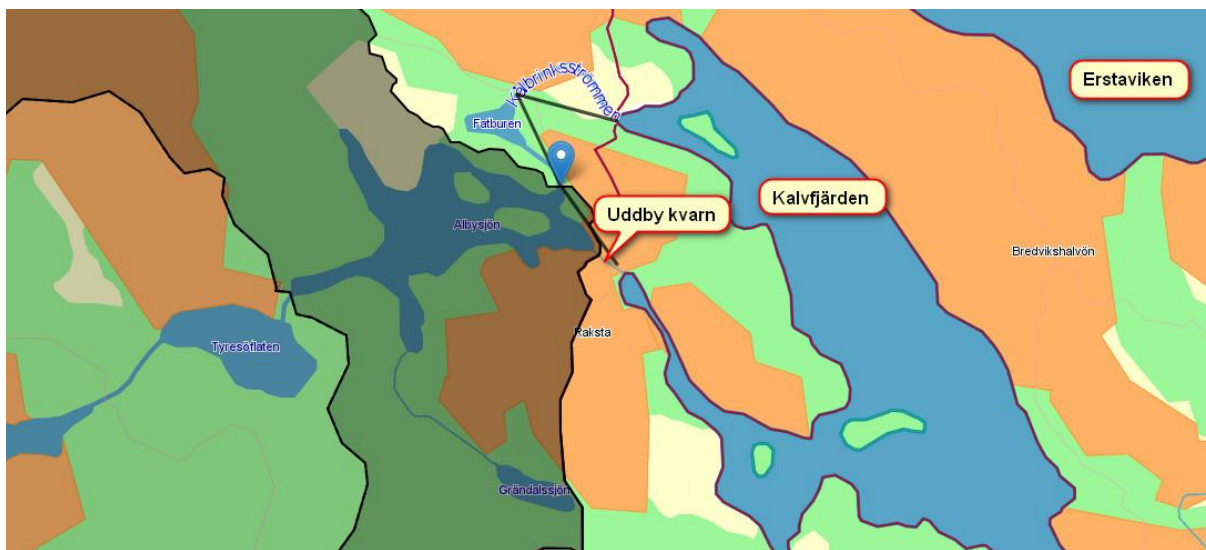


Figur 28 Bifurkation av flödet från Storsjön som mynnar i kustvattenförekomsterna Gårdsfjärden och Agöfjärden sek namn. Bilden är hämtad från vattenwebb.smhi.se/regulations/.

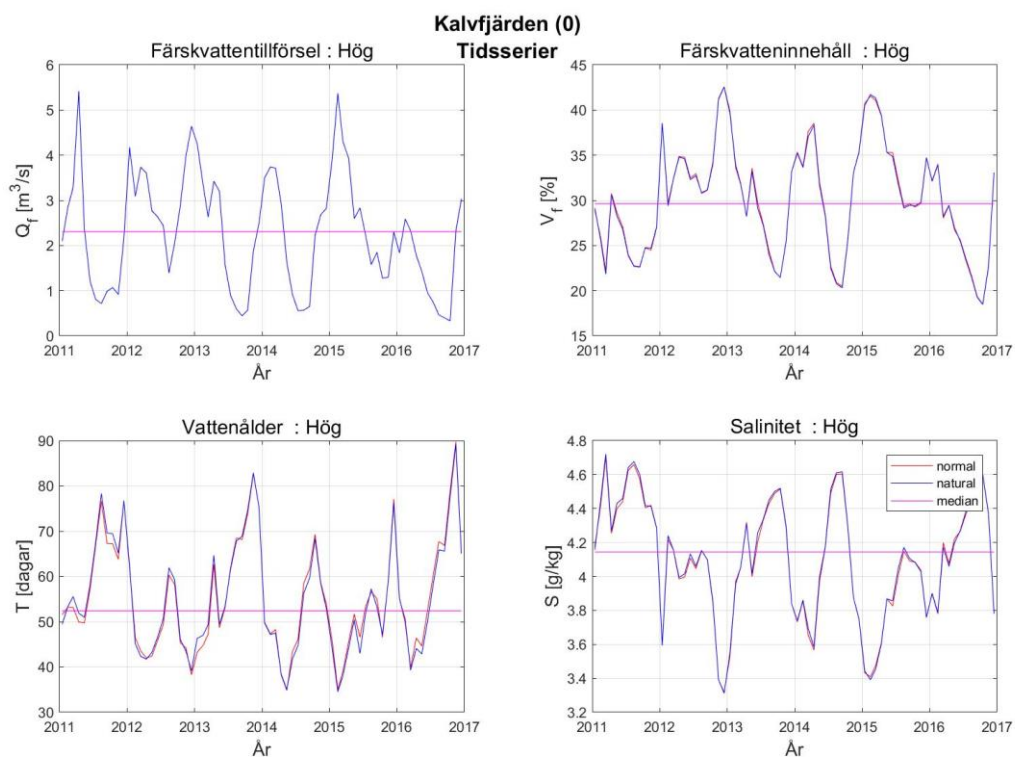


6.2.7 Kalvfjärden

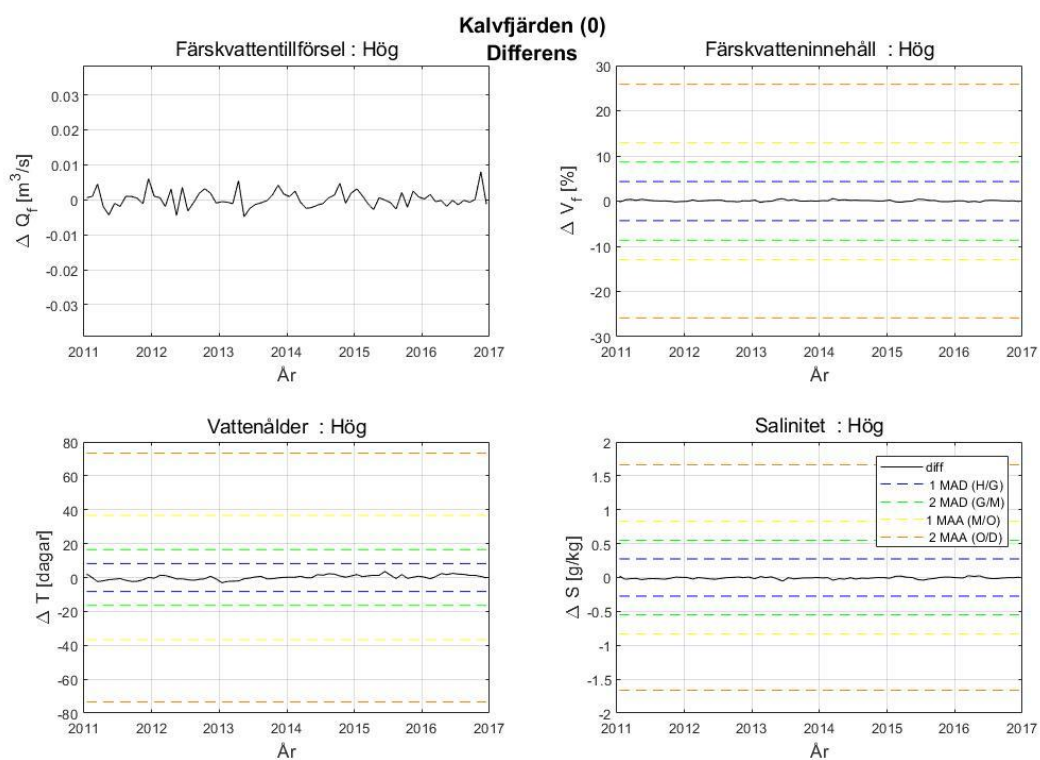
Kalvfjärden är ytterligare ett intressant exempel och uppmärksammades i *Metodbeskrivning Kust-HYMO tabellframställning*. Eftersom området uppströms har 0 som regleringsvolym anses den enligt vår lista vara oreglerad, men flödet är ändå påverkat. I ett naturligt tillstånd går hela flödet från Albysjön genom den norra förgreningen Kålbrinksströmmen. I det reglerade tillståndet hamnar flödet från Albysjön i det lilla kraftverket Uddby kvarn. Detta är ett mycket litet kraftverk som enligt S-HYPE inte har någon regleringsvolym, men dess närvaro leder i det reglerade tillståndet om vattnet. Tack vare denna omkoppling i det hydrologiska nätverket får Kalvfjärden ett aningens förändrat avrinningsområde. Dessutom kan man inte utesluta att omledningen förändrar vattnets uppehållstid på land och därmed påverkar saker som avdunstning. Därmed får Kalvfjärden en lite förändrad färskvattentillförsel. Skillnaden är dock så liten att alla delparametrar får hög status.



Figur 31 Karta över de förgreningar som leder Albysjöns vatten till Kalvfjärden.



Figur 32 Kalvfjärdens delparametrar med månadsmedelvärden för den normala (röd kurva) och den naturliga (blå kurva) modelluppsättningen visas tillsammans med medianen (rosa linje) för den naturliga tidsserien.



Figur 33 Svart kurva visar differensen (ekvation 3) mellan den normala och den naturliga tidsserien för delparametrarna i Kalvfjärden. Klassgränserna H/G (blå), G/M (grön), M/O (gul) och O/D (orange) är specifika för kustvattenförekomsten.

7 Diskussion

Den beskrivna metoden är framtagen för att visa hur differensen mellan det naturliga och normala tillståndet i 4 delparametrar förhåller sig till de bakgrundsvariationer som finns i den naturliga uppsättningen av delparametrarna. Som alla statistiska metoder har den några karaktäristiska drag vilka diskuteras nedan.

Med denna metod urskiljer vi endast absolutbeloppet av förändringen men inte hastigheten av de förändringar som uppkommer. Detta kan vara en nackdel om man förutsätter att livets fitness påverkas av en snabb såväl som stor förändring.

Metoden är stringent i att endast ett månadsmedelvärde behöver gå över en klassgräns för att delparametern ska få den klassningen. Man skulle kunna diskutera om fler månadsmedelvärden skulle behöva gå över gränsen för att klassningen skulle sänkas.

Denna metod tar inte hänsyn till när på året en förändring uppkommer. Om klassningen ska ta hänsyn till biologiska förhållanden kan man tänka sig att en förändring som uppkommer under en biologiskt sårbar period bör bedömas vara värre än en lika stor förändring som sker under en biologiskt stabil period.

Regleringen av Sveriges vattendrag påbörjades för ett antal decennier sedan. Man kan ställa sig frågan om det förhållande som rådde innan man började reglera ett vattendrag nu kan anses vara naturligt, eller om livet kan antas ha hunnit anpassa sig till de nu rådande förhållandena. Självklart är det resonemanget ställt mot tiden som gått sen regleringen infördes och mot storleken av förändringen.

En annan aspekt på att bestämma klassgränser för hydromorfologiska parametrar i kustzonen skulle kunna vara att söka parametrar rörande hydrologisk regim på land. I den övergripande kvalitetsfaktorn 9 *Hydrografiska villkor i kustvatten och vatten i övergångszon* som innefattar statusparametern 9.5 beskrivs nämligen att kvalitetsfaktorn ska motsvara hydrologisk regim i sjöar och vattendrag. I kvalitetsfaktorn 3 *Hydrologisk regim i vattendrag* nämns parametrarna specifik flödeseffekt, volymsavvikelse, flödets förändringstakt och vattenståndets förändringstakt. I kvalitetsfaktorn 6 *Hydrologisk regim i sjöar* behandlar parametrarna vattenståndets variationer. Bland dessa parametrar skulle man kunna hitta sätt att använda Kustzonsmodellens parametrar för beräkningar som har en annan koppling till föreskriftens sätt att beräkna status.

8 Referenser

1. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19. Konsoliderad elektronisk utgåva. Uppdaterad 2017-01-01)
2. Regleringspåverkan i sjöar och vattendrag
<https://www.smhi.se/klimatdata/hydrologi/vattenwebb/om-data-i-vattenwebb/regleringspaverkan-i-sjoar-och-vattendrag-1.32819>
3. Analysverktyg för regleringar
<https://vattenwebb.smhi.se/regulations/>
4. Reimann C, Filzmoser P, Garrett Robert G. Background and threshold: critical comparison of methods of determination. Science of the Total Environment 2005; 346: 1-16
5. Analysera övergödning kustvatten
<http://vattenwebb.smhi.se/kustzonanalys/>