

Til
Energinet.dk
Naturstyrelsen Vestjylland

Dokumenttype
Rapport

Dato
Juni, 2014

LL. TORUP GASLAGER VEDLIGEHOLDELSEPROJEKT OVERVÅGNING I LOVNS BREDNING OG HJARBÆK FJORD IFM PILOTPROJEKT



**LL TORUP GASLAGER
VEDLIGEHOLDELSEPROJEKT
OVERVÅGNING I LOVNS BREDNING OG HJARBÆK
FJORD IFM PILOTPROJEKT**

Revision **2**
Dato **2014-06-12**
Udarbejdet af **DMM, CK, HSN**
Kontrolleret af **MASF, KES, CK, JCXS**
Godkendt af **DMM**
Beskrivelse **Sammenfatning og vurdering af data fra Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord, indsamlet ifm. overvågningsprogram for LI. Torup gaslager pilotprojekt.**

Ref. 120772002/500010

INDHOLD

0.	Resume	2
0.1	Klimatiske forhold	2
0.2	Fysisk/kemiske forhold	2
0.3	Metaller og glykoler	4
0.4	Pelagiske æg og larver	5
0.5	Fisk	6
0.6	Planforhold	7
1.	Indledning	9
1.1	Baggrund	9
1.2	Teknisk princip for udskylning	9
1.3	Udført pilotprojekt	10
1.4	Miljøundersøgelser og basisovervågning 2009 - 2010	11
1.5	Miljøovervågning under pilotprojektet 2011 - 2013	11
1.6	Denne rapport	12
2.	Metode	13
2.1	Fysisk/kemiske forhold	14
2.2	Metaller og glykoler	15
2.3	Pelagiske larver og æg	17
2.4	Fisk	18
3.	Status for opfyldelse af vilkår i VVM-tilladelse	24
4.	Resultater fra pilotprojektovervågning	27
4.1	Prøvetagningsdatoer	27
4.2	Klimatiske forhold	33
4.3	Fysisk/kemiske forhold	38
4.4	Metaller og glykoler	54
4.5	Pelagiske larver og æg	59
4.6	Fisk	70
5.	Vurdering af data fra pilotprojekt	80
5.1	Klimatiske forhold	80
5.2	Fysisk/kemiske forhold	80
5.3	Metaller og glykoler	96
5.4	Pelagiske æg og larver	118
5.5	Fisk	123
5.6	Planforhold	134
6.	Konklusion	139
6.1	Fysisk/kemiske parametre	139
6.2	Metaller og glykoler	139
6.3	Pelagiske larver og æg	140
6.4	Fisk	140
6.5	Planforhold	140
7.	Referencer	141

ORDLISTE

BAC	Background assessment concentration (OSPAR)
Bentiske	Knyttet til bunden
DCE	Danish Centre for Environment and Energy (tidligere DMU, Danmarks Miljøundersøgelser)
Detektionsgrænse	Den laveste koncentration der kan detekteres i en prøve
DMI	Danmarks Meteorologiske Institut
EC	EU kommissionens fødevaregrænse
ERL	Effect low-range (fra OSPAR og USA miljømyndighed)
Estuarie	Brakvandsområde
Haloklin	Lagdeling af vandmasser, skabt af salinitetsforskel
HF	Hjarbæk Fjord
Holoplankton	Organismer der lever hele deres livscyklus som plankton
Ichtyoplankton	Planktoniske tidlige stadier af fisk (æg og larver)
Kaverne	Underjordisk hulrum
LB	Lovns Bredning
Meroplankton	Planktoniske tidlige stadier af bundfauna (fx larver)
Natura 2000	Natura 2000-områderne er udpeget for at beskytte en række truede, sårbare eller karakteristiske dyr, fugle, planter og naturtyper.
NOVANA	Det Nationale program for Overvågning af Vandmiljø og Natur
OSPAR	Oslo- og Pariskonventionen, aftale om beskyttelse af Nordøstatlanten (inkl. Nordsøen og Kattegat) mod forurening
Pelagiske	Knyttet til vandsøjlen
PP	Pilotprojekt
SFT	Statens Forurensningstilsyn (norsk miljømyndighed)
SMHI	Sveriges Meteorologiske og Hydrologiske institut
SOK	Søværnets operative kommando
Standardafvigelse	et mål for en variabels variation omkring sin middelværdi
Termoklin	Lagdeling af vandmasser, skabt af temperaturforskel
Veliger	Larvestadie af snegle og muslinger
VVM	Vurdering af Virkning på Miljøet

0. RESUME

I forbindelse med vedligeholdelse af Ll. Torup gaslager er der foretaget et pilotprojekt, hvor én kaverne genudskylles én gang under hyppig overvågning af Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Kravene til overvågning fremgår af VVM-tilladelsen.

Vandindtag fra Hjarbæk Fjord (op til 120 m³/t under fyldning af kaverne) blev igangsat den 20. december 2011. Udledning af fortyndet saltvand til Lovns Bredning (op til 2000 m³/t, heraf er ~1800 m³/t fortyndingsvand fra Hjarbæk Fjord) startede den 3. september 2012, og blev afsluttet i september 2013.

Pilotprojektovervågningen i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord varetages af Rambøll, og inkluderer:

- Fysisk/kemiske parametre
- Metaller og glykoler
- Pelagiske larver og æg, samt yngel
- Fisk

Denne rapport præsenterer data fra Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord fra november 2011 til september 2013, og disse vurderes i forhold til basisovervågningen (2009 - 2010) og krav til områderne i gældende relevante planer og bekendtgørelser iht. VVM-tilladelsens vilkår 15.

0.1 Klimatiske forhold

Baseret på klimatiske data fra perioden 2009 – 2013 varierede antallet af solskinstimer, gennemsnitlig vindhastighed og lufttemperatur lidt, men fulgte samme overordnede mønster. I modsætning hertil varierede de gennemsnitlige nedbørsforhold betragteligt i de fem år.

Vintrene 2009/10 og 2010/11 var begge karakteriseret ved langvarigt isdække, mens vinteren 2011/12 blev karakteriseret som en mild isvinter. Vinteren 2012/2013 er ikke karakteriseret som isvinter, men der var periodevis isdække i Hjarbæk Fjord. Isdække har stor betydning for de marine forhold, da isdække begrænser udvekslingen mellem luft (atmosfære) og vand, fx ift. lysindstråling og ilt.

0.2 Fysisk/kemiske forhold

Der er udført målinger af salinitet, temperatur, iltindhold, fluorescens og turbiditet på 13 stationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Overvågningen er udført ca. hver 14 dag i perioden 17/11 2011 til 15/9 2013.

0.2.1 Salinitet, lagdeling og iltindhold

Et af formålene med overvågningen er at eftervise konklusionerne i VVM-redegørelsen. Der blev ifm. VVM-redegørelsen gennemført modellering af lagdelingen og der blev foretaget vurderinger af de forventelige iltforhold. Det blev for pilotprojektet vurderet:

- Bundsaliniteten øges med 0,1-0,4 psu i umiddelbar nærhed af udledningen dvs. P7 og P8.
- Overfladesaliniteten øges med 0,2-0,4 psu i nærområdet P6, P7, P8, mens overfladesaliniteten på P1 øges med 0,1-0,2 psu.
- Hyppigheden af situationer med lagdeling vil ikke blive påvirket.
- Ændringer i styrken af saltspringlag (haloklin) er så små, at der ikke vurderes at være ændret risiko for iltvind.

Der er ikke observeret højere værdier for bundsaliniteten under udledning end under indtag og basisovervågningen. Det er derfor ikke muligt at påvise en reel ændring i den målte bundsalinitet.

Det har ikke været muligt at påvise en ændring i den målte overfladesalinitet under udledningen på stationerne P1, P6, P7 eller P8. Der er dog observeret højere overfladesalinitet under indtag, hvilket hypotetisk kunne skyldes, at indtaget finder sted i overfladen. Det kan derfor sidestilles med en reduceret ferskvandsafstrømning.

Overfladesaliniteten nærmest dæmningen er i høj grad bestemt af udstrømningen af ferskvand fra Hjarbæk fjord. Udstrømningen er et resultat af tilført overfladevand fra det 1178 km² store opland, der dækker bl.a. vandløbene Simmested Å, Skals Å, Fiskbæk Å og Jordbro Å. Tidligere målinger viser, at disse fire vandløb alene bidrager med gennemsnitlig 11000 l/s (ved ~9,3 l/km²/s). Sammenholdes dette med vandindtaget (på 56 l/s (~200 m³/t) under fyldning af kaverne og 500 l/s (~1800 m³/t) under tømning af en kaverne) ses det, at indtaget kun udgør en forsvindende lille del af den samlede afstrømning.

Det konkluderes derfor, at der ikke på baggrund af målingerne kan påvises nogen ændring i salinitetsniveauet, hverken i bundvandet eller i overfladevandet.

Der er foretaget en vurdering af lagdelingens styrke og hyppighed. Dette er gennemført på en måde der er analog til VVM-redegørelsens præsentation af modelresultater. Differencen mellem saliniteten ved overfladen og ved bunden er bestemt for hver måling. Denne akkumulerede frekvens er beregnet for hver målestation. Resultaterne viser, at styrken af lagdeling er tilnærmelsesvis uændret på stationerne P1, P6 og P8, mens der ses en svækket lagdeling på P7 under pilotprojektets periode med indtag af vand fra Hjarbæk Fjord. Med baggrund i ovenstående beskrivelse af afstrømningens indflydelse på saliniteten umiddelbart nord for dæmningen ved Hjarbæk vurderes det, at denne forbedring af lagdelingsforholdene er uden forbindelse med pilotprojektet.

Målingerne af iltindholdet i bundvandet er analyseret. Generelt synes der ikke at være en øget hyppighed af iltsvind eller moderat iltsvind under pilotprojektet sammenlignet med basisovervågningen. Der er målt lavere iltindhold i vintermånederne under basisovervågningen end under pilotprojektet. Der er således ikke under den halvandetårs basisovervågning målt iltkoncentrationer over 8 mg/l, mens der begge vintre under pilotprojektet er målt iltkoncentrationer på 8 - 12 mg/l i længere perioder. Den øgede iltkoncentration tilskrives ikke pilotprojektet, men år-til-år variation primært relateret til forhold som vind, og temperatur etc.

Det har således ikke været muligt at påvise en øget hyppighed af lagdeling eller øget iltsvind under pilotprojektet.

0.2.2 Turbiditet

Overvågningsresultaterne for turbiditet udviser både en sæsonvariation og en år-til-år variation. Der ses en tydelig naturlige variation indenfor basisovervågningen. På baggrund af overvågningsresultaterne vurderes der ikke at være nogen tydelig påvirkning på den overordnede tidlige udvikling i turbiditet på station P7, som er den nærmeste station ved udledningen.

0.2.3 Fluorescens

Overvågningsresultaterne for fluorescens udviser også både en sæsonvariation og en år-til-år variation. Fluorescensen angiver indholdet af planteplankton, og der er generelt højere indhold af planteplankton i overfladevandet end i bundvandet.

Der kan ikke identificeres nogen påvirkning af fluorescens i overfladevandet under pilotprojektet. Der er dog under pilotprojektets udledning observeret enkelte forhøjede værdier af indholdet af planteplankton i bundvandet. Ved disse hændelser er fluorescensen højere i bundvandet end i overfladevandet. Det antages, at de forhøjede værdier skyldes indhold af planteplankton i overfladevandet i Hjarbæk Fjord, der er anvendt til fortynding.

Kavernevand blandes med overfladevand fra Hjarbæk Fjord inden udledning. Denne blanding af Hjarbæk Fjord vand med planteplankton og kavernevand med salt medfører en forøget densitet og kan efter udledning findes i bundvandet, hvilket lejlighedsvist kan medføre forøgede værdier af fluorescens ved P7 (bund). Det er dog også åbenlyst at de forhøjede observationer af planteplankton ikke kan stamme fra kaverne, da der ikke er lys, og dermed ikke energi til produktion af planteplankton i kavernevandet.

Der vurderes således ikke at være nogen direkte påvirkning af den overordnede udvikling i fluorescens på station P7 i Lovns Bredning. Der er dog en indirekte virkning hidrørende fra overfladevand fra Hjarbæk Fjord, der anvendes til fortynding.

0.3 Metaller og glykoler

0.3.1 Vandfase

Der blev taget vandprøver inden udledningen blev igangsat, og foretaget analyse for glykoler og metaller. Resultaterne betragtes som baggrundsmålinger.

Glykoler blev på intet tidspunkt detekteret, og de vurderes ikke yderligere.

Af en række metaller blev antimon, sølv, tallium, tin og vanadium på intet tidspunkt detekteret i prøverne. Arsen, barium, bly, bor, cadmium, chrom, jern, kobber, kviksølv, mangan, molybdæn, nikkel, selen, strontium, uran og zink blev alle målt i en eller flere prøver.

Der er i EU og dansk lovgivning defineret miljøkvalitetskrav for fire metaller (cadmium, kviksølv, nikkel, bly), udtrykt som to kravtyper:

- AA-EQS er et generelt miljøkvalitetskrav, hvor miljøkvalitetskravet er udtrykt som årsgennemsnit.
 - Fra pilotprojektet haves kun enkeltmålinger, og et årsgennemsnit kan dermed ikke udregnes. Det bemærkes dog, at der ikke var en overskridelse af det generelle miljøkvalitetskrav under pilotprojektet.
- MAC-EQS, dvs. den højeste tilladte koncentration i en enkeltmåling
 - Det ses i at ingen af de fire prioriterede stoffer er målt i koncentrationer der overskrider EU's eller Danmarks korttidsmiljøkvalitetskrav.

0.3.2 Sediment

Der blev taget prøver af metaller i sediment før, under og efter udledning. For alle tre prøvetagninger er der foretaget analyse for metaller, mens glykoler blev analyseret i to sæt prøver: før og under udledning.

Der blev på intet tidspunkt detekteret glykoler, og de vurderes ikke yderligere.

Målinger af metalindhold sammenholdes med miljøkvalitetskrav, nedre aktionsniveau samt internationale kriterier.

Ift. det generelle miljøkvalitetskrav for sølv, som skal være opfyldt i det berørte vandområde til beskyttelse mod kronisk effekt, var der på intet tidspunkt i pilotprojektet en overskridelse af dette.

Det nedre aktionsniveau angiver en koncentration, der anses som "et gennemsnitligt baggrundsniveau eller ubetydelige koncentrationer hvor der ikke forventes effekter på marine organismer" /20/.

- Koncentrationerne af arsen, bly og zink overskred på intet tidspunkt det nedre aktionsniveau, og koncentrationer anses derfor som baggrundsniveau.
- For cadmium, chrom, kobber, kviksølv og nikkel blev der registreret enkelte overskridelser af det nedre aktionsniveau under pilotprojektet. Baseret på disse stoffer kan målinger fra Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord ikke karakteriseres som baggrundsniveau.

Der blev desuden foretaget en vurdering af indholdet af metaller ift. internationale kriterier:

- Iht. OSPAR kriterier er det nødvendigt at korrigere data ift. sedimentets indhold af aluminium (5 % Al). En sådan korrektion var ikke mulig for data fra pilotprojektet overvågningen, da der ikke blev målt aluminiumindhold i sedimentet.
- Iht. SFT kriterier, kan Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord, baseret på normaliserede koncentrationer af metaller i sediment, karakteriseres som værende i baggrundstilstand.

0.3.3 Muslinger

Koncentrationen af metaller i muslinger blev målt før, under og efter udledningen.

Målinger af metalindhold sammenholdes med miljøkvalitetskrav, EU's fødevaregrænse samt internationale kriterier.

Dansk lovgivning fastsætter et generelt miljøkvalitetskrav for indholdet af metallet kviksølv i muslinger, som skal være opfyldt i det berørte vandområde til beskyttelse mod kronisk effekt. Ved pilotprojektets start og afslutning blev der konstateret overholdelse af miljøkvalitetskrav for muslinger. Prøverne fra februar 2013 adskiller sig markant fra de øvrige målinger, idet den målte koncentration af kviksølv var højere end de andre målinger, og værdien overskred det generelle miljøkvalitetskrav. Normal prøvetagning af muslinger i NOVANA regi foregår i efteråret (oktober-november), og det vides at der er sæsonvariation på nogle metaller.

Der blev på intet tidspunkt målt koncentrationer der overstiger EU's fødevaregrænse (EC) for bly, cadmium og kviksølv. Der er dermed ikke risiko for signifikante, negative påvirkninger på miljø og menneskers sundhed.

Der blev desuden foretaget en vurdering af indholdet af metaller ift. internationale kriterier.

- Iht. OSPAR kriterier kan Lovns Bredning, baseret på målinger af cadmium og kviksølv, karakteriseres med en acceptabel miljøstatus hvor koncentrationer er tæt på baggrunds niveau. En enkelt måling af bly (fra maj 2012, dvs. før udledningen) overskrider et kriterium ved hvilken koncentrationen af metal anses at skifte fra baggrunds niveau til mulig påvirkning.
- Iht. SFT kriterier kan Lovns Bredning på baggrund af koncentrationer af metaller i muslinger karakteriseres som værende i god eller baggrundstilstand (tilstand II eller I).

0.3.4 Sediment og muslinger – tidlig udvikling i Lovns Bredning ift. udledning

Der er foretaget prøvetagning af sediment og muslinger i Lovns Bredning før udledningen blev påbegyndt, og to gange i perioden med udledning: 6 mdr. efter udledningen blev startet, og umiddelbart før udledningen blev afsluttet.

Resultater af disse analyser er sammenholdt med fokus på eventuelle påvirkninger som kan relateres til udledningen. Der er taget udgangspunkt i rådata for muslinger og normaliserede data for sediment.

Samlet set har der ikke været en tendens til kontinuert stigende koncentration af metaller i hverken muslinger eller sediment under pilotprojektet, fra perioden uden udledning (maj 2012), til perioden med udledning (feb. og sept. 2013). Der er således ikke indikation på en påvirkning forårsaget af udledningen i den periode hvor der har været foretaget overvågning.

0.4 Pelagiske æg og larver

Der blev taget prøver af de pelagiske æg og larver i perioden nov. 2011 – sept. 2013.

Biomassen af pelagiske larvestadier af bundfauna (meroplankton) var højest i sommermånedene, og højest på de to stationer nær Virksund (P7 og P8). Begge år bestod biomassen primært af larvestadier af snegle, muslinger og krebsdyr.

For hver gruppe var en enkelt art/slægt dominerende ift. biomasse og årsvariation.

- Muslingeveliger bestod hele perioden primært af blåmusling
- Snegleleveliger bestod primært af alm. strandsnegl
- Krebsdyr bestod hele perioden primært af rur

Der var betragtelig variation mellem årene med overvågning (2009-2013) og de observerede variationer i biomasse tilskrives den naturlige dynamik i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

De observerede fiskeæg bestod næsten udelukkende af æg fra brisling, mens fiskelarver domineredes af sild og kutling under både basisovervågning og pilotprojektovervågning. Der blev observeret markant flere fiskeæg og -larver under pilotprojektet end under basisovervågning, men der blev ikke observeret ændringer under pilotprojektet som kan relateres til udledningen. Årsagen til den øgede forekomst i fiskeæg og -larver kan til dels skyldes naturlig variation, ændrede forhold for fiskelarvernes bytte (hjuldyr, nauplier mv.) men kan også skyldes en forskel i forekomst af prædatorer, fx gopler.

Forekomsten af nyligt befrugtede brislingeæg hvor kun få celledelinger har fundet sted, blandet med senere ægstadier samt larver af brisling tyder på at området fungerer som gydeområde for brisling, selvom en stor del af æg og larver formodentligt er transporteret til Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning fra andre vandområder. Forekomsten af blommesækklarver af sild indikerer at sild med succes gyder i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning. Forekomsten af sandkutlingelarver, i alle størrelser fra blommesækklarver til yngel indikerer at området er gyde og opvækstområde for sandkutling.

0.5 Fisk

0.5.1 Teknisk fiskeri

Der er foretaget tekniske undersøgelser af hele Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord i maj 2012. Undersøgelsen blev ligeledes foretaget under basisovervågningen i 2009. Undersøgelsen er ikke foretaget i perioden med udledning.

Der er i alt blevet fanget 16 forskellige arter, seks arter i 2009 og 15 arter i 2012. Der var ikke betydelig forskel på længden af de arter som blev fanget i både 2009 og 2012. Både i 2009 og 2012 var de to mest almindelige arter i fangsten trepigget hundestejle og brisling. Det samlede antal fangede fisk steg markant fra 6.270 stk. i 2009 til 25.892 stk. i 2012, eller en fremgang på omtrent 19.000 individer mellem de to år. Det større antal individer i 2012 var forårsaget af trepigget hundestejle.

0.5.2 Monitoringsfiskeri – pæleruser og interviews

De naturgivne og metodiske problemer som er forbundet med fiskeundersøgelser med pæleruser gør, at detaljerede og entydige konklusioner om årsagssammenhænge ikke kan forventes. Årsagssammenhænge vil kun kunne afdækkes i situationer hvor der observeres meget markante ændringer i fiskebestandene, som også kan sættes i forhold til konkrete miljømæssige forandringer. Monitoringsværdi består således primært i dels, at den giver et godt billede af fiskebestandens sammensætning og overordnede udvikling, og dels at den er egnet til at "afsløre" markante ændringer/hændelser (fiskedød, store "spring" i forekomsten af enkelte arter mv.).

Der blev ikke observeret særlige hændelser såsom fiskedød eller meget usædvanlige/manglende fangster inden for perioden.

Monitoringen har imidlertid afdækket betydelige variationer og udviklingstendenser i forekomsten af de forskellige fiskearter.

I alt blev der registreret 37 forskellige fiskearter i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning omkring Virksund Dæmningen. Den relativt store artsdiversitet har baggrund i de varierede salinitetsforhold i området – der blev således registreret både udprægede ferskvandsarter (suder, skalle m.fl.) og egentlige saltvandsarter (torsk, sej, rødspætte m.fl.).

Inden for pilotprojektperioden har der i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning været en delvis forskellig udvikling i fangsten af de forskellige fiskearter – dette antages primært at have en sammenhæng med forskelle i salinitet og med den relativt mindre fiskeindsats i Hjarbæk Fjord. I begge områder blev der set en fremgang i forekomsten af sortkutling, ålekvabbe og 3-pigget hundestejle, mens fangsterne af ørred og af ferskvandsarterne (aborre, skalle, brasen) er gået tilbage. Fangsten af ål har holdt sig konstant, men meget lavt niveau i Lovns Bredning, mens fangsten er gået tilbage i Hjarbæk Fjord. Udviklingen i fangsterne af skrubbe og sild var ligeledes forskellig i de to områder – fangsterne er gået frem i Lovns Bredning men tilbage i Hjarbæk Fjord.

Set i forhold til fangsterne i basisovervågning (2009-2010) er fangsterne i pilotprojektperioden (2012-2013) af ål, skrubbe, hornfisk samt af ferskvandsarterne gået tilbage i begge områder, mens de er gået frem for ørred, ålekvabbe, 3-pigget hundestejle og for saltvandsarterne.

Den relativt store forekomst af saltvandsfiskearter - først og fremmest af rødspætter og tunge, men også af enkelte individer af torsk og sej - der er registreret i forbindelse med overvågningen af pilotprojektet (2012-2013) antyder, at der kan være sket en relativ kraftig indstrømning til Limfjorden af højsalint vand fra Vesterhavet. Der er tilsvarende beretninger fra andre dele af Limfjorden, blandt andet fra Skive Fjord.

De relativt store fangster af skrubbler i henholdsvis 2010 og 2013 kan have en sammenhæng med udsætningerne af skrubbeyngel i Hjarbæk Fjord.

Der blev registreret fangst af de i Natura 2000-sammenhæng prioriterede fiskearter stavsild og flodlampret, begge fanget i Lovns Bredning.

0.5.3 Frafiltreret materiale

I forbindelse med monitoringen af materiale udledt fra filteranlægget på pumpestationen på Virksund Dæmningen blev der kun påvist en relativ ringe forekomst af fisk – primært 3-pigget hundestejle, hvoraf hovedparten var levende. Herudover blev der registreret enkeltforekomst af lerkutling, sortkutling og alm. tangnål.

Ud fra materialet i opsamlingsposen kan det konkluderes, at indpumpningen af vand fra fjorden kun har haft en marginal betydning for fiskebestandene – uanset art.

0.6 Planforhold

0.6.1 Vandrammedirektivets kvalitetselementer

Vandrammedirektivet opererer med biologiske elementer, men også med hydromorfologiske elementer samt kemiske og fysisk-kemiske elementer, der understøtter de biologiske elementer. Kvalitetselementer fra kystvande er gengivet.

0.6.2 Vandplaner

Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord ligger i hovedvandopland 1.2 Limfjorden. Forslag til vandplaner /31/ er i 6 måneders offentlig høring frem til den 23. december 2013. Indsatsplanerne for Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord er i vandplanerne defineret som følger:

- Lovns Bredning:
 - Reduceret næringsbelastning
 - Indsats ift. miljøfarlige forurenende stoffer
 - På baggrund af en undersøgelse tages stilling til mulighed for et fortsat skaldyrfiskeri
- Hjarbæk Fjord
 - Reduceret næringsbelastning
 - Indsats ift. miljøfarlige forurenende stoffer
 - Socioøkonomisk analyse af alternativer til nuværende vandudvekslingsforhold (sluseforhold)

Indsatsplan ift. næringsbelastning og miljøfarlige forurenende stoffer ventes at være relevante ift. pilotprojektet.

0.6.3 Naturplaner

Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord ligger i Natura 2000 området N30.

Der er i udledningstilladelsen fastsat udlederkrav, der skal sikre, at gældende miljøkvalitetskrav er overholdt, under hensyntagen til "den mest følsomme art". Myndighederne har vurderet at *overholdelse af de fastsatte miljøkvalitetskrav for udledning af metaller og miljøfremmede stoffer sikrer derfor et tilstrækkeligt beskyttelsesniveau for udledningen af disse stoffer til Natura 2000-områderne Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning.*

0.6.4 Skaldyrvande

Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord er udpeget som skaldyrvande, og der er defineret kvalitetskrav til disse. Baseret på data for fysisk/kemiske forhold fra de 13 stationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord blev der ikke konstateret en påvirkning fra udledningen der overskrider kvalitetskrav for skaldyrvande. For indholdet af metaller i skaldyrkød blev der konstateret en kortvarig overskridelse af miljøkvalitetskravet halvvejs i pilotprojektet (februar 2013). Ved pilotprojektets start og afslutning har miljøkvalitetskrav for muslinger været overholdt.

0.6.5 Vurdering ift. planforhold

Der er udført en overordnet vurdering for planforhold hvor der er sammenfald med de parametre der indgår i pilotprojektovervågningen. Der henvises desuden til særskilt rapport, som henholder sig til vilkår i miljøgodkendelsen. Heri indgår overholdelse af krav fastsat i udledningstilladelsen, fx til udledningens indhold af metaller, næringsbelastning og salinitet.

1. INDLEDNING

1.1 Baggrund

Energinet.dk's gaslager ved Ll. Torup består af syv kaverne (underjordiske hulrum) til opbevaring af gas i ca. 1000 meters dybde. Kaverne ligger i en salthorst, der er en kæmpemæssig, naturskabt saltformation i undergrunden. Gaslageret udgør en vigtig del af det danske naturgasnet og har betydning for forsynings sikkerheden af naturgas til de danske forbrugere.

Siden etableringen af gaslageret i 1980'erne er kaverne naturligt skrumpet, og de underjordiske installationer (rørstreng) skal fornyes. Forebyggende vedligeholdelse er således nødvendig for at sikre den fremtidige drift af gaslageret.

I 2011 fik Energinet.dk miljøgodkendelse og VVM-tilladelse til genudskylning af Ll. Torup gaslager /1/ med henblik på vedligeholdelse af gaslageret. I de to dokumenter blev der stillet specifikke krav og vilkår, som Energinet.dk vil og skal overholde.

Vedligeholdelsen er opdelt i et pilotprojekt og et hovedprojekt. I pilotprojektet foretages der vedligeholdelsesarbejde på én kaverne (TO-8) som i den forbindelse genudskylles én gang ved lav skyllehastighed, se principbeskrivelse nedenfor.

Under pilotprojektet foretages hyppig overvågning af Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord, samt overvågning af selve udledningen. Vilkår for denne overvågning fremgår af miljøgodkendelse og VVM-tilladelse /1/.

På baggrund af overvågningsresultater fra pilotprojektet skal myndighederne beslutte om de vil give accept til hovedprojektet, som omfatter genudskylning af de øvrige seks kaverne.

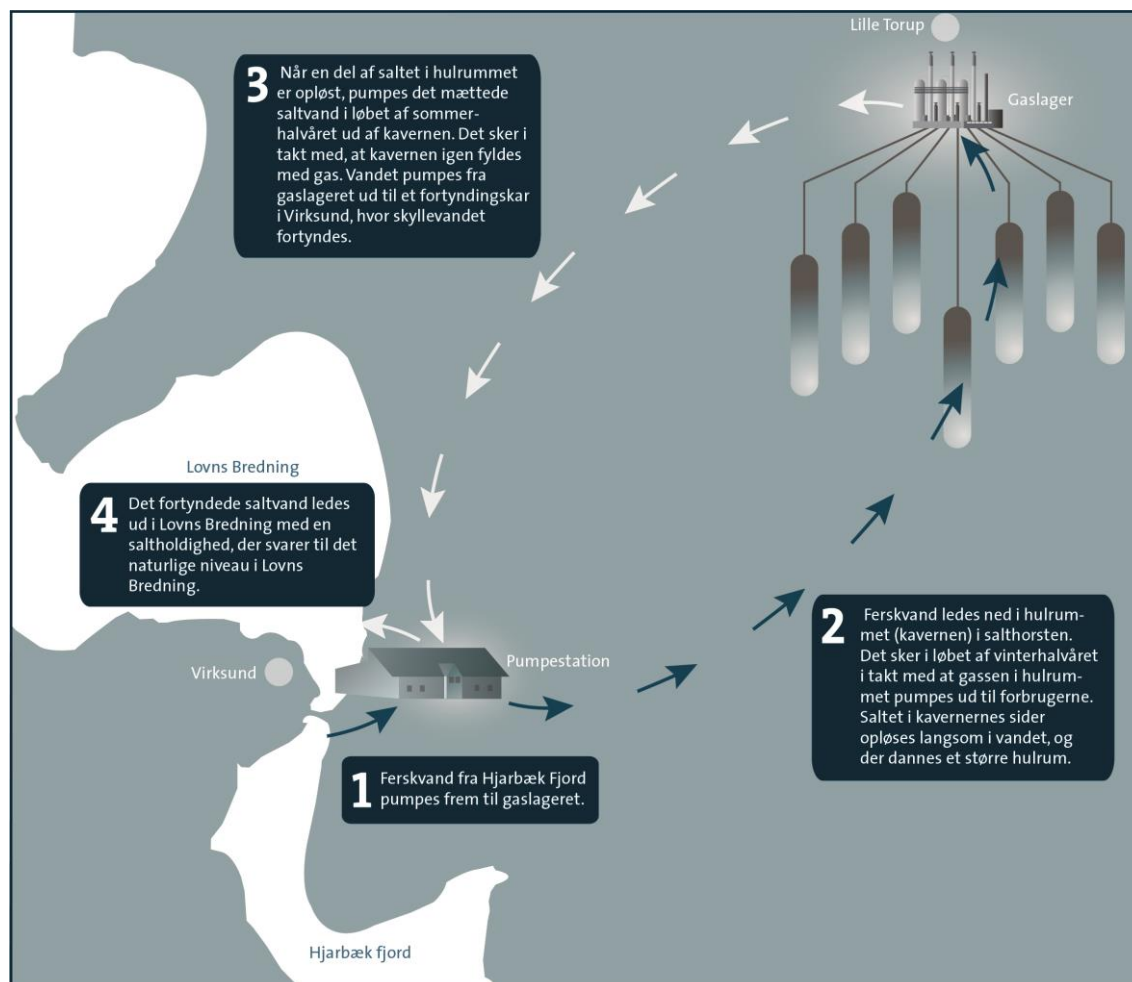
1.2 Teknisk princip for udskylning

Genudskylning af en kaverne foretages ved at indtage fersk/brakvand fra Hjarbæk Fjord (skyllevand), som via en pumpestation ved Virksund Havn pumpes igennem en 9 kilometer lang rørledning frem til gaslageret og ned i salthorsten.

Når kaverne er fyldt med vand og tømt for gas udskiftes den ca. en kilometer lange rørledning, der går ned til kaverne, og der monteres en underjordisk sikkerhedsventil. Vandet har under opholdet i kaverne opløst salt fra kavernens sider, og skyllevandet bliver saltmættet.

Efter vedligeholdelsesarbejderne presses det saltholdige vand ud ved at pumpe gas ned i kaverne. Det mættede saltvand transporteres tilbage til Virksund Havn gennem den ni kilometer lange rørledning, fortyndes med fersk/brakvand fra Hjarbæk Fjord og udledes derefter til Lovns Bredning.

Udskylningsprincippet er skitseret i Figur 1-1.



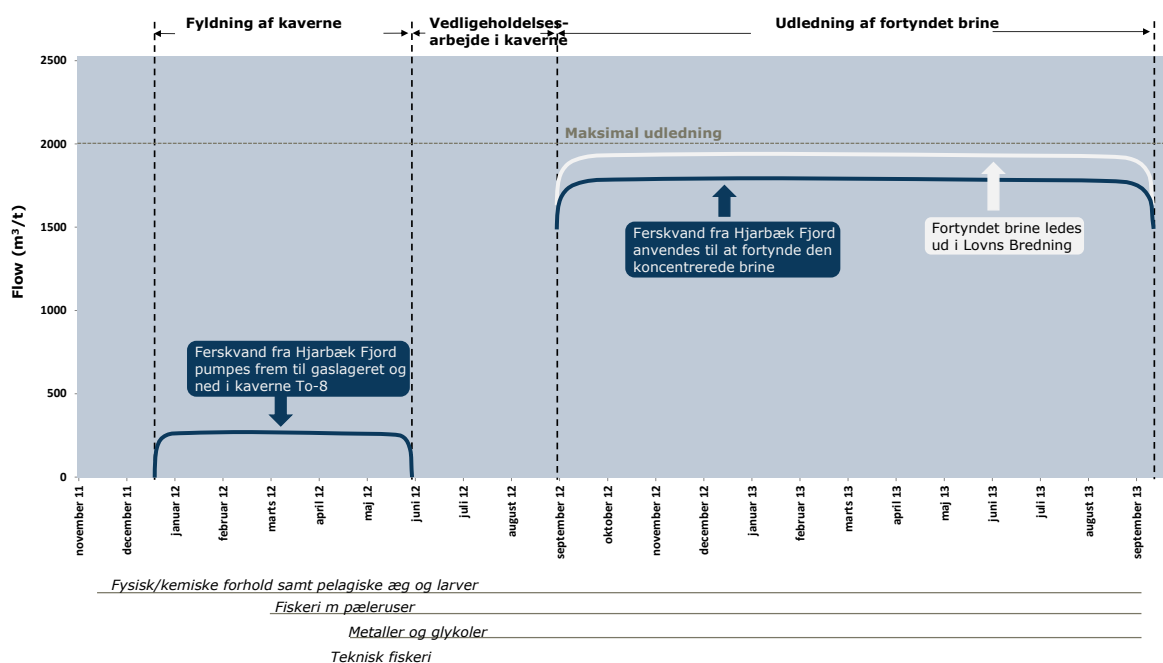
Figur 1-1 Illustration af udskylningsprincip. Det relativt ferske vand fra Hjarbæk Fjord benyttes til at udskylle kaverner ved Ll. Torup gaslager. Mættet saltvand ledes retur til pumpestation ved Virksund, og udledes til Lovns Bredning efter fortynding med vand fra Hjarbæk Fjord.

1.3 Udført pilotprojekt

Pilotprojektet blev påbegyndt den 20. december 2011, og afsluttet i september 2013.

Kavernen blev fyldt med vand fra Hjarbæk Fjord og kavernen var fuldt vandfyldt i sommeren 2012. Efter de nødvendige vedligeholdelsesarbejder var gennemført påbegyndtes tømning af kavernen (op til 120 m³/t mættet saltvand) d 3. september. Der blev udledt op til 2000 m³/t fortyndet saltvand til Lovns Bredning, med en maksimal salinitet på 28 psu. Udledningen blev afsluttet september 2013.

Undervejs i pilotprojektet har der af tekniske årsager været variationer i vandindtag og udledning som følge af vedligeholdelsesprojektet og lagerets drift. En detaljeret beskrivelse af disse hændelser findes i /3/.



Figur 1-2 Stiliseret fremstilling af vandindtag og udledning under pilotprojektet, samt den udførte overvågning. Figuren er vist i en større udgave med de reelle flowmængder i bilag 1.

1.4 Miljøundersøgelser og basisovervågning 2009 - 2010

Der er udarbejdet en VVM-redegørelse for vedligehold og udvidelse af Ll. Torup gaslager /1/. I forbindelse med udarbejdelsen af VVM-redegørelsen blev det besluttet at foretage basisovervågning af Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Dette blev gjort for at øge kendskabet til de marine forhold, samt etablere et sammenligningsgrundlag for fremtidige undersøgelser (en "baseline").

Basisovervågning (baselinemonitering) forløb fra marts 2009 til december 2010 og inkluderede en række fysiske, kemiske og biologiske parametre:

- Vandkvalitet
- Plankton
- Bundfauna
- Fisk
- Glykoler og metaller

En detaljeret beskrivelse af de samlede resultater findes i /5/. Relevante bearbejdede data vil blive præsenteret i denne rapport.

1.5 Miljøovervågning under pilotprojektet 2011 - 2013

Som tidligere nævnt fik Energinet.dk i 2011 miljøgodkendelse og VVM-tilladelse til pilotprojekt og et hovedprojekt ift. genudskylning af Ll. Torup gaslager. Myndighederne har fastsat vilkår og krav, som skal sikre, at de mest følsomme arter i Limfjorden er beskyttede. Der er bl.a. vilkår om indsamling af data fra både Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord samt overvågning selve udledningen.

Data fra pilotprojektet er løbende gjort tilgængelige for offentligheden på denne hjemmeside:

<http://miljo-overvaagning-limfjorden.ramboll.dk/>

1.5.1 Overvågning af Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord (jf. VVM-tilladelse)

Jf. VVM-tilladelsen /1/ er det et vilkår, at der, i forbindelse med pilotprojektet, foretages hyppig overvågning af miljøet i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

Pilotprojektovervågningen i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord startede i november 2011 og afsluttedes ultimo 2013. Overvågningen i fjorden koordineres af Rambøll, og inkluderer:

- Fysisk/kemiske parametre
- Metaller og glykoler
- Pelagiske larver og æg, samt yngel
- Fisk

1.5.2 Egenkontrol, dokumentations- og driftsmålinger (jf. miljøgodkendelse)

Jf. Miljøgodkendelsens vilkår /1/ skal der gennemføres kontinuerlig overvågning af mættet saltvand fra kavernen (ufortyndet brine), fortyndingsvand fra Hjarbæk Fjord og fortyndet brine, der udledes til Lovns Bredning. Overvågningen skal bl.a. omfatte vandmængder og - sammensætning.

Energinet.dk har i overensstemmelse med vilkårene i miljøgodkendelsen opnået accept til opstart af pilotprojektet den 17. august 2012 /2/. Miljøstyrelsen Aarhus vurderede som led i accepten, at miljøgodkendelsens vilkår vedrørende bl.a. indretning af prøvetagningsstation, prøvetagning, måleudstyr, analysemetoder og -programmer samt plan for kontinuerlig overvågning og indberetning var opfyldt, hvorfor pilotprojektet kunne startes.

1.6 Denne rapport

Nærværende rapport omhandler de data som er indsamlet iht. vilkårene i VVM-tilladelsen. Rapportens formål er at vurdere de indsamlede data i forhold til basisovervågning og kravene til områderne i gældende relevante planer og bekendtgørelser.

2. METODE

Parametre, metoder og stationer for overvågning er anvist i VVM-tilladelsens vilkår, og præsenteres kort i dette afsnit.

Målestationer er fastsat i VVM-tilladelse og er navngivet P1 – P14, og er vist i Figur 2-1. Stationerne P1 - P13 er positioner, mens P14 er et mindre kystnært område.



Figur 2-1 Målestationer i overvågningsprogrammet, som defineret i VVM-tilladelsen. Stationerne P1 - P13 er positioner, mens P14 er et lavvandet kystnært område, hvor der er indsamlet muslinger.

2.1 Fysisk/kemiske forhold

2.1.1 Vilkår

Jf. VVM-tilladelsens vilkår 9 skal der måles salinitet, temperatur, ilt, turbiditet og fluorescens på 13 stationer (P1 - P13; Figur 2-1). Data indsamles som vertikale profiler, der måles med en sonde som kontinuert måler ned gennem vandsøjlen.

Prøvetagningen skal foretages i overensstemmelse med teknisk anvisning for marin overvågning /6/.

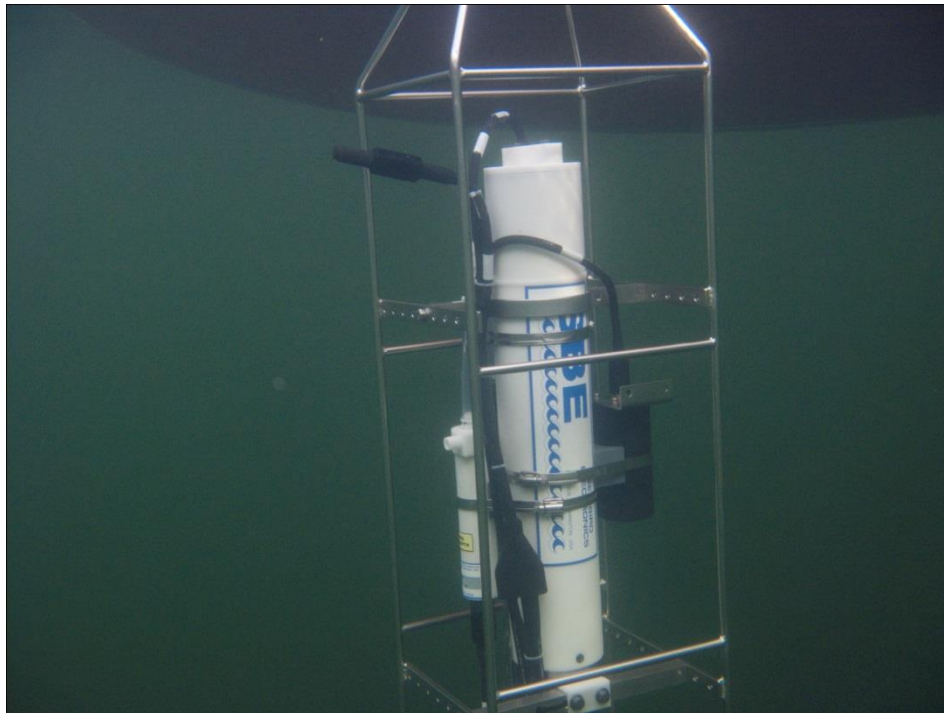


Foto 2-1 Vertikale profiler af vandkvalitet måles med en SBE19+ (Foto: Christian Hvidt)

2.1.2 Udført overvågning

Overvågning af fysisk/kemisk forhold blev iværksat 17. november 2011. Overvågning blev foretaget hver anden uge (med undtagelse af stationer og perioder med isdække). Perioder med begrænset prøvetagning pga. isdække fremgår af afsnit 4.1.

Den anvendte CTD-FT (Conductivity, Temperature, dissolved Oxygen - Fluorescence, Turbidity) sonde til monitorering af fysisk/kemiske forhold i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord var af typen Seabird SBE 19plusV2 med applikationerne SBE 43 til profilmålinger af ilt og WETLabs ECO FLNTU til profilmålinger af fluorescens og turbiditet.

Sonde og applikationer blev siden anskaffelsen i marts 2009 serviceret, rengjort, testet og vedligeholdt i henhold til CTD manual samt NOVANA teknisk anvisning. En beskrivelse af kalibreringen er givet i /7/. Herudover blev der indsamlet kontrolprøver af vandprøver til bestemmelse af iltindholdet /8/.

Resultater (data) blev afrapporteret til Naturstyrelsen kvartalsvis som STANDAT filer.

2.2 Metaller og glykoler

2.2.1 Vilkår

Jf. VVM-tilladelsens vilkår 8, 10 og 11 skal der foretages analyser af metaller og glykoler i vand, sediment og muslinger.

Prøverne af vand og sediment skal tages på station P7, P8, P12 og P13, mens muslingeprøver skal optages ved station P14.

- Inden udledningen af saltvand skal baggrundskoncentrationen af metaller og glykoler i vand, sediment og muslinger undersøges.
- Efter at udledningen er påbegyndt skal koncentrationen af metaller og glykoler i sediment og muslinger undersøges.
- Efter ønske fra det nedsatte dialogforum er der desuden foretaget en ekstra prøvetagning af sediment og muslinger umiddelbart før afslutningen af pilotprojektet. Prøverne analyseres for indhold af metaller.

Prøvetagning foretages i overensstemmelse med teknisk anvisning for måling af metaller i hhv. sediment /9/ og muslinger /10/.



Figur 2-2 Foto af sedimentkerne fra prøvetagning (Foto: Jonathan Carl).

Som beskrevet i afsnit 1.5 har myndighederne desuden fastsat vilkår og krav til overvågning af metaller mm i udledningen. Disse afrapporteres i en separat rapport, jf miljøgodkendelsen.

2.2.2 Udført overvågning

Der blev udført følgende prøvetagninger i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord:

- Der blev taget baggrundsprøver af sediment og muslinger i 10. maj 2012. Der er taget baggrundsprøver af vand 13. juni 2012.
- Efter start af udledning blev der taget prøver af sediment og muslinger i februar/april - prøvetagningen blev opdelt pga. isdække i Hjarbæk Fjord.
- Desuden blev der foretaget en ekstra prøvetagning af sediment og muslinger i 3. september 2013 umiddelbart før afslutning af pilotprojektet.

For sediment er der udtaget 3 del-prøver af det øverste sediment for hver station P7, P8, P12 og P13. De 3 delprøver fra hver station puljes til en prøve, repræsentativ for hver enkelt station.

For muslinger er der indsamlet 50-100 individer for hver prøvetagning. Kødet fra disse blev puljet til en repræsentativ prøve. Længde-frekvens diagrammer er angivet i bilag 2, sammen med midlængden.



Figur 2-3 Prøverne analyseres hos DCE og Eurofins. Foto: Eurofins

Der blev ikke konstateret afvigelser fra teknisk anvisning ifm. prøvetagning og analyse af muslinger. Det bemærkes, at det normale tidspunkt for NOVANA prøvetagning er efterår. Analyse af prøverne blev udført af DCE (tidligere Danmarks Miljøundersøgelser).

Der blev ikke konstateret afvigelser fra teknisk anvisning ifm prøvetagning og analyse af sediment. Analyse af prøverne blev udført af Eurofins, som er akkrediteret til disse målinger.

Prøvetagning af vandprøver blev gennemført, og analyse udført af Eurofins, som er akkrediteret til disse målinger. Analysen blev udført efter Eurofins' standard, og ikke NOVANA standard. Rent metodemæssigt er der ikke nogen forskel, resultaterne opnået fra de to standarder er ens. Forskellen mellem de to standarder er detektionsgrænsen.

Under analyse af vandprøver blev der ved en fejl ikke analyseret for antimon. Værdier fra basisovervågningen er derfor angivet i afsnit /5/.

Resultater (data) blev afrapporteret til Naturstyrelsen som STANDAT filer.

2.3 Pelagiske larver og æg

2.3.1 Vilkår

Jf. vilkår 13 skal der foretages overvågning af pelagiske æg/larver fra fisk og bundfauna på tre stationer (P1, P7 og P8; Figur 2-1).

Prøvetagning foretages iht. /4/, suppleret med den tekniske anvisning /11//12/ hvor relevant.

- Larver fra bundfauna (veliger) er undersøgt ved prøvetagning med et 60 µm WP2 net.
- Æg og larver fra fisk (ichthyoplankton) er undersøgt ved prøvetagning med et 350 µm WP2 net.

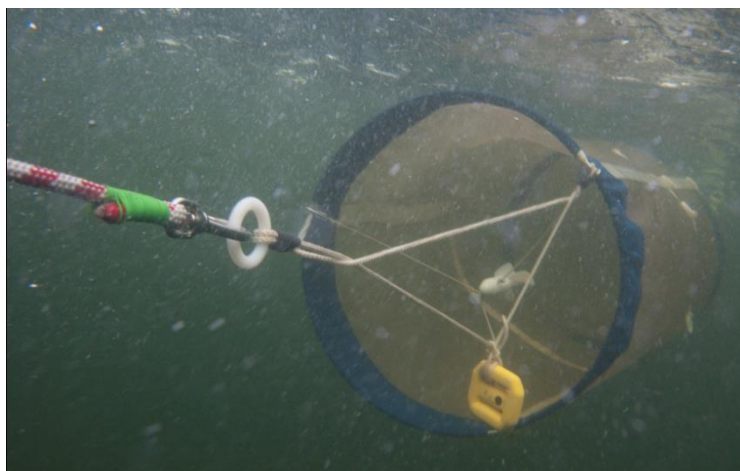


Foto 2-2 WP2 net med flowmeter. Foto: Christian Hvidt

2.3.2 Udført overvågning

Overvågning af pelagiske larver og æg, samt yngel startede 17. november 2011. Overvågning er udført hver anden uge (med undtagelse af stationer og perioder med isdække). Perioder med begrænset prøvetagning pga. isdække fremgår af afsnit 4.1.

Prøvetagning blev udført i overensstemmelse med /4/. Der blev udført to typer prøvetagning og analyse:

- Larver fra bundfauna (meroplankton) blev undersøgt ved prøvetagning med et 60 µm WP2 net udstyret med flowmeter. Prøverne blev i felten præsserveret med 2-4 % basisk lugol. Tæthed og artssammensætning blev efterfølgende bestemt i stereolup og lysmikroskop. Biomasse blev beregnet på basis af konstanter for individuel vægt i mikrogram kulstof, eller ved opmåling af 10 individer og omregning ved brug af konstanten 0,12 pg C/µm³ /11/.
- Æg og larver fra fisk (ichthyoplankton), krebsdyr, gopler mm. større end 350 mikrometer er undersøgt ved prøvetagning med et 350 µm WP2 net udstyret med flowmeter i overensstemmelse med teknisk anvisning /12/. Ichthyoplanktonprøver blev i felten præsserveret med 5-10 % sur lugol. Tæthed og artssammensætning af ichthyoplankton blev efterfølgende bestemt i stereolup, lysmikroskop eller omvendt mikroskop. Biomasse blev beregnet ved opmåling af 10 individer og omregning ved brug af konstanten 0,12 pg C/µm³ /11/.

Eftersom en del af prøvetagningen blev foretaget inden for fredningszonen omkring Virksund Dæmning er der indhentet dispensation til at foretage ichthyoplanktontræk fra Fiskeridirektoratet.

Der er udført en kvalitetssikring af artsbestemmelsen vha. gel-elektroforese, hvor isozymer hos æg og larver sammenlignes med isozymer hos voksne fisk. Undersøgelsen understøttede alle visuelle artsbestemmelser /44/.

Resultater blev indtastet i STOQ, Danmarks Miljøportal, efter ønske fra Naturstyrelsen.

2.4 Fisk

2.4.1 Vilkår

Jf. vilkår 14 skal der foretages overvågning af fisk i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

Overvågningen supplerer undersøgelser af pelagiske æg og larver, og består af flere aspekter:

- En samlet teknisk undersøgelse af artssammensætning samt størrelse af fisk i hele Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord, iht. teknisk anvisning /12/.
- Monitoringsfiskeri nær Virksund, udført sammen med en lokal erhvervsfisker, jf /4/.
 - Samtlige fangster (art, antal, længde) registreres i pæleruser placeret på hver side af Virksund-dæmningen.
- Offentlig vidensindsamling
 - Der udarbejdes en plakat med efterlysning af beskyttede arter (flodlampret, havlampret, stavsilde og majsilde), som er ophængt ved havne og campingpladser i området.
 - Der foretages interviews med lokale erhvervs-, fritids- og sportsfiskere.



Foto 2-3 Pæleruse. (Foto: Krog Consult)

Der foretages desuden en undersøgelse af det materiale, som frafiltreres ved indtag af fortynningsvand fra Hjarbæk Fjord.

2.4.2 Udført overvågning

2.4.2.1 Teknisk fiskeri

Der blev udført en teknisk undersøgelse af fisk i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord d 10. maj 2012. Området blev inddelt i tyve lige store felter, hvoraf 14 felter var i Lovns Bredning og 6 felter var i Hjarbæk Fjord. I hvert felt blev opsat 1 Ny-Nordisk-Norm garn samt 1 specialruse (yngelruse). Alle redskaber fiskede i ca. 14-16 timer. For hvert redskab blev der registreret arter, totallængder og vægt. Udover fisk registreredes også eventuel forekomst af store invertebrater (strandkrabber og rejer).

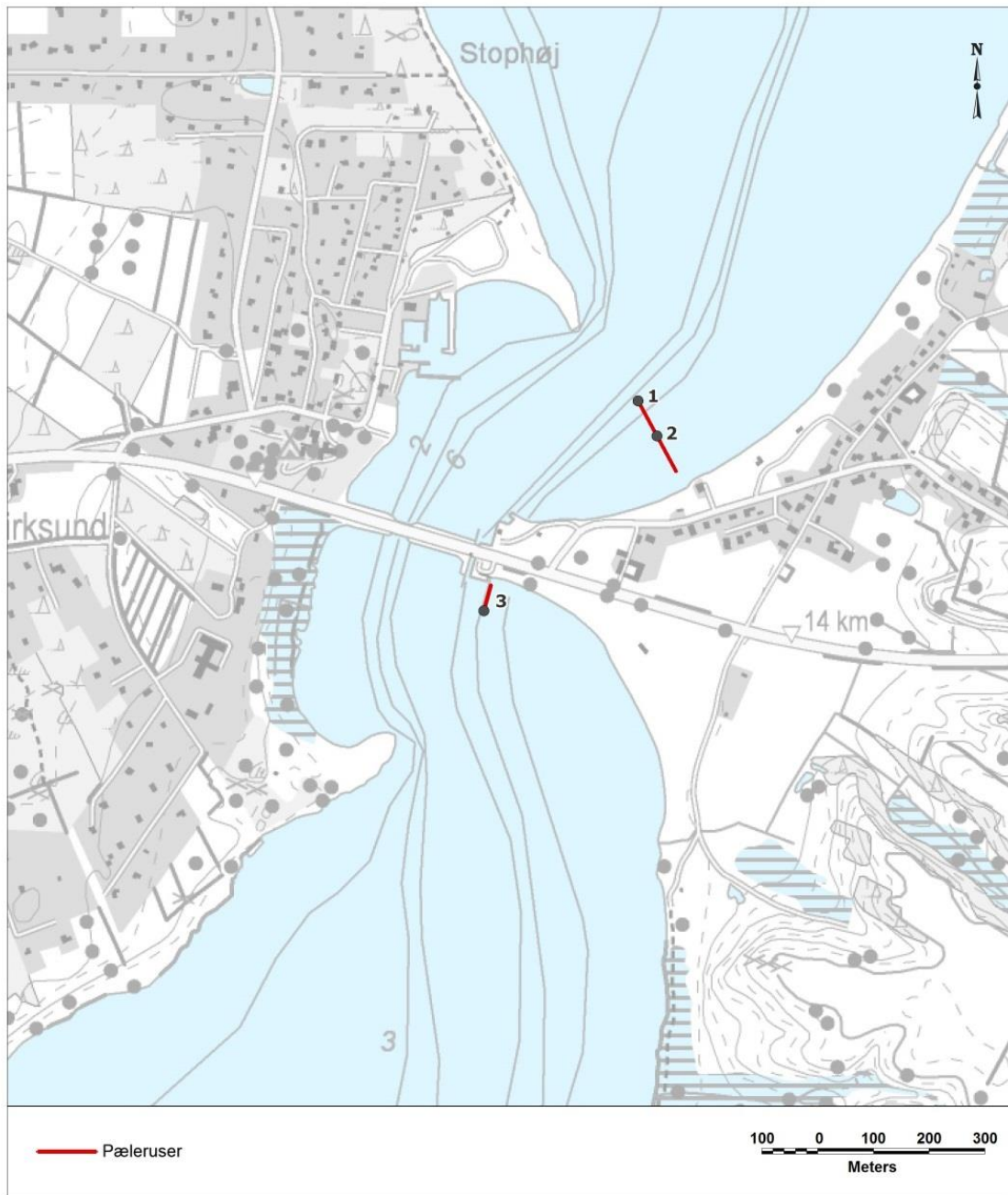
Undersøgelsen blev udført i overensstemmelse med teknisk anvisning /12/.

Resultater (data) blev afrapporteret til Naturstyrelsen som STANDAT fil.

2.4.2.2 Monitoringsfiskeri.

Der blev udført løbende overvågning i samarbejde med erhvervsfisker Jan Møller.

Tre pæleruser har været opsat hhv. nær udledningsstedet i Lovns Bredning og nær vandindtaget i Hjarbæk Fjord, som vist i Figur 2-4.



Figur 2-4 Placering af pæleruser nær Virksund pumpestation

De anvendte pæleruser havde følgende specifikationer: Maskestørrelse i ruse 11 mm (halvmaske), maskestørrelse i rad 18 mm (halvmaske). Radens længde bestemmes af den vanddybde, hvor rusen ønskes placeret.

- I Lovns Bredning blev der anvendt 2 pæleruser opstillet i forlængelse af hinanden lige umiddelbart uden for fredningszonen ca. 200 meter fra udledningsstedet (samme positioner blev anvendt i forbindelse med basisovervågning 2009-2010). Vanddybden er 0,5 til 2,5 meter og den samlede rad-længde er ca. 130 meter.
- I Hjarbæk Fjord blev der anvendt én pæleruse opstillet umiddelbart øst for vandindtaget på pumpestationen. Vanddybden her strækker sig fra 0,5 til ca. 2,5 meter. Radens længde er ca. 45 meter.

Da fiskeriet i Hjarbæk Fjord blev foretaget inden for fredningszonen omkring Virksund Dæmning blev der indhentet dispensation fra Fiskeridirektoratet. En forudsætning herfor var at samtlige fangster skulle genudsættes (undtaget delprøver som blev ilandbragt mhp. artsbestemmelse).

Ruserne blev røgtet efter behov (afhængigt af temperatur, fangster m.v.) og samtlige fangster sorteret efter art. De indsamlede fisk blev længdemålt - i situationer med ekstraordinært store fangster er der dog kun målt på delprøver. Arter der var vanskelige at bestemme blev nedfrosset og herefter artsbestemt. I særlige tilfælde blev prøver sendt til Statens Naturhistoriske Museum for sikker artsbestemmelse.

Moniteringsfiskeriet blev formelt set igangsat den 15. november 2011. På grund af indhentning af dispensation, ustadigt vejr med megen blæst samt isdannelse blev redskaberne først udsat den 20. marts 2012. Moniteringen i 2012 blev afsluttet 2. november. På grund af langvarigt isdække blev redskaberne ført genopstillet 12. april 2013. Moniteringen blev fortsat indtil projektets afslutning i september 2013.

Indenfor perioden har fiskeriet været periodisk afbrudt, primært pga. begroninger, som har nødvendiggjort ilandbringning af redskaberne mhp. tørring/rensning/reparation, men også andre forhold såsom væltede radgarn i forbindelse med stormvejr m.v. har afbrudt fiskeriet. I den sidste del af pilotprojektet i 2013 var der en kraftig "begroning" med rurer på ruser og andre genstande i fjorden (se Figur 2-5).



Figur 2-5 Ruser anvendt i Lovns Bredning i august/september 2013 med kraftig begroning med rurer (Foto: Carsten Krog).

Resultater (data) fra moniteringsfiskeri blev løbende fremsendt som excelfiler efter aftale med Naturstyrelsen.

2.4.2.3 Offentlig vidensindsamling

Med henblik på at få oplysninger fra brugere af fjorden og fra befolkningen i øvrigt om særlige hændelser, herunder forekomst af visse fiskearter, døde fisk osv., er der som et led i overvågningsprojektet foretaget vidensindsamling fra lokale interessenter.

Der er blevet opsat efterlysningsplakater seks centrale steder rundt omkring Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning. Efterlysningsplakaten (se Figur 2-6) fokuserer specielt på forekomsten af de i NATURA 2000 sammenhæng prioriterede fiskearter: stavsild og flodlampret.

GENUDSKYLNINGEN AF GASLAGERET I LILLE TORUP

Pilotprojektet med genudskylning af en enkelt af de ialt 7 kaverner (hulrum i undergrunden til opbevaring af gas) er nu sat i gang. Lige nu ledes vand fra Hjarbæk Fjord ned i kavernen. Udladning af saltvand til Lovns Bredning ventes påbegyndt i sommeren 2012 og vil være afsluttet ved årets udgang. .
I indværende år gennemføres en omfattende overvågning af fjordmiljøet i både Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning. Fiskeundersøgelser udgør en vigtig del af denne overvågning. Resultaterne af de forskellige undersøgelser vil indgå i beslutningsgrundlaget for myndighedernes afgørelse om, hvorvidt en fortsættelse med udskylning af de resterende 6 kaverner vil kunne tillades.
Se mere på www.energinet.dk

EFTERLYSNING

Der gennemføres flere typer fiskeundersøgelser i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning, se <http://miljo-overvaagning-limfjorden.ramboll.dk/>.

Krog Consult ApS forestår den del af fiskeundersøgelserne der gennemføres med bistand af de lokale fiskere. Det er vigtigt, at vi får oplysninger om alle observationer vedrørende fisk i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning – dette gælder følgende forhold:

- Forekomst af særligt beskyttede fiskearter såsom stavsild, majsild, havlampret og fjordlampret (se fotos nedenfor)
- Ændringer i fangstsammensætning (mængder, arter, tidspunkt)
- Observationer af døde eller skadede fisk

Oplysninger bedes givet til Carsten Krog (tlf. 21218846) eller Jonathan Carl (tlf. 27508847).

Oplysninger kan også gives direkte til Energinet.dk's døgnvagt på tlf. 70701960



Havlampret. Op til 75 cm. Kroppen oftest marmoreret. Sugemund med tætte rækker af hornetænder (Foto: Carsten Krog)



Flodlampret. Normalt 30- 35 cm. Lys bug og mørk ryg. Sugemund med få store hornetænder (Foto: ?)



Stavsild. Normalt 20-40 cm lang, op 6-10 mere eller mindre tydelige mørke pletter på siden – den største nærmest gælleåbningen. En anden men endnu mere sjældnen art er **Majsild.** 1-6 svage, sorte pletter på siden. Op til 70 cm. En sikker artsbestemmelse kræver nærmere undersøgelse (Foto: Carsten Krog)

Det skal bemærkes at alle fire arter gyder og vokser op i vandløb og/eller i brakvandsområder – yngel kan derfor også forekomme i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning. Om muligt bør fund af ovenstående – uanset størrelse – indfrysnes med henblik på nærmere artsbestemmelse.

Figur 2-6 Efterlysningsplakat, ophængt centrale steder ved Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

Der er desuden gennemført interviews af en række erhvervs-, fritids- og sportsfiskere (se Tabel 2-1) med henblik på at dels få afdækket forekomsten af de nævnte prioriterede fiskearter og dels for at få oplysninger om eventuelle erfaringer fra Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord med særlig relevans for projektet.

Tabel 2-1 Lokale fiskere som er interviewet ifm. pilotprojektet.

Navn	Hjemsted	Status	Fiskeredskaber
Svend Åge Poulsen	Hvalpsund	Erhvervsfisker	Rejeruser, muslingeskraber
Allan Andersen	Thyborøn	Erhvervsfisker	Trawl, industrifiskeri
Karsten Nørremark Jensen	Løgstør	Erhvervsfisker	Bundgarn
Leo Bertelsen	Virksund	Fritidsfisker. Næstformand i Virksund og Omegns Fritidsfiskerforening.	Garn og ruser
Peder Lajgaard Pedersen	Knudby	Fritidsfisker. Formand for Virksund og Omegns Fritidsfiskerforening.	Garn og ruser
Jørgen Buch	Viborg	Sportsfisker, Formand for Viborg Sportsfiskerforening.	Stang

2.4.2.4 Frafiltreret materiale

Der blev gennemført en monitoring af indholdet af fisk, planterester m.v. i afløbsvandet fra den selvrensende, mekaniske finrist på pumpestationen på dæmningen ved Sundstrup.

Finristen består af kunstoflameller med en spalteafstand på 8 mm på et bælte som drives forbi vandindtaget og renses med vand og børste. Differensvandstanden foran og bagved risten bestemmer hvornår risten renses. Ved en mindre niveauforskel eller kun lidt materiale på risten kommer der derfor ingen vand og andet til røret. Ved en større niveauforskel starter risten automatisk op og dermed spules evt. materiale ud gennem røret og tilbage til Hjarbæk Fjord.

Følgende foranstaltninger begrænser den mængde materiale (inkl. fisk) som når frem til finristen.

- I en halvbue rundt om vandindtaget er opsat et finmasket tobisnet (4,8 mm halvmaske). Normalt vil kun helt små fisk kunne passere de meget små masker i nettet (4,8 mm, halvmaske), i tilfælde hvor nettet ikke slutter tæt til bygværk eller fjordbunden vil større fisk o.a. kunne nå frem til vandindtaget. Sådanne situationer vil kunne forekomme i forbindelse med hård vind kombineret med meget "skidt" i vandet.
- I selve vandindtaget er placeret en primærrist med en tremmeafstand på 100 mm

Indtag af fortyndingsvand blev påbegyndt den 3. september 2012 og afsluttet 14. september 2013. Vandindtaget har været afbrudt/reduceret i kortere og længere perioder pga. indkøringsprocedurer, reparationer m.v. (se afsnit 1 og bilag 1). Monitoringen er gennemført inden for samme periode, dog undtaget perioden fra sidst i november 2012 til sidst i februar 2013 pga. risiko for tilisning af opsamlingsnettet og adgangsproblemer pga. isdannelse.

Afløbsrøret har i perioden med indtag af fortyndingsvand været forsynet med en opsamlingspose af tobisnet (Figur 2-7). Jan Møller har flere gange i ugen og som minimum hver gang pæleruserne er blevet røgtet, inspiceret udløbet fra riste anlægget og om nødvendigt tømt den påmonterede fangstpose. Materialet blev enten sorteret på stedet eller eventuelt nedfrosset med henblik på senere sortering. Fisk m.v. i materialet blev optalt, målt og artsbestemt.



Figur 2-7 Til venstre ses rør fra finrist på pumpestationen med påmonteret opsamlingspose. Endvidere ses den halvbueformede opsætning af tobisnet omkring vandindtaget. Bagved ses pælerusen der er anvendt i forbindelse med moniteringen af fiskebestanden i nærområdet (Foto: Carsten Krog).

3. STATUS FOR OPFYLDELSE AF VILKÅR I VVM-TILLADELSE

Tabel 3-1 opsummerer kort status for vilkårene i VVM-tilladelsen. For hver enkelt vilkår henvises desuden til det relevante afsnit i denne rapport.

Tabel 3-1 Status for vilkår i VVM-tilladelsen.

Vilkår	Status
Generelt	
1	Energinet.dk skal gennemføre et overvågningsprogram til belysning af eventuelle konsekvenser i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning som følge af vandindtaget fra Hjarbæk Fjord og udledningen til Lovns Bredning
2	Overvågningsprogrammet skal indeholde en pilotprojektmonitoring og en løbende monitoring
3	Stationerne fremgår af kortet og koordinater.
4	De anvendte analysemetoder og detektionsgrænser for stofferne skal følge de tekniske anvisninger for det nationale overvågningsprogram. Måle- og udtagningsprocedurer, kvalitetssikringsprocedurer og afrapporteringsprocedurer skal ligeledes følge de tekniske anvisninger for det nationale overvågningsprogram.
5	Ved problemer med overvågningsprogrammet, orienteres Naturstyrelsen uden forsinkelse.
6	Overvågningsprogrammet skal være igangsat, inden indtag af vand i forbindelse med udskylningen af TO-8 startes.
7	Overvågningsprogrammet kan tages op til revision efter aftale med Naturstyrelsen, hvis der er en stabilitet i resultaterne, og de ikke viser en væsentlig påvirkning eller hvis der er så store udsving i målingerne, at der er behov for en tættere monitoring, end der er lagt op til.
Pilotprojektovervågning	
8	Inden start af udledning fra pilotprojektet (driftstilstand 1) skal der indsamles data med henblik på bestemmelse af baggrundskoncentrationen af metaller i vandfasen, både som totalindhold og opløst fraktion (As, Ba, Pb, B, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, Mo, Mn, Ni, Se, Ag, Tl, Sn, Sb, Sr, Va, U, Zn). Målingerne skal foretages på stationerne P7, P8, P12 og P13.

Vilkår	Status
<p>9 Projektovervågningen af de fysisk/kemiske forhold skal foretages hver anden uge på alle stationer (P1 til P13). Overvågningen skal indeholde målinger af vertikale profiler af salinitet, temperatur, ilt, turbiditet og fluorescens som udtryk for mængden af plantoplankton. Overvågningen skal starte to uger inden pilotprojektet starter med indtag af vand fra Hjarbæk fjord.</p>	<p>Overvågning er foretaget hver anden uge (med undtagelse af stationer som var isdækket, jf. vilkår 5), se afsnit 2.1.2.</p> <p>Overvågning af fysisk/kemisk forhold startede 17. november 2011.</p> <p>Resultater præsenteres i afsnit 4.3.</p>
<p>10 Overvågningen skal indeholde to bestemmelser af indholdet af metallerne Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn samt TOC, tørstof og glødetab i sediment for stationerne P7, P8, P12 og P13. Desuden foretages målinger af glykoler. Den ene skal udføres før start af udledningen, og den anden skal udføres 4 måneder efter start af udledningen.</p>	<p>Der er taget prøver af muslinger i maj 2012 (før start af udledning) og feb/april 2013 (efter start af udledning), se afsnit 2.2.</p> <p>Desuden er der foretaget en ekstra prøvetagning i september 2013 umiddelbart før afslutning af pilotprojekt, efter ønske fra det nedsatte dialogforum.</p> <p>Resultater præsenteres i afsnit 4.4.</p>
<p>11 Overvågningen skal indeholde to bestemmelser af indholdet af metallerne Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn samt lipid og tørstof i muslinger for nærområdet omkring Virksund. Den ene skal udføres før start af udledningen, og den anden skal udføres mindst 4 måneder efter start på udledningen.</p>	<p>Der er taget prøver af muslinger i maj 2012 (før start af udledning) og feb/april 2013 (efter start af udledning), se afsnit 2.2.</p> <p>Desuden er der foretaget en ekstra prøvetagning i september 2013 umiddelbart før afslutning af pilotprojektet, efter ønske fra det nedsatte dialogforum.</p> <p>Resultater præsenteres i afsnit 4.4.</p>
<p>12 Vilkår nr. 12 findes ikke.</p>	
<p>13 Overvågningen skal indeholde pelagiske larver og æg (fisk og bundfauna) samt fiskeyngel, jf. forslag til pilotprojektmonitoring v Rambøll.</p>	<p>Overvågning af pelagiske larver og æg (fisk og bundfauna) startede 17/11 og er foretaget hver anden uge (med undtagelse af stationer som var isdækket, jf. vilkår 5), se afsnit 2.3.2.</p> <p>Resultater præsenteres i afsnit 4.5.</p>
<p>14 Overvågningen skal indeholde fisk, jf. forslag til pilotprojektmonitoring v Rambøll.</p>	<p>Overvågning af fisk udføres med to dele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der er udført en teknisk undersøgelse af fisk i maj 2012, se afsnit 2.4.2. • Den løbende overvågning blev igangsat 20. marts 2012, se afsnit 2.4.2. <p>Resultater præsenteres i afsnit 4.6.</p>

Vilkår	Status
<p>15 Der skal ske en løbende afrapportering af data på Energinet.dks hjemmeside, og der skal en gang i kvartalet afleveres data til Naturstyrelsen. Efter pilotprojektet skal der udarbejdes en rapport, hvor de indsamlede data vurderes i forhold til basismoniteringen og kravene til områderne i de til en hver tid gældende relevante planer og bekendtgørelser. Data skal desuden afleveres digitalt i STANDAT format til Naturstyrelsen.</p>	<p>Løbende afrapportering er sket på hjemmesiden http://miljo-overvaagning-limfjorden.ramboll.dk/ (der er et link til denne side på Energinets hjemmeside).</p> <p>Nærværende rapport indeholder vurdering af de indsamlede data, som påkrævet i vilkåret.</p> <p>Aflevering af data i STANDAT format til Naturstyrelsen er sket kvartalsvist. Efter ønske fra NST er plankton afrapporteret i STOQ databasen, og monitoringsfiskeri afrapporteret i excel.</p>
Løbende overvågning	
<p>16 Den løbende overvågning starter efter pilotprojektmoniteringen, og inden der startes yderligere udskylning.</p>	<p>Den løbende monitoring er ikke iværksat.</p>
<p>17 Den løbende overvågning af de fysisk/kemiske forhold skal foretages hver måned i stationerne P7, P8, P12 og P13. Overvågningen skal indeholde målinger af vertikale profiler af salinitet, temperatur, ilt, turbiditet og fluorescens som udtryk for mængden af planteplankton.</p>	
<p>18 Overvågningen skal indeholde en ½ årlig bestemmelse af indholdet af metallerne Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn samt TOC, tørstof og glødetab i sediment for stationerne P7, P8, P12 og P13.</p>	
<p>19 Overvågningen skal indeholde en årlig bestemmelse udført i oktober/november af indholdet af metallerne Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn samt lipid og tørstof i muslinger for nærområdet omkring Virksund.</p>	
<p>20 Der skal ske en løbende afrapportering af data på Energinet.dks hjemmeside, og der skal en gang årligt afleveres en rapport, hvor de indsamlede data vurderes i forhold til basismoniteringen og i henhold til kravene til områderne i de til en hver tid gældende relevante planer og bekendtgørelser. Data skal desuden afleveres digitalt i STANDAT format til Naturstyrelsen sammen med rapporten.</p>	
<p>21 Overvågningen skal foretages i hele udskylningsperioden og til et år efter at den sidste udskylning er foretaget</p>	
Jord- og grundvandforurening	
<p>22 Der skal foretages løbende vedligeholdelse og tilsyn med udskylningsanlægget, så der ikke sker spild til omgivelserne</p>	<p>Vilkår vedr. jord- og grundvandsforurening behandles ikke i dette dokument</p>
<p>23 Der skal ved afgangsbassiner være sikring mod nedsivning og en alarm for overløb eller nedsivning.</p>	

4. RESULTATER FRA PILOTPROJEKTOVERVÅGNING

4.1 Prøvetagningsdatoer

Tabel 3-1 angiver prøvetagningsdatoer for pilotprojektovervågningen, opdelt på de forskellige grupper. Ud for hver enkelt dato angives information om vejrforhold og evt. isdække.

Tabel 4-1 Angivelse af prøvetagningsdatoer for de forskellige parametre i overvågningsprogrammet i Lovns Bredning (LB) og Hjarbæk Fjord (HF) ifm. pilotprojektet (PP), samt vejrforhold og isdække den pågældende dato.

Dato (d/m/år)	Prøvetagning	Status for indtag/ udledning (middelflow)	Vejrforhold	Evt. isdække
Fysisk/kemiske forhold & pelagiske larver/æg				
17/11/2011	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Før PP start	8 °C, 3-10 m/s	-
02/12/2011	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Før PP start	2 °C	-
15/12/2011	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Før PP start	frost	-
30/12/2011	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Kun indtag	frost	-
12/01/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF***	Kun indtag	himmel og hav stod i ét, 20 m/s og store bølger, resuspende- rede partikler i van- det	-
25/01/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF* Pelagiske larver/æg i LB og HF	Kun indtag	-10 °C, let østlig vind, sol	Isdække på P9, P10, P11, P12 (2-3 cm tyk)
23/02/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Kun indtag	5-10 °C, frisk vind, sol, spredte skyer	- Hjarbæk Fjord delvist isdæk- ket
08/03/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Kun indtag	sol, skyfrit, 6-7 m/s	-
22/03/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Kun indtag	12 °C, 4-6 m/s SV, sol, skyfrit	-
05/04/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Kun indtag	8 °C, 8 m/s, let skyet	-
19/04/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Kun indtag	10 °C, 7 m/s N, sol, skyfrit	-
03/05/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Kun indtag	20 °C, let vind, høj sol	-
18/05/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Kun indtag	15 °C, 6-7 m/s SV, let skyet/sol	-
31/05/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Kun indtag	hård vind SV, let skyet	-
17/06/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Pause	frisk vind SV, over- skyet	-
28/06/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Pause	2-4 m/s, sol	-
12/07/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Pause	jævn vind, overskyet	-
26/07/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Pause	jævn vind SV, sol	-

Dato (d/m/år)	Prøvetagning	Status for indtag/ udledning (middelflow)	Vejrforhold	Evt. isdække
08/08/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Pause	frisk vind V, sol og skyer	-
23/08/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Pause	8 m/s SV, regn og rusk	-
03/09/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (925 m ³ /t)	5-6 m/s SV, sol	-
17/09/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1990 m ³ /t)	18 °C, let vind SV, let skyet	-
04/10/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Pause (0 m ³ /t)		-
18/10/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1920 m ³ /t)	østlig vind	-
02/11/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1855 m ³ /t)	frisk vind, regn overskyet	-
15/11/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1930 m ³ /t)	let vind SV, sol	-
30/11/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1915 m ³ /t)	jævn vind NV, over- skyet	-
19/12/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF* Pelagiske larver/æg i LB og HF*	Indtag+ Udledning (1915 m ³ /t)	0 °C, let vind N, overskyet, sne	Isdække på P8, P9, P10, P11, P12
27/12/2012	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF* Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1910 m ³ /t)	5 °C, vind 5 m/s V, let skyet	Isdække på P9, P10, P11, P12
10/01/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1885 m ³ /t)	-2 °C, frisk vind N, skyfrit/overskyet	-
19/01/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF* Pelagiske larver/æg i LB og HF*	Indtag+ Udledning (1910 m ³ /t)	-2 °C, frisk vind NØ, sol	Isdække på P8, P9, P10, P11, P12
06/02/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF* Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1905 m ³ /t)	sol, -2 °C, let vind NV	Isdække på P9, P10, P11, P12
21/02/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF* Pelagiske larver/æg i LB og HF (Winkler målinger til kalibrering)	Indtag+ Udledning (1915 m ³ /t)	-2 °C, næsten vind- stille, let sol	Isdække på P9, P10, P11, P12
06/03/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF* Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1905 m ³ /t)	2-4 m/s, havblik, overskyet	Isdække på P9, P10, P11, P12
21/03/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF* Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1890 m ³ /t)	-3 °C, let/frisk vind fra N, letskyet/sne	Isdække på P12 Grødis i sluse- området, fast is i HF.
04/04/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF* Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1885 m ³ /t)	skyfrit sol, let vind	Isdække på P12

Dato (d/m/år)	Prøvetagning	Status for indtag/ udledning (middelflow)	Vejrforhold	Evt. isdække
18/04/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1100 m ³ /t)	12 °C, stormende kuling, 15-20 m/s SV, overskyet	-
02/05/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Pause	5-8 m/s NV, sol, sky- frit	-
16/05/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1140 m ³ /t)	15 °C, let vind, let skyet	-
29/05/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1900 m ³ /t)	15 °C, frisk vind N, let skyet	-
13/06/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1910 m ³ /t)	15 °C frisk vind 10 m/s, overskyet, lidt sol	-
27/06/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1900 m ³ /t)	15 °C, 6-8 m/s SV, skyet	-
12/07/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1900 m ³ /t)	0-3 m/s N, sol	-
26/07/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1900 m ³ /t)	25 °C, 0-5 m/s V, let skyet	-
11/08/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1890 m ³ /t)	8-10 m/s V, høj sø, vekslende skydæk- ke/regnbyger	-
22/08/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1895 m ³ /t)	20 °C, havblik, over- skyet/regnbyger,	-
06/09/2013	Fysisk/kemiske forhold i LB og HF Pelagiske larver/æg i LB og HF	Indtag+ Udledning (1895 m ³ /t)	20 °C, 10 m/s SØ, sol	-
Metaller				
10/05/2012	Muslinger i LB Sediment i LB og HF	Kun indtag	Blæst vestfra	-
13/06/2012	Vandprøver i LB og HF	Pause	Stille vejr	-
06/02/2013	Muslinger i LB Sediment i LB	Indtag+ Udledning (1905 m ³ /t)	Stille vejr	Hjarbæk Fjord isdækket.
11/04/2013	Sediment i HF**	Indtag+ Udledning (1870 m ³ /t)	Stille vejr	-
03/09/2013	Muslinger i LB Sediment i LB og HF	Indtag+ Udledning (1890 m ³ /t)	Vestenvind 5 m sek	-
Fisk				
Teknisk fiskeri				
10/05/2012	Teknisk undersøgelse af fisk i LB og HF	Pause	Blæst vestfra	-

Dato (d/m/år)	Prøvetagning	Status for indtag/ udledning (middelflow)	Vejrforhold	Evt. isdække
Røgtning af pæleruser nær Virksund				
20/03/2012	Opsætning af pæleruser	Kun indtag	-	-
23/03/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
26/03/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
30/03/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
02/04/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
07/04/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
10/04/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
15/04/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
19/04/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
24/04/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
29/04/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
02/05/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
05/05/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
18/05/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF Tørring og rens af ruser	Kun indtag	-	-
20/05/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
24/05/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
28/05/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Kun indtag	-	-
01/06/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
05/06/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
08/06/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
12/06/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
15/06/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
16/06/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
20/06/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
22/06/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
25/06/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
29/06/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
02/07/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
07/07/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
11/07/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
14/07/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
17/07/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
19/07/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
28/08/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
30/08/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Pause	-	-
04/09/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
09/09/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
12/09/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
16/09/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
23/09/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
30/09/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
03/10/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-

Dato (d/m/år)	Prøvetagning	Status for indtag/ udledning (middelflow)	Vejrforhold	Evt. isdække
07/10/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
10/10/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
14/10/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
21/10/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
28/10/2012	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
19/04/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
26/04/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
02/05/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
05/05/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
09/05/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
13/05/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
16/05/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
19/05/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
05/06/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
09/06/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
16/06/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
21/06/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
25/06/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
29/06/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
01/07/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
05/07/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
09/07/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
13/07/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
17/07/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
22/07/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
16/08/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-

Dato (d/m/år)	Prøvetagning	Status for indtag/ udledning (middelflow)	Vejrforhold	Evt. isdække
18/08/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
22/08/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
27/08/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
01/09/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
08/09/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
12/09/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Indtag+ Udledning	-	-
14/09/2013	Røgtning af pæleruser i LB og HF	Udledning (PP afslut- ning)	-	-
Tømning af fangstpost med frafilteret materiale ved vandindtag (fangstposten inspiceret ved hver røgtning af pæleruser, kun tømt ved et vist indhold)				
02/11/2012	Tømning af fangstpose	Indtag+ Udledning		-
23/11/2012	Tømning af fangstpose	Indtag+ Udledning		-
01/03/2013	Tømning af fangstpose	Indtag+ Udledning		-
23/04/2013	Tømning af fangstpose	Indtag+ Udledning		-
02/05/2013	Tømning af fangstpose	Indtag+ Udledning		-
09/05/2013	Tømning af fangstpose	Indtag+ Udledning		-
05/06/2013	Tømning af fangstpose	Indtag+ Udledning		-
09/06/2013	Tømning af fangstpose	Indtag+ Udledning		-
15/08/2013	Tømning af fangstpose	Indtag+ Udledning		-
14/09/2013	Tømning af fangstpose	Indtag+ Ud- ledning		-

*prøvetagning reduceret pga. isdække

**prøvetagning forsinket pga. isdække

*** prøvetagning afbrudt pga. dårligt vejr. Planktonnet gik itu, og planktonprøver blev gentaget d 20/1.

4.2 Klimatiske forhold

De klimatiske forhold i området (solskinstimer, temperatur, nedbør og vind) beskrives på baggrund af data fra Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) som baggrundsviden for vurdering af eventuelle ændringer.

Den nærmeste målestation ift. Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning er Foulum, som ligger ca. 20 km sydøst for Virksund. Herfra er indkøbt månedlige data for en række klimatiske parametre. De målte parametre blev sammenlignet med "normal", som af DMI er defineret som perioden 1961 - 90.

Nedenstående beskrivelse inkluderer fem års data. 2009 - 2010 er den periode hvor der blev udført basisovervågning, mens 2011 - 2013 er de år hvor der blev udført pilotprojekt. For 2013 er data frem til september inkluderet.

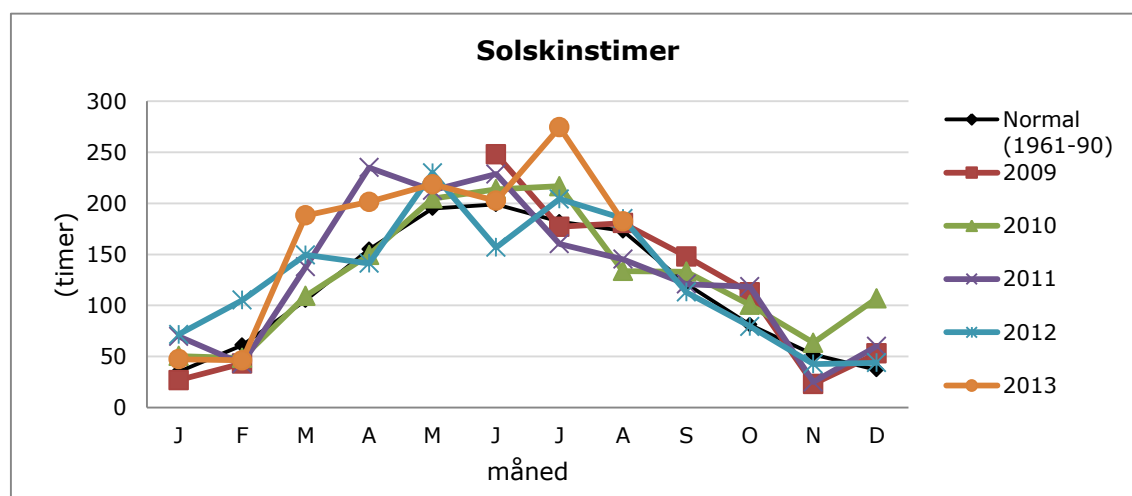
Desuden beskrives isdække baseret på data fra Søværnets Operative Kommando (SOK) og Sveriges meteorologiske og hydrologiske institut (SMHI).

4.2.1 Sol

Antallet af solskinstimer per måned er præsenteret i Figur 4-1.

Normalen for solskinstimer varierer fra 35 - 199 timer, med maksimalt antal timer i sommermånederne (juni - juli), og minimum antal timer i vinterhalvåret.

Data fra 2009 - 2013 fulgte samme mønster og der blev observeret begrænset variation over de fem år, hvorfra der er indhentet data.



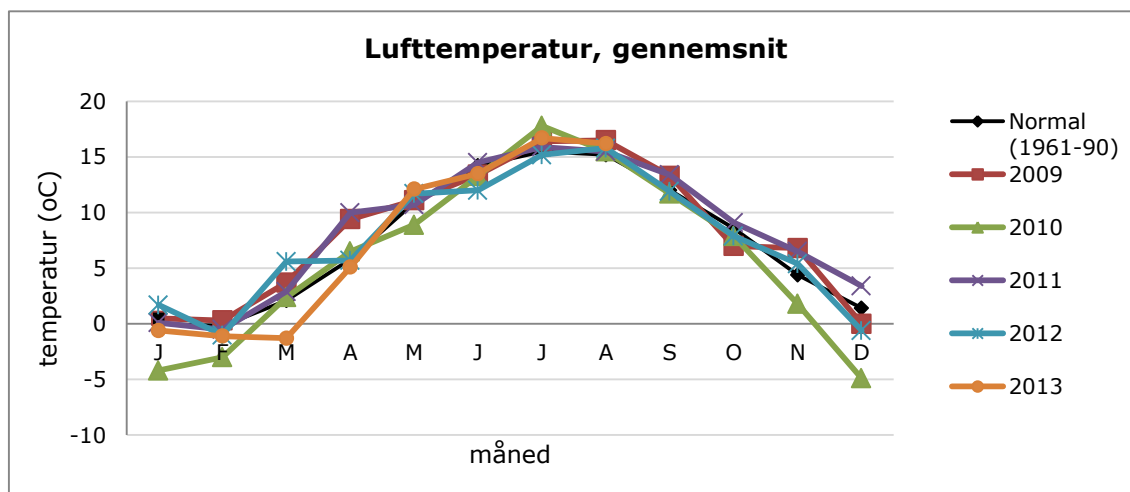
Figur 4-1 Antallet af solskinstimer (timer) per måned under baseline og pilotprojekt (2009 - 2013), baseret på DMI data fra målestation i Foulum.

4.2.2 Lufttemperatur

Den gennemsnitlige lufttemperatur er vist i Figur 4-2.

Normalen for lufttemperatur varierer fra -0,2 - 15 °C, med højest temperatur i sommermånederne (juni - juli), og lavest temperatur i vinterhalvåret.

Data fra 2009 - 2013 fulgte samme mønster og der blev observeret begrænset variation over de fem år, hvorfra der er indhentet data.



Figur 4-2 Gennemsnitlig lufttemperatur (°C) per måned under baseline og pilotprojekt (2009 - 2013), baseret på DMI data fra målestation i Foulum.

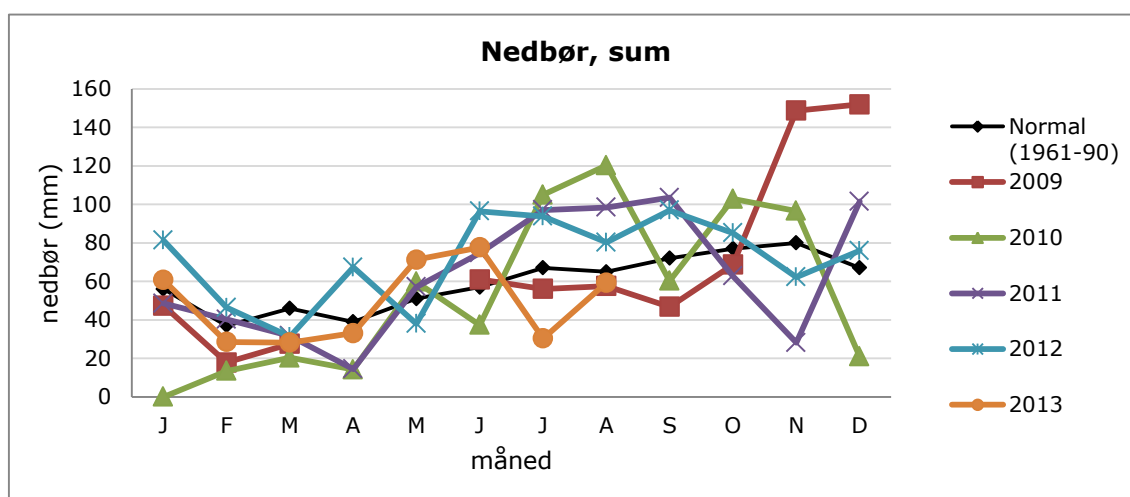
4.2.3 Nedbør

Den månedlige nedbør (sum) er vist i Figur 4-3.

Normalen for nedbør varierer fra 37 - 80 mm nedbør per måned, med mindst nedbør i foråret, og mest nedbør i sensommer og efterår.

Data fra 2009 - 2013 udviste betragtelig variation fra år til år. Nedenfor fremhæves år/måneder med betragtelig afvigelse fra normalen (forskul omkring 40 mm).

- 2009 havde nedbør omkring normalen frem til efteråret (nov-dec), hvor mængderne af nedbør var meget høje (149 og 152 mm, omtrent dobbelt så meget som normalen på 80 og 67 mm).
- 2010 startede tørt, med lidt mindre nedbør end normalen i januar, februar, marts og april. Sommermånederne juli-august var våde, med mere nedbør (105 og 120 mm) end normalen (67 og 54 mm). December havde meget lidt nedbør (20 mm) i forhold til normalen (67 mm).
- 2011 havde nedbør omkring normalen, hvor juli, august og september havde lidt mere nedbør end normalen. I november var der betragteligt mindre nedbør (28 mm) end normalen (80 mm).
- 2012 og 2013 havde ikke betragtelig afvigelse fra normalen.



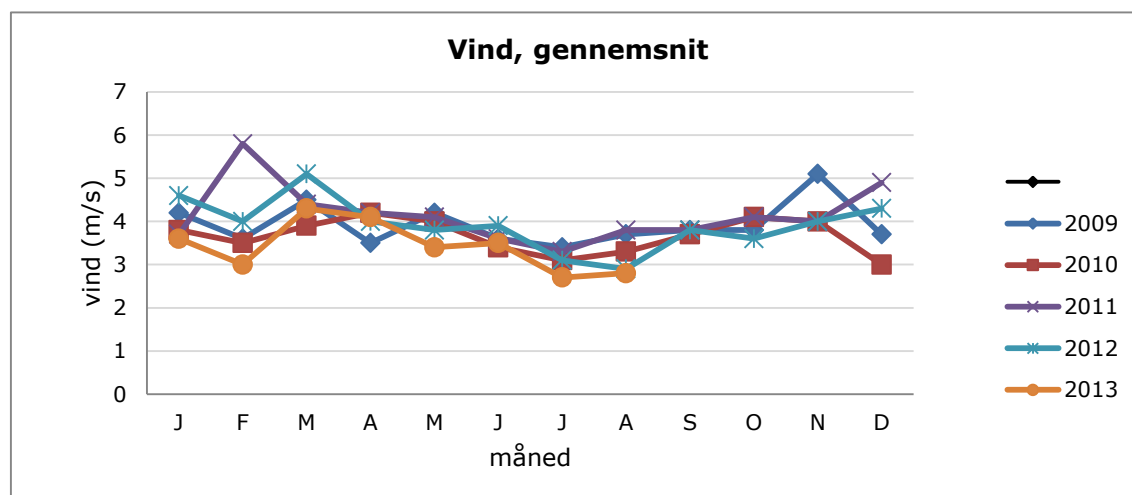
Figur 4-3 Summen af nedbør (mm) per måned under baseline og pilotprojekt (2009 - 2013), baseret på DMI data fra målestation i Foulum.

4.2.4 Vind

For vind har DMI ikke defineret en normal.

Gennemsnitlig månedlig vindhastighed fra 2009 – 2013 er angivet i Figur 4-4. Det ses at der var begrænset variation over de fem år, hvorfra der blev indhentet data.

Den månedlige gennemsnitlige vindhastighed varierede typisk fra 3-5 m/s over året, med højeste værdier i forår og efter, og laveste værdier i sommermånederne.



Figur 4-4 Gennemsnitlig vindstyrke (m/s) per måned under baseline og pilotprojekt (2009 - 2013) , baseret på DMI data fra målestation i Foulum.

4.2.5 Isdække

Isdække er beskrevet for de enkelte prøvetagningsdatoer under pilotprojektet som angivet i Tabel 4-1.

Søværnets Operative Kommando (SOK) udsender daglige ismeldinger, og udarbejder årsrapporter for isdække i danske farvande. I SOKs opgørelse er Skive Fjord ved Lundøhage det nærmeste sted ved Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord som er opgjort.

Isdække ved Skive Fjord ved Lundøhage vises i Tabel 4-2. Koncentrationen af is angives med antal dage per kategori iflg. Østersøkoden, som har kategorier af isdække fra "åbent vand med mindre end 10 % is" til "fastis". Kategorierne er gengivet nedenfor:

- 1 Åbent vand - mindre end 10 %
- 2 Spredt drivis - 10 til mindre end 40 %
- 3 Åben drivis - 40 til 60 %
- 4 Tæt drivis - 70 til 80 %
- 5 Meget tæt drivis - 90 - 100 %
- 6 Kompakt drivis, inklusive sammenfrosset drivis - koncentrationen 100%
- 7 Fastis med drivis udenfor
- 8 Fastis
- 9 Åben rende i meget tæt eller kompakt drivis eller rende langs fast iskant


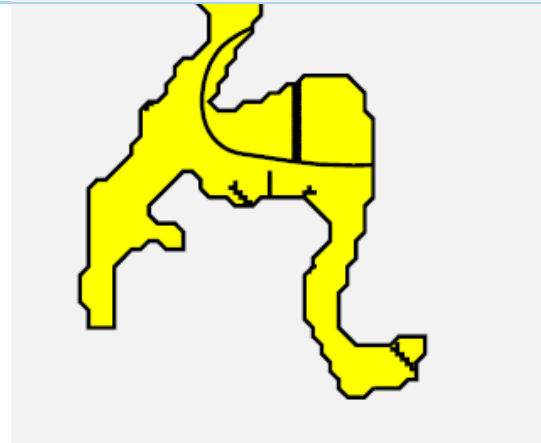

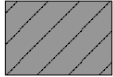

Tabel 4-2 Isdække ved Skive Fjord ved Lundøhage i vintrene 2009 - 2013. Beskrivelse baseret på Søværnets Operative Kommando (SOK). * Koncentrationen af is angives med antal dage per kategori iflg. Østersøkode, som har kategorier af isdække fra "åbent vand med mindre end 1/10 is" til "fastis".

Koncentrationen af is i Skive Fjord ved Lundøhage	
Dage per isdækketkategori iflg. Østersøkode*	
Vinter 2009/2010	
SOK /14/:	
13 dage med åbent vand (mindre end 10 % is)	
4 dage med spredt drivis (10-40 % is)	
2 dage med åben drivis (40 – 60 % is)	
7 dage med tæt drivis (70 – 80 % is)	
18 dage med kompakt drivis (100 %)	
47 dage med fastis	
	I alt 91 dage med is
Vinter 2010/2011	
SOK /15/:	
22 dage med åben drivis (40 – 60 % is)	
10 dage med tæt drivis (70 – 80 % is)	
14 dage med kompakt drivis (100 %)	
60 dage med fastis	
	I alt 106 dage med is
Vinter 2011/2012	
SOK /16/:	
2 dage med åbent vand (mindre end 10 % is)	
2 dage med åben drivis (40 – 60 % is)	
8 dage med tæt drivis (70 – 80 % is)	
15 dage med fastis	
	I alt 27 dage med is
Vinter 2012/2013	
SOK /47/:	
2 dage med åbent vand (mindre end 10 % is)	
19 dage med spredt drivis (10 – 40 %)	
8 dage m åben drivis (40 – 60 %)	
1 dag m meget tæt drivis (90 - 100 % is)	
30 dage m fastis	
	I alt 60 dage med is

Som supplement til ovenstående vises i Tabel 4-3 figurer fra Sveriges Meteorologiske og Hydrologiske institut (SMHI), der viser den maksimale udbredelse af havis i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Disse data for isdække /17/er opgjort på årsbasis (i modsætning til SOK, der opgør per vinter). Sammen med figurerne angives SMHI klassifikation af hver enkelt vinter.

Vintrene 2010 og 2011 blev begge af SMHI er karakteriseret som "svær isvinter", mens 2012 blev karakteriseret som en "mild isvinter". Dette er i overensstemmelse med SOKs beskrivelser, som præsenteret i Tabel 4-2. Der er ikke offentliggjort en beskrivelse af vinteren 2012/13 fra SMHI.

Tabel 4-3 Overordnet beskrivelse af isvinter og maksimal isudbredelse i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord baseret på kort fra Sveriges meteorologiske undersøgelser (SMHI) /17/

Overordnet beskrivelse samt maksimal isudbredelse fra SMHI	
2008/09 Mild isvinter	Ingen isdække registreret i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.
2009/10 Svær isvinter	
2010/11 Svær isvinter	
2011/12 Mild isvinter	
2012/13	Iskort fra SMHI var ikke tilgængelig ved udarbejdelse af denne rapport.
Kategorier  fastis  spredt drivis	

4.3 Fysisk/kemiske forhold

Detaljerede figurer der viser hver enkelt vertikal profil for hver enkelt prøvetagning, er tilgængelig på projektovervågningens hjemmeside (<http://miljo-overvaagning-limfjorden.ramboll.dk/>).

Konturplots for de fem parametre vist for hver enkelt station i Bilag 3. I dette afsnit vises og beskrives konturplots for fire fokusstationer P1, P6, P7 og P8 (Figur 4-5). Tre fokusstationer svarer til de stationer, hvor der er taget planktonprøver, mens den sidste betragtes som særlig relevant ift. hydrografiske forhold.



Figur 4-5 Udvalgte stationer P1, P6, P7 og P8, hvorfra der præsenteres data for vandkvalitet. Data fra de resterende stationer præsenteres i Bilag 3.

Det bemærkes, at ved prøvetagning 12/1-2012 var der kraftig blæst og bølger. I forbindelse med prøvetagningen blev der visuelt konstateret en høj grad af omrøring, og efterfølgende behandling af målingerne har vist at målinger af turbiditet og ilt var meget forskellige (højere) fra de resterende målinger i både pilotprojektet og basisovervågningen, særligt for stationerne i Hjarbæk Fjord. Da målingerne fra denne dato ville gøre konturplots skævvredne og mindske den visuelle fremstilling af årsvariationen er målinger for turbiditet og ilt fra denne dato udeladt i de fremstillede konturplots.

I perioden før udledning (15/11 2011 til 1/9 2012) var der ikke isdække på stationerne, mens der i perioden med udledning (1/9 2012 – 15/9 2013) i to perioder var isdække på station P8 i Hjarbæk Fjord.

4.3.1 Salinitet

Der blev målt salinitet fra 0 - 28 psu. Minimum og maksimum for de fire fokusstationer er vist i Tabel 4-4. Der er udtalt variation mellem Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord, med højest salinitet på stationerne i Lovns Bredning. Der blev målt lav salinitet nær Virksund slusen, på stationerne P7 og P8, primært ifm. isdække i Hjarbæk Fjord.

Tabel 4-4 Intervaller for salinitet på de fire fokusstationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

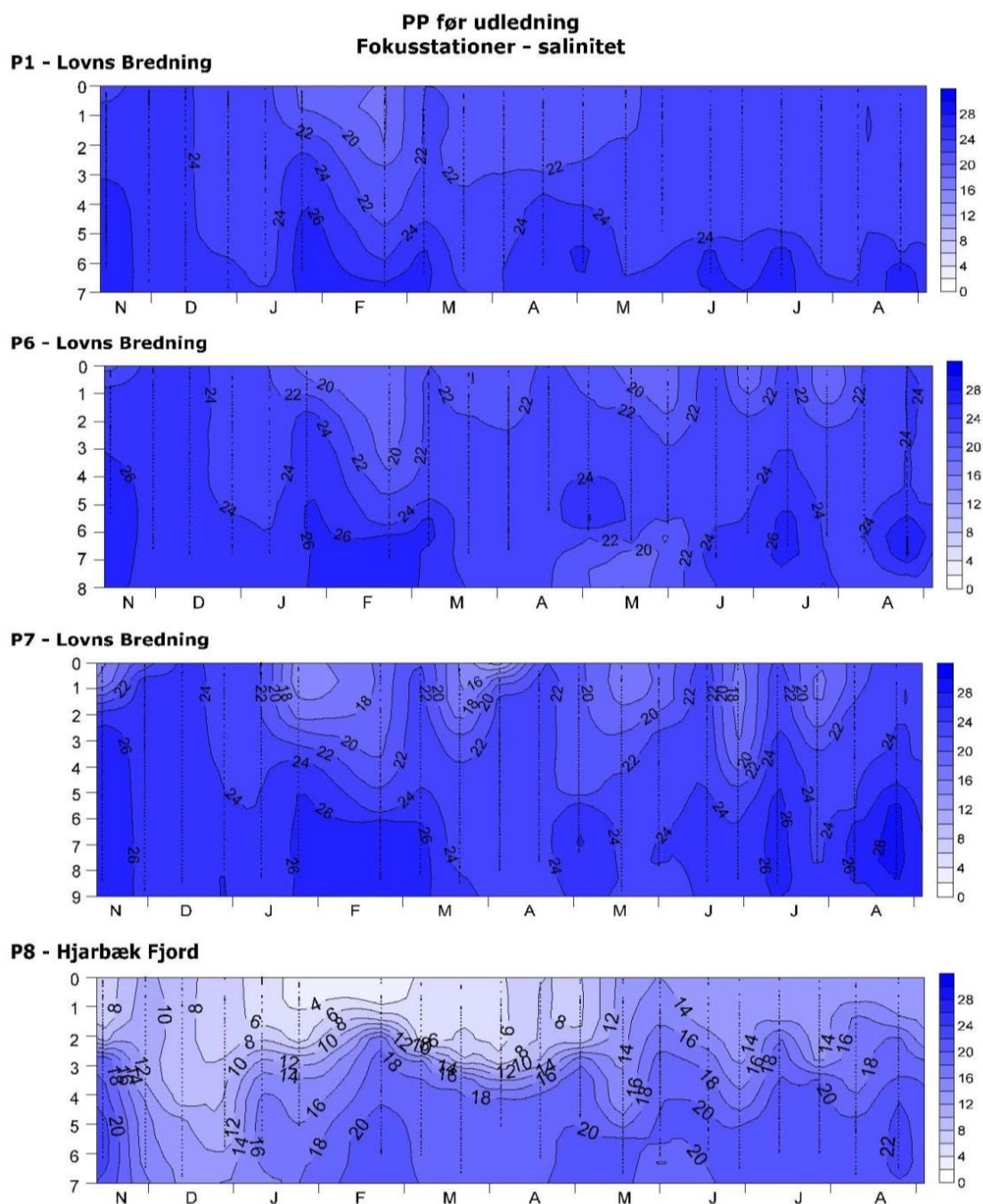
Station	Salinitet (psu)	
	Top	Bund
P1	17,3-24,9	19,8-28,0
P6	13,0-25,0	18,9-28,4
P7	2,2-25,4	18,9-28,5
P8	1,5-14,9	10,7-23,2

Den tidlige udvikling i salinitet på de fire fokusstationer er vist i Figur 4-6 og Figur 4-7. Figur 4-6 viser perioden før udledning (15/11 2011 til 1/9 2012) mens Figur 4-7 viser perioden under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013).

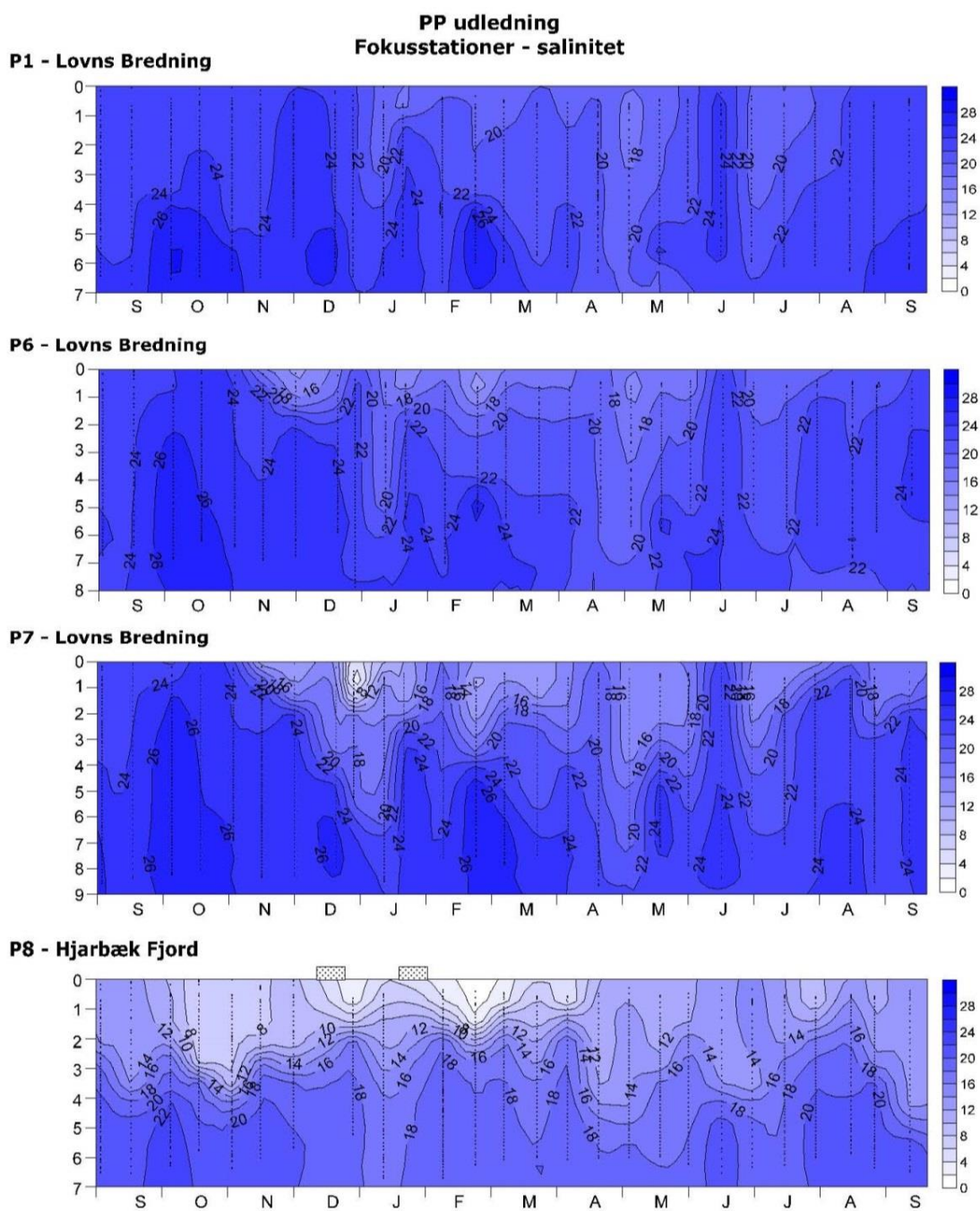
Generelt blev der observeret haloklin (saltspringlag) på alle fire stationer, både før og under udledning. Der var stor variation blandt stationerne, med en udtalt tendens til at vandsøjlen blev mere lagdelt, jo tættere på Hjarbæk Fjord man kommer.

På station P1, P6 og P7 i Lovns Bredning blev der både før og efter udledning observeret det samme overordnede mønster. Nær bunden blev der målt saliniteter på 24 - 28 psu. På station P6 blev der i maj 2012 observeret lavere salinitet nær bunden, på 18 - 22 psu. I overfladevandet var variationen større, med værdier fra 14 - 26 psu på de tre stationer. Saliniteterne i overfladevandet var lavest vinter og forår.

På station P8 i Hjarbæk Fjord blev der observeret en kraftig lagdeling. Nær bunden blev der både før og efter udledning observeret salinitet mellem 14 - 22 psu. I overfladevandet var saliniteten 0 - 14 psu. Saliniteten i overfladevandet var lavest vinter og forår. I perioden med udledning blev det observeret et ferskvandssignal ifm. afsmeltning af isdække i februar/marts.



Figur 4-6 Konturplots af salinitet (psu) på de fire fokusstationer, i perioden før udledning fra november 2011 til august 2012. x-aksen viser måned og y-aksen viser dybde, mens lodrette stiplede linjer angiver målepunkter.



Figur 4-7 Konturplots af salinitet (psu) på de fire fokusstationer, i perioden under udledning fra september 2012 til september 2013. x-aksen viser måned og y-aksen viser dybde, mens lodrette stiplede linjer angiver målepunkter. Prikket boks ved overfladen angiver periode med isdække.

4.3.2 Temperatur

Der blev målt temperaturer mellem -1 og 22 °C, med lille variation mellem Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Minimum og maksimum for de fire fokusstationer er vist i Tabel 4-5.

Tabel 4-5 Intervaller for temperatur på de fire fokusstationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

Station	Temperatur (°C)	
	Top	Bund
P1	-0,6-22,0	-0,6-19,4
P6	-0,4-20,4	0,6-19,0
P7	-0,4-21,0	0,2-19,2
P8	0,0-23,3	-0,5-20,0

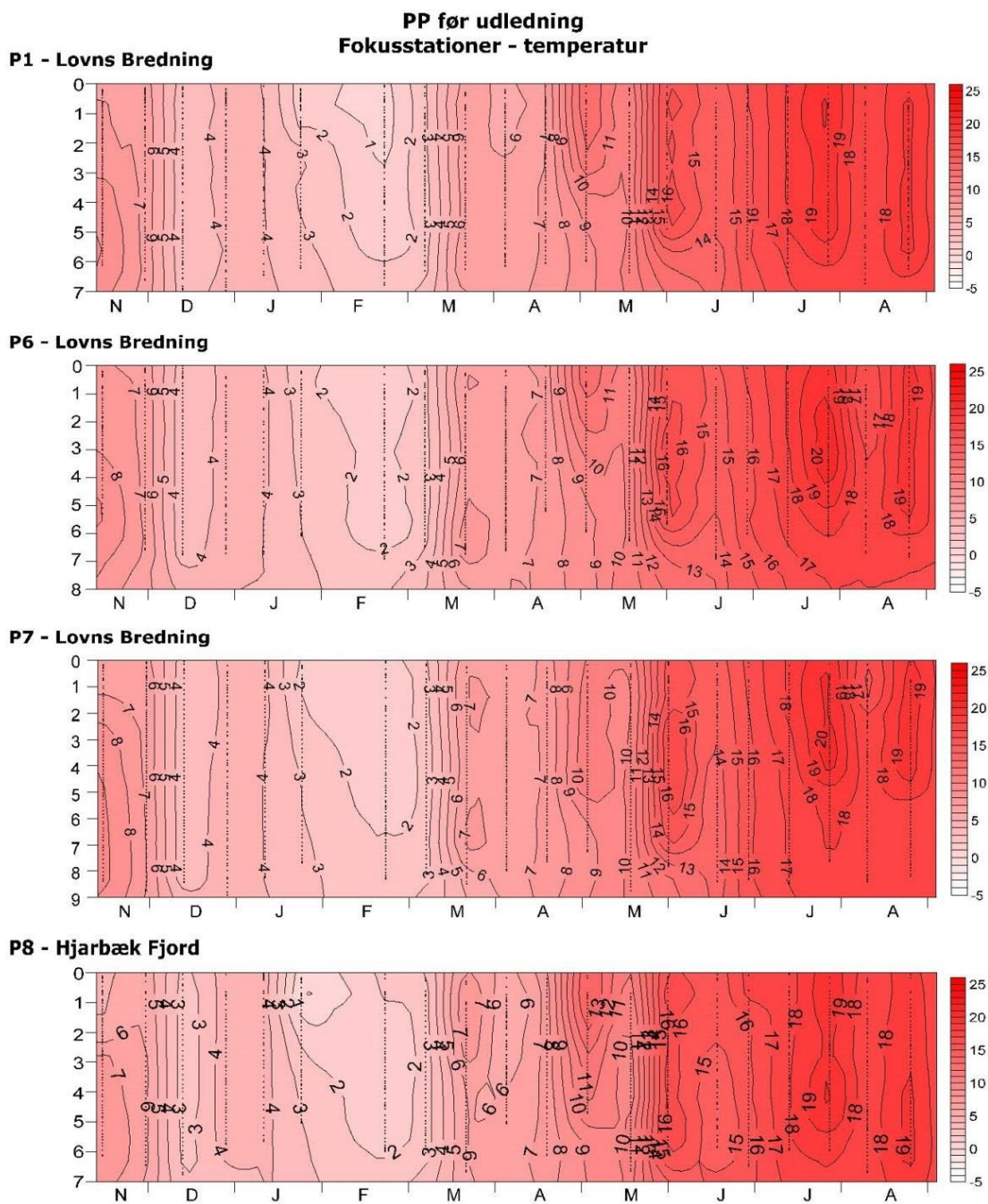
Den tidlige udvikling i temperatur på de fire fokusstationer er vist i Figur 4-8 og Figur 4-9. Figur 4-8 viser perioden før udledning (15/11 2011 til 1/9 2012) mens Figur 4-9 viser perioden under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013).

Temperaturen afspejler generelt lufttemperaturen, med de højeste temperaturer om sommeren, og de laveste om vinteren. Vandsøjlen var generelt godt opblandet mht. temperatur, og der var ingen tydelig termoklin (temperatur springlag).

Der var relativ lille variation mellem de fire stationer.

Den laveste temperatur blev i perioden før udledning målt i februar (0 – 2 °C), mens den i perioden med udledning blev målt i en længere periode fra december til marts (-1 – 2 °C). Den længere periode med kulde blev delvist afspejlet i isdække på station P8 i Hjarbæk Fjord.

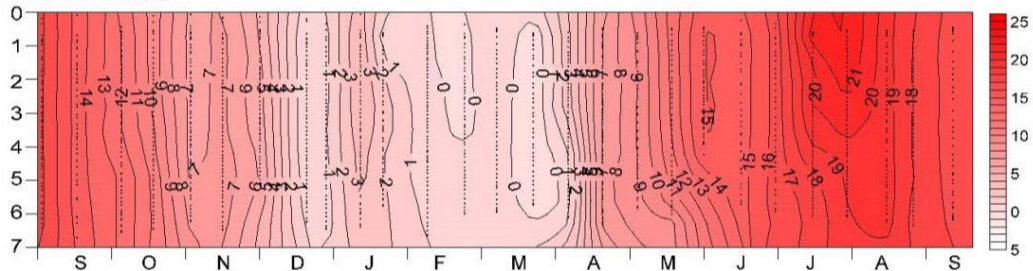
De højeste temperaturer blev i begge perioder målt i sensommeren (juli-august), hvor der blev målt vandtemperaturer over 20 °C.



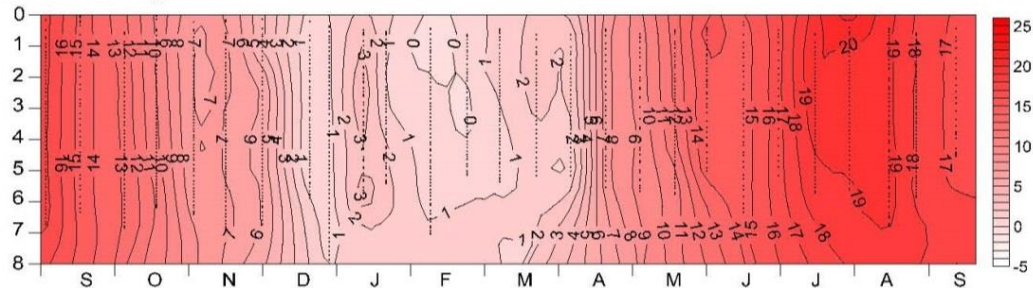
Figur 4-8 Konturplots af temperatur (°C) på de fire fokusstationer, i perioden før udledning fra november 2011 til august 2012. x-aksen viser måned og y-aksen viser dybde, mens lodrette stiplede linjer angiver målepunkter.

PP udledning
Fokusstationer - temperatur

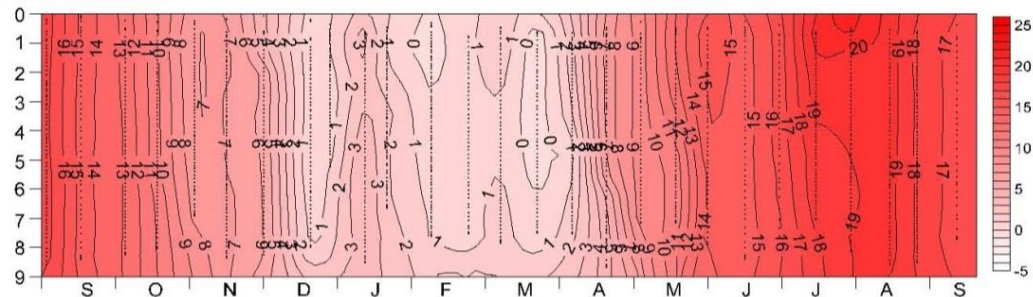
P1 - Lovns Bredning



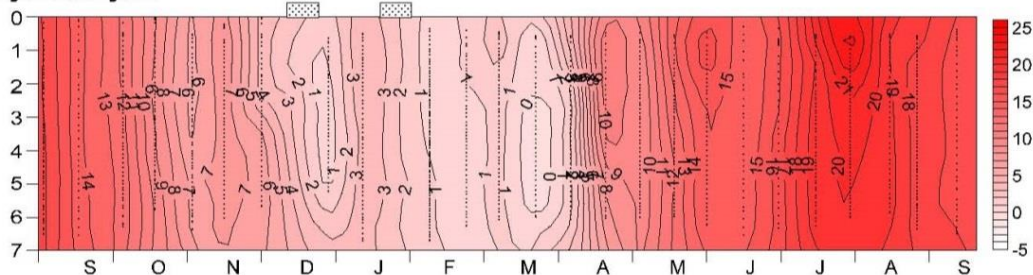
P6 - Lovns Bredning



P7 - Lovns Bredning



P8 - Hjarbæk Fjord



Figur 4-9 Konturplots af temperatur (°C) på de fire fokusstationer, i perioden under udledning fra september 2012 til september 2013. x-aksen viser måned og y-aksen viser dybde, mens lodrette stiplede linjer angiver målepunkter. Prikket boks ved overfladen angiver periode med isdække.

4.3.3 Iltforhold

Der blev målt iltforhold varierende fra 0- 23 mg/l, svarende til en mætning på 0 – 206 %. Minimum og maksimum for de fire fokusstationer er vist i Tabel 4-6.

Tabel 4-6 Intervaller for iltkoncentration på de fire fokusstationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

Station	Iltkoncentration (mg/l)	
	Top	Bund
P1	3,3-14,4	0,5-11,7
P6	3,3-13,9	0,1-11,9
P7	4,1-14,2	0,0-11,0
P8	3,9-16,0	0,2-13,4

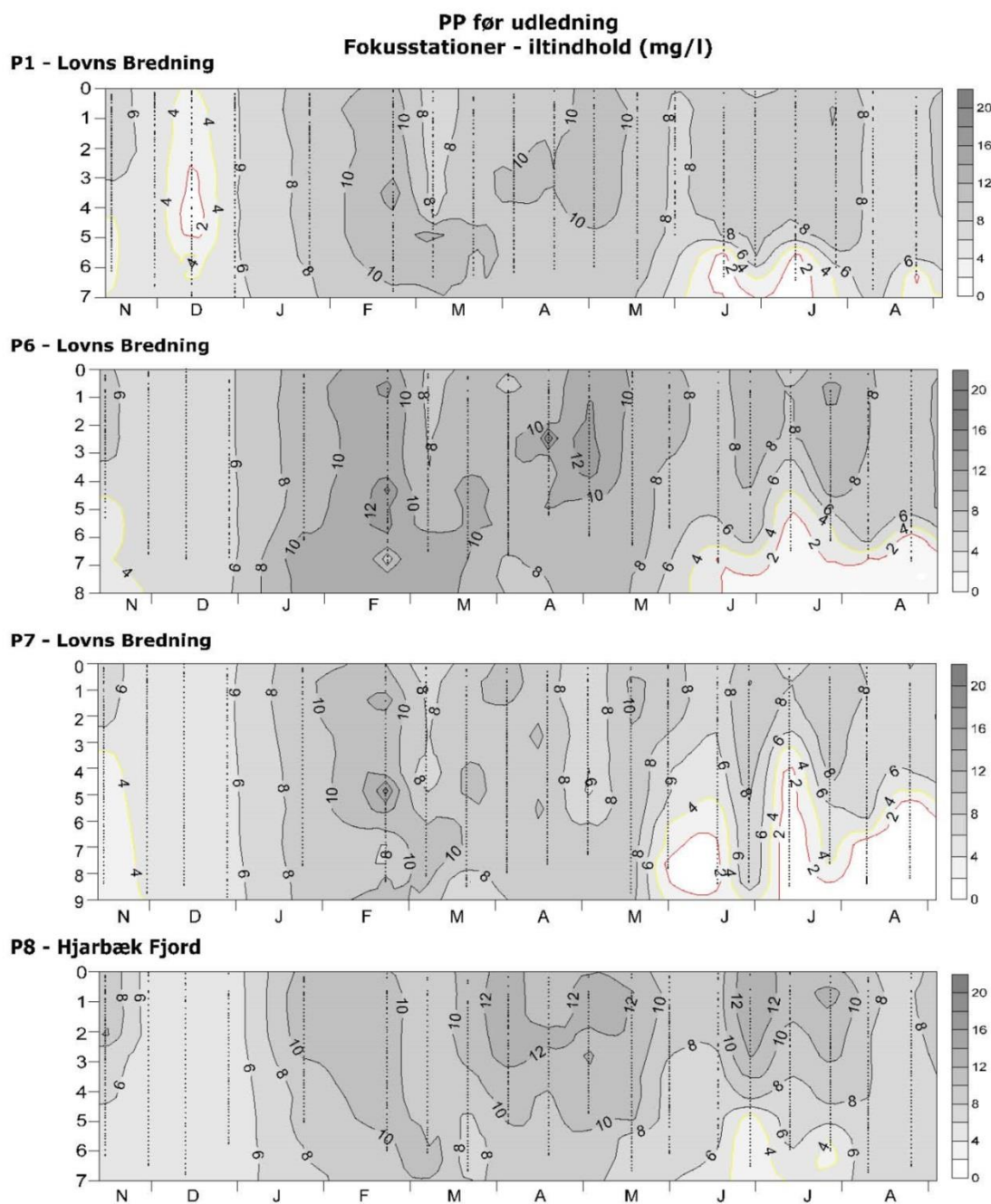
Den tidlige udvikling i iltindhold på de fire fokusstationer er vist i Figur 4-10 og Figur 4-11.

Figur 4-10 viser perioden før udledning (15/11 2011 til 1/9 2012) mens Figur 4-11 viser perioden under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013).

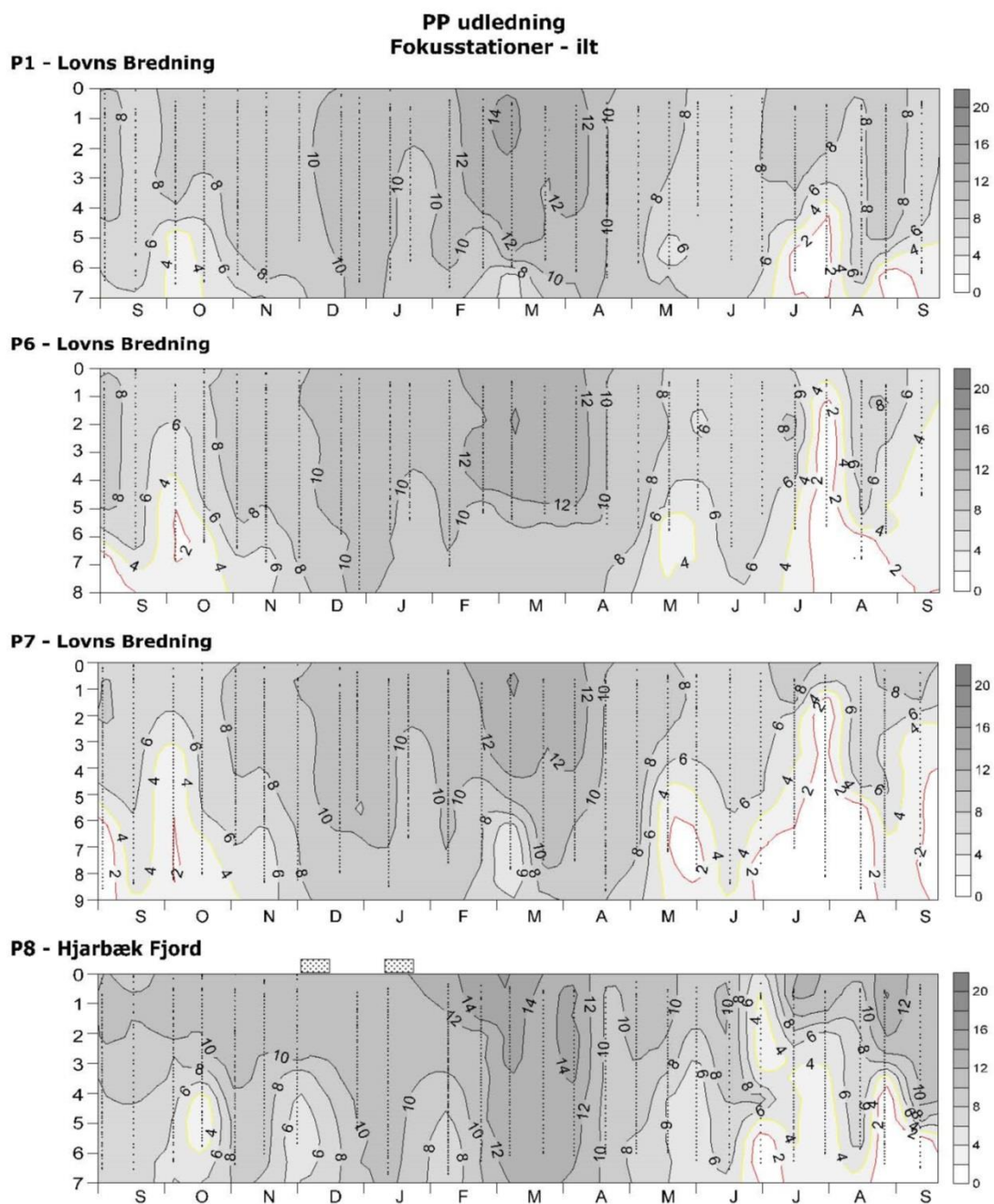
Udviklingen i iltforholdene var til dels sammenfaldende på de fire stationer igennem hele monitoringsperioden.

Det laveste iltindhold blev i begge perioder målt i bundvandet, i sensommer og efterår. Iltsvind (hhv. <4 og <2 mg/l) forekom på alle fire stationer i begge perioder. Der var ikke markant forskel på koncentrationerne, men perioden med iltsvind var kortest på station P1 længst ude i Lovns Bredning og størst på stationerne P7 og P8 nær Virksund.

Det højeste iltindhold blev i begge perioder målt nær overfladen om foråret (juli-august), hvor der blev målt koncentrationer fra 8 – 12 mg/l.



Figur 4-10 Konturplots af iltkoncentration (mg/l) på de fire fokusstationer, i perioden før udledning fra november 2011 til august 2012. x-aksen viser måned og y-aksen viser dybde, mens lodrette stiplede linjer angiver målepunkter. Prikket boks ved overfladen angiver periode med isdække.



Figur 4-11 Konturplots af iltkoncentration (mg/l) på de fire fokusstationer, i perioden under udledning fra september 2012 til september 2013. x-aksen viser måned og y-aksen viser dybde, mens lodrette stiplede linjer angiver målepunkter. Prikket boks ved overfladen angiver periode med isdække.

4.3.4 Turbiditet

Turbiditet betegner en optisk værdi, der kan henføres til uklarhed. Turbiditet har således ikke noget med farven at gøre, men skyldes små partikler (kolloider) i vandet, der medfører, at lyset spredes. Vandets uklarhed kan angives i enheden NTU (nephelometric turbidity units).

Der blev målt turbiditet fra 0 – 16 NTU. Minimum og maksimum for de fire fokusstationer er vist i Tabel 4-7. Der var udtalt variation mellem Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord, med højest turbiditet på stationen i Hjarbæk Fjord.

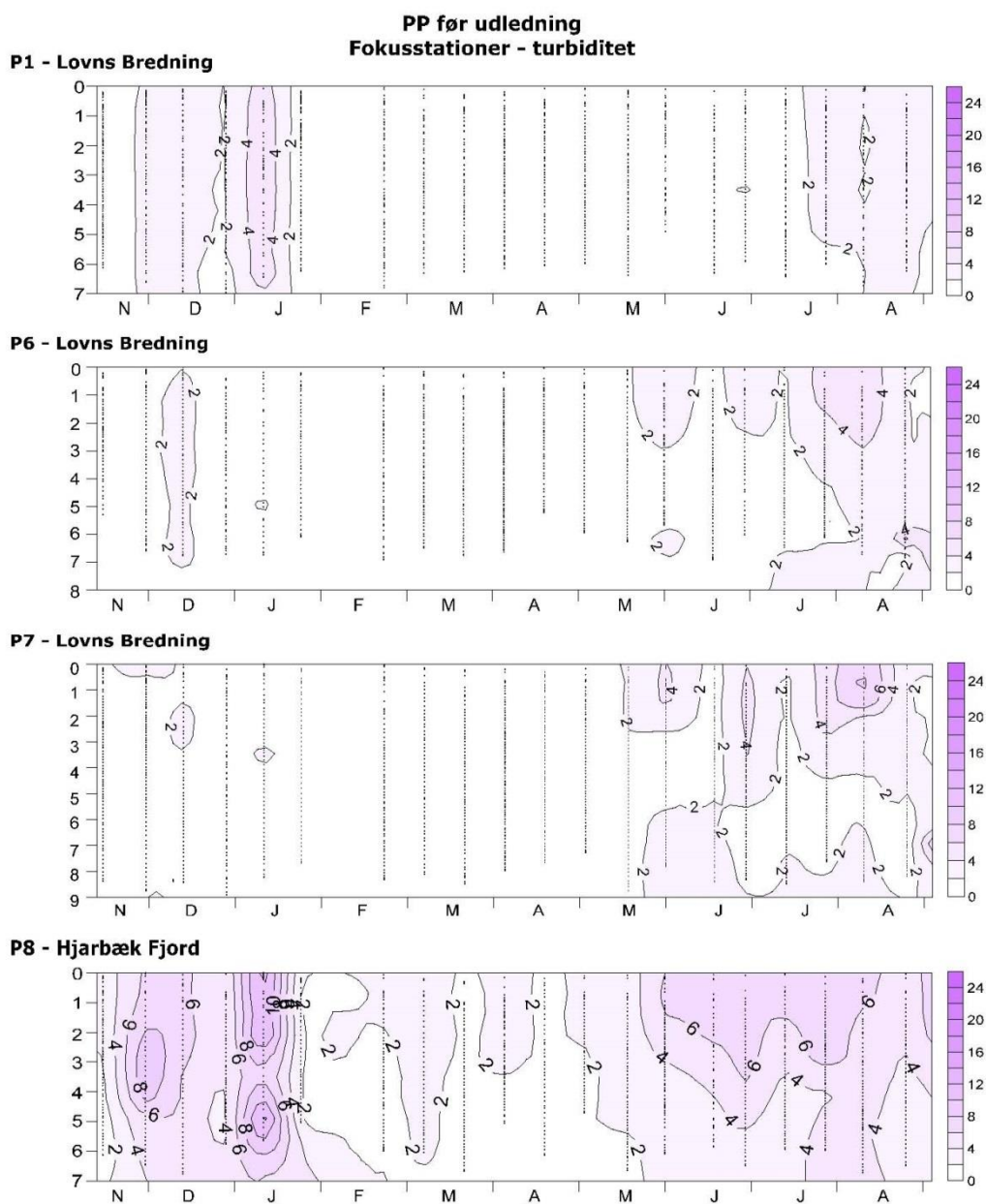
Tabel 4-7 Intervaller for turbiditet på de fire fokusstationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

Station	Turbiditet (NTU)	
	Top	Bund
P1	0,6-4,9	0,4-5,6
P6	0,5-5,7	0,5-6,2
P7	0,6-8,2	0,5-9,6
P8	1,5-11,6	0,9-9,7

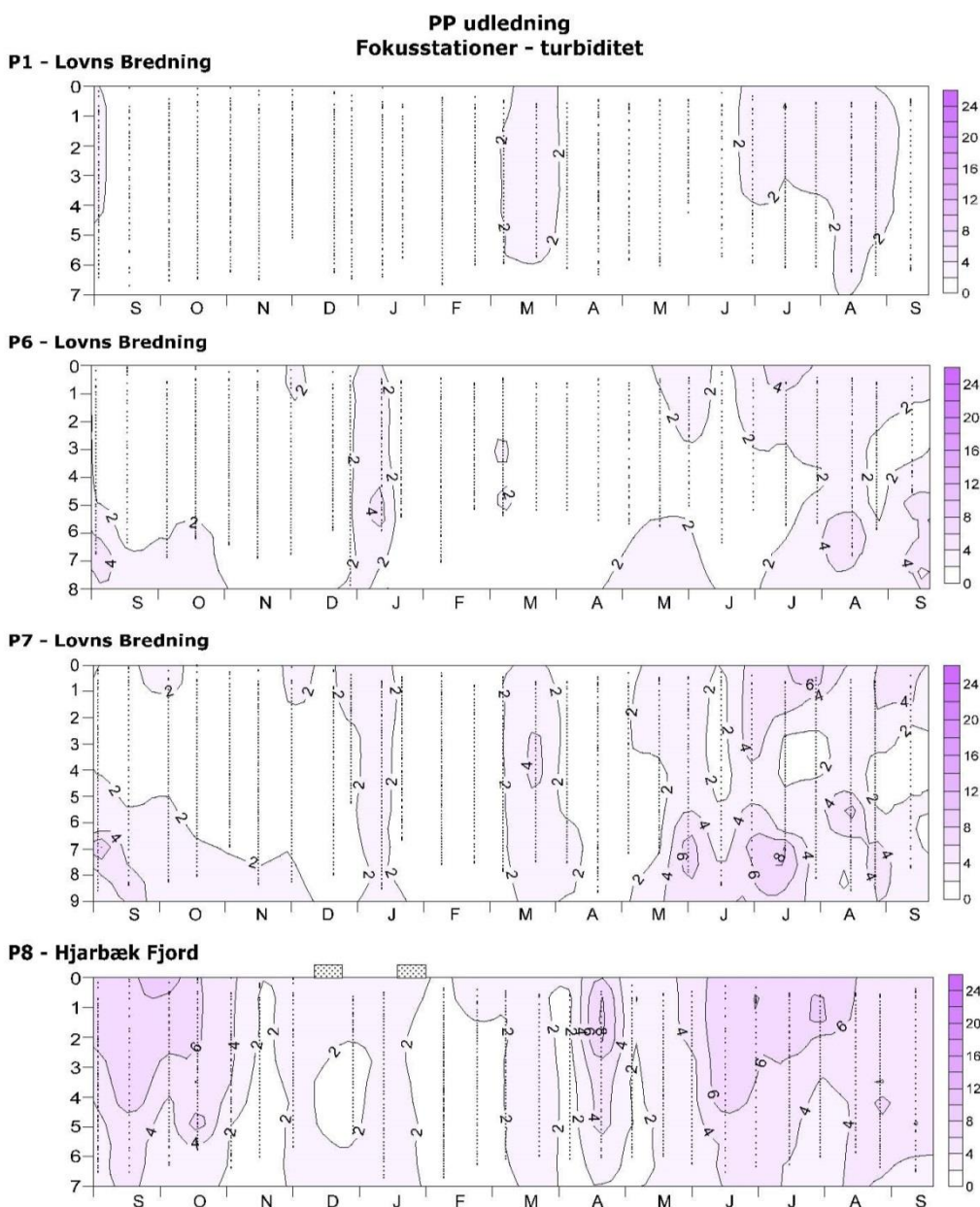
Den tidlige udvikling i turbiditet på de fire fokusstationer er vist i Figur 4-12 og Figur 4-13. Figur 4-12 viser perioden før udledning (15/11 2011 til 1/9 2012) mens Figur 4-13 viser perioden under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013).

Der var stor variation blandt stationerne, med en udtalt tendens til at turbiditeten blev højere, jo tættere på Hjarbæk Fjord man kom. Generelt var der lille variation i vandsøjlen, om end der i sensommerperioderne var tendens til højere turbiditet i den øverste del af vandsøjlen.

Der blev primært målt turbiditet under 10 NTU, men ved en enkelt lejlighed, i starten af januar (d. 12 januar 2012), blev der målt høje turbiditetsværdier (op til 25 NTU) ifm. en stormvejrssituation med megen vind og omrøring. Denne situation var særlig udtalt i Hjarbæk Fjord (se også bilag 3).



Figur 4-12 Konturplots af turbiditet (NTU) på de fire fokusstationer, i perioden før udledning fra november 2011 til august 2012. x-aksen viser måned og y-aksen viser dybde, mens lodrette stiplede linjer angiver målepunkter.



Figur 4-13 Konturplots af turbiditet (NTU) på de fire fokusstationer, i perioden under udledning fra september 2012 til september 2013. x-aksen viser måned og y-aksen viser dybde, mens lodrette stiplede linjer angiver målepunkter. Prikket boks ved overfladen angiver periode med isdække.

For at konvertere turbiditet fra NTU til en koncentration af suspenderet stof er det nødvendigt at korrigere for sted og tid, og fortrinsvis tage vandprøver. Forsøg udført af DMU viser en korrelationsfaktor fra NTU til mg/l på ca. 3 /26/. Feltundersøgelser foretaget i Østersøen viser en korrelationsfaktor mellem turbiditet (NTU) og koncentrationen af suspenderet (mg/l) omkring 2, med en del variation (upubliceret, Rambøll). Det vil sige at værdien for turbiditet som en tommelfingerregel skal ganges med 2-3 for at omregne til en koncentration af suspenderet stof.

4.3.5 Fluorescens

Fluorescens er et udtryk for mængden af planteplankton. Der blev målt fluorescens fra 0 – 49 (fluorescens kalibreret enhed ~ µg chl/l). Minimum og maksimum for de fire fokusstationer er vist i Tabel 4-4. Der var udtalt variation mellem Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord, med højest fluorescens på stationen i Hjarbæk Fjord.

Tabel 4-8 Intervaller for fluorescens på de fire fokusstationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

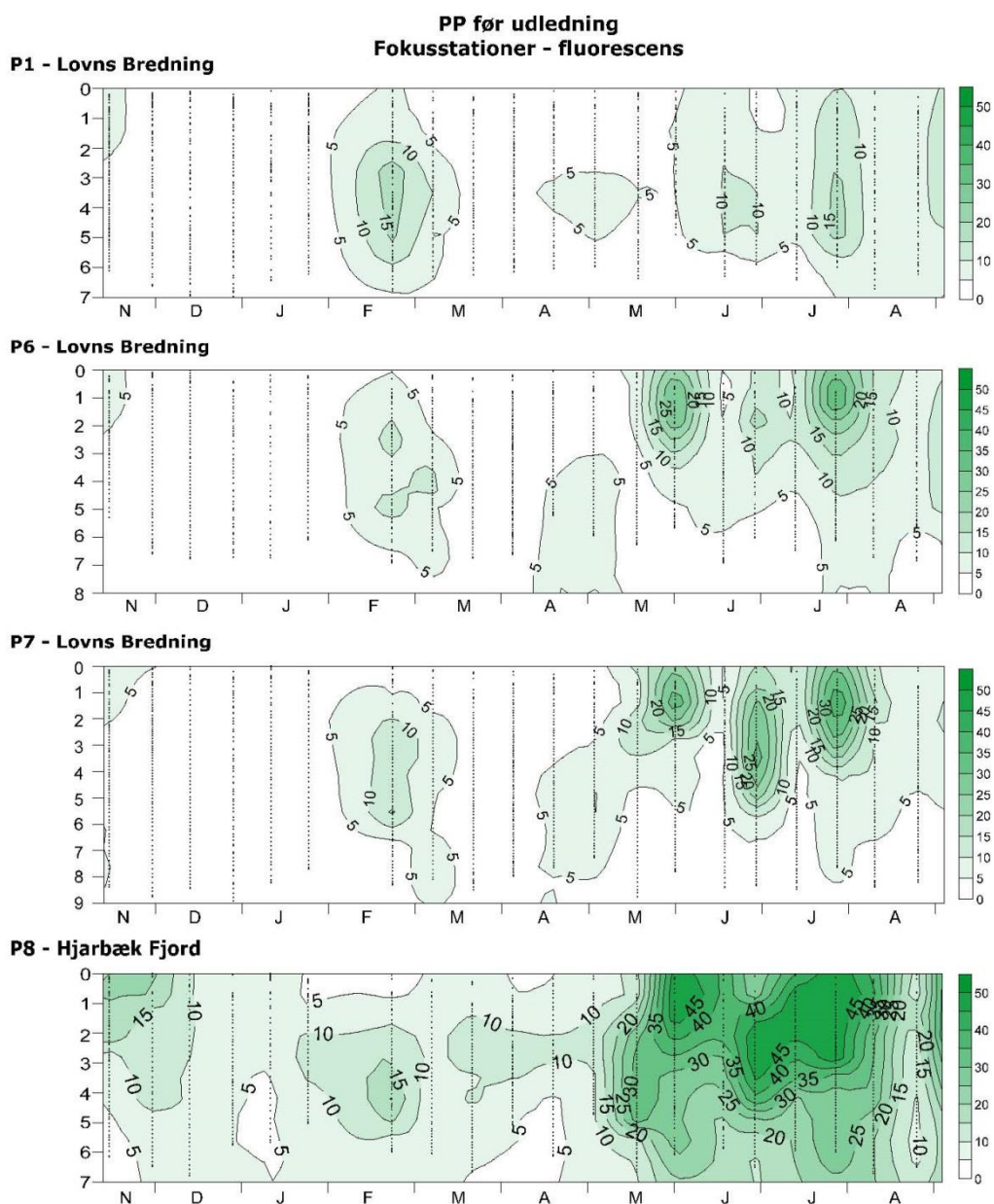
Station	Fluorescens (µg chl/l)	
	Top	Bund
P1	0,9-18,4	0,8-25,0
P6	0,9-33,5	0,9-27,8
P7	1,3-33,1	0,8-31,3
P8	1,9-48,6	3,1-29,9

Den tidlige udvikling i fluorescens på de fire fokusstationer er vist i Figur 4-14 og Figur 4-15. Figur 4-14 viser perioden før udledning (15/11 2011 til 1/9 2012) mens Figur 4-15 viser perioden under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013).

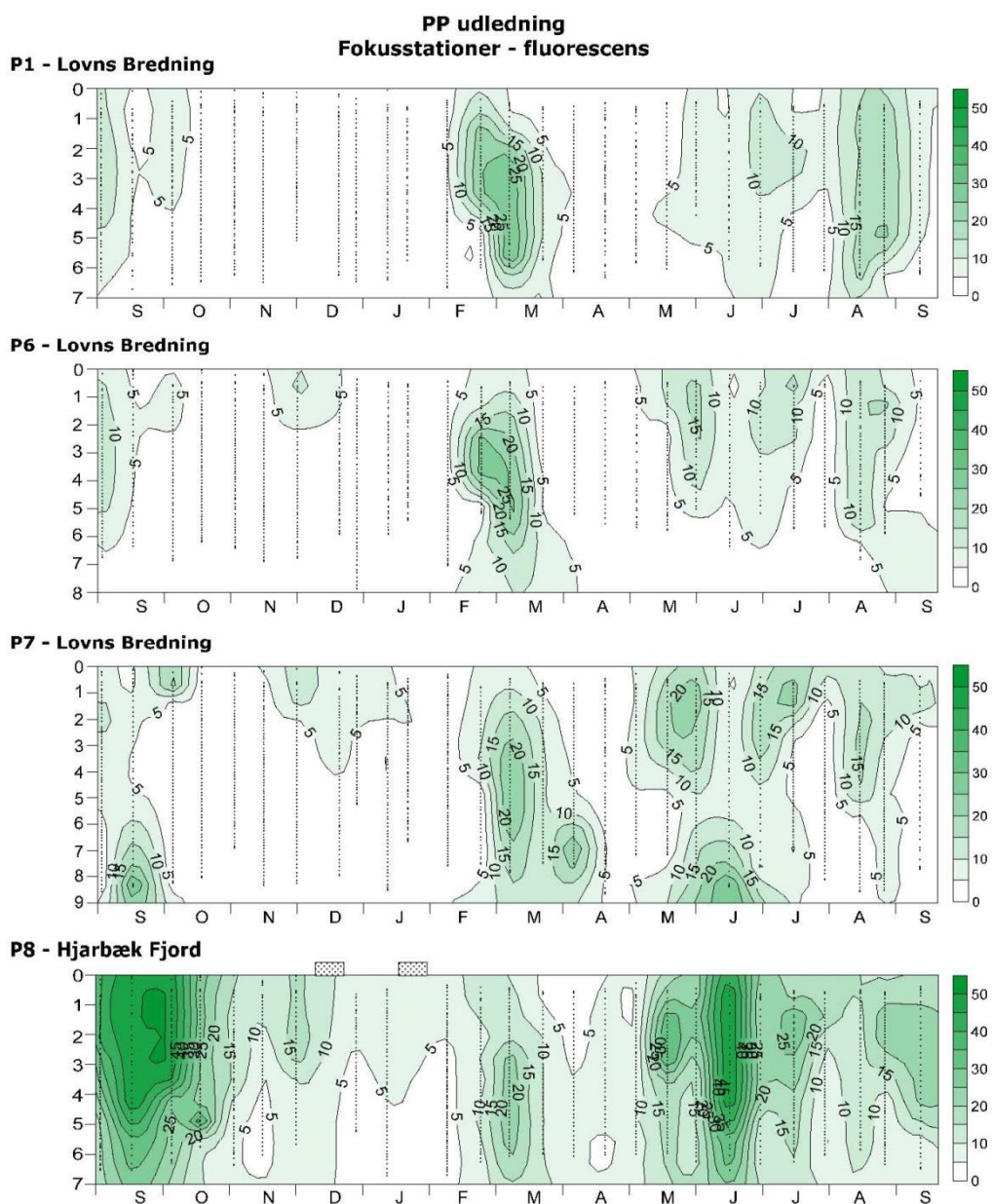
Generelt var der i vinterhalvåret lille variation i vandsøjlen, mens der i sommerhalvåret var tendens til højere fluorescens i den øverste del af vandsøjlen.

Der var stor variation blandt stationerne, med en udtalt tendens til at fluorescens blev højere, jo tættere på Hjarbæk Fjord man kom. På station P1, P6 og P7 i Lovns Bredning var der i begge perioder lav fluorescens (<10 µg chl/l) størstedelen af året, med nogle enkelte markante opblomstringer (30-40 µg chl/l) i forår og sommer.

På station P8 i Hjarbæk Fjord blev samme mønster observeret, med generelt højere værdier. Generelt blev der observeret højere værdier og opblomstringer både forår, sommer og efterår med op til 50 µg chl/l.



Figur 4-14 Konturplots af fluorescens ($\mu\text{g chl/l}$) på de fire fokusstationer, i perioden før udledning fra november 2011 til august 2012. x-aksen viser måned og y-aksen viser dybde, mens lodrette stiplede linjer angiver målepunkter.



Figur 4-15 Konturplots af fluorescens ($\mu\text{g chl/l}$) på de fire fokusstationer, i perioden under udledning fra september 2012 til september 2013. x-aksen viser måned og y-aksen viser dybde, mens lodrette stiplede linjer angiver målepunkter. Prikket boks ved overfladen angiver periode med isdække.

4.4 Metaller og glykoler

4.4.1 Vandfase

Der blev indhentet vandprøver i juni 2012 til analyse med henblik på bestemmelse af baggrundskoncentrationen af metaller i vandfasen, både som totalindhold og opløst fraktion (As, Ba, Pb, B, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, Mo, Mn, Ni, Se, Ag, Tl, Sn, Sb, Sr, Va, U, Zn). Opløst fraktion defineres som koncentrationen i en prøve der er filtreret gennem 0,45 µm filter.

Der blev på intet tidspunkt detekteret sølv, tallium eller tin i vandprøverne, og koncentrationerne angives således til < [detektionsgrænsen]. De resterende stoffer blev målt i både total og opløst fraktion. Resultaterne fra Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord er præsenteret i Tabel 4-9 og Tabel 4-10.

Udover kravet iht. VVM-tilladelse blev der foretaget analyse af baggrundskoncentration af glykoler. Der blev på intet tidspunkt detekteret glykoler i vandprøverne, og koncentrationerne angives således til < [detektionsgrænsen], hhv. <2 mg/l for ethylenglykol og propylen glykol, og <4 mg/l for diethylenglykol.

Tabel 4-9 Baggrundskoncentration af metaller og glykoler i vandfase i Lovns Bredning, som totalt og opløst fraktion. Vandprøver blev udtaget til analyse 10. maj 2012.

Vandfase	Enhed	Lovns Bredning			
		Station_P7		Station_P13	
		Total	Opløst	Total	Opløst
		13. juni 2012 Før udledning	13. juni 2012 Før udledning	13. juni 2012 Før udledning	13. juni 2012 Før udledning
Element	Enhed				
Arsen (As)	µg/l	1,5	1,2	0,78	0,55
Barium (Ba)	µg/l	21	22	21	21
Bly (Pb)	µg/l	0,11	0,2	0,14	0,23
Bor (B)	µg/l	1900	2900	2600	2600
Cadmium (Cd)	µg/l	0,084	0,066	0,092	0,076
Chrom (Cr)	µg/l	0,41	0,94	0,43	0,68
Cobalt (Co)	µg/l	0,23	0,19	0,21	0,19
Jern (Fe)	µg/l	85	26	16	10
Kobber (Cu)	µg/l	8,1	1,5	2,2	1,4
Kviksølv (Hg)	µg/l	0,059	<0,050	<0,050	0,05
Mangan (Mn)	µg/l	140	99	59	0,024
Molybdæn (Mo)	µg/l	8,7	8	8,5	6,9
Nikkel (Ni)	µg/l	0,52	0,59	0,52	0,48
Selen (Se)	µg/l	1,5	0,62	0,64	0,53
Strontium (Sr)	µg/l	6000	5500	5500	5600
Sølv (Ag)	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Tallium (Tl)	µg/l	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Tin (Sn)	µg/l	<0,10	<0,10	0,21	<0,10
Uran (U)	µg/l	2,3	2,4	2,3	2,2
Vanadium (V)	µg/l	0,64	<0,50	<0,50	<0,50
Zink (Zn)	µg/l	2,5	3,7	7,2	6,8
Ethylenglykol	mg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Propylenglykol	mg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Diethylenglykol	mg/l	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0

Tabel 4-10 Baggrundskoncentration af metaller og glykoler i vandfase i Hjarbæk Fjord, som totalt og opløst fraktion.

Vandfase		Hjarbæk Fjord			
Element	Enhed	Station_P8		Station_P12	
		Total	Opløst	Total	Opløst
		13. juni 2012 Før udledning	13. juni 2012 Før udledning	13. juni 2012 Før udledning	13. juni 2012 Før udledning
Arsen (As)	µg/l	1,2	1,1	1,1	0,68
Barium (Ba)	µg/l	32	31	32	32
Bly (Pb)	µg/l	0,049	0,15	0,093	0,18
Bor (B)	µg/l	940	1500	1000	1100
Cadmium (Cd)	µg/l	0,09	0,031	0,033	<0,0040
Chrom (Cr)	µg/l	0,28	0,83	0,14	0,52
Cobalt (Co)	µg/l	0,25	0,29	0,23	0,22
Jern (Fe)	µg/l	76	14	87	12
Kobber (Cu)	µg/l	3,3	1,1	1,5	0,77
Kviksølv (Hg)	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Mangan (Mn)	µg/l	22	10	260	0,01
Molybdæn (Mo)	µg/l	4,7	4,9	4,8	4,5
Nikkel (Ni)	µg/l	0,59	0,61	0,53	0,91
Selen (Se)	µg/l	1,3	0,38	0,3	0,17
Strontium (Sr)	µg/l	2700	2800	3000	2800
Sølv (Ag)	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Tallium (Tl)	µg/l	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Tin (Sn)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Uran (U)	µg/l	1,3	1,4	1,3	1,6
Vanadium (V)	µg/l	1	<0,50	1,2	<0,50
Zink (Zn)	µg/l	1,6	1,8	1,1	0,96
Ethylenglycol	mg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Propylenglycol	mg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Diethylenglycol	mg/l	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0

Som beskrevet i afsnit 2 blev koncentrationen af antimon (Sb) ikke blevet målt. Antimon blev målt i forbindelse med basisovervågningen i maj 2010, både som total og opløst fraktion /5/. Der blev dengang ikke målt antimon over detektionsgrænsen i prøverne, og alle resultater var <2 µg/l /5/.

4.4.2 Sediment

Der blev taget sedimentprøver tre gange: i maj 2012 (før udledningen blev iværksat), i feb/april 2013 (under udledningen) og i september 2013 (ved afslutningen af pilotprojektet). Der blev taget prøver af sediment på i alt fire stationer. Prøverne blev analyseret for metaller (Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), kulstof/TOC, tørstof og glødetab hos Eurofins. De to første prøvet blev ligeledes analyseret for glykoler.

Der blev fundet en beregningsfejl i analyser af sediment fra Hjarbæk Fjord i vinter/forår 2013. Fejlen var iflg. Eurofins en beregningsfejl, hvor der var blevet foretaget en korrektion for tørstof. Justerede resultater blev genfremsendt til Naturstyrelsen og uploadet på hjemmesiden.

Resultater fra pilotprojektovervågningen er vist i Tabel 4-11 og Tabel 4-12.

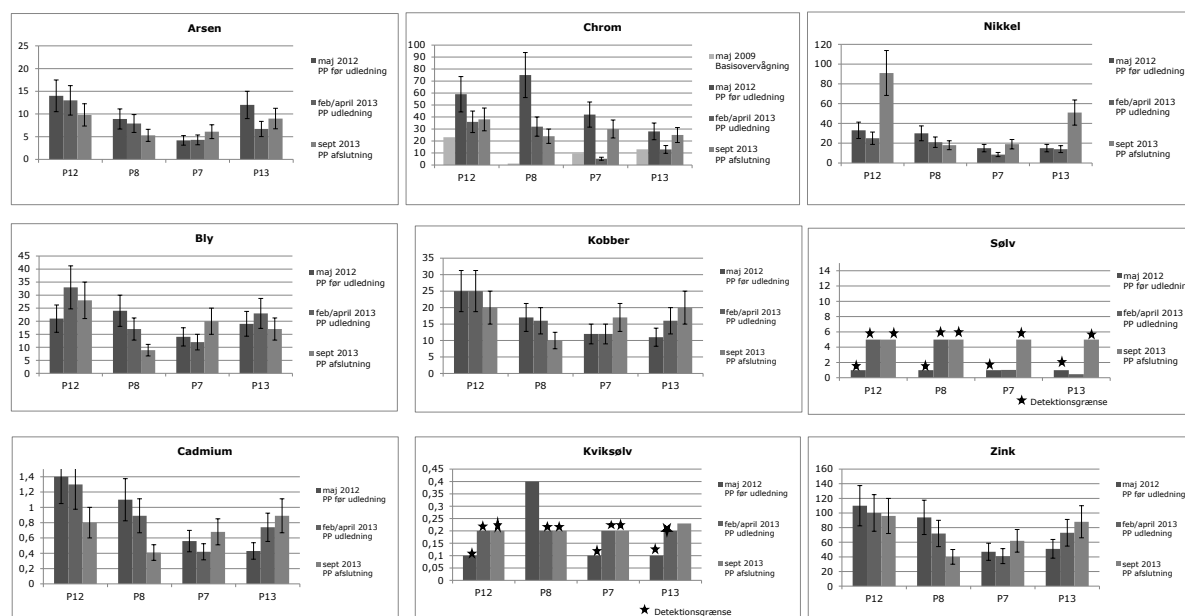
Tabel 4-11 Koncentrationen af metaller i sediment i Lovns Bredning under pilotprojektet.

Sediment		Lovns Bredning					
Element	Enhed	Station_P7			Station_P13		
		10. maj 2012	6. februar 2013	3. september 2013	10. maj 2012	6. februar 2013	3. september 2013
		Før udledning	Under udledning	Ved pilotprojektets afslutning	Før udledning	Under udledning	Ved pilotprojektets afslutning
Tørstof	%	36	24	14	34	21	6,3
Glødetab	mg/g ts	910	130	180	910	150	280
Kulstof, TOC	mg/kg ts	27.000	43.000	62.000	31.000	48.000	110.000
Arsen (As)	mg/kg ts	4,2	4,3	6,1	12	6,7	9
Bly (Pb)	mg/kg ts	14	12	20	19	23	17
Cadmium (Cd)	mg/kg ts	0,56	0,42	0,68	0,43	0,74	0,89
Chrom (Cr)	mg/kg ts	42	5,2	30	28	13	25
Kobber (Cu)	mg/kg ts	12	12	17	11	16	20
Kviksølv (Hg)	mg/kg ts	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1	<0,2	0,23
Nikkel (Ni)	mg/kg ts	15	8,5	19	15	14	51
Sølv (Ag)	mg/kg ts	<1	1,02	<5	<1	0,46	<5
Zink (Zn)	mg/kg ts	47	41	62	51	73	88
Propylenglycol	mg/kg ts	<2	<8	-	<2	<10	-
Ethylenglycol	mg/kg ts	<2	<8	-	<2	<30	-
Diethylenglycol	mg/kg ts	<4	<19	-	<4	<19	-

Tabel 4-12 Koncentrationen af metaller i sediment i Hjarbæk Fjord under pilotprojektet. * prøvetagning i vinteren 2013 blev udskudt pga. isdække.

Sediment		Hjarbæk Fjord					
Element	Enhed	Station_P8			Station_P12		
		10. maj 2012	11. april 2013*	3. september 2013	10. maj 2012	11. april 2013*	3. september 2013
		Før udledning	Under udledning	Ved pilotprojektets afslutning	Før udledning	Under udledning	Ved pilotprojektets afslutning
Tørstof	%	19	15	20	12	6,4	18
Glødetab	mg/g ts	920	170	120	930	300	140
Kulstof, TOC	mg/kg ts	78.000	47.000	76.000	120.000	140.000	49.000
Arsen (As)	mg/kg ts	8,9	7,9	5,3	14	13	9,8
Bly (Pb)	mg/kg ts	24	17	8,9	21	33	28
Cadmium (Cd)	mg/kg ts	1,1	0,89	0,41	1,4	1,3	0,8
Chrom (Cr)	mg/kg ts	75	32	24	59	36	38
Kobber (Cu)	mg/kg ts	17	16	10	25	25	20
Kviksølv (Hg)	mg/kg ts	0,4	<0,2	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
Nikkel (Ni)	mg/kg ts	30	21	18	33	25	91
Sølv (Ag)	mg/kg ts	<1	<5	<5	<1	<5	<5
Zink (Zn)	mg/kg ts	94	72	40	110	100	96
Propylenglycol	mg/kg ts	<2	<15	-	<2	<30	-
Ethylenglycol	mg/kg ts	<2	<30	-	<2	<60	-
Diethylenglycol	mg/kg ts	<4	<30	-	<4	<60	-

Desuden er resultaterne angivet i Figur 4-16, hvor den tidlige udvikling for hvert metal på hver enkelt station er præsenteret, sammen med måleusikkerhed. Figureerne er desuden vist i bilag 5.



Figur 4-16 Tidslige udvikling for hvert metal på hver enkelt station, sammen med måleusikkerhed. Figurene er vist i større format i bilag 5, sammen med data fra basisovervågningen.

I forbindelse med denne rapport er der foretaget en normalisering til TOC indhold. Værdier for indholdet af metaller i sediment, normaliseret til TOC, er vist i bilag 6.

4.4.3 Muslinger

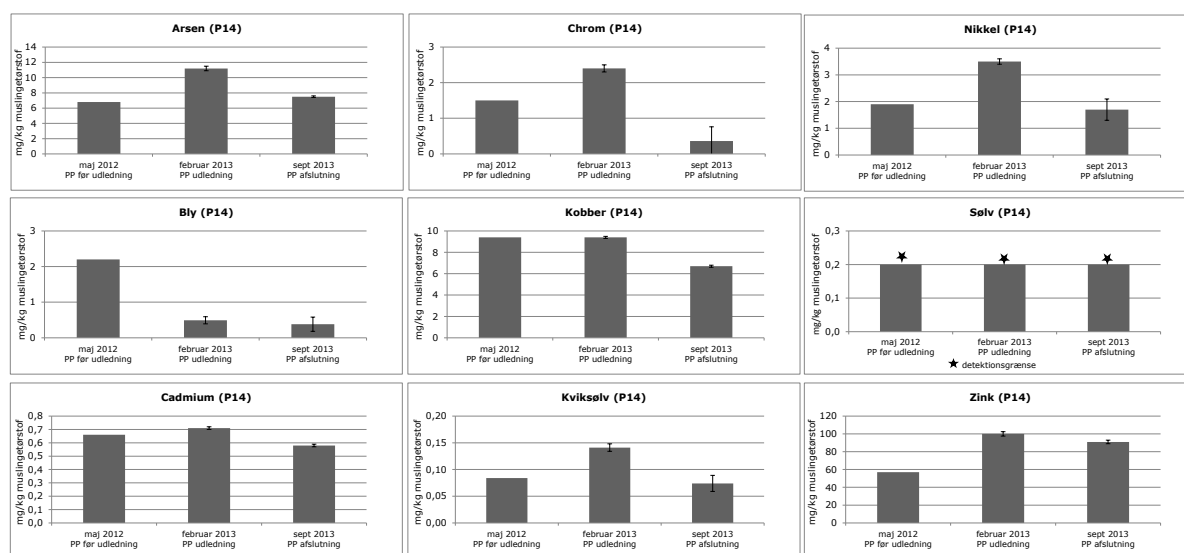
Der blev hentet muslinger i maj 2012 (før udledningen blev iværksat), i februar 2013 (under udledningen) og i september 2013 (ved afslutningen af pilotprojektet). Prøverne blev analyseret for metaller (Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), lipid og tørstof.

Resultater fra de tre prøvetagninger er angivet i Tabel 4-13.

Tabel 4-13 Koncentrationen af metaller i muslinger i Lovns Bredning under pilotprojektet.

Muslinger		Lovns Bredning		
		Station_P14		
		10. maj 2012	6. februar 2013	3. september 2013
Element	Enhed	Før udledning	Under udledning	Ved pilotprojektets afslutning
Tørstof	%	14,6	15,8	18,2
Lipid	% TS	7,65	0,8	1,21
Arsen (As)	mg/kg ts	6,8	11,2	7,5
Bly (Pb)	mg/kg ts	2,2	0,49	0,38
Cadmium (Cd)	mg/kg ts	0,66	0,71	0,58
Chrom (Cr)	mg/kg ts	1,5	2,4	0,36
Kobber (Cu)	mg/kg ts	9,4	9,4	6,7
Kviksølv (Hg)	mg/kg ts	0,084	0,141	0,074
Nikkel (Ni)	mg/kg ts	1,9	3,5	1,7
Sølv (Ag)	mg/kg ts	<0,2	<0,2	<0,2
Zink (Zn)	mg/kg ts	57	100	91

Resultaterne er desuden angivet i Figur 4-17, hvor den tidlige udvikling for hvert metal er præsenteret, sammen med måleusikkerhed. Figureerne er desuden vist i bilag 7.



Figur 4-17 Tidslig udvikling for hvert metal på hver enkelt station, sammen med måleusikkerhed. * angiver en måling hvor der ikke er målt koncentration over detektionsgrænsen. Figureerne er vist i større format i bilag 7, sammen med data fra basisovervågning.

Indholdet af metaller er omregnet til mg/kg vådvægt, disse resultater er vist i bilag 8.

4.5 Pelagiske larver og æg

Der præsenteres resultater for planktonundersøgelser fra de tre stationer P1, P7 og P8. Placeringen af stationerne fremgår af Figur 4-18.



Figur 4-18 Fra stationerne P1, P7 og P8 præsenteres data for plankton.

Detailresultater af tætheder af plankton for hver enkelt station er tilgængelig på:

<http://miljo-overvaagning-limfjorden.ramboll.dk/>

4.5.1 Samlet artsliste

Som en samlet oversigt angives i Tabel 4-14 de arter af bundfaunalarver (meroplankton) og fiskeæg og -larver (ichtyoplankton), som blev identificeret i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord under pilotprojektet.

Tabel 4-14 Artsliste over de arter der er observeret i planktonprøver under pilotprojektet.

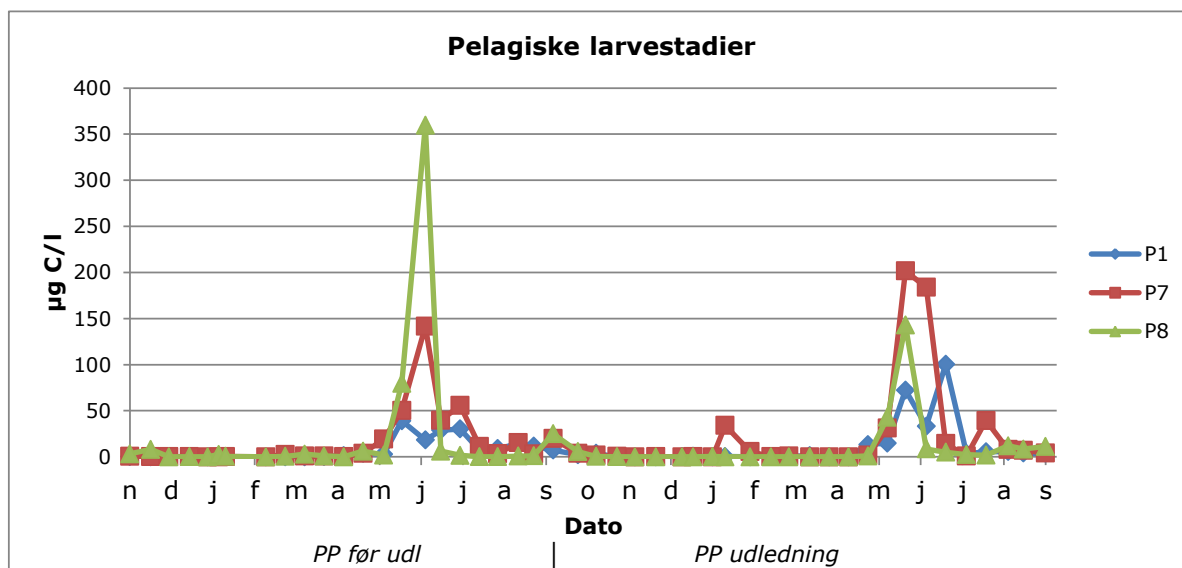
Taxonomisk gruppe	Art	P1	P7	P8
Bundfaunalarver (meroplankton)				
GASTROPODA - snegleveliger	Flæsketerning (<i>Philina aperta</i>)	x	x	
	Alm strandsnegl (<i>Littorina littorea</i>)	x	x	x
	Stor dyndsnegl (<i>Hydrobia ulvae</i>)	x	x	x
	Dværgkonk (<i>Hinia reticulata</i>)	x	x	x
	Uidentificeret	x	x	x
BIVALVIA - muslingeveliger	Blåmusling (<i>Mytilus edulis</i>)	x	x	x
	Alm sandmusling (<i>Mya arenaria</i>)	x	x	x
	Lamellibranchiata	x	x	x
TARDIGRADA - bjørnedyr	Uidentificeret	x	x	x
ECHINODERMATA - pighude	Alm søstjerne (<i>Asteria rubens</i>)	x	x	x
CRUSTACEA - krebsdyr	Alm strandkrabbe (<i>Carcinus maenas</i>)	x	x	x
	Pungrejer (<i>Mysidaceae</i> indet)	x	x	x
	Rur (<i>Balanus</i> spp.)	x	x	x
	Hestereje (<i>Crangon crangon</i>)	x	x	x
	Fjordreje (<i>Palaemon adspersus</i>)	x	x	x
	Stankelbenskrabbe (<i>Macropodia rostrata</i>)	x	x	x
BRYOZOA - mosdyr	<i>Electra monostachys</i>	x	x	x
	Uidentificeret	x		x
NEMATODA - rundorme	Uidentificeret	x	x	x
POLYCHAETA - børsteorm	Phyllodoctidae indet	x	x	x
	<i>Polydora</i> sp.	x	x	x
	<i>Spio</i> sp.	x		
	Polynoidae indet	x	x	
	Polychaeta indet	x	x	x
	<i>Nereidae</i> spp indet	x	x	x
	<i>Neanthes succinea</i>	x	x	x
	Spionidae indet	x	x	x
	<i>Polydora ciliata</i>	x	x	
	<i>Pectinaria</i> sp.	x	x	x
Fiskeæg og -larver (ichtyoplankton)				
PISCES - fisk	3-pigget hundestejle (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	x	x	x
	Sandkutling (<i>Pomatoschistus minutus</i>)	x	x	x
	Kutling (Gobiidae indet)	x	x	x
	Lille tangnål (<i>Syngnathus rostellatus</i>)	x		x
	Stor tangnål (<i>Syngnathus acus</i>)	x	x	x
	Alm tangnål (<i>Syngnathus typhle</i>)		x	
	Brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	x	x	x
	Torsk (<i>Gadus morhua</i>) - æg	x	x	x
	Sild (<i>Clupea harengus</i>)	x	x	x
	Næbsnog (<i>Nerophis ophidion</i>)	x	x	x
	Firtrådet havkvabbe (<i>Enchelyopus cimbrius</i>)		x	
	Pleuronectinae indet (æg)		x	
	Hornfisk (<i>Belone belone</i>)		x	

I den videre behandling af data fokuseres på veliger fra bundfauna (meroplankton), samt fiske-larver og æg (ichthyoplankton).

Data for andre grupper inddrages i vurderingen i afsnit 5. Der er præsenteret supplerende data for planktonsammensætningen i bilag 9 og 10.

4.5.2 Larvestadier af bundfauna

Biomassen af pelagiske larvestadier af bundfauna (meroplankton) er vist i Figur 4-19. Biomassen var højest i sommermånederne, og højest på de to stationer nær Virksund (P7 og P8). Den højeste koncentration blev målt på station P8 i juni 2012, med en samlet biomasse på 350 µg C/l.



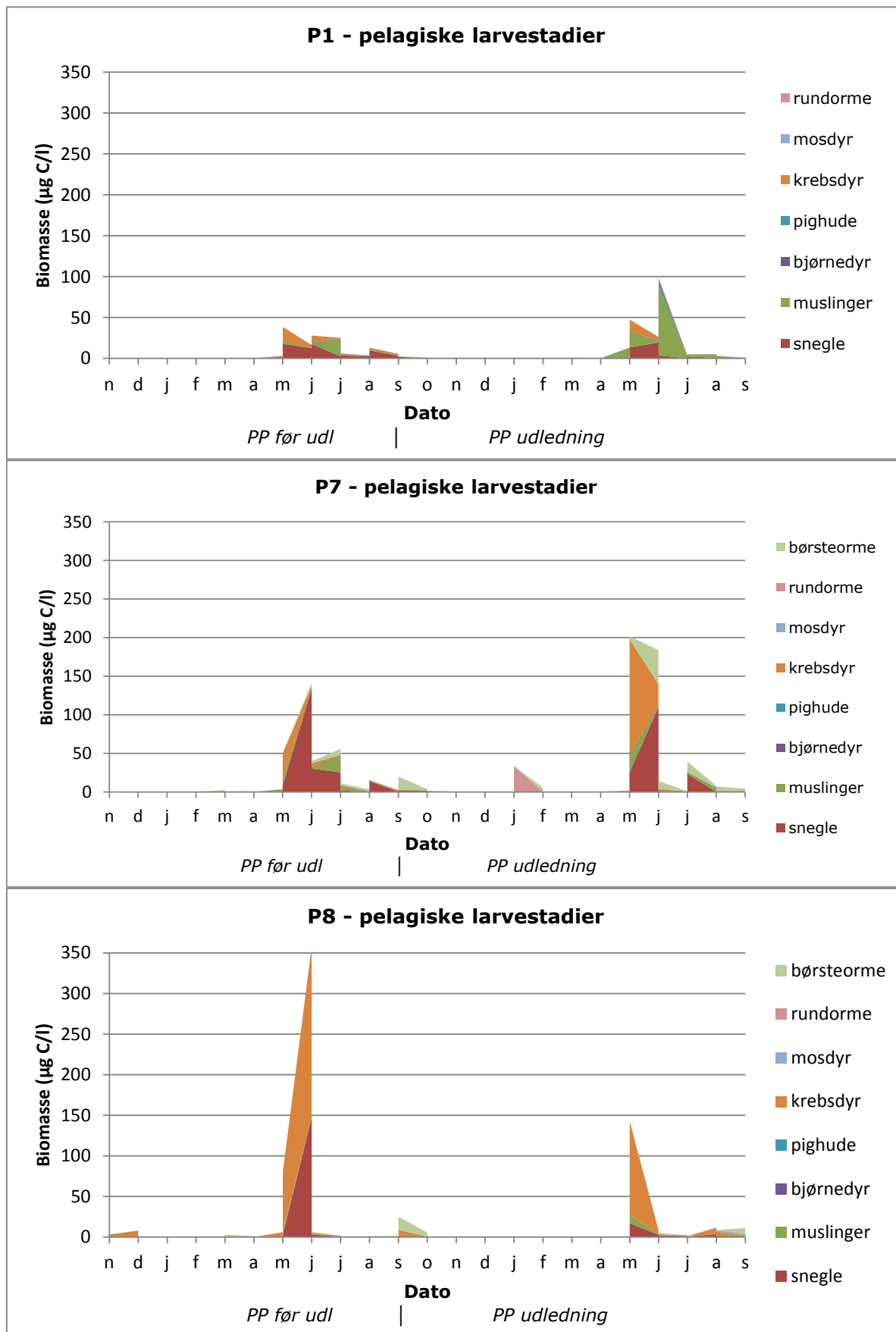
Figur 4-19 Samlet biomasse af pelagiske larvestadier af bundfauna (meroplankton) under pilotprojektet for station P1, P7 og P8.

De observerede larvestadier inkluderede snegle, muslinger, bjørnedyr, pighude, krebsdyr, mosdyr, børsteorm og rundorm.

Fordelingen af biomassen er vist i den følgende Figur 4-20. For alle stationer blev der som nævnt observeret maksima i sommerperioden.

- For station P1 i Lovns Bredning blev der målt de laveste biomasser. I sommeren 2012 blev der registreret 30 µg C/l, mens der i 2013 blev registreret ~100 µg C/l, og der var således en højere biomasse i 2013 end 2012. I begge år bestod biomassen primært af larvestadier af snegle, muslinger og krebsdyr.
- For station P7 i Lovns Bredning blev der målt biomasser på op til 140 µg C/l i sommeren 2012, mens der i 2013 blev målt op til 200 µg C/l. Biomassen på station P7 bestod primært af snegle og krebsdyr.
- For station P8 i Hjarbæk Fjord blev der observeret biomasser på 350 µg C/l i sommeren 2012, mens der i 2013 blev observeret 130 µg C/l. Der blev således observeret et fald i biomassen mellem de to år. Biomassen på station P8 bestod primært af snegle og krebsdyr.

Som det fremgår af ovenstående inkluderede biomassen af meroplankton primært snegle, muslinger og krebsdyr. Disse behandles mere detaljeret i de følgende afsnit.



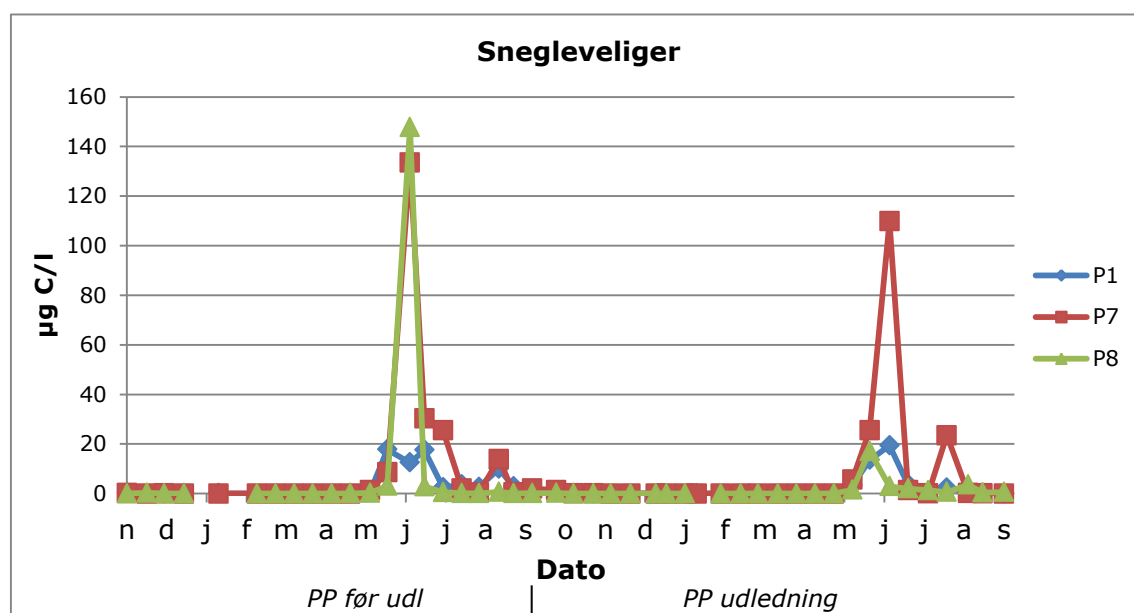
Figur 4-20 Biomassen af pelagiske larvestadier af bundfauna (meroplankton) under pilotprojektet for station P1, P7 og P8, opdelt på taxonomisk gruppe.

4.5.2.1 Snegle

Biomassen af snegleveliger i pilotprojektet er afbildet i Figur 4-21. Biomassen af snegleveliger varierede over året, med højest biomasse i sommermånederne.

Biomasse af snegleveliger var lavest på station P1 i Lovns Bredning. Her blev der observeret mellem 0 og 20 µg C/l, med flest veliger i sommer 2012.

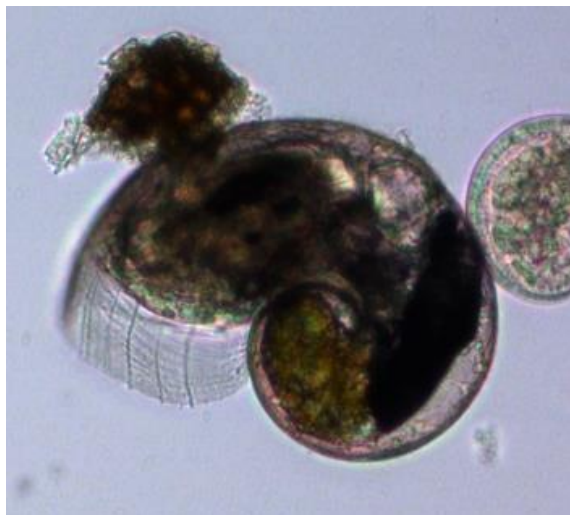
På de to stationer nær Virksund (P7 og P8) blev der observeret biomasser op til 150 µg C/l i sommeren 2012. I 2013 blev der ikke observeret et tydeligt maksimum for biomassen af snegleveliger på station P8. Tendens til to maksima, i maj/juni og juli/august, var især tydelig for station P7.



Figur 4-21 Tæthed af snegleveliger på de tre stationer under pilotprojektet, opdelt i perioden før udledning (17/11 2011 til 1/9 2012) og under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013). Opdeling på arter er vist i bilag 9.

Veliger fra følgende arter blev observeret: flæsketerning (*Philine aperta*), alm strandsnegl (*Littorina littorea*), stor dyndsnegl (*Hydrobia ulvae*), dværgkonk (*Hinia reticulata*). *Philine aperta* blev kun observeret på de to stationer i Lovns Bredning.

Den altdominerende snegleveliger på alle tre stationer var almindelig strandsnegl, som udgjorde op til 100 % af den samlede mængde snegleveliger (se også bilag 9).

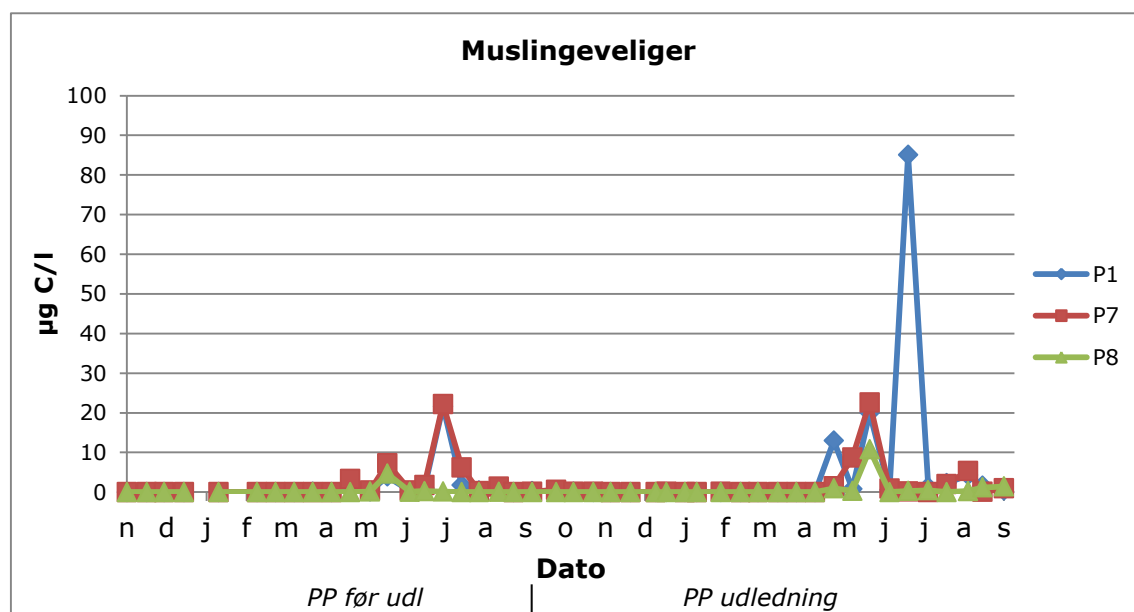


Figur 4-22 Veliger af alm strandsnegl (*Littorina littorea*), den dominerende art i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. (Foto: Kirsten Engell-Sørensen)

4.5.2.2 Muslinger

Biomassen af muslingeveliger under pilotprojektet er vist i Figur 4-23. Biomassen af muslingeveliger varierede over året, med højeste værdier i sommermånederne.

Biomassen af muslingeveliger varierede fra 0 – 85 µg C/l, og var højst på station P1 i Lovns Bredning. Den høje biomasse af veliger på station P1 i juni 2013 bestod af små individer.



Figur 4-23 Biomasse af muslingeveliger på de tre stationer under pilotprojektet, opdelt i perioden før udledning (17/11 2011 til 1/9 2012) og under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013). Opdeling på arter er vist i bilag 9.

Der blev observeret veliger fra to arter, blåmusling (*Mytilus edulis*) og alm. sandmusling (*Mya arenaria*).

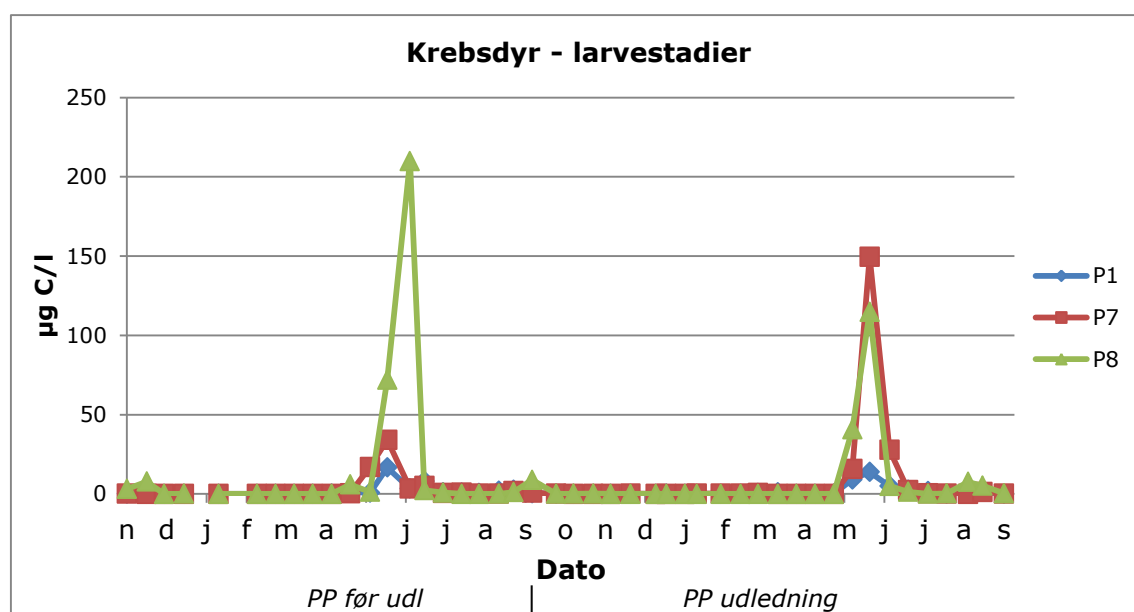
Sammensætningen af muslingeveliger i løbet af pilotprojektet er vist i bilag 9. På alle tre stationer var blåmuslingeveliger dominerende ved langt de fleste prøvetagninger. Veliger af alm. sandmusling blev kun observeret i betydeligt masse i foråret 2013 på station P8 i Hjarbæk Fjord.



Figur 4-24 Veliger af blåmusling (*Mytilus edulis*), den dominerende art i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. (Foto: Kirsten Engell-Sørensen)

4.5.2.3 Krebsdyr

Biomassen af larvestadier af krebsdyr er vist i Figur 4-25. Biomassen af krebsdyr var højest om sommeren, med de højeste værdier på de to stationer nær Virksund (P7 og P8).



Figur 4-25 Biomasse af larvestadier af krebsdyr på de tre stationer under pilotprojektet, opdelt i perioden før udledning (17/11 2011 til 1/9 2012) og under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013). Opdeling på arter er vist i bilag 9.

Der blev observeret larvestadier af arterne: alm strandkrabbe (*Carcinus maenas*), rur (*Balanus* spp.), hestereje (*Crangon crangon*), fjordreje (*Palaemon adspersus*), stankelbenskrabbe (*Macropodia rostrata*) samt pungrejer (*Mysidaceae* indet),

Sammensætningen af larvestadier i løbet af pilotprojektet er vist i bilag 9. På alle tre stationer var larvestadier af rur dominerende. De øvrige arter blev observeret på alle stationer, alle år, dog i lav biomasse. Larver af strandkrabbe, hesterejer og fjordrejer blev observeret med omtrentlige biomasser på hhv. 1/100 og 1/1000 af biomassen af rur larver. Larver af strandkrabbe blev fundet i størst mængde på de to stationer i Lovns Bredning

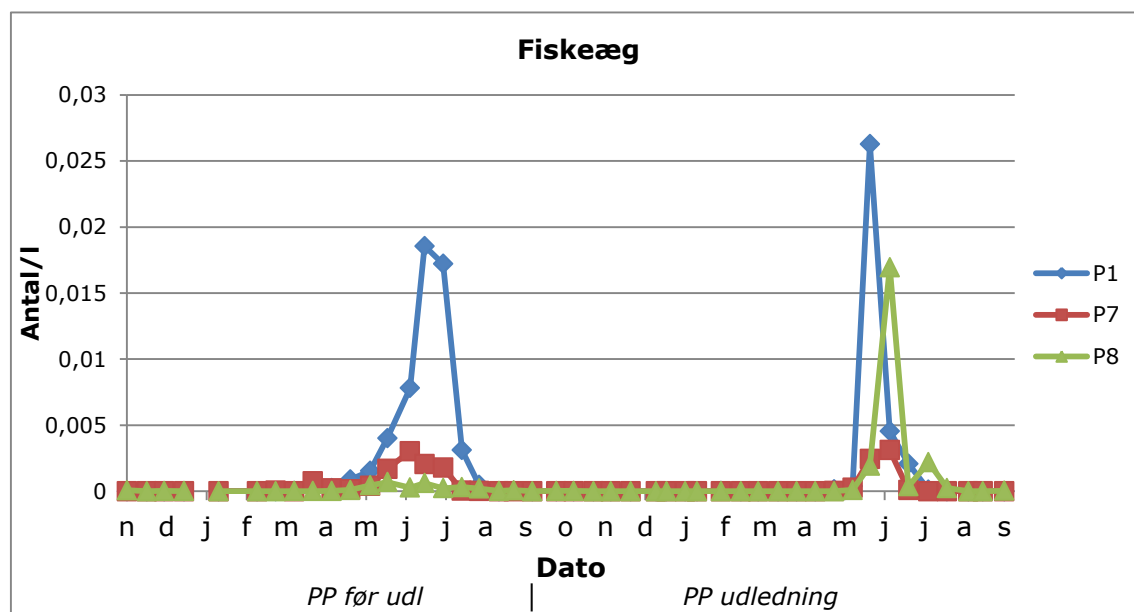
4.5.3 Fiskeæg og -larver

Fiskeæg og -larver gennemgås i det følgende baseret på tætheder. Figurer over biomasse er som supplement præsenteret i bilag 9.

4.5.3.1 Fiskeæg

Tætheden af fiskeæg er vist i Figur 4-26.

Tætheden af fiskeæg varierede over året, med højest tæthed i sommermånedene. Tætheden af fiskeæg varierede fra 0 til 0,025 antal/l, med højst tæthed på station P1 i Lovns Bredning.



Figur 4-26 Tæthed af fiskeæg på de tre stationer under pilotprojektet, opdelt i perioden før udledning (17/11 2011 til 1/9 2012) og under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013).

De observerede æg i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord var altovervejende udgjort af brislingeæg (*Sprattus sprattus*, se Figur 4-27). Der blev ved en enkelt lejlighed observeret et torskeæg (*Gadus morrhua*). Der blev ikke fundet æg af fladfisk under pilotprojektet.

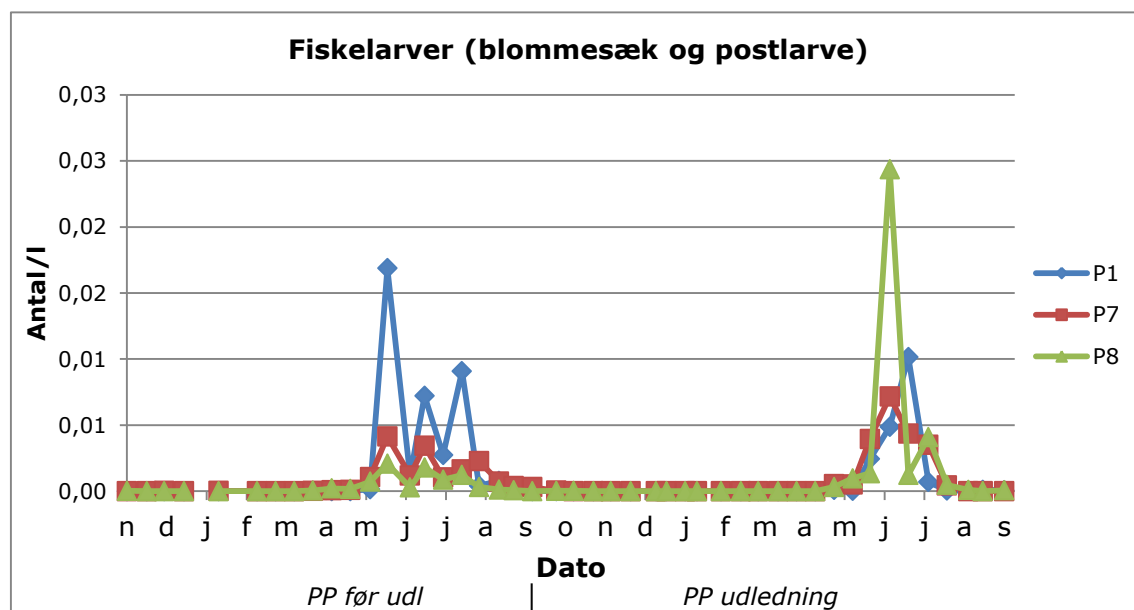
Blandt brislingeæggene blev observeret tidlige ægstadier i Lovns Bredning (data ikke vist), hvor der endnu kun er sket få delinger af æggene efter befrugtning.



Figur 4-27 Brislingeæg (*Sprattus sprattus*), det hyppigst forekommende fiskeæg i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. (Foto: Fishlab)

4.5.3.2 Fiskelarver

Tæthed af fiskelarver er vist i Figur 4-28. Tætheden varierede over året, med højest tæthed i fra april/maj til august.



Figur 4-28 Tæthed af fiskelarver (både blommesækslarver og postlarver) på de tre stationer under pilotprojektet, opdelt i perioden før udledning (17/11 2011 til 1/9 2012) og under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013). Opdeling på arter er vist i bilag 9.

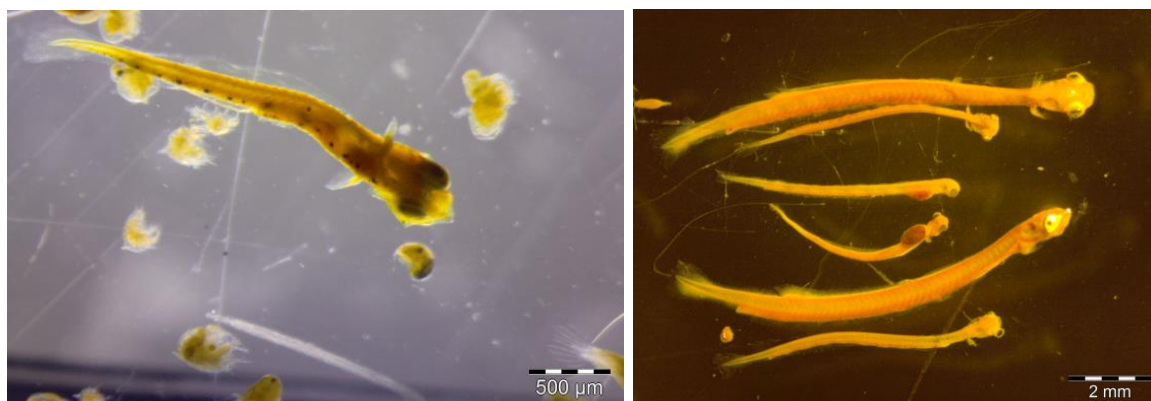
Tabel 4-15 viser en oversigt over de fiskelarver, som er observeret under pilotprojektet.

Både blommesækslarve og postlarve blev observeret for sandkutling, brisling og sild, på alle tre stationer. Postlarve af stor næbsnog, sortkutling og tre arter af tangnål er ligeledes observeret på alle tre station. Postlarver af 3-pigget hundestejle blev observeret på de to stationer nær Virksund (P7 i Lovns Bredning og P8 i Hjarbæk Fjord). De videnskabelige navne for arter fremgår af Tabel 4-15.

Der blev ved en enkelt lejlighed fundet en larve af tunge og en larve af hornfisk i Lovns Bredning. Tungelarven blev fundet i en prøve til kontrol af artsbestemmelser vha. analyse af isozymer hos æg og larver og er derfor ikke registreret i STOQ. Der blev ikke registreret larver af andre flad-fisk.

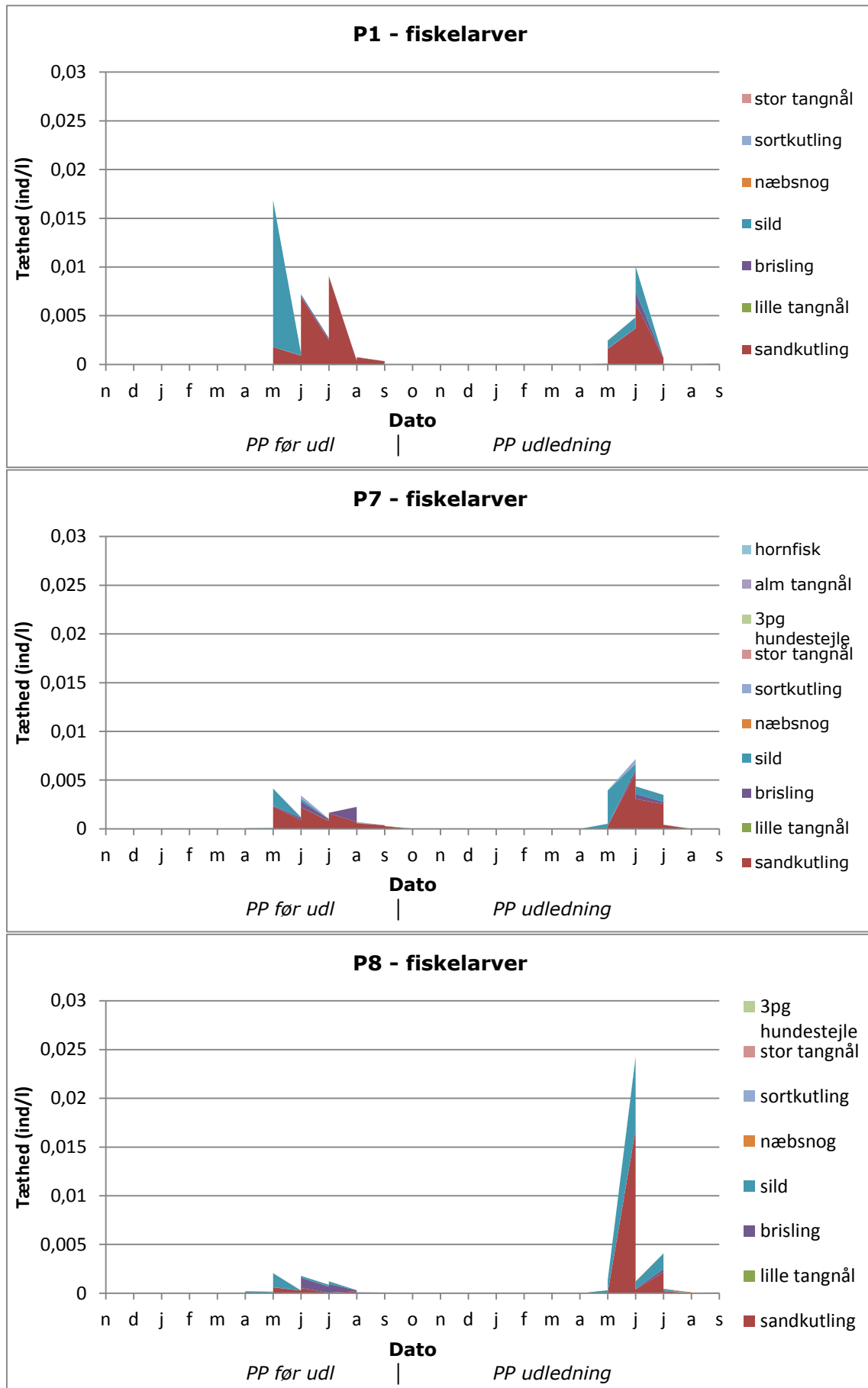
Tabel 4-15 Oversigt over fiskelarver observeret i pilotprojektet på de tre stationer.

Art	Stadie	P1	P7	P8
Sandkutling (<i>Pomatoschistus minutus</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Blommesækklarve • Postlarve 	x	x	x
Brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Blommesækklarve • Postlarve 	x	x	x
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Blommesækklarve • Postlarve 	x	x	x
Sild (<i>Clupeida</i> sp)	<ul style="list-style-type: none"> • Blommesækklarv • Postlarve 	x	x	x
Stor næbsnog (<i>Nerophis ophidion</i>)	Postlarve	x	x	x
SortKutling (<i>Gobius</i> sp)	Postlarve	x	x	x
Lille tangnål (<i>Syngnathus rostellatus</i>)	Postlarve	x	x	x
Stor tangnål (<i>Syngnathus acus</i>)	Postlarve	x	x	x
Almindelig tangnål (<i>Syngnathus typhle</i>)	Postlarve		x	
Hornfisk (<i>Belone belone</i>)	Postlarve		x	
3-pigget hundestejle (<i>Gasterostrus aculeatus</i>)	Postlarve		x	x
Tunge (<i>Solea solea</i>)	Postlarve	x		



Figur 4-29 Larver af sandkutling (tv) og sild (th), begge observeret i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. (Foto: Fishlab)

Tæthed af fiskelarver fordelt på de enkelte arter er vist i Figur 4-30. Sammensætningen er vist, baseret på tæthed af larver. Larver på de to stationer i Lovns Bredning (P1 og P7) var begge år domineret af sandkutling og sild, samt på station P7 brisling. Larver på stationen i Hjarbæk Fjord var ligeledes domineret af sandkutling, sild og brisling.



Figur 4-30 Tæthed af fiskelarver fordelt på de enkelte arter.

4.6 Fisk

De registrerede arter benævnes i følgende afsnit ved deres danske navn. I oversigtstabeller angives desuden det videnskabelige navn for arterne.

4.6.1 Teknisk undersøgelse af hele Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord

Fiskeundersøgelsen i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord blev udført i maj 2012, med ruser og ny nordisk garn.

En samlet oversigt over fangsten i de to områder fremgår af Tabel 4-16. Der blev fanget 15 arter i 2012, hvoraf de to mest almindelige arter var trepigget hundestejle og brisling, der udgjorde henholdsvis 93 % og 6 % af det samlede antal fisk.

Tabel 4-16 Sammenfatning af resultater for undersøgelse af fisk i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Antal af hver art samt den procentvise fordeling af fangsten (baseret på antal).

Art	Antal (2012)	% fordeling (2012)
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	143	0,6
Brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	1629	6,3
Hornfisk (<i>Belone belone</i>)	5	0,0
Alm. tangnål (<i>Syngnathus typhle</i>)	4	0,0
3-pigget hundestejle (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	24.011	92,7
Sandkutling (<i>Pomatoschistus minutus</i>)	46	0,2
Sort kutling (<i>Gobius niger</i>)	21	0,1
Ålekvabbe (<i>Zoarces viviparus</i>)	5	0,0
Havørred (<i>Salmo trutta trutta</i>)	10	0,0
Smelt (<i>Osmerus eperlanus</i>)	3	0,0
Rødspætte (<i>Pleuronectes platessa</i>)	1	0,0
Tangsnarre (<i>Spinachia spinacia</i>)	3	0,0
Aborre (<i>Perca fluviatilis</i>)	8	0,0
Skalle (<i>Rutilus rutilus</i>)	1	0,0
Helt (<i>Coregonus lavaretus</i>)	2	0,0
Total	25.892	

4.6.1.1 Lovns Bredning

En oversigt over fangsterne i Lovns Bredning (antal, længde, vægt) fremgår af Tabel 4-17.

I Lovns Bredning er der blevet fanget i alt 12 forskellige arter i 2012. De mest almindelige arter i Lovns Bredning i 2012 var trepigget hundestejle (72,5 % af den samlede fangst), brisling (24 %) og sild (2 %).

Middellængderne for de forskellige arter varierer fra ca. 5 cm (sandkutling, 3-pigget hundestejle) til 63 cm (hornfisk). Middelvægten varierede fra nogle få gram (alm tangnål, sandkutling, 3-pigget hundestejle) til 358 g (hornfisk).

Tabel 4-17. Antal, middellængde og middelvægt af fisk fanget i Lovns Bredning i 2012.

Lovns Bredning 2012	Antal	% fordeling	Middellængde, cm (std afv)	Middelvægt, g (std afv)
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	109	1,9	24,2 (3,1)	121,5 (127,0)
Brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	1.354	24,1	9,9 (1,6)	6,5 (3,6)
Hornfisk (<i>Belone belone</i>)	4	0,1	62,9 (5,6)	358,3 (60,8)
Alm. tangnål (<i>Syngnathus typhle</i>)	4	0,1	17,1 (2,3)	1,8 (1,8)
3-pigget hundestejle (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	4.083	72,5	5,5 (1,0)	1,7 (1,0)
Sandkutling (<i>Pomatoschistus minutus</i>)	39	0,7	5,6 (1)	1,6 (0,7)
Sort kutling (<i>Gobius niger</i>)	19	0,3	7,4 (1,6)	5,6 (3,2)
Ålekvabbe (<i>Zoarces viviparus</i>)	5	0,1	20,6 (3,9)	55,3 (32,6)
Havørred (<i>Salmo trutta trutta</i>)	6	0,1	21,5 (9,5)	141,4 (200,0)
Smelt (<i>Osmerus eperlanus</i>)	2	0,0	15,8 (1,5)	27,1 (8,1)
Rødspætte (<i>Pleuronectes platessa</i>)	1	0,0	21 (-)	123 (-)
Tangsnarre (<i>Spinachia spinacia</i>)	3	0,1	13,3 (0,5)	6,9 (2,2)
Total	5629			

4.6.1.2 Hjarbæk Fjord

En samlet oversigt over fangsterne i Hjarbæk Fjord (antal, længde, vægt) fremgår af Tabel 4-18.

I Hjarbæk Fjord er der blevet fanget i alt 11 forskellige arter i 2012. Fangsterne i Hjarbæk Fjord var domineret af trepigget hundestejle, som udgjorde 98,4 % af den samlede fangst i 2012. Brisling udgjorde 1,4 %.

Middellængderne for de forskellige arter i Hjarbæk Fjord varierede fra ca. 5 cm (sandkutling, 3-pigget hundestejle) til 71 cm (hornfisk). Middelvægten varierede fra nogle få gram (skalle, sandkutling, 3-pigget hundestejle) til 387 g (hornfisk).

Tabel 4-18 Antal, middellængde og middelvægt af fisk fanget i Hjarbæk Fjord i 2012.

Hjarbæk Fjord 2012	Antal	% fordeling	Middellængde, cm (std afv)	Middelvægt, g (std afv)
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	34	0,2	27,4 (3,7)	169,5 (68,0)
Brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	275	1,4	9,1 (2,7)	6 (4,6)
Hornfisk (<i>Belone belone</i>)	1	0,0	70,6 (-)	387,2 (-)
3-pigget hundestejle (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	19.928	0,0	5,8 (2,1)	2,9 (2,3)
Sandkutling (<i>Pomatoschistus minutus</i>)	7	98,3	5,2 (1,7)	1,7 (0,9)
Sort kutling (<i>Gobius niger</i>)	2	0,0	7,6 (0)	5,2 (0,7)
Havørred (<i>Salmo trutta trutta</i>)	4	0,0	18,8 (2,9)	66,2 (29,5)
Smelt (<i>Osmerus eperlanus</i>)	1	0,0	14,9 (-)	20 (-)
Aborre (<i>Perca fluviatilis</i>)	8	0,0	13,5 (5,2)	40,3 (42,8)
Skalle (<i>Rutilus rutilus</i>)	1	0,0	8,0 (-)	3,1 (-)
Helt (<i>Coregonus lavaretus</i>)	2	0,0	37,0 (14,9)	887,3 (989,5)
Total	20.263			

4.6.2 Monitoringsfiskeri i samarbejde med lokal erhvervsfisker - pæleruser

I forbindelse med pilotprojektet (2012-2013) er der i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning registreret ialt 30 fiskearter (se Tabel 4-19). De dominerende fiskearter i fangsterne har været sild, hornfisk, skrubbe, ålekvabbe, sortkutling, ørred og 3-pigget hundestejle og til dels også ål. Pighvarre, torsk, sej, alm. fjæsing, hestemakrel, helt, tangspræl, alm. ulk, stavsild, gedde og sandart er fanget i få eksemplarer (< 10 stk.). De resterende ni arter er fanget i mindre antal uden dog at kunne karakteriseres som sjældent forekommende (tunge, rødspætte, smelt, brisling, tangsnarre, stenbider, brasen, skalle og aborre).

Fangsternes fordeling henover året for demest betydende fiskearter (målt i antal), samt for den økonomisk set vigtige fiskeart ålen er præsenteret i Bilag 11. Det bemærkes at de store variationer i fangsterne delvis afspejler det forhold at monitoringen periodisk har været afbrudt.

I det følgende er registreringerne inden for pilotprojektperioden beskrevet for hvert af de to vandområder.

Tabel 4-19 Registrerede fangster (antal) i pæleruser i henholdsvis Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

Arter	Lovns Bredning		Hjarbæk Fjord	
	2012	2013	2012	2013
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	3441	5205	2040	628
Brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	32	29	11	16
Hornfisk (<i>Belone belone</i>)	420	222	89	26
Ål (<i>Anguilla anguilla</i>)	42	31	78	32
Skrubbe (<i>Platichthys flesus</i>)	196	268	77	30
Pighvarre (<i>Psetta maxima</i>)	3		2	
Tunge (<i>Solea solea</i>)	15	42	14	15
Rødspætte (<i>Pleuronectes platessa</i>)	4	7	15	3
Ålekvabbe (<i>Zoarces viviparus</i>)	283	587	112	124
Sortkutling (<i>Gobius niger</i>)	377	335	188	264
Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	1	4		
Sej (<i>Pollachius virens</i>)		1		
Ørred (<i>Salmo trutta</i>)	374	158	386	79
Smelt (<i>Osmerus eperlanus</i>)	28	5	8	3
Helt (<i>Coregonus lavaretus</i>)	1	1	1	
Tangsnarre (<i>Spinachia spinachia</i>)	12		9	
3-pigget hundestejle (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	14953	13145	12553	34187
Tangspræl (<i>Pholis gunnellus</i>)		1		
Almindelig ulk (<i>Myoxocephalus scorpius</i>)	8	2		
Almindelig fjæsing (<i>Trachinus draco</i>)	1			
Hestemakrel (<i>Trachurus trachurus</i>)	1			
Stenbider (<i>Cyclopterus lumpus</i>)	1	10		9
Stavsild (<i>Alosa fallax</i>)	1			
Brasen (<i>Abramis brama</i>)	7		130	1
Skalle (<i>Rutilus rutilus</i>)			69	16
Aborre (<i>Perca fluviatilis</i>)	12	6	148	14
Gedde (<i>Esox lucius</i>)			2	
Sandart (<i>Stizostedion lucioperca</i>)			4	
Arter ialt (30)	23	19	22	17

4.6.2.1 Lovns Bredning

I pilotprojektperioden er der i Lovns Bredning fanget i alt 25 fiskearter, de fleste dog kun i få eksemplarer (se Tabel 4-19). De mængdemæssigt set mest betydende fiskearter har været sild og hornfisk, som i overvejende grad er fanget i foråret/tidlig sommer. Herudover er der fanget betydelige antal af ål, skrubbe, ørred, sortkutling, ålekvabbe og 3-pigget hundestejle. Målt i antal er 3-pigget hundestejle den dominerende fiskeart.

I Lovns Bredning er der registreret udprægede saltvandsfiskearter som rødspætte, pighvarre, tunge, torsk, sej, alm. fjæsing, hestemakrel, stenbider og alm. ulk. Der har dog for flere af arterne kun været tale om enkeltforekomster. Relativt store fangster af juvenile tunger (7 - 14 cm) blev gjort i sensommeren-efteråret i 2012 og især i 2013 (Figur 4-31).



Figur 4-31 Juvenile tunger (10-12 cm) fanget i Lovns den 13. september 2013 (Foto: Krog Consult)

I Lovns Bredning er der registreret en relativ artsrig bestand af arter med yngelpleje, evt. levedefødende arter, som er karakteristiske for lavvandede og vegetationsrige brakvandsfjorde: tangsnarre, tangspræl, alm. ulk, sortkutling, ålekvabbe og 3-pigget hundestejle. Sidstnævnte tre arter er fanget i meget store antal i begge år inden for pilotprojektperioden. Især skal bemærkes at fangsten af ålekvabber er fordoblet fra 2012 til 2013.

Der er markante år til år variationer for de fleste fiskearters vedkommende. I Lovns Bredning har der i de to år med pilotprojektovervågning været anvendt samme type redskaber placeret på samme positioner. Fiskeriindsatsen har dog varieret af de tidligere nævnte grunde, og det er derfor mere retvisende at sammenligne fangster pr. fangstdøgn i de enkelte år. Udviklingen i de således beregnede fangstniveauer ændrer imidlertid ikke meget på det billede af fangsternes udvikling, som kan udledes af de registrerede fangster i Tabel 4-19. Fangstniveauet for flere arter er gået op – det gælder således for sild, skrubbe og ålekvabber mens det er gået tilbage for ørred og hornfisk. Fangstniveauet for ål, sortkutling og hundestejle har stort set været uændret.

Ud over at forekomsten af ålekvabbe er steget markant siden basismoniteringsperioden og yderligere fra 2012 til 2013 har størrelsesfordelingen også ændret sig væsentligt, idet andelen af kønsmodne individer ($\geq 20\text{cm}$) er steget fra ca. 20,5 % i 2012 til ca. 42% i 2013. Bestanden af ålekvabber i danske farvande er generelt gået markant tilbage i de seneste årtier. Lokalt kan fiskere, herunder i Limfjorden dog berette om fremgang i bestandene inden for de seneste år.

Ørreder og ål vandrer igennem Lovns Bredning og slusen i Virksund Dæmningen på vej til og fra gydeområderne i vandløbene (ørred) eller for ålens vedkommende til og fra opvækstpladserne i vandløbene og Hjarbæk Fjord. De nævnte arter opholder sig også i større eller længere perioder i fjorden, hvor de søger føde. Kun ørreder fanges i væsentligt antal i området nær Virksund Dæmningen. Fangsten var ekstraordinært stor i 2012 for så at falde til mindre end det halve i 2013. Der er kun fanget ganske få større ørreder ($>30\text{cm}$), langt hovedparten har i begge år været såkaldte smolt på 15 - 25 cm. I 2012 udgjorde denne størrelsesgruppe 67 % af fangsterne og i 2013 78 %.

Fangsten af ål har i begge år af pilotprojektperioden ligget på et meget lavt niveau. I både 2012 og 2013 udgjorde ål over mindstemålet (36 cm) ca. 70 % af den samlede fangst. Fangsten af ål som kan karakteriseres som overvejende blankål ($>45\text{ cm}$) udgjorde i 2012 næsten en tredjedel af fangsten mens der i 2013 kun blev fanget en enkelt blankål. Som det fremgår af Tabel 4-20 er der i hvert af årene 2011 og 2012 udsat 4000 stk. såkaldte sætteål (med en vægt på ca. 3 gram) i både Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning. Disse har imidlertid ikke inden for monitoringsperioden opnået en størrelse så de ville kunne fanges i de anvendte ruseredskaber.

Fangsten af skrubber i Lovns Bredning steg fra 2012 til 2013, og juvenile skrubber med en længde på 10-20 cm udgjorde næsten 90 % af de samlede fangster i 2013. Der blev i 2012 udsat 5000 stk. skrubbeyngel (3 - 5 cm) i Hjarbæk Fjord og disse fisk vil kunne nå en størrelse på 10 - 20 cm året efter. Hvorvidt der de observerede fisk under pilotprojektet er fra denne udsætning er vanskeligt at afgøre men de måtte i så fald have vandret ud af Hjarbæk Fjord og ind i Lovns Bredning.

I juni 2013 blev der fanget 2 skrubber med sår (Figur 4-32) i Lovns Bredning. Fladfisk anses for at være mere modtagelige for sårskader end andre fisk og der findes rapporter herom fra alle danske farvande /32/. Sår-læsionerne kan inficeres med flere naturligt forekommende bakterier – ofte drejer det sig om bakterien *atypisk Aeromonas salmonicida ssp achromogenes* (pers. komm. Kurt Buchmann). Årsagen til at fladfisk får sår er vanskeligt at afdække, ofte nævnes forhold som mekaniske skader fra fiskeri, bid fra sæler, skarver m.v. kombineret med svingninger i salinitet og forurening. I praksis har det imidlertid vist sig vanskeligt at relatere sårforekomsten til uheldige miljøforhold /32/.



Figur 4-32 Skrubbe (ca. 15 cm) med sår fanget i Lovns Bredning i juni 2013 (Foto: Krog Consult)

I juli 2012 blev der i Lovns Bredning fanget en enkelt stavsild (*Alosa fallax*) på 43 cm (Figur 4-33). Stavsild indgår sammen med flodlampret (*Lampetra fluviatilis*) i udpegningsgrundlaget for Natura 2000 området der omfatter Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord (se også afsnit 5.6). Der er kun ganske få andre observationer af stavsild i området, herunder enkelte fra Skals å. Et enkelt eksemplar af flodlampret er fanget i forbindelse med basisovervågning i Lovns Bredning (19. juni 2010) /5/. Både stavsild og flodlampret gyder i vandløb og tilbringer den første del af deres livsforløb i de nedre dele af større vandløb for herefter at vandre ud i brakke-marine vandområder.



Figur 4-33 Stavsild på 43 cm fanget den 21. juli 2012 i Lovns Bredning (Foto: Krog Consult)

4.6.2.2 Hjarbæk Fjord

I forbindelse med pilotprojektet er der i Hjarbæk Fjord i alt fanget 20 fiskearter med pæleruse (Tabel 4-19). De mængdemæssigt set mest betydende arter er sild, hornfisk, ål, skrubbe, ålekvabbe, sortkutling, ørred, 3-pigget hundestejle, brasen, skalle og aborre. Sidstnævnte 3 arter er dog kun fanget i større antal i 2012. Målt i antal har 3-pigget hundestejle været dominerende i fangsten, mens sild har været den vigtigste art med hensyn til vægt.

Fangsterne af sild, hornfisk, ål, skrubbe, ørred, og af ferskvandsarterne aborre, brasen og skalle har været væsentligt lavere i 2013 end i 2012. Særligt iøjnefaldende er, at der i 2013 kun blev fanget en enkelt brasen mod 130 i 2012. Fangsterne af sortkutling, ålekvabbe og især af 3-pigget hundestejle er gået frem fra 2012 til 2013 mens fangsten af brisling, tunge og ålekvabbe i 2013 har været nogenlunde som i 2012. Der er fanget relativt store antal juvenile tunger (9-13 cm) i begge år, samt relativt store antal rødspætter (19-24 cm) i 2012. Samme udviklingstendens er set andre steder i Limfjorden (eksempelvis i Skive Fjord).

Det skal understreges, at fangsterne naturligvis afhænger af fiskeriindsatsen (antal fiskedøgn, redskabstype- og placering) og at denne, af forskellige årsager (vejr-mæssige forhold, monitoringsperiodens længde m.v.) har været forskellig i de 2 monitoringsår. Dette forhold er nærmere omtalt i vurderingsafsnittet, hvor det konkluderes at korrektion ikke resulterer i ændringer fra de nævnte udviklingstendenser.

Stenbiderne var alle voksne eksemplarer (adulte) på 23-31 cm og alle fanget i det tidlige forår hvor de har været på gydevandring ind i Hjarbæk Fjord. Et enkelt juvenil eksemplar er fanget i Lovns Bredning (Figur 4-34).



Figur 4-34 Juvenil stenbider (6 cm), fanget i Lovns Bredning d 5 maj 2013. (Foto: Krog Consult)

Forekomsten af brak-/ferskvandsarterne skalle, brasen, aborre har i 2013 været fåtallig (i alt 31 stk.) og betydeligt mindre end i 2012 (i alt 347 stk.).

Sild og hornfisk vandrer om foråret/tidlig sommer i stort antal ind i Hjarbæk Fjord for at gyde i de kystnære områder, hvor deres æg fæstner sig til planter, sten mv. Langt størstedelen af de fangede sild var voksne individer med en størrelse på 15 - 33 cm. Det samme gælder hornfiskene som alle har været voksne eksemplarer med en længde på 49-71 cm. Der er fanget enkelte juvenile sild og slet ingen juvenile hornfisk. I øvrigt er der enkelte gange i maj-juni i begge monitoringsår observeret silderogn på fiskeredskaberne i Hjarbæk Fjord.

Flere arter vandrer igennem Hjarbæk Fjord på vej til og fra gydeområderne i vandløbene (ørred, smelt og helt) eller til og fra opvækstpladserne her (ål). De nævnte arter opholder sig desuden i større eller længere perioder i fjorden, hvor de søger føde. Kun ørreder fanges i væsentlige antal i området nær Virksund Dæmningen. Fangsten var meget stor i 2012 for så at falde til et noget lavere niveau i 2013. Der er kun fanget ganske få større ørreder (>30cm), langt hovedparten har i begge år været såkaldte smolt på 15-25 cm – i 2012 udgjorde denne størrelsesgruppe 70 % af fangsterne og i 2013 hele 87 %.

Fangsten af ål i 2013 var under det halve af 2012 fangsten. I både 2012 og 2013 udgjorde ål over mindstemålet (36 cm) ca. 80 % af den samlede fangst. Hanål udvikles til blankål når de har en længde på 35-45 cm mens hunål først bliver til blankål når de når en længde på 45-100 cm. I modsætning til blankål, er gulål aktivt fødesøgende på deres opholdsteder i fjordområderne. Blankål optager ikke føde, unders deres vandring til gydeområderne. Knap halvdelen af de fangede ål i begge år havde en længde på 45 cm eller mere og må karakteriseres som overvejende blankål. I 2011 og 2012 blev der udsat 4000 såkaldte sætteål (vægt à ca. 3 gram) i både Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning (Tabel 4-20). Disse har imidlertid ikke opnået en tilstrækkelig stor størrelse til at kunne blive fanget i de anvendte ruseredskaber indenfor monitoringsperioden.

Arter med yngelpleje (sortkutling, hundestejle) eller arter som er levendefødende (ålekvabbe), er karakteristiske for en lavvandet og vegetationsrig brakvandsfjord som Hjarbæk Fjord. Alle de nævnte arter er i begge monitoringsår er fanget i betydelige antal, og udviklingen i fangsterne har været stigende.

Brisling og skrubbe forekommer talrigt i Hjarbæk Fjord. Juvenile skrubber udgjorde i Hjarbæk Fjord kun halvdelen af fangsten. Begge arter gyder i de frie vandmasser og har pelagiske æg. Både befrugtede æg og larver af de 2 arter er fundet i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning, æg og larver af skrubbe dog kun i meget ringe antal /5/. Hvor stor en del af selve gydningen der foregår her er usikkert efter som æg og larver kan være ført hertil fra fjernere vandområder. Fangst af små, pelagiske fiskearter vil kun undtagelsesvis ske i ruseredskaber og den aktuelle fangst kan derfor ikke bruges som mål for bestandens størrelse.

Fangsten af skrubber er mere end halveret fra 2012 til 2013. Skrubben er kønsmoden ved en størrelse på 20-25 cm. Gyldningen foregår om vinteren og i det tidlige forår og ynglen når en størrelse på 8-10 cm i løbet af det første leveår. I pilotprojektperioden har fangsten overvejende bestået af voksne fisk med en længde over 20 cm (2012: 70 %, 2013: 57 %). En mulig effekt af udsætningen af 6000 stk. skrubbeyngel (3-7 cm) i Hjarbæk Fjord i 2012 har ikke kunnet påvises. Udover skrubber er der igennem de senere år blevet udsat store antal heltyngel (3-5 cm) i Hjarbæk Fjord (Tabel 4-20). En effekt af udsætningerne har ikke kunnet registreres i fangsterne i den nordligste del af Hjarbæk Fjord (moniteringsområdet) og kun et enkelt eksemplar blev fanget i hele perioden 2012-2013.

Tabel 4-20 Oversigt over udsætninger af fisk (stk.) i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning i perioden 2010-2013. *Mærkede pighvarre udsat ved Hvalpsund nord for Lovns Bredning

Art/år	2010	2011	2012	2013
Lovns Bredning				
Helt	0	0	0	0
Ål	0	4.000	4.000	0
Pighvar	0	0	0	5.000*
Skrubbe	0	0	0	0
Hjarbæk Fjord				
Helt	175.000	186.000	175.000	175.000
Ål	0	4.000	4.000	0
Pighvar	0	0	0	0
Skrubbe	5.000	0	6.000	0

4.6.3 Offentlig vidensindsamling

Der har været taget kontakt med fritidsfiskere, sportsfiskere og erhvervsfiskere i området med henblik på at kunne inddrage deres observationer i vurderingen af de mulige miljømæssige konsekvenser af projektet. Deres bidrag kan kort summeres som følger:

- Erhvervsfiskeri: Generelt ingen observationer af usædvanlige hændelser som eventuelt ville kunne sættes i forbindelse med pilotprojektet. Der er ikke gjort observationer af de prioriterede fiskearter - flodlampret og stavsild i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.
 - Der er ikke i pilotprojektperioden fisket muslinger i Lovns Bredning (muslinger for små).
 - Fiskeriet af fjordrejer i Lovns Bredning har som alle andre steder i landet været dårligt i de sidste par år – sandsynligvis pga. de relativt strenge vintre i 2009/2010 og 2010/2011.
 - Bundgarnsfiskeriet i Hjarbæk Fjord har været som "normalt" (ringe fangst af ål som andre steder i fjorden/landet, nedgang i fangsten af ørreder). I overensstemmelse med resultaterne fra moniteringsfiskeriet har der været en usædvanlig stor mængde juvenile tunger i fangsterne. Den usædvanlige forekomst af tunger er også set i Skive Fjord.
 - Der har kun været gennemført ganske lidt fiskeri efter brisling/sild i Lovns Bredning. Det vigtigste fiskeri heraf foregår i den dybe rende i Hvalpsund, hvor der også jævnlige fanges enkelte stavsild.
- Sportsfiskeri: Sæsonen for ørredfiskeri har været relativt dårlig sammenlignet med sidste år.
- Fritidsfiskeri: Der har periodisk været problemer med døde fisk i ruserne, sidst i august måned 2013 nord for Virksund. Er ikke konkretiseret nærmere. Døde fisk i forbindelse med iltsvindshændelser er ikke noget usædvanligt fænomen men hændelserne kobles sammen med udledningen fra gaslageret.

4.6.4 Frafiltreret materiale

I forbindelse med hver røgtning af pæleruserne, er udløbet fra filteranlægget inspiceret og om nødvendigt er den påmonterede fangstpose tømt. I de fleste tilfælde har posen været tom eller kun indeholdt ganske lidt materiale.

I Tabel 4-21 er der givet en oversigt over de gange hvor opsamlingsposen er blevet tømt og hvor der har været en vis mængde materiale i posen. Det skal bemærkes at posen ikke har været påmonteret i vinterperioden (december-februar) pga. faren for isdannelse og dermed tilstopning af maskerne.

Tabel 4-21 Oversigt over indholdet i afløbet fra pumpestationens filteranlæg

Dato	Materiale i opsamlingspose
02.11.2012	I alt ca. 20 kg materiale, overvejende havgræs og makroalger, samt følgende fisk: 6 stk. Lerkutling (3 - 5 cm); 3 stk. sortkutling (10 cm); Alm. tangnål, (13 - 14 cm); 65 stk. 3-pigget hundestejle (4 - 8 cm)
23.11.2012	I alt ca. 15 kg materiale, overvejende havgræs, samt følgende fisk: 1 stk. lerkutling (5 cm); 28 stk. 3-pigget hundestejle (4 - 8 cm)
01.03.2013	Ca. 1 kg materiale (opsamlet over 4 døgn), overvejende havgræs, samt følgende fisk: 167 stk. 3-pigget hundestejle; 1 lerkutling (7 cm)
23.04.2013	Ca. 2 kg materiale, overvejende havgræs, samt følgende fisk: 410 stk. 3-pigget hundestejle; 1 lerkutling (5 cm)
02.05.2013	0,5 kg materiale, inkl. følgende fisk: 19 stk. 3-pigget hundestejle
09.05.2013	Ganske lidt planterester, ingen fisk
05.06.2013	Ca. 0,5 kg materiale, ingen fisk
09.06.2013	Ca. 0,5 kg materiale, ingen fisk
15.08.2013	I alt ca. 70 kg materiale, overvejende havgræs og makroalger. I en delprøve på 10 kg, en enkelt sortkutling (6 cm)
14.09.2013	Ca. 5 kg, ingen fisk, mange små muslinger (primært brakvandshjertemusling (<i>Cerastoderma lamarcki</i>) og alm. sandmusling (<i>Mya arenaria</i>))

Mængderne af frasorteret materiale har varieret betydeligt fra stort set ingenting til ca. 70 kg. Materialet i posen har i overvejende grad bestået af langstilket havgræs og børstebledet vandaks iblandet makroalger, samt af materiale fra land (grannåle m.v.). Der er ikke i forbindelse med tømningen observeret større fisk i posen, men i nogle tilfælde et betydeligt antal, for det meste levende, hundestejle. Døde fisk blev primært fundet i tilfælde hvor der var lang tid mellem røgtningerne. Det er overvejende sandsynligt at langt hovedparten af fiskene overlever sorteringen på anlægget (se Figur 4-35).



Figur 4-35 Materiale opsamlet fra afløbet fra filteranlægget på pumpestationen på Virksund Dæmningen (2. nov. 2012). Overvejende havgræs og vandaks samt fisk, primært 3-pigget hundestejle (Foto: Carsten Krog).

Der er kun observeret 4 fiskearter i det frafiltrerede materiale:

- 3-pigget hundestejle (*Gasterosteus aculeatus*)
- Sortkutling (*Gobius niger*)
- Lerkutling (*Pomatoschistus microps*)
- Alm. tangnål (*Syngnathus typhle*)

Kun 3-pigget hundestejle er fundet i større antal. Alm. tangnål kun observeret en enkelt gang og kun i 3 eksemplarer. Det skal dog bemærkes at der kan have været flere eksemplarer af denne art efter som den kan være vanskelig at finde, da plantemateriale og fisken har meget ens udseende.

Lerkutling er ikke set i forbindelse med rusefiskeriet hvilket sandsynligvis har en sammenhæng med at denne art, som er den mindste af kutlingearterne i området, vil kunne passere maskerne i ruserne som er ca. dobbelt så store som dem der er anvendt i opsamlingsposen.

Fangstposen er i sidste del af sommerperioden 2013 blevet kraftigt "begroet" med rurer (brakvandsrur, *Balanus improvisus*), det samme gælder fangstredskaber, pæle m.v.

5. VURDERING AF DATA FRA PILOTPROJEKT

Data fra pilotprojektet vurderes i dette afsnit i forhold til data fra basisovervågningen (2009 - 2010) og kravene til områderne i gældende relevante planer og bekendtgørelser iht. VVM-tilladelsens § 15. Desuden inddrages internationale kriterier, hvor relevant.

De gældende planer og bekendtgørelser, som er relevante for afrapportering af pilotprojektet, er identificeret og behandlet under hver enkelt parameter.

Ifm. vurdering af data for pelagisk æg og larver, samt fisk, benyttes primært danske navne. De videnskabelige navne for arterne er angivet i afsnit 4.5 og 4.6.

5.1 Klimatiske forhold

Klimatiske data fra perioden 2009 – 2013 er præsenteret i afsnit 4.2.

Det ses, at antallet af solskinstimer, gennemsnitlig vindhastighed og lufttemperatur varierer lidt, men følger samme overordnede mønster i de fem år. I modsætning hertil varierer de gennemsnitlige nedbørsforhold betragteligt.

Vintrene 2009/10 og 2010/11 var begge karakteriseret ved langvarigt isdække (hvh. 91 og 106 dage med isdække), mens vinteren 2011/12 er karakteriseret som en mild isvinter (27 dage med isdække). Vinteren 2012/13 er ikke karakteriseret, men der er registreret 60 dage med isdække.

Isdække har stor betydning for de marine forhold, da isdække begrænser udvekslingen mellem luft (atmosfære) og vand, fx ift. lysindstråling og ilt. Desuden udgør isdækket et låg på vandmasserne sådan at det forhindrer vinden i at blande vandmasserne. Det betyder, at lagdelingen vil være kraftigere og at der er mindre energi til rådighed til at blande ilt ned i bundvandet.

5.2 Fysisk/kemiske forhold

I afsnit 4.3 og bilag 3 er præsenteret konturplots, der viser den tidslige og rumlige udvikling for salinitet, temperatur, iltindhold, fluorescens og turbiditet.

I bilag 4 vises figurer over den tidslige udvikling af salinitet, temperatur, iltindhold, fluorescens og turbiditet for fokusstationerne P1, P6, P7 og P8. Hvert plot indeholder data for både basisovervågning (2009-2010) og pilotprojektovervågning (2011-2013). Der præsenteres plots af den tidslige udvikling i "top" (gennemsnit for den øverste meter) og "bund" (dybeste måling).

5.2.1 Vurdering af salinitet, lagdeling og iltindhold

I VVM-processen blev det undersøgt, hvorvidt udledningen af salt ville bidrage til en styrkelse af lagdelingen som dermed ville bidrage til en forringelse af iltforholdene. Iltforholdene i bundlaget er bestemt af en række faktorer, herunder:

- Lokalt iltforbrug, der typisk ses ved nedbrydning af organisk stof.
- Lokal iltproduktion, pga. produktion af bundplanter hvis der er tilstrækkeligt med lys.
- Temperatur-lagdeling (termoklin), der hovedsageligt er bestemt af balancen mellem solindstråling og overfladeafkøling, samt i mindre grad transport af vandmasser.
- Salinitet-lagdeling (haloklin), der er bestemt af en balance mellem indstrømmende havvand fra Vesterhavet og afstrømning af ferskvand fra land. Desuden kan udledningen fra Ll. Torup bidrage.
- Vind/omrøring, der medvirker til at blande ilt ind i overfladevandet og til at blande iltigt overfladevand ned i vandsøjlen.

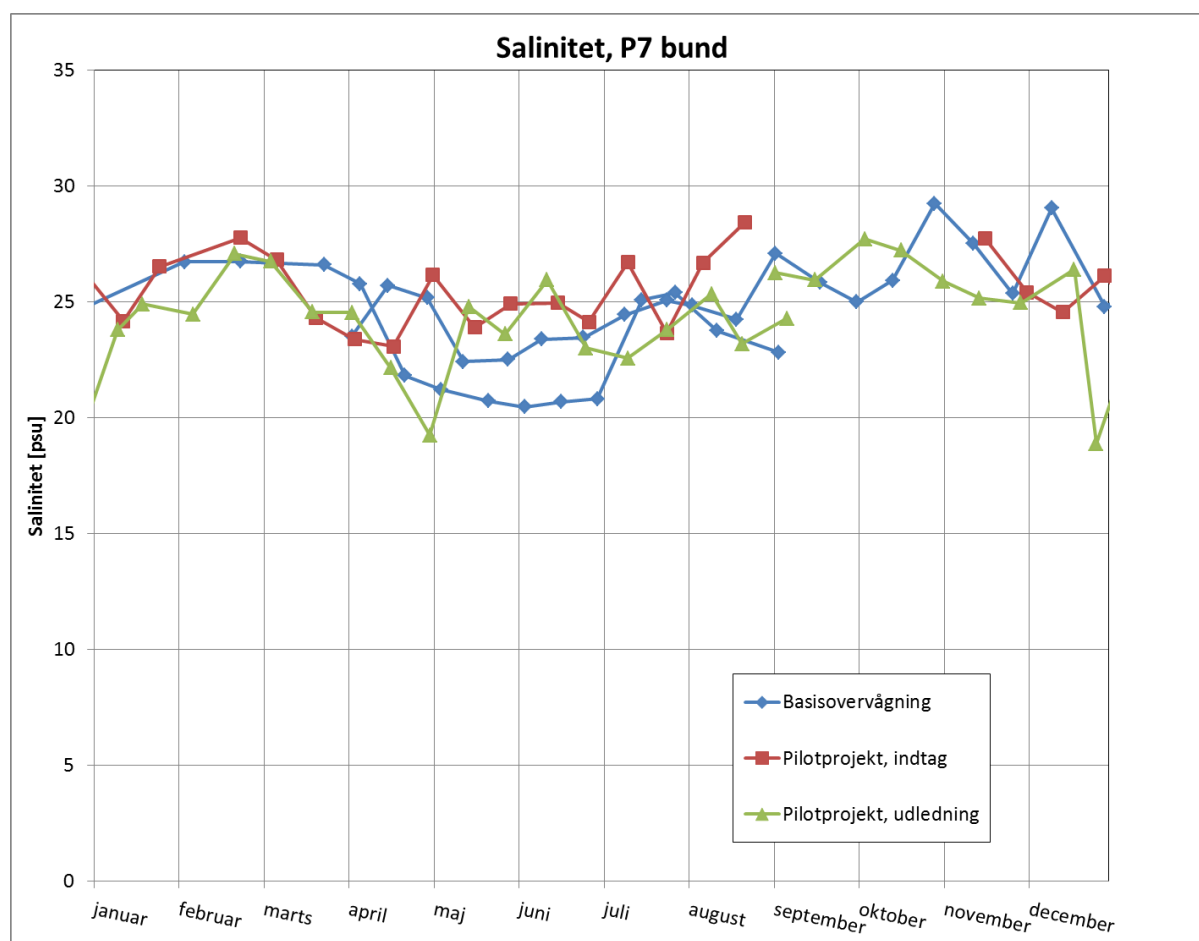
Som beskrevet i VVM-redegørelsen /1/ kan en ændret lagdeling betyde en ændret risiko for iltsvind, som dog primært er afhængig af vind og temperatur. Iltsvind forekommer som regel i sensommeren, hvor perioder med lidt vind og stille vand, samt høj temperatur og indstråling kan resultere i kraftigst udbredelse af iltsvind. Lagdeling (haloklin) er modelleret /1/, og det er for pilotprojektet vurderet at:

- Bundsaliniteten øges med 0,1-0,4 psu i umiddelbar nærhed af udledningen dvs. P7 og P8
- Overfladesaliniteten øges med 0,2-0,4 psu i nærområdet P6, P7, P8, mens overfladesaliniteten på P1 øges med 0,1-0,2 psu.
- Hyppigheden af situationer med lagdeling ikke påvirkes.
- Ændringer i styrken af haloklin er så små, at der ikke vurderes at være ændret risiko for iltsvind.

Dette afsnit er koncentreret om beskrivelse af salinitetsforhold og lagdelingsforhold da øvrige påvirkninger er afledt heraf.

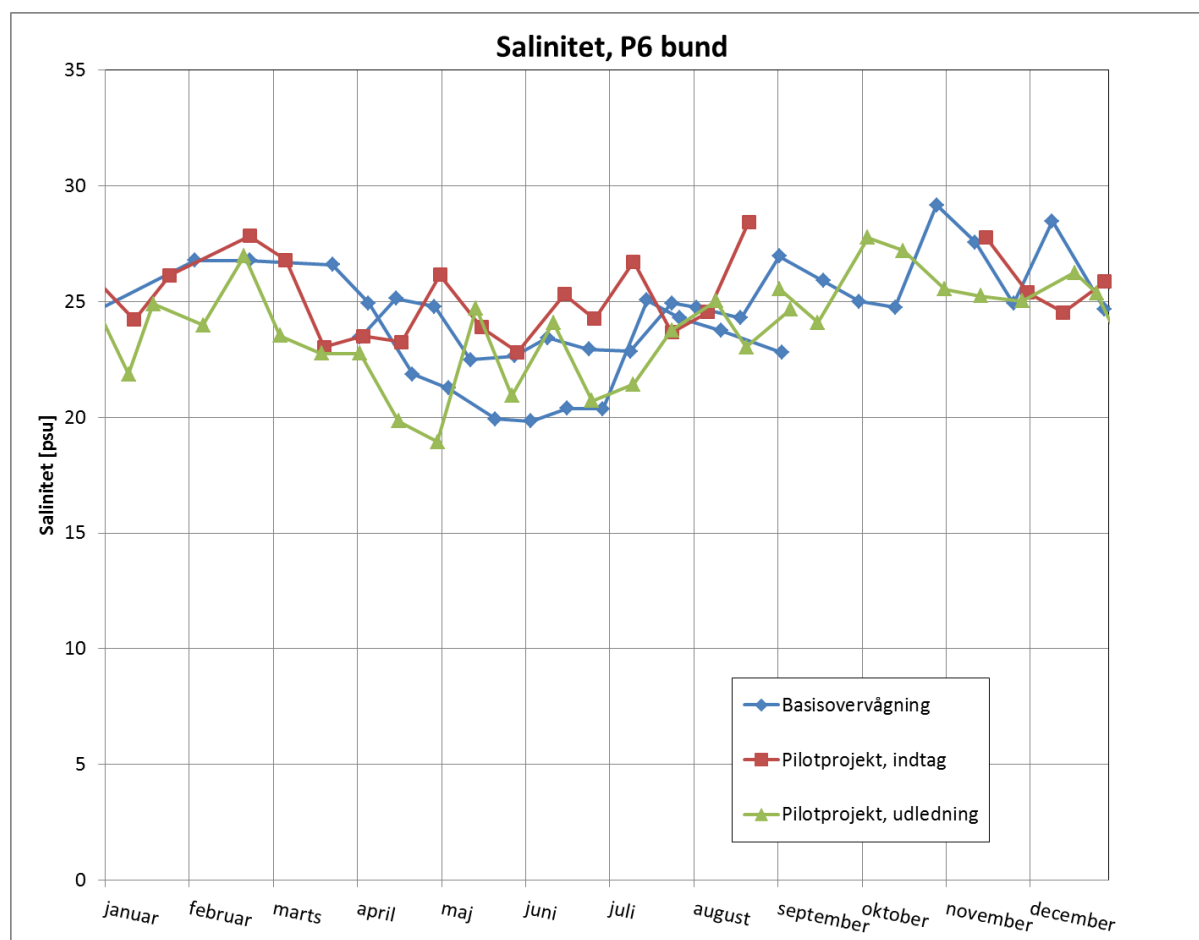
5.2.1.1 Vurdering af bundsalinitetens udvikling

På Figur 5-1 ses den tidlige udvikling af salinitet i bundvand på fokusstation – P7. Der ses en svag tendens til at bundsaliniteten falder henover foråret fra marts til maj/juni, mens den stiger resten af året. Denne tendens ses for både for basisovervågningen og for pilotprojektovervågningens to faser. De højeste saliniteter, på mere end 29 psu, ses under basisovervågningen, mens der under pilotprojektets indtagsfase maksimalt er registreret salinitet på 28,5 psu (under indtag). Under udledningen er der maksimalt registreret salinitet på 27,7 psu.



Figur 5-1 Sæsonvariationen af salinitet i bundvand på fokusstation, P7. Inkluderer basisovervågning apr/2009 - sep/2010 samt pilotprojektovervågning under vandindtag nov/2011 - aug/2012 og vandudledning sep/2012 – sep/2013.

På Figur 5-2 ses den tidlige udvikling af salinitet i bundvand på station – P6. Der ses også her en svag tendens til, at bundsaliniteten falder henover foråret fra marts til maj/juni, mens den stiger resten af året. Denne tendens ses for både for basisovervågningen og for pilotprojektet. De højeste saliniteter, på mere en 29 psu ses under basisovervågningen, mens der under pilotprojektet indtagningsfase maksimalt er registreret salinitet på 28,4 psu (under indtag). Under udledningen er der maksimalt registreret salinitet på 27,8 psu.



Figur 5-2 Sæsonvariationen af salinitet i bundvand på fokusstation, P6. Inkluderer basisovervågning apr./2009 - sept./2010 samt pilotprojektovervågning under vandindtag nov./2011 - aug./2012 og vandudledning sept./2012 – sept./2013.

Middelværdier for de målte saliniteter for stationerne P1, P6, P7 og P8 ses i Tabel 5-1. Værdierne er beregnet separat for hhv. basisovervågning og pilotprojektets indtag og udledning.

Tabel 5-1 Middelværdier for bundsalinitet på alle stationer.

Station	Basisovervågning	Pilotprojekt Indtag	Pilotprojekt Udledning
P1	24,6	25,1	24,2
P6	24.2	25.2	23,9
P7	24,5	25,5	24,5
P8	20.2	19,1	19,8

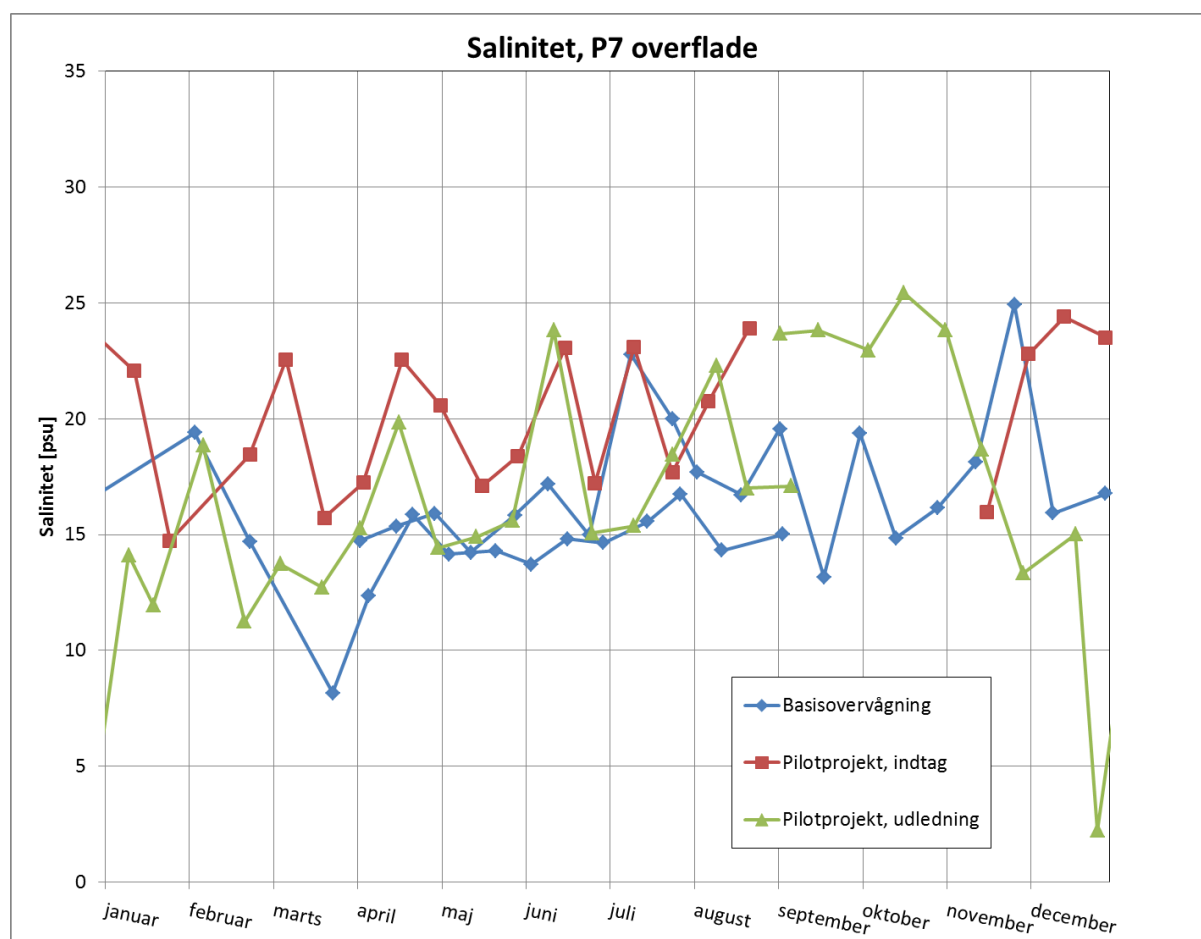
Det ses, at der ikke er observeret højere værdier for bundsalinitet under udledning end under indtag og basis overvågningen. Det er derfor ikke muligt at påvise en reel ændring i den målte bundsalinitet.

5.2.1.2 Vurdering af overfladesalinitetens udvikling

På Figur 5-3 ses den tidlige udvikling af salinitet i overfladevand på fokusstation – P7. Det er ikke muligt på baggrund af de målte data at erkende nogen sæsonvariation. De maksimale saliniteter er dog registreret for oktober til december for både basisovervågningen og pilotprojektet. De maksimale værdier for hver af de tre måleperioder ligger indenfor et relativt snævert interval på 24,4-25,4 psu.

Saliniteten i overfladevandet har et større spænd end saliniteten i bundvandet. Overfladevandes salinitet spænder således over værdier på 2,2-25,4 psu, hvor bundvandets salinitet var begrænset til 18,9-29,3 psu. Der ses ligeledes en stor variabilitet i registreringerne over hele året. Dette tilskrives afstrømningen af ferskvand ud af Hjarbæk fjord, som påvirker overfladevandet kraftigere end bundvandet. Overfladeafstrømningen via vandløb og den direkte nedbør på Hjarbæk Fjord er bestemt af meterlogiske forhold.

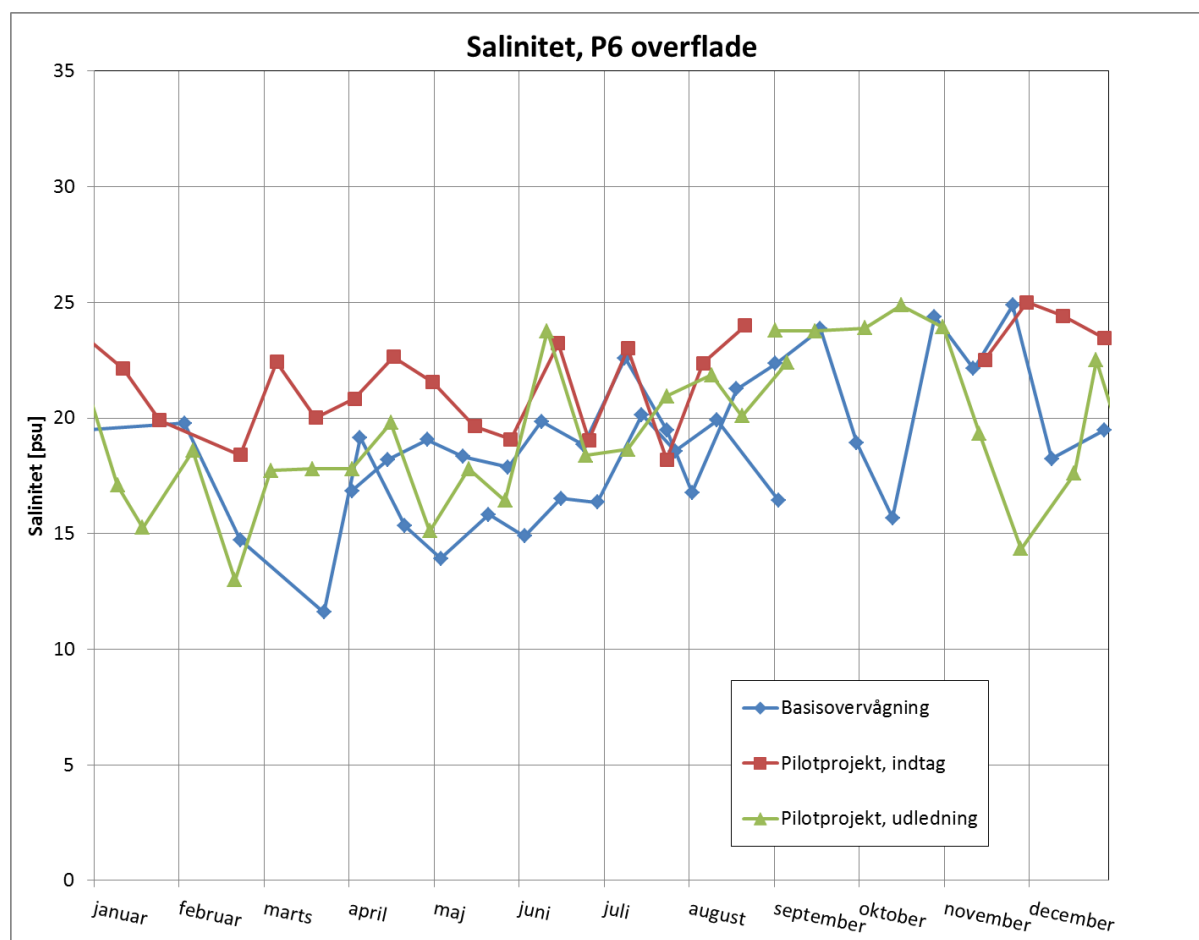
Hjarbæk fjord modtager vand fra et samlet opland på 1178 km² gennem bl.a. vandløbene Simmested Å, Skals Å, Fiskbæk Å og Jordbro Å /31/. En beregning af et vægtet gennemsnit af afstrømningen i disse fire vandløb viser, at den afstrømningen i et gennemsnitsår er ca. 11000 l/s mens det hver andet år når under en afstrømning på 6600 l/s (meridian minimum) /42/. Sammenholdes dette med vandindtaget på 56 l/s (200 m³/time) ses det, at indtaget kun udgør en forsvindende lille del af den samlede afstrømning.



Figur 5-3 Sæsonvariationen af salinitet i overfladevand på fokusstation, P7. Inkluderer basisovervågning apr./2009 - sept./2010 samt pilotprojektovervågning under vandindtag nov./2011 - aug./2012 og vandudledning sept./2012 – sept./2013.

På Figur 5-4 ses den tidlige udvikling af salinitet i overfladevand på fokusstation – P6. Det er ikke muligt på baggrund af de målte data at se en sæsonvariation. De maksimale saliniteter er dog registreret for oktober til december for både basisovervågningen og pilotprojektet. De maksimale værdier for hver af de tre måleperioder ligger indenfor et relativt snævert interval på 24,8-25,0 psu.

Målingerne har for overfladevandet et større spænd end hvad der ses for bundvandet. Overfladevandets salinitet spænder således over værdier på 11,6-25,0 psu, hvor bundvandets salinitet var begrænset til 18,8-29,2 psu. Der ses ligeledes en stor variabilitet i registreringerne over hele året. Dette tilskrives ligesom for station P8 afstrømningen af ferskvand ud af Hjarbæk fjord.



Figur 5-4 Sæsonvariationen af salinitet i overfladevand på fokusstation, P6. Inkluderer basisovervågning apr./2009 - sept./2010 samt pilotprojektovervågning under vandindtag nov./2011 - aug./2012 og vandudledning sept./2012 – sept./2013.

Middelværdier for de målte saliniteter ses i Tabel 5-1. Det ses, at de højeste salinitets værdier observeres under indtag. Der ses ikke på nogle af stationerne højere middelværdier under udledning end i hhv. basisovervågning og i perioden med vandindtag.

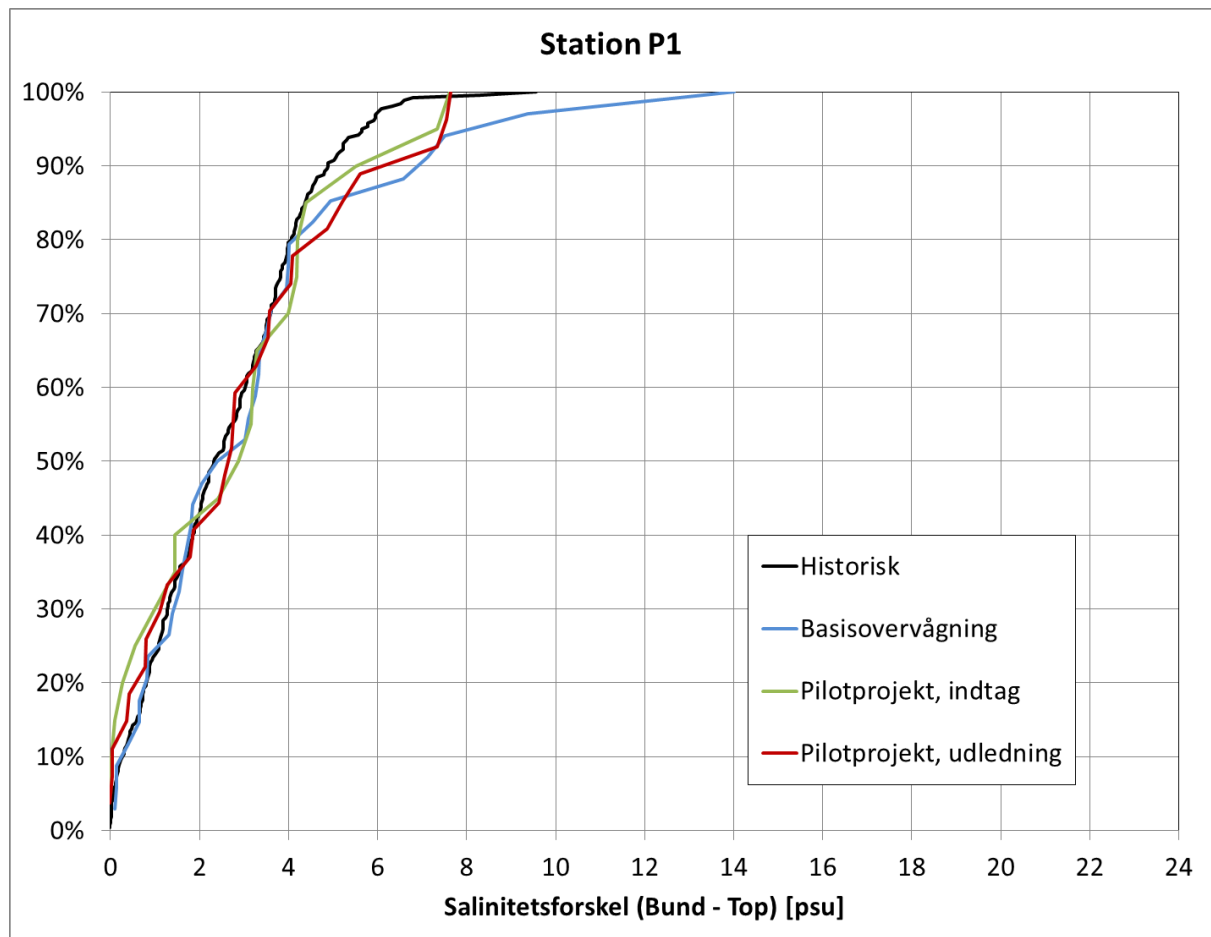
Tabel 5-2 Middelværdier for overfladesalinitet på alle stationer.

Station	Basisovervågning	Pilotprojekt Indtag	Pilotprojekt Udledning
P1	21.4	22.3	21.3
P6	18.6	21.6	19.5
P7	16.1	20.1	17.1
P8	9.6	9.0	9.2

Det er ikke muligt at påvise en ændring i den målte overfladesalinitet under udledningen.

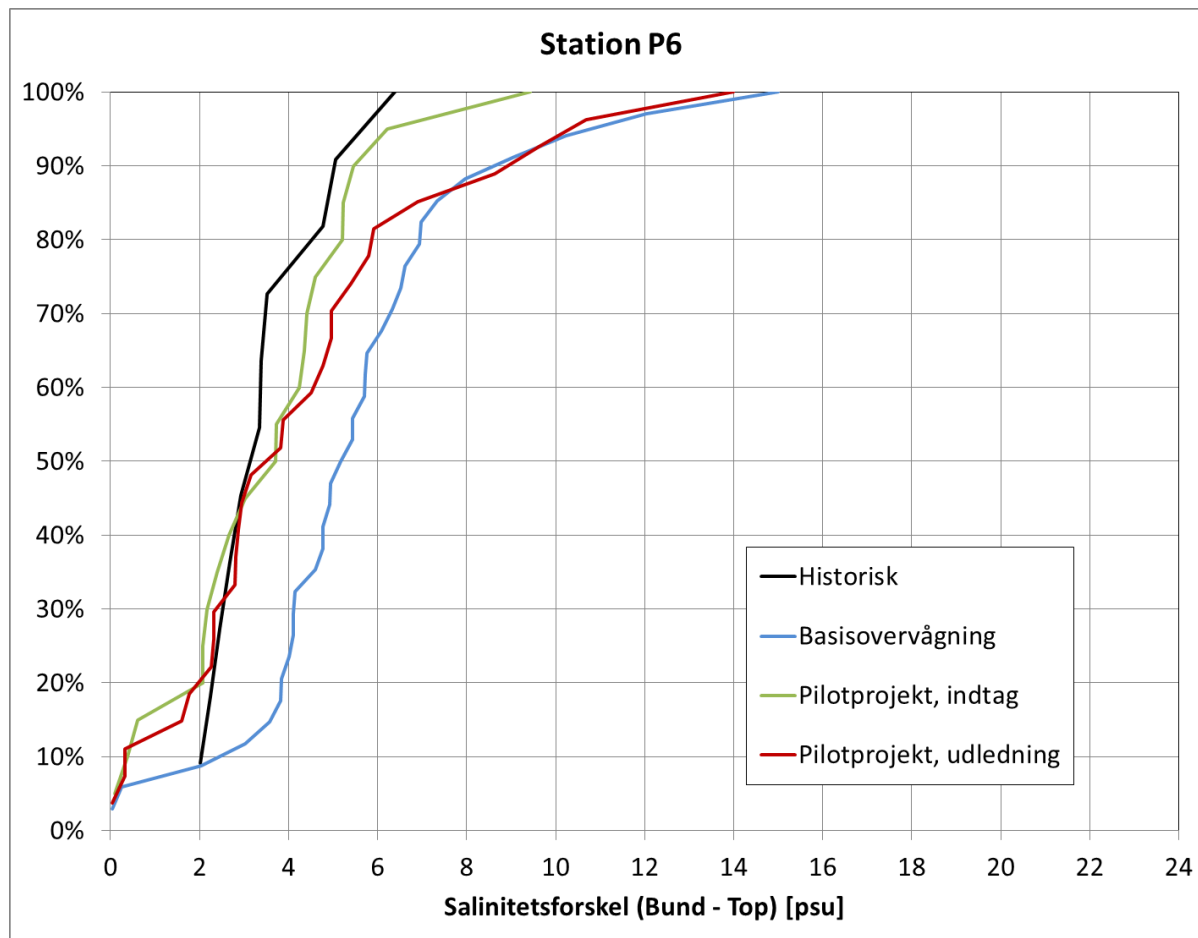
5.2.1.3 Vurdering af lagdelingens hyppighed og styrke

Der er foretaget en vurdering af lagdelingens styrke og hyppighed. Dette er gennemført på en måde der er analog til VVM-redegørelsens præsentation af modelresultater. Differencen mellem saliniteten ved overfladen og ved bunden er bestemt for hver måling. Den akkumulerede frekvens er beregnet for hver målestation. Resultaterne ses i de følgende figurer.



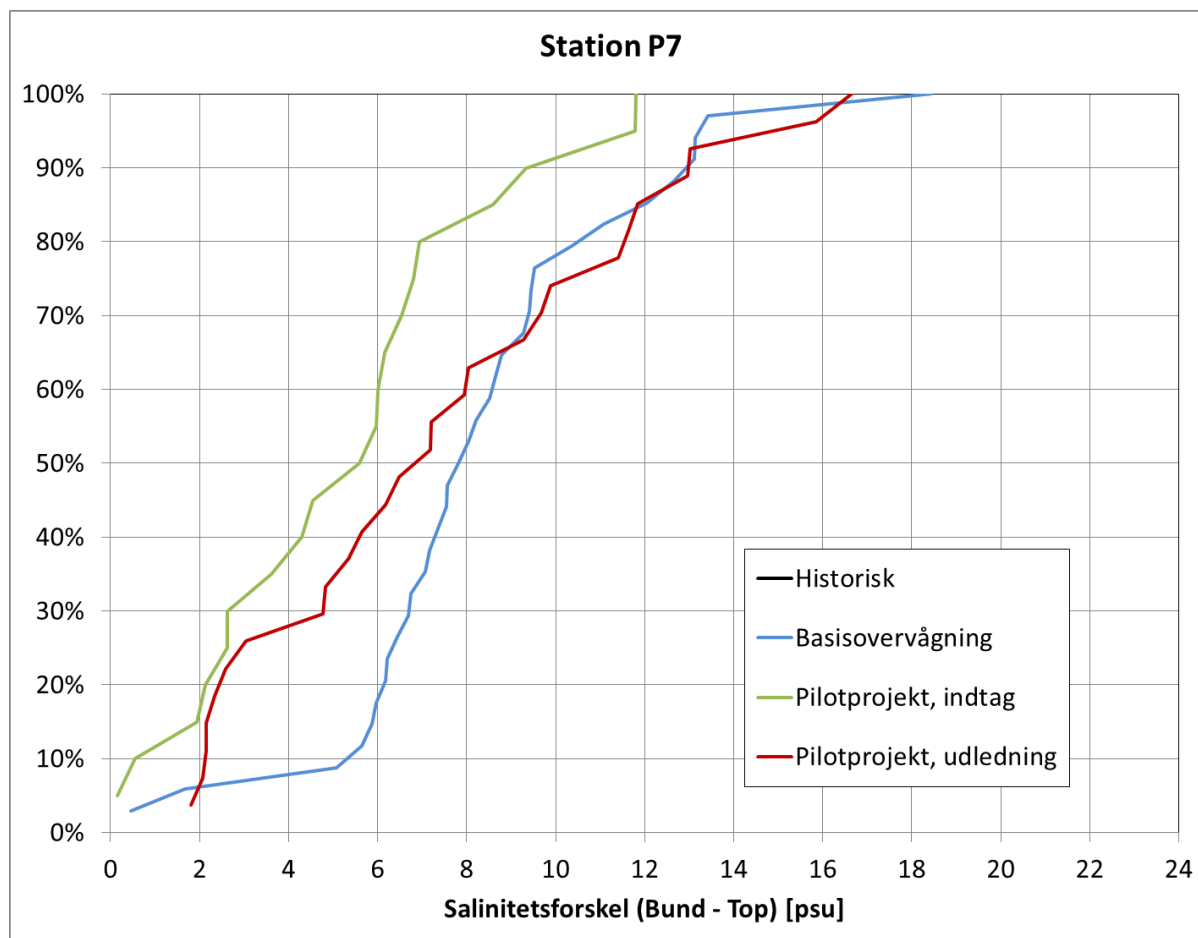
Figur 5-5 Akkumulerede frekvenser af salinitetslagdeling baseret på målinger ved station P1.

Det ses for referencestationen P1 på Figur 5-5, at der er en relativ god overensstemmelse mellem historiske data fra Naturstyrelsen og data indsamlet under basisovervågningen. Der er dog under basisovervågningen en større hyppighed af kraftige lagdelinger med 4-14 psu i difference mellem top og bund.



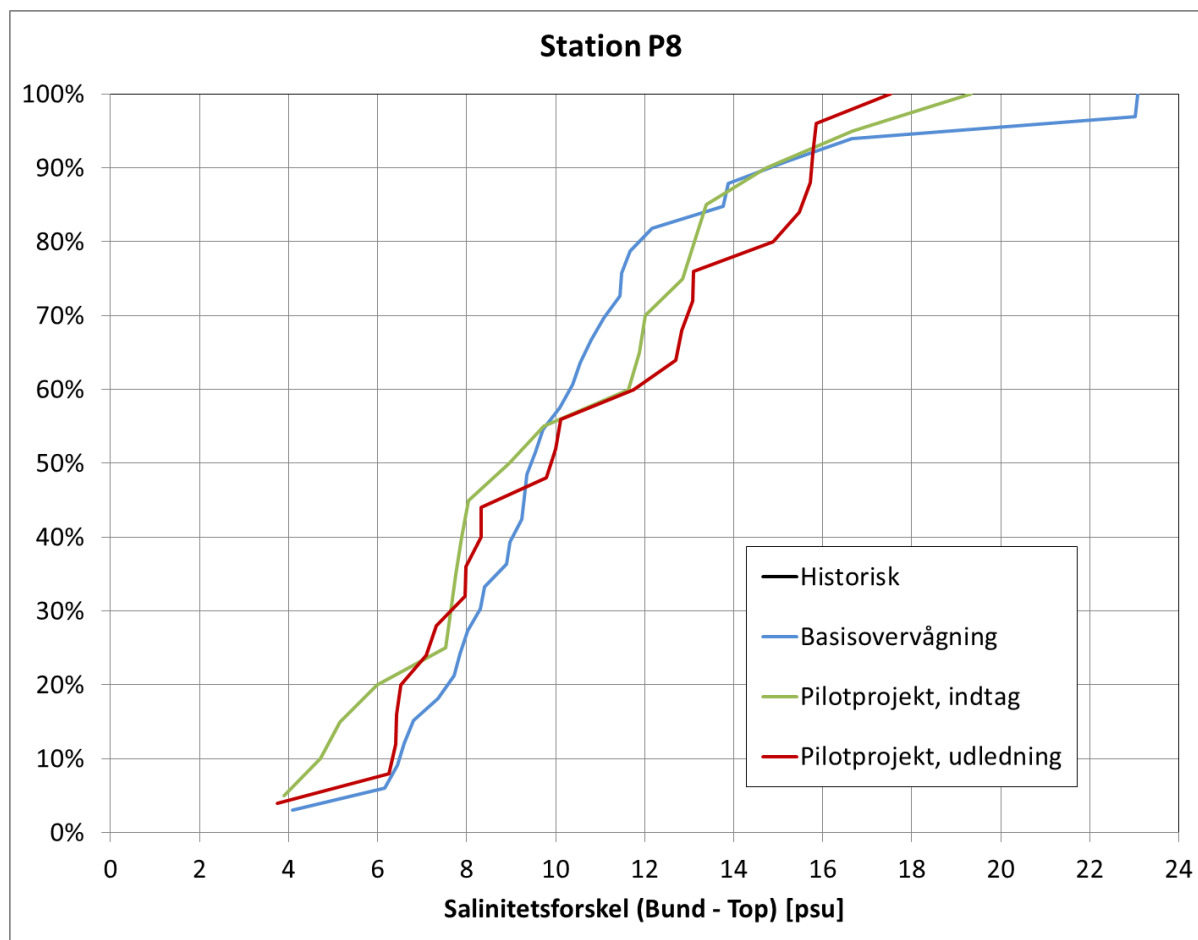
Figur 5-6 Akkumulerede frekvenser af salinitetslagdeling baseret på målinger ved station P6.

Resultater for stationen P6 ses på Figur 5-6. Data fra basisovervågningen viser en kraftigere lagdeling end der ses i de historiske data. De historiske data omfatter dog kun 11 profilmålinger. Det ses, at der er en svækket lagdeling specielt under pilotprojektets fyldning af kavernen. Under basisovervågningen er salinitetsforskellen i 50 % af prøverne større end 5,2 psu. Under pilotprojektets indtag og udledning er de tilsvarende værdier hhv. 3,7 psu og 3,5 psu. Den reducerede styrke af lagdelingen under pilotprojektet skyldes hovedsageligt øget salinitet i overfladevandet, der bidrager til at reducere forskellen mellem overflade og bund. Som nævnt ovenfor er overfladesaliniteten umiddelbart nord for slusen influeret af ferskvandsafstrømningen, der igen er bestemt af bl.a. nedbøren. Den reducerede lagdeling i området formodes derfor at skyldes naturlig variation.



Figur 5-7 Akkumulerede frekvenser af salinitetslagdeling baseret på målinger ved station P7.

Resultater for fokusstationen P7 ses på Figur 5-7. Der findes ikke historiske data fra tidligere overvågning på denne station. Det ses, at der er en svækket lagdeling specielt under pilotprojektets fyldning af kavernen. Under basisovervågningen er salinitetsforskellen i 50 % af prøverne større end 7,8 psu. Under pilotprojektets indtag og udledning er de tilsvarende værdier hhv. 5,6 psu og 6,8 psu. Den reducerede styrke af lagdelingen under pilotprojektet skyldes hovedsageligt øget salinitet i overfladevandet, der bidrager til at reducere forskellen mellem overflade og bund. Som nævnt ovenfor er overfladesaliniteten umiddelbart nord for slusen influeret af ferskvandsafstrømningen, der igen er bestemt af bl.a. nedbøren. Den reducerede lagdeling i området formodes derfor at skyldes naturlig variation.



Figur 5-8 Akkumulerede frekvenser af salinitetslagdeling baseret på målinger ved station P8.

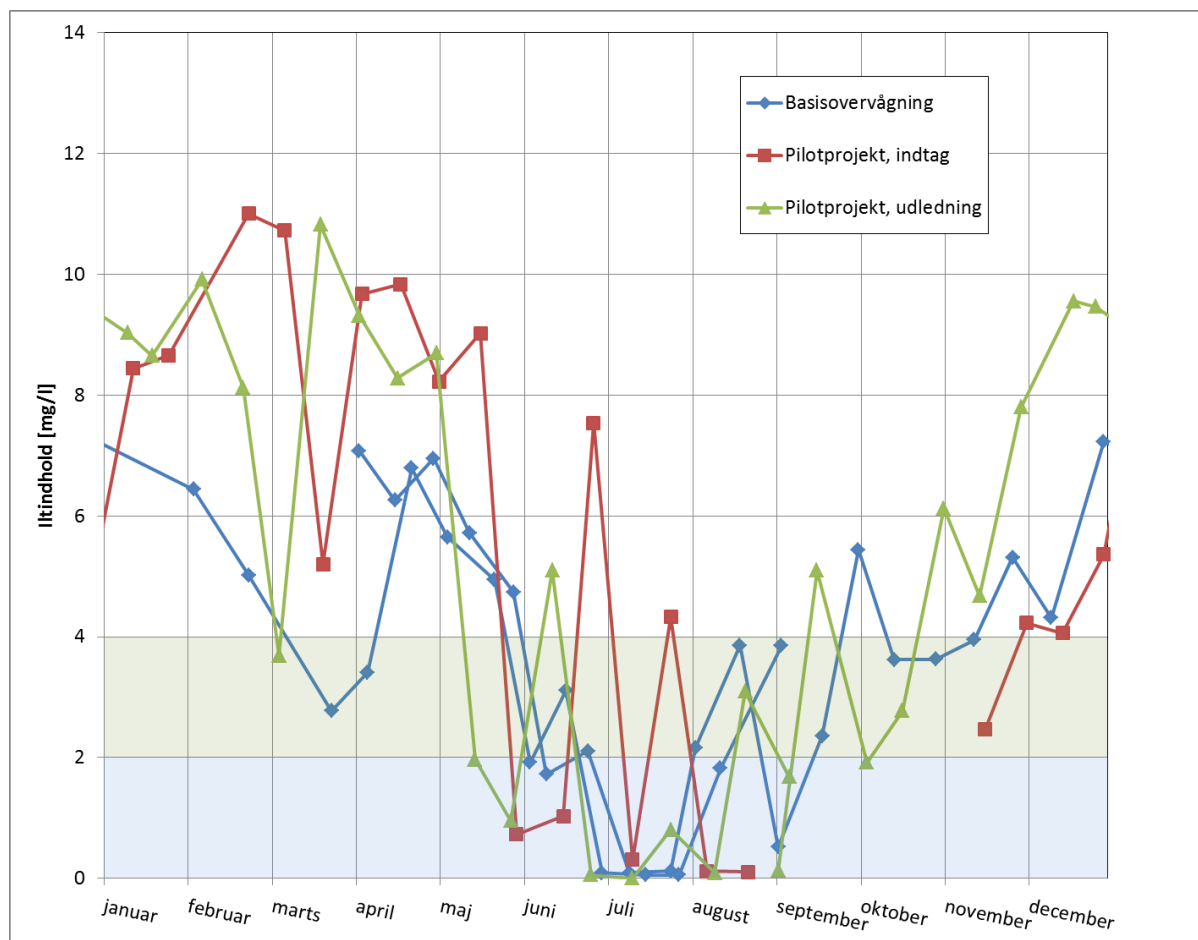
Resultater for stationen P8 i Hjarbæk Fjord ses på Figur 5-8. Der findes ikke historiske data fra tidligere miljøovervågning på denne station. Det ses, at der er en lidt større forekomst af "mellemkræftige" lagdelinger på 10-14 psu under pilotprojektet end under basisovervågningen. Til gengæld forekommer de kraftigste lagdelinger på op til 23 psu under basisovervågningen. Overordnet kan variationerne tilskrives naturlige variationer i lagdelingen.

5.2.2 Vurdering af iltforhold

Fokusstation P7 er den station der er beliggende tættest på udledningspunktet. Figur 5-9 viser sæsonvariationen af iltindholdet i bundvand på fokusstation, P7. Figuren viser resultater af basisovervågning apr./2009 – sept./2010 samt pilotprojektovervågning under vandindtag nov./2011 – aug./2012 og vandudledning sept./2012 – sept./2013.

Iltkoncentrationer lavere end 4 mg/l betragtes som moderat iltsvind, mens iltkoncentrationer lavere end 2 mg/l betragtes som kraftigt iltsvind.

Målingerne for basisovervågningen viser, at der potentielt kan forekomme lavere iltindhold end 2 mg/l i perioden juni til september. Observationer under pilotprojektets indtagningsfase viser desuden, at der kan forekomme lave koncentrationer i slutningen af maj. Det ses også, at perioder med lavt iltindhold afbrydes i indtagningsperioden, fx ultimo juni og ultimo juli - sandsynligvis som følge af vindomrøring. DCE Skriver således i /45/ om året 2012, hvor indtaget fandt sted: "I Limfjorden blev der første gang registreret iltsvind i starten af juli, hvor ca. 6 % af fjordens areal var påvirket (uge 28). Efter en periode med kraftig blæst blev iltforholdene forbedret, men igen i starten af august (uge 31) var der iltsvind i ca. 9 % af fjorden." Dette illustrer vindens påvirkning af iltindholdet i bundvandet.

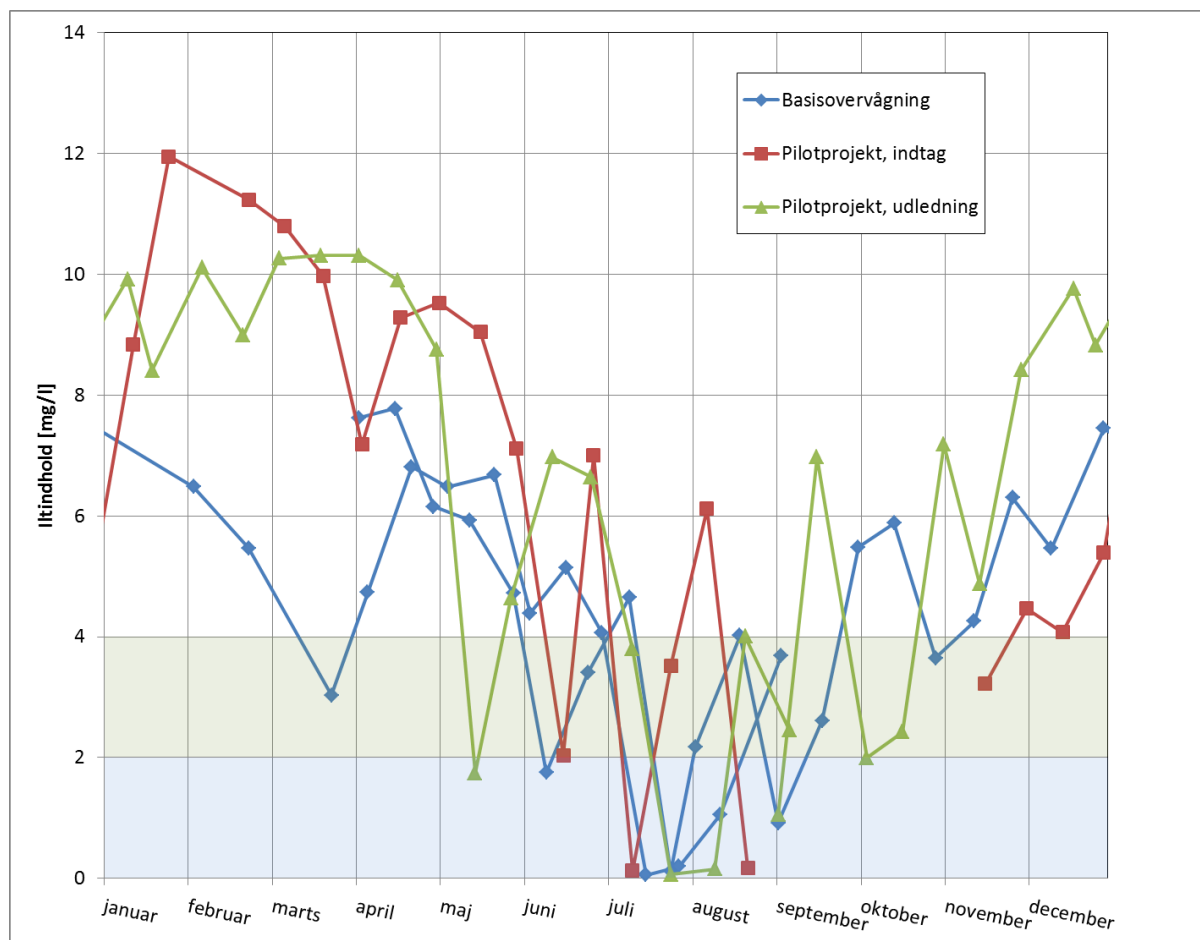


Figur 5-9 Sæsonvariationen af iltindholdet i bundvand på fokusstation, P7. Inkluderer basisovervågning apr./2009 - sept./2010 samt pilotprojektovervågning under vandindtag nov./2011 - aug./2012 og vandudledning sept./2012 - sept./2013. Normalt betragtes iltkoncentrationer lavere end 4 mg /l som moderat iltsvind, mens betragtes iltkoncentrationer lavere end 4 mg ilt /l som egentlig iltsvind.

I sommeren 2013 hvor der udledes vand fra gaslageret ses der iltsvind fra midten af juni. Dette er i overensstemmelse med DCE's registreringer af iltsvind, idet det i /46/ vurderes, hvor der refereres begyndende iltsvins i bredninger (Risgård Bredning) allerede i starten af juni, at 20-25 % af Limfjorden vurderes påvirket i slutningen af juli måned, herunder Lovns Bredning og en række andre også fjernere liggende farvandsområder (fx Thisted Bredning). Der ses derfor ikke nogen atypisk udvikling af iltindholdet på P7 under udpumpningen, hverken set i forhold til basisovervågningen og overvågningen under indtag eller i forhold til registreringer i Limfjorden som helhed.

Station P6 er beliggende i Lovns Bredning ca. 800 m fra udledningspunktet. Figur 5-10 viser sæsonvariationen af iltindholdet i bundvand på station P6. Figuren viser resultater af basisovervågning apr./2009 - sept./2010 samt pilotprojektovervågning under vandindtag nov./2011 - aug./2012 og vandudledning sept./2012 - sept./2013.

Det ses af Figur 5-9 og Figur 5-10, at der i basisovervågningen begge somre forekommer iltsvind juni til september. Det ses, at der i forbindelse med basisovervågningen forekommer periodisk, moderat iltsvind (<4 mg/l) i perioden marts til oktober, og at der er en sammenhængende periode med moderat til alvorligt iltsvind i juni til september, dog periodisk afbrudt af perioder med højere iltindhold. Der ses omtrent samme billede under pilotprojektets udpumpningsfase.



Figur 5-10 Sæsonvariationen af iltindholdet i bundvand på station, P6. Inkluderer basisovervågning apr/2009 - sep/2010 samt pilotprojektovervågning under vandindtag nov/2011 - aug/2012 og vandudledning sep/2012 - sep/2013. Normalt betragtes iltkoncentrationer lavere end 4 mg/l som moderat iltvind, mens betragtes iltkoncentrationer lavere end 4 mg/l som egentlig iltvind.

Det bemærkes at der er foretaget målinger hver 14. dag. Kontinuerte målinger kunne have givet et mere detaljeret billede af iltforholdene.

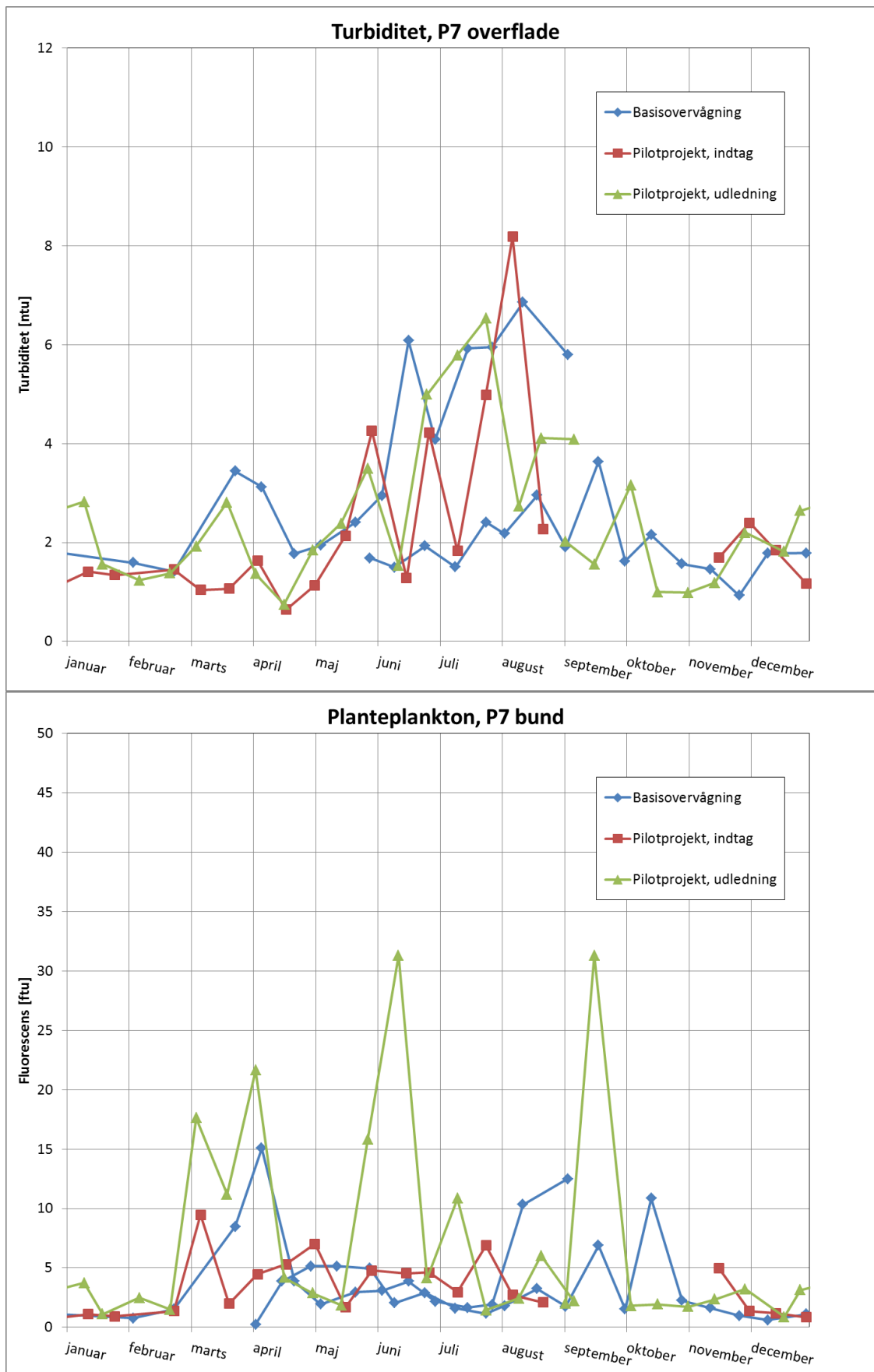
Generelt er der målt lavere iltindhold i vintermånederne under basisovervågningen end under pilotprojektet. Der er således ikke under den halvandetårs basisovervågning målt iltkoncentrationer over 8 mg/l, mens der begge vintre under pilotprojektet er målt iltkoncentrationer på 8-12 mg/l i længere perioder.

Den øgede iltkoncentration tilskrives ikke pilotprojektet, men år-til-år variation der primært er relateret til forhold som vind, temperatur, næringssaltbelastning etc. Desuden kan de forskellige isforhold influere. Vinteren under basisovervågningen (2009/10) var karakteriseret ved langvarigt isdække, men vintrene under pilotprojektet har været mildere, med kortere perioder med isdække, se også afsnit 5.1.

Det skal påpeges, at den aktuelle iltkoncentration styres dels af iltforbruget, forårsaget af eutrofiering, og dels af geniltningen, der skyldes omrøring af vinden. Der vil således være en betydelig variation inden for året og fra år-til-år.

5.2.3 Vurdering af turbiditet

I dette afsnit præsenteres og drøftes udelukkende data fra fokusstation P7, som ligger lidt nord for udledningen. Data for turbiditet er vist i Figur 5-11.



Figur 5-11 Den tidlige udvikling af turbiditet i overflade og bundvand på fokusstation P7. Den tidlige udvikling inkluderer basisovervågning og pilotprojektovervågning før og under udledning.

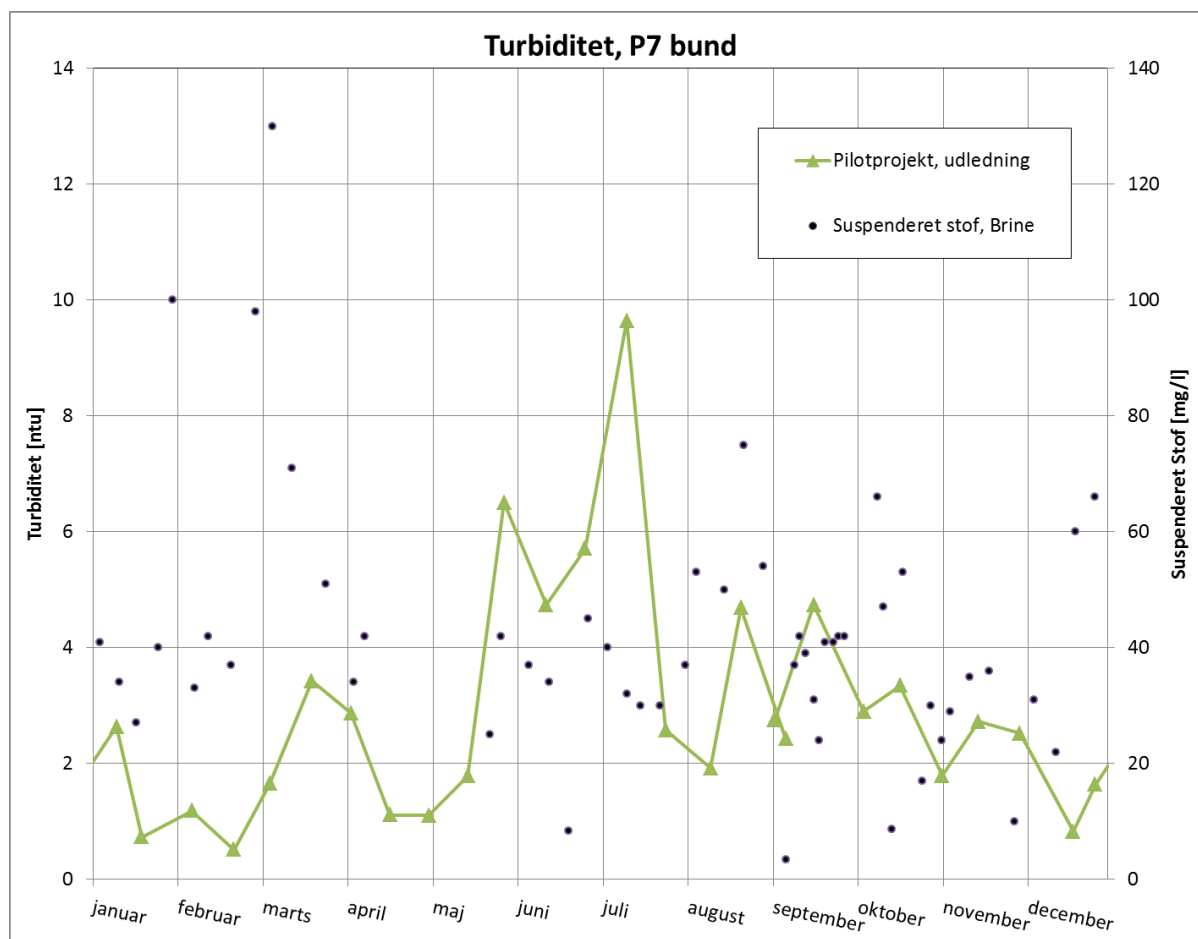
Den tidlige udvikling i turbiditet (målt i NTU) er vist i Figur 5-11. For lettere at kunne identificere påvirkninger er overvågningsresultaterne afbilledet sæsonvis for hhv. basisovervågningen og pilotprojektets faser. Overvågningsresultaterne vil dog i praksis afhænge af naturlig variation over året (og mellem år) som er betragtelig i området.

Det ses af figuren, at der – som forventet - er en sæsonvariation og en år-til-år variation i turbiditet. Niveauet for turbiditet kan skyldes indhold af organisk stof (bl.a. alger), ophvirvlet suspenderet stof forårsaget af vind/bølger, tilførsel af suspenderet stof fra udledningen eller oplandet.

Turbiditeten er påvirket af vejrforholdene således at kraftig vind kan føre til ophvirvling af bundmateriale og dermed forøget turbiditet. En gennemgang af vinddata i DMIs vejrarkiv tyder ikke på, at de to relativt høje værdier hhv. slut maj og midt juli kan korreleres med kraftig vind.

Der relativt høje turbiditetsværdier i sommerperioden kan skyldes alger eller andet organisk materiale. Dette understøttes af at der er høje værdier for fluorescens i sommerperioden, hvilket knyttes direkte sammen med biomasse. Analyser viser at fortyndingsvandet fra Hjarbæk Fjord kan indeholde biomasse og kan efterfølgende blive udledt på nordsiden af dæmningen, se afsnit 5.2.4.

Turbiditeten kan endelig skyldes en direkte påvirkning med suspenderet stof udledt med brinen. På Figur 5-12 ses turbiditeten sammen med målt indhold af suspenderet stof i brinen.



Figur 5-12 Den tidlige udvikling af turbiditet i bundvand på fokusstation P7 under udledning. Til sammenligning er plottet indholdet af suspenderet stof i brinen.

Det ses, at der ikke nogen umiddelbar sammenhæng mellem niveauet af suspenderet stof i udledt brine og turbiditeten ved station P7.

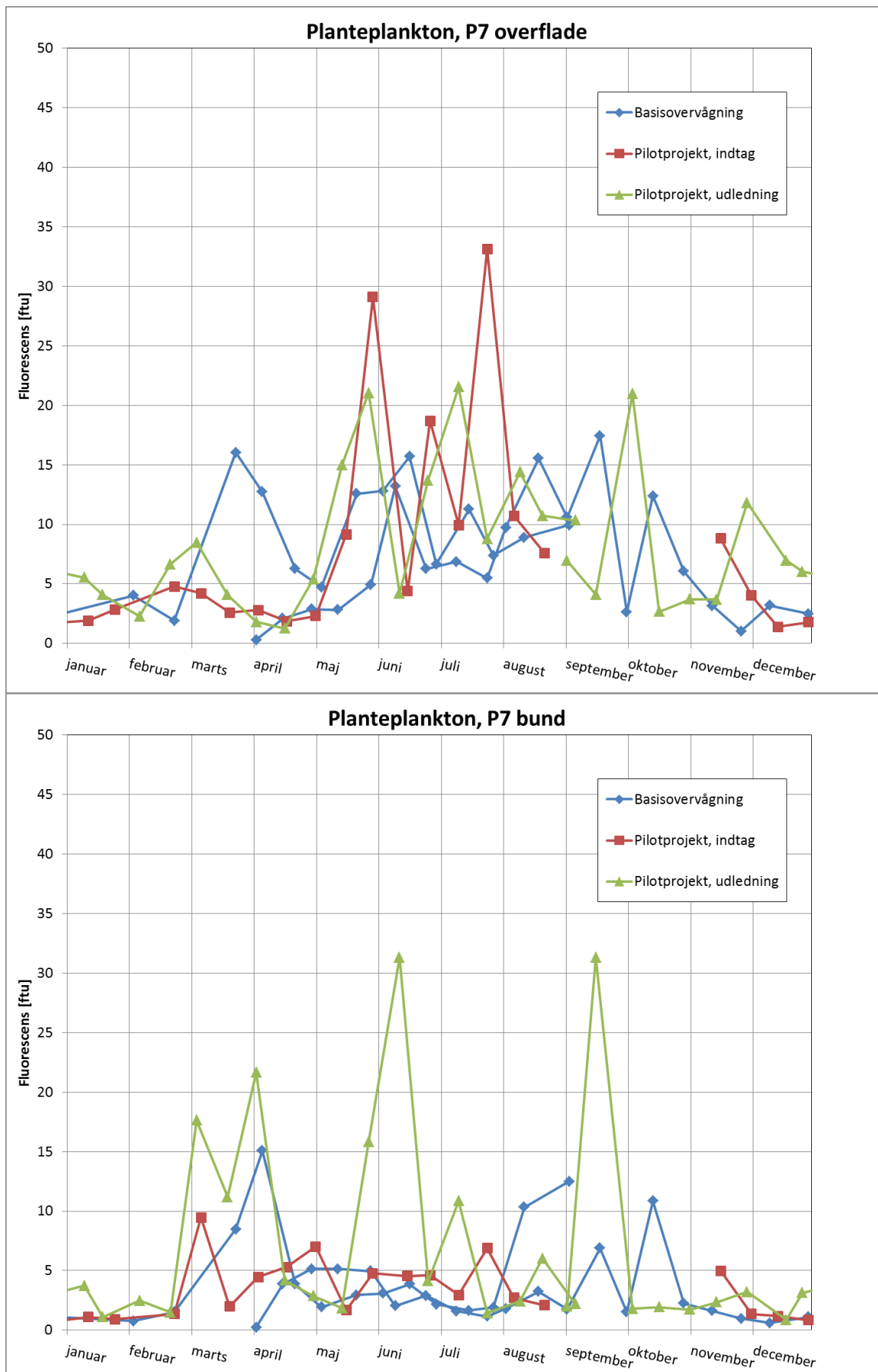
Det vurderes således på grundlag af målingerne, at de relativt høje turbiditeter, der er registreret i sommeren 2013 ikke skyldes direkte påvirkning ved tilledning med brinen, men derimod tilstedeværelsen af alger. Det er ikke en kausal sammenhæng mellem algeopblomstring og udledning af brine, da brinen ikke udgør en væsentlig kilde til næringssalt. Der er dog en indirekte virkning hidrørende fra overfladevand anvendt til fortynding, idet der ved fortyndingen flyttes vand med indhold af alger fra Hjarbæk Fjord til Lovns Bredning. Denne indirekte påvirkning behandles ligeledes i særskilt rapport vedr. udledning /3/.

Der vurderes således ikke at være nogen tydelig direkte påvirkning på station P7 i Lovns Bredning som kan henføres til udledning af brine.

5.2.4 Vurdering af fluorescens

Konturplots for pilotprojektet for alle stationer er vist i bilag 3. Figurer der viser den tidlige udvikling af fysisk/kemiske parametre for basisovervågning og pilotprojekt er udarbejdet for fokusstationerne P1, P6, P7 og P8. Figurerne er vedlagt i bilag 4.

I dette afsnit præsenteres og drøftes udelukkende data fra fokusstation P7, som ligger lidt nord for udledningen. Data for fluorescens er vist i Figur 5-13.



Figur 5-13 Den tidlige udvikling af biomassen af planteplankton (udtrykt som fluorescens) i overflade og bundvand på fokusstation P7. Den tidlige udvikling inkluderer basisovervågning og pilotprojektovervågning før og under udledning.

Den tidlige udvikling i biomassen af planteplankton (målt i fluorescens) er vist i Figur 5-13. For lettere at kunne identificere påvirkninger er overvågningsresultaterne afbilledet sæsonvis for hhv. basisovervågningen og pilotprojektets faser. Resultaterne vil dog i praksis afhænge af naturlig variation over året (og mellem år) som er betragtelig i området.

Niveauet af fluorescens er knyttet til indholdet af alger eller anden biomasse. Det ses af figuren, at der – som forventet – er en stor årlig variation i biomassen, både top og bund. De højeste biomasser ses henover forår og sommer, hvilket er typisk for marine områder. Det ses desuden, at der er et højere niveau af planteplankton i overfladelaget end i bundlaget.

Der kan ikke identificeres nogen påvirkning af fluorescensen i overfladevandet under pilotprojektet. I forbindelse med udledningen er der i bundvandet registreret enkelte forhøjede koncentrationer af planteplankton. Ved disse hændelser er der målt en højere fluorescens i bundvandet end i overfladevandet. Det kan antages, at disse forhøjede værdier skyldes indholdet af planteplankton i det overfladevand fra Hjarbæk Fjord, der er anvendt til fortynding. Fortyndingsvandet der hidrører fra overfladen har generelt et relativt højt indhold af planteplankton, se bilag 2. Dette bekræftes også af egenkontrolmålinger fra driftsfasen.

Fortyndingsvandet opnår ved blanding med kavernevandet en forøget densitet, der medfører at vandet med det høje indhold af planteplankton fra Hjarbæk Fjord indlejres ved bunden og derfor lejlighedsvist medfører forøgede værdier på P7. Det er dog også åbenlyst, at de forhøjede observationer af planteplankton ikke kan stamme fra kaverne, da der ikke er lys, og dermed ikke energi til at danne planteplankton i kaverne overhovedet.

Algeopblomstringen påvirkes af år-til-år variationerne i udvaskning af næringssalte. Der er endnu ikke tilgængelig udvaskningsdata til rådighed til beskrivelse af udvaskningen i 2013. Algeopblomstring er også betinget af vejrforhold som temperatur/solindstråling og næringssalttilgængelighed. Juli måned 2013 var således både varmere og mere solrig end normalen (1961-90) /35/, idet der var 55% flere solskinstimer end normalt i Midt- og Vestjylland.

Der vurderes således ikke at være nogen direkte påvirkning af fluorescensen på station P7 i Lovns Bredning. Der er dog en indirekte virkning hidrørende fra overfladevand anvendt til fortynding.

5.3 Metaller og glykoler

I forbindelse med pilotprojektovervågningen er der foretaget målinger af metaller i både vandfase, sediment og muslinger. Desuden er indholdet af glykoler målt i vandfase og sediment. Data er præsenteret i afsnit 4.4.

Glykoler er på intet tidspunkt detekteret, og anses ikke som problematisk for området. Glykoler vurderes derfor ikke yderligere, og dette kapitel vil fokusere på metaller.

Alle metallerne forekommer naturligt i havmiljøet i et såkaldt baggrundsniveau. Ved forhøjede niveauer er alle tungmetaller skadelige for organismer i vandmiljøet. Cd og Hg er begge giftige i meget lave koncentrationer for de fleste former af liv og koncentrerer bl.a. i leveren. Hverken Cd, Hg eller Pb har nogen kendt nyttevirkning i organismer. Ni, Cu og Zn er nødvendige mikro-næringsstoffer, dog med snævre grænser mellem nytte- og skadevirkning.

En måling af koncentrationen i vandfasen giver et øjebliksbillede af koncentrationen, hvorimod koncentrationen i sediment og biota afspejler koncentrationen over en længere periode.

5.3.1 Vandfase – baggrundsmåling og vurdering ift. miljøkvalitetskrav

Der er foretaget målinger af metaller og glykoler i vandfase på fire stationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Analyseresultater er præsenteret i afsnit 4.4.1.

Prøverne blev taget inden udledningen blev igangsat, og betragtes derfor som baggrundsmålinger. Der blev ligeledes taget prøver under basisovervågningen /5/.

5.3.1.1 Målinger ift. basisovervågning

Der er analyseret for en række metaller. Myndighedernes krav og vilkår for indholdet af metaller henholder sig primært til den opløste fraktion af metaller /1//2/. Overholdelse af disse krav behandles i en særskilt rapport /3/.

Intervalleret for målinger af metaller (opløst fraktion) i de to vandområder under basisovervågning og pilotprojektovervågning opsummeres i Tabel 5-3.

Antimon, sølv, thallium, tin og vanadium på intet tidspunkt er detekteret i prøverne. Arsen, bari-um, bly, bor, cadmium, chrom, jern, kobber, kviksølv, mangan, molybdæn, nikkel, selen, strontium, uran og zink er alle målt i en eller flere prøver.

Tabel 5-3 Metaller i vandfase (opløst fraktion), interval af koncentrationer i Lovns Bredning (station P7 og P13) og Hjarbæk Fjord (station P8 og P12). Hvor et metal ikke er detekteret angives koncentrationen til <[detektionsgrænsen]. Alle analyser er udført af Eurofins, men detektionsgrænsen varierer mellem de to prøvetagninger. *cadmium, kviksølv, bly og nikkel er prioriterede ift vandrammedirektivet.

Metaller i vandfase, Opløst fraktion Interval		Lovns Bredning		Hjarbæk Fjord	
Element	Enhed	Pilotprojekt-overvågning	Basisovervågning	Pilotprojekt-overvågning	Basisovervågning
		Juni 2012	Maj 2011	Juni 2012	Maj 2011
Antimon	µg/l	-	<0,2	-	<0,2
Arsen (As)	µg/l	0,55 - 1,2	12,5	0,68 - 1,1	5,85 - 11,5
Barium (Ba)	µg/l	21 - 22	27 - 27,5	31 - 32	30,5 - 37,5
Bly (Pb)*	µg/l	0,2 - 0,23	0,39 - 1,09	0,15 - 0,18	0,19 - 0,32
Bor (B)	µg/l	2600 - 2900	2200 - 2300	1100 - 1500	945 - 1900
Cadmium (Cd)*	µg/l	0,066 - 0,076	<0,2	<0,004 - 0,031	<0,2
Chrom (Cr)	µg/l	0,68 - 0,94	<1,0	0,52 - 0,83	<1,0
Cobalt (Co)	µg/l	0,19	<0,5	0,22 - 0,29	<0,5
Jern (Fe)	µg/l	10 - 26	<50	12 - 14	<50
Kobber (Cu)	µg/l	1,4 - 1,5	<3,0	0,77 - 1,1	<3,0
Kviksølv (Hg)*	µg/l	<0,05 - 0,05	<0,002	<0,05	<0,002
Mangan (Mn)	µg/l	0,024 - 99	73 - 94	0,01 - 10	8 - 82,5
Molybdæn (Mo)	µg/l	6,9 - 8	7,1 - 7,3	4,5 - 4,9	3,45 - 6,45
Nikkel (Ni)*	µg/l	0,48 - 0,59	<2,0	0,61 - 0,91	<2,0
Selen (Se)	µg/l	0,53 - 0,62	<0,50	0,17 - 0,38	<0,50
Strontium (Sr)	µg/l	5500 - 5600	4450 - 4650	2800	2000 - 3650
Sølv (Ag)	µg/l	<0,5	<1,0	<0,5	<1,0
Thallium (Tl)	µg/l	<0,4	<4,0	<0,4	<4,0
Tin (Sn)	µg/l	<0,1	<1,0	<0,1	<1,0
Uran (U)	µg/l	2,2 - 2,4	1,395	1,4 - 1,6	1,1 - 1,3
Vanadium (V)	µg/l	<0,5	<5,0	<0,5	<5,0
Zink (Zn)	µg/l	3,7 - 6,8	3,1 - 5,05	0,96 - 1,8	3 - 4,6

5.3.1.2 Vurdering ift. Vandrammedirektivets miljøkvalitetskrav og BEK 1022

EU's vandrammedirektiv indeholder både prioriterede stoffer, for hvilke der skal ske en "progressiv reduktion af udledninger, emissioner og tab" og prioriterede farlige stoffer, for hvilke der skal ske "standsning eller udfasning af udledninger, emissioner og tab" /18/.

Fire metaller er defineret som prioriterede i vandrammedirektivet. Det gælder cadmium, kviksølv, bly og nikkel. Cadmium, kviksølv og nikkel er på intet tidspunkt detekteret i baggrundsprøver fra basisovervågningen, men blev målt i en eller flere baggrundsprøver fra pilotprojektovervågningen. Bly er målt i baggrundsprøver fra både basisovervågning og pilotprojektovervågningen.

Som del af vandrammedirektivet er der for de marine områder defineret miljøkvalitetskrav for en række stoffer. For metaller gælder dette miljøkvalitetskrav den opløste fraktion.

Miljøkvalitetskravene er indbygget i dansk lovgivning i Bekendtgørelse 1022 /19/, hvor der er fastsat miljøkvalitetskrav for cadmium, bly, kviksølv og nikkel udtrykt som koncentrationen i opløsning, dvs. den opløste fase af en vandprøve, der er filtreret gennem et 0,45 µm filter eller behandlet tilsvarende.

De danske miljøkvalitetskrav er angivet som en "tilføjede værdi". Dvs. at der ved vurdering af overvågningsresultater i forhold til miljøkvalitetskravene, kan tages hensyn til:

- de naturlige baggrundskoncentrationer af metaller og metalforbindelser, hvis de gør det umuligt at overholde EQS-værdien
- vandets hårdhed, pH eller andre kvalitetsparametre, der påvirker metallers biotilgængelighed.

EU har i august 2013 udsendt opdaterede miljøkvalitetskrav for prioriterede stoffer /30/. Den danske bekendtgørelse er ikke pt. (oktober 2013) justeret ift. de nye miljøkvalitetskrav.

Miljøkvalitetskrav fra EU og dansk lovgivning er gengivet for de fire prioriterede metaller i Tabel 5-4.

Tabel 5-4 Miljøkvalitetskrav for de fire prioriterede stoffer, iht. EU's Vandrammedirektivet og Bekendtgørelse 1022. Desuden angives den højeste måling af den opløste fraktion i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord, målt under pilotprojekt (denne rapport) og basisovervågning /5/.

Element	Enhed	Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord	EU direktiv /30/		BEK 1022 /19/	
		Maksimum koncentration målt under pilotprojekt	Generelt miljøkvalitetskrav AA-EQS	Korttidsmiljøkvalitetskrav MAC-EQS	Generelt miljøkvalitetskrav AA-EQS	Korttidsmiljøkvalitetskrav MAC-EQS
Bly (Pb)	µg/l	0,23	1,3	14	0,34	2,8
Cadmium (Cd)	µg/l	0,076	0,2	≤ 0,45 (klasse 1) 0,45 (klasse 2) 0,6 (klasse 3) 0,9 (klasse 4) 1,5 (klasse 5)	0,2	≤ 0,45 (klasse 1) 0,45 (klasse 2) 0,6 (klasse 3) 0,9 (klasse 4) 1,5 (klasse 5)
Kviksølv (Hg)	µg/l	0,05		0,07	0,05	0,07
Nikkel (Ni)	µg/l	0,91	8,6	34	3	6,8

I både EU-regi og i dansk lovgivning angives koncentrationer for "Maksimum Annual Average Concentration" (AA-EQS) og "Maximum Acceptable Concentration" (MAC-EQS). Det danske krav for bly er skærpet ift. vandrammedirektivet. Som beskrevet er EU's miljøkvalitetskrav netop opdateret.

AA-EQS er et generelt miljøkvalitetskrav, hvor miljøkvalitetskravet er udtrykt som årsgennemsnit. Fra pilotprojektet haves kun enkeltmålinger, og et årsgennemsnit kan dermed ikke udregnes. Det bemærkes dog, at koncentrationerne for bly, cadmium, kviksølv og nikkel under pilotprojektet på intet tidspunkt overskrider hverken EU eller danske miljøkvalitetskrav.

MAC-EQS er defineret som et korttidskvalitetskrav er udtrykt som "Maksimum Acceptable Concentration" (MAC-EQS), dvs. den højeste tilladte koncentration i en enkeltmåling. Det ses i at ingen af de fire prioriterede stoffer er målt i koncentrationer der overskrider EU's eller Danmarks korttidsmiljøkvalitetskrav.

5.3.1.3 Bemærkning vedr. detektionsgrænsen for kviksølv

Det bemærkes, at detektionsgrænsen for kviksølv er høj ift. de kravværdier der knytter sig til udledningen /1//3/. Desuden bemærkes det, at kviksølv er målt i Lovns Bredning, i koncentration på 0,05 µg/l (opløst fraktion) og 0,059 µg/l (total fraktion).

Til sammenligning nævnes, at der under basisovervågningen er taget vandprøver fra de fire stationer i maj 2009 (total fraktion), september 2009 (total fraktion) og maj 2010 (total og opløst fraktion) /5/. Alle disse prøver var under detektionsgrænsen, dvs. <0,2 µg/l /5/.

Der er desuden under kavernefyldningen foretaget fire prøvetagninger af vandindtaget fra Hjarbæk Fjord /3/. Disse prøver er fordelt på en prøve i marts og april samt to prøver i maj. Tre af prøverne har koncentrationer af Hg<0,02 µg/l, mens den sidste har en koncentration på 0,03 µg/l.

5.3.2 Sediment – vurdering ift. VVM, lovgivning og internationale kriterier

Der er foretaget analyse for metaller i sediment på fire stationer i maj 2012, februar 2013 og september 2013. Resultaterne er præsenteret i afsnit 4.4.2.

Dette afsnit fokuserer på resultaterne fra pilotprojektet ift VVM, dansk lovgivning og internationale kriterier. Flere internationale kriterier som kan være relevante ifm. pilotprojektovervågning af metaller i sediment. Kriterierne fra OSPAR og SFT gengives nedenfor, da disse benyttes i det nationale overvågningsprogram NOVANA /23/ og ifm. implementering af havstrategidirektivet/24/.

I afsnit 5.3.4 præsenteres resultaterne fra pilotprojektet med fokus på den tidlige udvikling ift udledningen.

5.3.2.1 Vurdering ift. VVM

I Tabel 5-5 og Tabel 5-6 opsummeres intervaller for de målte koncentrationer i hhv. Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord for pilotprojektovervågning og basisovervågning, og sammenlignes med baggrundsdata som blev indhentet ifm. VVM-redegørelsen /1/.

Tabel 5-5 Sammenfatning af værdier målt i Lovns Bredning under basisovervågning (maj 2010, interval fra stationerne P13 og P7), pilotprojektovervågning samt baggrundsværdi angivet i VVM. For metaller angives koncentrationen i mg/kg tørstof.

Lovns Bredning		Pilotprojekt 2011 – 2013		Basisovervågning 2009 – 2010	Baggrundsdata fra VVM
		Udledning	Før udledning		
		Februar 2013, september 2013	Maj 2012	Maj 2010	2006
Tørstof	%	6,3 – 24	34 – 36	24,8 – 28,3	-
Arsen (As)	mg/kg ts	4,3 – 9	4,2 – 12	4,2 – 6,9	6,1
Bly (Pb)	mg/kg ts	12 – 23	14 – 19	9,6 – 15,1	13
Cadmium (Cd)	mg/kg ts	0,4 – 0,9	0,4 – 0,6	0,4 – 0,5	0,6
Chrom (Cr)	mg/kg ts	5,2 – 30	28 – 42	9,7 – 13,2	9,1
Kobber (Cu)	mg/kg ts	12 – 20	11 – 12	10,4 – 10,6	7,5
Kviksølv (Hg)	mg/kg ts	<0,2 – 0,23	<0,1	0,04 – 0,06	0,03
Nikkel (Ni)	mg/kg ts	8,5 – 51	15	9,8 – 11,4	11
Sølv (Ag)	mg/kg ts	0,46 – <5	<1	-	-
Zink (Zn)	mg/kg ts	41 – 88	47 – 51	45 – 54	52

Tabel 5-6 Sammenfatning af værdier målt i Hjarbæk Fjord under basisovervågning (maj 2010, interval fra stationerne P8 og P12), pilotprojektovervågning samt baggrundsværdi angivet i VVM. For metaller angives koncentrationen i mg/kg tørstof.

		Pilotprojekt 2011 – 2013		Basisovervågning 2009 – 2010	Baggrundsdata fra VVM
		Udledning	Før udledning	Maj 2010	2007
		Februar 2013, september 2013	Maj 2012		
Tørstof	%	6,4 – 20	12 – 19	13,5 – 74	-
Arsen (As)	mg/kg ts	5,3 – 13	8,9 – 14	0,7 – 10,4	-
Bly (Pb)	mg/kg ts	8,9 – 33	21 – 24	0,9 – 21	20
Cadmium (Cd)	mg/kg ts	0,41 – 1,3	1,1 – 1,4	0,01 – 1,5	0,8
Chrom (Cr)	mg/kg ts	24 – 38	59 – 75	1,2 – 23	-
Kobber (Cu)	mg/kg ts	10 – 25	17 – 25	0,8 – 29,6	21,3
Kviksølv (Hg)	mg/kg ts	<0,2	<0,1 - 0,4	0,16 – 0,19	0,06
Nikkel (Ni)	mg/kg ts	18 – 91	30 – 33	1,3 – 22,6	23
Sølv (Ag)	mg/kg ts	<5	<1	-	-
Zink (Zn)	mg/kg ts	40 – 100	94 - 110	5 - 122	103

Data fra VVM, basisovervågning og pilotprojektovervågning er blevet sammenholdt. Det ses samlet, at de værdier som blev præsenteret i VVM-redegørelsen generelt ligger på samme niveau som de målinger der er foretaget før udledningen startede (maj 2010 og maj 2012). Baggrundsdata fra VVM anses dermed som repræsentative for området.

5.3.2.2 Vurdering ift. dansk lovgivning (BEK 1022 og BEK 32)

Bekendtgørelse 1022 /19/ indeholder miljøkvalitetskrav til indholdet af visse metaller i sediment. For vanadium og strontium er der fastsat et tilføjet miljøkvalitetskrav, som ikke gengives i denne sammenhæng da koncentrationen af vanadium og strontium ikke er målt i sediment. For sølv er der fastsat et generelt kvalitetskrav, som er vist i Tabel 5-7.

Af relevans for dette projekt er desuden bekendtgørelse 32 /20/, vedr. klapning. Ifm. denne bekendtgørelse er der udarbejdet et "nedre aktionsniveau", som er baseret på aktuelle kriterier med udgangspunkt i effektbaserede værdier og modificeret til nordiske/østersøforhold. Desuden indgår målinger fra danske farvande, administrativ praksis, de europæiske landes aktionsniveauer, samt øvrige landes og havkonventioners praksis og retningslinjer. Der er fastsat værdier for arsen, bly, cadmium, kobber, kviksølv, nikkel og zink, som er gengivet i Tabel 5-7.

Både det generelle miljøkvalitetskrav for sølv, samt det nedre aktionsniveauet er fastsat ift. tørstof, og data fra Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord kan derfor sammenlignes direkte. På figurerne over den tidlige udvikling for hvert metal på hver enkelt station (Bilag 5) er det generelle miljøkvalitetskrav og nedre aktionsniveau angivet.

Tabel 5-7 Interval af målinger af metaller i sediment i pilotprojektet samt generelt miljøkvalitetskrav (BEK 1022) og "nedre aktionsniveau" (BEK 32 og tilhørende vejledning).

	Pilotprojekt 2011 – 2013		BEK 1022 /19/	BEK 32 /20/
	Lovns Bredning (mg/kg TS)	Hjarbæk Fjord (mg/kg TS)	Generelt miljøkvalitetskrav	Nedre aktionsniveau
Arsen (As)	4 - 12	5 - 14	-	20
Bly (Pb)	12 - 23	9 - 33	-	40
Cadmium (Cd)	0,4 - 0,9	0,4 - 1,4	-	0,4
Chrom (Cr)	5 - 42	24 - 75	-	50
Kobber (Cu)	11 - 20	10 - 25	-	20
Kviksølv (Hg)	0,1 - 0,2	0,1 - 0,4	-	0,25
Nikkel (Ni)	9 - 51	18 - 91	-	30
Sølv (Ag)	0,5 - 5	1 - 5	13	-
Zink (Zn)	41 - 88	40 - 110	-	130

Et miljøkvalitetskrav er defineret som den koncentration af et bestemt stof, som ikke må overskrides af hensyn til beskyttelsen af menneskers sundhed og miljøet /19/. Ift. det generelle miljøkvalitetskrav for sølv, som fastsat i BEK 1022, er der på intet tidspunkt i pilotprojektet konstateret en overskridelse af dette.

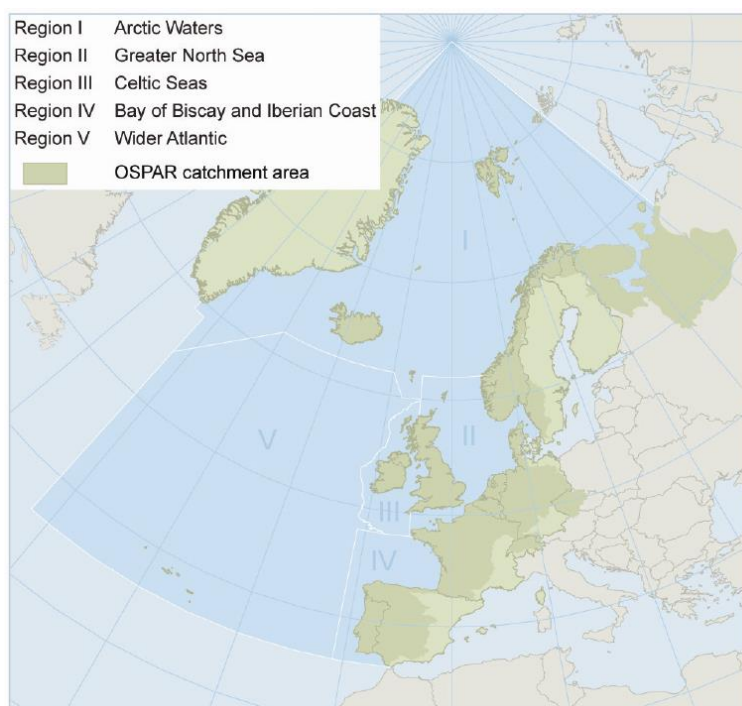
Det nedre aktionsniveau angiver en koncentration, som anses som "et gennemsnitligt baggrunds niveau eller ubetydelige koncentrationer hvor der ikke forventes effekter på marine organismer" /20/.

- Koncentrationerne for arsen, bly og zink overskrider på intet tidspunkt overskrider det nedre aktionsniveau, og koncentrationer anses derfor som baggrunds niveau.
- For cadmium, chrom, kobber, kviksølv og nikkel er der registreret enkelte overskridelser af det nedre aktionsniveau under pilotprojektet.
 - Cadmium overskrider det nedre aktionsniveau i både Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord, baseret på målinger både før og under udledning.
 - Chrom overskrider det nedre aktionsniveau i Hjarbæk Fjord i to målinger fra maj 2012 (før udledning).
 - Kobber overskrider det nedre aktionsniveau på station P12 i Hjarbæk Fjord, baseret på målinger både før og under udledning. Det bemærkes at der er en tendens til fallende koncentration af kobber på station P12 under pilotprojektet, og at den sidste måling fra september 2013 er under det nedre aktionsniveau (se bilag 5).
 - Kviksølv overskrider det nedre aktionsniveau i en enkelt måling fra Hjarbæk Fjord (station P8), baseret på en måling fra maj 2012 (før udledning).
 - Nikkel overskrider det nedre aktionsniveau i to målinger fra Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord (station P12 og P13), fra september 2013 (pilotprojekt afslutning).

5.3.2.3 Vurdering ift. OSPAR kriterier

OSPAR har i forbindelse med en status for kvaliteten i Nordsøen i 2010 udarbejdet økotoxikologiske vurderingskriterier, "Ecotoxicological Assessment Criteria" (EACs) samt et baggrunds niveau for tungmetaller (BAC) /25/.

Det geografiske spænd hvortil disse kriterier inkluderer internationalt farvand, som afbilledet i Figur 5-14.



Figur 5-14 OSPAR området, hvortil der er fastsat kriterier for indholdet af metaller i sediment (og muslinger).

OSPARs kriterier for koncentrationen af metaller i sediment omfatter således to overgangskriterier /29/:

- BAC (background assessment criteria), angiver en lav koncentration under hvilken miljøtilstanden anses som baggrundsniveau.
- ERL (Effect low range, adapteret fra amerikanske retningslinjer), angiver et kriterium over hvilken koncentrationen af metal anses at skifte fra acceptabel til uacceptabel miljøtilstand.

For metaller i sedimenter benytter OSPAR følgende kategorisering af miljøtilstande /29/:

Tabel 5-8 OSPAR kategorisering af miljøtilstand baseret på målinger af metaller i muslinger.

Miljøtilstand		OSPAR overgangskriterie for sediment (transition point)
RØD	Status er uacceptabel.	ERL
	Koncentrationer er på et niveau der kan medføre signifikante negative påvirkninger på miljø og menneskers sundhed.	
GRØN	Status er acceptabel.	BAC
	Koncentrationer er på et niveau hvor der er ingen eller lille risiko for påvirkninger på miljø og menneskers sundhed	
BLÅ	Status er acceptabel.	
	Koncentrationer er tæt på baggrundsniveau	

De målte koncentrationer under pilotprojekt angives sammen med OSPARs kriterier i Tabel 5-9.

Tabel 5-9 Koncentrationen af metaller i sediment i pilotprojektet, sammenholdt med OSPAR kriterier. Desuden angives status ift OSPAR. *Miljøtilstanden bør karakteriseret ved sammenligning med normaliserede værdier - dette er ikke muligt for pilotprojektet.

	Pilotprojekt 2011 – 2013		OSPAR /49/	
	Lovns Bredning (mg/kg TS)*	Hjarbæk Fjord (mg/kg TS)*	BAC (mg/kg TS, 5% Al)	ERL
Arsen (As)	4 - 12	5 - 14	25	-
Bly (Pb)	12 - 23	9 - 33	38	47
Cadmium (Cd)	0,4 - 0,9	0,4 - 1,4	0,31	1,2
Chrom (Cr)	5 - 42	24 - 75	81	81
Kobber (Cu)	11 - 20	10 - 25	27	34
Kviksølv (Hg)	0,1 - 0,23	0,1 - 0,4	0,07	0,15
Nikkel (Ni)	9 - 51	18 - 91	36	-
Zink (Zn)	41 - 88	40 - 110	122	150

OSPARs BAC kriterier er korrigeret i forhold til sedimentets indhold af aluminium (5 % Al). OSPARs ERL kriterier er ikke normaliseret. I OSPAR regi foretages dog en tilsvarende normalisering til 5 % Al inden sammenligning med ERL /29/.

En korrektion er ikke mulig for data fra pilotprojektovervågningen, da der ikke er målt aluminium indhold i sedimentet.

Det bemærkes, at værdierne for BAC og ERL – med undtagelse af kviksølv – er på niveau eller højere end de danske kriterier for "nedre aktionsniveau", som behandles ovenfor.

5.3.2.4 Vurdering ift. SFT - norske kriterier

De norske miljømyndigheder (SFT, Statens Forurensningstilsyn) har fastsat kriterier for indholdet af metaller i sediment /22/. Der skelnes mellem fem kvalitetsklasser med klasse 1 svarende til baggrundstilstand, mens klasse 5 svarer til en meget dårlig tilstand (forurennet).

De norske kriterier anvendes til vurdering af danske forhold siden 1998 ifm. det nationale overvågningsprogram NOVA/NOVANA /23/ samt senest ifm. implementering af havstrategidirektivet /24/. De norske referenceværdier normaliseret i forhold til organisk kulstofindhold, og samme normalisering er foretaget for værdierne i pilotprojektet. I datasættet fra basisovervågning er der ikke målt organisk kulstof, og værdierne kan derfor ikke normaliseres som påkrævet.

De målte koncentrationer under pilotprojekt er præsenteret sammen med SFT kriterier i Tabel 5-10. De SFT kategorier som de målte koncentrationer falder indenfor er skraveret med gråt.

Tabel 5-10 Klassificering af Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord på baggrund af norske kriterier. De SFT kategorier som de målte koncentrationer falder indenfor er skraveret med gråt. *Koncentrationen af metaller i sediment er angivet normaliseret til 1 % TOC.

	Pilotprojekt 2011 - 2013		SFT /22/				
	Lovns Bredning (mg/kg TS, 1% TOC)*	Hjarbæk Fjord (mg/kg TS, 1% TOC)*	I	II	III	IV	V
			Baggrund	god	moderat	dårlig	Meget dårlig
Arsen (As)	1 - 4	1 - 2	<20	20 - 52	52 - 76	76 - 580	>580
Bly (Pb)	2 - 6	1 - 6	<30	30 - 83	83 - 100	100 - 720	>720
Cadmium (Cd)	0,08 - 0,21	0,05 - 0,19	<0,25	0,25 - 2,6	2,6 - 15	15 - 140	>140
Chrom (Cr)	1 - 16	3 - 10	<35	35 - 51	51 - 55	55 - 220	>220
Kobber (Cu)	2 - 4	1 - 4	<70	70 - 560	560 - 5900	5900 - 59000	>59000
Kviksølv (Hg)	0,02 - 0,05	0,01 - 0,05	<0,15	0,15 - 0,63	0,63 - 0,86	0,86 - 1,6	>1,6
Nikkel (Ni)	2 - 6	2 - 19	<30	30 - 46	46 - 120	120 - 840	>840
Zink (Zn)	8 - 17	5 - 20	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500

Som det fremgår, kan Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord på baggrund af normaliserede koncentrationer af metaller i sediment fra pilotprojektet karakteriseres som værende i baggrundstilstand (tilstand I).

5.3.3 Muslinger – vurdering ift. dansk lovgivning og internationale kriterier

Muslinger anvendes som generel indikator for belastningen af metaller (og miljøfarlige stoffer) i havmiljøet, da de ophober metaller i forhold til vandkoncentrationer og typisk repræsenterer et integreret niveau for stationen over de sidste dage til måneder, afhængig af hvilket stof der måles.

Der er foretaget prøvetagning af muslinger på en station i maj 2012, februar 2013 og september 2013. Resultaterne er præsenteret i afsnit 4.4. Længde-frekvens diagrammer er angivet i bilag 2. Middellængden var 39,5 mm i maj 2012, 36,0 mm i februar 2013 og 47,5 i september 2013.

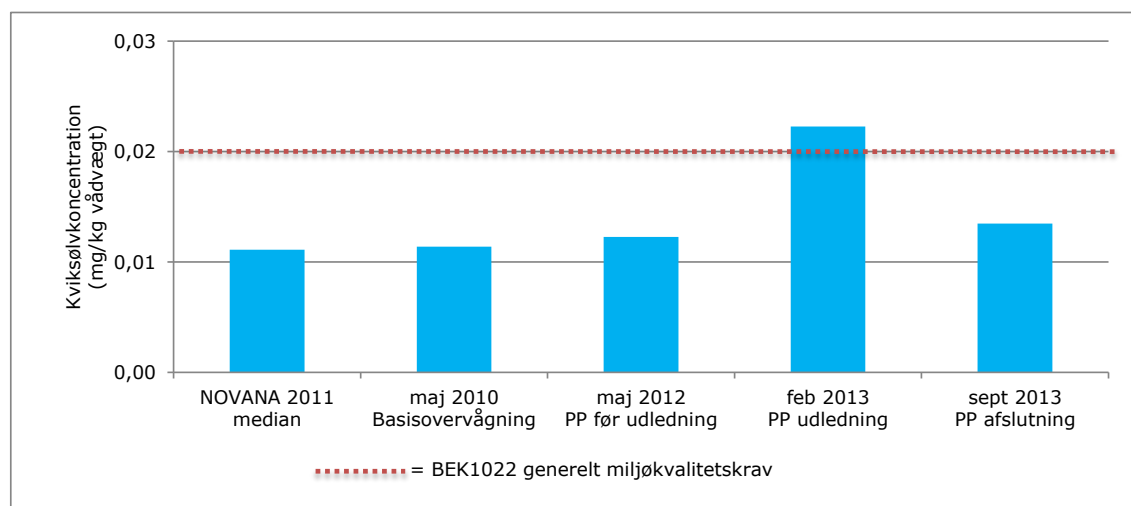
Dette afsnit fokuserer på resultaterne fra pilotprojektet ift. VVM, dansk lovgivning og internationale kriterier. Flere internationale kriterier som kan være relevante ifm. pilotprojektovervågning af metaller i sediment. Kriterierne fra OSPAR og SFT gengives nedenfor, da disse benyttes i det nationale overvågningsprogram NOVANA /23/ og ifm. implementering af havstrategidirektivet/24/.

I afsnit 5.3.4 præsenteres resultaterne fra pilotprojektet med fokus på den tidlige udvikling ift. udledningen.

5.3.3.1 Vurdering ift. dansk miljØkvalitetskrav (BEK 1022)

Koncentrationen af grundstoffer i muslinger kan sammenlignes med miljØkvalitetskrav i BekendtgØrelse 1022 /19/. BekendtgØrelsen fastsætter et generelt kvalitetskrav, som årligt eller periode-specifikt i gennemsnit skal være opfyldt i det berørte vandområde til beskyttelse mod kronisk effekt. I BEK 1022 angives en koncentration for kviksØlv i muslinger til 20 µg/kg vådvægt.

De målte koncentrationer af kviksØlv i muslinger er omregnet til vådvægt, baseret på det målte tørstofindhold (for NOVANA en antaget tørstofkoncentration på 15 %). Koncentrationerne er givet i Figur 5-15.



Figur 5-15 Koncentration af kviksØlv (mg/kg vådvægt) i forhold til generelt miljØkvalitetskrav/19/. Bemærk at enheden for metaller er angivet i mg/kg vådvægt.

Prøverne fra februar 2013 adskiller sig markant fra de Øvrige målinger. Den målte koncentration af kviksØlv er højere end de andre målinger, og værdien overskrider det generelle miljØkvalitetskrav. Den samme tendens ses for arsen, krom og nikkel, se afsnit 5.3.4.

Normal prøvetagning af muslinger i NOVANA regi foregår i efteråret (oktober-november), og det vides at der er sæsonvariation på nogle metaller. Flere udenlandske undersøgelser (opsummeret i /43/) vist at sæsonforskelle i metalkoncentrationer i muslinger kan være betydelige. Forhold som fødetilgængelighed og fysiologiske forskelle som reproduktiv status samt også sæsonmæssige forskelle i afstrømning/udvaskning fra oplandsområder kan have betydning. Derudover kan også faktorer som variationer i temperatur, salinitet og ilt-niveauer i et vist omfang også påvirke biotilgængeligheden af metaller i havmiljøet.

Der er foretaget et studie af metalindholdet i muslinger i et opdræt nær Lovns Bredning (upublicerede data, pers kommunikation Martin Larsen, DCE). Studiet er foretaget i 2012-2013, og viser, at der er årstidsvariation for indholdet af metaller. Desværre er alle målinger af kviksØlv under detektionsgrænsen, og der kan derfor ikke konkluderes ift. årstidsvariation på denne.

Såfremt udledning medførte forhøjede koncentrationer af metaller i muslinger, skulle indholdet stige kontinuert. Som vist i Figur 5-15 har der ikke været observeret en kontinuert stigende koncentration af kviksØlv i muslinger i den periode, hvor der har været udledning til Lovns Bredning. Der er således ikke indikation på en påvirkning forårsaget af udledningen under pilotprojektet.

Det bemærkes desuden, at udledningens indhold af kviksØlv har været under de fastsatte udlederkrav /3/.

5.3.3.2 Vurdering ift. EU fødevarekrav

EU har fastsat fødevaregrænseværdi for indholdet af bly, cadmium og kviksølv i muslinger /28/.

Fødevaregrænseværdien er fastsat i mg/kg vådvægt. De målte koncentrationer af bly, cadmium og kviksølv i muslinger er derfor omregnet til vådvægt, baseret på det målte tørstofindhold. Koncentrationerne er angivet i Tabel 5-11.

Tabel 5-11 Sammenfatning af værdier målt under basisovervågning (maj 2010), pilotprojektovervågning samt EU's fødevarekrav. Bemærk at enheden for metaller er angivet i mg/kg vådvægt.

		Pilotprojekt 2011 – 2013	Basisovervågning 2009 – 2010	EU fødevarekrav /28/
		Data fra Lovns Bredning	Data fra Lovns Bredning	
		Maj 2012, Februar 2013, September 2013	Maj 2010	
Bly (Pb)	mg/kg vv	0,069 – 0,32	0,030	1,5
Cadmium (Cd)	mg/kg vv	0,096 – 0,11	0,14	1
Kviksølv (Hg)	mg/kg vv	0,012 – 0,022	0,011	0,5

Der er på intet tidspunkt målt værdier som er over det EU fastsatte fødevarekriterium.

5.3.3.3 Vurdering ift. OSPAR kriterier

Som angivet i afsnit 5.3.2.3 har OSPAR udviklet kriterier for vurdering af miljøtilstanden i nordatlanten.

OSPARs kriterier for koncentrationen af metaller i muslinger omfatter to overgangskriterier /29/:

- BAC (background assessment criteria), angiver et kriterium ved hvilken koncentrationen af metal anses at skifte fra baggrundsniveau til mulig påvirkning
- EC er EU's fødevaregrænse, som OSPAR benytter som et øvre kriterium over hvilket påvirkning på miljø og menneskers sundhed kan forekomme

For metaller i muslinger benytter OSPAR følgende kategorisering af miljøtilstande /29/:

Tabel 5-12 OSPAR kategorisering af miljøtilstand baseret på målinger af metaller i muslinger.

Miljøtilstand		OSPAR overgangskriterie for muslinger (transition point)
RØD	Status er uacceptabel. Koncentrationer er på et niveau der kan medføre signifikante negative påvirkninger på miljø og mennesker sundhed.	
		EC
RAV	Koncentrationer er lavere end EU fødevaregrænser, og over baggrundskoncentrationer. Risiko for forurening er ukendt.	
		BAC
BLÅ	Status er acceptabel. Koncentrationer er tæt på baggrundsniveau	

De målte koncentrationer under pilotprojekt og basisovervågning angives sammen med OSPARs kriterier i Tabel 5-13.

Tabel 5-13 Sammenfatning af værdier målt under basisovervågning og pilotprojektovervågning samt internationale referencekriterier fra OSPAR. Kriterier og koncentrationer angives i mg/kg tørstof.

		Lovns Bredning		OSPAR		Miljøtilstand iflg. OSPAR
		PP-overvågning	Basis-overvågning	BAC	EC	
		Maj 2012, Feb. 2013, Sept. 2013	Maj 2010			
Bly (Pb)	mg/kg ts.	0,38 – 2,2	0,2	1,52	7,5	
Cadmium (Cd)	mg/kg ts.	0,58 – 0,71	0,94	1,94	5	
Kviksølv (Hg)	mg/kg ts.	0,074 – 0,141	0,075	0,14	2,5	

Som det også blev beskrevet i afsnit 5.3.3.2 er der på intet tidspunkt målt koncentrationer der overstiger EU's fødevaregrænse (EC). Der er dermed ikke risiko for signifikante, negative påvirkninger på miljø og menneskers sundhed.

For cadmium og kviksølv er ingen koncentrationer højere end BAC, og Lovns Bredning kan på den baggrund karakteriseres med en acceptabel miljøstatus hvor koncentrationer er tæt på baggrundsniveau.

For bly overskrider en enkelt måling under pilotprojektet BAC. Denne måling er fra maj 2012, og repræsenterer Lovns Bredning før udledningen. Dermed karakteriseres miljøtilstanden som "rav", hvor koncentrationer er lavere end EU fødevaregrænser, men over baggrundskoncentrationer. Risiko for forurening er ukendt for denne miljøtilstand.

5.3.3.4 Vurdering ift. SFT – norske kriterier

De norske miljømyndigheder (Statens Forurensningstilsyn, SFT) har fastsat kriterier for indholdet af metaller i muslinger /27/. Der skelnes mellem fem kvalitetsklasser med klasse 1 svarende til baggrundtilstand, mens klasse 5 svarer til en meget dårlig tilstand (forurennet).

De norske kriterier anvendes til vurdering af danske forhold siden 1998 ifm. det nationale overvågningsprogram NOVA/NOVANA /23/ samt senest ifm. implementering af havstrategidirektivet /24/.

De målte koncentrationer under pilotprojekt og basisovervågning er præsenteret sammen med SFT kriterier i Tabel 5-14. De SFT kategorier som de målte koncentrationer falder indenfor er skrueret med gråt.

Tabel 5-14 Sammenfatning af værdier målt under basisovervågning og pilotprojektovervågning samt norske referencekriterier (SFT, /27/). De SFT kategorier som de målte koncentrationer falder indenfor er skraveret med gråt.

		Lovns Bredning		SFT				
		PP-overvågning	Basis-overvågning	I	II	III	IV	V
		Maj 2012, Feb. 2013, Sept. 2013	Maj 2010	Baggrund	god	moderat	dårlig	Meget dårlig
Arsen (As)	mg/kg ts.	6,8 – 11,2	8,0	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Bly (Pb)	mg/kg ts.	0,38 – 2,2	0,2	<3	3-15	15-40	40-100	>100
Cadmium (Cd)	mg/kg ts.	0,58 – 0,71	0,94	<2	2-5	5-20	20-40	>40
Chrom (Cr)	mg/kg ts.	0,36 – 2,4	1,2	<3	3-10	10-30	30-60	>60
Kobber (Cu)	mg/kg ts.	6,7 – 9,4	26,4	<10	10-30	30-100	100-200	>200
Kviksølv (Hg)	mg/kg ts.	0,074 – 0,141	0,075	<0,2	0,2-0,5	0,5-1,5	1,5-4	>4
Nikkel (Ni)	mg/kg ts.	1,7 – 3,5	1,2	<5	5-20	20-50	50-100	>100
Sølv (Ag)	mg/kg ts.	<0,2	0,1	<0,3	0,3-1	1-2	2-5	>5
Zink (Zn)	mg/kg ts.	57 - 100	96,4	<200	200-400	400-1000	1000-2500	>2500

Som det fremgår, kan Lovns Bredning på baggrund af koncentrationer af metaller i muslinger karakteriseres som værende i god eller baggrundstilstand (tilstand II eller I). Denne karakterisering er baseret på data fra både basisovervågning og pilotprojekt.

5.3.4 Sediment og muslinger – tidlig udvikling ift. udledning

I dette afsnit sammenfattes den tidlige udvikling under pilotprojektet. Den tidlige udvikling for koncentrationen af hvert enkelt metal i sediment og muslinger gennemgås, og sættes i relation til udledningen for at udlede om der er en årsagssammenhæng.

Udledningen af fortyndet brine foretages til Lovns Bredning, og der fokuseres derfor på Lovns Bredning i dette afsnit.

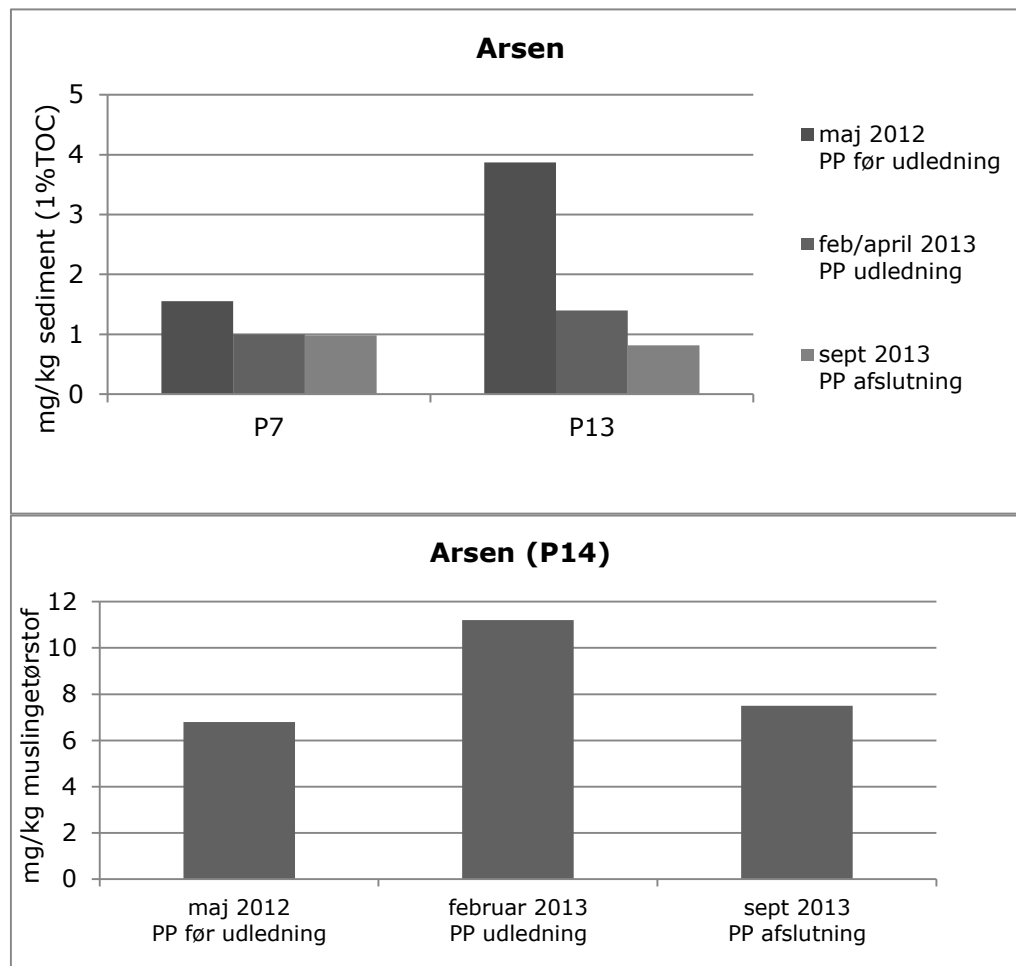
Der er foretaget prøvetagning af sediment og muslinger før udledningen blev påbegyndt, og to gange i perioden med udledning, hhv. 6 mdr. efter udledningen blev startet og umiddelbart før udledningen blev afsluttet. Såfremt udledningen fører til en øget koncentration af metaller i Lovns Bredning, forventes det, at koncentrationerne ville stige kontinuert gennem pilotprojektet.

For sedimentanalyser vises resultater fra station P7 og P13 i Lovns Bredning. Station P7 er den station der ligger tættest på udledningspunktet, og betragtes derfor som "nærzone" ift. udledningen. Resultater fra analyser af sediment under pilotprojektet vises normaliseret til 1% TOC, da det er kutyme ifm. vandplaner og andre langsigtede overvågningsprogrammer. Normaliseringen foretages for at gøre data sammenlignelige og korrigerer koncentrationen af metaller i forhold til den variation der skyldes naturlige faktorer som fx sedimentets sammensætning og tekstur. Samlede data fra alle fire stationer, normaliseret til 1% TOC, er vist i bilag 6.

For muslingeanalyser vises resultater fra station P14 i Lovns Bredning.

5.3.4.1 Arsen (As)

Koncentrationen af arsen i sediment og muslinger i Lovns Bredning under pilotprojektet er vist i Figur 5-16.



Figur 5-16 Koncentrationen (mg/kg) af arsen i sediment (øverst) og muslinger (nederst) i Lovns Bredning under pilotprojektet

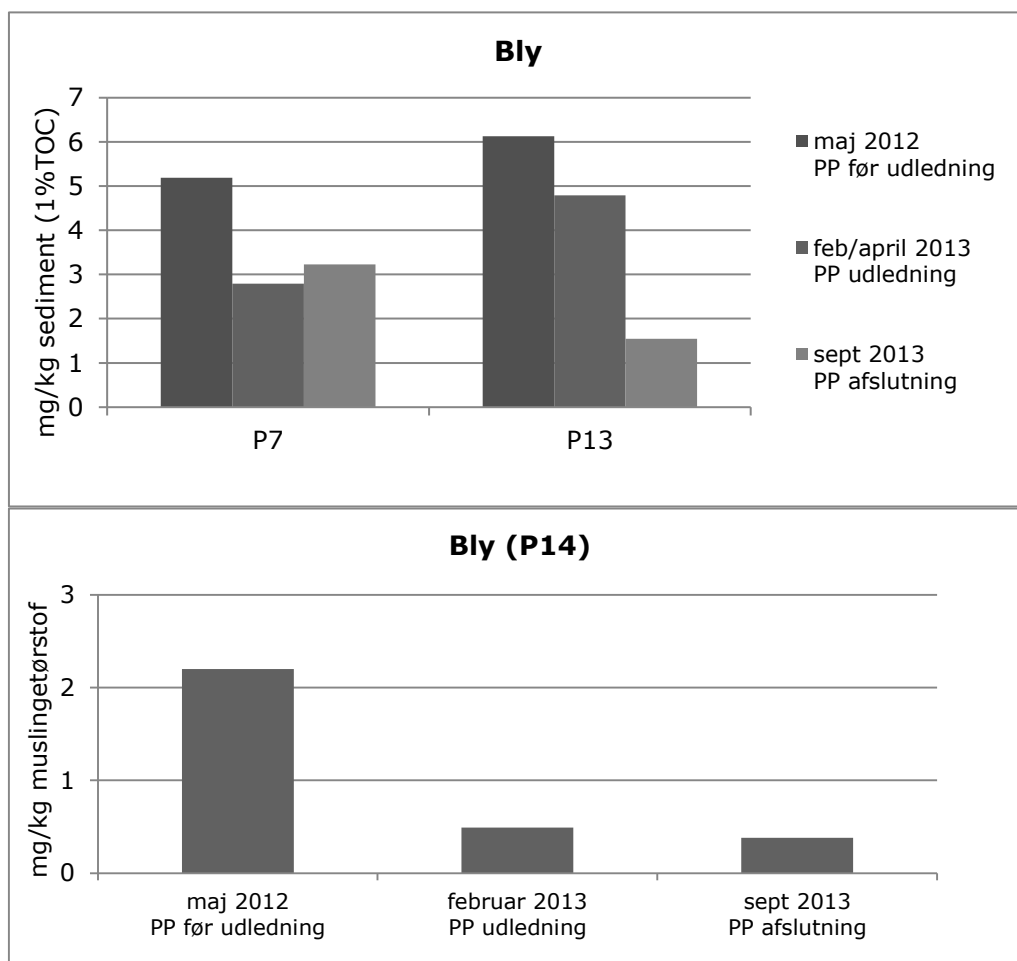
Koncentrationerne af arsen i sediment var ensartede på station P7, var lavere end på station P13 i Lovns Bredning. På station P13 blev den højeste koncentration observeret ved pilotprojektets start (dvs. før udledning).

Koncentrationerne af arsen i muslinger var ensartede i maj 2012 og sept 2013. Prøverne fra februar 2013 adskiller ved at være højere end de andre målinger.

Der ses ikke en kontinuert stigende koncentration af arsen i løbet af perioden med udledning.

5.3.4.2 Bly (Pb)

Koncentrationen af bly i sediment og muslinger i Lovns Bredning under pilotprojektet er vist i Figur 5-17.



Figur 5-17 Koncentrationen (mg/kg) af bly i sediment (øverst) og muslinger (nederst) i Lovns Bredning under pilotprojektet

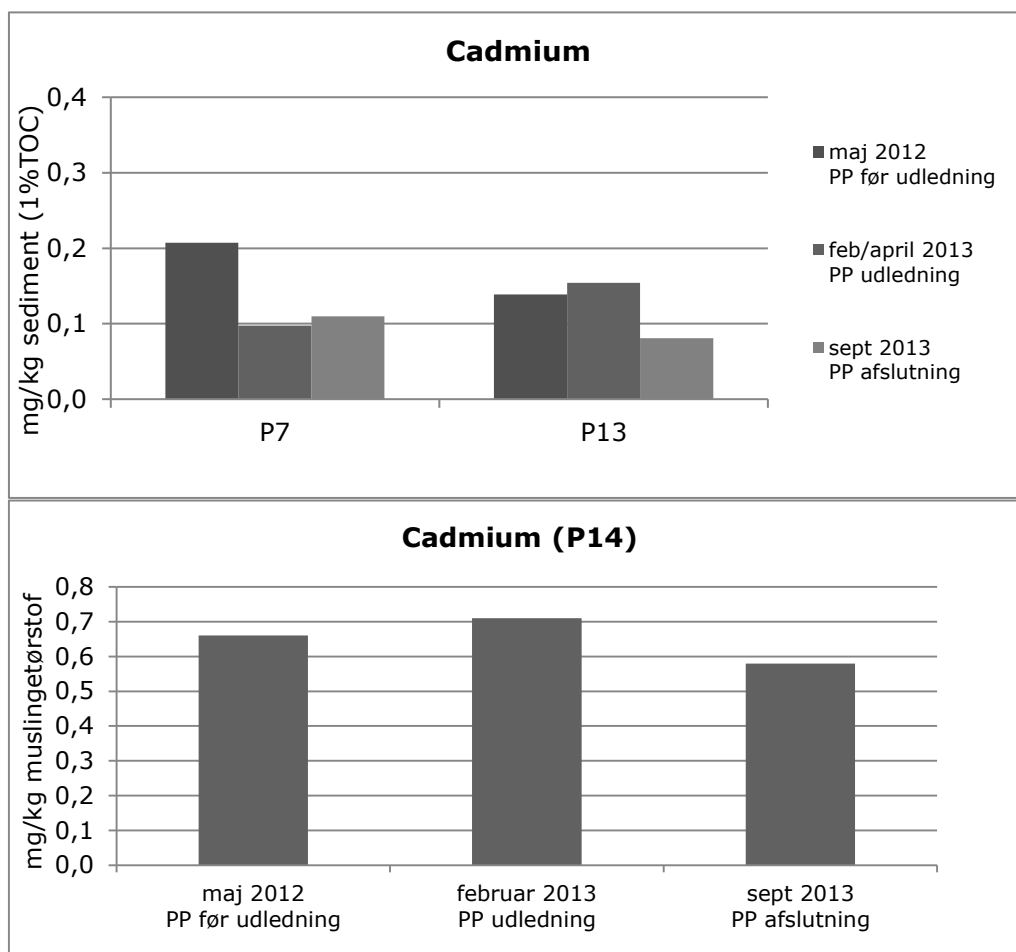
Koncentrationerne af bly i sediment var højest før udledning på begge stationer, og målinger under perioden med udledning var markant lavere.

Koncentrationerne af bly i muslinger var ligeledes højest før udledning, med lavere koncentrationer i perioden med udledning.

Der ses ikke en kontinuert stigende koncentration af bly i løbet af perioden med udledning.

5.3.4.3 Cadmium (Cd)

Koncentrationen af cadmium i sediment og muslinger i Lovns Bredning under pilotprojektet er vist i Figur 5-18.



Figur 5-18 Koncentrationen (mg/kg) af cadmium i sediment (øverst) og muslinger (nederst) i Lovns Bredning under pilotprojektet

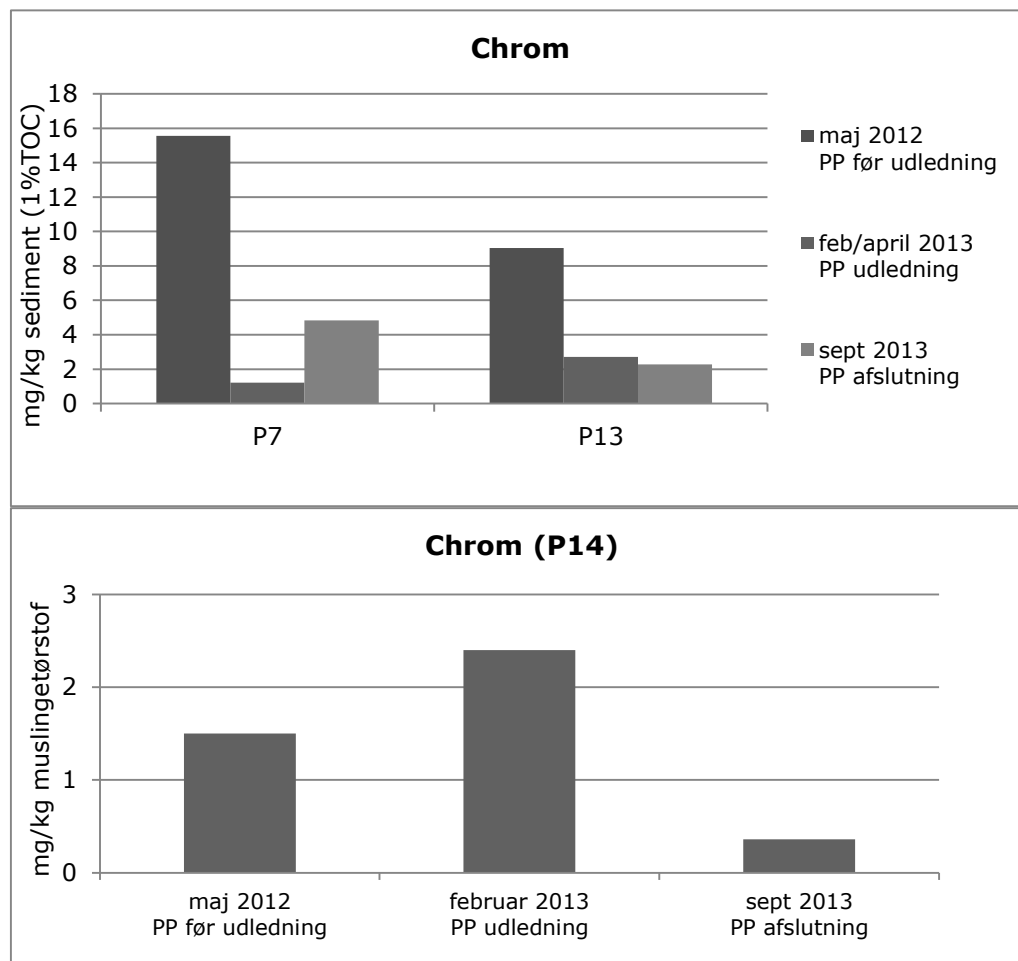
Koncentrationerne af cadmium i sediment var højest før udledning på station P7, og målinger under perioden med udledning var markant lavere. På station P13 var koncentrationen før udledning, og den første måling under perioden med udledning på samme niveau. Koncentrationen umiddelbart før udledningen stoppede var lavere.

Koncentrationerne af cadmium i muslinger var ikke markant anderledes før og under perioden med udledning. Den laveste koncentration blev målt umiddelbart før udledningen blev afsluttet.

Der ses ikke en kontinuert stigende koncentration af cadmium i løbet af perioden med udledning.

5.3.4.4 Chrom (Cr)

Koncentrationen af chrom i sediment og muslinger i Lovns Bredning under pilotprojektet er vist i Figur 5-19.



Figur 5-19 Koncentrationen (mg/kg) af chrom i sediment (øverst) og muslinger (nederst) i Lovns Bredning under pilotprojektet

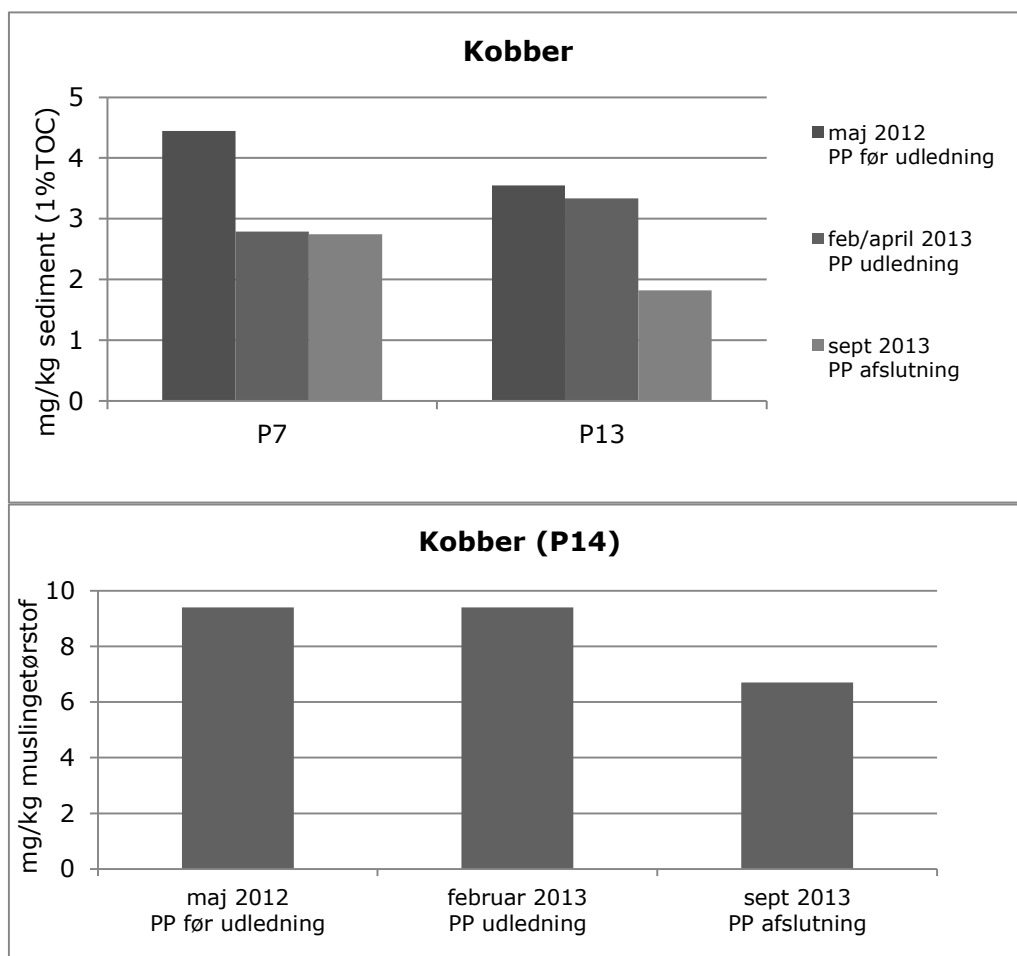
Koncentrationerne af chrom i sediment var højest før udledning på begge stationer, og målinger under perioden med udledning var markant lavere.

Koncentrationerne af chrom i muslinger var ensartede i maj 2012 og sept 2013. Prøverne fra februar 2013 adskiller ved at være højere end de andre målinger.

Der ses ikke en kontinuert stigende koncentration af chrom i løbet af perioden med udledning.

5.3.4.5 Kobber (Cu)

Koncentrationen af kobber i sediment og muslinger i Lovns Bredning under pilotpØrØjktet er vist i Figur 5-20.



Figur 5-20 Koncentrationen (mg/kg) af kobber i sediment (Øverst) og muslinger (nederst) i Lovns Bredning under pilotpØrØjktet

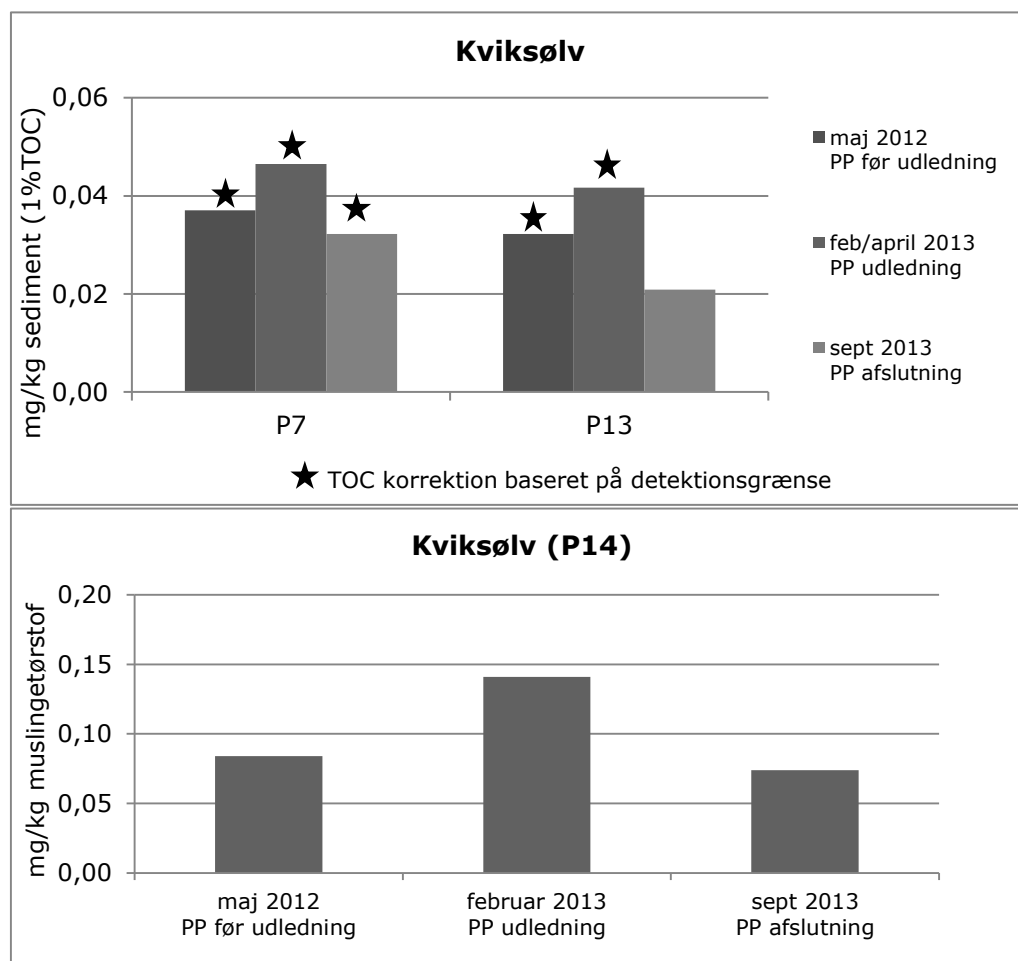
Koncentrationerne af kobber i sediment var hØjst før udledning pØ begge stationer, og mØlinger under perioden med udledning var lavere.

Koncentrationerne af kobber i muslinger var ikke markant anderledes før og under perioden med udledning, men viste tendens til at falde. Den laveste koncentration blev mØlt umiddelbart før udledningen blev afsluttet.

Der ses ikke en kontinuert stigende koncentration af kobber i lØbet af perioden med udledning.

5.3.4.6 Kviksølvs (Hg)

Koncentrationen af kviksølvs i sediment og muslinger i Lovns Bredning under pilotprojektet er vist i Figur 5-21.



Figur 5-21 Koncentrationen (mg/kg) af kviksølvs i sediment (øverst) og muslinger (nederst) i Lovns Bredning under pilotprojektet. Bemærk at * betyder, at der ikke er målt koncentration over detektionsgrænse. Koncentrationen afspejler derfor detektionsgrænse og TOC-indhold, og er ikke egnet til at karakterisere tidlig udvikling.

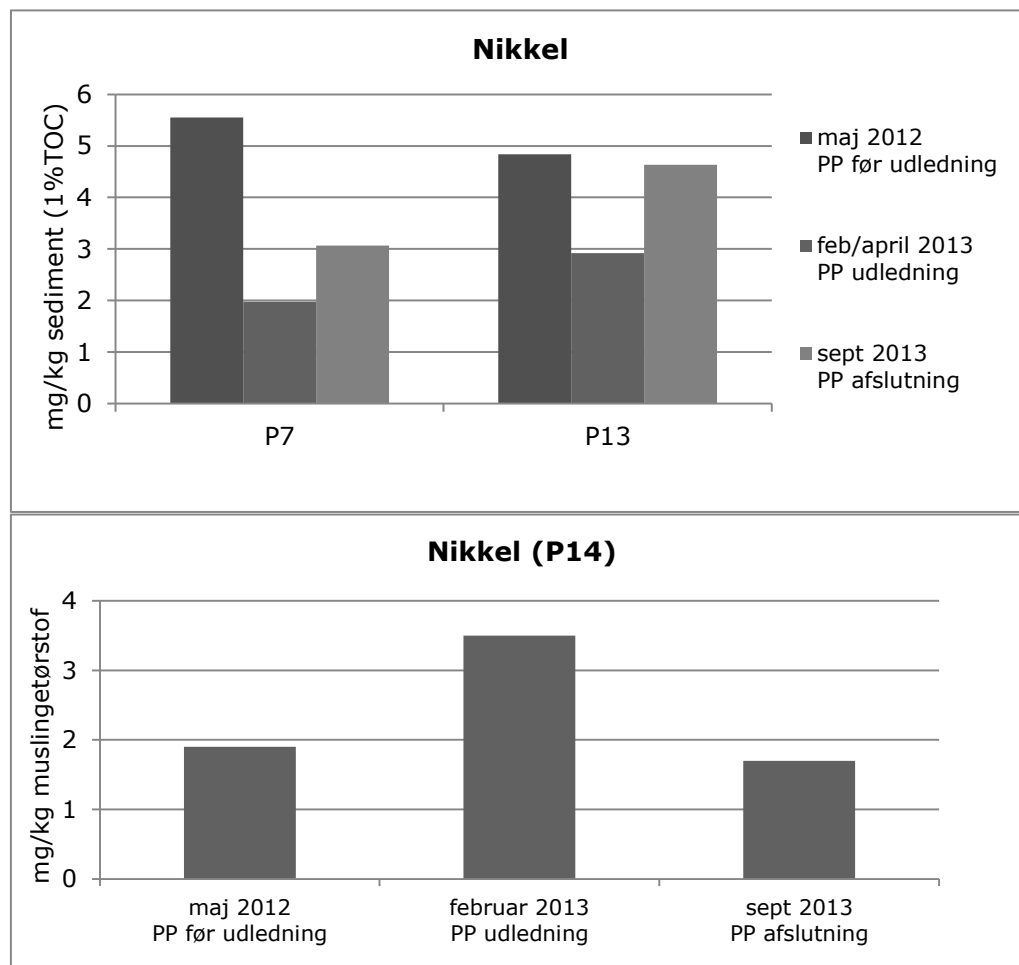
Indholdet af kviksølvs i sediment ved fem af de seks prøver var under detektionsgrænse. Koncentrationen afspejler derfor detektionsgrænse og TOC-indhold, og er ikke egnet til at karakterisere tidlig udvikling.

Koncentrationerne af kviksølvs i muslinger var ensartede i maj 2012 og sept 2013. Prøverne fra februar 2013 adskiller ved at være højere end de andre målinger.

Der ses ikke en kontinuert stigende koncentration af kviksølvs i løbet af perioden med udledning.

5.3.4.7 Nikkel (Ni)

Koncentrationen af nikkel i sediment og muslinger i Lovns Bredning under pilotprojektet er vist i Figur 5-22.



Figur 5-22 Koncentrationen (mg/kg) af nikkel i sediment (øverst) og muslinger (nederst) i Lovns Bredning under pilotprojektet.

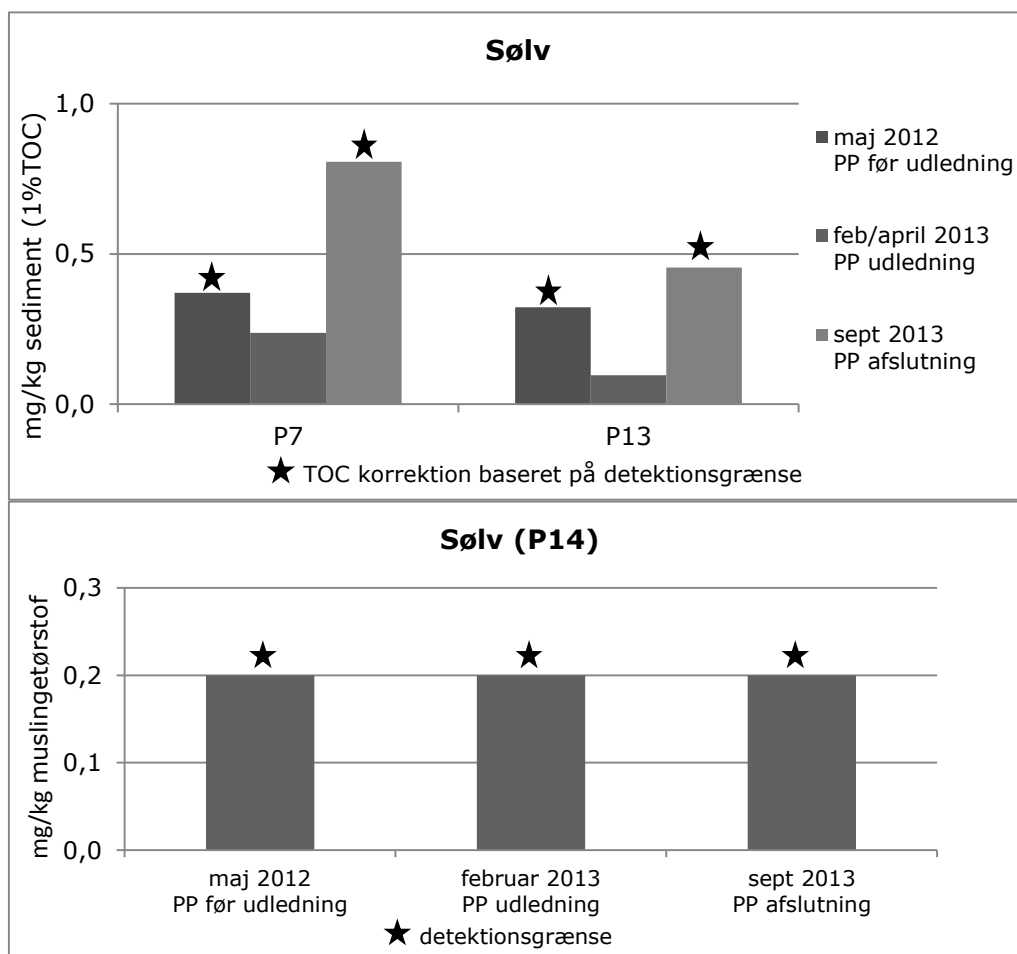
Koncentrationerne af nikkel i sediment var højest før udledning på begge stationer, og målinger under perioden med udledning var lavere.

Koncentrationerne af nikkel i muslinger var ensartede i maj 2012 og sept 2013. Prøverne fra februar 2013 adskiller ved at være højere end de andre målinger.

Der ses ikke en kontinuert stigende koncentration af nikkel i løbet af perioden med udledning.

5.3.4.8 Sølv (Ag)

Koncentrationen af sølv i sediment og muslinger i Lovns Bredning under pilotprojektet er vist i Figur 5-23.



Figur 5-23 Koncentrationen (mg/kg) af sølv i sediment (øverst) og muslinger (nederst) i Lovns Bredning under pilotprojektet. Bemærk at * betyder, at der ikke er målt koncentration over detektionsgrænsen. Koncentrationen i sediment afspejler derfor detektionsgrænsen og TOC-indhold, og er ikke egnet til at karakterisere tidlig udvikling.

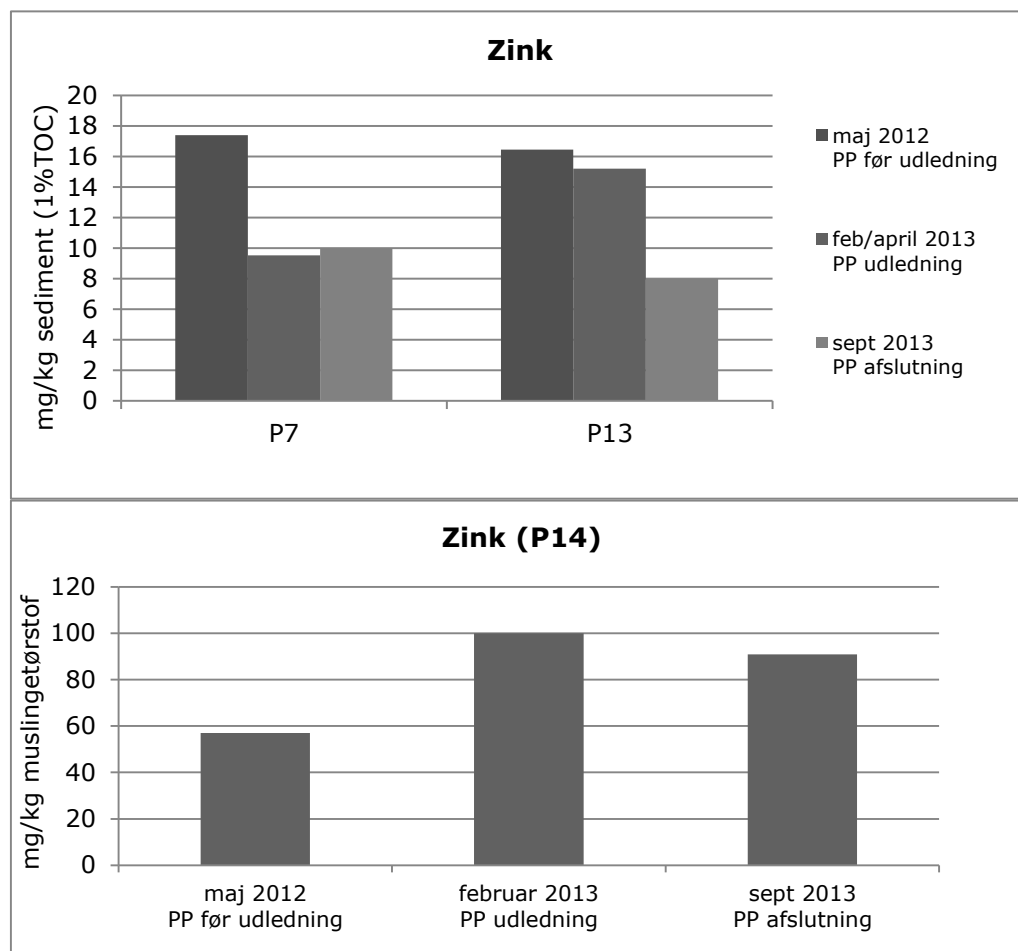
Indholdet af sølv i sediment ved fire af de seks prøver var under detektionsgrænsen. Koncentrationen afspejler derfor detektionsgrænsen og TOC-indhold, og er ikke egnet til at karakterisere tidlig udvikling.

Alle målinger af sølv i muslinger var under detektionsgrænsen.

Der kan dermed ikke konstateres en tidlig udvikling af indholdet af sølv ift. udledningen.

5.3.4.9 Zink (Zn)

Koncentrationen af zink i sediment og muslinger i Lovns Bredning under pilotørØjktet er vist i



Figur 5-24 Koncentrationen (mg/kg) af zink i sediment (øverst) og muslinger (nederst) i Lovns Bredning under pilotørØjktet.

Koncentrationerne af zink i sediment var højest før udledning på begge stationer, og målinger under perioden med udledning var lavere.

Koncentrationerne af zink i muslinger var lavest i maj 2012. Prøverne fra februar 2013 og sept 2013 er på samme niveau, og er begge højere end den første måling.

Der ses ikke en kontinuert stigende koncentration af zink i løbet af perioden med udledning.

5.3.4.10 Sammenfattende bemærkning

Samlet set har der ikke været en tendens til kontinuert stigende koncentration af metaller i hverken muslinger eller sediment indenfor pilotprojektet, fra perioden uden udledning (maj 2012), til perioden med udledning (feb og sept 2013). Der er således ikke indikation på en påvirkning forårsaget af udledningen i den periode hvor der har været foretaget overvågning.

For sediment (værdier normaliseret til 1% TOC, total organisk stof) kan det konstateres at:

- Arsen, bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink udviste et mønster med faldende koncentrationer fra pilotprojektets start (før udledning) til afslutning (umiddelbart før udledningen stoppede).
- Sølv og kviksølv blev i flere prøver ikke målt over detektionsgrænsen. Normaliserede koncentrationen afspejler derfor detektionsgrænsen og TOC-indhold, og er ikke egnet til at karakterisere tidslig udvikling.

For muslinger kan det konstateres at:

- Sølv på intet tidspunkt blev målt i koncentrationer over detektionsgrænsen.
- Bly udviste et mønster med faldende koncentrationer i løbet af pilotprojektet. Den laveste koncentration blev målt ved pilotprojektets afslutning (umiddelbart før udledningen standsede).
- Cadmium og kobber havde relativt ensartede koncentrationer under pilotprojektet. For begge metaller blev den laveste koncentration målt ved pilotprojektets afslutning (umiddelbart før udledningen standsede).
- Zink i muslinger var lavest i maj 2012. Målingerne under udledning var på samme niveau.
- Arsen, chrom, kviksølv og nikkel udviste et mønster, hvor koncentrationen var højere i prøverne fra februar 2013 end i de øvrige målinger. Det vides at der er sæsonvariation på nogle metaller, bl.a. nikkel, se nedenfor.

Flere udenlandske undersøgelser (opsummeret i /43/) har vist, at sæsonforskelle i metalkoncentrationer i muslinger kan være betydelige. Forhold som fødetilgængelighed og fysiologiske forskelle som reproduktiv status samt også sæsonmæssige forskelle i afstrømning/udvaskning fra oplandsområder kan have betydning. Derudover kan også faktorer som variationer i temperatur, salinitet og ilt-niveauer i et vist omfang også påvirke biotilgængeligheden af metaller i havmiljøet.

I Lovns Bredning er der i 2012-2013 foretaget et studie af årstidsvariation i metalindholdet i muslinger (upublicerede data, pers kommunikation Martin Larsen, DCE, samt /48/). Studiet har udført målinger af vanadium, nikkel, kobolt, kobber, kviksølv, cadmium og zink i muslinger i et opdræt. Studiet viser, at der ikke er årstidsvariation for muslingers indhold af kobolt og cadmium. Studiet viser desuden, at der er årstidsvariation for nogle af målte metaller (vanadium, nikkel, kobber og zink). De højeste værdier er målt om vinteren, og de laveste værdier om sommeren (mellem 1,5 og 5 gange forskel på højeste og laveste værdi, baseret på mg/kg tørstof). Alle er målinger af kviksølv under detektionsgrænsen, og der kan derfor ikke konkluderes ift. årstidsvariation på dette metal.

En anden faktor som potentielt kan influere på koncentrationen af metal i muslinger er muslingernes størrelse. Længde-frekvens diagrammer er angivet i bilag 2. Middellængden var 39,5 mm i maj 2012, 36,0 mm i februar 2013 og 47,5 i september 2013.

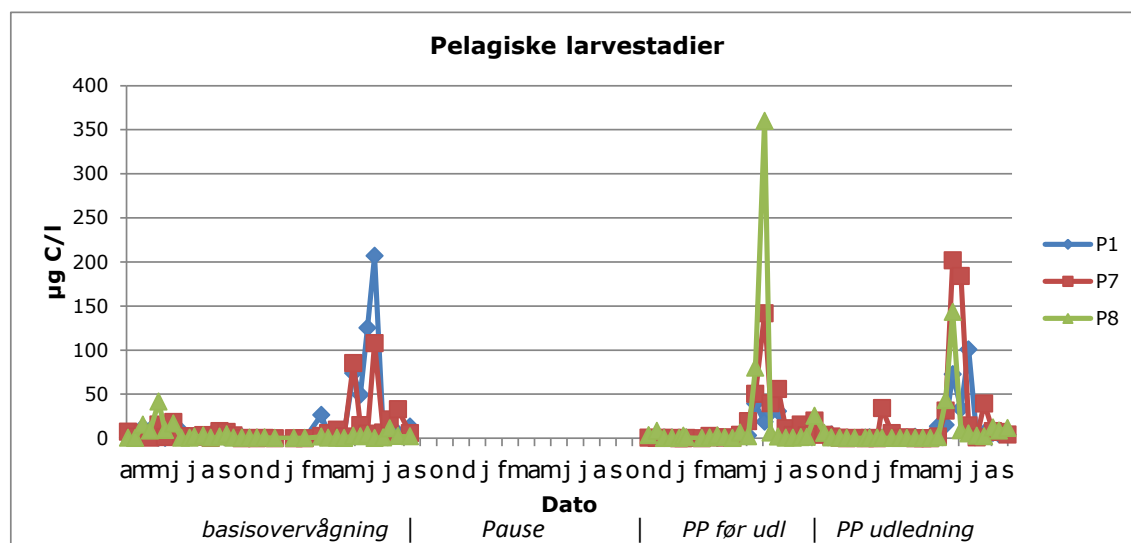
5.4 Pelagiske æg og larver

Forekomsten af pelagiske æg og larver vurderes i dette afsnit ift. basisovervågning. Der er ikke kendskab til andre studier af plankton i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Den nærmeste NO-VANA overvågningsstation for plankton ligger i Skive Fjord.

5.4.1 Larvestadier fra bundfauna (meroplankton)

Biomassen af larvestadier fra bundfauna er vist i Figur 5-25. Som det ses er der betydelig variation mellem stationerne på størrelsen af sommermaksima fra år til år.

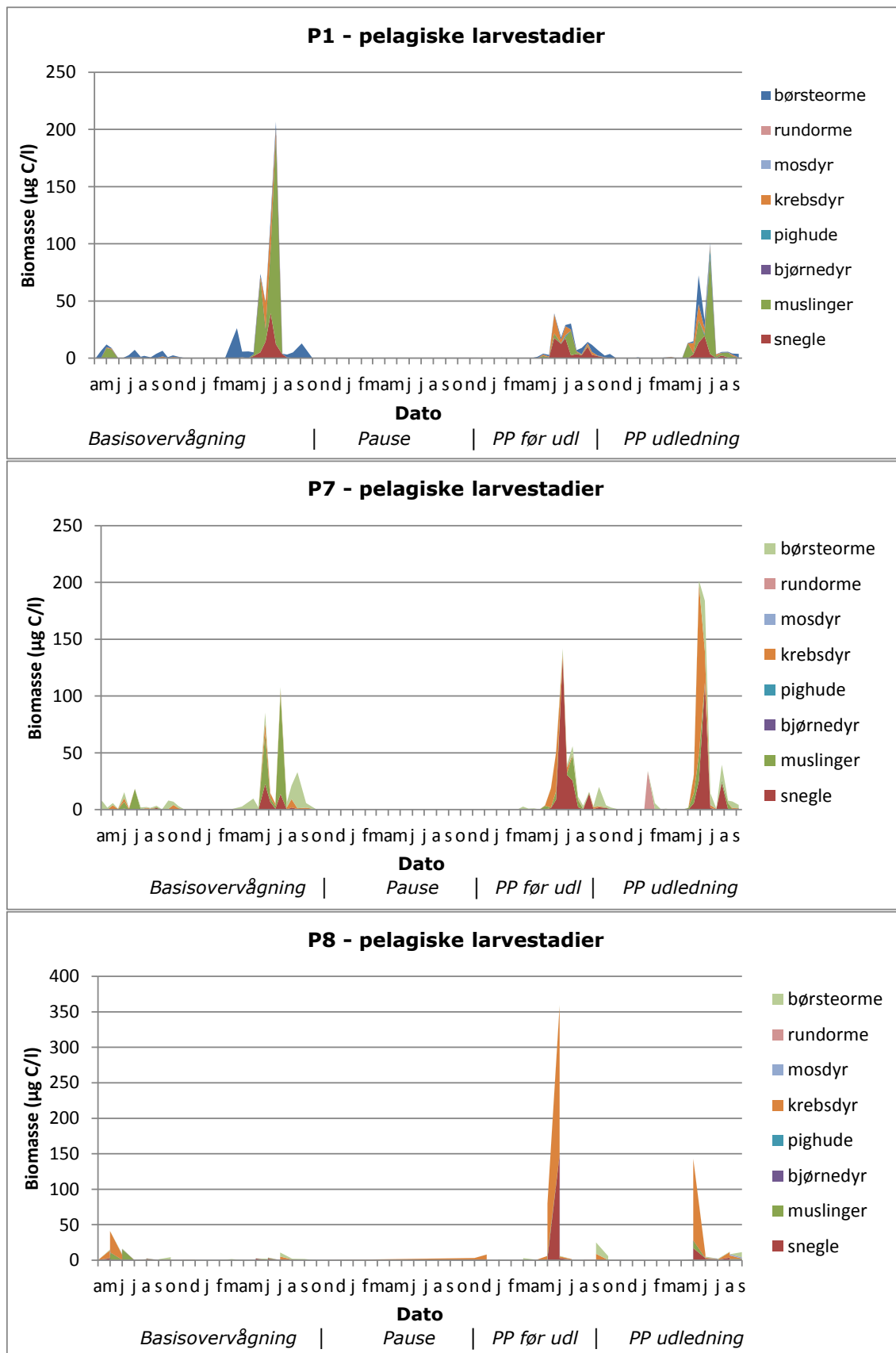
Det ses at der er en tendens til stigende sommer-biomasser af larvestadier på station P7, mens biomassen på station P1 og P8 varierer uden overordnet tendens.



Figur 5-25 Biomasse af larvestadier fra bundfauna under basisovervågning og pilotprojektovervågning (inddelt i før og under udledning).

Sammensætning af biomasse er vist i Figur 5-26 for både basisovervågning og pilotprojektovervågning. Larver af muslinger, snegle og krebsdyr var dominerende på alle tre stationer.

- På station P1 i Lovns Bredning ses det, at variationen i biomasse primært tilskrives stor variation i biomasse af muslinger. I sommeren 2009 blev der stor set ikke observeret muslingeveliger (<10 µg C/l), mens der i sommeren 2010 blev observeret 180 µg C/l.
- På station P7 i Lovns Bredning ses som nævnt en stigende tendens i sommerbiomassen fra 2009-2013. Stigningen ses primært at skyldes øget forekomst af hhv. krebsdyr og snegle.
- På station P8 i Hjarbæk Fjord ses – som på station P1 – stor variation i sommermaksima mellem de forskellige år. Ændringerne skyldes primært forekomsten af krebsdyr og snegle.



Figur 5-26 Sammensætning af larvestadier fra bundfauna under basisovervågning og pilotprojektovervågning (inddelt i før og under udledning).

Arter af de observerede larvestadier er gengivet i Tabel 5-15. Det ses, at det er de samme arter der er observeret i de to perioder med overvågning.

Tabel 5-15 Observerede arter under basisovervågning og pilotprojektovervågning.

	Basisovervågning (2009-2010)	Pilotprojektovervågning (2011-2013)
Muslinger	<i>Mytilus edulis</i> <i>Mya arenia</i>	<i>Mytilus edulis</i> <i>Mya arenia</i>
Snegle	<i>Philine aperta</i> <i>Littorina littorea</i> <i>Hydrobia ulvae</i> <i>Hinia reticulata</i>	<i>Philine aperta</i> <i>Littorina littorea</i> <i>Hydrobia ulvae</i> <i>Hinia reticulata</i>
Krebsdyr	<i>Carcinus maenas</i> Mysidaceae indet <i>Balanus</i> spp. <i>Crangon crangon</i> <i>Palaemon adspersus</i> <i>Macropodia rostrata</i>	<i>Carcinus maenas</i> Mysidaceae indet <i>Balanus</i> spp. <i>Crangon crangon</i> <i>Palaemon adspersus</i> <i>Macropodia rostrata</i>

Der er præsenteret figurer over artssammensætning og tidlig udvikling for muslinger, snegle og krebsdyr i bilag 5.

Biomassen og variationen mellem årene kan for hver gruppe tilskrives en enkelt art/slægt.

- Muslingeveliger bestod hele perioden primært af *Mytilus edulis* (blåmusling)
- Snegleleveliger bestod primært af *Littorina littorea* (alm. strandsnegl).
- Krebsdyr bestod hele perioden primært af *Balanus* spp (rur)

Som beskrevet er der betragtelig variation mellem årene (2009-2013) hvilket tilskrives den naturlige dynamik i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. År-til-år variation tilskrives primært eksterne forhold, særligt tilførsel af næringsstoffer, vejret (vindforhold og temperatur) og vandudveksling med Nordsøen. Disse forhold er også tidligere vurderet at influere på miljøtilstanden i Limfjorden /38//41/.

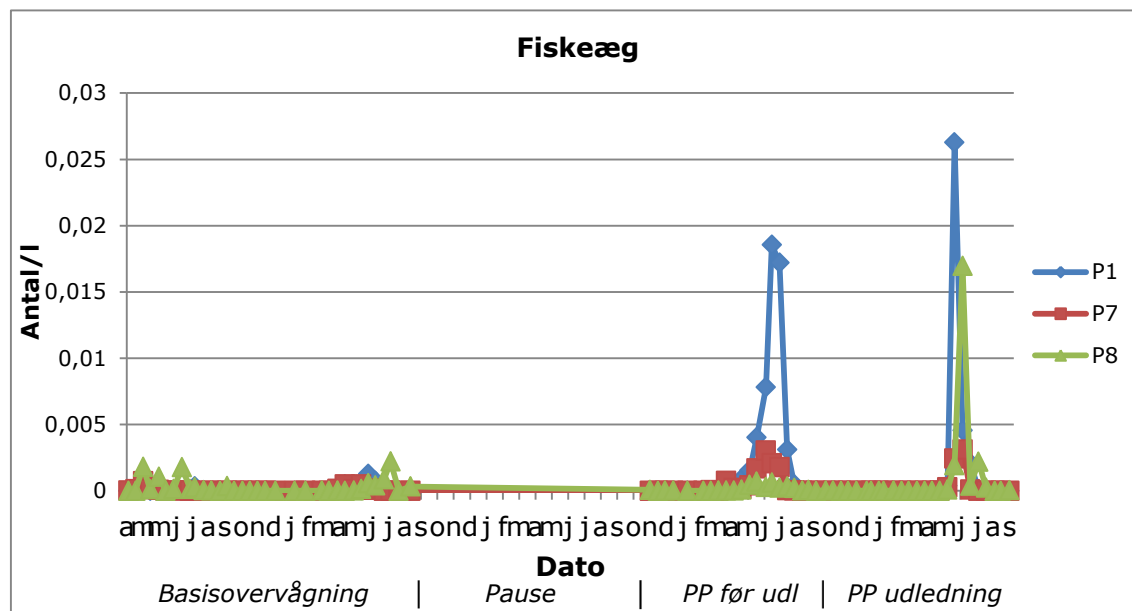
Den observerede stigning i biomasse på station P7 blev allerede observeret før udledningen startede. Der er for ingen af stationer er klar tendens til ændret biomasse efter udledningen er startet.

Det bemærkes dog, at de naturlige variationer gør det vanskeligt at afdække marginale ændringer i biomasse eller sammensætning, fx som følge af mindre ændringer i saliniteten. Pilotprojektovervågningen kan således primært bruges til at markante ændringer/hændelser i biomasse eller sammensætning vurderes.

5.4.2 Fiskeæg og -larver

5.4.2.1 Fiskeæg

Tætheden af fiskeæg fra både basisovervågning og pilotprojekt er vist i Figur 5-27. Det ses at der generelt er observeret højere tæthed af fiskeæg under pilotprojektet, både før og under udledning. Højeste tætheder er observeret på station P1 i Lovns Bredning.



Figur 5-27 Tæthed af fiskeæg under basisovervågning og pilotprojektovervågning (inddelt i før og under udledning).

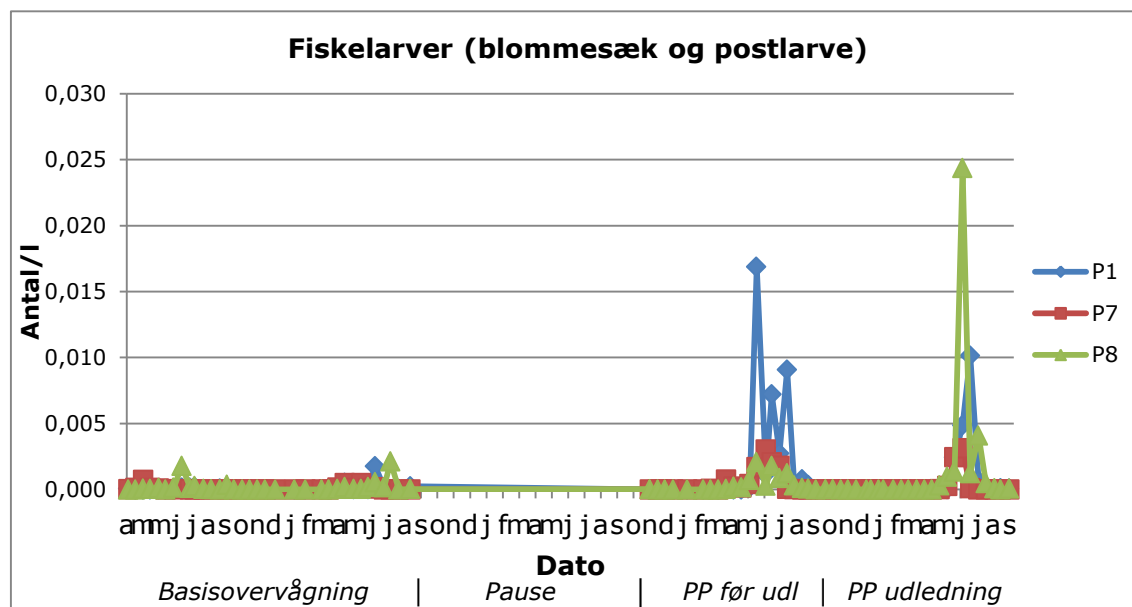
Dominansen af æg fra brisling er gennemgående under både basisovervågning og pilotprojekt-overvågningen.

- Under basisovervågningen blev der primært observeret fiskeæg fra brisling. Desuden blev der observeret æg af skrubbe/ising (ikke mulig at artsbestemme).
- Under pilotprojektovervågningen er der ligeledes primært observeret æg fra brisling. Desuden er der observeret et enkelt torskeæg.

5.4.2.2 Fiskelarver

Forekomsten af sildelarver, omtrent halvdelen blommesæklarver og heraf en stor del af dem nyklækkede (data ikke vist), indikerer at sild med succes gyder i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning. Forekomsten af sandkutlingelarver, i alle størrelser fra blommesæklarver til store postlarver og yngel indikerer at området er gyde og opvækstområde for sandkutling.

Tætheden af fiskelarver under basisovervågning og pilotprojekt er vist i Figur 5-28. Der er observeret markant flere fiskelarver under pilotprojektet end under basisovervågning.



Figur 5-28 Tæthed af fiskelarver under basisovervågning og pilotprojektovervågning (inddelt i før og under udledning). Opdeling på arter er vist i afsnit 4.5 og bilag 9.

Dominansen af sild og kutling var gennemgående under både basisovervågning og pilotprojekt-overvågning.

- Under basisovervågningen blev der observeret fiskelarver af kutling, sild, brisling, næbsnog og stor tangnål. Kutling og sild var dominerende på alle stationer.
- Under pilotprojektovervågningen er der observeret fiskelarver af sandkutling, sortkutling, brisling, sild, næbsnog, lille tangnål, stor tangnål, alm tangnål, hornfisk samt 3-pigget hundestejle. Sild og brisling samt til dels sandkutling var dominerende på alle stationer.

5.4.2.3 Vurdering ift. udledning

Der er for ingen af stationer er klar tendens til ændret biomasse efter udledningen er startet. Som for pelagiske larver bemærkes det dog, at de naturlige variationer gør det vanskeligt at af-dække marginale ændringer i biomasse eller sammensætning, fx som følge af mindre ændringer i saliniteten. Pilotprojektovervågningen kan således primært bruges til at registrere markante ændringer/hændelser i biomasse eller sammensætning. Se også afsnit 5.4.1.

Der blev observeret markant flere fiskeæg og -larver under pilotprojektet end under basisovervågning, men som nævnt blev der ikke observeret ændringer under pilotprojektet som kan relateres til udledningen.

Årsagen til den ændrede forekomst i fiskeæg og -larver under pilotprojektet kan til dels skyldes naturlig variation, som beskrevet for larvestadier af bundfauna (afsnit 5.4.1), ændrede forhold for fiskelarvernes bytte (hjuldyr, nauplier mv.) og/eller en forskel i forekomst af prædatorer, fx gopler. Information om forekomst af gopler er præsenteret i bilag 10.

5.4.2.4 Gyde- og opvækstområde

De indhentede data kan desuden bruges til at beskrive områdets betydning som gyde- og opvækstområde. Der er foretaget detaljeret analyse af fiskeæg og -larver, som er identificeret i forskellige stadier (data ikke vist i denne rapport, men kan ses på projektets hjemmeside). Forekomsten af nyligt befrugtede brislingeæg hvor kun få celledelinger har fundet sted, blandet med senere ægstadier samt larver af brisling tyder på at området fungerer som gydeområde for brisling, selvom en stor del af æg og larver formodentligt er transporteret til Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning fra andre vandområder. Forekomsten af blommeseækklarver af sild indikerer at sild med succes gyder i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning. Forekomsten af sandkutlingelarver, i alle størrelser fra blommeseækklarver til yngel indikerer at området er gyde og opvækstområde for sandkutling.

5.5 Fisk

5.5.1 Teknisk undersøgelse af hele Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord

Overvågning af fisk i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord blev udført i maj 2012 som en del af pilotprojektovervågningen. Resultaterne er præsenteret i afsnit 4.6.1.

Den tekniske undersøgelse blev udført på et tidspunkt, hvor der blev foretaget vandindtag til karvernefyldning, men ikke udledning til Lovns Bredning (se afsnit 4.1). Prøvetagningen blev fastlagt efter en daværende forventet afslutning på pilotprojekt i efteråret 2012.

5.5.1.1 Vurdering ift. basisovervågning

Overvågning af fisk i Hjarbæk fjord og Lovns Bredning har fundet sted i maj 2009, som en del af basisovervågningen, og maj 2012 som en del af pilotprojektovervågningen.

En samlet oversigt over fangsten i de to områder for 2009 og 2012 fremgår af Tabel 5-16.

Over hele perioden er der i alt blevet fanget 16 forskellige arter, seks arter i 2009 og 15 arter i 2012. Både i 2009 og 2012 var de to mest almindelige arter i fangsten trepigget hundestejle og brisling. De ni nye arter der blev fanget i 2012 inkluderede havørred, smelt, rødspætte, tangsnarre, aborre, skalle og helt, mens alm. ulk kun blev fanget i 2009.

De to mest almindelige arter i fangsten var trepigget hundestejle og brisling, der udgjorde henholdsvis 76 % og 21 % af det samlede antal fisk fanget i 2009 og 93 % og 6 % af det samlede antal fange fisk i 2012.

Det samlede antal af fangede fisk steg markant fra 6.270 stk. i 2009 til 25.892 stk. i 2012, eller en fremgang på omtrent 19.000 individer mellem de to år. Det større antal individer i 2012 var trepigget hundestejle, der viste en fremgang på ca. 19.000 individer mellem de to år.

Tabel 5-16 Oversigt over resultater for overvågningen af fisk i Lovns Bredning og Hjarbæk fjord i 2009 og 2012. Antallet af hver art fanget på de to lokaliteter angives med deres procentvise fordeling.

Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord	Antal		% fordeling	
	2009	2012	2009	2012
Sild	33	143	0,5	0,6
Brisling	1331	1629	21,2	6,3
Hornfisk	13	5	0,2	0,0
Alm. tangnål	12	4	0,2	0,0
3-pigget hundestejle	4789	24.011	76,4	92,7
Sandkutling	18	46	0,3	0,2
Sort kutling	68	21	1,1	0,1
Ålekvabbe	5	5	0,1	0,0
Havørred	0	10	0,0	0,0
Smelt	0	3	0,0	0,0
Rødspætte	0	1	0,0	0,0
Tangsnarre	0	3	0,0	0,0
Aborre	0	8	0,0	0,0
Skalle	0	1	0,0	0,0
Helt	0	2	0,0	0,0
Alm. ulk	1	0	0,0	0,0
Total	6270	25.892		

En områdespecifik beskrivelse af fangster i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord præsenteres i det følgende.

Lovns Bredning

En oversigt over sammensætningen af fangsten i Lovns Bredning er præsenteret i Tabel 5-17. Der er fanget i alt 13 forskellige fiskearter, heraf ni i 2009 og tolv i 2012. Havørred, smelt, rødspætte og tangsnarre blev kun fanget i 2012, mens almindelig ulk kun blev fanget i 2009.

Begge år var de mest almindelige arter brisling og 3-pigget hundestejle. I 2009 udgjorde brisling 63,6 % af den samlede fangst, mens det i 2012 var 24,1 %. Trepigget hundestejle udgjorde 26,1 % af den samlede fangst i 2009, og 72,5 % i 2012.

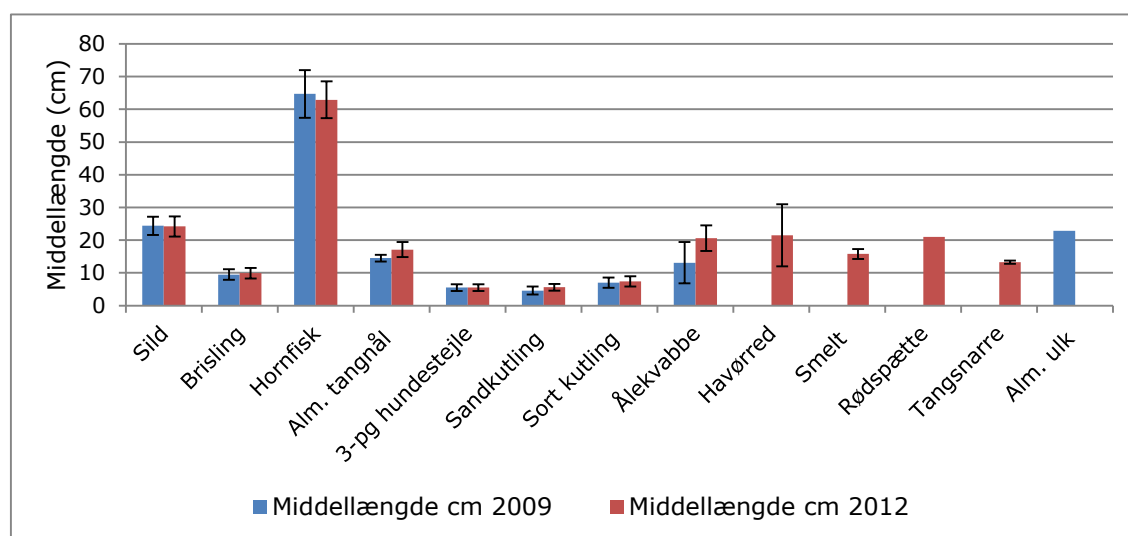
Samlet set steg antallet af fangede fisk fra 1.200 i 2009 til 5.631 i 2012, dvs. en fremgang på 4.431 individer mellem de to år. Stigningen var primært forårsaget af en stigning i antallet af trepiggede hundestejle. Fremgang i mængden af 3-pigget hundestejle ses også ved fiskeri med pæleruser og behandles i afsnit 5.5.2.

Tabel 5-17. Antal og procentvis fordeling af fiskearter fanget i Lovns Bredning i 2009 og 2012.

Lovns Bredning	Antal		% fordeling	
	2009	2012	2009	2012
Sild	17	109	1,4	1,9
Brisling	763	1.354	63,6	24,1
Hornfisk	11	4	0,9	0,1
Alm. tangnål	9	4	0,8	0,1
3-pigget hundestejle	313	4.083	26,1	72,5
Sandkutling	18	39	1,5	0,7
Sortkutling	66	19	5,5	0,3
Ålekvabbe	2	5	0,2	0,1
Havørred	-	6	-	0,1
Smelt	-	2	-	0,0
Rødspætte	-	1	-	0,0
Tangsnarre	-	3	-	0,1
Alm. ulk	1	0	0,1	-
Total	1.200	5.629		

Middellængden af de fangede arter i de to år er vist i Figur 5-29. Middellængderne for de forskellige arter varierer fra ca. 5 cm (sandkutling, 3-pigget hundestejle) til 65 cm (hornfisk).

Der var ikke betydelig forskel på længden af de arter som blev fanget i både 2009 og 2012.



Figur 5-29 Middellængde samt angivelse af standardafvigelse for fiskearter fanget i Lovns Bredning i 2009 og 2012.

Hjarbæk Fjord

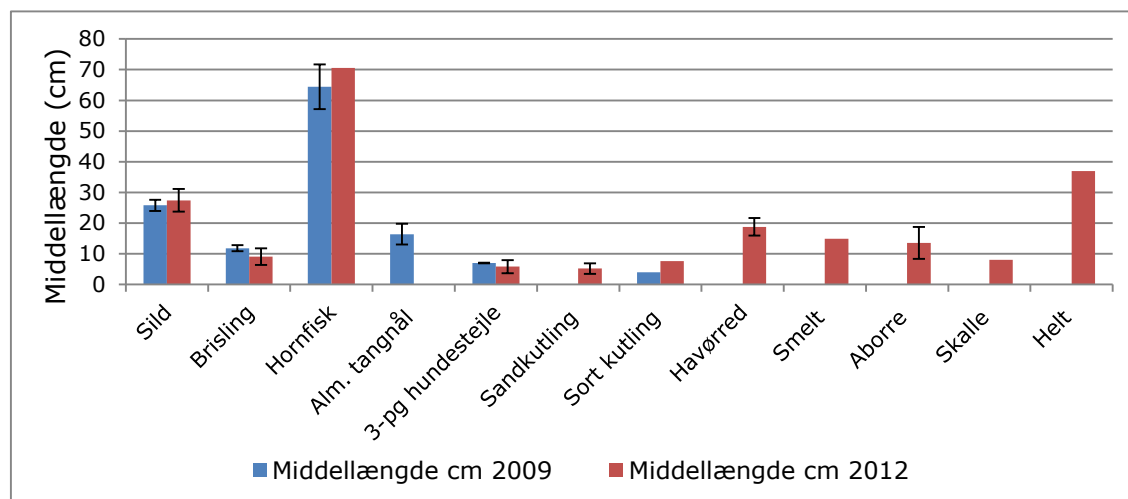
I Hjarbæk Fjord er der i alt fanget 12 forskellige fiskearter. I 2009 blev der fanget seks forskellige arter, mens der i 2012 blev fanget 11 forskellige arter. De seks nye arter, der blev fanget i 2012, inkluderer sandkutling, havørred, smelt, aborre, skalle og helt. I både 2009 og 2012 var de mest almindelige fisk i fangsterne trepigget hundestejle og brisling der udgjorde henholdsvis 88,3% og 11,2% af den samlede fangst i 2009 og 98,4% og 1,4% af den samlede fangst i 2012. Trepigget hundestejle viste den største fremgang fra 4.476 stk. i 2009 til 19.928 stk. i 2012. Samlet set steg antallet af fangede fisk fra 5.067 stk. i 2009 til 20.260 i 2012, dvs. en fremgang på 15.193 stk. mellem de to år. En samlet oversigt over fangsterne for de to år, fremgår af og Tabel 4-18.

Tabel 5-18 Antal og procentvis fordeling af fiskearter fanget i Hjarbæk Fjord i 2009 og 2012.

Hjarbæk Fjord	Antal		% fordeling (N)	
	2009	2012	2009	2012
Sild	16	34	0,32	0,2
Brisling	568	275	11,21	1,4
Hornfisk	2	1	0,04	0,0
Alm. tangnål	3	0	0,06	0,0
3-pigget hundestejle	4.476	19.928	88,34	98,3
Sandkutling	-	7	-	0,0
Sort kutling	2	2	0,04	0,0
Havørred	-	4	-	0,0
Smelt	-	1	-	0,0
Aborre	-	8	-	0,0
Skalle	-	1	-	-
Helt	-	2	-	0,0
Total	5.067	20.263		

Middellængden af de fangede arter er præsenteret i Figur 5-30. Middellængderne for de forskellige arter varierer fra ca. 5 cm (sandkutling, 3-pigget hundestejle, sort kutling) til 65 cm (hornfisk).

Der var ikke betydelig forskel på længden af de arter som blev fanget i både 2009 og 2012.



Figur 5-30 Middellængde samt angivelse af standardafvigelse for fiskearter fanget i Hjarbæk Fjord i 2009 og 2012.

5.5.2 Monitoringsfiskeri – pæleruser og interviews

5.5.2.1 Udfordringer og usikkerheder

Forekomsten af de enkelte fiskearter udviser store år-til-år variationer og varierer desuden meget hen over året i Limfjorden /33//34/. Variationerne forårsages af en lang række faktorer som vandtemperatur, isdække, iltforhold, gydesucces, prædation, udsætninger, osv. Hertil kommer, at forhold uden for lokalområdet har en påvirkning på de arter der vandrer til og fra Lovns Bredning/Hjarbæk Fjord, eller som passivt føres hertil som æg og larver med vandstrømmene fra fjernere farvande. For arter som ål, rødspætte, torsk, tunge, sild, hornfisk, hestemakrel, stenbider m.fl. er tilgangen fra Nordsøen således af afgørende betydning for bestandene i Limfjorden. Disse markante, naturlige variationer i forekomsten af de fleste fiskearter gør det vanskeligt at afdække marginale ændringer i fiskebestandene, fx som følge af mindre ændringer i saliniteten.

Der er desuden metodiske problemer forbundet med at gennemføre monitoringer af fiskebestandene. Ideelt set bør der i de perioder, der ønskes sammenlignet, monitoreres på samme positioner og med samme indsamlingsmetode (redskaber) og indsats – i praksis er dette ikke fuldt ud muligt. Det forhold at redskabernes fangstevne ikke er konstant pga. begroninger m.v. udgør en særlig udfordring.

I pilotprojektet har placeringen af redskaberne været den samme i perioden. På grund af sammenfaldende fiskeriinteresser var det imidlertid under basisovervågningen nødvendigt at reducere antallet af pæleruser i Hjarbæk Fjord fra to i 2009 til en i 2010, samt at flytte denne (fra 1. juni 2010) til en position inden for fredningszonen og nærmere Virksund dæmningen. Dette gør en direkte sammenligning mellem de 2 monitoringsperioder i Hjarbæk Fjord problematisk og vanskeliggør samtidig en sammenligning mellem fangsterne i de 2 år med basisovervågning.

På grund af varierende klimatiske forhold (storm, isdække) og biologiske forhold (begroninger, store mængder drivende vegetation, store enkeltfangster af sild, hornfisk, krabber og gopler) har det været nødvendigt, gentagne gange, at afbryde monitoringen. I perioder har redskaberne således været bragt i land mhp. tørring/rensning/reparation.

Monitoringen har primært bestået i fangstregistreringer i pæleruser placeret på begge sider af Virksund Dæmningen. Der er dog også gennemført mindre omfattende monitoringer ved brug af kasteruser og i sildebundgarn (kun i 2009). Det viste sig imidlertid, at det ikke gav lige så gode (omfattende, præcise) resultater som anvendelsen af pæleruser – antallet af arter og samlet fangstmængde var betydeligt lavere med disse redskaber end med pæleruserne (Hjarbæk Fjord: hhv. 5 og 11 arter, Lovns Bredning: hhv. 9 og 13 arter). Dette forhold kan forklares med, at pæleruserne er relativt store redskaber med en rad der er 5-10 gange længere end kasterusernes. Desuden strækker raden på pælerusen sig fra bund til overflade. Pæleruser vil således også i højere grad kunne fange pelagiske fiskearter, som kun undtagelsesvist vil gå i kasteruserne. Pæleruserne kan dog ikke betragtes som effektive redskaber til fangst af pelagiske fiskearter, som fanges mest effektivt i fx sildebundgarn.

Fangst af større fisk vil kun undtagelsesvist kunne ske i de anvendte ruseredskaber, uanset om der er tale om kasteruser eller pæleruser, eftersom de i henhold til gældende lovgivning skal være forsynet med en såkaldt odderrist/stopnet (stolpelængde hhv. 75mm og 85 mm). Større fisk vil kun kunne komme ind i ruserne hvis risten/nettet er defekt eller evt. hvis fiskene jages af eksempelvis sæler, skarver eller rovfisk.

Helt små arter (eksempelvis sandkutling og tangnåle) og yngel af større arter vil kun undtagelsesvist blive tilbageholdt i de anvendte redskaber, der har en maskestørrelse på hhv. 11 mm (halvmaske) i rusen og 18 mm i raden.

De nævnte problemer som er forbundet med fiskeundersøgelser gør, at detaljerede og entydige konklusioner om årsagssammenhænge ikke kan forventes, med mindre der observeres meget markante ændringer, som også kan sættes i forhold til konkrete miljømæssige forandringer. Monitoreringens værdi består således primært i at give et godt billede af fiskebestandenes sammensætning og overordnede udvikling og i at den vil kunne "afsløre" markante ændringer/hændelser (fiskedød, store "spring" i forekomsten af enkeltarter mv.).

5.5.2.2 Ændringer i fiskebestandenes sammensætning og udvikling - oversigt

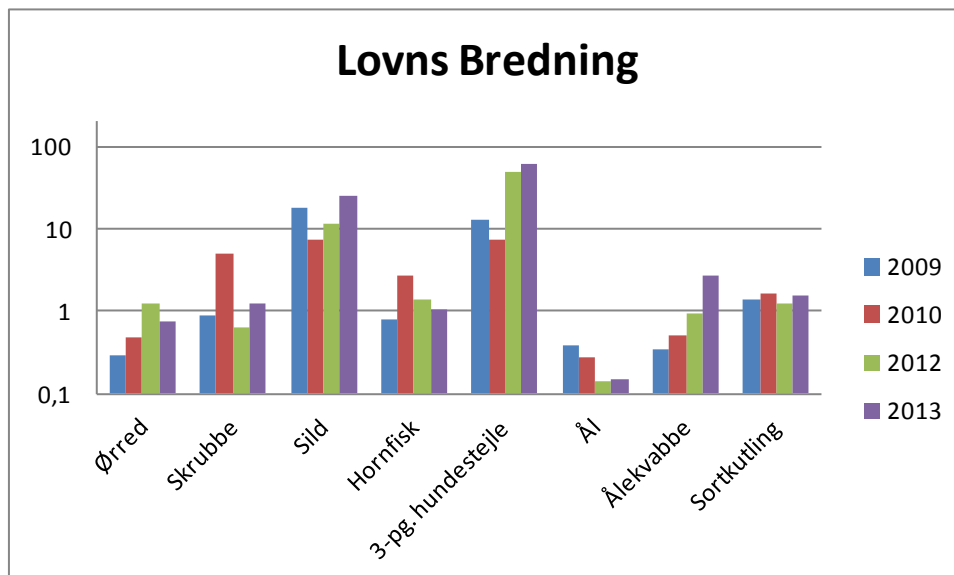
Ændringer i fiskebestandenes sammensætning og udvikling inden for basismoniteringsperioden (2009 og 2010) er beskrevet og vurderet i en særskilt rapport /5/ og gengives ikke her i detaljer.

De samlede fangster i de 4 år hvor der har været gennemført en monitorering af fiskebestandene i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning fremgår af Tabel 5-19.

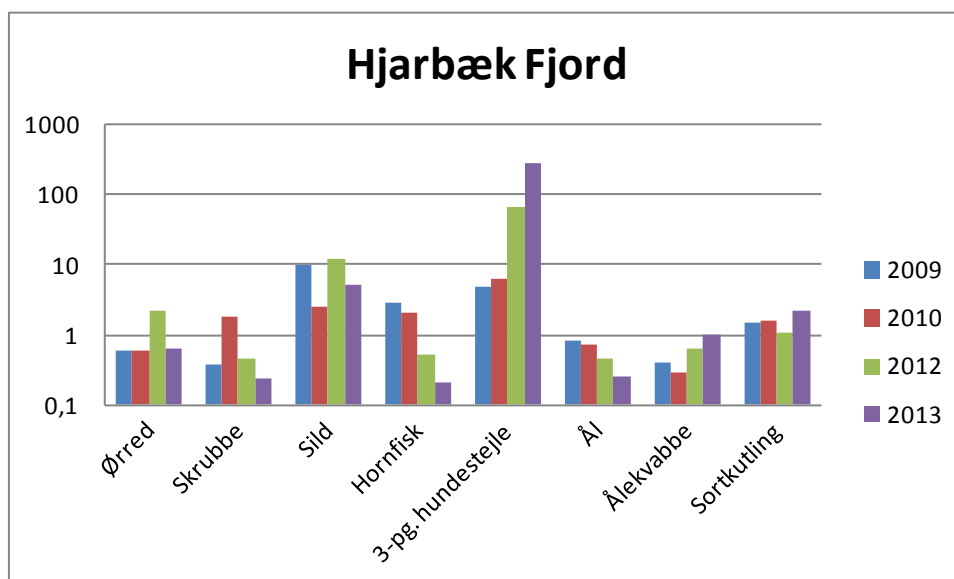
Tabel 5-19 Registrerede fangster (antal) i pæleruser samt i kasteruser og i afløb fra pumpestationen i henholdsvis Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Tabellen indeholder dels registreringer fra basismoniteringen i 2009-2010 og dels fra pilotprojektperioden 2012-2013. Tallene kan ikke umiddelbart sammenlignes mellem de 2 perioder efter som der skal tages højde for fiskeriindsatsen og ændringer i placering af ruser i Hjarbæk Fjord – dette er nærmere beskrevet i vurderingsafsnittet. * Fangster som udelukkende er gjort i kasteruser (tangnål sp., stor næbsnog, alm. tangnål) eller i opsamlingsposen på afløbet fra filteranlægget (lerkutling, alm. tangnål)

Arter	Lovns Bredning				Hjarbæk Fjord			
	2009	2010	2012	2013	2009	2010	2012	2013
Sild	7519	2239	3441	5205	3941	397	2040	628
Brisling	4	82	32	29	2	39	11	16
Hornfisk	333	820	420	222	1161	324	89	26
Ål	159	84	42	31	328	118	78	32
Skrubbe	362	1521	196	268	150	293	77	30
Pighvarre	1		3				2	
Tunge		1	15	42	1		14	15
Rødspætte		7	4	7			15	3
Ålekvabbe	145	153	283	587	161	47	112	124
Lerkutling							6*	1*
Sortkutling	591	493	377	335	599	261	188	264
Torsk	3	3	1	4				
Sej				1				
Ørred	122	142	374	158	237	94	386	79
Regnbueørred	1	1						
Smelt			28	5	5	1	8	3
Helt		1	1	1	1		1	
Tangsnarre	3	10	12		3	3	9	
3-pigget hundestejle	5449	2284	14953	13145	1995	1042	12553	34187
Alm tangnål		5*					3*	
Tangnål sp.		15*				1		
Stor næbsnog		1*						
Tangspræl		1		1				
Alm ulk		5	8	2		2		
Alm fjæsing			1					
Hestemakrel		8	1					
Stenbider			1	10				9
Flodlampret		1						
Stavsild			1					
Tyklæbet multe	1							
Brasen	9	57	7		1065	162	130	1
Skalle		1			43	18	69	16
Aborre			12	6	21	33	148	14
Gedde					2		2	
Sandart					11	3	4	
Karusse						1		
Suder						1		
Arter i alt (37)	15	24	24	19	18	19	21	17

Fangsterne afhænger bl.a. af fiskeriindsatsen, der bestemmes ud fra antal fiskedøgn og ud fra redskabstype- og placering. Det er således mere retvisende at sammenligne fangstniveauer, beregnet som fangst pr. fangstdøgn, end de faktiske fangster. Dette er gjort i Figur 5-31 (Lovns Bredning) og Figur 5-32 (Hjarbæk Fjord).



Figur 5-31 Årlige fangster (antal) pr. fangstdøgn registreret i fangstredskaberne i Lovns Bredning – bemærk log10-skala på y-aksen. Figuren viser fangsterne dels i basis-monitoringsperioden 2009-2010 og dels i pilot-projektperioden 2012-2013. Der er i alle år brugt samme redskaber placeret samme sted.



Figur 5-32 Årlige fangster (antal) pr. fangstdøgn registreret i fangstredskaberne i Hjarbæk Fjord – bemærk log10-skala på y-aksen. Figuren viser fangsterne dels i basis-monitoringsperioden 2009-2010 og dels i pilot-projektperioden 2012-2013. Det er vigtigt at være opmærksom på, at opgørelserne i de 2 perioder ikke umiddelbart kan sammenlignes, da ruserne er blevet flyttet imellem perioderne.

I det følgende er givet en beskrivelse og vurdering af de ændringer der er observeret henholdsvis inden for pilotprojektperioden (2012-2013) og mellem basismonitoringsperioden og pilotprojektperioden.

5.5.2.3 Vurdering af udvikling i pilotprojektperioden (2012-2013)

Som beskrevet i afsnit 5.5.2.1 afhænger forekomsten af fisk i et givet område af en lang række forhold, herunder af salinitet, iltforhold og lagdelingen af vandmasserne. De nævnte forhold vil, i sammenhæng med de naturgivne forhold som temperatur, vind/hydrografi, næringsstoffer, kunne påvirkes af udledningen fra Ll. Torup Gaslager.

Fisk der udsættes for dårlige iltforhold og markante ændringer i salinitet, eventuelt med en deraf afledt springlagsdannelse, vil reagere ved at undvige de berørte områder, med mulige konsekvenser for fiskenes vandring til gydeområder, for fiskeriet m.v. I tilfælde, hvor de ugunstige situationer opstår pludseligt, kan fiskene blive "fanget" og eventuelt skades eller dø. En sådan situation kan eksempelvis opstå hvor iltfattigt bundvand ved fralandsvind bevæger sig ind mod kysten og derved afskærer flugtvejene for fisk i området.

Set i lyset af dels den opmærksomhed der er tildelt fisk og fiskeri i området samt den økonomiske betydning heraf, og dels den usikkerhed der altid vil være forbundet med modellering af forventede konsekvenser af en given påvirkning, er det fundet relevant at overvåge fiskebestandene.

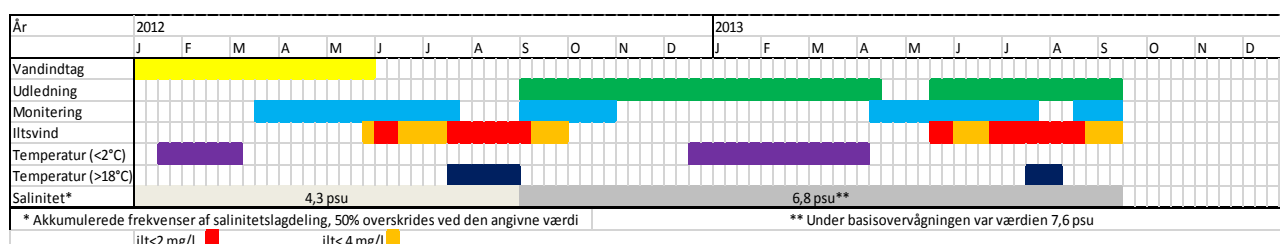
Modellering blev udført ifm. VVM-redegørelsen, og behandles i afsnit 5.2. De forventede ændringer er små, set i sammenhæng med de naturlige variationer. Konklusionerne fra den gennemførte pilotprojekt og basisovervågning opsummeres nedenfor (se afsnit 5.2):

- Det er ikke muligt at påvise en ændring i den målte overfladesalinitet eller bundsaliniteten ift. udledningen.
- Det er ligeledes ikke muligt at erkende en ændring af hyppighed eller styrke af springlaget ift. udledningen.
- Der ses ikke nogen atypisk udvikling af iltindholdet ved stationen nærmest udledningen (P7) under udpumpningen, hverken set i forhold til basisovervågningen, til overvågningen under indtag eller til registreringer i Limfjorden som helhed.
- Generelt synes der ikke at være en øget hyppighed af iltsvind eller moderat iltsvind under pilotprojektet sammenlignet med basisovervågningen.

Set i lyset heraf må de ændringer i fiskebestandene som monitoringen kan påvise, som vurderes nedenfor, skyldes naturlige variationer forårsaget af de nævnte miljøparametre med særlig relevans for pilotprojektet, samt af en lang række andre forhold som omtalt i afsnit 5.5.2.1.

Monitoringen i 2012 er hovedsageligt gennemført før udledningen fra gaslageret blev igangsat, mens hele monitoringen i 2013 er gennemført inden for udledningsperioden (dog var udledningen afbrudt i en periode i foråret), se Figur 5-33.

Monitoringen i begge år er begyndt efter perioder med is – eller med risiko for isdannelse, defineret ved en vandtemperatur på 2°C, og har omfattet perioder med iltsvind og høje vandtemperaturer (>18°C). Salinitetsspringlaget var stærkere (større gennemsnitlig salinitetsforskel mellem bund og overflade) i 2013 end i 2012, men svagere end i basisperioden.



Figur 5-33 Udviklingen i centrale miljøparametre (ilt, springlag, temperatur) på station P7 (nærmest udledningen) sammenholdt med dels vandindtag og udledning i forbindelse med pilotprojektet og dels monitoreringen af fiskebestandene.

Udviklingen i fangsterne pr. fiskedøgn imellem de 2 monitoringsår for de vigtigste arter er sammenfattet i Tabel 5-20. I både Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning er der registreret en nedgang i bestandene af ørred, ferskvandsfiskearter (brasen, skalle, aborre), og til dels også af ål. Omvendt har bestandene af sortkutling, ålekvabbe og 3-pigget hundestejle udvist en betydelig fremgang. Fangsterne af de udprægede saltvandsarter (tunge, rødspætte, torsk) er især gået frem i Hjarbæk Fjord. Fangsten af de pelagiske fiskearter (sild og hornfisk) har været forskellig i de to farvande – der har været en fremgang i Lovns Bredning men en nedgang i Hjarbæk Fjord.

Tabel 5-20 Udviklingen i fangsterne af de vigtigste fiskearter imellem 2012 og 2013 i henholdsvis Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning (sammenligning af fangst pr. fiskedøgn)

Art	Hjarbæk Fjord	Lovns Bredning
Sild	Ned	Op
Hornfisk	Ned	Uændret
Ål	Ned	Uændret
Skrubbe	Ned	Op
Ørred	Ned	Ned
Ålekvabbe	Op	Op
Sortkutling	Op	Op
3-pigget hundestejle	Op	Uændret
Ferskvandsarter (brasen, skalle, aborre)	Ned	Ned
Saltvandsarter (tunge, rødspætte, torsk)	Op	Uændret

Fisks forekomst og adfærd er meget temperaturafhængig, og fangsterne af de forskellige arter vil derfor variere meget hen over året, generelt vil fisk i vinterperioden søge ud på dybere, lidt varmere vand. En del af forskellene i fangsterne kan derfor i et vist omfang forklares ud fra monitoringsperiodernes forskellige længder i de to år. Monitoringen i 2013 startede ca. 3 uger senere (på grund af is), og sluttede ca. 1½ måned tidligere (afslutning på projektperioden) end i 2012. Ud fra fangsternes fordeling hen over året i 2012 (se bilag 11) kan omfanget af de mulige "tabte" fangster skønsmæssigt vurderes. Udviklingen i fangstniveauet for ål og hornfisk vurderes som retvisende, mens fangstniveauet i 2013 for ørred, skrubbe og 3-pigget hundestejle efter al sandsynlighed ville have været højere, hvis fiskeriet var blevet påbegyndt på samme tid som i 2012. Hvis monitoringen i 2013 havde strakt sig helt frem til november, hvor fiskeriet blev afsluttet i 2012, ville fangstniveauet for ålekvabbe og sortkutling sandsynligvis have været højere.

Vurderingerne ændrer ikke afgørende på udviklingstendenserne som vist i Tabel 5-20. Det er dog muligt at fangsten af ørred i Lovns Bredning i 2013 ville være nået op på 2012-niveauet, hvis monitoringen havde haft samme længde som i 2012. Samlet set har fangstniveauet for ørred i 2013 dog ligget væsentligt under niveauet i 2012.

Springlaget ligger overvejende i en dybde på 4-5 meter og har kun undtagelsesvist direkte berørt de anvendte fiskeredskaber, som har været placeret på en dybde strækkende sig fra ca. ½ meter inderst mod land og ud til 2½ meter, hvor rusen har været anbragt. Der er i en enkelt måling sidst i juli registreret alvorligt iltsvind i en dybde af 1½-2 meter på målestation P7. Set i lyset af, at der kun er målt iltprofiler hver 14. dag kan det ikke udelukkes, at der har været flere tilfælde af kritisk lave iltkoncentrationer i overfladenære vandlag. Der er imidlertid ikke registreret døde eller "slappe" fisk på noget tidspunkt i monitoringsperioden så vurderingen er, at eventuelle perioder med kritisk lave iltkoncentrationer på redskabspositionerne har været kortvarige og med begrænset vertikal udstrækning.

Som nævnt kan lave iltkoncentrationer betyde, at især fisk som lever på eller nær bunden ændrer adfærd, eventuelt flygter fra de ramte områder og ind på lavere vanddybder. Sådanne situationer er sandsynlige, når alvorlige iltsvindsituationer opstår sidst i maj/begyndelsen af juni. I både 2012 og 2013 er der således i Lovns Bredning observeret ekstraordinært store fangster af ålekvabbe i juni måned, som muligvis kan have en sammenhæng med iltsvind i de dybere områder af fjorden. Samme fænomen i samme periode er imidlertid ikke observeret hos andre bentske fiskearter som sortkutling og skrubbe.

Fangsten af sortkutling har henholdsvis 2. november 2012 og 14. september 2013 været ekstraordinært store (2-3 gange større end de næststørste fangster). Samme fænomen er observeret i forbindelse med basisovervågningen i august 2009. Årsagen kunne være pludselige ændringer i temperatur og/eller iltindhold, men det er ikke på baggrund af det gennemførte måleprogram, med målinger af temperatur og ilt pr. 14. dag, muligt at konkludere noget entydigt om årsags-sammenhæng. Det bemærkes dog at fænomenet er forekommet både i periode med og uden udledning.

Ålekvabben (specielt dens reproduktive succes og forekomsten af misdannet yngel) anvendes i miljøovervågningen som indikator for, om eventuelle miljøfarlige stoffer påvirker kystnære fisk. Ålekvabben er velegnet som indikator, fordi den er følsom over for miljøfarlige stoffer og iltsvind, og fordi den lever i det samme område hele livet. Det betyder, at en eventuel observeret påvirkning af fisken kan forbindes med en lokal forureningssituation. Set i lyset heraf kan den store forekomst af ålekvabbe specielt i Lovns Bredning ses som en positiv indikation for områdets tilstand, men som tidligere nævnt kan forekomsten i sig selv også afspejle ugunstige forhold i nærområdet og/eller mere optimale salinitetsforhold for arten. Den samtidige forøgelse i fangsterne af saltvandsarter, samt nedgangen i fangsten af ferskvandsfiskearterne kan tyde på, at der efter basisovervågningen er sket en tilførsel af saltvand fra den øvrige Limfjord/Nordsøen. Omvendt betragtes ålekvabben som en udpræget standfisk og den øgede forekomst af arten kan derfor også skyldes en høj grad af overlevelse af den yngel der lokalt blev født for 2-3 år siden – og som i 2013 vil have nået en længde på ≥ 20 cm.

Samlet set har fiskeriet med pæleruser ikke afdækket særlige hændelser såsom fiskedød eller meget usædvanlige/manglende fangster inden for monitoringsperioden. Monitoreringen har imidlertid påvist betydelige variationer og udviklingstendenser for de forskellige fiskearter.

5.5.2.4 Vurdering af udvikling i henholdsvis 2009-2010 (basisovervågning) og i 2012-2013 (pilotprojekt). Som tidligere nævnt er det pga. metodiske ændringer (flytning/reduktion af redskaber), problematisk at sammenligne fangstniveauerne i de 2 perioder i Hjarbæk Fjord.

Det vurderes dog, at monitoreringen giver et retvisende billede af hvilke fiskearter der er til stede, og af det mængdemæssige forhold herimellem. De metodiske problemer i forbindelse med monitoreringen i Lovns Bredning er væsentligt mindre og det er derfor i højere grad muligt at vurdere hvorvidt der er sket ændringer eller ej i dette område.

Den ændrede placering/indsats i Hjarbæk Fjord har ikke betydet, at der har kunnet konstateres nogen særlig forskel på hverken antal arter eller artssammensætning mellem de to år (2009: 18 arter, 2010: 19 arter). Fangsternes størrelse (antal/vægt) var imidlertid væsentligt lavere i 2010 end i 2009 for de fleste arters vedkommende. Hvorvidt dette skyldes den ændrede placering af redskaberne eller om det afspejler en reel forskel i arternes hyppighed imellem de to år er det vanskeligt at konkludere noget entydigt om. De reducerede fangster i forårsperioden i 2010, som sandsynligvis skyldes de lave temperaturer dette år kan dog forklare en del af forskellen.

Udviklingen i fangsterne pr. fiskedøgn imellem de 2 monitoringsperioder af de vigtigste arter er sammenfattet i Tabel 5-21. På trods af de førnævnte metodiske problemer der er knyttet til monitoreringen i Hjarbæk Fjord, er det opsigtsvækkende i hvor høj grad udviklingstendenserne for de enkelte fiskearter følger hinanden i de to områder. I begge områder er fangstniveauet for arterne ørred, ålekvabbe og for saltvandsarterne (primært tunge og rødspætte) gået markant frem, mens fangstniveauet for arterne hornfisk, ål, skrubbe og for ferskvandsarterne (primært i Hjarbæk Fjord) gået tilbage. Fangstniveauet for sild og sortkutling har været stort set uændret i begge områder.

Table 5-21 Udviklingen i fangsterne af de vigtigste fiskearter i henholdsvis Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning imellem perioderne for henholdsvis basismonitoringen (2009-2010) og pilotprojektmonitoringen (2012 og 2013) (sammenligning af fangst pr. fiskedøgn).

Art	Hjarbæk Fjord	Lovns Bredning
Sild	Uændret	Uændret
Hornfisk	Ned	Ned
Ål	Ned	Ned
Skrubbe	Ned	Ned
Ørred	Op	Op
Ålekvabbe	Op	Op
Sortkutling	Uændret	Uændret
3-pigget hundestejle	Op	Op
Ferskvandsarter (brasen, skalle, aborre)	Ned	Uændret
Saltvandsarter (tunge, rødspætte, torsk)	Op	Op

De usædvanligt store forekomster af saltvandsfiskearter i pilotmonitoringsperioden, og især i 2013 - først og fremmest af rødspætte og tunge, men også af enkelte individer af torsk og sej - antyder, at der kan være sket en relativ kraftig indstrømning af vand fra Vesterhavet til Limfjorden. Der er tilsvarende beretninger fra andre dele af Limfjorden, blandt andet fra Skive Fjord (pers. komm. fritidsfisker Hugo Larsen).

Det tidlige forår/vinter i både 2010 og 2013 har været relativt kolde med gennemsnitstemperaturer (i luft) i januar, februar og marts under gennemsnittet /35/. Desuden har der været langvarige perioder med isdække. Ud fra de detaljerede temperaturmålinger, som er blevet gennemført i forbindelse med basismonitoringen /5/, kan det desuden konstateres, at vandtemperaturen omkring Virksund Dæmningen først nåede over 10 °C omkring en måned senere i 2010 sammenlignet med 2009. De lave temperaturer og isdækket antages at have været medvirkende til de konstaterede markante ændringer i fiskebestandene i de 2 år. Fangsterne af sild, skrubbe, sortkutling og hundestejle var således dårligere i Lovns Bredning i første halvdel af 2010 end i 2009.

Også i Hjarbæk Fjord kunne der registreres en mindre fangst af blandt andet sortkutling i første halvdel af 2010. De kolde februar og marts måneder i 2013 har haft en forsinkende effekt på fangsten af visse arter (sortkutling, fjordreje o.a.) men effekten er mindre veldokumenteret pga. den sene opstart af monitoringsfiskeriet.

Saliniteten i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord er forskellig - i Hjarbæk Fjord er der en større forskel på salinitet i overflade- og bundvand lige som den tidsmæssige variation er betydeligt større /1//5/. Ved øget afstand fra dæmningen i Hjarbæk Fjord, nærmere de store tilløb til fjorden, er saliniteten faldende. Der har igennem hele basisovervågningen været en haloklin i en dybde på 2-4 meter i Hjarbæk Fjord, og monitoringen har vist kraftigt iltvind (<2 mg ilt /l) under haloklinen i sommerperioden i begge år samt under isen i februar-marts 2010. Da fangstredskaberne har været placeret på vanddybder på maksimalt 2½ meter har de generelt været anvendt i relativt ferskt og iltrigt vand. Der er da heller ikke observeret døde fisk i ruserne. Fiskeundersøgelsen har, i overensstemmelse med de målte saliniteter, klart kunnet påvise at fiskebestanden i Hjarbæk Fjord er mere ferskvandspræget end fiskebestanden i Lovns Bredning, idet der er registreret 7 udprægede ferskvandsarter i Hjarbæk Fjord og kun 3 udprægede ferskvandsarter i Lovns Bredning. Desuden var antallet af ferskvandsarter fanget i Lovns Bredning væsentligt lavere end for Hjarbæk Fjord.

Af de almindeligt forekommende arter i de to vandområder er det kun skrubbe og brisling som har pelagiske æg. De registrerede store forekomster af skrubber i begge vandområder i basismonitoringsperioden og til dels også i pilotprojektperioden er bemærkelsesværdig, set i lyset af den dårlige tilstand der ellers har været gældende for bestanden siden 1960`erne /37/. Årsagen til denne positive udvikling kan være en generel bedring i de miljømæssige forhold, og muligvis også de udsætninger af skrubbeyngel, som i stærkt varierende omfang er foretaget siden 1993. I både 2010 og 2012 blev der foretaget udsætninger af skrubbeyngel (hhv. 5000 og 6000 stk., 3 -

7 cm store) i Hjarbæk Fjord. Det må formodes at overlevelsen af yngel af den nævnte størrelse er begrænset, men det kan dog ikke udelukkes, at i hvert fald en del af de mange juvenile skrubber på 8-12 cm der blev fanget i både Hjarbæk Fjord, og især i Lovns Bredning i august-september 2010 kan hidrøre fra udsætningen samme år. En mulig, tilsvarende effekt af udsætningerne i 2012 og 2013 har ikke kunnet påvises i Hjarbæk Fjord. Anderledes forholder det sig med Lovns Bredning, hvor der er konstateret relativt store fangster af skrubber i 2013. Hertil kommer, at omkring 90% af fangsterne havde en størrelse (10 - 20 cm), som svarer til den størrelse de udsatte fisk vil kunne have nået i 2013.

Sild og hornfisk vandrer om foråret/tidlig sommer i stort antal ind i Hjarbæk Fjord for at gyde i de kystnære områder, hvor deres æg fæstner sig til planter, sten mv. Om efteråret vandrer ynglen ud på dybere vand og eventuelt helt ud af Hjarbæk Fjord og til andre dele af Limfjorden. At der kun er fanget enkelte juvenile sild og slet ingen juvenile hornfisk skyldes efter al sandsynlighed, at disse er pelagiske og meget små/slanke fisk som i givet fald kun vanskeligt vil kunne fastholdes i de anvendte redskaber. Som beskrevet i afsnit 5.4.2.2 er der observeret en del sildelarver, både blommesækklarver og postlarver, hvilket indikerer at sild med succes gyder i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning.

Ålen er generelt gået tilbage i europæiske farvande. Samtidig kan lokale/regionale miljø- og klimafaktorer have været medvirkende til ålebestandens dårlige tilstand i Limfjorden. Fangsten af ål i Limfjorden har igennem de sidste mere end 50 år vist en markant nedadgående tendens /38/. Fangsterne i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord har udvist samme tendens. Fangsterne i Lovns Bredning i 2013 har ligget på samme, lave niveau som i 2012. Det bemærkes, at arten er genstand for en stadig mindre grad af kommercielt fiskeri, mens arten fortsat er genstand for et relativt omfattende fritidsfiskeri med kasteruser. Hovedparten af fangsterne består af gulål, som modsat blankål er fødesøgende. De to vandområder må således anses som vigtige fourageringsområder for ål.

De relativt store fangster af ørred igennem hele monitoringsperioden, primært smolt med en størrelse på 12-25 cm, tyder på, at både Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning er vigtige fourageringsområder for denne art. Ørredbestanden holdes til dels oppe ved massive udsætninger i tilløbene til de to vandområder.

Efterlysningen af arter som indgår i udpegningsgrundlaget for NATURA 2000 områderne (arter af lampretter og stamsild), samt interviews af både sports-, erhvervs- og fritidsfiskere har kun kunnet bidrage med ganske få oplysninger om disse arters forekomst. Litteratursøgning og resultaterne af nærværende monitoring (fangst af et enkelt eksemplar af henholdsvis flodlampret og stav-sild i Lovns Bredning) giver dog grundlag for at konkludere, at disse arter forekommer i området - men ikke i stort tal. Havlampretten har med sikkerhed også været tilstede i hvert fald indtil for 15 år siden - hvorvidt den fortsat findes er uklart. Der er sparsom dokumentation om forekomst af stamsild (stav- og majsild) i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Der er registreret en fangst af majsild i Hjarbæk Fjord helt tilbage i 1878 men ikke siden. Stavsild er i henhold til DTU Aquas fiskeundersøgelser blevet mere almindelig i andre dele af Limfjorden (vest for Løgstør). /36/.

5.5.3 Frafiltreret materiale

Opsamlingen af materiale i den pose, der har været monteret på afløbet fra filteranlægget, har fungeret efter hensigten. Faren for isdannelse har imidlertid forhindret monitoring i vinterperioden (december-februar), ligesom periodisk forekomst af store mængder "græs" (havgræs, vandaks, makroalger m.v., begroning med rurer m.v. har reduceret sorteringen og øget dødeligheden af de opsamlede fisk.

Der er kun fundet 4 fiskearter i det frafiltrerede materiale, og kun 3-pigget hundestejle i større antal. Afhængigt af tidsrummet mellem tømningerne af opsamlingsposen har hovedparten af fiskene været i live, og ville efter alt at dømme have kunnet overleve, hvis de var blevet ledt direkte tilbage til fjorden.

Ud fra materialet i opsamlingsposen kan det konkluderes, at indpumpning af vand fra Hjarbæk Fjord kun har haft en helt marginal betydning for fiskebestandene - uanset art.

5.6 Planforhold

Overordnet sætter vand- og naturplaner rammerne for den fremtidige indsats i de enkelte vand-områder.

I dette afsnit gennemgås gældende eller kommende planforhold, med fokus på vandrammedirektivets kvalitetselementer, foreløbige vandplaner, naturplaner (Natura 2000) og skaldyrvande.

5.6.1 Vandrammedirektivets kvalitetselementer

Vandrammedirektivet opererer med biologiske elementer, men også med hydromorfologiske elementer samt kemiske og fysisk-kemiske elementer, der understøtter de biologiske elementer.

Vandrammedirektivet indeholder følgende kvalitetselementer til klassifikation af økologisk tilstand for kystvande:

- Biologiske elementer
 - Fytoplanktons sammensætning, tæthed og biomasse
 - Anden akvatisk floras sammensætning og tæthed
 - Den bentiske invertebratfaunas sammensætning og tæthed
- Hydromorfologiske elementer
 - Morfologiske forhold
 - Dybdevariation
 - Bundforhold (struktur og substrat)
 - Tidevandszonens struktur
 - Tidevandsregime
 - De dominerende strømmes retning
 - Bølgeeksponering
- Kemiske og fysisk-kemiske elementer
 - Generelt
 - Sigtdybde
 - Termiske forhold
 - Iltforhold
 - Salinitet
 - Næringsstofforhold
 - Specifikke forurenende stoffer
 - Forurening med alle prioriterede stoffer, som det er blevet påvist udledes i vand-området
 - Forurening med andre stoffer, som det er blevet påvist udledes i signifikante mængder i vandområdet

5.6.1.1 Vurdering ift. kvalitetselementer

De biologiske kvalitetselementer er indarbejdet og vurderet i VVM-redegørelsen /1/. I Tabel 5-23 angives en de relevante kvalitetselementer samt relevant overvågning for de parametre der indgår i denne rapport, samt en overordnet vurdering.

Tabel 5-22 Kvalitetslementer og vurdering

Kvalitetslementer	Pilotprojektovervågning (denne rapport) og vurdering
Biologiske elementer	<ul style="list-style-type: none"> • For fytoplankton (planteplankton) er der foretaget overvågning af biomasse (fluorescens) på 13 stationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Som beskrevet i afsnit 5.2 vurderes det, at der ikke er nogen direkte påvirkning af fluorescensen på station P7 i Lovns Bredning. Der er dog en indirekte virkning hidrørende fra overfladevand fra Hjarbæk Fjord som er anvendt til fortynding. • Der er ikke foretaget overvågning af anden akvatisk flora eller bentisk invertebratfauna under pilotprojektet.
Hydromorfologiske elementer	<ul style="list-style-type: none"> • Der er ikke foretaget overvågning af de hydromorfologiske elementer under pilotprojektet.

Kvalitetslementer	Pilotprojektovervågning (denne rapport) og vurdering
Kemiske og fysisk-kemiske elementer	<ul style="list-style-type: none"> • For de generelle forhold er der foretaget overvågning af temperatur, ilt og salinitet under pilotprojektet. Som beskrevet i afsnit 5.2 vurderes det, at der ikke på baggrund af målingerne kan påvises nogen ændring i salinitetsniveau, hverken i bundvandet eller i overfladevandet. Det er ligeledes vurderes, at der ikke har været en øget hyppighed af lagdeling eller øget iltsvind under pilotprojektet. • Næringsbelastning og metaller som følge af udledningen behandles i særskilt rapport, som henholder sig til vilkår i miljøgodkendelsen /3/. <ul style="list-style-type: none"> ○ For næringsalte er der i miljøgodkendelsen ikke sat udlederkrav, og prognoserne for indholdet af næringsstoffer i den koncentrerede brine er generelt er i overensstemmelse med det målte indhold under pilotprojektet. ○ For en række metaller er der i miljøgodkendelsen sat udlederkrav, og der er foretaget hyppig overvågning. De beregnede kontrolværdier for indholdet af metaller i den udledte fortyndede brine har generelt ligget under udledningskravene. Dog er der konstateret enkelte overskridelser for fire stoffer (bor, sølv, tin og uran). På baggrund af af-rapportering ift. udledningstilladelsen /3/, skal Miljøstyrelsen tage stilling til disse.

5.6.2 Vandplaner

Vandplaner skal iflg. lovgivningen sikre, at vandløb, søer, kystvande og grundvandsforekomster i udgangspunktet opfylder miljømålet "god tilstand" inden udgangen af 2015.

- Basisforanstaltningerne udgør de tiltag frem til 2012, som allerede er besluttet og i visse tilfælde iværksat, men endnu ikke afsluttet, fx iht. EU-direktiver (bl.a. Nitratdirektivet og Spildevandsdirektivet), spildevandsplaner samt gældende lovgivning.
- I vandplanen fastsættes supplerende foranstaltninger, som udgør indsatsen i vandplanens indsatsprogram efter miljømålsloven, og skal sikre målopfyldelsen inden udgangen af 2015. Miljømålsloven giver mulighed for i særlige tilfælde at anvende undtagelsesbestemmelser.

Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord ligger i hovedvandopland 1.2 Limfjorden. Forslag til vandplaner /31/ er i 6 måneders offentlig høring frem til den 23. december 2013.

Både Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord er udlagt med miljømålene god kemisk tilstand (fastsat ift. miljøkvalitetskrav for udvalgte stoffer) og god økologisk tilstand (fastsat ift. udbredelsen af ålegræs). Tidsfristen er af tekniske årsager udskudt, og Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord er undtaget fra målopfyldelse i 2015.

Indsatsplanerne for Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord er i vandplanerne defineret som følger:

- Lovns Bredning:
 - Reduceret næringsbelastning.
 - Indsats ift. miljøfarlige forurenende stoffer.
 - På baggrund af en undersøgelse tages stilling til mulighed for et fortsat skaldyrfiskeri.
- Hjarbæk Fjord:
 - Reduceret næringsbelastning.
 - Indsats ift. miljøfarlige forurenende stoffer.
 - Socioøkonomisk analyse af alternativer til nuværende vandudvekslingsforhold (sluseforhold).

5.6.2.1 Vurdering ift. vandplaner

De foreløbige vandplaner fastsætter indsatsplaner som siden skal implementeres.

- Næringsbelastning og metaller som følge af udledningen behandles i særskilt rapport, som henholder sig til vilkår i miljøgodkendelsen /3/. Konklusionen er gengivet i ovenstående Tabel 5-22.
- Miljøfarlige forurenende stoffer omfatter stoffer for hvilke der er defineret miljøkvalitetskrav. Disse behandles i nærværende rapport, i afsnit 0. Der er ikke konstateret en overskridelse af miljøkvalitetskrav som kan relateres til pilotprojektet.

5.6.3 Naturplaner

Natura 2000-planer foreskriver nødvendig indsats for at sikre naturens tilstand i områderne (gunstig bevaringsstatus). Denne indsats vil i mange tilfælde have samme karakter, som den indsats, der er nødvendig for at opnå god økologisk tilstand i vandområderne.

Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord ligger i Natura 2000 området "N30 Lovns Bredning, Hjarbæk Fjord og Skals, Simested og Nørre Ådal, samt Skravad Bæk".

I forbindelse med VVM-processen for Ll. Torup gaslager har miljømyndighederne i den sammenfattende redegørelse /39/ og VVM-tilladelsen /1/ opsummeret at:

Der er i udledningstilladelsen fastsat udlederkrav, der skal sikre, at gældende miljøkvalitetskrav er overholdt. Konceptet for fastsættelse af miljøkvalitetskrav er, at "den mest følsomme art" er beskyttet. Overholdelse af de fastsatte miljøkvalitetskrav for udledning af metaller og miljøfremmede stoffer sikrer derfor et tilstrækkeligt beskyttelsesniveau for udledningen af disse stoffer til Natura 2000-områderne Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning. Det betyder således, at projektet ikke vil medføre en væsentlig påvirkning eller skade på Natura 2000 området, dets integritet eller de arter, der er en del af udpegningsgrundlaget.

5.6.3.1 Vurdering ift. Natura 2000 planer

Overholdelse af krav fastsat i udledningstilladelsen behandles i et separat dokument /3/. Konklusionen er gengivet nedenfor for flow & salinitet samt metaller og miljøfremmede stoffer (glykoler):

- Flowet af udledt fortyndet brine har under hele genudskylningen været under grænseværdien på 2.000 m³/t på nær i projektets første måned, hvor der blev konstateret flow på op til 2.016 m³/t som følge af indkøringen af systemet. Som følge af indkøring af systemet forekom der mindre overskridelser af kravværdien for salinitet (28 psu) i den første måned, hvor der blev målt op til 30 psu. I hele pilotprojektet efterfølgende har den udledte fortyndede brine ligget under udledningskravet.
- For metaller har de beregnede kontrolværdier for indholdet af metaller i den udledte fortyndede brine generelt ligget under udledningskravene. Der er sat et generelt og et maksimalt udlederkrav for en række metaller.
 - Der er ikke konstateret overskridelse af udlederkrav for stofferne arsen (As), barium (Ba), bly (Pb), cadmium (Cd), chrom (Cr), cobolt (Co), kobber (Cu), jern (Fe), kviksølv (Hg), molybdæn (Mo), mangan (Mn), nikkel (Ni), selen (Se), tallium (Tl), antimon (Sb), strontium (Sr), vanadium (Va) og zink (Zn)
 - For bor (B), sølv (Ag), tin (Sn) og uran (U), har kontrolværdierne i perioder ligget over de generelle udledningskrav.
 - For uran (U) har det maksimale indhold i en enkelt prøve ligget over udledningskravet.
- Der er ikke konstateret indhold af glykoler, der giver anledning til kontrolværdier over udledningskravet.

Der har således overordnet været overholdelse af de fastsatte miljøkvalitetskrav for udledning af metaller og miljøfremmede stoffer, og dermed ventes det at pilotprojektet ikke har medført en væsentlig påvirkning på Natura 2000 området. Dog er der konstateret enkelte overskridelser for fire stoffer (bor, sølv, tin og uran). På baggrund af afrapportering ift. udledningstilladelsen /3/, skal Miljøstyrelsen tage stilling til disse.

5.6.4 Skaldyrvande

Der er i Bekendtgørelse 38 /21/ anført kvalitetskrav for en række parametre i skaldyrvande, inkl. pH, temperatur, farve, suspenderet stof, metaller salinitet, iltindhold, mm.

Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord er udpeget som skaldyrvande. Kvalitetskrav for skaldyrvande udgør beslutningsgrundlaget for de fastsatte krav og vilkår til udledningen, jf miljøgodkendelsen /1/. Overholdelse af krav fastsat i udledningstilladelsen behandles i et separat dokument /3/.

5.6.4.1 Vurdering ift. skaldyrvande

Kvalitetskrav for skaldyrvand er gengivet i Tabel 5-23. Desuden angives en henvisning til relevante afsnit, for de parametre der indgår i denne rapport, samt den overordnede konklusion.

Tabel 5-23 Kvalitetskrav for skaldyrvande

Parametre	Kvalitetskrav /21/	Pilotprojektovervågning (denne rapport)
pH (i vand)	7 – 9 (pH-enhed)	-
Temperatur °C (i vand)	Den temperaturforskel, som skyldes en udledning, må i skaldyrvande, der påvirkes af denne udledning, ikke overstige den temperatur, som måles i vandområder, der ikke påvirkes, med mere end 2 °C.	Temperatur behandles i afsnit 5.2. <ul style="list-style-type: none"> Der er ikke konstateret en påvirkning på temperatur på de 13 stationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord forårsaget af udledningen.
Farve (efter filtrering) mg Pt/1 (i vand)	Vandets farve, som skyldes en udledning, må efter filtrering i skaldyrvande, der påvirkes af denne udledning, ikke afvige fra den farve, som måles i vandområder, der ikke påvirkes, med mere end 10 mg Pt/l.	-
Opslemmede stoffer mg/1 (i vand)	Indholdet af opslemmede stoffer, som skyldes en udledning, må i skaldyrvande, der påvirkes af denne udledning, ikke overstige det indhold, som måles i vandområder, der ikke påvirkes, med mere end 30 %.	Turbiditet behandles i afsnit 5.2. <ul style="list-style-type: none"> Der er ikke konstateret en påvirkning på suspenderet stof (turbiditet) på de 13 stationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord forårsaget af udledningen. Turbiditet og suspenderet stof behandles desuden i /3/. Kontrolværdierne for suspenderet stof har ligget over udledningskravet i sommerperioden. De høje niveauer af suspenderet stof vurderes at være forårsaget af algeopblomstring i indtagsvandet og ikke af brinens bidrag af suspenderet stof. Kontrolberegninger foretaget på fortyndingsvandet alene ville således også have resulteret i værdier over udledningskravet.

Saltindhold ‰ (i vand)	<p>≤ 40 ‰.</p> <p>Den variation i saltindholdet, der forårsages af en udledning, må i de skaldyrvande, som påvirkes af denne udledning, ikke overstige det saltindhold, som måles i vandområder, som ikke påvirkes, med mere end 10 %.</p>	<p>Salinitet i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord behandles i afsnit 5.2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Den højeste målte salinitet er 32, og der er dermed ikke en overskridelse af kravet om 40 ‰. • Der er ikke konstateret en påvirkning på salinitet på de 13 stationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord forårsaget af udledningen.
Opløst ilt (mætningsgrad) (i vand)	<p>≥ 70 % (middelværdi).</p> <p>Hvis en enkelt måling viser en værdi på under 70 %, fortsættes målingerne. Ingen enkelt måling må give en værdi på under 60 %, medmindre dette ikke er til skade for skaldyrbestanden.</p>	<p>Iltforhold i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord behandles i afsnit 5.2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der er gentagne gange konstateret iltsvind, med mætningsgrader under 70 %, både før og under udledningen. • Der er ikke konstateret en påvirkning på iltforhold på de 13 stationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord forårsaget af udledningen.
Stoffer, der har indflydelse på skaldyrenes smag (i skaldyrkød)	<p>Ringere koncentration end den, der kan forringe skaldyrenes smag.</p>	-
E. coli	<p>230 MPN/100 g (i skaldyrkød)</p>	-
Mineraloliebaserede kulbrinter (i vand)	<p>Mineralolieprodukter må ikke forekomme i skaldyrvande i sådanne mængder:</p> <ul style="list-style-type: none"> - at de på vandets overflade danner en synlig film og/eller belægning på skaldyrene, - at de fremkalder skadelige virkninger for skaldyrene. 	-
<p>Desuden anføres for metallerne at koncentrationerne for de anførte stoffer i skaldyrkød ikke må overstige de generelle, marine kvalitetskrav, der gælder i medfør af gældende bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet.</p>		<p>Koncentrationen af metaller i muslinger behandles i afsnit 5.3.2.3.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der er konstateret en overskridelse af miljøkvalitetskrav for metalindhold i skaldyrkød ved en måling i februar 2013. • Ved pilotprojektets afslutning er der ikke konstateret overskridelse af miljøkvalitetskrav.

6. KONKLUSION

Denne rapport omhandler vilkår i VVM-tilladelsen ifm. LI Torup vedligeholdelsesprojekt - pilotprojekt. Vilkårene omhandler udelukkende målinger i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

Overholdelse af krav og vilkår for indholdet i udledningen, iht. miljøgodkendelsen, behandles i en særskilt rapport /3/.

6.1 Fysisk/kemiske parametre

Der er udført målinger af salinitet, temperatur, iltindhold, fluorescens og turbiditet på 13 stationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Overvågningen er udført ca. hver 14 dag i perioden 17/11 2011 til 15/9 2013.

Saliniteten i bund- og overfladevand er vurderet på stationerne P1, P6, P7 og P8. Det konkluderes, at der ikke på baggrund af målingerne kan påvises nogen ændring i salinitetsniveauet, hverken i bundvandet eller i overfladevandet. Overfladesaliniteten nærmest på dæmningen er i høj grad bestemt af udstrømningen af ferskvand fra Hjarbæk fjord.

Der er foretaget en vurdering af lagdelingens styrke og hyppighed. Resultaterne viser, at styrken af lagdeling er tilnærmelsesvis uændret på stationerne P1, P6 og P8, mens der ses en svækket lagdeling på P7 under pilotprojektets periode med indtag af vand fra Hjarbæk Fjord. Med baggrund i ovenstående beskrivelse af afstrømningens indflydelse på saliniteten umiddelbart nord for dæmningen ved Hjarbæk vurderes det, at denne forbedring af lagdelingsforholdene er uden forbindelse med pilotprojektet.

Målingerne af iltindholdet i bundvandet er analyseret. Generelt synes der ikke at være en øget hyppighed af alvorligt eller moderat iltsvind under pilotprojektet sammenlignet med basisovervågningen. Det har således ikke været muligt at påvise en øget hyppighed af lagdeling eller øget iltsvind under pilotprojektet.

Overvågningsresultaterne for turbiditet udviser både en sæsonvariation og en år-til-år variation. Der illustreres en tydeligt naturlige variation i turbiditet indenfor basisovervågningen. På baggrund af overvågningsresultaterne vurderes der ikke at være nogen tydelig påvirkning af den overordnede tidlige udvikling i turbiditet i umiddelbar nærhed af udledningen (station P7).

Overvågningsresultaterne for fluorescens udviser også både en sæsonvariation og en år-til-år variation. Fluorescensen angiver indholdet af planteplankton. Der er generelt højere indhold af planteplankton i overfladevandet end i bundvandet. Der vurderes ikke at være nogen direkte påvirkning på den overordnede udvikling i fluorescens på station P7 i Lovns Bredning. Der er dog en indirekte virkning hidrørende fra overfladevand fra Hjarbæk Fjord, der anvendes til fortynding. Det er dog åbenlyst, at det forhøjede indhold af planteplankton ikke kan stamme fra kaverne, da der ikke her er lys, og dermed ikke den nødvendige energi til at danne planteplankton i kaverne.

6.2 Metaller og glykoler

Der er udført målinger af metaller (og glykoler) i sediment, muslinger og vandfase. Målingerne i vandfasen er foretaget før pilotprojektet, mens målinger i sediment og muslinger er udført før, under og efter pilotprojektet.

Resultaterne fra vandfasen kan betragtes som baggrundstilstand. Data for sediment og muslinger er bearbejdet, beskrevet, og vurderet ift. basisovervågning, NOVANA, dansk og EU lovgivning samt internationale kriterier (OSPAR og SFT). Der er ikke konstateret en overskridelse af miljøkvalitetskrav som kan relateres til pilotprojektet.

Samlet set har der ikke været en tendens til kontinuert stigende koncentration af metaller i hverken muslinger eller sediment (normaliseret til TOC) under pilotprojektet. Der er således ikke indikation på en påvirkning forårsaget af udledningen i den periode hvor der har været foretaget overvågning.

6.3 Pelagiske larver og æg

Der er udført tællinger af pelagiske larver og æg på 13 stationer i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord. Overvågningen er udført ca. hver 14 dag i perioden 17/11 2011 til 15/9 2013.

Der er observeret larvestadier fra sneg, musling, bjørnedyr, pighude, krebsdyr, mosdyr, børsteorm og rundorm. Biomassen af pelagiske larvestadier af bundfauna (meroplankton) er højest i sommermånederne, og højest på de to stationer nær Virksund (P7 og P8). Begge år bestod biomassen primært af larvestadier af snegle, muslinger og krebsdyr. For hver gruppe var en enkelt art/slægt dominerende ift. biomasse og årsvariation. Muslingeveliger bestod hele perioden primært af blåmusling, snegleveliger primært bestod af alm. strandsnegl mens krebsdyr hele perioden primært bestod af rur.

Der er betragtelig variation i biomasse målt mellem overvågningsårene (2009-2013). Disse tilskrives den naturlige dynamik i Lovns Bredning og Hjarbæk Fjord.

Der er observeret markant flere fiskeæg og -larver under pilotprojektet end under basisovervågning. Fiskeæg består næsten udelukkende af æg fra brisling mens fiskelarver domineres af sild og kutling under både basisovervågning og pilotprojektovervågning.

Ændring i forekomst af pelagiske æg og larver kan ikke umiddelbart relateres til udledningen. Årsagen til den øgede forekomst i fiskeæg og -larver kan til dels skyldes naturlig variation, men kan også skyldes en markant forskel i forekomst af prædatorer i form af gopler.

6.4 Fisk

Der er udført en teknisk undersøgelse af fiskebestanden, samt et løbende fiskeri med pæleruser nær vandindtag og -udledning.

Fangster under den tekniske undersøgelse har både under basisovervågning og -pilotprojektovervågning været domineret af trepigget hundestejle og brisling. Det samlede antal fangede fisk steg markant fra 6.270 stk. i 2009 til 25.892 stk. i 2012, eller en fremgang på omtrent 19.000 individer mellem de to år. Det større antal individer i 2012 bestod primært af trepigget hundestejle. Der var ikke betydelig forskel på længden af de arter som blev fanget i henholdsvis 2009 og 2012.

I alt er der i forbindelse med fiskeundersøgelsen med pæleruser registreret 37 forskellige fiskearter i Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning omkring Virksund Dæmningen. Den relativt store artsdiversitet har baggrund i de varierede salinitetsforhold i området. Fiskeriet med pæleruser har ikke afdækket særlige hændelser såsom fiskedød eller meget usædvanlige/manglende fangster inden for monitoringsperioden. Monitoringen har imidlertid påvist betydelige variationer og udviklingstendenser for de forskellige fiskearter.

I forbindelse med monitoringen af materiale udledt fra filteranlægget på pumpestationen på Virksund Dæmningen er der kun påvist en relativ ringe forekomst af fisk - primært 3-pg. Hundestejle, hvoraf hovedparten var levende. Ud fra materialet i opsamlingsposen kan det konkluderes, at indpumpning af vand fra fjorden kun har haft en helt marginal betydning for fiskebestandene, uanset art.

6.5 Planforhold

Data fra pilotprojektovervågningen er sammenholdt med vandrammedirektivets kvalitetselementer, indsatsplaner for vandplaner, naturplaner og udpegningsaf skaldyrvande.

Bemærk, at data fra selve udledningen behandles i et separat dokument, og at der udestår en vurdering af data ved Miljøstyrelsen.

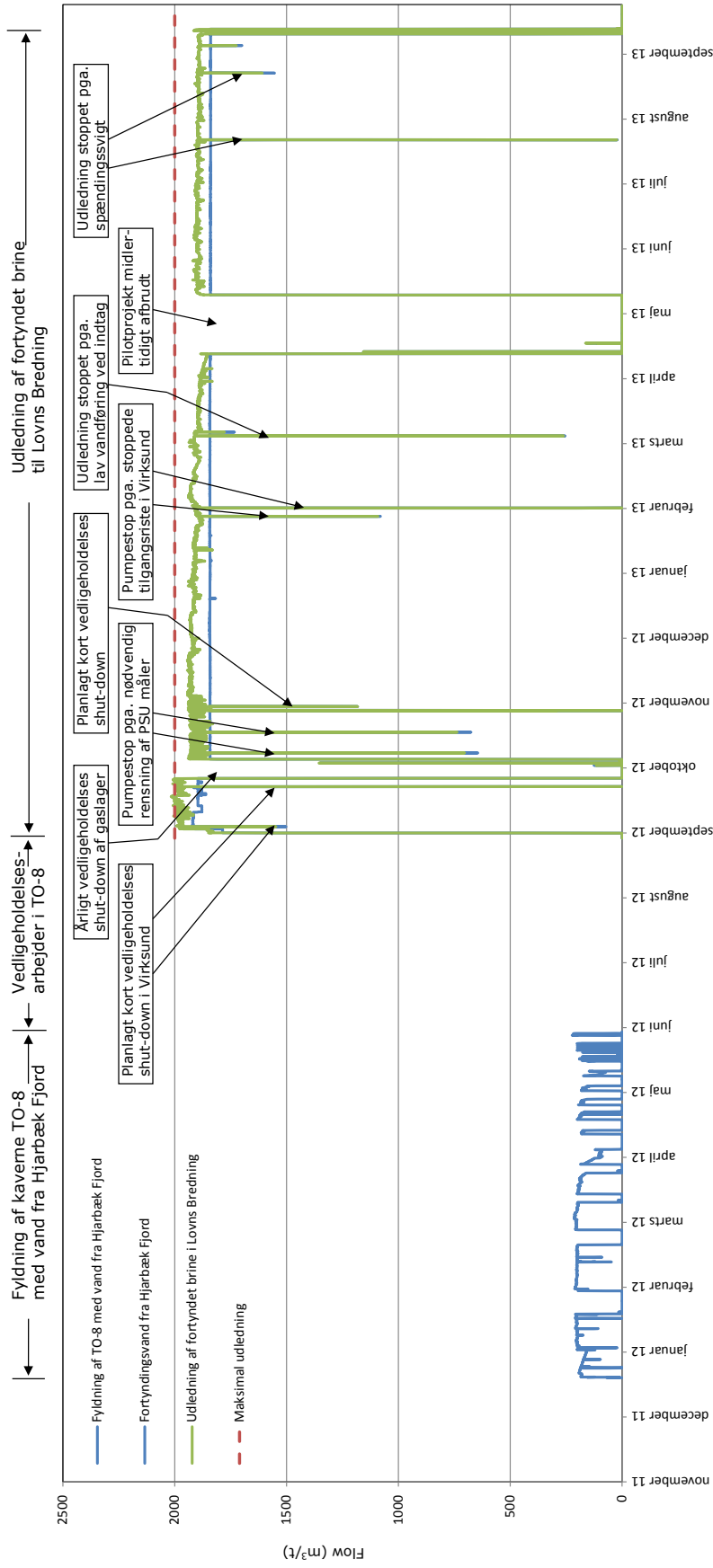
7. REFERENCER

- /1/ Miljøcenter Århus 2010. Forslag til kommuneplantillæg med VVM redegørelse for udvidelsen af et naturgaslager ved LI. Torup.
- /2/ Miljøstyrelsen Århus. 17/08/2012. Opfyldelse af vilkår i miljøgodkendelse af 28. oktober 2011 – accept til start af pilotprojekt (Driftstilstand 1). J nr MST-1272-00976
- /3/ Rambøll. 2013. LI Torup vedligeholdelsesprojekt. Egenkontrol, dokumentations- og driftsmålninger for pilotprojekt. Ref 120772002/500013.
- /4/ Rambøll 2009. LI Torup lagerudvidelse – forslag til monitoring af fysiske, kemiske og marinbiologiske parametre. Ref. 877204/54015
- /5/ Rambøll 2011. LI Torup lagerudvidelse. Baselinemonitering 2009-2010. Ref 877204/500011
- /6/ Andersen, Markager, S. & Ærtebjerg, G. (red). 2004. NOVANA Teknisk anvisning for marin overvågning. 1.1 CTD. Teknisk anvisning CTD | 05-11-04.
- /7/ Rambøll. 2012. Kalibrering af CTD-sonde ifm LI Torup overvågning. Ref 500007.
- /8/ Fishlab. 2013. Kontrolmålinger af ilt ift sonde. Mail til DMM/Rambøll 25/02/2013.
- /9/ Pedersen, B og Larsen, M.M. 2008. Teknisk anvisning for marin overvågning – miljøfarlige stoffer i sediment. Teknisk anvisning.
- /10/ Strand, J & Dahllöf, I. 2005. Teknisk anvisning for marin overvågning – 4.5. Biologisk effektmonitorering. muslinger. Teknisk anvisning.
- /11/ Andersen, Markager, S. & Ærtebjerg, G. (red). 2004. NOVANA Teknisk anvisning for marin overvågning. 2.7. Mesozooplankton.
- /12/ Strand, K. 2006. Teknisk anvisning for marin overvågning – 6.1. Fiskeundersøgelser i kystnære marine områder. Teknisk anvisning.
- /13/ DMI. <http://www.dmi.dk/dmi/index/danmark/oversigter/maanedsberegning.htm> (11/01/2011)
- /14/ Søværnets operative kommando (SOK). 2011. Is- og besejlingsforholdene i de danske farvande i vinteren 2009-2010.
- /15/ Søværnets operative kommando (SOK). 2012. Is- og besejlingsforholdene i de danske farvande i vinteren 2010-2011.
- /16/ Søværnets operative kommando (SOK). 2013. Is- og besejlingsforholdene i de danske farvande i vinteren 2011-2012.
- /17/ <http://www.smhi.se/klimatdata/oceanografi/havsis> (tilgået 16/09-2013)
- /18/ Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet. 2008. Vandrammedirektivets prioriterede stoffer. Bilag til Programbeskrivelsen for NOVANA, del 3. Version 4.
- /19/ BEK 1022 af 25/08/2010. Bekendtgørelse af miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af stoffer til vandløb, søer eller havet.
- /20/ BEK 32 af 07/01/2011. Bekendtgørelse af dumpning af optaget havbundsmateriale (klapning), samt tilhørende vejledning (VEJL 9702 af 20/10/2008).
- /21/ BEK 38 af 19/01/2011. Bekendtgørelse om kvalitetskrav for skaldyrvande.
- /22/ Statens Forurensningstilsyn (SFT). 2007. Revidering af klassificering af metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Rapport TA-2229.
- /23/ DCE Århus Universitet (Hansen, J.W. red). 2012. NOVANA – Marine områder 2011. Rapport nr. 34.
- /24/ DCE Århus Universitet 2012. Faglig karakterisering af forekomst og udbredelse af miljøfarlige stoffer, herunder biologiske effekter, i de danske farvande. Notat 1.5.
- /25/ CEMP assessment report: 2008/2009. Assessment of trends and concentrations of selected hazardous substances in sediments and biota.
- /26/ Danmarks Miljøundersøgelser. 2002. Biologiske effekter af råstofindvinding på epifauna. Faglig rapport nr. 391.
- /27/ Statens Forurensningstilsyn (SFT). 1997. Klassificering af miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Vejledning. Rapport TA-1467.

- /28/ EU. 2006. Commission Regulation (EC) No 1881/2006.
- /29/ OSPAR. 2009. Background Document on CEMP assessment criteria for the QSR 2010.
- /30/ EU. 2013. Directive 2013/39/eu amending directive 2006/60/EC and 2008/105/EC as regards priority substances in the field of water policy.
- /31/ Naturstyrelsen. 2013. Vandplan 2010-2015. Limfjorden. Hovedvandopland 1.2.
- /32/ Dalsgaard, Inger, 1994. Sårinfektioner hos fisk – Forekomst, årsag og betydning. Fisk og Hav – Skrifter fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser, nr 45.
- /33/ Fiskeriministeriet, Ringkøbing Amt, Viborg Amt, Nordjyllands Amt, Skov- og Naturstyrelsen. 1992. Statusredegørelse om fiskeriet i Limfjorden.
- /34/ DMU. 2006. Limfjorden i 100 år. Faglig rapport nr. 578
- /35/ DMI, oversigter (www.dmi.dk)
- /36/ Hoffmann, Erik. 2007. Fisk i Limfjorden 2007. Notat fra DFU - december 2007
- /37/ Nikolajsen, H. 2005. Skrubbeundersøgelser i Limfjorden 1993-2004. DFU-rapport nr. 147-05
- /38/ DMU. 2006. Limfjorden i 100 år. Faglig rapport nr. 578.
- /39/ Naturstyrelsen. April 2011. Sammenfattende redegørelse for udkast til kommuneplantillæg med VVM-redegørelse for udvidelsen af et naturgaslager ved Ll. Torup. J.nr. NST-131-00101.
- /40/ Buggy, C.J: & Tobin, J.M. 2008. Seasonal and spatial distribution of metals in surface sediments of an urban estuary. Environmental Pollution col 155: 308-319.
- /41/ DMU. 2006. Limfjordens miljøtilstand 1985 til 2003. Faglig rapport fra DMU nr 577.
- /42/ Ovesen, N.B.. 2000. Afstrømningsforhold i danske vandløb, Faglig rapport fra DMU, nr 340.
- /43/ Casas & Bacher. 2006. Modelling trace metal (Hg and Pb) bioaccumulation in the Mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis*, applied to environmental monitoring. Journal of Sea Research 56: 168-181.
- /44/ Simonsen, V. Identifikation af fiskeæg og –larver indsamlet ved Lille Torup i sommeren 2013. December 2013.
- /45/ Hansen, J. W. et al. Iltsvind i de danske farvande i juli-august 2012, DCE, 31. august 2012.
- /46/ Hansen, J. W. et al. Iltsvind i de danske farvande i juli-august 2013, DCE, 30. august 2013.
- /47/ Søværnets operative kommando (SOK). 2014. Is- og besejlingsforholdene i de danske farvande i vinteren 2012-2013.
- /48/ Petersen, J.K.; Hasler, B.; Timmermann, K.; Nielsen, P.; Tørring, D.B.; Larsen, M.M.; Holmer, M. Mussels as a tool for mitigation of nutrients in the marine environment, in press Marine Pollution Bulletin
- /49/ OSPAR. 2011. CEMP 2011 assessment report. http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00563/p00563_cemp_2011_assessment_report.pdf

BILAG 1

GRAFISK FREMSTILLING AF PILOTPROJEKTET



Fysisk/kemiske forhold samt pelagiske æg og larver

Fiskeri m pæleruser

Metaller og glykoler

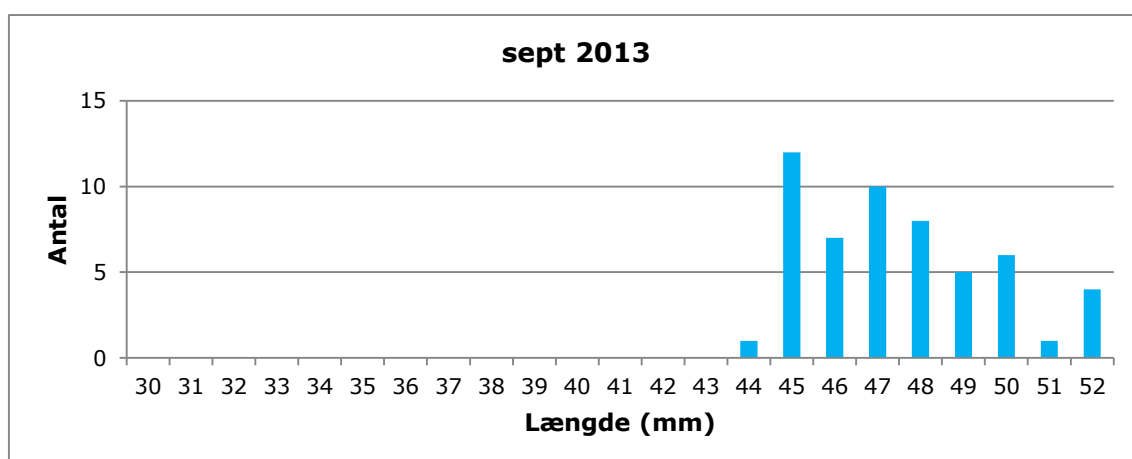
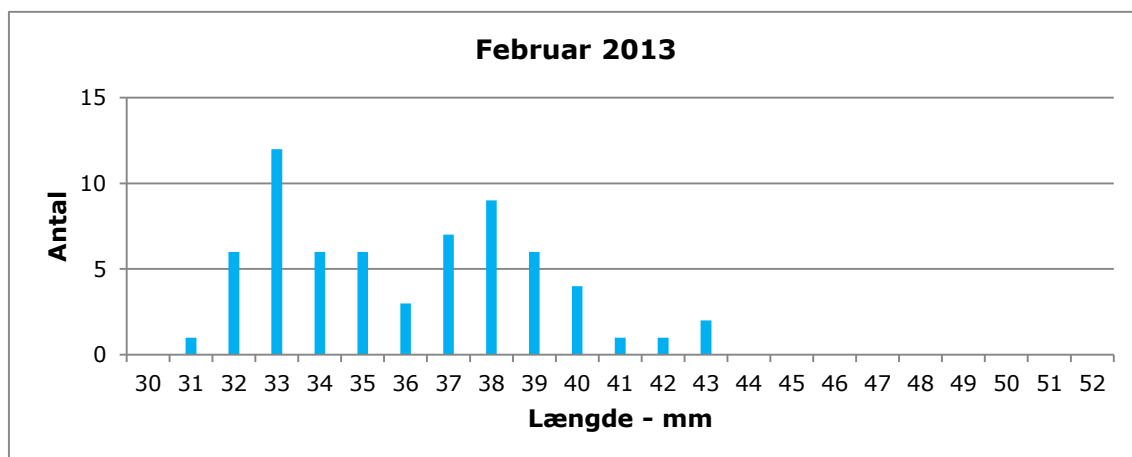
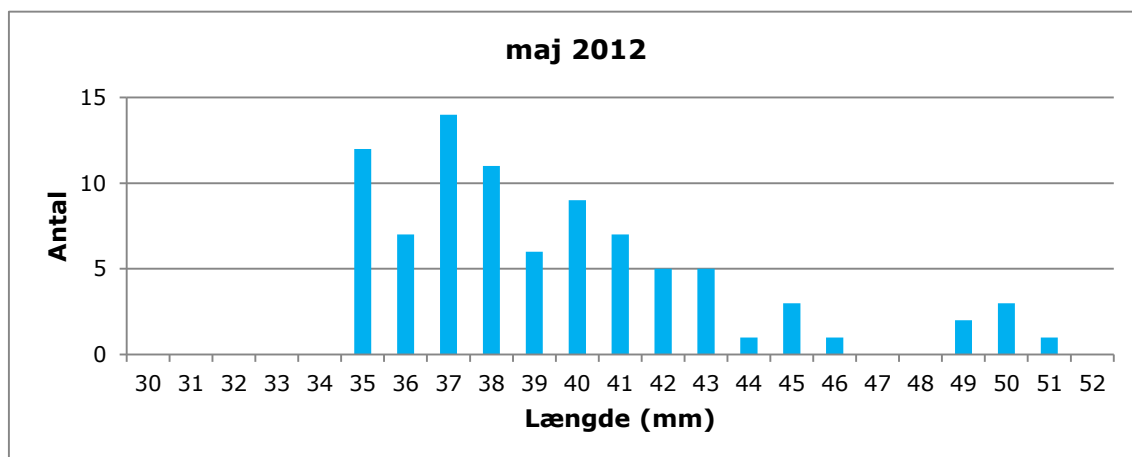
Teknisk fiskeri

BILAG 2

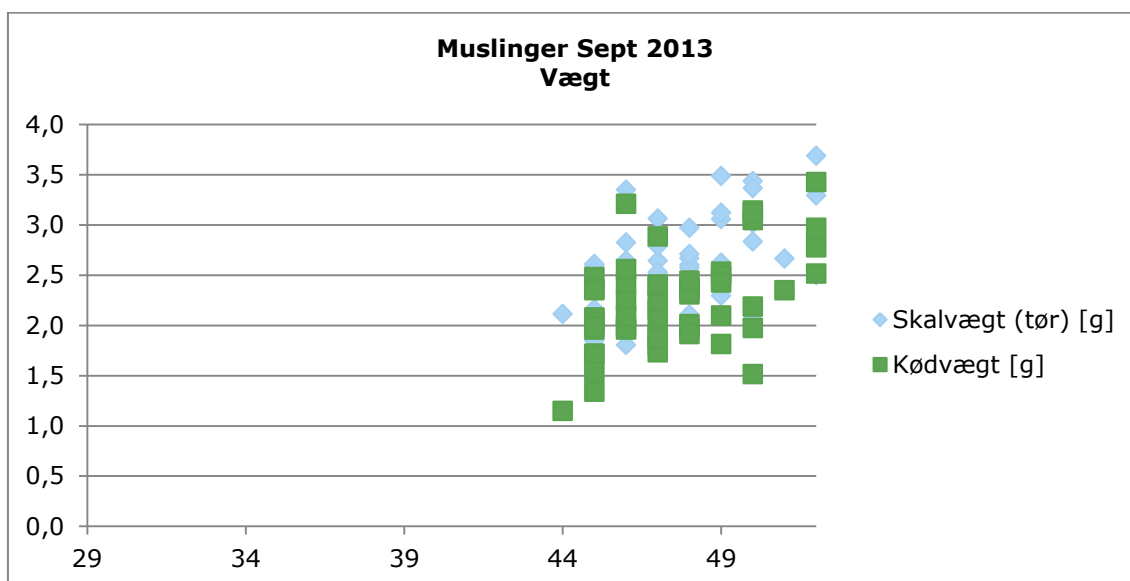
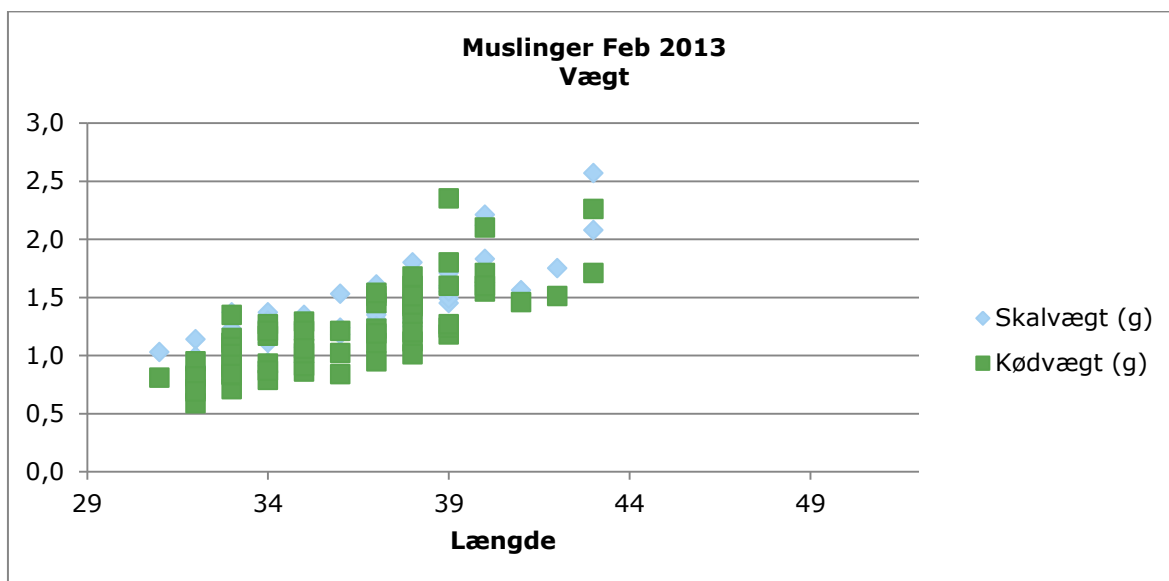
LÆNGDE-FREKVENS DIAGRAMMER FOR MUSLINGER

Dette bilag præsenterer længde-frekvens diagrammer og vægt diagrammer for muslinger ifm analyserede af metaller mv, som beskrevet i afsnit 2.2.

	Middellængde (mm)
maj-12	39,5
feb-13	36,0
sep-13	47,5



Vægt haves ikke for muslinger fra maj 2012.

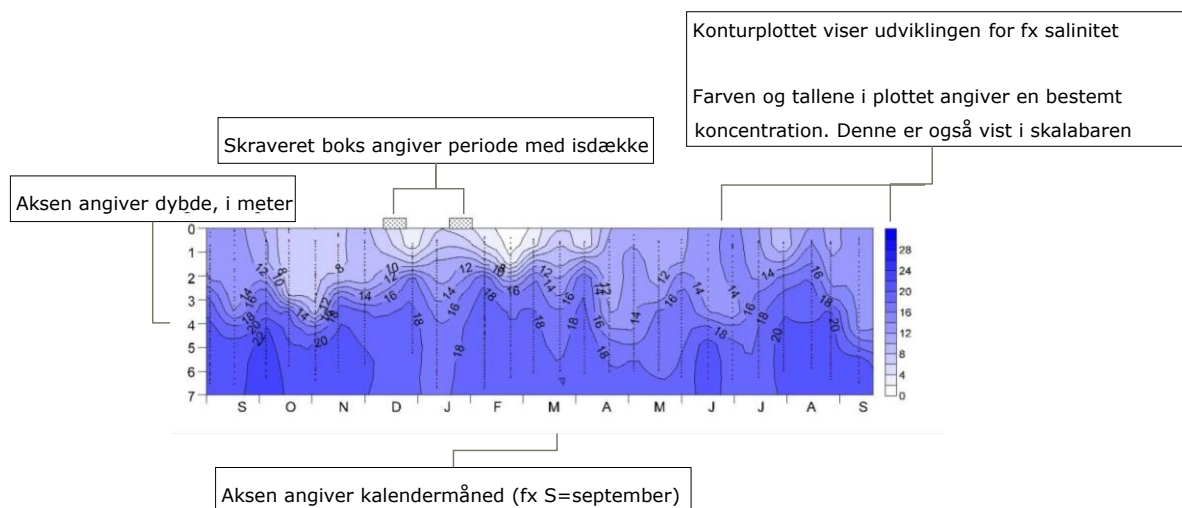


BILAG 3
KONTURPLOTS FOR FYSISK/KEMISKE PARAMETRE UNDER PILOTPRO-
JEKTET - ALLE STATIONER

I dette bilag præsenteres konturplots for hver station, for perioden før udledning (15/11 2011 til 1/9 2012) under udledning (1/9 2012 – 15/9 2013).

Der præsenteres plots for hver af de fem parametre, salinitet, temperatur, iltindhold, turbiditet og fluorescens.

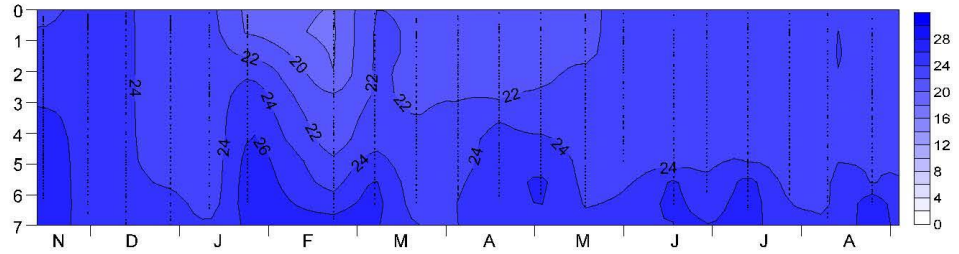
En skematisk præsentation til forklaring af figurene er gengivet nedenfor:



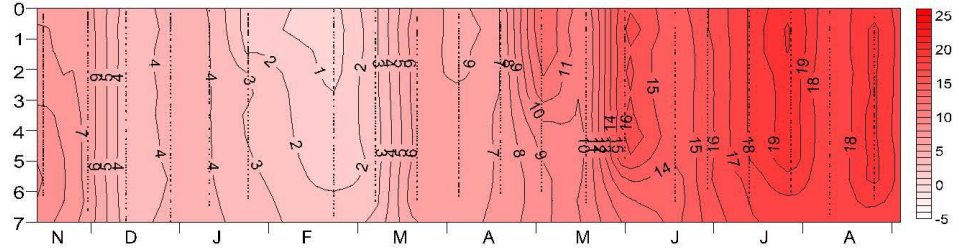
Det bemærkes, at ved prøvetagning 12/1-2012 var der kraftig blæst og bølger. I forbindelse med prøvetagningen blev der visuelt konstateret en høj grad af omrøring, og efterfølgende behandling af målingerne har vist at målinger af turbiditet og ilt var meget forskellige (højere) fra de resterende målinger i både pilotprojektet og basisovervågningen, særligt for stationerne i Hjarbæk Fjord. Da målingerne fra denne dato ville gøre konturplots skævvredne og mindske den visuelle fremstilling af årsvariationen er målinger for turbiditet og ilt fra denne dato udeladt i de fremstillede konturplots.

P1 - før udledning

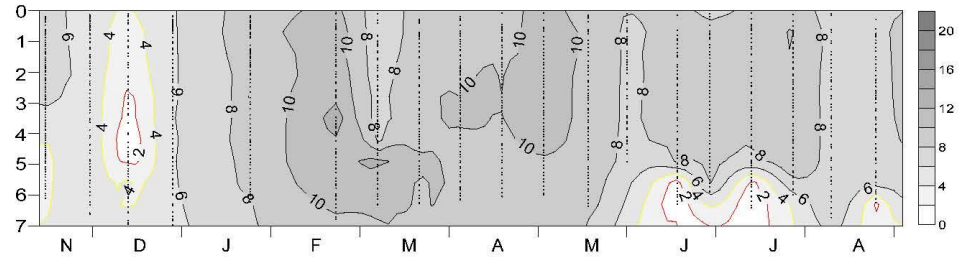
Salinitet



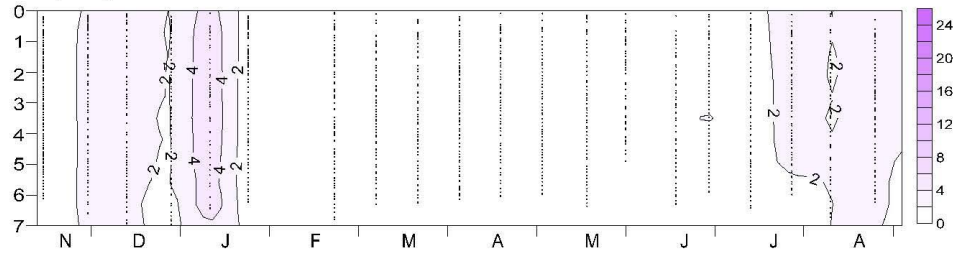
Temperatur (oC)



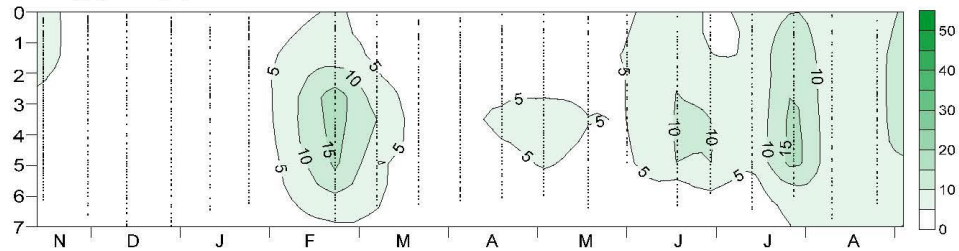
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

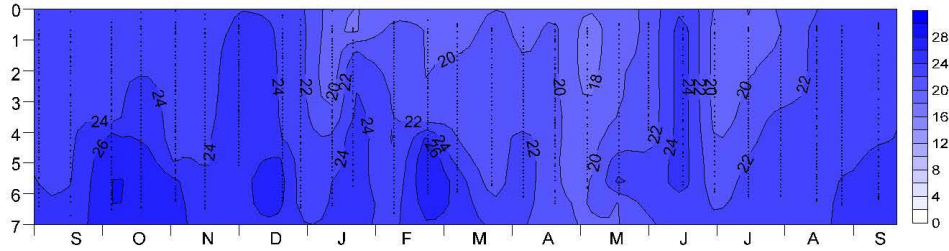


Fluorescens (µg chl a/l)

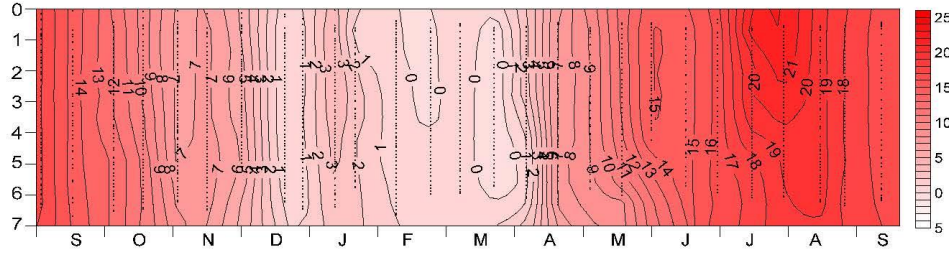


P1 - udledning

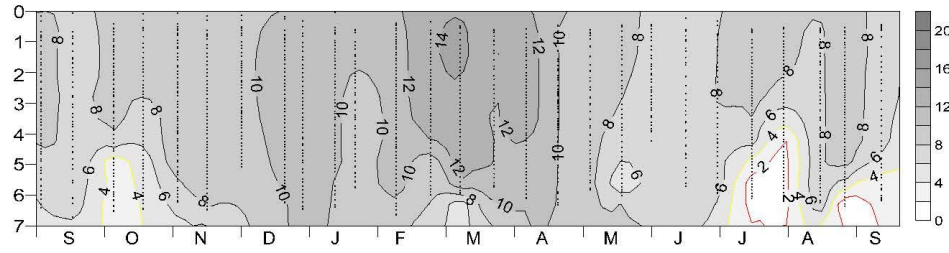
Salinitet



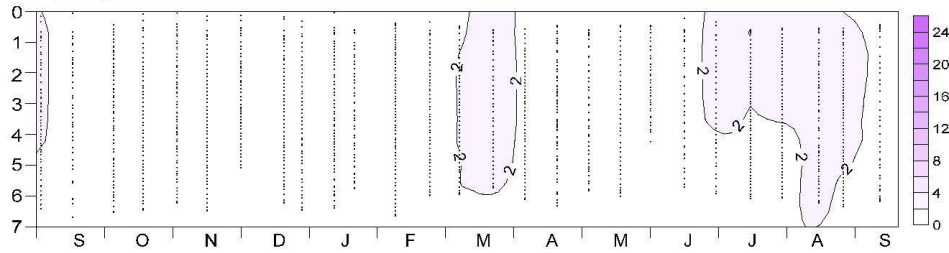
Temperatur (oC)



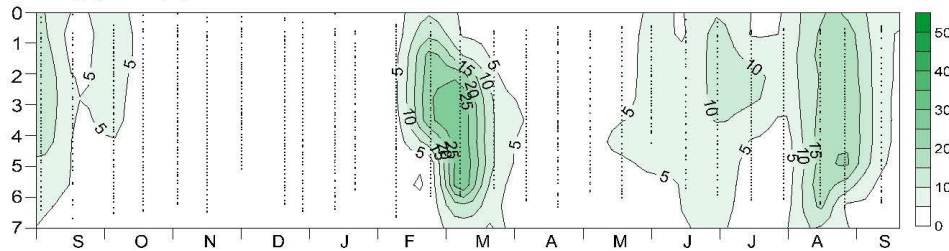
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

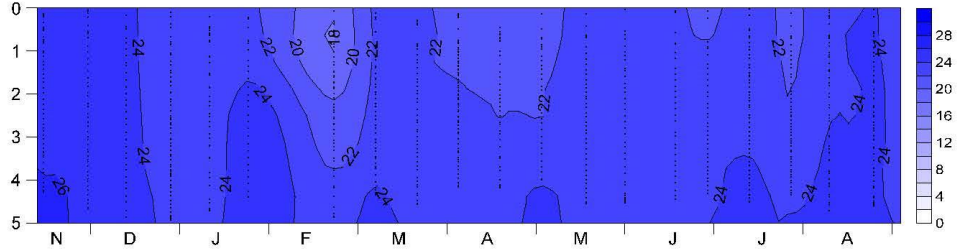


Fluorescens (µg chl a/l)

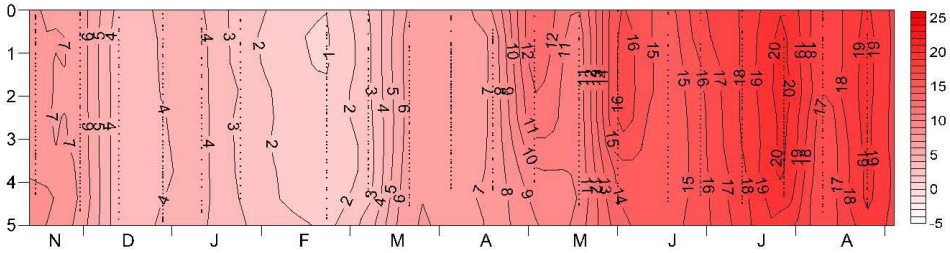


P2 - før udledning

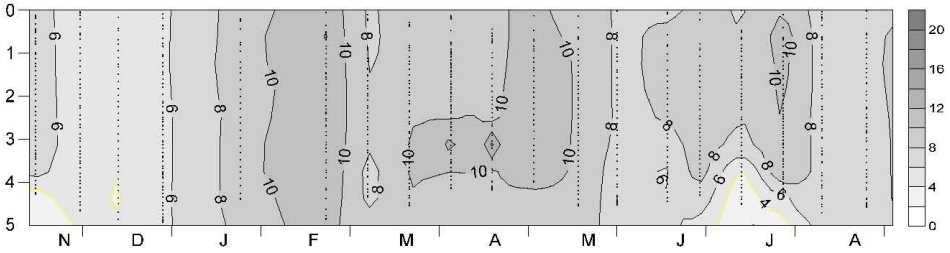
Salinitet



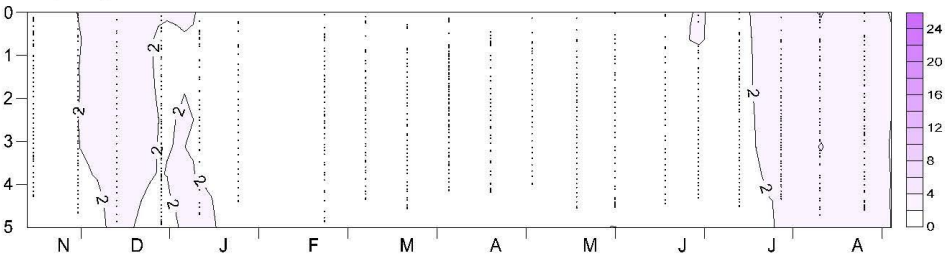
Temperatur (oC)



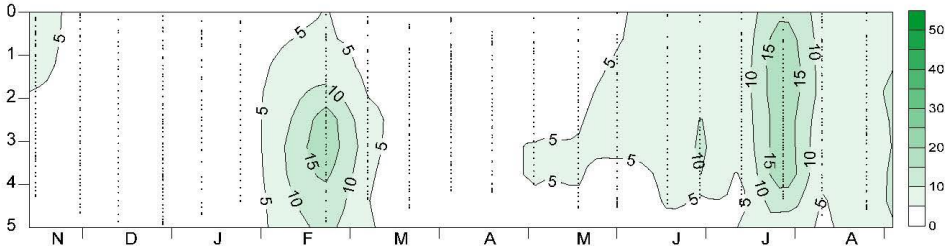
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

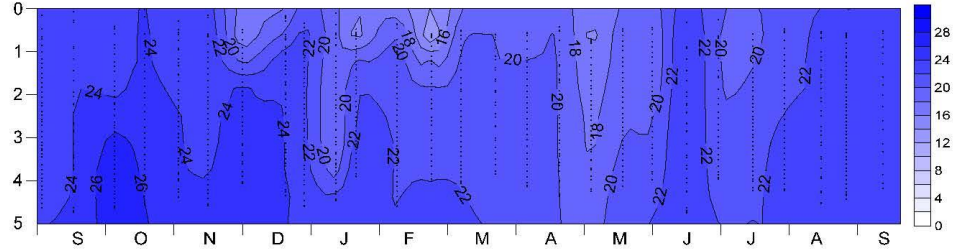


Fluorescens (µg chl a/l)

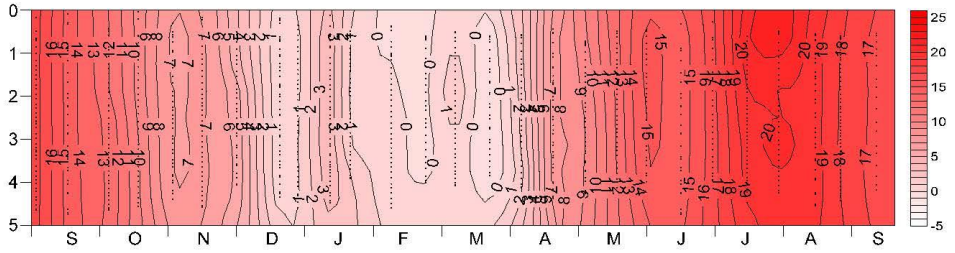


P2 - udledning

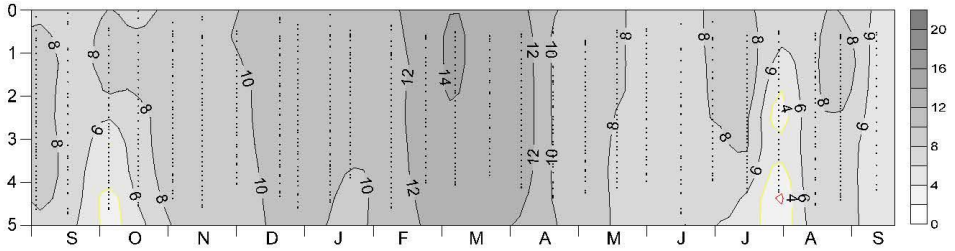
Salinitet



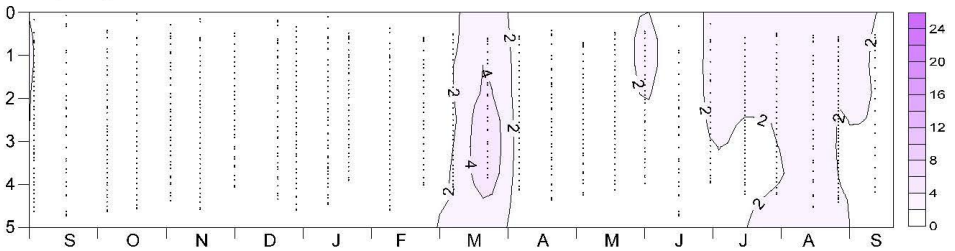
Temperatur (oC)



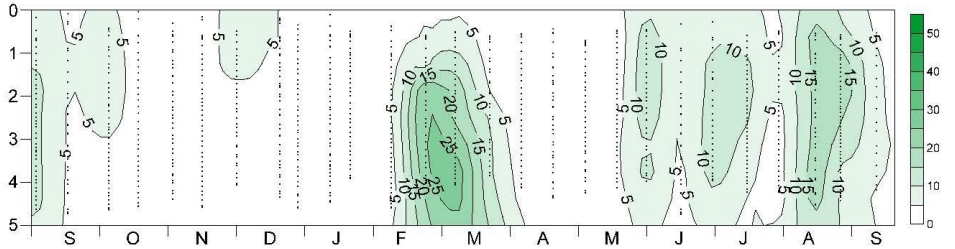
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

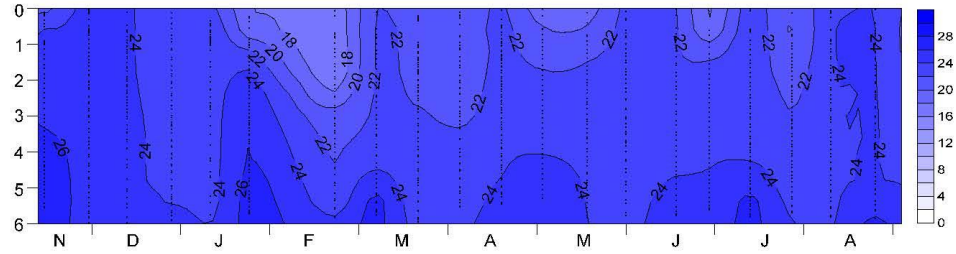


Fluorescens (µg chl a/l)

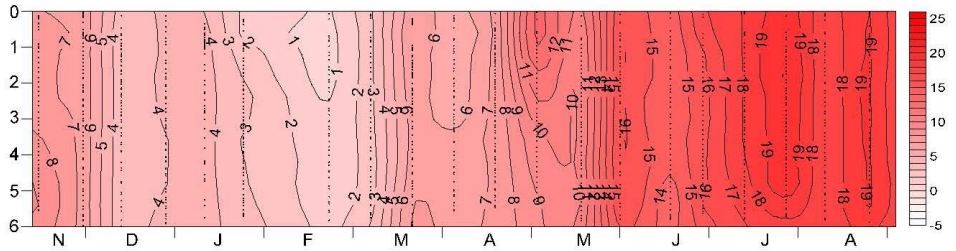


P3 - før udledning

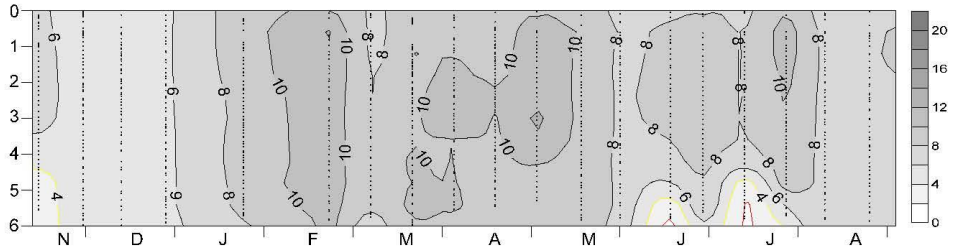
Salinitet



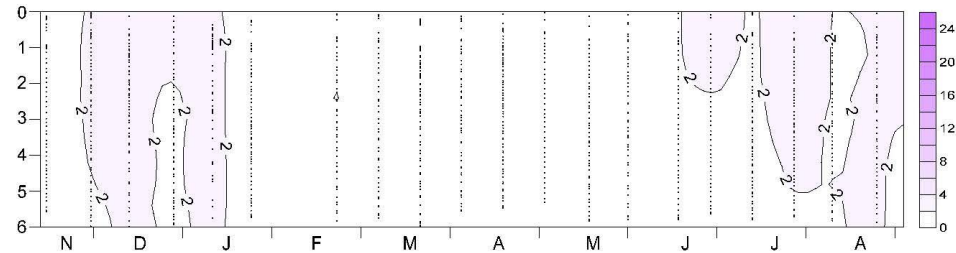
Temperatur (oC)



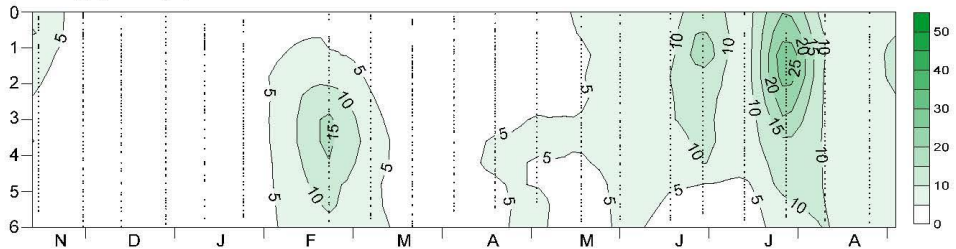
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

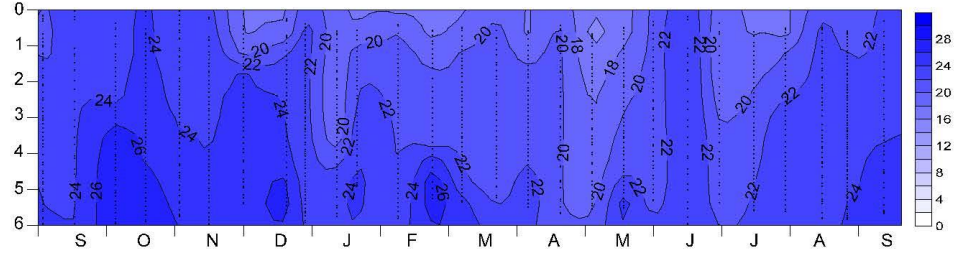


Fluorescens (µg chl a/l)

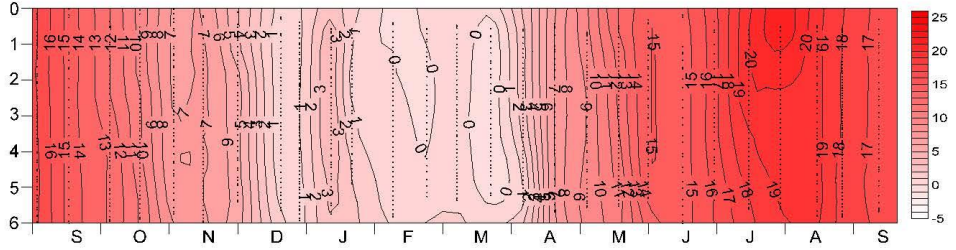


P3 - udledning

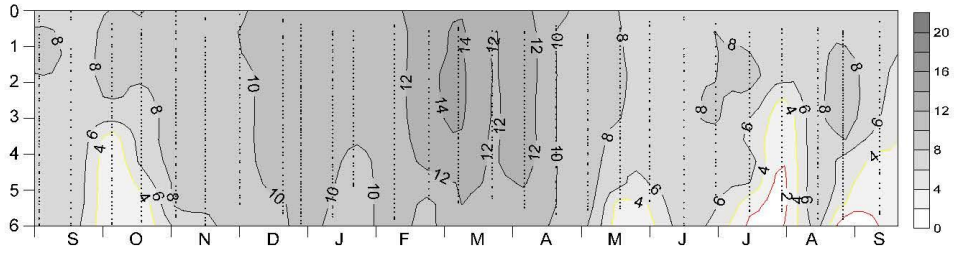
Salinitet



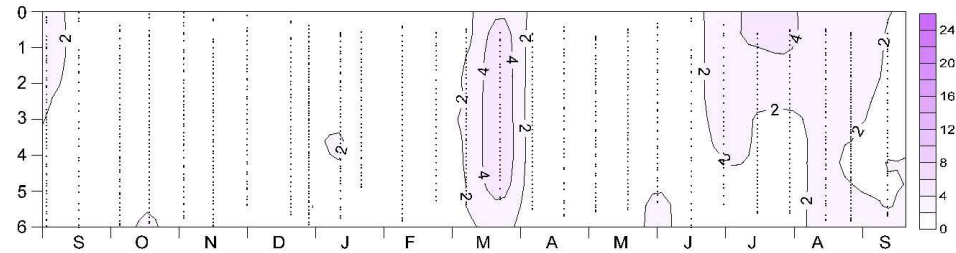
Temperatur (oC)



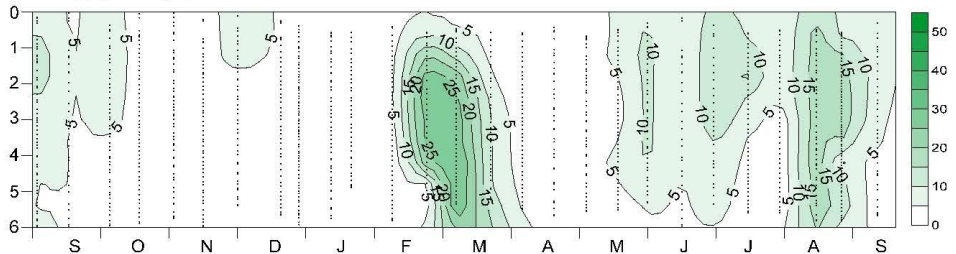
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

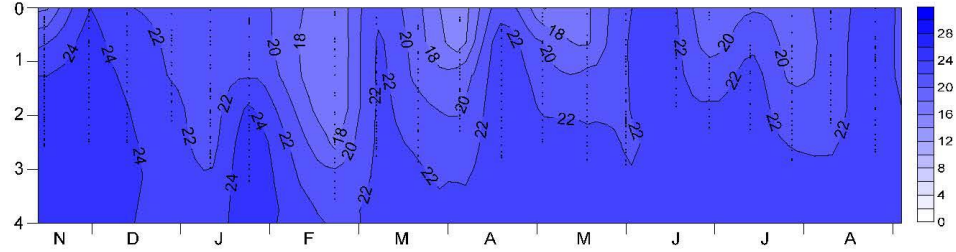


Fluorescens (µg chl a/l)

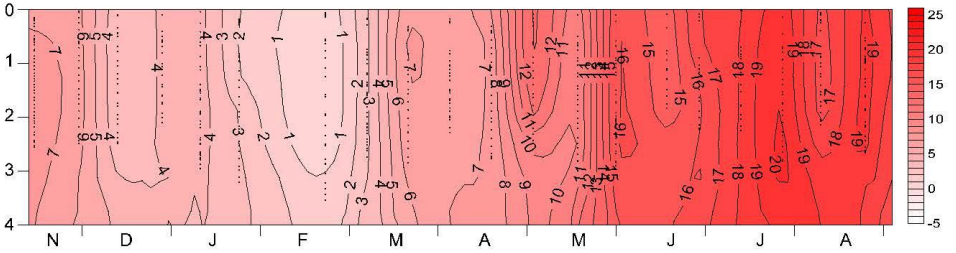


P4 - før udledning

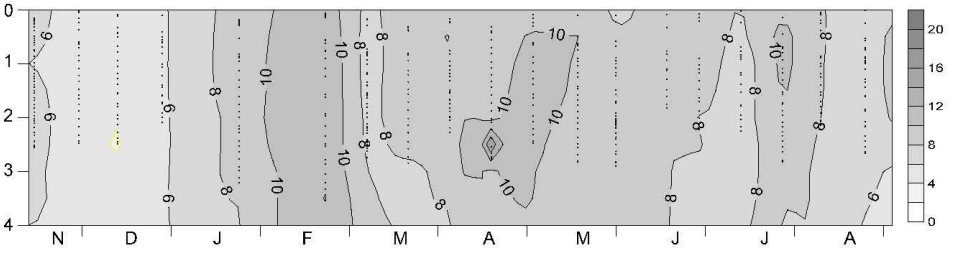
Salinitet



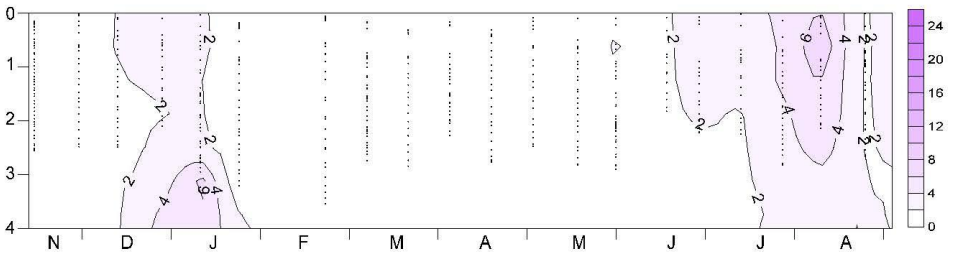
Temperatur (oC)



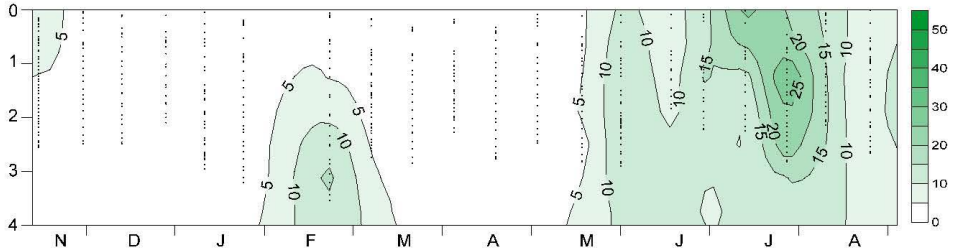
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

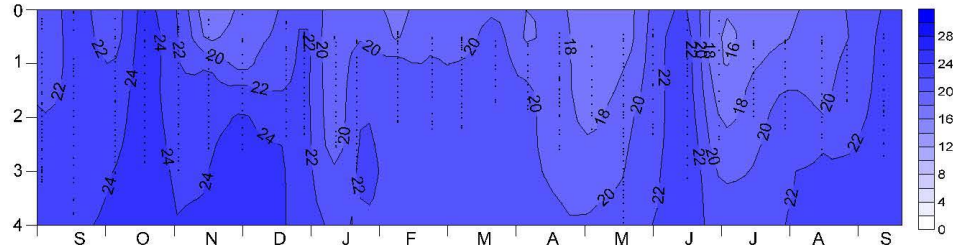


Fluorescens (µg chl a/l)

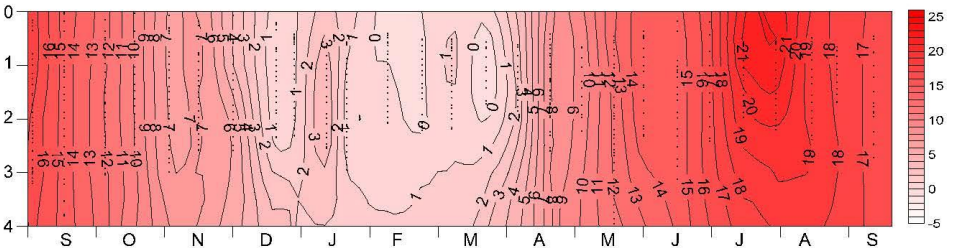


P4 - udledning

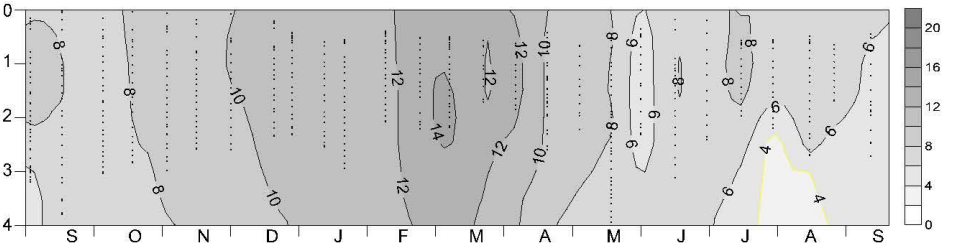
Salinitet



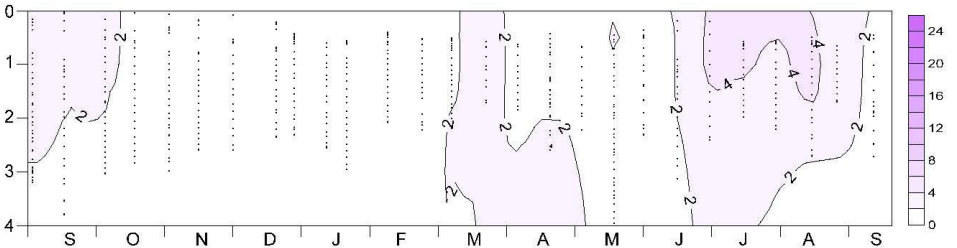
Temperatur (oC)



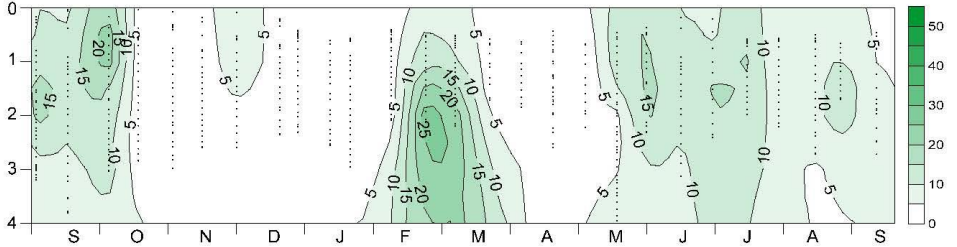
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

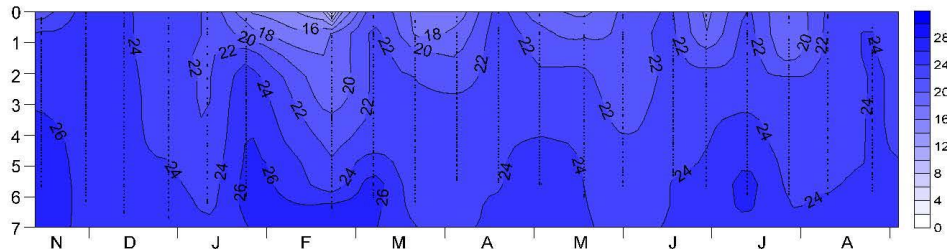


Fluorescens (µg chl a/l)

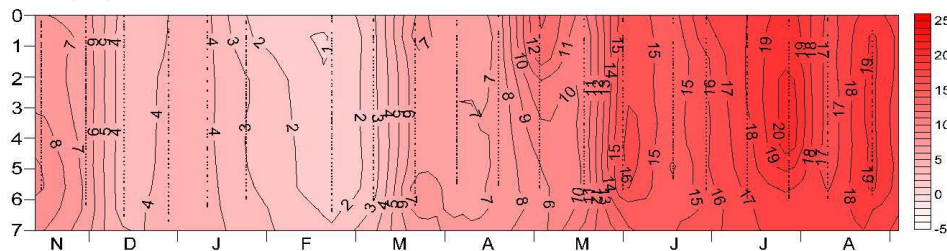


P5 - før udledning

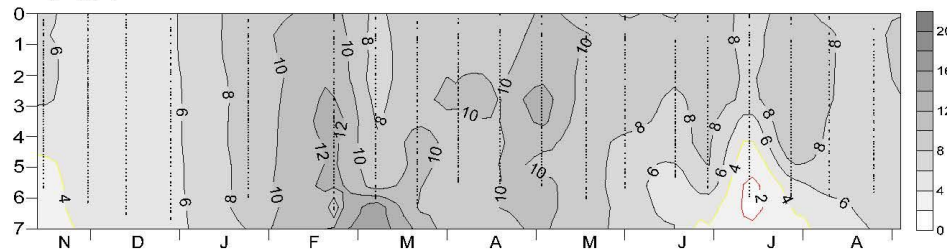
Salinitet



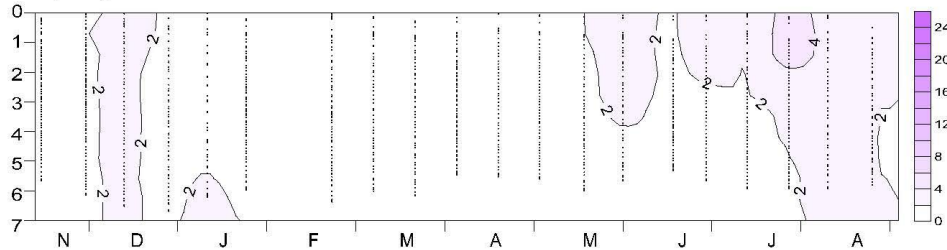
Temperatur (oC)



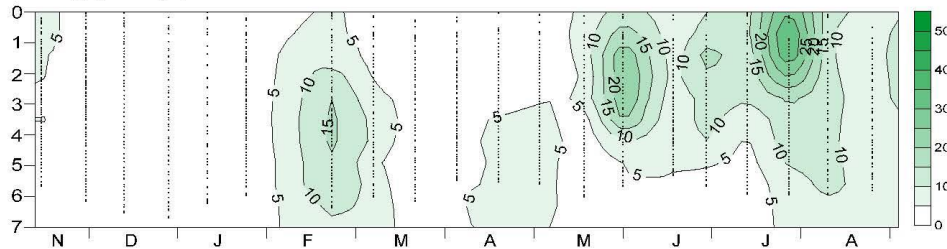
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

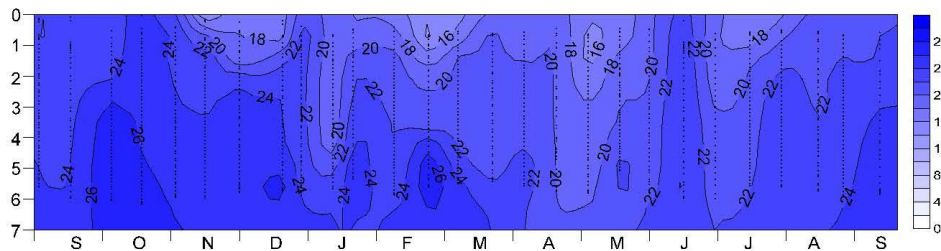


Fluorescens (µg chl a/l)

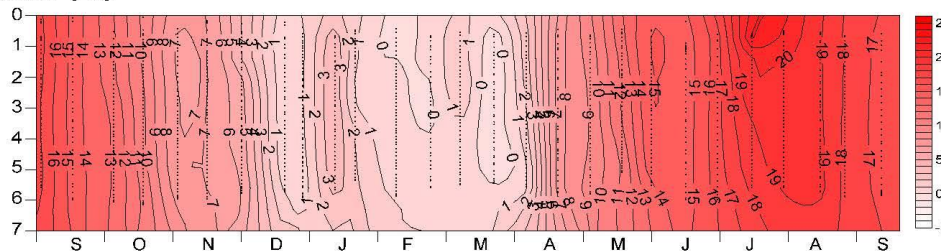


P5 - udledning

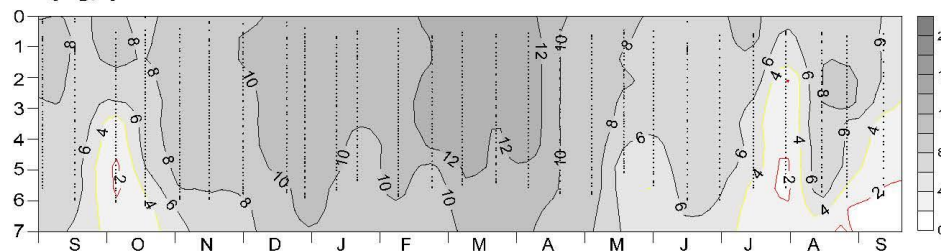
Salinitet



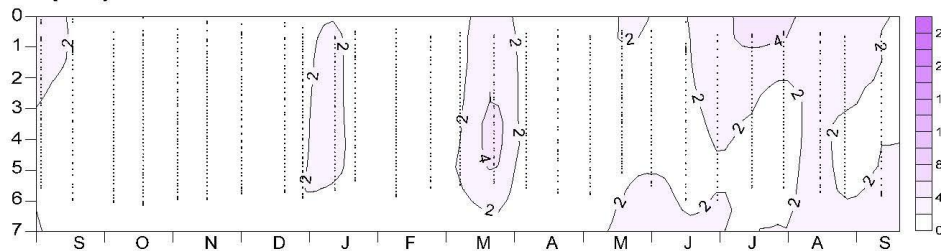
Temperatur (oC)



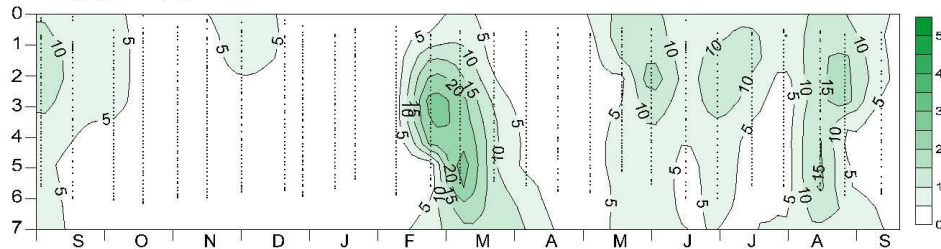
Iltindhold (mg/l)



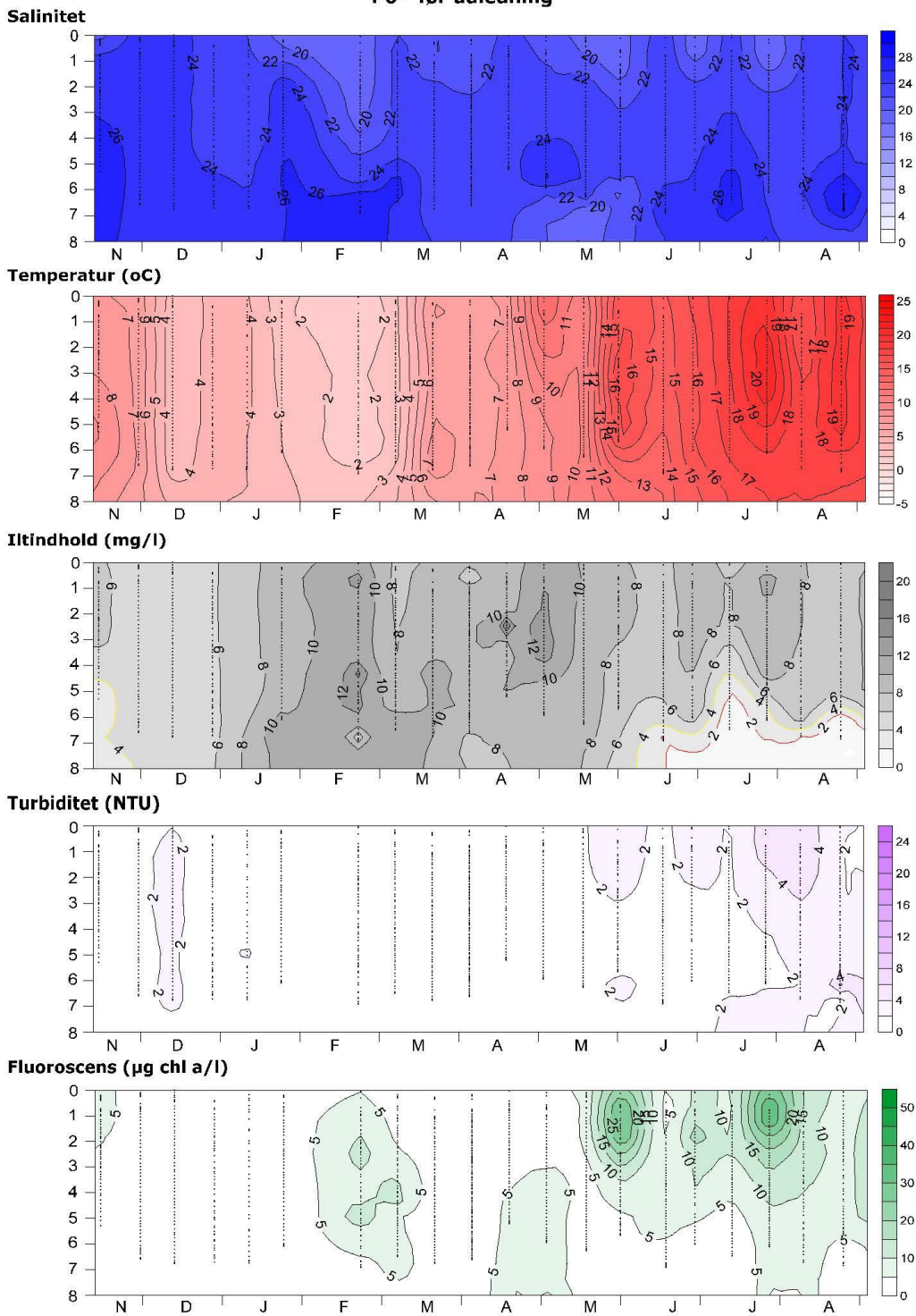
Turbiditet (NTU)



Fluorescens (µg chl a/l)

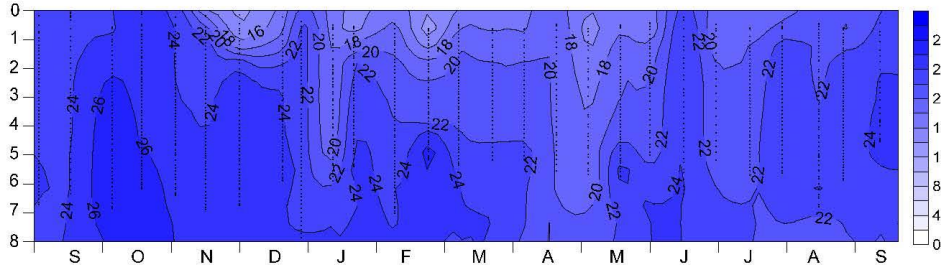


P6 - før udledning

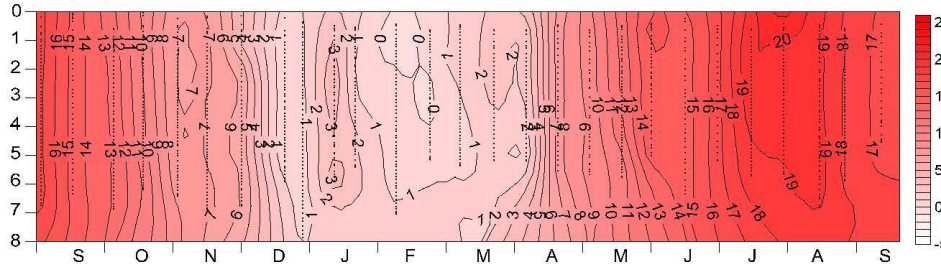


P6 - udledning

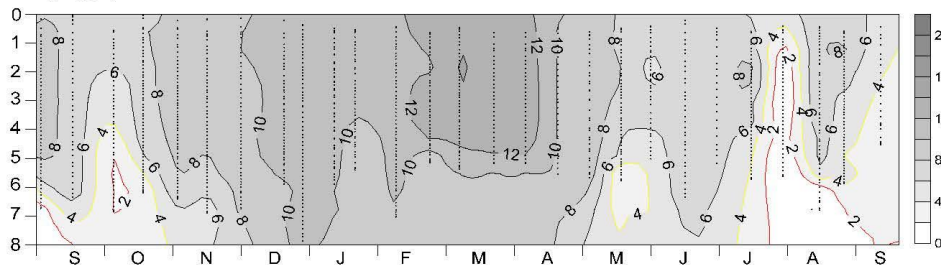
Salinitet



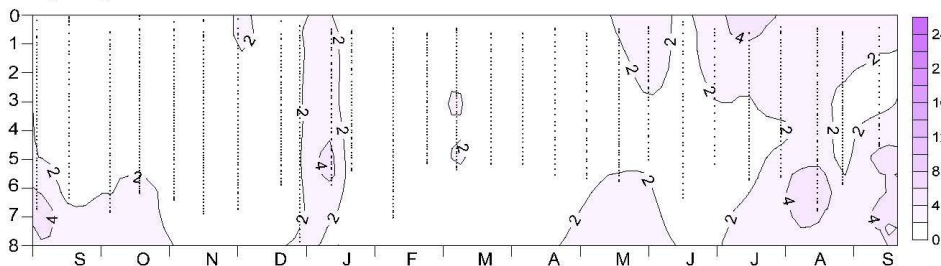
Temperatur (oC)



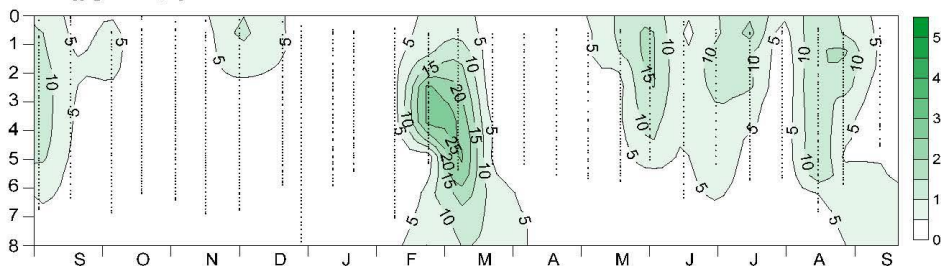
Iltindhold (mg/l)

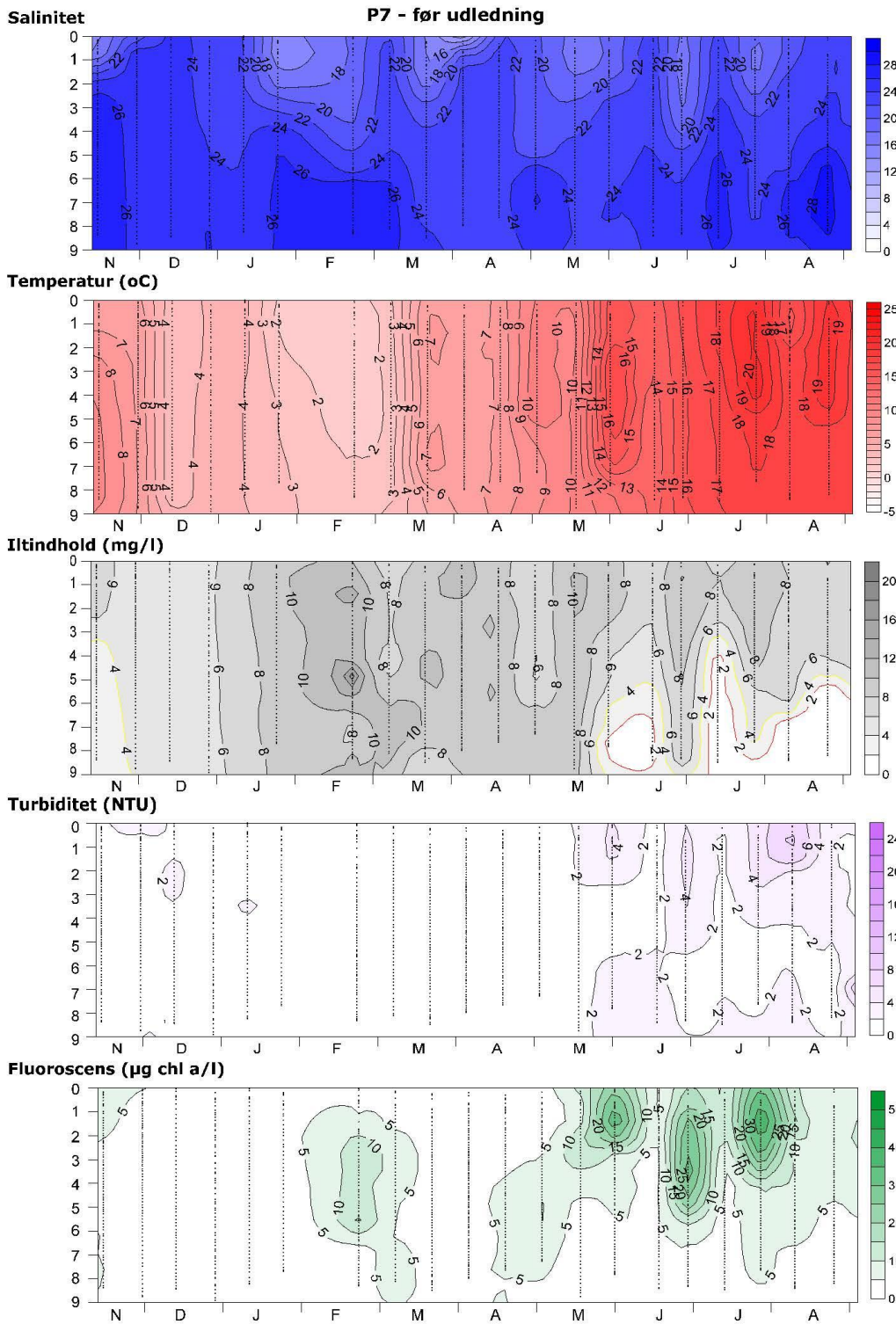


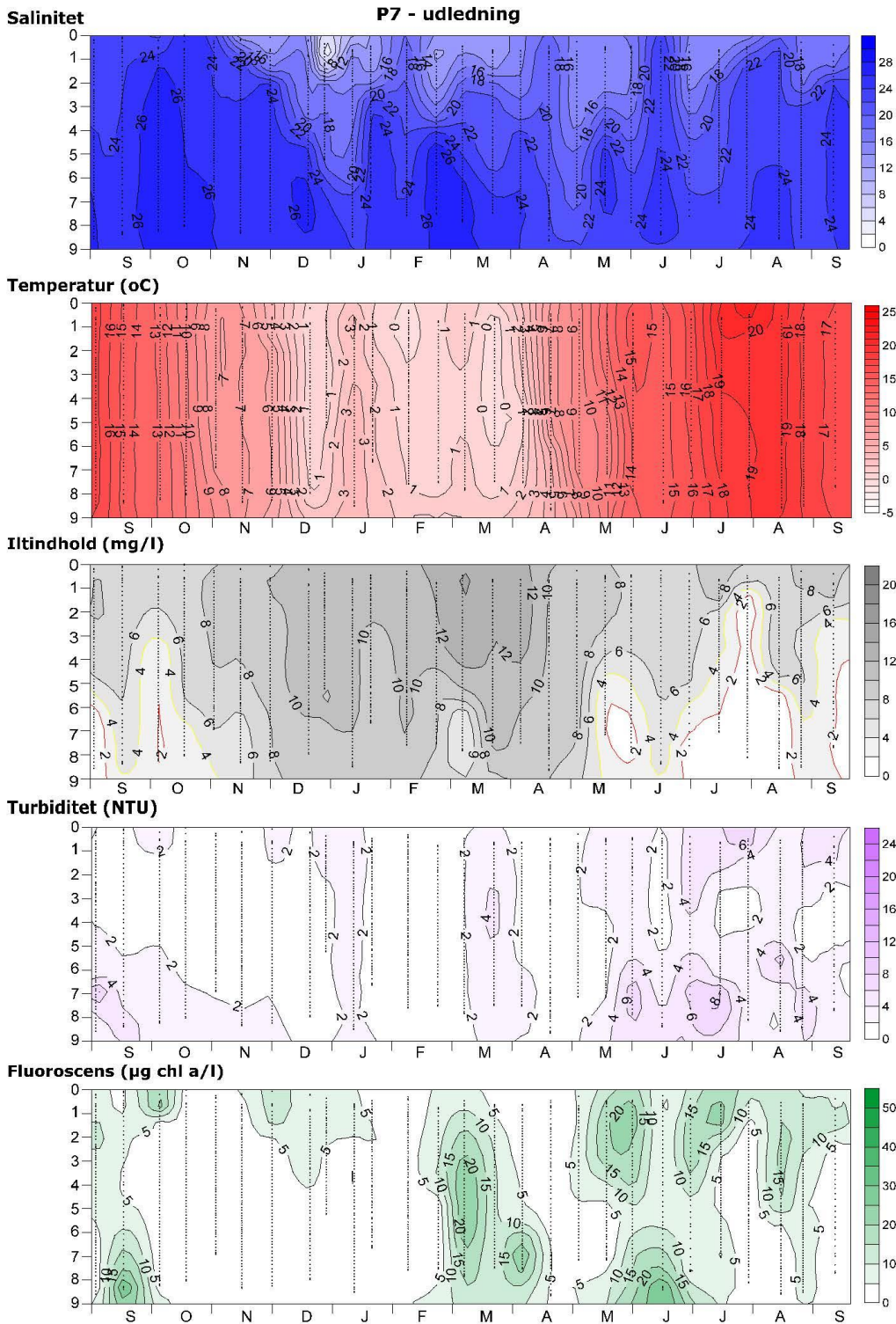
Turbiditet (NTU)



Fluorescens (µg chl a/l)

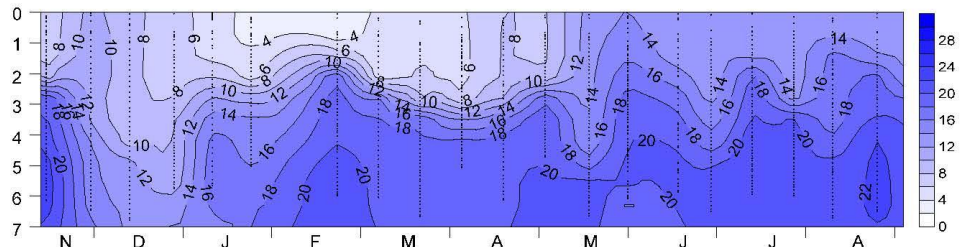




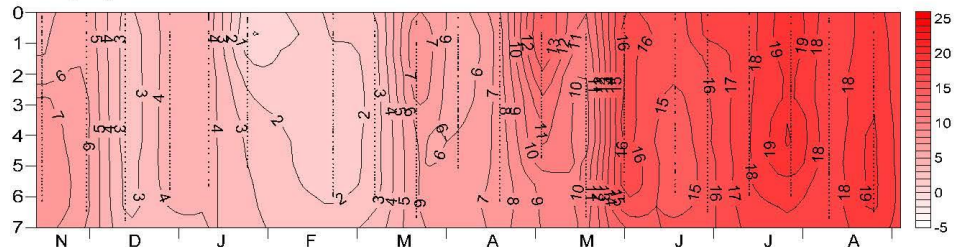


P8 - før udledning

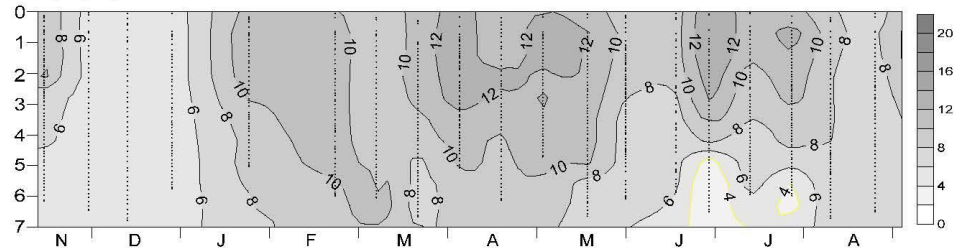
Salinitet



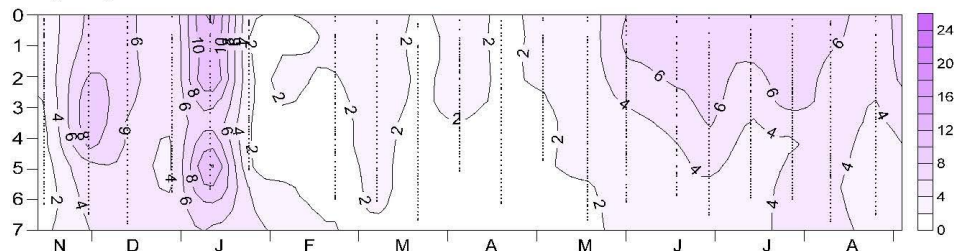
Temperatur (oC)



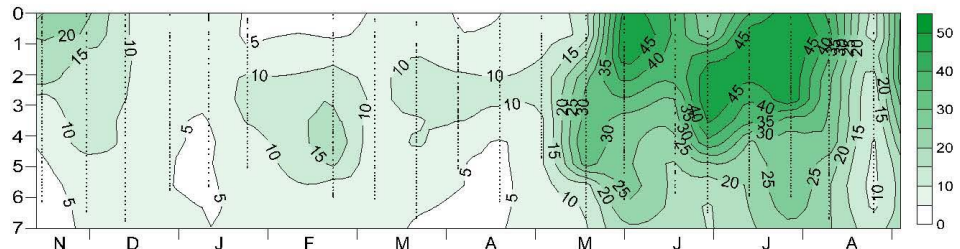
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

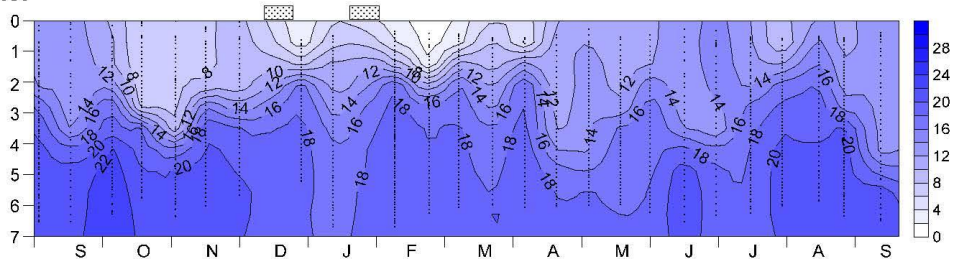


Fluorescens (µg chl a/l)

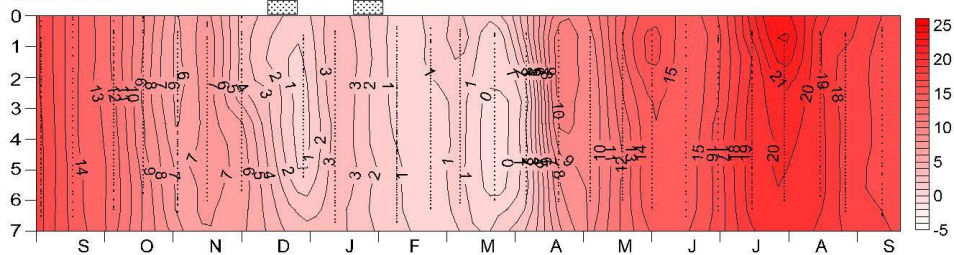


P8 - udledning

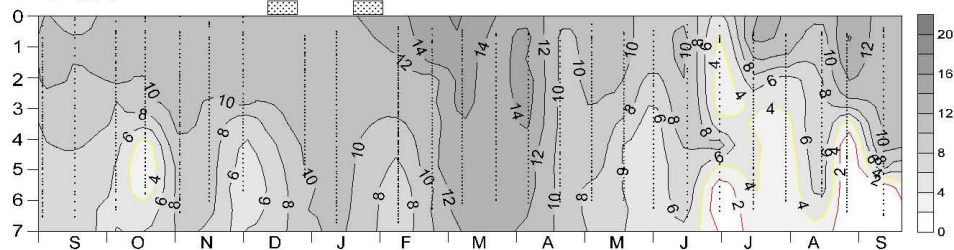
Salinitet



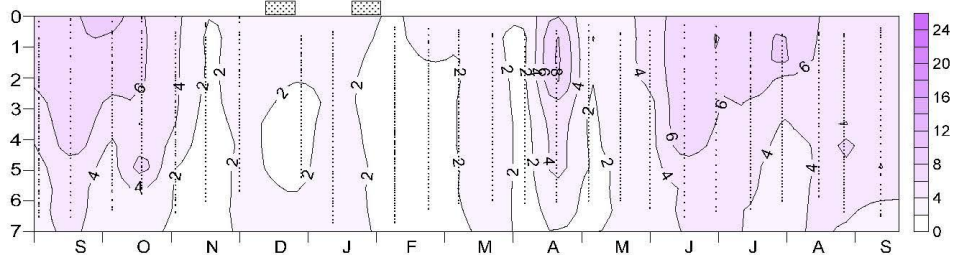
Temperatur (oC)



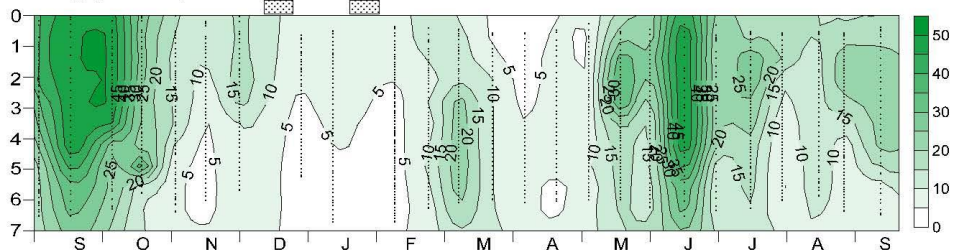
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

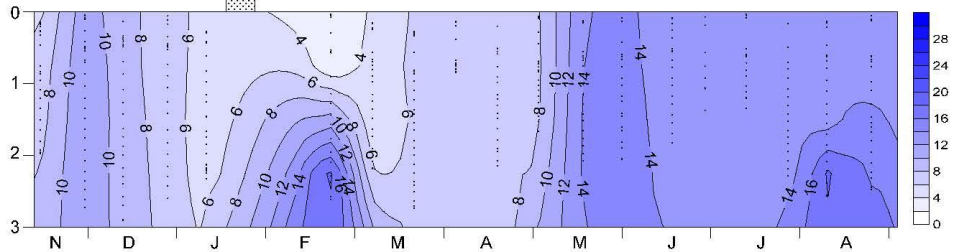


Fluorescens (µg chl a/l)

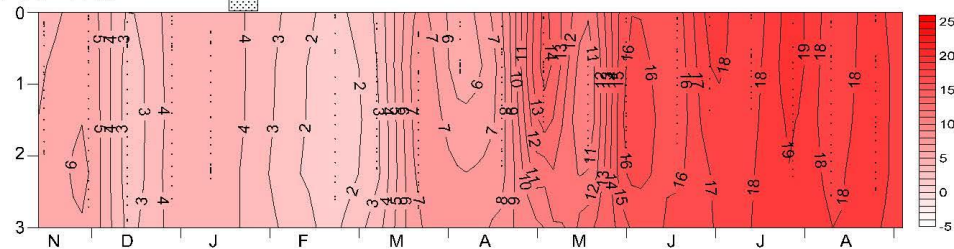


P9 - før udledning

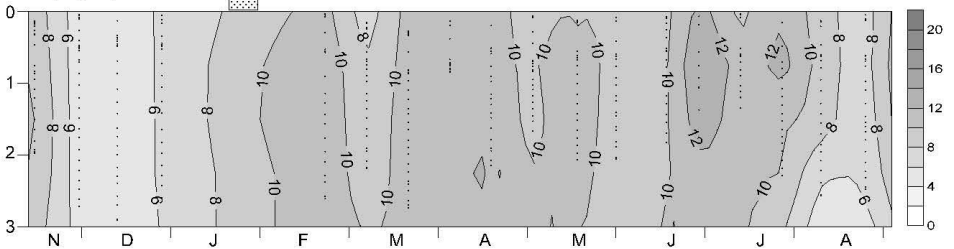
Salinitet



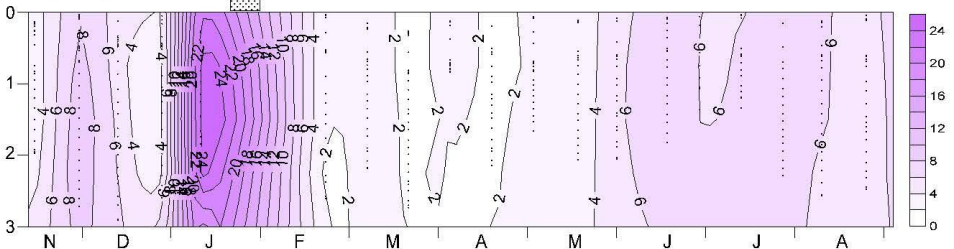
Temperatur (oC)



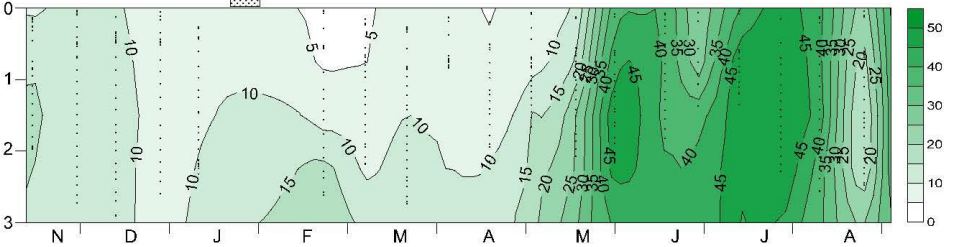
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

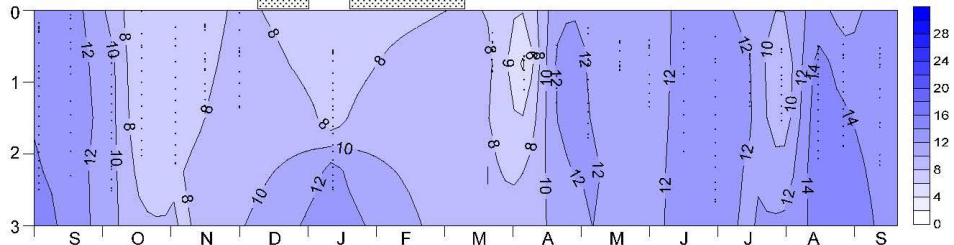


Fluorescens (µg chl a/l)

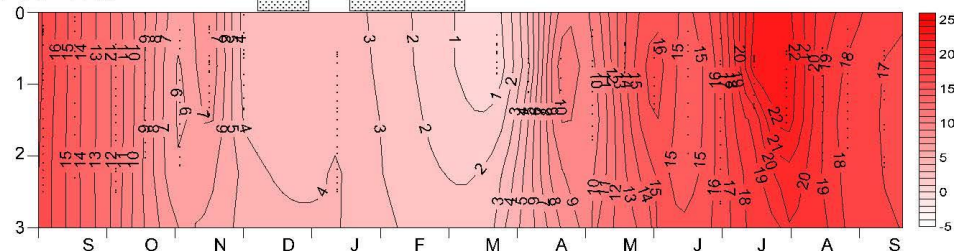


P9 - udledning

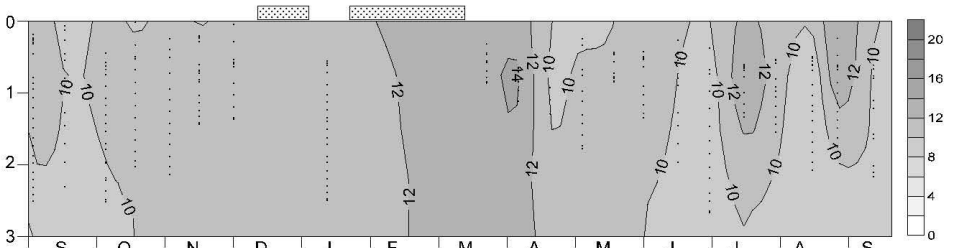
Salinitet



Temperatur (oC)

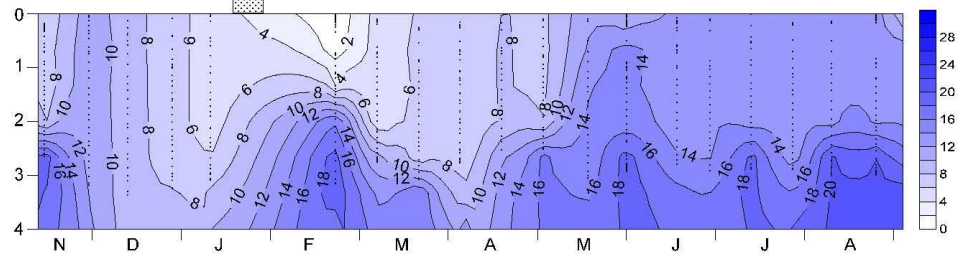


Iltindhold (mg/l)

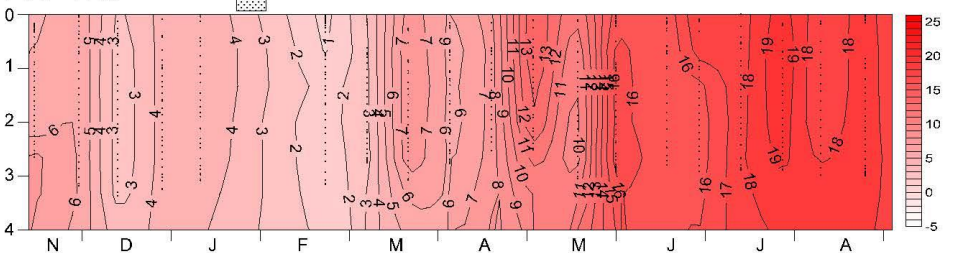


P10 - før udledning

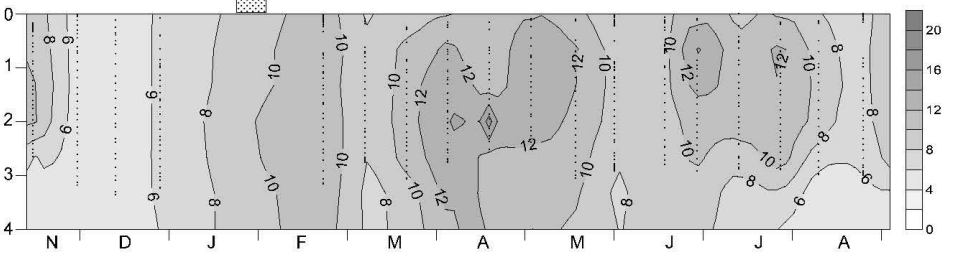
Salinitet



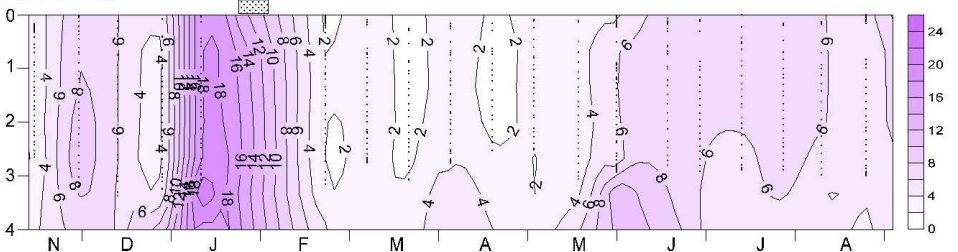
Temperatur (oC)



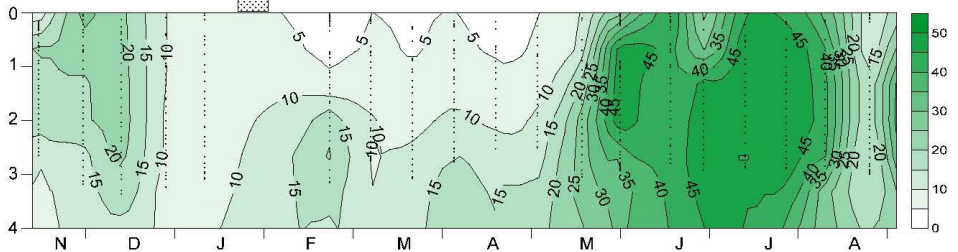
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

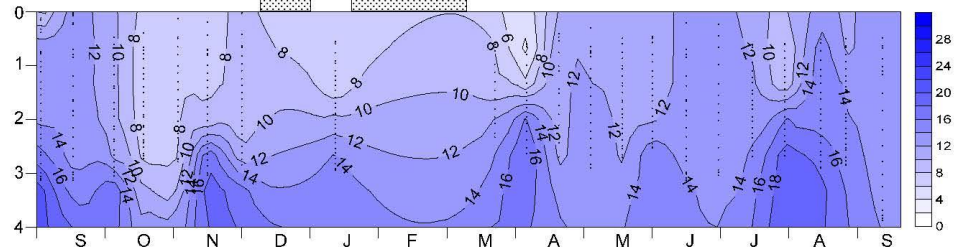


Fluorescens (µg chl a/l)

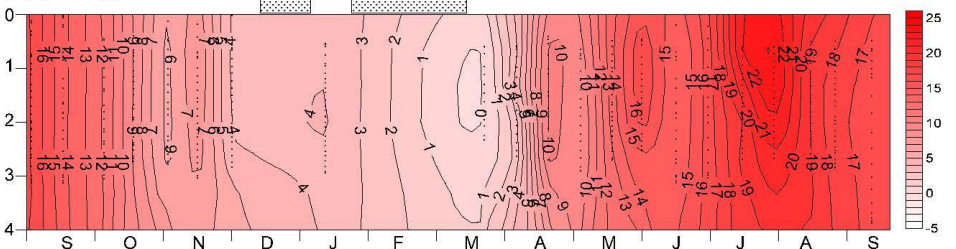


P10 - udledning

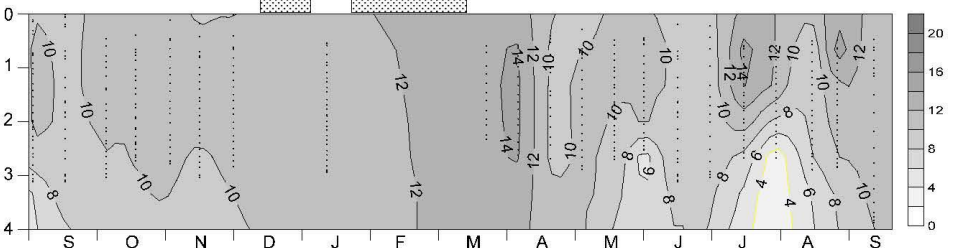
Salinitet



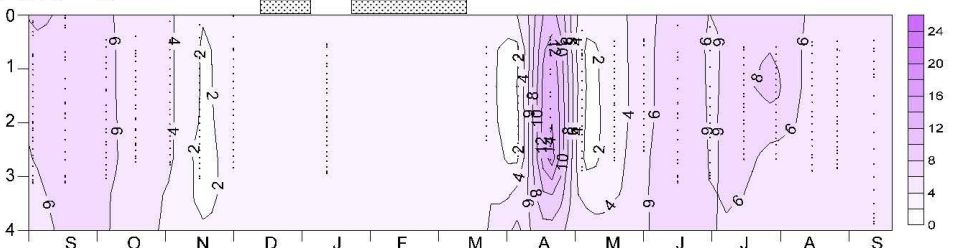
Temperatur (oC)



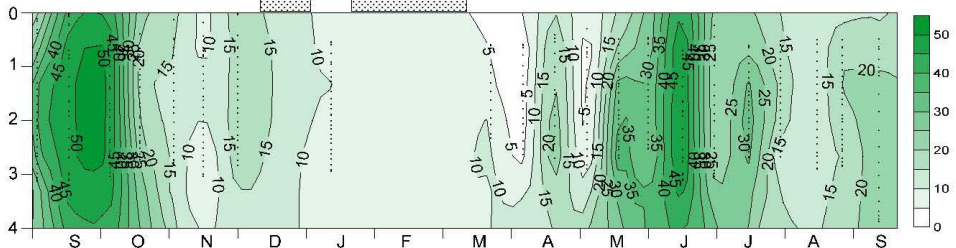
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

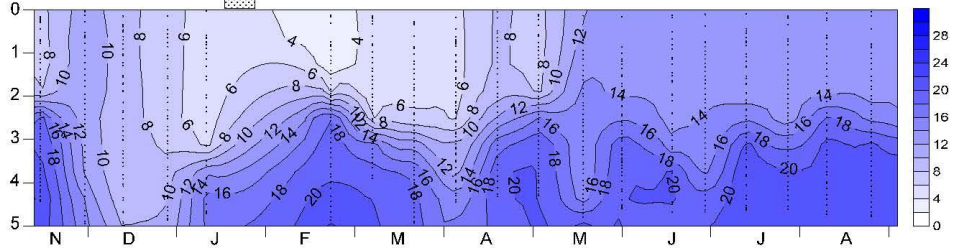


Fluorescens (µg chl a/l)

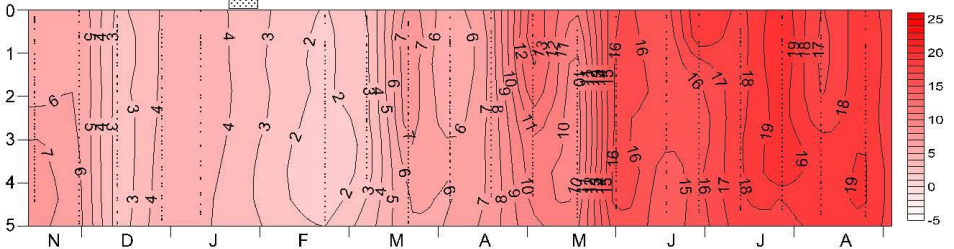


P11 - før udledning

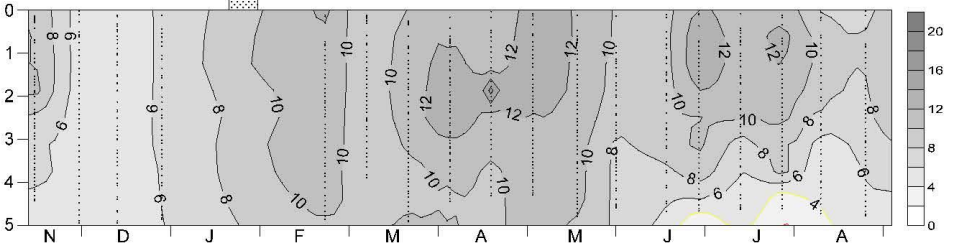
Salinitet



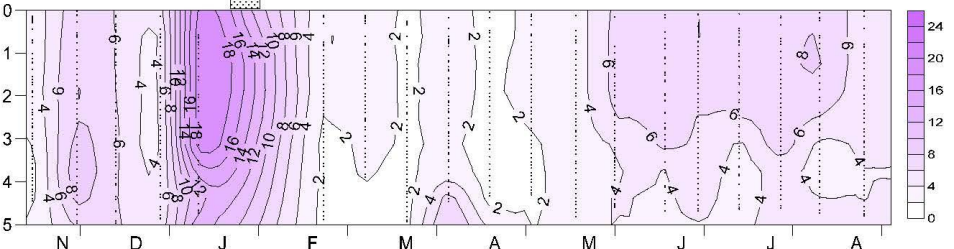
Temperatur (oC)



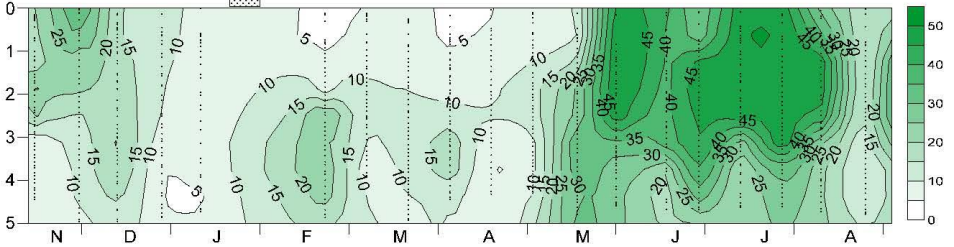
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

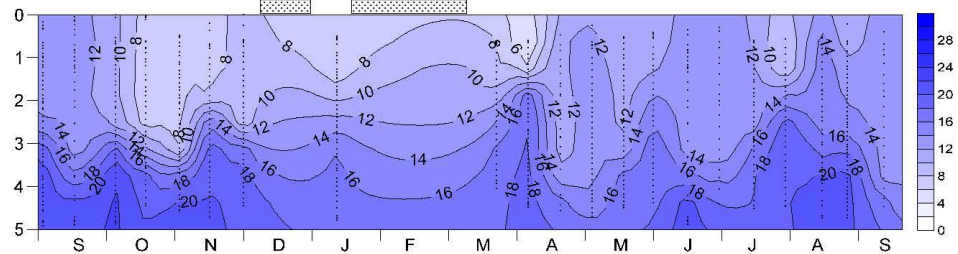


Fluorescens (µg chl a/l)

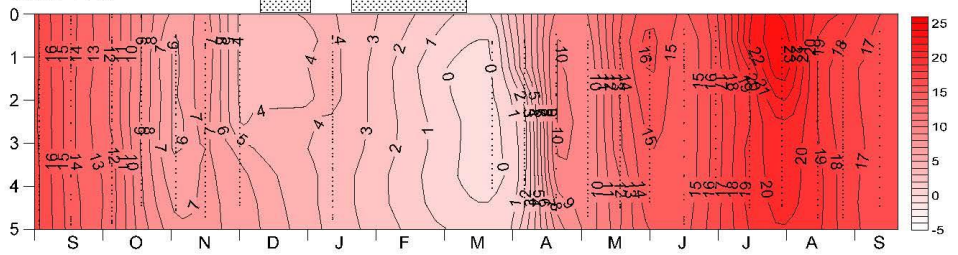


P11 - udledning

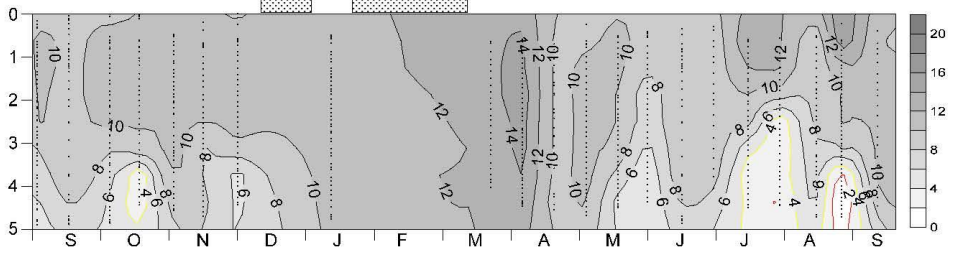
Salinitet



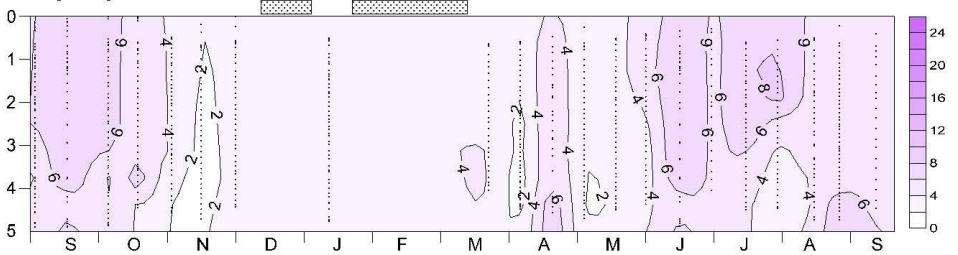
Temperatur (oC)



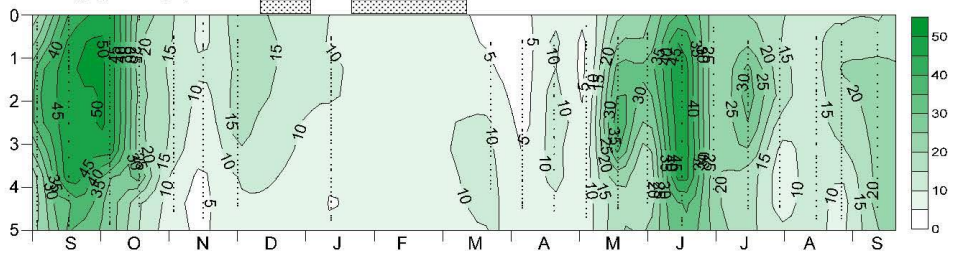
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

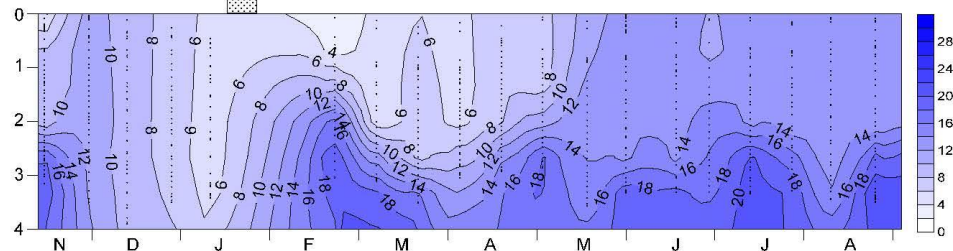


Fluorescens (µg chl a/l)

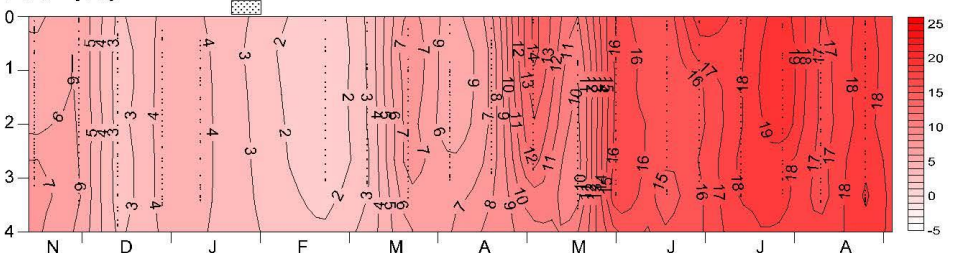


P12 - før udledning

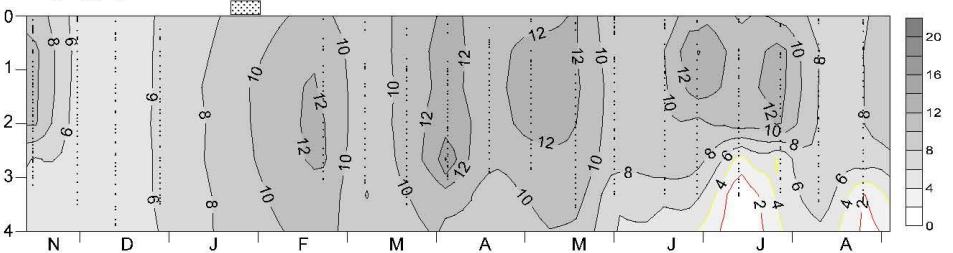
Salinitet



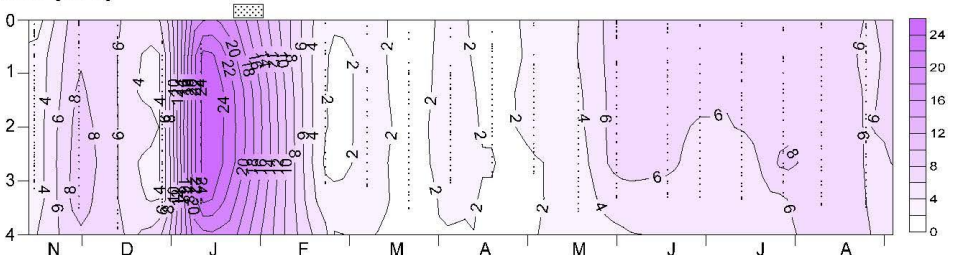
Temperatur (oC)



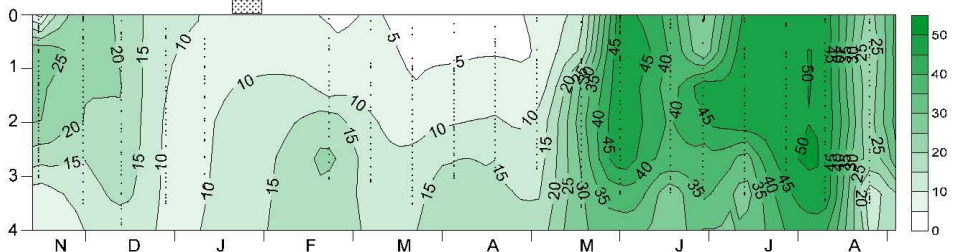
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)

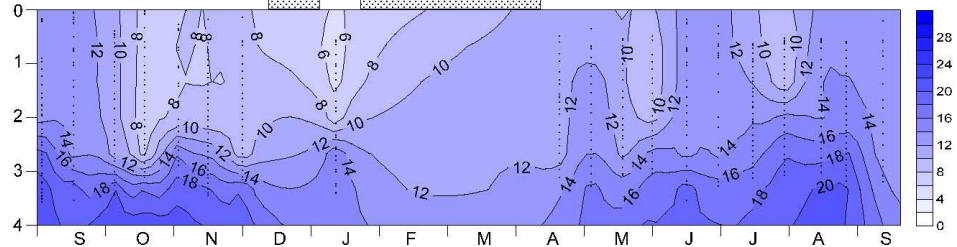


Fluorescens (µg chl a/l)

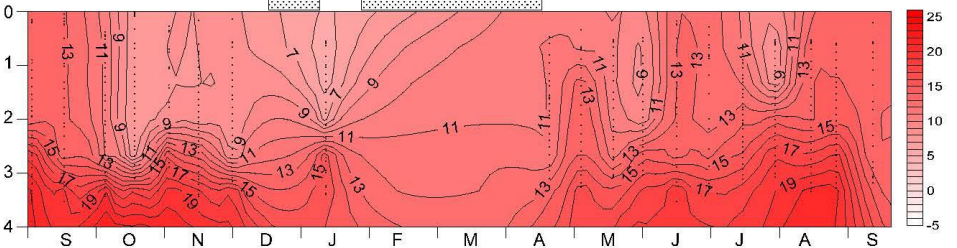


P12 - udledning

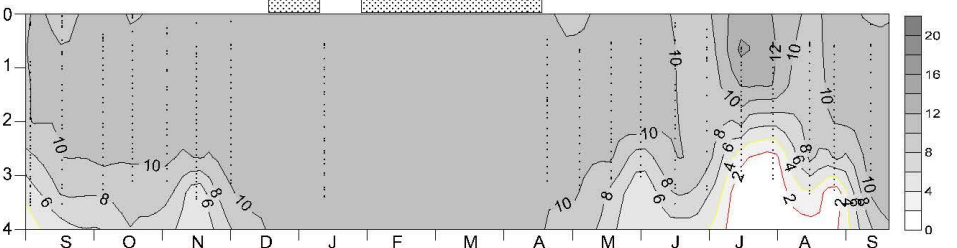
Salinitet



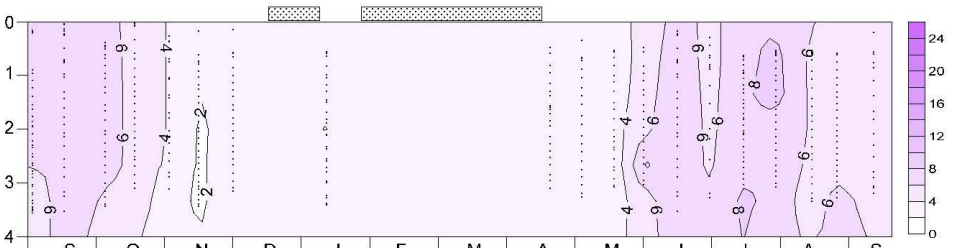
Temperatur (oC)



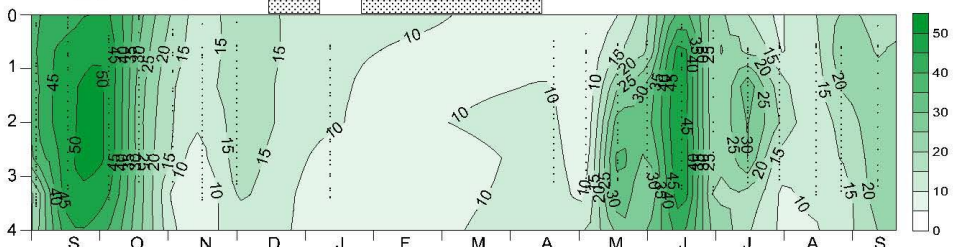
Iltindhold (mg/l)



Turbiditet (NTU)



Fluorescens (µg chl a/l)



BILAG 4
PLOTS AF FYSISK/KEMISKE FORHOLD I TOP OG BUND – FOKUSSTATI-
ONERNE P1, P6, P7, P8

Dette bilag præsenterer udviklingen af salinitet, temperatur, iltindhold, fluorescens og turbiditet på fokusstationerne P1, P6, P7 og P8.

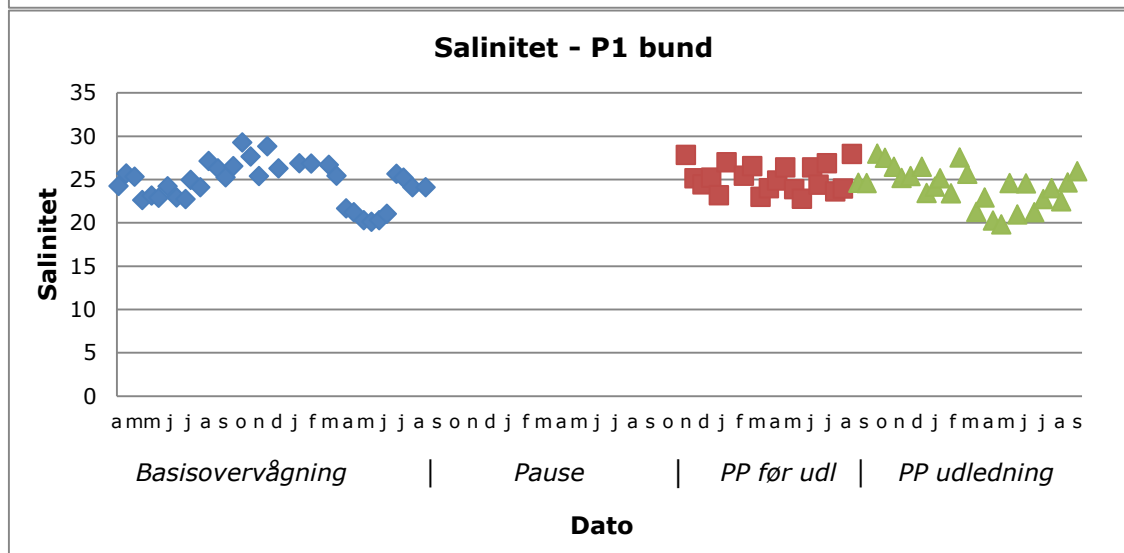
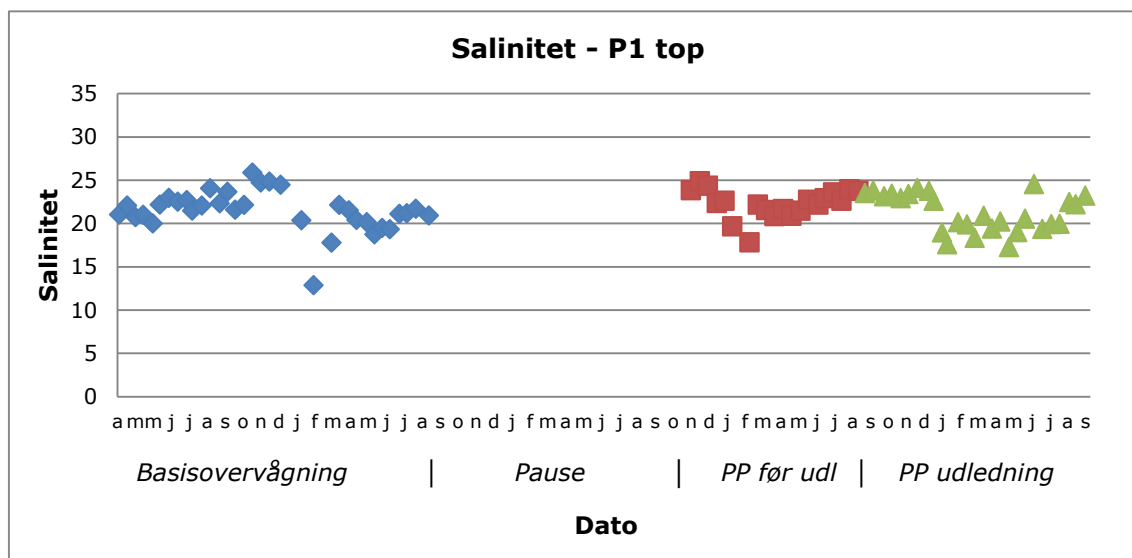
Der præsenteres plots af den tidslige udvikling i "top" (gennemsnit for den øverste meter) og "bund" (dybeste måling). Hvert plot indeholder data for både basisovervågning (2009-2010) og pilotprojektovervågning (2011-2013).

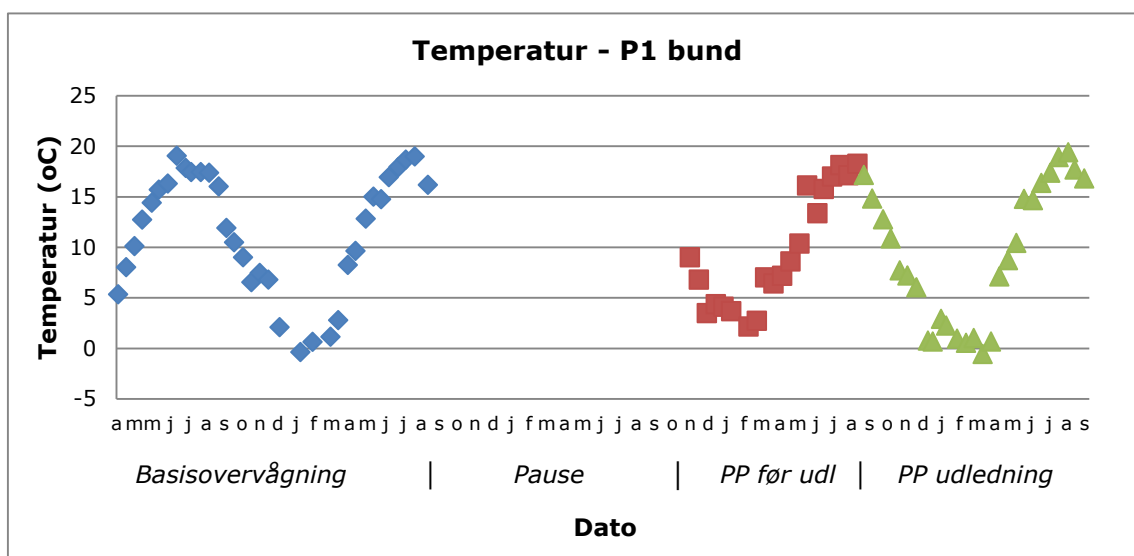
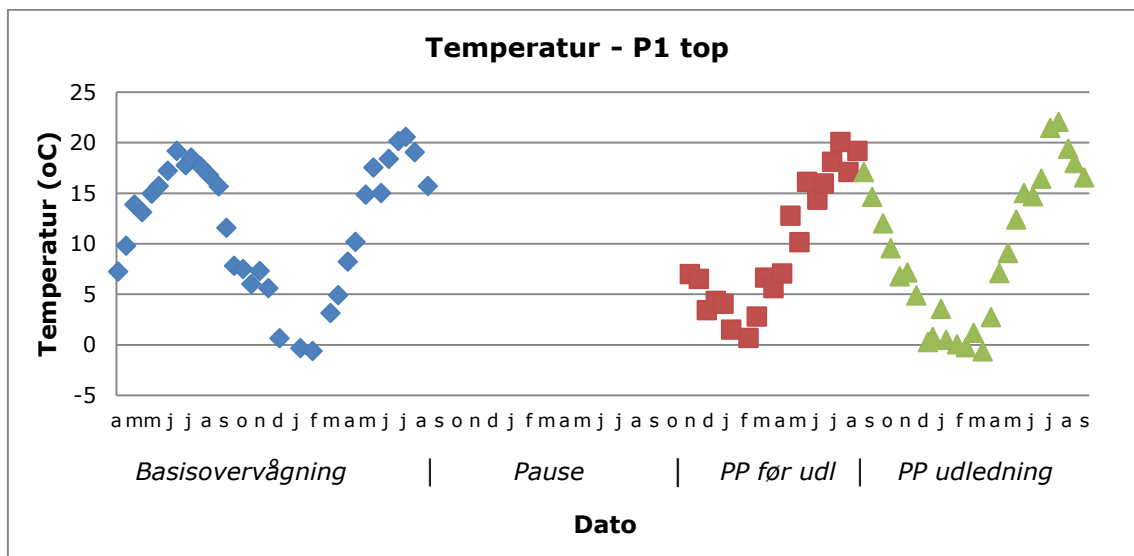


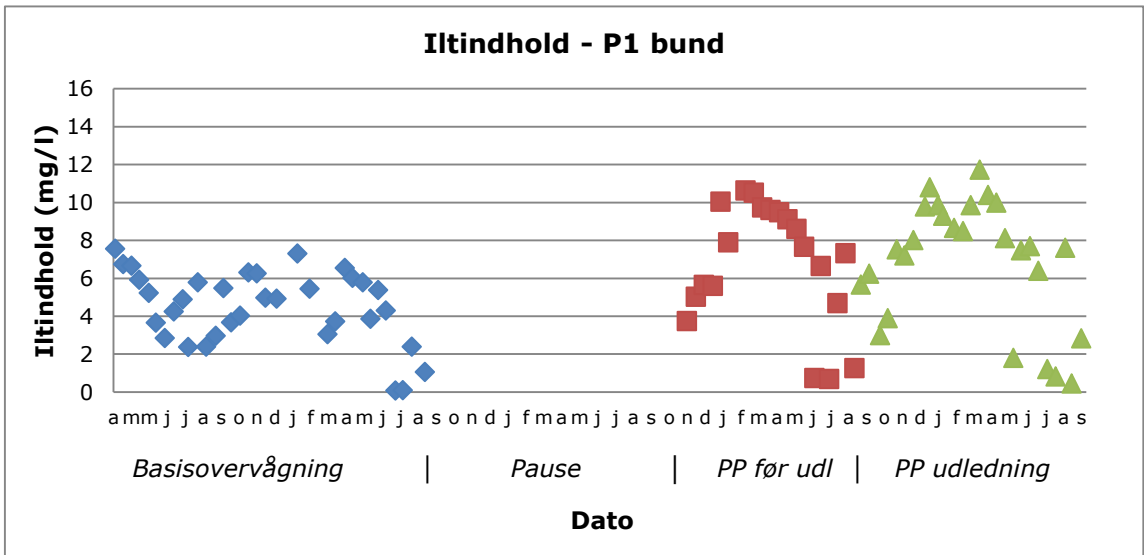
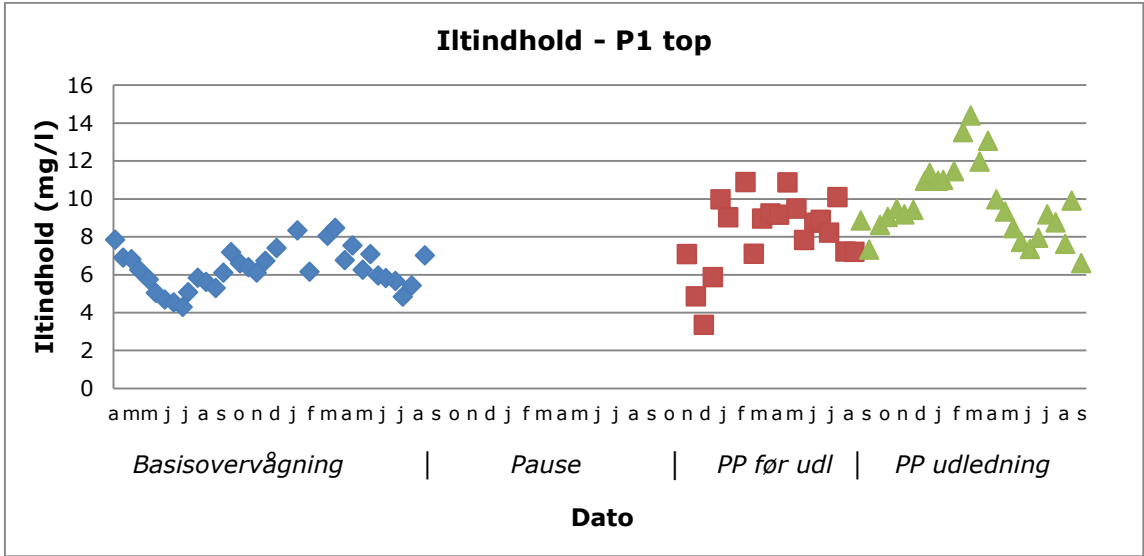
Figur A2-7-1 Placering af fokusstationerne P1, P6, P7 og P8.

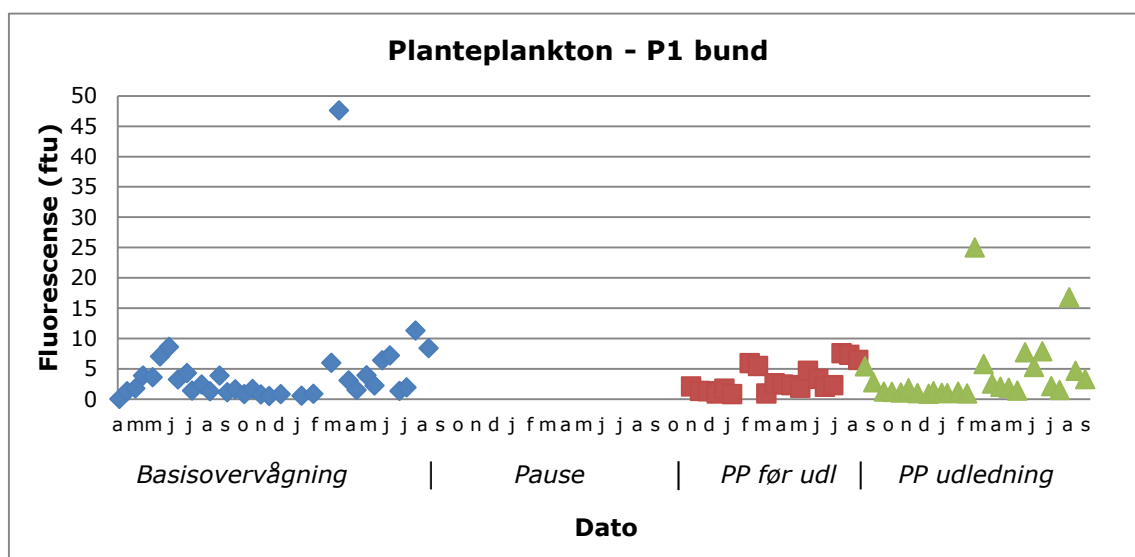
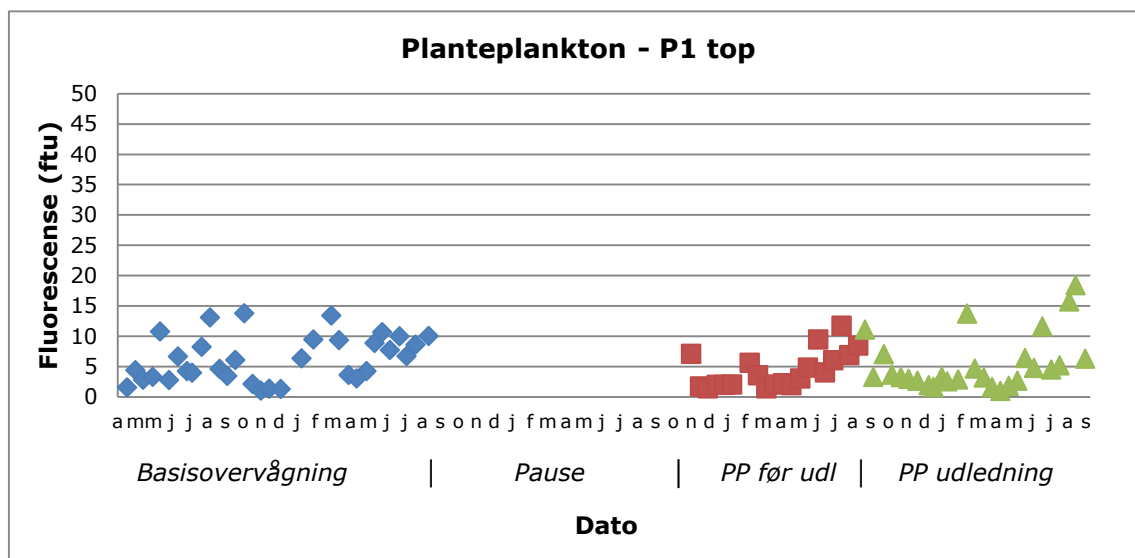
For at lette sammenligningen mellem de følgende figurer er y-akserne ensrettet, således at de for hver parameter er ens for alle stationer og dybde.

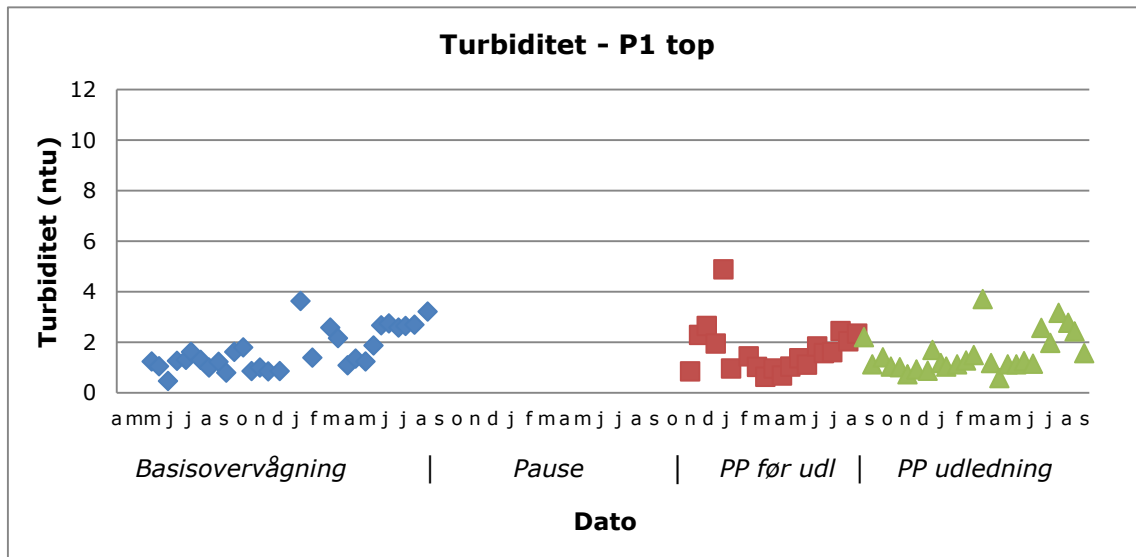
- Salinitet (0-35)
- Temperatur (-5 – 25 °C)
- Iltindhold (0-16 mg/l)
- Fluorescens (0 – 50 µg chl/l)
- Turbiditet (0-12 NTU)

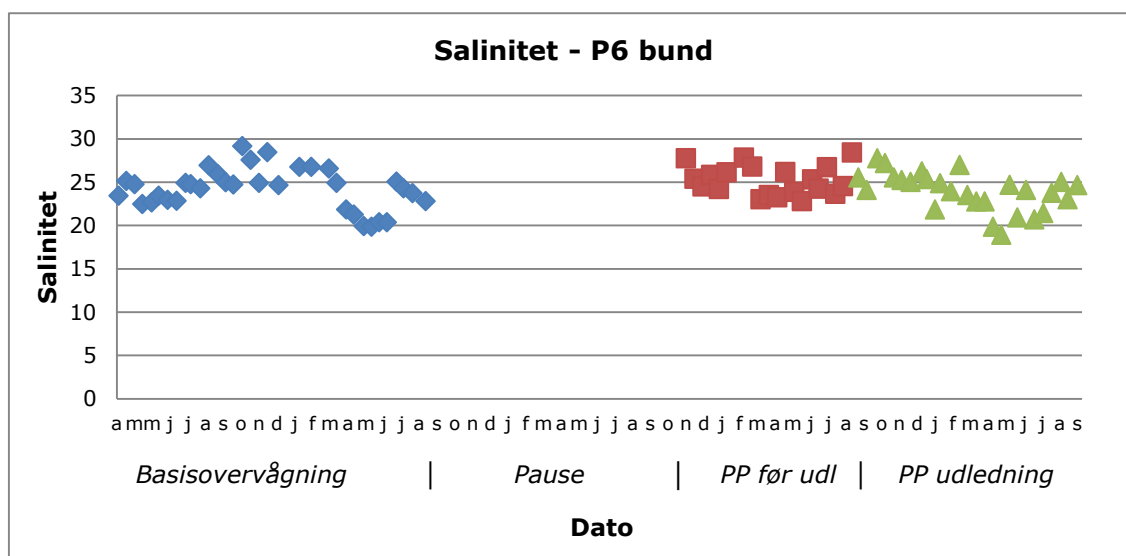
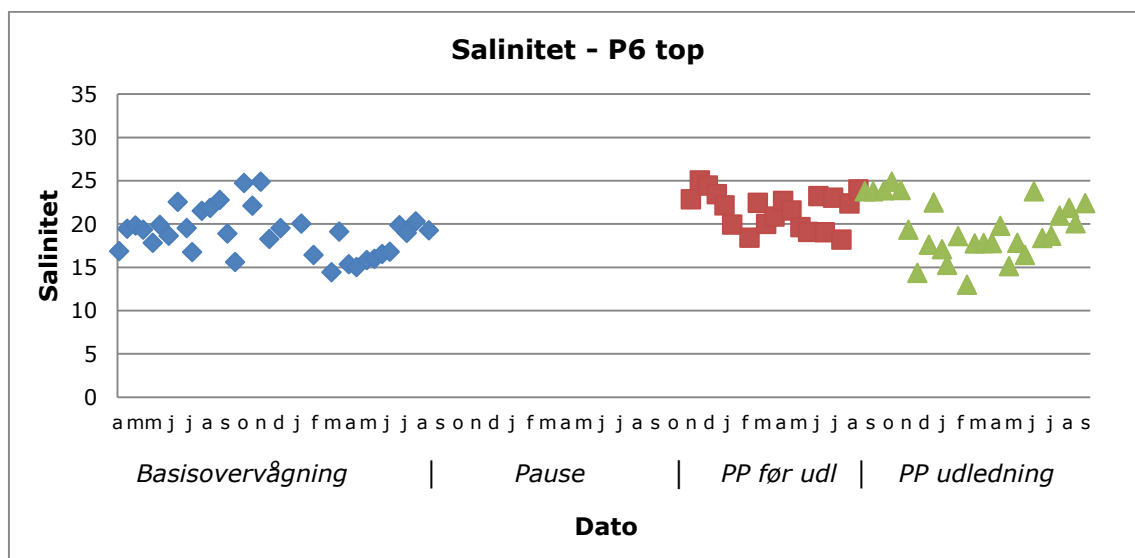
Station P1

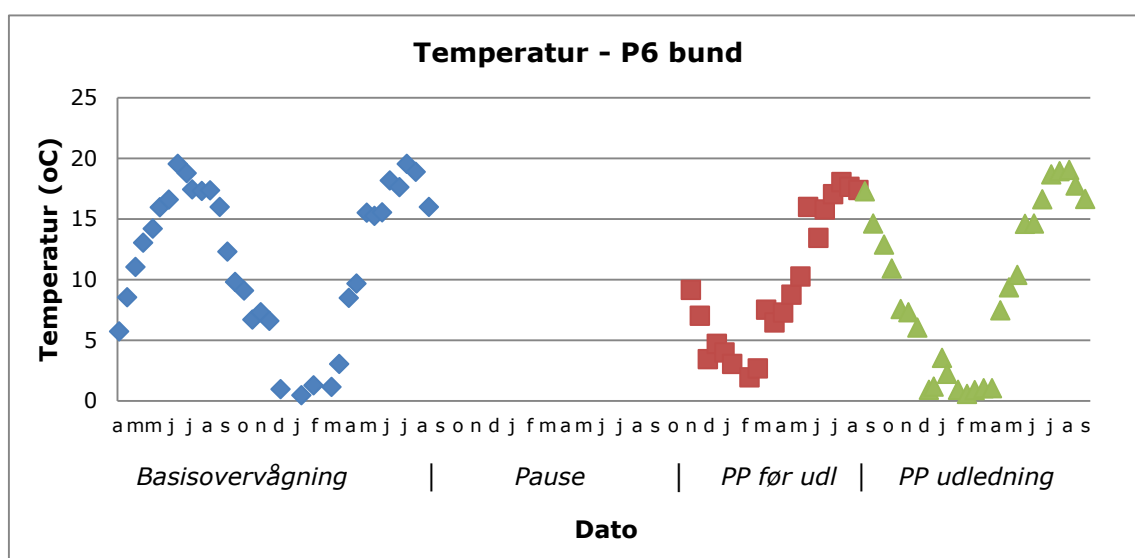
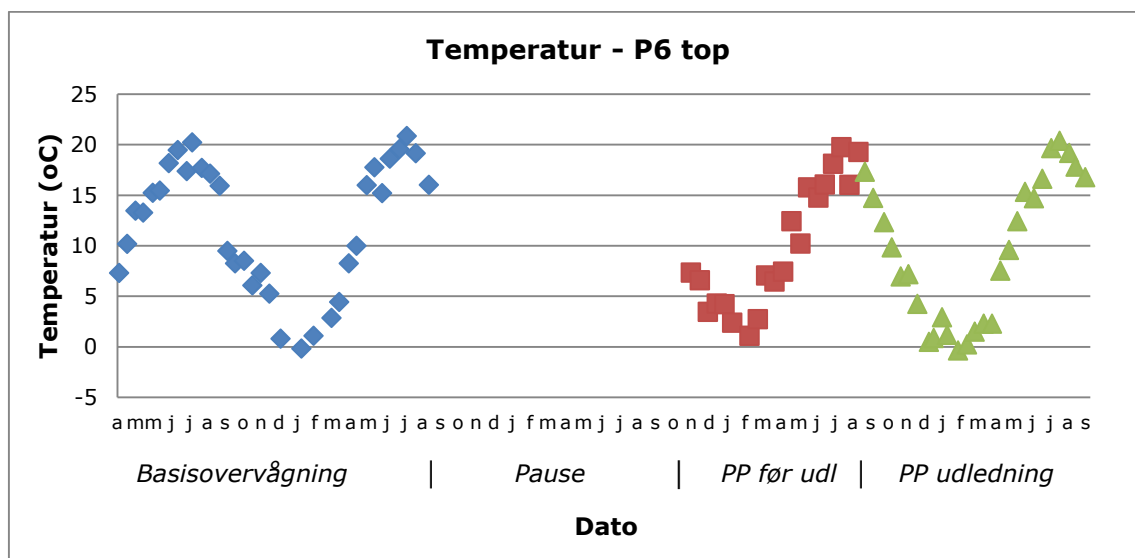


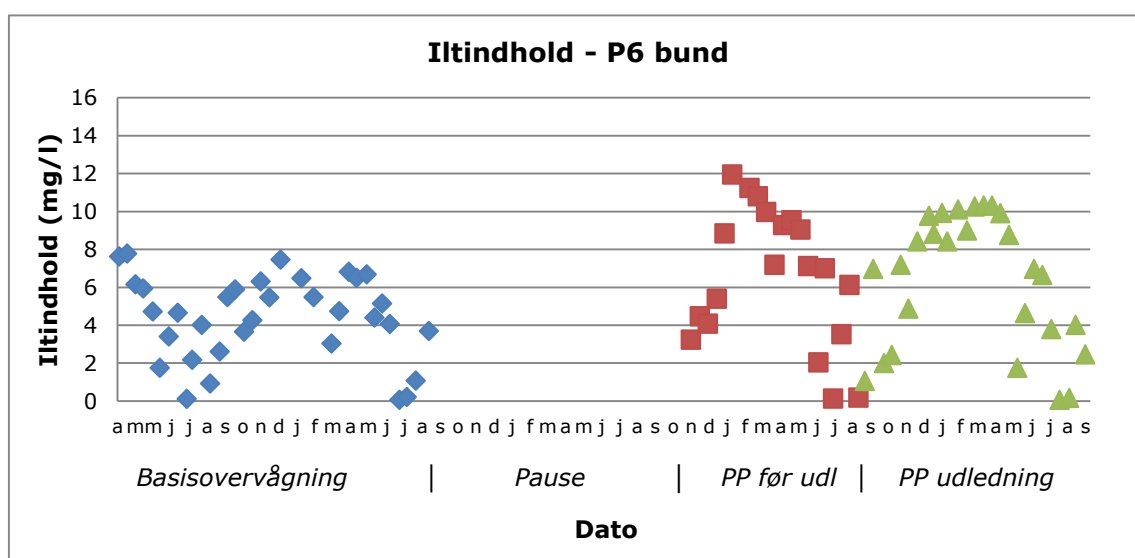
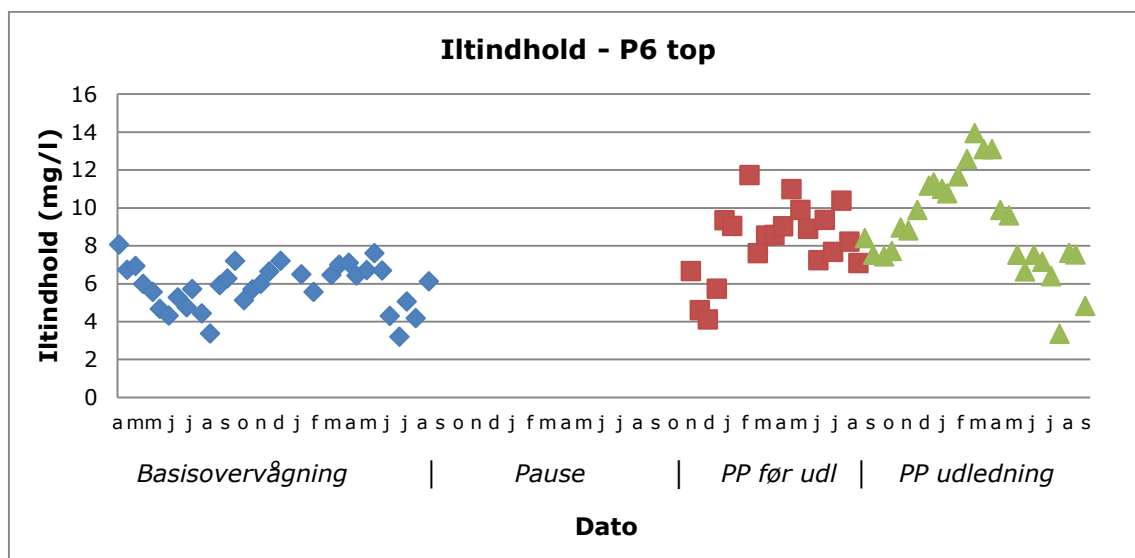


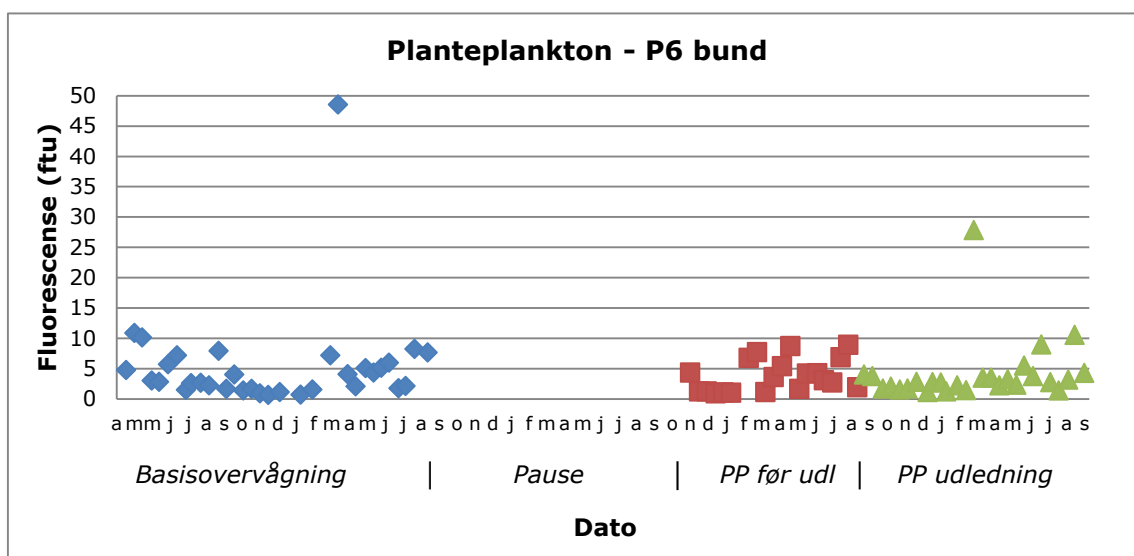
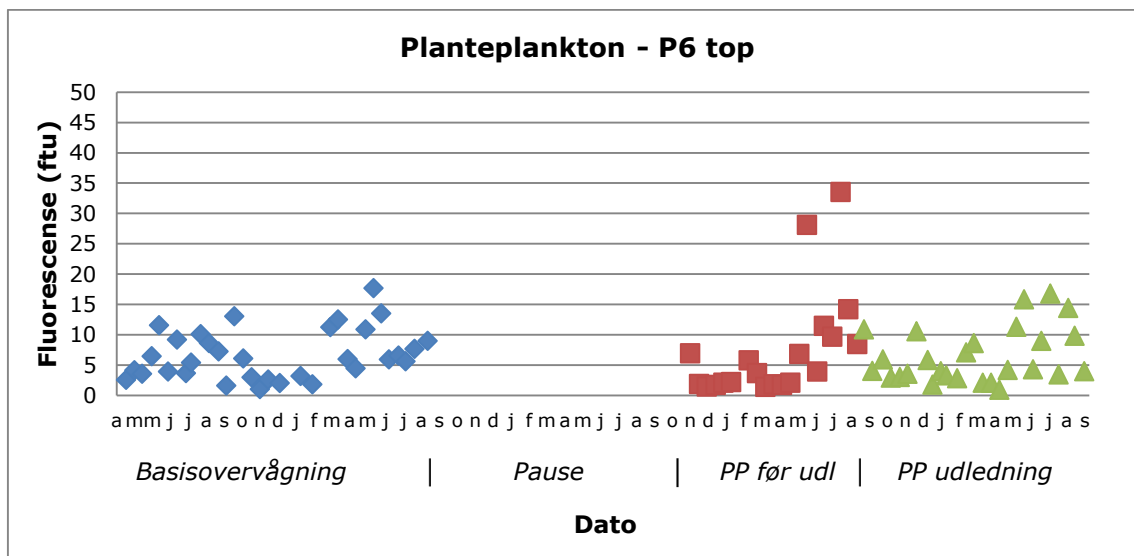


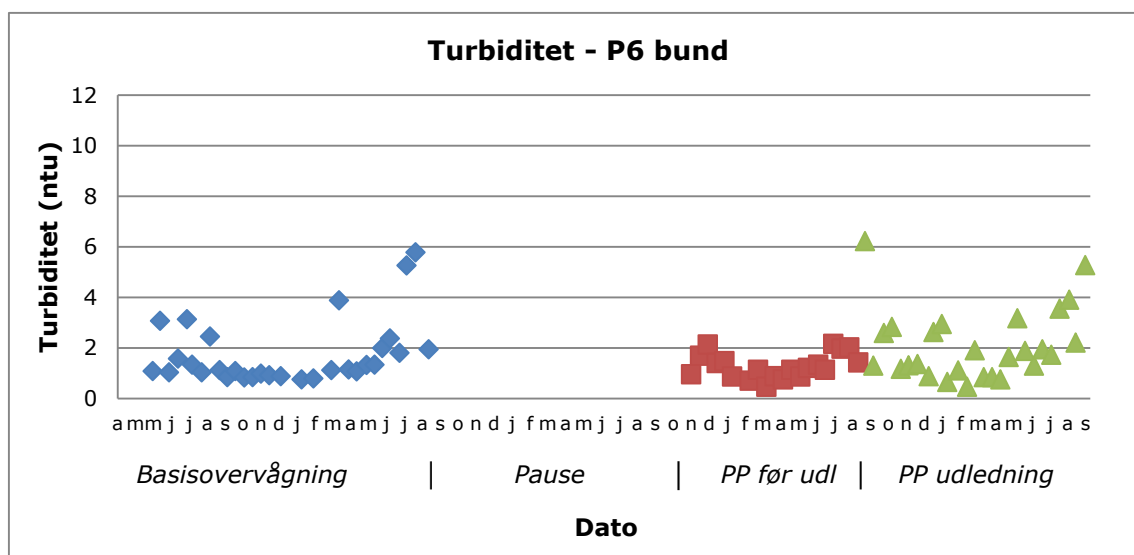
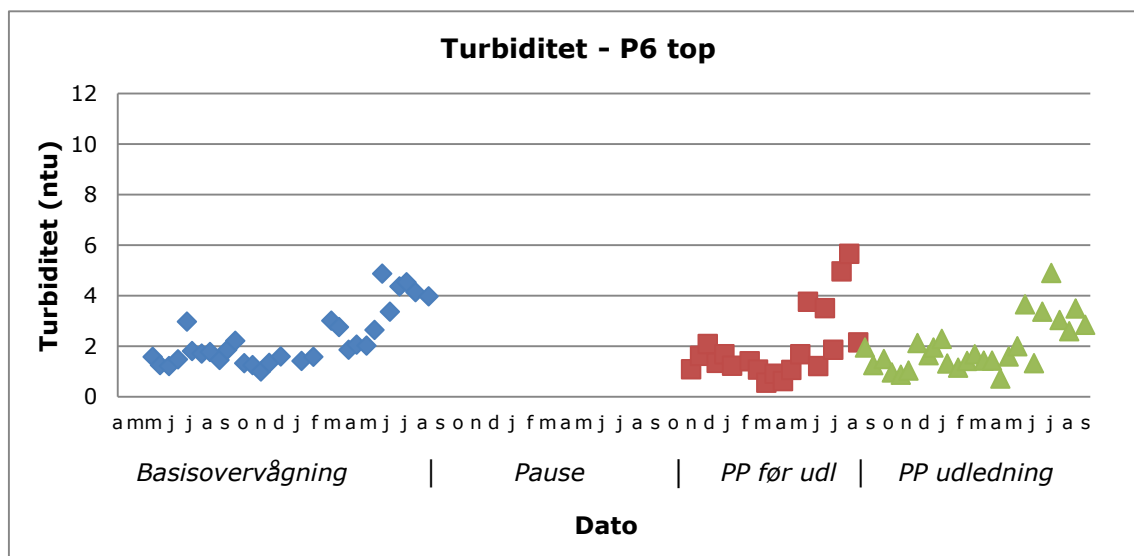


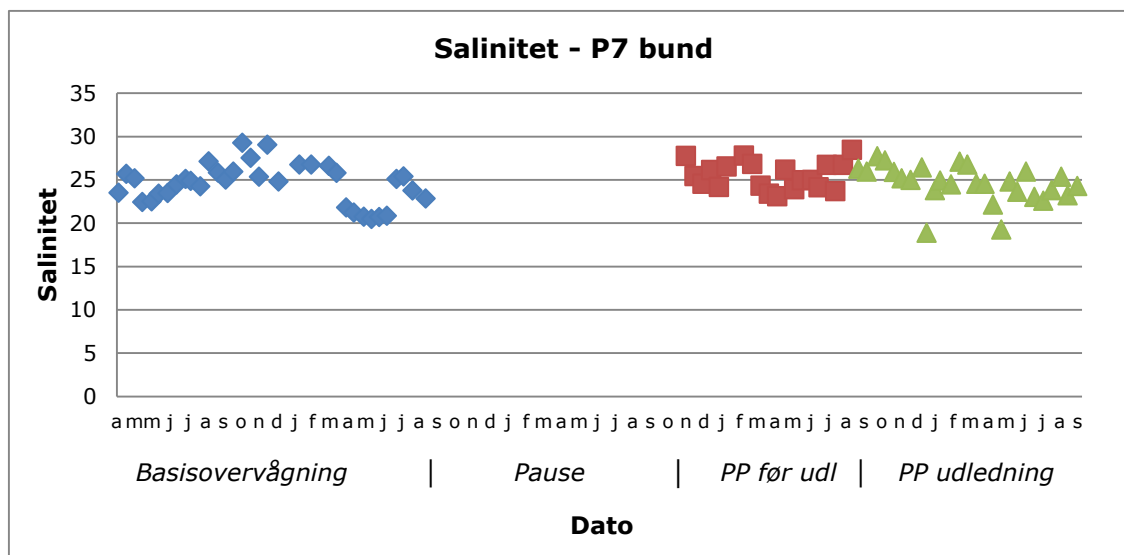
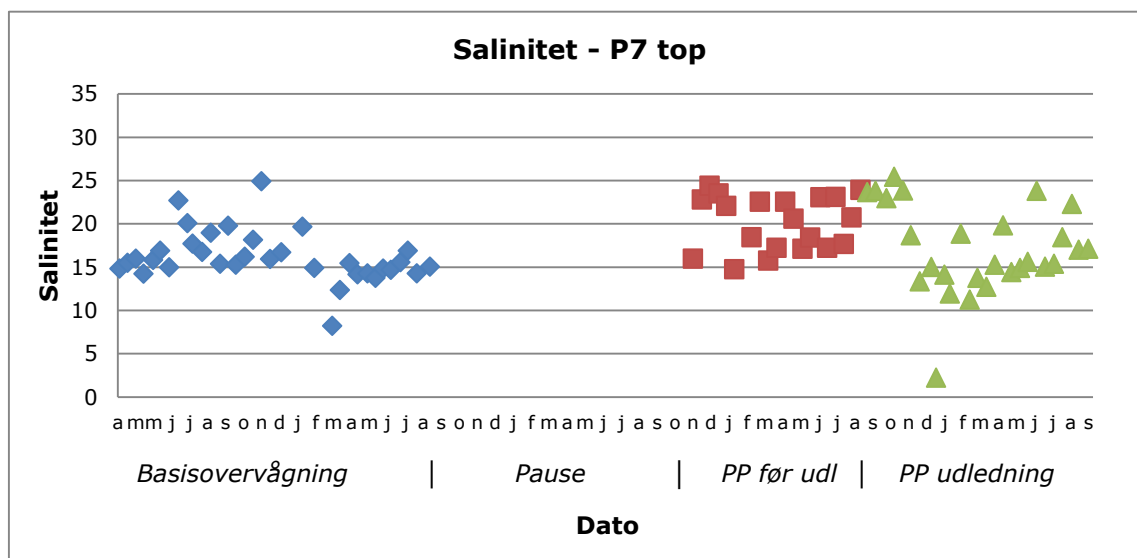
Station P6

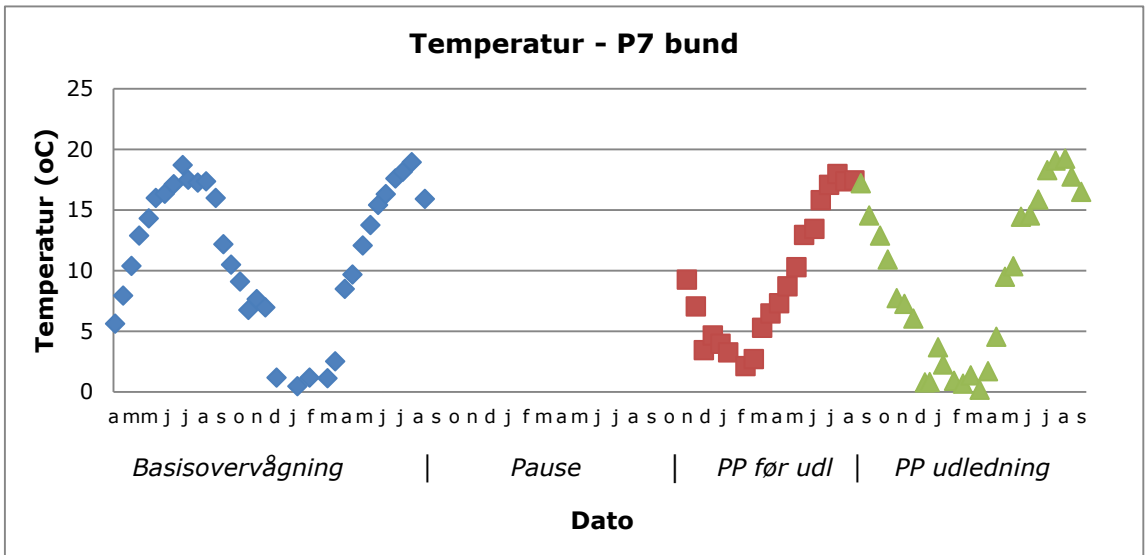
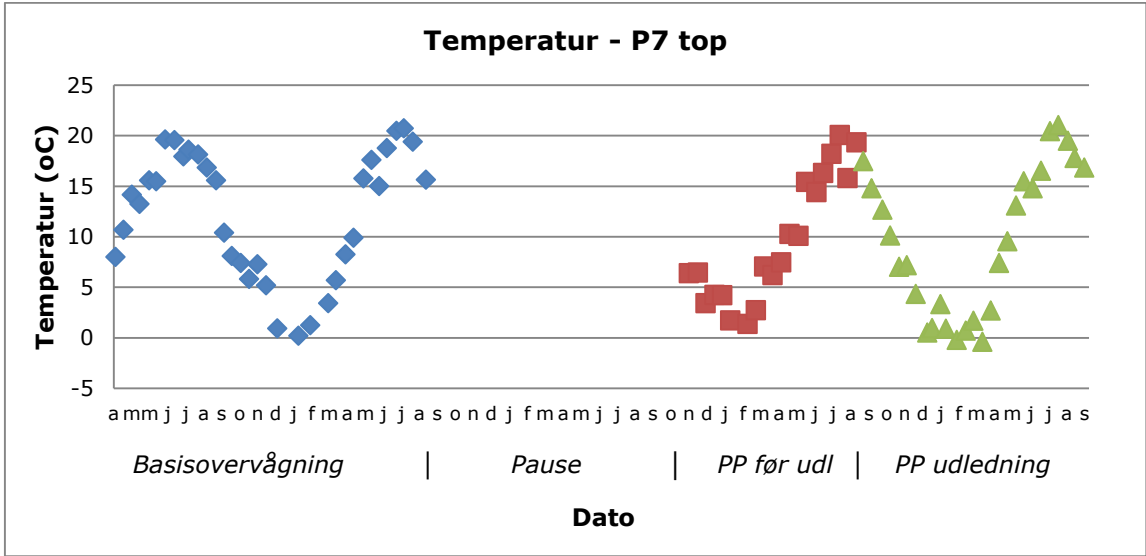


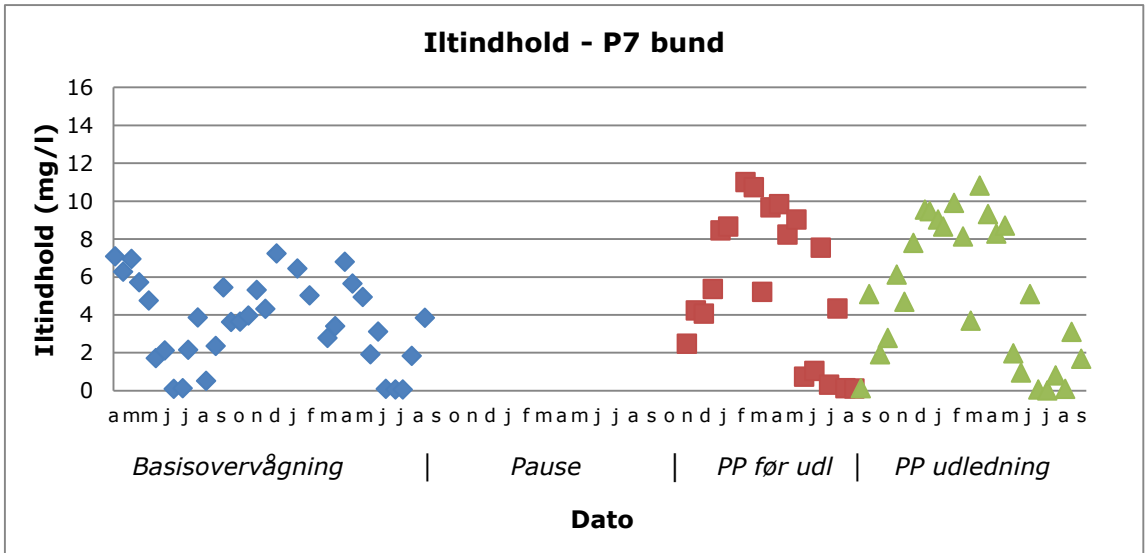
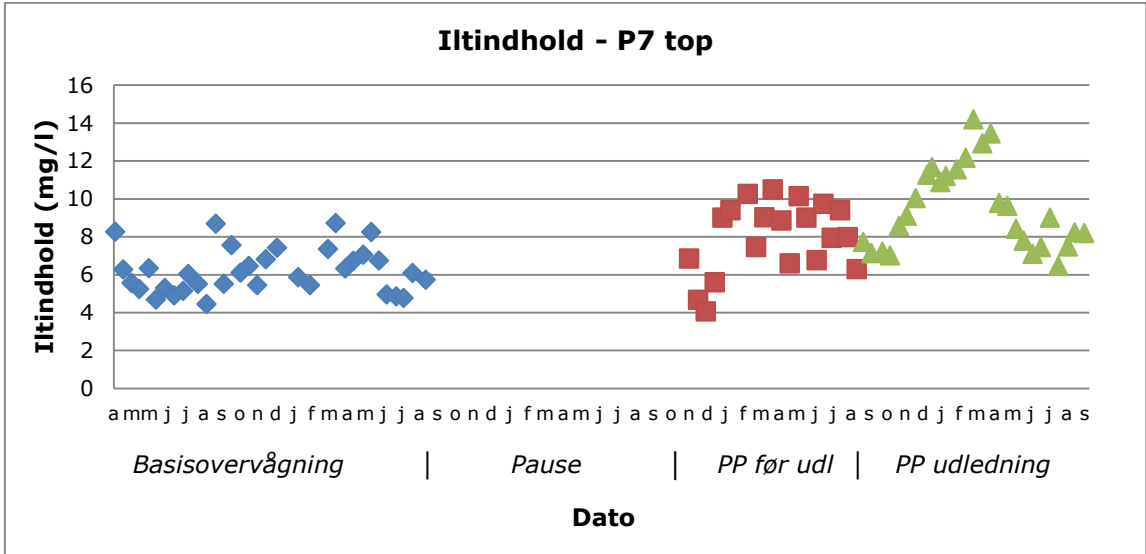


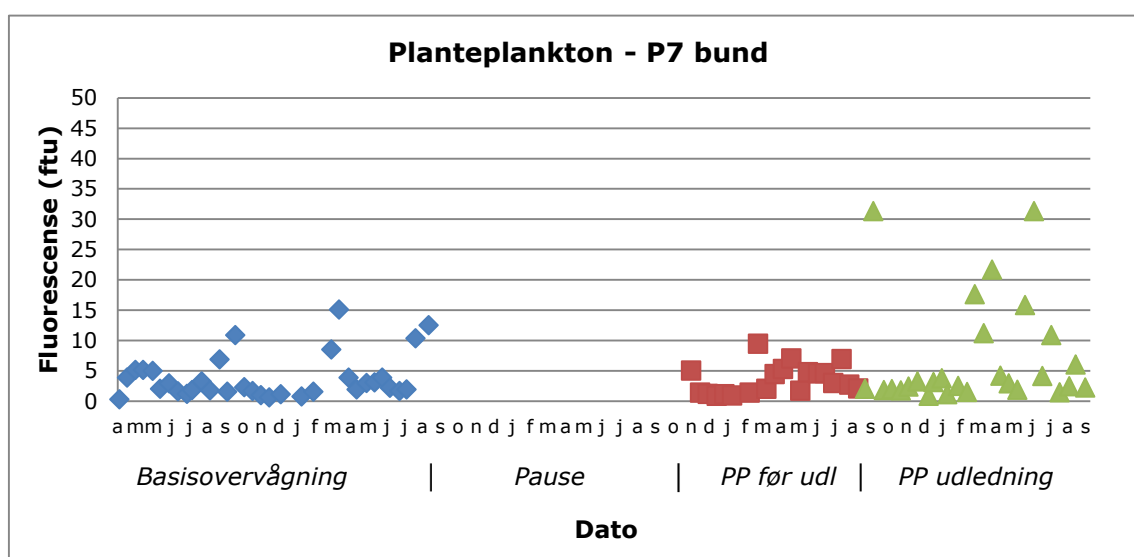
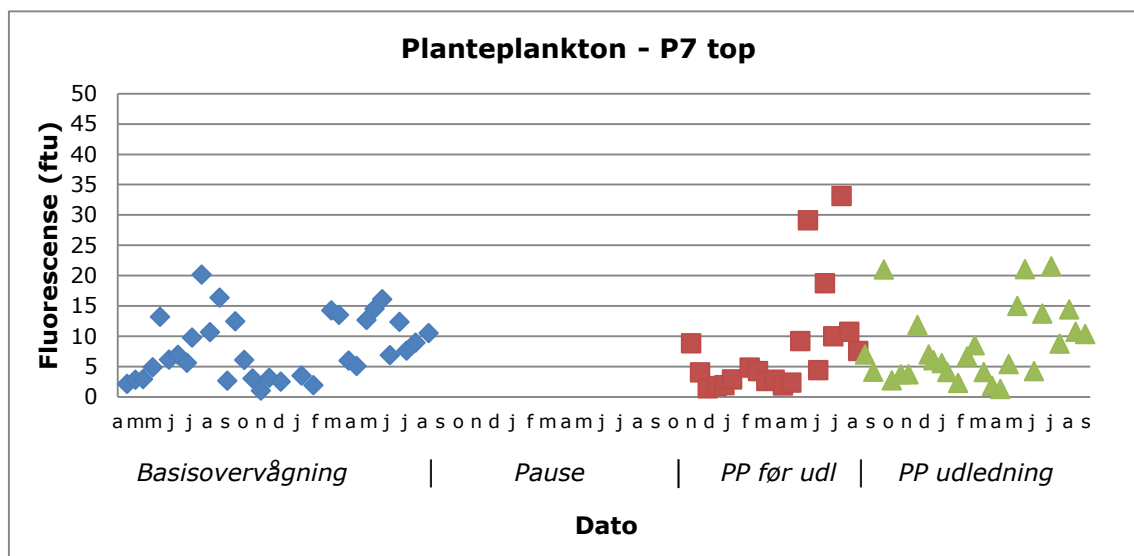


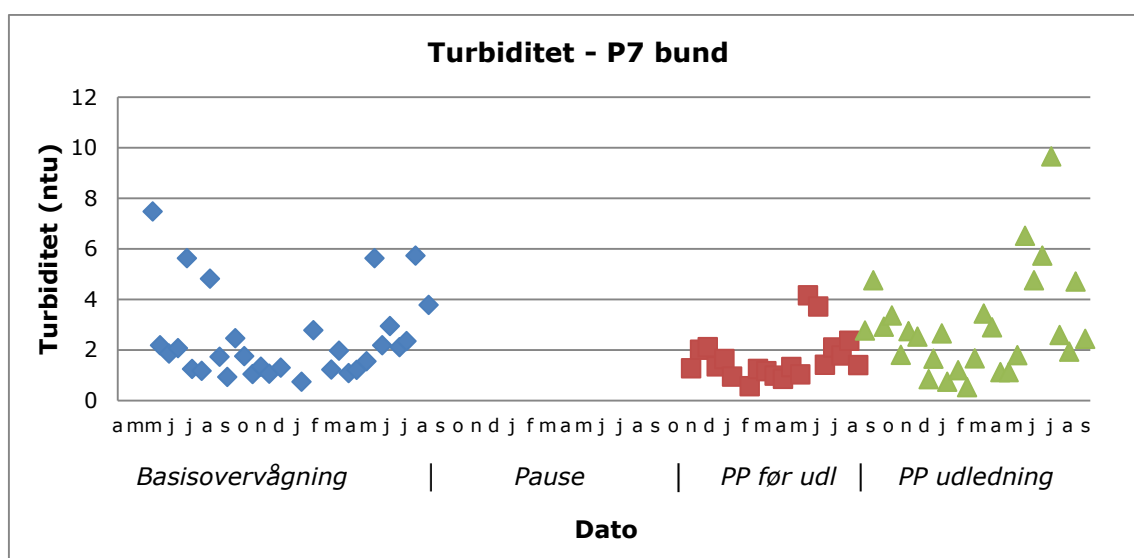
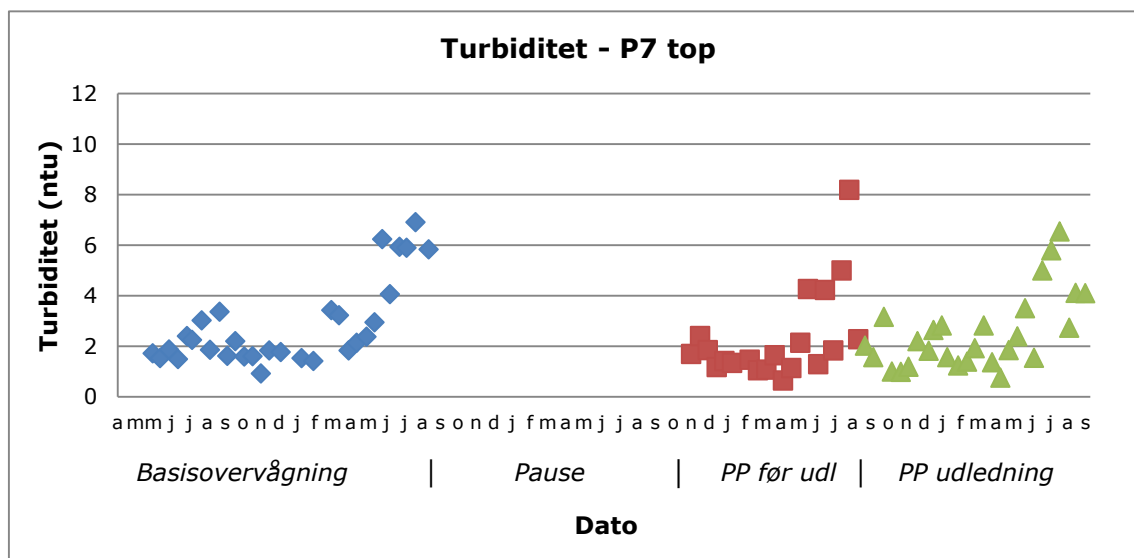


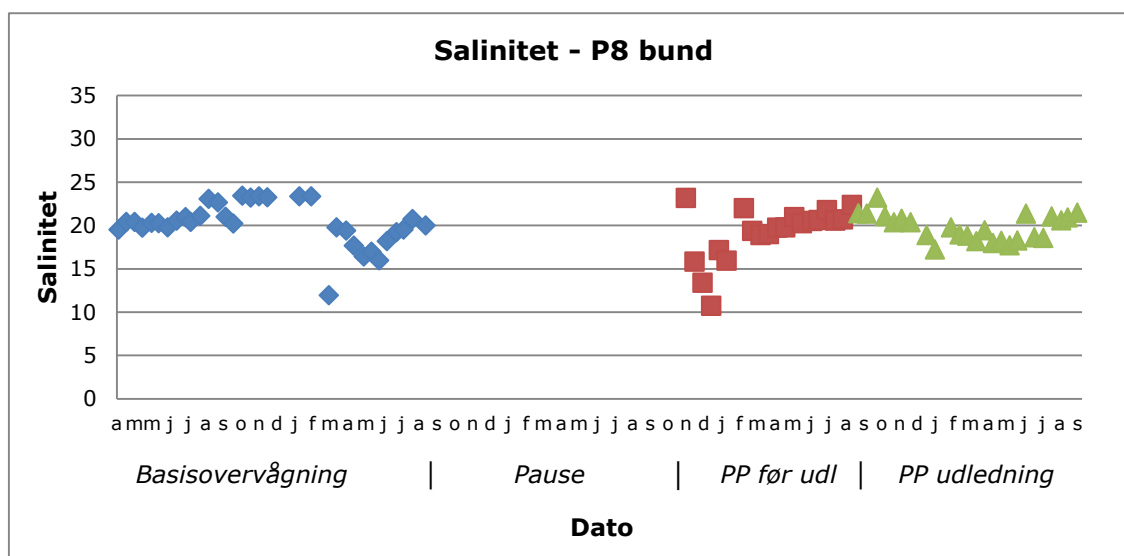
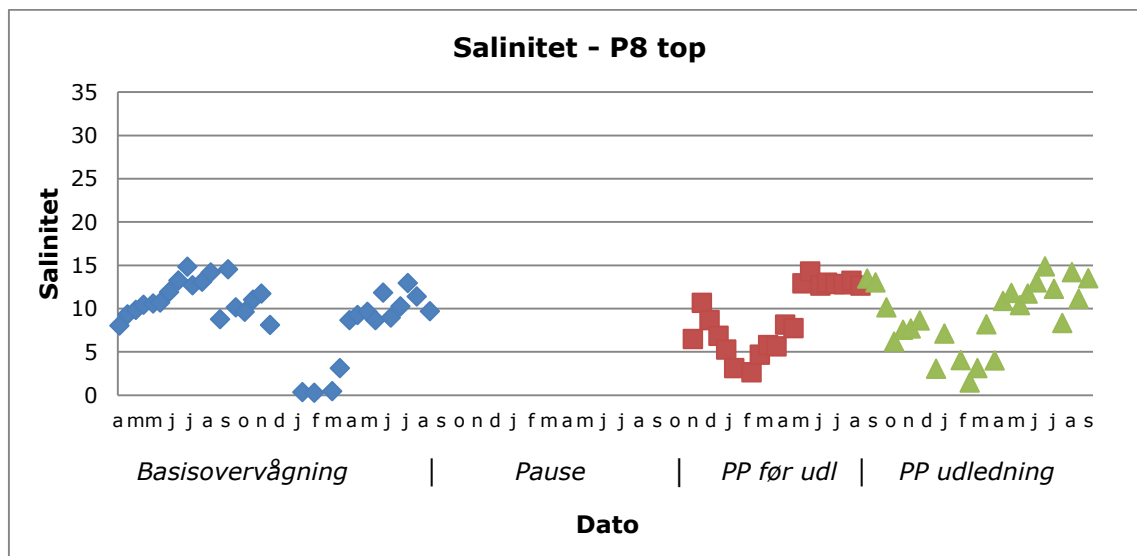
Station P7

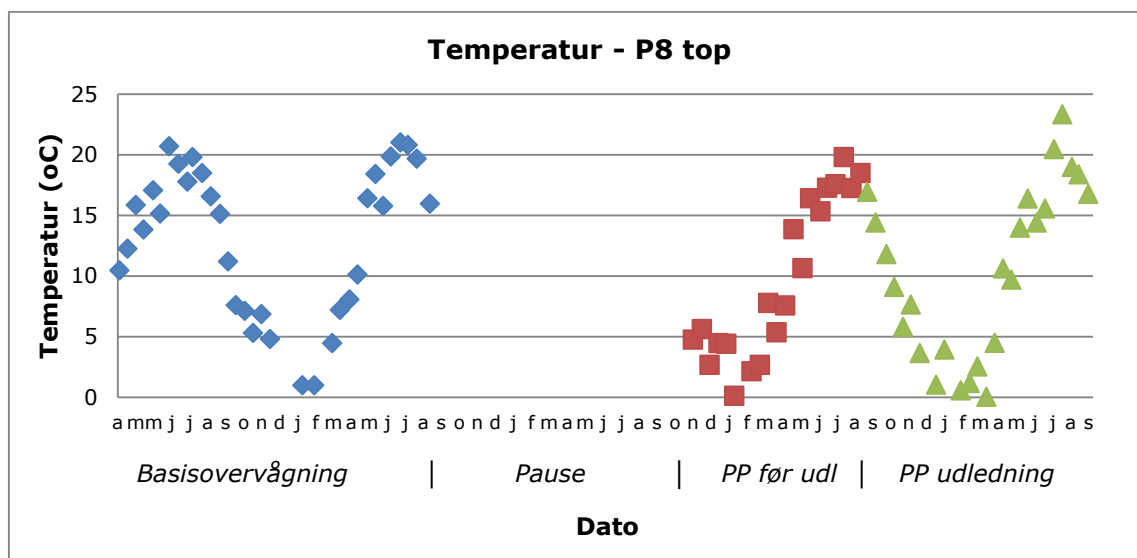


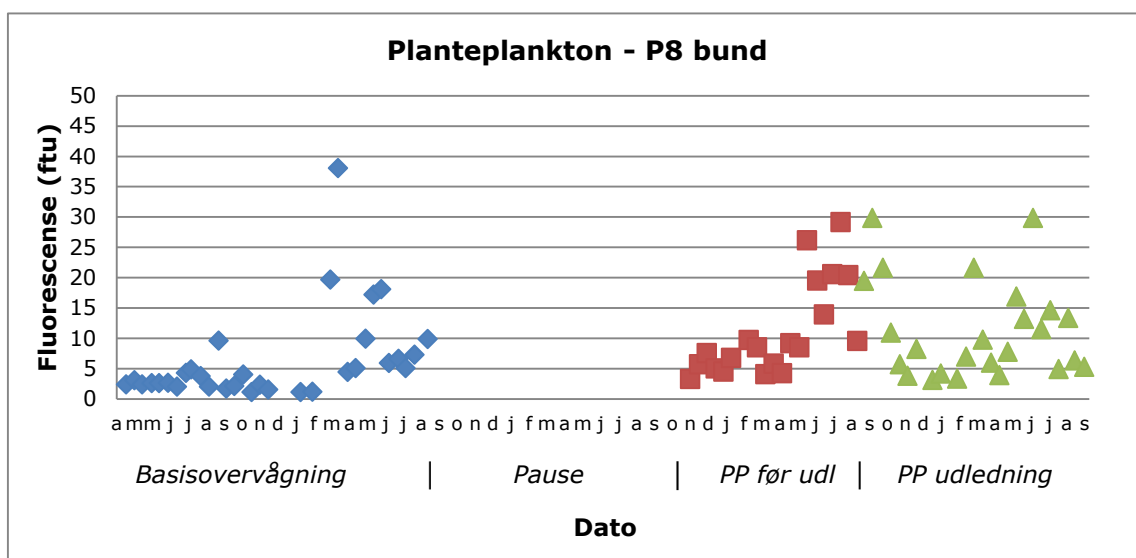
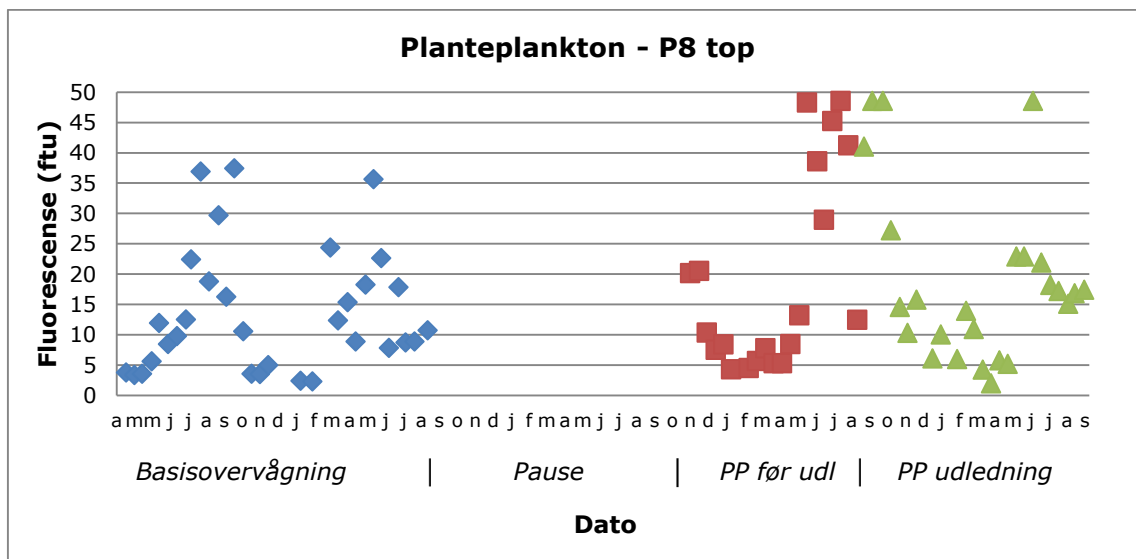


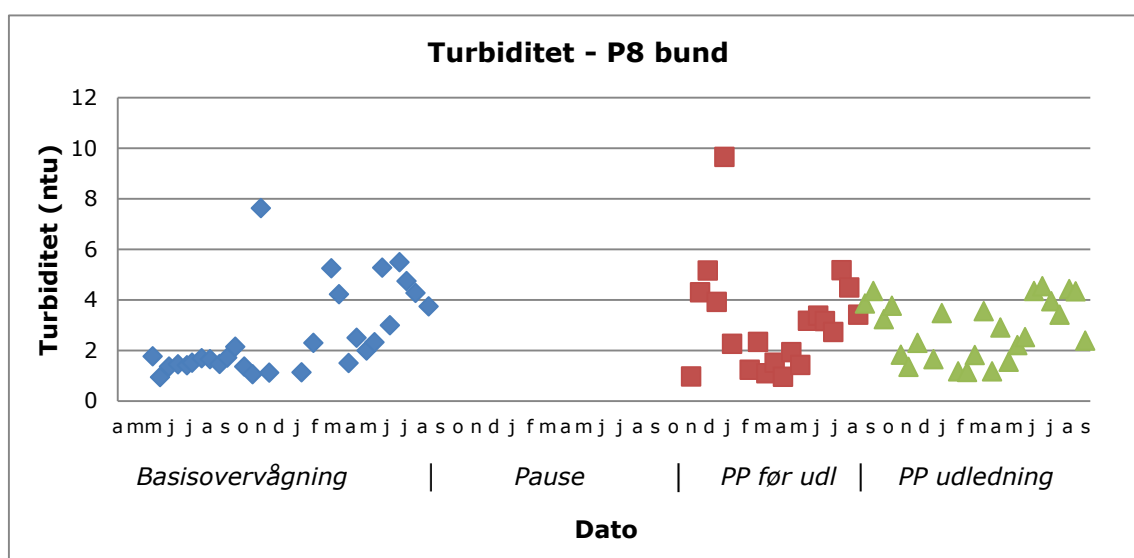
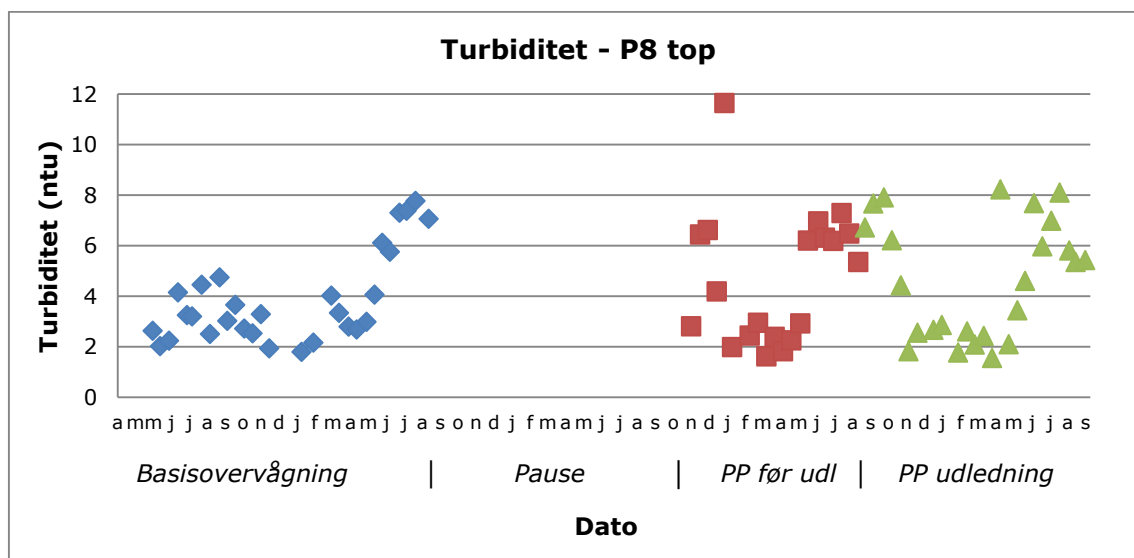




Station P8







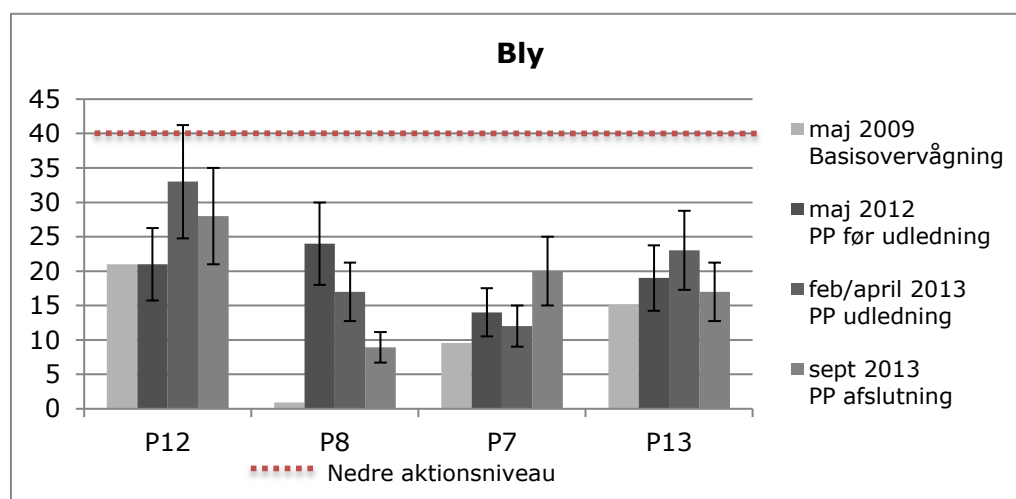
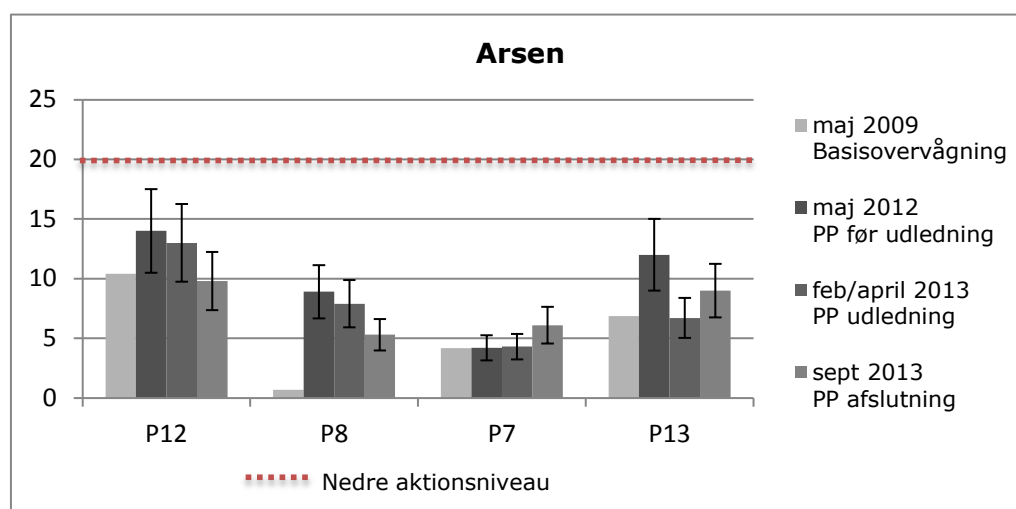
BILAG 5
METALLER I SEDIMENT, RÅDATA

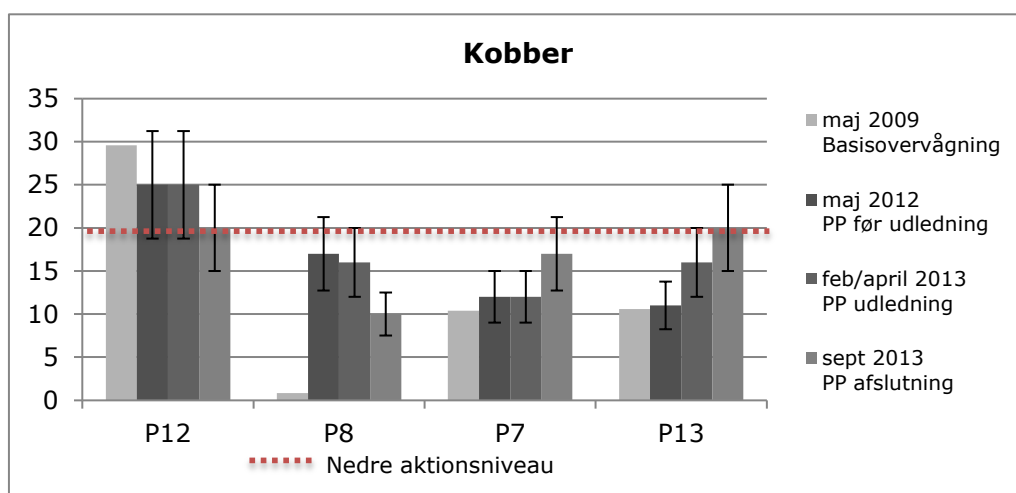
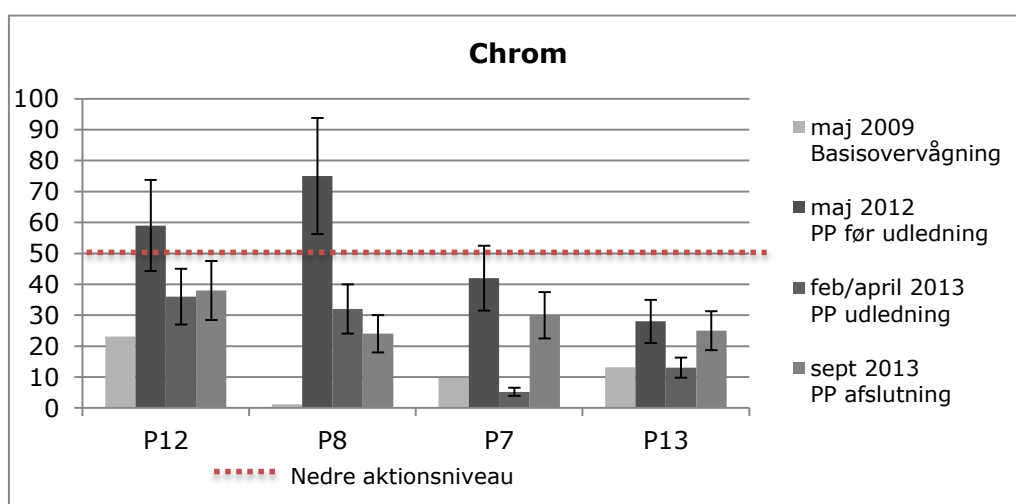
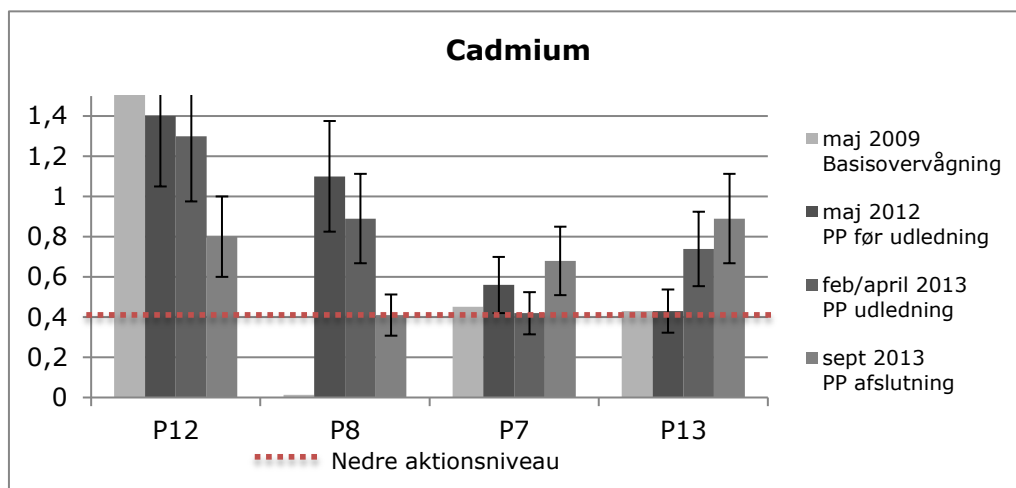
I dette bilag præsenteres den tidlige udvikling af indholdet af metaller i sediment på de fire stationer hvor der er taget prøver. Bemærk at der i dette bilag præsenteres resultater i mg/kg tørstof, uden korrektion efter TOC indhold. Korrigerede resultater, som bruges til at se på tidlig udvikling er vist i bilag 6.

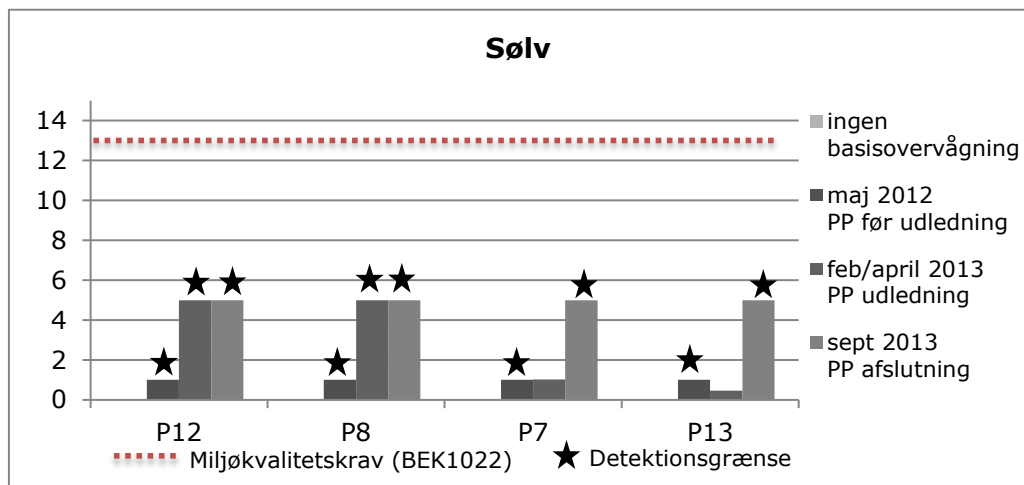
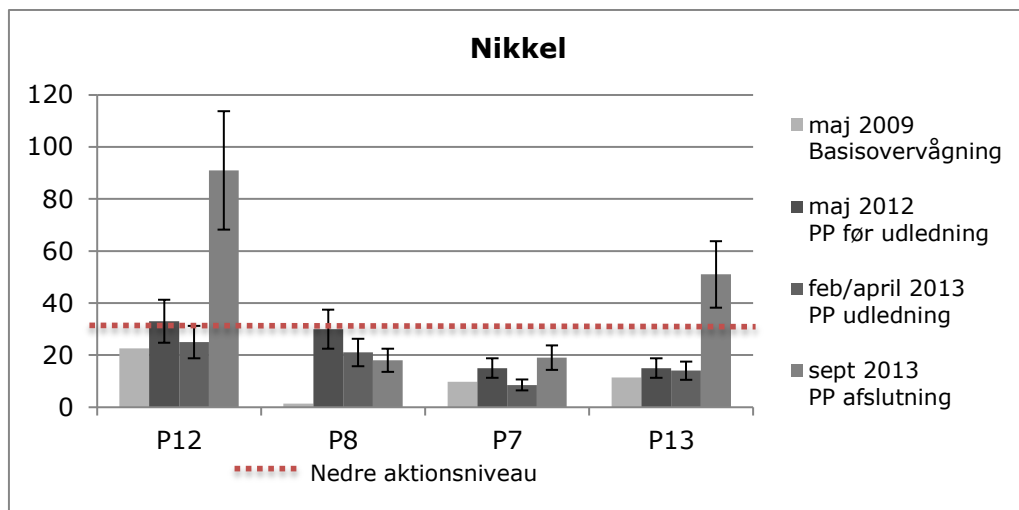
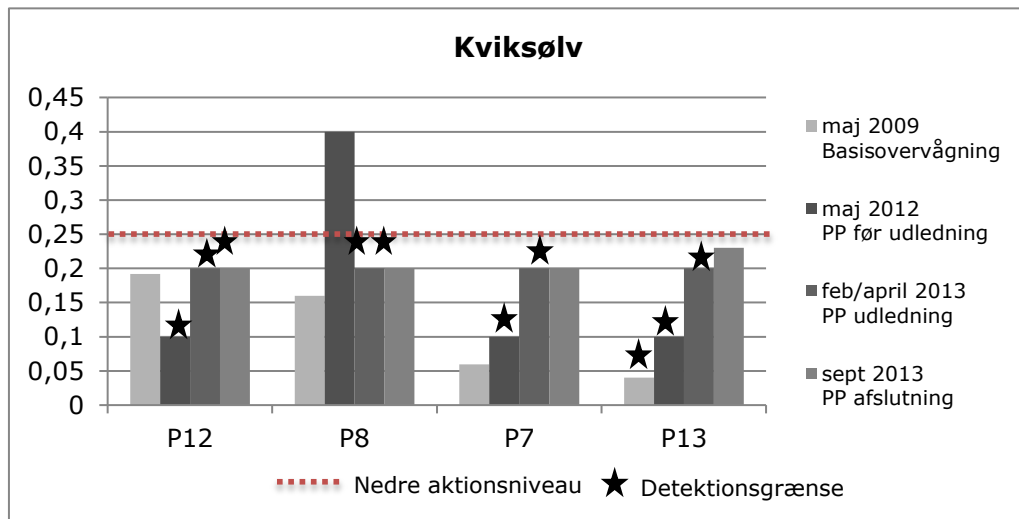
For hver måling er angivet en måleusikkerhed (standard afvigelse).

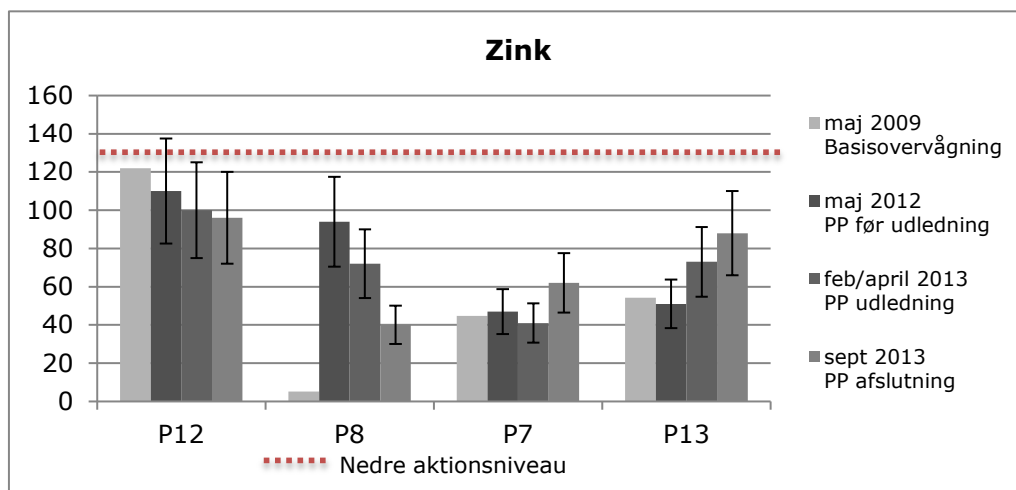
Med rød stiplede linje er angivet de kriterier som finder anvendelse i den danske lovgivning, som beskrevet i afsnit 5.3.2.2. For sølv angives det danske generelle miljøkvalitetskrav, som er defineret som den koncentration af et bestemt stof, som ikke må overskrides af hensyn til beskyttelsen af menneskers sundhed og miljøet /19/. For de resterende stoffer vises det "nedre aktionsniveau", som i dansk lovgivning er defineret som "et gennemsnitligt baggrundsniveau eller ubetydelige koncentrationer hvor der ikke forventes effekter på marine organismer" /20/.

En sort stjerne angiver at der ikke er målt en koncentration i den angivne prøve, og at grafen viser detektionsgrænsen.







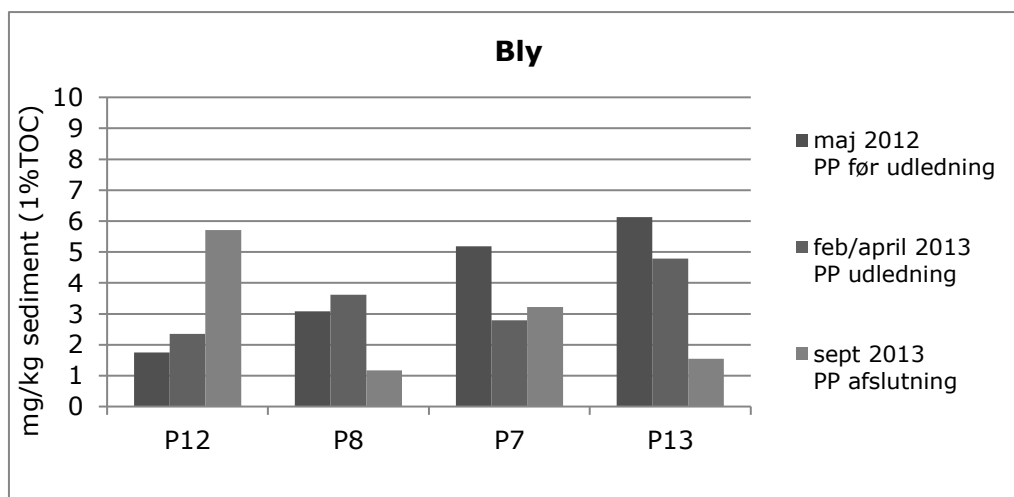
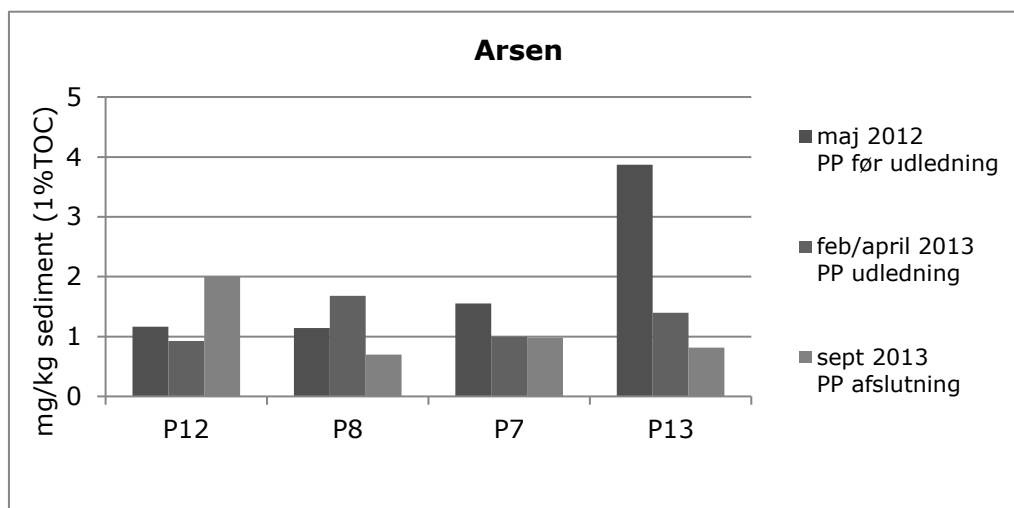


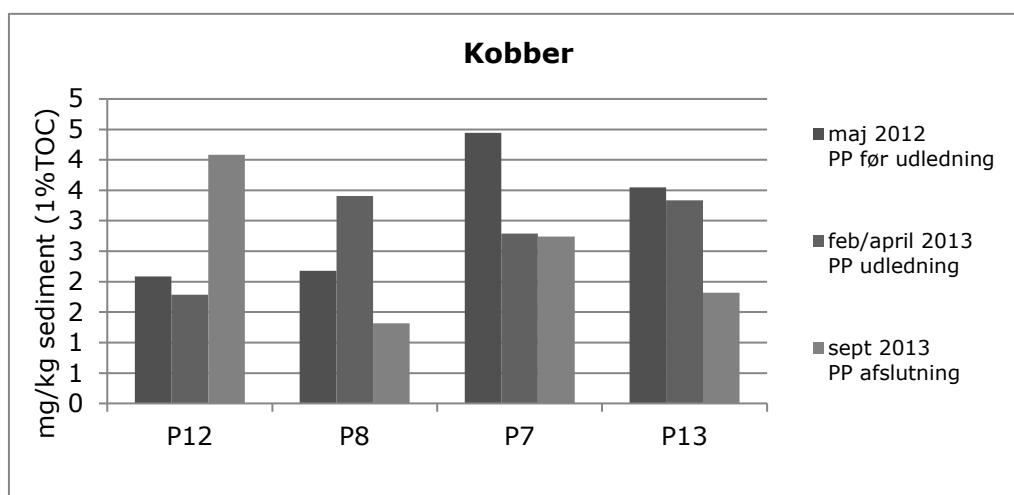
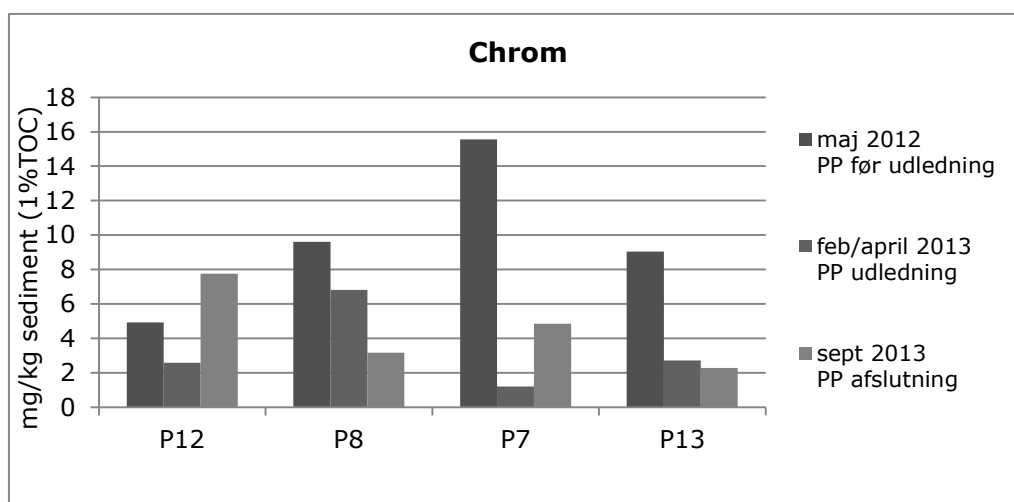
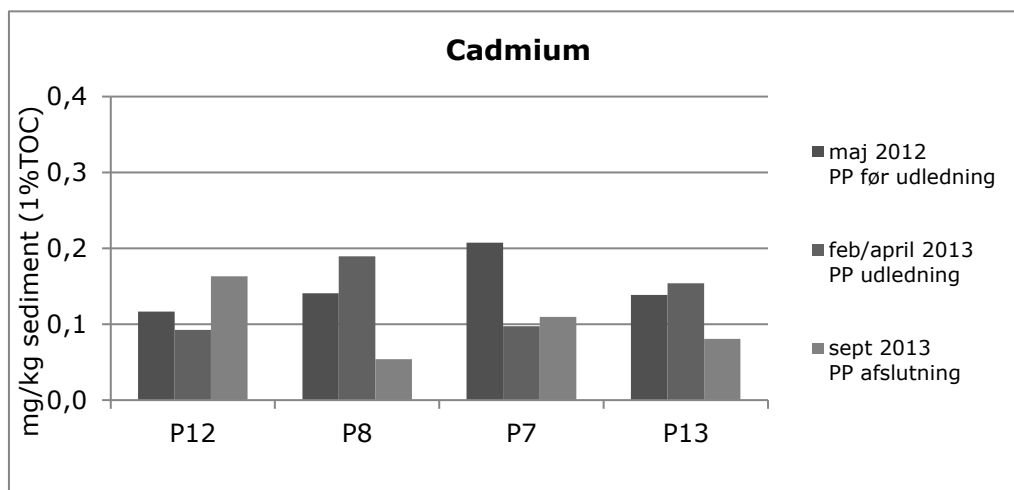
BILAG 6
METALLER I SEDIMENT, NORMALISERET TIL TOC

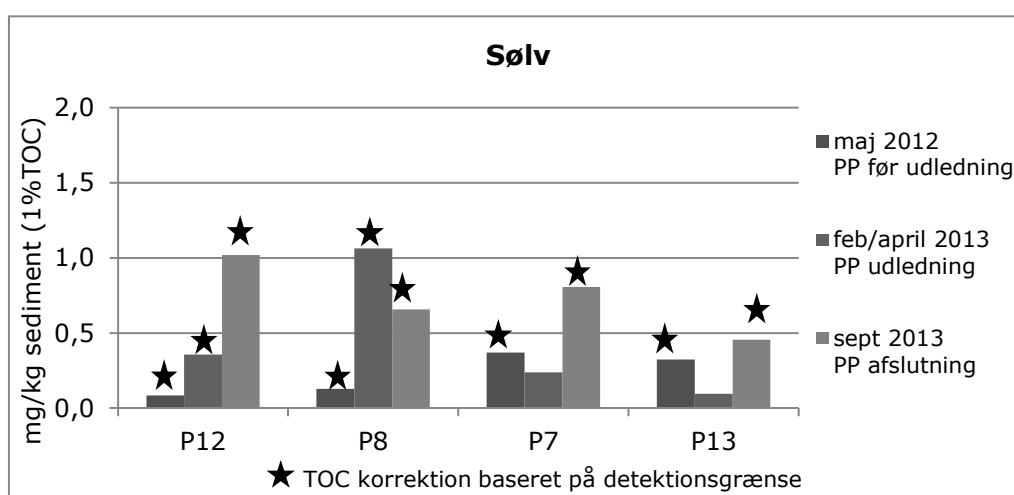
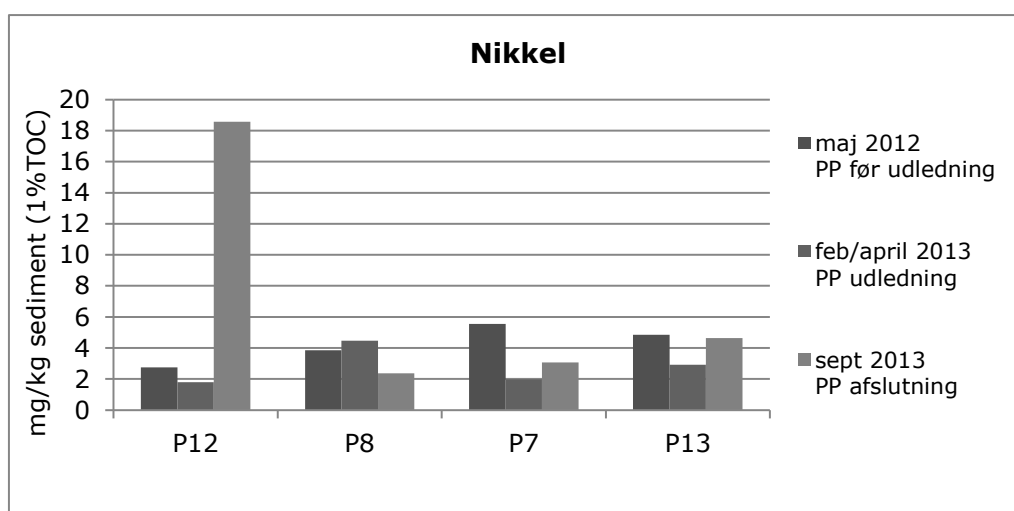
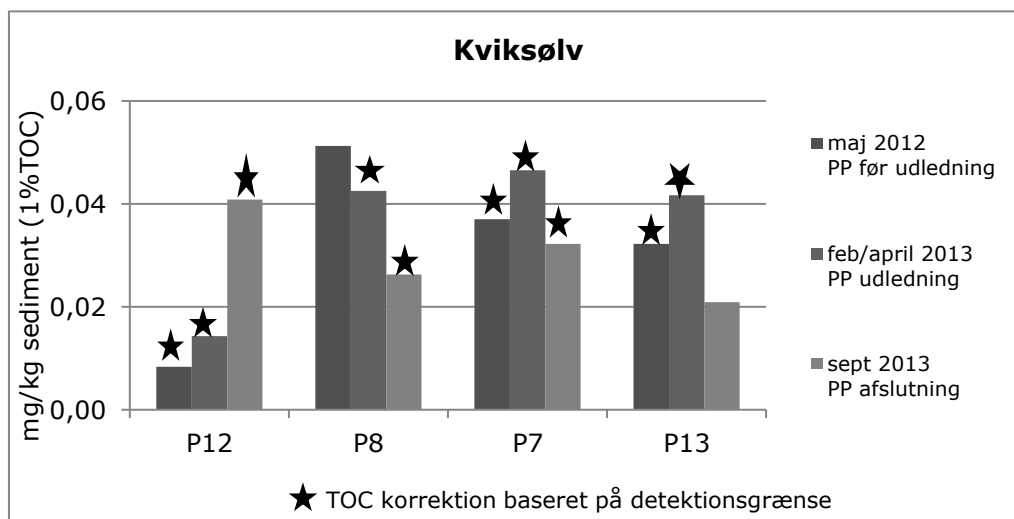
I dette bilag præsenteres indholdet af metaller i sediment på de fire stationer hvor der er taget prøver. Bemærk at der i dette bilag præsenteres resultater i mg/kg tørstof, korrigeret til 1% TOC. Korrigerede resultater bruges til at se på tidlig udvikling ift udledningen.

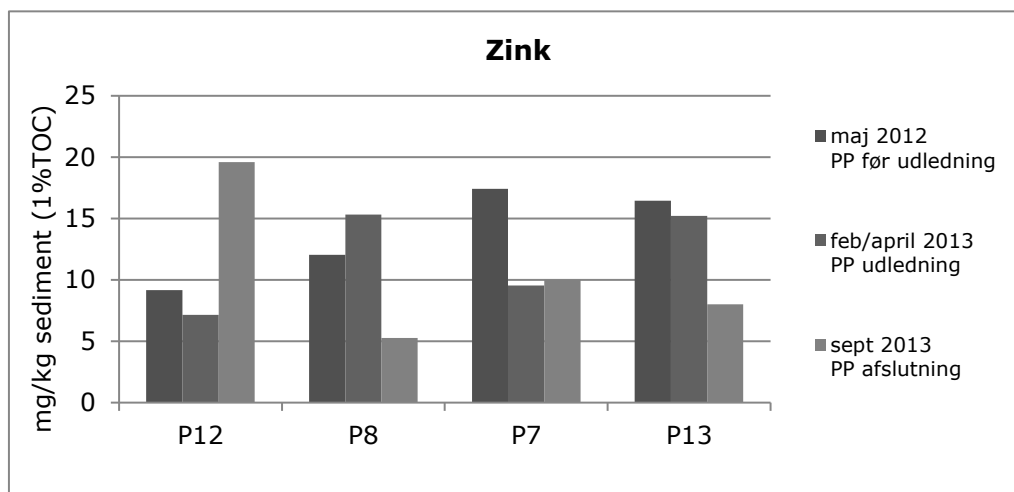
Resultater fra analyser af sediment under pilotprojektet vises normaliseret til 1% TOC, da det er kutyme ifm fx vandplaner og andre langsigtede overvågningsprogrammer. Normaliseringen foretages for at gøre data sammenlignelige og korrigere koncentrationen af metaller i forhold til den variation der skyldes naturlige faktorer som fx sedimentets sammensætning og tekstur.

Bemærk, at for sølv og kviksølv er en del af målingerne under detektionsgrænsen. I dette tilfælde giver de korrigerede data ikke et retvisende billede af den tidlige udvikling, og afspejler alene ændret TOC indhold.







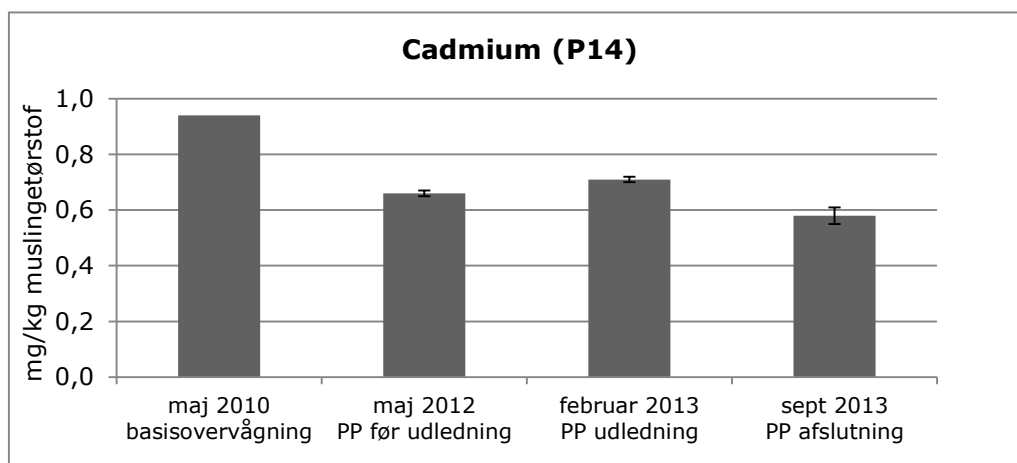
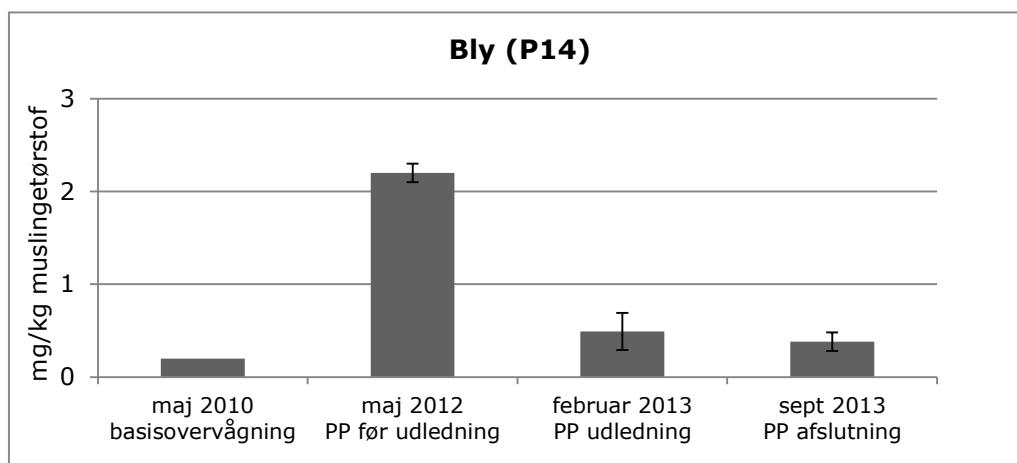
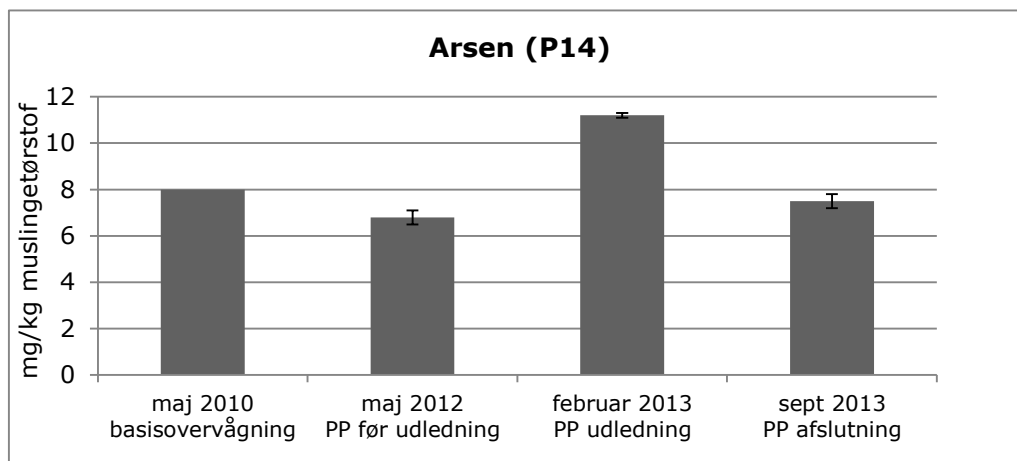


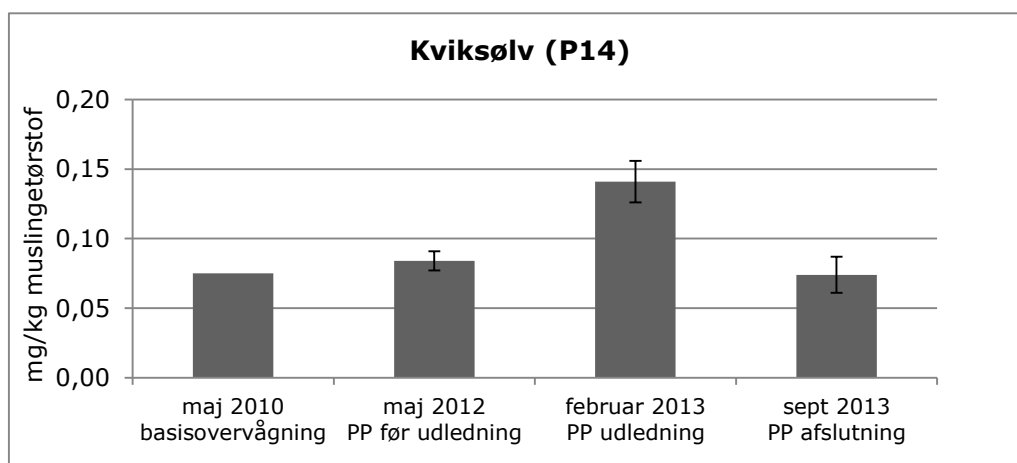
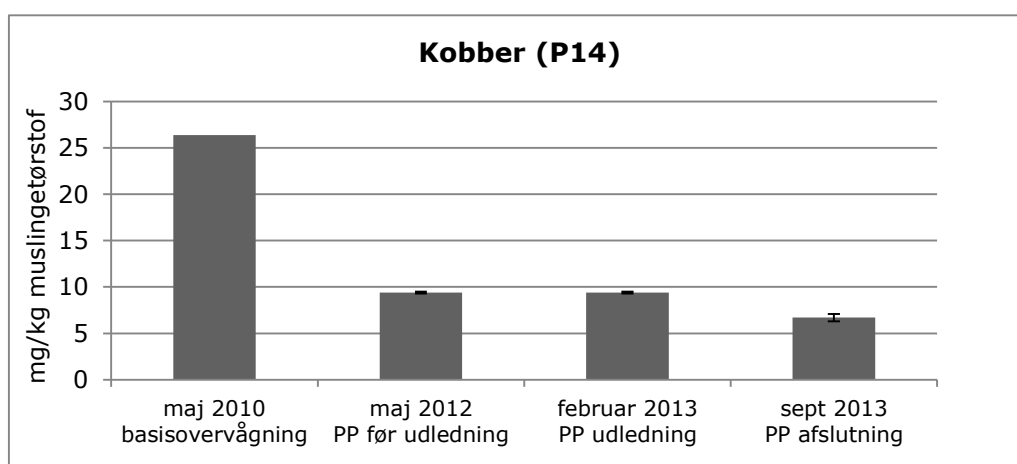
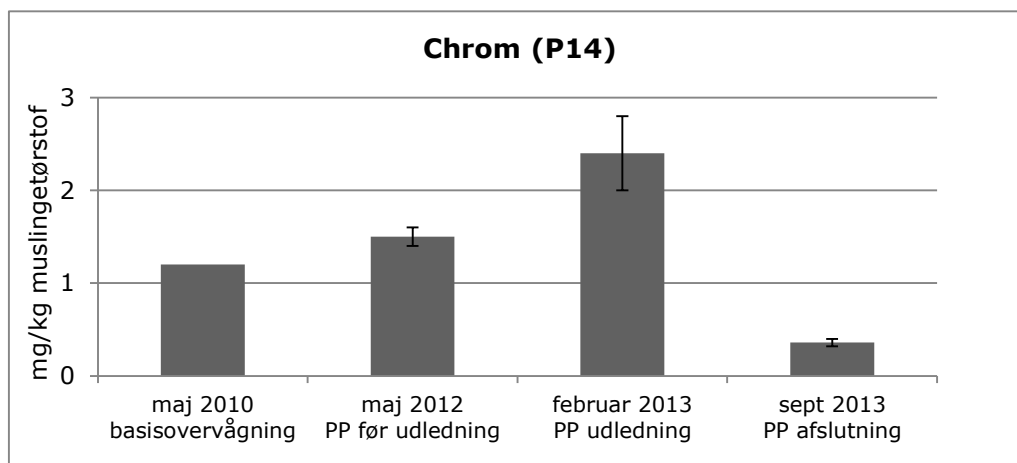
BILAG 7
METALLER I MUSLINGER, MG/KG TØRSTOF

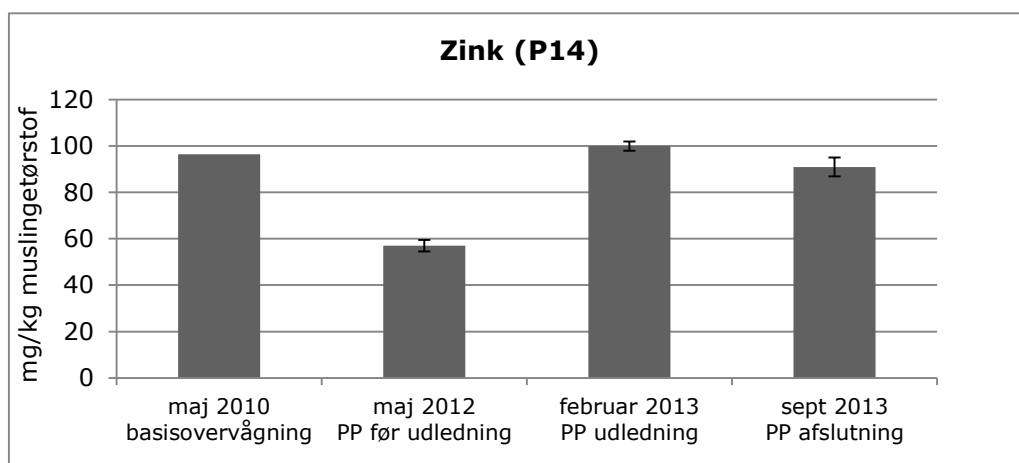
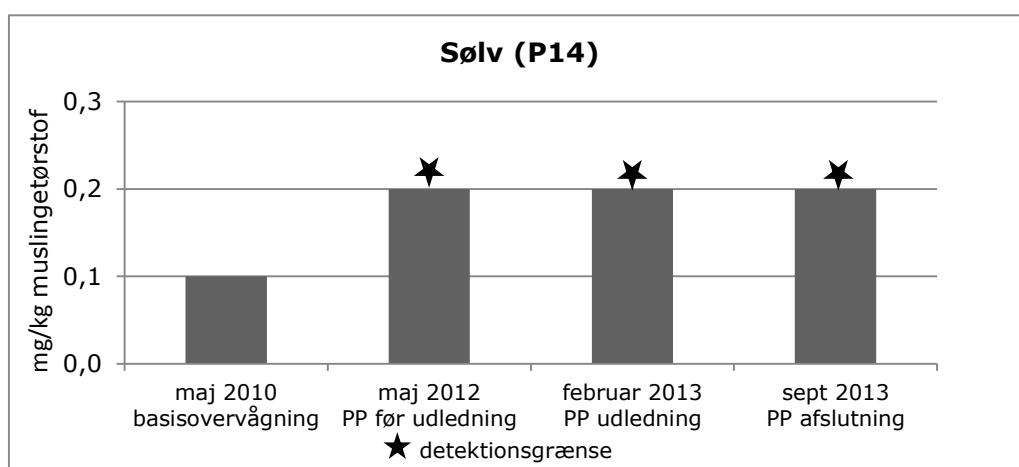
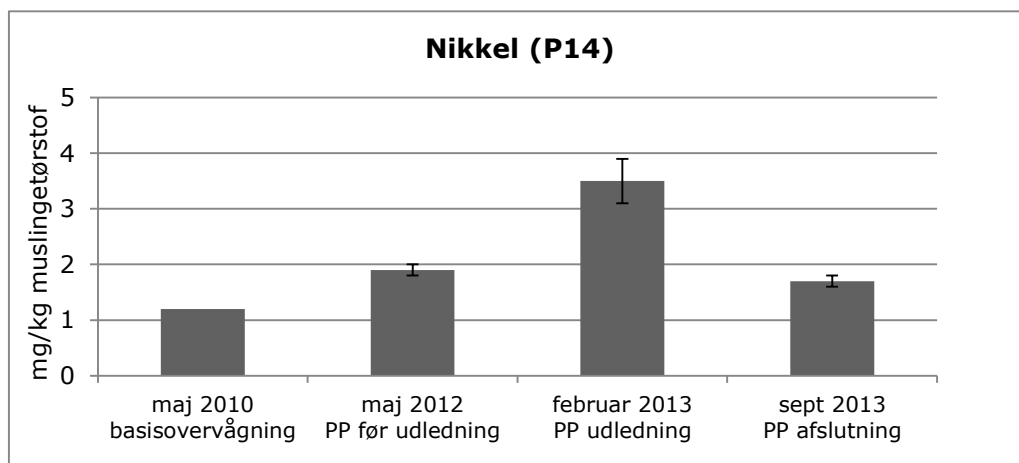
I dette bilag præsenteres den tidlige udvikling af indholdet af metaller i muslinger fra Lovns Bredning. Hver figur viser måling fra basisovervågningen (maj 2010), samt de tre udførte målinger under pilotprojektet (maj 2012, februar 2013 og september 2013).

Desuden angives måleusikkerhed (standardafvigelse). En sort stjerne angiver at der ikke er målt en koncentration i den angivne prøve, og at grafen viser detektionsgrænsen.

Målingerne af metaller er i bilag 8 vist konverteret til mængde per muslingevådvægt.



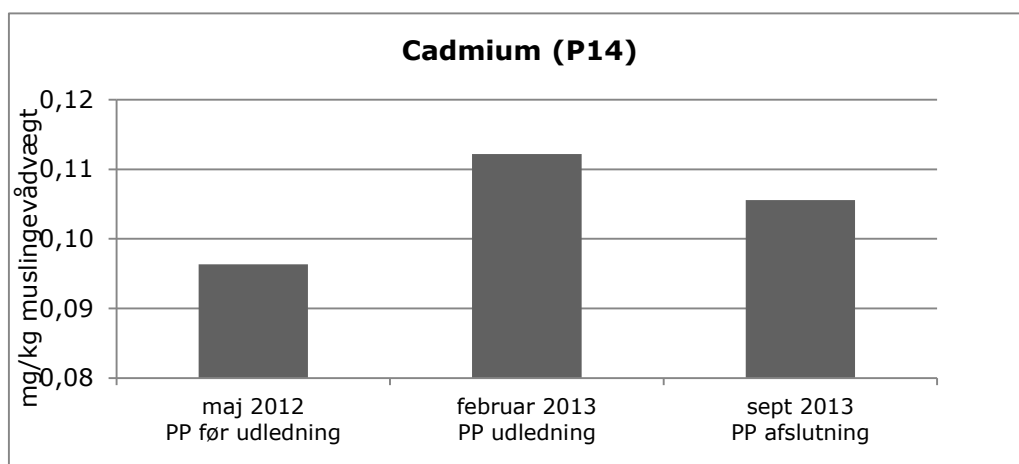
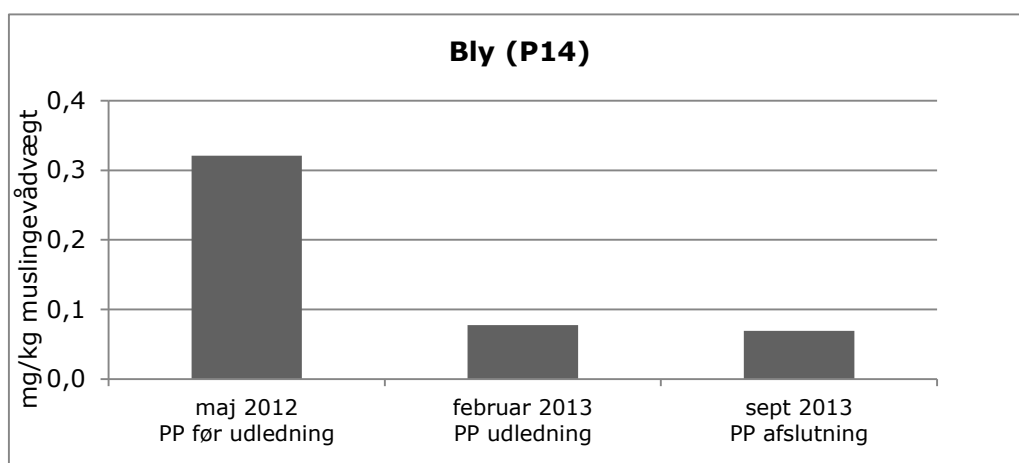
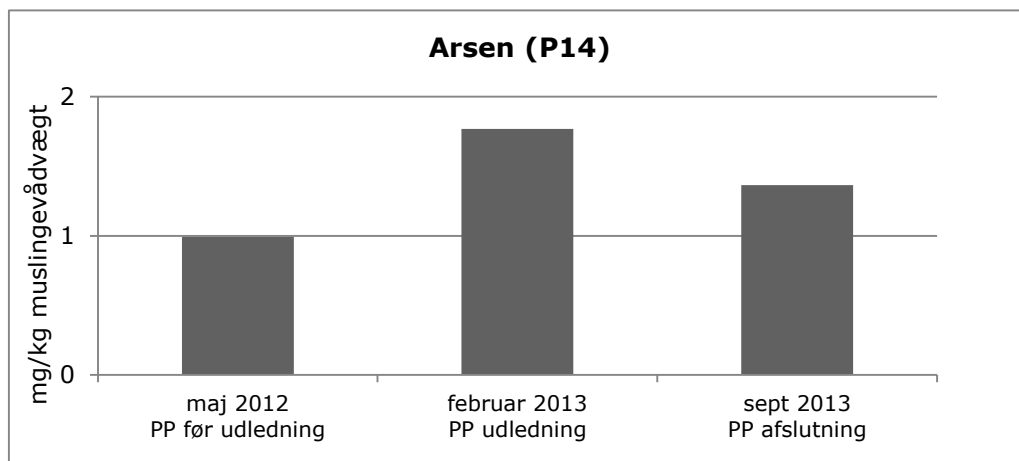


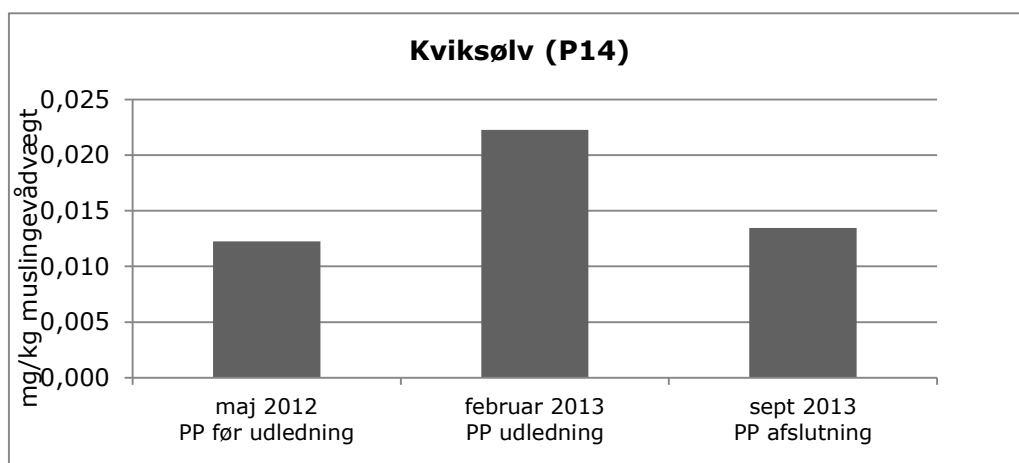
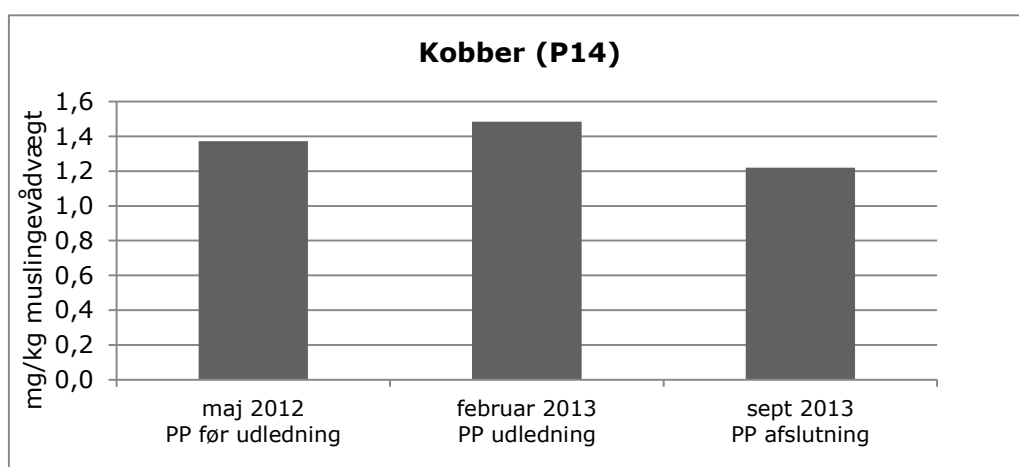
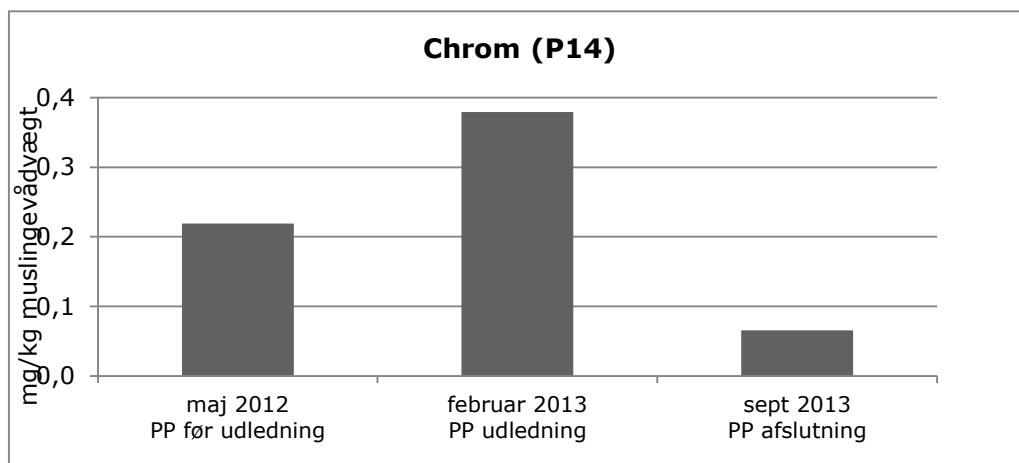


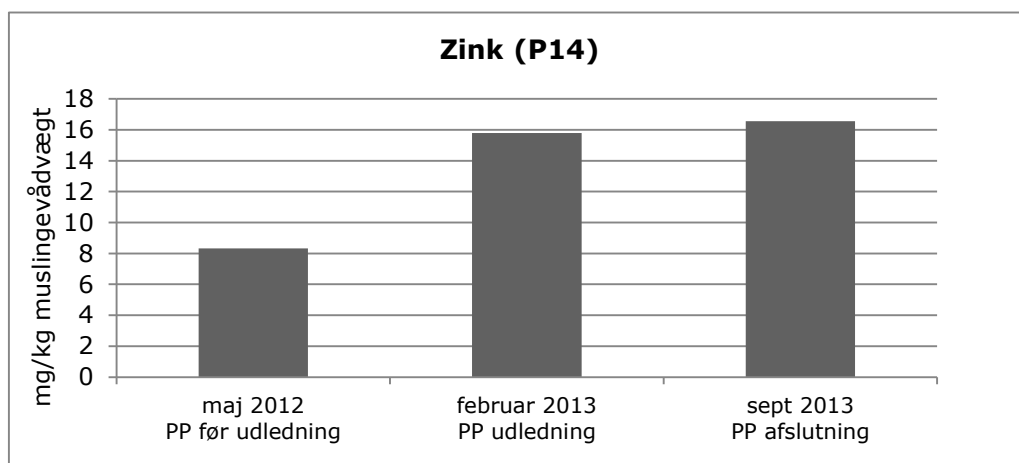
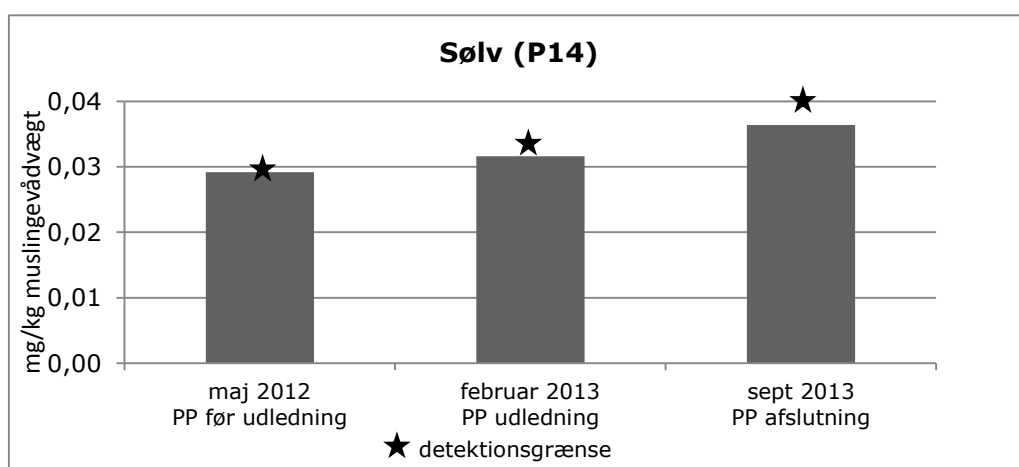
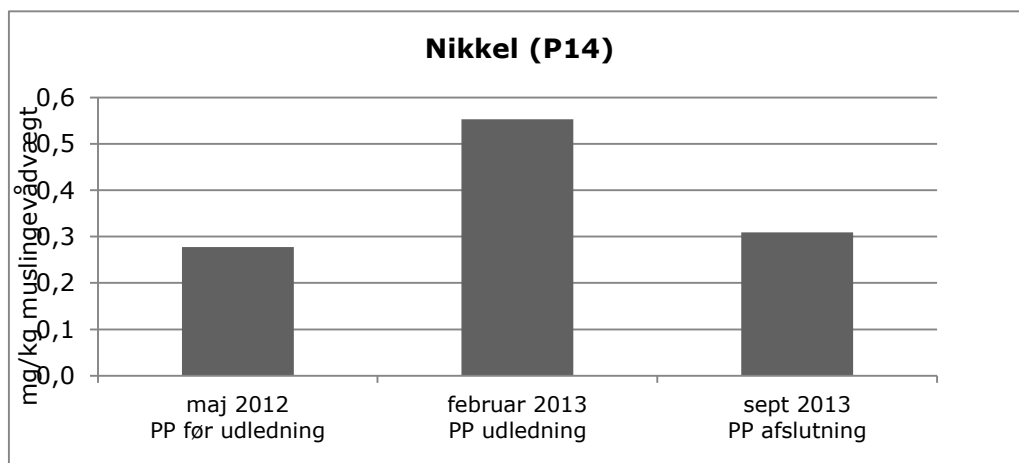
BILAG 8
METALLER I MUSLINGER, MG/KG VÅDVÆGT

I dette bilag præsenteres den tidlige udvikling af indholdet af metaller i muslinger fra Lovns Bredning. Hver figur viser de tre udførte målinger under pilotprojektet, angivet i enheden mg/kg muslinge vådvægt.

En sort stjerne angiver at der ikke er målt en koncentration i den angivne prøve, og at grafen viser en beregning baseret på tørstofindhold og detektionsgrænse.



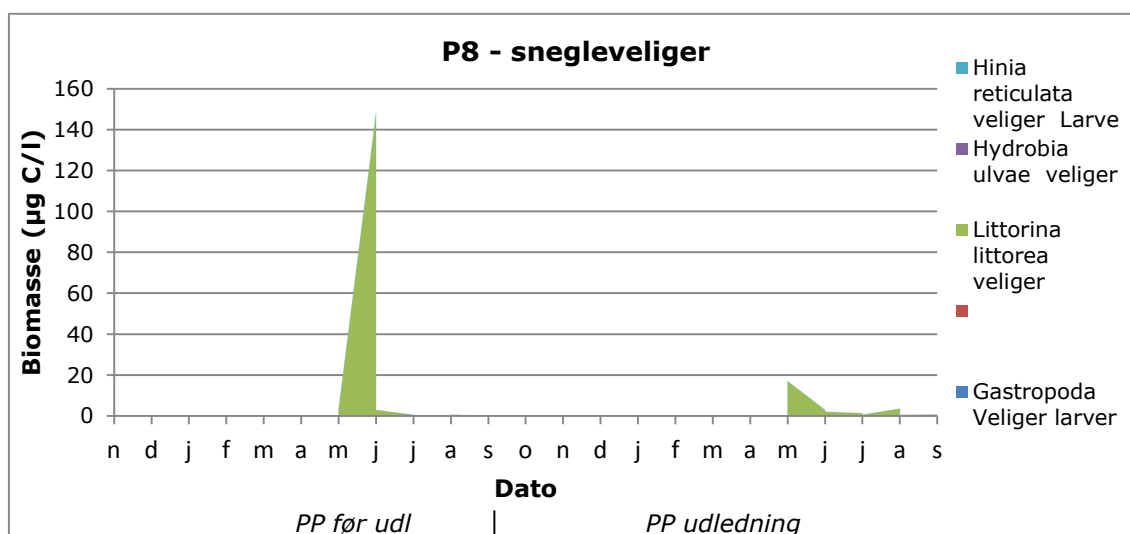
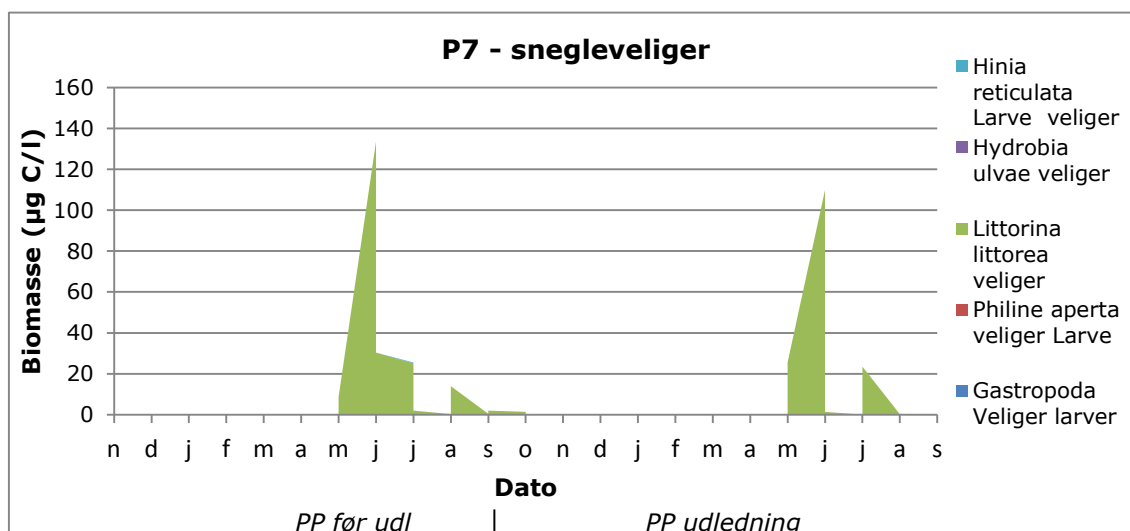
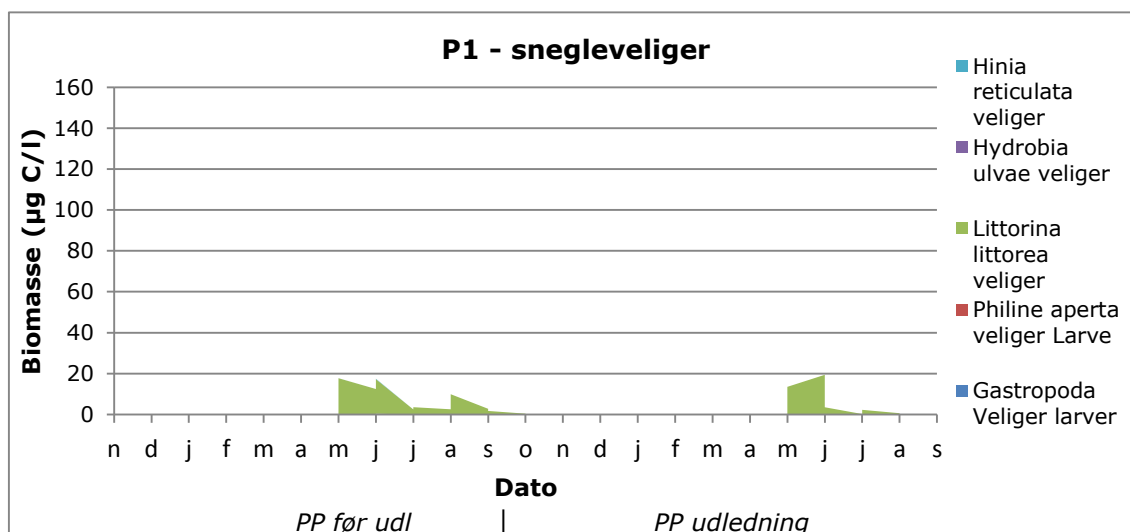


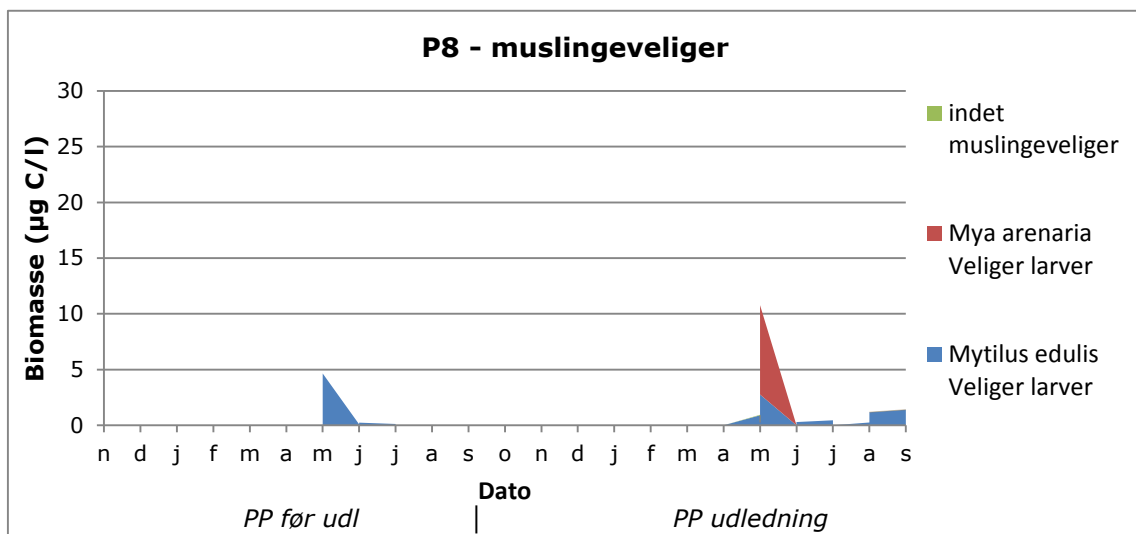
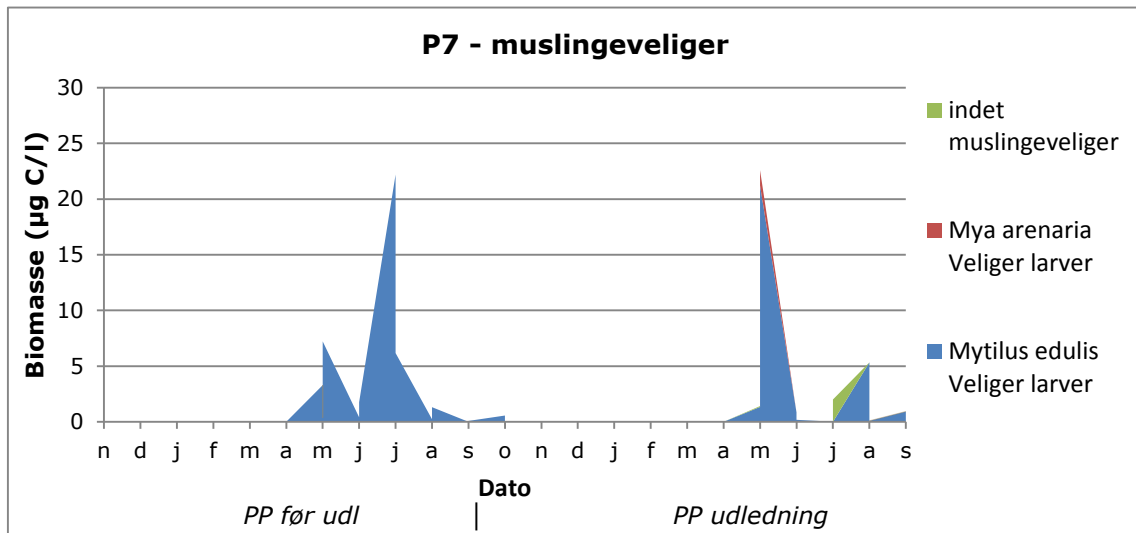
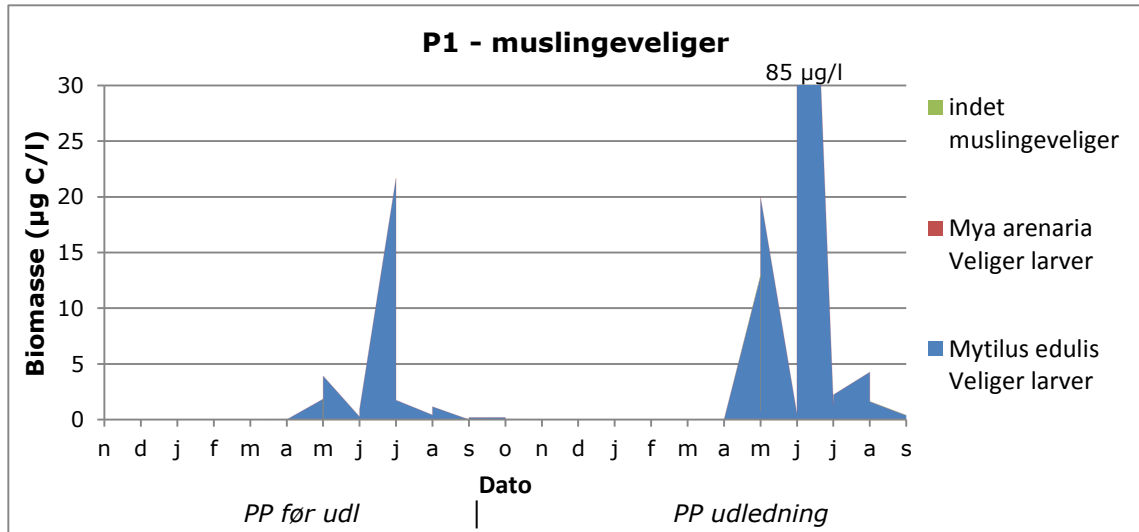


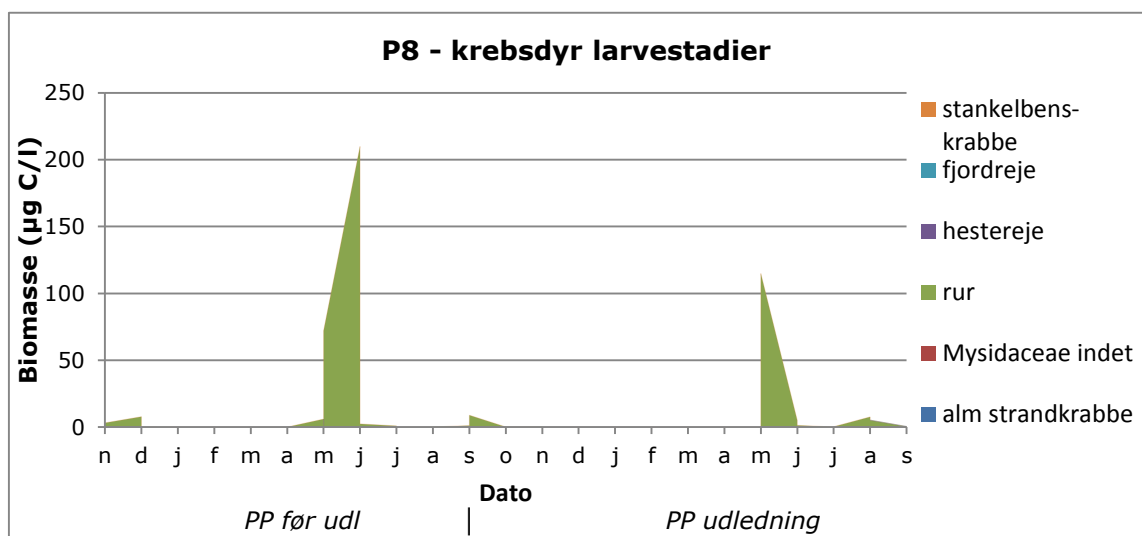
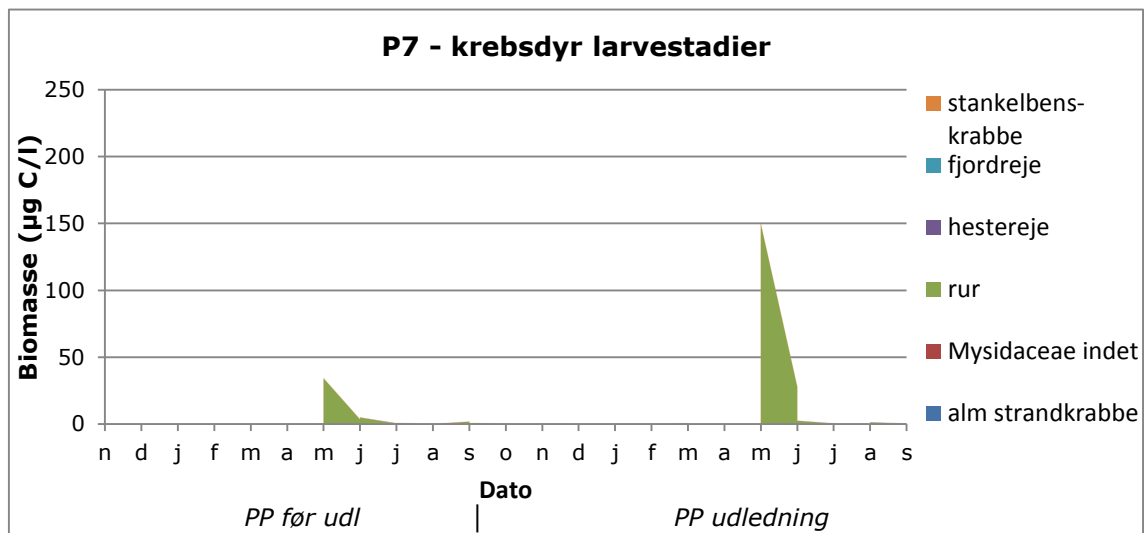
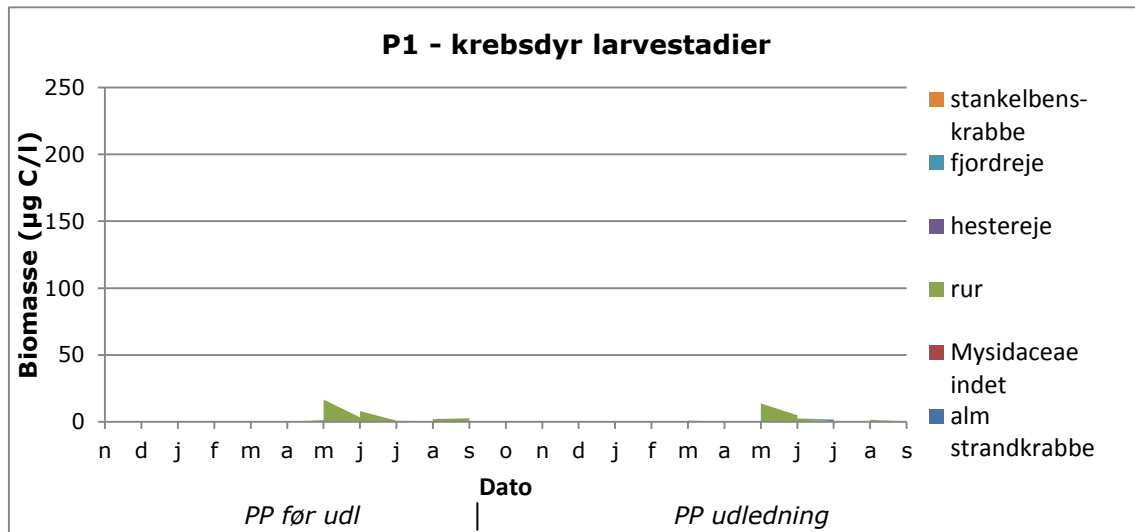
BILAG 9
PELAGISKE LARVER OG ÆG

I dette bilag vises figurerne der supplerer data for pelagiske æg og larver (afsnit 4.5 og 5.4).

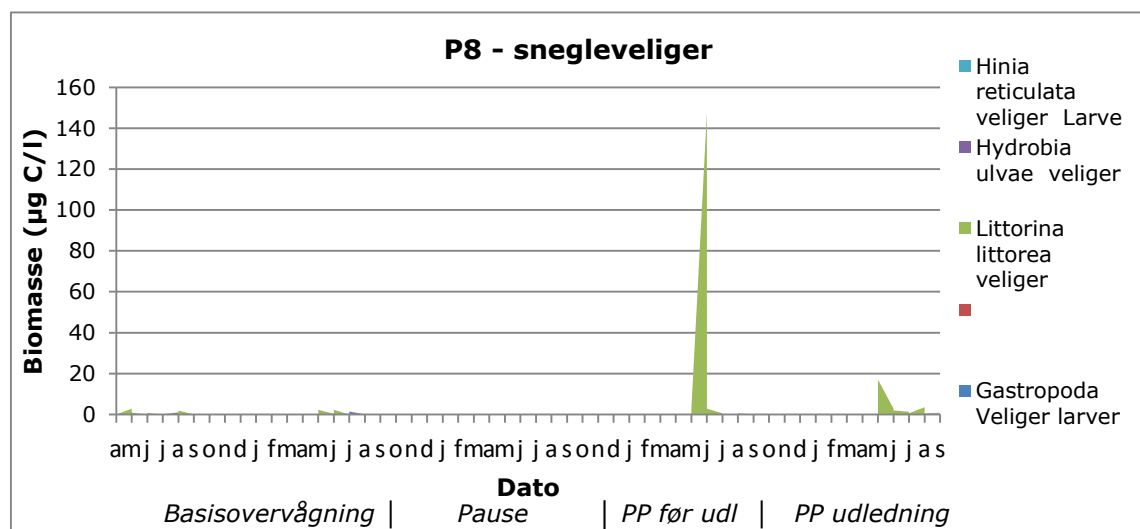
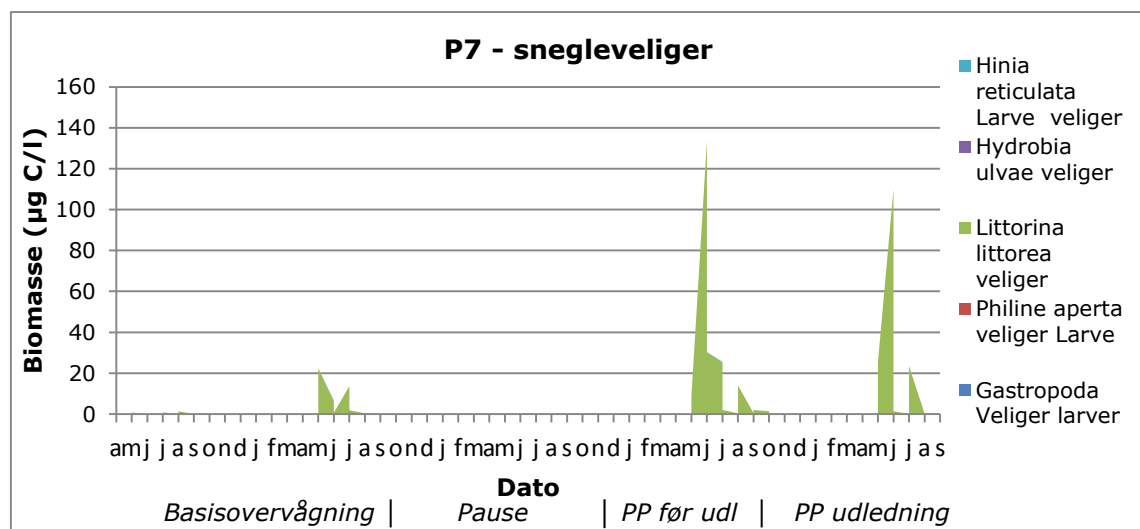
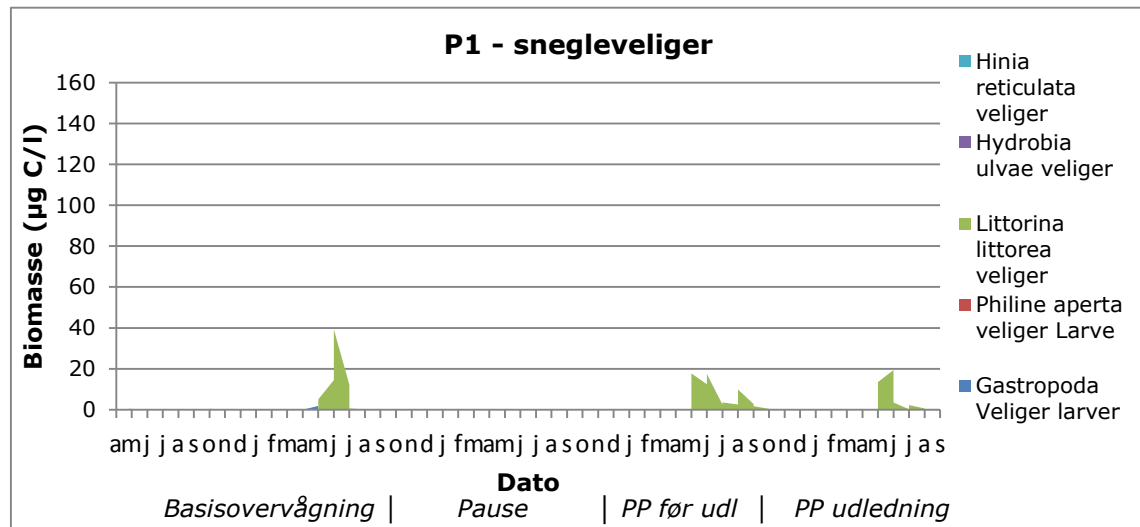
Pilotprojektovervågning

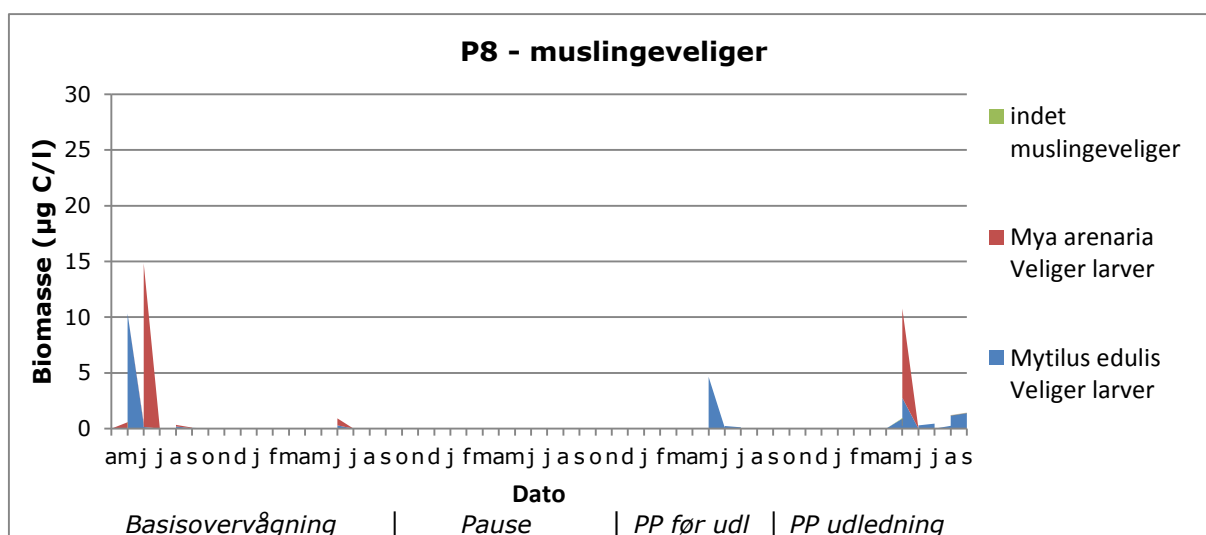
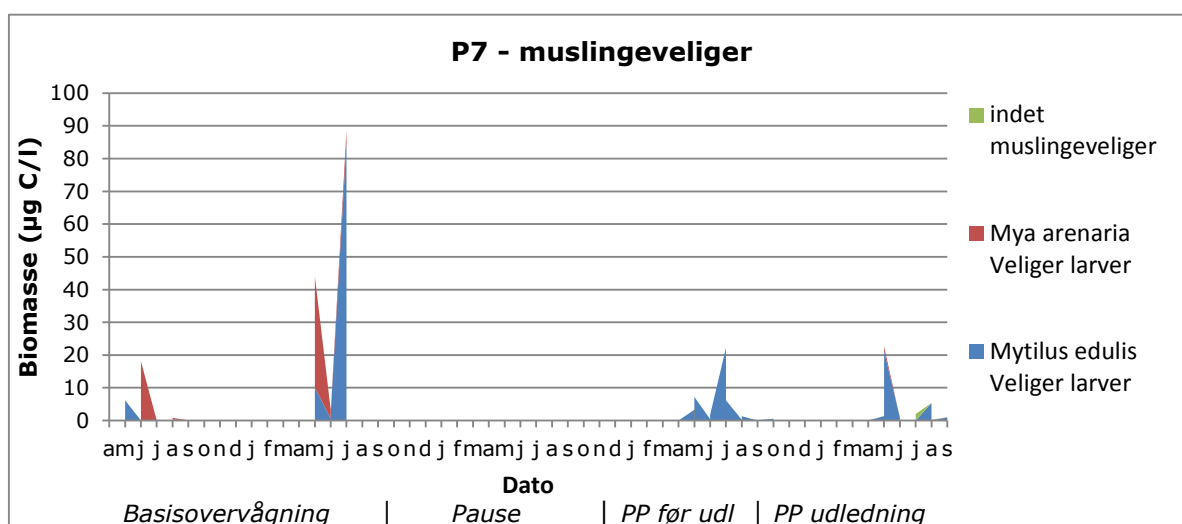
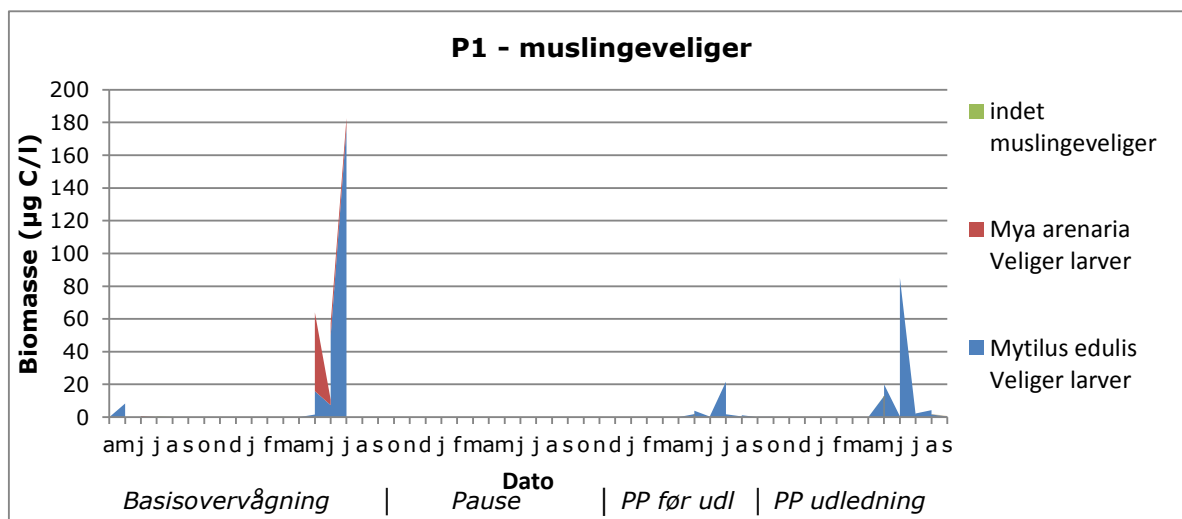


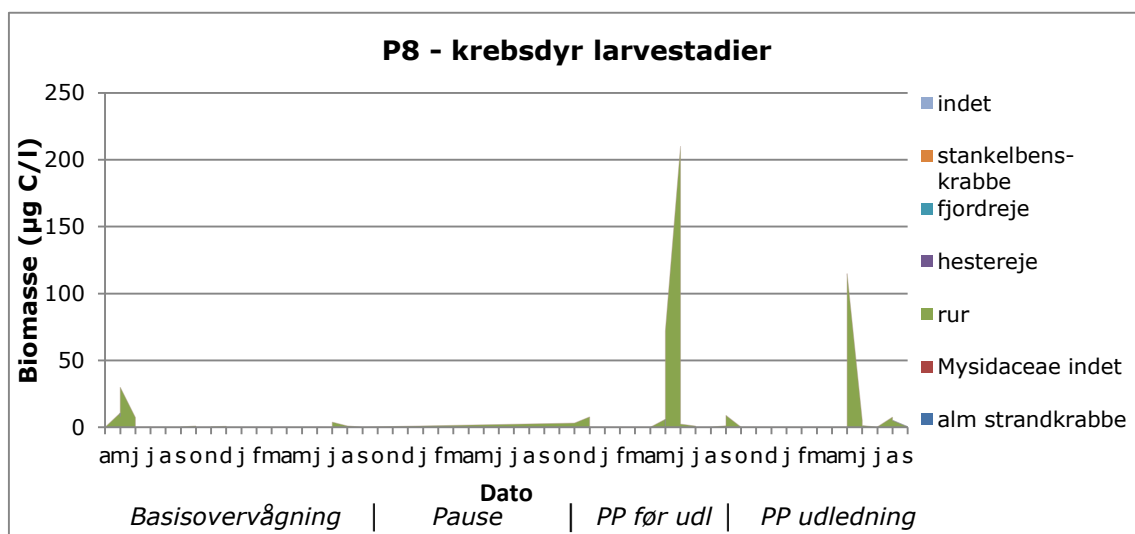
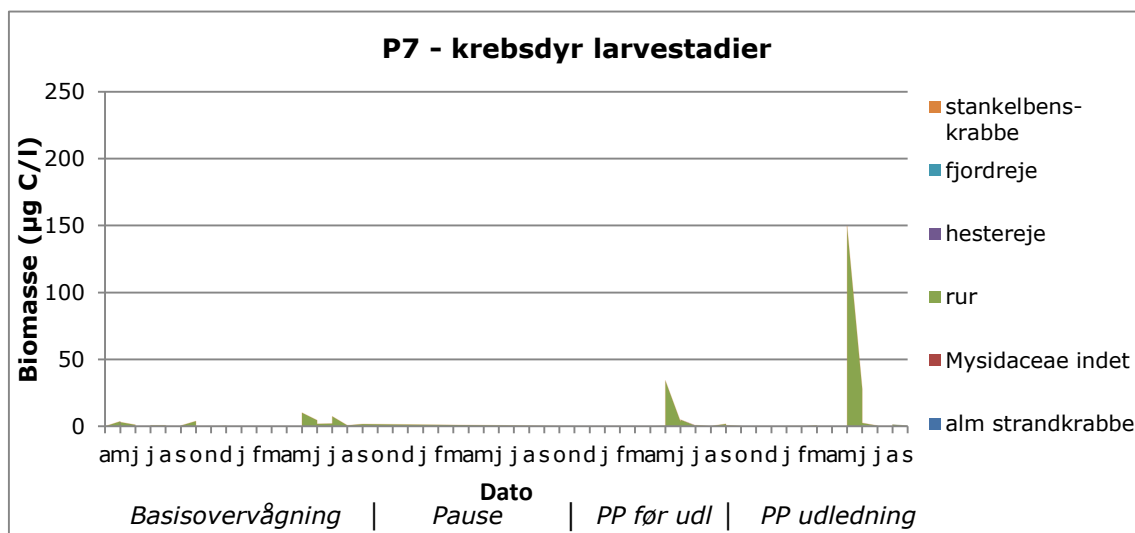
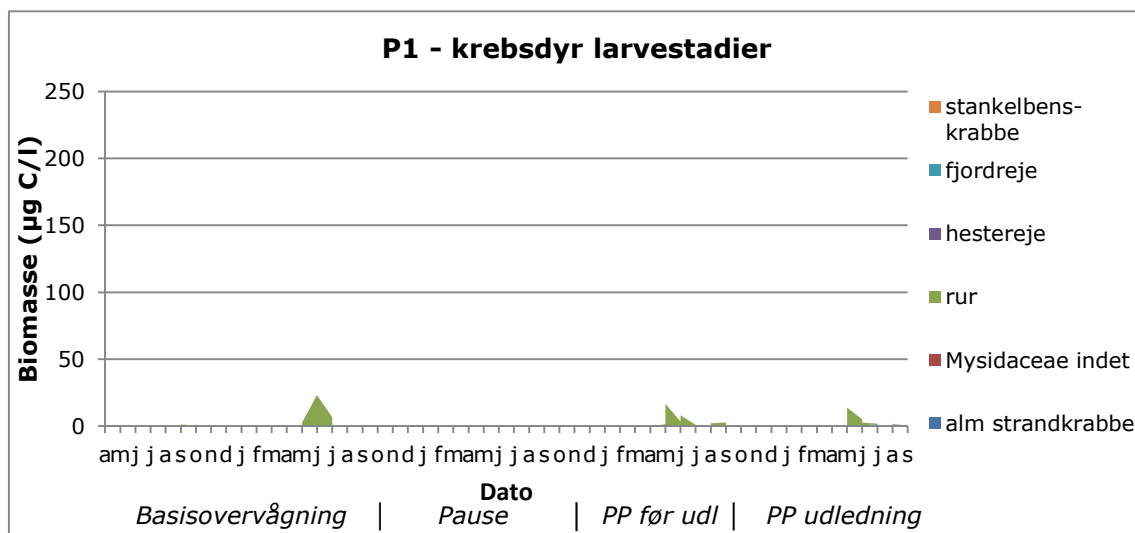


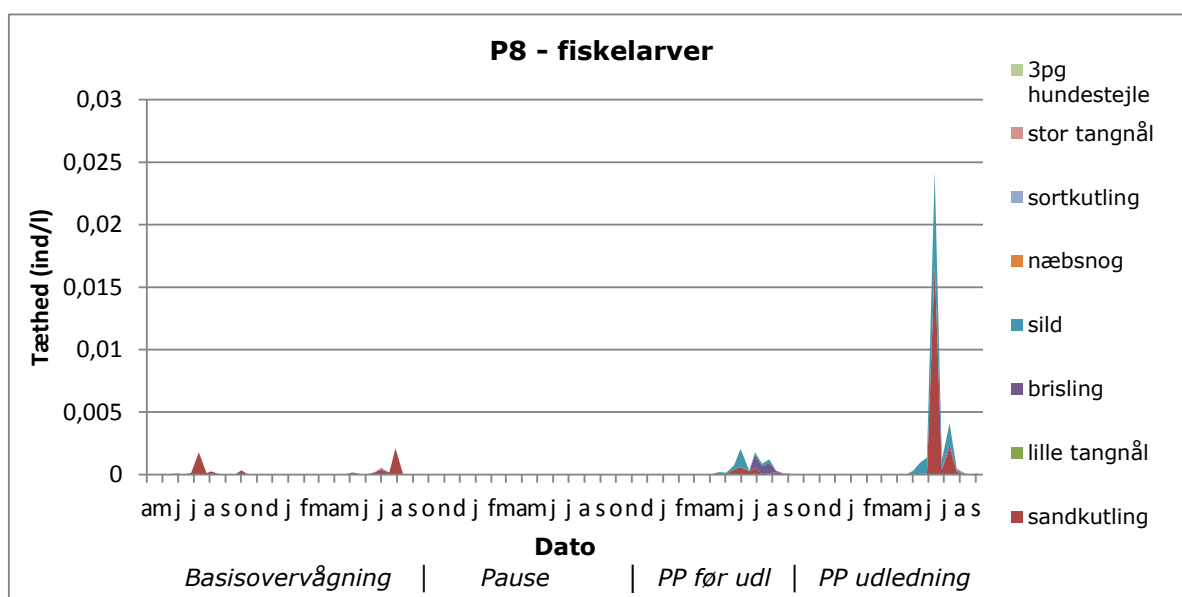
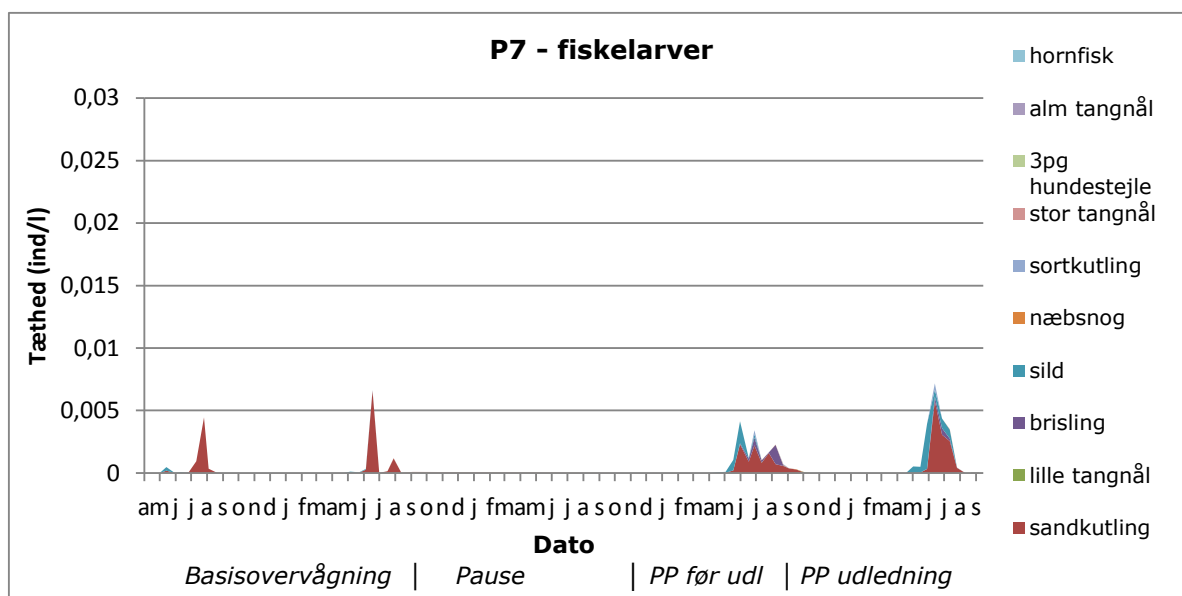
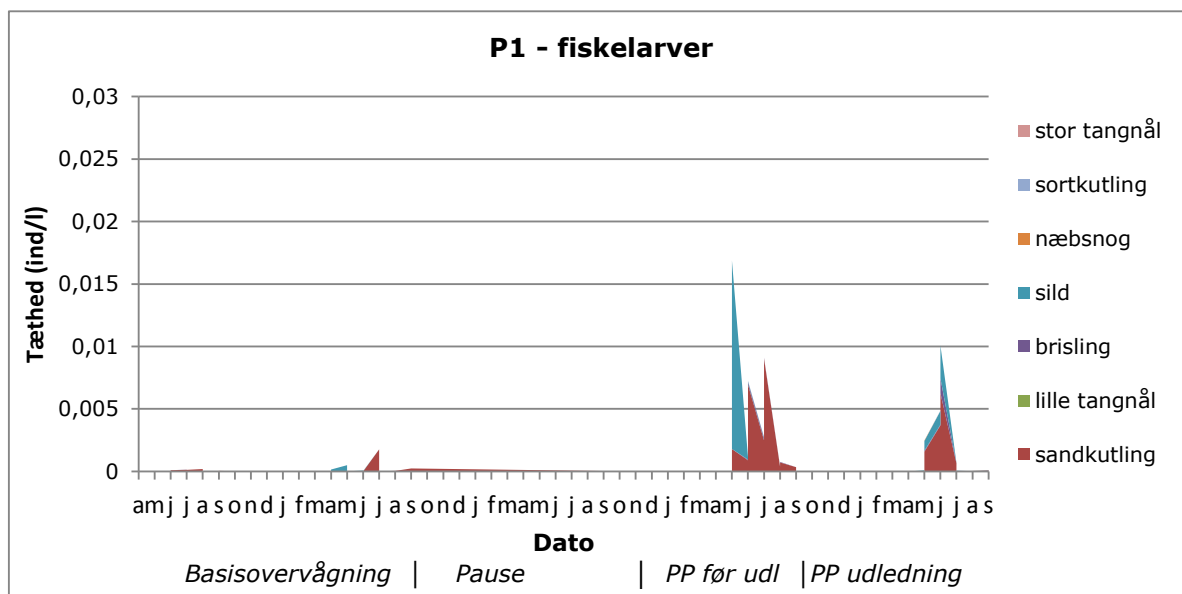


Basisovervågning og pilotprojekt









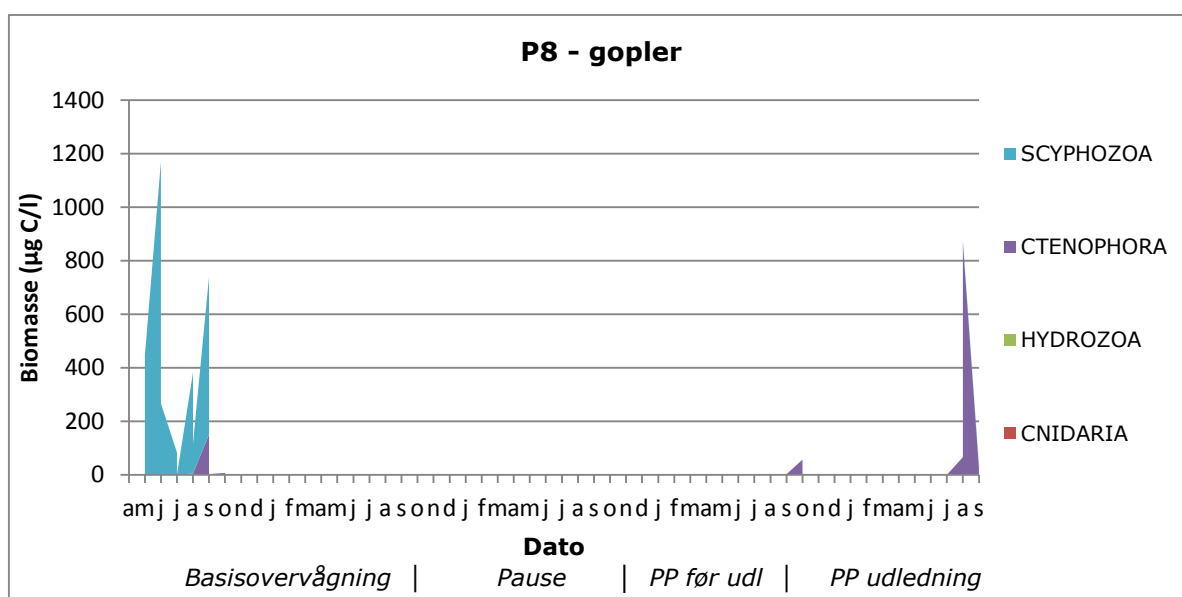
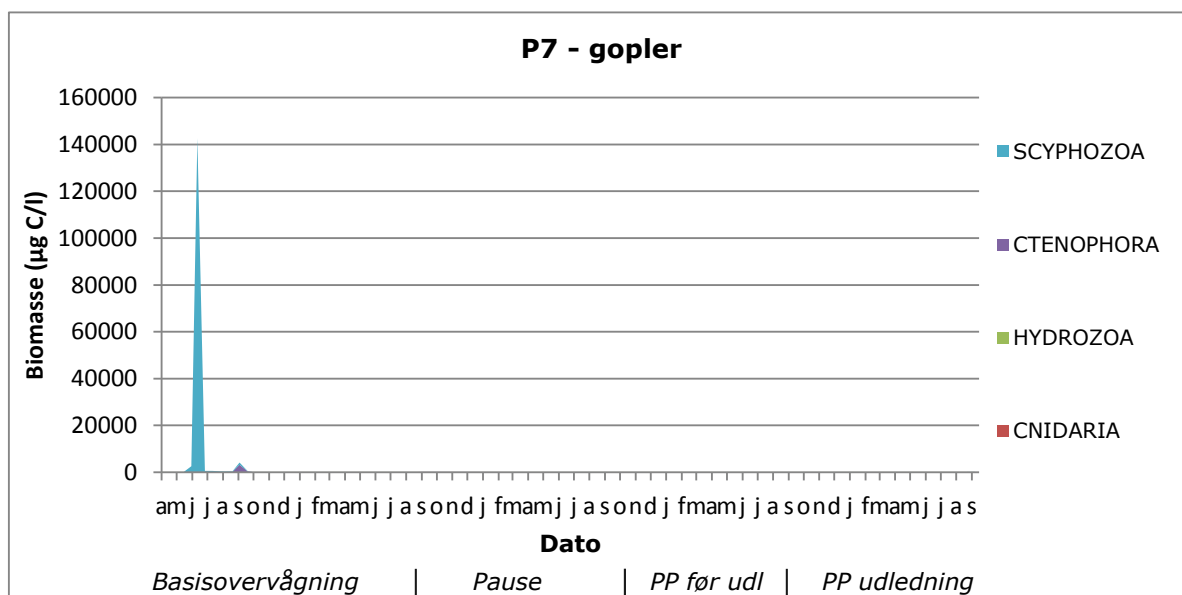
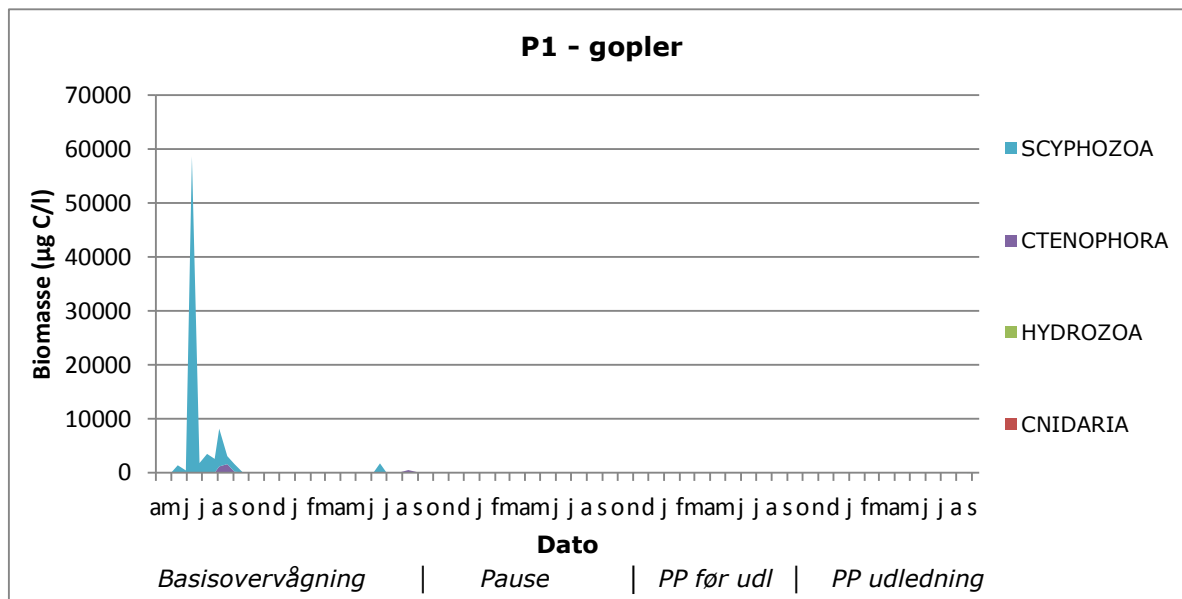
BILAG 10
SUPPLERENDE PLANKTONDATA

Nedenstående tabel opsummerer alle de arter der er set i planktonprøver under pilotprojektet..

I rapporten er der fokuseret på pelagiske æg og larver af bundfauna og fisk, dvs hhv. meroplankton og ichtyoplankton.

Taxonomisk gruppe	Art	P1	P7	P8
GASTROPODA - snegle	<i>Philine aperta</i>	x	x	
	<i>Littorina littorea</i>	x	x	x
	<i>Hydrobia ulvae</i>	x	x	x
	<i>Hinia reticulata</i>	x	x	x
	Uidentificeret	x	x	x
BIVALVIA - muslinger	<i>Mytilus edulis</i> Veliger	x	x	x
	<i>Mya arenaria</i> Veliger	x	x	x
	Lamellibranchiata Veliger	x	x	x
PISCES - fisk	<i>Gasterostrus aculeatus</i>	x	x	x
	<i>Pomatoschistus minutus</i>	x	x	x
	Gobiidae indet	x	x	x
	<i>Syngnathus rostellatus</i>	x		x
	<i>Syngnathus acus</i>	x	x	x
	<i>Syngnathus typhle</i>		x	
	<i>Sprattus sprattus</i>	x	x	x
	<i>Gadus morhua</i> (æg)	x	x	x
	<i>Clupea harengus</i>	x	x	x
	<i>Nerophis ophidion</i>	x	x	x
	<i>Enchelyopus cimbrius</i>		x	
	Pleuronectinae indet (æg)		x	
	<i>Belone belone</i>		x	
CILIOPHORA - ciliater	Tintinnidae indet	x	x	x
	<i>Didinium</i> spp.	x	x	x
	Uidentificeret	x	x	x
NOCTILUCEA	<i>Noctiluca scintillans</i>	x	x	x
BACILLARIOPHYCEAE - kiselalger	<i>Coscinodiscus</i> sp.	x	x	x
FORAMINIFERA	Uidentificeret		x	x
TARDIGRAFA	Uidentificeret	x	x	x
ECHINODERMATA - pighude	<i>Asteria rubens</i>	x	x	x
CRUSTACEA - krebsdyr	<i>Carcinus maenas</i>	x	x	x
	Mysidaceae indet	x	x	x
	<i>Balanus</i> spp.	x	x	x
	<i>Crangon crangon</i>	x	x	x
	Harpacticoida indet	x	x	x
	<i>Acartia</i> spp.	x	x	x
	<i>Centropages hamatus</i>	x	x	x
	<i>Eurytemora hirundoides</i>	x	x	x
	<i>Eurytemora</i> spp.	x	x	x
	<i>Oithona similis</i>	x	x	x
	<i>Oithona</i> spp.	x	x	x
	<i>Temora longicornis</i>	x	x	x
	<i>Evadne nordmanni</i>	x	x	x
	<i>Evadne</i> spp.	x	x	x
	<i>Podon</i> spp.	x	x	x
	<i>Podon leuckarti</i>	x	x	x
	<i>Podon polyphemoides</i>	x	x	x
	<i>Epicaridea</i> sp.	x	x	x
	<i>Hyperia galba</i>	x	x	x
	<i>Palaemon adspersus</i>	x	x	x
<i>Acartia clausi</i>	x	x	x	

	<i>Cyclopina</i> sp.	x	x	
	<i>Pseudocalanus</i> sp.	x	x	x
	Cyclopoida indet	x	x	x
	<i>Cladocera</i> indet	x	x	x
	<i>Caligus</i> sp.	x	x	x
	<i>Macropodia rostrata</i>	x	x	x
	<i>Bosmina coregoni maritima</i>			x
	<i>Bosmina longirostris</i>		x	x
	<i>Mesocyclops leuckarti</i>			x
	<i>Daphnia</i> sp.			x
	<i>Lernaeocera branchialis</i>		x	
CNIDARIA	Juvenil cnidaria	x	x	x
HYDROZOA - smågopler	<i>Rathkea octopunctata</i>	x	x	x
	<i>Leuckartiara octona</i>	x	x	x
	<i>Sarsia</i> sp.	x	x	x
	<i>Sarsia gemmifera</i>	x	x	
	<i>Obelia</i> spp.	x	x	
	<i>Tiaropsis multicirrata</i>		x	
	<i>Bougainvillia superciliaris</i>		x	
CTENOPHORA - ribbegopler	Ctenophora Juvenil	x	x	x
	<i>Pleurobrachia pileus</i>	x	x	x
	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	x	x	x
SCYPHOZOA - storgopler	Scyphozoa indet (ephyra)	x	x	
	<i>Aurelia aurita</i>	x	x	x
	<i>Cyanea capillata Ephyra</i>	x	x	x
CHAETOGNATHA - salper	<i>Sagitta</i> spp	x	x	x
LARVACEA - halesalper	<i>Oikopleura dioica</i>	x	x	x
	<i>Fritillaria borealis</i>	x	x	
	<i>Oikopleura</i> spp.	x		
BRYOZOA - mosdyr	<i>Electra monostachys</i>	x	x	x
	Uidentificeret	x		x
TURBELLARIA - fimreorme	Uidentificeret	x	x	x
NEMATODA	Uidentificeret	x	x	x
MONOGONONTA - hjuldyr	<i>Keratella cruciformis</i>	x	x	x
	<i>Synchaeta</i> spp.	x	x	x
	<i>Brachionus plicatilis</i>	x	x	x
	<i>Keratella cochlearis</i>	x		
	<i>Keratella</i> sp.	x	x	
	<i>Notholca acuminata</i>	x	x	x
	<i>Notholca striata</i>	x	x	x
	Rotifera indet	x	x	x
	<i>Trichocerca</i> sp.	x	x	x
	<i>Keratella quadrata</i>			x
POLYCHAETA - børsteorm	Phyllodocidae indet	x	x	x
	<i>Polydora</i> sp.	x	x	x
	<i>Spio</i> sp.	x		
	Polynoidae indet	x	x	
	Polychaeta indet	x	x	x
	<i>Nereidae</i> spp indet	x	x	x
	<i>Neanthes succinea</i>	x	x	x
	Spionidae indet	x	x	x
	<i>Polydora ciliata</i>	x	x	
	<i>Pectinaria</i> sp.	x	x	x
	<i>Proceraea</i> sp.	x	x	



Der blev observeret en markant forskel i forekomst af gopler i Lovns Bredning. Storgoplerne (Chyphozóa) var domineret af øregopler (*Aurelia aurita*), mens ribbegoplerne (Ctenophora) var domineret først og fremmest af *Mnemiopsis leidyi* (dræbergopler), desuden af *Pleurobranchia pileus* (stikkelsbærgople). Herudover var der spredte forekomster af smågopler (Hydrozoa) med *Rathkea octopunctata* som den mest forekommende.

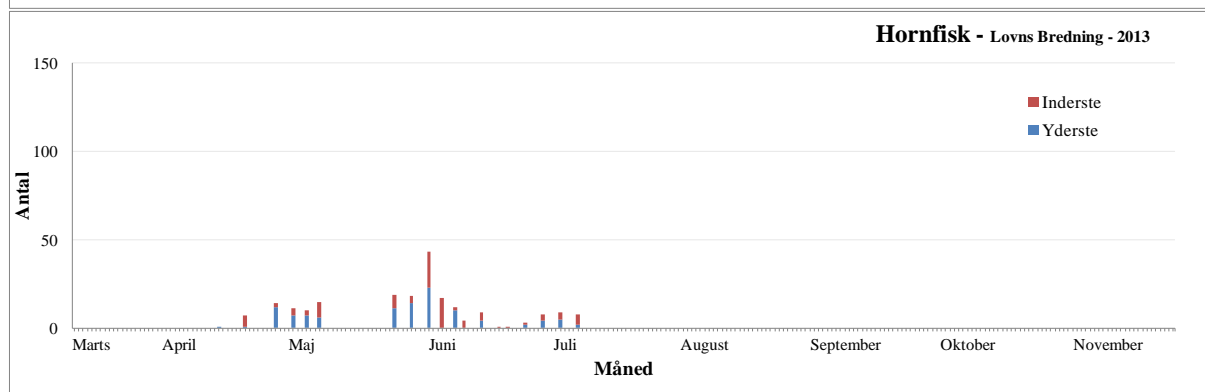
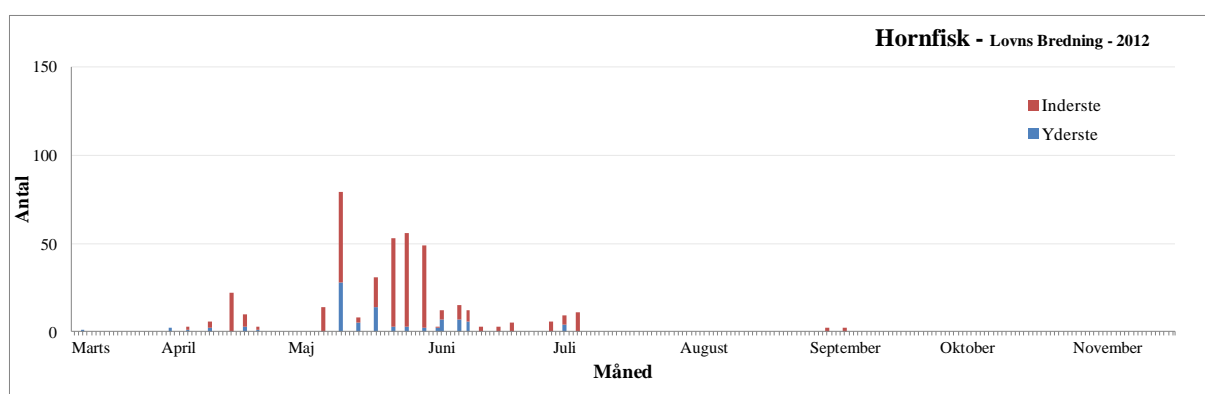
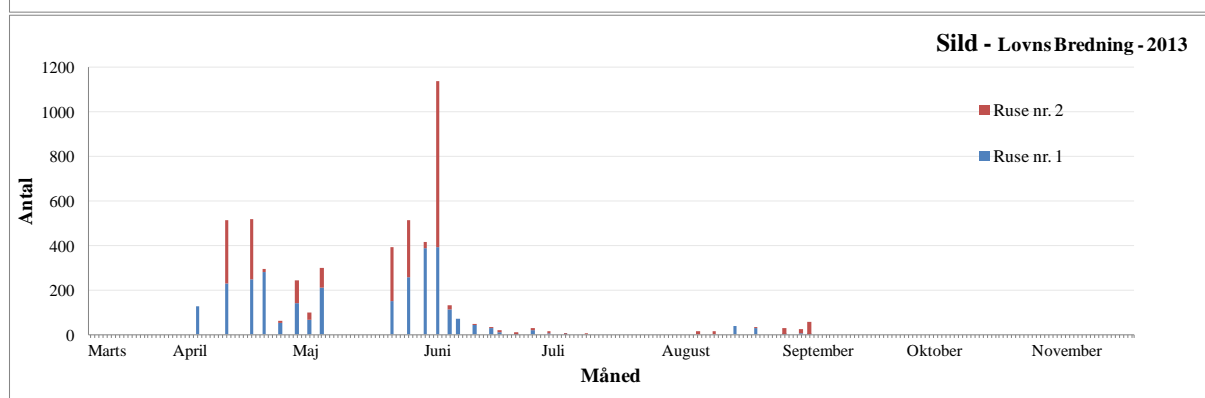
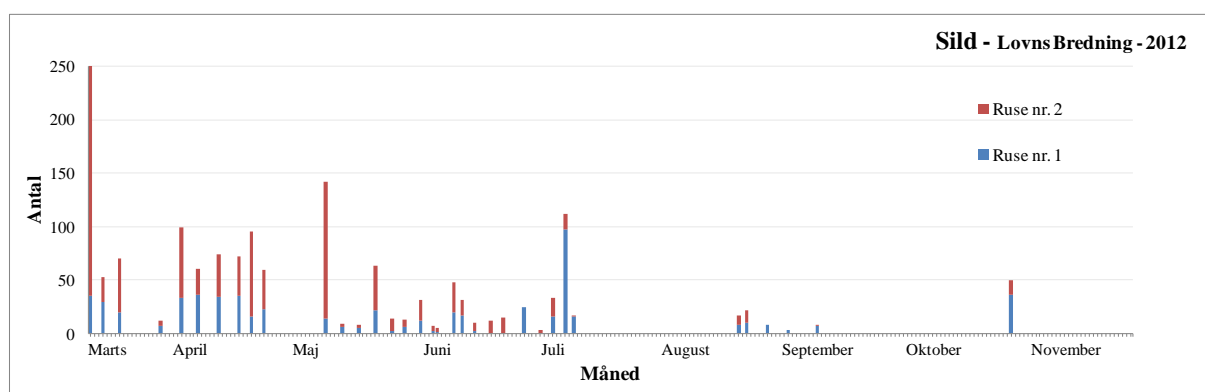
Gopler konkurrerer med fiskelarverne om byttedyr, og de er i stand til at fange fiskeæg og larver. Mulige sammenhænge gennemgås nedenfor:

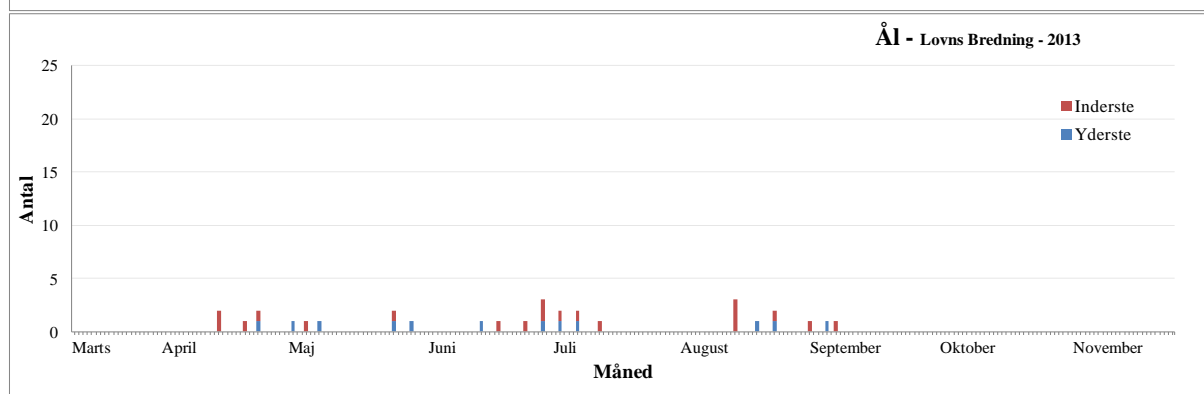
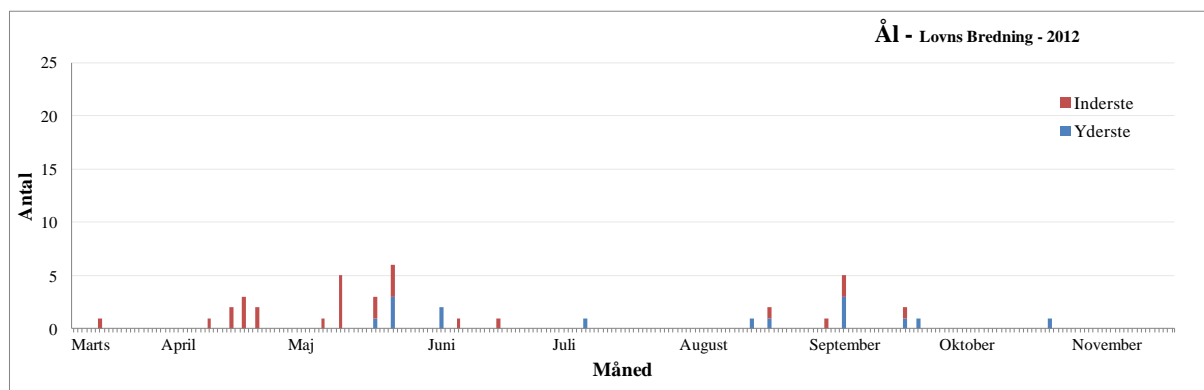
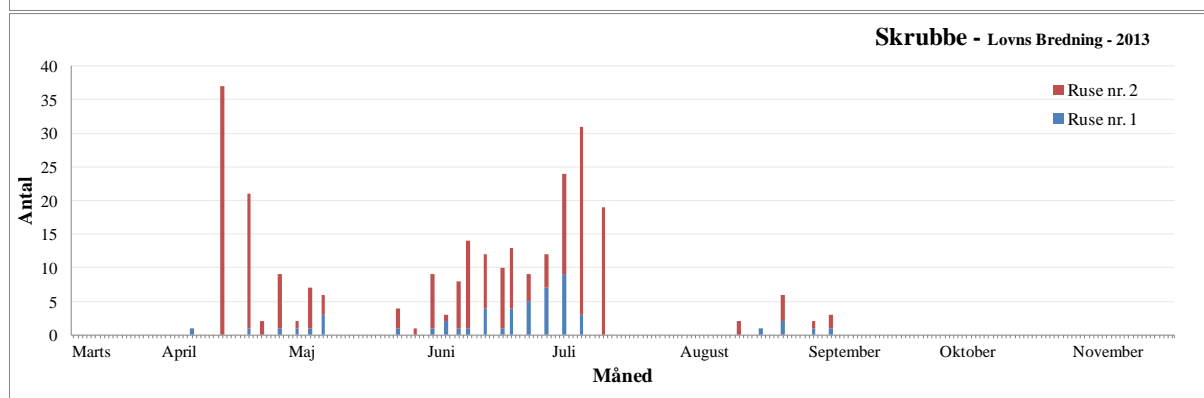
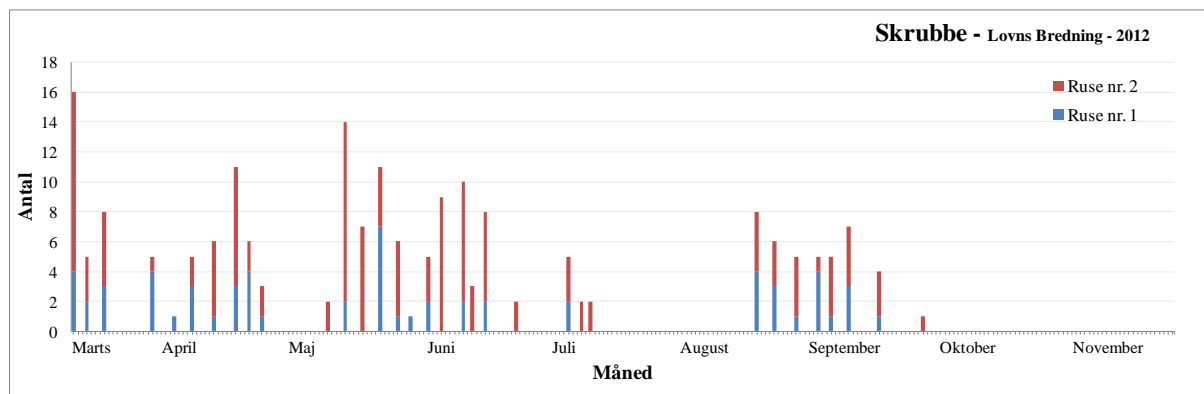
- Der blev i Lovns Bredning under basisovervågningens første år (2009) observeret store mængder øregopler/vandmænd (*Aurelia aurita*) i forårs månederne i sildens gydetid, hvilket muligvis var årsag til en lav forekomst af sildelarver, fordi øregopler og sildelarver konkurrerer om den samme føde (vandlopper). Tætheden af vandlopper i forskellige stadier i Lovns Bredning var da også lavere i forårsperioden i det første basisår med størst forekomst af øregopler end de efterfølgende år (data ikke vist i denne rapport).
- Hen på sommeren og i efteråret blev der i basisperioden observeret store mængder "dræbergopler" (*Mnemiopsis leidyi*) under basisovervågningen i 2009. Forekomsten af ribbegopler, herunder dræbergopler kan have haft betydning for forekomsten af sandkutlinglarver, der forekommer hen over sommeren, idet gopler udover at konkurrere med fiskelarver om byttet også er predator på fiskelarver.
- I Hjarbæk Fjord var forekomsten af gopler markant mindre end i Lovns Bredning, hvilket formodentlig skyldes den lavere salinitet i overfladevandet, ligesom holoplankton i Hjarbæk Fjord var domineret af forskellige arter af hjuldyr og ikke af vandlopper (data ikke vist).

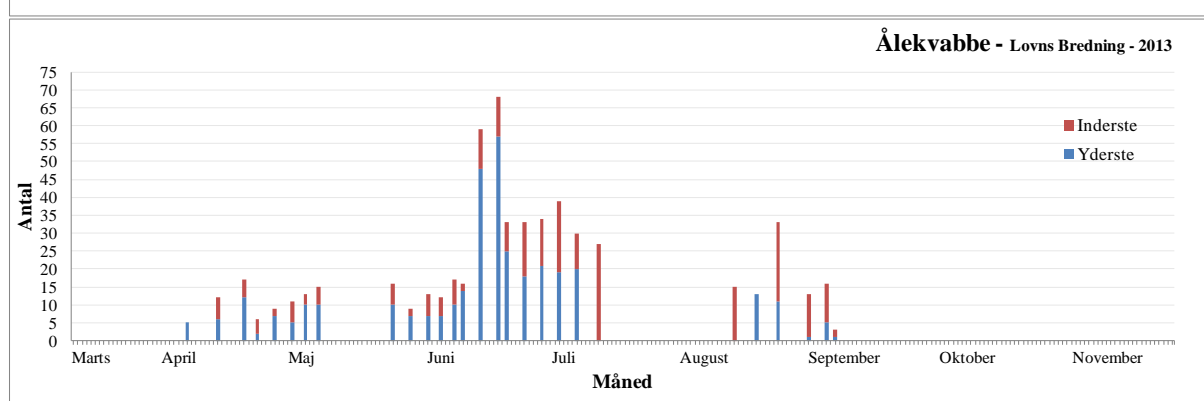
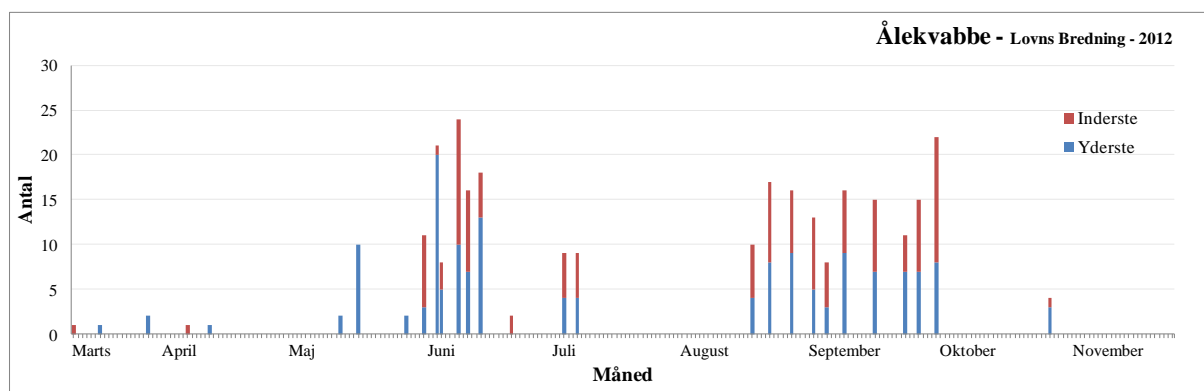
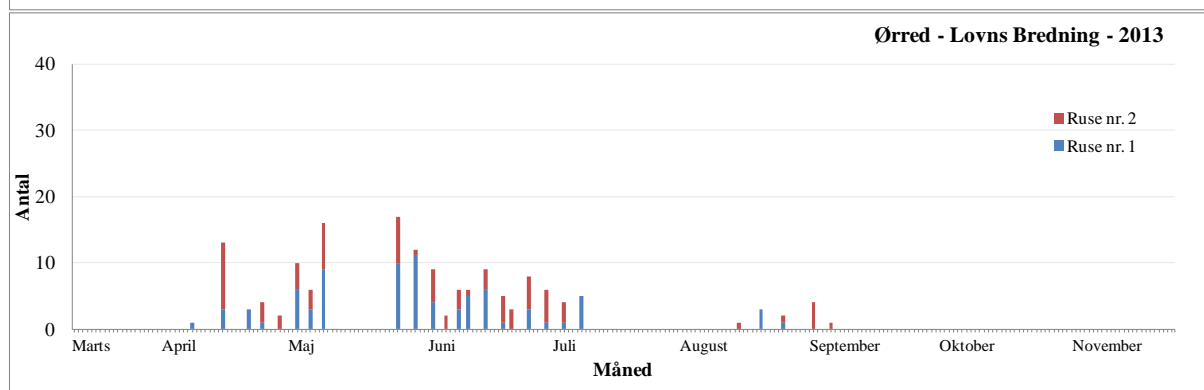
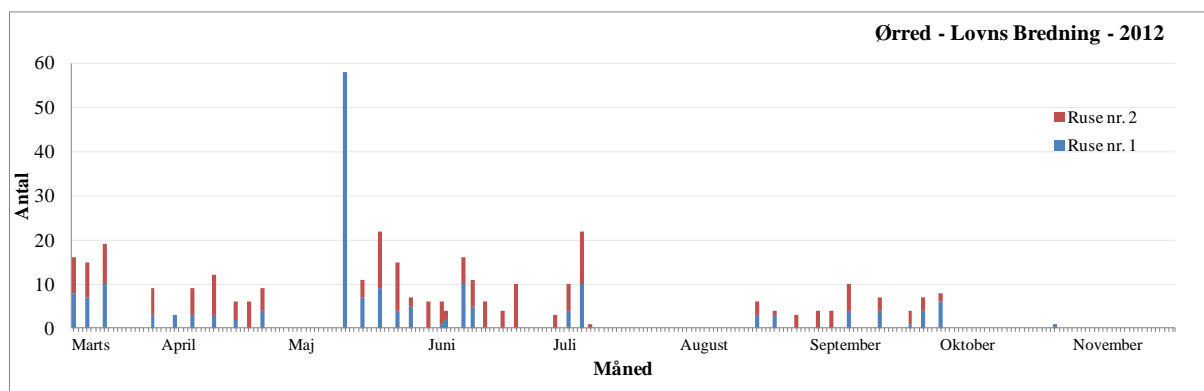
BILAG 11
MONITERINGSFISKERI

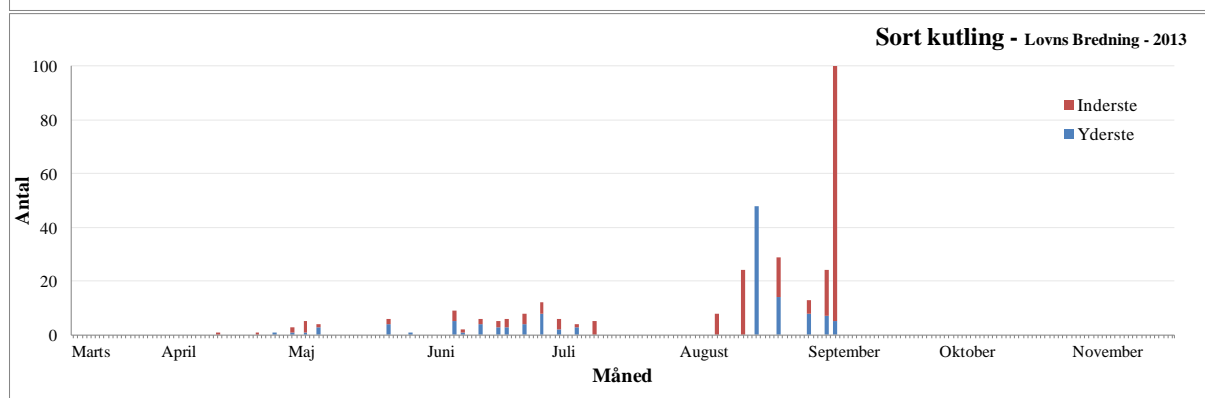
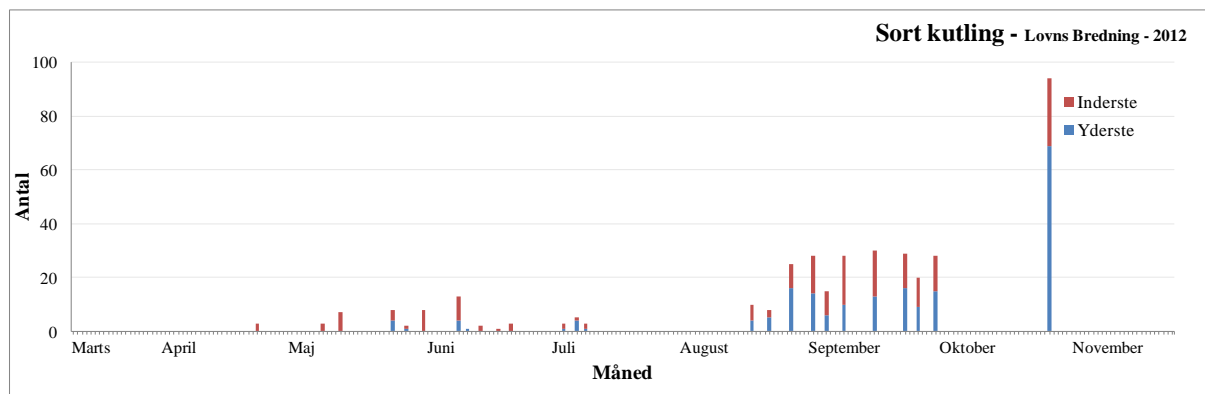
Fangster af de vigtigste fiskearter i henholdsvis Hjarbæk Fjord og Lovns Bredning i 2012 og 2013

A. Lovns Bredning

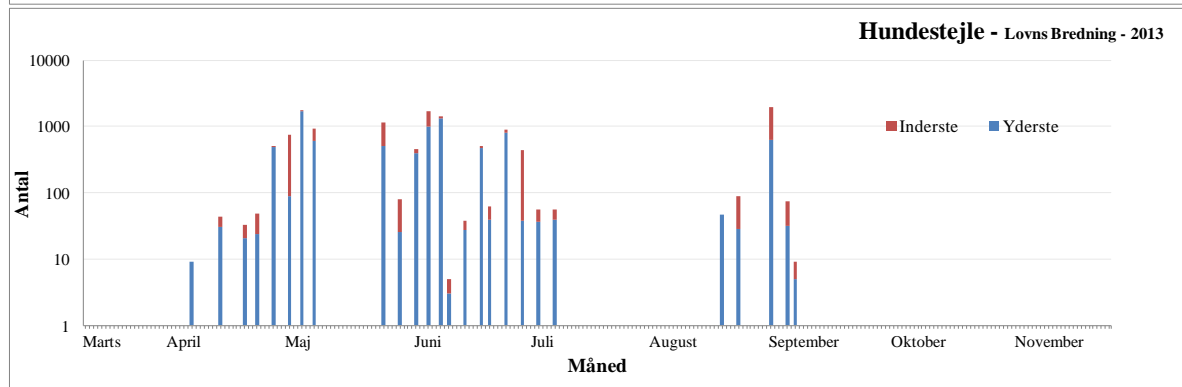
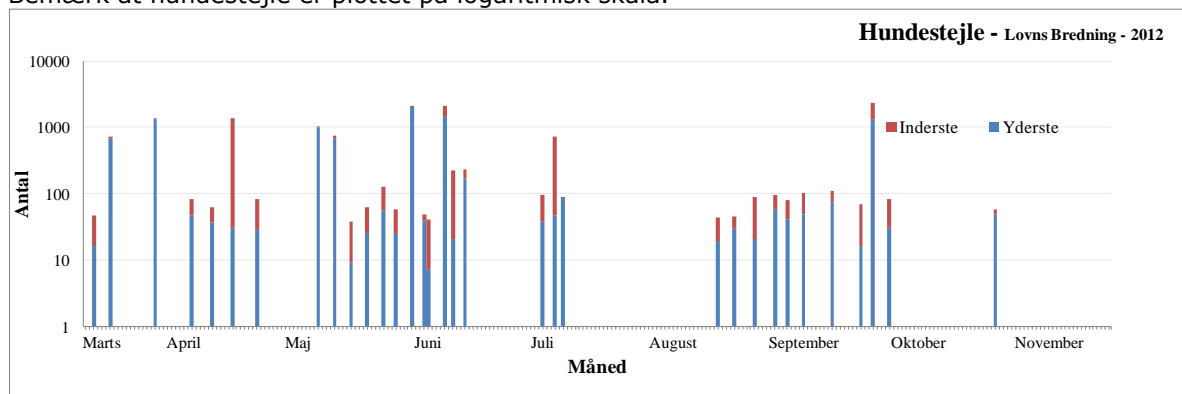




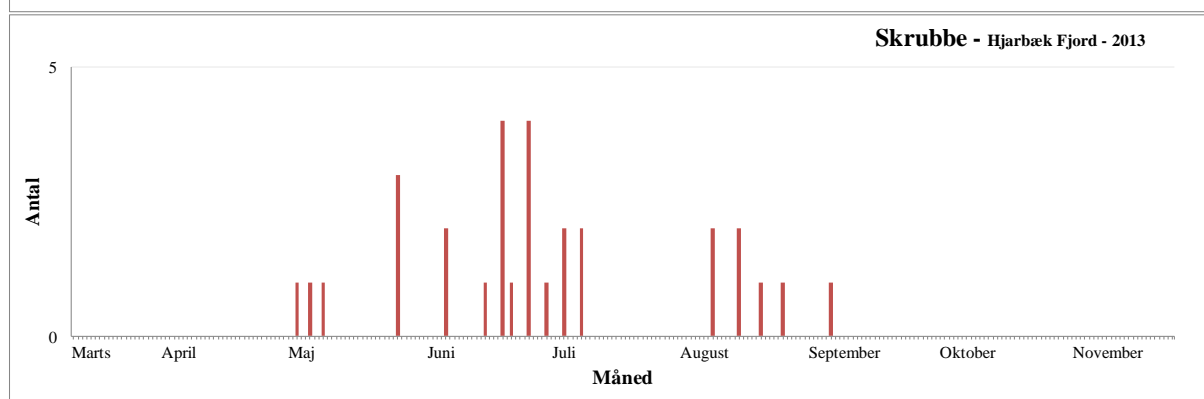
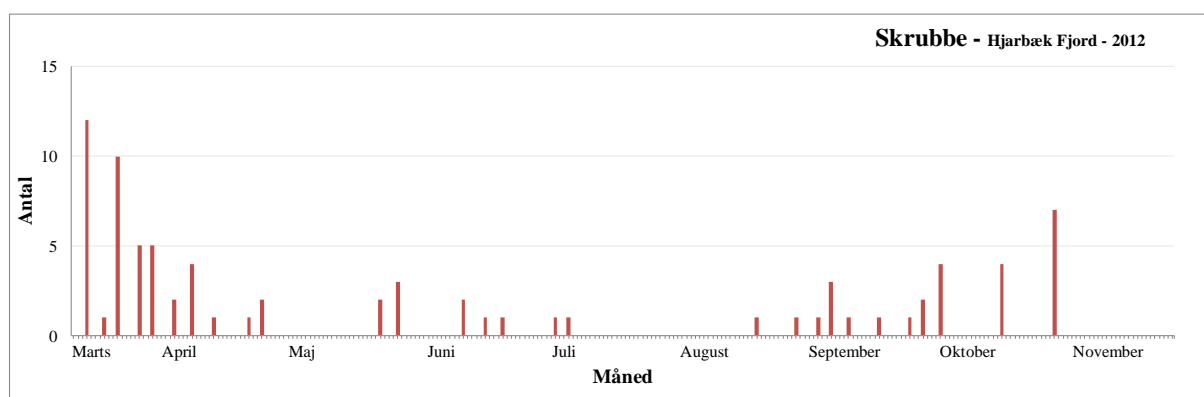
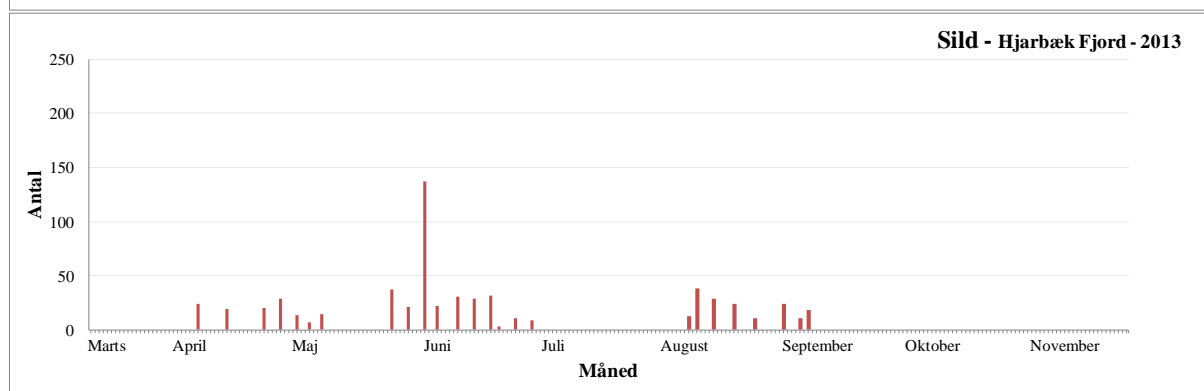
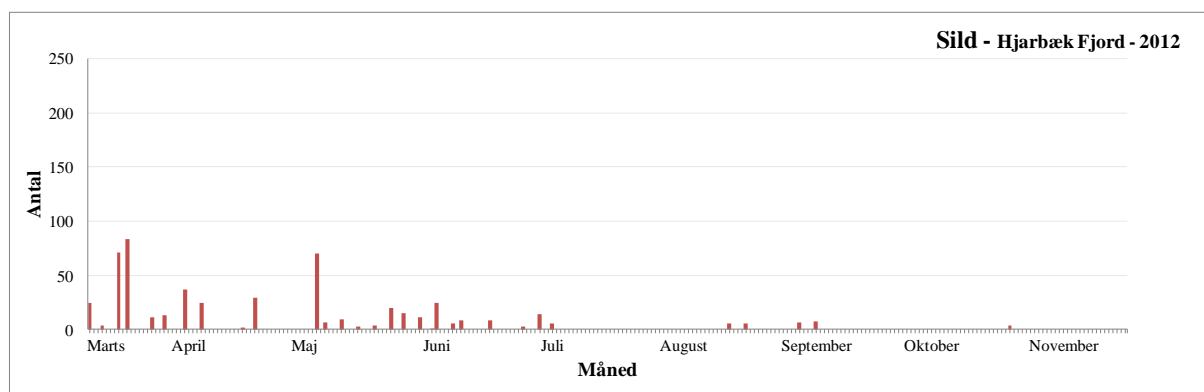


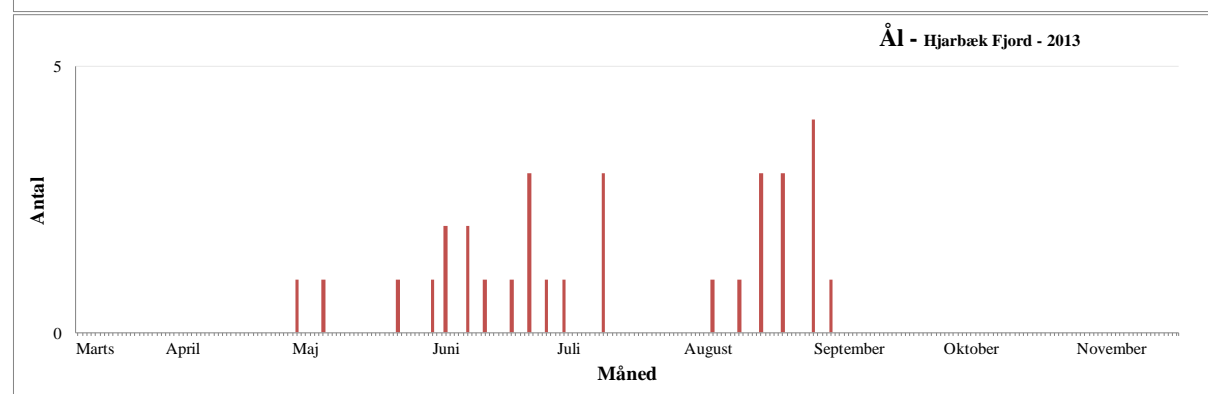
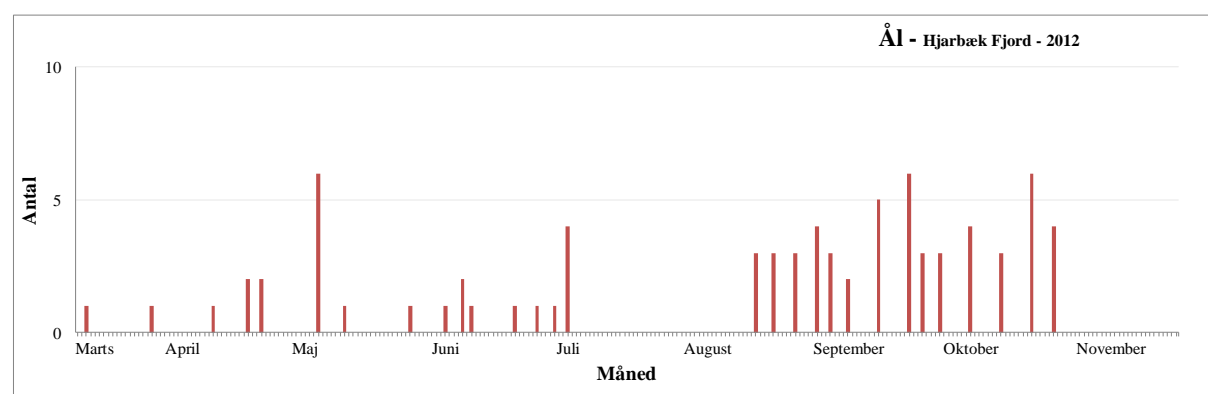
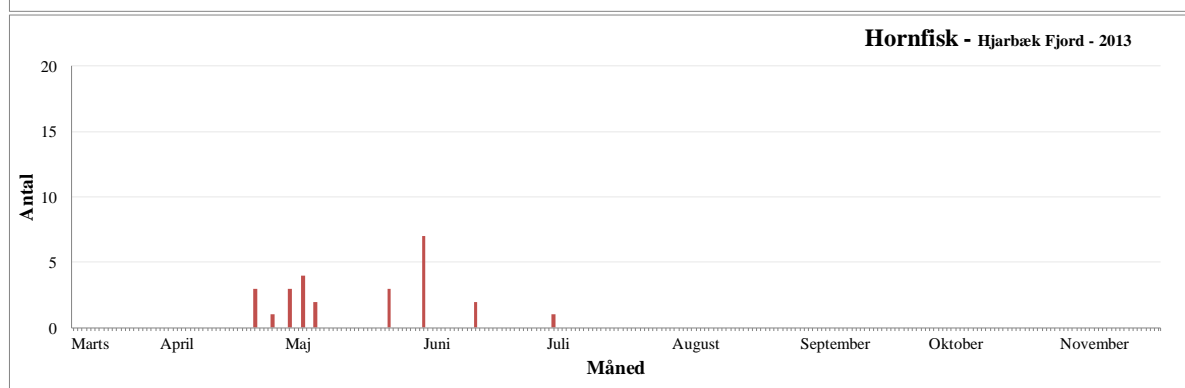
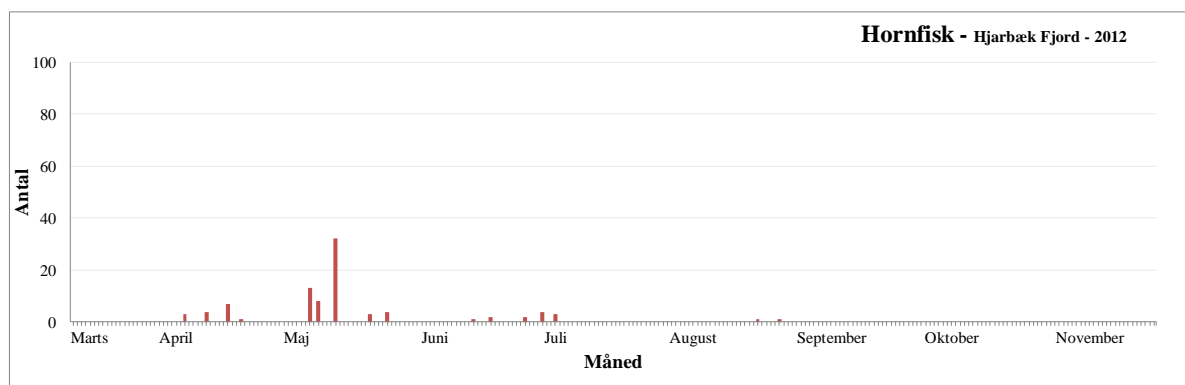


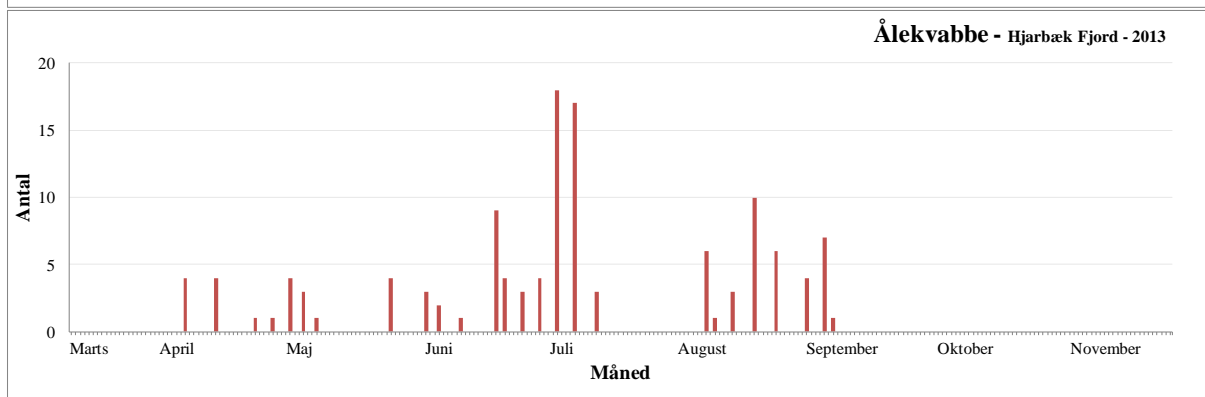
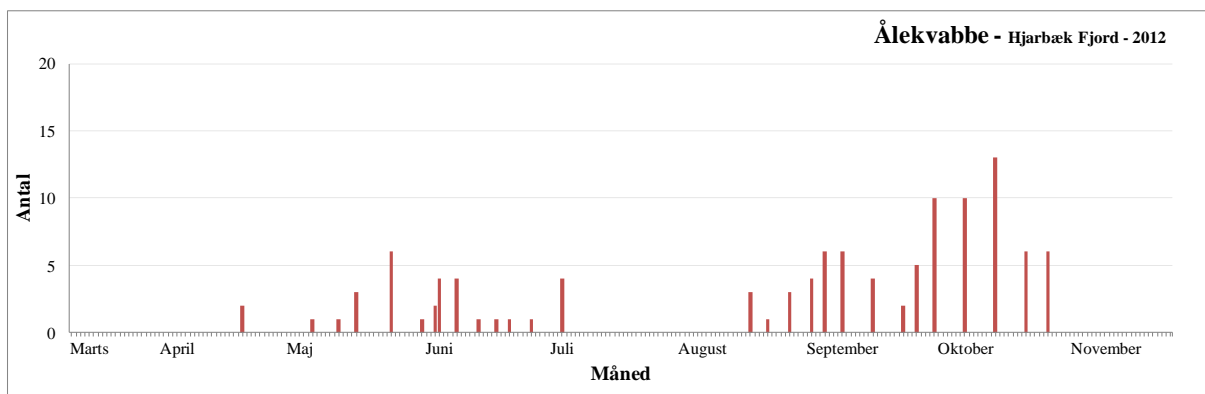
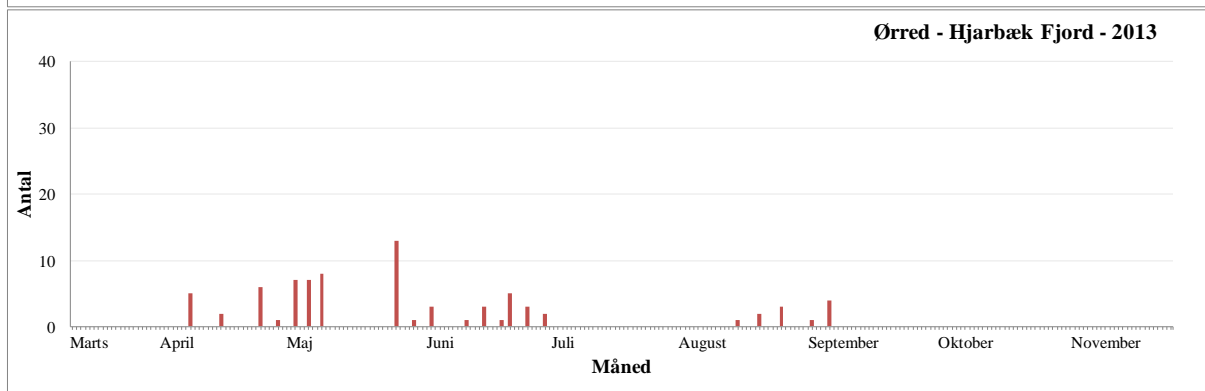
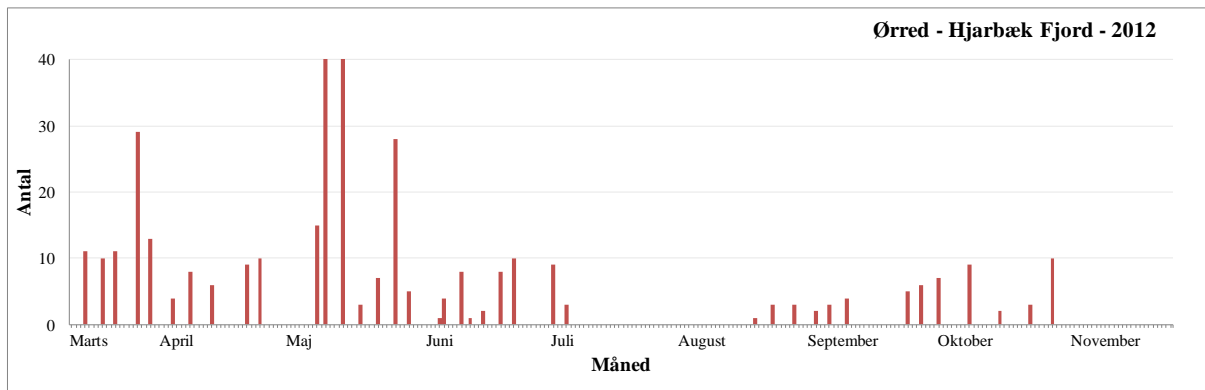
Bemærk at hundestejle er plottet på logaritmisk skala.

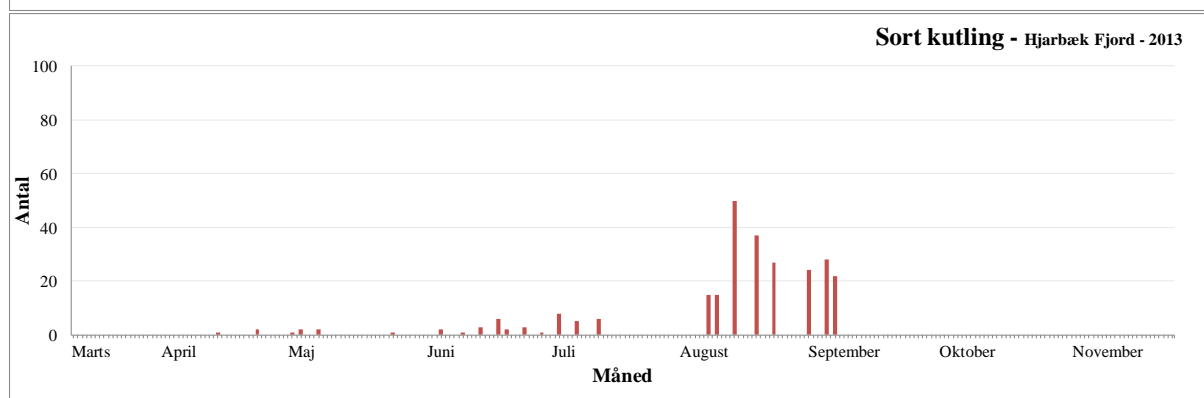
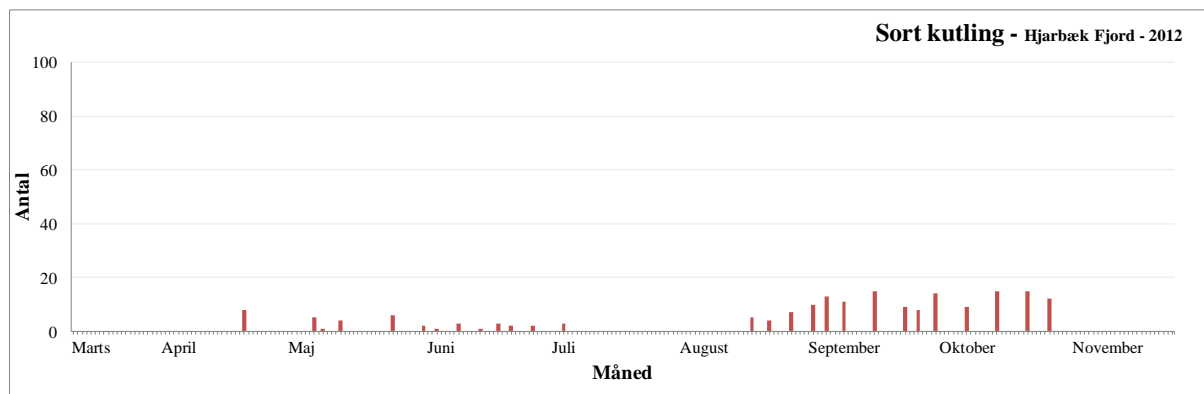


B. Hjarbæk Fjord









Bemærk at hundestejle er plottet på logaritmisk skala.

