

# RAPPORT

Nr : 18.09

*Aa-vann AS*

Kisbekken i Ballangen kommune.  
Effekter på miljøforhold ved etablering av  
Ballangen Sjøfarm's settefiskanlegg



*Kiselve, Ballangen kommune. Foto 16. mai. 2018. Foto: K. J. Aanes, Aa-vann AS*

# Rapport

Aa-vann AS  
Telefon : 950 72 601  
E-post : post@-vann.no  
Adr . 1481 Hagan  
Org nr. 818971982 MVA

Tittel :

|                                                                                                                     |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Kisbekken i Ballangen kommune.<br>Effekter på miljøforhold ved etablering av Ballangen Sjøfarm's<br>settefiskanlegg | Dato 24. 09. 2018 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|

Forfatter :

|                |
|----------------|
| Karl Jan Aanes |
|----------------|

Oppdragsgiver :

Oppdragsreferanse :

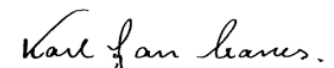
|                      |               |
|----------------------|---------------|
| Ballangen Sjøfarm AS | Wiggo Knutsen |
|----------------------|---------------|

Sammendrag

Hensikten bak denne undersøkelsen har vært å klarlegge miljøstatusen i Kisbekken i Ballangen kommune og belyse eventuelle konsekvenser for denne i forbindelse med at Ballangen Sjøfarm AS har planer om et nytt settefiskanlegg for å dekke fremtidig behov for settefisk. Kiselva mottar en betydelig avrenning fra tidligere gruvedrift på kisminerale og har i dag en fysisk-kjemisk og økologisk status som er svært dårlig. Vassdraget har en vannføringen som er unormalt høy i perioder da vann overføres fra Børsvannet i nabofeltet via kraftverket i Bjørkåsen til Kiselva. Uttaket av vann til settefiskproduksjon vil påvirke driftsmønsteret til kraftverket ved at det årlige vannvolumet til disposisjon avtar. Antall dager hvor det ikke vil være drift vil øke noe, utover dagens ca 80 døgn hvor stasjonen står stille. For Kiselva er det de dagene hvor vannføringen er lav (normal) som er bestmmende for de effektene gruve-påvirkningen har i vassdraget. Situasjonen slik den er i dag før uttak av vann til setteanlegget er allerede bestemmende for miljø-tilstanden i vassdraget, noen flere dager med driftstopp vil ikke ha noen betydning i den sammenheng for de økologiske forholdene i Kiselva.

Emneord

|                   |                        |         |                   |
|-------------------|------------------------|---------|-------------------|
| Ballangen Sjøfarm | Vannressursforvaltning | Kiselva | Ballangen kommune |
|-------------------|------------------------|---------|-------------------|

  
Karl Jan Aanes

# Aa – vann

Kisbekken i Ballangen kommune.  
Effekter på miljøforhold ved etablering av  
Ballangen Sjøfarm's settefiskanlegg

## Forord

Ballangen Sjøfarm AS planlegger å etablere et nytt settefiskanlegg ved Ballangsbukta i Ballangen kommune. Resultatene som presenteres i denne rapporten er en del av det underlagsmateriale som bedriften ønsker å presentere når søknaden nå legges frem.

Rapporten presenterer resultater fra undersøkelser i Kisbekken av biologiske og fysisk-kjemiske forhold våren 2018. Det gjøres videre vurderinger av hvilken betydning et uttak av vann fra overførings-tunellen fra Børsvannet til Bjørkåsen kraftverk vil bety for resipient-situasjonen i Kisbekken, og for andre brukere av denne vannkilden.

Kisbekken er et mindre vassdrag som i dag er strekt preget av avrenning fra tidligere utvinning og oppredning av kismineraler ved Bjørkåsen Gruber (1909 - 1964). Bjørkåsen kraftverk (1921 -) henter produksjonsvann fra Børsvannet, som er nabovassdraget til Kiselva, noe som fører til at vannføringen i Kiselva er unormalt høy i perioder.

Vann som tas ut til produksjon av settefisk i anlegget på Forneset vil påvirke vannføringsmønsteret i Kiselva og produksjonen av elektrisitet ved Bjørkåsen kraftverk.

Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Wiggo Knutsen.

Hagan, 24. september 2018

*Karl Jan Aanes*  
Aa-vann AS

# Innhold

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| <b>Sammendrag</b>                            | <b>6</b>  |
| <b>1. Innledning</b>                         | <b>7</b>  |
| 1.1 Bakgrunn                                 | 7         |
| 1.2 Vannbehov                                | 7         |
| <b>2. Kiselva</b>                            | <b>7</b>  |
| 2.1 Resipient for Bjørkåsen Gruber AS        | 8         |
| 2.2 Hydrologi                                | 8         |
| <b>3. Resipientundersøkelser våren 2018</b>  | <b>9</b>  |
| 3.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere         | 9         |
| 3.2 Vannregionspesifikke stoffer             | 9         |
| 3.3 EUs prioriterte miljøgifter i vann       | 10        |
| 3.4 Jern og mangan                           | 10        |
| 3.5 Bunndyrundersøkelse i Kisbekken mai 2018 | 11        |
| <b>4. Hydrologi og vannforvaltning</b>       | <b>13</b> |
| 4.1 Vannbehov settefiskanlegg                | 14        |
| 4.2 Sammenfattende bemerkninger Hydrologi    | 15        |
| <b>5. Konklusjon</b>                         | <b>15</b> |
| <b>6. Vedlegg</b>                            | <b>16</b> |
| Del I Foto-dokumentasjon                     | 16        |
| Del II Analyseresultater                     | 20        |
| Del II Produksjonsplan Ballangen Sjøfarm     | 21        |

## Sammendrag

Kiselva er en mindre vannforekomst i Ballangen kommune med vannlokalitetskode ID: 173- 44852. Vassdraget er sterkt preget av avrenning av surt gruvevann fra tidligere utvinning og oppredning av kisholdige mineraler ved Bjørkåsen gruver. Dette fører til en kjemisk og økologiske status som er svært dårlig. Videre er vannføringen i lange perioder langt større enn det som er normalt. Dette har sammenheng med at kraftstasjonen i Bjørkåsen henter vann fra Børsvann i tilgrensende nedbørfelt (Børsvann) noe som gir økt en vannføring i Kiselva etter samløp med bakvann fra kraftstasjonen.

Ballangen Sjøfarm AS ønsker å etablere et settefiskanlegg med en kapasitet når hele anlegget er ferdig utbygd på 5,25 mill settefisk á 100 g pr. år for å kunne dekke behovet for settefisk til bedriftens matfisk-anlegg. Ved en årlig produksjon av fisk med en vekt på 200 g vil antallet reduseres til ca 2,5 mill settefisk. Vannbehovet er beregnet til å være maksimalt ca 560 liter/sek i uker når biomassen i anlegget er som størst og hvor vannbehov for avlusning. Vann vil bli hentet fra tunellen som er etablert fra Børsvannet til kraftstasjonen i Bjørkåsen. Det er i dag flere brukere av denne vannkilden da Ballangen kommune også henter sitt råvann for produksjon av drikkevann til befolkningen i kommunen fra tunellen.

Nedbørfeltet til Kiselva oppstrøms avløpet fra kraftstasjonen er på 1,8 km<sup>2</sup> (midl. vannføring 45 l/s). Børsvannet er regulert for kraftproduksjon og nedbørfelt er på 85 km<sup>2</sup> og vannet fra dette nedbørfeltet deles mellom flere brukere. Kraftstasjonen er største bruker med 89 mill m<sup>3</sup>/år, mens kravet om slipp av minstevann til Børselva er på 15,7 mill m<sup>3</sup>/år og til drikkevann går det ca. 0,7 mill m<sup>3</sup>/år. Vannbehovet til settefisk produksjonen er ved full utbygning beregnet til å variere gjennom året mellom ca 68 til 560 l/s. med et midlere årlig estimert vannbehov på 341 l/s. Dette gir et samlet årlig vannbehov på 10,75 mill m<sup>3</sup>/år. Det meste av dette må tas fra vannvolumet som i dag går til kraftproduksjon, noe kan kanskje komme fra dagens volum mht. slipp av minstevann. Behovet i det endelige pålegget om vannslipp kan kanskje bli noe mindre enn i dag.

Når det er drift i kraftstasjonen (ca. 280 døgn/år) gir det store endringer i både vannføringen og i vannkvaliteten i Kiselva nedstrøms kraftstasjonen. Det er i de periodene da stasjonen står som er bestemmende for miljøtilstanden i dette vassdraget, som mottar betydelige tilførsler av surt gruvevann og store mengder giftige metaller. I dag er det et miljø i Kiselva som ikke er levelig for de fleste organismer vi forventer en å finne naturlig i en slike vannforekomster.

Det er disse periodene hvor vannføringen er som lavest (fortynningen minst) at forurensingsbelastningen er størst og hvor miljøtilstanden bestemmes. Det er tilstrekkelig med noen få slike enkelt perioder for utformingen av vassdragets økologiske tilstand.

Ved en full utbygning av settefiskanlegget slik det er redegjort for i avsnitt 4.1 i denne rapporten vil vannbehovet i settefiskanlegget føre til at vannmengdene til produksjon av el-kraft reduseres med 10,75 mill m<sup>3</sup>/år (nedgang på ca 12 %). Ut fra disse beregningene vil dette da føre til at den perioden hvor kraftverket står stille vil øke med 34,5 døgn. (89 mill m<sup>3</sup>: 285 døgn = 0,312 mill m<sup>3</sup>/døgn og 10,75 : 0,312 = 34,5 døgn). I dag står kraftverket i snitt stille ca. 80 dager pr. år.

Det er som nevnt i disse periodene når vannføringen faller fra ca 4 m<sup>3</sup>/sek til 0,3 m<sup>3</sup>/sek i Kiselva at påvirkningen av forurenset vann fra gruveområdet er mest markert. Her er det ikke midlere verdier av pH eller av giftige tungmetaller i resipienten som er viktig, men enkeltepisoder med høye verdier. Det er disse som er bestemmende for vassdragets helsetilstand og økologisk status.

I en forurensings-sammenheng vil ikke økningen i dag av enkeltdøgn hvor kraftverket står stille ha noen betydning for Kiselvas miljøstatus.

## 1. Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Ballangen Sjøfarm AS, Samdrift Ofoten, (etablert 2001) har i dag en konsesjoner for produksjon av matfisk på i alt 10500 tonn laks og ørret og ønsker nå å etablere et settefiskanlegg for å kunne sikre seg kontroll over denne delen av produksjonskjeden. Anlegget er tenkt plassert ved Ballangsbukta i Ballangen kommune. Vannkilden vil være Børsvann og driftsvannet hentes ut fra overføringstunellen fra innsjøen til kraftstasjonen i Bjørkåsen.

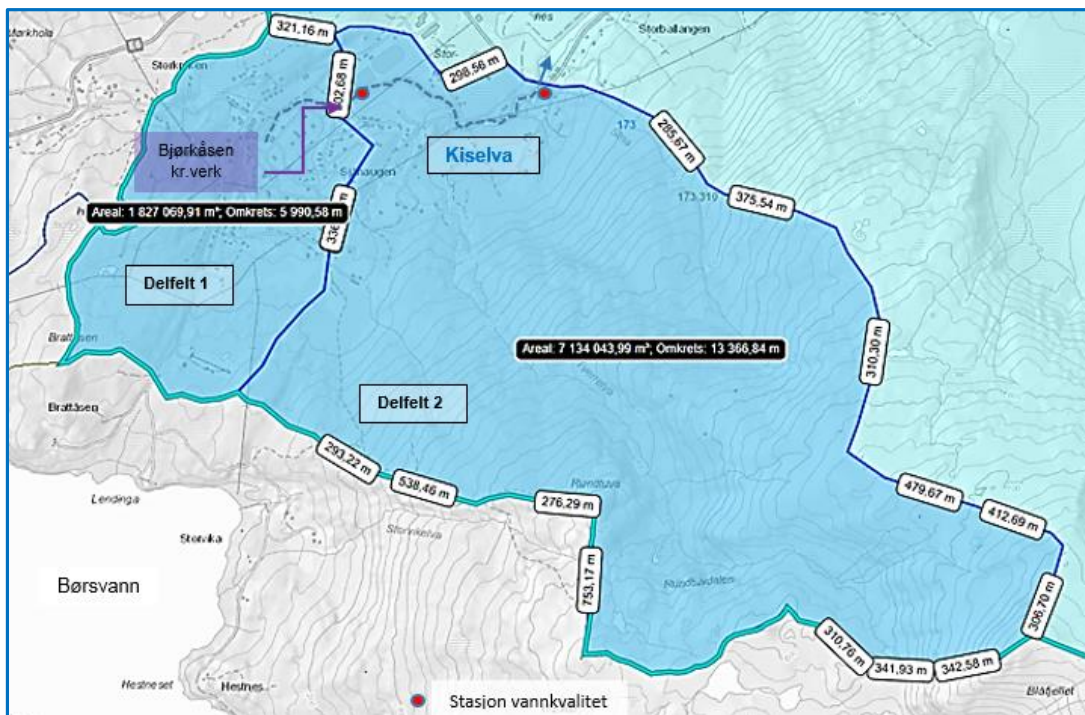
### 1.2 Vannbehov

Vannehovet på årsbasis for det tiltenkte settefiskanlegget, som i stor grad vil bli basert på gjennomstrømning med varmpumper/veksling, er beregnet ved full utbygning til å måtte ha tilgang på 549 l/sek i de ukene da biomassen er størst i anlegget. Vannbehovet vil variere en hel del gjennom året avhengig av belegget i anlegget og størrelsen på fisken. Beregningene viser en variasjon på ukebasis fra ca 549 til 68 l/sek med et midlere vannbehov over året på 341 l/sek (vedlegg III). Samlet over året viser beregningene et vannbehov for settefiskanlegget ved full utbygning på ca 10,75 mill m<sup>3</sup>/år.

Det årlige uttak av råvann fra den samme tunellen for produksjon av drikkevann for befolkningen i Ballangen kommune er på ca 0,7 mill m<sup>3</sup>/år.

Både dette uttaket og fremtidig driftsvann til settefiskanlegget vil påvirke hvor store vannmengder en har til el.-produksjon i fremtiden. Dette vil påvirke driften av Bjørkåsen kraftverk både mht. hvor mange dager den vil stå stille i måneden og når stasjonen kjøres hvor mye vann som slippes på turbinen (1-5 m<sup>3</sup>/sek).

Vannføringen i Kiselva vil som følge av dette endres noe i fremtiden ved en etablering av det tiltenkte settefiskanlegget. Spørsmålet som da reises er om de endringene en får i vannføringsmønsteret vil ha noen betydning for fremtidig helsetilstand i Kiselva. I de følgende avsnittene vil det bli redegjort nærmere rundt denne problemstillingen.



**Figur 1,** Kiselva. Ballangen kommune. Delnedbørfelt og lokalisering av kr.verk og prøvestasjoner

## 2. Kiselva

### 2.1 Resipient for Bjørkåsen Gruber AS

Kiselva er en mindre vannforekomst i Ballingen kommune med vannlokalitetskode ID: 173- 44852. Vassdraget har en økologisk status som i dag er sterkt preget av avrenning av surt gruvevann fra tidligere utvinning og oppredning av kisholdige mineraler ved Bjørkåsen gruver.

Bjørkåsen Gruver ble etablert i 1909 for utvinning av svovekis med noe kobber og sink. Gruven var i drift fram til 1964 og hadde i denne perioden en samlet produksjon på 6 millioner tonn malm. I dag preges området rundt gruve- og oppredningsanlegget og nærområdet til vassdraget sterkt av tidligere gruveaktivitet. Resipienten for denne aktiviteten er Kiselva som motar betydelige tilførsler av surt gruvevann og avrenning av giftige metaller.

### 2.2 Hydrologi

Kiselva har naturlig et nedbørfelt på 8,9 km<sup>2</sup>. Delnedbørfeltet oppstrøms tilløpet fra Bjørkåsen kraftstasjon er på 1,8 km<sup>2</sup> og den midlere årsvannføringen er her før samløpet 45 liter/sek (tabell ). Tilsvarende er nedbørfeltet nedstrøms på 7,1 km<sup>2</sup> og den midlere årlige avrenningen fra dette delfeltet er på knapt 250 l/sek. Samlet areal er altså på 8,9 km<sup>2</sup> med en midlere årlig avrenning ved utløpet av Kiselva på 300 l/sek.

**Tabell 1.** Kiselva: Hydrologiske forhold (\*Data om liter/sek km<sup>2</sup> er hentet fra tilgrensende nedbørfelt)

| Nedbørfelt                                         | km <sup>2</sup> | l/sek km <sup>2</sup> * | årlig avrenning<br>mill m <sup>3</sup> | vannføring /sek |
|----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------------------|-----------------|
| Delfelt I : Oppstrøms<br>Bjørkåsen kraft stasjon   | 1,8             | 25                      | 1,42                                   | 45,0            |
| Delfelt II : Restfelt før<br>utløp marin resipient | 7,1             | 35                      | 7,84                                   | 248,6           |
| Samlet Kiselva                                     | 8,9             |                         | 9,26                                   | 293,6           |

I forbindelse med etableringen av kraftstasjonen i Bjørkåsen fikk Kiselva nedstrøms denne en betydelig økning i vannføringen i produksjonsperiodene for stasjonen. Når stasjonen står stille, noe som skjer regelmessig i perioder(ca 80 dager i løpet av året), er vannføringen i Kiselva som normalt basert kun på avrenning fra vassdragets eget nedbørfelt. Påslippet på kraftstasjonen varierer fra 1 til 5 m<sup>3</sup>/sek og vil følgelig i disse periodene mangedoble vannføringen i Kiselva.



**Figur 2.** Kartutsnitt. Nedre deler av Kiselva med prøvestasjoner for fysisk-kjemiske og bunnfauna undersøkelser.

### 3 Resipientundersøkelser mai 2018

For å få bedre kunnskap om Kiselva og dens miljøtilstand og for å kunne vurdere eventuelle effekter av vannuttaket til settefiskanlegget på forholdene i Kiselva, ble det gjort en befaring til vassdraget den 16. mai 2018. Det ble da også hentet inn vannprøver og et biologisk materiale for å beskrive fysisk-kjemisk - og økologisk status. Videre ble det tatt en del foto som beskriver vassdraget. Disse er vist i vedlegget bak i rapporten (Del I).

#### 3. 1 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Analyseresultatene fra vannprøvene som ble samlet inn den 16. mai 2018 er vist i vedlegget (Del II). I tabell 2 er resultatene fra de fysisk-kjemiske støtteparametrene sammenstilt og vurdert etter klassegrensene i vannforskriften.

Kiselva har en vanntype som basert på verdiene for fargetall og kalsium (fra stasjon Kis 2) blir definert som moderat kalkrik (Ca 4 - 20 mg/l) og humøs (30 mg Pt/l) ut fra denne ene vannprøven i mai (tabell 2). Denne informasjonen om vanntype er så benyttet for å finne riktige klassegrenser for vurdering av tilstand i henhold til vannforskriften.

Når vannprøvene ble hentet inn var det ikke drift i kraftverket og en relativt beskjeden vannføring (men normal) på stasjon Kis 1. Stor vårmelting i sidevassdragene som kommer inn fra vest (Figur 2) mellom de to stasjonene fortynnet tilførselen fra gruveområdet og bufret vannets surhet noe. Det ble målt relativt høye Ca verdier på den øverste stasjonen, noe som sammenfaller dårlig med den lave pH verdien som ble målt. Årsaken kan være den spesielle kvaliteten på vannet vi har her som følge av gruveavrenningen og at dette interfererer under Ca analysen og gir for høye verdier. Vannkvaliteten karakteriseres også sterkt av den høye konsentrasjonen av total svovel som ble registrert på st. Kis 2 med en verdi på 54,4 mg/l. En vannkvalitet som er tydelig preget av påvirkning fra kisgruveaktivitet.

**Tabell 2.** Kiselva. Analyseresultater fra vannprøver hentet inn den 16 mai 2018

| Stasjon / Param. | pH  | Kond mS/m | Farge mg/l Pt | Ca mg/l | Tot-N µgN/l | Tot-P µgP/l | Svovel mg/l |
|------------------|-----|-----------|---------------|---------|-------------|-------------|-------------|
| Kis 1            | 4,6 | 47,2      | -             | 49,3    | -           | -           | -           |
| Kis 2            | 5,8 | 6,73      | 30            | 7,13    | 130         | 41          | 54,4        |

#### pH – surhetsgrad

Resultatene fra pH målingene viser en klart sur vanntype særlig er dette markert på stasjon Kis 1. Verdiene er i seg selv så lave at dette i stor grad vil begrense en normal bekkefauna.

#### Fosfor og nitrogen

Konsentrasjonen av de to næringssaltene fosfor og nitrogen ble målt på stasjon Kis 2 og i henhold til vannforskriften ga vurderingen av resultatene en moderat tilstand for total fosfor (klassegrensene er her 24-45 µg P/l). Tilsvarende for total nitrogen ga en god tilstand, her er klasse gr. 1 - 475 µg N/l.

#### 3. 2 Vannregionspesifikke stoffer

Resultatene fra analysen av vannprøvene som ble hentet inn for å beskrive miljøtilstanden med hensyn til de vannregionspesifikke stoffene: Arsen, kobber, krom og sink er vist i tabell 3. På hver stasjon er konsentrasjonen oppgitt, samt tilhørende grenseverdi (EQS – årsmiddel) for det enkelte metall. "Det verste styrer"-prinsippet ligger til grunn for vurdering av tilstanden på stasjonen, og her vil metaller som overskrider EQS verdien angis med sort celle med hvit tekst, ellers grå celle.

**Tabell 3.** Kiselva. Analyseresultater for vannregionspesifikke stoffer: Arsen, kobber, krom og sink.

| Stasjon/ Param. | Arsen<br>µg As/l | Kobber<br>µg Cu/l | Krom<br>µg Cr/l | Sink<br>µg Zn/l | Total-<br>resultat      |
|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| Grenseverdi *   | (AA EQS = 0,5)   | (AA EQS = 7,8)    | (AA EQS = 3,4)  | (AA EQS = 11)   |                         |
| Kis 1           | 0,827            | 318               | 0,718           | 678             | Ikke<br>God<br>Tilstand |
| Kis 2           | < 0,05           | 37,1              | 0,111           | 88,9            |                         |

\* EQS Environmental Quality Standards: AA-EQS Annual Average

De vannregionspesifikke metallene som ble overvåket hadde konsentrasjoner i Kiselva, som med unntak av krom alle overskred grensverdiene. Verdien for arsen lå under EØS verdien på stasjon Kis 2 (tabell 3). Det skal legges til at resultatene representerer kun en enkelt prøvetaking, men de målte konsentrasjonene gir et situasjonsbilde av forholdene på det tidspunktet prøven ble tatt, og overskridelsene er til dels meget betydelige.

### 3.3 EUs prioriterte miljøgifter i vann

Analyseresultatene for metallene Cd, Pb og Ni er sammenstilt og vurdert i tabell 4. I tabellen er tilhørende grenseverdier listet opp. Vurderingen baseres på prinsippet om at det verste styrer når tilstanden skal vurderes. Verdier over grenseverdien angis med svart celle, blå er god tilstand.

**Tabell 4.** Kiselva. Kjemisk tilstand for Cd, Pb og Ni som alle tilhører EUs prioriterte miljøgifter i vann. Resultater fra vannprøver hentet inn den 16. mai 2018 er sammenstilt og grenseverdier oppgitt.

| Stasjon/ Param. | Kadmium<br>µg Cd/l              | Bly<br>µg Pb/l | Nikkel<br>µg Ni/l | Total-<br>resultat   |
|-----------------|---------------------------------|----------------|-------------------|----------------------|
| Grenseverdi *   | (AA EQS = 0,08 )<br>– hardhet * | (AA EQS = 7,8) | (AA EQS = 4)      |                      |
| Kis 1           | 1,35                            | 9,77           | 13,3              | Ikke God<br>tilstand |
| Kis 2           | 0,174                           | 0,435          | 2,36              |                      |

\* vurdert opp mot klasse 1: Hardhet < 40 mg CaCO<sub>3</sub>.

På den øvre stasjonen i Kiselva (Kis 1) overskrider konsentrasjonen for alle disse tre metallene EUs årlige gjennomsnittsverdier. For kadmium gjelder dette også på stasjon Kis 2 (tabell 4 ). Begge stasjonen får når resultatene vurderes opp mot EUs prioriterte miljøkrav ikke god tilstand.

### 3.4 Jern og mangan

De høye metallverdiene i Kiselva indikerer tydelig tidligere gruveaktiviteter i nedbørfeltet og at avrenningen herfra fremdeles er meget betydelig i dette vassdraget. Tydelig sees dette i markerte avsetninger som orangebrune (oker) belegg på elvebunnen (Vedlegg: Del I ) og videre langt utover i estuarområdet. Vassdraget nedstrøms gruveområdet er preget av en vannkvalitet med særlig høye konsentrasjoner av jern og mangan (tabell 5)

**Tabell 5.** Kiselva. Analyseresultater for jern og mangan

| Parameter / stasjon | Kis 1 | Kis 2 |
|---------------------|-------|-------|
| Jern µg Fe/l        | 20000 | 1630  |
| Mangan µg Mn/l      | 635   | 79,8  |

### 3.5 Bunndyrundersøkelsen i Kisbekken våren 2018

#### *Innledning*

Bunndyr har i lang tid vært anvendt til å vurdere vannkvalitet og forurensningstilstand i vassdrag (Aanes og Bækken 1989). Denne gruppen av smådyr som lever på og i bunnsubstratet er et viktig næringsgrunnlag for fisken og mye av den fuglefaunaen vi finner langs vassdragene våre. De fleste er ganske stasjonære og har en lang livssyklus, ofte ett år. De vil således gjenspeile miljø-påvirkning på lokaliteten under en lengre tidsperiode før selve prøvetakingen i vassdraget. Ytre påvirkninger, som f.eks. store tilførsler av uorganisk finpartikulært materiale, organiske forbindelser, næringssalter, giftige forbindelser (bl. a. tungmetaller) og pH forandringer vil kunne endre bunndyr samfunnenes oppbygning. Informasjon om påvirkningens størrelse og utstrekning får vi ved å studere forhold på prøvetakingslokalitetene som tilstedeværelse/fravær og relativ tetthet av sentrale grupper og arter (indikatorer) i samfunnet av bunndyr.

#### *Bunndyrsamfunn i Kisbekken*

Hensikten med denne undersøkelsen av bunndyrfaunaen på stasjon 2 i Kiselva har vært å samle inn et materiale for å kunne avdekke størrelsen på miljøpåvirkningen i vassdraget. Den vil gi oss informasjon om resipientforhold og data for å kunne kartlegge økologisk status. Samtidig gir dataene oss også en mulighet til å følge med i utviklingen av den økologiske vannkvaliteten og forurensningssituasjonen i nedre deler av Kiselva. Materialet er et viktig referansemateriale for senere undersøkelser.

Undersøkelsen er utført i henhold til anbefalinger i vann-forskriften når det skal hentes inn et materiale for å vurdere økologisk status vha. det biologiske kvalitetselementet bunndyr. Stasjonen er den samme som ble benyttet for vannprøver for å dokumentere den fysiske-kjemiske vannkvaliteten (figur 1). Forholdene på stasjonen karakteriseres av et substrat bestående av større og mindre stein med varierende innslag av grus og sand, samt god vannhastighet. Det var gode forhold for innhenting av et representativt materiale fra bunndyrsamfunnet på lokaliteten (se foto av stasjonen vist i figur 3). Prøvetakingen ble foretatt den 16. mai 2018 av K. J. Aanes (Aa-vann AS) og bearbeidingen av materialet er foretatt av Morten A. Bergan (Forsker 2, NINA).

Prøven fra bunndyrsamfunnet ble hentet ved hjelp av en kvalitativ/semikvantitativ metode og det ble benyttet en standard elvehåv med maskestørrelse 0,25 mm. Samlet prøvetid var 3 minutter. Materialet beskriver bunnfaunaen om våren i nedre deler av Kisbekken. Det ble fiksert i felt og senere bearbeidet i laboratorie ved hjelp av stereolupe og mikroskop, her ble de ulike hovedgruppene i bunnfaunaen talt opp og viktige dyre- grupper som døgnfluer, steinfluer og vårfluer ble identifisert til art/slekt.

Ulike grupper og arter av bunndyr har forskjellige toleransegrenser i forhold til forurensningsbelastning og annen påvirkning og integrerer denne over tid. I en ren elv eller bekk, som i liten grad avviker fra naturtilstanden og som dermed har økologisk tilstand «God» eller bedre, vil man kunne forvente å finne en klar dominans av bunndyrgr. som døgn-, stein- og vårfluer (i tillegg til andre rentvannsformer). Karakteristisk for slike lokaliteter vil være høy diversitet av arter, der følsomme taxa opptrer med tetthet større enn enkeltfunn. I tillegg vil det være en liten forskyving mht. dominansforhold mot mer tolerante arter.

En vanlig tilnærming til biologisk mangfold i bekker og elver er å benytte en vurdering basert på forekomsten av ulike indikatortaxa i samfunnet av bunndyr. En mye brukt indeks her er tallverdien en får når en summerer det totale antall EPT-arter/taxa. Verdien tar utgangspunkt i hvor mange arter/taxa av døgnfluer (E= Ephemeroptera), steinfluer (P= Plecoptera) og vårfluer (T= Trichoptera)

som en registrerer på lokaliteten. En reduksjon i EPT-verdien i forhold til det en ville kunne forvente var naturtilstanden danner grunnlaget for vurderingen av påvirkning.

I henhold til gjeldende klassifiseringsveileder i vannforskriften anvendes ASPT indeksen til klassifisering av den økologiske tilstanden i vannforekomster med generell påvirkning. Den baserer seg på en rangering av et utvalg av de familiene som kan påtreffes i bunndyrsamfunnet i elver, etter deres toleranse ovenfor organisk belastning/næringsaltanrikning.

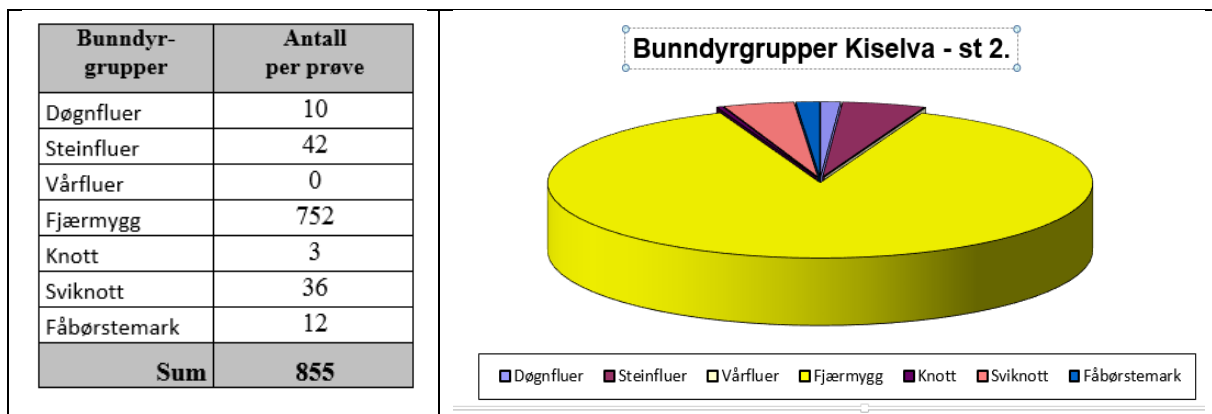
I Kisbekken er ikke organisk belastning/næringsalt-anrikning et problem, men avrenning fra et område hvor det har vært brytning og oppredning av kisholdige mineraler. Det finnes ikke noe vurderingssystem for å vurdere denne type påvirkning vha bunndyrfaunaen i dag, men forfatter har lang erfaring og kunnskap med nettopp denne påvirkningsypen.

### Resultater

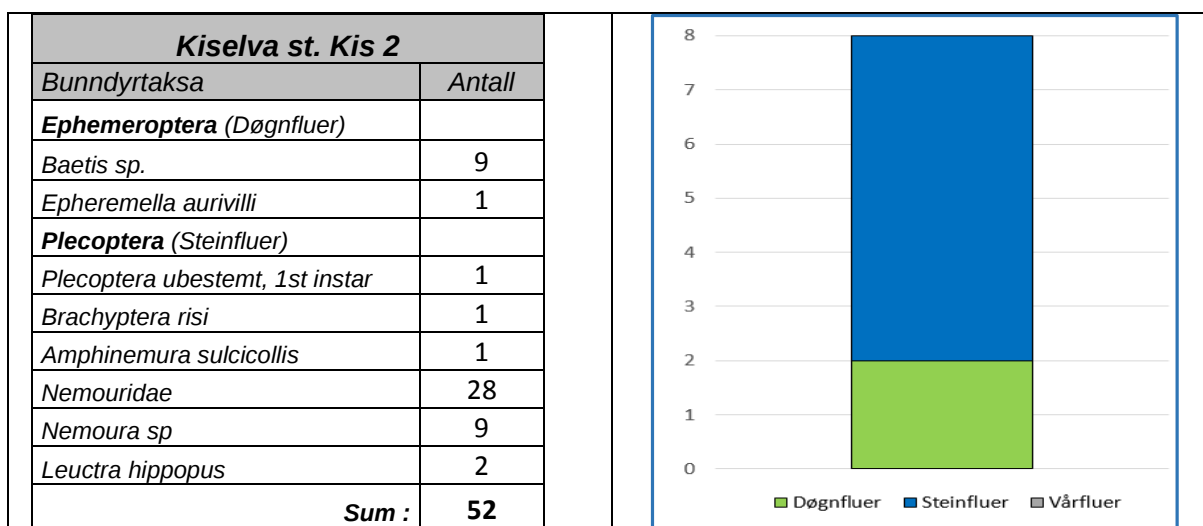
I figur 3 er resultatene fra bearbeidingen av bunndyrmaterialet som ble samlet fra stasjon Kis 2 den 16. mai i 2018 sammenstilt. Karakteristisk var det her et nedslammet materiale (rustrødt slam) slik vi ofte ser i andre gruveresipienter hvor det har vært drift på kismineraler. Stasjonen har et biologisk mangfold som er kraftig redusert og tettheten av bunndyr er langt mindre for de fleste dyregruppene enn en ville ha forventet ved en naturlig tilstand. Videre var det få eldre stadier av dyr.

Typisk for denne lokaliteten er hyppige og store variasjoner i vannføringen og derved fortykning av tungmetaller og buffering av pH. Vannkvaliteten er sterkt preget av gruveavrenningen og i forbindelse med vannføringsvariasjonene opptrer det episoder med gifteffekter jevnlig og dette reduserer mengden og variasjonen i bunndyrsamfunnet.

Området nederst i Kiselva (Kis 2) vil hele tiden få tilførsel av ulike bunndyr fra sidevassdrag oppstrøms lokaliteten. Dette er et naturlig fenomen som kalles drift og som fører til at det vil bli registrert få individer av slike dyr på lokaliteten, men dette er individer som ikke har levelige forhold på stasjonen (Figur 4). Pga av snøsmelting var det stor vannføring i sidevassdragene som kommer inn fra vest like oppstrøms stasjonen og dette øker driften. Dette forklarer bl.a. funn av små individer av døgnfluer og andre nøkkelorganismer som benyttes for en ASPT klassifisering av økologisk tilstand. Benyttes denne indeksen for å beskrive økologisk tilstand ukritisk blir resultatet god tilstand, noe som er helt feil. Ut fra en ekspertvurdering blir økologisk tilstand nederst i Kiselva svært dårlig (verste tilstandsklasse). Det er her ulevelige forhold for de fleste bunndyr og fisk i lange perioder av året. Kun tollerantet myggarter ser ut til å tolerere miljøtilstanden (Figur 3).



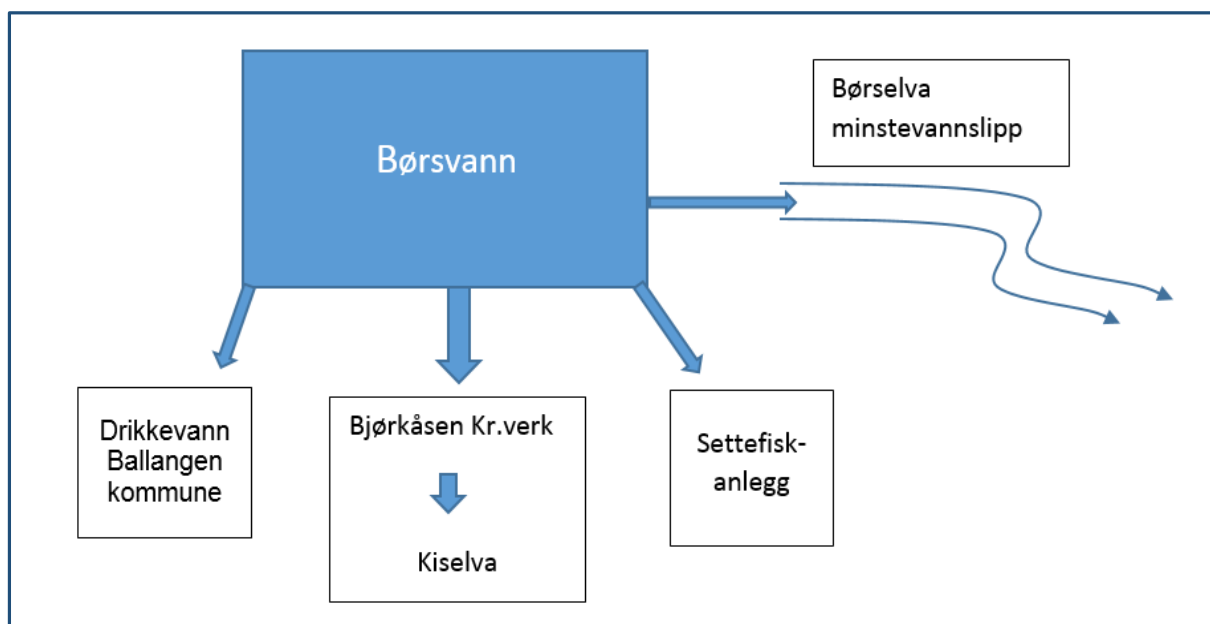
**Figur 3.** Kiselva. Resultater fra bunndyrundersøkelsen på stasjon Kis 2. Dato: 16. mai 2018



Figur 4. Antall arter /taksa av døgn-, stein- og vårfluer (0) på stasjon Kis 2 i Kiselve 16 mai 2016.

#### 4. Hydrologi og vannforvaltning

Det er i dag flere behov som vannet fra nedbørfeltet rundt Børsvannet skal dekke. Og innsjøen er en viktig ressurs i så måte (Figur5). En viktig bruk har vært produksjon av elektrisk kraft og i 1921 kom Bjørkåsen kraftstasjonen i drift og var da det første kraftverket i Nord-Europa hvor hele kraftanlegget er bygd i fjell. Med reguleringen er det senere kommet miljøkrav om et slipp av minstevann til Børselva.



Figur 5. Avrenningen fra Børsvannet dekker flere behov

Når det gjelder slipp av minstevann er endelig krav om vannmengder og fordeling av disse over året ennå ikke fastlagt, men det er en prosess på gang og pålegg om endelige krav ventes å være på plass i 2019. I dag er dette slippet regulert etter midlertidige krav (Tabell 6). Vannkvaliteten i Børsvannet er svært god og Ballangen kommune valgte når de skulle velge er ny råvannkilde for befolkningen nettopp vann fra denne innsjøen. Uttaket er fra inntakstunellen til kraftverket.

**Tabell 6.** Avrenningen fra Børsvannet dekker ulike behov. Største bruker er Bjørkåsen kr.verk.

| Vannbruk                                   | Mill m <sup>3</sup> / år | Liter / sek |
|--------------------------------------------|--------------------------|-------------|
| Minstevanns slipp<br>Børselva*             | 15,77                    | 500         |
| Drikkevannsproduksjon<br>Ballangen kommune | 0,7                      | 22,2        |
| Bjørkåsen Kr. Verk<br>Ballangen Energi **  | 89                       | 3614        |
| Ballangen Sjøfarm<br>Settefiskanlegg ***   | 10,75                    | 341         |

\* i henhold til gjeldene konsesjon skal minstevannsslippet ikke overstige 0,5 m<sup>3</sup>/år

\*\* basert på dagens situasjon med 285 driftsdøgn pr år

\*\*\* basert på et midlere vannbehov over året ved maksimal produksjon og fullt utbygd anlegg

#### 4. 1 Vannbehov settefiskanlegg

Det fremtidige settefiskanlegget i Ballangen vil hente sitt produksjonsvann via en ny rørledning som kobler seg på overføringstunellen fra Børsvannet til Bjørkåsen kraftverk på kote + 88. like oppstrøms stasjonen. Vannbehovet vil variere gjennom året (følger i stor grad biomassen i anlegget) og med det produksjonsopplegget som er skissert vil dette være størst i uke 21 og 12. Produksjonsprosessen er i stor grad basert på gjennomstrømning med varmepumper/veksler-

Etter at full utbygging er gjennomført vil settefiskanlegget når vannbehovet er på topp være på 549 l/s. Videre justeringer og optimalisering av produksjonsprosessen vil kunne redusere vannbehovet.

Det totale vannbehovet baserer seg på valgt produksjonsplan og utnyttelse av anlegget. Ved en samlet produksjon på 5,25 mill settefisk á 100 g pr. år er det maksimale vannvolumet beregnet til å være 549 l/s. I tillegg vil det være behov for ferskvann for avlusning. Dette vil skje mellom ukene 23 og 52, med ujevne mellomrom, noe som er estimert til å gi et samlet maksimalt vannbehov på 560 l/s . Det vil bli benyttet ferskvannsbaseng som brønnbåter henter ferskvann fra til avlusning.

Disse estimatene av teoretisk vannbehov er utført av Multikonsult (Vedlegg III). Dette vil variere gjennom året mellom ca 68 til 560 l/s. med et midlere estimert vannbehov over året på 341 l/s.

**Tabell 7.** Teoretisk vannbehov pr.uke over året ved maksimal produksjon basert på produksjonsplanen som er vist i vedlegg III (Kilde: Multikonsult).



## 4. 2 Sammenfattende bemerkninger: Hydrologi

Kiselva er i dag sterkt påvirket av avrenning fra tidligere gruveaktiviteter både kjemisk og biologisk tilstand er svært dårlig. Nedbørfeltet er relativt lite ( $8,9 \text{ km}^2$ ) og midlere årlige avrenningen er på  $9,41 \text{ mill m}^3$  noe som gir en midlere årlig avrenning på knapt  $0,3 \text{ m}^3/\text{sek}$ . I forbindelse med etableringen av Bjørkåsen kraftverk ble driftsvannet hentet fra nabovassdraget Børsvassdraget og tilført Kiselva. Dette fører til at vannføringen i Kiselva blir langt større når kraftverket er i drift, og i snitt øker denne med om lag  $1331 \%$  til en vannføring ved utløpet på knapt  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Antall døgn gjennom året hvor kraftverket står stille uten produksjon er ca. 80 og da er det bare det opprinnelig nedbørfeltet til Kiselva som gir avrenning til vassdraget og bestemmer vannføringen i resipienten. Dette er et viktig forhold mht resipientsituasjonen i dette vassdraget. Det er disse periodene hvor vannføringen er som lavest (fortynningen minst) at forurensingsbelastningen er størst og hvor miljøtilstanden bestemmes. Det er tilstrekkelig med noen få slike enkelt perioder for å bestemme vassdragets økologiske tilstand.

Ved en full utbygging av settefiskanlegget slik det er redegjort for i avsnitt 4.1 i denne rapporten vil vannbehovet i settefiskanlegget føre til at vannmengdene til produksjon av el-kraft reduseres med  $10,75 \text{ mill m}^3/\text{år}$  (nedgang på ca  $12 \%$ ). Ut fra disse beregningene vil dette da føre til at den perioden hvor kraftverket står stille vil øke med 34,5 døgn. ( $89 \text{ mill m}^3 : 285 \text{ døgn} = 0,312 \text{ mill m}^3/\text{døgn}$  og  $10,75 : 0,312 = 34,5 \text{ døgn}$ ). I dag står kraftverket i snitt stille ca. 80 dager pr. år.

Det er som nevnt i disse periodene når vannføringen faller fra ca  $4 \text{ m}^3/\text{sek}$  til  $0,3 \text{ m}^3/\text{sek}$ . at påvirkningen av forurenset vann fra gruveområdet er mest markert. Her er det ikke midlere verdier av pH eller av giftige tungmetaller i resipienten som er viktig, men enkeltepisoder (med høye verdier). Det er disse som er bestemmende for vassdragets helsetilstand og økologisk status.

I en forurensings-sammenheng vil ikke økningen av enkelt døgn hvor kraftverket står stille ha noen betydning for Kiselvas miljøstatus. Ønsker en å hente igjen tidligere natur- og miljøverdier i Kiselva er det behov for omfattende og meget kostbare tiltak for å sanere tidligere gruveområder og etablere tiltak for å hindre fremtidig gruveavrenning.

## 5 Konklusjon

**Kiselva** har i dag en fysisk-kjemisk og økologisk status som er svært dårlig på grunn av avrenning fra tidligere gruveaktiviteter i nedbørfeltet. Vassdraget mottar betydelige tilførsler av surt gruvevann og store mengder giftige metaller.

I dag er det her et miljø som ikke er levelig for de fleste organismer vi forventer en å finne naturlig i en slike vannforekomster. Kiselva har også i store deler av året en unaturlig høy vannføring, når det er drift i kraftverket.

**Ballangen Sjøfarm AS** ønsker å benytte Børsvannet som vannkilde for å dekke sitt vannbehov. De vil hente ut vannet fra drifttunnelen til Bjørkåsen kraftverk og føre dette til settefiskanlegget via en rørledning.

Det økte vannuttaket fra denne vann-ressursen vil ha innvirkning på hvor mye vann som er igjen til kraftproduksjon, men vil ikke ha noen betydning for forurensingssituasjonen i Kiselva.

# VEDLEGG

## Vedlegg I : Foto dokumentasjon fra Kiselva i Ballangen.

Befaring 15. og 16 mai 2018 ( Foto: Aa-vann AS)



Foto Kiselva øvre deler



Foto Kiselva oppstrøms samløpet med kanal fra kraftstasjonen, renner her langs gamle gruvetipper



Foto Kiselva. Sideløpet fra Bjørkåsen kraftstasjon løper sammen med hovedvassdraget



Foto Kiselva: Vassdragsavsnittet nedstrøms samløp fra Bjørkåsen kraftstasjon. Stasjon Kis 1.



Bunnssubstratet preget av jern- og manganutfellinger, slam og dødt organisk materiale



Foto av Kiselva med gamle gruveavsetninger langs elvebredden



Kiselve stasjon Kis 2 før utløp i sjø. Fine habitatforhold for en rik og variert bunnfauna.

## Vedlegg II

Kiselva, Ballangen kommune

Analyseresultater: Fysisk-kjemiske forhold basert på vannprøver hentet inn den 16/5 2018

| ELEMENT                         | SAMPLE  | Stasjon<br>Kis 1 | Stasjon<br>Kis 2 |
|---------------------------------|---------|------------------|------------------|
| pH                              |         | 4,6              | 5,8              |
| Ledningsevne<br>(konduktivitet) | mS/m    | 47,2             | 6,73             |
| Fargetall                       | mg Pt/l |                  | 30               |
| Ca (Kalsium)                    | mg/l    | 49,3             | 7,13             |
| Total fosfor (Tot-P)            | mg/l    |                  | 0,041            |
| Total nitrogen (Tot-N)          | mg/l    |                  | 0,13             |
| S (Svovel)                      | mg/l    |                  | 54,4             |
| As (Arsen)                      | µg/l    | 0,827            | <0.05            |
| Cd (Kadmium)                    | µg/l    | 1,35             | 0,174            |
| Cr (Krom)                       | µg/l    | 0,718            | 0,111            |
| Cu (Kopper)                     | µg/l    | 318              | 37,1             |
| Ni (Nikkel)                     | µg/l    | 13,3             | 2,36             |
| Pb (Bly)                        | µg/l    | 9,77             | 0,435            |
| Zn (Sink)                       | µg/l    | 678              | 88,9             |
| Ca (Kalsium)                    | mg/l    | 49,3             | 7,13             |
| Fe (Jern)                       | mg/l    | 20               | 1,63             |
| Mn (Mangan)                     | µg/l    | 635              | 79,8             |

Aa-vann 18.09  
Balangen Sjøfarm AS

**Vedlegg III : Produksjonsplan for Ballangen Sjøfarm (Kilde Multikonsult 21. 09. 2018)**

| AVDELING 1 |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | AVDELING 2 |      |      |     |           |           |                   |               |           |          |
|------------|----------|------|------|-----|-----------|-------------------|---------|---------------|-----------|------------|------|------|-----|-----------|-----------|-------------------|---------------|-----------|----------|
| UKE        | Varntype | Vekt | Temp | SGR | Antall    | Biomasse          | Tetthet | Daglig føring | Oksygent. | Varntype   | Vekt | Temp | SGR | Antall    | Biomasse  | Tetthet           | Daglig føring | Oksygent. | Varntype |
| FV/SV      | gram     | °C   | %    | stk | kg        | kg/m <sup>3</sup> | kg/dagn | kg/dagn       |           | FV/SV      | gram | °C   | %   | stk       | kg        | kg/m <sup>3</sup> | kg/dagn       | kg/dagn   | FV/SV    |
| MAKSIMUM   |          | 2,3  |      |     | 1 400 000 | 3 258             | 10      | 142           | 40        |            | 13   |      |     |           | 1 400 000 | 18 575            | 31            | 532       | 167      |
| SNITT      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           |            |      |      |     |           |           |                   |               |           |          |
| 1 FV       | 2,3      |      | 14   | 4,4 | 1 400 000 | 3 258             | 10      | 142           | 40        | FV         | 2    | 14   | 4,4 | 1 400 000 | 3 258     | 5                 | 142           | 40        | FV       |
| 2 FV       |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 3    | 14   | 4,1 | 1 400 000 | 4 394     | 7                 | 178           | 51        | FV       |
| 3 FV       | 0,2      |      | 10   | 5,8 | 1 400 000 | 280               | 1       | 16            | 4         | FV         | 4    | 14   | 3,8 | 1 400 000 | 5 804     | 10                | 220           | 64        | FV       |
| 4 FV       | 0,3      |      | 10   | 5,3 | 1 400 000 | 416               | 1       | 22            | 5         | FV         | 5    | 14   | 3,6 | 1 400 000 | 7 533     | 12                | 268           | 79        | FV       |
| 5 FV       | 0,4      |      | 10   | 4,9 | 1 400 000 | 596               | 2       | 29            | 7         | FV         | 7    | 14   | 3,4 | 1 400 000 | 9 624     | 16                | 323           | 97        | FV       |
| 6 FV       | 0,6      |      | 12   | 5,3 | 1 400 000 | 833               | 3       | 44            | 11        | FV         | 9    | 14   | 3,2 | 1 400 000 | 12 127    | 20                | 385           | 117       | FV       |
| 7 FV       | 0,9      |      | 12   | 4,8 | 1 400 000 | 1 194             | 4       | 58            | 15        | FV         | 11   | 14   | 3,0 | 1 400 000 | 15 092    | 25                | 454           | 140       | FV       |
| 8 FV       | 1,2      |      | 14   | 5,1 | 1 400 000 | 1 662             | 5       | 85            | 23        | FV         | 13   | 14   | 2,9 | 1 400 000 | 18 575    | 31                | 532           | 167       | FV       |
| 9 FV       | 1,7      |      | 14   | 4,7 | 1 400 000 | 2 360             | 7       | 111           | 31        | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 10 FV      | 2,3      |      | 14   | 4,4 | 1 400 000 | 3 258             | 10      | 142           | 40        | FV         | 2    | 14   | 4,4 | 1 400 000 | 3 258     | 5                 | 142           | 40        | FV       |
| 11 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 3    | 14   | 4,1 | 1 400 000 | 4 394     | 7                 | 178           | 51        | FV       |
| 12 FV      | 0,2      |      | 10   | 5,8 | 1 400 000 | 280               | 1       | 16            | 4         | FV         | 4    | 14   | 3,8 | 1 400 000 | 5 804     | 10                | 220           | 64        | FV       |
| 13 FV      | 0,3      |      | 10   | 5,3 | 1 400 000 | 416               | 1       | 22            | 5         | FV         | 5    | 14   | 3,6 | 1 400 000 | 7 533     | 12                | 268           | 79        | FV       |
| 14 FV      | 0,4      |      | 10   | 4,9 | 1 400 000 | 596               | 2       | 29            | 7         | FV         | 7    | 14   | 3,4 | 1 400 000 | 9 624     | 16                | 323           | 97        | FV       |
| 15 FV      | 0,6      |      | 12   | 5,3 | 1 400 000 | 833               | 3       | 44            | 11        | FV         | 9    | 14   | 3,2 | 1 400 000 | 12 127    | 20                | 385           | 117       | FV       |
| 16 FV      | 0,9      |      | 12   | 4,8 | 1 400 000 | 1 194             | 4       | 58            | 15        | FV         | 11   | 14   | 3,0 | 1 400 000 | 15 092    | 25                | 454           | 140       | FV       |
| 17 FV      | 1,2      |      | 14   | 5,1 | 1 400 000 | 1 662             | 5       | 85            | 23        | FV         | 13   | 14   | 2,9 | 1 400 000 | 18 575    | 31                | 532           | 167       | FV       |
| 18 FV      | 1,7      |      | 14   | 4,7 | 1 400 000 | 2 360             | 7       | 111           | 31        | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 19 FV      | 2,3      |      | 14   | 4,4 | 1 400 000 | 3 258             | 10      | 142           | 40        | FV         | 2    | 14   | 4,4 | 1 400 000 | 3 258     | 5                 | 142           | 40        | FV       |
| 20 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 3    | 14   | 4,1 | 1 400 000 | 4 394     | 7                 | 178           | 51        | FV       |
| 21 FV      | 0,2      |      | 10   | 5,8 | 1 400 000 | 280               | 1       | 16            | 4         | FV         | 4    | 14   | 3,8 | 1 400 000 | 5 804     | 10                | 220           | 64        | FV       |
| 22 FV      | 0,3      |      | 10   | 5,3 | 1 400 000 | 416               | 1       | 22            | 5         | FV         | 5    | 14   | 3,6 | 1 400 000 | 7 533     | 12                | 268           | 79        | FV       |
| 23 FV      | 0,4      |      | 10   | 4,9 | 1 400 000 | 596               | 2       | 29            | 7         | FV         | 7    | 14   | 3,4 | 1 400 000 | 9 624     | 16                | 323           | 97        | FV       |
| 24 FV      | 0,6      |      | 12   | 5,3 | 1 400 000 | 833               | 3       | 44            | 11        | FV         | 9    | 14   | 3,2 | 1 400 000 | 12 127    | 20                | 385           | 117       | FV       |
| 25 FV      | 0,9      |      | 12   | 4,8 | 1 400 000 | 1 194             | 4       | 58            | 15        | FV         | 11   | 14   | 3,0 | 1 400 000 | 15 092    | 25                | 454           | 140       | FV       |
| 26 FV      | 1,2      |      | 14   | 5,1 | 1 400 000 | 1 662             | 5       | 85            | 23        | FV         | 13   | 14   | 2,9 | 1 400 000 | 18 575    | 31                | 532           | 167       | FV       |
| 27 FV      | 1,7      |      | 14   | 4,7 | 1 400 000 | 2 360             | 7       | 111           | 31        | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 28 FV      | 2,3      |      | 14   | 4,4 | 1 400 000 | 3 258             | 10      | 142           | 40        | FV         | 2    | 14   | 4,4 | 1 400 000 | 3 258     | 5                 | 142           | 40        | FV       |
| 29 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 3    | 14   | 4,1 | 1 400 000 | 4 394     | 7                 | 178           | 51        | FV       |
| 30 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 4    | 14   | 3,8 | 1 400 000 | 5 804     | 10                | 220           | 64        | FV       |
| 31 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 5    | 14   | 3,6 | 1 400 000 | 7 533     | 12                | 268           | 79        | FV       |
| 32 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 7    | 14   | 3,4 | 1 400 000 | 9 624     | 16                | 323           | 97        | FV       |
| 33 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 9    | 14   | 3,2 | 1 400 000 | 12 127    | 20                | 385           | 117       | FV       |
| 34 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 11   | 14   | 3,0 | 1 400 000 | 15 092    | 25                | 454           | 140       | FV       |
| 35 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 13   | 14   | 2,9 | 1 400 000 | 18 575    | 31                | 532           | 167       | FV       |
| 36 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 37 FV      | 0,2      |      | 10   | 5,8 | 1 400 000 | 280               | 1       | 16            | 4         | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 38 FV      | 0,3      |      | 10   | 5,3 | 1 400 000 | 416               | 1       | 22            | 5         | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 39 FV      | 0,4      |      | 10   | 4,9 | 1 400 000 | 596               | 2       | 29            | 7         | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 40 FV      | 0,6      |      | 12   | 5,3 | 1 400 000 | 833               | 3       | 44            | 11        | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 41 FV      | 0,9      |      | 12   | 4,8 | 1 400 000 | 1 194             | 4       | 58            | 15        | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 42 FV      | 1,2      |      | 14   | 5,1 | 1 400 000 | 1 662             | 5       | 85            | 23        | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 43 FV      | 1,7      |      | 14   | 4,7 | 1 400 000 | 2 360             | 7       | 111           | 31        | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |
| 44 FV      | 2,3      |      | 14   | 4,4 | 1 400 000 | 3 258             | 10      | 142           | 40        | FV         | 2    | 14   | 4,4 | 1 400 000 | 3 258     | 5                 | 142           | 40        | FV       |
| 45 FV      |          |      |      |     |           |                   |         |               |           | FV         | 3    | 14   | 4,1 | 1 400 000 | 4 394     | 7                 | 178           | 51        | FV       |
| 46 FV      | 0,2      |      | 10   | 5,8 | 1 400 000 | 280               | 1       | 16            | 4         | FV         | 4    | 14   | 3,8 | 1 400 000 | 5 804     | 10                | 220           | 64        | FV       |
| 47 FV      | 0,3      |      | 10   | 5,3 | 1 400 000 | 416               | 1       | 22            | 5         | FV         | 5    | 14   | 3,6 | 1 400 000 | 7 533     | 12                | 268           | 79        | FV       |
| 48 FV      | 0,4      |      | 10   | 4,9 | 1 400 000 | 596               | 2       | 29            | 7         | FV         | 7    | 14   | 3,4 | 1 400 000 | 9 624     | 16                | 323           | 97        | FV       |
| 49 FV      | 0,6      |      | 12   | 5,3 | 1 400 000 | 833               | 3       | 44            | 11        | FV         | 9    | 14   | 3,2 | 1 400 000 | 12 127    | 20                | 385           | 117       | FV       |
| 50 FV      | 0,9      |      | 12   | 4,8 | 1 400 000 | 1 194             | 4       | 58            | 15        | FV         | 11   | 14   | 3,0 | 1 400 000 | 15 092    | 25                | 454           | 140       | FV       |
| 51 FV      | 1,2      |      | 14   | 5,1 | 1 400 000 | 1 662             | 5       | 85            | 23        | FV         | 13   | 14   | 2,9 | 1 400 000 | 18 575    | 31                | 532           | 167       | FV       |
| 52 FV      | 1,7      |      | 14   | 4,7 | 1 400 000 | 2 360             | 7       | 111           | 31        | FV         |      |      |     |           |           |                   |               |           | FV       |

Aa-vann 18.09  
Balangen Sjøfarm AS

| AVDELING 3 |        |           |          |         |            |           |  |          |          | AVDELING 4 |        |           |          |         |            |           |  |        |       |
|------------|--------|-----------|----------|---------|------------|-----------|--|----------|----------|------------|--------|-----------|----------|---------|------------|-----------|--|--------|-------|
| 1 400 000  | totalt | 7 000 000 | 45 gram  |         |            |           |  | 5        | insett a | 1 050 000  | totalt | 5 250 000 | 101 gram |         |            |           |  |        |       |
| Temp       | SGR    | Antall    | Biomasse | Tetthet | Daglig for | Oksygenf. |  | Vanntype | Vekt     | Temp       | SGR    | Antall    | Biomasse | Tetthet | Daglig for | Oksygenf. |  | SUM O2 | CO2   |
| °C         | %      | stk       | kg       | kg/m³   | kg/dagn    | kg/dagn   |  | FV/SV    | gram     | °C         | %      | stk       | kg       | kg/m³   | kg/dagn    | kg/dagn   |  | kg/d   | kg/d  |
|            |        | 1 400 000 | 62 736   | 44      | 1 338      | 452       |  |          | 101      |            |        | 1 050 000 | 106 393  | 52      | 1 863      | 662       |  | 1 035  | 1 423 |
|            |        |           |          |         |            |           |  |          |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 29 445 | 1 227 |
| 14         | 2,6    | 1 400 000 | 27 329   | 19      | 713        | 229       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 308    | 424   |
| 14         | 2,5    | 1 400 000 | 32 726   | 23      | 817        | 265       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 316    | 435   |
| 14         | 2,4    | 1 400 000 | 38 693   | 28      | 931        | 305       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 373    | 513   |
| 14         | 2,3    | 1 400 000 | 45 899   | 32      | 1 056      | 350       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 434    | 597   |
| 14         | 2,2    | 1 400 000 | 53 621   | 38      | 1 191      | 398       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 503    | 691   |
| 14         | 2,1    | 1 400 000 | 62 736   | 44      | 1 338      | 452       |  | FV       | 45       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 47 052   | 23      | 1 804      | 339       |  | 919    | 1 264 |
|            |        |           |          |         |            |           |  | FV       | 52       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 54 543   | 27      | 1 123      | 382       |  | 538    | 740   |
| 14         | 2,9    | 1 400 000 | 18 575   | 13      | 532        | 167       |  | FV       | 60       | 14         | 2,0    | 1 050 000 | 62 904   | 31      | 1 251      | 430       |  | 786    | 1 061 |
| 14         | 2,7    | 1 400 000 | 22 634   | 16      | 618        | 196       |  | FV       | 69       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 72 199   | 35      | 1 389      | 481       |  | 708    | 973   |
| 14         | 2,6    | 1 400 000 | 27 329   | 19      | 713        | 229       |  | FV       | 79       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 82 498   | 41      | 1 536      | 537       |  | 845    | 1 163 |
| 14         | 2,5    | 1 400 000 | 32 726   | 23      | 817        | 265       |  | FV       | 89       | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 93 871   | 46      | 1 694      | 597       |  | 913    | 1 255 |
| 14         | 2,4    | 1 400 000 | 38 693   | 28      | 931        | 305       |  | FV       | 101      | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 106 393  | 52      | 1 863      | 662       |  | 1 035  | 1 423 |
| 14         | 2,3    | 1 400 000 | 45 899   | 32      | 1 056      | 350       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 434    | 597   |
| 14         | 2,2    | 1 400 000 | 53 621   | 38      | 1 191      | 398       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 503    | 691   |
| 14         | 2,1    | 1 400 000 | 62 736   | 44      | 1 338      | 452       |  | FV       | 45       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 47 052   | 23      | 1 804      | 339       |  | 919    | 1 264 |
|            |        |           |          |         |            |           |  | FV       | 52       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 54 543   | 27      | 1 123      | 382       |  | 538    | 740   |
| 14         | 2,9    | 1 400 000 | 18 575   | 13      | 532        | 167       |  | FV       | 60       | 14         | 2,0    | 1 050 000 | 62 904   | 31      | 1 251      | 430       |  | 786    | 1 061 |
| 14         | 2,7    | 1 400 000 | 22 634   | 16      | 618        | 196       |  | FV       | 69       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 72 199   | 35      | 1 389      | 481       |  | 708    | 973   |
| 14         | 2,6    | 1 400 000 | 27 329   | 19      | 713        | 229       |  | FV       | 79       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 82 498   | 41      | 1 536      | 537       |  | 845    | 1 163 |
| 14         | 2,5    | 1 400 000 | 32 726   | 23      | 817        | 265       |  | FV       | 89       | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 93 871   | 46      | 1 694      | 597       |  | 913    | 1 255 |
| 14         | 2,4    | 1 400 000 | 38 693   | 28      | 931        | 305       |  | FV       | 101      | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 106 393  | 52      | 1 863      | 662       |  | 1 035  | 1 423 |
| 14         | 2,3    | 1 400 000 | 45 899   | 32      | 1 056      | 350       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 434    | 597   |
| 14         | 2,2    | 1 400 000 | 53 621   | 38      | 1 191      | 398       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 503    | 691   |
| 14         | 2,1    | 1 400 000 | 62 736   | 44      | 1 338      | 452       |  | FV       | 45       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 47 052   | 23      | 1 804      | 339       |  | 919    | 1 264 |
|            |        |           |          |         |            |           |  | FV       | 52       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 54 543   | 27      | 1 123      | 382       |  | 538    | 740   |
| 14         | 2,9    | 1 400 000 | 18 575   | 13      | 532        | 167       |  | FV       | 60       | 14         | 2,0    | 1 050 000 | 62 904   | 31      | 1 251      | 430       |  | 786    | 1 061 |
| 14         | 2,7    | 1 400 000 | 22 634   | 16      | 618        | 196       |  | FV       | 69       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 72 199   | 35      | 1 389      | 481       |  | 708    | 973   |
| 14         | 2,6    | 1 400 000 | 27 329   | 19      | 713        | 229       |  | FV       | 79       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 82 498   | 41      | 1 536      | 537       |  | 845    | 1 163 |
| 14         | 2,5    | 1 400 000 | 32 726   | 23      | 817        | 265       |  | FV       | 89       | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 93 871   | 46      | 1 694      | 597       |  | 913    | 1 255 |
| 14         | 2,4    | 1 400 000 | 38 693   | 28      | 931        | 305       |  | FV       | 101      | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 106 393  | 52      | 1 863      | 662       |  | 1 035  | 1 423 |
| 14         | 2,3    | 1 400 000 | 45 899   | 32      | 1 056      | 350       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 434    | 597   |
| 14         | 2,2    | 1 400 000 | 53 621   | 38      | 1 191      | 398       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 503    | 691   |
| 14         | 2,1    | 1 400 000 | 62 736   | 44      | 1 338      | 452       |  | FV       | 45       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 47 052   | 23      | 1 804      | 339       |  | 919    | 1 264 |
|            |        |           |          |         |            |           |  | FV       | 52       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 54 543   | 27      | 1 123      | 382       |  | 538    | 740   |
| 14         | 2,9    | 1 400 000 | 18 575   | 13      | 532        | 167       |  | FV       | 60       | 14         | 2,0    | 1 050 000 | 62 904   | 31      | 1 251      | 430       |  | 786    | 1 061 |
| 14         | 2,7    | 1 400 000 | 22 634   | 16      | 618        | 196       |  | FV       | 69       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 72 199   | 35      | 1 389      | 481       |  | 708    | 973   |
| 14         | 2,6    | 1 400 000 | 27 329   | 19      | 713        | 229       |  | FV       | 79       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 82 498   | 41      | 1 536      | 537       |  | 845    | 1 163 |
| 14         | 2,5    | 1 400 000 | 32 726   | 23      | 817        | 265       |  | FV       | 89       | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 93 871   | 46      | 1 694      | 597       |  | 913    | 1 255 |
| 14         | 2,4    | 1 400 000 | 38 693   | 28      | 931        | 305       |  | FV       | 101      | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 106 393  | 52      | 1 863      | 662       |  | 1 035  | 1 423 |
| 14         | 2,3    | 1 400 000 | 45 899   | 32      | 1 056      | 350       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 434    | 597   |
| 14         | 2,2    | 1 400 000 | 53 621   | 38      | 1 191      | 398       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 503    | 691   |
| 14         | 2,1    | 1 400 000 | 62 736   | 44      | 1 338      | 452       |  | FV       | 45       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 47 052   | 23      | 1 804      | 339       |  | 919    | 1 264 |
|            |        |           |          |         |            |           |  | FV       | 52       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 54 543   | 27      | 1 123      | 382       |  | 538    | 740   |
| 14         | 2,9    | 1 400 000 | 18 575   | 13      | 532        | 167       |  | FV       | 60       | 14         | 2,0    | 1 050 000 | 62 904   | 31      | 1 251      | 430       |  | 786    | 1 061 |
| 14         | 2,7    | 1 400 000 | 22 634   | 16      | 618        | 196       |  | FV       | 69       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 72 199   | 35      | 1 389      | 481       |  | 708    | 973   |
| 14         | 2,6    | 1 400 000 | 27 329   | 19      | 713        | 229       |  | FV       | 79       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 82 498   | 41      | 1 536      | 537       |  | 845    | 1 163 |
| 14         | 2,5    | 1 400 000 | 32 726   | 23      | 817        | 265       |  | FV       | 89       | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 93 871   | 46      | 1 694      | 597       |  | 913    | 1 255 |
| 14         | 2,4    | 1 400 000 | 38 693   | 28      | 931        | 305       |  | FV       | 101      | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 106 393  | 52      | 1 863      | 662       |  | 1 035  | 1 423 |
| 14         | 2,3    | 1 400 000 | 45 899   | 32      | 1 056      | 350       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 434    | 597   |
| 14         | 2,2    | 1 400 000 | 53 621   | 38      | 1 191      | 398       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 503    | 691   |
| 14         | 2,1    | 1 400 000 | 62 736   | 44      | 1 338      | 452       |  | FV       | 45       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 47 052   | 23      | 1 804      | 339       |  | 919    | 1 264 |
|            |        |           |          |         |            |           |  | FV       | 52       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 54 543   | 27      | 1 123      | 382       |  | 538    | 740   |
| 14         | 2,9    | 1 400 000 | 18 575   | 13      | 532        | 167       |  | FV       | 60       | 14         | 2,0    | 1 050 000 | 62 904   | 31      | 1 251      | 430       |  | 786    | 1 061 |
| 14         | 2,7    | 1 400 000 | 22 634   | 16      | 618        | 196       |  | FV       | 69       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 72 199   | 35      | 1 389      | 481       |  | 708    | 973   |
| 14         | 2,6    | 1 400 000 | 27 329   | 19      | 713        | 229       |  | FV       | 79       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 82 498   | 41      | 1 536      | 537       |  | 845    | 1 163 |
| 14         | 2,5    | 1 400 000 | 32 726   | 23      | 817        | 265       |  | FV       | 89       | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 93 871   | 46      | 1 694      | 597       |  | 913    | 1 255 |
| 14         | 2,4    | 1 400 000 | 38 693   | 28      | 931        | 305       |  | FV       | 101      | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 106 393  | 52      | 1 863      | 662       |  | 1 035  | 1 423 |
| 14         | 2,3    | 1 400 000 | 45 899   | 32      | 1 056      | 350       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 434    | 597   |
| 14         | 2,2    | 1 400 000 | 53 621   | 38      | 1 191      | 398       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 503    | 691   |
| 14         | 2,1    | 1 400 000 | 62 736   | 44      | 1 338      | 452       |  | FV       | 45       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 47 052   | 23      | 1 804      | 339       |  | 919    | 1 264 |
|            |        |           |          |         |            |           |  | FV       | 52       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 54 543   | 27      | 1 123      | 382       |  | 538    | 740   |
| 14         | 2,9    | 1 400 000 | 18 575   | 13      | 532        | 167       |  | FV       | 60       | 14         | 2,0    | 1 050 000 | 62 904   | 31      | 1 251      | 430       |  | 786    | 1 061 |
| 14         | 2,7    | 1 400 000 | 22 634   | 16      | 618        | 196       |  | FV       | 69       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 72 199   | 35      | 1 389      | 481       |  | 708    | 973   |
| 14         | 2,6    | 1 400 000 | 27 329   | 19      | 713        | 229       |  | FV       | 79       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 82 498   | 41      | 1 536      | 537       |  | 845    | 1 163 |
| 14         | 2,5    | 1 400 000 | 32 726   | 23      | 817        | 265       |  | FV       | 89       | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 93 871   | 46      | 1 694      | 597       |  | 913    | 1 255 |
| 14         | 2,4    | 1 400 000 | 38 693   | 28      | 931        | 305       |  | FV       | 101      | 14         | 1,8    | 1 050 000 | 106 393  | 52      | 1 863      | 662       |  | 1 035  | 1 423 |
| 14         | 2,3    | 1 400 000 | 45 899   | 32      | 1 056      | 350       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 434    | 597   |
| 14         | 2,2    | 1 400 000 | 53 621   | 38      | 1 191      | 398       |  | FV       |          |            |        |           |          |         |            |           |  | 503    | 691   |
| 14         | 2,1    | 1 400 000 | 62 736   | 44      | 1 338      | 452       |  | FV       | 45       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 47 052   | 23      | 1 804      | 339       |  | 919    | 1 264 |
|            |        |           |          |         |            |           |  | FV       | 52       | 14         | 2,1    | 1 050 000 | 54 543   | 27      | 1 123      | 382       |  | 538    | 740   |
| 14         | 2,9    | 1 400 000 | 18 575   | 13      | 532        | 167       |  | FV       | 60       | 14         | 2,0    | 1 050 000 | 62 904   | 31      | 1 251      | 430       |  | 786    | 1 061 |
| 14         | 2,7    | 1 400 000 | 22 634   | 16      | 618        | 196       |  | FV       | 69       | 14         | 1,9    | 1 050 000 | 72 199   | 35      | 1 389      | 481       |  | 708    | 97    |

