

Statsforvalteren i Agder
Postboks 504
4804 Arendal

Deres ref.:

Vår ref.:
\\APROVASRV02\Oppdrag\20149\Søknad om utslipp\Søknad
om utslippstillatelse Birkeland avløpsanlegg.docx

Dato:
31.05.2023

Søknad om ny utslippstillatelse for Birkeland avløpsanlegg

På vegne av Birkenes kommune søkes det om ny utslippstillatelse for Birkeland avløpsanlegg.

Vedlagte dokument redegjør for søknaden.

Med vennlig hilsen

Aprova AS



Audun Bergvik

Kopi til : Øyvind Raen, Birkenes kommune
Mai-Elin Beisland Holm, Birkenes kommune
Fredrik Myrland Moen, Birkenes kommune

Vedlegg : Søknad om utslippstillatelse Birkeland avløpsanlegg, Birkenes kommune

BIRKENES KOMMUNE

SØKNAD OM NY UTSLIPPSTILLATELSE FOR BIRKELAND AVLØPSRENSSEANLEGG

31.05.2023



Aprova AS
Teknologiveien 9
4846 Arendal
Telefon: 400 01 099
NO 995 156 954 MVA

Oppdragsgiver: Birkenes kommune
Oppdrag: Søknad om utslippstillatelse for Birkeland RA
Oppdrag nummer: 20149
Rapportnavn: Søknad om ny utslippstillatelse for Birkeland avløpsrensaneanlegg
Dato: 31.05.2023
Nøkkelord: Utslippstillatelse, Birkeland RA, Avløp
Arkiv (filnavn): \\APROVASRV02\Oppdrag\20149\Søknad om utslipp\08_Rapport_notat\Søknad om utslippstillatelse Birkeland avløpsrensaneanlegg Birkenes kommune 2023.docx
Oppdragsansvarlig: Audun Bergvik
Skrevet av: Mai-Elin Beisland Holm, Fredrik Myrland Moen, Simen Øverbø, Audun Bergvik

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Nytt renseanlegg.....	5
1.3 Ny utslippstillatelse	5
2 Opplysninger om søker	6
2.1 Navn, adresse mv.....	6
2.2 Angivelse av virksomhet	6
2.2.1 Lokalisering av anlegget	6
2.2.2 Lokalisering av utslippssted	6
2.2.3 Kartvisning	7
2.2.4 Tettbebyggelsens samlede størrelse	9
2.2.5 Berørte naboer.....	9
2.2.6 Reguleringsplan.....	11
3 Renseanlegg og utslipp.....	12
3.1 Dimensjoneringsdata	12
3.1.1 Hydraulisk belastning.....	12
3.1.2 Stoffbelastning	12
3.2 Beregnet tilført pe BOF ₅	13
3.3 Utslippets størrelse	14
3.4 Renseteknologi og kjemikaliebruk	15
3.4.1 Renseteknologi	15
3.4.2 Kjemikalier	17
3.5 Tanklagring	17
3.6 Energiforbruk og energigenerering	17
3.7 Overvåkning og prøvetaking	17
3.7.1 Renseanlegg.....	17
3.7.2 Avløpsnett.....	17
3.8 Tilknytningsgrad innenfor tettbebyggelse.....	18
3.9 Mengder septikslam som tilføres anlegget.....	18
4 Slamhåndtering	19
5 Utslipp til vann.....	20
6 Resipientvurdering	21
6.1 Resipientundersøkelse	21
6.2 Resipientvurdering	23
7 Støy- og luftforurensning.....	24
7.1 Støy	24
7.2 Utslipp til luft	24
7.3 Utslipp av klimagasser	24
8 Avfall	25
9 Beredskap	26
9.1 Miljørisikoanalyse	26
9.2 Beredskapsplan	26
10 Opplysninger om avløpsnettet.....	27
10.1 Oversikt.....	27
10.1.1 Pumpestasjoner	30
10.2 Driftsoverløp	32
10.3 Nødoverløp	32
10.4 Fremmedvann.....	33
11 Diverse.....	34

FIGURLISTE

Figur 1 Birkeland RA under flommen i 2017	5
Figur 2 – Utklipp av plassering av Birkeland RA, tomt er markert i gult (kilde: norgeskart.no)	7
Figur 3 Geografisk plassering nytt renseanlegg	7

Figur 4 Tettbebyggelse Birkeland og transportsystem for avløpsvann	8
Figur 5 Nærmeste bebyggelse nytt renseanlegg	9
Figur 6 Fremtidig nærmeste nabo	10
Figur 7 Utklipp som viser reguleringsendring.....	11
Figur 8 Hydraulisk profil (fra konkurransegrunnlag for totalentreprise E61: prosess, elektro og VVS)	15
Figur 9 Flytskjema prosess (fra konkurransegrunnlag for totalentreprise E61: prosess, elektro og VVS)	16
Figur 10 Slamproduksjon og volumstrømmer	19
Figur 11 Tidligere gjennomsnittlige utslippsmengder per måned de siste årene	20
Figur 12 Tabeller viser analyseresultater fra vannprøver og målt siktedyp i perioden mai – oktober 2021 som gjennomsnitt (Barland, 2022). Fargene viser til klassegrenser i veileder for tilstandsklassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018), hvor gul farge er moderat tilstand, grønn farge er god tilstand og blå farge er svært god tilstand.....	21
Figur 13 Tabeller viser resultater av bunndyrprøver og begroingsalger tatt i Tovdalselva vår og høst 2021.....	22
Figur 14 Produserte slammengder per år	25
Figur 15 Spillvannsnett Birkeland	27
Figur 16 Dimensjon og materialfordeling spillvannsledninger.....	28
Figur 17 Anleggsår kommunale spillvannsledninger	28
Figur 18 Fremheving av eldre ledninger på Birkeland	29
Figur 19 Estimert gjennomsnittsalder for kommunalt spillvannsnett med kjent alder (år) (kilde: SSB, 2021)	30
Figur 20 Systemskisse pumpestasjoner avløp, Birkeland	30
Figur 21 Overbygg pumpestasjon 2,4 x 2,4 meter (til venstre) og 1,2 x 1,2 meter	31
Figur 22 Birkeland rensedistrikt	32
Figur 23 Kjente problemområder spillvann	33

VEDLEGG:

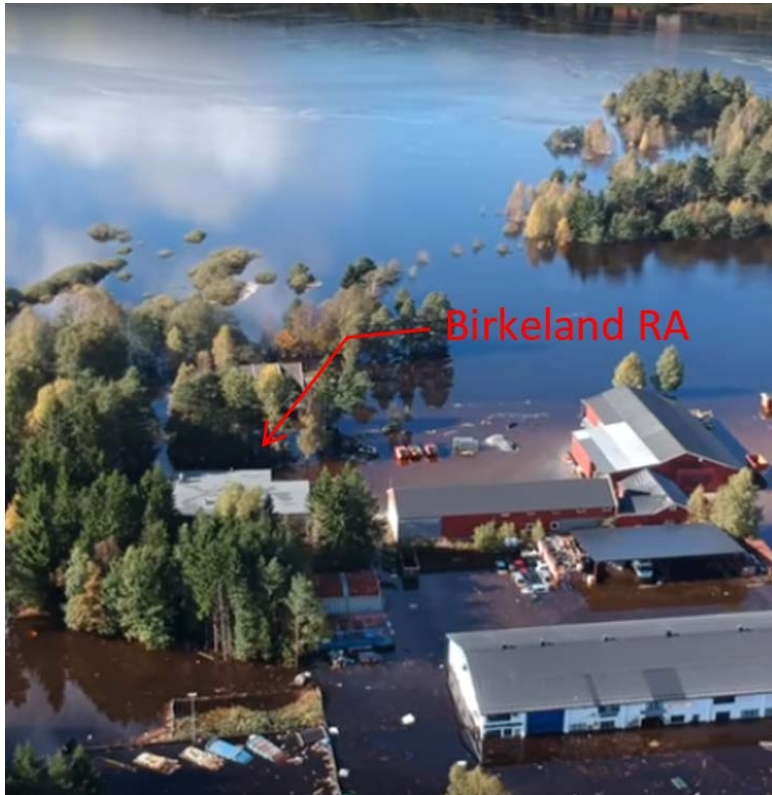
1. Resipientundersøkelse, Flakksvann og Tovdalselva – vannkjemi, klorofyll-a og mikrobiologi. Multiconsult AS
2. Resipientundersøkelse, Flakksvann og Tovdalselva – biologiske kvalitetselementer. Multiconsult AS
3. Resipientvurdering Flakksvann. Asplan Viak AS

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Birkeland renseanlegg ligger på Tollnes industriområde i Birkenes kommune med utslipp til Tovdalsvassdraget. Anlegget ble tatt i bruk i 1983 og er tilårskommet. Rensekravene for utslipp til vann har heller ikke blitt overholdt de siste årene.

Det eksisterende renseanlegget ligger i tillegg flomutsatt med fare for utslipp av urensset avløp.



Figur 1 Birkeland RA under flommen i 2017

1.2 Nytt renseanlegg

Det skal etableres et nytt renseanlegg ved siden av eksisterende Birkeland RA som både ligger flomsikkert og som renser iht. sekundærrensekravet.

Denne søknaden gjelder dermed for utslipp fra nye Birkeland RA.

1.3 Ny utslippstillatelse

Det søkes med dette om utslipp av kommunalt avløpsvann fra nye Birkeland RA:

Utslippssøknaden er utformet av Mai-Elin Beisland Holm og Fredrik Myrland Moen fra Birkenes kommune, med bistand fra rådgivende ingeniørfirma Aprova AS ved Audun Bergvik og Simen Øverbø.

2 OPPLYSNINGER OM SØKER

2.1 Navn, adresse mv

Navn og adresse ansvarlig enhet

Birkenes kommune – teknisk og eiendom
Smedens Kjerr 30
4760 Birkeland
E-post: postmottak@birkenes.kommune.no

Organisasjonsnummer

964 965 870

Kontaktperson

Fredrik Myrland Moen
E-post: fredrik.m.moen@birkenes.kommune.no
Tlf.: 98845251

Fremdriftsplan

Nytt renseanlegg er nå i prosjekteringsfasen.
Det er derfor knyttet noe usikkerhet til dato for ferdigstillelse.
Antatt dato for anlegg i permanent drift er 01.12.2025.

2.2 Angivelse av virksomhet

2.2.1 Lokalisering av anlegget

Navn på anlegget: Birkeland RA

Gårds- og bruksnummer: 88/588

Figur 2 nedenfor viser plassering av Birkeland RA. Anlegget plasseres på samme tomt som eksisterende anlegg.

Koordinat:

NORD: 6465885

ØST: 454444

Koordinatsystem:

EU89, UTM-sone 32

2.2.2 Lokalisering av utslippssted

Koordinat:

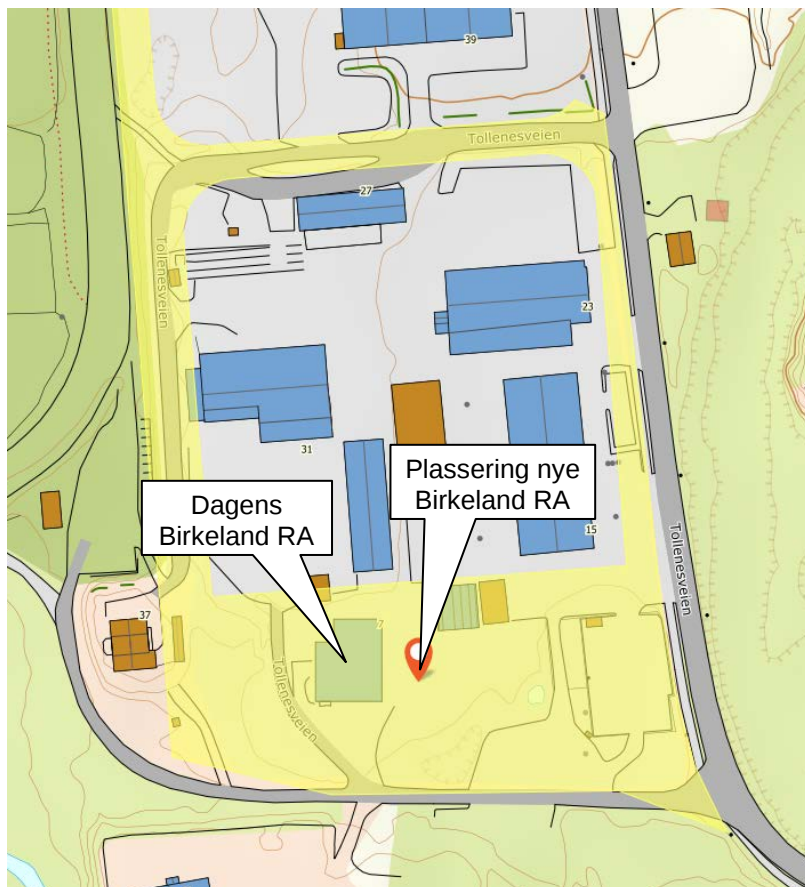
NORD: 6465710

ØST: 453736

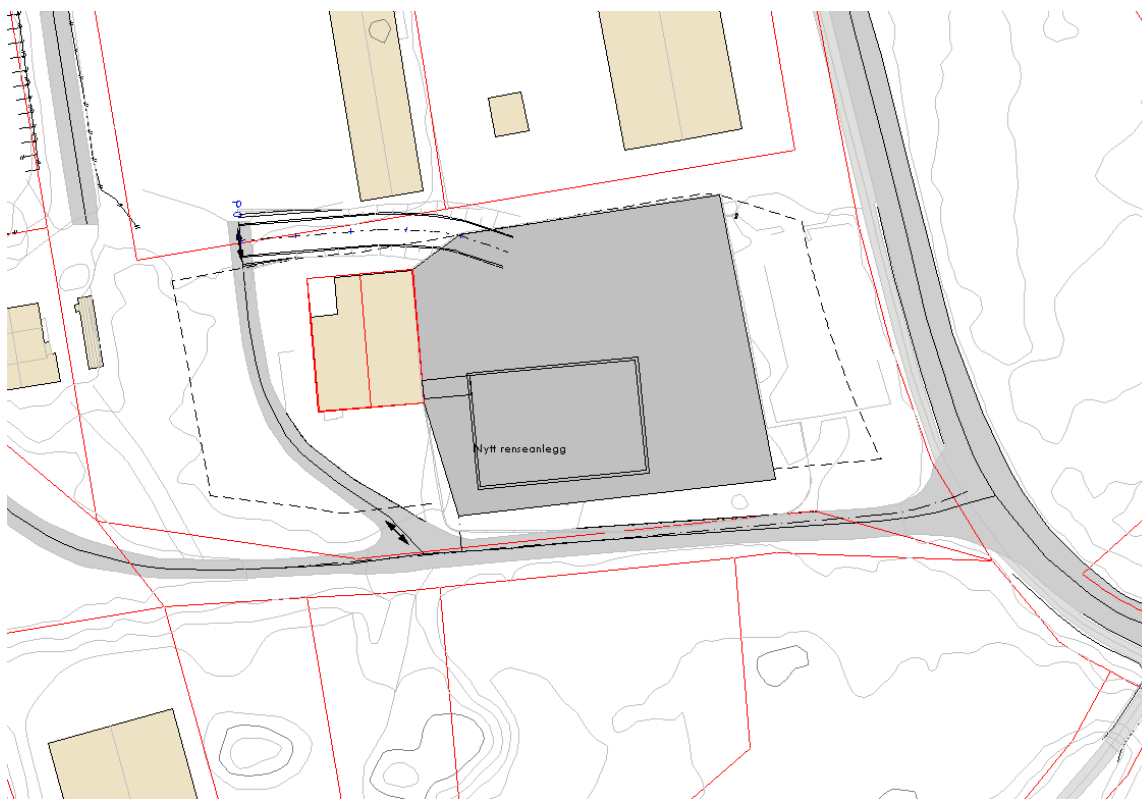
Koordinatsystem:

EU89, UTM-sone 32

2.2.3 Kartvisning



Figur 2 – Utklipp av plassering av Birkeland RA, tomt er markert i gult (kilde: norgeskart.no)

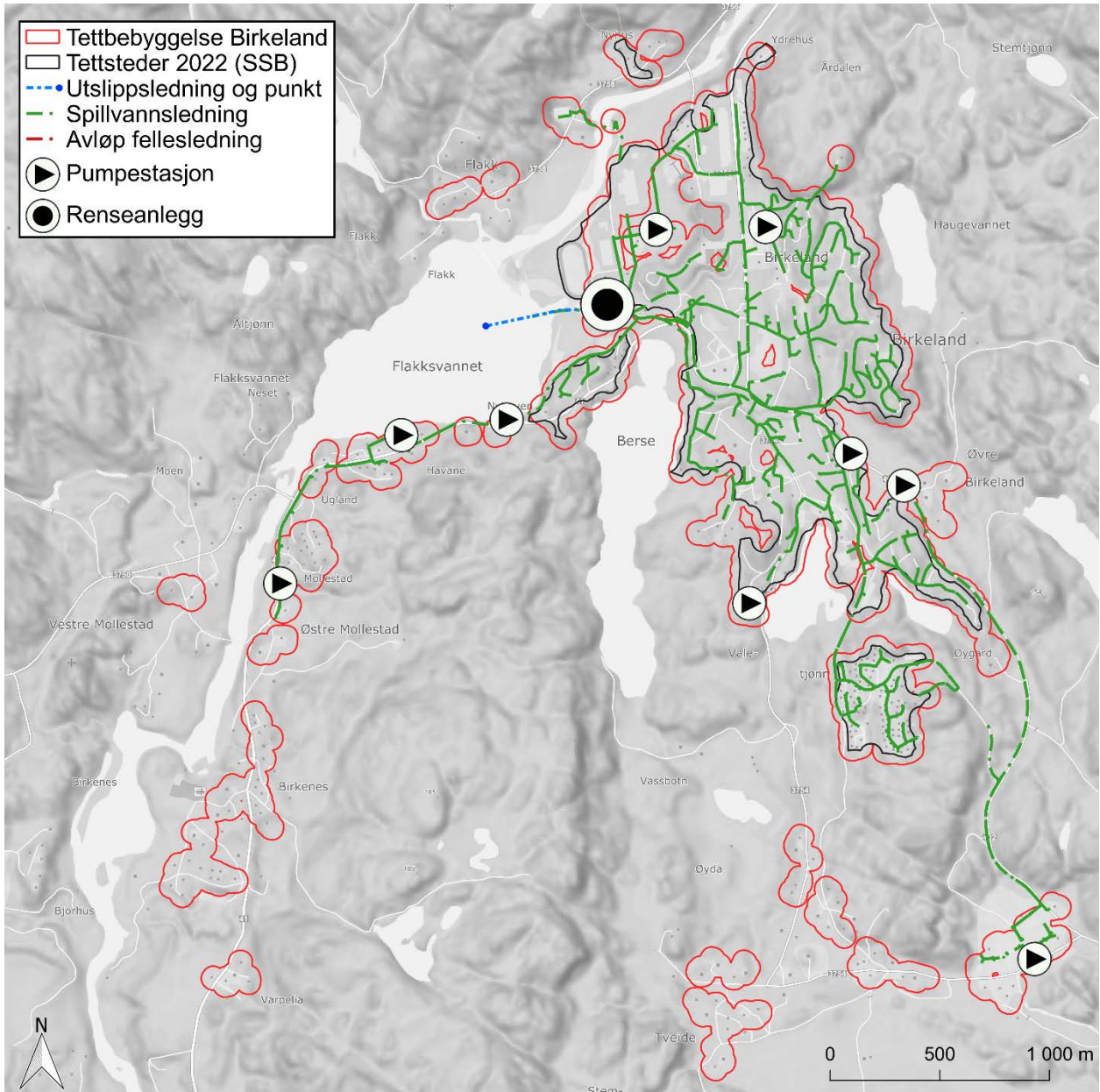


Figur 3 Geografisk plassering nytt renseanlegg

Nedenfor er kart som viser ledningsnett, pumpestasjoner, renseanlegg, utslippsledning, utslippspunkt, arealet av tettbebyggelsen anlegget ligger i etter forurensningsforskriften § 11-3 k) og SSBs «tettsteder».

Kommunens byggbase er benyttet som utgangspunkt for å bestemme hussamlinger.

I byggbasen er bygg definert med byggtipe ut fra hva slags funksjon bygningen skal ha (<https://www.ssb.no/klasse/klassifikasjoner/31>). For å bestemme hussamlinger er det tatt utgangspunkt i at alle bygg registrert med byggtipe inngår i definisjonen av hus/bygninger i forurensningsforskriften. Bygg uten en definert byggtipe er utelatt fra vurderingen. Det forutsettes også at hus som er knyttet til avløpsrenseanlegget er en del av tettbebyggelsen selv om disse ikke inngår i en hussamling.



Figur 4 Tettbebyggelse Birkeland og transportsystem for avløpsvann

Tabell 1 Innbyggere i tettbebyggelsen

Antall innbyggere i tettbebyggelsen	3 170 personer
Antall innbyggere knyttet til renseanlegget	2 900 personer

2.2.4 Tettbebyggelsens samlede størrelse

Beregning av tettbebyggelsens samlede størrelse i pe etter NS 9426, metode b.

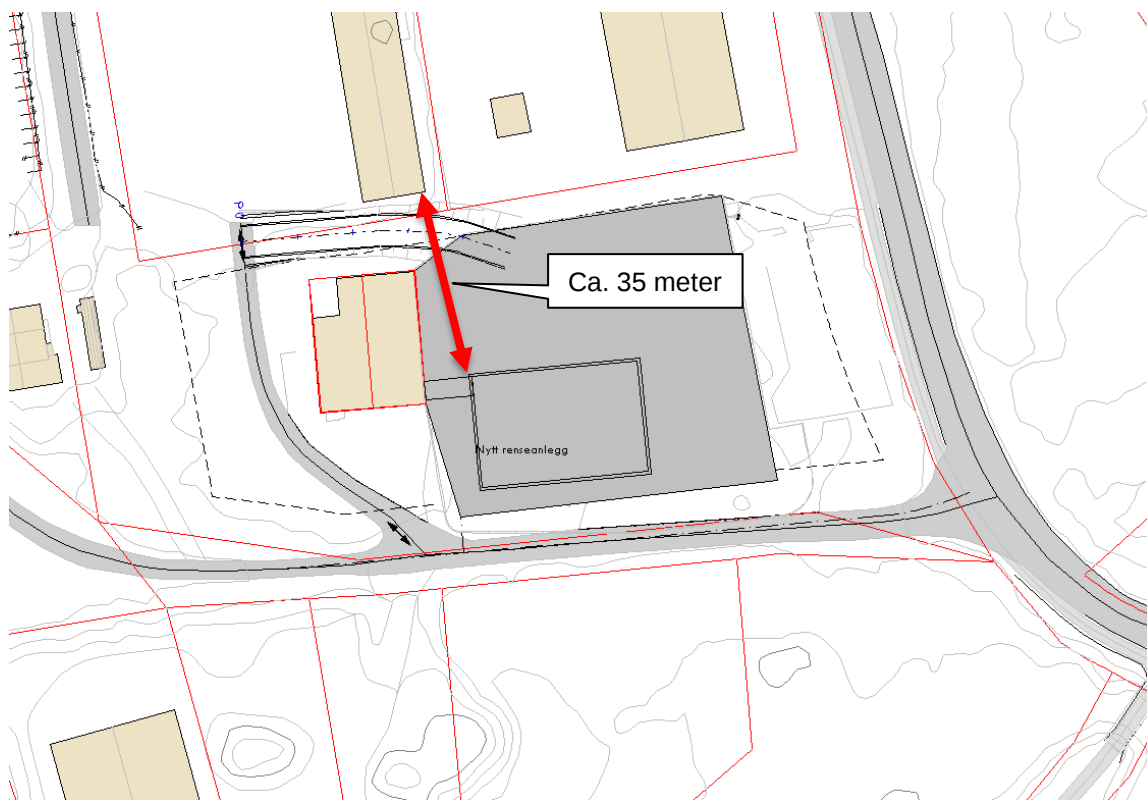
Fratrekk i pe skyldes pendling, og tillegg i pe kommer fra industri, sykehjem, folkehøyskole, campingplasser mv.

Tabell 2 Tettbebyggelsens samlede størrelse

Tettbebyggelsens samlede størrelse etter NS 9426, metode b)	3 190 pe
Den delen av tettbebyggelsen som er tilknyttet renseanlegget	2 920 pe

2.2.5 Berørte naboer

Avstand fra renseanlegget til nærmeste bebyggelse avhenger av endelig utforming på renseanlegget, men på nåværende tidspunkt er avstanden ca. 35 meter. Som figuren viser er dagens plassering nærmere enn dette.



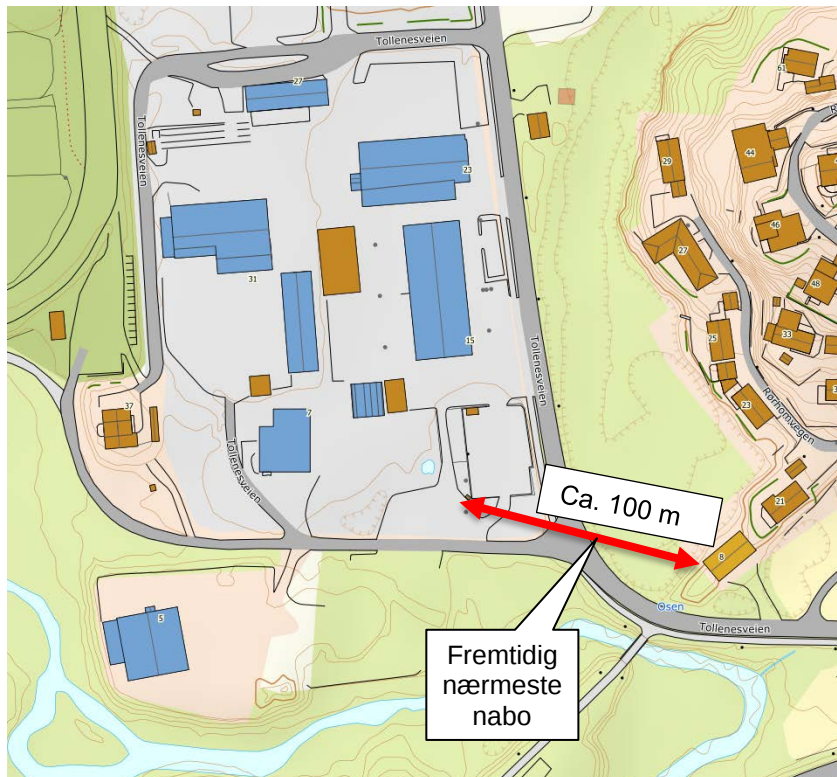
Figur 5 Nærmeste bebyggelse nytt renseanlegg

Den nærmeste bebyggelsen er Tollenesveien 31, og dette er i dag et næringsbygg kommunen disponerer.

Avstand fra renseanlegget til det som ligger nærmest av boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, utdanningsinstitusjoner eller barnehager, og opplysninger om hvilket av disse typene bygg det dreier seg om.

Nærmeste nabo av ovennevnte kategorier er Tollenesveien 5. Denne boligen er registrert i byggbasen som en helårsbolig som benyttes som fritidsbolig (byggtype 162).

Avstand fra renseanlegget til Tollenesveien 8 avhenger av endelig utforming på renseanlegget, men på nåværende tidspunkt er avstanden ca. 100 meter.



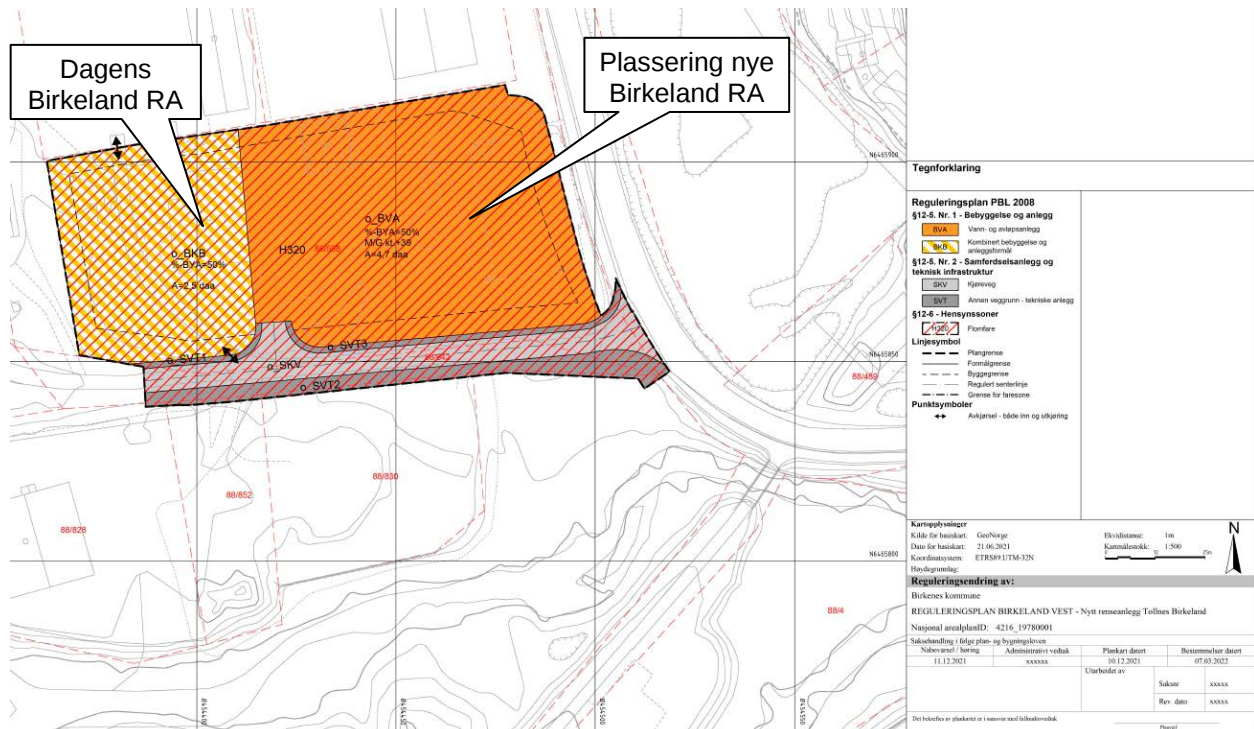
Figur 6 Fremtidig nærmeste nabo

(Tollenesveien 37 vest for dagens renseanlegg er registrert med byggtype 241, hus for dyr/landbrukslager/silo.)

2.2.6 Reguleringsplan

Det nye renseanlegget etableres i område avsatt til vann- og avløpsanlegg etter reguleringsendring.

Området for det eksisterende renseanlegget vil etter reguleringsendringen være i område avsatt til kombinert bebyggelse og anleggsformål.



Figur 7 Utklipp som viser reguleringsendring.

3 RENSEANLEGG OG UTSLIPP

3.1 Dimensjoneringsdata

3.1.1 Hydraulisk belastning

Anlegget skal bygges for å behandle avløpsvann fra Birkeland sentrum og skal dimensjoneres for 6 000 pe.

Antall pe	Q _s [m ³ /t]	K _{maks}	Q _i [m ³ /t]	Q _{dim} [m ³ /t]	Q _{maksdim} [m ³ /t]
6 000	57	1,53	25	82	164

Q _s :	midlere spillvannsmengde (m ³ /time) over døgnet
K _{maks} :	maks timefaktor i et middeldøgn
Q _i :	midlere infiltrasjonsvannmengde (m ³ /time) over døgnet
Q _{dim} :	dimensjonerende spillvannsmengde (m ³ /time) over døgnet
Q _{maksdim} :	2 × Q _{dim} , maksimal mengde som skal kunne fullrenses
Q _{tørrvær} :	20 m ³ /time
Q _{maks} :	216 m ³ /time, maksimal mengde som skal kunne gjennomgå forbehandling

3.1.2 Stoffbelastning

Dimensjonering av anlegget etter døgnbelastning av BOF₅ (biotrinn) og Q_{maksdim}/Q_{dim} for forbehandling og sluttseparasjon.

For beregning av forurensningsmengder er det tatt utgangspunkt i spesifikk belastning i Norsk vann rapport 256-2020, «Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg».

Parameter	Kg/døgn
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF5)	360
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	720
Fosfor (P)	10,8
Suspendert stoff (SS)	420
Nitrogen (N)	72

Rejektvann fra avvanning av slam, og rejektivannet fra septik utgjør en merbelastning på prosessen. I tillegg vil det komme en ekstrabelastning fra tilført septik fra slamavskillere og eksternslam fra andre mindre renseanlegg. Anlegget skal dimensjoneres for å kunne ta imot opp til 50 m³ septik / eksternslam i løpet av en én dag.

Dimensjonerende organisk belastning	Kg BOF ₅ /døgn
Stoffbelastning befolkning	360
Fra rejektivann og septik / eksternslam	130
Dimensjonerende mengde	490

3.2 Beregnet tilført pe BOF₅

Forventet tilført maks pe per år i dag og i 2050 fra alle kilder, beregnet i samsvar med Norsk Standard 9426 og forurensningsforskriften § 11-3 m er vist i Tabell 3 nedenfor.

Tabell 3 Oversikt over beregnet tilført pe BOF₅ i dag og i 2050 fra alle kilder

Kilde	Beregnet BOF5 (pe) i dag	Beregnet BOF5 (pe) i 2050
Fast bosatte	2 955	4 008
Kommunale virksomheter og arbeidsplasser, hoteller o.l.	220	238
Tilknyttede hytteområder	0	0
Påslipp industri	15	19
Overføring fra andre kommuner	0	0
Septikslam mottak*	0	164
SUM	3 190	4 429
Angi ukenummer for uke valgt som uke med maksimal utslipp	35	

*) Rejektivannsbidrag fra eksternt slam

3.3 Utslippets størrelse

Type utslipp: *kommunalt avløpsvann.*

Det er svært liten tilførsel av avløpsvann fra industri og næringsliv utover avløpsvann fra skoler og institusjoner. Dette avløpsvannet regnes å ha samme sammensetning som vanlig kommunalt avløpsvann fra boliger.

Planlagt størrelse på anlegget: 6 000 pe.

Dimensjonerende kapasitet i maksuke i pe BOF₅: 8 167 pe (490 kg BOF₅/d)

Utslipp Tot-P kg/år	Tot-P (kg/år)	Utslipp ved krav om 90 % renseseffekt
Belastning fra tilkoblet 6 000 PE	3 942	
Slam fra andre anlegg 1 890 m ³ /år		
- Rejektvannandel	108,5	
Estimert totalt årlig utslipp [kg Tot-P/ år]		405

*) Rejektvannsbidrag fra eksternt slam tilføres etter prøvetakningspunkt innløp.

Utslipp KOF kg/år	KOF (kg/år)	Utslipp ved 75 % renseseffekt
Belastning fra tilkoblet 6 000 PE	202 800	
Slam fra andre anlegg 1 890 m ³ /år		
- Rejektvannandel	9 040	
Estimert totalt årlig utslipp [kg KOF/ år]		52 960

*) Rejektvannsbidrag fra eksternt slam tilføres etter prøvetakningspunkt innløp.

Utslipp BOF kg/år	BOF (kg/år)	Utslipp ved 70 % renseseffekt
Belastning fra tilkoblet 6 000 PE	131 400	
Slam fra andre anlegg 1 890 m ³ /år		
- Rejektvannandel	2 260	
Estimert totalt årlig utslipp [kg BOF/ år]		40 098

*) Rejektvannsbidrag fra eksternt slam tilføres etter prøvetakningspunkt innløp.

Utslipp avløpsvann m ³ /år	Avløpsvann (m ³ /år)
Belastning fra tilkoblet 6 000 PE	499 320
Slam fra andre anlegg 1 890 m ³ /år	
- Rejektvannandel	1 808
Estimert totalt årlig utslipp [m³/ år]	501 128

3.4 Renseteknologi og kjemikaliebruk

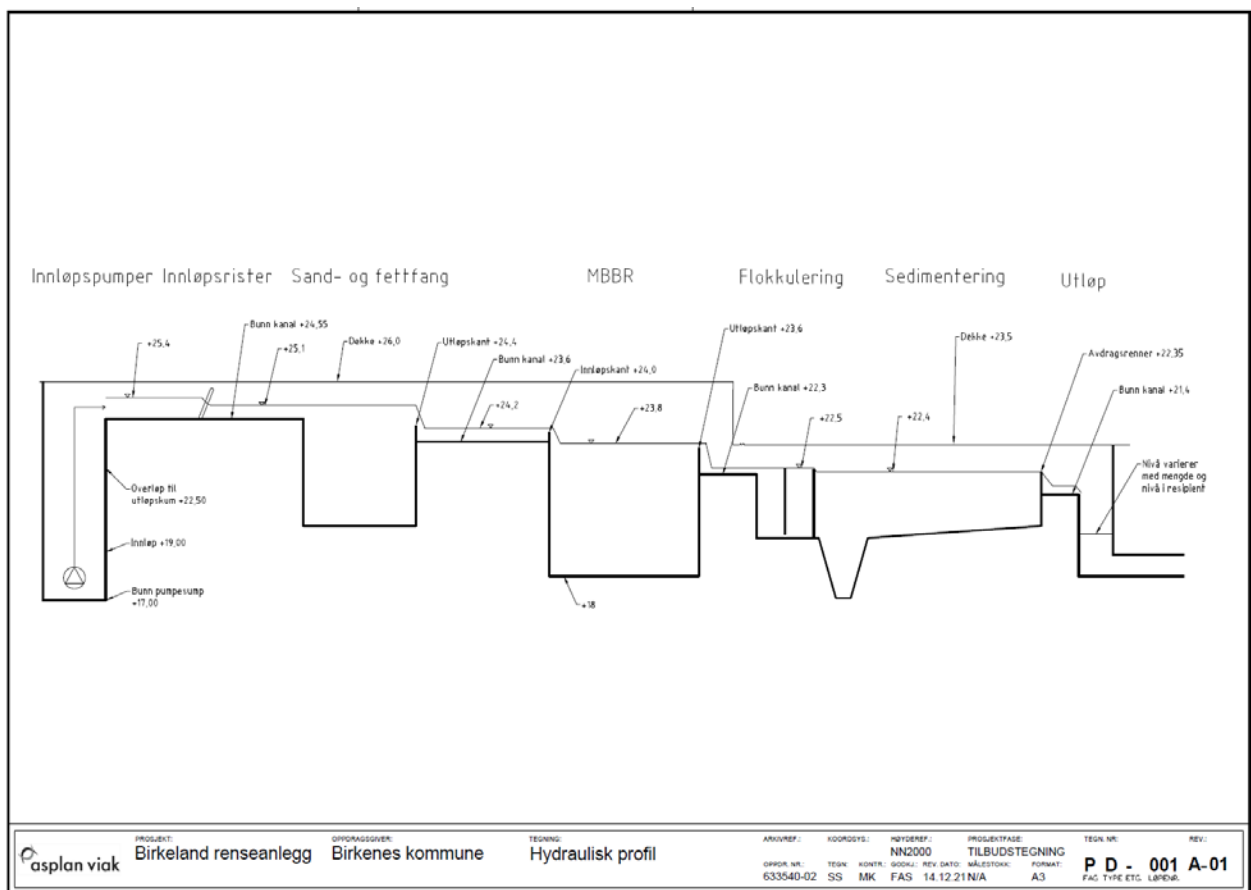
3.4.1 Renseteknologi

Avløp pumpes fra en intern pumpestasjon og opp til prosessdelen. Avløpet renner videre med selvfall gjennom prosessdelen og til utslippskummen. I en normalsituasjon går avløpet med selvfall ut til resipienten, men i situasjoner med høy vannstand pumpes avløpet ut.

Prosessdelen er delt i to linjer. Forbehandling dimensjoneres for Q_{maks} . Resten av trinnene dimensjoneres for $Q_{maksdim}/2$ og halvparten av stoffbelastningen på hver linje. Hver linje håndterer Q_{maks} hydraulisk for å unngå oversvømmelse om en linje er ute av drift.

Etter sand- og fettfang er det omløp slik at avløpet kan forbehandles selv om biologisk trinn og sluttseparasjon er ute av drift.

Hydraulisk profil for prosessdelen er vist i figuren under.



Figur 8 Hydraulisk profil (fra konkurransegrunnlag for totalentreprise E61: prosess, elektro og VVS)

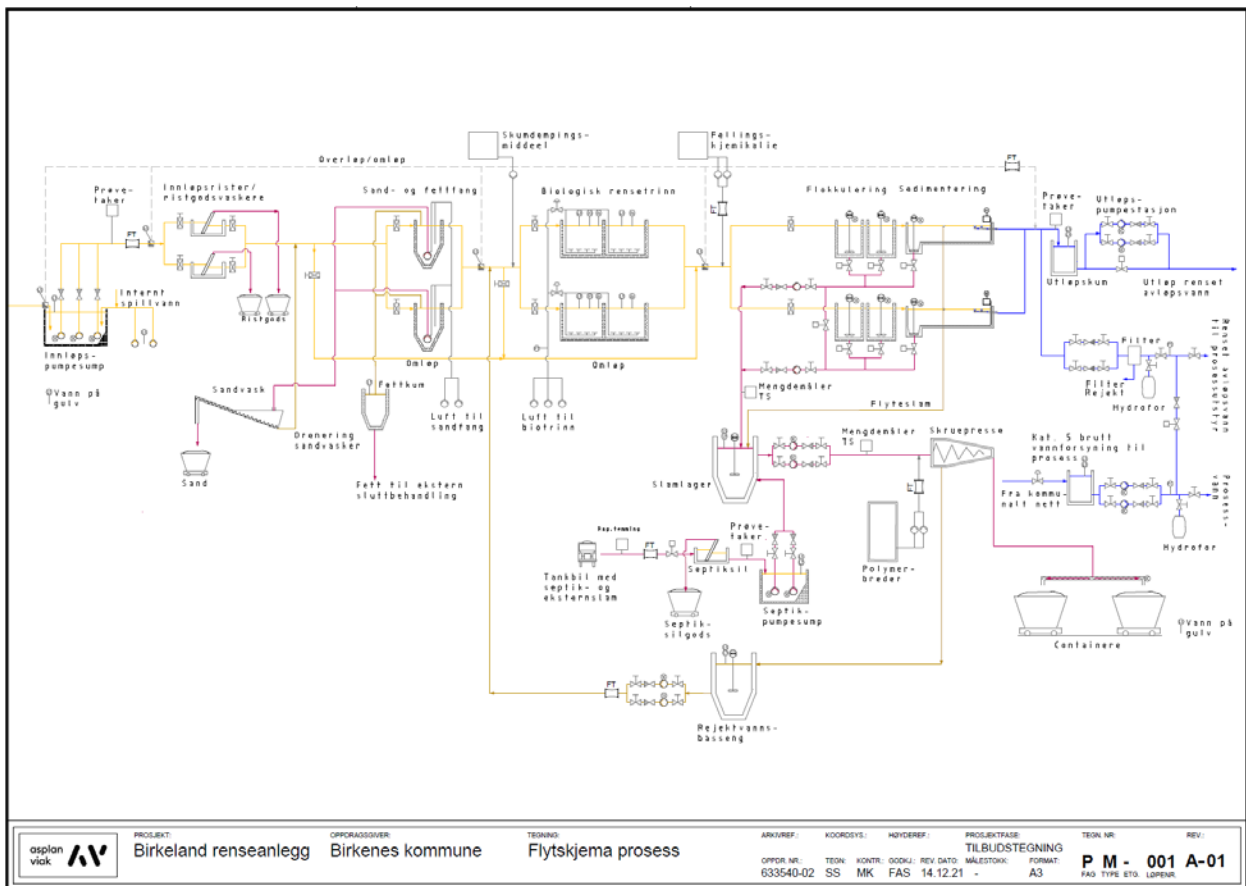
I prosessdelen passerer avløpet først skruesiler med maksimalt 4mm lysåpning for fjerning av avfallssjøppel. Ristgods vaskes og presses før det ledes til avfallsbeholder for ristgods. Foran silene er det nødoverløp med kapasitet Q_{maks} .

Deretter passerer avløpet sand- og fettfang. Sand vaskes i sandvasker og organisk materiale ledes tilbake til renseprosessen. Sand fra sandfang avannes og ledes til containere.

Det biologiske rensetrinnet består av en MBBR-reaktor med to kammer i hver linje for å hindre kortslutningsstrømmer.

Etter biologisk rensetrinn blandes fellingskjemikaliet inn i vannstrømmen for flokkulering. Til slutt ledes avløpet til sedimentasjonsbasseng. Slam avannes og rejektivann føres tilbake til prosessen før biologisk rensetrinn. Slam er videre omtalt i eget delkapittel.

Figuren under illustrerer behandlingstrinnene gjennom anlegget.



Figur 9 Flytskjema prosess (fra konkurransegrunnlag for totalentreprise E61: prosess, elektro og VVS)

3.4.2 Kjemikalier

Kjemikaliebruk i behandlingsprosessen vil være jernklorid og polymer.

Det legges i tillegg til rette for dosering av skumdempende middel i alle bioreaktorene.

3.5 Tanklagring

Ved tanklagring av kjemikalier skal det tas hensyn til kravene i kapittel 18 i forurensningsforskriften. Alle kjemikalier som oppbevares i tanker på over 2 m³ vil risikovurderes mtp. driftssituasjon dvs. plassering, mengder, overvåkning og håndtering ved evt. avvik (lekkasje/evakuering).

Ansatte opplæres i forbindelse med håndtering og ansatte er deltagende i utforming av anlegg for sikker håndtering.

Kjemikalietanker utstyres med støpt sikkerhetsbinge, overfyllingsvern (nivåvakt), lekkasjedetektor («fuktvakt») og utvending påfylling og lufting. Tankene utformes i PE med volum til sammen 30 m³.

Alle ledninger for kjemikalier skal være rør-i-rør-system med fall mot pumper. Det legges opp til to linjer for dosering med full redundans. Pumper er plassert i skap med pleksiglassdører, og hvis doseringspunkt blir lokalisert til et lavpunkt installeres det oppsamlingskar med lekkasjevakt for rør-i-rør-systemet der.

3.6 Energiforbruk og energigenerering

Innledende effektbudsjett estimerer forbruk på 278 kW, oppdatert budsjett utformes ifbm. detaljprosjektering.

Det skal installeres et vann-vann-varmepumpesystem. Kilder til denne kan være varme fra grunnen, fra Flaksvann, fra avløpsvann eller en kombinasjon. Dette fastsettes ifbm. detaljprosjektering.

I tillegg til tilrettelegging for vann-vann-varmeveksling vil det også legges til rette for vann-luft-varmeveksling fra blåsemaskinluft og ventilasjonsluft.

3.7 Overvåkning og prøvetaking

3.7.1 Renseanlegg

Prøvetaking i anlegget utføres som beskrevet i forurensningsforskriften kap. 14. Det benyttes automatiske prøvetakere med kjøleskap som er godkjent for dette.

Det plasseres to prøvetakere på innløp og en på utløp.

Innløp: måles før innløpsrister og på septik/eksternt slam.

Utløp: måles i utløpskum etter at overløp/omløp er blandet med behandlet avløpsvann.

I tillegg benyttes enkle feltinstrumenter for måling av pH, oksygen og fosfat, og et slamlodd.

Renseprosessen overvåkes via en rekke fastmonterte målere, bla. pH-målere, nivåmålere/radarmålere, «fuktvakt», trykkmålere, kamera, mengdemålere, oksygenmålere og coriolismåler.

3.7.2 Avløpsnett

Avløpsnettet overvåkes mtp. overløp og pumpet avløpsmengde i pumpestasjoner.

3.8 Tilknytningsgrad innenfor tettbebyggelse

Innenfor tettbebyggelsen vist i Figur 4 på side 8 ovenfor er det 84 eiendommer som ikke er tilknyttet det kommunale avløpsnett.

Dette gir en tilknytningsgrad innenfor tettbebyggelsen på **93,8 %**.

Fremtidig målsetning er **98 %**.

3.9 Mengder septikslam som tilføres anlegget

Se eget kapittel om slam under.

4 SLAMHÅNDTERING

Anlegget tar imot septikslam fra avløp i spredt bebyggelse og kommunens egne renseanlegg. Dette vil være slam fra slamavskillere, minirensanlegg og tette tanker.

Se overordnet prosessflyt i Figur 9 på side 16

Anlegget tilføres ca. 1 890 m³/år som avvannes før behandling. Det legges til rette for å kunne ta imot opp til 50 m³ septik/eksternslam i løpet av én dag. Septik/ekstern slam utjevnes før den tilføres renseprosessen.

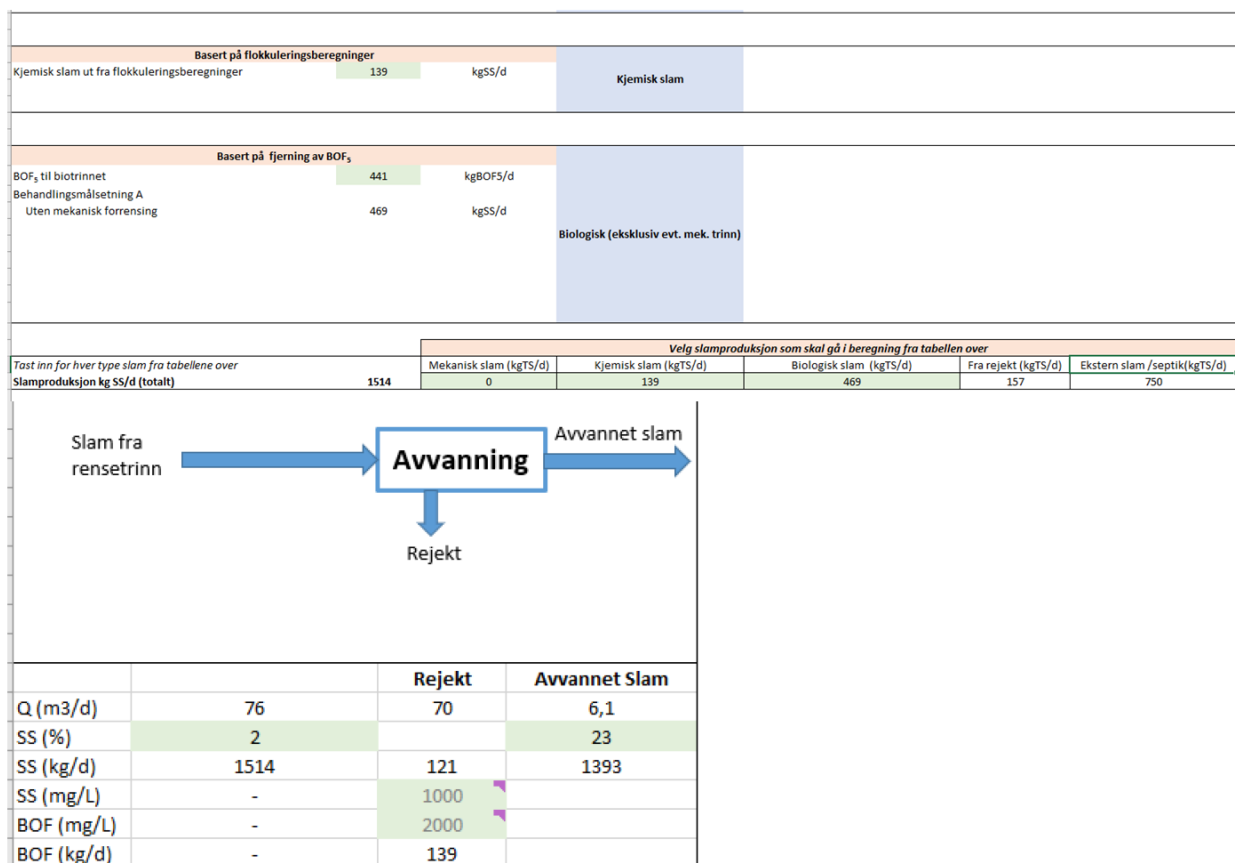
Etter registrering av mottak pumpes slammet via septiksil til en kum under dekket før steinfang og sandfang.

Det tas prøver av mottatt septikslam før slammet pumpes til felles slamlager for prosessslam. Slamlager dimensjoneres for tre døgnns lagerkapasitet ved dimensjonerende slammengde.

Slammet avvannes og rejektivann behandles deretter i anlegget. Rejektivannsbassenget er dimensjonert for et døgn produksjon av rejektivann ved dimensjonerende belastning.

Se for øvrig delkapittel 3.7 Overvåkning og prøvetaking.

Slamproduksjon og volumstrømmer er vist i figuren under og er hentet fra Asplan Viak AS sitt prosessnotat for renseanlegg fra 22.09.2021.



Figur 10 Slamproduksjon og volumstrømmer

Avvannet slam føres med transportskrue til slamcontainer (14 m³ krockløftcontainer).

5 UTSLIPP TIL VANN

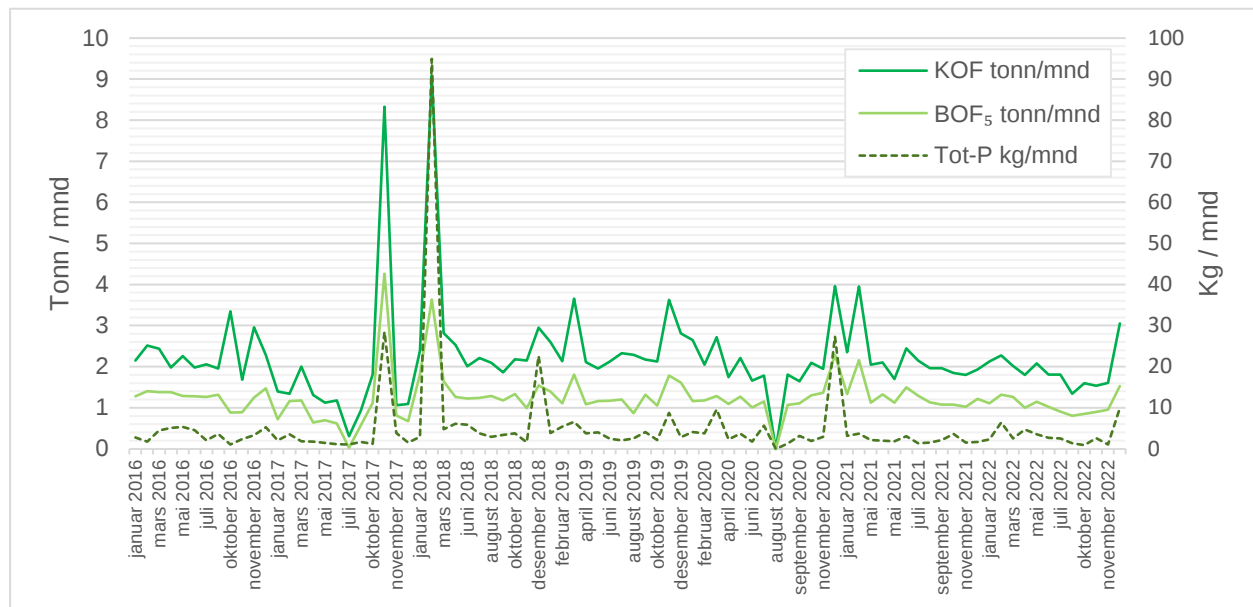
Utslippssted: koordinater som beskrevet i delkapittel 2.2.2 - Lokalisering av utslippssted på side 6. Plassering er vist i Figur 4 på side 8 (her vises eksisterende utslippsledning).

Utslippsdybde: 30 m ved normalvannstand

Utslippsarrangement: Åpent rør

Tidligere utslippsmengder gjennom året de siste tiårene for fosfor, nitrogen og organisk stoff (BOF og KOF) er publisert på: <https://www.norskeutslipp.no/no/Diverse/Virksomhet/?CompanyID=9419>.

Tidligere utslippsmengder per måned for fosfor og organisk stoff (BOF og KOF) er vist i figuren under. Det er ikke tatt rutinemessige prøver av nitrogen i gamle Birkeland RA.



Figur 11 Tidligere gjennomsnittlige utslippsmengder per måned de siste årene

Anlegget dimensjoneres etter Norsk Vann rapport 256-2020, dette ansees som beste tilgjengelige renseteknikk i et kost/nytte perspektiv.

Det søkes om grenseverdier for utslipp til vann iht. forurensningsforskriften kap. 14.

År	BOF ₅ (kg/år)		KOF _{CR} (kg/år)		Tot-P (kg/år)	
	Inn	Ut	Inn	Ut	Inn	Ut
2022*	46 000	12 779	120 000	23 035	1 370	40,4
2050	133 660	40 098	211 840	52 960	4 505	405

*) Fra årsrapport 2022 – Birkenes renseanlegg

6 RESIPIENTVURDERING

6.1 Resipientundersøkelse

Resipient for utslipp av rensed avløpsvann er Flakksvann. Multiconsult har på vegne av Birkenes kommune gjort undersøkelser av og dokumentert dagens tilstand i både Flakksvann og Tovdalselva (inn- og utløpselv til Flakksvann). Rapporten er vedlagt.

Multiconsult har gjennomført målinger av vannkjemi (næringsstoffer m.m) og biologi (bunndyr og påvekstlger) i både Flakksvann samt i Tovdalselva. Resultatene fra undersøkelsene er vist i tabeller under, hentet fra sluttrapportene til Multiconsult (Figur 12 og 13).

Prøvetakingslokalitet	pH	Kond	Turb	Tot-P	PO ₄ -P	Tot-N	NO ₃	NH ₄	Klorof.-a	TOC	Siktedyp
	pH	mS/m	FNU	ugP/l	ugP/l	ugN/l	ugN/l	ugN/l	ug/l	mg/l	m
Flaksvann 1, 0-4 m	6,6	1,90	0,79	13	2	293	64	16	1,2	5,0	3,8
Flaksvann 2, 0-4 m	6,5	1,65	0,77	8	2	240	53	16	1,2	4,8	4,1
Flaksvann 1, 2 m o/ bunn	6,5	2,08	0,87	14	3	873	63	577		4,8	
Flaksvann 2, 2 m o/bunn	6,4	2,67	1,01	13	3	717	63	430		4,6	

Prøvetakingslokalitet	pH	Kond	Turb	Tot-P	PO ₄ -P	Tot-N	NO ₃	NH ₄	TOC
	pH	mS/m	FNU	ugP/l	ugP/l	ugN/l	ugN/l	ugN/l	mg/l
Tovdalselva oppstrøms	6,5	1,68	0,63	8,1	3	216	80	13	5,1
Tovdalselva nedstrøms	6,4	1,83	0,76	8,1	2	227	88	19	5,1

Figur 12 Tabeller viser analyseresultater fra vannprøver og målt siktedyp i perioden mai – oktober 2021 som gjennomsnitt (Barland, 2022). Fargene viser til klassegrenser i veileder for tilstandsklassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018), hvor gul farge er moderat tilstand, grønn farge er god tilstand og blå farge er svært god tilstand.

Tabell 2 Resultater for bunndyr med årsverdi for RAMI og ASPT indeksen klassifisert og fargekodet iht. veileder 02:2018.

Stasjon	Årstid	Antall individ	Antall taxa	EPT-taxa	FI-indeks 1	FI-indeks 2	RAMI (vår/høst)	Årsverdi RAMI	ASPT (vår/høst)	Årsverdi ASPT
10	Høst	97	22	13	1,00	1,00	5,05	4,46	6,50	6,50
	Vår	25	11	5	1,00	0,50	3,87		6,50	
20	Høst	141	18	7	1,00		4,6	4,60	6,13	6,13
	Vår									
30	Høst	55	15	6	1,00		5,37	5,37	5,93	5,93
	Vår									
1N	Høst	79	8	1	1,00		5,49	5,20	3,00	4,47
	Vår	256	29	14	1,00		4,9		5,94	
2N	Høst	191	21	6	1,00		4,3	4,30	5,38	5,38
	Vår									
3N	Høst	681	16	7	1,00		4,61	4,61	5,58	5,58
	Vår									

Tabell 3 Gjennomsnitt av resultater for bunndyr oppstrøms og nedstrøms Flaksvann.

Område	Antall individ	Antall taxa	EPT-taxa	FI-indeks 1	FI-indeks 2	RAMI	ASPT
Oppstrøms	80	17	8	1	0,75	4,72	6,27
Nedstrøms	302	19	7	1		4,83	4,98

Tabell 5 Resultater for hetetrof begroing med årsverdi klassifisert og fargekode iht. veileder 02:2018.

Stasjon	HB12 (vår)	HB12 (høst)	Årsverdi HB12
10		0	0
20		0	0
30		0	0
1N		0	0
2N		0,001	0,001
3N		0	0

Figur 13 Tabeller viser resultater av bunndyrprøver og begroingsalger tatt i Tovdalselva vår og høst 2021 (Kristiansen, 2022).

Multiconsult konkluderer med følgende:

- Det er god tilstand for totalt fosfor og svært god tilstand for totalt nitrogen både oppstrøms og nedstrøms Flaksvann. I denne perioden er det heller ingen entydig forverring av den hygieniske kvaliteten nedstrøms Flaksvann sammenlignet med oppstrøms. Når den termiske sjiktningen brytes under høstflommen, er det målbar påvirkning i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Da øker innholdet av ammonium, og den hygieniske kvaliteten forringes. Igjen er det vannføringen i Tovdalselva som avgjør graden og varigheten av påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg. (Barland, 2022).
- Samlet sett er det imidlertid klare indikasjoner på at utslipp fra Birkeland renseanlegg medfører målbar organisk belastning og tilførsel av ammonium til Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Undersøkelsen viser derimot at det ikke er en kontinuerlig belastning. Så lenge Flaksvann er termisk sjiktet i sommerhalvåret er det ingen tydelige tegn til at utslippet fra avløpsanlegget påvirker Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Det er når den termiske sjiktningen brytes under høstflommen at påvirkningen nedstrøms Flaksvann er målbar. Da øker innholdet av ammonium, og den hygieniske kvaliteten forringes. I slike perioder er det vannføringen i Tovdalselva som avgjør graden og varigheten av påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg. (Kristiansen, 2022).

6.2 Resipientvurdering

Asplan Viak AS har på vegne av Birkenes kommune gjort en resipientvurdering basert på målingene gjort av Multiconsult samt andre tilgjengelige data. Vurderingen er vedlagt.

Asplan Viak konkluderer med følgende:

I perioder med både stort utslipp av avløpsvann og der vannføringen i Tovdalselva gjør at sjiktingen i Flaksvann opphører er elva forventet å bli påvirket av økte konsentrasjoner av fosfor og nitrogenforbindelser. Utslipp fra nytt renseanlegg vil imidlertid ikke endre dagens tilstandsklasse for fosfor og nitrogen i Tovdalselva nedstrøms renseanlegget (årlig gjennomsnittsverdier). Prøvetaking av påvekstalger viser at dagens utslipp av næringsstoffer i liten grad medfører påvirkning nedstrøms utslippet. Da nytt utslipp, selv med økte mengder utslipp for fosfor, ikke vil medføre endringer i økologisk tilstandsklasse for hverken nitrogen eller fosfor, forventes det heller ikke vesentlige endringer i påvekstalgene i Tovdalselva.

I periodene med sjikting i Flaksvann er det ikke forventet større endringer av konsentrasjon i overflaten, men økt utslipp fra nytt renseanlegg vil medføre høyere konsentrasjoner av næringssalter under sjiktet.

Beregningene viser at ved en forventet renseeffekt på 90 % for BOF vil utslippet reduseres med ca. 3 tonn BOF/år. Slik sett vil en sannsynligvis få en forbedret tilstand for BOF etter at det nye renseanlegget er fullt belastet.

7 STØY- OG LUFTFORURENSNING

7.1 Støy

Virksomheten genererer ikke vesentlig støy. Avløpsrensing og slambehandling er planlagt til å skje innendørs. Anlegget etableres ved siden av eksisterende renseanlegg.

Eventuell støy vil hovedsakelig komme fra transport av slam, ristgods, kjemikalier etc. Omfanget av dette er allikevel svært begrenset.

7.2 Utslipp til luft

Den mest luktbelastende luften fra renseprosessen passerer luktfjerningsanlegg før den slippes ut.

Diffuse luktutslipp vil kunne relatere seg til utkjøring av slamcontainere og tilkoblingsenheten for mottak av eksternt slam.

I det nye anlegget skal det legges til rette for å benytte løsninger som minimerer eventuell luktbelastning.

7.3 Utslipp av klimagasser

Det er ikke gjennomført målinger av klimagassutslipp fra eksisterende renseanlegg.

Nye Birkeland RA benytter etablerte rensetrinn, og vil hovedsakelig slippe ut CO₂. Det er verken biogassanlegg eller nitrogenfjerningstrinn i tilknytning til anlegget, så CH₄- og N₂O-utslipp er ikke en del av behandlingsprosessene.

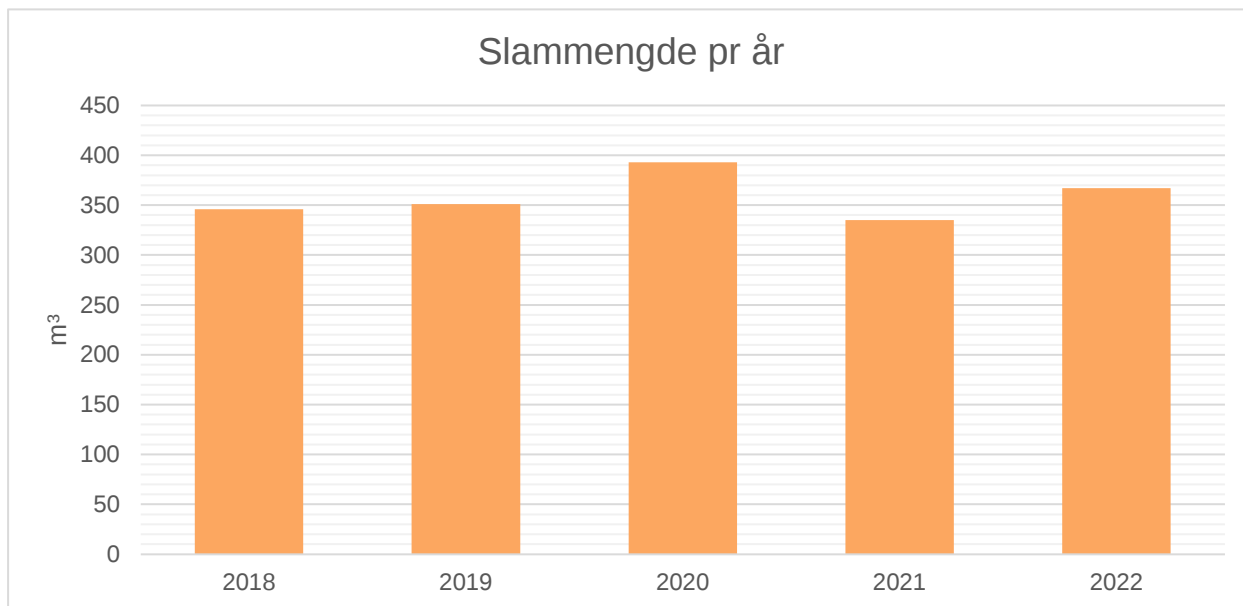
8 AVFALL

Slam- og avfall leveres til følgende aktører for videre behandling:

Slam: leveres til LiBir IKS sitt anlegg for slamkompostering.

Sand: leveres til LiBir IKS sitt anlegg for slamkompostering (forutsatt > 10 % organisk stoff).

Ristgods: leveres til LiBir IKS for videre behandling.



Figur 14 Produserte slammengder per år

Øvrig avfall som genereres i tilknytning til virksomheten tas hånd om på samme måte som annet avfall fra kommunal virksomhet.

9 BEREDSKAP

9.1 Miljørisikoanalyse

Det vises til Birkenes kommunes klimatilpassede miljørisikoanalyse for Birkeland avløpsanlegg, datert 28.11.2022. Miljørisikovurdering av Birkeland avløpsanlegg er vedlagt.

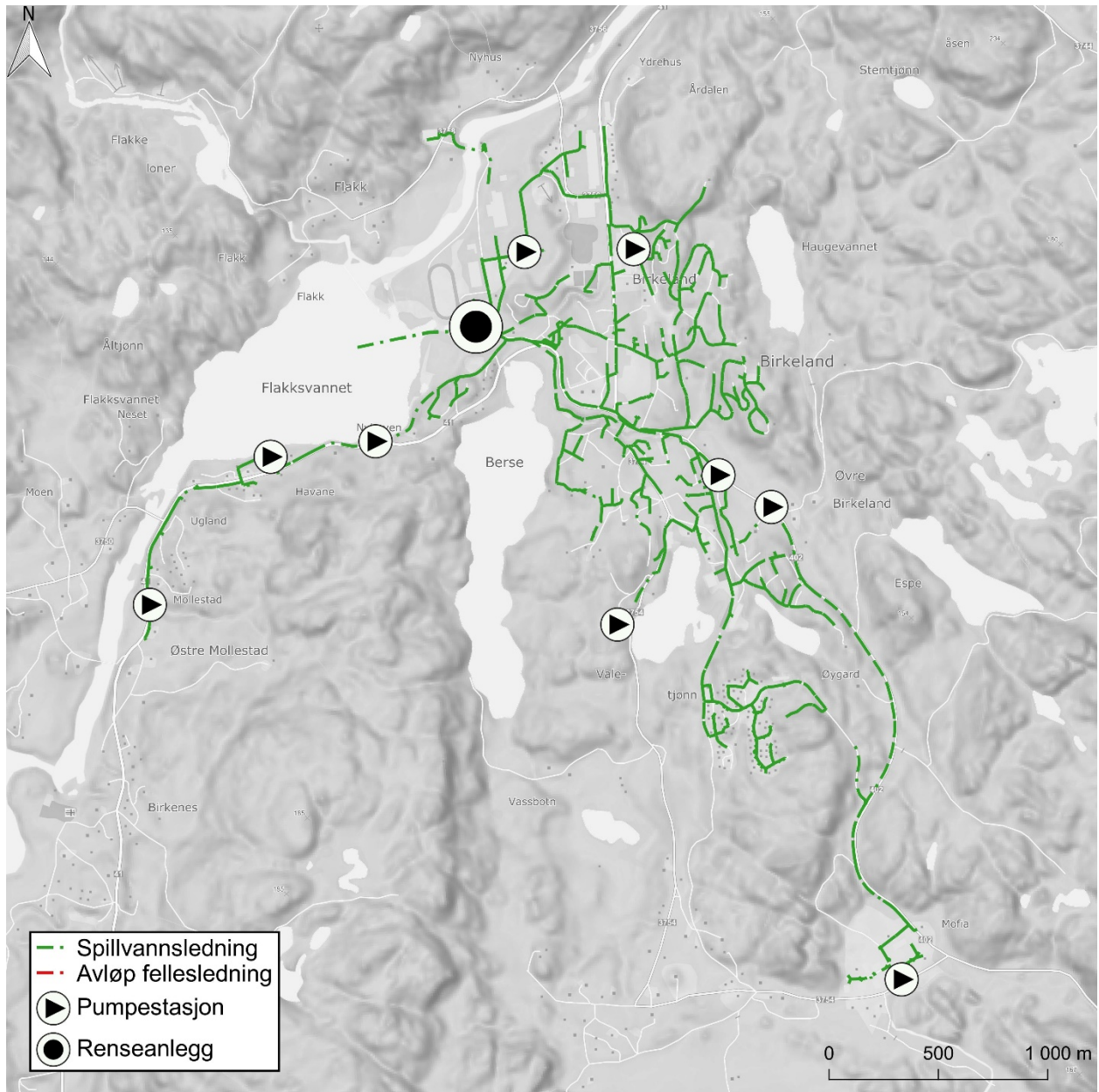
9.2 Beredskapsplan

Beredskapsplan avløp ble oppdatert senest i 2020.

10 OPPLYSNINGER OM AVLØPSNETTET

10.1 Oversikt

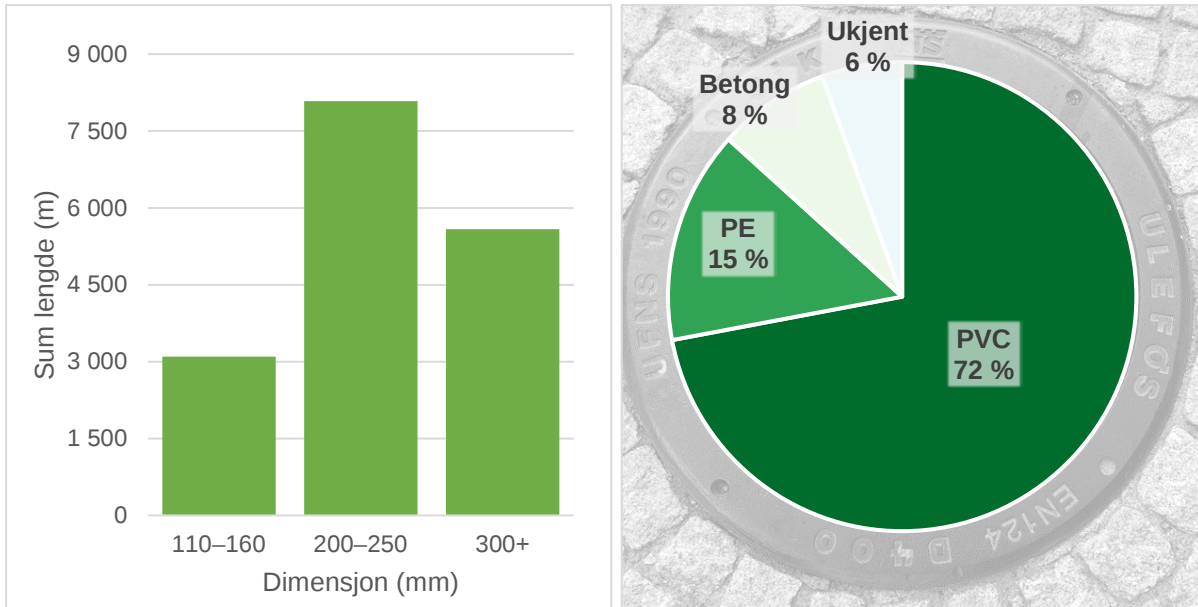
Det kommunale ledningsnett for transport av avløpsvann i Birkenes er på over 41,8 kilometer, og av dette utgjør 146 meter avløp fellesledninger (AF) hvor overvann og spillvann går i samme ledning.



Figur 15 Spillvannsnett Birkeland

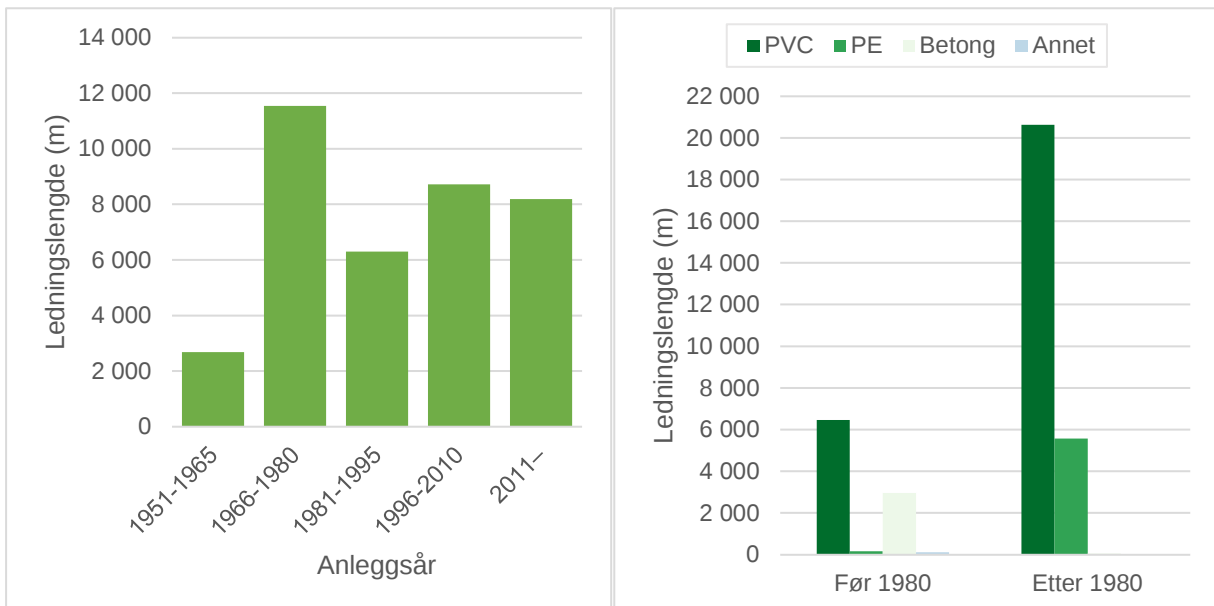
Figur 14 nedenfor viser dimensjonsfordelingen av ledninger med kjent dimensjon fra 110 millimeter og større. I kommunen er det en overvekt av ledninger i dimensjonsområdet 200–250 millimeter. Ledninger med diameter under 125 millimeter er som oftest en del av stikkledningsnettet.

Spillvannsnettet består i hovedsak av ledninger i plast (PVC og PE) hvor PVC er det dominerende ledningsmaterialet.



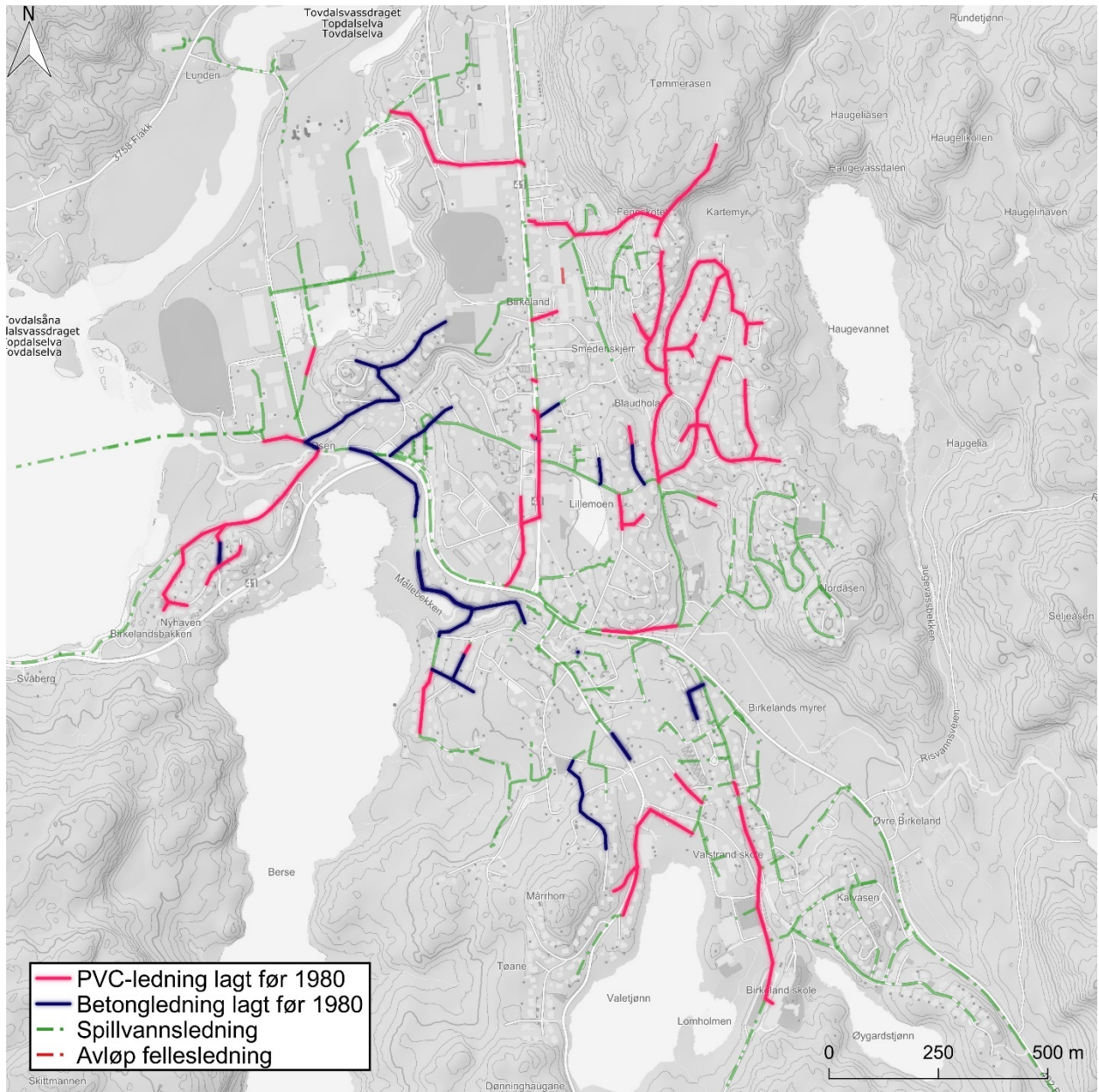
Figur 16 Dimensjon og materialfordeling spillvannsledninger

For ledninger med kjent alder er det vist en oversikt over anleggsår i figuren under. Selv om det meste av ledningsnettet er etablert etter 1980, ble likevel en betydelig del av ledningsnettet bygget på 70-tallet.



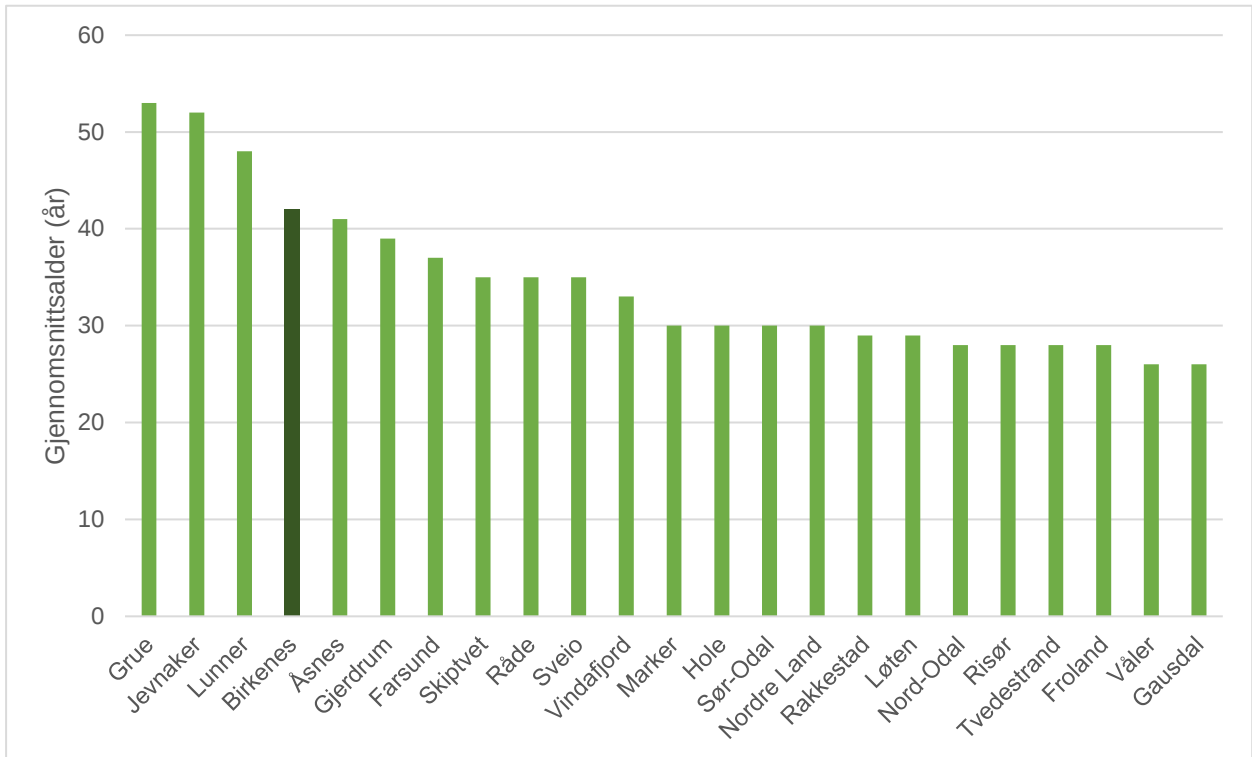
Figur 17 Anleggsår kommunale spillvannsledninger

Lokalisering av de eldre plast og betongledningene er vist i figuren under.



Figur 18 Fremheving av eldre ledninger på Birkeland

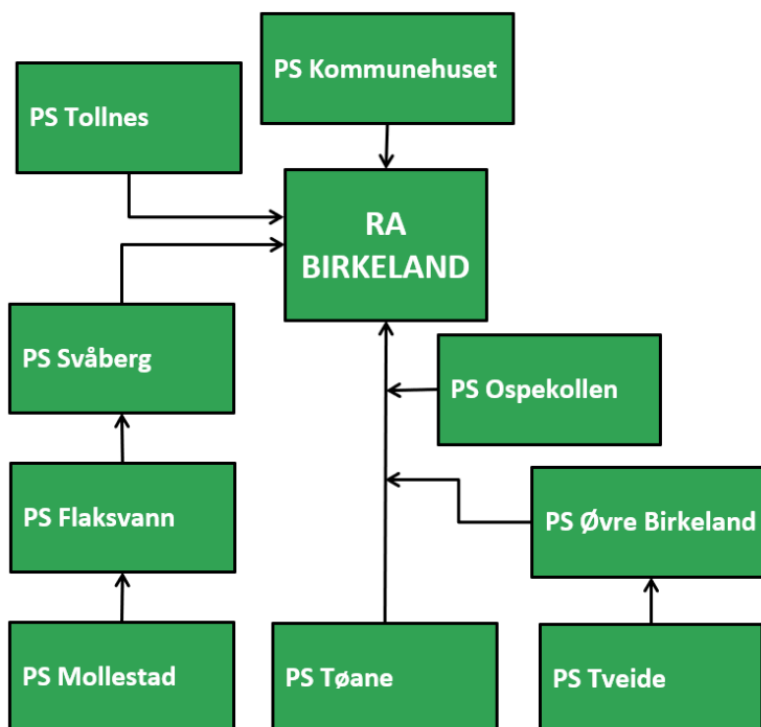
Birkenes har noe høyere gjennomsnittsalder på ledningsnett sammenlignet med andre kommuner som tilhører samme KOSTRA-gruppe, gruppe 1. I kommunen er den estimerte gjennomsnittsalderen for kommunalt spillvannsnett med kjent alder 42 år.



Figur 19 Estimert gjennomsnittsalder for kommunalt spillvannsnett med kjent alder (år) (kilde: SSB, 2021)

10.1.1 Pumpestasjoner

Til tross for småkupert topografi i Birkenes går det meste av avløpet med selvfall til rensenanlegget. Totalt er det 9 pumpestasjoner for spillvann på Birkeland.



Figur 20 Systemskisse pumpestasjoner avløp, Birkeland

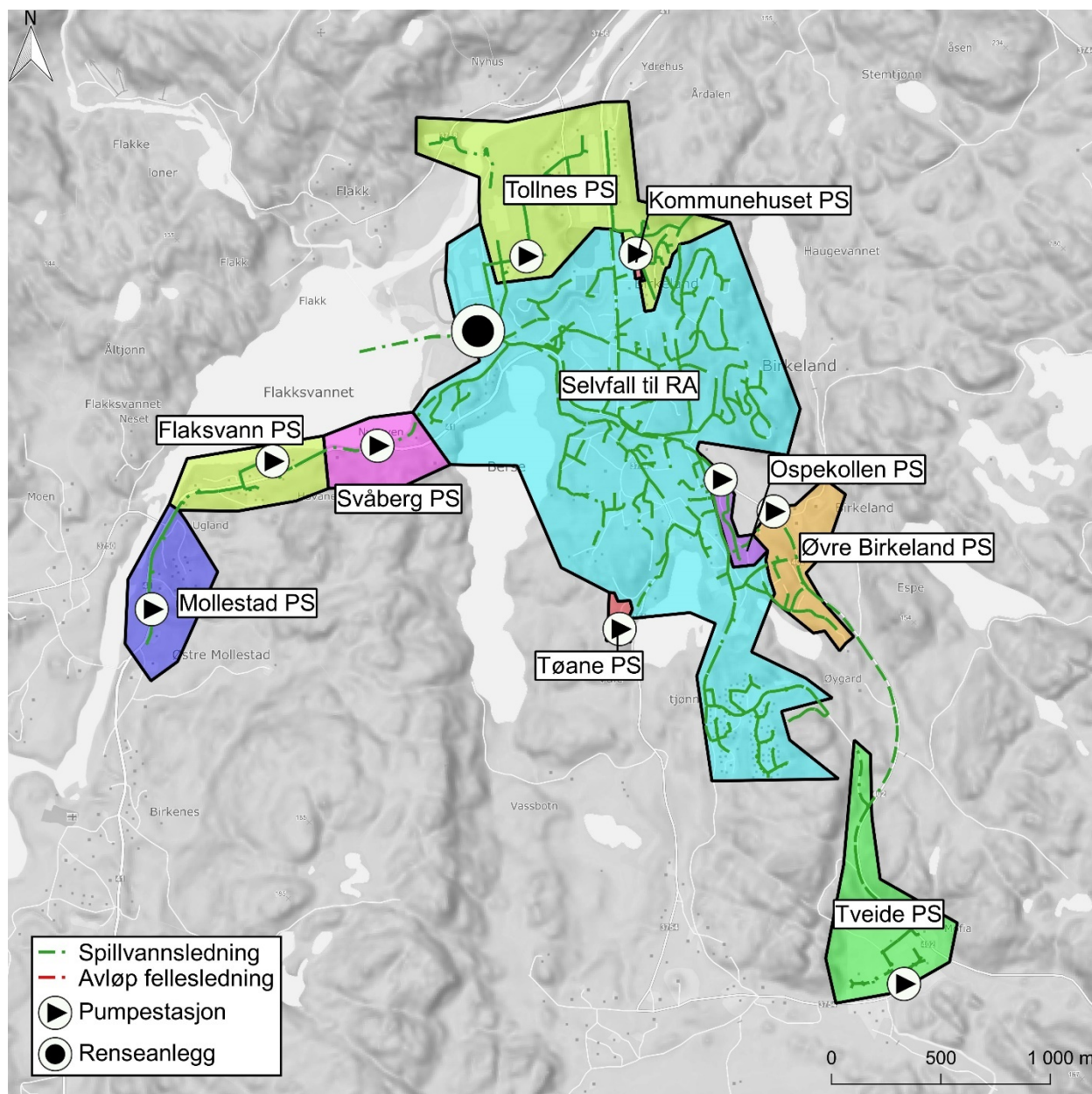
Pumpestasjonene er en viktig del av transportsystemet på avløp. Ved at de krever jevnlig tilsyn og vedlikehold beslaglegger de også en vesentlig del av bemanningen på drift avløp. Alle stasjonene er i god stand og er relativt nye.

Enkelte av stasjonene har likevel et uhensiktsmessig lite overbygg (1,2 x 1,2 meter). I disse vil det kunne være utfordrende å foreta arbeid utover normalt tilsyn og vedlikehold.



Figur 21 Overbygg pumpestasjon 2,4 x 2,4 meter (til venstre) og 1,2 x 1,2 meter

Figur 20 viser Birkeland rensedistrikt med tilhørende avløpssoner.



Figur 22 Birkeland rensedistrikt

10.2 Driftsoverløp

Birkenes kommune har ingen aktive driftsoverløp, men har tidligere hatt åpne felleskummer for spillvann og overvann med mulighet for overløp ved store nedbørsmengder og oppstuvning i overvannsnettet. I en slik situasjon vil overvann i stedet ledes til spillvannsnettet og ledes til Tolvdalselva sammen med spillvann via nødoverløpet på Birkeland RA.

Felleskummene med både spillvann og overvann er i perioden 2021–2022 blitt utbedret med stigerør og lokk slik at eventuelle overløpssituasjoner reduseres.

10.3 Nødoverløp

En pumpestasjon er utstyrt med nødoverløp, to har overløpstank, mens de resterende ikke er utstyrt med noen form for overløpsanordning. For de resterende er rask utrykning og tilkobling av aggregat valgt løsning for håndtering av stans i stasjon.

Fra den ene pumpestasjonen med nødoverløp ledes vannet til «Flaksvatnet, bekkefelt» (ID: 020-184-R). Det er ikke registrert avløpspåvirkning på vann-nett.no her. Utover dette er det ikke gjennomført en vurdering av hvordan utslipp fra overløpspunkt påvirker resipienten det urensede avløpsvannet føres til.

Kommunen har ikke beregnet tap fra avløpsnettets via overløp og lekkasjer, og % tap fra avløpsnettets per år. En sammenstilling av mengder avløpsvann (m³) i overløp på ledningsnettets de fem siste årene og en vurdering av hvordan avløpsnettets og utslipp blir påvirket av klimaendringer minst 20 år frem i tid er heller ikke satt opp som følge av dette. Utslippspunktene er likevel koordinatfestet.

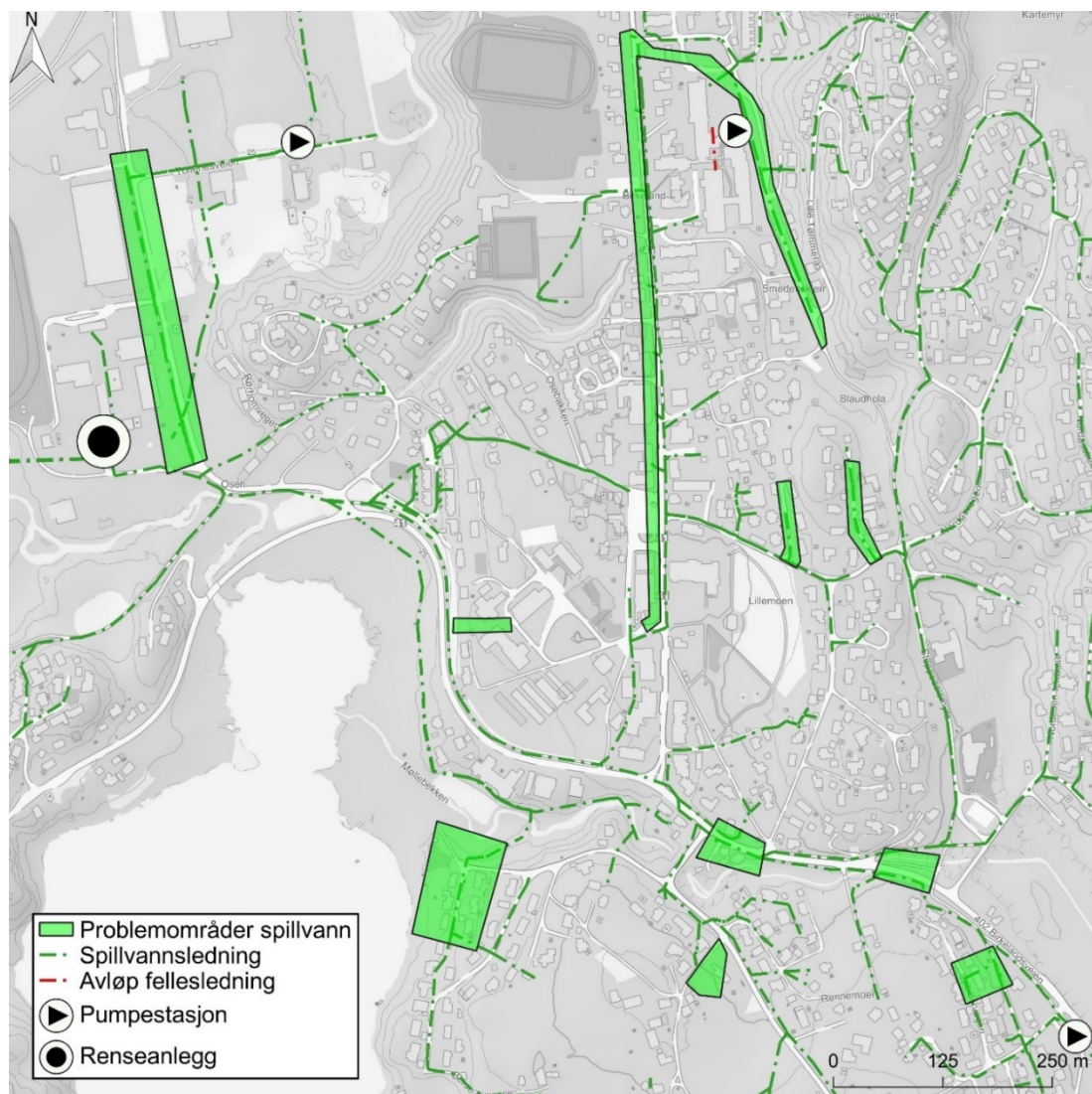
Nye Birkeland RA får montert nødoverløpsledning med mengdemåler fra innløpspumpesump til utløpskum. I tillegg monteres overløps-/omløpsledning langs hele prosessen for avlastning, inkl. ledning med mengdemåler til utløpskum.

Ved høy vannstand i resipienten må avløpsvannet pumpes ut. Det etableres egne pumper for dette fra utløpskummen.

10.4 Fremmedvann

Den gjennomsnittlige fremmedvannsandelen på Birkeland estimeres til 50 % når man tar høyde for avløpsvannet som forlater ledningsnettets via overløp og utlekking.

Det finnes noen områder i nettet hvor det er kjent eller mistanke om innlekking av fremmedvann til spillvannsnettet. Disse er lokalisert på Birkeland og er markert i Figur 21.



Figur 23 Kjente problemområder spillvann

11 DIVERSE

Høring

Liste med kontaktinformasjon til alle relevante høringsparter (naboer, nærliggende virksomheter, interesseorganisasjoner, velforeninger mm.) er ikke helt klar enda, og vil ettersendes fra Birkenes kommune

RAPPORT

Resipientundersøkelse, Flaksvann og Tovdalselva

OPPDRAKSGIVER

Birkenes kommune

EMNE

Sluttrapport - vannkjemi, klorofyll-a og
mikrobiologi

DATO / REVISJON: 20.05.22/00

DOKUMENTKODE: **10226585-01-RIGm-RAP- 002**



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Resipientundersøkelse, Flaksvann og Tovdalselva	DOKUMENTKODE	10226585-01-RIGm-RAP-001
EMNE	Sluttrapport - vannkjemi, klorofyll-a og mikrobiologi	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Birkenes kommune	OPPDRAGSLEDER	Atle Torvik Kristiansen
KONTAKTPERSON	Mai Elin Beisland Holm	UTARBEIDET AV	Kjetil Barland
KOORDINATER		ANSVARLIG ENHET	10112012 Miljø og utredning
GNR./BNR./SNR.			

00	20.05.22	Sluttrapport - vannkjemi, klorofyll-a og mikrobiologi	Kjetil Barland	Atle Torvik Kristiansen	Kjetil Barland
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

SAMMENDRAG

Birkeland avløpsanlegg leder sitt utslipp til dypet i Flaksvann, og på oppdrag fra Birkenes kommune har Multiconsult gjennomført en resipientundersøkelse i selve Flaksvann samt Tovdalselva oppstrøms og nedstrøms Flaksvann. Undersøkelsen startet opp i mai 2021, og deler av undersøkelsen har pågått til april 2022.

Denne sluttrapporten omhandler resultater fra overvåkingen av vannkjemi, klorofyll-a og mikrobiologi.

Undersøkelsen har vist at utslipp fra Birkeland avløpsanlegg i perioder påvirker vannkvaliteten i Flaksvann og i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann negativt.

I perioder med termisk sjiktning i Flaksvann fører utslippet av rensert avløpsvann til kraftig oksygenforbruk i dypvannet. I store deler av august og september 2021 førte dette til anaerobe tilstander fra ca. 15 m dyp og ned til sedimentene.

Utslippet fører også til en markert økning av nitrogenforbindelser i dypvannet, og det er ammonium som er den totalt dominerende nitrogenforbindelsen i dypvannet når Flaksvann er termisk sjiktet. I det samme dypvannet er det også forhøyet konduktivitet og turbiditet, og det kan også antydes en økning av fosfor som følge av utslippet.

Påvirkningen i dypvannet er størst nærmest selve utslippspunktet, men hele vannvolumet dypere enn ca. 15 m i Flaksvann var anaerobt i store deler av august og september 2021.

Utslippet fører også tidvis til meget høye nivåer av fekale indikatororganismer i dypvannet, og nivåene tilsier massiv belastning av fersk fekal forurensning.

I overflatelaget i Flaksvann er påvirkningen mindre tydelig. Det kan antydes noe høyere nivå av fosfor- og nitrogenforbindelser i overflatelaget nær utslippspunktet. Dette kan skyldes kilder som avløp fra spredt bebyggelse og/eller avrenning fra landbruksarealer, og det kan også være årsaken til at den hygieniske kvaliteten i overflatelaget tilsier tilførsel av fersk fekal forurensning. Nivåene av fekale indikatororganismer er imidlertid klart lavere i overflatelaget enn i dypvannet.

Når den termiske sjiktningen brytes som følge av kraftig flom i Tovdalselva, forsvinner alle spor av påvirkning fra avløpsanlegget raskt. I slike perioder er vannkvaliteten i Flaksvann helt og holdent styrt av vannkvaliteten i Tovdalselva. Unntaket er den hygieniske kvaliteten som forblir tydelig påvirket i hele vannsøylen.

Hva som skjer utover høsten og vinteren etter høstflom og fullsirkulasjon i Flaksvann gir ikke denne undersøkelsen svar på. Det er all grunn til å tro at vannføringen i Tovdalselva vil være avgjørende for hvor stor påvirkning utslippene fra Birkeland avløpsanlegg får i vannsøylen. Variabel vannføring vil føre til variabel påvirkning og dermed variabel vannkvalitet.

Så lenge Flaksvann er termisk sjiktet i sommerhalvåret er det ingen tydelige tegn til at utslippet fra avløpsanlegget påvirker Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Det kan antydes svakt forhøyet nivå av nitrogenforbindelser og konduktivitet nedstrøms, men påvirkningen fører ikke til endring av tilstandsklasser. Det er god tilstand for totalt fosfor og svært god tilstand for totalt nitrogen både oppstrøms og nedstrøms Flaksvann. I denne perioden er det heller ingen entydig forverring av den hygieniske kvaliteten nedstrøms Flaksvann sammenlignet med oppstrøms.

Når den termiske sjiktningen brytes under høstflommen, er det målbar påvirkning i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Da øker innholdet av ammonium, og den hygieniske kvaliteten forringes. Igjen er det vannføringen i Tovdalselva som avgjør graden og varigheten av påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
2	Metoder	6
2.1	Prøvetakingsfrekvens og prøvetakingsmetodikk	6
2.2	Profilering i hele vannsøylen i Flaksvann	6
2.3	Analyser	7
3	Områdebeskrivelse	7
3.1	Prøvetakingslokalitetene	8
4	Resultater og diskusjon	9
4.1	<i>In Situ</i> -profilering i Flaksvann	9
4.2	Vannkjemi, klorofyll-a og siktedyp i Flaksvann	17
4.3	Vannkjemi i Tovdalselva	22
4.4	Hygienisk kvalitet i Flaksvann og Tovdalselva	24
5	Oppsummering	27
6	Referanser	28
7	Vedlegg - rådata	28

1 Innledning

Statsforvalteren i Agder gjennomførte en inspeksjon ved Birkeland avløpsanlegg i februar 2020, og inspeksjonen avdekket til sammen 8 avvik (*Fylkesmannen i Agder, 2020*). Et av avvikene omhandlet manglende resipientundersøkelse.

Birkenes kommune, som eier Birkeland avløpsanlegg, har gitt Multiconsult i oppdrag å gjennomføre en resipientundersøkelse i Flaksvann samt Tovdalselva ved innløp og utløp av Flaksvann. Resipientundersøkelsen skulle gjennomføres i henhold til et forslag til overvåkingsplan utarbeidet av NIVA (*NIVA, 2020*).

Overvåkingen startet opp i mai 2021, og deler av overvåkingen har pågått frem til april 2022.

Den foreliggende sluttrapporten oppsummerer overvåkingen av vannkjemi, bakteriologi og klorofyll til og med april 2022. Det utarbeides en tilsvarende sluttrapport for overvåkingen av biologiske kvalitetsparametere.

2 Metoder

Forslaget til overvåkingsplan utarbeidet av NIVA er detaljert, og det bygger på metodikk beskrevet i gjeldende veileder om klassifisering av miljøtilstand i vann (*Direktoratsgruppen for vanndirektivet, 2018*). Overvåkingsplanen er fulgt med følgende unntak:

- Det er ikke tatt prøve til analyse av løst oksygen i bunnvannet i Flaksvann. Det ble vurdert at profilering i hele vannsøylen med multiparametersonde utstyrt med blant annet oksygensensor, ville gi tilstrekkelig informasjon om oksygeninnholdet i dypvannet.
- Grunnet fare for kontaminering under tillaging av blandprøver, ble prøver til mikrobiologiske analyser fra overflatelaget tatt ved å fylle dedikert, steril emballasje på ca. 0,5 m dyp.
- Basert på erfaringer i felt er det gjort enkelte justeringer av plassering av prøvetakingspunkt.

2.1 Prøvetakingsfrekvens og prøvetakingsmetodikk

I 2021 ble det gjennomført prøvetaking og feltnålinger i Flaksvann 11. mai, 8. juni, 5. juli, 4. august, 7. september og 6. oktober. De to lokalitetene i Tovdalselva ble prøvetatt samtidig, og prøvetakingen i Tovdalselva fortsatte med månedlige prøver til og med april 2022.

I Flaksvann ble det laget blandprøver fra sjiktet 0-4 m dyp ved hjelp av en standard Ruttner-henter. Med samme vannhenter ble det hentet opp prøver fra sjiktet 2 m over bunn.

I Tovdalselva ble prøvene tatt ca. 0,3 – 0,5 m under overflaten direkte i dedikert emballasje ved hjelp av teleskopstang fra land.

Prøver til mikrobiologiske analyser ble tatt fra Ruttner-henter 2 m over bunn i Flaksvann, og direkte i dedikert emballasje fra ca. 0,5 m dyp i overflatelaget i Flaksvann og i Tovdalselva.

2.2 Profilering i hele vannsøylen i Flaksvann

Det ble benyttet en ny-kalibrert YSI-EXO3 multiparametersonde til å dybdeprofilere temperatur, oksygenkonsentrasjon, konduktivitet, pH og turbiditet i Flaksvann. Multiparametersonden var koblet til en håndholdt enhet, og sonden ble låret med 1-2 m intervaller etter avlesning av stabile nivåer.

2.3 Analyser

Blandprøvene fra 0-4 m dyp i Flaksvann ble analysert for:

- pH, konduktivitet, turbiditet, totalt fosfor, fosfat, totalt nitrogen, nitrat, ammonium, totalt organisk karbon, klorofyll-a, Koliforme bakterier, *E.coli*-bakterier og intestinale enterokokker.

Prøver fra 2 m over bunn i Flaksvann og fra Tovdalselva ble analysert for de samme parameterne som over med unntak av klorofyll-a.

Alle analyser er utført av Eurofins Environment Testing Norway AS, og prøvene ble levert laboratoriet samme dag som de ble tatt.

3 Områdebeskrivelse

Resipienten for utslipp fra Birkeland avløpsanlegg er Flaksvann. Flaksvann er en del av Tovdalselva, og oppstrøms nedbørfelt er oppgitt til ca. 1780 km² (*NEVINA - NVE*). Basert på midlere avrenning fra nedbørfeltet kan midlere vannføring beregnes til ca. 59 m³/sek. Vannføringen varierer imidlertid kraftig gjennom året, og det er ikke uvanlig med flomtopper mellom 200 og 400 m³/sek (*SILDRE - NVE*). Dette fører igjen til vannstandsendringer i Flaksvann på to til tre meter i flomperioder.

Oppgitt overflateareal for Flaksvann er ca. 0,66 km². Det er ikke gjennomført dybdekartlegging av Flaksvann, men basert på erfaringer fra denne undersøkelsen ligger sannsynligvis max-dyp mellom 25 og 30 m. Det store nedbørfeltet og det relativt begrensede vannvolumet i Flaksvann, fører til en kort teoretisk oppholdstid, og under flomperioder er nok Flaksvann mer å regne som en stor kulp i Tovdalselva.

Det oppgis at Birkeland avløpsanlegg er et renseanlegg basert på primærfelling med rist, sandfang, forsedimentering, flokkulering og sedimentering (*NIVA, 2020*). Videre oppgis det at utslippet ledes til Flaksvann ca. 130 m fra land på ca. 17 m dyp jfr. figur 1.

I driftsjournalen for Birkeland avløpsanlegg fremskaffet av Birkenes kommune, går det frem at gjennomsnittlig utslipp i perioden fra og med mai til og med september i 2021 var 523 m³ per døgn. Kommunen har også lagt frem analyseresultater fra den løpende utslippskontrollen, og basert på vannmengder og månedlige analyser er utslippsmengder i samme periode fremstilt i tabell 1.

Tabell 1: Utslippsmengder fra Birkeland avløpsanlegg i perioden f.o.m mai t.o.m. september 2021

Vannmengde, m ³	Totalt fosfor kg P	Kjemisk oksygenforbruk kg KOF	Biologisk oksygenforbruk kg BOF
80 019	10,4	9 922	5 921

I tillegg til utslipp fra Birkeland avløpsanlegg er Flaksvann også resipient for bedriften 3B-Fibreglass Norway. Selve utslippspunktet er i Tovdalselva før innløp Flaksvann, og bedriften har tillatelse til utslipp av en rekke komponenter deriblant KOF. I 2015 ble det gjennomført en undersøkelse av hvordan utslipp fra 3B-Fibreglass Norway påvirker økologisk tilstand i Tovdalselva (*Asplan Viak, 2015*).

I undersøkelsen fra 2015 ble det blant annet tatt vannprøver oppstrøms og nedstrøms utslippspunktet i Tovdalselva. Det var ingen systematisk forskjell mellom oppstrøms- og nedstrømsprøvene for KOF, Tot-P og Tot-N.

I de fleste prøvene var KOF-nivået lavere enn deteksjonsgrensen (30 mg KOF-Cr/l). For Tot-P og Tot-N synes det å være en benevningsfeil i rapporten, men det oppsummeres med at det er svært god tilstand for både Tot-N og Tot-P basert på klassegrenser gitt i Veileder 02:2013 (*Direktoratsgruppen for vannrammedirektivet, 2013*) både oppstrøms og nedstrøms utslippspunktet.

Undersøkelsen konkluderte med at det ikke var noen indikasjoner på endringer i vannkvalitet og økologisk tilstand nedstrøms utslippspunktet, og det er dermed lite sannsynlig at utslippene fra 3B-Fibreglass Norway påvirker selve Flaksvann for disse komponentene.

Rundt selve Flaksvann er det også noe spredt bebyggelse som ikke er påkoblet Birkeland avløpsanlegg, men disse utslippene må anses som neglisjerbare sammenlignet med utslippet fra avløpsanlegget.



Figur 1: Utslippspunkt fra Birkeland avløpsanlegg (Kilde: (NIVA, 2020))

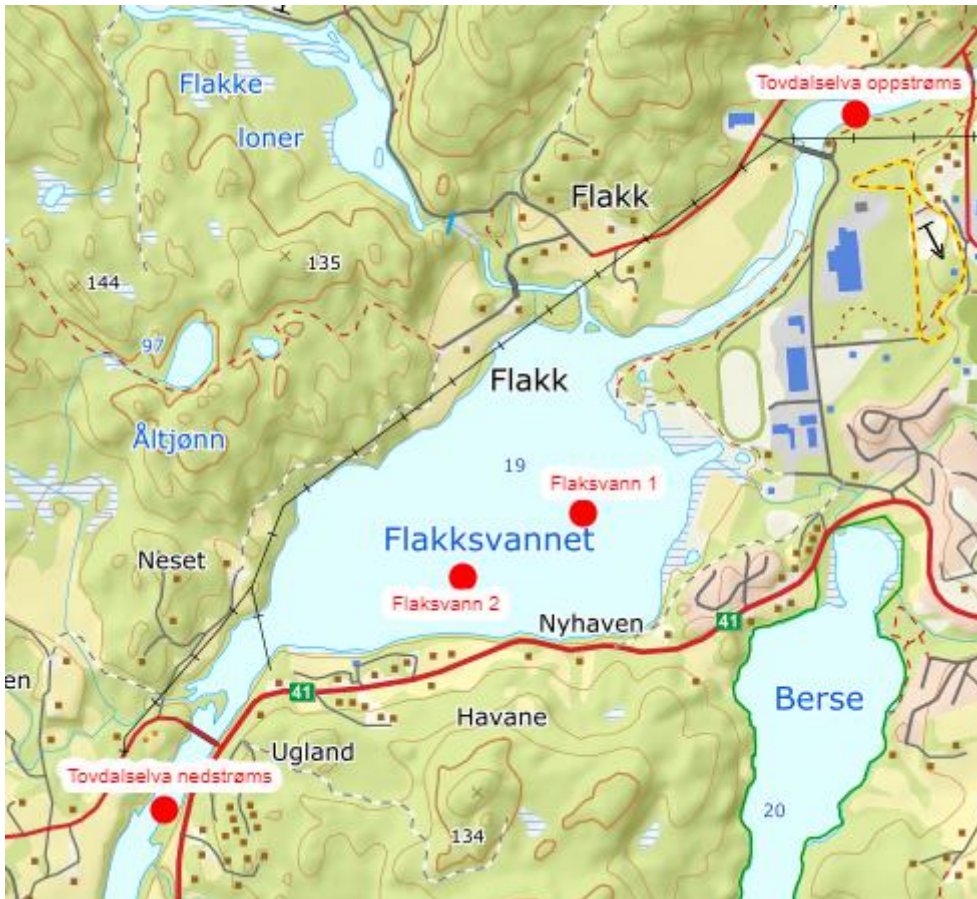
3.1 Prøvetakingslokalitetene

Forslaget til overvåkingsplan avviste plasseringen av prøvetakingslokaliteter. Basert på erfaringer i felt ble det gjort visse justeringer, og i figur 2 er plasseringen av de benyttede prøvetakingslokalitetene vist.

Lokalitetene i Flaksvann ble ikke markert i felt ved å ankre opp markeringsbøye. Ved de to første toktene førte dette til at det ble en noe omtrentlig plassering av prøvetakingspunktene. Fra og med juli-toktet ble det manøvrert med GPS, og plasseringen bør være rimelig lik for de siste fire toktene.

Denne litt varierende plasseringen, samt variabel vannstand som omtalt i kap. 3, er årsaken til at dybdeprofilene ikke er like dype for hver tokt. Prøvene som ble tatt 2 m over sedimentoverflata vil dermed også representere ulike vanndybder for de enkelte toktene.

I Tovdalselva er oppstrømsprøvene tatt ovenfor utslippet til 3B-Fibreglass Norway.



Figur 2: Lokalisering av prøvetakingspunktene (Kartkilde: Norgeskart)

4 Resultater og diskusjon

Alle analyseresultater er gitt i vedlegg, og nedenfor kommenteres resultatene og det vises dybdeprofiler og tidsserier for utvalgte parametere.

4.1 *In Situ*-profilering i Flaksvann

Mai 2021:

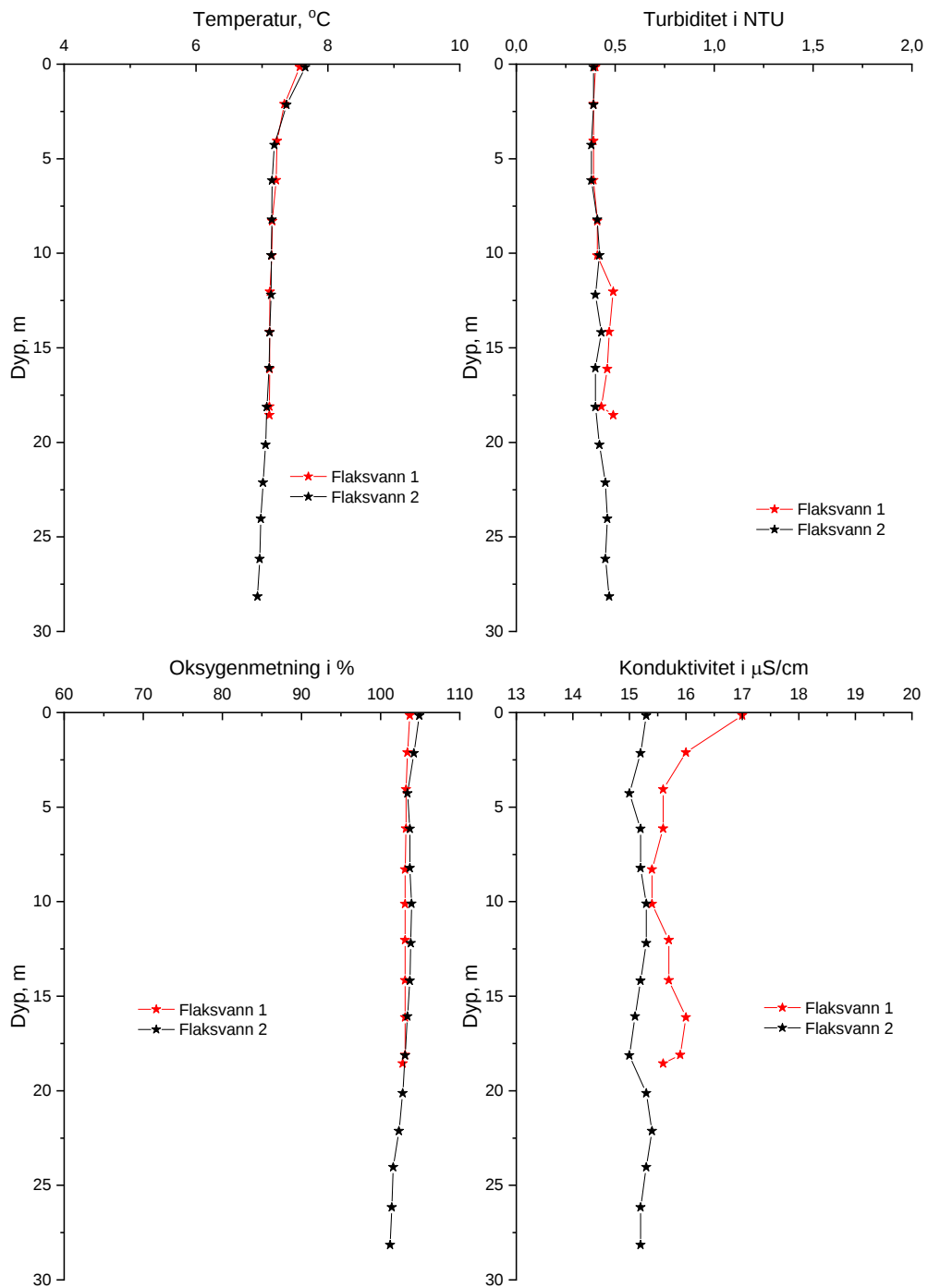
Dybdeprofiler fra første prøvetaking 11. mai er vist i figur 3. Det var en meget svakt avtakende temperaturgradient mot dypet, og profileringen representerer sannsynligvis situasjonen rett etter eller mot slutten av vårsirkulasjonen. Det var full oksygenmetning ned til sedimentoverflaten ved begge lokalitetene. Temperaturen var nesten 7 °C på 28 m dyp, og det underbygger at fullsirkulasjonen hadde pågått en stund.

Det var liten eller ingen forskjell de to lokalitetene imellom, men det var svakt høyere konduktivitet i hele vannsøylen ved Flaksvann 1. Det er nærliggende å tolke dette som et resultat av at Flaksvann 1 ligger nærmere selve utslippspunktet enn Flaksvann 2. Profilene var ellers som forventet i en innsjø i Sør-Norge i mai.

Juni 2021:

Dybdeprofiler fra prøvetakingen 8. juni er vist i figur 4. Temperaturprofilen tilsa en termisk sjiktning, men det var overraskende høy temperatur i bunnvannet. På 24 m dyp hadde temperaturen steget fra ca. 7 °C i mai til ca. 11 °C i juni. Dette var ikke som forventet, og det måtte bety at Flaksvann hadde fullsirkulert helt fram til hele vannsøylen hadde ca. 11 °C.

Flaksvann 11. mai 2021



Figur 3: Utvalgte profiler fra 11. mai 2021 i Flaksvann

En slik forklaring ble imidlertid ikke underbygget av at det allerede kunne registreres oksygenforbruk i dypvannet, og det var avvikende dybdeprofiler med tydelig økt konduktivitet mot dypet.

I driftsjournalen for Birkeland avløpsanlegg loggføres temperaturen i innløpet til renseanlegget sporadisk, og i perioden etter 11. mai frem til 8. juni lå temperaturen mellom 12 og 14 °C. Det kan dermed ikke ses bort fra at den høye temperaturen i bunnvannet til en viss grad også kan tilskrives temperaturen i utslippet fra avløpsanlegget. Dette ville i så fall også forklare oksygenforbruket og de noe avvikende konduktivitetsprofilene.

Juli 2021:

I figur 5 er dybdeprofiler fra 5. juli fremstilt, og påvirkningen fra avløpsanlegget begynner å bli tydelig. Det var en markert termisk sjiktning med et sprangsjikt mellom 8 og 12 m dyp. Under sprangsjiktet var det et betydelig oksygenforbruk. Det var også tydelig økt turbiditet og konduktivitet. Effektene av utslippet synes å være mest markert ved Flaksvann 1 som ligger nærmest utslippspunktet. Videre synes det som om påvirkningen avtok helt ned mot sedimentoverflaten, og at utslippet dermed ble innlagret i et sjikt i vannsøylen som tilsvarte dybden for selve utslippet. Allerede tidlig i juli var det altså under 40 % oksygenmetning på 20 m dyp ved Flaksvann 1.

August 2021:

I figur 6 er dybdeprofiler fra 4. august fremstilt, og vannkvaliteten under sprangsjiktet var tydelig påvirket av utslippet fra avløpsanlegget. Oksygenforbruket i bunnvannet hadde ført til under 10 % oksygenmetning ved Flaksvann 1, og ved Flaksvann 2 var det under 20 % metning. Det var også tydelig økt konduktivitet og turbiditet i dypvannet.

September 2021:

Dybdeprofiler fra 7. september er fremstilt i figur 7. Oksygenforbruket hadde fått dramatiske konsekvenser, og dypere enn ca. 15 m dyp var det tilnærmet anaerobe tilstander både ved Flaksvann 1 og 2. Denne datoen ble det profilert flere steder i Flaksvann, og der det ble funnet dybder over 15 m var situasjonen den samme.

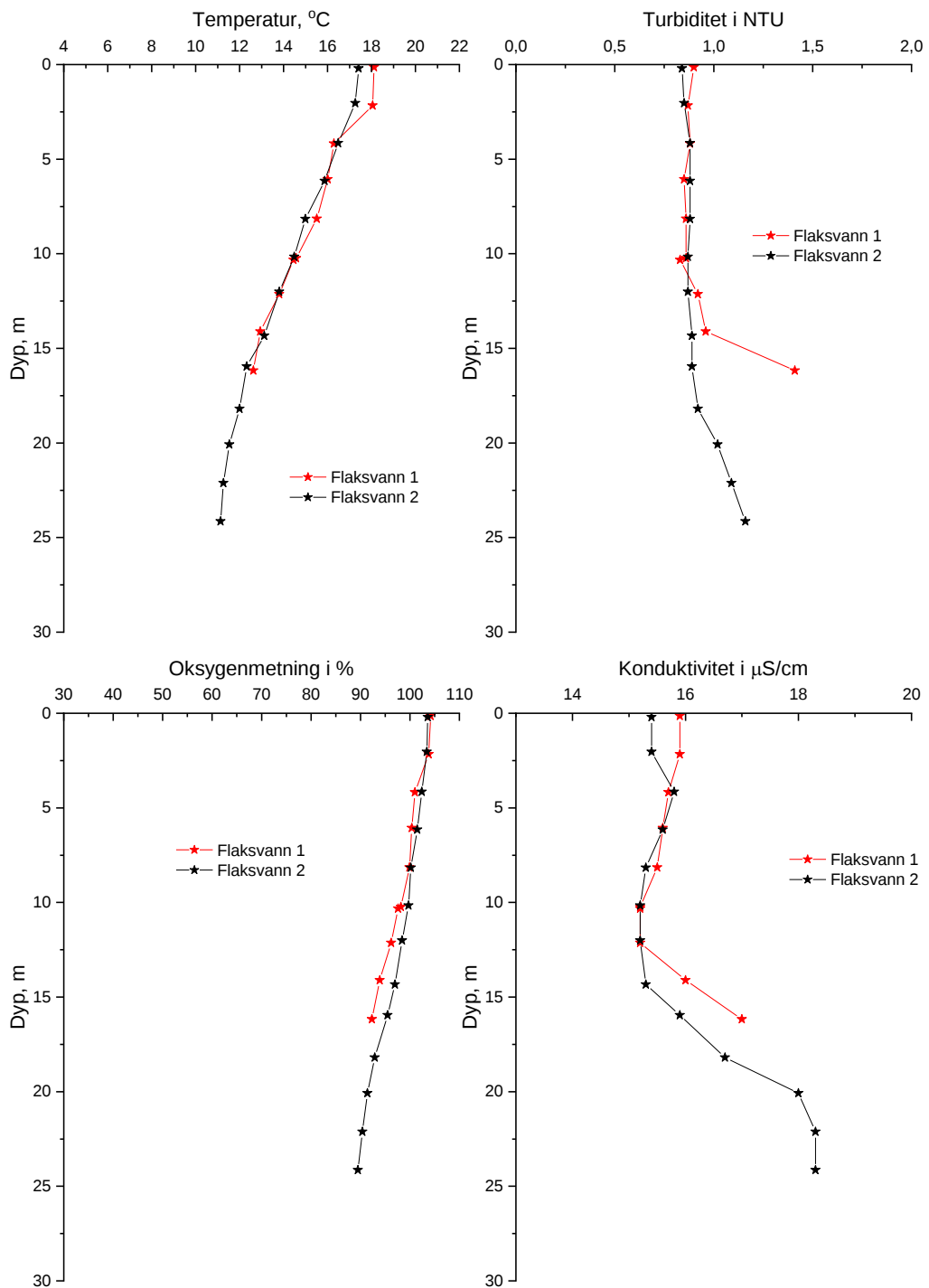
I utgangspunktet vil oksygenvinn over sedimentene i en vannforekomst kunne føre til mer eller mindre irreversible effekter med blant annet økt lekkasje av fosfor fra sedimentene til vannmassene over. Med tanke på den korte teoretiske oppholdstiden i Flaksvann, og den meget store gjennomstrømningen via Tovdalselva, var en slik påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg ikke forventet.

Oktober 2021:

I månedsskiftet september-oktober var det en kraftig flom som kulminerte 4. oktober med vannføring på ca. 390 m³/sek og en vannstandsøkning på over 3 m i Flaksvann (*SILDRE - NVE*). Oktobertoktet ble gjennomført 6 oktober. Flommen var fremdeles meget tydelig med ca. 150 m³/sek og drøyt 2 m høyere vannstand enn normalt, og i figur 8 er dybdeprofiler fra 6. oktober fremstilt.

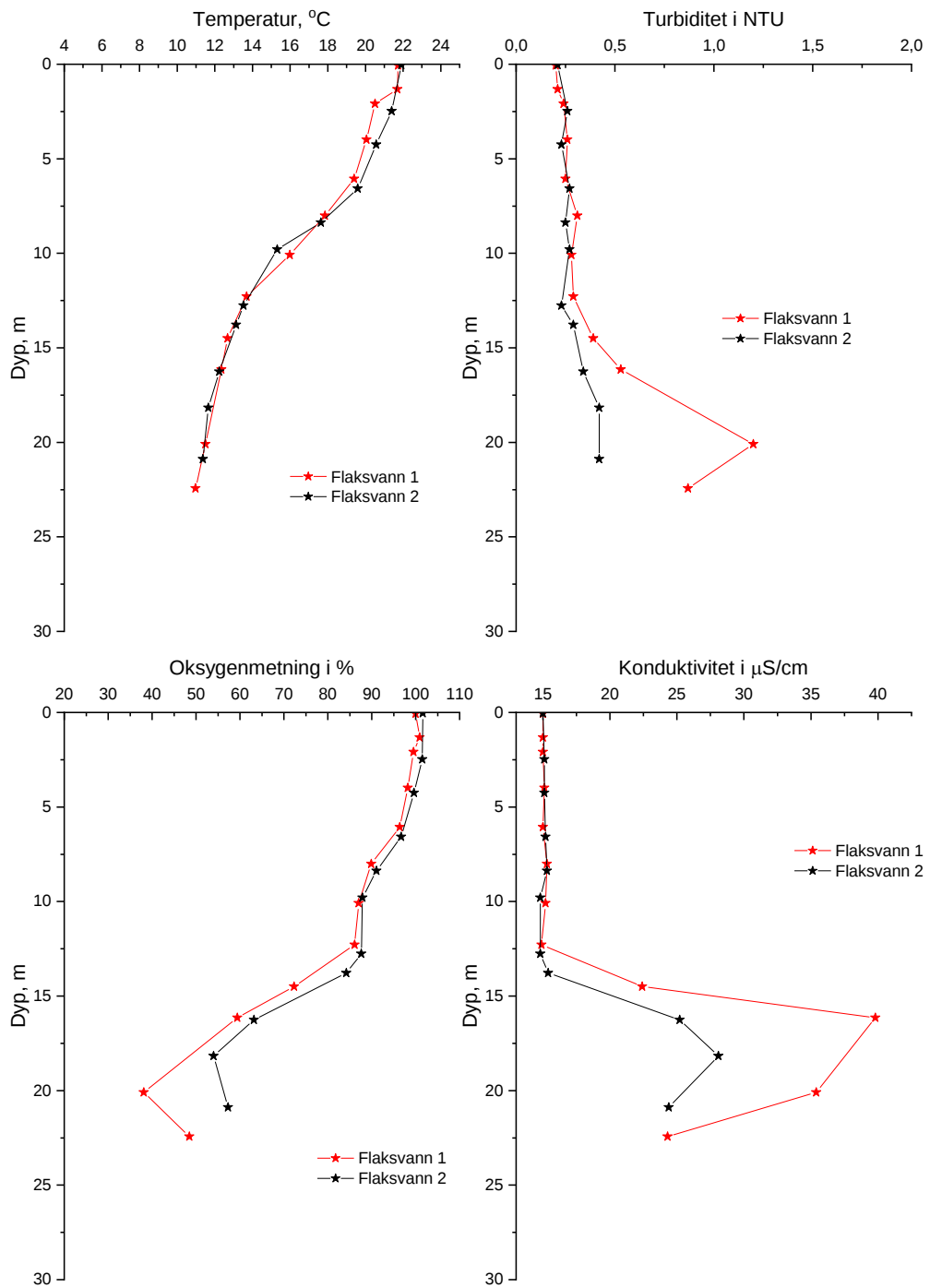
Som figurene viser, hadde flommen visket ut all sjiktning. Det var igjen 100 % oksygenmetning i hele vannsøylen, og i slike situasjoner er Flaksvann å anse som en kulp i Tovdalselva med helt lik vannkvalitet i hele vannsøylen. Alle spor av påvirkning av utslippet fra avløpsanlegget var borte.

Flaksvann 8. juni 2021



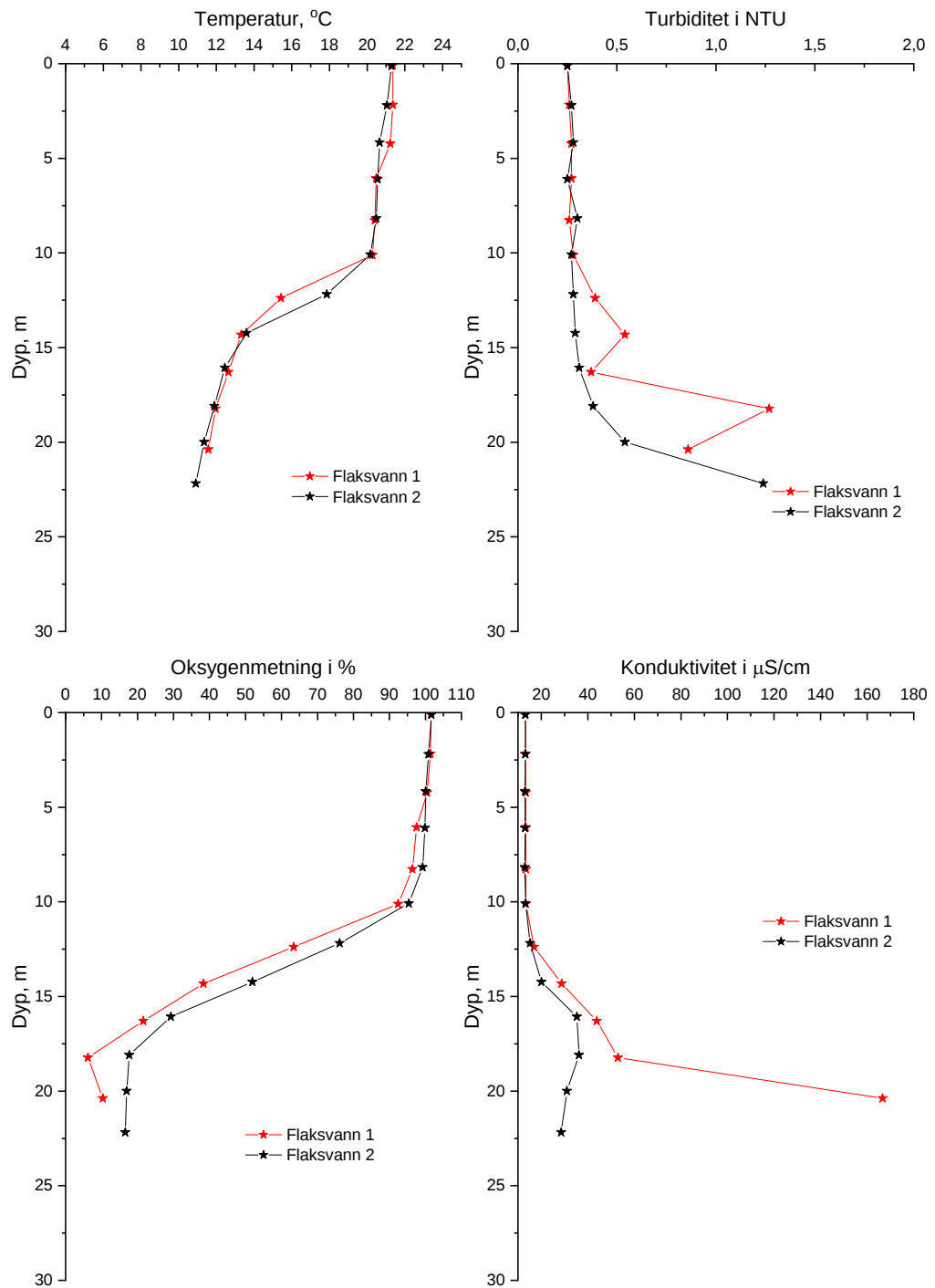
Figur 4: Utvalgte profiler fra 8. juni 2021 i Flaksvann

Flaksvann 5. juli 2021



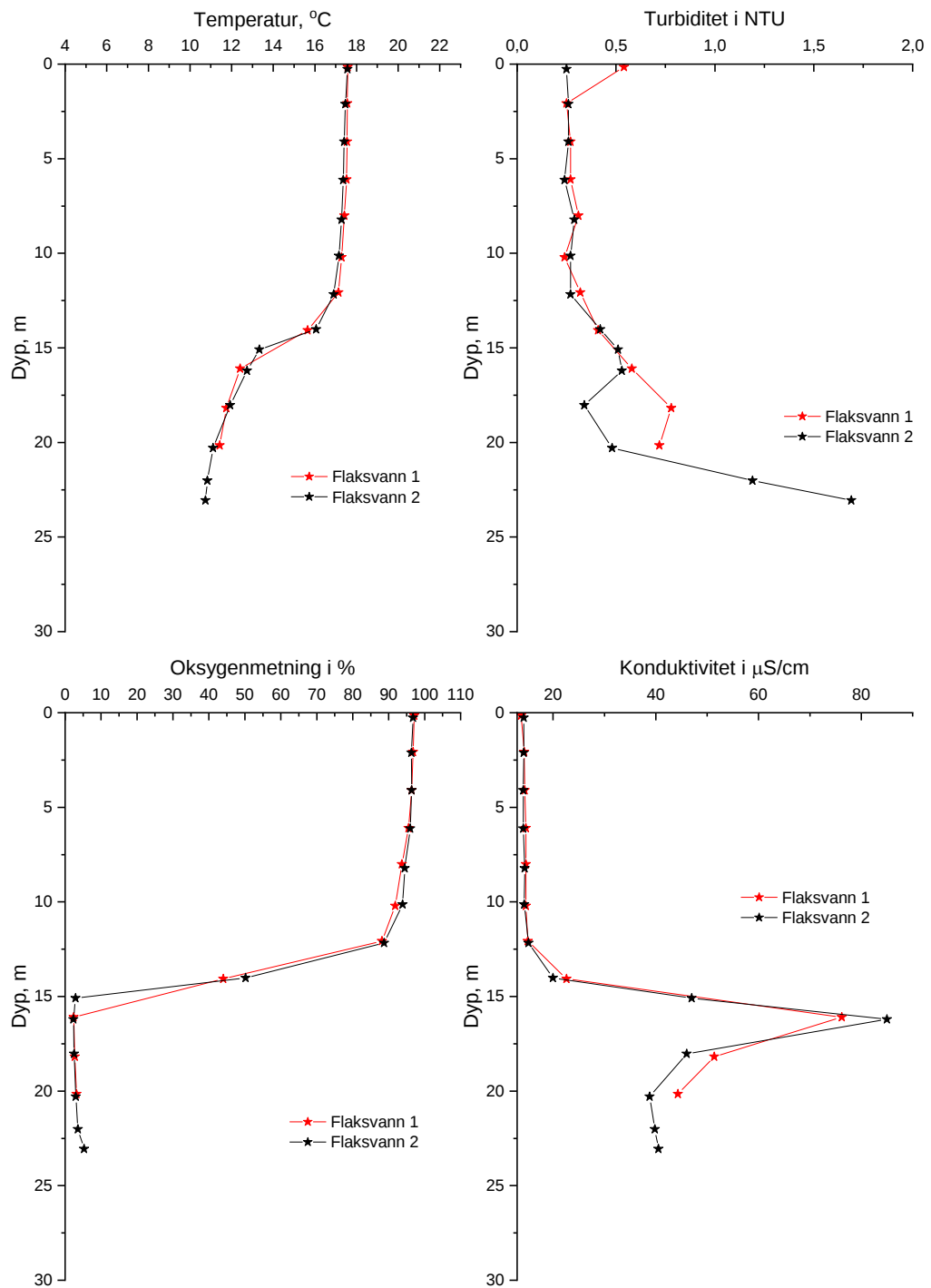
Figur 5: Utvalgte profiler fra 5. juli 2021 i Flaksvann

Flaksvann 4. aug 2021



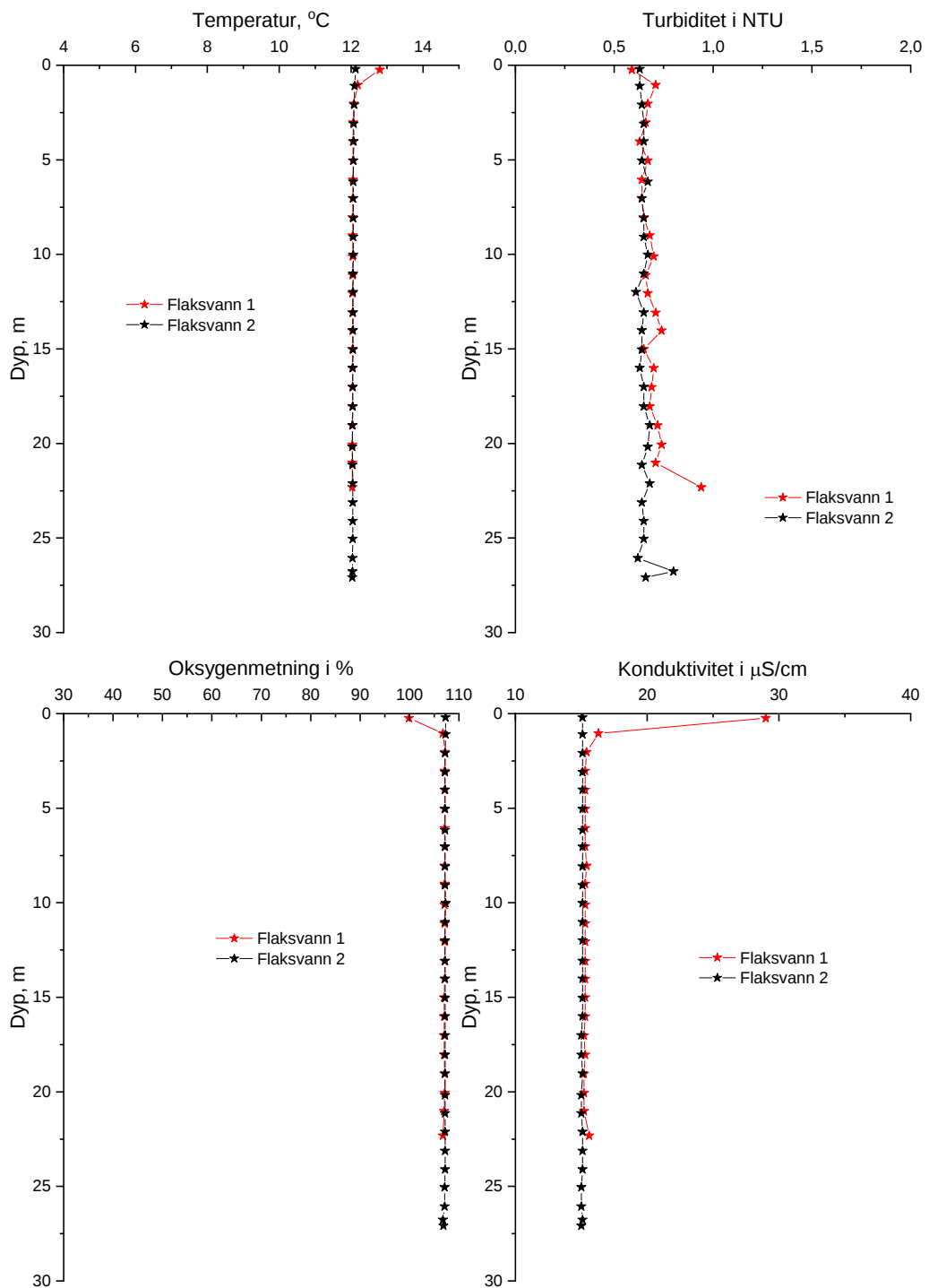
Figur 6: Utvalgte profiler fra 4. august 2021 i Flaksvann

Flaksvann, 7. september 2021



Figur 7: Utvalgte profiler fra 7. september 2021 i Flaksvann

Flaksvann, 6. oktober 2021



Figur 8: Utvalgte profiler fra 6. oktober 2021 i Flaksvann

Profileringene i perioden mai-oktober i 2021 viser at utslippet fra Birkeland avløpsanlegg påvirker Flaksvann i betydelig grad. Utslippet av organisk stoff fra avløpsanlegget fører til kraftig oksygenforbruk i dypvannet når Flaksvann er termisk sjiktet om sommeren. Samtidig viser undersøkelsen at kraftig flom i Tovdalsvassdraget lett bryter ned den sjiktningen som er etablert, og da er fortyningen så stor at alle spor av oksygenforbruk grunnet utslipp fra Birkeland avløpsanlegg forsvinner. I tillegg til kraftig oksygenforbruk viser profileringene at utslippet også fører til økt konduktivitet og økt turbiditet. Begge disse effektene bidrar til en viss grad til å øke stabiliteten til den etablerte termiske sjiktningen i Flaksvann.

Som vist i tabell 1 ble det sluppet ut organisk stoff tilsvarende snaut 6 tonn BOF i perioden mai-oktober i 2021 fra Birkeland avløpsanlegg. Etter at Flaksvann blir termisk sjiktet på seinvåren er det et gitt oksygeninnhold i vannvolumet under sprangsjiktet som er tilgjengelig for biologisk nedbryting av organisk stoff. Uten dybdekart for Flaksvann er det ikke mulig å beregne denne mengden oksygen, men denne undersøkelsen viser at sommeren 2021 var utslippet av nedbrytbart organisk stoff fra Birkeland avløpsanlegg så vidt stort at hele vannvolumet under ca. 15 m dyp var anaerobt fra august/september til flommen i begynnelsen av oktober. Det er åpenbart at dette påvirker økologisk status negativt i profundalsonen og på sedimentoverflaten.

Undersøkelsen gir ikke grunnlag for å konkludere med at dette er situasjonen i Flaksvann hvert år, men det er sannsynlig. Varigheten og utstrekningen av anaerobe forhold i dypvannet vil med stor sannsynlighet variere med værforholdene i sommerperioden, og det er særlig intensiteten og frekvensen av flomperioder som er utslagsgivende.

Dersom Flaksvann islegges om vinteren, og det oppstår en invers temperatursjiktning under isen, vil den samme mekanismen med kraftig oksygenforbruk i dypvannet gjøre seg gjeldende helt frem til flomepisoder i Tovdalselva igjen fører til fullsirkulasjon.

4.2 Vannkjemi, klorofyll-a og siktedyp i Flaksvann

I tabell 2 er analyseresultater fra vannprøvene og målt siktedyp fremstilt som gjennomsnitt for perioden mai-oktober 2021. I beregning av gjennomsnitt er verdier rapportert som mindre enn deteksjonsgrensen satt lik deteksjonsgrensen. Dette gjelder enkelte resultater for PO₄-P og NH₄-N, samt de fleste målingene av klorofyll-a.

Tabell 2: Analyseresultater fra vannprøver og målt siktedyp i perioden mai-oktober 2021 som gjennomsnitt

Prøvetakingslokalitet	pH	Kond	Turb	Tot-P	PO ₄ -P	Tot-N	NO ₃	NH ₄	Klorof.-a	TOC	Siktedyp
	pH	mS/m	FNU	ugP/l	ugP/l	ugN/l	ugN/l	ugN/l	ug/l	mg/l	m
Flaksvann 1, 0-4 m	6,6	1,90	0,79	13	2	293	64	16	1,2	5,0	3,8
Flaksvann 2, 0-4 m	6,5	1,65	0,77	8	2	240	53	16	1,2	4,8	4,1
Flaksvann 1, 2 m o/ bunn	6,5	2,08	0,87	14	3	873	63	577		4,8	
Flaksvann 2, 2 m o/bunn	6,4	2,67	1,01	13	3	717	63	430		4,6	

For de parameterne det er etablert klassegrenser for i veileder om klassifisering av miljøtilstand i vann (*Direktoratsgruppen for vanndirektivet, 2018*), viser også tabellen tilstandsklasser. Blå farge tilsier svært god tilstand, grønn farge tilsier god tilstand og gul farge tilsier moderat tilstand.

For pH er det ikke etablert klassegrenser for vannforekomster med anadrom fisk, og det er derfor benyttet klassegrenser for vannforekomster uten anadrom fisk selv om Tovdalsvassdraget har anadrom fisk.

Klassifiseringen er gjort med utgangspunkt i vanntypifiseringen gitt i Vann-Nett (*Vann-Nett*), og Flaksvann oppgis å være L102d.

Som det fremgår av tabellen fremstår overflatelaget i Flaksvann i svært god tilstand for pH, og det er ingen forskjell mellom lokalitetene Flaksvann 1 og 2. For totalt fosfor er det moderat tilstand ved Flaksvann 1 og god tilstand ved Flaksvann 2. Ved Flaksvann 1 er det særlig en prøve fra juli som drar gjennomsnittet opp. 5. juli ble det påvist hele 25 ugP/l, og det er nær dobbelt så høyt som det nest høyeste nivået som ble målt under flommen i begynnelsen av oktober.

Som vist i kapittel 4.1 var det en tydelig termisk sjiktning i juli, og det er dermed lite sannsynlig at det er utslippet på 17 m dyp som påvirker vannkvaliteten i overflatelaget. Det kan selvfølgelig være andre kilder for totalt fosfor til overflatelaget, men den høye målingen av totalt fosfor i juli underbygges imidlertid ikke av noen andre parametere. Det kan dermed ikke ses helt bort fra kontaminering eller ombytting av prøver. Ved å utelate denne noe avvikende målingen av Tot-P i juli er det god tilstand ved Flaksvann 1 også.

For totalt nitrogen tilsier gjennomsnittet god tilstand ved Flaksvann 1 og svært god tilstand ved Flaksvann 2. I utgangspunktet skal ikke vannforekomster klassifiseres med tanke på totalt nitrogen med mindre primærproduksjonen i forekomsten er nitrogenbegrenset. Det er ingen indikasjoner på at Flaksvann er nitrogenbegrenset, men klassifiseringen gir likevel et perspektiv på nivåene.

Selv om resultatene tilsier et noe forhøyet innhold av totalt fosfor, og kanskje moderat tilstand for totalt fosfor ved Flaksvann 1, er det svært god tilstand for klorofyll-a ved begge lokalitetene.

Den tilsynelatende manglende responsen på klorofyll-a grunnet et noe forhøyet fosforinnhold, kan være forårsaket av lyshemming grunnet moderat siktedyp.

Det er altså ingen tydelig påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg på overflatelaget i Flaksvann, men sammenlignet med Tovdalselva er det likevel et noe høyere innhold av både fosfor og nitrogen.

I dypvannet er det en annen situasjon. Det er moderat forhøyede fosfornivåer, men konsentrasjonen av totalt nitrogen er nesten tre ganger så høyt i bunnvannet som i overflatelaget. Det er særlig innholdet av ammonium som øker mot bunnen.

Det analyseres ikke for nitrogenforbindelser i den løpende utslippskontrollen ved Birkeland avløpsanlegg, og det vites derfor ikke noe om nitrogennivåene i utslippet. Erfaring tilsier imidlertid at innholdet av totalt nitrogen kan være høyt (flere titalls mgN/l) med ammonium som den dominerende uorganiske forbindelsen. Når ammoniumholdig utslipp ledes til dypvannet i Flaksvann, som i perioder er tilnærmet anaerobt, vil det være begrenset nitrifikasjon. Dermed vil det akkumuleres ammonium i bunnvannet i perioder med stabil termisk sjiktning og redusert oksygenmetning mot dypet.

Tabellen viser også at både konduktiviteten og turbiditeten er høyere i bunnvannet enn i overflatelaget, og de kjemiske analysene underbygger dermed dybdeprofileringene som er omtalt i kapittel 4.1.

Ved å sammenligne overflatelaget med dypvann i tidsserier i overvåkingsperioden blir påvirkningen fra avløpsanlegget enda tydeligere. I figur 9 og 10 er relevante tidsserier for henholdsvis Flaksvann 1 og 2 fremstilt. Som figurene viser, er det ingen vesentlig forskjell mellom overflatelag og bunnvann i mai. Som vist i figur 3 var det ved dette tidspunkt heller ingen stabil termisk sjiktning og

vannmassene sirkulerte mer eller mindre fritt. Fra juni og ut til september var det derimot tydelig termisk sjiktning, og utslippet på 17 m førte etter hvert til anaerobe forhold i dypvannet.

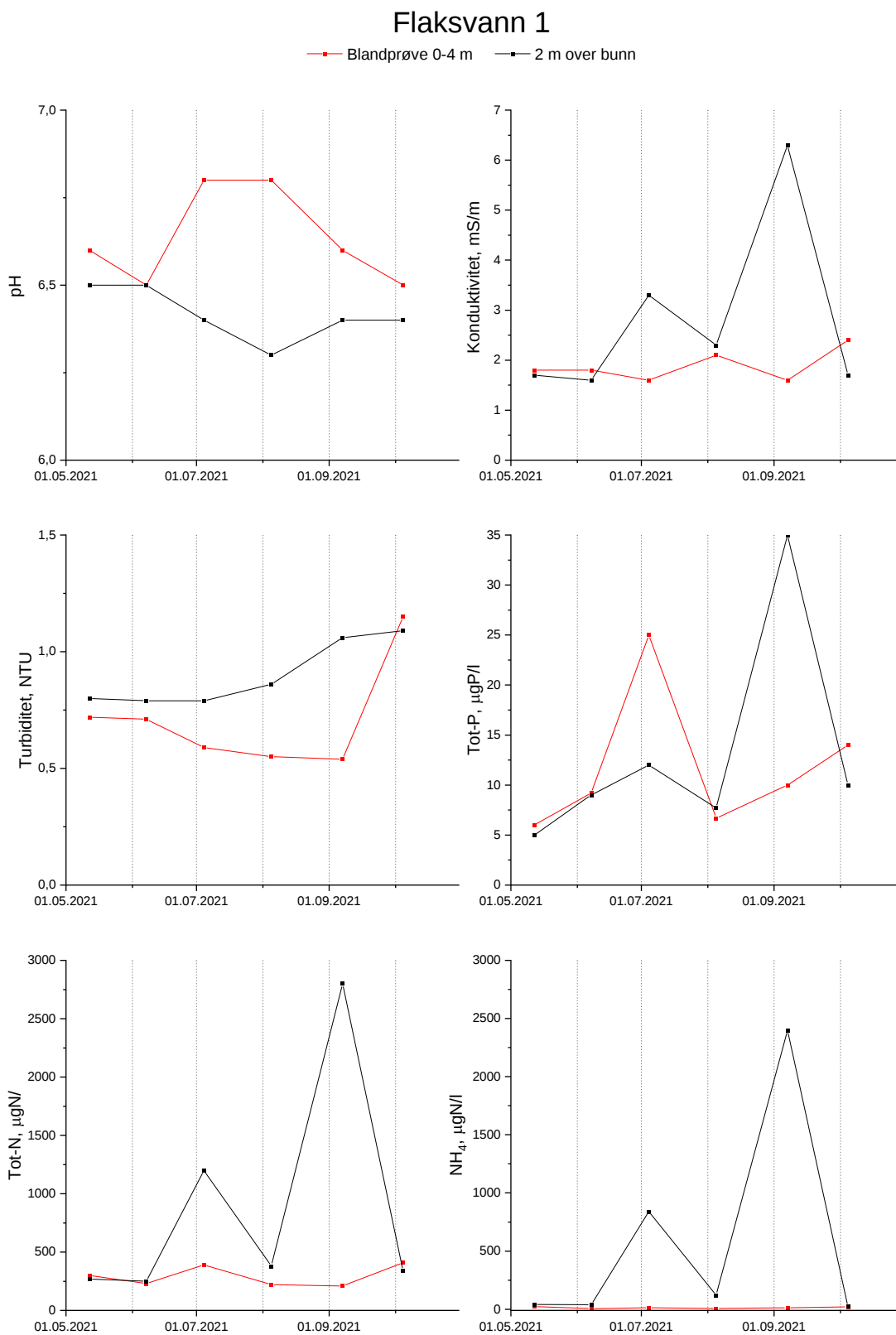
Som det går frem av figur 9 og 10 avtar pH i dypvannet i samme periode grunnet høyt CO₂-trykk som følge av biologisk nedbryting av organisk stoff fra utslippet. Utslippet fører til også til økt konduktivitet og turbiditet i dypvannet. Innholdet av fosfor øker også som følge av utslippene, men det er særlig økningen av totalt nitrogen i dypvannet som er meget tydelig.

Ved Flaksvann 1 øker totalt nitrogen fra 270 µgN/l i mai til 2800 µgN/l i september, og mot slutten av perioden med termisk sjiktning utgjør ammonium nesten 90 % av totalt nitrogen.

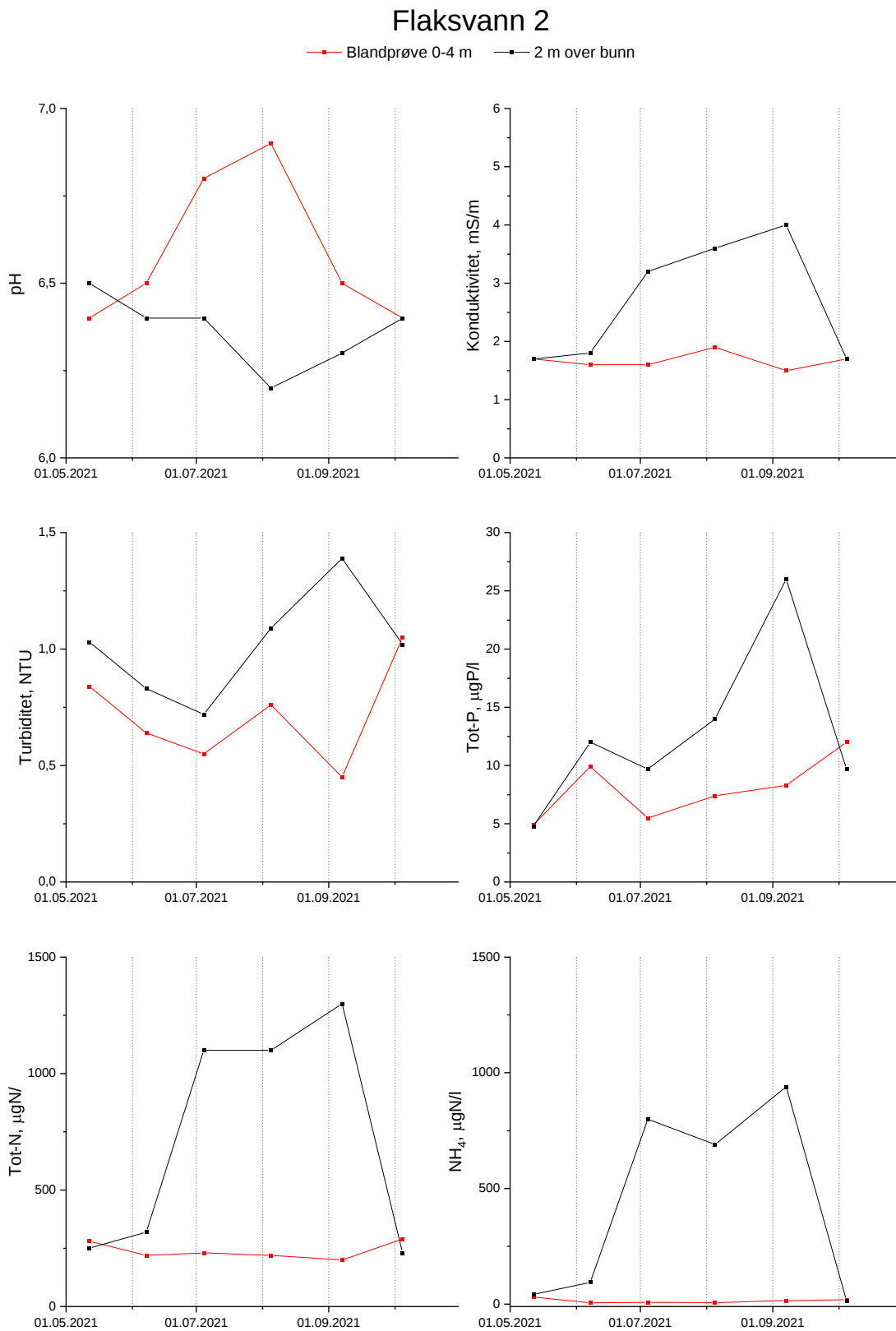
Ved Flaksvann 2 er det i store trekk samme mønster gjennom overvåkingsperioden, men nitrogenkonsentrasjonene er noe lavere antakelig grunnet større avstand til selve utslippspunktet for Birkeland avløpsanlegg.

Etter flomtoppen i begynnelsen av oktober er det ingen gradienter mot dypet, og vannmassene fullsirkulerer. Vannkvaliteten i Flaksvann under flommen i begynnelsen av oktober, er helt og holdent styrt av vannkvaliteten i Tovdalselva, og det er ingen tydelige spor av påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg.

Det vites ikke hva som skjer med vannkvaliteten i Flaksvann utover høsten og vinteren. Det er all grunn til å tro at vannføringen i Tovdalselva vil være avgjørende for hvor stor påvirkning utslippene fra Birkeland avløpsanlegg får i vannsøylen. Variabel vannføring vil føre til variabel påvirkning og dermed variabel vannkvalitet. Dette underbygges av målinger fra Tovdalselva nedstrøms Flaksvann som omtales i kap. 4.3.



Figur 9: Utvalgte tidsserier av vannkjemiske analyseresultater fra Flaksvann 1



Figur 10: Utvalgte tidsserier av vannkjemiske analyseresultater fra Flaksvann 2

4.3 Vannkjemi i Tovdalselva

Tabell 3 viser gjennomsnitt i perioden mai 2021 til april 2022 for Tovdalselva oppstrøms og nedstrøms Flaksvann, og tilstandsklasser er beregnet på samme måte som for Flaksvann. I Vann-Nett oppgis Tovdalselva av være vanntype R102c.

Som det går frem av tabellen er det god tilstand for Tot-P og svært god tilstand for Tot-N og pH. Det er få tydelige forskjeller mellom oppstrøms og nedstrøms, men basert på gjennomsnitt kan det antydes høyere konduktivitet og turbiditet samt høyere innhold av totalt nitrogen og ammonium nedstrøms sammenlignet med oppstrøms.

I figur 11 er utvalgte tidsserier fremstilt. Figurene viser stor grad av samvariasjon, men antydningen om et høyere nivå av enkelte forbindelser nedstrøms enn oppstrøms bekreftes. Det er mest tydelig for ammonium og turbiditet. Selv om det også er en økning av ammonium oppstrøms Flaksvann under flommen i oktober, er det sannsynlig at den markerte økningen nedstrøms skyldes utspyling av det sterkt ammoniumholdige bunnvannet i Flaksvann.

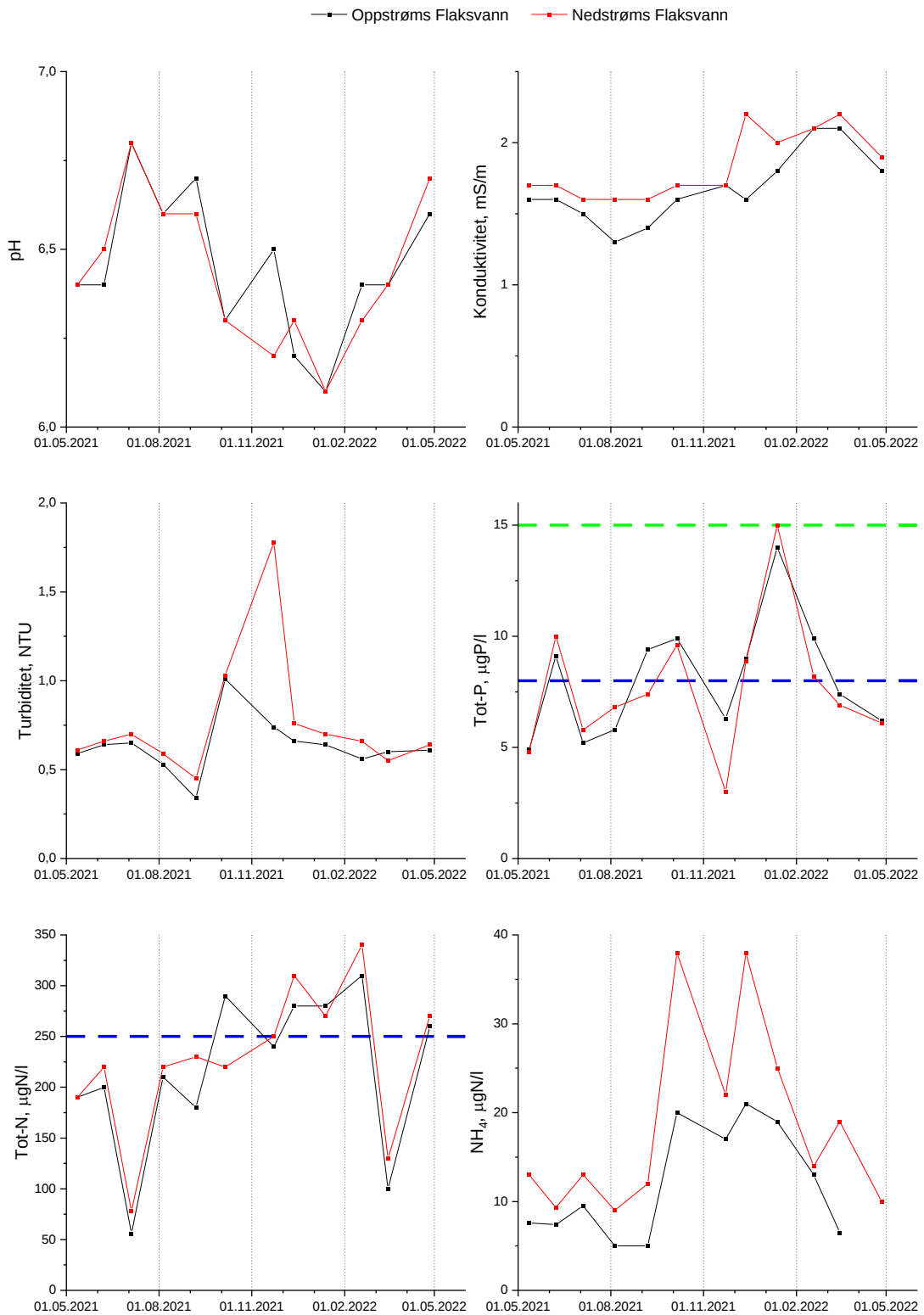
Månedlige stikkprøver i perioden mai 2021 til april 2022 tilsier at utslippet fra Birkeland avløpsanlegg har en viss påvirkning på vannkvaliteten i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Basert på årgjennomsnitt av vannkemiske analyser fører imidlertid ikke påvirkningen til endret tilstandsklasse i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann.

Når Flaksvann er termisk sjiktet er det ingen tydelig påvirkning i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Det er når den termiske sjiktningen brytes og Flaksvann sirkulerer, at påvirkningen fra Birkeland avløpsanlegg er målbar i Tovdalselva. Graden og varigheten av påvirkning vil variere med vannføringen i Tovdalselva, og denne undersøkelsen gir grunn til å tro at det i perioder kan være meget tydelig påvirkning i både Flaksvann og Tovdalselva i de periodene Flaksvann ikke er termisk sjiktet.

Tabell 3: Analyseresultater som gjennomsnitt av månedlige vannprøver i perioden mai-21 til april-22

Prøvetakingslokalitet	pH	Kond	Turb	Tot-P	PO4-P	Tot-N	NO3	NH4	TOC
	pH	mS/m	FNU	ugP/l	ugP/l	ugN/l	ugN/l	ugN/l	mg/l
Tovdalselva oppstrøms	6,5	1,68	0,63	8,1	3	216	80	13	5,1
Tovdalselva nedstrøms	6,4	1,83	0,76	8,1	2	227	88	19	5,1

Tovdalselva



Figur 11: Utvalgte tidsserier av vannkjemiske resultater fra Tovdalselva oppstrøms og nedstrøms Flaksvann

4.4 Hygienisk kvalitet i Flaksvann og Tovdalselva

Tabell 4 lister opp alle resultater fra mikrobiologiske analyser i perioden mai-oktober 2021 i Flaksvann, og tabell 5 lister tilsvarende resultater fra Tovdalselva oppstrøms og nedstrøms Flaksvann i perioden mai 2021 til april 2022.

Hovedinntrykket er at den hygieniske kvaliteten varierer mye mellom prøvetakingslokalitetene og gjennom prøvetaksperioden. Samtidig er det liten tvil om at de mikrobiologiske analysene tilsier at alle prøvetakingslokalitetene er påvirket av fekal forurensning, og det er tidvis tegn til massiv påvirkning av fersk fekal forurensning.

I bunnvannet ved Flaksvann 1 måles det opp mot 200 *E.coli*-bakterier per 100 ml i juli, september og oktober. Dette er bakterier med meget kort levetid utenfor tarmkanalen til mennesker/varmblodige dyr. Når det påvises slike nivåer i relativt kaldt bunnvann i Flaksvann må det være en direkte følge av utslipp fra Birkeland avløpsanlegg. Det er også flere prøver der innholdet koliforme bakterier er så høyt at det ikke lar seg kvantifisere på grunn av for mange kolonier.

I bunnvannet ved Flaksvann 2 er det gjennomgående litt lavere nivåer enn ved Flaksvann 1, men også her måles det opp mot 100 *E.coli*-bakterier per 100 ml, og påvirkningen fra avløpsanlegget er tydelig.

I overflatelaget i Flaksvann er det også tydelige indikasjoner på fekal forurensning. Bakterieinnholdet er likevel klart lavere enn i bunnvannet. Det kan være flere kilder til fekal forurensning i overflatelaget, og som tabellen viser er den hygieniske kvaliteten i Tovdalselva oppstrøms Flaksvann heller ikke fri for fekale indikatororganismer. Avrenning fra sanitæranlegg for spredt bebyggelse og generell overflateavrenning fra urbane arealer eller landbruksarealer kan være viktige kilder.

Under flomperioden i oktober var det meget høye nivåer av både koliforme bakterier og *E.coli*-bakterier ved alle prøvetakingslokalitetene, men det var høyere nivåer i Flaksvann enn i Tovdalselva. I denne perioden var det fullsirkulasjon i Flaksvann, og utslipp og eventuelt overløp ved renseanlegget påvirket den hygieniske vannkvaliteten i hele vannsøylen.

Utslipp fra Birkeland avløpsanlegg er utvilsomt en viktig kilde for fekal forurensning til Flaksvann. Som det går frem av tabell 5 er det tilsynelatende også noe dårligere hygienisk kvalitet i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann enn ved lokaliteten oppstrøms Flaksvann.

For å presentere enkel deskriptiv statistikk er det gjort en forenkling i datamaterialet. Alle resultater rapportert som mindre enn 1 er satt lik 0, og alle resultater rapportert som større enn 200 er satt lik 200. En slik forenkling vil føre til feil, særlig med tanke på nivåer rapportert som større enn 200. Den deskriptive statistikken underbygger likevel at det er dårligere hygienisk kvalitet ved nedstrømslokaliteten enn ved oppstrømslokaliteten, og det er kanskje særlig medianverdien som bør vektlegges.

Fra mai 2021 til april 2022 tilsier medianen at det i 6 av 12 månedsprøver er flere enn 13 *E.coli*-bakterier per 100 ml ved lokaliteten nedstrøms Flaksvann i Tovdalselva. For lokaliteten oppstrøms Flaksvann er medianen 4 *E.coli*-bakterier per 100 ml. For innholdet av Koliforme bakterier er medianene 72 Koliforme bakterier/100 ml nedstrøms mot 26 Koliforme bakterier/100 ml oppstrøms.

Som nevnt er det flere kilder for fekal forurensning til vassdraget enn avløpsanlegget, og det illustreres tydelig av resultatene fra oppstrømslokaliteten. Det er likevel all grunn til å tro at de høye bakterietallene i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann etter høstflommen 2021 i stor grad skyldes utslipp fra Birkeland avløpsanlegg.

Tabell 4: Resultater fra mikrobiologiske analyser fra Flaksvann i perioden mai-oktober 2021

Merking	Int.ent /100 ml	Kolifo. /100 ml	<i>E.coli</i> /100 ml
Flaksvann 1, 0,5 m			
12.05.2021	1	50	6
08.06.2021	<1	25	2
05.07.2021	<1	59	21
05.08.2021	2	200	21
07.09.2021	2	83	4
06.10.2021	23	200	150
Flaksvann 1, 2 m over bunn			
12.05.2021	1	120	22
08.06.2021	3	>200	53
05.07.2021	8	>200	200
05.08.2021	<1	27	<1
07.09.2021	3	>200	200
06.10.2021	22	200	200
Flaksvann 2, 0,5 m			
12.05.2021	1	31	9
08.06.2021	<1	43	9
05.07.2021	<1	53	10
05.08.2021	1	200	6
07.09.2021	5	110	3
06.10.2021	14	200	100
Flaksvann 2, 2 m over bunn			
12.05.2021	5	78	15
08.06.2021	18	>200	83
05.07.2021	2	170	53
05.08.2021	<1	170	24
07.09.2021	1	200	9
06.10.2021	14	200	100

Tabell 5: Resultater fra mikrobiologiske analyser fra Tovdalselva oppstrøms og nedstrøms Flaksvann i perioden mai 2021 til april 2022. I den deskriptive statistikken er resultater oppgitt som mindre enn 1 satt lik null, og resultater oppgitt som større enn 200 satt lik 200

Merking	Int.ent /100 ml	Kolifo. /100 ml	E.coli /100 ml
Tovdalselva oppstrøms			
12.05.2021	<1	14	1
08.06.2021	<1	45	8
05.07.2021	2	74	16
05.08.2021	7	>200	8
07.09.2021	<1	>200	4
06.10.2021	13	170	83
23.11.2021	2	38	4
13.12.2021	50	11	1
13.01.2022	20	14	2
18.02.2022	1	10	5
16.03.2022	33	3	<1
27.04.2022	<1	6	2
snitt	11	65	11
median	2	26	4
90-persentil	33	200	16
25-persentil	0	10,5	1,5
Tovdalselva nedstrøms			
12.05.2021	<1	31	2
08.06.2021	<1	43	3
05.07.2021	2	200	50
05.08.2021	<1	>200	15
07.09.2021	2	200	8
06.10.2021	10	200	89
23.11.2021	<1	130	32
13.12.2021	4	70	19
13.01.2022	5	24	12
18.02.2022	53	1	<1
16.03.2022	3	43	14
27.04.2022	<1	74	5
snitt	7	101	21
median	2	72	13
90-persentil	10	200	50
25-persentil	0	37	4

5 Oppsummering

Denne undersøkelsen har vist at utslipp fra Birkeland avløpsanlegg påvirker vannkvaliteten i Flaksvann negativt. Det er også klare indikasjoner på at utslipp fra avløpsanlegget i perioder påvirker vannkvaliteten i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann negativt.

I perioder med termisk sjiktning i Flaksvann fører utslippet av rensed avløpsvann til kraftig oksygenforbruk i dypvannet. I store deler av august og september 2021 førte dette til anaerobe tilstander fra ca. 15 m dyp og ned til sedimentoverflaten.

Utslippet fører også til en markant økning av nitrogenforbindelser i dypvannet, og det er ammonium som er den totalt dominerende nitrogenforbindelsen i dypvannet når Flaksvann er termisk sjiktet. I det samme dypvannet er det også forhøyede nivåer av konduktivitet og turbiditet, og det kan også antydes en økning av fosfor som følge av utslippet.

Påvirkningen i dypvannet er størst nærmest selve utslippspunktet, men hele vannvolumet dypere enn ca. 15 m i Flaksvann var anaerobt i store deler av august og september 2021.

Utslippet fører også tidvis til meget høye nivåer av fekale indikatororganismer i dypvannet, og nivåene tilsier massiv belastning av fersk fekal forurensning.

I overflatelaget i Flaksvann er påvirkningen mindre tydelig. Det kan antydes noe høyere nivå av fosfor- og nitrogenforbindelser i overflatelaget nær utslippspunktet. Dette kan skyldes kilder som avløp fra spredt bebyggelse eller avrenning fra landbruksarealer, og det kan dermed også være årsaken til at den hygieniske kvaliteten i overflatelaget tilsier tilførsel av fersk fekal forurensning. Nivåene av fekale indikatororganismer er imidlertid klart lavere i overflatelaget enn i dypvannet.

Når den termiske sjiktningen brytes som følge av kraftig flom i Tovdalselva, forsvinner alle spor av påvirkning fra avløpsanlegget raskt. I slike perioder er vannkvaliteten i Flaksvann helt og holdent styrt av vannkvaliteten i Tovdalselva. Unntaket er den hygieniske kvaliteten som forblir tydelig påvirket i hele vannsøylen.

Hva som skjer utover høsten og vinteren etter høstflom og fullsirkulasjon i Flaksvann vites ikke. Det er all grunn til å tro at vannføringen i Tovdalselva vil være avgjørende for hvor stor påvirkning utslippene fra Birkeland avløpsanlegg får i vannsøylen. Variabel vannføring vil føre til variabel påvirkning og dermed variabel vannkvalitet.

I perioden mai-oktober er det ingen tydelige tegn til at utslippet fra avløpsanlegget påvirker Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Det kan antydes svakt forhøyet nivå av nitrogenforbindelser og konduktivitet nedstrøms, men påvirkningen fører ikke til endring av tilstandsklasser. Det er god tilstand for totalt fosfor og svært god tilstand for totalt nitrogen både oppstrøms og nedstrøms Flaksvann. I denne perioden er det heller ingen entydig forverring av den hygieniske kvaliteten nedstrøms Flaksvann sammenlignet med oppstrøms.

Når den termiske sjiktningen brytes under høstflommen, er det målbar påvirkning i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Da øker innholdet av ammonium, og den hygieniske kvaliteten forringes. Igjen er det vannføringen i Tovdalselva som avgjør graden og varigheten av påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg.

6 Referanser

- Asplan Viak. (2015). *Overvåking av utslipp til Tovdalselva*. Asplan Viak oppdrag: 535076 - Vurdering av utslipp.
- Direktoratsgruppen for vanddirektivet. (2018). *Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannforskriften.
- Direktoratsgruppen for vannrammedirektivet. (2013). *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013*. Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannrammedirektivet.
- Fylkesmannen i Agder. (2020). *Inspeksjonsrapport - Birkeland avløpsanlegg*. Fylkesmannen i Agder, ref 2017/3044.
- NEVINA - NVE. (u.d.). *NEVINA Nedbørfelt-Vannføring-Indeks-Analyse*. <https://nevina.nve.no/>.
- NIVA. (2020). *Forslag til overvåkingsplan i forbindelse med utslipp fra Birkeland avløpsanlegg*. NIVA-prosjekt O-20011-6.
- SILDRE - NVE. (u.d.). *Sildre, NVE*. <https://sildre.nve.no/>.
- Vann-Nett . (u.d.). <https://vann-nett.no/portal>.

7 Vedlegg - rådata

Merking	Dato	pH	Kond	Turb	Tot-P	PO4-P	Tot-N	NO3	NH4	Chl-a	TOC	Int.ent	Kolifo.	E.coli
		pH	mS/m	FNU	ugP/l	ugP/l	ugN/l	ugN/l	ugN/l	ug/l	mg/l	/100 ml	/100 ml	/100 ml
Flaksvann 1, 0-4 m blandprøve	12.05.2021	6,6	1,8	0,72	6	2,3	300	120	25	<= 0,8	4,2	1	50	6
Flaksvann 1, 0-4 m blandprøve	08.06.2021	6,5	1,8	0,71	9,2	2,3	230	56	5,6	1,8	5,4	<1	25	2
Flaksvann 1, 0-4 m blandprøve	05.07.2021	6,8	1,6	0,59	25	2,5	390	56	13	<= 1,4	4,6	<1	59	21
Flaksvann 1, 0-4 m blandprøve	05.08.2021	6,8	2,1	0,55	6,7	<2	220	31	7,9	<= 1,6	3,5	2	200	21
Flaksvann 1, 0-4 m blandprøve	07.09.2021	6,6	1,6	0,54	10	2,6	210	23	13	<=1,0	4,2	2	83	4
Flaksvann 1, 0-4 m blandprøve	06.10.2021	6,5	2,4	1,15	14	2	410	100	21	<0,8	5,6	23	200	150
	Gjennomsnitt	6,6	1,9	0,79	13	2	293	64	16	1,8	5,0			
Flaksvann 1, 2 m o/bunn	12.05.2021	6,5	1,7	0,8	5	3,6	270	110	41		4,2	1	120	22
Flaksvann 1, 2 m o/bunn	08.06.2021	6,5	1,6	0,79	9	2,5	250	70	40		4,8	3	>200	53
Flaksvann 1, 2 m o/bunn	05.07.2021	6,4	3,3	0,79	12	3,3	1200	64	840		4	8	>200	200
Flaksvann 1, 2 m o/bunn	05.08.2021	6,3	2,3	0,86	7,7	<2	380	66	120		3,7	<1	27	<1
Flaksvann 1, 2 m o/bunn	07.09.2021	6,4	6,3	1,06	35	4,1	2800	<5,0	2400		4,6	3	>200	200
Flaksvann 1, 2 m o/bunn	06.10.2021	6,4	1,7	1,09	10	2	340	62	23		6,2	22	200	200
	Gjennomsnitt	6,5	2,1	0,87	14	3	873	74	577		4,8			
Flaksvann 2, 0-4 m blandprøve	12.05.2021	6,4	1,7	0,84	4,9	3,1	280	120	31	<= 1,0	4,4	1	31	9
Flaksvann 2, 0-4 m blandprøve	08.06.2021	6,5	1,6	0,64	9,9	<2	220	56	6,4	1,9	4,6	<1	43	9
Flaksvann 2, 0-4 m blandprøve	05.07.2021	6,8	1,6	0,55	5,5	2,3	230	40	8,1	<= 1,6	3,9	<1	53	10
Flaksvann 2, 0-4 m blandprøve	05.08.2021	6,9	1,9	0,76	7,4	<2	220	29	7,4	<= 1,1	3,6	1	200	6
Flaksvann 2, 0-4 m blandprøve	07.09.2021	6,5	1,5	0,45	8,3	5,6	200	27	16	<=0,9	4,3	5	110	3
Flaksvann 2, 0-4 m blandprøve	06.10.2021	6,4	1,7	1,05	12	2	290	48	19	<0,7	6,1	14	200	100
	Gjennomsnitt	6,5	1,7	0,77	8	2	240	53	16	1,9	4,8			
Flaksvann 2, 2 m o/bunn	12.05.2021	6,5	1,7	1,03	4,8	2,9	250	110	42		4,1	5	78	15
Flaksvann 2, 2 m o/bunn	08.06.2021	6,4	1,8	0,83	12	4,6	320	81	94		4,6	18	>200	83
Flaksvann 2, 2 m o/bunn	05.07.2021	6,4	3,2	0,72	9,7	3,4	1100	62	800		4	2	170	53
Flaksvann 2, 2 m o/bunn	05.08.2021	6,2	3,6	1,09	14	<2	1100	64	690		4	<1	170	24
Flaksvann 2, 2 m o/bunn	07.09.2021	6,3	4	1,39	26	3,5	1300	<5	940		4,9	1	200	9
Flaksvann 2, 2 m o/bunn	06.10.2021	6,4	1,7	1,02	9,7	2	230	54	16		6,1	14	200	100
	Gjennomsnitt	6,4	2,7	1,01	13	3	717	74	430		4,6			

Merking	Dato	pH	Kond	Turb	Tot-P	PO4-P	Tot-N	NO3	NH4	Chl-a	TOC	Int.ent	Kolifo.	E.coli
		pH	mS/m	FNU	ugP/l	ugP/l	ugN/l	ugN/l	ugN/l	ug/l	mg/l	/100 ml	/100 ml	/100 ml
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	12.05.2021	6,4	1,6	0,59	4,9	5,3	190	97	7,6		4,3	<1	14	1
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	08.06.2021	6,4	1,6	0,64	9,1	<2	200	56	7,4		4,2	<1	45	8
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	05.07.2021	6,8	1,5	0,65	5,2	2,4	56	33	9,5		4,6	2	74	16
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	05.08.2021	6,6	1,3	0,53	5,8	<2	210	34	<5		3,6	7	>200	8
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	07.09.2021	6,7	1,4	0,34	9,4	2	180	18	<5		4,4	<1	>200	4
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	06.10.2021	6,3	1,6	1,01	9,9	2	290	43	20		6,3	13	170	83
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	23.11.2021	6,5	1,7	0,74	6,3	2,3	240	69	17		5,5	2	38	4
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	13.12.2021	6,2	1,6	0,66	9,0	2,4	280	110	21		5,9	50	11	1
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	13.01.2022	6,1	1,8	0,64	14	2,4	280	120	19		5,9	20	14	2
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	18.02.2022	6,4	2,1	0,56	9,9	6,2	310	130	13		5,8	1	10	5
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	16.03.2022	6,4	2,1	0,60	7,4	<2,0	100	120	6,5		5,9	33	3	<1
Tovdalselva, oppstrøms Flaksvann	27.04.2022	6,6	1,8	0,61	6,2	<2,0	260	130	<5,0		4,5	<1	6	2
	Gjennomsnitt	6,5	1,5	0,6	8,3	2,9	216	80	14,3		4,6			
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	12.05.2021	6,4	1,7	0,61	4,8	3,1	190	98	13		4,3	<1	31	2
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	08.06.2021	6,5	1,7	0,66	10	<2	220	61	9,3		4,5	<1	43	3
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	05.07.2021	6,8	1,6	0,7	5,8	2,1	78	40	13		4,5	2	200	50
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	05.08.2021	6,6	1,6	0,59	6,8	2,4	220	36	9		3,5	<1	>200	15
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	07.09.2021	6,6	1,6	0,45	7,4	<2	230	28	12		4,4	2	200	8
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	06.10.2021	6,3	1,7	1,03	9,6	2	220	53	38		6,2	10	200	89
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	23.11.2021	6,2	1,7	1,78	<3,0	2,5	250	77	22		5,9	<1	130	32
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	13.12.2021	6,3	2,2	0,76	8,9	3,2	310	110	38		5,4	4	70	19
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	13.01.2022	6,1	2,0	0,70	15	2,1	270	130	25		5,8	5	24	12
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	18.02.2022	6,3	2,1	0,66	8,2	<2,0	340	140	14		5,8	53	1	<1
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	16.03.2022	6,4	2,2	0,55	6,9	<2,0	130	150	19		5,5	3	43	14
Tovdalselva, nedstrøms Flaksvann	27.04.2022	6,7	1,9	0,64	6,1	<2,0	270	130	10		4,8	<1	74	5
	Gjennomsnitt	6,5	1,7	0,7	8,5	2,4	227	88	18,5		4,6			

RAPPORT

Resipientundersøkelse, Flaksvann og Tovdalselva – biologiske kvalitetselementer

OPPDRAKSGIVER

Birkenes kommune

EMNE

Sluttrapport – biologiske kvalitetselementer

DATO / REVISJON: 7. september 2022 / 00

DOKUMENTKODE: **10226585-01-RIM-RAP- 001**



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Birkeland avløpsanlegg, Birkenes			DOKUMENTKODE	10226585-01-RIM-RAP- 001
EMNE	Sluttrapport – biologiske kvalitetselementer			TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Birkenes kommune			OPPDRAGSLEDER	Atle Torvik Kristiansen
KONTAKTPERSON	Mai-Elin Beisland Holm			UTARBEIDET AV	Atle Torvik Kristiansen
KOORDINATER	SONE:	ØST:	NORD:	ANSVARLIG ENHET	Multiconsult Norge AS – miljøgeologi Region Sør
GNR./BNR./SNR.	X / X / X /				

SAMMENDRAG

Birkenes kommune, som eier Birkeland avløpsanlegg, har gitt Multiconsult i oppdrag å gjennomføre en resipientundersøkelse i Flaksvann samt Tovdalselva ved innløp og utløp av Flaksvann. Denne sluttrapporten oppsummerer overvåkingen av biologiske kvalitetselementer. I tillegg er det utarbeidet en egen rapport som oppsummerer resultatene fra vannprøvetaking og hydrografi (Multiconsult rapportnr. 10226585-01-RIGm-RAP- 002).

Det er utført undersøkelser av bunndyr, påvekstalger og heterotrof begroing i 2021-2022. Det var opprinnelig to stasjoner, men etter råd fra Multiconsult ble stasjonsnettet utvidet etter høsten 2021 med 2 stasjoner oppstrøms Flaksvann og 2 stasjoner nedstrøms, totalt 6 stasjoner. I tillegg ble det lagt til undersøkelser av heterotrof begroing.

Alle stasjonene hadde svært god tilstand for årsverdi for RAMI- og AIP-indeksen. Årsverdi for ASPT-indeksen viste variasjon fra dårlig tilstand til god tilstand. Gjennomsnitt for ASPT viste at det var god tilstand oppstrøms Flaksvann og dårlig tilstand nedstrøms Flaksvann, selv om forskjellen ikke var statistisk signifikant. Det ble kun påvist heterotrof begroing i form av *L. lacetus* på en stasjon nedstrøms Flaksvann. Substratet nedstrøms Flaksvann har mer organisk sediment og lukter.

Vurdert i sammenheng med de vannkjemiske resultatene og tidligere undersøkelser er det klare indikasjoner på at utslipp fra Birkeland renseanlegg medfører målbar organisk belastning og tilførsel av ammonium til Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Undersøkelsen viser derimot at det ikke er en kontinuerlig belastning. Så lenge Flaksvann er termisk sjiktet i sommerhalvåret er det ingen tydelige tegn til at utslippet fra avløpsanlegget påvirker Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Det er når den termiske sjiktningen brytes under høstflommen at påvirkningen nedstrøms Flaksvann er målbar. Da øker innholdet av ammonium, og den hygieniske kvaliteten forringes. I slike perioder er det vannføringen i Tovdalselva som avgjør graden og varigheten av påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg.

00	07092022	Første utgave	Atle Torvik Kristiansen	Kjetil Barland	Atle Torvik Kristiansen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Formål.....	5
1.2	Kvalitetssikring og standardkrav	5
1.3	Begrensninger.....	5
2	Metodikk	6
2.1	Biologiske kvalitetselementer	8
2.1.1	Bunndyr	8
2.1.2	Påvekstalger.....	9
2.1.3	Heterotrof begroing.....	9
3	Resultat	10
3.1	Biologiske kvalitetselementer	10
3.1.1	Bunndyr	10
3.1.2	Påvekstalger	13
3.1.3	Heterotrof begroing.....	15
3.1.4	Samlet vurdering av de biologiske resultatene	15
4	Referanser	17

Vedlegg

- Analyseresultater fra Pelagia Nature & Environment AB

1 Innledning

Statsforvalteren i Agder gjennomførte en inspeksjon ved Birkeland avløpsanlegg i februar 2020, og inspeksjonen avdekket til sammen 8 avvik (*Fylkesmannen i Agder, 2020*). Et av avvikene omhandlet manglende resipientundersøkelse.

Birkenes kommune, som eier Birkeland avløpsanlegg, har gitt Multiconsult i oppdrag å gjennomføre en resipientundersøkelse i Flaksvann samt Tovdalselva ved innløp og utløp av Flaksvann. Resipientundersøkelsen skulle gjennomføres i henhold til et forslag til overvåkingsplan utarbeidet av NIVA (*NIVA, 2020*).

Overvåkingen startet opp i mai 2021, og deler av overvåkingen har pågått frem til april 2022.

Denne sluttrapporten oppsummerer overvåkingen av biologiske kvalitetselementer til og med april 2022. I tillegg er det utarbeidet en egen rapport som oppsummerer resultatene fra vannprøvetaking og hydrografi (Multiconsult rapportnr. 10226585-01-RIGm-RAP- 002). Vi viser til nevnte rapport for områdebeskrivelse.

1.1 Formål

Formålet med de biologiske undersøkelsene er å bidra til å lukke avvik i inspeksjonsrapporten fra Fylkesmannen, vurdere miljøtilstanden og gi styringsrelevant informasjon til oppdragsgiver som kan bidra til å beskytte miljøtilstanden i vassdragene.

1.2 Kvalitetssikring og standardkrav

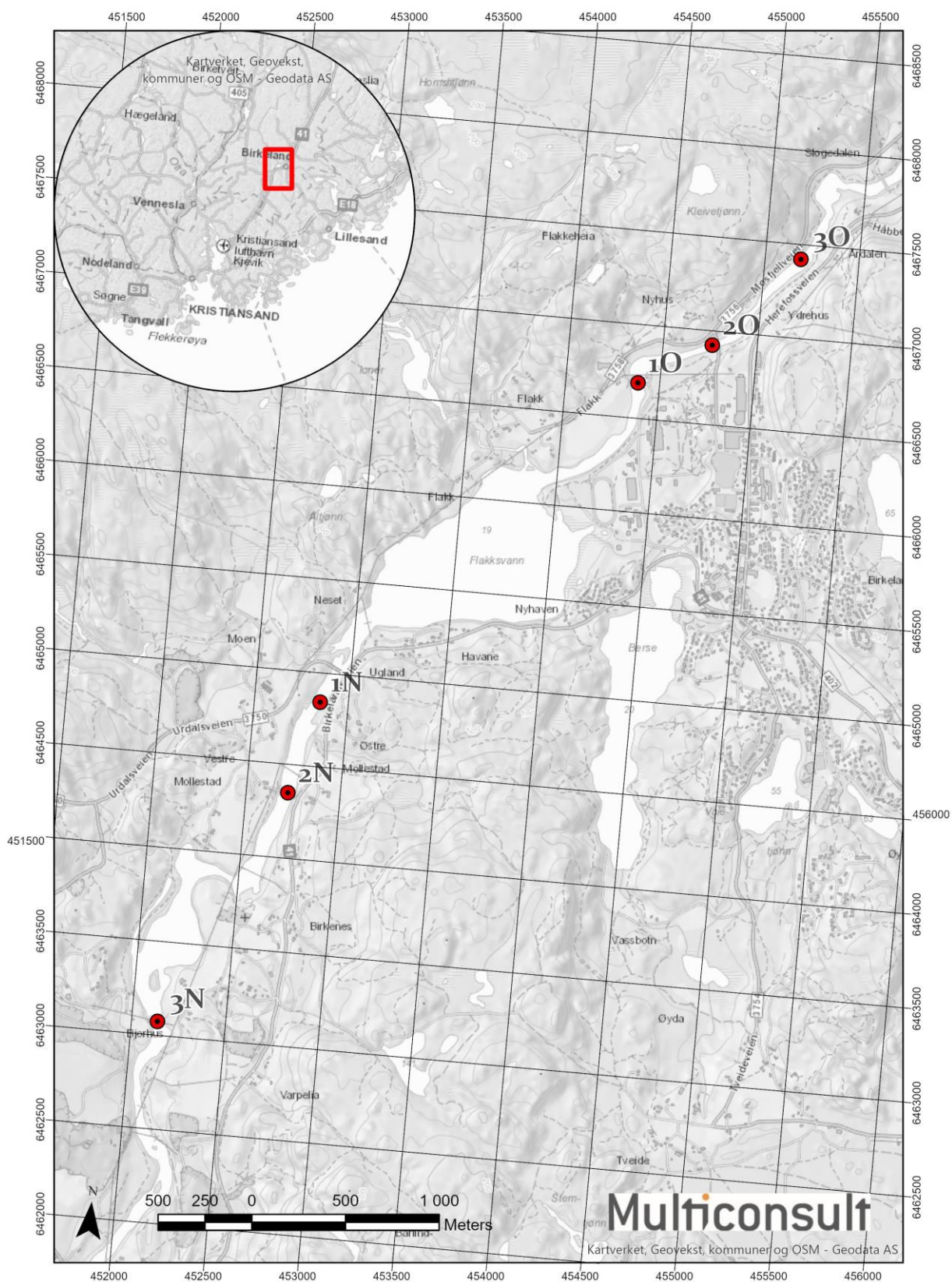
Oppdraget er kvalitetssikret iht. Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015. Feltundersøkelsene er utført iht. veileder 02:2018 og standardene som er oppgitt for hver av de biologiske undersøkelsene (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften 2018).

1.3 Begrensninger

Informasjonen som kommer frem i foreliggende rapport er basert på informasjon fra oppdragsgiver, eksterne tredjeparter og forhold avdekket ved biologiske undersøkelser samt kjemiske analyseresultater. Multiconsult forutsetter at mottatt informasjon fra eksterne parter og kilder ikke er beheftet med feil.

Denne rapporten gir ingen garanti for at alle relevante forhold på det undersøkte området er avdekket og dokumentert. Multiconsult påtar seg ikke ansvar dersom det på et senere tidspunkt avdekkes ytterligere forhold enn det som er beskrevet i denne rapporten.

2 Metodikk



Figur 1 Kart over de biologiske stasjonene som er undersøkt i 2021 og 2022.

Tabell 1 Oversikt over vanntype og hvilke biologiske kvalitetselementer som er undersøkt på stasjonene i 2021.

Stasjon	Beskrivelse	Vanntype	Bunndyr	Heterotrof begroing	Påvekstalger
1N	Mollestad bru	R102	X	X	X
2N	Mollestadveien bru	R102	X	X	X
3N	Kvennhusmonen	R102	X	X	X
1O	Flakkebrua	R102	X	X	X
2O	Teinefoss	R102	X	X	X
3O	Tellefsbu	R102	X	X	X

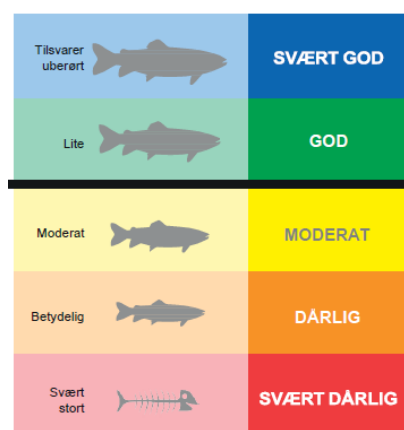
Oversikt over de biologiske stasjonene, vanntype og gjennomførte biologiske undersøkelser er vist i Figur 1 og Tabell 1. De biologiske undersøkelsene er utført av biolog Atle Torvik Kristiansen iht. vannforskriftens veileder 02:2018 med oppgitte standarder. Vanntypen på stasjonene er bestemt ved bruk av vannkjemiske resultater. Alle stasjonene er vurdert til å ha vanntypen R102, dvs. lavland (< kote 200), svært kalkfattig (Ca <1 mg/L) og klar (TOC 2-5 mg/L).

Det ble 11. mai 2021 gjennomført bunndyrundersøkelser på stasjon 1N (Mollestad bru) og 1O (Flakkebrua). Det var høy vannføring på undersøkelsestidspunktet.

Opprinnelig planlagt stasjon på Årdal ble vurdert som mindre egnet mht. substrat og tilgjengelighet, og som følge flyttet til Flakkebrua. Etter råd fra Multiconsult ble stasjonsnettet i ettertid utvidet med 2 stasjoner oppstrøms (2O og 3O) og 2 stasjoner nedstrøms (2N og 3N), totalt 6 stasjoner. I tillegg ble det lagt til undersøkelser av heterotrof begroing, som er relevant ved organisk belastning.

Påvekstalger ble undersøkt 7. september 2021. Substratet oppstrøms Flaksvann var generelt stein og grov grus, mens det var innslag av luktende organisk finstoff nedstrøms Flaksvann.

Høstundersøkelsen av bunndyr og heterotrof begroing ble utført 12. oktober 2021. Det var mye vann i elva denne gang også. Mikroskopering av prøvene av heterotrof begroing ble utført 16. november 2021.



Figur 2 Oversikt over de økologiske tilstandsklassene fra «Svært god» til «Svært dårlig». Kilde: Veileder 02:2018.

Resultater og indekser er illustrert ved de økologiske tilstandsklassene «Svært god» til «Svært dårlig» iht. veileder 02:2018. Tilstandsklassene er fargegitt iht. veileder 02:2018. Når det gjelder klassegrenser for de forskjellige indeksene viser vi til veileder 02:2018.

2.1 Biologiske kvalitetselementer

2.1.1 Bunndyr

Standard sparkemetode ble benyttet, og som beskrevet i NS EN-ISO 10870:2012 og NS-EN 16150:2012. Det ble anvendt en håv med maskevidde 250 µm og en rammeåpning på 25 x 25 cm montert på et treskaft.

Håven ble holdt vertikalt med rammens nedre kant tett mot bunns substratet slik at strømmen går rett inn i åpningen. Substratet i forkant av håven ble sparket og rotet opp slik at dyr, planter og organisk materiale ble ført med strømmen inn i håven. På hver stasjon ble denne prosedyren gjennomført over omtrent ni kvadratmeter substrat.

Alle de innsamlede prøvene ble fiksert med etanol på egnede flasker i felt. Analysene ble foretatt av Pelagia Nature & Environment AB i Sverige og indekser ble beregnet iht. veileder 02:2018.

Artssammensetningen i prøvene gir indikasjoner på hvilke økologiske forhold det er på stasjonene. ASPT- indeksen (Average Score per Taxon) beregnes for å beskrive bunndyrsamfunnet når det gjelder organisk påvirkning og eutrofiering. ASPT-indeksen baserer seg på toleransegrenser for et utvalg bunndyrtaxa.

Av praktiske årsaker er det hovedsakelig familier og ikke arter som benyttes. Disse er rangert etter toleranse for organisk belastning og næringssaltforurensning. Toleranseverdiene og indeksen har verdier fra 1-10. ASPT-indeksen beregnes etter følgende formel, og er i så måte gjennomsnittet av toleranseverdiene til de påviste familiene:

$$ASPT = \frac{\sum \text{toleranseverdier alle familier}}{\text{Antall familier}}$$

Det er tre aktuelle forsuringindekser: RAMI, forsuringindeks 1 og forsuringindeks 2. Bruken av de ulike indeksene avhenger av vanntype og datakvalitet. Indeksene benyttes i prioritert rekkefølge der RAMI foretrekkes over forsuringindeksene, og forsuringindeks 2 foretrekkes fremfor forsuringindeks 1.

Forsuringindeks 1 er beregnet etter Fjellheim og Raddum (Fjellheim og Raddum 1990) (Raddum 1999). Forsuringindeks 1 gir en god beskrivelse av forsuringnivået ved middels eller sterk forsuring. Den er basert på endringer i artssammensetningen målt ved tilstedeværelse av indikatortaksa med ulik toleranse for forsuring. Dersom de mest forsuringfølsomme indikatortaksa er tilstede i prøven vil indeksen få høyeste verdi.

Forsuringindeks 2 bygger på forsuringindeks 1, men tar i tillegg hensyn til relative mengder av forsuringfølsomme og -tolerante dyr. Forsuringindeks 2 gir en bedre beskrivelse av forsuringnivået ved svak til middels forsuring enn forsuringindeks 1. Forsuringindeks 2 baserer seg på forholdstallet mellom antallet av de mest forsuringfølsomme slektene av døgnfluer (D) og de mest tolerante steinfluene (S). Indeksen beregnes fra formelen:

$$\text{Forsuringindeks 2} = 0,5 + \frac{D}{S}$$

Høye indeksverdier indikerer lite eller ingen forsuring. I Raddumsindeks 2, som forsuringindeks 2 har tatt utgangspunkt i, blir maksimumsverdien satt til 1, men for å tilfredstille kravene i vanddirektivet

må derimot de reelle verdiene av forsuringindeks 2 oppgis. Laveste verdi er 0 og oppnås når det ikke finnes forsuringfølsomme arter i prøven (Kroglund, et al. 1994).

RAMI-indeksen (River Acidification Macroinvertebrate Index) baserer seg også på tilstedeværelse av ulike indikatortaksa av bunndyr med ulik toleranse for forsuring. Imidlertid tar denne indeksen også opp i seg at de ulike organismene har ulik variasjon i sin toleranse omkring et pH-optimum og mengden av hver organisme. Scoren til de ulike organismene vektet ut fra dette. Arter med smal pH-toleranse gis høyere vekt enn de med vid toleranse.

RAMI beregnes etter følgende formel:

$$RAMI = \frac{\sum_{k=1}^n S_k w_k h_k}{\sum_{k=1}^n w_k h_k}$$

Der S_k , w_k og h_k er henholdsvis indikatordata, vekten og mengdeverdien til den k-te indikatoren registrert i prøven og n er antall indikatortaksa.

2.1.2 Påvekstlger

På hver stasjon ble en elvestrekning på ca. 10 meter undersøkt ved bruk av vannkikkert eller polariserte briller. Det ble tatt prøver av alle synlige algeelementer.

Deretter ble 10 steiner med diameter på ca. 10 cm plukket fra vannstrengens midtpunkt til børsing. På hver stein e.l. ble et areal på ca. 8 cm x 8 cm børsstet med tannbørste. Det børsstede materialet ble samlet i plastrør. Prøvene ble konservert med etanol.

De konserverte prøvene ble videre analysert hos Pelagia Nature & Environment AB i Sverige og indekser ble beregnet iht. veileder 2:2018.

PIT-indeksen (Periphyton Index of Trophic status) baserer seg på tilstedeværelse av 153 taksa av begroingsalger fra ulike klasser. Artene har ulike PIT-verdier hvor lav verdi indikerer lave fosforverdier, mens høye verdier indikerer høye fosforkonsentrasjoner og eutrofe forhold. PIT-indeksen krever at minst to indikatorarter er til stede i prøven.

AIP-indeksen (Acidification Index Periphyton) er basert på 108 taksa av begroingsalger. Tilsvarende som for PIT-indeksen har de ulike artene ulike AIP-verdi hvor lav verdi indikerer sure forhold, mens høy verdi indikerer nøytrale til lett basiske forhold. For å kunne beregne PIT-indeks må minst tre indikatorarter være til stede på en stasjon. Indeksene beregnes etter følgende formler, og er begge gjennomsnitt:

$$PIT = \frac{\sum_{i=1}^n IV_i}{n} \quad AIP = \frac{\sum_{i=1}^n IV_i}{n}$$

IV_i =indikatorverdi til art, n =antall indikatorarter.

2.1.3 Heterotrof begroing

På hver stasjon ble en elvestrekning på ca. 10 meter undersøkt ved bruk av vannkikkert og polariserte briller. Der det ble observert mulig heterotrof begroing ble det registrert dekningsgrad i prosent for hver tykkelseskategori (tykt, middels og tynt). I tillegg ble det tatt prøver som ble konservert i etanol.

Mikroskop ble benyttet for å bekrefte om prøvene inneholdt soppen *Leptomitus lacteus* og/eller *Sphaerotilus natans*. Dersom det ikke var synlig begroing i felt og en eller begge artene ble påvist ved mikroskopi, ble tykkelseskategori angitt som mikroskopisk. Den mikroskopiske mengden ble anslått til sjelden, vanlig eller hyppig, henholdsvis 0,001%, 0,01% og 0,1%.

De to artene indikerer organisk belastning og resultatene fra undersøkelsen brukes til beregne indeksen HBI2. Indeksen beregnes for hver stasjon ved å multiplisere dekningsgraden for hver tykkelseskategori med den relevante vektingsfaktoren (1, 2, 4) og summere disse. Følgende formel benyttes:

$$HBI2 = (d_{\text{tynn+mikroskopisk}} \times 1) + (d_{\text{middels}} \times 2) + (d_{\text{tykk}} \times 4)$$

d = dekningsgrad i % for hhv mikroskopiske, tynne, middels og tykke lag av heterotrof begroing

1, 2, 4 = vektning av forskjellige tykkelses kategorier:

- 1 = mikroskopiske og tynne forekomster (0-0,5 cm)
- 2 = middels tykke forekomster (0,5-5 cm)
- 4 = tykke forekomster (> 5 cm)

Tilstandsklassene for HBI2 er ikke avhengig av vanntype.

3 Resultat

3.1 Biologiske kvalitetselementer

3.1.1 Bunndyr

Resultatene fra bunndyrundersøkelsene er vist i Tabell 2, Tabell 3 og Figur 3. Det var få individer i flere av prøvene, med betydelig høyere gjennomsnittlig antall individer i prøvene nedstrøms Flakksvann. Imidlertid var ikke forskjellen statistisk signifikant ved en parvis to-halet T-test (p-verdi = 0,22).

Det var flere forskjellige taxa (grupper av bunndyr) i prøvene og små forskjeller i gjennomsnittlig antall taxa oppstrøms og nedstrøms. Tilsvarende gjaldt for antall EPT-taxa, med små forskjeller i gjennomsnittlig antall oppstrøms og nedstrøms.

Alle stasjonene hadde svært god tilstand for årsverdi for RAMI-indeksen. De stasjonene som hadde både vår og høstprøve viste tendens til bedre tilstand for RAMI på høsten. Forurensningsindekser som RAMI er imidlertid lite informative i denne sammenheng utover å bekrefte at det er god tilstand mht. forsurening.

Årsverdi for ASPT-indeksen som er mer relevant viste variasjon fra dårlig tilstand på stasjon 1N til god tilstand på stasjon 1O og 2O. Gjennomsnitt for ASPT viste at det var god tilstand oppstrøms Flakksvann og dårlig tilstand nedstrøms Flakksvann, selv om ikke denne forskjellen heller er statistisk signifikant ved en parvis to-halet T-test (p-verdi 0,18).

Mangelen på statistisk signifikans betyr ikke nødvendigvis at det ikke er noen forskjeller oppstrøms og nedstrøms, men skyldes nok først og fremst at det er lite datasett med forholdsvis stor variasjon. Dette gjør det krevende å påvise små statistisk signifikante forskjeller i gjennomsnittet mellom grupper (oppstrøms og nedstrøms).

Tabell 2 Resultater for bunndyr med årsverdi for RAMI og ASPT indeksen klassifisert og fargekodet iht. veileder 02:2018.

Stasjon	Årstid	Antall individ	Antall taxa	EPT-taxa	FI-indeks 1	FI-indeks 2	RAMI (vår/høst)	Årsverdi RAMI	ASPT (vår/høst)	Årsverdi ASPT
10	Høst	97	22	13	1,00	1,00	5,05	4,46	6,50	6,50
	Vår	25	11	5	1,00	0,50	3,87		6,50	
20	Høst	141	18	7	1,00		4,6	4,60	6,13	6,13
	Vår									
30	Høst	55	15	6	1,00		5,37	5,37	5,93	5,93
	Vår									
1N	Høst	79	8	1	1,00		5,49	5,20	3,00	4,47
	Vår	256	29	14	1,00		4,9		5,94	
2N	Høst	191	21	6	1,00		4,3	4,30	5,38	5,38
	Vår									
3N	Høst	681	16	7	1,00		4,61	4,61	5,58	5,58
	Vår									

Tabell 3 Gjennomsnitt av resultater for bunndyr oppstrøms og nedstrøms Flakksvann.

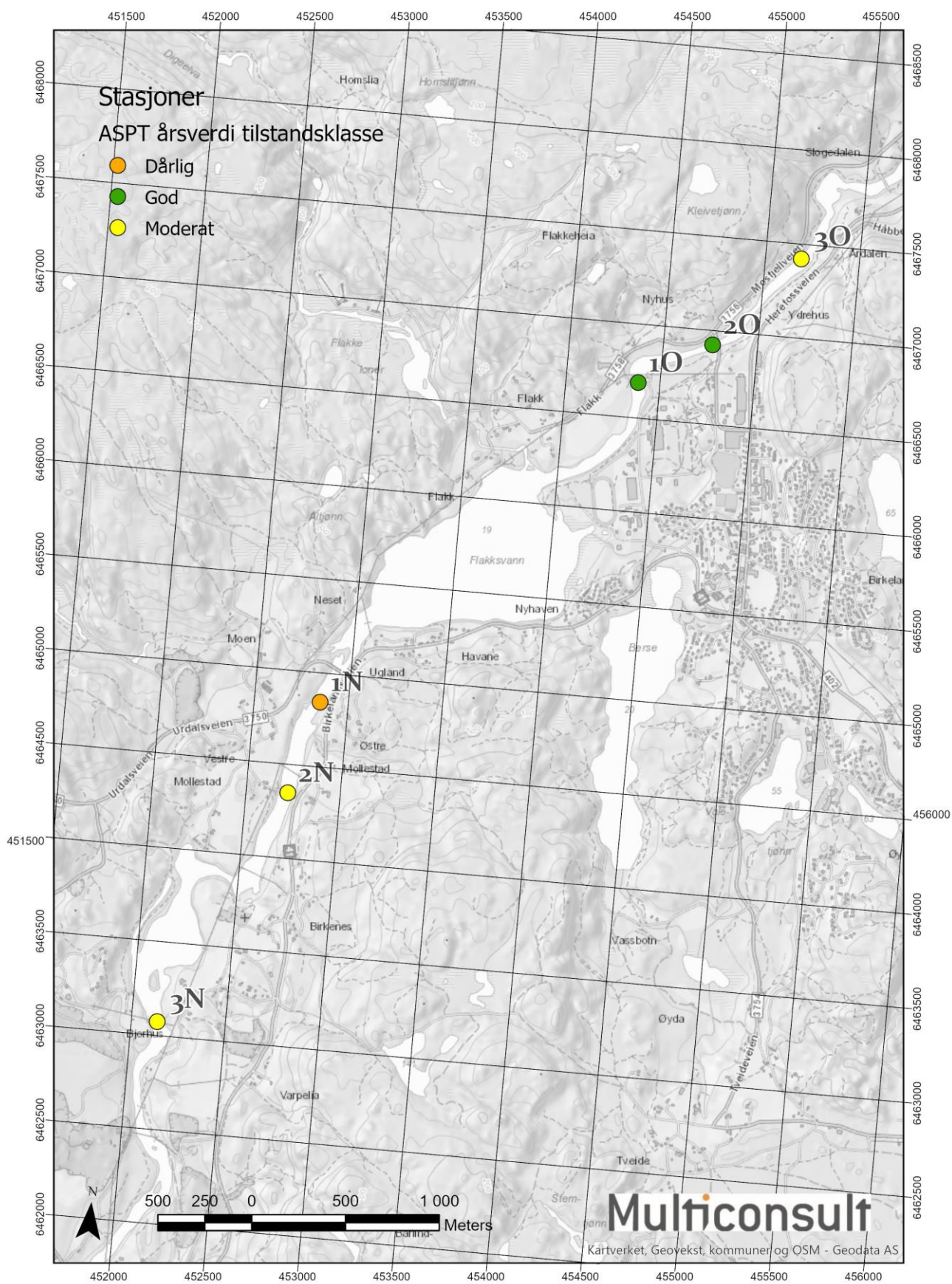
Område	Antall individ	Antall taxa	EPT-taxa	FI-indeks 1	FI-indeks 2	RAMI	ASPT
Oppstrøms	80	17	8	1	0,75	4,72	6,27
Nedstrøms	302	19	7	1		4,83	4,98

Når det gjelder forekomsten av arter i prøvene, var fjærmygg (Chironomidae) dominerende blant tovingene på de fleste stasjonene, med lite knott (Simuliidae) og stankelbein (Tipula sp.), både vår og høst. Fjærmygg er en av de mest artsrike gruppene i ferskvann og utgjør ofte størstedelen av biomassen. De er i så måte viktig føde for fisk, selv om de generelt lave individantallene i prøvene kan tyde på at det ikke var store mengder fjærmygg på de undersøkte stasjonene.

Døgnfluene om høsten var til dels dominert av *Centroptilum luteolum* og *Kageronia fuscogrisea*, mens klassiske *Baetis rhodani* kun var å finne på stasjon 10. Gitt den gode tilstanden for RAMI er dette noe overraskende da *Baetis rhodani* har indikatorverdi 6 og *Kageronia fuscogrisea* har indikatorverdi 2 for RAMI.

Det var lite steinfluer i prøvene, med en tendens til litt flere steinfluer på stasjon 10 både vår og høst. Oppstrøms Flakksvann ville vi forventet å finne flere steinfluer da de ofte forekommer i større antall ved klart og fint vann og steinete substrat, slik forholdene tilsynelatende er oppstrøms Flakksvann. Substratet nedstrøms Flakksvann er derimot i større grad preget av partier med mye organisk sediment, og i slike områder vil steinfluer normalt ikke forekomme i store mengder.

Vårfluene hadde flest taxa i prøvene om høsten, men var fraværende i de to vårprøvene. Det er ikke noen åpenbare mønster utenom at stasjon 1N kan se ut til å ha litt høyere artsdiversitet enn de øvrige stasjonene.



Figur 3 Kart over tilstandsklasse for ASPT årsverdi ved stasjonene.

Mest interessant er det kanskje at den nær truede vannrøveren *Aphelocheirus aestivalis* ble funnet på stasjon 10 og 30 i høstprøvene, se Figur 4. Denne arten er kun tidligere registrert i tre vannstrenger i Aust-Agder, nærmere bestemt Tovdalselva nord for Birkeland, bekken mellom Flakksvann og Berse, og noen steder i Nidelva. Arten er utsatt for forurensning og vannstandsreguleringer, og bestanden i de to elvestrekningene kan utradere av en enkelthendelse (Endrestøl, Olsen, & Ødegaard, 2021).



Figur 4 Bilde av vannrøver *Aphelocheirus aestivalis* funnet på stasjon 10 og 30. Kilde: Pelagia Environment AB.

3.1.2 Påvekstalger

Substratet oppstrøms Flakksvann var i stor grad dominert av grønnalger, og det ble forsøkt tatt en egen prøve av disse på stasjon 20 (prøve 200), jf. Figur 5. Store mengder grønnalger vil utgjøre en viktig kilde til mat for beitende bunndyr, og vil under normale forhold utgjøre mesteparten av biomassen til perifyton. Resultatene fra prøven viste at det var flere grønnalger i større mengder,

særlig *Bulbochaete sp.*, *Oedogonium c* og *Zygnema b*. Nedstrøms Flakksvann ble det ikke observert noen dominerende begroing eller vegetasjon ved noen av stasjonene.



Figur 5 Bilde av grønnalge som dominerte substratet oppstrøms Flakksvann.

Analyseresultatene viste at alle stasjonene hadde svært god tilstand for AIP, noe som samsvarer med RAMI for bunndyr. PIT var i god tilstand for alle stasjonene med unntak av 30 som hadde svært god tilstand, jf. Tabell 4. Antall arter var jevnt fordelt over alle stasjonene, og lå i intervallet 7-9 arter om prøve 200 ekskluderes. Gjennomsnittlig PIT indeks nedstrøms var bare marginalt høyere enn oppstrøms, henholdsvis 5,95 og 5,86.

Tabell 4 Resultater for påvekstalter med AIP og PIT klassifisert og fargekodet iht. veileder 02:2018.

Stasjon	Antall arter/taxa	AIP	PIT
10	7	6,83	5,77
20	8	6,45	5,96
200	6	6,92	6,49
30	8	6,52	5,23
1N	7	6,61	5,78
2N	7	6,61	6,45
3N	9	6,66	5,62

Artsammesetningen i prøvene oppstrøms Flakksvann var gjennomgående dominert av grønnalger, som nevnte *Bulbochaete sp.* Mange av de samme artene var også å finne nedstrøms Flakksvann, men ikke i like store relative mengder. Nedstrøms Flakksvann var det større innslag av cyanobakterier som *Hapalosiphon fontinalis*, som foretrekker næringsfattige, noe humøse og stilleflytende områder, og *Tolypothrix penicillata*. Arter av slekten *Mougeotia*, som gjerne forekommer i mer stillestående områder med moderat til god vannkvalitet, ble også påvist nedstrøms Flakksvann.

3.1.3 Heterotrof begroing

Det var ingen synlige tegn til heterotrof begroing på stasjonene, selv om substratet nedstrøms Flakksvann var preget av organisk luktende sediment. Mikroskopering viste at det var sopphyfer i prøvene både oppstrøms og nedstrøms Flakksvann, men det ble kun påvist heterotrof begroing i form av *L. lacetus* på stasjon 2N.

Tabell 5 Resultater for hetetrof begroing med årsverdi klassifisert og fargekode iht. veileder 02:2018.

Stasjon	HBI2 (vår)	HBI2 (høst)	Årsverdi HBI2
1O		0	0
2O		0	0
3O		0	0
1N		0	0
2N		0,001	0,001
3N		0	0

3.1.4 Samlet vurdering av de biologiske resultatene

Resultatene for RAMI og AIP tyder på at forsurestilstanden er svært god på det aktuelle strekket av Tovdalselva, selv om *Baetis rhodani* i stor grad er fraværende.

Erfaringsmessig viser PIT indeksen forholdsvis godt samsvar med konsentrasjonen av fosfor i vannfasen. Ettersom PIT indeksen ikke viser noen tydelig forverring nedstrøms Flakksvann, kan dette tyde på tilførsel av fosfor ikke utgjør noe større problem nedstrøms Flakksvann. Fosfor er normalt styrende for plantevekst i ferskvann. I hvilken grad nitrogen og organisk belastning eventuelt påvirker veksten av planter og alger sier PIT indeksen i utgangspunktet lite om.

Resultatene for HBI2 kan tyde på at det er en viss organisk belastning fra avløpsanlegget, selv om et marginalt utslag på en stasjon i ett år er alt for lite til å konkludere. Likevel så er det noen momenter som trekker i denne retning.

Når det gjelder eutrofi og organisk belastning tyder ASPT indeksen på at elva nedstrøms Flakksvann er mer belastet enn oppstrøms, selv om resultatene ikke er signifikante og man gjerne skulle overvåket over lengre tid for å være sikker. Imidlertid er ASPT vanskelig å tolke da indeksen påvirkes av mange forhold utenom tilførsel av organisk stoff og næringssalter.

Substratet nedstrøms Flakksvann har mer organisk sediment og lukter. Organisk belastning fører til økt oksygenforbruk, gjerne i substratet hvor det organiske stoffet sedimenterer. ASPT-indeksen og indikatorartene er sensitive for redusert oksygen i substratet. De reduserte indeksverdiene for ASPT er i så måte ikke overraskende, som kan skyldes organisk belastning fra renseanlegget og øvrige kilder i nedbørsfeltet som landbruk. I tillegg vil redusert vannhastighet nedstrøms Flakksvann øke sedimentasjonen av organisk og annet finstoff i dette området.

Våre resultater for vannkjemi viser liten eller ingen effekt nedstrøms Flakksvann, men undersøkelser av NIVA har tidligere vist betydelig høyere konsentrasjoner av fritt CO₂ i porevannet (vann i substratet/sedimentet) nedstrøms Flakksvann enn oppstrøms, med henholdsvis gjennomsnittlig 6,7 og 13,7 mg C/L. (Moe & Demars, 2017). CO₂ oppstår i sedimentet når oksygen forbrukes, og vil bety at det er lavere konsentrasjoner av oksygen i sedimentet.

Bortsett fra stasjonen på Åpål tyder resultatene til NIVA også på betydelige økninger i ammonium, mens nitrat+nitritt og fosfor ser ganske uforandret ut. Høye konsentrasjoner av ammonium er ofte

tegn på en nærliggende avløpskilde, men man skal være forsiktig med å konkludere med utgangspunkt i disse resultatene alene da det kun er data fra to stasjoner nedstrøms Flakksvann i ett år.

Samlet sett er det imidlertid klare indikasjoner på at utslipp fra Birkeland renseanlegg medfører målbar organisk belastning og tilførsel av ammonium til Tovdalselva nedstrøms Flakksvann.

Undersøkelsen viser derimot at det ikke er en kontinuerlig belastning. Så lenge Flakksvann er termisk sjiktet i sommerhalvåret er det ingen tydelige tegn til at utslippet fra avløpsanlegget påvirker Tovdalselva nedstrøms Flakksvann. Det er når den termiske sjiktningen brytes under høstflommen at påvirkningen nedstrøms Flakksvann er målbar. Da øker innholdet av ammonium, og den hygieniske kvaliteten forringes. I slike perioder er det vannføringen i Tovdalselva som avgjør graden og varigheten av påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg.

Da vi har fått rapporter fra beboere langs elva om økt krypsivvekst nedstrøms Flakksvann er det fristende å også tilskrive dette den organiske belastningen. Problemvekst av krypsiv kan utløses av CO₂ og nitrogen fremfor fosfor. Imidlertid viser en annen undersøkelse av NIVA at det har vært økning i plantelengde og dekningsgrad av krypsiv ved stasjoner både oppstrøms og nedstrøms Flakksvann i perioden 2019-2021 (Schneider, 2021). Det er få stasjoner, så det er ikke mulig å si sikkert, men resultatene taler i det minste imot at økt krypsivvekst kan knyttes til renseanlegget på nåværende tidspunkt. Det er derimot mulig at periodevis forverret vannkvalitet kan være årsak til at vannrøveren primært er å finne oppstrøms Flakksvann.

4 Referanser

- Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. (2018). *Veilder 02:2018 - Klassifisering av miljøtilstand i vann - Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.*
- Endrestøl, A., Olsen, K. M., & Ødegaard, F. (2021, 11 24). *Nebbmunn: Vurdering av vannrøver Aphelocheirus aestivalis for Norge. Rødlista for arter 2021.* Hentet fra Artsdatabanken: <https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021/31835>
- Fjellheim, A., & Raddum, G. G. (1990). *Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes.* Elsevier.
- Fylkesmannen i Agder. (2020). *Inspeksjonsrapport - Birkeland avløpsanlegg.* Fulkesmannen i Agder, ref 2017/3044.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G. G., Staurnes, M., Gausen, D., & Sandøy, S. (1994). *Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak - Utredning for DN 1994-10.*
- Miljødirektoratet. (u.d.). *Vannmiljø.* Hentet februar 1, 2021 fra <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>
- Moe, T. F., & Demars, B. (2017). *Årsrapport krypsivovervåking 2017.* NIVA.
- NIVA. (2020). *Forslag til overvåkingsplan i forbindelse med utslipp fra Birkeland avløpsanlegg.* NIVA-prosjekt O-20011-6.
- Raddum, G. G. (1999). Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. *Workshop on biological assesment and monitoring; evaluation and models - ICP-Waters Rapp. 50/99* (ss. 7-16). NIVA.
- Schneider, S. C. (2021). *Langtidsovervåking på 9 stasjoner med krypsiv i 2021.* NIVA.



PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Analysrapport 2022-03-09

Undersökning, påväxtalger: Birkeland 2021

På uppdrag av Multiconsult AS



PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Adress:

Industrivägen 14, 2 tr
901 30 Umeå
Sweden.

Telefon:

090-702170
(+46 90 702170)

E-post:

info@pelagia.se

Hemsida:

www.pelagia.se

Författare:

Louise Franzén

Direkt:

090 349 61 67
louise.franzen@pelagia.se

Kvalitetsgranskat av:

Rickard Degerman

1 Inledning

Pelagia Nature & Environment AB har på uppdrag av Multiconsult AS utfört analys av sju påväxtprover, så som de mottagits. Proverna är tagna i Birkeland.

2 Material och metod

Proverna analyserades av Sten Backlund, och indexberäkning utfördes av Louise Franzén, samtliga inom Pelagia Nature & Environment AB.

Analyserna och indexberäkning är genomförda i enlighet med:

- Klassifisering av miljötillstånd i vann (Veileder 02:2018), nedladdad 2021-01-14
- Klassifisering av miljötillstånd i vann (Vedlegg til Veileder 02:2018), nedladdad 2021-01-14
- NS-EN 15708: 2009.

Vanntyp R102 har använts för alla uträkningar i enlighet med Veileder 02:2018.

3 Resultat

Resultaten presenteras i nedanstående tabell och artlistor.

Tabell 1. Sammanfattning av alla stationers index, med tillhörande EQR och nEQR, samt status. Statusen indikeras med följande färger: Blå = Svært god, Grön = God, Gul = Moderat, Orange = Dårlig, Röd = Svært dårlig.

Lokal	PIT	PIT, EQR	PIT, nEQR	AIP	AIP, EQR	AIP, nEQR
1N	5,78	0,98	0,79	6,61	1,00	1,00
2N	6,45	0,97	0,78	6,61	1,00	1,00
3N	5,62	0,99	0,80	6,66	1,00	1,00
10	5,77	0,98	0,79	6,83	1,00	1,00
20	5,96	0,98	0,79	6,45	1,00	1,00
30	5,23	0,99	0,86	6,52	1,00	1,00
200	6,49	0,97	0,78	6,92	1,00	1,00

1N

Det.: Sten Backlund, Pelagia Nature & Environment AB

Provtagningsdatum: 2021-09-07

Analysdatum: 2022-03

Älvtyp: R102

Taxa	Kvant.			
Hapalosiphon fontinalis	++			
Rivularia sp.	++			
Tolypothrix penicillata	++			
Closterium kuetzingii	+			
Cosmarium reniforme	+			
Oedogonium a	+			
Oedogonium b	++			
		Värde	EQR	nEQR
PIT		5.78	0.98	0.79
AIP		6.61	1.00	1.00

2N

Det.: Sten Backlund, Pelagia Nature & Environment AB

Provtagningsdatum: 2021-09-07

Analysdatum: 2022-03

Älvtyp: R102

Taxa	Kvant.			
Hapalosiphon fontinalis	++			
Phormidium nigrum	+			
Stigonema mamillosum	+			
Tolypothrix penicillata	++			
Oedogonium a/b	+			
Oedogonium c	++			
Zygnema b	+			
		Värde	EQR	nEQR
PIT		6.45	0.97	0.78
AIP		6.61	1.00	1.00

3N

Det.: Sten Backlund, Pelagia Nature & Environment AB

Provtagningsdatum: 2021-09-07

Analysdatum: 2022-03

Älvtyp: R102

Taxa	Kvant.			
Phormidium nigrum	+			
Rivularia sp.	+			
Tolypothrix sp.	+			
Bulbochaete sp.	++			
Cosmarium reniforme	+			
Mougeotia a2	++			
Mougeotia a/b	++			
Netrium digitus	+			
Oedogonium b	++			
		Värde	EQR	nEQR
PIT		5.62	0.99	0.80
AIP		6.66	1.00	1.00

10

Det.: Sten Backlund, Pelagia Nature & Environment AB
 Provtagningsdatum: 2021-09-07
 Analysdatum: 2022-03
 Älvtyp: R102

Taxa	Kvant.			
Bulbochaete sp.	+++			
Closterium sp.	+			
Mougeotia d	++			
Netrium digitus	+			
Oedogonium a	+			
Oedogonium b	+++			
Zygnema b	++			
	Värde	EQR	nEQR	
PIT	5.77	0.98	0.79	
AIP	6.83	1.00	1.00	

20

Det.: Sten Backlund, Pelagia Nature & Environment AB
 Provtagningsdatum: 2021-09-07
 Analysdatum: 2022-03
 Älvtyp: R102

Taxa	Kvant.			
Rivularia sp.	++			
Scytonema mirabile	++			
Stigonema mamillosum	+			
Bulbochaete sp.	+++			
Mougeotia c	+			
Oedogonium a/b	++			
Oedogonium b	++			
Zygnema b	+++			
	Värde	EQR	nEQR	
PIT	5.96	0.98	0.79	
AIP	6.45	1.00	1.00	

30

Det.: Sten Backlund, Pelagia Nature & Environment AB
 Provtagningsdatum: 2021-09-07
 Analysdatum: 2022-03
 Älvtyp: R102

Taxa	Kvant.			
Rivularia sp.	++			
Bulbochaete sp.	++			
Mougeotia a/b	+			
Mougeotia b	+			
Netrium digitus	+			
Oedogonium c	++			
Staurastrum sp.	+			
Zygnema b	++			
	Värde	EQR	nEQR	
PIT	5.23	0.99	0.86	
AIP	6.52	1.00	1.00	

200

Det.: Sten Backlund, Pelagia Nature & Environment AB

Provtagningsdatum: 2021-09-07

Analysdatum: 2022-03

Älvtyp: R102

Taxa	Kvant.			
Rivularia sp.	+			
Tolypothrix distorta	+			
Bulbochaete sp.	+++			
Oedogonium b	+			
Oedogonium c	++			
Zygnema b	+++			
		Värde	EQR	nEQR
PIT		6.49	0.97	0.78
AIP		6.92	1.00	1.00



PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Analysrapport 2021-09-22

Undersökning, bottenfauna: Birkeland 2021

På uppdrag av Multiconsult AS



PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Adress:

Industrivägen 14, 2 tr
901 30 Umeå
Sweden.

Telefon:

090-702170
(+46 90 702170)

E-post:

info@pelagia.se

Hemsida:

www.pelagia.se

Författare:

Ludvig Hagberg

Direkt:

090-702178
ludvig.hagberg@pelagia.se

Kvalitetsgranskat av:

Peder Larsson



Ackred. nr. 1846
Provnings
ISO/IEC 17025

Ackrediterade metoder i denna rapport avser:

Analys av bottenfauna
Indexberäkning

Laboratorier ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Den ackrediterade verksamheten vid laboratorierna uppfyller kraven i ISO/IEC 17025:2017.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

1 Inledning

Pelagia Nature & Environment AB har på uppdrag av Multiconsult AS utfört analys av två bottenfaunaprover, så som de mottagits. Proverna är tagna i Birkeland, Norge.

2 Material och metod

Plockning av bottenfauna utfördes av Ivy-Mae Sparfvinge och Lindy Sörman. Analys och indexberäkning utfördes av Ludvig Hagberg, samtliga inom Pelagia Nature & Environment AB.

Pelagia Nature & Environment AB är ett av SWEDAC ackrediterat organ för bottenfaunaanalys (ackrediteringsnummer 1846).

Analyserna och indexberäkning är genomförda i enlighet med:

- Klassifisering av miljøtilstand i vann (Veileder 02:2018), nedladdad 2021-01-14
- Klassifisering av miljøtilstand i vann (Vedlegg til Veileder 02:2018), nedladdad 2021-01-14

Taxa markerat med ett kryss (x) i artlistorna indikerar att taxonet har identifierats i provet, men taxonet har ej använts i indexberäkningar, antal- eller taxa-summeringar.

3 Resultat

Artlistor med index presenteras på följande sida.

Birkeland

Det.: Ludvig Hagberg, Pelagia Nature & Environment AB

Provtagningsdatum: 2021-05-11

Analysdatum: 2021-09-22

Grupp	Taxa	Mollestad	Årdal
Fåbørstemark	Oligochaeta	27	3
Biller	Dryops sp.	16	
	Limnius volckmari		1
Tovinger	Chironomidae	30	10
	Dolichopodidae	2	
	Empididae	1	
	Idioptera/Phylidorea sp.		1
	Limoniidae		1
	Simuliidae		1
Døgnfluer	Baetis rhodani	1	
	Kageronia fuscogrisea		1
Steinfluer	Siphonoperla burmeisteri		1
	Amphinemura borealis		3
	Diura nanseni		1
	Brachyptera risi		1
Vannmidd	Hydrachnidae	1	1
Muslinger	Pisidium sp.	1	
	Antal individer	79	25
	Antal taxa	8	11
	Antal EPT-taxa	1	5
	Index	5,49	3,87
RAMI	EQR	1,00	0,86
	nEQR	1,00	0,80
	Index	3,00	6,50
ASPT	EQR	0,43	0,94
	nEQR	0,14	0,72
F-1	Index	1,00	1,00
F-2	Index	-	0,50



PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Analysrapport 2022-02-23

Undersökning, bottenfauna: Birkeland Höst 2021

På uppdrag av Multiconsult AS



PELAGIA NATURE & ENVIRONMENT AB

Adress:

Industrivägen 14, 2 tr
901 30 Umeå
Sweden.

Telefon:

090-702170
(+46 90 702170)

E-post:

info@pelagia.se

Hemsida:

www.pelagia.se

Författare:

Ludvig Hagberg

Direkt:

090-702178
ludvig.hagberg@pelagia.se

Kvalitetsgranskat av:

Martin Johansson



Ackred. nr. 1846
Provning
ISO/IEC 17025

Ackrediterade metoder i denna rapport avser:

Analys av bottenfauna
Indexberäkning

Laboratorier ackrediteras av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt svensk lag. Den ackrediterade verksamheten vid laboratorierna uppfyller kraven i ISO/IEC 17025:2017.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat.

1 Inledning

Pelagia Nature & Environment AB har på uppdrag av Multiconsult AS utfört analys av sex bottenfaunaprover, så som de mottagits. Proverna är tagna i Birkeland, Norge.

2 Material och metod

Plockning av bottenfauna utfördes av Andreas Berggren, Hanna Gotlén, Elin Lindmark och Helena Lorentzdotter. Analys och indexberäkning utfördes av Ludvig Hagberg, samtliga inom Pelagia Nature & Environment AB.

Pelagia Nature & Environment AB är ett av SWEDAC ackrediterat organ för bottenfaunaanalys (ackrediteringsnummer 1846).

Analyserna och indexberäkning är genomförda i enlighet med:

- Klassifisering av miljötillstånd i vann (Veileder 02:2018), nedladdad 2021-01-14
- Klassifisering av miljötillstånd i vann (Vedlegg til Veileder 02:2018), nedladdad 2021-01-14

Taxa markerat med ett kryss (x) i artlistorna indikerar att taxonet har identifierats i provet, men taxonet har ej använts i indexberäkningar, antal- eller taxa-summeringar.

3 Resultat

Den rödlistade (NT) skinnbaggen *Aphelocheirus aestivalis* påträffades i lokal 10 och 30.

Artlistor med index presenteras på följande sidor.

Birkeland

Det.: Ludvig Hagberg, Pelagia Nature & Environment AB

Provtagningsdatum: 2021-09-07

Analysdatum: 2022-02-22

Grupp	Taxa	10	20	30	1N	2N	3N
Igler	Erpobdella octoculata		2				
Fåbørstemark	Oligochaeta	30	3	1	59	2	112
Vannmidd	Hydrachnidiae	2	5	6	5		5
Krepsdyr	Ostracoda				1	1	
Biller	Dryops sp.		1			20	14
	Agabus sp.					2	
	Colymbetinae				1		
	Graptodytes sp.				8		
	Hygrotus versicolor				2		
	Nebrioporus depressus					3	
	Limnius volckmari	1			1		
	Oulimnius tuberculatus					1	
	Orectochilus villosus				1		
	Halipilus sp.					1	
	Laccobius minutus					2	
Tovinger	Ceratopogonidae		1		2		17
	Chironomidae	10	47	8	31	13	335
	Idioptera/Phylidorea sp.						1
	Molophilus sp.			2		2	
	Limoniidae					1	
	Simuliidae	5	1	1			
	Tipula sp.		1	4		3	
Døgnfluer	Diptera		1		2	1	
	Baetis rhodani	5					
	Centroptilum luteolum		44	4	4	39	138
	Caenis horaria					2	
	Caenis luctuosa	1	1		18		
	Kageronia fuscogrisea	4	12	1	19	5	10
	Leptophlebia vespertina		3				
	Leptophlebia sp.	2	4		17	1	7
Teger	Aphelocheirus aestivalis NT	1		12			
	Sigara distincta					3	
	Sigara fossarum				6	28	
	Sigara striata				1		
	Sigara sp.				2		
Øyestikkere	Libellulidae		1				
	Coenagrionidae		1				
Steinfluer	Leuctra fusca	1					
	Amphinemura borealis	3					
	Protonemura meyeri	1					
	Nemouridae					2	
	Isoperla sp.			1			
Vårfluer	Taeniopteryx nebulosa	1					
	Hydropsyche pellucidula	2		1			
	Hydropsyche siltalai	6					
	Hydroptila sp.				2		
	Ithytrichia sp.				1		
	Oxyethira sp.		2		2		
	Lepidostoma hirtum	7	5	3	16		1
	Athripsodes sp.				4		
	Ceraclea annulicornis				1		
	Mystacides azurea		2	1			
	Limnephilidae				3	37	23
Chimarra marginata	4						

Artlistorna fortsätter på nästa sida.

Undersökning, bottenfauna: Birkeland Höst 2021

	Cyrnus flavidus					1	
	Cyrnus trimaculatus				1	2	
	Neureclipsis bimaculata			2			
	Polycentropus flavomaculatus	1		1			
Muslinger	Pisidium sp.	3	7	26	21	10	
Snegler	Ampullaceana balthica	6	3	2		1	
Nematoder	Nematoda	1	4	14		4	
Flatormer	Platyhelminthes				2		
Stingsild	Gasterosteus aculeatus			x			
	Antal individer	97	141	55	256	191	681
	Antal taxa	22	18	15	29	21	16
	Antal EPT-taxa	13	7	6	14	6	7
	Index	5,05	4,60	5,37	4,90	4,30	4,61
RAMI	EQR	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	1,00
	nEQR	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	1,00
	Index	6,50	6,13	5,93	5,94	5,38	5,58
ASPT	EQR	0,94	0,89	0,86	0,86	0,78	0,81
	nEQR	0,72	0,63	0,58	0,59	0,45	0,50
F-1	Index	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F-2	Index	1,00	-	-	-	-	-

Oppdragsgiver: Birkenes kommune
 Oppdragsnavn: Birkeland renseanlegg
 Oppdragsnummer: 633540-02
 Utarbeidet av: Nina Lønmo, Magnar Katla
 Oppdragsleder: Fred-Arne Sivertsen
 Dato: 03.05.2023

Notat Resipientvurdering

Innhold

Notat Resipientvurdering	1
1. Grunnlag	2
2. Resipient	3
2.1. Vann-nett	3
2.2. Multiconsult.....	4
3. Utslipp fra renseanlegget.....	6
3.1. Eksisterende rensekrav.....	6
3.2. Eksisterende utslipp fra renseanlegg	6
3.3. Dimensjoneringsgrunnlag for nytt renseanlegg	9
3.4. Utslipp fra nytt renseanlegg	10
4. Påvirkning på resipient fra nytt renseanlegg	12
4.1. Konklusjon.....	13
Kilder	15

Versjonslogg:

03	03.05.23	Revidert etter tilbakemelding	NL/MK	FAS
02	28.03.23	Revidert etter tilbakemelding	NL/MK	FAS
01	31.01.23	Nytt dokument	NL	MK
VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS

1. Grunnlag

I forbindelse med utarbeidelse av søknad om tillatelse til utslipp fra avløpsrenseanlegg, i henhold til forurensningsforskriften kap. 14 (utslipp av kommunalt avløpsvann fra større tettbebyggelser, ≥ 2000 pe), har Birkenes kommune bedt om bistand til å gjennomføre resipientvurdering for utslippet.



Figur 1. Kart viser dagens utslippspunkt for Birkeland avløpsanlegg, hentet fra NIVA via Multiconsult (Barland, 2022).

Vannkjemi (Barland, 2022) og biologi (Kristiansen, 2022) i resipientene er undersøkt av Multiconsult i 2021 til 2022. Resipientvurderingen gjøres med grunnlag i informasjon om dagens tilstand i resipientene, og hvordan nytt utslipp vil endre påvirkningen på vannkvaliteten i resipienten.

For vurdering av fremtidig påvirkning fra nytt renseanlegg er det benyttet informasjon fra rapporten «Entreprise E61 Prosess, elektro og VVS Funksjonsbeskrivelse» (Asplan Viak, 2022).

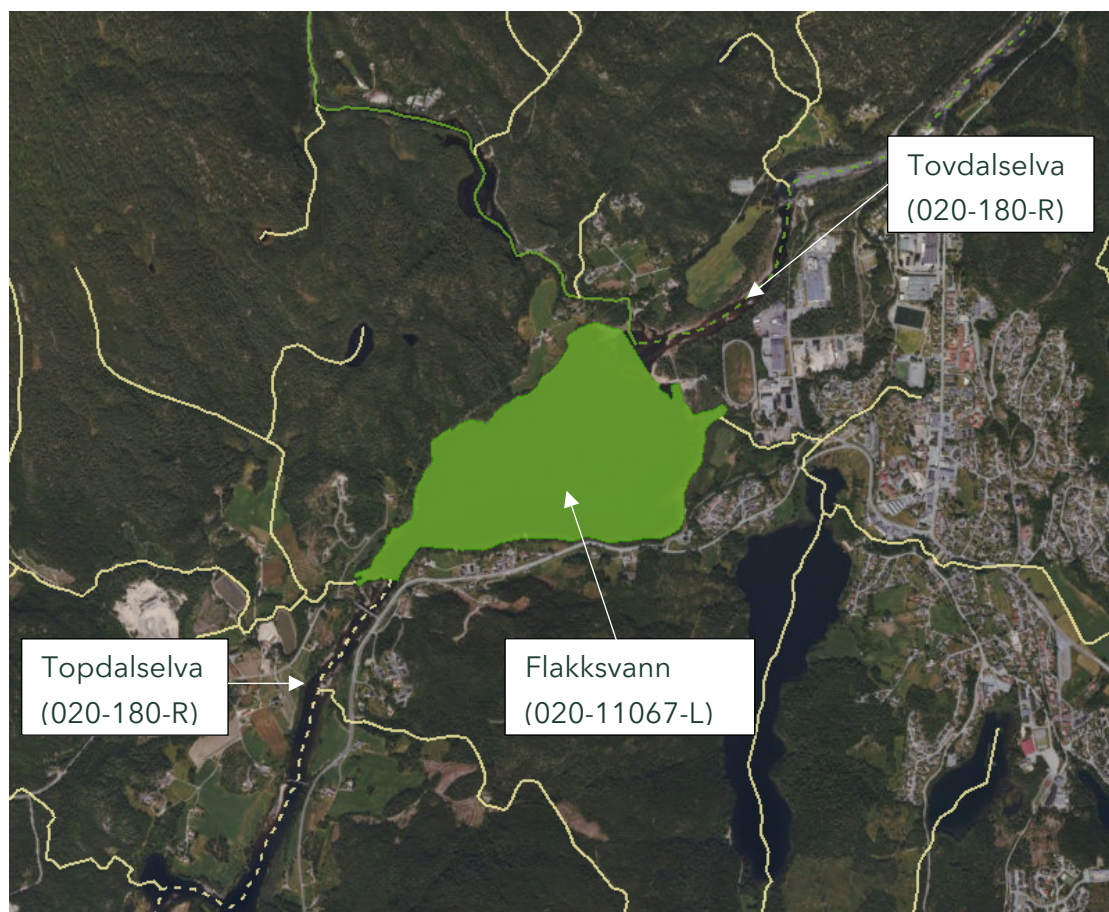
Utslipet er vurdert opp mot påvirkning på den økologiske tilstanden i resipienten iht. vannforskriften.

2. Resipient

Resipient for utslipp av rensert avløpsvann er Flakksvann. Multiconsult har dokumentert dagens tilstand i både Flakksvann og Tovdalselva (inn- og utløpselv til Flakksvann). Det er hentet inn data fra vann-nett og et utsnitt av aktuelle resultater fra Multiconsult sine undersøkelser i dette notatet. Det henvises for øvrig til rapportene for mer detaljerte vurderinger av dagens tilstand i resipienten.

2.1. Vann-nett

Flakksvann(VannID 020-11067-L) er i Vann-nett klassifisert til god økologisk tilstand. Tovdalselva oppstrøms vannet (VannID 020-180-R) er klassifisert til godt økologisk potensiale (SMVF), mens Topdalselva nedstrøms vannet (VannID 020-183-R) er klassifisert til moderat økologisk potensiale (SMVF).



Figur 2. Kart viser Flakksvann, med tilhørende vannforekomster, hentet fra Vann-nett.no. Grønn farge viser god økologisk tilstand mens gul farge viser moderat økologisk tilstand. Stiplede linjer indikerer sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF), hvor tilstanden vurderes som økologisk potensial.

Tilstanden i Flakksvann er i vann-nett basert på få data, og omfatter kun registrering av målt pH. Tilstanden i vannet er derfor bedre beskrevet i rapporten fra Multiconsult.

Topdalselva, både oppstrøms og nedstrøms Flakksvann, er en sterkt modifisert vannforekomst, hvor hydrologiske endringer uten minstevannføring (vannkraft) gjør at elva ikke kan oppnå mål om god økologisk tilstand (Miljødirektoratet, Vann-nett, 2023).

2.2. Multiconsult

Multiconsult har gjennomført målinger av vannkjemi (næringsstoffer m.m) og biologi (bunndyr og påvekstalg) i både Flakksvann samt i Tovdalselva. Resultatene fra undersøkelsene er vist i tabeller under, hentet fra sluttrapportene til Multiconsult (Figur 3 og Figur 4).

Prøvetakingslokalitet	pH	Kond	Turb	Tot-P	PO ₄ -P	Tot-N	NO ₃	NH ₄	Klorof.-a	TOC	Siktedyp
	pH	mS/m	FNU	ugP/l	ugP/l	ugN/l	ugN/l	ugN/l	ug/l	mg/l	m
Flaksvann 1, 0-4 m	6,6	1,90	0,79	13	2	293	64	16	1,2	5,0	3,8
Flaksvann 2, 0-4 m	6,5	1,65	0,77	8	2	240	53	16	1,2	4,8	4,1
Flaksvann 1, 2 m o/ bunn	6,5	2,08	0,87	14	3	873	63	577		4,8	
Flaksvann 2, 2 m o/bunn	6,4	2,67	1,01	13	3	717	63	430		4,6	

Prøvetakingslokalitet	pH	Kond	Turb	Tot-P	PO ₄ -P	Tot-N	NO ₃	NH ₄	TOC
	pH	mS/m	FNU	ugP/l	ugP/l	ugN/l	ugN/l	ugN/l	mg/l
Tovdalselva oppstrøms	6,5	1,68	0,63	8,1	3	216	80	13	5,1
Tovdalselva nedstrøms	6,4	1,83	0,76	8,1	2	227	88	19	5,1

Figur 3. Tabeller viser analyseresultater fra vannprøver og målt siktedyp i perioden mai - oktober 2021 som gjennomsnitt (Barland, 2022). Fargene viser til klassegrenser i veileder for tilstandsklassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen vanndirektivet, 2018), hvor gul farge er moderat tilstand, grønn farge er god tilstand og blå farge er svært god tilstand.

Tabell 2 Resultater for bunndyr med årsverdi for RAMI og ASPT indeksen klassifisert og fargekodet iht. veileder 02:2018.

Stasjon	Årstid	Antall individ	Antall taxa	EPT-taxa	FI-indeks 1	FI-indeks 2	RAMI (vår/høst)	Årsverdi RAMI	ASPT (vår/høst)	Årsverdi ASPT
10	Høst	97	22	13	1,00	1,00	5,05	4,46	6,50	6,50
	Vår	25	11	5	1,00	0,50	3,87		6,50	
20	Høst	141	18	7	1,00		4,6	4,60	6,13	6,13
	Vår									
30	Høst	55	15	6	1,00		5,37	5,37	5,93	5,93
	Vår									
1N	Høst	79	8	1	1,00		5,49	5,20	3,00	4,47
	Vår	256	29	14	1,00		4,9		5,94	
2N	Høst	191	21	6	1,00		4,3	4,30	5,38	5,38
	Vår									
3N	Høst	681	16	7	1,00		4,61	4,61	5,58	5,58
	Vår									

Tabell 3 Gjennomsnitt av resultater for bunndyr oppstrøms og nedstrøms Flaksvann.

Område	Antall individ	Antall taxa	EPT-taxa	FI-indeks 1	FI-indeks 2	RAMI	ASPT
Oppstrøms	80	17	8	1	0,75	4,72	6,27
Nedstrøms	302	19	7	1		4,83	4,98

Tabell 5 Resultater for hetetrof begroing med årsverdi klassifisert og fargekode iht. veileder 02:2018.

Stasjon	HBI2 (vår)	HBI2 (høst)	Årsverdi HBI2
10		0	0
20		0	0
30		0	0
1N		0	0
2N		0,001	0,001
3N		0	0

Figur 4. Tabeller viser resultater av bunndyrprøver og begroingsalger tatt i Tovdalselva vår og høst 2021 (Kristiansen, 2022).

Rapportene til Multiconsult konkluderer videre med:

«Det er god tilstand for totalt fosfor og svært god tilstand for totalt nitrogen både oppstrøms og nedstrøms Flaksvann. I denne perioden er det heller ingen entydig forverring av den hygieniske kvaliteten nedstrøms Flaksvann sammenlignet med oppstrøms. Når den termiske sjiktningen brytes under høstflommen, er det målbar påvirkning i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Da øker innholdet av ammonium, og den hygieniske kvaliteten forringes. Igjen er det vannføringen i Tovdalselva som avgjør graden og varigheten av påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg.» (Barland, 2022).

«Samlet sett er det imidlertid klare indikasjoner på at utslipp fra Birkeland renseanlegg medfører målbar organisk belastning og tilførsel av ammonium til Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Undersøkelsen viser derimot at det ikke er en kontinuerlig belastning. Så lenge Flaksvann er termisk sjiktet i sommerhalvåret er det ingen tydelige tegn til at utslippet fra avløpsanlegget påvirker Tovdalselva nedstrøms Flaksvann. Det er når den termiske sjiktningen brytes under høstflommen at påvirkningen nedstrøms Flaksvann er målbar. Da øker innholdet av ammonium, og den hygieniske

kvaliteten forringes. I slike perioder er det vannføringen i Tovdalselva som avgjør graden og varigheten av påvirkning fra Birkeland avløpsanlegg.» (Kristiansen, 2022).

3. Utslipp fra renseanlegget

3.1. Eksisterende rensekrav

Renseanlegget er underlagt krav til utslipp i forurensningsforskriften kap. 14. Resipientene ligger inne i området som forurensningsforskriften omtaler som «nedbørsfelt til følsomme områder».

§ 14-6. Utslipp til følsomt område

Kommunalt avløpsvann med utslipp til følsomt område, jf. vedlegg 1 punkt 1.2 til [kapittel 11](#), skal gjennomgå fosforfjerning.

Kommunalt avløpsvann fra nye renseanlegg og eksisterende renseanlegg som endres vesentlig skal i tillegg gjennomgå sekundærrensing.

Kommunalt avløpsvann skal i tillegg gjennomgå sekundærrensing og nitrogenfjerning dersom utslippet 1. januar 2007 hadde krav til nitrogenfjerning og hørte til tettbebyggelse nevnt i vedlegg 1 punkt 1.3 til [kapittel 11](#).

Statsforvalteren kan i særlige tilfeller gjøre midlertidig unntak fra rensekravene i forkant av større ombygginger på avløpsanlegget.

0 Endret ved forskrifter [14 sep 2006 nr. 1098](#) (i kraft 1 jan 2007), [14 des 2020 nr. 3341](#) (i kraft 1 juni 2021).

Eksisterende tillatelse (2013.032.T) fra 2013 har følgende rensekrav:

Parameter	Renseeffekt	Utslippskonsentrasjoner, mg/l	
		Årsmiddel	Maksimal verdi
Fosfor (tot P)	90%*		
Organisk stoff (BOF ₅)		60	86

* Prosentvis rensegrad regnes som årlig middelvei

3.2. Eksisterende utslipp fra renseanlegg

Utslipp fra renseanlegget i 2021 er vist i tabell under, hentet fra årsrapport fra driftsassistansen i Birkenes kommune. Årsrapport for 2022 er ikke ferdigstilt ved utarbeidelse av denne resipientvurderingen.

Årsrapport - Birkenes - Birkeland-RA - Resultat av kontrollprøver
01.01.2021 - 31.12.2021

Anlegg:	Birkeland-RA	Qdim:	72 m ³ /t
Rensemetode:	Mekanisk/ kjemisk	Ukesmaksfaktor (NS9426 kap.4.1.6):	1,5
		Tilført mengde stoff i maksuke (NS9426 kap.4.1.6)	3615 pe (BOF)

Dato	Vannføring [m ³ /d]	Overløp [m ³ /d]	Innløp				Utløp				Renseeffekt, inkl. overløp			
			Tot-P [mg/l]	Tot-N [mg/l]	KOF [mg/l]	BOF ₅ [mg/l]	Tot-P [mg/l]	Tot-N [mg/l]	KOF [mg/l]	BOF ₅ [mg/l]	Tot-P [%]	Tot-N [%]	KOF [%]	BOF ₅ [%]
19.01.2021	515	0	7,8		740	300	0,2		150	85	97,4 %		79,7 %	71,7 %
19.02.2021	865	0	5,2		470	170	0,14		150	82	97,3 %		68,1 %	51,8 %
13.03.2021	841	0	4,4		360	160	0,085		80	44	98,1 %		77,8 %	72,5 %
14.04.2021	494	0	9,3		700	280	0,13		140	88	98,6 %		80,0 %	68,6 %
06.05.2021	606	0	7,1		650	220	0,1		92	61	98,6 %		85,8 %	72,3 %
14.06.2021	535	0	7,8		860	250	0,19		150	92	97,6 %		82,6 %	63,2 %
07.07.2021	442	0	11		940	410	0,1		160	96	99,1 %		83,0 %	76,6 %
13.08.2021	497	0	8,9		670	320	0,1		130	75	98,9 %		80,6 %	76,6 %
12.09.2021	538	0	10		870	320	0,13		120	66	98,7 %		86,2 %	79,4 %
05.10.2021	1262	0	2,9		210	84	0,094		48	28	96,8 %		77,1 %	66,7 %
10.11.2021	591	0	6,1		600	220	0,083		100	57	98,6 %		83,3 %	74,1 %
06.12.2021	454	0	8,8		760	320	0,12		140	88	98,6 %		81,6 %	72,5 %
G.snitt	637	0	7,4		653	255	0,12		122	71,8				
Antall	12	12	12		12	12	12		12	12				

Vurdering av kontrollprøver

	Antall prøver			Restkonsentrasjon, middel [mg/l]			Restkonsentrasjon, maks [mg/l]			Renseeffekt [%]			Sekundærkrav	
	Krav	Resultat	Vurdering	Krav	Resultat	Vurdering	Krav	Resultat	Vurdering	Krav	Resultat	Vurdering	Min ant. godkj.	Nei
Tot-P	12	12	overholdt	-	-	-	-	-	-	90 %	98,2 %	overholdt	Antall godkj.	
Tot-N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Antall godkj.	
KOF	12	12	overholdt	-	-	-	-	-	-	-	81 %	-	Resultat	
BOF ₅	12	12	overholdt	60	72	ikke overh.	86	96,0	ikke overh.	-	71 %	-	Resultat	

Årsrapport - Birkenes - Birkeland-RA - Tilførsler og utslipp
01.01.2021 - 31.12.2021

Anlegg:	Birkeland-RA	Qdim:	72 m ³ /t
Rensemetode:	Mekanisk/ kjemisk	Ukesmaksfaktor (NS9426 kap.4.1.6):	1,5
		Tilført mengde stoff i maksuke (NS9426 kap.4.1.6)	3615 pe (BOF)

Dato	Vannføring [m ³ /d]	Overløp [m ³ /d]	Tilførsel inkludert overløp				Utslipp inkludert overløp				Tilførsel-pe		
			Tot-P [kg/d]	Tot-N [kg/d]	KOF [kg/d]	BOF ₅ [kg/d]	Tot-P [kg/d]	Tot-N [kg/d]	KOF [kg/d]	BOF ₅ [kg/d]	Tot-P [pe]	KOF [pe]	BOF ₅ [pe]
19.01.2021	515	0	4,02		381	155	0,1030		77,25	43,78	2232	3176	2575
19.02.2021	865	0	4,50		407	147	0,121		129,8	70,9	2499	3388	2451
13.03.2021	841	0	3,70		303	135	0,071		67,3	37,0	2056	2523	2243
14.04.2021	494	0	4,59		346	138	0,064		69,2	43,5	2552	2882	2305
06.05.2021	606	0	4,30		394	133	0,061		55,8	37,0	2390	3283	2222
14.06.2021	535	0	4,17		460	134	0,102		80,3	49,2	2318	3834	2229
07.07.2021	442	0	4,86		415	181	0,0442		70,72	42,43	2701	3462	3020
13.08.2021	497	0	4,42		333	159	0,050		64,6	37,3	2457	2775	2651
12.09.2021	538	0	5,38		468	172	0,070		64,6	35,5	2989	3901	2869
05.10.2021	1262	0	3,66		265	106	0,119		60,6	35,3	2033	2209	1767
10.11.2021	591	0	3,61		355	130	0,049		59,1	33,7	2003	2955	2167
06.12.2021	454	0	4,00		345	145	0,054		63,6	40,0	2220	2875	2421
G.snitt	637	0	4,27		373	145	0,0757		71,88	42,13	2371	3105	2410
Maks	1262		5,38		468	181	0,1211		129,75	70,93	2989	3901	3020
Min	442		3,61		265	106	0,0442		55,75	33,69	2003	2209	1767

Årtig tilførsel inkl. ov.løp [Tonn/år]				Årtig utslipp inkl. ov.løp [Tonn/år]				Årtig midlere ekvivalent tilførsel inkl. ov.løp [PE]		
Tot-P	Tot-N	KOF	BOF ₅	Tot-P	Tot-N	KOF	BOF ₅	Tot-P	KOF	BOF ₅
1,56		136,01	52,8	0,0276		26,24	15,377	2371	3105	2410

Figur 5. Driftsresultater fra Birkeland renseanlegg i 2021.

For Birkeland renseanlegg viser resultatene fra 2021 at renseanlegget tilfredsstillende oppfyller kravene for fosforrensning med svært god margin (oppnådd renseseffekt på 98,2%, mot krav på 90%). Renseanlegget oppnår ikke kravene til rensing av BOF (krav til konsentrasjon på 60 mg/l middelverdi og 86 mg/l maksverdi - oppnår 72 mg/l middelverdi og 96 mg/l maksverdi).

Årsrapport fra 2017, 2018, 2019 og 2020 viser at renseanlegget heller ikke disse årene klarte eksisterende krav til utløpskonsentrasjon for organisk stoff. Årsrapport for utslipp i 2022 er per. 31.1.23 ikke ferdigstilt, men et foreløpig utkast indikerer at heller ikke i 2022 er utslippskonsentrasjoner av organisk stoff innenfor kravet.

Det måles i dag ikke på nitrogen. Teoretisk beregnet mengde tot-N beregnet med utgangspunkt i tilført mengde stoff i maksuke på 3615 pe (BOF) og 12 g N/pe*dag (Norsk Vann, 2020), vil være 43,4 kg N/dag i 2021, og totalt ca. 15,8 tonn/år. Ved antatt 0 % renseeffekt tilsvarer dette en utløpskonsentrasjon på ca. 70 µg/l, med beregnet fortykning i gjennomsnittlig vannmengde pr. dag.¹

Rapporten fra Multiconsult konkluderer med at dagens utslipp påvirker vannkvaliteten i vannet, men at ved flom (store vannmengder) i elva, forsvinner sporene etter påvirkning raskt.

Rapporten konkluderer videre med følgende:

«Denne undersøkelsen har vist at utslipp fra Birkeland avløpsanlegg påvirker vannkvaliteten i Flaksvann negativt. Det er også klare indikasjoner på at utslipp fra avløpsanlegget i perioder påvirker vannkvaliteten i Tovdalselva nedstrøms Flaksvann negativt.

I perioder med termisk sjiktning i Flaksvann fører utslippet av rensed avløpsvann til kraftig oksygenforbruk i dypvannet. I store deler av august og september 2021 førte dette til anaerobe tilstander fra ca. 15 m dyp og ned til sedimentoverflaten.

Utslippet fører også til en markant økning av nitrogenforbindelser i dypvannet, og det er ammonium som er den totalt dominerende nitrogenforbindelsen i dypvannet når Flaksvann er termisk sjiktet. I det samme dypvannet er det også forhøyede nivåer av konduktivitet og turbiditet, og det kan også antydes en økning av fosfor som følge av utslippet.

Påvirkningen i dypvannet er størst nærmest selve utslippspunktet, men hele vannvolumet dypere enn ca. 15 m i Flaksvann var anaerobt i store deler av august og september 2021.

Utslippet fører også tidvis til meget høye nivåer av fekale indikatororganismer i dypvannet, og nivåene tilsier massiv belastning av fersk fekal forurensning.

I overflatelaget i Flaksvann er påvirkningen mindre tydelig. Det kan antydes noe høyere nivå av fosfor- og nitrogenforbindelser i overflatelaget nær utslippspunktet. Dette kan skyldes kilder som avløp fra spredt bebyggelse eller avrenning fra landbruksarealer, og det kan dermed også være årsaken til at den hygieniske kvaliteten i overflatelaget tilsier tilførsel av fersk fekal forurensning. Nivåene av fekale indikatororganismer er imidlertid klart lavere i overflatelaget enn i dypvannet.

Når den termiske sjiktningen brytes som følge av kraftig flom i Tovdalselva, forsvinner alle spor av påvirkning fra avløpsanlegget raskt. I slike perioder er vannkvaliteten i Flaksvann helt og holdent styrt av vannkvaliteten i Tovdalselva. Unntaket er den hygieniske kvaliteten som forblir tydelig påvirket i hele vannsøylen.» (Barland, 2022).

¹ Gjennomsnittlig daglig vannmengde gjennom renselanlegget i 2021 oppgitt i årsrapport: 637 m³.

3.3. Dimensjoneringsgrunnlag for nytt renseanlegg

Nytt renseanlegg skal dimensjoneres for 6000 pe. Informasjon om dimensjoneringsgrunnlag for nytt renseanlegg er hentet fra Asplan Viak sin funksjonsbeskrivelse (Asplan Viak , 2022).

Antall pe	Q_s [m ³ /t]	k_{maks}	Q_i [m ³ /t]	Q_{dim} [m ³ /t]	$Q_{maksdim}$ [m ³ /t]
6000	57	1,53	25	82	164

Q_s = midlere spillvannsmengde (m³/time) over døgnet
 k_{maks} = maks timefaktor i et middeldøgn
 Q_i = midlere infiltrasjonsvannmengde (m³/time) over døgnet
 Q_{dim} = dimensjonerende spillvannsmengde (m³/time) over døgnet
 $Q_{maksdim} = 2 \times Q_{dim}$
 $Q_{tørnvær} = 20 \text{ m}^3/\text{t}$

Beregnet forurensningsmengder for belastning fra 6000 pe er vist i tabell under. I tillegg til belastning fra befolkningen skal renseanlegget etableres med kapasitet til å rensere rejektivann og septik/eksternslam. Dimensjonerende døgnbelastning mengde av BOF₅ er 490 kg BOF₅/d.

Stoffbelastning, befolkning		
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF ₅)	360	kg/d
Kjemisk oksygenforbruk (KOF)	720	kg/d
Fosfor (P)	10,8	kg/d
Suspendert stoff (SS)	420	kg/d
Nitrogen (N)	72	kg/d

3.4. Utslipp fra nytt renseanlegg

Det er gitt følgende prosessgaranti for avløpsløsning:

Tabell 1. Prosessgaranti for nytt rensanlegg, hentet fra funksjonsbeskrivelsen (Asplan Viak, 2022).

Renseparametre	Innløp (mg/l)	Utløp (mg/l)	Renseeffekt (%)
BOF ₅	50 - 300	≤ 25	Eller ≥70%
KOF	100 - 600	≤ 125	Eller ≥75%
Tot-P	2 - 15	-	≥90%

Beregnet total årlig mengde forurensningsstoff basert på dimensjonerende belastning og renskrav (i %) er vist i tabellen under. I tillegg til parametere med renskrav er det også beregnet antatt utslipp av total-nitrogen. Dette er gjort for å vurdere nødvendigheten av å oppgradere renseanlegget med nitrogenrensing.

For renseanlegg med biologisk/kjemisk rensing med fosforfjerning og felling, kan en forvente en viss grad av nitrogenfjerning, da felling fjerner partikkelbundet nitrogen. Felling av partikler, med planlagt renseløsning, vil i henhold til veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg (Norsk Vann, 2020) kunne anta 20-35% rensing av total-N.

Renseanlegget dimensjoneres for en belastning på 6000 personekvivalenter i en maksuke, og for 50 kubikkmeter septik om dagen. Gjennomsnittlig belastning vil være en god del lavere. Dagens renseanlegg har ca. 3000 personer tilknyttet. Inn til anlegget kommer det i årsgjennomsnitt organisk stoff og fosfor tilsvarende ca. 2100 personekvivalenter, tilsvarende 70% av maks teoretisk stoffbelastning. Når renseanlegget er fullt belastet, er belastningen 6000 pe i en maksuke. Et konservativt anslag for årlig gjennomsnittlig belastning er 80 % av maksbelastning, tilsvarende 4800 personekvivalenter. I tillegg er det regnet med tilleggsbelastning fra rejeaktvann fra avvanning av 10 kubikkmeter septik om dagen hele året på renseanlegget. Dette ligger til grunn for videre beregninger og vurderinger.

Grunnlag for angivelsene (spesifikk belastning):
 Q = 400 l/pd, BOF₅ = 60 g/pd, SS = 70 g/pd, Tot P = 1,8 g/pd, Tot N = 12 g/pd
 BOF₅ = 150 mg/l, SS = 175 mg/l, Tot P = 4,5 mg/l, Tot N = 30 mg/l

		SS	SS	BOF ₅	BOF ₅	Tot P	Tot P	Tot N	Tot N		
		Restkons.	Renseeff.	Restkons.	Renseeff.	Restkons.	Renseeff.	Restkons.	Renseeff.		
		mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%		
Forbehandl.	Grovsiling	FB		150-175	10 - 20	130-145	5 - 10	4,0 - 4,5	0 - 10	27 - 30	0 - 10
Mekanisk rensing	Slamavskilling	FB/S		90 - 130	35 - 55	100-125	15 - 25	3,0 - 4,0	10 - 30	25 - 28	5 - 15
	Finsiling	FB	S	90 - 130	35 - 55	100-125	15 - 25	3,0 - 4,0	10 - 30	25 - 28	5 - 15
	Sedimentering	FB	S	90 - 130	35 - 55	100-125	15 - 25	3,0 - 4,0	10 - 30	25 - 28	5 - 15
Kjemisk rensing	Primærfelling	FB	F	20 - 30	80 - 85	35 - 55	65 - 75	0,3 - 0,6	80 - 95	20 - 25	20 - 35
	Sekundærfell.	FB	S	15 - 20	85 - 90	30 - 45	70 - 80	0,3 - 0,6	80 - 95	20 - 25	20 - 35
Biologisk rensing	Sekundærrensing	FB	S	15 - 30	80 - 90	15 - 35	80 - 90	2,5 - 3,5	25 - 45	20 - 25	20 - 35
	m/biol. P-fjerning	FB	S	15 - 30	80 - 90	15 - 35	80 - 90	0,7 - 1,1	75 - 85 ³	20 - 25	20 - 35
	m/biol. P- og N-fjerning	FB	S	15 - 30	80 - 90	10 - 25	90 - 95	0,7 - 1,1	75 - 85 ³	20 - 25	20 - 35
Biol/kjem rensing	Forfelling	FB	F	15 - 25	85 - 90	10 - 25	90 - 95	0,3 - 0,6	85 - 95	20 - 25	20 - 35
	Simultanfelling	FB	S	15 - 25	85 - 90	15 - 35	80 - 90	0,5 - 0,8	80 - 90	20 - 25	20 - 35
	Biofilm m/felling ¹	FB	S	10 - 20	90 - 95	10 - 25	90 - 95	0,3 - 0,6	85 - 96	20 - 25	20 - 35
Biologisk/kjemisk m/P+N-fjerning ¹	Etterfelling	FB	S	10 - 20	90 - 95	10 - 25	90 - 95	0,2 - 0,5	90 - 95	20 - 25	20 - 35
	For-DN AS	FB	DN-AS	10 - 20	90 - 95	5 - 15	> 95	0,2 - 0,5	90 - 95	6 - 9	70 - 80
	Etter-DN BF	FB	S	10 - 20	90 - 95	5 - 15	> 95	0,2 - 0,5	90 - 95	3 - 8	75 - 90
	Komb-DN BF	FB	S	10 - 20	90 - 95	5 - 15	> 95	0,2 - 0,5	90 - 95	3 - 8	75 - 90

FB - forbehandling
 S - separasjon²
 F - flokkulering

AS - aerob reaktor - aktivslamprosess
 BF - aerob reaktor biofilmprosess
 An-AS/BF - anaerob reaktor (biofilm eller aktivslam)

N - nitrifikasjon
 DN - denitrifikasjon
 AS/BF - aerob reaktor (biofilm eller aktivslam)

↓ Tilsetning av fellingsmiddel
 ↓ Tilsetning av karbonkilde

Tabell 1.4.1. Forventede restkonsentrasjoner og renseeffekter ved ulike prosesskombinasjoner.

Figur 6. Forventede renseeffekter ved ulike renseprosesser (Norsk Vann, 2020). Aktuell renseprosess for nytt avløpsrensianlegg ved Birkeland er markert med rødt.

Tabell 2. Teoretisk beregnet årlig utslippsmengde med oppgitte dimensjonerende mengde, og renseeffekt.

Parameter	Tilført mengde		Renseeffekt	Mengde utslipp etter rensing	Gjennomsnittlig utslippskonsentrasjon beregnet
BOF ₅	320 kg/d	117 tonn /år	90%*	12 tonn/år	18 mg/l
KOF	576 kg/d	210 tonn /år	90 %*	21 tonn/år	29 mg/l
Tot-P	9 kg/d	3,2 tonn /år	90 %*	315 kg /år	0,4 mg/l
Tot-N	72 kg/d	26 tonn /år	20 %**	17 tonn /år	23 mg/l

* Normal renseeffekt, jf. Figur 6 er 90 - 95% renseeffekt. Regner her 90 % for BOF og KOF og P. Dagens renseeffekt for P er mellom 95 og 98 %.

** Antatt 20 % rensing av nitrogen som følge av felling av partikler, jf. Figur 6

4. Påvirkning på resipient fra nytt renseanlegg

Beregnete endringer i utslippet (total utslipp pr år) er vist i tabellen under.

Tabell 3. Beregnet endring i utslipp mellom målt utslipp i 2021 og forventet årlig utslipp fra nytt renseanlegg.

Parameter	Beregnet nytt utslipp	Målt 2021	Differanse
BOF ₅	12 tonn/år	15 tonn/år	-3 tonn/år
KOF	21 tonn/år	26 tonn/år	-5 tonn/år
Tot-P	315kg /år	30 kg/år	170 kg/år
Tot-N	17 tonn /år	16 tonn/år	1 tonn/år

Dagens renseanlegg klarer ikke rensekrav for BOF, men øvrige rensekrav tilfredsstilles, og det fjernes mye mer fosfor enn kravet. Nytt renseanlegg vil overholde de samme kravene til fosforfjerning og vil ikke kunne ha en bedre renseeffekt enn i dag. Ved økt tilknytning til renseanlegget blir dermed utslippet av nitrogen og fosfor større. Her er det forutsatt 90% fosforfjerning, men en vil sannsynligvis kunne klare en høyere renseeffekt.

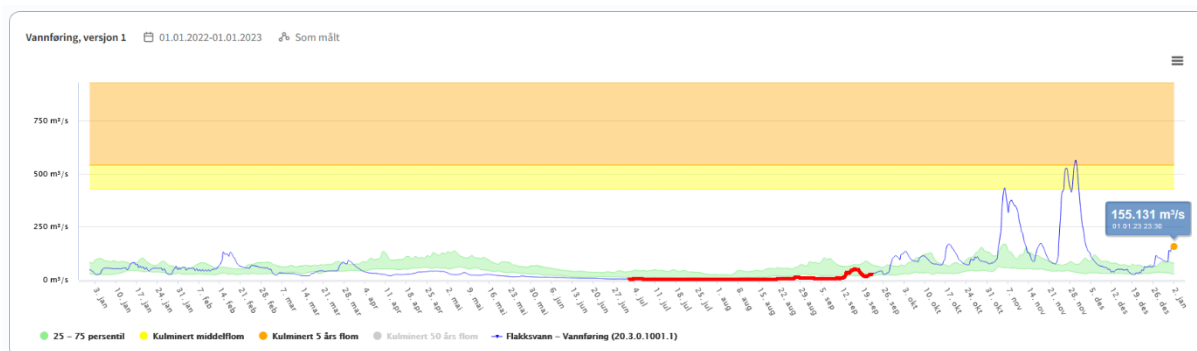
En kunne forvente større reduksjon i utslipp, men dagens renseanlegg fjerner svært mye fosfor og relativt mye BOF/KOF. En bedre BOF/KOF fjerning oppveies i noe grad av at beregningene er gjort for en tilknytning på 6000 personer, altså adskillig større forureningsproduksjon enn det er i dag.

Dersom en legger til grunn vannføringen i Tovdalselva som utslagsgivende for påvirkningen fra renseanlegget i Flakksvann (Barland, 2022), vil en kunne estimere konsentrasjon av total-P og total-N i vannmassene, ved å benytte vannføringsberegninger for Tovdalselva. I beregningene under er det benyttet vannføring som beregnet av Nevina (NVE, 2023) i et punkt midt i vannet, hvor både vannføring i Tovdalselva og Digeelva inngår. Det er ikke relevant å vurdere konsentrasjoner i Tovdalselva ved lavvannsføring, siden det i typiske lavvannsperioder er dokumentert sjikt i Flakksvann, slik at utslippet fra renseanlegget akkumuleres under sjiktet (ca. 8-12 m).

Tabell 4. Normalvannføring og estimert middelflom i Tovdalselva, bereget av NEVINA (NVE, 2023).

Areal nedbørsfelt	Normalavrenning		Estimert middelflom	
	Indeks [l/ s*km ²]	Vannføring [l/s]	RFFA (døgnmiddel)	Vannføring [l/s]
1766 km ²	33,2 l/ s*km ²	58 600 l/s	375 m ³ /s	375 000 l/s

Vannføring i Flakksvann overvåkes, og data hentet ut fra Sildre (NVE) viser målt vannføring i 2022 (Figur 7). Måledataene verifiserer de beregnede verdiene i Nevina, som vist i tabellen over.



Figur 7. Målt vannføring i Flakksvann(stasjon ID 20.3.0) i perioden 1.1.2022 - 1.1.2023. Kilde: <https://sildre.nve.no>

Ved økt utslipp fra Birkeland renseanlegg er konsentrasjonen av fosfor og nitrogen beregnet å øke med hhv. 0,3 µg P/l og 13 µg N/l i Topdalselva ved utløp av Flakksvann sammenliknet med målt bakgrunnskonsentrasjon oppstrøms renseanlegget (Tabell 5). Årlig gjennomsnittskonsentrasjon er beregnet å tilsvare tilstandsklasse god for fosfor og svært god for nitrogen. På grunn av sjikting i Flakksvann er påvirkningen på Topdalselva forventet å være episodisk (i forbindelse med flom), og konsentrasjonen av næringsalter kan ha stor variasjon gjennom et år.

Tabell 5. Beregnet konsentrasjon i Topdalselva (ved utløp av Flakksvann), beregnet fortynning i normalvannføring (Tabell 4) og med antatt bakgrunnsverdi tilsvarende målte verdier i stasjon «Topdalselva oppstrøms» (Figur 3).

Parameter	Utslipp etter rensing	Økning konsentrasjon (Utslipp fortynnet i middelvannføring)	Bakgrunns-konsentrasjon (gj.snitt)	Totalkonsentrasjon Topdalselva
Tot-P	315 kg/år	0,3 µg/l	8,1 µg/l	8,4 µg/l
Tot-N	17 tonn/år	13 µg/l	216 µg/l	229 µg/l

4.1. Konklusjon

I perioder med både stort utslipp av avløpsvann og der vannføringen i Tovdalselva gjør at sjiktingen i Flaksvann opphører er elva forventet å bli påvirket av økte konsentrasjoner av fosfor og nitrogenforbindelser. Utslipp fra nytt renseanlegg vil imidlertid ikke endre dagens tilstandsklasse for fosfor og nitrogen i Tovdalselva nedstrøms renseanlegget (årlig gjennomsnittsverdier). Prøvetaking av påvekstalger (se Figur 4) viser at dagens utslipp av

næringsstoffer i liten grad medfører påvirkning nedstrøms utslippet. Da nytt utslipp, selv med økte mengder utslipp for fosfor, ikke vil medføre endringer i økologisk tilstandsklasse for hverken nitrogen eller fosfor, forventes det heller ikke vesentlige endringer i påvekstalgene i Tovdalselva.

I periodene med sjikting i Flakksvann er det ikke forventet større endringer av konsentrasjon i overflaten, men økt utslipp fra nytt renseanlegg vil medføre høyere konsentrasjoner av næringssalter under sjiktet.

Beregningene viser at ved en forventet renseeffekt på 90 % for BOF vil utslippet reduseres med ca. 3 tonn BOF/år. Slik sett vil en sannsynligvis få en forbedret tilstand for BOF etter at det nye renseanlegget er fullt belastet.

Kilder

Asplan Viak . (2022). *Entreprise E61 Prosess, elektro og VVS Funksjonsbeskrivelse*.

Barland, K. (2022). *Resipientundersøkelse, Flaksvann og Tovdalselva - Sluttrapport - vannkjemi, klorofyll-a og mikrobiologi*. Multiconsult, 10226585-01-RIGm-RAP-001.

Direktoratsgruppen vanndirektivet. (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann*.
Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. Revidert 15.10.2020.

Kristiansen, A. T. (2022). *Birkeland avløpsanlegg, Birkenes - Sluttrapport - biologiske kvalitetselementer*. Multiconsult, 10226585-01-RIM-RAP- 001.

Miljødirektoratet, Vann-nett. (2023). <https://vann-nett.no/portal/#>.

Norsk Vann. (2020). *Veiledning for dimensjonering av avløpsrenseanlegg*. Norsk Vann rapport nr. 256.

NVE. (2023). *Nevina*. Hentet fra <http://nevina.nve.no/>