



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

## NOTAT

Til: Moss kommune ved Knut Bjørndalen

Kopi til:

Fra: Trond Mæhlum

Dato: 15.02.2017

Saksnr: 8139.03

# Arealbehov ved utvidelse av sigevannsrenseanlegget fra avfallsdeponiet i Trolldalen og forventet betydning for resipient

## INNHold

Sigevannets mengde .....	2
Sigevannets kjemiske sammensetning.....	3
Arealer og utforming av renseanlegg i forhold til ønsket vannkvalitet .....	4
Utvidelse av bekkeløpet i Trolldalsbekken.....	6
Effekt av foreslåtte tiltak for bestanden av sjøørret.....	6
Anbefalte undersøkelser for videre fremdrift.....	8

## Bakgrunn

Moss kommune skal oppgradere renseanlegget for sigevann fra det nedlagte deponiet i Trolldalen på Kambo. Deponiet ble etablert 1965 og mottok blandet kommunalt husholdningsavfall og avfall fra næring og industri i Moss. Sigevannet drenerer via et lokalt renseanlegg til Trolldalsbekken og videre til Kambobekken. Det har i et par år vært ønske om å foreta en oppgradering av renseanlegget som ble etablert i 2000 og rehabilitert i 2012. Renseanlegget fungerer ikke tilfredsstillende lenger. Oppgraderingen er en del av en større plan for å bedre vannkvaliteten i hele vassdraget og Mossesundet. Det er flere undersøkelser som viser at det er utslipp av miljøgifter i Trolldalsbekken, blant annet PCB, PAH og tungmetaller (Mæhlum 2011, Helland 2014, kommunens overvåkingsprogram for Kambobekken). Kildene er industrivirksomhet, forurenset grunn fra tidligere industrivirksomhet samt avfallsdeponiet i Trolldalen.

NIBIO bistår Moss kommune i planleggingen av et utvidet renseanlegg. NIBIO viser til Bioforsk notat om saken datert 15.11.2015 som vurderer renseanlegget, konsekvenser for vassdraget og forslag til utvidelse. Oppgaven nå er å vurdere arealbehov for et nytt utvidet renseanlegg for sigevann. Forutsetninger for vurderingen er:

- Renseanlegget skal ha en størrelse som sikrer at det oppnås en ønsket renseeffekt og at renseeffekten opprettholdes over tid og tar høyde for en forventet utvikling av

sigevannets kjemiske sammensetning.

- Et nytt renseanlegg kan tilknyttes strøm, men det er fra kommunens side ønske om å etablere et driftsekstensivt renseanlegg med minimalt forbruk av kjemikalier, energi og som krever lite tilsyn.
- Renseanlegget skal plasseres lokalt i området mellom deponiet og Trolldalsbekken. Jorda i området er dels forurenset av sig fra deponiet og har begrenset alternativt bruk.
- Eksisterende sigevannsledninger, kummer og basseng benyttes i den grad det er hensiktsmessig.
- Tiltaket skal ha en utforming som bidrar til å oppfylle flere økosystemtjenester utover det å rense sigevannet til en akseptabel kvalitet: økt biologisk mangfold, et mer spennende og landskap langs bekken som oppleves å ha større estetiske verdier enn dagens krattskog, større tilgjengelighet for friluftsliv (etablere turveg). Bestanden av ørret, som har tilhold i nedre del av vassdraget, skal få bedret vannkvalitet og attraktive leveområder lenger opp i vassdraget.

NIBIO vurderer i dette notatet arealbehovet for nytt renseanlegg og betydning for resipienten. Som underlag har vi sett på:

- Gjennomgang og sammenstilling av tilgjengelig data for sigevannets mengde og kjemiske sammensetning.
- Resipientundersøkelser av Trolldalsbekken. Rambøll rapport: *Miljøgifter i Trolldalsbekken. Kildesporing* (Helland 2014) og øvrige overvåkingsdata fra kommunen.
- Samtaler med miljøvernleder Knut Bjørndalen i Moss kommune og saksbehandler Håvard Hornnæs hos Fylkesmannen om aktuelle miljømål med rensing (oktober 2016) og fiskeforvalter Leif Karlsen (januar 2017) om tilstanden til vassdragets ørretbestand og i hvilken grad foreslåtte tiltak kan påvirke denne bestanden.
- Befaringer i det aktuelle området (oktober 2016). Kart er vist i figur 2 og 3.

### Sigevannets mengde

Deponiarealet er ca. 90 dekar og ble etablert i et område hvor det var myr/torv antagelig over marin leire og strandavsetninger. Mot Trolldalsbekken er det angitt leire som jordtype. Det er derfor grunn til å anta at det er en naturlig bunntetting av deponiet av leire. Det er ikke tilgjengelige kart over dreneringssystemet for sigevann og drenerende grøfter langs deponiet som avskjærer fremmedvann. Andel av fremmedvann fra områder utenfor deponiet er derfor ukjent. Det antas at hoveddelen av sigevannet samles opp og ledes til dagens renseanlegg. Noe diffus lekkasje har blitt registrert langs deponikanten nord og sør for dagens renseanlegg. Det er også grunn til å anta at det er noe lekkasje til grunnvann.

Det har ikke vært noen systematiske målinger av sigevannsmengder. Ved dimensjonering av renseanlegget i 2000 kommer det ikke klart frem hva som er grunnlaget for hydraulisk dimensjonering. Det oppgis en midlere vannføring på 1,7 l/s (146 m<sup>3</sup>/d) og en tørrværsavrenning på 1 l/s (86 m<sup>3</sup>/d). Dersom en legger til grunn et deponiareal på ca. 90 da og 400 mm av årsnedbøren danner sigevann ved infiltrasjon vil det dannes ca 100 m<sup>3</sup>/d sigevann i gjennomsnitt (1,1 l/s). Øvrig



nedbør (ca 400 mm) forutsettes da å renne av på overflaten, fordunste eller infiltrere. Dette samsvarer med vurderingene i 2000. Punktmålinger av utløp og overløp viser også en avrenning i området 1 – 1,5 l/s i perioder uten nedbør eller langvarig tørke og betydelig mer i fuktige perioder. Vannføringen kan øke med en faktor på mer enn 10 som følge av kraftig nedbør og snøsmelting. NIBIO forslår nytt renseanlegg dimensjoneres for en midlere sigevannsproduksjon på 100 m<sup>3</sup>/d.

### Sigevannets kjemiske sammensetning

Moss kommune overvåker sigevannets kjemiske sammensetning i prøvetakinger av råvann og utløp fra renseanlegget. Data foreligger fra 2011, 2013 og 2014. I tillegg har det blitt tatt noen sedimentanalyser. Det er prøvetatt for et utvalg parametere som kommunen har hatt fokus på i forhold til vassdraget som omfatter næringsstoff, organiske stoff, tungmetaller, PCB, PAH, BTEX, olje og giftighetstester (Microtox). Disse data er sammenstilt i tabell 1 og 2 i vedlegg 1. Det foreligger ingen full sigevannsanalyse i henhold til veilederen for miljøovervåking av sigevann (Klif 2005) og Prioriteringslisten for miljøgifter. Det har lenge vært tydelige utslipp i form av jernutfellinger i Trolldalsbekken nedstrøms deponiet. Formål med rensetiltaket i 2000 ble definert som ”å oppnå en viss rensing av bla jern og organisk stoff for å bedre **estetiske** forhold nedstrøms deponiet”.

Fortsatt er jern en viktig parameter å fjerne da konsentrasjoner er høye (50 – 100 mg/l) og dagens anlegg ikke har kapasitet til å holde tilbake i noen særlig grad og gir en økning i bekken. Jern og mangan lar seg lett fjerne om det er tilstrekkelig oksygen og lang nok tid for utfelling og sedimentering. NIBIO foreslår derfor at et nytt renseanlegg inkluderer en lufting som sikrer nok tilførsel av oksygen hele året. Toverdig jern i sigevannet vil da oksidere til treverdig jern som feller ut i et slam som siden kan fjernes. Slammet kan tømmes med slamsugebil og legges til avvanning i et avvanningsbasseng på avsluttet deponi. Det er en realistisk målsetting å oppnå >75% reduksjon av jern på årsbasis i nytt et renseanlegg med tilstrekkelig oksygen og oppholdstid.

**Nitrogen.** Data fra kommunens resipientovervåking 2009-11 oppstrøms og nedstrøms deponiet viser at vannkvaliteten generelt er i tilstandsklasse dårlig til meget dårlig med hensyn til næringsstoffer (N og P), TOC og TKB (Mæhlum 2011). Deponiet bidrar til økt nitrogen hvor det i perioder er opptil 2,5 ganger høyere nivå nedstrøms deponiet enn oppstrøms. Nivået av total nitrogen i råvannet er i området 15 – 20 mg/l og hoveddelen er ammonium nitrogen. Dette er relativt lavt sammenliknet med andre deponier, men likevel svært høyt i forhold til naturlig vannkvalitet. Ammonium nitrogen i vann med pH >8 kan være toksisk for fisk i lave konsentrasjoner på grunn av ammoniakkdannelse. Det er derfor viktig for et renseanlegg å oksidere mest mulig av ammoniumnitrogen til nitrat. Siden nitrogen også er næringsstoff bør renseanlegget også ha som mål å redusere nivået av total nitrogen. Det vil si å fjerne nitrat nitrogen ved denitrifikasjon. En realistisk målsetting er >90 % fjerning av ammonium i sommersesongen og mer en 50% fjerning av total nitrogen på årsbasis (med størst effekt i sommersesongen).

**Fosfor.** Det er også en viss økning i innhold av fosfor, organisk stoff og suspendert stoff i bekken nedstrøms deponiet. Fosforkonsentrasjon i sigevannet er generelt lav sammenliknet med nitrogen da fosfor bindes godt i deponiet. Likevel er deponiet en kilde til utslipp med nivåer opp mot 1 mg/l. Dersom det legges til rette for fjerning av jern vil også fosfor felles sammen med jern.

**BOF/KOF/TOC/SS.** Innhold av lettomsattelig organisk stoff (BOF) er lavt (<3 mg/l) som følge av at deponiet er gammelt og mye av det organiske materialet er brutt ned. Organisk stoff (KOF og TOC) som lekker ut av deponiet vil i hovedsak være humusforbindelser som er tungt nedbrytbare. Disse vil ikke så lett fjernes i et renseanlegg med lufting. Det vil imidlertid være en fordel å redusere



nivået av KOF i et renseanlegg da komplekse organiske molekyler kan ta med seg miljøgifter. I KOF inngår oksygenforbrukende stoffer som ammonium og toverdige jern disse og vil bli redusert ved en lufteprosess.

**Tungmetaller.** Resipientundersøkelser viser at det i perioder kan være noe økning av metaller i sedimenter nedstrøms deponiet sammenliknet med oppstrøms. En sammenstilling av sigevannsdata i tabell 1 og 2 viser at tungmetaller som bly følger opp omfatter zink, nikkel og krom hvor enkelte data har en konsentrasjon i tilstandsklasse «moderat» til «dårlig». Det er imidlertid ingen data som tyder på spesielt høye nivåer av disse metallene i forhold til andre deponier. Øvrige tungmetaller har generelt lave verdier i forhold til nivå som kan gi en giftvirkning. Det er derfor ikke grunnlag for å designe et renseanlegg spesielt rettet mot fjerning av tungmetaller. Mange av de aktuelle metallene vil holdes tilbake i et renseanlegg som fjerner jern.

**Organiske miljøgifter.** Det ble påvist PAH (maks 8 µg/l), BTEX (maks 12 µg/l), men ikke oljeforbindelser i sigevannet. Funn er på samme nivå som andre deponier i Norge og Sverige. Forekomst av PAH i de konsentrasjonene som ble påvist her anses ikke å gi toksisk effekt i resipienten. Det er også påvist PAH og PCB i sigevannssediment (2011), men også dette i relativt lave konsentrasjoner i forhold til miljøkvalitetsstandarder. Resipientundersøkelsen i 2014 antyder at den vannløselige PCB-kongeren PCB28 kommer fra sigevannet (Helland 2014).

Det mangler datagrunnlag for en del organiske forbindelser som kan forekomme i sigevann. Det kunne tenkes at det forekommer spesielt giftige forbindelser som ikke er undersøkt til nå. Det foreligger giftighetstester av sigevannet (tabell 1) som indikerer at sigevannet kan karakteriseres som lite giftig med de fleste EC50 verdier >70 (EC50 verdi <10% er meget giftig).

NIBIO ser ikke at det ut fra dagens data er grunnlag for å anbefale å designe et renseanlegg spesifikt egnet til å fjerne organiske miljøgifter inkludert PCB og PAH. Mange av de organiske miljøgiftene er hydrofobe og knytter seg lett til partikler. Et renseanlegg som gir god partikkelfjerning derfor vil holde tilbake mange av disse forbindelsene. Et renseanlegg med sammensatt mikrobielt miljø med ulike redoksforhold vil også gi grunnlag for en viss nedbrytning av slike stoffer og derved redusere vannets giftighet.

### Arealer og utforming av renseanlegg i forhold til ønsket vannkvalitet

Hvilke parametere som skal vektlegges i renseanlegget, forslag til prosess og forhold av betydning for dimensjonering er vist i tabell 1. Forslag til rensetrinn og areal er vist i tabell 2. Tabell 3 oppsummerer forventet rensing i foreslått renseanlegg. Et forslag til prinsippskisse, utforming og plassering av arealer er vist i figur 1 og 2. Figur 3 viser hvordan anlegget kan inngå som en del av flere tiltak for å bedre vannkvaliteten i Trolldalsbekken.

Totalt vil det foreslåtte renseanlegget ha et areal på ca.  $350 + 150 + 2.000 \text{ m}^2 = 2.500 \text{ m}^2$ . Samlet volum er ca.  $1100 \text{ m}^3$ . Teoretisk oppholdstid vil være ca. 11 dager (1,5 uker) for midlere avrenning ( $100 \text{ m}^3/\text{d}$ ). Foreslått anlegg er betydelig større enn det opprinnelige som ikke har virket tilfredsstillende. Denne utvidelsen og det forhold at vi kan forvente gradvis avtagende utslipp fra et gammelt deponi gir grunnlag for å anta at tiltaket vil oppfylle mål om bedret vannkvalitet.

Renseanlegget vil omfatte arealet mellom Trolldalsbekken og deponiets nordlige del. Området består dels av naturlig våtmark dannet på grunn av diffuse sigevannsutslipp. Det er flatt terreng med svakt fall mot nord som relativt enkelt kan tilrettelegges for et tiltak. Jordtypen er i hovedsak dype marine avsetninger (leire) samt noe organisk jord og morenemasser



Tabell 1. Oppsummering av renseanleggets funksjon og forhold av betydning for dimensjonering.

Parameter	Forslag til renseprosess	Dimensjonering
<b>Løst jern</b>	Oksidering til Fe-II og utfelling av Fe-III i luftebasseng etterfulgt av sedimenteringsbasseng og våtmarksfilter	Jern oksideres lett og felles ut lett om det ikke er spesielt mye humus i sigevannet. Minimum 2-3 døgnns midlere opphold til luftedam, dvs. volum på 2-300 m <sup>3</sup> .
<b>Ammonium nitrogen</b>	Oksidering – nitrifikasjon i i luftet lagune. Lavt BOF-innhold og lavt innhold av giftige forbindelser.	Langtidslufting >5 dager gir lite slamproduksjon, men her er det begrenset plass til stort basseng.
<b>Total nitrogen</b>	Denitrifikasjon av nitrat i våtmarksfilter, noe opptak i biomassen	Forutsatt en nitrogenfjerning på 150 g/m <sup>2</sup> /år (150 kg/da/år) vil et mål om å fjerne 300 kg nitrogen per år – som utgjør ca. 50 % av tilført nitrogen – kreve et areal på 2000 m <sup>2</sup> . Med dybde 30 – 50 og et volum ca. 700 m <sup>3</sup> blir teoretisk oppholdstid minimum 7 dager i forhold til midlere avrenning.
<b>Fosfor</b>	Utfelling med jern i luftet lagune og sedimenteringsbasseng, immobilisering i biomassen	Ingen spesielle krav til størrelse i forhold til det som er nevnt over. For lite fosfor i sigevannet kan være begrensene for biologisk rensing.
<b>Organisk stoff</b>	Oksidering i luftet lagune og noe sedimentering	Ingen spesielle krav til størrelse i forhold til det som er nevnt over.
<b>Miljøgifter</b>	Oksidering og sedimentering og immobilisering i biomassen	Langtidslufting med >5 dagers oppholdstid anbefales vanligvis for sigevann for å sikre at det er nok oksygen og lite giftige forbindelser, men her er det begrenset plass. Ellers ingen spesielle krav.

Tabell 2. Forslag til rensetrinn og areal/volum.

Trinn	Rensetrinn	Utforming og forslag til areal
<b>1</b>	Luftet lagune	Utvidelse av dagens rensedam til et basseng på minimum 300 m <sup>3</sup> . Med middeldybde på 1 m gir det et areal på ca. 350 m <sup>2</sup> . Det er sannsynligvis mulig å bruke deler av dagens basseng med tetting av membran og sprøytebetong. Lufting og omrøring ved hjelp av en overflateluffer (for eksempel propellejektor) som styres fra et skap eller hytte. Størrelse på aggregat (behov for lufting og omrøring) bestemmes i samråd med leverandør.
<b>2</b>	Sedimenteringsbasseng	Bassenget utføres slik at det er lett tilgjengelig for tømning med sugebil eller gravemaskin. Størrelse ca. 100 m <sup>3</sup> . Med middeldybde på 1 m gir det et areal på ca. 150 m <sup>2</sup> . Bassenget utformes med et bypass for perioder med tømning/vedlikehold
<b>3</b>	Våtmarksfilter/grunn tilplantet dam	Et basseng som graves i naturlige masser mellom deponifronten og Trolldalsbekken, dybde 30 – 50 cm, areal ca. 2000 m <sup>2</sup> . Bassenget utformes slik at vannet har lang oppholdstid og god kontakt mot sediment og våtmarksvegetasjon. 2 eller 3 dammer etableres ved å lage jordvoller på tvers av bekkedalen av morenejord som plastres med leire. Erosjonssikre overløp



etableres på vollene. Det skal ikke graves i deponifronten for å unngå utglidning og skade på eldre drenering. Bunnen i bassengene jevnes ut og større trær fjernes i og langs bassengene.

Tabell 3. Forventet renseeffekt på foreslått renseanlegg.

Parameter	Renseeffekt og kommentar
<b>Løst jern</b>	>75 % på årsbasis (sannsynligvis > 90 % på årsbasis)
<b>Ammonium nitrogen</b>	>75 % i sommersesongen, >50 % på årsbasis
<b>Total nitrogen</b>	>50 % på årsbasis, best effekt sommerstid pga høy temperatur og lav vannføring
<b>Fosfor</b>	>75 % på årsbasis
<b>Organisk stoff</b>	>50 % på årsbasis (TOC)
<b>Miljøgifter</b>	30 – 90 % på årsbasis, høyest for de forbindelser som er minst vannløselige inkludert PCB og PAH.

### Utvidelse av bekkeløpet i Trolldalsbekken

NIBIO foreslår at selve bekkeløpet i Trolldalsbekken utvides til å omfatte større våtmarksområder/rensedammer på ledige arealer nord og sør for det foreslåtte renseanlegget for sigevann. Dette vil bedre vannkvaliteten i bekken ved å fange opp diffus avrenning fra deponiet som ikke dreneres til renseanlegget, foruten å rense andre utslipp oppstrøms deponiet. Våtmarksområdene vil også en flomdempende effekt på vassdraget. Området kan etableres med bunnssubstrat som er attraktive for ørret og kulper som gir skjul og leveområde hele vinteren.

Foreslåtte arealer for bekkeutvidelser kan utformes som grunne bassenger langs Osloveien i den bredde som er naturlig ut fra gitte arealer, ca. 10 – 15 meter. Lengde kan være drøyt 300 meter oppstrøms renseanlegget og ca. 200 meter nedstrøms. Dette kan gi våtmarksareal på henholdsvis 3500 og 4000 m<sup>2</sup>, til sammen 7500 m<sup>2</sup>. Løsmasser som fjernes benyttes lokalt til å heve bekkeprofilen, plastre vegkanten av Osloveien som i dag er svært bratt og usikret, bygge opp terskler og vollter som gir vannet lang oppholdstid og som fundament for en tursti inn mot gammelt deponi. Tiltaket må etableres slik at Osloveien ikke blir flomutsatt selv om dagens bekkeprofil heves. Gitt en vanddybde på 30 – 50 cm vil tiltaket oppnå et vannvolum på ca. 3000 m<sup>3</sup> under normal avrenning. Dersom det ikke kommer i konflikt med vegen kan arealet ha en betydelig flomdempende effekt.

### Effekt av foreslåtte tiltak for bestanden av sjørørret

Fylkesmannens foretok en undersøkelse av fiskebestanden i nedre delen av vassdraget for 5 år siden for å kartlegge forekomst og årsklasser av sjørørret (Karlsen 2011). Det ble foretatt elektrofiske på strekningen opp til der bekken krysser Osloveien nedenfor deponiet. Undersøkelsen viste at det er en ørretbestand i den nedre delen av Trolldalsbekken/ Kambobekken. Bestanden



NIBIO

kunne være en større med bedre vannkvalitet, flere gyteplasser og skjul, og tilrettelegging for å passere en terskel ved juvet ved Kambosenteret. Bekkens gunstige fallforhold er bra for fisken.

Notatets forslag til tiltak for å rense sigevann og bekevann som også gir fisken bedre leveområder (mat, skjul, gyteplasser) ble diskutert med fiskeforvalteren. Han mener foreslåtte tiltak sammen med fjerning av gamle forurensninger i bekkesedimentene vil være svært gunstig for ørretbestanden. Det er viktig at gravearbeider planlegges og utføres slik at bekken forurenses minst mulig i anleggsperioden.

Det er som kjent andre kilder til utslipp enn deponiet: gamle industritomter og eksisterende industri, bebyggelse med variable standard på avløpsnett, urbant overvann og vegavrenning. NIBIO mener det må gjennomføres mange tiltak for å få Trolldalsbekken opp på et nivå som gjør den til et attraktivt leveområde for sjørreten. Det er ikke et realistisk mål å nå en vannkvalitet som er nær bakgrunnsnivå på et slikt urbant vassdrag. Bekkestrengen er jo også rettet fra tidligere tiders meandering så den er jo sterkt modifisert.

Et miljømål for vassdraget er å oppnå en vannkvalitet som gjør sjørreten og annet akvatisk liv har gode levevilkår og at synlige jernutfellinger blir borte. Siden det er påvist stor ørret viser det jo at det er levevilkår der under fisket for 5 år siden, men ikke gode levevilkår. Vannkvaliteten er neppe forverret siden den gang. For fisken vil det være gunstig at oksygenforbrukende stoff reduseres. Her inngår ammonium-nitrogen fra deponiet som kan være direkte giftig i konsentrasjoner på noen mg/l ved høy pH. Også redusert jern bidrar til oksygenvinn. Renseanlegget med lufting vil bidra til vesentlig rensing av slike stoff foruten organisk materiale (BOF). Mange miljøgifter har egenskaper der de kan akkumuleres i fisk gjennom næringskjeden, inkludert kvikksølv. I overvåkingen av bekk og sigevann er det ikke påvist kvikksølv i sigevann og sediment i giftige konsentrasjoner, men derimot sink og kobber. Det er også fosforkonsentrasjoner og TKB i bekken oppstrøms deponiet som indikerer at bekken er forurenset av avløpsvann. Næringssalter som fosfor og nitrogen bidrar til økt primærproduksjon.

Ut fra den informasjonen NIBIO har tilgjengelig ser vi ikke noen risikomomenter med forslag til tiltak og restaureringsprosjektet. En utvidelse av bekken i øverste delen av vassdraget langs Osloveien vil være gunstig for vannkvaliteten og oppholdssteder for sjørret. Ved å lage utvidelser av bekken med dammer og våtmarker avgrenset av jorrdammer med steinsatte terskler i vassdraget vil fisken kunne ta seg frem i hele vassdraget. Det er imidlertid ikke ønskelig å få fisk inn i selve renseanlegget med dam/våtmark da det her er vann og sediment med dårligere kvalitet enn i bekken.

### Anbefalte undersøkelser for videre fremdrift

Det bør i løpet av våren 2017 gjennomføres noe flere analyser av miljøgifter i urensset sigevann og diffuse lekkasjer av stoffer som ikke har blitt undersøkt tidligere.

Det bør foretas grunnundersøkelser (jordtype) på de arealer som er foreslått omdisponert til våtmark.

Det må avklares om eventuell endring av bekkeløpet (forslag om utvidelse) krever spesielle tillatelser.

Områder som er foreslått omdisponert til våtmark må avklares med grunneier og Statens vegvesen.

## PRINSIPPSKISSE AV VÅTMARKSANLEGG



Figur 1. Prinsippskisse av rensanlegget etter dam med lufting

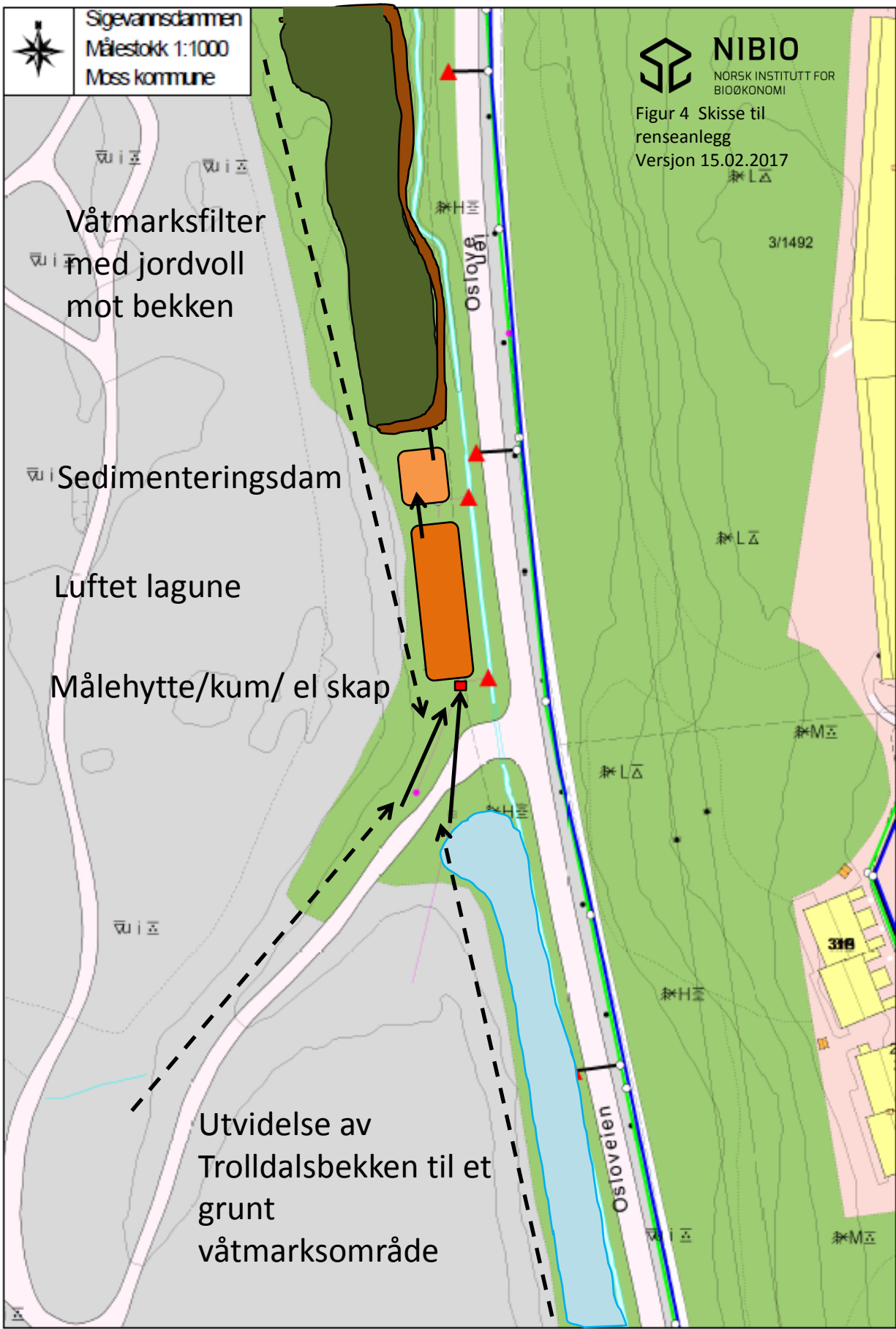




Figur 2. Luftet lagune og sedimentering (rød farge, ca. 400 m<sup>2</sup>) etterfulgt av en eller to grunne våtmarksbasseng i hele deponiets lengde (grønn farge, ca. 2000 m<sup>2</sup>).



Figur 3. Trolldalen rensepark: Forslag til utvidelser av Trolldalsbekken sør og nord for det foreslåtte nye renseanlegget som ligger på østsiden av den nordlige delen av deponiet. Disse dammene kan fange opp noe diffus avrenning fra deponiet, men inngår ikke i renseanlegget.



Sigevannsdammen  
Målestokk 1:1000  
Moss kommune

**NIBIO**  
NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

Figur 4 Skisse til  
reNSEanlegg  
Versjon 15.02.2017

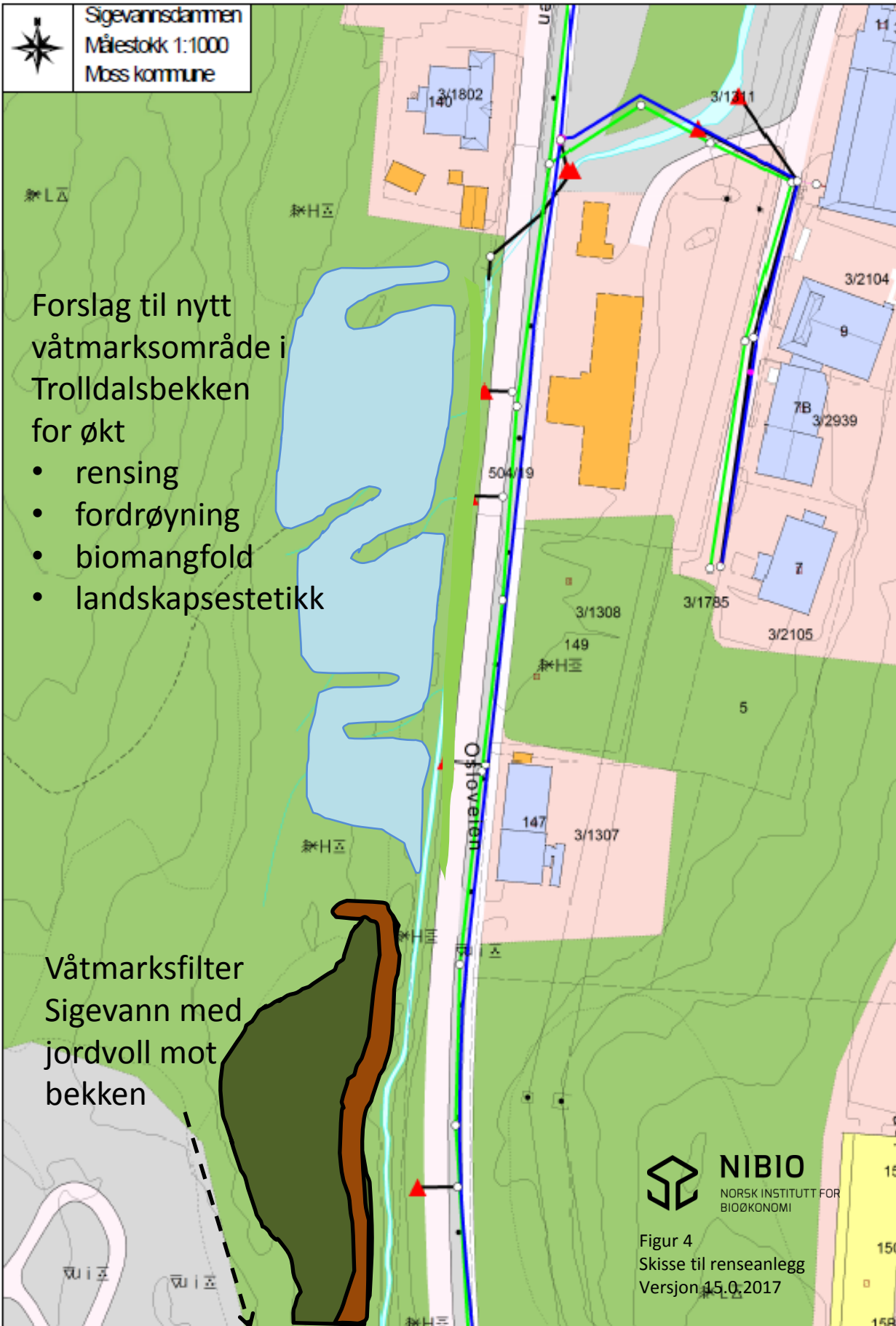
Våtmarksfilter  
med jordvoll  
mot bekken

Sedimenteringsdam

Luftet lagune

Målehytte/kum/ el skap

Utvidelse av  
Trolldalsbekken til et  
grunt  
våtmarksområde



Forslag til nytt  
våtmarksområde i  
Trolldalsbekken  
for økt

- rensing
- fordrøyning
- biomangfold
- landskapsestetikk

Våtmarksfilter  
Sigevann med  
jordvoll mot  
bekken