

Vurdering av utslipp
fra Nye Espeland VBA
til Skåldalselva i Arnavassdraget



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS 2258



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Vurdering av utslipp fra Nye Espeland VBA til Skåldalselva i Arnavassdraget

FORFATTER

Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Bergen kommune, Vann og avløp

OPPDRAGET GITT:

14. april 2016

ARBEIDET UTFØRT:

2016

RAPPORT DATO:

15. desember 2016

RAPPORT NR:

2258

ANTALL SIDER:

16

ISBN NR:

ISBN 978-82-8308-268-5

EMNEORD:

- Vannbehandling
- Avløp
- Resipientvurdering

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Forsidefoto: Skåldalselva ved Espeland vannbehandlingsanlegg 31. mai 2016.

FORORD

Vann- og avløpsetaten i Bergen kommune skal oppgradere Espeland vannbehandlingsanlegg, med ny vannbehandlingsprosess som skal forsterke de hygieniske barrierene og fjerne organisk materiale (farge) fra vannet. Prosessvann fra vannbehandlingsprosessen kan ikke føres til det kommunale avløpssystemet, siden dette har begrenset kapasitet. Det er heller ikke aktuelt å føre prosessvannet tilbake til vannkilden, siden denne ligger langt vekk og mye høyere. I dialog med Fylkesmannens miljøvernavdeling, kom det fram at dersom avløpet skal slippes til vassdraget, så må det ikke være til skade for fisk. Fylkesmannen etterspør da mer informasjon om innholdet i utslippsvannet, samt eventuell fare for gassovermetning, før Fylkesmannen kan ta stilling til et slikt utslipp.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra vann- og avløpsetaten i Bergen kommune, utarbeidet et slikt grunnlag for søknad til Fylkesmannen om tillatelse til utslipp fra Nye Espeland VBA til Skåldalselva i Arnavassdraget.

Denne vurderingen baserer seg på en gjennomgang av foreliggende kunnskap om vassdraget, og tilsendt informasjon fra Vann- og avløpsetaten / Bergen Vann KF om planer og erfaringer med nåværende renseanlegg, samt resultater fra gjennomførte pilotforsøk med undersøkelse av renseeffekten med planlagt anvendelse av Dynasandfiltre.

Rådgivende Biologer AS takker Paula Pellikainen og Asle Aasen (Bergen Vann KF) og Anna Walde (Vann- og avløpsetaten) for godt samarbeide underveis, og Vann- og avløpsetaten for oppdraget.

Bergen, 15. desember 2016.

INNHOOLD

Forord.....	2
Innhold	2
Sammendrag.....	3
Innledning.....	4
Skåldalseven i Arnavassdraget.....	6
Nytt Espeland Vannbehandlingsanlegg	10
Vurdering av virkning av utslipp	13
Referanser.....	16

SAMMENDRAG

JOHNSEN, G. H. 2016.

*Vurdering av utslipp fra Nye Espeland VBA til Skåldalselva i Arnavassdraget
Rådgivende Biologer AS, rapport 2258, 16 sider, ISBN 978-82-8308-268-5.*

Rådgivende Biologer AS har, på oppdrag fra Bergen kommune, Vann- og avløpsetaten, foretatt en vurdering av virkningene av planlagt utslipp til Skåldalselva ved utbygging av nytt Espeland VBA.

Det nye vannbehandlingsanlegget vil få to hygieniske barrierer mot bakterier, virus og parasitter, og vannbehandlingsprosessen vil også fjerne naturlig organisk materiale (humus) fra vannet. Kapasiteten økes til en vannproduksjon til opp mot 80.000 m³/døgn. Fra anlegget planlegges det utslipp av rensset dekantvann fra filterne samt modningsvannet til Skåldalselva i blanding fra et fordrøyningsbasseng. Dette utgjør vannmengder tilsvarende mellom 95 og maksimalt 336 m³/time, med «vanlig» nivå på 118 m³/time. Vannkvaliteten på utslippet av «dekantvann» og «modningsvann» er kjent fra målinger ved Bergen kommunes øvrige vannbehandlingsanlegg. Ved Nye Espeland VBA planlegges også dekantvannet fra filterne rensset gjennom et Dynasandfilter, og testing av dette filterets effekt på utslippets vannkvalitet er gjennomført høsten 2016. Utslippets kvalitet blir da vesentlig bedre fra dette nye anlegget enn fra de øvrige eksisterende anlegg.

Skåldalselva har i dag hovedsakelig sitt nedbørfelt nedenfor drikkevannsmagasinet Svartavatnet, og hydrologiske forhold for vannføring fra dette feltet er utredet. Varighet av vannføringer med 5 og 10 % gjentaksintervall er beregnet, og er sammen med erfaringstall for vannkvalitet i utslippet benyttet som grunnlag for beregning av virkning av utslippet til Skåldalselva og ved samløp med Arnaelva ved Espeland.

Utslippene fra Nye Espeland VBA til Skåldalselva vil ved særlig lave vannføringer kun bli fortynnet mellom 3 og 8 ganger, avhengig av utslippets størrelse. Fortynningen vil være omtrent 35 ganger ved median vannføring og ved vanlig vannproduksjon ved anlegget. Arnaelva har tilsvarende vannmasser som Skåldalselva ved samløp ved Espeland, og utslippene blir da fortynnet ytterligere.

Etter rensing gjennom Dynasandfilteret vil innholdet av jern i utslippet kunne være svakt forhøyet, men konsentrasjonene vil aldri nærme seg uønskete verdier på 0,5 mg/l i Skåldalselva, selv ved de laveste vannføringer. Vanligvis regner en risiko for okerutfelling på fiskegjeller når jerninnholdet kommer over 0,5 mg/l, og det er ansoksiske forhold.

Kalsiuminnholdet i utslippet er relativt høyt, og vil føre til en økning i Skåldalselva. I all hovedsak vil vassdraget likevel fremdeles være «kalkfattig» etter vanddirektivets definisjon, og tilførsler av kalk på dette nivået ansees ikke skadelige for livet i vassdraget. Tilsetning av kalk er et vanlig benyttet tiltak i forsurete vassdrag.

Det vil bli benyttet polymer av typen akrylamid ved vannbehandlingen. Det aller meste av polymeren vil først bli tatt ut med slammet, og siden filtrert fra dekantvannet. Konsentrasjonen av akrylamid i utslippet vil være svært lav og langt under terskelverdien for biologisk skade før fortynning i Skåldalselva. Akrylamid vil kun foreligge oppløst i vann, og ikke binde seg til partikler. Det vil derfor ikke akkumulere i vassdraget, og det vil heller ikke akkumulere i vannlevende organismer. Akrylamid er biologisk nedbrytbart, og det antas at det vil være fullstendig nedbrutt etter omtrent 10 dager. Det er derfor ingen ting som skulle tyde på at utslipp av akrylamid skulle medføre noen problemer for noen type ferskvannsorganismer; verken planter eller dyr.

Konklusjonen er at det ikke antas noen miljøvirkninger som skulle medføre skade på økosystemene ved utslipp av «modningsvann» eller «dekantvann» fra renseprosessene ved det planlagte Nye Espeland VBA. Mulige klimaendringer med økte nedbørmengder vil forsterke denne konklusjonen. Dette gjelder både i Skåldalselva og i Arnaelva, der det også er sårbare bestander av laks og sjøaure.

INNLEDNING

Humus er naturlig organisk materiale, og er til stede i alt overflatevann. Humus er en blanding av organiske makromolekyler som dannes ved nedbrytning og omdanning av planterester. Humus er et stort problem for norsk drikkevannsforsyning fordi vi har en utstrakt bruk av overflatevann, og innholdet av humus har dessuten økt jevnt i norske vassdrag siden 1980-tallet (Saksgård & Schartau 2013). Det er flere viktige grunner til å fjerne humus fra vann som skal brukes som drikkevann:

- Høyt humusinnhold gir farge, og kan gi lukt og smak på vannet.
- Humus reduserer effekten av desinfeksjonsmidler (UV-bestråling eller klorering).
- Ved høy klordosering og høyt humusinnhold, kan det dannes forhøyede nivåer av klororganiske forbindelser.
- Humusforbindelser er ofte bærere av miljøgifter (tungmetaller og organiske miljøgifter).
- Høyt humusinnhold kan være substrat for mikroorganismer og derved gi økt begroing og nedslamming av ledningsnett.

Den vanligste metoden for fjerning av humus fra drikkevann i norske vannverk er ved kjemisk felling med etterfølgende filtrering. Denne prosessen medfører behov for spyling av filtrene, og til dette medgår betydelige mengder vann som ikke kan slippes ut på drikkevannsnettet. I tillegg vil de første vannmassene som renses umiddelbart etter spyling av filtrene, ikke ha tilstrekkelig kvalitet til at det kan sendes ut som drikkevann. For mange vannbehandlingsanlegg føres begge disse vannmengdene, helt eller delvis tilbake til vannkilden. Kvaliteten på dette rejektivannet vil være påvirket av vannbehandlingskjemikalierne som brukes ved humusfjerningen. Nedenfor er sentrale element gjennomgått.

ORGANISK STOFF

Organisk stoff tilføres vassdrag fra både naturlige og menneskeskapt eksterne kilder i nedbørfeltet, eller fra innsjøens egen biologiske produksjon av planter, alger og dyr (Holtan & Åstebøl 1990). Slike tilførsler deles i to hovedgrupper, humusstoffer og andre. Humusstoffene er tungt nedbrytbare i vann og stammer hovedsakelig fra skog og myrområder. De andre er lettere nedbrytbare, og har en rask biologisk omsetting. Det tilføres ikke noe nytt organisk stoff fra vannbehandlingskjemikalierne, og det meste av det organiske stoffet fra råvannet felles ut og kjøres til deponi eller går til avløpsnett.

Organisk stoff er i seg selv ikke skadelige for miljøet, men innholdet av organisk stoff kan ha betydning for vannkvalitet og miljø i innsjøer. Tilførsler av organisk stoff vil brytes ned under forbruk av oksygen, og dette kan medføre at oksygeninnholdet i dypvannet gradvis avtar (Johnsen mfl. 1985).

SURHETSRELATERTE STOFF

Tilsetningsstoffene i renseprosessen inneholder også blant annet kalsium, som kan påvirke surheten i vannet. Alle vannlevende organismer er i større eller mindre grad avhengige av kalsium. Dyr med kalkskall vil for eksempel kreve et høyere kalkinnhold enn dyr som ikke bruker kalk i vesentlig grad til strukturell oppbygning av kroppen. Kalsium har også betydning for surhetstilstanden og alkaliteten i vannet, og i den grad tilførslene vil endre surhetsforholdene i en resipient, vil mengden kalk kunne ha stor betydning for tilstedeværelse av mange dyre- og plantearter. I Norge har en i flere år brukt store ressurser på kalking for å minske effekten av sur nedbør. Erfaringene fra kalkingsvirksomheten hittil er at kalking påvirker artssamfunnet, og i de fleste vassdragene har det biologiske mangfoldet økt, uten at det er registrert skader på noen arter (Forseth mfl. 1997).

JERN

Jern er, etter aluminium, det vanligste metallet på jorden, og det forekommer også i forskjellige former i vann. Skader på vannlevende organismer forårsaket av jernforbindelser, er kun rapportert under helt spesielle forhold, og skjer ved «oker-utfelling» på fiskegjeller. Konsentrasjonene må da være opp mot 0,5 mg/l, og det skjer når toverdige jern oksyderes og polymeriseres på gjellene.

AKRYLAMID

I forbindelse med vannbehandlingen ved drikkevannsanlegg benyttes, benyttes Magnafloc LT20 som inneholder 90-100 % ikke-ionogent polyakrylamid. Polyakrylamid lages ved polymerisering av akrylamid, men en klarer ikke å få alt til å polymerisere, og derfor vil det alltid finnes rester av monomeren akrylamid. Akrylamid er et syntetisk stoff som ikke forekommer naturlig.

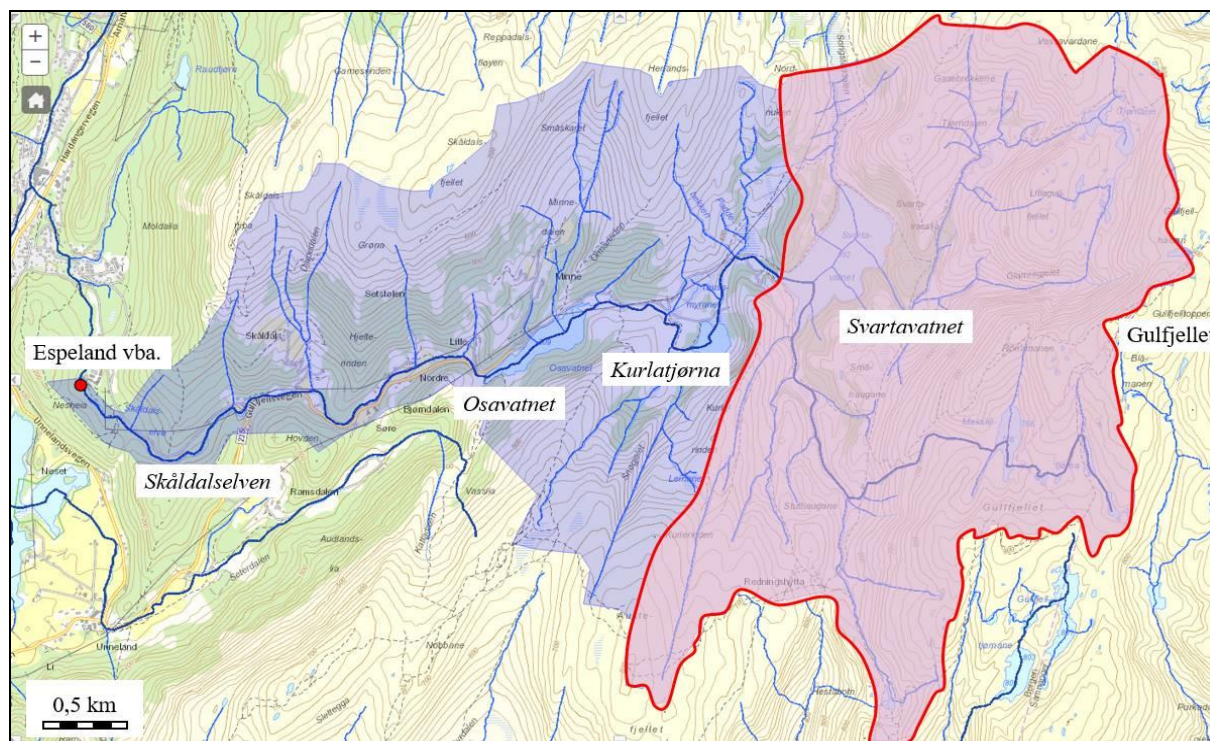
Akrylamid kan ha alvorlige helse- og miljøskadelige egenskaper, og stoffet er mistenkt for å være reproduksjonsskadelig. Opptak av akrylamid hos mennesket kan skje både via hud, luftveier og mage/tarmkanal. Dette tilsier at risikoen for skader er stor dersom mennesker og miljø eksponeres for akrylamid, spesielt ved lengre tids eksponering (Huuse mfl. 1999).

Akrylamid er også svært skadelig for vannlevende organismer. Det kan være akutt giftig, og det er utført en rekke toksisitetstester for fisk som viser LC50-verdier mellom 85 mg/l og 460 mg/l, for vannlopper (*Daphnia magna*) er LC50-verdien 98 mg/l og for ferskvannsalger er EC50-verdien 34 mg/l (for nærmere oppsummering se Sverdrup mfl. 1999). Stoffet kan også gi kroniske skader, og lavest toleranse er funnet for vannloppen *Daphnia magna*. Der måtte konsentrasjonen av akrylamid helt ned på 1,8 mg/l før man ikke kunne påvise noen negativ kronisk effekt. Beregnet terskelverdi for at det ikke skal oppstå noen biologiske skader (PNEC kronisk) er derfor satt til 180 µg akrylamid/l i ferskvann.

Akrylamid har meget høy vannløselighet, det er biologisk nedbrytbart og har derfor liten evne til bioakkumulering. Ved 20°C trenger kjemikaliet en akklimatiseringsperiode på 1,5 - 2 døgn i elvevann og blir deretter nesten fullstendig nedbrutt etter 5 - 10 dager, avhengig av temperatur og miljøforhold. Lavere temperatur eller liten tetthet av mikroorganismer, gir lenger nedbrytningstid, og under typiske norske forhold må man derfor regne med at nedbrytningen skjer saktere (Källqvist mfl. 1997, Sverdrup mfl. 1999).

SKÅLDALSEVA I ARNAVASSDRAGET

Skåldalselva drenerer vestsiden av Gulffjellet i Bergen, men de øverste og østligste delene går til Svartavatnet, som er regulert som en av hovedvannkildene for drikkevannsforsyningen i Bergen kommune (**figur 1**). Høsten 2013 var arbeidet med 15 meter heving av dammen i Svartavatnet ferdigstilt, slik at magasinvolumet er øket fra 2,7 mill. m³ til 8,6 mill. m³. Dette dekker hele kommunens vannbehov i fire måneder, og dermed regner man med å ha sikret kommunal vannforsyning fram mot 2040. Vannet herfra renses i Espeland vannbehandlingsanlegg. Det er også et vanninntak fra Kurlatjørna, men dette benyttes i liten grad fordi magasinet er lite og vannkvaliteten ikke så god.



Figur 1. Nedbørfeltet til Skåldalselva ved Espeland vannbehandlingsanlegg. Delfeltet til Svartavatnet er markert med rødt.

Skåldalselva ved Espeland vannbehandlingsanlegg hadde opprinnelig et nedbørfelt på 16,9 km² og en middelvannføring på 2,4 m³/s. Nå benyttes alt vannet til Svartavatnet til drikkevannsforsyningen og kraftproduksjon, slik at restfeltet nedstrøms Svartavatnet utgjør 8,0 km² med en midlere vannføring på 1,0 m³/s. I tillegg slippes det en minstevannføring på 130 l/s til Skåldalselva hele året. Middelvannføring i Skåldalselva blir da 1,11 m³/s.

Tabell 1. Hydrologiske forhold for ulike deler av nedbørfeltet til Skåldalselva samt Arnaelva ved Espeland. Uthevet del nedenfor Svartavatnet samsvarer med det blå feltet i figur 1, og representerer Skåldalselva ved Espeland vannbehandlingsanlegg (alle tall fra www.nve.no).

Nedbørfelt	Areal	Spesifikk avrenning.	Midlere vannføring
Skåldalselva opprinnelig	16,9 km ²	141 l/s/km ²	2,38 m ³ /s
Felt til Svartavatnet	8,9 km ²	157 l/s/km ²	1,40 m ³ /s
Felt til Kurlatjørna	3,0 km ²	138 l/s/km ²	0,41 m ³ /s
Feltet nedenfor Svartavatnet	8,0 km²	123 l/s/km²	0,98 m³/s
Arnaelva ved Espeland	15,3 km ²	90 l/s/km ²	1,38 m ³ /s



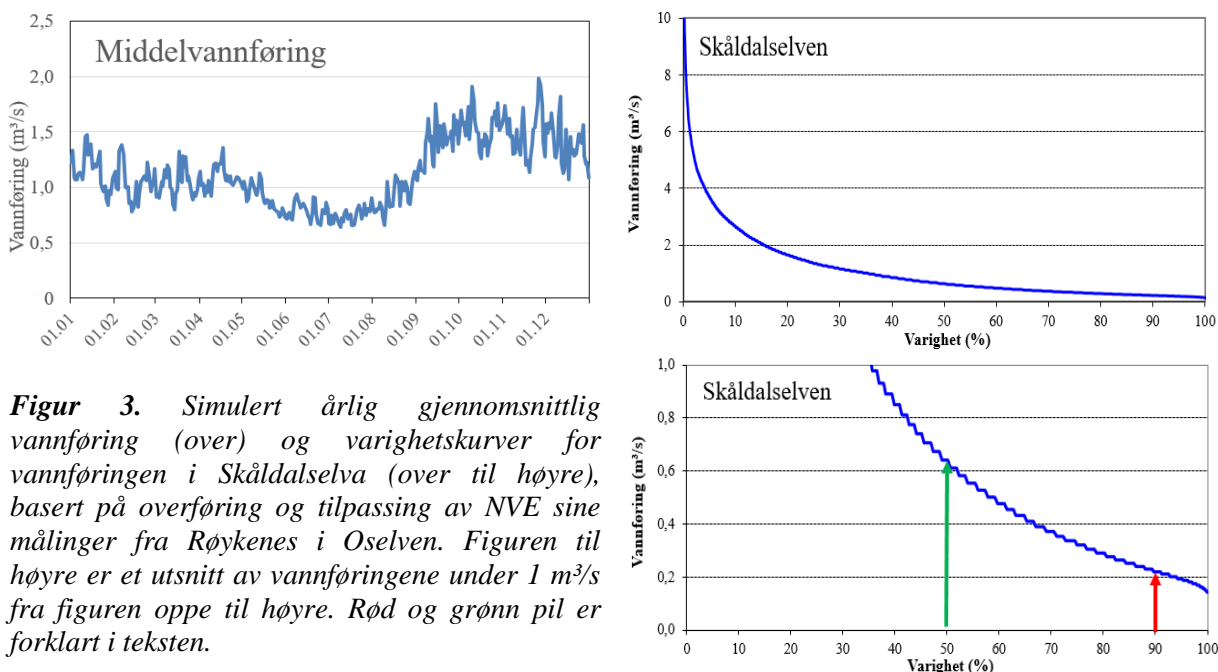
Figur 2. Skåldalselva ved Sivilforsvarets Fjernhjelpsleir 31. mai 2016. Se også bilde på forsiden.

HYDROLOGI

En enkel simulering av vannføring i Skåldalselva er utført ved å overføre og tilpasse måledata fra det nærliggende vassdraget Oselven, der NVE har målt vannføring ved Røykenes siden 1. januar 1934. Det er således benyttet 29.950 døgnsnittmålinger fram til og med 31. desember 2015. I tillegg er det lagt til slipp av 0,130 m³/s enten fra Svartavatnet eller fra Kurlatjørna til Skåldalselva. Mulige klimaendringer er ikke inkludert i beregningene.

Største vannføringer ventes på høsten i forbindelse med store nedbørmengder fra og med september og ut året, mens de laveste vannføringene ventes i juni og juli. Vinterstid vil vannføringene kunne vekse og variere mye, avhengig av om nedbøren i feltet faller som snø eller regn (**figur 3**).

Høyeste beregnete vannføring for denne måleserien har vært nærmere 30 m³/s, og i omtrent 20 % av tiden ville restfeltet nedstrøms Svartavatnet hatt lavere enn 130 l/s i vannføring. Laveste beregnete vannføring i Skåldalselva med slipp av 130 l/s er 142 l/s (**figur 3** og **tabell 2**).



Figur 3. Simulert årlig gjennomsnittlig vannføring (over) og varighetskurver for vannføringen i Skåldalselva (over til høyre), basert på overføring og tilpassing av NVE sine målinger fra Røykenes i Oselven. Figuren til høyre er et utsnitt av vannføringene under 1 m³/s fra figuren oppe til høyre. Rød og grønn pil er forklart i teksten.

Tabell 2. Vannføring ved ulike gjentakintervall for Skåldalselva ved Espeland vannbehandlingsanlegg, samt «høyeste» og «laveste» målte verdier i datagrunnlaget for **figur 3**.

Gjentaksintervall	Laveste	2 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	50 %	Middel	Høyeste
Vannføring m ³ /s	0,14	0,17	0,19	0,22	0,25	0,29	0,32	0,64	1,12	29,34

Gjentaksintervall for vannføringer, vist i **tabell 2**, viser til hvor ofte en slik vannføring forekommer i vassdraget, her basert på overføring og tilpassing av målinger fra Oselven. 10-persentil (10 %) er 0,22 m³/s, hvilket betyr at vannføringen er lavere enn dette i 10 % av tiden eller høyere enn dette i 90 % av tiden (rød pil i **figur 3** nede til høyre). Middelvannføringen på 1,12 m³/s er det aritmetiske gjennomsnittet av alle målingene, der flomvannføringene drar opp, mens 50-persentil (50 %) eller median, på 0,64 % er den vannføringen der det halvparten av tiden er høyere og halvparten av tiden er lavere vannføringer (grønn pil i **figur 3** nede til høyre).

Skåldalselva renner til Arnaelva ved Janus-fabrikken på Espeland. Skåldalselva er ikke lakseførende, for her er vandringshinder like oppstrøms samløpet. Arnaelva er lakseførende opptil Haukelandsvatnet etter bygging av laksetrapp lenger nede i vassdraget. Ved Espeland har Arnaelva et nedbørfelt på 15,3 km² og en midlere vannføring på 1,38 m³/s før samløp med Skåldalselva.

VANNKVALITET

Skåldalselva er typifisert til elvetype 16 etter Vanndirektiv-veileder 2013-2 (revidert 2015), som «kalkfattig» med kalsium 1-4 mg Ca/l og «klar» med fargetall 10-30 mg Pt/l i skogsbeltet.

Vannkvaliteten i Skåldalselva er antatt å være mye den samme som i Svartavatnet, der Bergen kommune har overvåkingsprogram (**tabell 3**). Fargetallet varierer en del, mellom 6 og 18 mg Pt/l, med et gjennomsnitt på 10 mg Pt/l, og dette vil i hovedsak henge sammen med vannføring. Ved høye vannføringer i perioder ved og etter nedbør, skylles mye organisk materiale til vassdraget. Kalsiuminnhold er antatt å ligge naturlig på vel 1 mg Ca/l, tilsvarende «kalkfattig», slik som angitt i vanndirektivsystemet «Vann-Nett».

Tabell 3. Råvannskvalitet i Svartavatnet, gjennomsnitt for perioden 1. januar 2013 til 26. februar 2016. Følgende fargeskala er benyttet, fra SFT (1997) og vanndirektiv-veileder 2013:2 for elvetype 16.

I = «svært god»	II = «god»	III = «moderat»	IV = «dårlig»	V = «svært dårlig»
-----------------	------------	-----------------	---------------	--------------------

Parameter	Enhet	Laveste	Gjennomsnitt	Høyeste
Surhet	pH	5,5	5,8	6,2
Fargetall	mg Pt/l	6	10	18
Turbiditet	FNU	0,28	0,66	1,62
Aluminium	µg/l	33	55	73
Jern	mg/l	0,002	0,042	0,11

NYE ESPELAND VBA

Oppgradert Espeland VBA vil få to hygieniske barrierer mot bakterier, virus og parasitter, og vannbehandlingsprosessen vil også fjerne naturlig organisk materiale (humus) fra vannet. Kapasiteten økes til en vannproduksjon til 80.000 m³/døgn, mot dagens kapasitet på 67.000 m³/døgn. Av mange prosessalternativer som er utredet, har man valgt å gå videre med en 3-mediafilter Moldeprosess, som man har god erfaring med fra flere av de andre store vannbehandlingsanleggene i kommunen. I tillegg skal dekantvannet renses gjennom et Dynasandfilter.

Å føre rejeaktvann fra renseprosessen tilbake til kilden i Svartavatnet ansees uaktuelt, og det planlegges for utslipp til Skåldalselva, siden kapasiteten på det offentlige avløpsnett i området ikke er tilstrekkelig. Utslipet vil bli blandet i et basseng, med jevnt utslipp av stabil kvalitet til resipienten.

RENSEPROSESSENE

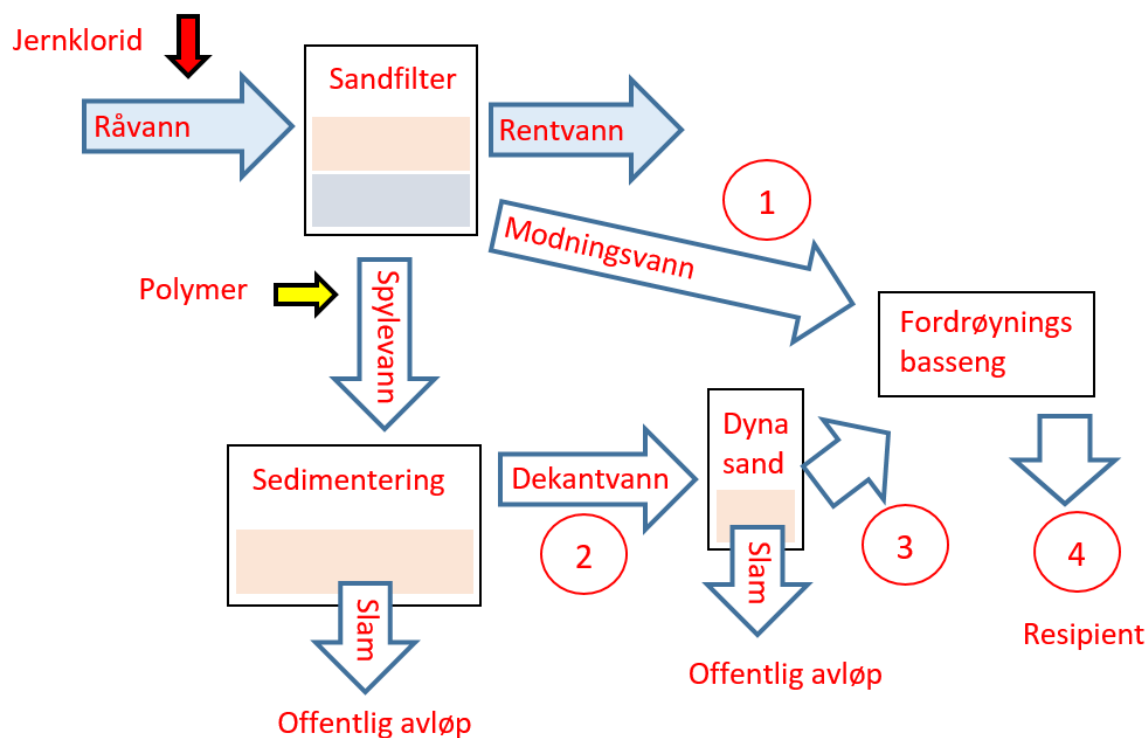
Høyt humusinnhold i råvannet er et stort problem for mange drikkevannsanlegg. Aluminium har vært mest benyttet til felling av humus, men de siste årene har flere anlegg tatt i bruk treverdige jern som fellingsmiddel i stedet. Jern har vært i bruk i mange år som fellingsmiddel for fosfat i kloakkrensingsanlegg, da tilsatt som FeClSO₄. Bergen kommune har allerede oppgradert vannbehandlingsanleggene i Jordalen, Svartediket, Sædalen og ved Kismul. Ved de to førstnevnte benyttes jern som fellingsmiddel, mens ved de to sistnevnte anleggene benyttes aluminium som fellingsmiddel for humus.

Ved humusfelling blir råvannet tilsatt jern(III)kloridsulfat, FeClSO₄, i en sur løsning der pH ligger rundt 4,0 - 4,3. Ved denne pH vil treverdig jern foreligge hovedsakelig som reaktivt, ikke bundet jern. Jern vil da forårsake en binding av organiske stoffer i vannet som for det meste vil kunne filtreres fra gjennom sandfiltre. Jern vil imidlertid være tilsatt i overskudd, og etter sandfiltreringen vil vannet fremdeles inneholde en del reaktivt jern.

Ved slik behandling vil filtrene måtte rengjøres relativt ofte. Dette skjer ved å tilbakespyle filtrene med vann. Vannstrømmen går da motsatt vei i forhold til ved renseprosessen. Dette spylevannet tilsettes polymer for å påskynde utfelling, det samles så opp slik at det organiske utfelte materialet, sammen med jernhydroksydene, sedimenterer. Tilsetning av polymer øker sedimenteringen ved at den binder seg til det organiske materialet og både øker sedimenteringshastigheten og andelen stoff som sedimenterer.

Etter sedimenteringen vil spylevannet bestå av to deler, det sedimenterte slammet og en vannfase **dekantvannet** («2» i **figur 4**). Slammet sendes til offentlig avløpsnett, mens dekantvannet, som utgjør omtrent 90 % av det totale spylevannet, gjennomgår ytterligere rensing gjennom et Dynasandfilter. Det rensede vannet herfra planlegges sluppet til resipient («3» i **figur 4**) etter at det er blandet med **modningsvannet** («1» i **figur 4**). Modningsvann er rent vann som produseres i filteret den første tiden etter tilbakespyling. Det tar en viss tid etter oppstart (modningstid) før filteret igjen produserer rent nok vann som tilfredsstillende gjeldende kvalitetskrav til drikkevann, og dette «nesten rent-vannet» kan da ikke sendes på nett.

Bergen Vann KF har høsten 2016 gjennomført en testing av vannkvaliteten på de ulike fraksjoner av utslippet for å kunne vurdere virkningen av Dynasandfilteret på vannkvaliteten i utslippet.



Figur 4. Skjematisk oversikt over renseprosessene ved Nye Espeland VBA. Råvannet tilsettes jernklorid for å felle humus, det filtreres i sandfilter der det produseres rent vann. Filtrene må da tilbakespyles hyppig, og «spylevannet» tilsettes polymer og føres til sedimentering der slammet felles. Slammet føres til offentlig avløpsnett, mens Dekantvannet (2) renses videre gjennom et Dynasandfilter. Det rensede vannet herfra (3) planlegges ført til et fordrøyningsbasseng sammen med «modningsvann» (1), hvorfra det slippes til resipient (4) med stabil kvalitet og mengde over tid.

MENGDER TIL AVLØP

Nye Espeland VBA vil bli dimensjonert for en vannproduksjon på 80.000 m³/døgn. Både mengden av «dekantvann» og «modningsvann» vil avhenge av humusinnholdet i vannet. Høyere humusinnhold betyr større mengder som skal filtreres fra, med behov for hyppigere tilbakespyling av filtrene og flere perioder med «modning» og utslipp av «modningsvann». Maksimalt behov ved maksimalt planlagt drikkevannsproduksjon på 3.650 m³/t, vil gi en estimert produksjon av utslipp fra renseanlegget på 205 m³/t.

«Vanligvis» vil det imidlertid være lavere produksjon av drikkevann, med tilsvarende redusert mengde utslipp fra renseanlegget på 118 m³/t. Sannsynligvis vil tallene være enda lavere, siden her er tatt med en god sikkerhetsmargin. Ved særlig høyt humusinnhold med fargetall på inntil 20 mg Pt/l og maksimal drikkevannsproduksjon, vil utslipp fra renseanlegget kunne bli på 336 m³/t (**tabell 4**).

Tabell 4. Planlagt utslipp av «modningsvann» og «Dynasandfiltrert dekantvann» ved ulike mengder humusinnhold fra planlagt «vanlig» og «maksimal» produksjon av drikkevann fra Nye Espeland VBA (fra Bergen Vann KF). Gjennomsnittlig fargetall 10 mg Pt/l (**tabell 3**) er uthevet.

Produksjon	Fargetall	Modningsvann	Dynasandfiltrert dekantvann	Samlet
«Vanlig» produksjon 2.100 m ³ /t	7	54 m ³ /t	41 m ³ /t	95 m ³ /t = 0,026 m ³ /s
	10	67 m³/t	51 m³/t	118 m³/t = 0,033 m³/s
	15	88 m ³ /t	67 m ³ /t	155 m ³ /t = 0,043 m ³ /s
	20	110 m ³ /t	84 m ³ /t	194 m ³ /t = 0,054 m ³ /s
«Maksimal» produksjon 3.650 m ³ /t	7	93 m ³ /t	71 m ³ /t	164 m ³ /t = 0,046 m ³ /s
	10	116 m³/t	89 m³/t	205 m³/t = 0,057 m³/s
	15	153 m ³ /t	117 m ³ /t	270 m ³ /t = 0,075 m ³ /s
	20	190 m ³ /t	146 m ³ /t	336 m ³ /t = 0,093 m ³ /s

KVALITET PÅ VANN TIL AVLØP

Bergen kommune har gode erfaringer med disse vannrenseprosessene fra sine øvrige vannbehandlingsanlegg i Jordalen, Svartediket, Sødalen og Kismul i Fana. Både ved Jordalen og Svartediket vannbehandlingsanlegg benyttes Moldeprosessen med jern som fellingsmiddel, mens ved Sødalen og Kismul benyttes en prosess med 2-media filter med aluminium som fellingsmiddel. Ved alle disse anleggene blir blandingen av dekantvann og modningsvann målt kontinuerlig med hensyn på turbiditet som indikator. I tillegg til online måling, foretas det jevnlig laboratorieanalyser av utslippsvannets innhold av jern (Fe), surhet (pH) og kalsiuminnhold (Ca) (**tabell 5**).

Tabell 5. Gjennomsnittlige målerverdier for blanding av dekantvann og modningsvann som pumpes tilbake til Svartediket fra Svartediket VBA for perioden 2011-2016, samt resultater fra pilotforsøk høsten 2016 for Dynasandfilteret for nye Espeland Følgende VBA. Fargeskala benyttet, fra SFT (1997) og vanddirektiv-veileder 2013:2 for elvetype 16, som et sammenligningsgrunnlag.

		«svært god»	«god»	«moderat»	«dårlig»	«svært dårlig»
Parameter	Enhet	Erfaringstall eksist. anlegg	Resultat fra testprogram for aktuell rensemetode			
			Modningsv.	Fra Dynasand	+ kalkpåfyll	= utslipp
Jern	mg Fe/l	1,73	0,1	0,3	0,7	0,2
Kalsium	mg Ca/l	20,9				ca. 20
Fargetall	mg Pt/l	15,84	5	4	16	5
Surhet	pH	7,5	8,4	5,3	6,6	7,1
Turbiditet	FNU	5,48	0,6	1,0	2,1	0,8

Bergen Vann KF har gjennomført pilotforsøk høsten 2016 for å avklare de ulike vannkvalitetene i de ulike trinnene i forbindelse med etablering av et Dynasandfilter på avløpet, der vannkvaliteten vil variere noe når det er foretatt kalkpåfylling. Omtrent 5 % av utslippet vil være filtrat fra Dynasandfilteret etter kalkpåfylling, omtrent 40 % av utslippet vil bestå av Dynasand filtratet og de siste 55 % er modningsvann med angitte målte kvaliteter i **tabell 5**. Samlet utslippskvalitet er da veiet gjennomsnitt av disse.

Samlet vil utslippsvannet fra planlagt Nye Espeland VBA ha vannkvaliteter som er mye bedre enn avløpet fra de øvrige eksisterende anleggene, i hovedsak på grunn av det planlagte Dynasandfilteret. Bare innholdet av jern og kalsium i avløpet avviker noe fra forventet naturtilstand.

Det tilsettes 0,4-0,6 g polymer pr. m³ i spylevannet, der polymeren inneholder 0,1 % akrylamid. Det aller meste av polymeren vil først bli tatt ut med slammet, og siden filtrert fra dekantvannet. Konsentrasjonen av akrylamid i utslippet er ikke kjent, men vil være svært lav.

VURDERING AV VIRKNING AV UTSLIPP

Av de ulike stoffene som er planlagt til utslipp i Skåldalselva, inneholder utslippet bestående av en blanding av modningsvann og Dynasandfiltrert dekantvann så lave konsentrasjoner (**tabell 5**) at det i svært liten grad vil påvirke vannkvaliteten i Skåldalselva. I det følgende vil utslippets fortykning i Skåldalselva bli vurdert først, med vurdering av de ulike stoffenes virkning i elven nedenfor utslipp, samt omfang av videre fortykning etter samløp med Arnaelva, der det er laks og sjøaure. Gassovermetning vurderes som lite relevant i denne sammenhengen, og er derfor bare summarisk omtalt innledningsvis.

UTSLIPPSFORTYNNING

Produksjonen ved Nye Espeland VBA vil i hovedsak medføre et jevnt utslipp av vann, siden både modningsvann og rensed dekantvann fra Dynasandfilteret. Selv om prosessene med tilbakespyling av filtre og påfølgende utslipp av «modningsvann» ikke skjer kontinuerlig, vil dette likevel skje jevnt og trutt, siden det vil være mange filtre som opereres i tur og orden. Det er dessuten planlagt å samle opp både modningsvann samt rensed dekantvann fra Dynasandfilteret i et fordrøyningsbasseng med tilpasset størrelse for å sikre at utslipp til Skåldalselva blir jevnes mulig og ikke skjer i pulser.

Utslippets volum er omtalt i **tabell 4**, og vil kunne variere mellom 95 m³/t og 336 m³/t, avhengig av drikkevannsproduksjon og råvannets innhold av humusstoffer. Sannsynligvis vil «vanlig» nivå ligge på rundt 118 m³/t (= 0,033 m³/s). Vannføringen i Skåldalselva er omtalt i **tabell 2**, med middelvannføring på 1,12 m³/s, 50-persentil på 0,64 m³/s og 5-persentil på 0,19 m³/s. Med en tilpasset størrelse på fordrøyningsbassenget, kan utslippet til vassdraget av både modningsvann og rensed dekantvann bli kontinuerlig, og bli fortennet som vist i **tabell 6**.

Ved særlig lave vannføringer, som 5-persentil, vil utslippet bli fortennet mellom 3 og 8 ganger, avhengig av utslippets størrelse. Fortynningen vil være 8 til 25 ganger ved median vannføring (50 persentil), og 13 til 43 ganger ved middel vannføring (**tabell 6**).

Tabell 6. Fortynningsgrad ved ulike vannføringer i Skåldalselva og ulike størrelser på utslippet. Beregnet som størrelse på utslippet *etter* innblanding med vannføring i elven. Gjennomsnittlig forventet utslipp er uthevet.

Utslipp		Gjentaksintervall for vannføring (Q) i Skåldalselva			
		5-persentil 0,19 m ³ /s	10-persentil 0,22 m ³ /s	50-persentil 0,64 m ³ /s	Middel 1,12 m ³ /s
Laveste	0,026 m ³ /s	8,2	9,3	25,3	43,4
«Vanlig»	0,033 m³/s	6,8	7,7	20,5	35,2
Høyeste	0,093 m ³ /s	3,0	3,4	7,9	13,0

VIRKNING AV UTSLIPP TIL SKÅLDALSELVA

Skåldalselva renner relativt bratt på strekningen langs Espeland fangeleir ved Espeland vannbehandlingsanlegg (se bilder i **figur 2** og på forsiden). Alle utslipp vil her bli veldig fort blandet godt inn i vannmassene i elven. **Gassovermetning** ventes ikke fra utslippet fra vannbehandlingsanlegget. Slikt opptrer enten ved raske skiftninger i vanntrykk, eller ved blanding av vannmasser med stor forskjell i temperatur, der gassmetningen er større i kaldt vann enn i varmere. Ingen av disse to forhold synes aktuelle for dette utslippet, og uansett blir vannet i elven svært godt «luftet» i det bratte elveløpet uten store vanddyb.

Konsentrasjoner av ulike stoffer i utslippet (**tabell 5**) er forskjellig fra konsentrasjonene i vannet i Skåldalselva (**tabell 3**). Konsentrasjonen i elven etter innblanding vil derfor variere med hensyn på utgangskonsentrasjonene i tillegg til fortyningen. I det påfølgende er det tatt utgangspunkt i utslipp av en blanding av Dynasandrenset «dekantvann» og «modningsvann».

Innholdet av **jern** vil øke litt, men vil aldri nærme seg grensen for uønskete verdier på 0,5 mg/l. Vanligvis vil jernmengdene i elven være betydelig lavere, og det er ingen risiko for at det kan polymerisere på gjeller til fisk eller andre dyr.

Kalsiuminnholdet i utslippet er høyt, og vil føre til en betydelig økning i elven. I vanndirektivsammenheng er likevel kalkverdier på 1-4 mg Ca/l definert som «kalkfattig», og bare ved de laveste vannføringerne og største utslippene vil en komme over denne kategorien (uthevet i **tabell 7**). Tilførsler av kalk på dette nivået ansees imidlertid ikke skadelige for livet i vassdraget, og kalk benyttes som avbøtende middel ved kalking av forsurede vassdrag.

Fargetallsforskjellene mellom utslippet og vassdraget er små, og oftest lavere i utslippet enn i elven, siden det blant annet er humusinnholdet man forsøker å redusere gjennom vannbehandlingen. Endringen i fargetall i vassdraget er marginal for alle kombinasjoner av vannføring og utslipp, og vil ligge godt innenfor den naturlige variasjonen i vannkvalitet i Skåldalselva.

Turbiditeten er også litt høyere i utslippet enn i vassdraget, men selv i utslippet vurderes det å ha «god» vannkvalitet, og det ligger godt innenfor den naturlige variasjonen i elven. Økt turbiditet i utslippet henger i hovedsak sammen med kalktilsetning i renseanlegget, og kalk er i seg selv ikke skadelig for organismer i vassdraget.

Tabell 7. Sluttkonsentrasjoner for **kalsium** i mg/l i Skåldalselva ved ulike vannføringer og ulike størrelser på utslippet, når antatt 1,0 mg/l i elven og 20,9 mg/l i utslippet. Gjennomsnittlig forventet konsentrasjon i elven etter innblanding er uthevet.

Kalsium mg/l Utslipp	Gjentaksintervall for vannføring (Q) i Skåldalselva			
	5-persentil 0,19 m ³ /s	10-persentil 0,22 m ³ /s	50-persentil 0,64 m ³ /s	Middel 1,12 m ³ /s
Laveste 0,026 m ³ /s	3,45	3,15	1,80	1,46
«Vanlig» 0,033 m³/s	3,97	3,62	1,99	1,58
Høyeste 0,093 m ³ /s	7,22	6,61	3,37	2,43

Polyakrylamid forekommer ikke naturlig. Det aller meste av polymeren vil bli tatt ut med slammet og filtrert fra dekantvannet i Dynasandfilteret. Konsentrasjonen av akrylamid i utslippet er ikke kjent, men vil være svært lav. Selv konsentrasjonen av akrylamid i «spylevannet» / «dekantvannet» vil være lavere enn terskelverdien for biologisk skade, og videre rensing og til slutt fortyning i resipienten vil redusere konsentrasjonen mye.

Ettersom akrylamid er vannløselig, vil det etter utslipp også kun foreligge i vannfasen i resipienten. Det vil ikke binde seg til partikler der, og sedimentene i en resipient vil derfor ikke påvirkes av slike tilførsler, og det vil ikke skje noen akkumulering. Akrylamid har også et lavt bioakkumulasjonspotensiale, og man regner derfor med at det ikke vil akkumuleres i vannlevende organismer heller.

Akrylamid er biologisk nedbrytbart, og under miljøforhold der det er oksygen og en naturlig bakterieflora til stede, kan vi anta at akrylamid er fullstendig nedbrutt etter omtrent 10 dager ved 20 °C, etter noe lengre tid ved lavere temperatur. Konsentrasjonen vil aldri kunne komme opp mot terskelen for biologisk skade (PNEC_{kronisk}) på 180 mg/m³. Det er derfor ingen ting som skulle tyde på at utslipp av «dekantvannet», under de gitte forutsetningene, skulle tilsi noen problemer for noen type ferskvannsorganismer; verken alger eller dyr.

VIRKNING AV UTSLIPP I ARNAELVA

Skåldalselva renner bratt ned til Arnaelva ved Janus-fabrikken på Espeland, og med sin middelvannføring ved samløp med Arnaelva på omtrent 1,35 m³/s, er Skåldalselva omtrent like stor som utløpselven fra Haukelandsvatnet, som har en midlere vannføring på 1,38 m³/s før samløp med Skåldalselva. Det betyr at konsentrasjonene av ulike stoffer vanligvis vil bli betydelig fortynnet videre i Arnaelva (**tabell 8**).

Tabell 8. Fortynningsgrad i Arnaelva etter samløp med Skåldalselva og ulike størrelser på utslippet. Beregnet som størrelse på utslippet *etter* innblanding med vannføring i elven.

Utslipp	Gjentaksintervall for vannføring (Q) i Arnaelva			
	5-persentil 0,43 m ³ /s	10-persentil 0,50 m ³ /s	50-persentil 1,46 m ³ /s	Middel 2,55 m ³ /s
Laveste 0,026 m ³ /s	17,3	19,9	56,3	97,6
«Vanlig» 0,033 m³/s	14,1	16,3	45,5	78,8
Høyeste 0,093 m ³ /s	10,0	11,3	29,6	50,3

Utslipet vil ikke medføre uakseptable miljøpåvirkninger i selve Skåldalselva, og vil derfor heller ikke medføre negative miljøpåvirkninger når det fortynnes videre i Arnaelva. Lakse- og sjøauresmolt er imidlertid særlig følsomme på våren fram mot utvandring til sjøen i mai, men ingen av de aktuelle stoffene vil være i nærheten av uønskete konsentrasjoner. Tilførsler av kalsium gjør også at fisk tåler noe mer kortvarig miljøstress.

De to vassdragsgreinene er imidlertid ulike når det gjelder hurtighet av flomoppbygging, noe som i korte perioder kan påvirke forholdene i Arnaelva ved samløpet mellom de to likestilte greinene. Arnaelva ved Espeland har en effektiv innsjøprosent på 4,9 %, der mye av tilsiget går gjennom det lavtliggende Haukelandsvatnet. Skåldalselva ved samløp med Arnaelva har en svært lav innsjøprosent, der bare Kurlatjørna og Osavatnet inngår helt «øverst» i restfeltet nedstrøms Svartavatnet. Det betyr at vannføringsoppbygging i de to blir forskjellig når det begynner å regne etter tørkeperioder. Da vil vannføringen i Skåldalselva øke relativt raskt, mens utløpselven fra Haukelandsvatnet tar lenger tid fordi Haukelandsvatnet bufrer vannføringsøkningen.

Under slike forhold vil Arnaelva i en kort periode i større grad bestå av vann fra Skåldalselva, der flomtoppene både kommer raskere, men også stiger relativt sett høyere. Utløpet av Haukelandsvatnet vil ha en lavere flomtopp, som kommer seinere og varer lengre. Umiddelbart etter flomtoppen, vil vannmassene i Arnaelva derfor i større grad være preget av avrenningen fra Haukelandsvatnet. Ingen av disse situasjonene vil medføre noen dårligere vannkvaliteter i Arnaelva enn det som tidligere er omtalt, fordi slike flomsituasjoner i utgangspunktet allerede har fortynnet utslippet mange ganger mere enn vanlig og vist til her.

REFERANSER

BJØRKLUND, A. E. & G. H. JOHNSEN, 2001

Utslipp fra behandlingsanlegg for drikkevann. Teoretisk vurdering av vannkjemiske og økologiske effekter i Jordalsvatnet og Svartediket i Bergen.

Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 508, 21 sider. ISBN 82-7658-347-4.

BJØRKLUND, A.E. & G.H. JOHNSEN, 2006.

Vurdering av tilbakeføring av rejevtvann fra Kismul vannbehandlingsanlegg til Ulvvatnet i Bergen Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 892, 27 sider. ISBN 82-7658-470-5.

FORSETH, B., HALVORSEN, G.A., UGEDAL, O., FLEMING, I., SCHARTAU, A.K.L., NØST, T., HARTVIGSEN, R., RADDUM, G., MOOIJ, W. & KLEIVEN, I. 1997

Biologisk status i kalka innsjøer.

NINA Oppdragsmelding 508: 1-52, 52 sider. ISBN 82-426-0871-7.

HOLTAN, H. & S.O. ÅSTEBØL 1990.

Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave.

NIVA-JORDFORSK rapp nr. 2510, 53 sider. ISBN 82-577-1818-1

HUUSE, A. mfl. 1999.

Kjemikaliebruk i utbygging og drift av samferdselsanlegg.

SFT rapport 99:22, TA 1687, 42 sider. ISBN-nummer 82-7655-189-0

JOHNSEN, G.H., S.ANDERSEN & P.J. JAKOBSEN 1985.

Indre gjødsling i ferskvann, et problem for mæroppdrett.

Norsk Fiskeoppdrett nr. 4-1985, side 26

KÄLLQVIST, T., VIK, E.A., WEIDEBORG, M. og MOLVÆR, J. 1997:

Miljøriskovurdering ved bruk av Rhoca-Gil som injeksjonskjemikalie i Romeriksporten. Aquateam rapport 97-151, 22 s.

SAKSGÅRD, R. & A. K. SCHARTAU 2013.

Kjemisk overvåking av norske vassdrag. Elveserien 2012.

NINA Rapport 973, 70 sider, ISBN 978-82-426.2582-3

SFT 1997

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.

Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 97:04. ISBN 82-7655-368-0, 31 sider.

SVERDRUP, L., E.A.VIK, M. WEIDEBORG, A.KELLEY, C.FÜRST, T.KÄLLQUIST, J.MOLDVÆR, K.ØDEGÅRD, 1999

Sluttrapport. Utslipp knyttet til bruk av kjemiske injeksjonsmidler i Romeriksporten.

Aquateam AS, rapport nr. 99-010, 57 sider.

VANNDIREKTIV VEILEDER 02:2013 (revidert 2015)

Klassifisering av miljøtilstand i vann

Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

263 siders internettutgave www.vannportalen.no