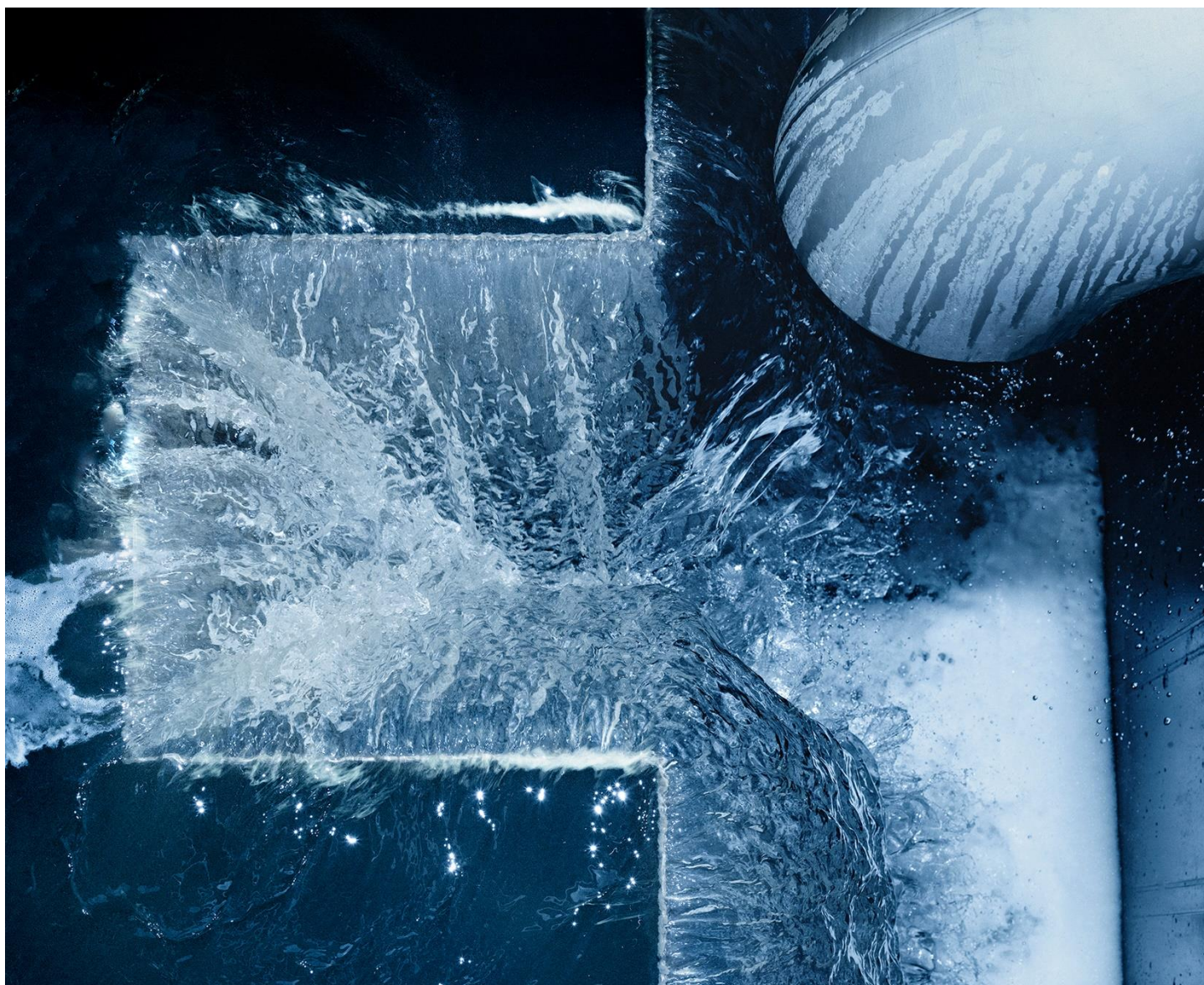


Nedre Romerike Avløpsselskap IKS

► **NRA Utviklingsplan 2050**

Utslippssøknad - Kostnadsoverslag for ulike utslippspunkt

Oppdragsnr.: 5198026 Dokumentnr.: 01 Versjon: B01 Dato: 2021-04-30



Oppdragsgiver: Nedre Romerike Avløpsselskap IKS
Oppdragsgivers kontaktperson: Ståle Grinaker
Rådgiver: Norconsult AS
Oppdragsleder: Lars Magnussen
Fagansvarlig: Bjarne Paulsrud
Andre nøkkelpersoner: Sindre Stefferud, Eirik Rismyhr, Mari Helgestad

B01	2021-04-30	For kommentar hos oppdragsgiver	MaHel/SiSte	EiRis/BjaPau	LaMag
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Alternative utslippspunkter	4
2	Dagens situasjon	5
3	Dimensjoneringsgrunnlag	6
4	Vurdering av alternativer	8
4.1	Alternative utslippspunkter	8
4.2	Alternativ 0	9
4.3	Alternativene 1A og 2A	10
4.4	Alternativene 1B og 2B	11
4.5	Alternativene 1C og 2C	11
4.6	Alternativene 1D og 2D	12
5	Vurdering av tekniske løsninger	13
5.1	Etablering av dykket utløp ved PA1	13
5.2	Etablering av utløpsumpestasjon ved PA1	14
5.2.1	<i>Overordnet om løsning</i>	14
5.2.2	<i>Utforming av pumpestasjon</i>	14
5.3	Etablering av elveledning	15
5.3.1	<i>Dimensjonering</i>	15
5.3.2	<i>Utførelse av elveledning</i>	16
5.4	Etablering av ny utløpstunnel	17
6	Kostnader	18
6.1	Alternativ 0	18
6.2	Alternativ 1B	19
6.3	Alternativ 2B	20
6.4	Alternativ 1D	21
6.5	Alternativ 2D	22
7	Konklusjon	23

Vedlegg:

Vedlegg 1 – Tegninger

Vedlegg 2 – Supplerende notat vedrørende avløpstunnel

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Norconsult er engasjert av NRA for å utarbeide en utviklingsplan frem mot 2050. I denne forbindelse er det et delprosjekt å bistå NRA med å lage en ny utslippssøknad. Som grunnlag for søknaden er det behov for å kostnadsvurdere alternative utslippspunkt fra NRA sitt sentralrenseanlegg RA2 og overløpsrenseanlegg RA1, for å gjøre videre vurderinger av kost/nytte basert på resultatene fra en oppdatert kjøring av resipientmodellen som NRA har fått utarbeidet.

Det er en økende interesse for å bedre miljøforholdene i Nitelva. Dette henger blant annet sammen med byggeprosjekter av ulike typer som i de senere årene har økt publikumstilgangen til elvebredden. Dagens utslipp ligger i tillegg synlig i dagen ved Rælingsbrua. Det er derfor ønskelig å gjøre utslippet mindre synlig enn det er i dag, dersom det blir aksept for å beholde dagens utslippspunkt. Det skal også vurderes større investeringer med å flytte dagens utslippspunkt lenger nedstrøms i retning Øyeren.

1.2 Alternative utslippspunkter

Følgende alternativ er vurdert i denne rapporten:

Alternativ 0: Eksisterende utslippspunkt i Nitelva (under Rælingsbrua) beholdes. Utløpet skal dykkes.

Alternativ 1: Utslippspunktet flyttes til Tangen, rett etter samløpet av Nitelva og Leira, i forkant av Svellet.

Alternativ 2: Utslippspunktet flyttes til Fautøya, rett etter samløp med Glomma/ ved inngangen til Øyeren.

Alternativene 1 og 2 er vist på tegning 001 og 002 i vedlegg 1.

Alternativene 1 og 2 deles inn i underalternativer A, B, C eller D etter teknisk løsning og plassering av pumpestasjon.

A betyr at det skal etableres en ny pumpestasjon inne i fjellet ved RA2. Pumpeledning fra RA2 legges i eksisterende tunnel til Nitelva, og videre til utslippspunktet. Utløpsvannet fra RA1 følger dagens tunnel via et dykket utløp til Nitelva.

B betyr at utløpsvann fra RA1 og RA2 følger eksisterende utløpstunnel som i dag. Ved Nitelva og PA1 skal det bygges en ny pumpestasjon dimensjonert for RA2 (2800 l/s), med en pumpeledning til utslippspunktet. Resterende avløpsmengde går i overløp ved PA1.

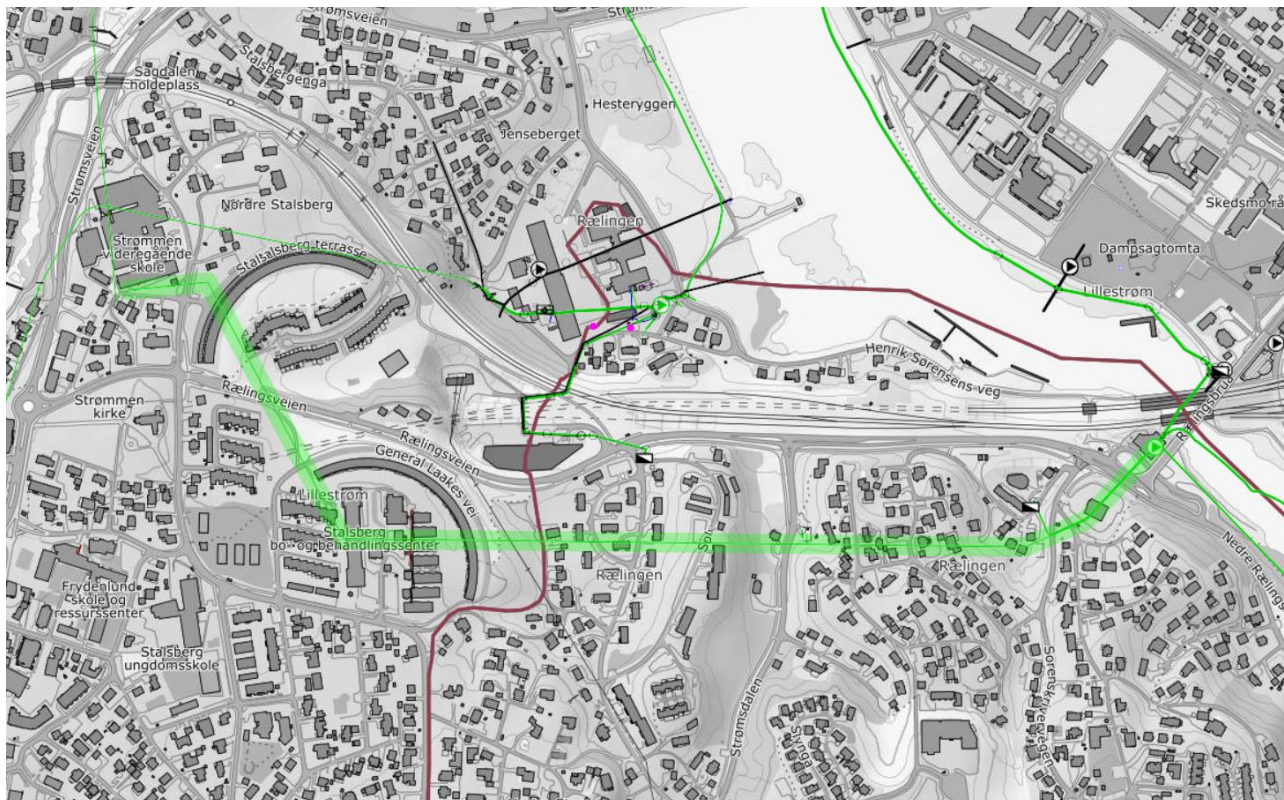
C betyr at utløpsvann fra RA1 og RA2 følger eksisterende utløpstunnel som i dag. Ved Nitelva og PA1 skal det bygges en pumpestasjon dimensjonert for RA1 og RA2 (7000 l/s), med en pumpeledning til utslippspunktet.

D betyr boring av ny tunnel for utløpsvann fra RA1 og RA2 til utslippspunkt.

2 Dagens situasjon

Nedre Romerike Avløpsselskap IKS (NRA IKS) er et interkommunalt selskap som har som formål å rense avløpsvann fra eierkommunene Lørenskog, Rælingen, Lillestrøm og Nittedal før rensset avløpsvann slippes ut i Nitelva. NRA sitt hovedanlegg, RA2 renses avløpsvann fra ca. 135.000 pe i dag, i og løpet av 2050 antas tilknytningen å doble seg til i overkant av 270.000 pe. I 2019 sto overløpsrenseanlegget OREA (RA1) klart til bruk. Formålet med RA1 er å øke kapasiteten og robustheten til dagens hovedanlegg ved å rense avløpsvannet som før gikk i overløp fra hovedanlegget RA2.

I dag føres utslippet fra RA1 og RA2 via en sprengt tunnel ut til Nitelva ved Rælingsbrua. En skisse av tunnelvernsnittet er vist i figur 4.3. Tunnelen benyttes også til framføring av en Ø600 mm pumpeledning fra PA1 til RA2 samt en Ø200 mm avløpsledning fra Sorenskrivervegen til PA1, i tillegg til noen EL-føringer. Utslipet fra RA1 og RA2 renner fritt i tunneløpet, som er glattet i bunn med betongstøp. Utløpsvannet i tunnelen står til enhver tid 1-1,5 m opp fra tunnelbunnen, som altså kommer ut rett under vannoverflaten i Nitelva.



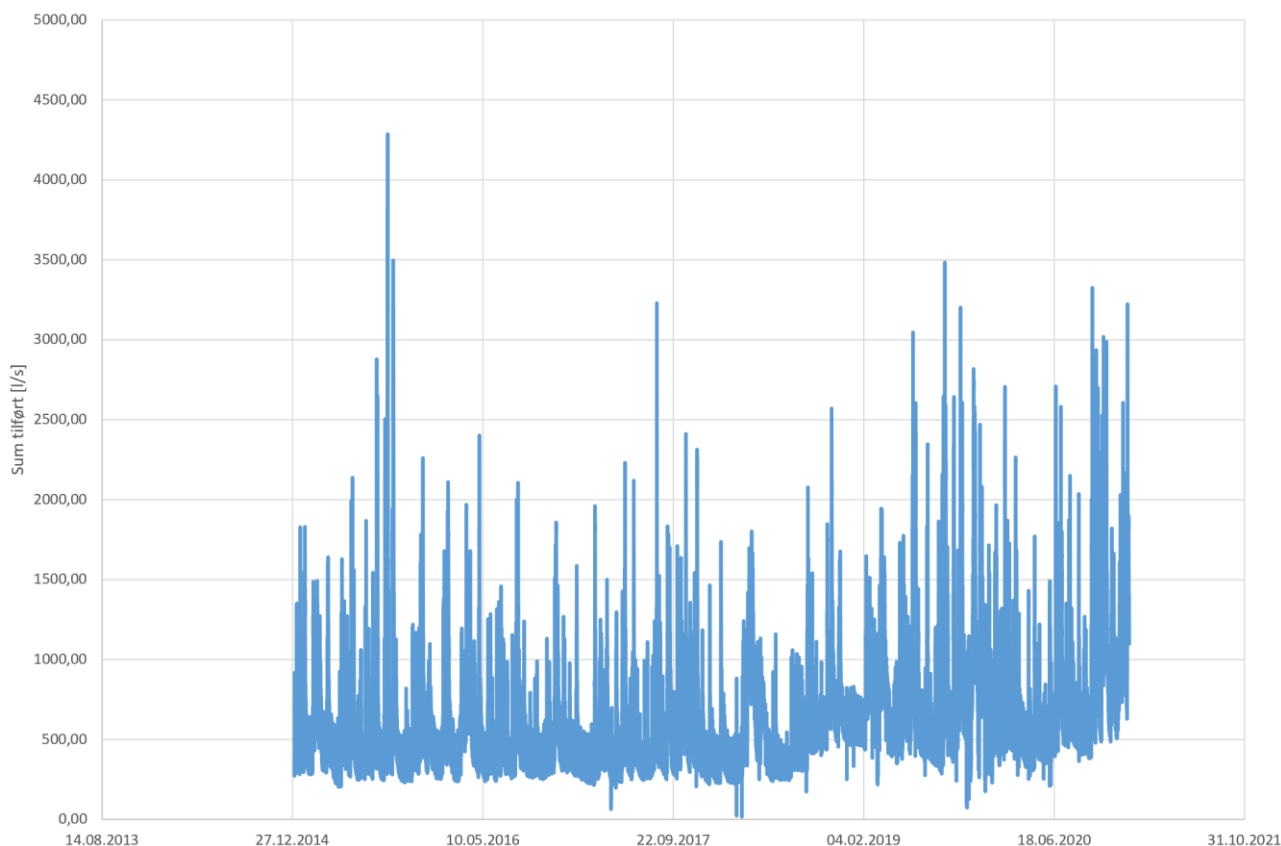
Figur 2.1: Utløpstunnelen fra RA1 og RA2 er vist med grønt på figuren. Den røde streken er kommunegrensen mellom Rælingen og Lillestrøm kommuner.

I 2019 var den dimensjonerende avløpsmengden, Q_{dim} fra RA2 3033 m³/h tilsvarende ca. 850 l/s, og maksimale avløpsmengden $Q_{maksdim}$ 5839 m³/h tilsvarende ca. 1620 l/s. RA1 er dimensjonert for maksimalt 15.000 m³/h. Den teoretisk maksimale avløpsmengden tilført tunnelen i dag er dermed i underkant av 21.000 m³/h (ca. 5.800 l/s).

3 Dimensjoneringsgrunnlag

Dagens avløpsmengder

Historiske målinger de senere år gir følgende grafiske fremstilling av avløpsmengder:



Figur 3.1 Målte avløpsmengder fra RA1 og RA2 de senere år

Dimensjonerende avløpsmengder

Utslippspunktet må kunne håndtere summen av avløpsvann fra sentralreanseanlegget RA2 og overvannreanseanlegget RA1. For dimensjonering av nytt utslipp skal dimensjonerende mengder for 2050 benyttes.

Tabell 3.1: Prognoser for 2050.

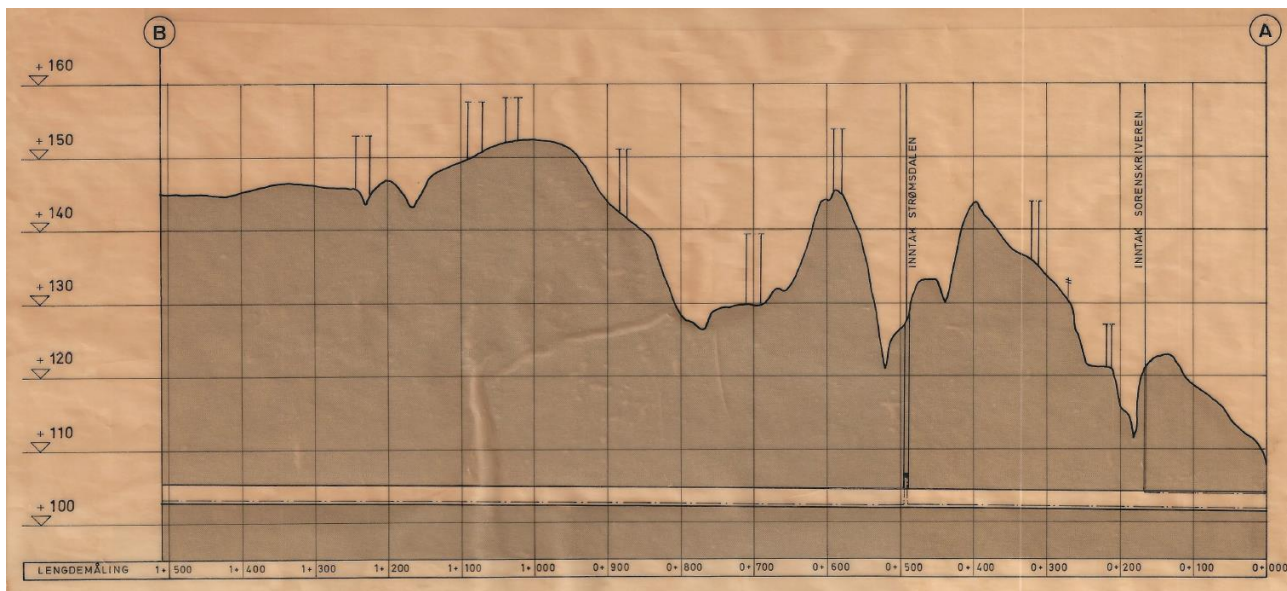
Qmaksdim RA2	2.800 l/s	9.800 m ³ /h
Qmaksdim RA1	4.200 l/s	15.000 m ³ /h
Totalt	7.000 l/s	24.800 m³/h

Alternativene beskrevet i kapittel 4 har ulike premisser for dimensjonering. Dimensjonering av hvert alternativ er derfor beskrevet i de respektive underkapitler.

Kapasitet eksisterende tunnellop

Eksisterende sprengte tunnellop er ca. 1500 m fra RA2 til utløp i Nitelva. Tunnelen er opplyst å ha fall på 1:640, som er relativt begrenset. Tunnelens overflater består av en glatt betongbunn, mens vegger og tak har større ruhet. Dette gir tunnelen kapasitetsbegrensninger.

Basert på tverrsnittsareal, fall, overflatematerialer og rør/ledninger som ligger i tunnelen i dag antas det at den tilgjengelige kapasiteten er ca. 4.500 l/s. NRA har erfart tilnærmet fullt tverrsnitt ved et par anledninger. Dette stemmer overens med historiske målinger av utslippsmengder.



Figur 3.2 Lengdeprofil eksisterende utløpstunnel

4 Vurdering av alternativer

4.1 Alternative utslippspunkter

Det er i denne rapporten lagt til grunn og beskrevet to mulige utslippssteder, i tillegg til dagens utslippssted som betegnes Alternativ 0:

- Alternativ 1 Tangen
- Alternativ 2 Fautøya.

Tangen er et lokalt stedsnavn i Rælingen, og er beliggende omtrent der Leira møter Nitelva. Dette stedet har vært omtalt som et mulig utslippspunkt i tidligere rapporter og er lagt til grunn for kostnadsvurderingen også her.

Fautøya er beliggende der Nitelva møter utløpet fra Glomma i Øyeren. Punktet valgt for utslipp inkluderer vannstrømmer fra Nitelva, Leira og Glomma. Utslippspunktet ved Fautøya innebærer omtrent 4500 m lengre overføringsstrekning om en ser på pumpeledning lagt i Nitelva. Denne ekstra ledningslengden medfører store kostnader i materialer og leggekostnader, men må veies opp mot potensiell miljømessig gevinst. Virkninger på vannmiljø er ikke utredet i denne rapporten.

På samme måte som utslippets effekt på vannmiljøet, bemerkes det også at den store vannmengden og rørets store dimensjon, samt de grunne forholdene i elveleiene gjør at rørene må graves ned. Dette medfører inngrep i elvebunn, inklusive i et naturreservat dersom Fautøya blir utslippspunkt.



Figur 4.1 Satellittbilde over Nitelva mellom Lillestrøm og utløpet til Glomma ovenfor Øyeren

4.2 Alternativ 0

Alternativ 0 innebærer å beholde tunneløpet slik det er i dag, men å dykke utløpet i Nitelva. Alternativet beskriver altså et konkret forbedringstiltak for eksisterende tunneløp og utslippspunkt, med senkning av utløpet. Det vurderes å innebære at tunnelutløpet forlenges 10-15m ut i elva fra PA1. Dette tiltaket er også aktuelt å gjennomføre for øvrige alternativer der dagens utløp vil benyttes som overløp. Det kan også vurderes et nytt, senket tunneløp ut mot Nitelva som alternativ til å forlenge eksisterende tunnelutløp.

Dimensjonering

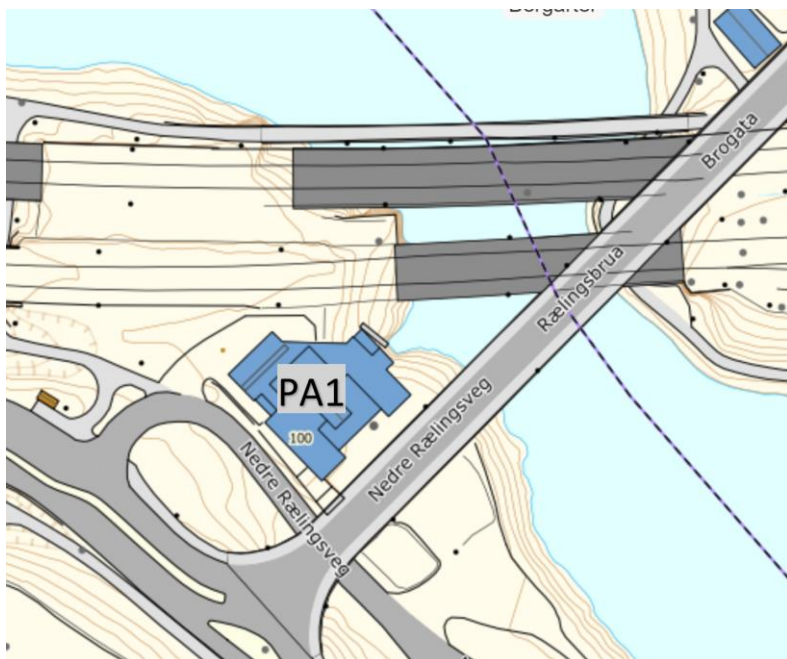
Det dykkede utløpet i alternativ 0 skal dimensjoneres for RA1 og RA2 samlet, dvs. 7.000 l/s.

Fordeler og ulemper

Dette alternativet har den enkleste utførelsen da overføringen fra RA1 og RA2 allerede er etablert, slik at det kun er avslutningen, dvs. det dykkede utløpet, som skal etableres. Den miljømessige belastningen fra utløpsvannet er kjent ved utløpets beliggenhet, ut fra at den blir lik som i dag, men kan antas noe bedret ved etablering av et dykket tunnelutløp.

Det vil være behov for å utrede teknisk løsning for senkning av tunnelutløp, og det antas en komplisert anleggsgjennomføring ut fra kontinuerlig drift av renseanleggene. Videre stilles det spørsmål ved om tunnelen faktisk har kapasitet til utløpsvannet fra både RA1 og RA2 frem mot 2050. Overslagsberegninger tilsier at tunnelen ikke har tilstrekkelig tverrsnitt i forhold til fallforholdene, og erfaringer fra NRA tilsier at kapasiteten er presset allerede i dag ved spesielt stor vannføring. Ut fra dette må det potensielt påregnes en fremtidig tilleggskostnad med nytt tunneløp.

Siden utslippspunktet kun senkes/dykket så vil NRA likevel ha utslipp fra renseanlegg sentralt i Lillestrøm og nær befolkning. Dette vil fortsatt kunne være sjenerende for enkelte, og det antas at det vil legges føringer/krav om svært gode renseresultater.



Figur 4.2 Dagens tunnel kommer ut under PA1, mellom jernbanebrua og Rørløpsbrua

4.3 Alternativene 1A og 2A

Disse alternativene innebærer teknisk løsning ved etablering av pumpestasjon ved RA2, og er gjeldende for begge aktuelle utslippssteder jf. kap. 4.1. For utslippet fra RA2 skal det etableres en pumpestasjon inne i fjellet ved renseanlegget. Herfra må det så legges en pumpeledning ut til Nitelva. Det ble på et tidlig stadium ansett som rasjonelt å benytte dagens utslippstunnel for å etablere denne pumpeledningen, som da føres til dagens utslippspunkt i Nitelva. Herfra skal pumpeledningen føres mot de alternative utslippspunktene. Legging av elveledning i Nitelva anses som noe krevende. Det må benyttes en ledning med stor dimensjon, og denne må graves ned i elvebunnen både av hensyn til frostsikring og båttrafikk.

Løsningen forutsetter at vann fra RA1 skal gå åpent i utløpstunnelen slik det gjør i dag, og dykkes ut i Nitelva, jf. Alternativ 0.

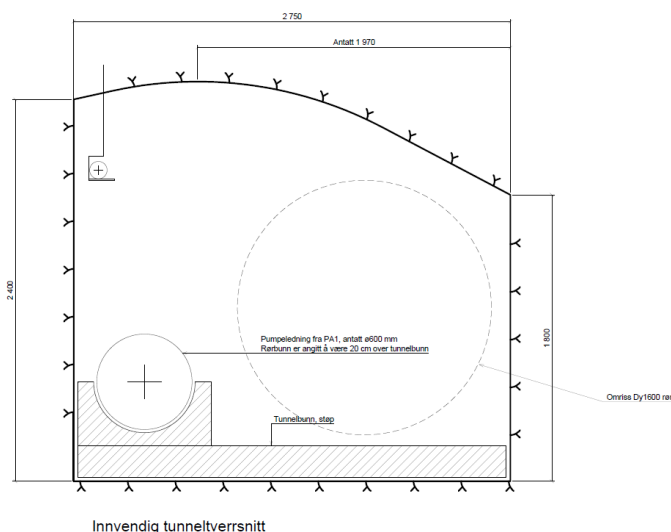
Dimensjonering

- Pumpestasjon ved RA2 dimensjoneres for $Q_{maksdim}$ fra RA2: 2800 l/s.
- Dykket utløp dimensjoneres for $Q_{maksdim}$ fra RA1: 4.200 l/s.
- 4500 m eller 9000 m pumpeledning Dy1600 mm PE SDR26.

Fordeler og ulemper

Det positive ved dette alternativet er at utslipp fra RA2 fjernes fra Nitelva ved Lillestrøm sentrum og flyttes sørover til Tangen eller Fautøya. RA1 vil fortsatt benytte dagens tunnel og krever kun et nytt dykket utløp. Ny pumpestasjon for RA2 bygges i fjellet, og vil derfor ikke medføre noe sjenanse for allmenheten. Det er ikke plass nok til en pumpestasjon slik fjellet er sprengt ut i dag, slik at dette alternativet vil medføre noe sprengning i fjell.

Hovedutfordringen med dette alternativet er tilgjengelig plass i utløpstunnelen, jf. figur 4.3. På figuren er det tegnet inn en ledning med Dy1600. Vann fra RA1 renner i dette alternativet fritt i tunnelen, og det vil åpenbart være svært problematisk å legge Dy1600-røret ut fra at tunnelen må være tilgjengelig for drift av RA1 etter etablert pumpeledning, og utslipp fra både RA2 og RA1 i anleggsfasen. Det kunne vært aktuelt med en mulighetsstudie av denne løsningen for etablering i en tørrværsperiode, altså en periode hvor RA1 ikke er i drift. Med RA1 i drift vil utførelsen være tilnærmet umulig.



Figur 4.3: Innvendig tunnelvernsnitt ved alternativ A.

En mer realistisk tilnærming til dette alternativet er å etablere et nytt tunnellop ved siden av dagens tunnellop. Dette anses imidlertid som meget kostbart, uten at det er kostnadsberegnet. Norconsult ser ut fra en helhetsvurdering på dette alternativet som en lite aktuell løsning, og i samråd med NRA er dette alternativet ikke vurdert videre.

4.4 Alternativene 1B og 2B

Disse alternativene omfatter teknisk løsning ved etablering av pumpestasjon ved PA1 og dagens utslippspunkt, og er gjeldende for begge aktuelle utslippssteder jf. kap. 4.1. Ved denne løsningen blandes utløpsvannet fra RA1 og RA2, og det benyttes felles tunnel ned mot dagens utslippspunkt ved PA1 og Rælingsbrua slik det gjøres i dag.

Alternativet innebærer at det etableres en ny pumpestasjon i området ved PA1 for å håndtere dimensjonerende mengder fra RA2, 2800 l/s. Det forutsettes at det er plass for dette ved siden av PA1. Siden pumpestasjonen har kapasitet for $Q_{maksdim}$ fra RA2, må en regne med overløpsdrift ved tilførsel også fra RA1. Den øvrige avløpsmengden må da gå i et dykket overløp ut i Nitelva. Fra den nye pumpestasjonen ved PA1 skal utløpsvannet pumpes ca. 3000 m til Tangen eller ca. 7500 m til Fautøya. Alternativene er vist på tegninger i vedlegg 1.

Dimensjonering

- Pumpestasjon ved PA1 dimensjoneres for $Q_{maksdim}$ fra RA2: 2800 l/s.
- Dykket utløp dimensjoneres for $Q_{maksdim}$ fra RA1: 4.200 l/s.
- 3000m eller 7500m pumpeledning Dy1600 mm PE SDR26.

Fordeler og ulemper

Tilsvarende A-alternativene vil den store gevinsten ved B-alternativene være å fjerne RA2-utslipp fra Nitelva. Ny pumpestasjon vil kun bli dimensjonert for RA2, hvilket betyr overløpsdrift til Nitelva ved overskytende utslipp fra RA1. Dette skjer via et dykket utløp, jf. Alternativ 0. Dette vil være en vesentlig bedring fra dagens situasjon, samtidig som det bemerkes at utløpsvann fra RA2 vil kunne slippes ut i Nitelva ved overløpsdrift. Dette vil imidlertid være svært uttynnet og blandet med vann fra RA1. Det er en forutsetning at kapasiteten i tunnelen er stor nok slik at tunnelen kan bli brukt på samme måte som i dag. Som bemerket i vurderingen av alternativ 0, kan det imidlertid bli behov for et nytt, fremtidig tunnellop.

NRA fester tomt ved PA1 og kjenner til grunnforholdene fra byggingen av PA1. Berggrunnen består trolig av ulike gneiser med innslag av andre bergarter. Det er påvist kvikkleire i nærheten, men med uviss utstrekning, og det er trangt mellom annen infrastruktur som jernbane, bru og vei, i tillegg til eksisterende bygningsmasse. En pumpestasjon dimensjonert for $Q_{maksdim}$ fra RA2 vil kreve en relativt stor grunnflate, og det vil kreve nærmere undersøkelser for å se om det er tilstrekkelig areal til dette.

Etablering av en stor pumpestasjon i området ved PA1 med overgang fra dagens utløpstunnel, og store elveledninger til utslippspunkt kan være teknisk krevende å anlegge, men alternativet anses gjennomførbart.

4.5 Alternativene 1C og 2C

Tilsvarende som for B-alternativene samles vann fra RA1 og RA2 i utløpstunnelen, og flyter fritt til en ny pumpestasjon ved PA1. Pumpestasjonen ved PA1 dimensjoneres for $Q_{maksdim}$: 7000 l/s. Fra den nye

pumpestasjonen ved PA1 skal 7000 l/s pumpes ca. 3000 m til Tangen eller ca. 7500 m til Fautøya. Alternativene er vist i vedlegg 1.

Dimensjonering

- Pumpestasjon ved PA1 dimensjoneres for samlet $Q_{\text{maks.dim}}$: 7000 l/s.
- 3000m eller 7500m pumpeledning utført som 2 x Dy1600 mm PE SDR26.

Fordeler og ulemper

C-alternativene har tilsvarende fordeler og ulemper som B-alternativene. I tillegg oppnår man den store fordelene ved dette alternativet at alt utslipp fjernes fra Nitelva i Lillestrøm sentrum. Dersom dette alternativet gjennomføres, anbefales det å beholde dagens tunnelutløp uten å senke dette, og benytte det som et rent nødoverløp. Ved normal drift skal det ikke være noe utslipp her. Den miljømessige gevinsten er dermed stor og det er en ryddig løsning der alt vann fra RA1 og RA2 flyttes til nytt, felles utslippssted.

Imidlertid er avløpsmengden som skal transporteres i dette alternativet, svært stor. Å bygge en pumpestasjon for 7000 l/s og legge 2 elveledninger med stor dimensjon gjennom Nitelva ser Norconsult på som en lite aktuell løsning. Dette alternativet blir derfor ikke vurdert videre.

4.6 Alternativene 1D og 2D

D-alternativene beskriver etablering av ny tunnel direkte til Tangen eller Fautøya. Ved en løsning med nytt tunnellop antas det at ca. 400m av eksisterende tunnel kan benyttes videre, se vedlegg 1 for oversiktsplaner. Lengden på tunnelen vil bli hhv. ca. 4000 m eller ca. 9000 m ut fra om utslippspunkt 1 eller 2 velges. Det er knyttet en viss usikkerhet til om det er nok fall fra renseanlegget og ut til nytt utslippspunkt. Dette må utredes nærmere, og kan bl.a. medføre behov for å pumpe ut avløpsvannet dersom tunnelens endeløp havner under terrengnivå i Nitelva. I denne rapporten er det forutsatt utløp over terrengnivå, med selvsfall.

Dimensjonering

- 4000m eller 9000m råsprengt tunnel for Q_{maksdim} 7000 l/s
- 25 m² tunneltverrsnitt

Fordeler og ulemper

D-alternativene medfører størst utbygging og minst bruk av eksisterende installasjoner. Alt utslipp vil bli fjernet fra Nitelva i Lillestrøm sentrum og tunnellopet kan dimensjoneres slik at tilstrekkelig kapasitet kan sikres i overskuelig fremtid. I tillegg kan det planlegges for annen infrastruktur i samme tunnellop, og på denne måten kan noe av investeringskostnadene deles på flere parter.

En av utfordringene med dette alternativet vil være fallet fra RA1/RA2 til utslippspunktene. Kotehøyden ved innløpet til dagens tunnel er ca. +103,2 moh., og vannspeilet til Øyeren er normalt ca. 101,8 moh. Siden det skal etableres dykket utløp så legges det til grunn et tilstrekkelig fall, men det er viktig at dette utredes nærmere ved videre vurdering av en løsning med tunnel. Det er også flere usikkerheter knyttet til sprenging av tunneltrase. Det er usikkert om det er godt fjell hele veien. Tunneltraseen må også delvis gå gjennom bebygde område som kan medføre ulemper for beboere i området.

Alternativ 2D medfører en 5000 m lenger tunnel enn Alternativ 1D, og denne merkostnaden vil være betydelig. Tilgjengelig fall ved å benytte dette utslippspunktet vil også være desto mindre. Alternativ 1D vil likefullt være krevende, men det ses på som et mer realistisk alternativ. Norconsult anbefaler derfor å vurdere dette videre.

5 Vurdering av tekniske løsninger

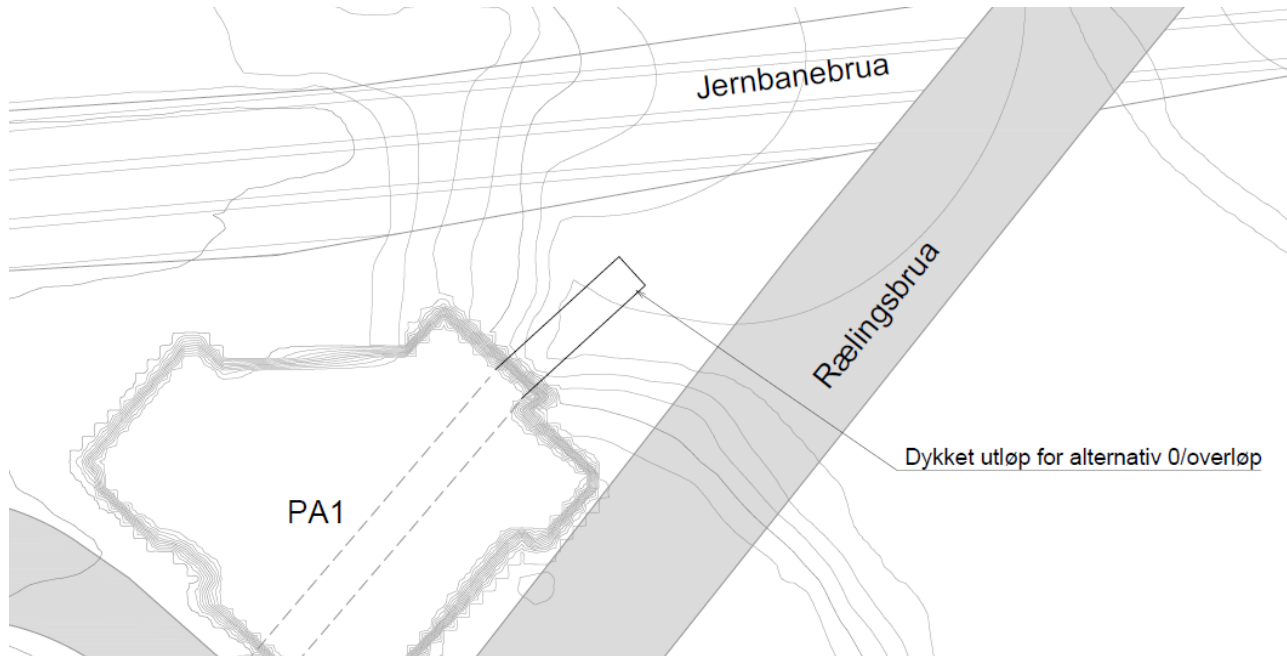
5.1 Etablering av dykket utløp ved PA1

Det legges til grunn i kostnadsestimatet at alle utløp i resipienten skal være dykket, også eksisterende tunnelutløp ved PA1. Dermed må senkning av dagens utløpstunnel ved PA1 vurderes, enten i form av en kulvertløsning som tilknyttes utløpet og senkes ut i elva, eller som et sideløp med nytt, dykket tunnelutløp ved siden av eksisterende. Siden tunnelen kommer ut under PA1, er det lite hensiktsmessig å utføre større tiltak på eksisterende utløp.

Det er valgt å gjøre et prisestimat av en kulvertløsning for dagens utslippspunkt. Dette baserer seg på bruk av betongelementer i prefabrikkert utførelse, som skjøtes til eksisterende utløp. Det tenkes da montert et stålprofil mellom tunnelutløpet og betongelementet som tilknyttes utløpet. Videre forlenges og senkes kulverten ut i elva, slik at utløpet er tilstrekkelig dykket. Eksakt dybde er ikke vurdert i detalj og vil kreve nærmere undersøkelser.

Anleggsgjennomføringen vurderes som komplisert, og det må håndteres et utløp i drift samtidig som byggearbeider pågår. I forkant av utløpet er det en sump som er tilknyttet PA1, og som kan benytte til å pumpe unna en del avløpsvann ved lav tilførsel fra renseanlegget. Det antas også behov for å tørrelegge noe areal ved tunnelåpningen, under anleggsarbeidene.

Videre er det trangt i området og begrenset riggplass. Adkomst fra elven kan være krevende ut fra begrenset med plass mellom Rælingsbrua og jernbanebrua. Omfanget på arbeidene er dermed noe usikkert.



Figur 5.1 Prinsipp teknisk løsning for dykket utløp

5.2 Etablering av utløpspumpestasjon ved PA1

5.2.1 Overordnet om løsning

Ut fra en overordnet vurdering er B-alternativene et aktuelt tiltak for utslippene fra RA1 og RA2. Dette inkluderer altså at eksisterende tunnellop til Nitelva bevares, og at det etableres en ny pumpestasjon på eksisterende tomt ved siden av PA1. Det er lagt til grunn at stasjonen dimensjoneres for å håndtere $Q_{maksdim}$ fra RA2, altså 2800 l/s. For å ha en viss sikkerhetsmargin dimensjoneres pumper for opp mot 3000 l/s. Dette vil eventuelt kunne optimaliseres i fremtiden dersom det besluttes å etablere en pumpestasjon som beskrevet.

Siden dagens tunnel er felles for utslippet fra RA1 og RA2, så innebærer den skisserte løsningen perioder med overløpsdrift. Ved full belastning $Q_{maksdim}$ fra begge anleggene er avløpsmengden 7000 l/s. Det legges til grunn at Alternativ 0 benyttes for overløpet, inklusive ny løsning med dykket utløp. Det anbefales etablert et overløpsarrangement som sikrer at pumpesumpen i ny pumpestasjon ikke tilføres mer enn 3000 l/s, grunnet turbulent vannstrømning som kan påvirke driften av pumpestasjonen.

5.2.2 Utforming av pumpestasjon

Det legges opp til at stasjonen skal kunne fungere med optimal virkningsgrad ved «normaldrift» av stasjonen, og samtidig ha kapasitet for $Q_{maksdim}$ fra RA2. Videre skal stasjonen ha full redundans. Ut fra dette legges det opp til totalt 6 stk. pumper, med følgende kapasiteter:

- Pumpetype X: 3 stk. pumper med kapasitet $Q = 1000$ l/s
- Pumpetype Y: 3 stk. pumper med kapasitet $Q = 500$ l/s

For hver av de to pumpetyper legges det opp til at 2 stk. skal driftes samtidig mens en pumpe er reserve. Pumpene vil alternere, slik at den ene pumpen ikke vil stå ubrukt. Det er viktig med et godt system for styring av pumpene, som sikrer at alle pumper holdes i jevnlig drift, inklusive pumpetype X i perioder med lavt/gjennomsnittlig vanntilførsel. Ut fra målinger de senere år vil det være tilstrekkelig å drifte én pumpetype Y ved normal/lavt vannforbruk og derav kun montere 2 stk. av denne typen, men for denne kostnadsvurderingen legges det til grunn 3 stk.

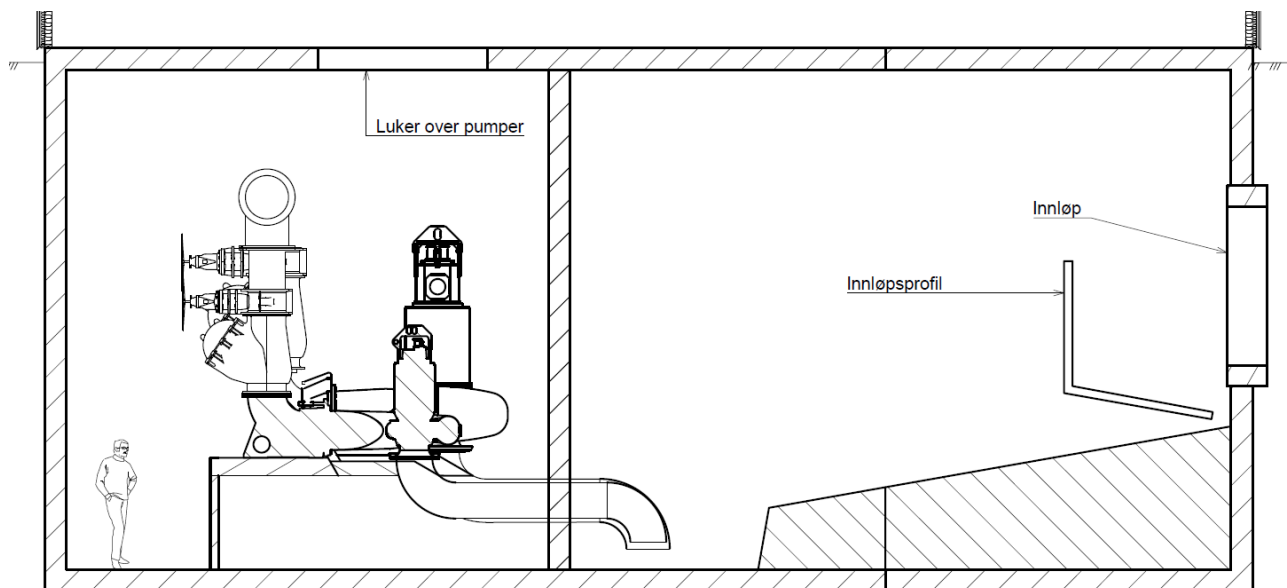
Ved tilførsel større eller lik $Q_{maksdim}$ fra RA2 vil stasjonen driftes med 3 stk. pumpetype X, alternativt 2 stk. pumpetype X og 2 stk. pumpetype Y.

Det påpekes at avløpsmengde som pumpes og samdrift av pumper påvirker kapasitet og virkningsgrad, men dette er ikke gått inn på i detalj her.

For valg av pumpetype kan stasjonen som er tiltenkt her, driftes med både dykkede og tørroppstilte pumper. Tørroppstilte kan monteres vertikalt eller horisontalt. Generelt kan det sies at;

- Dykkede pumper er arealbesparende og antas å være lite utsatt for fett og smuss ut fra at tilført avløpsvannet er rensset. Det er enkelt å heise ut pumper med arrangement tilrettelagt for dette.
- Tørroppstilte pumper gir potensielt en enklere driftssituasjon, men krever noe større grunnflate. Vertikaloppstilte pumper krever minst areal, men vil være mer utsatt for vibrasjoner samt at det kan være utfordringer ift. NPSH-verdien for pumpene.

For kostnader er det regnet på et areal der det er plass til tørroppstilte pumper. Byggegroppen er estimert til 20 x 20 m med 8 m dybde.



Figur 5.2 Eksempel på utforming av pumpekjeller med vertikaloppstilte pumper. Ved innløpet til høyre er det montert et profil som skal dempe hastigheten og energien på vannet, og derav hindre turbulens.

Overordnet må følgende hovedfunksjoner medtas for en pumpestasjon:

- Pumpehus med pumpekjeller, etablert i antatt fjell (gneis)
- Pumpesump inkl. hastighetsdemper
- Pumper som beskrevet over, dykket alt. tørroppstilte.
- Rørlegg i syrefast stål
- Tilbakeslagsventil og stengeventil tilknyttet hver pumpe
- Manifold tilknyttet alle pumper
- Arrangement for renseplugg for pumpeledning
- Trykkstøtdempende tiltak, som svingekammer
- Stengeventil på utløp fra stasjonen
- Kranbane i overbygg
- Tekniske anlegg: Elektro, automasjon, ventilasjon, sanitær mm.
- Nødstrømsaggregat

Overløpsarrangement forutsettes etablert ved tilknytning til eksisterende tunnellop.

Det forutsettes etablert en felles pumpeledning for stasjonen som inkluderer pumpet avløpsvann fra pumpetype X og pumpetype Y. Denne er dimensjonert i kapittel 5.3 under.

5.3 Etablering av elveledning

5.3.1 Dimensjonering

Det er utført overslagsberegninger ut fra avløpsmengder frem mot 2050, som er dimensjonerende for fremtidig anlegg kostnadsberegnet i denne rapporten. Som omtalt i kapittel 5.1 er det lagt til grunn en

pumpestasjon med kapasitet $Q = 3000$ l/s, basert på $Q_{maksdim}$ fra RA2. Dette legges også til grunn for å beregne ledningsdimensjon.

Med bakgrunn i dimensjonerende avløpsmengde er det sett på PE-ledninger i dimensjoner større enn Dy1000 mm. Det anbefales at PE velges som rørmateriale for elveledningen (ref. VA/Miljøblad nr. 30/2010). PE100 velges grunnet krav til styrke og leveringssikkerhet. Videre er det faktorer som veggtykkelse, luftfyllingsgrad osv. som det må tas hensyn til, men som ikke er beregnet her. Det legges til grunn SDR26 som kan leveres som standard av Pipelife ved dimensjon Dy1600 mm.

Det er ønskelig med hastighet under 2 m/s for å unngå for stor belastning på ledningen i tillegg til økt strømforbruk, samt risiko for trykkstøt. Samtidig er det ønskelig at ledningen oppfyller krav til hastighet større enn 1 m/s og skjærspenning større enn 3 N/m² for å oppnå selvrensing i ledningen. Det er for ulike ledningsdimensjoner i tabell 5.1 gjort en beregning av hastighet og et noe grovt estimat på skjærspenning ut fra dette.

For utførelse av pumpeledning i Nitelva legges det til grunn følgende:

Tabell 5.1 Hydraulisk effekt på ulike rørdimensjoner ved utpumping av $Q = 3000$ l/s

Pumpeledning (kapasitet):		Dy	Di	Skjærspenning	v (m/s)	Trykktap (m/km)
$Q_{pumper,max}$	3000 l/s	1000	923,1	31,0	4,5	22,7
		1200	1107,7	15,3	3,16	8,7
		1400	1292,3	8,1	2,3	4,0
		1600	1476,9	4,7	1,76	2,0
		1800	1661,5	3,0	1,39	1,1
		2000	1846,2	2,0	1,13	0,6

Ut fra dette anbefales det lagt dimensjon Dy1600 mm PE SDR26.

5.3.2 Utførelse av elveledning

Det medfører en rekke utfordringer å legge en avløpsledning i elv. En så stor dimensjon som beregnet i dette prosjektet, vil være spesielt krevende. En god kartlegging av elvebunn inklusive eksisterende rørledninger, kabler, osv. er viktig. Øvrige momenter å ta hensyn til vil være;

- Elvas dybde og utforming
- Strømningsforhold
- Grunnforhold i elva, hvilke løsmasser og evt. avstand til fjell.
- Båttrafikk
- Drivved
- Myndighetsavklaringer, biologisk mangfold og naturvern, inklusive søknader ifm. dette
- Utlasting av ledninger
- Luftfyllingsgrad på ledninger ved senking
- Kan ledningen ligge fritt på bunn eller må den graves ned?
- Behov for dykkerarbeider

For etablering av Dy1600 elveledning i Nitelva forutsettes en utførelse basert på følgende;

- Det kan leveres rørstykker på $L = 16$ meter
- Speilsveising av rør i rigg etablert på egnet sted på land

- Maksimalt 752 meter sammensveidede rør kan trekkes ut på en gang
- Skjøting i elva med flensekrage og løsløp
- Boltlodd, belastning ut fra fyllingsgrad
- Ledningen graves ned i elvebunn, med minimum 0,5 meter overdekning over lodd
- Utløp hevet fra elvebunn
- Det etableres ikke diffusor på utløp, da dette vanskeliggjør kjøring med renseplugg



Figur 5.3 Fra etablering av Dy710 mm elveledning i Nitelva ved Nittedal, nedgraving utført med en amfibisk gravemaskin

Ut fra pumpestasjonen må det etableres et utløpselement ut i elva inklusive et bend på antatt 90 grader. Dette kan utføres med rørdeler i syrefast stål eller i PE, og graves ned i elvebunn. Elveledningen tilknyttes så bendet med krage og løsløp i syrefast stål.

Det må festes betonglodd jevnt fordelt langs elveledningen. Selv om den er nedgravd så vil det være tilnærmet full oppdrift. Loddbelastningen dimensjoneres for 50% luftfyllingsgrad.

5.4 Etablering av ny utløpstunnel

Gjennom kartstudier er det sett på ulike forhold rundt etablering av tunnel som løsning på nytt utslipp fra RA1 og RA2. Det er ikke oppdaget spesielle problemer i denne studien. Det antas at tunnelen hovedsakelig vil drives i ulike gneiser med mindre innslag av andre bergarter og med god overdekning. Forkastninger mellom Romerike og Oslofjorden har orientering NS og NØ-SV, mens en tunnel vil ha orientering NV-SØ. Alle disse forhold anses å være gunstige for tunneldriving, og det er ikke oppdaget øvrige forhold som vil være til større hindring for å legge utslippet i tunnel.

Det er utført overslagsberegninger ut fra avløpsmengder frem mot 2050, som er dimensjonerende for fremtidig anlegg kostnadsberegnet i denne rapporten. Som omtalt i kapittel 4.6 over er det lagt til grunn en råsprengt tunnel med kapasitet $Q = 7000$ l/s, basert på $Q_{maksdim}$ fra RA1 og RA2. For å i tillegg få en optimal anleggsdrift er det lagt til grunn en tunnel med 25 m² tverrsnitt.

Teknisk vurdering av ny utløpstunnel er presentert i vedlegg 2 – Notat vurderinger rundt ny avløpstunnel.

6 Kostnader

Det er gjort en øvelse i samråd med NRA med vurdering av fordeler og ulemper for alternative tiltak for å forbedre dagens utslipp fra avløpsrensaneanlegget RA2 samt RA1. Ut fra dette er tekniske løsninger vurdert for etablering av dykket utløp og for flytting av utslippspunkt. De alternativene vurdert som aktuelle er i det følgende kostnadsestimert ut fra investeringskostnader. I tillegg forekommer kostnader for drift og vedlikehold, som vil være mest tyngende for en løsning med pumpestasjon.

Priser brukt i kostnadsoverslaget er hentet fra erfaringstall og enhetspriser fra leverandører. Det bemerkes at løsninger er vurdert på et relativt overordnet teknisk nivå, og at kostnadene dermed vil være noe usikre. Kostnadene som er presentert er basert på en tilnærming med P50-kostnader, dvs. at det er 50% sannsynlighet for overskridelse. Alle kostnader er ekskl. mva.

6.1 Alternativ 0

Alternativ 0 er priset som ett element, der resterende kostnadene er prosentvise kostnader. Som bakgrunn for kostnadsestimatet foreligger priser på betongelementer og en erfaringsbasert kostnadsvurdering rundt anleggsgjennomføringen, som er ved eksisterende utløp ved PA1.

Tabell 6.1 Kostnadsestimat alternativ 0.

	Enhet	Enhetspris [kr/x]	Antall	Delkostnad [kr]	Kostnad [kr]
1	Felleskostnader- Rigg etc.		15 %		2 000 000
2	Dykket utløp dagens tunnel	RS	1		15 000 000
1-2	Entreprisekostnader - basiskalkyle				17 000 000
3	Generelle kostnader				3 500 000
1-3	Byggekostnader - basiskalkyle				21 500 000
4	Spesielle kostnader				0
1-4	Prosjektkostnad - basiskalkyle				21 500 000
5	Forventet tillegg - reserve				3 500 000
1-5	Prosjektkostnad P50				25 000 000

Prosjektkostnaden for alternativ 0 er estimert til **25 MNOK**.

For alternativ 0 vil det være minimalt med driftskostnader. Det vil være aktuelt med inspeksjon ved bruk av dykker eller annen visuell inspeksjon.

6.2 Alternativ 1B

Kostnadsestimatet for alternativ 1B består av flere elementer, inkludert Alternativ 0. Kostnadene i tabellen gjelder for overføring ca. 3 km nedover Nitelva, mot Tangen.

Tabell 6.2 Kostnadsestimat alternativ 1B.

Enhet	Enhetspris [kr/x]	Antall	Delkostnad [kr]	Kostnad [kr]
1	Felleskostnader- Rigg etc.	15 %		20 000 000
2	Inntakstunnel ny pumpestation	RS	1	5 000 000
3	Overløpsarrangement	RS	1	5 000 000
4	Pumpestation			45 000 000
4.1	Grunnarbeider (sprengning og fjerning av masser)	RS	1	5 000 000
4.2	Byggeteknisk	RS	1	25 000 000
4.3	Røropplegg inkl. ventiler	RS	1	3 000 000
4.4	Maskin – pumper, el, automasjon	RS	1	10 000 000
4.5	Montasje	RS		2 000 000
5	Utløp til elveledning	RS	1	2 000 000
6	Dykket utløp dagens tunnel	RS	1	15 000 000
7	Elveledning			62 000 000
7.1	Råkost elveledning	12 000 kr/m	3000 m	36 000 000
7.2	Arbeider (65 døgn), sveising, skjøting, uttrekk mm	RS	1	2 000 000
7.3	Nedgraving elveledning	3000 kr/m	3000 m	9 000 000
7.4	Betonglodd	15 000 kr/stk	800 stk	12 000 000
7.5	Utløpsarrangement	RS	1	3 000 000
1-7	Entreprenøskostnader - basiskalkyle			157 000 000
8	Generelle kostnader			31 000 000
1-8	Byggekostnader - basiskalkyle			188 000 000
9	Spesielle kostnader			2 000 000
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			190 000 000
10	Forventet tillegg – reserve			25 000 000
	Prosjektkostnad P50			215 000 000

Prosjektkostnaden for Alternativ 1B er estimert til **215 MNOK**.

For alternativ 1B vil det være driftskostnader av større betydning, ut fra drift av pumpestationen. Dette er ikke beregnet i denne rapporten, men ut fra tidligere rapporter kan det antas minimum 1 MNOK i energikostnader. I tillegg forekommer kostnader med øvrig drift og vedlikehold. Dette må vurderes nærmere dersom en skal gå videre med dette alternativet.

6.3 Alternativ 2B

Kostnadsestimatet for alternativ 2B består av flere elementer, inkludert Alternativ 0. Kostnadene i tabellen gjelder for overføring ca. 7 km nedover Nitelva, mot Fautøya.

Tabell 6.3 Kostnadsestimat alternativ 2B.

Enhet	Enhetspris [kr/x]	Antall	Delkostnad [kr]	Kostnad [kr]
1	Felleskostnader- Rigg etc.	15 %		30 000 000
2	Inntakstunnel ny pumpestasjon	RS	1	5 000 000
3	Overløpsarrangement	RS	1	5 000 000
4	Pumpestasjon			45 000 000
4.1	Grunnarbeider (sprengning og fjerning av masser)	RS	1	5 000 000
4.2	Byggeteknisk	RS	1	25 000 000
4.3	Røropplegg inkl. ventiler	RS	1	3 000 000
4.4	Maskin – pumper, el, automasjon	RS	1	10 000 000
4.5	Montasje	RS		2 000 000
5	Utløp til elveledning	RS	1	2 000 000
6	Dykket utløp dagens tunnel	RS	1	15 000 000
7	Elveledning			136 000 000
7.1	Råkost elveledning	12 000 kr/m	7000 m	84 000 000
7.2	Arbeider (80 døgn), sveising, skjøting, uttrekk mm	RS	1	2 000 000
7.3	Nedgraving elveledning	3000 kr/m	7000 m	21 000 000
7.4	Betonglodd	15000 kr/stk	2000 stk	30 000 000
7.5	Utløpsarrangement	RS	1	3 000 000
1-7	Entreprenørkostnader - basiskalkyle			238 000 000
8	Generelle kostnader			50 000 000
1-8	Byggekostnader - basiskalkyle			288 000 000
9	Spesielle kostnader			2 000 000
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			290 000 000
10	Forventet tillegg – reserve			45 000 000
	Prosjektkostnad P50			335 000 000

Prosjektkostnaden for Alternativ 2B er estimert til **335 MNOK**.

For alternativ 2B vil det være driftskostnader av større betydning, ut fra drift av pumpestasjonen. Dette er ikke beregnet i denne rapporten, men ut fra tidligere rapporter kan det antas minimum 1 MNOK i energikostnader. I tillegg forekommer kostnader med øvrig drift og vedlikehold. Dette må vurderes nærmere dersom en skal gå videre med dette alternativet.

6.4 Alternativ 1D

Det er gjort et kostnadsestimat for hva en ny tunnel antas å ville koste. For å gjøre dette er det benyttet erfaringer for hva tunneler med lignende tverrsnitt har kostet per meter. En realistisk kostnad antas å ligge på rundt 60 000 kr/m, mens et mer konservativt anslag ligger på rundt 80 000 kr/m. Estimaten inkluderer driving, sikring, noe rigg, drift og uforutsette kostnader, grunnundersøkelser og prosjektering. I kostnadsestimatet er den realistiske meterprisen benyttet.

Tabell 6.4 Kostnadsestimat alternativ 1D.

	Enhet	Enhetspris [kr/x]	Antall	Delkostnad [kr]	Kostnad [kr]
1	Felleskostnader – Rigg etc. *)		15%		40 000 000
2	Tunnel (Til alt 1 – Tangen)	60 000 kr/m	4000 m		240 000 000
3	Utløpsarrangement	RS	1		5 000 000
1-3	Entreprenørkostnader - basiskalkyle				285 000 000
4	Generelle kostnader				60 000 000
1-4	Byggekostnader - basiskalkyle				345 000 000
5	Spesielle kostnader				2 000 000
1-5	Prosjektkostnad - basiskalkyle				347 000 000
6	Forventet tillegg - reserve				53 000 000
	Prosjektkostnad P50				400 000 000

*) Enhetsprisen for tunneldrift inneholder allerede rigg og driftskostnader. Ut fra en helhetsvurdering i samråd med vår ingeniørgeolog er det tatt med et ekstra påslag tilsvarende de øvrige kostnadsoverslag. Dette for å ta høyde for usikkerheter i prosjektet, og fremfor å benytte den konservative enhetsprisen.

Prosjektkostnaden for Alternativ 1D er estimert til **400 MNOK**.

For alternativ 1D er det ikke sett på driftskostnader, men det antas lave kostnader til drift og vedlikehold. Dersom det blir behov for en utløpspumpestasjon, vil dette være fordyrende.

6.5 Alternativ 2D

Det er benyttet samme meterpris ved alternativ 2D som alternativ 1D.

Tabell 6.5 Kostnadsestimat alternativ 2D.

	Enhet	Enhetspris [kr/x]	Antall	Delkostnad [kr]	Kostnad [kr]
1	Felleskostnader – Rigg etc. *)		15%		82 000 000
2	Tunnel (Til alt 1 – Tangen)	60 000 kr/m	9000 m		540 000 000
3	Utløpsarrangement	RS	1		5 000 000
1-3	Entreprenørkostnader - basiskalkyle				627 000 000
4	Generelle kostnader				125 000 000
1-4	Byggekostnader - basiskalkyle				752 000 000
5	Spesielle kostnader				3 000 000
1-5	Prosjektkostnad - basiskalkyle				755 000 000
6	Forventet tillegg - reserve				115 000 000
	Prosjektkostnad P50				870 000 000

*) Enhetsprisen for tunneldrift inneholder allerede rigg og driftskostnader. Ut fra en helhetsvurdering i samråd med vår ingeniørgeolog er det tatt med et ekstra påslag tilsvarende de øvrige kostnadsoverslag. Dette for å ta høyde for usikkerheter i prosjektet, og fremfor å benytte den konservative enhetsprisen.

Prosjektkostnaden for Alternativ 2D med utløpstunnel til Fautøya er estimert til **870 MNOK**.

For alternativ 1D er det ikke sett på driftskostnader, men det antas lave kostnader til drift og vedlikehold. Dersom det blir behov for en utløpspumpestasjon, vil dette være fordyrende.

7 Konklusjon

I denne rapporten har Norconsult vurdert forskjellige tekniske løsninger og utslippspunkt for det rensede avløpsvannet fra RA1 og RA2. Enkelte alternativer er i samråd med NRA blitt vurdert til ikke å være gjennomførbare, og er derfor ikke kostnadsvurdert. Alternativene med en gjennomførbar og beskrevet teknisk løsning er:

Alternativ 0: Eksisterende utslippspunkt i Nitelva (under Rælingsbrua) beholdes. Utløpet skal dykkes.

Alternativ 1B: Utløpsvann fra RA1 og RA2 følger eksisterende utløpstunnel som i dag. Ved Nitelva og PA1 skal det bygges en ny pumpestasjon dimensjonert for RA2 (2800 l/s), med en 3000 m pumpeledning til Tangen. Resterende avløpsmengde går i overløp via dykket utløp ved PA1.

Alternativ 2B: Utløpsvann fra RA1 og RA2 følger eksisterende utløpstunnel som i dag. Ved Nitelva og PA1 skal det bygges en ny pumpestasjon dimensjonert for RA2 (2800 l/s), med en 7500 m pumpeledning til Fautøya. Resterende avløpsmengde går i overløp via dykket utløp ved PA1.

Alternativ 1D: Boring av ny tunnel på 4000m med 25 m² tunnelverrsnitt for utløpsvann fra RA1 og RA2 til Tangen.

Alternativ 2D: Boring av ny tunnel på 9000m med 25 m² tunnelverrsnitt for utløpsvann fra RA1 og RA2 til Fautøya.

Kostnadene er presentert på et P50-nivå, og er sammenstilt i tabell 7.1.

Disse alternativene vurderes som realistiske og teknisk gjennomførbare etter en overordnet vurdering av tekniske løsninger. Det er flere usikkerheter som må undersøkes videre for et mer presist beslutningsgrunnlag. Norconsult kan anbefale følgende konkrete tiltak for videre utredning av alternativer;

1. Innhente eksisterende opplysninger vedrørende grunnforhold ved PA1 inkl. tomt for ny pumpestasjon, utløpstunnel, elvebunn, brofundamenter, myndighetsavklaringer mm.
2. Fysisk befaring og undersøkelse av overflater ved PA1 og dagens utløp, Tangen og Fautøya.
3. Evt. scanning av elvebunn mellom PA1 og Øyeren.
4. Evt. grunnboringer ved PA1.
5. Nærmere undersøkelse av fallforhold inklusive elvebunn ved utløp for tunnelalternativer, og ut fra dette vurdere behov for utløpspumpestasjon.

Tabell 7.1 Sammenlignbart kostnadsestimat P50.

Alternativ	Alt 0	Alt 1B	Alt 2B	Alt 1D	Alt 2D
MNOK.	25	215	335	400	870
Ekskl. mva					