

Prosjekteringsforutsetninger

13.02.2025

Nye fellingsdammer for sigevann fra alunskiferfylling på Taraldrud

Oppdragsnavn D411 E6 Taraldrud, fjerning av alunskifer

Prosjekt nr. 1350059257

Kunde Statens Vegvesen

Notat nr. 001

Versjon 00

Til SVV v/ Thorstein Hymer

Fra Rambøll v/ Ingard Jensen

Kopi –

T +47 22 51 80 00

<https://no.ramboll.com>

Utført av Julie Aasgaard (JLAG), Michael Rene Helgestad (MHEOSL)

Kontrollert av Camilla Gremmertsen (CAMGR)

Godkjent av Ingard Jensen (INJE)

Versjon	Dato	Endring	Utført av	Kontrollert av	Godkjent av
00	13.02.2025	Konkurransegrunnlag	JLAG	CAMGR	INJE

Innhold

1	Bakgrunn.....	3
1.1	Introduksjon.....	3
1.2	Om tiltaksområdet.....	3
1.3	Dagens fellingsdammer	5
2	Fellingsdammer	7
2.1	Dimensjoneringsgrunnlag fellingsdammer.....	7
2.1.1	Hydrogeologiske vurderinger – grunnvannsbetraktninger.....	7
2.2	Bregnede vannmengder fellingsdammer	13
2.2.1	Grunnvann	13
2.2.2	Overvannsavrenning til fellingsdam sør	16
2.3	Dimensjonering ny fellingsdam nord	17
2.3.1	Pumper.....	17
2.3.2	Filterkammer	17
2.3.3	Sandfilter	18
2.4	Dimensjonering oppgradert fellingsdam sør.....	18
3	Avskjærende grøfter.....	19
3.1	Dimensjonering av grøft	19
3.1.1	Beregnet vannmengde.....	19
3.1.2	Grøftetverrsnitt	21
3.1.3	Erosjonssikring.....	21
3.2	Grunnvannsbetraktninger tett grøft	22
4	Referanser	22

1 Bakgrunn

1.1 Introduksjon

Rambøll er engasjert av Statens vegvesen for å prosjektere tiltak iht. tiltaksplan for alunskifer-området på Taraldrud, utarbeidet av NGI i 2023 (Baardvik, 2023).

Bekken Snipetjernbekken renner gjennom området og mottar i dag sigevann fra en gammel alunskiferfylling som ligger like øst for bekkedraget. Alunskifermassene ble deponert i området langs bekken i (anslått) perioden 1985-1994. Samlet fyllingsareal med alunskifer utgjør ca. 30-40 dekar og ligger i et lag på 1–1,5 meter.

Alunskifer har et høyt forurensningspotensial, og kan gi sur avrenning med høyt innhold av miljøproblematisk tungmetaller. Forurensningspotensialet er avhengig av tilgang på vann og luft, slik at alunskiferen forvitrer.

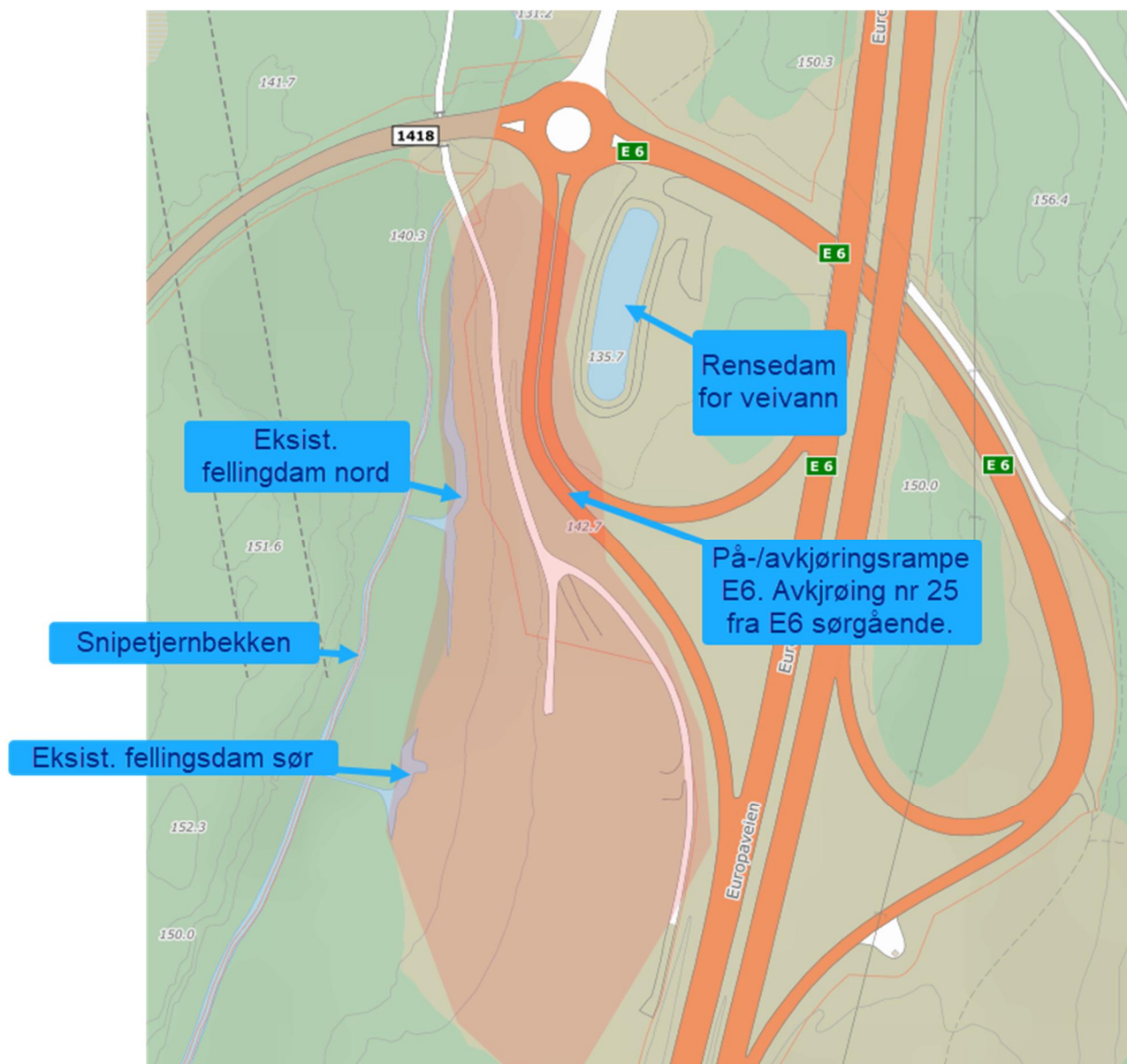
Statens Vegvesen (SVV) og Åsland Næringspark Eiendom AS (ÅNE) er grunneiere for eiendommene hvor fyllingen ligger. SVV/ÅNE har fått pålegg fra Miljødirektoratet og Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) om å gjøre tiltak for å sikre at de syredannende massene ikke gir negative miljøeffekter i Snipetjernbekken. Tiltakene skal forhindre økt avrenning og påvirkning fra tungmetaller og radioaktive stoffer fra massene på bekken. Tiltakene som skal gjøres for å oppnå dette omfatter tetting av grøft langs på kjøringsrampe til E6, tetting av grunn mellom påkjøringsrampe og eksisterende rensedam for veivann, tildekking av den nordlige delen av alunskiferfyllingen, oppsamling av sigevann og rensing i nytt rensetiltak fellingsdam nord og utbedring av eksisterende rensetiltak fellingsdam sør, samt lukking av Snipetjernbekken gjennom området som dekkes til. Tiltakene er foreslått og beskrevet i «Teknisk notat» utarbeidet av NGI i 2023 (Baardvik, 2023).

Dette notatet beskriver de forutsetninger og vurderinger som er gjort i forbindelse med dimensjonering av ny fellingsdam nord og oppgradert fellingsdam sør. Prosjektering av renseløsningene har tatt utgangspunkt i bestilling fra SVV og tiltaksplan utarbeidet av NGI. Her var det spesifisert at fellingsdammer skal rustes opp med fast dekke i bunnen og tette kanter mot bekken. For fellingsdammen i nord har Rambøll valgt å etablere en lukket, frostfri renseløsning, som vil fungere hele året. Løsningen er fleksibel med pumpeløsning, og mulighet for utbytting av filtermateriale. Eksisterende fellingsdam nord skal motta sigevann fra nordre del av alunskiferfyllingen. Fellingsdammen i sør skal oppgraderes med fast, permeabelt dekke i bunnen og mot sidene. Det etableres en tett, avskjærende grøft i forbindelse med driftsvei oppstrøms (rett øst for) fellingsdam sør for å begrense overflatevann som renner til dammen.

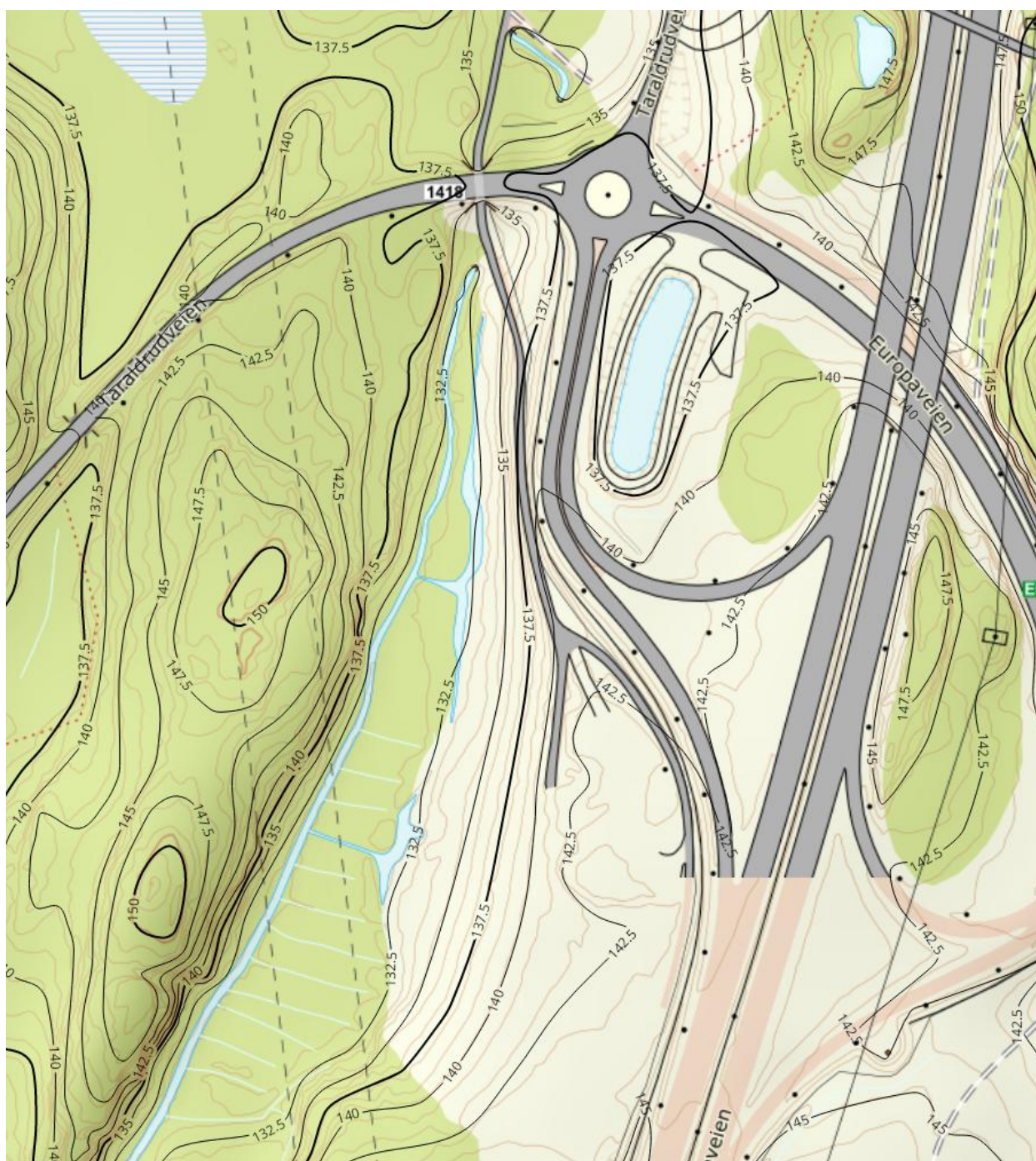
1.2 Om tiltaksområdet

Tiltaksområdet er vist i Figur 1-1 og har en utstrekning på ca. 39 000 m². Området avgrenses av Fv1418 i nord, eksisterende rensedam for veivann i øst, utstrekningen av alunskifer i sør og Snipetjernbekken i vest. Omtrentlig utstrekning av alunskiferen er vist med rødt i Figur 1-1. I den nordligste delen av området heller terrenget bratt fra rampen i øst mot dalen i vest, med bekken som bunnpunkt. Lenger sør i området er dalen bredere og helningen slakere. Bunnen av dalen er relativt flat og kan kategoriseres som et myrområde. Terrengkoter for dagens situasjon kan ses i Figur 1-2.

Prosjektets formål er bedre vannkvaliteten i Snipetjernbekken ved å forbedre rensegraden på sigevannet fra alunskiferfyllingen ut i bekken. Dette skal gjøres ved å bygge ny fellingsdam nord og oppgradere fellingsdam sør.



Figur 1-1. Oversiktsbilde av tiltaksområdet. Omtrentlig utstrekning av alunskiferfylling er vist i rødt for illustrasjon.



Figur 1-2. Områdets topografi (kilde: ScalgoLive)

1.3 Dagens fellingsdammer

Dagens fellingsdammer og grøfter ble anlagt i som et strakstiltak i 2008 og er bygd opp som utgravde dammer i terrenget med tilhørende grøfter ut i nord- og sør-endene. Bilde av fellingsdam sør fra våren 2009 kan ses i Figur 1-3. Grøftene og fellingsdammene fanger opp sigevann fra alunskiferfyllingen. Det er etablert terskler langs fellingsdammenes lengde. Det ble også tilsatt hydratkalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) for å øke pH-en slik at jern og aluminium felles ut i tillegg til kofelling (adsorpsjon/flokkulering) av andre metaller.

Undersøkelser, utført samme år (2008), viste at gjennomførte rens tiltak ga en klar bedring av vannkvaliteten i Snipetjernsbekken, selv om bekken fremdeles var preget av forurensning fra deponiet (Roseth & Nordal, 2012). Det har vist seg spesielt krevende å holde tilbake nikkel.



Figur 1-3. Dagens fellingsdam sør. Bildet er tatt våren 2009, året etter fellingsdammene ble etablert. Den oransje fargen tyder på kraftig utfellingsreaksjon. Bildet viser også tersklene av knust betong som ble etablert i dammene. (Kilde: (Roseth & Nordal, 2012))

Dammene er periodevis tilsatt kalk og knust betong for å nøytraliseres sigevannet (NGI, 2022), men det er usikkert hvordan vedlikeholdet har forgått de siste årene da det mangler dokumentasjon. Det antas at vedlikehold har vært minimalt. Dagens fellingsdammer er i usikker tilstand og har krevende forhold for tilkomst for vedlikeholdsarbeid. Det er også knyttet utfordringer til hvordan man skal håndtere slammet som felles ut i fellingsdammene. Slammet har høyt innhold av organisk materiale (TOC), og det er utfordrende å finne et mottak som tar imot denne typen avfall.

I pålegget fra miljødirektoratet og Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) konkluderes det med at etablering og vedlikehold av fellingsdammer, i tillegg til begrensning av vanngjennomstrømning gjennom de syredannende massene, er tilstrekkelige tiltak for å hindre spredning av forurensning. Det stilles det krav til at dagens fellingsdammer rustes opp og oppgraderes med fast dekke i bunn og sider. Fellingsdammene skal også tilpasses vannkjemien fra sigevannet fra deponiet og vedlikeholdes slik at avfall med høyt innhold av TOC ikke produseres.

2 Fellingsdammer

2.1 Dimensjoneringsgrunnlag fellingsdammer

2.1.1 Hydrogeologiske vurderinger – grunnvannsbetraktninger

Vannmengdene som forventes til de to fellingsdammene er beregnet basert tall fra grunnvannsmodell utarbeidet av NGI (hentet fra Tiltaksplanens vedlegg F). Tallene er vurdert av hydrogeolog i dette prosjektet og det er vurdert behov for justeringer av tallene som følge av tiltaket som skal gjøres. En oppsummering av tall gitt i NGIs vedlegg F og vurderinger fra hydrogeologi er beskrevet i kapittelet nedenfor.

2.1.1.1 Oppsummering NGIs tiltaksplan vedlegg F

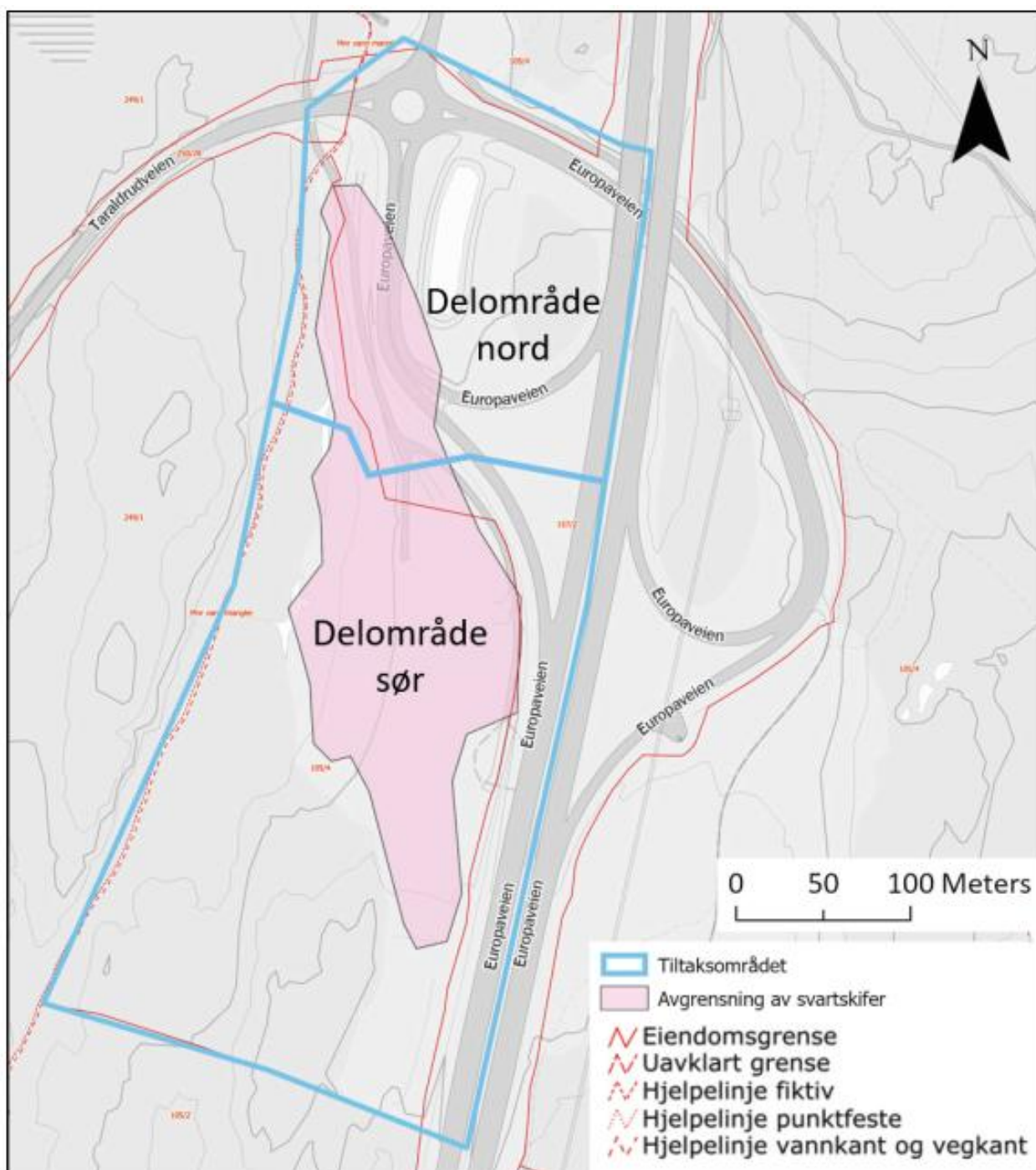
Figur 2-1 viser oppsummeringen av beregnede vannmengder gjennom alunskiferfyllingen fra grunnvannsmodellen utarbeidet av NGI. Området er fordelt på nord og sør etter Figur 2-2.

Det er beregnet volumet av vann som kommer i kontakt med svartskiferen per dag for de to delområder (nordlig og sørlig del av svartskiferfyllingen) og for hele svartskiferfyllingen (Tabell 8). Vanngjennomstrømningen beskriver summen av nedbør som faller på bakken over skiferfyllingen og infiltrerer ned i bakken og grunnvann som strømmer gjennom svartskiferen fra omkringliggende områder. Det er beregnet lavere vann-gjennomstrømning for hele skiferfyllingen enn summen av de to delområder. Årsaken er at noe grunnvann strømmer gjennom begge delområder.

Tabell 8 Vanngjennomstrømning i svartskiferfyllingen for de to delområder og hele skiferfyllingen. OBS: Volumet for hele fyllingen er lavere enn summen av delområdene, da noe grunnvann strømmer gjennom begge delområder.

Parameter	Enhet	Område nord	Område sør	Hele skiferfyllingen
Vanngjennomstrømning	m ³ /dag	50	70	100
Netto nedbørsinfiltrasjon over skiferfylling		10	30	40
Grunnvann		40	40	60

Figur 2-1. Utklipp hentet fra kapittel 5.2.1 i NGIs vedlegg F til tiltaksplan (2023). I utklippet beskrives beregnet vanngjennomstrømning gjennom alunskiferfyllingen.



Figur 2-2. Delområde nord og delområde sør som benyttet av NGI. Hentet fra NGIs tiltaksplan vedlegg F.

2.1.1.2 Hydrogeologiske vurderinger (Rambøll)

NGIs tiltaksplans vedlegg F har oppgitt en gjennomsnittlig nedbør på 774 mm/år. Modellen viser at NGI har benyttet at 50 % av nedbør går til infiltrasjon/avrenning og den andre halvparten til fordampning og evapotranspirasjon. De har benyttet 387 mm/år/m² for hele området.

Rambøll har benyttet samme forutsetninger for området hvor det ikke legges tett toppdekke. Rambøll anbefaler å justere for klimapåslag for nedbørsmengdene.

Innenfor tiltaksområdet vil det bli etablere avskjærende grøfter og tettemembraner i form av tettleire og svelleleire membraner. Tiltaksområdet skal også få endret overflate med jevnere og lengre hellende terreng fra veiskulder ned til bekkelukkingen. Dette fører til at vi får mindre områder som er flate og tettere overflate. Begge disse faktorene fører til at det blir mindre infiltrasjon ned grunnvannet og ergo mindre nydannelse av grunnvann. Leirmassene og eller duken som skal benyttes skal ha en hydraulisk ledningsevne på (10^{-9} til 10^{-11} m/s). Dette vil føre til en vesentlig lavere infiltrasjonsgrad enn i dagens situasjon. Når infiltrasjonen av grunnvann avtar, vil grunnvannsnivået senkes lokalt. Det er etablert 5 nye miljøbrønner på området som er plassert fra øst inne i trafikkmaskina mot bekken i vest.

Grunnvannsspeilet i brønnene som ble målt den 18. desember 2024 varierte mellom 131,22 til 129,61 meter over havet. Høyeste målte grunnvannsspeil var langs med avkjøringsrampen langs med svartskifer området. Dette betyr at det er grunnvannsrygg der vannet skilles mot vest og øst i dette området. Når det etableres en leiremembran/tetting som minimerer infiltrasjonen vil tilførselen av grunnvann kunne det føre til at grunnvannsnivået senkes noe lokalt under membranen/tettingen. Det er vurdert at grunnvannet har en relativ lav gradient og er i kontakt med dagens vassdrag.

Over leiremembranen skal det etableres et vekstjordlag. Det betyr at mesteparten av vannet som innfiltres vil renne i dette vekstjordlaget eller over terreng, siden leirmembranen vil minimere mesteparten av infiltrasjonen. Det vil dermed tidvis være et hengende grunnvannsnivå i dette vekstjordlaget.

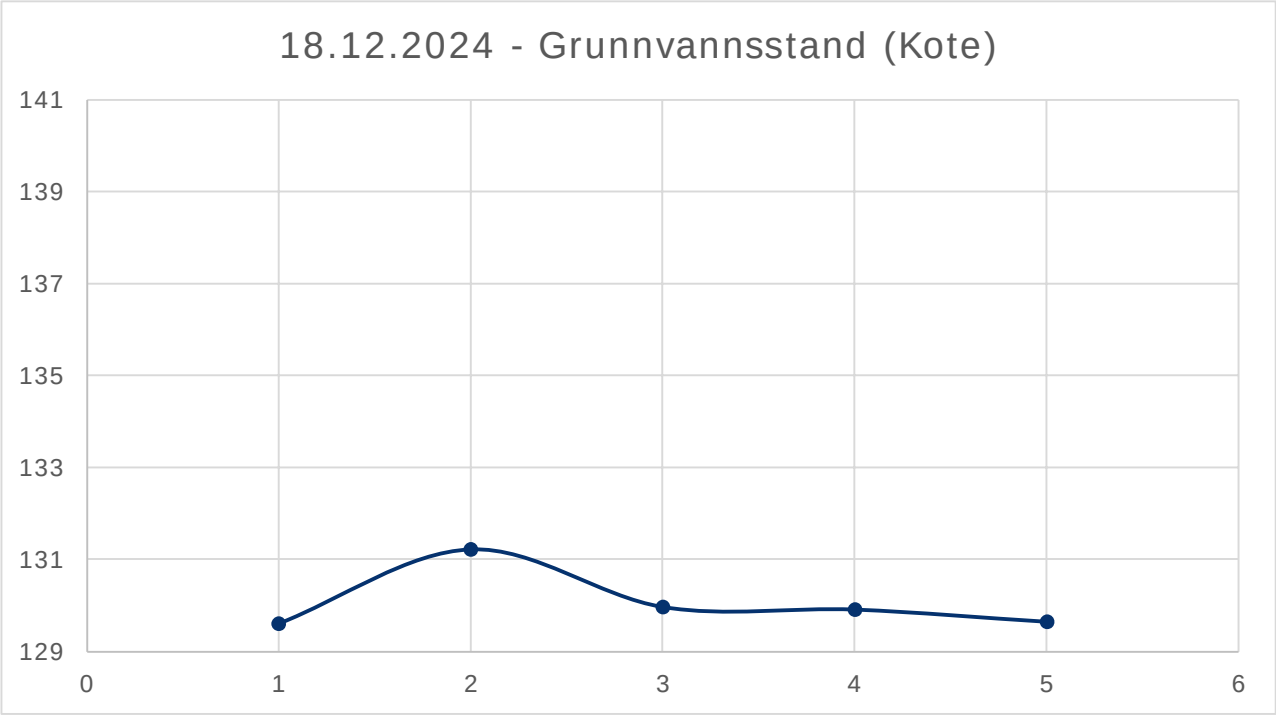
Grunnvannet blir da senket lokalt i tiltaksområdet. Dette vil da føre til mindre gjennomstrømning/ mindre infiltrasjon gjennom massene som inneholder alunskifer. Dette resulterer i at en større andel av massene med alunskifer vil ligge tørt, som er hensikten med prosjektet. Det er vurdert at senkningen av grunnvannsnivået maks vil senkes med 1 meter grunnet redusert nydannelse av grunnvann. Som nevnt over vil grunnvannet vil bli senkes lokalt i tiltaksområdet grunnet leiremembranen fører til redusert infiltrasjon og nydannelse av grunnvann i grunnen. Dette fører til at alunskiferen får mindre kontakt med grunnvann, mindre gjennomstrømning i umettet sone. I tillegg vil massene generelt sett ligger tørrere, som fører til at de ligger mer kjemisk stabilt. Dette vil føre til redusert utlekking fra massene. Over membranen i vekstjordlaget vil det muligens dannes seg et permanent eller tidvis hengende grunnvannsspeil lokalt. Det er vurdert at dette jordlaget vil ha tilgang på vann og fuktighet, for å sørge for at den revegetasjonen som planlegges å etableres vil ha tilstrekkelig tilgang på vann. Det antas at de høyeste områdene vil være tidvis noe tørrere enn nedre deler mot planlagt ny kulvert (bekkelukking). Derfor anbefales det at revegetasjon tilpasses antatt fuktighet i jordlaget.

Rambøll har vurdert lagt til grunn at følgende forutsetninger etter at tiltak, med justering av terrengoverflate, tettere leiremembraner og justering av grunnvannsnivået:

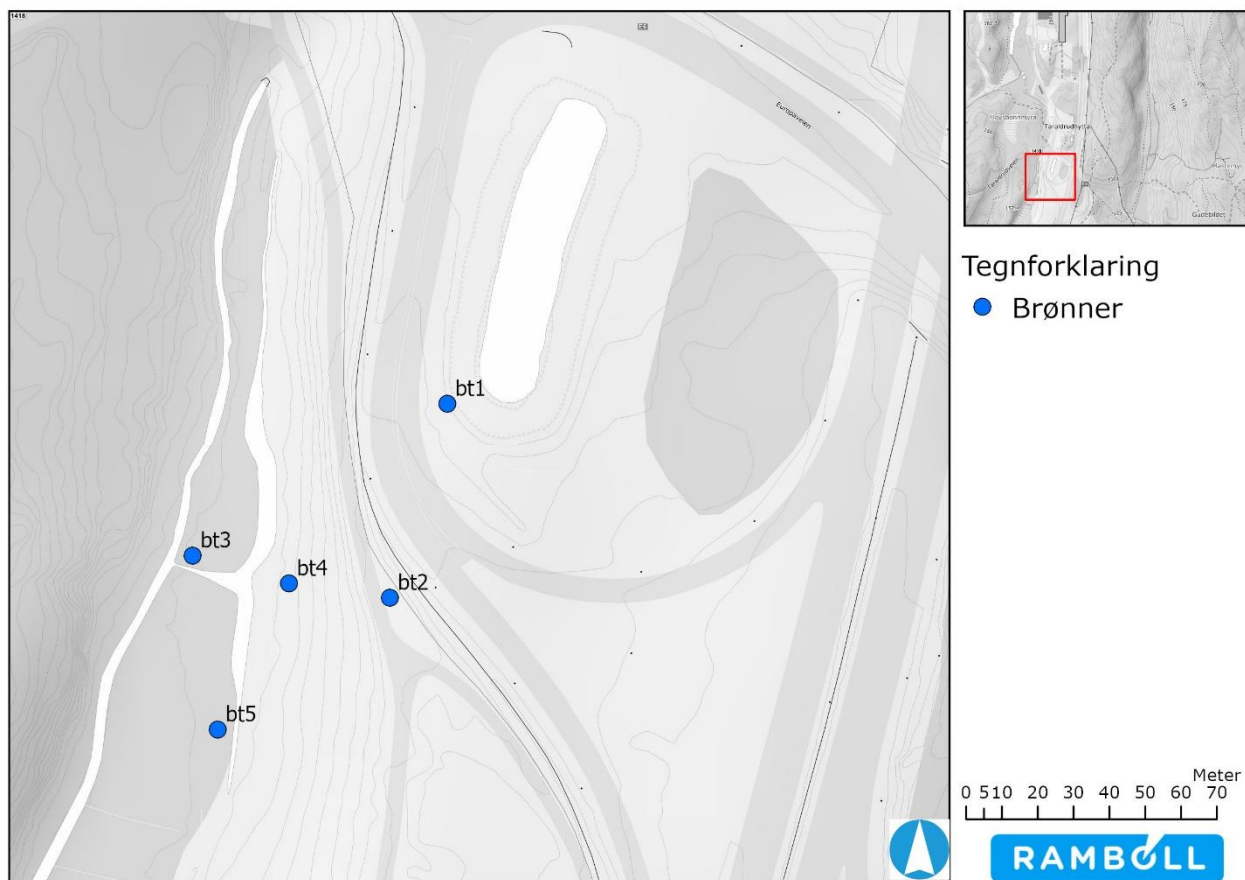
- Andelen nedbør som infiltreres innenfor tiltaksområdet med membran justeres fra 50 % til – 15-10 %.
- Legger til 5 % økning av mengden vann som sikkerhetsmargin for diffus innlekkasje av grunnvann tilstøtende områder. I tillegg økes arealet med 10 %. Begrunnelsen til dette er at når infiltrasjonen minkes lokalt, det vil føre til at grunnvannsnivået endres lokalt. Dette kan føre til at grunnvannsskiller og grunnvannsmagasinet størrelse justeres grunnet de nye hydrogeologiske forutsetningene (se Figur 2-5).

Tabell 2-1 viser grunnvannsnivået i det 5 miljøovervåkningsbrønnene på Taraldrud, prøvetatt den 18. desember 2024.

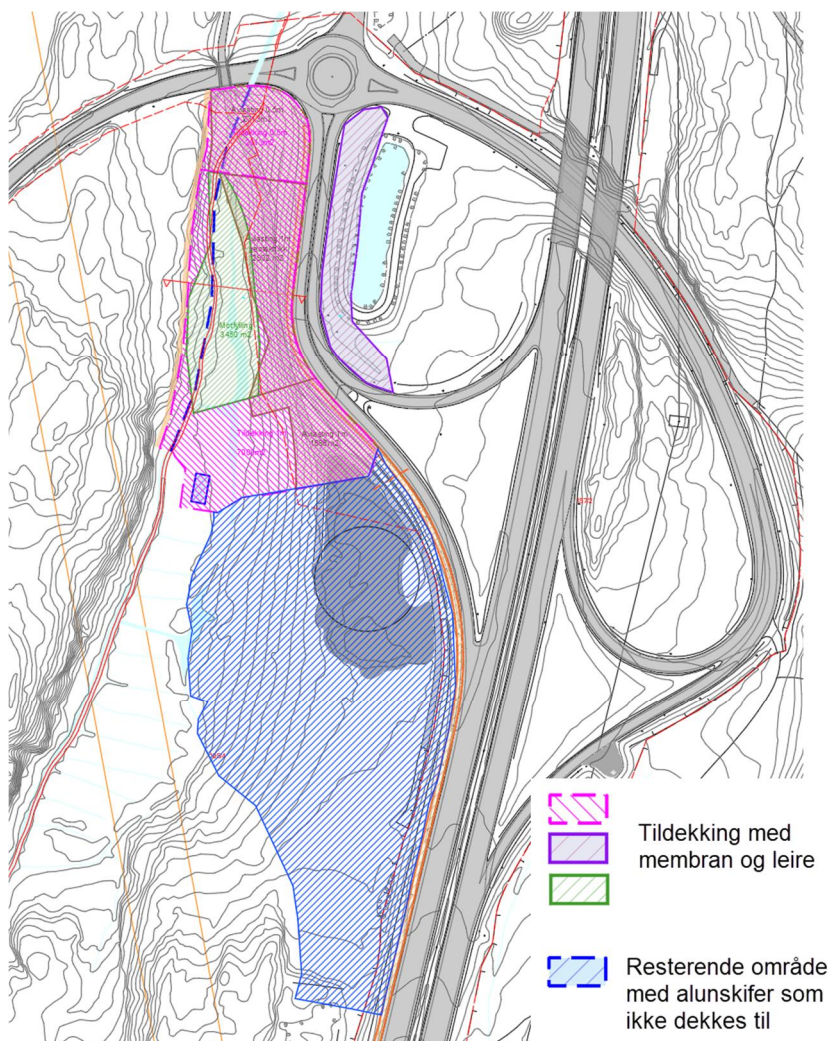
Brønner	Terrengnivå	18.12.2024 - Grunnvannsstand (Kote)
BT1	137,72	129,61
BT2	139,94	131,22
BT3	132,06	129,97
BT4	134,12	129,91
BT5	132,57	129,65



Figur 2-3 viser grunnvannsnivået til brønnene fra øst mot vest. BT1 er punkt 1 i grafen over. Den viser en grunnvannsrygg ved brønn 2 den 18 desember 2024. Det er antatt at dette skillet kan flyttes når en reduserer infiltrasjonen i området.



Figur 2-4. Viser beliggenheten til brønnene som ble etablert høsten 2024.



Figur 2-5. Viser hvilke områder som dekkes til med membran/leire og ikke.

Oppsummering av input i beregninger til beregning av avrenning/tilsig til fellingsdammer:

Området nord som dekkes til med leire/membran:

- Gjennomsnittlig årsnedbør er satt til 884 mm (økning på 14% fra NGIs tall på 774) Dette tilsvarer 442 mm/år/m².
- Det forutsettes at 15% av nedbør infiltreres i området som dekkes til med leire i nord, med et ekstra pålegg på 5% som skal hensynta diffus innlekkasje av annet grunnvann i området.
- Klimapåslag 40%
- Arealet for området som dekkes til økes med 10%. Dette for å hensynta at infiltrasjonen minker lokalt, noe som vil føre til at grunnvann fra områder rundt vil strømme inn denne delen av grunnvannsmagasinet.
- Nedbør som ikke infiltrerer vil føres som overvann på terreng mot sør, og få avrenning til Snipetjernsbekken sør for bekkelukkingen.

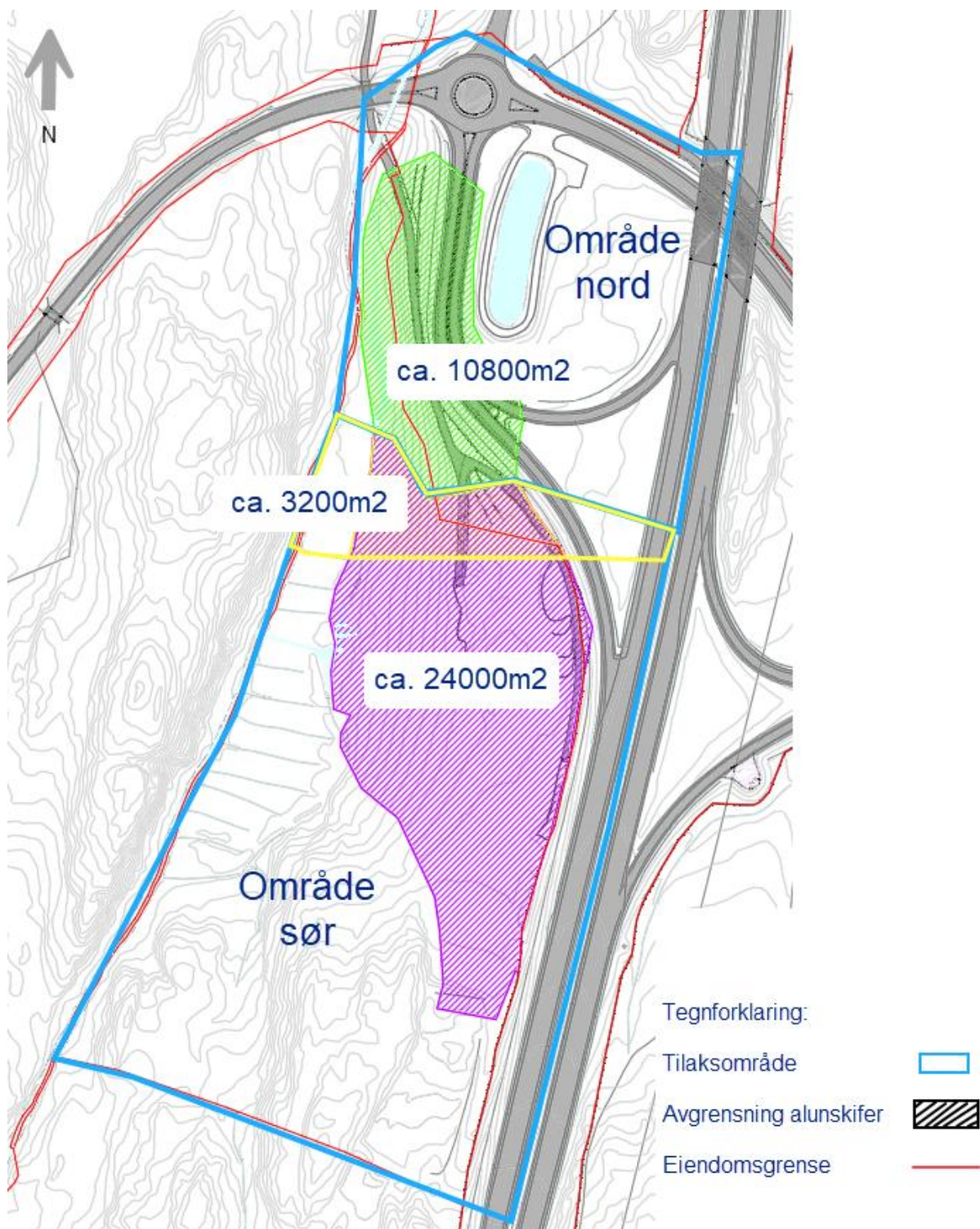
Området sør som ikke dekkes til:

- Gjennomsnittlig årsnedbør er satt til 884 mm (økning på 14% fra NGIs tall på 774) Dette tilsvarer 442 mm/år/m².
- Det beregnes at 50% av nedbør infiltreres til grunnvann.
- Det beregnes overvann som beskrevet i 2.2.2.

2.2 Beregnede vannmengder fellingsdammer

2.2.1 Grunnvann

Utstrekningen av «grunnvannsfeltet» er tatt utgangspunkt i samme inndeling som NGI, med noen justeringer gjort i dette prosjektet. Figur 2-6 viser NGIs omtrentlige inndeling i felt nord og sør med en justering gjort i dette prosjektet vist i gult. Justeringen som er gjort er å trekke drenerørret som ledes til ny fellingsdam nord lenger sør, slik at mest mulig av sigevannet føres til den ny fellingsdam nord. Justeringen resulterer i en tilpasning av sigevannsmengde til hver av fellingsdammene; en økt mengde til fellingsdam nord og en redusert mengde til fellingsdam sør. Se Tabell 2-2 for oppsummering av både endring i arealer og endring i beregnet vanngjennomstrømning som beskrevet i kap. 2.1.1.2.



Figur 2-6. Område nord og område sør som inndelt i NGIs tiltaksplan. Skravert areal i grønn/lilla/gul viser ca. utstrekning på alunskiferfyllingen. De påskrevne arealene sier noe om hvor stor del av alunskiferfyllingen som ligger innenfor område nord og sør. De skraverte arealene sammenfaller omtrentlig med nedbørfeltene til områdene. Vanngjennomstrømning gjennom gult område tilhørte tidligere område sør, men flyttes til nord grunnet utforming av tiltaket.

Tabell 2-2. Oppsummering grunnvannsbetraktninger. Tabellen gir en oversikt over de aktuelle arealene som har tilsig til hver av fellingsdammene (turkis), tall for grunnvannstrømning gjennom fyllingen beregnet av NGI (grønt), årsnedbør; som brukt av NGI (Vedlegg F) og oppdatert nedbørstall (blått), og justeringer som er gjort av verdiene basert på hydrogeologiske vurderinger gjort i dette prosjektet (oransje). Resultater er markert i gult.

	Eksisterende / justering av verdi	Enhet	Gjelder fellingsdam	
			Fellingsdam nord	Fellingsdam sør
Arealer	Arealer NGI (målt fra figurer)	m ²	10824	23985
	Areal som flyttes fra sør- til nordområdet	m ²	3251	3251
	Arealer (ny fordeling)	m ²	14075	20734
	Arealøkning 10% område nord + differans omfordeling areal	m ²	15157,4	
Vanngjennomstrømning	Netto nedbørsinfiltrasjon over skiferfylling	m ³ /dag	10	30
grunnvann NGI	Grunnvann	m ³ /dag	40	40
		m ³ /(dag*m ²)	0,0037	0,0017
	Sum	m ³ /dag	50	70
		m ³ /min	0,03	0,05
		l/s	0,58	0,81
Nedbør	Årsnedbør NGI	mm/år	774	774
	Årsnedbør	mm/år	884	884
	Økning i nedbør	faktor	1,14	1,14
Justering fra NGIs verdier	Areal: Arealøkning 10% område nord	m ²	15157,4	
(innspill hydrogeologi)	Nedbørsinfiltrasjon justert til ny nedbørsmengde	m ³ /dag	11,4	34,3
		m ³ /(dag*m ²)	0,0011	0,0014
	Nedbørsinfiltrasjonspåslag pga diff med tilført/trukket fra areal	m ³ /dag	4,6	-4,6
	Nedbørsinfiltrasjon: Justering av infiltrasjon i område som tettes (red. til 15% infiltrasjon)	m ³ /dag	1,7	
	Nedbørsinfiltrasjon: Tillegg pga klimapåslag	m ³ /dag	4,6	13,7
	Grunnvannspåslag pga arealøkning 10% i nord	m ³ /dag	16,0	
	Grunnvannspåslag diff for tilført/trukket fra areal	m ³ /dag	7,2	-5,4
	Grunnvannspåslag: 5% påslag for diffus innlekkasje av annet grunnvann område nord	m ³ /dag	2,4	
Oppsummering justerte tall	Nedbørsinfiltrasjon (justert)	m ³ /dag	10,9	43,3
	Grunnvann (justert)	m ³ /dag	65,6	34,6
	Sum (justert)	m ³ /dag	76,5	77,9
	Sum (justert) (l/s)	l/s	0,89	0,90

Som følge av justeringene i arealer, nedbørsmengder og påslag grunnet tiltak er ny grunnvannsgjennomstrømning gjennom område nord beregnet til 0,89 l/s og gjennom sør 0,9 l/s.

2.2.2 Overvannsavrenning til fellingsdam sør

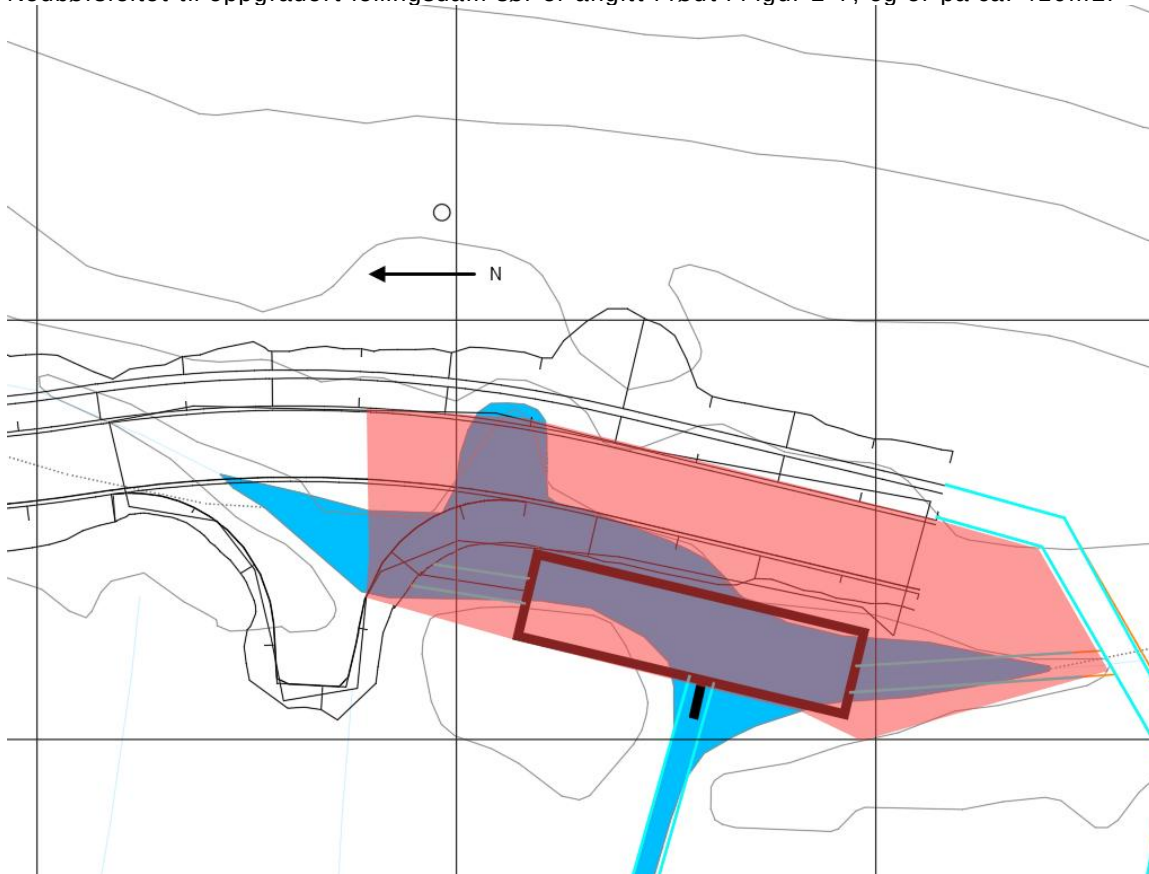
Fellingsdam sør vil få tilsig av grunnvann som beskrevet ovenfor, og mottar også overvann. Det er nedenfor beskrevet hvilke beregningshensyn som er tatt med tanke på overvann. Det planlegges at en stor del av overvannet med tilrenning til dagens fellingsdam sør kan avskjæres i grøft og ledes rundt oppgradert fellingsdam sør og direkte til Snipetjernsbekken. På denne måten kan dimensjonen på oppgradert fellingsdam sør reduseres. I ny situasjon blir det dermed kun overflateavrenning til dammen fra arealet mellom avskjærende grøft og oppgradert fellingsdam.

Da veigrøft øst for driftsveien fungerer som en avskjærende grøft, blir det kun avrenning fra driftsveien og de små arealene mellom veien og oppgradert fellingsdam sør som ledes til dammen ved regnskyll. Nødvendig tilleggsvolum for dammen som hensyntar dette er beregnet etter regnenvelop-metoden.

Følgende er lagt til grunn i beregningene:

- Klimafaktor 1,4
- Gjentakintervall 2 år
- Utslipp fra fellingsdam 0 l/s
- Varighet 30 min
- Antatt avrenningskoeffisient 0,6 da avrenning i stor grad vil være fra gruset driftsvei

Nedbørsfeltet til oppgradert fellingsdam sør er angitt i rødt i Figur 2-7, og er på ca. 410m².



Figur 2-7. Nedbørsfelt for overflateavrenning til oppgradert fellingsdam sør vist i rødt. Areal målt til 410m².

Nødvendig fordrøyningsvolumet i fellingsdam sør for hensyntagning av overvann er beregnet til 13,4m³.

2.3 Dimensjonering ny fellingsdam nord

Ny renseløsning for fellingsdam nord skal etableres som en ny lukket filterløsning ment for bruk av både både aktiv filtermedie og sandfilter. Renseløsningen erstatter den eksisterende fellingsdammen. Det legges opp til en pumpekum, tre filterkammere for aktiv filtermedie, tre kammerer for sandfilter og et utløpskammer.

Dette kapittelet tar for seg dimensjonering av renseløsningen med utgangspunkt i tilført vannmengde, som gitt i Tabell 2-2.

2.3.1 Pumper

Det legges opp til at sigevannet skal pumpes inn i anleggets filterkammere.

Pumpespesifikasjoner er satt basert på beregnet mengde sigevann til pumpekummen via drensledning, og kummens dybde.

Det er satt følgende spesifikasjoner for pumpene for videre dimensjonering av anleggets størrelse:

- Pumpehastighet: 1,5 l/s
- Trykkehøyde: 5 m

For annen informasjon om pumpefunksjon, se «E6-Taraldrud-VA-RAP-002_Funksjonsbeskrivelse fellingsdammer».

2.3.2 Filterkammer

Det etableres tre filterkammere som første rensetrinn i ny renseløsning. Dette gir fleksibilitet i valg av filtermaterialer og kombinasjoner av filtermaterialer. Filterkammer kan også konverteres til sedimenteringsvolum ved senere behov.

Filterkammerene dimensjoneres for en oppholdstid på 20 minutter per filter (til sammen 60 minutter dersom alle tre filterkammer benyttes). Det antas at filtermediet har en porøsitet på 50%.

Tabell 2-3. Oppsummering beregning av oppholdstid i filterkammer.

	Verdi	Enhet
Vannmengde (Q) inn	1,5	l/s
	90	l/min
	130	m ³ /døgn
Oppholdstid	60	min
Oppholdstid	0,0417	døgn
Porøsitet	0,4	
Vannvolum	5	m ³
Volum filtermasse samlet	14	m ³
Volum filtermasse per filterkammer	4,5	m ³

Dette vil gi et nødvendig filtervolum på 4,5 m³ per filterkammer.

2.3.3 Sandfilter

Som rensetrinn 2 legges det opp til et sandfilter. Sandfilteret bygges opp av en enskorning filtersand, fin grus, eller annet egnet filtermateriale, for å oppnå en tilstrekkelig åpen struktur i filteret og samtidig ha stor overflate hvor mikroorganismene/partikler kan sitte fast.

Filterstørrelsen er beregnet etter Darcys lov om strømming av vann i jord:

$Q = K \cdot B \cdot D \cdot i$, hvor

Q – Hydraulisk kapasitet (l/s)

K – filterets hydrauliske ledningsevne (m/s)

B – anleggets bredde

D – filterdybde

i – hydraulisk gradient mellom innløp og utløp

Tabell 2-4 oppsummerer dimensjonering av sandfilteret, der følgende er lagt til grunn:

Hydraulisk ledningsevne settes til 10^{-4} m/s for finsand (0,125-0,25). Tallet er konservativt for å hensynta noe klogging i filteret. Ledningsevnen vil derfor være bedre enn dette ved igangsetting med rene filtermasser.

Tabell 2-4. Oppsummering dimensjonering av sandfilter. Det er beregnet for en vannmengde på 1,5 l/s.

	Verdi	Enhet
Hydraulisk konduktivitet	0,0001	m ³ /s
Areal (infiltrasjonsflate)	15	m ²
Filterdybde	1,5	m
Filterbredde total	10	m
Filterbredde per filter (tre)	3,3	m

2.4 Dimensjonering oppgradert fellingsdam sør

Fellingsdam sør skal oppgraderes med fast, permeabelt dekke og kanter. Dette for å beholde dagens funksjon med tilsig av grunnvann og overvann, men samtidig gjøre vedlikehold av dammen lettere.

Dammen dimensjoneres etter beregnet tilsig av grunnvann, se Tabell 2-2, og tilrenning av overvann ved nedbørshendelser, se kap. 2.2.2.

Fellingsdam sør dimensjoneres for

- Tilsig av grunnvann på 0,9 l/s
- Oppholdstid 1 døgn
- Kapasitet for å håndtere middelregn (ca. tilsvarende 2-årsregn)

Tabell 2-5 oppsummerer nødvendig dimensjon på oppgradert fellingsdam sør.

Tabell 2-5. Oppsummering dimensjonering av oppgradert fellingsdam sør.

	Verdi	Enhet
Tilslig av grunnvann	0,9	l/s
Oppholdstid	1	Døgn
Nødvendig volum for 2 års nedbørshendelse	13,4	m ³
Gradient mellom innløp og utløp	1	
Totalt nødvendig volum	91,3	m ³

3 Avskjærende grøfter

Som nevnt i kap. 2.2.2 etableres det en avskjærende, tett grøft for å kunne lede rent overvann utenom fellingsdam sør. På denne måten begrenses tilrenningen ved regnskyll og størrelsen på dammen begrenses.

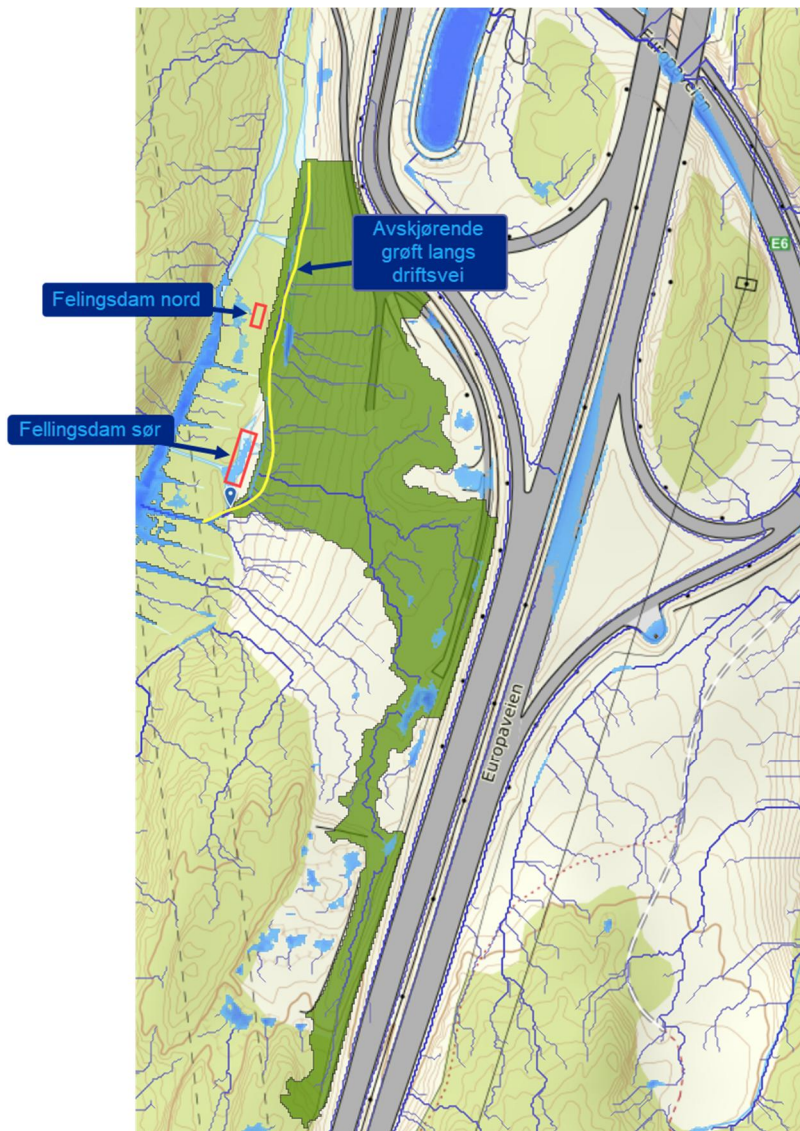
3.1 Dimensjonering av grøft

3.1.1 Beregnet vannmengde

Det er beregnet at grøfta legges som en veigrøft langs østsiden av driftsveien gjennom området. Nedbørsfeltet til grøfta er på ca. 22 000m² og består av naturlige flater. En oppsummering av arealfordelingen innen nedbørsfeltet kan ses i Tabell 3-1 og feltet er vist i Figur 3-1.

Tabell 3-1 Arealfordeling i nedbørsfeltet til den avskjærende grøfta.

Arealtype (hentet fra SclagoLive)	Avrenningskoeffisient	Areal (m ²)	A _{red} (m ²)
Dyrket mark	0,3	2971	891
Spredt vegetasjon	0,2	15950	3190
Tett vegetasjon	0,2	2417	483
Semipermeable flater	0,6	907	544
Totalt	0,23	22245	5109



Figur 3-1. Nedbørsfelt med avrenning til avskjærende, tett grøft langs driftsvei. Grøften leder rent overflatevann rundt fellingsdam sør og direkte til Snipetjernbekken. (Kilde: ScalgoLive).

Avrenningen beregnes med den rasjonelle formel:

$$Q = C \cdot i \cdot A \cdot K_f$$

Q = vannføring (l/s)

i = Nedbørs intensitet (l/s*ha)

A = Areal av nedbørsfelt (ha)

K_f = Klimafaktor (-)

Følgende er lagt til grunn:

- Nedbørsfelt: ca. 22 245 m², samlet avrenningsfaktor valgt er 0,23.
- Konsentrasjonstid 10 minutter
- Klimafaktor 1,4 (N200 stiller krav til 1,3 så dette er konservativt)
- Valg av sikkerhetsklasse etter N200: V1. Konsekvens av flom er lav -> returperiode 50 år
- Returperiode 50 år

Dette gir en avrenning på (Q ut av felt): 220 l/s = 0,22 m³/s

3.1.2 Grøftetverrsnitt

Nødvendig grøftetverrsnitt er beregnet med Mannings formel for kanalstrømning:

$$Q = M \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Q = kanal vannføring [L/s]

M = Mannings tall [m^{1/3}/s]

A = Tverrsnitt av kanal [m²]

R_h = Hydraulisk radius = A / P [m]

I = Fall [m/m]

P = Våt omkrets av kanalen [m]

Følgende er lagt til grunn i beregningene:

- Mannings tall 25 (jord med lett vegetasjon)
- Fall 10 promille
- Bunnbredde 0,5m
- Høyde maks vannstand: 0,5m
- Helning sider 1:1,5

Resultat:

- Vannhastighet=0,98 m/s
- Vannføringskapasitet i grøft: $Q=0,41$ m³/s

Vannføringskapasiteten i grøfta er større enn den beregnede vannmengden og grøfta er stor nok:

$$0,41 \text{ m}^3/\text{s} > 0,22 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.1.3 Erosjonssikring

Det er ikke behov for erosjonssikring av grøfta, se Figur 3-2.

Kledningsmateriale i grøft	Mannings tall, M m ^{1/3} /s	Vannhastighet uten fare for erosjon m/s
Betongkledning	50 – 80	2,5 – 5,0
Asfaltert dekke	60 – 75	2,0 – 5,0
Steinsetting (jevnt utlagt)	30 – 60	2,0 – 5,0
Grus	30 – 50	1,0 – 1,5
Småstein	30 – 50	1,2 – 2,0
Jord uten vegetasjon	25 – 30	0,5 – 0,8
Jord med lett vegetasjon	20 – 30	0,5 – 1,2
Ujevn steinkledning	25 – 30	1,5 – 3,0
Jord med kraftig vegetasjon	15 – 25	1,0 – 2,0
Naturlig bekk og elv	5 – 40	–

Figur 405.8 Mannings tall for grøfter. Vannhastighet uten fare for erosjon

Figur 3-2. Vannhastighet uten fare for erosjon ved bruk av ulike kledningsmaterialer.

3.2 Grunnvannsbetraktninger tett grøft

Den 18 des 2024 ble grunnvannsnivået målt til 2 – 3 meter under topp terreng på det myrområdene langs med bekkedraget (brønn BT3 og BT5) jamfør Tabell 2-1. Grunnvannsnivået er ikke overvåket over tid, så en har ikke oversikt over om grunnvannsnivået er høyere eller lavere enn dette.

Det er antatt at det blir noe mindre nydannelse av grunnvann, dette er vurdert i kap, 2.1.1.2

Det er antatt at noe nydannelse vil bli fjernet grunnet tettere toppdekket om mindre infiltrasjon og at en leirtette grøft vil føre til økt grunnvannsspeil. Det er antatt at grunnvannsspeilet er på tilsvarende nivå som i dag pluss minus 1 meter av 130 meter over havet, på nedre del av tiltaksområdet mot bekken.

Det anslås dermed at grunnvannsspeilet som følge av tetting av avskjærende grøft med bentonittmembran vil bli liggende på tilsvarende nivå (ca. 130moh) +/- 1m i søndre del av tiltaket.

Membranen blir liggende lavest på ca. kote +131,8. Dersom grunnvannet stiger vil det kunne sige opp gjennom membranen sakte. Det er antatt at slike hendelser vil inntreffe sjeldent, basert på målingene som foreligger. Og dersom et skjer er det antatt at det skjer sakte og at det vil føre til minimalt med spredning.

4 Referanser

- Biofosrk. (2012). *Alunskiferdeponiet på Taraldrud i Ski kommune - Forslag til tiltaksplan. Rapportnr. 7(42)-2012.*
- Baardvik, G. (2023). *E6 Taraldrud alunskifer tiltaksplan (20210283-08-TN).* NGI.
- NGI. (2022). *E6 Taraldrud alunskifer tiltaksplan. Koordinert tiltaksplan for forurensset grunn på eiendommene gnr./bnr. 105/4 og 157/2 på Taraldrud. NGI-rapport 20210283-02-R.*
- Roseth, R., & Nordal, O. (2012). *Bioforsk rapport nr. 7 (42): Alunskiferdeponiet på Taraldrud i Ski kommune. Forslag til tiltaksplan. Bioforsk.*