



Masfjorden kommune
Assisterande rådmann

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT (NVE)

Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Dykkar referanse	Vår referanse	Sakshandsamar	Dato
	2026/455 - 4	Sveinung Toft	21.04.2026

Søknad om konsesjon for uttak av grunnvatn i Øvredalen til
Masfjorden vassverk

Masfjorden kommune treng å etablere uttak av grunnvatn frå Øvredalen ved Andvik i
Vestland fylke, og søker hermed om følgjande løyve:

Etter vassressurslova sin § 45 om løyve til følgjande:

- Å ta ut gjennomsnitteleg $1.814 \text{ m}^3/\text{døgn}$, tilsvarende 21 liter/sekund grunnvatn, og maksimalt $2.160 \text{ m}^3/\text{døgn}$ (25 liter/sekund) til drikkevassføremål.

Sjølve konsesjonssøknaden (rapport) dagsett 26.02.2026 vert lagt ved, samt vedlegg 1-7 som viser kart, fotografi og oversikt over grunneigarar og brønnteikningar. Konsulentselskapet Asplan Viak AS ved hydrogeolog Rolf E. Forbord vil ettersende vedlegg 8 – 11 som høyrer til søknaden.

Med helsing

Sveinung Toft

ass. rådmann

Dokumentet er elektronisk godkjent og har ikkje handskriven signatur

Masfjorden kommune

Postadresse: Austfjordvegen 2724, 5981 MASFJORDNES | Besøksadresse: Austfjordvegen 2724

Telefon: 56166200 | Org.nr.: 945627913 | post@masfjorden.kommune.no | www.masfjorden.kommune.no

Vedlegg

- 1 Konesjonssøknad - Grunnvannsutak i Øvredalen i Masfjorden kommune
- 2 Vedlegg 1-7. Søknad om konsesjon for uttak av grunnvann - Masfjorden kommune sitt hovudvassverk

Kopi til:

ROLF EIVIND FORBORD (i Asplan Viak AS)

Masfjorden kommune

UTTAK AV GRUNNVANN TIL MASFJORDEN VASSVERK I ØVREDALEN KONSESJONSSØKNAD

Dato: 26.02.2026
Versjon: 01



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Asplan Viak
Tittel på rapport: Uttak av grunnvann til Masfjorden vassverk i Øvredalen
Oppdragsnavn: Hydrogeologiske forundersøkelser sør for Storevatnet
Oppdragsnummer: 635453-01
Utarbeidet av: Rolf E. Forbord, Mari Helen Riise og Bård Øyvind Solberg
Oppdragsleder: Rolf E. Forbord
Tilgjengelighet: Åpen

Forord

Asplan Viak er engasjert av Masfjorden kommune for å utarbeide denne konsesjonssøknaden for uttak av grunnvann til drikkevannsforsyning til Masfjorden vassverk.

Sveinung Toft er kontaktperson for Masfjorden kommune.

Rolf E. Forbord er oppdragsleder for Asplan Viak, og har utarbeidet konsesjonssøknaden i samarbeid med Mari Helen Riise. Biologene Per Gerhard Ihlen og Bård Øyvind Solberg har bistått med hhv. kartlegging og beskrivelser av tema naturmangfold. Bernt Olav Hilmo har hatt ansvar for kvalitetssikring.

Stjørdal, 26.02.2026

Rolf E. Forbord
Oppdragsleder

Bernt Olav Hilmo
Kvalitetssikrer

01	26.02.26	Nytt dokument	REF, MHR, BØS	BOH
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS

Sammendrag

Masfjorden kommune søker etter vannressursloven §45 om følgende uttak av grunnvann fra et grunnvannsmagasin i Øvredalen til forsyning av drikkevann til Masfjorden vassverk:

- Gjennomsnittlig uttak over året: 21 l/s (1 814 m³/døgn eller 662 256 m³/år)
- Maksimalt døgnuttak: 2 160 m³/døgn (25 l/s)

Masfjorden vassverk er det største vannverket i Masfjorden kommune. I tillegg til å levere vann innad i egen kommune, har vannverket avtale om leveranse av vann til nabokommunen Gulen. Kapasiteten ved vannverket er sprengt, og i tørkeperioder på sommeren må Masfjorden vassverk stadig sende melding til abonnenter om forbud mot bruk av vann til annet enn husholdning. Samtidig har flere innbyggere søkt om tilknytning til vannverket, og næringslivet i Gulen kommune trenger mer vann. Det nye grunnvannsanlegget i Øvredalen vil med en dimensjonerende vannmengde på 21 l/s i snitt over året og 25 l/s som maksimalt døgnuttak, ivareta både dagens vannforbruk til eksisterende abonnenter, og forventet økt vannforbruk til nye abonnenter og næringsliv.

Det nye grunnvannsanlegget i Øvredalen ligger i sørenden av Storevatnet. Løsmasseavsetningen er stor, og utgjør et areal på ca. 150 dekar. Per i dag er det etablert to fullskala produksjonsbrønner i løsmasser, og på sikt kan det bli aktuelt å etablere en tredje brønn innenfor samme område for å øke forsyningssikkerheten. De to brønnene er prøvepumpet i 1,5 år, og resultatene fra dette viser at omsøkt tiltak er meget godt egnet til formålet, både med hensyn til kapasitet og vannkvalitet.

Brønnene trekker i hovedsak på vann fra en naturlig grunnvannsstrøm gjennom dalen og ut mot vatnet. Brønnen nærmest vannet trekker i tillegg på vatnet, det man kaller induisert grunnvannsdannelse. Dette utgjør så lite at vannstanden i vatnet ikke påvirkes. I tillegg bidrar nedbør på magasinoverflaten og avrenning i lisida til grunnvannsdannelse. Ut fra vannbalanseberegninger og strømningskart som er laget ut fra prøvepumpingsdata, trekker ikke brønnene på vann fra elva som renner forbi brønnområdet og ut i Storevatnet (Meisdalsvatnets utløpselv).

Asplan Viak har på vegne av Masfjorden kommune utført konsekvensvurderinger av en rekke fagtema i henhold til NVEs mal for konsesjonssøknader til grunnvannsuttak. Tiltaket vil ha ubetydelig konsekvens for de fleste tema. For terrestrisk miljø bli konsekvensen *svært stor negativ (-4)* grunnet at deler av eksisterende naturbeitemark blir noe nedbygd. Beiting innenfor dette området vil opphøre helt, noe som vil endre naturtypen. I tillegg blir konsekvensen for jordbruk og friluftsliv *noe negativ (-1)*. Dette skyldes henholdsvis inngjerding og restriksjoner for beitedyr, og inngjerding av strandområde. Samlet sett anses tiltaket å ha *svært stor samfunnsnytte*, da godt og trygt drikkevann er helt nødvendig i et moderne samfunn. Det nye grunnvannsanlegget vil øke forsyningssikkerheten til Masfjorden vassverk, og dermed også store deler av både Masfjorden kommune og Gulen kommune.

Innhold

1. INNLEDNING	6
1.1. Om søkeren.....	6
1.2. Begrunnelse for tiltaket	6
1.3. Geografisk plassering av tiltaket.....	7
1.4. Beskrivelse av området.....	8
1.5. Eksisterende inngrep	9
2. BESKRIVELSE AV TILTAKET.....	12
2.1. Hoveddata for Masfjorden Vassverk – Øvredalen.....	12
2.1.1. Hoveddata for tiltaket.....	12
2.1.2. Hoveddata for produksjonsbrønner	13
2.1.3. Supplerende sikringstiltak mot fekal forurensning utført under prøvepumping	17
2.2. Beskrivelse av grunnvannsforekomsten	19
2.2.1. Geologi og resultater fra forundersøkelser	19
2.2.2. Variasjoner i grunnvannsnivå og vannbalanse (resultater fra korttids og langtids prøvepumping)	30
2.2.3. Klassifisering av grunnvannsforekomst	50
2.2.4. Overvåkning av grunnvannsmagasinet.....	50
2.2.5. Utslipp av vann til vassdrag	51
2.2.6. Re-infiltrasjon.....	51
2.3. Teknisk plan for det søkte alternativ	51
2.3.1. Vannuttak og brønnutforming.....	51
2.3.2. Klausulering	52
2.3.3. Arealinngrep	55
2.4. Fordeler og ulemper ved tiltaket	59
2.5. Arealbruk og eiendomsforhold.....	59
2.6. Forholdet til offentlige planer og nasjonale føringer	59
3. VIRKNINGER FOR MILJØ, NATURRESSURSER OG SAMFUNN	63
3.1. Virkninger for grunnvannsmagasinet	64
3.2. Virkninger for nærliggende vassdrag.....	66
3.3. Risikovurdering for skade og klimaendringer	66
3.3.1. Setninger og setningsskader	66
3.3.2. Flom	66
3.3.3. Skred	67
3.4. Rødlistearter	68
3.5. Terrestrisk miljø	69
3.6. Akvatisk miljø	70
3.7. Økosystemtjenester og naturbaserte løsninger	71
3.8. Verneplan for vassdrag og Nasjonale laksevassdrag	71
3.9. Landskap	71
3.10. Sammenhengende naturområder med urørt preg.....	73
3.11. Kulturminner og kulturmiljø	74
3.12. Reindrift	74
3.13. Jord- og skogressurser	74
3.14. Ferskvannsressurser	76
3.15. Brukerinteresser og friluftsliv	76

3.16.	Samfunnsmessige virkninger	77
3.17.	Samlet vurdering.....	77
3.18.	Samlet belastning	78
4.	AVBØTENDE TILTAK	79
5.	REFERANSER	80
6.	VEDLEGG TIL SØKNADEN	81

1. INNLEDNING

1.1. Om søkeren

Masfjorden kommune ligger i Vestland fylke, rundt Masfjorden som nesten deler kommunen i to. Kommuneadministrasjonen ligger på Masfjordnes, som er på sørsiden av fjorden. Kommunen drifter fem vannverk, der Masfjorden vassverk er det desidert største med ca. 350 abonnenter. I tillegg til å levere vann innad i egen kommune, har vannverket avtale om leveranse av vann til nabokommunen Gulen.

For å øke både kapasiteten og forsyningssikkerheten ved Masfjorden vassverk, planlegger kommunen å etablere et nytt grunnvannsanlegg i løsmasser på sørsiden av Storevatnet i Øvredalen. Det nye grunnvannsanlegget skal bli ny hovedvannkilde til vannverket, mens dagens grunnvannsanlegg skal bli reservevannkilde. Brønnene er etablert og prøvepumpet i 1,5 år, og resultatene fra dette viser at omsøkt tiltak er meget godt egnet til formålet, både med hensyn til kapasitet og vannkvalitet. Dimensjonerende vannmengde for det nye grunnvannsanlegget er på sikt 21 l/s i snitt over året og maksimalt døgnuttak på 2160 m³/døgn, og det søkes derfor om disse vannmengdene.

Oversikt og informasjon om søker og tiltaket, samt kontaktpersoner hos søker og rådgiver, er oppsummert i tabell 1-1.

Tabell 1-1. Formål med søknaden og informasjon om tiltakshaver med mer.

Formål	Det søkes om uttak av grunnvann til drikkevannsformål fra løsmassebrønner i Øvredalen, sør for Storevatnet. Det søkes om følgende uttaksmengder: - Gjennomsnittlig uttak over året: 21 l/s - Maksimalt døgnuttak: 2160 m³/døgn (25 l/s)	
Tiltakshaver	Masfjorden kommune	
Tiltakets navn	Uttak av grunnvann til Masfjorden vassverk - Øvredalen	
Adresse	Austfjordvegen 2724 5981 Masfjordnes	
Vassdrag	067.1Z Andvikelvi	
Organisasjonsnummer	945 627 913	
Søker/kontaktperson	Masfjorden kommune Austfjordvegen 2724 5981 Masfjordnes	Sveinung Toft 409 24 790 sveinung.toft@masfjorden.kommune.no
Rådgiver/kontaktperson	Asplan Viak AS Hotellgata 2 7500 Stjørdal	Rolf E. Forbord 995 87 882 rolfe.forbord@asplanviak.no

1.2. Begrunnelse for tiltaket

Dagens vannkilde til Masfjorden vassverk er løsmassebrønner som er etablert i et grunnvannsmagasin i nordenden av Storevatnet. Her er det to 168 mm løsmassebrønner som begge ble etablert i 2016. Den ene av disse gir 8 l/s, mens den andre er tatt ut av drift på grunn av problemer med jernutfellinger. I tillegg er det en eldre 4" løsmassebrønn som gir 5,5 l/s. Eksisterende vannforsyningssystem vurderes som sårbart, både med hensyn til kapasiteten ved dagens vannkilde og at vannverket ikke har godkjent reservevannkilde.

Eksisterende distribusjonsnett forsyner viktige offentlige institusjoner, boliger og virksomheter i sentrale deler av de to skolekretsene Nordbygda og Sandnes. Her er det flere sårbare abonnenter, bl.a. sykehjem og barnehage. I tillegg har nabokommunen Gulen avtale med Masfjorden kommune om å motta inntil 4,1 l/s (350 m³/døgn).

Kapasiteten ved vannverket er sprengt, og i tørkeperioder på sommeren må Masfjorden kommune stadig sende melding til abonnenter om forbud mot bruk av vann til annet enn husholdning. Samtidig har næringslivet i Gulen kommune behov for mer vann. Dette gjelder blant annet Sløvåg, hvor det er store næringsområder med over 500 arbeidsplasser. Her leveres bl.a. drikkevann over kai til skip. Videre ønsker Skiparvik næringsområde, som ligger like utenfor Sløvåg, også å få levert kommunalt vann fra Masfjorden vassverk.

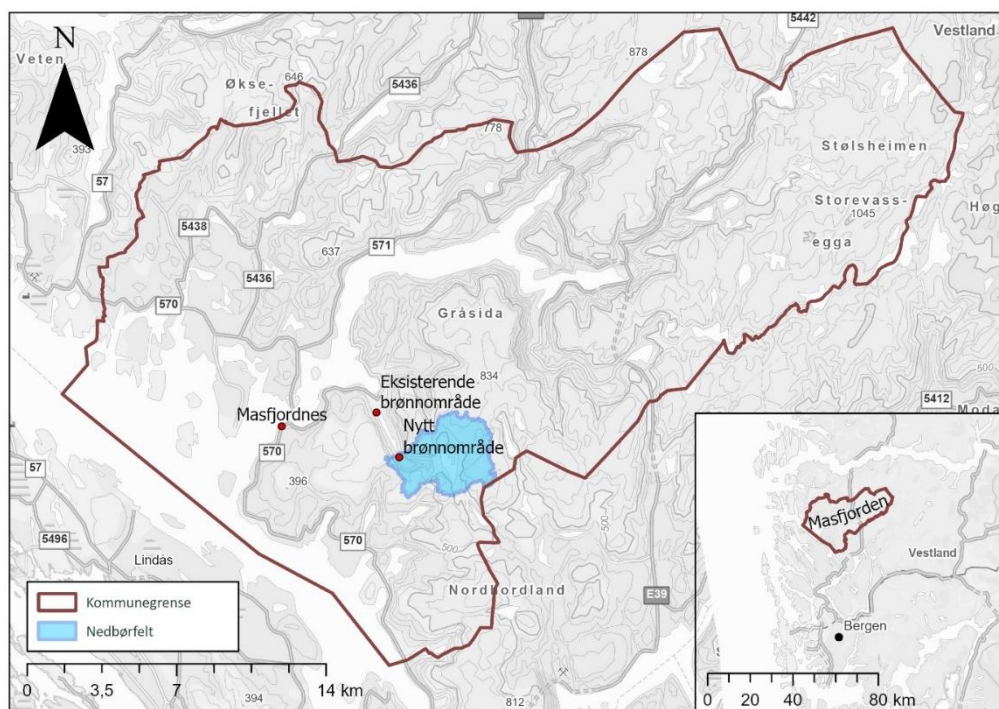
Det nye grunnvannsanlegget i Øvredalen vil med en dimensjonerende vannmengde på 21 l/s i snitt over året og 25 l/s som maksimalt døgnuttak, ivareta både dagens vannforbruk til eksisterende abonnenter, og forventet økt vannforbruk i forbindelse med næringsliv og nye abonnenter. Nye abonnenter omfatter abonnenter som i dag er tilknyttet private vannverk som har søkt om tilknytting til kommunalt vannverk, og boligområder under utbygging og planlegging.

Ved etablering av et nytt grunnvannsanlegg i Øvredalen vil forsyningssikkerheten til Masfjorden vassverk, og dermed store deler av både Masfjorden kommune og Gulen kommune, øke betraktelig.

Uttak av grunnvann fra brønner i Øvredalen er ikke vurdert etter vannressursloven tidligere.

1.3. Geografisk plassering av tiltaket

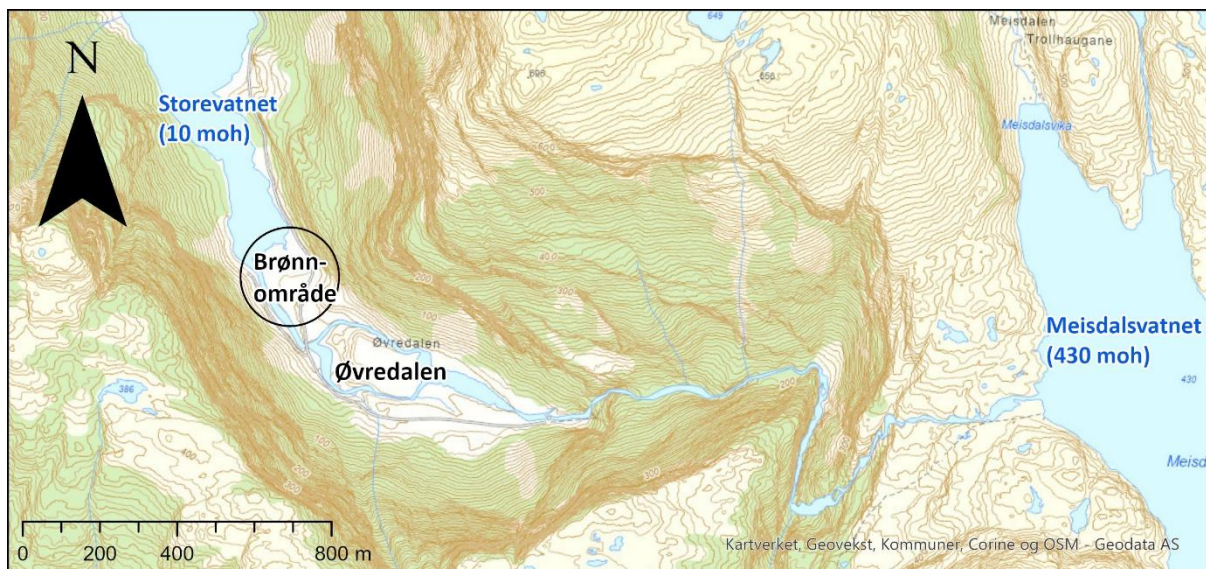
Det nye brønnområdet ligger i Øvredalen i Masfjorden kommune, Vestland fylke, ca. 5,5 km sørøst for kommunesenteret i Masfjordnes, og ca. 5 mil nord for Bergen. Grunnvannsmagasinet er en del av Andvikelvivasdraget (067.12). Eksisterende brønnområde ligger på nordsiden av Storevatnet, mens det nye brønnområdet ligger på sørsiden av vatnet, ca. 2,3 km lenger sør-sørøst. Se plassering på oversiktskartet i figur 1-1. Se også vedlagte kart (vedlegg 1-3).



Figur 1-1. Oversikt over regional plassering av brønnområdet i Masfjorden kommune i Vestland fylke.

1.4. Beskrivelse av området

Brønnområdet ligger i munningen av Øvredalen, som er som en forlengning av Andvikedalen, bare lenger fra fjorden og høyere opp i terrenget. Dalen omkranses av bratte fjellsider. Utløpselv fra Meisdalsvatnet, som ligger øst for brønnområdet, renner forbi brønnområdet og ut i Storevatnet. Det går en adkomstvei forbi brønnområdet og inn til et kraftverk, og ellers er det utmarksbeite i området. Området brukes noe til rekreasjon/friluftsliv. Kart og flyfoto over området er vist i hhv. figur 1-2 og figur 1-3, mens oversiktsbilder er vist i figur 1-4.



Figur 1-2. Oversiktskart Øvredalen.



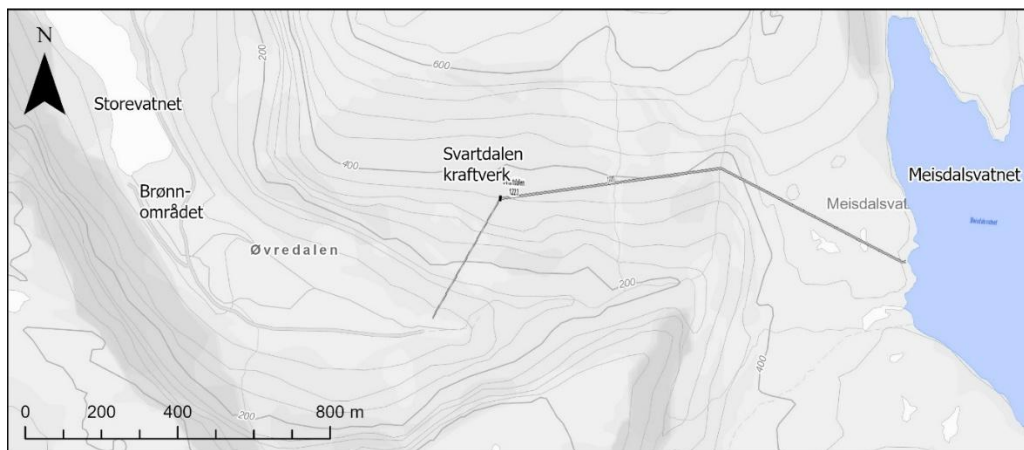
Figur 1-3. Flybilde som viser avsetningen og arealbruk i området (utmarksbeite).



Figur 1-4. Oversiktsbilder av Øvredalen og brønnområdet sett fra sørøst (Foto: Roald Kvingedal).

1.5. Eksisterende inngrep

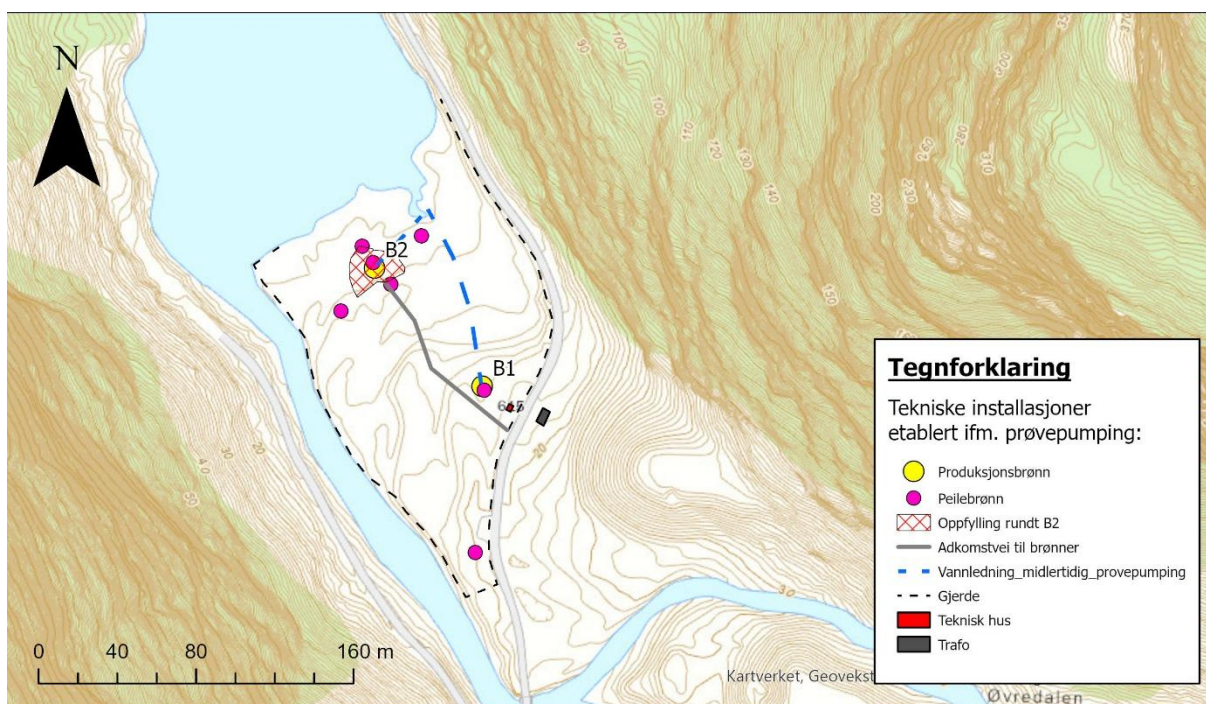
Svartdalen kraftverk ligger øst for og oppstrøms det nye brønnområdet, se plassering på kartet i figur 1-5. Kraftverket har konsesjon datert 08.10.1999, og ble satt i drift i 2006. Kraftverket utnytter et fall på 373,5 m fra Meisdalsvatnet og ned til Øvredalen, der vannet blir ledet tilbake til vassdraget (til Meisdalsvatnets utløpselv). I henhold til konsesjonsvilkårene holdes Meisdalsvatnet på en naturlig vannstand på kote 432,5 moh. Hvis tilsiget til vatnet er lavere enn slukeevnen til kraftverket, utnyttes bare tilsiget. Adkomstveien til kraftverket går langs østsiden av Storevatnet og videre inn gjennom Øvredalen, før den stopper like før utløpet av kraftverkstunnelen. Utover kraftverket og tilhørende adkomstvei, var det ikke andre tekniske installasjoner i Øvredalen før etablering av brønner og peilebrønner til det nye grunnvannsanlegget.



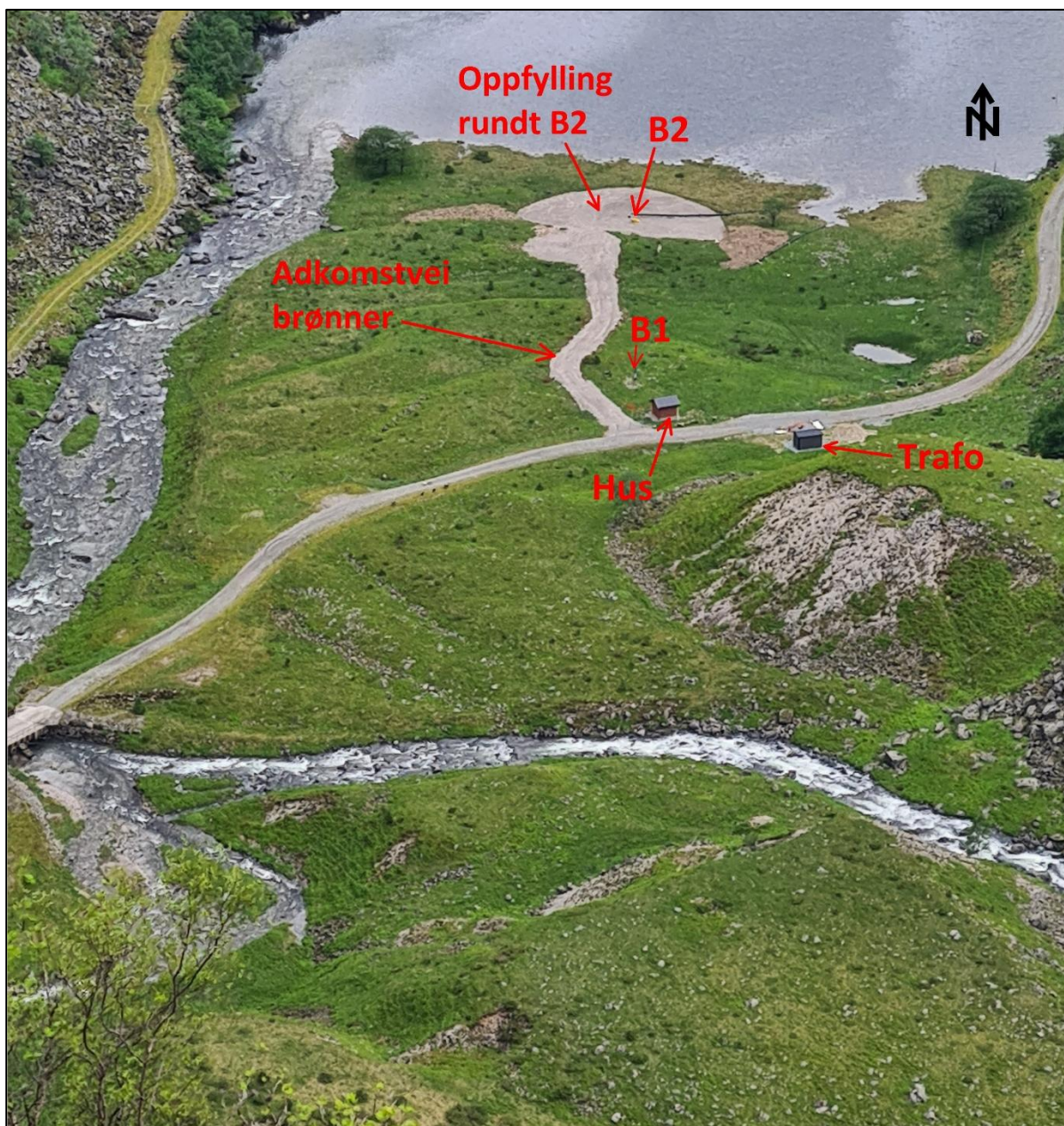
Figur 1-5 Svartdalen kraftverk ligger oppstrøms brønnområdet.

Grunnvannsbrønnene ble etablert i 2022, og har fram til nå kun vært benyttet til prøvepumping. Ved forundersøkelser, etablering av brønner og all etterfølgende aktivitet med oppfølging av prøvepumping, har eksisterende adkomstvei inn mot kraftverket i Øvredalen blitt benyttet. Det er etablert en enkel adkomstvei fra denne og ned til brønnene. Midlertidige vannledninger for gjennomføring av prøvepumping har ligget oppå terreng og ut mot vatnet for å unngå re-infiltrasjon i grunnvannsmagasinet gjennom prøvepumpingsperioden. Det er ikke lagt permanente vannledninger.

I forbindelse med prøvepumpingen er det etablert et lite teknisk hus for styring av pumper og senere etablering av UV-anlegg, samt en trafo. Videre er terrenget rundt B2 fylt opp og det er satt gjerde rundt brønnområdet for å unngå beitedyr (se nærmere beskrivelse i kapittel 2.1.3). Tekniske installasjoner som er etablert i forbindelse med prøvepumpingen er vist på kartet i figur 1-6. Inngrepene er også vist på oversiktsbildet i figur 1-7 neste side.



Figur 1-6 Tekniske installasjoner etablert ifm. prøvepumpingen.



Figur 1-7. Brønnområdet og eksisterende inngrep etablert i forbindelse med prøvepumping (Foto: Roald Kvingedal). Vannledninger fra brønner og ut i vatnet er midlertidige.

2. BESKRIVELSE AV TILTAKET

2.1. Hoveddata for Masfjorden Vassverk – Øvredalen

2.1.1. Hoveddata for tiltaket

Det nye grunnvannsanlegget i Øvredalen skal bli ny hovedvannkilde for Masfjorden vassverk. Hoveddata for tiltaket er gitt i tabell 2-1. Løsmasseavsetningen utgjør anslagsvis 150 dekar, og grunnvannsmagasinet er så stort i areal og mektighet, at det jevner ut variasjoner i nedbør og vannføring over året. Brønnene trekker i hovedsak på vann fra den naturlige grunnvannsstrømmen gjennom løsmassene i dalen og ut mot Storevatnet. I tillegg induseres det noe vann fra Storevatnet (B2), men dette utgjør så lite at vannstanden i vatnet ikke påvirkes. Nedbør som faller på magasinoverflaten og i lisen i øst bidrar også til grunnvannsdannelsen. Ut fra vannbalanseberegninger trekker ikke brønnene på vann fra Meisdalsvatnets utløpselv.

Tabell 2-1. Masfjord vassverk – Øvredalen, Hoveddata

Tilslut og vannuttak	Data	Merknad
Beregnet tilførselsområde (nedslagsfelt ved utløp fra Storevatnet)	17,4 km ²	B2 induserer grunnvann fra Storevatnet, og følgelig er hele nedslagsfeltet tatt med som en del av tilførselsområdet.
Fremtidig maksimalt vannuttak	25 l/s (2160 m ³ /døgn)	
Fremtidig gjennomsnittlig vannuttak	21 l/s (1814 m ³ /døgn)	
Areal grunnvannsmagasin	150 dekar	
Mektighet grunnvannsmagasin	12 m vannmettet sone	
Naturlig grunnvannstrøm ut i Storevatnet (uten) pumping	Ca. 60 l/s	Beregnet med data fra grunnundersøkelser og prøvepumping (hydrauliske beregninger basert på permeabilitet, mektigheter og grunnvannsgradienter)
Om anlegget	Data	Merknad
Antall produksjonsbrønner	2 stk.	Det er aktuelt å etablere en 3. brønn for å øke forsyningssikkerheten.
Antall undersøkelsesbrønner/peilebrønner	8 stk.	
Meisdalsvatnet utløpselv	Data	Merknad
Nedslagsfelt (ved innløp i Storevatnet)	12,2 km ²	Uttak av 25 l/s utgjør 1,5 % av middelvannføringa. Ut fra vannbalanseberegninger trekker imidlertid ikke brønnene på vann fra elva.
Middelvannføring	1647 l/s	

2.1.2. Hoveddata for produksjonsbrønner

Det er etablert to produksjonsbrønner i grunnvannsmagasinet i Øvredalen, se brønnspesifikasjoner i tabell 2-2 og brønnplassering på kartet i figur 2-1. Peilebrønner, målepunkt i elv/vatn og prøvepunkt for vannprøver i elv/vatn, er også markert på kartet.

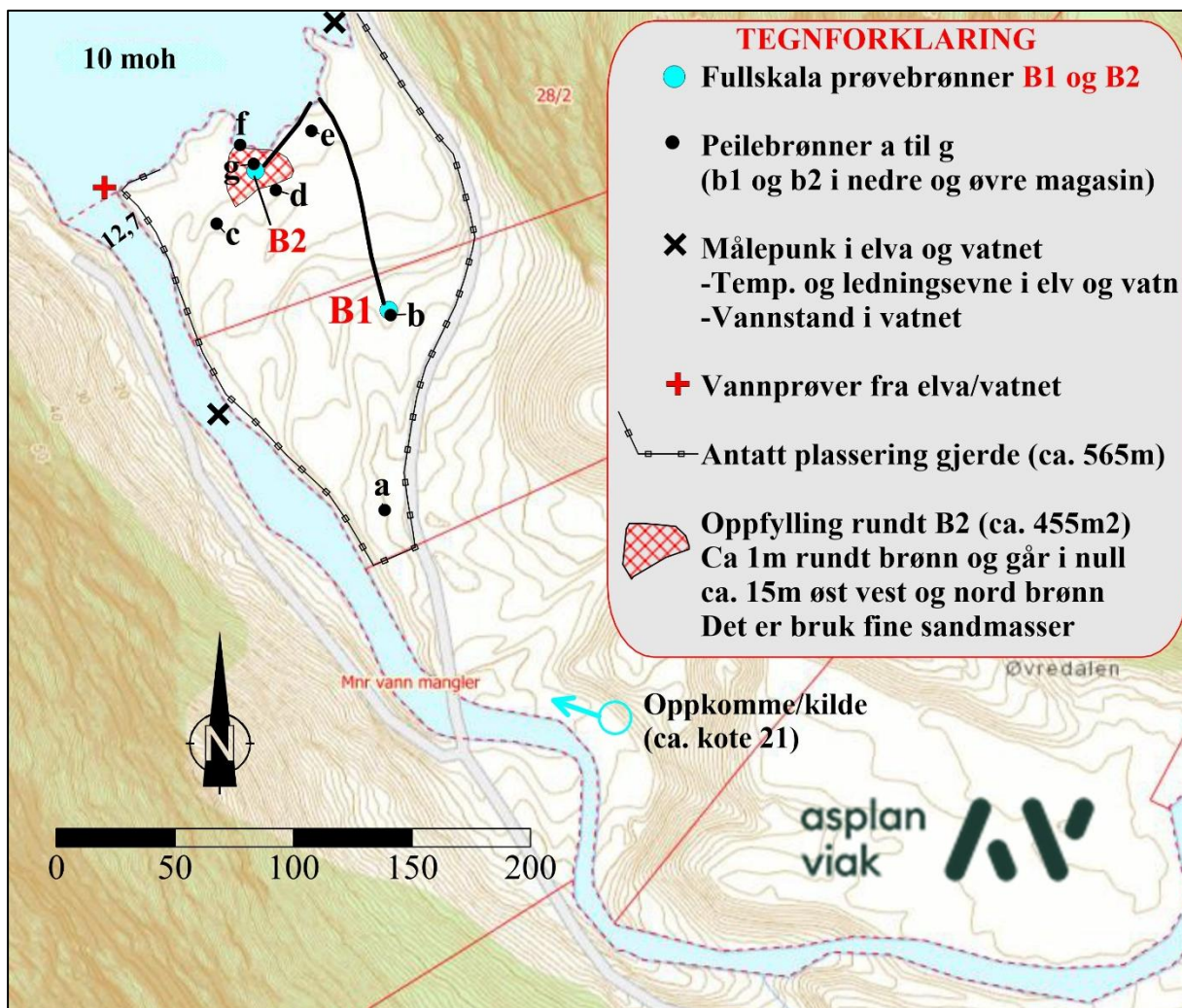
Grunnvannsmagasinet er todelt, med et øvre åpent magasin adskilt med finsand fra et nedre lukket eller semilukket magasin. Hver av brønnene har derfor to filtre, det øverste filteret står i øvre magasin, mens det nedre filteret står i nedre magasin. På sikt er det aktuelt å etablere en tredje brønn i samme område (innenfor inngjerdet brønnområde). Dette for å øke forsyningssikkerheten.

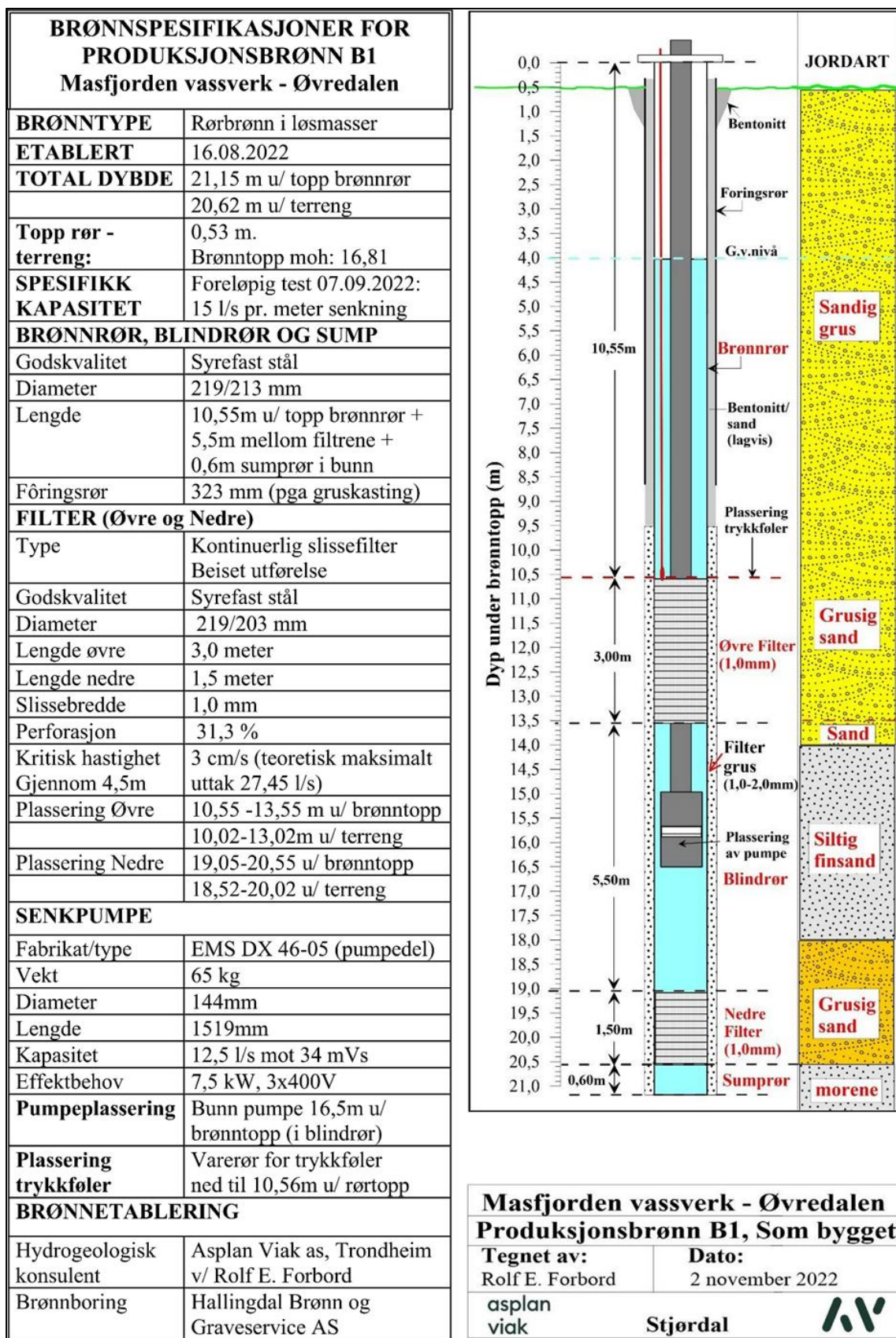
Tabell 2-2. Brønnspesifikasjoner for B1 og B2 ved Masfjorden vassverk - Øvredalen

Spesifikasjon	Enhet	Produksjonsbrønn B1	Produksjonsbrønn B2
Spesifikk kapasitet	l/s pr. meter senkning	15	25
Naturlig grunnvannsspeil u/ terreng. (usikkert pga få målinger uten at det pumpes)	m	3,4 – 5 (målt i Pb-b2 pga filtertap i B1)	1,7-3
Maks. uttak	l/s	13	15
Normalt uttak	l/s	12,5	12,5
Brønntype		Rørbrønn i løsmasser	Rørbrønn i løsmasser
Total dybde u/ brønntopp	m	21,15	20,42
Total dybde u/ terreng	m	20,62	18,92
Filterplassering u/ brønntopp i øvre magasin	m	10,55 -13,55m	8,42-11,42m
Filterplassering u/ terreng i øvre magasin	m	10,02-13,02m	6,92-9,92m
Filterplassering u/ brønntopp i nedre magasin	m	19,05-20,55m	18,92-20,42m
Filterplassering u/ terreng i nedre magasin	m	18,52-20,02m	17,42-18,92m
Grunnvannsspeil u/ terreng ved pumping	m	3,4 – 7,4 (målt i Pb-b2 pga. filtertap i B1)	1,7 – 3,3

Detaljerte «Som bygget» tegninger av produksjonsbrønnene fremgår av figur 2-2 og figur 2-3. For å hindre vertikal strømning av eventuelt overflatevann langs brønnrøret, er føringsrøret satt igjen som sikring fra 2 meter over øvre filterkant og til brønntoppen. Det er sikret med bentonitt mellom føringsrøret og brønnrøret. Det er også lagt en kile med bentonitt rundt føringsrøret ved terrengoverflaten. Brønntoppene er ellers utstyrt med tett brønnhodesikring med vanntette gjennomføringer for pumpeledning, strømkabel og trykkløser. Lufting er 0,5m høyere enn brønntoppen, og brønnene skal bygges inn i kum som sikres med løsmasser (ryggform). Brønnområdet er gjerdet inn.

B1 og B2 er avsluttet hhv. 0,53 og 1,5 meter over eksisterende terreng (B1: kote 16,81 og B2: kote 12,26). Dette er henholdsvis 4,11 m over og -0,44 m under beregnet dynamisk flomhøyde ved 1000-årsflom (kote 12,7 inkludert 0,5 m sikkerhetsmargin). Før grunnvannsanlegget settes i drift skal brønntoppen til B2 heves med 0,5 m slik at den kommer over nivå for estimert 1000-årsflom. Når dette er utført lages en ny «som bygget» tegning.

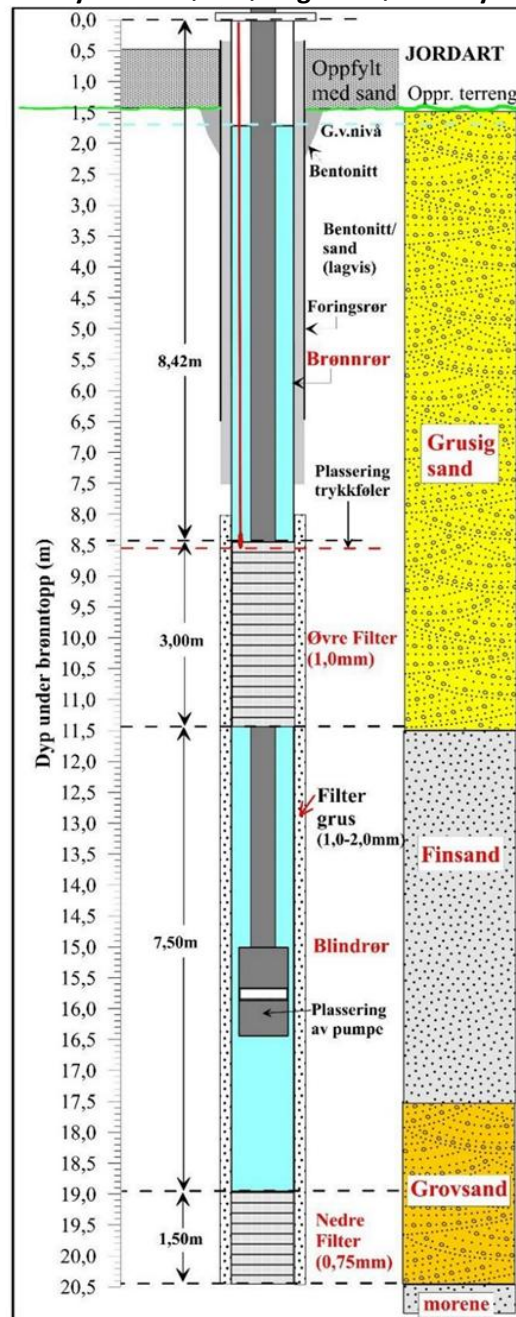




Figur 2-2. Brønnspesifikasjoner for B1 – Masfjorden vassverk, Øvredalen. Max tillatt senkning 10m u/ topp.

Brønntopp i B2 må heves med 0,5 meter (gjelder syrefast brønnrør og varerør for trykkløser).

BRØNNSPESIFIKASJONER FOR PRODUKSJONSRØNN B2 Masfjorden vassverk - Øvredalen	
BRØNNTYPE	Rørbrønn i løsmasser
ETABLERT	11.08.2022
TOTAL DYBDE	20,42m u/ topp brønnrør
	18,92m u/ terreng
Topp rør -terreng:	1,5m over oppr. terreng Brønntopp moh: 12,26
SPESIFIKK KAPASITET	Foreløpig test 07.09.2022: 25 l/s pr. meter senkning
BRØNNRØR OG BLINDRØR	
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/213 mm
Lengde	8,42m u/ topp brønnrør + 7,5m mellom filtrere
Føringsrør	323 mm (pga gruskasting)
FILTER (Øvre og Nedre)	
Type	Kontinuerlig slissefilter Beiset utførelse
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/203 mm
Lengde øvre	3,0 meter
Lengde nedre	1,5 meter
Slissebredde øvre	1,0 mm
Perforasjon	31,3 %
Slissebredde nedre	0,75 mm
Perforasjon	25,4 %
Kritisk hastighet Gjennom 4,5m	3 cm/s (teoretisk maksimalt uttak 25,8 l/s)
Plassering Øvre	8,42-11,42m u/ brønntopp 6,92-9,92m u/ terreng
Plassering Nedre	18,92-20,42m u/ brønntopp 17,42-18,92m u/ terreng
SENKPUMPE	
Fabrikat/type	E-TEC Z646-05 (pumpedel)
Vekt	66 kg
Diameter	144mm
Lengde	1526
Kapasitet	12,5 l/s mot 34 mVs
Effektbehov	7,5 kW, 3x400V
Pumpeplassering	Bunn pumpe 16,42m u/ brønntopp (i blindrør)
Plassering trykkløser	Varerør for trykkløser ned til 8,54 meter u/ rørtopp
BRØNNETABLERING	
Hydrogeologisk konsulent	Asplan Viak as, Trondheim v/ Rolf Forbord
Brønnboring	Hallingdal Brønn og Graveservice AS



Masfjorden vassverk - Øvredalen Produksjonsbrønn B2, Som bygget	
Tegnet av:	Dato:
Rolf E. Forbord	2 november 2022
asplan viak	Stjørdal

Figur 2-3. Brønnspesifikasjoner for B2 – Masfjorden vassverk, Øvredalen. Max tillatt senkning 8m u/ topp.

2.1.3. Supplerende sikringstiltak mot fekal forurensning utført under prøvepumping

Grunnvannets fysisk-kjemiske kvalitet er utmerket. Med unntak av for lav pH og et par tilfeller med turbiditet, tilfredsstiller alle parametere drikkevannsforskriftens krav til godkjent drikkevann. Gjennom prøvepumpingen var det imidlertid en periode med dårlig mikrobiologisk kvalitet, spesielt i grunnvann fra B2, som står nærmest vatnet. Dette gjelder perioden 16. juli 2024 til 16. september 2024, og kan knyttes til beitedyr (sau) som i perioder har oppholdt seg i brønnområdet (fekal forurensning). Det ble observert relativt store mengder sauegjødsele nede ved vatnet i området hvor B2 er etablert. Her står grunnvannet høyt (liten umettet sone over grunnvannsspeilet).

Det ble derfor i november 2024 utført følgende tiltak:

1. Inngjerding av nordre del av grunnvannsmagasinet, se plassering av gjerdet på kartet i figur 2-1. I beskyttelsesplanen (klausulering) er det satt forbud mot beitedyr innenfor inngjerdet område, se kapittel 2.3.2.
2. Oppfylling med 1 m fine sandmasser rundt B2 med fall bort fra brønnen, se bilder i figur 2-4 og figur 2-5. Oppfyllingen går i 0 ca. 15 m øst, nord og vest fra B2.

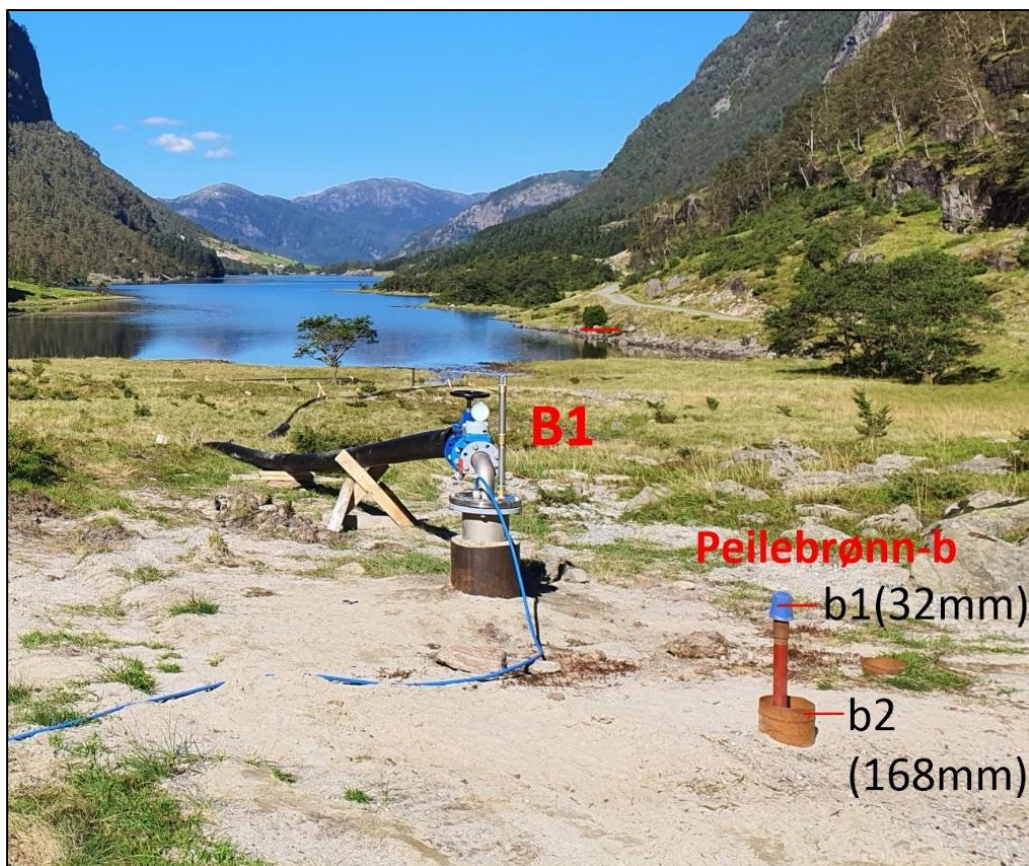
Den eneste måten å avklare effekten av tiltakene på, var å fortsette prøvepumpingen gjennom en ny beitesesong. Prøvepumpingen ble derfor videreført fra april 2025 til ut september 2025 (5 ekstra måneder). Det er dermed prøvepumpet i perioden 16. april 2024 til 29. september 2025 (17 måneder). Vannprøvetaking utført i beitesesongen 2025 viser at tiltakene mot fekal forurensning har hatt god effekt.



Figur 2-4. Venstre: B2 før oppfylling (Topp 1,5m o/ terreng). Høyre: B2 etter oppfylling (0,44m o/ nytt terreng).



Figur 2-5. Sikring av B2 med tilkjørte sandmasser og lufting 0,5m høyere enn brønntopp. Brønntopp skal heves med 0,5 m for å komme over nivå for 1000-årsflom.



Figur 2-6. B1 og peilebrønn b: b1 (32mm rør) har filter i nedre magasin og b2 (168mm) i øvre magasin).

2.2. Beskrivelse av grunnvannsforekomsten

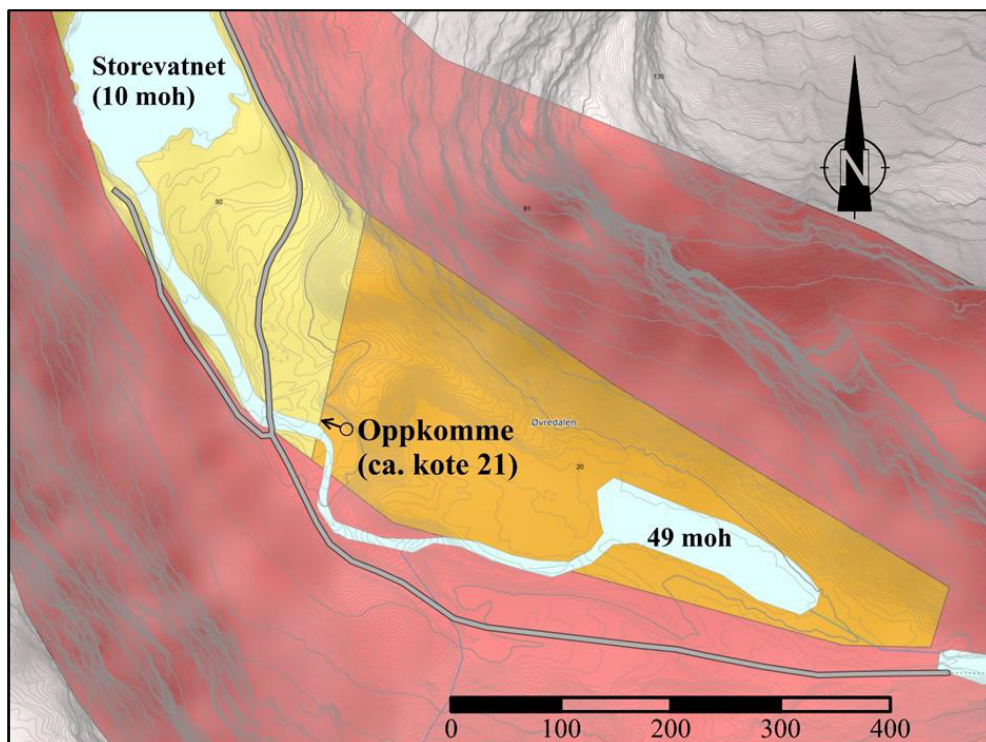
I de etterfølgende kapitlene beskrives blant annet: **2.2.1 Geologi og resultater fra forundersøkelser**, **2.2.2 Variasjoner i grunnvannsnivå og vannbalanse (resultater fra korttids og langtids prøvepumping)**, **2.2.3 Klassifisering av grunnvannsforekomsten**, og **2.2.4 Overvåking av grunnvannsmagasinet**.

For fullstendig beskrivelse av resultater fra hydrogeologiske forundersøkelser utført i 2021, vises det til Asplan Viak rapport «Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser sør for Storevatnet» datert 08.02.2022 (Forbord, 2022). Fullstendig beskrivelse av resultater fra prøvepumpingen er gitt i Asplan Viak rapport «Masfjorden vassverk – Øvredalen. Sluttrapport etter 17 måneders prøvepumping og beskyttelse av grunnvannsforekomsten» datert 12.12.2025 (Forbord, 2025).

2.2.1. Geologi og resultater fra forundersøkelser

2.2.1.1. Geologi

Brønnområdet ligger i munningen av Øvredalen, der det er avsatt breelvavsetninger mot Storevatnet, nesten opp mot marin grense for området, se løsmassekartet i figur 2-7. Elveerosjon i perioden etter siste istid har transportert og re-sedimentert sand og grus fra breelvterrassene fra fremste terrassekant og ut til og i Storevatnet. Både breelv- og elveavsetninger består normalt av sand- og grusmasser med gode vanngivende egenskaper (høy permeabilitet). Løsmasseavsetningen er stor, og utgjør et areal på ca. 150 dekar. I foten på breelvterrassen, ca. 300 m sør for Storevatnet, slår det ut et oppkomme på ca. kote 21, se plassering på kartet i figur 2-7 og bilder i figur 2-8. Oppkommet/kildeutslaget er topografisk betinget. Vannmengden ble ved befaring i november 2021 visuelt estimert til mer enn 25 l/s. I lengre perioder med lite nedbør utgjør oppkommet et viktig bidrag til vannføringen i elva oppstrøms Storevatnet (Meisdalsvatnets utløpselv). Oppstrøms oppkommet er det en naturlig dam i elva, og denne ligger på kote 49. Dammen henger over grunnvannsspeilet, og lekker vann til grunnvannsmagasinet (det er ikke hydraulisk kontakt mellom vannspeilet i dammen og grunnvannsspeilet).



Figur 2-7 Løsmassekart over Øvredalen i sørenden av Storevatnet.



Figur 2-8 Foto av oppkomme ifm. feltbefaring i nov 2021 og mai 2024 (til høyre).

2.2.1.2. Utførte undersøkelser

Følgende undersøkelser ble utført i november 2021 og i august 2022:

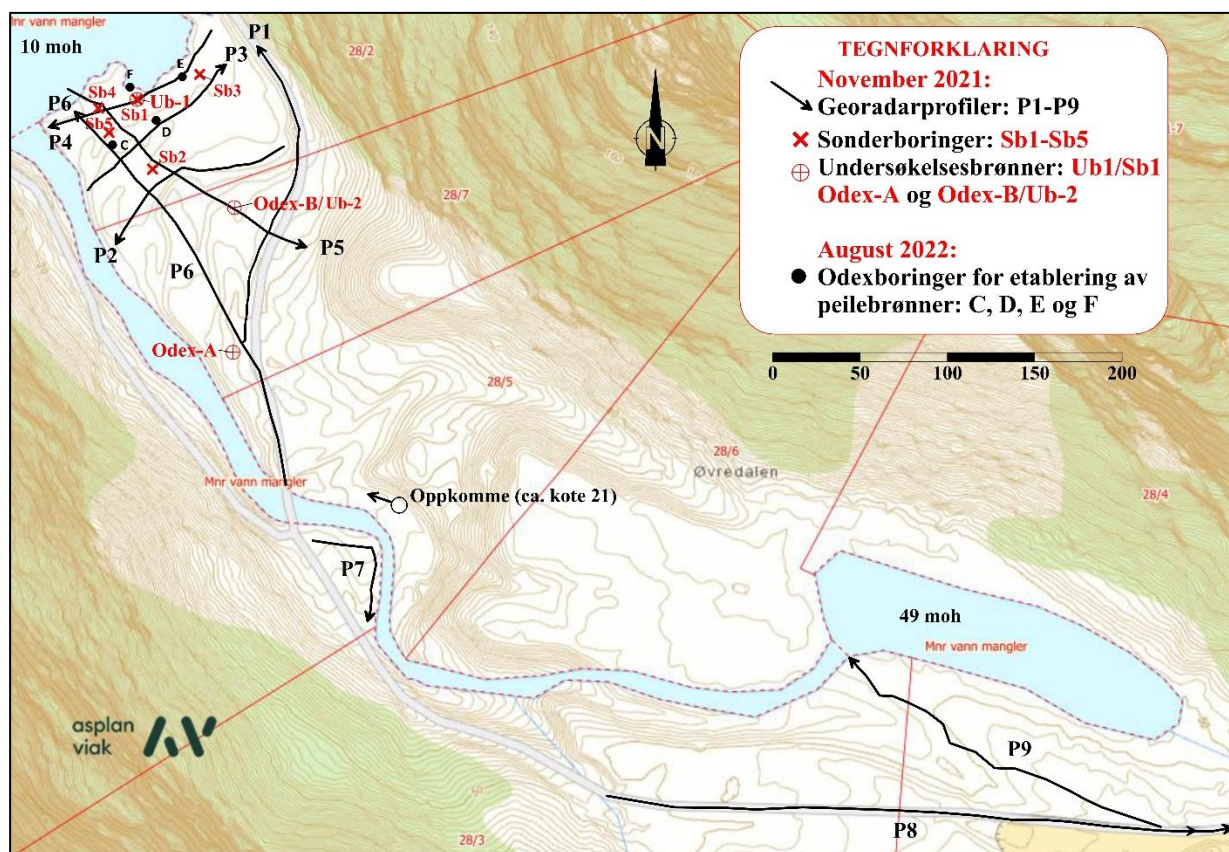
Forundersøkelser utført i november 2021

- Feltbefaring for å få oversikt over området og for planlegging av feltundersøkelser
- Georadarmålinger (9 profiler, totalt ca. 1700 meter, **P1-P9**)
- 7 stk. sonderboringer med bærbar motorhammer (**Sb1-Sb7**)
- 2 stk. Odex-boringer med beltegående borerigg (**Odex-A** og **Odex-B**, begge ned til 21 m dyp). Utført av Vest-norsk Brunnboring AS.
- Nedsetting av 2 stk. 5/4" undersøkelsesbrønner (**Ub-1** står i Sb-1 og er 19,1 m dyp, **Ub-2** står i Odex-B og er 19,5 m dyp).
- Testing av løsmassenes vanngivende egenskaper
- Feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne
- Uttak av sediment- og grunnvannsprøver

Supplerende undersøkelser utført i august 2022 i forbindelse med brønnetablering:

- 4 stk. supplerende Odex-boringer (**C, D, E og F**) for etablering av peilebrønner og vurdering av beste mulig plassering av produksjonsbrønn B2 nede ved Storevatnet.

Plassering av alle georadarprofiler (P), sonderboringer (Sb), undersøkelsesbrønner (Ub) og Odex-boringer nevnt i punktlistene over er vist på kartet i figur 2-9.



Figur 2-9. Plassering radarprofiler (P), Sonderboringer (Sb), undersøkelsesbrønner (Odex/Ub) og boring C til F.

2.2.1.3. Resultater fra utførte undersøkelser (georadarmålinger og undersøkelsesbrønner)

Det er målt 9 georadarprofiler med total lengde ca. 1700 m. Resultatene viser at det er 14-19 m med sand og grus i storparten av området. Løsmasseavsetningen utgjør anslagsvis 150 dekar.

Borprofiler fra utførte boringer er vist i tabell 2-3 til tabell 2-5 de påfølgende sider. De beste indikasjoner med tanke på uttak av grunnvann ble påvist i Sb1, Sb5 og Odex-B. I Sb1 er det registrert løst lagret sand og grusig sand ned til 10 m dyp, deretter finsand mellom 10-15,5 m som overlager grovere sand med vanngjennomgang mellom 15,5-19,1m. Lignende forhold ble påvist i Sb2, Sb5, Odex-C og Odex-D. I Odex-B er det påvist godt sortert grov grus og grusig sand til 13,5m, deretter finsand mellom 13,5- 17,5 m og grusig sand mellom 17,5-20 meter.

I Odex-A lengst sør er det påvist grusig sand til 9m, deretter finsand mellom 9-11m og dårlig sortert grusig sand med opp mot 4% silt fra 12-19m. Odeboringer E og F (utført for etablering av peilebrønner ved vatnet) er ikke vist i tabellene. Boringene ble avsluttet i sand og grus på hhv. 7 og 9 meter under terreng.

Både georadarmålinger og boringer viser at grunnvannsmagasinet er todelt, med et øvre åpent magasin adskilt av et finsandlag fra et nedre lukket eller semilukket magasin.

Tabell 2-3. Borprofiler Sb1 til Sb3. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m.

Boring nr.:	Sonderboring 1 (Sb1)		Sonderboring 2 (Sb2)		Sonderboring 3 (Sb3)
Dato:	23.11.2021		23.11.2021		23.11.2020
Koord. (UTM32)	X: 304203 Y: 6744834		X: 304212 Y: 6744794		X: 304238,99 Y: 6744848,4
Dyp (m)	Løsmasse-type	Borsynk (s/m)	Løsmasse-type	Synk (s/m)	Løsmasse-type
0-1	Grusig sand		Steinig grus		Steinig grus
1-2	Grusig sand	15	Steinig grus		Grusig sand
2-3	Grusig sand	15	Grusig sand	10	Grus
3-4	Grusig sand	15	Grusig sand	9	Grus og stein
4-5	Grusig sand	14	Grusig sand	10	Avsluttet mot
5-6	Grovsand	10	Grusig sand	11	Stein på 4m
6-7	Stein	60	Grusig sand	13	
7-8	Grusig sand	17	Grusig sand	16	
8-9	Grusig sand	16	Sand, grusholdig	12	
9-10	Grusig sand, finere sand?	24	Middels sand	23	
10-11	Middels sand, seigt	26	Middels sand	22	
11-12	Mid-grov sand	24	Middels sand	20	
12-13	Mid-grov sand	24	Sand, løsere	16	
13-14	Mid-grov-sand	28	Grusig sand	14	
14-15	Mid-grov sand	26	14-14,8m: Grusig sand	15	
15-16	Grovsand	17	14,8-15m: Antatt morene		
16-17	Grovsand	15			
17-18	Grovsand?	-----			
18-19	Grovsand	-----			
19-20	Morene				

Tabell 2-4. Borprofiler Sb4, Sb5 og Odex-A. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m.

Boring nr.:	Sonderboring 4 (Sb4)		Sonderboring 5 (Sb5)		Odex-A*
Dato:	24.11.2021		24.11.2021		24.11.2020
Koord. (UTM32)	X: 304181 Y: 6744829		X: 304187 Y: 6744815		X: 304258 Y: 6744689
G-v. nivå					Vann ved oppstart boring på 6m u/ terreng 3,75m u/ terreng (trykknivå på 18m)
Dyp (m)	Løsmasse-type	Borsynk (s/m)	Løsmasse-type	Synk (s/m)	Løsmassetype
0-1	Jord og grus		Grus		Stor stein og grus
1-2	Grusig sand	18	Grusig sand	10	Stor stein og grus
2-3	Grus	8	Grusig sand	9	Stor stein og grus
3-4	Grus og stein	9	Grovsand	10	Grusig sand (brun)
4-5	Avsluttet mot stein på 4m	11	Grusig sand	11	Grusig sand (brun)
5-6		16	Grusig sand	16	Grusig sand (brun)
6-7			Grovsand	12	Grovsand
7-8			Grusig sand	15	Grovsand
8-9			Grusig sand	17	Middels-grov sand (4% silt)
9-10			Grusig sand til 9,7	20	Middels sand m/ slam
10-11			Finsand fra 9,7	14	Middel sand m/ slam
11-12			Finsand	32	Grusig sand (løs 4% silt)
12-13			Finsand	18	Grusig sand (løs 0,5% silt)
13-13,8			Finsand	22	Grusig sand (løs)
13,8-14			Grusig sand		Grusig sand (løs)
14-15			Grovsand	22	Grusig sand (løs 4% silt)
15-16			Grusig grovsand	20	Grusig sand (løs 2% silt)
16-17			16-16,7: Grusig s		Grusig sand (løs 4% silt)
17-18			Avsluttet i Morene 16,8m		Grusig sand (løs 4% silt)
18-19			Bra til 9,7 og fra 13,8-16,7		Grusig sand (løs 6% silt)
19,5-21					Finsand (hard)

*Odex-A: Brun slamfarge fra 4 til 11 meter. Lys grå slamfarge fra 11-19 meter. Massene ga visuelt vurdert bra med vann under boring fra 15-18 meter. Dro opp røret fra 21 til 18m og blåste opp grunnvannsprøve.

Tabell 2-5. Borprofiler B, C og D. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m.

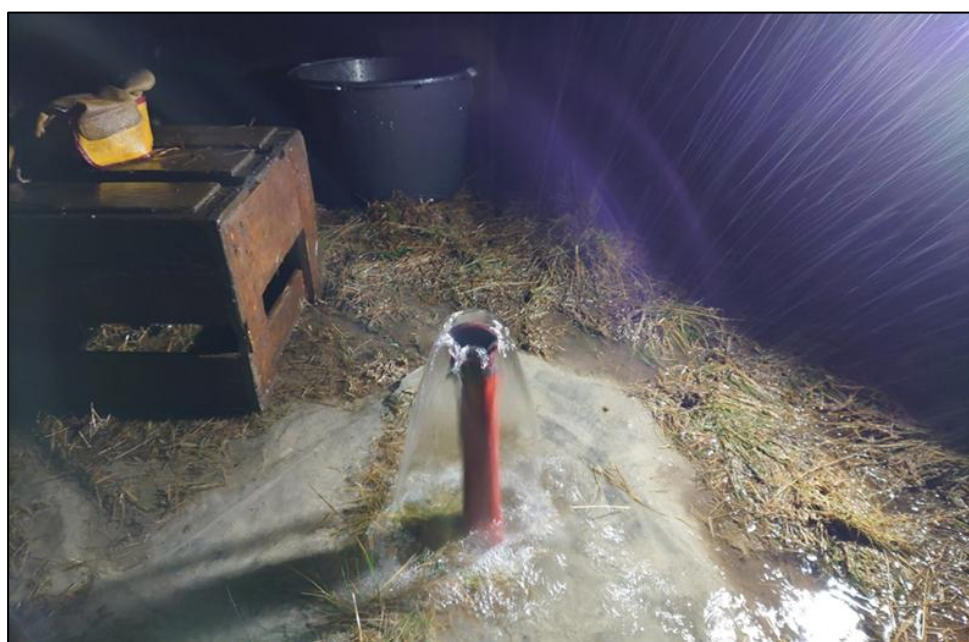
Boring nr.:	Odex-B		Odex-boring-C (Peilebrønn-C)		Odex-boring-D (Peilebrønn-D)
Dato:	25.11.2021		08.08.2022		08.08.2022
Koord. (UTM32)	X: 304258,83 Y: 6744772		X: 304189,0 Y: 6744808,0		X: 304214,0 Y: 6744822,0
G-v. nivå	2,9m u/ terreng		0,8m u/ terreng		1,36m u/ terreng
Dyp (m)	Løsmasstype	Dyp (m)	Løsmasstype	Dyp (m)	Løsmasstype
0-1	Steinig grus	0-1	Steinig grus og sand	0-1	Steinig grus og sand
1-2	Steinig grus	1-2	Steinig grus og sand	1-2	Steinig grus og sand
2-3	Steinig grus	2-3	Steinig grus og sand	2-3	Steinig grus og sand
3-4	Grov grus, løst lagret	3-4	Grusig sand	3-4	Sandig grus
4-5	Grov grus, løst lagret	4-5	Grusig sand	4-5	Sandig grus
5-6	Grov grus, løst lagret	5-6	Grusig sand	5-6	Sandig grus
6-7	Grov grus, løst lagret	6-7	Grusig sand	6-7	Grus
7-8	Grov grus, løst lagret	7-8	Grusig sand	7-8	Grus
8-9	Grov grus, løst lagret	8-9	Grusig sand	8-9	Grus
9-10	Sandig grus (løs	9-10	Grusig sand	9-9,5	Grus
10-11	Sandig grus (løs	10-10,5	Grusig sand	9,5-10	Siltig finsand, grå
11-12	Grusig sand	10,5-11	Siltig finsand, grå	10-11	Siltig finsand, grå
12-13,5	Middels-grov sand, noe fast, 5% silt	11-12	Siltig finsand, grå	11-12	Siltig finsand, grå
13,5-15	Fin-middels sand (13% silt)	12-13	Grushold sand, brun	12-13	Sandig grus, Brun
15-16	Fin-middels sand	13-14	Middels sand	13-15	Finsand, grå
16-17,5	Fin-middels sand	14-15	Siltig finsand	14-15	Finsand, grå
17,5-18	Grusig sand, løs 1% silt	15-16	Siltig finsand	15-16	Finsand, grå
18-19	Grusig sand, løs, 1% silt	16-17	Siltig finsand	16-17	Grusig sand
19-20	Grusig sand, løs 1 % silt	17-18	Grus med finsand	17-18	Grusig sand
20-21	Silt/morene?	18-19	Grus med finsand	18-19	Grusig sand
		19-20	Sandig grus, grå	19-19,5	Grusig sand
		20-21	Sandig grus, grå		Fjell på 19,5m
			Grusprøver i bunn ble faste (finsand), ga noe vann v/18m		Mye vann fra 16 til 19,5m

Med bakgrunn i resultater fra utførte georadarmålinger og boringer ble undersøkelsesbrønn Ub-1 satt i Sb1 og Ub-2 i Odex-B. Undersøkelsesbrønnene er så benyttet til å teste løsmassenes vanngivende egenskaper, utføre feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne, og uttak av sediment- og grunnvannsprøver. Resultater fra Ub-1 er vist som eksempel under:

Ved sugepumping ga Ub-1 3-4 l/s i nivåer fra 6-10 m dyp i øvre magasin, og 1-5-2 l/s i nivåer fra 16,3-19,1 m dyp i nedre magasin (se bilde i figur 2-10). Med spissen i nivå 16,3-17,8 meter under terreng (under finsandlaget) strømmet det 0,5 l/s opp av brønnen uten pumping, og trykknivået ble målt til ca. 2 meter over terreng (se figur 2-11). Det artesiske trykket skyldes at innmating fra lisiden og lekkasjen fra dammen i elva i sørøst skjer vesentlig høyere i terrenget, og i utstrømningssonen mot vatnet trykkes grunnvannet opp mot finsandlaget. Dette bekrefter at det er et øvre og nedre grunnvannsmagasin adskilt av et tettere lag av finsand og silt.

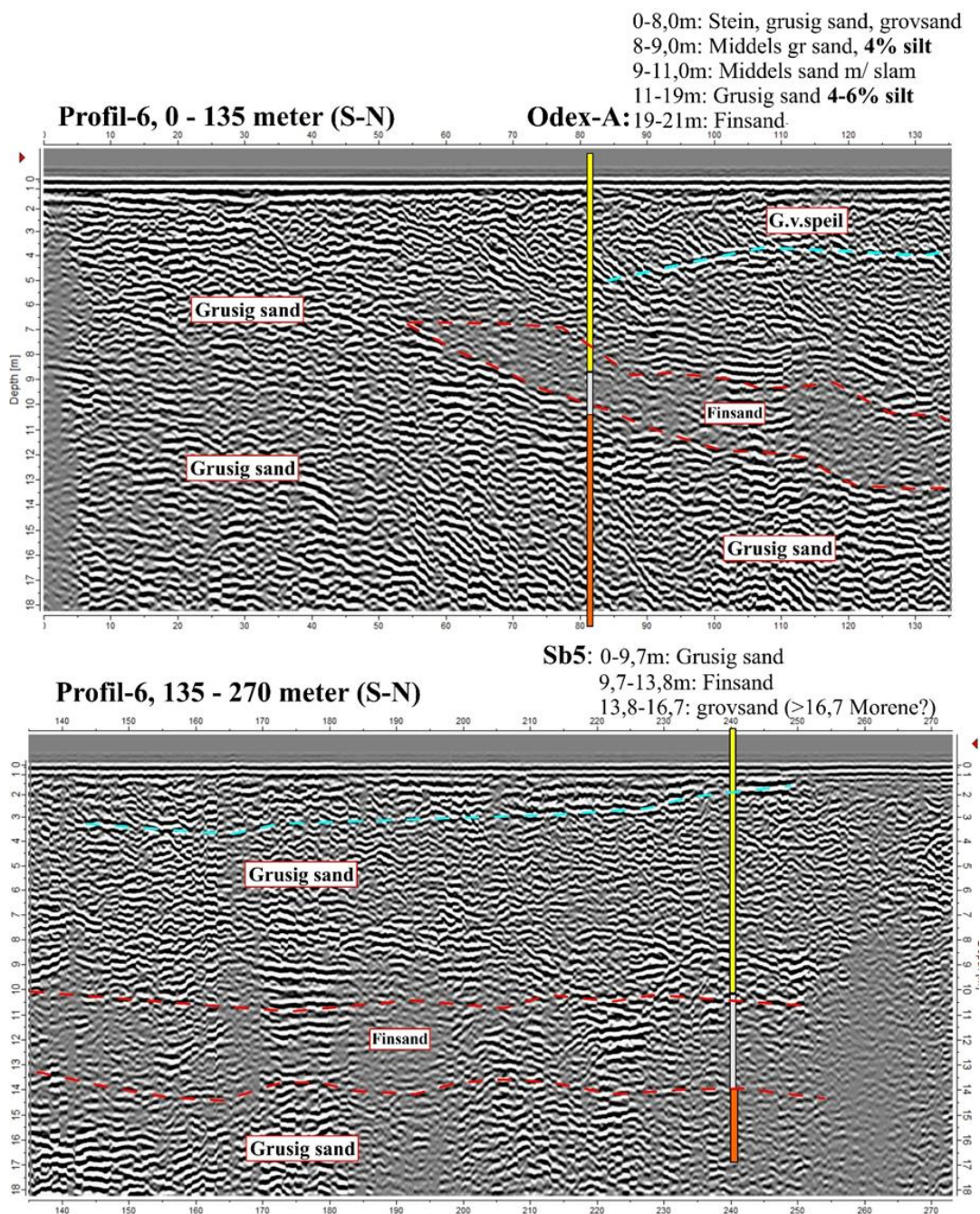


Figur 2-10. Testpumping av Ub-1. Uttak av 4 l/s med slisset spiss i nivå 7,5-9 meter (Asplan Viak nov-21).



Figur 2-11. Artesisk reaksjon (0,5 l/s) med sandspiss/filter fra 16,3-17,8m i Ub-1 (Asplan Viak nov-21).

Forholdene beskrives godt ved georadarprofil P6 (figur 2-12), som starter ved brua og går ut til vatnet via boring Odex-A og Sb5. Finsandlaget starter 30 meter sør for Odex-A og kan sees hele veien ut til vatnet. Boring Odex-A ga lite vann under boring på grunn av at sandmassene i dyptet inneholdt 4-6% silt. Det er ingen tydelig grunnvannsreflektor de første 135 meter av georadarprofilen. Grunnvannsnivået ligger på 5,5 meter under terreng i grusen over finsandlaget. Ved måling av vannstand med røret på 18 meter, ble grunnvannsnivået målt til 3,75 meter i Odex-A (trykknivå i den dypere liggende grusen). I siste halvdel av profilet er det antydning av grunnvannsreflektor på 3 til 2 m dyp. Nordover mot vatnet faller terrenget og grunnvannsnivået stiger derfor når man nærmer seg vatnet.

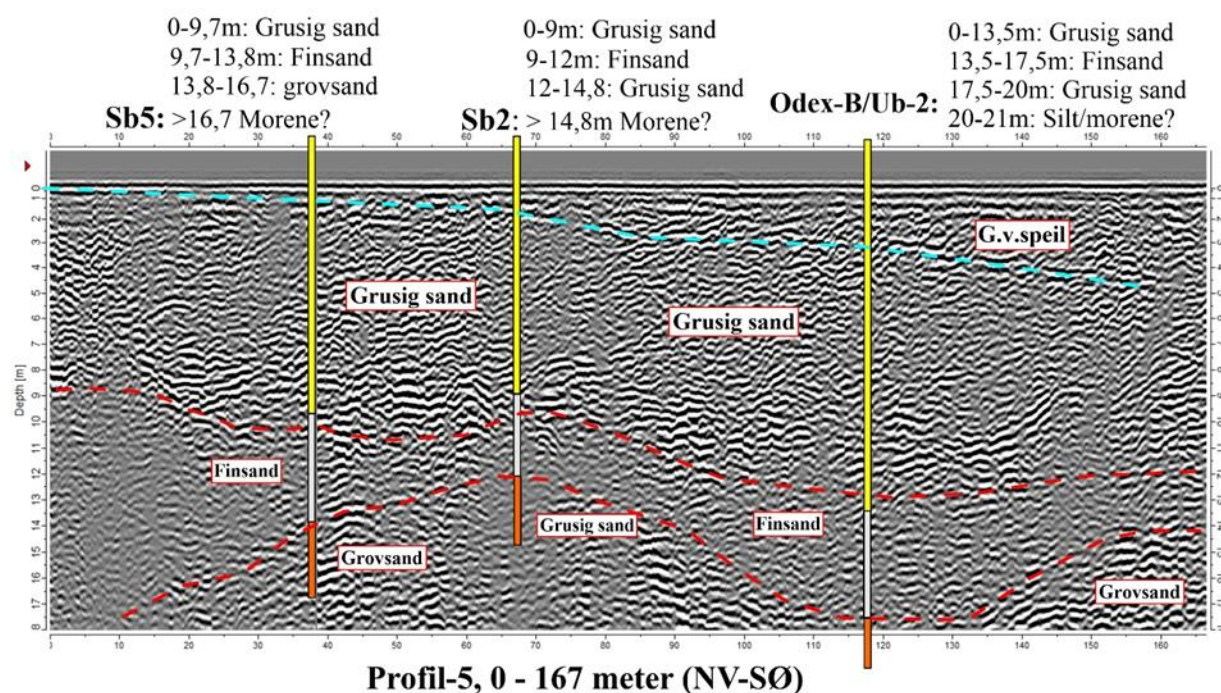


Figur 2-12. Profil-6 går langs elva fra brua i sør til Storevatnet i nord. Boring Odex-A og Sb-5 inntegnet

Georadarprofil-5 (figur 2-13) går fra vatnet i nord og sørøstover omtrent via Sb5, Sb2, Odex-B og til veien. Profilet viser reflektorer som representerer sand og grusig sand ned mot 9 til 13m fra nord mot sør. Et lag med svakere reflektorer under topplaget representerer silt-/finsandlaget som også er påvist i boringene. I boringene Sb5, Sb2 og Odex-B er finsandlaget hhv 4, 3 og 4 meter tykt.

Mektigheten av sandmasser under finsanda er vanskelig å avgrense ut fra radarmålingene, men det er påvist hhv 2,9 m, 2,8 m og 2,5 m med grovere sand under finsanda i henholdsvis Sb5, Sb2 og Odex-B.

Grunnvannsspeilet ligger rett under terreng i starten av profilet, og faller deretter som følge av at terrenget stiger oppover mot veien. Grunnvannsnivået ble målt til 2,9 meter under terreng i Odex-B.

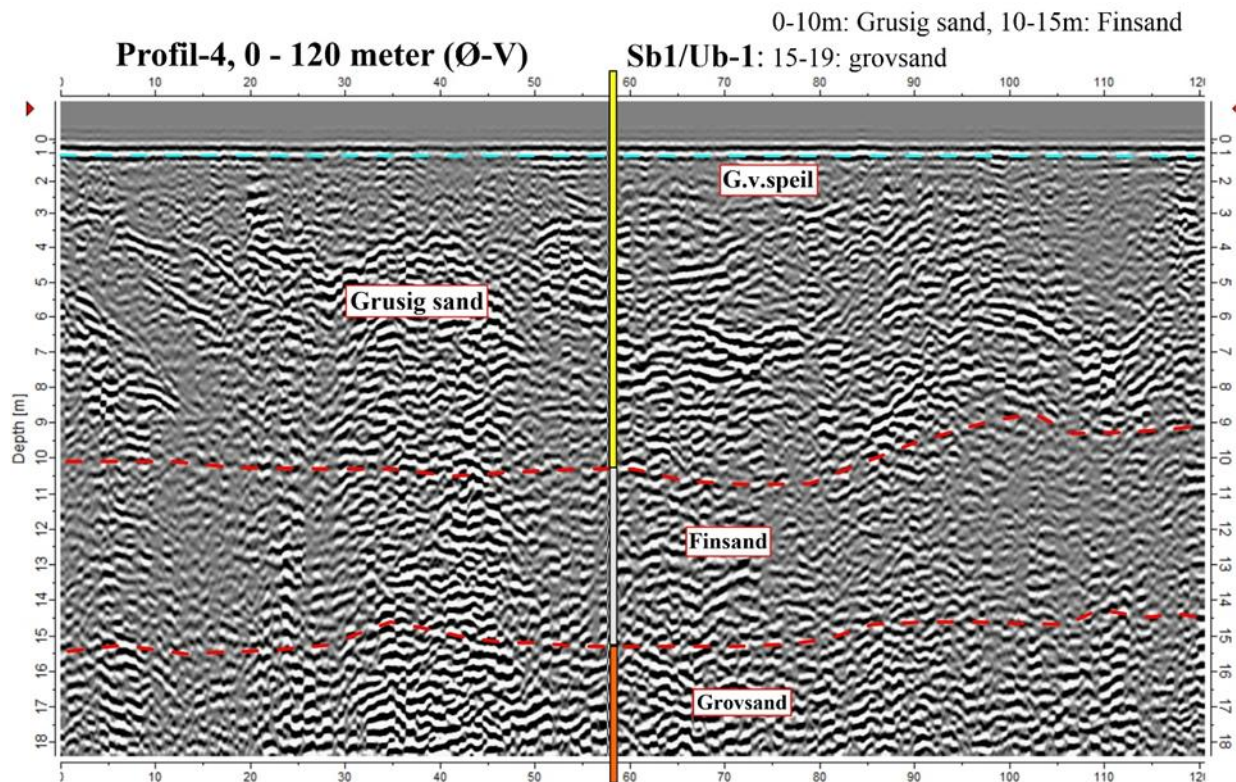


Figur 2-13. Profil-5 går fra vatnet i nord og sørøstover omtrent via Sb-5, Sb-2, Odex-B og til veien.

Profil-4 (figur 2-14) går fra øst mot vest langs vannkanten ute ved Storevatnet, og passerer Sb1/Ub-1 etter 57 m. Profilet viser reflektorer som representerer sand og grusig sand ned mot 10 m dyp til 90 m ut i profilet. Et lag med svakere reflektorer under topplaget representerer silt-/finsandlaget påvist i Sb1. Ifølge boringen er laget 5 m tykt.

Mektigheten av sandmasser under finsanda er vanskelig å avgrense ut fra radarmålingene, men det er påvist 4 m med grovere sand under finsanda i Sb1/Ub-1. Selve boringen ble stanset mot antatt fjell på 17,2 m. Ved påfølgende neddriving av 5/4" undersøkelsesbrønn, ble man klar over at boringen stanset mot en stein, og spissen ble slått ned til 19,1 meter. Ved testpumping fra 2 nivåer mellom 16,3 og 19,1 meter ga sandspissen 1,4 til 2,0 l/s ved pumping.

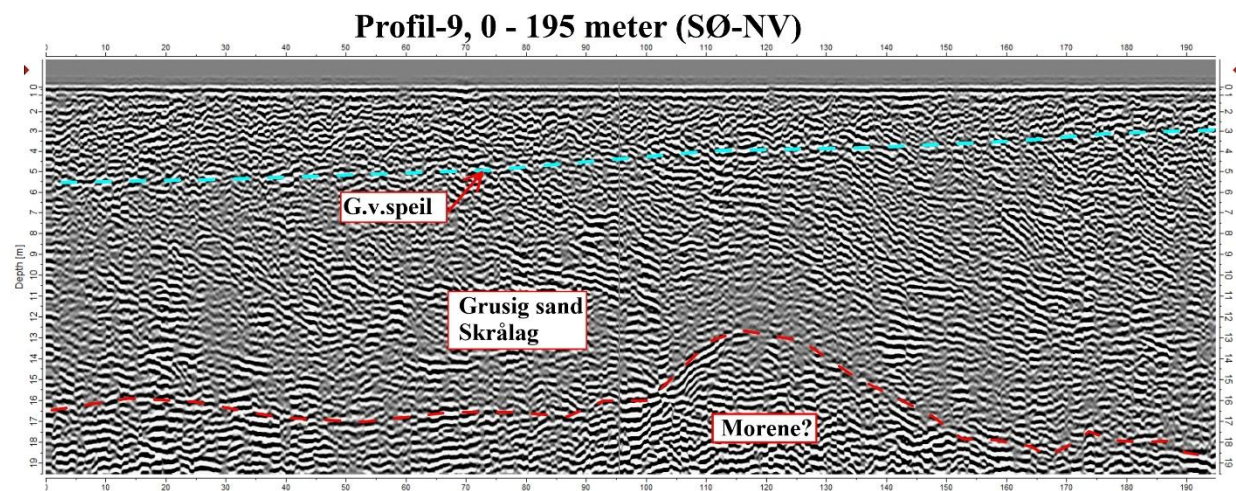
Ved etablering av Ub-1 ble grunnvannsnivået målt til 0,3 m under terreng da sandspissen var i nivåer ned mot 9 m under terreng. Med spissen i de dypeste nivåer var trykknivået nesten 2 m over terreng. Produksjonsbrønn B2 er etablert ved Ub-1.



Figur 2-14. Profil-4 går fra øst mot vest langs vannkanten ute ved Storevatnet. Sb-1/Ub-1 inntegnet.

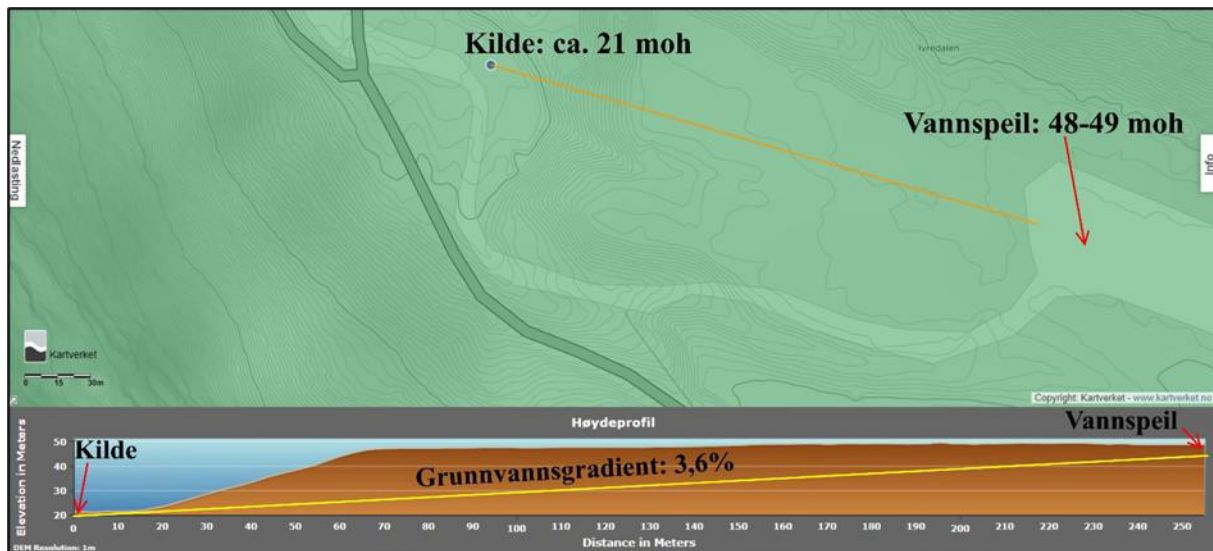
Profil-9 (figur 2-15) går fra SØ mot NV fra veien og ut til vestenden av dammen i elva lengst øst i området. Under et topplag viser profilet reflektorer som representerer deltaskrålag av sand og grus ned mot maksimalt 18 m dyp. Masser under skrålagene av sand og grus tolkes som bunnmorene.

En reflektor tolket som grunnvannsspeilet er vist med lys blå stiplet linje i figuren (fra 5,5 til 3m u/terreng fra SØ mot NV hvor profilet slutter ved vannspeilet i dammen). Grunnvannsspeilet stiger fordi terrengoverflaten faller når man går nordvestover mot vestenden av dammen i elva. Elva/dammen henger over grunnvannsspeilet og lekker vann ned i grusmassene. Det er med stor sannsynlighet ikke hydraulisk kontakt mellom vannspeilet i dammen og grunnvannsspeilet.



Figur 2-15. Profil-9 går fra SØ mot NV fra veien og ut til vestenden av dammen i elva lengst øst i området.

Tolket grunnvannsnivå i profilet er sannsynliggjort i figur 2-16, hvor det er lagt inn en gul linje med gradient på 3,6 % i et vertikalsnitt mellom kildeutslaget 250 m lenger nordvest (kote 21) og enden av profil 9 ved dammen i elva. En grunnvannsgradient på 3,6 % stemmer godt overens med påvist gradient mellom de etablerte undersøkelsesbrønnene lenger nord og ved måling i peilebrønner under prøvepumping i 2024 og 2025.



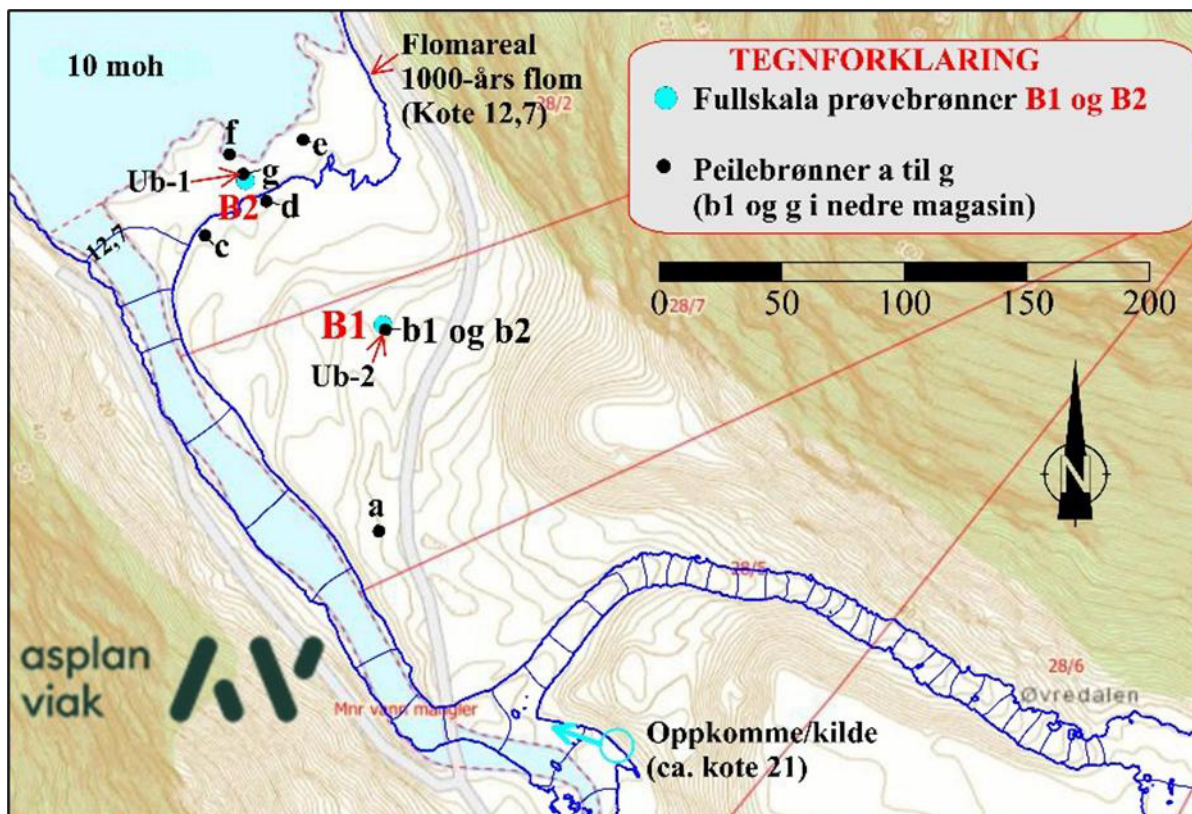
Figur 2-16. Vertikalsnitt med antatt grunnvannsgradient mellom dam i elva og kilde lenger nordvest.

2.2.1.4. Konklusjon fra forundersøkelser

Utførte forundersøkelser med georadarmålinger og boringer/undersøkelsesbrønner i området ut mot Storevatnet, viser partier med 9-13 m med grovsand og grusig sand over et finsand-/siltlag med mektighet varierende fra 3-5 m. Under dette finsandlaget er det påvist 2,5-4 m med grusig sand. Dette betyr at grunnvannsmagasinet består av et øvre magasin (åpent) og et nedre magasin under det finkornige laget (lukket eller semilukket del av magasinet). De utførte undersøkelsene viser at det er fullt mulig å ta ut de nødvendige mengder grunnvann (25 l/s) fra løsmasser fra grunnvannsmagasinet i sørenden av Storevatnet.

Rørbrønner med filteret plassert så dypt som mulig nede i grunnvannssonen, vil med stor sannsynlighet gi vann av stabil og god kvalitet på grunn av lang oppholdstid i grunnen. Grunnvannet har lavt fargetall (<2), og meget lavt innhold av mineraler og salter. Innholdet av bruksmessig viktige parametere som jern og mangan er også lavt. Man ser ellers at grunnvannet fra gruslag under finsanda har noe høyere pH enn grunnvann fra det øvre gruslaget (6,3-6,4 mot 5,5-5,6). Dette skyldes et noe høyere innhold av kalsium og magnesium.

Det ble med bakgrunn i dette dimensjonert to fullskala produksjonsbrønner ved hhv. Ub-1 (B2) og Ub-2 (B1), se plassering på kartet i figur 2-17. Merk at det som tidligere har blitt omtalt som undersøkelsesbrønner (Ub-1, Ub-2) og Odex-boringer (A-F), har blitt døpt om til peilebrønner (a-g) for å øke leservennligheten på kartet.



Figur 2-17. Kartutsnitt med plassering av produksjonsbrønner B1 og B2 og peilebrønner i Øvredalen.

2.2.2. Variasjoner i grunnvannsnivå og vannbalanse (resultater fra korttids og langtids prøvepumping)

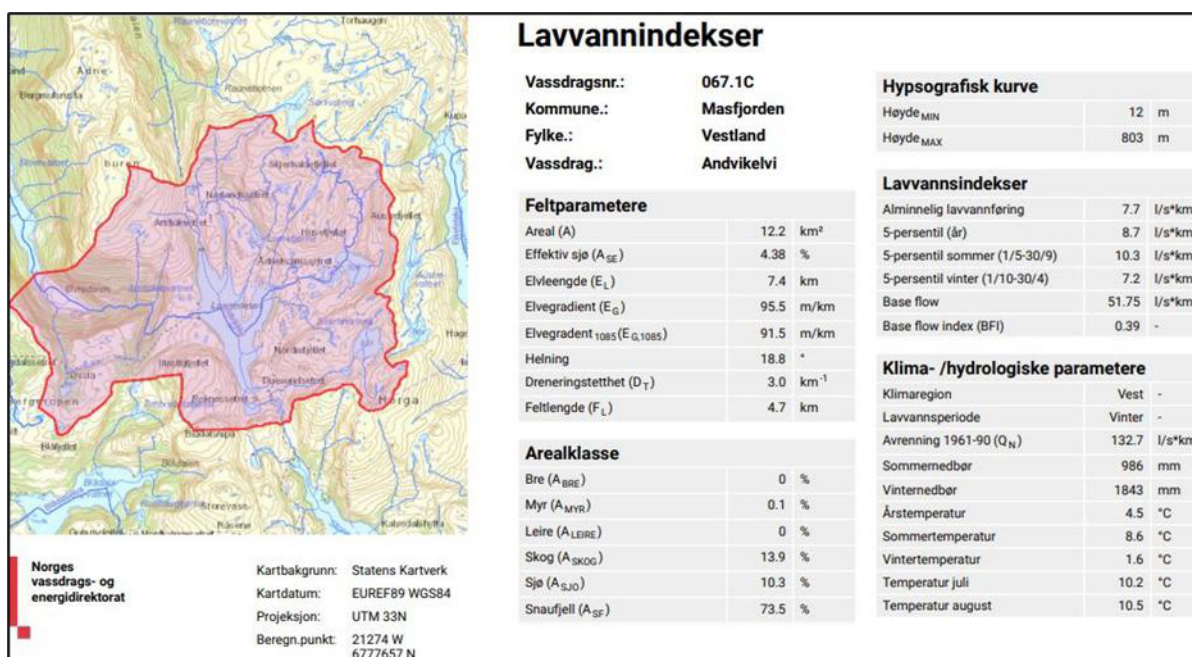
2.2.2.1. Nedbørfelt og nedbørdata

Alminnelig lavvannføring i området er i henhold til Nevina (NVE) ca. 8 l/s, og middelvannføring 135 l/s. Det har vist seg vanskelig å finne representative målestasjoner for sammenligning.

Med tanke på lavvannføring i vassdraget, ble det valgt å plassere den ene brønnen så nær Storevatnet at man får induisert grunnvannsdannelse/lekkasje fra vatnet (større nedslagsfelt, se tabell 2-6 og figur 2-18). Trekker man på vatnet, vil et grunnvannsuttak av 25 l/s i teorien utgjøre 18 % av lavvannføringa i vassdraget. Uttak av 25 l/s utgjør i teorien ca. 25 % av lavvannføringa i Meisdalsvatnets utløpselv. **Grunnvannsmagasinet er imidlertid så stort i areal og mektighet at magasinet jevner ut variasjoner i vannføring over året.** Forundersøkelsene viste 15-19 meter med sand og grus i store deler av området, hvorav anslagsvis 12 meter ligger under grunnvannsspeilet. Løsmasseavsetningen utgjør anslagsvis 150 dekar. Dermed er det i dette tilfellet middelvannføringen som er interessant. Uttak av 25 l/s utgjør kun 1,5 % av middelvannføringa ved Meisdalsvatnets utløpselv sitt innløp i Storevatnet.

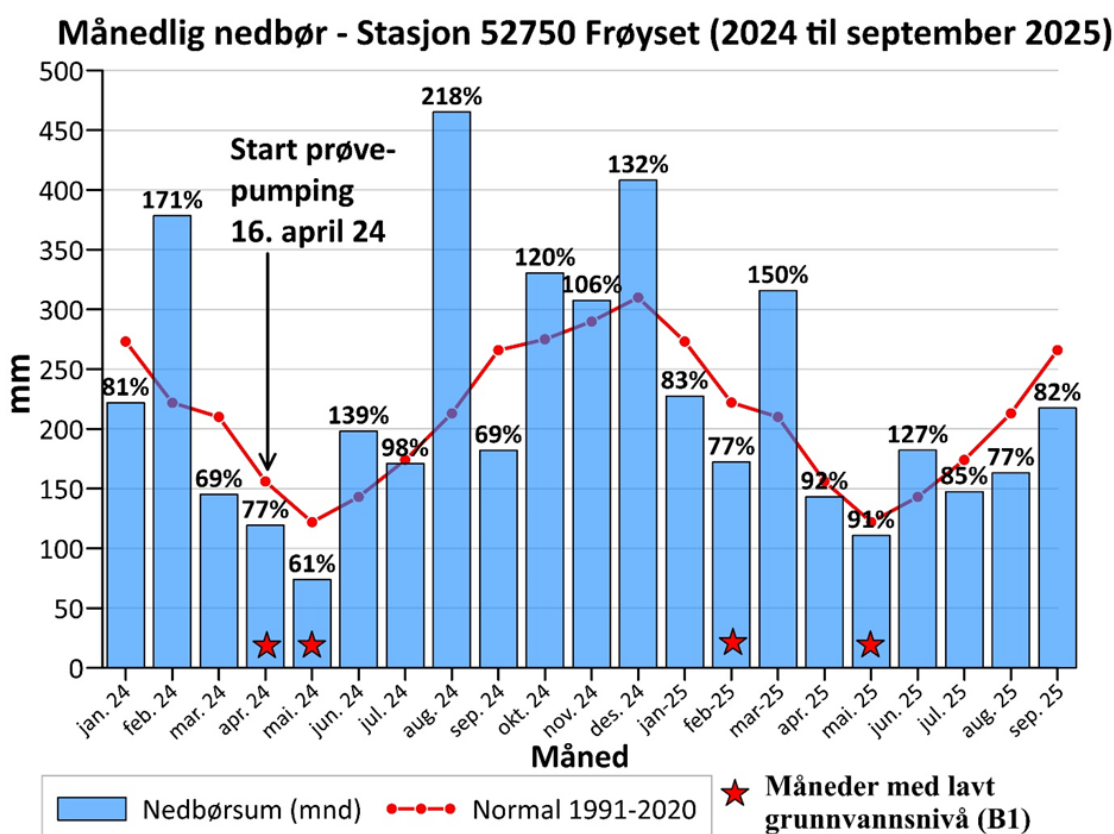
Tabell 2-6. Nedbørfelt, middelvannføring og lavvannføring i vassdrag inn og ut av Storevatnet.

Vassdrag	Totalt areal nedbørfelt (km ²)	Middelvannføring (l/s)	Alminnelig lavvannføring (l/s)
Meisdalsvatnet utløpselv ved innløp i Storevatnet	12,2	1647	98
Andvikelvi ved utløp fra Storevatnet	17,4	2349	139



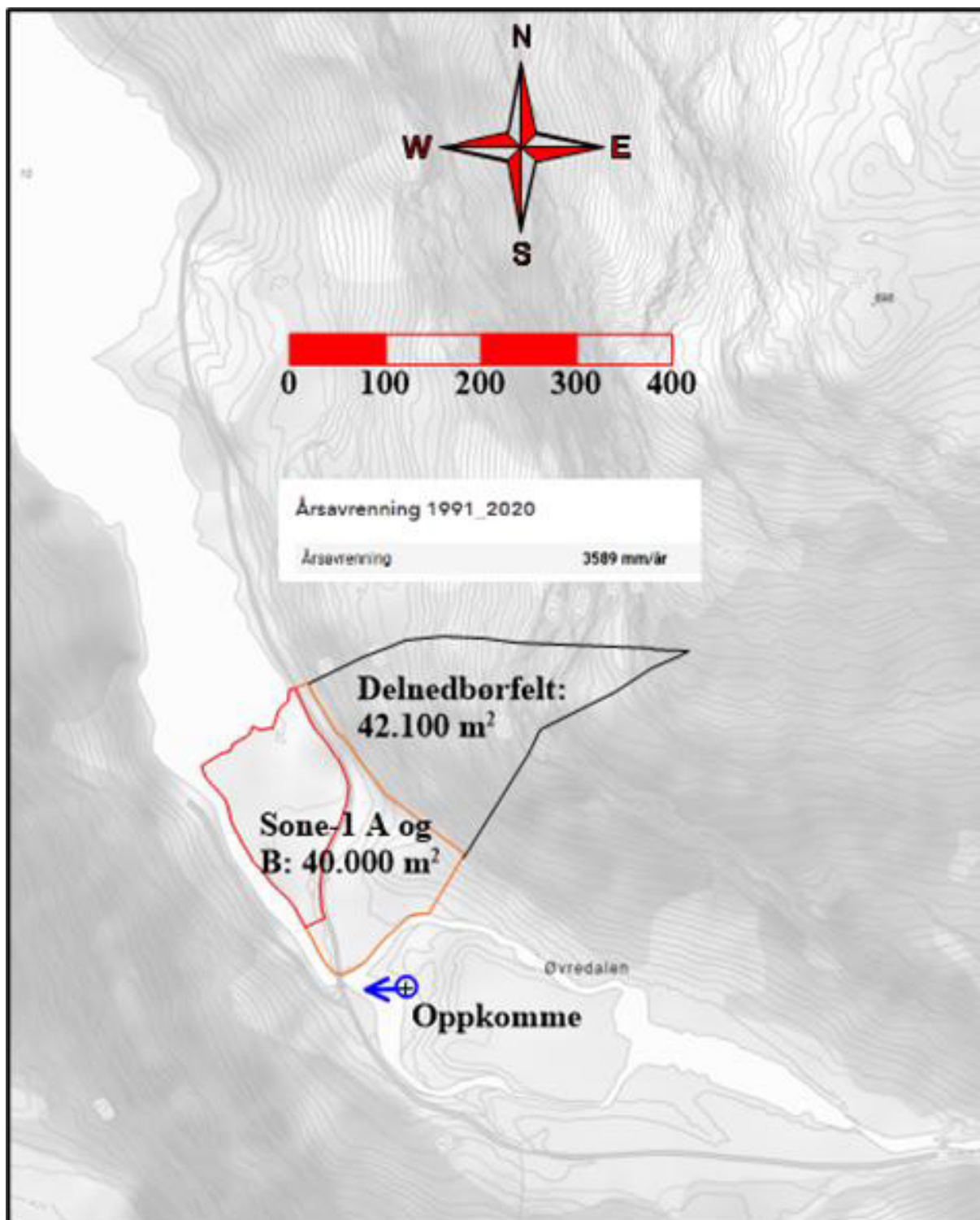
Figur 2-18. Lavvannindekser Meisdalsvatnets utløpselv ved innløpet i Storevatnet (NVE, Andvikelvi).

Nedbør som faller på grunnvannsmagasinet overflate, bidrar til naturlig nydannelse av grunnvann. Månedlig nedbør ved nærmeste målestasjon i perioden jan 2024-sep 2025 er vist i figur 2-19. Denne stasjonen ligger 12 km vest for brønnområdet og på kote 13 (samme høyde over havet som brønnområdet).



Figur 2-19. Månedlig nedbør og nedbørnormal – Stasjon 52750 Frøyset 2024 til september 2025.

Avgrensningen av brønnområdets overflate (Sone 1 A og B) og nedslagsfelt i lisen (delnedbørfelt) er vist på kartet i figur 2-20. Med et totalt areal på 82 100 m² og en årsavrenning på 3589 mm/år, tilsier dette i snitt 9,3 l/s. Om 60 % av nedbøren infiltreres, betyr dette at 5,6 l/s (22,4 %) av uttak av 25 l/s balanseres av nedbør innenfor brønnområdet og det tilhørende nedslagsfeltet i øst.



Figur 2-20. Areal brønnområde (Sone-1A og 1B) og delnedbørfelt i lisen i øst.

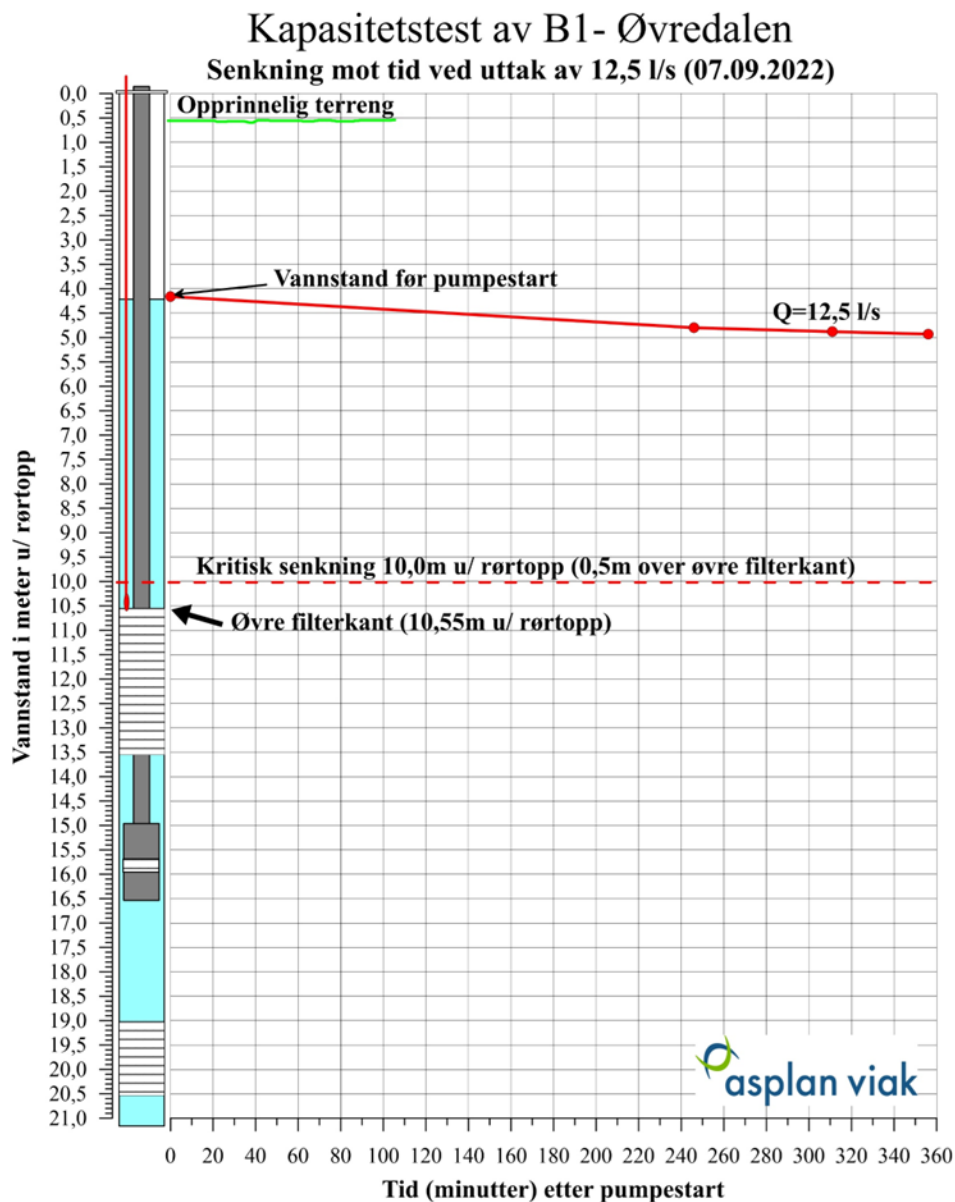
2.2.2.2. Resultater fra korttids kapasitetstest av B1 og B2

Gjennomføring:

Enkel kapasitetstesting av brønnene ble utført av brønnborer og kommunen ved hjelp av diesel-aggregat etter pumpemontering i starten av september 2022. Begge brønner ble testet med uttak av 12,5 l/s i 6 timer.

Resultater B1:

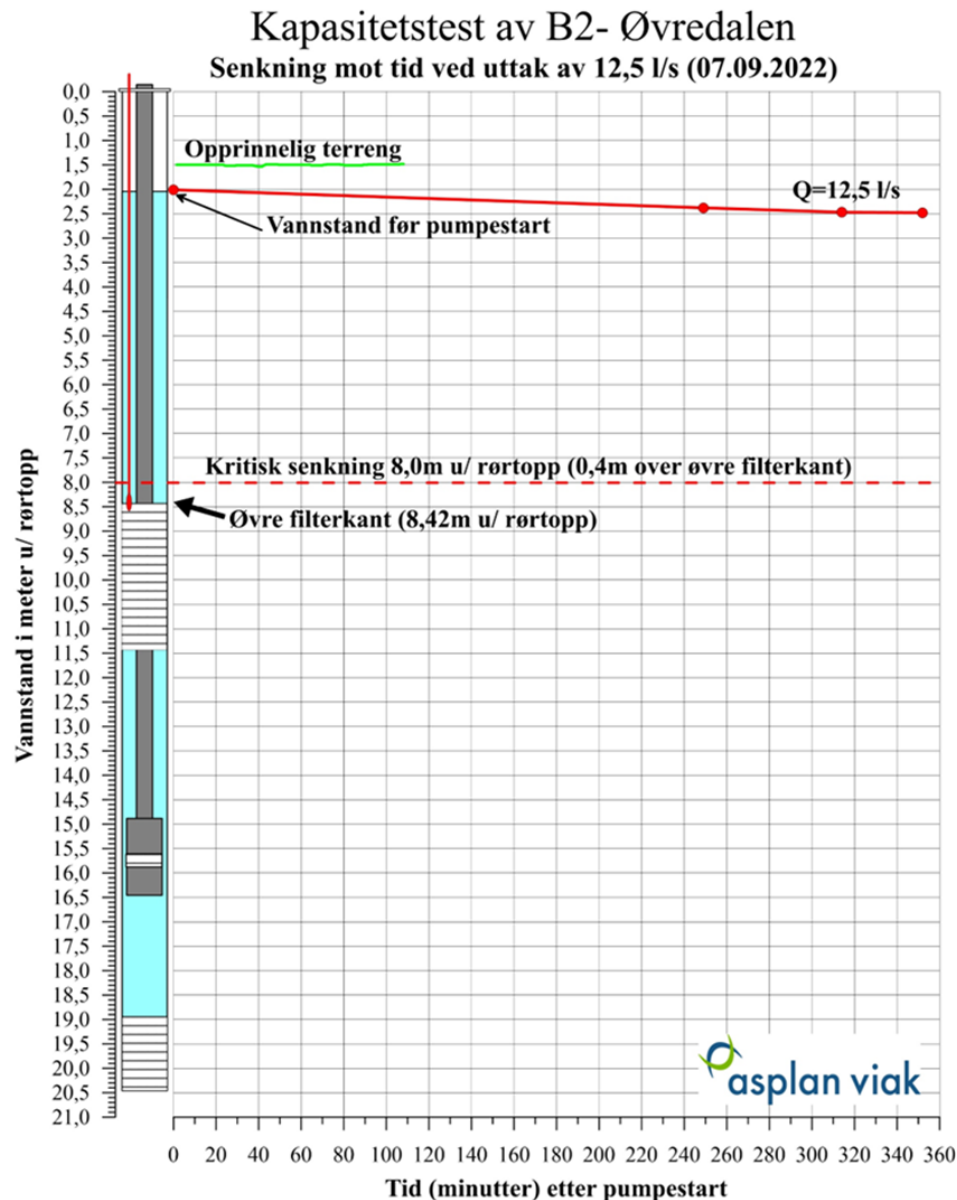
Figur 2-21 viser senkning av vannstand i brønnen plottet mot tid etter pumpestart. Senkningsforløpet viser at det etter 6 timers pumping oppnås tilnærmet stabil vannstand i brønnen. Før testen startet ble vannstanden målt til 4,16 meter under brønntopp. Uttak av 12,5 l/s resulterte i en senkning på 0,77 meter i forhold til ubelastet tilstand. Ved en avsenkning av denne størrelsen er det fremdeles 5,07 meters vannhøyde over maksimal tillatt avsenkning (10 meter under rørtopp). I og med at vannstanden ikke er helt stabil, settes senkningen ved uttak av 12,5 l/s til 1,0 m. Brønnen har da en spesifikk kapasitet på 12,5 l/s pr. meter senkning.



Figur 2-21. B1 - Vannstand/senkning mot tid ved uttak av 12,5 l/s.

Resultater B2:

Figur 2-22 viser senkning av vannstanden plottet mot tid etter pumpestart. Senkningsforløpet viser at det etter 6 timers pumping oppnås stabil vannstand i brønnen. Før testen startet ble vannstanden målt til 2,01 meter under brønntopp. Uttak av 12,5 l/s resulterte i en senkning på 0,47 meter i forhold til ubelastet tilstand. Ved en avsenkning av denne størrelsen er det fremdeles 5,52 meters vannhøyde over maksimal tillatt avsenkning (8 meter under rørtopp). Brønnen har en spesifikk kapasitet på 26,6 l/s pr. meter senkning. Tillatt maksimalt uttak i forhold til hastighet gjennom filter er 25,8 l/s.



Figur 2-22. B2 – Vannstand/senkning mot tid ved uttak av 12,5 l/s.

Konklusjon mht. korttids brønncapasitet:

Brønn B1 og B2 har en spesifikk kapasitet på hhv. 12,5 og 26 l/s pr. meter senkning. Maksimal tillatt avsenkning i B1 og B2 er hhv. 10 og 8 meter under brønntopp. De utførte tester viser dermed klart at brønnene samlet kan levere dimensjonerende vannmengde på 25 l/s.

Beregning av transmissivitet (profilpermeabilitet) ut fra korttids pumpetester:

Transmissiviteten i grunnvannsmagasinet kan beregnes ved at Thiems formel løses mht. til T

$$S_{well} = \frac{Q}{2\pi T} \cdot \ln \frac{R_0}{r}$$

Parameterne i formelen er da:

- S_{well} = Målt senkning ved uttak av Q
- Q = Dimensjonerende vannmengde pr. brønn lik 12,5 l/s
- T = Transmissivitet
- R_0 = Influenradius, som settes til 100 m
- r = brønnens radius = 0,1095 m

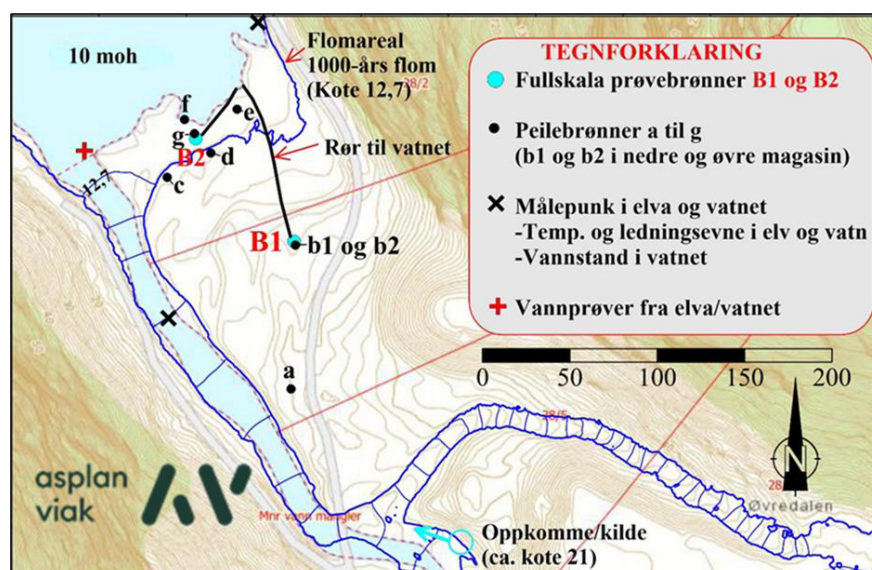
Beregnete verdier for transmissivitet fra korttids pumpetester og fra kornfordelingsanalyser ses i tabell 2-7. Man har ved videre beregninger benyttet en transmissivitet på 1 100 m²/d i brønnområdet (konservativt).

Tabell 2-7. Transmissivitet T beregnet med data fra pumpetester og data kornforelingsanalyser

Brønn	Beregnet T fra pumpetest (m ² /d)	Beregnet T fra kornforelingsanalyser (m ² /d)
B1	1172	1170 (Ub-2)
B2	2000	775 (Ub-1)

2.2.2.3. Resultater fra langtids prøvepumping - vannstandvariasjoner, strømningsforhold, beregninger og vannkvalitet

Vanligvis startes langtidsprøvepumping opp rett i etterkant av korttids testpumping, men oppstart av langtidsprøvepumping i Øvredalen ble utsatt i nesten 1,5 år, fordi det viste seg problematisk å få etablert permanent strømforsyning og deretter fiberforbindelse (krav fra strømlieferandøren BKK). Langtids prøvepumping av produksjonsbrønnene pågikk i perioden 16.04.2024-30.09.2025. Opprinnelig var det planlagt å avslutte prøvepumpingen etter 1 år, men grunnet en periode med dårlig mikrobiologisk vannkvalitet, ble prøvepumpingen forlenget med 5 måneder for å dokumentere vannkvaliteten etter gjennomføring av tiltak mot fekal forurensning. I løpet av prøvepumpingsperioden ble det registrert vannstand i de to produksjonsbrønnene (B1 og B2), åtte peilebrønner (a-g), og i Storevatnet, se plassering av målepunktene på kartet i figur 2-23.



Figur 2-23. Kartutsnitt med plassering av produksjonsbrønn B1 og B2, peilebrønner a til g og målestav i vatnet.

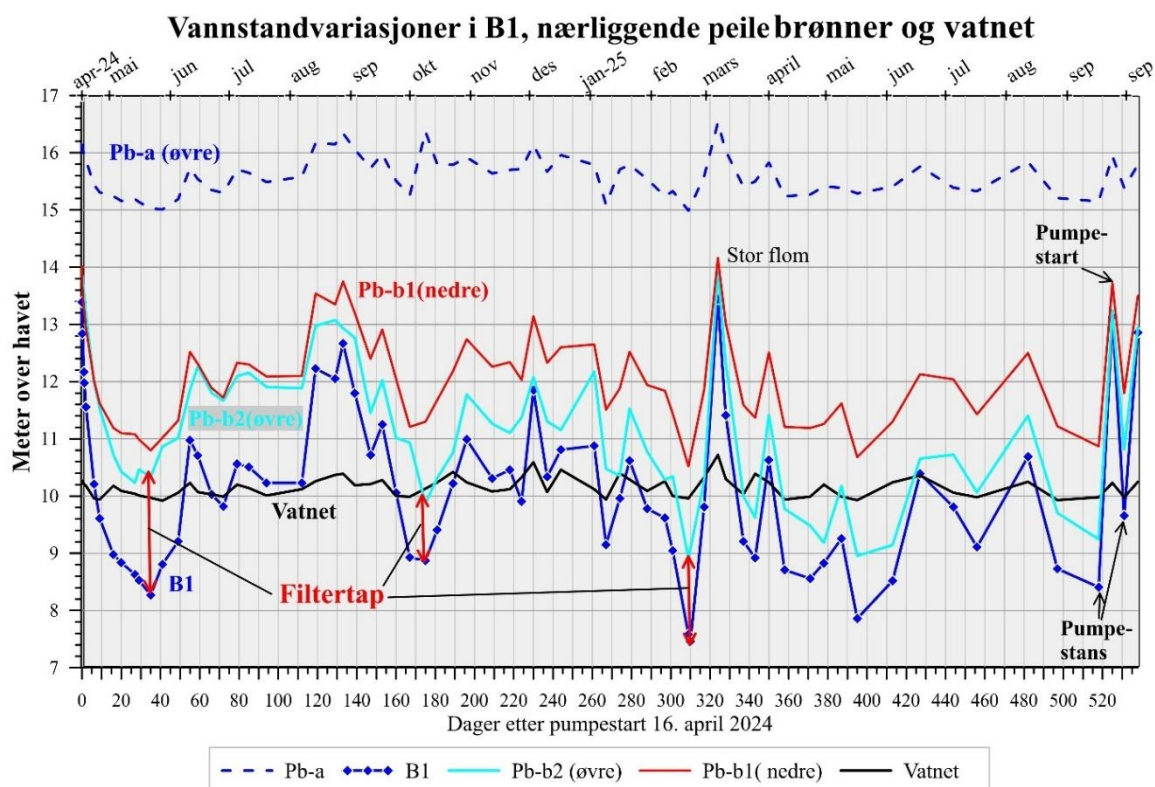
Vannstandsvariasjoner i B1:

I figur 2-24 er vannstandsvariasjoner gjennom hele prøvepumpingsperioden vist for B1, nærliggende peilebrønner og Storevatnet. Figuren viser at vannstand i B1 og nærliggende peilebrønner fluktuierer i takt med vannstanden i Storevatnet. Peilebrønn-a, som har filter i øvre magasin, står 85 meter sør for B1. Dette peilerøret viser liten påvirkning av pumpingen, og representerer den naturlige variasjonen i magasinet. Grunnvannsnivået i denne peilebrønnen varierer med ca. 1 meter i hele prøvepumpingsperioden.

Peilebrønn-b2 har filter i øvre magasin og står 1,5 m fra B1. Peilebrønn-b2 viser ca. 2 m avsenking som følge av uttak 12,5 l/s fra B1. Vannstanden varierer etter nedbørforholdene, se nedbørsdata i figur 2-19. Kun etter lengre perioder med lite nedbør er grunnvannsnivået i dette peilerøret lavere enn vannstanden i vatnet. Dette er en lokal senkning nært brønnen, og ikke nok til at man induserer vann fra Storevatnet.

B1 trekker på den naturlige grunnvannstrømmen som går gjennom brønnområdet fra sørøst og mot Storevatnet. En del av dette grunnvannet drenerer ut på elva i oppkommet lenger sør. Stor senkning i B1 etter langvarige perioder med lite nedbør, skyldes stor gradient og filtertap på om lag 2 meter i brønnen (se figur 2-24). Dette medfører at man ikke greier å skape nok senkning i magasinet til å fange opp en større bredde av grunnvannsstrømmen. Vannstanden stiger meget raskt igjen når nedbørsituasjonen blir mer normal.

Peilebrønn-b1 har filter i nedre magasin, og står 1,5 m fra B1. Også dette peilerøret viser ca. 2 m senkning som følge av uttaket. Trykknivået i nedre magasin ligger i store deler av perioden 1-1,5 m høyere enn vannstanden i øvre magasin, og senkes aldri lavere enn vannstanden i Storevatnet.



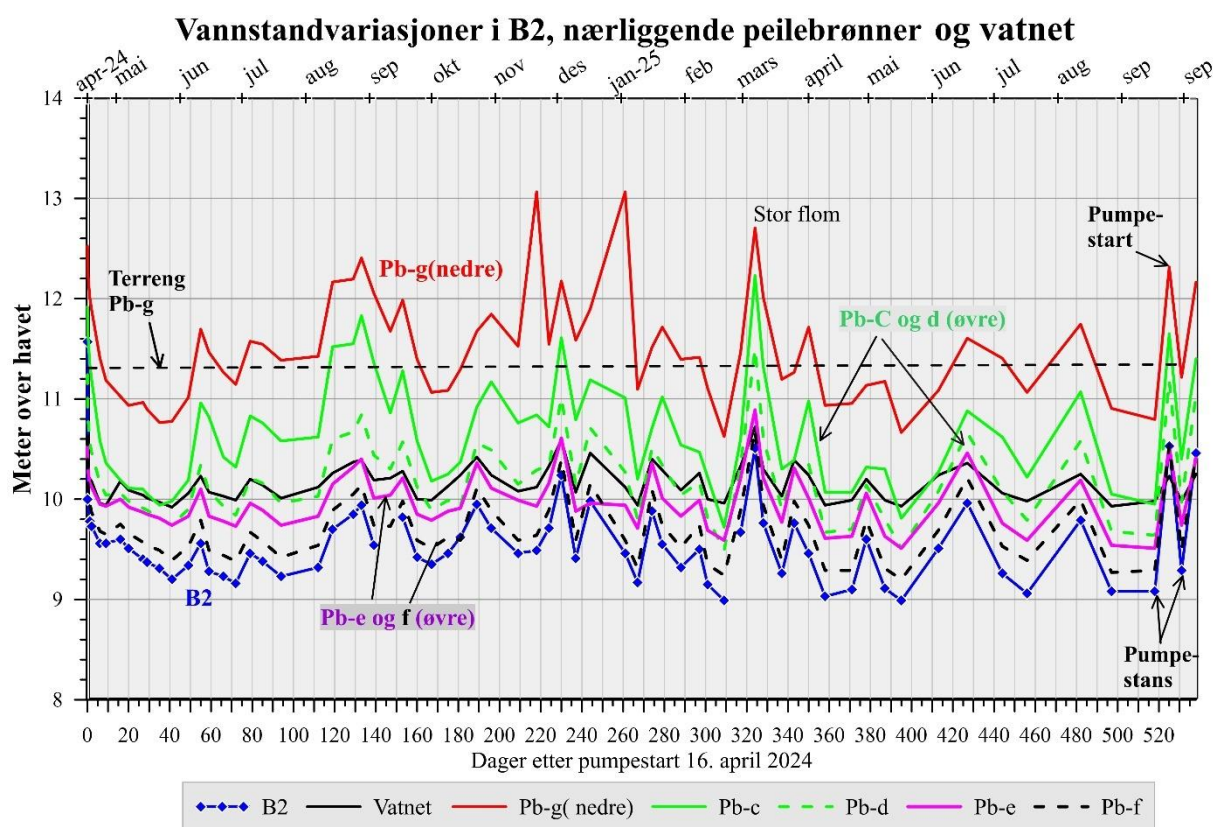
Figur 2-24. Vannstandsvariasjoner i B1, nærliggende peilebrønner og vatnet. Uttak 12,5 l/s fra både B1 og B2

Vannstandsvariasjoner i B2:

I figur 2-25 er vannstandsvariasjoner gjennom hele prøvepumpingsperioden vist for B2, nærliggende peilebrønner og Storevatnet. Figuren viser at vannstand i B2 og nærliggende peilebrønner fluktuerer i takt med vannstanden i Storevatnet. Peilebrønn-c og d, som begge har filter i øvre magasin, står hhv. 27 og 13,5 meter sør for B2 (lenger unna vatnet enn B2). Begge disse viser ca. 2 m avsenking som følge av uttak av 12,5 l/s fra B2. Vannstand i peilebrønn-c er kun ved 2-3 målinger så vidt lavere eller lik vannstand i vatnet, men ligger ellers 0,5-1 meter over. Vannstand i peilebrønn-d, som står nærmere B2, ligger i perioder likt med vannstanden i vatnet eller 0,2-0,4 m lavere.

Peilebrønn-e og f har også filter i øvre magasin, og står ute ved vannkanten hhv 30 og 13 meter fra B2. Vannstanden i disse ligger konsekvent noe lavere enn vannstanden i vatnet. Dette betyr at det som naturlig (uten pumping) er et utstrømningsområde, endres til et lokalt innstrømningsområde mot brønnene når disse pumpes, dvs. at det lekker inn vann fra Storevatnet (indusert grunnvannsdannelse).

Peilebrønn-g har filter i nedre magasin, og står ca. 3 m fra B2. Også dette peilerøret viser 1-2 m senkning som følge av uttaket. Trykknivået i nedre magasin ved B2 ligger konsekvent 1-1,5 m høyere enn vannstanden i vatnet og i lange perioder høyere enn terrengnivået. Området ute ved vatnet utgjør dermed fortsatt et utstrømningsområde for grunnvann fra nedre magasin.



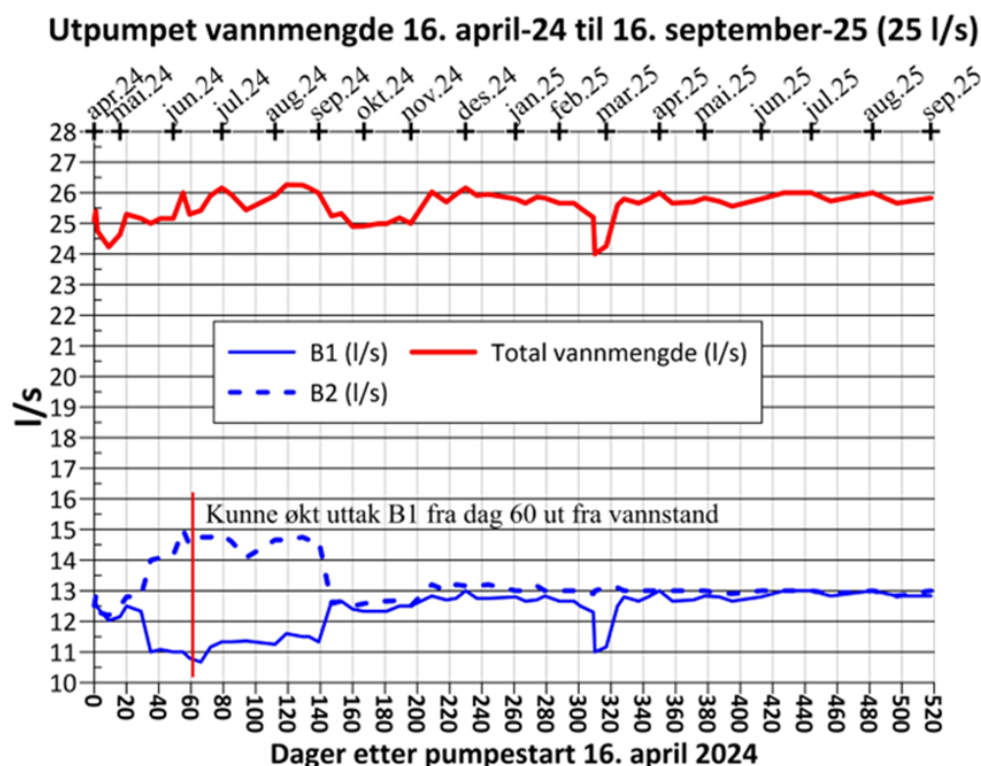
Figur 2-25. Vannstandsvariasjoner i B2, nærliggende peilebrønner og vatnet. Uttak 12,5 l/s fra både B1 og B2.

Sammenheng mellom vannuttak og vannstand:

Det er i all hovedsak pumpet ut en total vannmengde på mellom 24 og 26 l/s gjennom hele prøvepumpingsperioden, se tabell 2-8 og figur 2-26.

Tabell 2-8. Utpumpet vannmengde maks, min og snitt for B1 og B2.

	B1	B2	Sum
Maks (l/s)	13,00	15,00	26,26
Min (l/s)	10,67	12,20	24,00
Snitt (l/s)	12,25	13,28	25,53

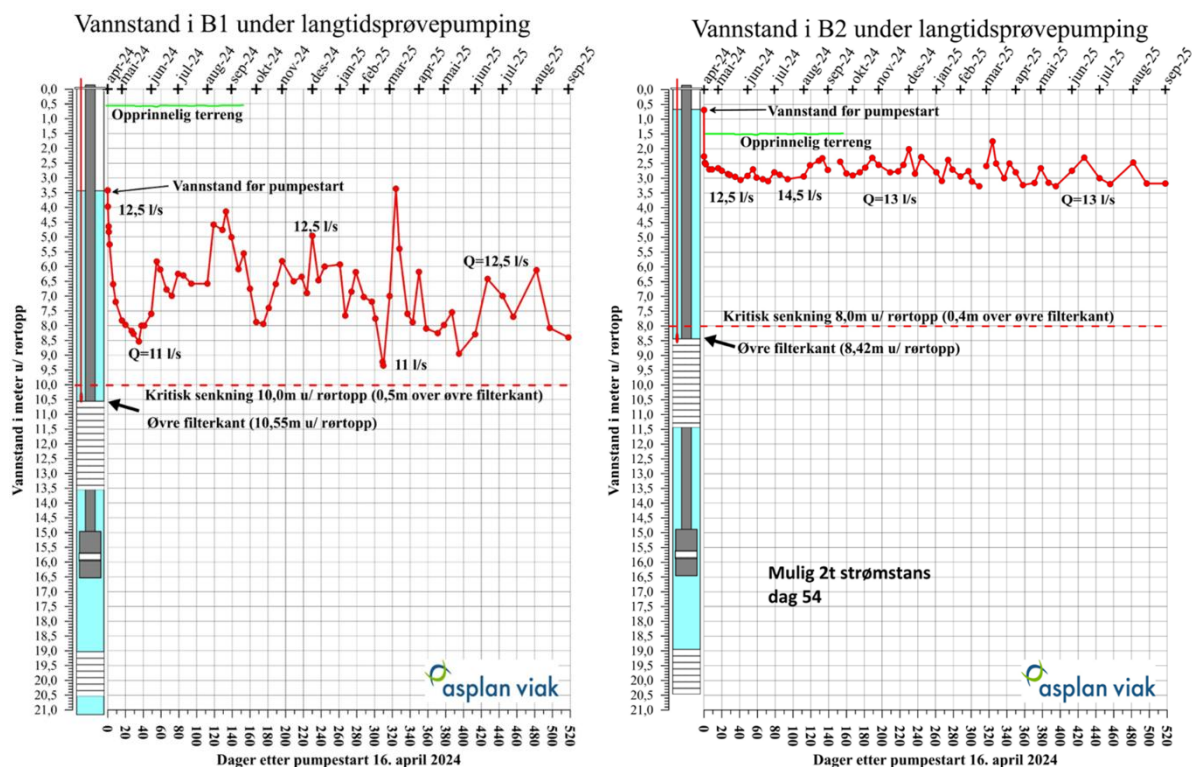


Figur 2-26. Utpumpet vannmengde i perioden 16. april-24 til 16. september-25.

Etter lite nedbør i mars, april og mai-24 (se figur 2-19), sank vannstanden i B1 til 8,5 m under brønntopp ved uttak av 12,5 l/s, se plot av vannstand i figur 2-27. For å beholde et samlet uttak på 25 l/s, ble derfor B1 strupet til 11 l/s, mens uttaket fra B2 ble økt til 14-15 l/s i en periode. Det samme skjedde i februar-25, etter to måneder med lite nedbør. Vannstanden i B1 var da nede i 9,35 m under brønntopp. Maks senkning er satt til 10 m under brønntopp.

Ved å øke uttaket fra B2 gir brønnene samlet sett 25 l/s også i slike perioder. B2 står lavere i terrenget enn B1, og mye nærmere Storevatnet. Ved uttak fra denne brønnen får man indusert vann fra vatnet. B2 har dermed særdeles lite senkning ved uttak av 12,5-14,5 l/s (se figur 2-27).

Stor senkning i B1 i langvarige perioder med lite nedbør, tilsier at det på sikt bør etableres en tredje produksjonsbrønn som kan avlaste B1 i slike perioder. Alternativt justeres B2 opp slik det ble gjort under prøvepumping.

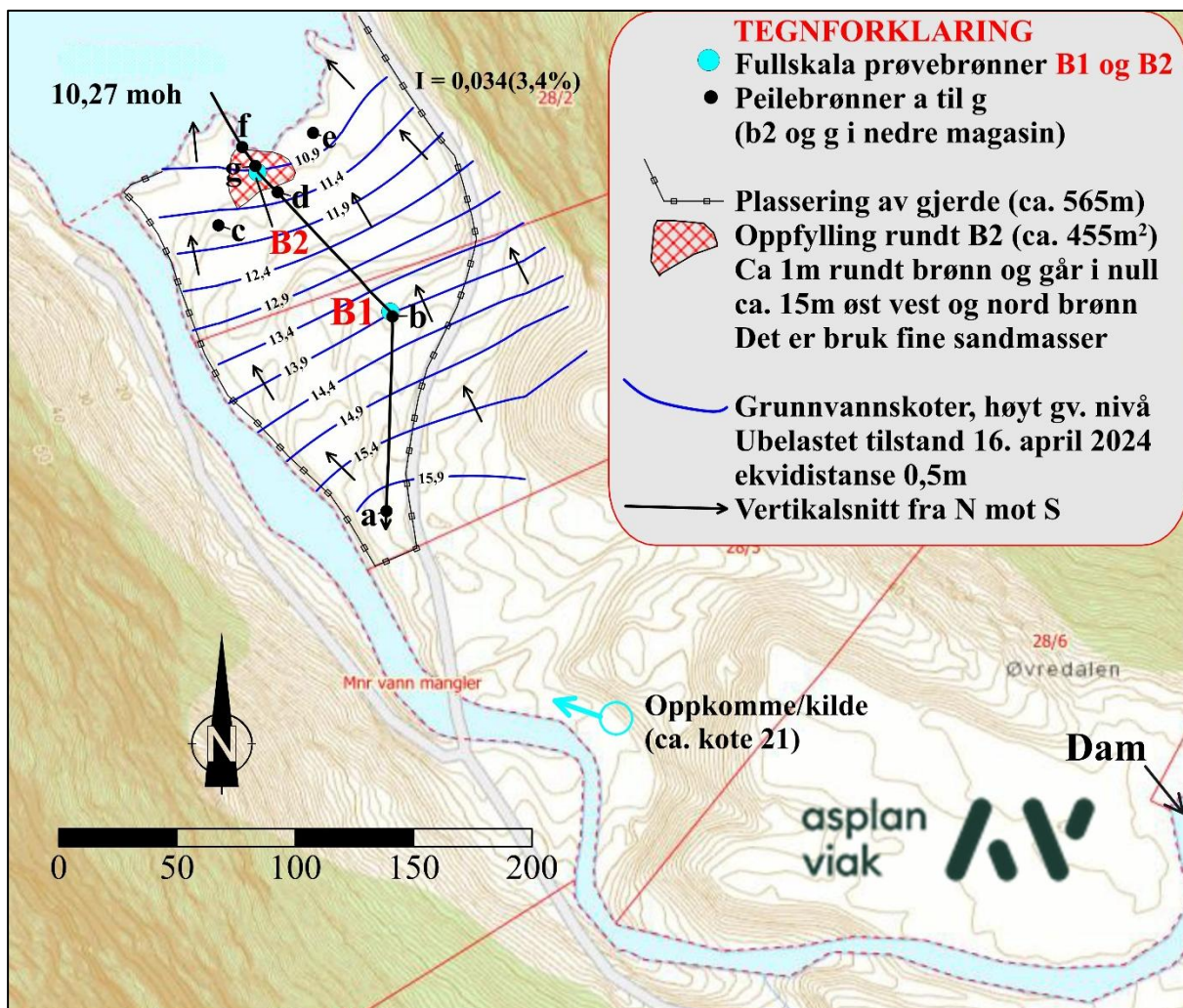


Figur 2-27. Venstre: Vannstandsvariasjoner i produksjonsbrønn B1 ved kontinuerlig uttak av 11-12,5 l/s. Høyre: Vannstandsvariasjoner i produksjonsbrønn B2 ved kontinuerlig uttak av 12,5-14,5 l/s.

Strømningskart – ubelastede forhold:

Brønnene, og spesielt B2, er etablert i utstrømningsområdet for grunnvannsstrømmen i den store løsmasseavsetningen i Øvredalen. De viktigste innstrømningsområdene ligger fra brønnområdet og opp til dammen i sørøst. I tillegg kommer avrenning fra lisen i øst.

Under ubelastede forhold strømmer grunnvannet fra innstrømningsområdet parallelt med elva ut til utstrømningsområdet, som er Storevatnet, se strømningskart for ubelastet tilstand i figur 2-28. Den naturlige grunnvannsgradienten er beregnet til 0,034 (3,4 %). Dette er omtrent den samme gradienten som er mellom grunnvannsspeilet ved dammen og oppkommet (3,6 %), se figur 2-16. Grunnvannsspeilet ved dammen er 3 m lavere enn vannspeilet i dammen. Det er dermed gode indikasjoner på en sammenhengende grunnvannstrøm mellom dammen, hvor vann infiltreres, og brønnområdet. En del av grunnvannet drener ut til elva via et topografisk betinget oppkomme.



Figur 2-28. Strømningsbilde 16. april 2024. Ubelastet tilstand og høyt grunnvannsnivå.

Mengden grunnvann som strømmer ut i Storevatnet under ubelastede forhold kan beregnes med:

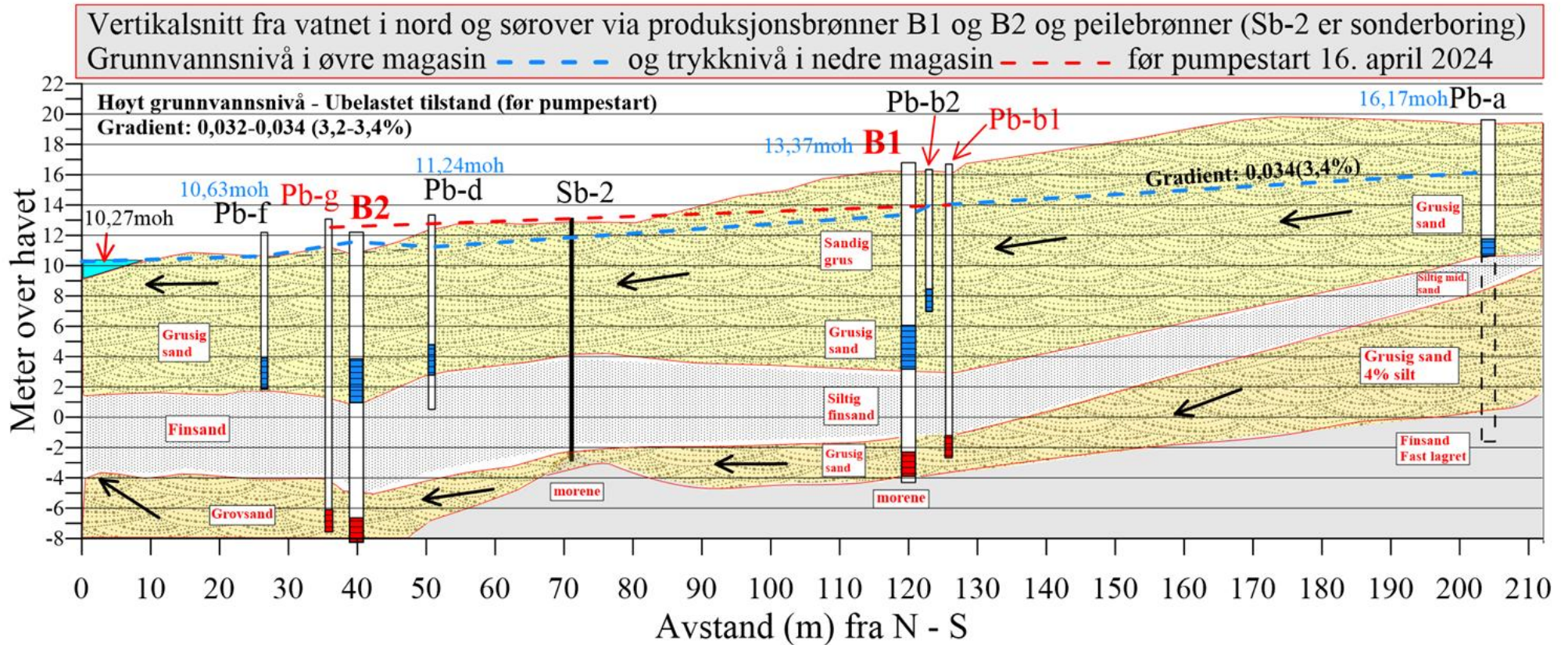
$Q = T \times i \times B$, hvor Q er vannmengde, T er transmissivitet, i er gradient og B er bredden av strømmen.

$$T = 1100 \text{ m}^2/\text{d} \text{ (se kapittel 2.2.2.2)}, i = 0,034, B = 146\text{m}$$

$$Q = 1100 \text{ m}^2/\text{d} \times 0,034 \times 146 \text{ m} = 5\,460 \text{ m}^3/\text{d} = \mathbf{63 \text{ l/s}}$$

Den naturlige grunnvannsstrømmen ut mot Storevatnet er altså beregnet til 63 l/s.

Vertikalsnittet under viser situasjonen før pumpestart 16. april 2024. Her sees grunnvannsnivået i øvre magasin som en blå stiplede linje, og trykknivå i nedre magasin som en rød stiplede linje. Blå inntaksfilter står i øvre magasin og røde i nedre.



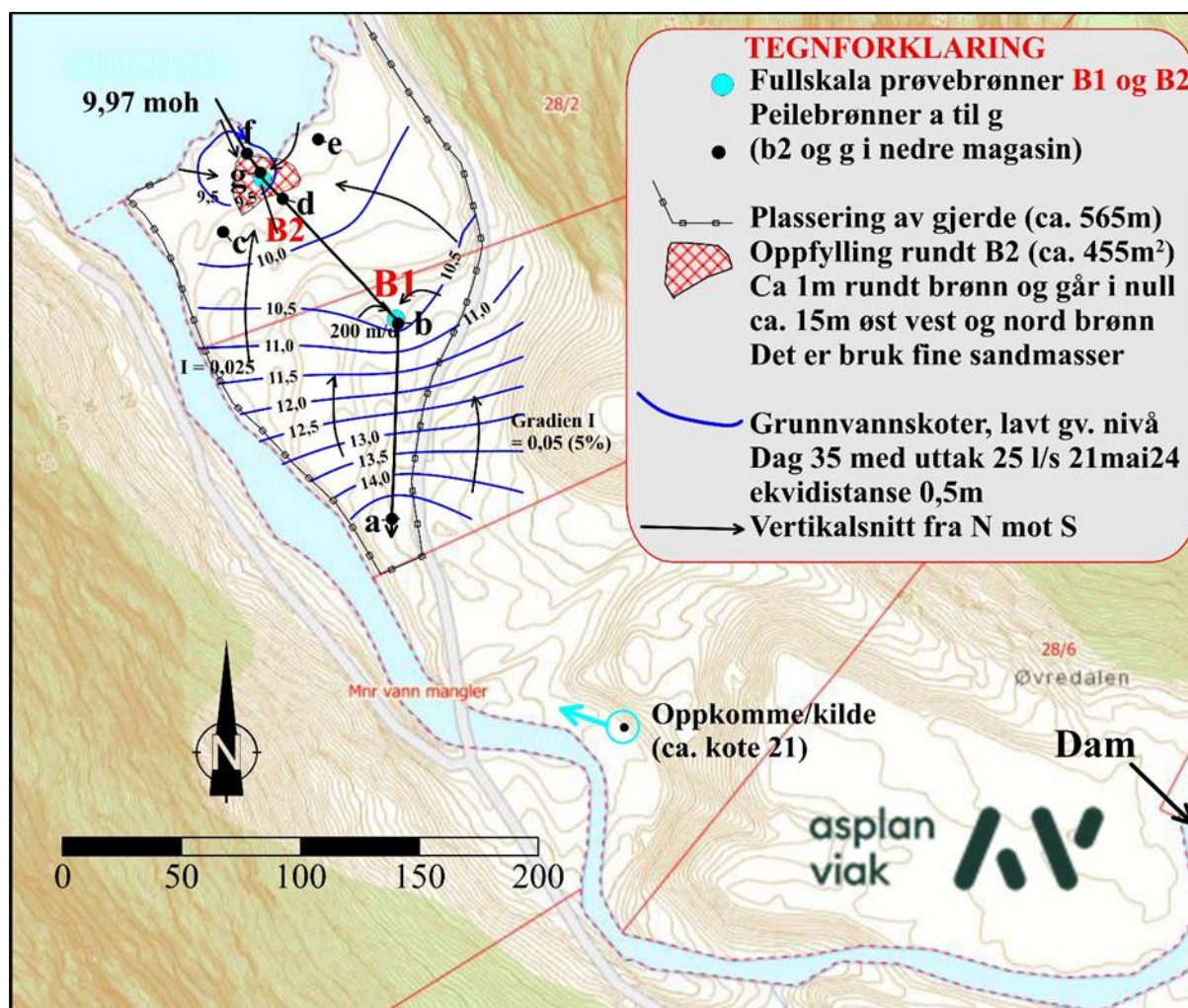
Figur 2-29. Vertikalsnitt fra vatnet i nord via B1, B2, peilebrønner og borer. Figuren viser situasjonen før pumpestart 16. april 2024 (ubelastet tilstand).

Strømningskart – under prøvepumping:

Strømningskartet i figur 2-30 viser situasjonen etter 35 døgner med kontinuerlig uttak av 25 l/s fordelt på B1 og B2. Grunnvannsnivået er nå lavt, se dag 35 i figur 2-24 og figur 2-25.

Ved B2 medfører uttak av grunnvann senkning av vannspeilet, slik at det etableres trykkgradienter fra Storevatnet og nærliggende arealer inn mot brønnen. Dermed blir det som under ubelastede forhold er et utstrømningsområde, endret til et lokalt innstrømningsområde ved man får tilsig fra Storevatnet. Denne formen for nydannelse av grunnvann kalles indusert grunnvannsdannelse.

B1 trekker på den naturlige grunnvannsstrømmen som går ut mot Storevatnet, men induserer ikke vann fra verken Storevatnet eller elva. Man ser ellers at en nedbørsfattig periode (mars, april og mai-24) og uttaket fra 16 april-24 til 21 mai-24, har medført en større gradient enn ved ubelastet tilstand.



Figur 2-30. Strømningsbilde 21. mai 2024 etter 35 døgner med uttak av 12,5 + 12,5 l/s. Lavt grunnvannsnivå

Nødvendig bredde (b) for å balansere et uttak på $Q = 12,5$ l/s ($1080 \text{ m}^3/\text{d}$) fra **B1** kan beregnes ved hjelp av Transmissiviteten (T) og gradienten (i) (Darcy):

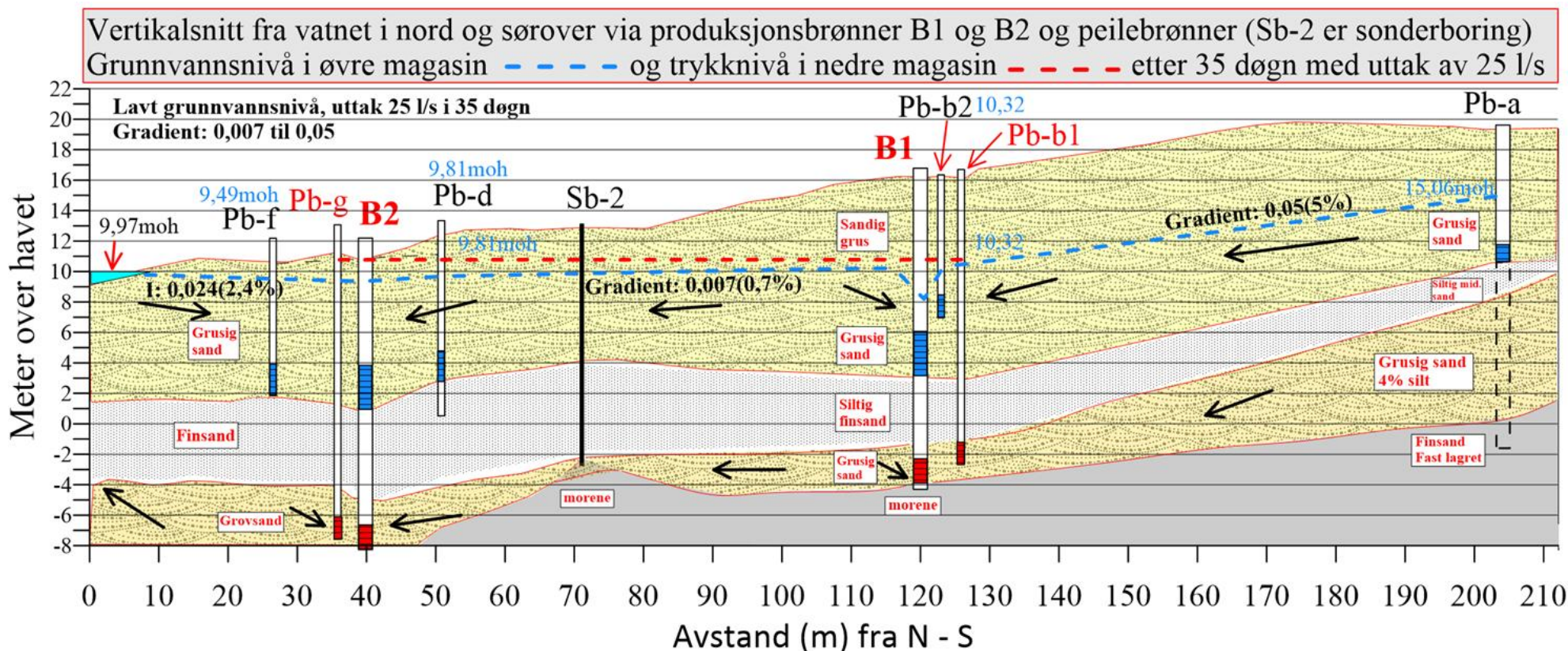
$$Q = T \times i \times b, \text{ som løst med hensyn til bredden blir: } b = Q/T \times i$$

Bredden blir da: $1080 \text{ m}^3/\text{d} / (1100 \text{ m}^2/\text{d} \times 0,05) = \mathbf{20 \text{ meter}}$. Dette stemmer bra med den observerte avsenkningen og strømningsmønsteret under uttak. Ved uttak av 12,5 l/s fra B1 trekker brønnen kun på grunnvannstrømmen. B1 får i perioder med lite nedbør stor avsenkning. På grunn av stor gradient og filtertap på opp mot 2 m i brønnen, greier man ikke skape stor nok senkning til å fange inn større bredde av grunnvannstrømmen.

Vertikalsnittet i figur 2-31 viser situasjonen etter 35 døgn med uttak av 12,5 fra B1 og 12,5 l/s fra B2 ved lavt grunnvannsnivå. Grunnvannsnivå i øvre magasin er vist med blå stiplet linje, og trykknivå i nedre magasin er vist med rød stiplet linje. Blå inntaksfilter står i øvre magasin og røde i nedre.

Ved B2 medfører uttak av grunnvann senkning av vannspeilet i øvre magasin, slik at det etableres trykkgradienter fra Storevatnet og nærliggende arealer inn mot brønnen. Dermed blir det som under ubelastede forhold er et utstrømningsområde endret til et lokalt innstrømningsområde ved at man får tilsig fra Storevatnet.

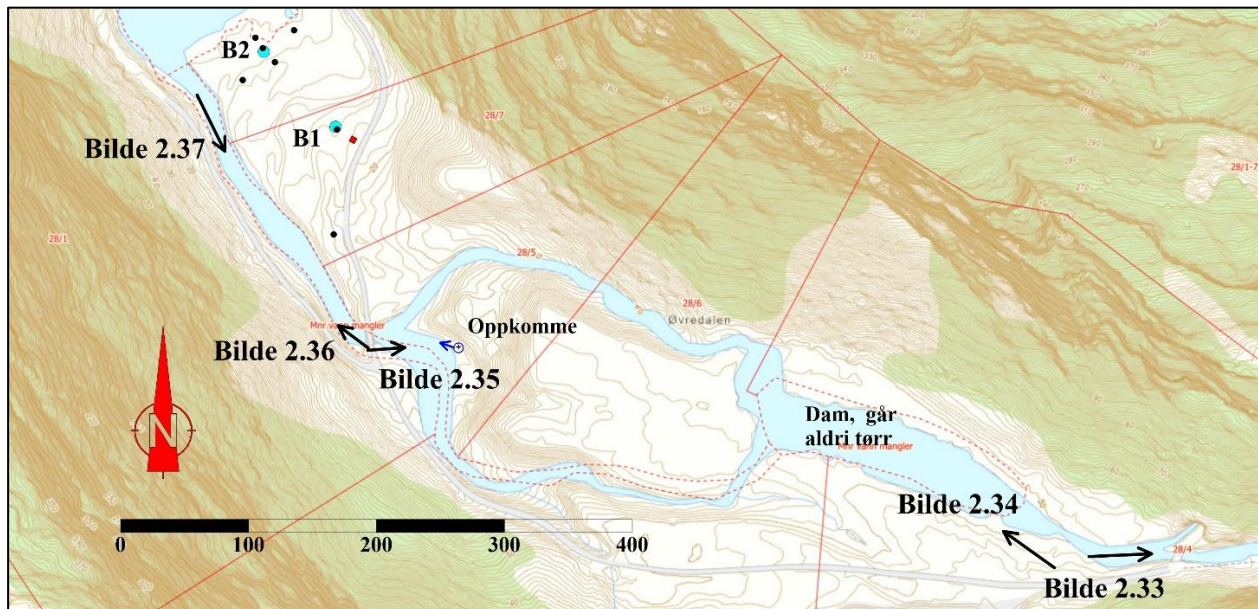
Selv ved lavt grunnvannsnivå og kontinuerlig uttak av 25 l/s, opprettholdes overtrykket i nedre magasin, med utstrømning mot Storevatnet.



Figur 2-31. Vertikalsnitt fra vatnet i nord via B1, B2, peilebrønner og borer. Figuren viser situasjonen etter 35 døgn med uttak av 12,5 fra B1 og 12,5 l/s fra B2.

Bildeserie som dokumenterer lekkasje fra dam i elva og ned i sandmasser:

Bildeserien som omtales i dette delkapittelet er tatt langs elvestrekningen fra kraftstasjonens utløp til 50 m ovenfor elvas utløp i Storevatnet. Bildene er tatt av Gunnar Molland i Masfjorden kommune 21.05.24 etter 3 måneder med lite nedbør i mars, april og mai 2024 (hhv. 69, 77 og 61 % av normalen, se nedbørsdata i figur 2-19). Det er på dette tidspunktet pumpet ut 25 l/s fra B1 og B2 fra 16 april 2024 (35 døgn). Kartet i figur 2-32 viser hvor bildene er tatt, og selve bildene er vist i figur 2-33 til figur 2-36.



Figur 2-32. Kartutsnitt som viser hvor bilder fra 21.05.24 er tatt.

Bildet i figur 2-33 viser elvestrekningen like nedstrøms samløpet mellom elva og kraftstasjonens utløp, mens bildet i figur 2-34 viser den naturlige dammen i elva som ligger ca. 80 m nedstrøms dette samløpet. På disse to første bildene er det en del vann i både elva og dammen.

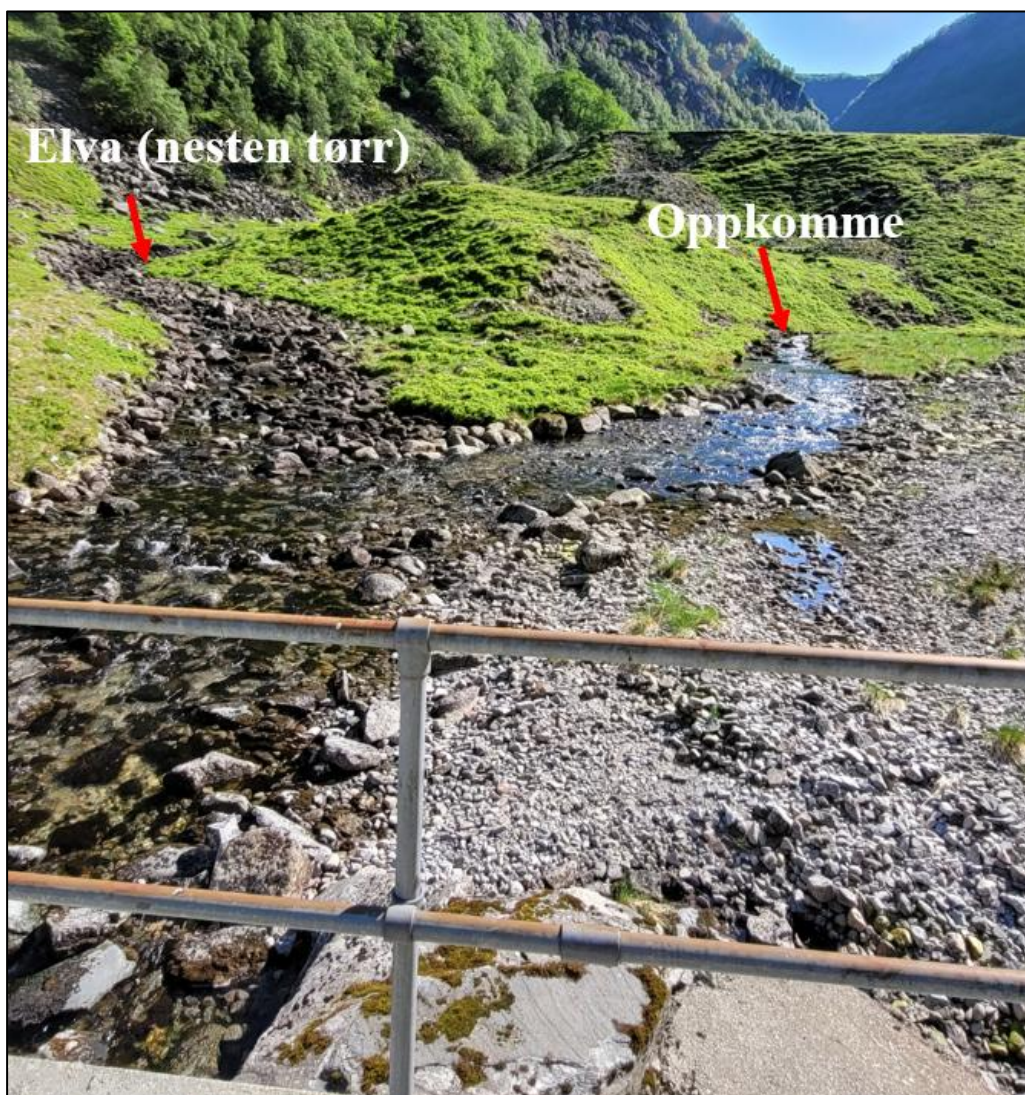
På bildet i figur 2-35, som er av elvestrekningen ca. 350 m nedstrøms dammen, er elva (til venstre i bildet) omtrent tørr. Dette betyr at en vesentlig del av lavvannføringen på 98 l/s (tabell 2-6) må ha infiltrert i grunnen. Av dette kommer ca. 25 l/s ut i oppkommet (til høyre i bildet figur 2-35), og drenerer ut i elva igjen et stykke nedstrøms oppkommets utspring. Dette antyder en grunnvannsstrøm på ca. 60-70 l/s videre utover mot Storevatnet. Dette stemmer meget bra med beregnet grunnvannsstrøm uten pumping (63 l/s), se beregning i kap. 2.2.2.3.



Figur 2-33. Foto fra 21.05.24 mot utløp kraftstasjon til venstre og elveløpet til høyre (Foto: G. Molland)



Figur 2-34. Foto fra 21.05.24 av vannspeil i dam tatt fra utløp kraftstasjon (Foto: G. Molland).



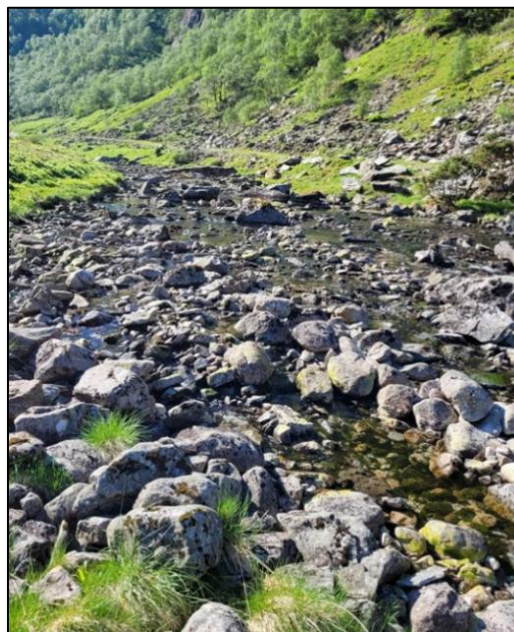
Figur 2-35. Elva (til venstre) og oppkomme (til høyre) tatt fra bru 21.05.24. Hovedmengden kommer fra oppkommet.

Bildene illustrer altså hvordan dammen lekker vann ned i sandmassene. Dammen kan karakteriseres som et naturlig infiltrasjonsbasseng. Det er som nevnt tidligere med stor sannsynlighet *ikke* hydraulisk kontakt mellom vannspeilet i dammen og grunnvannsspeilet. Det overflatenære grunnvannet dreneres ut i oppkommet (topografisk betinget), mens den dypere liggende grunnvannsstrømmen går nordover via brønnområdet til Storevatnet. Dette forklarer hvorfor vannmengden i elva avtar i tørre perioder. Lekkasje fra dammen skjer uavhengig av pumping fra brønnene lenger nord. Totalt uttak av 25 l/s med grunnvann tas med andre ord fra den naturlige grunnvannsstrømmen gjennom området, indusert vann fra Storevatnet (gjelder kun B2), og nedbør som faller på magasinets overflate. Brønnene trekker ikke på vann fra elva.

Bildene i figur 2-36 og figur 2-37 viser den nederste delen av elvestrekningen, dvs. mellom brua og utløpet i Storevatnet samme dag. Det første bildet er tatt retningen nordover (nedstrøms) mot Storevatnet, mens det andre er tatt retning sørover (oppstrøms) mot brua.



Figur 2-36. Foto tatt fra brua og nedstrøms elva (nordover) 21.05.24 (Foto: G. Molland).



Figur 2-37. Foto tatt mot sør ca. 50 meter fra utløpet i Storevatnet 21.05.24 (Foto: G. Molland)

Bildet i figur 2-38 er tatt fra akkurat samme sted som bildet i figur 2-35, men under mer normale nedbørforhold i september 2025. På dette tidspunktet er det mye vann både i elvestrekningen (til venstre i bildet) og oppkommet (til høyre i bildet).



Figur 2-38. Oppkomme til høyre og elva til venstre tatt fra bru 23.09.25 under mer normale nedbørsforhold.

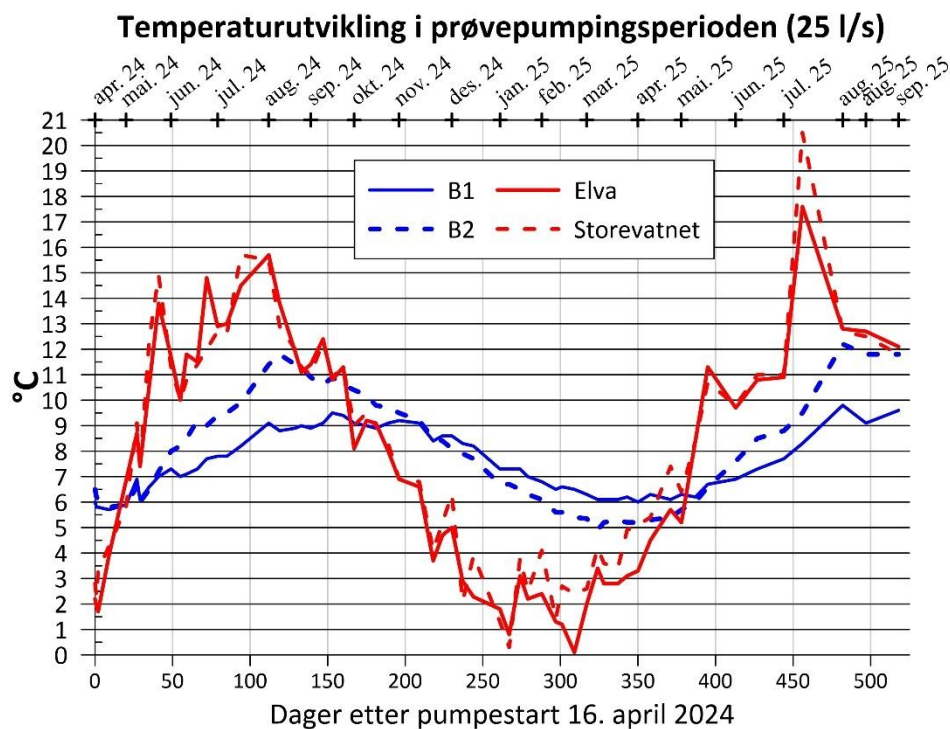
Grunnvannskvalitet:

I løpet av den 17 måneder lange prøvepumpingsperioden har Masfjorden kommune tatt ut jevnlige prøver for analyse av fysisk-kjemiske og mikrobiologiske parametere. Grunnvannets fysisk-kjemiske kvalitet er utmerket og har vært stabil under hele prøvepumpingsperioden. Med unntak av for lav pH og et par tilfeller med turbiditet, tilfredsstiller alle fysisk-kjemiske parametere drikkevannsforskriftens krav til godkjent drikkevann. Utpumpet grunnvann er ionefattig og reagerer surt. Vannet må luftes og pH justeres, og i tillegg trengs UV som hygienisk sikring.

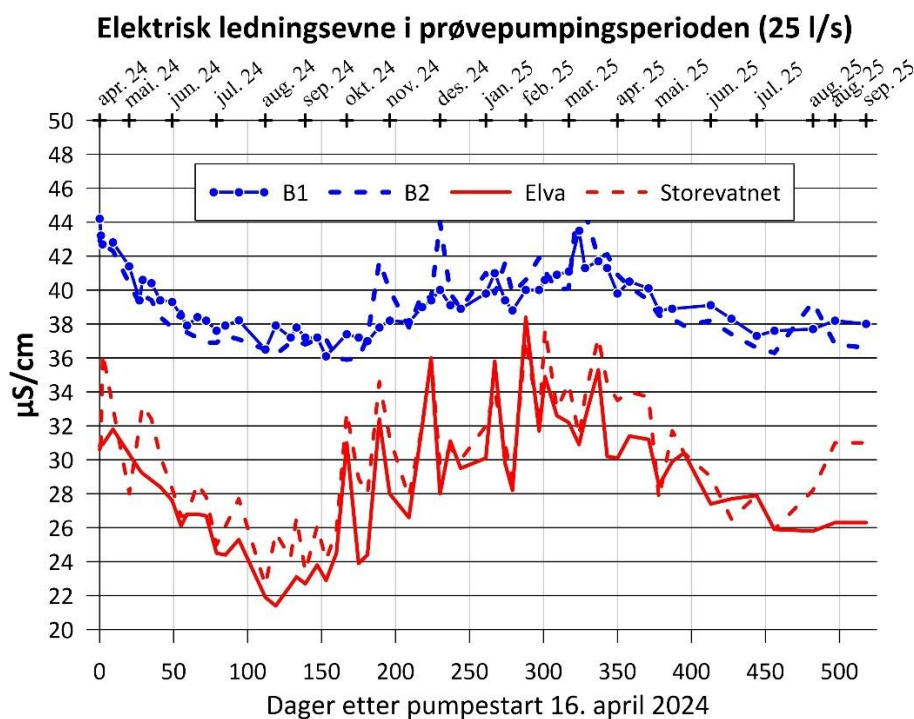
Grunnvannets temperatur er avdempet og faseforskjøvet i forhold til temperaturen i overflatevannet, se figur 2-39. Dette viser at det ikke er «kortslutning» med overflatevann (elv og Storevatnet) ved kontinuerlig uttak av 25 l/s fordelt på B1 og B2. Faseforskyvningen i tid kan for B1 anslås til >60 døgn og B2 til 20-25 døgn. Oppholdstiden er kortere for B2, fordi denne induserer vann fra Storevatnet.

Ledningsevnen i B1 og B2 er omtrent lik, og er avdempet i forhold verdiene fra elva og Storevatnet, se figur 2-40. Ledningsevnen er i realiteten stabil i begge brønner.

Utvidet B-pakke har ikke påvist innhold av stoffer som medfører problemer. Grunnvannets innhold av tungmetaller er meget lavt. Arsen, krom, kvikksølv og nikkel er ikke påvist over deteksjonsgrense. Pesticider er ikke påvist, og innholdet av radon er lavt (20 og 22 i hhv. B1 og B2).



Figur 2-39. Temperaturutvikling i prøvepumpingsperioden.



Figur 2-40. Elektrisk ledningsevne (konduktivitet) i prøvepumpingsperioden.

I perioden 16. juli 2024 til 16. september 2024 hadde grunnvannet dårlig mikrobiologisk kvalitet, spesielt grunnvann fra B2, som står nærmest vatnet. Dette knyttes til beitedyr (sau), som i perioder har oppholdt seg i brønnområdet (fekal forurensing). Utførte tiltak høsten 2024 (uke 44-47) i form av inngjerding av nordre del av grunnvannsmagasinet og oppfylling med fine sandmasser rundt B2 (se kap. 2.1.3), er sterkt medvirkende til at bakteriefunnene var langt lavere i 2025 enn i 2024, se tabell 2-9 og tabell 2-10.

Tabell 2-9. Mikrobiologisk kvalitet i grunnvann og overflatevann uke-17 til uke 50 i 2024

	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	
Uke (2024)	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	
	25.4.24	15.5.24	3.6.24	25.6.24	16.7.24	6.8.24	27.8.24	16.9.24	8.10.24	29.10.24	21.11.24	9.12.24	Grense
Kimtall 22°C	1	1	3	<1	<1	<1	1	3	1	<1	<1	<1	100
E. coli	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3	<1	<1	<1	<1	<1	0
Koliforme bakterier	<1	<1	<1	<1	1	<1	4	<1	<1	1	<1	<1	0
Intestinale enterokokke	<1	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0
Clostridium perfringens	<1	-	<1	<1	<1		<1	<1	<1	<1	<1	<1	0
	Beitesessong-2024										Tiltak gjennomført		
	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	
	25.4.24	15.5.24	3.6.24	25.6.24	16.7.24	6.8.24	27.8.24	16.9.21	8.10.24	29.10.24	21.11.24	9.12.24	Grense
Kimtall 22°C	1	1	280	8	3	4	4	35	1	7	<1	6	100
E. coli	<1	<1	110	<1	1	<1	11	19	<1	<1	<1	<1	0
Koliforme bakterier	<1	<1	150	<1	1	<1	14	19	<1	<1	<1	<1	0
Intestinale enterokokke	<1	-	12	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	0
Clostridium perfringens	<1	-	<1	<1	<1	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0
	Elv/vatn	Elv/vatn		Elv/vatn		Elv/vatn		Elv/vatn		Elv/vatn		Elv/vatn	
	25.4.24	15.5.24	3.6.24	25.6.24	16.7.24	6.8.24	27.8.24	16.9.21	8.10.24	29.10.24	24.11.24	9.12.24	Grense
Kimtall 22°C	89	130	i.a.	310	i.a.	360	i.a.	460	i.a.	160	i.a.	90	100
E. coli	<1	<1	i.a.	10	i.a.	36	i.a.	53	i.a.	<1	i.a.	1	0
Koliforme bakterier	<1	<1	i.a.	14	i.a.	45	i.a.	56	i.a.	12	i.a.	4	0
Intestinale enterokokke	<1	-	i.a.	1	i.a.	1	i.a.	1	i.a.	<1	i.a.	<1	0
Clostridium perfringens	<1	-	i.a.	<1	i.a.	-	i.a.	<1	i.a.	<1	i.a.	1	0

Tabell 2-10. Mikrobiologisk kvalitet i grunnvann og overflatevann uke-2 til uke 38 i 2025

	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1		
Uke (2025)	2	4	7	10	14	17	20	23	26	29	33	36	38		
	10.1.25	24.1.25	12.2.25	6.3.25	2.4.25	22.4.25	15.5.25	5.6.25	24.6.25	16.7.25	12.8.25	2.9.25	16.9.25	Grense	
Kimtall 22°C	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2		4	<1	11	<1	1	100	
E. coli	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	1	<1	<1	0	
Koliforme bakterier	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	1	<1	<1	0	
Intestinale enterokokke	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0	
Clostridium perfringens	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0	
								Beitesessong-2025							
	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2		
	10.1.25	24.1.25	12.2.25	6.3.25	2.4.25	22.4.25	15.5.25	5.6.25	24.6.25	16.7.25	12.8.25	2.9.25	16.9.25	Grense	
Kimtall 22°C	<1	5	2	7	2	1	<1		7	2	10	5	1	100	
E. coli	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	1	<1	<1	0	
Koliforme bakterier	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	1	<1	<1	0	
Intestinale enterokokke	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0	
Clostridium perfringens	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0	
		Elv/vatn		Elva/vatn		Elva/vatn	Elva/vatn	Elva/vatn	Elva/vatn	Elva/vatn	Elva/vatn	Elva/vatn	Elva/vatn		
	10.1.25	24.1.25	12.2.25	6.3.25	2.4.25	22.4.25	15.5.25	5.6.25	24.6.25	16.7.25	12.8.25	2.9.25	16.9.25	Grense	
Kimtall 22°C	i.a.	240	i.a.	68	i.a.	62	150		270	200	210	280	97	100	
E. coli	i.a.	<1	i.a.	1	i.a.	<1	<1	2	34	4	15	2	9	0	
Koliforme bakterier	i.a.	5	i.a.	1	i.a.	19	<1	38	66	9	24	10	12	0	
Intestinale enterokokke	i.a.	<1	i.a.	<1	i.a.	<1	<1	1	3	<1	5	<1	<1	0	
Clostridium perfringens	i.a.	<1	i.a.	<1	i.a.	<1	<1	<1	<1	1	3	<1	0	0	

Oppsummering og konklusjoner etter prøvepumping:

Grunnvannsmagasinet består av et **øvre magasin** (åpent) og et **nedre magasin** (lukket eller semilukket). Begge produksjonsbrønner har inntaksfilter i både øvre og nedre magasin, se figur 2-2 og figur 2-3.

Øvre magasin er et åpent infiltrasjonsmagasin, som styres av og fluktuerer i takt med vannstanden i Storevatnet. Magasinet er et infiltrasjonsmagasin, fordi lekkasje fra dammen lenger sør og en andel indusert grunnvannsdannelse fra Storevatnet i nord (ved pumping), er viktige kilder til nydannelse av grunnvann i magasinet. Dammen lenger sør henger over grunnvannsspeilet, og lekker vann ned i grusmassene. Det er med stor sannsynlighet ikke hydraulisk kontakt mellom vannspeilet i dammen og grunnvannsspeilet. Lekkasjen fra dammen skjer uavhengig av om man pumper fra brønner lenger nord eller ikke. En andel av denne lekkasjen (anslått til minimum 25 l/s) drenerer ut i oppkommet

nedstrøms dammen. Den naturlige grunnvannsstrømmen som går gjennom brønnområdet og ut til Storevatnet, er estimert til ca. 60 l/s.

I tillegg til den naturlige grunnvannsstrømmen og industert grunnvannsdannelse fra Storevatnet, er infiltrasjon av overvann fra nedslagsfeltet i lisiden øst for brønnområdet og nedbør på magasinoverflaten i brønnområdet (Sone-A og 1B, se figur 2-20), viktige bidrag til nydannelse av grunnvann til magasinet. Om 60 % av nedbøren infiltreres, betyr dette at 5,6 l/s (22,4 %) av et uttak av 25 l/s balanseres av nedbør innenfor sone 1A og B og det tilhørende nedslagsfeltet i øst. Resterende vannmengde (19,4 l/s) tas fra den naturlige grunnvannsstrømmen gjennom området og industert grunnvannsdannelse fra Storevatnet (gjelder kun B2). Uttak av 25 l/s i brønnområdet påvirker derfor ikke vannføringen i elva.

Nedre magasin, som ligger under et lag med finkornige masser, kan karakteriseres som et lukket eller semilukket magasin. Det artesiske trykket i nedre magasin skyldes at innmating fra lisiden og lekkasje fra dammen i sørøst skjer vesentlig høyere i terrenget, og i utstrømningssonen mot vatnet trykker grunnvannet opp mot finsandlaget. Trykknivået i magasinet fluktuerer i takt med vannstanden i Storevatnet. Selv ved lavt grunnvannsnivå og kontinuerlig uttak av 25 l/s, opprettholdes overtrykket i nedre magasin, med utstrømning mot Storevatnet.

2.2.3. Klassifisering av grunnvannsforekomst

Grunnvannsforekomsten er en del av grunnvannsforekomst 067-000-G Andvik, som i Vann-Nett strekker seg fra Masfjorden og opp til Svartdalen kraftverk. Miljømålet for grunnvannsforekomsten er god kvantitativ og god kjemisk tilstand.

I tabell 2-11 er snitt for grunnvannets innhold av nitrat, klorid, sulfat og ammonium basert på ni prøvetakingsrunder fra B1 og B2 under langtidsprøvepumping presentert. Verdiene for grunnvannet er vesentlig lavere enn vendepunktverdier i vannforskriften. Grunnvannets innhold av tungmetaller er meget lavt. Arsen, krom, kvikksølv og nikkel er ikke påvist over deteksjonsgrense.

Bekjempingsmidler og sum Trikloret og Tetrakloret er heller ikke påvist. Miljømålet om god kjemisk tilstand er dermed oppnådd. Kvantitativ tilstand er også god, og opprettholdes ved planlagt uttak (vannbalanse er dokumentert i kap. 2.2.2).

Tabell 2-11. Prioriterte stoffer med tilhørende terskelverdier og vendepunktverdier for grunnvann (Vedlegg IX i vannforskriften) sammenholdt med analyseresultater for B1 og B2.

Stoffer/Parameter	Terskelverdi	Vendepunktverdi	B1	B2
Nitrat, mg/l	50	37,5	0,74	0,55
Bekjempningsmidler, µg/l	0,1	0,075	<0,01	<0,01
Sum bekjempningsmidler, µg/l	0,5	0,4	ND	ND
Klorid, mg/l	200	150	5,34	3,9
Sulfat, mg/l	100	75	1,43	1,52
Ammonium, mg/l N	0,5	0,4	0,0054	0,0065
Arsen, µg/l	10	7,5	<0,02	0,024
Kadmium, µg/l	5	3,75	0,005	0,007
Bly, µg/l	10	7,5	1,3	1,6
Kvikksølv, µg/l	0,5	0,4	<0,002	<0,002
Sum av Trikloret og Tetrakloret, µg/l	10	77,5	<0,1	<0,1

2.2.4. Overvåkning av grunnvannsmagasinet

Det nye grunnvannsanlegget ligger på kote 11 til 16 i sørenden av Storevatnet. Brønnene er etablert mer 3000 meter fra havet. Saltvannsinntrengning i grunnvannsmagasinet er derfor en uaktuell problemstilling.

Grunnvannsmagasinet skal overvåkes ved at det etableres trykkfølere for overvåking av vannstand i produksjonsbrønn B1 og B2, samt grunnvannsnivå i minimum ett peilerør ved hver brønn. Utpumpet vannmengde skal registreres kontinuerlig. Grunnvannets kvalitet skal overvåkes ved den prøvetaking som kreves i drikkevannsforskriften.

2.2.5. Utslipp av vann til vassdrag

Det skal ikke slippes ut vann i vassdrag.

2.2.6. Re-infiltrasjon

Det skal ikke re-infiltreres vann til grunnvannsmagasinet.

2.3. Teknisk plan for det søkte alternativ

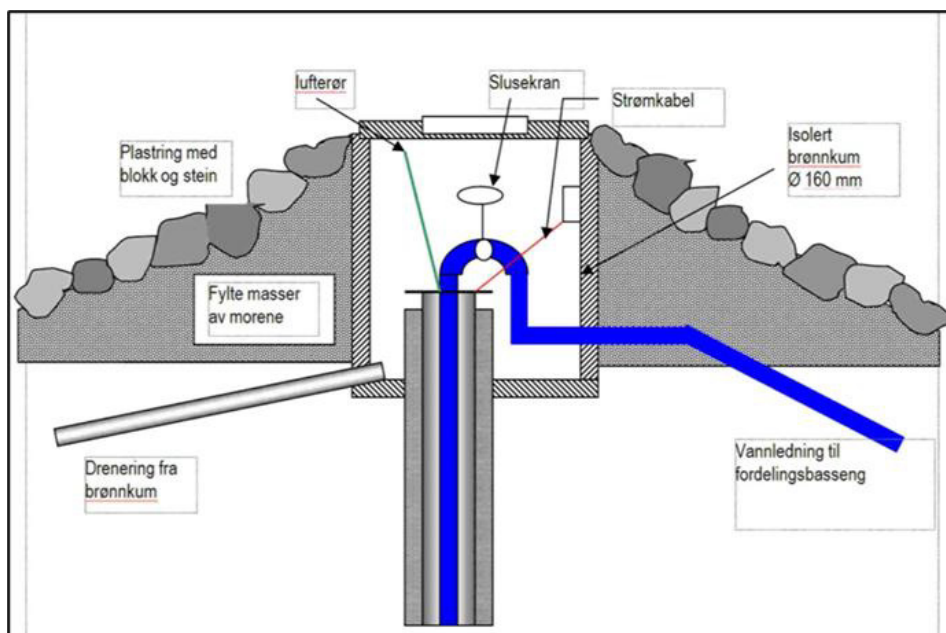
2.3.1. Vannuttak og brønnutforming

Ved et fremtidig midlere uttak på 21 l/s og maksimalt uttak av 25 l/s, fordeles uttaket likt mellom B1 og B2 ved normale nedbørforhold. I lengre perioder med unormalt lite nedbør fordeles uttak av 25 l/s med 11 l/s fra B1 og 14 l/s fra B2. Det er aktuelt å etablere en tredje brønn innenfor eksisterende brønnområde for å fordele uttaket på tre brønner i tørre perioder av lengre varighet. Dette utføres eventuelt etter at konsesjon for tiltaket er gitt.

Begge produksjonsbrønner er vertikale rørbrønner med inntaksfilter satt i permeable løsmasser (sand/grus). Detaljert beskrivelse av produksjonsbrønner fremgår av kapittel 2.1.2 og utførte sikringstiltak under prøvepumping beskrevet i kapittel 2.1.3.

For å tilfredsstille TEK-17 mht. til flomsikring, skal syrefast brønnrør i B2 forlenges med 0,5 meter før vannverket settes i drift. Varerør for trykkføler forlenges også med 0,5 meter. Det lages ny «som bygget tegning» når dette er utført. Begge brønner skal i tillegg sikres ved at det etableres overbygning bestående av kum i jordvoll av egnede løsmasser, se prinsippskisse i figur 2-41.

Det er vedlagt et detaljert kart (1:5000) over tiltaksområdet der brønnområdet og alle brønnene, både produksjonsbrønner og peilebrønner, er inntegnet.



Figur 2-41. Eksempel på brønnkum sikret voll av egnede løsmasser. Brønntopp over beregnet 1000-årsflom.

2.3.2. Klausulering

2.3.2.1. De viktigste risikoreduserende tiltak

De viktigste risikoreduserende tiltak er vurdert ut fra farekartlegging og resultater fra prøvepumping, og er allerede gjennomført i november 2024, se kapittel 2.1.3 og beskrivelse under:

1. Inngjerding av nordre del av grunnvannsmagasinet. I beskyttelsesplanen (klausulering) vil det bli forbud mot beitedyr innenfor inngjerdet område.
2. Oppfylling med 1 m fine sandmasser rundt B2 med fall vekk fra brønnen.

Disse tiltakene kombinert med de utarbeidede sonegrenser og aktivitetsregulerende bestemmelser, medfører at den viktigste risikofaktoren er under kontroll. I tillegg kommer heving av brønntopp i B2, som på grunn av flytting av brønnpunkt under brønnetablering ble etablert 0,44 meter lavere enn estimert 1000-årsflom på kote 12,7. Begge brønner skal i tillegg sikres med overbygning bestående av kum i jordvoll av egnede løsmasser.

2.3.2.2. Grunnlag for soneinndeling og bestemmelser

Utførte grunnundersøkelser og geofysiske undersøkelser har gitt kunnskap om magasinets sammensetning, mektighet av umettet sone og permeable sedimenter. Informasjonsgrunnlaget inkluderer:

1. Data fra fullskala prøvepumping i 525 døgn i 2024 og 2025. Uttak av 25 l/s fordelt på B1 og B2.
2. Grunnvannets strømningsmønster ved ubelastet tilstand, og ved uttak av 25 l/s.
3. Hydrauliske beregninger (strømningshastighet, influensområde, nødvendig bredde) og vannbalanseberegninger.

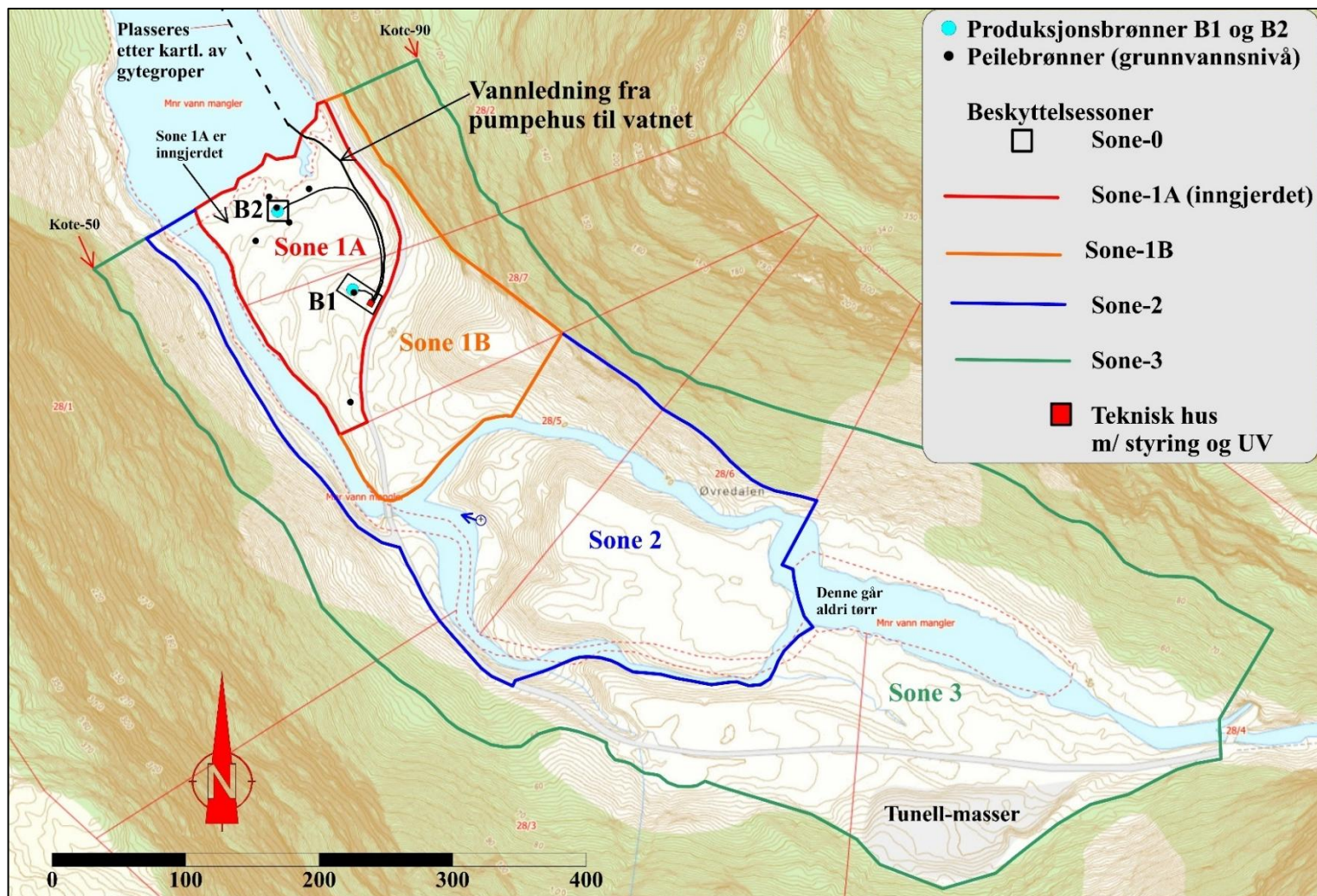
I tillegg er informasjon om eksisterende arealbruk og eiendomsforhold viktig ved inndeling i soner og bestemmelser.

Klausuleringsplanen med soneinndeling og tilhørende bestemmelser ble presentert for grunneierne på orienteringsmøte i Masfjorden 13. november 2025. De foreslåtte beskyttelsessonene er utarbeidet med basis i retningslinjer gitt av Folkehelseinstituttet (Folkehelseinstituttet, 2016) og veileder fra NGU (Gaut, 2011). Sonegrensene er så langt det er mulig søkt tilpasset eiendomsgrenser, vassdragskanter, veier og lignende slik de fremgår av kart og flybilder. Soneinndelingen er vist på kart i figur 2-42. Forslaget til aktivitetsregulerende bestemmelser er listet opp sonevis, slik at bestemmelser som gjelder for en sone også gjelder for de innenfor liggende sonene, såfremt de ikke er innskjerpet, se kapittel 2.3.2.4.

Beskyttelsesplanen tar utgangspunkt i et kontinuerlig uttak av 25 l/s. Det er benyttet følgende soneinndeling:

- **Sone 0:** Sone rundt hver brønn og bygg, inngjerdes normalt med 1,8-2 m høyt gjerde med låsbar port.
- **Sone 1A og 1B:** Det nære tilsigsområdet. Grunnvann ved yttergrensen av sone 1B skal i teorien benytte minimum 60 døgn fram til brønn under full pumpebelastning (25 l/s). Dette er kontrollert med beregnet hastighet på grunnvannsstrøm oppstrøms brønnområdet.
- **Sone 2:** Defineres som det fjerne tilsigsområdet, og omfatter det viktigste infiltrasjonsområdet for grunnvannsmagasinet.
- **Sone 3:** Det ytre verneområdet. Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet (usikre deler av tilsigsområdet og deler av nedbørfeltet som drenerer mot tilsigsområdet).

2.3.2.3. Soneinndeling – Masfjorden vassverk – Øvredalen



Figur 2-42. Kart med sone-0, 1, 2 og 3 for grunnvannsbrønner i Øvredalen. Utarbeidet av Asplan Viak AS 17.10.25. Forslag til plassering av vannledning på land er vist med sort strek fra brønner til hus og fra hus til vatnet. Vannledning gjennom vatnet er vist med sort stiplet linje. Endelig plassering bestemmes etter kartlegging av gytgroper.

2.3.2.4. Aktivitetsregulerende bestemmelser

Sone 3:

Sone 3 defineres som det ytre verneområdet, og omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet (usikre deler av tilsigsområdet og deler av nedbørfeltet som drenerer mot tilsigsområdet). Foreslåtte restriksjoner og arealbruk innenfor denne sonen styres i stor grad av kommunenes arealplaner (kommuneplan og kommunedelplan) og annet lovverk som forurensningsloven, vannressursloven og plan- og bygningsloven. Følgende bestemmelser og restriksjoner er aktuelle i sone 3:

1. Spørsmål om terrenginngrep og aktivitetsendringer som ikke er nevnt spesielt i det etterfølgende skal forelegges drikkevannsmyndighetene og konsekvensvurderes før det blir gitt tillatelse til gjennomføring. Så fremt konsekvensvurdering tilsier risiko skal det utarbeides handlings- og beredskapsplaner for å unngå akutt forurensing.
2. Forbud mot etablering av bedrifter, virksomheter eller anlegg som kan utgjøre en potensiell forurensningstrussel mot grunnvannet. Bestemmelsene omfatter også bedrifter som bruker slike stoffer som råstoff i produksjonen.
3. Forbud mot deponering av husholdningsavfall, kloakkslam og annet organisk avfall (gjelder også mellomlagring av kloakkslam til bruk på dyrket mark).
4. Forbud mot ubeskyttet lagring utendørs av stoffer med utvaskbare kjemikalier. Kunstgjødsel kan lagres ute på pall dersom emballasjen hindrer utvasking.
5. Forbud mot lagring av drivstoff, plantevernmidler eller kjemikalier i større mengder enn det som er eventuelt er nødvendig for ev. landbruksrelatert virksomhet.
6. Forbud mot nedgravde olje- eller kjemikalietanker. Maksimum lagertank for olje og oljeprodukter er 0,2 m³. Lagertanker må stå på tett underlag med kanter støpt høye nok til å samle opp hele tankens innhold.
7. Forbud mot større/felles separate avløpsanlegg.
8. Forbud mot veisalting. Dispensasjon kan gis i spesielle tilfeller.

Det kan tillates bruk av gjødsel og godkjente sprøytemidler i evt. jordbruksområder i henhold til godkjent gjødselplan. Vannverkseier må i så fall varsles i forkant.

Sone 2:

Sone 2 defineres som det fjerne tilsigsområdet, og omfatter det viktigste infiltrasjonsområdet for grunnvannsmagasinet. Innenfor sone 2 anbefales det forbud mot følgende aktiviteter som kan medføre økt forurensningsfare:

9. Forbud mot ny bebyggelse, med unntak av enkle bygninger (uten innlagt vann) tilknyttet skogbruk/landbruk (vedlager, flyttbare skogsbrakker etc.)
10. Forbud mot infiltrasjon av avløpsvann i grunnen.
11. Forbud mot masseuttak (gjelder også elveleiet).
12. Forbud mot omfattende gravearbeider i elveløp. Eventuelle tiltak for å hindre videre erosjon fra elv bør konsekvensutredes og skal forelegges drikkevannsmyndigheter og vassdragsmyndigheter for endelig godkjenning.
13. Forbud mot bruk av plantevernmidler/sprøytemidler.
14. Forbud mot all lagring av kjemikalier olje og oljeprodukter.

15. Forbud mot leirslagning, camping og oppstilling av bobiler.
16. Forbud mot etablering av andre grunnvannsbrønner enn i tilknytning til vannverket.

Sone 1B:

Sone 1B og 1A utgjør det nære tilsigsområdet. Grunnvann ved yttergrensen skal i teorien benytte minimum 60 døgn fram til brønn under full pumpebelastning (25 l/s). Følgende restriksjoner foreslås for sone **1B**:

17. Forbud mot ny bebyggelse med unntak for bygg nødvendig for vannverket.
18. Forbud mot lagring av fôr (silo, lutet halm, rundballer etc.).
19. Forbud mot bruk av naturgjødsel og kunstgjødsel.
20. Beitedyr (sau) kan tillates.
21. Forbud mot foring av beitedyr/husdyr (rundball, saltsteiner, kraftfor etc.).
22. Forbud mot oppstilling/parkering av kjøretøy med unntak av for drift av vannverket og drift av ev. landbruksarealer.
23. Forbud mot fylling av drivstoff.

Sone 1A:

Sone 1A er den delen av Sone 1 hvor brønnene er etablert. Alle bestemmelser for sone 1B gjelder også for Sone 1A. Dette delområdet er inngjerdet for å holde beitende sau unna brønnområdet. Prøvepumpingen har vist at fekal forurensing fra sauer nær B2 har gitt bakteriell forurensing av grunnvannet (se kap. 2.1.3 og 2.2.2.3).

24. Forbud mot beitedyr

Sone 0 (Brønnområdet):

Sone 0 skal kun benyttes til aktivitet knyttet til driften av vannverket. Området rundt hver brønn og bygg skal derfor inngjerdes. Gjerdet bør ha en høyde på 1,8 - 2m. Adkomst til brønner og bygg må skje via låst port. Brønnene beskyttes i tillegg med overbygning (kum i jordvoll).

2.3.3. Arealinngrep

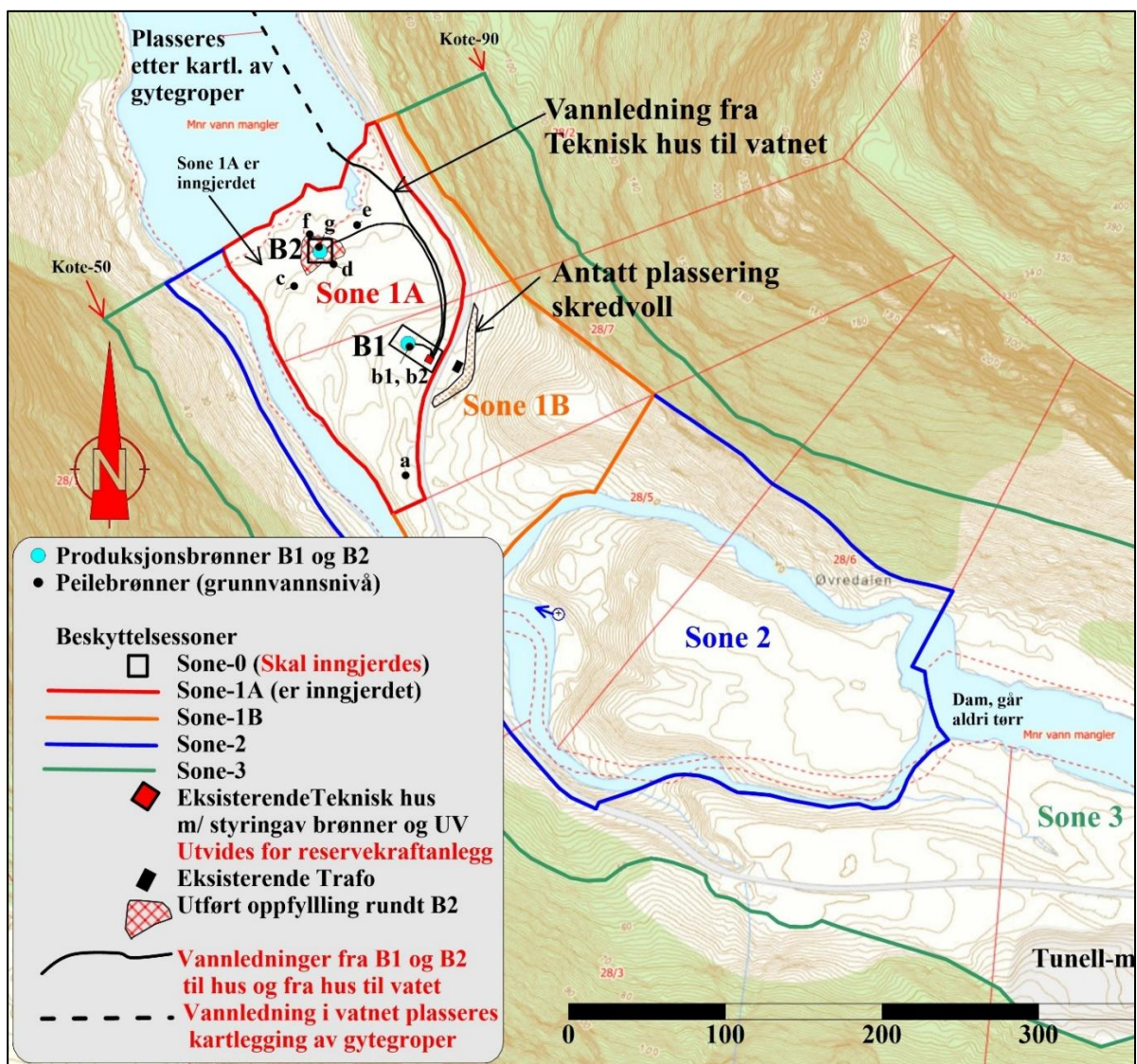
I tillegg til eksisterende inngrep beskrevet i kapittel 1.5, medfører tiltaket følgende nye arealinngrep (se plassering på kartene i figur 2-43 til figur 2-45):

1. Sone-0 skal kun benyttes til aktivitet knyttet til driften av vannverket. Området rundt hver brønn og bygg skal derfor inngjerdes (figur 2-43). Gjerdet bør ha en høyde på 1,8 - 2m. Adkomst til brønner og bygg må skje via låst port.
2. Sone-1A er allerede inngjerdet for å holde beitedyr unna brønnområdet (figur 2-43).
3. Hus for reservekraftanlegg plasseres ved eksisterende teknisk hus ved B1 i Sone-0. Alternativt utvides det eksisterende bygget (figur 2-43).
4. B1 og B2 sikres med brønnekum med omliggende voll av egnede løsmasser, se eksempel i figur 2-41.
5. Det skal legges permanente vannledninger fra brønner til eksisterende teknisk hus, og vannledning fra teknisk hus til vatnet (figur 2-43). Videre legges 225 mm vannledning gjennom Storevatnet til eksisterende infrastruktur i nordenden av vatnet (figur 2-44). Ledningstrase i Storevatnet bestemmes etter kartlegging av gytegrøper.

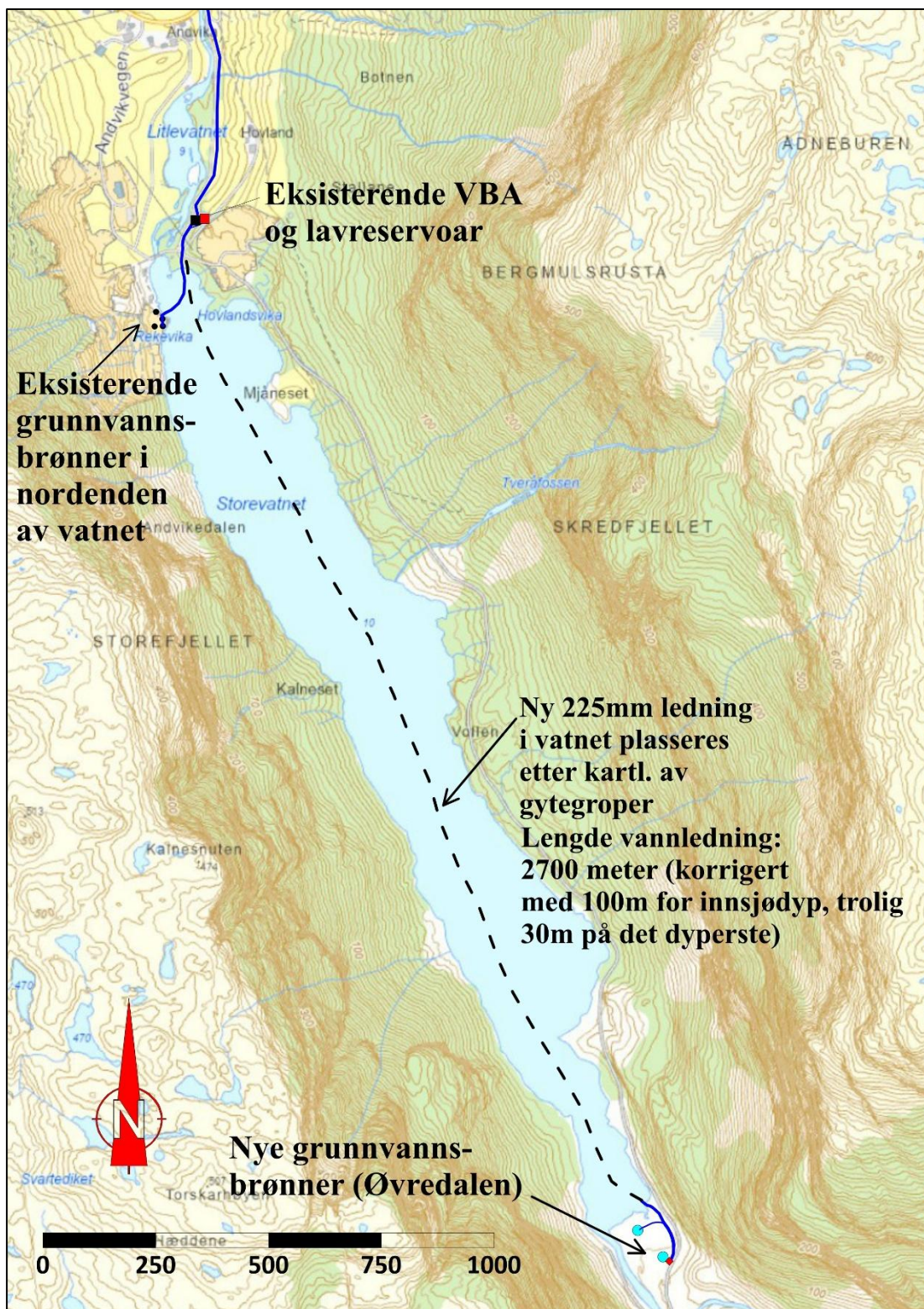
6. I nordenden kan vannledningen i vatnet i første omgang koples til eksisterende ledningsnett fra vatnet til eksisterende VBA og lavreservoar (figur 2-45). På sikt må ledningen fra vannkanten til VBA skiftes ut til større dimensjon. Dette skjer i samme trase som eksisterende ledningsnett mellom vatnet og VBA (figur 2-45).
7. Brønnområdet er utenfor aktsomhetsområdet for jord- og flomskred, men innenfor aktsomhetsområder for snøskred og steinsprang (utløpsområde). Det er ingen registrerte skredhendelser i direkte nærhet til tiltaksområdet. Det planlegges derfor skredsikring av området øst for B1 og nødvendige bygninger med jordvoll (øst for veien). Dette tiltaket er ikke prosjektert p.t., og vil bli nærmere beskrevet i en senere fase (i Detaljplan for miljø og landskap). Forslag til plassering av voll er antydnet i figur 2-43.

Det skal ikke utarbeides reguleringsplan/detaljregulering i forbindelse med grunnvannstiltaket. Nye inngrep skal derfor behandles i forbindelse med konsesjonssøknaden.

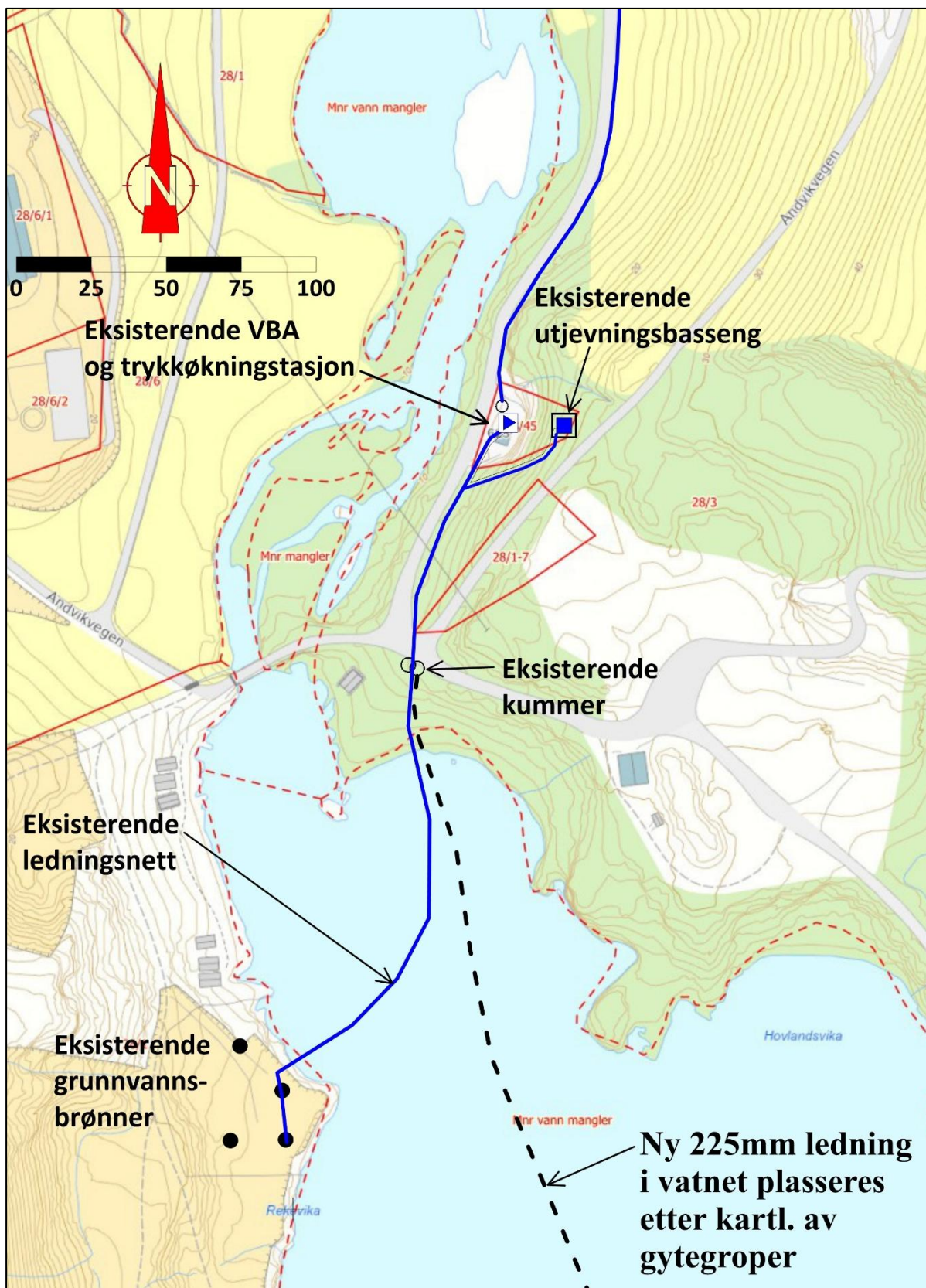
Inngrep som ikke er ferdig prosjektert på nåværende tidspunkt, må behandles i forbindelse med detaljplan for miljø og landskap. Dette gjelder vannledning gjennom Storevatnet og tilkobling til eksisterende anlegg på nordsiden av vatnet, utvidelse av teknisk hus ved B1 og skredvoll øst for B1.



Figur 2-43. kartutsnitt med sonegrenser og arealinngrep i brønnområdet.



Figur 2-44. Kart vannledning gjennom Storevatnet til eksisterende infrastruktur i nordenden av vatnet.



Figur 2-45. Kart med dagens brønnområde og eksisterende VA infrastruktur i nordenden av Storevatnet.

2.4. Fordeler og ulemper ved tiltaket

Eksisterende grunnvannsanlegg i nordenden av Storevatnet vurderes som sårbart, både med hensyn til kapasitet og at vannverket ikke har godkjent reservevannkilde. Kun en av de to nyeste brønnene fra 2016 fungerer i dag. Det nye grunnvannsanlegget i Øvredalen vil med en dimensjonerende vannmengde på 21 l/s i snitt over året og maksimalt 2 160 m³/døgn (25 l/s) ivareta både dagens vannforbruk for eksisterende abonnenter, og forventet økt vannforbruk i forbindelse med utvidelse av næringsliv og nye abonnenter. Ved etablering av et nytt grunnvannsanlegg i Øvredalen vil dermed forsyningssikkerheten til Masfjorden vassverk, som forsyner store deler av både Masfjorden kommune og Gulen kommune, øke betraktelig.

Rent områdehygienisk er det nye brønnområdet i sørenden av vatnet meget godt egnet, fordi det utover beitedyr (sau) er lite aktivitet i brønnenes tilsigsområde. Grunnvannet har meget god fysisk-kjemisk kvalitet, og utførte sikringstiltak med hensyn til fekal forurensning har også medført sterk forbedring av mikrobiologisk kvalitet. Vannbehandling vil være enkel, det er kun behov for lufting, pH-justering og UV.

Grunnvannsutttaket utløser krav om klausulering av deler av grunnvannsmagasinet, noe som gir et større vern av området. Det vil imidlertid også innebære visse restriksjoner på arealbruken innenfor definerte soner, der den største negative konsekvensen er forbudet mot beitedyr innenfor Sone 1A. Inngjerding av brønnområdet vil medføre ulemper for terrestrisk miljø, landbruk og friluftsliv. Virkninger og konsekvenser av dette er nærmere beskrevet i hhv. kap. 3.5, 3.13 og 3.15.

2.5. Arealbruk og eiendomsforhold

Arealbruk

Tiltaksområdet ligger i munningen av Øvredalen, og omkranses av bratte fjellsider. Det går en adkomstvei forbi brønnområdet og inn til et kraftverk, og ellers er det utmarksbeite for sau i området. Området brukes noe til rekreasjon/friluftsliv, men utover dette er området i liten grad preget av menneskelig aktivitet, bebyggelse og infrastruktur.

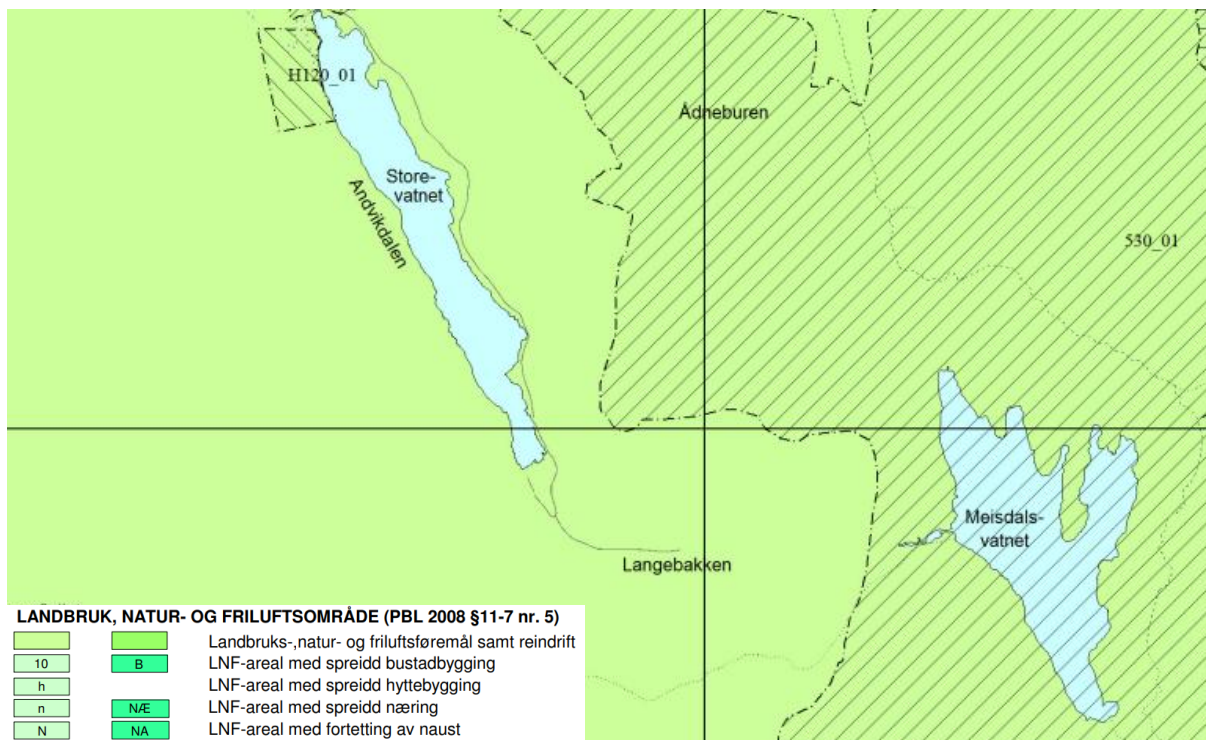
Eiendomsforhold og forholdet til eventuelt andre rettighetshavere

Oversikt over berørte grunneiere og rettighetshavere er gitt i vedlegg 6. Grunneiere og rettighetshavere ble orientert om planene for det nye grunnvannsanlegget på grunneiermøte avholdt 13.11.2025. Kommunen utarbeider forslag til avtaler som sendes berørte grunneiere, og vil deretter gå i forhandling med hver enkelt. Områder innenfor sone 1A (inngjerdet), vil kommunen inngå kjøpsavtale for. De andre områdene, inkl. sone 1B, vil omfattes av forbud og rettigheter, og skal derfor tinglyses.

2.6. Forholdet til offentlige planer og nasjonale føringer

Kommuneplaner

I gjeldene kommuneplan (2018-2030) er tiltaksområdet avsatt til LNFR-formål, se utsnitt av arealplankart i figur 2-46. Ved revisjon av kommuneplanens arealdel, vil det bli lagt inn en hensynssone «H300 – sikring av drikkevann» i henhold til sonegrensene i klausuleringsplanen.



Figur 2-46 Utsnitt av Masfjord kommunes arealplankart. Tiltaksområdet er avsatt til LNFR formål.

Verneplan for vassdrag

Tiltaksområdet er en del vassdrag 067.1Z Andvikelvi. Dette er ikke et vernet vassdrag, og ligger heller ikke i nærheten av et vernet vassdrag.

Nasjonale laksevassdrag

Berørte vannforekomster er ikke en del av nasjonale laksevassdrag eller laksefjorder.

Vannforskriften

Vannforskriften §§ 4 til 7 setter krav om at vannmiljøet i elver, innsjøer, grunnvann og kystvann skal beskyttes mot forringelse, og at miljøtilstanden skal forbedres. Miljømålet for grunnvannsforekomster er minimum *god kvantitativ* og *god kjemisk* tilstand, og miljømål for elver og innsjøer er minimum *god økologisk* og *god kjemisk* tilstand, med mindre unntaksbestemmelser som gjelder fysiske inngrep - «sterkt modifiserte vannforekomster (§ 5) eller «mindre strenge miljømål» (§ 10), kommer til bruk. For vannforekomster som har «svært god tilstand», er miljømålet at disse skal opprettholde «svært god tilstand». Status for miljømål i Vann-Nett for grunnvannsmagasinet og oppstrøms og nedstrøms vannforekomster, er oppsummert i tabell 2-12.

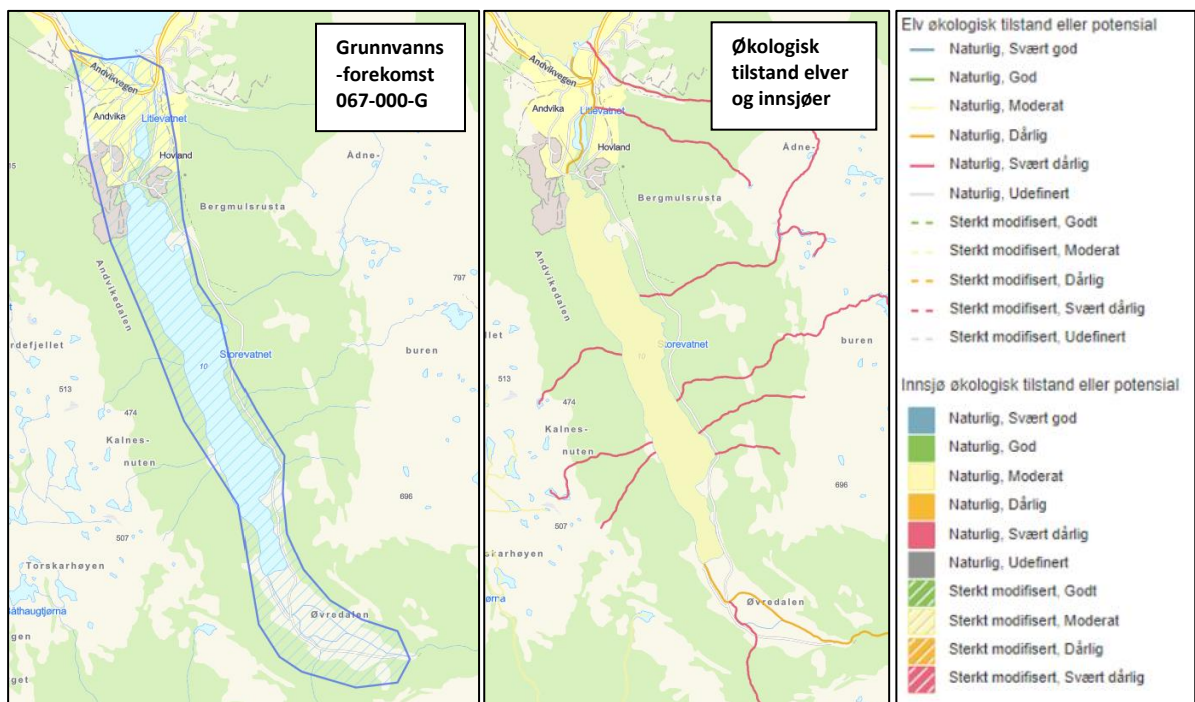
Tiltaksområdet er en del av grunnvannsforekomst 067-000-G Andvik, som i Vann-Nett strekker seg fra Masfjorden og opp til Svartdalen kraftverk (se avgrensning på kartet til venstre i figur 2-47). Forekomsten er oppgitt til å ha *god kvantitativ* og *god kjemisk* tilstand, men datagrunnlaget som vurderingen baseres på er dårlig. Grunnvannsundersøkelser utført i forbindelse med omsøkt tiltak dokumenterer god kvantitativ og god kjemisk tilstand for den øvre delen av grunnvannsforekomst 067-000-G Andvik, altså fra sørlig del av Storevatnet og opp til kraftverket (nedre del er ikke undersøkt). Dette er beskrevet i kap. 2.2.3.

Miljøtilstand i Meisdalsvatnets utløpselv, som renner forbi grunnvannsforekomsten og inn i Storevatnet, er klassifisert som dårlig på grunnlag av biologiske klassifiseringsdata (bunnfauna og fisk) med høy presisjon, det samme er Andvikelvi, som er utløpselva fra Storevatnet og som renner ut i Masfjorden. Selve Storevatnet er klassifisert med moderat økologisk tilstand. Ingen av disse

vannforekomstene er klassifisert med hensyn til kjemisk tilstand. Økologisk tilstand for elver og Storevatnet er vist på kartet til høyre i figur 2-47.

Tabell 2-12 Miljømål og -tilstand i vannforekomster i nærheten av tiltaket. Info er hentet fra Vann-Nett.

Navn	Andvik	Meisdalsvatnet utløpselv	Storevatnet	Andvikelvi
Id	067-000-G	067-260-R	067-26161-L	067-259-R
Miljømål				
Økologisk (R, L)/ Kvantitativ (G)	God	God	God	God
Kjemisk	God	God	God	God
Oppnås	-	2022-2027	2022-2027	2022-2027
Risiko	-	Nei	Nei	Nei
Miljøtilstand økologisk (R, L) / Kvantitativ (G)				
Tilstand	God	Dårlig	Moderat	Dårlig
Basert på	Påvirkningsanalyse	Biologiske klassifiseringsdata (bunnfauna og fisk)	Modellert	Biologiske klassifiseringsdata (bunnfauna og fisk)
Presisjon	Lav	Høy	Middels	Høy
Miljøtilstand kjemisk				
Tilstand	God	Ikke klassifisert	Ikke klassifisert	Ikke klassifisert
Presisjon	Lav	-	-	-
Påvirkninger				
1	Beskrivelse	Mulig saltvanns- inntrengning	Sur nedbør	Sur nedbør
	Påvirknings- grad	Ukjent	Middels	Middels
	Status tiltak	-	Pågår (5105-1182-M)	Pågår (5105-1182-M)
2	Beskrivelse	Innmarksbeite	Hydrologiske endringer (Svartdalen kraftverk)	Hydrologiske endringer (Svartdalen kraftverk)
	Påvirknings- grad	Liten	Middels	Middels
	Status tiltak	-	-	-

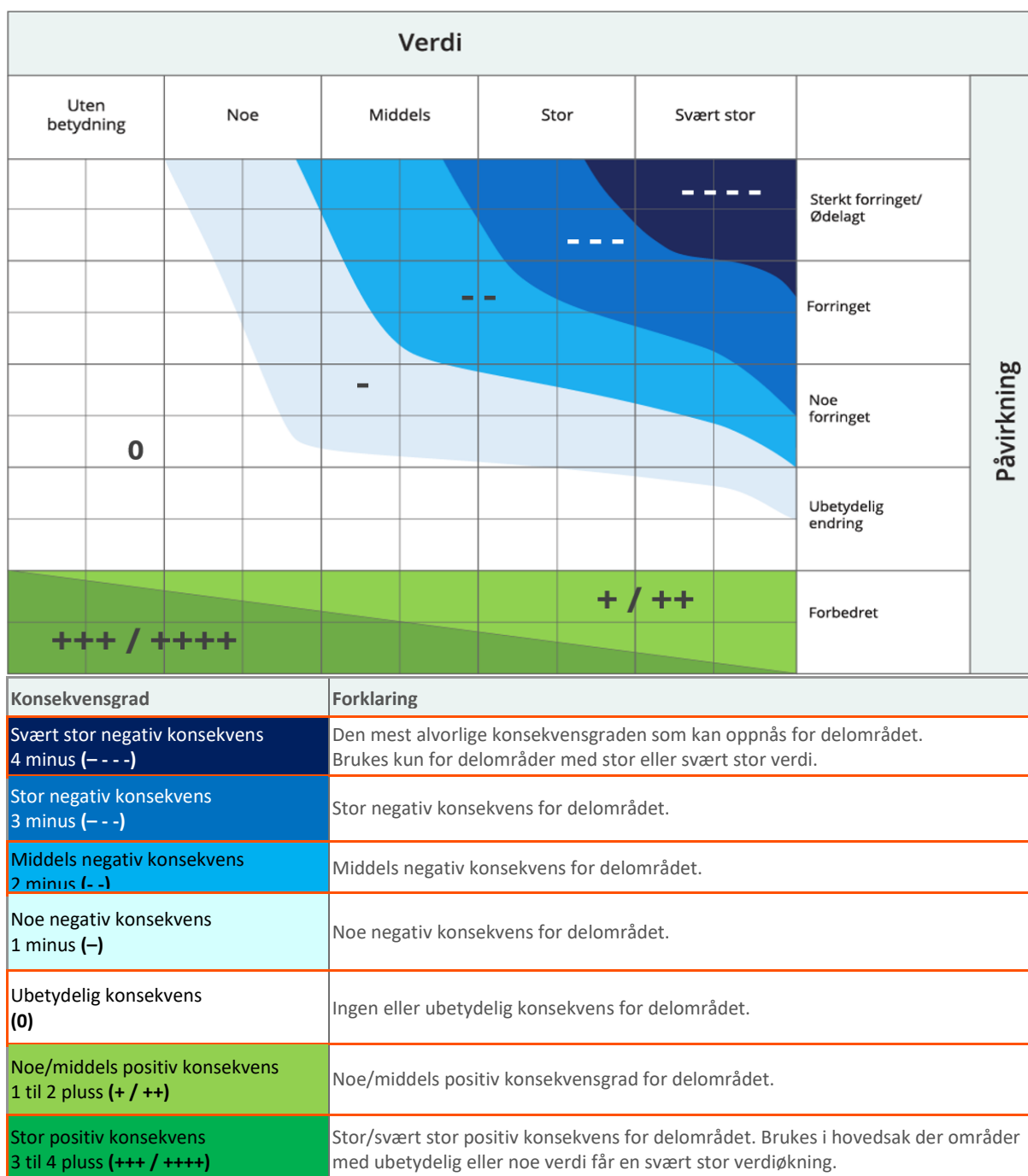


Figur 2-47 Utsnitt fra Vann-Nett. Avgrensning av grunnvannsforekomsten er vist i figuren til venstre, mens økologisk tilstand i elver og innsjøer i nærheten av tiltaksområdet er vist til høyre.

3. VIRKNINGER FOR MILJØ, NATURRESSURSER OG SAMFUNN

Det er i dette kapittelet sett på virkninger tiltaket har på miljø, naturressurser og samfunn. Nåværende tilstand er beskrevet fra et kunnskapsgrunnlag innhentet gjennom befaringer, feltundersøkelser, samt eksisterende informasjon og data fra relevante kilder. Basert på tiltakene som utføres, er det gjort vurderinger av forventet utvikling og konsekvenser.

Sammenstilling og endelig vurdering av konsekvens er i hovedsak gjort etter prinsipper fra Miljødirektoratets veileder M-1941 *Konsekvensutredninger for klima og miljø* (2025). For tema naturmangfold er konsekvensvurderinger utført iht. V712 (Statens vegvesen 2021) jf. gjeldende veiledninger. For temaer der det ikke er relevant å gi en verdi, er det heller ikke mulig å gi en resulterende konsekvens. For disse temaene er det kun angitt virkning.



Figur 3-1 Konsekvensviften med skala og veiledning for konsekvensvurderinger. Figur og tabell er hentet fra Miljødirektoratets veileder M-1941 (2025).

3.1. Virkninger for grunnvannsmagasinet

B1 og peilebrønner – grunnvannsnivå:

- Vannstand i B1 og nærliggende peilebrønner fluktuierer i takt med vannstanden i Storevatnet og med stor sannsynlighet vannstand i dammen, se figur 2-24. Større vannhøyde i dammen gir større infiltrasjonsflate, større trykkehøyde og følgelig mer grunnvannsdannelse.
- Peilebrønn-a med filter i øvre magasin står 85 m sør for B1 lengst sør i området. Dette peilerøret viser liten påvirkning av pumpingen, og representerer den naturlige variasjonen i magasinet. Grunnvannsnivået varierer med ca. 1 meter i hele perioden
- Peilebrønn-b2 har filter i øvre magasin og står 1,5 m fra B1. Peilebrønnen viser ca. 2 m senkning som følge av uttaket av 12,5 l/s fra B1. Vannstanden varierer etter nedbørsforholdene. Kun etter lengre perioder med lite nedbør er grunnvannsnivået i dette peilerøret lavere enn vannstanden i vatnet. Dette er en lokal senkning nær brønnen, og ikke nok til at det induseres vann fra Storevatnet.
- Peilebrønn-b1 har filter i nedre magasin, og står også 1,5 m fra B1. Også dette peilerøret viser ca. 2 m senkning som følge av uttaket. Trykknivået i nedre magasin ligger i store deler av perioden 1-1,5 meter høyere enn vannstanden i øvre magasin, og senkes aldri lavere enn vannstanden i vatnet.
- B1 trekker på grunnvannstrømmen fra sørøst. Stor senkning etter langvarige perioder med lite nedbør skyldes stor gradient og filtertap på opp mot 2 meter i brønnen, som medfører at man ikke greier å skape nok senkning i magasinet til å fange inn en større bredde av grunnvannsstrømmen, se figur 2-24. Nødvendig bredde for å balansere et uttak på 12,5 l/s fra B1 ved lavt grunnvannsnivå er av størrelsesorden 20 meter, se figur 2-30 og figur 2-31.

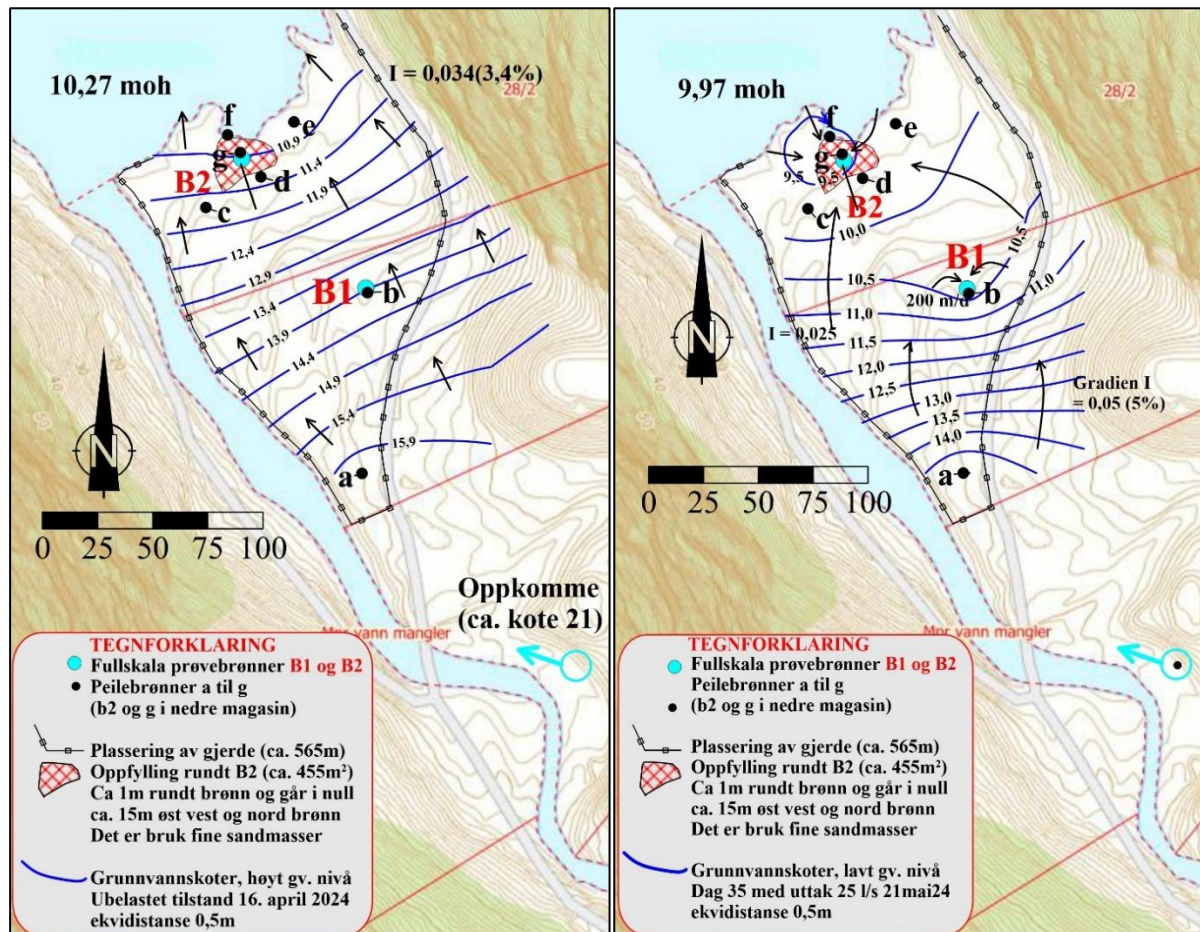
B2 og peilebrønner – grunnvannsnivå:

- Vannstand i B2 og nærliggende peilebrønner fluktuierer i takt med vannstanden i Storevatnet, se figur 2-25. Peilebrønn-c og d med filter i øvre magasin står hhv. 27 m og 13,5 m sør for B2 (lenger unna vatnet og noe høyere i terrenget). Begge disse viser ca. 2 m senkning som følge av uttak av 12,5 l/s fra B2. Vannstand i peilebrønn-c er kun ved 2-3 målinger så vidt lavere eller lik vannstand i vatnet, men ligger ellers 0,5-1 m over. Vannstand i peilebrønn-d som står nærmere B2 ligger i perioder likt med vannstand i vatnet eller 0,2-0,4 m lavere.
- Peilebrønn-e og f har også filter i øvre magasin og står ute ved vannkanten hhv 30 m og 13 m fra B2. Vannstanden i disse ligger konsekvent noe lavere enn vannstanden i vatnet. Dette betyr at det som naturlig er et utstrømningsområde endres til et lokalt innstrømningsområde hvor det lekker inn vann fra Storevatnet (indusert grunnvannsdannelse).
- Peilebrønn-g har filter i nedre magasin, og står ca. 3 m fra B2. Også dette peilerøret viser 1-2 m senkning som følge av uttaket. Trykknivået i nedre magasin ved B2 ligger konsekvent 1-1,5 m høyere enn vannstanden i vatnet og i lange perioder høyere enn terrengnivået. Området ute ved vatnet utgjør fortsatt et utstrømningsområde for grunnvann fra nedre magasin ut i vatnet.

Det nye grunnvannsanlegget ligger på kote 11 til 16 i sørenden av Storevatnet. Brønnene er etablert mer enn 3000 meter fra havet. Saltvannsinntrengning i grunnvannsmagasinet er derfor en uaktuell problemstilling.

Endring av strømningsmønster som følge av uttak:

Grunnvannets strømningsmønster før pumpestart (ubelastede forhold, venstre) og etter 35 døgns kontinuerlige uttak av 25 l/s (høyre) sees i figur 3-2. Under ubelastede forhold strømmer grunnvannet nordvestover parallelt med elva med utstrømning i Storevatnet. Grunnvannets gradient er 3,5 %. Grunnvannsmengden som strømmer ut i vannet er beregnet til ca. 60 l/s. Etter 35 døgns med pumping av 12,5 l/s fra B1 og 12,5 l/s fra B2 er strømningsmønsteret noe endret. Grunnvannet strømmer fortsatt parallelt med elva. Gradienten sør for B1 er nå 5 %, og utstrømningssområdet ved B2 er endret til et lokalt innstrømningsområde. B1 trekker på grunnvannstrømmen fra sørøst, mens B2 dels inducerer grunnvann fra vatnet.



Figur 3-2. Strømningsmønster før pumpestart 16. april-24 (venstre) og etter 35d døgns med uttak av 25 l/s (høyre).

Vurdering av virkning:

Uttak av 25 l/s medfører en avgrenset og lokal endring av strømningsmønsteret, og prøvepumpingen har dokumentert at det oppstår balanse mellom grunnvannsuttak og nydannelse av grunnvann. Grunnvannsnivået stiger meget raskt igjen når nedbørs situasjonen blir normal etter lengre tørtperioder. Uttaket vil garantert ikke medføre varig senkning av grunnvannsstanden.

Utover lokal senkning av grunnvannsnivået rundt hver produksjonsbrønn, vurderes tiltakets virkning på grunnvannsmagasinet som *ubetydelig*.

3.2. Virkninger for nærliggende vassdrag

Grunnvannsmagasinet har så stort areal og mektighet at magasinet jevner ut variasjoner i vannføring over året. Georadarmålingene viser 15-19 meter med sand/grus i store deler av området, hvorav anslagsvis 12 meter ligger under grunnvannsspeilet. Løsmasseavsetningen utgjør ca. 150 dekar. Den naturlige grunnvannstrømmen gjennom området er estimert til 60 l/s. Uttak av 25 l/s i brønnområdet påvirker ikke vannføringen i elva (Meisdalsvatnets utløpselv), og tiltakets virkning på nærliggende vassdrag er ut fra dette vurdert som *ubetydelig*.

3.3. Risikovurdering for skade og klimaendringer

3.3.1. Setninger og setningsskader

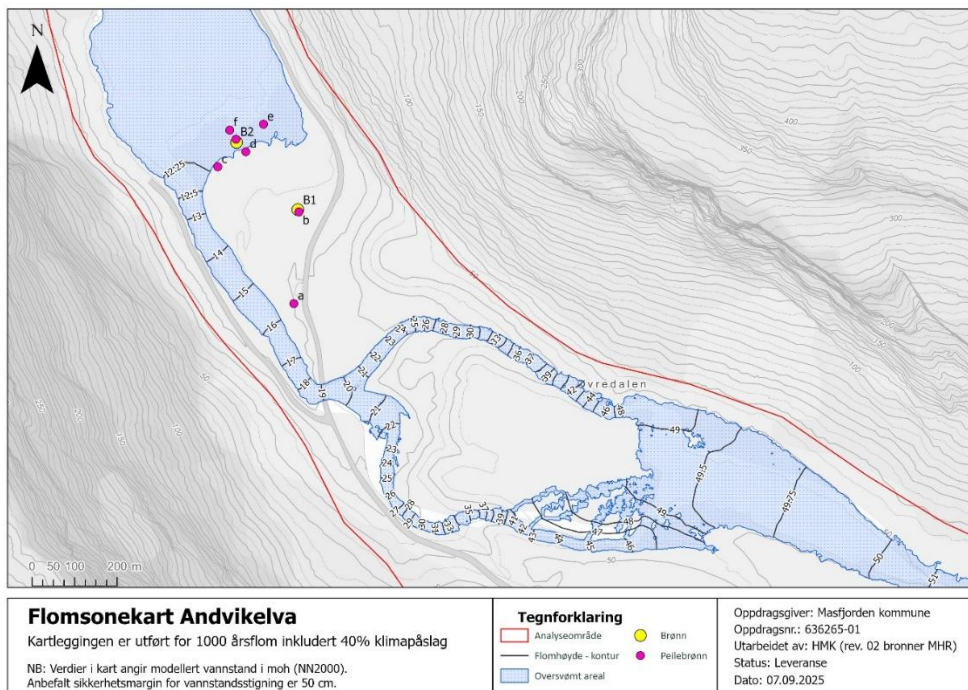
Grunnvannsmagasinet er detaljert kartlagt med både georadarmålinger, sonderboringer og brønnetablering. I brønnområdet er det i hovedsak grusig sand ned til 9-13 m dybde, og deretter et 2-5 m tykt lag bestående av siltig fin til middels sand. Under finsandlaget er det igjen grusige masser av varierende tykkelse. Grunnvannsuttaget medfører en begrenset senkning av grunnvannsnivået rundt produksjonsbrønnene (ca. 2 m senkning målt i peilebrønner ved siden av produksjonsbrønner). Senkningen avtar radielt ut fra brønnene. Dokumenterte masser i dette nivået er ikke setningsømfintlige.

Totalt sett, er det vurdert at tiltaket vil ha en ubetydelig virkning (0) med hensyn til setninger og setningsskader.

3.3.2. Flom

I april 2022, i forkant av brønnetableringen, gjennomførte Asplan Viak en flomvurdering av aktuelt brønnområde (Kalnes, 2022). Rapporten er vist i vedlegg 10, og flomsonekart som er oppdatert med inntegning av etablerte brønner og peilebrønner er vist i figur 3-3. Kartleggingen ble utført for en returperiode på 1000 år, i fremtidens klima (inkl. 40 % klimapåslag), og viste at området hvor B2 er etablert er utsatt for flom, mens B1 ligger utenfor flomområdet. Eventuell flom vil stort sett holde seg innenfor elveprofilen. Vannstandsøkningen i Storevatnet blir nokså stor (2,2 m), men på grunn av bratt sideterreng vil ikke innsjøen bre seg særlig mer utover i forhold til normalsituasjonen. Flomsikkert nivå (inkl. sikkerhetsmargin på 50 cm) ble beregnet til 12,7 moh. Brønntoppene til B1 og B2 er etablert på hhv. kote 16,81 (over flomsikkert nivå) og kote 12,26 (under flomsikkert nivå). Det planlegges å heve brønntoppen til B2 til over estimert 1000-årsflom ved å forlenge det syrefaste stålrøret med 0,5 m. Rundt B2 er det fylt opp med 1 m fine sandmasser med fall vekk fra brønnen. Oppfyllingen skråner ned mot naturlig terreng ca. 15 m øst, nord og vest fra B2.

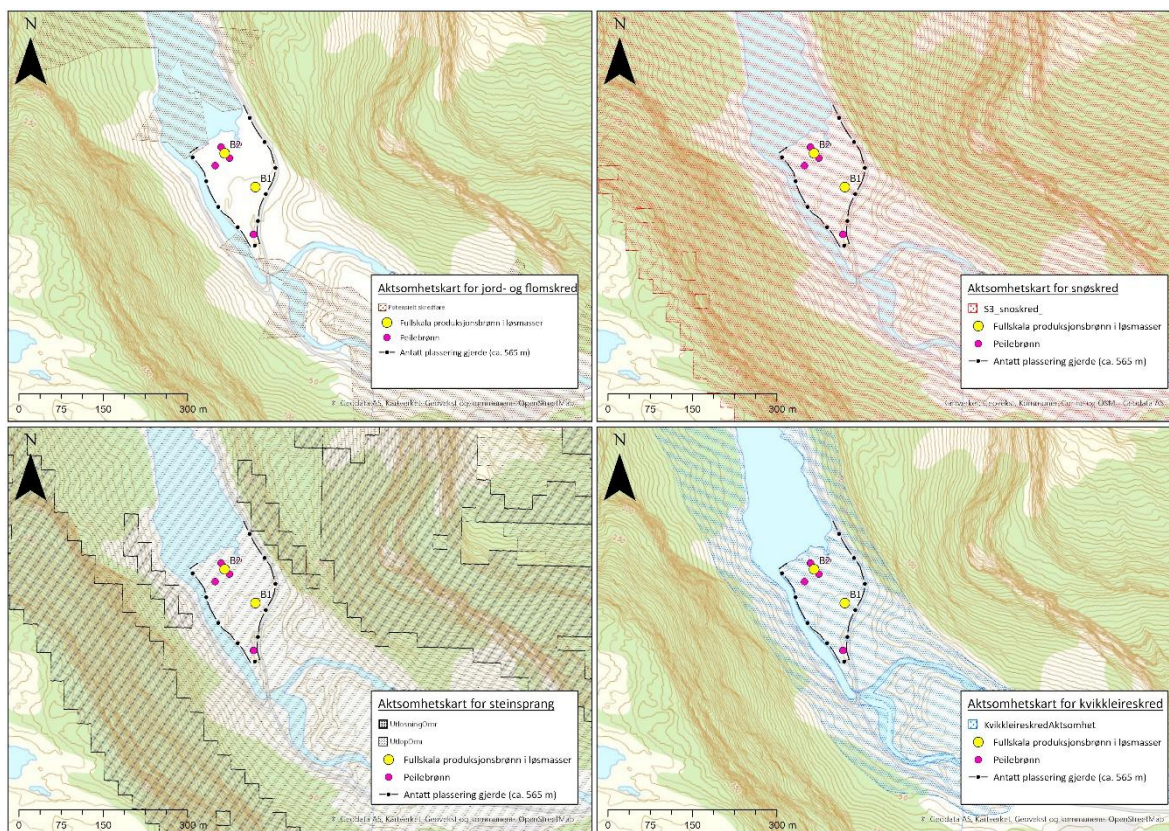
De to etablerte brønnene og planlagt grunnvannsuttak har lite/ingen påvirkning på flomsituasjonen i vassdraget. Totalt sett, er det vurdert at tiltaket vil ha en ubetydelig virkning (0) på flomforhold.



Figur 3-3. Flomsonekart Andvikelvi. Revidert med inntegning av brønner etter brønnetablering.

3.3.3. Skred

Det er ikke gjennomført ras- og skredfarekartlegginger i området, men NVEs aktsomhetskart for skred i bratt terreng og aktsomhetskart for kvikkleireskred, gir et bilde av potensielt skredutsatte områder, se Figur 3-4



Figur 3-4. Aktsomhetskart for snøskred (S3), steinsprang, jord- og flomskred og kvikkleireskred (NVE).

Brønnområdet er utenfor aktsomhetsområdet for jord- og flomskred, men innenfor aktsomhetsområder for snøskred og steinsprang (utløpsområde). Det er ingen registrerte skredhendelser i direkte nærhet til tiltaksområdet. I henhold til *Klimaprofil Hordaland* (NSSS, 2026), er skredfaren sterkt knyttet til lokale terrengforhold, men været er likevel en av de viktigste utløsningsfaktorene for skred. I bratt terreng, noe som er tilfellet for dalføret der brønnene er etablert, vil klimautviklingen kunne gi økt frekvens av skred som er knyttet til regnskyll/flom, snøfall og snøsmelting. Av aktuelle skredtyper er sørpeskred en type snøskred som må forventes å øke i hyppighet. Selve tiltaket ligger imidlertid i dalbunnen, og vil ikke ha innvirkning på selve forekomsten av snøskred og steinsprang. Tekniske installasjoner på terrengoverflaten, vil være utsatt for skred. Det planlegges skredsikring av området øst for B1 og nødvendige bygninger med jordvoll (øst for veien). Dette tiltaket er ikke prosjektert p.t., og vil bli nærmere beskrevet i en senere fase (i Detaljplan for miljø og landskap).

Brønnområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for kvikkleireskred. Aktsomhetskartet bruker kartlaget «Aktsomhet marin leire» som utgangspunkt og tar i tillegg hensyn til terrengkriteriene som er gitt i NVE veileder 1/2019. Løsmasseflatene i NGUs løsmassekart, som ligger til grunn for «Aktsomhet marin leire», er i det aktuelle brønnområdet kartlagt i målestokk mindre detaljert enn 1:50 000, slik at mulig marin leire ikke er klassifisert (ingen dekning). Årsaken til at brønnområdet ligger innenfor aktsomhetskartet for kvikkleireskred er dermed kun at det ligger under marin grense, det tar ikke hensyn til løsmassekartet. Grunnvannsmagasinet er detaljert kartlagt i forbindelse med hydrogeologiske forundersøkelser, og dette har dokumentert at løsmassene i brønnområdet i hovedsak består av grusig sand ned til 9-13 m dybde, og deretter et 2-5 m tykt lag bestående av siltig fin til middels sand. Under finsandlaget er det igjen grusige masser av varierende tykkelse. Teoretisk kan det ikke utelukkes at det *kan* finnes marin leire under elve- og breelvavsetninger, men det er uansett kun i de øvre sand- og grusmassene det vil forekomme senkning av grunnvannsnivået. Eventuelle dypere liggende lommer med marin leire vil uansett ikke påvirkes av tiltaket. Det er dermed ikke fare for utløsning av kvikkleireskred, verken ved gjennomføring av tiltaket eller etter at tiltaket er gjennomført.

Samlet sett vurderes det at tiltaket vil ha ubetydelig virkning (0) på forekomsten av skred og erosjonsforhold.

3.4. Rødlistearter

Det planlegges verken fysiske tiltak eller inngjerding i andre soner enn 1A, og følgelig er det kun sone 1A som er kartlagt. Naturkartlegging av brønn- og influensområdet (sone 1A) ble gjennomført av biolog fra Asplan Viak 11.10.2025, og det ble ikke registrert rødlistede arter. Det er heller ikke registrert rødlistede arter i artsdatabankens artskart.

Kartleggingen utført av Asplan Viak hadde fokus på naturtyper, karplanter, moser, sopp og lav. Beitemarkssopp er en nøkkelartsgruppe i naturbeitemarker, de har en krevende livssyklus, noe som medfører at man gjerne må ha flere besøk for å sikre gode data. Det skal imidlertid sies at tidspunktet for Asplan Viak sin kartlegging var gunstig med tanke på beitemarkssopp. Det ble registrert en beitemarkssopp under befaringen, men ingen rødlistede beitemarkssopp. Utover denne kartleggingen er det ingen kjente data verken fra selve konsesjonsområdet eller nærområdet. Det er noen registreringer av fuglearter fra Andvika og Totland ved fjorden, men disse er ikke relevante for konsesjonsområdet. Kunnskapsgrunnlaget vurderes som godt for karplanter, moser, sopp og lav, men dårlig for andre artsgrupper. Akvatiske organismer er omtalt i kapittel 3.6.

Det er ikke kjente rødlistearter innenfor sone 1A, og følgelig ikke vurdert noen negative konsekvenser. Siden det kun er sone 1A som er kartlagt, hefter det en viss usikkerhet med kunnskapsgrunnlaget utover denne sonen. Tiltaket har imidlertid et ubetydelig omfang utover sone 1A og da vil eventuelle konsekvenser på potensielle rødlistearter også være *ubetydelige*.

3.5. Terrestrisk miljø

Planområdet (sone 1A) ble kartlagt for arter og naturtyper av biolog i Asplan Viak 11.10.2025. Det ble ikke funnet rødlistede arter, men flere arter som er typiske for naturbeitemark, blant annet to habitatspesifikke arter (blåklokke og finnskjegg). Følgende arter ble registrert: stjernesporet rødspore, blåtopp, engkvein, flåhette, blåknapp, navletraktsopp, svartor, klokkelyg, heisiv, oransjebeger, matsyre, småstarr m.fl.

Det meste av planområdet ble kartlagt som naturbeitemark. Lokaliteten er stor til å være en naturbeitemark, og har et stort potensial for rødlistede arter. Tilstanden ble vurdert som god, da området beites (har vært beitet) av sau, det er ikke registrert fremmede arter, og det ble heller ikke observert spor av gjødsling. Samlet sett er lokaliteten vurdert til å ha *svært høy kvalitet*. I norsk rødliste for naturtyper (2025) ligger naturbeitemark under naturtypen Semi-naturlig eng, som er vurdert som kritisk truet (CR). Naturtypen er avhengig av skjøtsel i form av beite. På generelt grunnlag er mangel på skjøtsel i form av beite den viktigste trusselen mot semi-naturlig eng. Naturbeitemark har også en sentral økosystemfunksjon, og mange arter av både beitemarksopp og karplanter er knyttet til naturtypen.

Det foreslås bestemmelser i klausuleringsplanen for grunnvannsforekomsten som forbyr beiting i hele naturtypens utstrekning (sone 1A). Asplan Viak har utarbeidet et notat som redegjør relevante beskyttelsestiltak av grunnvannsforekomsten (Forbord, 2025). Et av disse er inngjerding av sone 1A slik at beite unngås. Dette vil innebære en kontinuerlig degradering av naturtypen og over tid vil naturtypen havne i en svært dårlig tilstand og endre seg til en annen naturtype.

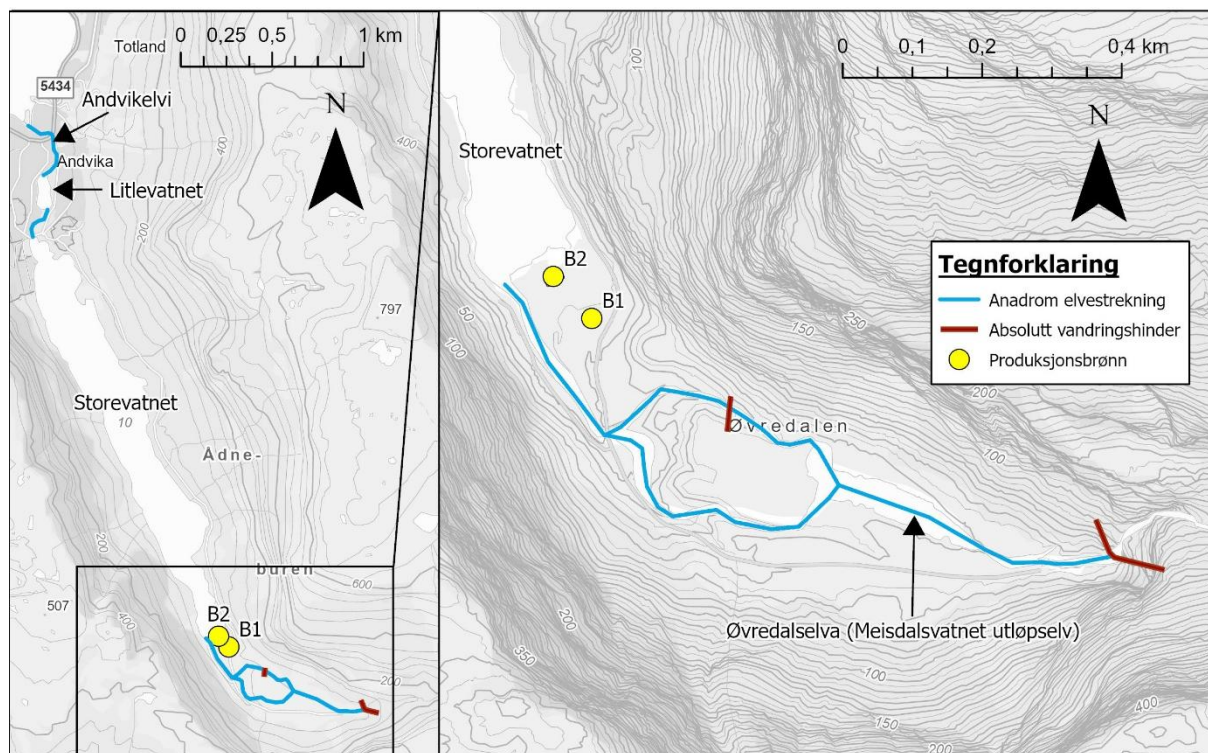
Deler av naturbeitemarka blir noe nedbygd, men dette er under 20 % av arealet og omfanget vurderes da som *noe forringet*. Beiting vil opphøre helt og dette vil endre naturtypen og medføre at naturtypen blir *sterkt forringet*. Dette medfører at tiltaket indirekte får *svært stor negativ konsekvens*, i henhold til metodikken i M-1941.



Figur 3-5. Bilde fra sørsiden av Storevatnet mot Storevatnet.

3.6. Akvatisk miljø

Andvikelvi renner ut i Andvik, nedstrøms Litlevatnet og Storevatnet. Litlevatnet og Storevatnet ligger på lakseførende strekning. Endelig vandringshinder er i Øvredalen, noen hundre meter oppstrøms Storevatnet (se figur 3-6).



Figur 3-6 Anadrom elvestrekning. Basert på kart presentert i Rådgivende Biologer rapport 3545 (Hulbak, Hellen, Kålås, & Skår, 2022).

Rådgivende Biologer har på oppdrag for Masfjorden kommune gjennomført en skrivebordsstudie som sammenfatter eksisterende kunnskap for anadrom fisk i Andvikelvi (inkl. Meisdalsvatnets utløpselv). Informasjon i påfølgende avsnitt er basert på deres notat (Skår, 2025). Notatet ligger ved som vedlegg 11.

Andvikelvi var tidligere en god sjøaureelv, og fangststatistikk i perioden 1896-1909 viser at i over halvparten av disse årene var fangsten over 500 kg. Det ble fisket bra med sjørørret i Andvikelvi fram til 1960-tallet, men siden da har innmeldte fangster vært små. Forsuring fra langtransportert forurensing er den mest sannsynlige årsaken til den store endringen. Vannanalyser fra Andvikelvi tatt i 1995 og 2002, viser at vannet i vassdraget er surt (rundt pH 5), har lavt innhold av kalsium og høye verdier for aluminium. Dette bekreftes av bunndyrundersøkelser utført i 2020, der bare forsuretolerante arter ble funnet. Tilslamming grunnet massetak kan også være medvirkende årsak. De siste ti-årene har i tillegg påvirkning fra lakselus vært vurdert som en negativ påvirkningsfaktor mot sjøaure i fjordområdene rundt Andvikelvi.

Av ferskvannsfisk er det laks, aure, røye og ål i vassdraget, men vannkvaliteten har vært for sur for laks de siste tiåra. Tilstanden til sjøaurebestanden i Andvikelvi er per. 2021 «dårlig». Røye forekommer ikke naturlig, men har antagelig vandret inn i vassdraget etter rømming fra Havforskningen sin stasjon i Matre høsten 1989. Aure og røye konkurrerer om de samme ressursene. Datagrunnlaget for ungfiskproduksjon er ikke omfattende, men indikerer en klar økning i tettheten av ungfisk fra tilstandsklasse «dårlig» eller lavere, til «god» eller høyere de siste 20 årene. Det er sannsynlig at økningen i ungfisktetthet henger sammen med reduksjon i langtransportert forurensing.

Skandinavisk Naturovervåkning (SNA) har de siste årene overvåket gytebestanden i Andvikelvi ved hjelp av en kameralokalitet som ble satt i drift i mai 2023. Undersøkelsene viste at hovedvekten av gytefisk benytter innsjøen som gyteområde, noe som er uvanlig. I øvre deler av anadrom strekning er det to segmenter som er vurdert som gyteområde for fisk, og disse har *middels* verdi. Tiltakene som skal gjøres i forbindelse med etablering av grunnvannsanlegget vil i liten grad påvirke akvatisk biologisk mangfold og heller ikke bidra ytterligere til forsurening av vassdraget.

Som en del av grunnvannsanlegget skal det legges en vannledning gjennom Storevatnet. For å unngå konflikt med gytegroper, skal gytegroper kartlegges før endelig prosjektering/plassering av vannledningen. Dette vil bli omtalt i detaljplan for miljø og landskap.

Metode for å vurdere verdi og påvirkning er hentet fra tema «Vannmiljø og naturmangfold i vann» fra M-1941. De faglige vurderingene fra Rådgivende biologer tilsier tilstedeværelse av anadrom fisk i vassdrag med små bestander. Ut fra kriteriene for arter med økologisk funksjonsområde, gir dette «*middels verdi*». Tiltaket vil ikke gjøre fysiske inngrep i vassdraget, og heller ikke påvirke vannstanden i vassdraget. Vår vurdering er derfor at tiltaket vil ha *ubetydelig påvirkning* på vannmiljø generelt og for anadrom fisk spesielt.

Samlet sett gir dette *ubetydelig konsekvens* av tiltaket.

3.7. Økosystemtjenester og naturbaserte løsninger

Økosystemtjenester er delt inn i fire hovedkategorier: grunnleggende livsprosesser, forsynende tjenester, regulerende tjenester og kunnskaps- og opplevelsestjenester. Tiltaket handler om vannforsyning og slik sett kan tiltaket påvirke grunnleggende prosesser som vannets kretsløp og forsynende tjenester som ferskvann.

Det fysiske tiltaket på marken og i grunnen er svært lite. Asplan Viak har utført vannbalansevurderinger for tiltaket, og ut fra dette er det vurdert at tiltaket ikke påvirker vannets kretsløp i nevneverdig grad.

Tiltaket innebærer ikke drenering eller andre typer inngrep i våtmark som vil påvirke forsynende tjenester som ferskvann. Etter vår vurdering vil heller ikke tiltaket påvirke overflateavrenning i landskapet.

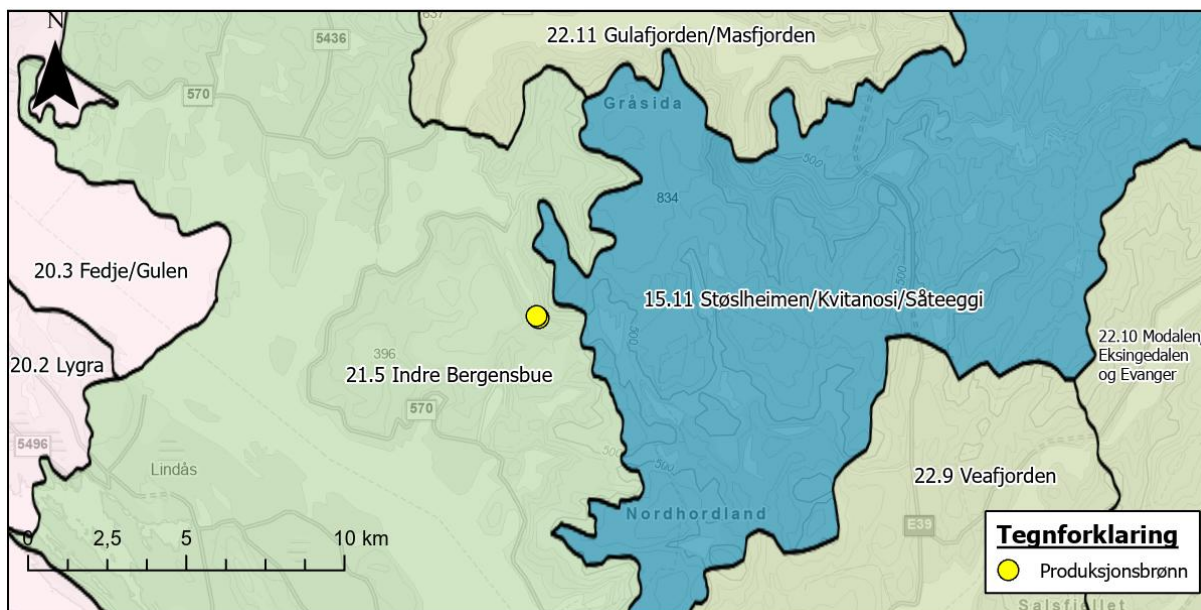
Samlet sett gir dette «*ubetydelig konsekvens*» av tiltaket.

3.8. Verneplan for vassdrag og Nasjonale laksevassdrag

Det aktuelle vassdraget (Andvikelvassdraget, nr. 067.1Z) inngår ikke i Verneplan for vassdrag eller Nasjonale laksevassdrag. Dette temaet omtales derfor ikke nærmere.

3.9. Landskap

Øvredalen en del av landskapsregion 21 *Ytre Fjordbygder på Vestlandet*, og underregion 21.5 *Indre Bergensbuene* (jf. Nasjonalt referansesystem for landskap). Regionen har et åpent preg med bl.a. vide fjordstrekk og lav horisont mot vest. Øvredalen omfatter et dallandskap der dalformen er smal og dypt nedskåret fra omkringliggende fjell. Området er i liten grad preget av menneskelig aktivitet, bebyggelse og infrastruktur, med unntak av veien inn til Svartverket kraftverk og selve kraftverket.



Figur 3-7 Landskapsregioner og underregioner (NIJOS).

I munningen av Øvredalen er det bygd opp en breelvavsetning mot Storevatnet som går omtrent opp mot marin grense for området (60 moh). Elveerosjon har transportert en del sand og grus fra breelvterrassene, og så re-sedimentert dette mellom den fremre terrassekanten og Storevatnet. På terrasseflatene er det en del stor blokk, som er et resultat av ras fra de bakenforliggende fjellsidene. Mellom terrassene og vatnet er det markerte erosjonsspor der blokk er akkumulert i renner. Dalsidene består av bart fjell og skredmateriale. Med bakgrunn i beskrivelsen over ble den aktuelle løsmasseforekomsten i 1985 foreslått som et kvartærgeologisk verneverdig *objekt* (Hunnes & Anundsen, 1985), men området har aldri blitt vernet. I NGUs database «*Geologisk arv*» er området registrert som geosted «*Meisdalen*» i kartlaget «*Historiske verneforslag*». Lokaliteten beskrives som en av de mest markerte marin grense terrassene i området, uten påvirkning av ytre inngrep og relativt lett tilgjengelig. Ved klausulering av grunnvannsforekomsten vil området pålegges mange av de samme arealrestriksjonene som ved et evt. vern av forekomsten, og planlagt utnyttelse av grunnvannet anses ikke å være i konflikt med de aktuelle verneverdiene.

For å begrense inngrepene i naturen og landskapet, vil det bli innført anleggsbegrensninger ved fysiske inngrep, som entreprenøren må holde seg innenfor. Ved vegetasjonsrydding skal vegetasjonsmassene mellomlagres, slik at de kan tilbakeføres innenfor anleggsområdet før tilbakeføring. Vegetasjonsmassene vil inneholde en naturlig «frøbank» med artene i området, og dermed vil dette gi en naturlig revegetering.

Tiltaket vil ha en viss nærvirkning (se bilde til venstre i figur 3-8), men fjernvirkning og påvirkning på de store landskapselementene ved Storevatnet og Øvredalen er vurdert til å være små (se bilde til høyre i figur 3-8). Fjernvirkningen er vurdert som liten, da de samlede inngrepene er små og gir liten påvirkning på det storskala landskapet. Over tid vil også deler av grusområdene gro igjen med stedege vegetasjon.

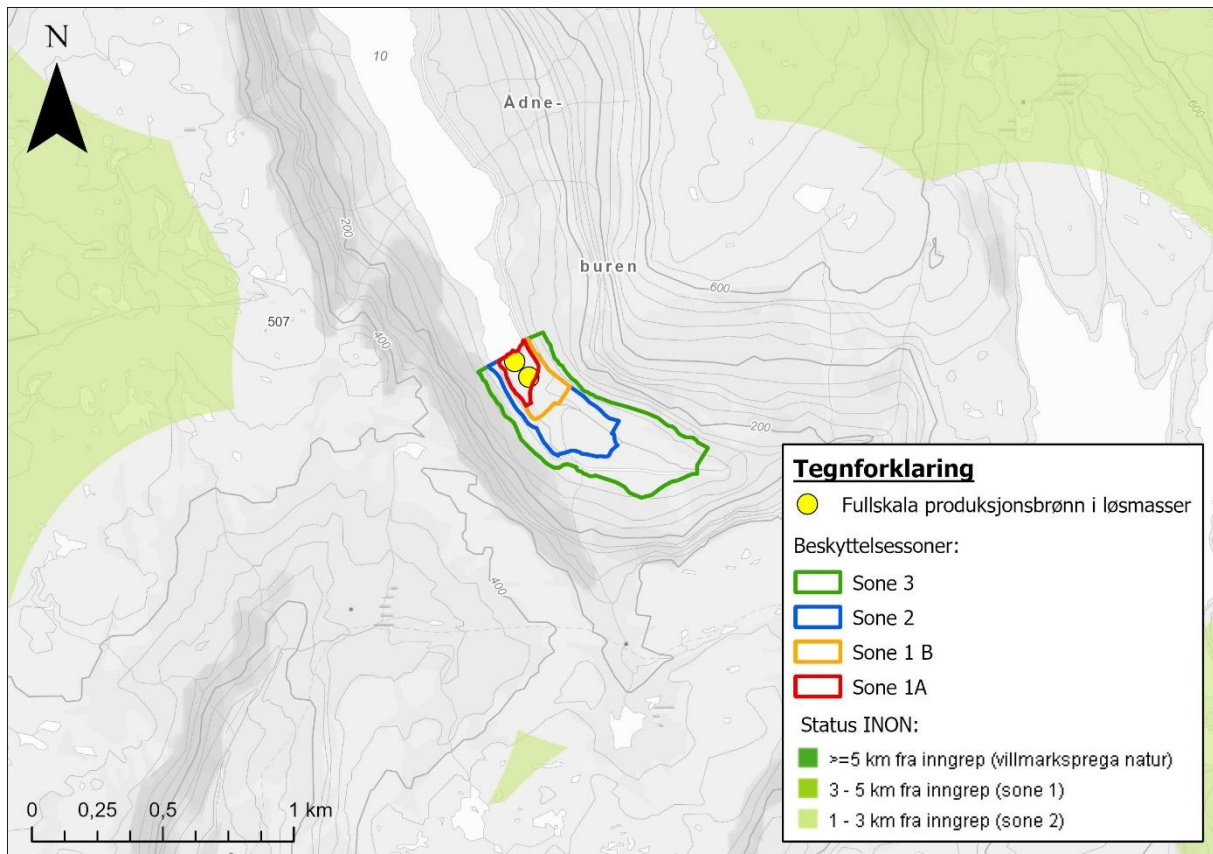
Samlet sett vurderes konsekvensene på landskapet til å være *ubetydelige*.



Figur 3-8. Venstre: Bilde av anlegget med anleggsvei. Teknisk hus i forkant og en produksjonsbrønn midt i bildet. Foto Asplan Viak 2025. Høyre: Bilde tatt oppstrøms Storevatnet. Bildet viser hvordan anlegget ligger i landskapet. Foto Asplan Viak 2025.

3.10. Sammenhengende naturområder med urørt preg

Inngrepsfri natur er områder som i luftlinje ligger én eller flere km unna større naturinngrep. Områder som ligger <1 km fra tyngre tekniske inngrep betegnes som inngrepsnære. Kart over inngrepsfrie naturområder (INON-områder) viser at det ikke er store sammenhengende naturområder med urørt preg som berøres av omsøkt tiltak. Verdi, virkning og konsekvenser med hensyn til dette temaet er derfor ikke ansett som relevant.



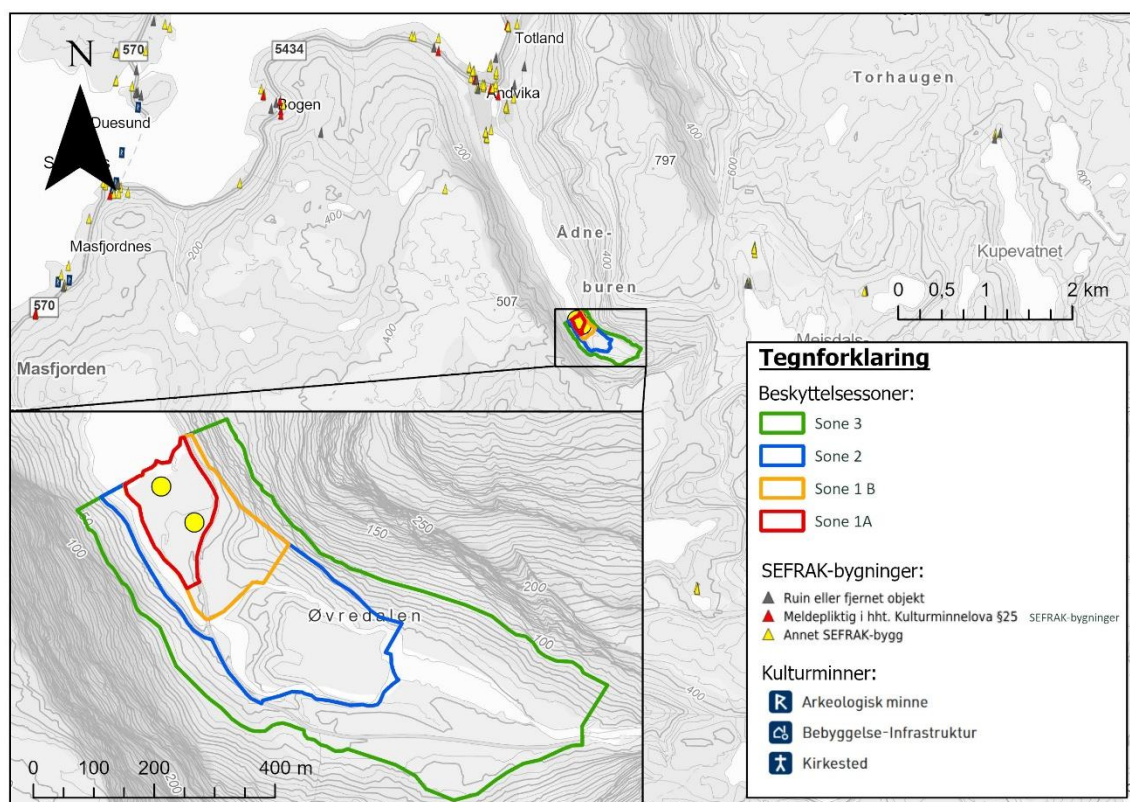
Figur 3-9 Kart over inngrepsfri natur.

3.11. Kulturminner og kulturmiljø

Undersøkelsene av eventuelle kulturminner innenfor tiltaksområdet er basert på Riksantikvarens kulturminnedatabase Askeladden. Basert på resultatene fra dette er det ikke vurdert som nødvendig med befaring i felt av kulturminneforvalter.

Det er ikke registrert kulturminner eller kulturmiljø som vil komme i konflikt med det omsøkte tiltaket, se figur 3-10. Dette betyr imidlertid ikke at det ikke kan finnes. Dersom man ved anleggsarbeider påtreffer spor etter kulturminner/-miljø vil fylkeskommunen bli kontaktet for nærmere vurderinger av aktuelle tiltak. Arbeidet vil stanses i den utstrekning tiltaket berører kulturminnet, i henhold til aktsomhetsplikten.

Verdi, virkning og konsekvenser med hensyn til dette temaet er med bakgrunn i dette ikke ansett som relevant.



Figur 3-10. Kartutsnitt som viser SEFRAK-bygninger og kulturminner registrert i databasen Askeladden (Riksantikvaren).

3.12. Reindrift

Det er ikke reindrift i området. Temaet er derfor ikke relevant.

3.13. Jord- og skogressurser

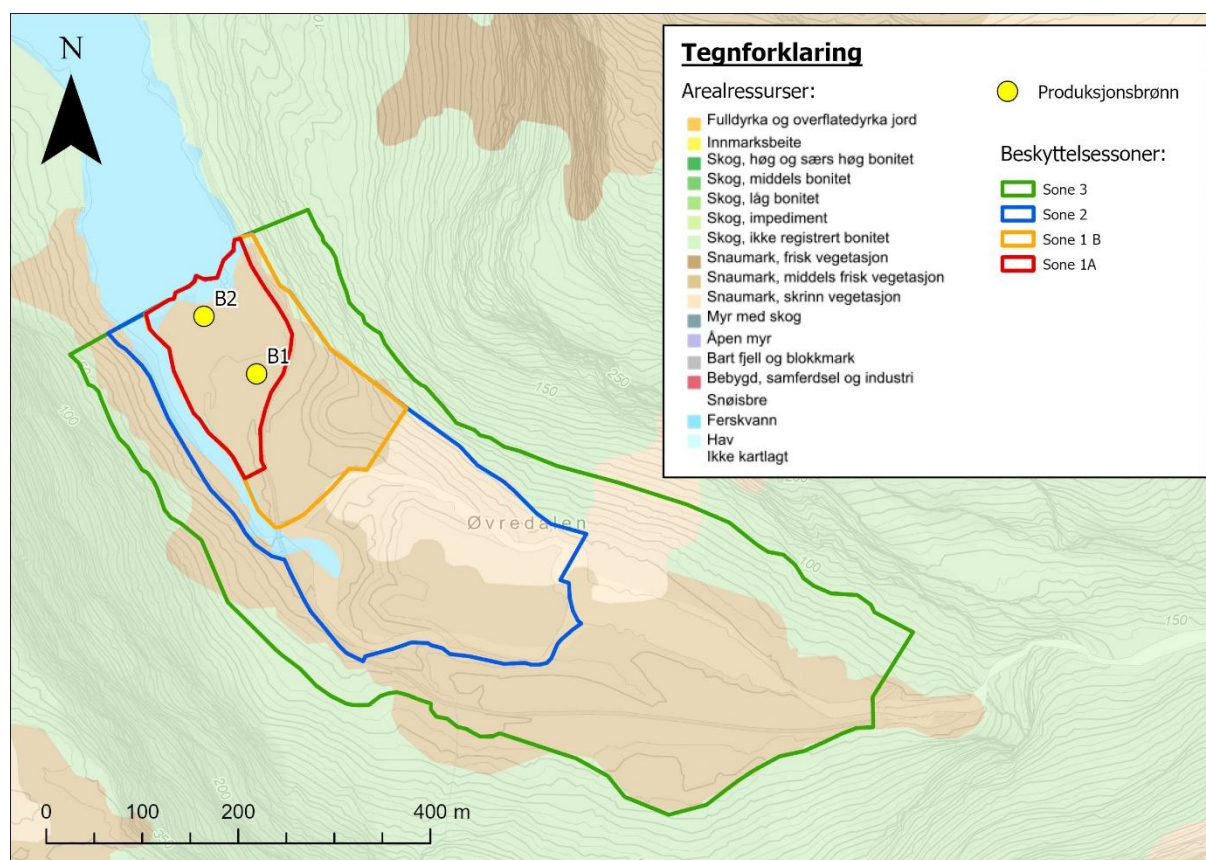
Vurdering av jord- og skogressurser er basert på arealbrukskart hentet fra Kilden NIBIO, befaring av området av biolog 11.10.2025, samt lokalkunnskap fra kommunen. For jord- og skogressurser er metodikk fra Statens vegvesen sin håndbok konsekvensanalyser (V712) benyttet. Planområdet omfatter i praksis ikke skog og dette temaet er ikke vurdert nærmere. Planområdet inneholder heller ikke jordbruksarealer, men utmarksressurser som beite for husdyr faller inn under denne kategorien.

Konsesjonsområdet er vurdert å tilhøre kategorien utmark, jamfør V712. Arealet er samlet sett vurdert til å være et godt beite med middels utnyttelsesgrad (50-60 sauer på årlig sommerbeite). Dette medfører «noe verdi» jamfør V712.

Selve brønnområdet med tilhørende beskyttelsessone 1 er på NIBIO's kart registrert som snaumark med middels frisk vegetasjon, mens sone 2 og 3 også omfatter snaumark med skrinn vegetasjon og noe skog i de bratte liene (bonitet ikke registrert), se kart i figur 3-11. Tidligere gikk det beitedyr fritt over hele området. I forbindelse med undersøkelsesboringene ble det ved B2 observert store mengder sauegjødsel. I dette området er det liten umettet sone, og vannanalyseresultater fra prøvepumpingen viste at sauegjødsele medførte fekal forurensning av grunnvannet i beitesesongen. I november 2024 ble derfor beskyttelsessone 1A gjerdet inn som et avbøtende tiltak mot forurensning fra beitedyr. I tillegg ble terrenget rundt B2 hevet for å øke mektigheten av umettet sone. Etter gjennomførte tiltak med inngjerding og terrengheving, har den mikrobiologiske vannkvaliteten blitt betydelig bedre, med kun enkeltepisoder med påvisning av bakterier i råvannet.

Inngjerdingen har naturlig nok medført at beitedyrenes areal har blitt innskrenket (sone 1A utgjør ca. 19 500 m²). I beskyttelsesplanen for drikkevannskilden er det satt forbud mot beitedyr innenfor sone 1A, og i sone 1A og 1B er det ikke tillatt med foring av beitedyr (rundballer, saltsteiner, kraftfor etc.). Innenfor disse sonene samt sone 2 er det heller ikke tillatt med bruk av plantevernmidler/sprøytemidler. Enkle bygninger (uten innlagt vann) tilknyttet skogbruk/landbruk tillates i sone 2, men ikke i sone 1A og 1B. Ellers er det ingen klausuleringsbestemmelser som går direkte på jord- og skogbruk.

Med bakgrunn i områdets bruk til beitedyr, vurderes det å ha *noe verdi*. Ettersom omsøkt tiltak medfører restriksjoner for beitedyr gjennom inngjerding og forbud mot tiltak som samler beitedyr, vurderes det at omsøkt tiltak vil *forringe* arealet med tanke på utmarksbeite. Konsekvensen for tema jordbruk og utmarksressurser (beite) blir dermed *noe negativ konsekvens (-)*.



Figur 3-11 Arealbrukskart.

3.14. Ferskvannsressurser

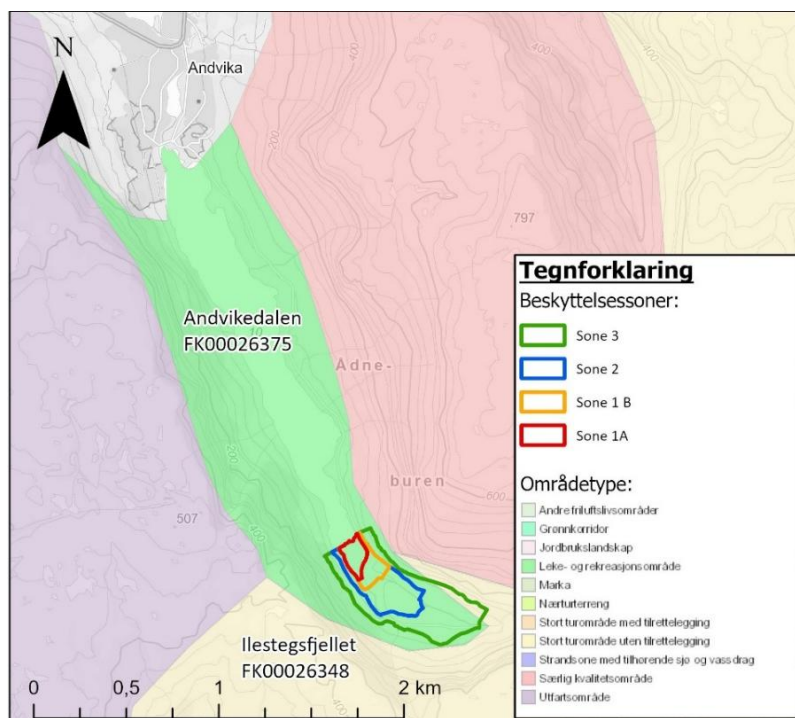
Grunnvannsmagasinet i Øvredalen utnyttes ikke i dag til verken drikkevannsforsyning, settefiskanlegg eller andre formål, og grunnvannsuttakets virkningen på nærliggende vassdrag er vurdert som *ubetydelig* (se kap. 3.2). Med bakgrunn i dette vurderes tiltaket å ha *ubetydelig konsekvens (0)* for ferskvannsressurser.

3.15. Brukerinteresser og friluftsliv

I 2019 gjennomførte Masfjorden kommune i samarbeid med Bergen og Omegn Friluftsråd kartlegging og verdsetting av friluftsområder i kommunen (Masfjorden kommune; Bergen og Omegn friluftsråd, 2019). Prosjektet ble basert på kartstudier og lokalkunnskap, og resultatet for prosjektet er tilgjengelig via Miljødirektoratets Naturbase. Brønnene med tilhørende beskyttelsessoner ligger nesten i sin helhet innenfor det kartlagte friluftsområdet *FK00026375 Andvikedalen*. Ytre deler av beskyttelsessone 3 i sørøst (ca. 12 000 m²) strekker seg over i *FK00026348 Ilestegsfjellet*. Avgrensning av de to områdene samt beskyttelsessoner for omsøkt tiltak er vist på kartet i figur 3-12.

Andvikedalen er et «*Leke- og rekreasjonsområde*» med områdeverdi «*Registrert friluftsområde*». Området er beskrevet som en «*Naturskjønn dal med meget interessant kvartærgeologi og sjelden edelløvskog. Fiske i vannet. Mest lokal bruk*». Ilestegsfjellet er kartlagt som svært viktig, blant annet med bakgrunn i spektakulære fjellformasjoner og at det er inngrepsfritt. Omsøkt tiltak innenfor dette området utgjør kun klausulering av sone 3 (ingen fysiske inngrep), og berører kun en fjellskråning.

Samlet vurderes berørt området å ha *noe til middels verdi* for tema brukerinteresser og friluftsliv. Omsøkt tiltak vil kun medføre klausulering av den sørligste delen av Andvikedalen og en marginal del av Ilestegsfjellet. Innenfor sone 2 vil det bli forbud mot leirslagning, camping og oppstilling av bobiler, og innenfor sone 1A og 1B vil det bli forbud mot oppstilling/parkering av kjøretøy med unntak av for drift av vannverket og evt. drift av landbruksarealer. Arealbeslaget vurderes å medføre *noe forringelse* for utøvelse av friluftsliv, først og fremst grunnet inngjerding av strandområdet. Samlet sett vurderes dermed tiltaket å medføre *noe negativ konsekvens (-)* for tema brukerinteresser og friluftsliv.



Figur 3-12 Kartlagt friluftsområde

3.16. Samfunnsmessige virkninger

Eksisterende vannforsyningssystem til Masfjorden vassverk vurderes som sårbart, både med hensyn til kapasiteten ved dagens vannkilde og at vannverket ikke har godkjent reservevannkilde. En trygg og stabil vannforsyning er helt nødvendig for de fleste samfunnsfunksjonene i et moderne samfunn. Langvarig bortfall av vann vil sette liv og helse i fare, og kan true grunnleggende verdier og funksjoner i samfunnet. Videre kan manglende drikkevannskapasitet utgjøre en betydelig restriksjon for utviklingen og veksten i en kommune, både i offentlig og privat sektor.

Planlagt utbygging av et nytt grunnvannsanlegg i Øvredalen vil sikre vannforsyningen betraktelig, både med tanke på forsyning innad i egen kommune og forsyning til nabokommunen Gulen. Med utbygging av den nye vannkilden vil dagens kilde i nordenden av Storevatnet endre status til reservevannkilde.

Med bakgrunn i dette vurderes de samfunnsmessige virkningene som svært positive (++++).

3.17. Samlet vurdering

En sammenstilling av konsekvensene av omsøkt tiltak, er presentert i tabell 3-1.

For de fleste deltemaene er konsekvensen av tiltaket ansett å være ubetydelig. Konsekvens for jordressurser er vurdert til *noe negativ (-1)* grunnet inngjerding og restriksjoner for beite. Konsekvens for friluftsliv er også vurdert til *noe negativ (-1)* grunnet inngjerding strandsone. Terrestrisk miljø er vurdert til *svært stor negativ (-4)* konsekvens grunnet at dagens utmarksbeite vil opphøre helt slik at naturtypen endres og blir sterkt forringet.

De samfunnsmessige virkningene av tiltaket anses imidlertid å være *svært positive (++++)*, da det er snakk om drikkevannsforsyning til kommunens største vannverk.

Samlet sett anses tiltaket å ha svært stor samfunnsnytte, da godt og trygt drikkevann er helt nødvendig i et moderne samfunn. Ved etablering av et nytt grunnvannsanlegg i Øvredalen vil forsyningssikkerheten til Masfjorden vassverk, og dermed store deler av både Masfjorden kommune og Gulen kommune, øke betraktelig.

Tabell 3-1 Sammenstilling av konsekvenser

Tema	Konsekvens	Søker/konsulent sin vurdering
Grunnvannsmagasinet	Ubetydelig (0)	Konsulent
Nærliggende vassdrag	Ubetydelig (0)	Konsulent
Setninger, flom og skred	Ubetydelig (0)	Konsulent
Rødlistearter	Ubetydelig (0)	Konsulent
Terrestrisk miljø	Svært stor negativ (-4)	Konsulent
Akvatisk miljø	Ubetydelig (0)	Konsulent
Økosystemtjenester og naturbaserte løsninger	Ubetydelig (0)	Konsulent
Verneplan for vassdrag og nasjonale laksevassdrag	Ikke relevant	Konsulent
Landskap	Ubetydelig (0)	Konsulent
INON	Ikke relevant	Konsulent
Kulturminner og kulturmiljø	Ikke relevant	Konsulent
Reindrift	Ikke relevant	Konsulent
Jord- og skogressurser	Noe negativ (-)	Konsulent
Ferskvannsressurser	Ubetydelig (0)	Konsulent
Brukerinteresser og friluftsliv	Noe negativ (-)	Konsulent
Oppsummering	Ubetydelig (0) til noe negativ (-1)	Konsulent

3.18. Samlet belastning

De fleste påvirkningsfaktorer har enten ubetydelig eller noe negativ konsekvens. Unntaket er terrestrisk miljø, som har svært stor negativ konsekvens. Det er ingen forhold knyttet til prosjektet som vil påvirke noen av de ulike variablene regionalt eller nasjonalt, kanskje med unntak av akvatisk miljø og lokale bestander av laks og sjøørret.

- Akvatisk miljø med lokale bestander av laks og sjøørret er en interesse av regional eller nasjonal verdi. jamfør Innsigelsesskrivet.
 - Viktig å samle inn et kunnskapsgrunnlag om gytegroper. Utover det er det ikke vurdert at tiltaket kan påvirke bestandene. Det er først og fremst langtransportert forurensing og forsurening av vassdraget som har vært hovedtruslene mot de lokale bestandene. I de senere år er også forhold som lus og innblanding med oppdrettsfisk bemerket.
- Naturtypen naturbeitemark som i hht. Rødlista for naturtyper fra 2025 er direkte truet (EN), blir sterkt påvirket av tiltaket. Ved inngjerding vil naturtypen bli degradert og endre seg til en annen naturtype.

4. AVBØTENDE TILTAK

Avbøtende tiltak er i stor grad omtalt tidligere i søknaden, og oppsummeres og suppleres i avsnittene under.

Flomsikring av B2 (anleggsfase)

Flomvurdering utført i forkant av brønnetablering (Kalnes, 2022) viser at B2 er utsatt for flom. Flomsikkert nivå (inkl. sikkerhetsmargin på 50 cm) er beregnet til 12,7 moh, mens brønntoppen til B2 står på 12,26 moh. Det planlegges å heve brønntoppen til over estimert 1000-årsflom ved å forlenge det syrefaste stålrøret med 0,5 m. Rundt brønnen er det fylt opp med 1 m fine sandmasser med fall vekk fra brønnen. Oppfyllingen skråner ned mot naturlig terreng ca. 15 m øst, nord og vest fra B2.

Ellers er begge brønner sikret med at fôringsrøret står igjen som ekstra beskyttelse fra 2 meter over øvre filterkant. For å unngå vertikal nedtrengning av vann med kort oppholdstid langs stigerøret, er det tettet med svelleleire (bentonitt) og sand mellom fôringsrør og stigerør. I tillegg er det lagt svelleleire på utsiden av fôringsrøret fra terrengoverflaten og ned til 0,5 meters dyp. Brønnene har brønnlokk i rustfritt stål med vanntette gjennomføringer.

Begrense inngrep og tilbakebeplantning av vegetasjon (anleggsfase)

For å begrense de gjenstående inngrepene i naturen vil det bli innført anleggsbegrensninger ved utbygging av fysiske installasjoner (brønnkum i jordvoll, utvidelse av pumpehus, vannledninger og skredvoll).

Vegetasjonsrydding vil bli beskrevet med at vegetasjonsmassene skal mellomlagres, slik at man kan tilbakeføre vegetasjonsmasser på skråninger og anleggsområder før ferdigstilling.

Vegetasjonsmassene vil inneholde en naturlig «frøbank» med artene i området, og dermed en naturlig revegetering. Vegetasjonsetablering foregår ved spiring fra røtter og frømateriale som har overlevd midlertidig mellomlagring. Spireevne varierer sterkt mellom arter, og avhenger også av hvordan lagringen og tilbakeleggingen har foregått, og hvordan klimaet er i området. Metoden gir redusert sannsynlighet for tilføring av fremmede arter, og man unngår skjemmende farge- og strukturforskjeller mellom ny og eksisterende vegetasjon. Istandsetting for naturlig revegetering fungerer som regel godt, forutsatt at masser lagres lokalt og skilles i ulike kategorier. Tykkelsen på toppmassen varierer fra sted til sted. Toppmassen er definert ut fra at sjiktet inneholder organisk materiale, dvs. planterester, frø og røtter. Naturlig revegetering og istandsetting må følges opp etter anleggsarbeidets slutt og frem til ønsket virkning er oppnådd.

Ved å begrense inngrep, og tilbakebeplante naturlig vegetasjon i den grad det er mulig, begrenses konsekvensene for landskap.

Overvåkning av grunnvannsmagasinet (driftsfase)

Under drift skal grunnvannsmagasinet overvåkes kontinuerlig ved hjelp av trykktransmittere som måler vannstand i begge produksjonsbrønner, samt grunnvannsnivå i minimum ett peilerør ved hver brønn. Utpumpet vannmengde skal registreres kontinuerlig. Grunnvannets kvalitet skal overvåkes ved den prøvetaking som kreves i henhold til drikkevannsforskriften.

5. REFERANSER

- Folkehelseinstituttet. (2016). *Vannforsyning og helse. Veiledning i drikkevannshygiene. Vannrapport 127.* . Folkehelseinstituttet.
- Forbord, R. E. (2022). *Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser sør for Storevatnet*. Asplan Viak.
- Forbord, R. E. (2025). *Masfjorden vassverk – Øvredalen. Sluttrapport etter 17 måneders prøvepumping og beskyttelse av grunnvannsforekomsten*. Stjørdal: Asplan Viak.
- Gaut, S. (2011). *Beskyttelse av grunnvannsanlegg - en veileder*. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse .
- Hulbak, M. A., Hellen, B. A., Kålås, S., & Skår, S. (2022). *Habitatkartlegging av sjøørretbekker i Nordhordland vannområde i 2020-2021. Rapport nr. 3545*. Rådgivende Biologer AS.
- Hunnes, O., & Anundsen, K. (1985). *Forslag til kvartærgeologiske verneverdige objekt/områder i Hordaland. T-614:1-123*. Miljøverndepartementet.
- Kalnes, H. M. (2022). *Flomvurdering av brønnområde ved Storevatnet, Masfjorden*. Trondheim: Asplan Viak.
- Masfjorden kommune; Bergen og Omegn friluftsråd. (2019). *Kartlegging og verdsetting av friluftsområder 2019*. Masfjorden kommune; Bergen og Omegn Friluftsråd.
- NSSS. (2026). *Norsk klimaservicesenter*. Hentet fra Norsk klimaservicesenter - Klimaprofil Hordaland. Sist oppdatert november 2024.: <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/hordaland>
- Skår, S. (2025). *Status for anadrom fisk i Andvikelvi, Masfjorden kommune*. Rådgivende Biologer AS.

Databaser, kartløsninger og verktøy:

- Artskart (2026). Artsdatabanken. Hentet fra <https://artskart.artsdatabanken.no/>
- Høydedata (2026). Kartverket. Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- Nordhordlandskart (2026). Nordhordlandskart. Hentet fra: <https://www.nordhordlandskart.no/Masfjorden>
- Kilden (2026). NIBIO. Hentet fra <https://kilden.nibio.no>
- Kulturminner (2026). Riksantikvaren. Hentet fra <https://riksantikvaren.maps.arcgis.com/>
- Miljødirektoratet karttjenester (2026). Miljødirektoratet. Hentet fra <https://kartkatalog.miljodirektoratet.no/MapService>
- Naturbase (2026). Miljødirektoratet. Hentet fra <https://geocortex02.miljodirektoratet.no/Html5Viewer/?viewer=naturbase>
- Norge i Bilder (2026). Kartverket. Hentet fra <https://norgeibilder.no/>
- NVE karttjenester (2026). NVE Hentet fra <https://kartkatalog.nve.no/#kart>
- NGU karttjenester (2026). NGU. Hentet fra <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>
- Reindriftskart (2026). Landbruksdirektoratet. Hentet fra <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/reindrift/reindriftens-arealbrukskart>
- Vannportalen (2026). Vann-Nett. Hentet fra <https://vann-nett.no/portal/>
- Yr (2026). Meteorologisk institutt og NRK. Hentet fra <https://www.yr.no/>

6. VEDLEGG TIL SØKNADEN

Vedlegg 1. Regionalt kart (A4, 1:500 000)

Vedlegg 2. Oversiktskart (3 stk A4: lokasjon, tilsigsområde, beskyttelsessoner)

Vedlegg 3. Detaljertkart tiltaksområdet (A4, eksisterende og planlagte inngrep)

Vedlegg 4. Kart over strømningsmønster ved ubelastet og belastet tilstand

Vedlegg 5. Fotografier av berørt område

Vedlegg 6. Oversikt over berørte grunneiere og rettighetshavere

Vedlegg 7. Brønntegninger – som bygget

Vedlegg 8. Rapport: «*Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser sør for Storevatnet*» (08.02.2022)

Vedlegg 9. Rapport: «*Masfjorden vassverk – Sluttrapport etter 17 måneders prøvepumping og beskyttelse av grunnvannsforekomsten*» (12.12.2025)

Vedlegg 10. Rapport: «*Flomvurdering av brønnområde ved Storevatnet, Masfjorden*» (01.04.2022)

Vedlegg 11. Notat: «*Status for anadrom fisk i Andvikelvi Masfjorden kommune*» (05.02.2025)

Vedlegg 1 – Regionalt kart (1:500 000)



Vedlegg 1. Regionalt kart

Regionalt kart som viser lokasjon for nytt grunnvannsanlegg til Masfjorden vassverk.

Vedlegg til konsesjonssøknad: "Uttak av grunnvann til Masfjorden vassverk i Øvredalen"

Tegnforklaring

- Kommunegrense Masfjorden
- Lokasjon nytt grunnvannsanlegg

Oppdragsgiver: Masfjorden kommune

Oppdragsnr.: 635453-01

Utarbeidet av: MHR

Format: A4

Målestokk: 1:500 000

asplan
viak



Vedlegg 2 - Oversiktskart (lokasjon, tilsigsområde, beskyttelsessoner)



Vedlegg 2. Oversiktskart lokasjon

Oversiktskart som viser plassering av nytt grunnvannsanlegg

Vedlegg til konsesjonssøknad: "Uttak av grunnvann til Masfjorden vassverk i Øvredalen"

Tegnforklaring

--- Kommunegrense Masfjorden

● Infopunkt

Oppdragsgiver: Masfjorden kommune

Oppdragsnr.: 635453-01

Utarbeidet av: MHR

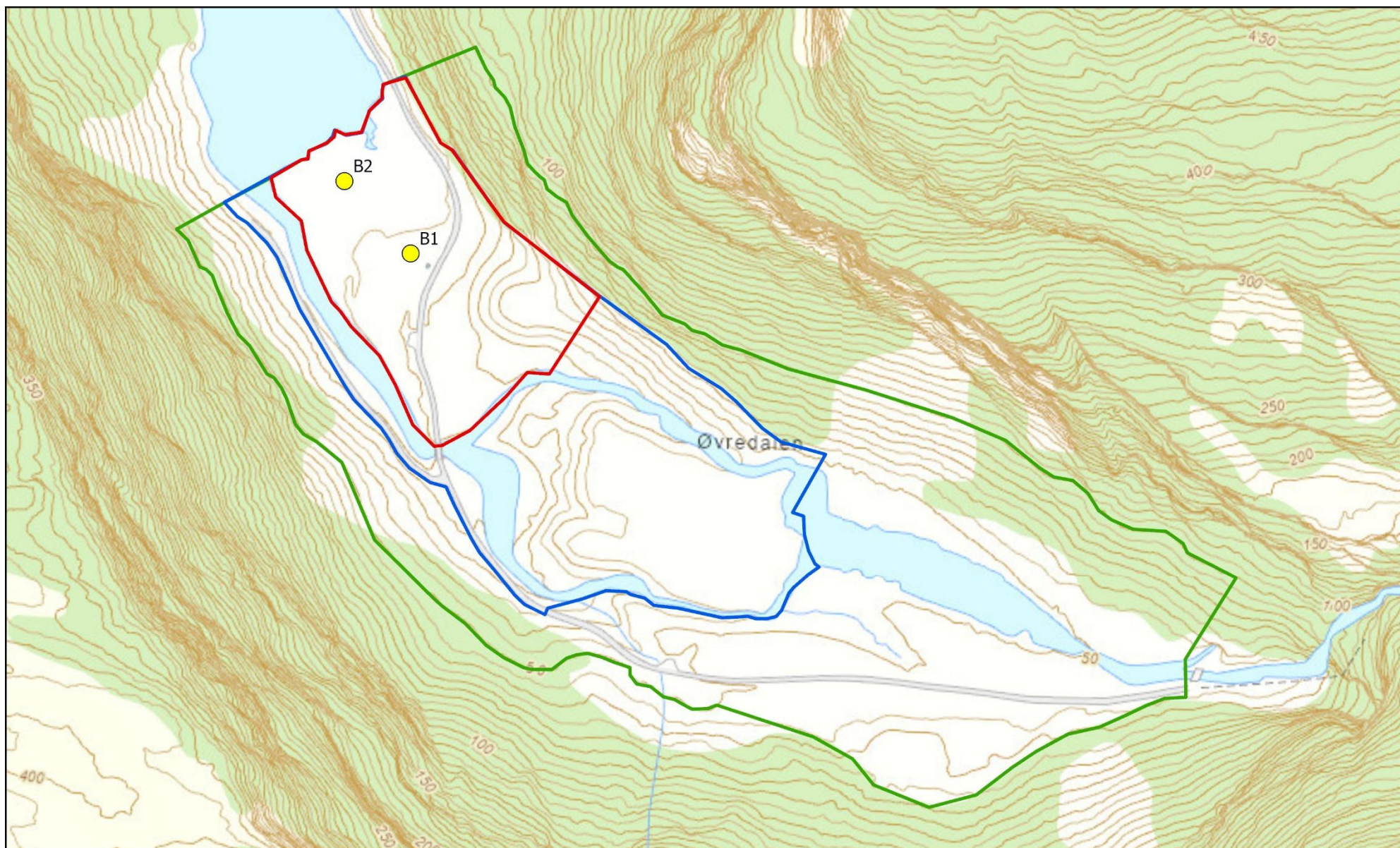
Format: A4

Målestokk: 1:50 000

asplan
viak



Vedlegg 2 - Oversiktskart (lokasjon, tilsigsområde, beskyttelsessoner)



Vedlegg 2. Oversiktskart tilsigsområde

Oversiktskart som viser tilsigsområde for nytt grunnvannsanlegg

Vedlegg til konsesjonssøknad: "Uttak av grunnvann til Masfjorden vassverk i Øvredalen"

Tegnforklaring

- Det ytre verneområdet*
- Det fjerne tilsigsområdet
- Det nære tilsigsområde
- Produksjonsbrønn

*Usikre deler av tilsigsområdet og deler av nedbørfeltet som drenerer mot tilsigsområdet

Oppdragsgiver: Masfjorden kommune

Oppdragsnr.: 635453-01

Utarbeidet av: MHR

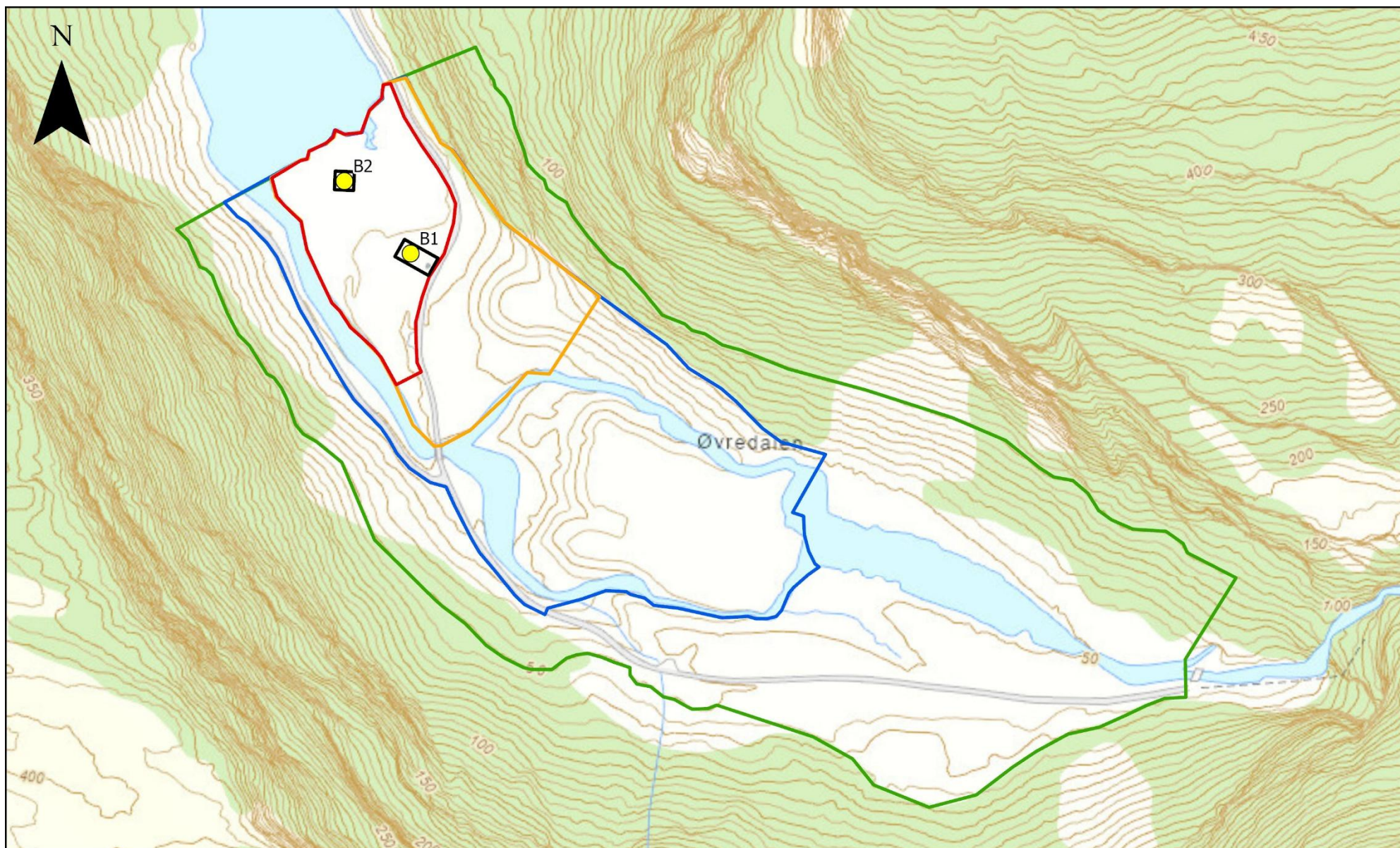
Format: A4

Målestokk: 1:4 000

asplan
viak



Vedlegg 2 - Oversiktskart (lokasjon, tilsigsområde, beskyttelsessoner)



Vedlegg 2. Oversiktskart beskyttelsessoner

Oversiktskart som viser beskyttelsessoner for grunnvannsanlegget

Vedlegg til konsesjonssøknad: "Uttak av grunnvann til Masfjorden vassverk i Øvredalen"

Tegnforklaring

- Sone 3
- Sone 2
- Sone 1B
- Sone 1A

- Sone 0
- Produksjonsbrønn

Oppdragsgiver: Masfjorden kommune

Oppdragsnr.: 635453-01

Utarbeidet av: MHR

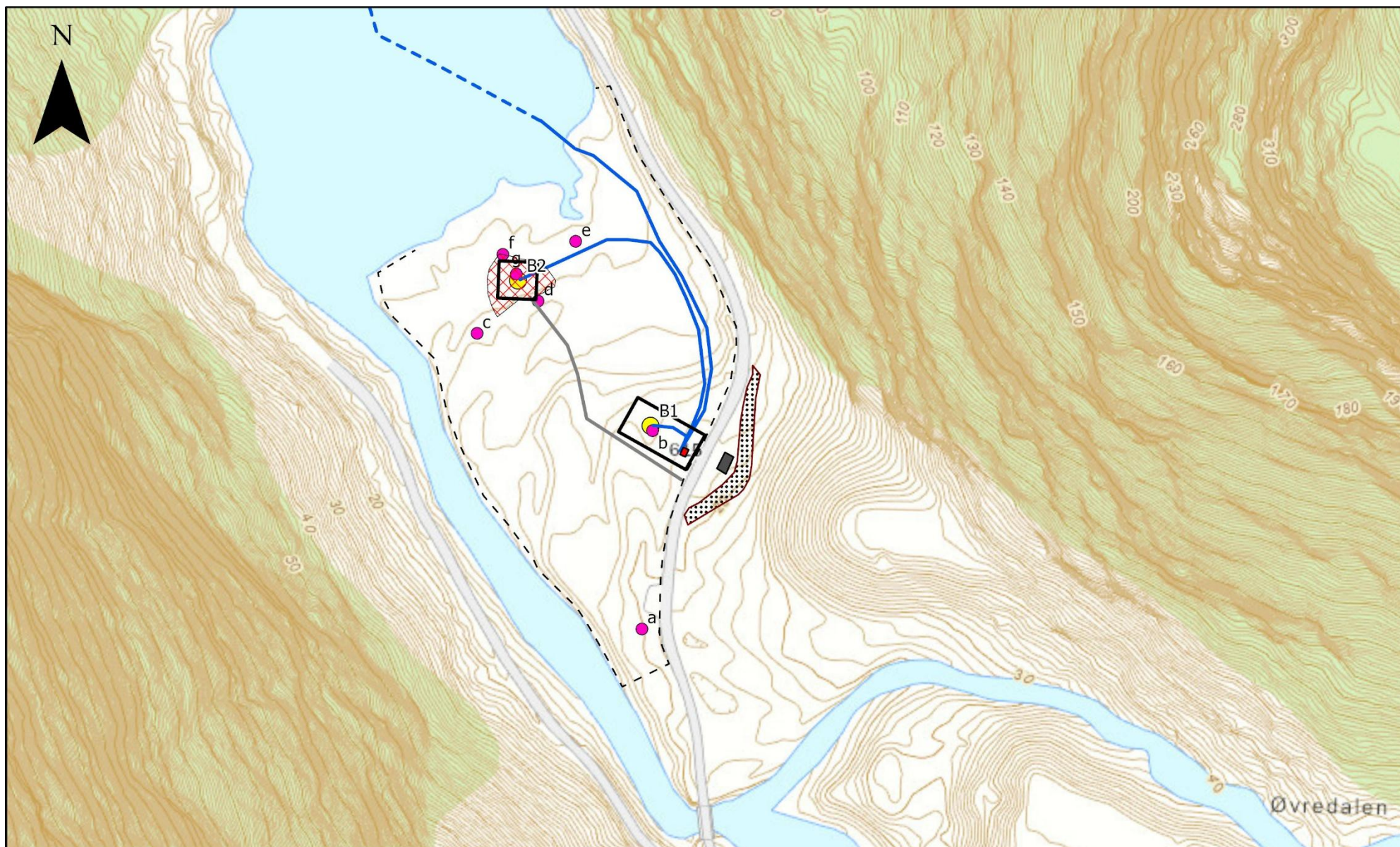
Format: A4

Målestokk: 1:4 000

asplan
viak



Vedlegg 3 - Detaljkart tiltaksområdet (eksisterende og planlagte tekniske inngrep)



Vedlegg 3. Detaljkart

Detaljkart som viser eksisterende og planlagte tekniske inngrep

Vedlegg til konsesjonssøknad: "Uttak av grunnvann til Masfjorden vassverk i Øvredalen"

Tegnforklaring

Produksjonsbrønn	Trafø
Peilebrønn	Inngjerding beitesesong
Oppfylling rundt B2	Inngjerding Sone 0 (planlagt)
Adkomstvei til brønner	Vannledning i vann (planlagt)
Teknisk hus	Vannledning på land (planlagt)
	Skredvoll (planlagt)

Oppdragsgiver: Masfjorden kommune

Oppdragsnr.: 635453-01

Utarbeidet av: MHR

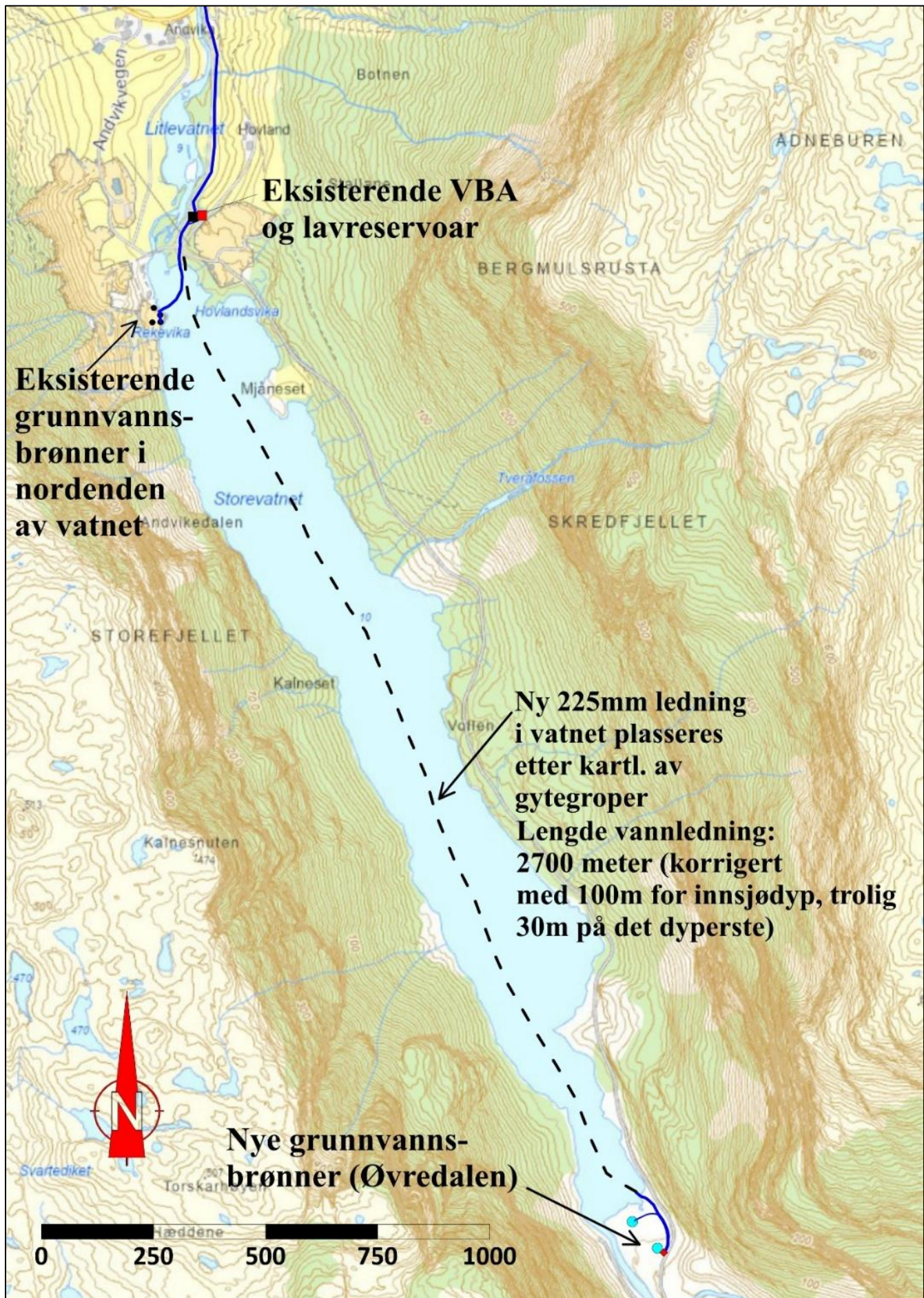
Format: A4

Målestokk: 1:2 000

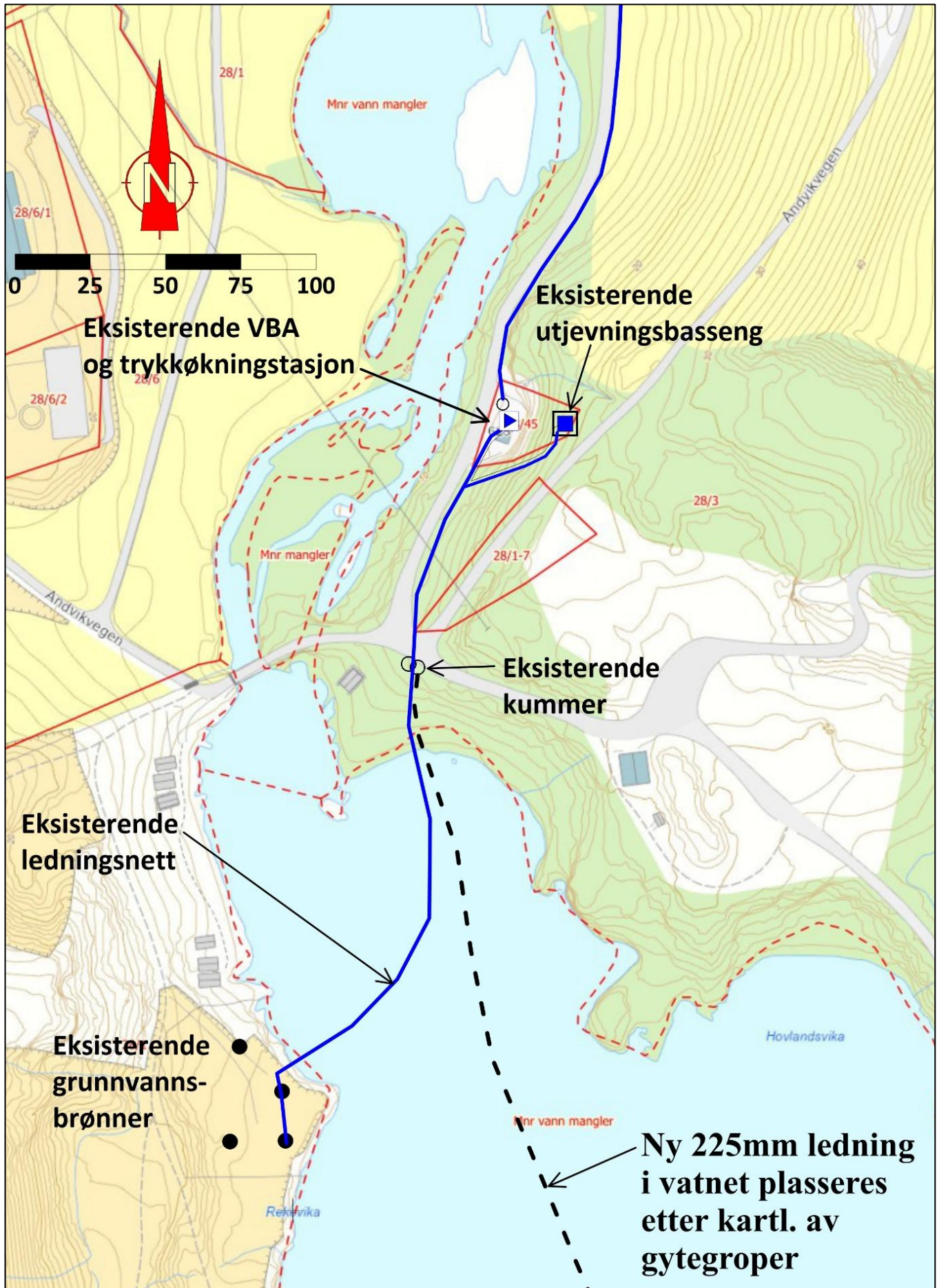
asplan
viak



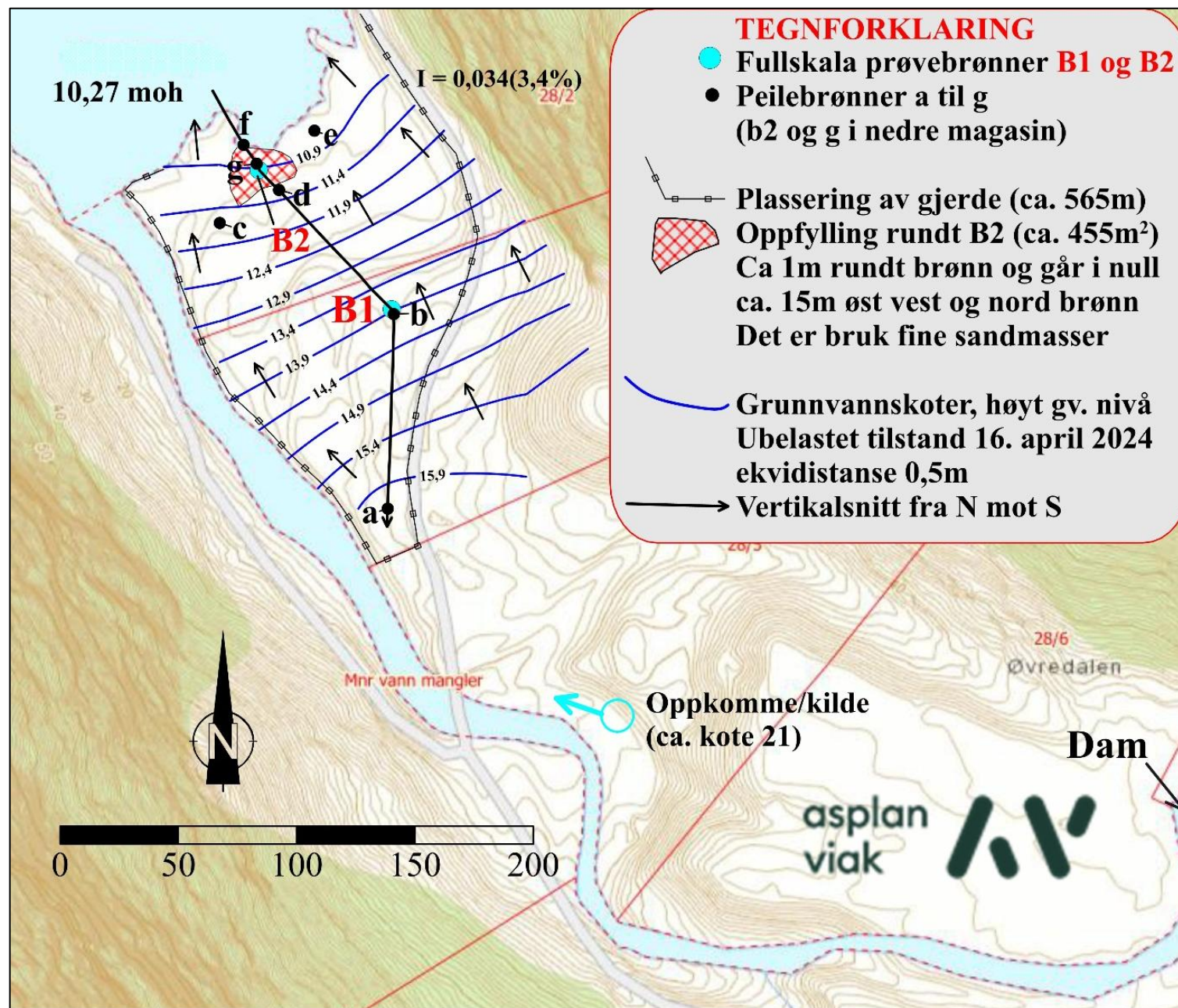
Vedlegg 3 - Detaljkart tiltaksområdet (eksisterende og planlagte tekniske inngrep)



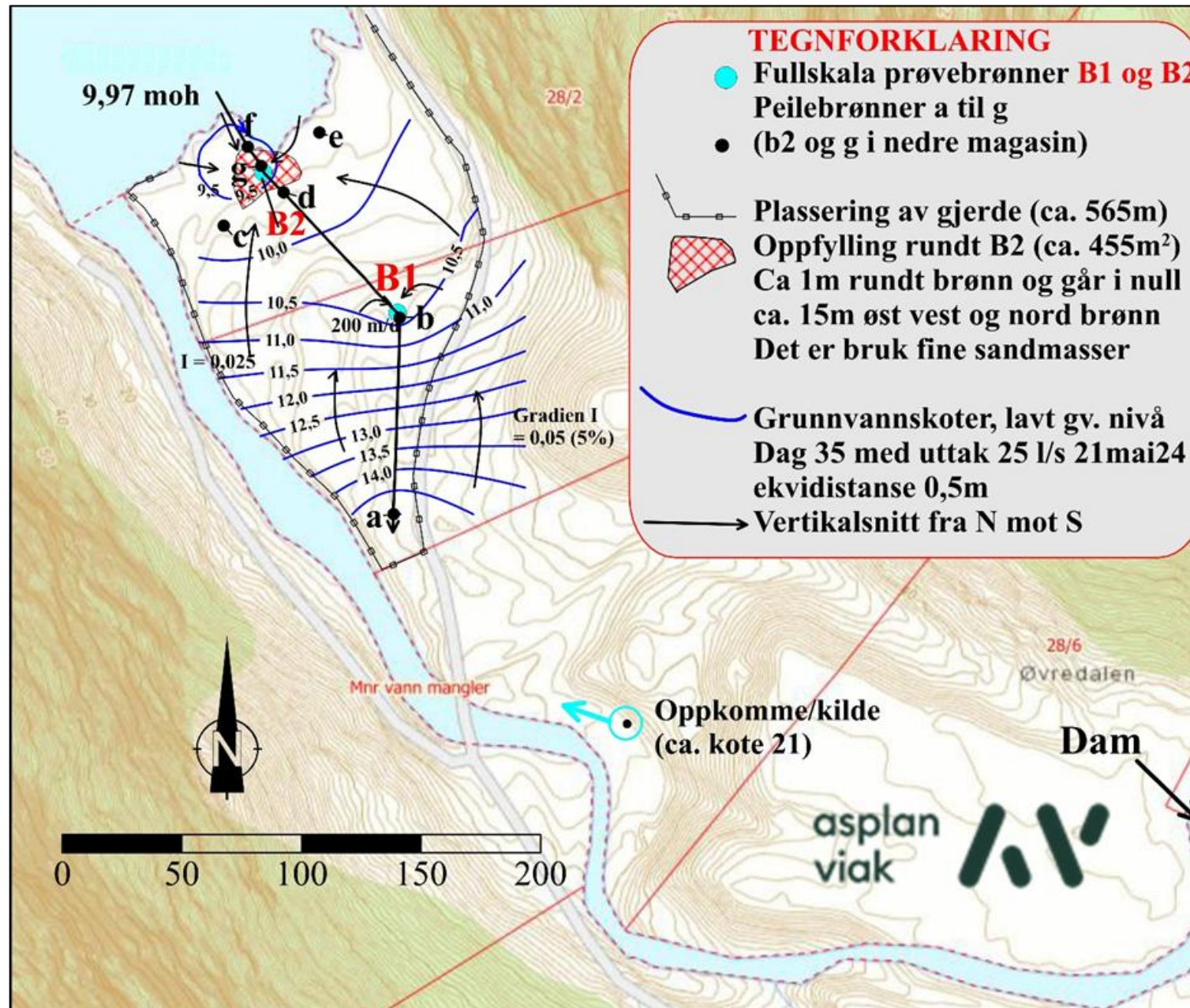
Vedlegg 3 - Detaljkart tiltaksområdet (eksisterende og planlagte tekniske inngrep)



Vedlegg 4 - Strømningsmønster ved ubelastet tilstand (16.04.2024)



Vedlegg 4 - Strømningsmønster ved belastet tilstand (21.05.2024 etter 35 døgns pumping)

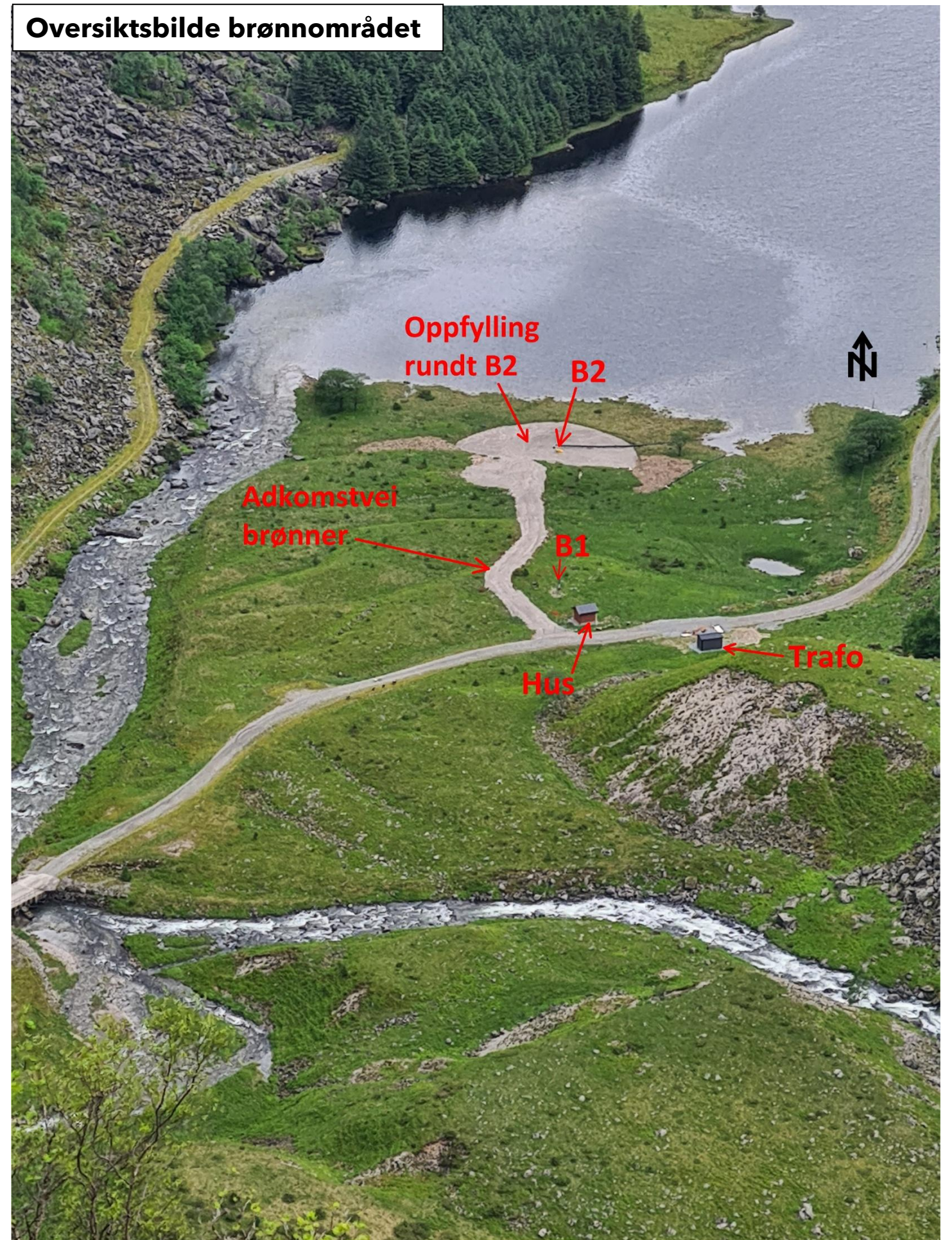


Vedlegg 5 - Fotografier av berørt område

Oversiktsbilde Øvredalen



Oversiktsbilde brønnområdet



B1

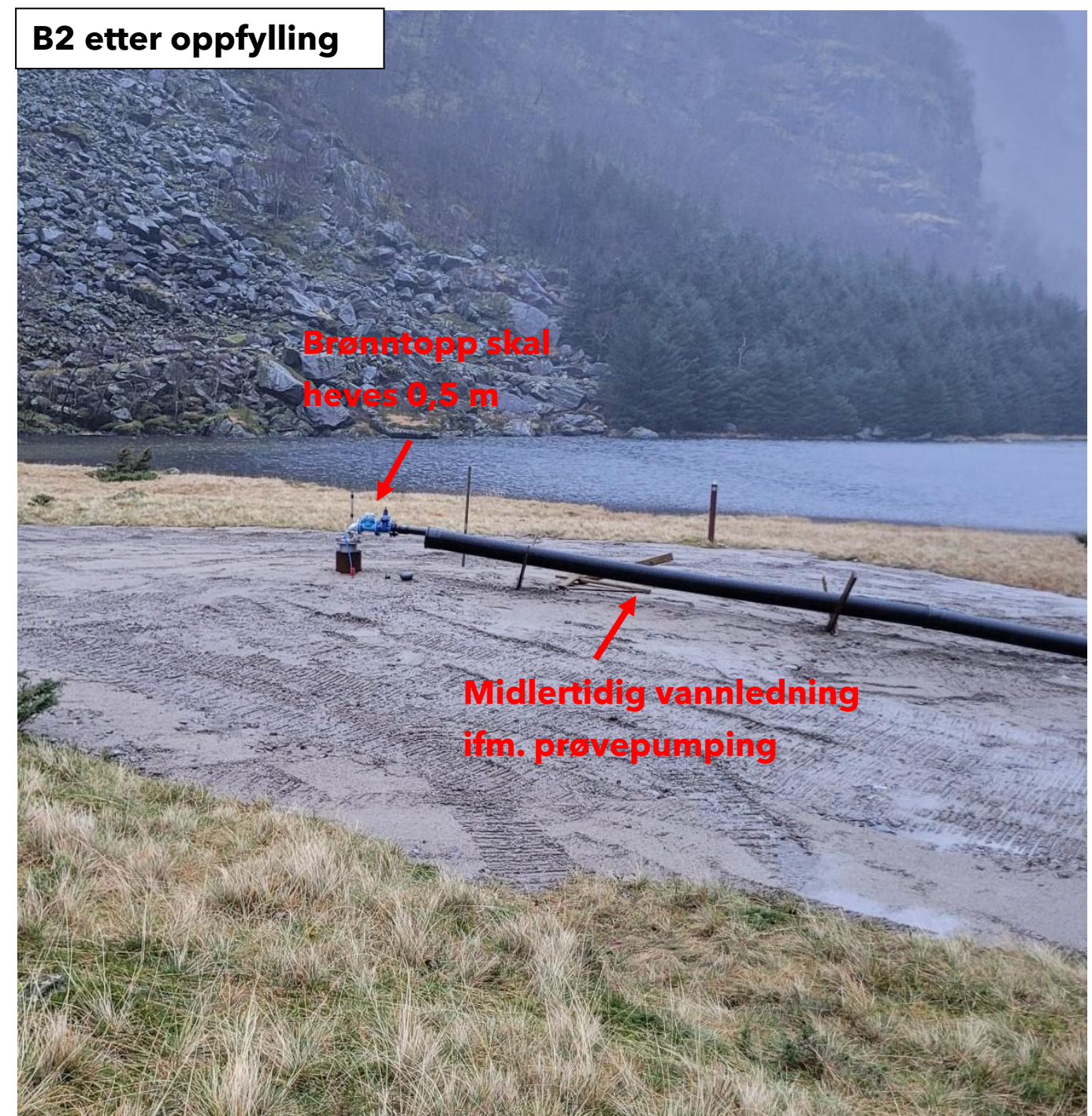


Vedlegg 5 - Fotografier av berørt område

B2 før oppfylling



B2 etter oppfylling



Vedlegg 5 - Fotografier av berørt område

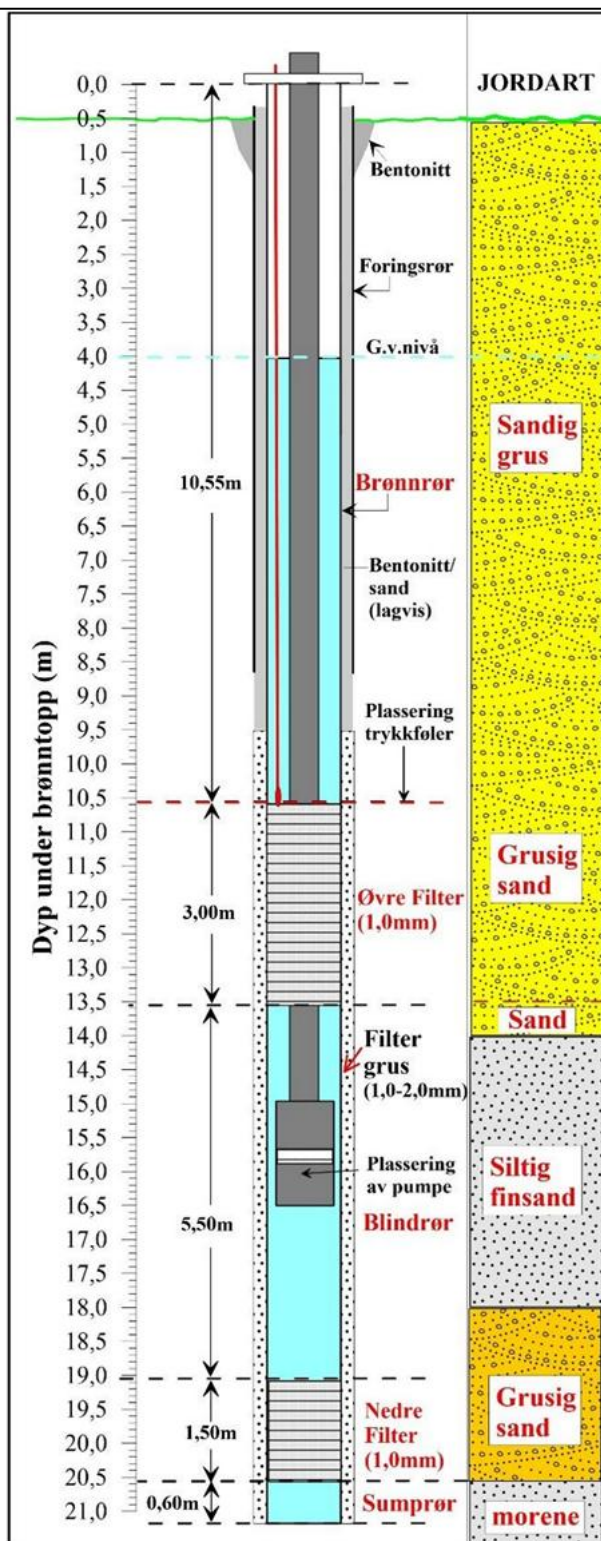


Vedlegg 6 - Oversikt over berørte grunneiere og rettighetshavere

Kommune nr	Gnr/ Bnr	Eiendomsadresse	Navn på eier	Eierforhold	Inngår i beskyttelsessone
4634	28/1	Andvikvegen 611, 5981 Masfjordnes Nørlandsvegen 263, 5981 Masfjordnes	Andvik, Arnold	Hjemmelshaver	Sone 2, Sone 3
4634	28/2	Andvikvegen 589, 5981 Masfjordnes Nørlandsvegen 265, 5981 Masfjordnes	Skuggedal, Torstein	Hjemmelshaver	Sone 0, Sone 1A, Sone 1B, Sone 3
4634	28/3	Andvikvegen 621, 5981 Masfjordnes Nørlandsvegen 271, 5981 Masfjordnes	Hovland, Inge	Hjemmelshaver (1/2)	Sone 2, Sone 3
			Kvinge, Katarina Horgen	Hjemmelshaver (1/2)	
4634	28/4	Andvikvegen 630, 5981 Masfjordnes Nørlandsvegen 269, 5981 Masfjordnes	Skuggedal, Ingrid	Hjemmelshaver (1/2)	Sone 3
			Skuggedal, Odd	Hjemmelshaver (1/2)	
4634	28/5	Andvikvegen 605, 5981 Masfjordnes Nørlandsvegen 261, 5981 Masfjordnes	Andvik, Even	Hjemmelshaver	Sone 1B, Sone 2, Sone 3
4634	28/6	Andvikvegen 609, 5981 Masfjordnes Nørlandsvegen 267, 5981 Masfjordnes	Torsvik, Cherry Lazo	Hjemmelshaver	Sone 2, Sone 3
4634	28/7	Andvikvegen 599, 5981 Masfjordnes	Andvik, Marit Laila (død)	Hjemmelshaver	Sone 0, Sone 1A, Sone 1B, Sone 3
		Andvikvegen 615, 5981 Masfjordnes			
		Nørlandsvegen 273, 5981 Masfjordnes			

Vedlegg 7 - Brønntegninger - som bygget

BRØNNSPESIFIKASJONER FOR PRODUKSJONSBRØNN B1 Masfjorden vassverk - Øvredalen	
BRØNNTYPE	Rørbrønn i løsmasser
ETABLERT	16.08.2022
TOTAL DYBDE	21,15 m u/ topp brønnrør
	20,62 m u/ terreng
Topp rør - terreng:	0,53 m. Brønntopp moh: 16,81
SPESIFIKK KAPASITET	Foreløpig test 07.09.2022: 15 l/s pr. meter senkning
BRØNNRØR, BLINDRØR OG SUMP	
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/213 mm
Lengde	10,55m u/ topp brønnrør + 5,5m mellom filtrene + 0,6m sumprør i bunn
Føringsrør	323 mm (pga gruskasting)
FILTER (Øvre og Nedre)	
Type	Kontinuerlig slissefilter Beiset utførelse
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/203 mm
Lengde øvre	3,0 meter
Lengde nedre	1,5 meter
Slissebredde	1,0 mm
Perforasjon	31,3 %
Kritisk hastighet Gjennom 4,5m	3 cm/s (teoretisk maksimalt uttak 27,45 l/s)
Plassering Øvre	10,55 -13,55 m u/ brønntopp
	10,02-13,02m u/ terreng
Plassering Nedre	19,05-20,55 u/ brønntopp
	18,52-20,02 u/ terreng
SENKPUMPE	
Fabrikat/type	EMS DX 46-05 (pumpedel)
Vekt	65 kg
Diameter	144mm
Lengde	1519mm
Kapasitet	12,5 l/s mot 34 mVs
Effektbehov	7,5 kW, 3x400V
Pumpeplassering	Bunn pumpe 16,5m u/ brønntopp (i blindrør)
Plassering trykkløser	Varerør for trykkløser ned til 10,56m u/ rørtopp
BRØNNETABLERING	
Hydrogeologisk konsulent	Asplan Viak as, Trondheim v/ Rolf E. Forbord
Brønnboring	Hallingdal Brønn og Graveservice AS



Masfjorden vassverk - Øvredalen Produksjonsbrønn B1, Som bygget

Tegnet av:
Rolf E. Forbord

Dato:
2 november 2022

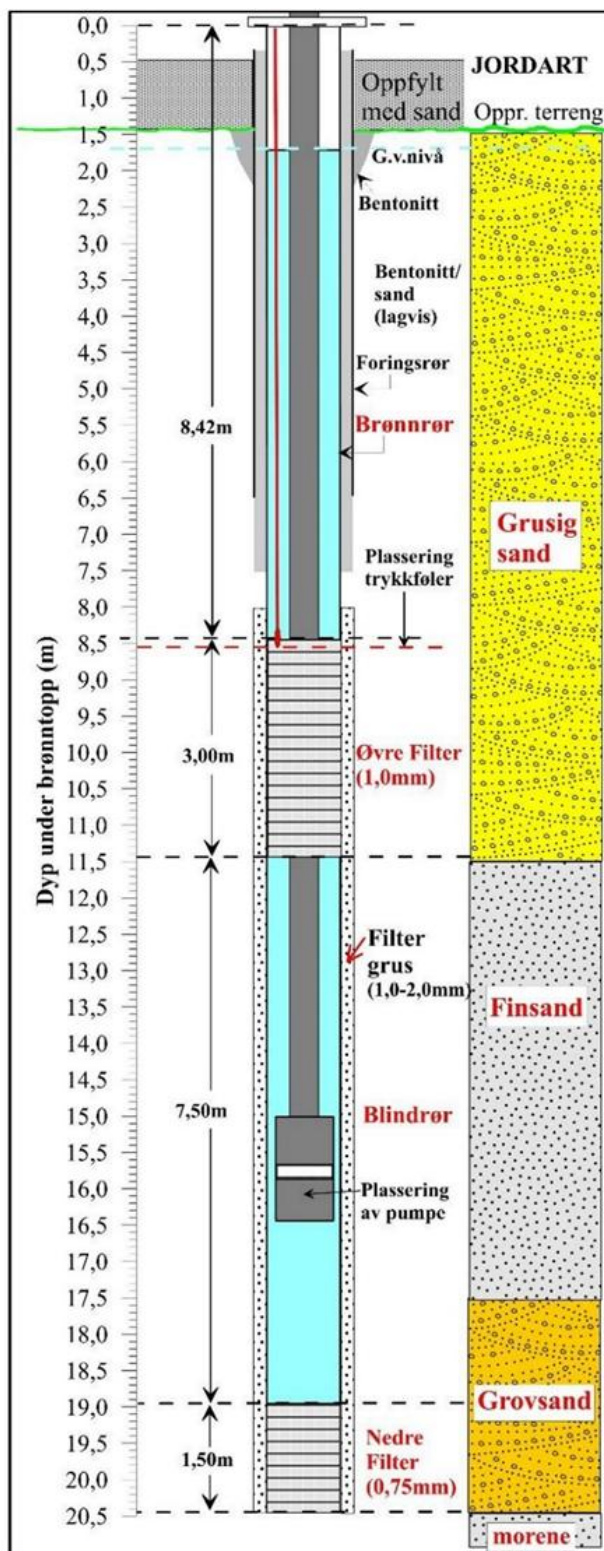
asplan
viak

Stjørdal



Vedlegg 7 - Brønntegninger - som bygget

BRØNNSPESIFIKASJONER FOR PRODUKSJONSBRØNN B2 Masfjorden vassverk - Øvredalen	
BRØNNTYPE	Rørbrønn i løsmasser
ETABLERT	11.08.2022
TOTAL DYBDE	20,42m u/ topp brønnrør
	18,92m u/ terreng
Topp rør -terreng:	1,5m over oppr. terreng Brønntopp moh: 12,26
SPESIFIKK KAPASITET	Foreløpig test 07.09.2022: 25 l/s pr. meter senkning
BRØNNRØR OG BLINDRØR	
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/213 mm
Lengde	8,42m u/ topp brønnrør + 7,5m mellom filtrene
Føringsrør	323 mm (pga gruskasting)
FILTER (Øvre og Nedre)	
Type	Kontinuerlig slissefilter Beiset utførelse
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/203 mm
Lengde øvre	3,0 meter
Lengde nedre	1,5 meter
Slissebredde øvre	1,0 mm
Perforasjon	31,3 %
Slissebredde nedre	0,75 mm
Perforasjon	25,4 %
Kritisk hastighet Gjennom 4,5m	3 cm/s (teoretisk maksimalt uttak 25,8 l/s)
Plassering Øvre	8,42-11,42m u/ brønntopp 6,92-9,92m u/ terreng
Plassering Nedre	18,92-20,42m u/ brønntopp 17,42-18,92m u/ terreng
SENKPUMPE	
Fabrikat/type	E-TEC Z646-05 (pumpedel)
Vekt	66 kg
Diameter	144mm
Lengde	1526
Kapasitet	12,5 l/s mot 34 mVs
Effektbehov	7,5 kW, 3x400V
Pumpeplassering	Bunn pumpe 16,42m u/ brønntopp (i blindrør)
Plassering trykkføler	Varerør for trykkføler ned til 8,54 meter u/ rørtopp
BRØNNETABLERING	
Hydrogeologisk konsulent	Asplan Viak as, Trondheim v/ Rolf Forbord
Brønnboring	Hallingdal Brønn og Graveservice AS



Masfjorden vassverk - Øvredalen Produksjonsbrønn B2, Som bygget

Tegnet av:
Rolf E. Forbord

Dato:
2 november 2022

asplan
viak

Stjørdal



Vedlegg 8. Rapport: «Geofysiske og
hydrogeologiske undersøkelser sør for
Storevatnet» (08.02.2022)

Masfjorden kommune

GEOFYSISKE OG HYDROGEOLOGISKE UNDERSØKELSER SØR FOR STOREVATNET RAPPORT

Dato: 08.02.2022
Versjon: 01



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Masfjorden kommune
Tittel på rapport:	Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser sør for Storevatnet
Oppdragsnavn:	Hydrogeologiske forundersøkelser sør for Storevatnet
Oppdragsnummer:	6354536-01-02
Utarbeidet av:	Rolf E. Forbord
Oppdragsleder:	Rolf E. Forbord
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Asplan Viak AS er engasjert av Masfjorden kommune for å utføre geofysiske og hydrogeologiske forundersøkelser på en stor løsmasseavsetning i sørenden av Storevatnet sør for Andvik. Dette med sikte på etablering av ny reservevannkilde for kommunen basert på grunnvann fra løsmasser.

Undersøkelsene ble utført i perioden 21. til 26. november 2021 og omfattet 9 georadarprofiler, 7 stk. sonderboringer, nedsetting av 2 stk. 5/4" undersøkelsesbrønner og 2 stk. Odex-boringer med beltegående borerigg fra Vestnorsk Brunnboring AS. Undersøkelsesbrønnene er benyttet til testing av løsmassenes vanngivende egenskaper, feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne og uttak av sediment- og grunnvannsprøver.

De utførte undersøkelser viser at det er fullt mulig å ta ut de nødvendige mengder grunnvann fra løsmasser fra grunnvannsmagasinet i sørenden av Storevatnet. Grove overslagsberegninger indikerer at den naturlige grunnvannsstrømmen ut mot Storevatnet er størrelsesorden 44 l/s. Med tanke på lavvannføring i vassdraget, kan det uansett være gunstig med brønner som plasseres så nær vatnet at man får indusert grunnvannsdannelse fra vatnet.

Magasinets sammensetning og hydrauliske beregninger tilsier at uttak av 25 l/s fordeles på 2 brønner (12,5 l/s fra hver brønn). Vi foreslår derfor at det i første omgang etableres 2 fullskala brønner som testes og prøvepumpes, og deretter en tredje brønn før grunnvannsanlegget skal settes i drift. Rørbrønner med filteret plassert dypt nede i grunnvannssonen vil med stor sannsynlighet gi vann av stabil og god kvalitet på grunn av lang oppholdstid i grunnen. Grunnvannet har lavt fargetall (<2), og meget lavt innhold av mineraler og salter. Innholdet av bruksmessig viktige parametere som jern og mangan er også lavt. Grunnvannet må luftes og pH-justeres.

Etter brønnetablering må brønnene lagtidsprøvepumpes med kontinuerlig uttak av 25 l/s for å dokumentere kapasitet og vannkvalitet over tid. I tillegg benyttes dataene til å vurdere influens- og tilsigsområdet, som igjen danner grunnlag for beskyttelsessoner (klausulering) av grunnvannsmagasinet. Dataene benyttes også som underlag for konsesjonssøknad til NVE. Forslag til videre arbeid fremgår av kapittel 8.

01	08.02.22	Nytt dokument	REF	BOH
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS

Forord



Asplan Viak AS har vært engasjert av Masfjorden kommune for å utføre geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser på en stor løsmasseavsetning i sørenden av Storevatnet sør for Andvik. Dette med sikte på etablering av ny reserv kilde (grunnavann) for kommunen.

Sveinung Toft og Gunnar Molland har vært Masfjorden kommune sine kontaktpersoner for oppdraget.

Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser er utført av Bernt Olav Hilmo og Rolf Forbord i slutten av november 2021.

Rolf E. Forbord har vært oppdragsleder for Asplan Viak og utført rapportering og beregninger. Bernt Olav Hilmo har utført kvalitetssikring av beregninger og rapportering.

Trondheim/Stjørdal, 08.02.2022

Rolf E. Forbord
Oppdragsleder

Bernt Olav Hilmo
Kvalitetssikrer

Innhold

1. INNLEDNING	5
1.1. Formål	5
1.2. Bakgrunn	5
1.3. Aktuelt område for undersøkelser	5
1.4. Gjennomføring	6
2. OMRÅDEBESKRIVELSE	7
2.1. Topografi og løsmasseavsetninger	7
2.2. Arealbruk og forurensningskilder	7
2.3. Flomusatte og rasfarlige områder	9
2.4. Rødlistearter, naturtyper og kulturminner	11
2.5. Nedslagsfelt og vannføring	11
3. FELTUNDERSØKELSER – GJENNOMFØRING OG METODIKK	13
3.1. Georadarmålinger	13
3.2. Sonderboringer og 5/4" undersøkelsesbrønner	13
4. RESULTATER	14
4.1. Georadarmålinger og boringer i Øvredalen (Område-1)	14
4.2. Resultater fra sonderboringer i område-2	27
4.3. Løsmassenes vanngivende egenskaper – resultater fra undersøkelsesbrønner	28
4.4. Hydrauliske beregninger	32
4.4.1. Brønn i området ved Ub-1	34
4.4.2. Brønn ved Odex-B/Ub-2	35
4.4.3. Brønn ved Odex-A	35
4.4.4. Oppsummering hydrauliske beregninger – grunnvannsstrøm og oppholdstid	36
4.5. Kilde/oppkomme øst for brua	37
4.6. Grunnvannets fysisk-kjemiske kvalitet	38
5. PLASSERING OG DIMENSJONERING AV BRØNNER	40
5.1. Forslag til brønnløsninger og plassering – Diskusjon	40
5.2. Flomvurderinger	41
5.3. Dimensjonering av brønner	41
5.4. Flomsikring og hygienisk sikring	45
6. OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER	46
7. VURDERING AV LEDNINGSDIMENSJON OG PUMPER	47
8. VIDERE ARBEID	49
VEDLEGG	50

FIGURLISTE

Figur 1. Oversiktskart med lokalisering av områder for undersøkelser og eksisterende brønnområde	5
Figur 2 Løsmassekart over Øvredalen i sør-enden av Storevatnet (NGU).	7
Figur 3. Flybilde som viser avsetningen og arealbruk i området.	8
Figur 4. Høydeprofil mellom Storevatnet og breelvtterasse lenger sør (Høydedata.no).	8
Figur 5. Kartutsnitt med aktsomhetsområde for flom og maksimal vannstigning (NVE).	9
Figur 6. Aktsomhetskart for snøskred – Utløsningsområde og utløpsområde	10
Figur 7. Aktsomhetskart for steinsprang – Utløsningsområde og utløpsområde	10
Figur 8. Artskart fra artsdatabanken.....	11
Figur 9. Lavvannindekser for innløpet i Storevatnet (NVE, Andvikelvi),	12
Figur 10. Vannkraftverk (Svartdalen) med utslippspunkt oppstrøms undersøkelsesområdet.	12
Figur 11. Kart med lokalisering av radarprofiler (P), Sonderboringer (Sb) og undersøkelsesbrønner (Odex/Ub).	14
Figur 12. Profil-9 går fra SØ mot NV fra veien og ut til vestenden av dammen i elva lengst øst i området.	15
Figur 13. Vertikalsnitt med antatt grunnvannsgradient mellom dam i elva og kilde lenger nordvest.	15
Figur 14. Profil-8 går fra V mot Ø langs veien inn til kraftverket i østre del av området.	16
Figur 15. Profil-7 går fra N mot S langs sørsiden av elva rett sør for oppkommet på nordsiden.	17
Figur 16. Profil-6 går langs elva fra brua i sør til Storevatnet i nord. Boring Odex-A og Sb-5 inntegnet.	18
Figur 17. Profil-5 går fra vatnet i nord og sørøstover omtrent via Sb-5, Sb-2, Odex-B og til veien.	19
Figur 18. Profil-4 går fra øst mot vest langs vannkanten ute ved Storevatnet. Sb-1/Ub-1 inntegnet.	20
Figur 19. Profil-3 går fra SV mot NØ, 20-25m nord for Profil-4 og 1,2-1,5 meter høyere i terrenget.	20
Figur 20. Profil-2 går fra øst mot vest 50-25 meter sør for profil-3. Sonderboring 2 inntegnet.	21
Figur 21. Profil-1 starter omtrent ved boring Odex-A og går nordover langs vegen ut nor Storevatnet	22
Figur 22. Radarprofiler (P), Sonderboringer (Sb) og undersøkelsesbrønner (Odex/Ub) i nordre del av området.	23
Figur 23. Kartutsnitt med plassering av sonderboringer i område-	27
Figur 24. Testpumping av 5/4" undersøkelsesbrønn-1. Uttak av 4 l/s med slisset spiss i nivå 6-7,5 meter.	28
Figur 25. Ub-1: Artesisk reaksjon (0,5 l/s) med sandspiss/filter fra 16,3-17,8 meter. Ga 2 l/s ved pumping.	30
Figur 26. Ub-2 ble satt i Odexboring-B etter at foringsrøret ble trukket opp fra 21 til 9 meter.	30
Figur 27. Uttak av grunnvannsprøve fra 18 meters dyp under boring av Odex-A.	32
Figur 28. Flybilde med lokalisering av oppkommet øst for brua.	37
Figur 29. Feltnmålinger i oppkomme i foten av breelvtterrassen øst for brua.	37
Figur 30. Kartutsnitt med Undersøkelsesbrønner og plassering av to fullskala produksjonsbrønner.....	40
Figur 31. Brønnspesifikasjoner (arbeidstegning) for brønn B1 ved Odex-B.	43
Figur 32. Brønnspesifikasjoner (arbeidstegning) for brønn B2 15m sør for Ub1 eller 8m sør for Sb5.	44
Figur 33. Kartutsnitt med parametere for vurdering av ledningsdimensjon og pumper	47
Figur 34. Grafisk fremstilling av friksjonstap i 4 ulike ledninger med dimensjonene Ø180-Ø250mm.	48

TABELLISTE

Tabell 1. Nedbørfelt, middelvannføring og lavvannføring i elva inn og ut av Storevatnet.	12
Tabell 2. Borprofiler Sb-1 til Sb-3. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m (Koordinater UTM32).	24
Tabell 3. Borprofiler Sb-4, Sb-5 og Odex-A. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m (Koordinater UTM32). ..	25
Tabell 4. Borprofiler Odex- B og Sb-6, Sb-7. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m (Koordinater UTM32)....	26
Tabell 5. Resultater fra undersøkelsesbrønn-1 i sonderboring-1	29
Tabell 6. Resultater fra undersøkelsesbrønn-2 i Odex-B.	31
Tabell 7. Sorterings- og permeabilitetsverdier, angivelse av %-andel >1,0/1,5mm, innhold av silt.	33
Tabell 8. Feltnmålinger av temperatur og ledningsevne i grunnvann, elva og Storevatnet.	38
Tabell 9. Analyseresultater – nivåbestemte grunnvannsprøver fra Ub-1, Odex-A, Ub-2/Odex-B og elva,.....	39
Tabell 10. Brønnspesifikasjoner for B1 ved Odex-B og B2 sør for Ub-1 eller Sb-1 (se figur 30 for plassering).	42
Tabell 11. Friksjonstap i 4 ulike ledninger med dimensjonene Ø180-Ø250mm.	48

VEDLEGG

Vedlegg 1: Kornfordelingskurver, sedimentprøver fra Ub-1 og Odex-A og Odex-B/Ub-2

Vedlegg 2: Analyseresultater Eurofins (Ub-1 og Odex-A og Odex-B/Ub-2)

1. INNLEDNING

1.1. Formål

Asplan Viak AS er engasjert av Masfjorden kommune for å utføre geofysiske og hydrogeologiske forundersøkelser på en løsmasseavsetning i sør-enden av Storevatnet sør for Andvik. Dette med sikte på etablering av ny reservevannkilde for kommunen basert på grunnvann.

1.2. Bakgrunn

Bakgrunnen for dette er at man erfarer jernproblemer i en av de eksisterende grunnvannsbrønnene i nordenden av Storevatnet. I tillegg er det større arealbrukskonflikter i dette området enn det som vil være tilfelle i sør-enden av vatnet. Dimensjonerende vannmengde for et nytt grunnvannsanlegg er oppgitt til 25 l/s (90 m³/t).

1.3. Aktuelt område for undersøkelser

Masfjorden kommune har kommet fram til at en stor løsmasseavsetning i sør-enden av Storevatnet er en gunstig lokalitet for et nytt grunnvannsanlegg i kommunen, se område 1 på figur 1. Dette både ut fra plassering i forhold til eksisterende VA-infrastruktur i nord-enden av vatnet, og ikke minst ut fra områdehygieniske forhold. Det er ikke utført undersøkelser tidligere i dette området. Det er i tillegg på oppdragsgivers ønske utført 2 borer på en mindre grusavsetning på østsiden av vatnet, ca. 450 meter nord for enden av vatnet, se område 2.



Figur 1. Oversiktskart med lokalisering av områder for undersøkelser og eksisterende brønnområde

1.4. Gjennomføring

Feltarbeidet ble utført av Bernt Olav Hilmo og Rolf E. Forbord i perioden 21. til 26. november 2021.

På grunn av meget steinige masser ned til 4-5 meters dyp, er boringer og etablering av undersøkelsesbrønner utført i en kombinasjon med bruk av borerigg (Odex-boring) og håndholdt motorhammer ved neddriving av undersøkelsesbrønner. Forstudier og undersøkelser har omfattet:

- Gjennomgang av eksisterende informasjon om området: Naturgrunnlag (geologi rødlistearter, naturtyper), kulturminner, arealbruk, nedslagsfelt og farevurderinger (flom, skred).
- Feltbefaring for å få oversikt over området og for planlegging av feltundersøkelser.
- Georadarmålinger (9 profiler, totalt ca. 1700 meter).
- 7 stk. sonderboringer med bærbar motorhammer.
- 2 stk. Odex-boringer med beltegående borerigg (begge ned til 21 meters dyp) utført av Vestnorsk Brunnboring AS.
- Nedsetting av 2 stk. 5/4" undersøkelsesbrønner Ub-1 og Ub-2 (19,1 og 19,5 meter dype). Ub-2 ble satt i Odex-boring B.
- Testing av løsmassenes vanngivende egenskaper.
- Feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne.
- Uttak av sediment- og grunnvannsprøver.

Kornfordelingsanalyser på 17 stk. sand/grusprøver er utført av Hydrogeologi og AvløpsRådgivning AS. Vannanalyser på 5 grunnvannsprøver og 1 bekkeprøve er utført ved Eurofins Environment Testing Norway i Moss.

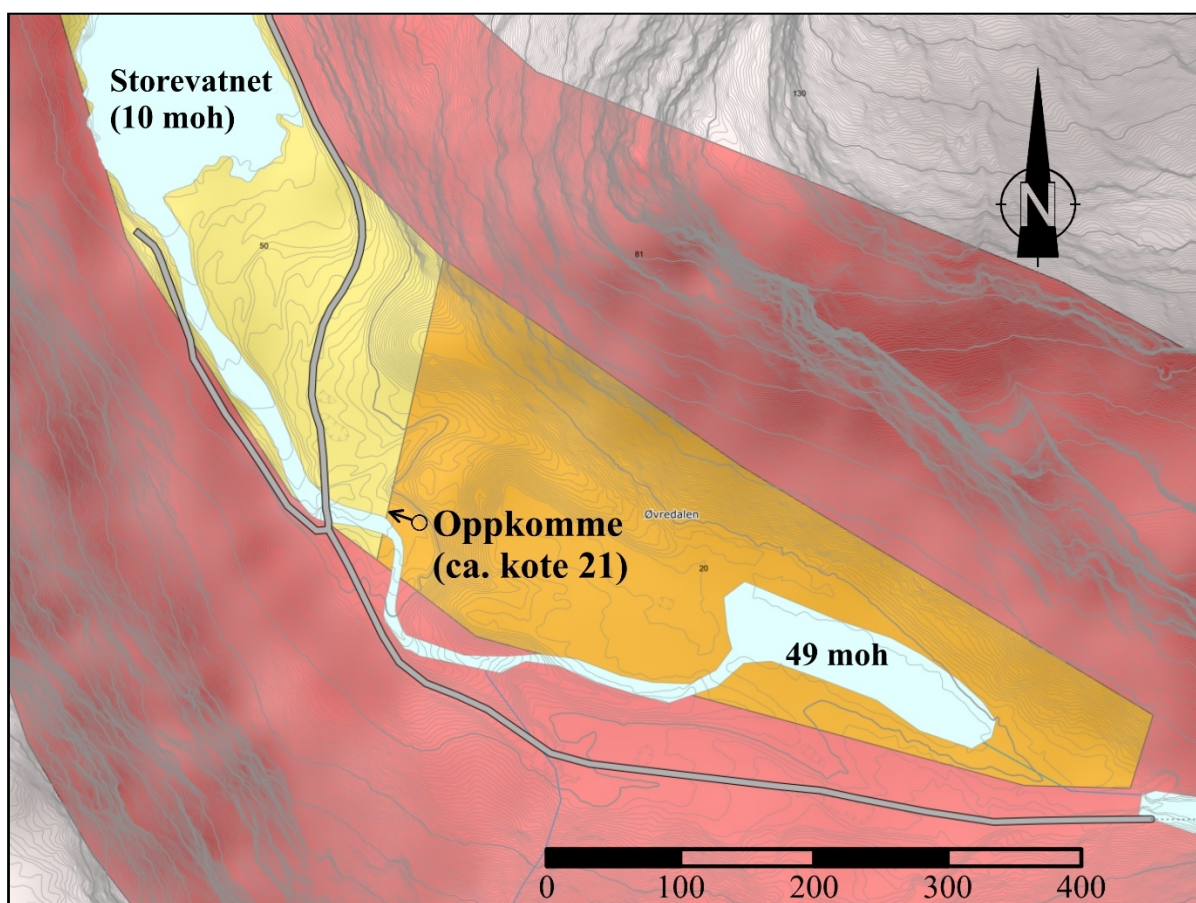
2. OMRÅDEBESKRIVELSE

2.1. Topografi og løsmasseavsetninger

Det undersøkte området ligger mellom kote 11 (NV) og 53(SØ) og fra 0 til 800 meter fra vatnet, se figur 2 til 4.

I munningen av Øvredalen er det avsatt breelvavsetninger (orange) mot Storevatnet, nesten opp mot marin grense for området (kote 60). Elveerosjon i perioden etter siste istid har transportert og re-sedimentert sand og grus fra breelvterrassene fra fremste terrassekant og ut til og i Storevatnet (elveavsetninger, gul). Både breelv- og elveavsetninger består normalt av sand- og grusmasser med gode vanngivende egenskaper (høy permeabilitet). På terrasseflatene sees en del stor blokk, som er et resultat fra ras fra fjellsidene. Mellom terrassene og vatnet er det markerte erosjonsspor der blokk er akkumulert i renner. Dalsidene består av bart fjell og skredmateriale.

Under befaringen ble det påvist et kraftig oppkomme ca. 63 meter øst for brua, se figur 2 og 3. Dette er omtalt nærmere i kapittel 4.5.



Figur 2 Løsmassekart over Øvredalen i sør-enden av Storevatnet (NGU).

2.2. Arealbruk og forurensningskilder

Det undersøkte området i sør-enden av Storevatnet består av skrinns gressbevokst utmark, se figur 3 (LNF-område). Den eneste potensielle forurensningskilden i området er veien inn til kraftstasjonen. Veien er meget lite trafikkert. Det er etter hva vi ser ikke tatt ut større mengder grus fra løsmasseavsetningen. Det er mulig at beitedyr (sau) periodisk kan ha tilhold på arealene.



Figur 3. Flybilde som viser avsetningen og arealbruk i området.

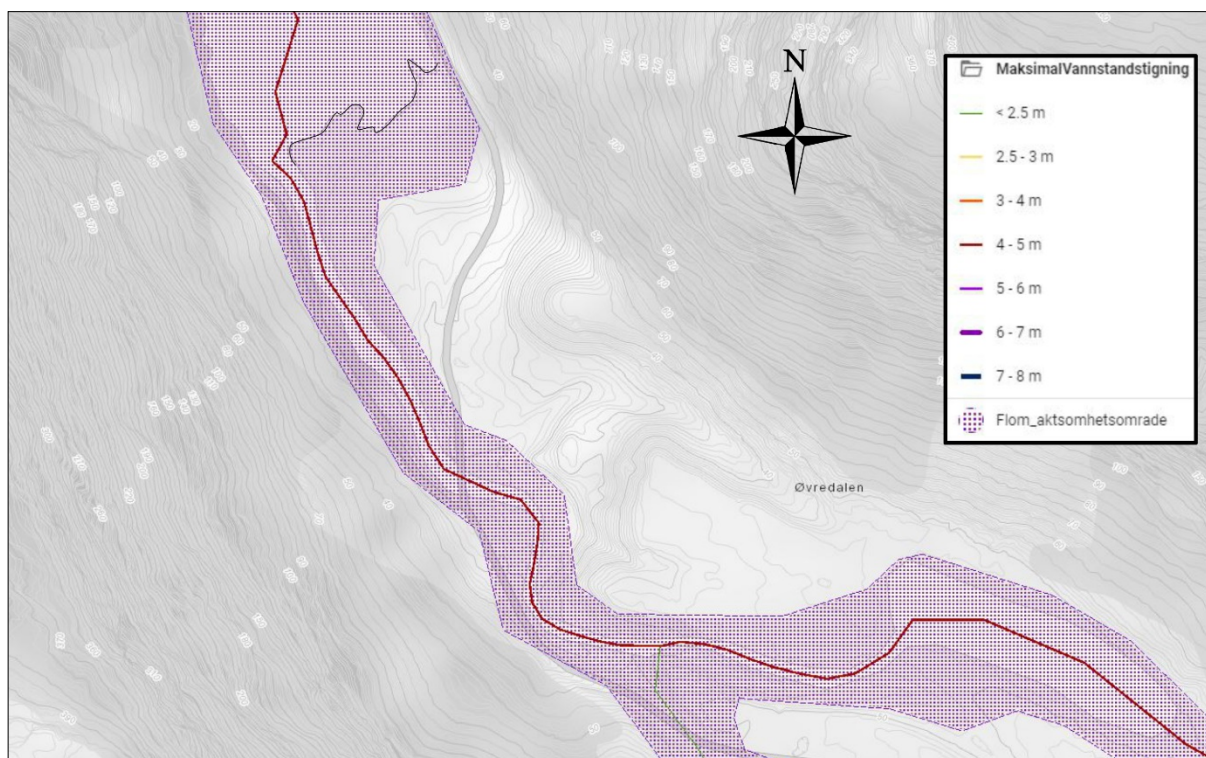


Figur 4. Høydeprofil mellom Storevatnet og breelvt Terrasse lenger sør (Høydedata.no).

2.3. Flomusatte og rasfarlige områder

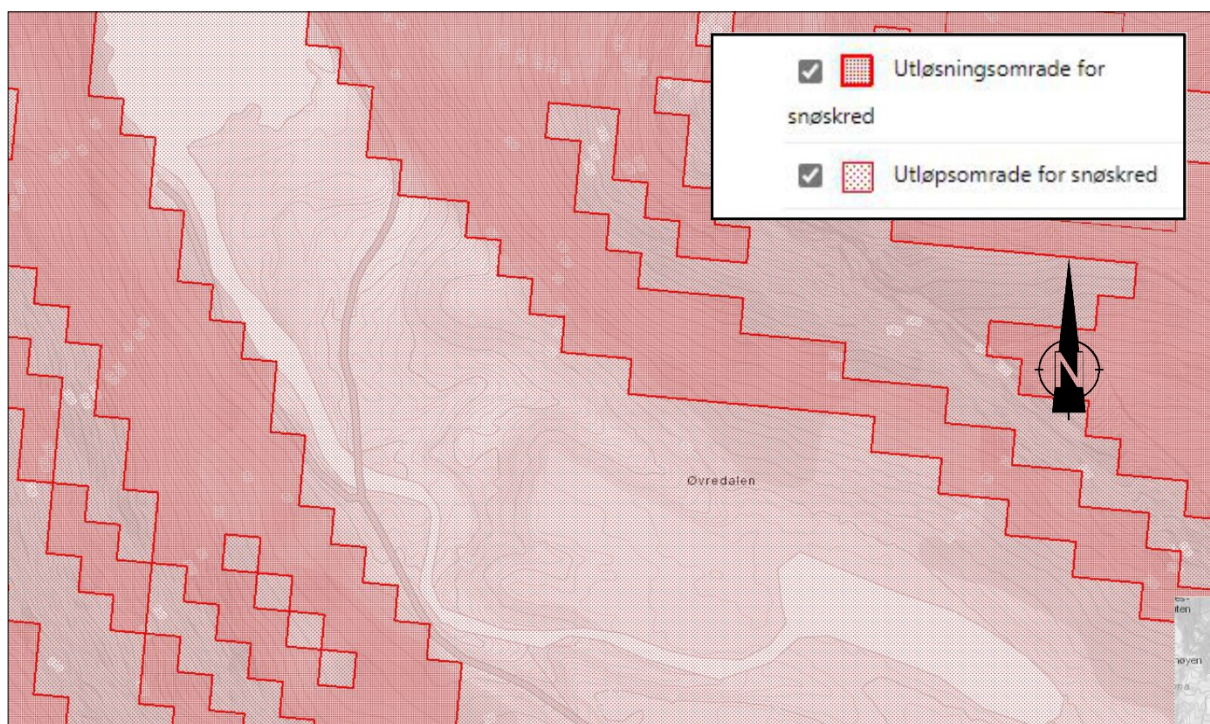
Nedre del av avsetningen (nærmest Storevatnet) og elvenære partier er flomutsatt, se kartutsnitt med aktsomhetsområde for flom i figur 5. Maksimal vannstigning er angitt til 4,3 meter over normalvannstand i Storevatnet, dvs, 14,3m over havet. I Byggteknisk forskrift (TEK17) fremgår det at byggverk i sikkerhetsklasse F3 (infrastruktur av stor samfunnsmessig betydning) skal sikres mht. til 1000-årsflom. Dette er vurdert nærmere i kapittel 5 (Plassering og dimensjonering av brønner).

Erfaringsmessig gir aktsomhetskartet vesentlig større utbredelse og vannstandsstigning enn det en mer detaljert beregning vil gi. Det er derfor bestilt en flomvurdering av aktuelt brønnområde ved sørenden av Storevatnet (ferdigstilles senest innen 04.05.2021). Vurderingen utføres for 1000-årsflom i fremtidens klima, og baseres på flomberegninger og hydraulisk modellering (flomsonekartlegging). Leveranse vil bestå av rapport og flomsonekart. Dette vil bli brukt til endelig nivå for flomsikring av brønner



Figur 5. Kartutsnitt med aktsomhetsområde for flom og maksimal vannstigning (NVE).

i henhold til NVE sine aktsomhetskart ligger lokaliteten innenfor utløpsområde for snøskred og steinsprang, se figur 6 og 7. Dette medfører at man i tillegg til heving av brønntopper høyere enn 1000-års flom, må utforme brønnekummer med mere slik at de er minst mulig sårbare for skred.



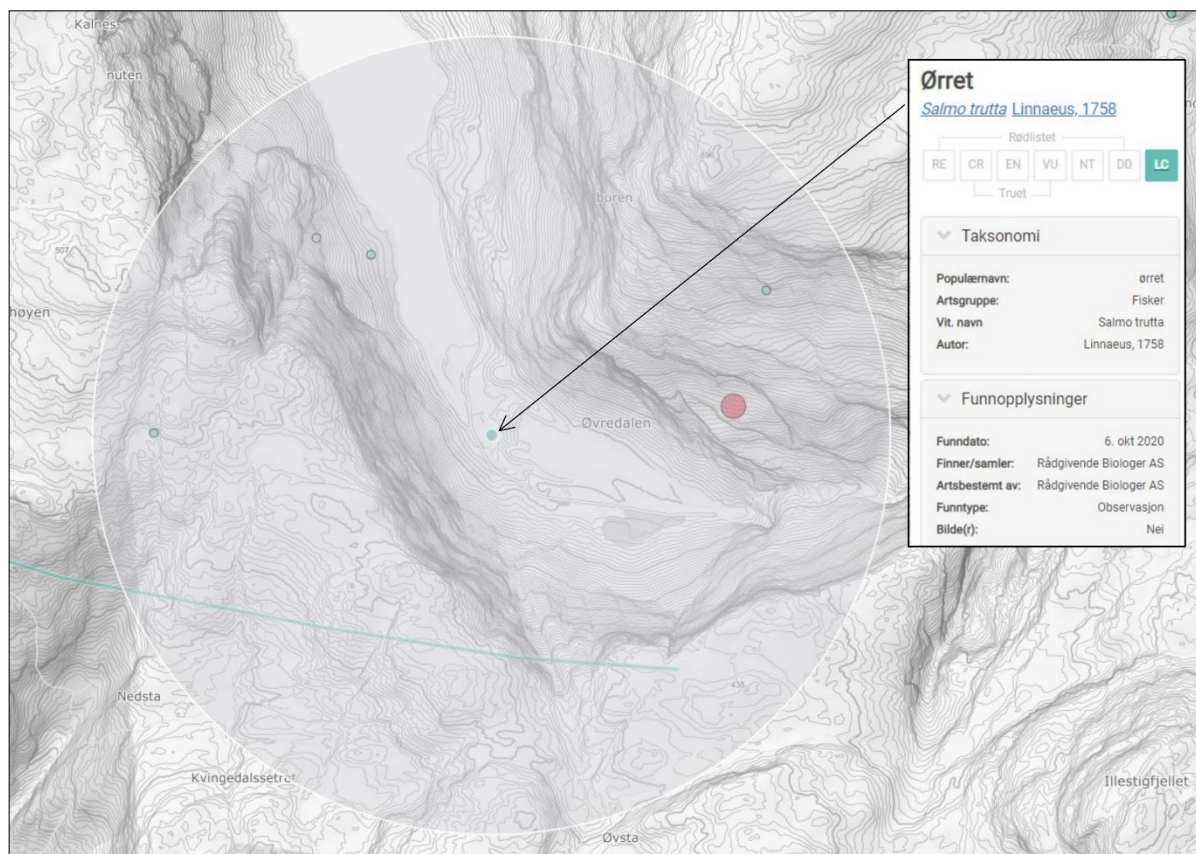
Figur 6. Aktsomhetskart for snøskred – Utløsningsområde og utløpsområde



Figur 7. Aktsomhetskart for steinsprang – Utløsningsområde og utløpsområde

2.4. Rødlistearter, naturtyper og kulturminner

I artsdatabanken er det angitt sjøørret, livskraftig bestand i området (*Salmo trutta* Linnaeus). Det er uklart om dette gjelder kun Storevatnet eller også nedre deler av elva som drenerer gjennom løsmasseavsetningen. Det er ellers ikke etter hva vi finner ut andre rødlistearter, naturtyper, kulturminner etc. innenfor undersøkelsesområdet.



Figur 8. Artskart fra artsdatabanken.

Den aktuelle løsmasseforekomsten er imidlertid foreslått vernet som geologisk arv (Hunnes, O. & Anundsen, K. 1985. Forslag til kvartærgeologiske verneverdige objekt/områder i Hordaland. Miljøvern Dep. Rapp. T-614: 1-123). Vern er etter hva vi finner ut ikke gjennomført. Dette vil sannsynligvis ikke medføre problemer mht. brønnetablering, da det ved klausulering av grunnvannsmagasinet i realiteten pålegges mange av de samme arealrestriksjonene som ved vern av forekomsten.

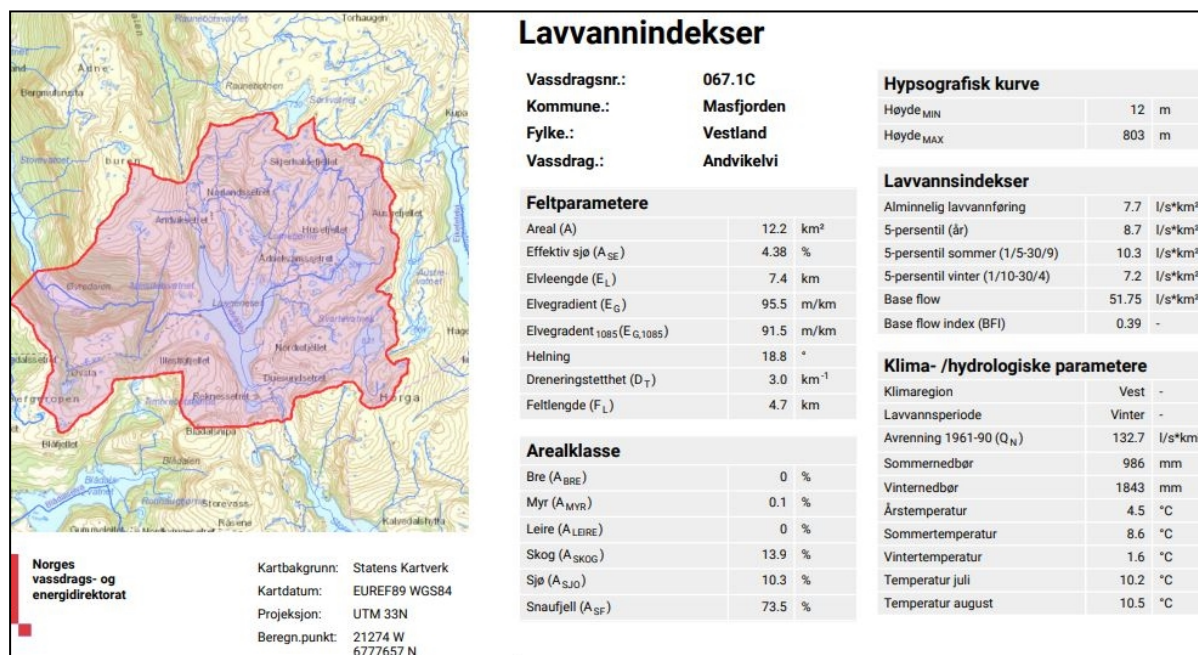
2.5. Nedslagsfelt og vannføring

Med tanke på lavvannføring i vassdraget, vil det være gunstig med brønner som plasseres så nær vatnet at man får industert grunnvannsdannelse fra vatnet (større nedslagsfelt, se tabell 1). Trekker man på vatnet, vil uttak av 25 l/s utgjøre 17,7 % av lavvannføringa i vassdraget.

Om brønnene settes oppover langs elva utgjør uttak av 25 l/s ca. 26,6% av lavvannføringa i elva. Dette er av mindre betydning såfremt magasinet har stor mektighet, da grunnvannsmagasinet da jevner ut variasjoner i vannføring over året. Uttak 25 l/s utgjør kun 1,5 % av middelvannføringa ved innløpet i Storevatnet.

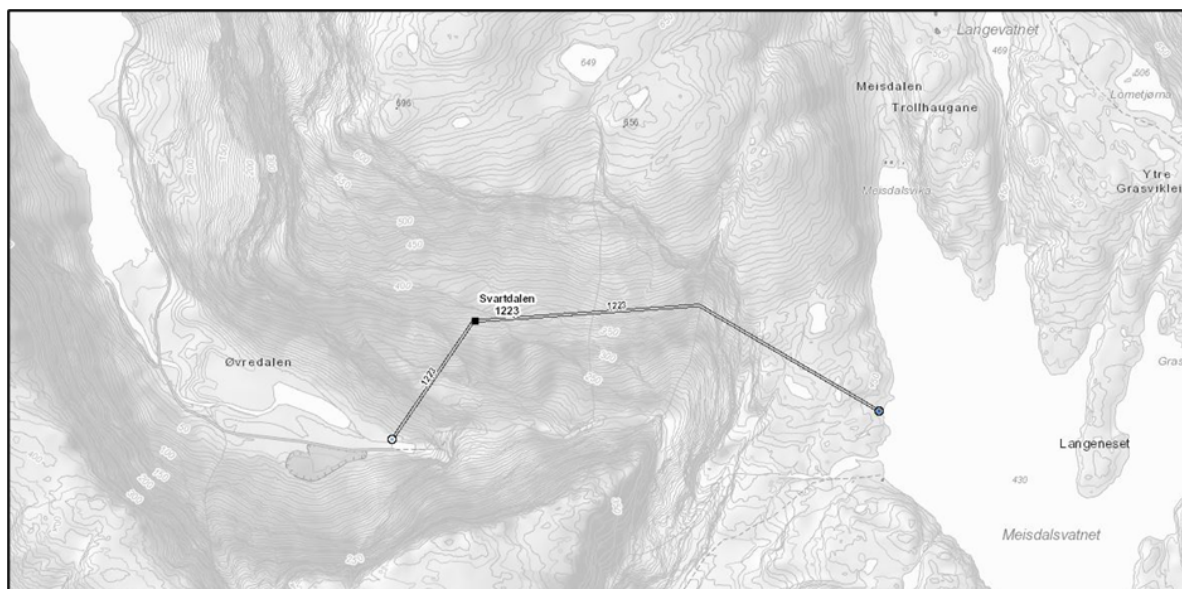
Tabell 1. Nedbørfelt, middelvannføring og lavvannføring i elva inn og ut av Storevatnet.

Vassdrag	Totalt areal nedbørsfelt (km ²)	Middelvannføring (l/s)	Alminnelig lavvannføring (l/s)
Innløp i Storevatnet	12,2	1619	94
Utløp fra Storevatnet	17,4	2201	141



Figur 9. Lavvannindekser for innløpet i Storevatnet (NVE, Andvikelvi),

Kraftverket i nedslagsfeltet er uten i betydning i denne sammenheng, da Meisdalsvatnet etter hva vi skjønner ikke er regulert (kraftverk basert på naturlig overløp). Alt vannet slippes ut oppstrøms løsmasseforekomsten, se figur 10.



Figur 10. Vannkraftverk (Svardalen) med utslippspunkt oppstrøms undersøkelsesområdet.

3. FELTUNDERSØKELSER – GJENNOMFØRING OG METODIKK

3.1. Georadarmålinger

Georadar er et geofysisk måleinstrument som sender elektromagnetiske bølger ned i bakken. Bølgene reflekteres og mottas i en antenneenhet. Refleksjonene viser lagdeling og strukturer i grunnen, og metoden gir indikasjoner på løsmassetykkelse, løsmasstype og dyp til grunnvannsspeil. En sikrere tolkning av georadarmålingene krever boringer for å kunne relatere refleksjonsmønsteret på georadarprofilene til dokumenterte løsmasseprofil. Målingenes dybderekkevidde/penetrasjon er avhengig av flere faktorer:

- Løsmasstype. Finkornige løsmasser gir dårligere penetrasjon enn grove sedimenter.
- Elektrisk ledningsevne i grunnvannet. Høy elektrisk ledningsevne som kan skyldes hardt grunnvann, høyt innhold av ioner/salter, marint påvirket grunnvann (saltvann) eller forurenset grunnvann (gjødse, kloakk og sigevann) gir dårligere penetrasjon.
- Overflateforhold. Hardt pakkede løsmasser (vei), aurhellelag/jernutfelling, gjødsling av dyrket mark og veisaltning er eksempler på overflateforhold som gir redusert penetrasjon.

Georadarmålingene gir ikke sikker påvisning av grunnvann eller løsmassenes vanngivende egenskaper, men de gir et godt grunnlag for å velge ut områder for mer detaljerte undersøkelser i form av boringer og undersøkelsesbrønner. Metoden er spesielt egnet mht. å finne størst mektighet av permeable sedimenter (sand/grus) innenfor et område, noe som ofte kan medføre vesentlig mindre behov for prøveboringer.

For å kartlegge forholdene i området er det til sammen kjørt 9 georadarprofiler i området (totalt 1700 meter). Det er benyttet 100 MHz signal, for å oppnå maksimalt penetrasjonsdyp. Alle målingene er filtrert for å forsterke signal - støy forholdet. Dybden som georadarmålingene viser, er et resultat av bølgehastigheten som benyttes. I det aktuelle området er det benyttet 65-70 m/ μ s (bølgehastighet i vannmettet sand/grus). Denne hastigheten ga omtrent korrekt dyp til grenseflater påvist ved boring. Det er ikke foretatt høydekorleksjon av profilene. Terrengoverflaten opptrer på grunn av dette som flat, mens et noe undulerende eller fallende/stigende grunnvannsspeil skyldes topografien. Tydelig grunnvannsreflektor er kun påvist i enkelte profiler.

3.2. Sonderboringer og 5/4" undersøkelsesbrønner

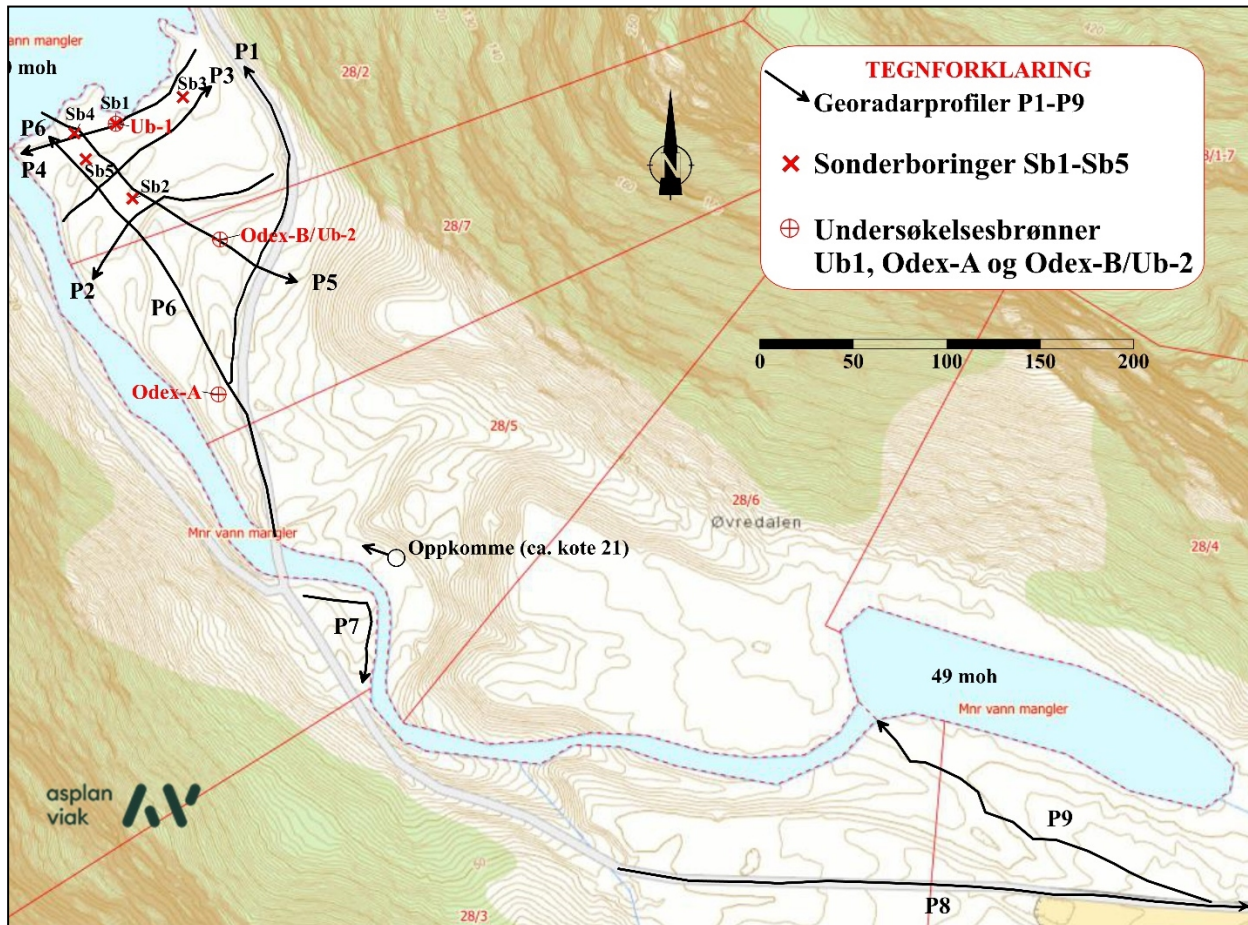
Syv sonderboringer er utført med bærbart utstyr bestående av motorhammer og 25 mm borstål med 40mm 4-kantspiss). Sonderboringene ble plassert på grunnlag av georadarmålingene, og i tillegg av i hvilken grad man greide å komme igjennom de steinige toppmassene med lett utstyr. På grunn av steinige masser ned til 4-5 meters dyp, ble disse boringene utført i lavereliggende terreng ut mot vatnet (noe mindre stein). Lenger inn på avsetningen ble 2 boringer utført med borerigg og boring med Odex-140 (168mm foringsrør).

Etablering av 5/4" undersøkelsesbrønn-1 er utført med bærbart utstyr, mens nr. 2 er utført i en kombinasjon med bruk av borerigg (Odex-boring B) og deretter håndholdt motorhammer ved neddriving av undersøkelsesbrønnen. Dette ved at foringsrøret først ble boret ned til 21m og deretter trukket opp til 9m. 5/4" undersøkelsesbrønn påmontert 1,5 meter lang sandspiss ble deretter slått i grusmassene ned til 19,5 meter. Undersøkelsesbrønnene er benyttet til å teste løsmassenes vanngiverevne i ulike nivå, samt til uttak av vann- og sedimentprøver. Sedimentprøvene er tørrsiktet, og kornfordelingskurvene benyttes til beregning av hydrauliske parametere og til dimensjonering av brønnfilter. Det ble også foretatt feltmålinger av temperatur og ledningsevne av utpumpet grunnvann, samt tatt 5 grunnvannsprøver for analyse av fysisk-kjemiske parametere. På grunn av kort pumpetid har det ingen hensikt å analysere på bakteriologiske parametere.

4. RESULTATER

4.1. Georadarmålinger og boringer i Øvredalen (Område-1)

Plassering av georadarprofil P1 til P9, sonderboring Sb1-Sb5 og Odex-boringer A og B er vist i figur 11. Nedsetting av 5/4" undersøkelsesbrønner for testpumping og uttak av grunnvannsprøver er utført i sonderboring-1 og i Odex-boring-B. Det ble i tillegg blåst opp en grunnvannsprøve fra 18 meters dyp i Odex-boring A. Resultater fra 2 boringer på en mindre grusavsetning ca. 450 meter nord for enden av vatnet er omtalt i kapittel 4.2. Borprofiler fremgår av tabell 2 til 4 side 24-26.



Figur 11. Kart med lokalisering av radarprofiler (P), Sonderboringer (Sb) og undersøkelsesbrønner (Odex/Ub).

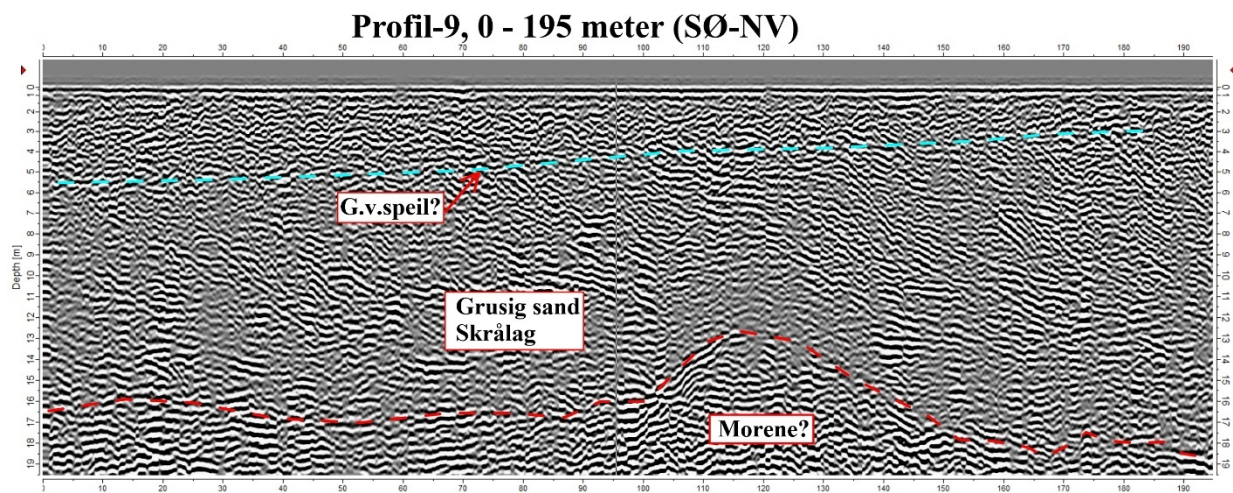
Plottede georadarprofiler fremgår av figur 12 til 21. I profiler hvor det er utført boringer i nærheten er boringene tegnet inn. Profilene er presentert fra sørøst (P8 og P9) og videre nordvestover mot Storevatnet.

Målingene viser i hovedsak reflektorer som representerer deltaskrålag med sand og grusig sand til 17-19m dyp i østre del av området (P8-P9).

Fra Boring Odex-A og videre nordover ser man reflektorer som representerer grusig sand ned til 9-13 meters dyp, deretter en et lag av 2-5 meters tykkelse som ut fra boringene består dels siltig fin til middels sand. Under finsandlaget er det igjen grusige masser av varierende tykkelse (vanskelig å avgrense ut fra georadarmålingene). Undersøkelsesbrønnene viser artesisk reaksjon (overtrykk) når man kommer ned i eller under finsandlaget. Reflektoren som representerer grunnvannsspeilet, er ikke tydelig i de fleste radargrammene.

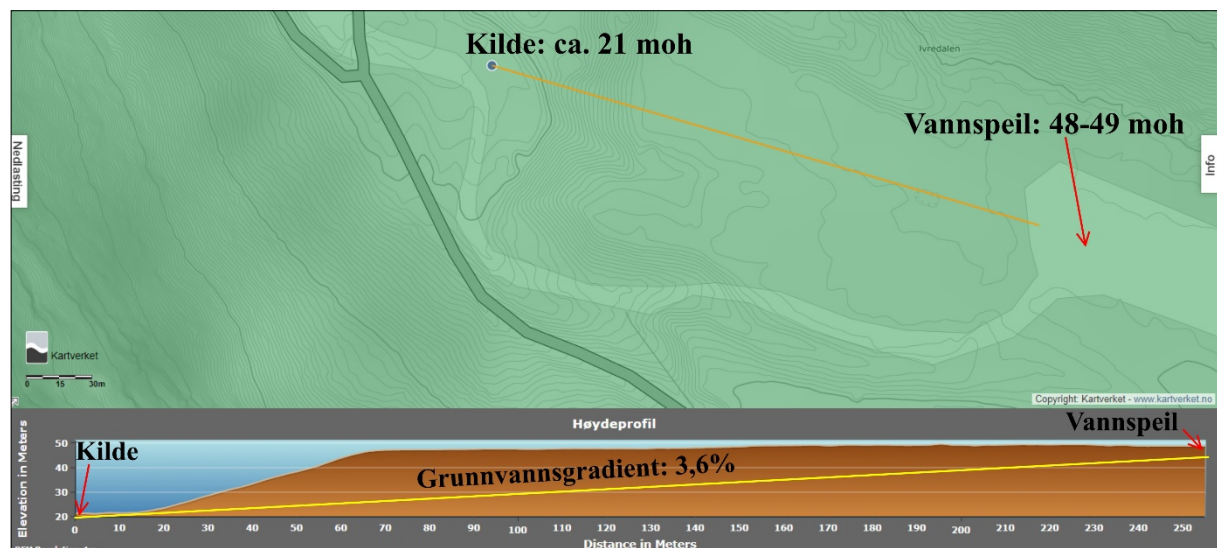
Profil-9 går fra SØ mot NV fra veien og ut til vestenden av dammen i elva lengst øst i området. Profilet viser reflektorer som representerer deltaskrålag av sand og grus ned mot maksimalt 18 meters dyp med den benyttede hastighet. Masser under skrålagene av sand og grus tolkes som bunnmorene.

En svak reflektor som kan tolkes som grunnvannsspeilet er antydnet i figur 12 (fra 5,5 til 3 meter fra SØ mot NV). Grunnvannsspeilet stiger fordi terrengoverflaten faller når man går nordvestover mot dammen i elva. Elva/dammen henger trolig over grunnvannsspeilet og lekker vann ned i grusmassene.



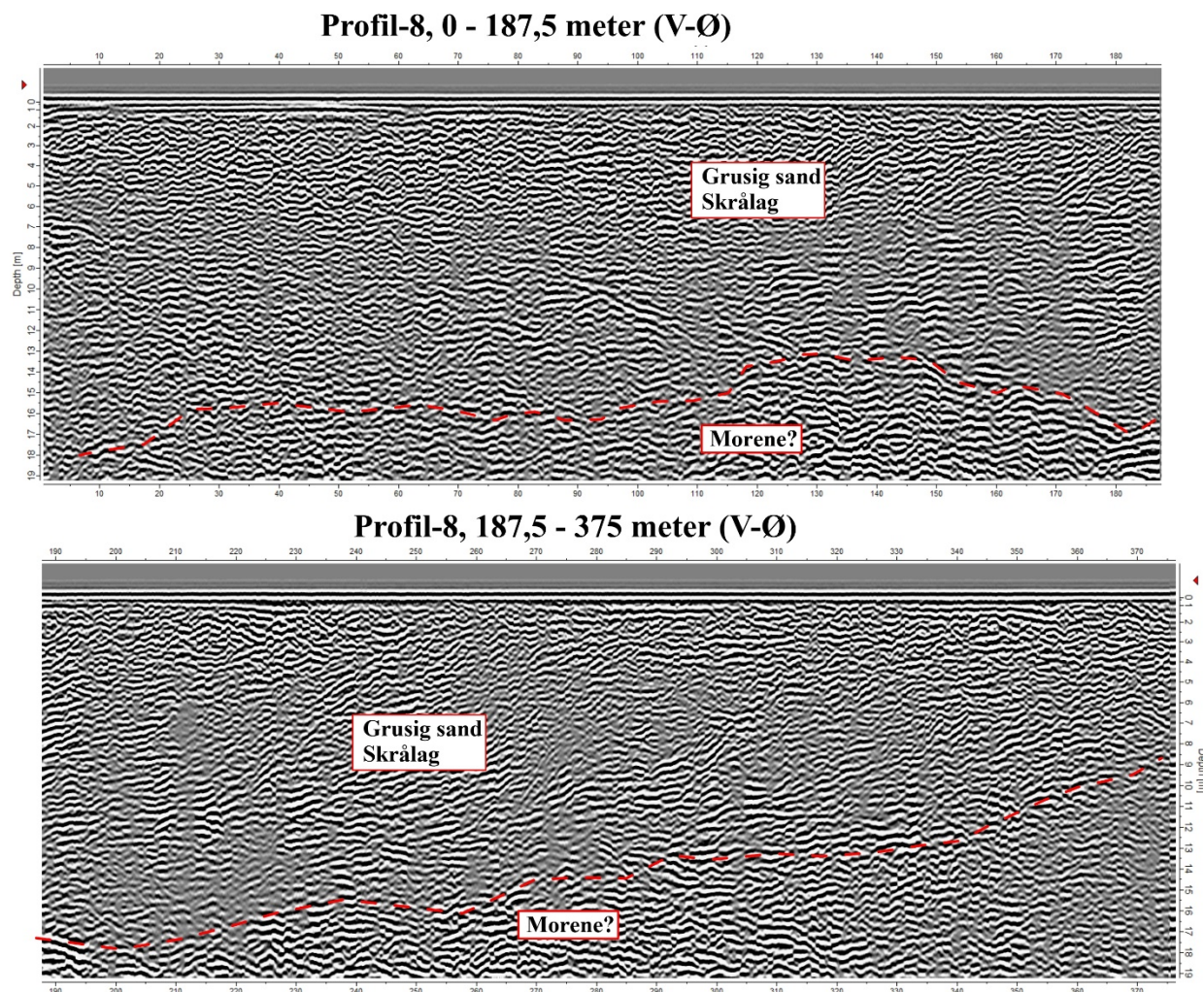
Figur 12. Profil-9 går fra SØ mot NV fra veien og ut til vestenden av dammen i elva lengst øst i området.

Tolket grunnvannsnivå i profilet er sannsynliggjort i figur 13, hvor man lagt inn en gul linje med gradient på 3,6% i et vertikalsnitt mellom kildeutslaget 250 meter lenger nordvest og enden av profil 9 ved dammen i elva. En grunnvannsgradient på 3,6% er sannsynlig i dette området, da man får gradient av denne størrelse mellom de etablerte undersøkelsesbrønnene lenger nord.



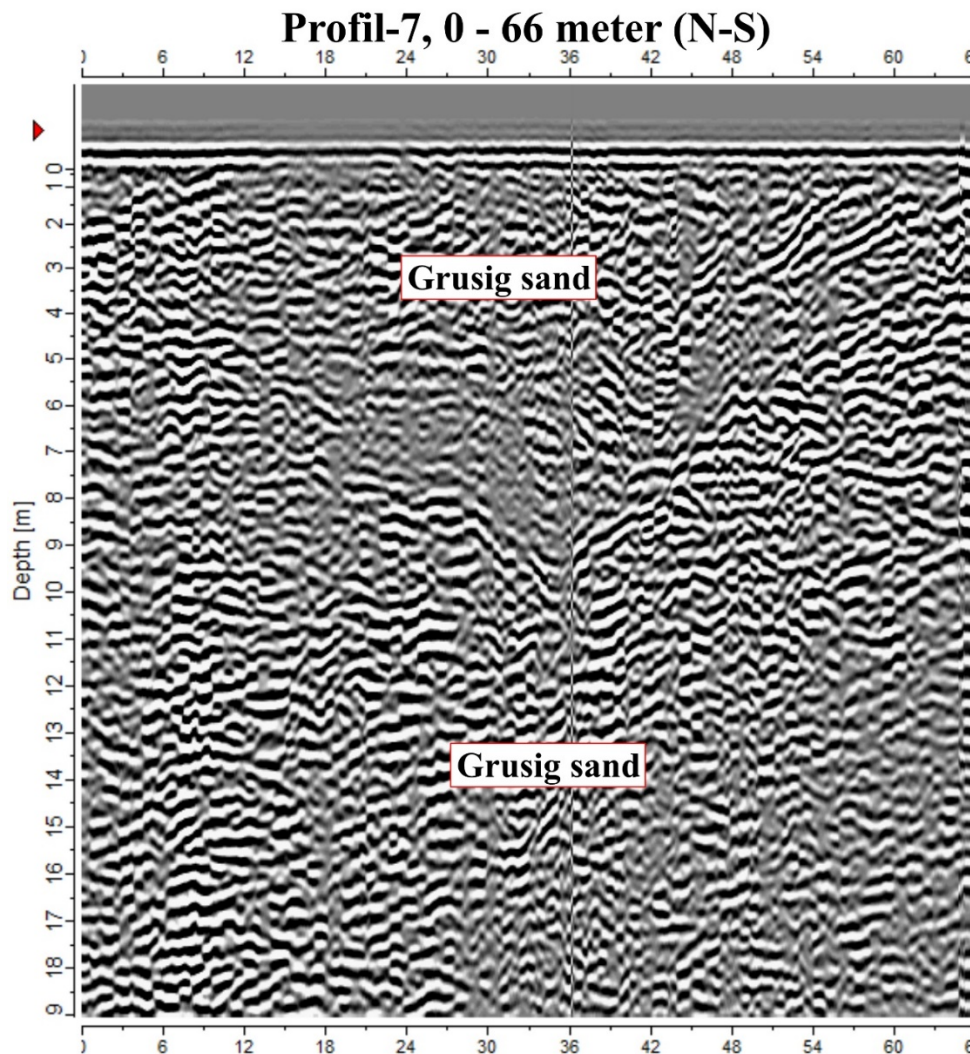
Figur 13. Vertikalsnitt med antatt grunnvannsgradient mellom dam i elva og kilde lenger nordvest.

Profil-8 går fra V mot Ø langs veien inn til kraftverket i østre del av området, se figur 11. Profilet viser reflektorer som representerer deltaskrålag av sand og grus ned mot 13-18 meters dyp i store deler av profilet. Mektigheten avtar mot øst i de siste 85 meter av profilet. Ingen tydelig grunnvannsreflektor. Masser under skrålagene av sand og grus tolkes som morene eller en eldre breelvavsetning.



Figur 14. Profil-8 går fra V mot Ø langs veien inn til kraftverket i østre del av området.

Profil-7 går fra N mot S langs vestsiden av elva rett sør for oppkommet på østsiden, se figur 11. Profilet viser reflektorer som tolkes som sand og grus ned til 18-19 meters dyp med den benyttede hastighet. Ingen tydelig grunnvannsreflektor. Det kraftige kildeutslaget på motsatt side av elva ligger i omtrent samme høye som profilet. Kilden er topografisk betinget, hvilket betyr at grunnvannspeilet trolig ligger nær terrengoverflaten i profil 7.

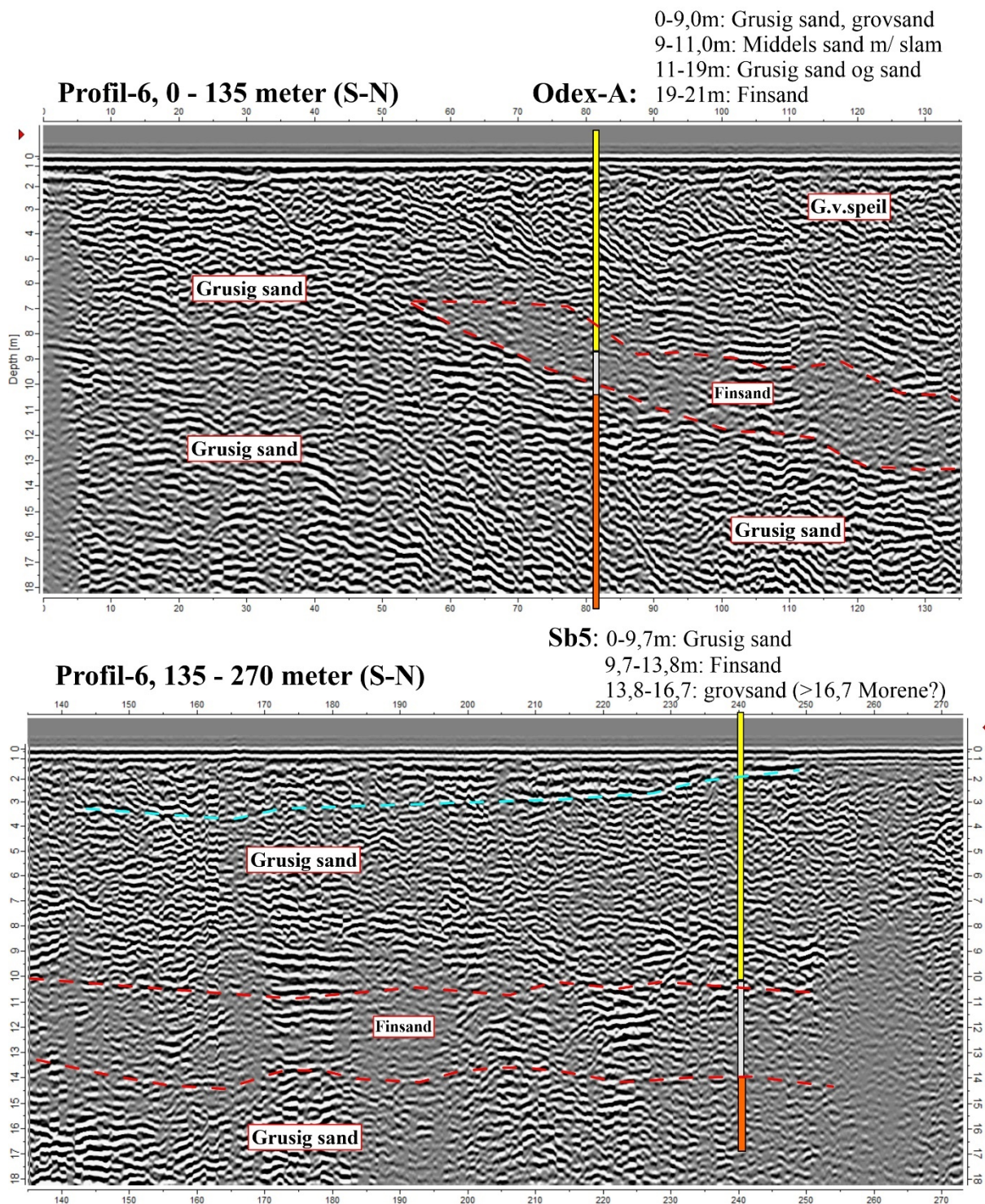


Figur 15. Profil-7 går fra N mot S langs sørsiden av elva rett sør for oppkommet på nordsiden.

Profil-6 går langs elva fra brua i sør til Storevatnet i nord (25-35 meter øst for elva, se figur 11). Profilet viser reflektorer som representerer deltaskrålag av sand og grus ned mot 18 meters dyp de første 130 meter av profilet (maksimal penetrasjon med den benyttede hastighet).

55 meter ut i profilet dukker det opp et finsandlag på 6-7 meters dyp, se figur 16. Tolkningen bekreftes av boring Odex-A og Sb-5. Finsandlaget er av 2 meters mektighet i starten og øker til 4m utover mot vatnet. Fra 140 meter og videre ut til vatnet er mektigheten sandmasser under finsanda vanskelig å avgrense, men det er påvist 2,9 meter med grovere sand under finsanda i Sb-5.

Ingen tydelig grunnvannsreflektor de første 135 meter. Ved boring Odex-A ble det observert vann ved oppstart boring på 6m. Dette betyr at grunnvannsnivået ligger på 5-5,5 meter under terreng i grusen over finsandlaget. Ved måling av vannstand med røret på 18 meter, ble grunnvannsnivået målt til 3,75 meter Odex-A (trykknivå i den dypere liggende grusen). I siste halvdel av profilet er der antydnet en grunnvannsreflektor på 3 til 2 meters dyp. Nordover mot vatnet faller terrenget og grunnvannsnivået stiger derfor når man nærmer seg vatnet.

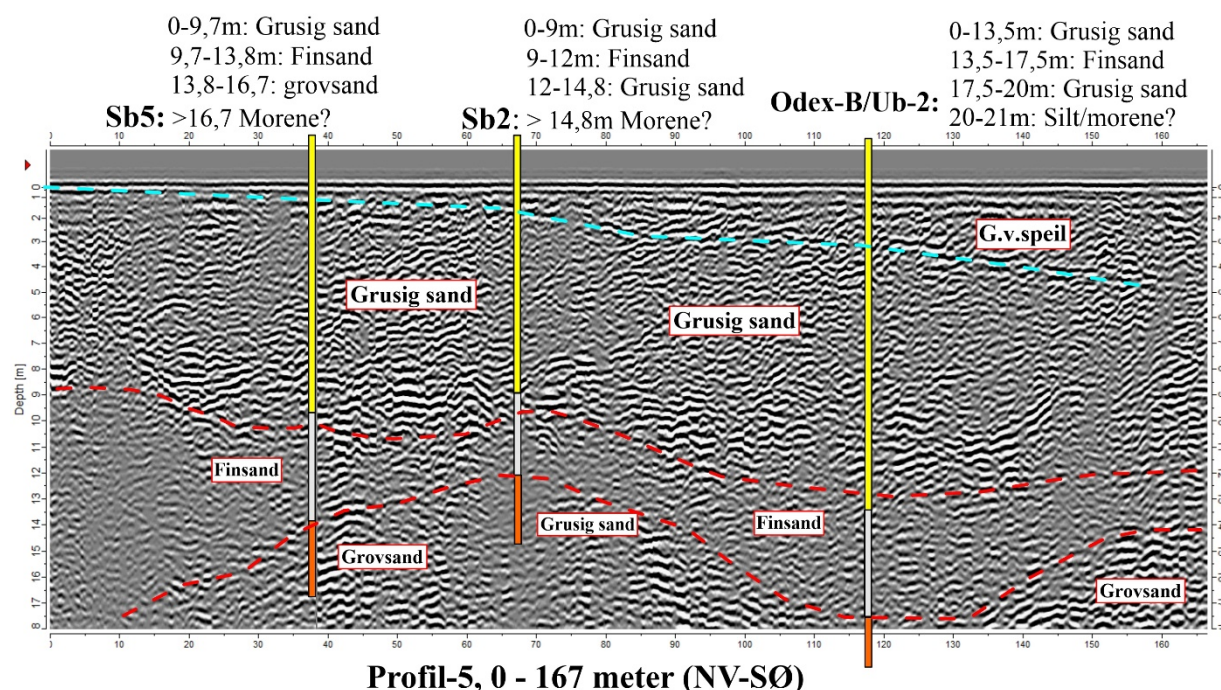


Figur 16. Profil-6 går langs elva fra brua i sør til Storevatnet i nord. Boring Odex-A og Sb-5 inntegnet.

Profil-5 går fra vatnet i nord og sørøstover omtrent via Sb-5, Sb-2, Odex-B og til veien, se figur 11. Profilet viser reflektorer som representerer sand og grusig sand ned mot 9 til 13m fra nord mot sør. Under topplaget representerer et lag med svakere reflektorer silt/finsandlaget påvist i boringene. I boringene Sb-5, Sb-2 og Odex-B er finsandlaget hhv 4, 3 og 4 meter tykt.

Mektigheten av sandmasser under finsanda er vanskelig å avgrense ut fra radarmålingene, men det er påvist hhv 2.9, 2.8 og 2.5 meter med grovere sand under finsanda i henholdsvis Sb-5, Sb-2 og Odex-B.

Grunnvannsspeilet ligger rett under terreng i starten av profilet, og faller deretter som følge av at terrenget stiger oppover mot veien. Grunnvannsnivået ble målt til 2,9 meter under terreng i Odex-B.

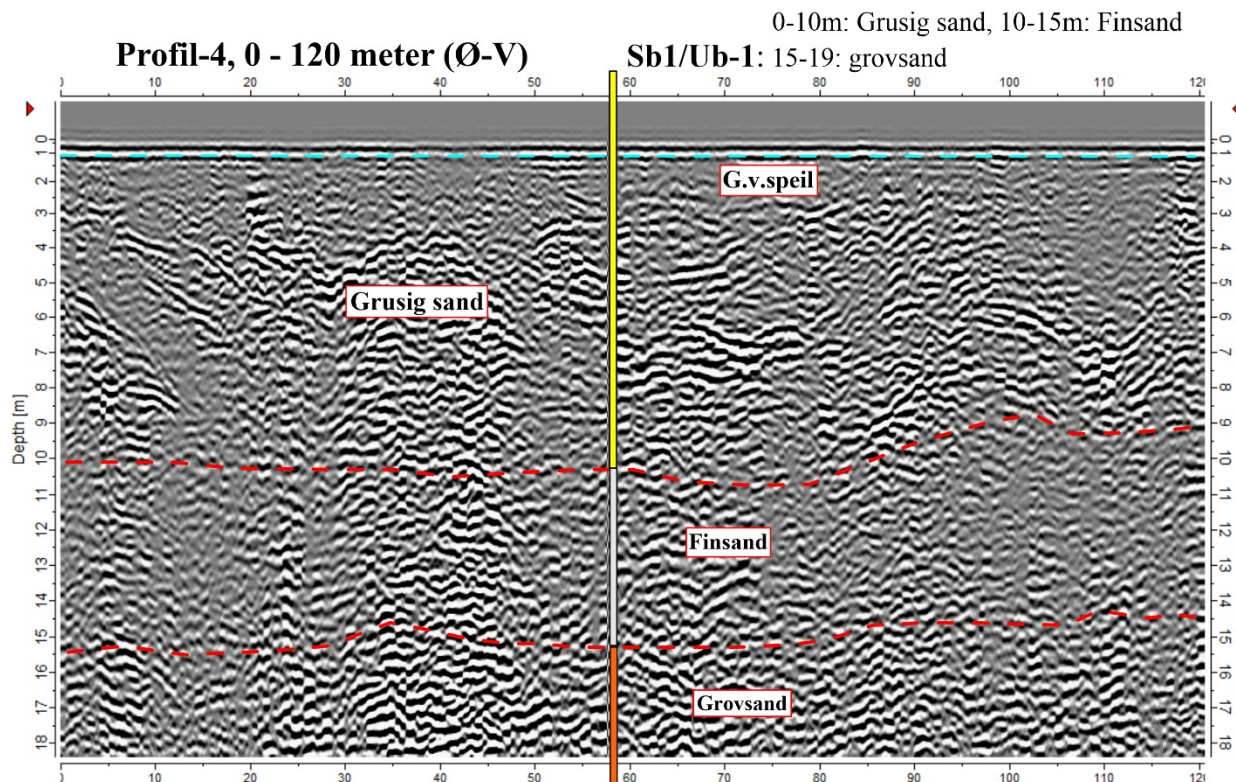


Figur 17. Profil-5 går fra vatnet i nord og sørøstover omtrent via Sb-5, Sb-2, Odex-B og til veien.

Profil-4 går fra øst mot vest langs vannkanten ute ved Storevatnet, og passerer Sb-1/Ub-1 etter 57 meter, se figur 11. Profilet viser reflektorer som representerer sand og grusig sand ned mot 10 meters dyp til 90m ut i profilet, se figur 18. Under topplaget representerer et lag med svakere reflektorer silt/finsandlaget påvist i Sb-1. Ifølge boringen er laget 5m tykt.

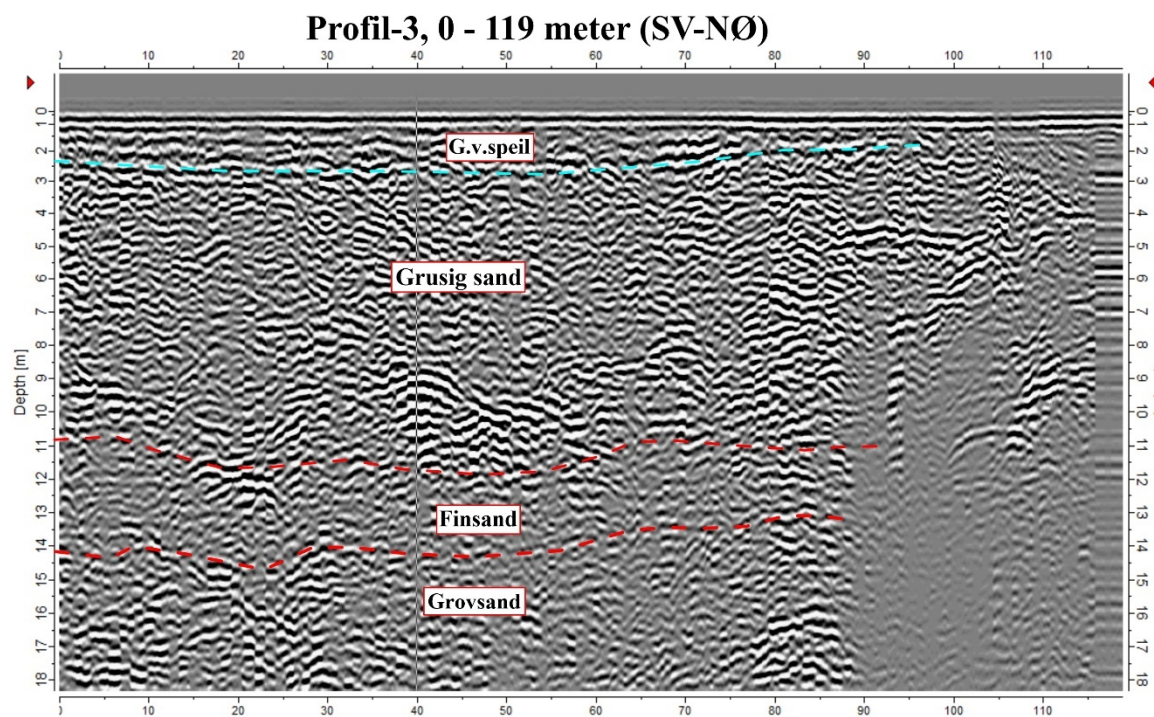
Mektigheten av sandmasser under finsanda vanskelig å avgrense ut fra radarmålingene, men det er påvist 4 meter med grovere sand under finsanda i Sb-1/Ub-1. Selve boringen ble stanset mot antatt fjell på 17,2 meter. Ved påfølgende neddriving av 5/4" undersøkelsesbrønn ble man klar over at boringen stanset mot en stein, og spissen ble slått ned til 19,1 meter. Ved testpumping fra 2 nivåer mellom 16,3 og 19,1 meter ga sandspissen 1,4 til 2,0 l/s ved pumping.

Ved etablering av undersøkelsesbrønn-1 (Ub-1) ble grunnvannsnivået målt til 0,3 meter under terreng når sandspissen var i nivåer ned mot 9 meter under terreng. Med spissen i de dypeste nivåer var trykknivået nesten 2 meter over terreng.



Figur 18. Profil-4 går fra øst mot vest langs vannkanten ute ved Storevatnet. Sb-1/Ub-1 inntegnet.

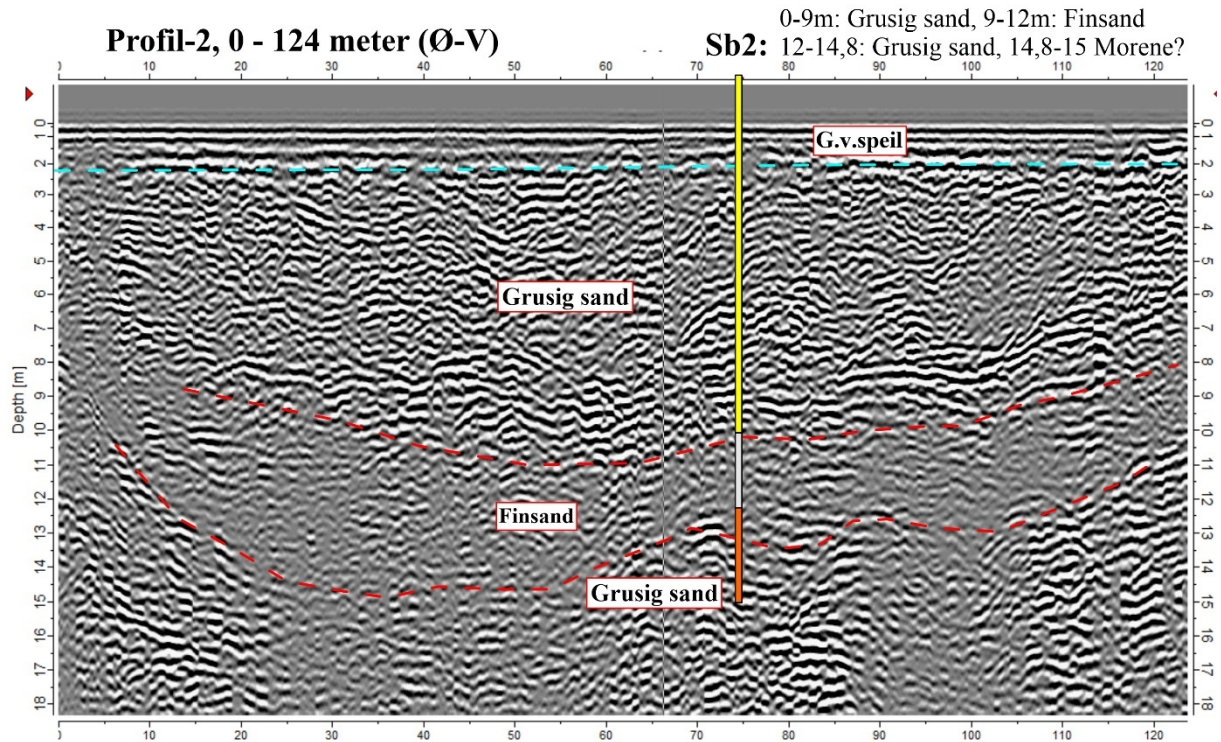
Profil-3 går fra sørvest (elva) mot nordøst 20-25 meter nord for Profil-4 og 1,2-1,5 meter høyere i terrenget. Profilet viser reflektorer som representerer sand og grusig sand ned mot 11 meters dyp til 90m ut i profilet, se figur 19. Under topplaget representerer et lag med svakere reflektorer silt/finsandlaget, som ut fra målingene er 2,5-3 meter tykt. Reflektor som tolkes som grunnvannsspeilet på mellom 2,5 og 1 meters dyp (terrenget faller mot nordøst).



Figur 19. Profil-3 går fra SV mot NØ, 20-25m nord for Profil-4 og 1,2-1,5 meter høyere i terrenget.

Profil-2 går fra øst mot vest 50-25 meter sør for profil-3 og passerer Sb-2 etter 75 meter, se figur 11. Profilet viser reflektorer som representerer sand og grusig sand ned mot 8 til 11 meters dyp, se figur 20. Under topplaget representerer et lag med svakere reflektorer silt/finsandlaget påvist i Sb-1. Ifølge boringen er laget 3m tykt 75m ut i profilet.

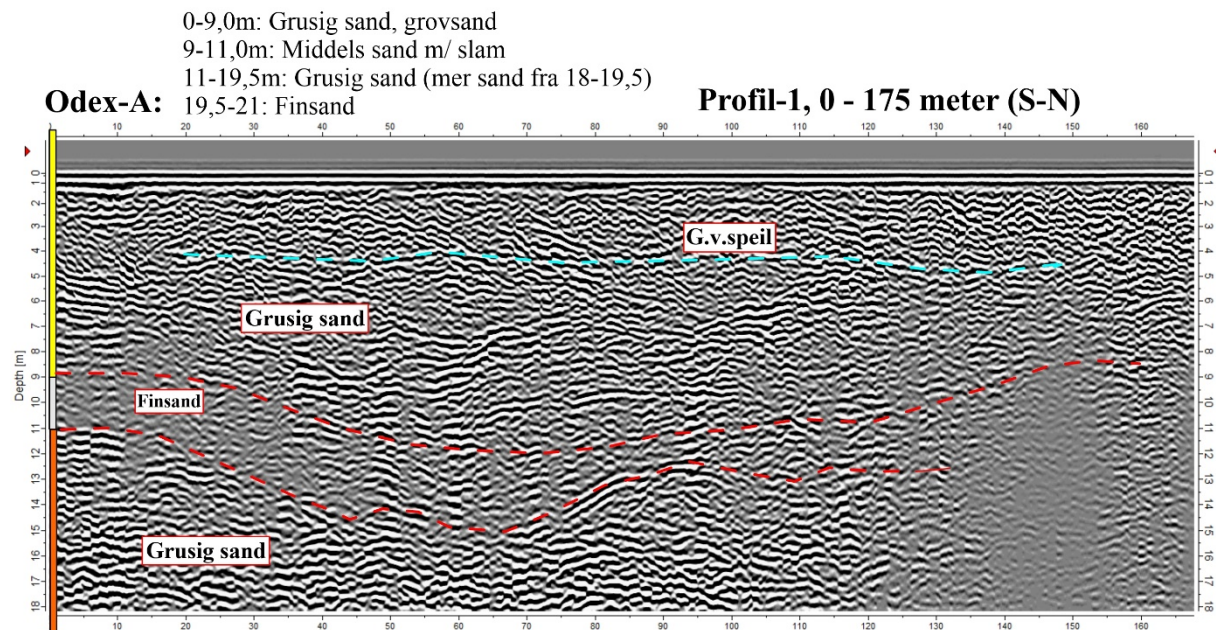
Mektigheten av sandmasser under finsanda vanskelig å avgrense ut fra radarmålingene, men det er påvist 2,8 meter med grovere sand under finsanda i Sb-2. Boringen ble stanset i antatt morene fra 14,8-15 meters dyp (noe usikkert). Antatt grunnvannsreflektor på 2,5 meters dyp.



Figur 20. Profil-2 går fra øst mot vest 50-25 meter sør for profil-3. Sondeboring 2 inntegnet.

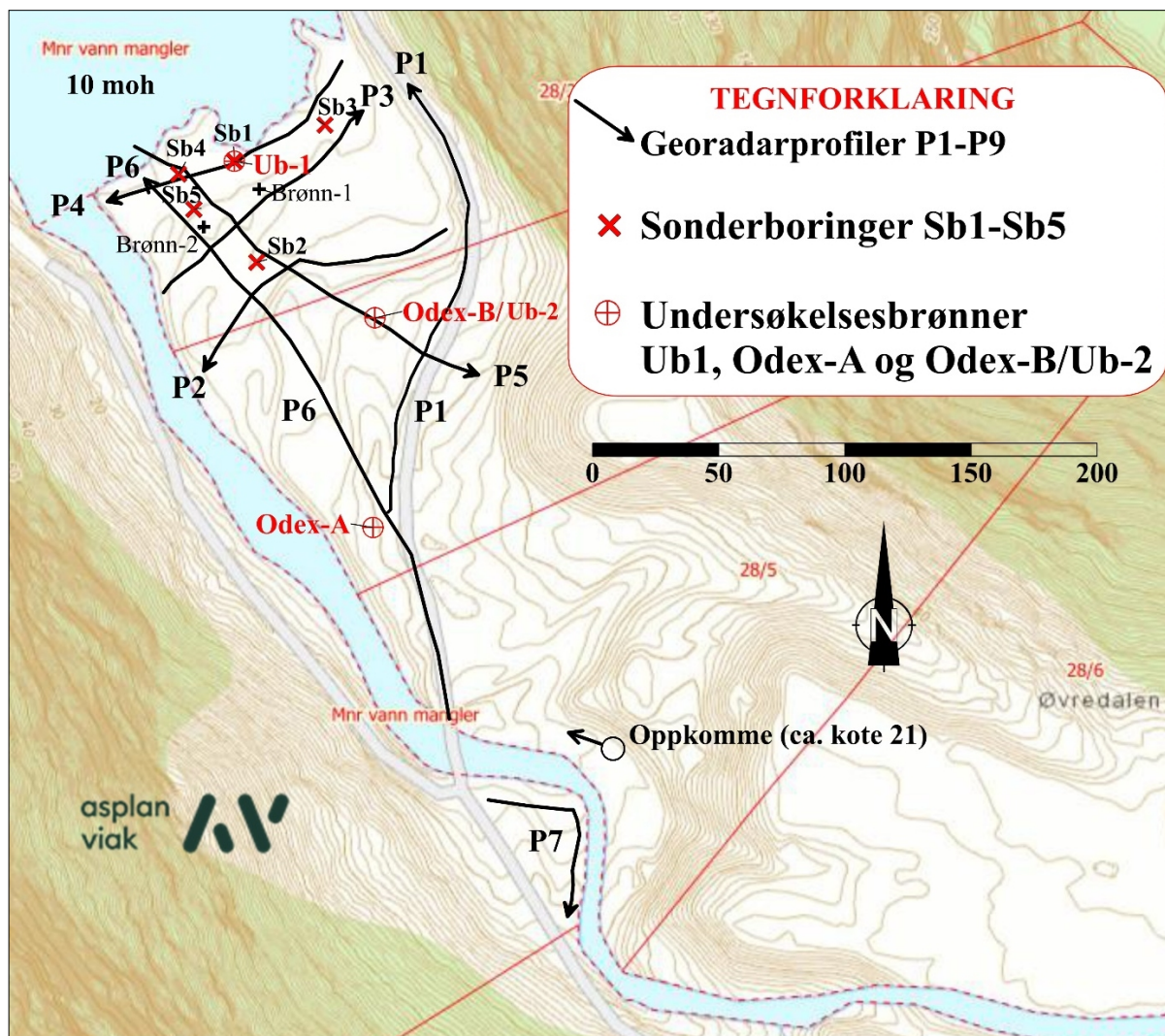
Profil-1 starter omtrent ved boring Odex-A og går nordover langs vegen ut til Storevatnet, se figur 11. Profilet viser reflektorer som representerer sand og grusig sand ned mot 9 til 12 meters dyp, se figur 21. Under dette topplaget representerer et lag med svakere reflektorer silt/finsandlaget påvist i Odex-A. Ifølge boringen er laget 2m tykt i starten av profilet.

Mektigheten av sandmasser under finsanda er dokumentert til å være 8 meter i Odex-A, noe som stemmer bra med reflektorer i starten av radarprofilet. Antatt grunnvannsreflektor på ca. 4 meters dyp (usikker).



Figur 21. Profil-1 starter omtrent ved boring Odex-A og går nordover langs vegen ut nor Storevatnet

Det er utført 5 sonderboringer med bærbart utstyr (Sb-1 til 5) og 2 boringer med beltegående borerigg (Odex-A og B) i området, se figur 22 for plassering. Boringene ble plassert på grunnlag av georadarmålingene, og i tillegg av i hvilken grad man greide å komme igjennom de steinige toppmassene med lett utstyr. På grunn av steinige masser ned til 4-5 meters dyp, ble sonderboringene utført i lavereliggende terreng ut mot vatnet (noe mindre stein). Lenger inn på avsetningen ble 2 boringer utført med borerigg og boring med Odex-140 (168mm foringsrør). Borprofiler med tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m fremgår av tabell 2 til 4.



Figur 22. Radarprofiler (P), Sonderboringer (Sb) og undersøkelsesbrønner (Odex/Ub) i nordre del av området.

Tabell 2. Borprofiler Sb-1 til Sb-3. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m (Koordinater UTM32).

Boring nr.:	Sonderboring 1 (Sb-1)		Sonderboring 2 (Sb-2)		Sonderboring 3 (Sb-3)	
Dato:	23.11.2021		23.11.2021		23.11.2020	
Koord.	X: 304203 Y: 6744834		X: 304212 Y: 6744794		X: 304238,99 Y: 6744848,4	UTM 32
Dyp (m)	Løsmasse-type	Borsynk (s/m)	Løsmasse-type	Synk (s/m)	Løsmasse-type	Synk (s/m)
0-1	Grusig sand		Steinig grus		Steinig grus	
1-2	Grusig sand	15	Steinig grus		Grusig sand	28
2-3	Grusig sand	15	Grusig sand	10	Grus	20
3-4	Grusig sand	15	Grusig sand	9	Grus og stein	40
4-5	Grusig sand	14	Grusig sand	10	Avsluttet mot	
5-6	Grovsand	10	Grusig sand	11	Stein på 4m	
6-7	Stein	60	Grusig sand	13		
7-8	Grusig sand	17	Grusig sand	16		
8-9	Grusig sand	16	Sand, grusholdig	12		
9-10	Grusig sand, finere sand?	24	Middels sand	23		
10-11	Middels sand, seigt	26	Middels sand	22		
11-12	Mid-grov sand	24	Middels sand	20		
12-13	Mid-grov sand	24	Sand, løsere	16		
13-14	Mid-grov-sand	28	Grusig sand	14		
14-15	Mid-grov sand	26	14-14,8m: Grusig sand	15		
15-16	Grovsand	17	14,8-15m: Antatt morene			
16-17	Grovsand	15				
17-18	Grovsand? (Ub-1)	-----				
18-19	Grovsand? (Ub-1)	-----				
19-20	Ok til 10 v/jekk		Ok til 9 v/ jekk			

Tabell 3. Borprofiler Sb-4, Sb-5 og Odex-A. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m (Koordinater UTM32).

Boring nr.:	Sonderboring 4 (Sb-4)		Sonderboring 5 (Sb-5)		Odex-A	
Dato:	24.11.2021		24.11.2021		24.11.2020	
Koord.	X: 304181 Y: 6744829		X: 304187 Y: 6744815		X: 304258 Y: 6744689	
G-v. nivå					Vann ved oppstart boring på 6m u/ terreng 3,75m u/ terreng (trykknivå på 18m)	
Dyp (m)	Løsmasse-type	Borsynk (s/m)	Løsmasse-type	Synk (s/m)	Løsmassetype	
0-1	Jord og grus		Grus		Stor stein og grus	
1-2	Grusig sand	18	Grusig sand	10	Stor stein og grus	
2-3	Grus	8	Grusig sand	9	Stor stein og grus	
3-4	Grus og stein	9	Grovsand	10	Grusig sand (brun)	
4-5	Avsluttet mot stein på 4m	11	Grusig sand	11	Grusig sand (brun)	
5-6		16	Grusig sand	16	Grusig sand (brun)	
6-7			Grovsand	12	Grovsand	
7-8			Grusig sand	15	Grovsand	
8-9			Grusig sand	17	Middels-grov sand (4% silt)	
9-10			Grusig sand til 9,7	20	Middels sand m/ slam	
10-11			Finsand fra 9,7	14	Middel sand m/ slam	
11-12			Finsand	32	Grusig sand (løs 4% silt)	
12-13			Finsand	18	Grusig sand (løs 0,5% silt)	
13-13,8			Finsand	22	Grusig sand (løs)	
13,8-14			Grusig sand		Grusig sand (løs)	
14-15			Grovsand	22	Grusig sand (løs 4% silt)	
15-16			Grusig grovsand	20	Grusig sand (løs 2% silt)	
16-17			16-16,7: Grusig s		Grusig sand (løs 4% silt)	
17-18			Avsluttet i Morene 16,8m		Grusig sand (løs 4% silt)	
18-19			Bra til 9,7 og fra 13,8-16,7		Grusig sand (løs 6% silt)	
19,5-21					Finsand (hard)	

Odex-A: Brun slamfarge fra 4 til 11 meter. Lys grå slamfarge fra 11-19 meter. Massene ga visuelt vurdert bra med vann under boring fra 15-18 meter. Dro til opp røret fra 21 til 18m og blåste opp grunnvannsprøve.

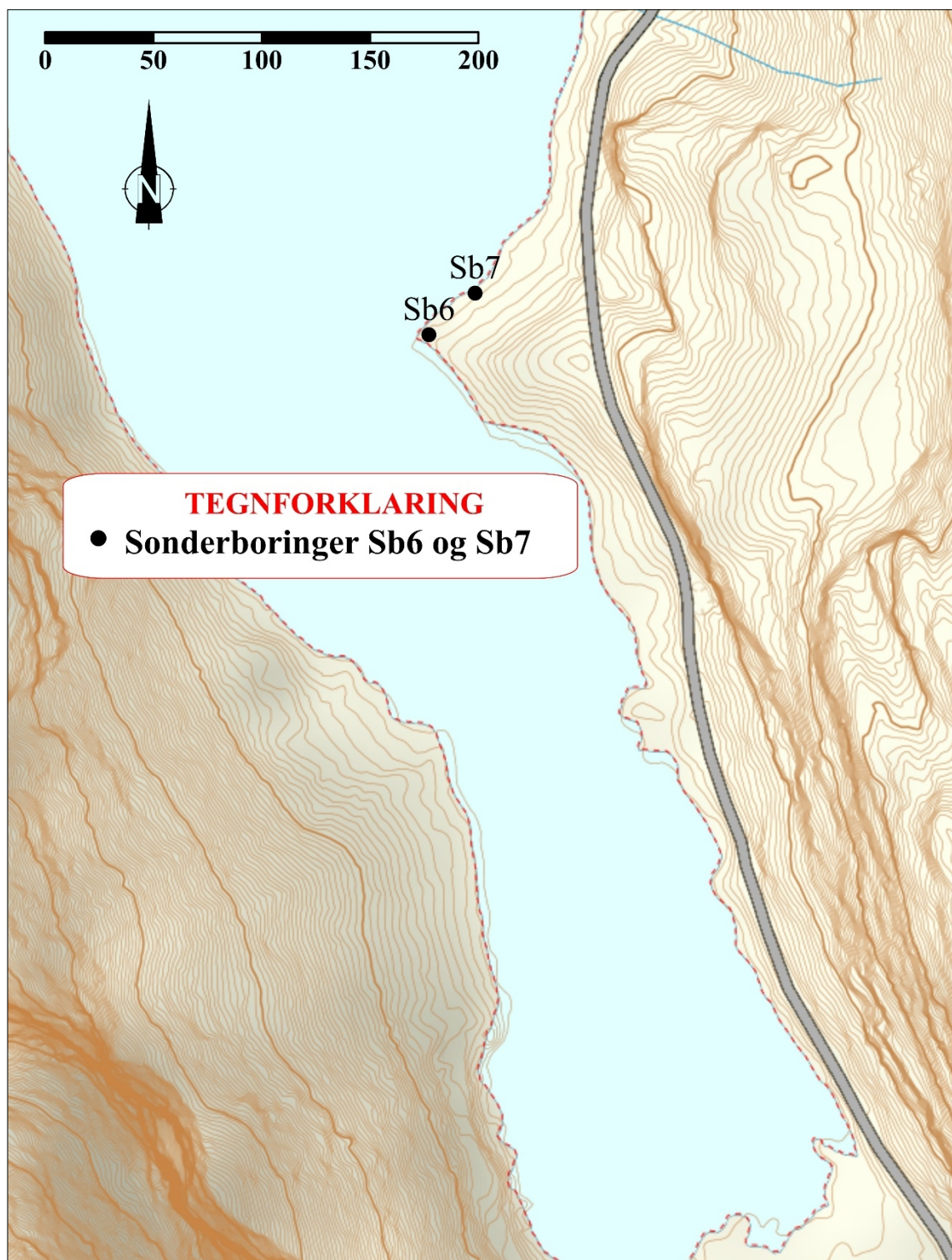
Tabell 4. Borprofiler Odex- B og Sb-6, Sb-7. Tolket løsmassefordeling og borsynk i s/m (Koordinater UTM32).

Boring nr.:	Odex-B		Sonderboring 6 (Sb-6)		Sonderboring 7 (Sb-7)	
Dato:	25.11.2021		25.11.2021		25.11.2020	
Koord.	X: 304258,83 Y: 6744772		X: 304048,96 Y: 6745260,7		X: 304070,28 Y: 6745279,8	UTM 32
G-v. nivå	2,9m u/ terreng (vann ved oppstart boring fra 3m)					
Dyp (m)	Løsmasse-type		Løsmasse-type	Synk (s/m)	Løsmasse-type	Synk (s/m)
0-1	Steinig grus		Grusig sand	15	Grusig sand	12
1-2	Steinig grus		Grusig sand	11	Grusig sand	12
2-3	Steinig grus		Grus	17	Grusig sand	12
3-4	Grov grus, løst lagret		Grusig sand	25	Grusig sand	13
4-5	Grov grus, løst lagret		Grusig sand	17	Grusig sand	11
5-6	Grov grus, løst lagret		Grusig sand	26	Grus	18
6-7	Grov grus, løst lagret		Stein, grusig	32	6-6,8: Grusig s 6,8-7,1: Morene	14
7-8	Grov grus, løst lagret		7-7,5: Grusig s 7,5-7,8: Morene	65	Avsluttet 7,1m	
8-9	Grov grus, løst lagret		Avsluttet 7,8m			
9-10	Sandig grus (løs					
10-11	Sandig grus (løs					
11-12	Grusig sand					
12-13,5	Middels-grov sand, noe fast 5% silt					
13,5-15	Fin-middels sand (13% silt					
15-16	Fin-middels sand					
16-17,5	Fin-middels sand					
17,5-18	Grusig sand, løs 1% silt					
18-19	Grusig sand, løs, 1% silt					
19-20	Grusig sand, løs 1 % silt					
20-21	Silt/morene?					

Odex-B: Brun slamfarge fra 3 til 17,5 meter (mørk brun fra 6-9). Lys grå slamfarge fra 17,5-20 meter. Massene ga visuelt vurdert mye vann under boring fra 6-12 meter.

4.2. Resultater fra sonderboringer i område-2

Det er i tillegg til undersøkelsene på avsetningen i sør utført 2 boringer på en mindre grusavsetning på østsiden av vatnet, ca. 450 meter nord for område-1, se figur 23. Boring 6 og 7 viser hhv 7,5 og 6,8 meter med grusig sand over morene, se tabell 4 på forrige side. Boringene indikerer at det er mulig å ta ut grunnvann også her, men avsetningen og magasinet er vesentlig mindre enn avsetningen i sørenden av vatnet.



Figur 23. Kartutsnitt med plassering av sonderboringer i område-

4.3. Løsmassenes vanngivende egenskaper – resultater fra undersøkelsesbrønner

De beste indikasjoner med tanke på uttak av grunnvann er påvist i sonderboring 1 og 5 og Odex-B. I sonderboring-1 er det registrert løst lagret sand og grusig sand ned til 10 meters dyp, deretter finsand fra 10-15,5m som overlager grovere sand med vanngjennomgang. Selve boringen ble stanset mot antatt fjell på 17,2 meter. Ved påfølgende neddriving av 5/4" undersøkelsesbrønn-1 ble man klar over at boringen stanset mot en stein, og spissen ble slått videre ned til 19,1 meter i vannførende masser. Lignende forhold ble påvist i sonderboring 2 og spesielt 5, se tabell 2 og 3.

I Odex-A er det påvist grusig sand til 9m, deretter finsand fra 9-11m og dårlig sortert grusig sand med opp mot 4% silt fra 12-19m, se tabell 3. I Odex-B er det påvist bedre sortert grov grus og grusig sand til 13,5m, deretter finsand fra 13,5- 17,5 og grusig sand fra 17,5-20 meter, se tabell 4.

Med bakgrunn i dette er undersøkelsesbrønn-1 satt i sonderboring-1 og undersøkelsesbrønn-2 i Odex-B (se figur 22 side 23 for plassering). Det ble i tillegg tatt ut en grunnvannsprøve fra 18 meters dyp under boring av Odex-A, se figur 27.



Figur 24. Testpumping av 5/4" undersøkelsesbrønn-1. Uttak av 4 l/s med slisset spiss i nivå 6-7,5 meter.

Undersøkelsesbrønn-1 (Ub-1):

Grunnvannsnivået ble innledningsvis målt til 0,3m under terreng (hele profilet er vannmettet). Undersøkelsesbrønn-1 ga vannmengder fra 2,1 til 4,0 l/s fra 3 til 9 meters dyp, se tabell 5. Boringen viste gode masser til 10 meter, så spissen ble dels slått ned i finsand i neste nivå (9-10,5 meter). I de 3 øverste testnivåene ble grunnvannet klart og uten synlige partikler etter 2, 10 og 30 minutters pumping. Lang pumpetid før klart vann skyldes sedimentenes innhold av jernhydroksyd (utfelt jern).

Nede i finsandpakken fra 10 til 15,5 meters dyp ga brønnen 1,0 l/s i nivået 10,5-12 meter, men det var ikke mulig å få klart vann på grunn av fine masser. I dette nivået var overtrykket 1 meter. Ved testpumping fra 2 nivåer mellom 16,3 og 19,1 meter ga sandspissen 1,4 til 2,0 l/s ved pumping.

Med spissen i nivå 16,3-17,8 meter strømmet det 0,5 l/s opp av brønnen uten pumping, og trykknivået ble målt til ca. 2 meter over terreng (se figur 25). Det artesiske trykket skyldes at innmating ved lekkasje fra elva og dammen i sørøst skjer vesentlig høyere i terrenget, og i utstrømningssonen mot vatnet står trykker grunnvannet opp mot finsandlaget.

Tabell 5. Resultater fra undersøkelsesbrønn-1 i sonderboring-1

Sted: Øvredalen (sør for Storevatnet)				Undersøkelsesbrønn 1 i Sb-1		Dato: 25.11.2021	
Koordinater:		Sone: 32		X: 304203		Y: 6744834	
Brønntype: Ø32 mm rør med 1,5 m sandspiss med slisset filter							
Grunnvannsnivå: 0,3 m u/ terreng ned til 10m. Overtrykk dypere enn 10m: 0,2 meter fra 9-10,5, 1,0m fra 10,5-12m, 2m fra 16,3-17,8m							
Merknad: Totalt 19,1m under terreng, umulig å slå videre med motorhammer pga stein eller morene							
Dyp (m)	Løsmassetyp e	Slam farge	Kapasite t pum ping l/s	Prøver	Temp °C	Ledning s Evne µS/cm	Merknad
3,0-4,5	Grusig sand	Brun	----	-----	-----	-----	God gjennomgang, spylevann forsvinner
4,5-6,0	grov sand	Brun	2,1 l/s	PP, VP	9,2	22,4	God gjennomgang, spylevann forsvinner, ren på 2 minutter
6-7,5	Grusig sand	Mørk Brun	4,0 l/s	PP	8,8	20,9	God gjennomgang, spylevann forsvinner, ren på 10 minutter, mye jernhydroksyd
7,5-9(10)	Grusig sand	Mørk brun	3,0	PP, VP	8,7	21,1	God gjennomgang, spylevann forsvinner, ren på 30 minutter, mye jernhydroksyd
9-10,5	Grusig sand til 10m, deretter finsand/silt	Grå-sort	0	-----	-----	-----	Spiss slått ned i finsand fra 10-10,5 meter (spylte opp grov sand og Silt/leire, 0,2m overtrykk
10,5-12	Fin-middels sand	Brun	1,0 l/s	-----	8,2	26	Greier ikke å få rent vann, for fine masser, 1,0m overtrykk
13,5-15,5	Fin-middels sand	Brun	-----	-----	-----	-----	Spylte opp fin-middels sand
15,5-16,5	Fin middels og grov sand	Brun	-----	-----	-----	-----	Spylte opp fin-middels sand, renner over
16,3-17,8	Grovsand?	Brun	2,0	VP	7,2	33	Renner over med 0,5 l/s, Ingen sedimentprøve. 2m overtrykk
17,6-19,1	Grovsand?	Brun	1,4	-----	7,2	33,7	Renner over med 0,3 l/s, Ingen sedimentprøve

VP = vannprøve, PP = pumpet sedimentprøve, SP = spylt sedimentprøve



Figur 25. Ub-1: Artesisk reaksjon (0,5 l/s) med sandspiss/filter fra 16,3-17,8 meter. Ga 2 l/s ved pumping.



Figur 26. Ub-2 ble satt i Odexboring-B etter at foringsrøret ble trukket opp fra 21 til 9 meter.

Undersøkellesbrønn-2 (Ub-2) i Odex-B:

Undersøkellesbrønn 2 ble satt i Odexboring-B etter at foringsrøret ble trukket opp fra 21 til 9 meter, se figur 26. Grunnvannsnivået ble målt til 2,9m under terreng. Dette er ikke tryknivået under tette masser, da det ble observert vann ved oppstart boring fra 3m.

Ub-2 ga 3,0 l/s fra 10,5-12 meter og 2,0 l/s fra 12-13,5 meters dyp. Begge disse nivåer er i grusmassene over det siltige finsandlaget. Fra 10,5-12 meter fikk man ikke klar grunnvannsprøve etter lengre tidspumping. I dette nivået skyldes dette mye jernhydroksyd (utfelt jern i sedimentet). Det samme var tilfellet fra 12-13,5 meter, men i dette nivået var problemet et lysbrunt slam (silt). Sedimentprøven fra dette nivået viser 5% silt. Dette kan i tillegg skyldes at sandspissen er slått i masser som er forstyrret av den forutgående Odex-boringen. Ved spyling før pumping forsvant spylevannet i begge nivåer, så det er god vann-gjennomgang i massene fra 10-13,5 meter.

Ved testpumping med spissen fra 18-19,5 meter (under finsandlaget) ga brønnen 0,5 l/s ved pumping. Også her var det god gjennomgang ved spyling før pumping. Man har en mistanke om at liten vannmengde skyldes løftehøyde og/eller lekkasje på sugesiden av pumpa.

Tabell 6. Resultater fra undersøkellesbrønn-2 i Odex-B.

Sted: Øvredalen (sør for Storevatnet)				Undersøkellesbrønn 2 i Odex-B		Dato: 25.11.2021	
Koordinater:		Sone: 32		X: 304258,83		Y: 6744772	
Brønntype: Ø32 mm rør med 1,5 m sandspiss med slisset filter							
Grunnvannsnivå: 2,9 m under terreng							
Merknad: Totalt 19,5m under terreng							
Dyp (m)	Løsmassetyp e	Slam farge	Kapasite t pum ping l/s	Prøver	Temp °C	Ledning s Evne µS/cm	Merknad
3-10,5	Grus og grusig sand	Mørk brun					
10,5-12	Grusig sand	Brun	3,0	MP	8,3	22	God gjennomgang, spylevann forsvinner, mye jernhydroksyd, fikk ikke ren vannprøve
12-13,5	Middels-grov sand	Brun	2,0	MP	8,3	21	God gjennomgang, spylevann forsvinner. Fikk ikke ren vannprøve, lysebrunt slam (5% silt i sedimentprøve
13,5-17,5	Fin-middels sand (13% silt)			MP			
17,5-18	Grusig sand	Grå		MP			
18-19,5	Grusig sand	Grå	0,5	MP, VP	7,9	34	God gjennomgang. Liten vannmengde skyldes trolig lekkasje på

							sugeside pumpe
19,5-20	Grusig sand	Grå		MP			

VP = vannprøve, MP = sedimentprøve tatt med Odex-boring

Det ble ikke etablert 5/4" undersøkelsesbrønn i Odex-A. Det ble i imidlertid tatt ut en grunnvannsprøve fra 18 meters dyp under boringen (blåst opp med luft, se figur 27).



Figur 27. Uttak av grunnvannsprøve fra 18 meters dyp under boring av Odex-A.

4.4. Hydrauliske beregninger

Kornfordelingskurver for oppspylte masseprøver fra Undersøkelsesbrønn-1, Odex-A og Odex-B/Ub-2 fremgår av vedlegg 1 og sedimentologiske data av tabell 7 neste side. I tabell 7 fremgår også prosentandelen sandkorn $>1,0$ og $1,5\text{mm}$ (for dimensjonering av lysåpning i brønnfilter), prosentandel silt og oppnådd kapasitet i l/s ved pumping.

Permeabiliteten K er beregnet ved hjelp av Gustavsons formel, hvor parameteren d_{10} representerer diameteren der 10 % av prøvemassen er mindre enn d_{10} . Midlere permeabilitet er beregnet at hver verdi multipliseres med mektigheten på laget prøven representerer, verdiene summeres og deles deretter på total mektighet av permeable masser. Sorteringsgraden er d_{60}/d_{10} , hvor parameteren d_{60} representerer diameteren der 60 % av prøvemassen er mindre enn d_{60} .

Ub-1:

Finsandlaget er i denne boringen påvist fra 10-15,5 meters dyp, og grunnvannsspeilet i grusige masser over på ca. 0,3 meters dyp (hele profilet er vannmettet). Kornfordelingsanalysene på sedimentprøver fra Ub-1 ned til 10 meter (over finsandlaget) viser en godt sortert grusig sand og grovsand, hvor sorteringsgraden varierer mellom 3,34 og 5,3. Permeabiliteten (K , uttrykk for massenes evne til å transportere vann), varierer fra 52 til 100 m/d. I nivået fra 16,3-19,1 meter

(under finsandlaget) fikk man ikke spylt opp prøver, slik at man her har antatt en verdi på 30 m/d. Dette basert på utpumpet vannmengde på 1,4-2,0 l/s og data fra dypereliggende lag i Odex-B.

Ut fra K-verdiene fra kornfordelingskurvene er midlere permeabilitet i profilet av størrelsesorden 60 m/d.

Odex-A:

Finsandlaget er i denne boringen påvist fra 9-11 meters dyp, og grunnvannsspeilet i massene over på ca. 6 meter. Det er dermed for liten vannhøyde for filtersetting i det øvre gruslaget. Kornfordelingsanalysene på sedimentprøver fra 11-19,5 meter (under finsandlaget), viser en dårlig sortert grusig sand, hvor sorteringsgraden varierer mellom 10 og 31. Permeabiliteten varierer fra 5 til 13 m/d og siltinnholdet fra 0,5 til 6%. Ut fra K-verdiene fra kornfordelingskurvene er midlere permeabilitet i profilet av størrelsesorden 13 m/d.

Odex-B/Ub-2:

Finsandlaget er i denne boringen påvist fra 13,5-17,5 meters dyp, og grunnvannsspeilet i massene over på ca. 2,9 meter. Det er dermed vannhøyde nok for filtersetting i det øvre gruslaget.

Kornfordelingsanalysene på sedimentprøver fra Odex-B/Ub-1 viser en bedre sorter grusig sand grovsand, hvor sorteringsgraden i hovedsak varierer mellom 4,6 og 9,3. Innholdet av silt er også mindre enn i Odex-A. Permeabiliteten i vannførende lag varierer fra 10,1 til 500 m/d.

Ut fra K-verdiene fra kornfordelingskurvene er midlere permeabilitet i profilet av størrelsesorden 200 m/d.

Tabell 7. Sorterings- og permeabilitetsverdier, angivelse av %-andel >1,0/1,5mm, innhold av silt.

Prøvedyp	Jordart	d10	d60	Sortering D60/d10	Permeabilitet K (m/d)	% > 1,0/1,5 mm	% Silt	l/s ved pumping
Ub-1	Gv: 0,3m							
4,5-6	Grovsand	0,213	1,126	5,3	52,7	46/20	0	2,1
6-7,5	Grovsand	0,273	1,127	4,12	95,9	44/23	0	4,0
7,5-10	Grusig sand	0,27	0,905	3,35	100,2	35/16	0	3,0
10-16	Fin-mid sand							1 l/s
16,3-17,8	Grovsand				30*	30*		2,0
17,6-19,1	Grovsand				30*	30*		1,4
				Midlere K	62 m/d			
Odex-A	Gv: 6m/3,75m							
8-9	Mid-gr sand	0,13	0,795	6,12	18,31	30/16	4	
9-11	Fin-mid. sand						10*	
11-12	Grusig sand	0,122	1,265	10,37	12,03	44/35	3,5	
12-13,5	Grusig sand	0,160	3,260	20,38	13,61	60/54	0,5	
13,5-15	Grusig sand	0,137	2,980	21,75	9,58	60/50	4	
15-16,5	Grusig sand	0,143	4,450	31,12	8,32	60/55	2	
16,5-18	Grusig sand	0,107	2,100	19,63	6,23	52/46	4	Vannprøve
18-19,5	Grusig sand	0,090	1,420	15,78	5,06	45/38	6	
				Midlere K	13 m/d			
Odex-B/ Ub-2	Gv: 2,9m							
6-9	Grus	1,300	6,030	4,64	500,00	94/86	0	
9-10,5	Sandig grus	0,642	3,660	5,70	462,12	80/66	0	
10,5-12	Sandig grus	0,220	2,750	12,50	35	70/57	3	3,0

12-13,5	Mid-gr sand	0,105	0,878	8,36	10,1	35/20	5	2,0
13,5-17,5	Finsand	0,056	0,273	4,88	3,78	14/8	13	
17,5-18	Grusig sand	0,163	1,470	9,02	23,1	48/38	1,0	
18-20	Grusig sand	0,245	2,280	9,31	51,7	62/48	1,0	0,5**
				Midlere K	200 m/d			

Ytelsen til en løsmassebrønn er avhengig av løsmassenes hydrauliske ledningsevne (massenes evne til å transportere vann), tykkelsen av vannførende lag (m), hvor stor senkning som kan tillates og forholdene for nydannelse av grunnvann. Produktet av massenes hydrauliske ledningsevne (**K**) og mektigheten av vannførende lag (**m**) kalles Transmissivitet (**T**), og gir et mål for vannstrømningen.

1) Transmissivitet **T** = **K** x **m** (hvor **K** er permeabilitet og **m** er vannførende mektighet)

Teoretisk avsenkning i en brønn ved uttak av eksempelvis $\frac{1}{2} Q_{dim} = 12,5$ l/s (45 m³/t) kan beregnes med formelen:

$$2) S_{well} = \frac{Q}{2\pi T} \cdot \ln \frac{R_0}{r} \text{ (Thiem)}$$

Parameterne i formel 2 er:

- **S_{well}** = Beregnet avsenkning ved uttak av Q.
- Q = Dimensjonerende vannmengde pr. brønn lik 12,5 l/s (45 m³/t)
- T = Transmissivitet
- R₀ er influensradius som settes til 100 m
- r er brønnens radius = 0,1095 m

4.4.1. Brønn i området ved Ub-1

I den grusige sanda fra 0,5 til 10 meters dyp og fra 16 til 19 meters dyp, er midlere permeabilitet av størrelsesorden 62 m/d, og vannmettet mektighet settes til 12,5 m (10 m grusig sand – 0,5m ned til grunnvannsnivået + 3m grovere sand fra 16-19m). Dette gir en T-verdi lik 775 m²/d (0,009 m²/s). Teoretisk avsenkning i en brønn ved uttak av $\frac{1}{2} Q_{dim} = 12,5$ l/s (45 m³/t) beregnes med formel 2.

Maksimal senket vannspeil i en brønn plassert ved Ub-1 kan settes til 6,5 m under terreng, basert på at det settes brønnfilter i den grusige sanda fra 7,0-10,0 meter under terreng og fra 17,5 til 19 meter i det vannførende laget under finsandlaget (rørbrønn med 2-delt filter og blindrør mellom 10 og 17meter). Pumpa plasseres i blindrøret mellom de 2 filterne. Grunnvannsspeilet er påvist på 0,3 meter i gruslaget over finsanda. Senkes vannstanden i brønnen med 6,2 meter er man på 6,5 meter (0,5m over øvre filterkant i det øverste filteret).

Innsatt formel 2 gir de beregnede verdier for transmissivitet fra kornfordelingskurvene en avsenkning av størrelsesorden 1,5 meter ved uttak av 12,5 l/s. Settes transmissiviteten til det halve blir avsenkningen 3,0 meter. Verdiene er kun teoretiske, men viser likevel at et grunnvannsuttak av denne størrelse er uproblematisk i området ved Ub-1. Eksempelvis vil en avsenkning av størrelsesorden 3 meter ved uttak av 12,5 l/s medføre at man fortsatt har en tilgjengelig vannhøyde på 3,2 meter i en brønn med øvre filter fra 7-10 meter under terreng i det aktuelle området.

4.4.2. Brønn ved Odex-B/Ub-2

I den grusige sanda fra 3 til 13,5 meters dyp og fra 17,5 til 20 meters dyp, er midlere permeabilitet av størrelsesorden 200 m/d. **Vi har i beregningene benyttet et konservativt anslag på 90 m/d.**

Vannmettet mektighet settes til 13 m (13,5m grusig sand – 3,0m ned til grunnvannsnivået + 2,5m grusig sand fra 17,5-20m). Dette gir en T-verdi lik 1170 m²/d (0,014 m²/s).

Maksimal senket vannspeil i en brønn plassert ved Odex-B kan settes til 9,5 m under terreng, basert på at det settes brønnfilter i den sandige grusen fra 10 til 13 meter under terreng og fra 18,5 til 20 meter i vannførende grusig sand under finsandlaget (rørbrønn med 2-delt filter og blindrør mellom 13 og 18,5meter). Pumpa plasseres i blindrøret mellom de 2 filterene. Grunnvannsspeilet er påvist på 2,9 meter. Senkes vannstanden i brønnen med 6,6 meter er man på 9,5 meter (0,5m over øvre filterkant i det øverste filteret).

Innsatt formel 2 gir de beregnede verdier for transmissivitet fra kornfordelingskurvene en avsenkning av størrelsesorden 1,0 meter ved uttak av 1/2 Q_{dim}= 12,5 l/s (45 m³/t). Settes transmissiviteten til det halve blir avsenkningen 2,0 meter. Verdiene er kun teoretiske, men viser likevel at et grunnvannsuttak av denne størrelse er mulig også i området ved Odex-B/Ub-2. Eksempelvis vil en avsenkning av størrelsesorden 2,0 meter ved uttak av 12,5 l/s medføre at man fortsatt har en tilgjengelig vannhøyde på 4,5 meter i en brønn med filter fra 10-13 meter under terreng i det aktuelle området.

4.4.3. Brønn ved Odex-A

I den grusige sanda fra 6 til 9 meters dyp og fra 11 til 19 meters dyp, er midlere permeabilitet av størrelsesorden 13m/d. Vannmettet mektighet settes til 13 m. Dette gir en T-verdi lik 169 m²/d (0,0019 m²/s). Maksimal senket vannspeil i en brønn plassert ved Odex-B kan settes til 13 m under terreng, basert på at det settes brønnfilter i den grusige sanda fra 13,5 til 18,5 meter under terreng.

Innsatt i formel 2 gir de beregnede verdier for transmissivitet fra kornfordelingskurvene en avsenkning av størrelsesorden 7,0 meter ved uttak av 1/2 Q_{dim}= 12,5 l/s (45 m³/t). Settes transmissiviteten til det halve blir avsenkningen 14,0 meter. **Verdiene er kun teoretiske, men viser likevel at et grunnvannsuttak av denne størrelse er lite aktuelt i området ved Odex-A.** Eksempelvis vil en avsenkning av størrelsesorden 14,0 meter ved uttak av 12,5 l/s medføre at man senker vannstanden ned til øvre filterkant i en brønn med filter fra 13,5 til 18,5 meter under terreng i det aktuelle området.

4.4.4. Oppsummering hydrauliske beregninger – grunnvannsstrøm og oppholdstid

Både de oppnådde kapasiteter ved testpumping av undersøkelsesbrønner og teoretiske beregninger basert på K-verdier fra kornfordelingsanalyser viser at 1 stk. rørbrønn i løsmasser ved Ub-1 og 1 stk. rørbrønn ved Odex-B/Ub-2 kan levere 12,5 l/s (totalt 25 l/s).

Grunnvannsmagasinet i enden av Storevatnet er relativt stort, både mht. til arealmessig utbredelse og mektighet.

Grunnvannstrømmen gjennom magasinets bredde vinkelrett på strømningsretningen (fra SØ mot NØ, parallelt med elva) kan estimeres med formelen: **$Q = T \times i \times B$ (Darcy)**

Parameterne i formelen er:

- **Q** = Vannmengde som strømmer gjennom magasinet (m^3/d)
- **T** = Transmissivitet (m^2/d) Beregnes med **K** x **m**, hvor K er permeabilitet og m er vannførende mektighet
- **i** = Grunnvannsgradienten
- **B** = Magasinets bredde vinkelrett på strømningsretningen (m)

Benyttes snittet av permeabilitetsverdier fra Ub-1 er permeabiliteten (**K**) 62 m/d. Forutsettes en midlere vannmettet mektighet (**m**) på 12,5m blir transmissiviteten (**T**) lik 775 m^2/d .

Grunnvannsgradienten (**i**) anslås til 0,033 (3,3%).

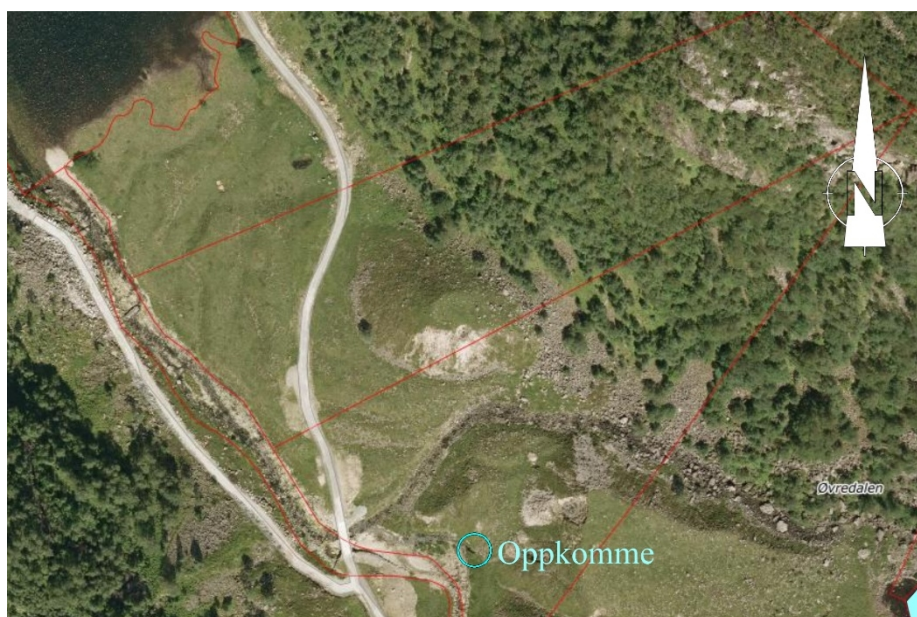
Strømningsbredden (**B**) kan ut fra de utførte undersøkelser settes til minst 150m.

Benyttes disse verdier er grunnvannstrømmen nordover mot vatnet 3836 m^3/d (44 l/s). Dette er grove overslagsberegninger beheftet med usikkerhet, men angir likevel en størrelsesorden for den naturlige grunnvannsstrømmen ut mot vatnet.

Man kan også beregne grunnvannets strømningshastighet ut fra ligningen $v = k * i / n_e$, der n_e er effektiv porøsitet som kan settes til 20 %. Dette gir en strømningshastighet på ca. 10 m/døgn mellom det øverste vannet (dammen i elva) og oppkommet. Med en avstand på 250 m, en k verdi på 62 m/døgn og en gradient på 3,6 % gir dette en oppholdstid på ca. 25 døgn. Grunnvannet ut mot Storevatnet har over 500 m strømningsvei, og slakere gradient slik at oppholdstiden på dette vannet er i størrelsesorden 60 døgn. Grunnvannsuttak med pumping vil gi noe høyere hastighet på grunnvannsstrømmen inn mot brønnene og følgelig litt kortere oppholdstid.

4.5. Kilde/oppkomme øst for brua

Under befaringen ble det påvist et kraftig oppkomme ca. 63 meter øst for brua, se figur 28 og 29. Oppkommet er topografisk betinget, og grunnvannet strømmer ut av grusmassene i foten av breelvterrassen. Grunnvannet slår ut på ca. kote 21, og vannmengden anslås visuelt til mye mer enn 25 l/s, kanskje mer enn 50 l/s. Feltnålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne viste 5,5 °C og 16,5 µS/cm. I elva rett ved ble det målt 4,5 °C og 16 µS/cm. Dette betyr at grunnvann fra kilden har kortere oppholdstid enn grunnvannet som er pumpet fra undersøkelsesbrønnene, se kapittel 4.4.4 og 4.6. Kilden er uansett meget interessant, da et vanninntak her kan levere grunnvann til motsatt side av vatnet med selvfall (reserve ved strømbrydd).



Figur 28. Flybilde med lokalisering av oppkommet øst for brua.



Figur 29. Feltnålinger i oppkomme i foten av breelvterrassen øst for brua.

4.6. Grunnvannets fysisk-kjemiske kvalitet

Under uttak av sedimentprøver fra Ub-1, Odex-A og Odex-B/Ub-2 ble det observert brun og til dels mørk brun slamfarge ved prøvetaking fra sand og grusmassene over og dels ned i finsandlaget. Brunfargen viser at det er oksiderende forhold i grunnvannssonen, med utfelt jern i sedimentet. Mye rust i løsmassene skyldes oppadrettet grunnvannsstrøm, der det dypere grunnvannet inneholder litt jern som felles ut når oksygeninnholdet øker når man kommer opp den elveavsatte akviferen (det øvre gruslaget). Derfor mest rust ned mot finsandlaget. Det ble ikke observert innhold av organiske partikler (karbon) i løsmassene.

Ved prøvetaking av sandmasser under finsandlaget var slamfargen lys grå. Dette indikerer mer reduserte forhold (mindre oksygen) i den dypeste delen av magasinet. Dette skyldes ikke innhold av organisk materiale, men noe lengre oppholdstid og kjemisk oksygenforbruk. Innholdet av jern og mangan er imidlertid meget lavt, slik det er nok oksygen til at man unngår at metallene er løst i vannfasen.

Grunnvannets elektriske ledningsevne og temperatur ble registrert under pumping i de forskjellige nivåer, jevnfør tabell 8. Det er i tillegg utført målinger i oppkommet, i elva og i Storevatnet.

Tabell 8. Feltnålinger av temperatur og ledningsevne i grunnvann, elva og Storevatnet.

	Enhet:	°C	µS/cm	
Punkt	Dyp /m)	Temperatur	Ledningsevne	l/s
Ub-1	4,5-6	9,2	22,4	2,1
Ub-1	6,0-7,5	8,8	20,9	4,0
Ub-1	7,5-9,0	8,7	21,1	3,0
Ub-1	10,5-12	8,2	26	1,0
Ub-1	16,3-17,8	7,2	33	2,0
Ub-1	17,6-19,1	7,2	33,7	1,4
Punkt	Dyp /m)	Temperatur	Ledningsevne	l/s
Ub2/Odex-B	10,5-12	8,3	22	3,0

Ub2/Odex-B	12-13,5	8,3	21	2,0
Ub2/Odex-B	18,5-19,5	7,9	34	0,5
Punkt	Dyp /m)	Temperatur	Ledningsevne	l/s
Odex-A	18	9,0**	30,5	
Punkt	Sted	Temperatur	Ledningsevne	l/s
Kilde	Kote 21	5,5	16,5	>50 l/s
Elva	Ved kilde	4,5	16,0	
Elva	Ved utløp	5,7	18,8	
Storevatnet	Ved Ub-1	6,3	19,3	

** Påvirket av luft fra kompressor

I utpumpet grunnvann fra grusig sand over finsandlaget (Gul farge, ned til 10-13m dyp) varierer grunnvannets temperatur mellom 8,3 og 9,2°C. Ved pumping fra sandlaget under finsanda varierte temperaturen fra 7,2-7,9. I kilden ble det målt 5,5 °C. I elva var vanntemperaturen 4,5-5,5 °C og i vatnet 6,3 °C. En grunnvannstemperatur på 8- 9 °C indikerer dermed relativt lang oppholdstid da dette er grunnvann infiltrert i grunnen sommer/tidlig høst da temperaturen i overflatevannet var høyere. Lavere grunnvannstemperatur i kilden tilsier kortere oppholdstid enn grunnvann pumpet fra brønner. Dette stemmer bra med beregningene av oppholdstid i kap. 4.4.4.

Vannets elektriske ledningsevne er direkte proporsjonal med innholdet av løste bestanddeler (ioner i form av løste mineraler og salter). Grunnvannets elektriske ledningsevne er meget lav, fordi berggrunn og mineralsammensetning i løsmassene er dominert av kvarts og feltspat (Masfjordgneis).

I utpumpet grunnvann fra grusig sand over finsandlaget (Gul farge) varierer ledningsevnen mellom 21 og 22,4 µS/cm og under finsandlaget fra 30,5 til 34 µS/cm. Den høyere ledningsevnen i dypet viser lengre oppholdstid og derfor et noe høyere innhold av mineraler og salter,

Den naturlige grunnvannskvaliteten er meget god. Med unntak for lav pH (som forventet), tilfredsstiller de analyserte fysisk/kjemiske parametere kravene til drikkevann i Drikkevanns-forskriften, se tabell 9.

Tabell 9. Analyseresultater – nivåbestemte grunnvannsprøver fra Ub-1, Odex-A, Ub-2/Odex-B og elva,

		pH	Fargetall	Konduktivitet	Turbiditet	Kalsium	Magnesium	Aluminium	Jern	Mangan	Nitrat (NO3-N)	Sulfat (SO4)	Klorid	Natrium
			mg Pt/l	µS/cm	FNU	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Grense	6,5-9,5	20	2500	1				200	200	50	10000	250	250	200
Brønn	Dyp(m)													
Ub1	4,5-6	5,6	<2	21,2	0,35	0,62	0,3	71	18	7,6	200	1,68	3,4	2,4
Ub1	7,5-9	5,5	<2	20,2	2	0,67	0,28	68	14	4,2	200	1,56	3,3	2,4
Ub1	16,3-17,8	6,3	<2	31,8	<0,10	2,2	0,48	9	10	1,8	210	2,54	4,9	3,6
Odex-A	18	6,4	<2	26,5	8,9	1,1	0,35	9,7	70	13	260	2,17	4,1	2,8
Odex-B/	18-19,5	6,4	<2	32,9	1,2	1,4	0,49	5,4	42	3,7	190	2,61	5,1	3,7
(Ub-2)														
Elva		5,4	8	15,1	0,21	0,26	0,22	64	11	1,3	49	0,63	2,9	1,8

Grunnvannet har meget lavt fargetall <2, og lavt innhold av mineraler og salter. Innholdet av bruksmessig viktige parametere som jern og mangan er også lavt. Innhold av 70 µg/l med jern i prøve fra Odex-A skyldes høy turbiditet til, fordi prøven ble tatt med blåsing ved Odex-boring, se figur 27.

Man ser ellers at grunnvannet fra gruslag under finsanda (orange farge) har høyere pH enn grunnvann det øvre gruslaget (6,3-6,4 mot 5,5-5,6). Dette skyldes et noe høyere innhold av kalsium og magnesium.

Vannkvaliteten i elva er også god, med fargetall på 8. Vannprøven er tatt i en periode med mye regn. Andelen myr i nedslagsfeltet er kun 0,1 %, se figur 9.

Ut fra kapasitetsvurderingene og grunnvannskvaliteten anbefaler vi derfor at det etableres fullskala grunnvannsbrønner og utføres langstidsprøvepumping. Ved et kontinuerlig grunnvannsuttak vil man øke gjennomstrømningshastigheten og dermed redusere vannets oppholdstid i magasinet. Det kan derfor inntreffe mindre endringer i vannkvalitet når en ny grunnvannsbrønn tas i bruk. Dette må dokumenteres ved langstidsprøvepumping med uttak av grunnvannsprøver.

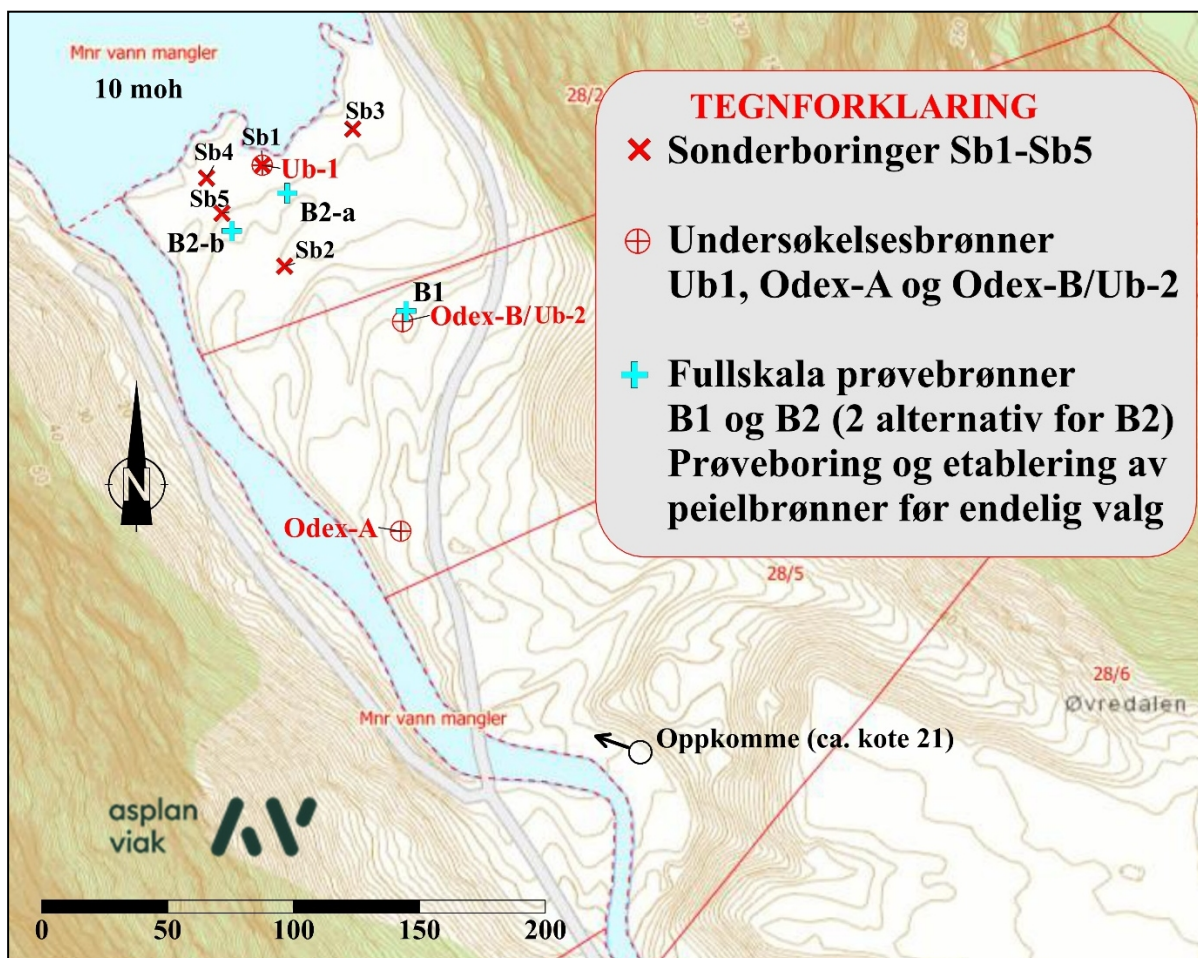
Plassering og dimensjonering av brønner fremgår av kapitel 5.

5. PLASSERING OG DIMENSJONERING AV BRØNNER

5.1. Forslag til brønnløsninger og plassering – Diskusjon

De utførte undersøkelser viser at det er fullt mulig å ta ut de nødvendige mengder grunnvann fra løsmasser fra grunnvannsmagasinet i sørenden av Storevatnet. Med tanke på lavvannføring i vassdraget, vil det være gunstig med brønner som plasseres så nær vatnet at man får induisert grunnvannsdannelse fra vatnet.

Magasinets sammensetning og hydrauliske beregninger tilsier at uttaket fordeles på 2 brønner (12,5 l/s fra hver brønn). Vi foreslår derfor at det i første omgang etableres 2 fullskala prøvebrønner som testes og prøvepumpes, og deretter en tredje brønn før grunnvannsanlegget skal settes i drift. Det er ofte lurt å vente med den tredje brønnen til man har testet de to første (avstand/brønninterferens). Under prøvepumping utføres det målinger og tas vannprøver fra oppkommet øst for brua også. Oppkommet øst for brua er som tidligere nevnt også meget interessant, da et vanninntak her kan levere grunnvann til motsatt side av vatnet (kote 11) med selvfall (reserve ved strømbrydd).



Figur 30. Kartutsnitt med Undersøkelsesbrønner og plassering av to fullskala produksjonsbrønner

Brønn-1 settes ved Odex-B/Ub-2. Terrenget her ligger omtrent på kote 16,8 og vil derfor være et flomsikkert brønnpunkt. De beste borpunktene nede ved vatnet (Ub-1 og Sb-5) ble satt i den lavereliggende delen av terrenget nær vatnet. Dette fordi det her var mulighet å komme igjennom steinlaget i toppen med bærbart utstyr. Dette betyr at både Ub-1 og Sb-5 er satt i et flomutsatt område (hhv kote 11,3 og kote 11,7). Punkt for etablering av Brønn-2 må derfor flyttes noe høyere i terrenget, for å unngå at flomsikring blir for omfattende. Brønn-2 settes enten a) ca. 15 meter sør for Ub-1, eller b) ca. 8 meter sør for Sb-5.

Flytting på grunn av flomsikring tilsier at det i forbindelse med boring av fullskala brønner utføres 2 prøveboringer med liten Odex-dimensjon i begge disse punktene. Deretter settes brønnen i det beste punktet, og man justerer filterplassering i felt basert på så eksakte data som mulig. Om begge punkt er bra har man funnet plassering av en tredje brønn også.

Boringene kan etterpå benyttes som peilebrønner ved at det monteres 63mm plast-filter i boringene. Peilebrønner for måling av grunnvannsnivå i magasinet under prøvepumping må etableres uansett (kreves i konsesjonssøknad og for utarbeidelse av strømningskart og soneinndeling (klausulering).

Det er også aktuelt å utføre en prøveboring ved oppkommet, for å finne ut hvordan en eventuell inntaksløsning her skal utformes (kum i kildeutslag eller skråbrønn inn i breelvterrassen).

5.2. Flomvurderinger

Nedre del av avsetningen (nærmest Storevatnet) og elvenære partier er flomutsatt, se kartutsnitt med aktsomhetsområde for flom i figur 5. Maksimal vannstigning er angitt til 4,3 meter over normalvannstand i Storevatnet, dvs, 14,3m over havet. I Byggeteknisk forskrift (TEK17) fremgår det at byggverk i sikkerhetsklasse F3 (infrastruktur av stor samfunnsmessig betydning) skal sikres mht. til 1000-årsflom. Dette er vurdert nærmere i kapittel 5 (Plassering og dimensjonering av brønner).

Erfaringsmessig gir aktsomhetskartet vesentlig større utbredelse og vannstandsstigning enn det en mer detaljert beregning vil gi. Det er derfor bestilt en flomvurdering av aktuelt brønnområde ved sørenden av Storevatnet (ferdigstilles senest innen 04.05.2021).

Brønn-1 settes ved Odex-B/Ub-2. Terrenget her ligger omtrent på kote 16,8 og vil derfor være et flomsikkert brønnpunkt.

Brønn-2 settes enten a) ca. 15 meter sør for Ub-1, eller b) ca. 8 meter sør for Sb-5. Terrenget ligger i disse punktene omtrent på ca. kote 12,8 (bør kontrolleres). Heves brønntoppene til 1,0 meter over terreng er man på kote 13,8, som trolig vil være tilstrekkelig. Dette kontrolleres etter at flomvurdering er utført.

5.3. Dimensjonering av brønner

Det påviste dels siltholdige finsandlaget nede sandmassene gir et to-delt grunnvannsmagasin med artesiske forhold (overtrykk i dypet). Dette medfører en mer komplisert brønndimensjonering enn om det hadde vært kun grov sand og grus i hele profilet. Man har ut fra dette kommet fram til en to-delt filterløsning, hvor det settes filter i sand/grusmasser både over og under finsandlaget.

Dette gir også fordeler: **1)** Grunnvannet fra gruslag under finsanda har høyere pH enn grunnvann det øvre gruslaget (6,3-6,4 mot 5,5-5,6). **2)** To-delt filterløsning gjør at pumpa kan henges i blindrør mellom filterene. Dette medfører 2m større vannhøyde over øvre filterkant enn pumpeplassering over det øverste filteret.

Resultatene fra Odex-B/Ub-2 viser at det i dette området er gunstig med filtersetting i nivået 10,0-13,0 meter og 18,5-20,0 under terreng (Brønn-1, se tabell 10 og figur 31). Brønn-2 plasseres enten 15 meter sør for Ub-1 eller ca. 8 meter sør for Sb-5. Eksakt filterplassering avklares etter innledende boring med liten Odex. I figur 32 er det foreløpig angitt filtersetting i nivået 8,0-11,0 meter og 16,2-17,7 under terreng.

Aktuell brønndiameter er styrt av ønsket vannuttak/pumpestørrelse. Uttak av vannmengder på 12,5 l/s tilsier etablering av brønner med diameter 219 mm.

Kornfordelingsanalyser på masseprøver fra undersøkelsesbrønnene viser at løsmassene fra gruslag over og under finsandlaget er godt egnet til etablering av et formasjonsfilter, dvs. fremvasking av en kappe med sedimentets grovfraksjon på utsiden av brønnfilteret som en gradvis overgang til de uforstyrrede sedimentene.

Kornfordelingskurvene (vedlegg 1) viser at brønnfiltrene kan dimensjoneres med en slissebredde på 1,0 mm, jfr. tabell 7 side 33. Av tabellen fremgår det at man i prøver fra begge undersøkelsesbrønner har fra 35 - 80 % med sandkorn >1,0 mm. Dette sikrer at man får ut mest mulig vann med lavest mulig innstrømningsmotstand (lite filtertap), samtidig som man unngår problemer med sandinngang gjennom filteret. I Brønn-2 som settes langt fra undersøkelsesbrønnen, har man valgt å sette slissebredden til 0,75mm i nedre filter. For å unngå problemer med finsandlaget, er det forutsatt at brønnene gruskastes med filtergrus (1,0-2,0mm) fra bunnen og opp til 1m forbi nedre filterkant i det øvre filteret, se figur 31 og 32.

For å unngå turbulent strømning gjennom filteret må vannuttaket være tilpasset åpent innstrømningsareal (perforasjon) i filteret. For stor vannhastighet kan forårsake omlagring av sedimentet og kavitasjon på filteret. Den kritiske hastighet for filtre av den aktuelle typen er angitt til 3 cm/s. Hastigheten gjennom filteret er en funksjon av forholdet mellom vannuttaket og filterets samlede lysåpning.

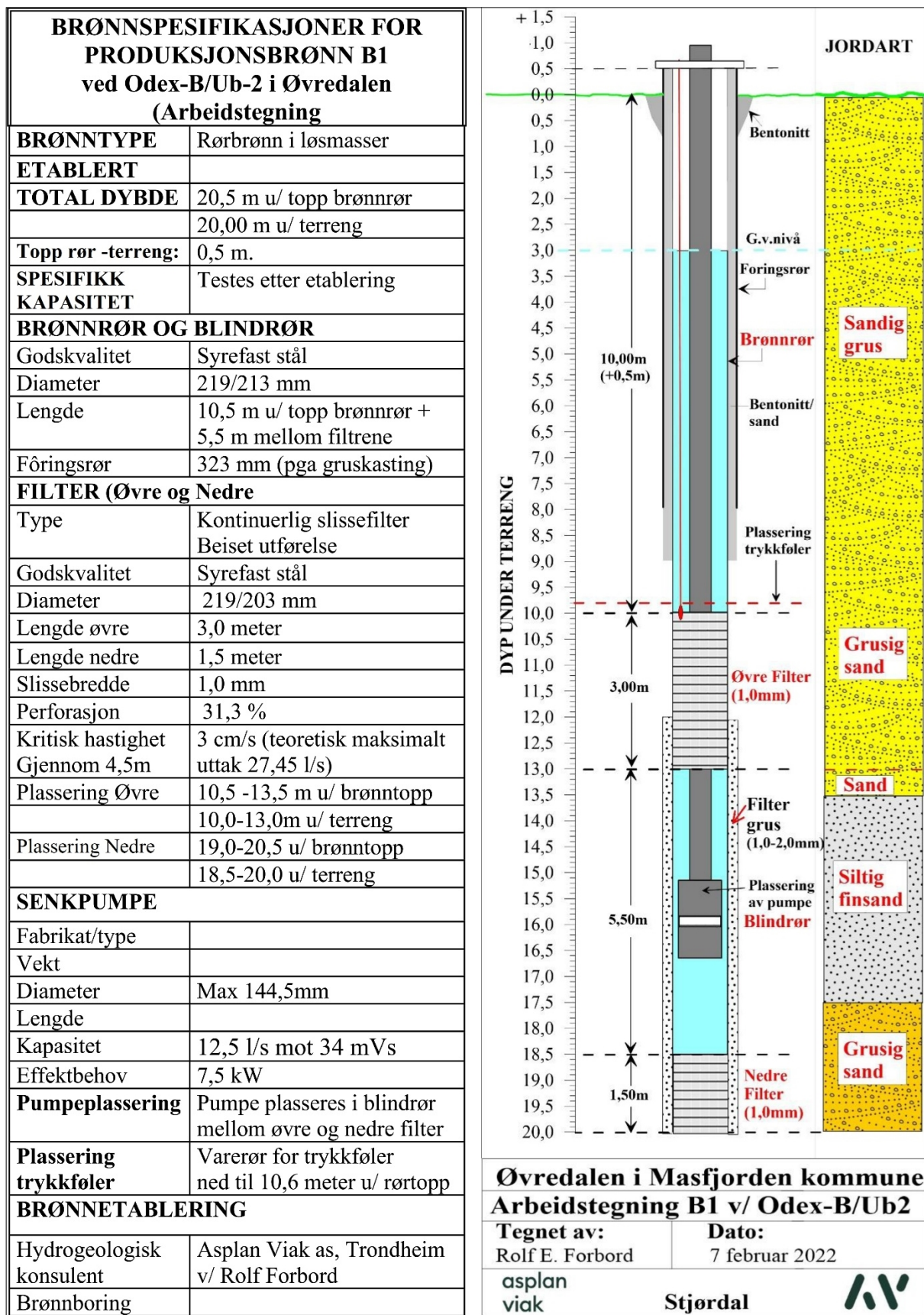
Et kontinuerlig slissefilter (Ø219mm) med slissebredde 1,0 mm har et åpent areal på ca. 31,3 %. Ved uttak av $\frac{1}{2} Q_{dim} = 12,5$ l/s er hastigheten gjennom et totalt 4,5 meter langt filter med den aktuelle diameter ca. 1,3 cm/s. Dette er 43 % av den kritiske hastigheten. Filtrene i Brønn-1 muliggjør i teorien uttak opp mot 27 l/s uten at man får turbulent strømning.

I Brønn-2 er åpent areal ca. 29,3 % (pga 0,75mm lysåpning i nedre filter). Ved uttak av $\frac{1}{2} Q_{dim} = 12,5$ l/s er hastigheten gjennom et totalt 4,5 meter langt filter med den aktuelle diameter ca. 1,4 cm/s. Dette er 46 % av den kritiske hastigheten. Filtrene i Brønn-2 muliggjør i teorien uttak opp mot 25,8 l/s uten at man får turbulent strømning. Detaljerte brønnspesifikasjoner fremgår av tabell 10 og figur 31 og 32 (arbeidsteget). **Endelig filterplassering i B2 avklares etter innledende boring med liten Odex.**

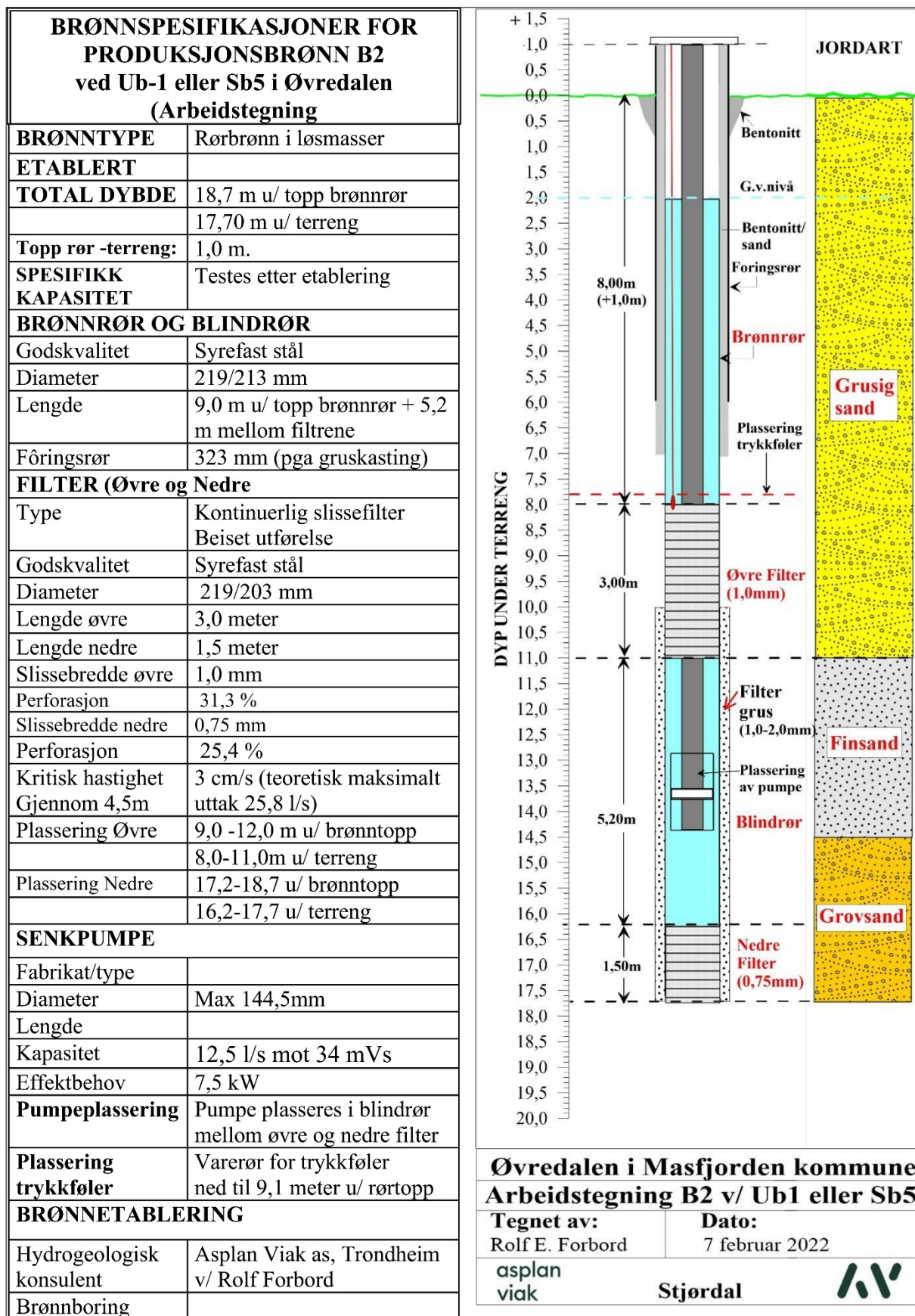
Tabell 10. Brønnspesifikasjoner for B1 ved Odex-B og B2 sør for Ub-1 eller Sb-5 (se figur 30 for plassering).

	B1: 1,5m fra Odex-B	B2: 15m sør for Ub-1 eller 8m sør
Godskvalitet, brønnarmatur	Syrefast stål	Syrefast stål
Totalt brønndyp (under terreng)	20 meter	17,7 meter
Totalt brønndyp under brønntopp	20,5 meter	18,7 meter
Vinkel fra horisontallinjen	Loddboring (90°)	Loddboring (90°)
Diameter brønnrør	219/213, mm	219/213, mm
Brønnrørslengde u/ terreng (m)	10,0m + 5,5m (blindrør)	8,0m + 5,2m (blindrør)
Brønnrørslengde over terreng	0,5 meter	1,0 meter
Filtertype	Kontinuerlig slissefilter	Kontinuerlig slissefilter
Diameter filter	219/203mm	219/203mm
Filterlengde, slissebredde øvre filter	3,0 meter, 1,0mm	3,0 meter, 1,0mm
Filterlengde, slissebredde nedre	1,5 meter, 1,0mm	1,5 meter, 0,75mm
Filterplassering øvre filter	10,0 – 13,0m u/ terreng	8,0 – 11,0m u/ terreng *
Filterplassering nedre filter	18,5-20,0m u/ terreng	16,2-17,7m u/ terreng *
Gruskasting feltspat/kvartsgrus 1,0-	Fra bunn og 1m opp i	Fra bunn og 1m opp i øvre filter

*Avklares etter innledende boring med liten Odex.



Figur 31. Brønnspeifikasjoner (arbeidstegning) for produksjonsbrønn B1 ved Odex-B.



Figur 32. Brønnspesifikasjoner (arbeidstegning) for produksjonsbrønn B2 15m sør for Ub1 eller 8m sør for Sb5.

5.4. Flomsikring og hygienisk sikring

Nedre del av brønnområdet er flomutstatt. **Brønntopp i B2 avsluttes minimum 1,0m over eksisterende terreng** Eksakt høyde kontrolleres nærmere senere. Brønn-1 settes ved Odex-B/Ub-2 høyere i terrenget (flomsikkert brønnpunkt). Brønnen avsluttes 0,5 meter over terreng.

Ved senkhammerboring kan massene rundt brønnrøret bli omrørte og løst lagret. For å unngå vertikal nedtrengning av vann med kort oppholdstid langs stigerøret, skal brønnene sikres med svelleleire fra 1 meter over øvre filterkant og 1 meter videre under opptrekking av fôringsrøret, se figur 31 og 32.

Fôringsrøret settes igjen som ekstra beskyttelse fra 2 meter over øvre filterkant. Deretter fylles det svelleleire og sand/grus mellom fôringsrør og stigerør. Alternativt benyttes det sement. Det legges også en kile med bentonitt rundt fôringsrøret i terrengoverflaten, se figur 31 og 32.

Brønnene etableres ellers med brønnlokk i rustfritt stål med vanntette gjennomføringer og luftehals høyere enn brønntopp.

6. OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER

De utførte undersøkelser viser at det er fullt mulig å ta ut de nødvendige mengder grunnvann fra løsmasser fra grunnvannsmagasinet i sørenden av Storevatnet. Med tanke på lavvannføring i vassdraget, kan det være gunstig med brønner som plasseres så nær vatnet at man får induisert grunnvannsdannelse fra vatnet.

Magasinets sammensetning og hydrauliske beregninger tilsier at uttak av 25 l/s fordeles på 2 brønner (12,5 l/s fra hver brønn). Vi foreslår derfor at det i første omgang etableres 2 fullskala prøvebrønner som testes og prøvepumpes, og deretter en tredje brønn før grunnvannsanlegget skal settes i drift. Det er ofte lurt å vente med den tredje brønnen til man har testet de to første (bestemme avstand mellom brønner og brønninterferens).

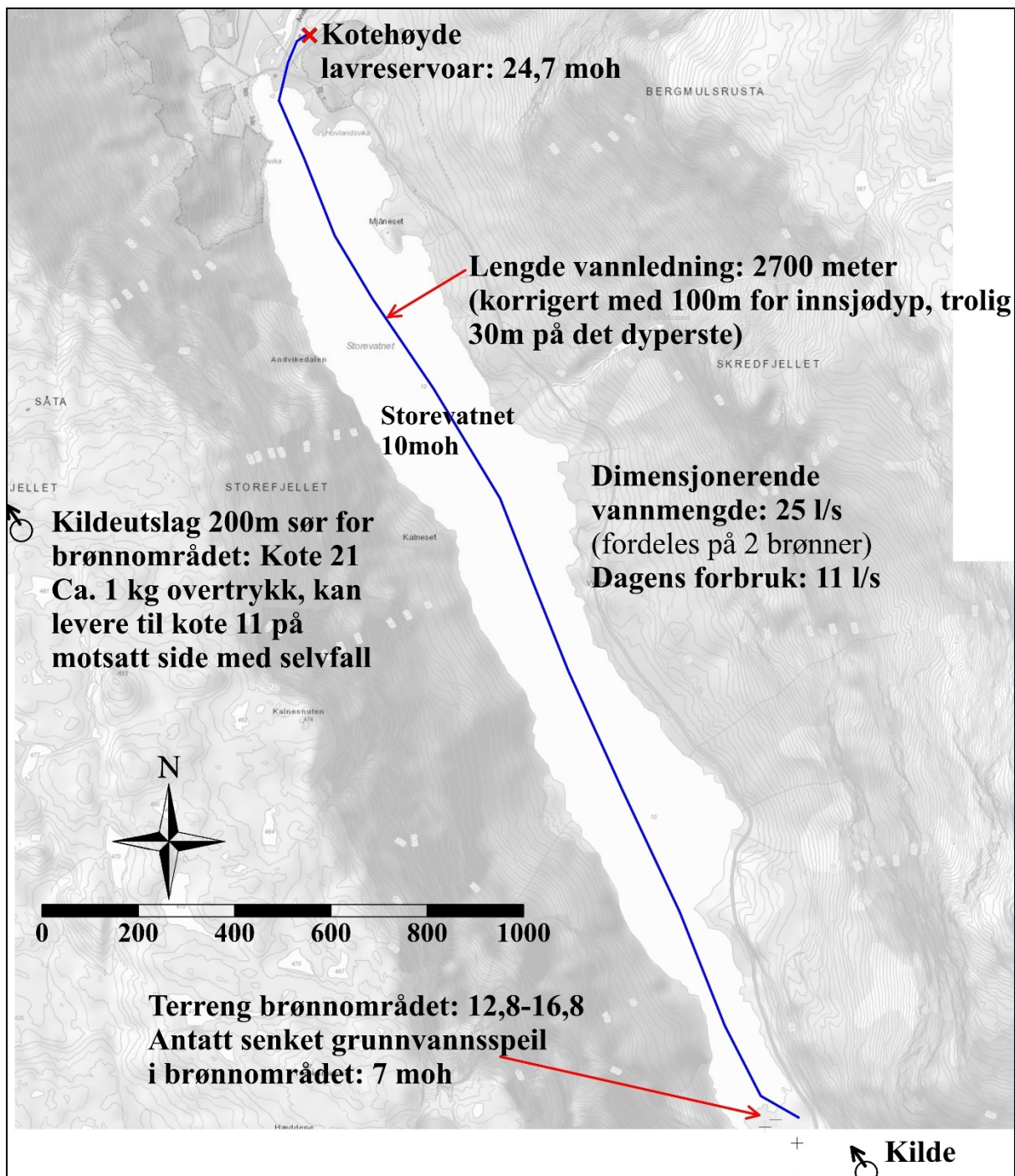
Brønn-1 settes ved Odex-B/Ub-2 og Brønn-2 settes enten **a)** ca. 15 meter sør for Ub-1, eller **b)** ca. 8 meter sør for Sb-1. Brønn-2 flyttes høyere i terrenget enn Ub-1 pga flomfare. Flytting på grunn av flomsikring tilsier at det i forbindelse med boring av fullskala brønner innledningsvis utføres 2 prøveboringer med liten Odex-dimensjon i begge disse punktene. Deretter settes brønnen i det beste punktet, og man justerer filterplassering i felt basert på så eksakte data som mulig. Om begge punkt er bra har man funnet plassering av en tredje brønn også. Boringene benyttes etterpå som peilebrønner ved at det monteres 63mm plast-filter i boringene. Plassering av brønner og brønnspesifikasjoner fremgår av kapittel 5.

Under befaringen ble det påvist et kraftig oppkomme ca. 63 meter øst for brua, se figur 28 og 29. Oppkommet er topografisk betinget, og grunnvannet strømmer ut av grusmassene i foten av breelvtterrassen. Grunnvannet slår ut på ca. kote 21, og vannmengden anslås visuelt til langt over 25 l/s. Kilden er interessant, da et vanninntak her kan levere grunnvann til motsatt side av vatnet med selvfall (reserve ved strømbrudd). Det er aktuelt å utføre en prøveboring ved oppkommet også, for å finne ut hvordan en eventuell inntaksløsning her kan utformes (kum i kildeutslag eller skråbrønn inn i breelvtterrassen). Forutsatt en vannledning med Ø225mm kan man gravitere 18-20 l/s fra oppkommet på kote 21 til kote 11 på motsatt side av vatnet (et tap på 10 mVs).

Det undersøkte området i sørenden av Storevatnet består av skrinngressbevokst utmark. De eneste potensielle forurensningskildene i området er veien inn til kraftstasjonen og beitedyr (sau). Veien er meget lite trafikkert. Det er etter hva vi ser ikke tatt ut større mengder grus fra løsmasseavsetningen. Rørbrønner med filteret plassert dypt nede i grunnvannssonen vil med stor sannsynlighet gi vann av stabil og god kvalitet på grunn av lang oppholdstid i grunnen. Grunnvannet har lavt fargetall (<2), og meget lavt innhold av mineraler og salter. Innholdet av bruksmessig viktige parametere som jern og mangan er også lavt. Man ser ellers at grunnvannet fra gruslag under finsanda (orange farge) har høyere pH enn grunnvannet i øvre gruslaget (6,3-6,4 mot 5,5-5,6). Dette skyldes et noe høyere innhold av kalsium og magnesium. Grunnvannet må luftes og pH-justeres.

Etter brønnetablering må brønnene lagtidspåpumpes med kontinuerlig uttak av 12,5 l/s pr. brønn (totalt 25 l/s) for å dokumentere kapasitet og vannkvalitet over tid. I tillegg benyttes dataene til å vurdere influens- og tilsigsområdet, som igjen danner grunnlag for beskyttelsessoner (klausulering) av grunnvannsmagasinet. Dataene benyttes også som underlag for konsesjonssøknad til NVE. Forslag til videre arbeid fremgår av kapittel 8.

7. VURDERING AV LEDNINGSDIMENSJON OG PUMPER



Figur 33. Kartutsnitt med parametere for vurdering av ledningsdimensjon og pumper

Beregnet friksjonstap i 4 ulike ledninger med dimensjonene Ø180-Ø250mm sees i tabell 11 og i figur 34. Det er her benyttet en lengde på 2700m, en geodetisk høydeforskjell på 17,7m og en ruhet på 0,2mm. **Man mener ut fra dette at en ledning med Ø225mm er et godt valg.**

En ledning av denne dimensjon kan gravitere 18-20 l/s fra oppkommet på kote 21 til kote 11 på motsatt side av vatnet (et tap på 10 mVs).

Tabell 11. Friksjonstap i 4 ulike ledninger med dimensjonene Ø180-Ø250mm.

Ledningskarakteristikk

Lengde 2600 m, singulærtap = $v^2/2g \times 4$

The graph illustrates the relationship between flow rate and pressure loss for four different pipe sizes. The x-axis represents the flow rate in liters per second (l/s), ranging from 0 to 35. The y-axis represents the pressure loss in meters (m), ranging from 0.00 to 100.00. The four pipe sizes are: Ø180 PE100 SDR11 (blue line), Ø200 PE100 SDR11 (orange line), Ø225 PE100 SDR11 (grey line), and Ø250 PE100 SDR11 (yellow line). The pressure loss increases with flow rate for all pipe sizes, and the rate of increase is highest for the smallest pipe size (Ø180).

Vannføring [l/s]	Ø180 PE100 SDR11 [m]	Ø200 PE100 SDR11 [m]	Ø225 PE100 SDR11 [m]	Ø250 PE100 SDR11 [m]
0	0.00	0.00	0.00	0.00
2.5	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
7.5	4.00	1.00	0.50	0.20
10	8.00	4.00	2.00	1.00
12.5	12.00	7.00	4.00	2.00
15	17.00	10.00	6.00	3.00
17.5	23.00	14.00	8.00	4.00
20	30.00	18.00	10.00	5.00
22.5	38.00	22.00	12.00	7.00
25	46.00	27.00	15.00	9.00
27.5	55.00	33.00	18.00	11.00
30	65.00	39.00	21.00	13.00
32.5	77.00	45.00	25.00	15.00
35	89.00	52.00	28.00	17.00

side 49 av 52

8. VIDERE ARBEID

De utførte hydrogeologiske undersøkelser gir et solid grunnlag for å anbefale etablering av 2 stk. produksjonsbrønner for prøvepumping av grunnvannsmagasinet i sørenden av Storevatnet. Brønnboringen gjøres av et brønnboringssfirma med dokumentert kompetanse på boring av filterbrønner av denne størrelse. Tilbudsforespørsel sendes normalt 3-5 forskjellige utvalgte boreentreprenører.

Parallelt med brønnboringen må det settes ned 4-5 ekstra peilebrønner for måling av grunnvannsnivå under prøvepumping. Basert på erfaringene fra forundersøkelsene utføres dette av brønnborer med tyngre utstyr (Liten Odex og 63mm plastfilter). To av disse boringene utføres i de to punkt som er aktuelle for etablering av Brønn-2. Etablerte brønner testpumpes først i ca. 1 dag pr. brønn for bestemmelse av brønnytelse og hydrauliske parametere (kapasitetstest). For å få en sikker dokumentasjon på både fysisk-kjemisk og hygienisk vannkvalitet, samt brønnenes og magasinets langtidskapasitet, gjennomføres det en prøvepumping over minst 9 måneder (helst ett år). Perioden bør fange opp både en flomsituasjon og en periode med liten vannføring. I prøvepumpingsperioden måles grunnvannsnivået i peilebrønnene og produksjonsbrønnene, det måles temperatur og elektrisk ledningsevne i felt og det tas vannprøver for vannanalyser. Resultatet av prøvepumpingen benyttes til å:

- Avklare behov for/anbefale eventuell vannbehandling.
- Kontrollere om de valgte brønnpumper er tilfredsstillende.
- Utarbeide beskyttelsesplan i form av sonegrenser med tilhørende aktivitetsregulerende bestemmelser (klausulering).
- Som underlag for søknad om uttak av grunnvann i henhold til Vannressursloven (NVE).
- Foreslå sikring rundt selve brønnene (kummer/hus), spesielt viktig her er flomsikring i henhold til Tek17.

Asplan Viak vil gjerne bidra videre med utbygging av nytt brønnområde Masfjorden kommune, og kan bistå med følgende arbeider:

- Utarbeide tilbudsgrunnlag for brønnboring, evaluere innkomne tilbud og sette opp kontrakt med utvalgt boreentreprenør.
- Oppfølging under brønnetablering og etablering av peilebrønner. Dette er viktig i dette tilfellet, da eksakt utforming av Brønn-2 forutsetter 2 prøveboringer (blir benyttet som peilebrønner etterpå).
- Korttids testpumping av brønner (trinnsvis pumpetest for bestemmelse av spesifikk kapasitet).
- Utarbeide manual for langstidsprøvepumping. Dette omfatter også feltmålinger og prøvetaking av oppkomme øst for brua.
- Oppstart og bistand under langstidsprøvepumping av brønner.
- Utarbeide beskyttelsesplan (klausulering) og sette opp forslag til avtaler med grunneiere som blir berørt av klausuleringen av brønnområdet.
- Søknad om godkjenning av vannverket i henhold til Drikkevannsforskriften.
- Søknad om uttak av grunnvann i henhold til Vannressursloven (NVE).
- Detaljprosjektering av hele grunnvannsanlegget (brønnområde, ledningsnett, vannbehandling etc.).

VEDLEGG



Vedlegg 1: Kornfordelingskurver, sedimentprøver fra Ub-1 og Odex-A og Odex-B/Ub-2

Vedlegg 2: Analyseresultater Eurofins (Ub-1 og Odex-A og Odex-B/Ub-2)

Vedlegg 9. Rapport: «Masfjorden vassverk –
Sluttrapport etter 17 måneders
prøvepumping og beskyttelse av
grunnavannsførekøsten» (12.12.2025)

MASFJORDEN VASSVERK – ØVREDALEN. SLUTTRAPPORT ETTER 17 MÅNEDERS PRØVEPUMPING OG BESKYTTELSE AV GRUNNVANNSFOREKOMSTEN

Dato: 12.12.2025
Versjon: 01



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Masfjorden kommune
Tittel på rapport:	Masfjorden Vassverk - Øvredalen. Sluttrapport etter 17 måneders prøvepumping og beskyttelse av grunnvannsforekomsten
Oppdragsnavn:	Hydrogeologiske forundersøkelser sør for Storevatnet
Oppdragsnummer:	635453-01
Utarbeidet av:	Rolf E. Forbord
Oppdragsleder:	Rolf E. Forbord
Tilgjengelighet:	Åpen

Sammendrag

Asplan Viak har er engasjert av Masfjorden kommune for å utrede potensialet for å utnytte grunnvann fra løsmasser i sørenden av Storevatnet (Øvredalen) som ny vannkilde for Masfjorden kommune. Asplan Viak har i perioden november 2021 til desember 2025 utført forundersøkelser, brønnndimensjonering, tilbudsforespørsler for brønnboring, feltledelse og kvalitetskontroll under brønnboring og etablering av peilebrønner, prøvepumpingsprogram, oppstart av langtidsprøvepumping og fortløpende vurdering og rapportering av resultater. Basert på resultater underveis er prøvepumpingsprogrammet forlenget, og det er foreslått og gjennomført sikringstiltak på grunn av en periode med fekal forurensning fra beitedyr. I tillegg kommer beregning av 1000-årsflom, naturkartlegging og utarbeidelse av beskyttelse av grunnvannsforekomsten (sonegrenser og aktivitetsregulerende bestemmelser. Utført arbeid danner en stor del av nødvendig underlag for konsesjonssøknad om grunnvannsuttak til NVE.

Kapittel 1 omhandler bakgrunn for utført arbeid, bakgrunnsdata og gjennomføring m.m.

Beskrivelse av grunnvannsforekomst og brønner fremgår av kapittel 2. her omtales også nedslagsfelt, nedbørsdata og utførte sikringstiltak mht. til beitedyr under prøvepumpingsperioden.

Kapittel 3 omtaler innledende kapasitetstesting av B1 og B2, som er et avgjørende grunnlag for å igangsette langtidsprøvepumping.

Resultater fra 17 måneder med prøvepumping fremgår av kapittel 4. Her omtales blant annet magasintype, vannstandsvariasjoner, strømningsmønster og hydrauliske beregninger. Deretter vannkvalitet, aktuell vannbehandling, vurdering av hygieniske barrierer og en kort utredning av vannbehandling.

I kapittel 5 fremgår sårbarhetsvurderinger, arealbruk og potensielle forurensningskilder, de viktigste risikoreduserende tiltak og utarbeidet beskyttelse av grunnvannsforekomsten i form av soner og aktivitetsregulerende bestemmelser.

01	12.12.25	Nytt dokument	REF	BOH
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS

Forord

Asplan Viak har er engasjert av Masfjorden kommune for å utrede potensialet for å utnytte grunnvann fra løsmasser i sørenden av Storevatnet (Øvredalen) som ny vannkilde for Masfjorden kommune.

Sveinung Toft, Roald Kvingedal og Gunnar Molland har vært Masfjorden kommune sine kontaktpersoner for oppdraget. Gunnar Molland har utført prøvetaking av grunnvann fra B1 og B2, vannprøver fra elva/vatnet, feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne samt vannstandsmålinger i produksjonsbrønner, peilebrønner og Storevatnet i 17 måneder.

Rolf E. Forbord har vært oppdragsleder Asplan Viak, og har hatt ansvar for feltundersøkelser, brønndimensjonering, tilbudsforespørsler, feltledelse og kvalitetskontroll under brønnboring og etablering av peilebrønner, prøvepumpingsprogram, oppstart av langtidsprøvepumping og fortløpende vurdering og rapportering av resultater. Basert på resultater underveis er prøvepumpingsprogrammet forlenget, og det er foreslått og gjennomført sikringstiltak på grunn av en periode med fekal forurensning fra beitedyr I tillegg kommer utarbeidelse av beskyttelse av grunnvannsforekomsten (sonegrenser og aktivitetsregulerende bestemmelser. Bernt Olav Hilmo fra Asplan Viak deltok under forundersøkelsene, og har også utført kvalitetssikring av videre arbeid.

Flomvurdering av brønnområdet er utført av Hege Kalnes og naturkartlegging av Bård Øyvind Solberg, begge Asplan Viak.

Kvalitetssikring mht. til vannkvalitet og anbefalt vannbehandling er utført av Bernt Olav Hilmo og Fredrik Ording.

Trondheim/Stjørdal, 12.12.2025

Rolf E. Forbord
Oppdragsleder

Bernt Olav Hilmo
Kvalitetssikrer

Innhold

1. INNLEDNING	7
1.1. Formål	7
1.2. Bakgrunn	7
1.3. Bakgrunnsdata	7
1.4. Gjennomføring	8
2. BESKRIVELSE AV GRUNNVANNSFOREKOMST OG BRØNNER	10
2.1. Beliggenhet og Geologi	10
2.2. Utførte undersøkelser	12
2.3. Kilde/oppkomme øst for brua	16
2.4. Bilder fra elvestrekningen fra utløp kraftstasjon til 50m over utløp i vatnet	17
2.5. Nedslagsfelt, vannføring og nedbørsdata	21
2.6. Brønndata – Produksjonsbrønn B1 og B2	24
2.7. Utførte sikringstiltak under prøvepumping	28
3. RESULTATER FRA ENKEL KAPASITETSTEST I B1 OG B2	30
3.1. Gjennomføring	30
3.2. Resultater B1	30
3.3. Resultater B2	31
3.4. Konklusjon mht. brønncapasitet	32
3.5. Beregning av transmissivitet (profilpermeabilitet) ut fra pumpetester	32
4. RESULTATER FRA LANGTIDSPRØVEPUMPING	33
4.1. Magasintype, vannstandsvariasjoner, strømningsforhold og beregninger	33
4.2. Vannkvalitet	44
4.2.1. Fysisk kjemiske parametere	44
4.2.2. Mikrobiologisk kvalitet	51
4.2.3. Innhold Fritt CO ₂	52
4.2.4. Utvidet B-pakke inkludert pesticider	52
4.3. Aktuell vannbehandling	54
4.4. Vurdering av hygieniske barrierer	54
4.5. Løsningsforslag 1 (2 UV-anlegg i serie)	55
4.6. Løsningsforslag 2 (1 UV-anlegg ved eksisterende VBA)	55
4.7. Andre alternativer	55
4.8. anbefaling	55
4.9. Om UV-anlegg	56
4.10. Oppsummering og konklusjoner etter prøvepumping	57
5. BESKYTTELSE AV GRUNNVANNSFOREKOMSTEN	58
5.1. Grunnvannsmagasinet sårbarhet	58
5.2. Dagens arealbruk og potensielle forurensningskilder	58
5.3. De viktigste risikoreduserende tiltak	59
5.4. Grunnlag for soneinndeling og bestemmelser	60
5.5. Soneinndeling – Masfjorden vassverk - Øvredalen	61
5.6. Aktivitetsregulerende bestemmelser	62

Figurliste

Figur 1-1. Lokalisering av B1 og B2, peilebrønner a til g, Punkt for feltmålinger og prøvetaking i elva og vatnet mm.	9
Figur 1-2. Oversiktskart med lokalisering av undersøkte områder og eksisterende brønnområde.	9
Figur 2-1. Løsmassekart over Øvredalen i sør-enden av Storevatnet (NGU).	10
Figur 2-2. Flybilde som viser avsetningen og arealbruk i nordvestre del av området (utmærksbeite).	11
Figur 2-3. Høydeprofil mellom Storevatnet og breelvtterasse lenger sør (Høydedata.no).	11
Figur 2-4. Kart med lokalisering av radarprofiler (P), Sonderboringer (Sb) og undersøkelsesbrønner (Odex/Ub).	12
Figur 2-5. Testpumping av Ub-1. Uttak av 4 l/s med slisset spiss i nivå 7,5-9 meter (Asplan Viak nov-21).	13
Figur 2-6. Ub-1: Artesisk reaksjon (0,5 l/s) med sandspiss/filter fra 16,3-17,8m, 2 l/s ved pumping (AV nov-21).	13
Figur 2-7. Profil-6 går langs elva fra brua i sør til Storevatnet i nord. Boring Odex-A og Sb-5 inntegnet.	14
Figur 2-8. Profil-9 går fra SØ mot NV fra veien og ut til vestenden av dammen i elva lengst øst i området.	15
Figur 2-9. Vertikalsnitt med antatt grunnvannsgradient mellom dam i elva og kilde lenger nordvest.	15
Figur 2-10. Feltmålinger i oppkomme i foten av breelvtterrassen øst for brua.	16
Figur 2-11. Kartutsnitt som viser hvor bilder fra 21.05.24 er tatt.	17
Figur 2-12. Foto fra 21.05.25 mot utløp kraftstasjon til venstre og elveløpet til høyre (Foto: G. Molland).	17
Figur 2-13. Foto fra 21.05.24 av dam tatt fra utløp kraftstasjon (Foto: G. Molland).	18
Figur 2-14. Oppkomme og elva til venstre tatt fra bru 21.05.24. Hovedmengden kommer fra oppkommet.	18
Figur 2-15. Foto tatt fra brua nordover/nedstrøms brua 21.05.24 (Foto: G. Molland).	19
Figur 2-16. Foto tatt mot sør ca. 50 meter fra utløpet i Storevatnet (Foto: G. Molland).	19
Figur 2-17. Oppkomme og elva til venstre tatt fra bru 23.09.28 under mer normale nedbørsforhold (G. Molland).	20
Figur 2-18. Lavvannindekser for innløpet i Storevatnet (NVE, Andvikelvi).	21
Figur 2-19. Månedlig nedbør og nedbørnormal – Stasjon 52750 Frøyset 2024 til september 2025.	22
Figur 2-20. Vannkraftverk (Svartdalen) med utslippspunkt lengst vest i området.	23
Figur 2-21. Kartutsnitt med plassering av produksjonsbrønner B1 og B2 i Øvredalen.	24
Figur 2-22. <i>Brønnsesifikasjoner for B1 – Masfjorden vassverk, Øvredalen. Max tillatt senkning 10m u/ topp.</i>	26
Figur 2-23. <i>Brønnsesifikasjoner for B2 – Masfjorden vassverk, Øvredalen. Max tillatt senkning 8m u/ topp.</i>	27
Figur 2-24. Kartutsnitt med plassering av gjerde og oppfylling rundt B2.	28
Figur 2-25. Venstre: B2 før oppfylling (Topp 1,5m o/ terreng). Høyre: B2 etter oppfylling (0,44m o/ nytt terreng).	29
Figur 2-26. Sikring av B2 med tilkjørte sandmasser og lufting 0,5m høyere enn brønn topp.	29
Figur 3-1. B1 – Vannstand/senkning mot tid ved uttak av 12,5 l/s.	30
Figur 3-2. B2 – Vannstand/senkning mot tid ved uttak av 12,5 l/s.	31
Figur 4-1. Kartutsnitt med plassering av produksjonsbrønn B1 og B2, peilebrønner a til g og målestav i vatnet.	33
Figur 4-2. Vannstandvariasjoner i B1, nærliggende peilebrønner og vatnet. Uttak 12,5 l/s fra både B1 og B2.	34
Figur 4-3. Vannstandvariasjoner i B2, nærliggende peilebrønner og vatnet. Uttak 12,5 l/s fra både B1 og B2.	35
Figur 4-4. Vannstandsvariasjoner i produksjonsbrønn B1 ved kontinuerlig uttak av 12,5 l/s.	36
Figur 4-5. Vannstandsvariasjoner i produksjonsbrønn B2 ved kontinuerlig uttak av 12,5 l/s.	37
Figur 4-6. Utpumpet vannmengde i perioden 16. april-24 til 16. september-25.	38
Figur 4-7. Strømningsbilde 16. april 2024. Ubelastet tilstand og høyt grunnvannsnivå.	39
Figur 4-8. Vertikalsnitt fra vatnet i nord via B1, B2, peilebrønner og boringer. Figuren viser situasjonen før pumpestart 16. april 2024 (ubelastet tilstand).	40
Figur 4-9. Strømningsbilde 21. mai 2024 etter 35 døgn med uttak av 12,5 + 12,5 l/s. Lavt grunnvannsnivå.	41
Figur 4-10. Vertikalsnitt fra vatnet i nord via B1, B2, peilebrønner og boringer. Figuren viser situasjonen etter 35 døgn med uttak av 12,5 fra B1 og 12,5 l/s fra B2.	42
Figur 4-11. Areal brønnområde og delnedbørfelt i lisiden i øst.	43
Figur 4-12. Temperaturutvikling i prøvepumpingsperioden.	44
Figur 4-13. Elektrisk ledningsevne (konduktivitet) i prøvepumpingsperioden.	45
Figur 4-14. Farge i utpumpet grunnvann og i elva/vatnet.	46
Figur 4-15. Turbiditet i utpumpet grunnvann.	46
Figur 4-16. UV-transmisjon 5cm i utpumpet grunnvann.	47
Figur 4-17. Surhetsgrad i utpumpet grunnvann.	47
Figur 4-18. Innhold v jern i utpumpet grunnvann.	48
Figur 4-19. Mangan i utpumpet grunnvann.	48
Figur 4-20. Innhold av aluminium i utpumpet grunnvann.	49
Figur 5-1. Flybilde som viser avsetningen og arealbruk i området.	58
Figur 5-2. Øvredalen og brønnområdet sett fra sørøst (Foto Roald Kvingedal).	59
Figur 5-3. Kart med sone-0, 1, 2 og 3 for grunnvannsbrønner i Øvredalen – Asplan Viak AS 17.10.2025.	61

Tabeller

Tabell 2-1. Nedbørfelt, middelvanntføring og lavvanntføring i elva inn og ut av Storevatnet.	21
Tabell 3-1. Transmissivitet T beregnet med data fra pumpetester og data kornforelingsanalyser	32
Tabell 4-1. Utpumpet vannmengde maks, min og snitt for B1 og B2.....	38
Tabell 4-2. Teoretisk oppholdstid med konstant uttak av 25 l/s.....	43
Tabell 4-3. Minimum og maksimumsverdier for vanntemperatur i grunnvann og overflatevann.....	44
Tabell 4-4. Minimum og maksimumsverdier for konduktivitet i grunnvann og overflatevann.....	45
Tabell 4-5. Grunnvannets innhold av øvrige fysisk kjemiske parametere.	50
Tabell 4-6. Mikrobiologisk kvalitet i grunnvann ellevann.	51
Tabell 4-7. Beregnet innhold av fritt CO ₂ i grunnvann fra B1 og B2	52
Tabell 4-8. Metaller og flyktige organiske komponenter	52
Tabell 4-9. Pesticider og Radon	53

1. INNLEDNING

1.1. Formål

Asplan Viak har er engasjert av Masfjorden kommune for å utrede potensialet for å utnytte grunnvann fra løsmasser i sørenden av Storevatnet (Øvredalen) som ny vannkilde for Masfjorden kommune.

1.2. Bakgrunn

Bakgrunnen for dette er at man erfarer jernproblemer i en av de eksisterende grunnvannsbrønnene i nordenden av Storevatnet. Her ble de to nyeste 168mm rørbrønnene etablert i 2016. Den ene av disse er tatt ut av drift på grunn av jernutfelling, mens den andre gir 8 l/s. En eldre 4" brønn (prøveboring) gir 5,5 l/s. Svikt i brønnen som gir 8 l/s vil medføre kapasitetsproblemer. I tillegg er det større arealbrukskonflikter i dette området enn det som vil være tilfelle i sørenden av vatnet.

Masfjorden kommune trenger mer og sikrere grunnvann fra et nytt grunnvannsanlegg sør for Storevatnet for å få god nok forsyningssikkerhet for store deler av kommunen. Eksisterende distribusjonsnett forsyner viktige offentlige institusjoner, boliger og virksomheter i sentrale deler av to skolekretser **1) Nordbygda** og **2) Sandnes**. I tillegg kommer boligfelt og næringsområder i Gulen kommune i området Hovden og Sløvåg.

Følgende får drikkevann fra det eksisterende grunnvannsanlegget: **1) Nordbygda:** Masfjorden sykehjem, Masfjorden Bo og Aktivitetssenter, Nordbygda skole, Nordbygda barnehage, politi, NAV, butikker og andre sentrale tjenester og boliger i Nordbygda. **2) Sandnes (Masfjordnes):** Her forsynes Sandnes skole, Sandnes barnehage, kommunehuset og mange boliger. I Gulen kommune ved Sløvåg ligg det store næringsområde med over 500 arbeidsplasser. Her leveres også drikkevann over kai til skip.

I tillegg kommer hensynet til næringslivet i Gulen kommune som ønsker og trenger mer vann. Gulen kommune har avtale med Masfjorden kommune om å motta inntil 4,1 l/s (350 m³/døgn). Nåværende kapasitet er sprengt, og nye brønner i Øvredalen vil sikre at man kan levere mer vann til det ekspanderende næringslivet i Gulen kommune.

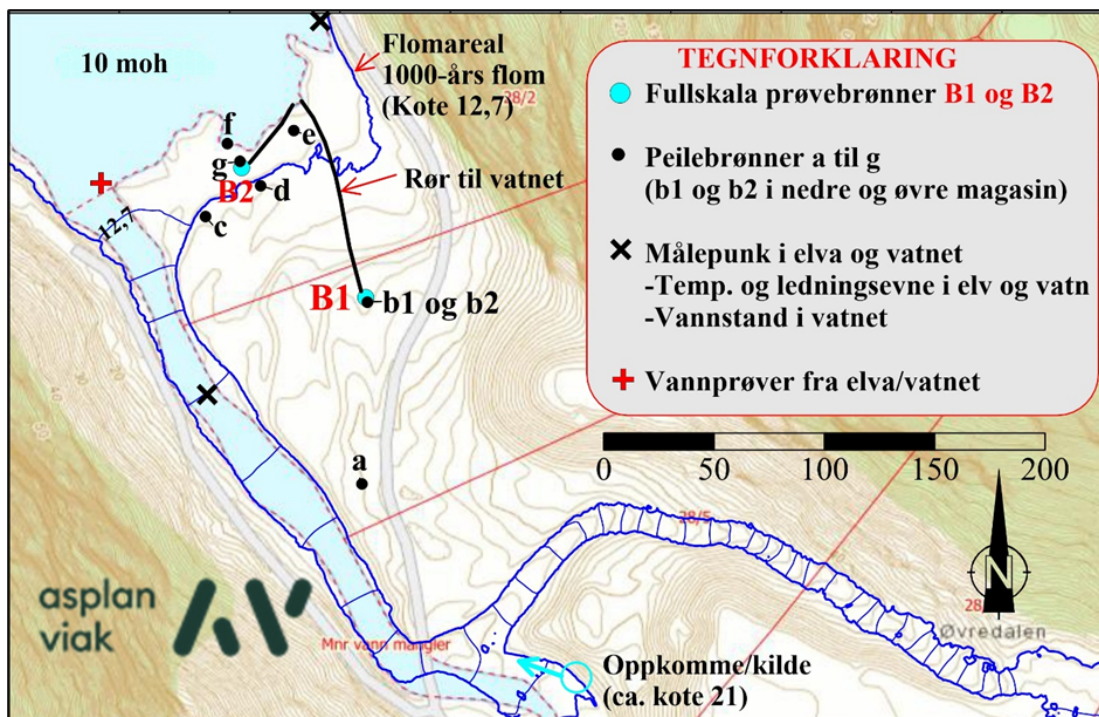
Dimensjonerende vannmengde for et nytt grunnvannsanlegg er med bakgrunn i dette oppgitt til 25 l/s (90 m³/t).

1.3. Bakgrunnsdata

- Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser sør for Storevatnet. Asplan Viak AS, 08.02.2022
- Flomvurdering av brønnområde ved Storevatnet, Masfjorden. Asplan Viak, 01.04.2022
- Data fra brønnetablering 11. til 16. august 2023. Boringer for etablering av peilebrønner.
- Prøvepumpingsprogram for B1 og B2 – Øvredalen. Asplan Viak AS, 15.04.2024
- Forlengelse prøvepumpingsprogram B1 og B2 i Øvredalen i Masfjorden kommune. Asplan Viak, 08.04.2025
- Nedbørsdata fra stasjon 52750 Frøyset i perioden januar 2024 til og med september 2025
- Analyseresultater fra 25 runder med prøvetaking av grunnvann fra B1 og B2 samt 16 runder med prøvetaking i elva/vatnet.

1.4. Gjennomføring

- Med bakgrunn i geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser utført av Asplan Viak AS i november 2021, ble det i perioden 11. til 16. august 2022 etablert 2. stk. fullskala produksjonsbrønner på løsmasseavsetningen i Øvredalen. Brønnbøringsarbeidet og montering av senkpumper, brønnhodesikring med mer ble utført av Hallingdal Brønn- og Graveservice AS. I tillegg er det i forbindelse med undersøkelser og brønnetablering utført borer og satt ned 8 stk. peilebrønner i området og en målestav i Storevatnet.
- Enkel kapasitetstesting av brønnene ble utført av brønnborer og kommunen ved hjelp av dieselaggregat etter pumpemontering i starten av september 2022. **Oppstart av langtidsprøvepumping ble deretter usatt i nesten 1,5 år, fordi det viste seg problematisk å få etablert permanent strømforsyning og deretter fiberforbindelse** (krav fra BKK).
- Langtidsprøvepumping med kontinuerlig uttak av 25 l/s fra B1 og B2 startet 16. april 2024 og var planlagt avsluttet i april 2025. Perioden ble imidlertid forlenget ut september 2025, pga en periode med dårlig mikrobiologisk kvalitet, spesielt i grunnvann fra B2, som står nærmest vatnet. Dette gjelder perioden 16. juli 2024 til 16. september 2024. Dette skyldes beitedyr (sau) som i perioder oppholdt seg i brønnområdet (fekal forurensing).
- Opprinnelig prøvepumpingsprogram utarbeidet av Asplan Viak er fulgt ut april 2025 (12 måneder). Prøvepumping av brønnene er deretter videreført ut september 2025, med noe redusert omfang i forhold til analyseparametere. Dette for å avklare effekten av utførte tiltak i forhold til beitedyr i form av inngjerding av nedre del av grunnvannsmagasinet og oppfylling av terrenget rundt B2, se kapittel 2.7.
- Utpumpet vannmengde under den 17 måneder lange prøvepumpingsperioden har vært 25 l/s, i hovedsak fordelt likt mellom brønn 1 og 2. Unntaket er to perioder med unormalt lite nedbør (våren 2024 og februar 2025). Uttaket fra B1 ble da redusert til 11 l/s og økt til 13-14 l/s i B2. Dette på grunn av redusert vannhøyde i B1. Utpumpet grunnvann er ledet til Storevatnet for å unngå re-infiltrasjon til grunnvannsmagasinet under prøvepumpingen.
- Det er utført ukentlige temperatur- og ledningsevнемålinger på utpumpet grunnvann fra brønnene, Øvredalselva og Storevatnet. Det er også utført ukentlige vannstandsmålinger i produksjonsbrønnene, i 8 peilebrønner og i Storevatnet, samt avlesning av utpumpet vannmengde.
- Det er utført feltmålinger og tatt vannprøver fra både brønnene, og elva/vatnet. Dette gir verdifull informasjon om infiltrasjonsforhold, selvrensingspotensial og fortykning i grunnvannsmagasinet.
- Fysisk-kjemiske og mikrobiologiske analyser og utvidet B-pakke i Drikkevannsforskriften er utført av Eurofins Environment Testing Norway avd. Bergen.



Figur 1-1. Lokalisering av B1 og B2, peilebrønner a til g, Punkt for feltmålinger i elva og vatnet og punkt for uttak av prøver i elva/vatnet. Peilebrønn **b1** og **g** representerer trykknivå i nedre magasin under et tettere lag.

Med unntak for en boring utført av Vegvesenet med tanke på grusuttak, er det ikke utført undersøkelser i dette området tidligere. Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser i område-1 ble utført av Asplan Viak i november 2021. Det er i tillegg på oppdragsgivers ønske utført 2 boringer på en mindre grusavsetning på østsiden av vatnet, ca. 450 meter nord for enden av vatnet, se område 2.



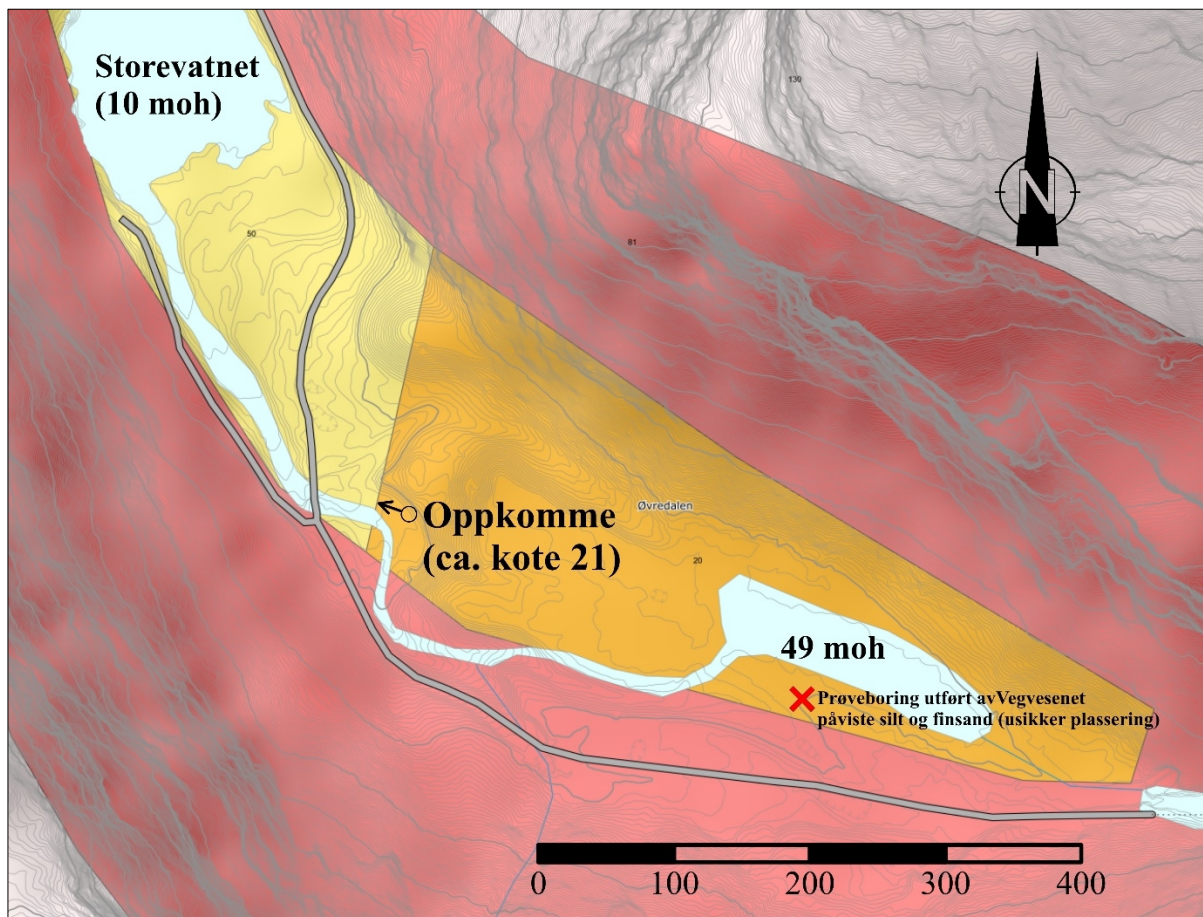
Figur 1-2. Oversiktskart med lokalisering av undersøkte områder og eksisterende brønnområde.

2. BESKRIVELSE AV GRUNNVANNSFOREKOMST OG BRØNNER

2.1. Beliggenhet og Geologi

Det undersøkte området ligger mellom kote 11 (NV) og 53(SØ) og fra 0 til 800 meter fra vatnet, se Figur 2-1 til Figur 2-3. I munningen av Øvredalen er det avsatt breelvavsetninger (orange) mot Storevatnet, nesten opp mot marin grense for området (kote 60), se Figur 2-1. Elveerosjon i perioden etter siste istid har transportert og re-sedimentert sand og grus fra breelvterrassene fra fremste terrassekant og ut til og i Storevatnet (elveavsetninger, gul). Både breelv- og elveavsetninger består normalt av sand- og grusmasser med gode vanngivende egenskaper (høy permeabilitet). På terrasseflatene sees en del stor blokk, som er et resultat fra ras fra fjellsidene. Mellom terrassene og vatnet er det markerte erosjonsspor der blokk er akkumulert i renner. Dalsidene består av bart fjell og skredmateriale.

Under befaringen ble det påvist et kraftig oppkomme 63 meter øst for brua, se Figur 2-2. Dette er omtalt nærmere i kapittel 2.3. Grunneierne i området kjente til en boring utført av Vegvesenet ved dammen i elva lengst øst i området. Det ble også i dette området påvist lag med silt og finsand (kun muntlig informasjon).



Figur 2-1. Løsmassekart over Øvredalen i sør-enden av Storevatnet (NGU).



Figur 2-2. Flybilde som viser avsetningen og arealbruk i nordvestre del av området (utmarksbeite).

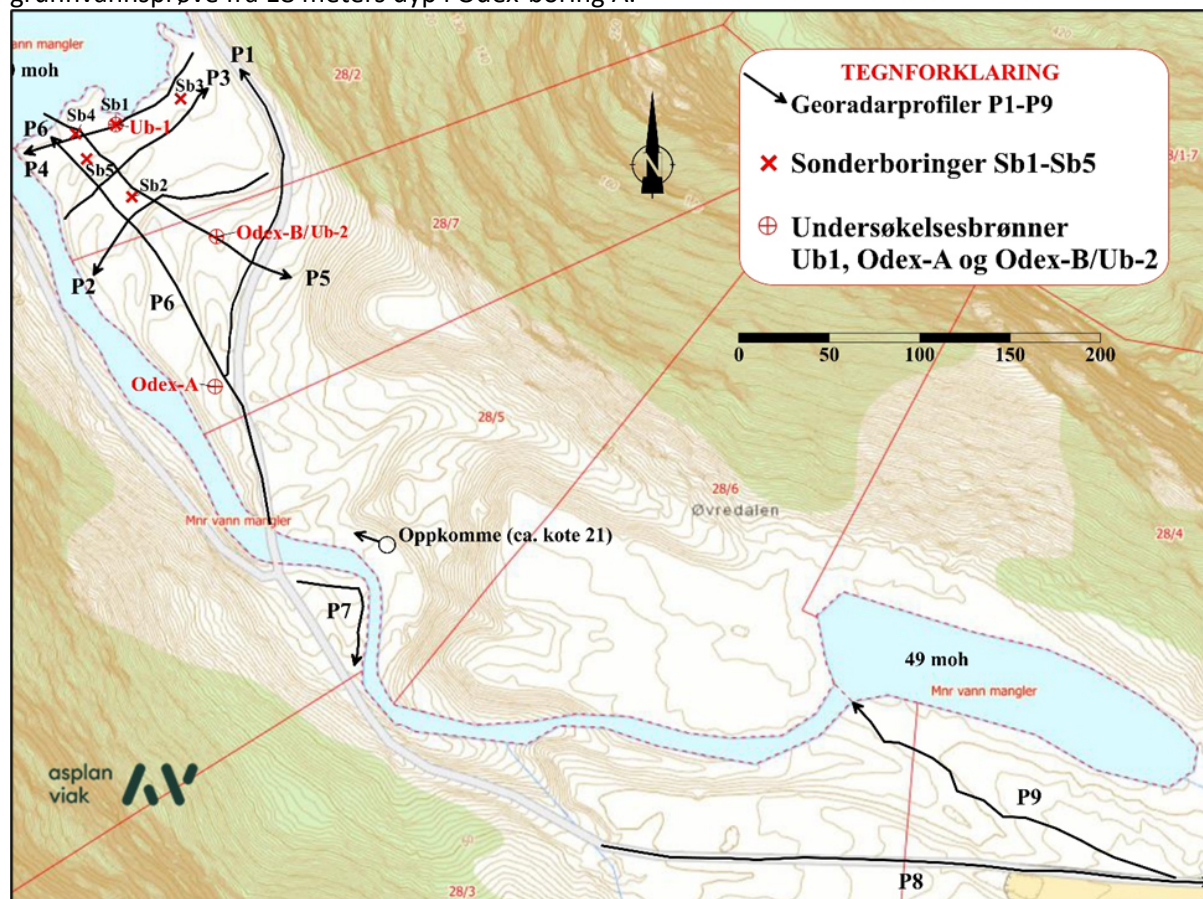


Figur 2-3. Høydeprofil mellom Storevatnet og breelvterrasse lenger sør (Høydedata.no).

2.2. Utførte undersøkelser

For fullstendig beskrivelse av resultater fra undersøkelser utført i 2021 vises det til: Geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser sør for Storevatnet. Asplan Viak AS, 08.02.2022.

Plassering av georadarprofil P1 til P9, sonderboring Sb1-Sb5 og Odex-boringer A og B er vist i Figur 2-4. Nedsetting av 5/4" undersøkelsesbrønner (Ub-1 og Ub-2) for testpumping og uttak av grunnvannsprøver er utført i sonderboring-1 (Sb1) og i Odex-boring-B. Det ble i tillegg blåst opp en grunnvannsprøve fra 18 meters dyp i Odex-boring A.



Figur 2-4. Kart med lokalisering av radarprofiler (P), Sonderboringer (Sb) og undersøkelsesbrønner (Odex/Ub).

Ved undersøkelser i 2021 viser både georadarmålinger og boringer/undersøkelsesbrønner i området ut mot vatnet partier med 9-13 meter med grovsand og grusig sand over et finsand/siltlag med mektighet varierende fra 3-5 meter. Under dette finsandlaget er det påvist 2,5- 4 meter med grusig sand. Dette betyr at grunnvannsmagasinet består av et øvre magasin (åpent) og et nedre magasin under det finkornige laget (lukket eller semilukket del av magasinet).

Radarmålingene viser at det er store løsmassemektheter i hele området. Målingene indikerer 15-19 meter med sand grus i storparten av området. Løsmasseavsetningen utgjør anslagsvis 150 dekar.

De beste indikasjoner med tanke på uttak av grunnvann er påvist i sonderboring 1 og 5 og Odex-B. I sonderboring-1 er det registrert løst lagret sand og grusig sand ned til 10 meters dyp, deretter finsand fra 10-15,5m som overlager grovere sand med vanngjennomgang. Selve boringen ble stanset mot antatt fjell på 17,2 meter. Ved påfølgende neddriving av 5/4" undersøkelsesbrønn-1 ble man klar over at boringen stanset mot en stein, og spissen ble slått videre ned til 19,1 meter i vannførende masser. Lignende forhold ble påvist i sonderboring 2 og 5.

I Odex-A lengst sør er det påvist grusig sand til 9m, deretter finsand fra 9-11m og dårlig sortert grusig sand med opp mot 4% silt fra 12-19m. I Odex-B er det påvist bedre sortert grov grus og grusig sand til 13,5m, deretter finsand fra 13,5- 17,5 og grusig sand fra 17,5-20 meter.

Med bakgrunn i dette er undersøkelsesbrønn Ub-1 satt i sonderboring-1 og Ub-2 i boring Odex-B.

Undersøkelsesbrønn-1 (Ub-1):

Ub-1 ga 3-4 l/s i nivåer fra 6-10 meters dyp i øvre magasin, og 1-5-2 l/s i nivåer fra 16,3-19,1m dyp i nedre magasin. Med spissen i nivå 16,3-17,8 meter under terreng (Under finsandlaget) strømmet det 0,5 l/s opp av brønnen uten pumping, og trykknivået ble målt til ca. 2 meter over terreng (Figur 2-6). Det artesiske trykket skyldes at innmating fra lisiden og lekkasjen fra dammen i sørøst skjer vesentlig høyere i terrenget, og i utstrømningssonen mot vatnet trykker grunnvannet opp mot finsandlaget. Det er dermed påvist et øvre og nedre grunnvannsmagasin adskilt av et tettere lag av finsand og silt.

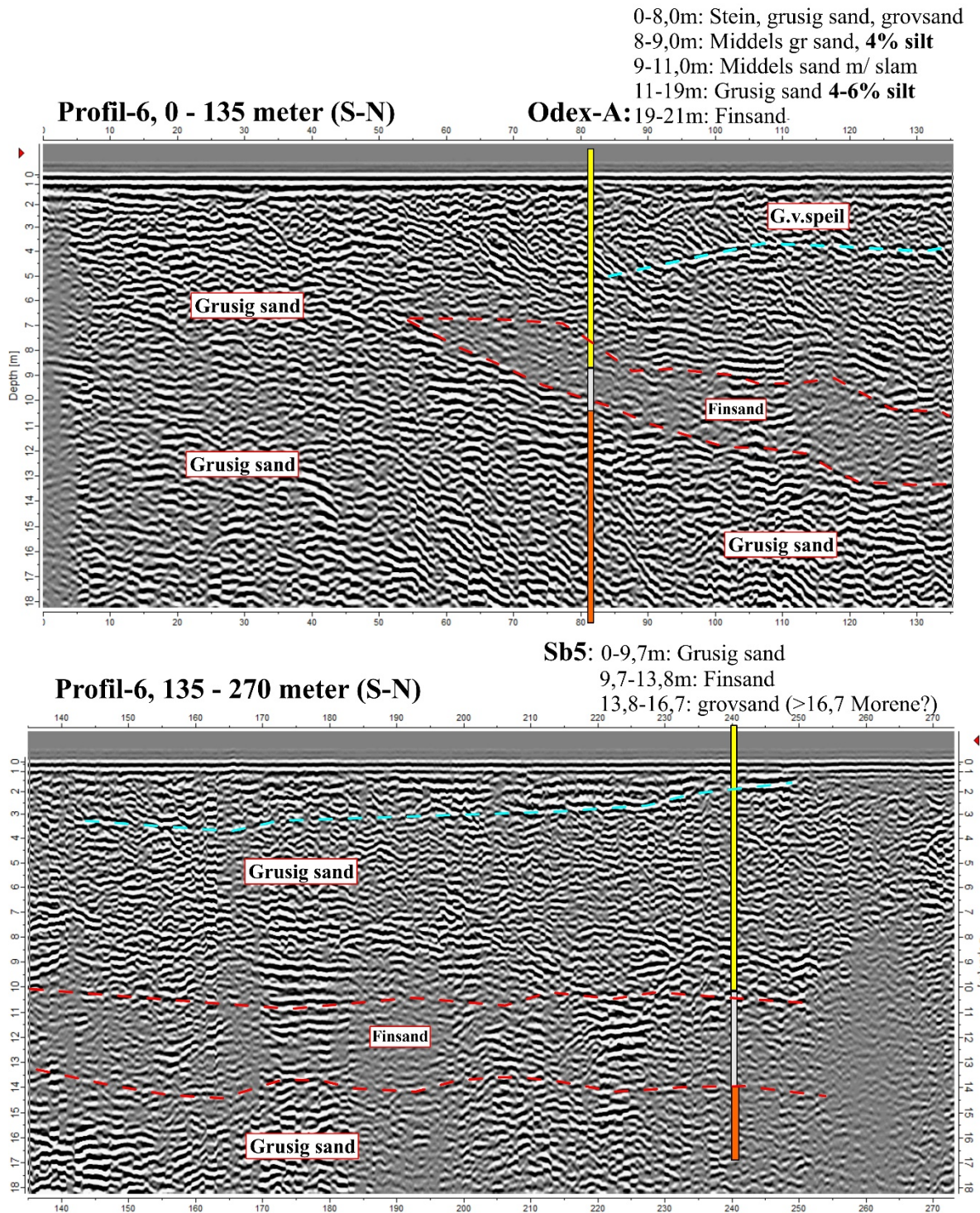


Figur 2-5. Testpumping av Ub-1. Uttak av 4 l/s med slisset spiss i nivå 7,5-9 meter (Asplan Viak nov-21)



Figur 2-6. Ub-1: Artesisk reaksjon (0,5 l/s) med sandspiss/filter fra 16,3-17,8m, 2 l/s ved pumping (AV nov-21)

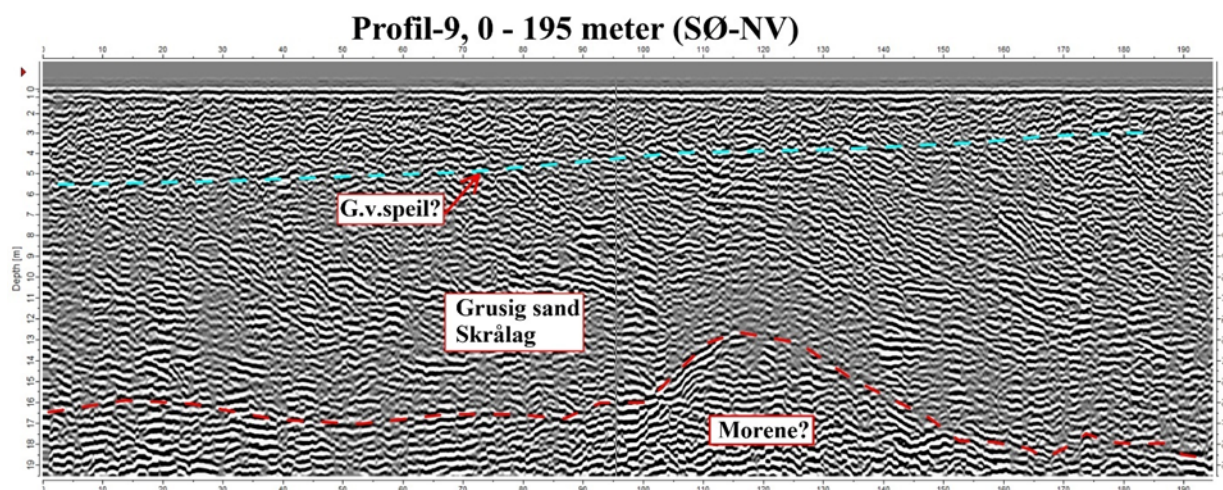
Forholdene beskrives godt ved radarprofil P6, som starter ved brua og går ut til vatnet via boring Odex-A og Sb5. Finsandlaget starter 30 meter sør for Odex-A og kan sees hele veien ut til vatnet. Boring Odex-A ga lite vann under boring på grunn av at sandmassene i dypet inneholdt 4-6% silt. Ingen tydelig grunnvannsreflektor de første 135 meter. Ved boring Odex-A ble det observert vann ved oppstart boring på 6m. Dette betyr at grunnvannsnivået ligger på 5-5,5 meter under terreng i grusen over finsandlaget. Ved måling av vannstand med røret på 18 meter, ble grunnvannsnivået målt til 3,75 meter Odex-A (trykknivå i den dypere liggende grusen). I siste halvdel av profilet er der antydning en grunnvannsreflektor på 3 til 2 meters dyp. Nordover mot vatnet faller terrenget og grunnvannsnivået stiger derfor når man nærmer seg vatnet.



Figur 2-7. Profil-6 går langs elva fra brua i sør til Storevatnet i nord. Boring Odex-A og Sb-5 inntegnet.

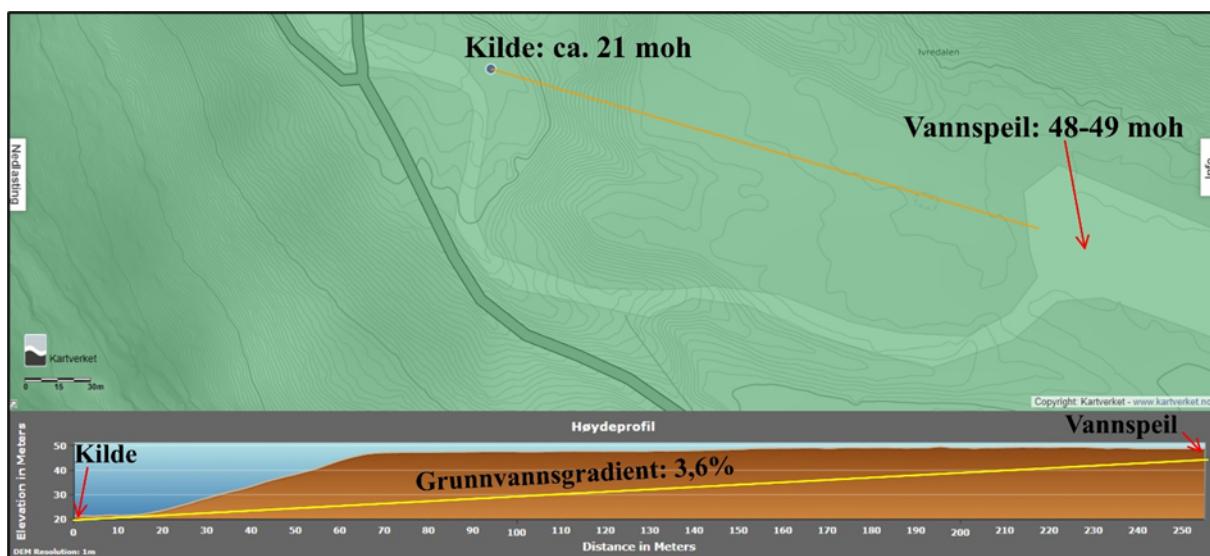
Profil-9 går fra SØ mot NV fra veien og ut til vestenden av dammen i elva lengst øst i området, se Figur 2-4 og Figur 2-9 for plassering. Under et topplag viser profilet reflektorer som representerer deltaskrålag av sand og grus ned mot maksimalt 18 meters dyp med den benyttede hastighet. Masser under skrålagene av sand og grus tolkes som bunnmorene.

En reflektor tolkes som grunnvannsspeilet er vist i Figur 2-8 (fra 5,5 til 3m u/ terreng fra SØ mot NV). Grunnvannsspeilet stiger fordi terrengoverflaten faller når man går nordvestover mot vestenden av dammen i elva. Elva/dammen henger over grunnvannsspeilet og lekker vann ned i grusmassene. Det er med stor sannsynlighet ikke hydraulisk kontakt mellom vannspeil i dammen og grunnvannsspeilet. **Lekkasjen fra dammen skjer uavhengig av om man pumper fra brønner lenger nord eller ikke.**



Figur 2-8. Profil-9 går fra SØ mot NV fra veien og ut til vestenden av dammen i elva lengst øst i området.

Tolket grunnvannsnivå i profilet er sannsynliggjort i Figur 2-9, hvor man lagt inn en gul linje med gradient på 3,6% i et vertikalsnitt mellom kildeutslaget 250 meter lenger nordvest (kote 21) og enden av profil 9 ved dammen i elva. En grunnvannsgradient på 3,6% stemmer godt overens med påvist gradient mellom de etablerte undersøkelsesbrønnene lenger nord og ved måling i peilebrønner under prøvepumping i 2024 og 2025.



Figur 2-9. Vertikalsnitt med antatt grunnvannsgradient mellom dam i elva og kilde lenger nordvest.

Konklusjon fra forundersøkelser:

De utførte undersøkelser viser at det er fullt mulig å ta ut de nødvendige mengder grunnvann (25 l/s) fra løsmasser fra grunnvannsmagasinet i sørenden av Storevatnet. Med tanke på lavvannføring i vassdraget, kan det være gunstig at minst en brønn plasseres så nær vatnet at man får induisert grunnvannsdannelse (lekkasje) fra vatnet.

Det ble med bakgrunn i dette dimensjonert to stk. fullskala produksjonsbrønner ved hhv. Ub-1 og Ub-2.

Rørbrønner med filteret plassert så dyp som mulig nede i grunnvannssonen, vil med stor sannsynlighet gi vann av stabil og god kvalitet på grunn av lang oppholdstid i grunnen. Grunnvannet har lavt fargetall (<2), og meget lavt innhold av mineraler og salter. Innholdet av bruksmessig viktige parametere som jern og mangan er også lavt. Man ser ellers at grunnvannet fra gruslag under finsanda har noe høyere pH enn grunnvann det øvre gruslaget (6,3-6,4 mot 5,5-5,6). Dette skyldes et noe høyere innhold av kalsium og magnesium. Grunnvannet må luftes og pH-justeres.

2.3. Kilde/oppkomme øst for brua

Under befaringen ble det påvist et kraftig oppkomme ca. 63 meter øst for brua, se Figur 2-2 og Figur 2-4 for lokalisering. Oppkommet er topografisk betinget, og grunnvannet strømmer ut av grusmassene i foten av breelvterrassen. Grunnvannet slår ut på ca. kote 21, og vannmengden anslås visuelt til minst 25 l/s. Feltmålinger av temperatur og elektrisk ledningsevne viste 5,5 °C og 16,5 µS/cm. I elva rett ved ble det målt 4,5 °C og 16 µS/cm. Dette betyr at grunnvann fra oppkommet har kortere oppholdstid enn grunnvannet som er pumpet fra undersøkelsesbrønnene lenger nord. Under lengre perioder med lite nedbør er utgjør oppkommet et viktig bidrag til vannføringen i elva oppstrøms Storevatnet, se Figur 2-14.

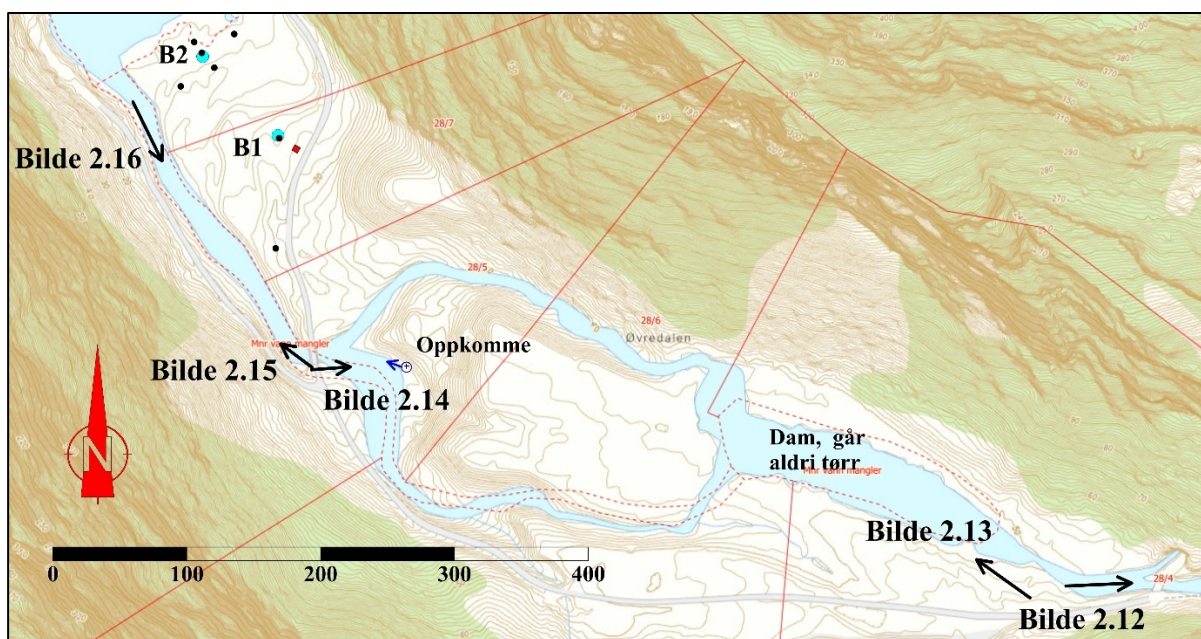


Figur 2-10. Feltmålinger i oppkomme i foten av breelvterrassen øst for brua.

2.4. Bilder fra elvestrekningen fra utløp kraftstasjon til 50m over utløp i vatnet

Bildene er tatt av Gunnar Molland i Masfjorden kommune 21.05.24 etter 3 måneder med lite nedbør (mars, april mai, hhv. 69, 77 og 61 % av normalen). Bildene illustrer hvordan dammen lekker vann ned i sandmassene. Det overflatenære grunnvannet dreneres ut i elva i oppkommet (topografisk betinget), mens den dypere liggende grunnvannsstrømmen går nordover via brønnområdet til Storevatnet. Dette forklarer hvorfor vannmengden i elva avtar i tørre perioder.

Lekkasje fra dammen skjer uavhengig av pumping fra brønnene lenger nord, som trekker på den naturlige grunnvannsstrømmen (**B1**) og i tillegg indusert vann fra Storevatnet (**B2**). Dammen kan karakteriseres som et naturlig infiltrasjonsbasseng. Det er som nevnt med stor sannsynlighet ikke hydraulisk kontakt mellom vannspeil i dammen og grunnvannsspeilet.



Figur 2-11. Kartutsnitt som viser hvor bilder fra 21.05.24 er tatt.



Figur 2-12. Foto fra 21.05.25 mot utløp kraftstasjon til venstre og elveløpet til høyre (Foto: G. Molland)



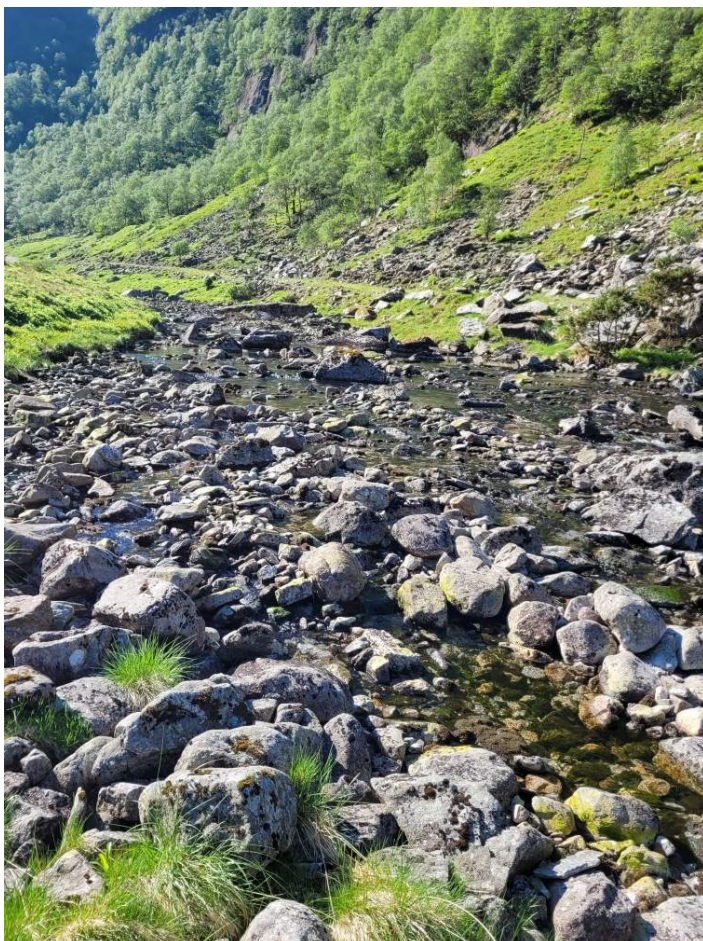
Figur 2-13. Foto fra 21.05.24 av dam tatt fra utløp kraftstasjon (Foto: G. Molland).



Figur 2-14. Oppkomme og elva til venstre tatt fra bru 21.05.24. Hovedmengden kommer fra oppkommet.



Figur 2-15. Foto tatt fra brua nordover/nedstrøms brua 21.05.24 (Foto: G. Molland).



Figur 2-16. Foto tatt mot sør ca. 50 meter fra utløpet i Storevatnet (Foto: G. Molland).



Figur 2-17. Oppkomme til høyre og elva til venstre tatt fra bru 23.09.28 under mer normale nedbørsforhold (G. Molland)

2.5. Nedslagsfelt, vannføring og nedbørsdata

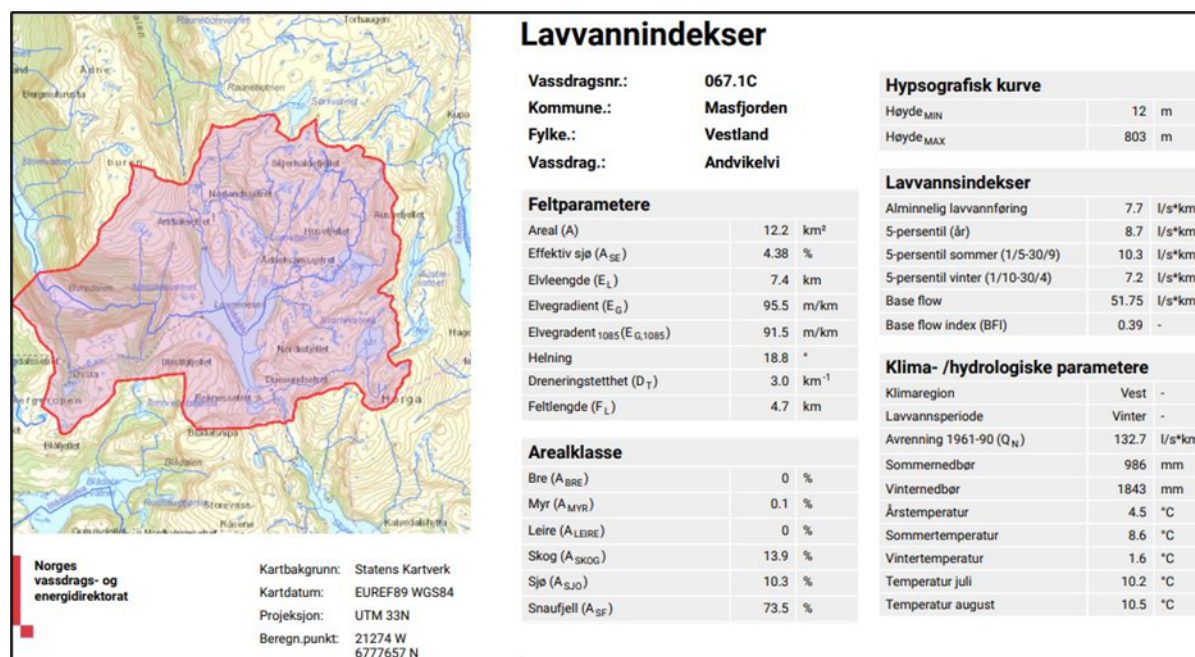
Alminnelig lavvannføring i området er ut fra Nevina (NVE) ca. 8 l/s og middelvannføring 135 l/s. Det har vist seg vanskelig å finne representative målestasjoner for sammenligning.

Med tanke på lavvannføring i vassdraget, vil det være gunstig at minst en av brønnene plasseres så nær vatnet at man får induert grunnvannsdannelse/lekkasje fra vatnet (større nedslagsfelt, se Tabell 2-1). Trekker man på vatnet, vil uttak av 25 l/s utgjøre 18 % av lavvannføringa i vassdraget.

Uttak av 25 l/s utgjør i teorien ca. 25 % av lavvannføringa i elva. **Grunnvannsmagasinet er imidlertid så stort i areal og mektighet at magasinet jevner ut variasjoner i vannføring over året.** Målingene viser 15-19 meter med sand grus i store deler av området, hvorav anslagsvis 12 meter ligger under grunnvannsspeilet. Løsmasseavsetningen utgjør anslagsvis 150 dekar. Uttak 25 l/s utgjør kun 1,5 % av middelvannføringa ved innløpet i Storevatnet.

Tabell 2-1. Nedbørfelt, middelvannføring og lavvannføring i elva inn og ut av Storevatnet.

Vassdrag	Totalt areal nedbørsfelt (km ²)	Middelvannføring (l/s)	Alminnelig lavvannføring (l/s)
Innløp i Storevatnet	12,2	1647	98
Utløp fra Storevatnet	17,4	2349	139

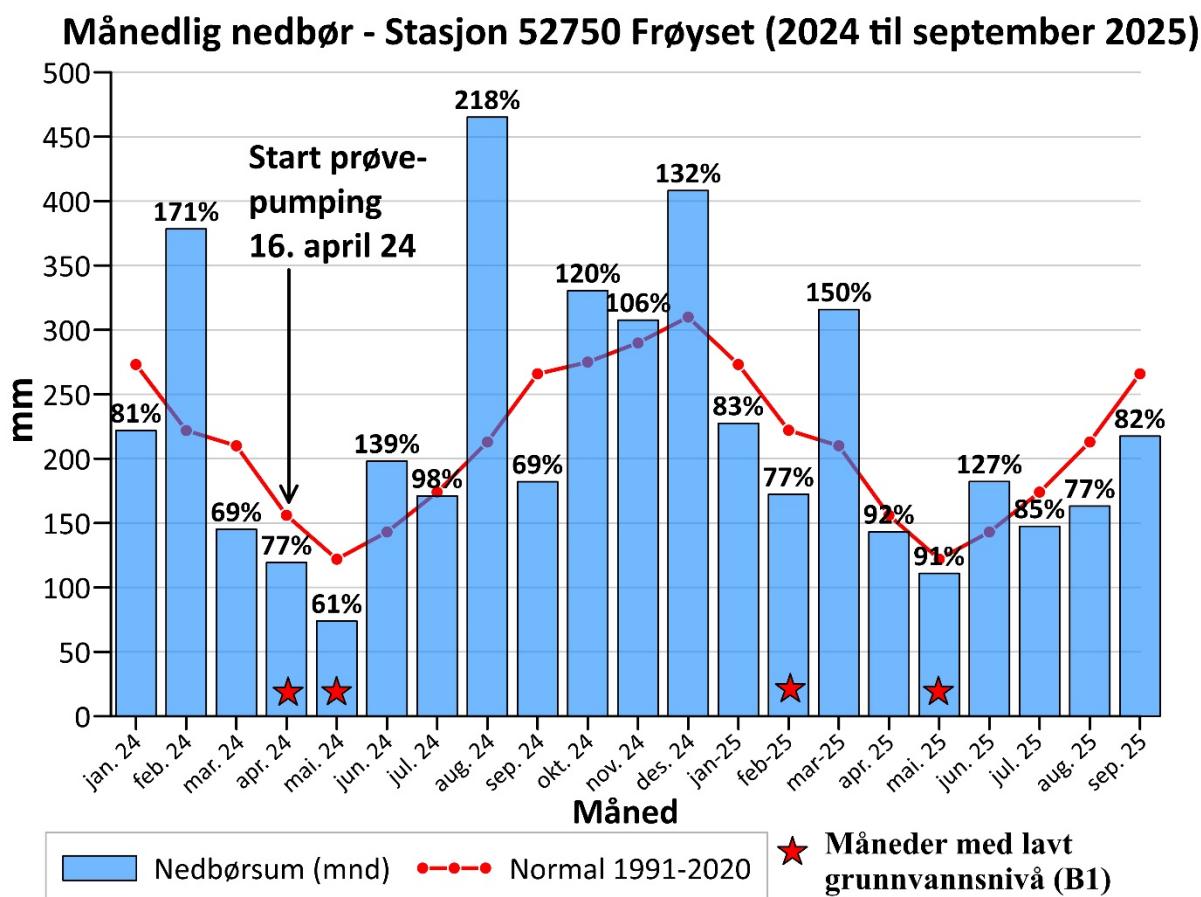


Figur 2-18. Lavvannindekser for innløpet i Storevatnet (NVE, Andvikelvi).

Man kan gjøre følgende konservative betraktning: Ved lavvannføring er elva fra dammen nesten tørr, se Figur 2-14. Dette betyr over 90 l/s infiltreres fra dammen. Av dette dreneres ca. 25 l/s fra oppkommet og ut i elva igjen. Dette antyder en grunnvannsstrøm på 60 l/s videre utover mot Storevatnet. Dette stemmer meget bra med beregnet grunnvannsstrøm uten pumping, 60 l/s, se Kapittel 4.1. Totalt uttak av 25 l/s med grunnvann tas fra den naturlige grunnvannsstrømmen (B1) og induert grunnvannsdannelse fra vatnet (B2).

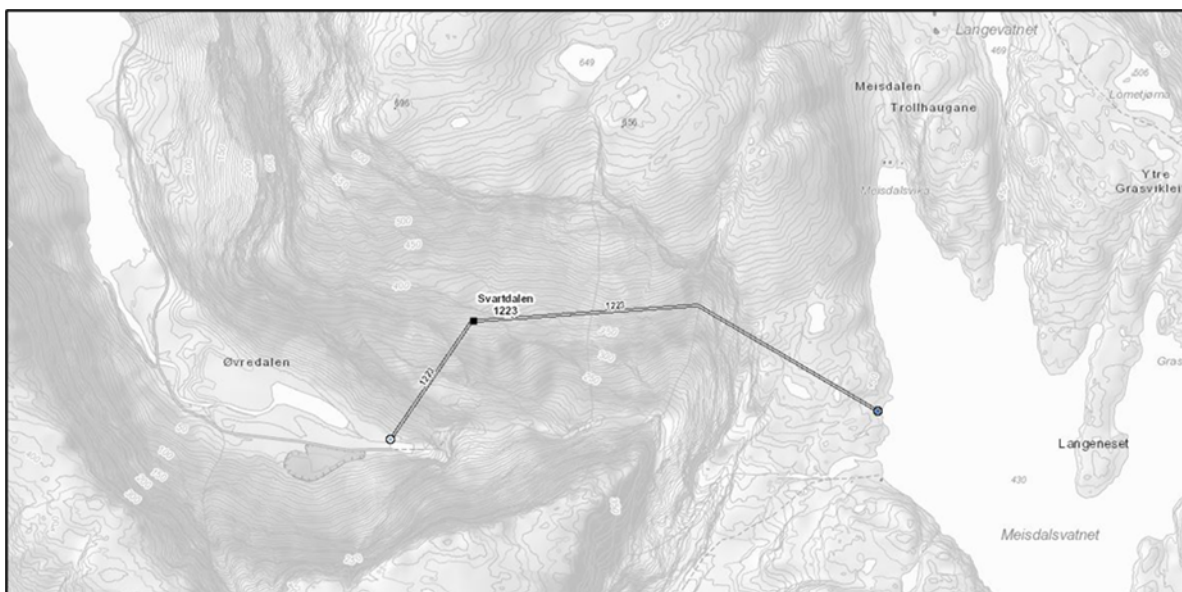
Bildet i Figur 2-14 viser situasjonen ved oppkommet og elva etter 3 måneder med lite nedbør den 23.05.25, se nedbørsdata fra Stasjon 52750 Frøyset i Figur 2-19. Denne stasjonen ligger 12 km vest for brønnområdet. I mars, april og mai 2024 viser nedbørsdataene hhv. 69, 77 og 61% av normalen.

Når nedbøren er 61% av normalnedbør er elva til venstre for oppkommet omtrent tørr, se Figur 2-14. Dette betyr at det i realiteten infiltreres vesentlig mer enn beregnet lavvannføring på 98 l/s. Dette bekreftes ved at det fortsatt er mye vann i dammen, se Figur 2-13.



Figur 2-19. Månedlig nedbør og nedbørnormal – Stasjon 52750 Frøyset 2024 til september 2025.

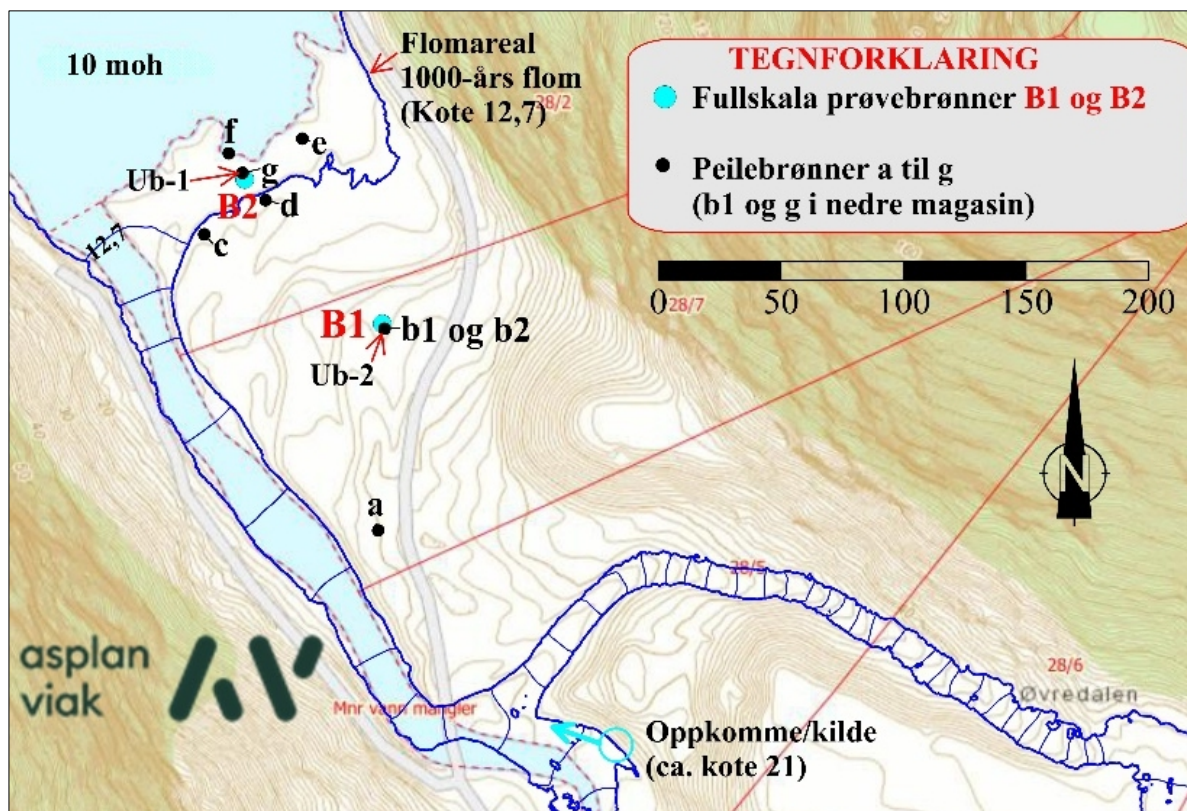
Kraftverket i nedslagsfeltet er av liten i betydning i denne sammenheng, da Meisdalsvatnet etter hva vi skjønner ikke er regulert (kraftverk basert på naturlig overløp). Alt vannet slippes ut oppstrøms løsmasseforekomsten, se Figur 2-20. Terskel på utløp elv og innløp tunnel er den samme. Når vannstand senkes til terskel stanses vannstrømmen inn i krafttunnel.



Figur 2-20. Vannkraftverk (Svartdalen) med utslippspunkt lengst vest i området.

2.6. Brønndata – Produksjonsbrønn B1 og B2

Produksjonsbrønn B1 og B2 ble etablert i august 2022. B1 er plassert ca. 1,5m sør for Ub-2 (Nå **Pb-b1 og b2 i nedre og øvre magasin**). B2 er plassert ca. 3,5m sørøst for Ub-1 (nå **Pb-g**). Innbyrdes avstand på ca. 81 meter mellom B1 og B2.



Figur 2-21. Kartutsnitt med plassering av produksjonsbrønner B1 og B2 i Øvredalen.

Begge brønner er filtersatt i både øvre og nedre magasin. Produksjonsbrønnene er omtrent identiske og består av følgende komponenter:

- Brønnrør/stigerør: 219/213 mm i syrefast stål
- Filter: 219/203 mm kontinuerlig slissefilter i syrefast stål, beiset utførelse
- Filterlengde og slissebredde **B1**: 3,0m, 1,0mm slissebredde og 1,5m, 1,0mm slissebredde
- Filterplassering **B1 øvre**: 10,55 -13,55 m u/ brønntopp
- Filterplassering **B1 Nedre**: 19,05-20,55 u/ brønntopp
- Filterlengde og slissebredde **B2**: 3,0m, 1,0mm slissebredde og 1,5m, 0,75mm slissebredde
- Filterplassering **B2 øvre**: 8,42-11,42m u/ brønntopp
- Filterplassering **B2 Nedre**: 18,92-20,42m u/ brønntopp
- Begge brønner er gruskastet med 1,0-2,0mm filtergrus fra bunn til over øvre filterkant i øvre filter

Detaljerte «Som bygget» tegninger fremgår av Figur 2-22 og Figur 2-23. Her finnes all informasjon om brønnene (materialer, dimensjoner), spesifikk kapasitet, kritisk hastighet gjennom filter, beskrivelse av pumper og plassering av disse, varerør for senere montering av trykkløpere med mer.

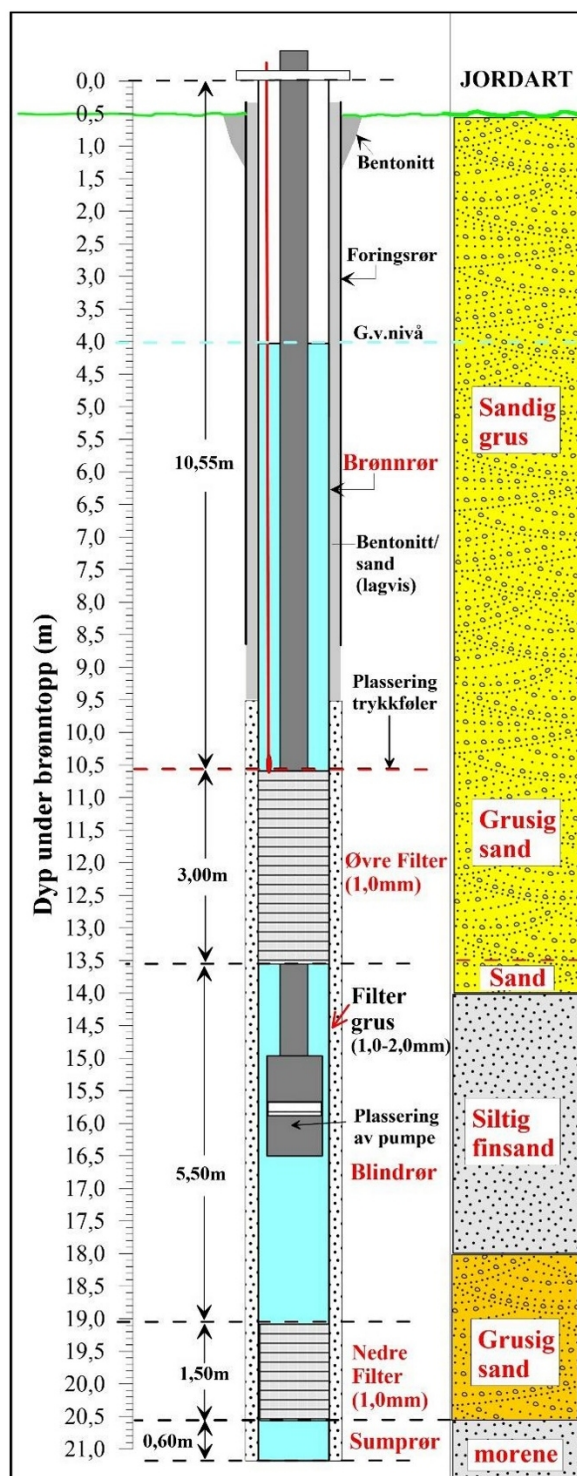
For å hindre vertikal strømning langs brønnrøret er fôringsrøret satt igjen som sikring fra 2 meter over øvre filterkant og til brønntoppen. Det er sikret med bentonitt mellom fôringsrøret og brønnrøret. Det er også lagt en kile med bentonitt rundt fôringsrøret ved terrengoverflaten.

B1 og B2 er avsluttet hhv. 0,53 og 1,5 meter over eksisterende terreng (B1: kote 16,81 og B2: kote 12,26). Dette er henholdsvis 4,11m over og -0,44m lavere enn beregnet dynamisk flomhøyde ved 1000-årsflom (Kote 12,7 inkludert 0,5m sikkerhetsmargin).

B2 var opprinnelig planlagt etablert noe høyere i terrenget ved peilebrønn-d, se Figur 2-21. Med bakgrunn i resultater fra boringen i dette punktet ble B2 flyttet til 3,5m sørøst for Ub-1 (nå Pb-g). Dette er det klart beste punktet påvist under forundersøkelsene. Flytting av brønnpunktet medførte imidlertid at brønnen ble etablert lavere i terrenget enn planlagt. **Brønntoppen må derfor heves til over estimert 1000-årsflom ved at det syrefaste brønnrøret forlenges med 0,5 meter. Det samme gjelder varerør for trykkløser.** Trykkrør fra pumpe trengs ikke å forlenges, se Figur 2-23. Når dette er utført lages en ny «som bygget» tegning.

Brønntoppene er ellers utstyrt med tett brønnhodesikring med vanntette gjennomføringer for pumpeledning, strømkabel og trykkløser, se Figur 2-24, Figur 2-25 og Figur 2-26. Brønntoppene er i tillegg utstyrt med lufting 0,5m høyere enn brønntoppen, og selve brønnene skal innebygges i kum som sikres med løsmasser.

BRØNNSPESIFIKASJONER FOR PRODUKSJONSRØNN B1 Masfjorden vassverk - Øvredalen	
BRØNNTYPE	Rørbrønn i løsmasser
ETABLERT	16.08.2022
TOTAL DYBDE	21,15 m u/ topp brønnrør
	20,62 m u/ terreng
Topp rør - terreng:	0,53 m. Brønntopp moh: 16,81
SPESIFIKK KAPASITET	Foreløpig test 07.09.2022: 15 l/s pr. meter senkning
BRØNNRØR, BLINDRØR OG SUMP	
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/213 mm
Lengde	10,55m u/ topp brønnrør + 5,5m mellom filtrene + 0,6m sumprør i bunn
Føringsrør	323 mm (pga gruskasting)
FILTER (Øvre og Nedre)	
Type	Kontinuerlig slissefilter Beiset utførelse
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/203 mm
Lengde øvre	3,0 meter
Lengde nedre	1,5 meter
Slissebredde	1,0 mm
Perforasjon	31,3 %
Kritisk hastighet Gjennom 4,5m	3 cm/s (teoretisk maksimalt uttak 27,45 l/s)
Plassering Øvre	10,55 -13,55 m u/ brønntopp 10,02-13,02m u/ terreng
Plassering Nedre	19,05-20,55 u/ brønntopp 18,52-20,02 u/ terreng
SENKPUMPE	
Fabrikat/type	EMS DX 46-05 (pumpedel)
Vekt	65 kg
Diameter	144mm
Lengde	1519mm
Kapasitet	12,5 l/s mot 34 mVs
Effektbehov	7,5 kW, 3x400V
Pumpeplassering	Bunn pumpe 16,5m u/ brønntopp (i blindrør)
Plassering trykkføler	Varerør for trykkføler ned til 10,56m u/ rørtopp
BRØNNETABLERING	
Hydrogeologisk konsulent	Asplan Viak as, Trondheim v/ Rolf E. Forbord
Brønnboring	Hallingdal Brønn og Graveservice AS



Masfjorden vassverk - Øvredalen Produksjonsbrønn B1, Som bygget

Tegnet av:
Rolf E. Forbord

Dato:
2 november 2022

asplan
viak

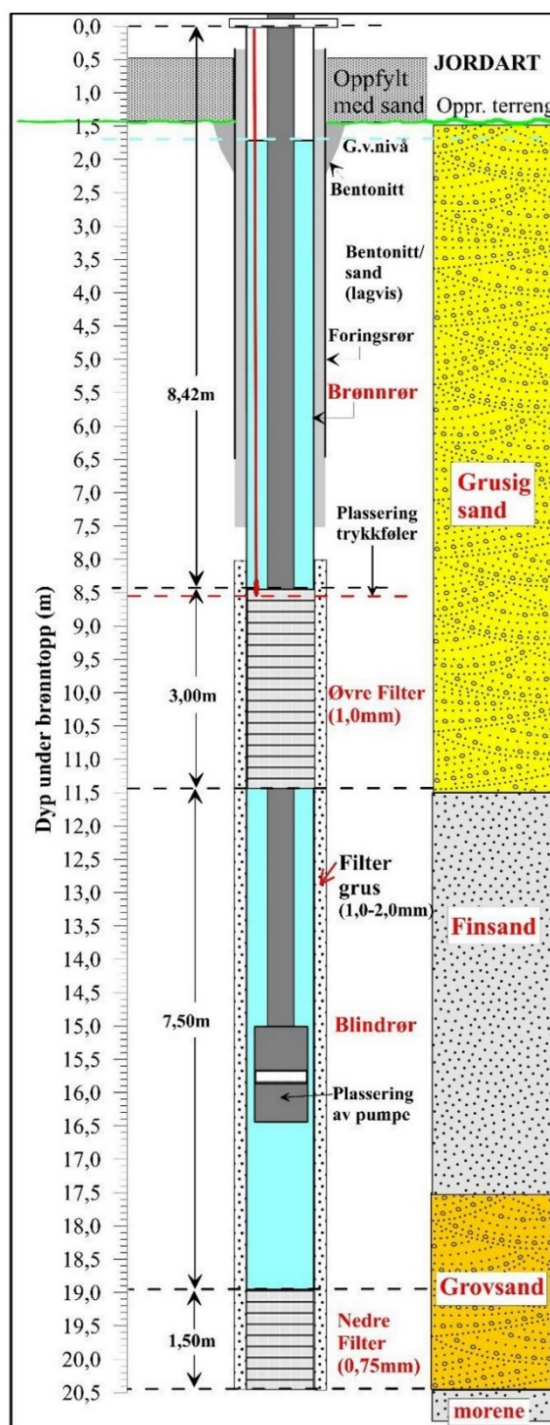
Stjørdal



Figur 2-22. Brønnspesifikasjoner for B1 – Masfjorden vassverk, Øvredalen. Max tillatt senkning 10m u/ topp.

Brønntopp i B2 må heves med 0,5 meter (gjelder syrefast brønnrør og varerør for trykkløser).

BRØNNSPESIFIKASJONER FOR PRODUKSJONSRØNN B2 Masfjorden vassverk - Øvredalen	
BRØNNTYPE	Rørbrønn i løsmasser
ETABLERT	11.08.2022
TOTAL DYBDE	20,42m u/ topp brønnrør
	18,92m u/ terreng
Topp rør -terreng:	1,5m over oppr. terreng Brønntopp moh: 12,26
SPESIFIKK KAPASITET	Foreløpig test 07.09.2022: 25 l/s pr. meter senkning
BRØNNRØR OG BLINDRØR	
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/213 mm
Lengde	8,42m u/ topp brønnrør + 7,5m mellom filtrene
Føringsrør	323 mm (pga gruskasting)
FILTER (Øvre og Nedre)	
Type	Kontinuerlig slissefilter Beiset utførelse
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/203 mm
Lengde øvre	3,0 meter
Lengde nedre	1,5 meter
Slissebredde øvre	1,0 mm
Perforasjon	31,3 %
Slissebredde nedre	0,75 mm
Perforasjon	25,4 %
Kritisk hastighet Gjennom 4,5m	3 cm/s (teoretisk maksimalt uttak 25,8 l/s)
Plassering Øvre	8,42-11,42m u/ brønntopp
	6,92-9,92m u/ terreng
Plassering Nedre	18,92-20,42m u/ brønntopp
	17,42-18,92m u/ terreng
SENKPUMPE	
Fabrikk/type	E-TEC Z646-05 (pumpedel)
Vekt	66 kg
Diameter	144mm
Lengde	1526
Kapasitet	12,5 l/s mot 34 mVs
Effektbehov	7,5 kW, 3x400V
Pumpeplassering	Bunn pumpe 16,42m u/ brønntopp (i blindrør)
Plassering trykkløser	Varerør for trykkløser ned til 8,54 meter u/ rørtopp
BRØNNETABLERING	
Hydrogeologisk konsulent	Asplan Viak as, Trondheim v/ Rolf Forbord
Brønnboring	Hallingdal Brønn og Graveservice AS



Masfjorden vassverk - Øvredalen Produksjonsbrønn B2, Som bygget

Tegnet av:
Rolf E. Forbord

Dato:
2 november 2022

asplan
viak

Stjørdal



Figur 2-23. Brønnspesifikasjoner for B2 – Masfjorden vassverk, Øvredalen. Max tillatt senkning 8m u/ topp.

2.7. Utførte sikringstiltak under prøvepumping

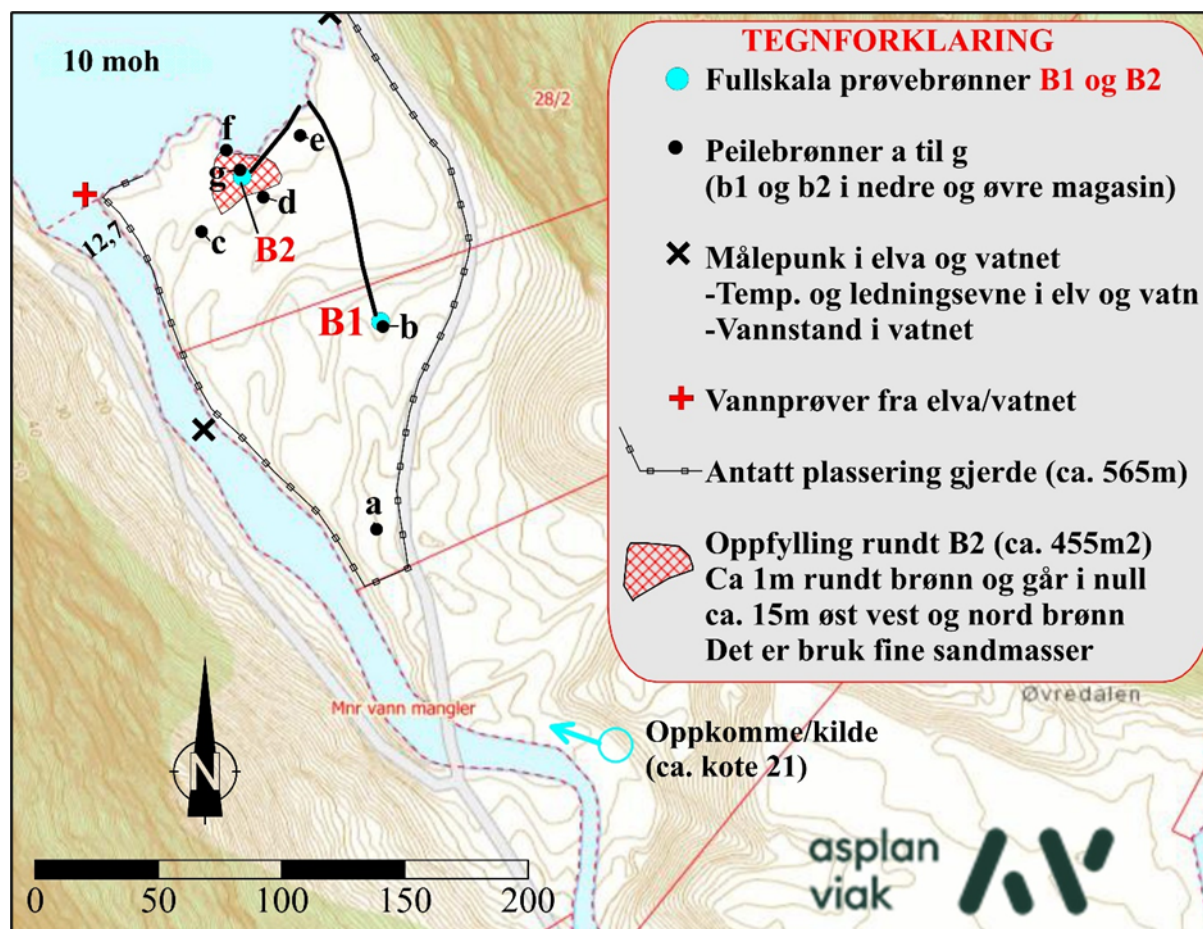
Grunnvannets fysiske kjemiske kvalitet er utmerket. Med unntak for lav pH og et par tilfeller med turbiditet tilfredsstiller alle parametere Drikkevannsforskriftens krav til godkjent drikkevann. Dette er detaljert beskrevet i kapittel 4.2. Man har imidlertid hatt en periode med dårlig mikrobiologisk kvalitet, spesielt i grunnvann fra B2, som står nærmest vatnet (se kapittel 4.2.2). Dette gjelder perioden 16. juli 2024 til 16. september 2024. Dette kan knyttes til beitedyr (sau) som i perioder har oppholdt seg i brønnområdet (fekal forurensing).

Det ble observert relativt store mengder sauegjødsel nede ved vatnet i området hvor B2 er etablert. Her står grunnvannet høyt (liten umettet sone over grunnvannsspeilet).

Det ble derfor i november 2024 utført følgende tiltak:

1. Inngjerding av nedre del av grunnvannsmagasinet, se Figur 2-24. I beskyttelsesplan (klausulering) er det satt forbud mot beitedyr minimum innenfor inngjerdet område.
2. Oppfylling med 1m fine sandmasser rundt B2 med fall vekk fra brønnen, se Figur 2-25 og Figur 2-26. Oppfyllingen går i 0 ca. 15m øst, nord og vest fra B2.
3. Den eneste måten å avklare effekten av tiltakene på, var å fortsette prøvepumpingen gjennom en ny beitesesong. Prøvepumpingen ble videreført fra april 2025 til ut september 2025 (5 ekstra måneder).

Prøvetaking utført i beitesesongen 2025 viser at dette har hatt god effekt, se kapittel 4.2.2.



Figur 2-24. Kartutsnitt med plassering av gjerde og oppfylling rundt B2.



Figur 2-25. Venstre: B2 før oppfylling (Topp 1,5m o/ terreng). Høyre: B2 etter oppfylling (0,44m o/ nytt terreng).



Figur 2-26. Sikring av B2 med tilkjørte sandmasser og lufting 0,5m høyere enn brønntopp.

For å tilfredsstille TEK-17 forlenges syrefast brønnrør i B2 med 0,5 meter før vannverket settes i drift. Varerør for trykkløser forlenges også med 0,5 meter. Det lages ny «som bygget tegning» når dette er utført.

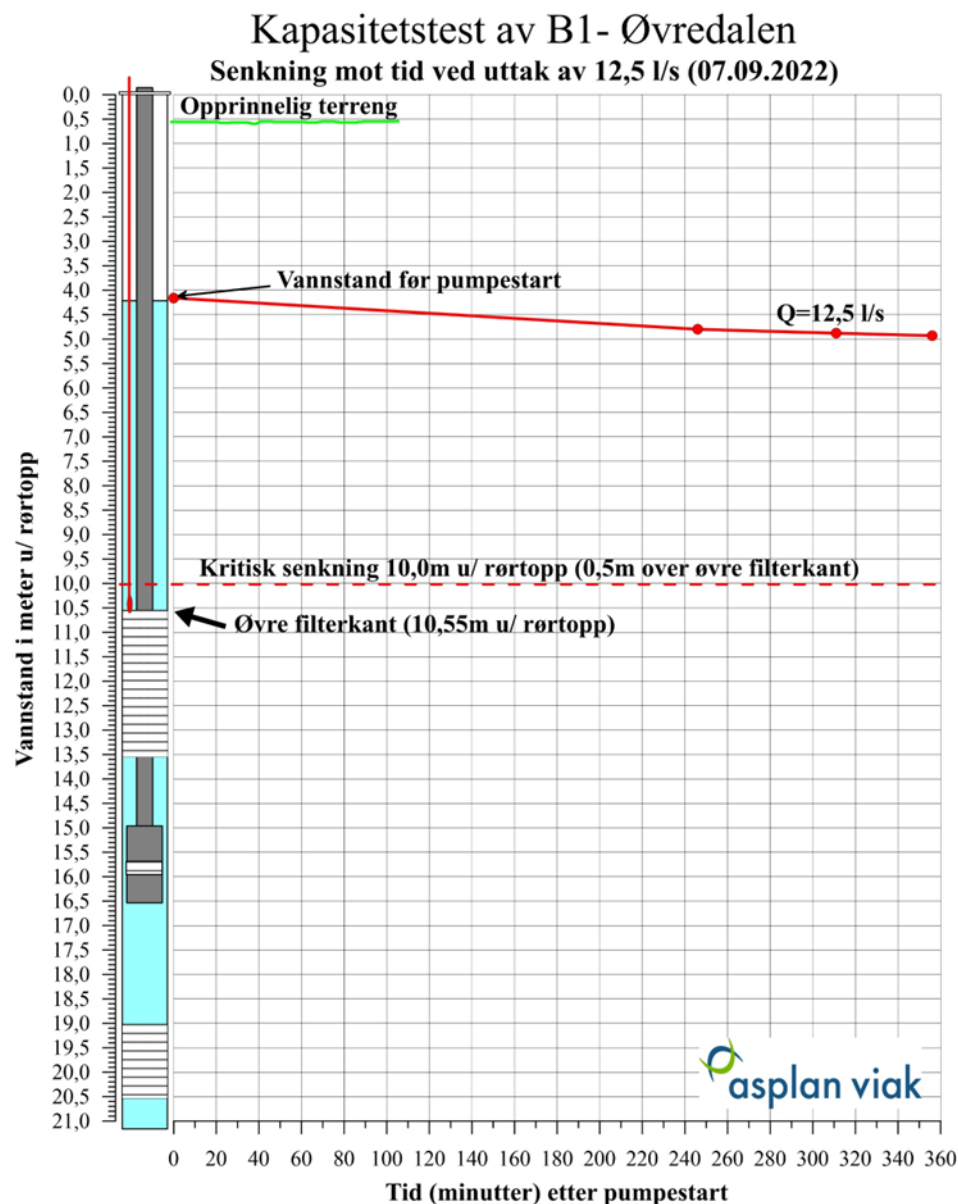
3. RESULTATER FRA ENKEL KAPASITETSTEST I B1 OG B2

3.1. Gjennomføring

Enkel kapasitetstesting av brønnene ble utført av brønnborer og kommunen ved hjelp av diesel-aggregat etter pumpemontering i starten av september 2022. Oppstart av langtidsprøvepumping ble deretter utsatt i nesten 1,5 år, fordi det viste seg problematisk å få etablert permanent strømforsyning og deretter fiberforbindelse (krav fra BKK). Begge brønner ble testet med uttak av 12,5 l/s i 6 timer.

3.2. Resultater B1

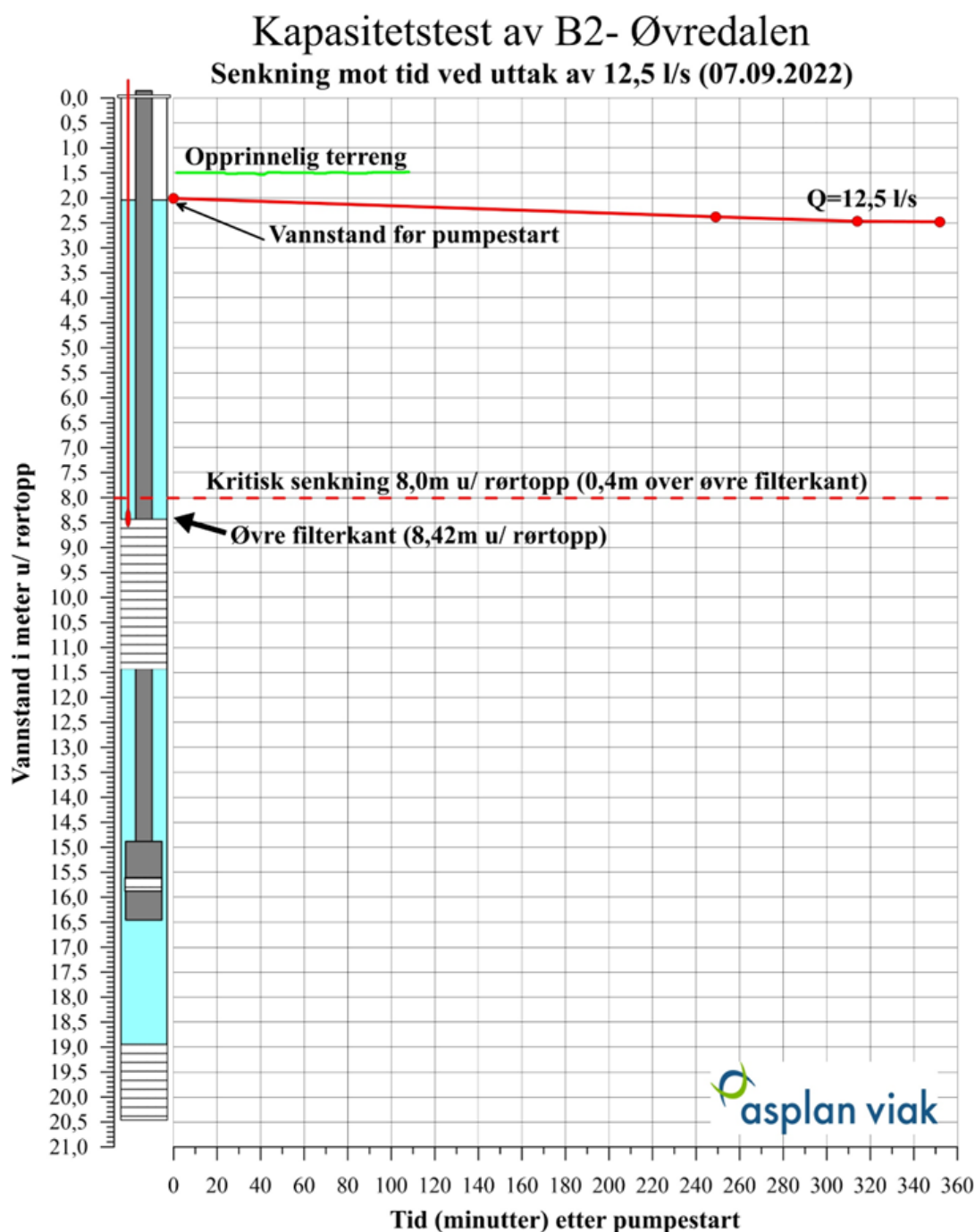
Figur 3-1 viser senkningen plottet mot tid. Senkningsforløpet viser at det etter 6 timer oppnås tilnærmet stabil vannstand i brønnen. Før testen startet ble vannstanden målt til 4,16 meter under brønnnett. Uttak av 12,5 l/s resulterte i en senkning på 0,77 meter i forhold til ubelastet tilstand. Ved en avsenkning av denne størrelse er det fremdeles 5,07 meters vannhøyde over maksimal tillatt avsenkning (10 meter under rørtopp). I og med at vannstanden ikke er helt stabil settes senkningen ved uttak av 12,5 l/s til 1,0m. Brønnen har da en spesifikk kapasitet på 12,5 l/s pr. meter senkning.



Figur 3-1. B1 – Vannstand/senkning mot tid ved uttak av 12,5 l/s

3.3. Resultater B2

Figur 3-2 viser senkningen plottet mot tid. Senkningsforløpet viser at det etter 6 timer oppnås stabil vannstand i brønnen. Før testen startet ble vannstanden målt til 2,01 meter under brønntopp. Uttak av 12,5 l/s resulterte i en senkning på 0,47 meter i forhold til ubelastet tilstand. Ved en avsenkning av denne størrelse er det fremdeles 5,52 meters vannhøyde over maksimal tillatt avsenkning (8 meter under rørtopp). Brønnen har en spesifikk kapasitet på 26,6 l/s pr. meter senkning. Tillatt maksimalt uttak i forhold til hastighet gjennom filter er 25,8 l/s.



Figur 3-2. B2 – Vannstand/senkning mot tid ved uttak av 12,5 l/s

3.4. Konklusjon mht. brønncapasitet

Brønn B1 og B2 har en spesifikk kapasitet på hhv. 12,5 og 26 l/s pr. meter senkning. Maksimal tillatt avsenkning i B1 og B2 er hhv. 10 og 8 meter under brønntopp. De utførte tester viser dermed klart at brønnene samlet kan levere dimensjonerende vannmengde på 25 l/s.

3.5. Beregning av transmissivitet (profilpermeabilitet) ut fra pumpetester

Transmissiviteten i grunnvannsmagasinet kan beregnes ved at Thiems formel løses mht. til T

$$1) S_{well} = \frac{Q}{2\pi T} \cdot \ln \frac{R_0}{r}$$

Parameterne i formel 1 er da:

- S_{well} = Målt avsenkning ved uttak av Q.
- Q = Dimensjonerende vannmengde pr. brønn lik 12,5 l/s
- T = Transmissivitet
- R_0 er influensradius som settes til 100 m
- r er brønnens radius = 0,1095 m

Beregnete verdier for transmissivitet fra pumpetester og fra kornfordelingsanalyser sees i Tabell 3-1. **Man har ved videre beregninger i kapittel 4.1 benyttet en transmissivitet på 1100 m²/d i brønnområdet.**

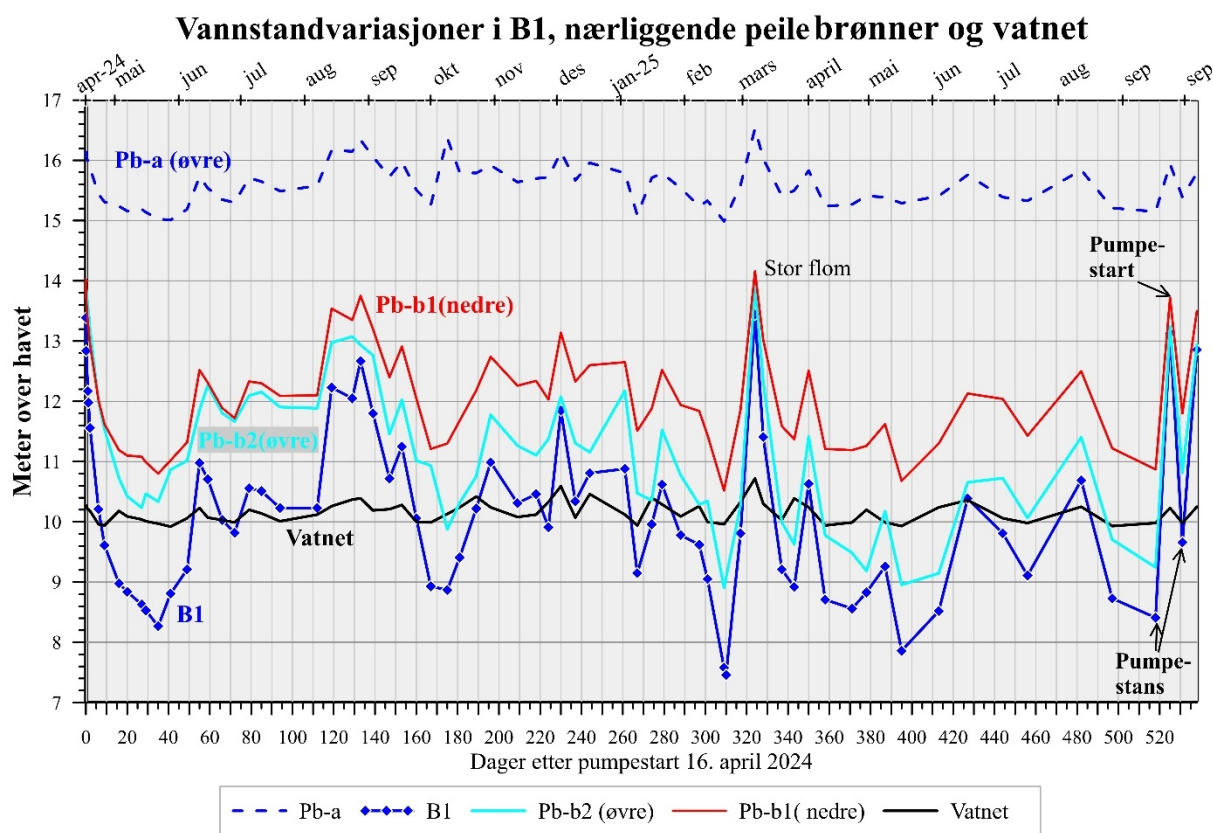
Tabell 3-1. Transmissivitet T beregnet med data fra pumpetester og data kornforelingsanalyser

	Beregnet T fra Pumpetest (m ² /d)	Beregnet T fra kornforelingsanalyser (m ² /d)
B1	1172	1170 (Ub-2)
B2	2000	775 (Ub-1)

Vannstand i B1 og nærliggende peilebrønner fluktuerer i takt med vannstanden i Storevatnet, se Figur 4-2. Peilebrønn-a med filter i øvre magasin står 85 meter sør for B1. Dette peilerøret viser liten påvirkning av pumpingen, og representerer den naturlige variasjonen i magasinet. Grunnvannsnivået varierer med ca. 1 meter i hele perioden

Peilebrønn-b2 har filter i øvre magasin og står 1,5 fra B1. Pb-b2 viser ca. 2 meters avsenking som følge av uttaket av 12,5 l/s fra B1. Vannstanden varierer etter nedbørsforholdene, se Figur 2-19 (nedbørsdata). Kun etter lengre perioder med lite nedbør er grunnvannsnivået i dette peilerøret lavere enn vannstanden i vatnet. Dette er en lokal senkning nært brønnen, og ikke nok til at man induserer vann fra Storevatnet. B1 trekker på grunnvannstrømmen fra sørøst.

Peilebrønn-b1 har filter i nedre magasin, og står 1,5m fra B1. Også dette peilerøret viser ca. 2 meters senkning som følge av uttaket. Trykknivået i nedre magasin ligger i store deler av perioden 1-1,5 meter høyere enn vannstanden i øvre magasin, og senkes aldri lavere enn vannstanden i vatnet.

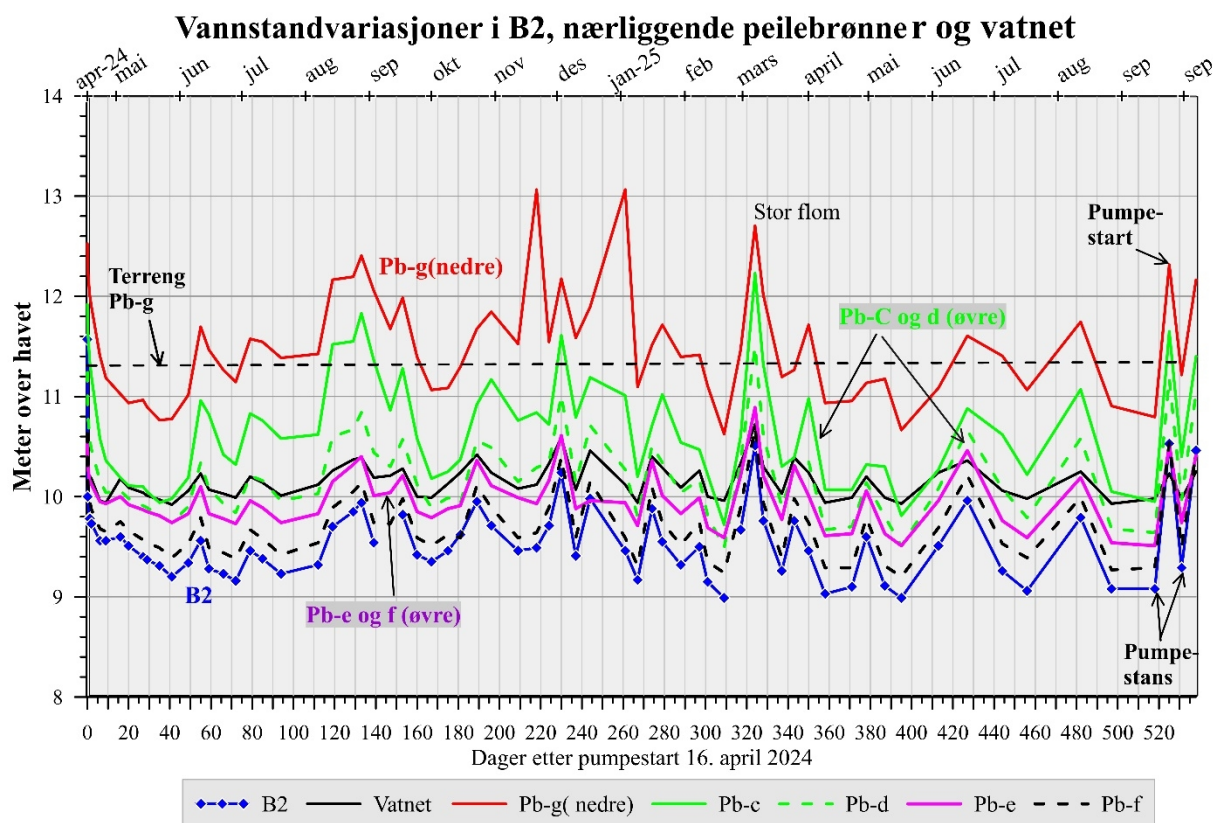


Figur 4-2. Vannstandvariasjoner i B1, nærliggende peilebrønner og vatnet. Uttak 12,5 l/s fra både B1 og B2.

Vannstand i B2 og nærliggende peilebrønner fluktuierer i takt med vannstanden i Storevatnet, se Figur 4-3. Peilebrønn-c og d med filter i øvre magasin står hhv. 27 og 13,5 meter sør for B1 (lenger unna vatnet, se Figur 4-1). Begge disse viser ca. 2 meters avsenking som følge av uttak av 12,5 l/s fra B2. Vannstand i Pb-c er kun ved 2-3 målinger så vidt lavere eller lik vannstand i vatnet, men ligger ellers 0,5-1 meter over. Vannstand i Pb-d som står nærmere B2 ligger i perioder likt med vannstand i vatnet eller 0,2-0,4 meter lavere.

Peilebrønn-e og f har også filter i øvre magasin og står ute ved vannkanten hhv 30 og 13 meter fra B1. Vannstanden i disse ligger konsekvent noe lavere enn vannstanden i vatnet. Dette betyr at det som naturlig er et utstrømningsområde endres til et lokalt innstrømningsområde hvor det lekker inn vann fra Storevatnet.

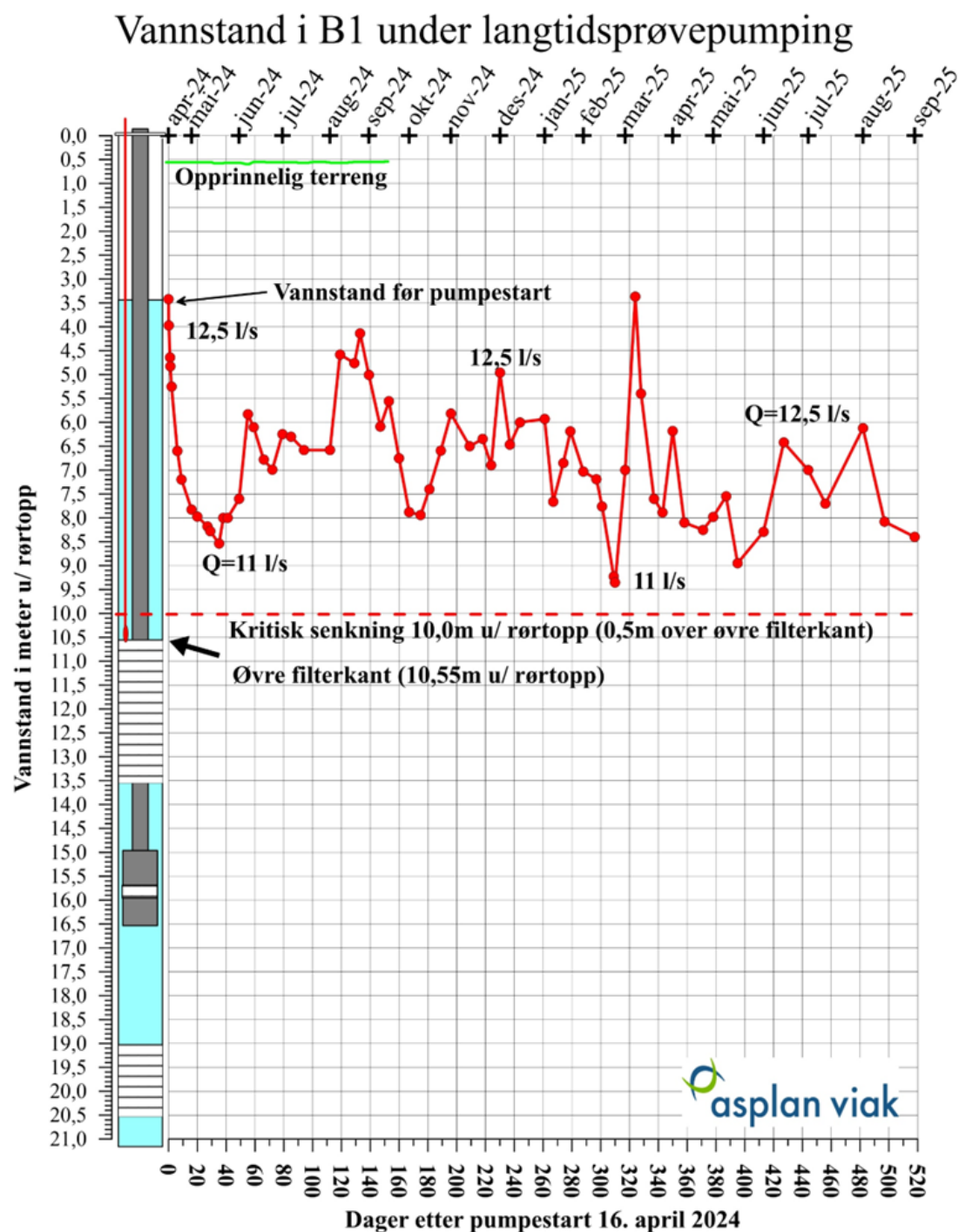
Peilebrønn-g har filter i nedre magasin, og står ca. 3m fra B2. Også dette peilerøret viser 1-2 meters senkning som følge av uttaket. Trykknivået i nedre magasin ved B2 ligger konsekvent 1-1,5 meter høyere enn vannstanden i vatnet og i lange perioder høyere enn terrengnivået. **Området ute ved vatnet utgjør fortsatt et utstrømningsområde for grunnvann fra nedre magasin.**



Figur 4-3. Vannstandvariasjoner i B2, nærliggende peilebrønner og vatnet. Uttak 12,5 l/s fra både B1 og B2.

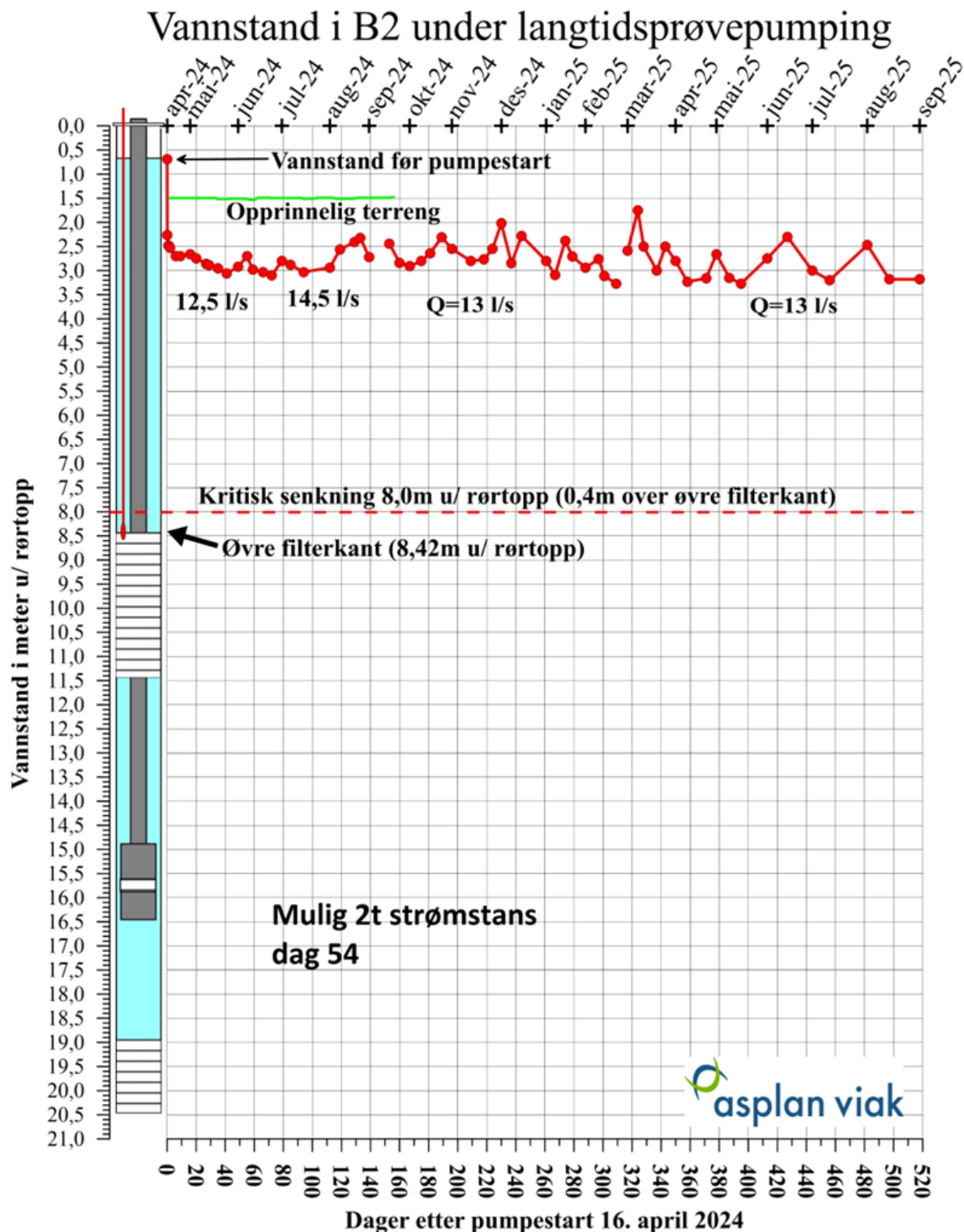
B1 trekker på grunnvann fra grunnvannstrømmen i grusmassene sør for brønnområdet. En del av dette grunnvannet drenerer ut på elva i oppkommet lenger sør. Man får stor avsenkning i denne brønnen når det har vært lange perioder med lite nedbør, se nedbørsdata i Figur 2-19. Vannstanden stiger meget raskt igjen når nedbørsituasjonen blir mer normal.

Etter lite nedbør i mars, april og mai-24 er vannstanden 8,5m under brønntopp ved uttak av 12,5 l/s (ble strupet til 11 l/s og man økte uttaket fra B2 til 14-15 l/s. Det samme skjedde i februar-25, etter 2 måneder med lite nedbør. Vannstanden i B1 var da nede i 9,35m under brønntopp. Maks senkning er satt til 10m under brønntopp. Ved å øke uttaket fra B2 greier man 25 l/s også i slike perioder. Det er aktuelt å etablere en tredje brønn for å fordele uttaket på 3 brønner i tørre perioder.



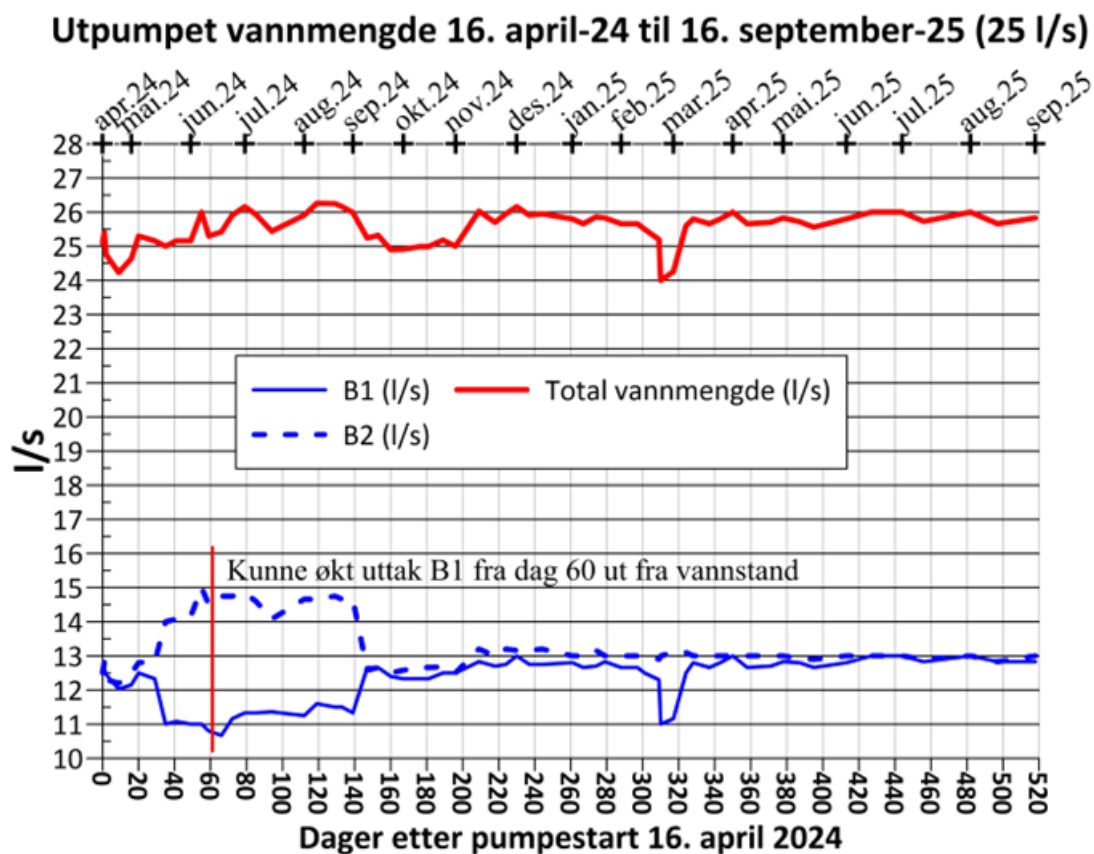
Figur 4-4. Vannstandsvariasjoner i produksjonsbrønn B1 ved kontinuerlig uttak av 12,5 l/s.

B2 står lavere i terrenget og mye nærmere vatnet. Ved uttak fra denne brønnen får man indukert vann fra vatnet. B2 har dermed særdeles lite senkning ved uttak av 12,5 til 14,5 l/s.



Figur 4-5. Vannstandsvariasjoner i produksjonsbrønn B2 ved kontinuerlig uttak av 12,5 l/s.

Det er i all hovedsak pumpet ut mellom 25 og 26 l/s i hele perioden. Stor avsenking i B1 i langvarige perioder med lite nedbør tilsier at det på sikt etableres en 3. produksjonsbrønn som kan avlaste B1 i slike perioder. Alternativt justeres B2 opp slik det ble gjort under prøvepumping.

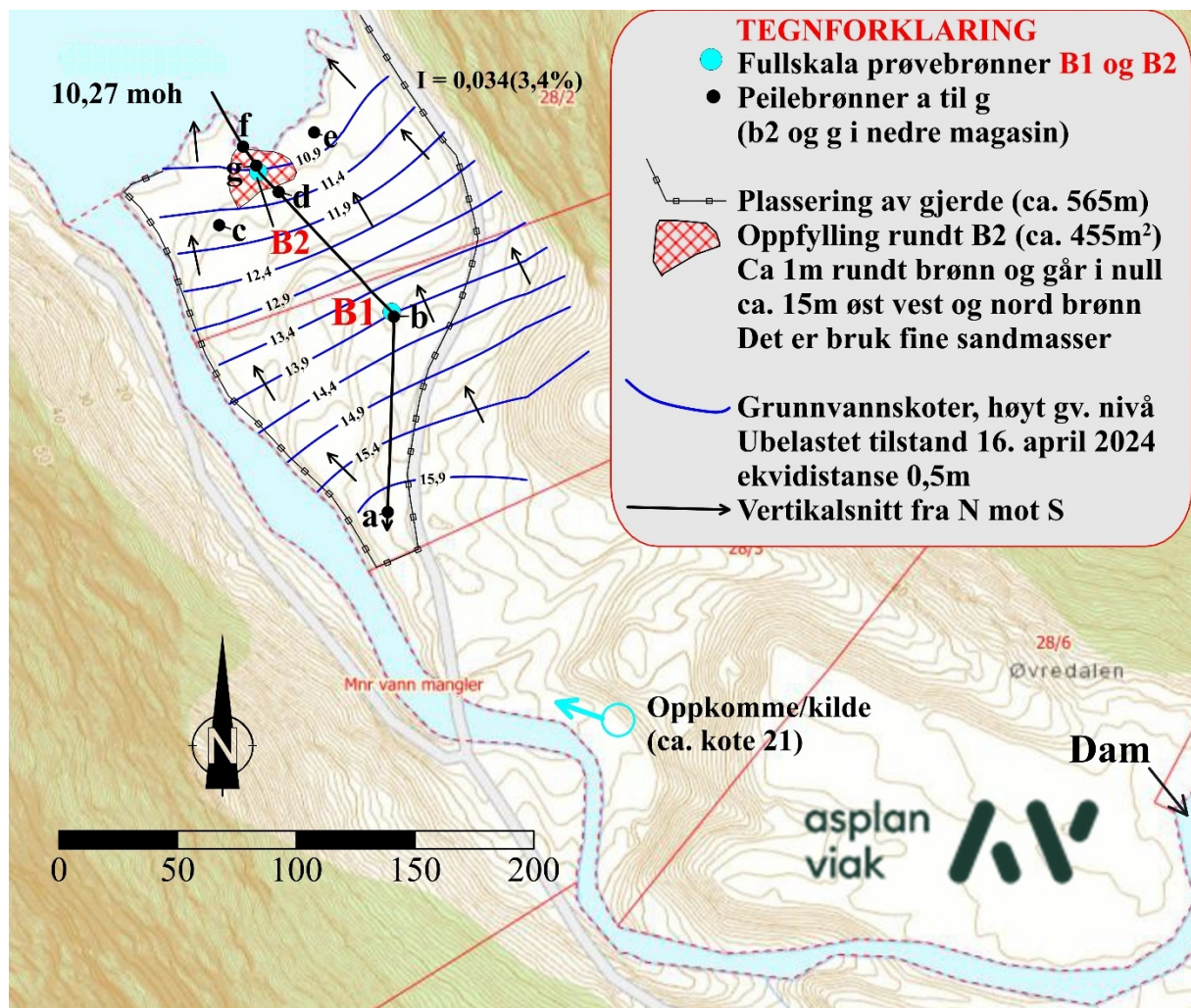


Figur 4-6. Utpumpet vannmengde i perioden 16. april-24 til 16. september-25

Tabell 4-1. Utpumpet vannmengde maks, min og snitt for B1 og B2

	B1, l/s	B2, l/s	Sum l/s
Max	13,00	15,00	26,26
Min	10,67	12,20	24,00
Snitt	12,25	13,28	25,53

Under ubelastede forhold strømmer grunnvannet fra innstrømningsområdet parallelt med elva ut til utstrømningsområdet, som er Storevatnet, se Figur 4-7. Den naturlige grunnvannsgradienten er beregnet til 0,034 (3,4%). Dette er omtrent den samme gradienten som man har mellom dammen og oppkommet i Figur 2-9 (3,6%). Det er dermed gode indikasjoner på en sammenhengende grunnvannstrøm mellom dammen hvor vann infiltreres og brønnområdet. En del av grunnvannet drener ut til elva via et topografisk betinget oppkomme.



Mengden grunnvann som strømmet ut i vatnet under ubelastede forhold kan beregnes med:

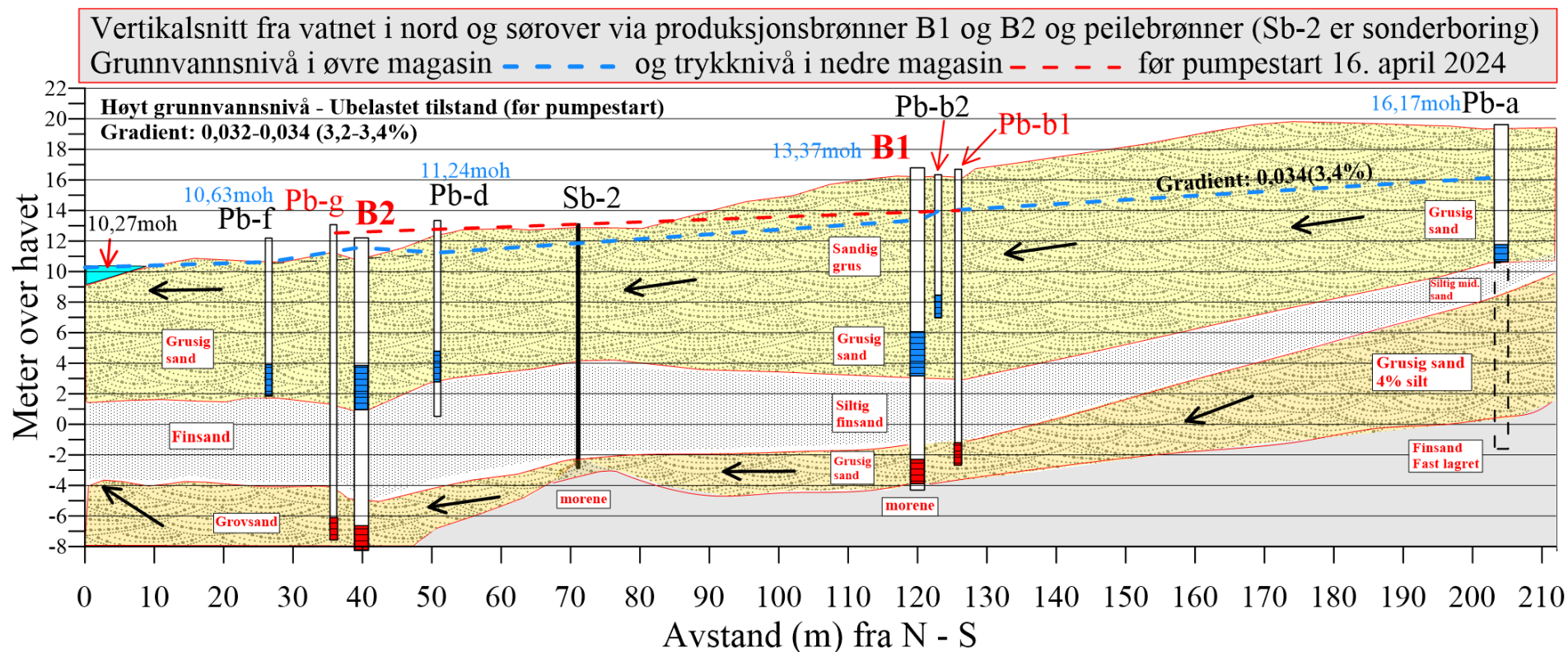
$$Q = T \times i \times B$$

hvor Q er vannmengde, T er transmissivitet, i er gradient og B er bredden av strømmen.

$T = 1100 \text{ m}^2/\text{d}$ (se kapittel 3.5), $i = 0,034$, $B = 146\text{m}$

$$Q = 1100 \text{ m}^2/\text{d} \times 0,034 \times 146\text{m} = 5460\text{m}^3/\text{d} = \mathbf{63 \text{ l/s}}$$

Vertikalsnittet under viser situasjonen før pumpestart 16. april 2024. Her sees grunnvannsnivå i øvre magasin som blå stiplet linje og trykknivå i nedre magasin som rød stiplet linje. Blå inntaksfilter står i øvre magasin og røde i nedre.

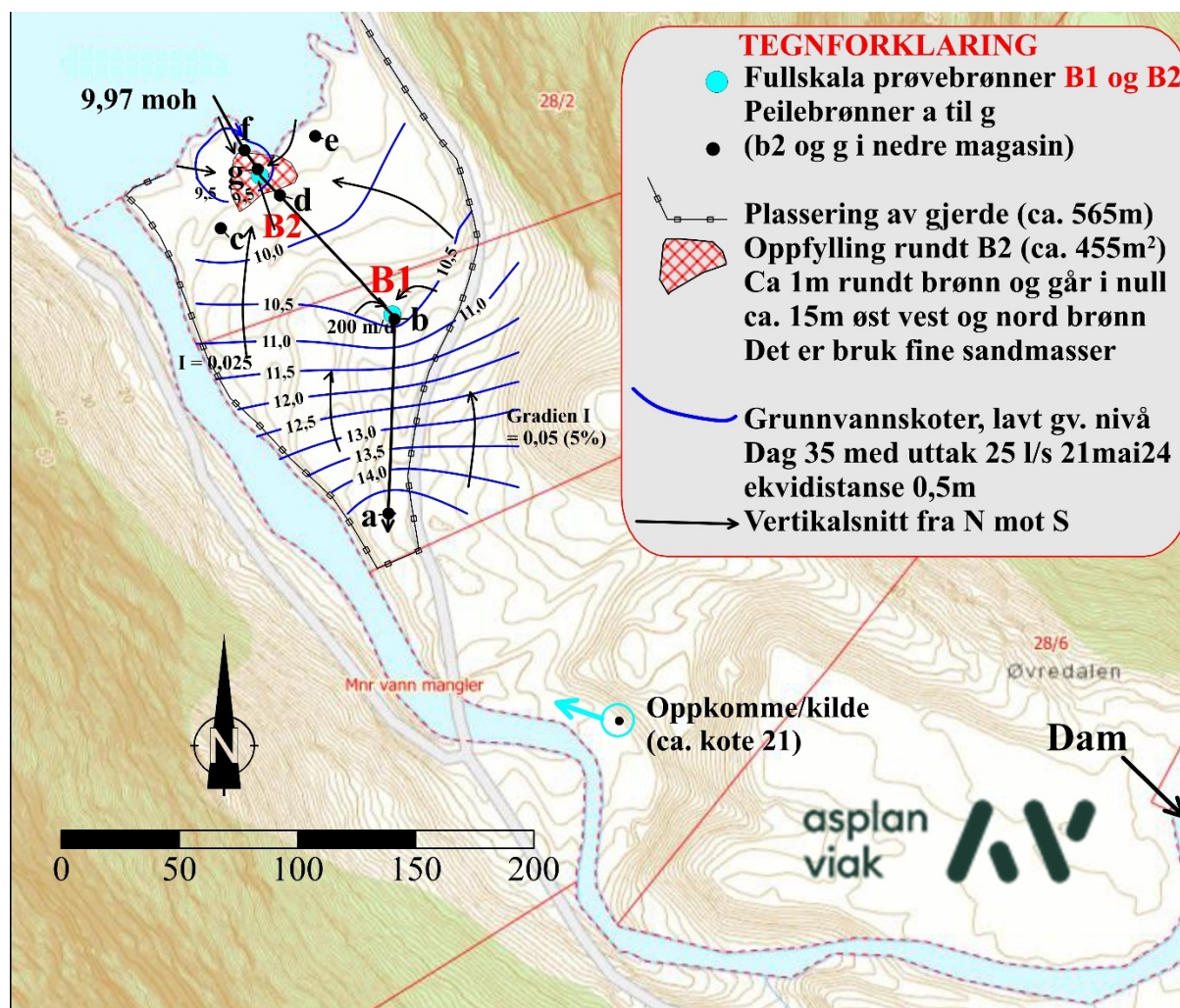


Figur 4-8. Vertikalsnitt fra vatnet i nord via B1, B2, peilebrønner og borer. Figuren viser situasjonen før pumpestart 16. april 2024 (ubelastet tilstand).

Strømningsbildet i Figur 4-9 viser situasjonen etter 35 døgn med kontinuerlig uttak av 25 l/s fordelt på B1 og B2. **Grunnvannsnivået er nå lavt**, se dag 35 i Figur 4-2 og Figur 4-3.

Ved B2 medfører uttak av grunnvann senkning av vannspeilet, slik at det etableres trykkgradienter fra Storevatnet og nærliggende arealer inn mot brønnen. Dermed blir det som under ubelastede forhold er et utstrømningsområde endret til et lokalt innstrømningsområde ved man får tilsig fra Storevatnet. Denne formen for nydannelse av grunnvann kalles induisert grunnvannsdannelse

B1 trekker på grunnvannsstrømmen, men induserer ikke vann fra Storevatnet. Man ser ellers at uttaket har medført en vesentlig større gradient en ved ubelastet tilstand.



Figur 4-9. Strømningsbilde 21. mai 2024 etter 35 døgn med uttak av 12,5 + 12,5 l/s. Lavt grunnvannsnivå

Nødvendig bredde (b) for å balansere et uttak på $Q = 12,5 \text{ l/s}$ ($1080 \text{ m}^3/\text{d}$) fra **B1** kan beregnes ved hjelp av Transmissiviteten (T) og gradienten (i) (Darcy):

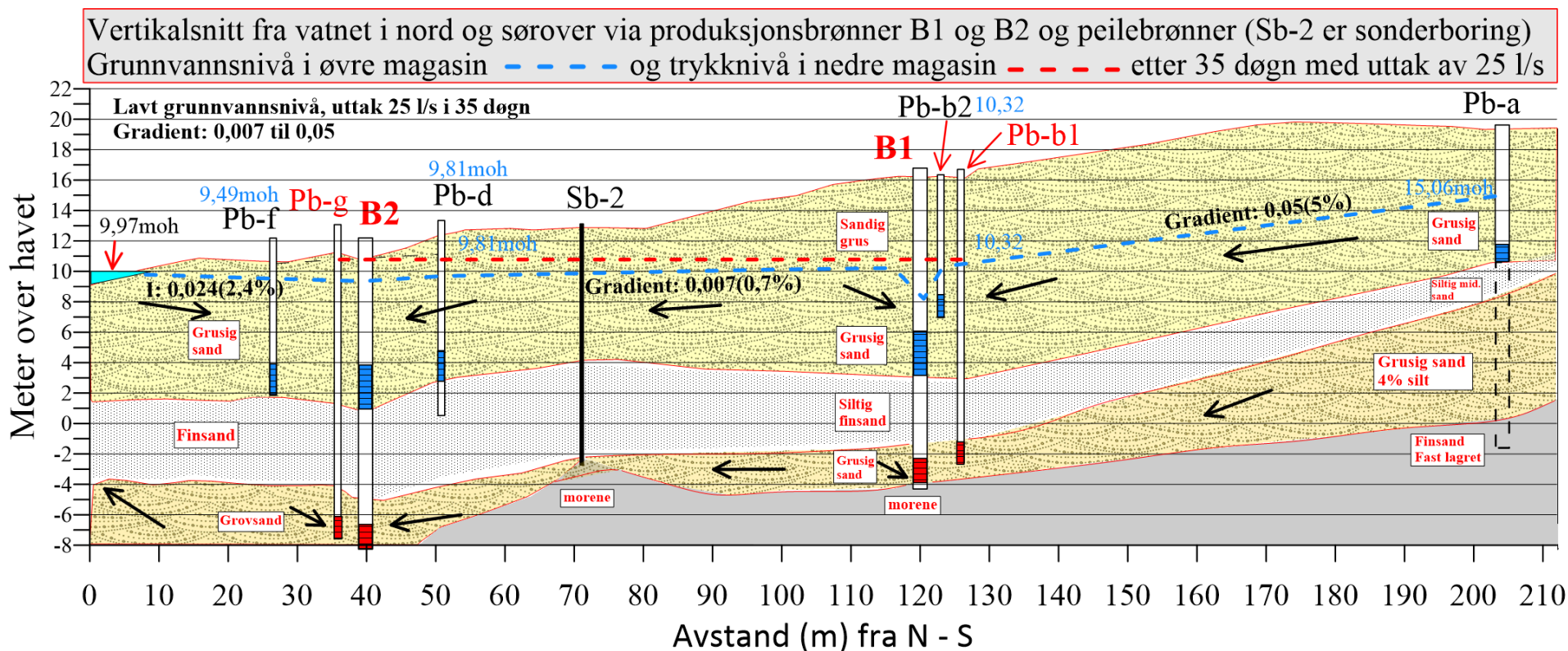
$$Q = T \times i \times b, \text{ som løst med hensyn til bredden blir: } b = Q/T \times i$$

Bredden blir da: $1080 \text{ m}^3/\text{d} : (1100 \text{ m}^2/\text{d} \times 0,05) = 20 \text{ meter}$. Dette stemmer bra med den observerte avsenkning og strømningsmønster under uttak. Ved uttak av 12,5 l/s fra B1 trekker brønnen kun på grunnvannstrømmen. Det er dette som gjør at B1 i perioder med lite medbør får for stor avsenkning. Man greier ikke skape stor nok senkning til å fange inn større bredde av grunnvannstrømmen, fordi gradienten blir så stor.

Vertikalsnittet i Figur 4-10 viser situasjonen etter 35 døgn med uttak av 12,5 fra B1 og 12,5 l/s fra B2 **ved lavt grunnvannsnivå**. Grunnvannsnivå i øvre magasin som blå stiplet linje og trykknivå i nedre magasin som rød stiplet linje. Blå inntaksfilter står i øvre magasin og røde i nedre.

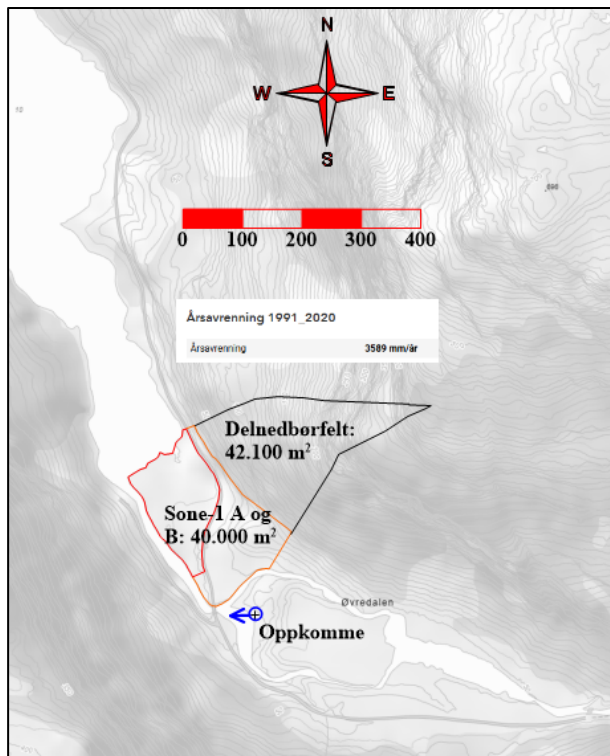
Ved B2 medfører uttak av grunnvann senkning av vannspeilet i øvre magasin, slik at det etableres trykkgradienter fra Storevatnet og nærliggende arealer inn mot brønnen. Dermed blir det som under ubelastede forhold er et utstrømningsområde endret til et lokalt innstrømningsområde ved at man får tilsig fra Storevatnet.

Selv ved lavt grunnvannsnivå og kontinuerlig uttak av 25 l/s opprettholdes overtrykket i nedre magasin, med utstrømning mot Storevatnet.



Figur 4-10. Vertikalsnitt fra vatnet i nord via B1, B2, peilebrønner og borer. Figuren viser situasjonen etter 35 døgn med uttak av 12,5 fra B1 og 12,5 l/s fra B2

Man har også sett på nydannelse til brønnområdet i form av nedbør på magasinoverflaten i brønnområdet (sone-1A og 1B) og nedslagsfeltet i lisen (konservativ vurdering). Med et totalt areal på 82100 m² og en årsavrenning på 3589 mm/år tilsier dette i snitt 9 l/s. Om 60% av nedbøren infiltreres betyr dette at 21,6% av uttak av 25 l/s balanseres av nedbør innenfor sone 1A og B og det tilhørende nedslagsfeltet i øst.



Figur 4-11. Areal brønnområde og delnedbørfelt i lisen i øst.

Hastigheten på grunnvannsstrømmen oppstrøms B1 ved uttak kan beregnes ut fra følgende formel:

$$v = \frac{k \cdot i}{n_{eff}}$$

k er hydraulisk ledningsevne, estimert til 13 m/d ut fra kornfordelingskurver fra peilebrønn-a (Odex-B ved forundersøkelser) oppstrøms brønnområdet. **i** er grunnvannets gradient og **n_{eff}** er effektiv porøsitet anslått til 25 %.

Dette gir hastighet på grunnvannsstrømmen oppstrøms B1 :

$$V = \frac{13m/d \cdot 0,05}{0,25} = 2,6m/døgn$$

Ut fra denne hastighetene er avstanden til 60 døgns oppholdstid (sone 1) oppstrøms brønnområdet beregnet til 156 meter. Dette er også kontrollert ved på å estimere vannvolumet innenfor sone-1A og B og beregne oppholdstid ved uttak av 25 l/s. Sone-1A og B er stor nok til at teoretisk oppholdstid er i nærheten av 60 døgn.

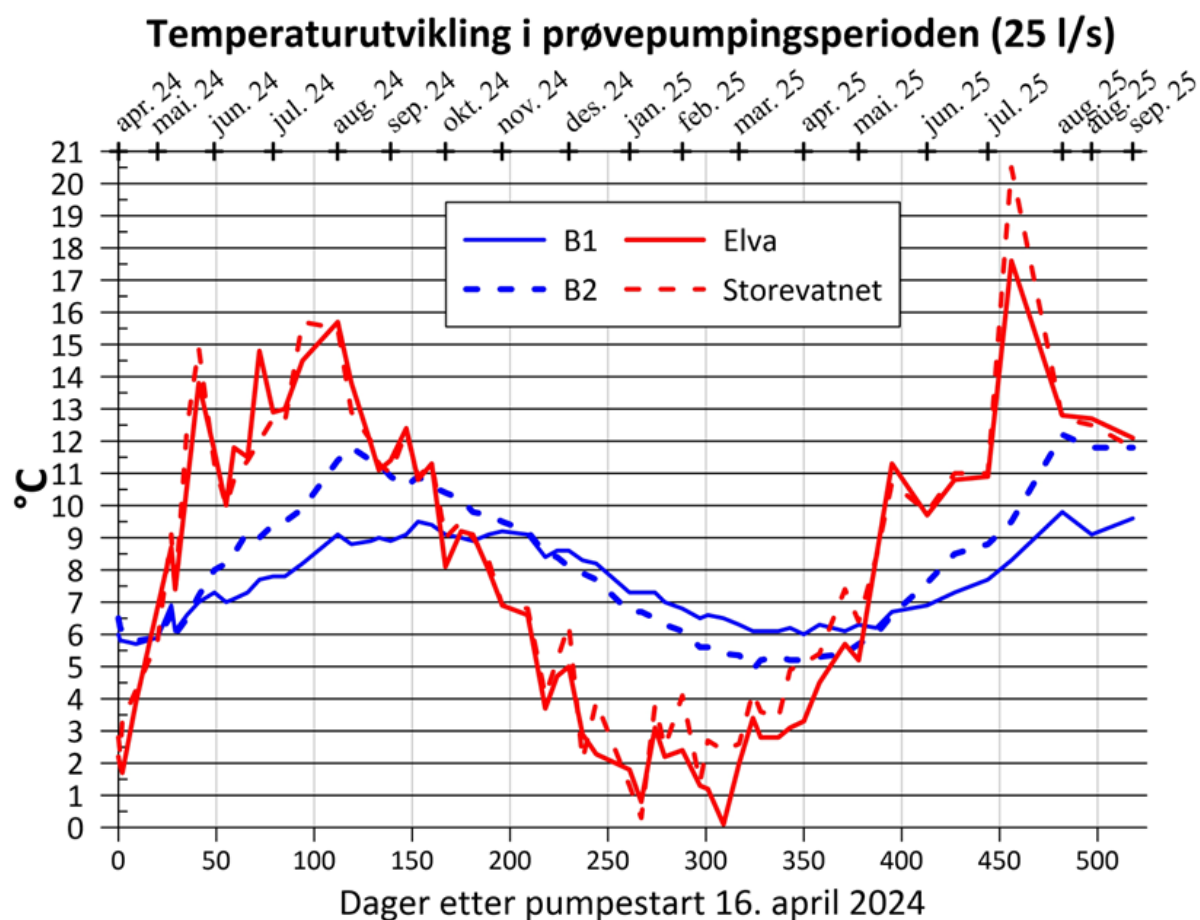
Tabell 4-2. Teoretisk oppholdstid med konstant uttak av 25 l/s.

Areal Sone-1A og B (m ²)	Mektighet (m)	Neff	Volum (m ³)	Uttak m ³ /d	Oppholdstid (Døgn)
40250	12	0,25	120750	2160	56

4.2. Vannkvalitet

4.2.1. Fysisk kjemiske parametere

Grunnvannets temperatur er avdempet og faseforskjøvet i forhold til temperaturen i overflatevannet. Dette viser at det ikke foreligger noen direkte «kortslutning» med elvevann, selv om grunnvannsuttaget er relativt stort (12,5 l/s fra B1 og 12,5 l/s fra B2). Faseforskyvningen i tid kan for B1 anslås til >60 døgn og B2 til 20-25 døgn. Oppholdstiden er kortere for B2, fordi denne induserer vann fra Storevatnet.

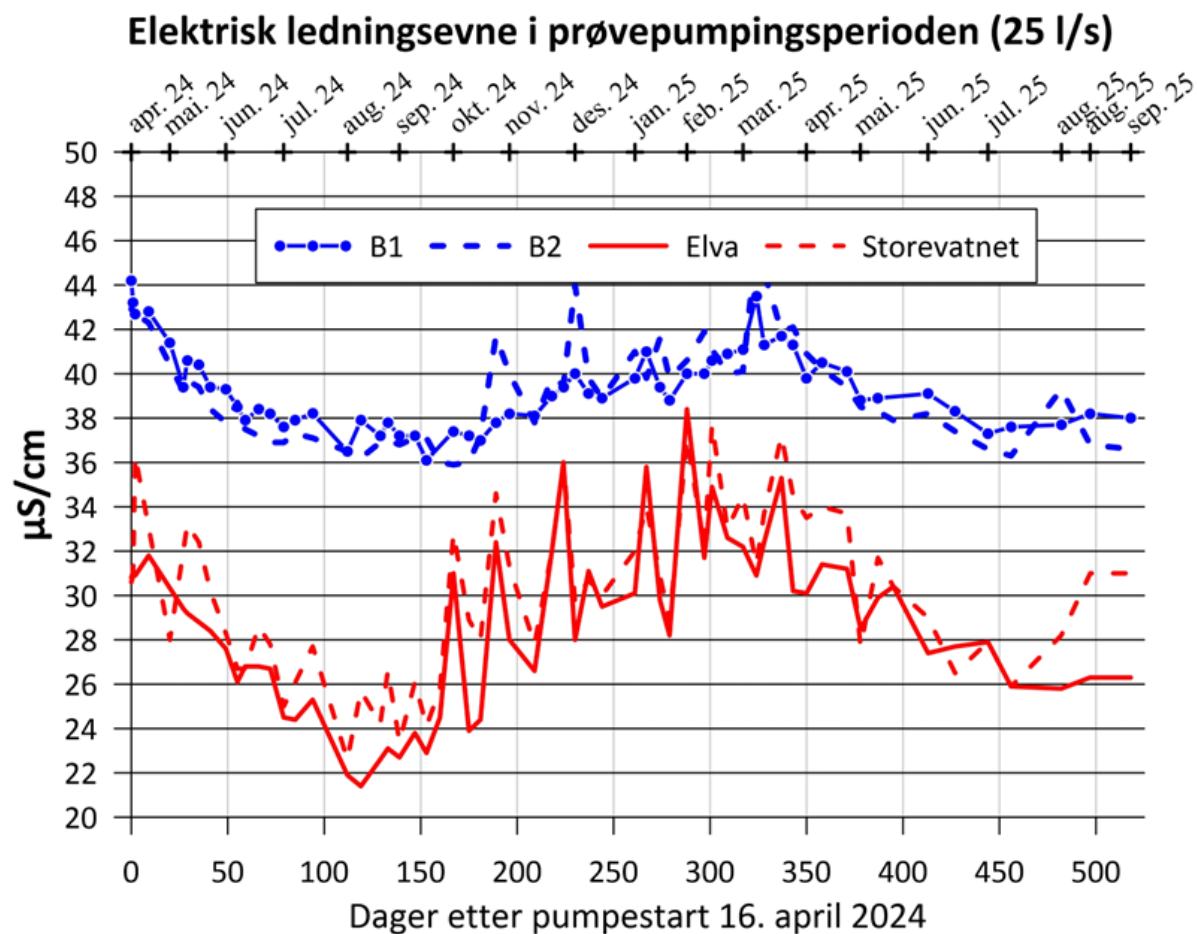


Figur 4-12. Temperaturutvikling i prøvepumpingsperioden.

Tabell 4-3. Minimum og maksimumsverdier for vanntemperatur i grunnvann og overflatevann

°C	B1-Temp °C	B2-Temp °C	Elva-Temp °C	Vatnet-Temp °C
Max	9,8	12,2	17,6	20,5
Min	5,7	4,9	0,1	0,3
Diff	4,1	7,3	17,5	20,2

Ledningsevnen i B1 og B2 er omtrent lik, og er avdempet i forhold verdiene fra elva og vatnet. Ledningsevnen er i realiteten stabil i begge brønner

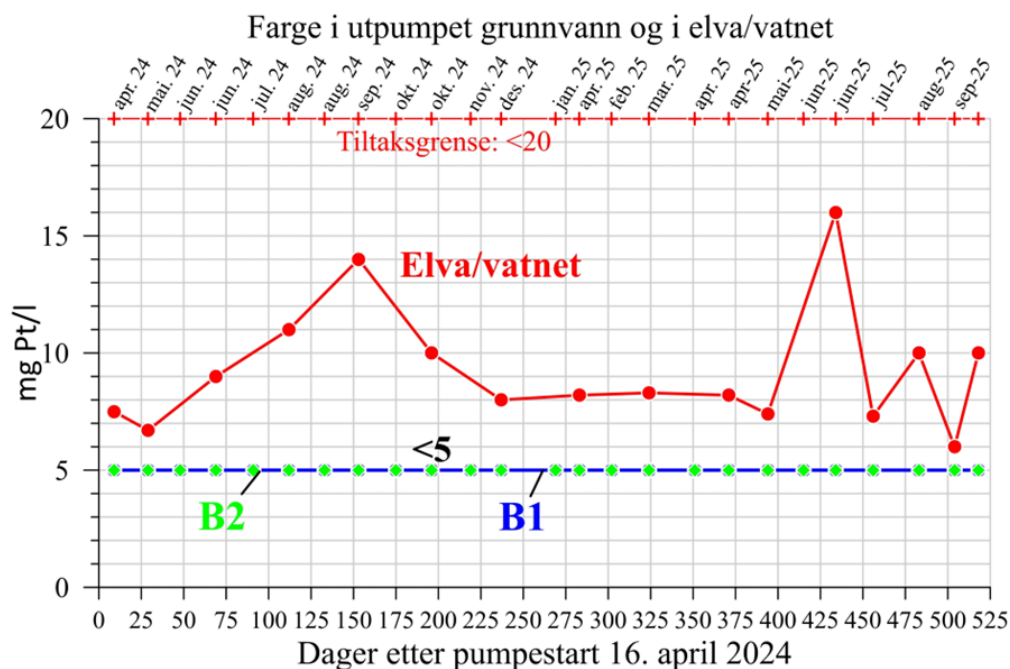


Figur 4-13. Elektrisk ledningsevne (konduktivitet) i prøvepumpingsperioden

Tabell 4-4. Minimum og maksimumsverdier for konduktivitet i grunnvann og overflatevann

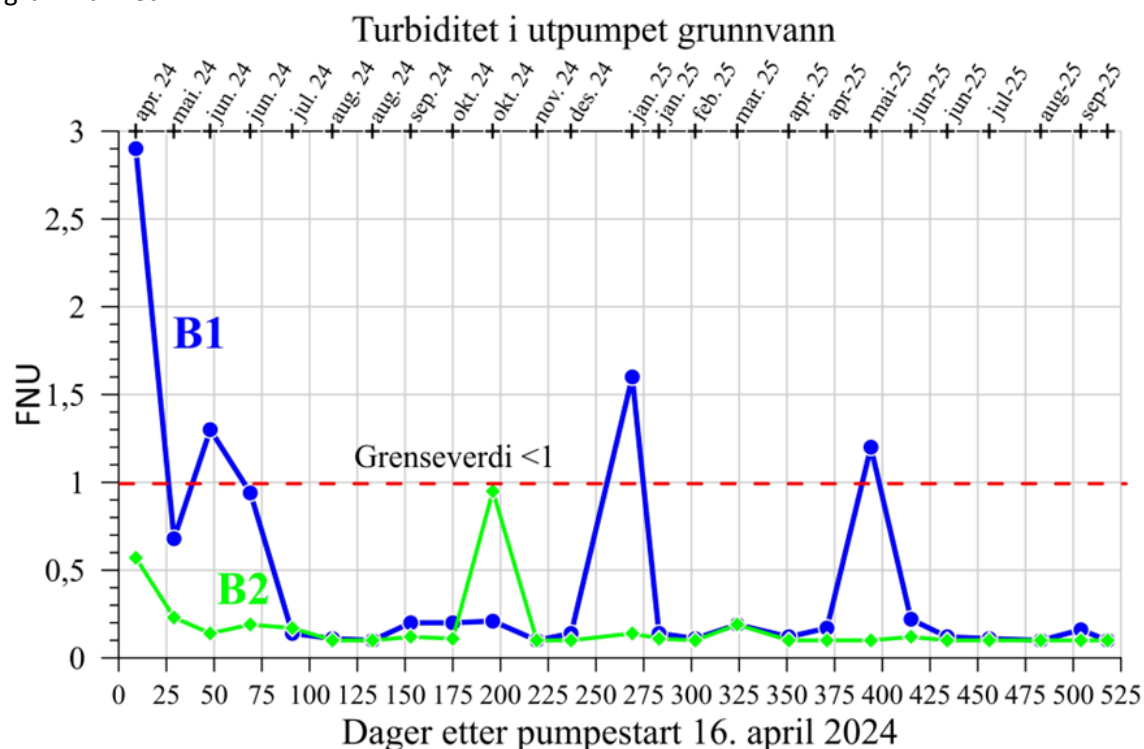
µS/cm	B1-Kond	B2-Kond	Elva-Kond	Vatnet-Kond
Max	44,2	45,9	38,4	22,6
Min	36,1	35,9	21,4	15,1
Diff	8,1	10	17	15,1

I Utpumpet grunnvann er fargetallet <5 i grunnvann fra begge brønner gjennom hele perioden. I elva/vatnet varierer fargetallet mellom 6,7 og 16, med høyest fargetall i september 2024 og juni 2025 (nedbør). Tiltaksgrense i Drikkevannsforskriften er satt til 20 mg Pt/l.



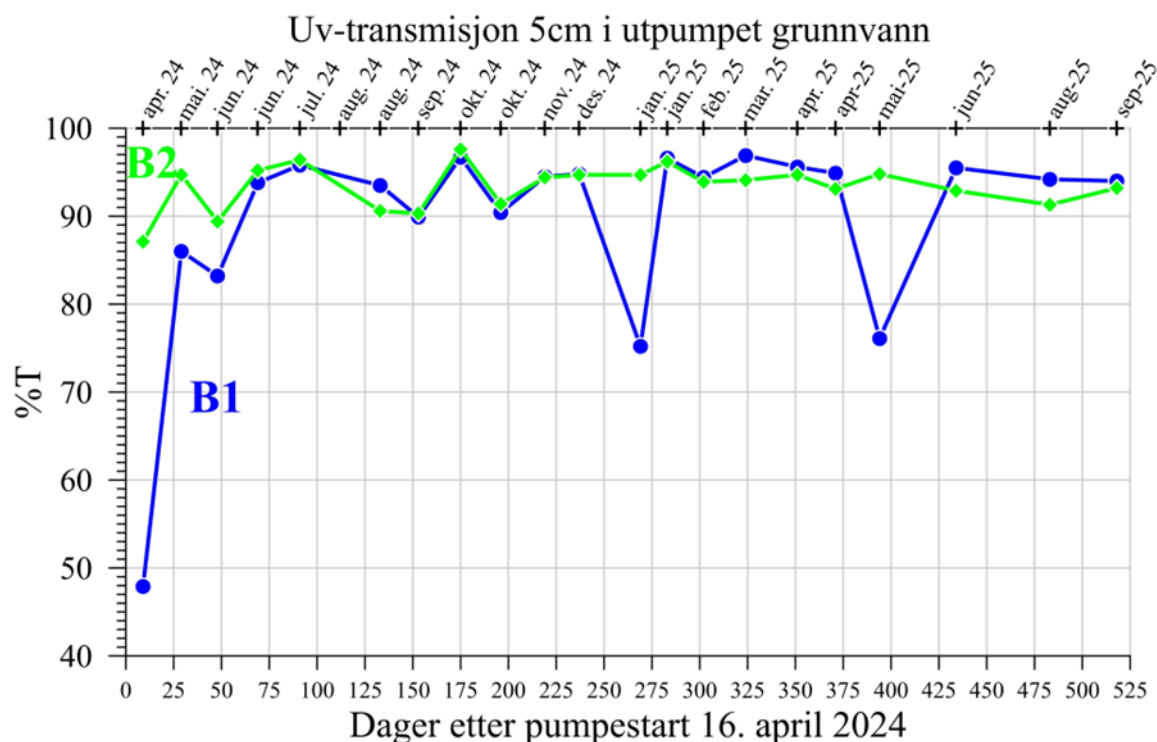
Figur 4-14. Farge i utpumpet grunnvann og i elva/vatnet.

Med unntak for høy turbiditet i vann fra B1 ved pumpestart, er verdier for turbiditet (partikkelinnhold) lave i utpumpet grunnvann. Kun en prøve med turbiditet på 1,6 FNU i prøve fra B1 tatt i januar-25 og en prøve med 1,2 FNU i mai 25 (skyldes to episoder med sand-partikler). Sandpartiklene gir utslag på aluminium og jern. Dette er ikke aluminium og jern som er løst i grunnvannet.



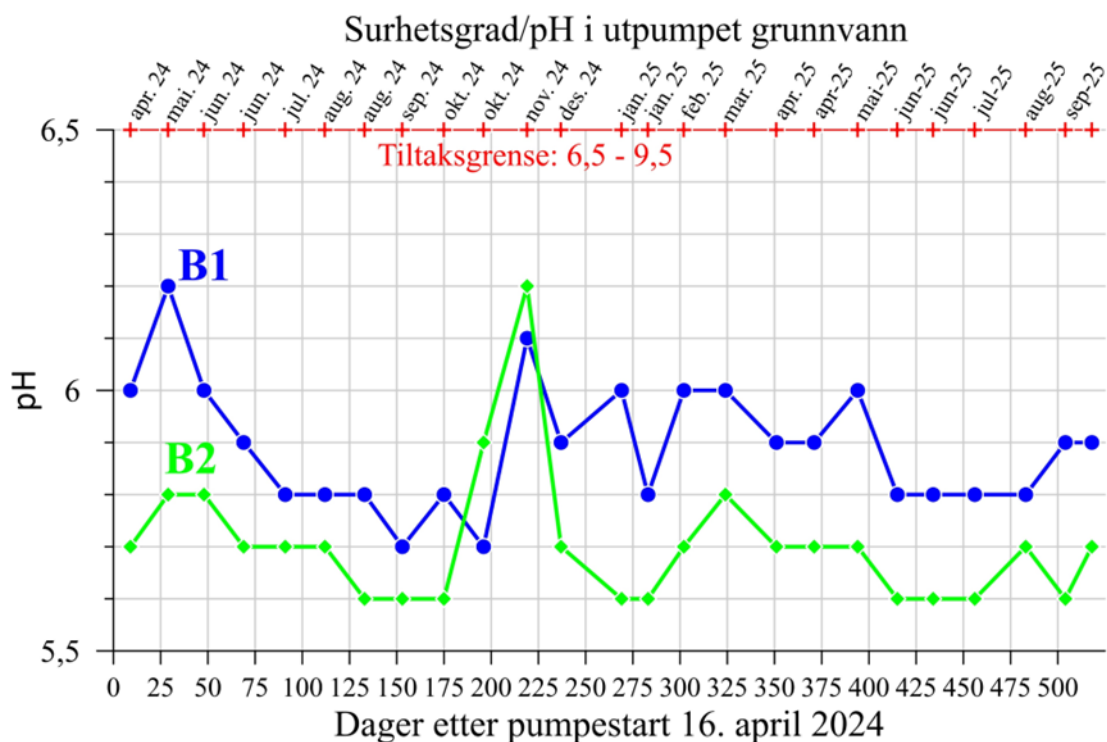
Figur 4-15. Turbiditet i utpumpet grunnvann.

Lavt fargetall og lav turbiditet medfører meget god UV-transmisjon i utpumpet grunnvann. UV-transmisjon på 75,2% og 76,1% i B1 i prøver tatt i januar og mai-25 skyldes episoder med turbiditet på hhv. 1,6 og 1,2 FNU .



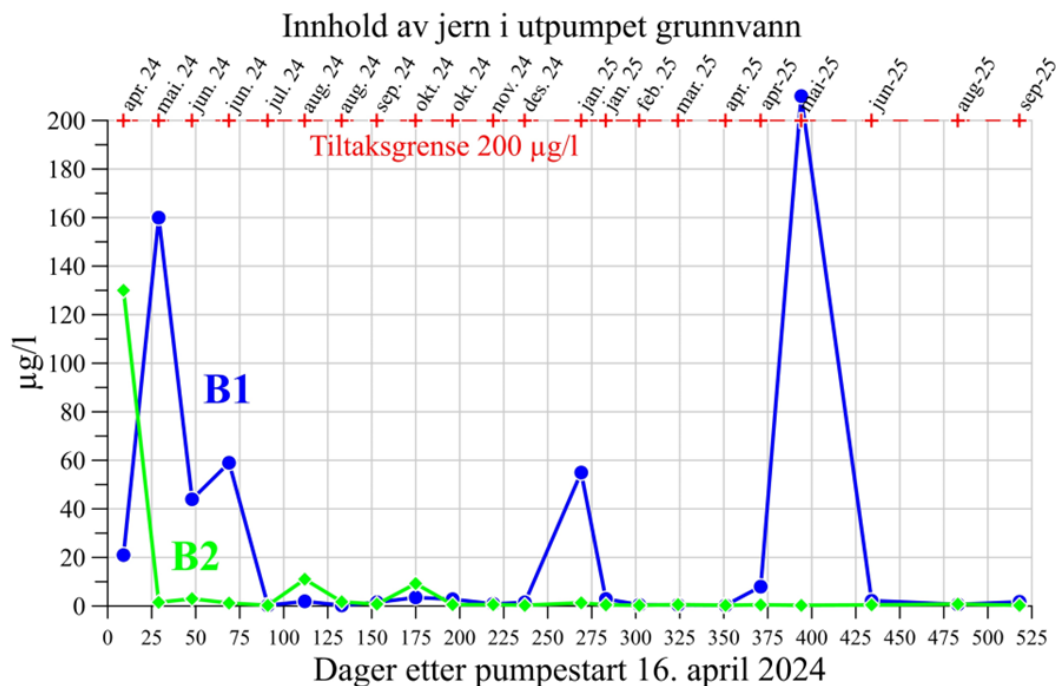
Figur 4-16. UV-transmisjon 5cm i utpumpet grunnvann

Grunnvannet er ionefattig og reagerer surt. I grunnvann fra B1 varierer pH mellom 5,7 og 6,2 og i B2 fra 5,6 og 6,2. Det er målt noe høyere pH i grunnvann fra B1 enn B2. Grunnvannet må pH-justeres.



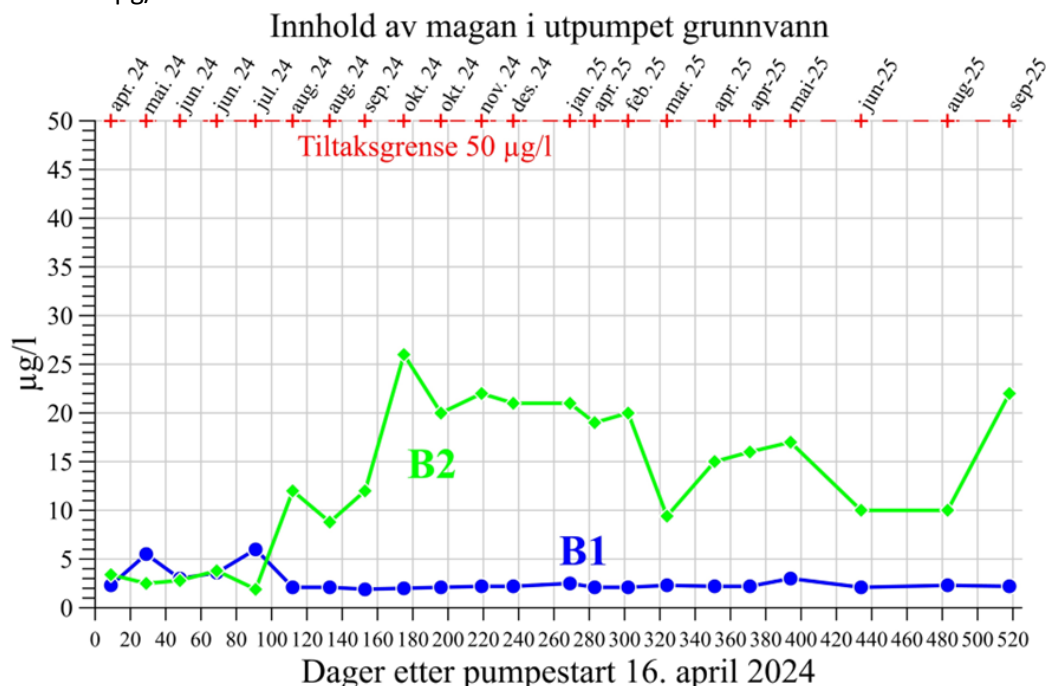
Figur 4-17. Surhetsgrad i utpumpet grunnvann

Innholdet av bruksmessig viktige parametere som jern og mangan er lavt i utpumpet grunnvann. Med et unntak (B1 mai-25) er alle verdier for jern vesentlig under tiltaksgrensen på 200 µg/l. Noe forhøyede jernverdier innledningsvis skyldes høy turbiditet i nye brønner. Dette betyr at jernet foreligger i partikkelform og ikke løst i vannfasen. Dette er også bekreftet ved at analyser på jern og mangan i en lengre periode er utført på både ufiltrerte og prøver som er filtrert i felt. Innhold av 210 µg/l jern i prøve fra B1 tatt i mai-25 skyldes en turbiditet på 1,2 FTU (sandkorn).



Figur 4-18. Innhold v jern i utpumpet grunnvann.

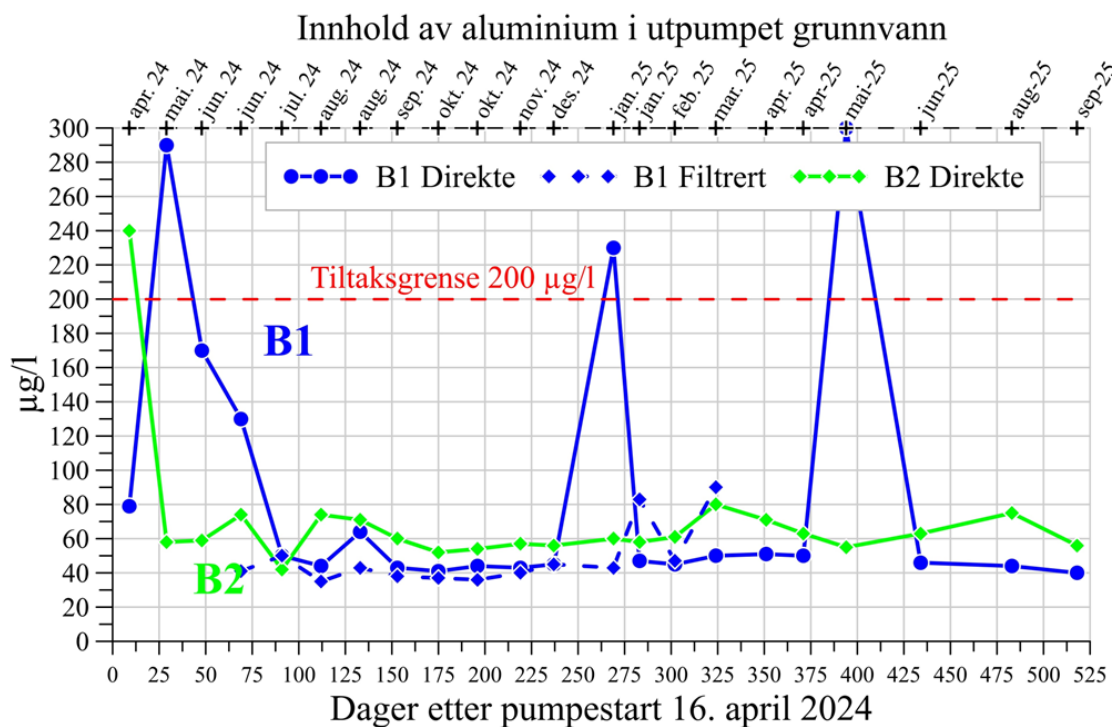
Også grunnvannets innhold av mangan ligger lavere enn tiltaksgrensen i grunnvann fra begge brønner. Man var en stund bekymret for økende manganinnhold i B2, men dette ser ut til å flate ut rundt 20 µg/l.



Figur 4-19. Mangan i utpumpet grunnvann.

I grunnvann fra B1 er B2 det i april-mai-24 påvist innhold av aluminium over tiltaksgrensen på 200 µg/l i ufiltrerte prøver (direkte). Dette skyldes en viss turbiditet i nyetablerte brønner.

I perioden etter mai-24 er innhold av aluminium over tiltaksgrensen kun påvist i prøve tatt fra B1 i januar-25 og mai-25. Dette skyldes en turbiditet på hhv. 1,6 og 1,2 i disse prøvene. I prøve fra B1 tatt i januar-25 viser direkte (ufiltrert) analyse innhold av aluminium på 230 µg/l, mens prøve filtrert i felt viser 43 µg/l. Aluminiuminnholdet på 230 µg/l skyldes partikler (sand) og ikke aluminium løst i vannfasen.



Figur 4-20. Innhold av aluminium i utpumpet grunnvann,

Alle øvrige fysisk kjemiske parametere tilfredsstiller Drikkevannsforskriftens krav til godkjent drikkevann, se Tabell 4-5.

Tabell 4-5. Grunnvannets innhold av øvrige fysisk kjemiske parametere.

		Uke 17	Uke 20	Uke 23	Uke 26	Uke 29	Uke 32	Uke 35	Uke 38	Uke 41	Uke 44	Uke 47	Uke 50	Uke 2-25	Uke 4	Uke 7	Uke 10	Uke 14	Uke 17	Uke 20	Uke 23	Uke 26	Uke 29	Uke 33	Uke 36	Uke 38		
		B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	Grense	
Analyse	Enhet	25.4.24	15.5.24	3.6.24	25.6.24	16.7.24	6.8.24	27.8.24	16.9.24	8.10.24	29.10.24	21.11.24	9.12.24	10.1.25	24.1.25	12.2.25	6.3.25	2.4.25	22.4.25	15.5.25	5.6.25	24.6.25	16.7.25	12.8.25	2.9.25	16.9.25		
Alkalitet	mmol/l	0,017	0,018	0,015	0,018		0,019	0,018			0,019			0,017			0,014											
Fluorid (F)	mg/l	<0,02	<0,050	<0,050	<0,05		<0,05	<0,050			<0,05			<0,05			<0,05										1,5 mg/l	
Klorid (Cl)	mg/l	4,67	6,3	3,9	3,9		14	3,4			3,5			4,2			4,2										250 mg/l	
Sulfat (SO4)	mg/l	1,47	1,45	1,43	1,43		1,61	1,39			1,42			1,46			1,23										250 mg/l	
Ammonium (NH4-N)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5		5,4	<5,0			<5			<5			<5										500 µg/l	
Nitrat (NO3-N)	µg/l	160	150	140	130		260	170			160			180			150										10000 µg/l	
Nitritt (NO2-N)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		<2,0	<2,0			<2,0			<2,0			<2,0										150 µg/l	
Kalium (K) direkte	mg/l	0,27	0,33	0,28	0,28			0,25			0,24			0,25			0,25											
Kalsium (Ca) direkte	mg/l	0,65	0,69	0,64	0,69			0,6			0,55			0,69			0,62											
Magnesium (Mg) direk	mg/l	0,4	0,48	0,36	0,36			0,32			0,33			0,36			0,4											
Natrium (Na) direkte	mg/l	3	3	2,6	2,7		2,7	2,7			2,6			2,7			2,7										200 mg/l	
Oksygen	mg/l			11,3									11,4															
		Uke 17	Uke 20	Uke 23	Uke 26	Uke 29	Uke 32	Uke 35	Uk 38	Uke 41	Uke 44	Uke 47	Uke 50	Uke 2-25	Uke 4	Uke 7	Uke 10	Uke 14	Uke 17	Uke 20	Uke 23	Uke 26	Uke 29	Uke 33	Uke 36	Uke 38		
		B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	Grense	
Analyse	Enhet	25.4.24	15.5.24	3.6.24	25.6.24	16.7.24	6.8.24	27.8.24	16.9.24	8.10.24	29.10.24	21.11.24	9.12.24	10.1.25	24.1.25	12.2.25	6.3.25	2.4.25	22.4.25	15.5.25	5.6.25	24.6.25	16.7.25	12.8.25	2.9.25	16.9.25		
Alkalitet	mmol/l	0,011	0,011	0,015	0,014		0,019	0,026			0,02			0,014			0,014											
Fluorid (F)	mg/l	<0,02	<0,050	<0,050	<0,05		0,054	<0,050			<0,05			<0,05			<0,05										1,5 mg/l	
Klorid (Cl)	mg/l	4,69	4,2	3,7	3,7		3,4	3			3,9			4			4,4										250 mg/l	
Sulfat (SO4)	mg/l	1,49	1,54	1,66	1,53		1,68	1,49			1,55			1,4			1,34										250 mg/l	
Ammonium (NH4-N)	µg/l	<5,0	18	<5,0	<5,0		5,7	<5,0			<5,0			<5,0			<5,0										500 µg/l	
Nitrat (NO3-N)	µg/l	63	67	94	120		130	120			160			180			180										10000 µg/l	
Nitritt (NO2-N)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2		<2,0	<2,0			<2			<2			<2											
Kalium (K) direkte	mg/l	0,24	0,22	0,23	0,23			0,24			0,24	0,24		0,2			0,25											
Kalsium (Ca) direkte	mg/l	0,59	0,56	0,6	0,58			0,59			0,58	0,58		0,59			0,67											
Magnesium (Mg) direk	mg/l	0,4	0,34	0,34	0,32			0,31			0,36			0,36			0,42											
Mangan (Mn) direkte	µg/l	3,4	2,5	2,8	3,8	1,9	12	8,8	12	26	20	22	21	21	19	20	9,4	15	16	17		10			22	50 µg/l		
Natrium (Na) direkte	mg/l	2,9	2,6	2,7	2,6		2,8	2,5			2,7			2,5			2,8										200 mg/l	
Oksygen	mg/l			9,7									10															
		Elva/vatnet	Elva/vatnet		Elva/vatnet		Elva/vatnet		Elva/vatnet		Elva/vatnet		Elva/vatnet		Elva/vatnet		Elva/vatnet		Elva/vatnet	Elva/vatnet		Elva/vatnet	Elva/vatnet		Elva/vatnet	Elva/vatnet	Grense	
Analyse	Enhet	25.4.2024	15.5.2024		24.6.2024		6.8.2024		16.9.2024		29.10.2024		9.12.2024		24.1.2025		6.3.2025		22.4.2025	15.5.25	5.6.25		24.6.25	16.7.25	12.8.25	2.9.25	16.9.25	
pH		5,5	5,5		6,3		5,7		5,6		7		6,2		5,4		5,7		5,6	5,7		5,6	5,9	5,7	6	5,8	6,5-9,5	
Turbiditet	FNU	0,22	0,29		0,22		0,27		0,25		0,21		0,15		0,25		0,24		0,17	0,21		0,23	0,39	0,22	0,23	0,2	1	
Farge (410 nm)	mgPt/l	7,5	6,7		9		11		14		10		8		8,2		8,3		8,2	7,4		16	7,3	10	6	10	20	
Konduktivitet	mS/m	1,88	1,69		1,58		1,21		1,41		13,5		1,81		1,57		2,52		1,65	1,54		1,32	1,4	1,44	1,67	1,69	250 mS/m	

4.2.3. Innhold Fritt CO₂

Beregnet innhold av fritt CO₂ basert alkalitet, pH og temperatur er lavt. Lite CO₂ tilsier at vannglass er ok for pH justering.

Tabell 4-7. Beregnet innhold av fritt CO₂ i grunnvann fra B1 og B2

		Uke 17	Uke 20	Uke 23	Uke 26	Uke 35	Uke 44	Uke 2-25	Uke 10
		B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1
Analyse	Enhhet	25.4.24	15.5.24	3.6.24	25.6.24	27.8.24	29.10.24	10.1.25	6.3.25
Kalsium (Ca) direkte	mg/l	0,65	0,69	0,64	0,69	0,6	0,55	0,69	0,62
Alkalitet	mmol/l	0,017	0,018	0,015	0,018	0,018	0,019	0,017	0,014
pH	pH	6,0	6,2	6,0	5,9	5,8	5,7	6,0	6,0
Temperatur gv		5,7	6,1	7,3	7,7	9	9,2	7,3	6,1
Temperatur lab		20	20	20	20	20	20	20	20
CO2 beregnet med 20°C	mg/l	1,9	1,25	1,7	2,5	3,3	4,4	1,9	1,6

		B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2
Kalsium (Ca) direkte	mg/l	0,59	0,56	0,6	0,58	0,59	0,58	0,59	0,67
Alkalitet	mmol/l	0,011	0,011	0,015	0,014	0,026	0,02	0,014	0,014
pH	pH	5,7	5,8	5,8	5,7	5,6	5,9	5,6	5,8
Temperatur Gv		5,8	6	8	9	11,3	9,5	6,7	4,9
Temperatur lab		20	20	20	20	20	20	20	20
CO2 beregnet med 20°C		2,7	2,1	2,8	3,4	7,6	2,9	4,4	2,6

4.2.4. Utvidet B-pakke inkludert pesticider

Utvidet B-pakke har ikke påvist innhold av stoffer som medfører problemer. Grunnvannets innhold av tungmetaller er meget lavt. Arsen, krom, kvikksølv og nikkel er ikke påvist over deteksjonsgrense.

Tabell 4-8. Metaller og flyktige organiske komponenter

Parameter	Enhhet	B1	B2	Grenseverdi
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	mg/l	0,3	<0,30	
Bromat	mg/l	< 0,0020	< 0,0020	10,0
Cyanid, total	µg/l	< 0,50	< 0,50	50,0
Antimon (Sb) direkte	µg/l	0,02	0,025	5,0
Arsen (As) direkte	µg/l	<0,020	0,024	10,0
Bly (Pb) direkte	µg/l	1,3	1,6	10,0
Bor (B) direkte	µg/l	<2,0	<2,0	1000,0
Kadmium (Cd) direkte	µg/l	0,005	0,007	5,0
Kobber (Cu) direkte	µg/l	1,8	3,2	2000,0
Krom (Cr) direkte	µg/l	<0,050	<0,050	50,0
Kvikksølv (Hg)	µg/l	<0,002	<0,002	1,0
Nikkel (Ni) direkte	µg/l	<0,050	<0,050	20,0
Selen (Se) direkte	µg/l	0,071	0,066	10,0
Flyktige organiske komponenter				
Triklormetan (kloroform)	µg/l	< 0,10	< 0,10	
Benzen	µg/l	< 0,10	< 0,10	1,0
1,2-Dikloreten	µg/l	< 0,10	< 0,10	3,0
1,1,2-Trikloreten (TRI)	µg/l	< 0,10	< 0,10	10,0
Bromdiklormetan	µg/l	< 0,10	< 0,10	
Tetrakloreten (PER)	µg/l	< 0,10	< 0,10	10,0
Dibromklormetan	µg/l	< 0,10	< 0,10	
Tribrommetan	µg/l	< 0,10	< 0,10	
Trihalometaner, totalt		ND	ND	100,0
Sum TRI/PER		ND	ND	

Pesticider er ikke påvist, og innholdet av radon er lavt (20 og 22 i hhv. B1 og B2).

Tabell 4-9. Pesticider og Radon

Pesticider		B1	B2	
1-(3,4-diklorfenyl)-3-metylurea	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
1-(3,4-diklorfenyl)urea	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
4-CPP	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
2,4-D	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
2,4,5-T	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Diklorprop	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
2,6-Diklorbenzamid	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Atrazin	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Atrazin-desetyl	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Atrazin-desisopropyl	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Atrazin-2-hydroksy	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Bentazon	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Bitertanol	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Kloridazon	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Cyanasin	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Dimetoat	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Diuron	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Dimetylaminosulfotoluidid (DMST)	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Etofumesat	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Fenoxaprop	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Fluroxipyr	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Heksazinon	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Imidacloprid	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Iprodione	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Isoproturon	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Klopyralid	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Klorsulfuron	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Kvinmerac	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
MCPA	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Mekoprop	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Metamitron	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Metazaklor	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Metribuzin	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Metribuzin-desamino-diketo	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Metribuzin-diketo	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Metsulfuron-metyl	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Simazin	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Simazine-2-hydroxy	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Azoxystrobin	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Desethylterbuthylazin	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Terbutylazin	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
2-Hydroksy-terbutylazin	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Thifensulfuron metyl	µg/l	<0,01	<0,01	0,1
Sum pesticider		ND	ND	0,5
Radon	Bq/l	20	22	100,0

4.3. Aktuell vannbehandling

Grunnvannets fysisk kjemiske kvalitet er utmerket. Med unntak for lav pH og et par tilfeller med turbiditet tilfredsstiller alle fysisk-kjemiske parametere Drikkevannsforskriftens krav til godkjent drikkevann. Dette er detaljert beskrevet i kapittel 4.2. Man har imidlertid hatt en periode med dårlig mikrobiologisk kvalitet, spesielt i grunnvann fra B2, som står nærmest vatnet (se kapittel 4.2.2). Dette gjelder perioden 16. juli 2024 til 16. september 2024. Dette knyttes til beitedyr (sau), som i perioder har oppholdt seg i brønnområdet (fekal forurensing).

Utpumpet grunnvann er ionefattig og reagerer surt. Vannet må luftes og pH justeres (vannglass benyttes ved eksisterende anlegg). I tillegg trengs UV som hygienisk sikring.

4.4. Vurdering av hygieniske barrierer

Sommer/høst 2024 ble det i B2 påvist E. coli i tre av de månedlige prøvene, høyeste antall var 19 pr 100 ml for både koliforme og E.coli, se kapittel 4.2.2. I en av prøvene ble det også påvist 1 intestinal enterokokk. I B1 ble det påvist 3 E. coli pr 100 ml i én av de månedlige prøvene. Det ble også påvist intestinale enterokokker i en prøve. Prøver tatt 03.06.24 sees bort fra, da sauene hadde vært i nærkontakt med prøvekranen og denne ikke kunne garanteres å være steril.

Det ble derfor i november 2024 utført følgende tiltak:

1. Inngjerding av nedre del av grunnvannsmagasinet, se Figur 4-9. I beskyttelsesplan (klausulering) er det satt forbud mot beitedyr minimum innenfor inngjerdet område.
2. Oppfylling med 1m fine sandmasser rundt B2 med fall vekk fra brønnen, se Figur 2-26. Oppfyllingen går i 0 ca. 15m øst, nord og vest fra B2.

Sommeren 2025 ble det påvist 1 E. coli pr 100 ml i to av de månedlige prøvene, i både B1 og B2. Intestinale enterokokker ble ikke påvist.

Det er sannsynlig at tiltakene i 2024 er sterkt medvirkende til at bakteriefunnene var langt lavere i 2025 enn i 2024, se kapittel 4.2.2. Det kan likevel ikke sies med sikkerhet. En endelig konklusjon bør bygge på prøvetaking gjennom minst tre år.

To hygieniske barrierer

Tradisjonelt har kravet til vannverk vært at det skal være «to hygieniske barrierer» i forsyningslinjen. Den ene barrieren kan være sikring av vannkilden mot forurensning. Den andre, eller begge, kan være forskjellige vannbehandlingsprosesser.

Med et innhold av E. coli på inntil 19 pr 100 ml kan man ikke si at man har en barriere i form av sikring av grunnvannskilden i seg selv. Det må derfor bygges inn to hygieniske barrierer i form av vannbehandling.

Med sporadisk funn av 1 E. coli pr 100 ml, slik det var i 2025, kan man anse at rensing i grunnen og sikringstiltak i tilsigsområdet utgjør én hygienisk barriere, slik at den andre må bygges inn i vannbehandlingen. (Dette vil nesten uten unntak være UV.)

MBA (mikrobiell barriereanalyse)

I dag benyttes ofte Norsk Vanns veiledning i mikrobiell barriereanalyse (MBA) for å bestemme antall hygieniske barrierer. Vi skal ikke her gå inn på å forklare fremgangsmåten, men henviser til Norsk Vanns rapport nr. 209-2016. Konklusjonene er vist under.

Prøveomfanget ved brønnene er ikke omfattende nok til å gjøre en full MBA, men det kan gjøres en vurdering basert på de foreliggende verdiene.

Vi anser det for sannsynlig at brønnene vil bli definert som vannkvalitetsnivå B eller Ca. Det legges til grunn at over 1000 personer er forsynt.

Med vannkvalitetsnivå Ca, blir kravet til fjerning av smittestoff «5,0b + 5,0v + 3,0». (Det betyr at bakterier og virus skal reduseres med 99,999%, parasitter med 99,9%.) Dette kan ikke oppnås med ett enkelt desinfeksjonstrinn (UV eller annet). Normalt bør ikke to prosesstrinn av samme type settes etter hverandre for å få tilstrekkelig fjerning av smittestoff. En slik løsning er sårbar. **I noen tilfeller må det likevel anbefales, fordi alternativene er for omfattende og tungvinte.**

4.5. Løsningsforslag 1 (2 UV-anlegg i serie)

I Masfjorden er situasjonen at det er et UV-anlegg i drift ved det eksisterende grunnvannsanlegget i nordenden av vatnet. Grunnvann fra B1 og B2 i Øvredalen skal overføres dit, og leveres på nett, eventuelt sammen med vann fra eksisterende brønner. Vi vil da foreslå følgende løsning:

- Vann fra B1 og B2 desinfiseres med UV nær brønnområdet, der det ligger til rette for det.
- Vannet fra B1 og B2 i Øvredalen føres sammen med vann fra eksisterende brønner (i den grad de vil være i bruk i framtiden) og føres gjennom eksisterende UV-anlegg. Dette forutsetter imidlertid at dette UV-anlegget har tilstrekkelig kapasitet, ellers må dette utvides.

4.6. Løsningsforslag 2 (1 UV-anlegg ved eksisterende VBA)

Man kan også pumpe råvannet direkte fra B1 og B2 i Øvredalen til eksisterende vannbehandlingsanlegg som omfatter UV (i nordenden av vatnet). Dette forutsetter at eksisterende UV-anlegg har tilstrekkelig kapasitet.

Etter 2027-2028 må det gjøres en ny vurdering av den hygieniske vannkvaliteten i brønnene, og om det kan forsvares å desinfisere bare i ett trinn. For driften av anlegget vil det være en klar fordel å ha vannbehandlingen i ett anlegg i stedet for to.

4.7. Andre alternativer

Det ligger teknisk til rette for å dosere klor til vannet i nytt brønnområde. Kloret vil da få en fin og kontrollert oppholdstid (reaksjonstid) i ledningene ut gjennom Storevatnet. Klor har imidlertid to ulemper sammenliknet med UV:

- Det har minimal virkning på parasitter (Giardia og Cryptosporidium, som ikke er ukjent i forbindelse med husdyr)
- Det kan være vanskelig å dosere nøyaktig og (særlig) å kontrollere dosen.
- Selv om vi prinsipielt mener to «like» behandlingstrinn er uheldig, så gjør utfordringene med klordosering at vi ikke vil anbefale det i dette tilfellet.

4.8. Anbefaling

Vi anbefaler løsningsforslag 1 over, altså at grunnvannet fra B1 og B2 i Øvredalen passerer gjennom to UV-anlegg i serie. Om anleggene står sammen eller på forskjellige steder er ikke avgjørende. I dette tilfellet ligger det til rette for å ha UV-anlegg to forskjellige steder. Det gir en viss grad av uavhengighet mellom de to anleggene, noe som er ønskelig.

Merk: vi har da forutsatt at eksisterende brønner i nordenden av vatnet har slik vannkvalitet at det ikke er behov for ytterligere hygieniske barrierer, med andre ord at ett UV-trinn vil være tilstrekkelig for dem.

4.9. Om UV-anlegg

Ved bruk av to UV-anlegg i serie vil vi påpeke at:

- Det må vurderes i hvilken grad eksisterende brønner skal benyttes i framtiden, og med hvor stort uttak.
- Det må kontrolleres om UV-anlegget i nordenden har kapasitet til å behandle også vannet fra nye brønner B1 og B2 i Øvredalen. Om nødvendig må kapasiteten utvides.
- Det må monteres nytt UV-anlegg ved B1 og B2 i Øvredalen.

Vær oppmerksom på at kravene til de to UV-anleggene kan være forskjellige:

- Det ene anlegget ved eksisterende grunnvannsanlegg i nordenden av vatnet er «hoved-desinfeksjonen». Dette anlegget skal ha en dose på 40 mJ og ett aggregat i reserve til enhver tid.

Det andre anlegget i sørenden av vatnet, B1 og B2 skal være en hygienisk barriere, men det er ikke på samme måte kritisk for rentvannskvaliteten. Man kan derfor vurdere en del forenklinger og lavere grad av driftssikkerhet:

- Det kan dimensjoneres for en dose på 30 mJ, men dette er det kanskje vanskelig å få dokumentert i dagens marked.
- Det kan kunne bygges uten et ekstra UV-aggregat.

Det naturlige i dette tilfellet synes å være at dagens UV-anlegg i nordenden av vatnet oppgraderes til hovedanlegg, mens B1 og B2 utstyres med et noe enklere anlegg. Endelige valg og detaljutforming må gjøres med utgangspunkt i tilstand på dagens brønner og UV-anlegg.

Sluttkommentar:

Man kan velge å avvente å etablere UV på to steder før man er sikker på at dette er den beste løsningen. Vi stoler ikke helt på analyseresultatene fra sommeren 25. Det er litt mistenkelig at man har fått både 1 E.coli og 1 koliform pr. 100 ml i begge brønnene og til samme tid se kapittel 4.2.2. Her kan selve prøvetakingen samt lagringstid og lagringstemperatur fra prøvetaking til analyse påvirke resultatene. Det er mistenkelig med påvisning av e-coli i begge brønner.

Man kan legge større innsats i å oppnå best mulig råvannskvalitet. Det er tydelig at tiltakene med oppfylling og inngjerding har virket. Når brønnene blir utbygd permanent med brønnhus/brønnkum over hver brønn blir sikkerheten enda bedre. Hvis det skal etableres en brønn nr. 3 kan denne om mulig utformes slik at den tar mest mulig vann fra den dypeste delen av magasinet som har best hygienisk kvalitet, eller alternativt lenger unna vatnet. Man kan da styre uttaket slik at man om sommeren belastes brønn 2 minst mulig.

4.10. Oppsummering og konklusjoner etter prøvepumping

Grunnvannsmagasinet i Øvredalen er testet med kontinuerlig utpumping av dimensjonerende vannmengde på 25 l/s i totalt 17 måneder. Uttaket har hele tiden vært fordelt på B1 og B2.

Magasinet er i denne perioden testet både i perioder med lavt grunnvannsnivå (langvarige perioder med lite nedbør) og flomperioder med høyere vannstand.

B1 lengst fra vatnet trekker på grunnvann fra grunnvannstrømmen i grusmassene sør for brønnområdet. En del av dette grunnvannet drenerer ut på elva i oppkommet lenger sør. Man får stor avsenkning i denne brønnen når det har vært lange perioder med lite nedbør. Vannstanden stiger meget raskt igjen når nedbørsituasjonen blir mer normal. Ved å øke uttaket fra B2 greier man 25 l/s også i slike perioder. Det er aktuelt å etablere en tredje brønn for å fordele uttaket på 3 brønner i tørre perioder.

Grunnvannsnivået i brønnområdet styres av vannstanden i Storevatnet. Grunnvannsmagasinet består av et øvre magasin som kan karakteriseres som et som et åpent magasin. At magasinet er åpent innebærer at det er direkte kontakt mellom grunnvannsspeilet og atmosfæren via porene i umettet sone (umettet sone = tørre løsmasser over vannspeilet). Magasinet er et infiltrasjonsmagasin, fordi innmating/lekkasje fra dammen lenger sør er en viktig kilde til nydannelse av grunnvann i magasinet. I tillegg kommer infiltrasjon av overvann fra liden i øst og nedbør på magasinoverflaten.

Grunnvannsmagasinet er så stort i areal og mektighet at magasinet jevner ut variasjoner i vannføring over året. Målingene viser 15-19 meter med sand grus i store deler av området, hvorav anslagsvis 12 meter ligger under grunnvannsspeilet. Løsmasseavsetningen utgjør anslagsvis 150 dekar.

Lekkasje fra dammen i sørøst skjer uavhengig av pumping fra brønnene lenger nord, som trekker på den naturlige grunnvannsstrømmen (**B1**) og i tillegg indusert vann fra Storevatnet (**B2**). Dammen kan karakteriseres som et naturlig infiltrasjonsbasseng. Det er som nevnt med stor sannsynlighet ikke hydraulisk kontakt mellom vannspeil i dammen og grunnvannsspeilet.

Grunnvannets fysisk kjemiske kvalitet er utmerket. Med unntak for lav pH og et par tilfeller med turbiditet tilfredsstiller alle fysisk-kjemiske parametere Drikkevannsforskriftens krav til godkjent drikkevann. Dette er detaljert beskrevet i kapittel 4.2. Grunnvannets temperatur er avdempet og faseforskjøvet i forhold til temperaturen i overflatevannet. Dette viser at det ikke er «kortslutning» med overflatevann, selv om grunnvannsuttaget er relativt stort (12,5 l/s fra B1 og 12,5 l/s fra B2). Faseforskyvningen i tid kan for B1 anslås til >60 døgn og B2 til 20-25 døgn. Oppholdstiden er kortere for B2, fordi denne induserer vann fra Storevatnet.

Utvidet B-pakke har ikke påvist innhold av stoffer som medfører problemer. Grunnvannets innhold av tungmetaller er meget lavt. Arsen, krom, kvikksølv og nikkel er ikke påvist over deteksjonsgrense. Pesticider er ikke påvist, og innholdet av radon er lavt (20 og 22 i hhv. B1 og B2).

Man har hatt en periode med dårlig mikrobiologisk kvalitet, spesielt i grunnvann fra B2, som står nærmest vatnet (se kapittel 4.2.2). Dette gjelder perioden 16. juli 2024 til 16. september 2024. Dette knyttes til beitedyr (sau), som i perioder har oppholdt seg i brønnområdet (fekal forurensing). Utførte tiltak høsten 2024 i form av inngjerding av nedre del av grunnvannsmagasinet og oppfylling med fine sandmasser rundt B2 er sterkt medvirkende til at bakteriefunnene var langt lavere i 2025 enn i 2024, se kapittel 4.2.2. En sikker vurdering av råvannskvaliteten bør bygge på prøvetaking gjennom minst tre år etter at anlegget er satt i drift.



Figur 5-2. Øvredalen og brønnområdet sett fra sørøst (Foto Roald Kvingedal).

5.3. De viktigste risikoreduserende tiltak

De viktigste risikoreduserende tiltak er allerede gjennomført i november 2024, se kapittel 2.7.

- 1) Inngjerding av nedre del av grunnvannsmagasinet. I beskyttelsesplanen (klausulering) vil det bli forbud mot beitedyr minimum innenfor inngjerdet område.
- 2) Oppfylling med 1m fine sandmasser rundt B2 med fall vekk fra brønnen.

Disse tiltakene kombinert med de utarbeidede sonegrenser og aktivitetsregulerende bestemmelser medfører at den viktigste risikofaktoren er under kontroll.

Til tillegg kommer heving av brønntopp i B2, som på grunn av flytting av brønnpunkt under brønnetablering ble etablert 0,44 meter lavere enn estimert 1000-årsflom på kote 12,7.

Brønntoppen må derfor heves til over estimert 1000-årsflom ved at det syrefaste brønnrøret forlenges med 0,5 meter. Det samme gjelder varerør for trykkmåler. Trykkrør fra pumpe trengs ikke å forlenges, se Figur 2-23. Når dette er utført lages en ny «som bygget» tegning.

5.4. Grunnlag for soneinndeling og bestemmelser

1. Grunnundersøkelser og geofysiske undersøkelser som har gitt kunnskap om magasinets sammensetning, mektighet av umettet sone og permeable sedimenter.
2. Data fra fullskala prøvepumping i 525 døgn i 2024 og 2025. Uttak av 25 l/s fordelt på B1 og B2.
3. Grunnvannets strømningsmønster i ubelastet tilstand, og ved uttak av 25 l/s.
4. Hydrauliske beregninger (strømningshastighet, influensområde, nødvendig bredde) og vannbalanseberegninger.
5. Eksisterende arealbruk og eiendomsforhold.

De foreslåtte beskyttelsessonene er utarbeidet med basis i retningslinjer gitt av Folkehelseinstituttet og veiledere fra NGU. Sonegrensene er så langt det er mulig søkt tilpasset eiendomsgrenser, vassdragskanter, veier og lignende slik de fremgår av kart og flybilder.

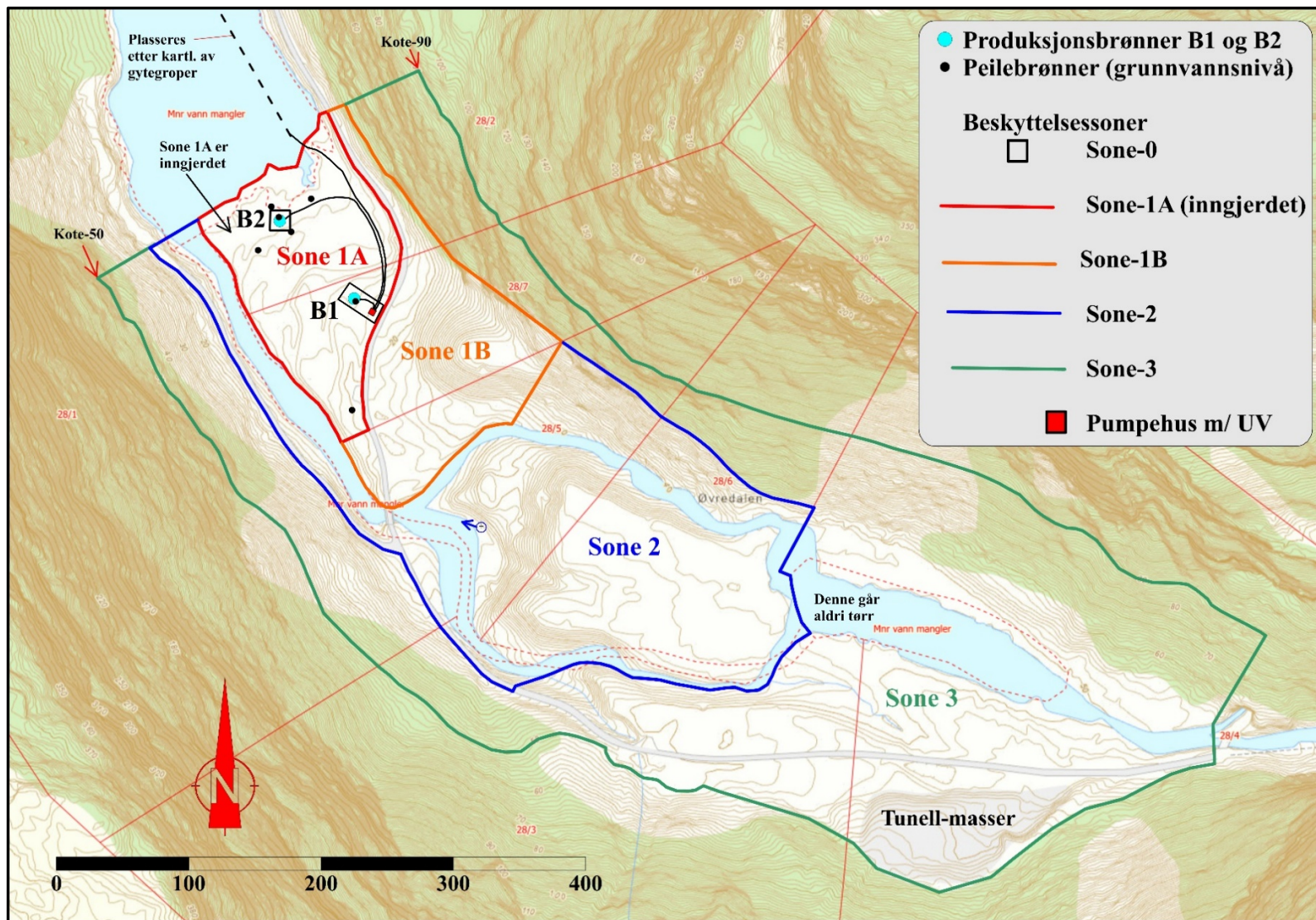
De forskjellige soner er vist på kartet i Figur 5-3 neste side.

Forslaget til aktivitetsregulerende bestemmelser er listet opp sonevis, slik at bestemmelser som gjelder for en sone også gjelder for de innenfor liggende sonene, såfremt de ikke er innskjerpet, se kapittel 5.6.

Beskyttelsesplanen tar utgangspunkt i et kontinuerlig uttak av 25 l/s. Det er benyttet følgende soneinndeling:

- **Sone 0:** Sone rundt hver brønn og bygg, inngjerdes normalt med 1,8-2m høyt gjerde med låsbar port.
- **Sone 1A og 1B:** Det nære tilsigsområdet. Grunnvann ved yttergrensen av sone 1B skal i teorien benytte minimum 60 døgn fram til brønn under full pumpebelastning (25 l/s). Dette er kontrollert med beregnet hastighet på grunnvannsstrøm oppstrøms brønnområdet.
- **Sone 2:** Defineres som det fjerne tilsigsområdet, og omfatter det viktigste infiltrasjonsområdet for grunnvannsmagasinet.
- **Sone 3:** Det ytre verneområdet. Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet (usikre deler av tilsigsområdet og deler av nedbørfeltet som drenerer mot tilsigsområdet).

5.5. Soneinndeling – Masfjorden vassverk - Øvredalen



Figur 5-3. Kart med sone-0, 1, 2 og 3 for grunnvannsbrønner i Øvredalen – Asplan Viak AS 17.10.2025. Vannledning fra B2 til hus og fra hus til vatnet er vist (sort strek)

5.6. Aktivitetsregulerende bestemmelser

Sone 3:

Sone 3 defineres som det ytre verneområdet og omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet (usikre deler av tilsigsområdet og deler av nedbørfeltet som drenerer mot tilsigsområdet. Foreslåtte restriksjoner og arealbruk innenfor denne sonen styres i stor grad av kommunenes arealplaner (kommuneplan og kommunedelplan) og annet lovverk som Forurensningsloven, Vannressursloven og Plan- og bygningsloven. Følgende bestemmelser og restriksjoner er aktuelle i sone 3:

1. Spørsmål om terrenginngrep og aktivitetsendringer som ikke er nevnt spesielt i det etterfølgende skal forelegges drikkevannsmyndighetene og konsekvensvurderes før det blir gitt tillatelse til gjennomføring. Så fremt konsekvensvurdering tilsier risiko skal det utarbeides handlings- og beredskapsplaner for å unngå akutt forurensing.
2. Forbud mot etablering av bedrifter, virksomheter eller anlegg som kan utgjøre en potensiell forurensningstrussel mot grunnvannet. Bestemmelsene omfatter også bedrifter som bruker slike stoffer som råstoff i produksjonen.
3. Forbud mot deponering av husholdningsavfall, kloakkslam og annet organisk avfall (gjelder også mellomlagring av kloakkslam til bruk på dyrket mark).
4. Forbud mot ubeskyttet lagring utendørs av stoffer med utvaskbare kjemikalier. Kunstgjødsel kan lagres ute på pall dersom emballasjen hindrer utvasking.
5. Forbud mot lagring av drivstoff, plantevernmidler eller kjemikalier i større mengder enn det som er eventuelt er nødvendig for ev. landbruksrelatert virksomhet.
6. Forbud mot nedgravde olje- eller kjemikalietanker. Maksimum lagertank for olje og oljeprodukter er 0,2 m³. Lagertanker må stå på tett underlag med kanter støpt høye nok til å samle opp hele tankens innhold.
7. Forbud mot større/felles separate avløpsanlegg.
8. Forbud mot vegsalting. Dispensasjon kan gis i spesielle tilfeller.

Det kan tillates bruk av gjødsel og godkjente sprøytemidler i ev. jordbruksområder i henhold til godkjent gjødselplan. **Vannverkseier må i så fall varsles i forkant.**

Sone 2:

Sone 2 defineres som det fjerne tilsigsområdet, og omfatter det viktigste infiltrasjonsområdet for grunnvannsmagasinet. Innenfor sone 2 anbefales det forbud mot følgende aktiviteter som kan medføre økt forurensningsfare:

9. Forbud mot ny bebyggelse, med ev. unntak av enkle bygninger (uten innlagt vann) tilknyttet skogbruk/landbruk (ved-lager, flyttbare skogsbrakker etc.).
10. Forbud mot infiltrasjon av avløpsvann i grunnen.
11. Forbud mot masseuttak (gjelder også elveleiet).
12. Forbud mot omfattende gravearbeider i elveløp. Eventuelle tiltak for å hindre videre erosjon fra elv bør konsekvensutredes og skal forelegges drikkevannsmyndigheter og vassdragsmyndigheter for endelig godkjenning.
13. Forbud mot bruk av plantevernmidler/sprøytemidler.
14. Forbud mot all lagring av kjemikalier olje og oljeprodukter.
15. Forbud mot leirslagning, camping og oppstilling av bobiler.
16. Forbud mot etablering av andre grunnvannsbrønner enn i tilknytning til vannverket.

Sone 1B:

Sone **1B** og **1A** utgjør det nære tilsigsområdet. Grunnvann ved yttergrensen skal i teorien benytte minimum 60 døgn fram til brønn under full pumpebelastning (25 l/s). Følgende restriksjoner foreslås:

17. Forbud mot ny bebyggelse med unntak for bygg nødvendig for vannverket.
18. Forbud mot lagring fôr (silo, lutet halm, rundballer etc.).
19. Forbud mot bruk av naturgjødsel og kunstgjødsel.
20. Beitedyr (sau) kan tillates.
21. Forbud mot foring av beitedyr/husdyr (Rundball, saltsteiner, kraftfor).
22. Forbud mot oppstilling/parkering av kjøretøy med unntak av for drift av vannverket og drift av ev. landbruksarealer.
23. Forbud mot fylling av drivstoff.

Sone 1A

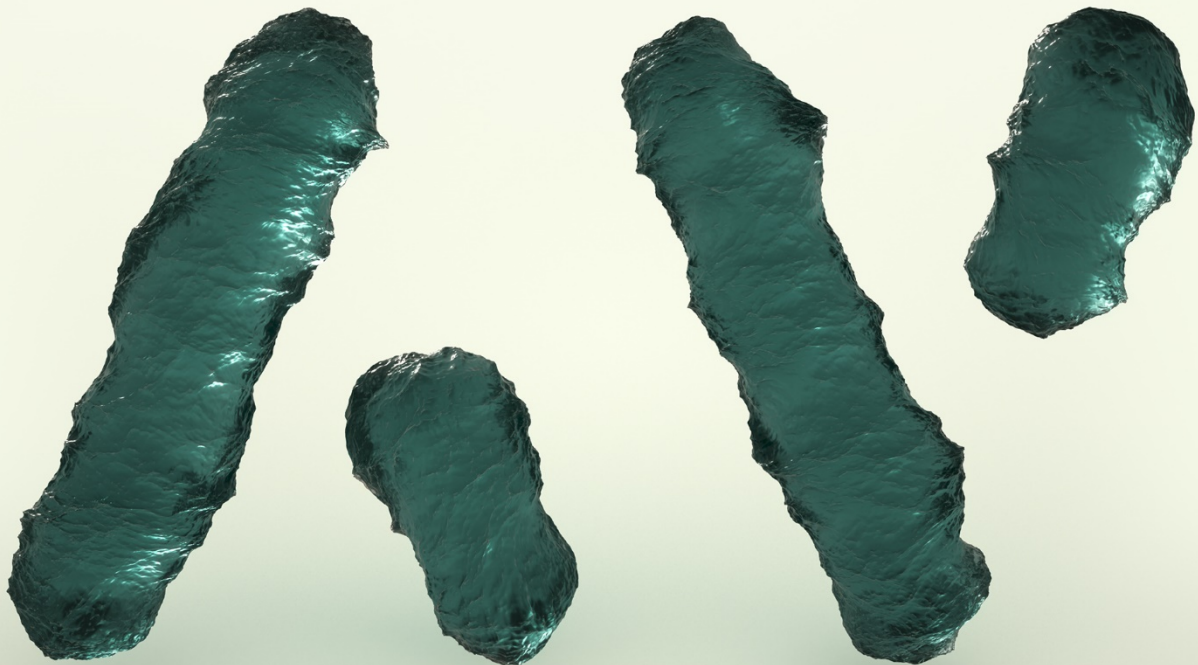
Sone 1 A er den delen av sone 1 hvor brønnene er etablert. Dette delområdet er inngjerdet for å holde beitende sau unna brønnområdet. Prøvepumpingen har vist at fekal forurensing fra sauer nær brønn 2 har gitt bakteriell forurensing i grunnvannet (se kap. 2).

24. Forbud mot beitedyr**Sone 0 (Brønnområder):**

Sonen skal kun benyttes til aktivitet knyttet til driften av vannverket. Området rundt hver brønn og bygg skal derfor inngjerdes. Gjerdet bør ha en høyde på 1,8 - 2m. Adkomst til brønner og bygg må skje via låst port. Brønnene beskyttes i tillegg med overbygning (kum i jordvoll eller brønnhus).

Vedlegg 10. Rapport: «*Flomvurdering av
brønnområde ved Storevatnet, Masfjordnes*»
(01.04.2022)

Flomvurdering av brønnområde ved Storevatnet, Masfjorden



Oppdragsgeber:	Masfjorden kommune
Tittel på rapport:	Flomvurdering av brønnområde ved Storevatnet, Masfjorden
Oppdragsnavn:	Flomvurdering av aktuelt brønnområde ved Storevatnet
Oppdragsnummer:	636265-01
Utarbeidet av:	Hege Merete Kalnes
Oppdragsleder:	Hege Merete Kalnes
Tilgjengelighet:	Åpen

01	1. apr. 2022	Nytt dokument	HMK	MCF
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Sammendrag

Det er gjennomført flomvurdering av et aktuelt brønnområde for drikkevannsforsyning som ligger i sør-enden av Storevatnet i Andvikvassdraget, Masfjorden kommune. Vurderingen er basert på flomsonekartlegging av Andvikelva og Storevatnet, som er utført for en returperiode på 1000 år i fremtidens klima (gjelder for sikkerhetsklasse F3 jf. TEK 17 §7-2).

Nedbørfeltet til Andvikelva har en størrelse på 12.3 km² der elva munner ut i Storevatnet. Vassdraget benyttes til vannkraftproduksjon, men da kraftverket har utslipp oppstrøms kartleggingsområdet og det ikke er noen vann som er regulert/oppdemt, er det valgt å se bort ifra dette i flomberegningene. Flomberegninger er utført ved bruk av flomfrekvensanalyser, hvor det er valgt å benytte en kombinasjon av regional og lokal analyse til endelig estimat (forenklet lokal+RFFA-2018). Dimensjonerende 1000-årsflom, som inkluderer et klimapåslag på 40%, er beregnet til **$Q_{1000+40\%} = 58.9 \text{ m}^3/\text{s}$** . Det lokale tilsiget til Storevatnet, som har et feltareal på 5.2 km², er estimert fra beregnet spesifikk flomvannføring til $Q_{1000+40\%} = 25.1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Det er utført hydrauliske beregninger med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS. Innløpet i modellen er plassert et stykke oppstrøms det aktuelle brønnområdet, mens utløpet er plassert et stykke nedstrøms utløpet til Storevatnet for å kunne modellere avløpet fra innsjøen. Beregningene viser at brønnområdet er delvis utsatt for flom. Flommen holder seg stort sett innenfor elveprofilet, men vannstandsstigningen i Storevatnet er nokså stor (økes med 2.2 meter ift. normalvannstand). Vannhastighetene i elven varierer, men ligger på rundt 4 m/s.

For å ta hensyn til usikkerhet knyttet til kartleggingen, er det anbefalt å legge til en **sikkerhetsmargin for vannstandsstigning på 50 cm**. Med en slik sikkerhetsmargin, vil tre av de fem aktuelle brønnpunktene være flomutsatt. Brønntoppene i disse punktene må evt. heves over terrenget. For de to nordligste brønnpunktene, som er utsatt for vannstandsstigning i Storevatnet, gjelder et flomsikkert nivå (inkl. sikkerhetsmargin) på **12.7 moh**.

Forord

Asplan Viak har vært engasjert av Masfjorden kommune for å utføre flomvurdering av et aktuelt brønnområde for drikkevannsforsyning ved Storevatnet i Andvikvassdraget. Denne rapporten beskriver vurderingens grunnlag, fremgangsmåte og resultater.

Hege Merete Kalnes har vært oppdragsleder i Asplan Viak, og har også utført flomvurderingen og utarbeidet rapporten. Arbeidet og rapporten er kontrollert av Marcos Carvajalino-Fernandez.

Trondheim, 08.04.2022

Hege Merete Kalnes

Oppdragsleder

Marcos Carvajalino-Fernandez

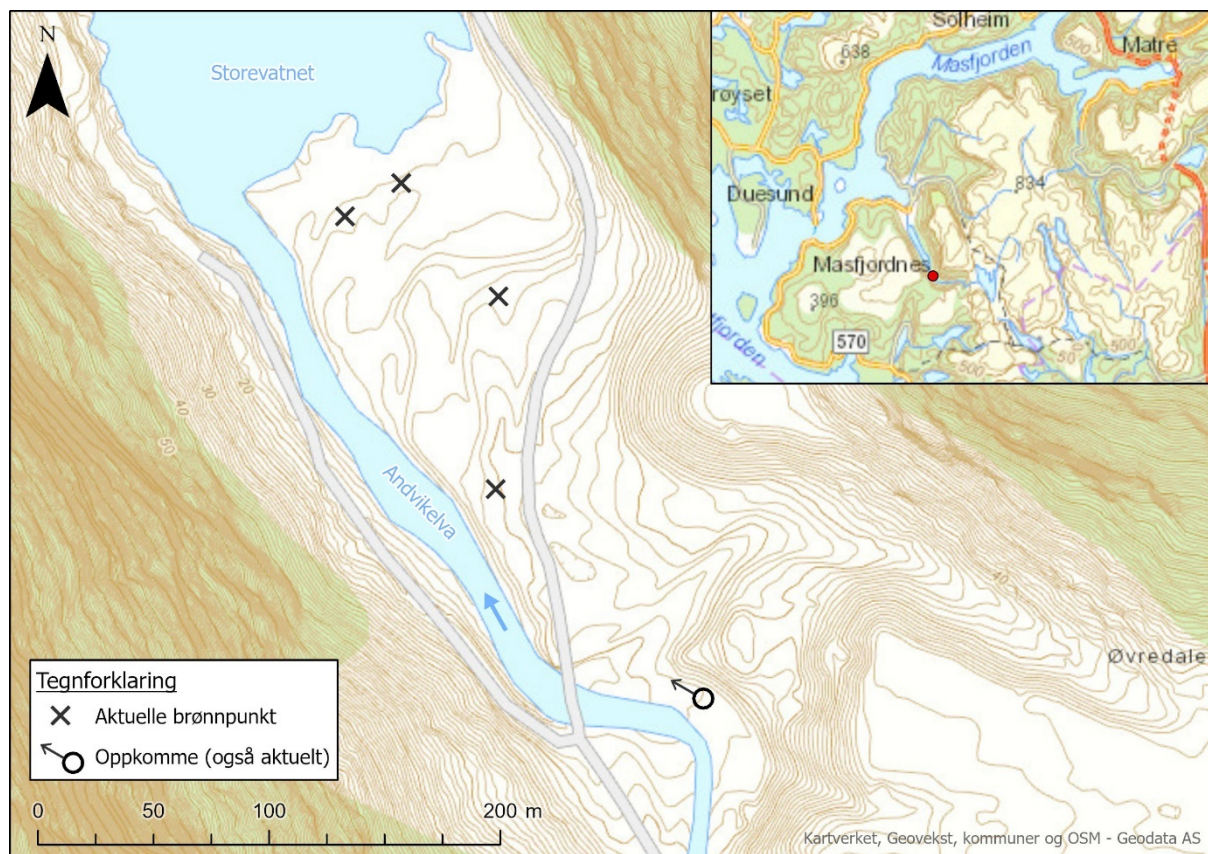
Kvalitetssikrer

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	6
2. Forutsetninger	8
2.1. Generelle forutsetninger	8
2.2. Dimensjonerende gjentakintervall for flom	8
2.3. Beregningsforutsetninger	9
2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart	10
3. Flomberegninger	11
3.1. Beskrivelse av nedbørfelt	11
3.2. Tilgjengelige observerte data	13
3.3. Beregning av 1000-årsflom	15
3.4. Klimapåslag	19
3.5. Oppsummering og endelig estimat	20
3.6. Lokale tilsig	21
4. Hydrauliske beregninger	22
4.1. Programvare og modelltype	22
4.2. Modelloppsett	22
4.3. Resultater fra hydraulisk beregning	26
4.4. Følsomhetsanalyse	28
5. Flomsikkert nivå og flomsonekart	29
5.1. Sikkerhetsmargin	29
5.2. Flomsikkert nivå	30
5.3. Flomsonekart	30
6. Konklusjon og anbefalinger	31
Kilder	32
Vedlegg	33

1. Innledning

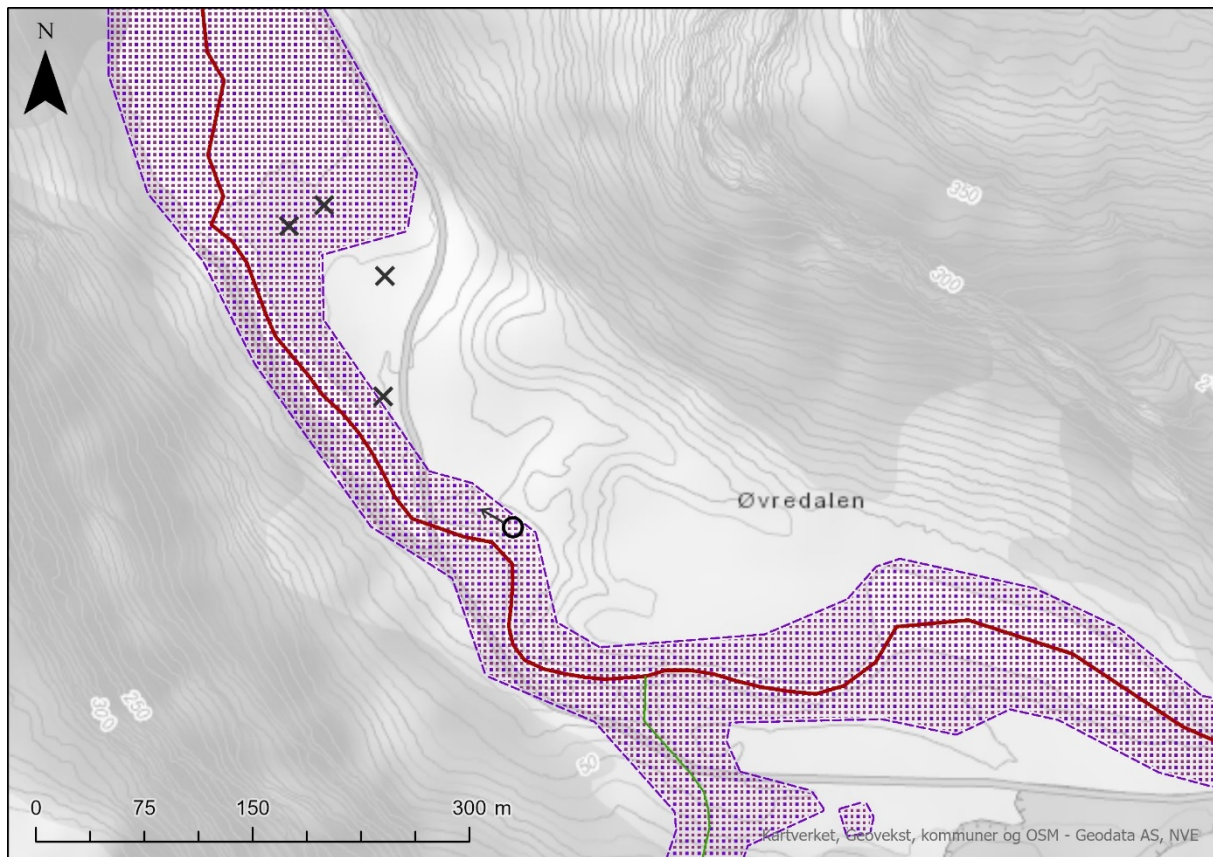
Det planlegges å bore brønner for drikkevannsforsyning i Masfjorden kommune. Et aktuelt brønnområde ligger i sør-enden av Storevatnet i Andvikvassdraget – se Figur 1-1.



Figur 1-1 Oversiktskart som viser lokasjonen til aktuelt brønnområde for drikkevannsforsyning.

De aktuelle brønnpunktene ligger på den østlige siden av Andvikelva, og flere av de er også innenfor NVEs aktsomhetsområde for flom – se Figur 1-2. Også vannstandsøkning i Storevatnet kan utgjøre en flomfare for de to nordligste brønnpunktene.

For å avklare den reelle flomfaren, samt eventuelle behov for flomsikring av brønnene, er det følgelig behov for en detaljert flomsonekartlegging av området.



Figur 1-2 Kartutsnitt som viser NVEs aktsomhetsområde for flom.

2. Forutsetninger

2.1. Generelle forutsetninger

Flomvurderingen utføres for å avklare om de aktuelle brønnpunktene er utsatt for flomfare og eventuelle behov for flomsikringstiltak, basert på flomsonekartlegging av Andvikelva.

Beregninger og analyser er utført for dagens tilstand i vassdraget – eventuelle fremtidige endringer som kan påvirke flomsituasjonen i vassdraget er ikke hensyntatt.

Kartleggingen tar ikke hensyn til eventuell vannstrømning gjennom masser under bakken – analysen ser på grunnen som helt tett. Videre er det forutsatt at elvegeometrien forholder seg konstant – altså er ikke eventuelle endringer som følge av erosjons- eller sedimentasjonsprosesser under flomsituasjonen hensyntatt.

2.2. Dimensjonerende gjentakintervall for flom

Etablering av grunnvannsbrønner for drikkevannsforsyning, faller under sikkerhetsklasse F3 for flom i henhold til TEK17 §7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo* (se Tabell 2-1). Dette er med bakgrunn i at brønnene er en del av en sårbar infrastruktur (vannforsyning), som er viktig i en beredskaps-/nødsituasjon. Brønnene skal følgelig plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med en dimensjonerende returperiode på 1000 år. Videre er det forventet et endret klima i Norge i fremtiden, noe som vil påvirke flomforholdene.

Følgelig er kartleggingen utført for en 1000-årsflom, i fremtidens klima.

Tabell 2-1 Sikkerhetsklasser for flom og stormflo, gitt av TEK17 §7-2.

Sikkerhets-klasse	Type bygninger	Største årlige nominelle sannsynlighet
F1	Byggverk med lite personopphold. Små økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/20
F2	Byggverk beregnet for personopphold. Moderate økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/200
F3	Byggverk for sårbare grupper av befolkningen og byggverk som skal fungere i lokal beredskapssituasjon. Stor samfunnsmessig konsekvens.	1/1000

2.3. Beregningsforutsetninger

2.3.1. Flomberegninger

Flomberegninger er utført for Andvikelva der elven munner ut i Storevatnet, og er utført etter NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022). Det er også gjort en forenklet beregning av det lokale tilsiget til Storevatnet, basert på arealskalering.

I flomberegningene er det benyttet hydrologiske data fra NVEs databaser og karttjenester. Beregningsmetoder er valgt basert på tilgjengelige observerte data, samt egnethet i forhold til feltegenskaper.

Klimaendringer vil endre flomforholdene i Norges vassdrag. For å ta hensyn til dette, er det lagt til et klimapåslag til de beregnede flomvannføringene. Klimapåslaget er valgt basert på anbefalinger fra NVE.

2.3.2. Hydrauliske beregninger

Hydrauliske beregninger er utført med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS versjon 6.1.

Hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata, lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning *Høydedata*. Det foreligger ikke dybde data for Storevatnet. Innsjøen er i terrengmodellen forenklet lagt inn med en høyde tilsvarende normalvannstand.

Innløpet i modellen er plassert et stykke oppstrøms det aktuelle brønnområdet, for å kunne modellere eventuelt flomvann på avveie. Her er antagelse om normalstrømning og et konstruert flomforløp for 1000-årsflom er benyttet som øvre grensebetingelse. Utløpet i modellen er plassert et lite stykke nedstrøms utløpet til Storevatnet, for å kunne modellere avløpet fra innsjøen. Her er antagelse om normalstrømning lagt inn som nedre grensebetingelse. Det er også lagt inn en indre grensebetingelse, som er det beregnede lokale tilsiget til Storevatnet.

Modellen er ikke kalibrert opp mot observert flom, og ruhetsforhold er vurdert fra flyfoto og kartgrunnlag. Uten kalibrering, vil det være usikkerhet knyttet til benyttede ruhetsverdier i modellen. For å tallfeste denne usikkerheten, er det foretatt en følsomhetsanalyse der ruheten i modellen er økt.

2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart

Resultater fra den hydrauliske beregningen er benyttet til å utarbeide et flomsonekart, som viser utbredelsen av en 1000-årsflom inkl. klimapåslag samt beregnede flomnivåer i moh. (gitt som flomkoter). Flomsonekartet er generert ved bruk av GIS, og er utarbeidet i henhold til NVE sin standard.

Det bemerkes at flomsonekartet kun viser modellert situasjon. Det er foretatt en vurdering av usikkerhet knyttet til beregningene (bla. basert på følsomhetsanalysen), til grunnlag for anbefalt sikkerhetsmargin for vannstandsstigning i henhold til NVEs retningslinje *Flaum- og skredfare i arealplanar* (2014). Denne sikkerhetsmarginen legges til beregnet vannstand til etablering av flomsikkert nivå.

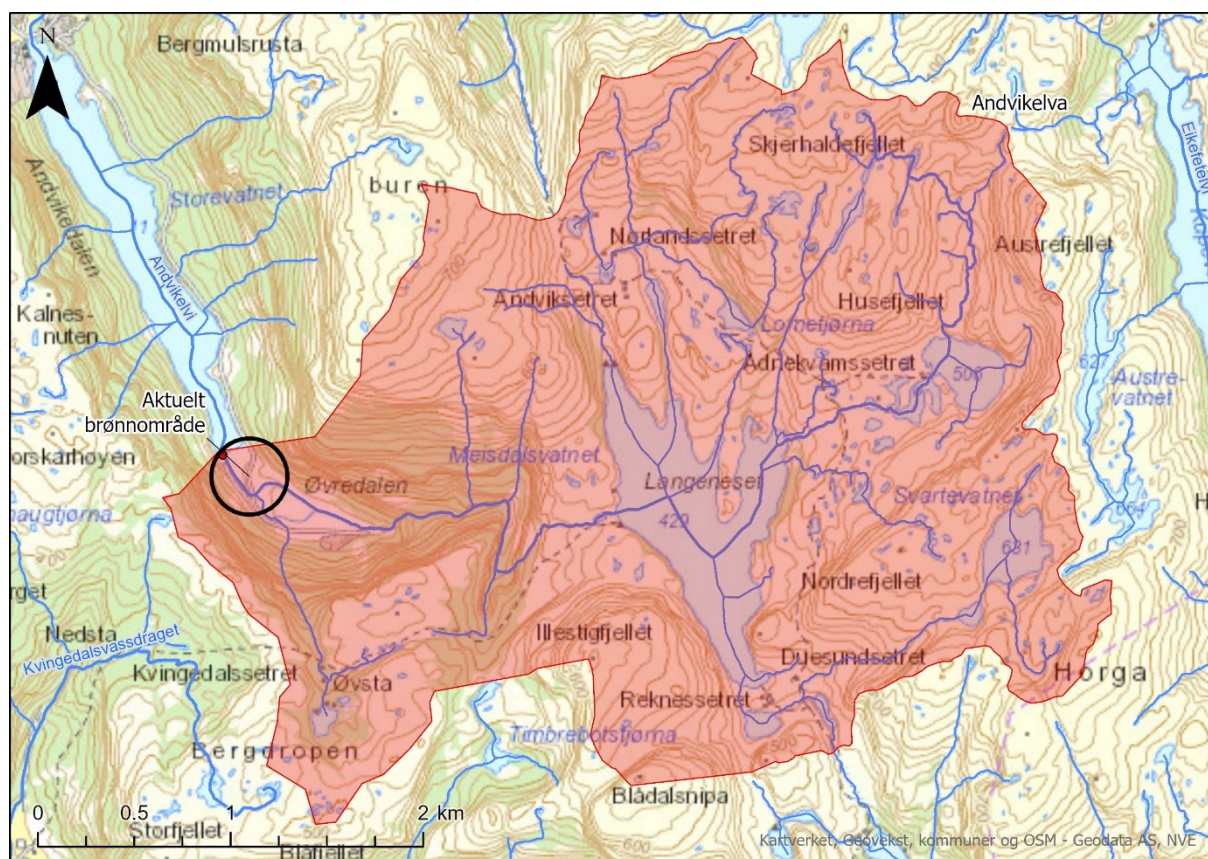
Flomsonekartet er utarbeidet i koordinatsystemet EUREF89 UTM32 og høydesystemet NN2000.

3. Flomberegninger

3.1. Beskrivelse av nedbørfelt

3.1.1. Avgrensning av nedbørfelt

Nedbørfeltet Andvikelva er generert i NVEs karttjeneste NEVINA (rapport er gitt i Vedlegg 1). Kontrollanalyse i overflatemodellen SCALGO Live, viser at NEVINA gir korrekt avgrensning av feltet. Det avgrensede feltet er vist i Figur 3-1.



Figur 3-1 Nedbørfelt til Andvikelva ved elvas utløp i Storevatnet, generert i NEVINA.

3.1.2. Feltegenskaper

Et utvalg av feltparametere generert i NEVINA er gitt i Tabell 3-1. Andvikelva faller under kategorien små felt (<60 km²). Feltet strekker seg høyt over en kort strekning, noe som resulterer i en nokså bratt helning (høyt relieff forhold). De høyereliggende områdene består hovedsakelig av snaufjell, og flere åpne vann, som gradvis går over til skog.

Feltet har egenskaper som indikerer at det kan ha nokså spisse flomtopper; lite feltareal, bratt felt og stor andel snaufjell er egenskaper som indikerer liten selvregulering/rask respons. Feltet har imidlertid en betydelig effektiv sjøprosent, noe som vil bidra til flomdempning.

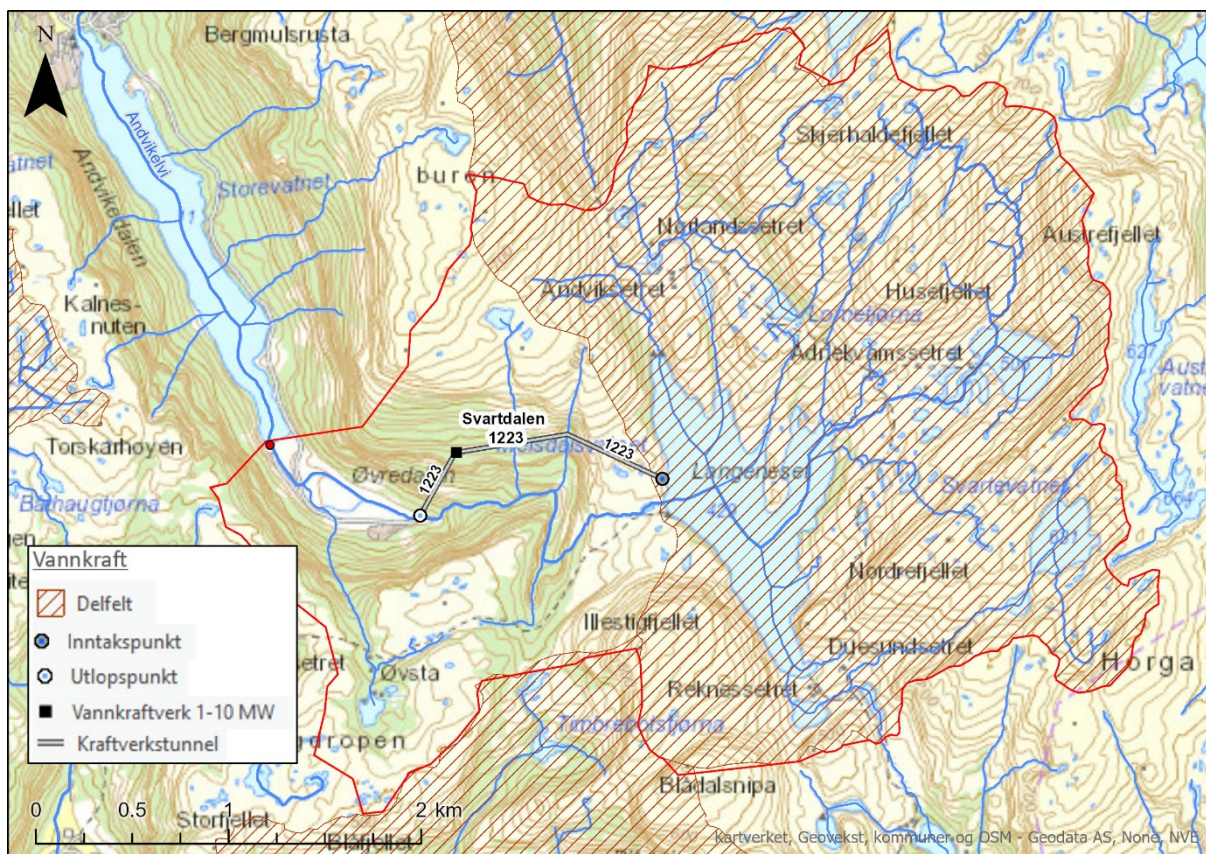
Tabell 3-1 Feltparametere for Andvikelva.

Felt	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Felt- lengde [km]	Høyde [moh]		Relieff forhold [m/km]	Skog [%]	Snau- fjell [%]	q _N * [l/s·km ²]
				H _{min}	H _{maks}				
Andvikelva	12.3	10.3	7.5	11	803	42.6	14.1	73.2	132.6

* Spesifikk middelavrenning i referanseperioden 1961-90 gitt av NVEs avrenningskart.

3.1.3. Reguleringer

Andvikvassdraget benyttes til vannkraftproduksjon – se Figur 3-2.



Figur 3-2 Kart som viser vannkraftproduksjon i Andvikvassdraget.

Basert på informasjon i NVEs databaser, overføres vann fra Meisdalsvatnet gjennom en tunnel til Svartdalen vannkraftverk, som har utslipp i Andvikelva rett oppstrøms det aktuelle

brønnområdet. Svartdalen vannkraftverk har en maks ytelse på 7.5 MW (klassifiseres som et småkraftverk; < 10 MW), og Meidalsvatnet er ikke regulert/oppdemt. Med bakgrunn i dette, og at kraftverket har utløp oppstrøms brønnområdet, er det ikke forventet at kraftproduksjonen vil ha en større innvirkning på flomsituasjonen lengre nedstrøms.

Det er følgelig valgt å se bort ifra vannkraftproduksjonen i flomberegningene for Andvikelva, og behandle feltet som uregulert.

3.2. Tilgjengelige observerte data

Flere metoder benytter observerte data for beregning av flomvannføring. Det er derfor her gitt en beskrivelse av tilgjengelige observerte vannførings- og nedbørsdata.

3.2.1. Tilgjengelige vannføringsdata

Det beste grunnlaget for flomberegninger er vannføringsmålinger over en lang periode fra det aktuelle vassdraget. Dette foreligger ikke for Andvikelva.

Det kan alternativt benyttes vannføringsdata fra nærliggende uregulerte målestasjoner (referansestasjoner), som skaleres til det aktuelle feltet. Dette forutsetter imidlertid at målestasjonen har sammenlignbare feltegenskaper, topografi og klima som det aktuelle feltet, samt en brukbar måleserie med kontrollerte data.

Det er sett på aktuelle målestasjoner i området, ved bruk av karttjenester fra NVE. De fleste er utelukket, da de enten ligger for langt unna det aktuelle vassdraget, har for stort felt, er regulerte og/eller har for kort måleserie. En oversikt over de fem mest aktuelle stasjonene i området er vist i Figur 3-3, og stasjonsdata og feltegenskaper er gitt i Tabell 3-2.

Alle stasjonen ligger nokså langt unna, og avviker noe i feltegenskaper. Det er valgt å vektlegge 55.4 Røykenes mest (50%), på grunn av lang måleserie med kontrollerte data. 80.4 Ullebøelv vektlegges også en del (20%) av samme grunn, samt på grunn av noe mer sammenlignbare feltegenskaper. De andre stasjonene er også tatt med, men med en mindre vektning (10%) på grunn av kortere måleserier.

Enkelte beregningsmetoder benytter normalavrenning (q_N) som en inngangsparameter. Det er derfor gjort en vurdering av avrenningen estimert i NEVINA fra NVEs avrenningskart (referanseperiode 1961-90) og avrenning estimert fra observasjoner i området (ved bruk av programmet E-tabell i NVEs database Hydra II). Denne sammenligningen viser at avrenningskartet stemmer relativt godt overens med observasjoner i området, og at det ikke er noe trend av verken over- eller underestimering. Det er derfor valgt å ikke justere q_N for Andvikelva.



Figur 3-3 Kartutsnitt som viser aktuelle målestasjoner i området, og tilhørende nedbørfelt.

Tabell 3-2 Stasjonsdata og feltparametere for aktuelle målestasjoner (Kilde: NVE Seriekart/Hydra II).

Stasjonsnummer		55.4.0	61.8.0	62.18.0	68.2.0	80.4.0
Stasjonsnavn		Røykenes	Kaldåen	Svartavatn	Havelands- elv	Ullebøelv
Areal	[km ²]	50.1	15.3	72.4	21.0	8.3
Effektiv sjø	[%]	2.24	0.1	0.32	0.84	1.21
Feltlengde	[km]	15.92	6.05	16.45	4.76	5.65
Relieff forhold	[m/km]	21.6	19.3	21.3	70.0	27.7
Bre	[%]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Dyrket mark	[%]	0.5	0.0	0.0	2.6	0.0
Myr	[%]	0.8	0.3	0.0	0.1	0.1
Skog	[%]	52.2	4.0	20.7	20.2	10.0
Sjø	[%]	3.9	2.1	2.8	4.3	3.4
Snaufjell	[%]	31.7	93.4	64.9	50.4	78.9
Urban	[%]	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Uklassifisert	[%]	10.8	0.1	11.6	22.4	7.6
Høyde min	[moh]	53	591	219	1	335
Høyde 50	[moh]	307	884	754	465	661
Høyde maks	[moh]	960	1128	1109	720	886
Avrenning	1961-90 [l/s-km ²]	93.9	107.1	98.3	122.5	94.6
(q _N)	Observert [l/s-km ²]	96.1	98.9	111.3	107.2	92.7
Døgn data	Observasjonsperiode	1934-2020	1988-2021	1988-2021	1965-2021	1968-2020
	Antall år med data	87	33	34	41	52
Kulm. data	Observasjonsperiode	1977-2021	1988-2021	1988-2021	1999-2021	1983-2021
	Antall år med data	44	34	33	23	39

3.2.2. Tilgjengelige nedbørsdata

Nedbørstatistikk for gjentaksintervall større enn 1000 år er ikke offentlig tilgjengelig. Videre viser karttjenesten til Norsk Klimaservicesenter at det er generelt sparsomt med meteorologiske målestasjoner i området som har tilstrekkelig serielengde for nedbør.

Det er følgelig ikke hentet ut nedbørdata for Andvikelva.

3.3. Beregning av 1000-årsflom

For beregning av 1000-årsflom, er det gjort forskjellige typer flomfrekvensanalyser;

- Flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier
 - Lokal flomfrekvensanalyse (FFA)
- Flomfrekvensanalyse på døgnverdier
 - Lokal flomfrekvensanalyse (FFA)
 - Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)
 - Forenklet lokal + RFFA-2018
 - Full lokal + RFFA-2018

I slike analyser estimeres en indeksflom (middel- eller medianflom - Q_M), og vekstkurveforhold som gir forholdet mellom indeksflommen og en flom med et vilkårlig gjentaksintervall T (Q_T/Q_M). Den dimensjonerende flomvannføringen er en kulminasjonsverdi, det vil si vannføringstoppen under en flomhendelse. I flomfrekvensanalyser på kulminasjonsverdier beregnes dette direkte, mens i flomfrekvensanalyser på døgnverdier må estimatene konverteres til kulminasjonsverdier ved bruk av en kulminasjonsfaktor ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$). Videre skiller en flomfrekvensanalyse med hensyn til om de er direkte basert på observerte data (lokale analyser) eller om det benyttes regionale formelverk/regresjonsligninger. Det henvises til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022), samt NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020), for utdypende beskrivelse av metodene.

Med bakgrunn i at det ikke er offentlige tilgjengelige nedbørdata for gjentaksintervall på 1000 år, er det valgt å ikke utføre beregninger med nedbør-avløpsmodeller.

3.3.1. Flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier

Flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier er her kun utført på lokale vannføringsdata fra referansestasjonene beskrevet i kapittel 3.2.1. Regional flomfrekvensanalyse basert på formelverk/regresjonsligninger for kulminasjonsverdier (RFFA-NIFS) er valgt bort, da

gjentaktintervallet for flom er større enn hva som er anbefalt for anvendelsen av metoden (> 200 år) i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022).

Kulminasjonsverdi for middelflom og vekstkurve for 1000-årsflom for referansestasjonene er hentet fra NVEs database FINUT i Hydra II ved bruk av programmet Ekstremverdianalyse. Middelflommen deles på feltarealet til målestasjonene, slik at en får en spesifikk middelflom (q_M) som kan benyttes for det aktuelle feltet. For å finne vekstkurven, anbefaler NVEs veileder å benytte to- eller treparameterfordeling hvis en har henholdsvis mindre eller mer enn 50 år med data. Alle referansestasjonene har mindre enn 50 år med kulminasjonsdata, og følgelig benyttes en toparameterfordeling (Gumbel med L-moment).

Resultatene fra flomfrekvensanalysen på kulminasjonsverdier, og estimerte flomvannføringer i Andvikelva fra disse, er gitt i henholdsvis Tabell 3-3 og Tabell 3-4.

Tabell 3-3 Resultater fra flomfrekvensanalyse på kulminasjonsdata fra referansestasjoner i Hydra II.

Målestasjon	Parameterfordeling	Middelflom (kulm) [l/s·km ²]	Q_{1000}/Q_M [-]	Vekting
55.4.0 Røykenes	Gumbel + L-moment	1333	2.424	50%
80.4.0 Ullebøelv	Gumbel + L-moment	1855	2.476	20%
61.8.0 Kaldåen	Gumbel + L-moment	2059	3.234	10%
62.18.0 Svartavatn	Gumbel + L-moment	1928	2.342	10%
68.2.0 Havelandselv	Gumbel + L-moment	2515	2.232	10%
Vektet snitt:		1688	2.489	-

Tabell 3-4 Beregnet flomvannføring i Andvikelva basert på lokal flomfrekvensanalyse på kulminasjonsdata.

Felt	Middelflom (kulm)		Q_{1000}/Q_M [-]	1000-årsflom (kulm)	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Andvikelva	1688	20.8	2.489	4201	51.68

3.3.2. Flomfrekvensanalyse på døgnerverdier

3.3.2.1 Lokal flomfrekvensanalyse på døgndata

Døgnerverdi for middelflom og vekstkurve for 1000-årsflom for referansestasjonene, er hentet fra NVEs database DAGUT i Hydra II ved bruk av programmet Ekstremverdianalyse.

Det er her benyttet en treparameterfordeling (GEV med L-moment) for å finne vekstkurven for 55.4 Røykenes, da denne stasjonen har mer enn 50 år med døgndata. For 80.4 Ullebøelv er det benyttet gjennomsnittet av vekstkurveforholdet gitt av to- og treparameterfordeling, da denne er i vippepunktet med hensyn til antall år med data. For de øvrige målestasjonene,

som har mindre enn 50 år med døgndata, benyttes topameterfordeling (Gumbel med L-moment).

Resultatene fra flomfrekvensanalysen på døgnerverdier, og estimerte flomvannføringer i Andvikelva fra disse, er gitt i henholdsvis Tabell 3-5 og Tabell 3-6.

Tabell 3-5 Resultater fra flomfrekvensanalyse på døgndata fra referansestasjoner i Hydra II.

Målestasjon	Parameterfordeling	Middelflom (døgn) [l/s·km ²]	Q_{1000}/Q_M [-]	Vekting
55.4.0 Røykenes	GEV + L-moment	1029	3.139	50%
80.4.0 Ullebøelv	Gjennomsnitt	1236	3.479	20%
61.8.0 Kaldåen	Gumbel + L-moment	983	2.561	10%
62.18.0 Svartavatn	Gumbel + L-moment	1125	2.269	10%
68.2.0 Havelandselv	Gumbel + L-moment	1364	3.031	10%
Vektet snitt:		1109	3.052	-

Tabell 3-6 Beregnet flomvannføring i Andvikelva basert på lokal flomfrekvensanalyse på døgndata.

Felt	Middelflom (døgn)		Q_{1000}/Q_M [-]	1000-årsflom (døgn)	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Andvikelva	1109	13.64	3.052	3385	41.64

3.3.2.2 Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)

Det regionale formelverket RFFA-2018 er i utarbeidet for naturlige uregulerte felt, og kan benyttes til flomberegninger i små felt (< 60 km²) for gjentakintervall større enn 200 år. Formelverket består av regresjonsligninger for beregning av median flom Q_M (døgnverdi) og vekstkurveforhold Q_T/Q_M . Det er her benyttet formlene oppgitt i NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020).

Estimerte døgnerverdier og vekstkurveforhold fra RFFA-2018 er gitt i Tabell 3-7.

Tabell 3-7 Beregnet medianflom (døgnverdi) og vekstkurveforhold med RFFA-2018.

Felt	Middelflom (døgn)		Q_{1000}/Q_M [-]	1000-årsflom (døgn)	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Andvikelva	748	9.2	2.590	1938	23.84

3.3.2.3 Forenklet lokal i kombinasjon med regional analyse

Den største usikkerheten knyttet til regionale formelverk ligger i indeksflommen (Q_M), men vekstkurveforholdet (Q_T/Q_M) er ansett som svært robust. En metodikk for å hensynta dette, er å benytte en vektet indeksflom fra regionalt formelverk og lokale data med hensyn til

antall år med data, i kombinasjon med vekstkurveforhold fra regionalt formelverk (RFFA-2018). Den vektete middel-/medianflommen er her beregnet ved bruk av formler gitt i NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020), hvor det er benyttet et representativt antall år med lokale døgndata på $n = 65$.

Resultatet ved bruk av en slik metodikk er gitt i Tabell 3-8.

Tabell 3-8 Beregnet 1000-årsflom (døgnverdi) ved bruk av forenklet lokal i kombinasjon med RFFA-2018.

Felt	Middel-/medianflom (døgn)			Q_{1000}/Q_M fra RFFA-2018 [-]	1000-årsflom (døgn) [m ³ /s]
	Lokal FFA [m ³ /s]	RFFA-2018 [m ³ /s]	Vektet [m ³ /s]		
Andvikelva	13.64	9.20	13.54	2.590	35.07

3.3.2.4 Full lokal i kombinasjon med regional analyse

NVE har utarbeidet en metodikk hvor lokale flomdata sammen med førkunnskapen fra det regionale formelverket RFFA-2018, brukes for estimering av både indeksflom (Q_M) og vekstkurve (Q_T/Q_M). Med en slik metodikk kan lokale data benyttes i stor grad, men eventuell usikkerhet i dataene reduseres ved å benytte erfaringsgrunnlaget til den regionale modellen (RFFA-2018) der egenskaper til nedbørfeltet inngår.

Denne metodikken er kalt for «Full lokal + RFFA», og utføres på lokale døgndata i Flomanalyse-programmet i NVEs Hydra II-system. Resultatene for målestasjonene ved bruk av denne metoden, og estimerte flomvannføringer i Andvikelva fra disse, er gitt i henholdsvis Tabell 3-9 og Tabell 3-10.

Tabell 3-9 Resultater fra full lokal i kombinasjon med RFFA-2018 for referansestasjoner i Hydra II.

Målestasjon	Parameter- fordeling	Medianflom (døgn) [l/s·km ²]	Q_{1000}/Q_M [-]	Vekting
55.4.0 Røykenes	GEV + Bayesiansk	934	2.921	50%
80.4.0 Ullebøelv	GEV + Bayesiansk	1163	3.079	20%
61.8.0 Kaldåen	GEV + Bayesiansk	987	2.766	10%
62.18.0 Svartavatn	GEV + Bayesiansk	1197	2.643	10%
68.2.0 Havelandselv	GEV + Bayesiansk	1321	3.160	10%
Vektet snitt:		1050	2.934	-

Tabell 3-10 Beregnet flomvannføring i Andvikelva basert på full lokal i kombinasjon med regional analyse.

Felt	Medianflom (døgn)		Q_{1000}/Q_M [-]	1000-årsflom (døgn)	
	[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Andvikelva	1050	12.92	2.934	3082	37.91

3.3.2.5 Kulminasjonsfaktor

For å estimere kulminasjonsverdier fra døgnmiddelverdier, benyttes forholdstallet $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ – også kalt kulminasjonsfaktor. Denne faktoren kan estimeres fra regresjonsligninger fra formelverket RFFA-2018, eller estimeres fra observasjoner. Det er her gjort begge deler. Kulminasjonsfaktor fra observasjoner er estimert fra de to største observerte flommene og middelflom ved målestasjon 55.4 Røykenes. Beregnede forholdstall og endelig valgt kulminasjonsfaktor er gitt i Tabell 3-11.

Siden det ikke foreligger observasjoner i det aktuelle vassdraget, er det i utgangspunktet anbefalt å benytte kulminasjonsfaktor beregnet med RFFA-2018. Denne metoden kan imidlertid underestimere kulminasjonen i små felt som Andvikelva og Røykenes. Det er derfor valgt å ta utgangspunkt i en midlere verdi basert på regresjonsligning og observasjoner ($Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 1.2$).

Tabell 3-11 Estimerte kulminasjonsfaktorer basert på observasjoner fra målestasjon 55.4 Røykenes og regionalt formelverk RFFA-2018, samt endelig valgt verdi.

Flomhendelse	Kulminasjon [m ³ /s]	Døgnmiddel [m ³ /s]	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ [-]
Største observerte flom (14.09.2005)	138.68	98.51	1.408
2. største observerte flom (23.12.2017)	102.51	85.37	1.201
Middelflom ($Q_{\text{M kulm}}/Q_{\text{M døgn}}$)	66.79	51.54	1.296
Gjennomsnitt:			1.301
Beregnet med RFFA-2018:			1.122
Valgt kulminasjonsfaktor:			1.200

3.4. Klimapåslag

Klimaendringer vil føre til endrede flomforhold i Norges vassdrag. Det forventes en økning i flomstørrelse i uregulerte vassdrag hvor regnflommer er årets største flom, som følge av økt regnintensitet, spesielt i små felt. Andvikelva har egenskaper som indikerer at det vil reagere relativt raskt på nedbør (se kapittel 3.1.2), og det er derfor forventet at flommer vil bli større i elven som følge av klimaendringer.

I NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022) er det anbefalt å benytte et klimapåslag på minst 20% i alle små (< 60 km²) felt. For felt som er mindre enn 10 km², er det anbefalt å benytte 40% påslag uavhengig av nedbørfeltets andre egenskaper.

Det er valgt å benytte et klimapåslag på 40% for Andvikelva, med bakgrunn i overnevnte anbefalinger.

3.5. Oppsummering og endelig estimat

Beregnete flomverdier ved bruk av flomfrekvensanalyser er gitt i Tabell 3-12. En kan se at estimatene spriker nokså mye, hvorav de som baserer seg på lokale analyser er større enn de som er basert på regionale.

Erfaringstall for spesifikk døgnmiddelverdi ved 1000 års flom ($q_{1000 \text{ døgn}}$) i små felt (< 50 km²) på Sør- og Vestlandet, ligger stort sett mellom 1500-3000 l/s·km². De største verdiene (over 2000 l/s·km²) opptrer som oftest i felt et stykke innenfor kysten på Sørvestlandet og Vestlandet, i felt helt mot kysten er verdiene oftest i underkant av 2000 l/s·km², og de minste verdiene finner en i de østligste områdene (noen ganger under 1500 l/s·km²) (NVE, 2022).

Estimerte døgnmiddelverdier for 1000 års flom i Andvikelva ligger på rundt 2000-3000 l/s·km². I og med feltet ligger i grenseland mellom kysten og høyereliggende indre strøk, reflekterer estimatene erfaringstallene godt. Estimerer gitt av lokale analyser ligger tett opp mot, og over, den øvre erfaringsverdien på 3000 l/s·km². Med bakgrunn i at Andvikelva i tillegg har en nokså stor effektiv sjøprosent, som vil gi demping i feltet, kan det antas at disse er noe overestimert.

Med bakgrunn i at de lokale analysene ikke er utført på flomdata fra det aktuelle feltet, og at de sannsynligvis overestimerer flomvannføringen, er det valgt å se bort ifra disse. Estimat basert på ren regional analyse (RFFA-2018) er imidlertid nokså lavt, og muligens underestimert i Andvikelva som har et nokså lite felt. Det er følgelig valgt å benytte metodikken som er basert på kombinasjonen av forenklet lokal og regional analyse. Dette gir et nokså midlere estimat, som i tillegg er konservativt sammenlignet med erfaringstall.

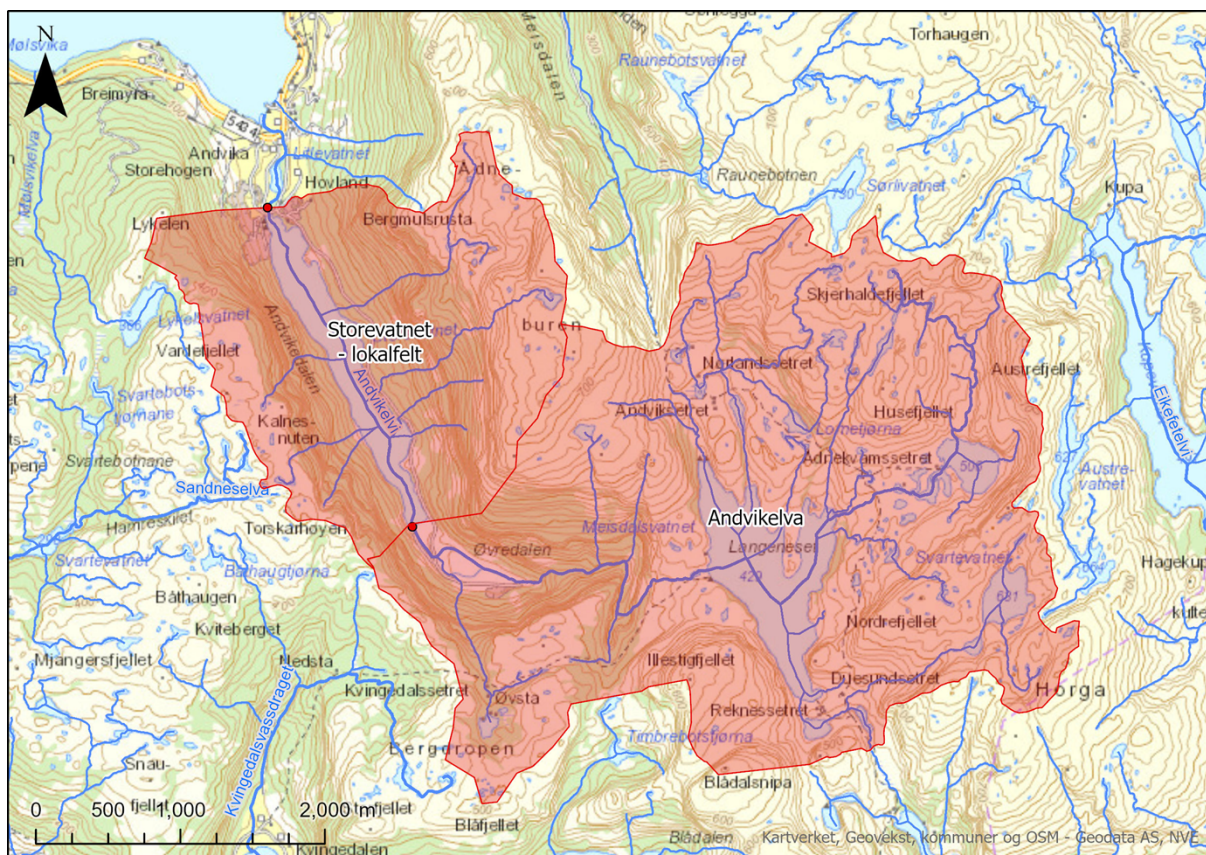
Med et klimapåslag på 40%, gir dette en dimensjonerende 1000-årsflom på **$Q_{1000+40\%} = 58.9 \text{ m}^3/\text{s}$** .

Tabell 3-12 Beregnede flomverdier fra alle metoder, og endelig estimat.

Metode		1000-årsflom				
		Døgnmiddel		$Q_{\text{mom}}/$ $Q_{\text{døgn}}$ [-]	Kulminasjon	
		[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Lokal flomfrekvensanalyse kulminasjonsverdier		-	-	-	4201	51.7
Flomfrekvens-analyse døgnverdier	Lokal analyse (FFA)	3385	41.6	1.200	4062	50.0
	Regional analyse (RFFA-2018)	1938	23.8		2325	28.6
	Forenklet lokal + RFFA-2018	2851	35.1		3421	42.1
	Full lokal + RFFA-2018	3082	37.9		3698	45.5
Endelig estimat:		2851	35.1	1.200	3421	42.1
Inkludert klimapåslag (40%):		3991	49.1		4790	58.9

3.6. Lokale tilsig

For å kunne korrekt modellere avløpsforholdene til Storevatnet, må det lokale tilsiget til innsjøen også hensyntas. Det lokale nedbørfeltet er vist i Figur 3-4.



Figur 3-4 Kart som viser det lokale nedbørfeltet til Storevatnet.

Det lokale tilsiget er her forenklet estimert ved å benytte den spesifikke 1000-årsflommen inkl. klima som er beregnet for Andvikelva - se Tabell 3-13.

Tabell 3-13 Estimert av lokalt tilsig til Storevatnet ved bruk av beregnet spesifikk flomvannføring for Andvikelva.

Felt	$Q_{1000+40\% \text{ klima}}$ [l/s·km ²]	Feltareal [km ²]	$Q_{1000+40\% \text{ klima}}$ [m ³ /s]
Andvikelva	4790	12.3	58.9
Storevatnet - lokalt tilsig		5.2	25.1
Storevatnet - akkumulert tilsig		17.5	84.0

4. Hydrauliske beregninger

4.1. Programvare og modelltype

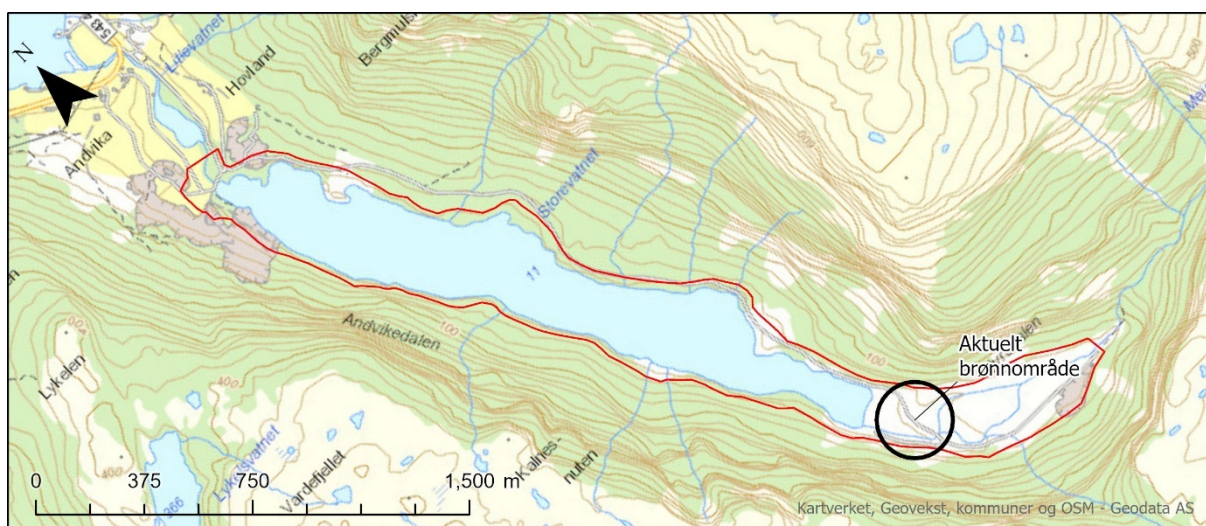
Hydrauliske beregninger er utført med programvaren HEC-RAS versjon 6.1, som er utviklet av United States Army Corps of Engineers. I HEC-RAS kan en utføre endimensjonale stasjonære hydrauliske beregninger, og en- og todimensjonal dynamisk (ikke-stasjonær) modellering. For detaljert informasjon om funksjonaliteter, modelloppbygging og beregningsteori, vises det til brukermanualen til HEC-RAS (HEC, 2021).

Det er valgt å benytte en todimensjonal dynamisk modell. Dette betyr at strømmingen er ikke-stasjonær (varierer over tid), og kan opptre i horisontalplanet. En slik modell vil bedre kunne simulere strømning utenfor elveløpet som går i flere retninger, samt oppstuvende effekter og flomdempning, enn en tradisjonell endimensjonal stasjonær modell.

4.2. Modelloppsett

4.2.1. Analyseområde

Innløpet i modellen er plassert et stykke oppstrøms det aktuelle brønnområdet, for å kunne modellere eventuelt flomvann på avveie og korrekte strømningsforhold ved det aktuelle området. Utløpet i modellen er plassert et lite stykke nedstrøms utløpet til Storevatnet, for å kunne modellere avløpet fra innsjøen.

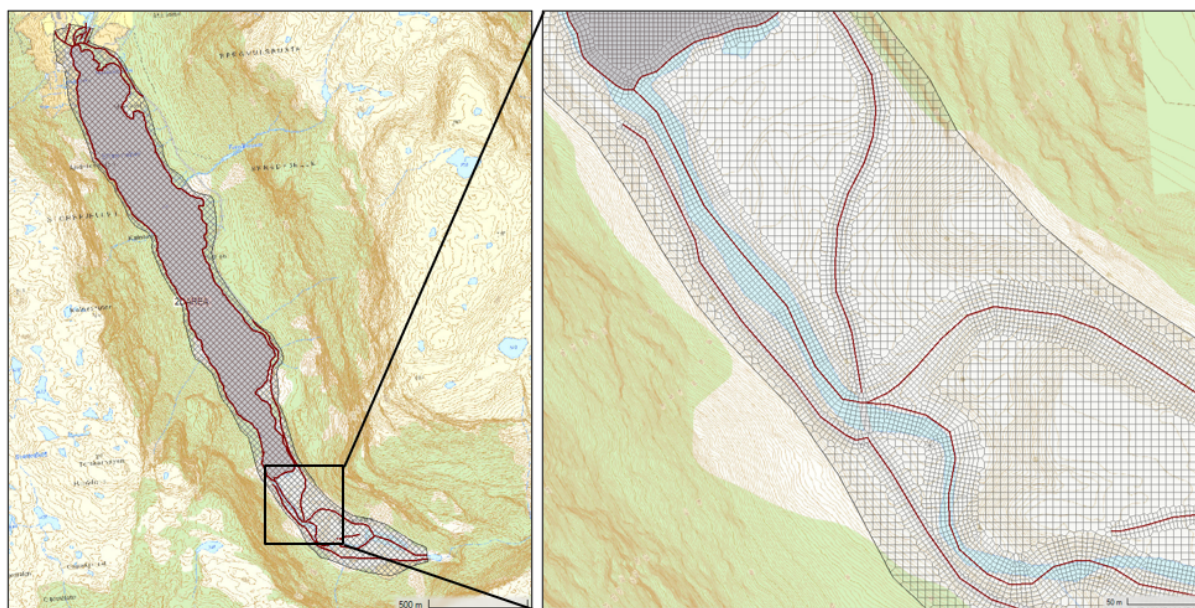


Figur 4-1 Kartutsnitt som viser avgrensning av analyseområdet for hydrauliske beregninger.

Analyseområdet for øvrig er romslig avgrenset, lik at all strømming og vannoppsamling om kan ha en betydning for flomsituasjonen blir inkludert i analysen.

4.2.2. Beregningsnett

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, hvor det for hver enkelt rute gjøres beregninger. Rutenettstørrelsen er satt til 5 meter i sideterreng, 3 meter i og rundt elveløp, og 3 meter langs veier og i åpent vann. Elveløp, veier og innsjøkant er lagt inn som knekklinjer, slik at beregningsrutene blir orientert i riktig retning og strømmingen blir med nøyaktig modellert.



Figur 4-2 Beregningsnett i hydraulisk modell.

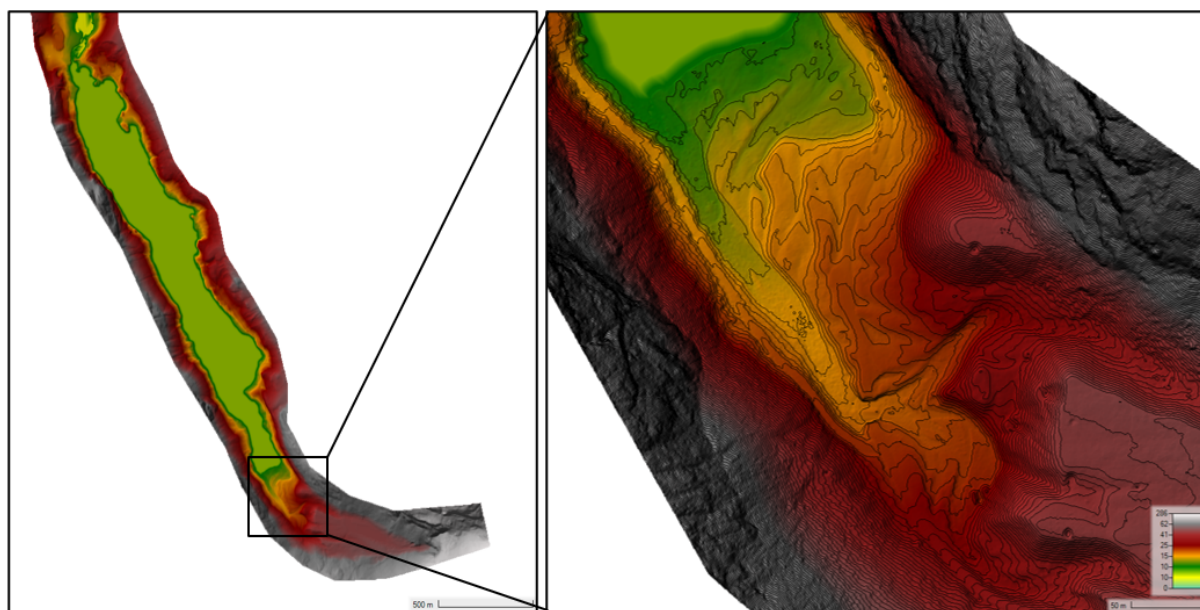
4.2.3. Terrengmodell

Det er satt opp en terrengmodell, som er hovedgrunnlaget for den hydrauliske beregningen – se Figur 4-3.

Terrengmodellen er basert på laserdata med 0.5 meters oppløsning; prosjekt NDH Nordhordland 2pkt 2019 sør i analyseområdet og Masfjorden 2011 i nord. Dataene er hentet fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata.

Laserdata har ikke nøyaktige data for terreng under trær og annen tett vegetasjon, ei heller for elve- og innsjøbunn under større vanddybder. Basert på flyfoto av området, kan en imidlertid se at det er nokså skrent med vegetasjon langs elveløpet, og vannstanden i elven er tilsynelatende normalt såpass lav, at laserdata klarer å fange opp de viktigste

terrengdetaljene. Det er derfor vurdert at det ikke er behov for innmåling av elveløpet. Bunnen av Storevatnet er derimot ikke registrert av laserdataene. Det er ansett som uhensiktsmessig ressurskrevende å foreta en dybdekartlegging av innsjøen i forbindelse med denne flomvurderingen. Vannet er derfor lagt inn med en høyde tilsvarende normalvannstand, som er oppgitt til 10 moh. i NVEs databaser.



Figur 4-3 Terrengmodell som er benyttet i hydrauliske beregninger.

4.2.4. Konstruksjoner i vassdraget

Andvikelva krysser en veg litt sør i analyseområdet, og det er også en bru ved utløpet til Storevatnet i nord. Det foreligger ikke informasjon eller bilder av disse elvekryssningene. Basert på omliggende terreng fra laserdata, er det imidlertid estimert at disse konstruksjonene har en lignende dimensjon som gitt i Tabell 4-1.

Tabell 4-1 Beskrivelse av og dimensjoner for konstruksjoner i vassdraget.

Nr. / navn	Beskrivelse	Høyde [moh]	
		Topp brudekke	Underkant konstruksjon
Bru 1 - Andvikelva	Ukjent utforming	21.0	20.5*
Bru 2 - Utløp Storevatnet		13.0	12.5*

*Antatt det er platebru med en platetykkelse på 0.5 meter.

Med bakgrunn i at det ikke foreligger grunnlagsdata for elvekryssningene, er det valgt å ikke legge disse inn i den hydrauliske modellen. Brukar tilknyttet de er imidlertid delvis hensyntatt i terrengmodellen.

4.2.5. Friksjonsforhold

Vannets hastighet påvirkes av friksjonsforhold, det vil si ruheten til overflaten det strømmer over. Dette varierer etter type underlag og utforming av elveløpet. Ruheten i modellen er gitt som Mannings tall (n), hvor et høyt n -tall betyr høyere ruhet.

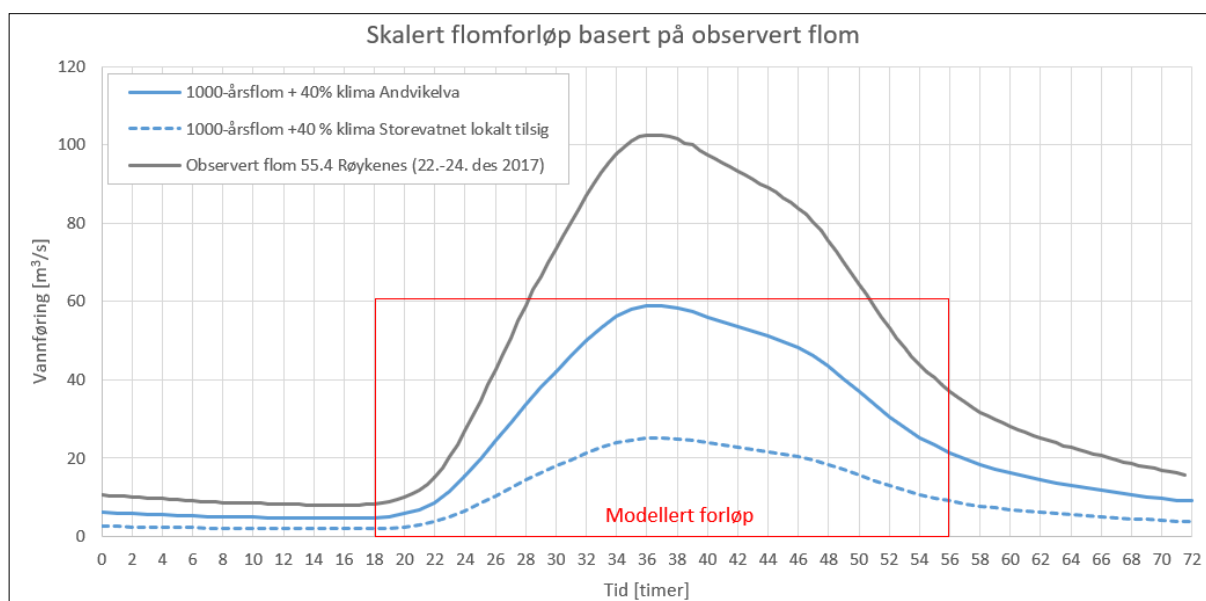
Friksjonsforhold er vurdert ut fra kart og flyfoto. Benyttede ruhetsverdier i modellen er gitt i Tabell 4-2, og er basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010).

Tabell 4-2 Benyttede ruhetsverdier i hydraulisk modell.

Type overflate	Ruhetsverdi	
	n	$M (=1/n)$
Elveløp (noen store stein og kulper, samt meandrering)	0.040	25
Lav vegetasjon / åpen fastmark	0.055	18
Skog- og buskelandskap	0.075	13

4.2.6. Grensebetingelser

Ved innløpet til modellen er antagelse om normalstrømning sammen med et konstruert flomforløp for 1000-årsflom benyttet som øvre grensebetingelse - se Figur 4-4.



Figur 4-4 Skalert flomforløp for 1000-årsflom inkl. 40% klimapåslag, basert på nest største observerte flom ved målestasjon 55.4 Røykenes, som benyttes i hydrauliske beregninger.

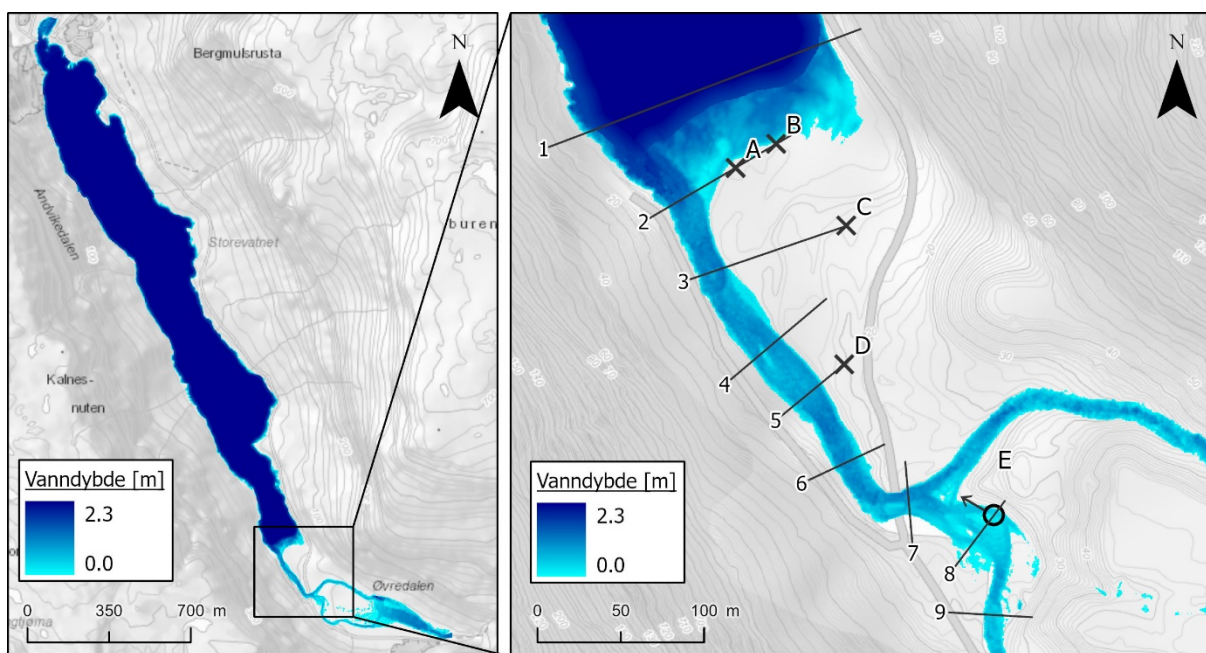
Flomforløpet er skalert fra den nest største observerte flommen ved målestasjon 55.4 Røykenes. Denne flomhendelsen har en kulminasjonsfaktor som er lik det som er vurdert gjeldene for Andvikelva (se kapittel 3.3.2.5). Følgelig vil flomforløpet ha en

kulminasjonsverdi og døgnmiddelverdi som reflekterer endelig estimat av dimensjonerende 1000-årsflom (se kapittel 3.5). Det er valgt å benytte den samme formen på forløpet for det lokale tilsiget til Storevatnet, som er satt inn som en indre grensebetingelse i modellen. Videre er kun forløpet fra time 18 til 56 benyttet i selve simuleringen, da dette er tilstrekkelig for å modellere kulminasjonen og resesjonen av flomhendelsen i hele analyseområdet.

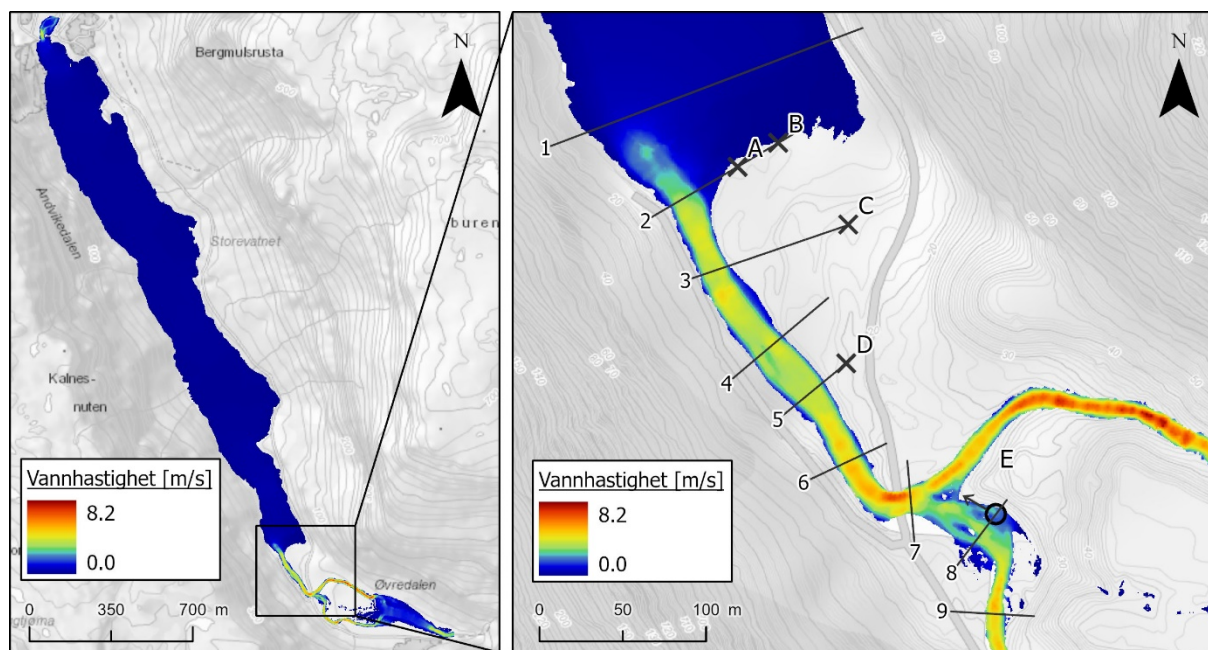
For utløpet i modellen, som er satt et stykke nedstrøms utløpet til Storevatnet, er det benyttet antagelse om normalstrømning som nedre grensebetingelse.

4.3. Resultater fra hydraulisk beregning

Resultater fra den hydrauliske beregningen er vist i Figur 4-5 og Figur 4-6, mens resultater for utvalgte tverrprofiler er gitt i Tabell 4-3 (samt Vedlegg 3). Tverrprofiler med inntegnet vannstand og vannhastighet er gitt i Vedlegg 4.



Figur 4-5 Beregnet utbredelse og vanndybder ved 1000-årsflom inkl. 40% klimapåslag i HEC-RAS.



Figur 4-6 Beregnet strømningshastighet ved 1000-årsflom inkl. 40% klimapåslag i HEC-RAS.

Tabell 4-3 Resultater fra hydraulisk beregning av for utvalgte tverrsnitt.

Profil nr.	1000-årsflom inkl. 40% klimapåslag		
	Vannstand [moh]	Vanndybde (maks) [m]	Hastighet (maks) [m/s]
1 (Storevatnet)	12.22	2.22	0.77
2 (Brønnpunkt A og B)	12.35 / 12.22*	1.40	3.20
3 (Brønnpunkt C)	13.35	1.33	3.92
4	14.84	1.02	4.15
5 (Brønnpunkt D)	15.76	0.91	3.66
6	17.07	1.10	4.72
7	19.56	1.14	5.72
8 (Brønnpunkt E)	21.35	0.65	3.24
9	24.37	0.63	4.65

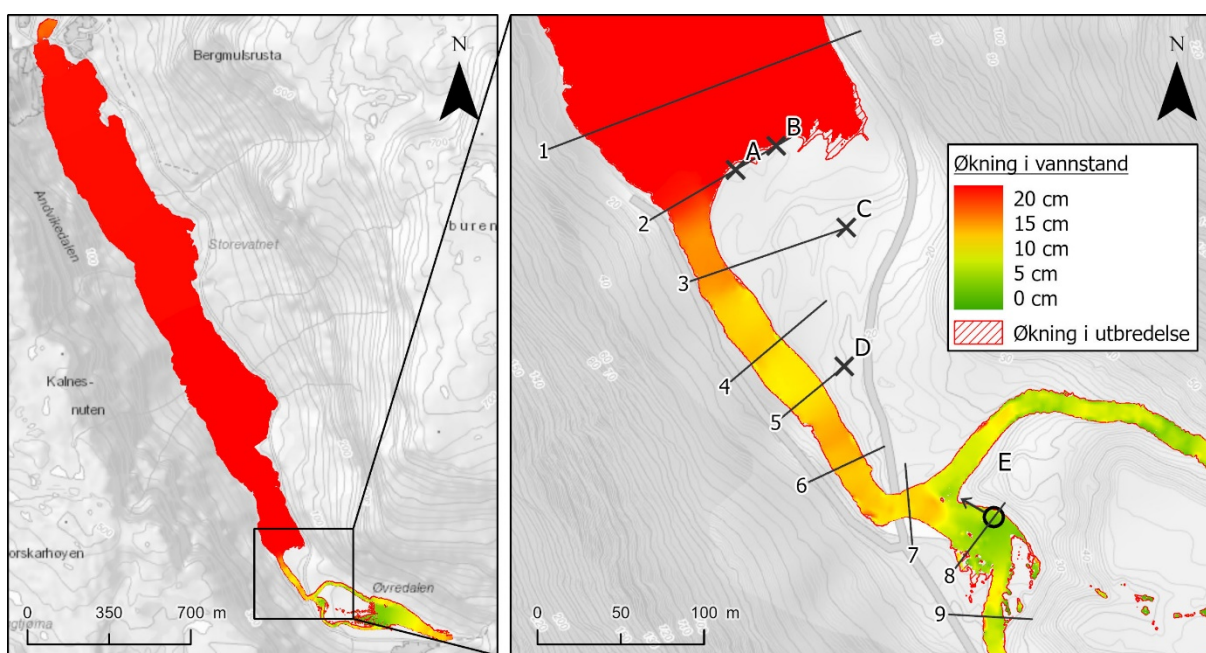
* 12.35 moh. er vannstand i elv, 12.22 moh. er vannstand ved brønner

En kan se at flommen stort sett holder seg innenfor elveprofilen. Rett oppstrøms brønnområdet deler elven seg i to, og går sammen rett etter det sørligste aktuelle brønnpunktet. Vannstandstigningen i Storevatnet er nokså stor; 2.2 meter. Sideterrenget ved innsjøen er imidlertid såpass bratt, at vannet ikke brer seg noe særlig mer utover enn det som skjer ved en normalsituasjon. Vannhastigheten i Andvikelva, før utløpet i Storevatnet, er noe moderat; gjennomsnittlig ligger den på rundt 4 m/s.

De fleste aktuelle brønnpunktene ligger utenfor den modellerte flomsone, unntaket er brønnpunkt E (oppkomme). Brønnpunkt A og B ligger akkurat i utkanten av sonen, mens C og D ligger langt utenfor oversvømmelsesområdet.

4.4. Følsomhetsanalyse

For å kunne kalibrere en modell, må det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring i det aktuelle vassdraget. Dette finnes ikke for Andvikvassdraget. Uten kalibrering, vil det være usikkerhet knyttet til benyttede ruhetsverdier i den hydrauliske modellen. Det er derfor foretatt en følsomhetsanalyse, der ruheten i modellen er økt med 25%, for å gi et tall på usikkerheten. Resultatene fra analysen er vist i Figur 4-7, og gitt for utvalgte tverrprofiler i Tabell 4-4. Økningen i ruhet gir en nokså liten endring i vannstand (maks 20 cm), og en minimal endring i utbredelsen av flommen.



Figur 4-7 Resultater fra følsomhetsanalyse, som vider modellert endring i vannstand som følge av at ruheten i modellen er økt med 25%.

Tabell 4-4 Resultater fra følsomhetsanalyse for utvalgte tverrsnitt.

Profil nr.	Følsomhetsanalyse +25% ruhet	
	Vannstand [moh]	Endring [m]
1 (Storevatnet)	12.41	+0.19
2 (Brønnpunkt A og B)	12.53	+0.18
3 (Brønnpunkt C)	13.50	+0.15
4	14.96	+0.12
5 (Brønnpunkt D)	15.88	+0.12
6	17.19	+0.12
7	19.68	+0.12
8 (Brønnpunkt E)	21.39	+0.04
9	24.44	+0.07
Gjennomsnitt:		+0.12
Maksimal:		+0.19

5. Flomsikkert nivå og flomsonekart

5.1. Sikkerhetsmargin

I flomsonekartlegginger vil det være usikkerhet knyttet til flomverdier, modellparametere og terreng- og konstruksjonsdata. For å ta hensyn til slike usikkerheter, er det anbefalt å legge til en sikkerhetsmargin for vannstandsstigning i planlegging.

Flomberegningene (se kapittel 3) er ikke basert på vannføringsdata fra det aktuelle vassdraget, og vil følgelig være beheftet med en del usikkerhet. Det er også brukt en nokså forenklet tilnærming til beregning av lokalt tilsig til Storevatnet. Endelig estimat av flomvannføring er imidlertid nokså konservativt sammenlignet med erfaringstall for landsdelen. Usikkerheten knyttet til flomberegningene er derfor ansett å være noe redusert.

Usikkerheten knyttet til benyttede modellparametere kan potensielt være høy, med bakgrunn i at den hydrauliske modellen ikke er kalibrert. Følsomhetsanalysen med økt ruhet (se kapittel 4.4) viser imidlertid at modellen er lite følsom (vannstandsending < 20 cm), og at vannstandendingene gir lite utslag i utbredelsen av flomsonen.

Terrengmodellen som er benyttet i de hydrauliske beregningene er basert på laserdata. Laserdata kan ha unøyaktige høyder for terreng under tett vegetasjon, og elve- og innsjøbunn under store vanndybder. Det er imidlertid vurdert at laserdataene er tilstrekkelig for å fange opp de viktigste terrengdetaljene. Det er mulig at detaljerte dybdedata for Storevatnet kan gi noe annerledes flomdempning og avløpsforhold i innsjøen – det er imidlertid ikke forventet at det vil gi svært store utslag.

Bruer er ikke lagt inn i den hydrauliske modellen, og har en ukjent utforming. De hydrauliske resultatene indikerer at den sørligste bruene ligger tilsynelatende høyt over flommen (fribord på ca. 1.3 m), og vil antageligvis ha lite innvirkning på flomsituasjonen. Brudekke på den nordligste bruene, ved utløpet til Storevatnet, kan muligens kan bli dykket (fribord på ca. 0.4 m) – dette kan virke begrensende på avløpsforholdene til innsjøen.

Basert på en helhetlig vurdering, er de største usikkerhetene knyttet til Storevatnet og dens avløpsforhold.

I NVEs retningslinje *Flaum- og skredfare i arealplanar* (2014) er det anbefalt å benytte en sikkerhetsmargin for vannstandsstigning på rundt 30 til 50 cm. På bakgrunn av overnevnte usikkerheter, er det anbefalt at det benyttes en **sikkerhetsmargin på 50 cm** for det aktuelle brønnområdet.

5.2. Flomsikkert nivå

Flomsikkert nivå er gitt av modellert vannstand, pluss anbefalt sikkerhetsmargin for vannstandsstigning på 50 cm.

Flomsikkert nivå for de aktuelle brønnpunktene er gitt i Tabell 5-1. En kan se at terrenget ved de tre brønnpunktene som ligger nærmest elven og innsjøen (A, B og E) er under flomsikkert nivå. Disse punktene er altså utsatt for flom, og brønntoppene må heves over terrenget.

Tabell 5-1 Flomsikkert nivå for aktuelle brønnpunkt.

Brønnpunkt	Høyde terreng* [moh]	Flomsikkert nivå [moh]	Flomutsatt?	Min. heving av brønntopp [cm]
A	12.7	12.7	JA	2
B	12.5	12.7	JA	22
C	16.4	13.9	NEI	-
D	19.5	16.3	NEI	-
E	20.9	21.9	JA	95

* Omtrentlig høyde (gitt av laserdata ved ca. plassering av aktuelt brønnpunkt)

5.3. Flomsonekart

Det er utarbeidet et flomsonekart i GIS, basert på resultatene av de hydrauliske beregningene beskrevet i kapittel 4. Dette er gitt i Vedlegg 5. Det er også utarbeidet digitale flomsoner, i henhold til NVEs standard.

Flomsonekartet viser oversvømt areal ved flom i Andvikelva og Storevatnet, samt koter for beregnet vannstand i moh. Flomkotene har en minimum ekvidistanse på 1 meter.

Det bemerkes at vannstander i flomsonekartet er modellerte verdier, og inkluderer ikke sikkerhetsmargin. I planlegging, burde en legge til en anbefalt sikkerhetsmargin på 50 cm.

6. Konklusjon og anbefalinger

Flomsonekartleggingen av Andvikelva i Masfjorden kommune, viser at aktuelt brønnområde for drikkevannsforsyning i sør-enden av Storevatnet er delvis utsatt for flom. Kartleggingen er utført for en returperiode på 1000 år, i fremtidens klima (inkludert 40% klimapåslag).

Kartleggingen viser at flommen stort sett holder seg innenfor elveprofilen. Vannstandsøkningen i Storevatnet er nokså stor (2.2 m), men på grunn av bratt sideterreng brer ikke innsjøen seg særlig mer utover i forhold til normalsituasjonen. For å ta hensyn til usikkerhet i beregningene er det anbefalt å legge til en sikkerhetsmargin på 50 cm.

De tre aktuelle brønnpunktene A, B og E som ligger nærmest elven og innsjøen (for lokasjon se Figur 4-5 og Figur 4-6) er utsatt for flom. Ved brønnetablering i disse punktene, anbefales det å heve brønntoppen over flomsikkert nivå gitt i Tabell 5-1. Ved etablering av eventuelle permanente brønner vil det også være aktuelt med erosjonssikring. Det vil ikke være behov for noe særlig sikring av punktene A og B (svært lav vannhastighet), men sikring av punkt E kan bli omfattende. Av samme grunn, vil etablering av brønner i punkt A og B ha liten/ingen innvirkning på flomsituasjonen i vassdraget, mens i punkt E kan en få endringer i strømningsforholdene lokalt ved brønnen. De to brønnpunktene C og D ligger utenfor flomsone, og langt over flomsikkert nivå, og det vil ikke være behov for flomsikring av disse punktene.

Kilder

- **Engeland, K., Glad, P., Hamududu, B.H., Li, H., Reitan, T. og Stenius, S.M.** (2020) Lokal og regional flomfrekvensanalyse. NVE rapport 10/2020.
- **Direktoratet for byggkvalitet** (2017). Byggteknisk forskrift. TEK17.
- **Fergus, T., Hoseth K.A., Sæterbø, E.** (2010). Vassdragshåndboka. Tapir akademisk forlag.
- **HEC** (2021). HEC-RAS River Analysis System. User's Manual. Version 6.0.
- **NVE** (2020). Veileder for flomberegninger. NVE veileder 1/2022.
- **NVE** (2014). Flaum- og skredfare i arealplanar. Revidert 22. mai 2014. NVE retningslinje 2/2011.

Databaser og verktøy:

- **Hydra II** (februar, 2022). NVE. Database for hydrologiske og meteorologiske data
- **Høydedata** (februar, 2022). Kartverket. Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- **NVE karttjenester** (februar, 2022). NVE. Hentet fra <https://kartkatalog.nve.no/#kart>

Vedlegg

Vedlegg 1 NEVINA-rapport

Vedlegg 2 Oversiktskart

Vedlegg 3 Resultater hydraulisk beregning

Vedlegg 4 Elveprofiler

Vedlegg 5 Flomsonekart



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 21294 W
6777692 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil.
Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 067.1C
Kommune.: Masfjorden
Fylke.: Vestland
Vassdrag.: Andvikelvi

Feltparametere

Areal (A)	12.3	km ²
Effektiv sjø (A _{SE})	10.29	%
Elvleengde (E _L)	7.5	km
Elvegradient (E _G)	95.1	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ (E _{G,1085})	91.5	m/km
Helning	18.9	°
Dreneringstetthet (D _T)	3.0	km ⁻¹
Feltlengde (F _L)	4.7	km

Arealklasse

Bre (A _{BRE})	0	%
Dyrket mark (A _{JORD})	0	%
Myr (A _{MYR})	0.1	%
Leire (A _{LEIRE})	0	%
Skog (A _{SKOG})	14.1	%
Sjø (A _{SJO})	10.2	%
Snau fjell (A _{SF})	73.2	%
Urban (A _U)	0	%
Uklassifisert areal (A _{REST})	2.3	%

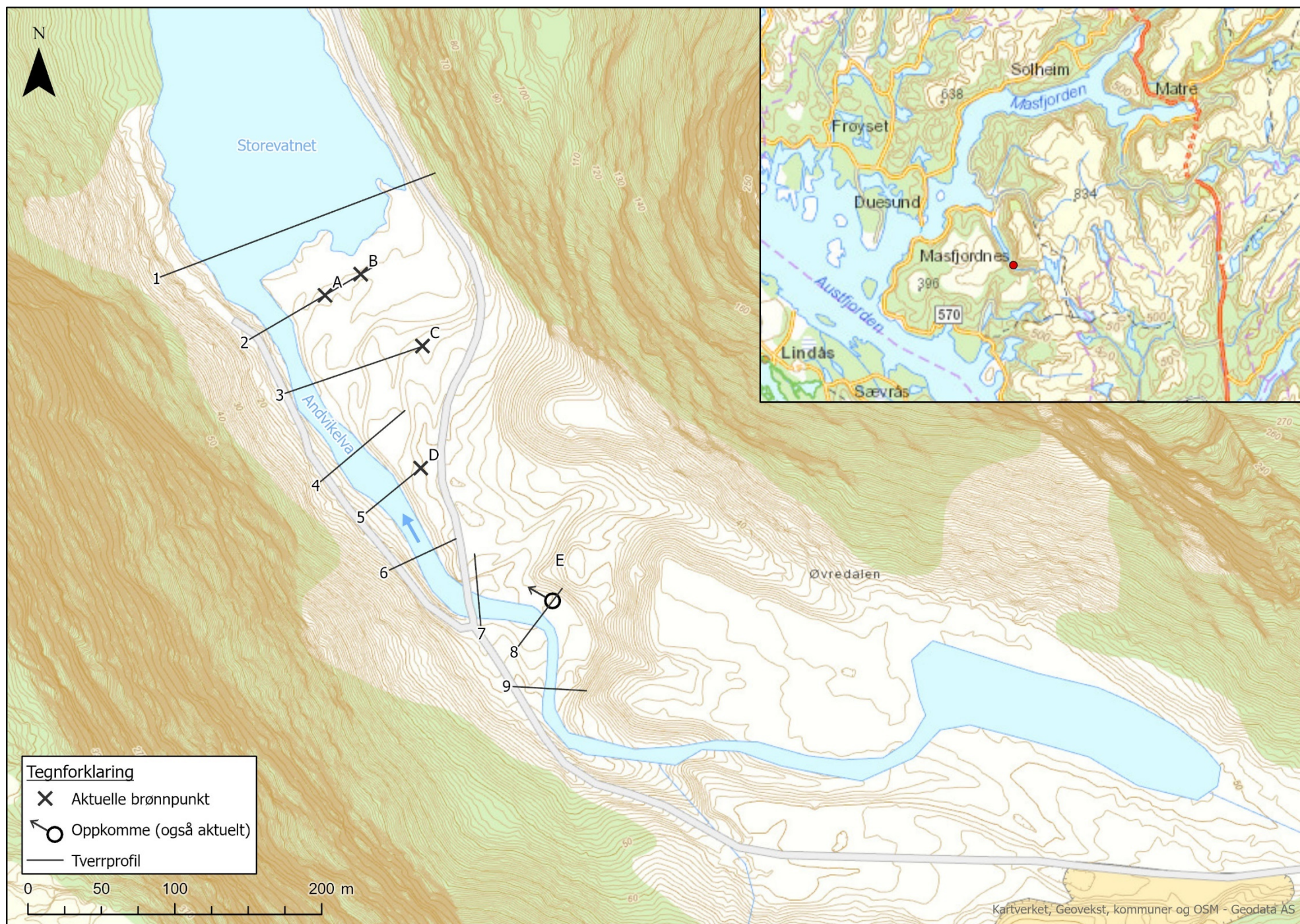
Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	11	m
Høyde ₁₀	372	m
Høyde ₂₀	429	m
Høyde ₃₀	455	m
Høyde ₄₀	493	m
Høyde ₅₀	521	m
Høyde ₆₀	575	m
Høyde ₇₀	626	m
Høyde ₈₀	658	m
Høyde ₉₀	688	m
Høyde _{MAX}	803	m

Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q _N)	132.6	l/s*km ²
Sommernedbør	986	mm
Vinternedbør	1842	mm
Årstemperatur	4.5	°C
Sommertemperatur	8.6	°C
Vintertemperatur	1.6	°C

Vedlegg 2 - Oversiktskart



Vedlegg 3 – Resultater hydraulisk beregning

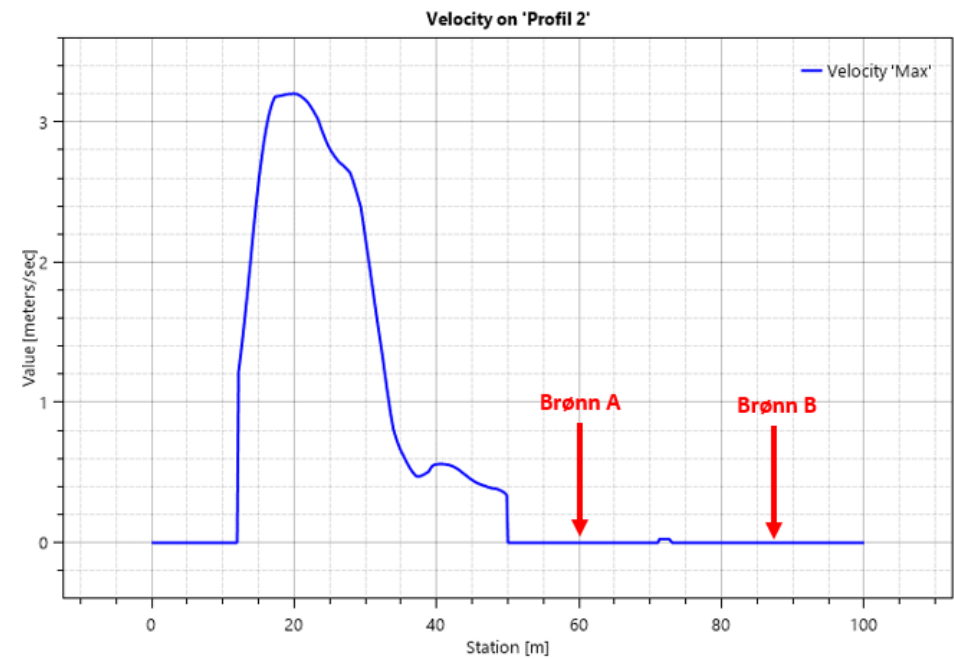
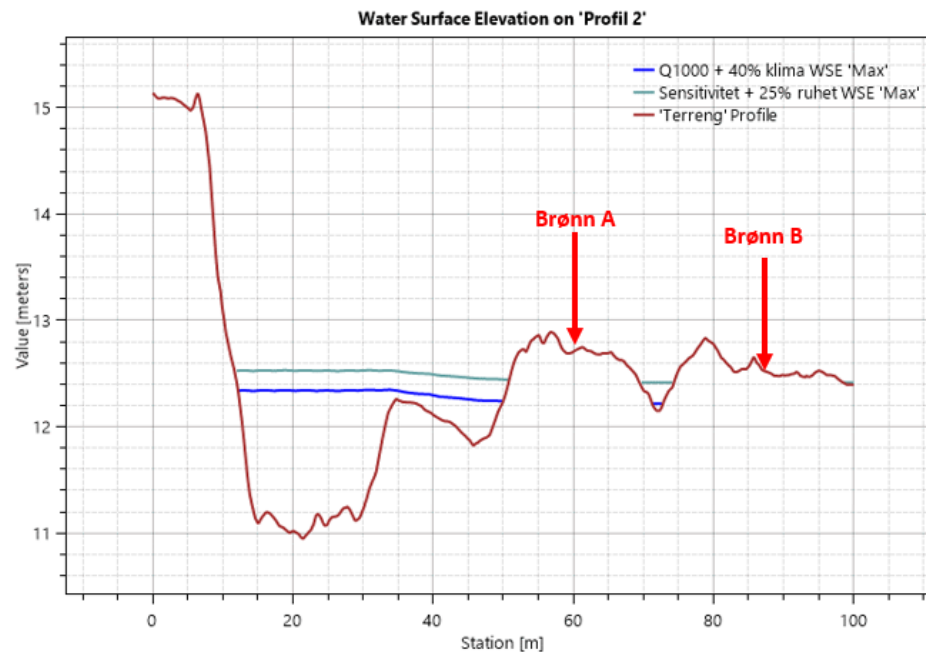
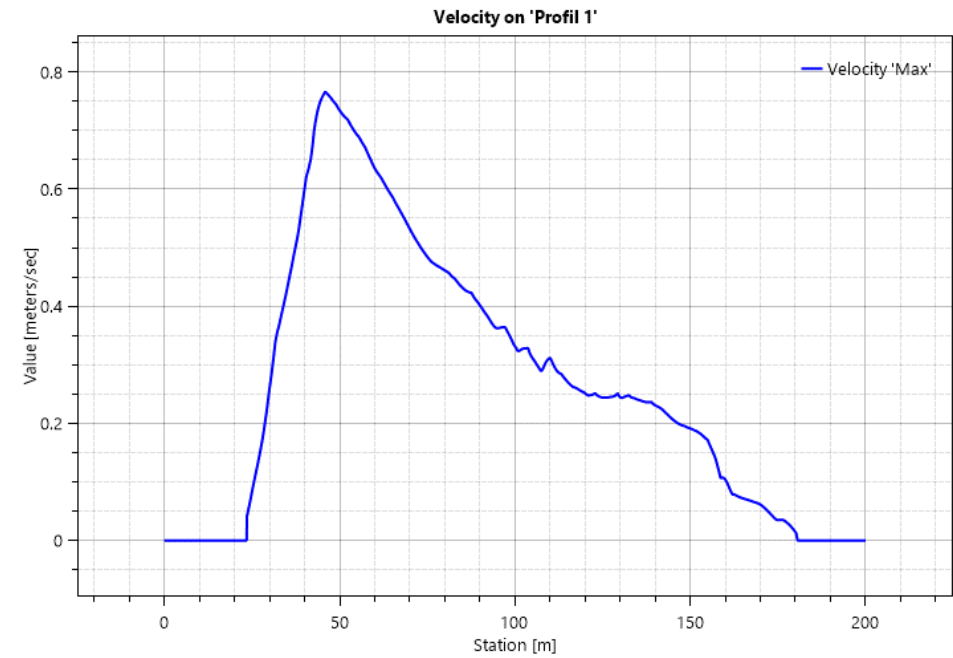
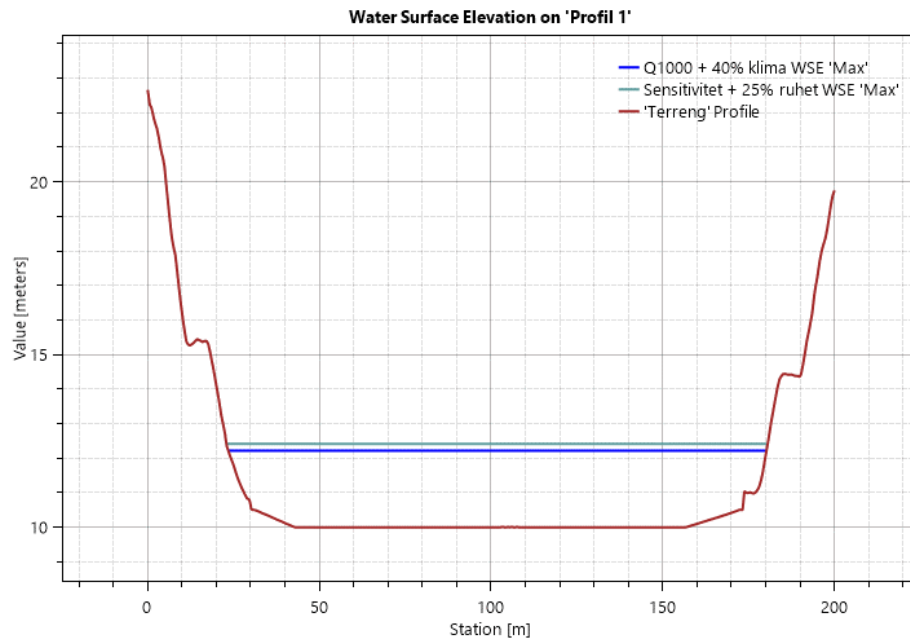
Profil nr.	Elvebunn [moh]	1000 årsflom + 40% klimapåslag			Sensitivitetsanalyse +25% ruhet		Flomsikkert nivå [moh]
		Vannstand [moh]	Vanndybde (maks) [m]	Hastighet (maks) [m/s]	Vannstand [moh]	Endring [m]	
1 (Storevatnet)	10.00 ¹⁾	12.22	2.22	0.77	12.41	+0.19	12.72
2 (Brønnpunkt A og B)	10.95	12.35 (12.22 ²⁾)	1.40	3.20	12.53 (12.41 ²⁾)	+0.18	12.85 (12.72 ²⁾)
3 (Brønnpunkt C)	12.02	13.35	1.33	3.92	13.50	+0.15	13.85
4	13.82	14.84	1.02	4.15	14.96	+0.12	15.34
5 (Brønnpunkt D)	14.85	15.76	0.91	3.66	15.88	+0.12	16.26
6	15.97	17.07	1.10	4.72	17.19	+0.12	17.57
7	18.42	19.56	1.14	5.72	19.68	+0.12	20.06
8 (Brønnpunkt E)	20.70	21.35	0.65	3.24	21.39	+0.04	21.85
9	23.74	24.37	0.63	4.65	24.44	+0.07	24.87

Minimal:	-	0.63	0.77	-	+0.04	-
Gjennomsnitt:	-	1.16	3.78	-	+0.12	-
Maksimal:	-	2.22	5.72	-	+0.19	-

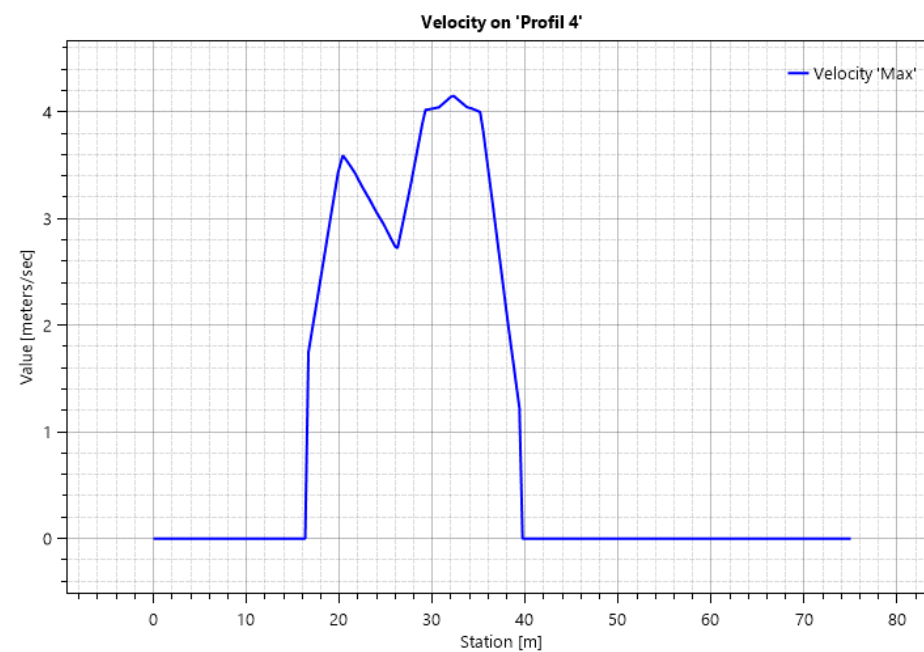
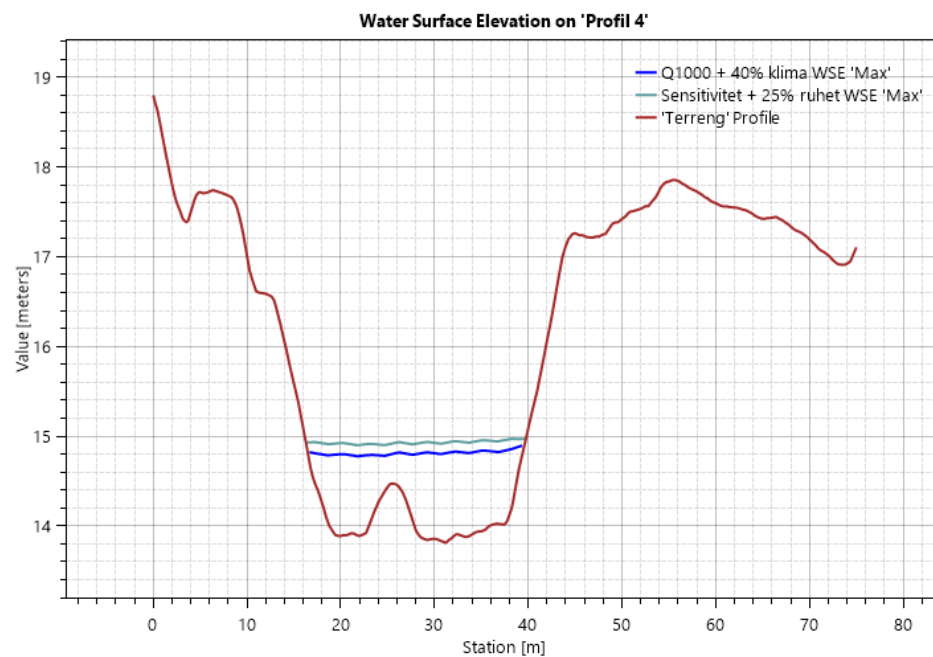
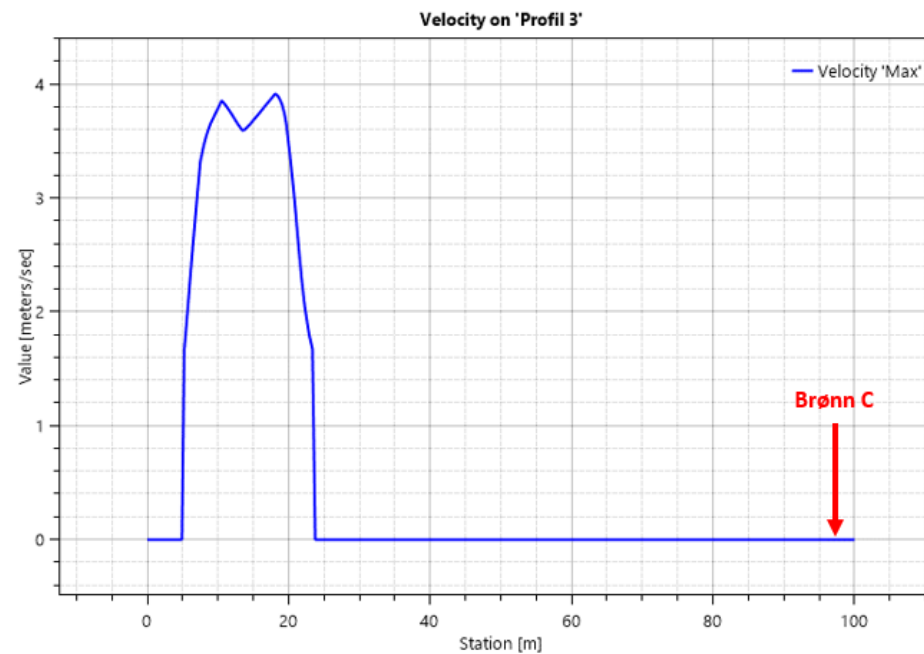
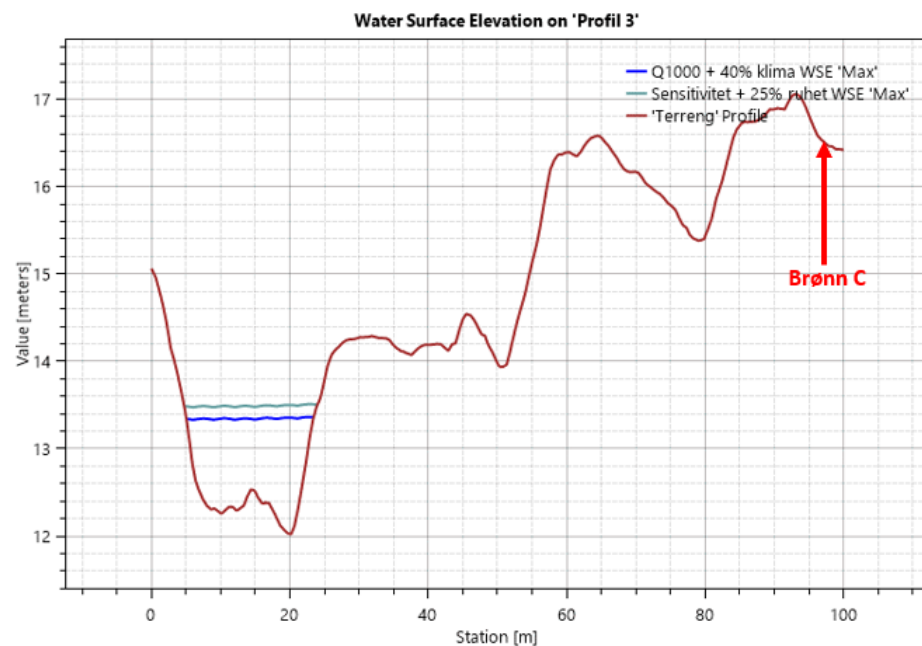
¹⁾ Oppgitt høyde er normalvannstand i Storevatnet

²⁾ Verdi i parentes gjelder for brønnpunktene

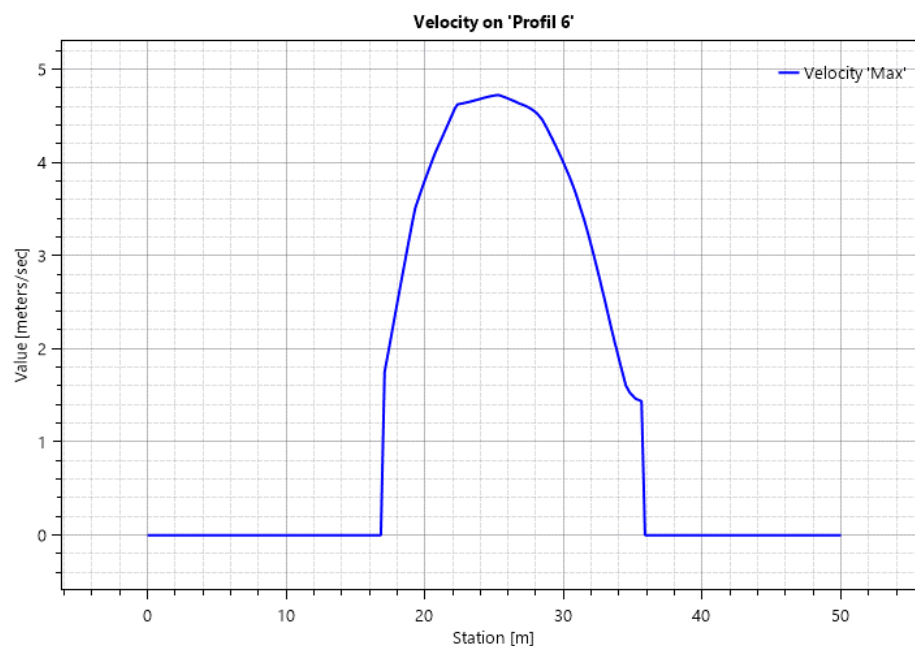
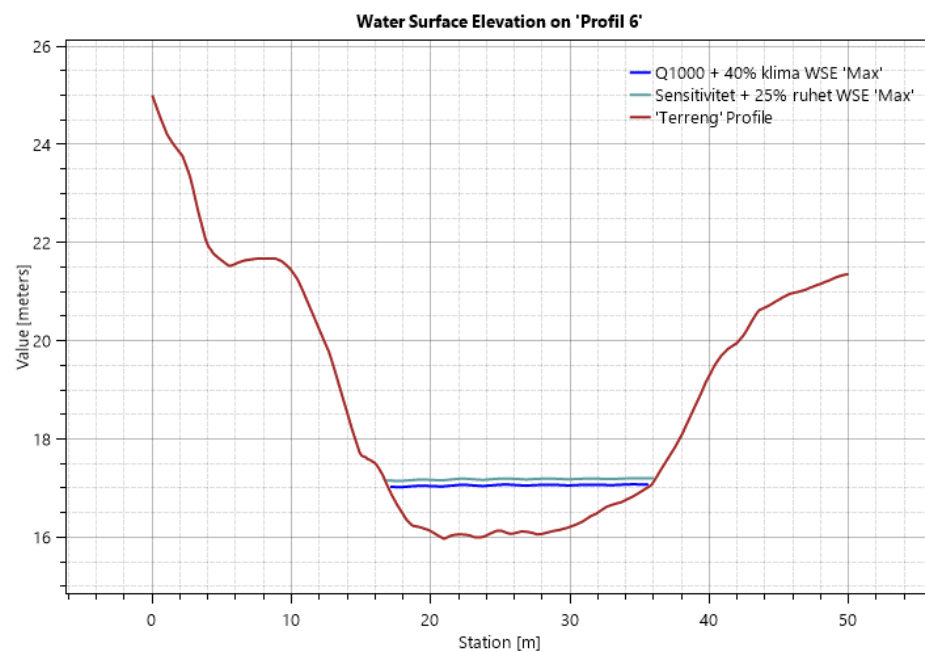
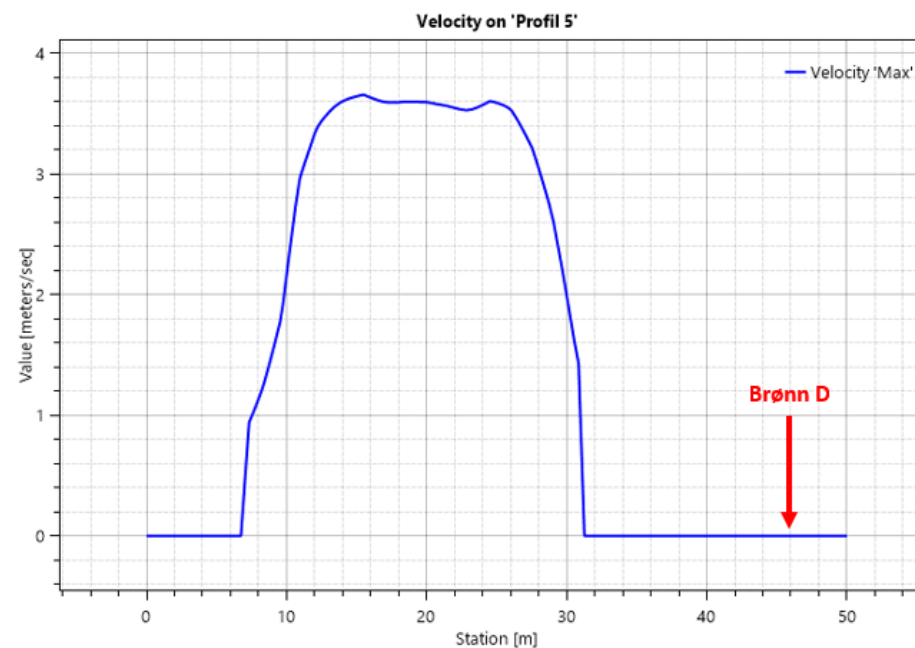
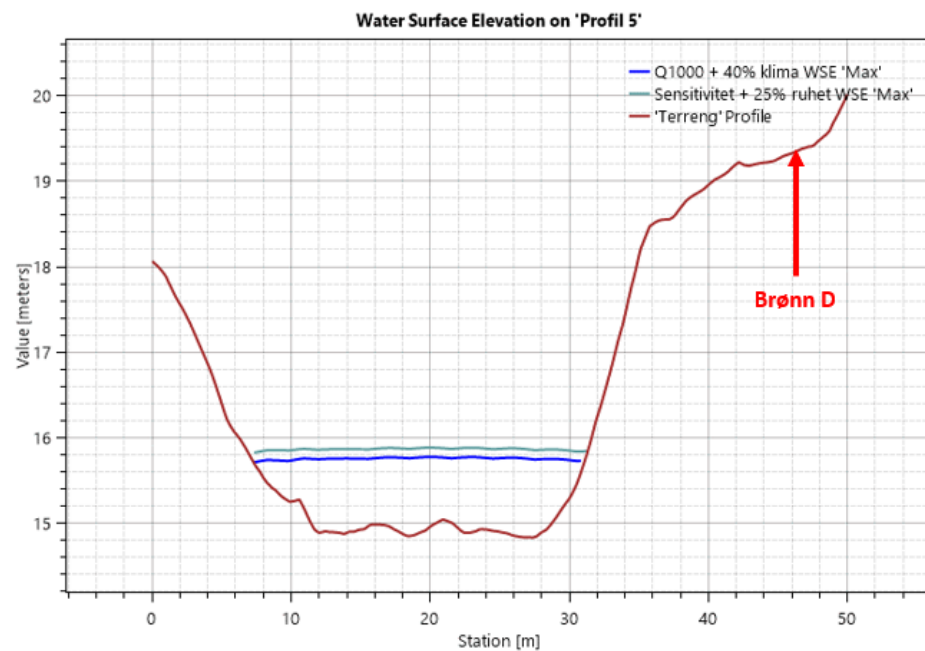
Vedlegg 4 - Elveprofiler



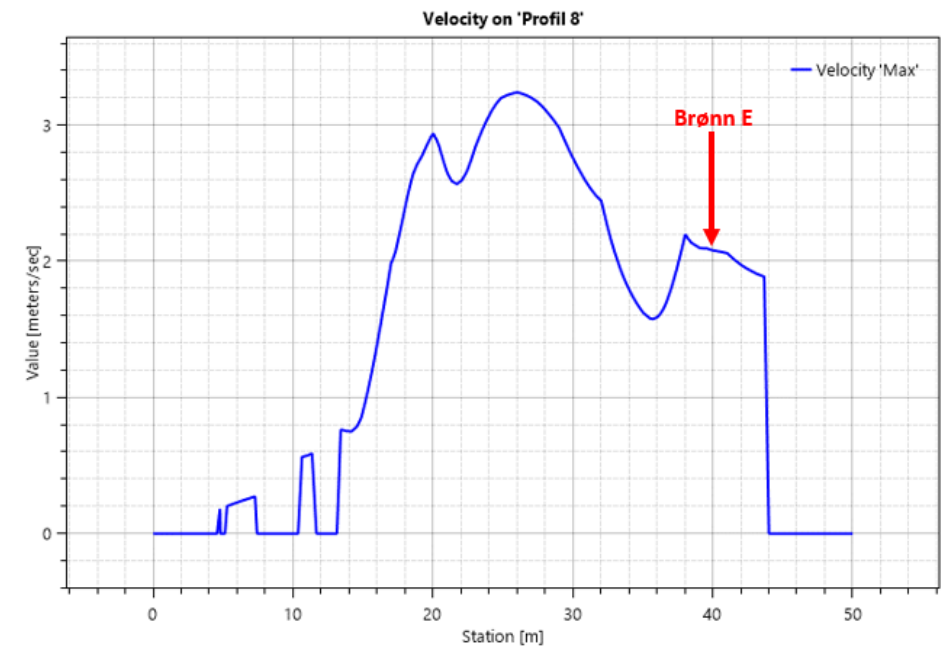
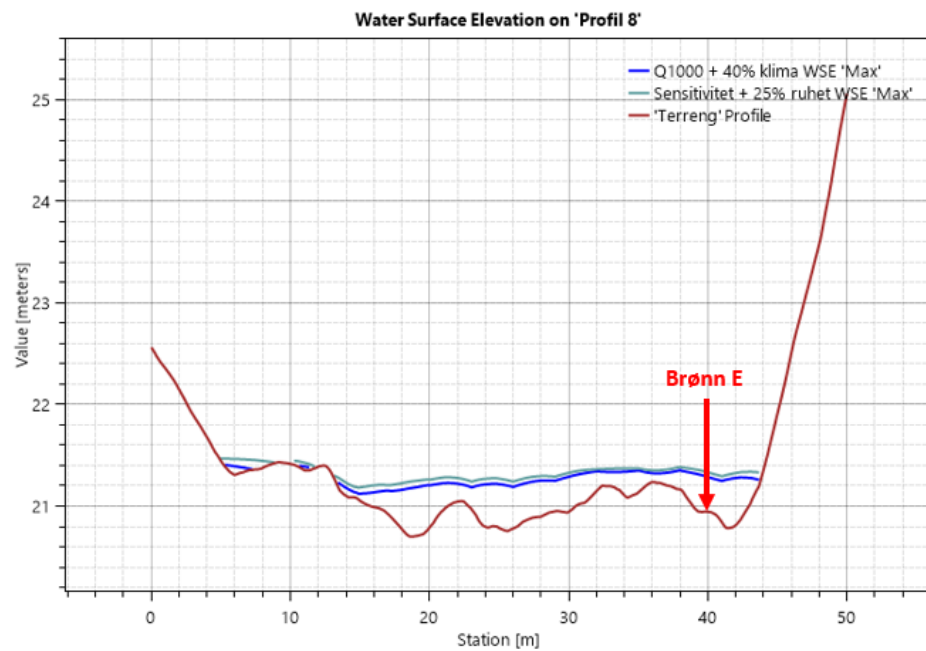
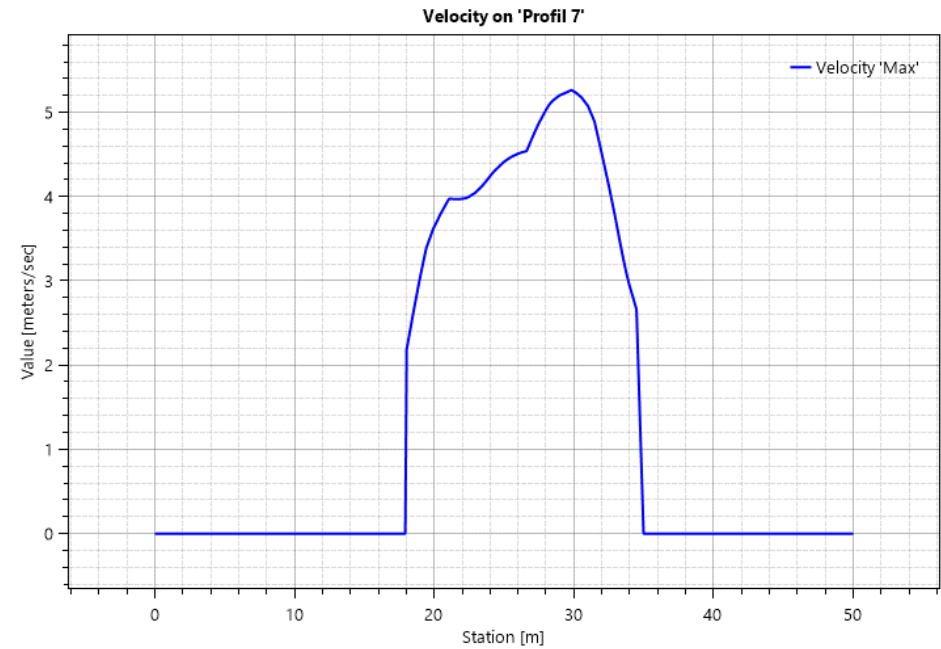
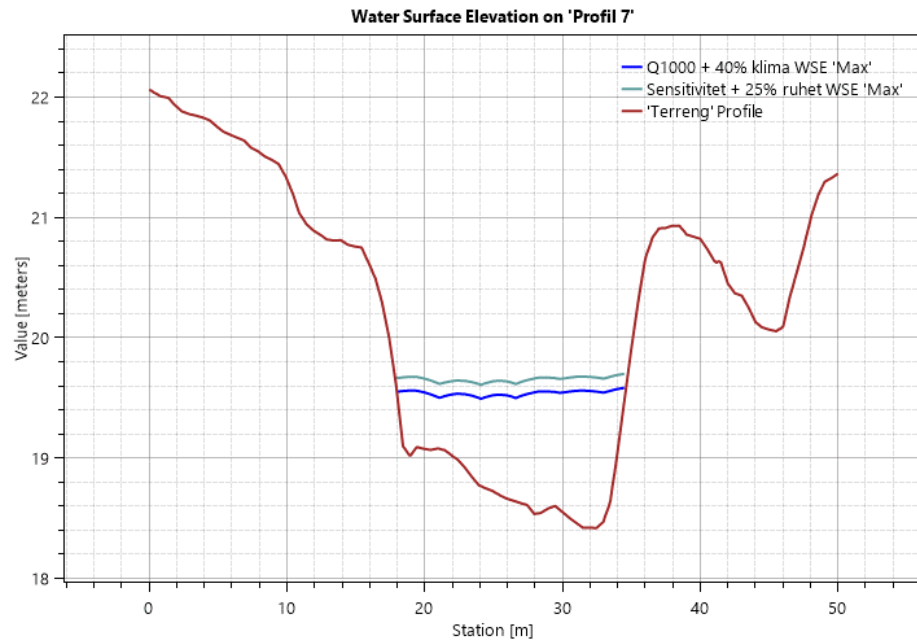
Vedlegg 4 - Elveprofiler



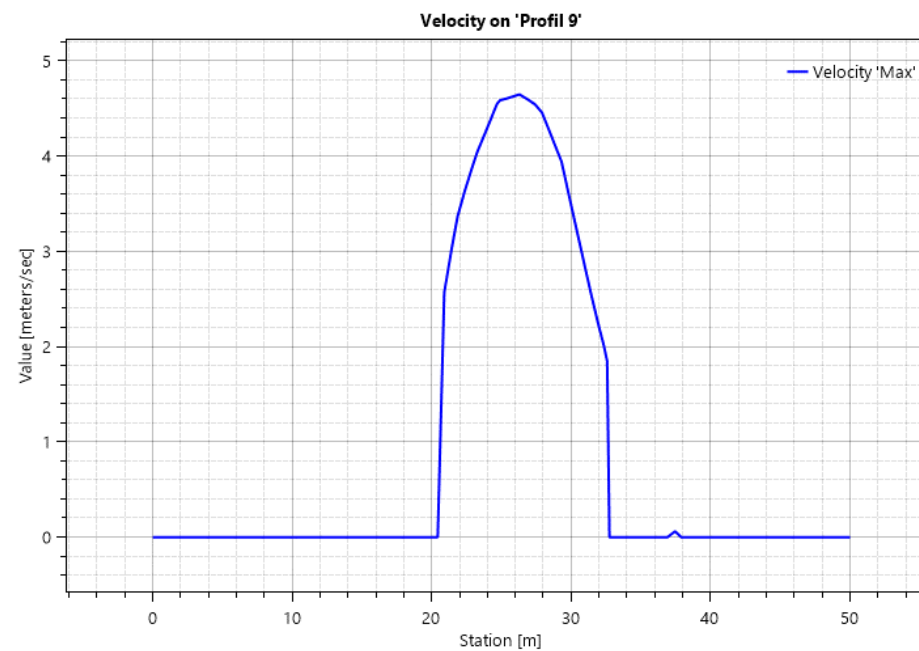
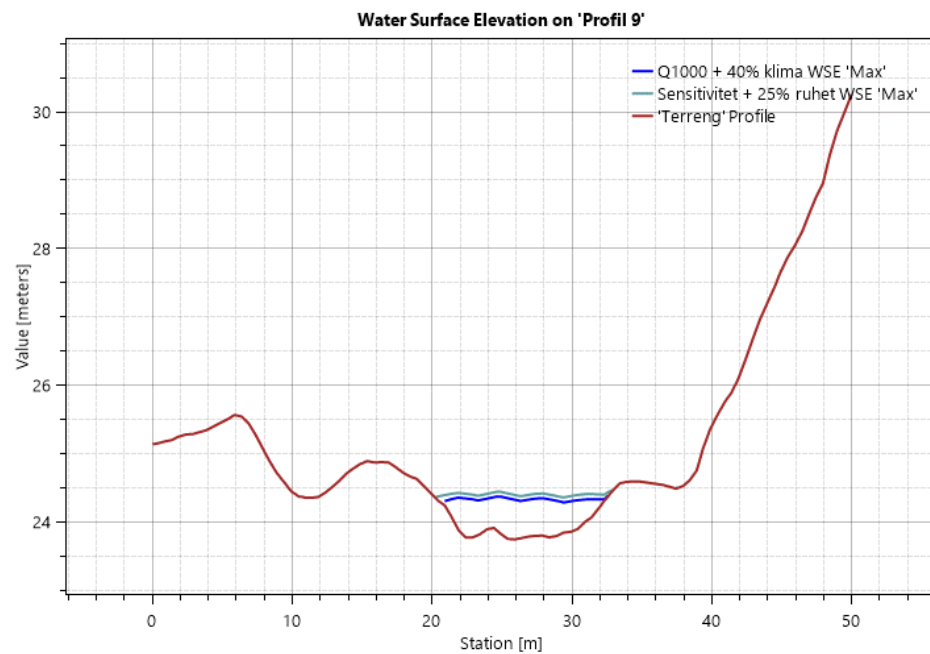
Vedlegg 4 - Elveprofiler

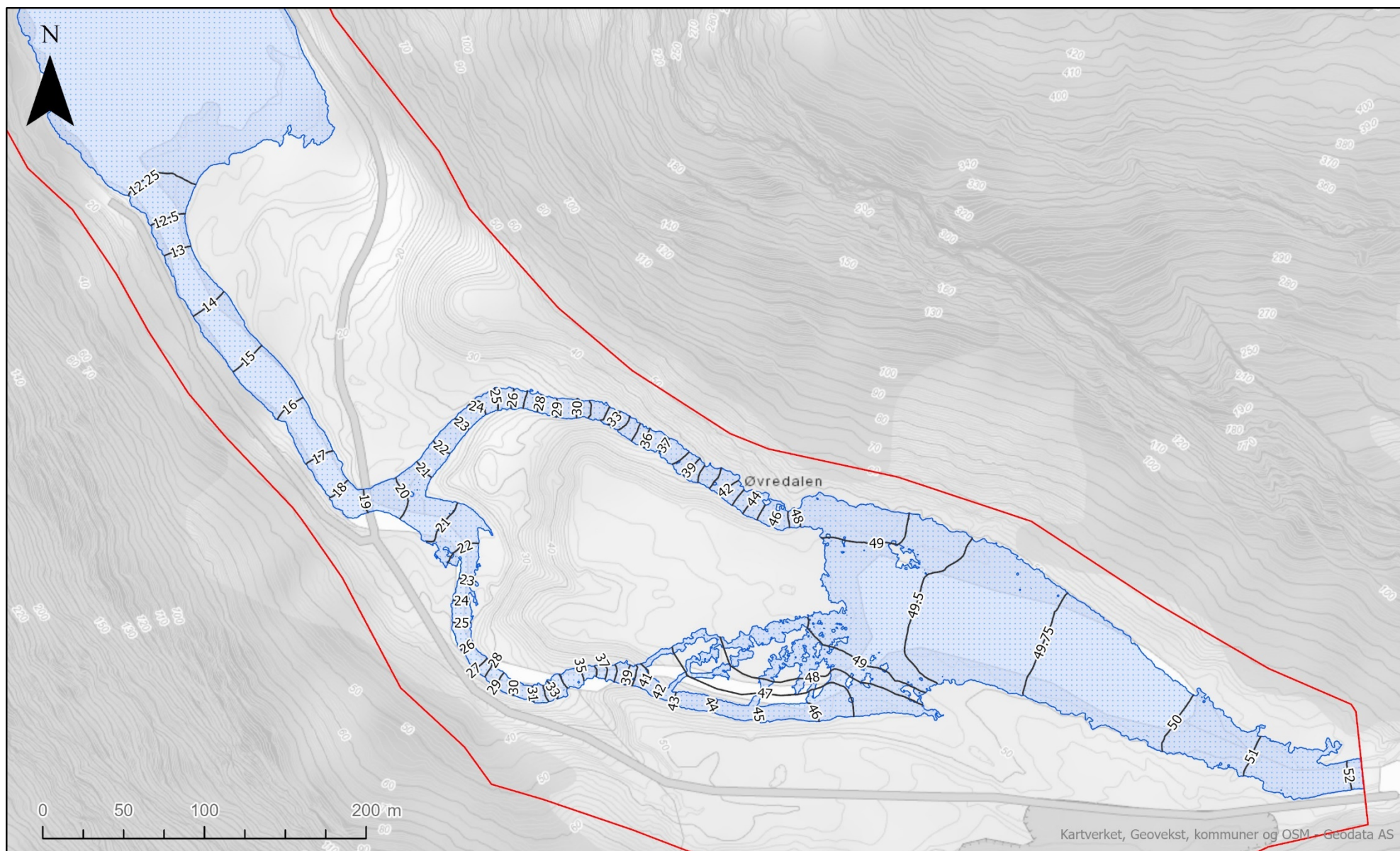


Vedlegg 4 - Elveprofiler



Vedlegg 4 - Elveprofiler





Flomsonekart Andvikelva

Kartleggingen er utført for 1000 årsflom inkludert 40% klimapåslag

NB: Verdier i kart angir modellert vannstand i moh (NN2000).
Anbefalt sikkerhetsmargin for vannstandsstigning er 50 cm.

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - kontur
- Oversvømt areal

Oppdragsgiver: Masfjorden kommune

Oppdragsnr.: 636265-01

Utarbeidet av: HMK

Status: Leveranse

Dato: 25.03.2022

Vedlegg 11. Notat: «*Status for anadrom fisk i
Andvikelvi, Masfjorden kommune*»
(05.02.2025)



Status for anadrom fisk i Andvikelvi, Masfjorden Kommune.

Av: Sigmund Skår
Til: Masfjorden Kommune
Dato: 05.02.2025

I samband med arbeide med å etablera grunnvassbrønner sør for Storevatnet (i Øvredalen) ved Andvik, vil det etter vassressurslova verta søkt om konsesjon til NVE. I denne samanheng ynska Masfjorden kommune å få utarbeida eit notat som samanfattar eksisterande kunnskap for anadrom fisk i vassdraget.

Andvikelvi

Andvikelvi (vassdragsnummer 067.1Z) renn ut i Andvika i Masfjorden kommune. Nedbørsfeltet er på 18,2 km², og den gjennomsnittlege avrenninga frå vassdraget er på 2,3 m³/s (<http://nevina.nve.no/>). Nedbørsfeltet består i hovudsak av høgareliggande snaufjellsareal i aust, og av lågareliggande areal i vest, som består av skog og dyrka mark ned mot osen. I feltet er det mange innsjøar, blant anna Svartevatnet (0,1 km², 630 moh), Meisdalsvatnet (0,71 km², 506 moh), Husefjellvatnet (0,1 km², 506 moh), Storevatnet (0,52 km², 10 moh) og Litlevatnet (0,01 km², 9 moh). Storavatnet og Litlavatnet ligg på lakseførande strekning. Største djup målt i Storevatnet er 32 m (Kålås & Urdal 2003). Ekskludert Storevatnet er lakseførande strekning om lag 2,3 km, med endeleg vandringshinder for laks og sjøaure i Svartdalen, nokre hundre meter oppstrøms Storevatnet.

Det vart gjeve konsesjon til bygginga av Svartdalen kraftverk i 1999, og dette stod ferdig i 2006. Kraftverket nyttar eit fall på 367 m frå Meisdalsvatnet og ned Svartdalen der vatnet vert leidd tilbake til elva oppstrøms naturleg vandringshinder for anadrom fisk. Kraftverket er eit småkraftverk, og installert effekt er 7,5 MW (NVE-atlas).

Tidleg på 1980-talet skreiv Nordland (1983) om elva: «Andvikelva er sjøaureførande til om lag 150 m ovanfor vatnet, totalt ca. 3,5 km. Dette var i mange år ei framifrå sjøaureelv. Elva er i dag sterkt tilslamma av slam frå eit sandvaskeri like ved. Elektrofiske synta låg tettleik av ungfisk».

At elva var ei framifrå sjøaureelv viser til eldre fangststikk (sjå t.d. Kålås & Urdal (2003) som mellom anna viser ein maksimal fangst på 1500 kg fisk, truleg i hovudsak sjøaure, i 1898. Halvparten av åra mellom 1996 og 1909 var fangsten over 500 kg. Berre fem av åra etter 1934 har innmeldt fangst vore over 500 kg. Frå tidleg på 1960-talet har fangstane vore små, og 1961 er siste år med innmeldt fangst over 100 kg. Siste innmelde fangstar av sjøaure er 18 kg fanga i 2017 og 5 kg i 2019, og største fangst dei seinare tiåra er 44 kg i 1995. Fangstane av anadrom fisk synes å ha vore på eit lågt nivå dei siste 50 åra (SSB, fangststatistikk). Fangstane fall altså sterkt tidleg på 1960-talet. Dette fell i tid saman med at fangst etter sjøaure med not og garn tok slutt, men også samtidig med at vatnet vart surare som eit resultat av auka mengder nedfall av langtransportert forsurande stoff (Kålås & Urdal 2003).

Vassanalysar frå Andvikelva tekne i 1995 viste surleik rundt pH 5, svært låge nivå av kalsium, negativ syrenøytraliserande kapasitet (ANC) og høge verdier for reaktiv aluminium, som er giftig for fisk (Kålås mfl. 1996) viste av vatnet i vassdraget var surt. Også ei vassprøve teke i september 2002 viste surleik ned mot pH 5, mykje aluminium og lågt innhald av kalsium. Det er venta at slike vasskvalitetar skal vere skadeleg for fisk, og aure og laks som er smoltifisert er spesielt følsom for surt, aluminiumsrikt vatn. Ei analyse av artssamfunnet av botndyr samla oppom og nedom Storevatnet hausten 2020 indikerte ein sur vasskvalitet. Berre forsurestolerante artar vart funnet (Hulbak mfl. 2022). Dette tyder på at

vasskvaliteten i Andvikelva framleis er sur, og for sur for laks.

Av ferskvassfisk er der aure, røye, laks og ål i vassdraget. Vasskvaliteten har vore for sur for laks dei siste tiåra, men enkelte laks prøver å gyte enkelte år, og avkom frå desse er førekjem sporadisk i vassdraget. Røye er ikkje naturleg førekommande i vassdraget, men vandra inn i vassdraget, truleg etter rømming frå Havforskinga sin stasjon i Matre hausten 1989 (Kålås & Sægrov 1999).

«Vitenskaplig råd for lakseforvaltning» presenterer på sine nettsider (vitenskapsrådet.no) ei oppsummering av status for bestandar av laks og sjøaure i Norske vassdrag. Tilstanden til sjøaurebestanden i Andvikelva er per. 2021 sett til «dårlig». Det er forventet «stor» effekt frå lakselus på sjøauren som gjev denne statusen, medan fangst, arealinngrep, vasskraft og forsuring etter Vitenskapsrådet sitt syn er venta å ha «liten effekt».

Det har dei siste åra vore opna for fiske etter laks og sjøaure i Andvikelva i perioden 15. juli til 15. september.

Ungfisketettleik

Første undersøking av ungfisk i Andvikelva vi kjenner til vart utført i juni 1982 (Nordland 1983). Eit areal på 300 m² vart overfiska ein gang og 23 aure med lengder frå 6 til 19 cm vart fanga. Tettleiken vart anslått til 9 aure per 100 m². I samband med utarbeiding av kalkingsplan for Masfjorden i november 1995 vart eit område på 60 m² i Andvikelva overfiska med elektrisk fiskeapparat og 14 aure med lengder frå 3 til 12 cm vart fanga (Kålås mfl. 1996). Både for 1982 og 1995 er dette låge tettleikar, som fell i klassen «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand (jf. tabell 6.15 i Veileder 02:2018).

Samla tettleik av aure for fire undersøkte område i Andvikelva i oktober 2002, eitt oppstraums og tre nedstraums Storevatnet, var 80 per 100 m² (Kålås & Urdal 2003). Dette fell i klassen «svært god økologisk tilstand» (jf. tabell 6.15 i Veileder 02:2018).

Både i oktober 2002 og i oktober 2020 vart om lag same område av Andvikelva nedstraums Storevatnet undersøkt ved elektrisk fiske. Området heitte stasjon 3 i 2002 og stasjon 1 i 2021. I 2002 vart tettleiken av ungfisk av aure på dette området berekna til 50 aure per 100 m² (Kålås & Urdal, 2003). I oktober 2020 vart tettleiken berekna til 103 fisk per 100 m², som tilsvarar «svært god økologisk tilstand» (jf. tabell 6.15 i Veileder 02:2018).

På eit område oppstraums Storevatnet vart tettleiken av aure målt til 109 aure per 100 m² i oktober 2002, medan tettleiken på eit nærliggjande område vart målt til 41 aure per 100 m² i oktober 2020, verdiar høvesvis i tilstandsklasse «svært god» og «moderat» (jf. tabell 6.15 i Veileder 02:2018). I øvre del av anadromt strekk er to segment vurdert som gyteområde for fisk, disse er vurdert til moderat verdi (Hulbak mfl. 2022). Det går truleg føre seg gyting også i øvre del av anadromt strekk, og dette kan vere med og forklare dei gode ungfisketettleikane på elektrofiskestasjonane.

Einaste påviste fiskeart under elektrofiske i 2021 var aure, medan ein 71 mm lang lakseunge vart funnen på eit område nedstraums Litlatvatnet ved undersøkinga i 2002 (Kålås & Urdal 2003).

Det eksisterande datagrunnlaget for ungfiskproduksjon i Andvikelva er ikkje omfattande, men indikerer ei klar auke i tettleik av ungfisk frå tilstandsklasse «dårlig» eller lågare til «god» eller høgare. Auken i tettleik av ungfisk på elvestrekningar fell saman med reduksjonen i sure nedfall, og det er sannsynleg at det er ein samanheng her. Det vart ikkje funne lakseungar ved undersøkinga i oktober 2020, noko som tyder på at vasskvaliteten enno er for sur til at laks trivst.

Gytebestand

Skandinavisk Naturovervaking (SNA) ved Anders Lamberg har dei siste åra gjennomført overvaking av gytebestanden i Andvikelvi. SNA overvakar gytebestandar i mange vassdrag, ved hjelp av kameraovervaking i elvene. Kameralokaliteten i Andvikelva vart sett i drift den 24. mai 2023. Undersøkingane i 2023 viste at hovudvekta av gytefisk nyttar innsjøen som gyteområde, noko som er uvanleg ([Figur 1](#)~~Figur 4~~). Totalt ble det observert 539 oppvandrende sjøaure, av disse er det antatt at fisk over >40 cm er gytemoden fisk. Dermed er den registrerte gytebestanden på 290 sjøaure. I tillegg til sjøaurevart det observert 14 oppvandrende laks i 2023. Sjå [Figur 2](#)~~Figur 2~~ for akkumulert oppvandring for 2023.



Figur 1. Gyteområde i Storevatnet, raude ringar indikerar gytefisk. Bilete er teke av SNA, ved Anders Lamberg.

Figur 2. Akkumulert oppvandringskurve for 2023, Andvikelva. Data frå Skandinavisk naturovervaking ved Johm Birger Ulvund.

Konklusjon

Det vart fiska store mengder sjøaure i Andvikelva fram til 1960-talet, medan innmeldte fangstar har vore små etter dette. Forsuring er den mest sannsynlege årsaka til den store endringa. At fisket ein gang har hatt stort omfang dokumenterer likevel potensialet for høg produksjon av sjøauresmolt. Tilslamming grunna masseuttak har også vore nemnt som produksjonshemmande årsak. Dei siste tiåra har påverknad av lakselus vore nemnt som største trugsmålet mot sjøauren i fjordområda rundt Andvikelva. Etableringa av røye i vassdraget vil truleg redusere produksjonen av aure i vassdraget, sidan aure og røye konkurrerer om dei same resursane. Etableringa av røye i Granvinsvassdraget er eit eksempel på dette (Kålås & Sægrov, 2007).

Tettleiken av aure i Andvikelva var låg ved undersøkingar i 1982 og 1995, men klårt høgare ved undersøkingar i 2002 og 2020, noko som i tid fell saman med reduksjon i forsuring. Vasskvaliteten er likevel enno sur, og det er ikkje venta at laks skal etablere seg i vassdraget utan at vasskvaliteten blir klårt mindre sur. Gytedefiskbestanden i Andvik er på eit nivå som forklarar dei gode tettleikane av ungfisk ved undersøkingane i 2002 og 2020.

Referansar:

- Hulbak, M. A., B. A. Hellen, S. Kålås, S. Skår 2022. Habitatkartlegging av sjøørretbekker i Nordhordland vannområde i 2020-2021. Rådgivende Biologer AS, rapport 3545, 233 sider.*
- Kålås, S., G. H. Johnsen & A. E. Bjørklund. 1996. Kalkingsplan for Masfjorden kommune, 1995. Rådgivende Biologer AS, rapport nr 178, 42 sider.*
- Kålås, S. og K. Urdal. 2003. Fiskeundersøkingar i Storevatnet og Andvikelva hausten 2002. Rådgivende Biologer AS, rapport nr 664, 23 sider.*
- Kålås, S. & H. Sægrov. 1999. Prøvefiske og utfisking av røye i Hopsvatnet. Rådgivende Biologer as. Rapport nr. 405, 9 sider.*
- Kålås, S. & H. Sægrov. 2007. Ungfiskundersøking i Granvinelva og Storelva i Granvin Hausten 2005. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 969, 25 sider. ISBN 978-82-7658-519-3*
- Nordland, J. 1983. Ferskvassfiskeressursane i Hordaland. Centraltrykkeriet, Bergen. 272 s.*
- Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 222 sider + vedlegg.*