



Vennesla kommune
Konsesjonssøknad - økt og endret uttak av grunnvann fra løsmasser -
Vennesla vannverk

Utgave: 1
23.12.2019

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver:	Vennesla kommune
Rapporttittel:	Konsesjonssøknad - økt og endret uttak av grunnvann fra løsmasser - Vennesla vannverk
Utgave/dato:	1/ 23.12.2019
Filnavn:	Konsesjonssøknad – økt og endret uttak av grunnvann fra løsmasser – Vennesla vannverk(versjon1).docx
Arkiv ID	609365-07
Oppdrag:	609365-07–Konsesjonssøknad grunnvann Drivenesøya
Oppdragsleder:	Fredrik Ording
Avdeling:	Vann og miljø
Fag	Miljø og hydrogeologi
Skrevet av:	Rolf E. Forbord
Kvalitetskontroll:	Bernt Olav Hilmo
Asplan Viak AS	www.asplanviak.no

NVE – Konesjonsavdelingen

Postboks 5091 Majorstua

0301 Oslo

23.12.2019

Deres ref: NVE nr. 201800563

SØKNAD OM KONSESJON FOR ØKT OG ENDRET UTTAK AV GRUNNVANN FRA LØSMASSER – VENNESLA VANNVERK

Vennesla kommune ønsker å øke og forbedre vannforsyningen fra Vennesla vannverk. Grunnvannsforekomsten har fungert som hovedkilde for nedre Vennesla siden 1974.

Vannverket benytter i dag 7 stk. grunnvannsbrønner på Drivenesøya (B1 til B7). Denne søknaden omhandler økt og endret uttak som følge av 4 nye skråbrønner etablert i 2018 og planlagt etablering av ytterligere 2 skråbrønner som erstatter de gamle og dype brønnene (B1 og B2). Den gamle og dype B3 erstattes av skråbrønn A og B etablert i 2018.

Når tiltaket er gjennomført vil grunnvannsanlegget bestå av 9 eller 10 produksjonsbrønner.

Etter vannressursloven, jf. § 8, søkes det om tillatelse til:

- Et gjennomsnittlig uttak på inntil 80 l/s grunnvann gjennom året fra eksisterende og nye grunnvannsbrønner på Drivenesøya (6912 m³/d eller 2,52 mill. m³/år).
- I tillegg søkes det om periodiske/kortvarige uttak på inntil 130 l/s (maksimalt uttak).

Nødvendige opplysninger om tiltaket fremgår av vedlagte utredning som er utarbeidet av Asplan Viak. Søknaden baserer seg på gjennomgang av alt tilgjengelig materiale fra tidligere hydrogeologiske undersøkelser fra perioden 1971 til 2000, fra supplerende hydrogeologiske og geofysiske undersøkelser i 2016, etablering av 4 nye skråbrønner i 2018, prøvepumping av brønnene i 7 måneder i 2018/2019, kommunens utbyggingsplaner, samt tilgjengelig informasjon i nettbaserte databaser.

Med vennlig hilsen


VENNESLA KOMMUNE
Enhet for teknisk forvaltning
Vennesla kommune v/ Arne Vatne

Venneslamoen 1

Postboks 25, 4701 Vennesla

arne.vatne@vennesla.kommune.no

982 94 304

Sammendrag

Vennesla kommune ønsker å øke og forbedre vannforsyningen fra Vennesla vannverk. Vannverket benytter i dag 7 stk. grunnvannsbrønner i løsmasser på Drivenesøya (B1 til B7). Samlet maksimal pumperate for dagens brønner er på ca. 90 l/s ved pumping fra alle brønner. Brønnene driftes vekselvis i grupper og dagens midlere vannforbruk ligger på 40-41 l/s. Forbruket har tidligere vært oppe i 80 l/s ved store lekkasjer og høyt forbruk.

Denne søknaden omhandler økt og endret uttak som følge av 4 nye skråbrønner etablert i 2018 og planlagt etablering av ytterligere 2 skråbrønner som erstatter de gamle og dype brønnene (B1 og B2). Den gamle og dype B3 erstattes av skråbrønn A og B etablert i 2018. Når tiltaket er gjennomført vil grunnvannsanlegget bestå av 9 eller 10 produksjonsbrønner.

Begrunnelsen for tiltaket er 1): økt vannbehov og 2) optimalisering av grunnvannskvaliteten

Den aktuelle grunnvannsforekomsten er et grunnvannsmagasin i løsmasser på Drivenesøya. Her finner man elveavsatt løst lagret middels til grov sand som overlager eldre marint avsatte breelvavsetninger fra isavsmeltingen (finsand og siltig finsand). Etter gjennomgang av alt foreliggende materiale kombinert med Asplan Viak sine undersøkelser i 2016, er man sikker på at et økt uttak må arealfordeles og tas fra den øvre og mest permeable sandpakken (ikke dypere enn 13m).

Ved store uttak fra de eldste dype brønnene (B1, B2, B3) trekker man inn dels redusert grunnvann med noe høyt innhold av klorid, kalsium og jern. B1 gir i tillegg sand fordi filteret er i dårlig forfatning (B1 benyttes i liten grad i dag). Årsaken til vannkvalitetsproblemene er at sjøen i en kort periode etter siste istid sto inn i Venneslafjorden opp til ca. kote 55. Venneslafjorden består av flere sediment-fylte traue som inneholder salt eller brakt porevann i dypet. B7 fra år 2000 gir i dag lite vann og må erstattes eller rehabiliteres. Man ønsker derfor i tillegg til økt uttak nye brønner som erstatter de gamle og dype brønnene (B1, B2 og B3) og eventuelt B7.

Etter vannressursloven, jf. § 8, søkes det om tillatelse til:

- Et gjennomsnittlig uttak på inntil 80 l/s grunnvann gjennom året fra eksisterende og nye grunnvannsbrønner på Drivenesøya (6912 m³/d eller 2,52 mill. m³/år).
- I tillegg søkes det om periodiske/kortvarige uttak på inntil 130 l/s (maksimalt uttak).

Basert på resultatene fra langtidsprøvepumpingen foreslås følgende uttak fra de 4 etablerte skråbrønnene: 15 l/s fra brønn-A, 7 l/s fra brønn-B, 13 l/s fra brønn-C og 13 l/s fra Brønn-D. Totalt **48 l/s**. Driftes disse 4 nye brønnene samtidig med eksisterende B4, B5 og B6 kan man ta ut minst **80 l/s** med vesentlig mindre risiko for oppkoning av vann med høyere innhold av klorid og kalsium.

Når man i tillegg får etablert ytterligere 2 skråbrønner som erstatning for eksisterende B1 og B2 vil man i kortere perioder kunne ta ut inntil 130 l/s, fortsatt med mindre risiko for oppkoning av vann med høyere innhold av klorid og kalsium.

Hovedpunktene i tiltaket beskrives slik:

- Bygging av 2 stk. pumpehus over skråbrønnene A, B og C, D etablert i 2018.
- Det etableres i tillegg 2 skråbrønner tilsvarende brønn-A og B som erstatning for eksisterende B1 og B2 som legges ned. Det bygges 1 stk. tilsvarende pumpehus over disse.

- Bygging av nytt hus for styring/el og nødstrømsaggregat.
- Pumpehus for Skråbrønner og hus for styring/el. og nødstrømsaggregat utføres slik at nye brønner og installasjoner flomsikres for 1000 års flom, jfr. bestemmelsene i §7-2 i TEK17
- Etablering av nye 160 mm vannledninger fra nye brønner til eksisterende ledningsnett på øya, strøm- og styrekabler fra eksisterende brønnhus i kommunes areal IV til nye brønner.
- I tillegg må det bygges adkomstvei til brønn-C og D. Dette er dels gjennomført i forbindelse med brønnetablering i 2018. Brønn-A og B ligger nær eksisterende adkomstvei

Under utbygging – midlertidig fase

Brønnene med flomsikring (pumpehus), legging av vannledninger og etablering av adkomstvei ved Brønn-C og D mm. er et inngrep i naturen og dermed en viss negativ konsekvens av tiltaket. Drivenesøya inngår i hekkeområde for flere fuglearter. Vipe, fiskemåke, gulspurv, stær og taksvale er rødlistet. Vipe har status sterkt truet (EN) mens de fire andre har status nær truet (NT). **Alt arbeid med utbygging av grunnvannsanlegget skal derfor gjøres utenom hekkesesongen. Anleggsarbeidet skal i tillegg skje på en skånsom måte som begrenser avrenning av finstoff til Otra.**

I driftsfasen – permanent fase

Tiltaket er først og fremst et inngrep på land. I kapittel 2.3.2 det vist at uttak av 80 l/s med grunnvann tilsvarer 0,05 % av middelvannføringa og 0,42 % av alminnelig lavvannføring i Otra. Grunnvannsutaket vil ikke medføre nevneverdige ulemper verken i vassdraget eller for natur-/kulturverdier (artsforekomster, ferskvannsbiologi, naturtyper, kulturminner etc.) eller naturressurser.

Grunneiers rettigheter er ivaretatt med avtaler og erstatninger. Etablering av flere brønner i et større område og større uttak medfører imidlertid at Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120) utvides til å gjelde hele Drivenesøya, se kapittel 2.5.3. Dette betyr at det sørlige området som i dag er satt av til Hensynssone friluftsliv H530 (se område med kryssraster på figur 35) ikke lenger blir tilgjengelig for allmenheten. Området har i realiteten vært lite tilgjengelig hele tiden, da grunneier til enhver tid har hatt lås på porten ved brua. Den nye restriksjonen er derfor i hovedsak en formalisering av begrensinger som i praksis allerede er der.

Følgende tiltak er aktuelle for å få minst mulig oppkoning av redusert klorid- og kalsiumholdig grunnvann og dermed optimalisere grunnvannskvaliteten:

1. Kontinuerlig måling av elektrisk ledningsevne på vannstrømmen fra hver brønn før det blandes med de andre.
2. Det etableres trykkløpere for overvåking av vannstand i både nye og gamle brønner. Da kan man finjustere fordelingen av grunnvannsutaket mellom brønnene etter 2 faktorer: **1)** Vannhøyde over trykkløper i brønn (Minimum 0,5m) og **2)** elektrisk ledningsevne (innhold av klorid og kalsium). Som beskrevet kan innholdet av klorid og kalsium kontrolleres detaljert ved hjelp av ledningsevnen.
3. Det er i forbindelse med prøvepumpingen etablert peilerør i grunnvannsmagasinet. Disse vil benyttes for overvåking av vannbalansen.

Grunnvannsutaket vil ikke ha negative konsekvenser for naturmiljøet, og det er derfor ikke behov for avbøtende tiltak utover dette.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	8
1.1	Om søkeren	8
1.2	Begrunnelse for tiltaket.....	9
1.2.1	Økt vannbehov	9
1.2.2	Grunnvannskvalitet	10
1.3	Tidligere behandling etter vannressursloven og andre planer	10
1.4	Geografisk plassering av tiltaket	11
2	Beskrivelse av tiltaket.....	12
2.1	Hoveddata	12
2.2	Detaljert beskrivelse av grunnvannsbrønner	13
2.2.1	Nye brønner etablert i 2018 - brønnsesifikasjoner og som bygget tegninger	13
2.2.2	Hygienisk sikring og flomsikring av de nye brønnene (2018).....	19
2.2.3	Beskrivelse av gamle brønner fra 1973-1976, 1987 og 2000	19
2.3	Beskrivelse av grunnvannsforekomsten.....	23
2.3.1	Løsmassegeologi og utførte undersøkelser	23
2.3.2	Nedbørfelt og lavvannsføring.....	24
2.3.3	Magasintype, vannstandsvariasjoner og avsenkning under prøvepumping.....	25
2.3.4	Strømningsforhold og influensområde	28
2.3.5	Brønncapasitet for de nye brønnene dokumentert under prøvepumping.....	31
2.3.6	Hydrauliske beregninger og vannbalansebetraktninger	36
2.3.7	Grunnvannsmagasinet sårbarhet	37
2.4	Vannkvalitet under prøvepumping	38
2.4.1	Mikrobiologisk kvalitet	38
2.4.2	Fysisk kjemiske parametere	39
2.4.3	Oppsummering av grunnvannskvalitet - Diskusjon.....	46
2.4.4	Konklusjon og anbefalinger etter langtidsprøvepumping.....	48
2.5	Arealbruk og eiendomsforhold, klausuleringsbestemmelser og hensynssoner	49
2.5.1	Arealbruk og eiendomsforhold	49
2.5.2	Klausuleringsbestemmelser, avtaler og vurdering av hensynssoner	51
2.5.3	Grunnlag for utvidelse av Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120	56
2.6	Nærmere beskrivelse av planlagt utbygging	57
2.6.1	Tiltakets hovedpunkter	57
2.6.2	Flomsikring av brønnene – Vurdering av 1000 års flom	59
2.7	Fordeler og ulemper ved tiltaket.....	60

2.7.1	Fordeler	60
2.7.2	Ulemper	60
3	Virkning for miljø, naturressurser og samfunn	61
3.1	Biologisk mangfold – flora og fauna	61
3.2	Landskap	63
3.3	Kulturminner	63
3.4	Landbruk	64
3.5	Brukerinteresser	65
3.5.1	Friluftsliv/rekreasjon	65
3.5.2	Grusuttak	65
3.5.3	Vassdragsregulering/kraftproduksjon	65
3.6	Samiske interesser	66
3.7	Reindrift	66
4	Avbøtende tiltak	67
4.1	Under utbygging – midlertidig fase	67
4.2	I driftsfasen – permanent fase	67
5	Referanser og grunnlagsdata	68
6	Vedlegg til søknaden	69

FIGURLISTE

Figur 1.	Kartutsnitt med brønnområdet på Drivenesøya og sentralanlegget (vannbehandling)	9
Figur 2.	Kart med plassering av nye og gamle produksjonsbrønner og peilebrønner på Drivenesøya.	11
Figur 3.	Kartutsnitt med plassering av Skråbrønn-A, B, C, D, loddbrønn-E og eksisterende brønner.	13
Figur 4.	Skråbrønn-A, som bygget.	15
Figur 5.	Skråbrønn-B, som bygget.	15
Figur 6.	Skråbrønn-C, som bygget.	17
Figur 7.	Skråbrønn-D, som bygget.	17
Figur 8.	Detaljerte brønnspeifikasjoner og som bygget tegning for Loddbrønn-E.	18
Figur 9.	Brønnhodesikring i rustfritt stål med vanntette gjennomføringer (Skråbrønn-A og B, 27.6.2018)	19
Figur 10.	Plassering av eksisterende produksjonsbrønner på Drivenesøya. Filterdyp angitt under hvert punkt.	20
Figur 11.	Beskrivelse av nytt filter montert i B2 i 2015 (venstre) og arbeidstegning for B3 (høyre).	21
Figur 12.	«Som bygget» tegning for B4.	22
Figur 13.	Kartutsnitt med plassering av alle kjente undersøkelsesboringer på den sørlige del av Drivenesøya.	23
Figur 14.	Lavvannskart/feltdata for Otra (http://nevina.nve.no/).	24
Figur 15.	Kartutsnitt med alle produksjonsbrønner, alle Peilebrønner og målepunkt i elva.	25
Figur 16.	Vannstandsvariasjoner i peilebrønner og Otra plottet i moh. Uttaksmengder nye brønner sees øverst.	26
Figur 17.	Kartutsnitt med brønner og peilebrønner. Senkning i m 6 døgn etter oppstart ved hvert målepunkt.	27
Figur 18.	Kartutsnitt med brønner og peilebrønner. Total senkning i m, 7 døgn etter økt uttak (fra 75-100 l/s).	27
Figur 19.	Strømningsbilde 22. 8.2018 (dag 0). Uttak av 41,1 l/s fra B2, B3 og B5.	28
Figur 20.	Strømningsbilde 28. 8.2018 (dag 6). Uttak av totalt 75 l/s fra gamle og nye brønner.	29
Figur 21.	Strømningsbilde 27. 11.2018 (dag 97). Uttak av totalt 99,5 l/s fra gamle og nye brønner.	30
Figur 22.	Eksempel på kapasitetstest Skråbrønn-A, Vannstand/senkning mot tid ved trinnvis økende uttak.	31
Figur 23.	Vannstandsvariasjoner i Skråbrønn-A ved uttak av 7,2 l/s og 16,1 l/s.	32

Figur 24. Vannstandsvariasjoner i Skråbrønn-B ved uttak av 7,1 l/s og 14,1 l/s.....	33
Figur 25. Vannstandsvariasjoner i Skråbrønn-C ved uttak av 7,1 l/s og 11 l/s.....	33
Figur 26. Vannstandsvariasjoner i Skråbrønn-D ved uttak av 7,3 l/s og 12 l/s.	34
Figur 27. Vannstandsvariasjoner i Loddbrønn-E ved uttak av 5,2 l/s.	35
Figur 28. Ledningsevne i utpumpet grunnvann og i ellevannet plottet mot dager etter pumpestart.....	39
Figur 29. Temperaturutvikling i prøvepumpingsperioden plottet mot dager etter pumpestart.....	40
Figur 30. Brønn-B - Konduktivitet plottet mot klorid (venstre) og konduktivitet plottet mot kalsium (Høyre).....	47
Figur 31. Flybilde med plassering av nye og gamle produksjonsbrønner på Drivenesøya	49
Figur 32. Eksempel på steinsatt brønnkum rundt B6 lengst sør på Drivenesøya.	50
Figur 33. Kart med eksisterende hensynssoner og alle produksjonsbrønner på Drivenesøya.	50
Figur 34. Kartutsnitt med Areal I, II, III og IV fra 1975 og alle brønner og peilebrønner.	52
Figur 35. Kart med eksisterende hensynssoner, arealer fra skjønn i 1975 og alle brønner.....	55
Figur 36. Kartutsnitt med alle brønner, eksisterende vannledninger og skisserte traseer for nye ledninger mm.	58
Figur 37. Tegning HK101. Prinsippskisse for felles brønnkum for skråbrønn-A og B.	58
Figur 38. Pumpehus – Drivenesøya, skråbrønn-A og B – Foreløpig tegning (Byggsupport AS)	59
Figur 39. Arealressurser. Hentet fra https://kart.naturbase.no/	61
Figur 40. Utsnitt av Artsdatabankens artskart. Hele Drivenesøya inngår i hekkeområde for ulike fugler.	62
Figur 41. Registrerte kulturminner (Askeladden).	64
Figur 42. Kartutsnitt med plassering av Hunfoss kraftverk og Drivenesøya (NVE.no).....	65

TABELLISTE

Tabell 1. Formål med søknad og informasjon om tiltakshaver med mere.	8
Tabell 2. Hoveddata for grunnvannstiltaket – Skråbrønn-A og B.....	12
Tabell 3. Hoveddata for grunnvannstiltaket – Skråbrønn-C og D.....	12
Tabell 4. Brønnspesifikasjoner brønn-A og B. Som bygget tegninger sees i figur 5 og 6.....	14
Tabell 5. Brønnspesifikasjoner brønn-C og D. Som bygget tegninger i figur 7 og 8.....	16
Tabell 6. Utpumpede vannmengder fra B1-B7 i perioden 5. desember 2015 til 15. desember 2016 med mere.....	20
Tabell 7. Brønnspesifikasjoner for B1, B2 (1973-1976) og B3 (1987).	21
Tabell 8. Brønnspesifikasjoner for B4, B5, B6 og B7 (2000).....	22
Tabell 9. Nedbørfelt, middelvannføring og lavvannføring i Otra ved brønnområdet.....	24
Tabell 10. Uttaksmengder fra nye og gamle brønner (l/s) 28.8.2018.	29
Tabell 11. Uttaksmengder fra nye og gamle brønner (l/s) 27.11.2018	30
Tabell 12. Resultater fra trinnvise pumpetester utført i juni 2018.....	32
Tabell 13. Resultater fra mikrobiologiske analyser i perioden 11.9.2018 til 11.12.2018	38
Tabell 14. Maks, min og differanse (Δt) for målt vanntemperatur i Otra og i utpumpet grunnvann ($^{\circ}\text{C}$)	41
Tabell 15. Analyseresultater (fysisk-kjemisk) 6 runder med prøvetaking fra nye 5 brønner og 4 runder i Otra	42
Tabell 16. Analyseresultater (fysisk-kjemisk) 6 runder med prøvetaking fra nye 5 brønner.....	43
Tabell 17. Analyser mht. til tungmetaller, PAH, flyktige organiske komponenter, plantevernmidler (11.12.2018)	44
Tabell 18. Analyseresultater (fysisk-kjemisk) 3 runder med prøvetaking fra B1 til B7	45
Tabell 19. Innhold av mangan ($\mu\text{g/l}$) i utpumpet grunnvann fra skråbrønnene.	46
Tabell 20. Innhold av klorid (mg/l) i utpumpet grunnvann fra skråbrønnene	46
Tabell 21. Innhold av kalsium (mg/l) i utpumpet grunnvann fra skråbrønnene	46

VEDLEGG

1. Oversiktskart (1:50 000).
2. Detaljert kart over utbyggingsområdet (1:5000).
3. Notat – Vurdering av 1000-årsflom - Drivenesøya

1 INNLEDNING

1.1 Om søkeren

Tabell 1. Formål med søknad og informasjon om tiltakshaver med mere.

Formål	Det søkes om tillatelse til et gjennomsnittlig uttak på inntil 80 l/s grunnvann gjennom året fra eksisterende og nye grunnvannsbrønner på Drivenesøya (6912 m ³ /d eller 2,52 mill. m ³ /år). I tillegg søkes det om periodiske/kortvarige uttak på inntil 130 l/s (maksimalt uttak). Grunnvannsforekomsten har fungert som hovedkilde for nedre Vennesla siden 1974.	
Tiltakshaver	Vennesla kommune	
Tiltakets navn	Vennesla vannverk	
Adresse	Vennesla kommune, Venneslamoen 1, Postboks 25, 4701 Vennesla	
Vassdrag	Nedbørsfelt: Otra Vassdragsnr 021.A40	
Organisasjonsnummer	936846777	
Søker/kontaktperson	Vennesla kommune Postboks 25, 4701 Vennesla	Arne Vatne 982 94 304 arne.vatne@vennesla.kommune.no
Rådgiver/ Kontaktpersoner	Asplan Viak AS Hotellgata 2 7500 Stjørdal	Rolf E. Forbord (Hydrogeologi, grunnvann) 99 58 78 82 rolfe.forbord@asplanviak.no

Vennesla kommune ønsker å øke og forbedre vannforsyningen fra Vennesla vannverk. Vannverket benytter i dag 7 stk. grunnvannsbrønner på Drivenesøya (B1 til B7). Samlet maksimal pumperate for dagens brønner er på ca. 90 l/s ved pumping fra alle brønner. Brønnene driftes vekselvis i grupper og dagens midlere vannforbruk ligger på 40-42 l/s. Forbruket har tidligere vært oppe i 80 l/s ved store lekkasjer og høyt forbruk.

De eldste og dype brønnene B2 og B3 leverer grunnvann med noe høyt innhold av klorid, kalsium og dels jern, mens B1 (også dyp) gir sand fordi filteret er i dårlig forfatning. B1 benyttes i liten grad i dag. B7 fra år 2000 gir i dag lite vann og må erstattes eller rehabiliteres. Man ønsker derfor i tillegg til økt uttak nye brønner som erstatter de gamle og dype brønnene (B1, B2 og B3) og eventuelt B7.

Denne søknaden omhandler økt og endret uttak som følge av 4 nye skråbrønner etablert i 2018 og planlagt etablering av ytterligere 2 skråbrønner som erstatter de gamle og dype brønnene (B1 og B2). Den gamle B3 erstattes av skråbrønn A og B (2018). Resultatene fra de utførte undersøkelsene og dokumentasjon fra prøvepumpingen danner grunnlaget for søknaden utarbeidet av Asplan Viak.

1.2 Begrunnelse for tiltaket

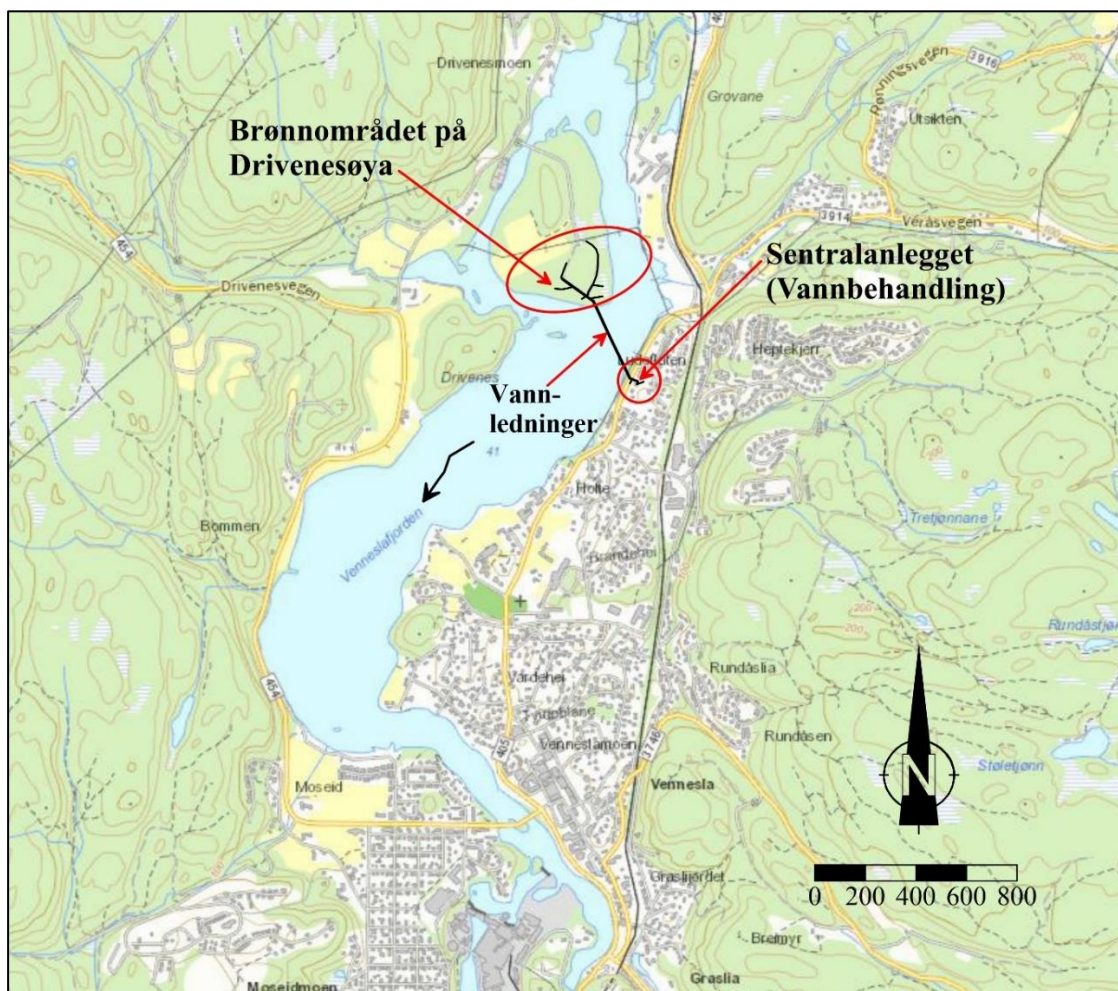
Begrunnelsen for tiltaket er 2-delt:

1.2.1 Økt vannbehov

Nedleggelsen av Hunsfos fabrikker (papirfabrikk) i 2011 ga vannverket et midlertidig pusterom, da fabrikken brukte mye vann. Vennesla kommune har etter dette hatt en positiv utvikling de siste ti årene, med større økning i innbyggertall enn forventet. Årlig befolkningsvekst har i snitt for de siste 10 årene vært 1,42 prosent. Innbyggertallet per siste halvdel av 2017 var 14.425.

I regionalplan for Kristiansandsregionen er det antatt at Vennesla kommune skal kunne øke sitt innbyggertall med ca. 6.200 personer innen 2050. Nyere prognoser tilsier at med 1,2 prosent vekst vil innbyggertallet øke med 7.800. I dagens kommuneplan har en med maksimal utnyttelse ledig byggeareal til å dekke ca. 4.300 boenheter. Det skulle tilsi at det er mer enn tilstrekkelig med boligområder innen planperioden fram til 2030. Kommunen velger likevel å ta inn en del nye områder for å utvikle Vennesla til en attraktiv og variert kommune for bolig og næring.

Den største befolkningsveksten er i nedre Vennesla, som forsynes med drikkevann fra grunnvannsbrønnene på Drivenesøya. Med tanke på et fremtidig behov er det nå nødvendig å utvide kapasiteten. Smååsane, Moseidmoen, Hunsøya og Vennesla sentrum er aktuelle utbyggingsområder og fortetningsområder som til sammen vil kunne gi et variert boligtilbud, fra mindre leiligheter til større eneboliger.



Figur 1. Kartutsnitt med brønnområdet på Drivenesøya og sentralanlegget (vannbehandling).

1.2.2 Grunnvannskvalitet

Erfaringen etter mange års drift med de eldste brønnene (B1, B2 og B3), er at store uttak fra dype brønner medfører at man trekker inn grunnvann av dårligere kvalitet. B1 og B2 ble etablert i 1973-1976 og B3 etablert i 1987. Disse eldste brønnene har filter fra 6-16m (B1) og 8,5-18,5m (B2 og B3) under opprinnelig terreng. Årsaken er tilsig/oppkoning av et dypereliggende stagnert grunnvann med vesentlig større innhold av klorid, kalsium, jern og dels mangan enn det som påvises ved uttak fra nyere og grunnere brønner.

Etablering av grunnere loddbrønner B4, B5, B6 og B7 i år 2000 medførte en stor forbedring. Disse brønnene har filter fra 8,5-12,5m under opprinnelig terreng. Grunnvann fra disse brønnene inneholder mindre klorid og jern enn de eldste brønnene. Det har forekommet perioder med noe forhøyet innhold av klorid i B5.

I grunnvann fra B2 og B3 er det kun innholdet av jern og mangan som periodisk har vært høyere enn grenseverdiene i Drikkevannsforskriften. Innholdet av klorid har vært oppe i 52 og 81 mg/l henholdsvis B2 og B3. Dette er lavere enn tiltaksgrensen for klorid på 250 mg/l. Problemet med klorid og lav alkalitet er først og fremst at det tærer på varmtvannsberedere og installasjoner. Det er heller ikke satt grenseverdi for kalsium, men høyt innhold av kalsium gir problemer med utfellinger i kjeler, vasker, vaskemaskiner etc., samt fare for skade på elementet i varmtvannsberedere.

Man ønsker i utgangspunktet å drifte brønner på Drivenesøya slik at innholdet av klorid holdes på 25-30 mg/l. Dette vil samtidig redusere innholdet av kalsium. I tillegg har man erfart redusert ytelse over tid fra B1, sannsynligvis fordi den løse gruskastingen etter hvert har blitt invadert av finsand, slik at innstrømningsmotstanden har økt (filtertap). Grunnvann fra B1 inneholder i tillegg sand fordi filteret er i dårlig forfatning.

Hovedmålsettingen er at en fremtidig økning av uttaket skal skje uten at grunnvannets innhold av klorid, kalsium, jern og eventuelt mangan øker. Både gjennomgang av alt foreliggende materiale og resultatene fra Asplan Viak sine undersøkelser tilsier at det ikke er aktuelt å bore nye brønner dypere enn 13m under terreng. Dette begrunnes både ut fra løsmassenes vanngjennomgang og faren for oppkoning av klorid- og kalsiumholdig grunnvann fra dypere lag. Dette oppnås best med relativt grunne brønner og flatebelastning av magasinet ved at brønnene spres i et større område, eventuelt supplert med kunstig infiltrasjon. **Etablering av de 4 skråbrønnene i 2018 og prøvepumping av disse i 2018/2019 er et viktig ledd i arbeidet med å optimalisere grunnvannskvaliteten fra magasinet på Drivenesøya.**

1.3 Tidligere behandling etter vannressursloven og andre planer

Grunnvannsuttaget fra de nye skråbrønnene på Drivenesøya er ikke tidligere vurdert etter vannressursloven. Det ble søkt om plangodkjenning i 2015 for 4 nye brønner på Drivenesøya. Mattilsynet hadde ingen merknader til etablering av 4 nye brønner.

Videre utvikling av Drivenesøya grunnvannsanlegg er vedtatt som et hovedtiltak i hovedplan for vannforsyning i Vennesla kommune 2011-2015. Her framgår det at: Brønnene på Drivenesøya må oppgraderes. I tillegg må det etableres flere brønner. Vannkvaliteten i Vennesla vannverk må forbedres noe med hensyn til kjemiske forhold.

Beskrivelser av soner og klausuleringsbestemmelser fra et skjønn mellom grunneier og kommunen fra 1975 og en avtale mht. til de nye brønnene fra 2018 fremgår av kapittel 2.5.2. Brønnumrådet er i dag dels definert som Sikringssone med område for grunnvannsforsyning - H120 og hensynssone friluftsliv H-530, se kapittel 2.5.2. For sikringssonen gjelder det at: Sonen skal sikre rent drikkevann til innbyggerne. Innenfor sonen tillates ikke ny aktivitet eller fysiske inngrep som kan medføre fare for forurensning av vannkilden.

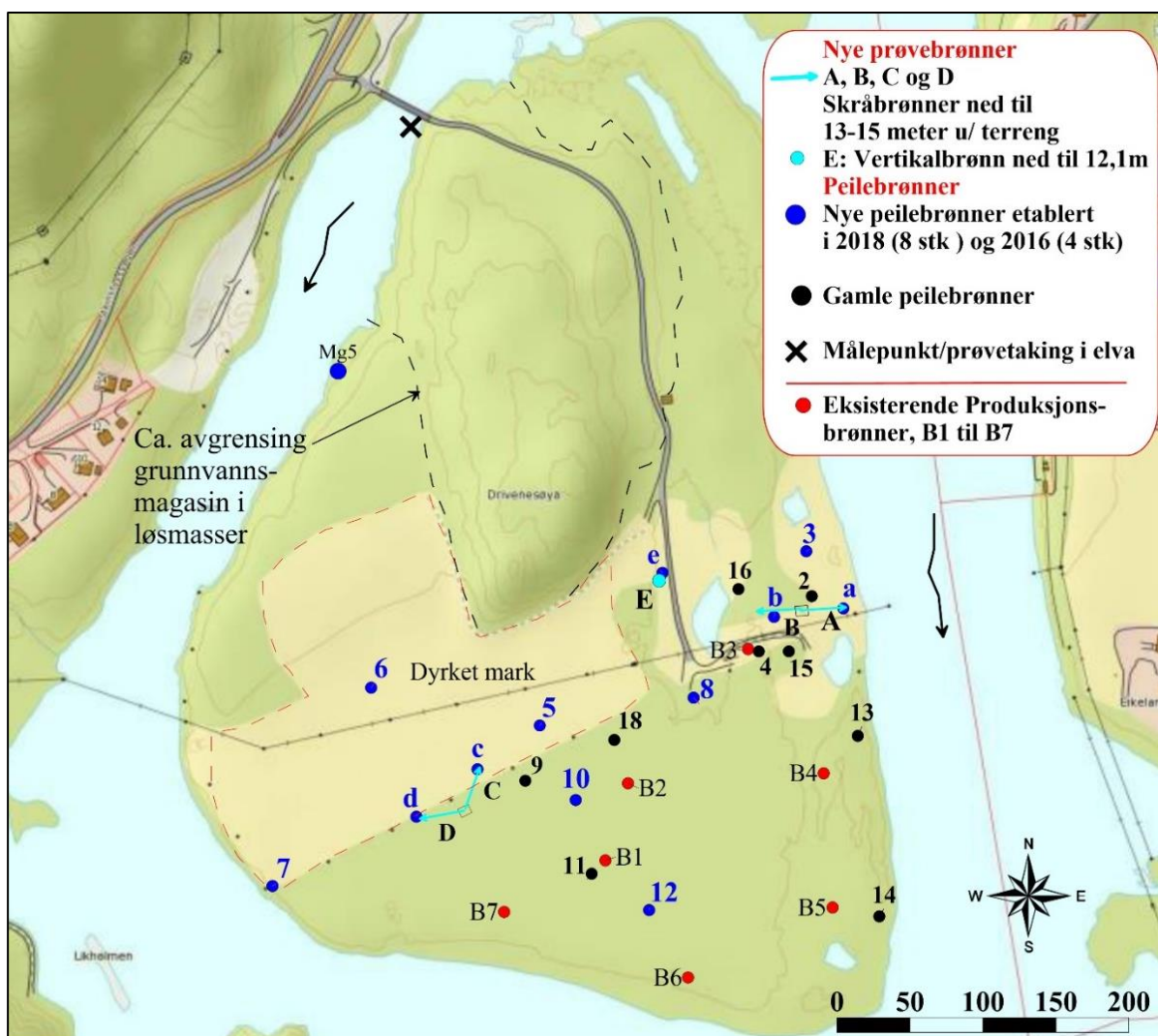
I hovedplanens Mål, status og handlingsplan revidert i 2018 fremgår det at: Drivenesøya grunnvannsbrønner, som forsyner Vennesla vannverk, skal være klausulert og sikret i henhold til Mattilsynets krav gjennom avtale med grunneier. Strengere klausulering søkes gjennomført ved konsesjonsbehandlingen. **Om nødvendig utvides sikringsområdet pga. nye brønner.**

Med bakgrunn i resultater fra langtidsprøvepumping i 2018 og 2019 (strømningskart) og at ny skråbrønn-A (2018) og brønnene B4, B5, B6 og B7 fra 2000 er etablert utenfor Sikringszone med område for grunnvannsforsyning, skal denne sonen utvides, se kapittel 2.5.2 og 2.5.3.

1.4 Geografisk plassering av tiltaket

Drivenesøya ligger i nordre del av Venneslafjorden i Vennesla kommune i Vest-Agder fylke, se figur 1. Venneslafjorden er en del av Otra med vassdragsnummer 021.A40. Brønnområdet ligger ca. 400m nord for Vennesla sentrum.

Både nye brønner etablert i 2018 og eldre brønner etablert i 1973, 1987 og 2000 er boret i løsmasser på den sørlige halvparten av Drivenesøya, se figur 2. Sentralt i den nordlige delen går det en fjellrygg, se stiplet linje på figur 2. Brønnområdet ligger 39-41 moh og den viktigste delen av løsmasseavsetningen utgjør anslagsvis 120 dekar, hvorav dyrket mark (grasproduksjon) utgjør ca. 44 dekar. Øvrige arealer er skogbevekste og benyttes til beite for storfe. Søndre del av øya er i dag satt av til Sikringszone med område for grunnvannsforsyning og Hensynssone friluftsliv, se kapittel 2.5.2



Figur 2. Kart med plassering av nye og gamle produksjonsbrønner og peilebrønner på Drivenesøya.

2 BESKRIVELSE AV TILTAKET

2.1 Hoveddata

Hoveddata for grunnvannstiltaket er presentert i tabellene under. Detaljert beskrivelse følger i de neste delkapitlene. Loddbrønn-E er omtalt i de neste kapitler, men ikke her, fordi brønnen ikke vil bli satt i drift på grunn av dårlig naturlig grunnvannskvalitet.

Tabell 2. Hoveddata for grunnvannstiltaket – Skråbrønn-A og B

	Skråbrønn-A	Skråbrønn-B
Koordinater brønntopp UTM32	X:439845,696 Y:6461388,989	X:439846,122 Y: 6461389,768
Høyder målt fra brønntopp)	41,256 moh	41,101 moh
Type brønn	Skråboret filterbrønn i løsmasser	Skråboret filterbrønn i løsmasser
Filterdybde	10,46 – 13m u/ terreng ved filter	10,46 – 13m u/ terreng ved filter
Maksimalt uttak	24 l/s	24 l/s
Normalt/anbefalt uttak	15 l/s	7 l/s (økes ved nedleggelse av B3)
Naturlig grunnvannsspeil v/ brønn	1,15 meter under terreng	2,5 meter under terreng
Senkning av grunnvannsspeil v/ brønn ved anbefalt uttak	2,4 meter	1,2 meter

Tabell 3. Hoveddata for grunnvannstiltaket – Skråbrønn-C og D

	Skråbrønn-C	Skråbrønn-D
Koordinater Brønntopp UTM32	X:439616,264 Y:6461252,516	X:439614,913 Y:6461251,305
Høyder målt fra brønntopp)	41,745 moh	41,645 moh
Type brønn	Skråboret filterbrønn i løsmasser	Skråboret filterbrønn i løsmasser
Filterdybde	10,02 – 12,55m u/ terreng v/ filter	9,38 – 11,72 m u/ terreng v/ filter
Maksimalt uttak	14 l/s	15 l/s
Normalt/anbefalt uttak	13 l/s	13 l/s
Naturlig grunnvannsspeil v/ brønn	Ca. 3,29 meter under terreng	Ca. 3,18 meter under terreng
Senkning av grunnvannsspeil v/ brønn ved anbefalt uttak	1,0 meter	0,85 meter

Grunnvannsuttaget vil skje fra løsmassebrønner uten kunstig infiltrasjon. Utpumpet grunnvann vil stamme fra:

- Indusert grunnvann dannet ved økt infiltrasjon av overflatevann som følge av senket grunnvannsnivå under uttak.
- infiltrasjon av nedbør på magasinoverflaten i brønnenes tilstrømningsområde.

En nærmere beskrivelse av vannbalansen er gitt i kapittel 2.3.6.

Ut fra brønnenes beliggenhet vil konsekvensene for friluftsliv, naturmiljø, landbruk, kulturminner og samiske interesser inkl. reindrift bli nærmere vurdert med bakgrunn i data fra offentlige databaser og opplysninger fra Vennesla kommune. I tillegg vil tiltaket bli vurdert ut fra grunneierforhold og kommunens arealplaner. Uttakets virkning for miljø, naturressurser og samfunn blir nærmere vurdert i kap. 3.

2.2 Detaljert beskrivelse av grunnvannsbrønner

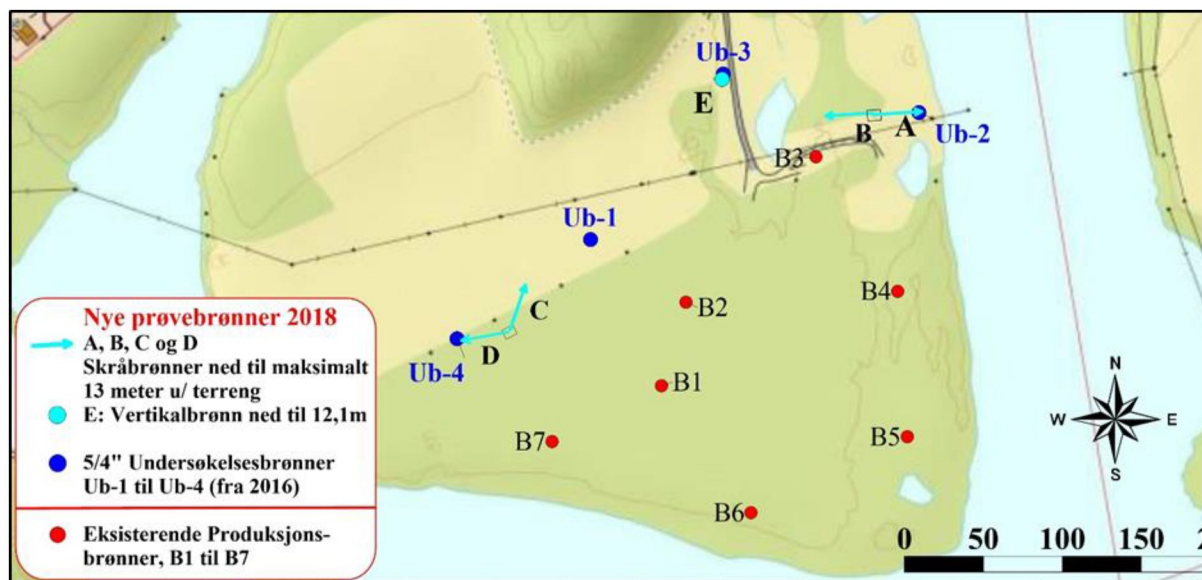
2.2.1 Nye brønner etablert i 2018 - brønnspesifikasjoner og som bygget tegninger

Etablering av fire skråbrønner og en loddbrønn, montering av senkpumper, brønnhodesikring, varerør for trykkløpere med mer ble utført av Hallingdal Bergboring i perioden 6. mai til 13. juni 2018.

Med unntak for total brønnlengde (skrå), filterdyp under terreng (lodd) og vinkel fra horisontalen (A, B, C = 25° og D = 23°) er skråbrønnene identiske og består av følgende komponenter:

- Brønnrør: 219,1/213,9mm i syrefast stål
- Filter: 219/203mm kontinuerlig slissefilter i syrefast stål
- Filterlengde og slissebredde: 6,0 m, 0,6 mm slissebredde
- Filterplassering skråbrønn-A og B: 10,5 - 13 m under terreng ved filter
- Filterplassering Skråbrønn-C: 10 – 12,5 m under terreng ved filter
- Filterplassering Skråbrønn-D: 9,38 – 11,72 m under terreng ved filter

Loddbrønn-E er utført med samme materialer og dimensjoner, men filteret er 4m langt og gruskastet, se figur 8.



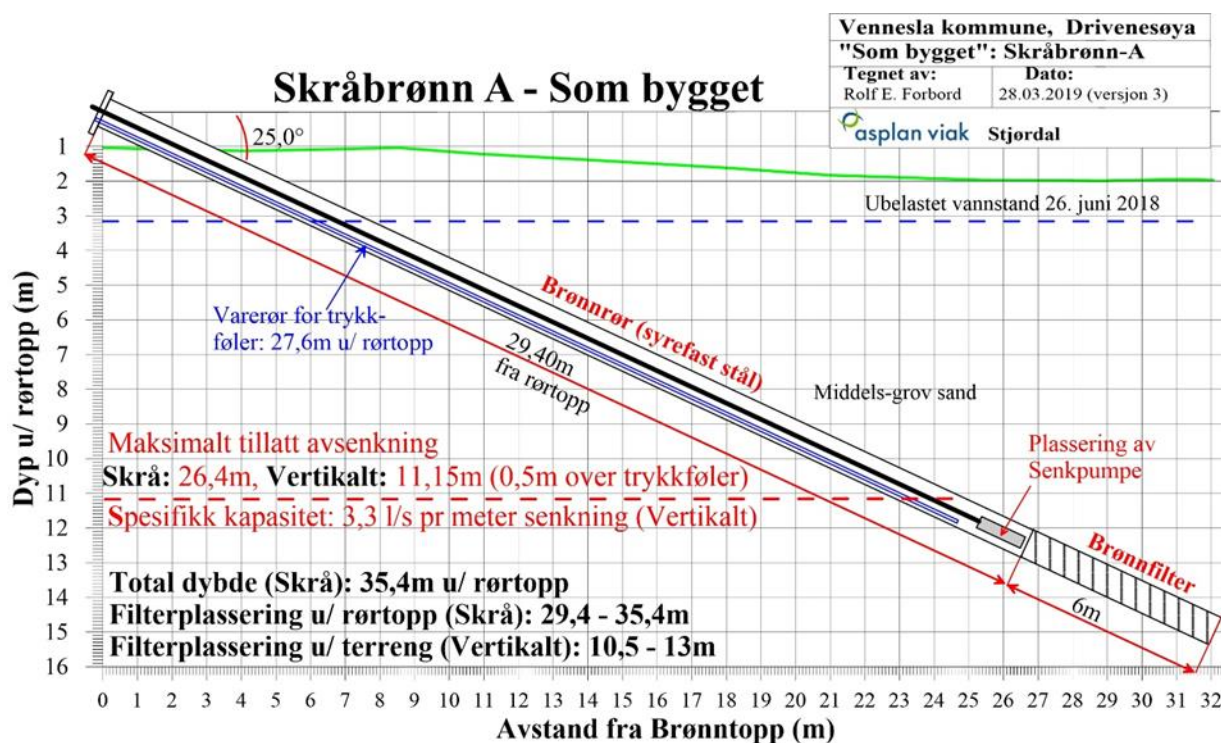
Figur 3. Kartutsnitt med plassering av Skråbrønn-A, B, C, D, loddbrønn-E og eksisterende brønner.

Detaljerte brønnspesifikasjoner for skråbrønnene fremgår av tabell 4 og 5 og «Som bygget» tegninger i figur 4 til 7 de neste sider. Tilsvarende for loddbrønn-E sees i figur 8. Grunnvannsnivå ved brønnpunktene fremgår av tegningene.

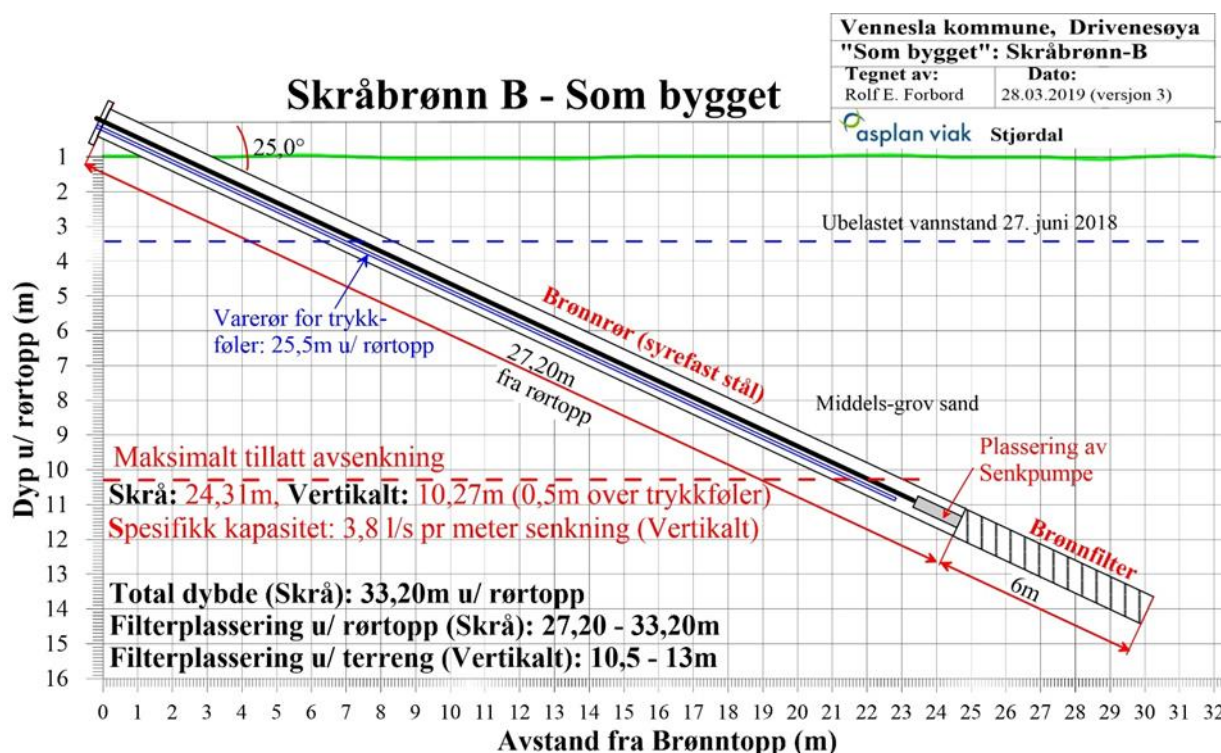
Her finnes all informasjon om brønnene: Koordinater, høyder, materialer, dimensjoner, spesifikk kapasitet, kritisk hastighet gjennom filter, filterplassering, plassering av pumper, varerør med stopper i bunn for montering av trykkløpere mm. Maksimal tillatt senkning (0,5m over trykkløper som plasseres i bunn varerør) er angitt på tegningene. I tabellene er det også angitt maksimalt uttak med bakgrunn i kapasitetstester og langtidsprøvepumping og et anbefalt uttak basert på en totalvurdering (sorteringsgrad i sedimentet, vannkvalitet).

Tabell 4. Brønnspesifikasjoner brønn-A og B. Som bygget tegninger sees i figur 4 og 5.

Brønn nr.	Skråbrønn A	Skråbrønn B
Brønntype	Skråboret rørbrønn	Skråboret rørbrønn
Etablert	7.5.2018	23.5.2018
Koordinat brønntopp	X:439845,696 Y:6461388,989 (UTM32)	X:439846,122 Y:6461389,768(UTM32)
Koordinat borpunkt	X: 439848,045 Y: 6461389,019	X:439843,867 Y:6461389,718
Høyde brønntopp	41,256 moh	41,101 moh
SPESIFIKK KAPASITET	3,3 l/s pr. meter senkning	3,8 l/s pr. meter senkning
Vinkel fra horisontalen	25°	25°
Boreretning	Fra nord: 86° (mot øst)	Fra nord: 266° (mot Vest)
Total brønnlengde, skråavstand	33m u/ oppr. terreng + 2,4m over terreng. Totalt 35,4m u/ brønntopp	30,8m u/ oppr. terreng + 2,4m over terreng. Totalt 33,20m u/ brønntopp
Total brønnlengde horisontalt	32,08m fra Brønntopp 29,91m fra borpunkt	30,09m fra Brønntopp 27,91m fra borpunkt
Totalt brønndyp, lodd	13,95m u/ terreng ved borpunkt 13m u/ terreng ved filter	13,02m u/ terreng ved borpunkt 13m u/ terreng ved filter
Br. topp-terreng, lodd	1m over terreng	1m over terreng
Brønnrør		
Godskvalitet	Syrefast stål	Syrefast stål
Dimensjon	219,1/213,9mm	219,1/213,9 mm
Lengde, skrå	29,4m under brønntopp	27,2m under brønntopp
Foringsrør	273mm, satt igjen fra 3m over filter	273mm, satt igjen fra 3m over filter
Filter		
Type	kontinuerlig slissefilter	kontinuerlig slissefilter
Godskvalitet	Syrefast stål	Syrefast stål
Diameter	219/203mm	219/203 mm
Lengde	6m	6 m
Slissebredde	0,6mm	0,6 mm
Perforasjon	21%	21%
Kritisk hastighet Gjennom filter	3 cm/s Teoretisk maksimalt uttak 24 l/s	3 cm/s Teoretisk maksimalt uttak 24 l/s
Plassering, skrå	29,4 – 35,4m u/ brønntopp 27 – 33m u/ terreng	27,2 -33,2m u/ brønntopp 24,8 – 30,8m u/ terreng
Plassering, lodd	11,41 – 13,95m u/ terreng v/borpunkt 10,46 – 13m u/ terreng ved filter	10,48 – 13,02 m u/ terreng v/borpunkt 10,46 – 13m u/ terreng ved filter
Maksimalt uttak	24 l/s	24 l/s
Anbefalt uttak	15 l/s	7 l/s (endres ev ved nedleggelse av B3)
Pumpeplassering	Bunn pumpe 0,1m over øvre filterkant	Bunn 0,05m over øvre filterkant
Varerør for trykkmåler	Bunn varerør 27,6m u/ brønntopp	Bunn varerør 25,5m u/ brønntopp
BRØNNETABLERING		
Hydrogeologisk Konsulent	Asplan Viak AS, Stjørdal/Trondheim v/ Rolf Forbord	Asplan Viak AS, Stjørdal/Trondheim v/ Rolf Forbord
Brønnboring	Hallingdal Bergboring AS	Hallingdal Bergboring AS



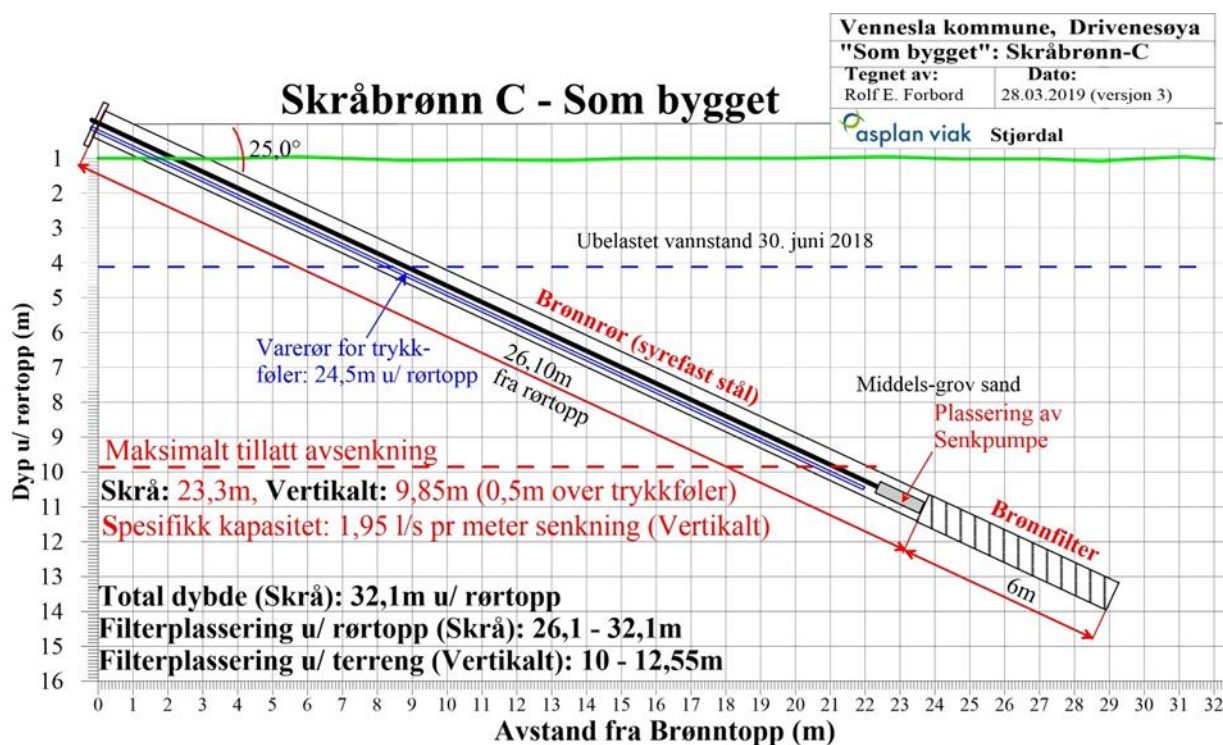
Figur 4. Skråbrønn-A, som bygget.



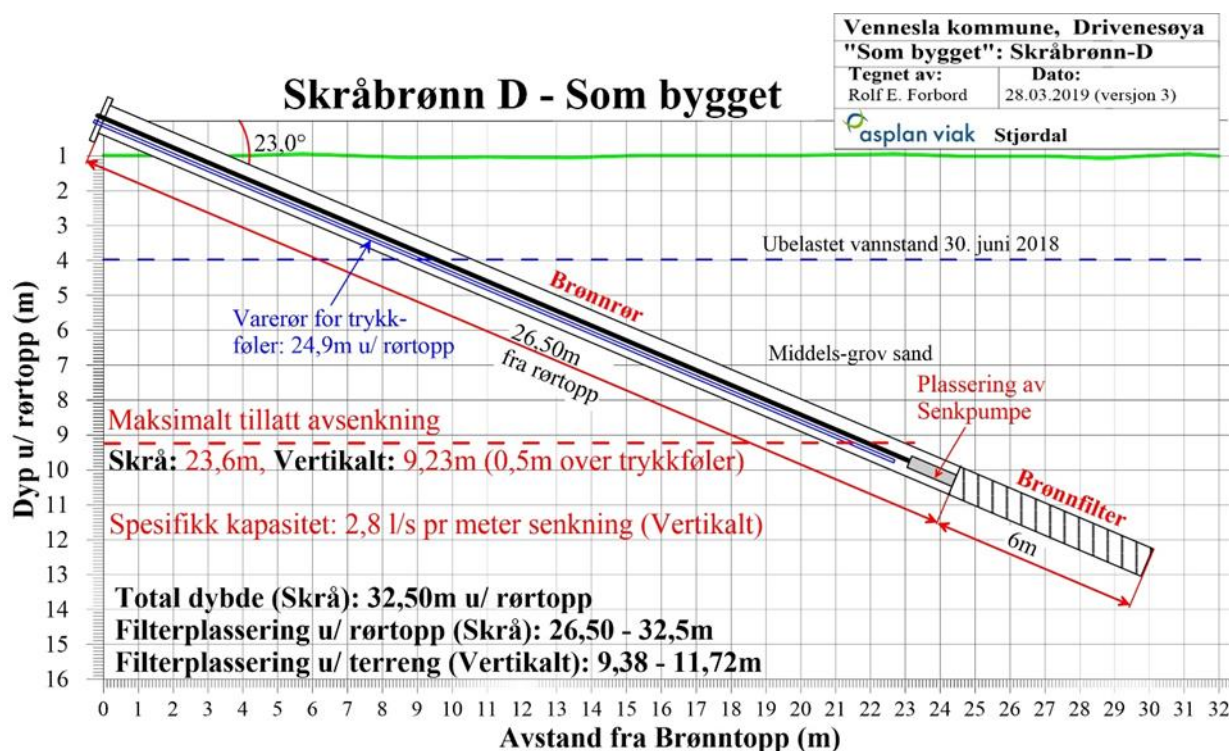
Figur 5. Skråbrønn-B, som bygget.

Tabell 5. Brønnspesifikasjoner brønn-C og D. Som bygget tegninger i figur 6 og 7.

Brønn nr.	Skråbrønn C	Skråbrønn D
Brønntype	Skråboret rørbrønn	Skråboret rørbrønn
Etablert	7.6.2018	5.6.2018
Koordinat brønntopp	X:439616,264 Y:6461252,516 (UTM32)	X:439614,913 Y:6461251,305 UTM32
Koordinat borpunkt	X:439616,968 Y:6461254,645	X:439612,738 Y:6461250,789
Høyde brønntopp	41,745 moh	41,645 moh
SPESIFIKK KAPASITET	1,95 l/s pr. meter senkning	2,8 l/s pr. meter senkning
Vinkel fra horisontalen	25°	23°
Boreretning	Fra nord: 20° (mot N-NØ)	Fra nord: 260° (mot Vest)
Total brønnlengde, skråavstand	29,7m u/ oppr. terreng + 2,4m over terreng. Totalt 32,1m u/ brønntopp	30,0m u/ oppr. terreng + 2,5m over terreng. Totalt 32,50m u/ brønntopp
Total brønnlengde horisontalt	29,09m fra Brønntopp 26,92m fra borpunkt	29,92m fra Brønntopp 27,62m fra borpunkt
Totalt brønndyp, lodd	12,55m u/ terreng ved borpunkt 12,55m u/ terreng ved filter	11,72m u/ terreng ved borpunkt 11,72m u/ terreng ved filter
Br. topp-terreng, lodd	1m over terreng	1m over terreng
Brønnrør		
Godskvalitet	Syrefast stål	Syrefast stål
Dimensjon	219,1/213,9mm	219,1/213,9 mm
Lengde, skrå	26,1m under brønntopp	26,5m under brønntopp
Foringsrør	273mm, satt igjen fra 3m over filter	273mm, satt igjen fra 3m over filter
Filter		
Type	kontinuerlig slissefilter	kontinuerlig slissefilter
Godskvalitet	Syrefast stål	Syrefast stål
Diameter	219/203mm	219/203 mm
Lengde	6m	6 m
Slissebredde	0,6mm	0,6 mm
Perforasjon	21%	21%
Kritisk hastighet	3 cm/s	3 cm/s
Gjennom filter	Teoretisk maksimalt uttak 24 l/s	Teoretisk maksimalt uttak 24 l/s
Plassering, skrå	26,1 – 32,1m u/ brønntopp 23,7 – 29,7m u/ terreng	26,5 -32,5m u/ brønntopp 24,0 – 30,0m u/ terreng
Plassering, lodd	10,02 – 12,55m u/ terreng v/borpunkt 10,02 – 12,55m u/ terreng ved filter	9,38 – 11,72 m u/ terreng v/borpunkt 9,38 – 11,72 m u/ terreng ved filter
Maksimalt uttak	14 l/s	15 l/s
Anbefalt uttak	13 l/s	13 l/s
Pumpeplassering	Bunn pumpe 0,05m over øvre filterkant	Bunn 0,05m over øvre filterkant
Varerør for trykkløser	Bunn varerør 24,5m u/ brønntopp	Bunn varerør 24,9m u/ brønntopp
BRØNNETABLERING		
Hydrogeologisk Konsulent	Asplan Viak AS, Stjørdal/Trondheim v/ Rolf Forbord	Asplan Viak AS, Stjørdal/Trondheim v/ Rolf Forbord
Brønnboring	Hallingdal Bergboring AS	Hallingdal Bergboring AS

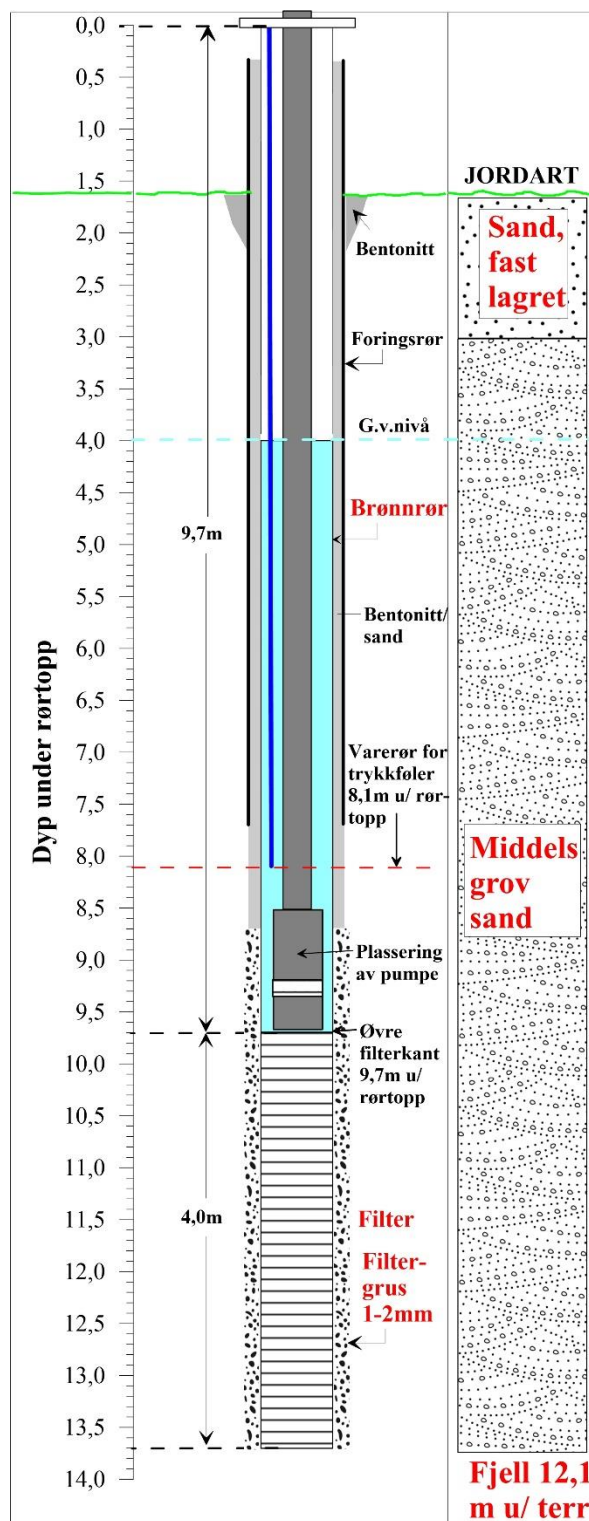


Figur 6. Skråbrønn-C, som bygget.



Figur 7. Skråbrønn-D, som bygget.

BRØNNSPESIFIKASJONER FOR Vertikalbrønn E, Drivenesøya	
BRØNNTYPE	Rørbrønn i løsmasser
ETABLERT	26.5.2018
Total dybde	13,7m u/ brønntopp 12,10 m u/ terreng
Topp rør-terreng:	1,6 m over terreng
Høyde brønntopp	41,194
Koordinat UTM32	X:439750,133Y:6461411,31
SPESIFIKK KAPASITET	2,2 l/s pr. meter senkning
BRØNNRØR	
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219,1/213,9 mm
Lengde	9,7 m u/ brønntopp
Føringsrør	323,9 mm
FILTER	
Type	Kontinuerlig slissefilter Beiset utførelse
Godskvalitet	Syrefast stål
Diameter	219/203 mm
Lengde	4,0 meter
Slissebredde	0,6 mm
Perforasjon	21%
Kritisk hastighet Gjennom filter	3 cm/s (Teoretisk maksimalt uttak 16 l/s)
Plassering	9,7 -13,70 m u/ brønntopp 8,1-12,10m u/ terreng
FILTERGRUS	
Tykkelse	50 mm
Kornstørrelse	1-2mm
Plassering	7,5-12,5m u/ terreng
SENKPUMPE	
Pumpeplassering	Bunn pumpe 9,7 m u/ brønntopp (ved øvre filterkant).
Plassering trykkføler	Varerør for trykkføler ned til 8,1 meter u/ rørtopp
BRØNNETABLERING	
Hydrogeologisk konsulent	Asplan Viak as, Trondheim v/ Rolf Forbord
Brønnboring	Hallingdal Bergboring AS



Vennesla kommune, Drivenesøya "Som bygget": Loddbrønn-E

Tegnet av: Rolf E. Forbord
Dato: 28.03.2019 (versjon 3)

asplan viak Stjørdal

Figur 8. Detaljerte brønnspesifikasjoner og som bygget tegning for Loddbrønn-E.

2.2.2 Hygienisk sikring og flomsikring av de nye brønnene (2018)

For å hindre strømning langs brønnrøret er fôringsrøret satt igjen som sikring fra 2 meter over øvre filterkant og til 0,2-0,3 m under brønntoppen. Det er tettet med sement mellom fôringsrøret og brønnrøret fra topp foringsrør og 1,5m nedover, se figur 9. Dette ble gjort ved å etablere en skumpakning i mellomrommet 1,5m under topp foringsrør, og deretter gyse med sement. Det er også lagt en kile med bentonitt rundt fôringsrøret ved terrengoverflaten.

I tillegg er selve brønntoppene utstyrt med tett brønnhodesikring med vanntette gjennomføringer for pumpeledning, strømkabel og trykkmåler, se figur 9. Brønnene er også utstyrt med lufting (svane Hals) med utløp høyere enn brønntoppen.



Figur 9. Brønnhodesikring i rustfritt stål med vanntette gjennomføringer (Skråbrønn-A og B, 27.6.2018).

Skråbrønnene er i dag avsluttet 1,0m over terreng, og brønn-E 1,6m over terreng. Brønntoppene bygges senere inn i vanntett konstruksjon (pumpehus som tar høyde for 1000-års flom. Dette er omtalt i kapittel 2.6.

2.2.3 Beskrivelse av gamle brønner fra 1973-1976, 1987 og 2000

Plassering av eksisterende produksjonsbrønner på Drivenesøya (de som benyttes pr. i dag) sees i figur 10. Her er filterdyp angitt ved hvert brønnpunkt. Brønnspesifikasjoner fremgår av tabell 7 og 8.

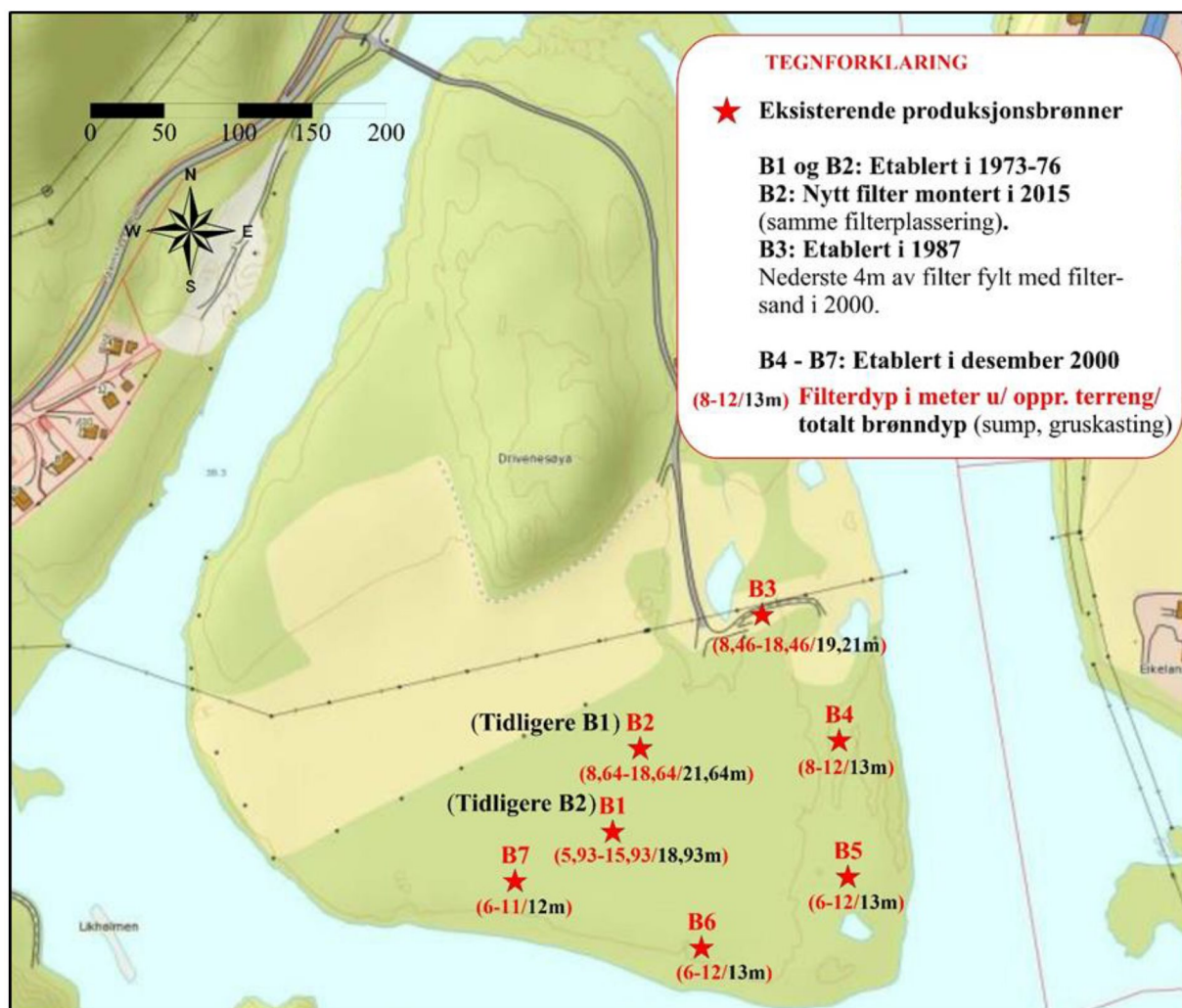
Vannuttak fra de forskjellige brønner under drift i ett år (5.12.15 til 15.12.16) sees i tabell 6, linje 2. Her fremgår kun den totale vannmengden pr. brønn i løpet av ett år, og ikke periodiske maksimale uttak pr. brønn. I løpet av perioden er det i snitt tatt ut 42,8 l/s. B6 har i snitt levert mest vann (9,5 l/s), deretter følger B2, B5, B4, B3 og B1. B7 har levert minst vann i perioden. Denne brønnen har lav kapasitet og «suger» luft som følge av at vannstanden i brønnen senkes ned til inntakssilen i pumpe. **B1, B2, B3 (sand, klorid, jern) og ev. B7 skal fases ut.** Alternativt må B7 rehabiliteres.

Brønnene starter i grupper under drift. Brønnene har frem til 30.11.2018 blitt driftet slik at B2, B3 og B5 er gruppe 1 (ved høyt forbruk), mens B4 og B6 og B7 er gruppe 2 (benyttes ved lavt forbruk). Ved høyt forbruk brukes begge grupper. Øyeblikksverdier for vannuttak ved drift av gruppene sees i linje 3 og 4 i tabellen. Fordeling mellom brønner ved uttak av 95 l/s ved pumping fra alle brønner sees i linje 4. Dette skjer kun ved prøvetaking av alle brønner, brann eller store lekkasjer. B1 benyttes normalt ikke (gir sand).

For å holde innholdet av klorid lavest mulig er grupperingen endret fra 30.11.2018, slik at B2, B4 og B6 etter dette er gruppe 1, og B3 og B5 er gruppe 2 (B3 gir mest klorid).

Tabell 6. Utpumpede vannmengder fra B1-B7 i perioden 5. desember 2015 til 15. desember 2016 med mere.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Sum
I/s, 1 års drift total vannmengde)	4,3	8,7	4,9	6,0	7,5	9,5	1,8	42,8
I/s, øyeblikksverdi, gruppe 1 (22.8.18)		20	10		11			41
I/s, øyeblikksverdi, gruppe 2 (16.10.18)				11		14,8	0,0	25,8
I/s, øyeblikksverdi, pumping fra alle brønner ved prøvetaking (11.12.2018)	38,1	25,4	10,2	5,3	8,1	7,8	0,0	94,9



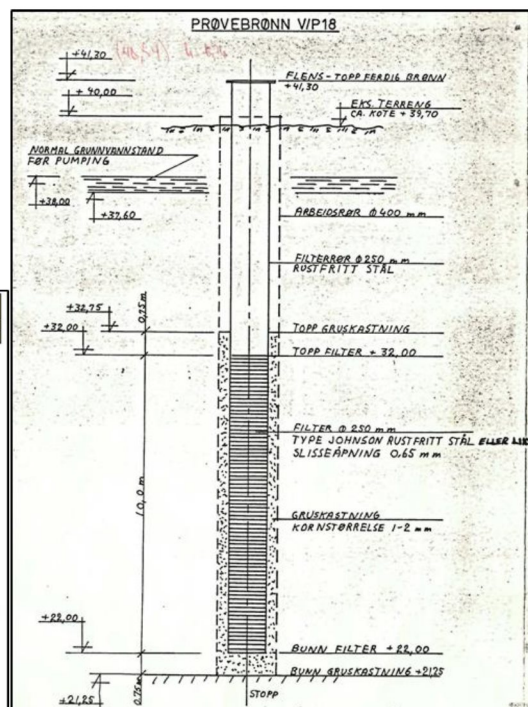
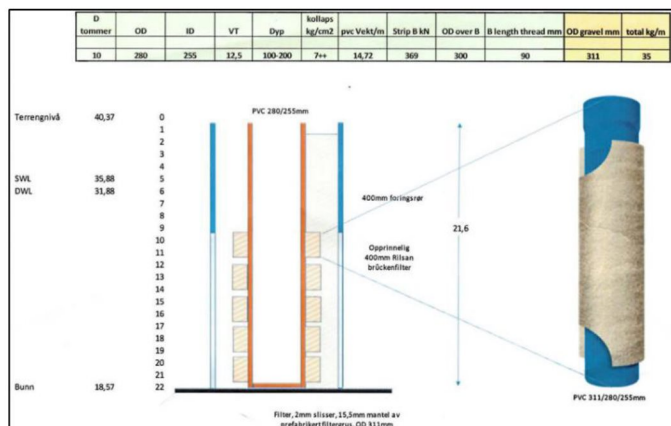
Figur 10. Plassering av eksisterende produksjonsbrønner på Drivenesøya. Filterdyp angitt under hvert punkt.

I B2 ble det etablert et nytt 280/255mm PVC filter med 15,5mm mantel av prefabrikkert filtergrus i 2015. Ut fra tegningen Vennesla kommune har fått fra leverandøren, er dette filteret satt i hele den opprinnelige filterlengden (10m), slik at inntaksdypet i B2 er det samme som før, se tabell 7 og figur 11 (venstre). I figur 11 ser man at det nye filteret er satt ned til 18,57 u/ terreng. Det nye filteret reduserer inntrengning av finstoff, men ikke tilsig av dypereliggende grunnvann.

I B3 ble de nederste 4m av filteret «blokkert» med 1,8-2mm filtersand i 2000. Tiltaket reduserer/fjerner ev. problemer med inntrengning av finstoff, men brønnen trekker fortsatt på grunnvann fra dypet, se tabell 7 og figur 11 (høyre, arbeidstegning B3). Brønnen er for øvrig 0,76m dypere enn det som ble angitt i arbeidstegningen fra 1987.

Tabell 7. Brønnspesifikasjoner for B1, B2 (1973-1976) og B3 (1987).

	B1	B2	B3
Brønnvinkel	Vertikal	Vertikal	Vertikal
Brønntopp over opprinnelig terreng	0,87	0,86	0,84
Totalt brønnndyp inkludert sumprør u/ terreng	18,93	21,64	19,21 (gruskastet 0,75m dypere enn filter)
Brønnrør	400mm stålør	400mm stålør (til 2015)	250mm rustfritt stål
Filter	400mm Rilsan brückenfilter	400mm Rilsan brückenfilter (til 2015)	Johnson slissefilter rustfritt stål
Filterlengde og slissebredde	10m, ukjent, slissebredde	10m, ukjent slissebredde	10m, 0,65mm slissebredde
Filterplassering u/ rørtopp	6,8-16,8	9,5-19,5	9,3-19,3
Filterplassering u/ oppr. terreng	5,93-15,93	8,64-18,64	8,46-18,46
Gruskasting	?	?	60mm, 1-2mm fra 7,7-19,21 u/ terreng
Sumprør	3m	3m	0,75m gruskasting u/ filter
Pumpeplassering	I sump?	I sump?	Over filter?
Etter tiltak		2015	2000
Brønnrør		PVC 280/255mm	
Filter		PVC 311/280/255mm	Nederste 4m av filter Blokkert med filtersand
Filterlengde og slissebredde		10m, 2mm slisser	10m, 0,65mm slissebredde
Filterplassering u/ rørtopp		9,5-19,5	9,3-19,3
Filterplassering u/ oppr. terreng		8,64-18,64 (18,57)	8,46-18,46
Gruskasting		15,5mm prefabrikkert grus utenpå PCV filter	60mm, 1-2mm kornst. fra 7,7 v-19,21 u/ terr.

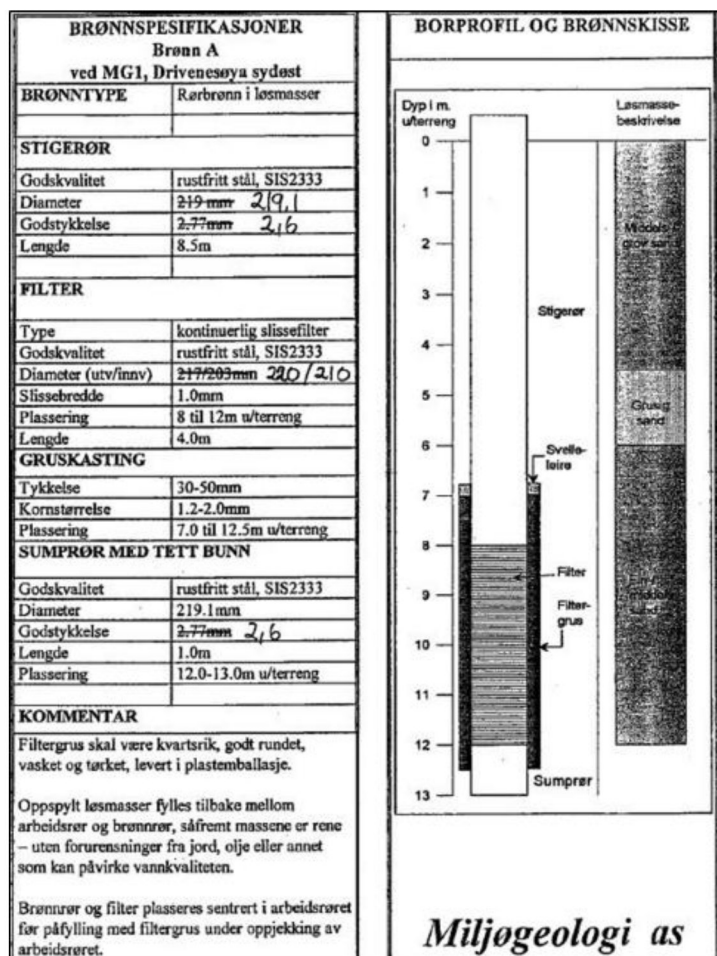


Figur 11. Beskrivelse av nytt filter montert i B2 i 2015 (venstre) og arbeidstegning for B3 (høyre).

Tabell 8. Brønnspesifikasjoner for B4, B5, B6 og B7 (2000)

	B4	B5	B6	B7
Brønnvinkel	Vertikal	Vertikal	Vertikal	Vertikal
Brønntopp over oppr. terreng	0,5	0,5	0,5	0,5
Totalt brønndyp inkl. sumprør u/ terreng	13	13	13	12
Brønnrør	219,1mm rustfritt stål	219,1mm rustfritt stål	219,1mm rustfritt stål	219,1mm rustfritt stål
Filter	220mm kontinuerlig slissefilter Rustfritt stål	220mm kontinuerlig slissefilter rustfritt stål	220mm kontinuerlig slissefilter rustfritt stål	220mm kontinuerlig slissefilter rustfritt stål
Filterlengde og slissebredde	4,0m, 1,0mm slissebredde	6,0m, 1,0mm slissebredde	6,0m, 1,0mm slissebredde	5,0m, 1,0mm slissebredde
Filterplassering u/ rørtopp	8,5-12,5	6,5-12,5	6,5-12,5	6,5-11,5
Filterplassering u/ oppr. terreng	8,0-12,0	6,0-12,0	6,0-12,0	6,0-11,0
Gruskasting	30-50mm tykt 1,2-2,0mm, 7-12,5m u/ terreng	30-50mm tykt 1,2-2,0mm, 5,5-12m u/ terreng	30-50mm tykt 1,2-2,0mm, 5,5-12,5m u/ terreng	30-50mm tykt 1,2-2,0mm, 5,5-12m u/ terreng
Sumprør	1m	1m	1m	1m
Pumpeplassering	Over filter	Over filter	Over filter	Over filter

Eksempel på «som bygget tegning» for B4 fra 2000 (her angitt som Brønn-A) sees på figur 12.



Figur 12. «Som bygget» tegning for B4.

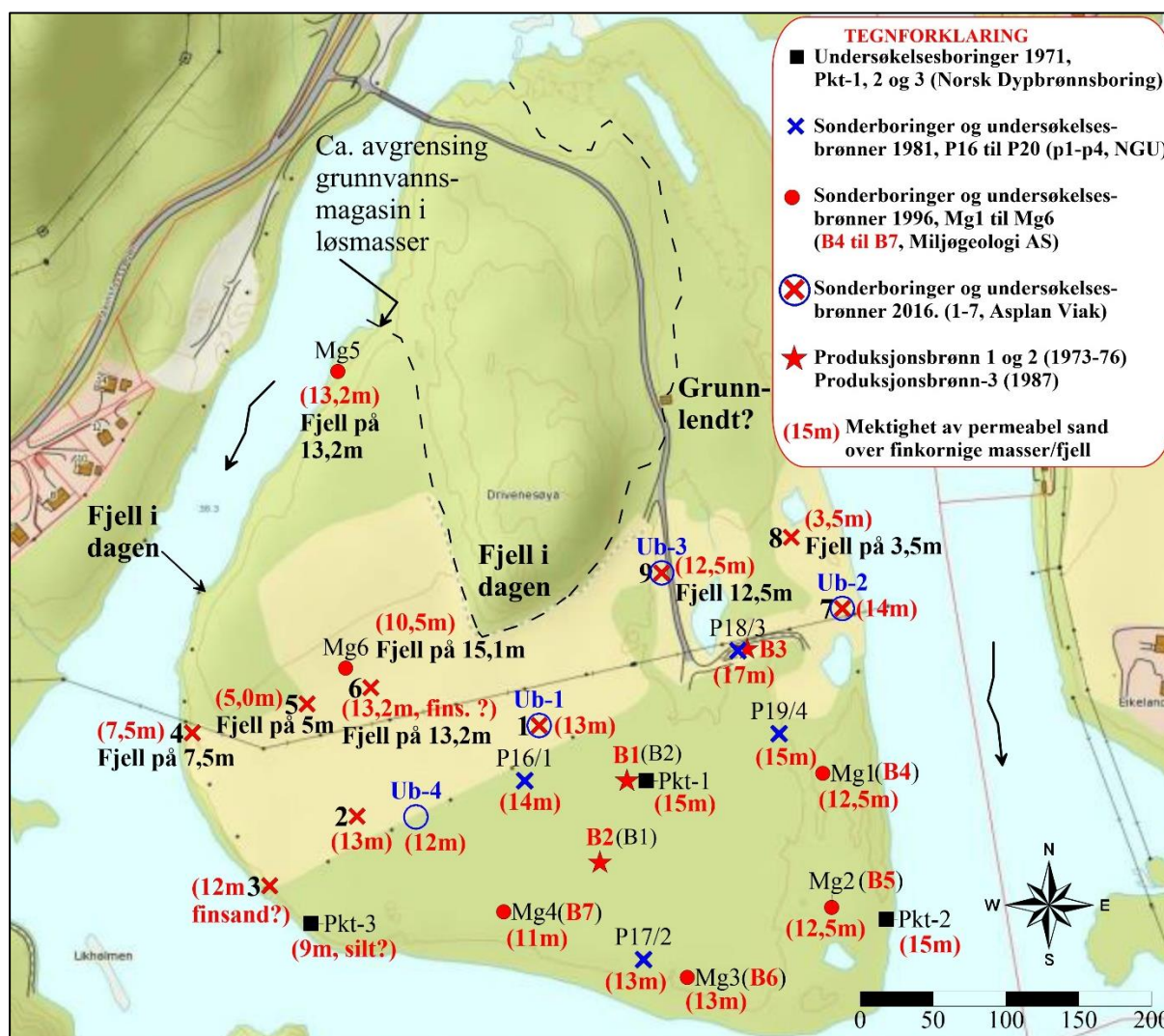
2.3 Beskrivelse av grunnvannsforekomsten

2.3.1 Løsmassegeologi og utførte undersøkelser

Den aktuelle grunnvannsforekomsten er et grunnvannsmagasin i løsmasser på Drivenesøya. I den nordlige delen er det dels grunnlendt og fjell i dagen, spesielt i sentrale deler av øya (fjellrygg). Den sørlige delen av avsetningen hvor brønnene er etablert ligger 39-41 moh og flaten i sør utgjør ca. 120 dekar. Her finner man elveavsatt løst lagret middels til grov sand som overlager eldre marint avsatte breelvavsetninger fra isavsmeltingen (finsand og siltig finsand).

Ved store uttak fra de gamle dype brønnene (B1, B2, B3) trekker man inn dels redusert grunnvann med høye konsentrasjoner av klorid, kalsium og jern. Årsaken til vannkvalitetsproblemene er at sjøen i en kort periode etter siste istid sto inn i Venneslafjorden opp til ca. kote 55. Venneslafjorden består av flere sediment-fylte traue som inneholder salt eller brakt porevann i dypet.

En oppsummering av alle undersøkelsesboringer som det finnes data på i området fra perioden 1971 til 2016 sees på figur 13.



Figur 13. Kartutsnitt med plassering av alle kjente undersøkelsesboringer på den sørlige del av Drivenesøya.

Ved hvert punkt på figur 13 er mektigheten av den mest permeable sandpakken (middels-grov sand) over finsand, siltig finsand eller fjell angitt med rød skrift. Dyp til fjell i de boringer dette er påtruffet

med er angitt med sort skrift. Generelt ser det ut fra boringer og sikteanalyser at sandmassene blir noe finere mot syd og vest.

Etter en omfattende gjennomgang av alt foreliggende materiale kombinert med Asplan Viak sine undersøkelser i 2016, er man sikker på at et økt uttak må tas fra denne øvre mest permeable sandpakken, og ikke dypere enn 13 meter. I grunnvannsprøver fra undersøkelsesbrønn Ub-1, 2, 3 og 4 (Asplan Viak, 2016), varierte innholdet av klorid fra 1,8 til maksimalt 7,5 mg/l (se figur 13 for plassering). Ub-1, 2 og 4 er ført ned til 12m dyp, og Ub-2 til 14m dyp.

Det er tidligere utført undersøkelser i nordre del av Drivenesøya (Miljøgeologi AS, 1995), hvor det ble påvist salt grunnvann. I denne runden ble det utført seismiske undersøkelser og satt ned minst 2 stk. 5/4tomms undersøkelsesbrønner. Rapport fra disse undersøkelsene er ikke funnet.

2.3.2 Nedbørfelt og lavvannsføring

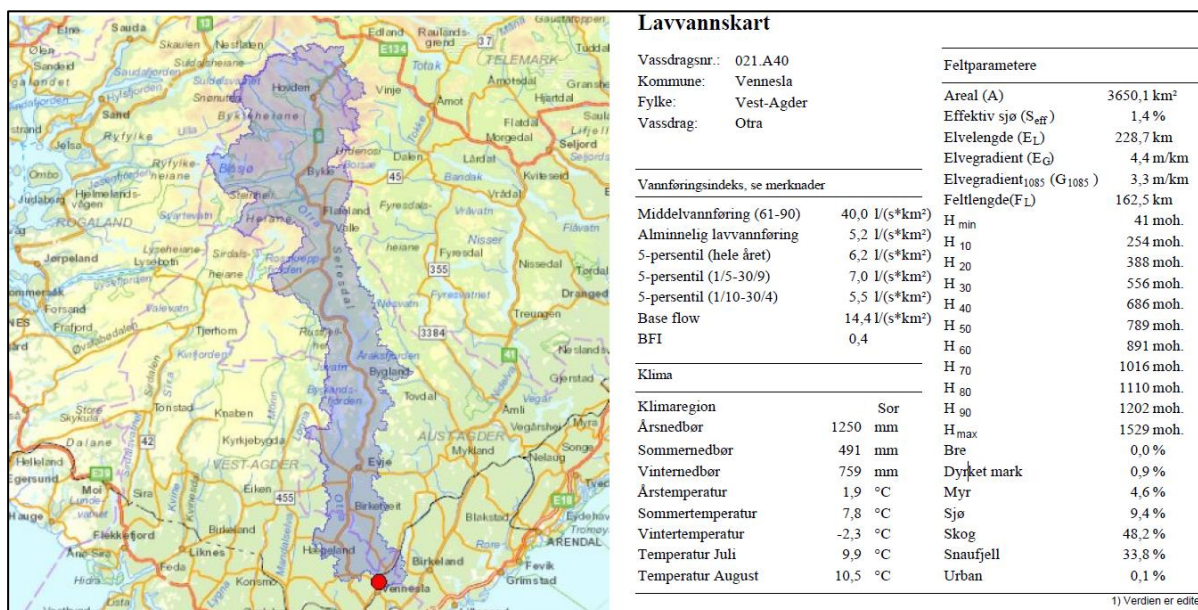
Otra er den største elva på Sørlandet. Den har sitt løp fra Setesdalsheiene i Bykle kommune i Aust-Agder i nord til Kristiansand i Vest-Agder i sør. Otra er 245 kilometer lang og er dermed Norges åttende lengste elv.

Nedslagsfeltet til Otra oppstrøms brønnområdet på Drivenesøya er, med unntak for infrastruktur, jordbruk og bebyggelse i dalførene, i realiteten lite påvirket av menneskelig aktivitet, se figur 14. Myr (4,6%), vann (9,4%), Skog (48,2%), og snaufjell (33,8%) utgjør samlet 96% av nedslagsfeltet. Dyrket mark utgjør 0,9% og urbane områder er oppgitt til 0,1%.

Middelvannføring og lavvannføring i Otra ved brønnområdet fremgår av tabell 9, og lavvannskart på figur 14. Uttak av 80 l/s med grunnvann tilsvarer 0,05 % av middelvannføringa og 0,42 % av alminnelig lavvannføring i Otra. Et periodisk maksimalt uttak på 130 l/s tilsvarer 0,09 % av middelvannføringa og 0,68 % av alminnelig lavvannføring.

Tabell 9. Nedbørfelt, middelvannføring og lavvannføring i Otra ved brønnområdet.

Vassdrag	Totalt areal nedbørsfelt (km ²)	Middelvannføring (l/s)	Alminnelig lavvannføring (l/s)
Otra	3650	146000	18980



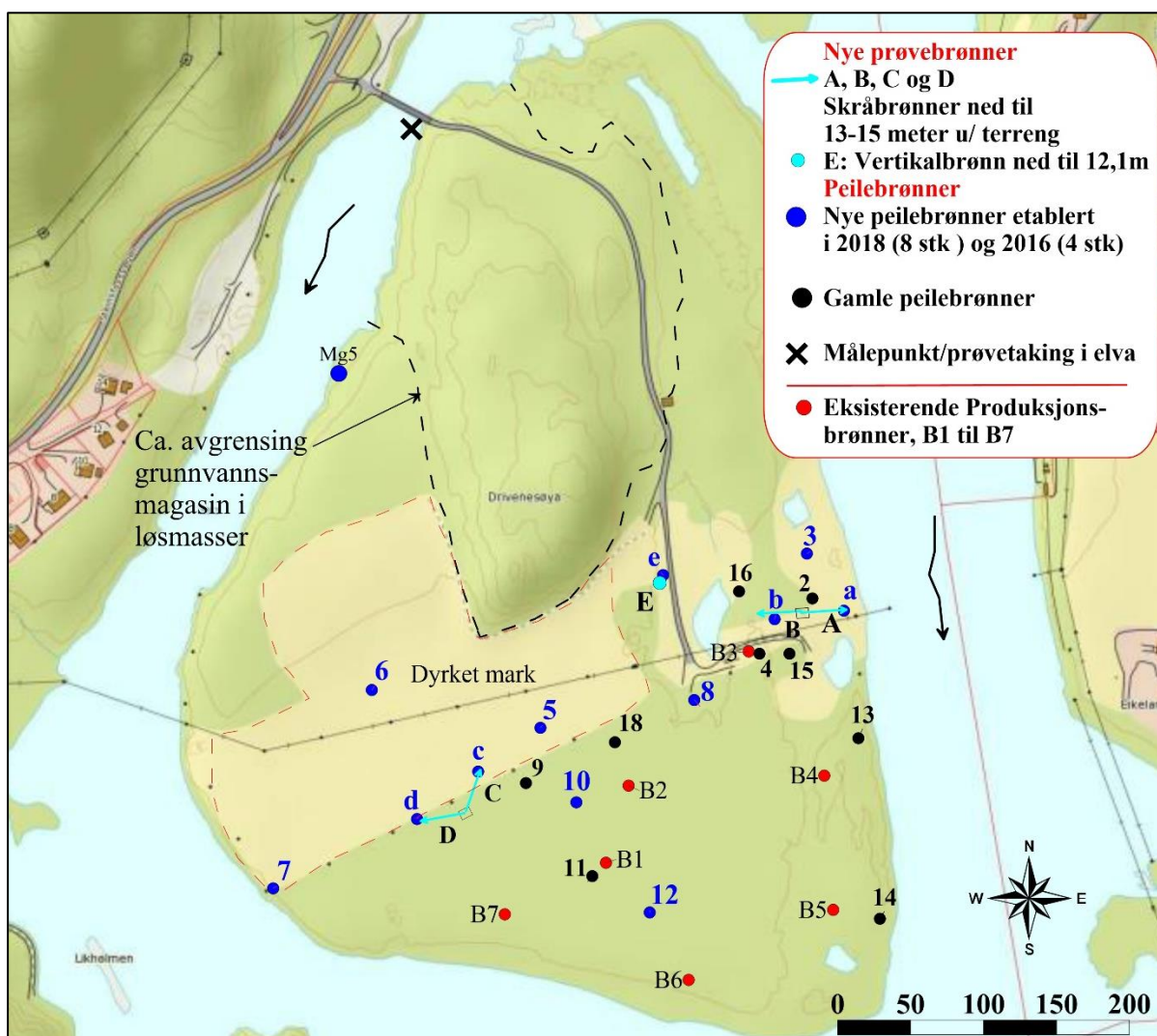
Figur 14. Lavvannskart/feltdata for Otra (<http://nevina.nve.no/>).

2.3.3 Magasintype, vannstandsvariasjoner og avsenkning under prøvepumping

Med bakgrunn i geofysiske og hydrogeologiske undersøkelser utført av Asplan Viak AS i oktober 2016 ble det i mai/juni 2018 etablert 5 stk. fullskala supplerende produksjonsbrønner på Drivenesøya. Langtidsprøvepumping med kontinuerlig uttak av totalt 75 l/s, 100 l/s og nedjustering til 75 l/s er utført i perioden 22. august 2018 til 1. april 2019. Under prøvepumping ble grunnvann fra nye brønner pumpet til elva og fra eksisterende brønner til nett.

Det er registrert vannstand i 21 peilebrønner, i de 5 nye produksjonsbrønnene og i elva i de første 4 månedene av prøvepumpingsperioden. Vannstandsmålinger i de nye skråbrønnene er utført manuelt med Boomer/ekkolodd (ukentlig), og med loggere plassert i brønnene (hver time). Måling av vannstand i Otra er utført ved nedsatt målestav ved brua (se kryss). Peilebrønnene a, b, c, d, og e er optimalt plassert for å registrere senkning som følge av de nye brønnene A til E.

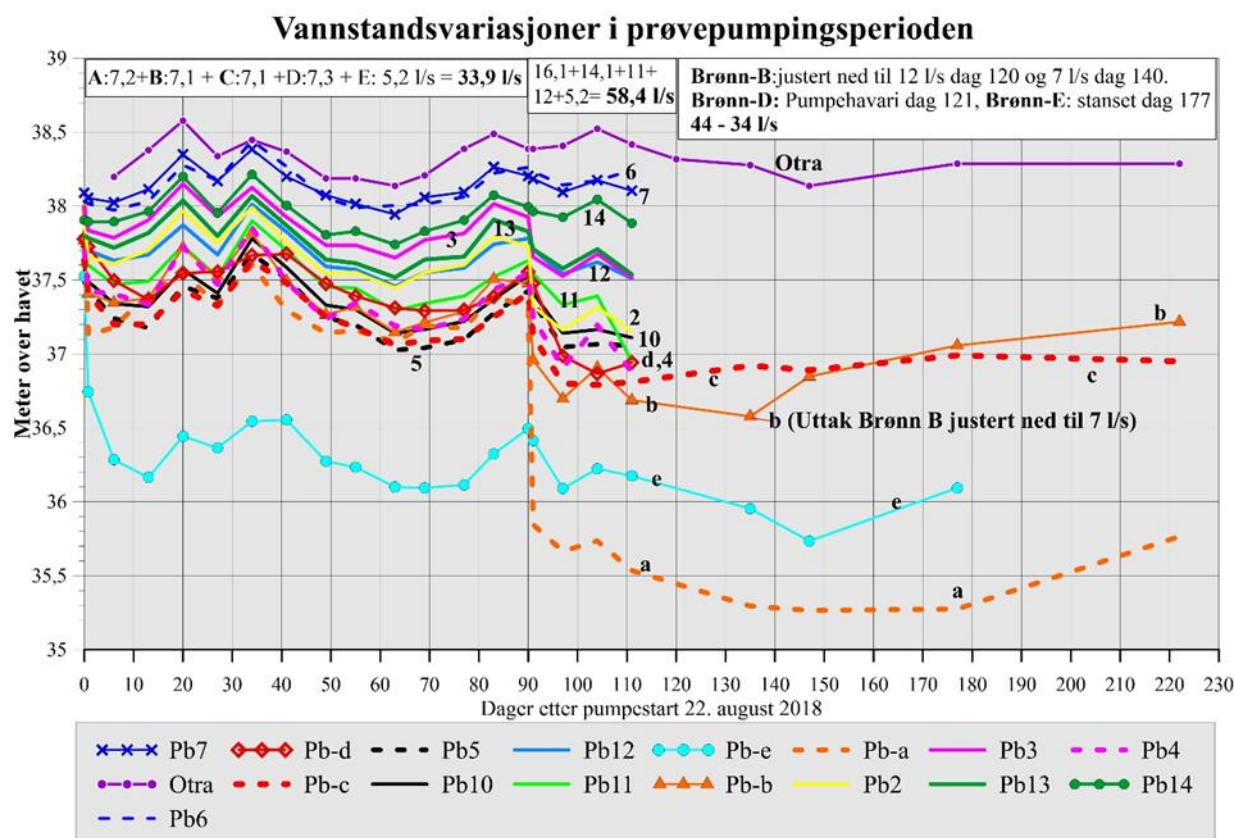
I de siste 3 månedene er det kun utført enkelte målinger av vannstand i elva og i de peilebrønnene som er etablert nærmest brønnene (a, b, c, e).



Figur 15. Kartutsnitt med alle produksjonsbrønner, alle Peilebrønner og målepunkt i elva.

Grunnvannsmagasinet kan karakteriseres som et åpent infiltrasjonsmagasin, der grunnvannsnivået i brønnområdet styres av og fluktuerer i takt med vannstanden i Otra, se figur 16. Her er vannstandsdata i moh fra peilebrønner og elva plottet i samme diagram. Vannstanden i alle peilebrønner varierer med vannstanden i elva.

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 elva er den viktigste kilden til nydannelse av grunnvann i magasinet (indusert grunnvannsdannelse). Andelen grunnvann nydannet ved nedbør på magasinoverflaten er av størrelsesorden 3 prosent av et uttak på 80 l/s, se kapittel 2.3.6.



Figur 16. Vannstandsvariasjoner i peilebrønner og Otra plottet i moh. **Uttaksmengder nye brønner sees øverst.**

Langtidsprøvepumping med kontinuerlig uttak av 34 l/s fra de nye brønnene og maksimalt 41 l/s fra de eksisterende brønnene (til nett) startet 22. august 2018. **Dette betyr at maksimalt samlet uttak har vært av størrelsesorden 75 l/s i perioden 22. august til 20. november 2018 (dag 0 til dag 90).**

Uttaket fra de gamle brønnene har i hele perioden i snitt vært 35 l/s, mens øyeblikksavlesninger utført når vannstandsmålingene ble utført viser 41 l/s. Vannuttaket fra de gamle brønnene som leverer til nett er i prøvepumpingsperioden fordelt slik:

Gruppe-1: B2: 20 l/s, B3: 10 l/s, B5: 11 l/s = 41 l/s. Gruppe-2 (ved lavt forbruk): B4: 11 l/s og B6: 15 l/s = 26 l/s.

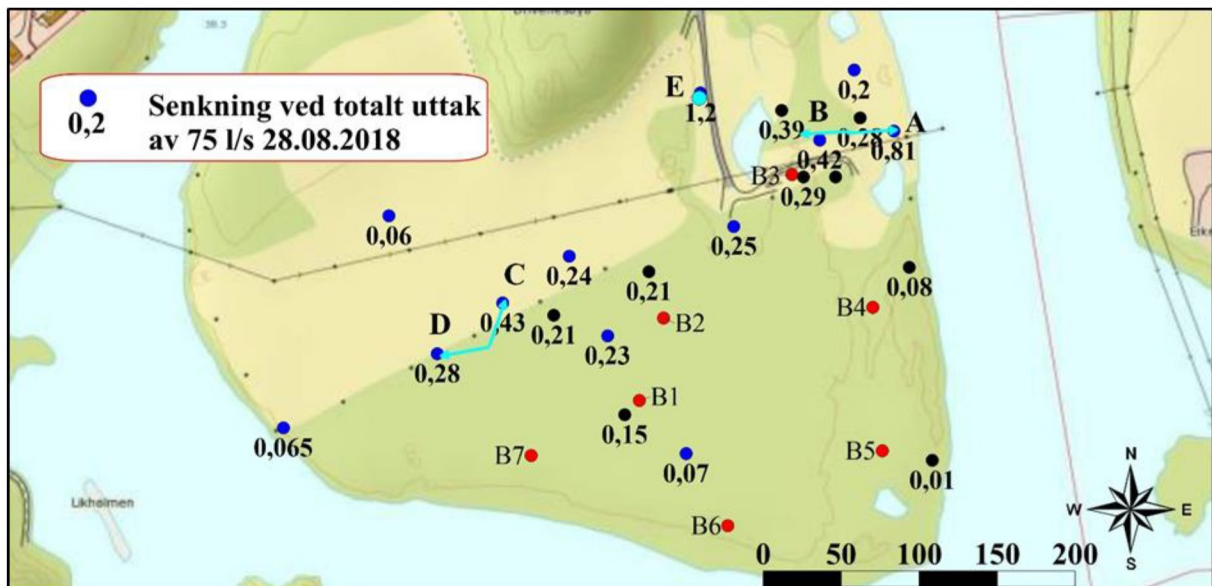
Man ser av vannstandskurvene i figur 16 at senkningsreaksjonen som følge av at uttaket økes med 34 l/s (de nye brønnene) stabiliserer seg etter 6-10 dager. Deretter varierer grunnvannsnivået i takt med varierende vannstand/ vannføring i elva.

Senkningen som følge av det økte uttaket er plottet ved hvert peilerør i figur 17. Som forventet er avsenkningen størst ved peilebrønnene a, b, c, d og e som er plassert inntil de nye brønnene A til E. Det er ikke etablert nye peilebrønner inntil B2 og B5 (de gamle var umulig å finne igjen).

Ved Skråbrønn-D og C er senkningen 0,28-0,43 meter. Størst avsenkning er registrert ved skråbrønn-A og B med hhv. 0,81 og 0,42m, og aller størst ved loddbrønn-E med 1,2 meter.

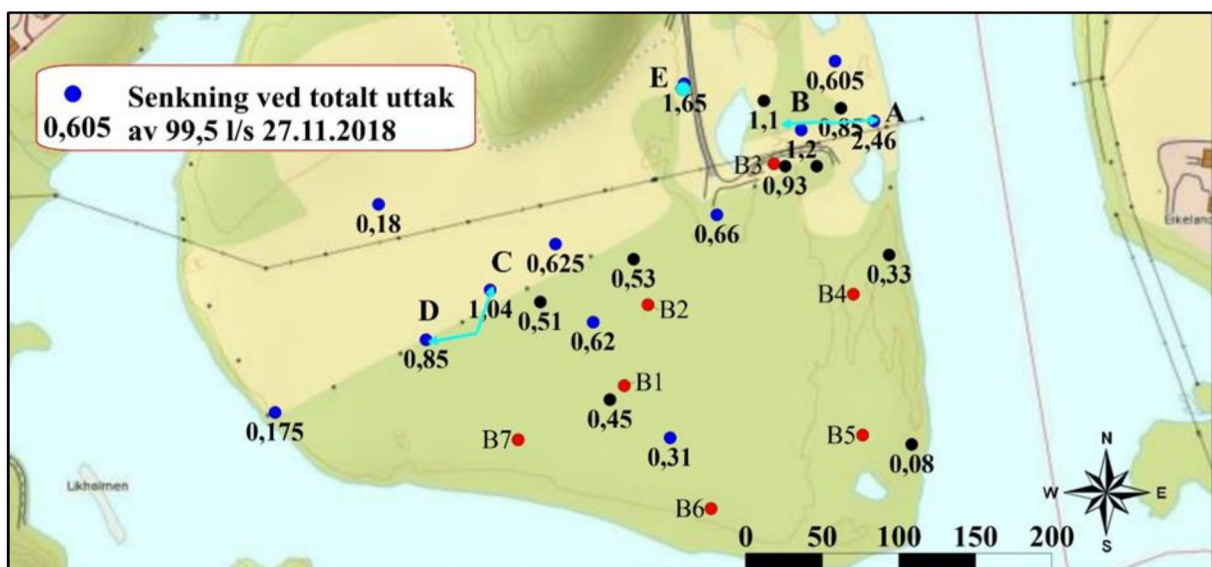
I og med at den gamle B3 er i drift er samlet uttak fra dette området 29,5 l/s i denne perioden (A, B og E + B3). I tillegg ligger disse brønnene nærmere negativ grense mot nord (fjell) enn de øvrige brønnene.

I peilebrønner plassert mer perifert i forhold til de nye brønnene er avsenkningen som forventet vesentlig mindre. I vest 0,06mm, ved B1 og B2 0,15-0,23 meter og lengst vest og sør ved B4, B5 og B6 0,01 til 0,08m.



Figur 17. Kartutsnitt med brønner og peilebrønner. Senkning i m 6 døgn etter oppstart ved hvert målepunkt.

20. november 2018 ble uttaket fra de nye brønnene økt til 58,4 l/s. **Dette betyr at maksimalt samlet uttak har vært av størrelsesorden 100 l/s i perioden 20. november til 20. desember 2018** (dag 90 til dag 120). Man ser av vannstandskurvene i figur 16 at senkningsreaksjonen som følge av at uttaket i de nye brønnene økes til 58,4 l/s stabiliserer seg etter 7 dager. Deretter varierer grunnvannsnivået i takt med varierende vannstand/ vannføring i elva.



Figur 18. Kartutsnitt med brønner og peilebrønner. Total senkning i m, 7 døgn etter økt uttak (fra 75-100 l/s).

Den totale senkningen som følge av dette største uttaket i prøvepumpingsperioden er plottet ved hvert peilerør i figur 18 (Senkning ved pumpestart + senkning ved økning). Som forventet er avsenkningen også nå størst ved peilebrønnene a, b, c, d og e som er plassert ved de nye brønnene.

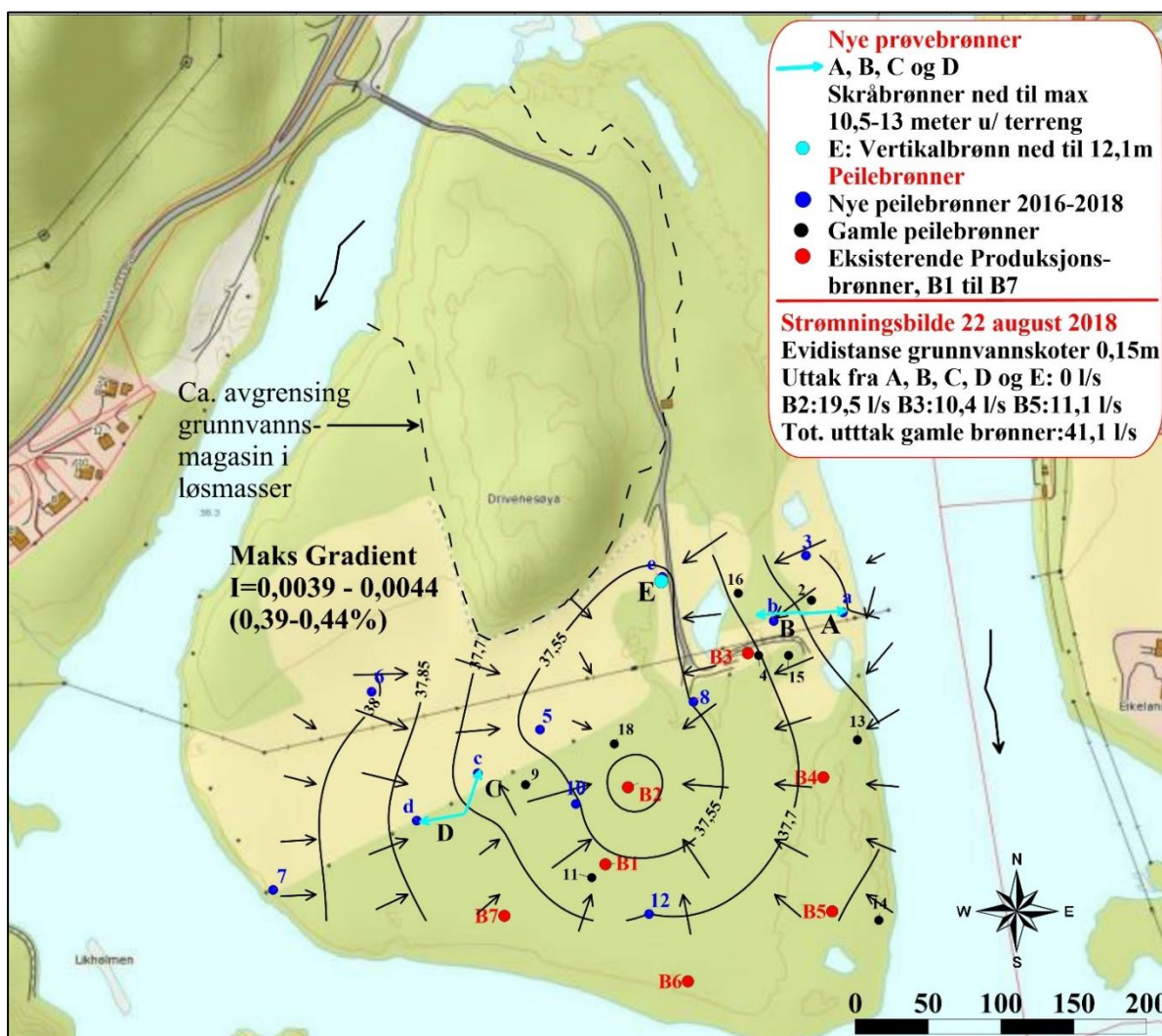
Ved Skråbrønn-D og C er den totale senkningen 0,85-1,04 meter. Størst avsenkning er registrert ved skråbrønn-A og B med hhv. 2,46 og 1,2m, og ved loddbrønn-E med 1,65 meter. I og med at den gamle B3 er i drift er samlet uttak fra dette området 40,2 l/s i denne perioden.

I peilebrønner plassert mer perifert i forhold til de nye brønnene er avsenkningen som forventet vesentlig mindre. I vest 0,18mm, ved B1 og B2 0,45-0,62 meter og lengst øst og sør ved B4, B5 og B6 0,31 til 0,33m.

2.3.4 Strømningsforhold og influensområde

Dataene fra vannstandsmålingene er benyttet til å lage strømningskart for vurdering influens- og tilsigsområdet. Strømningshastigheter kan beregnes ved hjelp av gradienter og permeabilitet. Dette danner grunnlag for å revidere beskyttelsessoner (klausulering) av grunnvannsmagasinet. På figur 19 sees grunnvannets strømningsmønster basert på målinger i 21 peilebrønner ved uttak av totalt 41,1 l/s fra de gamle brønnene (B2: 19,5 l/s, B3: 10,4 l/s og B5: 11,1 l/s).

Dette er situasjonen rett før igangsetting av prøvepumpingen med de nye brønnene. Man ser hvordan brønnene trekker inn grunnvann fra hele halvsirkelen som utgjør sørdelen av Drivenesøya. Maksimale grunnvannsgradienter varierer fra 0,39-0,44%.



Figur 19. Strømningsbilde 22. 8.2018 (dag 0). Uttak av 41,1 l/s fra B2, B3 og B5.

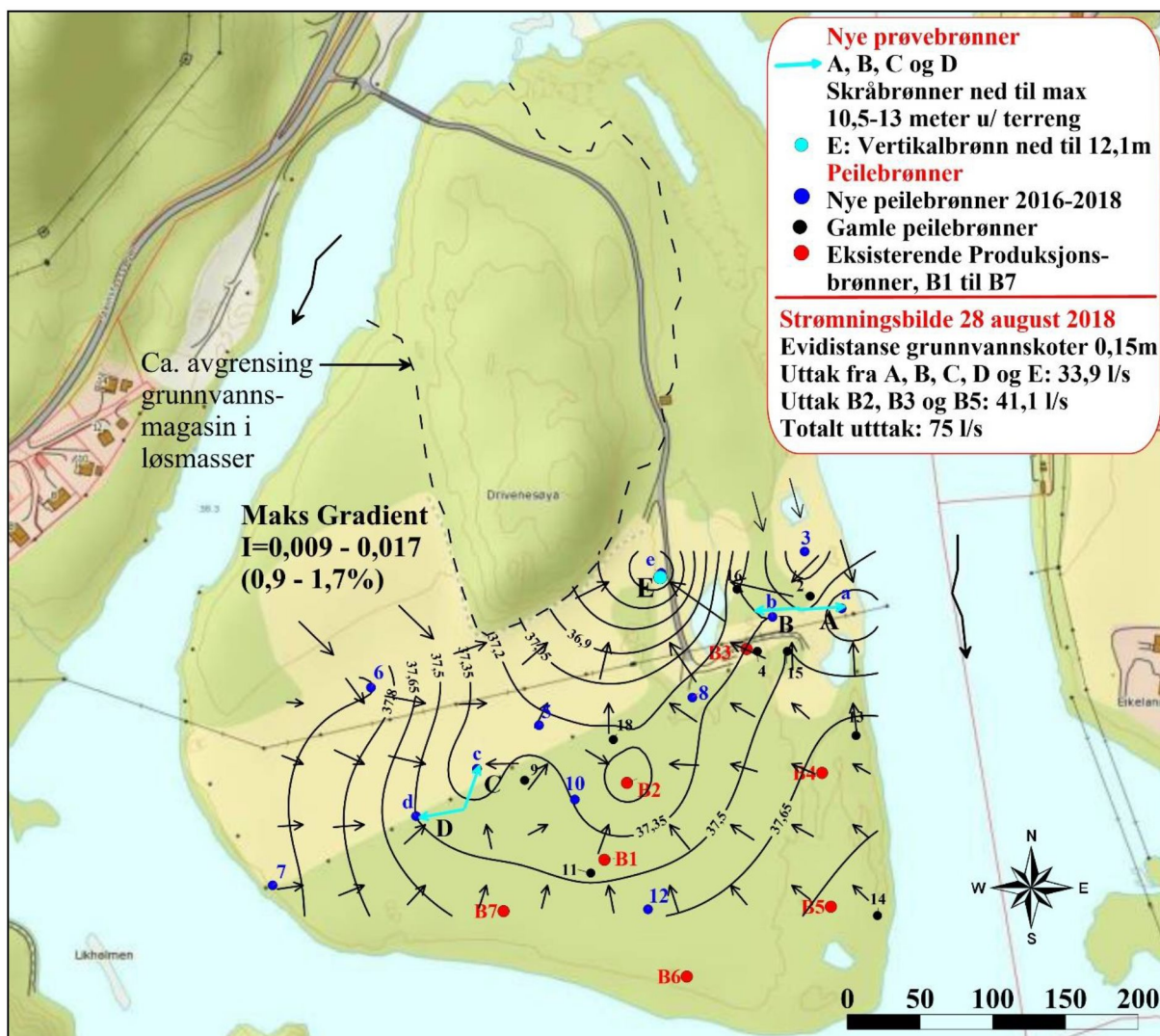
På figur 20 sees grunnvannets strømningsmønster 6 døgn etter at prøvepumpingen av de nye brønnene startet. Totalt uttak av maksimalt 75 l/s er fordelt slik det framgår av tabell 10:

Tabell 10. Uttaksmengder fra nye og gamle brønner (l/s) 28.8.2018.

Brønn nr	l/s	Brønn nr	l/s	
Skråbrønn-A	7,2			
Skråbrønn-B	7,1			
Skråbrønn-C	7,1	B2	19,5	
Skråbrønn-D	7,3	B3	10,5	
Lodbrønn-E	5,2	B5	11,1	Totalt
Sum	33,9	Sum	41,1	75

Dette er situasjonen etter at senkningen har stabilisert seg etter igangsetting av prøvepumping med de nye brønnene. Man ser senkningstrakter rundt skråbrønn-C og D, A og B og loddrønn-E.

Maksimale grunnvannsgradienter er nå 0,9-1,7 %. Man har ikke nok peilebrønner til å få frem alle detaljer (for eksempel ved B5), men det større systemet er tydelig.



Figur 20. Strømningsbilde 28. 8.2018 (dag 6). Uttak av totalt 75 l/s fra gamle og nye brønner.

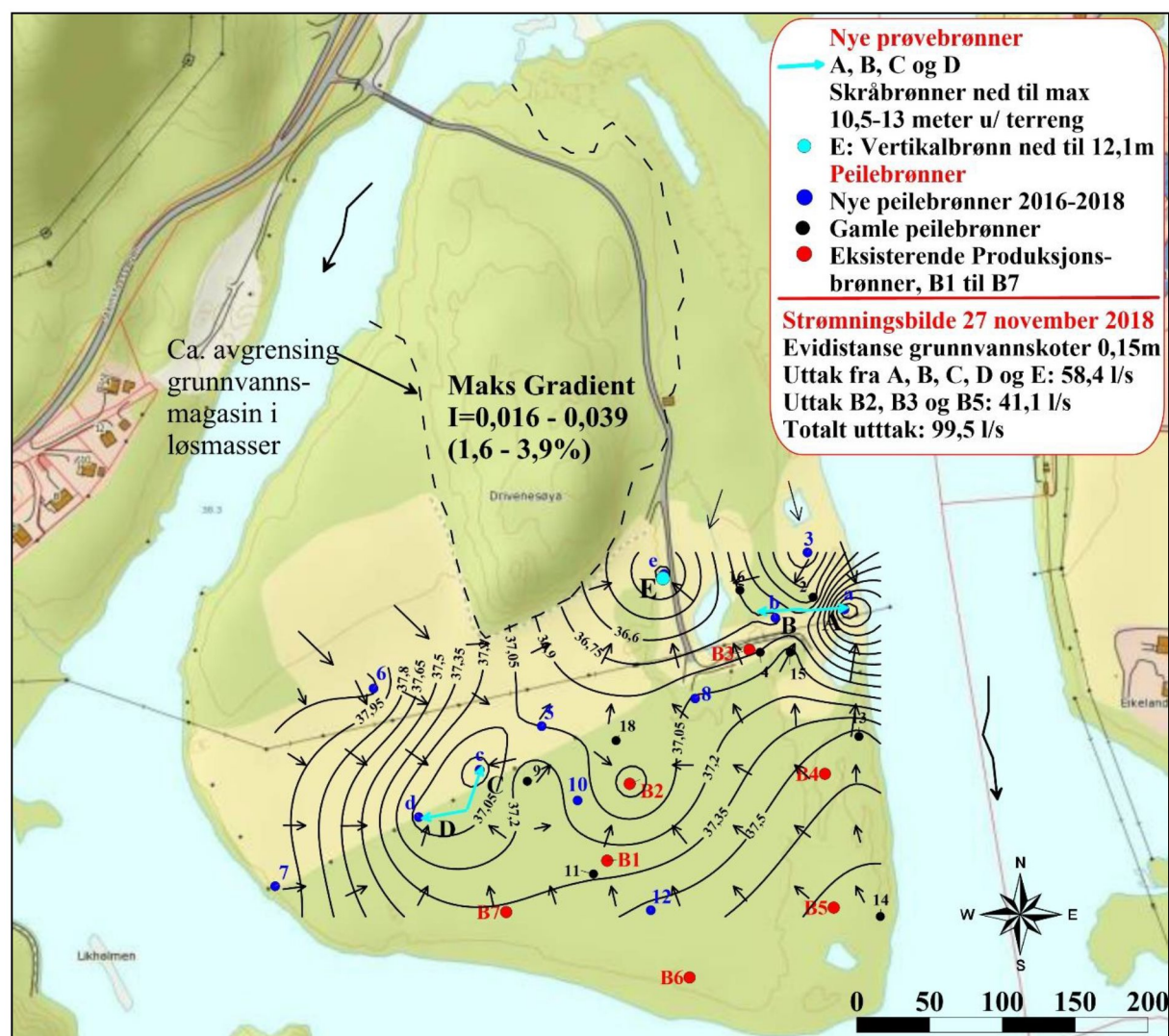
Det siste strømningsbildet i figur 21 viser situasjonen 27.11.2018, 7 døgn etter at samlet uttak fra de nye brønnene ble økt fra 34 l/s til 58,4 l/s. Totalt uttak av maksimalt 99,5 l/s er fordelt slik det framgår av tabell 11:

Tabell 11. Uttaksmengder fra nye og gamle brønner (l/s) 27.11.2018

Brønn nr	l/s	Brønn nr	l/s	
Skråbrønn-A	16,1			
Skråbrønn-B	14,1			
Skråbrønn-C	11	B2	20	
Skråbrønn-D	12	B3	10	
Lodbrønn-E	5,2	B5	11,1	Totalt
Sum	58,4	Sum	41,1	99,5

Dette er situasjonen etter at senkningen har stabilisert seg etter uttaket fra de nye brønnene ble økt fra 34 til 58,4 l/s. Senkningstrakter rundt skråbrønn-C og D, A og B og loddrønn-E er ytterligere utviklet i forhold til forrige situasjon (figur 20).

Maksimale grunnvannsgradienter er nå 1,6-3,9 %.



Figur 21. Strømningsbilde 27. 11.2018 (dag 97). Uttak av totalt 99,5 l/s fra gamle og nye brønner.

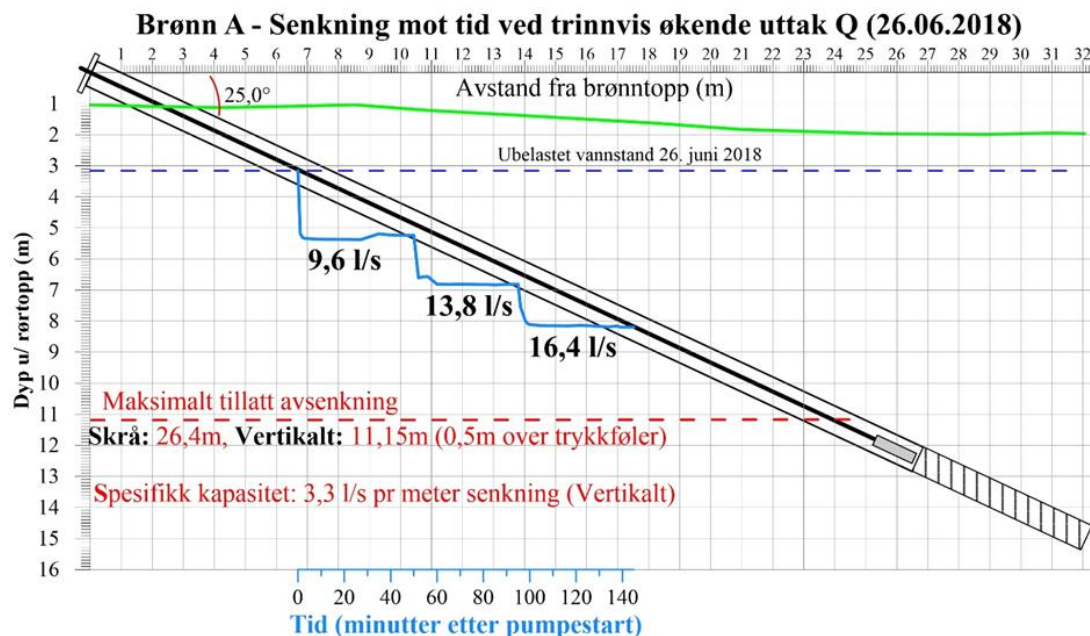
2.3.5 Brønncapasitet for de nye brønnene dokumentert under prøvepumping

Kapasitetstesting (trinnvis pumpetest) av de fem prøvebrønnene før igangsetting av langtidsprøvepumping ble utført av Asplan Viak AS i perioden 26. til 30. juni. Testene er utført i en periode med lavt grunnvannsnivå (flere måneder med mindre nedbør enn normalt).

De 4 skråbrønnene ble intervallbelastet i 3 trinn, med uttak av eksempelvis 9,6, 12,8 og 16,4 l/s (Skråbrønn-A). På hvert trinn ble det pumpet inntil stabil vannstand i brønnen ble nådd (kvasistasjonær tilstand). Ved slutten av hvert trinn ble vannstanden i brønnen som ikke ble pumpet målt. Dette for å avklare i hvilken grad brønnene påvirker hverandre rent hydraulisk – såkalt brønninterferens. Som et eksempel er resultater fra trinnvis pumpetest i Skråbrønn-A vist på figur 22. Maksimal tillatt avsenkning i brønnene settes til 0,5 meter over nivået hvor trykkmåler plasseres.

Eksempel på utført trinnvis pumpetest, skråbrønn-A

Figur 22 viser senkningen plottet mot tid ved trinnvis økende uttak. Senkningsforløpet viser at det i løpet av få minutter oppnås stabil vannstand i brønnen ved de ulike trinn. Før testen startet ble vannstanden målt til 3,16 meter under brønntopp (lodd). Uttak av 16,4 l/s (pumpens maksimale kapasitet mot røret ut til elva) resulterte i en senkning på 5,04 meter i forhold til ubelastet tilstand. Ved en avsenkning av denne størrelse er det fremdeles 2,95 meters vannhøyde over maksimal tillatt avsenkning (11,15 meter under brønntopp).



Figur 22. Eksempel på kapasitetstest Skråbrønn-A, Vannstand/senkning mot tid ved trinnvis økende uttak.

Brønnen har en spesifikk kapasitet på 3,3 l/s pr. meter senkning. Med maksimal tillatt senkning på 8 m (11,15 meter under brønntopp) har brønnen en teoretisk maksimal kapasitet på 26 l/s. Større uttak enn 24 l/s vill uansett ikke vært aktuelt, da dette vil medføre for stor hastighet gjennom filteret (turbulent strømning). **Maksimalt uttak fra skråbrønn-A er rent hydraulisk sett 24 l/s.** Ved uttak av 16,4 l/s i skråbrønn-A ble det registrert 0,32 meters senkning (lodd) i skråbrønn-B (brønninterferens).

Resultater fra trinnvis pumpetester fra de 5 nye brønnene A til E er oppsummert i tabell 12. Summeres maksimalt uttak fra de 5 nye brønnene basert på kapasitetstestene, er totalt mulig uttak hydraulisk sett av størrelsesorden 80 l/s. Dette må vurderes opp mot resultater fra den etterfølgende langtidsprøvepumping (endringer i vannkvalitet) og samtidig ta høyde for at grunnvannsnivået kan være lavere enn det som var tilfelle under testene. Maksimal brønncapasitet over et tidsrom på 2-3 timer er ikke nødvendigvis et fornuftig uttak over lang tid. Det er magasinets egenskaper og grunnvannskvaliteten som er styrende for størrelsen på vannuttaket.

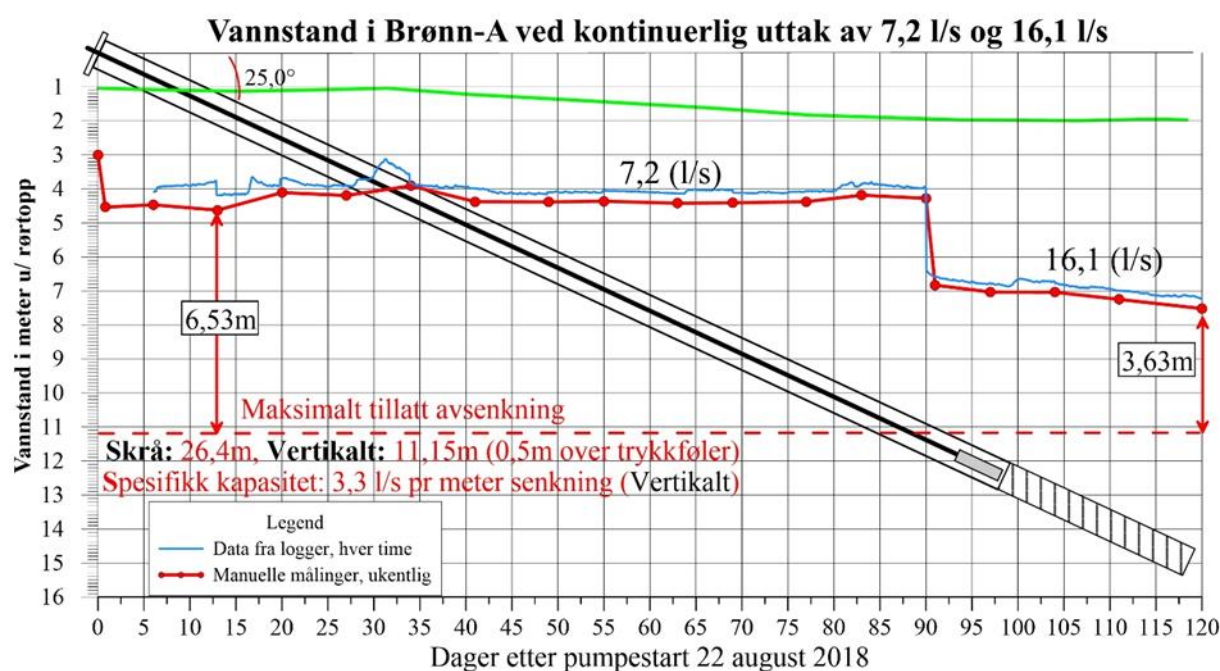
Tabell 12. Resultater fra trinnvise pumpetester utført i juni 2018

	A	B	C	D	E
Spesifikk kapasitet (l/s pr. meter senkning)	3,3	3,8	1,9	2,8	2,2
Maksimalt uttak (l/s)	24	24	14	15	8
Brønninterferens (m)	0,28	0,32	0,0	0,03	

For å kontrollere effekten av kontinuerlig uttak over lang tid (langtidsprøvepumping) er vannstands- målinger i de nye skråbrønnene utført manuelt med Boomer/ekkolodd (ukentlig), og med loggere plassert i brønnene (hver time). Man ser i figur 23 til 26 at det er meget godt samsvar mellom målinger utført med ekkolodd fra brønntopp og data fra trykksone/logger som er plassert i bunnen av varerør med stopper. Dette betyr at de oppgitte vinkler og avstander for skråbrønnene er riktige.

Skråbrønn-A

Ved laveste registrerte vannstand ved kontinuerlig uttak av 16,1 l/s i Skråbrønn-A er det fortsatt 3,63 meters vannhøyde over maksimal tillatt senkning i brønnen (11,15 meter under brønntopp). Tilsvarende er det ved laveste registrerte vannstand ved uttak av 7,2 l/s 6,53 meters vannhøyde over maksimal tillatt senkning. Brønnen har en spesifikk kapasitet på 3,3 l/s pr. meter senkning. Dette betyr at vannuttaket øker med 3,3 l/s for hver meter man senker vannstanden ytterligere. Maksimalt uttak er styrt av tillatt vannhastighet gjennom slissene i filteret. **Brønnen har en maksimal kapasitet på 24 l/s, som er det største tillatte uttaket i forhold til kritisk hastighet gjennom filteret (3 cm/s).**

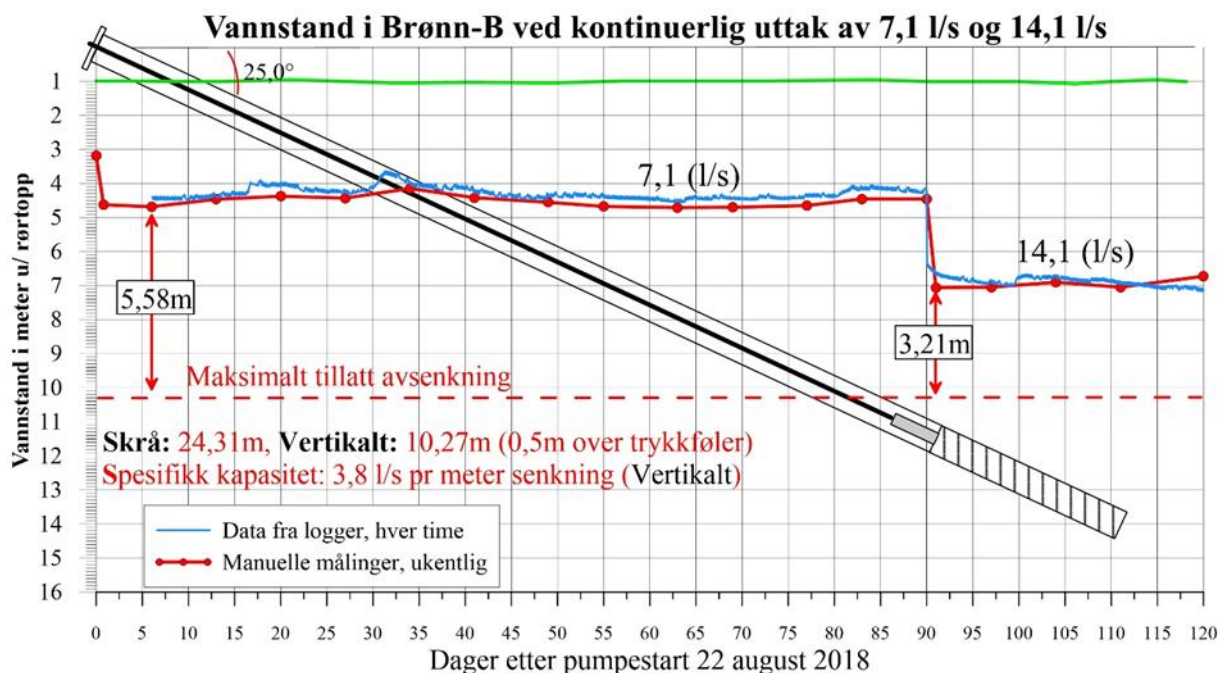


Figur 23. Vannstandsvariasjoner i Skråbrønn-A ved uttak av 7,2 l/s og 16,1 l/s.

Skråbrønn-B

Ved laveste registrerte vannstand ved kontinuerlig uttak av 14,1 l/s i Skråbrønn-B er det fortsatt 3,21 meters vannhøyde over maksimal tillatt senkning i brønnen (10,27 meter under brønntopp, se figur 24). Tilsvarende er det ved laveste registrerte vannstand ved uttak av 7,1 l/s 5,58 meters vannhøyde over maksimal tillatt senkning.

Brønnen har en spesifikk kapasitet på 3,8 l/s pr. meter senkning. Maksimalt uttak er styrt av tillatt vannhastighet gjennom slissene i filteret. **Brønnen har en maksimal kapasitet på 24 l/s, som er det største tillatte uttaket i forhold til kritisk hastighet gjennom filteret (3 cm/s).**

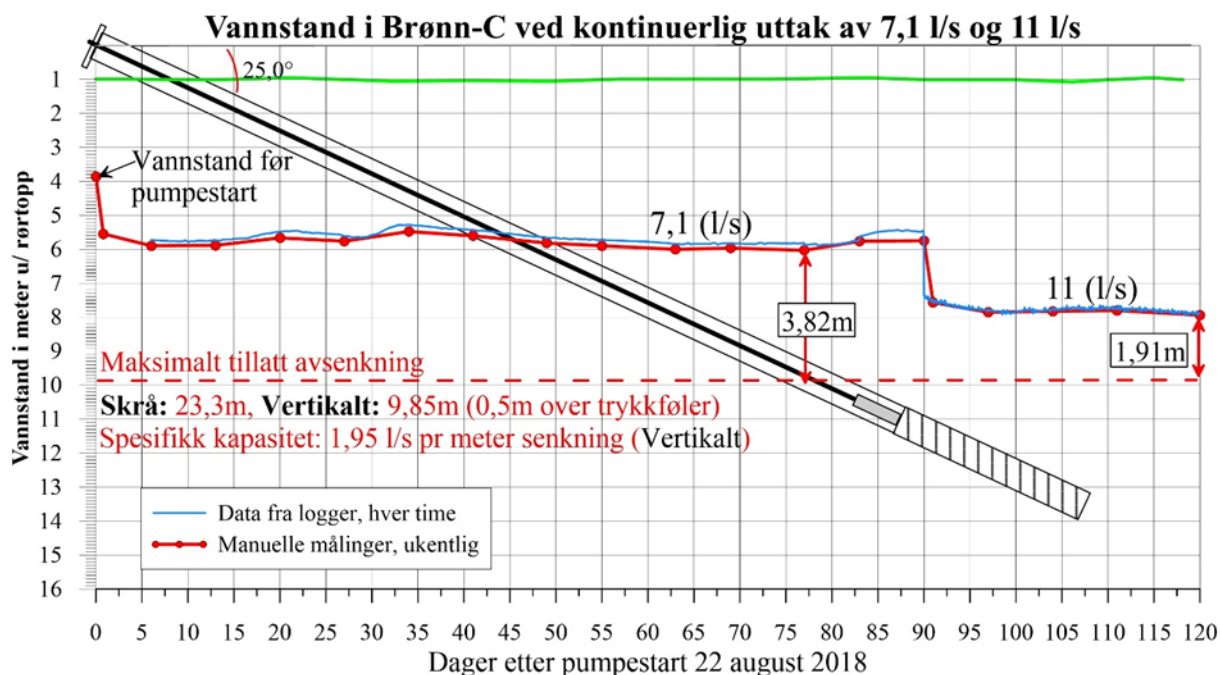


Figur 24. Vannstandsvariasjoner i Skråbrønn-B ved uttak av 7,1 l/s og 14,1 l/s.

Skråbrønn-C

Ved laveste registrerte vannstand ved kontinuerlig uttak av 11, l/s i Skråbrønn-C er det fortsatt 1,91 meters vannhøyde over maksimal tillatt senkning i brønnen (9,85 meter under brønntopp). Tilsvarende er det ved laveste registrerte vannstand ved uttak av 7,1 l/s 3,82 meters vannhøyde over maksimal tillatt senkning.

Brønnen har en spesifikk kapasitet på 1,9 l/s pr. meter senkning. **Brønnen har derfor en maksimal kapasitet på 14 l/s, Ved større uttak enn dette senkes vannstanden ned til pumpa.**

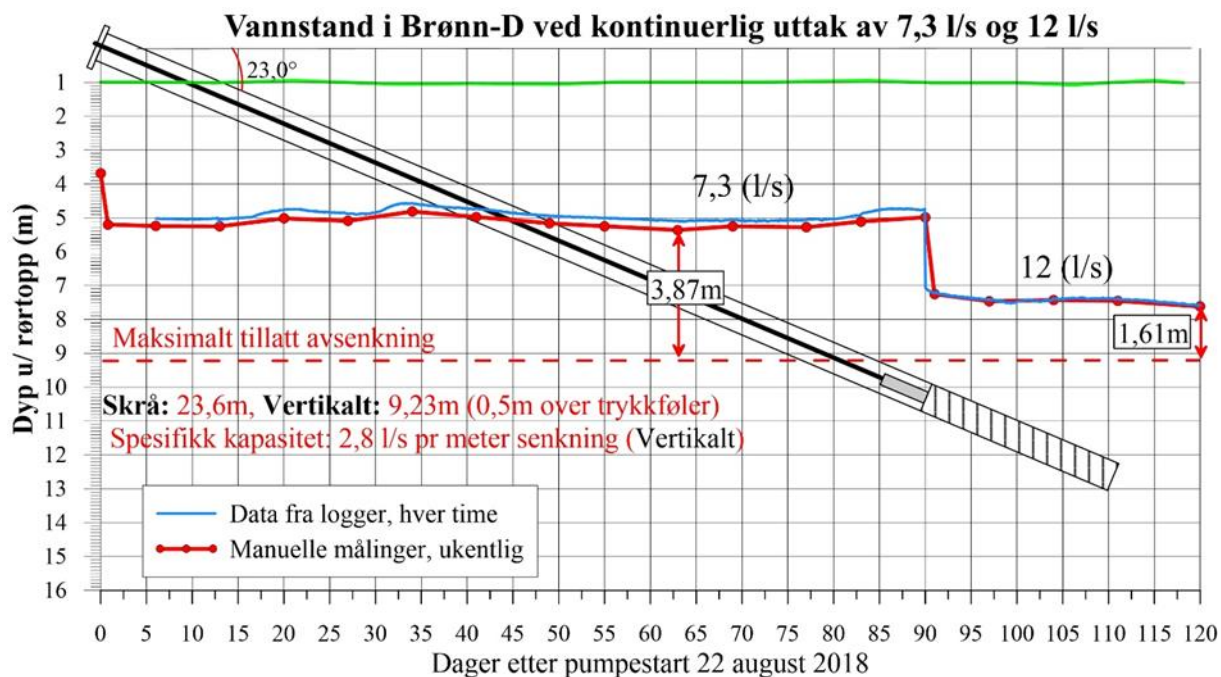


Figur 25. Vannstandsvariasjoner i Skråbrønn-C ved uttak av 7,1 l/s og 11 l/s.

Skråbrønn-D

Ved laveste registrerte vannstand ved kontinuerlig uttak av 12, l/s i Skråbrønn-D er det fortsatt 1,61 meters vannhøyde over maksimal tillatt senkning i brønnen (9,23 meter under brønntopp). Tilsvarende er det ved laveste registrerte vannstand ved uttak av 7,3 l/s 3,87 meters vannhøyde over maksimal tillatt senkning.

Brønnen har en spesifikk kapasitet på 2,8 l/s pr. meter senkning. **Brønnen har derfor en maksimal kapasitet på 15 l/s. Ved større uttak enn dette senkes vannstanden ned til pumpa.**



Figur 26. Vannstandsvariasjoner i Skråbrønn-D ved uttak av 7,3 l/s og 12 l/s.

Loddbrønn-E

Ved laveste registrerte vannstand ved kontinuerlig uttak av 5,2 l/s i loddbrønn-E er det kun 0,8 meters vannhøyde over maksimal tillatt senkning i brønnen (7,6 meter under brønntopp, se figur 27).

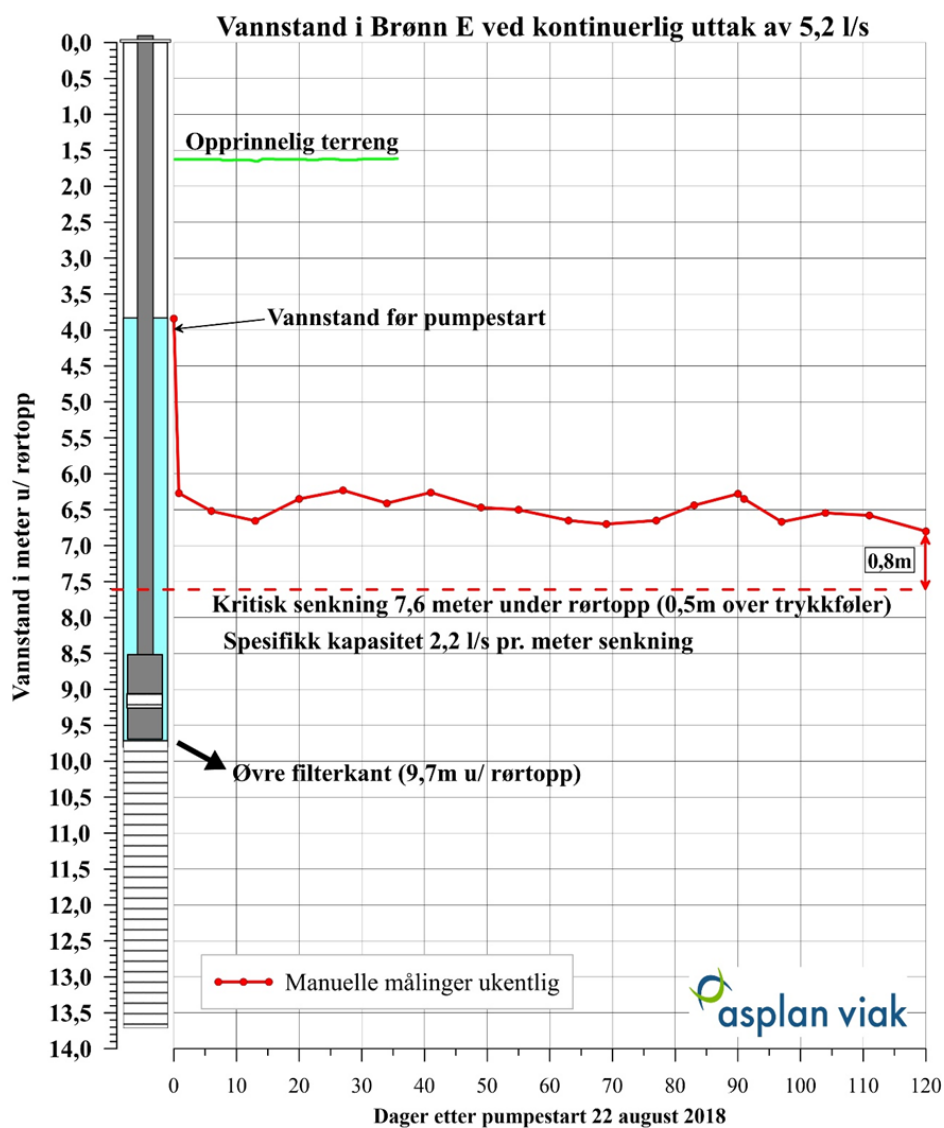
Under korttids kapasitetstest ble brønnens spesifikke kapasitet målt til 2,2 l/s pr. meter senkning. Spesifikk kapasitet ut fra langtids prøvepumping blir $5,2 \text{ l/s} / 2,82 \text{ m} = 1,8 \text{ l/s pr. meter senkning}$. Ut fra en maksimal tillatt senkning på 3,7 m blir **brønnens maksimale kapasitet 6,6 l/s. Ved større uttak enn dette senkes vannstanden ned til pumpa.**

Oppsummerte kapasitetsvurderinger basert på vannstand under prøvepumping

Basert på registrert vannstand i de nye brønnene under langtidsprøvepumping opprettholdes konklusjonen fra kapasitetstestene. Her angis det at: Summeres maksimalt uttak fra de 5 nye brønnene basert på kapasitetstestene, er totalt mulig uttak hydraulisk sett av størrelsesorden 80 l/s. Dette bekreftes av vannstandsmålingene under langtidsprøvepumping.

Man må imidlertid fortsatt vurdere dette opp mot den dokumenterte utviklingen i grunnvannets kvalitet under prøvepumpingen (endringer i vannkvalitet, se kapittel 2.4) og samtidig ta høyde for at grunnvannsnivået kan være lavere enn det som var tilfelle under testene.

I tillegg anbefales det ikke å belaste skråbrønnene maksimalt, da dette øker risiko for sandproblematikk på grunn av stor vannhastighet gjennom filteret. Den middels-grove sanda som brønnfiltrene står i er godt sortert.



Figur 27. Vannstandsvariasjoner i Loddbrønn-E ved uttak av 5,2 l/s.

2.3.6 Hydrauliske beregninger og vannbalansebetraktninger

Transmissiviteten T (profilpermeabiliteten) i magasinet er beregnet fra senkningsdata fra pumpeforsøk. Ut fra senkningsmålingene er denne av størrelsesorden $300 \text{ m}^2/\text{d}$ ($0,0035 \text{ m}^2/\text{s}$).

Midlere permeabiliteten i sandmassene i de øverste 11 meter av magasinet er ut fra pumpeforsøk av størrelsesorden 30 m/d . Ved uttak av 100 l/s er grunnvannets gradient av størrelsesorden $0,0275$ ($2,75 \%$), se figur 21.

Midlere hastighet på grunnvannsstrømmen ved uttak kan beregnes ut fra følgende formel:

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

der k er midlere hydraulisk ledningsevne, estimert til 30 m/d i de øverste 13 m , i er hydraulisk gradient = $2,75 \%$ og n_{eff} er effektiv porøsitet anslått til $0,25 \%$.

Dette gir en hastighet på grunnvannsstrømmen:

$$v = \frac{0,0275 \cdot 30 \text{ m/d}}{0,25} = 3,3 \text{ m/døgn}$$

Ut fra denne hastigheten kan avstanden til 60 døgns oppholdstid for en brønn (sone 1) beregnes til 200 meter oppstrøms et brønnpunkt. Dette er imidlertid lite interessant, da det er etablert brønner i hele den sørlige delen av øya som består av permeable sedimenter. Hele sørdelen av Drivenesøya utgjør på grunn av dette en sone-1.

Nødvendig bredde (B) på grunnvannsstrømmen for å balansere et uttak på eksempelvis $Q = 100 \text{ l/s}$ kan estimeres ved hjelp av transmissiviteten (T) og gradienten (i) (Darcy):

$Q = T \times i \times B$, som løst med hensyn til bredden blir: $B = Q/T \times i$

Bredden blir da: $8640 \text{ m}^3/\text{d} : (300 \text{ m}^2/\text{d} \times 0,0275) = 1047$ meter. Dette stemmer meget bra med det observerte strømningsmønster, se figur 21 side 30. Strekningen tilsvarer strandlinjen langs hele den sørlige delen av Drivenesøya, hvor det induseres vann fra elva.

Basert på overslagsberegninger med utgangspunkt i avrenningsdata og foreliggende magasinparametere er det utført en grov vannbalanseberegning for grunnvannsmagasinet:

Nydannet grunnvann med opprinnelse i nedbørsinfiltrasjon på magasinoverflaten utgjør ca. 3% av et uttak på 80 l/s . Det er her benyttet et areal på 120 dekar og en årsavrenning på 30 l/s . Det er i tillegg forutsatt at 75% av nettonedbøren infiltrerer gjennom magasinoverflaten. De resterende 97% er indusert grunnvann med opprinnelse fra Otra.

Forholdstallene er usikre og vil variere noe fra år til år, samt etter størrelsen på vannuttaket. Beregningene indikerer imidlertid fortynningsgraden for infiltrerende vann fra arealene oppstrøms og rundt brønnene.

Uttak av 80 l/s med grunnvann tilsvarer kun $0,42 \%$ av alminnelig lavvannføring i Otra, se kapittel 2.3.2.

2.3.7 Grunnvannsmagasinet's sårbarhet

Med sårbarhet menes i denne sammenheng faren for at forurensninger som for eksempel gjødsel veisaltning, avfallsdeponering, lekkasje av kjemikalier etc. – på eller under terrengoverflaten – skal påvirke grunnvannets kvalitet. Konsekvensene av akutte utslipp i forbindelse med uhell og ulykker har nær sammenheng med grunnvannets sårbarhet.

Bortsett fra enkelte lavereliggende søkk i østre del av området har man i storparten av magasinet en umettet sone bestående av permeabel sand og grusig sand med beskjedne mektighet. Det bemerkes at det både under Asplan Viak sine undersøkelser i 2016 (sonderboringer) og ved boring av de nye brønnene i 2018 ble påvist at sandlaget over grunnvannsspeilet er fast lagret fra terreng og ned til 1-1,5 meters dyp, noe som medfører en noe bedre beskyttelse enn løst lagret sand.

Ved høyt grunnvannsnivå varierer den umettede sones mektighet fra 1,5 til 2,5m ved Brønn-A og B og 2,5 til 3m ved brønn C og D ved høyt grunnvannsnivå. Mektighet varierer etter topografien, etter grunnvannets årstidsvariasjoner som styres av vannstanden i Otra og etter størrelsen på grunnvannsutaket i området nær brønner som pumpes. I flomperioder står deler av magasinet under vann. Magasinet må derfor med den vanlige bruk av sårbarhetsbegrepet klassifiseres som meget sårbart.

Sårbarhetsvurderingen kan balanseres ut fra vannkvaliteten som er dokumentert under prøvepumpingen, se kapittel 2.4. Utpumpet grunnvann er av meget god kvalitet, både mht. mikrobiologisk og fysisk-kjemisk kvalitet. Grunnvannsmagasinet takler den belastning som finnes i området i dag.

Den relativt dype filtersettingen i de nye skråbrønnene gir vesentlig større sikkerhet enn grunnere brønner. Filterplassering i de nye skråbrønnene varierer mellom 10,5-13m under terreng (A og B) og 10-12,5m og 9,4- 11,7m i hhv brønn-C og D.

For å hindre strømning langs brønnrøret er føringsrøret satt igjen som sikring fra 2 meter over øvre filterkant og til 0,2-0,3 m under brønntoppen. Det er tettet med sement mellom føringsrøret og brønnrøret fra topp foringsrør og 1,5m nedover, se figur 9 side 19. Dette ble gjort ved å etablere en skumpakning i mellomrommet 1,5m under topp foringsrør, og deretter gyse med sement. Det er også lagt en kile med bentonitt rundt føringsrøret ved terrengoverflaten.

I tillegg er selve brønntoppene utstyrt med tett brønnhodesikring med vanntette gjennomføringer for pumpeledning, strømkabel og trykkmåler, se figur 9. Brønnene er også utstyrt med lufting (svane Hals) med utløp høyere enn brønntoppen. Skråbrønnene er i dag avsluttet 1,0m over terreng, og brønn-E 1,6m over terreng. Brønntoppene bygges senere inn i vanntett konstruksjon (pumpehus) som tar høyde for 1000-års flom. Dette er omtalt i kapittel 2.6.

2.4 Vannkvalitet under prøvepumping

2.4.1 Mikrobiologisk kvalitet

Det er til sammen tatt ut 33 prøver for mikrobiologisk analyse prøvepumpingsperioden.

- 6 prøver fra utpumpet grunnvann fra 5 nye brønner (Brønn-A, B, C, D, E), totalt 30 prøver
- 3 prøver fra Otra

Tabell 13. Resultater fra mikrobiologiske analyser i perioden 11.9.2018 til 11.12.2018

Parameter	Enhet	Brønn A	Brønn B	Brønn C	Brønn D	Brønn E	Otra	Dato
Kimtall 22°C	cfu/ml	15	3	25	35	42		11.09.2018
		5	1	9	4	10	200	18.09.2018
		4	<1	9	<1	8		10.10.2018
		<1	<1	11	4	4	150	30.10.2018
		<1	4	2	3	4		27.11.2018
		<1	1	<1	<1	2	100	11.12.2018
Clostridium perfringens	cfu/100 ml	<1	<1	<1	<1	<1		11.09.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	<1	18.09.2018
		<1	<1	<1	<1	<1		10.10.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	<1	30.10.2018
		<1	<1	<1	<1	<1		27.11.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	2	11.12.2018
Intestinale enterokokker	cfu/100 ml	<1	<1	<1	<1	<1		11.09.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	<1	18.09.2018
		<1	<1	<1	<1	<1		10.10.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	<1	30.10.2018
		<1	<1	<1	<1	<1		27.11.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	8	11.12.2018
E. coli	MPN/100 ml	<1	<1	<1	<1	<1		11.09.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	25	18.09.2018
		<1	<1	<1	<1	<1		10.10.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	8	30.10.2018
		<1	<1	<1	<1	<1		27.11.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	16	11.12.2018
Koliforme	MPN/100 ml	<1	<1	<1	<1	<1		11.09.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	140	18.09.2018
		<1	<1	<1	<1	<1		10.10.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	19	30.10.2018
		<1	<1	<1	<1	<1		27.11.2018
		<1	<1	<1	<1	<1	70	11.12.2018

I utpumpet grunnvann fra de nye brønnene varierer kimtallet i hovedsak mellom <1 og 10. Høyeste verdier på 35 og 42 i brønn-D og E er påvist i prøver tatt 11. september. Påfølgende prøver viser lavere verdier, se tabell 13.

Utpumpet grunnvann er av meget god bakteriologisk kvalitet, med meget lave verdier for kimtall. I grunnvannet er det ikke påvist verken koliforme bakterier, E. coli, Intestinale enterokokker eller Clostridium perfringens.

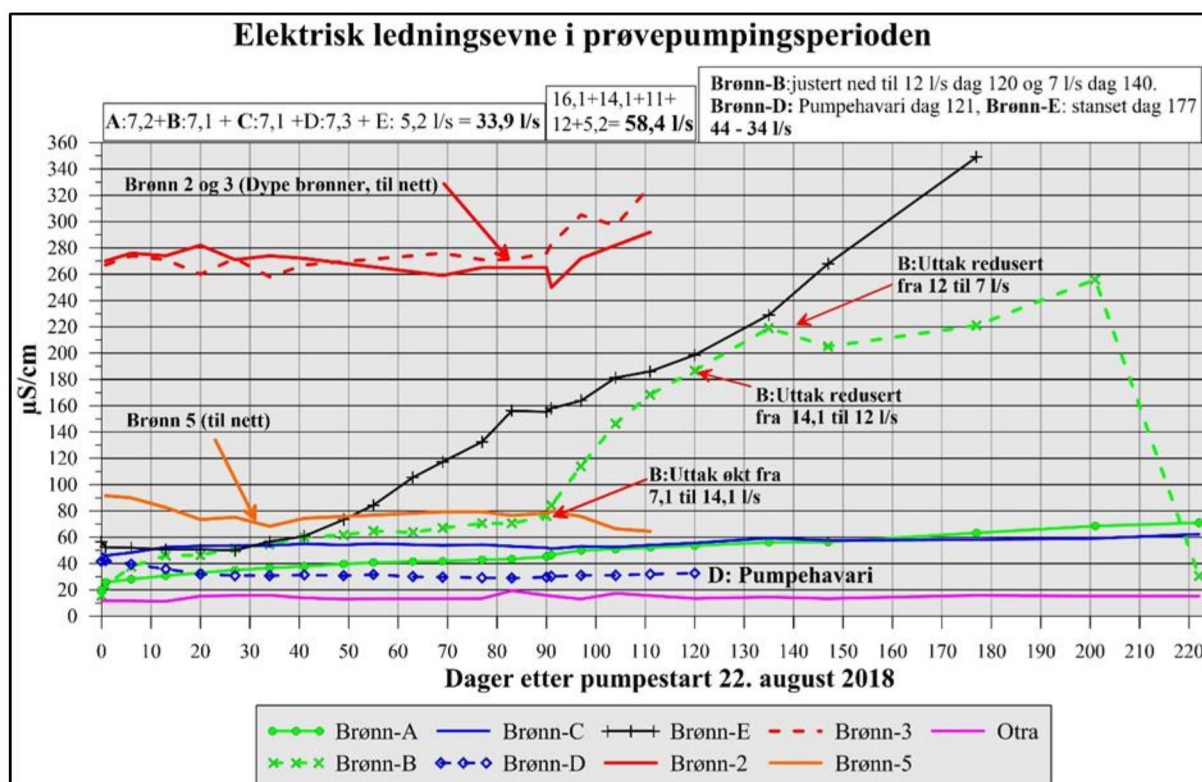
2.4.2 Fysisk kjemiske parametere

Grunnvannets elektriske ledningsevne (konduktivitet) gjenspeiler vannets innhold av løste bestanddeler (ioner), som normalt skyldes utløsning fra mineralmaterialet i grunnvannssonen. Ved oppstart av langtidsprøvepumping 22. august 2018 ble ledningsevnen i grunnvann fra Skråbrønn-A og B målt til 20 og 15,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, i skråbrønn-C og D til 47,7 og 41,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og i loddbrønn-E til 56,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dette er det samme som ble målt ved testpumping av 5/4" undersøkelsesbrønner ved undersøkelsene i 2016.

I løpet av de første 90 dager med uttak av 7,1-7,2 l/s pr. skråbrønn stiger ledningsevnen i grunnvann fra brønn-A fra 20 til 45 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og i brønn-B fra 15,5-76 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ved økning av uttaket til 16,1 og 14,1 l/s i hhv A og B fra dag 90 og videre, stiger ledningsevnen fra 45 til 71 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i brønn-A og fra 76 til maksimalt 256 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i brønn-B. Senkningen i peilebrønn-a og b som følge av økt uttak er hhv. 1,6 og 0,78m, se figur 16.

I brønn-B skjer den raske økningen i ledningsevne umiddelbart etter at uttaket fra brønnen ble økt fra 7,1 til 14,1 l/s på dag 90, se figur 28. For denne brønnen er det en klar sammenheng mellom uttaksmengden med resulterende økt grunnvannssenking og ledningsevnen som skyldes innholdet av klorid og kalsium. En ledningsevne på 256 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tilsvarer et innhold av klorid > 60 mg/l og innhold av kalsium >30 mg/l, se figur 30. Etter at uttaket ble justert ned til 12 l/s stiger ledningsevnen noe slakere. Ved ytterligere reduksjon til 7 l/s flater kurven og ender til slutt på 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ på dag 222.

Reaksjonen i brønn-A er moderat, selv om ledningsevnen ser ut til å stige jevnt i prøvepumpingsperioden. En ledningsevne på 71 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tilsvarer neppe mer enn 12 mg klorid/l i grunnvann fra brønn-A. Denne brønnen får mer industert grunnvann fra elva.



Figur 28. Ledningsevne i utpumpet grunnvann og i ellevannet plottet mot dager etter pumpestart.

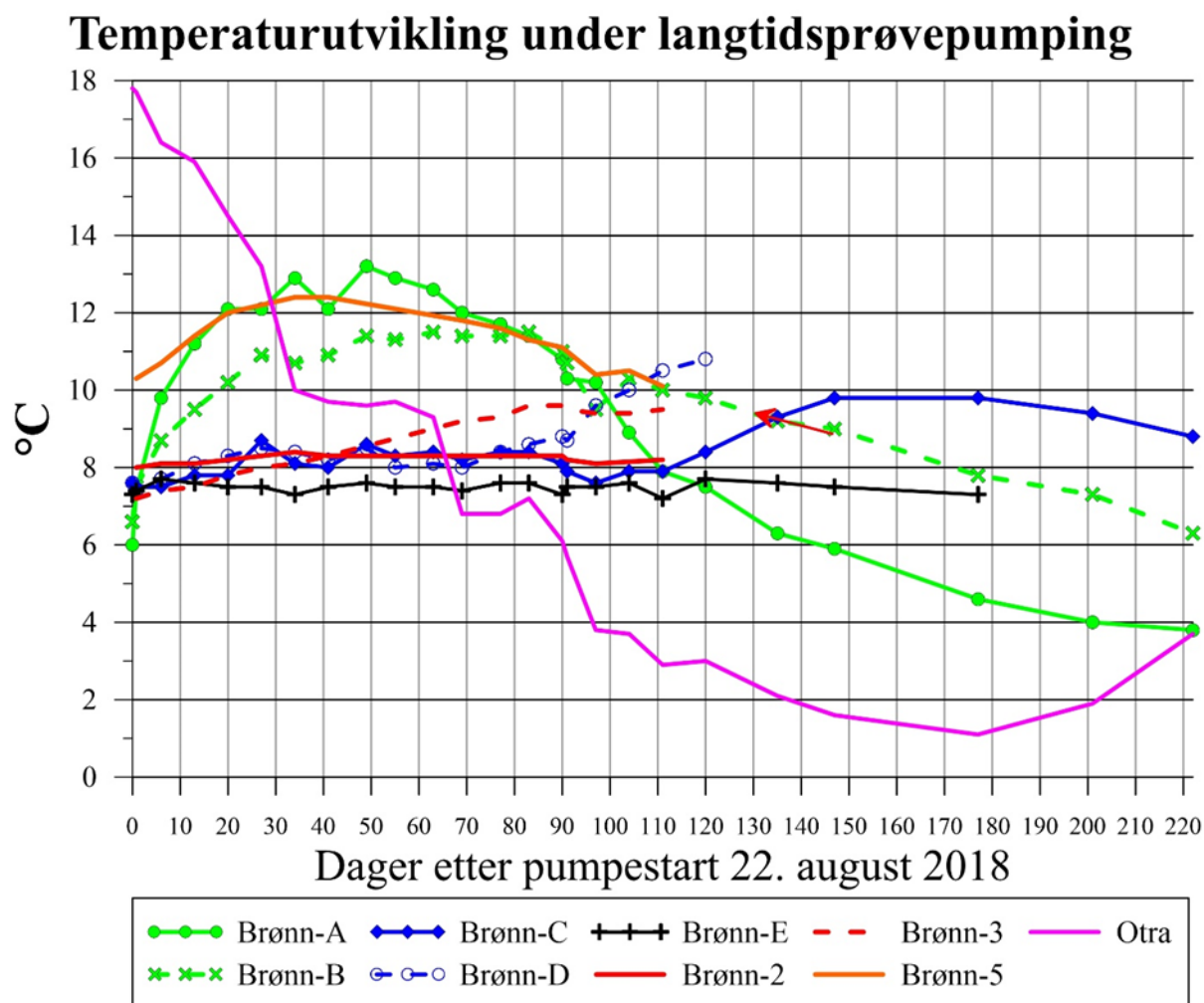
I grunnvann fra brønn-E stiger ledningsevnen fra dag 34 og øker deretter gjennom hele perioden og ender på 299 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Økningen i ledningsevne i grunnvann fra denne brønnen skyldes økende alkalitet og økende innhold av klorid, og kalsium. Hovedproblemet med grunnvannskvaliteten i denne brønnen er imidlertid høyt innhold av mangan og aluminium.

I skråbrønn-C øker ledningsevnen fra 46 til 62 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gjennom perioden, og kurven ser ut til flate ut. Ledningsevnen i skråbrønn-D (lengst vest) avtar fra 42 til 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i løpet av 27 dager, og flater deretter ut på rundt 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Ledningsevnen i grunnvann fra B5 avtar fra 82,6 til 64 $\mu\text{S}/\text{cm}$ fra dag 0 til 110, se figur 28. Brønnen ser ikke ut til å påvirkes av uttaket fra de nye brønnene. Heller ikke B4 (22-24 $\mu\text{S}/\text{cm}$) og B6 (35-37 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ser ut til å påvirkes. Det er utført 4 runder med målinger i disse (dag 0, 55, 91 og 111), men disse er ikke med på figur 28.

Ledningsevnen i grunnvann fra de eldste og dype brønnene B2 og B3 ligger på rundt 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ fram til dag 90. Når uttaket fra de nye brønnene økes, stiger ledningsevnen i B2 til 292 og B3 til 327 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Grunnvannstemperaturen i utpumpet grunnvann fra de forskjellige brønner er avdempet og faseforskjøvet i forhold til temperaturen i overflatevannet. Dette viser at det ikke foreligger noen «kortslutning» med ellevann, selv om det totale grunnvannsuttaget er stort.



Figur 29. Temperaturutvikling i prøvepumpingsperioden plottet mot dager etter pumpestart.

I Skråbrønn-A varierer temperaturen mellom 13,2 og 3,8 °C (differanse på 9,4 °C) og i Skråbrønn-B mellom 11,5 og 6,3 °C (differanse på 5,2 °C). I ellevannet varierer temperaturen mellom 17,8 og 1,1 °C, med synkende trend fra dag 0 til 177. **Faseforskyvningen i tid kan anslås til minimum 50 døgn for brønn-A og 70-80 døgn for brønn-B.**

I Skråbrønn-C begynner grunnvannstemperaturen å øke først etter 120 døgn. I Skråbrønn-D stiger grunnvannstemperaturen fra ca. 90 døgns pumping, og den fortsetter å stige til 120 døgn da pumpa havarerte. **Grunnvann fra disse brønnene har meget lang oppholdstid (over 4 måneder).**

Tabell 14. Maks, min og differanse (Δt) for målt vanntemperatur i Otra og i utpumpet grunnvann (°C)

	Otra	Brønn-A	Brønn-B	Brønn-C	Brønn-D	Brønn-E	Brønn-2	Brønn-3	Brønn-5
Max	17,8	13,2	11,5	9,8	10,8	7,7	8,4	9,6	12,4
Min	1,1	3,8	6,3	7,5	7,4	7,2	8	7,2	10,1
diff	16,7	9,4	5,2	2,3	3,4	0,5	0,4	2,4	2,3

Alle foreliggende analyseresultater fra fysisk-kjemiske analyser fra prøvepumpingsperioden fremgår av tabell 15 til 18 neste sider. Datoer uthevet i rødt er innenfor perioden med størst uttak fra de nye brønnene.

Tabell 15 og 16:

Tabell 15 og 16 viser resultater fra fysisk-kjemiske analyser fra de nye brønnene og Otra. Det er tatt 6 prøver fra utpumpet grunnvann fra de 5 nye brønnene (Brønn-A, B, C, D, E, 30 prøver) og 4 prøver fra Otra. Totalt 34 prøver

Skråbrønn-A, B, C og D

Med unntak for pH tilfredsstiller alle øvrige parametere presentert i tabell 15 og 16 Drikkevannsforskriftens krav til godkjent drikkevann. Resultatene i tabell 15 og 16 er kommentert på sidene etter tabellene, spesielt klorid og kalsium.

Loddbrønn-E

Utpumpet grunnvann fra Loddbrønn-E tilfredsstiller ikke Drikkevannsforskriftens krav til godkjent Drikkevann for parameterne pH, aluminium og mangan. I tillegg inneholder utpumpet grunnvann 75 til 85 mgCO₂/l (fri CO₂). Innholdet av aluminium varierer fra 300 til 470 µg/l, riktig nok med avtagende trend. Innholdet av mangan øker fra 19 µg/l ved pumpestart til 85 µg/l etter 49 dager. Deretter øker innholdet til 210, 430 og 600 µg/l. **Brønnen er på grunn av dette etter vårt skjønn uinteressant som permanent produksjonsbrønn.**

Tabell 17:

Tabell 17 viser resultater fra analyser mht. til tungmetaller, PAH, flyktige organiske komponenter (løsemidler) og plantevernmidler. Prøvene er tatt fra Brønn-A, B, C og D den 11.12.2018. Det er ikke påvist miljøgifter over laboratoriets deteksjonsgrenser. Tungmetallene foreligger i meget lave konsentrasjoner. **Alle parametere presentert i tabell 9 tilfredsstiller Drikkevannsforskriftens krav til godkjent drikkevann.**

Tabell 18:

Det er tatt 3 prøver fra de gamle produksjonsbrønnene i løpet av prøvepumpingsperioden. Prøvene er tatt med her for å se om de gamle brønnene blir negativt påvirket på grunn av uttak fra de nye brønnene. Bortsett fra pH (B4 og B6), noe høy turbiditet i B2, og jern over grenseverdien i B2 og B3 tilfredsstiller grunnvannet Drikkevannsforskriftens krav. I B2 varierer innholdet av klorid mellom 50 og 52 mg/l, og kalsium mellom 37 og 39. I B3 varierer innholdet av klorid mellom 63 og 81 mg/l, og kalsium mellom 32 og 42 mg/l. Innholdet i B3 ser ut til å øke som følge av prøvepumpingen. Brønnen skal erstattes av ny brønn-A og B.

Tabell 15. Analyseresultater (fysisk-kjemisk) 6 runder med prøvetaking fra nye 5 brønner og 4 runder i Otra

Parameter	Enhet	Brønn A	Brønn B	Brønn C	Brønn D	Brønn E	Otra	Dato	Grense	Tiltaksgr.
pH		6,4	6,60	6,5	6,4	5,8	5,9	28.08.2018		6,5-9,5
		6,8	6,4	6,8	6,7	5,9	6,8	18.09.2018		
		6,9	6,7	7	6,8	6,3		10.10.2018		
		6,7	6,5	6,8	6,6	6,3	7,3	30.10.2018		
		6,9	6,6	6,7	6,6	6,3		27.11.2018		
		6,6	6,3	6,6	6,4	6,6	6,5	11.12.2018		
Turbiditet	FNU	0,22	0,16	0,17	0,49	0,15	0,46	28.08.2018	<1	
		0,14	0,19	0,2	0,36	0,17	0,66	18.09.2018		
		0,15	0,26	0,21	0,44	0,23		10.10.2018		
		0,17	0,23	0,16	0,3	0,15	0,48	30.10.2018		
		0,11	0,1	0,18	0,32	0,28		27.11.2018		
		0,13	0,19	0,23	0,24	0,27	0,38	11.12.2018		
Alkalitet til pH 4,5	mmol/l	0,092	0,106	0,191	0,166	0,071		28.08.2018		
		0,116	0,093	0,264	0,129	0,062		18.09.2018		
		0,097	0,091	0,263	0,148	0,417		30.10.2018		
		0,103	0,116	0,304	0,145	0,715		27.11.2018		
		0,13	0,124	0,309	0,148	0,8		11.12.2018		
Farge (410 nm)	mg Pt/l	<3	<3	<3	<3	<3	10	28.08.2018	20	
		<3	<3	<3	<3	<3	32	18.09.2018		
		<3	<3	<3	<3	<3		10.10.2018		
		<3	<3	<3	<3	<3	19	30.10.2018		
		<3	<3	<3	<3	<3		27.11.2018		
		<3	<3	<3	<3	<3	25	11.12.2018		
UV-transmisjon 5 cm	%	96,4	94,8	96,6	94,2	90,2		28.08.2018		
		94	95,7	96,2	94,8	89,1		18.09.2018		
		94,8	96,6	97,1	97,1	80,5		30.10.2018		
		93,1	95,3	95,5	96,2	74,5		27.11.2018		
		92,3	95,3	95,1	95,1	71,6		11.12.2018		
Konduktivitet)	mS/m	3,7	2,8	4,7	3,8	5	1,2	28.08.2018		250
		3,4	5,2	5,2	3,1	5	1,6	18.09.2018		
		4,1	6,4	5,5	3,2	7,2		10.10.2018		
		4,2	6,4	5,2	3	11,5	1,4	30.10.2018		
		5	10,8	5,2	3,1	15,7		27.11.2018		
		5,2	15,9	5,5	3,2	17,9	1,6	11.12.2018		
Sulfat (SO4)	mg/l	2,39	2,36	3,57	2,26	5,85		28.08.2018		250
		3,92	4,23	4,98	3,68	6,27		18.09.2018		
		3,43	3,4	2,64	1,87	7,98		30.10.2018		
		3,55	4,09	2,7	1,84	7,83		27.11.2018		
		3,62	5,01	2,96	2	8,66		11.12.2018		
Nitrat (NO3-N)	µg/l	80	260	380	160	470		28.08.2018	50000	
		99	100	320	150	600		18.09.2018		
		100	90	360	140	430		10.10.2018		
		94	96	320	110	380		30.10.2018		
		100	80	300	160	380		27.11.2018		
		100	84	280	170	550		11.12.2018		
Ammonium(NH4-N)	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5		28.08.2018		500
		<5	<5	<5	<5	<5		18.09.2018		
		5,2	6,9	<5	<5	5,9		30.10.2018		
		<5	<5	<5	<5	<5		27.11.2018		
		<5	<5	<5	<5	<5		11.12.2018		

Tabell 16. Analyseresultater (fysisk-kjemisk) 6 runder med prøvetaking fra nye 5 brønner

Parameter	Enhet	Brønn A	Brønn B	Brønn C	Brønn D	Brønn E	Otra	Dato	Grense	Tiltaksgr.
Nitritt (NO ₂ -N)	µg/l	<2	<2	<2	<2	<2		28.08.2018	500	
		<2	<2	<2	<2	<2		18.09.2018		
		<2	<2	<2	<2	<2		30.10.2018		
		<2	<2	<2	<2	<2		27.11.2018		
Aluminium (Al)	µg/l	<2	<2	<2	<2	<2		11.12.2018		
		27	13	9,1	58	470		28.08.2018		200
		20	36	9,6	59	370		18.09.2018		
		34	40	19	72	370		30.10.2018		
Jern (Fe)	µg/l	38	39	15	62	330		27.11.2018		
		41	52	21	51	300		11.12.2018		
		2,2	0,6	1,7	4,3	4,1		28.08.2018		200
		2,1	2,6	1,9	3,3	2,6		18.09.2018		
Mangan (Mn)	µg/l	0,67	2,6	0,81	5,7	7,2		10.10.2018		
		1,7	2,5	1,8	3,3	7,4		30.10.2018		
		1,6	0,56	2,3	2,4	6		27.11.2018		
		<0,3	0,32	1,6	0,78	5,8		11.12.2018		
Klorid (Cl)	mg/l	6,8	1,2	3,9	11	19		28.08.2018		50
		15	11	8,1	10	29		18.09.2018		
		19	9,5	12	14	85		10.10.2018		
		20	7,8	17	15	210		30.10.2018		
Natrium (Na)	mg/l	31	8,2	22	26	430		27.11.2018		
		35	25	31	30	600		11.12.2018		
		6,2	2,2	4,7	4,4	7		28.08.2018		250
		3,9	9	4,3	2,8	6,5		18.09.2018		
Kalsium (Ca)	mg/l	5,4	12	3,9	2,6	9,6		10.10.2018		
		5,6	12	3,4	2,3	13		30.10.2018		
		8	25	2,9	2,3	18		27.11.2018		
		8,4	39	2,8	2,4	21		11.12.2018		
Magnesium (Mg)	mg/l	2,3	2,3	2,8	3,1	4,5		28.08.2018		200
		3,3	3,3	3,1	2,5	4		18.09.2018		
		4,3	4,8	3,2	2,7	4,6		10.10.2018		
		3,8	4,2	2,7	2,1	4,5		30.10.2018		
Kalium (K)	mg/l	4,9	7	2,6	2,2	5,5		27.11.2018		
		5,2	10	2,8	2,2	6,3		11.12.2018		
		4,1	2,8	4,7	3	2,4		28.08.2018		
		2,9	5,6	5,2	2,5	2,5		18.09.2018		
Fri CO ₂	mg CO ₂ /l	3,4	7,4	5,5	2,7	6		10.10.2018		
		3,4	7,5	5,6	2,4	13		30.10.2018		
		3,7	13	5,1	2,5	20		27.11.2018		
		3,8	20	5,8	2,7	26		11.12.2018		
Oksygen	mg/l	0,21	0,14	0,65	0,55	0,63		28.08.2018		
		0,19	0,22	0,88	0,45	0,74		18.09.2018		
		0,21	0,24	1,1	0,43	1,6		30.10.2018		
		0,26	0,38	1,2	0,49	1,8		27.11.2018		
Oksygen	mg/l	0,25	0,46	1,3	0,5	2		11.12.2018		
		0,22	0,53	0,69	0,74	1,1		28.08.2018		
		0,55	0,31	0,69	0,52	0,98		18.09.2018		
		0,58	0,36	0,71	0,48	1,2		30.10.2018		
Fri CO ₂	mg CO ₂ /l	0,60	0,50	0,63	0,47	1,20		27.11.2018		
		0,57	0,59	0,66	0,46	1,20		11.12.2018		
		8,8	13,2	24,2	22	85,8		10.10.2018		
		8,8	15,4	19,8	15,4	74,8		11.12.2018		
Oksygen	mg/l	7	6,1	8,7	6,5	8,3		10.10.2018		
		9,40	6,80	16,50	8,00	7,80		11.12.2018		

Tabell 17. Analyser mht. til tungmetaller, PAH, flyktige organiske komponenter, plantevernmidler (11.12.2018)

Parameter	Enhet	Brønn A	Brønn B	Brønn C	Brønn D	Brønn E	Grenseverdi
Fluorid (F)	mg/l	0,23	0,16	0,068	0,092	0,16	1,5
TOC	mg/l	0,58	0,39	0,36	0,32	2,3	
Cyanid, total	µg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	50
Arsen (As)	µg/l	0,029	0,093	0,068	0,048	0,39	10
Bly (Pb)	µg/l	0,013	0,047	0,037	0,035	0,074	10
Kadmium (Cd)	µg/l	0,009	0,02	0,011	0,016	0,049	5
Kobber (Cu)	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,057	0,42	2000
Krom (Cr)	µg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	50
Kvikksølv (Hg)	µg/l	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	1
Nikkel (Ni)	µg/l	0,53	0,2	0,078	0,18	1,5	20
Antimon (Sb)	µg/l	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	5
Bor (B)	µg/l	2,6	4,9	3,7	2,8	11	1000
Selen (Se)	µg/l	0,34	0,48	0,37	0,22	1,6	10
Benzo[a]pyren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,01
Summen av PAH 4	µg/l	nd	nd	nd	nd	nd	0,1
Flyktige Organiske komponenter							
Benzen	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	1
1,2-Dikloreten	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
1,1,2-Trikloreten (TRI)	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	10
Tetrakloreten (PER)	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	10
Sum TRI/PER		ND	ND	ND	ND	ND	10
Tribrommetan	µg/l	< 0,10	< 0,10	0,18	< 0,10	< 0,10	
Triklormetan/kloroform	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,11	
Bromdiklormetan	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Dibromklormetan	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Sum Trihalometaner	µg/l	ND	ND	0,18	ND	0,11	100
Bromat	µg/l	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	10
Plantevernmidler							
Aldrin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Atrazin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Klorfenvinfos	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
o,p'-DDT	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
p,p'-DDT	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Desetyl-atrazin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Dieldrin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Fenitroton	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Fenvalerate	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Lindan	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Heptaklor	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Somme cis-trans	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Linuron	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Mefenoxam	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Metribuzin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Permetrin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Propaklor	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Propikonazol	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Simazin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1
Terbutylazin	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1

Tabell 18. Analyseresultater (fysisk-kjemisk) 3 runder med prøvetaking fra B1 til B7

Parameter	Enhet	B1	B2	B3	B4	B5	B6	Dato	Grense	Tiltaksgr.
pH		6,8	7,10	6,8	6,5	6,7	6,4	14.08.2018		6,5-9,5
		6,6	6,8	6,7	6,5	6,8	6,4	16.11.2018		
		6,6	6,9	6,7	6,4	6,7	6,6	11.12.2018		
Turbiditet	FNU	0,82	1,44	0,31	0,3	0,25	0,34	14.08.2018	<1	
		0,69	1,17	0,13	0,14	0,12	0,33	16.11.2018		
		0,75	1,09	0,15	0,19	0,21	0,35	11.12.2018		
Farge (410 nm)	mg Pt/l	<3	<3	<3	<3	<3	<3	14.08.2018	20	
		<3	<3	<3	<3	<3	<3	16.11.2018		
		<3	<3	<3	<3	<3	<3	11.12.2018		
Konduktivitet)	mS/m	2,3		25,3	2,3	9,2	3,3	14.08.2018		250
		2,1	27,3	26,9	2,2	7,7	3,3	16.11.2018		
		2,5	28,1	32,4	2,6	6,4	3,6	11.12.2018		
Sulfat (SO4)		0,76	7,16	7,55	1,27	2,88	1,43	14.08.2018		250
		1,44	8,14	6,48	1,71	4,04	1,65	16.11.2018		
		1,43	6,68	7,5	1,93	3,93	1,53	11.12.2018		
Ammonium(NH4-N)	µg/l	<5	8,40	9,20	<5	<5	29,00	14.08.2018		500
		<5	<5	<5	<5	<5	<5	16.11.2018		
		<5	<5	<5	<5	<5	<5	11.12.2018		
Jern (Fe)	µg/l	11	220	230	4,2	32	8,30	14.08.2018		200
		9,1	230	25	4,7	29	4,5	16.11.2018		
		8,2	220	4	0,43	27	2,9	11.12.2018		
Klorid (Cl)	mg/l	2,3	51	63	1,7	18	3,10	14.08.2018		250
		1,8	50	68	1,9	13	3,1	16.11.2018		
		1,8	52	81	2,5	8,9	3,9	11.12.2018		
Natrium (Na)	mg/l	1,7	16	14	1,7	6	2,00	14.08.2018		200
		1,7	15	15	1,6	5	2	16.11.2018		
		1,7	16	18	1,6	3,9	2,3	11.12.2018		
Kalsium (Ca)	mg/l	2,2	39	32	1,6	11	3,40	14.08.2018		
		2	37	34	1,7	8,7	3,3	16.11.2018		
		2,3	37	42	1,9	6,7	3,5	11.12.2018		

2.4.3 Oppsummering av grunnvannskvalitet - Diskusjon

I alle prøver tatt av utpumpet grunnvann fra de nye skråbrønnene er fargetallet <3. Fargetallet i 4 prøver tatt fra Otra er også relativt lavt, og varierer mellom 10 og 25. UV-transmisjon 5cm i grunnvann fra skråbrønnene ligger på 92 til 97%. Grunnvannets turbiditet varierer mellom 0,1 og 0,44 FNU. Utpumpet grunnvann er meget godt egnet mht. til UV som ekstra hygienisk barriere. Det planlegges og skal etableres UV-anlegg i vannbehandlingsanlegget.

Grunnvannets innhold av en bruksmessig viktig parameter som jern er lavt under prøvepumpingen, og varierer mellom 0,97 og 5,7 µg/l.

Også innholdet av mangan er lavt, men ser ut til å øke utover i prøvepumpingsperioden. Dette kan være en indikasjon på at manganinnholdet vil gå opp om det totale uttaket fra magasinet økes.

Tabell 19. Innhold av mangan (µg/l) i utpumpet grunnvann fra skråbrønnene.

Brønn A	Brønn B	Brønn C	Brønn D	Dato
6,8	1,2	3,9	11	28.08.2018
15	11	8,1	10	18.09.2018
19	9,5	12	14	10.10.2018
20	7,8	17	15	30.10.2018
31	8,2	22	26	27.11.2018
35	25	31	30	11.12.2018

Utpumpet grunnvann har lav alkalitet og reagerer surt med gjennomsnittsverdier for pH på 6,5 i Brønn-B og D og 6,7 i brønn-A og C. Innholdet av nitrat er lavt, med snitt på 95 til 118 µ/l i Brønn-A og B, og 148 til 326 i hhv brønn D og C. Brønn-C med høyest nitratinhold har inntaksfilter ute på dyrket mark. Dette bekrefter at gjødsling av dyrket mark (kunstgjødsel) ikke utgjør noen stor belastning for grunnvannsmagasinet.

I grunnvann fra skråbrønn C og D går innholdet av klorid ned i løpet av prøvepumpingen. I grunnvann fra Skråbrønn-B øker innholdet markant, noe som også er diskutert i kap. 2.4.2 (ledningsevne, se figur 28). Dette gjelder spesielt etter at uttaksmengden ble øket 90 dager etter pumpestart. Det samme gjelder innholdet av kalsium.

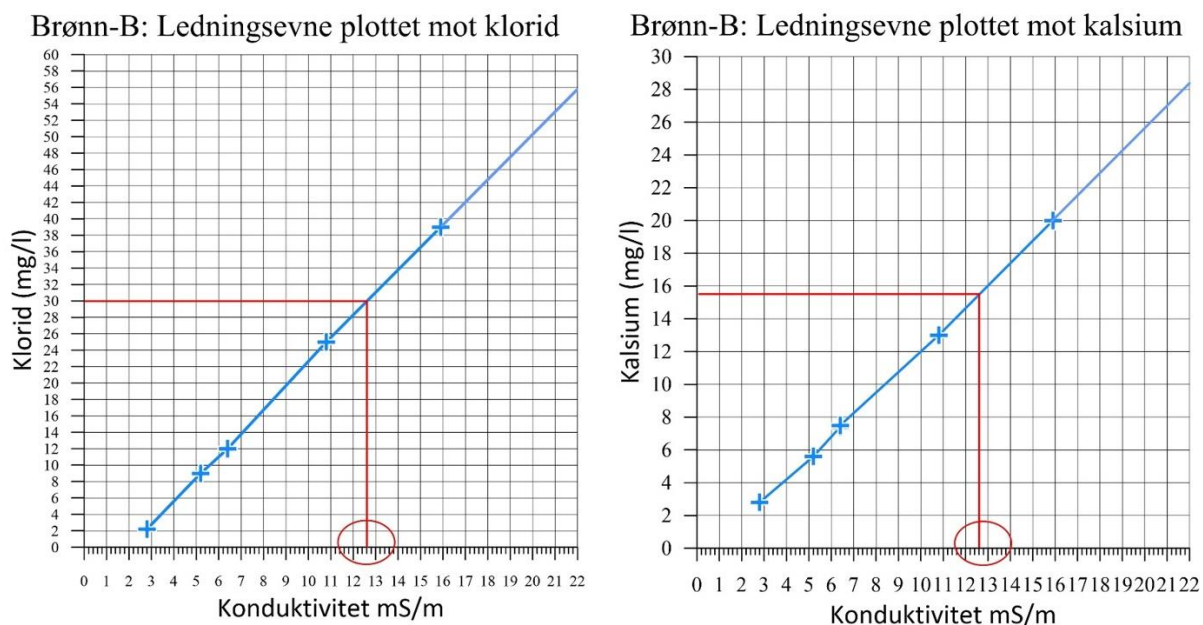
Tabell 20. Innhold av klorid (mg/l) i utpumpet grunnvann fra skråbrønnene

Brønn A	Brønn B	Brønn C	Brønn D	Dato	Dag
6,2	2,2	4,7	4,4	28.08.2018	6
3,9	9	4,3	2,8	18.09.2018	27
5,4	12	3,9	2,6	10.10.2018	49
5,6	12	3,4	2,3	30.10.2018	69
8	25	2,9	2,3	27.11.2018	97
8,4	39	2,8	2,4	11.12.2018	111

Tabell 21. Innhold av kalsium (mg/l) i utpumpet grunnvann fra skråbrønnene

Brønn A	Brønn B	Brønn C	Brønn D	Dato	Dag
4,1	2,8	4,7	3	28.08.2018	6
2,9	5,6	5,2	2,5	18.09.2018	27
3,4	7,4	5,5	2,7	10.10.2018	49
3,4	7,5	5,6	2,4	30.10.2018	69
3,7	13	5,1	2,5	27.11.2018	97
3,8	20	5,8	2,7	11.12.2018	111

Prøvepumpingen ble videreført i 111 dager etter at de siste vannprøvene ble tatt 11.12.2018 (dag 111). I denne siste perioden ble det etter ønske fra Vennesla kommune kun utført ledningsevne-målinger. Det er lineær sammenheng mellom konduktivitet (elektrisk ledningsevne) og innhold av klorid og kalsium i grunnvannsprøvene fra Skråbrønn-B, se figur 30.



Figur 30. Brønn-B - Konduktivitet plottet mot klorid (venstre) og konduktivitet plottet mot kalsium (Høyre).

Figur 30 (venstre) viser at når elektrisk ledningsevne er 22 mS/m (220 μ S/cm) så er kloridinnholdet 56 mg/l. Høyeste målte ledningsevne i skråbrønn-B er 25,6 mS/m (256 μ S/cm), se figur 28 side 39. Dette tilsvarer et innhold av klorid på over 60 mg/l. **Om man ønsker å holde kloridinnholdet på 30 mg/l eller lavere må elektrisk ledningsevne holdes lavere enn 12,6 mS/m (126 μ S/cm).**

Tilsvarende viser figur 30 (høyre) at når elektrisk ledningsevne er 22 mS/m (220 μ S/cm) så er kalsiuminnholdet 28 mg/l. Høyeste målte ledningsevne i skråbrønn-B er 25,6 mS/m. Dette tilsvarer et innhold av kalsium på over 30 mg/l. **Om man ønsker å holde kalsiuminnholdet på 24 mg/l eller lavere må elektrisk ledningsevne holdes lavere enn 19 mS/m (190 μ S/cm). En ledningsevne på 19 mS/m gir imidlertid for høyt kloridinnhold (ca. 48 mg/l)**

Skal man unngå at grunnvannskvaliteten i Skråbrønn-B blir som i den gamle B3, må uttaket justeres slik at dette ikke skjer. Dette kan overvåkes ved kontinuerlig måling av elektrisk ledningsevne før vannstrømmen fra brønnen blandes med de andre. Dette bør etter vårt skjønn gjøres ved alle eller de fleste av brønnene på Drivenesøya. Da kan man finjustere fordelingen av grunnvannsutaket mellom brønnene etter 2 faktorer: **1) Vannhøyde over trykkløser i brønn (Minimum 0,5m) og 2) elektrisk ledningsevne (innhold av klorid og kalsium).**

I Drikkevannsforskriften er tiltaksgrensen for klorid 250 mg/l, så innholdet i grunnvannet fra brønn-B tilfredsstiller Drikkevannsforskriften. Problemet med klorid og lav alkalitet er først og fremst at det tærer på varmtvannsberedere og installasjoner. OSO krever bruk av anode ved mer enn 50 mg/l klorid (Cl). Det er heller ikke satt grenseverdi for kalsium, men høyt innhold av kalsium gir problemer med utfellinger i kjeler, vasker, vaskemaskiner etc., samt fare for skade på elementet i varmtvannsberedere. Vi foreslår derfor at man i utgangspunktet prøver å drifte de nye brønnene slik at innholdet av klorid holdes på 25-30 mg/l. Dette vil samtidig redusere innholdet av kalsium. Dette betyr at uttaket fra skråbrønn-B settes til 7 l/s, selv om brønnen rent hydraulisk kan levere 24 l/s.

Det kan hende at skråbrønn-B vil tåle større uttak enn 7 l/s når den gamle B3 kuttes ut og tettes. Dette kan imidlertid slå begge veier. Det er også mulig at grunnvann fra B3 pumpes på elva (avvergepumping for å unngå oppkoning av klorid- og kalsiumholdig vann).

2.4.4 Konklusjon og anbefalinger etter langtidsprøvepumping

Utpumpet grunnvann er av meget god bakteriologisk kvalitet, med meget lave verdier for kimtall. I grunnvannet er det ikke påvist verken koliforme bakterier, *E. coli*, Intestinale enterokokker eller *Clostridium perfringens*. **Med unntak for pH tilfredsstiller utpumpet grunnvann fra de 4 skråbrønnene Drikkevannsforskriftens krav til godkjent drikkevann for alle fysisk kjemiske parametere. Det er ikke påvist miljøgifter over laboratoriets deteksjonsgrenser.**

Basert på de utførte kapasitetstester og registrert vannstand i brønnene under langtidsprøvepumping, har de etablerte skråbrønnene rent hydraulisk kapasitet til samlet å levere vannmengder opp mot 77 l/s. Brønn-E tas ikke med i regnestykket, fordi grunnvannskvaliteten fra denne medfører at brønnen ikke er egnet som permanent produksjonsbrønn. Vannkvalitetsutviklingen i brønn-B medfører at vi ikke anbefaler større uttak en 7 l/s fra denne. Ved større uttak vil denne brønnen da levere grunnvann av samme kvalitet som den gamle B3 (høyt innhold av klorid og kalsium på grunn av oppkoning av grunnvann fra dypet). Det kan hende uttaket fra Brønn-B kan økes når B3 (like ved) legges ned. I tillegg er det ikke lurt å belaste skråbrønnene maksimalt, da dette øker risiko for sandproblematikk på grunn av stor vannhastighet gjennom filteret. Den middels-grove sanda som brønnfiltrene står i er godt sortert.

Vi foreslår derfor at man i utgangspunktet prøver å drifte de nye brønnene slik at innholdet av klorid holdes på maksimalt 25-30 mg/l. Dette vil samtidig redusere innholdet av kalsium. Basert på resultatene fra langtidsprøvepumpingen foreslås følgende uttak fra de 4 skråbrønnene:

15 l/s fra brønn-A, 7 l/s fra brønn-B, 13 l/s fra brønn-C og 13 l/s fra Brønn-D. **Totalt 48 l/s.** Driftes disse 4 nye brønnene samtidig med B4, B5 og B6 kan man ta ut minst **80 l/s**, med vesentlig mindre risiko for oppkoning av vann med høyere innhold av klorid og kalsium. Brønn-A og B erstatter den gamle B3. Avhengig av erfaringer fra drift tettes denne eller beholdes som avvergebrønn.

Vi anbefaler også at det etableres 2 skråbrønner ala brønn-A og B som erstatning for eksisterende B1 og B2 som legges ned. Det vil med stor sannsynlighet gå an å få til skråbrønner i dette området som gir 20-24 l/s pr. brønn. Tas disse med i regnestykket vil man ved spesielle situasjoner (brann, store lekkasjer) i kortere perioder kunne ta ut inntil 130 l/s, fortsatt med mindre risiko for oppkoning av vann med høyere innhold av klorid og kalsium.

Erfaringene fra prøvepumpingen tilsier at mangan bør inn som standard parameter i vannanalysene under drift. **Følgende tiltak er aktuelle for å få minst mulig oppkoning av redusert klorid- og kalsiumholdig grunnvann og dermed optimalisere grunnvannskvaliteten:**

1. Kontinuerlig måling av elektrisk ledningsevne på vannstrømmen fra hver brønn før det blandes med de andre. Det etableres trykkløpere for overvåking av vannstand i både nye og gamle brønner. Da kan man finjustere fordelingen av grunnvannsutaket mellom brønnene etter 2 faktorer: **1)** Vannhøyde over trykkløper i brønn (Minimum 0,5m) og **2)** elektrisk ledningsevne (innhold av klorid og kalsium). Som beskrevet på side 47 kan innholdet av klorid og kalsium kontrolleres detaljert ved hjelp av ledningsevnen.
2. Etablering av 2 skråbrønner ala brønn-A og B som erstatning for eksisterende B1 og B2.
3. De eksisterende dammene/søkkene ved B3 og sør for B5 kan eventuelt renskes opp og benyttes til infiltrasjon av elvevann, så fremt dette blir nødvendig.
4. Etablere brønner for avvergepumping (utpumping av klorid og kalsiumholdig grunnvann). Avhengig av erfaringer fra drift tettes den gamle B3 denne eller beholdes som avvergebrønn.

2.5 Arealbruk og eiendomsforhold, klausuleringsbestemmelser og hensynssoner

2.5.1 Arealbruk og eiendomsforhold

Hele Drivenesøya er Gnr/Bnr 21/1, slik at all aktivitet fra Vennesla vannverk mht. til grunnvannsbrønner foregår hos 1 grunneier, bortsett fra vannbehandlingsanlegget (Sentralanlegget) som ligger på østsiden av Otra/Venneslafjorden.

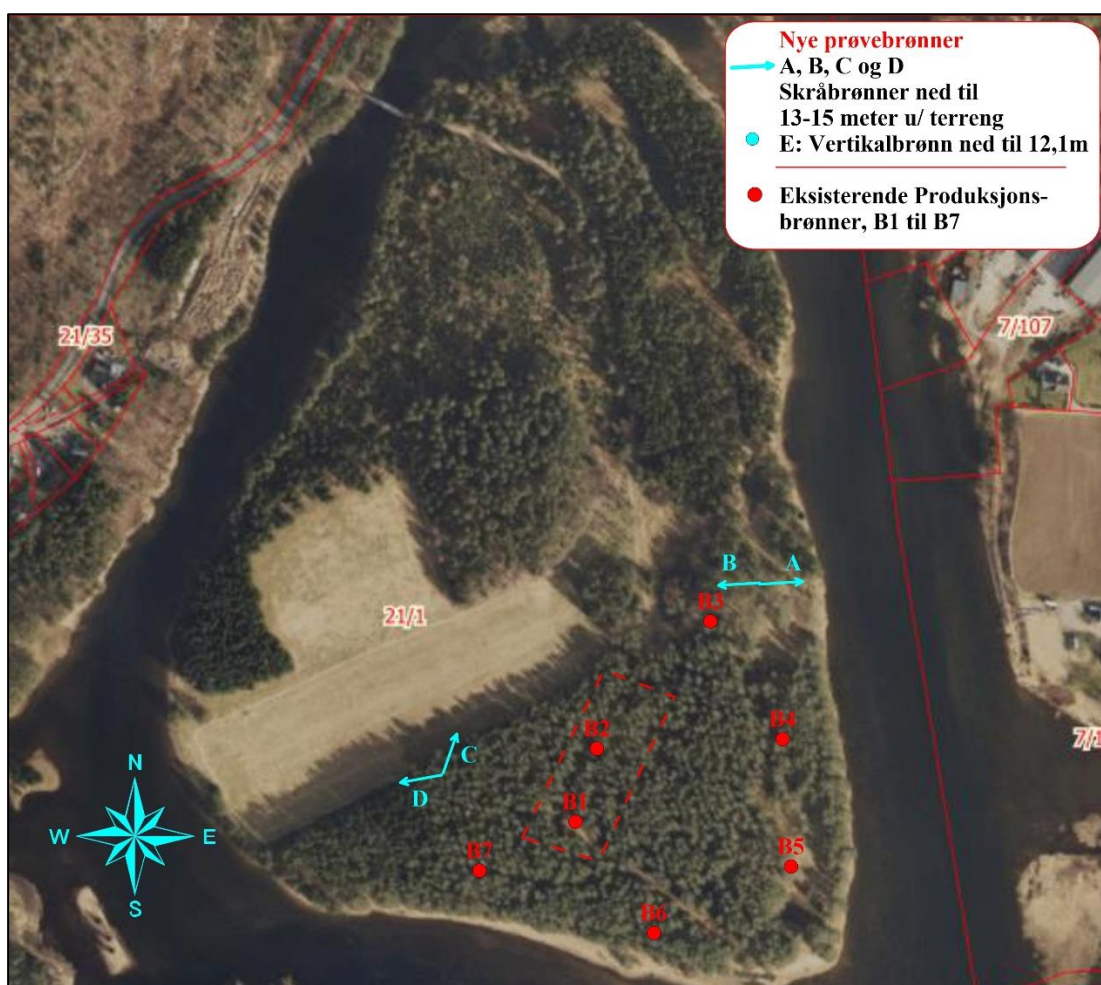
Eier av Gnr/Bnr 21/1 i Vennesla kommune er:

Navn: Eieland, Birthe Mari

Adresse: Steinfossvegen 2, 4706 Vennesla

Eierforhold: Hjemmelshaver

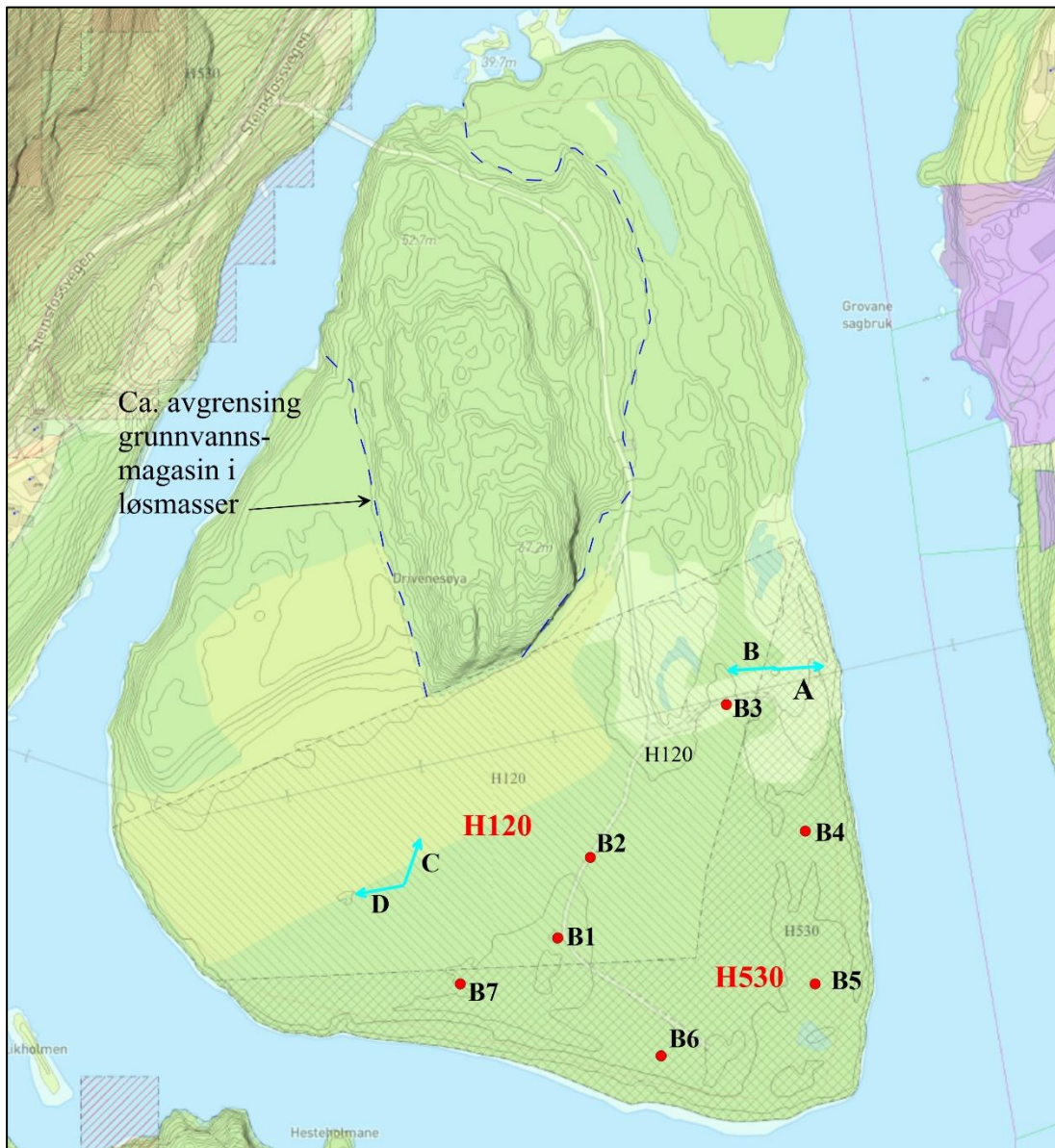
Drivnesøya er ca. 250 000 m², der hovedparten består av skogbevokste arealer som benyttes til skogsdrift (nord for dyrket mark) og periodevis beite for storfe. Øvrige arealer består av dyrket mark til grasproduksjon (ca. 44 000 m²) Beitedyr går fritt i hele området, bortsett fra inngjerdet dyrket mark og et areal på 9 dekar som er inngjerdet rundt B1 og B2, se figur 31. De øvrige av de gamle brønnene er sikret med steinsatte kummer, se figur 32. De viktigste deler av grunnvannsmagasinet og brønnområdet (søndre del av øya) er i dag dels satt av til «Sikringssone med område for grunnvannsforsyning – H120» og «Hensynssone friluftsliv – H530», se figur 33. En nærmere beskrivelse av forholdet til grunneier i form av klausuleringsbestemmelser og avtaler, samt vurdering av hensynssoner fremgår av kapittel 2.5.2 og 2.5.3.



Figur 31. Flybilde med plassering av nye og gamle produksjonsbrønner på Drivenesøya



Figur 32. Eksempel på steinsatt brønnkum rundt B6 lengst sør på Drivenesøya.



Figur 33. Kart med eksisterende hensynssoner og alle produksjonsbrønner på Drivenesøya.

2.5.2 Klausuleringsbestemmelser, avtaler og vurdering av hensynssoner

Det er ikke utarbeidet noen detaljert beskyttelsesplan for brønnene og grunnvannsmagasinet på Drivenesøya (Sone-0, 1, 2 og 3 med aktivitetsregulerende bestemmelser). Det foreligger imidlertid et skjønnet med klausulering fra 8.4.1975, hvor det er inngått avtale mellom Vennesla kommune og eier av Gnr/Bnr 21/1. **Det etterfølgende er hentet fra dette skjønnet, som omfatter etablering av B1 og B2 med tilhørende bygg og vannledninger.**

«Avtalens omfang

Avtalen gjelder Drivenesøya i Otra. Denne øya har et areal på ca. 254 da.

Avtalens formål

Vennesla kommune ønsker å få sin drikkevannsforsyning fra øya ved at det i den sydligste del av øya tas opp drikkevann fra brønner. Dette vannet skal føres i to pumpeledninger fra brønnene øst over Otra, der det blir komme i land på Gnr/Bnr 6/497. Der skal pumpehus føres opp. I samband med dette er partene enig om å få avgjort med endelig og bindende virkning ved rettslig skjønnet de erstatninger som grunneieren måtte ha krav på etter norsk ekspropriasjonsrett.

I. Inngrepene blir i hovedsak disse:

- a) Vennesla kommune klausulerer Drivenesøya på ymse måter, jfr. nedenfor.
- b) Vennesla kommune får rett til å anlegge brønner og føre opp sine anlegg blant annet med pumpeinnretninger og ledninger fra brønnene og øst over Otra så langt Gnr/Bnr 21/1 har eiendomsrett i elva, samt rett til adkomst til anlegga for bygging og drift av disse, heri også medregnet vedlikehold.

II. A) Klausulering

Den klausulering som skjer er følgende:

1. Bebyggelse: Det må på øya ikke oppføres noen form for bebyggelse fra grunneierens side.
2. Bruk av sprøytemidler: Enhver form for sprøyting med pesticider og/eller andre stoffer som kan forringe drikkevannskvaliteten er forbudt.
3. Gjødsling: Bruk av naturgjødsling tillates ikke. Om gjødsling med kunstgjødsling skulle vise seg å influere på drikkevannskvaliteten kan slik gjødsling forbys.
4. Bading: Bading kan tillates på alle strekninger av strekninger av stranda som ikke er markert med skilt slik at bading er forbudt. På slike badeplasser som nevnt ovenfor, vil kommunen i samråd med helsemyndighetene sette opp det nødvendige antall toaletter. Disse skal være av lukket type som tømmes regelmessig av kommunens renholdsverk. Kommunen kan med øyeblikkelig virkning forby all bading om helsemessige forhold tilsier dette ved epidemier og lignende.
5. Ferdsel: Bortsett fra den ferdsel som følger av grunneierens rett til å drive jordbruk og skogbruk, beiting med videre, jevnfør nedenfor og bortsett fra den ferdsel som følger av tillatt bading, er all annen ferdsel forbudt.

II. B) Eierens rett til bruk av øya

Areal I

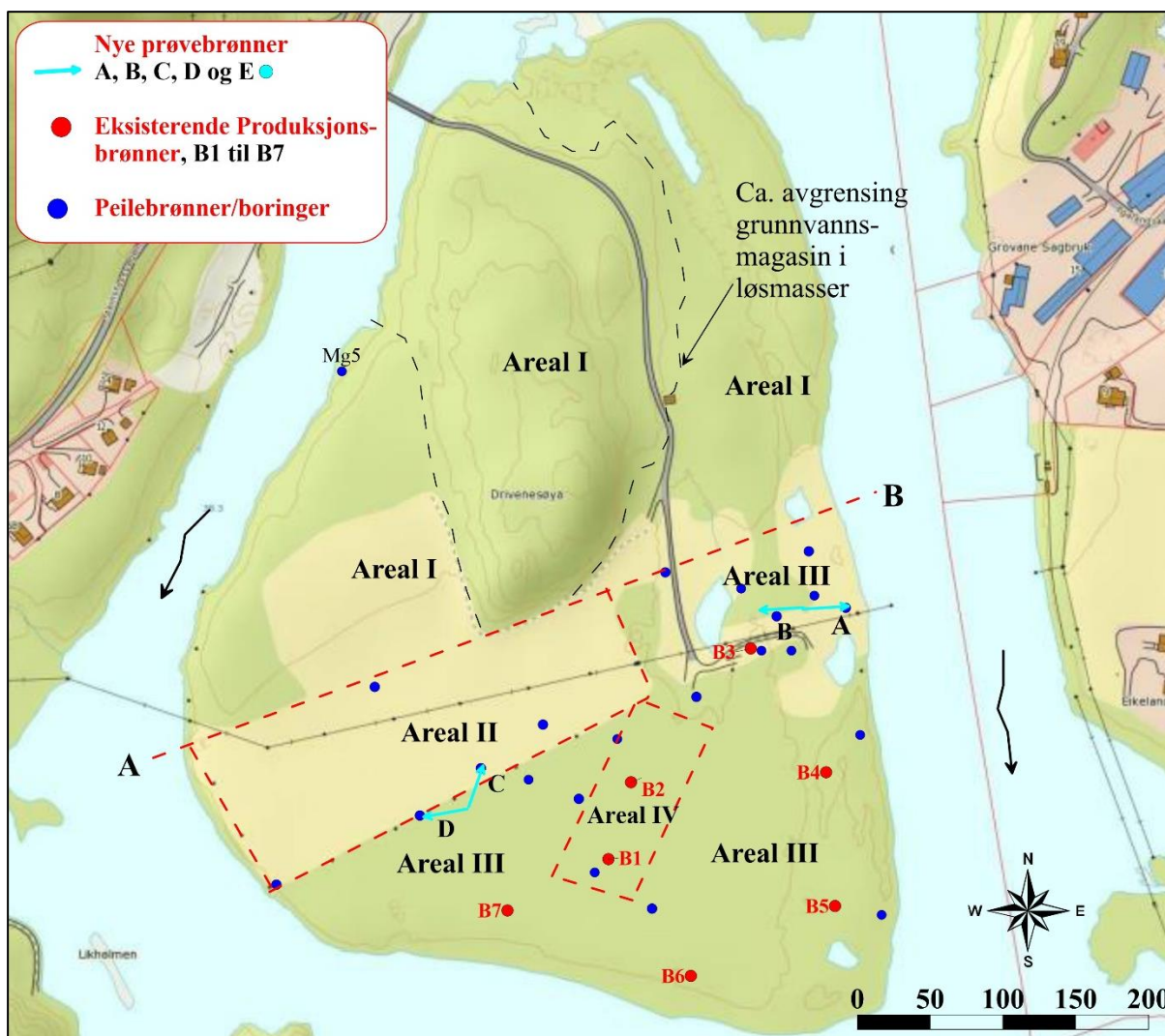
Den nordlige delen er i dag skogbevokst. Denne delen er avgrenset fra den øvrige del ved at det på kartet er trukket en linje A-B. Arealet nord for denne linja benevnes areal I (se figur 34).

Areal II

Rett syd for linja A-B ligger et dyrka areal på ca. 29 da. Dette benevnes areal II

Areal III

Den sydligste del av øya har i dag et skogbevokst areal på ca. 86. da. I dette arealet er det innlagt et areal på ca. 9 da. Arealet er rektangelformet. Det er innenfor grensene av dette arealet at kommunens vannverk vil ligge. Det gjenværende areal i den sydlige del av øya vil da utgjøre 77 da., og blir å benevne som areal III, mens det rektangelformede areal inne i areal III blir å benevne som areal IV.»



Figur 34. Kartutsnitt med Areal I, II, III og IV fra 1975 og alle brønner og peilebrønner.

Kommentar: På figur 34 er de beskrevne areal fra skjønnet lagt inn på kart. Her fremgår også alle gamle og nye brønner og peilebrønner i området. I 1975 var kun B1 og B2 etablert.

«Om grunneierens bruk av øya fastsettes da følgende:

- a) Vennesla kommune motsetter seg ikke at grunneieren anlegger brusamband med fastlandet. Dette brusambandet må bare benyttes av grunneieren. Kommunen får rett til å bruke denne brua i samband med vannverkets drift etter nærmere avtale, eller om så ikke skjer etter skjønn opptatt på kommunens bekostning.
- b) Under drift og utnyttelse av eiendommen på Drivenesøya er eieren underlagt disse bestemmelser.

Vedr. areal I

Som utgangspunkt er skogsdrift tillatt. Herunder kan eieren bruke maskiner, så som traktor o.l. Eieren kan også omlegge drifta, for eksempel ved nydyrking.

Vedr. areal II, dyrka mark

Bruken av dette areal er underlagt de samme bestemmelser som areal I, slik at det kun kan drives jord eller skogbruk. I østre og søndre kant av arealet har Vennesla kommune rett og plikt til å legge og vedlikeholde en drensgrøft, slik at avrenning fra dyrka mark renner ut i Otra.

Vedr. areal III

På dette arealet er all virksomhet fra grunneieren forbudt, bortsett fra det som her nevnes.

- Rett til beiting.
- Rett til å drive skogbruk, dog slik at med hensyn til hogst er bare tynningshogst/-foryngeshogst tillatt (snauhogst tillates altså ikke).

III. Vedr. Areal IV

Dette areal disponeres fullt ut av Vennesla kommune, jevnfør nedenfor

1. Areal IV får Vennesla kommune leierett til for all fremtid. Arealet er ca. 9 da. Området vil bli inngjerdet, og Vennesla kommune står helt fritt i sine disposisjoner her. Til orientering nevnes blant annet det vil bli anlagt brønner for opptak av vann.
2. I tillegg til leie-retten over areal IV får Vennesla kommune rett til å legge to vannledninger over areal III, fra areal IV og fram til strand og videre østover i Otra, så langt eieren av 21/1 har eiendomsrett. Ledningene har dimensjon 300mm. De skal legges i en dybde av ca. 1,5m under terrenget. Etter at ledningene er lagt vil kommunen sørge for å planere ut terrenget slik at det blir vanlig skogsmark. Lags ledningene klausuleres et belte - 5 meter til side – slik at kommunen får rett til å fjerne trær som står her, eller måtte vokse opp, og som kommunen finner skadelig for ledningen. Skogplanting fra grunneierens side i dette beltet er forbudt.
3. Vennesla kommune får rett til framkomst over Gnr/Bnr 21/1 for anlegg av vannverk og senere vedlikehold.»

Kommentar: Ved etablering av flere brønner i 2000 og de nye skråbrønnene i 2018 er det inngått nye avtaler med grunneier.

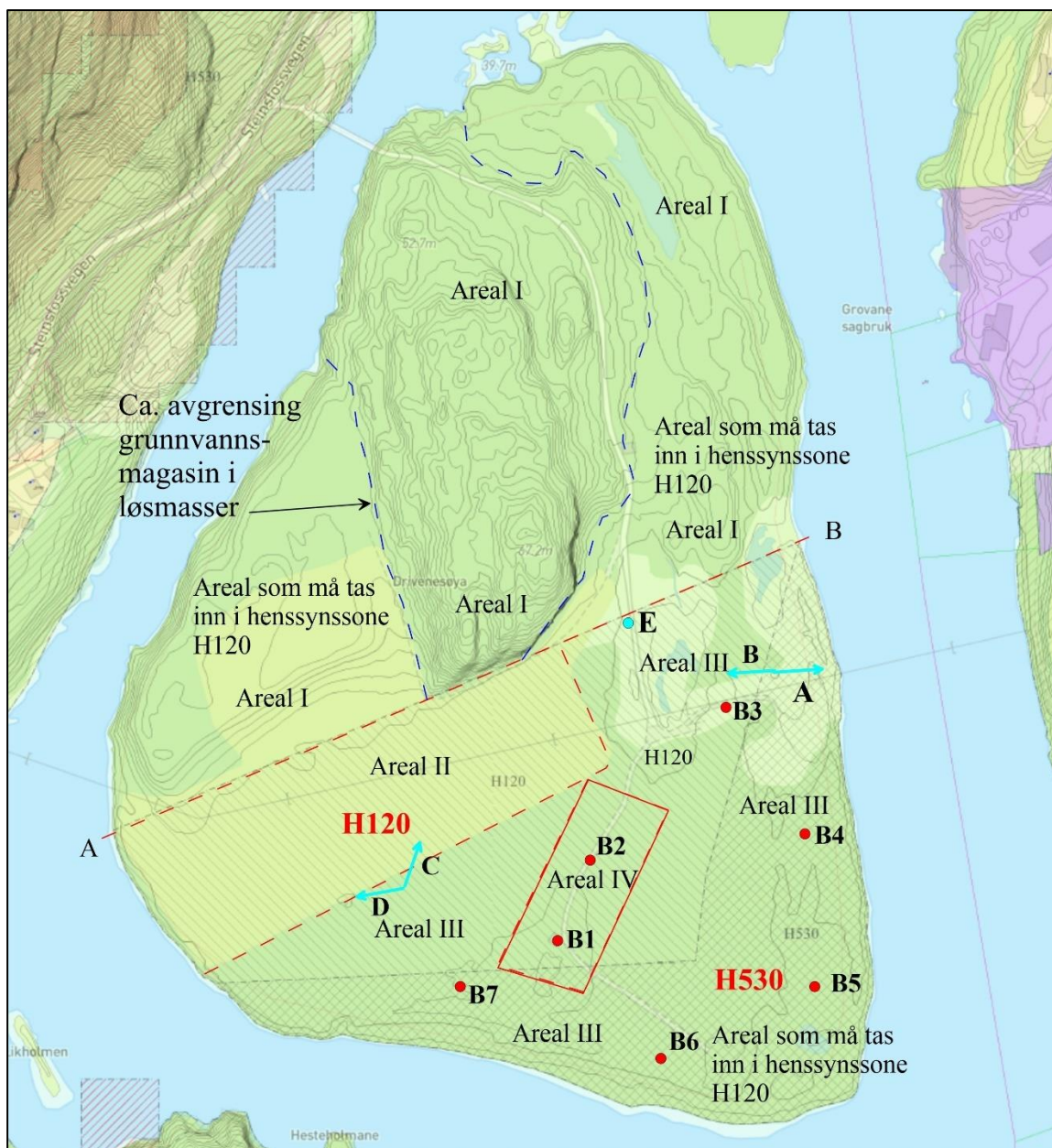
I avtale for etablering av de nye skråbrønnene i 2018/2019 fremgår det blant annet:

- 1) «Grunneier gir kommunen adgang eller rettighet til å:
 - Sette 4 nye skråbrønner (A, B, C og D) med sine innretninger i permanent drift.
 - I ettertid å bore ekstra skråbrønn, hvis behovet tilsier det.
 - Føre nedgravde elektriske strøm- og styrekabler fra eksisterende brønnhus til nye brønner og endre dimensjon på eksisterende kabler. Eksisterende grøftetraséer skal benyttes i størst mulig grad.
 - Grave og legge ned nye 160 mm vannledninger fra nye brønner til eksisterende overføringsledninger.
 - Bygge 2 stk. pumpehus over nye brønner (ett felles hus for A og B, ett felles hus for C og D).
 - Ha rett til å bygge pumpehus over eksisterende brønner og ny brønn for å ivareta flomberegninger for 1000-års flom. Husene skal bygges innenfor klausulert areal.
 - Bygge nytt hus for styring/el og nødstrømsaggregat. Huset etableres innenfor kommunens areal.
- 2) Klausulering
 - Langs ledningene klausuleres et belte på 2,5 m til hver side slik at kommunen får rett til å fjerne eventuelle treer som står her, eller måtte vokse opp, og kommunen finner skadelig for ledningene. På dette arealet er all virksomhet, som skogplanting fra grunneier forbudt
 - Kommunen disponerer hele arealet rundt alle brønnarrangementene. I forbindelse med skogsarbeider/tynningshogst tillates det ikke lagring av petroleumsprodukter i dette område.»

Kommentar: Her har det kommet til et forbud mot lagring av petroleumsprodukter i tillegg til bestemmelsene oppramset på side 51.

Vennesla kommune har i ettertid satt av deler av brønnområdet på Drivenesøya som Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120) i arealdelen i kommuneplanen (se areal med skråraster på figur 35). **Dette er basert på skjønnnet fra 1975, hvor det kun var etablert 2 brønner.** Med hensyn til sikringssonen fremgår det at:

§ 4.1.2 Sikringssone med område for grunnvannsforsyning - H120. Sonen skal sikre rent drikkevann til innbyggerne. Innenfor sonen tillates ikke ny aktivitet eller fysiske inngrep som kan medføre fare for forurensning av vannkilden.



Figur 35. Kart med eksisterende hensynssoner, arealer fra skjønn i 1975 og alle brønner.

På kartet i figur 35 ser man at ny skråbrønn-A og brønnene B4, B5, B6 og B7 fra 2000 er etablert utenfor Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120). Disse brønnene er innenfor et område satt av til Hensynssone friluftsliv H530 (se område med kryssraster på figur 35). Dette området skal innlemmes i Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120).

Også arealer vest og øst for den sentrale fjellknausen nord for linje A-B (se figur 35) må tas inn i Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120). Dette fordi man ved et midlere uttak av 80 l/s og periodiske uttak av 130 l/s trekker grunnvann fra deler av løsmassemagasinet som ligger nord for denne linjen. Det vises i denne sammenheng til figur 20 og 21, som viser grunnvannets strømningsmønster ved uttak av 75 l/s og 100 l/s. Dette betyr igjen at det kun er mindre arealer igjen i nordre del av øya som eventuelt ikke blir med i Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120). **Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120) utvides derfor til å gjelde hele Drivenesøya.**

2.5.3 Grunnlag for utvidelse av Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120)

Grunnlaget for utvidelsen Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120) slik at den omfatter hele Drivenesøya er følgende:

- På kartet i figur 35 ser man at ny skråbrønn-A og brønnene B4, B5, B6 og B7 fra 2000 er etablert utenfor eksisterende Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120). Disse brønnene er innenfor et område som i dag er satt av til Hensynssone friluftsliv H530 (se område med kryssraster på figur 35). Dette området i sør må innlemmes i Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120).
- De viktigste klausuleringsbestemmelsene gjelder hele øya (Forbud mot ny bebyggelse, bruk av sprøytemidler, bruk av naturgjødsel, lagring av petroleumsprodukter).
- Gjennomgang av alt tilgjengelig materiale fra tidligere hydrogeologiske undersøkelser fra perioden 1971 til 2000 supplerende hydrogeologiske og geofysiske undersøkelser i 2016. Dette har samlet gitt detaljert kunnskap om magasinetts sammensetning, grunnvannskvalitet, mektighet av umettet sone og permeable sedimenter.
- Data fra fullskala prøvepumping over tid ($Q = 75$ og 100 l/s fordelt på 8 brønner).
- Grunnvannets strømningsmønster ved uttak av 41 l/s, 75 l/s og 100 l/s.
- Hydrauliske beregninger (strømningshastighet, influensområde, nødvendig bredde for uttak av 75 og 100 l/s).
- Eksisterende arealbruk og eiendomsforhold, eksisterende skjønn, klausuleringsbestemmelser og avtaler.
- I hovedplanens Mål, status og handlingsplan revidert i 2018 fremgår det at: Drivenesøya grunnvannsbrønner, som forsyner Vennesla vannverk, skal være klausulert og sikret i henhold til Mattilsynets krav gjennom avtale med grunneier. Strengere klausulering søkes gjennomført ved konsesjonsbehandlingen. Om nødvendig utvides sikringsområdet pga. nye brønner.

Det vises også til § 4 og 10 i drikkevannsforskriften:

§ 4. Forurensning

Det er forbudt å forurense drikkevann. Forbudet omfatter alle aktiviteter, fra vanntilsigsområdet til tappepunktene, som medfører fare for at drikkevannet blir forurenset. Med aktiviteter menes også friluftsliv og annen utøvelse av allemannsretten. Der det er fastsatt beskyttelsestiltak etter § 12 eller restriksjoner etter § 26, gjelder forbudet brudd på disse. I vanntilsigsområdene kan landbruksaktivitet foregå dersom det ikke forurenser drikkevannet eller medfører brudd på beskyttelsestiltak etter § 12 eller restriksjoner etter § 26.

§ 10. Forebyggende sikring

Vannverkseieren skal sikre at vannbehandlingsanlegget og alle relevante deler av distribusjonssystemet er tilstrekkelig fysisk sikret, og at alle styringssystemer er tilstrekkelig sikret mot uautorisert tilgang og bruk.

Vennesla kommune planlegger etablering av kameraovervåking og tyverialarmer for å overvåke brønninstallasjoner og øvrige anlegg ute på Drivenesøya. Det vil i tillegg, med bakgrunn i utvidelsen av hensynssonen og foreliggende klausuleringer, bli utarbeidet en mer detaljert beskyttelsesplan for Drivenesøya med inndeling i Sone-0 (brønnpunkt), Sone-1 (det nære tilsigsområdet), sone-2 (det fjerne tilsigsområdet) og Sone-3 (det ytre verneområdet).

2.6 Nærmere beskrivelse av planlagt utbygging

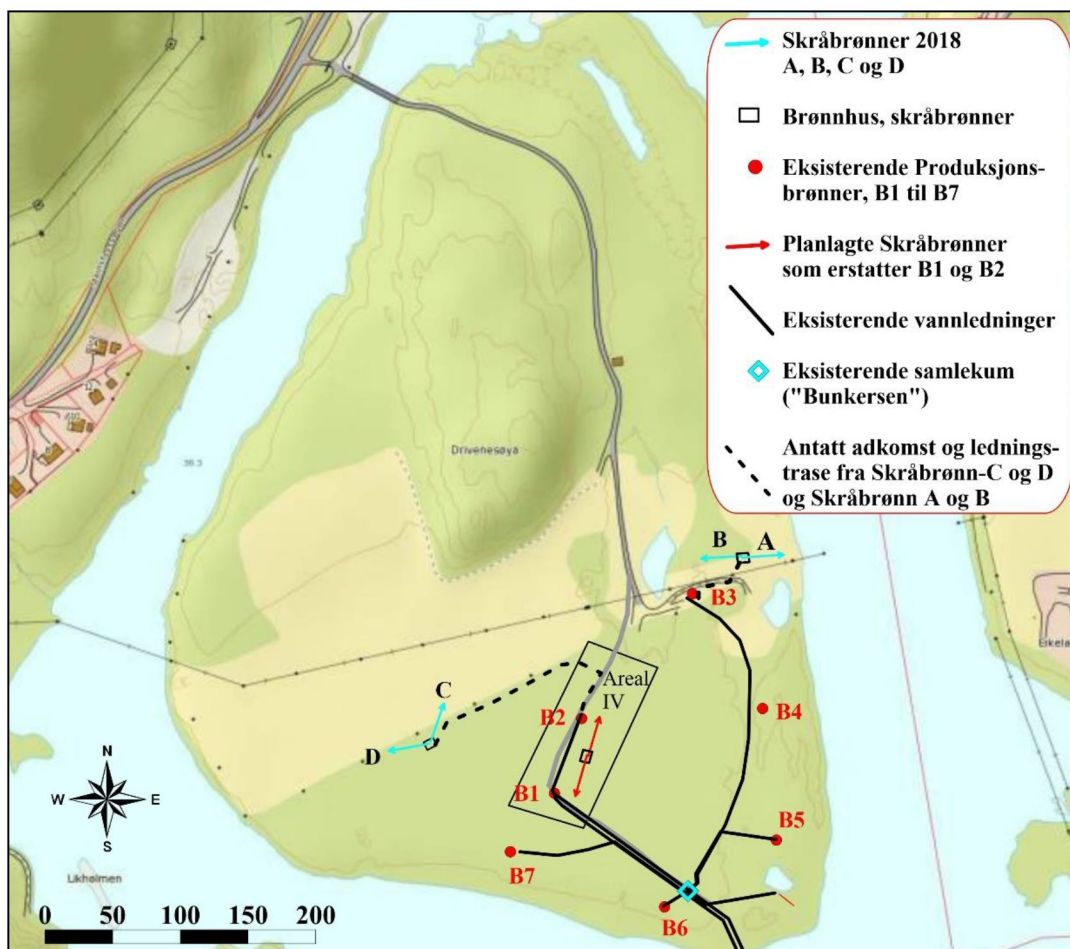
Tiltaket vil innebære grunnvannsuttak fra 4 nye skråbrønnene A, B C og D (2018) og på sikt etablering av ytterligere 2 skråbrønner som erstatning for eksisterende B1 og B2 fra 1973-1975.

- Basert på resultatene fra langtidsprøvepumpingen foreslås følgende uttak fra de 4 skråbrønnene: 15 l/s fra brønn-A, 7 l/s fra brønn-B, 13 l/s fra brønn-C og 13 l/s fra Brønn-D. Totalt **48 l/s**. Driftes disse 4 nye brønnene samtidig med B4, B5 og B6 kan man ta ut minst **80 l/s**, med vesentlig mindre risiko for oppkoning av vann med høyere innhold av klorid og kalsium. Brønn-A og B erstatter den gamle B3. Avhengig av erfaringer fra drift tettes denne eller beholdes som avvergebrønn.
- Det etableres i tillegg 2 skråbrønner ala brønn-A og B som erstatning for eksisterende B1 og B2 som legges ned. Disse nye brønnene etableres innenfor kommunes areal IV, hvor Vennesla kommune ut fra skjønnet fra 1975 har leierett til for all fremtid, og står helt fritt i sine disposisjoner, se figur 35 og 36. Skråbrønner med filtersetting fra 10-13m under terreng i dette området vil med stor sannsynlighet gi 20-24 l/s pr. brønn. Tas disse med i regnestykket vil man i periodiske/kortere perioder kunne ta ut inntil 130 l/s, fortsatt med mindre risiko for oppkoning av vann med høyere innhold av klorid og kalsium.

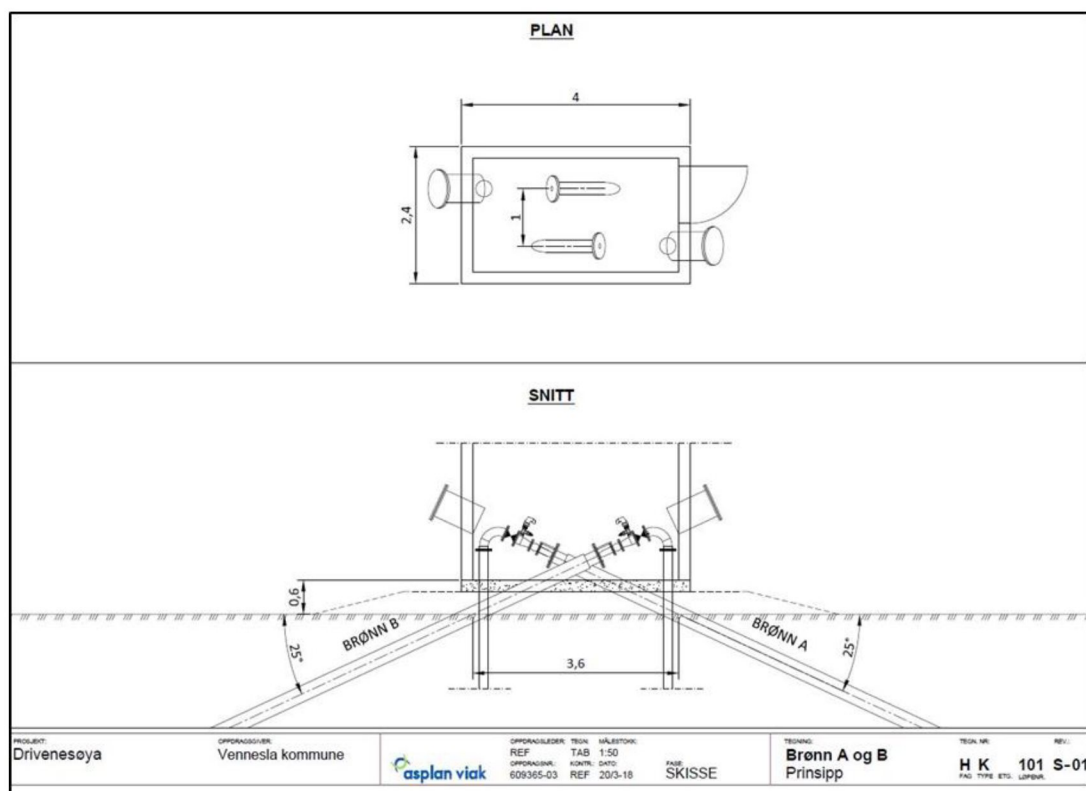
2.6.1 Tiltakets hovedpunkter

Tilkobling av nye brønner til eksisterende nett er ikke detaljprosjektert, men hovedpunktene er lagt inn på kart i figur 36 og kan skisseres slik:

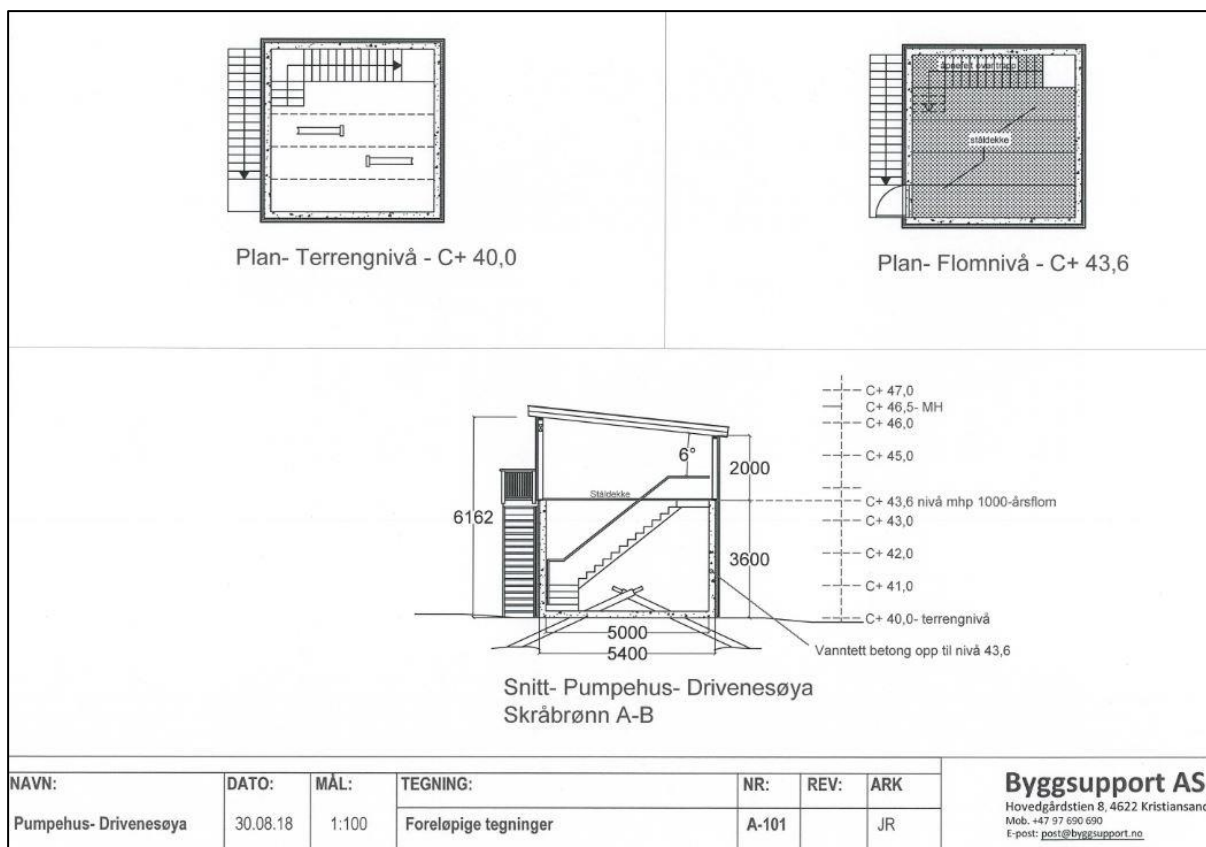
- Bygging av 2 stk. pumpehus over skråbrønnene A, B, C og D etablert i 2018 (ett felles hus for A og B, ett felles hus for C og D), se prinsippskisse på figur 37 og 38
- Det etableres i tillegg 2 skråbrønner ala brønn-A og B som erstatning for eksisterende B1 og B2 som legges ned. Disse nye brønnene etableres innenfor kommunes areal IV. Det bygges et tilsvarende pumpehus over disse 2 skråbrønnene.
- Bygging av nytt hus for styring/el og nødstrømsaggregat. Huset etableres innenfor kommunens areal IV.
- Pumpehus for Skråbrønnene fra 2018 og planlagte skråbrønner i kommunens areal og hus for styring/el og nødstrømsaggregat utføres slik at nye brønner og installasjoner flomsikres for 1000 års flom, jfr. bestemmelsene i §7-2 i TEK17, se kapittel 2.6.2. På foreløpig tegning av pumpehus fra Byggsupport AS er flomsikkert nivå satt til 43,6 moh, se figur 38. Det anbefales at dette økes til 43,9 moh, i henhold til vurderingene i avsnitt 2.6.2 og vedlegg 3.
- Etablering av nedgravde elektriske strøm- og styrekabler fra eksisterende brønnhus i kommunes areal IV til nye brønner og endre dimensjon på eksisterende kabler. Grave og legge ned nye 160 mm vannledninger fra nye brønner til eksisterende overføringsledninger. Eksisterende grøftetraséer skal benyttes i størst mulig grad.
- I tillegg må det bygges adkomstvei til brønn-C og D. Dette er dels gjennomført i forbindelse med brønnetablering i 2018. Brønn-A og B ligger nær eksisterende adkomstvei



Figur 36. Kartutsnitt med alle brønner, eksisterende vannledninger og skisserte traseer for nye ledninger mm.



Figur 37. Tegning HK101. Prinsippskisse for felles brønnkum for skråbrønn-A og B.



Figur 38. Pumpehus – Drivenesøya, skråbrønn-A og B – Foreløpig tegning (Byggsupport AS)

2.6.2 Flomsikring av brønnene – Vurdering av 1000 års flom

Brønnene må være flomsikret for 1000 års flom, jfr. bestemmelsene i §7-2 i TEK17. Det vises til vedlegg 3: Notat – Vurdering av 1000-års flom – Drivenesøya, Asplan Viak v/ Hydrolog Hege Merete Kalnes. Det etterfølgende er et utdrag fra dette notatet.

Det er ikke utført flom- eller vannlinjeberegninger i forbindelse med denne vurderingen. Estimert av flomnivå ved 1000-årsflom ved Drivenesøya er basert på utredninger for Otraparken, som ligger ca. 3 km nedstrøms Drivenesøya, foretatt av Sweco AS. Utredningen av Sweco er gjort for 200-årsflom, og er beskrevet i notatet *Flomvurdering Otraparken – Hunsøya* (Sweco, 2015).

Det påpekes derfor at denne vurderingen kan ha stor usikkerhet knyttet til seg. Usikkerheten er imidlertid forsøkt dekt med sikkerhetsmarginer. Dersom en høyere grad av nøyaktighet kreves, må det utføres en egen flomsonekartlegging.

I en normaltilstand, ligger vannivået ved Drivenesøya på rundt 38,2 moh, mens vannivået ved Otraparken ligger på rundt 37,8 moh (estimert i høydedata.no). Høydeforskjellen på 0,4 meter legges til estimert flomnivå ved Otraparken, slik at det benyttes korrekt referanse høyde for Drivenesøya. Estimert flomnivå ved 1000-årsflom ved Drivenesøya, blir følgelig $42,5 + 0,4 = 42,9$ moh.

For å ta hensyn til usikkerhet i beregningene, må det legges til en sikkerhetsmargin for vannstigning. Med bakgrunn i at det ikke er foretatt egne vannlinjeberegninger for Drivenesøya, velges en høy sikkerhetsmargin på 1 m. Dette er dobbelt så stort som hva NVE vanligvis anbefaler for sine flomsonekart (50 cm). I tillegg påpekes det at vassdraget er bredere ved Drivenesøya sammenlignet med ved Otraparken, og det er sannsynlig at vannstigningen som følge av flom i realiteten er mindre ved Drivenesøya.

Med en sikkerhetsmargin på 1 m, ligger flomsikkert nivå for 1000-årsflom ved Drivenesøya på 42,9 + 1 = **43,9 moh**. Det er foreløpig utarbeidet arbeidstegninger for flomsikring av brønnene, hvorav flomsikkert nivå er satt til 43,6 moh, se figur 38. Det anbefales at dette økes til 43,9 moh, i henhold til vurderingene over.

2.7 Fordeler og ulemper ved tiltaket

2.7.1 Fordeler

Tiltaket har 2 store fordeler:

1) Dekking av økt vannbehov.

Vennesla kommune har hatt en positiv utvikling de siste ti årene, med større økning i innbyggertall enn forventet. Den største befolkningsveksten er i nedre Vennesla, som forsynes med drikkevann fra grunnvannsbrønnene på Drivenesøya. Tiltaket medfører at vannverket vil øke kapasiteten nok til å dekke det økende folketallet.

2) Optimalisering av grunnvannskvalitet.

Hovedmålsettingen er at en fremtidig økning av uttaket skal skje uten at grunnvannets innhold av klorid, kalsium, jern og eventuelt mangan øker som følge av økt uttak. Etablering av de 4 skråbrønnene i 2018 og prøvepumping av disse i 2018/2019 er et viktig ledd i arbeidet med å optimalisere grunnvannskvaliteten fra magasinet på Drivenesøya. Driftes disse 4 nye brønnene samtidig med B4, B5 og B6 kan man ta ut minst 80 l/s, med mindre risiko for oppkoning av vann med høyere innhold av klorid og kalsium. Brønn-A og B erstatter den gamle B3.

Det etableres i tillegg 2 skråbrønner tilsvarende brønn-A og B som erstatning for eksisterende B1 og B2 som legges ned. Skråbrønner med filtersetting fra 10-13m under terreng i dette området vil med stor sannsynlighet gi 20-24 l/s pr. brønn. Tas disse med i regnestykket vil man periodiske/kortere perioder kunne ta ut inntil 130 l/s, fortsatt med mindre risiko for oppkoning av vann med høyere innhold av klorid og kalsium.

2.7.2 Ulemper

Grunnvannsuttaget (driftsfasen) vil ikke medføre nevneverdige ulemper verken i vassdraget eller for natur/kulturverdier (artsforekomster, ferskvannsbiologi, naturtyper, kulturminner etc.). Avbøtende tiltak i forhold rødlistearter (fugl) i utbyggingsfasen fremgår av kapittel 4.

Grunneiers rettigheter er ivaretatt med avtaler og erstatninger. Etablering av flere brønner og større uttak medfører imidlertid at Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120) utvides til å gjelde hele Drivenesøya, se kapittel 2.5.3. Dette betyr at området som i dag er satt av til Hensynssone friluftsliv H530 (se område med kryssraster på figur 35) ikke lenger blir tilgjengelig for allmenheten.

Området har i realiteten vært lite tilgjengelig hele tiden, da grunneier til enhver tid har hatt lås på porten ved brua. Den nye restriksjonen er derfor stort sett en formalisering av begrensinger som i praksis allerede er der.

3 VIRKNING FOR MILJØ, NATURRESSURSER OG SAMFUNN

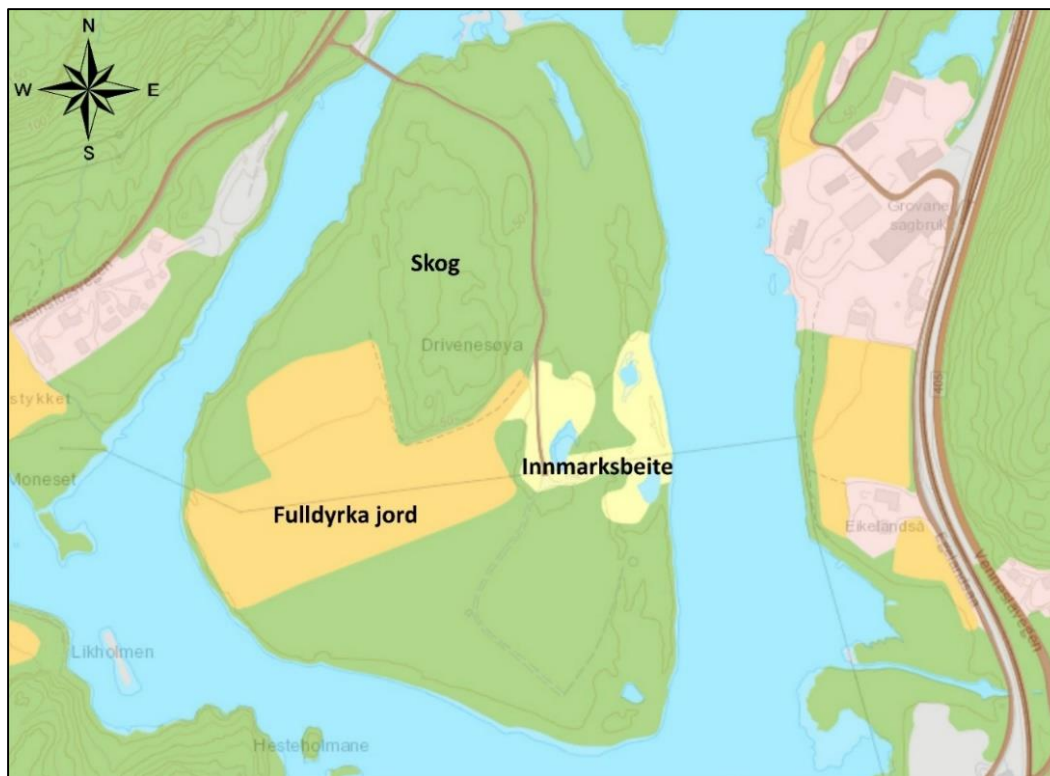
I denne delen gis det en beskrivelse av dagens situasjon (nå-situasjon) for et sett av forhold inndelt i deltemaer i henhold til mal for konsesjonssøknader for grunnvann. Det gis også en redegjørelse av forventede endringer og konsekvenser som følge av uttak fra grunnvannsmagasinet ved Drivenesøya. I henhold til kapittel 2.5.2 og 2.5.3 skal hele øya inngå i sikringssonen for grunnvannsforsyning, så selv om ikke hele øya blir fysisk berørt av tiltaket, vil vernet som legges på øya ifm. sikringssonen påvirke hele øya. Virkninger av dette er derfor også omtalt. Det presiseres at deler av grunnvanns-anlegget ikke er detaljprosjektert enda.

3.1 Biologisk mangfold – flora og fauna

Det er gjennomført søk på registrerte naturtyper og artsforekomster inkludert rødlistearter i området. Status i forhold til vern er også undersøkt. Det er tatt utgangspunkt i tilgjengelig informasjon iblant annet Miljødirektoratets Naturbase, Artsdatabasens Artskart, NGUs Nasjonale arealinformasjonsdatabase og Kilden NIBIO. Ut ifra tilgjengelig informasjon er det ikke avgrenset områder med vernestatus i nærhet til det planlagte utbyggingsområdet.

Naturtype

Drivenesøya er ca. 250 000 m², der hovedparten består av skogbevokste arealer som periodisk benyttes til beite for storfe. Øvrige arealer består av dyrket mark til grasproduksjon (ca. 44 000 m²) og et areal karakterisert som innmarksbeite (15 000 m²). Beitedyr går fritt i hele området, bortsett fra inngjerdet dyrket mark og et areal på 9 dekar som er inngjerdet rundt B1 og B2, se figur 31. De øvrige av de gamle brønnene er sikret med steinsatte kummer, se figur 32. Naturtypene er ikke registrert med verdi i Miljødirektoratets database Naturbase, og det er heller ikke vern knyttet til området. Virkninger for naturtypene er derfor ikke omtalt nærmere.



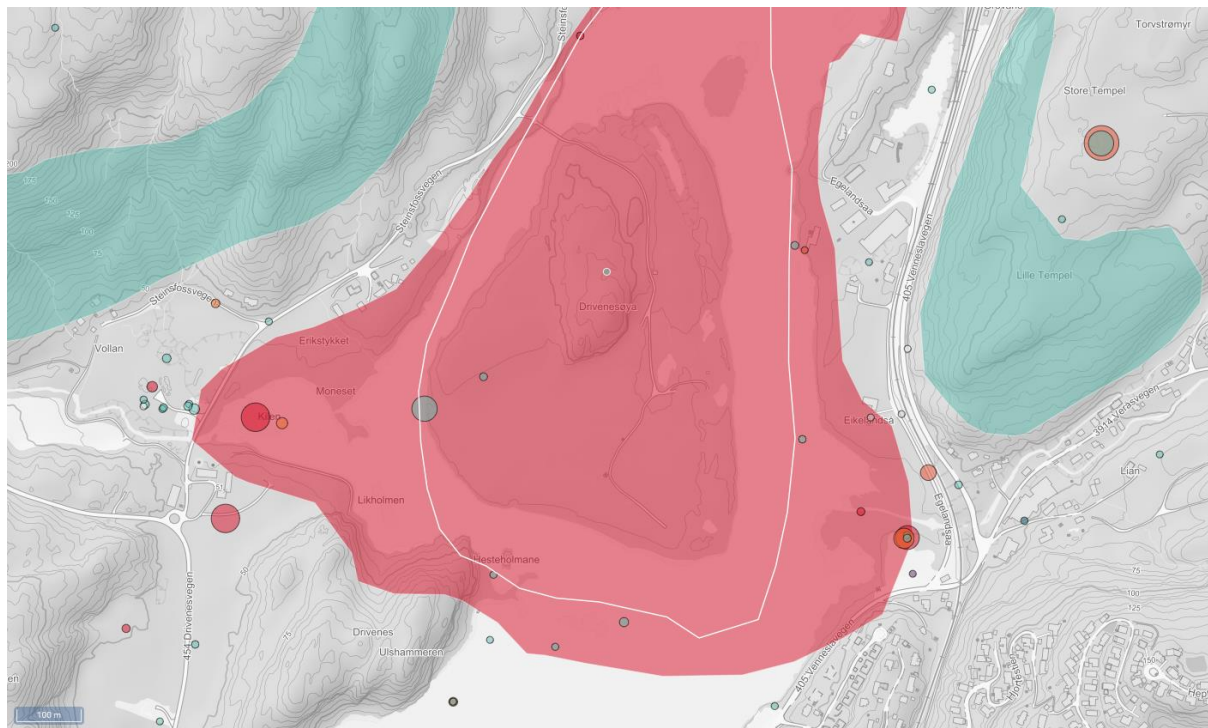
Figur 39. Arealressurser. Hentet fra <https://kart.naturbase.no/>

Arter

Kartet i figur 40 viser at hele Drivenesøya inngår i hekkeområde for flere fuglearter. De aller fleste av disse har status livskraftig (dvs. ikke rødlistet). Vipe, fiskemåke, gulspurv, stær og taksvale er imidlertid rødlistet. Vipe har status sterkt truet (EN), mens de fire andre har status nær truet (NT). Bakgrunnen for rødlistingen er sterk nedgang i bestandene de siste årene. Det er ikke registrert rødlistede dyr eller planter i området.

Alt arbeid med utbygging av grunnvannsanlegget skal gjøres utenom hekkesesongen. Driftsfasen (permanent fase) vil medføre lokal senkning av grunnvannsnivået i magasinet og noe aktivitet i forbindelse med driften. Naturlig grunnvannsspeil ligger fra 2,5-3 meter under terreng i hele området, og ytterligere lokal senkning utgjør ingen trussel for dyre, fugle- eller plantelivet. Vannstanden i gamle elveløp/søkk på østsiden av øya varierer etter vannstanden i Otra uansett (tørregges nesten helt i perioder med lavvannføring). Med utvidelse av sikringssonen til å gjelde hele øya vil aktivitetsnivået totalt sett gå ned.

Virkningen for dyr-, fugl- og planteliv i anleggs- og permanentfase vurderes med bakgrunn i dette å være liten.



Figur 40. Utsnitt av Artsdatabankens artskart. Hele Drivenesøya inngår i hekkeområde for ulike fugler.

Fisk

Venneslafjorden er ca. 3,8 km målt fra Neset i sør til brua ved Steinfoss, og på det bredeste i øst-vest retning ca. 450 m. Innsjøen har i henhold til Kroglund og Lund (2006) en tett bestand av småfallen ørret og en tynn abborbestand. Det er satt ut bekkerøye i vassdraget (Brabrand, 1989), men det er usikkert om arten er blitt en selvreproduserende bestand. Med unntak av øvre del av streket vest for Drivenesøya er det mye krypsiv i innsjøen, og dette hindrer trolig gyting.

Innmating/lekkasje fra Otra er den viktigste kilden til nydannelse av grunnvann i magasinet. I kapittel 2.3.2 side 24 er det vist at uttak av 80 l/s med grunnvann tilsvarer 0,05 % av middelvannføringa og 0,42 % av alminnelig lavvannføring i Otra. Et periodisk maksimalt uttak på 130 l/s tilsvarer 0,09 % av middelvannføringa og 0,68 % av alminnelig lavvannføring. I praksis vil bidraget fra Otra bli noe mindre ettersom oppumpet grunnvann også får bidrag fra nedbør som infiltrerer direkte på grunnvannsmagasinet og naturlig grunnvannsstrømning gjennom magasinet.

Grunnvannsuttaget tilsvarer med andre ord en så liten andel av vannføringen i vassdraget at vannivået i Otra/Venneslafjorden ikke påvirkes av dette. Vannstanden er i dette tilfellet styrt av regulering av Venneslafjorden (Hunsfoss kraftverk, se kapittel 3.5.3). Tiltaket er et inngrep på land og det er ingen fare for å påvirke fiskebestanden på noen som helst måte verken under anleggs- eller driftsperioden av anlegget.

3.2 Landskap

Brønn A og B står i et område definert som innmarksbeite, mens brønn C og D står på grensen mellom skog og dyrket mark. De nye brønntoppene skal bygges inn to-og-to i et brønnhus som tar høyde for 1000-års flom. Disse blir maksimalt 6,4m høye, se kapittel 2.6.2. I tillegg må det bygges adkomstvei til brønn-C og D og legges vannledninger. De nye vannledningene til brønnene kobles til eksisterende vannledninger.

Brønnene med flomsikring, legging av vannledninger og etablering av adkomstvei ved Brønn-C og D er et inngrep i naturen og dermed en viss negativ konsekvens av tiltaket. Brønnhusene, spesielt for A og B, vil bli synlige fra land. Anleggsområdet vil naturlig revegeteres etter få år. Sporene etter arbeidet med brønnetablering og prøvepumping av de gamle brønnene synes ikke i dag. Sikringssonen og tilhørende klausuleringsbestemmelser sørger for at de resterende delene blir varig vernet for ytterligere inngrep. Virkningen for landskapet vurderes med bakgrunn i dette å være lite negativ i permanentfase.

3.3 Kulturminner

Registrerte kulturminner er undersøkt gjennom Riksantikvarens database Askeladden, samt tilgjengelig informasjon i databasen Nasjonal Arealinformasjon. Det er ut ifra eksisterende data ikke funnet områder, enkeltminner etc. med fredningsstatus på Drivenesøya. Det er registrert SEFRAK-bygninger på landsiden øst og vest for Drivenesøya, se figur 41.

Uttaket og øvrige tiltak ligger i stor avstand til registrerte kulturminner, og vil ikke komme i direkte berøring med disse eller registrerte SEFRAK-bygninger. Det er derfor ikke gjort noen videre vurdering av virkninger for kulturminner. Aktsomhetsplikten stiller krav til at dersom det viser seg i anleggs- eller driftsfasen at tiltaket kan være til skade, ødelegge, flytte, forandre, skjule eller på annen måte utilbørlig skjemme automatisk fredete kulturminner som hittil ikke har vært kjent, skal melding sendes fylkeskommunens kulturminneforvaltning med det samme og arbeidet stanses i den utstrekning tiltaket berører kulturminnet.



Figur 41. Registrerte kulturminner (Askeladden).

3.4 Landbruk

Fordelingen av dyrket mark og skog på Gnr/Bnr 21/1 er vist i figur 39 side 61. Drivenesøya er ca. 250 000 m², der hovedparten består av skogbevokste arealer som periodisk benyttes til beite for storfe. Øvrige arealer består av dyrket mark til grasproduksjon (ca. 44 000 m²) og et område definert som innmarksbeite (15 000 m²). Beitedyr går fritt i hele området, bortsett fra inngjerdet dyrket mark og et areal på 9 dekar som er inngjerdet rundt B1 og B2, se figur 31 side 49 (flybilde med inngjerdet område). De øvrige av de gamle brønnene er sikret med steinsatte kummer, se figur 32 side 50.

Grunneiers rettigheter med hensyn til landbruk er i varetatt gjennom skjønn, avtaler og erstatninger som er gjennomgått i kapittel 2.5.2. Naturlig grunnvannsspeil ligger fra 2,5-3 meter under terreng i storparten av området, og ytterligere lokal senkning som følge av grunnvannsuttak i ren middels-grov sand vil ikke medføre avlingstap. Dette fordi man ikke får kapillær transport (undermatning) på flere meter fra så permeable sandmasser. Grunneier får forøvrig allerede erstatning for avlingstap på grunn av forbudet mot bruk av naturgjødsel.

3.5 Brukerinteresser

3.5.1 Friluftsliv/rekreasjon

Etablering av flere brønner og større uttak medfører at Sikringssone med område for grunnvannsforsyning (H120) utvides til å gjelde hele Drivenesøya, se kapittel 2.5.3. Dette betyr at området som i dag er satt av til Hensynssone friluftsliv H530 (se område med kryssraster på figur 35) ikke lenger blir tilgjengelig for allmenheten.

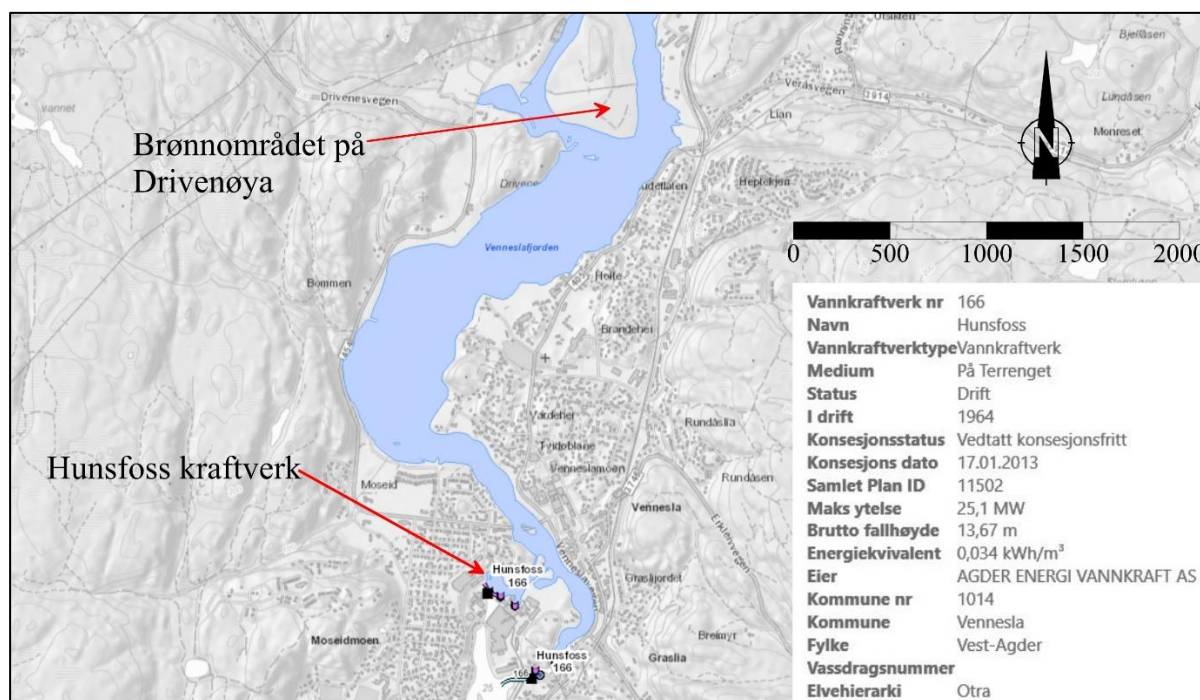
Området har i realiteten vært lite tilgjengelig hele tiden, da grunneier til enhver tid har hatt lås på porten ved brua. Den nye restriksjoner derfor i hovedsak en formalisering av begrensinger som i praksis allerede er der.

3.5.2 Grusuttak

Det finnes lite grus på Drivenesøya, storparten av løsmassene over grunnvannsspeilet består av godt sortert middel-grov sand. Denne problemstillingen er også diskutert i skjønnet fra 1975. Her fremgår det at: «Når det gjelder påstanden fra saksøkte om ein kan ta sand til eige bruk og til salg på øya, viser retten til at dette ikkje er gjort hittil, og at kravet om skadebot for dette ikkje bygger på noen serleg legitimasjon, og at dette tiltaket ikkje ligg innafor rammen av den næring eller det ålmene føremålet som eigedomen nå blir brukt til. Retten har derfor lagt lite vekt på dette.»

3.5.3 Vassdragsregulering/kraftproduksjon

Hunsfoss kraftverk ligger i sør-enden av Venneslafjorden, se figur 42.



Figur 42. Kartutsnitt med plassering av Hunsfoss kraftverk og Drivenesøya (NVE.no).

Innmating/lekkasje fra Otra er den viktigste kilden til nydannelse av grunnvann i magasinet. I kapittel 2.3.2 side 24 er det vist at et midlere uttak av 80 l/s med grunnvann tilsvarer 0,05 % av middelvannføringa og 0,42 % av alminnelig lavvannføring i Otra. Avløpsvann fra Vennesla ledes til Kristiansand. Ut fra dette er grunnvannsuttaget antatt å utgjøre 0,4% av vannmengden som reelt er utnyttbar til kraftproduksjon.

3.6 Samiske interesser

Tiltaksområdet befinner seg utenfor de samiske interesseområder, og tiltakets virkning er derfor ikke vurdert nærmere i forhold til samiske interesser.

3.7 Reindrift

Det foregår ikke reindrift i området. Det er derfor ikke gått nærmere inn på konsekvenser for reindrift.

4 AVBØTENDE TILTAK

4.1 Under utbygging – midlertidig fase

Brønnene med flomsikring, legging av vannledninger og etablering av adkomstvei ved Brønn-C og D mm. er et inngrep i naturen og dermed en viss negativ konsekvens av tiltaket

Kartet i figur 40 viser at hele Drivenesøya inngår i hekkeområde for flere fuglearter. De aller fleste av disse har status livskraftig (dvs. ikke rødlistet). Vipe, fiskemåke, gulspurv, stær og taksvale er imidlertid rødlistet. Vipe har status sterkt truet (EN), mens de fire andre har status nær truet (NT).

- Alt arbeid med utbygging av grunnvannsanlegget skal gjøres utenom hekkesesongen
- Anleggsarbeid må skje på en skånsom måte som begrenser avrenning av finstoff til Otra.

4.2 I driftsfasen – permanent fase

Tiltaket er først og fremst et inngrep på land. I kapittel 2.3.2 side 24 er det vist at uttak av 80 l/s med grunnvann tilsvarer 0,05 % av middelvannføringa og 0,42 % av alminnelig lavvannføring i Otra. Et periodisk maksimalt uttak på 130 l/s tilsvarer 0,09 % av middelvannføringa og 0,68 % av alminnelig lavvannføring. Grunnvannsutaket tilsvarer med andre ord en så liten andel av vannføringen i vassdraget at vannivået i Otra/Venneslafjorden ikke påvirkes av dette. Det er derfor ikke sannsynlig at grunnvannsutaket vil redusere vannmengden i elva slik at det medfører ulemper for fisk og dyreliv i tilknytning til vassdraget.

For videre overvåking og kontroll med hvorvidt potensielle forurensningskilder påvirker grunnvannet, og om grunnvannsutaket gir endringer i de naturgitte forholdene, vil det i forbindelse med driften av grunnvannsanlegget bli utarbeidet planer for overvåking av grunnvannsnivå og grunnvannskvalitet.

Erfaringene fra prøvepumpingen tilsier at mangan bør inn som standard parameter i vannanalysene under drift. **Følgende tiltak er aktuelle for å få minst mulig oppkoning av redusert klorid- og kalsiumholdig grunnvann og dermed optimalisere grunnvannskvaliteten:**

4. Kontinuerlig måling av elektrisk ledningsevne på vannstrømmen fra hver brønn før det blandes med de andre.
5. Det etableres trykkløpere for overvåking av vannstand i både nye og gamle brønner. Da kan man finjustere fordelingen av grunnvannsutaket mellom brønnene etter 2 faktorer: **1)** Vannhøyde over trykkløper i brønn (Minimum 0,5m) og **2)** elektrisk ledningsevne (innhold av klorid og kalsium). Som beskrevet på side 47 kan innholdet av klorid og kalsium kontrolleres detaljert ved hjelp av ledningsevnen.
6. Det er i forbindelse med prøvepumpingen etablert peilerør i grunnvannsmagasinet. Disse vil benyttes for overvåking av vannbalansen.

Grunnvannsutaket vil ikke ha negative konsekvenser for naturmiljøet, og det er derfor ikke behov for avbøtende tiltak utover dette.

5 REFERANSER OG GRUNNLAGSDATA

- Brabrand Å. (1989) Fiskeundersøkelser i nedre Otra med Kilefjorden, Gåseflåfjorden og Venneslafjorden. Lab for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI). Rapport nr. 114, 24 s.
- Forbord, R. (2017). Hydrogeologiske undersøkelser for utvidelse av eksisterende grunnvannsanlegg på Drivenesøya (rapport datert. 01.02.2017, oppdragsnr. 609365-01). Stjørdal: Asplan Viak AS.
- Forbord, R. (2019). Resultater – Brønnetablering og 7 måneders prøvepumping på Drivenesøya (rapport datert 08.04.2019, oppdragsnr. 609365-03). Stjørdal: Asplan Viak AS.
- Rettsbok for Setesdal heradsrett. Sak nr. 29/1974, 08.04.1975
- Avtale mellom Vennesla kommune og grunneier Birthe Eieland som eier av Gnr/Bnr 21/1 i Vennesla kommune om etablering av nye skråbrønner, pumpehus og ledningsnett mm, 2019

Databaser

Artsdatabanken Artskart. Tilgjengelig fra: <https://artskart.artsdatabanken.no/>

Miljødirektoratet Naturbase. Tilgjengelig fra: <https://askeladden.ra.no/> NVE Atlas. Tilgjengelig fra: <https://atlas.nve.no/>

NGU Nasjonal grunnvannsdatabase: http://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/

NGU Nasjonal løsmassedatabase: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

NIBIO Kilden. Tilgjengelig fra: <https://kilden.nibio.no/>

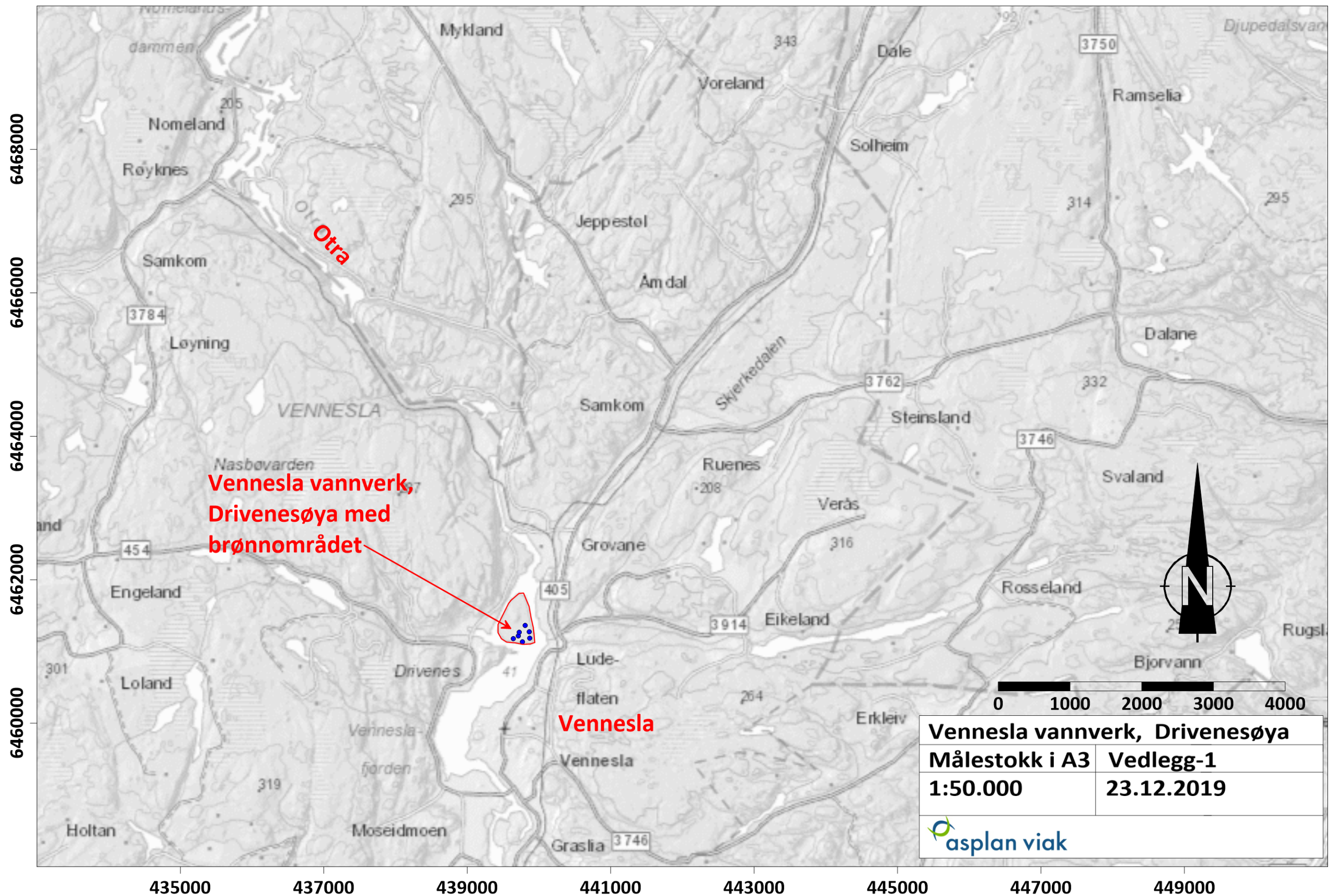
NVE Hydrologiske data fra: <http://nevina.nve.no/>

Riksantikvaren Askeladden. Tilgjengelig fra: <https://askeladden.ra.no/>

6 VEDLEGG TIL SØKNADEN

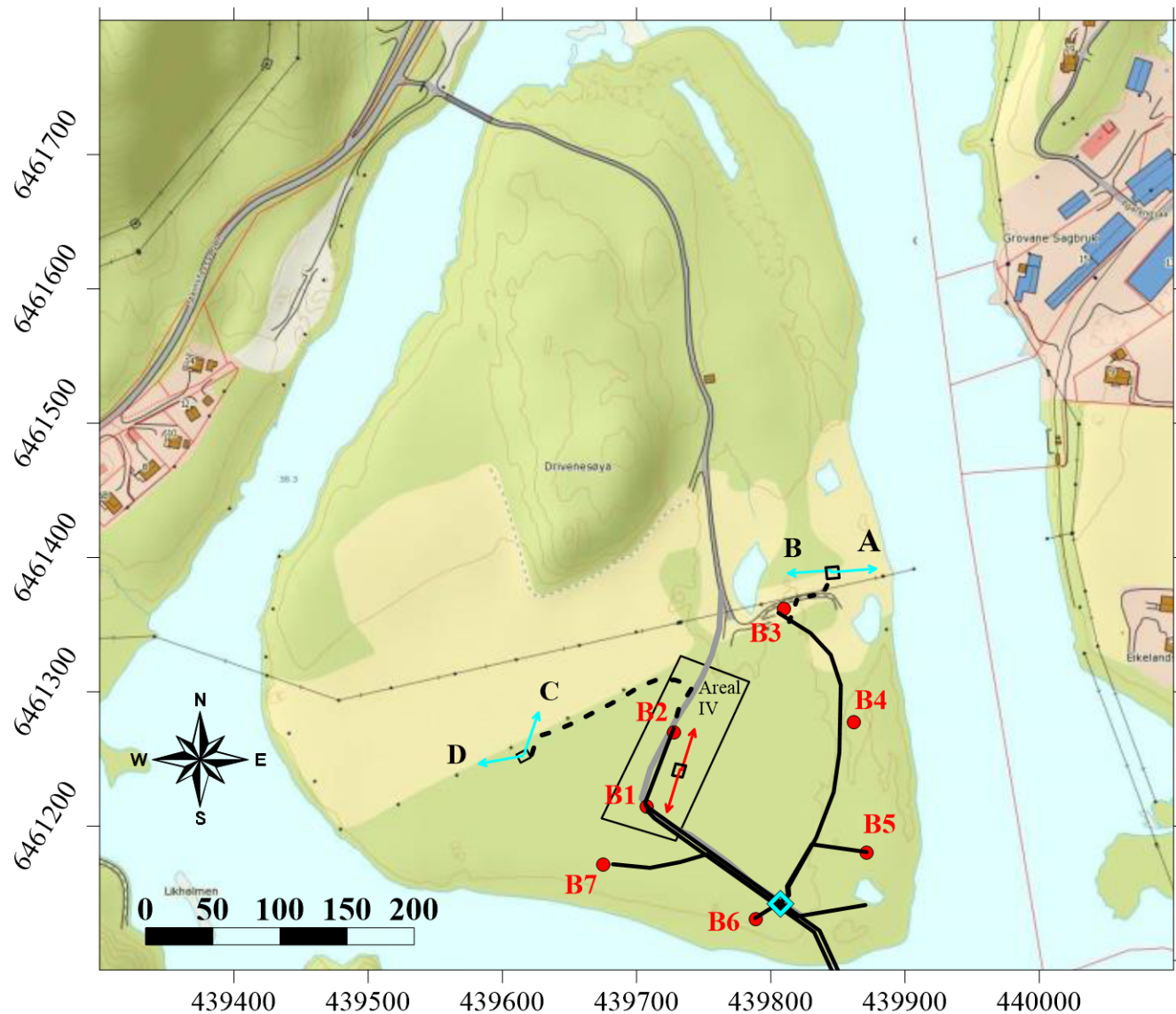
VEDLEGG

1. Oversiktskart (1:50 000).
2. Detaljert kart over utbyggingsområdet (1:5000).
3. Notat – Vurdering av 1000-årsflom – Drivenesøya, Asplan Viak AS



-  **Skråbrønner 2018**
A, B, C og D
-  **Brønnhus, skråbrønner**
-  **Eksisterende Produksjonsbrønner, B1 til B7**
-  **Planlagte Skråbrønner som erstatter B1 og B2**
-  **Eksisterende vannledninger**
-  **Eksisterende samleikum ("Bunkersen")**
-  **Antatt adkomst og lednings-trase fra Skråbrønn-C og D og Skråbrønn A og B**

Vennesla vannverk, Drivenesøya	
Målestokk i A4	Vedlegg-2
1:5000	23.12.2019
	



Oppdragsnavn: Konesjonssøknad grunnvann Drivenesøya
Oppdragsnummer: 609365-07
Utarbeidet av: Hege Merete Kalnes
Dato: 06.12.2019
Tilgjengelighet: Åpen

NOTAT Vurdering av 1000-årsflom - Drivenesøya

1. INNLEDNING	1
2. GRUNNLAG	1
2.1. Flomvannføringer	2
2.2. Flomnivå og sikkerhetsmargin	3
3. VURDERING AV 1000-ÅRSFLOM VED DRIVENESØYA	3
3.1. Flomvannføring.....	3
3.2. Flomnivå og sikkerhetsmargin	4

1. INNLEDNING

I forbindelse med brønnetablering på Drivenesøya i Vennesla kommune, er det gjort en vurdering av sikkerhet mot flom fra Venneslafjorden. I henhold til TEK 17 §7-2, faller tiltaket under sikkerhetsklasse F3 med et dimensjonerende gjentaksintervall for flom på 1000 år.

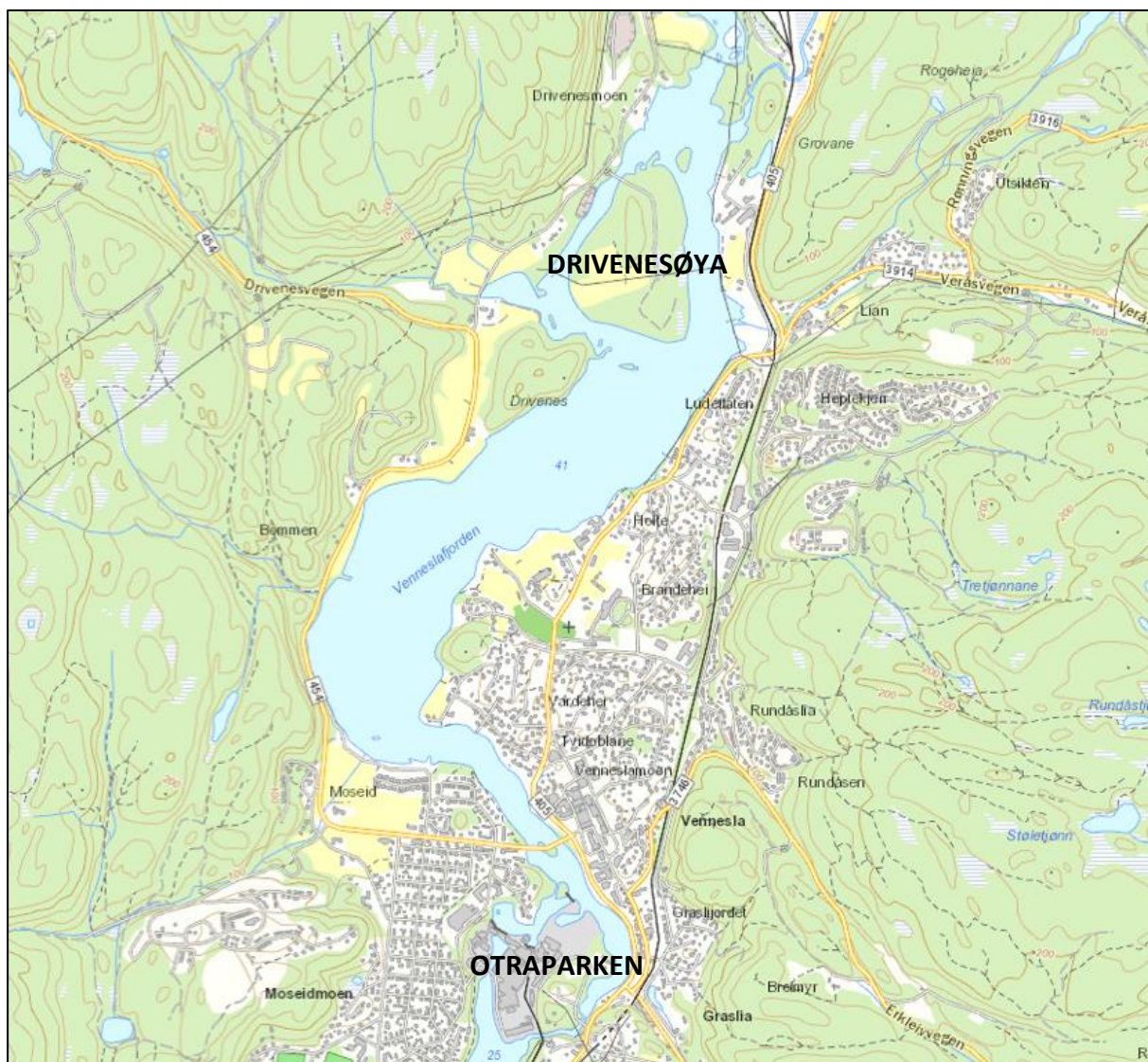
2. GRUNNLAG

Det er ikke utført flom- eller vannlinjeberegninger i forbindelse med denne vurderingen.

Estimat av flomnivå ved 1000-årsflom ved Drivenesøya er basert på utredninger for Otraparken, som ligger ca. 3 km nedstrøms Drivenesøya, foretatt av Sweco AS. Utredningen av Sweco er gjort for 200-årsflom, og er beskrevet i notatet *Flomvurdering Otraparken – Hunsøya* (Sweco, 2015).

Det påpekes derfor at denne vurderingen kan ha stor usikkerhet knyttet til seg. Usikkerheten er imidlertid forsøkt dekt med sikkerhetsmarginer.

Dersom en høyere grad av nøyaktighet kreves, må det utføres en egen flomsonekartlegging.



Figur 1 Kartutsnitt som viser plassering av Drivenesøya og Otraparken.

2.1. Flomvannføringer

Sweco har ikke utført nye flomberegninger i sin utredning, og henviser til to flomberegninger for det aktuelle vassdraget:

- [1] *Flomberegninger for Otravassdraget* (2007), Dan Lundquist, CM consulting
- [2] *Flomberegninger for Mosby* (2005), Thomas Væringsstad, NVE rapport 13/2005

Tabell 1 Vannføringsverdier i m³/s oppgitt i *Flomvurdering Otraparken – Hunsøya* (Sweco, 2015), originalt hentet fra rapport [1] og rapport [2].

	Q10	Q50	Q100	Q200	Q500	Q1000
[1]	867,7	-	-	-	1480,0	1582,3
[2]	930	1220	1400	1560	1750	-

Sweco legger konservativt til grunn den høyere vannføringsverdien for 200-årsflom fra rapport [2], det vil si $Q_{200} = 1560 \text{ m}^3/\text{s}$. Det er videre lagt til et klimapåslag på 20%, som gir en dimensjonerende flomvannføring på $Q_{\text{dim}} = Q_{200+20\%} = 1872 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sweco har også utført sensitivitetsanalyse, for vannføring lik 200-årsflom med 40% økning. Dette tilsvarer en vannføring på $Q_{200+40\%} = 2182 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.2. Flomnivå og sikkerhetsmargin

Flomnivåer ved 200-årsflom ved Otraparken oppstrøms Stemmen, basert på vannlinjeberegning foretatt av Sweco, er gitt i Tabell 2.

Tabell 2 Flomnivåer og sikkerhetsmargin for Otraparken ved 200-årsflom med 20% og 40% økning. Verdier er hentet fra notatet *Flomvurdering Otraparken – Hunsøya* (Sweco, 2015).

Flomvannføring	Beregnet flomnivå [moh]	Flomsikkert nivå [moh]	Sikkerhetsmargin [m]
200-årsflom + 20% (1872 m ³ /s)	42,12	43,1	1,0
200-årsflom + 40% (2182 m ³ /s)	42,5		0,6

Sikkerhet mot flom ved Otraparken er vurdert godt ivaretatt, da sikkerhetsmargin for vannstigning er svært høy (1 m).

3. VURDERING AV 1000-ÅRSFLOM VED DRIVENESØYA

3.1. Flomvannføring

Rapport [1] angir lave estimer for flom i vassdraget, sammenlignet med rapport [2]. Rapport [2] mangler imidlertid vannføringsverdi for 1000-årsflom.

Begge rapportene har vannføringsverdi for 500-årsflom. Ved å benytte forholdstallet mellom 500- og 1000-årsflom (Q_{1000}/Q_{500}) fra rapport [1], kan en estimere en konservativ 1000-års flomvannføring basert på vannføringsverdi for 500-årsflom fra rapport [2]. Videre legges til et klimapåslag på 20% for å få dimensjonerende flomvannføring.

Beregninger i henhold til overnevnt metode er gitt i Tabell 3, og estimert 1000-års flomvannføring inkludert 20% klimapåslag er 2245 m³/s.

Tabell 3 Estimert 1000-års flomvannføring basert på verdier fra rapport [1] og [2].

Q_{1000}/Q_{500} [1]	Q_{500} [2]	Q_{1000} = Q_{1000}/Q_{500} [1] x Q_{500} [2]	Q_{dim} = $Q_{1000} + 20\%$
$1582,3/1480,0 = 1.069$	$1750 \text{ m}^3/\text{s}$	$1,069 \times 1750 = 1871 \text{ m}^3/\text{s}$	$1871 \times 1,2 = 2245 \text{ m}^3/\text{s}$

Estimert 1000-års flomvannføring er kun 63 m³/s større enn vannføring ved 200-årsflom med 40% økning (2182 m³/s). Sensitivitetsanalysen til Sweco vil derfor trolig simulere en situasjon som ligner den som opptrer ved en 1000-årsflom.

3.2. Flomnivå og sikkerhetsmargin

Siden estimert 1000-års flomvannføring er i samme størrelsesorden som vannføringen benyttet i sensitivitetsanalysen til Sweco, er det valgt å ta utgangspunkt i resultater fra denne analysen til å estimere flomnivå ved 1000-årsflom.

I en normaltilstand, ligger vannivået ved Drivenesøya på rundt 38,2 moh, mens vannivået ved Otraparken ligger på rundt 37,8 moh (estimert i høydedata.no). Høydeforskjellen på 0,4 meter legges til estimert flomnivå ved Otraparken, slik at det benyttes korrekt referansehøyde for Drivenesøya. Estimert flomnivå ved 1000-årsflom ved Drivenesøya, blir følgelig $42,5 + 0,4 = 42,9$ moh.

For å ta hensyn til usikkerhet i beregningene, må det legges til en sikkerhetsmargin for vannstigning. Med bakgrunn i at det ikke er foretatt egne vannlinjeberegninger for Drivenesøya, velges en høy sikkerhetsmargin på 1 m. Dette er dobbelt så stort som hva NVE vanligvis anbefaler for sine flomsonekart (50 cm). I tillegg påpekes det at vassdraget er bredere ved Drivenesøya sammenlignet med ved Otraparken, og det er sannsynlig at vannstigningen som følge av flom i realiteten er mindre ved Drivenesøya.

Med en sikkerhetsmargin på 1 m, ligger flomsikkert nivå for 1000-årsflom ved Drivenesøya på $42,9 + 1 = 43,9$ moh.

3.3. Nivå på flomsikring av brønner

Det er foreløpig utarbeidet arbeidstegninger for flomsikring av brønnene, hvorav flomsikkert nivå er satt til 43,6 moh. Det anbefales at dette økes til 43,9 moh, i henhold til vurderingene over.