

NOTAT

OPPDRAAG	Kalberg - utvidelse av pukkverk	DOKUMENTKODE	10222449-RIGH-NOT-001
EMNE	Hydrogeologisk vurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Veidekke Industri AS	OPPDRAAGSLEDER	Ragnhild Øvrevik Slobodinski
KONTAKTPERSON	Bent Ree	SAKSBEHANDLER	Silje Marie Vasstein
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234012 Miljøgeologi Midt

SAMMENDRAG

I forbindelse med ny reguleringsplan for utvidelse av Veidekke Industri AS sitt masseuttak på Sørø Kalberg i Time kommune, er det ved varsel om planoppstart kommet merknader fra Rogaland Fylkeskommune og Fylkesmannen i Rogaland. Merknadene sier at økt dybde ved utvidelse av masseuttak vil kunne påvirke grunnvannsstanden, og det må derfor vurderes hvilken konsekvens økt dybde kan få, særlig med tanke på uttakets lokalisering innenfor nedbørsfelt til vernet vassdrag.

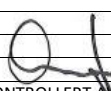
Multiconsult Norge AS er derfor engasjert av Veidekke Industri AS til å utføre en vurdering av hydrogeologiske forhold ifm. utvidelsen av masseuttaket, og vurdering av eventuelt påvirkning av vernet vassdrag.

I foreliggende notat har mulig grunnvannsnivå og influensradius blitt estimert. Det er gjort flere antagelser basert på tilgjengelig informasjon om grunnforholdene, både fra NGU og Multiconsult sine egne geotekniske grunnundersøkelser ved det aktuelle området. Dette medfører en viss usikkerhet til resultatene, og de må derfor brukes som del av en helhetlig vurdering av områdets grunnvannssituasjon.

Basert på helning av terrenget og utforming av nedbørsfeltet, antas det at grunnvannet strømmes i sørvestlig retning mot Frøylandsvatnet. Eksakt grunnvannsnivå kan ikke angis, da det ikke foreligger tilstrekkelig sikre målinger av grunnvannsnivå i området. Per i dag ligger bunn av masseuttaket på kote +10. Bergarten i masseuttaket er en granittisk gneis med feltspat, kvarts og amfibol som dominerende mineraler. Bergarten i bruddet er oppsprukket, selv ned mot bunnen. Allikevel er det ikke registrert observerbare vannførende sprekker. Dette tyder på at berget er relativt tett, med liten vanngiversevne. Det kan ikke utelukkes at det påtreffes vannførende sprekker videre i dybden ved utvidelsen av masseuttaket, men sannsynligheten for dette vurderes som liten.

Dersom det påtreffes vannførende sprekker som medfører innlekkasje av grunnvann, kan det føre til en lokal senkning av grunnvannsnivå. Forenklete og overestimerte beregninger indikerer at influensområdet kan bli mellom 16-522 m. Innenfor influensområdet er det registrert en viktig naturtype av sumpskog. Det kan ikke utelukkes at sumpskogen kan bli påvirket av økt uttaksdybde, men sannsynligheten vurderes som lav på grunn av bergets tetthet og lave vanngiversevne. Areal av tillatt masseuttak utgjør 0,23 % av vassdraget Orreånå sitt nedbørsareal. Det vurderes at økt uttaksdybde ikke vil ha negative konsekvenser for det vernede vassdraget, og det vurderes at størstedelen av vanntilførselen stammer fra nedbør. For at økt uttaksdybde skal ha negativ konsekvens, må det påtreffes en vannførende sone som medfører drenasje av omkringliggende grunnvann. Til nå er det ikke observert slike vannførende soner, og det vurderes som lite sannsynlig at dette vil forekomme ved utvidelse i dybden. Påtreff av eventuelle vannførende sprekker kan tettes ved injeksjon.

Ettersom det vurderes at berget er tett og har dermed lav vannstrømning, er det sannsynlig at økt uttaksdybde ved Sørø Kalberg masseuttak vil ha liten påvirkning på vannbalansen og vassdraget.

00	08.01.2021	Klar for utsendelse	Silje Marie Vasstein		R. Ø. Slobodinski
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

Asplan Viak skal utarbeide ny reguleringsplan for utvidelse av Veidekke Industri AS sitt masseuttak på Sørå Kalberg i Time kommune. I forbindelse med planoppstart er det kommet følgende merknader:

Rogaland Fylkeskommune v/Regionalplanavdelingen:

«Auka djupne i det eksisterende uttaket vil kunne påverke grunnvasstanden. Planleggar/kommunen må derfor vurdere nøye kva konsekvensar auka djupne kan få, særleg med tanke på uttakets lokalisering innafor nedbørsfeltet til verna vassdrag».

Fylkesmannen i Rogaland:

«Økt uttaksvolum ved å gå i dybden vil kunne påvirke grunnvannsstanden, jf. beliggenhet i nedslagsfeltet til verna vassdrag. Dette må vurderes».

Multiconsult Norge AS er i den forbindelse engasjert av Veidekke Industri AS til å utføre en vurdering av hydrogeologiske forhold ifm. utvidelsen av masseuttaket, og vurdering av eventuell påvirkning av vernet vassdrag.

I arbeidet med vurderingene er stedlig grunnvannsnivå basert på erfaringer fra eksisterende masseuttak, registreringer i NGU sin nasjonale grunnvannsdatabase, lokalt nedbørsfelt, topografi, terrengoverflater og geologi. Forholdene brukes videre for å vurdere om det kan forekomme innlekkasje av grunnvann til masseuttaket som medfører en negativ lokal grunnvannssenkning. Vurderingene er gitt på et overordnet nivå.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Området og topografi

Masseuttaket Sørå Kalberg ligger ca. 8 km sør for Sandnes i Time kommune, mellom Oshei og Figgjo. Se Figur 2-1. Uttaket ligger på gnr./bnr. 29/5,8 og 29/2. Eksisterende masseuttak har et areal på ca. 80.000 m². Totalt godkjent uttaksareal jf. reguleringsplan er ca. 240.000 m² [1].

Ved nordøstre uttaksgrense holder Statnett på med utbygging av Fagrafjell transformatorstasjon. Omtrent 800 m nord ligger Nordre Kalberg masseuttak driftet av Stangeland Maskin AS. Øvrige omkringliggende områder til masseuttaket Sørå Kalberg består av jordbruk og kulturbeite. Se Figur 2-2.

Terrenget i området er generelt småkupert med større og mindre knauser, koller og rygger, med mindre myrområder innimellom. Se foto av masseuttaket med omkringliggende terreng i Figur 2-3. Terreng høyden rundt masseuttaket ligger mellom kote +50 til +60. Bruddet går fra kote +60 på det høyeste og ned til kote +10 på det laveste.

Masseuttaket ligger innenfor området til det vernede vassdraget Orreelva (verneplan id. 028/2), som omfatter nedbørsfeltet Orreåna (vassdragsnummer 028.4Z). Vassdraget har et totalt areal på ca. 103 km², og et tilsig på ca. 106 mill. m³ per år [2]. Nedbørsfeltet strekker seg fra Ålgård i øst til Orrevatnet ved kysten lengst vest, se Figur 2-4. Omtrent 1 km øst for masseuttaket ligger det vernede vassdraget Figgjo, som strekker seg fra Kyllingstad i sørøst til Sele ved kysten i nordvest [3]. Se Figur 2-4. Nærmeste resipient til masseuttaket er en bekk som renner langs Kalbergvegen som renner videre inn i Frøylandsbekken før utløp til Frøylandsvatnet, ca. 1,8 km sørvest for masseuttaket. Se Figur 2-5.

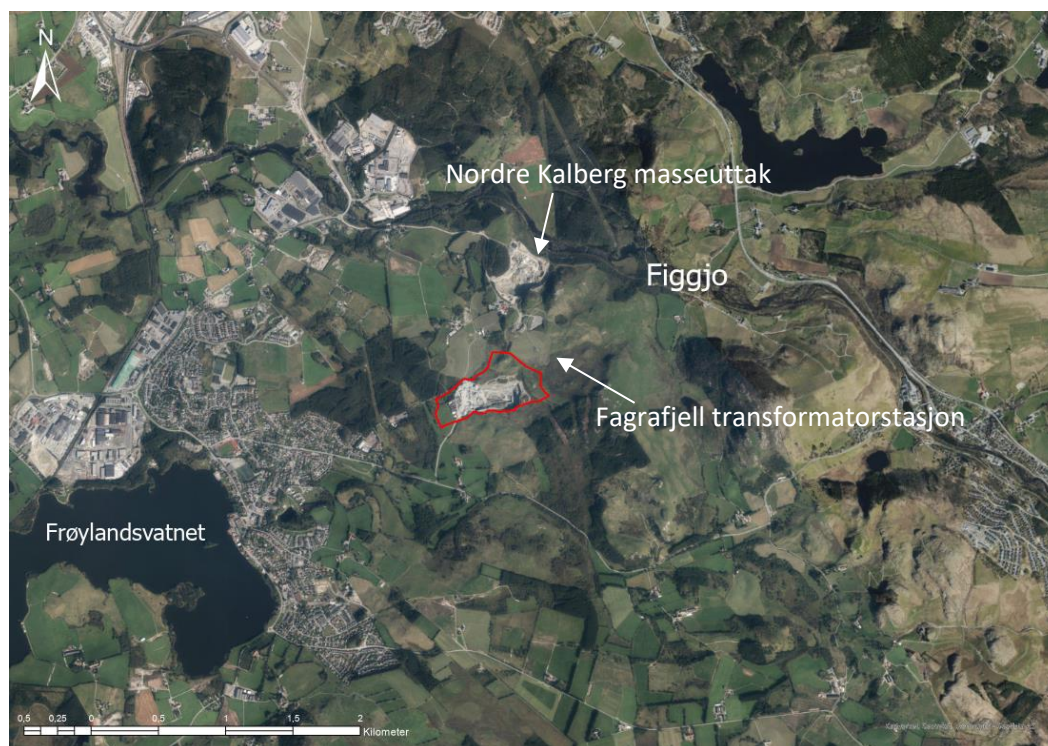
Ifølge Miljødirektoratets Naturdatabase [4] er det ingen naturvernområder i eller ved masseuttaket. Det er en forekomst av kystlynghei øst for masseuttaket hvor Statnett skal bygge ut ny transformatorstasjon. Vest for masseuttaket er det to registreringer av viktige naturtyper. Den ene er naturbeitemark med lokalitetsnavn Kalberg Revholen (id. BN00044613) registrert med lokal

Hydrogeologisk vurdering

viktig verdi [6]. Den andre er sumpskog med navn Sør Kalberg sumpskog (id. BN00086436) registrert med viktig verdi [7]. Sør for masseuttaket er det et automatisk fredet kulturminneområde (gravrøys). Se plassering av lokaliteter fra Naturbase i Figur 2-6.



Figur 2-1: Oversiktskart som viser plassering av dagbruddet markert med rød sirkel.

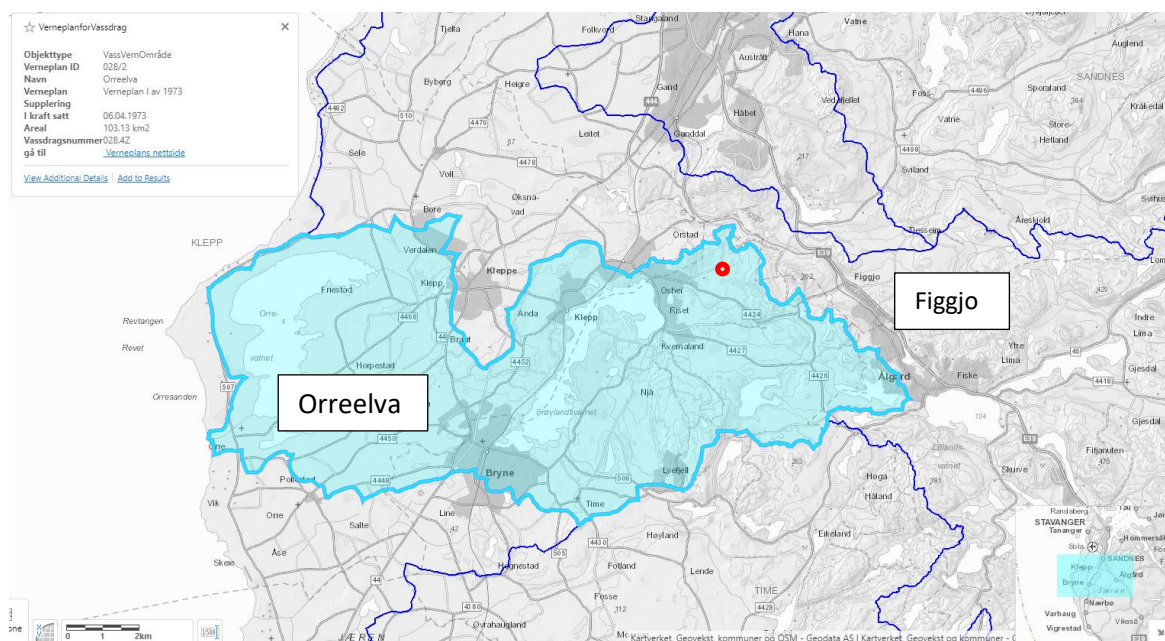


Figur 2-2: Kartutsnitt som viser uttaksgrense for bruddet markert med rød heltrukket linje.

Hydrogeologisk vurdering



Figur 2-3: Foto som viser omkringliggende småkupert terreng rundt masseuttaket. Foto er tatt i retning mot sørvest. Kilde: Veidekke Industri AS



Figur 2-4: Skjermbildet fra NVE Atlas som viser utbredelsen av det vernede Orrevassdraget markert med blått felt. Avgrensning av masseuttaket er markert med rød heltrukken linje. Samtlige blå heltrukne linjer markerer omriss av vernede vassdrag. Det vernede Figgjovassdraget ligger øst for masseuttaket. Kilde: NVE Atlas [5]

The map displays the Kalberg area with various geographical features and protected areas. Key labels include:

- Naturbeitemark**: A green hatched area in the upper left.
- Sumpskog**: A green hatched area in the lower left.
- Fredet kulturminne**: A red outlined area in the center.
- Masseuttak**: A brown hatched area in the center.
- Kystlynghei**: A green hatched area in the upper right.
- Kalberg**: A blue hatched area in the lower right.

The map also shows a scale bar for 1:10,000 and a north arrow.

Side 5 av 15

2.2 Geologi

Bergarten i området er en granittisk gneis med feltspat, kvarts og amfibol som dominerende mineraler [8]. Det opptrer mørke amfibolrike partier og lysere kvartsrike, grovkornige årer. Bergarten har gode tekniske egenskaper og er sertifisert som tilslag til asfalt og betong i tillegg til entreprenørmasser [8][9]. Foto av bergskjæring i bruddet vises i Figur 2-7.

Ingeniørgeolog fra Multiconsult var på befaring i dagbruddet 01.12.2020, og observerte at bergmassen i bruddet er ganske oppsprukket, selv mot bunn av bruddet. Noe av det skyldes nok sprengning. Det er observert soner med tettere oppsprekking. Det er ikke observert forkastninger i bruddet.

Kvartærgeologisk kart for det aktuelle området indikerer at løsmassene i området hovedsakelig består av breelvavsetninger, torv og myr. Det er både tynn og tykk morene i områdene rundt. Jord- og løsmasselaget er stort sett tynt langs eksisterende bruddkant (inntil noen meter). Geotekniske grunnundersøkelser øst for masseuttaket viser at dybde til berg varierer mellom 2,0 m og 18,4 m. Undersøkelser viser at det er generelt påtruffet et øvre, løst lag over svært faste masser ned til antatt berg [10].



Figur 2-7: Bilde av skjæring i dagbruddet tatt av ingeniørgeolog 01.12.2020. Bildet viser mørke og lyse soner med tett oppsprekking. Kilde: Multiconsult.

2.3 Hydrogeologi

Erfaringer fra drift av masseuttaket viser at det er minimalt med innsig av grunnvann til dagbruddet. Det er ikke observert vannførende sprekker i uttaket, og berget fremstår som relativt tett til tross for oppsprekking. Ingeniørgeolog fra Multiconsult var på befaring i bruddet 01.12.2020 og observerte ingen vannførende soner eller sprekker. Det var observert litt overflatevann som kom inn fra skjæringene.

Masseuttaket på Søre Kalberg har egen grunnvannsbrønn som er 110 m dyp. Eksakt grunnvannsnivå i brønnen er ikke kjent. Ifølge registrering i nasjonal grunnvannsdatabase Granada ligger grunnvannsnivå her på ca. kote 47, ca. 3 m under terrengoverflaten (Figur 2-8) [11]. Brønnen benyttes til drift i masseuttaket til rengjøring og spyling. Veidekke har informert om at det er tilgjengelig vann i brønnen ved behov, men at den har gått tørr i perioder.

Nærliggende masseuttak ca. 700 m nordøst på Nordre Kalberg har registrert to grunnvannsbrønner i Granada som er 110 og 147 m dype. Ifølge Granada ligger grunnvannsnivå i begge brønnene på kote -30 (Figur 2-8) [11]. Kvaliteten på registreringene er ukjent. Ifølge Veidekke går masseuttaket på Nordre Kalberg ned til kote -13, og det er lite tilsig av grunnvann i masseuttaket til Stangeland på Nordre Kalberg.

Hydrogeologisk vurdering

Utenom grunnvannsbrønner registrert på Søre og Nordre Kalberg, er det registrert to grunnvannsbrønner 2 km sørvest og 2,8 km sørøst for masseuttaket. I disse grunnvannsbrønnene er grunnvannsnivå registrert til ca. kote 51 og 90 (Figur 2-8) [11]. På grunn av avstanden til masseuttaket er ikke registreringene nødvendigvis representative for forholdene ved Søre Kalberg. Kvaliteten på registreringene er heller ikke kjent.

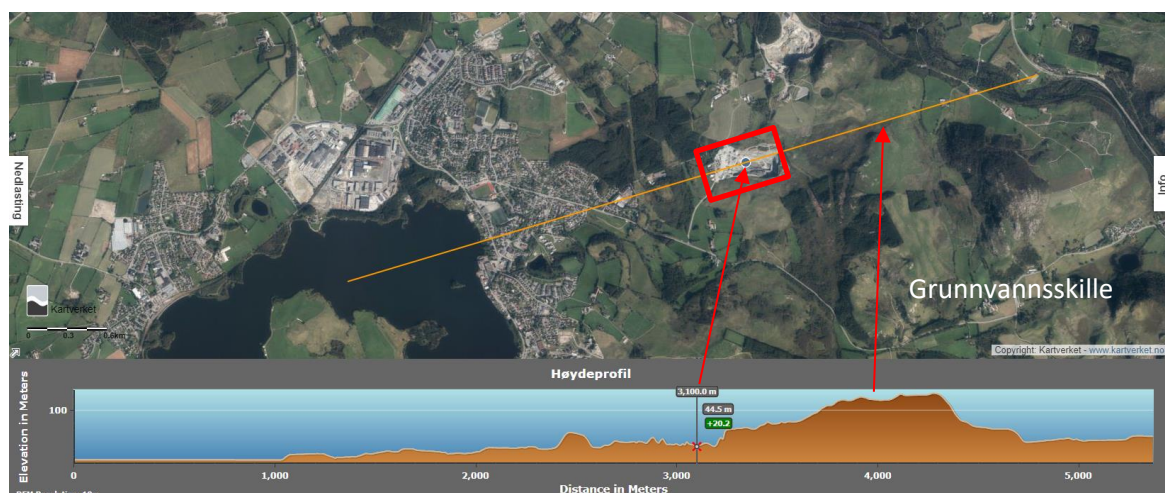
I forbindelse med geotekniske grunnundersøkelser øst for masseuttaket, er det utført hydraulisk vannstandsmåling med poretryksmålere installert i løsmasser i to punkter. Peiling av hydraulisk vannstand er gjort én gang, og viser at i desember 2020 står 1,7 m og 6,7 m under terreng, det vil si kote 82,5 og kote 83,1. I de to punktene er berggrunn påvist på dybde 5,0 m og 14,4 m under terreng (Figur 2-8) [10].

Terrengforløpet indikerer et grunnvannsskille øst for masseuttaket ved stigende terreng, hvor det i øst dreneres mot Figgjo og mot vest til Orreelva. Se høydekurve i Figur 2-9. Terrengmodell i Figur 2-10 viser at masseuttaket ligger med stigende terreng mot sør, øst og nord, men med hellende terreng i en forsenkning mot sørvest mot Frøylandsvatnet.

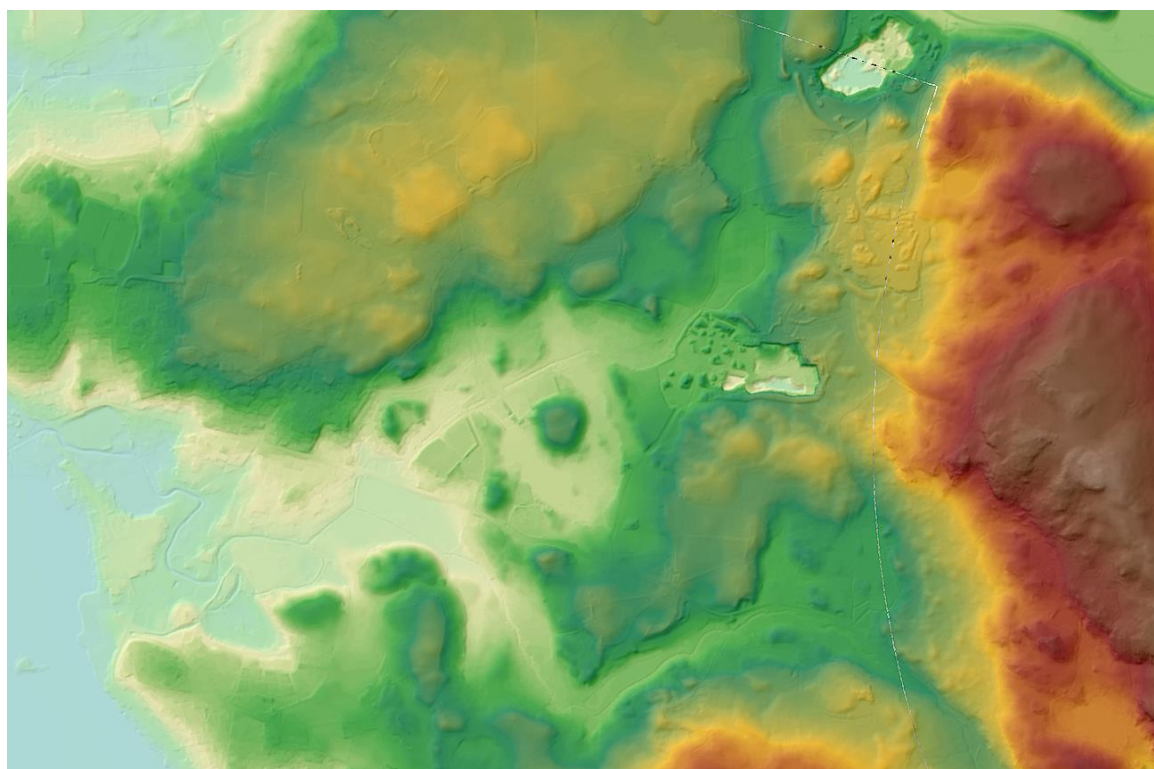
Med unntak av dette eksisterer det lite informasjon om hydrogeologien i det aktuelle området.



Figur 2-8: Oversiktskart som viser registrerte grunnvannsbrønner og installerte piezometre, med registrert grunnvannsnivå fra Granada i kote-høyde. Merk, kvaliteten på registreringene er ukjent. Blå pil indikerer antatt grunnvannsstrømning i retning mot Frøylandsvatnet.



Figur 2-9: Høydekurver fra www.hoydedata.no som viser hvordan terrenget går fra Frøylandsvatnet i vest til elven Figgjo i øst. Pllasseringen av masseuttaket er indikert med rødt.



Figur 2-10: Høydevariasjon av terrengmodell. Fargeskala strekker seg fra lysblå (lavest) til grått (høyest) terreng. Terrengmodellen viser at masseuttaket ligger omringet av høyere terreng mot sør, øst og nord, mens mot vest faller terrenget i retning mot Frøylandsvatnet.

2.4 Hydrologi

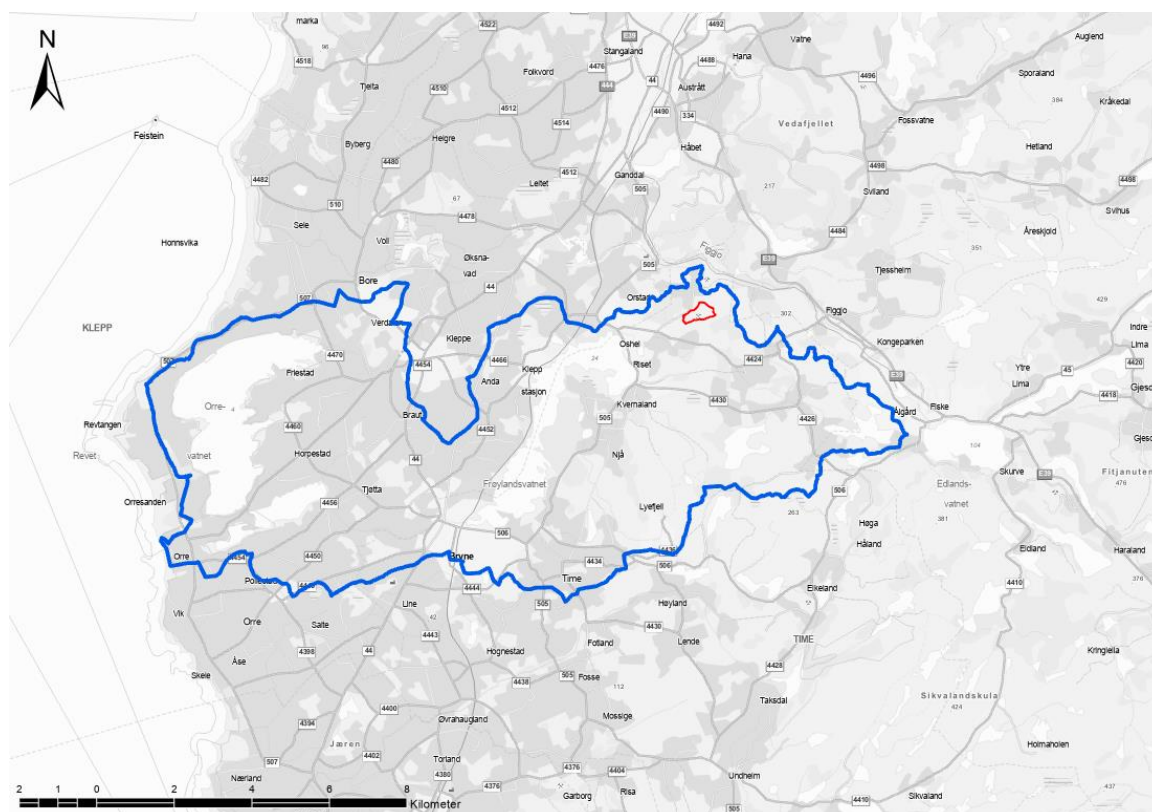
Nedbørsfeltet som masseuttaket omfattes av, er generert ved hjelp av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sitt verktøy Nevina. Masseuttaket ligger i østre ytterkant av nedbørsfeltet. Se Figur 2-11. Arealet av tillat masseuttak er 0,23% av det totale arealet til nedbørsfeltet.

Ifølge NVE Atlas er midlere årsavrenning ved Sørø Kalberg på 1050 mm/år. Ved et totalt areal av masseuttaket på 240.000 m², vil det ifølge NVE Atlas være en årsavrenning i masseuttaket på 252.000 m³/år, som tilsvarer ca. 690 m³/dag.

Hydrogeologisk vurdering

Det er i dag avskjærende grøfter langs bruddkanten, disse samler overflatevannet fra områdene rundt, og leder vannet ut i Kalbergsbekken som drenerer videre til Frøylandsvatnet. Se bilde av drenggrøfter rundt masseuttaket i Figur 2-12.

Det er oppsamlingsdammer i bunnen av uttaket, der vannet pumpes opp fra og ut til Kalbergsbekken. Vannmengden som pumpes opp er relativt små, og det fremstår som om det for det meste er overflatevann via nedbør fra selve uttaksområdet som samler seg i bunnen. Ifølge Veidekke har pumpen som benyttes en maksimal kapasitet på ca. 160 m³/time. På grunn av løftehøyde ut av bruddet vil pumpekapasiteten aldri oppnå maksimal kapasitet. Pumpen benyttes kun ved behov, da mest i perioder med mye nedbør. Det har aldri vært problemer med pumperaten, og kapasiteten er tilstrekkelig i forhold til mengder vann som samles opp i bunn av masseuttaket. Se bilde av bruddet i Figur 2-13.



Figur 2-11: Oversiktskart med inntegnet nedbørsfelt generert i NEVINA. Masseuttaket er markert med rød heltrukket linje. Kilde: NVE Nevina/Geodata AS



Figur 2-12: Foto som viser avskjæringsgrøfter som leder overflatevann bort fra dagbruddet. Kilde: Multiconsult



Figur 2-13: Foto tatt av ingeniørgeologi i Multiconsult under befaring 01.12.2020 som viser oppsamlet vann i bunn av bruddet. Kilde: Multiconsult

3 Planlagte arbeider

Veidekke vil revidere driftsplan for masseuttaket når reguleringsplan er godkjent. Uttaksdybden vil defineres i driftsplanen. Det er ønskelig å utvide både i dybden og bredden for å utnytte forekomsten. Det er ønskelig å gå så dypt som mulig, under forutsetning av gjennomførbarhet med tanke på sikkerhet og tekniske løsninger. Masseuttaket på Nordre Kalberg driftet av Stangeland Maskin AS er drevet til kote -13. Det er ønskelig å gå minst like dypt for å utnytte forekomsten. Areal av utvidelsen defineres av uttaksgrense avsatt i reguleringsplan.

Iht. reguleringsplan skal området etter ferdig masseuttak, fortløpende og senest 1 år etter avsluttet uttak, tilbakefylles, planeres og tilsås om til jordbruksområde. Det skal tilstrebes myke/glidende overganger mellom nytt og eksisterende terreng, utført med stedlige masser og andre rene gravemasser, med maksimalt stigningsforhold 30 %. Ved avslutning skal bygg og anlegg knyttet til produksjonen fjernes [1].

4 Hydrogeologiske vurderinger

4.1 Grunnvannsnivå

Basert på informasjon fra NGU sin nasjonale grunnvannsdatabase, geotekniske grunnundersøkelser, generell helning av terrenget og utforming av nedbørsfeltet som tiltaksområdet inngår i, er det anslått en strømningsretning på grunnvannet.

Terrenget heller svakt mot sørvest fra masseuttaket i retning mot Frøylandsvatnet. Det går bekkeløp sørvest for masseuttaket som renner inn i Frøylandsvatnet. Det antas at grunnvannsstrømningen går i sørvestlig retning, innenfor Orrevassdraget, tilsvarende retning som for overflatedrenering.

Eksakt grunnvannsnivå kan ikke angis, da det ikke foreligger tilstrekkelig sikre målinger av grunnvannsnivå i området. Det kan antas som en grov tilnærming at grunnvannsnivå ligger minst over nivå med Frøylandsvatnet, som er ca. kote 25 moh, men sannsynligvis høyere i større avstand fra vannet og nærmere vannskille.

4.2 Drenering av grunnvann til masseuttaket

Masseuttaket ligger like vest for et vannsskille. Dette medfører at nedbørsfeltet oppstrøms er relativt lite og det samme for arealer som kan mate grunnvannet ved infiltrasjon. Masseuttaket kan trolig medføre en endring i strømningsretningen på grunnvannet i området. Når masseuttaket etableres mellom 60-80 m under eksisterende terreng, som ikke skal tettes og som skal holdes tørr ved pumping, kan grunnvann som i utgangspunktet har vært nedstrøms også trekke inn mot masseuttaket. Dette avhenger av eksisterende grunnvannsgradient og ny grunnvannsgradient.

Masseuttaket ligger i et område som består av jordbruksområder med permeable flater, samt innsjøer. Nedbøren som faller på overflaten i nedbørsfeltet utenom masseuttaket vil infiltrere grunnen og bidra til nydannelse av grunnvann. Ifølge Nevina, består nedbørsfeltet av 42,2 % dyrket mark og 14,9 % av sjø (innsjø).

Videre er det gjort vurderinger av influensområdet for masseuttaket. I vurderingen er det forutsatt at grunnvannsnivå ligger på ca kote 25.

4.3 Influensområdet

Til nå ligger bunn av masseuttaket på kote +10, og det er ikke påtruffet vannførende sprekker med høy vanngiverevne. Allikevel, kan det ikke utelukkes at det foregår noe innstrømning av grunnvann som ikke er observerbare. Det er så vidt Multiconsult kjenner til, ikke rapportert om negative endringer av grunnvannet i omkringliggende områder som følge av masseuttaket. Da det til nå ikke er påvist vannførende sprekker av betydning, vil følgende beregning være konservative og representere et «worst case»-scenario av hvilke områder som kan bli påvirket.

Det finnes flere empiriske formler for å beregne influensområde. Ettersom grunnvannet her står i berg, og berget defineres som en lukket akvifer, har den empiriske formelen til Cooper og Jacob (1946) blitt benyttet:

$$R = \sqrt{2,25Tt/S} \quad (1)$$

T er transmissivitet (m^2/s), t er tid (s) og S er magasinkoeffisient. Formelen til Cooper og Jacob (1946) passer best å benytte ved korte perioder med pumping, da den gir urealistisk høye verdier ved pumping over lang tid. På bakgrunn av dette har antall dager blitt satt til 14. Ettersom magasinkoeffisienten ikke er kjent i dette området, men generelt sett ligger mellom 1×10^{-3} og 1×10^{-5} (Achwarz & Zhang, 2003), er den her satt til 1×10^{-4} . Videre er transmissivitet beregnet som følger:

$$T = bK \quad (2)$$

K er vertikal hydraulisk konduktivitet (m/s) og b er tykkelsen til akviferen (m). Granittiske gneiser har vanligvis K-verdier mellom 10^{-9} til 10^{-13} m/s [12]. På grunn av at bergarten i bruddet er oppsprukket, er det her benyttet en noe høyere K-verdi på $1,0 \times 10^{-7}$ m/s og $1,0 \times 10^{-9}$. Det er usikkert hvor tykk akviferen er, og influensområdet er derfor estimert med ulike tykkelser på akviferen (10 m, 20 m, 50 m og 100 m).

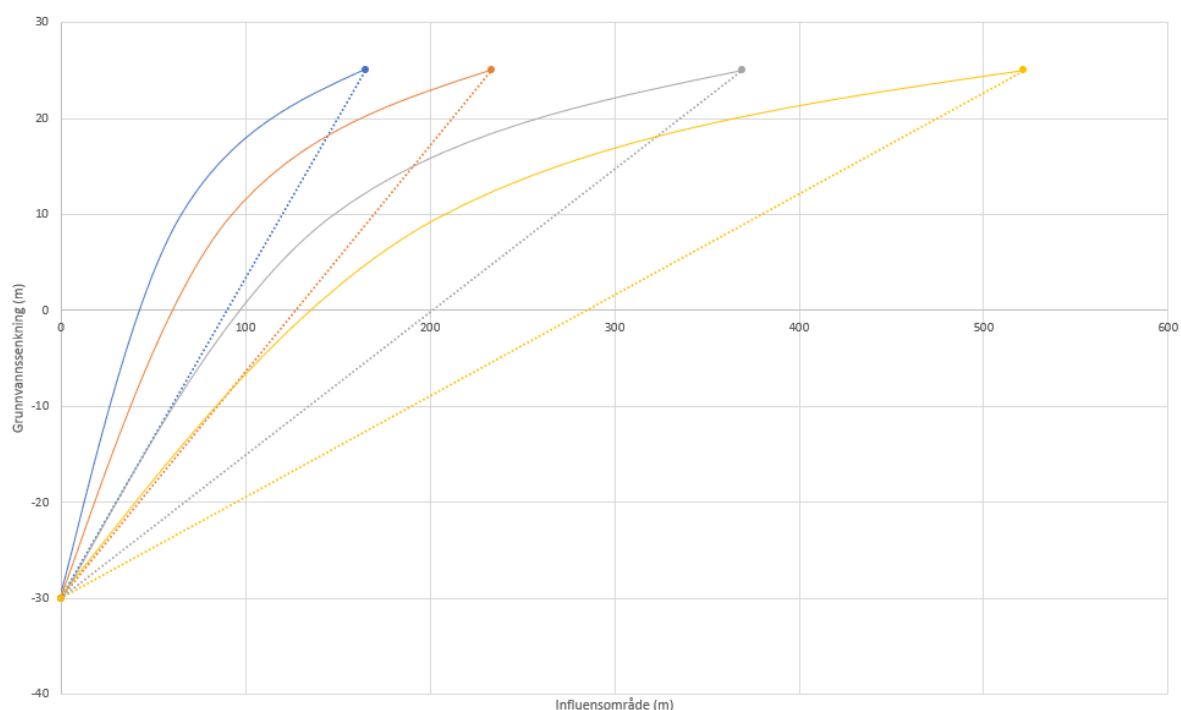
Resultatene fra beregningene er gitt i Tabell 4-1. Avhengig av tykkelsen på akviferen vurderes det at økt uttaksdybde kan medføre grunnvannssenkning i en radius på mellom 16 og 522 m fra yttergrensen av masseuttaket dersom grunnvannsnivået ligger på kote 25. Se graf for senkningskurve i Figur 4-1 og utbredelsen av influensområdet i forhold til ytre uttaksgrense i Figur 4-2.

Det er flere usikkerheter knyttet til influensområdet i berg, da det både skal defineres transmissivitet og magasinkoeffisient, som begge er noe usikre verdier estimatene bygger på. Senkningen er et overestimat og kun et punkt mellom ytre grense for influens og bunn av masseuttak. Usikkerheter vil særlig gjelde i områder som ligger nedstrøms.

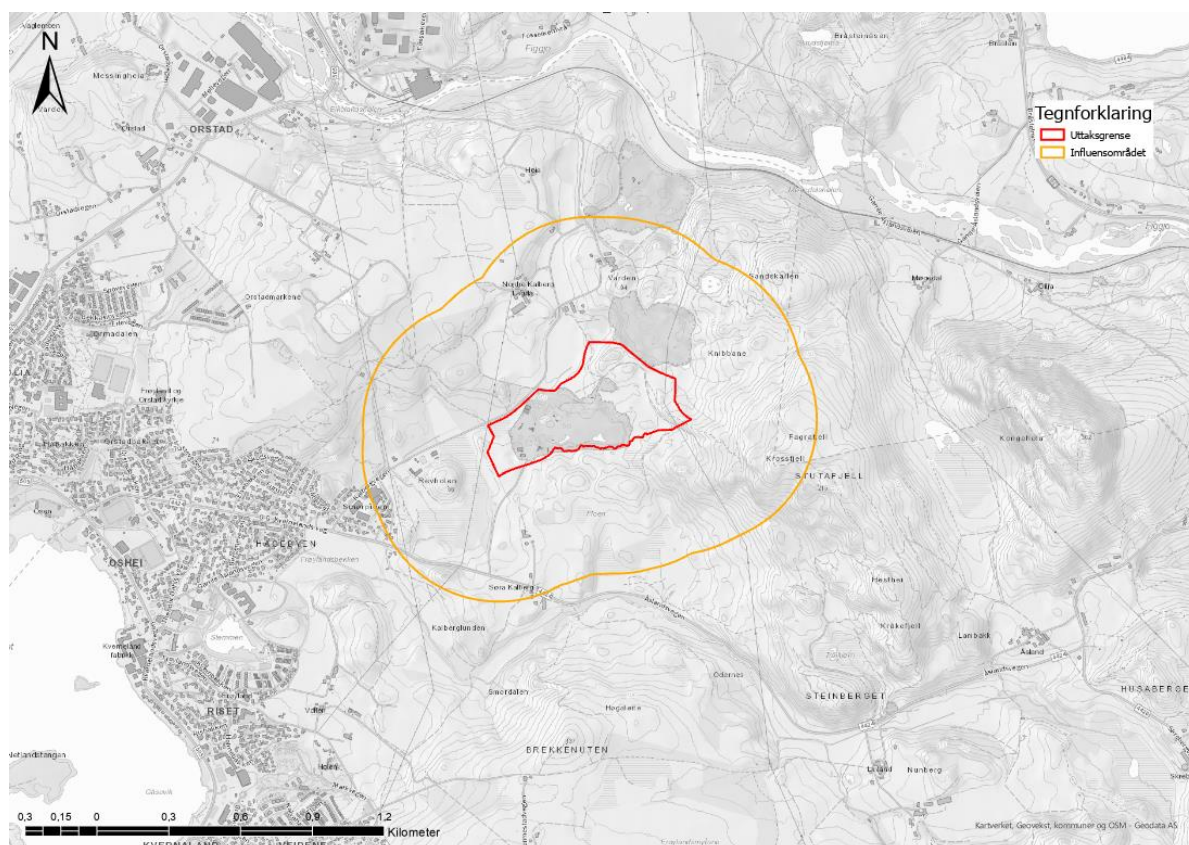
Hydrogeologisk vurdering

Tabell 4-1: Beregnet influensradius med ulike K-verdier og tykkelsen på akviferen. Fulle beregninger er presentert i vedlegg A.

Dybde på akvifer (m)	K-verdi akvifer (m/s)	Influensområde (m)
10	$1,00 \times 10^{-9}$	16
	$1,00 \times 10^{-7}$	165
20	$1,00 \times 10^{-9}$	23
	$1,00 \times 10^{-7}$	233
50	$1,00 \times 10^{-9}$	37
	$1,00 \times 10^{-7}$	369
100	$1,00 \times 10^{-9}$	52
	$1,00 \times 10^{-7}$	522



Figur 4-1: Graf som viser senkningskurve i distanse fra bunn av fremtidig masseuttak kote -30 (null på x-akse), i lineær (overestimert) senkning og skissert senkningskurve fra byggegrøp basert på beregningene gjort på influensområdet på berg. Stiplet blå, oransje og gul linje viser senkningskurven med influensområdet for henholdsvis 165 m, 233 m, 369 m og 522 m ved K-verdi 1×10^{-7} m/s.



Figur 4-2: Plassering av tiltaksområdet markert med rød heltrukket linje, og influensradius på 522 m markert med oransje linje.

5 Konklusjon

I arbeidet med dette notatet har mulig grunnvannsstand i tiltaksområdet og potensielle influensradiuser blitt beregnet, samt en generell vurdering av grunnvannsstrømning. Det er gjort flere antagelser basert på tilgjengelig informasjon om grunnforholdene, både fra NGU og geotekniske grunnundersøkelser gjort ved tiltaksområdet. Dette medfører stor usikkerhet til resultatene, og de må derfor brukes som del av en helhetlig vurdering av områdets grunnvannssituasjon. Dersom det ønskes å redusere usikkerhetene, må det gjennomføres omfattende feltundersøkelser, eksempelvis etablering av grunnvannsbrønner for peiling av grunnvannsnivå og utførelse av hydrogeologiske pumpeforsøk.

Basert på den oppgitte informasjonen, generell helning av terrenget og utforming av nedbørsfeltet tiltaksområdet inngår i, antas det at grunnvannet strømmer i sørvestlig retning. Dersom man tar utgangspunkt i vannflaten på Frøylandsvatnet, vil grunnvannsnivå ligge over kote +25. Per i dag ligger bunn av masseuttaket på kote +10, og det er ikke registrert observerbare vannførende sprekker. Dette tyder på at berget er relativt tett, med liten vanngiverevne. Det kan forekomme innlekkasje av grunnvann som ikke er observerbare. Det kan ikke utelukkes at det påtreffes vannførende sprekker videre i dybden ved utvidelse av masseuttaket, men sannsynligheten for dette vurderes som liten.

Dersom det påtreffes vannførende sprekker som medfører innlekkasje av grunnvann, kan det føre til en lokal senkning av grunnvannet. Forenklede beregninger indikerer at influensområdet kan bli mellom 16 -522 m, beregningene er derimot usikre og antas å være overestimert. Innenfor influensområdet er det av viktige naturtyper som kan bli påvirket av utvidelsen registrert sumpskog sørvest for masseuttaket. Registreringene ligger i en forsenkning i terrenget i et fuktig myrdrag. Det vurderes at sumpskogen avhenger i stor grad av tilførsel av nedbør, og i mindre grad av grunnvannstilførsel. Det kan ikke utelukkes at sumpskogen kan bli påvirket av økt uttaksdybde, men

sannsynligheten vurderes som lav på grunn av bergets tetthet og lave vanngiverevne. Uttaksgrensen av masseuttaket mot sør har nådd sitt maksimale, og fredet kulturminner sør for masseuttaket vil ikke påvirkes av utvidelsen.

Det vernede vassdraget Orreåna som masseuttaket ligger innfor er av stor størrelse. Arealet av tillatt masseuttak utgjør 0,23 % av vassdragets nedbørsareal. Berggrunn med tette sprekker medfører lav vannføring gjennom berget. Det er derfor sannsynlig at størstedelen av vanntilførselen til vassdraget stammer fra nedbør og ikke grunnvann.

Det vurderes at økt uttaksdybde av masseuttaket ikke vil ha negativ konsekvens for det vernede vassdraget, og det vurderes at nydannelse av grunnvann ikke hindres vesentlig som følge av masseuttakets utvidelse. Tilførsel av nedbør til masseuttaket pumpes ut til vassdraget.

Ettersom det vurderes at berget er tett og har dermed lav vannstrømning, er det sannsynlig at økt uttaksdybde i bruddet ved Søre Kalberg vil ha liten påvirkning på vannbalansen og vassdraget.

For at økt uttaksdybde skal ha negativ konsekvens for vassdraget, må masseuttaket påtreffe en vannførende sone som medfører en drenering av omkringliggende grunnvann. Til nå er det ikke observert slike vannførende soner i masseuttaket, og det vurderes som lite sannsynlig at dette vil forekomme ved en eventuell utvidelse mot dybden. Berggrunn i masseuttaket er observert til å være tett / ha lav permeabilitet, og det vurderes som sannsynlig at berggrunnen har lavere permeabilitet mot økende dybde.

Under forutsetning at omkringliggende terreng og bruddkantene rundt masseuttaket ikke senkes i forhold til opprinnelig nivå, vil grunnvannsnivået etter avslutning og etterdrift mest sannsynlig reetableres til en naturlig tilstand.

6 Anbefalte tiltak

Per i dag håndteres vanntilførsel i form av drenering av grunnvann og nedbør til masseuttaket ved jevnlig pumping ut til bekk langs Kalbergvegen som renner videre til Frøylandsvatnet. Det anbefales å videreføre denne prosedyren ved utvidelse av masseuttaket.

Dersom det påtreffes vannførende sprekker eller forkastninger / knusningssoner i berget som kan være særlig vannførende, vil det være en mulig løsning å injisere betong eller tettemasse i sprekkesonene for å redusere uønsket utlekking / drenering av grunnvann.

7 Referanser

- [1] Reguleringsplan for masseuttak på Søra Kalberg. Plan nr. 0162.00. Vedtatt av Time kommunestyre den 02.04.1997. Planen er basert på et privat reguleringsforslag utarbeidet av Asplan Viak AS.
- [2] NVE, vernet vassdrag Orreelva. <https://www.nve.no/vann-vassdrag-og-miljo/verneplan-for-vassdrag/rogaland/028-2-Orreelva/>
- [3] NVE, vernet vassdrag Figgjo. <https://www.nve.no/vann-vassdrag-og-miljo/verneplan-for-vassdrag/rogaland/028-3-Figgjo/>
- [4] Naturbase, Miljødirektoratet. Informasjon hentet fra databasen 08.01.2021. <https://geocortex01.miljodirektoratet.no/Html5Viewer/?viewer=naturbase>
- [5] NVE Atlas. Informasjon hentet fra databasen 08.01.2021. <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>
- [6] Miljødirektoratet, Naturbase id BN00044613 <https://faktaark.naturbase.no/?id=BN00044613>
- [7] Miljødirektoratet, Naturdatabase ID BN00086436 <https://faktaark.naturbase.no/?id=BN00086436>
- [8] Søknad om driftskonsesjon i henhold til mineralloven § 43. Datert 19.12.2014. Veidekke Industri AS, avd. Tullin Ree.
- [9] Asplan Viak, 2015. Driftsplan Søra Kalberg. Veidekke Industri AS, avd. Tullin Ree. Utgave 2. Dato 2015-09-28.
- [10] Multiconsult-rapport nr. 10222449-RIG-RAP-001. Kalberg, utvidelse av pukkverk. Datarapport. Geotekniske grunnundersøkelser. Datert 18.12.2020.
- [11] Granada, NGU. Nasjonal grunnvannsdatabase. https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/
- [12] Brattli, B (2009). Fysisk og kjemisk hydrogeologi, tredje utgave. Trondheim, NTNTU. Institutt for geologi og bergteknikk.
- [13] Asplan Viak, 2018. UTKAST. Planprogram utvidelse masseuttak Søra Kalberg. Veidekke Industri AS, avd. Tullin Ree. Utgave 1. Dato 10.06.2018.

Vedlegg A Beregninger av influensområde

Cooper and Jacob (1946)

R	Influensradius	m	
T	Transmissivitet	m2/s	
t	Tid	1209600 s	
S	Storage coefficient	0,0001	-
K	Vertikal hydraulisk konduktivitet	m/s	
b	Tykkelsen på akviferen	m	
K-verdier berg - Brattli			
K1	1,00E-07	K2	0,000000001

10 m tykk akvifer

b	10
T	1,00E-06
R	164,97

10 m tykk akvifer

b	10
T	1,00E-08
R	16,50

20 m tykk akvifer

b	20
T	2,00E-06
R	233,31

20 m tykk akvifer

b	20
T	2,00E-08
R	23,33

50 m tykk akvifer

b	50
T	5,00E-06
R	368,89

50 m tykk akvifer

b	50
T	5,00E-08
R	36,89

100 m tykk akvifer

b	100
T	1,00E-05
R	521,69

100 m tykk akvifer

b	100
T	1,00E-07
R	52,17

$R = \sqrt{2,25Tt/S}$

$T = Kb$

Akviferetykkelse (m)	Influensradius (m)
10	165
20	233
50	369
100	522

Dybde på akvifer (m)	K-verdi akvifer (m/s)	Influensområde (m)
10	1,00E-09	16
	1,00E-07	165
20	1,00E-09	23
	1,00E-07	233
50	1,00E-09	37
	1,00E-07	369
100	1,00E-09	52
	1,00E-07	522