Oppdragsgiver:	Driva Aquaculture AS
Oppdragsnavn:	Grunnvannsundersøkelser ved Frya
Oppdragsnummer:	631741-01
Utarbeidet av:	August Fiskum Ness
Oppdragsleder:	Bernt Olav Hilmo
Dato:	30.11.2021
Tilgjengelighet:	Untatt offentlighet

Notat Infiltrasjonspotensial Frya

Innhold

Notat Infiltrasjonspotensial Frya 1
1. Innledning 2
2. Områdebeskrivelse 2
3. Metode 4
3.1. Sjakting 4
3.2. Sonderboringer og 5/4" undersøkelsesbrønner 4
4. Resultater 5
4.1. Sjakter 5
4.2. Sonderboringer og undersøkelsesbrønner 9
4.3. Infiltrasjonstester 12
4.4. Kornfordelingskurver 12
4.5. Grunnvannsnivå 13
4.6. Grove beregninger basert på utførte grunnundersøkelser 15
5. Anbefalinger 17
Vedlegg 21

Versjonslogg:

01	Dato	Nytt dokument	AFN	KRR og BOH
VER.	**DATO**	**BESKRIVELSE**	**AV**	**KS**

1. Innledning

Asplan Viak AS er blitt engasjert av Driva Aquaculture AS for å gjøre grunnundersøkelser og en innledende vurdering av infiltrasjon av prosessvann i stedlige masser fra et nytt tiltenkt landbasert oppdrettsanlegg ved Frya i Ringebu kommune. Rapporten beskriver metode og resultater og gir til slutt en vurdering av egnede arealer og metoder for infiltrasjon.

Drive Aquaculture v/ Olav Skjøtskift har opplyst om følgende forventende konsentrasjoner fra prosessvannet, med en ønsket dimensjonerende infiltrasjonskapasitet på maks 1200 m^3/døgn.

- Tot-P: 3,3 mg/l
- Tot-N: 35 mg/l
- TSS: 10 mg/l
- BOF: > 10 mg/l

Dette er konsentrasjoner som er oppgitt av oppdragsgiver etter rensning på oppdrettsanlegget, og infiltrasjonen i grunnen blir å betrakte som en etterpolering.

Sammenlignet med avløpsvann tilsvarer dette en forurensningsbelastning på:

Fosfor: 3,3 g/m^3*1200 m^3/døgn /1,8 g Tot-P/pr person= 2200 pe,

Nitrogen: 35 g/m^3* 1200 m^3/døgn /12 g Tot-N/pr person = 3500 pe

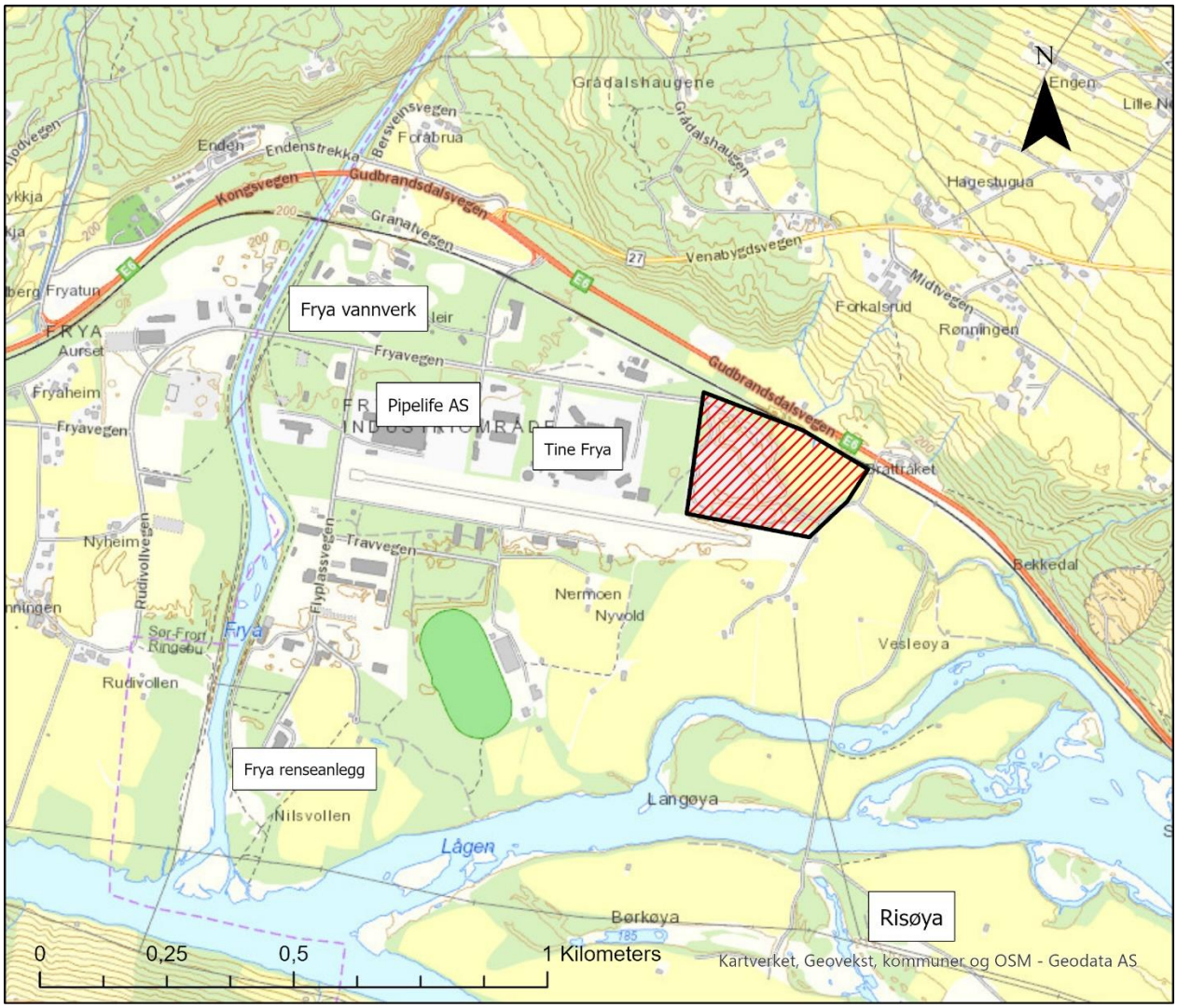
Organisk material: >10 g/m^3*1200 m^3/døgn/60 mg BOF_5 /pr person = >200 pe BOF_5.

2. Områdebeskrivelse

Den undersøkte tomten ligger øst på Frya industriområde i Ringebu kommune (se fig. 2.1). Tomten benyttes i dag til sprengsteinsdeponi av Statens vegvesen, og består av masser fra byggingen av Hundorptunnelen, som ble ferdigstilt i slutten av 2016. Tunnelmassene består trolig av en blanding av leirholdig skifer og lav-metamorf sandstein, og det er tatt masseprøver av tunnelmassene slik at Norconsult kan vurdere hvorvidt det er snakk om syredannende svartskifer eller ikke.

Tomten strekker seg fra 191 moh. i vest til 187 moh. i øst, og er i NGU sine løsmassekart markert som en elveavsetning. Elveavsetninger består stort sett av sand og grus og anses som egnede avsetninger for infiltrasjon av prosessvann da de har høy hydraulisk kapasitet, og har en tilfredsstillende renseeffekt så fremt mektigheten av umettet sone er stor nok.

På Frya er det i dag flere grunnvannsuttak. Tine Frya, Pipelife AS, Frya Renseanlegg og Frya vannverk har vannforsyning fra løsmassebrønner og i tillegg har Tine Frya infiltrasjon av mysevann fra deres produksjon i stedlige masser på østsiden av tomten. I tillegg til grunnvannsuttakene på Frya planlegges det nytt kommunalt vannverk på Risøya sør for Frya. Det er fra dette grunnvannsuttaket RAS-anlegget vil få tilførsel av prosessvann.



2-1 Oversiktskart av Frya industriområde med henvisning til tomter med grunnvannsuttak og den undersøkte tomten i rødt markert område.

3. Metode

3.1. Sjakting

Det er blitt utført sjakting i fem punkt ved hjelp av gravemaskin og personell fra Frya Grustak AS. Sjakting ble utført for visuell observasjon av løsmasser og prøvetakning av løsmasser for kornfordeling, og uttak av miljøprøver som ble overlevert til Norconsult AS. Sjaktingen ble utført ned til 3 meters dyp. Prøvetakingen ned til 1 meter ble utført i sjakt, mens prøver dypere enn 1 meter ble hentet fra skuff til gravemaskin.

3.2. Sonderboringer og 5/4" undersøkelsesbrønner

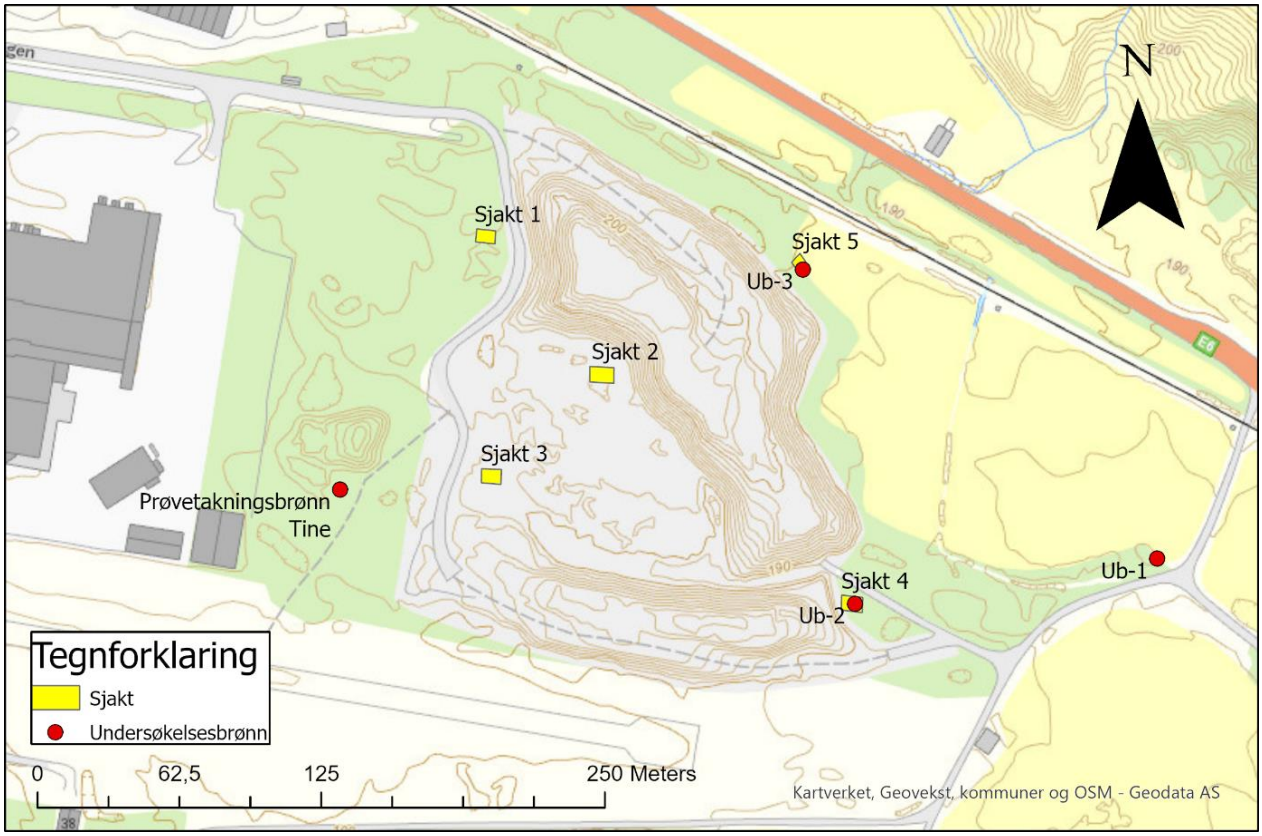
På grunn av innrasing av løsmasser begrenset sjaktingen seg til tre meter under terreng, og for kunnskap av løsmassene mot dypet ble det utført tre sonderboringer og etablert tre undersøkelsesbrønner.

Sonderboringene er utført med bærbart utstyr (motorhammer og 25 mm borstål med 40 mm 4-kantspiss). Tolkning av boringene baserer seg på synkehastighet, dreiemotstand, lyd ved dreiing og motstand/lyd under oppjekking.

I tre av punktene hvor det ble utført sonderboringer ble det drevet ned 5/4" undersøkelsesbrønner påmontert 1,5 meter lang sandspiss. Undersøkelsesbrønnene er benyttet til å måle grunnvannsnivå, gi indikasjoner på hydraulisk kapasitet og teste løsmassenes vanngiverevne i ulike nivå, samt til uttak av vann- og sedimentprøver.

Sedimentprøvene er tørrsiktet, og kornfordelingskurvene benyttes til beregning av hydrauliske parametere for vurdering av hydraulisk kapasitet. Analyser av masseprøver til kornfordeling er utført av Lars Westlie v/ Hydrogeologi og AvløpsRådgivning. Det ble også foretatt feltmålinger av temperatur og ledningsevne av utpumpet grunnvann, samt tatt grunnvannsprøver for analyse av fysisk-kjemiske parametere.

4. Resultater fra feltundersøkelser



4-1 Oversiktskart som viser utførte feltundersøkelser samt plassering av prøvetakningsbrønn ved Tine

I dette kapittelet presenteres resultater fra feltundersøkelsene, samt enkle beregninger av hydraulisk kapasitet og teoretisk oppholdstid før vannet strømmer ut til vassdrag. Figur 4-1 viser utførte feltundersøkelser på Frya, samt plassering av en prøvetakningsbrønn til Tine. Denne brønnen ble etablert samtidig som sprengsteinsdeponiet.

4.1. Sjakter

Tabell 1 gir en oppsummering av de visuelle observasjonene av løsmassesammensetning som ble gjort i sjaktene under feltarbeidet. I alle sjaktene, med unntak av sjakt 2, er det blitt observert et lag med middels-fin sand den øverste meteren. Dette laget overlagrer en grovere løsmassepakke bestående av grus og sand med sporadisk steininnhold. Denne grove pakken har ut fra visuelle observasjoner trolig en høy hydraulisk kapasitet.

Tabell 1 Oppsummering av visuelle observasjoner av løsmassesammensetning fra sjaktene utført på Frya

Sjakt 1	Sjakt 2	Sjakt 3	Sjakt 4	Sjakt 5
0-1,5 m: Sand, finere i topp	0-1,7m: Sprengstein og deponimasser.	0-1m: Sand	0-1m: Sand	0-0,5m: Sand
1,5-2,7: Grusig sand	1,7-3m: Naturlig grus, sand og stein	1-2,5m: Vekselvis sand og grus	1-2m: Sand og grusig sand	0,5-2,4m: Grus, sand og stein
2,7-3: Grus og stein		2,5-3m: Grus og singel	2-3m: Grus	2,4-3m: Sand og grus

4-2 Bilde av sjakt 1 0-2,7 meter

4-3 Bilde av sjakt 2 0-3 meter

4-4 Prøvetakning fra skuff i sjakt 2

4-5 Bilde fra 0-3 meter av sjakt 4

4-6 Bildet av sjakt 5 fra 0-3 meter

4-7 Til venstre: Sjakt 5 0-1m. Bildet viser tydelig overgang mellom finsand i toppen og grus under. Til høyre: Samtlige jordprøver som ble tatt fra sjakt 5, både til kornfordeling og miljøanalyser.

4.2. Sonderboringer og undersøkelsesbrønner

Sonderboringsloggene vises i Tabell 2. Sonderboring 1 ble utført ned til 20 meter. Den viser grove løsmasser ned til 18 meter, hvor det er en overgang til fastere lagret sand/finsand. De resterende boringene ble boret ned til mettet sone, og begge boringene viser grove friksjonsmasser langs hele profilet.

Tabell 3 og Tabell 4 oppsummerer resultatene fra undersøkelsesbrønnene som ble etablert. Alle opp-pumpede løsmasseprøver ble tolket til grusig sand, og i samtlige nivå, med unntak av 4,5-6 m i ub-1, forsvant spylevannet under etableringen av sandspissbrønnene. Dette indikerer en svært høy vanngjennomgang og masser med høy hydraulisk kapasitet. I mettet sone av løsmassene ble det også tatt ut grunnvannsprøver som ble overlevert til Norconsult AS. I disse nivåene hadde sandspissen en kapasitet fra 2,5-5 l/s som viser til svært permeable masser med høy hydraulisk kapasitet.

Tabell 2 Sonderboringslogger fra Frya

Boring nr.:	Sonderboring 1 (Ub-1)		Sonderboring 2 (Sjakt 1)		Sonderboring 3 (Ub-2)	
Dato:	27.09.2021		28.09.2021		28.09.2021	
Koord.	X: 557138 Y: 6824010		X: 556842 Y: 6824152		X: 556999 Y: 6823988	UTM 32
Dyp (m)	**Løsmasse-type**	**Synk (s/m)**	**Løsmasse-type**	**Synk (s/m)**	**Løsmasse-type**	**Synk (s/m)**
0-1	Grus og småstein		Sand		Sand	
1-2	Løst lagret sand	17	Sand og grusig sand		Sand og grusig sand	
2-3	Løs grusig sand	14	2-2,7: Grusig sand 2,7-3: Grus og stein		Grus	
3-4	Løs grusig sand	12	Grus og stein		Grus	
4-5	Løs grusig sand (grov)	11	Grus og stein		**Avsluttet på 4m.**	
5-6	Skarp, løs, grusig sand	8	**Avsluttet på 4,5m. Stopp mot stein**			
6-7	Grushold sand (fastere)	25				
7-8	Veksling mellom sand og grus	16				
8-9	Grov grusing sand (ujevn synk)	17				
9-10	Grov grusing sand (ujevn synk)	22				
10-11	Løs grusig sand	12				
11-12	Grov sand	11				
12-13	Sand (fastere)	23				
13-14	Grusholdig sand, middels fast	23				
14-15	Grusholdig sand, middels fast	19				
15-16	Fast grusig sand. Fastere mot slutten	25				
16-17	Fast sand	25				
17-18	Fast sand	36				
18-19	Fast sand/ finsand. Jevn synk	41				
19-20	Fast sand/ finsand. Jevn synk	40				
	Avsluttet på 20 m					

Tabell 3 Resultater fra undersøkelsesbrønn 1 etablert i sonderboring 1

Sted: Frya				Undersøkelsesbrønn 1(Sonderboring 1)			Dato: 27.09.2021
Koordinater:		Sone: 32		X: 557138			Y: 6824010
Brønntype: Ø32 mm rør med 1,5 m sandspiss med slisset filter							
Grunnvannsnivå: 3,52 m under terreng							
Merknad: 8,3 meter under terreng, totalt 9 meter rør							
Dyp (m)	**Løsmassetype**	**Slam farge**	**Kapasitet l/s**	**Prøver**	**Temp °C**	**Lednings Evne µS/cm**	**Merknad**
1,5-3	Grusig sand	Brun	----	SP	----	----	Muligens noe mangelfull spyleprøve. God vanngjennomgang
3-4,5	Grusig sand	Brun		----	----	----	Alt spylevannet forsvinner. Ikke mulig å ta masseprøve
4,5-6	Grusig sand	Brun	4	PP	----	----	Spylevannet forsvinner nesten. Tar lang tid for å fjerne slamfarge.
6-7,5	Grusig sand	Brun	4	SP	----	----	Etter spyling forsvinner vannet
6,8-8,3	Grusig sand	Brun	2,5	SP, VP, PP	5,3	163	God vanngjennomgang, vannet blir fort klart.

Tabell 4 Resultater fra undersøkelsesbrønn 2 etablert i sjakt 4

Sted: Frya				Undersøkelsesbrønn 2(Sonderboring 3)			Dato: 28.09.20
Koordinater:		Sone: 32		X: 556999			Y: 6823988
Brønntype: Ø32 mm rør med 1,5 m sandspiss med slisset filter							
Grunnvannsnivå: 4,01 m under terreng							
Merknad: 7 meter under terreng, totalt 7,5 meter rør							
Dyp (m)	**Løsmassetype**	**Slam farge**	**Kapasitet l/s**	**Prøver**	**Temp °C**	**Lednings Evne µS/cm**	**Merknad**
4,5-6	Grusig sand	Brun	5	Pp, Vp	5,2	107,7	Spylevannet forsvinner helt, umulig med spyleprøve.
5,5-7	Grusig sand	Brun	4	Pp	5,2	114,3	Spylevannet forsvinner helt, umulig med spyleprøve.

4.3. Infiltrasjonstester

Det var planlagt å gjennomføre enkle infiltrasjonstester i undersøkelsesbrønnene som ble etablert. Som en ser av loggene fra undersøkelsesbrønnene, var vanngjennomgangen så stor at alt spylevannet forsvant i røret på få sekunder, og det var derfor heller ikke mulig å få tatt spyleprøver av løsmassene. Den gode vanngjennomgangen gjorde det vanskelig å få gjennomført nøyaktige infiltrasjonstester i undersøkelsesbrønnene, men man kan slå fast at infiltrasjonskapasiteten er høy.

Kornfordelingskurvene vil i dette tilfellet gi et bedre mål på infiltrasjonskapasiteten enn småskala infiltrasjonstester. For nærmere vurdering av infiltrasjonskapasitet og som grunnlag for dimensjonering av fullskala anlegg må det utføres infiltrasjonstester i basseng med den faktiske vannmengden som skal infiltreres.

4.4. Kornfordelingskurver

Tabell 5 Sammenstilling av kornfordelingskurver

Prøvedyp	d10	d60	Sortering (U)	K(GUST) (M/D)	K(HAZEN) (M/D)
Sjakt 1 0-100 cm	0,18	7,35	40,83	11,12	32,39
Sjakt 1 250 cm	0,23	1,22	5,3	61,35	52,88
Sjakt 2 170-220 cm	0,387	3,61	9,33	128,83	149,72
Sjakt 2 250-300 cm	0,13	0,53	4,08	21,84	16,89
Sjakt 3 0-100 cm	0,235	0,83	3,53	74,8	55,21
Sjakt 3 100-200 cm	0,283	2,45	8,66	71,93	80,06
Sjakt 4 0-100 cm	0,068	0,207	3,04	6,5	4,62
Sjakt 4 250-300 cm	0,23	3,56	15,48	33,44	52,88
Sjakt 5 0-50 cm	0,048	0,143	2,98	3,25	2,3
Sjakt 5 50-100 cm	0,452	5,8	12,83	145,1	204,23
Sjakt 5 150-200 cm	0,09	0,415	4,64	9,85	8,01
Ub-1 4,5-6 m	0,196	0,82	4,18	49,18	38,4
Ub-1 6-7,5 m	0,325	1,09	3,35	145,15	105,59
Ub-2 4,5-6m	0,62	1,48	2,39	559,09	384,26
Ub-2 5,5-7m	0,5	1,43	2,86	355,9	249,91

Tabell 5 viser en sammenstilling av kornfordelingsanalysene fra løsmasseprøvene som ble hentet ut på Frya. Alle kornfordelingskurver og analyser er vist i vedlegg.

I tabellen er hydraulisk konduktivitet beregnet både vha. Gustavsons formel og Hazens formel, og avhengig av hvilken formel som benyttes fås forskjellige estimater på den hydrauliske konduktiviteten.

Beregning av hydraulisk konduktivitet ved bruk av Gustavson og Hazen gir kun veiledende verdier. Hazens formel er gyldig for jordarter med lavere graderingstall enn 5 og d_{10} mellom 0,1 og 3 mm. Gustavsons formel gir best resultat for jordarter med graderingstall mellom 2,5 og 15. I tabell 5 er verdier som ikke tilfredsstiller disse kravene merket rødt.

Det er tatt to prøver av topplaget av fin-middelkornig sand (sjakt 4, 0-100 cm og sjakt 5 0-50 cm). Disse prøvene har en hydraulisk konduktivitet på hhv. 6,5 og 3,2 m/døgn ved bruk av Gustavsons formel. På større dyp hvor løsmassene består av ev veksling av sand og grus er den hydrauliske konduktiviteten jevnt over større (10-145 m/døgn i umettet sone og 49-600 m/døgn i mettet sone).

Topplaget med fin-middels sand er lite egnet til infiltrasjon av 1200 m3/døgn med prosessvann. Dette laget må byttes ut med grovere sand, og tas derfor ut av snittberegninger for den hydrauliske konduktiviteten til løsmassene.

For videre beregning og som grunnlag for å vurdere nødvendig infiltrasjonsareal benyttes en gjennomsnittsverdi av hydraulisk ledningsevne beregnet ut fra Gustavsons formel. For løsmasseprøvene fra umettet sone og under topplaget av finsand gir dette en gjennomsnittlig k-verdi på ca. 67 m/døgn. For beregning av grunnvannsstrømning i mettet sone må k-verdier beregnet ut fra kornfordelingskurvene til masseprøver fra Ub-1 og Ub-2 benyttes. Disse masseprøvene har en gjennomsnittlig K-verdi på 235 m/døgn.

4.5. Grunnvannsnivå

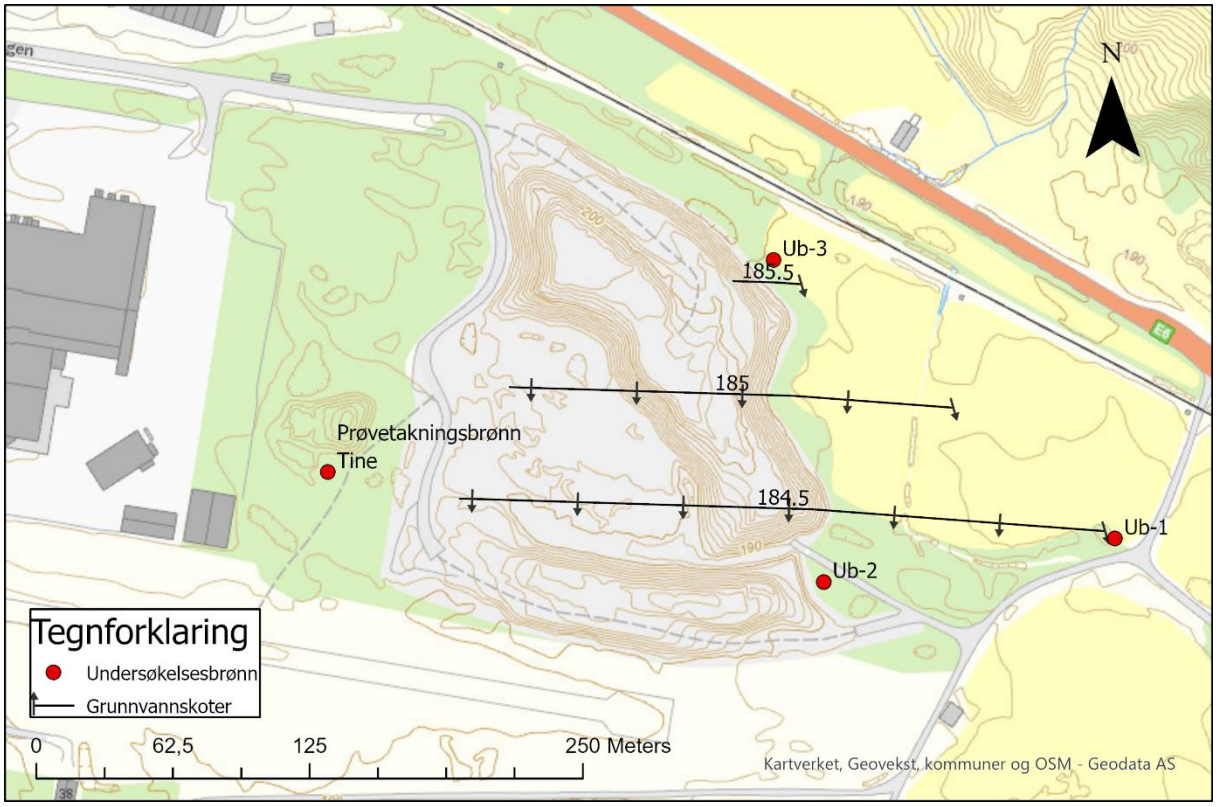
Fra undersøkelsesbrønnene som ble etablert, samt prøvetakningsbrønnen ved Tine, ble grunnvannsnivået målt. Resultatet vises i tabell 6 og figur 4-8.

Terrengnivået til brønnene er hentet fra høydedata.no, under prosjektet NDH Ringebu-Fron-Gausdal 5pkt 2017. Det er dermed rom for unøyaktigheter, og for helt korrekt bilde av grunnvannsstrømmen oppfordres det til å nivellere mellom brønnene.

Målingene av grunnvannsnivå gir et situasjonsbilde av grunnvannsstrømmen 29.09.21, etter en tørr sommer i hele Innlandet. Det oppfordres til å gjøre flere kartlegginger av grunnvannstrømmen for å se på variasjoner i årstid, nedbør, flomepisoder, store uttak av grunnvann osv. Dette vil være nødvendig for å kartlegge påvirkningen infiltrasjonen vil ha.

Tabell 6 Målt grunnvannsnivå 29.09.21

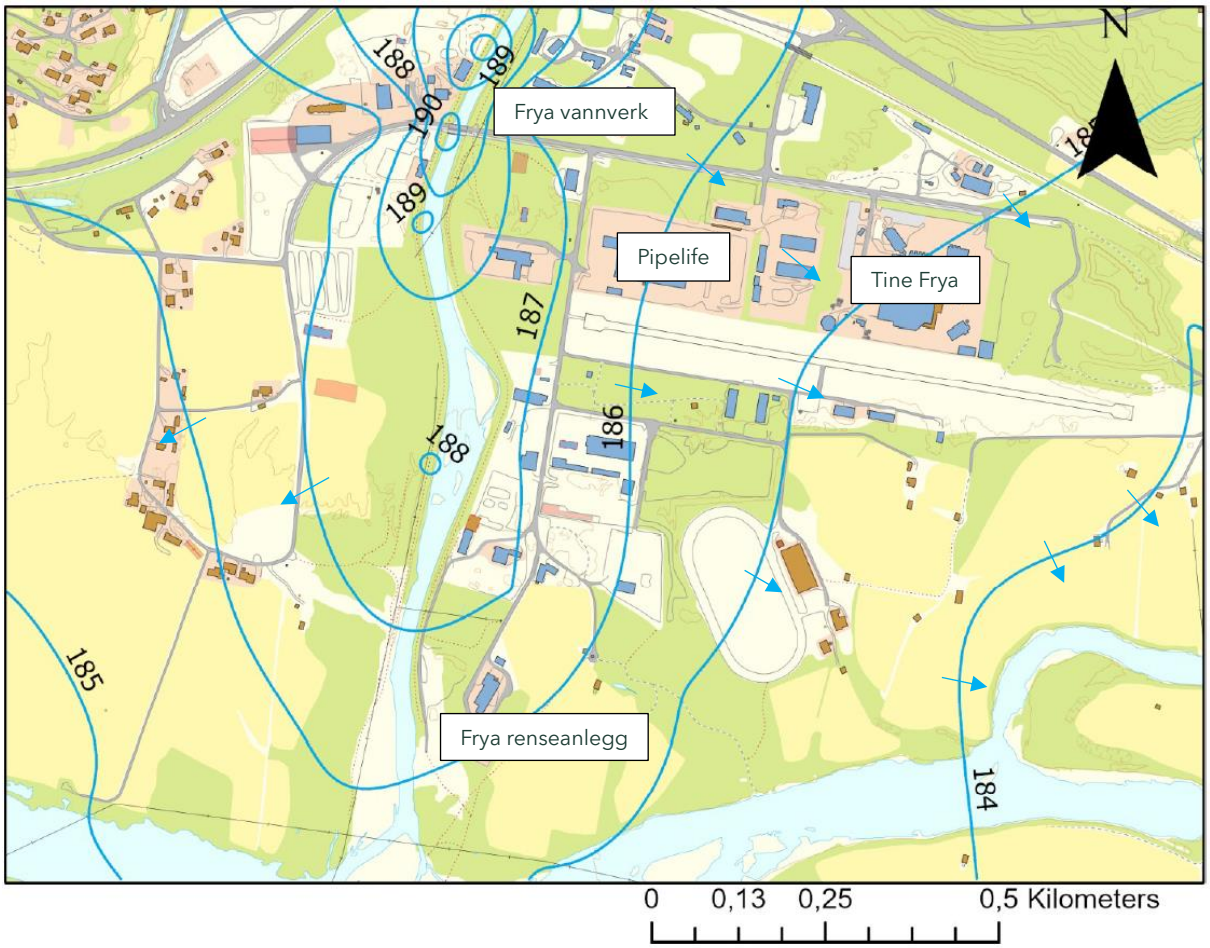
Navn	Terrengnivå (moh.)	Grunnvannsnivå fra rørtopp (m)	Rørhøyde over terreng (m)	Grunnvannsnivå fra terreng	Potensial (moh.)
Tine	191,61	7,89	0,88	7,01	184,6
Ub-3	189,64	4,45	0,41	4,04	185,6
Ub-1	187,99	4,24	0,72	3,52	184,47
Ub-2	188,19	4,59	0,58	4,01	184,18



4-8 Strømningskart fra tomten på Frya, basert på målinger fra de fire brønnene utført 29.09.21.

Basert på kartet og målingene i undersøkelsesbrønnene indikeres en grunnvannsstrøm i omtrent nord-sør retning med en grunnvannsgradient i=0,01.

Grunnvannsspeilet er forholdsvis flatt, og mektigheten på umettet sone styres av topografien. Dette gir 7 meter mektighet av umettet sone i vest, 4 meter midt på tomten og 3,5 meter i øst ved Ub-1.



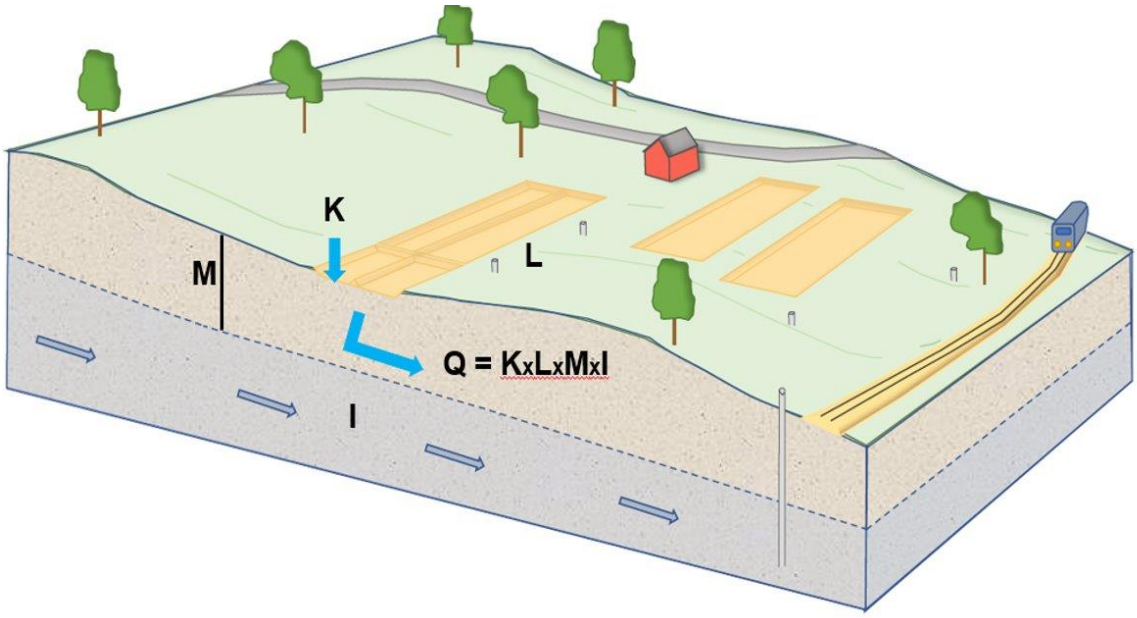
4-9 Grunnvannsstrøm over elvesletta på Frya i mars 2021 (Ness, 2021)

Fra arbeid med masteroppgave (Ness, 2021), ble grunnvannsstrømmen for hele elvevifta på Frya kartlagt ved å benytte data fra eksiterende grunnvannsuttak på Frya og data fra georadar. RAS-anlegget sin plassering er ut fra denne kartleggingen nedstrøms samtlige tomter som har grunnvannsuttak i dag. Det er usikkerheter knyttet til å benytte georadar til å kartlegge grunnvannsstrømmer, men målingene gir en oversikt over de regionale trendene på Frya.

4.6. Grove beregninger basert på utførte grunnundersøkelser

Vi har lite erfaring med prosessvann fra landbasert oppdrett og det er vanskelig å anslå en fornuftig arealbelastningsfaktor for infiltrasjonskapasiteten til massene. Dette fordi vi har lite kunnskap om type suspendert stoff og BOF5 for gjentetting av filterflaten. Som et grovt utgangspunkt for å beregne behov for areal kan en arealbelastning på 1,5 m^3/døgn og m^2 infiltrasjonsflate antas. Dette gir et behov for minimum 900 m^2 infiltrasjonsflate.

Ved å benytte modeller basert på Hantush,1967, kan et grovt estimat på oppstuvningen av grunnvannsnivå beregnes til 1,56 meter. Dette ved antakelsen om basseng på størrelse 90x10m, og en mektighet på den mettede sonen på 14 meter (denne er trolig større, da enkelte av grunnvannsuttakene på Frya går ned til 36 meter). 14 meter er valgt da sonderboring 1 viser permeable masser ned til 18 meter, som gir minimum 14 meter vannmettede permeable masser.



4-10 Formel som gir grov beregning av hydraulisk kapasitet. Tegning av Maria Haugen, Asplan Viak.

En kan gjøre grove beregninger av hydraulisk kapasitet ved å benytte enkel formel gitt i figuren over. I formelen er K massenes hydrauliske ledningsevne, L er lengden på utstrømningsområdet, M er økning i mektighet på det vannførende laget i utstrømningsområdet og I er grunnvannsgradienten som man får ved infiltrasjon. Et estimat på K fra kornfordelingskurvene er 67 m/d, lengden på utstrømningsområdet fra tomten som kan benyttes foreslås til 300 meter, det er beregnet en maksimal oppstuvning av grunnvann til 1,56 meter og ved en økt vannstand på 1,56 meter vil grunnvannsgradienten øke til 0,04 gitt antakelsen om at nivået er stabilisert til normalnivå 50 meter nedstrøms.

$$Qmax = 67\frac{m}{døgn} * 300\,m * 1{,}56\,m * 0{,}04 = 1250\,\frac{m^3}{døgn}.$$

Det infiltrerte prosessvannet vil blande seg med det naturlige grunnvannet, og valgte m-verdi vil kunne settes større. Det er observert mer enn 14 meter med vannførende sand og

grus (se sonderboring 1), som vil gi bidrag til økt hydraulisk kapasitet og videre transport av infiltrert prosessvann.

For full kontroll på jordmassens hydrauliske kapasitet vil det måtte gjennomføres fullskala infiltrasjonstester i utgravde bassenger over en 30-60 døgns periode. Dette for å dokumentere grunnvannsoppstuvning under infiltrasjonsbassengene, strømningsretning, samt for overvåkning av grunnvannsstrømmen. Dette har betydning for å kunne vurdere om infiltrasjonsanlegget vil kunne påvirke nærliggende grunnvannsuttak. Tomten sin plassering antas i så måte være god, da det er ingen grunnvannsuttak på Frya nedstrøms tomten, men dersom oppstuvningen av prosessvann under infiltrasjonsbassengene blir for stor kan dagens strømningsmønster endres.

Ved å benytte grunnvannsgradienten fra figur 4-8 og Darcy-likningen (se nedenfor) kan oppholdstiden infiltrert prosessvann vil ha fram til Gudbrandsdalslågen beregnes. Fra tomten er avstanden til Lågen omtrent 400 meter, og ved kjennskap til hydraulisk ledningsevne fra mettet sone og gradient er det kun effektiv porøsitet og tid som vil være ukjent faktor. Ved å benytte forskjellige verdier for porøsitet fås estimatene på oppholdstid gitt i tabellen under. Disse estimatene kan være nokså optimistiske, da en antar at k-verdi og gradient er lik hele veien mot Lågen. I realiteten vil oftest grunnvannsgradienten flate ut lengre ned på elvesletta, noe som gir lengre oppholdstid.

$$Tid = \frac{Porøsitet * strekning}{K * i}$$

Tabell 7 Grov beregning av oppholdstid til vassdrag

Strekning	K (m/døgn)	Gradient	Effektiv porøsitet	Tid (dager)
400	235	0,01	0,3	**51,06382979**
400	235	0,01	0,25	**42,55319149**
400	235	0,01	0,2	**34,04255319**

5. Vurderinger og anbefalinger

5.1. Konsekvenser og brukerinteresser

Ved planlegging av nye infiltrasjonsanlegg forutsettes det at drikkevannskilder, grunnvann og overflatevann ikke skal forurenses. Det forutsetter dermed at infiltrasjonsbassengene plasseres i stor avstand til andre grunnvannsuttak, samt at infiltrert prosessvann ikke

havner i tilsigsområdet til løsmassebrønnene. På Frya industriområde er det i dag fire grunnvannsuttak, hos Tine Frya, Pipelife AS, Frya renseanlegg og Frya vannverk. I tillegg vil det komme et nytt grunnvannsuttak på Risøya, sør for Frya.

Slik situasjonen var i slutten av september var det en grunnvannsstrøm i nord-sørretning (se figur 4-8). Ved grov beregning av teoretisk oppstuvning fra de tiltenkte infiltrasjonsbassengene er et estimat at denne maksimalt vil være 1,56 meter. Dette er beregnet basert på modeller av Hantush, 1967, med en antakelse om størrelse på 90x10 meters infiltrasjonsbasseng. Beregningene gir kun indikasjoner på potensiell oppstuvning. Oppholdstid til vassdrag er beregnet til over 34 dager ved grove beregninger (se tabell 7) og antakelse om en jevn grunnvannsgradient over elvesletta.

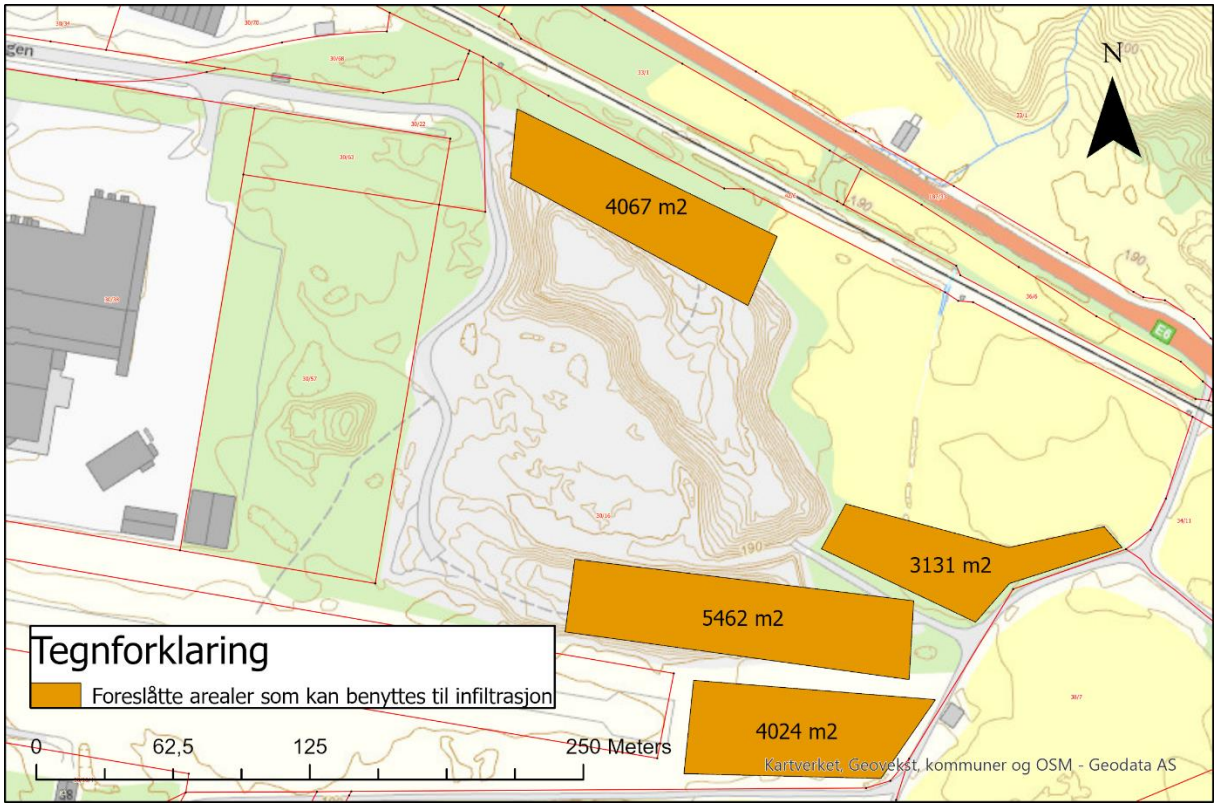
Tomtens plassering antas i så måte være god, da grunnvannsuttakene på Frya ikke er nedstrøms tomten ut fra slik grunnvannsstrømmen var i slutten av september, og oppholdstiden fra anlegg til vassdrag er vurdert som tilfredsstillende.

Unntaket er det nye grunnvannsuttaket på Risøya, som vil være nedstrøms tomten. Klausuleringsbestemmelser for det nye grunnvannsuttak på Risøya viser en sone 3 som omslutter Risøya, og fra den undersøkte tomten er det omtrent 800 meter i luftlinje til brønnområdet, hvor brønnområdet og tomten for oppdrettsanlegget er avskilt av to sideløp fra Gudbrandsdalslågen.

I dag infiltrerer Tine Frya mysevann på østlige deler av sin tomt, og under befaring ble denne infiltrasjonen anslått til å være mellom 2-4 l/s (175 – 350 m^3/d). Plasseringen av Tine sitt infiltrasjonsanlegg vil i så måte være gunstig, da infiltrasjonen skaper en oppstuvning av grunnvann, og mulig barriere som hindrer en grunnvannsstrøm vestover mot grunnvannsuttakene på Frya industriområde.

Ved infiltrasjon må det også tas hensyn Dovrebanen. Det vil bli stilt krav om at infiltrasjon ikke skal gi økt setningsfare på grunn av høyere grunnvannsnivå. Dette må utredes videre ved endelig dimensjoner og plassering av infiltrasjonsbasseng.

5.2. Anbefalinger



5-1 Arealer som kan benyttes til infiltrasjon. Tekst viser areal i m²

Store, åpne infiltrasjonsanlegg for rensing av avløpsvann i Norge er bygget på sand- og grusavsetninger med stor umettet sone, god avstand til vassdrag og avstand til bebyggelse på > 300 m. I utgangspunktet vurderes det aktuelle området som egnet for infiltrasjon i åpne bassenger som etterpolering av prosessvann fra Driva Aquaculture sitt landbaserte oppdrettsanlegg.

I figur 5-1 vises forslag til arealer som kan benyttes til infiltrasjon. Da RAS-anlegget vil kreve stor plass på tomten må infiltrasjonen foregå i utkanten av tomten. Gunstige plasseringer for infiltrasjonsanleggene vil være i så lang avstand unna Tine som mulig, samt så langt sør som mulig for å forhindre at infiltrert prosessvann havner innen tilsigsområdet til Tine sitt grunnvannsuttak. De tre sørligste arealene bør etter vår mening prioriteres. Disse ligger også i trygg avstand til Dovrebanen. En anbefaling er å installere loggere i noen av peilebrønnene, som må korreleres med uttaksmengdene fra Tines brønner og infiltrasjon av mysevann, for å se om grunnvannsnivået på tomta er påvirket av eksisterende grunnvannsuttak og infiltrasjon.

Ved planering av tomten vil ikke sprengsteinsmassene kunne benyttes i infiltrasjonsbassengene, her vil det måtte etterfylles med enten stedlige masser eller filtersand. Vi vil anbefale at det utføres oppgraving og sortering av masser i infiltrasjonsbassengene, med fjerning av større stein og sortering av sand og grus for best renseevne. Dette også for å hindre kanalisert strømning, og i størst grad en homogen vertikal strømning i umettet sone. Det øverste sandlaget som ble påvist i enkelte av sjaktene er for finkornig til infiltrasjon av store mengder prosessvann, og må masseutskiftes. For dimensjonering av infiltrasjonsbassengene vil det være naturlig å etablere minimum 4 infiltrasjonsbasseng som brukes vekselvis, hvor det alltid er ett basseng med ledig kapasitet når de andre tettes. Basseng i drift vil få gradvis redusert kapasitet grunnet igjenslamming av filterflaten, og må derfor settes i hvile for opptørking og fjerning av slam.

Vi anbefaler å utføre en fullskala infiltrasjonstest med bruk av elvevann i første omgang. Dette for kartlegging av oppstuvning, grunnvannsstrømmer for påvirkning av nærliggende arealbruk (grunnvannsuttak i nærheten) for endelig dimensjonering av infiltrasjonsanlegg. Ved å utføre dette får en kartlagt utvikling av oppholdstid til vassdrag og grunnvannsstrømmer i magasinet på Frya. En fullskala infiltrasjonstest bør helst foregå over 30-60 døgn, for å se utvikling over tid, og ved naturlige variasjoner i grunnvannsnivå. Testen gjennomføres også med hensyn å bevise at massene har tilstrekkelig hydraulisk kapasitet.

Det er usikkerheter knyttet til kvaliteten på prosessvannet, og anbefalingene blir dermed også usikre. Tiltak som kan forbedre renseeffekten og hydraulisk kapasitet kan være masseutskifting, tilkjøring av filtersand for oppbygging av bassenger samt tilkjøring av skjellsand eller Leca Filtralite P. Det må i så fall påregnes regelmessig utskifting av skjellsand eller Leca når disse massene er mettet med fosfor. Dersom renseanlegget ikke viser seg å tilfredsstille gjeldene rensekrav, må man være forberedt på å bygge et biologisk eller biologisk kjemisk renseanlegg, for forbehandling av prosessvannet før det ledes til de åpne infiltrasjonsbassengene.

Vedlegg og referanser

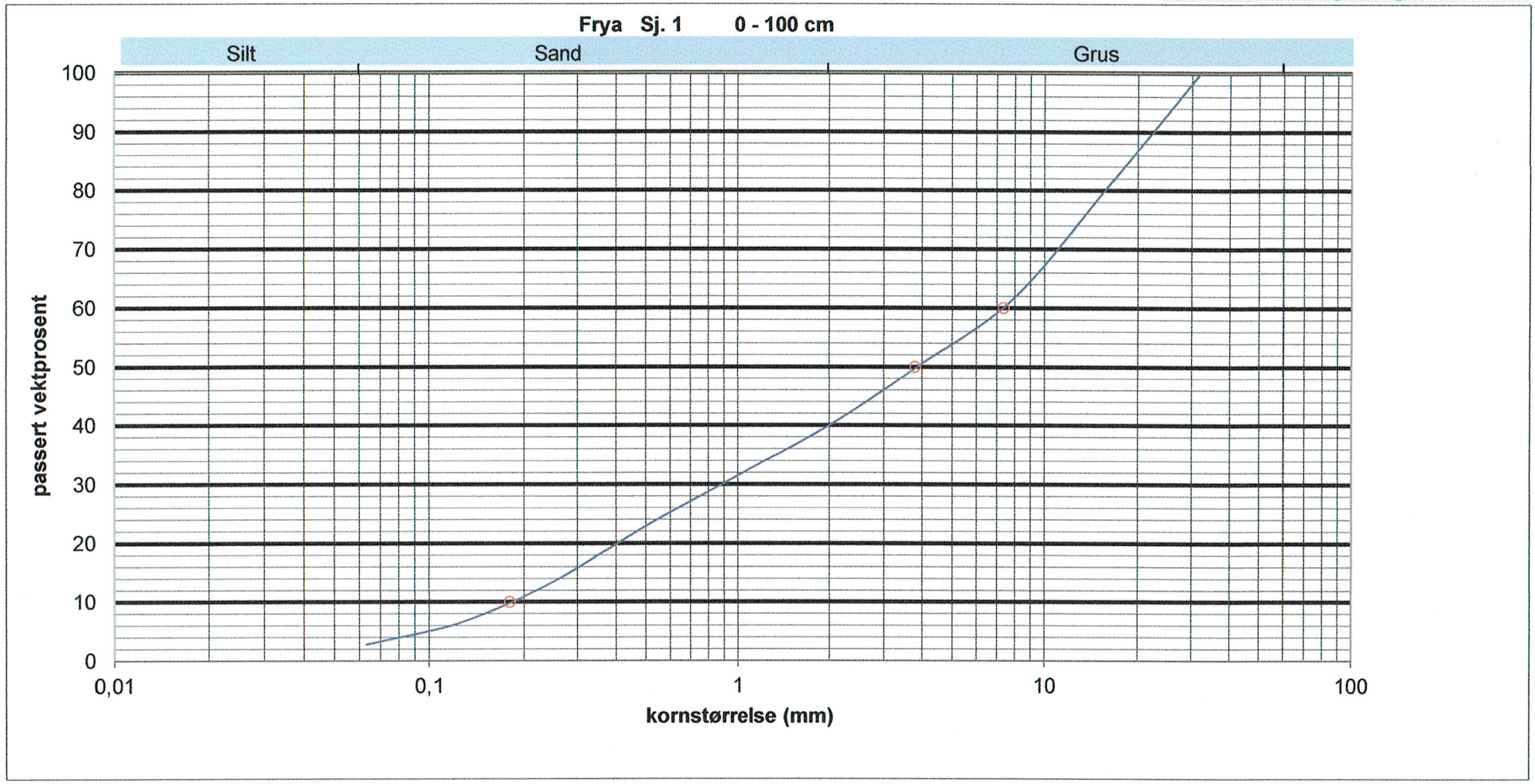
Ness, August Fiskum (2021). «Grunnvanns- og løsmassekartlegging med georadar for etablering av et akvakulturanlegg på Frya i Gudbrandsdalen» (Masteroppgave) Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Regneark basert på «Hantush, M. S. (1967). Growth and decay of groundwater-mounds in response to uniform percolation. Water Resources Research, 3(1), 227-234.»

DesignWaterTableMounding_SIUnits.xls (live.com)

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	1
Oppdrag	Frya Sj. 1		Dybde:	1 - 100 cm

Kornfordelingsdiagram



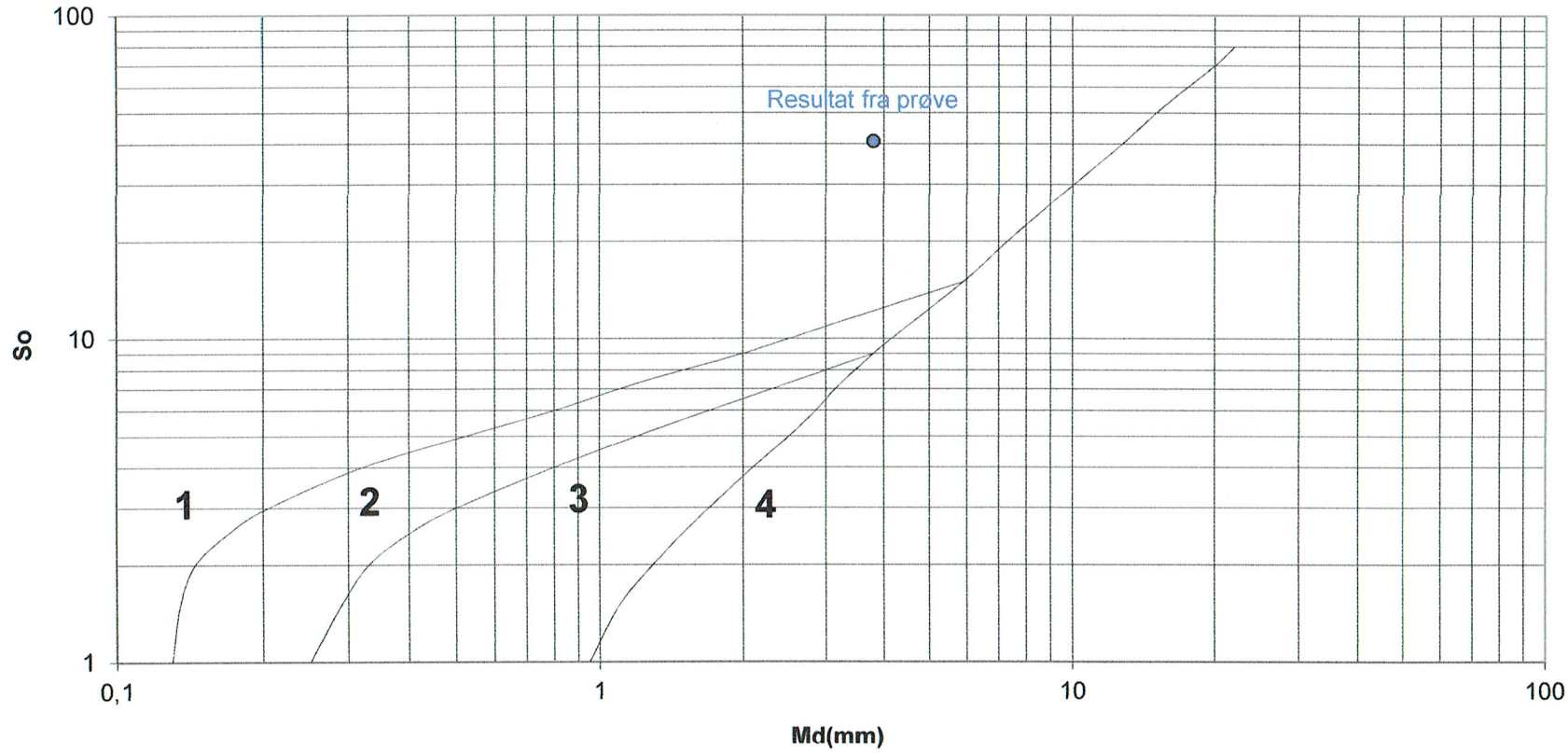
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	2,763636	6,472727	13,45455	22,90909	31,49091	40	50,54545	61,8181818	81	100
passert vekt	0	38	89	185	315	433	550	695	850	1108	1375
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,18	3,8	7,350	40,833							

Dato: 19.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Sj. 1 0 - 100 cm



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

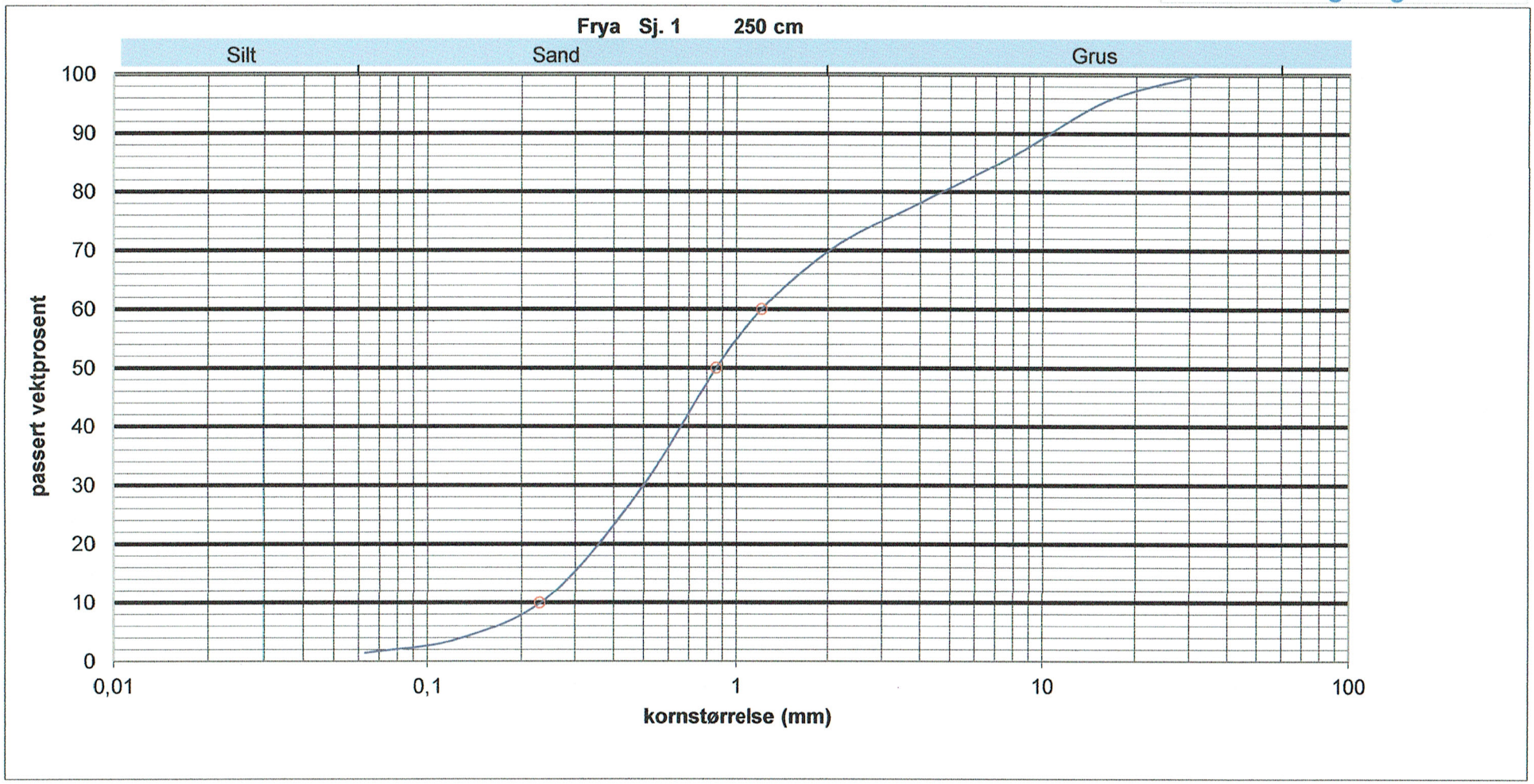
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,18	7,35	40,833	0,107	1,694	3973	1,3E-04	11,1 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 1

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	1
Oppdrag	Frya Sj. 1		Dybde:	250 cm

Kornfordelingsdiagram

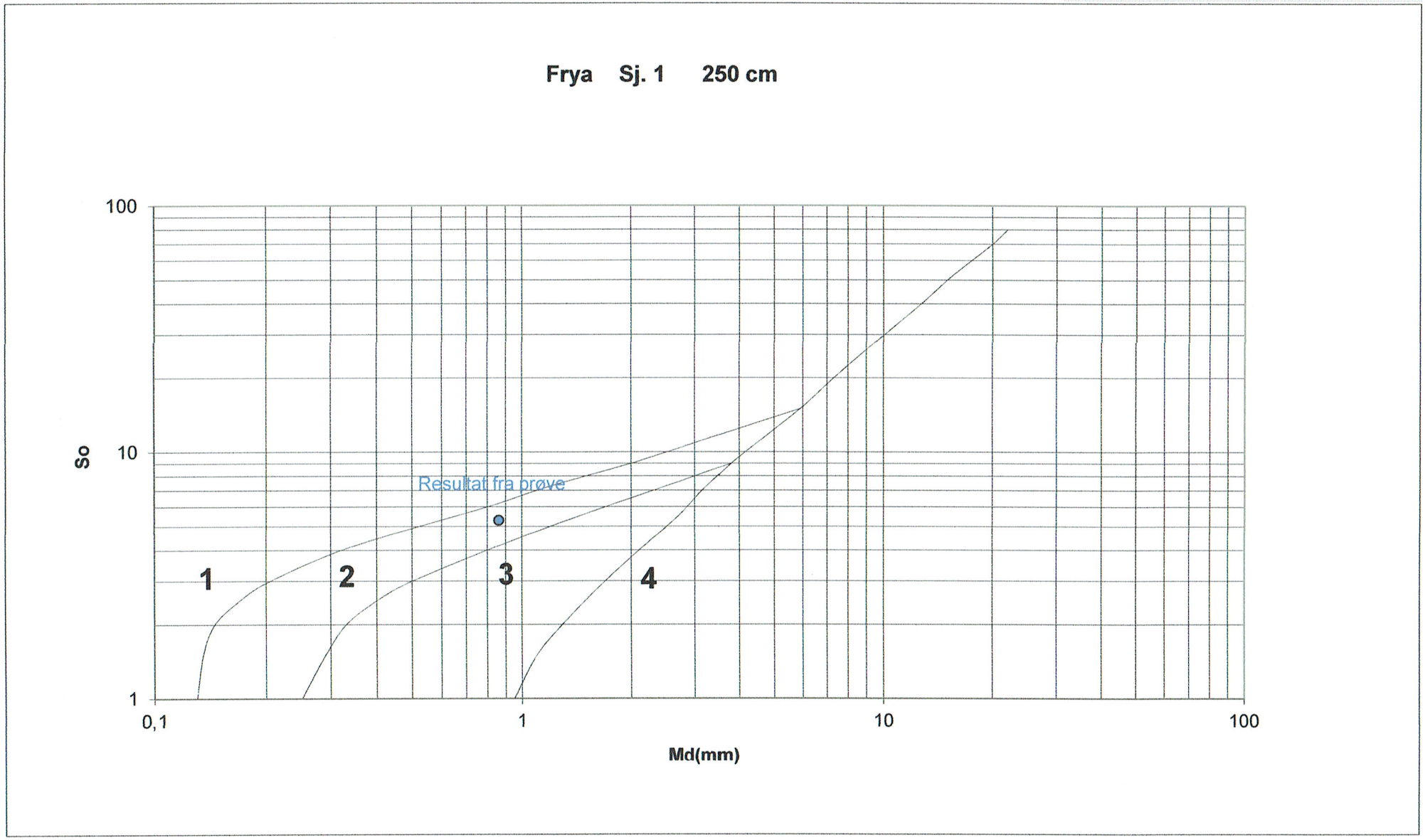


sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	1,427212	3,805899	11,32255	30,0666	54,80495	69,83825	78,11608	86,2036156	96	100
passert vekt	0	15	40	119	316	576	734	821	906	1004	1051
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,23	0,86	1,220	5,304							

Dato: 19.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

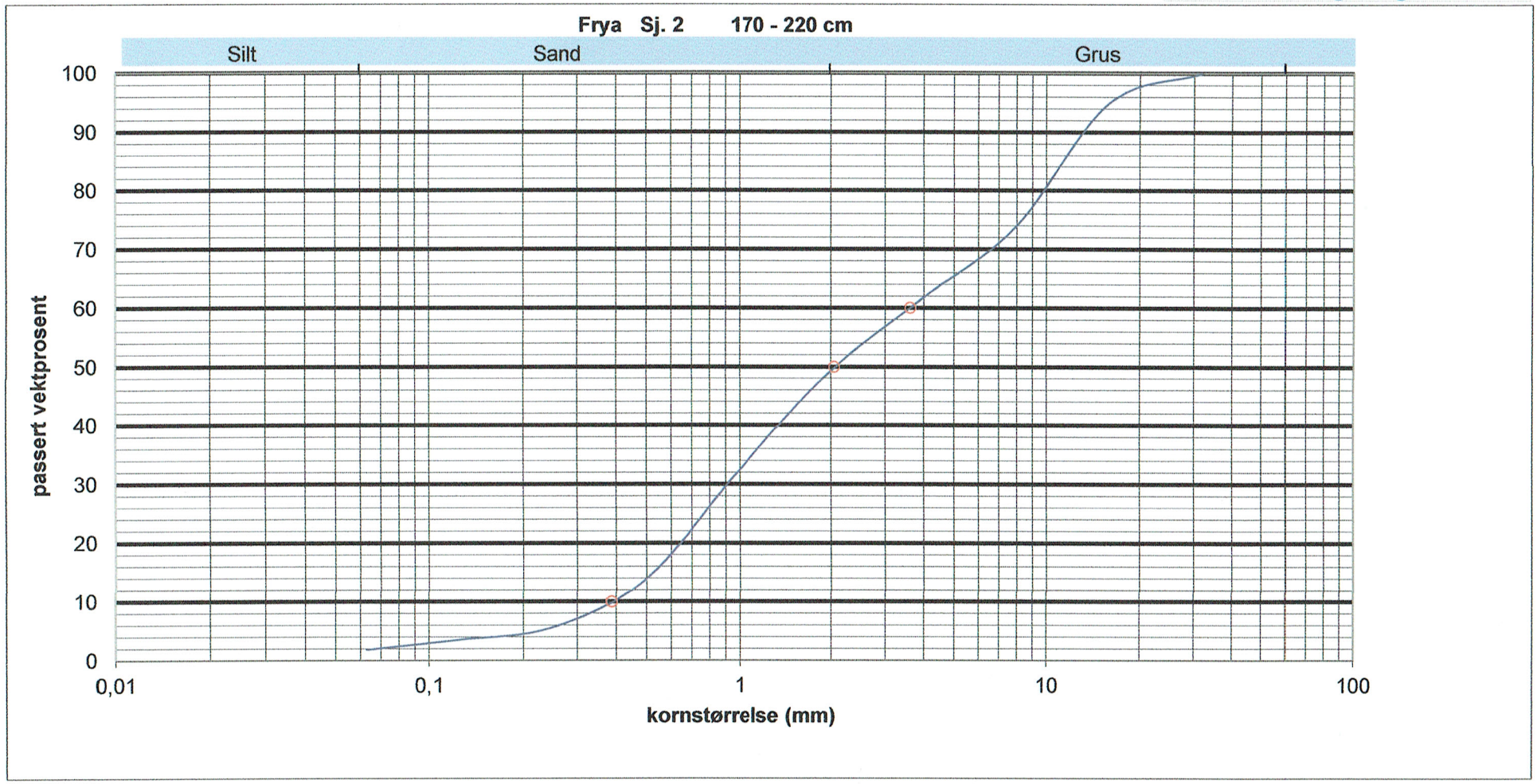
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,23	1,22	5,304	0,210	2,416	13424	7,1E-04	61,4 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 2

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	2
Oppdrag	Frya Sj. 2		Dybde:	170-220 cm

Kornfordelingsdiagram



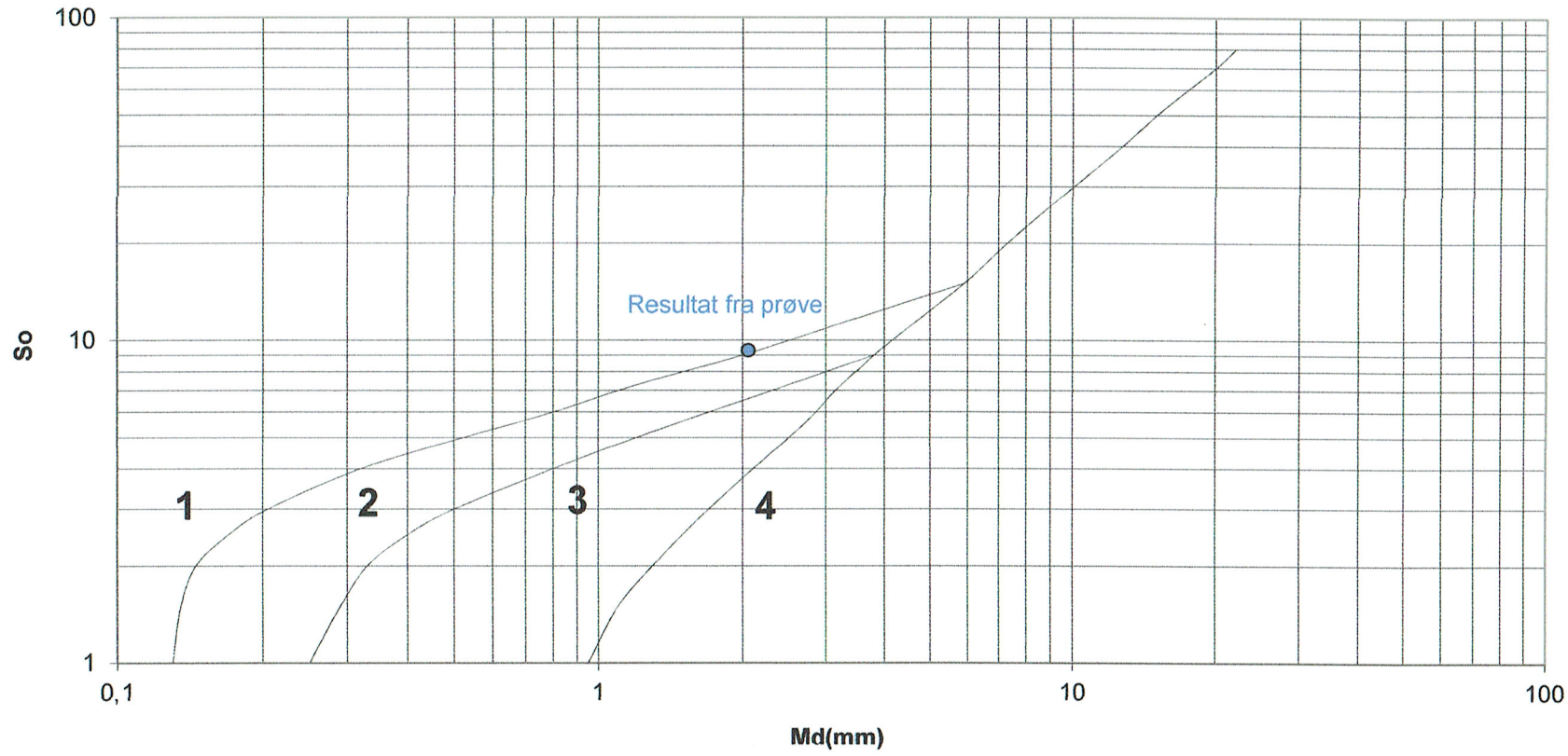
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	1,825843	3,511236	5,617978	13,90449	32,44382	49,29775	61,79775	74,0168539	95	100
passert vekt	0	13	25	40	99	231	351	440	527	676	712
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,387	2,05	3,610	9,328							

Dato: 25.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Sj. 2 170 - 220 cm



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,387	3,61	9,328	0,170	2,071	9956	1,5E-03	128,8 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 1

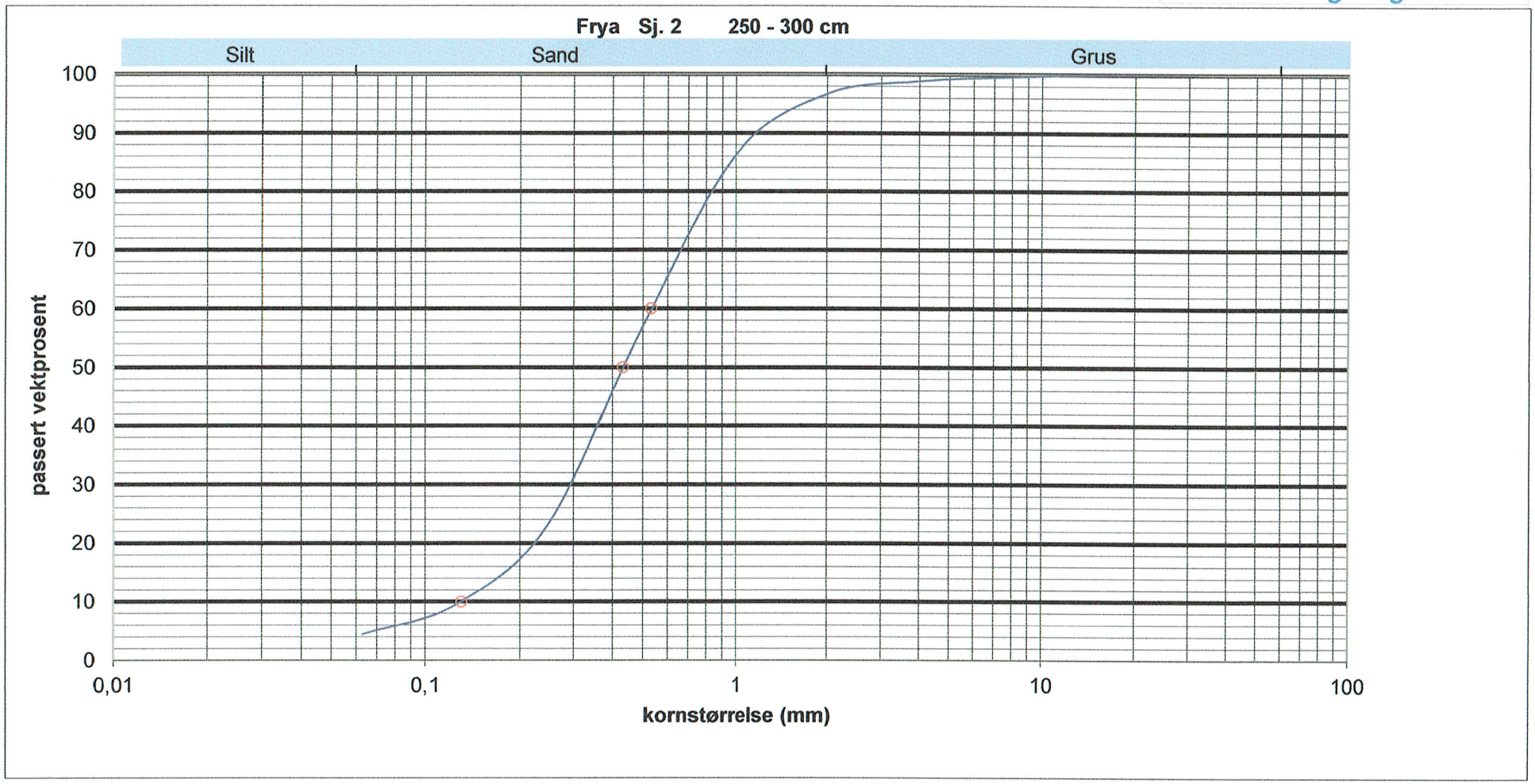
Firma Asplan Viak AFN

Oppdrag Frya Sj. 2

Prøvepunkt: 2

Dybde: 250-300 cm

Kornfordelingsdiagram



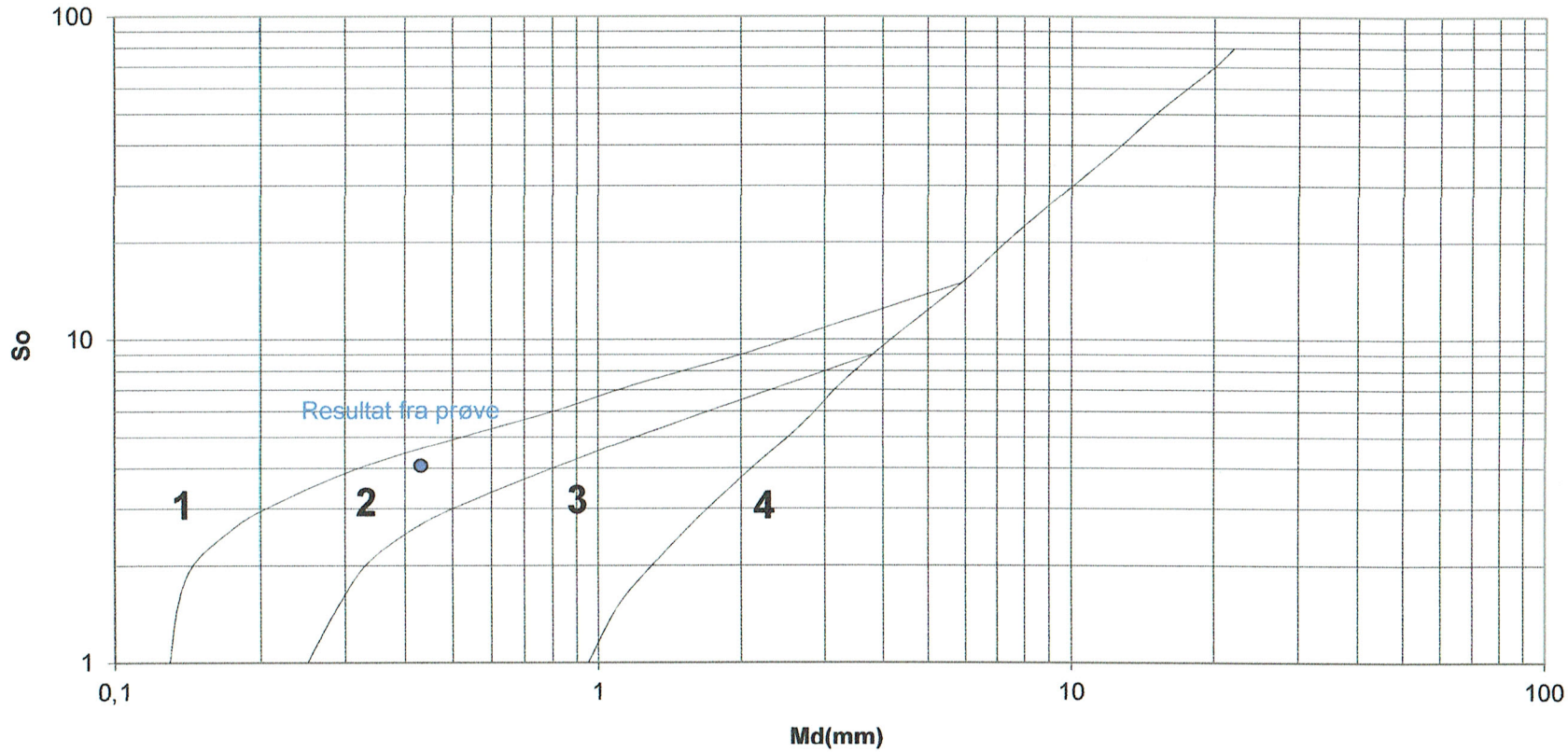
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	4,439746	9,513742	23,5377	57,08245	86,25793	96,68781	98,87245	99,6476392	100	100
passert vekt	0	63	135	334	810	1224	1372	1403	1414	1419	1419
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,13	0,431	0,530	4,077							

Dato: 25.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Sj. 2 250 - 300 cm



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

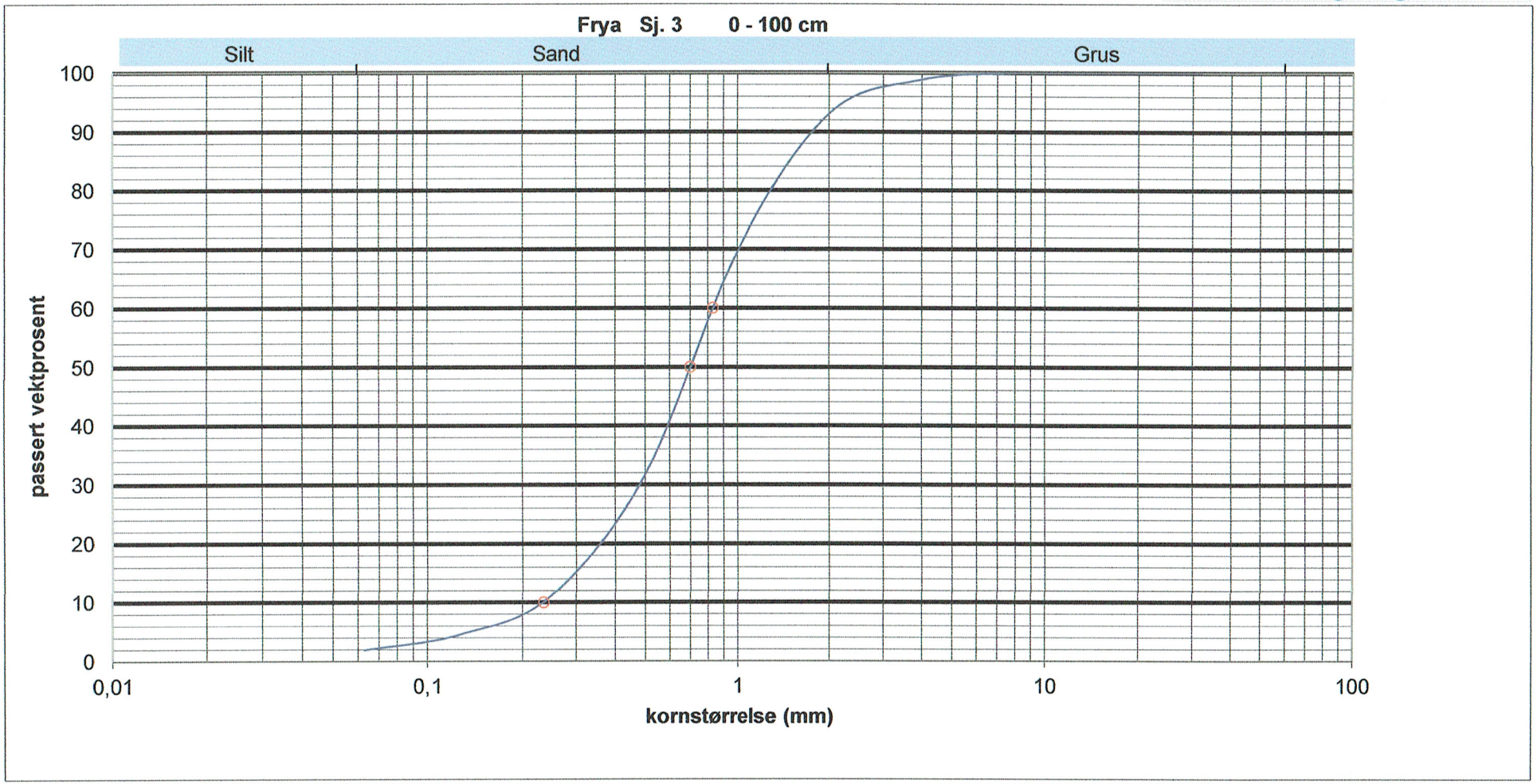
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,13	0,53	4,077	0,233	2,652	14959	2,5E-04	21,8 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 2

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	3
Oppdrag	Frya Sj. 3		Dybde:	0-100 cm

Kornfordelingsdiagram



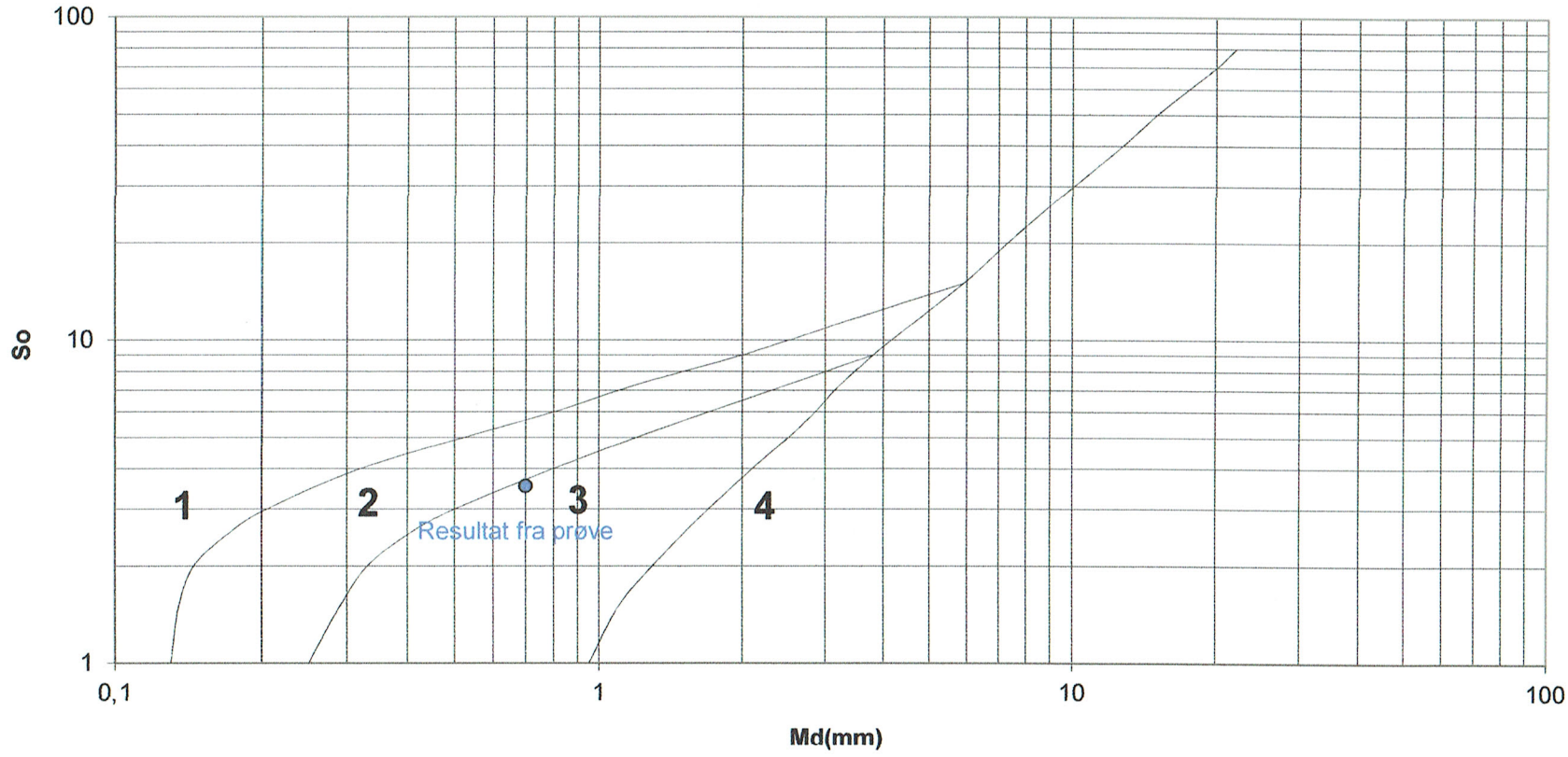
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	1,901141	4,467681	11,21673	31,74905	69,58175	93,06084	98,85932	100	100	100
passert vekt	0	20	47	118	334	732	979	1040	1052	1052	1052
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,235	0,7	0,830	3,532							

Dato: 25.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Sj. 3 0 - 100 cm



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

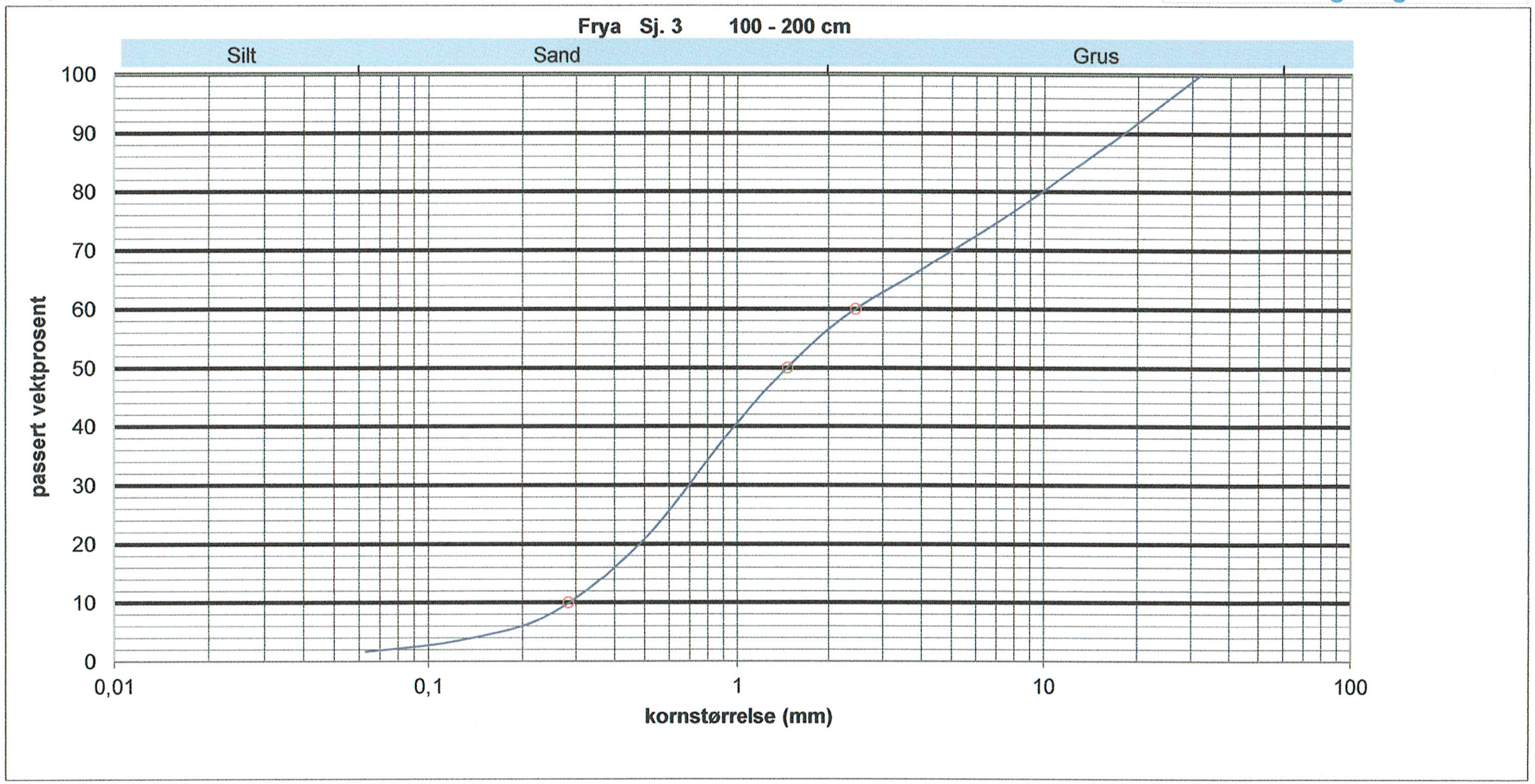
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,235	0,83	3,532	0,247	2,808	15677	8,7E-04	74,8 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 3

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	3
Oppdrag	Frya Sj. 3		Dybde:	100-200 cm

Kornfordelingsdiagram



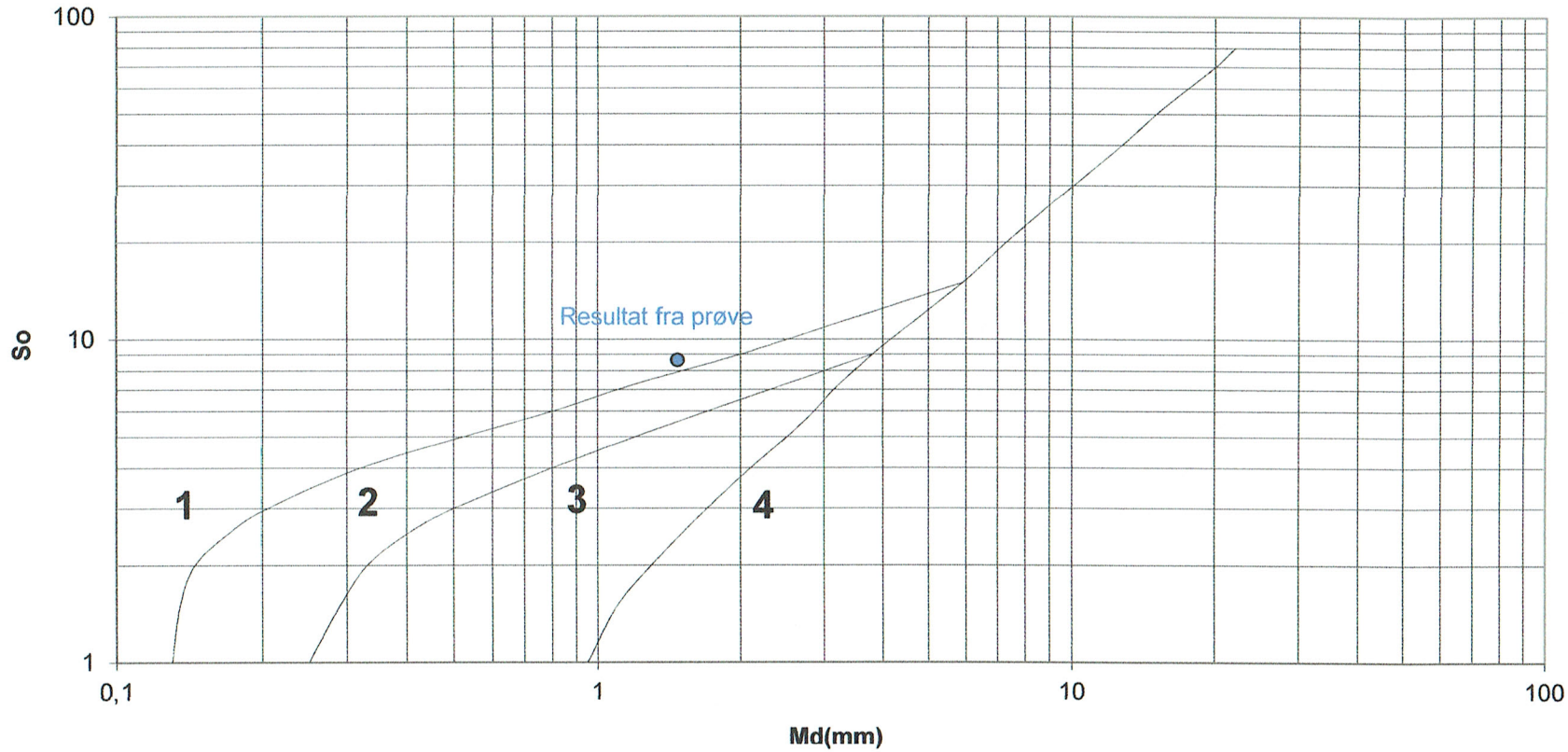
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	1,622875	3,554869	8,191654	20,86553	40,57187	56,56878	66,76971	76,7387944	88	100
passert vekt	0	21	46	106	270	525	732	864	993	1139	1294
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,283	1,47	2,450	8,657							

Dato: 25.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Sj. 3 100 - 200 cm



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

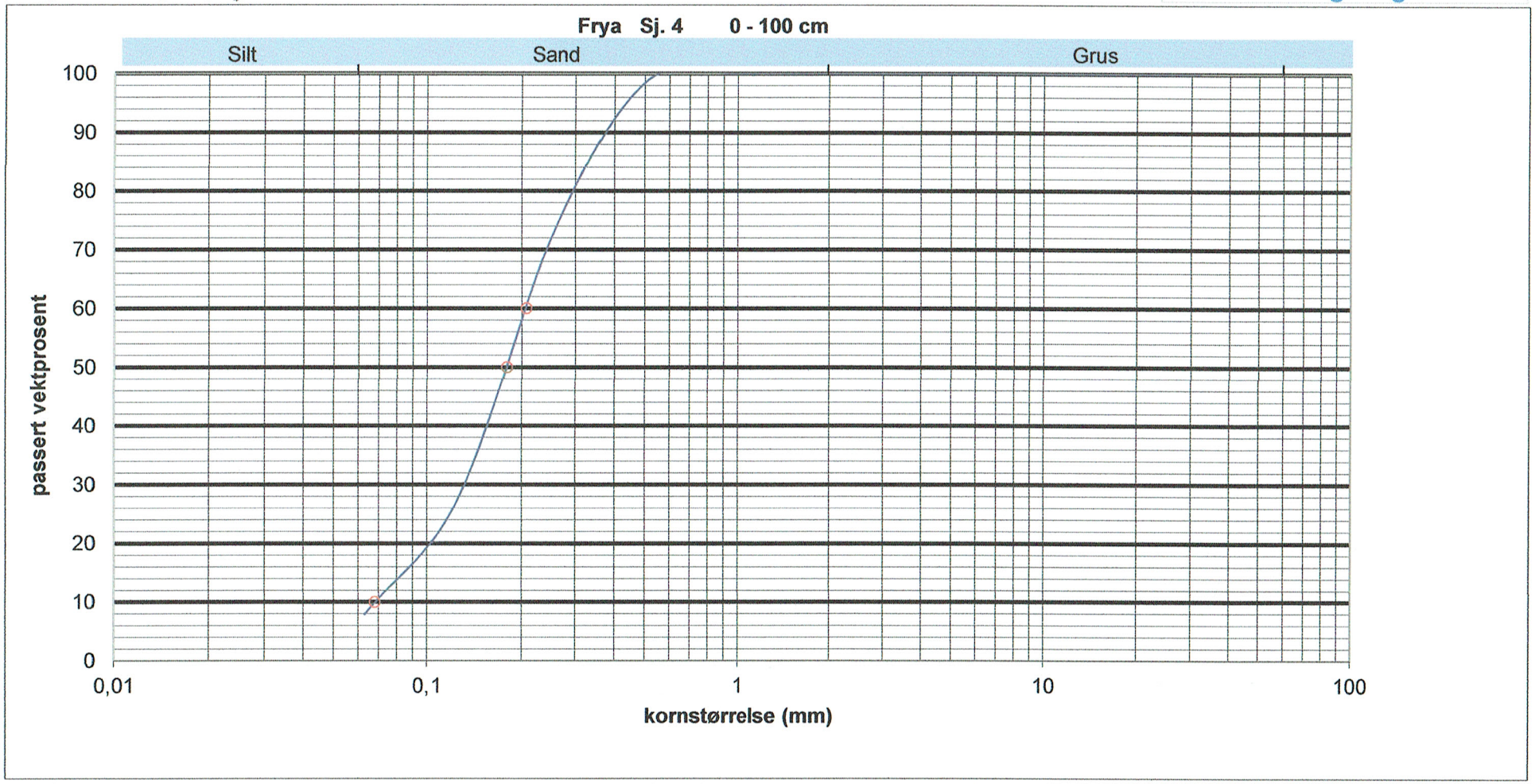
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,283	2,45	8,657	0,175	2,107	10395	8,3E-04	71,9 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 1

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	4
Oppdrag	Frya Sj.4		Dybde:	0-100 cm

Kornfordelingsdiagram

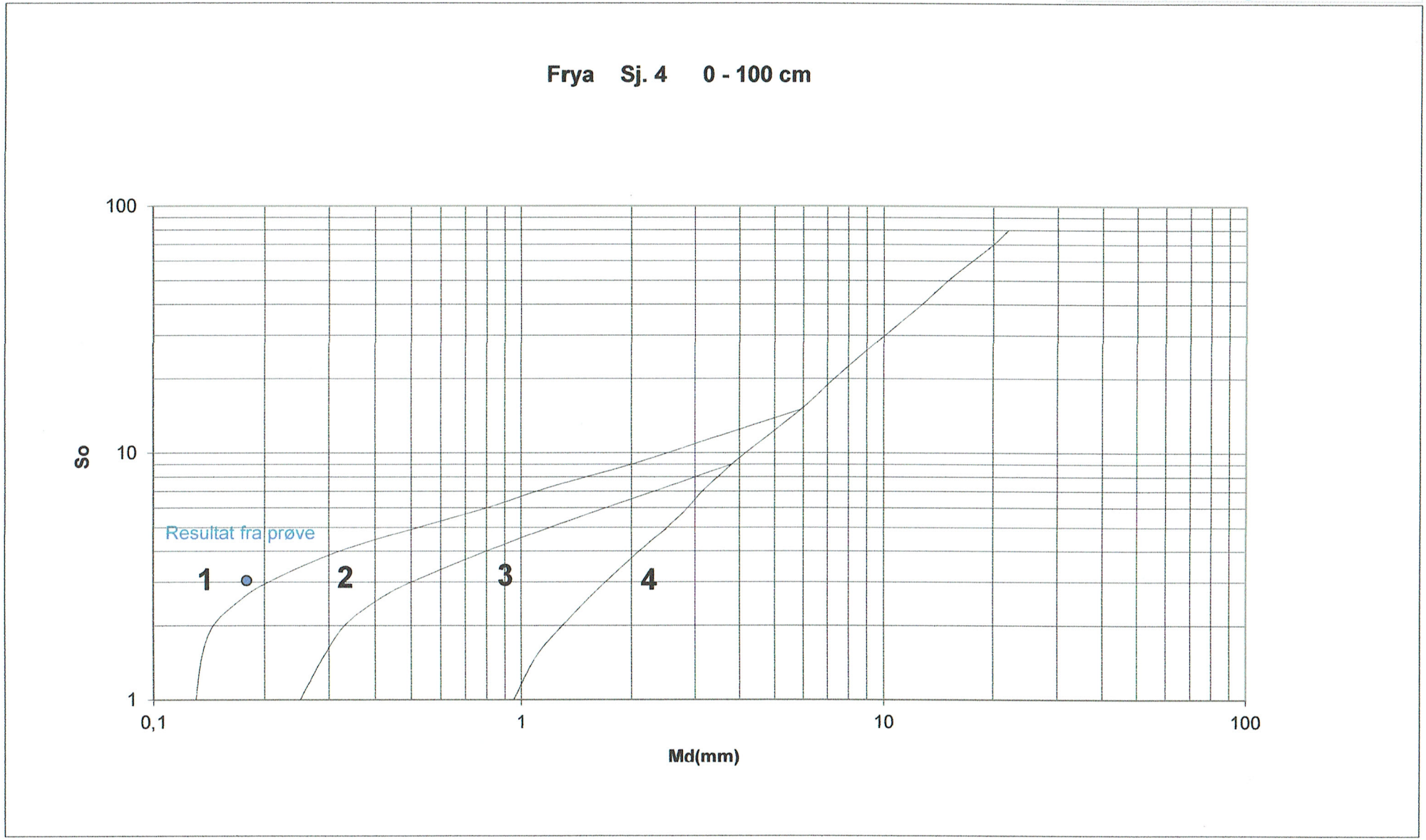


sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	7,865169	27,47702	71,91011	98,46782	100	100	100	100	100	100
passert vekt	0	77	269	704	964	979	979	979	979	979	979
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,068	0,179	0,207	3,044							

Dato: 25.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

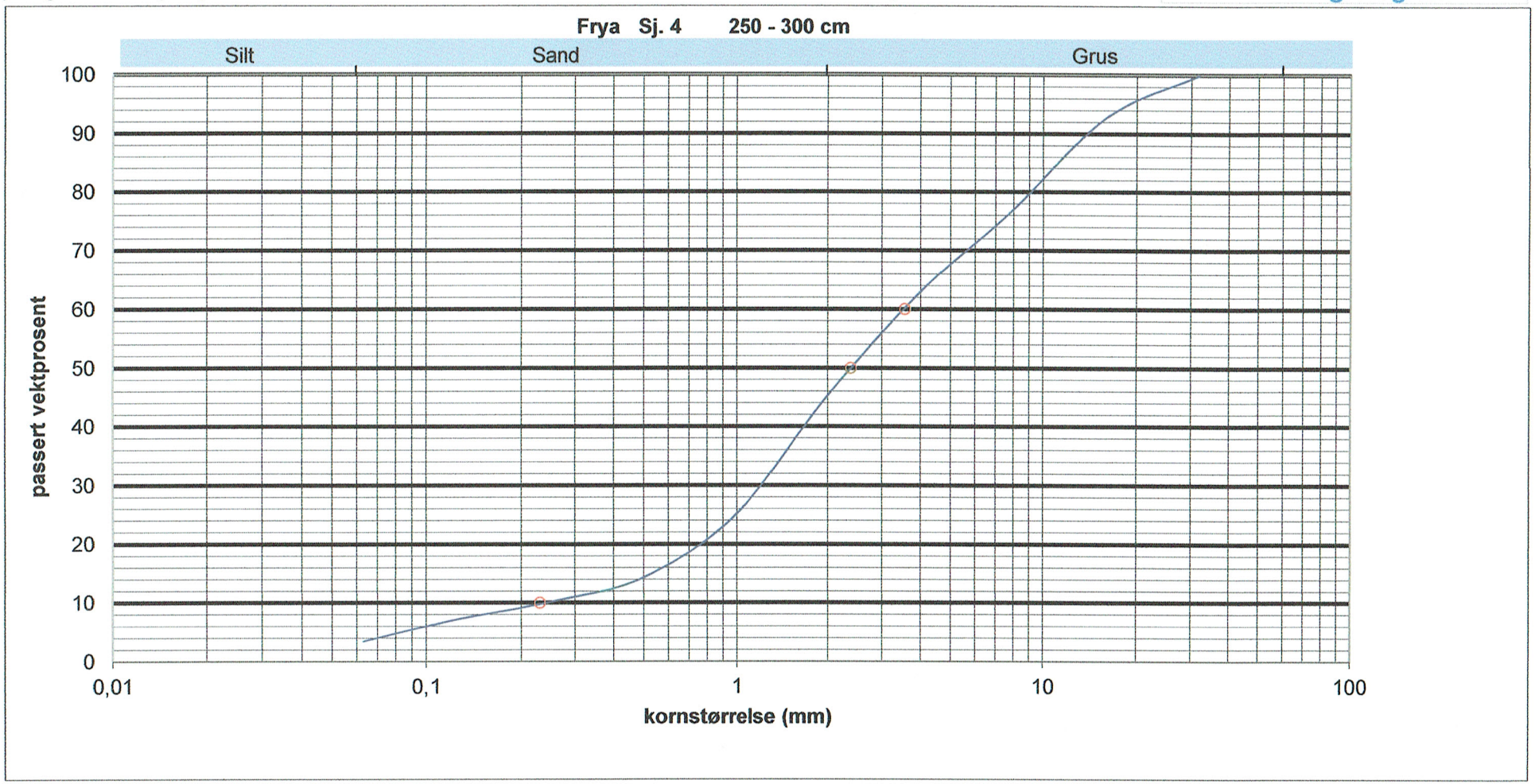
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,068	0,207	3,044	0,263	2,997	16278	7,5E-05	6,5 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 1

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	4
Oppdrag	Frya Sj. 4		Dybde:	250-300 cm

Kornfordelingsdiagram



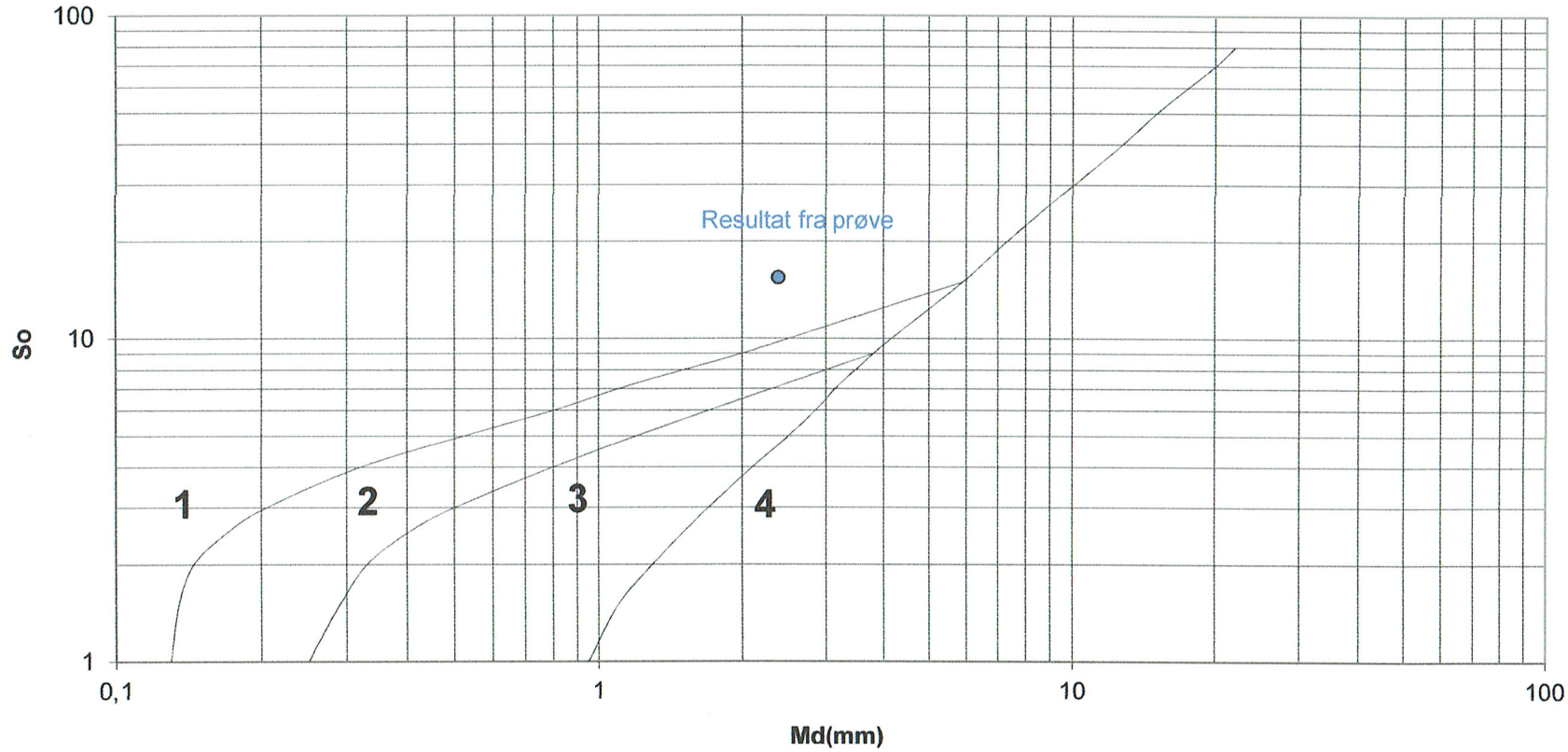
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	3,4354	7,169529	10,15683	14,33906	25,16804	45,25765	62,95743	76,9977595	93	100
passert vekt	0	46	96	136	192	337	606	843	1031	1242	1339
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,23	2,38	3,560	15,478							

Dato: 25.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Sj. 4 250 - 300 cm



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

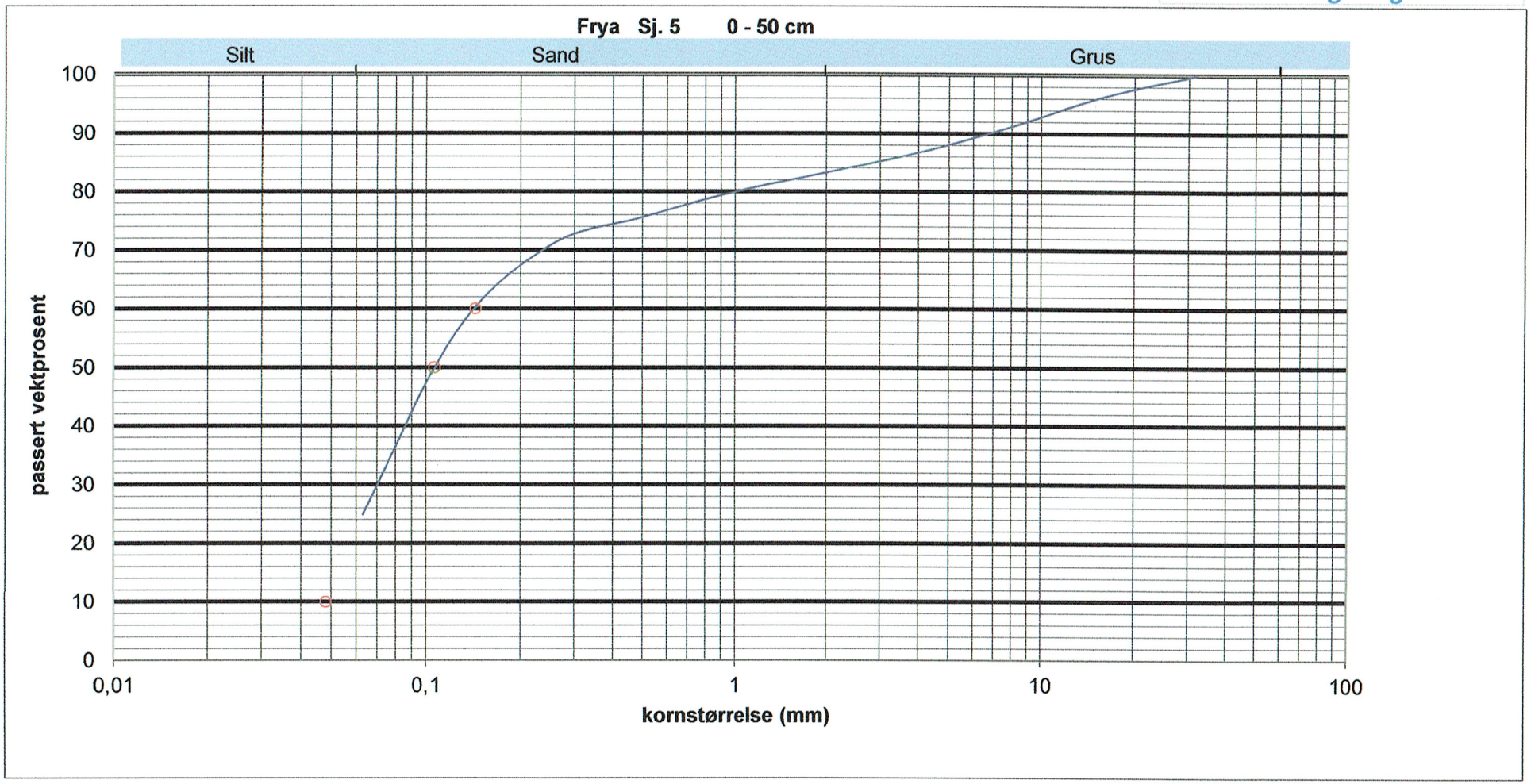
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,23	3,56	15,478	0,143	1,882	7317	3,9E-04	33,4 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 1

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	5
Oppdrag	Frya Sj. 5		Dybde:	0-50 cm

Kornfordelingsdiagram



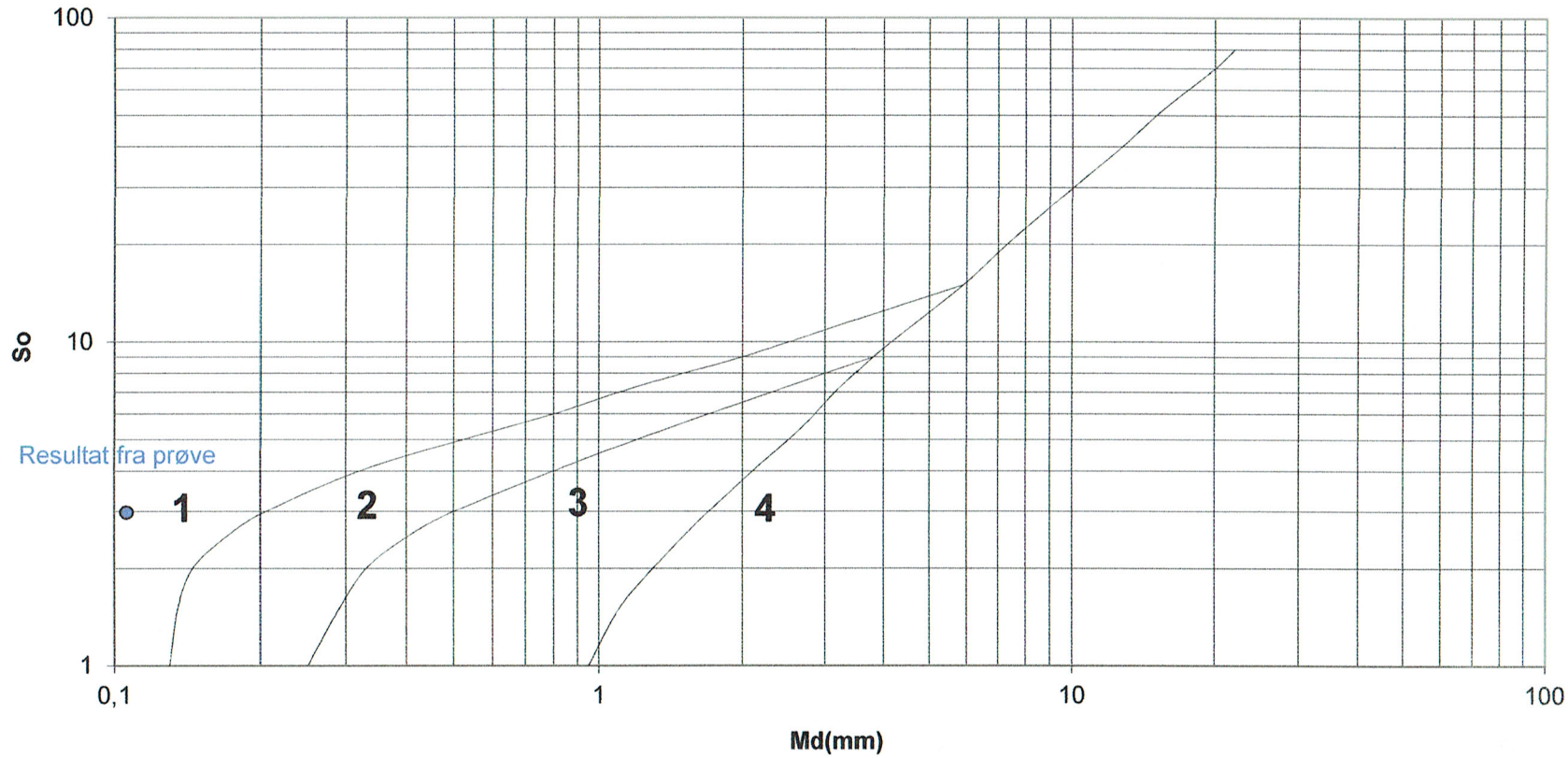
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	24,87562	56,21891	70,8126	75,62189	79,93367	83,25041	86,733	91,2106136	96	100
passert vekt	0	150	339	427	456	482	502	523	550	581	603
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,048	0,106	0,143	2,979							

Dato: 26.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Sj. 5 0 - 50 cm



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

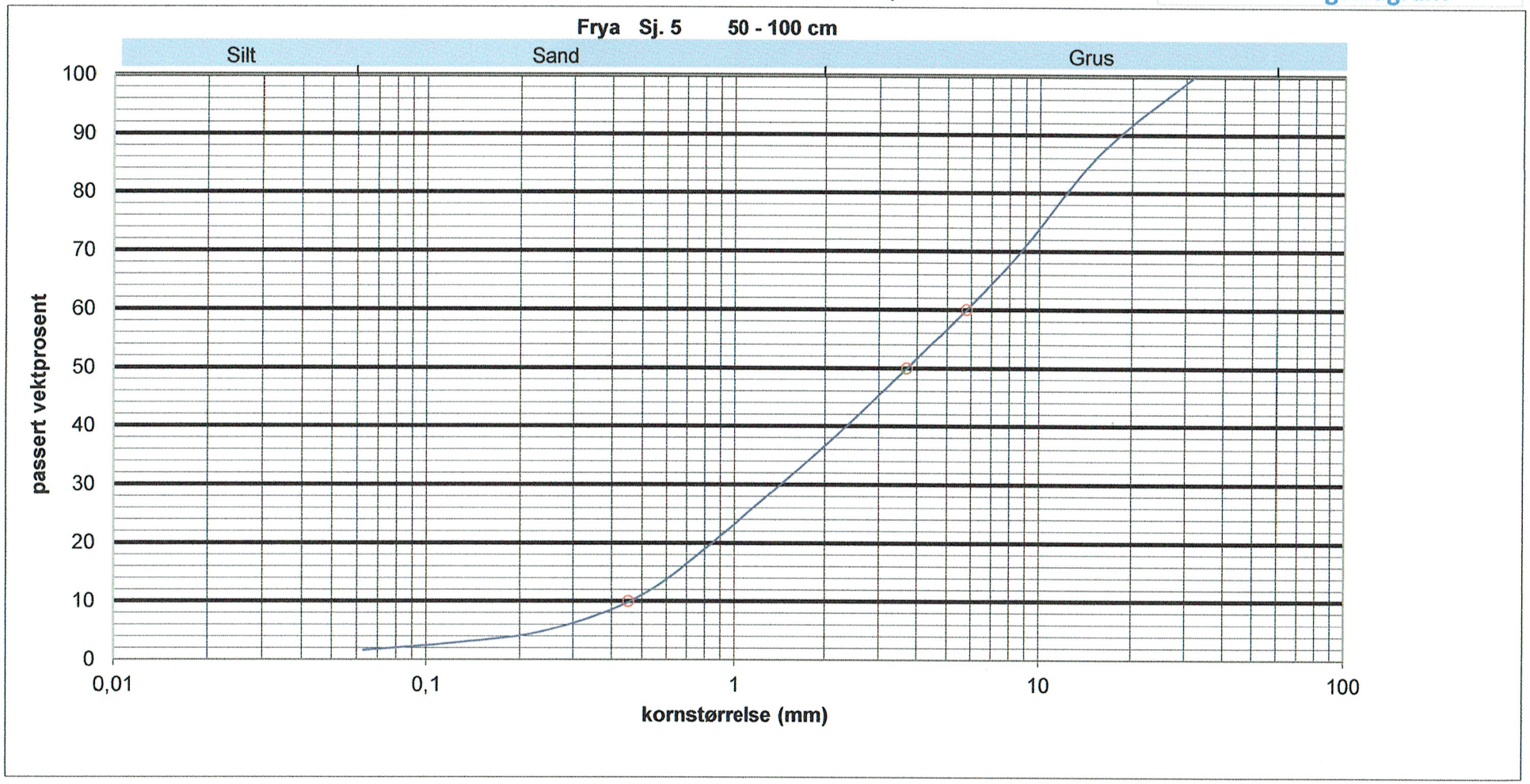
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,048	0,143	2,979	0,265	3,027	16351	3,8E-05	3,3 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 1

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	5
Oppdrag	Frya Sj. 5		Dybde:	50 - 100 cm

Kornfordelingsdiagram



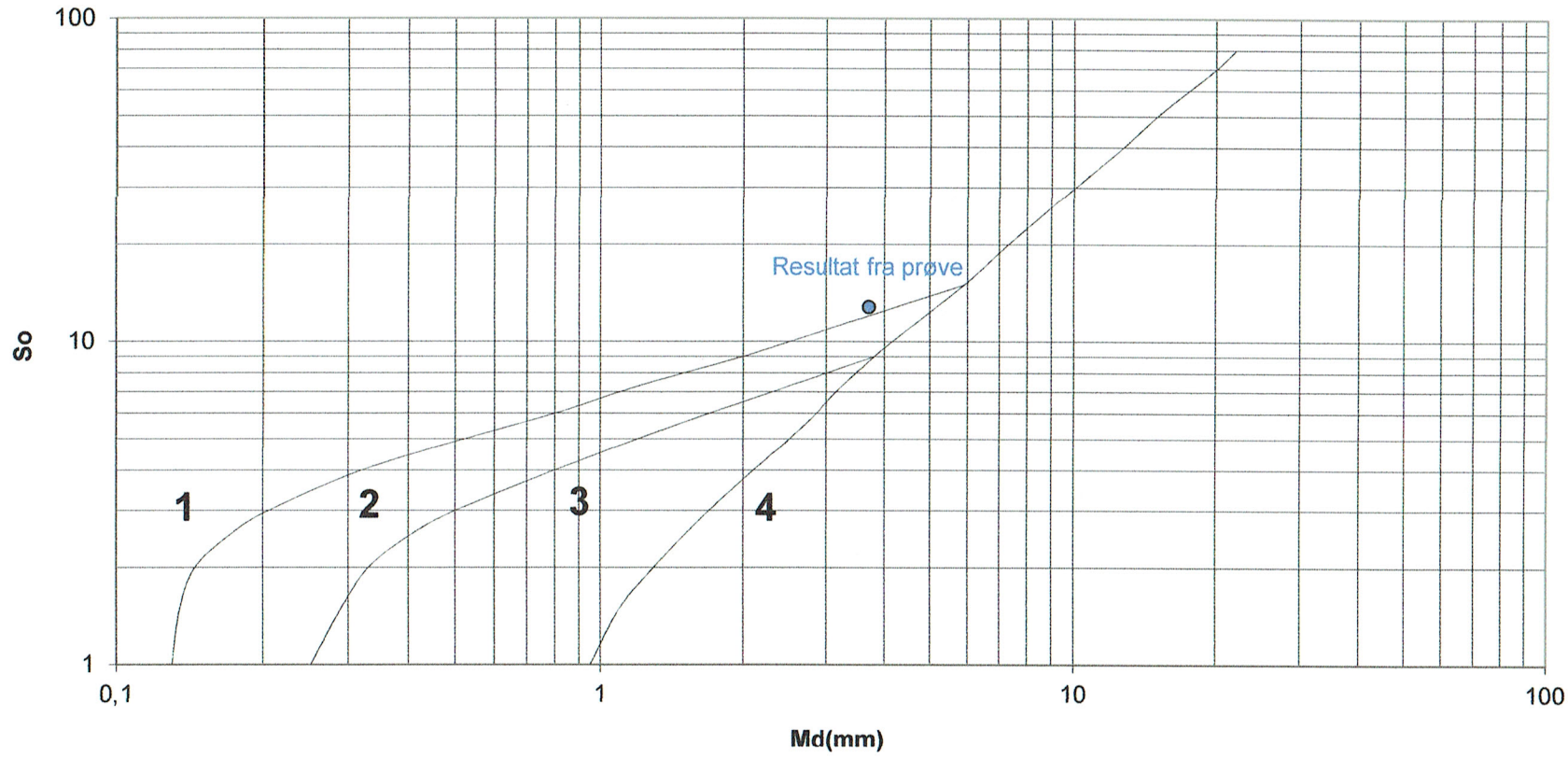
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	1,598837	2,906977	5,087209	11,04651	23,18314	36,62791	51,67151	67,7325581	87	100
passert vekt	0	22	40	70	152	319	504	711	932	1198	1376
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,452	3,7	5,800	12,832							

Dato: 26.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Sj. 5 50 - 100 cm



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

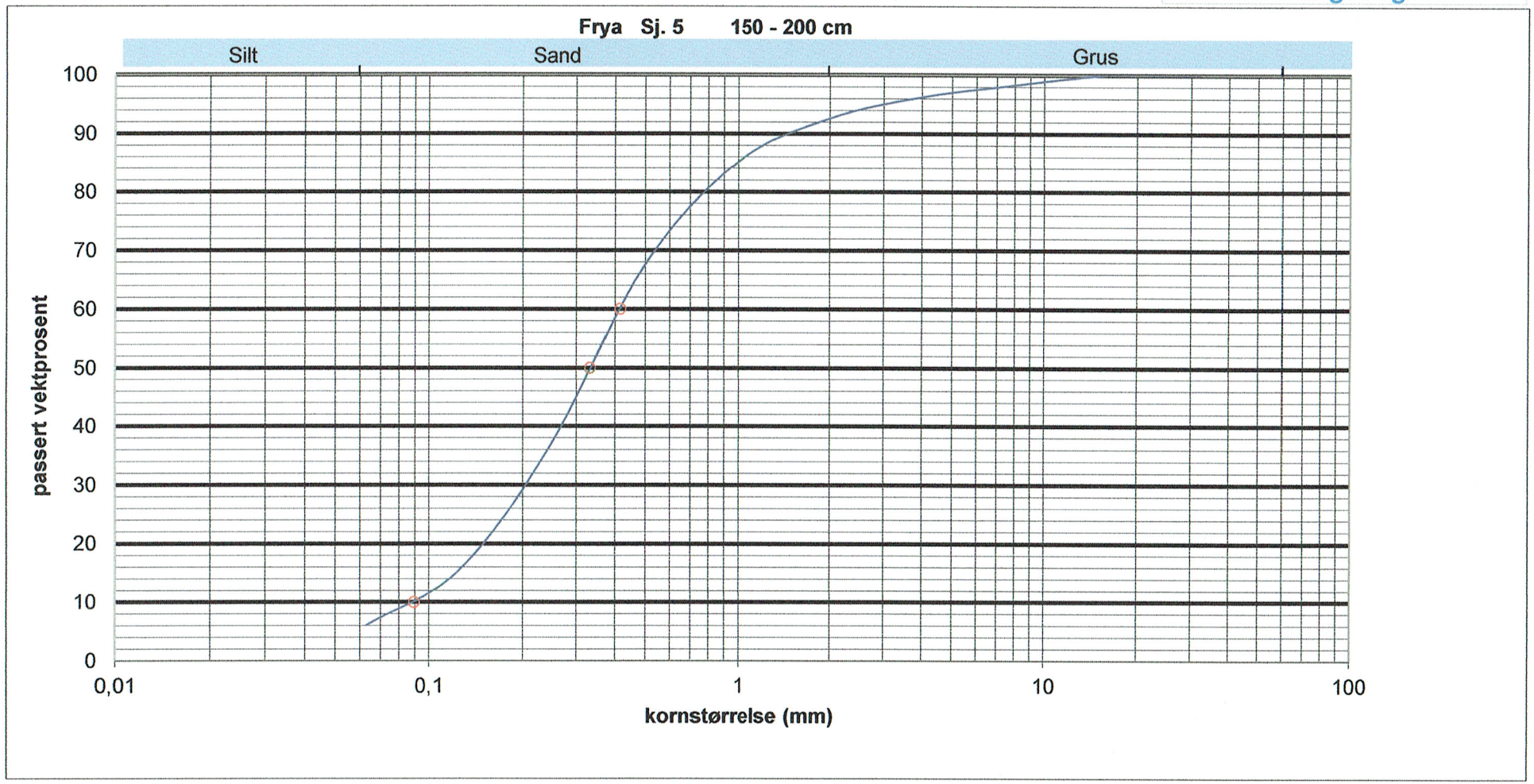
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,452	5,8	12,832	0,152	1,942	8220	1,7E-03	145,1 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 1

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	5
Oppdrag	Frya Sj. 5		Dybde:	150 - 200 cm

Kornfordelingsdiagram



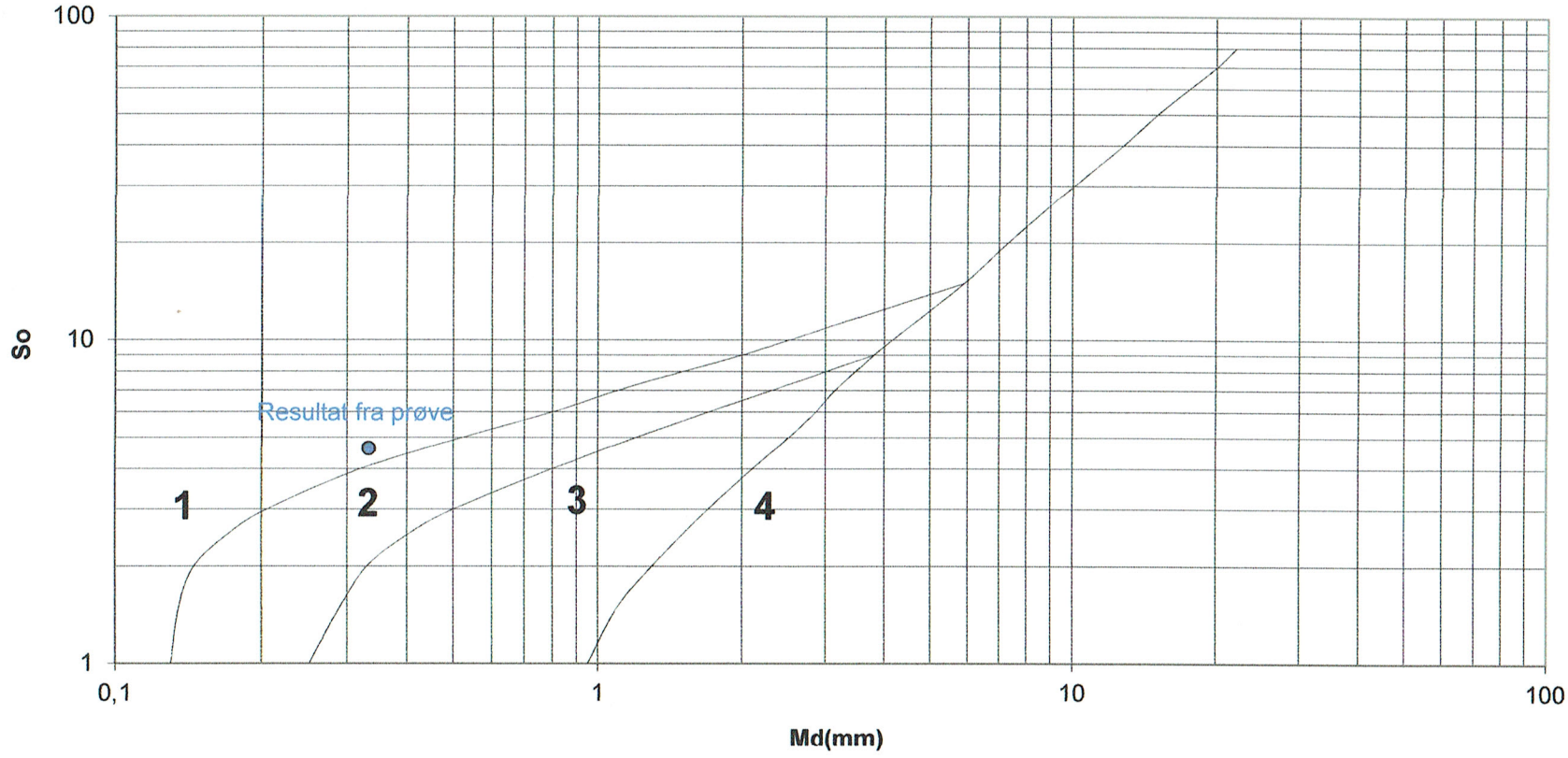
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	6,080207	15,52393	37,25744	67,65847	85,1229	92,62613	96,24838	98,3182406	100	100
passert vekt	0	47	120	288	523	658	716	744	760	773	773
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,0895	0,333	0,415	4,637							

Dato: 26.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Sj. 5 150 - 200 cm



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

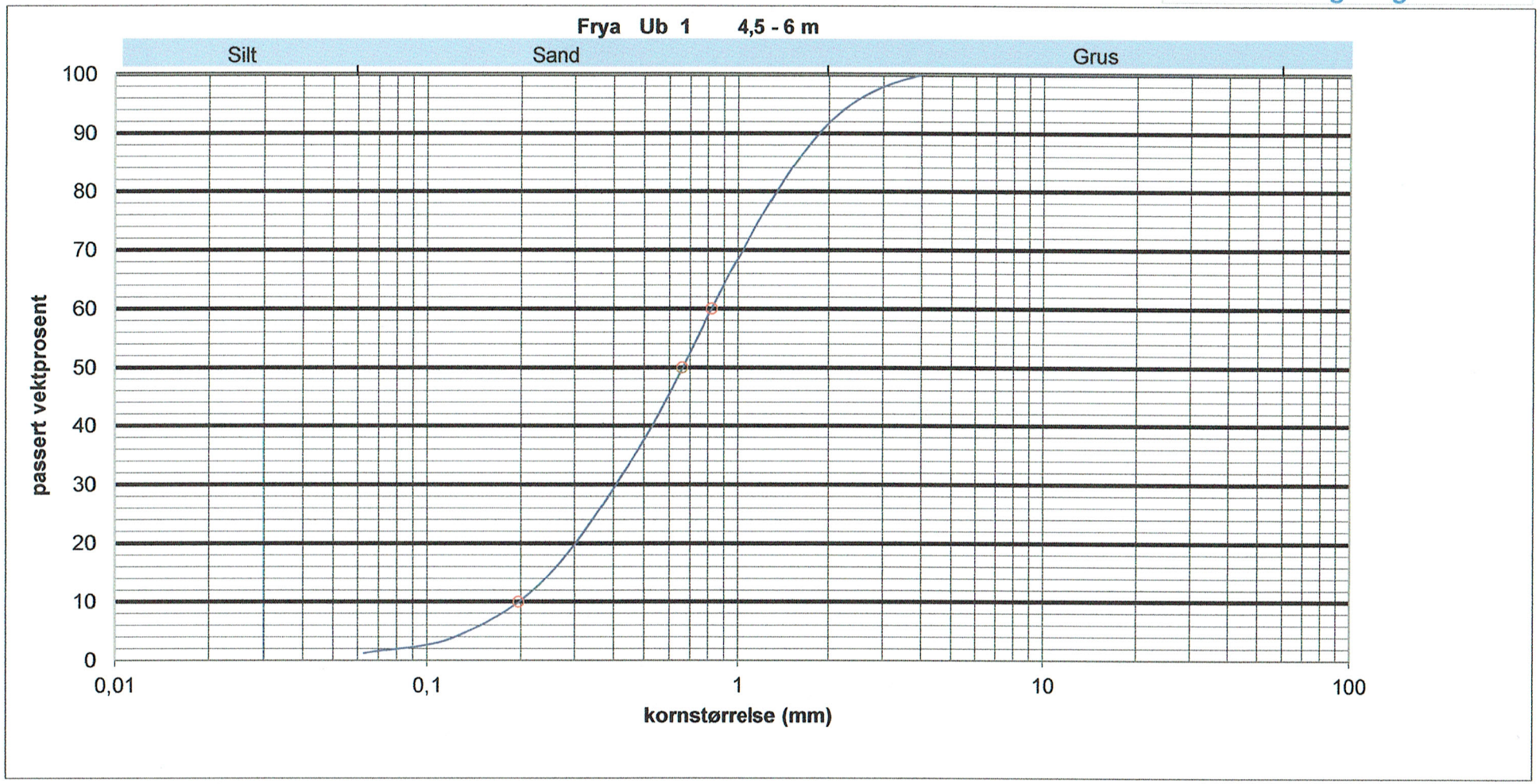
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,0895	0,415	4,637	0,222	2,529	14233	1,1E-04	9,9 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 1

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	Ub 1
Oppdrag	Frya Ub 1		Dybde:	4,5 - 6 m

Kornfordelingsdiagram



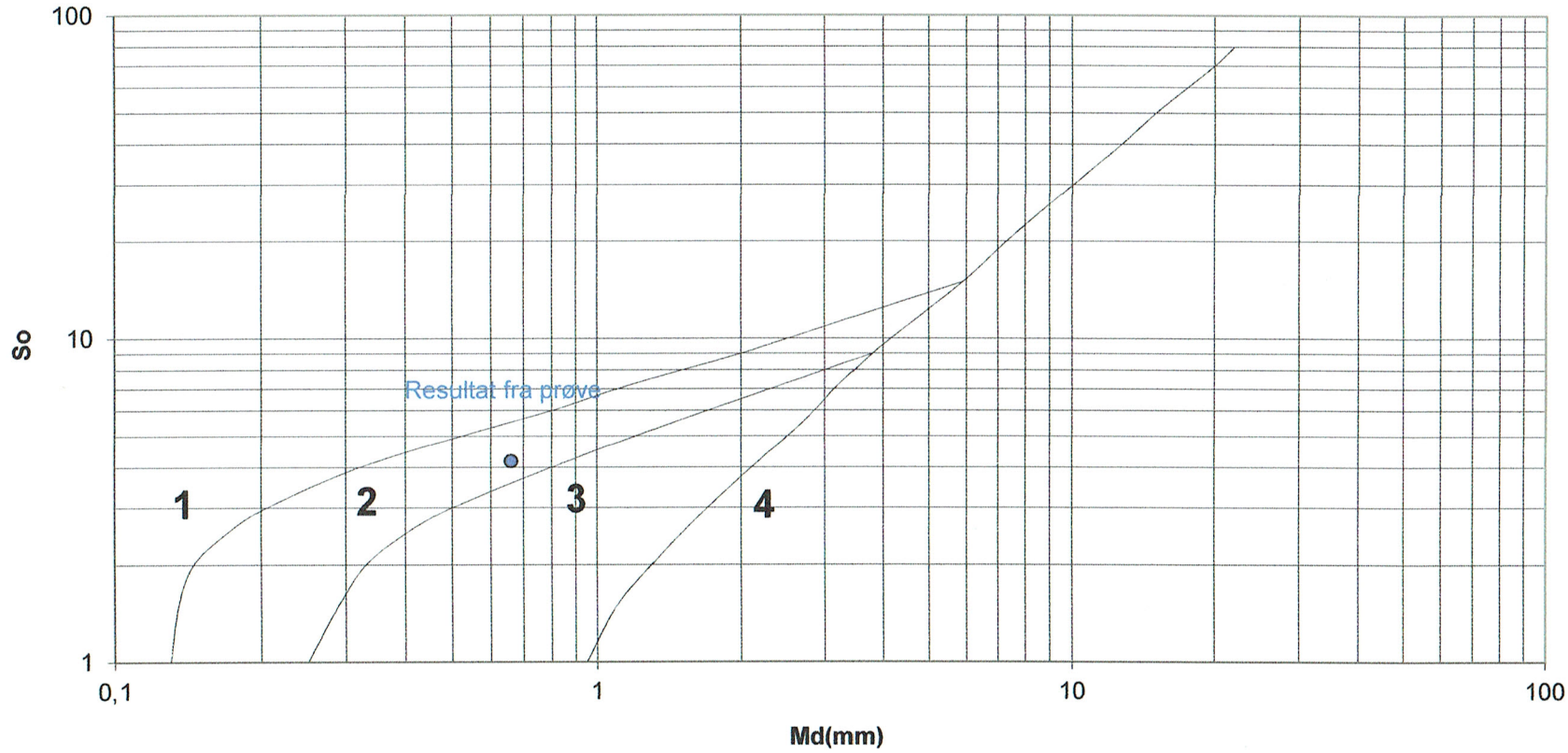
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	1,231717	4,157044	14,85758	37,64434	68,51424	91,76289	100	100	100	100
passert vekt	0	16	54	193	489	890	1192	1299	1299	1299	1299
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,196	0,66	0,820	4,184							

Dato: 26.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Ub 1 4,5 - 6 m



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

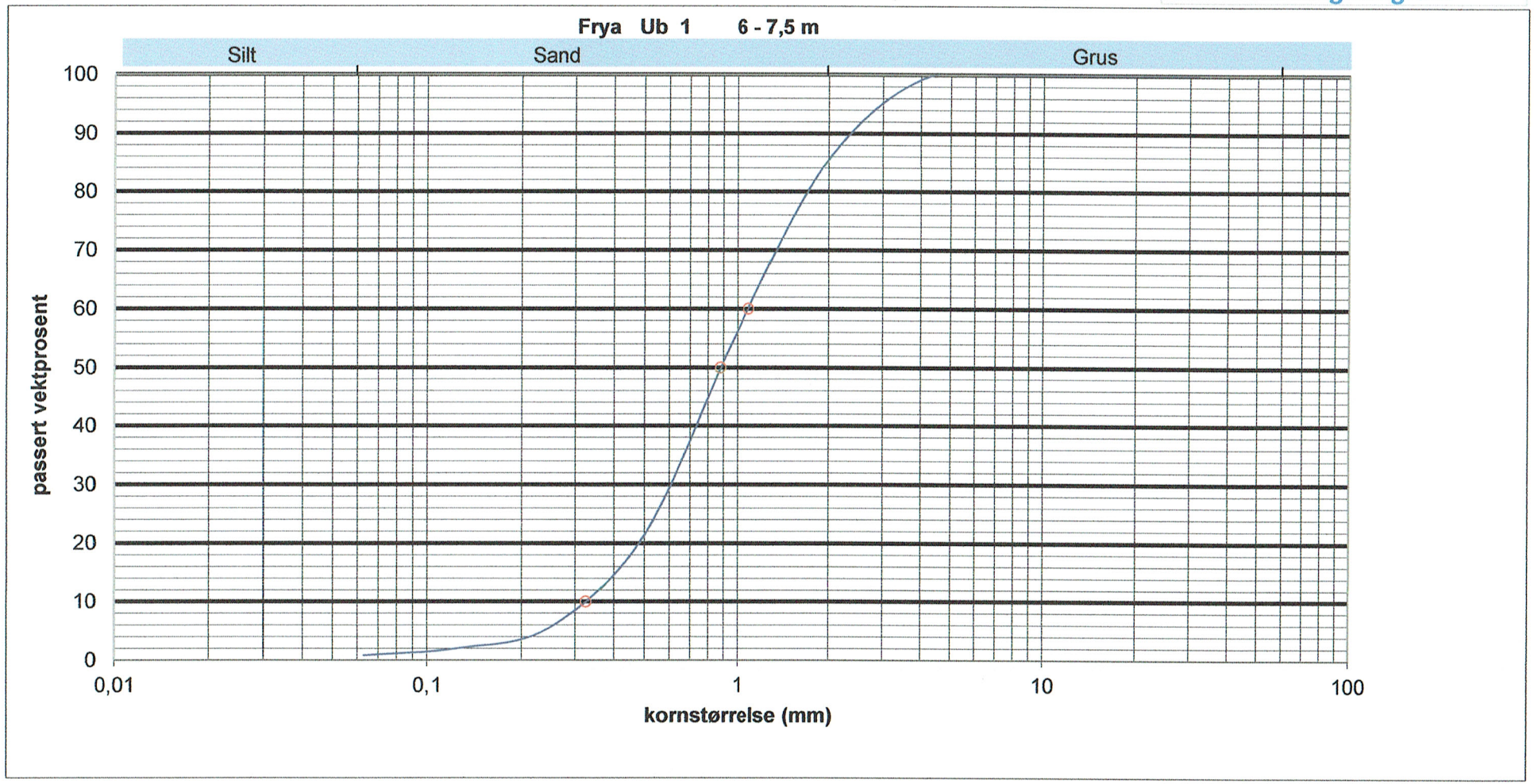
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,196	0,82	4,184	0,231	2,626	14818	5,7E-04	49,2 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 2

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	Ub 1
Oppdrag	Frya Ub 1		Dybde:	6 - 7,5 m

Kornfordelingsdiagram



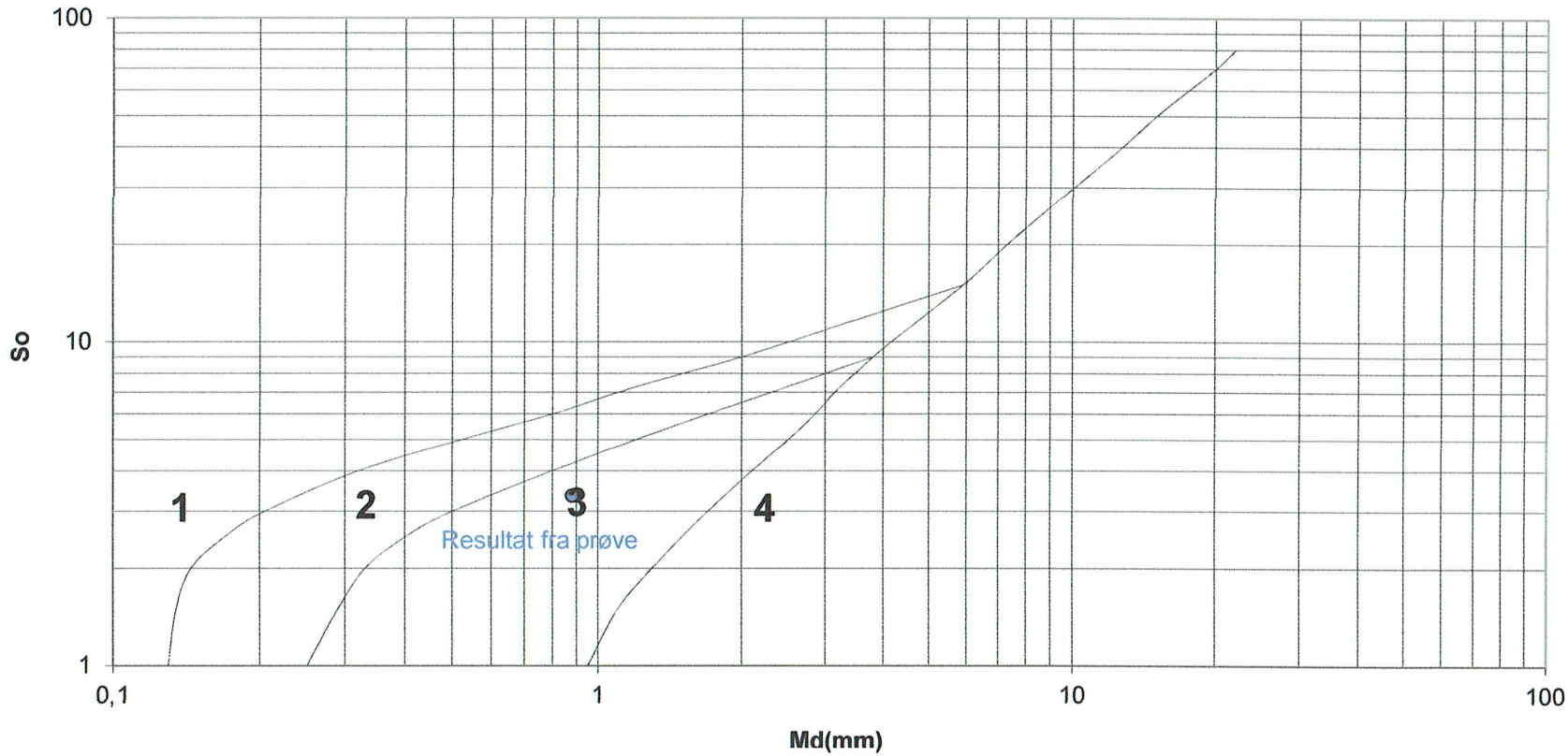
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	0,813835	2,034588	5,696846	21,4649	56,15463	85,4527	99,18616	100	100	100
passert vekt	0	8	20	56	211	552	840	975	983	983	983
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,325	0,88	1,090	3,354							

Dato: 26.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Ub 1 6 - 7,5 m



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

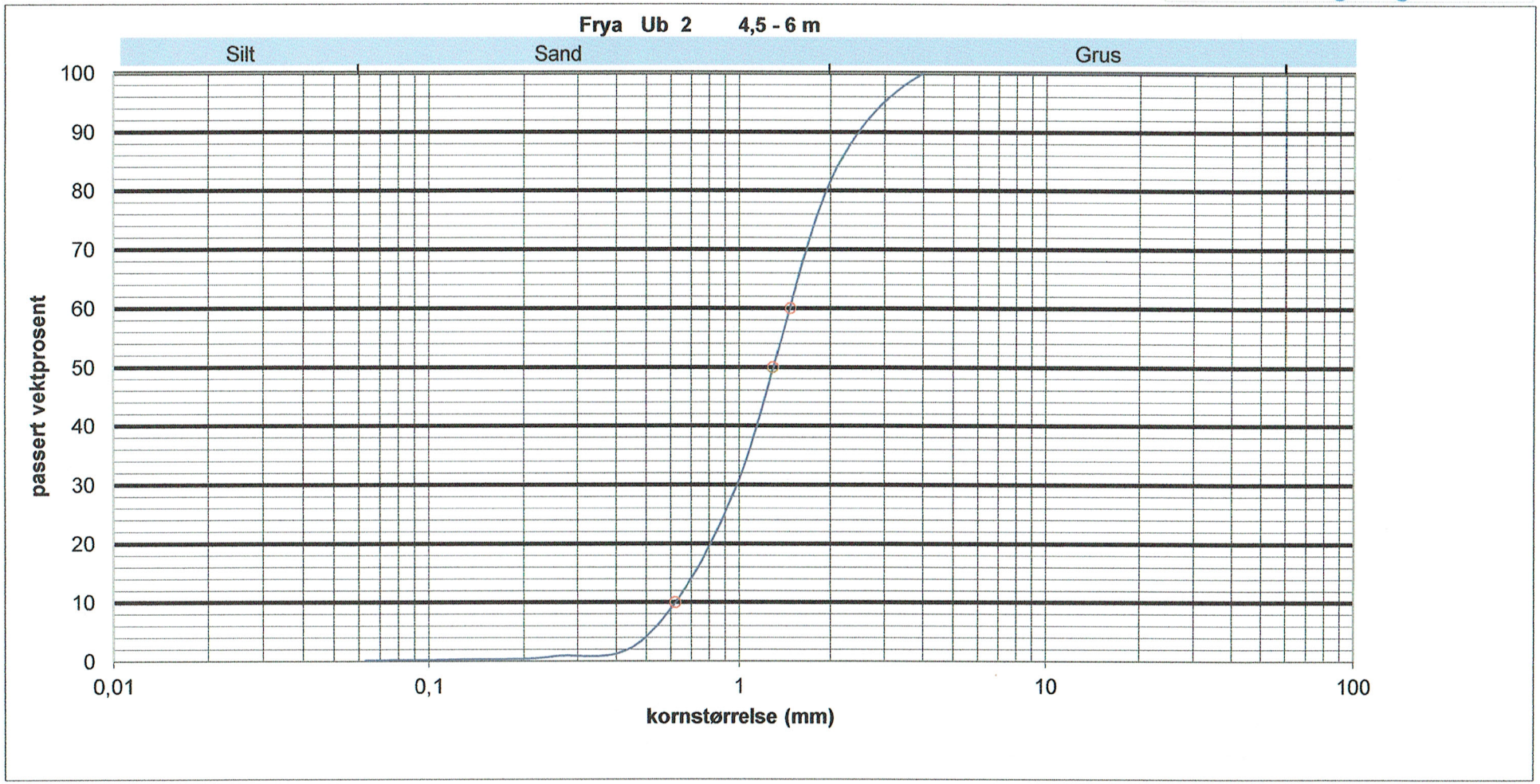
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,325	1,09	3,354	0,252	2,871	15905	1,7E-03	145,1 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 3

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	Ub 2
Oppdrag	Frya Ub 2		Dybde:	4,5 - 6 m

Kornfordelingsdiagram

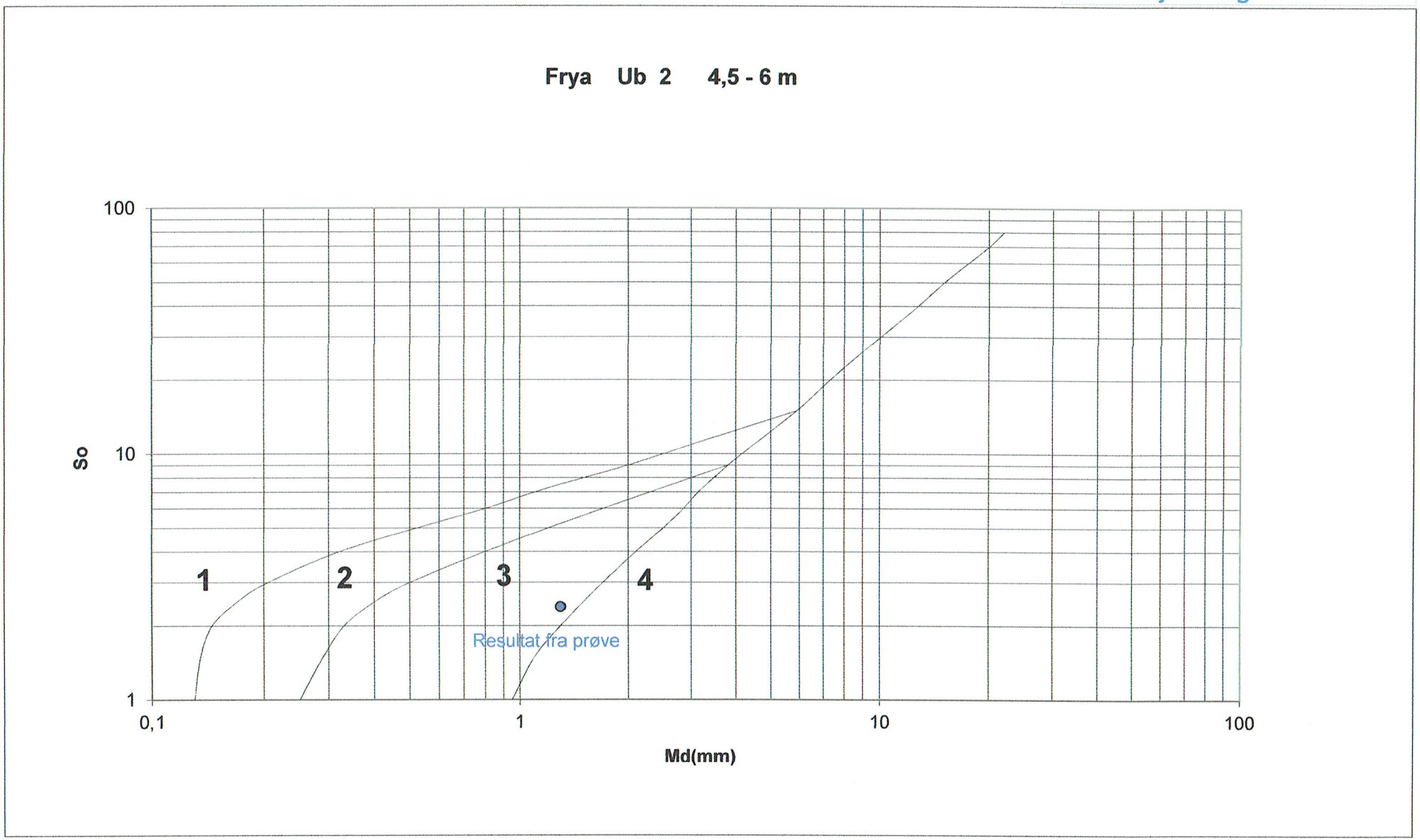


sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	0,160514	0,321027	0,802568	4,173355	30,81862	81,54093	100	100	100	100
passert vekt	0	1	2	5	26	192	508	623	623	623	623
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,62	1,3	1,480	2,387							

Dato: 26.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

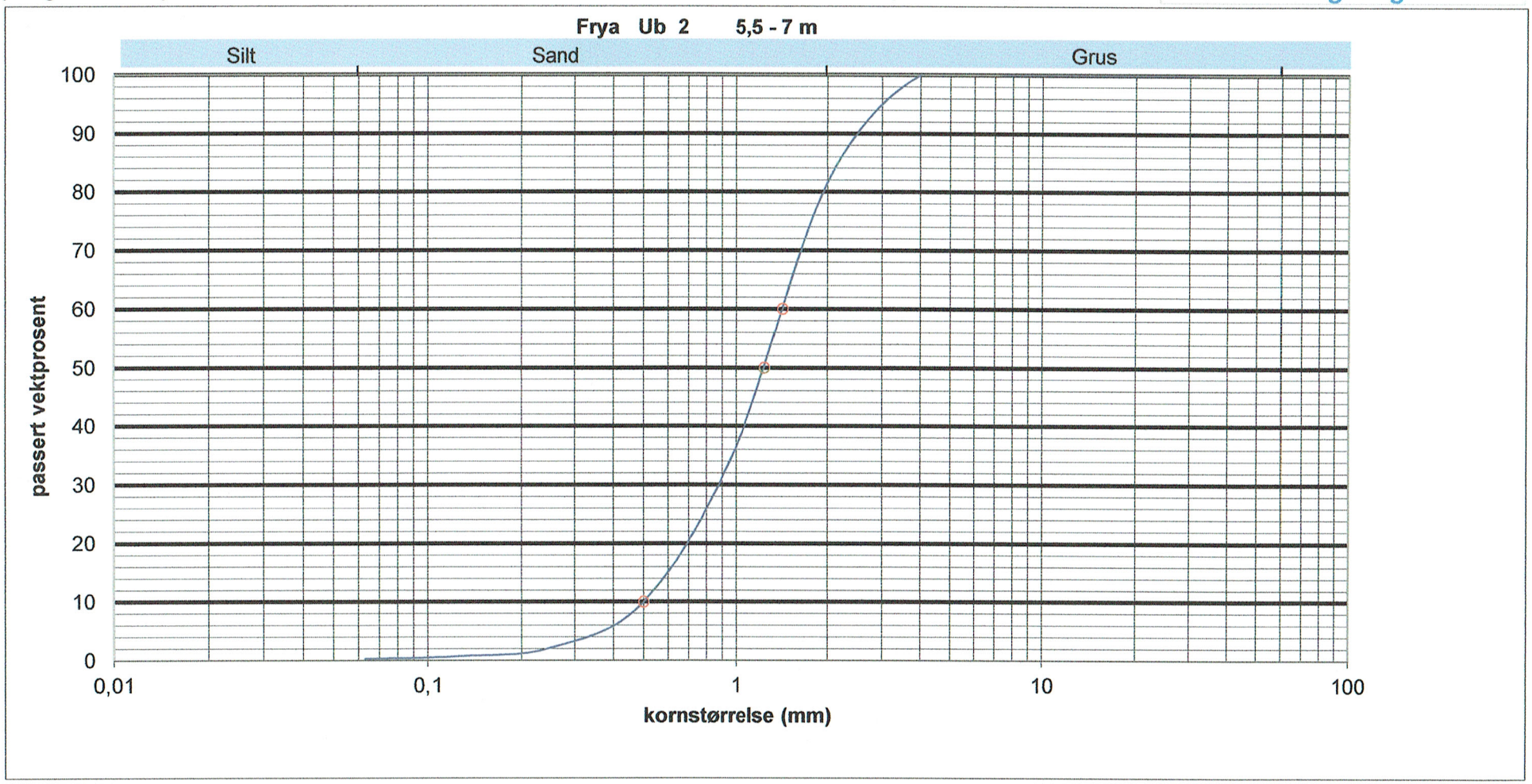
Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,62	1,48	2,387	0,289	3,376	16834	6,5E-03	559,1 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 3

Firma	Asplan Viak	AFN	Prøvepunkt:	Ub 2
Oppdrag	Frya Ub 2		Dybde:	5,5 - 7 m

Kornfordelingsdiagram



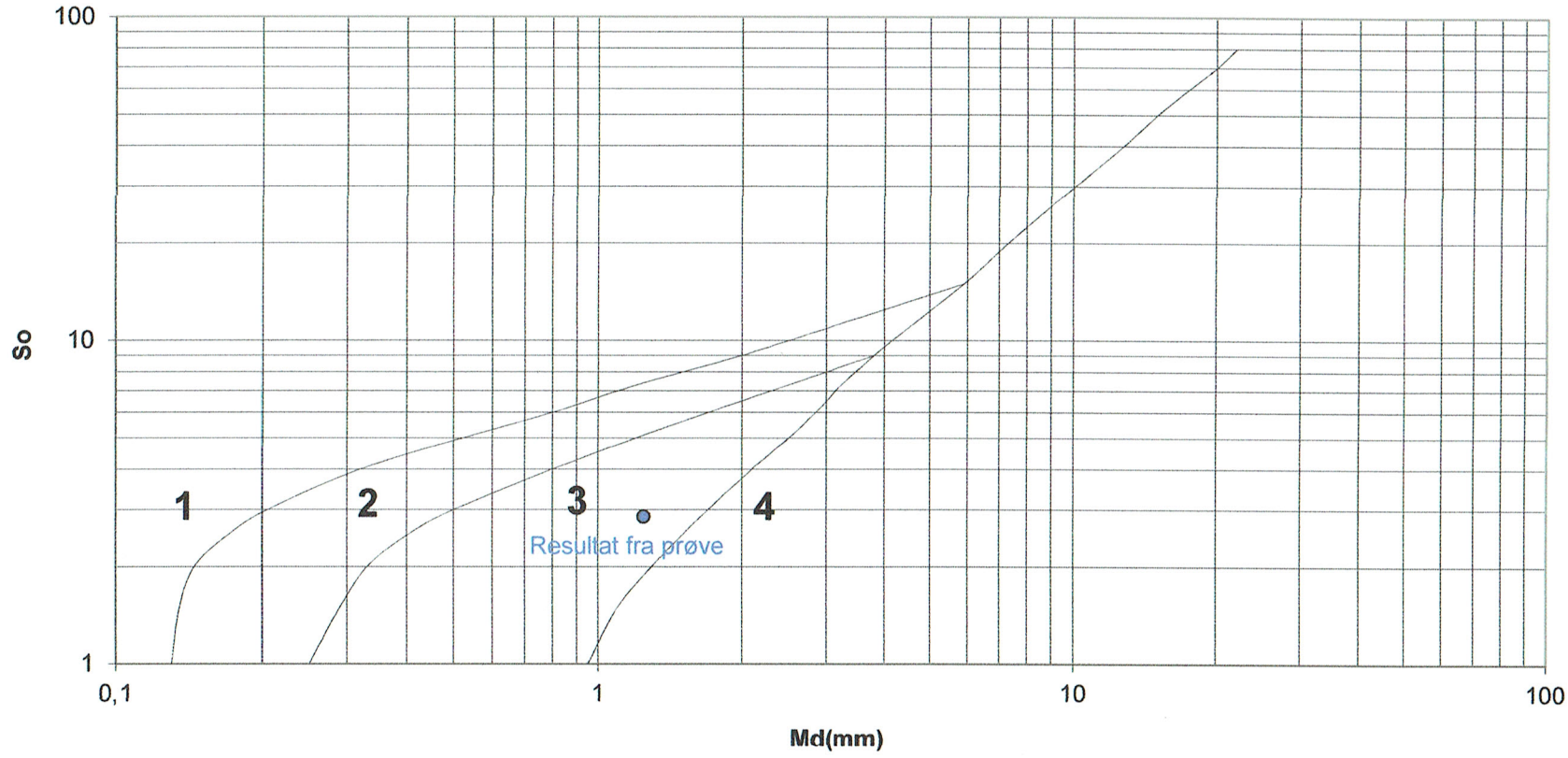
sikt	<0,063	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32
passert i%	0	0,286123	0,715308	2,145923	10,01431	36,48069	81,54506	100	100	100	100
passert vekt	0	2	5	15	70	255	570	699	699	699	699
Dyp	D_{10}	D_{50}	D_{60}	S_0	Merknader						
	0,5	1,25	1,430	2,860							

Dato: 26.10.2021

Sign: Lars Westlie

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

Frya Ub 2 5,5 - 7 m



Gustafson's metode - Kun veiledende og kan ikke brukes direkte uten en totalvurdering

Hydrogeologi og AvløpsRådgivning

D_{10}	D_{60}	U	e	g(u)	E(u)	k	Permeabilitet- K verdi
0,5	1,43	2,860	0,269	3,085	16477	4,1E-03	355,9 m/døgn

Resultat fra prøve : Klasse 3